

Effizienz von Lüftungsanlagen in Niedrigenergie-Häusern in NRW

Endbericht

Forschungsprojekt 253 146 98
der AG Solar Nordrhein-Westfalen
im Schwerpunkt Niedrigenergie- und Solararchitektur (NESA)

Autoren: Klaus Michael, Sabrina Eichhorn, Sylke Lux, Katja Schmid, und Manuela Kramp
Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold bzw. Fachhochschule Lippe, Detmold

Detmold, im November 2000



Abstract

Im Rahmen dieses Forschungsprojekts wurden kontrollierte Wohnungslüftungsanlagen an 18 Niedrigenergiehäusern mit insgesamt 43 Wohneinheiten (WE) untersucht, die zwischen 1995 und 1998 in Nordrhein-Westfalen errichtet wurden. Dabei wurde die tatsächliche Luftdurchströmung aller einzelnen Räume der Gebäude vermessen und mit SOLL-Vorgaben verglichen. Weiterhin wurden die bedarfsgerechte Regelbarkeit geprüft, das Verhältnis von Stromverbrauch zum Luftdurchsatz ermittelt, evtl. störende Geräusche erfaßt und der Wartungszustand der Lüftungsanlage sowie der Informationsstand der Nutzer über Funktionszusammenhang, Regelmöglichkeiten und Wartungsbedarf erfragt. Bei einem Gebäude mit einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und soledurchströmtem Erdwärmetauscher wurde auch die Effizienz des Erdwärmetauschers über einen längeren Meßzeitraum ermittelt.

Wesentliches Ergebnis ist, daß ein großer Anteil der untersuchten reinen Abluftanlagen aufgrund der zu hohen baulichen Luftundichtheit, aufgrund konzeptioneller Mängel und in vielen Fällen zusätzlich durch Ausführungsmängel keine ausreichende bedarfsgerechte Frischluftversorgung der Aufenthaltsräume bei geschlossenen Zimmertüren sicherstellen, selbst wenn die Leistung der installierten Ventilatoren ausreichend bemessen ist. Die Abluftentsorgung funktioniert dagegen bei der Mehrzahl der reinen Abluftanlagen ausreichend bis sehr gut. Bei den untersuchten Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung funktioniert dagegen sowohl die raumweise Frischluftversorgung wie auch die Abluftentsorgung zufriedenstellend bis sehr gut. Der negative Befund bei den reinen Abluftanlagen ist Anlaß, die Eignung dieser wegen ihrer Einfachheit oft bevorzugten Lüftungskonzeption grundsätzlich zu bezweifeln. Die hohe Zahl der vorgefundenen Ausführungsmängel ist vor allem auf fehlende Fachplanung und mangelhafte Abstimmung zwischen Rohrbau, Komponentenwahl und Regeltechnik zurückzuführen.

Weitere Erkenntnisse sind, daß nur wenige der Nutzer die technische Funktion ihrer Anlage insgesamt verstehen. Die Mehrzahl der Nutzer wurde nicht eingewiesen und in den Häusern bzw. Wohnungen sind überwiegend keine Betriebs- und Wartungsanleitungen vorhanden. Mangels ausreichendem Verständnis wurden die Regelungen häufig falsch bedient und erfolgte keine ausreichende Funktionskontrolle und Wartung. Die Unzufriedenheit mit dem überwiegend unzufriedenstellenden Betrieb ist dadurch verständlich.

Die Langzeitmessung der Lüftungsanlage mit dem soledurchströmten Erdwärmetauscher zeigt, daß dieses Konzept der Erdwärmenutzung zur winterlichen Frischluftvorwärmung und zur sommerlichen Frischluftvorkühlung relativ problemlos funktioniert. Es kann daher künftig eine je nach Standortbedingungen evtl. vorteilhafte Alternative zu luftdurchströmten Erdwärmetauschern sein.

Das Projekt wurde aus Mitteln des Ministeriums für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen im Projektbereich AG Solar, Schwerpunkt Niedrigenergie- und Solararchitektur (NE-SA) mit Abwicklung über die Fachhochschule Lippe finanziert. Die Langzeitmessung einer Lüftungsanlage mit soledurchströmten Erdwärmetauscher wurde wesentlich von der Firma Messwert GmbH aus Göttingen durchgeführt.

Inhaltsübersicht

Abkürzungen und Fachbegriffe

1. Einleitung

- 1.1. Hintergrund, Problemverständnis und Forschungsziel
- 1.2. Organisatorische Aspekte, Vorgehensweise und Projektablauf

2. Meßmethodik

- 2.1 Vorüberlegungen zum Meßkonzept
 - 2.1.1. Aufgaben von Lüftungsanlagen
 - Lufthygiene
 - Bauphysik
 - Energetik
 - 2.1.2. Meßbarkeit der tatsächlichen Luftdurchströmungen und Relevanz der Meßwerte für die Beurteilung der Lüftungsanlagen
 - Einfluß des Öffnens von Außentüren und Fenstern
 - Einfluß von Luftundichtheiten
 - Effekte innerer Luftströme
 - Effekte von Leckagen im Kanalnetz
- 2.2 Meßziel und SOLL-Vorgaben
 - 2.2.1 Meßziel und SOLL-Vorgaben der Lüftungsanlagen
 - 2.2.2. Besondere Meßziele an dem Objekt mit Erdwärmetauscher
- 2.3 Meßtechnik und eingesetzte Meßgeräte
 - 2.3.1 Eingesetzte Meßtechnik und Meßgeräte der Lüftungsanlagen
 - 2.3.2 Besondere Meßtechnik an dem Objekt mit Erdwärmetauscher
- 2.4. Praktische Durchführung der Vermessung der Lüftungsanlage

3. Daten der untersuchten Objekte

- 3.1. Merkmale der untersuchten Gebäude und Wohnungen
- 3.2. Konfiguration der Lüftungsanlagen
- 3.3 Konfiguration des untersuchten Erdwärmetauschers

4. Meßergebnisse

- 4.1 Gesamtdurchströmung der Gebäude und Wohnungen
 - 4.1.1 Messung „wie vorgefunden“
 - 4.1.2 Messung „einreguliert“
 - 4.1.3 Messung „max. Leistung“
 - 4.1.4 Luftwechselraten und SOLL-Abweichung
 - 4.1.5 Gebäudeundichtheit und Luftdichte-Meßergebnisse
- 4.2. Luftdurchströmung der einzelnen Räume
 - 4.2.1 Meßergebnisse Zulufttraum „Wohnzimmer“
 - 4.2.2 Meßergebnisse Zulufttraum „Schlafzimmer“
 - 4.2.3 Meßergebnisse Zulufttraum „Kind 1“
 - 4.2.4 Meßergebnisse Zulufttraum „Kind 2 / Büro 1“
 - 4.2.5 Meßergebnisse Ablufttraum „Küche“
 - 4.2.6 Meßergebnisse Ablufttraum „Badezimmer“
 - 4.2.7 Meßergebnisse Ablufttraum „Gäste-WC“
- 4.3. Elektrische Effizienz

- 4.4. Langzeitmessung der Anlage mit Erdwärmetauscher
- 4.4.1 Langzeitverläufe der Temperaturen und Erträge
- 4.4.2 EWT-Meßergebnisse in einer ausgewählten Kälteperiode
- 4.4.3 EWT-Meßergebnisse in einer ausgewählten Hitzeperiode
- 4.4.4 WRG-Meßergebnisse über die gesamte Heizperiode
- 4.4.5 Gesamtergebnis der Vermessung von EWT und WRG-Anlage
- 4.4.6 Ausgewählte empirische Problemstellungen der Messung

5. Beobachtete Mängel und Mängelursachen

- 5.1 Planungs- und Auslegungsmängel
- 5.1.1 Durchströmungskonzepte
- 5.1.2 Zu- und Abluftventile
- 5.1.3 Ventilatoren bzw. WRG-Anlagen

Inhaltsübersicht (Fortsetzung)

- 5.1.4 Regelungen
- 5.1.5 Luftkanäle
- 5.1.6 Schallschutz

- 5.2 Installationsmängel
 - 5.2.1 Zu- und Abluftventile
 - 5.2.2 Ventilatoren und WRG-Anlagen
 - 5.2.3 Regelungen
 - 5.2.4 Luftkanäle

- 5.3 Mängel durch Bedienung und Nutzung
 - 5.3.1 Allgemeines zum Nutzerverhalten
 - 5.3.2 Dimmer- und Ventileinstellungen durch die Bewohner
 - 5.3.3 Reinigung von Filtern

- 5.4 Lüftungsrelevante Mängel am Gebäude
 - 5.4.1 Leckagen

6. Folgerungen und Empfehlungen

- 6.1. Konfiguration von Abluftanlagen
- 6.2. Konfiguration von Lüftungsanlagen mit WRG
- 6.3. Konfiguration soledurchströmter Erdwärmetauscher
- 6.4. Dimensionierung von Komponenten
- 6.5. Regeltechniken, Einregulierung und Benutzeroberfläche

7. Einzelne Gebäudebeschreibungen und Meßprotokolle

- 7.1 EFH Lünstedt
- 7.2 EFH Otters
- 7.3 EFH Wächtler
- 7.4 ZFH Hoffmann-Kwiecinski
- 7.5 EFH Didier
- 7.6 EFH Wissmann
- 7.7 EFH Schefers
- 7.8 EFH Dähne
- 7.9 ZFH Willbrandt
- 7.10 EFH Kordes
- 7.11 ZFH Pirog
- 7.12 EFH Michael
- 7.13 MFH Quest
- 7.14 MFH Hellmann
- 7.15 MFH Speckmann
- 7.16 MFH Junge-Wentrup
- 7.17 MFH KWG 23
- 7.18 MFH KWG 24

8. Daten der Lüftungskomponenten

9. Literatur

10. Anlagen

- Anlage 1 Detmolder Niedrigenergie-Haus- Standard
- Anlage 2 „Anlage 4“ des Grundstückskaufvertrages der Stadt Werther, betreffend Angaben und Nachweise zur Einhaltung des Niedrigenergie-Haus- Standards
- Anlage 3 Auszug aus den Güte- und Prüfbestimmungen der Gütegemeinschaft Niedrigenergie-Häuser e.V. für die Planung und Bauausführung von Häusern in Niedrigenergiebauweise

Abkürzungen und Fachbegriffe

| | |
|----------------|--|
| 1/h | einmal pro Stunde (auch h^{-1}) |
| Abluft | die aus einem Abluftraum durch den Betrieb der Lüftungsanlage oder durch sonstige Einflüsse über Abluftventile tatsächlich abgesaugte (IST) oder abzusaugende (SOLL) Luft. |
| Abluftraum | Raum, aus dem von einer Lüftungsanlage belastete Luft abgesaugt und nach außen abtransportiert wird, z.B. Küche, Bad, WC und ggf. Hauswirtschaftsraum oder Raucherzimmer; vgl. Zuluftraum und Überströmraum. |
| Abluftsumme | Rechnerische Summe aus allen Ablufträumen eines Objekts oder einer Wohnung tatsächlich abgesaugten (IST) oder abzusaugenden (SOLL) Abluftströme. |
| Bedarfslüftung | Einstellung für Stoßlüftung z.B. bei Besuch. |
| DFF | Dachflächenfenster |
| DG | Dachgeschoß |
| DIN | Deutsche Industrienorm DIN 4108/7 Norm, die die Luftdichtheit eines Gebäudes regelt. Vgl. $n_{(50)}$ |
| DN | Maßsystem für Nenndurchmesser von Rohrleitungen; Angabe meist in mm |
| ebök | Ing-Büro ebök in Tübingen, das Auslegungsempfehlungen für Lüftungsanlagen entwickelt hat, siehe Literaturliste |
| EFH | Einfamilienhaus |
| EG | Erdgeschoß |
| ELW | Einliegerwohnung |
| EWT | Erdwärmetauscher |
| EXPO | Lüftungsanforderungen der EXPO-Bebauung im Baugebiet Hannover-Kronsberg; siehe Literaturliste |
| Fortluft | die von einer Lüftungsanlage tatsächlich nach außen abgeblasene (IST) oder abzublasende (SOLL) Luft. |
| Fresh | Hersteller von Lüftungskomponenten mit Sitz in Eisdorf/Harz |
| Frischluf | die von einer Lüftungsanlage tatsächlich von außen angesaugte (IST) oder anzusaugende (SOLL) Luft. |
| Grundlüftung | Lüftungseinstellung bei normaler Nutzung und Personenbelegung |
| h^{-1} | siehe 1/h |
| IST-Wert | Meßwert |
| IWU | Institut für Wohnen und Umwelt in Darmstadt; siehe LEG und Literaturliste |
| KE | Keller |
| LDM | Luftdichtemessung mit einer Minneapolis Blower-Door |
| LEG | Leitfaden Energiebewußte Gebäudeplanung mit eigenem Rechenverfahren zur Ermittlung des Heizwärmebedarfs incl. Lüftungsanforderungen, siehe Literaturliste |
| LWR | Luftwechselrate eines Objektes bzw. Wohnung |
| m/s | Meter pro Sekunde (Strömungsgeschwindigkeit) |
| m^2 | Quadratmeter |
| m^3 | Kubikmeter |
| m^3/h | Kubikmeter pro Stunde |
| MFH | Mehrfamilienhaus |
| N | Nord |
| $n_{(50)}$ | Maßeinheit für die Luftdichtheit eines Gebäudes bei einem künstlichen Differenzdruck von 50 Pascal in 1/h. Bei $n_{(50)} = 1 h^{-1}$ erfolgt ein 1-facher Luftaustausch pro Stunde durch alle Undichtigkeiten der Gebäudehülle. Vgl. DIN 4108/7 |
| NEH | Niedrigenergie-Haus |
| NEI | Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold |
| O | Ost |
| Objekt | EFH mit nur einem zusammenhängendem Luftvolumen, sie werden in den Diagrammen und Darstellungen mit einfachen Nummern, z.B. 8 betitelt. |
| OG | Obergeschoß |

PE Polyethylen (Hartkunststoff)
 Pers. Personenzahl
 PH Passivhaus
 PHI Passivhaus-Institut, Darmstadt
 PHPP Lüftungsanforderungen des Passivhaus-Projektierungs-Pakets des PHI; siehe Literaturliste
 PP Polypropylen (Hartkunststoff)
 PS Polystyrol (Hartschaum-Dämmstoff)
 PU Polyurethan (Hartschaum-Dämmstoff)
 PVC Polyvinylchlorid (Hartkunststoff)
 QS Qualitätssicherung
 S Süd
 SOLL-Wert Vorgabe bzw. Anforderung
 TRH Treppenhaus
 Überströmöffnung geöffnete Tür oder Türspalt unter der Tür bei geschlossener Tür
 ÜStr Überströmraum, der selbst kein Zuluft- oder Abluftraum ist, durch den aber Luft von Zuluft-
 räumen hin zu Ablufträumen hindurchströmt, z.B. Flure oder Treppenhäuser.
 Vol Volumen (hier: Innen-Luftvolumen
 einer Wohnung oder eines Hauses)
 W West
 WE Wohneinheit, Wohnung im Objekt oder
 Wohnung
 WE Wohneinheiten
 WFI Wohnfläche
 Wohnung Einzel vermessene Wohnungen in MFH oder EFH mit separater ELW, sie werden mit
 doppelten Nummern benannt. Diese setzen sich aus der Objekt-Nr. und der Wohnungs-Nr.
 zusammen, z.B. 13.5.
 WRG Wärmerückgewinnung
 ZFH Zweifamilienhaus, als Einfamilienhaus mit Einliegerwohnung
 Zuluft die einem Zulufttraum über Zuluftventile durch den Betrieb der Lüftungsanlage und ggf. sonsti-
 ger Einflüsse tatsächlich zuströmende (IST) oder zuströmen sollende (SOLL) Luft.
 Zulufttraum Aufenthaltsraum mit eigener Frischluftversorgung, z.B. Wohn-, Eß-, Kinder-, Schlafzim-
 mer, Büros; vgl. Abluftraum und Überströmraum.
 Zuluftsumme Rechnerische Summe der allen Zuluftträumen eines Objekts oder einer Wohnung tat-
 sächlich zuströmenden (IST) oder zuströmen sollenden (SOLL) Zuluftströme

1. Einleitung

1.1. Hintergrund, Problemverständnis und Forschungsziel

1.2. Organisatorische Aspekte, Vorgehensweise und Projektablauf

1.1. Hintergrund, Problemverständnis und Forschungsziel

Niedrigenergie-Häuser werden in Deutschland seit etwa 1985 in Hessen und seit etwa 1990 bundesweit durch Förderprogramme und andere Anreize eingeführt. Neben regionalen Initiativen kamen Mengeneffekte vor allem durch die verbindliche Vorgabe der Niedrigenergie-Bauweise in mehreren Bundesländern bei der öffentlichen Wohnungsbauförderung und durch die bundesweite Gewährung einer erhöhten Eigenheim-Zulage zustande. Derzeit dürften nach Schätzung der Autoren etwa 250.000 WE bundesweit in Niedrigenergie-Bauweise errichtet sein. Mit der geplanten Einführung der Energieeinspar-Verordnung soll ab 2001 die Niedrigenergie-Bauweise möglicherweise zur Regelbauweise werden.

Die Verringerung des Heizwärmebedarfs wird bei der Niedrigenergie-Bauweise zunächst durch die Verringerung der Transmissionswärmeverluste mittels eines besseren Wärmeschutzes der Gebäudehülle erreicht. Der Heizwärmebedarf kann aber auch durch eine Verringerung der Lüftungswärmeverluste reduziert werden, die bei einem konventionell nur über Fenster belüfteten Niedrigenergie-Haus 40-60 % der gesamten Wärmeverluste ausmachen. Eine Verringerung der Lüftungswärmeverluste ist durch drei Effekte möglich

- durch Verringerung von Überlüftung durch präzise bedarfsabhängige Dosierung des Gesamtluftaustauschs mittels Ventilatoren,
- durch Verringerung der erforderlichen Luftwechselrate ohne Luftqualitätsverluste mittels gezielter Durchströmung der Räume mit Lüftungsanlagen statt nur einer Nutzung thermischer und winddruckbedingter Antriebskräfte für den Luftaustausch beim Fensterlüften und
- durch Rückgewinnung der in der Abluft enthaltenen Wärme.

Viele Niedrigenergie-Häuser werden daher mit Anlagen zur kontrollierten Wohnungslüftung errichtet¹. Ihre Ausführung erfolgt bisher überwiegend als reine Abluftanlage ohne Wärmerückgewinnung. Hierbei erfolgt eine Absaugung der Abluft aus den Feuchträumen mit Ventilatoren. Die Frischluft strömt dezentral über die Außenwand- oder Fensterventile nach. Erst zu einem geringeren Teil werden Zu- und Abluftanlagen ausgeführt, bei denen auch die Zuluft über Rohrleitungen und mittels Ventilatoren in die Räume eingeblasen wird; diese Anlagen sind dann meist mit Abluft-Wärmerückgewinnung (WRG) ausgeführt. Zu-/Abluftanlagen mit WRG und mit zusätzlichen Erdwärmetauschern zur winterlichen Vorerwärmung der minusgrädigen Frischluft kommen bisher in NEH erst selten, in Passivhäusern dagegen schon regelmäßig vor.

Alle Arten dieser Lüftungsanlagen in NEH sollen vorrangig eine sichere Feuchte-, Geruchs- und Schadstoffabfuhr und eine bedarfsgerechte dosierbare Frischluftversorgung der Aufenthaltsräume leisten. Je nach Ausführung erbringen sie zusätzlich eine Filterung der Frischluft, einen erhöhten Schallschutz, einen erhöhten Lüftungskomfort, eine Wärmerückgewinnung oder eine Nutzung von Erdwärme. Energiespar-, Hygiene- und Komfortargumente können insofern bei der ihrer Auswahl gleichermaßen eine Rolle spielen.

Die Sinnhaftigkeit des erhöhten baulichen Wärmeschutzes der Niedrigenergie-Bauweise ist grundsätzlich unstrittig. Eine allgemeine Akzeptanz für kontrollierte Wohnungslüftungsanlagen ist jedoch trotz etwa 10 Jahren Verbreitungsdauer der Niedrigenergie-Häuser in Deutschland immer noch nicht gegeben, anders als in Skandinavien. Zwar wird der theoretisch mögliche energetische und lufthygienische Nutzen und höhere Komfort einer sicheren Feuchte-, Geruchs- und Schadstoffabfuhr und einer automatischen Grundlüftung meist nicht in Frage gestellt. Akzeptanzhemmnisse bestehen jedoch insofern, als oft nicht geglaubt wird, daß dieser Nutzen tatsächlich auftritt und daß befürchtet wird, daß er durch negative Nebeneffekte wie Lärm, Stromverbrauch, Wartungsbedarf etc. überkompensiert wird. Zudem werden häufig hohe Kosten für den Bau, den Betrieb und die Wartung solcher Anlagen befürchtet und die Sorge geäußert, daß durch Verschmutzungen innerhalb von Lüftungsanlagen auf Dauer neue Lufthygieneprobleme entstehen könnten. Seitens der Befürworter wird dagegen argumentiert, solche Probleme würden nur bei falscher Auslegung der Anlagen, Verwendung ungeeigneter Komponenten, falscher Nutzung und mangelhafter Wartung auftreten; sie seien nicht zu erwarten, wenn die einschlägigen Empfehlungen für Bau und Betrieb beachtet und geeignete Komponenten eingebaut würden.

¹ In NEH mit **RAL**-Gütezeichen ist der Einbau einer Lüftungsanlage mit oder ohne WRG vorgeschrieben.

Diese konträren Auffassungen in der abstrakten Diskussion über Lüftungsanlagen stehen sich seit langem schwer vermittelbar gegenüber.

Bemerkenswert ist allerdings, daß negative Einschätzungen von Lüftungsanlagen nicht nur bei im Umgang damit noch unerfahrenen Bauwilligen auftreten, sondern teilweise auch bei Personen, die bereits seit mehreren Jahren solche Anlagen nutzen. Diese Beobachtung ist Anlaß, der Frage nachzugehen, ob hier nur emotionale Aversionen aufrechterhalten werden oder ob Bedienungsmängel vorliegen. Oder aber ob die Anlagen tatsächlich nicht zufriedenstellend funktionieren, auch wenn sie entsprechend gängigen Auslegungsempfehlungen gebaut und einreguliert wurden sowie sachgerecht bedient und gewartet werden. Dies könnte Hinweise darauf geben, ob gängige Auslegungsempfehlungen möglicherweise unzureichend sind, ob bestimmte auf dem Markt eingeführte Komponenten entgegen verbreiteter Auffassung doch nicht so geeignet sind, wie bisher vermutet oder ob diese Anlagen nur nicht sachgerecht gebaut oder bedient wurden.

Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, zur Aufklärung dieser Fragen beizutragen, indem in bereits bewohnten Niedrigenergie-Häusern in NRW, die mit verschiedenartigen Anlagen zur kontrollierten Wohnungslüftung ausgestattet sind, das tatsächliche Funktionieren der Lüftungsanlagen ermittelt und eventuelle Mängel sowie Mängelursachen dokumentiert werden. Dabei werden sowohl Ein- und Zweifamilienhäuser, als auch Mehrfamilienhäuser mit fünf bis vierzehn Wohneinheiten einbezogen.

Schwerpunkt der Untersuchung ist dabei die empirische meßtechnische Ermittlung der von den Lüftungsanlagen bewirkten Luftdurchströmung aller einzelnen Räume innerhalb der Gebäude sowie der Gebäude insgesamt. Weiterhin wurde die elektrische Effizienz, also das Verhältnis von Luftförderung zu Stromverbrauch ermittelt, sofern die dazu erforderlichen Eingriffe vor Ort von den Hauseigentümern bzw. Nutzern gestattet wurden. Bei Anlagen, die nicht die gewünschte Leistung brachten oder andere Mängel besaßen, wurden die Ursachen hierfür gesucht und beschrieben. Insbesondere wurde untersucht, ob dies im Einzelfall an der grundsätzlichen Konfiguration der Anlage, an einzelnen Komponenten, an der Art der Nutzung oder an anderen Einflußfaktoren liegt.

Die Untersuchung führt damit Fragestellungen fort, die schon Anfang der 90er Jahre in Hessen bei der ersten Generation von Niedrigenergie-Häusern untersucht worden waren und damals Auslegungs- und Ausführungsmängel dokumentierten². Schwerpunkte dieser hessischen Studie waren die Ermittlung der Eignung und Leistungsfähigkeit bestimmter Lüftungstechnischer Komponenten und die intensive Klärung der Meßtechnik. Schwerpunkt der vorliegenden Studie ist das praktische Funktionieren der Anlagen und die Analyse eventueller Auslegungs-, Einbau- und Nutzungsfehler.

² Vgl. /Werner u.a. 1995/ Kap. 9

1.2. Organisatorische Aspekte, Vorgehensweise und Projektablauf

Bei der Planung des Projekts wurde angestrebt, eine hinreichend große Anzahl von NEH mit verschiedenen Arten gängiger Lüftungsanlagen zu untersuchen, um keinen störenden Einfluß von Zufälligkeiten zu erhalten und nicht unnötig viele gleichartige Anlagen zu vermessen. Um den Aufwand der Datenermittlung niedrig zu halten, wurde nach Gebäuden Ausschau gehalten, von denen Daten über die Bautechnik und Grundkonfiguration der Lüftungsanlagen bereits beim Bearbeiter vorlagen, um diese nicht neu erheben zu müssen. In die engere Auswahl kamen deshalb 31 NEH, die vom Detmolder Niedrig-Energie-Institut (NEI) zuvor schon im Rahmen der "Wissenschaftlichen Begleituntersuchung von 31 NEH in NRW" in den Jahren 1995-98 im Auftrag des Forschungsministeriums NRW in Planung und Bauausführung begleitet worden waren³. Weiterhin wurden NEH einbezogen, die im Rahmen des "Detmolder Förderprogramms für NEH" (1990-93) oder im Rahmen des Projekts "Qualitätssicherung für NEH im Detmolder Baugebiet Maiweg" (1997-98) oder im Rahmen des "Synergie-Programms" des Elektrizitätswerks Wesertal GmbH⁴ (1997-98) vom NEI betreut worden waren.

Die engere Auswahl der zu vermessenden Gebäude und Wohnungen erfolgte aus einer anfangs deutlich größeren Gesamtheit, die zunächst vor Ort begangen wurde, um die Möglichkeit ihrer empirischen Vermeßbarkeit zu ermitteln. Dabei wurde die Begehrbarkeit der Gebäude und Wohnungen und die Bereitschaft zur Mitwirkung der Eigentümer bzw. Mieter geklärt, die Zugänglichkeit der Zu- und Abluftventile für die Meßgeräte geprüft und die Bauart und Betriebsbereitschaft der Lüftungsanlagen ermittelt. Schließlich wurde auch als Auswahlkriterium herangezogen, daß von den Gebäuden oder Wohnungen möglichst Luftdichtheits-Meßwerte vorliegen sollten, da ein Zusammenhang zwischen Luftdichtheit der Gebäudehülle und dem Funktionieren der Lüftungsanlagen vermutet wurde.

Die Vorab-Begehungen zeigten, daß bei einem erheblichen Teil der Objekte Messungen gar nicht möglich waren. Teils waren die zu vermessenden Ventile oder anderen Lüftungskomponenten z.B. mit nicht verschieb- oder demontierbaren Möbeln oder anderen Hindernissen so verstellt, daß sie für die Meßgeräte nicht zugänglich waren. Dadurch war auch eine sachgerechte Funktionskontrolle, Regelung und Wartung i.d.R. nicht möglich ist. In anderen Fällen war mit den Vermietern oder Mietern kein Einverständnis für die Durchführung der Messungen zu erzielen oder keine Termine abstimmbare. Dabei spielte möglicherweise die Sorge eine Rolle, daß identifizierte Mängel an den Lüftungsanlagen bewirken könnten, daß die Mieter dann auf Nachbesserung oder Mietminderung drängen könnten. Bei einigen Objekten, bei deren Bau zivilvertragliche Auflagen zur Niedrigenergie-Bauweise mit kontrollierter Wohnungslüftung bestehen, war evtl. auch befürchtet worden, daß eine Identifizierung von Mängeln an der Lüftungsanlage zu Regreßforderungen der Zivilvertragspartner wegen vertragswidriger Bauausführung führen könnte. Trotz dieser Hemmnisse konnten aus insgesamt etwa 80 Objekten 43 meßfähige Objekte ausgewählt werden.

Die Messungen der Lüftungsanlagen⁵ wurden zwischen dem 07.12.1998 und dem 15.04.1999 durchgeführt und zogen sich wesentlich länger hin, als ursprünglich geplant. Die Verschiebung der ursprünglich schon für den Sommer 1998 vorgesehenen Messungen in den Winter 1998/99 erfolgte auf Anregung der Universität/GH Siegen, um bei für die Heizperiode typischen mittleren Außentemperaturen um +5°C messen zu können. Dadurch sollte der im Winterhalbjahr regelmäßig wirkende Einfluß thermischer Auftriebskräfte innerhalb der Gebäude zumindest in gewissem Umfang einbezogen werden. Darüber hinaus verzögerten sich die Messungen teils länger als gewünscht, weil nur an absolut windstillen Tagen gemessen werden sollte, um den Störeinfluß von Winddruck oder Windsog auf die Außenluftdurchlässe zu minimieren. Bei Ankündigung oder Feststellung fühlbarer Windströmungen mußten Messungen wiederholt abgesagt oder abgebrochen werden. Diese Entscheidungen waren im Nachhinein richtig, denn sowohl der Einfluß innerer thermischer Auftriebskräfte wie auch der von Winddruck auf die innere Luftdurchströmung der Objekte hat sich als ganz erheblich herausgestellt.

In allen Objekten wurden mehrere Meßreihen nacheinander durchgeführt. Zunächst wurde die Anlage "wie vorgefunden" vermessen, danach wurde ein möglichst gut "einregulierter Zustand" herbeigeführt und zusätzlich wurde die "maximale Leistung" ermittelt⁶. Je nachdem, ob für den Tag- und Nachtbetrieb verschiedene Einstellungen angewandt wurden und gewünscht waren und auch abhängig davon,

3 Vgl. /Michael 1998-1/ Kap. 9

4 Vgl. /Michael u.a. 1998-2/ Kap. 9

5 Zur Vorgehensweise bei der Messung des Erdwärmetauschers vgl. Kap.2.2.2, 2.3.2. und 4.4

6 Zum genauen Meßablauf der Lüftungsanlagen vgl. Kap. 2.4, zu den Ergebnisse Kap. 4

wie sensibel die Anlage auf Verstellung einzelner Regelelemente reagierte, waren dazu unterschiedlich viele Zwischenmessungen erforderlich. Der genaue Meßablauf ist in Kapitel 2.4 beschrieben.

Die aufgrund der jeweiligen Gebäude- oder Wohnungsnutzung als möglichst gut beurteilten Einstellungen der Anlagen für den Tag-, Nacht-, Dauer- oder anderweitig definierten Bedarfsbetrieb wurden abschließend dokumentiert und den Nutzern erläutert. Insbesondere wurden die dafür erforderlichen Einstellungen aller Ventile und Regler festgehalten, so daß diese auch z.B. nach Reinigungs- oder Wartungsarbeiten wieder hergestellt werden können. Die wünschenswerte Erarbeitung ausführlicher Bedienungsanleitungen für jedes Gebäude bzw. jede Wohnung, welche in keinem Falle vorlagen, gehörte allerdings nicht zum Leistungsumfang.

In vielen Objekten mit reinen Abluftanlagen ergab sich bei den Messungen, daß die Summe der an den Abluftventilen ermittelten Abluftströme wesentlich größer war, als die Summe der an den Zuluftventilen ermittelten Zuluftströme (Vgl. detailliert in Kap. 4.1). Dies ist bei Abluftanlagen, die einen latenten Unterdruck von 4 bis 12 Pascal in den Häusern erzeugen neben evtl. Meßungenauigkeiten vor allem dadurch erklärbar, daß die Gebäudehülle undicht ist. Diese Beobachtung mußte bei der Meßmethodik in Kap. 2.1.2 berücksichtigt werden. Um das Maß der Luftundichtheiten beurteilen zu können wurden in einigen Objekten und Wohnungen LDM's (Luftdichtemessungen) durchgeführt.

2. Meßmethodik

- 2.1. Vorüberlegungen zum Meßkonzept
- 2.2. Meßziel und SOLL-Vorgaben
- 2.3. Meßtechnik und eingesetzte Meßgeräte
- 2.4. Praktische Durchführung der Messung

2.1. Vorüberlegungen zum Meßkonzept

Für die Beurteilung der Effizienz eingebauter Lüftungsanlagen ist es sinnvoll, vorab zu überlegen, welche Aufgaben Lüftungsanlagen haben. Zudem muß das Meßkonzept daraufhin analysiert werden, inwieweit die dabei gemessenen Luftströmungen tatsächlich den relevanten Luftaustausch einzelner Räume, Wohnungen oder Gebäude widerspiegeln.

2.1.1 Aufgabe von Lüftungsanlagen

Aufgaben einer Lüftungsanlage sind die bedarfsgerecht dosierte Frischluftzufuhr und Abluftabfuhr eines Gebäudes, einer Wohnung oder einzelner Räume aus lufthygienischen, bauphysikalischen, energetischen und Komfortgründen. Lufthygienisch kommt es neben der Sauerstoffzufuhr für Menschen und Tiere vor allem auf die Verdünnung schädlicher Luftinhaltsstoffe durch einen ausreichenden Außenluftaustausch an. Daneben sollen zu hohe Luftfeuchten durch zu geringes Lüften oder zu niedrige Luftfeuchten durch zu starkes Lüften vermieden werden. Zusätzlich kann durch eine Filterung der Zuluft eine Vermeidung oder zumindest Reduzierung des Schadstoffeintrags über die Zuluft bewirkt werden. Bauphysikalisch kommt es vor allem auf die Vermeidung von Bauschäden an, die infolge zu hoher Luftfeuchte durch Nässebildung an oder innerhalb von Bauteilen entstehen können. Energetisch kann eine Lüftungsanlage durch bessere Dosierung des Außenluftaustauschs sowie ggf. durch Wärmerückgewinnung aus der Abluft die Lüftungswärmeverluste verringern. Komfortaspekte können sein, daß Lüftungsanlagen diese Aufgaben auch ohne Anwesenheit und Aufmerksamkeit bzw. Lüftungsdisziplin von Nutzern automatisch bewerkstelligen können.

Zu den drei Aspekten Lufthygiene, Bauphysik und Energie sind nachfolgend einige grundsätzliche Überlegungen ausgeführt, die für das Verständnis des tatsächlichen Meßkonzepts hilfreich sein mögen. Komfortaspekte werden hier nicht näher behandelt. Hinweise hierzu finden sich jedoch in den späteren Kapiteln.

Lufthygiene

Die hygienisch relevante chemische Luftqualität von Räumen ergibt sich im Zeitverlauf aus der Bilanz der Einträge und Austräge von Belastungsstoffen in die bzw. aus der Raumluft.

Einträge von Belastungsstoffen in die Raumluft erfolgen durch deren physikalische Freisetzung innerhalb des Raumes in die Raumluft aus Menschen und Materialien (z.B. CO₂ aus der Atemluft, Körpergeruch, Kleidergeruch, Verdunstung von Lösemitteln aus Baustoffen), durch das Entstehen neuer Belastungsstoffe im Raum durch chemische oder biologische Prozesse (z.B. Schimmel), durch den Eintransport solcher Stoffe mit der "frischen" Außenluft (z.B. Autoabgase) sowie durch Eintransport aus anderen Räumen durch Luftströmungen oder Diffusion (z.B. Essengerüche). Für den Eintrag von Belastungsstoffen mit der Frischluft spielt neben dem Schadstoffgehalt der Frischluft auch die Luftdichtheit der Gebäude eine Rolle. Bei hoher Luftundichtheit der Gebäudehülle können Zuluftströme durch bauliche Undichtigkeiten auf diesem Wege unerwünschte Stoffe in die Innenraumluft transportieren. So können z.B. Luftströme durch Dämmschichten Dämmstofffasern oder Dämmstoffstäube eintragen, Luftströme über Haus- und Kellertürspalte erhöhte Staubfrachten, Gerüche, Radongas oder Schimmelsporen. Lüftungsanlagen, die im Haus einen permanenten geringen Unterdruck erzeugen, begünstigen solche Stoffeinträge. Bei den Messungen wurde teils ein ganz erheblicher Luftzustrom über Luftundichtheiten ermittelt. Sein hygienischer Effekt konnte in diesem Projekt allerdings nicht untersucht werden.

Austräge von Belastungsstoffen aus der Raumluft erfolgen vor allem durch mechanischen Austausch der Raumluft mit weniger belasteter Frischluft sowie in geringem Umfang durch die chemische oder physikalische Bindung unerwünschter Luftinhaltsstoffe an Materialien oder Lebewesen (z.B. Staubsauger, Nikotinablagerung an Tapeten oder in Lungen). Daneben kann auch die chemische Umwandlung in nicht belastende Stoffe (z.B. CO₂-Aufnahme von Pflanzen) luftreinigend wirken. Im Rahmen dieser Untersuchung werden Quellen, Senken, Ausbreitungsmechanismen und Konzentrationen einzelner Belastungsstoffe der Raumluft nicht untersucht. Es wird vereinfacht davon ausgegangen, daß allein die Sicherstellung eines raumweise bedarfsgerechten Mindest-Luftaustauschs, d.h. eine

nutzungsgerechte Zuführung von Frischluft in die Zulufräume und eine nutzungsgerechte Abführung von Abluft aus den Ablufträumen eine ausreichende Lüfthygiene bewirkt.

Bauphysik

Die für die Bauphysik vor allem relevante Raumlufftfeuchte ergibt sich im Zeitverlauf aus der Bilanz der Einträge und Austräge von Wasserdampf in die bzw. aus der Raumlufft. Einträge erfolgen vor allem durch atmende und an ihrer Oberfläche Wasser verdunstende Menschen, Tiere und Pflanzen, durch das Baden, Duschen, Waschen, Spülen und Putzen, das Kochen und das Wäschetrocknen. Je nach Witterung kann auch durch Zufuhr von feuchterer und/oder wärmerer Frischluft von außen ein Feuchteeintrag in die Innenraumlufft erfolgen. Austräge von Raumlufftfeuchte erfolgen vor allem durch den Austausch relativ feuchter Raumlufft mit trockenerer Außenluft, also durch manuelles oder maschinelles Lüften. Eine Verringerung der Raumlufftfeuchte kann auch durch die Wasserdampfaufnahme vorher trockenerer Gegenstände oder durch das Auskondensieren von Wasserdampf zu flüssigem Wasser und dessen Abfuhr erfolgen, wie es z.B. bei Lufttrocknungsgeräten erfolgt.

Die für die Bauphysik zur Bauschadensvermeidung erforderliche Obergrenze für Raumlufftfeuchten hängt im Einzelfall von vielen baulichen und nutzungsbedingten Einflußfaktoren ab. Für das Risiko des Auskondensierens von Wasserdampf aus der Raumlufft zu flüssigem Wasser kommt es vor allem auf die Höhe der Raumlufftfeuchte und auf die Temperaturen der Oberflächen an, an denen die Raumlufft vorbeistreicht und dabei abkühlt. Daneben spielt auch die Strömungsgeschwindigkeit der Luft und das Kältepotential der kalten Oberfläche eine große Rolle. Sehr langsam an kühleren Flächen vorbei streichende Luft kühlt an diesen Flächen stärker ab und unterschreitet dadurch eher die jeweilige Taupunktgrenze. Zugleich erwärmt sie das kühle Bauteil nur wenig. Ein starker Luftstrom kühlt dagegen an der gleichen kühlen Oberfläche weniger ab, unterschreitet dadurch seine Taupunkttemperatur mit geringerer Wahrscheinlichkeit und führt der kühlen Oberfläche gleichzeitig mehr Wärme zu. Wie stark die Erwärmung eines kalten Bauteils durch vorbeistreichende warme Luft ist, hängt von dessen Masse und Wärmeleitfähigkeit sowie von dessen Möglichkeiten zur Wärmeweiterleitung an Anschlußbauteile, Erdreich oder Außenluft ab.

In den untersuchten NEH entstehen bei normaler Nutzung und Beheizung an den großen Regelflächen der Wände und Decken durch den hohen baulichen Wärmeschutz keine feuchtekritisch tiefen Oberflächentemperaturen. Diese können jedoch bei sehr kalten Außentemperaturen häufig noch an Teilflächen wie Fensterscheibenrändern, Fensterrahmen, Außentüren und Außentürrahmen, an gering gedämmten Kleinbauteilen wie Abseitentüren, Bodenluken oder Wandeinbaubriefkästen etc. auftreten. An einigen der untersuchten Objekten konnten in früheren Untersuchungen auch deutlich verringerte Oberflächentemperaturen an solchen Innenoberflächen thermographisch ermittelt werden, an denen material- oder ausführungsbedingte Wärmebrücken existieren. In einigen Häusern vor allem mit älteren Bewohnern gibt es daneben verhaltensbedingte Feuchteprobleme, z.B. wenn in Schlafräumen Heizkörper grundsätzlich abgestellt bleiben und die gewünschte geringe Temperierung der Schlafzimmernur über Luftaustausch mit beheizten Räumen durch einen offenen Türspalt erfolgt oder eine deutlich unzureichende Lüftung erfolgt. Es ist Nutzern oft nicht bekannt, daß eine geringfügige Beheizung und permanente Frischluftdurchströmung z.B. in Schlafzimmern zu geringeren Feuchteproblemen und nicht höheren Heizkosten führt, als eine Spaltöffnung der Zimmertüren bei abgestellten Heizkörpern, mit der ein ständiger Feuchteeintrag verbunden ist.

Die Auswirkungen der eingebauten Lüftungsanlagen auf die Raumlufftfeuchte konnten im Rahmen der Untersuchung nicht systematisch ermittelt werden. Zwar wurden zu Beginn der jeweiligen Messungen Innentemperaturen und Raumlufftfeuchten der Objekte gemessen, doch waren die Meßzeitpunkte eher zufällig und die Meßergebnisse insofern nicht verallgemeinerbar. Es wurde jedoch beobachtet und erfragt, ob es Probleme mit Feuchte an Fenstern, in Feuchträumen oder in Schlafräumen gibt. Mangels anderer Daten wurde für die Beurteilung der Entfeuchtungswirkung vereinfacht angenommen, daß diese als ausreichend anzunehmen ist, wenn die SOLL-Luftdurchsätze der einzelnen Räume gemäß ebök/EXPO/PHPP⁷, insbesondere der Ablufträume sowie die der gesamten Wohnungen oder Gebäude in den normalen Betriebszuständen erreicht werden und wenn keine Feuchteprobleme mitgeteilt werden oder offenkundig sind.

Bauphysikalisch ist auch der Zusammenhang zwischen Lüftungsanlagen und baulichen Undichtigkeiten wichtig. Je luftdichter Bauwerke sind, desto geringer ist das Risiko, daß die durch Undichtigkeiten der Gebäudehülle hinaus- oder hineinströmende Luft durch den mit ihr verbundenen Feuchtetransport

7 vgl. Kap. 2.2

Bauschäden bewirkt. Bauschäden sind dagegen zu befürchten, wenn der in warmfeuchter Luft enthaltene Wasserdampf durch Undichtigkeiten der Gebäudehülle nach außen strömt, auf diesem Weg stark abkühlt, die Taupunktgrenze unterschreitet und der Kondensatausfall in feuchteempfindliche Bauteilschichten hinein erfolgt. Derartige Problemstellen sind von vielen NEH aus früheren Untersuchungen bekannt⁸. Die Antriebskraft für solche Luftströmungen an Luftleckagen von innen nach außen kann Windsog an windabgewandten Dachflächen oder innerer Überdruck durch die Lüftungsanlage bzw. durch thermischen Auftriebskräfte im oberen Teil eines Hauses sein. Das Risiko unerwünschter Luftausströmungen durch bauliche Undichtheiten kann durch Abluftanlagen grundsätzlich verringert werden, da diese einen leichten Unterdruck im Gebäude erzeugen, der der unerwünschten Luftausströmung durch Ritzen und Fugen entgegenwirkt. Durch die Absaugung der Abluft aus den Feuchträumen heraus werden zudem die größten Feuchtemengen schadlos abgeführt. Bei ausbalancierten oder nur mit geringem Unterdruck betriebenen Zu-/Abluftanlagen entsteht dagegen in vielen Räumen kein solcher Gegensog mehr. In den Zulufräumen entsteht vielmehr sogar ein leichter Überdruck, der eine Luftausströmung nach außen durch Ritzen und Fugen begünstigt. Allerdings erfolgt auch bei WRG-Anlagen eine primäre quellnahe Feuchteabfuhr aus den Ablufträumen, so daß die mittlere Raumlufffeuchte meist deutlich niedriger ist, als bei nicht mechanisch entlüfteten Gebäuden.

Energetik

Richtig funktionierende Lüftungsanlagen in ausreichend luftdichten Gebäuden ermöglichen grundsätzlich eine Verringerung der Lüftungswärmeverluste gegenüber manuellem Lüften. Dies ergibt sich aus zwei voneinander unabhängigen Effekten:

- aus der bei gezielter Raumdurchströmung kleineren nötigen Luftaustauschmenge zum Erreichen einer gleich guten Luftqualität und
- aus der mit entsprechenden Anlagen zusätzlich möglichen Wärmerückgewinnung aus der Abluft.

Eine Verringerung der Luftwechselrate bei gleicher Luftqualität ist bei den hier untersuchten Arten mechanischer Lüftungsanlagen dadurch möglich, daß eine bestimmte Luftmenge bei gerichteter Durchströmung einer Wohnung oder eines Hauses mehrere Effekte gleichzeitig erfüllen kann, die bei manuellem Lüften einzelner Räume durch Fenster von jeweils separaten Luftmengen erbracht werden müssen, die sich deshalb notwendig zu einer größeren Gesamtmenge aufaddieren. Bei allen hier untersuchten Arten mechanischer Lüftungsanlagen strömt die Frischluft zunächst in die Aufenthaltsräume und bedient dort beim Hereinströmen den Frischluftbedarf wie auch beim Herausströmen eine teilweise Abfuhr und damit Verdünnung unerwünschter Luftinhaltsstoffe. Über die Überströmwege wird sie dann bereits erwärmt in die Ablufträume gesaugt, wo sie zusätzlich noch die dortigen Feuchte- und Geruchslasten aufnimmt und diese mit nach außen abführt. Beim reinen Fensterlüften werden dagegen die beiden Teileffekte der richtig dosierten Frischluftzufuhr und Abluftabfuhr nur unzuverlässig erreicht und meist auch nicht von einem einzigen Luftstrom gleichzeitig. Wird z.B. ein Bad nach dem Duschen durch offene Fenster entfeuchtet, bewirkt diese nötige Feuchteabfuhr nicht zugleich, daß Wohn- oder Schlafräume ausreichend Frischluft erhalten. Ebensowenig kann ein nachts gekipptes Schlafzimmerfenster zugleich die Feuchte- oder Geruchsabfuhr aus Küche oder WC sicherstellen. Gleiche Lüftungseffekte wie bei mechanischer Lüftung können deshalb bei manueller Lüftung meist nur mit erheblichem Überlüften erreicht werden. Wie hoch die Überlüftung im Einzelfall ist, hängt vom individuellen Lüftungsverhalten ab (regelmäßiges Stoß-Querlüften, regelmäßiges Einzelraum-Lüften oder eine Kombination davon mit partiellem Dauerlüften über gekippte Fenster). Insofern ist die Höhe der möglichen Energieeinsparung durch mechanische Lüftungsanlagen im Einzelfall unterschiedlich.

Die mögliche Reduzierung der Luftwechselrate durch mechanische Lüftung hängt allerdings erheblich von der Art der Lüftungstechnik ab. Wie die Untersuchung zeigt, wird von Abluftanlagen nämlich meist nur der Teileffekt einer sicheren Abluftabfuhr zuverlässig erreicht. Eine hinreichend richtig dosierte Frischluftzufuhr in die Zulufräume wird dagegen von Abluftanlagen nur unzuverlässig erreicht, da die tatsächliche raumweise Frischluftzufuhr außer vom Sog des Abluftventilators auch stark vom äußeren Winddruck, der inneren Thermik eines Hauses und anderen Nebenbedingungen beeinflusst wird. Abluftanlagen können daher die mit mechanischer Lüftung theoretisch mögliche Verringerung der Luftwechselrate durch gezieltere Durchströmung nur zu einem gewissen Anteil ausschöpfen. Demgegenüber ermöglichen Lüftungsanlagen mit mechanischer Be- und Entlüftung über Ventilatoren wegen der mit ihnen wesentlich genauer dosierbaren raumweisen Zuluftzuführung wie auch Abluftabführung eine deutlich höhere Reduzierung der Luftwechselrate.

⁸ Vgl. /Michael u.a. 1998-2/ Kap.9

Die mögliche Verringerung der Lüftungswärmeverluste durch bessere Dosierbarkeit der Lüftung hängt dann auch stark von der Luftdichtheit der Gebäudehülle ab. Je luftdichter Bauwerke sind, desto höher ist der Anteil der durch die Bauteile der Lüftungsanlagen ausgetauschten Luft am gesamten Außenluftaustausch und desto geringer der Anteil der durch bauliche Undichtigkeiten strömenden Luft. Da nur der Luftstrom durch die Bauteile der Lüftungsanlage regelbar ist, die Luftströmung durch Ritzen und Fugen dagegen vor allem von Wind und Wetter abhängen, hängt die Regelbarkeit des gesamten Luftaustauschs eines Gebäudes stark von dessen Luftdichtheit ab. Die häufig unbefriedigend geringe Regelbarkeit der Zuluftströme in den untersuchten Häusern mit Abluftanlagen ist, wie im weiteren noch ausgeführt wird, vor allem auf deren zu geringe Luftdichtheit zurückzuführen.

Die tatsächlichen energetischen Effekte der eingebauten Lüftungsanlagen konnten im Rahmen dieser Untersuchung nicht quantitativ ermittelt werden. Weder waren als Referenzfälle, welche Luftaustausche und Lüftungswärmeverluste ohne Lüftungsanlagen stattfinden würden, bekannt oder simulierbar, noch konnte der tatsächliche Heizperioden-mittlere Luft-austausch bei den vorhandenen Lüftungsanlagen und die Höhe der dabei entstehenden Lüftungswärmeverluste vermessen werden. Lediglich von den Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, deren Wirkungsgrade und Lüftungseffekte am sichersten bekannt sind bzw. gemessen werden konnten, können die energetischen Effekte näherungsweise benannt werden, bei einem Objekt, an dem eine Langzeitmessung durchgeführt wurde, sogar relativ genau. Bei den Objekten mit Abluftanlagen geben dagegen die Meßwerte der tatsächlichen Durchströmung nur Hinweise darauf, inwieweit durch diese Lüftungsanlagen Reduzierungen der Luftwechselraten möglich sind.

2.1.2. Meßbarkeit der tatsächlichen Luftdurchströmungen und Relevanz der Meßwerte für die Beurteilung der Lüftungsanlagen

Die tatsächliche Luftdurchströmung von Gebäuden, Wohnungen oder Räumen mit Lüftungsanlagen wird nicht allein von der Lüftungsanlage verursacht. Zusätzliche Lüftungseffekte ergeben sich durch das Öffnen von Außentüren und Fenstern sowie durch die Luftdurchströmungen anderer geplanter oder ungeplanter Außenöffnungen bzw. Luftundichtheiten der Gebäudehülle. Antriebskräfte dieser zusätzlichen Luftströmungen können Über- oder Unterdruck durch die Lüftungsanlage in den einzelnen Räumen, äußerer Winddruck oder Windsog an den verschiedenen Fassaden sowie der thermische Auftrieb innerhalb eines Hauses sein, wobei sich verschiedene Kräfte im Jahresgang unterschiedlich überlagern können. Bei der Betrachtung einzelner Räume kann auch deren Luftaustausch mit anderen Innenräumen Lüftungseffekte haben. Nicht zuletzt können auch undichte Luftkanalnetze Verfälschungen der Meßergebnisse bringen. In den folgenden Teilabschnitten ist kurz erläutert, wie mit solchen Einflüssen im Rahmen dieser Untersuchung umgegangen wurde.

Einfluß des Öffnens von Außentüren und Fenstern

Die Lüftungseffekte des Öffnens von Außentüren und Fenstern sind in dieser Untersuchung nicht einbezogen, da sie empirisch nicht hinreichend genau ermittelbar waren. Die Tatsache, daß in allen untersuchten Gebäuden und Räumen zu öffnende Fenster vorhanden sind, stellt allerdings eine wichtige Sicherheitsreserve für die Wohnungs- und Gebäudelüftung dar. Diese ist in fast allen der untersuchten Objekte auch nötig, wie im weiteren noch gezeigt wird. Nur zwei der untersuchten Objekte mit WRG-Anlagen wären überhaupt in der Lage, sowohl die winterliche wie auch die sommerliche Lüftung zufriedenstellend allein über die Lüftungsanlage zu realisieren.

Einfluß von Luftundichtheiten

Die Luftströme durch Luftundichtheiten der Gebäudehülle können in ihrer tatsächlichen Höhe durch empirische Messungen nur unvollständig ermittelt werden. Die gesamte Luftundichtheit eines Gebäudes kann zwar durch Differenzdruckmessung mit einer Blower Door relativ präzise bestimmt werden, was auch bei vielen der untersuchten Objekte gemacht wurde⁹. Größere Einzelleckagen der Gebäudehülle sind selbst bei dem nur geringen Differenzdruck des Betriebs von Lüftungsanlagen fühlbar¹⁰ oder können mit Rauchröhrchen lokalisiert werden. Um in einzelnen Räumen zu prüfen, ob außer durch die Bauteile der Lüftungsanlage auch durch diffuse Leckagen nennenswerte Luftmengen strömen, können Strömungsmessungen an der Zimmertür durchgeführt werden, indem die Türöffnung mit einer Folie abgeklebt wird, in der eine Durchströmungsmeßeinrichtung eingebaut ist. Der Unterschied

⁹ Siehe Kap. 3.1. Abb.3.1.2

¹⁰ z.B. Türspalte von Keller-, Haus- und Wohnungstüren, undichte Fenster, Bodenluken etc.

zwischen dem nur am Zu- oder Abluftventil eines Raumes und dem an der Innentür des Raumes gemessenen Luftstrom verweist auf die Höhe der leckagebedingten Luftströme des Raumes.

Vergleichsmessungen an Ventilen und an Zimmertüren wurden mehrfach durchgeführt. Die Summen-differenz war aber jedesmal so unbedeutend, daß später in Räumen ohne fühlbare Leckagen darauf verzichtet wurde. Messungen an abgeklebten Zimmertüren wurden jedoch häufig dann vorgenommen, wenn eine direkte Messung an den Ventilen der Räumen wegen Unzugänglichkeit oder ungeeigneter Bauform der Ventile nicht möglich war. Dies war z.B. bei hinter Einbaumöbeln versteckten oder bei in Fenster oder Dachflächenfenster integrierten Zuluft-einlässen oder Spaltventilen in Fensterrahmen der Fall.

Der Lüftungseffekt durch Gebäudeleckagen ist trotz ihrer relativ einfachen Lokalisierbarkeit und der Meßbarkeit der Luftundichtheit der gesamten Gebäudehülle bei stark überhöhtem Prüfdruck allerdings kaum quantifizierbar. Der tatsächliche Luftdurchsatz der Leckagen hängt nämlich außer von ihrer Größe auch stark von ihrer Lage im Gebäude vom Zusammenspiel dreier voneinander unabhängiger und unsteter Luftantriebskräfte ab. Dies sind:

- **der künstliche Über- oder Unterdruck an der Innenseite der Leckage**, der durch die Lüftungsanlage im jeweiligen Raum hervorgerufen wird. Überdruck entsteht in Räumen, in die Zuluft mit Ventilatoren eingeblasen wird; dies sind bei Zu-Abluftanlagen alle Zulufräume. Unterdruck entsteht in Räumen, aus denen Luft abgesaugt wird. Dies sein bei Zu-Abluftanlagen die Ablufträume und Teile der Überströmräume. Reine Abluftanlagen verursachen in allen Räumen Unterdrücke, die im eigentlichen Abluftraum am stärksten, in den Überströmräumen mittelstark und in den Zulufräumen am schwächsten sind. Der Einfluß des anlagenbedingten Über- oder Unterdrucks auf die leckagebedingte Durchströmung einzelner Räume ist theoretisch durch Vergleichsmessung der Luftströmungen bei ein- und ausgeschalteter Lüftungsanlage an abgeklebten Innentüren meßbar. Dies war in diesem Projekt wegen der Vielzahl von Räumen und mit den eingesetzten Meßgeräten praktisch nicht möglich.

- **der schwankende Winddruck oder Windsog an der Außenseite der Leckage**, deren Einfluß auf die Durchströmung der Luftundichtheiten der Gebäudehülle empirisch nicht simulierbar und auch nicht berechenbar ist. Praktisch war es lediglich möglich, Wind-Störeffekte möglichst zu vermeiden, indem die Messungen nur bei völliger oder nahezu völliger Windstille durchgeführt wurden. Da während der Heizperiode aber regelmäßig Wind mit überwiegender Häufigkeit aus westlichen Richtungen weht, sind die bei Windstille gemessene Werte insofern nicht heizperiodentypisch. Auch die in der Fachliteratur teils auffindbaren Umrechnungsfaktoren zwischen der mit einer Blower Door ermittelten Luftdichtheit eines Gebäudes bei 50 Pa. Differenzdruck ($n_{(50)}$ -Wert) und der leckagebedingten Luftwechselrate bei "Normalbedingungen" sind notwendig sehr ungenau, da sie die ungleichmäßige Verteilung der Einzelleckagen nicht einbeziehen können. Sie wurden deshalb nicht herangezogen. Liegt z.B. die einzige wesentliche Leckage eines Hauses an einer tief liegenden Stelle, bewirkt sie nahezu keine Luftdurchströmung. Verteilen sich dagegen mehrere in der Summe gleichgroße Leckagen einer Gebäudehülle gleichmäßig auf tief- und hoch liegende sowie auf nach Westen und Osten ausgerichtete Stellen, können Winddruck und thermischer Auftrieb durch diese Leckagen leicht eine komplette Durchströmung des Gebäudes und damit hohen Luftaustausch bewirken.

- **der thermische Auftrieb der Innenluft**, die sich aus ihrem Dichteunterschied infolge ihrer momentanen Temperaturdifferenz zur Außenluft an der Stelle der Luftleckage ergibt. Innere thermische Auftriebskräfte verstärken im EG den Unterdruck der Abluftanlagen, im OG und DG wirken sie ihm jedoch entgegen. In vielen EFH oder Wohnungen mit offenem Luftverbund über zwei Etagen und mit Abluftanlagen wurde bei den Messungen auch empirisch beobachtet, daß baugleiche und auch dem Winddruck gleichartig ausgesetzte Außenwandventile in EG, OG und DG sehr unterschiedliche Zuluftmengen fördern. Dies ist wesentlich auf die unterschiedliche Einbauhöhe der Außenwandventile in einem innerlich luftoffenen Gebäude zurückzuführen. Der Gesamteinfluß der thermischen Auftriebskräfte auf die Durchströmung einzelner Luftleckagen oder von Außenluftdurchlässen konnte jedoch nicht berechnet werden, da die genaue Lage der Einzelleckagen und die an ihnen jeweils herrschenden Innen- und Außentemperaturen, die die Dichteunterschiede bewirken, praktisch nicht meßbar waren. Selbst wenn sie hätten gemessen werden können, hätte dies nur Momentanwerte ergeben, deren Hochrechnung auf Heizperioden-Mittelwerte nicht möglich gewesen wäre. Die mittlere winterliche Außentemperatur am Untersuchungsstandort und die mittlere winterliche Innentemperatur von Wohngebäuden sind hierfür jedenfalls viel zu ungenaue Größen, wie Detailbeobachtungen eindeutig thermisch induzierter Luftströmungen in Gebäuden zeigen.

In mehreren Häusern war die Problematik einer durch thermischen Auftrieb geringeren Frischluftzufuhr durch im OG liegende Außenwandventile schon in der Planung bekannt gewesen. Um im EG in kalten Winternächten eine unnötig hohe Frischluftzufuhr zu unterbinden und im OG eine ausreichende Frischluftzufuhr zu erreichen, wurden im EG Zuluftventile eingebaut, deren freier Querschnitt mittels Zugseil einfach verstellbar ist und die nachts auf kleinen Spalt verstellt oder ganz geschlossen wurden. Der damit erzielbare Effekt wurde in einzelnen Wohnungen nachgemessen. In EFH und mehrgeschossigen Wohnungen war der Effekt jedoch nur sehr gering, da aufgrund der baulichen Undichtigkeiten in das EG immer noch soviel Luft nachströmen konnte, daß an den OG- und DG-Zuluftventilen innen kein meßbar höherer Unterdruck und damit auch keine zusätzliche Zulufteinsaugung zustande kam. Positive Ausnahmen bilden hier lediglich zwei Objekte, deren EG- und OG-Lufträume durch Etagenabschlußtüren abgetrennt sind. Bei ihnen war eine deutlich bessere Dosierbarkeit der EG Luftdurchströmung feststellbar. In sehr kleinen Etagenwohnungen in MFH's mit hoher Luftdichtheit waren die Lenkeffekte der Ventileinstellung jedoch deutlich erkennbar.

In Gebäuden mit Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung wirken thermische Auftriebskräfte grundsätzlich gleichartig wie in anderen Gebäuden. Störende Auswirkung sind aber meist nicht beobachtbar, da die Zuluftzuführung mit Überdruck eine wesentlich stärkere Luftlenkung bewirkt, als der thermische Auftrieb. Nur in sehr großen Räumen oder bei etagenübergreifenden Luftverbänden kann der thermische Auftrieb erheblich stören. Die hier untersuchten Gebäude hatten jedoch keine derartigen Randbedingungen. Die in einigen Objekten mit WRG-Anlagen anfangs beobachteten niedrigeren Zuluftmengen in EG-Räumen gegenüber OG-Räumen lagen vor allem am größeren Strömungswiderstand der längeren ins EG führenden Zuluftleitungen und ließen sich durch Verstellen der Ventile ausgleichen.

Insgesamt wurde der Störfaktor des thermischen Auftriebs bei den Messungen weder quantifiziert noch kompensiert, da er notwendig auftritt und bei der Anlagenkonfiguration eingeplant werden muß. Die Messungen wurden vielmehr gezielt in eine Jahreszeit gelegt, in der mittlere Heizperioden-Außentemperaturen herrschten, um den Auftriebseffekt zumindest auf mittlerem Niveau einbeziehen zu können. Eine gewisse Ungenauigkeit besteht allerdings darin, daß die Außentemperatur während der über 50 Messungen und Wiederholungsmessungen zwischen $+3^{\circ}\text{C}$ und $+11^{\circ}\text{C}$ schwankte und die Innentemperaturen der verschiedenen gemessenen Objekte zwischen $+17$ und $+22^{\circ}\text{C}$ lagen. Diese unterschiedlichen Meßrandbedingungen wurden bei der Ergebnisinterpretation nicht kompensiert.

Die große Bedeutung von Luftleckagen für das Funktionieren von Lüftungsanlagen ließ sich im Rahmen dieser empirischen Untersuchung unerwartet deutlich verifizieren. Dies hat im späteren Teil sowohl Konsequenzen für die Diskussion um sinnvolle Luftdichtheits-Niveaus künftiger Gebäude als auch für die generelle Konfiguration von Lüftungsanlagen in normgerecht luftdichten Gebäuden. Die gemessenen Zuluft-Summe beträgt bei vielen NEH mit Abluftanlagen nur zwischen 20 und 65 % der gemessenen Abluft-Summe¹¹. Die "fehlenden Zuluftmenge" strömt über bauliche Undichtigkeiten nach. Auch wenn die unerwünschten Neben-Zuluftströme über Leckagen nicht individuell gemessen werden konnten, konnten sie in ihrer Summe meßtechnisch insofern erfaßt werden, als die Untergrenze ihres Gesamtumfangs aus der Summendifferenz der gemessenen Zu- und Abluftströme erkennbar ist. Die Zuluft oder Abluft über bauliche Undichtigkeiten ist mindestens so groß, wie die Differenz zwischen gemessener Zuluftsumme und gemessener Abluftsumme¹². Sie kann sogar noch größer sein, wenn zusätzlich zur maschinellen Durchlüftung sowohl Zuluft- wie auch Abluftströme durch bauliche Undichtigkeiten fließen. Die gesamte Luftwechselrate eines maschinell belüfteten Gebäudes ist deshalb mindestens so hoch wie der höhere Wert von gemessener Zuluftsumme und Abluftsumme, kann aber auch noch höher liegen.

Effekte innerer Luftströme

Auf die Luftqualität in einzelnen Räumen hat neben den verschiedenen Arten des Außenluftaustauschs auch noch der Innenluftaustausch zu anderen Räumen durch offene Innentüren und andere Strömungswege wesentlichen Einfluß. So kann eine ausreichend große Luftverbindung zwischen zwei Innenräumen allein durch Diffusion und thermisch angeregte innere Luftströmungen einen erheblichen Ausgleich der Luftqualität zwischen zwei Räumen bewirken und evtl. Mängel des Außenluftaustauschs kompensieren. Die dabei wirksamen Antriebskräfte sind allerdings nicht konstant. Die Diffusion gasförmiger Luftinhaltsstoffe ist zwar grundsätzlich proportional zum freien Strömungsquerschnitt und zum Konzentrationsgefälle der diffusionsfähigen Luftinhaltsstoffe in den betrachteten Teilvolumina und wirkt insofern stetig auf einen Luftqualitätsausgleich hin; sie kann aber durch gegenwirkende Luft-

11 Vgl. Kapitel 4.2

12 Vgl. Kap. 4.1., Abb. 4.1.5

strömungen zwischen den Räumen auch erheblich gebremst werden. Thermisch bedingte Luftströmungen zwischen Räumen sind dagegen vor allem temperaturabhängig. Große Temperaturunterschiede zwischen verbundenen Räumen können starke Luftströmungen bewirken, bei gleichen Raumtemperaturen entstehen dagegen oft gar keine thermisch bedingten Luftströme, die eine Ausgleich der Luftqualitäten bewirken könnten. Sind die für solche inneren Luftqualitätsausgleiche wesentlichen Strömungsquerschnitte regelbar, wie z.B. Innentüren, die manchmal offen, manchmal aber auch geschlossen sind, kann es sein, daß ein solcher innerer Luftqualitätsausgleich auch nur manchmal stattfindet, zu anderen Zeiten aber überhaupt nicht. Dies wirkt sich besonders bei solchen Räumen negativ aus, bei denen während der Personenbelegungszeiten die Türen geschlossen sind. Wird z.B. in einem unzureichend außenluftversorgten Schlaf- oder Kinderzimmer die tags offenstehende Tür nachts geschlossen, kann gerade in dieser wichtigen Nutzungszeit eine Unterversorgung mit Frischluft entstehen.

Der qualitative Beitrag der inneren Luftströmungen auf den gesamten Lüftungseffekt wurde in der Untersuchung nicht einbezogen. Ein gewisses methodisches Problem entstand allerdings in Räumen, die aufgrund gemischter Nutzung sowohl als Zulufräume wie auch als Ablufräume anzusehen waren, wie z.B. Wohnküchen. Da die absolute Luftdurchströmung stets auf ein bestimmtes Raumvolumen zu beziehen war, um die Luftwechselrate zu ermitteln, mußten diese Räume rechnerisch willkürlich jeweils in einen Zuluft-Teilraum und einen Abluft-Teilraum aufgeteilt werden. Dies erfolgte anhand der Grundrisse und von Plausibilitätsüberlegungen.

Effekte von Leckagen im Kanalnetz

Zwischen den an den Zu- oder Abluftventilen einzelner Räume gemessenen Zu- oder Abluftströmen bzw. den daraus berechneten Zuluftsummen und Abluftsummen einer Wohnung oder eines Gebäudes und dem tatsächlichen Außenluftaustausch einer Lüftungsanlage kann es Abweichungen geben, wenn das innerhalb der Gebäudehülle verlaufende Luftkanalnetz undicht ist. Dann wird nämlich Luft auch an anderen Stellen, als nur an den Ventilen und in denselben oder einen anderen Raum des Gebäudes eingeblasen oder aus ihm abgesaugt. Je nach Lage der Leckagestelle kann dies verschiedene Konsequenzen haben:

- Befinden sich Leckagen im Frischluftstrang einer Zu-Abluftanlage zwischen dem Durchdringungspunkt der Frischluftleitung durch die luftdichtende Gebäudehülle und einem innenliegenden Zuluftventilator, so saugt der Zuluftventilator durch diese Leckagen in gewissem Umfang Raumluft statt Frischluft an. Die dem Objekt tatsächlich zugeführte Frischluftmenge ist dann kleiner als die an den Zuluftventilen gemessene Zuluftsumme, da die Zuluftsumme einen gewissen Umluftanteil enthält. Die Fehlerquote ist ermittelbar, wenn die Frischluftansaugung an der Durchdringungsstelle der luftdichtenden Gebäudehülle gemessen und mit der gemessenen Zuluftsumme verglichen wird. Eine einfachere und meist hinreichend genaue Überprüfung, ob solche Leckagen vorhanden sind, ist dadurch möglich, daß man leichten Rauch aus Rauchröhrchen am Frischluftstrang vorbeistreichen läßt und beobachtet, ob dieser in den Strang eingesaugt wird.
- Befinden sich Leckagen im Zuluftstrang einer Zu-Abluftanlage zwischen dem innenliegenden Zuluftventilator und den Zuluftventilen, so bläst der Zuluftventilator auch durch diese Leckagen Zuluft in das Objekt ein. Die dem Objekt tatsächlich zugeführte Zuluftmenge ist dann größer als die nur an den Zuluftventilen gemessene Zuluftsumme. Die Fehlerquote ist ermittelbar, wenn die Zuluftmenge an der Ausblasseite des Ventilators gemessen und mit der an den Zuluftventilen gemessenen Zuluftsumme verglichen wird. Eine einfache Überprüfung ist dadurch möglich, daß man der Frischluft Theaternebel beifügt und den Zuluftstrang optisch auf Nebelausströmung prüft.
- Befinden sich Leckagen im Abluftstrang einer reinen Abluftanlage oder einer Zu-Abluftanlage zwischen den Abluftventilen und dem innenliegenden Abluftventilator, so saugt der Abluftventilator durch diese Leckagen zusätzliche Abluft ab. Die aus dem Objekt tatsächlich abgesaugte Abluftmenge ist dann größer als die Summe der nur an den Abluftventilen gemessenen Abluftströme. Die Fehlerquote ist ermittelbar, wenn die Abluftmenge an der Ansaugseite des Abluftventilators gemessen und mit der an den Abluftventilen gemessenen Abluftsumme verglichen wird. Eine einfachere und meist hinreichend genaue Überprüfung ist dadurch möglich, daß man leichten Rauch aus Rauchröhrchen am Abluftstrang vorbeistreichen läßt und beobachtet, ob dieser in den Strang eingesaugt wird.
- Befinden sich Leckagen im Fortluftstrang einer reinen Abluftanlage oder einer Zu-Abluftanlage zwischen dem innenliegenden Abluftventilator und der Durchdringung der Fortluftleitung durch die luftdichtende Gebäudehülle, so bläst der Abluftventilator durch diese Leckagen Abluft wieder in das Objekt hinein. Die aus dem Objekt tatsächlich abgeblasene Fortluftmenge ist dann kleiner als die an den Abluftventilen gemessene Abluftsumme. Die Fehlerquote ist ermittelbar, wenn die Abluftmenge an der Ausblasseite des Abluftventilators gemessen und mit Fortluftmenge an der

Durchdringung der luftdichtenden Gebäudehülle verglichen wird. Eine einfache Überprüfung ist dadurch möglich, daß man der Abluft Theaternebel beifügt und den Fortluftstrang optisch auf Nebelausströmungen prüft.

Die Dichtheit des Kanalnetzes und der anderen Komponenten einer Lüftungsanlage (Filterbox, Ventilatorbox, etc.) kann man auch mit einem Überdrucktest der Anlage ermitteln. Hierzu werden die Zu- und Abluftventile verschlossen und Luft oder Theaternebel von außen mit Überdruck in den Frisch- oder Abluftstrang eingeblasen. An der zur Aufrechterhaltung eines Differenzdrucks nötigen Luftzufuhr in das Kanalnetz kann man - wie beim Blower-Door-Test eines Gebäudes - die Leckagegröße des Kanalnetzes erkennen, optisch kann man Leckagen anhand der Theaternebelaustritte erkennen.

Leckagen im Kanalnetz wurden im Rahmen dieser Untersuchung teils optisch, teils sensorisch geprüft, wobei wegen des Überwiegens der Abluftanlagen vor allem die Fortluftstränge genauer betrachtet wurden. Dabei wurden allerdings keine größeren Leckagen identifiziert. Druckdifferenzmessungen von Kanalnetzen wurden keine durchgeführt.

2.2. Meßziel und SOLL-Vorgaben

2.2.1 Meßziel und SOLL-Vorgaben der Lüftungsanlage

Erkenntnisziel der durchgeführten Messungen war es, zu ermitteln, ob oder inwieweit durch die Lüftungsanlagen in den untersuchten Wohnungen bzw. Objekten, sowie in deren einzelnen Zu- und Ablufträumen¹³, die jeweils angestrebte bzw. angemessene Zuluftzufuhr und Abluftabfuhr stattfindet. Die untersuchten Lüftungsanlagen sind in verschiedenen Generationen von Niedrigenergie-Häusern eingebaut, die mit unterschiedlichen Vorgaben geplant und gebaut worden waren. Deshalb wurde einerseits geprüft, ob die jeweiligen Vorgaben erfüllt werden und andererseits, ob die Leistung der Anlagen auch neueren, differenzierteren Anforderungen genügt.

Bei den untersuchten Objekten hatte es seinerzeit drei unterschiedliche Vorgaben für den Einbau der Lüftungsanlagen gegeben:

Das NEH Hoffmann-Kwiecinski in Detmold sowie alle untersuchten NEH im Neubaugebiet Speckfeld in Werther waren unter den Vorgaben des "Detmolder Niedrigenergie-Haus-Standards" von 1990 gebaut worden. Dieser verlangte eine mechanische Lüftungsanlage, die in der Lage sein mußte, einen Luftaustausch mit einer Regelbandbreite von 0,3-fachem bis 0,8-fachem Luftwechsel pro Stunde für die gesamte Wohnung bzw. das gesamte Haus zu erbringen. Raumweise Vorgaben waren nicht enthalten. Als Bauform war als einfachste Lösung der Einbau dezentraler Abluftventilatoren in allen Ablufträumen und dezentraler Außenwand-Zuluftventile in allen Zulufräumen zulässig. Als normale Lösung waren zentrale Abluftanlagen mit dezentraler Zuluftnachströmung vorgesehen. Zentrale Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung waren ebenfalls zulässig; bei ihnen mußte der Stromverbrauch kleiner als 20 % des Wärmeertrags sein.

Das NEH Schefers in Detmold erhielt seine energetischen Vorgaben zur Niedrigenergie-Bauweise durch einen Vorhaben- und Erschließungsvertrag zwischen der Stadt Detmold und dem Bauträger TG Immobilien für das Neubaugebiet Maiweg in Detmold-Hiddesen. Der NEH-Standard war darin für Gebäude mit Lüftungsanlage mit "Heizwärmebedarf 40 % unter WSVO" definiert. Eine formelle Anforderung an den Einbau oder die Auslegung von Lüftungsanlagen bestand nicht. Der Bauherr errichtete hier eine hocheffiziente Zu-/Abluftanlage mit WRG und ohne Erdwärmetauscher anhand der weiter unten beschriebenen ebök/EXPO/PHPP- Auslegungskriterien.

Das 1998 gebaute Fast-Passivhaus Michael in Detmold war mit Förderung aus dem Synergie-Programm des Elektrizitätswerks Wesertal errichtet worden. Hierin war ohne nähere Differenzierung eine zentrale Lüftungsanlage "möglichst mit Wärmerückgewinnung" verlangt. Der Bauherr plante eine hocheffiziente Zu-/Abluftanlage mit WRG und einem Erdwärmetauscher anhand der Auslegungskriterien nach ebök/EXPO/PHPP.

Neben diesen historischen Vorgaben für die Auslegung der einzelnen untersuchten Anlagen gibt es seit längerem stärker differenzierte Anforderungskataloge für Lüftungsanlagen in Niedrigenergie- oder Passivhäusern. Sie basieren zum erheblichen Anteil auf Arbeiten des Tübinger Ingenieurbüros ebök¹⁴, und flossen unter anderem in das Synergie-Förderprogramms des Stromversorgers Preußenelektra¹⁵, in das EXPO-Projekt mit umfassender Qualitätssicherung der Bebauung des neuen Stadtteils Hannover-Kronsberg¹⁶ sowie in das Passivhaus-Projektierungs-Paket (PHPP) des Darmstädter Passivhaus-Instituts ein¹⁷. Dieses Anforderungsraster, nach dem auch in dieser Untersuchung die SOLL-Werte berechnet sind, wird im folgenden mit "ebök/EXPO/PHPP" gekennzeichnet.

ebök/EXPO/PHPP enthält Auslegungsregeln, mit denen der raumweise und der insgesamt nötige Luftwechsel in drei Schritten wie folgt bestimmt wird:

- Zulufräume benötigen den jeweils größeren Wert der beiden Teilanforderungen einer Mindestluftwechselrate von $0,3 \text{ h}^{-1}$ und einem personenbezogenen Luftbedarf von $30 \text{ m}^3/\text{h}$ pro anwesender Person. Die Summe der Zuluftbedarfe aller Zulufräume ist die objektbezogene "Zuluftanforderung".

13 Zur Definition "Zu- / Abluftraum" siehe bei "Abkürzungen und Fachbegriffe" ganz am Anfang

14 ebök - Ingenieurbüro für Energieberatung, Haustechnik und ökologische Konzepte GbR, Tübingen

15 /Werner u.a. 1996-1/ Kap. 9

16 /Werner u.a. 1996-2/ Kap. 9

17 /Feist u.a. 1998/ Kap. 9

- Ablufträume benötigen den jeweils größeren Wert der beiden Teilanforderungen einer Mindestluftwechselrate von $0,3 \text{ h}^{-1}$ und eines absoluten Mindestluftstroms von $60 \text{ m}^3/\text{h}$ in einer Küche, $40 \text{ m}^3/\text{h}$ in einem Bad und $20 \text{ m}^3/\text{h}$ in einem sep. WC. Dieser Wert wird raumweise "Abluftanforderung" bzw. „Abluft-SOLL“ genannt. Er gilt für Wohnungen mit mehr als einem Bewohner. Bei Wohnungen mit nur einem Bewohner kann er auf $40 \text{ m}^3/\text{h}$ Abluftanforderung für die Küche, $20 \text{ m}^3/\text{h}$ für das Bad oder die Dusche und ggf. $20 \text{ m}^3/\text{h}$ für ein evtl. sep. WC reduziert werden. Die Summe der Abluftbedarfe aller Ablufträume ist die objektbezogene "Abluftanforderung".
- Die Gesamtanforderung an den Luftwechsel der Wohnung oder des Gebäudes ist der größere Wert von Zuluftanforderung und Abluftanforderung. Aus ihm und dem inneren Luftvolumen wird die SOLL-Luftwechselrate berechnet.

Im Rahmen der Untersuchung wurden dabei als SOLL-Werte solche Werte angesetzt, die der zum Meßzeitpunkt aktuellen Personenbelegung und Nutzung des Objekts entsprechen¹⁸. Sie gelten insofern nicht für veränderte Nutzungen, sondern müssen nach Nutzungsänderungen ggf. neu ermittelt und regelungstechnisch angepaßt werden.

Die tatsächlich ermittelten raum- und wohnungs- bzw. gebäudeweisen Luftdurchströmungen sind im folgenden mit all den genannten und unterschiedlichen SOLL- Vorgaben verglichen, um die Ergebnisse untereinander vergleichbar zu machen. Dies erfolgt auch bei Objekten, die seinerzeit nicht nach diesen Vorgaben geplant worden waren.

Außer für die Luftdurchströmung gab es bei der Mehrzahl der Objekte auch Vorgaben für die elektrische Effizienz der Lüftungsanlagen. Der Detmolder Niedrigenergie-Haus-Standard von 1990¹⁹ enthielt die Anforderung "Ventilatoren mit geringem Stromverbrauch". Bei Anlagen mit Abluft-Wärmerückgewinnung darf der Stromverbrauch im Jahresmittel nicht höher als 20 % des Wärmegewinns sein." Diese Formulierung wurde unverändert auch 1994 in den Niedrigenergie-Haus-Standard des Neubaugebiets Speckfeld/Schlingweg der Stadt Werther übernommen. Nach diesen Vorgaben wurde 1992 das untersuchte Objekt Nr.4 in Detmold sowie zwischen 1994 und 1997 alle anderen Objekte außer Nr. 7 und 12 errichtet. Für Objekt 7 gab es bauseitig gar keine Vorgaben zur Lüftungstechnik, die Anlage wurde freiwillig errichtet. Bei Objekt 12 war durch das Synergie-Förderprogramm eine Lüftungsanlage mit WRG vorgeschrieben, jedoch ohne Effizienzvorgabe. Neuere Vorgaben, die als Orientierungswerte herangezogen werden können, enthalten die Güte- und Prüfbestimmungen der Gütegemeinschaft Niedrigenergie-Häuser e.V. von 1998²⁰. Sie verlangen einen Stromverbrauch pro Luftdurchsatz von maximal $0,25 \text{ Wh}/\text{m}^3$ bei Abluftanlagen und von maximal $0,50 \text{ Wh}/\text{m}^3$ bei WRG-Anlagen und fordern bei WRG-Anlagen zudem einen Wärmebereitstellungsgrad laut Prüfbestimmungen des Deutschen Instituts für Bautechnik²¹ von mindestens 70 %. Für Passivhäuser empfiehlt das Darmstädter Passivhaus-Institut Wärmebereitstellungsgrade von über 90 % und ebenfalls sehr geringe Stromverbräuche pro Luftförderung.

2.2.2 Besondere Meßziele an dem Objekt mit Erdwärmetauscher

Im EFH-Objekt Nr.12 wurde außer der Lüftungsanlage mit WRG²² auch ein Erdwärmetauscher vermessen, der dieser Lüftungsanlage frischluftseitig vorgeschaltet ist. Dieser EWT ist soledurchströmt und überträgt die von der Sole aus dem Erdreich aufgenommene Wärme über einen Luft-Wasser-Wärmetauscher an die Frischluft der Lüftungsanlage. Er hat die Funktion, im Winter minusgradige Außenluft auf über 0°C vorzuerwärmen, um ein Einfrieren der WRG-Anlage zu vermeiden und im Hochsommer sehr heiße Außenluft mit Erdkälte vorzukühlen. Die Sole wird dazu von einer Umwälzpumpe sehr geringer Leistung umgewälzt, die temperaturgesteuert betrieben wird. Die genaue Konfiguration des EWT ist in Abb. 3.3.1 in Kapitel 3.3 dargestellt und erläutert.

Erdwärmetauscher mit solchen Aufgaben gibt es in Passivhäusern bereits relativ häufig in Form erdvergrabener Luftkanäle, die von der Frischluft direkt durchströmt werden. Im untersuchten Objekt ist erstmals eine Bauweise realisiert, bei der der Erdwärmetauscher aus einer erdvergrabenen soledurchströmten Kunststoffleitung besteht. Diese Bauart wird von ihrem Planer für vorteilhaft gehalten,

18 Siehe hierzu die Gebäudebeschreibungen in Kap. 7

19 /Detmold, 1990/ Kap. 9

20 /GGNeV 1999-1/ Kap. 9

21 /TZWL 2000/ Kap. 9

22 Zur Lüftungsanlage vgl. Gebäudebeschreibung in Kap.7.12

da sie tiefbautechnisch relativ einfach verlegbar ist. Anders als ein Luftkanal benötigt eine erdverlegte Soleleitung kein konstantes Gefälle, keinen geradlinigen Verlauf und keine Zugänglichkeit für Wartungs- oder Reinigungszwecke wie auch keine Vorkehrungen für einen Austrag evtl. im Sommerbetrieb anfallenden Kondensats. Auch läßt sich - anders als bei erdverlegten Luftkanälen - die Leistung des EWT relativ unabhängig vom Luftvolumenstrom der Lüftungsanlage steuern.

Soledurchströmte Erdwärmetauscher sind aus dem Bau von Wärmepumpenanlagen grundsätzlich bekannt, werden dort aber mit ganz anderen Auslegungen und Medientemperaturen betrieben, als sie für Lüftungsanlagen passen würden. Ziel der Vermessung dieses EWT war daher, Erkenntnisse über die Eignung und richtige Auslegung soledurchströmter EWT für den Einsatz in Verbindung mit Lüftungsanlagen mit hocheffizienter WRG zu erhalten.

Besondere Meßziele waren dabei

- ob bei der gewählten Auslegung die Frostschutzaufgabe erreicht wird
- ob bei der gewählten Auslegung eine signifikante sommerliche Kühlleistung erbracht wird
- wie das Verhältnis von Stromaufwand für die Soleumwälzung zu Wärme- bzw.- Kältegewinn ist, und
- ob wesentliche Komponenten richtig dimensioniert und geregelt sind, bzw. wie sie ggf. künftig anders dimensioniert werden sollten.

Daneben wurde auch die Funktion und Effizienz der Lüftungsanlage und die Wechselwirkung zwischen Lüftungsanlage und EWT vermessen.

Die Vermessung des EWT und der angeschlossenen Lüftungsanlage mit WRG erfolgte über mehr als ein Jahr zwischen Oktober 1999 und September 2000. Die Außen- und Erdreichtemperatur sowie die Raumtemperaturen wurden permanent registriert. Die Frischlufttemperatur vor und hinter dem Sole-Luft-Wärmetauscher sowie die Zuluft-, Abluft- und Fortlufttemperaturen während der Betriebszeiten der Lüftungsanlage. Die Vorlauf-, Rücklauf und 1/2-Strecke-Temperatur des EWT wurden während dessen Betriebszeiten erfaßt. Die Lüftungsanlage lief während der gesamten Heizperiode sowie in sehr heißen Sommerzeiten. Der Erdwärmetauscher war normalerweise bei Außentemperaturen unter +3°C im Winterhalbjahr zur Frischluftvorerwärmung bzw. bei über +28°C Außentemperatur im Hochsommer zur Frischluftvorkühlung in Betrieb.

Die eingesetzte Meßtechnik und Meßdatenerfassung ist in Kap.2.3.2 beschrieben; die Meßergebnisse der Langzeitmessung des EWT und der WRG-Anlage in Kapitel 4.4.

2.3. Meßtechnik und eingesetzte Meßgeräte

2.3.1 Eingesetzte Meßtechnik und Meßgeräte der Lüftungsanlagen

Die empirische Messung der über von den Lüftungsanlagen bewirkten Luftdurchströmungen erfolgte an den Zuluftventilen und Abluftventilen innerhalb der einzelne Räume mit Flügelradanemometern vom Typ Airflow LCA 6000 VA, die in unterschiedlich großen Luftströmungstrichtern eingesetzt sind, welche über die Zu- bzw. Abluftventile an die Wand oder Decke gestülpt wurden. Die Fuge zwischen Trichter und Wand oder Decke wird dabei durch eine weiche Dichtlippe des Trichters geschlossen.



Abb. 2.3.1: Flügelradanemometern vom Typ Airflow LCA 6000 VA mit kleinem und mittleren Trichter

Die Flügelradanemometer haben einen Meßbereich von 0,25 - 30 m/s Strömungsgeschwindigkeit bzw. bezogen auf ihren Meßquerschnitt von etwa 9 -1080 m³/h Luftdurchsatz. Laut Herstellerdeklaration haben sie eine Meßgenauigkeit von $\pm 5 \%$ bei 1-12 m/s und von $\pm 2 \%$ bei 12-30 m/s. Sie waren zu Beginn der Messungen werksseitig kalibriert und fabrikneu.

Für die Lufttemperatur- und Luftfeuchtemessung wurde ein Thermohygrometer Typ Airflow TH1 benutzt, das laut Produktdatenblatt im Temperaturmeßbereich zwischen -20°C und +80°C sowie im Feuchtemeßbereich zwischen 10 % und 95 % relativer Feuchte eine Meßgenauigkeit von $\pm 3 \%$ hat. Das Geräte war ebenfalls zu Beginn der Messungen fabrikneu und werksseitig kalibriert.

Die Ermittlung der inneren Raumvolumina erfolgte anhand der Baupläne, wobei die Maße zum großen Anteil vor Ort mit dem Meterstab oder mit Laser-Entfernungsmeßgeräten nachgeprüft wurden. Da in den meisten Gebäuden während früheren Projekte die tatsächlichen Innenvolumina bereits ermittelt worden waren, konnte die sonst teils erheblichen Abweichung zwischen Plan- und Bauausführungs-Maßen stark begrenzt werden. Ein prozentualer Meßfehler für das praktische Aufmaß kann nicht angegeben werden, obwohl er sicherlich in gewissem Umfang besteht.

Die Messung der elektrischen Stromverbräuche erfolgte bei den dafür zugänglichen Anlagen mit einem Leistungs- und Energiemeßgerät Typ LVM 608 des Herstellers Waldsee-Elektronik mit Meßbereich zwischen 0 und 4000 Watt und einer Meßgenauigkeit von $\pm 2 \%$ bei Leistungen über 10 Watt.

Vor Beginn der Messungen wurden folgende eventuelle durch die Meßtechnik bedingte Meßfehler bedacht:

- evtl. Strömungswiderstand durch den Trichters und den nur etwa 80 cm² großen freien Querschnitt der Flügelradanemometer: Ein Meßfehler hierdurch wurde nicht vermutet, da bei den zu messenden geringen Volumenströmen von 10 bis etwa 80 m³/h die Querschnitte des Trichters und des Flügelradanemometers fast immer größer als die freien Querschnitte der Zuluftventile und

Abluftventile sind. Die Meßgeräte sind somit bei den hier zu messenden Luftvolumina kein wesentlicher Strömungswiderstand.

- evtl. Strömungswiderstand durch Umlenkung und Verwirbelung der Luftströme innerhalb des Meßtrichters: dieser Effekt tritt bei solchen Zuluftauslässen oder Abluftventilen auf, bei denen die Luft nicht senkrecht zur Wandfläche verläuft, sondern wandparallel und deshalb im Trichter um 90-110° in dessen Durchströmungsrichtung umgelenkt wird. In vielen der untersuchten NEH sind z.B. Zuluftventile des Herstellers Fresh vom Typ Fresh 80, Fresh 90 oder Fresh 100 eingebaut, bei denen die Zuluft wandparallel ausströmt und bei denen dieser Effekt auftritt.
- Dieser Strömungswiderstand wurde als möglicherweise relevant vermutet. Um die durch ihn bewirkte Verfälschung der Meßwerte beurteilen und kompensieren zu können, wurde der Fachbereich Physik der Universität/GH Siegen vom NEI beauftragt, diesen Effekt vor Ort sowie auf einem Prüfstand zu messen und ggf. Korrekturfaktoren für die Trichtermeßwerte zu erarbeiten. Die Messung des Trichterfehlers vor Ort erfolgte durch Vergleichsmessungen zwischen den Trichtermeßgeräten und einem sog. "Flowfinder" in mehreren Objekten. Der Flowfinder ist ein Meßgerät, welches durch einen eingebauten Kleinventilator selbst bei sehr geringen Luftströmen den eigenen Strömungswiderstand vollständig kompensiert und dadurch quasi verfälschungsfrei mißt. Die Prüfstandsmessung innerhalb der Uni/GH Siegen erfolgte auf einem eigens hierzu hergestellten Prüfstand. Die UNI/GH Siegen stellte dabei fest, daß hier tatsächlich gewisse Meßwertverfälschungen auftreten, die aber durch Anwendung bestimmter Korrekturfaktoren so weitgehend kompensierbar sind, daß die ohnehin bestehende Meßungenauigkeit von $\pm 5\%$ nicht vergrößert wird²³.
- evtl. Volumenverfälschung durch unterlassene temperaturabhängige Dichtekorrektur der Luftströme. Dieses Problem ist grundsätzlich bekannt, wurde aber nicht für relevant eingestuft. Eine Volumenkorrektur fand daher nicht statt.

2.3.2 Besondere Meßtechnik an dem Objekt mit Erdwärmetauscher

Die Erhebung der Langzeit-Meßdaten des Erdwärmetauschers und der angeschlossenen Lüftungsanlage mit WRG im EFH-Objekt Nr.12²⁴ wurde mit einem für diese Aufgabe speziell zusammengestellten modularen Messdatenerfassungssystem vorgenommen, das von der Göttinger Firma Messwert GmbH im Rahmen dieses Forschungsprojekts entwickelt, installiert und betrieben wurde. Es besteht aus einem stromsparenden Master-Rechner mit batteriegepufferter Echtzeituhr, stromausfallsicherem Flash- Datenspeicher und den hier benötigten Ein- und Ausgabe- Modulen. Das Auslesen der Daten wurde mit einem am RS232- angeschlossenen Modem über das öffentliche Telefonnetz vorgenommen. Die Vorverarbeitung und Sicherung dieser Daten wurde von der Fa. Messwert in Göttingen vorgenommen.

Von der Meßdatenerfassung wurden mit Sensoren erfaßt

- (1) Temperatur der Außenluft
- (2) Temperatur der vom EWT- vorerwärmten Frischluft
- (3) Temperatur der Zuluft hinter WRG vor Nacherhitzer
- (4) Temperatur der Zuluft hinter Nacherhitzer
- (5) Temperatur der Raumluft im EG-Wohnraum
- (6) Temperatur der Abluft vor WRG-Anlage
- (7) Temperatur der Fortluft nach WRG-Anlage
- (8) Temperatur des ungestörten Erdreichs ca. 15 m vom Haus entfernt in 1,5 m Tiefe
- (9) Temperatur der Sole im EWT- Vorlauf vor der Einmündung in das Erdreich
- (10) Temperatur der Sole auf halber EWT- Länge im Erdreich auf 1,5 m Tiefe
- (11) Temperatur der Sole im EWT- Rücklauf nach Austritt aus dem Erdreich
- (12) Soleumwälzvolumen des EWT
- (13) Stromaufnahme der Lüftungsanlage, der EWT- Umwälzpumpe und der Raumheizung
- (14) Luftdruckdifferenz zwischen Innenraum und außen

Das Prinzipschaltbild der Anlage und die Position der Sensoren ist in Abb.2.3.2 dargestellt.

²³ Vgl. Prüfbericht von Prof. Heidt von der Uni/GH Siegen vom 19.01.1997

²⁴ Das Objekt ist in Kap.7.12, die Lüftungsanlage mit Erdwärmetauscher in Kap. 3.3 beschrieben

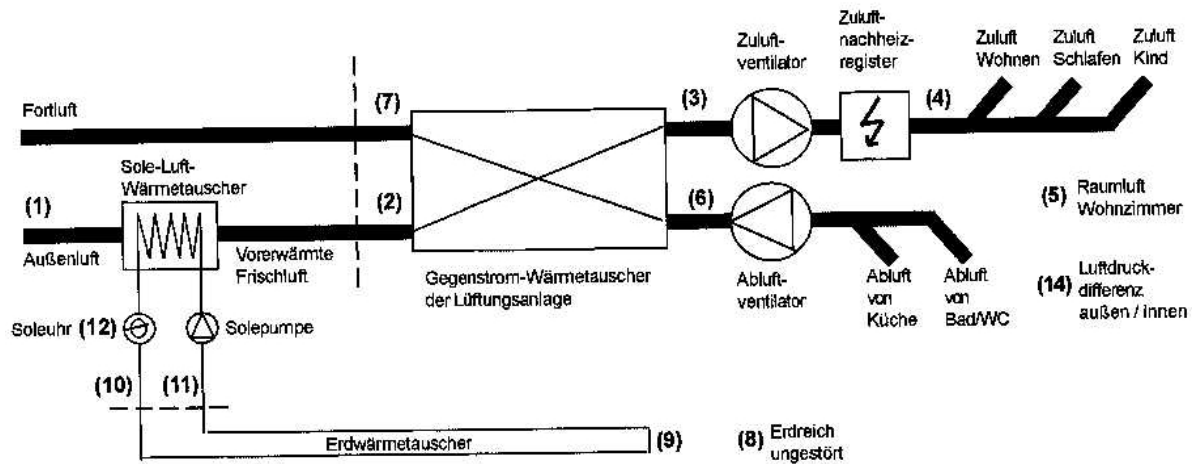


Abb.2.3.2: Prinzipschaltbild und Lage der Sensoren an der Lüftungsanlage mit Erdwärmetauscher

Für die Erfassung der 11 Temperaturen wurden 2 Module mit je 8 Kanälen verwendet. Der Messbereich der Module beträgt -40°C bis $+165^{\circ}\text{C}$, die Auflösung 12bit, also 0,05 K, die Genauigkeit nach der digitalen Linearisierung 0,1 K. Als Sensoren sind Temperaturfühler Pt100 1/5 DIN B in 4-Leitertechnik installiert. Sie haben bei 0°C eine Genauigkeit von $\pm 0,06^{\circ}\text{C}$. Die Temperaturmeßwerte der mit 20 und 25 m langen Anschlußleitungen versehenen Erdtemperaturfühler waren anfänglich durch HF-Einstrahlungen aus einem nahegelegenen Sender verfälscht. Nach Einbau entsprechender Eingangsfiler ergab ein Test, daß alle Fühler innerhalb des spezifizierten Toleranzfeldes lagen, also Temperaturmessungen mit einer Genauigkeitsangabe von $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ sinnvoll sind.

In einem dritten Zähler- Modul wurden die Stromverbräuche der Lüftungsanlage incl.EWT- Pumpe und die der Heizwärmequellen mit separatem Stromzähler mit Impulsausgang (1 Puls/Wh) erfaßt und kontinuierlich aufaddiert.

Ein viertes Modul war mit einem hochempfindlichen Differenzdruckfühler bestückt. Damit sollte eine Ausbalancierung der Zuluft- und Abluft- Fördermengen ermöglicht werden, indem stets eine Druckdifferenz von ca. 1 Pa aufrecht erhalten werden sollte. Diese Regelung mußte nach einigen Monaten Versuchsbetrieb abgeschaltet werden, da trotz mehrfachen Austausch des Drucksensors und Einbau einer automatischen Differenzdruck-Null-Kalibriereinrichtung auf Dauer kein zuverlässiger Betrieb möglich war. Ursache war ein untragbar hoher Nullpunkt-Drift der Drucksensoren. Damit war auch der Versuch gescheitert, mit einfachen Mitteln eine sichere Detektion des Zustandes "Fenster offen" zu erreichen, um einen Betrieb der Lüftung bei offenem Fenster automatisch zu unterbinden.

Über ein Ausgabemodul konnten über 0-10 V Steuerspannung der Zuluft- und der Abluft- Ventilator getrennt in ihrer Leistung eingestellt werden. Mit einem Halbleiter-Relais konnte die EWT- Pumpe eingeschaltet werden, bei Bedarf konnte über eine Taktung auch deren Leistung eingestellt werden, was für die verschiedenen Betriebsarten (Sommer/Winter: außentemperaturabhängig in zwei Stufen) erforderlich war.

Alle Daten wurden generell als 5-Minuten-Mittelwerte gespeichert und etwa zweiwöchentlich mit Fernauslesung über Modem aus der Erfassungsanlage in das Büro der mit der Datenerfassung und Teilauswertung beauftragten Firma Messwert GmbH nach Göttingen übertragen.

Die Ergebnisse der Vermessung des EWT sind in Kapitel 4.4 beschrieben.

2.4 Praktische Durchführung der Vermessung der Lüftungsanlage

Notwendige Grundlage für die Beurteilung der Luftströmungsmessungen von einzelnen Räumen oder ganzen Objekten²⁵ Wohnungen war eine sorgfältige Ermittlung

- der Innenvolumina aller einzelnen Räume eines Objekts
- der Zuordnung der Räume zu den Gruppen Zulufttraum, Überströmraum oder Ablufttraum
- die Kenntnis der Personenbelegung des Raums im Tagbetrieb und im Nachtbetrieb.

Diese Daten waren überwiegend schon bei den Vorabbegehungen der Objekte ermittelt bzw. abgefragt worden²⁶. Die Eingabe der einzelnen Maße, der Raumzuordnungen und der Personenbelegungen erfolgte auf einem transportablen PC in vorbereitete MS-Excel-Tabellenblätter. Abb. 2.4.1 auf der folgenden Seite zeigt ein Muster eines solchen Tabellenblatts für die Eingabe der Raumdaten und Vorgabewerte.

Die Tabellenkalkulation berechnet anhand dieser Daten automatisch die Raumvolumina und die raumbezogenen sowie objektbezogenen Zuluft- und Abluft-SOLL-Werte nach den verschiedenen parallel zu überprüfenden Vorgaben²⁷ als absolute Volumina und als Luftwechselrate. Abb. 2.4.1 zeigt das Blatt "Vorgaben", das diese Zwischenergebnisse enthält. Dieses Rechenblatt ist vertikal in die drei Gruppen Zuluft Räume, Neben- und Überströmräume sowie Abluft Räume unterteilt und enthält in den einzelnen Spalten zunächst als Basisdaten die Raumbezeichnung, die Wohnfläche und das Raumvolumen. In den drei folgenden Spalten ist berechnet, welche Luftdurchsätze einem 0,3- oder 0,5- oder 0,8-fachen Luftwechsel entsprechen, wie er im Detmolder NEH-Standard bzw. im LEG pauschal verlangt ist. Da sich bei diesen beiden Standards alle Werte auf das Gesamtvolumen der Objekte beziehen, kann in der untersten Zeile der Spalten 2-6 eine Summenbildung aus allen Zeilen erfolgen.

In den sechs rechten Spalten sind die für den ebök/EXPO/PHPP- Rechengang nötigen Zusatzdaten und Ergebnisse enthalten. Zusatzdaten sind insbesondere die Personenbelegung jedes Zulufttraums bei Tag- und Nachtbetrieb und die nutzungsabhängigen absoluten Abluft-SOLL-Werte für die einzelnen Abluft Räume. Die rechten vier Ergebnisspalten zeigen die raumweisen Zu- und Abluft-SOLL-Werte aller einzelnen Räume für Tag bzw. Nachtbetrieb in absoluten Luftmengen in m³/h und LWR. In der untersten Ergebniszeile unter diesen Spalten sind die Luftvolumina und LWR für die Nennauslegung nach ebök/EXPO/PHPP für Tag- bzw. Nachtbetrieb berechnet. Diese Daten waren die Grundlage für die praktische Messung.

Die Meßtermine wurden so ausgewählt, daß möglichst Windstille herrschte. Mehrere Messungen mußten wg. unerwartetem oder während der Messung aufkommendem Wind verschoben, unterbrochen oder abgebrochen werden.

Zu Beginn der Messungen wurde die vorgefundene Einstellung der Lüftungsanlagen protokolliert. Zu den dabei erhobenen Daten zählt:

- die Einstellung der Leistungsregler (Dimmer oder Schalter) der Anlage in der vom Nutzer als für Tagbetrieb oder für Nachtbetrieb normalerweise gewählten Position,
- die Einstellung bzw. Spaltweite der Zu- und Abluftventile
- die Öffnungsweite der Überströmöffnungen zwischen den Räumen (meist der Türen) im üblichen Tagbetrieb bzw. Nachtbetrieb und
- der Zustand der Filter.

Die Messungen wurden mit den bereits in Kap. 2.3 beschriebenen Flügelradanemometern durchgeführt. Üblicherweise wurden die Ventile mit einem Trichter vermessen. Abb. 2.4.2. zeigt den praktischen Meßvorgang. Je nach Ventilgröße wurden unterschiedlicher Trichtergrößen eingesetzt. Bei schwer zugänglichen Ventilen oder Lüftungsspalten in Dachflächenfenstern wurde die Messung an der Zimmertür durchgeführt. Hierfür wurde die Türöffnung mit einer Folie abgeklebt, an der Meßöffnung in der Folie wurde die Messung durchgeführt. Eine ähnliche Vorgehensweise wurde bei den Spaltventilen angewendet. Hier wurden die Fensterrahmen mit einer Folien komplett abgeklebt, in die eine Öffnung eingeschnitten war, an die der Meßtrichter mit Klebeband angeschlossen wurde. Weitere Beschreibungen zur individuellen Meßwerterfassung sind in den Meßbeschreibungen in Kap. 7 zu finden.

²⁵ Ein "Objekt" ist entweder ein EFH oder eine Wohnung im MFH

²⁶ Vgl. Kap. 1.2

²⁷ Zu den Vorgaben vgl. Kap. 2.2

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|
| Zulufräume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll (m ³ /h) | (1/h) | Nacht-Soll (m ³ /h) | (1/h) |
| Wohnen EG | 28,2 | 68,8 | 20,6 | 55,0 | 34,4 | 1 | 0 | 30,0 | 0,44 | 20,6 | 0,30 |
| Essen EG | 9,8 | 23,8 | 7,1 | 19,1 | 11,9 | 0 | 0 | 7,1 | 0,30 | 7,1 | 0,30 |
| Büro EG | 15,7 | 38,3 | 11,5 | 30,7 | 19,2 | 1 | 0 | 30,0 | 0,78 | 11,5 | 0,30 |
| Kind 1 OG | 12,8 | 39,0 | 11,7 | 31,2 | 19,5 | 1 | 1 | 30,0 | 0,77 | 30,0 | 0,77 |
| Kind 2 OG | 12,8 | 39,0 | 11,7 | 31,2 | 19,5 | 1 | 1 | 30,0 | 0,77 | 30,0 | 0,77 |
| Schlafen OG | 15,0 | 46,5 | 13,9 | 37,2 | 23,2 | 0 | 2 | 13,9 | 0,30 | 60,0 | 1,29 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 94,1 | 255,5 | 76,7 | 204,4 | 127,8 | 4 | 4 | 141,1 | 3,36 | 159,3 | 3,73 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Diele EG | 13,2 | 32,1 | 9,6 | 25,7 | 16,0 |
| WC EG | 2,6 | 6,3 | 1,9 | 5,1 | 3,2 |
| Abstellr. OG | 3,2 | 8,2 | 2,4 | 6,5 | 4,1 |
| Drempel Ventilator | 0,7 | 2,5 | 0,8 | 2,0 | 1,3 |
| Flur KG | 5,1 | 11,1 | 3,3 | 8,9 | 5,6 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 24,8 | 60,3 | 18,1 | 48,2 | 30,1 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 18,1 | 141,1 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Bedarf n. IWU: (m ³ /h) | Tag-Soll (m ³ /h) | (1/h) | Nacht-Soll (m ³ /h) | (1/h) |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|
| Küche EG | 8,9 | 21,6 | 6,5 | 17,3 | 10,8 | 60 | 60,0 | 2,77 | 60,0 | 2,77 |
| Bad OG | 8,7 | 25,3 | 7,6 | 20,3 | 12,7 | 40 | 40,0 | 1,58 | 40,0 | 1,58 |
| Flur OG | 10,9 | 34,4 | 10,3 | 27,5 | 17,2 | 41,1 | 41,1 | 1,20 | 41,1 | 1,20 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 28,5 | 81,3 | 24,4 | 65,1 | 40,7 | 141 | 141,1 | 5,55 | 141,1 | 5,55 |
| Gesamtsumme | 147,5 | 397,1 | 119,1 | 317,7 | 198,6 | | 141,1 | 0,36 | 159,3 | 0,40 |

i:\excel5\10-10\06.xls

Abb. 2.4.1.: Tabellenblatt "Vorgaben" mit Basisdaten und SOLL-Werten

Als erstes wurden dann eine oder zwei Messungen im vorgefundenen Zustand vorgenommen, je nachdem, ob die Nutzer ihre Anlage tags und nachts mit gleicher oder mit unterschiedlicher Einstellung betrieben. Dazu wurden die Nutzer gebeten, die Anlagen so einzustellen, wie sie sie im normalen Tag- bzw. Nachtbetrieb nutzen, die Innentüren entsprechend zu öffnen bzw. zu schließen und die teilweise fälschlicherweise geöffneten Fenster zu schließen. Vor dieser Messung wurden keine Veränderungen der Ventilsplattweiten, Türöffnungsweiten, Reglereinstellungen und auch keine Reinigung offensichtlich verschmutzter Filter oder anderen Eingriffe vorgenommen. Es wurden lediglich die Luftströmungen an allen Zu- und Abluftventilen gemessen und in das Tabellenblatt "Messung" eingegeben, wo sie direkt mit den SOLL-Werten verglichen werden konnten. Diese Messungen werden nachfolgend als „wie vorgefunden“ bezeichnet.

Die dabei individuell vorgenommenen Einstellungen und Beobachtungen sowie die einzelnen Meßwerte sind in den individuellen Meßprotokollen in Kapitel 7 abgedruckt, die vergleichenden Meßergebnisse in Kapitel 4. Abb. 2.4.3 zeigt einen beispielhaften Auszug aus der Tabellenseite "Meßergebnisse", in die die Meßwerte eingegeben wurden:

Bei Abweichung der hierbei ermittelten IST- Werte von den individuell für das Gebäude, die Wohnung oder den einzelnen Raum berechneten nutzungsabhängigen SOLL- Werten²⁸ und/oder bei Feststellung von Mängeln wie z.B. stark verschmutzten Filtern, falsch eingebauten Sturmbremsen, generell ungeeigneten Ventileinstellungen, überhaupt nicht oder mangelhaft funktionierenden Steuerungen, zu dicht schließenden Türen oder anderen strömungserheblichen Faktoren wurde dann interaktiv

28 Zur Festlegung der SOLL-Werte vgl. Kap. 2.2



Abb. 2.4.2.: Durchführung der Messungen

versucht eine den SOLL-Werten nahekommende Einstellung der Anlagen zu erreichen. Dabei wurden je nach Gegebenheit unterschiedlich viele Zwischenmessungen vorgenommen, um den Störeinfluß einzelner Faktoren zu ermitteln. So wurden z.B. in mehreren Fällen Effekte von Varianten "Tür offen / Tür zu" oder "Filter stark verschmutzt / Filter gereinigt" bis hin zu kompletter Entnahme von Ventilen an Lufteinlässen oder Luftauslässen geprüft, wenn diese sich als relevante Strömungshemmnisse erwiesen. Pro Wohnung oder Gebäude die Meßwerte konnten bis zu 20 Einzelmessungen nebst zugehörigen Kommentaren zu Öffnungsweiten der Ventile, Stellung der Regler, Türspaltweiten etc. eingegeben werden. Der hierbei als am besten beurteilte Zustand wurde dann belassen. Er wird im folgenden als "einreguliert" bezeichnet.

Neben den vorgefundenen IST-Werten und den so gut wie möglich einregulierten SOLL-Werten wurde auch in einer separaten Messung ermittelt, welche Luftdurchströmung bei maximaler Anlagenleistung erreicht wird. Dies diente der Ermittlung, ob die Anlage in der Lage ist, einen 0,8-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde zu erreichen, was bei den meisten untersuchten Objekten seinerzeit zivilrechtliche Planungsanforderung gewesen war. Dieser Betriebszustand wird im folgenden als "maximal" bezeichnet.

Die für den am besten einregulierten Zustand nötigen Einstellungen aller Stellglieder wurden dokumentiert, um dem Nutzer ihre Wiederherstellung nach einer evtl. Reinigung oder Wartung zu ermöglichen.

Die praktische Messung des elektrischen Stromverbrauchs erfolgte nur bei denjenigen Lüftungsanlagen, deren Stromversorgung über ein zugängliches Kabel mit Steckerverbindung in eine Steckdose erfolgte. Hier wurde das Waldsee-Strommeßgerät wie ein Verlängerungskabel zwischen Steckdose und Zuleitung der Lüftungsanlage eingesetzt. Das Gerät zeigt auf Tastendruck wahlweise die aktuelle Leistungsaufnahme in Watt oder den Stromverbrauch seit letztem Löschen des Zwischenspeichers in kWh an. Bei einigen Anlagen war die Stromversorgung auf 230-V-Anschlußebene für Meßzwecke nicht zugänglich, jedoch der bereits gedimmte Strom hinter dem Dimmer und vor der Lüftungsanlage. Denn hier ist meist ebenfalls mit üblichen Kabeln, Steckern und Steckdosen die Verbindung hergestellt. Hier wurden nach Rücksprache mit dem Meßgeräte-Hersteller Messungen mit dem Waldsee-Meßgerät an dem bereits durch Phasenanschnitt gedimmten Strom vorgenommen. Um die hierbei stellung vorgenommen wurden. Dabei zeigte sich, daß bei höheren (wenig gedimmten) Leistungen

| Gebäudedaten | | | | | Messung 1 wie vorgefunden tag | | | | | Messung 2 wie vorgefunden nacht | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|--------------|--------------|------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-----------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------|---------------------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|------------|-----------|-------------|-------|
| Sollwerte | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (T,N) | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (T,N) | | | | | | | | | | |
| WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | Ventilator-Stufe (1 - 3) | t | Ventilator-Stufe (1 - 3) | n | Leistungsaufn. Ventilator (W) | Leistungsaufn. Ventilator (W) | Ventilator-Stufe (1 - 3) | t | Ventilator-Stufe (1 - 3) | n | Leistungsaufn. Ventilator (W) | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | |
| Zulufräume | | | | ZLV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n | ZLV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n | ZLV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n | |
| Wohnen EG | 28,2 | 68,8 | 30,0 | 20,6 | 10mm | 100 | 36,4 | 0,53 | >115% | 10mm | 100 | 36,4 | 0,53 | >115% | 10mm | 100 | 36,4 | 0,53 | >115% |
| Essen EG | 9,8 | 23,8 | 7,1 | 7,1 | 10mm | 100 | 21,0 | 0,88 | >115% | 10mm | 100 | 21,0 | 0,88 | >115% | 10mm | 100 | 21,0 | 0,88 | >115% |
| Büro EG | 15,7 | 38,3 | 30,0 | 11,5 | 10mm | 100 | 20,0 | 0,52 | nein! | 10mm | 100 | 20,0 | 0,52 | >115% | 10mm | 100 | 20,0 | 0,52 | >115% |
| Kind 1 OG | 12,8 | 39,0 | 30,0 | 30,0 | 12mm | 100 | 3,5 | 0,09 | nein! | 12mm | 100 | 3,5 | 0,09 | nein! | 12mm | 100 | 3,5 | 0,09 | nein! |
| Kind 2 OG | 12,8 | 39,0 | 30,0 | 30,0 | 12mm | 100 | 6,2 | 0,16 | nein! | 12mm | 100 | 6,2 | 0,16 | nein! | 12mm | 100 | 6,2 | 0,16 | nein! |
| Schlafen OG | 15,0 | 46,5 | 13,9 | 60,0 | 15mm | 100 | 9,6 | 0,21 | nein! | 15mm | 100 | 9,6 | 0,21 | nein! | 15mm | 100 | 9,6 | 0,21 | nein! |
| Summe Räume | 94,1 | 255,5 | 141,1 | 159,3 | | | | | | | | | | | | | | | |

| Ablufräume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ALV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n | ALV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n | ALV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n |
|--------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|------------|------------|-----------|-------------|
| Küche EG | 8,9 | 21,6 | 60,0 | 60,0 | 100 | 100 | 58,0 | 2,68 | ja! | 100 | 100 | 58,0 | 2,68 | ja! | 100 | 100 | 58,0 | 2,68 | ja! |
| Bad OG | 8,7 | 25,3 | 40,0 | 40,0 | 100 | 100 | 54,0 | 2,13 | >115% | 100 | 100 | 54,0 | 2,13 | >115% | 100 | 100 | 54,0 | 2,13 | >115% |
| Flur OG | 10,9 | 34,4 | 41,1 | 41,1 | 100 | 100 | 68,0 | 1,98 | >115% | 100 | 100 | 68,0 | 1,98 | >115% | 100 | 100 | 68,0 | 1,98 | >115% |
| Summe Räume | 28,5 | 81,3 | 141,1 | 141,1 | | | | | | | | | | | | | | | |

| | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|----------------------------------|------------|--------------|
| Gesamtluft / Summe Abluft | 141 | 159 |
| Zuluft über ZLV | | |
| Zuluft über Nebenluft | | |

| | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n |
|----------------------------------|------------|------------|-------------|-----------------|
| Gesamtluft / Summe Abluft | 100 | 180 | 0,45 | >115% |
| Zuluft über ZLV | 54 | 97 | 0,24 | |
| Zuluft über Nebenluft | 46 | 83 | 0,2 | |

| | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n |
|----------------------------------|------------|------------|-------------|-------------|
| Gesamtluft / Summe Abluft | 100 | 180 | 0,45 | ja! |
| Zuluft über ZLV | 54 | 97 | 0,24 | |
| Zuluft über Nebenluft | 46 | 83 | 0,21 | |

Abb. 2.4.3: Tabellenblatt für Meßwert-Eingabe und Ergebniskontrolle (Beispiel)

die hinter dem Dimmer gemessenen und durch den Phasenanschnitt verfälschten Werte zuverlässig mit Umrechnungsfaktoren auf echter Verbräuche rückgerechnet werden können. Bei kleinen elektrischen (stark gedimmten) Leistungen ist dies jedoch nicht mehr möglich, da dann das Meßgerät versagt.

3. Daten der untersuchten Objekte

3.1 Merkmale der untersuchten Gebäude und Wohnungen

3.2 Konfiguration der Lüftungsanlagen

3.3 Konfiguration des untersuchten Erdwärmetauschers

3.1 Merkmale der untersuchten Gebäude und Wohnungen

Es wurden in insgesamt 18 Gebäuden 43 Objekte²⁹ untersucht, darunter zwölf EFH/ZFH mit zusammen 14 WE und sechs Mehrfamilienhäusern zusammen 29 WE. In 38 der 43 Objekte (88 %) sind Abluftanlagen eingebaut, in vier Objekten (12 %) Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung. Die Gebäude wurden zwischen 1992 und 1998 errichtet und weisen alle einen gehobenen Niedrigenergie-Haus-Standard auf, in einem Falle (Nr. 12) sogar fast Passivhaus-Standard. Abb. 3.1.1. zeigt die wesentlichen Kenndaten der vermessenen Gebäude, Abb. 3.1.2. die wesentlichen Daten der einzelnen Objekte und Wohnungen:

| Geb. Nr | Art | Bauherr | Zahl WE | Bj. | % unter WSV0 | Art Lüftung |
|---------|-----|---------------|---------|------|--------------|----------------------|
| 1 | EFH | Lünstedt | 1 | 1995 | 37,1 | Abluft zentral |
| 2 | EFH | Otters | 1 | 1996 | 29,7 | Abluft zentral |
| 3 | EFH | Wächtler | 1 | 1996 | 41,6 | WRG |
| 4 | ZFH | Hoffmann-Kwi. | 2 | 1992 | k.A. | Abluft dezentral |
| 5 | EFH | Didier | 1 | 1997 | 29,6 | Abluft zentral |
| 6 | EFH | Wissmann | 1 | 1995 | 34,9 | Abluft zentral |
| 7 | EFH | Schefers | 1 | 1999 | 30,0 | WRG |
| 8 | EFH | Dähne | 1 | 1995 | 36,6 | Abluft zentral |
| 9 | ZFH | Willbrandt | 2 | 1995 | 37,4 | WRG |
| 10 | EFH | Kordes | 1 | 1996 | 33,6 | Abluft zentral |
| 11 | ZFH | Pirog | 2 | 1995 | 34,7 | Abluft zentral |
| 12 | EFH | Michael | 1 | 1998 | 76,0 | WRG + EWT |
| 13 | MFH | Quest | 5 | 1996 | 38,8 | Abluft wohnungsweise |
| 14 | MFH | Hellmann | 8 | 1996 | 38,8 | Abluft zentral |
| 15 | MFH | Speckmann | 8 | 1996 | 35,1 | Abluft wohnungsweise |
| 16 | MFH | Junge-Wentrup | 14 | 1996 | 36,2 | Abluft wohnungsweise |
| 17 | MFH | KWG 23 | 8 | 1996 | 37,2 | Abluft wohnungsweise |
| 18 | MFH | KWG 24 | 8 | 1996 | 37,2 | Abluft wohnungsweise |

Abb. 3.1.1: Kenndaten der untersuchten Gebäude

Die beheizte Wohn- und Nutzfläche der untersuchten Ein- und Zweifamilienhäuser reicht von 137 (62 m²) -188 m², die der Wohnungen in MFH von 32 bis 109 m². Die für den inneren thermischen Auftrieb relevanten inneren Luftraum-Höhen liegen zwischen ca. 2,5 m bei eingeschossigen Wohnungen, 5,3 m bei zweigeschossigen Wohnungen und 7,94 m bei EFH/MFH mit ausgebautem Dachgeschoß.

Die nur teilweise bekannten oder nachgemessenen Luftdichtheiten ($n_{(50)}$ -Werte) liegen zwischen 1,5 und 4,3 h⁻¹. Ein besonders dichtes Objekt hat einen $n_{(50)}$ -Wert von nur 0,06 h⁻¹; hier waren bei der Messung keinerlei Luftleckagen in der Gebäudehülle fühlbar. Die gemessenen Zu- und Abluftsummen sind hier nahezu identisch und es kann davon ausgegangen werden, daß bei geschlossenen Außentüren und Fenstern der gesamte Luftaustausch über die Lüftungsanlage erfolgt. Bei drei weiteren Häusern mit $n_{(50)}$ -Werten zwischen 1,5 und 2,5 h⁻¹ und mäßig gut ausbalancierten Zu-/Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung wurde trotz im Einzelfall fühlbarer Luftundichtigkeiten eine noch sehr gute Übereinstimmungen zwischen den Zu- und Abluftsummen gemessen. Bei allen anderen gemessenen Objekten mit reinen Abluftanlagen und $n_{(50)}$ -Werten zwischen knapp 1,0 h⁻¹ und 3,5 h⁻¹ gab es dagegen vielfach fühlbare Nebenluftströme durch Gebäudeundichtigkeiten in die vermessenen Räume hinein.

Die hier nur für die drei Haupträume "Wohnen", "Schlafen" und "Kind1" für Tag- oder Nachtbetrieb angegebenen Personenbelegungen entsprechen den zum Meßzeitpunkt tatsächlichen Verhältnissen.

²⁹ Ein "Objekt" ist entweder ein EFH oder eine Wohnung in einem MFH

| Obj Nr | Geb/ WE-Nr. | WFI m ² | n ₍₅₀₎ h ⁻¹ | int.Höhe m | Pers insg | Pers. Wohnen | | Pers Schlafen | | Pers.Kind1 | |
|-----------|----------------|-----------------------|--------------------------------------|---------------|--------------|--------------|-------|---------------|-------|------------|-------|
| | | | | | | Tag | Nacht | Tag | Nacht | Tag | Nacht |
| 1 | 1 | 149 | 1,5 | 7,67 | 4 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| 2 | 2 | 140 | 3,5 | 7,78 | 4 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 |
| 3 | 3 | 146 | 2,5 | 5,23 | 3 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 |
| 4 | 4 | 141 | 2,7 | 7,95 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | - | - |
| 5 | 5 | 188 | k.M. | 7,63 | 5 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| 6 | 6 | 148 | 3,3 | 7,91 | 4 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 |
| 7 | 7 | 167 | 1,6 | 7,94 | 4 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 |
| 8 | 8 | 154 | 1,6 | 7,6 | 4 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 |
| 9 | 9.1 | 150 | 2,7 | 5,27 | 3 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| 10 | 9.2 | 55 | 3,5 | | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | - | - |
| 11 | 10 | 139 | 2,7 | 7,77 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 12 | 11.1 | 136 | 4,3 | 7,78 | 3 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 |
| 13 | 11.2 | 32 | 4,3 | - | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - |
| 14 | 12 | 63 | 0,06 | 5,46 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 15 | 13.1 | 70 | 2,1 | - | 4 | 2 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| 16 | 13.2 | 47 | 2,7 | - | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | - | - |
| 17 | 13.5 | 81 | 4,2 | - | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 18 | 14.1 | 84 | 1 | - | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 19 | 14.2 | 38 | 3 | - | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - |
| 20 | 14.5 | 38 | 2,9 | - | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - |
| 21 | 14.6 | 90 | 1,5 | - | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 22 | 14.7 | 94 | 2,5 | - | 3 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 |
| 23 | 14.8 | 94 | k.M. | - | 3 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 |
| 24 | 15.1 | 99 | 3,4 | 5,25 | 3 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 |
| 25 | 15.2 | 101 | 2,8 | 5,25 | 4 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 26 | 15.4 | 60 | 2 | - | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | - | - |
| 27 | 15.7 | 93 | 2,8 | 6,76 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | - | - |
| 28 | 15.8 | 90 | 2,7 | 6,76 | 4 | 2 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| 29 | 16.2 | 94 | k.M. | 5,15 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 30 | 16.3 | 94 | k.M. | 5,15 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | - | - |
| 31 | 16.4 | 100 | k.M. | 5,15 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | - | - |
| 32 | 16.5 | 47 | k.M. | - | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | - | - |
| 33 | 16.8 | 116 | k.M. | 5,31 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | - | - |
| 34 | 16.9 | 47 | k.M. | - | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | - | - |
| 35 | 16.10 | 47 | k.M. | - | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | - | - |
| 36 | 16.14 | 66 | k.M. | - | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | - | - |
| 37 | 17.2 | 63 | k.M. | - | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | - | - |
| 38 | 17.3 | 49 | k.M. | - | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | - | - |
| 39 | 17.4 | 63 | k.M. | - | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | - | - |
| 40 | 17.8 | 109 | k.M. | 6,98 | 5 | 2 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| 41 | 18.1 | 49 | k.M. | - | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | - | - |
| 42 | 18.2 | 63 | k.M. | - | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | - | - |
| 43 | 18.3 | 49 | k.M. | - | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | - | - |

Abb.3.1.2.: Volumen-, Luftdichtheits- und Belegungsdaten der einzelnen Objekte
k. M. = keine Messung

Etwaige weitere Personen bzw. Raumbelagungen sowie weitere Angaben und Beschreibungen zu den einzelnen Wohnungen und Gebäuden sind in Kapitel 7 zu finden.

3.2 Konfigurationen der Lüftungsanlagen

In den untersuchten Gebäuden gab es drei verschiedenen Konfigurationen von Lüftungsanlagen:

Dezentrale Abluftanlagen

Dezentrale Anlagen saugen aus jedem einzelnen Ablufttraum mit Einzelventilatoren Abluft nach außen ab. Der dabei entstehende leichte Unterdruck bewirkt eine Zuluft einsaugung in die Zuluft Räume³⁰ über deren Zuluftventile in der Außenwand oder in den Fensterrahmen und eine Durchströmung der Wohnung durch die Überströmwege. Das Prinzipschema solcher dezentraler Abluftanlagen ist in Abb. 3.2.1 links oben dargestellt. Das Lüftungskonzept ist technisch einfach, da es bestenfalls ohne Luftkanäle oder -leitungen auskommt. Nur bei innenliegenden fensterlosen Abluft Räumen muß deren Abluft über eine Abluftleitung abgeführt werden.

Von diesem Typ wurde nur ein Beispiel (Nr.4) untersucht, welches zugleich das älteste der hier einbezogenen NEH ist. Seine einfache Lüftungstechnik war mit dem Anspruch gebaut worden, eine zufriedenstellende mechanische Durchlüftung zu erhalten³¹. Die genaue Konfiguration dieser Anlage mit Grundriß, Lage und Art der Komponenten sowie die Meßergebnisse sind in Kap. 7.4 beschrieben.

Zentrale Abluftanlagen

Zentrale Abluftanlagen saugen normalerweise³² mittels eines zentralen Abluftventilators über Rohrleitungen zugleich aus Küchen, Bädern und WC's Abluft ab. Der zentrale Ventilator kann entweder auf dem Dach, in einem Dachraum oder auch innerhalb einer Wohnung plaziert sein. Bei EFH ist meist nur ein einziger Abluftventilator pro Gebäude installiert. Bei ZFH und bei MFH können die Abluftventilatoren entweder wohnungsweise oder gebäudeweise installiert sein. Die Zuluft nachströmung funktioniert wie bei den dezentralen Abluftanlagen durch den vom Abluftventilator erzeugten Unterdruck über Zuluftventile in der Außenwand und wohnungsinterne Überströmwege. Das Prinzipschema solcher zentraler Abluftanlagen ist in Abb. 3.2.1 rechts oben dargestellt.

Von diesem Typ wurden insgesamt 27 Anlagen untersucht. Davon waren sieben Anlagen in EHF/ZFH eingebaut. Fünf Anlagen in MFH mit zusammen 23 WE hatten wohnungsweise Abluftabsaugung. Eine Anlage in einem MFH mit 6 WE hatte eine gebäudeweise zentrale Abluftabsaugung.

Zentrale Zu-Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung

Bei diesen Anlagen wird sowohl durch zentrale Abluftventilatoren und über Abluftleitungen die Abluft aus allen Abluft Räumen abgesaugt, als auch durch Zuluftventilatoren und über Zuluftleitungen die Zuluft in alle Zuluft Räume eingeblasen wird. Im zentralen Lüftungsaggregat werden die Zu- und Abluftströme in einem Wärmetauscher aneinander so vorbeigeführt, daß ein Wärmeaustausch ohne Luftvermischung stattfindet. Das Prinzipschema solcher zentraler Abluftanlagen ist in Abb. 3.2.1 in der Mitte rechts dargestellt.

Solche Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung wurden in vier EFH/ZFH untersucht. Davon haben zwei Objekte (Nr. 3 und 9) WRG-Anlagen mit einfacherem Kreuzstromwärmetauscher und zwei weitere Objekte (Nr. 7 und 12) haben Anlagen mit wirkungsvollerem Gegenstrom-Wärmetauscher. Ein Objekt mit WRG-Anlage (Nr.12) hat zusätzlich einen Erdwärmetauscher, der auch gesondert vermessen wurde³³. Lüftungsanlagen mit WRG in MFH wurden nicht untersucht, kamen in den in die engere Wahl gezogenen Baugebieten aber auch überhaupt nicht vor³⁴.

Die hier untersuchten Lüftungsanlagen spiegeln nur einen Teil der großen Vielfalt möglicher Lüftungsanlagen-Konfigurationen wider. So fehlen z.B. Anlagen mit dezentraler raumweiser Lüftung mit Wärmerückgewinnung entsprechend dem Prinzipschema in Abb.3.2.1 in der Mitte links, weiterhin Anlagen mit integrierter Wärmepumpe zur Abluftwärmerückgewinnung entsprechend Abb.3.2.1. unten links oder mit Wärmepumpe zur Brauchwassererwärmung aus der Abluft entsprechend Abb. 3.2.1. unten rechts. Solche Konfigurationen kamen aber in den untersuchten Baugebieten auch nicht vor. Nach Vermutung der Verfasser dürfte die getroffene Auswahl der untersuchten Anlagen vielmehr typisch für die Masse der bisher gebauten NEH sein. Durch die zunehmende Verbreitung von Passivhäusern, in

30 Zur Definition der Begriffe "Zulufttraum", "Ablufttraum", "Überstromraum" etc. siehe Legende hinter dem Inhaltsverzeichnis

31 In mehreren anderen Fällen waren solche einfachen und preiswerten Anlagen Lösungen nur widerwillig eingebaut worden, um den vertraglichen Mindestanforderungen von Förderprogrammen oder zivilrechtlichen Verträgen zu entsprechen. Eine tatsächliche Nutzung war nicht angestrebt. Solche Fälle wurden nicht einbezogen.

32 In einigen wenigen Fällen haben separate WC's zusätzliche Abluft-Kleinventilatoren für Bedarfsbetrieb.

33 Vgl. zum EWT auch Kap. 3.3, 4.4 und 7.12

34 In mehreren untersuchten MFH gab es eine teilweise Wärmerückgewinnung aus den zusammengefaßten Abluftströmen für die Warmluftbeheizung der Treppenhäuser, auf die hier aber nicht eingegangen wird. Daten hierzu sind in /Michael u.a. 1998-2/ zu finden.

denen hocheffiziente WRG-Anlagen erforderlich sind, werden künftig allerdings WRG-Anlagen verstärkt auch in NEH eingebaut werden.

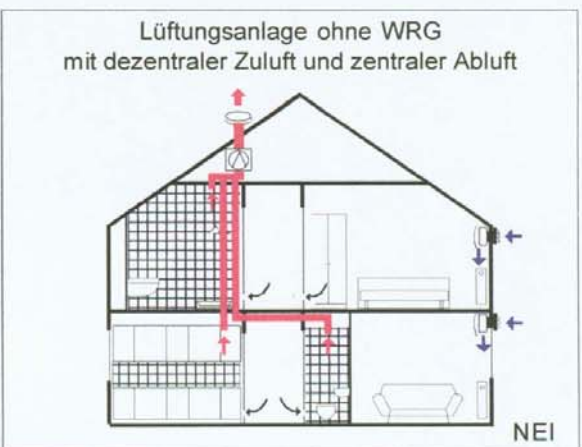


Abb. 3.2.1 Verschiedene Konfigurationen von Wohnungslüftungsanlagen

| Obj. | Art Lüftung | Hersteller / Typ Lüftung | Regelung | Rohrmaterial | Zuluftventile | Abluftventile | Sturmbremse |
|-------|--------------------|---|--|-------------------------|------------------|---------------|-------------|
| 1 | Abluft zentral | Exhausto BESF 160-4-1 | Dimmer | Aluflex | AWFresh | Tellerventil | ja |
| 2 | Abluft zentral | Exhausto BESF 160-4-1 | Dimmer | BWF/Aluflex | AWFresh | Tellerventil | ja |
| 3 | WRG | Vallox KWL 100 | 4-St-Schalter | Aluflex | Tellerventil | Tellerventil | nein |
| 4 | Abluft dezentral | Fresh 1000 (Flur) Fresh 1100 (Kochen) Fresh 1100 (WC) Fresh 1500 (Bad) | 1-St-Schalter Dimmer 1-St-Schalter Dimmer | Kunststoff / Aluflex | AWFresh+Tellerv. | Gitter | nein |
| 5 | Abluft zentral | Exhausto BESF 146-4-1 | Uhr/Schalter | BWF | AWFresh+Tellerv. | Telle+Klappe | nein |
| 6 | Abluft zentral | Exhausto BESF 160-4-1 | 3-St-Schalter | BWF/Aluflex | AWFresh | Gitter | nein |
| 7 | WRG | Paul thermos 201 DC | Computer | BWF | Tellervent./Düse | Gitter+Teller | nein |
| 8 | Abluft zentral | Helios ZEB 350 | Dimmer | Kunststoff | AWFresh+Tellerv. | Tellerventil | ja |
| 9.1 | WRG | Vallox KWL 120 | 4-St-Schalter | BWF/PE/Aluflex | Tellerventil | Tellerventil | nein |
| 9.2 | WRG | mit 9.1. gekoppelt | keine eig.Reg. | BWF/PE/Aluflex | Tellerventil | Tellerventil | |
| 10 | Abluft zentral | Helios ZEB 350 | Dimmer | BWF/Aluflex | AWFresh+Tellerv. | Tellerventil | ja |
| 11.1 | Abluft whg-zentral | Exhausto BESF 146-4-1 | 3-St-Schalter | Aluflex | AWFresh+Teller | Gitter | nein |
| 11.2 | Abluft whg-zentral | Exhausto BESF 146-4-1 | Dimmer | Aluflex | AWFresh | Gitter+Teller | nein |
| 12 | WRG | TemoVex Jowex 200-175 | Computer | BWF | Schieber | Tellerventil | nein |
| 13.1 | Abluft whgweise | Helios ZEB 350 | Dimmer | BWF | Tellerventil | Tellerventil | ja |
| 13.2 | Abluft whgweise | Helios ZEB 350 | Dimmer | BWF | Tellerventil | Tellerventil | ja |
| 13.5 | Abluft whgweise | Helios ZEB 350 | Dimmer | BWF | Tellerventil | Tellerventil | ja |
| 14.1 | Abluft geb-zentral | Frivent Klimabox WR 25 | 4-St-Schalter | BWF/Aluflex | AWFresh | Tellerventil | nein |
| 14.2 | Abluft geb-zentral | | | BWF/Aluflex | AWFresh | Tellerventil | nein |
| 14.5 | Abluft geb-zentral | | | BWF/Aluflex | AWFresh | Tellerventil | nein |
| 14.6 | Abluft geb-zentral | | | BWF/Aluflex | AWFresh | Tellerventil | teils |
| 14.7 | Abluft geb-zentral | | | BWF/Aluflex | AWFresh+DFD | Tellerventil | nein |
| 14.8 | Abluft geb-zentral | | | BWF/Aluflex | AWFresh+DFD | Tellerventil | ja |
| 15.1 | Abluft whgweise | Essvent C1-120F | 5-St-Schalter | BWF | AWFresh | Tellerventil | ja |
| 15.2 | Abluft whgweise | Essvent C1-120F | 5-St-Schalter | BWF | AWFresh | Tellerventil | ja |
| 15.4 | Abluft whgweise | Aereco VEF | Dimmer | BWF | AWFresh | Tellerventil | ja |
| 15.7 | Abluft whgweise | Aereco VEF | Dimmer | BWF | AWFresh | Tellerventil | ja |
| 15.8 | Abluft whgweise | Aereco VEF | Dimmer | BWF | AWFresh | Tellerventil | ja |
| 16.2 | Abluft whgweise | Helios ZEB 350 | Dimmer | BWF/Aluflex | AWFresh | Tellerventil | ja |
| 16.3 | Abluft whgweise | Helios ZEB 350 | Dimmer | BWF/Aluflex | AWFresh | Tellerventil | ja |
| 16.4 | Abluft whgweise | Helios ZEB 350 | Dimmer | BWF/Aluflex | AWFresh | Tellerventil | ja |
| 16.5 | Abluft whgweise | Helios ZEB 350 | Dimmer | BWF/Aluflex | AWFresh | Tellerventil | ja |
| 16.8 | Abluft whgweise | Helios ZEB 350 | Dimmer | BWF/Aluflex | AW/Fresh+SL | Tellerventil | ja |
| 16.9 | Abluft whgweise | Helios ZEB 350 | Dimmer | BWF/Aluflex | AWFresh | Tellerventil | ja |
| 16.10 | Abluft whgweise | Helios ZEB 350 | Dimmer | BWF/Aluflex | AWFresh | Tellerventil | ja |
| 16.14 | Abluft whgweise | Helios ZEB 350 | Dimmer | BWF/Aluflex | AWFresh | Tellerventil | ja |
| 17.2 | Abluft whgweise | Soler&Palau CKB 600 | Dimmer | BWF/PE/Aluflex | Spalt/Fresh | Tellerventil | nein |
| 17.3 | Abluft whgweise | Soler&Palau CKB 600 | Dimmer | BWF/PE/Aluflex | Spalt/Fresh | Tellerventil | nein |
| 17.4 | Abluft whgweise | Soler&Palau CKB 600 | Dimmer | BWF/PE/Aluflex | Spalt/Fresh | Tellerventil | nein |
| 17.8 | Abluft whgweise | Soler&Palau CKB 600 | Dimmer | BWF/PE/Aluflex | Spalt/Fresh | Tellerventil | nein |
| 18.1 | Abluft whgweise | Soler&Palau CKB 600 | Dimmer | BWF/PE/Aluflex | Spalt/Fresh | Tellerventil | nein |
| 18.2 | Abluft whgweise | Soler&Palau CKB 600 | Dimmer | BWF/PE/Aluflex | Spalt/Fresh | Tellerventil | nein |
| 18.3 | Abluft whgweise | Soler&Palau CKB 600 | Dimmer | BWF/PE/Aluflex | Spalt/Fresh | Tellerventil | nein |

BWF = Blechwickelfalzrohr, AWFresh = Außenwandventil Typ Fresh 80-100, Spalt/Fresh: Spaltventil Typ Fresh 32, SL=Schiebeleiste

Abb. 3.2.2 Arten und Merkmale der eingebauten Lüftungsanlagen

Abb. 3.2.2 zeigt die in den einzelnen Objekten eingebauten Arten von Lüftungsanlagen, die Hersteller der zentralen Ventilatoren oder WRG-Anlagen, die Regelung, das verwendete Rohrmaterial, die Art der Zu- und Abluftventile sowie eine Aussage ob Sturmbremsen in den Zuluftventilen eingebaut sind.

Eingebaute Ventilatoren bzw. WRG-Anlagen

In dem einen Objekt (Nr. 4) mit dezentraler Abluftanlage wurden Einzelraum-Abluftventilatoren der Firma Fresh eingebaut. In den EFH-Objekten und Wohnungen mit wohnungsweise zentralen Abluftanlagen kamen Ventilatoren der Hersteller Exhausto, Fresh, Helios, Aereco und Soler&Palau zum Einsatz. Die WRG-Anlagen stammten von den Firmen Vallox, Paul, TemoVex und Frivent.

Leistungsregelung der Lüftungsanlagen

In den Gebäuden mit Abluftanlagen erfolgt die Leistungsregelung der Abluftventilatoren bei 26 der 43 Anlagen (60 %) stufenlos durch einfacher Dimmer. Acht Anlagen (19 %) haben ein- bis fünfstufige manuelle Leistungsschalter. Eine Anlage hat einen mit Zeitschaltuhr gekoppelten An-Aus-Schalter für den Vollastbetrieb. In den Gebäuden mit WRG-Anlagen erfolgt die Leistungsregelung in je zwei Fällen (Nr.3 und 14) durch 4-Stufen-Schalter bzw. durch Microcomputer (Nr.7 und 12). Die Computerregelungen ermöglichen die Eingabe differenzierter Betriebsabläufe je nach Wochentag, Tageszeit und anderen Parametern und ermöglichen auch eine getrennte Leistungseinstellung der Zu- und Abluftventilatoren. Damit können ungleiche Strömungswiderstände der Zu- und Abluftkanalnetze und Filter ausgeglichen und ein balancierter Betrieb eingestellt werden.

Die Stufenschalter der Abluft oder WRG-Anlagen enthalten meist fest vorgegebene Leistungsabstufungen. Bei zwei Abluftanlagen sind es jedoch reine Stromweichen, hinter deren Ausgangssträngen individuell einstellbare Dimmer geschaltet sind, mit denen die Ventilatorleistung der einzelnen Stufen individuell voreinstellbar ist. Die Leistungsregelung der Abluftventilatoren bzw. der Zentralanlagen durch die vorhandenen Leistungsregler ist bis auf zwei Objekte ausreichend bis sehr gut. Wenig komfortabel ist sie lediglich bei dem EFH-Objekt Nr.4, dessen vier einzelne Abluftventilatoren separat zu schalten sind und bei MFH-Objekt Nr.14, dessen gebäudeweise Zentralanlage durch die unkoordinierten Regeleinriffe der verschiedenen Mieter sowie aufgrund anderer Mängel nicht befriedigend funktionierte.

Zu- und Abluftventile

Außer durch die Leistungsregelung der Abluftventilatoren oder WRG-Zentralanlagen lassen sich die Luftvolumenströme fast aller Anlagen auch über verstellbare Zu- und/oder Abluftventile regeln. Hierbei kann grundsätzlich nur eine Drosselung der Luftdurchströmung gegenüber dem weitestmöglich geöffnetem Zustand erfolgen. Diese dient bei passender Voreinstellung der Ventilatorleistung auf die gewünschte Gesamtförderung vor allem der Feinverteilung der Zu- oder Abluftströme auf die einzelnen Zu- oder Ablufträume.

Als Abluftventile sind in den meisten untersuchten Objekten³⁵ übliche Tellerventile der Firmen Fresh Helios oder Vallox für Wand- oder Deckeneinbau installiert, deren konischer innerer Ventilteller sich an einer Gewindestange weiter heraus- oder hereindreht, wodurch sich der freie Strömungsquerschnitt vergrößert oder verkleinert. Nur in den drei Objekten Nr. 4, 6 und 11 gibt es keine oder andere Abluftmengenregelungen. In Objekt Nr.4 mit dezentralen Abluftventilatoren lässt sich die raumweise Abluftabfuhr nur über das Ein/Ausschalten bzw. stufenlose Leistungsregeln der einzelnen Abluftventilatoren regeln, der freie Strömungsquerschnitt ist dagegen nicht verstellbar. In Objekten Nr. 6 und 11 sind als raumseitige Abdeckungen der Abluftleitungen in einigen Räumen nur Gitter ohne jede Verstellmöglichkeit installiert.

Als Zuluftventile sind in elf der 14 Gebäude mit Abluftanlagen (79 %) Außenwandventile installiert. Davon sind die meisten vom Hersteller Fresh aus der Typenreihe Fresh 80, Fresh 90, Fresh 100 und Fresh 100db³⁶. Diese sind in ihrem freien Querschnitt stufenlos verstellbar. Die Modelle 80 und 100 sowie 100dB haben zusätzlich eine zweistufige Bedarfsumschaltung mit Zugseil, die einen einfachen Wechsel von Grundlüftung auf Bedarfslüftung bzw. Tag- und Nachteinstellung ermöglichen soll. In zwei Gebäuden (Nr. 16, 17 und 18) mit Abluftanlagen und zusammen sieben vermessenen Wohnungen sind als Zuluftöffnungen in die Fensterblendrahmen Spaltventile mit innerer Verstell-Lippe oder Lochschiebeleisten als Regelmöglichkeit eingebaut. Mit diesen ist zwar keine genaue Regelung möglich, jedoch existieren in den meisten Zuluftträumen dieser Objekte zwei solche Fensterventile pro

³⁵ Die genaue Ausstattung der einzelnen Objekte ist in den Objektbeschreibungen in Kap. 7 angegeben.

³⁶ Zu den genauen Produktdaten vgl. Kap. 8

Raum, so daß zumindest eine Verstellung "beide zu" / "eines auf" / "beide auf" leicht möglich ist. In einigen Dachgeschoßräumen des Objektes Nr. 14 existieren keine für Außenwandventile nutzbare Giebelwände; hier sind als Zuluftöffnungen nur die in Dachflächenfenster eingebaute Spaltventile vorhanden.

In drei der vier Objekten mit WRG-Anlagen sowie auch in einigen wenigen Objekten mit Abluftanlagen sind zuluftseitig einfache handelsübliche Zuluft-Tellerventile der Hersteller Vallox oder Helios installiert, die keine einfache tageszeitliche Änderung der Luftmengenverteilung ermöglichen. Im Wohnzimmer eines Objekts (Nr.7) strömt die Zuluft über eine voreingestellte Weitwurfdüse ein. In einem anderen Objekt (Nr.12) sind selbstgebaute handbetätigte Absperrschieber vor die Zuluft-Rohrmündungen in den Zulufräumen montiert; diese haben markierten Einstellungen für tageszeitlich wechselnde Grund- und Bedarfslüftung und ermöglichen mit geringem Aufwand eine hausinterne Luftmengenlenkung.

Ergänzende passive Strömungsregler (Sturmbremsen)

Neben der Leistungsregelung der Lüftungsanlagen und der Strömungsbegrenzung durch Zu- und abluftventile sind in mehreren Gebäuden mit Abluftanlagen auch passiv-selbsttätige Strömungsbegrenzer (Sturmbremsen) in Außenwand-Zuluftventilen eingebaut. Diese vom Hersteller Fresh³⁷ angebotenen Bauteile verringern selbsttätig den freien Querschnitt in Zulufrichtung in etwa proportional zur tatsächlichen Strömungsgeschwindigkeit und sollen eine übermäßige Luftzuführung bei starkem Winddruck verhindern. Beim Modell Fresh 80 bewirken sie eine spürbare Drosselung der Luftmenge ab einer Zuluftmenge von etwa 33 m³/h, beim Modell Fresh 100 ab etwa 35 m³/h. Siehe auch in kap. 8 datenblätter unter „Ventile“.

Luftkanalnetze

Alle vorgefundenen Lüftungskanäle bestehen aus Rohrmaterial, Flachkanäle wurden nicht aufgenommen. Die Rohrleitungen verbinden die Abluftventilatoren mit den jeweiligen Abluftventilen. In den Gebäuden mit WRG-Anlagen sind auch die Zuluftventile an ein eigenes Kanalnetz auf dem Dachboden angeschlossen.

In einigen Gebäuden mit reiner Abluftanlage sind auch einige Zuluftventile an ein gemeinsames Kanalnetz angeschlossen. Über eine zentrale Zuluftöffnung an der Außenwand wurde die Zuluft in die verschiedenen Räume eingesaugt. Dies wurde in einigen Dachgeschoßräumen beobachtet.

Von den 18 Objekten waren in 3 Gebäuden die Rohrleitungen komplett aus Aluflexrohren hergestellt. In zwei Objekten wurden Kunststoffrohre, teilweise in Verbindung mit Bögen Aluflexrohren eingebaut. In allen anderen Gebäuden wurden die Kanalleitungen aus Blechwickelfalzrohren zusammengesetzt. Teilweise sind hier die Verbindungsstücke und Bögen aus Aluflexrohren und/oder PE-Rohren.

37 Vgl. vorige Fußnote

3.3 Konfiguration des untersuchten Erdwärmetauschers

Im Objekt 12 ist neben einer passivhaustauglichen Lüftungsanlage mit WRG auch ein soledurchströmter Erdwärmetauscher (EWT) installiert, der während der Frostzeiten des Winterhalbjahres eine Vorerwärmung der Frischluft und in den Hitzeperioden des Sommers eine Vorkühlung der Frischluft mit Erdwärme bzw. Erdkälte erbringt. Die Konfiguration des EWT zeigt Abb. 3.3.1.

Der Erdwärmetauscher besteht im Erdbereich aus einer 40 m langen und 32 mm starken PE-Leitung, wie sie üblicherweise für Trinkwasser-Hausanschlüsse verwendet wird. Diese Erdleitung ist in 1,5 m Tiefe in einem Sandbett unter dem Fundament (ca. 15m) sowie im Garten des Hauses (ca. 22m) vergraben ist. Ab Oberkante Fertigfußboden wechselt das Material in ein 19 mm starkes Edelstahlwellrohr. Dieses führt in die ca. 6 m lange Frischluftleitung der Lüftungsanlage, die außen am Haus montiert ist und aus einem DN 160 Blechwickelfalzrohr besteht, das außenseitig mit 4 cm Mineralwolle gegen Außenluft wärmegeklämmt ist. Innerhalb der Frischluftleitung ist das Edelstahlwellrohr spiralförmig aufgewickelt. Es hat dort eine Rohrlänge von 24 m und etwa 2,1 m² wärmeübertragende Oberfläche zur vorbeiströmenden Luft, die durch die Spiralförmigkeit verwirbelt. Die mittlere Strömungsgeschwindigkeit der Luft liegt bei Normalbetrieb der Lüftungsanlage in dem DN-160er Rohr bei 0,83 m/s.

Der Solekreislauf wird durch eine dreistufige WILO-Umwälzpumpe angetrieben, die durch vorgeschaltete Micro-Pulsung eine in großem Umfang regelbare Förderleistung hat. Die Förderleistung beträgt bei aktueller Einstellung auf kleiner Stufe 51 l/h und in großer Stufe 102 l/h, wobei die Stufenschaltung anhand eines Temperaturfühlers vorgenommen wird. Die maximale Leistung beträgt ein Mehrfaches, wird aber nicht benötigt. Der Solekreislauf ist mit einem Druckausgleichbehälter, Befüll- und Entleerungs- sowie Entlüftungsvorrichtungen ausgestattet.

Die Konstruktion des Erdwärmetauschers ist relativ robust. Da die Sole-Erdleitung weder ein definiertes Gefälle noch eine geradlinige Ausrichtung benötigt, kann sie in vorhandene Baugräben mit eingelegt werden, sodaß der Kostenaufwand für den Grabenbau gering gehalten werden kann. Das bei Luftkanälen im Erdreich häufig befürchtete Hygiene-Problem bei Kondensatausfall in der schwer zugänglichen Erdleitung im Sommerbetrieb zu Kühlzwecken entfällt hier, da Kondensat allenfalls im Sole-Luft-Wärmetauscher ausfallen kann, der für Reinigungszwecke leicht zugänglich ist.

Die Funktionstüchtigkeit sowie die Wärme- und Kälteerträge des Erdwärmetauschers wurden in dem Zeitraum zwischen Herbst 1999 und November 2000 vermessen. Die Meßziele sind in Kap. 2.2, die Meßtechnik in Kap. 2.3 und die Meßergebnisse in Kap. 4.4 beschrieben.

4. Meßergebnisse

4.1. Gesamtdurchströmung der Gebäude bzw. Wohnungen

4.2. Durchströmung der einzelnen Räume

4.3. Elektrische Effizienz

4.4. Langzeitmessung der Anlage mit Erdwärmetauscher

4.1. Gesamtdurchströmung der Gebäude bzw. Wohnungen

Die von der Lüftungsanlage bewirkte Gesamtdurchströmung der Gebäude³⁸ bzw. Wohnungen wurde anhand der durch die Anlage insgesamt zugeführten Luft (Zuluftsumme) und anhand der durch die Anlage insgesamt abgeführten Luft (Abluftsumme) ermittelt. Als Zuluftsumme wird dabei die rechnerische Summe der an allen Zuluftventilen innerhalb eines Gebäudes bzw. einer Wohnung gemessenen Zuluftströme verstanden, als Abluftsumme die Summe der an allen Abluftventilen gemessenen Abluftströme. Die von der Lüftungsanlage bewirkte Gesamtdurchströmung wird als der höhere Wert von Zuluftsumme und Abluftsumme angenommen³⁹.

Summenwerte für Zuluft oder Abluft konnten nur von denjenigen Objekten⁴⁰ berechnet werden, in denen die Zuluftströme aller Zuluftventile bzw. die Abluftströme aller Abluftventile meßbar, d.h. für Meßgeräte zugänglich waren. Dies war zuluftseitig je nach Messung in den verschiedenen Betriebszuständen bei 22, 30 bzw. 24 der 43 untersuchten Objekte und ablufseitig bei 30, 35 bzw. 31 Objekten der Fall. Bei den anderen Objekten waren einzelne Zu- oder Abluftventile so plaziert oder konstruiert, daß ihre Durchströmung mit den eingesetzten Meßgeräten nicht meßbar war. In diesen Objekten konnten insofern zwar die Zu- bzw. Abluftströme einzelner Räume gemessen werden (vgl. Kap. 4.2), nicht aber die Zu- oder Abluftsummen berechnet werden. In den Diagrammen fehlen bei diesen Objekten daher die jeweiligen Summenbalken.

Die von der Lüftungsanlage bewirkten Gesamtdurchströmungen wurden in drei unterschiedlichen Betriebszuständen gemessen: Zuerst "wie vorgefunden" bzw. vom Nutzer als normale Einstellung eingestellt, danach "einreguliert" und zuletzt bei "maximaler Leistung" der Anlage⁴¹. Der Betriebszustand "wie vorgefunden" konnte zuluftseitig allerdings nur bei 22 Objekten und ablufseitig bei 30 Objekten ermittelt werden, da in den anderen Objekten die Lüftungsanlage nicht oder nur gelegentlich genutzt wurde und daher bisher nicht für Dauerbetrieb eingeregelt war.

Für die Summenwerte wurden aus Vereinfachungsgründen ausschließlich Messungen bei Tag-Einstellung der Lüftungsanlagen herangezogen. Bei den in Kap. 4.2 behandelten Einzelraum-Messungen wurde dagegen nach Tag- und Nachtdurchströmung differenziert.

Bei der Beurteilung der Ergebnisse wurden vier Gruppen gebildet. Liegen die einzelnen Meßwerte bzw. die daraus berechneten Summenwerte zwischen 85 % und 115 % des SOLL-Wertes, wird das Sollziel als "erfüllt" bzw. als "in-etwa erfüllt" angesehen. Bei mehr als 115 % des SOLL-Wertes wird die Luftmenge als "zu hoch" eingestuft, bei 50 - 85% des SOLL-Wertes als zu niedrig und bei unter 50 % des SOLL-Wertes als wesentlich zu niedrig.

Abbildungen 4.1.1 bis 4.1.3 zeigen in Prozent, inwieweit die Zuluftsummen und Abluftsummen der einzelnen Objekte im vorgefundenen Zustand (Abb. 4.1.1.), im einregulierten Zustand (Abb.4.1.2.) und bei maximaler Leistung der Lüftungsanlagen (Abb.4.1.3) den jeweiligen individuellen SOLL-Vorgaben entsprachen⁴².

4.1.1 Messung „wie vorgefunden“

In Abb.4.1.1. ist aus der oberen Balkenreihe (Zuluft) erkennbar, daß im vorgefundenen Zustand, nur 6 der 22 Lüftungsanlagen (27 %) in etwa die gewünschte Zuluftmenge über die Zuluftventile in das Gebäude bzw. in die Wohnung einbrachten. Der "in-etwa" Zielkorridor ist dabei hier und im folgenden mit 85 bis 115 Prozent des SOLL-Wertes definiert. Eine Anlage (5 %) fördert mit 132 Prozent zuviel Zuluft, fünf Anlagen (23 %) förderten zwischen 50 und 85 Prozent und zehn Anlagen (45 %) förderten unter 50 Prozent der SOLL-Zuluftmenge über die Zuluftventile. Insgesamt förderten also nur 32 Prozent derjenigen Anlagen, bei denen die Zuluftsumme ermittelt werden konnte, genug oder zuviel Zuluft über die Zuluftventile in ihr Objekt; 68 Prozent der vermessenen Anlagen förderten dagegen im vorgefundenen Zustand zuwenig Zuluft über die Zuluftventile.

38 Mit "Gebäude" sind EFH/ZFH mit zentralen Lüftungsanlage gemeint. MFH wurden in keinem Fall als Gesamtgebäude vermessen, sondern immer wohnungsweise.

39 Zur Einbeziehung sonstiger Luftdurchströmungen vgl. Kap. 2.1

40 Mit "Objekte" sind sowohl "Gebäude" (vgl. vorige Anmerkungen) als auch einzelne "Wohnungen" gemeint.

41 Zur genauen Definition dieser drei Meßzustände vgl. Kap.2.4

42 Zur Berechnung der SOLL-Vorgaben anhand des Innenvolumens und der Personenbelegung vgl. Kap. 2.2.

Betrachtet man nur die Teilmenge der fünf Objekte mit Lüftungsanlage mit WRG, förderten hiervon im vorgefundenen Zustand vier Anlagen (80%) genug oder zuviel Zuluft ins Haus und eine Anlage (20 %) zuwenig Zuluft.

Aus der unteren Balkenreihe von Abb.4.1.1. (Abluft) ist erkennbar, daß im vorgefundenen Zustand sieben der 30 Lüftungsanlagen (23 %) in etwa die gewünschte Abluftmenge über die Abluftventile aus dem Gebäude bzw. aus der Wohnung abführten. Fünf Anlagen (17 %) förderten mit 127 bis 159 Prozent zuviel Abluft, 14 Anlagen (47 %) förderten nur zwischen 50 und 85 Prozent und vier Anlagen (13 %) weniger als 50 Prozent der SOLL-Abluftmenge über die Abluftventile. Insgesamt förderten im vorgefundenen Zustand also nur 40 Prozent der Anlagen, deren Abluftsumme ermittelt werden konnte, genug oder zuviel Abluft über die Abluftventile aus ihrem Objekt; 60 Prozent der Anlagen förderten dagegen im vorgefundenen Zustand zuwenig Abluft über die Abluftventile.

Betrachtet man nur die Teilmenge der fünf Objekte mit Lüftungsanlage mit WRG, förderten hiervon im vorgefundenen Zustand zwei Anlagen (40%) genug oder zuviel Abluft aus dem Haus, drei Anlagen (60%) dagegen zuwenig Abluft.

4.1.2 Messung „einreguliert“

In Abb.4.1.2. ist aus der oberen Balkenreihe (Zuluft) erkennbar, daß auch im einregulierten Zustand, nur 8 (27 %) der 30 Lüftungsanlagen in etwa die gewünschte Zuluftmenge über die Zuluftventile in das Gebäude bzw. in die Wohnung einbrachten. 2 Anlagen (7 %) förderten mit 117 bzw. 121 Prozent zuviel Zuluft, 15 Anlagen (50 %) förderten zwischen 50 und 85 Prozent und fünf Anlagen (16 %) förderten unter 50 Prozent der SOLL-Zuluftmenge über die Zuluftventile. Insgesamt förderten also nur 34 Prozent derjenigen Anlagen, bei denen die Zuluftsumme ermittelt werden konnte, genug oder zuviel Zuluft über die Zuluftventile in ihr Objekt; 66 Prozent der Anlagen förderten dagegen im vorgefundenen Zustand zuwenig Zuluft über die Zuluftventile⁴³.

Betrachtet man nur die Teilmenge der fünf Objekte mit Lüftungsanlage mit WRG, förderten hiervon im einregulierten Zustand alle Anlagen (100%) die richtige Zuluftmenge ins Haus. Das bei "wie vorgefunden" schlechter gewesene Ergebnis basierte bei diesen Anlagen also ausschließlich auf Einregulierungsmängeln.

Aus der unteren Balkenreihe von Abb. 4.1.2. (Abluft) ist erkennbar, daß im einregulierten Zustand immerhin 22 (63 %) der diesbezüglich meßbaren 35 Lüftungsanlagen in etwa die gewünschte Abluftmenge über die Abluftventile aus dem Gebäude bzw. aus der Wohnung abführten. Elf Anlagen (31 %) förderten mit 116 bis 157 Prozent zuviel Abluft. Zwei Anlagen (6 %) förderten nur zwischen 50 und 85 Prozent der SOLL-Abluft. Abluftsummen unter 50 Prozent des SOLL-Wertes kamen bei den einregulierten Anlagen nicht mehr vor. Insgesamt förderten im einregulierten Zustand also immerhin 91 Prozent der Anlagen, deren Abluftsumme ermittelt werden konnte, genug oder zuviel Abluft über die Abluftventile aus ihrem Objekt; nur 9 Prozent der Anlagen förderten dagegen trotz optimaler Einregulierung zuwenig Abluft über die Abluftventile.

Betrachtet man nur die Teilmenge der fünf Objekte mit Lüftungsanlage mit WRG, förderten hiervon im einregulierten Zustand vier Anlagen (80%) die in etwa richtige Abluftmenge aus dem Haus, eine Anlage (20%) dagegen etwas zuwenig Abluft.

Aus der Gegenüberstellung der einregulierten Zu- und Abluftsummen ist deutlich erkennbar, daß eine zufriedenstellende Einregulierung der Abluftsumme, also der gesamten Absaugleistung der Lüftungsanlage nicht automatisch eine ausreichende Zuluftversorgung der Zulufräume über deren Zuluftventile zur Folge hat. Vielmehr blieb diese in den meisten untersuchten Objekten mit Abluftanlagen trotz ausreichender Gesamtdurchströmung der Wohnung deutlich unter ihren SOLL-Werten.

4.1.3 Messung „max. Leistung“

In Abb.4.1.3. ist aus der oberen Balkenreihe (Zuluft) erkennbar, daß bei maximaler Leistung der Lüftungsanlage neun der hierzu meßfähigen 24 Lüftungsanlagen (38 %) in etwa die gewünschte oder eine größere SOLL-Zuluftmenge über die Zuluftventile in das Gebäude bzw. in die Wohnung einbrachten. Davon liegen fünf Anlagen im "in-etwa"- SOLL-Bereich. Nur vier Anlagen förderten bei maximaler Leistung mit 122 bis 318 Prozent des SOLL-Wertes mehr Zuluft als erforderlich. Elf Anlagen (45 %) förderten dagegen selbst bei maximaler Leistung nur zwischen 50 und 85 Prozent und vier

⁴³ Die prozentual geringere positive Menge als bei der Messung "wie einreguliert" ergibt sich aus der größeren Gesamtheit der hier erfaßten Anlagen. Absolut war die Menge der positiven Anlagen bei "einreguliert" größer als bei "wie vorgefunden", jedoch waren innerhalb der größeren Gesamtheit noch deutlich mehr Anlagen nicht positiv.

Anlagen (17 %) weniger als 50 Prozent der SOLL-Zuluftmenge über die Zuluftventile. Insgesamt förderten also nur 38 Prozent derjenigen Anlagen, bei denen in maximaler Leistungsstufe die Zuluftsumme ermittelt werden konnte, genug oder zuviel Zuluft über die Zuluftventile in ihr Objekt, darunter alle diesbezüglich meßbaren WRG-Anlagen. 62 Prozent der Anlagen förderten dagegen selbst bei maximaler Leistung zuwenig Zuluft über die Zuluftventile⁴⁴.

Aus der unteren Balkenreihe von Abb.4.1.3. (Abluft) ist erkennbar, daß bei maximaler Leistung 30 der diesbezüglich meßbaren 31 Lüftungsanlagen (97 %) die in-etwa gewünschte oder eine höhere Abluftmenge über die Abluftventile aus dem Gebäude bzw. aus der Wohnung abführten. Davon lagen 11(36 %) im in-etwa SOLL-Bereich, hatten also keine Leistungsreserven mehr. 19 Anlagen (61 %) waren dagegen in der Lage, bei maximaler Leistung mit 120 bis 328 Prozent des SOLL-Wertes geringfügig bis deutlich mehr Abluft abzuführen, als im Normalbetrieb erforderlich. Nur eine Anlage (3 %) förderte selbst bei maximaler Leistung nur 2/3 der SOLL-Abluftsumme und war damit erkennbar zu schwach ausgelegt. Anlagen, die bei max. Leistung weniger als 50 % der SOLL-Abluftsumme förderten, gab es keine⁴⁵. Insgesamt förderten bei maximaler Leistung also immerhin 97 Prozent der Anlagen, deren Abluftsumme ermittelt werden konnte, genug oder zuviel Abluft über die Abluftventile aus dem jeweiligen Objekt, darunter alle WRG-Anlagen; nur 3 Prozent förderten auch bei voller Leistung zuwenig Abluft.

Aus der Gegenüberstellung der Zu- und Abluftsummen bei voller Leistung gegenüber denen im einregulierten Zustand ist erkennbar, daß in Objekten, in denen bei richtig einregulierten Abluftmengen die Zuluftversorgung über die Zuluftventile noch unbefriedigend niedrig ist, auch eine Erhöhung der Abluftförderung oft nur wenig bringt. Wie später noch ausgeführt wird, strömt in Gebäuden mit starken Luftundichtheiten der Gebäudehülle häufig die dann zusätzlich eingesaugt Luft nur über Nebenluftwege und nicht über die geplante Zuluftwege, also durch die Zuluftventile⁴⁶ ins Haus. In Objekten, in deren Zuluftventile Sturmbremsen eingebaut sind, kann allerdings auch die selbsttätige Luftmengenbegrenzung der Sturmbremsen diesen Effekt bewirken.⁴⁷

4.1.4 Luftwechselraten und SOLL-Abweichung

Abb.4.1.4. zeigt die von der Lüftungsanlage bewirkten stündlichen Luftwechselraten der Objekte. Aufgrund der Meß-Randbedingungen konnten die einregulierte Luftwechselrate (obere Balkenreihe) und deren SOLL-Abweichung (mittlere Balkenreihe) bei 35 der 43 Objekte berechnet werden. Die bei maximaler Leistung der Lüftungsanlage erzielte Luftwechselrate (untere Balkenreihe) konnte bei 31 Objekten berechnet werden. Die IST-Luftwechselraten sind dabei jeweils berechnet als der Quotient aus der von der Lüftungsanlagen bewirkten stündlichen Gesamtdurchströmung⁴⁸ und dem inneren Luftvolumen⁴⁹ der Objekte. Die dem IST-SOLL-Vergleich zugrundeliegende SOLL-Luftwechselrate ist gemäß ebök/EXPO/PHPP⁵⁰ nicht nur anhand des Innenvolumens, sondern auch anhand der tatsächlichen (zufälligen) Personenbelegung und Raumnutzung berechnet.

Die obere Balkenreihe in Abb. 4.1.4. zeigt, daß die Luftwechselraten der gesamten Objekte (nicht nur der Zuluft Räume) im einregulierten Zustand zwischen $0,27 \text{ h}^{-1}$ und $1,42 \text{ h}^{-1}$ liegen. Der Mittelwert incl. der einigen offensichtlich überhöhten Einzelwerte liegt bei $0,55 \text{ h}^{-1}$. Ohne Einbeziehung der "Ausreißer" liegen die einregulierten Luftwechselraten bei den EFH bei knapp $0,40 \text{ h}^{-1}$ und bei den MFH bei etwa $0,55 \text{ h}^{-1}$. Die Ausreißer sind dabei durchweg nur solche Objekte, in denen eine zufriedenstellende Einregulierung nicht möglich war. So erreichen die beiden Objekte mit den niedrigsten Luftwechselraten ($0,27$ und $0,28 \text{ h}^{-1}$) weder ihre SOLL- Zuluft- noch die SOLL- Abluftsummen und die Objekte mit Luftwechselraten von über $0,70 \text{ h}^{-1}$ haben absolut zu hohe Luftdurchsätze.

Die mittlere Balkenreihe in Abb. 4.1.4 zeigt die Abweichung der IST-Werte von den SOLL-Werten der Luftwechselraten im einregulierten Betriebszustand. Von 35 Anlagen, für die diese Werte berechenbar waren, bewirken 20 (57 %) im einregulierten Zustand in etwa die individuelle SOLL-Luftwechselrate.

44 Die prozentual geringere positive Menge als bei der Messung "wie einreguliert" ergibt sich aus der größeren Gesamtheit der hier erfaßten Anlagen. Absolut war die Menge der positiven Anlagen bei "einreguliert" größer als bei "wie vorgefunden", jedoch waren innerhalb der größeren Gesamtheit noch deutlich mehr Anlagen nicht positiv.

45 Evtl. gab es solche Anlagen aber in den nicht vollständig vermeßbaren Objekten.

46 Siehe spätere Abb. 4.1.5 nebst Erläuterung

47 Zu Sturmbremsen vgl. Kap. 3.3.2

48 Zu "Gesamtdurchströmung" siehe am Anfang von Kap. 4.1

49 Das innere Luftvolumen wurde raumweise an den Innenoberflächen aufgemessen und objektweise aufsummiert.

50 Zur Berechnung der SOLL-Vorgaben anhand des Innenvolumens und der Personenbelegung vgl. Kap. 2.2.

Elf Anlagen (31 %) bewirken eine überhöhte Luftdurchströmung. Vier Anlagen bewirken eine zu geringe Luftwechselrate, wobei die LWR bei zwei Anlagen den SOLL-Wert um 40-48 % unterschreitet.

Die untere Balkenreihe in Abb. 4.1.4 zeigt die sich bei maximaler Leistung der Lüftungsanlagen einstellenden Luftwechselraten. Diese wurden berechnet, um zu überprüfen, inwieweit die Anlagen der Auslegungsanforderung genügen, einen 0,8-fachen Luftwechsel pro Stunde zu erbringen, wie er in den Grundstückskaufverträgen der meisten untersuchten Objekte zivilrechtlich vorgegeben war⁵¹. Insgesamt bringen nur sieben der 31 hierzu vermessenen Anlagen (23 %) bei maximaler Leistung eine Luftwechselrate von $0,8 \text{ h}^{-1}$ oder höher zustande. Weitere zwölf Anlagen (39 %) erreichen bei max. Leistung immerhin Luftwechselraten von $0,6$ bis $0,8 \text{ h}^{-1}$. Sieben Anlagen (23 %) erreichen bei maximaler Leistung dagegen nur Luftwechselraten von $0,4$ bis $0,6 \text{ h}^{-1}$ und fünf Anlagen (16 %) von unter $0,4 \text{ h}^{-1}$.

Wie aus dem Vergleich der maximalen Luftwechselraten mit den einregulierten Abluftsummen der gleichen Objekte aus Abb. 4.1.2. erkennbar ist, wird in mehreren Objekten mit nur geringen "maximalen Luftwechselraten" die SOLL-Abluftsumme trotzdem erreicht oder überschritten. Dies zeigt deutlich, daß eine pauschale Vorgabe von reinen SOLL-Luftwechselraten leicht zu Fehlschlüssen führen kann. Je nach Raumvolumina und tatsächlicher Personenbelegungsdichte⁵² können sich im Einzelfall deutlich unterschiedliche Höhen der SOLL-Luftwechselrate ergeben, weswegen die Anwendung des ebök/EXPO/PHPP- Berechnungsverfahrens⁵³ zu den sichersten Planungswerten führt.

Die Vielfalt der untersuchten Objekte, die von 1-Zimmer-Wohnungen bis zu großzügigen Einfamilienhäusern reicht und die Bandbreite der ermittelten Werte erlaubt allerdings den Schluß, daß die seinerzeitige Vorgabe des "Detmolder NEH- Standards" für die Auslegung von Lüftungsanlagen sachlich angemessen war. Sie forderte von der Lüftungsanlage eine Regelbandbreite von 0,3- bis 0,8-fachem Luftwechsel. Anlagen, die diese Anforderung erfüllen, hätten in allen hier untersuchten Einsatzfällen eine befriedigende Lüftung erbringen können und hätten dabei vielfach sogar noch erhebliche Leistungsreserven gehabt, die für eine Nutzung der Objekte mit mehr Personen als zum Untersuchungszeitpunkt noch ausgereicht hätte. Eine Auslegung von Wohnungslüftungsanlagen nur auf maximal 0,5-fachen Luftwechsel hätte dagegen in vielen der untersuchten Objekte zu einer Unterschreitung der SOLL-Zuluftsumme oder SOLL-Abluftsumme geführt.

Die in vorigen Abb. 4.1.2 und 4.1.3. erkennbaren Differenzen zwischen den durch die Lüftungsanlage über die Zuluftventile eingesaugten oder eingeblasenen Zuluftsummen und den über die Abluftventile abgesaugten Abluftsummen verweisen unmittelbar auf das Maß der Luftdichtheit der jeweiligen Objekte. Eine Volumendifferenz zwischen Abluft und Zuluft kann, relativiert lediglich durch die Meßungenauigkeit, nur durch Undichtheiten ein- oder ausströmen. Abb.4.1.5. zeigt in den beiden oberen Balkenreihen die Anteile der über Gebäudeleckagen eingesaugten Zuluft und der über Zuluftventile eingesaugten Zuluft an der gesamten Zuluft bei "einreguliertem" Betriebszustand (oberste Balkenreihe) und bei "maximaler" Leistung (mittlere Balkenreihe). Die "gesamte Zuluft", die in Wirklichkeit die Summe der gemessenen "Zuluftsumme" und der nicht meßbaren Zuluft einströmungen über Gebäudeundichtheiten ist, ist dabei vereinfacht mit der Abluftsumme gleichgesetzt⁵⁴ und als diese in die Rechnung einbezogen.

Im Betriebszustand "einreguliert" (oberste Balkenreihe) liegt die Höhe der über Gebäudeundichtheiten nachströmenden Zuluftanteile bei den Gebäuden mit Abluftanlage zwischen 27 und 81 Prozent. Bei den Gebäuden mit Zu- Abluftanlage und Wärmerückgewinnung (Nr. 3, 7, 9.1, 9.2 und 12) liegt sie dagegen nur zwischen 0 und 18 Prozent. Im Betriebszustand "maximal" (mittlere Balkenreihe) liegt die Zuluft über Gebäudeleckagen bei den Abluftanlagen bei 34-79 Prozent, bei den WRG-Anlagen bei 3 - 19 Prozent.

In der dritten Balkenreihe ist für diejenigen Objekte, von denen solche Daten vorlagen oder neu erhoben wurden, die Luftdichtheit der Gebäudehülle als $n_{(50)}$ - Wert⁵⁵ dargestellt. Die dieser Balkenreihe zugrundeliegenden Luftdichtheitsmessungen sind allerdings untereinander nicht ganz kompatibel, da sie zum Teil aus dem Jahr der Baufertigstellung (1995-98) stammen, zum anderen Teil im Jahr 1999

51 Zu den verschiedenen SOLL-Vorgaben vgl. Kap. 2.2

52 Die Objektgrößen und einbezogene Personenbelegungen sind in Kap.3.1. dargelegt

53 zu "ebök/EXPO-PHPP" vgl. Kap. 2.2

54 Zum evtl. Meßfehler durch Leckagen in den Abluft- oder Fortluftleitungen siehe Kap. 2.1.2.

55 Der $n_{(50)}$ - Wert benennt die Luftwechselrate pro Stunde durch Gebäudeundichtheiten bei einem künstlichen Differenzdruck zwischen innen und außen von 50 Pascal. Zu Zielwerten und Meßmethodik vgl. DIN 4108/7 und ISO 9972.

oder 2000 neu gemessen wurden. Mögliche zwischenzeitliche Veränderungen der Gebäudedichtheit sind nicht berücksichtigt.

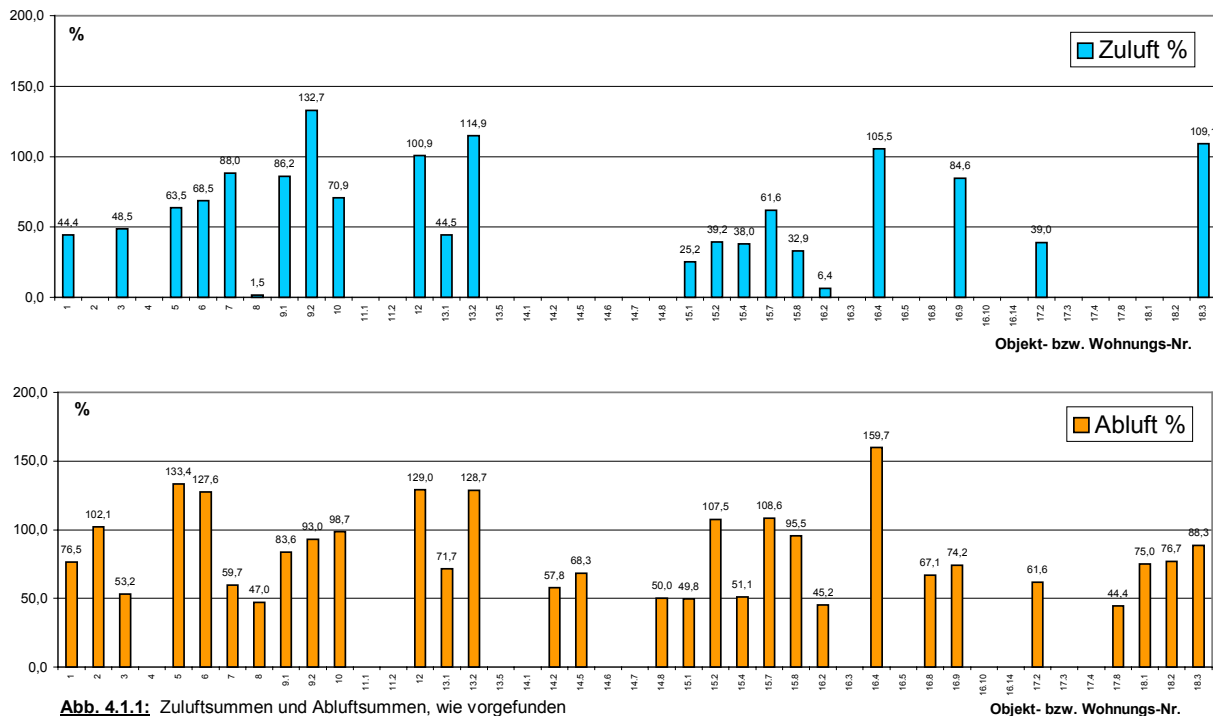
4.1.5 Gebäudeundichtheit und Luftdichte- Meßergebnisse

Die Daten in Abb. 4.1.5 zeigen, daß hohe Zuluftströme über Gebäudeleckagen wesentlich stärker bei Gebäuden mit Abluftanlagen wegen des hier systembedingten permanenten Unterdrucks in allen Räumen vorkommen, als in Gebäuden mit Zu- Abluftanlagen, deren Räume teilweise mit Über- und teilweise mit Unterdruck beaufschlagt sind. Die Höhe der Zuluftanteile über Leckagen korrespondiert allerdings, bis auf einen ganz eindeutigen Fall (Nr.12) und einen noch relativ eindeutigen Fall (Nr.7) nicht erkennbar, mit den Luftdichtheits- Meßwerten. Nur bei Nr.12 ist die Luftdichtheit des Gebäudes so hoch ($n_{(50)} = 0,06 \text{ h}^{-1}$), daß Leckageluftströme praktisch gar nicht möglich sind und bei Nr.7 ist sie immerhin relativ hoch und entspricht sogar knapp neueren Norm- Vorgaben⁵⁶.

Die Divergenz zwischen Leckageluftströmen und Luftundichtheiten hat neben der möglichen Inkompatibilität der verschiedenen LDM- Meßwerte untereinander vermutlich auch zwei andere Gründe:

- Bei der hohen künstlichen Druckdifferenz von Luftdichtheitsmessungen dürfte der Einfluß des thermischen Auftriebs im Haus vernachlässigbar gering sein. Bei Luftströmungsmessungen während des Betriebs von Abluftanlagen herrscht dagegen nur ein schwacher Unterdruck im Haus. Dabei dürften die thermischen Auftriebskräfte einen deutlich stärkeren Einfluß haben, zumal die Lüftungsmessungen alle bei +2°C bis +7°C Außentemperatur, die Luftdichtheitsmessungen dagegen auch bei warmem Wetter durchgeführt wurden.
- Bei den Luftdichtheitsmessungen war das Meßgebläse häufig in der Haus- bzw. Wohnungstür eingebaut, wodurch deren eigene Leckagen nicht erfaßt werden konnte. Über deren Spalte strömten aber bei den Lüftungsmessungen häufig spürbare hohe Leckageluftströme ins Objekt.

Ungeachtet dieser methodischen Probleme ist die Höhe der über Leckagen nachströmenden Zuluftmengen jedenfalls erschreckend und gibt Anlaß, darüber nachzudenken, ob nicht die rechtlichen An-



forderungen an die Luftdichtheit von Gebäuden mit Lüftungsanlagen noch weiter zu erhöhen sind⁵⁷.

56 Das Haus wurde 1996 errichtet. Erst seit 1998 verlangt die DIN 4108/7 für Gebäude mit Lüftungsanlagen Grenzwerte.
57 Vgl. hierzu auch Kap. 5

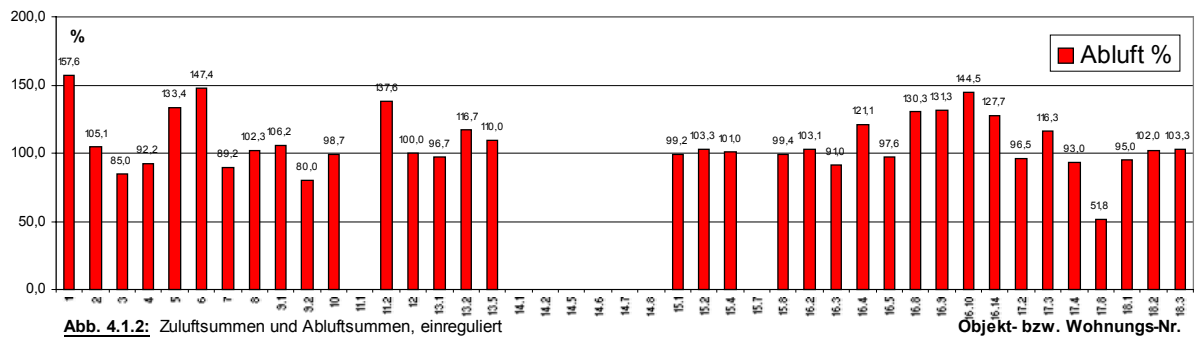
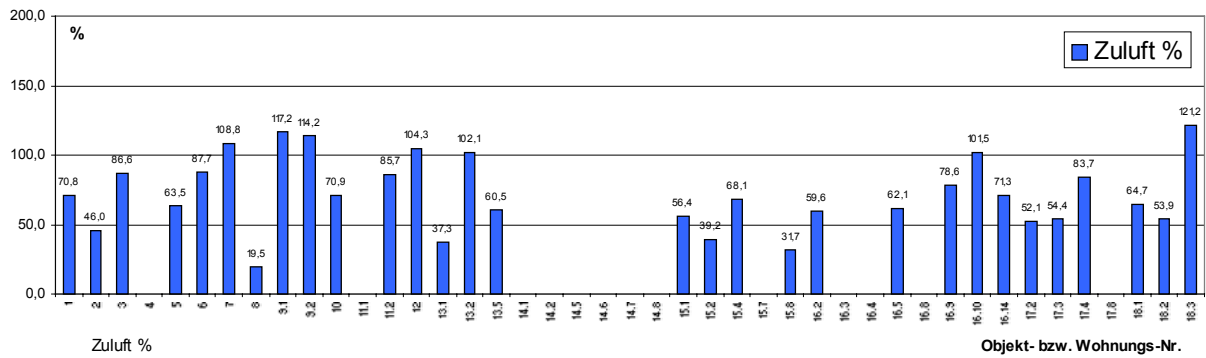


Abb. 4.1.2: Zuluftsummen und Abluftsummen, einreguliert

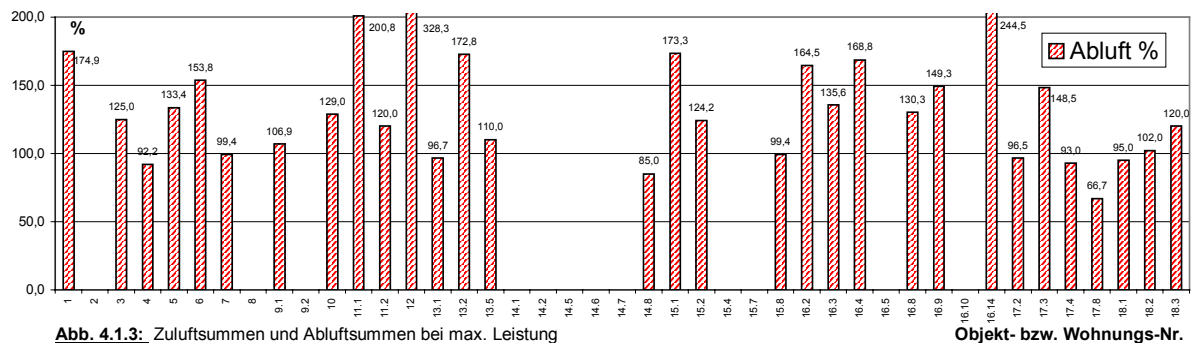
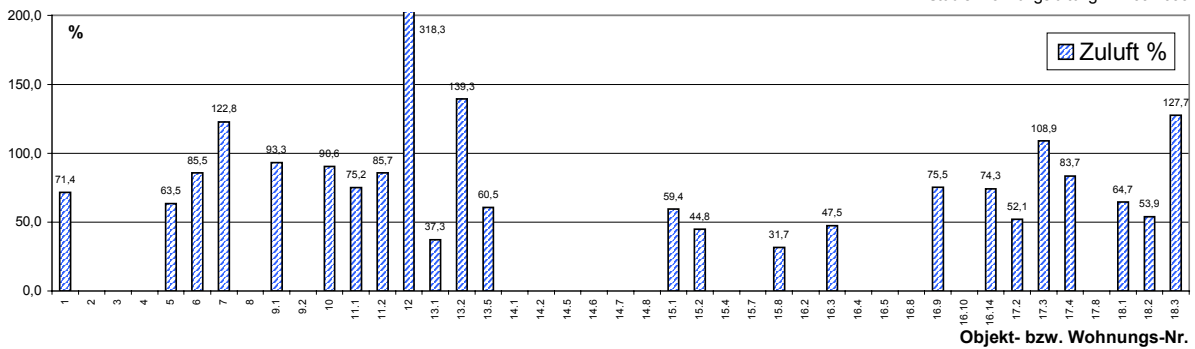


Abb. 4.1.3: Zuluftsummen und Abluftsummen bei max. Leistung

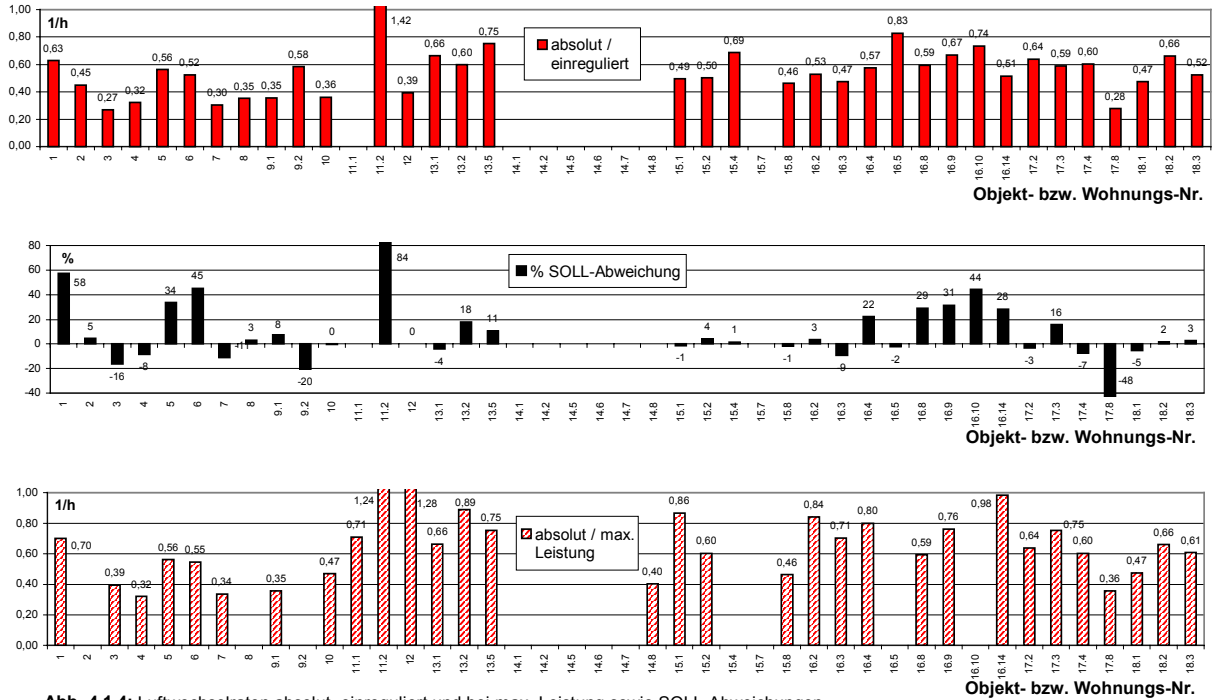


Abb. 4.1.4: Luftwechselraten absolut, einreguliert und bei max. Leistung sowie SOLL-Abweichungen

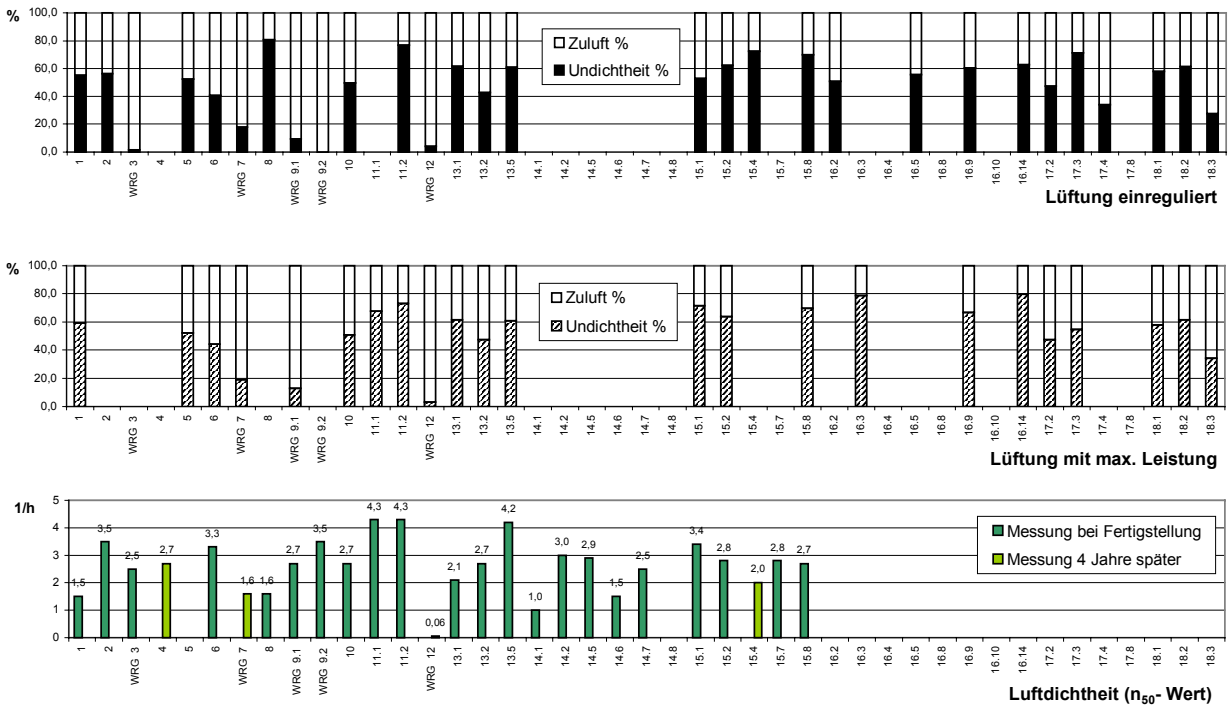


Abb. 4.1.5: Zuluftanteil über Gebäudeundichtheiten im Tagbetrieb und gemessene Luftdichtheit

4.2. Luftdurchströmung der einzelnen Räume

Die von der Lüftungsanlage bewirkte Durchströmung der einzelnen Zuluft- und Ablufträume⁵⁸ der untersuchten Gebäude⁵⁹ bzw. Wohnungen wurden mit Flügelradanemometern und Meßtrichtern oder anderen Luftstromsammlern⁶⁰ an den Zu- oder Abluftventilen in jedem einzelnen Raum gemessen.

Diese Messungen waren nur in solchen Räumen möglich, in denen die Ventile für die Meßgeräte direkt zugänglich waren oder die Luftströme anderweitig über Luftstromsammelr und ohne zusätzliche Strömungswiderstände dem Meßgerät zugeführt werden konnten. Waren Zu- oder Abluftventile in einzelnen Räumen so plaziert oder konstruiert, daß ihre Durchströmung mit den eingesetzten Meßgeräten nicht meßbar war, fehlen bei diesen Objekten in den folgenden raumweisen Diagrammen die Wertebalken.

Die raumweisen Luftdurchströmungen wurden in fünf unterschiedlichen Betriebszuständen gemessen: "wie vorgefunden / Tagbetrieb", "wie vorgefunden / Nachtbetrieb", "einreguliert / Tagbetrieb", "einreguliert / Nachtbetrieb" sowie "maximale Leistung / Tagbetrieb"⁶¹. Der Betriebszustand "wie vorgefunden" wurde dabei nur bei Objekten ermittelt, deren Lüftungsanlage dauernd genutzt wurde. In Objekten, in denen die Lüftungsanlage gar nicht oder nur gelegentlich genutzt wurde und daher seitens der Nutzer keine Normaleinstellung mitgeteilt werden konnte, wurde er nur teilweise erhoben.

Unterschiedliche Messungen für Tag- und Nachtbetrieb wurden nur in Zuluft Räumen vorgenommen, da bei diesen die Personenbelegung tags und nachts meist anders ist. Sie wurden nicht in den Abluft Räumen vorgenommen, da hier tags und nachts gleiche Anforderungen bestehen.

Zuluftmessungen im Betriebszustand "wie vorgefunden" wurden nur dann für Tag- und Nachtbetrieb getrennt durchgeführt, wenn die Nutzer die Anlagen bisher tatsächlich tags und nachts unterschiedlich einstellten. Liefen die Anlagen dagegen ständig in gleicher Einstellung, wurde nur eine "wie vorgefunden"- Messung vorgenommen, die dann einerseits den Tag- SOLL- und andererseits den Nacht-SOLL- Anforderungen gegenübergestellt wurde. Bei einzelnen Anlagen, die nur tags, aber wegen ihrer Geräusche niemals nachts betrieben wurden, gibt es IST- Werte "wie vorgefunden" nur vom Tagbetrieb.

Zuluftmessungen im Betriebszustand "einreguliert" wurden nur in Objekten, die über zugängliche und wirksame Stellglieder für einen unterschiedlichen Tag- und Nachtbetrieb verfügten, mit den dafür jeweils bestmöglichen Einstellungen separat durchgeführt. Waren dagegen die vorhandenen Stellglieder unzugänglich oder wirkungslos oder war erkennbar, daß sie aus anderen Gründen nicht verstellt würden, wurden die Anlagen auf Dauerbetriebszustände einreguliert, der sowohl den Tag- als auch den Nachtanforderungen möglichst weitgehend genügen. Deren IST-Werte sind in der Ergebnisdarstellung den unterschiedlichen Tag- und Nacht-SOLL- Werten ebenfalls separat gegenübergestellt.

Die Größe der untersuchten Objekte reicht von Einzimmerwohnungen bis zu großzügigen Einfamilienhäusern. Die Anzahl, Nutzung und tatsächliche Personenbelegung der einzelnen Räume ist daher größten- und nutzungsbedingt sehr unterschiedlich⁶². Bei der empirischen Messung wurde die absolute Luftdurchströmung aller meßfähigen Räume in allen Objekten ermittelt. Die kompletten Meßergebnisse sind in den Meßberichten und Datentabellen der einzelnen Objekte in Kapitel 7 dargelegt.

In den folgenden Abbildungen sind die Ergebnisse derjenigen Haupträume dargestellt, die in allen oder zumindest in den meisten untersuchten Objekten vorkommen und insofern untereinander vergleichbar sind. Dies sind zuluftseitig die Räume "Wohnen", "Schlafen", "Kind1" und "Kind2/Büro" sowie abluftseitig die Räume "Küche", "Bad" und "WC". Die Raumart "Kind2/Büro" ist dabei eine künstliche Gruppierung. Sie umfaßt entweder ein echtes zweites Kinderzimmer mit schon vorhandenem oder erst geplantem Kind oder ein Büro mit teilweiser Personenbelegung. Diese Gruppenbildung soll einen Vergleich der ausreichenden Luftversorgung des nach "Wohnen", "Schlafen" und "Kind1" je-

58 Zur Definition "Zu- / Abluftraum" siehe bei "Abkürzungen und Fachbegriffe" ganz am Anfang dieser Studie

59 Mit "Gebäude" sind EFH/ZFH mit zentralen Lüftungsanlage gemeint. MFH wurden in keinem Fall als Gesamtgebäude vermessen, sondern immer wohnungsweise.

60 Zur genauen Meßmethodik siehe Kap. 2.3 und 2.4

61 Zur genauen Definition dieser Meßzustände vgl. Kap.2.4

62 Die tatsächlichen Personenbelegungen tags und nachts sind in Kap.3.1 in Tab. 3.1.2. dargestellt

weils nächst wichtigen Raumes eines Objekts ermöglichen, dessen tatsächliche aktuelle Nutzung aber unterschiedlich sein kann.

Abbildungen 4.2.1 bis 4.2.7 zeigen in Prozent, inwieweit die an den Zuluftventilen der einzelnen Zuluft-räume gemessenen Zuluftmengen in den verschiedenen Betriebszuständen den jeweiligen SOLL-Vorgaben entsprechen.⁶³.

4.2.1 Meßergebnisse Zulufttraum „Wohnzimmer“

Abb.4.2.1. zeigt die gemessene Zuluftmenge der Wohnzimmer im Tagbetrieb "wie vorgefunden" (obere Balkenreihe) bzw. „einreguliert“ (untere Balkenreihe). Alle 43 untersuchten Objekte hatten Wohnzimmer. Davon konnte ein Tagbetrieb in 23 Objekten "wie vorgefunden" und in 33 Objekten "einreguliert" vermessen werden.

Aus der oberen Balkenreihe von Ab. 4.2.1. ist erkennbar, daß im vorgefundenen Zustand nur 3 der 23 Lüftungsanlagen (13 %) in etwa die gewünschte Zuluftmenge über die Zuluftventile in den Wohnraum einbrachten⁶⁴. Eine Anlagen (4 %) förderte mit 121 Prozent zuviel Zuluft, sechs Anlagen (26 %) förderten nur zwischen 50 und 85 Prozent und 13 Anlagen (57 %) förderten weniger als 50 Prozent der SOLL-Zuluftmenge über die Zuluftventile in den Wohnraum. Insgesamt förderten also nur 17 Prozent der diesbezüglich vermeßbaren 23 von insgesamt 43 Anlagen genug oder zuviel Zuluft über die Zuluftventile in den Wohnraum. 83 Prozent der vermeßbaren Anlagen förderten dagegen im vorgefundenen Zustand zuwenig Zuluft über die Zuluftventile in den Wohnraum.

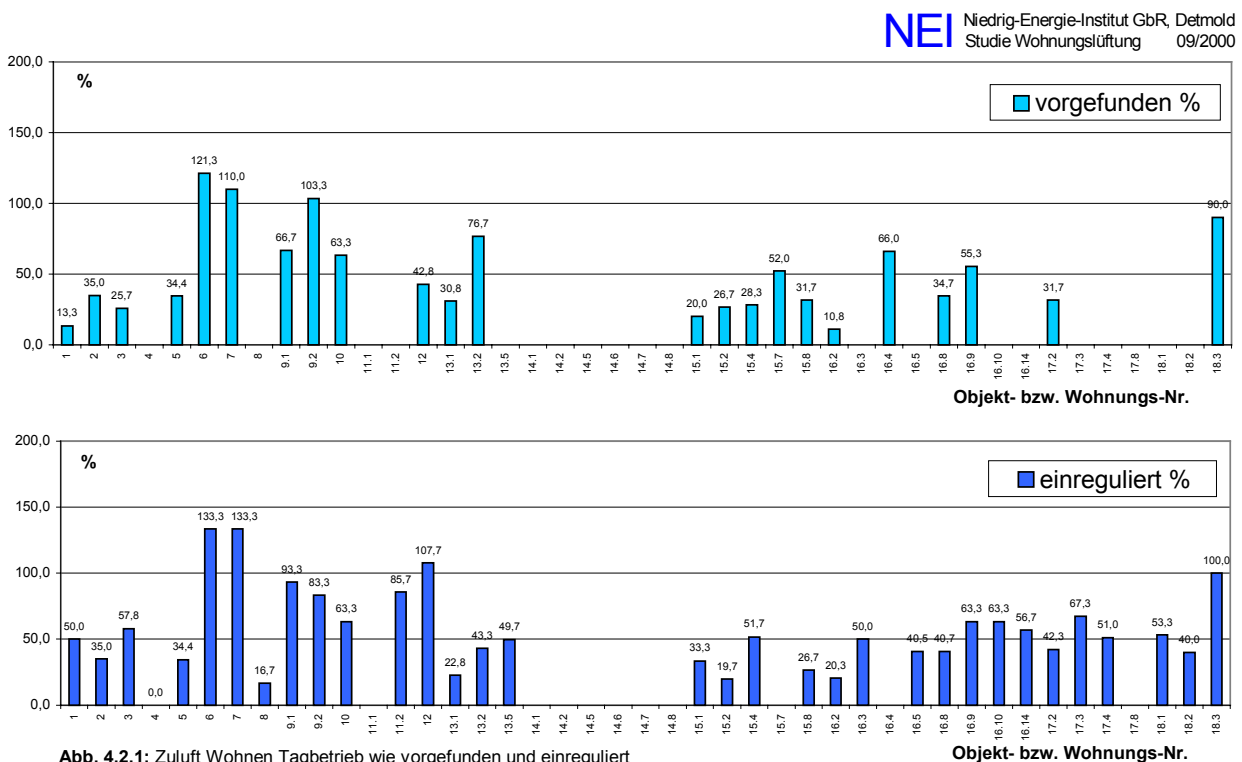


Abb. 4.2.1: Zuluft Wohnen Tagbetrieb wie vorgefunden und einreguliert

Aus der unteren Balkenreihe von Abb. 4.2.1. ist erkennbar, daß im auf Tagbetrieb einregulierten Zustand vier der diesbezüglich vermeßbaren 33 Lüftungsanlagen (12 %) in etwa die gewünschte Zuluftmenge über die Zuluftventile in den Wohnraum herein transportierten. Zwei Anlagen (6 %) förderten mit jeweils 133 Prozent zuviel Zuluft, zwölf Anlagen (36 %) förderten nur zwischen 50 und 85 Prozent und 15 Anlagen (46 %) weniger als 50 Prozent der SOLL-Zuluftmenge über die Zuluftventile in den Wohnraum. Insgesamt gelangte also im auf Tagbetrieb eingeregelteten Zustand nur bei 18 Prozent der Anlagen genug oder zuviel Zuluft über die Zuluftventile in den Wohnraum, bei 82 Prozent der Anlagen dagegen zuwenig. Betrachtet man dabei nur die 5 Objekte mit WRG-Anlagen, so liegen diese überwiegend deutlich näher an ihren SOLL-Werten. Drei WRG- Anlagen (60%) fördern in etwa die richtige

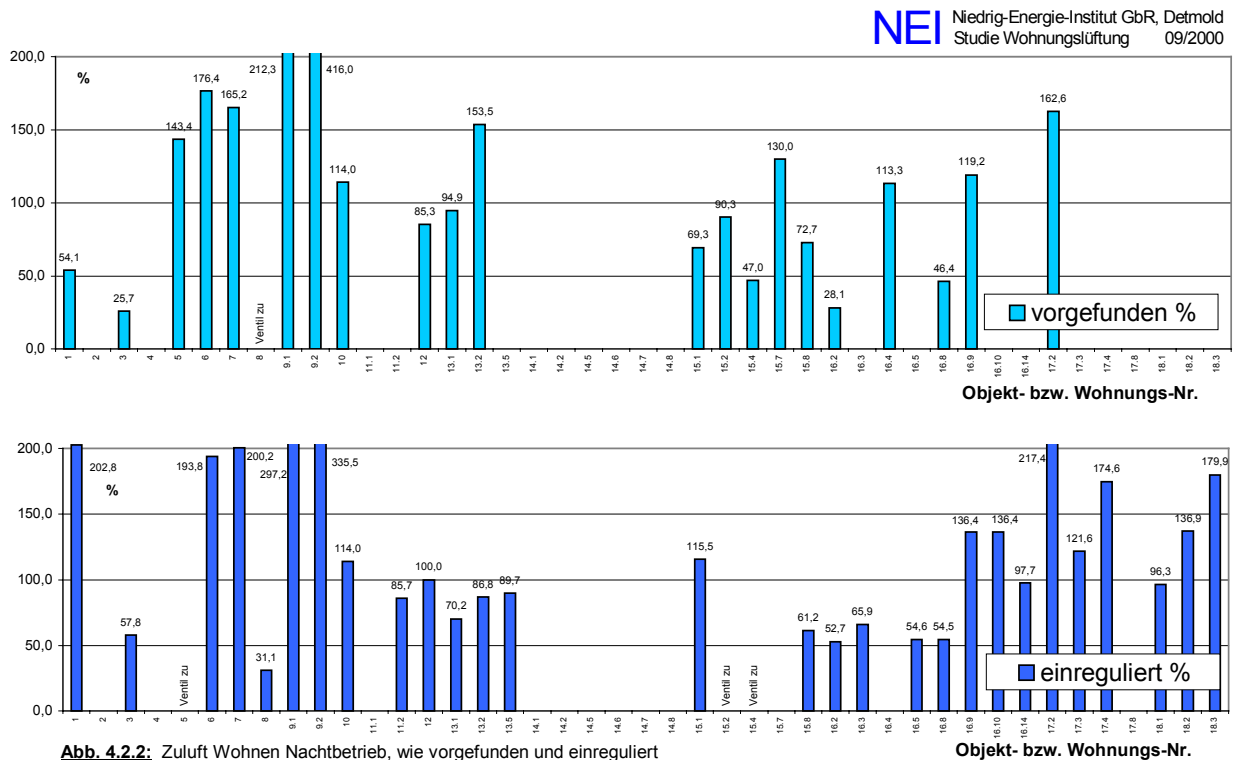
63 Zur Berechnung der SOLL-Vorgaben anhand des Innenvolumens und der Personenbelegung vgl. Kap. 2.2.

64 Zum "in-etwa- Korridor" von ± 15 % siehe Erläuterung zu Abb. 4.1.1

oder eine zu hohe Zuluftmenge, zwei Anlagen nur knapp zu wenig. Bei den 28 Objekten mit reinen Abluftanlagen erhält das Wohnzimmer tags dagegen nur bei 3 Objekten (11 %) genug oder zuviel Zuluft, dagegen bei 24 Objekten (89 %) zuwenig. In einer Wohnung mit Abluftanlage wurde ein tatsächlicher 0,0-Wert gemessen, d.h. es fand gar keine Zuluftzuströmung durch das Ventil statt.

Abb.4.2.2. zeigt die gemessene Zuluftmenge der Wohnzimmer im Nachtbetrieb "wie vorgefunden" (obere Balkenreihe) bzw. einreguliert (untere Balkenreihe). Von insgesamt 43 Objekten mit Wohnzimmern konnte ein Nachtbetrieb in 22 Objekten "wie vorgefunden" und in 31 Objekten "einreguliert" vermessen werden.

Aus der oberen Balkenreihe von Abb. 4.2.2. ist erkennbar, daß im vorgefundenen Zustand nur 5 der 22 Lüftungsanlagen (23 %) in etwa die nachts gewünschte Zuluftmenge über die Zuluftventile in die Wohnräume einbrachten. 9 Anlagen (40 %) förderten nachts zuviel Zuluft in den Wohnraum, drei Anlagen (14 %) nur zwischen 50 und 85 Prozent und 5 Anlagen (23 %) mit geschlossenem Ventil oder unter 50 Prozent der SOLL- Menge. Insgesamt förderten also 63 Prozent der diesbezüglich meßbaren Anlagen nachts im vorgefundenen Zustand genug oder zuviel Zuluft über die Zuluftventile in den Wohnraum; 37 Prozent der Anlagen dagegen zuwenig.

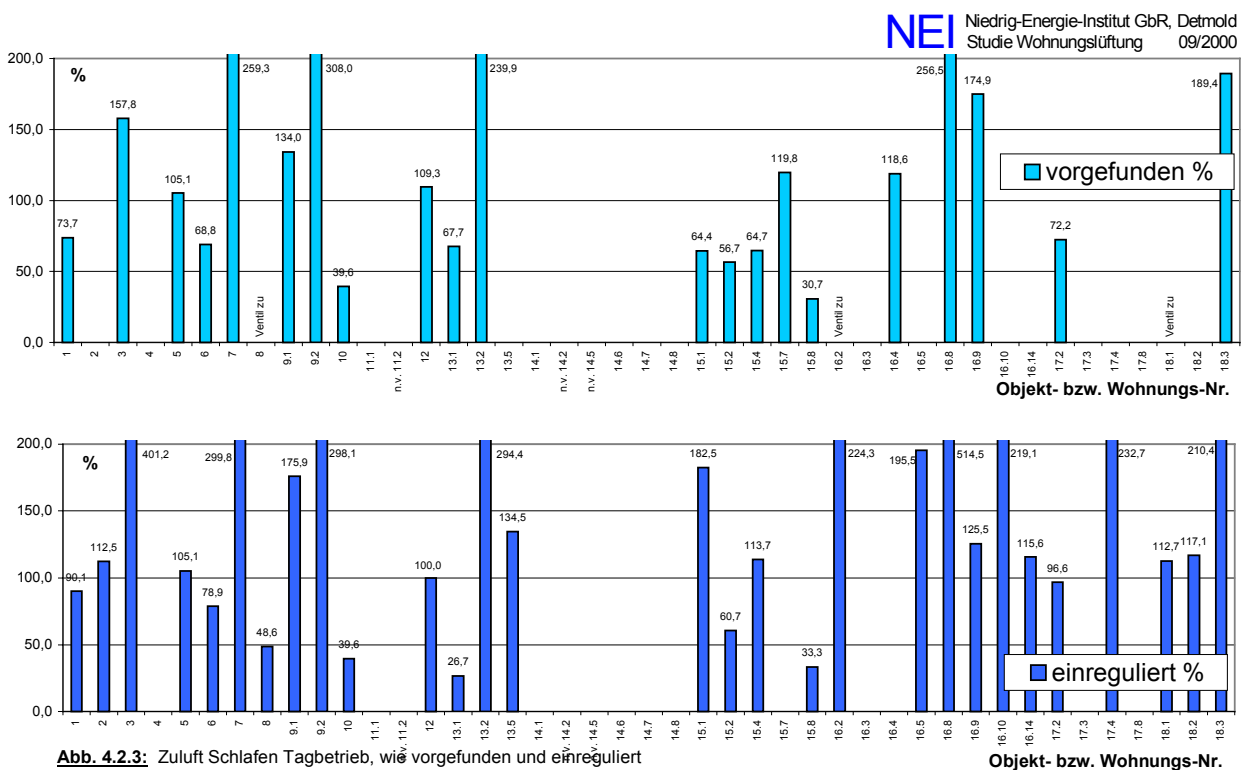


Aus der unteren Balkenreihe von Abb.4.2.2. ist erkennbar, daß im einregulierten Betrieb sieben der 31 Lüftungsanlagen (23 %) nachts in etwa die gewünschte Zuluftmenge über die Zuluftventile in den Wohnraum förderten. 13 Anlagen (41 %) förderten nachts zuviel Zuluft, 7 Anlagen (23 %) förderten nachts nur zwischen 50 und 85 Prozent und 4 Anlage (13 %) mit geschlossenem Ventil oder weniger als 50 Prozent der SOLL- Menge. Insgesamt gelangte im eingeregelteten Zustand bei 64 Prozent der diesbezüglich meßfähigen Anlagen nachts genug oder zuviel Zuluft über die Zuluftventile in das Wohnzimmer; bei 36 Prozent der Anlagen dagegen zuwenig.

4.2.2 Meßergebnisse Zuluft Raum „Schlafzimmer“

Abb.4.2.3. zeigt die gemessene Zuluftmenge der Schlafzimmer im Tagbetrieb "wie vorgefunden" (obere Balkenreihe) bzw. einreguliert (untere Balkenreihe). Von insgesamt 40 Objekten mit Schlafzimmer konnten ein Tagbetrieb in 24 Objekten "wie vorgefunden" und in 29 Objekten "einreguliert" vermessen werden. Da in den meisten der untersuchten Objekte, bis auf vier Wohnungen, sich tags im Schlafzimmer keine Personen aufhalten, ist die SOLL-Zuluftmenge hier stets als 0,3-facher Luftwechsel pro Stunde definiert. In den Wohnungen mit Personenanforderungen leben z.B. Kleinkinder, die tagsüber in diesem Raum schlafen.

Aus der oberen Balkenreihe von Abb. 4.2.3. ist erkennbar, daß im vorgefundenen Zustand nur zwei der 24 Lüftungsanlagen (8 %) in etwa die tags gewünschte Zuluftmenge über die Zuluftventile in den Schlafrum einbrachte. Zehn Anlagen (42 %) förderten tags zuviel Zuluft in die Schlafräume, sieben Anlagen (29 %) nur zwischen 50 und 85 Prozent und 5 Anlagen (21 %) mit geschlossenem Ventil oder weniger als 50 Prozent der SOLL- Menge. Insgesamt förderten also die Hälfte (50 %) der diesbezüglich meßbaren Anlagen tags im vorgefundenen Zustand genug oder zuviel Zuluft über die Zuluftventile in den Schlafrum; die andere Hälfte (50 %) der Anlagen dagegen zuwenig.



Aus der unteren Balkenreihe von Abb.4.2.3. ist erkennbar, daß im einregulierten Betrieb sieben der 29 Lüftungsanlagen (24 %) tags in etwa die gewünschte Zuluftmenge über die Zuluftventile in den Schlafrum förderten. 16 Anlagen (55 %) förderten tags zuviel Zuluft, zwei Anlagen (7 %) förderten tags nur zwischen 50 und 85 Prozent und vier Anlagen (14 %) weniger als 50 Prozent der SOLL- Menge. Insgesamt gelangte im eingeregelmten Zustand bei 80 Prozent der diesbezüglich meßfähigen Anlagen, tags genug oder zuviel Zuluft über die Zuluftventile in das Schlafzimmer; bei 20 Prozent der Anlagen dagegen zuwenig.

Abb.4.2.4. zeigt die gemessene Zuluftmenge der Schlafzimmer im Nachtbetrieb "wie vorgefunden" (obere Balkenreihe) bzw. einreguliert (untere Balkenreihe). Von insgesamt 40 Objekten mit Schlafzimmer konnten ein Nachtbetrieb in 23 Objekten "wie vorgefunden" und in 28 Objekten "einreguliert" vermessen werden. Die dabei zugrundeliegende SOLL-Zuluftmenge ergibt sich aus der jeweiligen nächtlichen Personenbelegung, die bei den untersuchten Objekten zwischen einer und drei Personen liegt und damit stets höher als die SOLL-Zuluftmenge tagsüber.

Aus der oberen Balkenreihe von Abb. 4.2.4. ist erkennbar, daß im vorgefundenen Zustand keine einzige der 23 Lüftungsanlagen (0 %) nachts in etwa die richtige oder eine höhere Zuluftmenge über die Zuluftventile in die Schlafräume einbrachte. Vielmehr förderten fünf Anlagen (22 %) nachts nur zwischen 50 und 85 Prozent und 18 Anlagen (78 %) mit geschlossenem Ventil oder weniger als 50 Prozent der SOLL-Zuluftmenge in die Schlafzimmer. Alle diesbezüglich meßbaren Anlagen förderten also nachts im vorgefundenen Zustand zuwenig Zuluft über die Zuluftventile in den Schlafraum.

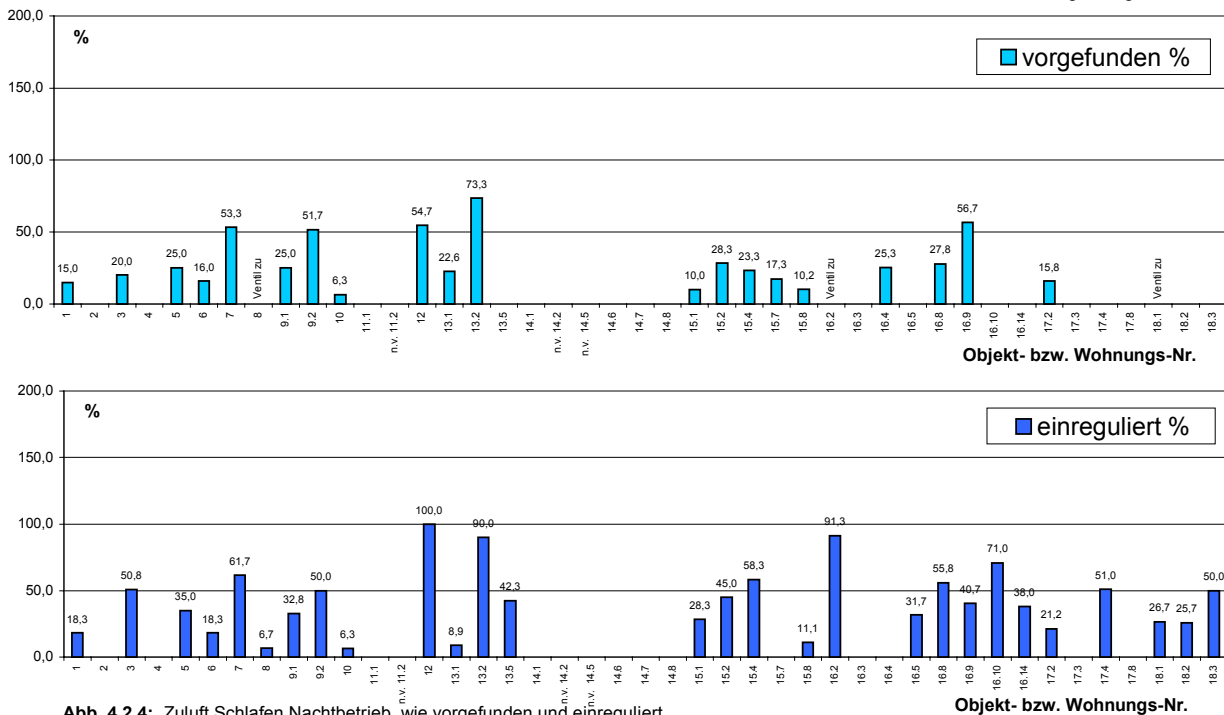


Abb. 4.2.4: Zuluft Schlafen Nachtbetrieb, wie vorgefunden und einreguliert

Aus der unteren Balkenreihe von Abb.4.2.4. ist erkennbar, daß im einregulierten Betrieb drei der 28 Lüftungsanlagen (11 %) nachts in etwa die gewünschte Zuluftmenge über die Zuluftventile in den Schlafraum förderte. Keine Anlage (0 %) förderte nachts zuviel Zuluft, acht Anlagen (29 %) förderten nachts nur zwischen 50 und 85 Prozent und 17 Anlagen (61 %) weniger als 50 Prozent der SOLL-Menge. Insgesamt gelangte im eingeregelmten Zustand nur bei 11 Prozent der diesbezüglich meßfähigen Anlagen nachts genug oder zuviel Zuluft über die Zuluftventile in das Schlafzimmer; bei 89 Prozent der Anlagen dagegen zuwenig.

4.2.3 Meßergebnisse Zuluft Raum „Kind 1“

Abb.4.2.5. zeigt die gemessene Zuluftmenge im Kind1-Zimmer⁶⁵ im Tagbetrieb "wie vorgefunden" (obere Balkenreihe) bzw. einreguliert (untere Balkenreihe). Von insgesamt 23 Objekten mit Kind1-Zimmer konnte in 17 Objekten ein Tagbetrieb "wie vorgefunden" und "einreguliert" vermessen werden.

Aus der oberen Balkenreihe von Abb. 4.2.5. ist erkennbar, daß im vorgefundenen Zustand jeweils zwei der 17 Lüftungsanlagen (je 12 %) tags in etwa die richtige oder eine höhere Zuluftmenge über die Zuluftventile in das Kind1-Zimmer einbrachte. Drei Anlagen (18 %) förderten tags nur zwischen 50 und 85 Prozent und zehn Anlagen (58 %) förderten tags weniger als 50 Prozent der SOLL-Menge bzw. das Ventil war verschlossen. Insgesamt förderten also nur 24 Prozent der diesbezüglich meßbaren Anlagen tags im vorgefundenen Zustand genug oder zuviel Zuluft über die Zuluftventile in die Kind-1-Zimmer, 76 Prozent der Anlagen dagegen zu wenig.

65 Zur Raumart "Kind1" siehe am Anfang von Kapitel 4.2

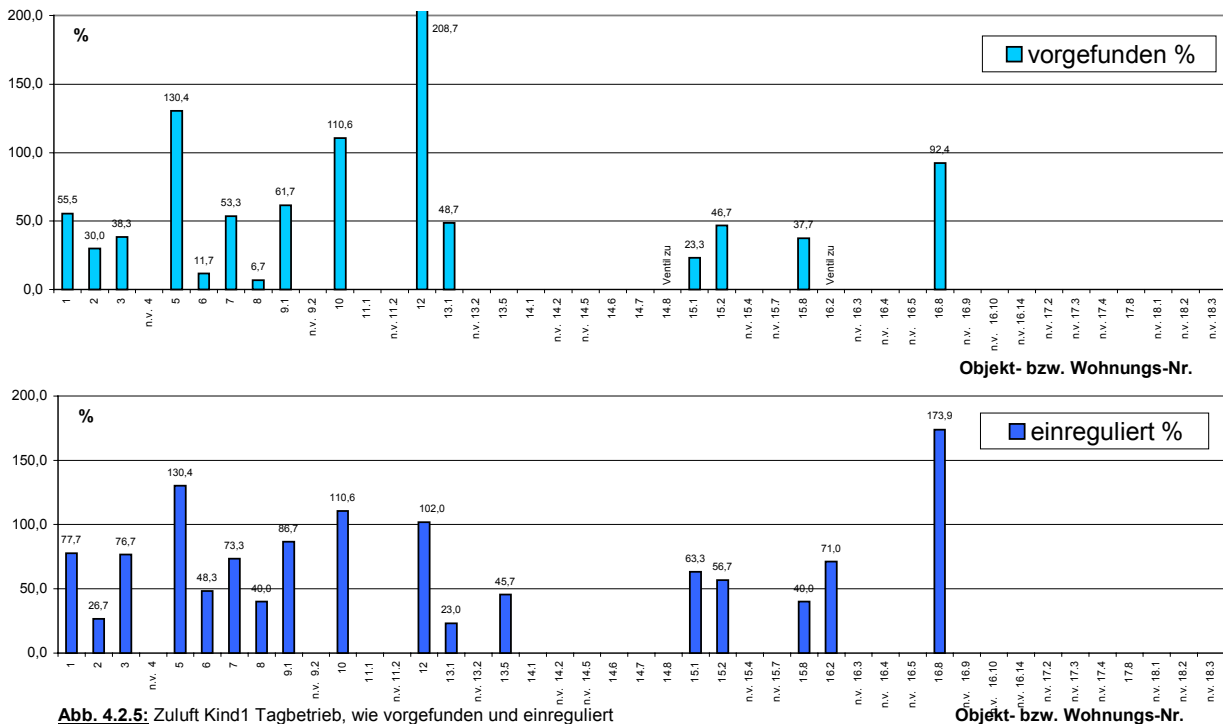


Abb. 4.2.5: Zuluft Kind1 Tagbetrieb, wie vorgefunden und einreguliert

Aus der unteren Balkenreihe von Abb.4.2.5. ist erkennbar, daß im einregulierten Betrieb drei der 17 Lüftungsanlagen (18 %) tags in etwa die gewünschte Zuluftmenge über die Zuluftventile in die Kind1-Zimmer förderten. Zwei Anlagen (12 %) förderten tags zuviel Zuluft, sechs Anlagen (35 %) förderten tags nur zwischen 50 und 85 Prozent und ebenfalls 6 Anlagen (35 %) weniger als 50 Prozent der SOLL-Menge. Insgesamt gelangte im eingeregelmten Zustand nur bei 30 Prozent der diesbezüglich meßfähigen Anlagen tags genug oder zuviel Zuluft über die Zuluftventile in das Kind1-Zimmer; bei 70 Prozent der Anlagen dagegen zuwenig.

Abb.4.2.6. zeigt die gemessene Zuluftmenge der Kind1-Zimmer im Nachtbetrieb "wie vorgefunden" (obere Balkenreihe) bzw. einreguliert (untere Balkenreihe). Von insgesamt 23 Objekten mit Kind1-Zimmer konnte ein Nachtbetrieb in 16 Objekten "wie vorgefunden" und "einreguliert" vermessen werden.

Aus der oberen Balkenreihe von Abb. 4.2.6. ist erkennbar, daß im vorgefundenen Zustand nur drei der 16 Lüftungsanlagen (19 %) nachts in etwa die richtige Zuluftmenge über die Zuluftventile in das Kind1-Zimmer einbrachte. Nur eine Anlage (6 %) förderten nachts zuviel Zuluft. Zwei Anlagen (12 %) förderten nachts nur zwischen 50 und 85 Prozent und zehn Anlagen (63 %) weniger als 50 Prozent der SOLL-Menge bzw. waren die Ventile verschlossen. Insgesamt förderten also nur vier (25%) der dies bezüglich meßbaren Anlagen nachts im vorgefundenen Zustand genug oder zuviel Zuluft über die Zuluftventile in die Kind1-Zimmer, 75 Prozent der Anlagen dagegen zuwenig.

Aus der unteren Balkenreihe von Abb.4.2.6. ist erkennbar, daß im einregulierten Betrieb zwei der 16 Lüftungsanlagen (12 %) nachts in etwa die gewünschte Zuluftmenge über die Zuluftventile in den Kind1-Raum förderte. Ebenfalls zwei Anlagen (12 %) förderte nachts zuviel Zuluft, vier Anlagen (25 %) förderten nachts nur zwischen 50 und 85 Prozent und 8 Anlagen (51 %) weniger als 50 Prozent der SOLL-Menge. Insgesamt gelangte im eingeregelmten Zustand nur bei 24 Prozent der diesbezüglich meßfähigen Anlagen nachts genug oder zuviel Zuluft über die Zuluftventile in das Kind1-Zimmer; bei 76 Prozent der Anlagen dagegen zuwenig.

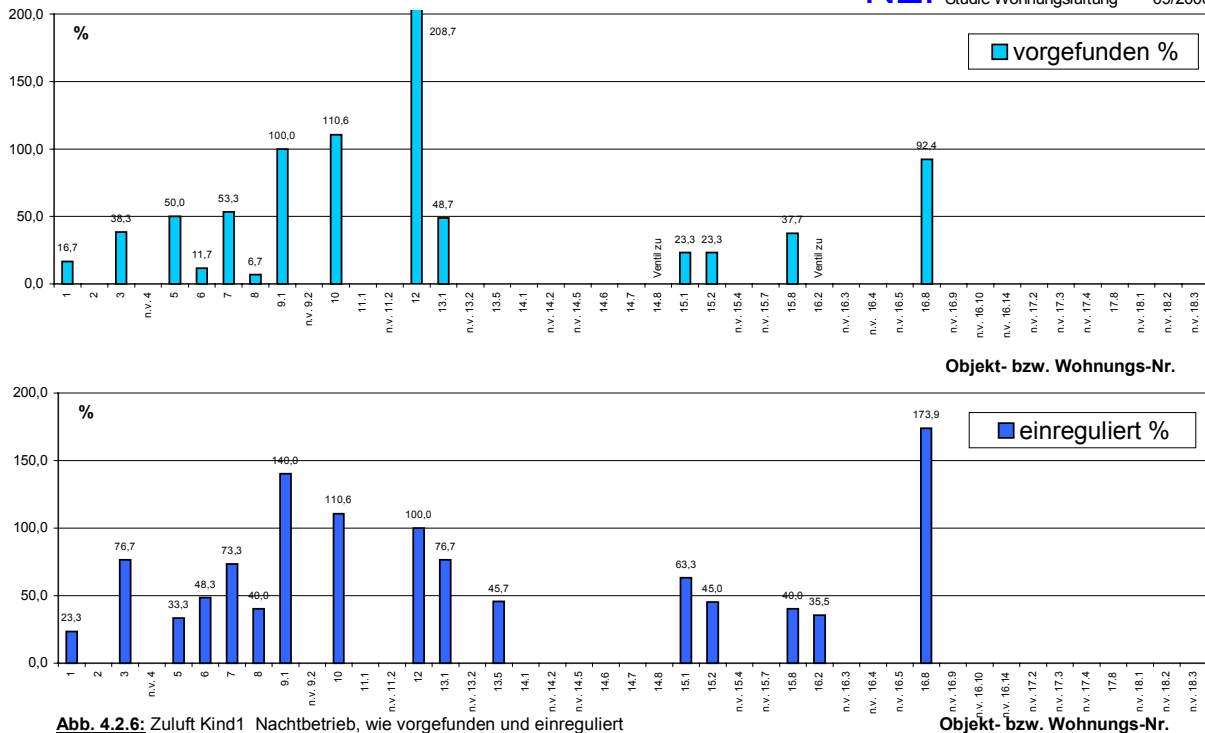


Abb. 4.2.6: Zuluft Kind1 Nachtbetrieb, wie vorgefunden und einreguliert

4.2.4 Meßergebnisse Zuluft Raum „Kind 2 / Büro 1“

Abb.4.2.7 zeigt die gemessene Zuluftmenge des Raumes Kind2/Büro1⁶⁶ im Tagbetrieb "wie vorgefunden" (obere Balkenreihe) bzw. „einreguliert“ (untere Balkenreihe). Nur 17 der 43 untersuchten Objekte hatten ein zweites Kinderzimmer (Kind2) oder einen Büroraum (Büro1). Davon konnte ein Tagbetrieb in 11 Objekten "wie vorgefunden" und in 10 Objekten im Betriebszustand "einreguliert" vermessen werden.

Aus der oberen Balkenreihe von Abb. 4.2.7 ist erkennbar, daß im vorgefundenen Zustand jeweils nur zwei der elf Lüftungsanlagen (je 18 %) in etwa die gewünschte bzw. zuviel Zuluft über die Zuluftventile in den Raum Kind1/Büro förderten. Drei Anlagen (27 %) förderten nur zwischen 50 und 85 Prozent und vier Anlagen (36 %) förderten weniger als 50 Prozent der SOLL-Zuluftmenge über die Zuluftventile in diesen Raum oder das Ventil war verschlossen. Insgesamt förderten also nur 36 Prozent der diesbezüglich vermeßbaren 11 Anlagen genug oder zuviel Zuluft über die Zuluftventile in die Kind2/Büro-Räume. 63 Prozent der vermeßbaren Anlagen förderten im vorgefundenen Zustand zu wenig Zuluft über die Zuluftventile.

In der unteren Balkenreihe von Abb.4.2.7. ist erkennbar, daß im Tagbetrieb im einregulierten Zustand zwei der diesbezüglich vermeßbaren 10 Lüftungsanlagen (20 %) in etwa die gewünschte Zuluftmenge über die Zuluftventile in den Raum Kind2/Büro transportierten. Noch einmal zwei Anlagen (20 %) förderten mit 143 bzw. 147 Prozent zuviel Zuluft. Zwei Anlagen (20 %) förderten nur zwischen 50 und 85 Prozent und vier Anlagen (40 %) weniger als 50 Prozent der SOLL-Zuluftmenge über die Zuluftventile bzw. das Ventil war geschlossen. Insgesamt gelangte also im auf Tagbetrieb eingeregelteten Zustand bei 40 Prozent der Anlagen genug oder zuviel Zuluft über die Zuluftventile in die Kind1/Büorräume, bei 60 Prozent der Anlagen dagegen zu wenig.

Nachtwerte wurden von dieser Gruppe nicht ausgewertet. Abbildungen 4.2.8 bis 4.2.10 zeigen in Prozent, inwieweit die an den Abluftventilen der einzelnen Ablufträume gemessenen Abluftmengen in den verschiedenen Betriebszuständen den jeweiligen SOLL-Vorgaben entsprechen.⁶⁷

66 Erläuterungen zur Definition dieses Raumes siehe am Anfang von Kap.4.1 im 8.Absatz

67 Zur Berechnung der SOLL-Vorgaben anhand des Innenvolumens und der Personenbelegung vgl. Kap. 2.2.

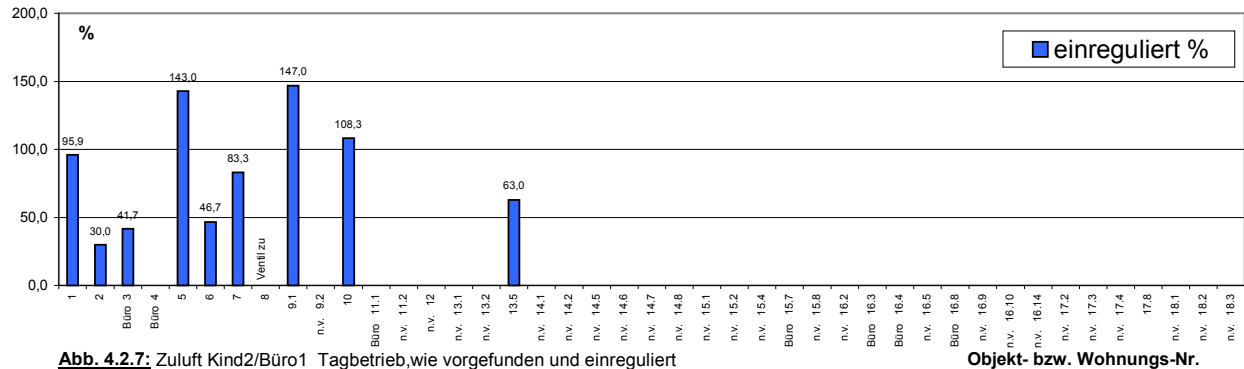
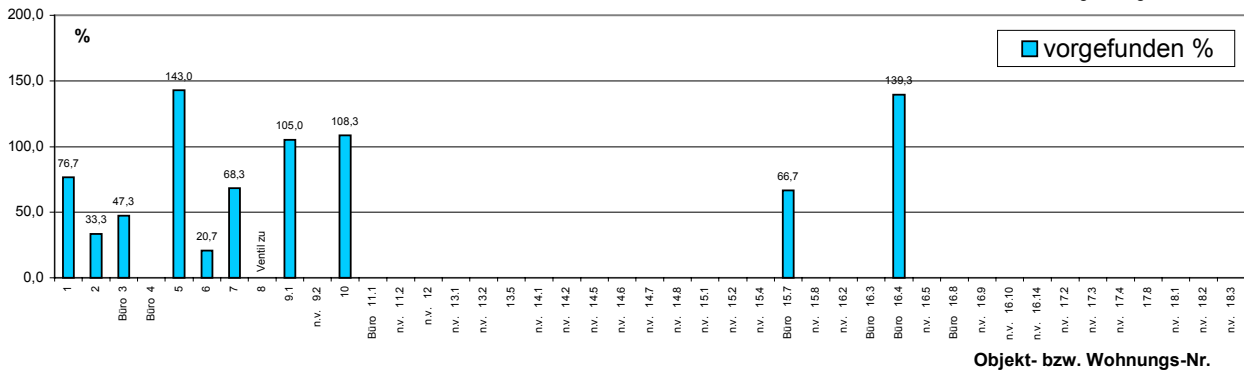


Abb. 4.2.7: Zuluft Kind2/Büro1 Tagbetrieb, wie vorgefunden und einreguliert

4.2.5 Meßergebnisse Abluftraum „Küche“

Abb.4.2.8. zeigt die gemessenen Abluftmengen der Küchen "wie vorgefunden" (obere Balkenreihe) bzw. „einreguliert“ (untere Balkenreihe). Alle 43 untersuchten Objekte besitzen Küchen. Davon konnten 30 Objekten im Betriebszustand "wie vorgefunden" und 35 Objekte "einreguliert" vermessen werden.

Aus der oberen Balkenreihe von Abb.4.2.8. ist erkennbar, daß im vorgefundenen Zustand sechs der

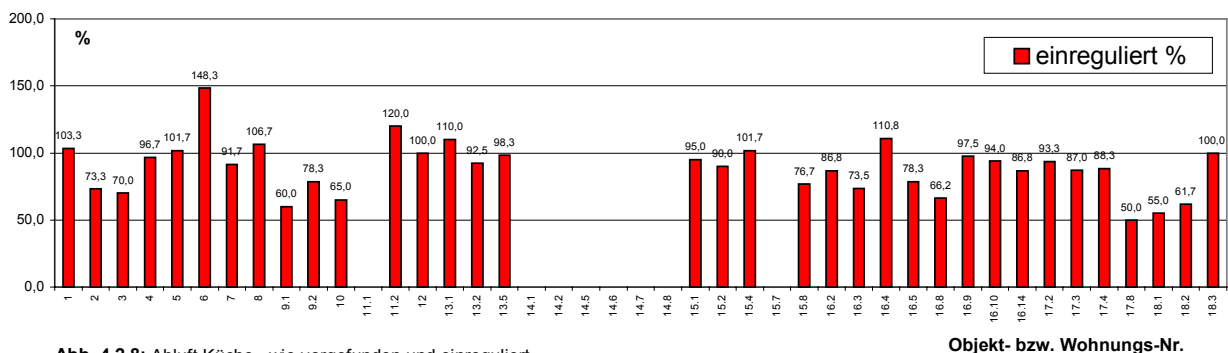
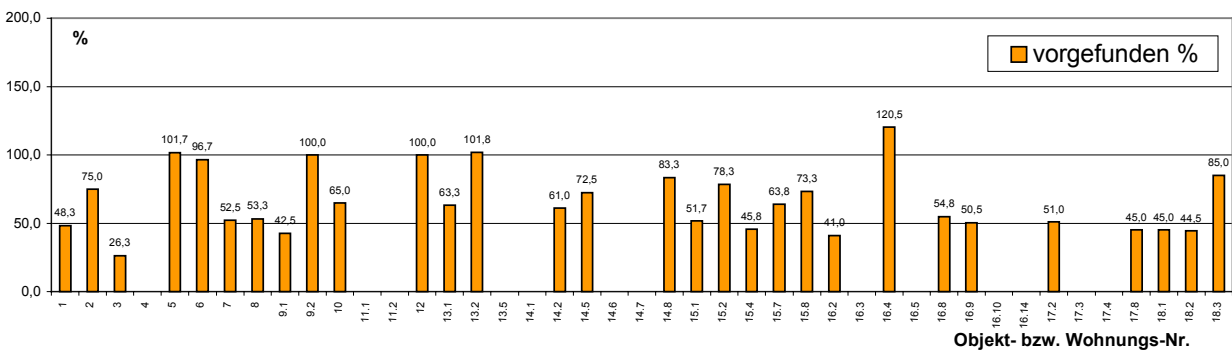


Abb. 4.2.8: Abluft Küche, wie vorgefunden und einreguliert

30 Lüftungsanlagen (20 %) in etwa die gewünschte Abluftmenge über die Abluftventile aus den Küchen heraus saugten. Eine Anlage (3 %) saugte zuviel Abluft aus der Küche. 15 Anlagen (50 %) saugten nur zwischen 50 und 85 Prozent und 8 Anlagen (27 %) weniger als 50 Prozent der SOLL-Menge ab. Insgesamt förderten 23 % der diesbezüglich meßbaren Anlagen im vorgefundenen Zustand genug oder zuviel Abluft über die Abluftventile der Küchen; 77 % der Anlagen dagegen zuwenig.

In der unteren Balkenreihe von Abb.4.2.8. ist erkennbar, daß im einregulierten Betrieb 21 der 35 Lüftungsanlagen (60 %) in etwa die gewünschten Abluftmengen förderten. Zwei Anlagen (6 %) saugen zuviel Abluft und 12 Anlagen (34 %) nur zwischen 50 und 85 Prozent der SOLL-Menge. Die Einregulierung erbrachte das nun keine der Anlagen mehr unter der 50 %- Grenze liegt. Insgesamt gelangte im einreguliertem Zustand bei 66 Prozent der diesbezüglich meßfähigen Anlagen, ausreichend oder zuviel Abluft über die Ventile aus den Küchen heraus; bei 34 Prozent der Anlagen immer noch zuwenig.

4.2.6 Meßergebnisse Abluftraum „Badezimmer“

Abb. 4.2.9. zeigt die gemessenen Abluftmengen der Badezimmer "wie vorgefunden" (obere Balkenreihe) bzw. „einreguliert“ (untere Balkenreihe). Von den insgesamt 43 Objekten konnten in 30 Bädern Messungen "wie vorgefunden" und in 35 Bädern Messungen im "einregulierten" Zustand durchgeführt werden.

Aus der oberen Balkenreihe von Abb. 4.2.9. ist erkennbar, daß im vorgefundenen Zustand nur zwei der 30 Lüftungsanlagen (7 %) in etwa die richtige Abluftmenge förderten. Zehn Anlagen (33%) saugten dagegen zuviel Abluft aus den Bädern heraus. 16 Anlagen (53 %) förderten nur zwischen 50 und 85 Prozent und zwei Anlagen (7 %) weniger als 50 Prozent der SOLL-Menge. Bei einer Anlage war das Abluftventil im Bad durch den Nutzer komplett verschlossen worden. Insgesamt saugten 40 % der 32 meßbaren Anlagen im vorgefundenen Zustand genug oder zuviel Abluft über die Abluftventile aus den Badezimmern heraus, 60 % Prozent der Anlagen dagegen zu wenig.

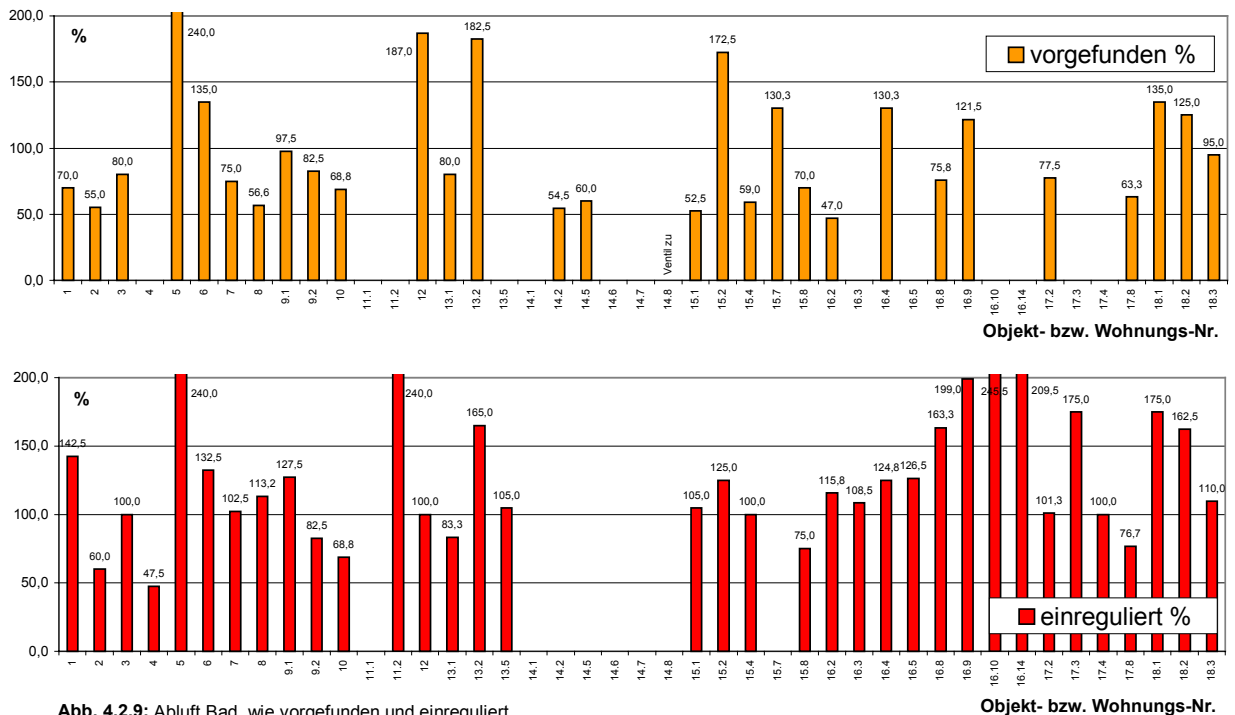


Abb. 4.2.9: Abluft Bad, wie vorgefunden und einreguliert

In der unteren Balkenreihe von Abb.4.2.9. ist zu sehen, daß im einregulierten Betrieb elf der 35 Lüftungsanlagen (32 %) in etwa die gewünschte Abluftmenge über die Abluftventile der Badezimmer abführen. 17 Anlagen (49 %) saugen zuviel Abluft, sechs Anlagen (17 %) nur zwischen 50 und 85 Prozent und nur noch eine Anlagen (3 %) weniger als 50 Prozent der SOLL-Abluftmenge.

Insgesamt gelangte im eingeregelter Zustand bei 81 Prozent der diesbezüglich meßfähigen Anlagen genug oder zuviel Abluft aus den Abluftventilen der Bäder heraus, bei 19 Prozent der Anlagen dagegen zuwenig.

4.2.7 Meßergebnisse Abluftraum „Gäste-WC“

Abb.4.2.10. zeigt die gemessenen Abluftmengen der WC-Räume "wie vorgefunden" (obere Balkenreihe) bzw. einreguliert (untere Balkenreihe). Von insgesamt 17 Objekten mit WC's konnte in 15 Objekten der Zustand "wie vorgefunden" und in 16 Objekten der Zustand "einreguliert" vermessen werden.

Aus der oberen Balkenreihe von Abb. 4.2.10. ist erkennbar, daß im vorgefundenen Zustand 3 Räume (20 %) in etwa die richtige Abluftmenge über die Abluftventile erreichen. Fünf Anlagen (33 %) lieferten zuviel Abluft. Vier Anlagen (27 %) förderten dagegen nur zwischen 50 und 85 Prozent und drei Anlagen (20 %) weniger als 50 Prozent der SOLL-Menge. Insgesamt beförderten also nur acht (53 %) der diesbezüglich meßbaren Anlagen im vorgefundenen Zustand genug oder zuviel Abluft über die Abluftventile aus den WC's heraus, 47 Prozent der Anlagen dagegen zuwenig.

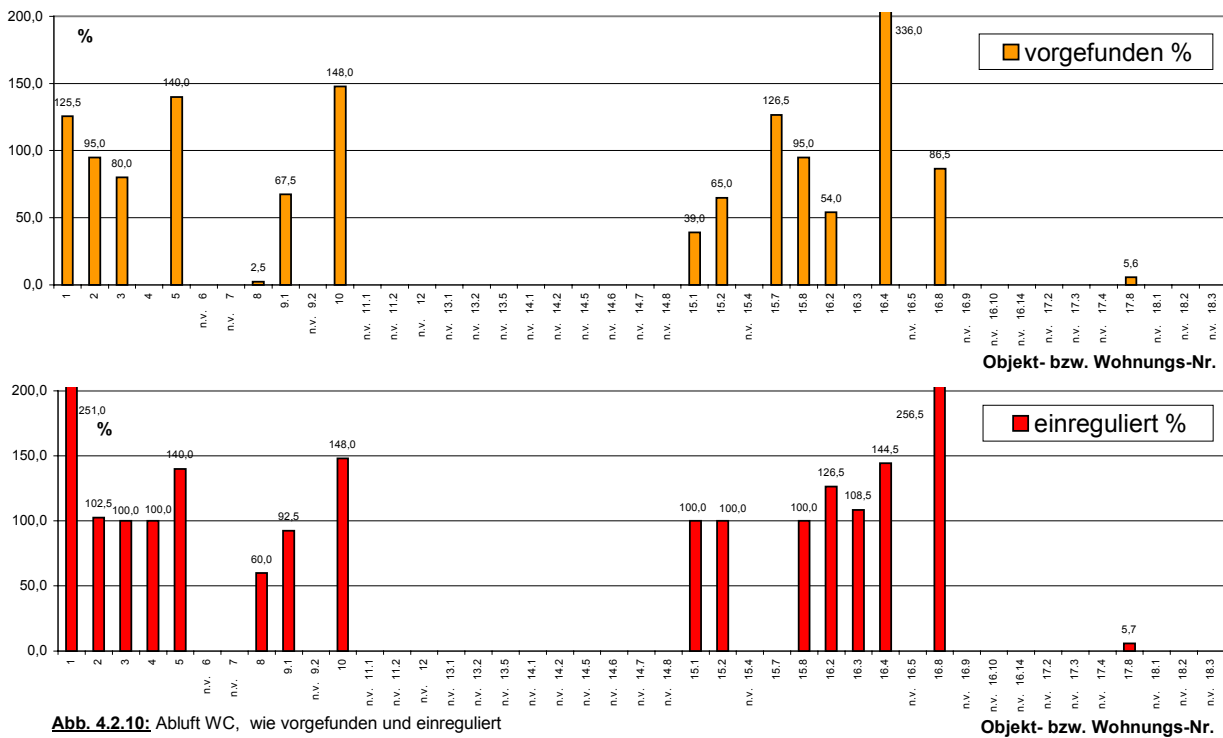
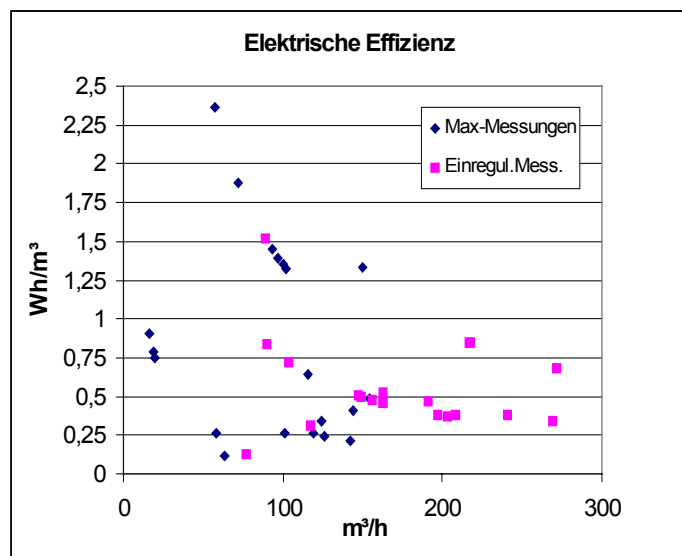


Abb. 4.2.10: Abluft WC, wie vorgefunden und einreguliert

Aus der unteren Balkenreihe von Abb.4.2.10. ist erkennbar, daß im einregulierten Betrieb acht der 16 Lüftungsanlagen (50 %) in etwa die gewünschte Abluftmenge durch die Abluftventile abführt. Sechs Anlagen (38 %) förderten zuviel Abluft im WC. Zwischen 50 und 85 Prozent der SOLL-Menge förderte eine der Anlage. Ebenfalls eine Anlagen (6%) saugte aus dem WC aber weiterhin weniger als 50% der SOLL-Menge ab. Insgesamt gelangte im eingeregelter Zustand bei 88 Prozent der 16 meßfähigen Anlagen genug oder zuviel Abluft durch die Abluftventile aus den WC-Räumen, bei 12 Prozent der Anlagen dagegen zuwenig.

4.3 Elektrische Effizienz

Die elektrische Effizienz der untersuchten Lüftungsanlagen wurde an fünf Objekten direkt anhand der Stromverbräuche und der Luftleistungen in einer oder mehreren Leistungsstufen vermessen. In 25 anderen Objekten konnte für die Ermittlung der elektrische Effizienz der tatsächlichen Stromverbrauch nicht direkt gemessen werden. Hier konnte die elektrische Effizienz nur indirekt aus den Katalogangaben über die maximale Stromaufnahme der Anlagen und den tatsächlich gemessenen Volumenströmen bei maximaler Leistungseinstellung der Ventilatoren berechnet werden. Bei elf Anlagen war eine Ermittlung der elektrischen Effizienz gar nicht möglich, weil keine Abluftsumme gebildet werden konnte oder keine elektrischen Daten ermittelbar waren. Die Vorgaben für die elektrische Effizienz sind in Kapitel 2.2 beschrieben, die Meßmethode in Kapitel 2.4.



| Obj. | Art Lüftung | Hersteller / Typ Lüftung | Regelung | Stufe | m³/h | Watt | Wh/m³ |
|-------|----------------------|---|------------------------------------|-------|------|--------|-------|
| 1 | Abluft zentral | Exhausto BESF 160-4-1 | Dimmer | max. | 272 | 184 | 0,68 |
| 2 | Abluft zentral | Exhausto BESF 160-4-1 | Dimmer | max. | 218 | 184 | 0,84 |
| 3 | WRG | Vallox KWL 100 | 4-St-Schalter | max. | 150 | 200 | 1,33 |
| 4 | Abluft dezentral | Fresh 1000 (Flur) | 1-St-Schalter | max. | 17 | 15 | 0,91 |
| | | Fresh 1100 (Kochen) | Dimmer | max. | 58 | 15 | 0,26 |
| | | Fresh 1100 (WC) | 1-St-Schalter | max. | 20 | 15 | 0,75 |
| | | Fresh 1500 (Bad) | Dimmer | max. | 19 | 15 | 0,79 |
| 5 | Abluft zentral | Exhausto BESF 146-4-1 | Uhr/Schalter | max. | 269 | 92 | 0,34 |
| 6 | Abluft zentral | Exhausto BESF 160-4-1 | 3-St-Schalter | max. | 217 | 184 | 0,85 |
| 7 | WRG | Paul thermos 201 DC | Computer | 47% | 117 | 36 * | 0,31 |
| | | | | 80% | 144 | 59 * | 0,41 |
| | | | | 100% | 163 | 85 * | 0,52 |
| 8 | Abluft zentral | Helios ZEB 350 | Dimmer | --- | --- | --- | --- |
| 9.1 | WRG | Vallox KWL 120 | 4-St-Schalter | max. | 147 | 265 | ? |
| 9.2 | WRG | mit 9.1. Gekoppelt | keine eig.Regelung | max | ? | --- | --- |
| 10 | Abluft zentral | Helios ZEB 350 | Dimmer | max. | 163 | 75 | 0,46 |
| 11.1 | Abluft whg-zentral | Exhausto BESF 146-4-1 | 3-St-Schalter | max. | 241 | 92 | 0,38 |
| 11.2 | Abluft whg-zentral | Exhausto BESF 146-4-1 | Dimmer | max. | 96 | --- | --- |
| 12 | WRG | TemoVex Jowex 200-175 | Computer | 11 | 77 | 10 * | 0,13 |
| | | | | 7 | 63 | 7,5 * | 0,12 |
| | | | | max. | 191 | 90 * | 0,47 |
| 13.1 | Abluft wohnungsweise | Helios ZEB 350 | Dimmer | max. | 116 | 75 | 0,65 |
| 13.2 | Abluft wohnungsweise | Helios ZEB 350 | Dimmer | max. | 104 | 75 | 0,72 |
| 13.3 | Abluft wohnungsweise | Helios ZEB 350 | Dimmer | max. | 154 | 75 | 0,49 |
| 14.1 | Abluft geb-zentral | Frivent Klimabox sowie Zusatzventilator für Gesamtgebäude | 4-St-Schalter für Gesamtgebäude | --- | --- | --- | --- |
| 14.2 | Abluft geb-zentral | | | --- | --- | --- | --- |
| 14.5 | Abluft geb-zentral | | | --- | --- | --- | --- |
| 14.6 | Abluft geb-zentral | | | --- | --- | --- | --- |
| 14.7 | Abluft geb-zentral | | | --- | --- | --- | --- |
| 14.8 | Abluft geb-zentral | | | max. | 85 | --- | --- |
| 15.1 | Abluft wohnungsweise | Essvent C1-120F | 5-St-Schalter | 2 | 119 | 31 * | 0,26 |
| | | | | max. | 208 | 78 * | 0,38 |
| 15.2 | Abluft wohnungsweise | Essvent C1-120F | 5-St-Schalter | 3 | 124 | 42,5 * | 0,34 |
| | | | | max. | 149 | 73,5 * | 0,49 |
| 15.4 | Abluft wohnungsweise | Aereco VEF | Dimmer | 20% | 101 | 27 * | 0,27 |
| 15.7 | Abluft wohnungsweise | Aereco VEF | Dimmer | 50% | 143 | 31 * | 0,22 |
| 15.8 | Abluft wohnungsweise | Aereco VEF | Dimmer | 60% | 126 | 31 * | 0,25 |
| 16.2 | Abluft wohnungsweise | Helios ZEB 350 | Dimmer | max. | 197 | 75 | 0,38 |
| 16.3 | Abluft wohnungsweise | Helios ZEB 350 | Dimmer | max. | 163 | 75 | 0,46 |
| 16.4 | Abluft wohnungsweise | Helios ZEB 350 | Dimmer | max. | 203 | 75 | 0,37 |
| 16.5 | Abluft wohnungsweise | Helios ZEB 350 | Dimmer | --- | --- | --- | --- |
| 16.8 | Abluft wohnungsweise | Helios ZEB 350 | Dimmer | max. | 156 | 75 | 0,48 |
| 16.9 | Abluft wohnungsweise | Helios ZEB 350 | Dimmer | max. | 90 | 75 | 0,83 |
| 16.10 | Abluft wohnungsweise | Helios ZEB 350 | Dimmer | --- | --- | --- | --- |
| 16.14 | Abluft wohnungsweise | Helios ZEB 350 | Dimmer | max. | 147 | 75 | 0,51 |
| 17.2 | Abluft wohnungsweise | Soler&Palau CKB 600 | Dimmer | max. | 97 | 135 | 1,39 |
| 17.3 | Abluft wohnungsweise | Soler&Palau CKB 600 | Dimmer | max. | 89 | 135 | 1,52 |
| 17.4 | Abluft wohnungsweise | Soler&Palau CKB 600 | Dimmer | max. | 93 | 135 | 1,45 |
| 17.8 | Abluft wohnungsweise | Soler&Palau CKB 600 | Dimmer | max. | 100 | 135 | 1,35 |
| 18.1 | Abluft wohnungsweise | Soler&Palau CKB 600 | Dimmer | max. | 57 | 135 | 2,37 |
| 18.2 | Abluft wohnungsweise | Soler&Palau CKB 600 | Dimmer | max. | 102 | 135 | 1,32 |
| 18.3 | Abluft wohnungsweise | Soler&Palau CKB 600 | Dimmer | max. | 72 | 135 | 1,88 |

Abb. 4.4.1: Elektrische Effizienz der eingebauten Lüftungsanlagen

Die Ergebnisse weichen teils relativ stark von den Angaben auf den Produktdatenblättern der eingebauten Abluftventilatoren bzw. WRG-Anlagen ab. Ursachen für tatsächlich höhere Stromverbräuche dürften vor allem höhere Strömungswiderstände der vorhandenen Luftkanalnetze als bei den Prüfstandsmessungen sein. Am Beispiel des Objekts 12, welches über relativ kurze und sehr groß dimensionierte Rohrleitungen verfügt kann aber gezeigt werden, daß auch niedrigere, als aus den Herstellerdaten zu erwartende Verbräuche realisierbar sind, wenn Luftkanalnetze gezielt besonders strömungsarm konfiguriert werden.

Das Ergebnis zeigt, daß die Vorgaben der Gütegemeinschaft Niedrigenergie-Häuser e.V. und von ebök/IWU/PHPP für die elektrische Effizienz von Abluftanlagen von max. 0,25 Wh/m³ und für WRG-Anlagen von max. 0,50 Wh/m³ Stromverbrauch pro Luftförderung realisierbar sind, auch wenn sie bei den untersuchten - meist älteren - Objekten nur in einem Teil der Objekte verwirklicht wurden.

4.4. Langzeitmessung der Lüftungsanlage mit Erdwärmetauscher

Im EFH-Objekt Nr.12 erfolgte zwischen 25.10.1999 und 10.09.2000 eine Langzeitmessung der Lüftungsanlage und des vorgeschalteten soledurchströmten Erdwärmetauschers. Das Gebäude und die Konfiguration der Lüftungsanlage sind in Kap.7.12 beschrieben, die Konfiguration des Erdwärmetauschers in Kap. 3.3, die besonderen Meßziele in Kap.2.2.2 und die angewandte Meßtechnik in Kap. 2.3.2. Im folgenden sind die Meßergebnisse sowie ausgewählte Meßprobleme dargestellt.

4.4.1. Langzeitverläufe der Temperaturen und Erträge

Abbildungen 4.4.1. bis 4.4.3 zeigen für die drei Zeitabschnitte⁶⁸ 25.10.99 bis 31.12.99, 01.01.00 bis 05.04.00 und 24.05.00 bis 08.09.00 die Langzeitverläufe der Außentemperaturen. Dargestellt sind in mehreren Datenreihen die Gesamtheit der Außentemperatur- Meßwerte, die Tagesmaxima, die Tagesminima und die Tagesmittelwerte. Aus dem Gesamtverlauf ist erkennbar, daß die kälteste Zeit Ende Januar 2000 und die wärmste Zeit Ende der 3.Juniwoche 2000 lag. Diese beiden Zeitabschnitte sind in Abb.4.4.2 und Abb. 4.4.3 markiert. Für sie erfolgt später die detaillierte Auswertung des EWT hinsichtlich seiner winterlichen Frostschutz- und seiner sommerlichen Kühlleistung.

In Abbildungen 4.4.1 bis 4.4.3 sind direkt über der x-Achse mit violetter Linie Perioden mit teilweise unsicheren Außentemperatur- Daten dargestellt. Unsichere Daten ergaben sich bei längerem Stillstand des Zuluftventilators, da der Außentemperaturfühler nicht außenliegend, sondern in der Frischluftansaugleitung der Lüftungsanlage in dem unbeheizten Fahrradschuppen etwa 1,5 m entfernt von deren Außenlufteinlaß hinter dem Frischluftfilterkasten eingebaut ist. Der Fahrradschuppen hat im Sommer nach direkter Besonnung und im Winter durch die geringe Luftdurchströmung eine von der Außenluft abweichende Innentemperatur, die sich auf die Luftleitungen und den Temperaturfühler überträgt, solange diese nicht luftdurchströmt sind.

⁶⁸ Die Unterteilung der Meßdaten in die drei Zeitabschnitte erfolgte, um das Datenvolumen leichter handhabbar und die Grafiken leichter lesbar zu machen. Zwischen Mitte April und 24.Mai 2000 fehlen Daten, da diese infolge eines Übertragungsfehlers verloren gingen. In dieser Zeit war die Lüftungsanlage und der EWT aber auch kaum in Betrieb.

Außentemperatur

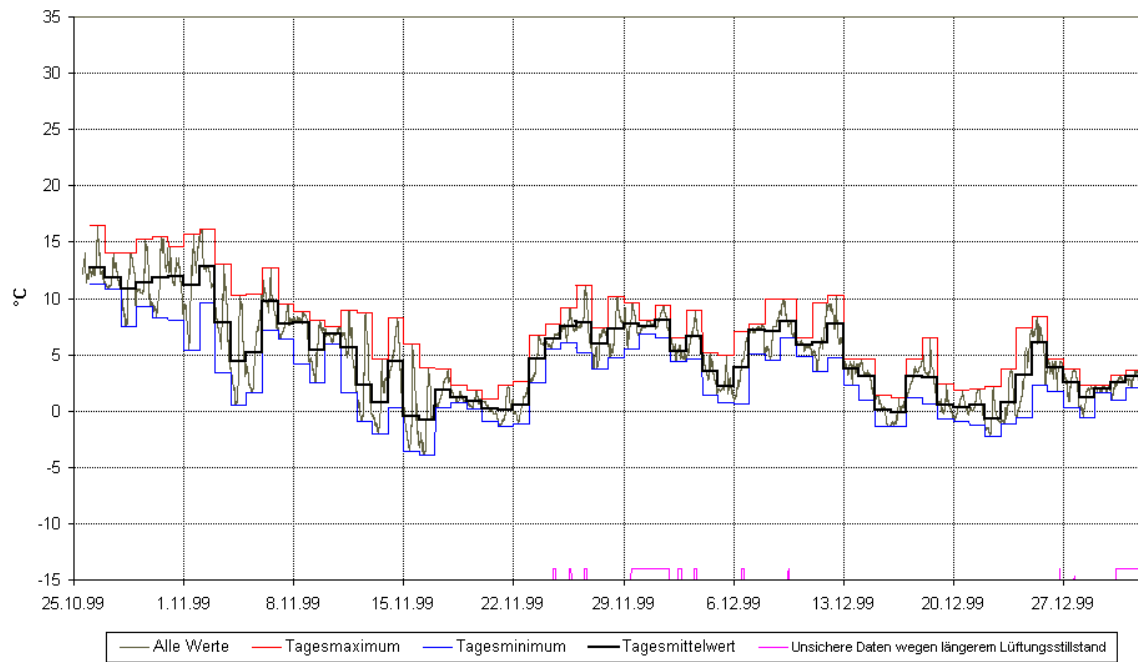


Abb.4.4.1: Außentemperaturen 25.10.99 - 31.12.99

Außentemperatur

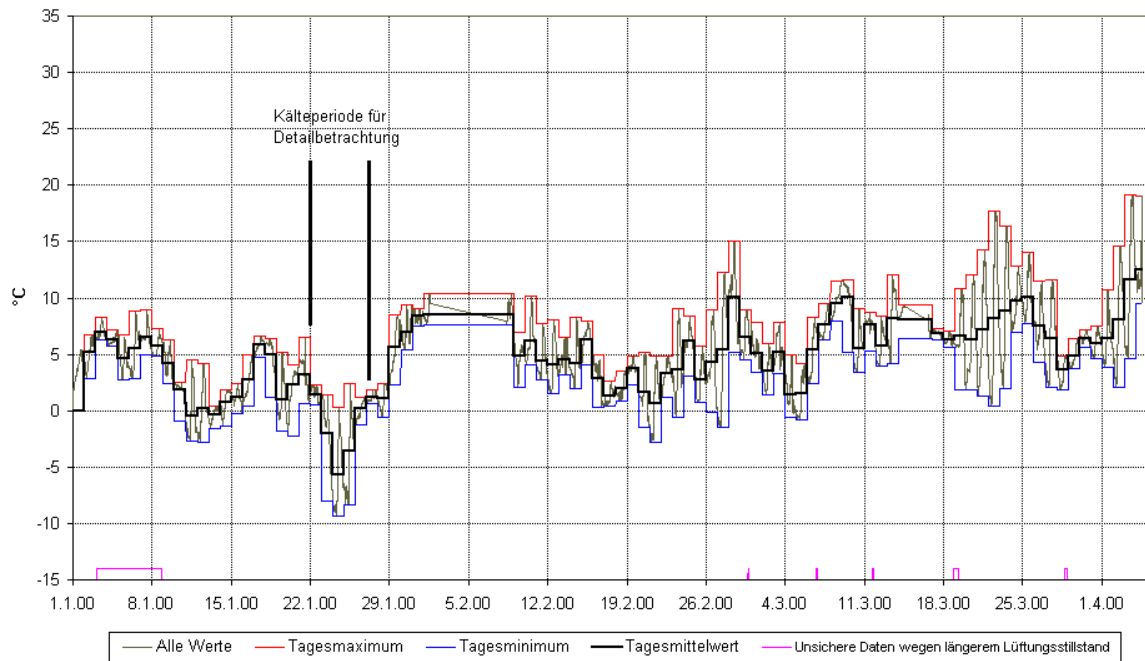


Abb.4.4.2: Außentemperaturen 01.01.00 - 05.04.00

Außentemperatur

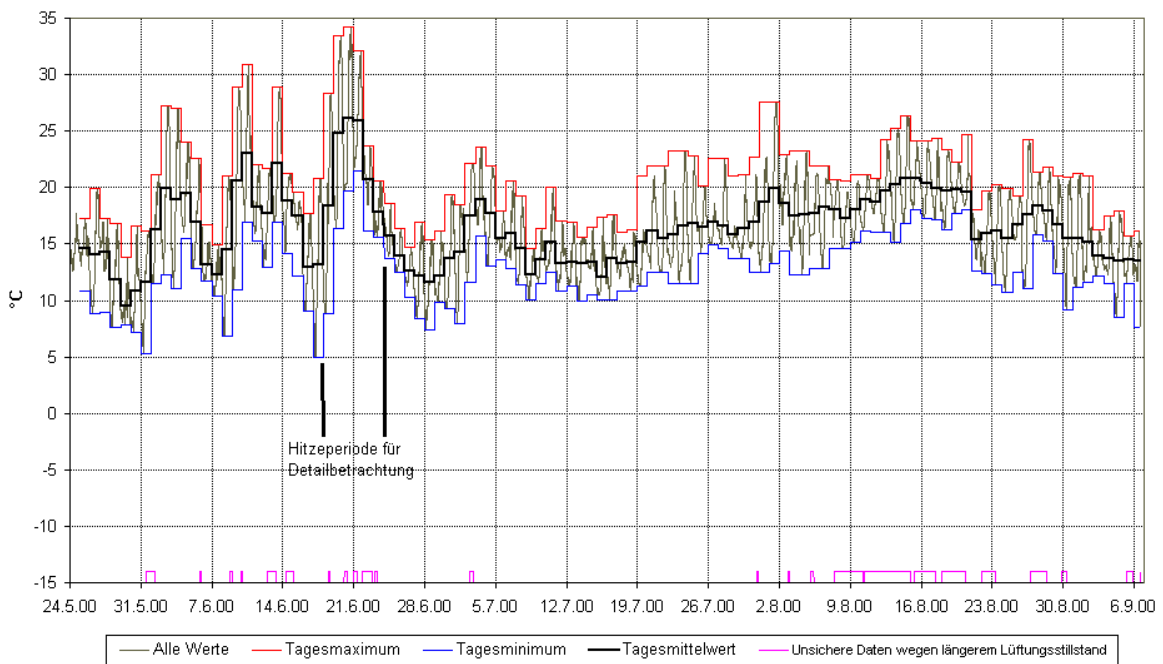


Abb.4.4.3: Außentemperaturen 24.05.00 - 08.09.00

Abbildungen 4.4.4 bis 4.4.6 zeigen für die selben Zeitabschnitte die Langzeitverläufe der Raumtemperatur, die im EG-Wohnraum des Objekts gemessen wurde und der ungestörten Erdtemperatur, die 1,5 m vom hintersten Ende des erdvergrabenen EWT in 1,5 m Tiefe gemessen wurde. Die Raumtemperatur schwankt in dem untersuchten EFH zwischen 17°C und 22°C mit einem Heizperioden-Mittel von ca. 19°C. Sie ergibt sich aus der Nutzung des Hauses durch eine berufstätige Einzelperson, die während der Schlaf- und Abwesenheitszeiten mit einer zeitprogrammierbaren Heizungsregelung abgesenkte Raumtemperaturen realisiert. Erkennbar sind noch stärkeren Raumtemperaturabsenkungen

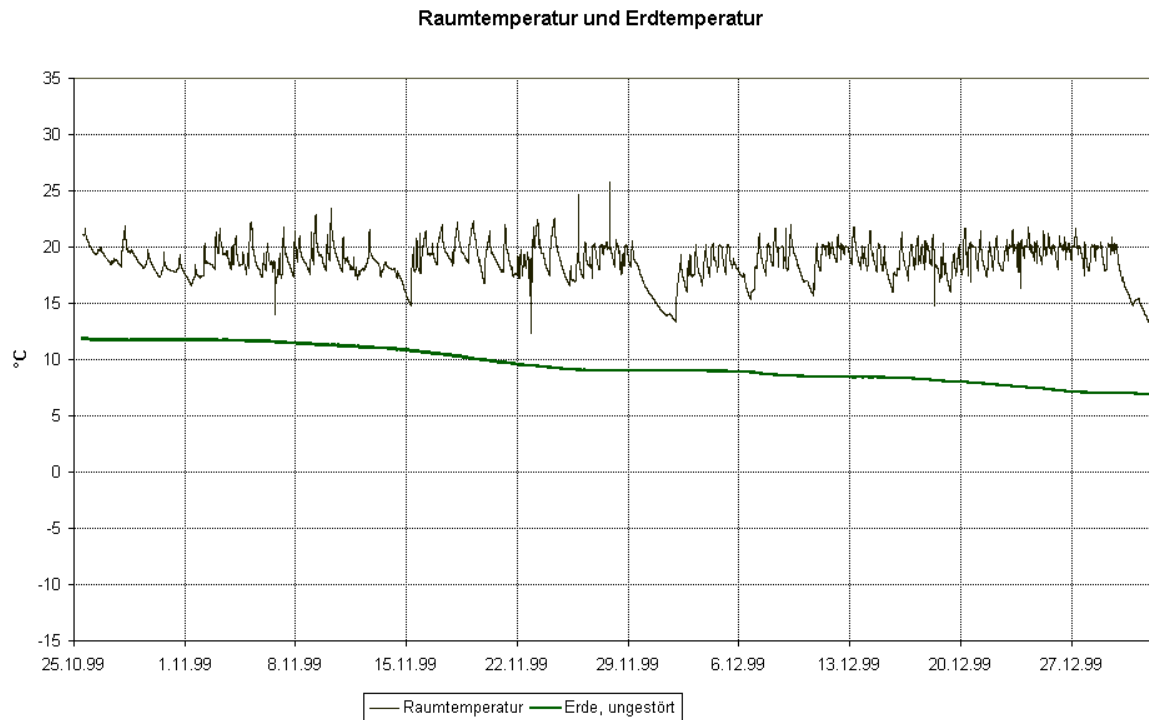


Abb.4.4.4: Raumluft- und Erdreichtemperaturen 25.10.99 - 31.12.99

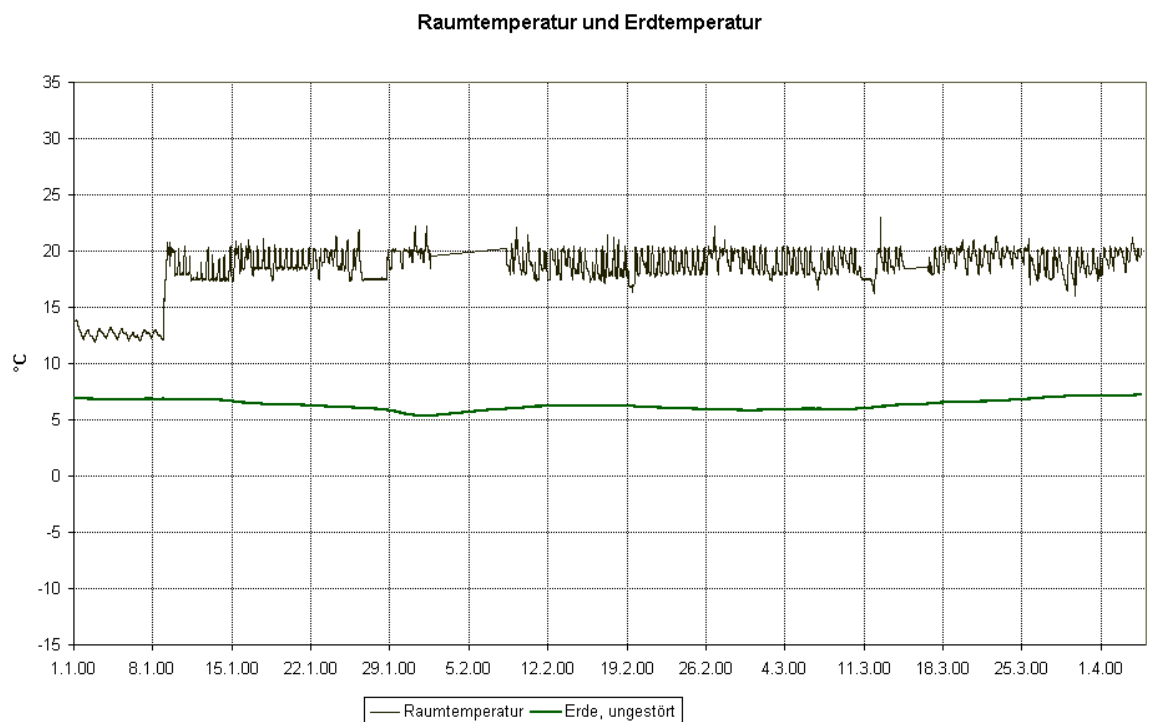


Abb.4.4.5: Raumluft- und Erdreichtemperaturen 01.01.00 - 05.04.00

die während Reise- oder Urlaubszeiten auftraten, während derer die Heizungsregelung des Objekts eine Absenkung auf bis zu +13°C erlaubt.

Die ungestörte Erdreichtemperatur betrug in 1,5 m Tiefe Ende Oktober 1999 zu Beginn der Meßperiode +12°C. Eine spürbare Absenkung begann ab der zweiten Novemberwoche 1999. Die tiefste Erdtemperatur wurde Anfang Februar 2000 mit +5,1°C gemessen. Sie blieb dann bis zur zweiten Märzwoche 2000 auf +6 bis +7°C und begann dann wieder gleichmäßig anzusteigen. Die wärmste Erdtemperatur im Jahr 2000 wurde mit +15°C Ende August erreicht. Der langfristige Verlauf der Erdreichtemperatur ist sehr gleichmäßig, eine Beschleunigung der Auskühlung ist nur Ende Januar 2000 feststellbar, während etwa eine Woche lang sehr kalte Außentemperaturen herrschten.

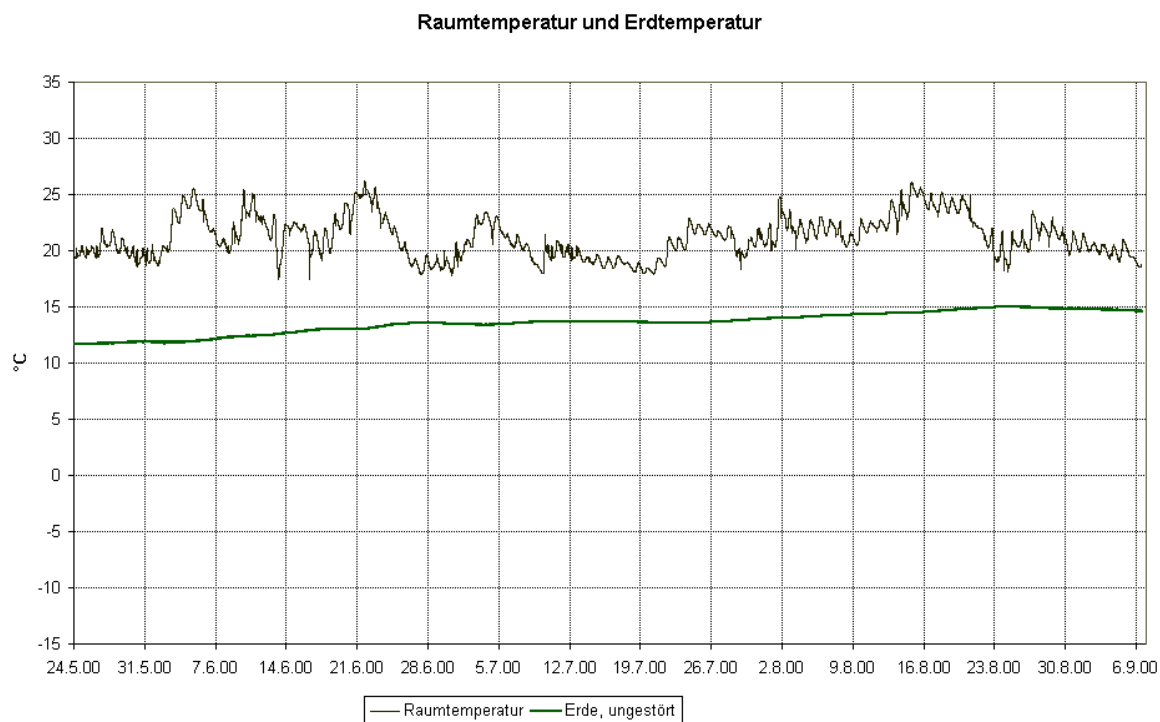


Abb.4.4.6: Raumluft- und Erdreichtemperaturen 24.05.00 - 08.09.00

Abbildungen 4.4.7 bis 4.4.8 zeigen die langfristigen Temperaturverläufe rund um die gesamte Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und Erdwärmetauscher während der Heizperiode 1999-2000 in zwei Zeitabschnitten 25.10.99 bis 31.12.99 und 01.01.00 bis 05.04.00. Dargestellt sind - in der Reihenfolge der Luftströmung - die Außentemperatur (vor dem EWT), die Frischlufttemperatur (hinter dem EWT vor der WRG), die Zulufttemperatur (raumseitig hinter der WRG), die Ablufttemperatur (raumseitig vor der WRG) und die Fortlufttemperatur (hinter der WRG). Über der x-Achse sind zusätzlich die Betriebsphasen des EWT angegeben.

Der Vergleich der in beiden Abbildungen untersten Verlaufslinie (Außentemperatur) und der zweituntersten Verlaufslinie (Frischlufftemperatur nach Erwärmung durch EWT) zeigt, daß der EWT auch in den kältesten Zeiten ein Absinken der Frischlufftemperatur von unter 0°C verhinderte. Zudem bewirkte er über lange Zeiten der Heizperiode eine Temperaturerhöhung der Frischluft gegenüber der Außenluft um 2 bis 6 Kelvin. Das Frostschutzziel des EWT wurde insofern durchgehend erreicht. Der Nutzen der sonstigen Temperaturerhöhungen wird später noch erörtert.

Der Vergleich der zweituntersten dunkelblauen Verlaufslinie der Frischluft mit der zweitobersten rotviolettten Verlaufslinie der Zuluft zeigt den vom Gegenstromwärmetauscher der Lüftungsanlage bewirkten Temperaturhub⁶⁹. Dieser hängt wesentlich von der Ablufttemperatur ab, deren Verlauf in der obersten orangefarbenen Verlaufslinie dargestellt ist. Man erkennt, daß die Zulufttemperatur bei mittleren Ablufttemperaturen um +19°C meist zwischen +15° und +17°C lag.

⁶⁹ "Zuluft" ist hier vor dem Zuluft-Nacherhitzer gemessen !

Der Vergleich der zweitobersten rotviolettten Verlaufslineie der Zuluft mit der obersten orangefarbenen Verlaufslineie der Abluft zeigt den von den Heizanlagen und anderen Wärmequellen bewirkten Temperaturhub, der normalerweise in diesem Fast-Passivhaus nur 3 bis 4 Kelvin beträgt.

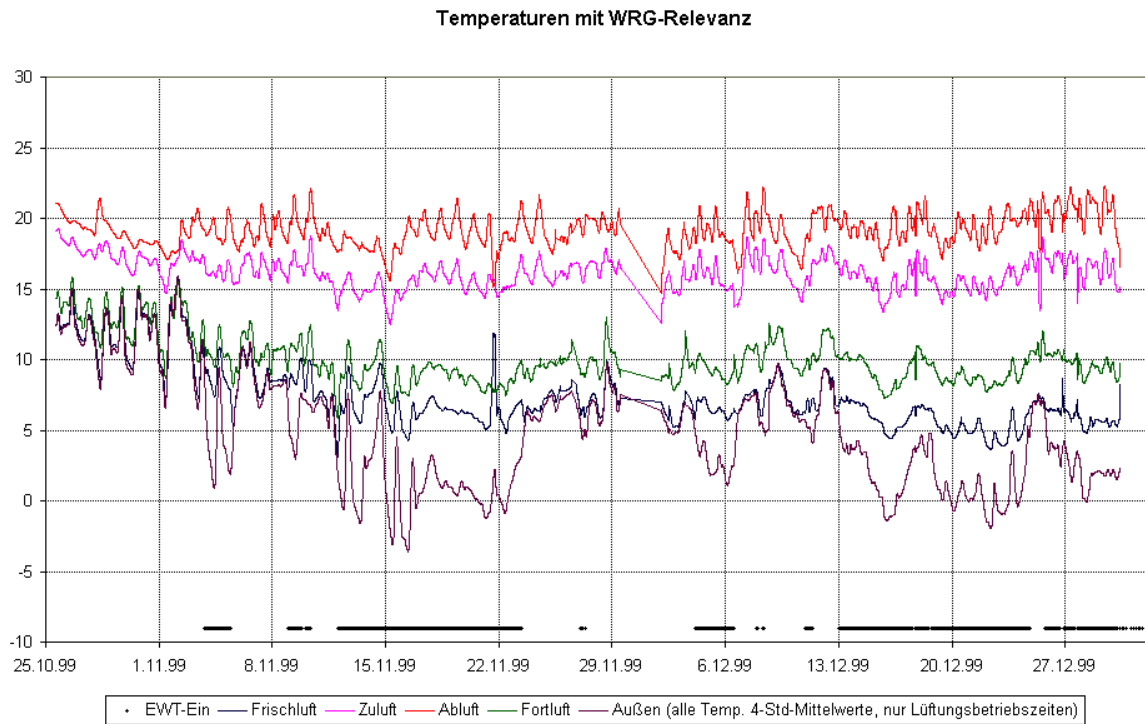


Abb.4.4.7: Temperaturen der WRG-Anlage 25.10.99 - 31.12.99

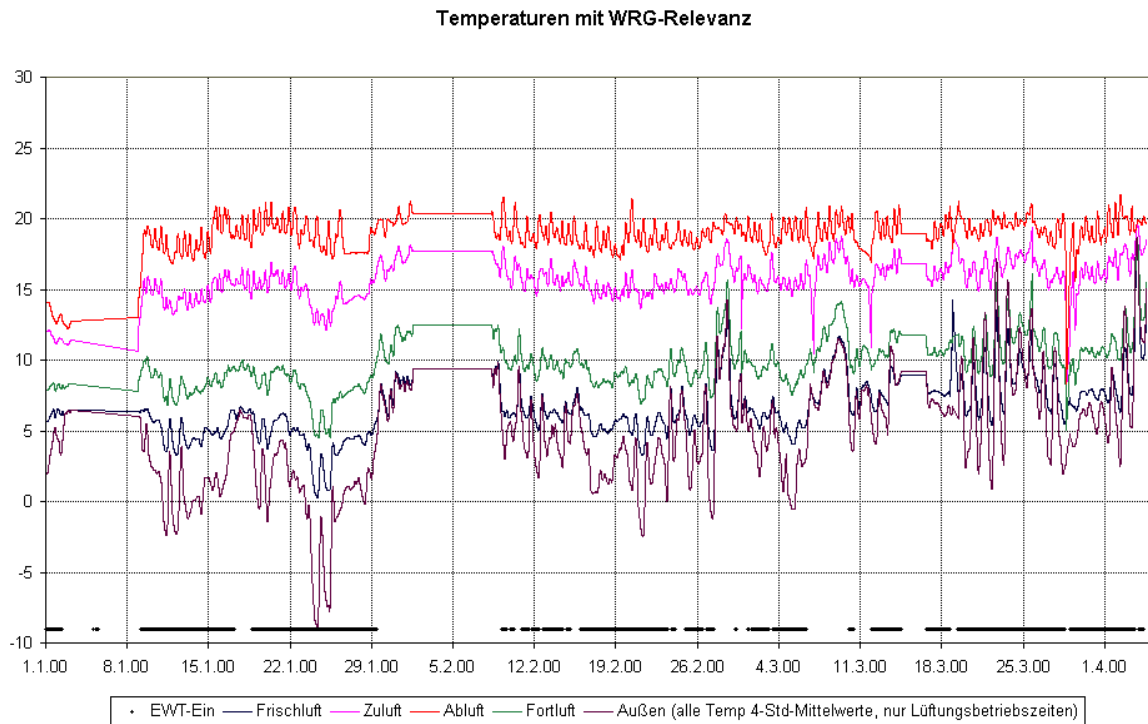


Abb.4.4.8: Temperaturen der WRG-Anlage 01.01.00 bis 05.04.00

Die Höhe der nutzbar gemachten Wärmemenge aus der Abluft zeigt der Abstand zwischen der mittleren grünen Verlaufslinie der Fortlufttemperatur und der orangefarbenen Verlaufslinie der Ablufttemperatur. Aus dem Verlauf der grünen Verlaufslinie der Fortlufttemperatur ist erkennbar, daß selbst in der kältesten Periode die Fortlufttemperaturen zu keinem Zeitpunkt unter $+4,5^{\circ}\text{C}$ lagen. Die Gefahr eines Einfrierens des Gegenstrom-Wärmetauschers beginnt erst bei einer Abkühlung der Fortluft auf unter 0°C . Insofern bestanden sogar noch Wärmereserven in der Fortluft, die darauf verweisen, daß die Anlage selbst bei noch kälteren Außentemperaturen die Frostschutzfunktion voll erfüllt hätte.

Abbildungen 4.4.9 bis 4.4.14 zeigen die luftseitigen Wärmeerträge des EWT in Watt für die einzelnen Monate November 1999 bis März 2000 sowie für den besonders warmen Sommermonat Juni in Form von nach Außentemperatur geordneten Punktwolkendiagrammen. Aus der Symmetrie der Punktwolken ist die geordnete Korrelation zwischen Außentemperatur und EWT-Ertrag erkennbar. Alle winterlichen Punktwolken zeigen erwartungsgemäß lineare Ertragsanstiege mit zurückgehender Außentemperatur: die sommerliche Juni-Punktwolke zeigt einen fast linearen bis leicht progressiven Ertragsanstieg mit steigender Außentemperatur.

Die absoluten luftseitigen Wärmeerträge des EWT lagen im Winterbetrieb in Frostperioden bis $-9,5^{\circ}\text{C}$ Außentemperatur zwischen 85 und 200 Watt. Im Sommerbetrieb lagen sie in Zeitperioden mit 25 bis 34°C Außentemperatur zwischen 100 und 300 Watt. Aus dem Vergleich der monatlich berechneten Mittellinien der Erträge in den Wintermonaten ist erkennbar, daß die Leistung des EWT bei gleichen Außentemperaturen im November bei noch wärmerem Erdreich noch deutlich höher war, als im Januar, als das Erdreich bereits um etwa 5 Kelvin abgekühlt war. So betrug bei jeweils 0°C Außentemperatur der mittlere Ertrag im November 130 Watt, im Dezember 100 Watt und im Januar und Februar um 80 Watt, im März könnte er bereits wieder höher gelegen haben, jedoch gab es hier kaum noch Tage mit 0°C Außentemperatur. Die absolut relativ geringen Erträge sind vor dem Hintergrund der Auslegung und Nutzung der hier untersuchten Lüftungsanlage zu würdigen. Sie wird mit im Mittel nur etwa $60\text{ m}^3/\text{h}$ Luftdurchsatz auf deutlich kleinerer Leistung betrieben, als bei einem normal großen und ständig personenbelegten EFH. Der EWT genügt insofern den hier bestehenden Anforderungen gut; bei einem normal großen Objekt müßte er entsprechend größer ausgelegt werden.

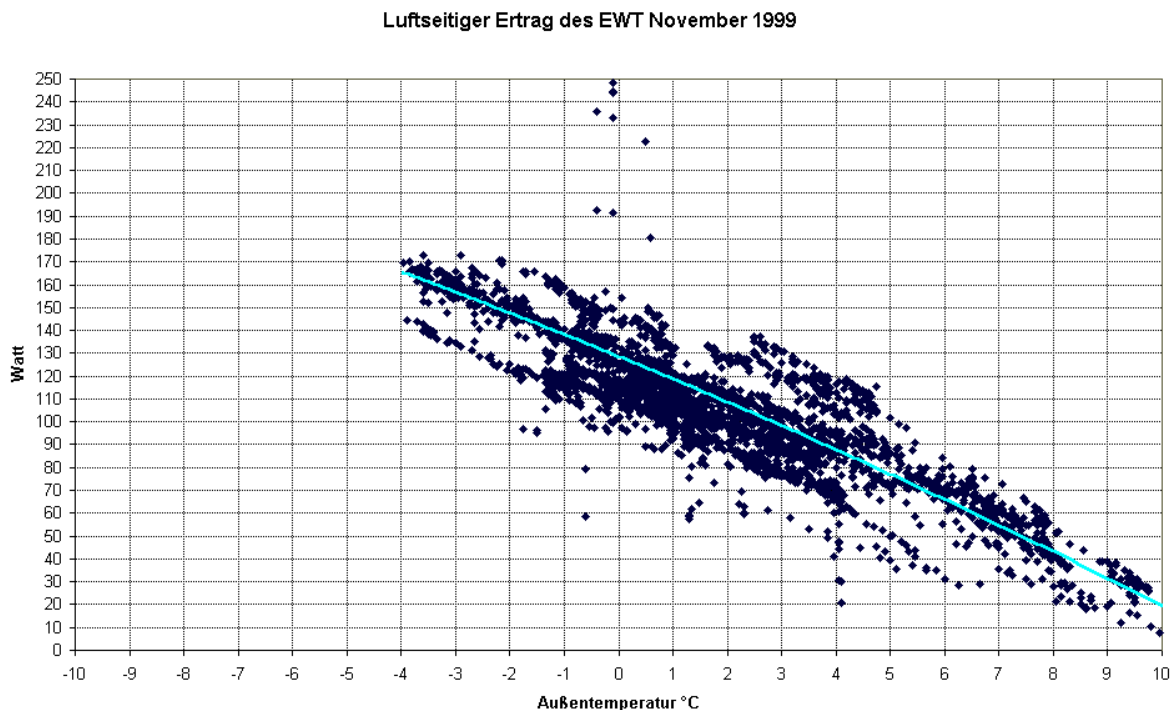


Abb.4.4.9: Luftseitiger Ertrag des EWT im November 1999

Luftseitiger Ertrag des EWT Dezember 1999

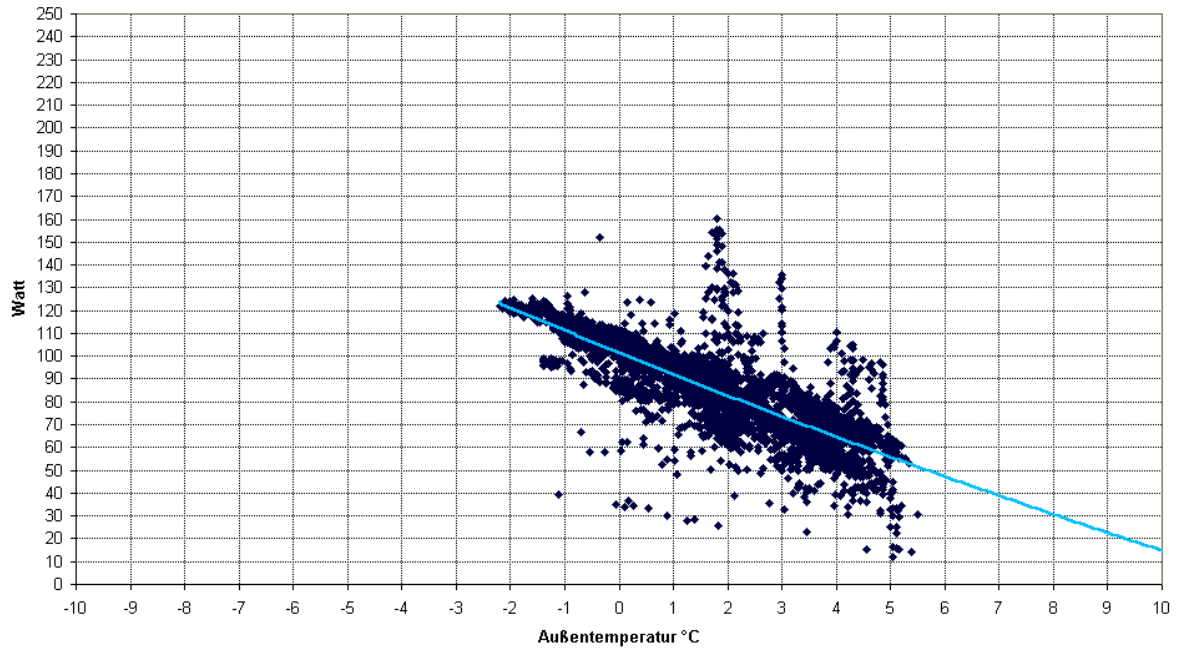


Abb.4.4.10: Luftseitiger Ertrag des EWT im Dezember 1999

Luftseitiger Ertrag des EWT, Januar 2000

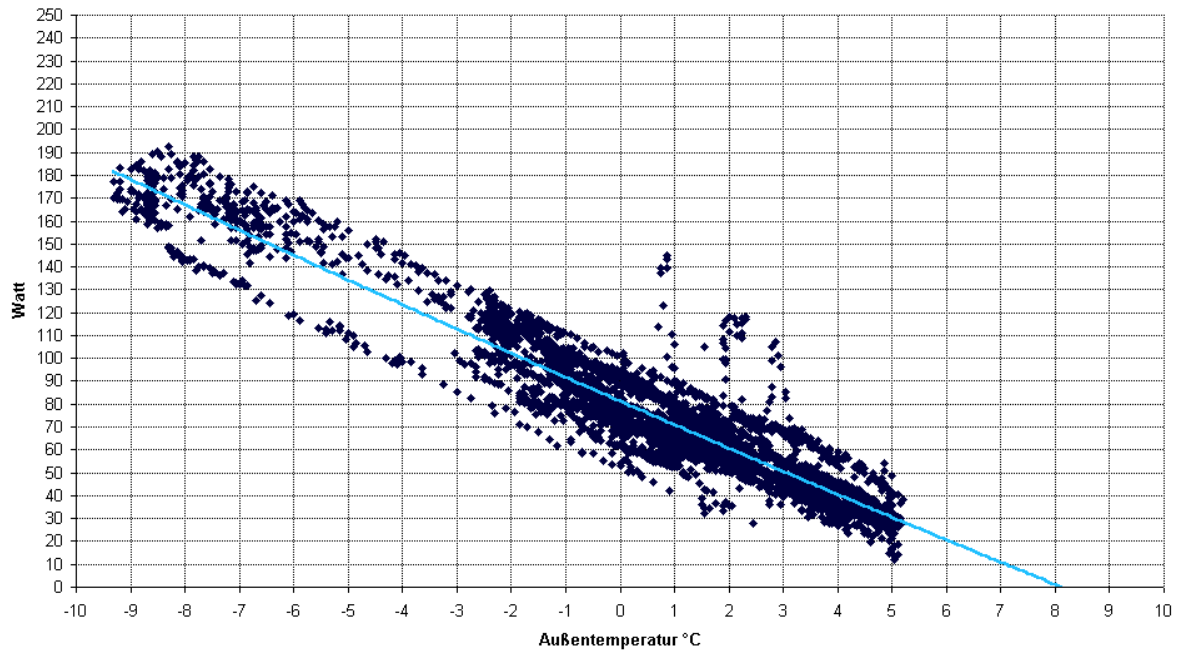


Abb.4.4.11: Luftseitiger Ertrag des EWT im Januar 2000

Luftseitiger Ertrag des EWT, Februar 2000

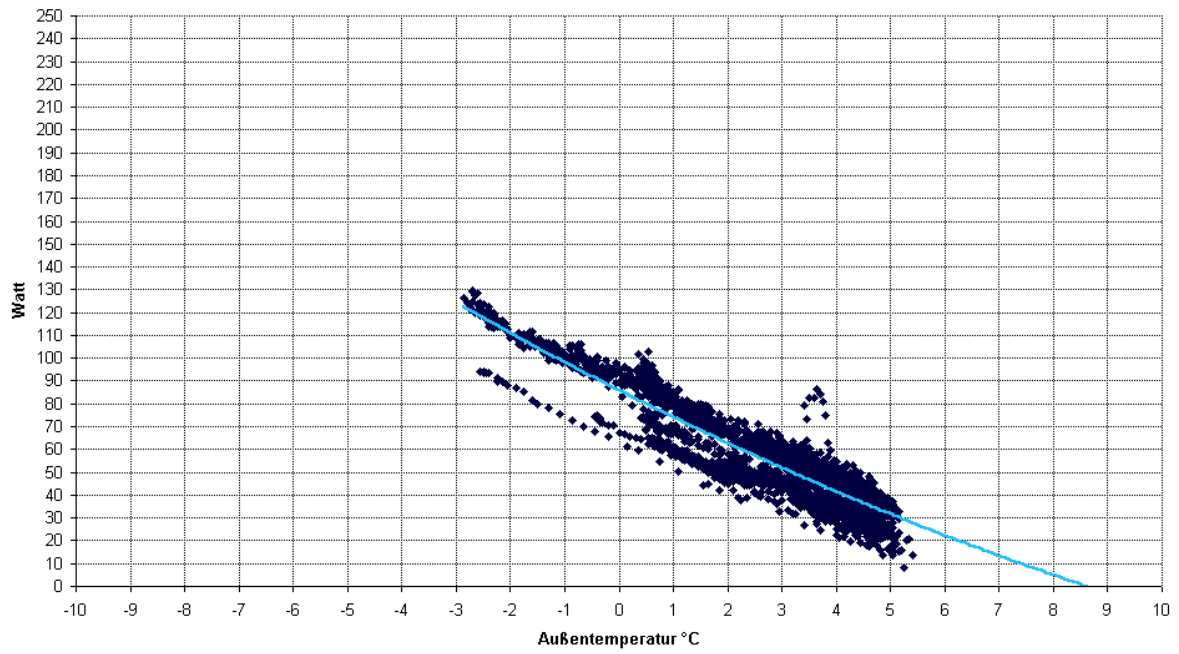


Abb.4.4.12: Luftseitiger Ertrag des EWT im Februar 2000

Luftseitiger Ertrag des EWT, März 2000

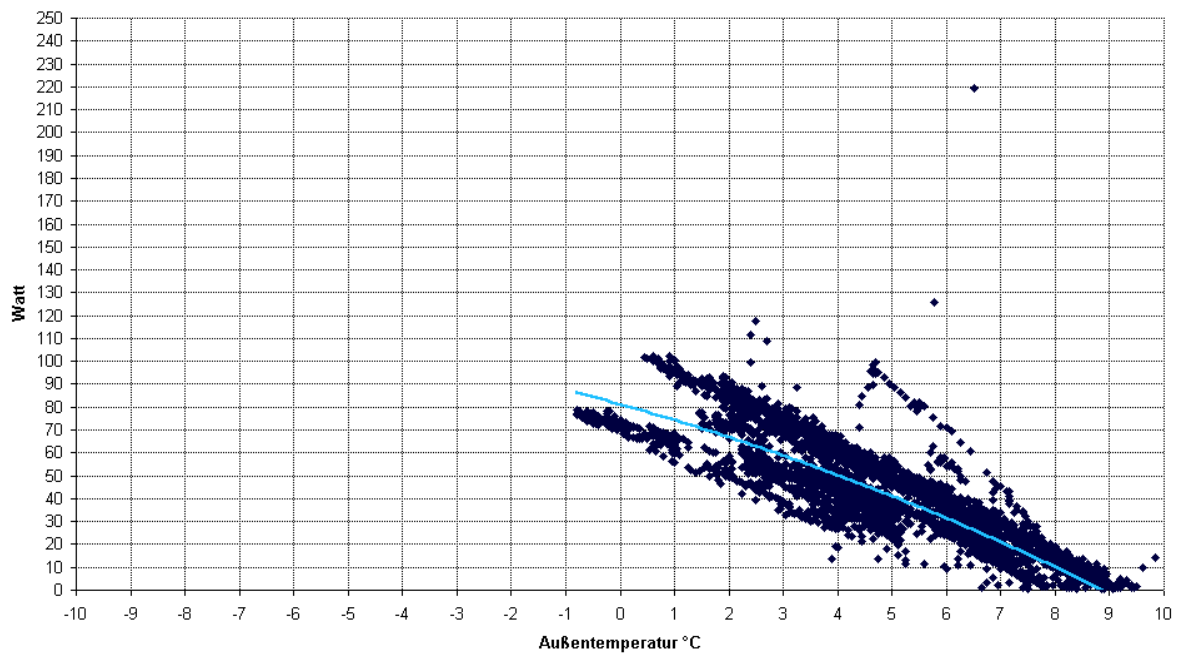


Abb.4.4.12: Luftseitiger Ertrag des EWT im März 2000

Luftseitiger Ertrag des EWT, Juni 2000

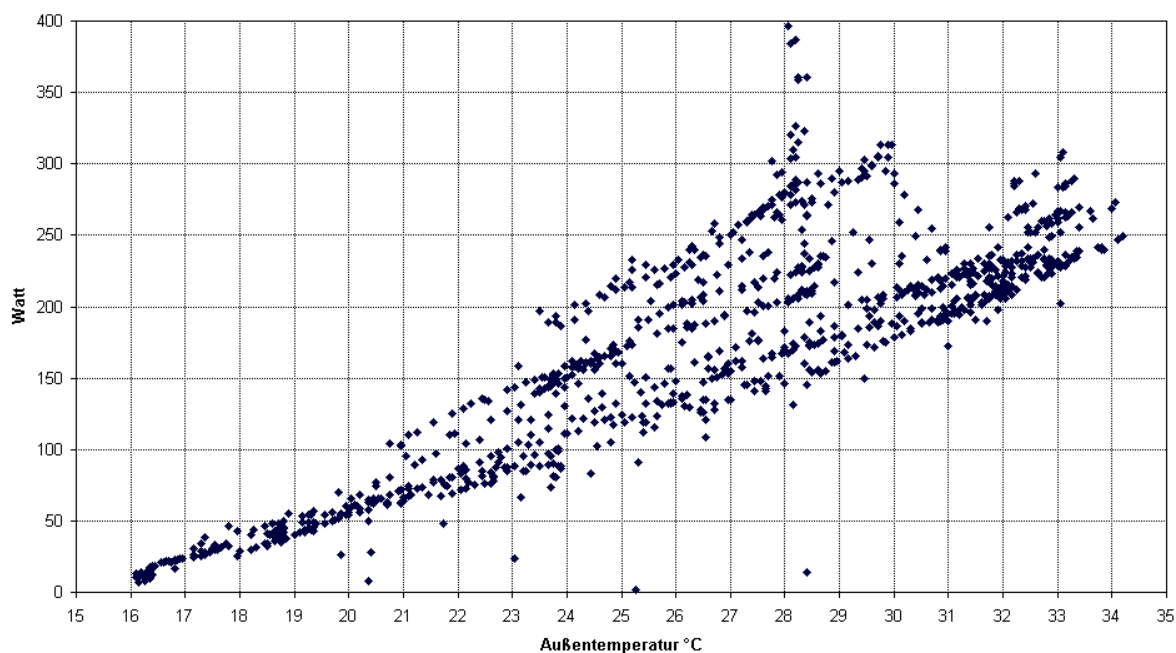


Abb.4.4.13: Luftseitiger Ertrag des EWT im Juni 2000

Den Ertragsverlauf des EWT im Zeitablauf der gesamten Meßperiode in Watt zeigen Abbildungen 4.4.14 bis 4.4.16. Hierin ist jeweils der luftseitige Ertrag, berechnet aus dem Luftdurchsatz und der Temperaturdifferenz zwischen Außen- und Frischluft als blaue Verlaufslinie dargestellt. Daneben ist der soleseitige Ertrag als graue Linie dargestellt, der aus der Soleumwälzmenge, der Temperaturdifferenz zwischen Solevor- und Rücklauf und dem Energieinhalt von Sole berechnet wurde. Als gelbe Linie ist zugleich die Höhe der Soleförderung dargestellt.

Der im Winter höhere Verlauf der luftseitigen Erträge gegenüber den soleseitigen Erträgen ist auf Anhieb nicht plausibel, da eine höherer Wärmeeintrag aus der Sole in die Luft, als aus der Sole entzogen wird, nicht erklärbar scheint. Tatsächlich sind diese Meßwerte auch systematisch durch drei sich überlagernde Fremdeinflüsse verfälscht. Zum einen gibt der Sole-Luft-Wärmetauscher auch an seine Umgebung Wärme ab bzw. nimmt von ihr Wärme auf, sodaß nicht alle Veränderungen der Temperatur der hindurchströmenden Luft von der Sole verursacht werden. Zum zweiten ist die Soleumwälzpumpe zwischen dem Sole-Luft-Wärmetauscher und dem Temperaturfühler der in die Erde hineinführenden Soleleitung plaziert. Die Abwärme der Sole-Umwälzpumpe erwärmt somit die vom Sole-Luft-Wärmetauscher abgekühlte Luft wieder ein wenig, bevor diese den Vorlauf-Temperaturfühler passiert. Dadurch wird die Auskühlung der Sole, anhand derer ihr Ertrag berechnet wird, nicht in vollem Umfang erfaßt. Schließlich liegen zwischen dem Austritt der Soleleitung aus der Erde und ihrem Eintritt in den Sole-Luft-Wärmetauscher insgesamt etwa 6 m Leitungsstrecke mit teils nicht wärmedämmten Armaturen im Innen- und Außenbereich des Hauses, so daß auch hierdurch eine Erwärmung bzw. Auskühlung der Sole erfolgen kann. Die Abb. 4.4.14 bis 4.4.16 sind durch diese Einflüsse zwar in ihrer Gesamtcharakteristik, nicht aber im genauen Verhältnis der beiden Ertrags-Verlaufs-Linien belastbar.

Interessant sind die Verläufe der Ertragslinien zwischen Mitte März und Anfang April. Hier sind die Erträge bei hoher Umwälzleistung des EWT periodisch positiv und negativ. Dies ist damit erklärbar, daß in dieser Zeit die Außentemperaturen zwischen Tag und Nacht stark schwanken und dabei abwechselnd über oder unter der Erdreich bzw. Soletemperatur lagen. Bei nachts kälterer Außen- als Erdreichtemperatur brachte der in dieser Zeit permanent laufende EWT Wärmeerträge, bei tags wärmerer Außen- als Erdreichtemperatur brachte er unerwünschte Frischluft-Kühleffekte. Dies verweist auf einen damaligen Regelungsmangel: der EWT hätte nicht permanent, sondern nur während kälter Außen- als Erdreichtemperatur laufen dürfen.

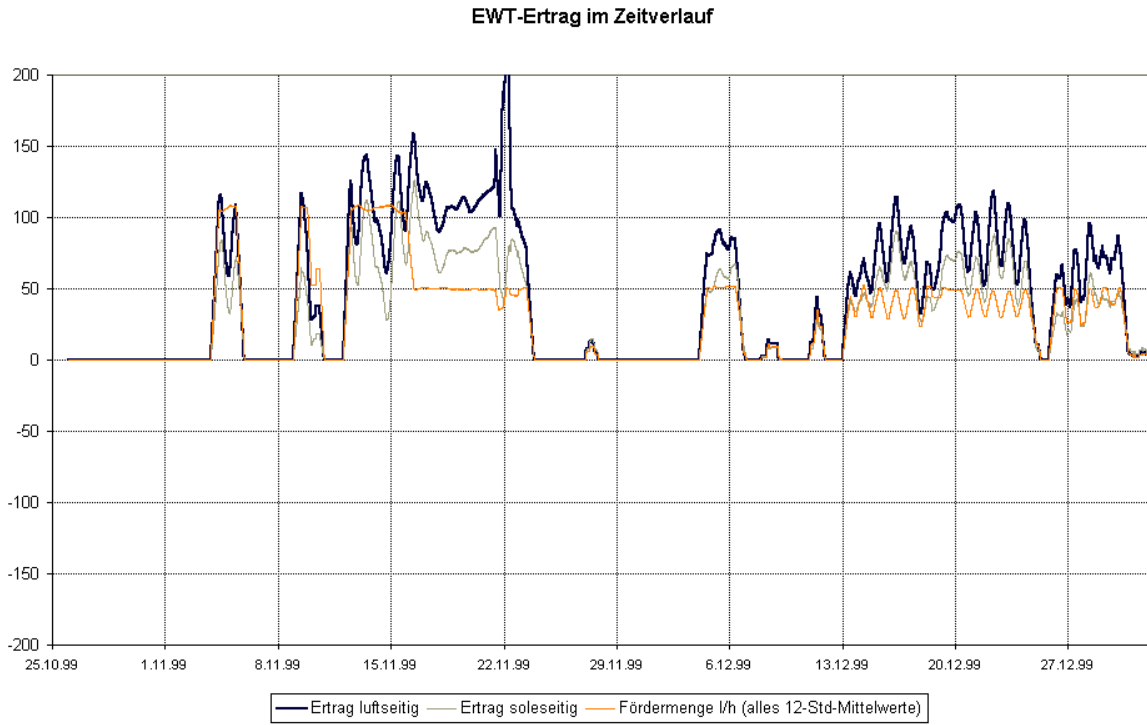


Abb.4.4.14: EWT-Erträge im Zeitverlauf 25.10.99 bis 31.12.99

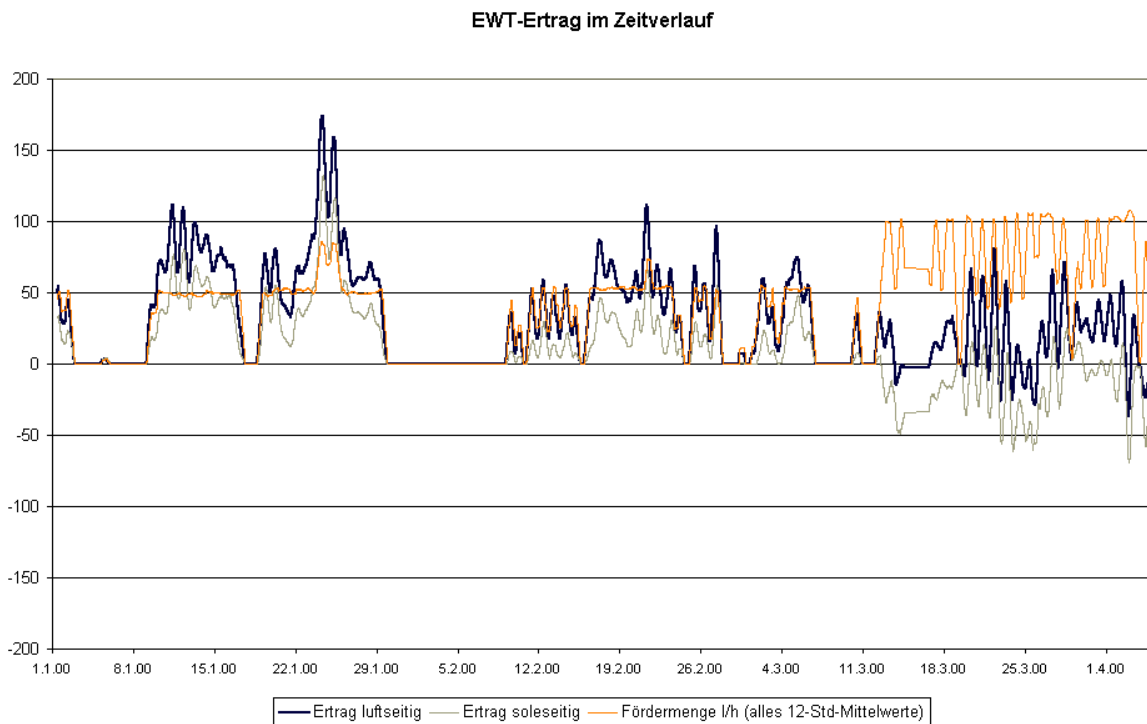


Abb.4.4.15: EWT-Erträge im Zeitverlauf 01.01.00 bis 05.04.00

EWT-Ertrag im Zeitverlauf

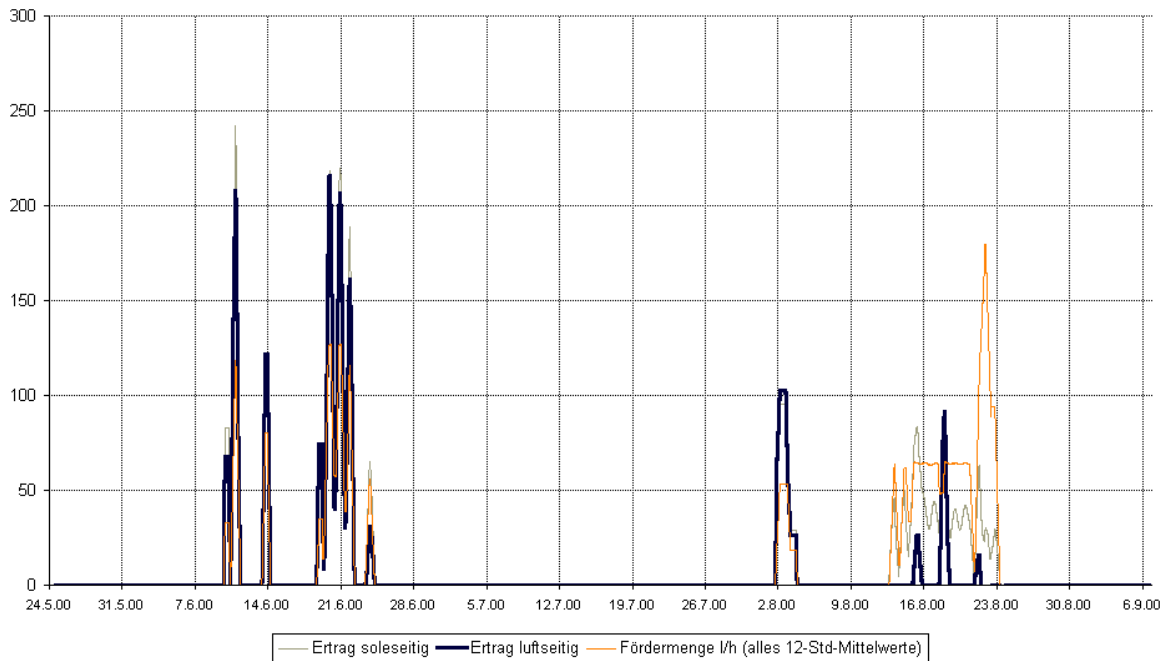


Abb.4.4.16: EWT-Erträge im Zeitverlauf 24.05.00 bis 05.09.00 (Sommer-Kühlleistung)

4.4.2 EWT-Meßergebnisse in einer ausgewählten Kälteperiode

Der Zeitraum zwischen 22.01.00 und 27.01.00 war die kälteste Woche während der Langzeitmessung. Abbildung 4.4.17 zeigt für diese Periode feiner aufgegliedert die Temperaturverläufe aller Meßpunkte der Luftströmungskette sowie die **Soleförderung** des EWT. Abb. 4.4.18 zeigt den Ertrag des EWT in dieser Kälteperiode.

In Abb.4.4.17 ist als unterste (graue) Verlaufslinie die Soleförderung des EWT dargestellt. Diese beträgt im Normalbetrieb 50 Liter pro Stunde und im erhöhten Bedarfsbetrieb 100 Liter pro Stunde. Die Umschaltung von Normal- auf Bedarfsbetrieb erfolgt anhand der Außentemperatur. Die Einschaltgrenze für den Bedarfsbetrieb war damals auf $\leq -4^{\circ}\text{C}$ eingestellt.

Die Außentemperatur in dieser Meßperiode (dunkelblaue Linie) fiel von knapp über 0°C an den Vortagen am 23.01.00 zwischen 12:00 und 24:00 Uhr von $+2^{\circ}\text{C}$ auf -9°C ab und verblieb etwa 7 Stunden auf diesem Niveau. Zwischen 07:00 und 12:00 Uhr des 24.01.00 stieg sie wieder auf 0°C , fiel aber am Nachmittag und in der Nacht des 24.01.00 wieder bis auf -7°C ab und blieb bis zum 25.01.00 gegen 10:00 Uhr auf diesem Niveau. Die Temperatur der vom Erdwärmetauscher vorerwärmte Frischluft (orangene Linie) sank von anfangs $+5^{\circ}\text{C}$ zu keinem Zeitpunkt unter den Gefrierpunkt. Ihre niedrigste Temperatur erreichte sie mit $+0,5^{\circ}\text{C}$ am 24.01.00 gegen 07:00 Uhr. Die für den Frostschutz relevante Fortlufttemperatur (schwarze Linie) sank in dieser Kälteperiode von Anfangs etwa $+8^{\circ}\text{C}$ auf minimal $+4,5^{\circ}\text{C}$ und hatte damit noch eine erhebliche Wärmereserve, so daß keinerlei Einfriergefahr bestand.

Die Soletemperaturen am Vorlauf, auf halber EWT-Strecke und am Rücklauf zeigten in dieser Kälteperiode bei erhöhter Fördermenge der Solepumpe durchaus Schwankungen um 3 Kelvin, wobei der Kurvenverlauf nach anfänglichem stärkeren Absinken jeweils noch während der Kälteperiode wieder abflacht. Dies weist darauf hin, daß bei stärkerem Wärmeentzug aus der Erde kein lineares Absinken der Soletemperatur auftritt, sondern sich nur ein niedrigeres Temperaturniveau stabilisiert. Die Obergrenze des möglichen Wärmeentzugs aus der Erde bei der gegebenen Konfiguration konnte wegen der relativ kurzen Dauer der Kälteperiode allerdings nicht sicher bestimmt werden.

Der positive Wärmeertrag des EWT in der Kälteperiode ist in Abb. 4.4.18 als violette Verlaufslinie dargestellt und ist geometrisch nahezu das genaue Spiegelbild der Außentemperaturkurve, wobei die in diesem Zeitabschnitt nicht konstante Luftförderung der Lüftungsanlage (grüne Linie) leichte Verzerrungen des Spiegelbilds bewirkt. Die Effizienz des EWT (blaßgraue Linie), die aus dem Verhältnis von Watt Wärmeertrag zu Watt Stromverbrauch berechnet wurde, lag in diesem Zeitabschnitt im Mittel etwa bei fünf, d.h. es wurde fünfmal mehr Wärme gewonnen, als Strom aufgewendet. Da in dem untersuchten Objekt auch die Raumwärme mit Strom erzeugt wird, ist die Effizienz eindeutig positiv.

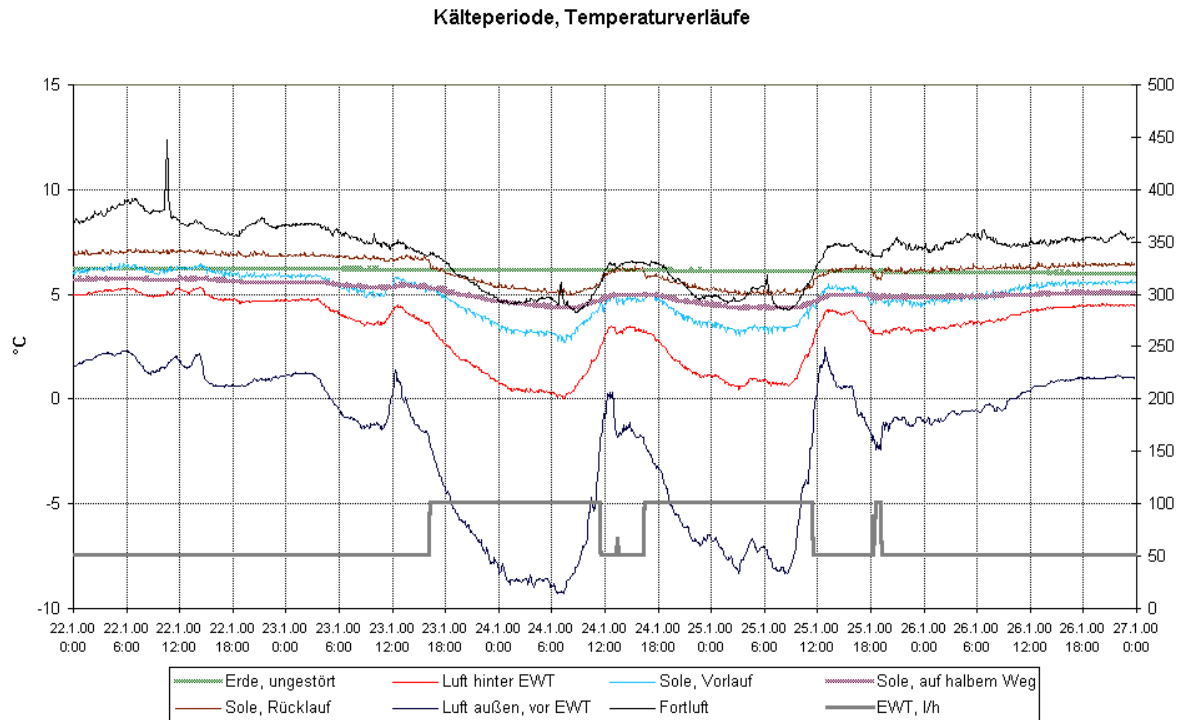


Abb.4.4.17: EWT-Temperaturverläufe in der kältesten Woche

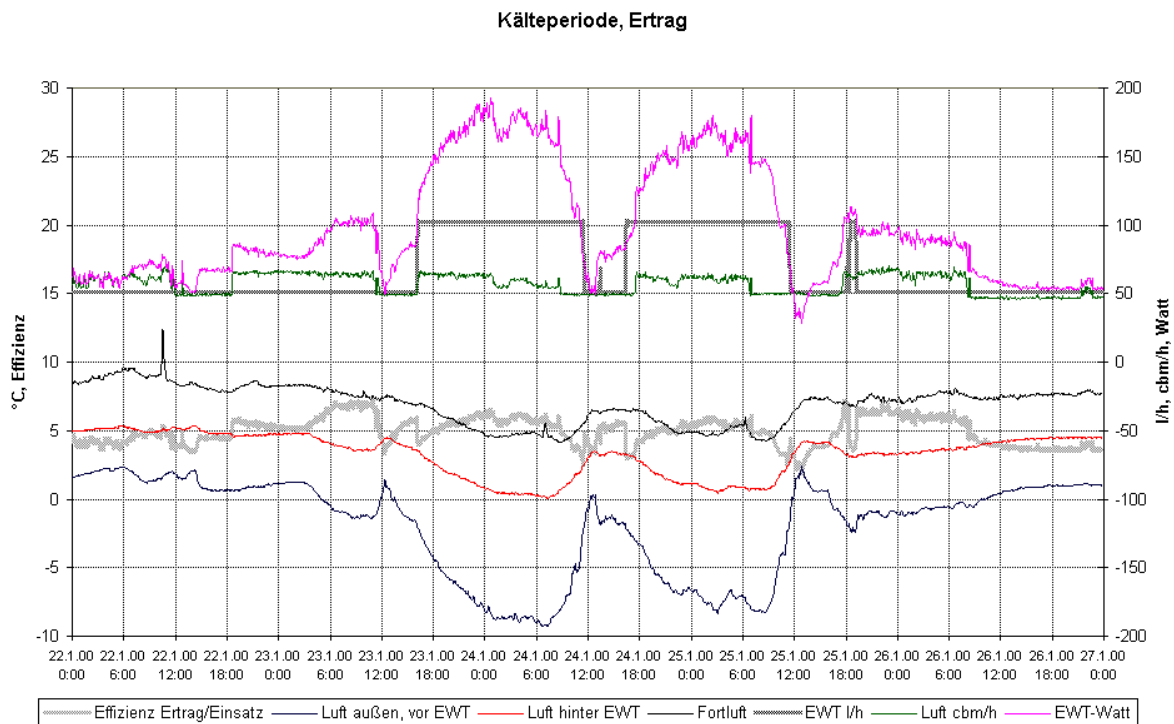


Abb.4.4.18: EWT-Ertrag und -Effizienz in der kältesten Woche

4.4.3. EWT-Meßergebnisse einer ausgewählten Hitzeperiode

Der Zeitraum zwischen 17.06.00 und 25.06.00 war die wärmste Woche während der Langzeitmessung. Abbildung 4.4.19 zeigt für diese Periode die fein aufgegliederten Temperaturverläufe aller Meßpunkte der Luftströmungskette sowie die periodische Soleförderung des EWT. Abbildung 4.4.20 zeigt den Ertrag des ETW in dieser Kälteperiode.

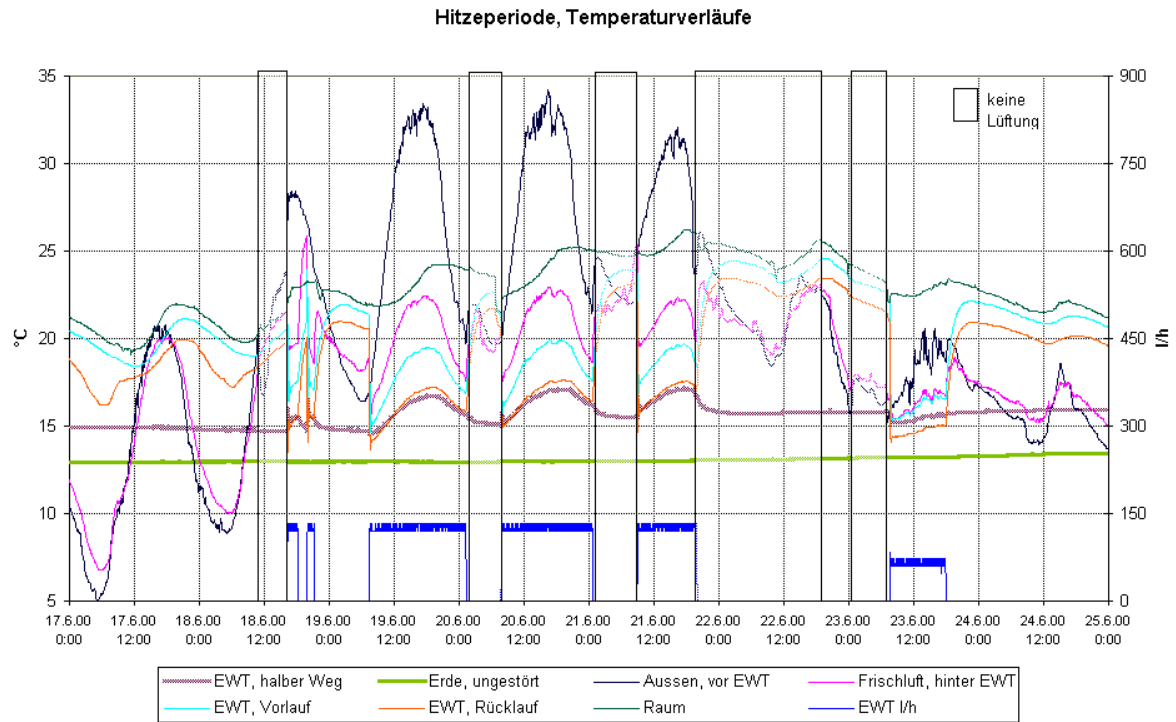


Abb.4.4.19: EWT-Temperaturverläufe in der heißesten Woche

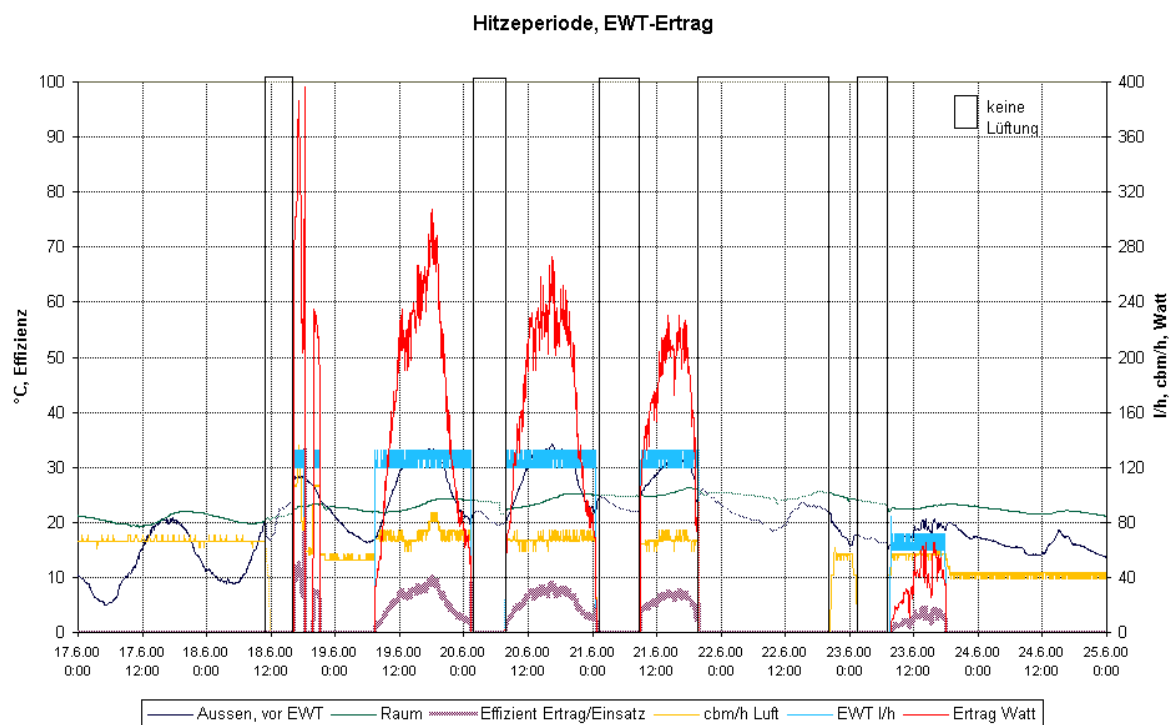


Abb.4.4.20: Ertrag aus dem EWT-Betrieb in der kältesten Woche

In dieser sonnigen und windarmen Woche zwischen dem 17.06.00 und dem 21.06.00 schaukelte sich die Außentemperatur von +5°C nachts und +21°C tags auf Werte von +16°C nachts und +34°C tags hoch. Die Lüftungsanlage lief im reinen Zuluftbetrieb, solange die Außentemperatur niedrig war oder mit angeschaltetem Erdwärmetauscher, um kühle Luft ins Haus zu fördern. Im Gebäude waren dabei alle EG-Fenster und Türen geschlossen und nur ein OG-Nordfenster gekippt. Ziel dieser Regelung war es, eine Kaltluftwanne im Haus zu erreichen, die durch Einblasen kühler Luft gefüllt wird und an ihrer Oberseite mit der dort wärmsten Luftschicht über das gekippte OG-Fenster nach außen überläuft. Der Einschaltzeitpunkt des der Frischluftkühlung dienenden EWT lag bei $\geq +20^\circ\text{C}$.

Die Lüftungsanlage wurde in dieser heißesten Woche leider nicht permanent betrieben, sondern teilweise nachts oder auch tags über mehrere Stunden abgeschaltet. Dies erfolgte, da die Luftqualität und Lufttemperatur im Innenraum auch ohne den Betrieb der Lüftungsanlage angenehm war. Für die Messung der Kühlleistung des EWT ergeben sich hieraus leider Unterbrechungen der Meßreihen, insbesondere fehlen mehrere Abschnitte sicherer Außentemperaturen und der Soletemperaturen, da diese im Hochsommer nur bei laufender Lüftungsanlage korrekt erfaßt werden konnten.

Trotz dieser Einschränkungen zeigt der Verlauf der Frischlufttemperatur hinter dem Sole-Luft-Wärmetauscher (dünn-violette Linie) in Abb.4.4.19 die starken Kühleffekte des EWT in der Hitzeperiode deutlich. Die Frischlufttemperatur, die im Sommerbetrieb bei abgeschaltetem Abluftventilator, also bei nur einseitig durchströmten Gegenstrom-Wärmetauscher zugleich Zulufttemperatur ist, stieg in der betrachteten Hitzeperiode selbst bei Außentemperaturen von über +32°C nicht über +23°C an und lag im Mittel dieser heißen Tage sogar nur um +20°C. Eine einzige Ausnahme gab es am 18.06.00 gegen 18 Uhr, als der EWT während des Betriebs der Lüftungsanlage und während einer noch recht heißen abendlichen Außentemperatur von +27°C für etwa zwei Stunden abgeschaltet war. In dieser Zeit stieg die Zulufttemperatur kurzzeitig auf bis zu +26°C an. Die absolute Abkühlung der Außenluft durch den EWT betrug in dieser Phase bis zu 11 Kelvin.

Betrachtet man in Abb.4.4.19 die Soletemperaturen, fällt auf, daß zwar der EWT-Vorlauf (hellblaue Linie) deutlich wärmer, als der EWT-Rücklauf (hellbraune Linie) ist, jedoch ist die EWT-Rücklauftemperatur (hellbraune Linie) nicht kälter als die Soletemperatur auf halber EWT-Strecke (kräftige violette Linie). Die Sole hatte demnach bereits auf halber EWT-Strecke die niedrigste Temperatur erreicht bzw. kühlte auf dem Rückweg zum Haus nicht noch weiter ab. Im Gegenteil ist an den drei wärmsten Nachmittagen sogar erkennbar, daß die Sole-Rücklauftemperatur höher als die Soletemperatur auf halber EWT-Strecke ist. Dies ist ein Hinweis darauf, daß die Vor- und Rücklaufleitung des EWT zu nahe beieinander liegen. Vermutlich erwärmt sich das Erdreich um das erste Teilstück der Sole-Vorlaufleitung besonders stark und von dieser besonders stark erwärmten Erde fließt ein Teil der Wärme bis zum Rücklaufstrang und erwärmt den Sole-Rücklauf unterirdisch. Laut Planung sollten beide Leitungen mindestens 50 cm Abstand voneinander haben. Die genaue Bauausführung ist aber nicht dokumentiert.

Die Sole-Umwälzmenge, die mit einem Volumenstromzähler erfaßt wurde, ist in der betrachteten Hitzeperiode teils höher, als bei den zuvor betrachteten Kälteperioden, da die Umwälzpumpe hier auf Betriebsstufe 2 eingestellt war. Die Soleförderung betrug in dieser Einstellung etwa 130 Liter pro Stunde.

Abb.4.4.20 zeigt den Ertrag und die Effizienz des EWT im Sommerbetrieb. An den heißesten Tagen werden über 6-8 Stunden Kühlleistungen von 200-max. 290 Watt erbracht. Die Effizienz des EWT, berechnet als das Verhältnis von nutzbarer Kälte zu aufgewendetem elektrischem Strom liegt zwischen 3 und 8, in der Spitze kurzzeitig bei 10.

4.4.4 WRG-Meßergebnisse über die gesamte Heizperiode

Die Temperaturen der Frischluft, Zuluft, Abluft und Fortluft vor bzw. hinter dem Gegenstrom-Wärmetauschers der Lüftungsanlage sowie die Luftförderung wurden über die gesamte Heizperiode registriert und ausgewertet. Der hieraus berechnete Ertrag ist in Abbildungen 4.4.21 und 4.4.22 für die Zeitabschnitte 25.10.99 bis 31.12.99 und 01.01.00 bis 05.04.00 dargestellt.

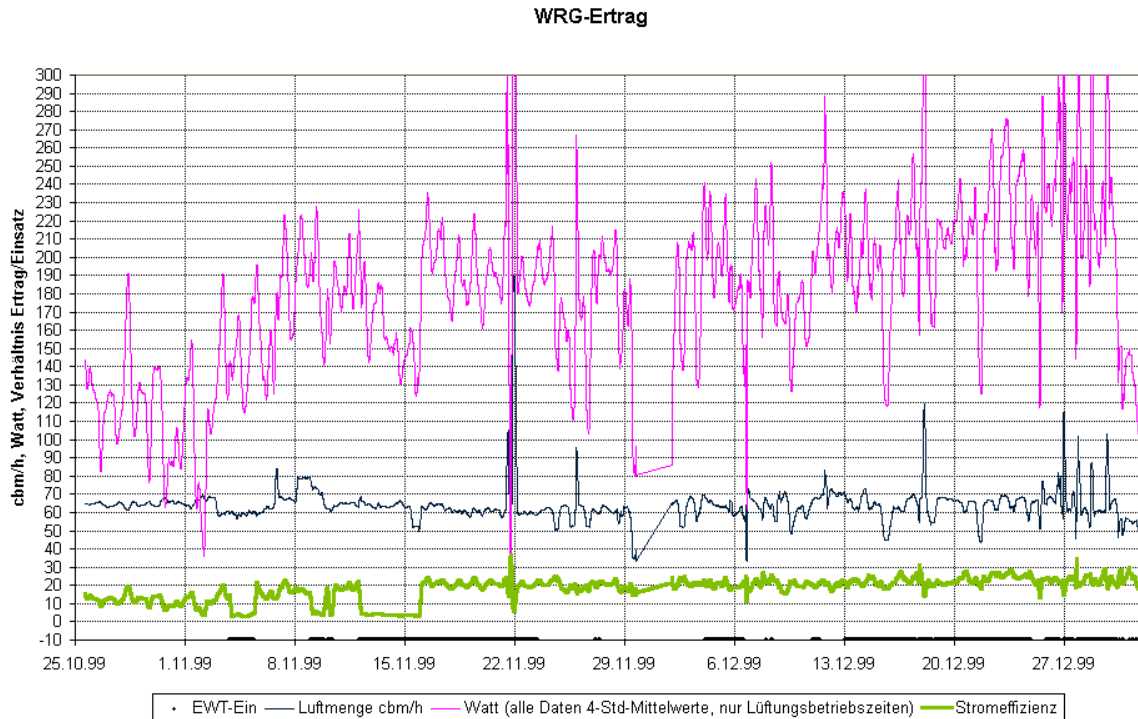


Abb.4.4.21: Ertrag und Effizienz der WRG-Anlage 25.10.99 - 31.12.99

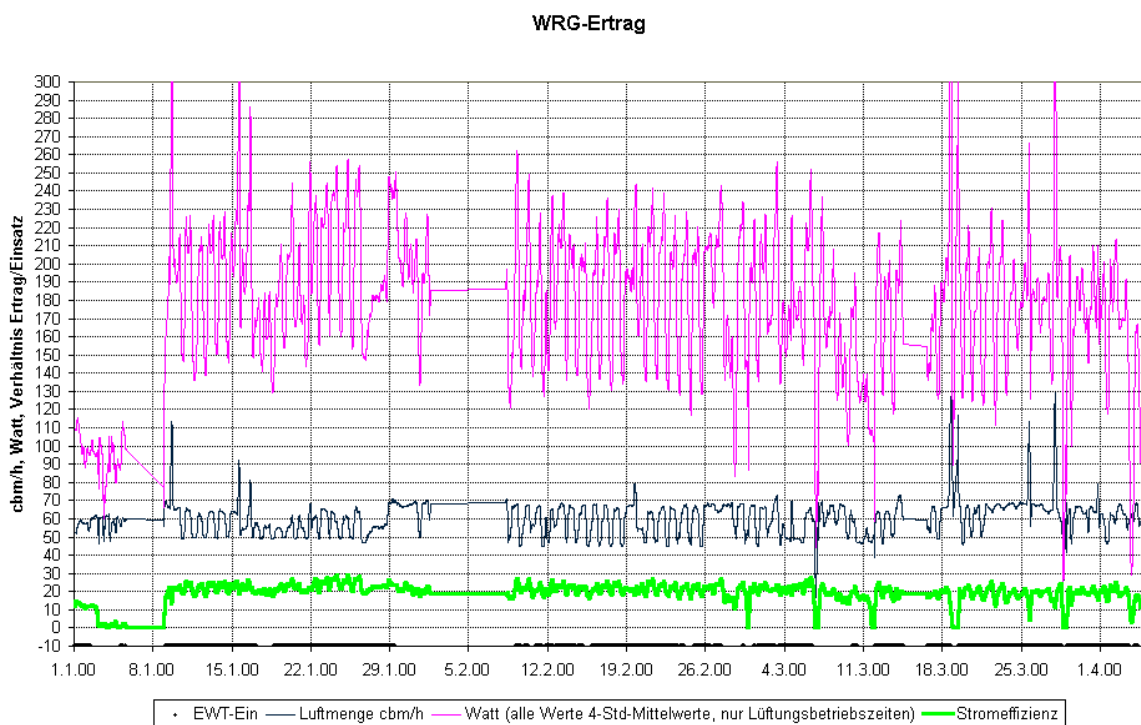


Abb.4.4.22: Ertrag und Effizienz der WRG-Anlage 01.01.00 - 05.04.00

In beiden Abbildungen ist mit dunkelblauer Verlaufslinie die Luftförderleistung der Lüftungsanlage eingetragen. Sie lag im Mittel bei 60 m³/h, wobei die Regelung während der gesamten Meßdauer in Teilabschnitten auf Dauerbetrieb, auf Automatikbetrieb und auch auf abgestuften Tag-Nacht-Betrieb eingestellt war. Einzelne sehr hohe Meßwerte sind Stoßlüftungsphasen mit ca. 250 m³/h Luftleistung, die sich statt planmäßig etwa 10 Minuten teils durch Regelfehler auch über 30-40 Minuten hinzogen. Direkt über der x-Achse sind fettschwarz informell auch die Zeiten des EWT-Betriebs angegeben.

Die absolute Wärmeleistung der WRG-Anlage betrug über die gesamte hier betrachtete Heizperiode im Mittel 180 Watt mit Minima um 110 Watt und Maxima von etwa 300 Watt. Der thermische Wirkungsgrad der WRG-Anlage betrug im Mittel der Heizperiode 74,3 Prozent, Die Stromeffizienz, berechnet als Watt Wärmeleistung pro Watt Stromaufnahme lag über die gesamte Heizperiode um 16, pro einer kWh Strom wurden also 16 kWh Wärme nutzbar rückgewonnen. Da die Heizenergie in diesem Objekt elektrisch erzeugt wird, ist diese Relation tatsächlich wirksam.

4.4.5. Gesamtergebnis der Vermessung des EWT und der WRG-Anlage

Abbildung 4.4.23 zeigt die zusammengefaßten Ergebnisse der Vermessung des EWT und der WRG-Anlage im Objekt Nr.12⁷⁰.

| | Gesamte Heizperiode 10/99-04/00 | Ausgewählte Kälteperiode 22.01.-27.01.00 | Gesamte Sommerperiode 05/00-09/00 | Ausgewählte Hitzeperiode 17.06.-25.06.00 |
|-------------------------|---------------------------------------|--|---|--|
| Erdwärmetauscher | | | | |
| Betriebsstunden | 1.786,2 h | 120,0 h | 327,8 h | 77,0 h |
| Wärmeertrag solesseitig | 72,7 kWh | 7,9 kWh | 26,7 kWh | 10,5 kWh |
| Wärmeertrag luftseitig | 139,8 kWh | 11,8 kWh | 16,8 kWh | 9,1 kWh |
| Stromeffizienz | 4,7 fach | 4,9 fach | 2,8 fach | 4,7 fach |
| WRG-Anlage | | | | |
| Betriebsstunden | 3.283,5 h | 120,0 h | 2.019,7 h | 142,8 h |
| Wirkungsgrad therm. | 74,4 % | 70,3 % | --- | --- |
| Wärmeertrag | 637,5 kWh | 24,7 kWh | --- | --- |
| Stromeinsatz | 36,5 kWh | 1,1 kWh | 20,5 kWh | 1,2 kWh |
| Stromeffizienz | 16,3 fach | 22,4 fach | --- | --- |

Abb. 4.4.23: Zusammenfassung Meßergebnisse EWT und WRG-Anlage

4.4.6. Ausgewählte empirische Problemstellungen der Messung

Die Langzeitvermessung des Erdwärmetauschers und der Lüftungsanlage mit WRG hatte in mehreren Aspekten Methodenprobleme aufgeworfen. Sie war auch durch Besonderheiten der Anlage und ihrer Betriebsweise erschwert. Auf drei beispielhafte Teilaspekte sein nachfolgend hingewiesen.

Der Betrieb der Lüftungsanlage erfolgte über den Großteil der anfänglichen Meßdauer Nicht kontinuierlich, sondern periodisch. Da der Außentemperaturfühler aus den in Abschnitt 4.4.1 bereits erläuterten Gründen nur während des Betriebs der Zuluftventilators unverfälschte Werte anzeigt, mußten die tatsächlich gemessenen Werte um die Verfälschungen während der Stillstandszeiten und die Effekte der anfänglichen Einschwingdauer nach Betriebsbeginn bereinigt werden. Abb. 4.4.24 zeigt den 30-minütigen Taktbetrieb der Lüftungsanlage (blaue und gelbe Linie), den tatsächlich gemessenen Temperaturverlauf der sog. "Außentemperatur" (schwarze obere Linie) und die bereinigte Außentemperatur (violette Linie).

⁷⁰ Die Gebäude- und Nutzungsdaten des EFH-Objekts Nr.12 enthält in Kap. 7.12

Der Erdwärmetauscher wird im Verhältnis zu seinem Volumen nur sehr langsam durchströmt. Bei einem Solevolumen von ca. 33 Litern Sole und einer Umwälzmenge von 50 Litern pro Stunde im Winterbetrieb auf normaler Stufe bzw. 100 Litern auf erhöhter Stufe wird nur eine 1,5- bis 3-fache Soleumwälzung pro Stunde erreicht. Die Umgebung der insgesamt ca. 75 m langen Soleleitung ist dabei sehr unterschiedlich, was ihre Temperatur und ihre Wärmetransportfähigkeit betrifft⁷¹. Insbesondere unterscheiden sich die Umgebungsbedingungen in den folgenden 5 Strangabschnitten:

Aussentemperaturmessung hängt von Lüftung ab

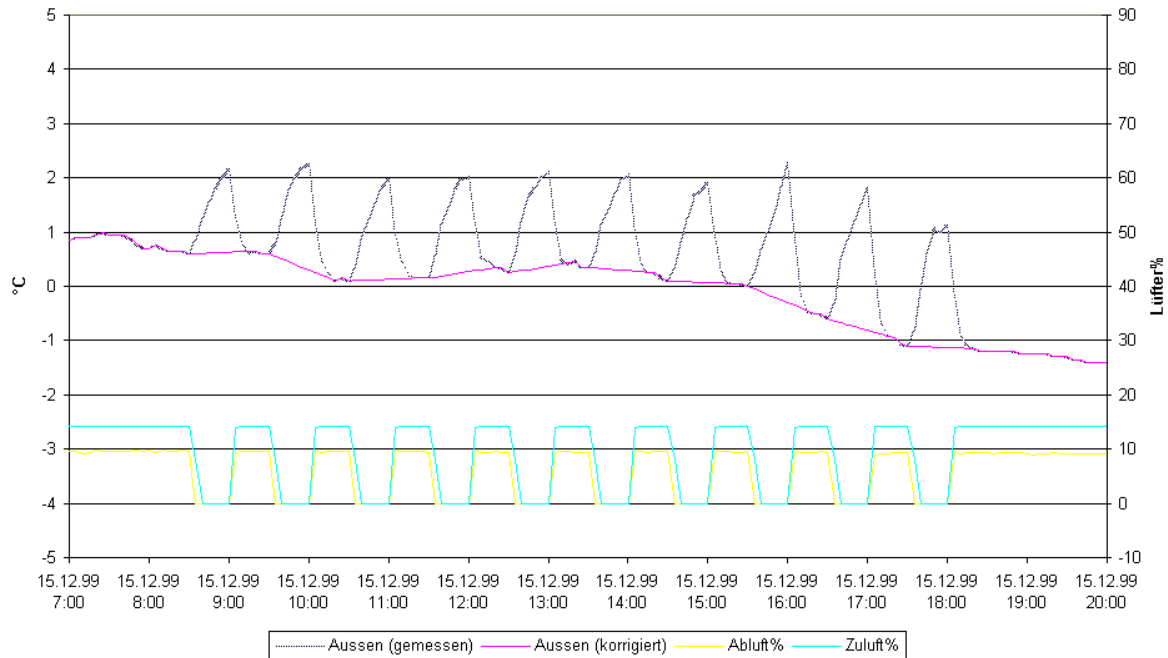


Abb.4.4.24: Meßwert-Irritation durch 30-Minuten-Taktbetrieb der Lüftung

- Erdreich im Garten, nicht überbaut, 1,5 m tief
- Erdreichs unter dem Haus, 1,5 m unter OK Erde
- Verbindungsstrang zwischen OK Erdreich und Temperaturfühlern im Haus
- Verbindungsstrang zwischen Temperaturfühlern und Anfang Sole-Luft-WT im Carport
- Sole-Luft-Wärmetauscher in der Frischluftleitung im Carport und Schuppen

Die Vielfalt der Umgebungsbedingungen der Soleleitung bewirkt, daß nach längerem Stillstand verschiedene Sole-Teilmengen sehr unterschiedliche Stillstandstemperaturen erreicht haben, die nach Beginn der Umwälzung nacheinander die Temperaturfühler sowie wärmere oder kältere Streckenabschnitte passieren. Daraus ergibt sich eine erhebliche Meßwertirritation in der Anlaufphase, deren Einschwing-Zyklus beispielhaft in Abb.4.4.25 dargestellt ist. Die ermittelte Einschwingzeit der Sole nach einem Anlauf der Solepumpe nach längerem Stillsand dauert etwa eine Stunde; die zwischenzeitlichen Meßwerte sind allerdings nicht alle falsch, sondern spiegeln nur andere Wärmeteilströme wieder, als die vom Erdreich zur Frischluft.

Wie mit aufwendigen Simulationen ermittelt werden konnte, wirkt sich dabei die unterschiedliche Erdreichtemperatur im freien Garten und unter dem Haus am stärksten irritierend aus. Ein Solepaket, das im Winterbetrieb stark abgekühlt aus dem Sole-Luft-Wärmetauscher Richtung Erdreich gepumpt wird, durchfließt zunächst das mehr als 2 Kelvin wärmere Erdreich unter dem Haus und erwärmt sich dabei Relativ stark, teils sogar über die Temperatur des ungestörten Gartenerdreichs. In der folgenden EWT-Teilstrecke im Garten kühlt es dann wieder bis fast auf ungestörte Erdreichtemperatur ab. Beim Rückstrom durchströmt es dann wieder die Zone unter dem Haus, in der es sich relativ stark erwärmt. Zu vielen Betriebszeiten erreicht es dabei jedoch keine höhere Temperatur mehr, als es im ersten Erdstreckenabschnitt auch schon erreicht hatte. Durch die Soleumwälzung von dem Unter-Haus-Bereich in den Garten und zurück kann zu bestimmten Winterzeiten sogar ein größerer Wärmeaustausch aus dem Unter-Haus-Bereich in den Garten hinein erfolgen, als für die reine Soleerwär-

⁷¹ Zur Konfiguration vgl. Kap.3.3 und Abb. 3.3.1

mung nötig gewesen wäre, sodaß dann die gesamte Garten-Teilstrecke des EWT sogar thermisch nachteilig ist. Abb. 4.4.26 zeigt eine Prinzip-Simulation des Wärmewegs eines solchen Solepakets. Diese Effekte konnten allerdings nur aus der Meßwert-Interpretation abgeleitet und nicht empirisch ermittelt werden; sie sind insofern mit Vorbehalt zu gebrauchen und verweisen auf noch bestehenden Forschungsbedarf zum detaillierten thermischen Verhalten von EWT-Teilstrecken.

Anlauf nach langem Stillstand, 4.12.99

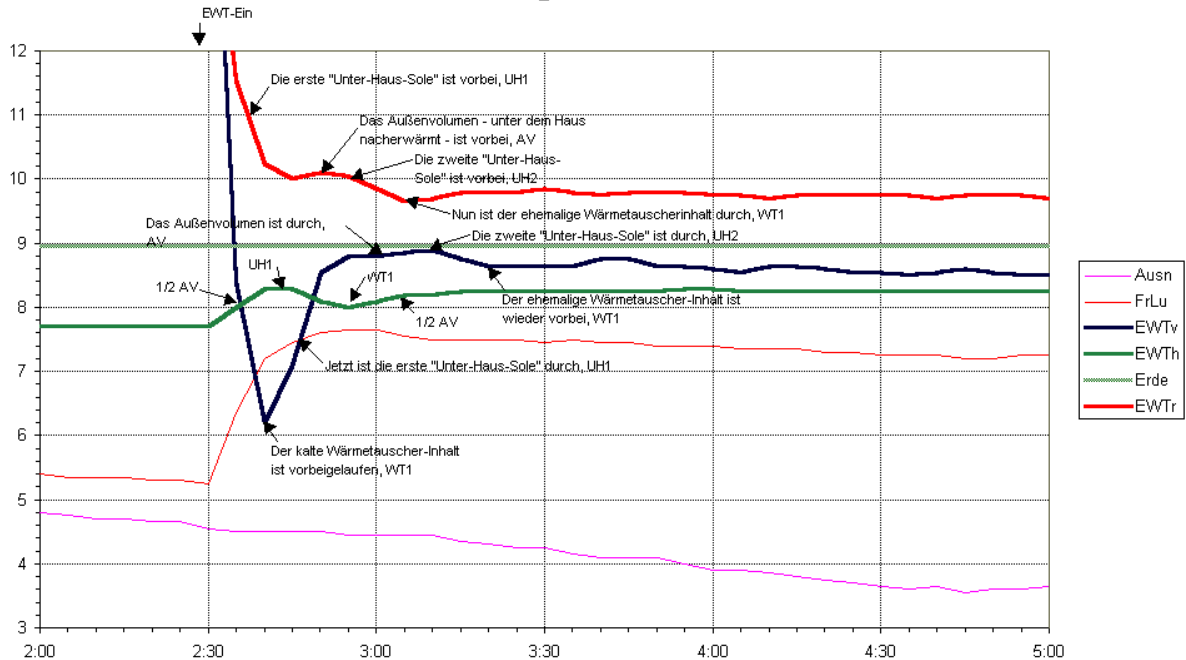


Abb.4.4.25: Einschwingzyklus des EWT nach längerem Stillstand

4.12.99, 4:00 Uhr, Außen +4°, Prinzip-Simulation

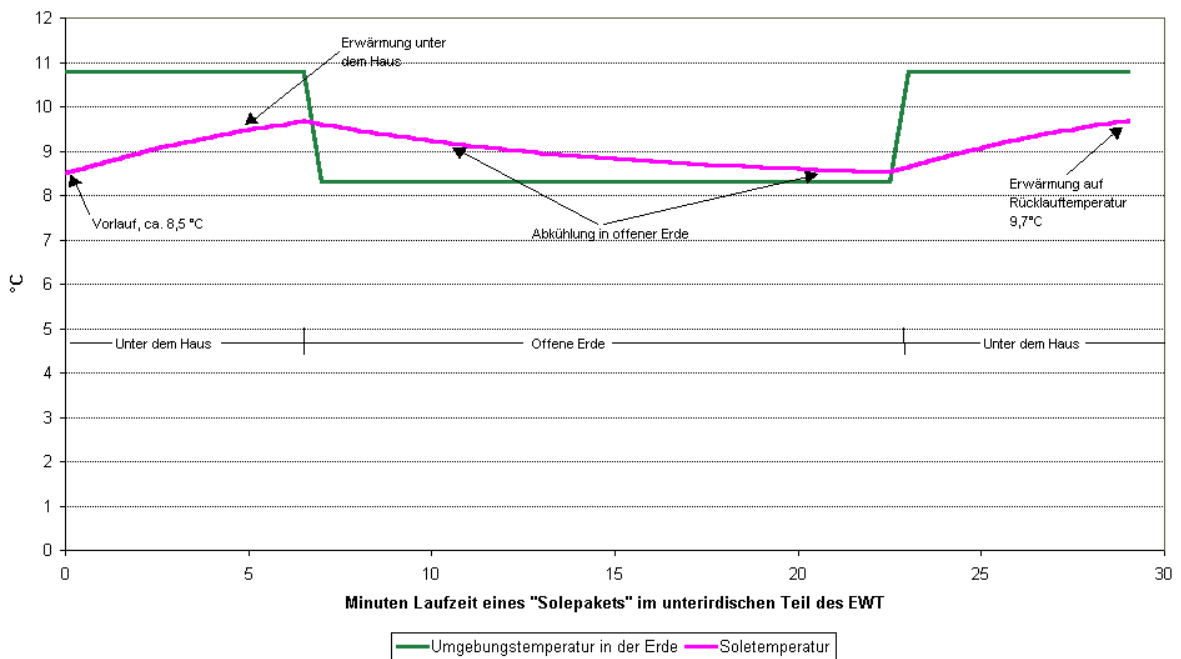


Abb.4.4.26: Erwärmung und Abkühlung eines Solepakets auf EWT-Teilstrecken

5. Beobachtete Mängel und Mängelursachen

Inhaltsübersicht

In diesem Kapitel sind beobachtete Mängel und, soweit erkennbar gewesen, deren Ursachen nach systematischen Kriterien dargestellt. Wegen der geringen Fallzahl wird auf eine statistische Ergebnisdarstellung weitgehend verzichtet und es wird nur bei besonders typischen Beispielen auf die betroffenen Objekte hingewiesen. Die individuellen Ergebnisse und Empfehlungen zur Abhilfe sind bei der jeweiligen Objektbeschreibung in Kapitel 7 dargelegt, das Erreichen der SOLL-Vorgaben bezüglich der Luftdurchströmung in Kapitel 4. Die im nachfolgenden Text vorgenommene Beurteilung als "Mangel" stellt dabei die Auffassung der Autoren, gemessen am heutigen Kenntnisstand für eine mängelfreie Ausführung dar. Da viele der Objekte seinerzeit unter anderen Vorgaben und Randbedingungen geplant und gebaut wurden (vgl. Kap.1.1. und 2.2), ist sie nicht als direkte Bewertung der damaligen Planungs- oder Ausführungsleistungen zu verstehen.

- 5.1 Planungs- und Auslegungsmängel
- 5.2 Installationsmängel
- 5.3 Mängel durch Bedienung und Nutzung
- 5.4 Lüftungsrelevante Mängel am Gebäude

5.1 Planungs- und Auslegungsmängel

5.1.1 Durchströmungskonzepte

Notwendige Bestandteile eines Durchströmungskonzeptes sind (verkürzt):

- die vollständige Abgrenzung des mechanisch zu belüftenden Gebäudeteils
- eine damit übereinstimmende Grenzziehung für die luftdichtenden Schichten der Gebäudehülle
- die Einordnung aller darin liegenden Räume in Zuluft-, Abluft- oder Überströmräume
- die Ermittlung und Abstimmung der zu-, über- und abströmenden Luftvolumina,
- die passende Auslegung aller strömungserheblichen Komponenten und
- die Berücksichtigung anderer, die Strömung beeinflussenden Gebäudeeigenschaften.

Das mechanisch zu belüftende Gebäudeteil ist bei den untersuchten Objekten meist in Übereinstimmung mit dem beheizten Gebäudeteil und mit der tatsächlich luftdichtenden Gebäudehülle abgegrenzt. In einem Objekt ist ein im EG- Vorflur liegendes WC ausgenommen, das nur mit dem Fenster gelüftet wird und dessen Tür dicht ist. In einigen anderen Objekten sind einzelne beheizte Kellerräume von der mechanischen Belüftung ausgegrenzt und werden nur mit Fensterlüftung versorgt. In den vier MFH (Nr.13-16) sind Treppenhäuser einbezogen, in zwei MFH (Nr.17 und 18) sind sie unbeheizt und nicht mechanische belüftet. Völlig unbelüftete Räume innerhalb des abgegrenzten Volumens gab es nur in Form kleiner fensterloser Abstellräume.

Die Zuordnung als Ablufträume der Küchen, Bäder und WC's war bei allen untersuchten Objekten richtig und nachvollziehbar. Die Zuordnung als Zulufräume wies teils Fehler und andere individuelle Besonderheiten auf. So waren in mehreren Objekten (z.B. in Nr.11 und 14) reine Küchen außer mit Abluft- auch mit Zuluftventilen ausgestattet. Öffnete man diese, was von den Nutzern häufig gemacht wurde, war fast keine Zuluftnachsaugung aus den eigentlichen Zulufräumen (Wohn-, Schlaf- und Kinderzimmern) mehr meßbar und das Durchströmungskonzept der Wohneinheit funktionierte nicht mehr. In anderen Objekten mit offenen EG-Allräumen, die Wohnen, Essen und Kochen in zusammenhängenden Luftverbänden umfassen, ist dagegen eine solche Ausstattung sinnvoll. In einem Objekt war ein Kinderzimmer, in einem anderen ein Büro als Ablufträume definiert und nicht mit einer Zuluftzuführungen sondern nur mit Anschlüssen an Abluftleitungen ausgestattet. Die Luftzufuhr bestand hier nicht aus Frischluft, sondern aus Überströmluft aus dem Wohnungsflur oder EFH- Treppenhaus. Eine solche Durchströmung kann zwar auch einen ausreichenden Raumlufwechsel ermöglichen, zumal die Luft der klassischen Überströmräume im Einzelfall noch nicht unbedingt "verbraucht" oder übermäßig feuchte angereichert sein muß, die Luftqualität ist aber geringer, als bei einer Frischluftversorgung. Dies war den Planern und Nutzern solcher Räume bekannt und seinerzeit akzeptiert worden. Aus unserer Sicht kann dies bei Büros oder nur gelegentliche genutzten Räumen vielleicht akzeptiert werden, in einem dauernd personenbelegten Kinderzimmer halten wir es für einen Planungsfehler.

Die Zuordnung als Überströmräume ergab sich meist aus der Lage dieser Räume zwischen Zu- und Ablufträumen und war nicht bewußt geplant. Die Durchströmungsmenge und -richtung dieser Räume ergab sich aus den angeschlossenen Zu- und Ablufträumen.

Die Dimensionierung der für die geplante Durchströmung erheblichen Komponenten war - gemessen an den SOLL-Luftwechselraten aller untersuchten Räume - oft unzureichend, da die geplanten Durchströmungen vor allem der Zulufräume oft nicht erreicht wurden⁷².

Die Durchströmungskonzepte waren bei den meisten Objekten nicht unter ausreichender Berücksichtigung der Störeinflüsse geplant worden, die durch Winddruck, durch thermischen Auftrieb innerhalb des zusammenhängenden Luftraums und durch Luftundichtheiten der Gebäudehülle entstehen. Der Störeinfluß von Winddruck bzw. Windsog wurde nur bei etwa 20 Prozent der untersuchten Gebäude bewußt berücksichtigt, indem die Zuluftöffnungen der verschieden ausgerichteten Räume nicht auf unterschiedliche, sondern nur auf gleich windbeaufschlagte Fassaden gelegt wurden und die Versorgung der Zulufräume auf den anderen Gebäudeseite über Zuluftkanäle erfolgte⁷³. Dadurch sollte eine windbedingte Querdurchströmung der Wohnung vermieden und ein einheitlicher Außendruck für die Frischluftnachsaugung an allen Ansaugstellen erreicht werden. Der Störeinfluß des thermischen Auftriebs, der besonders in EFH mit offenem Treppenhaus über 2-3 Etagen und in Wohnungen mit meh-

⁷² Vgl. hierzu detailliert nachfolgende Teilkapitel sowie in Kap.4 und 7.

⁷³ Vgl. OG- Lüftungspläne der EFH's Nr.2 und Nr.5 in Kap.7, Abb. 7.2.1 und 7.5.1

renen offen verbundenen Etagen auftritt, wurde nur in zwei EFH- Objekten⁷⁴ konsequent planerische berücksichtigt, indem hier die Treppenhäuser von den Etagenfluren durch relativ dichtschießende Innentüren abgetrennt und so der vertikale Luftraum getrennt wurde. Der mögliche Störeinfluß baulicher Undichtheiten dürfte den Planern der meisten Häuser noch nicht in dem Umfang bekannt gewesen sein, wie er sich bei dieser Untersuchung als Störfaktor herausgestellt hat⁷⁵.

5.1.2 Zu- und Abluftventile

Zu- und Abluftventile sind in einer Lüftungsplanung so zu dimensionieren, daß durch sie bei den zu erwartenden planmäßigen und evtl. störenden Luftantriebskräften⁷⁶ die gewünschte Luftmenge strömen kann. Nach ebök/Expo/PHPP⁷⁷, aber auch nach älteren Auslegungsrichtlinien benötigen Zulufräume abhängig von Raumvolumen und Personenbelegung etwa folgend Zuluft- Mengen⁷⁸, mit denen auch die SOLL-IST- Vergleiche in Kapitel 4 berechnet sind:

- nicht personenbelegte Räume 0,3-fachen Mindestluftwechsel (hier meist 10-25 m³/h)
- mit einer Person belegte Räume 30 m³/h oder evtl. höheren Mindestluftwechsel
- mit zwei Personen belegte Räume 60 m³/h oder evtl. höheren Mindestluftwechsel
- mit drei Personen belegte Räume 90 m³/h oder evtl. höheren Mindestluftwechsel

Die am häufigsten eingebauten Außenwand-Zuluftventile der Baureihe Fresh-80, Fresh-100 und die in immerhin 16 WE eingebauten Fenster-Spaltventile des Typs Fresh-32 haben laut ihrer Produktdatenblätter⁷⁹ nachfolgend genannte Luftförderleistungen. Diese waren schon bei Planung der untersuchten Objekte in den Herstellerunterlagen eindeutig deklariert⁸⁰:

| | | | |
|-----------|------|-------------------|--|
| Fresh-80 | 10Pa | 6mm Spaltöffnung | ca. 16 m ³ /h |
| | 10Pa | 10mm Spaltöffnung | ca. 19 m ³ /h |
| | 20Pa | 10mm Spaltöffnung | ca. 28 m ³ /h |
| | 30Pa | 10mm Spaltöffnung | ca. 33 m ³ /h mit Sturmbremse |
| Fresh-100 | 10Pa | 3mm Spaltöffnung | ca. 20 m ³ /h |
| | 10Pa | 6mm Spaltöffnung | ca. 27 m ³ /h |
| | 10Pa | 10mm Spaltöffnung | ca. 32 m ³ /h |
| | 20Pa | 10mm Spaltöffnung | ca. 47 m ³ /h |
| | 20Pa | 10mm Spaltöffnung | ca. 35 m ³ /h mit Sturmbremse |
| Fresh-32 | 5Pa | 100% Spaltöffnung | ca. 14 m ³ /h |
| | 10Pa | 100% Spaltöffnung | ca. 18 m ³ /h |
| | 15Pa | 100% Spaltöffnung | ca. 22 m ³ /h |

Nimmt man 10 Pa Differenzdruck als normalerweise verfügbare Antriebskraft an⁸¹, kann z.B. in einem mit einer Person belegten Raum ein einziges Ventil der Typen Fresh 80 oder Fresh 32 nicht die geforderte Zuluftzufuhr ermöglichen. Selbst bei unrealistischen 20 Pa verfügbarem Differenzdruck kann die Zuluft-SOLL-Menge nur knapp zuströmen. Mit einem Zuluftventil des Typs Fresh 100 ist dagegen bei 10 Pa Differenzdruck eine Zuströmung von 30 m³/h realisierbar. In Räumen mit einer Belegung durch zwei Personen und einem Zuluftbedarf von 60 m³/h werden bei Annahme von 10 Pa Differenzdruck als verfügbarer Antriebskraft zwei Ventile Fresh-80 oder Fresh-100 oder drei Fresh32-Ventile benötigt.

Abb.5.1.1 zeigt, daß bei einem nicht unerheblichen Anteil der Räume die Zuluftventile - bezogen auf ihre Luftförderung bei 10 Pa verfügbarer Antriebskraft - unterdimensioniert waren, d.h. selbst bei maximaler Spaltöffnung nicht den geforderten Zuluftstrom einlassen konnte. In diesem Sinne zu klein dimensionierte Zuluftventile enthielten 38 Prozent der Wohnräume, 69 Prozent der Schlafzimmer und 21 Prozent der Kinderzimmer. Die tatsächlichen Durchströmungen waren in vielen Fällen sogar noch

⁷⁴ Vgl. Grundrisse der EFH's Nr.5 und Nr.8 in Kap.7, Abb.7.5.1 und Abb.7.8.1

⁷⁵ Das älteste Objekt (Nr.4) stammt aus 1991, die meisten Objekte aus 1995-96 und nur 2 Objekte (Nr.7 und 12) aus 1997- bzw. 1999. Die aktuelle Luftdichtheits- Norm DIN 4108/7 wurde erst 11/1996 im Weißdruck veröffentlicht und im Juli 1998 durch Veröffentlichung im Bundesanzeiger als Stand der Technik eingeführt.

⁷⁶ Zu Nebeneffekten durch Winddruck, thermischen Auftrieb und verschmutzte Filter vgl. auch Kap.3

⁷⁷ Zu den SOLL-Vorgaben vgl. Kap. 2.2

⁷⁸ Im folgenden wird nur die Zuluftseite betrachtet, da hier bei den untersuchten Objekten die größten Probleme bestanden.

⁷⁹ Vgl. Kap.8

⁸⁰ Die Leistungsdiagramme der meist eingebauten Ventile sind in Kap.8 abgedruckt

⁸¹ Vgl. Anmerkung 1

| | Anzahl der gemessenen Räume | verwertbare Räume | Häufigkeit von Ventildimensionierungen bemessen an % des SOLL- Luftstroms | | | |
|--------------|-----------------------------|-------------------|---|---------|--------|-------|
| | | | > 115% | 85-115% | 50-85% | < 50% |
| Wohnzimmer | 43 | 31 | 27% | 35% | 35% | 3% |
| Schlafzimmer | 40 | 26 | 4% | 27% | 50% | 19% |
| Kinderzimmer | 22 | 14 | 29% | 50% | 14% | 7% |

Abb.5.1.1: Häufigkeit der Über- und Unterdimensionierung von Zuluftventilen

meist geringer und nur in wenigen Fällen höher, da auch andere Einflüsse die Durchströmung behinderten⁸²

Die in den Objekten gemessenen tatsächlichen Durchströmungen bestätigen im wesentlichen die max. Auslegungsdaten, sie lagen aber oft niedriger, was auf geringere verfügbare Differenzdrücke verweist. Bei jeweils höchster Ventilatorleistung, allerdings unterschiedlichen Ventileinstellungen, strömten durch die Fresh-80 Ventile zwischen 10 und 18 m³/h; nur in einem Raum wurden 22 m³/h gemessen. Fast alle Fresh-80 Ventile sind in Kinderzimmern eingebaut und sollen dort als einzelnes Ventil eine Zuluftmenge von 25-30 m³/h erreichen. Diese Zuluftmenge war schon aufgrund der Kennlinien nicht zu erwarten und wurde auch nirgends erreicht. Die Fresh-80 Ventile sind als einzige Zuluftventile in mit einer Person belegten Räumen insofern eindeutig zu klein dimensioniert.

Bei den Fresh-100 Ventilen wurden weit gestreute Durchströmungen von 9 bis 22 m³/h und in einem einzelnen Fall 30 m³/h bei der max. Ventilatorleistung gemessen. Diese Luftmengen liegen deutlich unter den nach im Datenblatt zu erwartenden Durchströmungen, obwohl die Ventile meist weit geöffnet waren. Dies verweist auf die Summe der Strömungshindernisse durch zwar gereinigte, aber nicht neuwertige Filter, eingebaute Sturmbremsen und überwiegend niedrigere verfügbare Differenzdrücke als 10 Pa. Die in mehreren Objekten planerisch seinerzeit zugrunde gelegte Annahme, daß raumweise Zuluftanforderungen von 30 m³/h mit einem und von 60 m³/h mit zwei Fresh-100 Ventilen versorgt werden können, wurde durch die Messungen nicht bestätigt. In dem Diagramm Abb. 4.2.1 ist gut zu erkennen, das die personenbedingte Vorgabe des Wohnraumes im Tagbetrieb, meist 60 m³/h, mit üblicherweise zwei Fresh-100 Ventilen meist nicht erreicht wird. Raumweise Luftbedarfe von 30 m³/h wurden von in einem einzigen Fall, überwiegend aber nicht erfüllt. Die Fresh-100 Ventile sind für die vorgefundenen Randbedingungen insofern ebenfalls zu klein dimensioniert.

Die Fresh-32 Fensterspaltventile lassen laut Leistungsdiagramm bei voller Öffnung des Schiebespalts und bei 5 Pa Druckunterschied ca. 14 m³/h, bei 10 Pa 18 m³/h und bei 15 Pa ca. 22 m³/h Zuluft durchströmen. Sie sind in den MFH- Objekten 17 und 18 in allen Räumen mit normalen Fenstern eingebaut. Die Wohnräumen haben jeweils drei Fenster, wovon meist zwei Spaltventile und nur in einem Falle einer mit 5 Personen belegten Wohnung alle drei Fenster mit solchen Ventilen ausgestattet sind. In den Ein-Personen-Wohnungen haben die Schlafräume nur ein Fenster mit einem Spaltventil für die Zuluft, in Wohnungen mit zwei Bewohnern haben die Schlafzimmer zwei Fenster, die beide mit Spaltventilen ausgerüstet sind. Mit dieser Auslegung waren die raumweisen Zuluftanforderungen bei angenommenen 10 Pa Differenzdruck als verfügbarer Antriebskraft von Anfang an nicht erreichbar. Sowohl in den Ein- wie auch in den Zwei-Personen-Wohnungen können nur alle Zuluftventile des Wohn- und Schlafräume zusammen die nötigen Zuluftmengen einlassen. Dies bedeutet für den Nachtbetrieb aber, daß die Schlafzimmertür geöffnet sein muß, um einen ausreichenden Luftqualitätsausgleich mit dem nachts zuluftseitig überversorgten Wohnraum zu erreichen.

Andere Bauarten von Zuluftventilen wie einfache Tellerventile, Lüftungsgitter in Dachflächenfenstern oder Weitwurfdüsen an den Zulufteinlässen von WRG-Anlagen sind ebenfalls in einigen Objekten eingebaut. Die Dimensionierungsprobleme waren hier ähnlich. Die meist beobachtete zu geringe Durchströmung war hier aber häufig durch starke Fremdeinflüsse mit verursacht, insbesondere durch thermischen Auftrieb, da diese Ventile meist in hochgelegenen Räumen und hoher Position im Raum eingebaut sind.

Als Abluftventile sind überwiegend einfache Tellerventile mit den Durchmessern DN-80, DN-100 oder DN-125 eingebaut. Die SOLL- Abluftförderung der einzelnen Ablufträume in normalen, mit mehr als einer Person belegten Wohnungen betragen von 20 m³/h in WC's, 40 m³/h in Bädern und 60 m³/h in

⁸² Zum Einfluß von Thermik, Winddruck oder Windsog und anderen Einflußfaktoren vgl. Kap. 2.1

Küchen⁸³. Eine zu starke Drosselung der Abluftmengen durch die Abluftventile wurde mehrfach bei Einsatz von DN-80-Ventilen in Küchen ermittelt sowie auch dann bei größeren Ventilen, wenn diese mit im Ventil eingebauten Filtern ausgestattet waren und diese normal verschmutzt waren. In einigen Objekten wurden an den raumseitigen Öffnungen der Abluftleitungen keine verstellbaren Ventile, sondern nur Abdeckgitter montiert. Hier ist keine Einregulierung der Abluftströme in den einzelnen Ablufträumen möglich, wenn nicht in den einzelnen Abluftleitungen Strangregelklappen installiert sind, was aber nicht der Fall ist.

Auslegungsmängel der Ventile hinsichtlich des Schallschutzes gab es in einem MFH (Nr.14), in dem etagenübergreifende Abluftsteigestränge bestehen, an die übereinander liegende Küchen und Bäder angeschlossen sind. Der Hauptmangel besteht hier in fehlenden Rohrschalldämpfern in den vertikalen Strangabschnitten zwischen den Etagen oder in deren Abzweigen zu den Ablufträumen der jeweiligen Etage. Die starke Geräuschübertragung zwischen den Wohnungen sowie innerhalb der Wohnungen zwischen den am gleichen Strang angeschlossenen Bädern und Küchen ist aber auch Folge der nicht schalldämpfenden einfachen Abluft- Tellerventile⁸⁴.

In vielen Objekten mit Zuluftventilen der Baureihe Fresh 80 und Fresh 100 sind in den Zuluftrohrstücken, die die Außenwände durchdringen, Fresh Sturmbremsen eingesetzt⁸⁵. Diese regeln bei einwandfreier Funktion bei Differenzdrücken zwischen 20 und 30 Pa die Luftzufuhr herunter und sollen damit einen übermäßigen Zuluftzustrom bei starkem Winddruck verhindern. Die Regelung erfolgt durch elastische Lamellen, die senkrecht in Längsrichtung im Luftkanal stehen. Bei zunehmender Strömungsgeschwindigkeit werden diese von der vorbeiströmenden Luft umgebogen und verringern den freien Strömungsquerschnitt. Bei nachlassendem Winddruck richten sie sich durch eigene Elastizität wieder auf und geben wieder den vollen Querschnitt frei. Diese Sturmbremsen gibt es in Ausführung mit Gegenstrombremse oder mit Gegenstromklappe⁸⁶. In der Ausführung mit Gegenstrombremse sind in beide möglichen Strömungsrichtungen symmetrische Lamellen vorhanden, die sowohl eine übermäßige Zuluftzufuhr bei äußerem Winddruck drosseln, wie auch eine übermäßige Ausströmung von Luft durch das Ventil bei z.B. starkem Windsog an der Fassade. In der Ausführung mit Gegenstromklappe sind dagegen die Lamellen, die eine Luft- Ausströmung beeinflussen sollen, so angebracht, daß sie in Ruhestellung bereits geschlossen sind, so daß ein Ausströmen von Luft stets unterbunden wird. Die Gegenstromklappen müssen bei Luftströmung in Zuluftichtung gegen ihre Elastizität aufgebogen werden; sie stellen insofern notwendig eine Strömungsbremse für die Zuluft dar, die sich besonders bei sehr geringen Differenzdrücken stark bremsend auswirken kann.

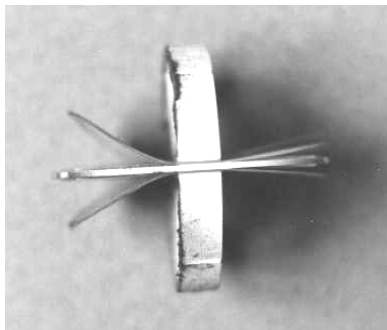


Abb. 5.1.2: Sturmbremse (Gegenstrombremse) mit durch Materialermüdung verformten Lamellen

Planungs- bzw. Auslegungsmängeln an diesen Sturmbremsen wurden in einigen Fällen beobachtet, in denen Sturmbremsen mit Gegenstromklappe an stark windsogbelasteten Fassaden in Außenwanddurchlässe eingesetzt sind. Hier sind die Filter trotz geöffnetem Ventilspalt meist nach Jahren noch relativ sauber. Dies weist darauf hin, daß nur selten eine Zuluftzuströmung und (infolge der Gegenstromklappen) nie eine Raumluft- Ausströmung stattfand, die Räume also nur einen sehr niedrigen Luftdurchgang durch das Ventil erfuhren. In solchen sogexponierten Räumen wäre bei Sturmbremsen mit Gegenstrombremse immerhin eine Falschdurchströmung, statt gar keiner Durchströmung aufgetreten.

In wenigen Objekten wurde beobachtet, daß die Sturmbremsen durch Schmutz und alterungsbedingte Eigenverformung ein zu frühes Abregeln des Luftstroms bewirkten (vgl. Abb. 5.1.2).

Bei mehreren Objekten waren die Sturmbremsen falsch installiert und dadurch nicht oder nur sehr eingeschränkt funktionsfähig. Vgl. hierzu Kap. 5.2.1.

⁸³ Zur Erläuterung der SOLL-Werte vgl. Kap. 2.2

⁸⁴ Zu allg. Planung und Auslegungsmängeln bzgl. Schallschutz vgl. Kap. 5.1.5

⁸⁵ Zur Konstruktion und Regelcharakteristik der Sturmbremsen vgl. Kap.8, S.8-22 und 8-23

⁸⁶ Vgl. Foto auf S.8-22, ganz unten rechts

5.1.3. Ventilatoren und WRG-Anlagen

Planungs- und Auslegungsmängel von Ventilatoren und WRG-Zentralanlagen wurden in mehreren Objekten beobachtet. Diese beziehen sich teils auf die Luftförderleistung, teils auf die elektrische Effizienz und teils auf die Geräuschentwicklung.

Eine unzureichende Abluft-Förderleistung - bezogen auf die jeweilige objektspezifische Abluftanforderung⁸⁷ - wurde in neun von diesbezüglich vermeßbaren 31 Objekten (21 %) festgestellt. Die Übersicht der gemessenen Abluftsummen bei max. Leistungseinstellung der Anlagen ist in Kapitel 4 in Abb. 4.1.3. dargestellt.

Eine unzureichende maximale Förderleistung - bezogen auf die Vorgabe, daß die Anlagen in der Lage sein sollen, einen 0,8-fachen Luftwechsel pro Stunde in dem Objekt zu bewirken, wurde in 22 von 31 diesbezüglich vermeßbaren Objekten (71 %) festgestellt. Die Übersicht der erzielten Luftwechselraten bei max. Leistungseinstellung der Anlagen ist in Kapitel 4 in Abb. 4.1.4. dargestellt.

Die zu geringe maximale Luftförderung ist dabei nur in wenigen Objekten auf generell zu leistungsschwache Ventilatoren zurückzuführen⁸⁸. Häufigere Ursache dürfte es sein, daß die Strömungswiderstände der Rohrnetze, Ventile und Filter tatsächlich deutlich höher sind, als bei der Planung angenommen. Besonders auffällig ist dies in MFH- Objekten mit wohnungsweise- zentralen Abluftanlagen, die mit baugleichen Ventilatoren und grundsätzlich gleichartigen Abluft-Kanalnetzen ausgestattet sind. Solche Wohnungen gibt es in Objekt 16, 17 und 18. In ihnen unterscheiden sich die max. Luftförderungen teils ganz erheblich. In einem Objekt mit WRG-Anlage (Nr.7), dessen Lüftungsplanung vom Anlagenhersteller mit erarbeitet worden war, hatte die ursprünglich installierte Anlage eine deutlich zu geringe Luftförderung und wurde nachher gegen das nächstgrößere Modell ausgetauscht, welches in dieser Untersuchung auch vermessen wurde. Durch den starken Strömungswiderstand des Kanalnetzes bringt aber selbst die größere Anlage bei max. Leistungseinstellung nur 130 m³/h Zuluft, was laut Leistungsdiagramm auf einen extern verfügbaren Druck von etwa 250 Pa, also auf sehr hohe Strömungswiderstände verweist.

Die Ergebnisse bzgl. elektrischer Effizienz sind in Kap. 4.3 dargestellt. Da für keines der untersuchten Gebäude seinerzeit Vorgaben für die elektrische Effizienz bestanden hatten, können selbst Anlagen mit sehr hohen Stromverbräuchen pro Luftförderung nicht als "mangelhaft" bezeichnet werden. Beurteilt man die Effizienz der eingebauten Anlagen allerdings anhand neuerer Vorgaben wie z.B. den Anforderungen der Gütegemeinschaft Niedrigenergie-Häuser e.V. für das RAL-Gütezeichen Niedrigenergie-Bauweise, wären viele der eingebauten Anlagen hinsichtlich ihrer Effizienz als mangelhaft einzustufen. Die hohen Stromverbräuche sind dabei außer auf die Strömungswiderstände der Luftkanalnetze vor allem darauf zurückzuführen, daß in fast allen untersuchten Objekten noch Ventilatoren mit konventionellen Wechselstrom- Motoren installiert sind, wie sie damals noch marktüblich waren. Die heute fast schon üblichen wesentlich effizienteren Ventilatoren mit elektronisch kommutierten Gleichstrommotoren sind nur in Objekten Nr.7 und Nr.12 eingebaut.

Zu starke Geräuschentwicklung von Ventilatoren oder WRG-Anlagen wurde in mehreren Objekten seitens der Nutzer beklagt und auch während der Messungen beobachtet, teils sogar nachgemessen⁸⁹. Bei ihrer Würdigung ist zu unterscheiden, ob die Ventilatoren oder Zentralanlagen selbst überhöhte Mengen Luft- oder Körperschall abgeben, oder ob ihre Geräusche deshalb als störend empfunden werden, weil die Anlagen ungeeignet eingebaut⁹⁰ oder die angeschlossenen Luftleitungen nicht ausreichend mit Schalldämpfern ausgerüstet sind⁹¹.

Ventilatoren, die vom eigenen Betriebsgeräusch her unverhältnismäßig laut waren, wurden nur in Objekten 2 und 4 installiert. In Objekt 4 sind es kleine Einzelraumventilatoren in Kunststoffgehäusen, die direkt in die raumseitige Öffnung der Abluftleitung hineingesteckt sind, in Objekt 2 ist es ein kleiner Rohreinbauventilator aus Kunststoff, der in der Badezimmer- Abluftleitung als temporärer "Turbo" wirken soll. Diese Ventilatoren sind normalerweise nicht für Dauerbetrieb in lärmempfindlicher Umgebung gedacht, wie es z.B. ein im OG gelegenes Badezimmer in einem EFH ist. Sie sind hier insofern falsch eingepplant.

⁸⁷ Zur Definition der Abluftanforderung vgl. Kap. 2.2

⁸⁸ Vgl. Leistungsdiagramme der Geräte in Kap.8

⁸⁹ Vgl. Kap.7.17 und 7.18

⁹⁰ Zu Installationsmängeln vgl. Kap. 5.2

⁹¹ Zu Mängeln an Luftkanälen vgl. Kap. 5.1.5 und 5.2.4)

In einem anderen Objekt (Nr.12) hatten die ursprünglich eingebauten Ventilatoren bauartbedingt deutliche Pfeifgeräusche im Frequenzbereich von etwa 5 kHz, die von der Motorelektronik herrührten, die in diesem Frequenzbereich ihre Pulsweitenmodulation betreibt. Da diese Frequenz im gut hörbaren Bereich liegt, wird dies als gerätebedingter Mangel angesehen. Der Mangel wurde später wesentlich verringert, indem die Ventilatoren vom Hersteller nachträglich in stark geräuschabsorbierende schwere Gehäuse eingebettet wurden. Die richtige Lösung, eine Erhöhung der Steuerfrequenz auf über 20 kHz in den nicht mehr hörbaren Bereich, war nicht nachrüstbar, ist aber bei neueren Serien realisiert.

Alle anderen störenden Geräusche ergaben sich aus der Kombination üblicher nicht überhöhter Ventilatorgeräusche mit ungeeignetem Einbau oder mangelhafter Sekundärdämpfung im Luftkanalnetz⁹², die in Kap.5.2 behandelt sind.

5.1.4. Regelungen

Der für den Bau der meisten Objekte maßgebliche Detmolder NEH-Standard hatte für die Regelung der Anlagen die Vorgabe, daß eine mindestens dreistufige Regelung in der Regelbandbreite zwischen 0,3- und 0,8-fachem Luftwechsel der Wohnung möglich sein muß. Planungs- und Auslegungsmängel der Regler (nicht der Ventilatorleistung⁹³) gab es in drei Objekten: In einem MFH-Objekt (Nr.15) ist eine elektrische Leistungsregelung der wohnungsweisen Abluftventilatoren über Dimmer in den Wohnungen kombiniert mit Ventilatoren, die mit einer selbsttätiger Druckdifferenzregelung ausgestattet sind⁹⁴. Hieraus ergibt sich eine kaum nutzerseitig beherrschbare Überlagerung von Regeleinflüssen. In einem anderen MFH (Nr.14) ist die Regelung der gebäudezentrale Abluftanlage im Treppenhaus allen Mietern zugänglich. Die konkurrierenden Regelwünsche der einzelnen Parteien behindern dabei einen sinnvollen Gesamtbetrieb. In zwei MFH (Nr.14 und 16) sowie in einem ZFH (Nr.11) ist der Betrieb der zentralen Abluftanlagen regeltechnisch nicht abgestimmt mit dem Betrieb von in einigen Räumen zusätzlich vorhandener Einzelraumventilatoren. Die Einzelraumventilatoren können auch bei Stillstand der Zentralanlage in gemeinsame Abluftleitungen Abluft einblasen. Diese Abluft tritt dann allerdings aus anderen Abluftöffnungen wieder in andere Ablufträume aus, welche bei den betroffenen MFH auch in anderen Wohnungen liegen, so daß es zu Geruchsbelästigung kommt.

5.1.5. Luftkanäle

Für die Luftkanäle gab es im Detmolder NEH-Standard⁹⁵, der für die Planung der meisten untersuchten Wohngebäuden maßgeblich war, keine formellen Vorgaben. Die Planer und Investoren der untersuchten Objekte im Baugebiet Werther-Speckfeld hatten allerdings informell die eindeutige Empfehlung erhalten, als Luftkanäle glattwandige Rohre mit ausreichend großen Querschnitten zu wählen, die leicht reinigungsfähig sind und zu keinen überhöhten Luftströmungsgeschwindigkeiten führen. Als Orientierungswerte waren für Zulufräume mit bis zu 25 m² Größe jeweils DN-100 Zuluftleitungen, für Küchen eine DN-125 Abluftleitung und für Bäder eine DN-100 oder DN-125 Abluftleitung empfohlen worden. Für Sammelsträngen von EFH waren meist DN-125er und teils DN-160er Leitungen, für Sammelstränge von MFH angepaßt größere Durchmesser empfohlen worden. Als Rohrmaterial war Blechwickelfalzrohr mit ebensolchen Formteilen oder glattwandiges Kunststoffrohr empfohlen worden. Von Aluflex- oder Kunststoffspiralschläuchen war generell abgeraten worden. Glattwandige Flachkanäle kamen in keinem Hause zum Einsatz. In den neueren Objekten Nr. 7 und 12 waren bei der Auslegung die Anforderungen und Empfehlungen der "Checkliste kontrollierte Wohnungslüftung"⁹⁶ zugrundegelegt worden, wobei in Nr.12 sogar Luftströmungsgeschwindigkeiten von max. 1 m/sec bau-seitige Auslegungsvorgabe waren.

Entgegen dieser Empfehlungen sind die Luftkanäle in vielen Objekten suboptimal ausgeführt. Abb. 3.2.2 in Kapitel 3.2 enthält eine Übersicht der eingebauten Rohrmaterialien. Strömungstechnisch und auf Dauer auch evtl. hygienisch nachteilig sind dabei insbesondere längere Rohrstrecken aus Aluflex-Schläuchen, die zu erhöhten Strömungswiderständen und Schmutzablagerungen führen und die kaum reinigungsfähig sind.

In mehreren Objekten wurden als Fortluftauslässe der zentralen Abluftventilatoren Dachdurchdringungen eingesetzt, die herstellereitig für Fallrohrbelüfter vorgesehen sind. Diese Produkt bewirken erhebliche zusätzliche Strömungswiderstände durch ihr stark geripptes flexibles Zuleitungsstück, insbe-

⁹² vgl. hierzu folgende Kapitel.

⁹³ vgl. zur Ventilatordimensionierung vgl. Kap. 5.1.3

⁹⁴ Der Regelkonflikt ist in Kap.7 auf S.7-118 ff ausführlich beschrieben

⁹⁵ vgl. /Detmold 1990/

⁹⁶ vgl. /Werner u.a. 1995-2/

sondere wenn dieses stark gebogen eingebaut wird, durch ihren zu geringen freien Strömungsquerschnitt und durch das ungünstige Ausströmprofil unter der meist übergestülpten Regenabdeckung. Sie können dadurch starke Ausströmgeräusche erzeugen, die bei einem MFH-Objekt auch Anlaß für eine nachträgliche Umrüstung nach Nachbarschaftsbeschwerden waren.

Wie hoch die strömungstechnischen Nachteile dieser Rohrausführungen und wie hoch die evtl. Leckageluftströme durch Beschädigungen an versteckten Stellen sind, wurde im Rahmen dieser Untersuchung allerdings nicht ermittelt.

5.1.6. Schallschutz

Geräuschbelästigungen durch Lüftungsanlagen können unterschiedliche Ursachen haben:

- Körperschallübertragung der Ventilatoren oder Zentralanlagen auf ihren Untergrund oder über fest angeschlossene steife Rohrleitungen
- Luftschallübertragung der Ventilatoren oder Zentralanlagen über das Außengehäuse,
- Luftschallübertragung der Ventilatoren oder Zentralanlagen über die Luftkanäle,
- neu entstehende Strömungsgeräusche innerhalb von Luftkanälen oder Ventilen sowie
- Geräuschdurchleitungen von einem Raum durch die Lüftungsleitungen in andere Räume ("Telefonie-Effekt")

Hinsichtlich Körperschallschutz kann es als Planungsmangel angesehen werden, wenn Ventilatoren oder WRG-Zentralanlagen so im Gebäude oder innerhalb von Wohnungen plaziert und befestigt werden, daß sich ihre Eigenschwingung auf andere leicht schwingungs- erregbare Bauteile überträgt. Dies ist in vier der untersuchten Objekten der Fall. In zwei Objekten (Nr. 4 und 11) sind konstruktionsbedingt relativ unruhig laufende Kunststoff-Kleinventilatoren direkt in Gipskarton-Deckenbekleidungen oder GK-Abkastungen unelastisch eingebaut, so daß ihre Eigenschwingung sich auf die GK-Bekleidung überträgt. Im dritten Objekt (Nr. 2) ist ein Rohreinbauventilator starr in ein Blechwickelfalrohr eingebaut, das ebenfalls ohne elastische Entkopplung an die GK-Decke angeschlossen ist. In einem MFH (Nr.14) ist eine größere Zentralanlage direkt auf eine Holz-Leichtbaudecke über zwei DG-Wohnungen gestellt, die unterseitig nur mit GK bekleidet ist.

Geräuschbelästigungen durch Luftschallübertragung des Ventilators in seine direkte Umgebung gab es in fünf Objekten mit zusammen 14 untersuchten Wohneinheiten, in denen die Ventilatoren innerhalb der Wohnungen installiert sind sowie in einem MFH mit zentralem Abluftventilator. In zwei WE (Nr.15.1 und 15.2) sind wohnungsweise Abluftventilatoren in den Wohnungsfluren in leichten Einbauschränken installiert. Hier wurden zwar sehr geräuscharm konstruierte Ventilatoren in schweren Metallgehäusen eingebaut, ihre Geräuschentwicklung wird trotzdem als störend empfunden. In fünf⁹⁷ untersuchten WE (In Gebäude 17 und 18) sind relativ laute Abluftventilatoren mit leichten Blechgehäusen in den Badezimmern zwischen der Betondecke und einer abgehängter GK-Leichtbaudecke eingebaut. Die abgehängte Decke enthält keine Hohlraumdämpfung und direkt unter dem Ventilator ist eine großflächige ungedämmte Leichtblech-Wartungsklappe eingebaut; die Betriebsgeräusche sind sehr deutlich hörbar⁹⁸. In einem Objekt (Nr. 12) sind die beiden Ventilatoren der WRG-Anlage im Wohnraum in einer Holzleichtbau-Abkastung eingebaut, dessen Wände und Türe nur geringe Schalldämm-Wirkung haben. In einem 8-Familien-Haus (Nr.14) ist der zentrale Abluftventilator und die zentrale WRG-Anlage direkt auf einer Holz-Kehlbalkendecke über den inneren Vorfluren der DG-Wohnungen eingebaut. Diese Decke hat unterseitig nur eine GK-Bekleidung. Der Aufstellraum geht zudem luftoffen in die von den Wohnungen aus zugänglichen Dachböden über, so daß sich die Betriebsgeräusche über den Wohnungen ausbreiten können. All diese Beispiele können als Planungsmängel hinsichtlich des Schallschutzes der Lüftungsanlage angesehen werden.

Geräuschbelästigungen durch die Luftschallübertragung der Ventilatorgeräusche über die Zu- oder Abluftleitungen in die Aufenthaltsräume gab es anfangs in großer Vielfalt. Sie traten vor allem in solchen Objekten auf, in denen direkt saug- oder ausblasseitig der Ventilatoren keine oder nicht ausreichend dimensionierte Rohrschalldämpfer installiert wurden. Mehrfach waren auch die Rohrschalldämpfer ungünstig positioniert, z.B. nicht direkt an den Durchbrüchen schalltechnisch trennender Wände oder Decken, sondern irgendwo vorher oder nachher auf der Rohrstrecke. In mehreren EFH und ZFH, in denen die Verrohrung gut zugänglich ist, wurden Schalldämpfer nachgerüstet. Belästigende Geräuscheinträge des Ventilator durch die Abluftleitung wurden in Gebäuden Nr. 4, 14, 17 und 18 durch die Nutzer mitgeteilt.

⁹⁷ Insgesamt waren wesentlich mehr WE an diese Anlagen angeschlossen.

⁹⁸ Vgl. hierzu Schall-Meßergebnisse dieser WE in Kap. 7.

Strömungsgeräusche der Luft infolge überhöhter Strömungsgeschwindigkeit oder rauher Oberflächen der Luftkanäle wurden mehrfach von den Nutzern behauptet, wurden aber nicht detailliert nachgeprüft. Sie wurden nur in wenigen Objekten zufällig beobachtet, bei denen als Abluftleitungen Aluflex-Leitungen auf voller Länge eingebaut sind und diese im Abluftraum unmittelbar hinter ihrer horizontalen raumseitigen Öffnung um 90° nach oben abknicken, so daß hier starke Verwirbelungen entstehen. In einigen anderen Fällen waren zu weit geschlossene Abluftventile Geräuschverursacher, da in den geringen Spalten sehr hohe Strömungsgeschwindigkeiten auftraten.

Störende Geräuschköhlleitungen über Luftkanäle innerhalb von einem Raum in einen anderen wurden mehrfach behauptet, wurden aber nicht empirisch überprüft. Nur in dem MFH Nr. 14 mit zentraler Abluftanlage und etagenübergreifenden Abluft-Strängen, an die die Küchen/Bäder aller übereinanderliegenden Wohnungen angeschlossen sind, konnten sie eindeutig festgestellt werden. Hier kann relativ eindeutig ein Planungsmangel behauptet werden, zumal auch die angeschlossenen Abluftventile keine besonderen Schalldämm-Eigenschaften haben.

5.2. Installationsmängel

5.2.1. Ventile und Ventileinbau

An den Zu- und Abluftventilen der untersuchten Objekte wurden folgende Installationsmängel beobachtet:

In mehreren Objekten waren die Außenwanddurchdringungen zu nahe an der Decke, an der Gebäudeaußenecke oder an einem Innenwandanschluß angeordnet. Dadurch konnten die Ventile, deren raumseitiger Korpus meist einige Zentimeter breiter als der reine Rohrdurchmesser ist, nicht fachgerecht montiert werden. In mehreren Objekten wurden die Ventile auch an Stellen eingebaut, an denen raumseitig Schränke oder Einbaumöbel vorgebaut wurden, so daß die Bedienung und Wartung behindert ist.

Bei Zuluftventilen des Typs Fresh-100db, deren Außenwanddurchdringung aus Gründen des Schallschutzes aus Weichschaumrohr besteht, wurde das Weichschaumrohr im Rohbau nicht sachgerecht eingebaut und bereits beim Einmauern vom umgebenden Mauerwerk verformt. In einigen Fällen entstanden auch Luftfugen zwischen Weichschaumrohr und umgebendem Mauerwerk.

Bei mehreren Objekten sind die Ventile in die raumseitigen Rohrenden nicht sachgerecht eingebaut. Bei Zu- oder Abluftventilen mit Bajonettverschluß fehlen teils am Rohrende die Einbaurahmen mit dem Gegenstück des Bajonettverschlusses und die nur eingesteckten Ventile haben keinen ausreichenden Halt. Fresh Zuluftventile, die normalerweise nur durch Einschieben in paßgenaue Rohre befestigt werden, wurden mehrfach in Rohre anderer Hersteller mit abweichenden Innendurchmessern eingesteckt und hatten darin keinen ausreichenden Halt. In anderen Fällen sind Ventile unterschiedlicher Bauarten nur in abgeschnittene und unbefestigte Enden von Aluflex-Schläuchen eingesteckt und dort mit Silicon oder Acryl "eingeklebt".

In insgesamt 22 Objekten waren Fresh Sturmbegrenzer in den Außenwanddurchdringungen der Zuluftventile eingebaut. Nur in 11 Objekten sind sie korrekt eingebaut und funktionieren auch augenscheinlich. In 9 Objekten waren die beobachteten Sturmbremsen falsch eingebaut. Der falsche Einbau kann in vier Gruppen aufgeteilt werden: Beim Einbau von Gegenstromklappen wurde die Einbaurichtung nicht beachtet und sie waren richtungsverkehrt herum eingebaut, so daß sie die Zuluftzuströmung permanent absperren und allenfalls das Ausströmen von

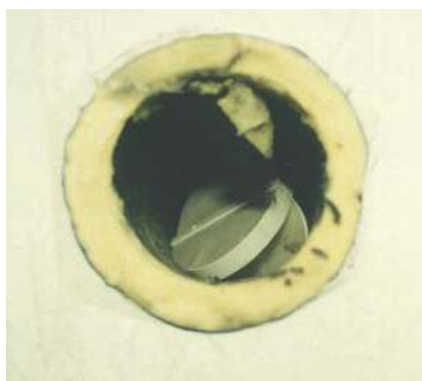


Abb.5.2.1: Falsch eingebaute Sturmbremse in einer Weichschaum-Wanddurchführung

Raumluft durch das Zuluftventil bremsen. Des Weiteren waren Sturmbremsen so schief eingesetzt, daß sie einen großen Teil des Ventilquerschnittes versperrten. Eingebaute Sturmbremsen in Ventilen mit Weichschaumrohren als Schalldämmeinsatz hatten in diesen keinen Halt da die Durchmesser der Komponenten nicht zusammenpaßten und waren umgefallen (Vgl. Abb. 5.2.1). Letzter beobachteter Einbaumangel war der liegende statt stehende Einbau. Hier waren die Sturmbegrenzer zwar fest eingebaut, aber in der Achse verdreht, so daß die elastischen Lamellen nicht senkrecht standen, sondern schräg oder waagrecht lagen und sich auf Dauer durch ihr Eigengewicht verformen können.

In drei weiteren Fällen war aufgrund der ständigen Verformung durch Eigengewicht eine Materialermüdung feststellbar, die den Luftströmungsweg durch die Lamellen teilweise versperrten und nicht mehr die gewünschte Wirkung hatten. Selbst bei senkrechter Einbaulage bogen sich die Dichtungsflügel nicht in ihre gestreckte Grundstellung zurück.

5.2.2. Ventilatoren und WRG-Anlagen

In einem MFH (Nr.14) mit gebäudezentraler Abluftanlage war die elektrische Installation des zentralen Abluftventilators nicht nachvollziehbar und offensichtlich nachträglich manipuliert sowie teilweise stillgelegt worden. Zum ersten Meßzeitpunkt lief der Ventilator in keiner Reglereinstellung und wurde zunächst instandgesetzt. Bei der erneuten Messung lief er, jedoch aufgrund einer nicht vollständig

nachvollziehbaren Ansteuerung. Das Fehlen bzw. die Nichterstellung einer für Regelungs- und Wartungszwecke nötigen Dokumentation der elektrischen Installation ist bei größeren Anlagen als Installationsmangel anzusehen.

In zwei MFH (Nr.17 und 18) wurden in mehreren WE die wohnungsweise zentralen Abluftventilatoren in den Badezimmern zwischen abgehängter Leichtbaudecke und Beton-Etagendecke installiert. Da die Montage anderweitig schwieriger gewesen wäre, wurden die dabei die Revisionsklappen der Ventilatoren an der Betondecke befestigt und die Ventilatorgehäuse an den Revisionsdeckeln aufgehängt. Dies erschwert Wartungsarbeiten und erhöht die Körperschall- Übertragung auf die Decke.

In einigen Objekten wurden Abluftventilatoren nicht mit elastischen Aufhängungen oder auf weichfedernden Unterbauten, sondern starr an Leichtbauwänden oder auf Leichtbaudecken befestigt, was eine Körperschallübertragung fördert.

5.2.3. Regelungen

In mehreren Objekten, in denen Dimmer zur Leistungsregelung der Abluftventilatoren installiert sind, war die Voreinstellung der Dimmer für die Minimal- oder Maximalleistung nicht an die Abluftanforderung angepaßt, sondern ermöglichte nur eine zu hohe Mindest- oder zu niedrige Höchstleistung, gemessen an der Abluftanforderung der jeweiligen Wohnung⁹⁹.

In Wohnungen eines MFH (Nr.15) mit wohnungsweisen Abluftventilatoren, die sämtlich nebeneinander in einem Technikraum installiert sind, wurde bei den ersten Messungen festgestellt, das sich die meßbare Luftmenge durch Betätigung der in den Wohnungen plazierten Dimmer nicht verändert. Es stellte sich heraus, daß die Dimmerleitungen mehrerer Wohnungen vertauscht worden waren und Dimmer mehrerer Wohnungen die Ventilatoren anderer Wohnungen ansteuerten. Der Fehler wurde nach inzwischen drei Jahren Nutzungsdauer der Wohnungen dann rasch behoben.

Bei sehr vielen Objekten war nach Aussage der Eigentümer oder Nutzer keine fachgerechte Einregulierung der Lüftungsanlagen und ihrer Stellglieder bzw. Regler vorgenommen und keine Dokumentation der zugehörigen SOLL- Einstellungen der Regler erarbeitet und übergeben worden. Die Nutzer verstellten die Regler daher eher nach Gefühl, als in Kenntnis der tatsächlichen Effekte. Inwieweit diese Leistungen aber überhaupt beauftragt waren, wurde nicht ermittelt.

5.2.4. Luftkanäle

Bei Luftkanälen, die aus Blechwickelfalzrohren oder glattwandigen harten Kunststoffrohren hergestellt wurden, wurden kaum Installationsmängel beobachtet, was die Materialwahl und Abdichtung der Rohrbauteile betrifft. Unbefriedigend war in mehreren Objekten die Schalldämmung bei aus starrem Leitungsmaterial hergestellten Leitungsnetzen. So fehlten häufig bei raum- oder etagenübergreifenden Strängen eine schallabsorbierende Umhüllung von Blechkanälen in Mauerschächten oder Leichtbauabkastungen. Die Rohraufhängung erfolgte teils in unelastischen Schellen. Schalldämpfer waren teils nicht an den Leitungsdurchgängen durch Raumtrennwände oder Trenndecken sondern auf montagefreundlichen freien Rohrstrecken eingebaut, an denen sie nicht ihre optimale Wirkung erbringen. Rohranschlüsse an Ventilatoren waren in mehreren Fällen ohne elastische Übergangsstücke starr hergestellt.

Relativ viele Montagemängel wurden bei Luftleitungen beobachtet, die ganz oder teilweise aus Aluflex-Schläuchen hergestellt sind. Wenn diese bereits im Rohbau in Mauerschächte oder Durchbrüche eingelegt wurden, wurden sie bereits im Bauablauf oft schon geknickt, gequetscht oder anderweitig beschädigt. In einem Objekt war eine derartige Abluftleitung aus nicht erkennbaren Gründen nahezu undurchströmt. An raumseitigen Enden solcher Leitungen wurden mehrfach Beschädigungen beobachtet, wenn keine stabilen Endstücke zur Befestigung der Zu- oder Abluftventile eingebaut wurden, sondern die Ventile direkt in die mechanisch empfindlichen Aluflex-Schläuche eingesteckt wurden.

Installationsmängel an Überströmöffnungen wurden nicht beobachtet. Diese sind in allen Objekten als ausreichend hohe Türspalte geplant und ausgeführt. In vielen Objekten wurde bei den Messungen der Luftströmungen in den Zu- und Ablufträumen geprüft, ob ein Schließen oder Öffnen der Zimmertüre

⁹⁹ Zur den individuellen Planungsvorgaben und zur Definition der Abluftanforderung vgl. Kap. 2.2.

die Ergebnisse verändert¹⁰⁰. Dies war aber meistens nicht und wenn, dann nur in sehr geringem Umfang der Fall.

¹⁰⁰ Vgl. Meßberichte der einzelnen Gebäude in Kap.7

5.3 Mängel durch Bedienung und Nutzung

5.3.1 Allgemeines zum Nutzerverhalten

Die Art der Nutzung und Regelung von mechanischen Lüftungsanlage durch die Bewohner damit ausgestatteter Wohnungen oder Häuser hängt von mehreren Einflußfaktoren ab:

- von der individuellen Motivation, eine Lüftungsanlage überhaupt zu nutzen
- vom Informationsstand darüber, wie die Anlage betrieben werden sollte und
- von einer aus subjektiver Sicht zufriedenstellenden Funktion der Anlage.

Die Motivation, eine Lüftungsanlage überhaupt einzubauen und zu nutzen, war individuell unterschiedlich. In zwei EFH (Nr.7 und 12) wurden die Anlagen ohne jeden äußeren Zwang freiwillig von den Bauleuten und heutigen Nutzern eingebaut. Hier kann von sehr hoher Motivation ausgegangen werden. In EFH/ZFH Nr. 3 und 9 wurden freiwillig deutlich höherwertige und aufwendigere WRG-Anlagen eingebaut, als zur Erfüllung der zivilrechtlichen Verpflichtungen beim Grundstückskauf verlangt war. Auch hier kann von hoher Motivation der Investoren und heutigen Nutzer ausgegangen werden. Bei den meisten anderen untersuchten EFH wären die Lüftungsanlagen vermutlich nicht eingebaut worden, wenn ihr Einbau nicht im Rahmen des Grundstücksverkaufs oder eines NEH-Förderprogramms verlangt gewesen wäre. Innerhalb dieser Bauleutegruppe gab es aber sowohl solche, die sich mit der zunächst unfreiwilligen Lüftungstechnik intensiv auseinandersetzten und sich bemühten, Anlagen zu erhalten, von denen sie nachher auch eine zufriedenstellende Funktion erwarteten, und andere, die nur die formalen Mindestanforderungen einhielten, ohne die Anlage wirklich nachher nutzen zu wollen. In diese Untersuchung wurden aus dieser Mischgruppe nur solche Objekte ausgewählt, bei denen erkennbar war, daß eine sachgerechte Funktion der Anlage im Dauerbetrieb angestrebt war. Bei Mietern in MFH ist die Situation anders. Hier dürfte es bei der Wohnungssuche eher nachrangig gewesen sein, ob in den Wohnungen Lüftungsanlagen eingebaut sind. Die Motivation, die Anlagen zu benutzen, hing vermutlich wesentlich davon ab, ob die Mieter von den Vermietern über Sinn und Nutzung der Anlagen aufgeklärt und mit der Regelung vertraut gemacht worden waren.

Der Informationsstand, wie die jeweilige Anlage überhaupt funktioniert und wie man sie richtig bedient Anlage, war sehr unterschiedlich. In den EFH war die Funktion und die Bedeutung der wesentlichen Komponenten, vor allem das Zusammenspiel von Zuluft einströmung und Abluftabsaugung meist bekannt. In den Mietwohnungen waren das Durchströmungskonzept und die Bedeutung der Zuluftventile und Überströmwege für die vorrangig wahrgenommene Absaugfunktion aus Küchen und Bädern dagegen oft nicht klar bekannt. Das Ergebnis der Befragung nach dem üblichen Nutzungsverhalten zeigt Abb. 5.3.1¹⁰¹. Eine "bewußte Nutzung" wurde in 16 von 43 Objekten (37%) angegeben. Eine immerhin "regelmäßige" Nutzung in weiteren 9 Objekten (21%). Eine nur gelegentliche Nutzung gaben 8 Nutzerparteien mit eigenen Anlagen (19%) und 6 Parteien in einem MFH mit Zentralanlage (14%) an. Meist oder dauernd ausgeschaltet war die Anlage in nur 4 WE in MFH (9%) oder in ZFH-Einliegerwohnungen.

| individuell regelbar | | | | zentral regelbar |
|----------------------------|--|---|---|---|
| bewußte Nutzung | beliebige Nutzung | Bedarfslüftung | Anlage abgeschaltet | MFH Nr. 14 |
| Anlage wird bewußt genutzt | Anlage wurde betrieben, ohne sich jedoch über die Wirkung Gedanken zu machen | Anlage wurde nur z.B. beim Kochen oder bei Besuch benutzt sonst ist sie häufig abgeschaltet | Die Mieter waren über die Anlage nicht informiert. Die Anlage ist meist aus und es wird über die Fenster gelüftet | Nutzung unkoordiniert, da die Regelungseinheit zentral angebracht ist und von allen Mietern verstellt werden kann |
| 16 | 9 | 8 | 4 | 6 |

Abb.5.3.1.: Häufigkeiten des Nutzerverhaltens

5.3.2 Dimmer- und Ventileinstellung durch die Bewohner

Die vorgefundenen bzw. als "normal" deklarierten Leistungseinstellungen an den überwiegend eingebauten Dimmern oder an den seltener eingebauten mehrstufigen Leistungsschaltern waren eher zufällig.¹⁰² Die Nutzerbefragung ergab unabhängig von der Nutzungsart, daß nur in fünf der 43 Objekte

¹⁰¹ Genau Angaben zu den individuell üblichen Einstellungen und deren Abweichung von den bestmöglichen Einstellungen enthält Kap.7 bei den einzelnen Gebäudebeschreibungen

¹⁰² vgl. Kap. 4.2

(12%) die Nutzer überhaupt von ihren Planern oder Installateuren genaue Angaben erhalten hatten, bei welcher Einstellung der Leistungsregelung ihre Anlage die SOLL-Abluftmenge¹⁰³ abführt. Der ganz überwiegende Teil der Nutzer verfügte dagegen über keine fundierten Informationen darüber, wie die Anlage richtig zu betreiben ist, sondern nur über eigene Erfahrungswerte, bei welcher Einstellung die Luftqualität als ausreichend gut empfunden wird. Die Planer, Installateure oder Vermieter hatten zwar in vielen Fällen die grundsätzliche Funktion und die Regelmöglichkeit erklärt, Protokolle von Einregulierungen, aus denen man richtige Regler- oder Ventileinstellungen hätte entnehmen können, waren jedoch in keinem Objekt vorhanden. Die tatsächliche Regelung erfolgte insofern ganz überwiegend nur nach subjektivem Empfinden der Luftqualität.

Die Zu- und Abluftventile wurden zu Beginn der Messungen in fast allen vermessenen Wohnungen in nahezu beliebiger Einstellung vorgefunden. In keinem Objekt lag laut Nutzerangabe ein Einregulierungsprotokoll mit Angabe der SOLL- Spaltweiten der Ventile vor. Nur in fünf Objekten (12 %) wußten die Nutzer genau oder in etwa, welche SOLL- Volumenströme ihre einzelnen Zu- oder Ablufträume haben sollen. Nur ein einziger Nutzer verfügte über Meßgeräte, um die tatsächlichen Luftströmungen zu messen. Die Meßergebnisse im Betriebszustand "wie vorgefunden"¹⁰⁴ sind dadurch von großen aber leider typischen Zufälligkeiten geprägt.

Neben fehlender Kenntnis über SOLL- Einstellungen waren in mehreren Objekten, vor allem in Mietwohnungen von MFH nicht einmal die Verstellmöglichkeiten der Ventile bekannt. Die Häufigkeit dieses Unkenntnis ist vom Ventiltyp abhängig. So war die Regelbarkeit der mittels Zugseil zweistufig verstellbaren Zuluftventile der Baureihen Fresh-80 und Fresh-100 den meisten Nutzern bekannt, da sie aus Neugier schon am Zugseil gezogen hatten und die sich beim Ziehen einstellende sichtbare Veränderung der Spaltbreite richtig interpretierten. Daß diese Ventile unterhalb ihrer Abdeckkappe noch eine zusätzliche Feinverstellmöglichkeit haben, war allerdings vielen Nutzern nicht bekannt. Meist richtig verstanden wurden die Verstellmöglichkeiten der Fensterspaltventile, die in einigen Objekten in den Fensterrahmen oder in Dachflächenfenstern eingebaut sind, da man hier die sich mehr oder weniger öffnenden oder schließenden Lochreihen sehen und den veränderten Luftdurchzug direkt fühlen kann. Häufig nicht bekannt waren die Verstellmöglichkeiten einfacher Zu- oder Abluft-Tellerventile, deren Spaltweite durch Verdrehen des Tellers auf der als Gewindestange ausgebildeten Mittelachse veränderbar ist. Hierzu mag beigetragen haben, daß viele Tellerventile beim Einbau mit einer Kontermutter fixiert worden waren und ohne Entnahme oder Werkzeug erst einmal gar nicht verstellbar erschienen. In wenigen Fällen wurden sogar ganz geschlossene Ventile bei in Betrieb befindlicher Lüftungsanlage vorgefunden.

Bei offensichtlich falscher Ventilbenutzung oder Unkenntnis wurde den Bewohnern ein kurze Einführung mit Erklärung zur Ventilverstellung gegeben Die Einstellung der Ventile ist bauartspezifisch unterschiedlich, aber grundsätzlich einfach und leicht zu erlernen, so daß in Zukunft die Ventileinstellung bewußter vonstatten gehen müßte.

5.3.3. Reinigung von Filtern

Daß in den Zu- oder Abluftventilen oder an anderer Stelle¹⁰⁵ überhaupt Filter eingebaut sind, die regelmäßig zu reinigen oder auszutauschen sind, war vielen Nutzern, vor allem in Mietwohnungen, nicht bekannt. In solchen Fällen wußten die Nutzer auch nicht, wie die Ventile zu öffnen und die Filter zu entnehmen und zu reinigen sind bzw. wo Ersatzfilter erhältlich sind. Die Filterreinigung wurde dann meist zwischen den Messungen "wie vorgefunden" und "einreguliert" erläutert und gemeinsam durchgeführt. Nach der Reinigung der Filter ergaben sich meist deutlich höhere Luftströme¹⁰⁶.

Abb.5.3.1. zeigt die Häufigkeiten der vorgefundenen Filterverschmutzungen, Abb. 5.3.2 zeigt typische

| Filter waren verschmutzt und wurden gereinigt | innenseitig verschmutzte Zuluftfilter | Filter sauber, da Ventil geschlossen | Filter vom Bewohner gereinigt | keine Angaben über den Filterzustand/ Reinigung | Spaltventile in Fensterrahmen (keine Filter) |
|---|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---|--|
| 14 | 2 | 2 | 8 | 11 | 7 |

Abb.: 5.3.1 Häufigkeiten vorgefundener Filterverschmutzungen

¹⁰³ Die SOLL-Abluftmenge waren dabei unterschiedlich interpretiert

¹⁰⁴ vgl. Kap.4.2

¹⁰⁵ In einigen WE waren Filterboxen in Luftkanälen auf dem Dachboden eingebaut

¹⁰⁶ vgl. einzelne Meßergebnisse in Kap.7

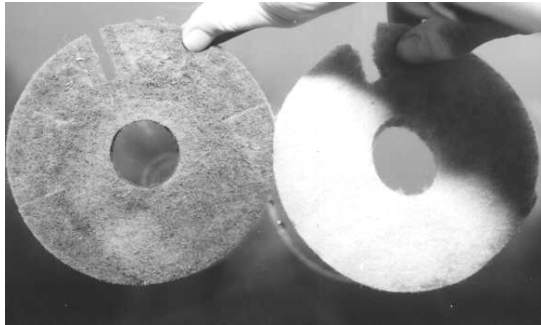
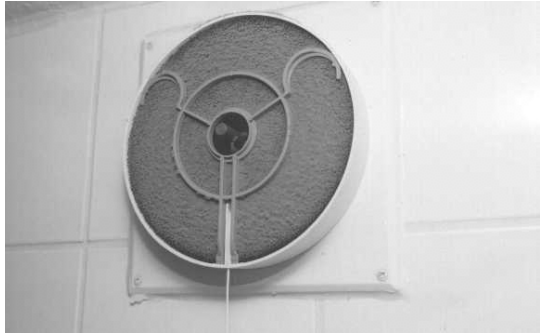
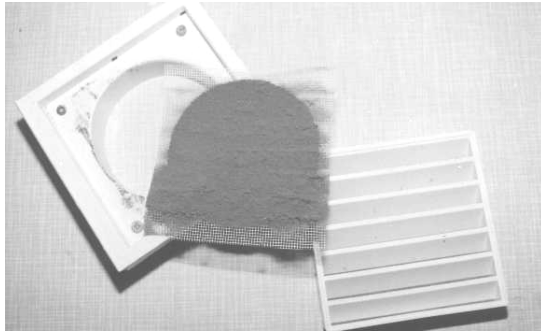


Abb.5.3.2: Typische vorgefundene Filterverschmutzungen

vorgefundene Verschmutzungen. In 16 von 36 Wohneinheiten mit Filtern (44 %) wurden stark verschmutzte Filter in den Zu- und Abluftventilen sowie in den zentralen Luftansaugleitungen vorgefunden. Nur in 8 von 36 Objekten mit Filtern (22 %) hatte demgegenüber eine Reinigung der Filter durch die Nutzer bereits stattgefunden. In den anderen Objekten (44%) gab es entweder keine Filter oder liegen keine Daten über deren Wartung vor.

Neben Schmutz auf der planmäßigen Zu- und Abströmseite des Filters (beim Zuluftfilter außenseitig, beim Abluftfilter raumseitig) wurden in einzelnen Objekten auch innenseitig verschmutzte Zuluftfilter oder starke Staubablagerungen und Spinnwebengebilde innerhalb der Ventile beobachtet. Dies deutet darauf hin, daß die Ventile in falscher Richtung oder gar nicht durchströmt werden. In einzelnen Objekten wurden nach drei- bis vierjähriger Nutzung völlig saubere Filter vorgefunden, von deren Existenz die Nutzer keine Kenntnis hatten. Dies verweist meist auf bisher dauernd geschlossene Ventile.

Neben verschmutzten Filtern wurden in fünf Objekten auch stark verschmutzte und teilweise sogar verstopfte Abluftventile und Abluftkanäle beobachtet. In drei Objekten waren Teilstrecken der Abluftkanäle durch Schmutz fast undurchlässig.

Stark strömungshemmende Verschmutzungen wurden in einigen Objekten auch an den außenliegenden Wetterschutzabdeckungen und darin eingebauten Insektengittern von Zulufteinlässen beobachtet. Bei in oberen Etagen liegenden Außenwanddurchlässen kann deren Reinigung schwierig sein, wenn die Insektengitter nicht von innen durch das Luftröhr abnehmbar sind, sondern nur von außen nach Öffnen des Abdeckgitters.

5.4 Lüftungsrelevante Mängel am Gebäude

5.4.1 Undichtheiten der Gebäudehülle

Die Funktion der Lüftungsanlage kann wesentlich dadurch beeinträchtigt werden, wenn durch bauliche Undichtheiten in nennenswertem Umfang Luftströme ein- oder austreten. Abluftanlagen saugen dann durch den von ihnen erzeugten Unterdruck im Haus Teile der Zuluft nicht über die Zuluftventile, sondern durch bauliche Undichtheiten nach. Außer durch die anlagenbedingten Druckdifferenz können der äußere Winddruck und der innere thermische Auftrieb erhebliche Durchströmungseffekte des Gebäudes durch bauliche Undichtheiten bewirken. Bei Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, die Zuluft in etwa in gleicher Menge einblasen wie sie als Abluft absaugen, sind die Leckageluftströme durch die anlagenbedingte Druckdifferenz geringer.

Bauliche Undichtheiten wurden in vielen untersuchten Objekten in erheblichem Umfang anhand der gemessenen Differenz zwischen höherer Abluftsumme und niedrigerer Zuluftsumme¹⁰⁷ sowie teils auch anhand von Druckdifferenzmessungen mit einer Blower-Door festgestellt und beobachtet¹⁰⁸. In vielen Objekten waren größere bauliche Undichtheiten auch direkt fühlbar, so etwa häufig an den Türspalten der Haus- oder Wohnungsabschlußtüren zu Treppenhäusern oder Kellerfluren.

Die baulichen Undichtheiten dürften in Verbindung mit den teils zu klein dimensionierten Zuluftventilen eine der Hauptursachen der meist unzureichend niedrigen Zuluftzuflüssen über Zuluftventile in Gebäuden mit Abluftanlagen sein. Für künftige Gebäude mit mechanischen Lüftungsanlagen werden daher deutlich höhere Luftdichtheiten als seinerzeit vorgegeben, aber auch als in der heutigen DIN 4108/7 empfohlen¹⁰⁹. Während diese einen $n_{(50)}$ -Wert von $\leq 1,0 \text{ h}^{-1}$ in Gebäuden mit Lüftungsanlagen empfiehlt, wird aus der hiesigen Erfahrung ein $n_{(50)}$ -Wert von $\leq 0,5 \text{ h}^{-1}$ empfohlen. In einem der untersuchten Objekte (Nr. 12) mit sehr gut funktionierender Lüftungsanlage lag der $n_{(50)}$ -Wert unter $0,1 \text{ h}^{-1}$.

Der ebenfalls negative Einfluß offener Luftverbände in großen Räumen oder über mehrere Etagen, welcher schwer beherrschbare Luftströme über thermische Auftriebskräfte begünstigt, wurde bereits in Abschnitt 5.1 eingegangen.

¹⁰⁷ Vgl. Abb.4.1.6 in Kap.4.1

¹⁰⁸ Vgl. allg. in Kap. 3.1 sowie objektweise Meßwerte in Kap.7

¹⁰⁹ Zu Empfehlungen vgl. auch Kap. 6.

6. Folgerungen und Empfehlungen

- 6.1. Konfiguration von Abluftanlagen
- 6.2. Konfiguration von Lüftungsanlagen mit WRG
- 6.3. Konfiguration soledurchströmter Erdwärmetauscher
- 6.4. Dimensionierung von Komponenten
- 6.5. Regeltechniken, Einregulierung und Benutzeroberfläche

6.1. Konfiguration von Abluftanlagen

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, daß zentrale oder dezentrale Abluftanlagen bei grundsätzlich richtiger Dimensionierung der Ventilatoren, Rohrnetze und Ventile¹¹⁰ den gewünschten Abluftdurchsatz und auch die gewünschte Regelbarkeit ihrer Abluftleistung haben können. Sie können damit die Aufgaben der Geruchsabfuhr, der Feuchteabfuhr und des erforderlichen Gesamtluftwechsels leisten. Die Ergebnisse zeigen aber auch, daß Abluftanlagen eine ausreichende und bedarfsgerechte dosierbare Frischluftversorgung der einzelnen Zulufräume meist nicht sicherstellen können. Trotz ausreichender Gesamtdurchströmung von Wohnungen oder Häusern ist die Aufteilung der Zuluftmengen auf die einzelnen Zulufräume meist unberechenbarer und stark witterungsabhängig. Dies gilt vor allem:

- wenn die Zuluft-Nachströmung über Außen- oder Fensterspaltventile erfolgt, die in Wänden bzw. Fenstern mit verschiedener Beaufschlagung mit Winddruck oder Windsog eingebaut sind,
- wenn die Zuluftelemente in deutlich unterschiedlicher Höhe im Gebäude eingebaut sind, also z.B. in luftoffen verbundenen Etagen, so daß sich der je nach Außentemperatur stark schwankende thermische Auftrieb im Haus als Störgröße auswirkt
- und wenn durch bauliche Undichtheiten Zuluft in erheblichem Umfang auf anderen Wegen einströmen kann.

Die Störeffekte von Wind, thermischem Auftrieb und Undichtheiten überlagern sich individuell und situativ. Sie sind in vielen Fällen insgesamt so stark, daß von einer plan- und dosierbaren Zuführung von Zuluft in die einzelnen Aufenthaltsräume keine Rede sein kann. Die daraus theoretisch resultierenden lufthygienischen Nachteile werden nutzerseitig meist praktisch dadurch kompensiert, daß entweder die Innentüren zwischen den Räumen offenstehen, so daß ein Ausgleich der Luftqualität zwischen übermäßig durchströmten Räumen (meist Treppenhäusern) und den zu gering mit Frischluft durchströmten Einzelräumen stattfindet, oder daß zusätzlich zur Lüftungsanlage auch über Fenster gelüftet wird. Dies konterkariert dann aber den angestrebten Energiespareffekt der kontrollierten Lüftung. Abb.6.1.1 zeigt im oberen Teil eine idealtypische Gegenüberstellung geplanter und tatsächlicher Luftströme eines Gebäudes mit Abluftanlage.

In Kenntnis dieser Störfaktoren lassen sich für die Konfiguration von Abluftanlagen folgende Empfehlungen ableiten:

- Zur Vermeidung starker Störeffekte durch Winddruck und Windsog an verschiedenen Fassaden sollten Außenwandventile in verschiedene Himmelsrichtungen grundsätzlich vermieden werden, auch wenn die Lage eines Objekts nur normal windexponiert ist. Eine Zuluftzuführung in alle Räume von nur einer Fassadenseite her ggf. über Zuluftkanäle kann den Störeinfluß von Winddruck und Windsog stark verringern bzw. vergleichmäßigen.
- Zur Vermeidung einer Zuluft-Unterversorgung von in oberen Etagen liegenden Räumen durch thermischen Auftrieb sollten offene Luftverbände über zwei oder mehr Etagen architektonisch vermieden bzw. luftströmungstechnisch unterbrochen werden, da sonst vor allem nachts in traditionell im OG liegenden Schlaf- und Kinderzimmern bei dann meist geschlossenen Zimmertüren keine ausreichende Zuluftversorgung stattfindet. Werden offene Luftverbände dennoch gewünscht, sollten
 - entweder die Zuluftventile in den EG-Räumen hochliegend und in den OG-Räumen tief liegend (bodennah) eingebaut werden, um nur einen geringen Höhenunterschied zu erhalten, wobei dann besonders auf die Vermeidung von bodennahen Kaltluftströmen zu achten ist,
 - oder es sollte die Zuluftversorgung der OG-Räume mit einem kleinen Zuluftgebläse statt nur über Zuluft einsaugung durch den Unterdruck der Abluftanlage erfolgen.
- Zur Vermeidung wesentlicher Zuluft einströmungen über bauliche Undichtheiten statt über die geplanten Zuluftwege sollten Gebäude mit Abluftanlagen eine Luftdichtheit der Gebäudehülle haben, die deutlich höher als gemäß den Mindestanforderungen der DIN 4108/7 ist. Diese DIN verlangt aktuell von Gebäuden mit Lüftungsanlagen einen $n_{(50)}$ -Wert von $\leq 1,0 \text{ h}^{-1}$. Dieser Wert gilt gemäß Veröffentlichung im Bundesanzeiger Nr.140 vom 31.07.1998, S.10885 allerdings schon als erreicht, wenn bei einer Messung gemäß ISO 9972 $n_{(50)} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$ gemessen wird¹¹¹ und ist so als Regel der Technik eingeführt. Für Gebäude mit Abluftanlage empfehlen wir demgegenüber eine

¹¹⁰ Zu Auslegungsempfehlungen für einzelne Komponenten siehe folgende Teilkapitel

¹¹¹ Diese Differenz wird "Meßtoleranz" interpretiert; faktisch ist sie eine Abschwächung der Normvorgabe durch den Verordnungsgeber

Luftdichtheit entsprechend einem $n_{(50)}$ -Wert $\leq 1,0 \text{ h}^{-1}$ wie er auch von der Gütegemeinschaft Niedrigenergie-Häuser e.V. für das RAL-Gütezeichen Niedrigenergie-Bauweise vorgeschrieben ist, möglichst sogar von $\leq 0,5 \text{ h}^{-1}$.

- Abluftanlagen in bisheriger Konfiguration sollten nur dann eingeplant und installiert werden, wenn die Kunden bzw. Nutzer über die nur eingeschränkt beeinflussbare Zuluftversorgung der einzelnen Zulufräume informiert wurden und diese akzeptieren, d.h. den Hauptnutzen in der sicheren und dosierbaren Abfuhr von Abluft und der damit auch regelbaren Gesamtdurchströmung einer Wohnung oder eines Hauses sehen. Wird dagegen eine sichere und zuverlässig dosierbare Zuluftversorgung einzelner oder mehrerer Zulufräume auch bei geschlossenen Zimmertüren und üblichen Wind- und Wetterschwankungen erwartet, können einfache Abluftanlagen mit dezentraler Frischluftnachströmung von außen nicht empfohlen werden. Bei solcher Bedarfsanmeldung müssen Abluftanlagen entweder mit den vorgenannten oder gleich wirkenden Zusatzeinrichtungen ausgestattet werden oder müssen die Lüftungsanlagen als Zu- und Abluftanlagen ausgeführt werden.
- Die Mehraufwendungen, die bei Abluftanlagen für eine sichere Zuluftversorgung einzelner Zulufräume durch teilweiser Verrohrung oder Ventilatorunterstützung der Zuluftseite verbunden sind, werfen allerdings die Frage auf, ob statt einer Abluftanlage dann nicht gleich eine Lüftungsanlage in Form einer Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung zu empfehlen ist. Der Vergleich der Lüftungseffekte der hier untersuchten 29 Abluftanlagen und vier WRG-Anlagen zeigt, daß eine lufthygienisch deutlich sicherere und auch komfortablere Lüftung durch Zu- und Abluftanlagen erreicht wird. Sofern an eine Lüftungsanlage nicht nur die Anforderung gestellt wird, die Abluftabfuhr zu gewährleisten, sondern auch die Anforderung, eine sichere Zuluftzufuhr für alle Aufenthaltsräume zu erbringen, wird statt einer einfachen oder einer aufwendigeren Abluftanlage daher eine Zu- und Abluftanlage mit WRG empfohlen. Diese erfordert zwar nochmals einen etwas größeren Aufwand, hat aber auch zusätzliche Vorteile (s.u.).

6.2. Konfiguration von Lüftungsanlagen mit WRG

Die Ergebnisse der vier Lüftungsanlagen mit WRG in dieser Untersuchung zeigen, daß diese bei richtiger Dimensionierung der Zentralanlagen, Rohrnetze und Ventile¹¹² sowohl den gewünschten Abluftdurchsatz, die gewünschte gesamte Zuluftzufuhr als auch die gewünschte Leistungsregelbarkeit haben können und damit fast alle wichtigen Teilaufgaben sehr gut erbringen können. Diese Anlagen ermöglichen im Konstantbetrieb eine sehr gute Dosierbarkeit der gesamten und raumweisen Zu- und Abluftmengen. Das in Abb. 3.2.1 in der Mitte rechts vereinfacht dargestellte Konfigurationsbeispiel und Luftströmungskonzept bedarf insofern grundsätzlich keiner Änderung.

Unbefriedigend ist bei drei der vier untersuchten WRG-Anlagen die Regelbarkeit der Luftmengenverteilung zwischen Räumen, die nur zu bestimmten Tageszeiten oder temporär genutzt werden¹¹³ oder bei aus anderen Gründen stark schwankenden Luftbedarfen. Auch treten Störeffekte der normalen Luftdurchströmung durch bauliche Undichtheiten in Gebäuden mit WRG-Anlagen prinzipiell genauso auf, wie sie in Kap. 6.1 bereits für Gebäude mit Abluftanlagen beschrieben wurden. Ob das bei diesen Anlagen oft positiv hervorgehobene "balancierte" Einblasen von Zuluft und Absaugen von Abluft die Störeffekte baulicher Undichtheiten wesentlich verringert, wurde im Rahmen dieser Untersuchung nicht detailliert untersucht, wird allerdings nicht vermutet. Allein das Vorhandensein ausbalancierter Zu- und Abluftmengen beeinflusst nicht, ob zugleich noch andernorts Luft ein- und ausströmt. Auch in Gebäuden mit Zu-Abluftanlage und WRG können der in Ablufträumen vorhandene Unterdruck, der in Zulufräumen vorhandene Überdruck, der äußere Winddruck oder Windsog sowie thermische Auftriebskräfte zusätzliche Luftströme durch bauliche Undichtheiten bewirken. Abb.6.1.1 zeigt im unteren Teil idealtypisch den Unterschied zwischen den geplanten und den tatsächlichen Luftströmen zwischen innen und außen in Gebäuden mit WRG-Anlagen.

Für Lüftungsanlagen mit WRG wird daher empfohlen:

- zur Vermeidung wesentlicher Luftströme über bauliche Undichtheiten sollte die Gebäude deutlich luftdichter sein, als gemäß den Mindestanforderungen der DIN 4108/7. Der $n_{(50)}$ -Wert sollte nicht größer als $0,5 \text{ h}^{-1}$ sein.
- Die bedarfsabhängige Regelbarkeit der Zuluftzuführung in solche Zulufräume muß noch verbessert werden, die nur tageszeitlich oder unregelmäßig genutzt werden und während dieser Zeiten deutlich höhere Zuluftbedarfe haben als sonst¹¹⁴. Dabei ist auf einfache Bedienbarkeit und hinreichende Regelgenauigkeit zu achten sowie auf eine selbsttätige Ausbalancierung der gesamten Zu- und Abluftförderung und eine sinnvolle Verteilung der Abluft-Teilströme bei schwankender Abluftsumme.
- Die Zentralanlagen sollten; sofern sie ohnehin über elektronische Regelungen verfügen, die Ansteuerung einer externen Frostschutzvorkehrung (EWT oder Heizregister) und für den Sommerbetrieb eine Bypass- oder Nur-Zuluft oder Nur-Abluft-Ansteuerung ermöglichen.

Ein anderer Aspekt, der von Kunden vielfach thematisiert wird, betrifft das Kosten-Nutzen-Verhältnis solcher Anlagen. In die Untersuchung waren je zwei Lüftungsanlagen mit WRG in einfacherer und in aufwendigerer Bauart einbezogen. In Objekten Nr. 3 und 9 sind einfachere WRG-Anlagen mit Kreuzstrom-Wärmetauscher, ohne Nachheizregister für die Zuluft und wegen der geringen Vereisungsefahr auch ohne Erdwärmetauscher oder andere Frostschutzeinrichtung eingebaut. Objekte 7 und 12¹¹⁵ enthalten aufwendigere WRG-Anlagen mit Gegenstrom- Wärmetauscher. In Objekt 12 ist zusätzlich ein Erdwärmetauscher¹¹⁶ und ein Zuluft-Nachheizregister installiert. In ihrer lufthygienisch relevanten Zu- und Abluftleistung waren grundsätzlich alle Anlagen gut bis sehr gut und unterscheiden sich insofern kaum. Die aufwendigeren und neueren Anlagen mit Gegenstrom-Wärmetauscher und Gleichstrommotoren haben eine thermisch und elektrisch höhere Effizienz bei allerdings auch deutlich höherem Aufwand. So liegen die heutigen Listenpreise der hier untersuchten reinen Zentralanlagen¹¹⁷ oder vergleichbarer Nachfolgemodelle bei den einfachen WRG-Anlagen zwischen 2.500 und 3.000 DM, bei den effizienteren Modellen zwischen 4.000 und 7.000 DM.

¹¹² Zu Auslegungsempfehlungen für einzelne Komponenten siehe folgende Teilkapitel

¹¹³ z.B. Wohnzimmer tags mehr Zuluft, Schlafzimmer nachts mehr Zuluft, Büro oder Sauna nur während Nutzung etc.

¹¹⁴ vgl. vorige Anmerkung

¹¹⁵ Vgl. detaillierte Anlagenbeschreibungen in Kap.7.3, 7.7, 7.9 und 7.12

¹¹⁶ Zum EWT vgl. Kap. 3.3 und 4.4

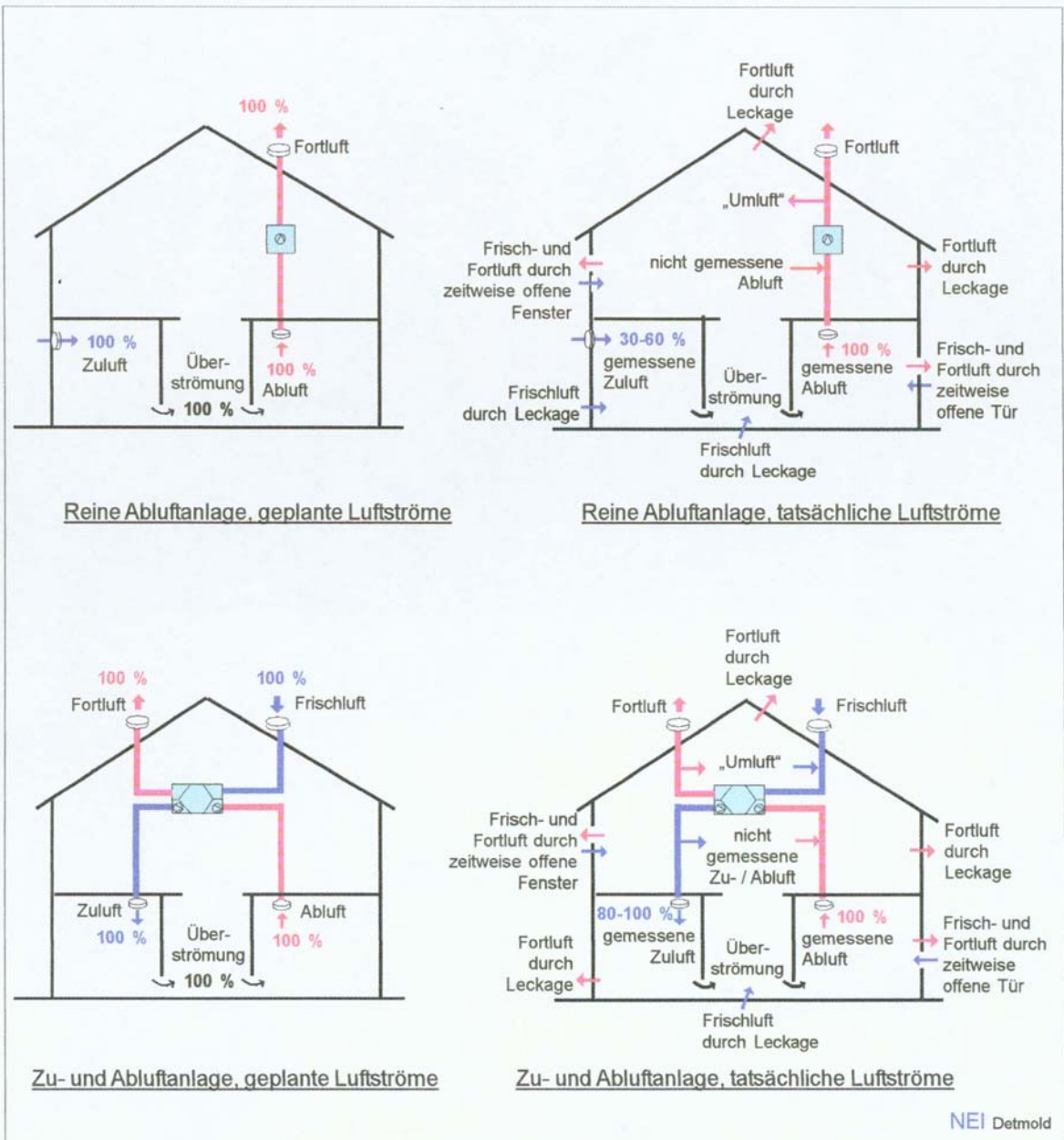
¹¹⁷ Preisangaben incl. Regelung, jedoch ohne Rohrnetze, Ventile, Frostschutz, Nachheizregister und Einbau

Um das Verhältnis von Mehraufwand zu Mehrnutzen bewerten zu können, ist zunächst individuell zu prüfen, welche Ziele vorrangig angestrebt werden und ob die Anlagen in normale Häuser, Niedrigenergie-Häuser oder Passivhäuser eingebaut werden sollen. Eine sichere Frischluftversorgung und Abluftabfuhr sowie der Komfortgewinn einer deutlich vorerwärmten Zuluft kann gleichermaßen von einfacheren WRG-Anlagen mit Kreuzstrom-Wärmetauscher wie von aufwendigeren mit Gegenstrom-Wärmetauscher erbracht werden. Die elektrische Effizienz¹¹⁸ ist ebenfalls bei beiden Bauarten in gleicher Höhe möglich, da die früher nur in höherwertigen Anlagen enthaltenen besonders stromeffizienten Gleichstrom-Ventilatoren inzwischen auch in einfacheren Anlagen verfügbar sind. Unterschiede bleiben bei der thermische Effizienz. Die thermischen Wirkungsgrade der einfacheren Anlagen mit Kreuzstrom-Wärmetauschern liegen zwischen 55 und knapp 70 Prozent, die der Anlagen mit Gegenstrom-Wärmetauschern zwischen 85 und 99 Prozent¹¹⁹. Der höhere Wirkungsgrad der Anlagen mit Gegenstrom-Wärmetauschern hat allerdings zur Folge, daß die Abluft im kalten Winter so stark abgekühlt werden kann, daß sie schon im Wärmetauscher vereisen und die Anlage beschädigen kann. Um dies zu vermeiden, benötigen alle hocheffizienten WRG-Anlagen besondere Frostschutz-Vorkehrungen wie Erdwärmetauscher oder andere Vorheizregister der Frischluft. Diese sind bei einfachen WRG-Anlagen mit Kreuzstrom-Wärmetauschern in der Regel nicht erforderlich. Sofern ein thermischer Wirkungsgrad von über 80 Prozent nicht unbedingte Planungsvorgabe ist - was bei Passivhäusern i.d.R. der Fall ist, bei anderen Gebäuden aber meist nur eine freiwillige Vorgabe - sollte also durchaus geprüft werden, in welchem Verhältnis Mehraufwand und Mehrnutzen der aufwendigeren gegenüber der einfacheren Ausführung zueinander stehen.

Die den heutigen Markt noch kennzeichnenden Preisunterschiede zwischen WRG-Anlagen mit Kreuzstrom- oder Gegenstrom-Wärmetauschern werden sich künftig vermutlich stark verringern, da vor allem durch den stärkeren Bau von Passivhäusern die hocheffizienten Anlagen größere Verbreitung finden und ein verstärkter Anbieterwettbewerb entsteht. Der konstruktive Mehraufwand für einen Gegenstrom-Wärmetauscher ist gegenüber einem Kreuzstrom-Wärmetauscher aus gleichem Material nahezu unerheblich, die heute realisierten Mehrpreise sind Folge der Kosten der vielfältigen Neuentwicklungen und der noch geringen Stückzahlen. Alle anderen Bauteile sind bei beiden Anlagentypen prinzipiell identisch. Auch der nötige Mehraufwand für eine Frostschutzeinrichtung beim hocheffizienten Gegenströmer kann stark verringert werden, wenn in die WRG-Anlagen standardisierte Anbindungsmöglichkeiten für PWW-Heizsysteme oder frostschutzmittelhaltige Solarkreisläufe nebst Regelung in der Serienfertigung gleich mit eingebaut werden und nicht individuell aus Fremdprodukten zusammengesetzt werden müssen. Insofern ist zu erwarten, daß künftig die grundsätzlich wünschenswerte höhere thermische Effizienz der WRG-Anlagen mit Gegenstrom-Wärmetauscher kaum noch Mehrkosten macht und damit zur allgemeinen Anwendung empfohlen werden kann.

¹¹⁸ Elektrische Effizienz = Stromverbrauch pro Luftförderung ohne Berücksichtigung der WRG

¹¹⁹ Vgl. /TZWL 2000/



NEI Detmold

Abb. 6.1.1: Geplante und tatsächliche Luftströmungen in Gebäuden mit Lüftungsanlagen

6.3 Konfiguration soledurchströmter Erdwärmetauscher

Die in Kap.3.3 beschriebene Konfiguration des soledurchströmten Erdwärmetauschers (EWT) im Objekt 12 hat sich grundsätzlich bewährt und alle in sie gesetzten Anforderungen erfüllt. Die Auslegung von 40 m in 1,5 m Tiefe verlegtem PE-Rohr für eine Lüftungsanlage mit 60 m³/h Luftdurchsatz hat sich trotz einiger ungünstiger Rahmenbedingungen als für den Winterfall ausreichend und für den Sommerfall sehr hilfreich erwiesen¹²⁰ und der EWT funktioniert ohne Störung. Diese Konfiguration kann daher grundsätzlich in gleicher Weise auch für andere Objekte weiterempfohlen werden.

Vermeidbare Ertragseinbußen und Irritationen der Meßfühler ergaben sich bei dem untersuchten EWT vor allem durch die Wegeführung der Soleleitung. Diese führt von der Erde im Garten durch die Erde unter dem Haus durch die Sohlplatte zunächst in den warmen Haustechnikraum, wo die Meßuhr und die Temperaturfühler plaziert sind, dann durch die Außenwand in den Carport-Bereich, wo die Umwälzpumpe, der Druckausgleichbehälter und die Armaturen zur Befüllung und Entleerung sowie Entlüftung liegen, dann in den Sole-Luft-Wärmetauscher, der selbst teils im Carport, teils im Fahrrad-schuppen liegt und dann durch den Carport und Haustechnikraum wieder zurück durch zunächst die Erde unter dem Haus bis hin zur Erde im Garten.

Die Rücklauf-Wegeführung der Soleleitung von der Garten-Erde in die Unter-Haus-Erde und dann ins Haus war dem Ertrag förderlich, da die Unter-Haus-Erde wärmer als die Garten-Erde war und die Sole nach ihrer Erwärmung auf Garten-Erde-Niveau noch erkennbar nacherwärmte. Die Wegeführung durch den Haustechnikraum war nachteilig, da hier (unerwünscht) Raumwärme aufgenommen wurde und die hier liegenden Rohre und Temperatur-Meßfühler vor allem beim Stillstand der Anlage von der Raumtemperatur stark erwärmt bzw. irritiert wurden. Die Wegeführung im Carport bewirkte vor- wie rücklaufseitig einen nicht genau quantifizierbaren Temperatursausgleich mit der jeweiligen Außenluft, was sowohl im Winter- wie im Sommerbetrieb grundsätzlich nur nachteilig ist. Die Rückwegeführung durch den Haustechnikraum brachte außer den bereits genannten Fühlerirritationen nichts. Die Rückwegeführung zuerst durch die Unter-Haus-Erde und dann durch die Garten-Erde war negativ, denn die Sole erwärmte sich auf der Unter-Haus-Teilstrecke teils schon über das Temperaturniveau der Garten-Erde, so daß sie sich im späteren Leitungsverlauf in der Garten-Erde wieder abkühlte. Dies bewirkte insgesamt letztlich nur einen Wärmeausstrag von der Unter-Haus-Erde in die Garten-Erde, also eine unerwünscht hohe Auskühlung der Unter-Haus-Erde, was dem Gesamtertrag hinderlich war.

Aus der Analyse dieser teils unerwünschten Wärmeströme wird für die Leitungsführung künftiger soledurchströmter Erdwärmetauscher empfohlen:

- oberirdisch und innerhalb von Gebäuden möglichst kurze Leitungslängen vorzusehen, die hier installierte Armaturen auf sehr kurzen Strangabschnitten zusammenzufassen und diese Strangabschnitte und Armaturen gut zu isolieren;
- die Umwälzpumpe nicht in den Sole-Vorlauf (zum Edreich hin) sondern in den Sole-Rücklauf (vom Edreich herkommend) kurz vor den Sole-Luft-Wärmetauscher einzubauen, um die Pumpenwärme nutzbar zu machen, evtl. sogar die Pumpe selbst in den Frischluftkanal einzubauen;
- den kalten Vorlauf in kältere Erdbereiche und den erderwärmten Rücklauf bevorzugt in wärmere Erdbereiche zu legen; stehen z.B. Erdabschnitte zur Verfügung, die von Abwasserleitungen erwärmt sind, sollte hier bevorzugt der Solerücklauf verlegt werden;
- die Sole-Vorlaufleitung und die Sole-Rücklaufleitung stets mit so großem Abstand zu verlegen oder - wenn dies auf Teilstrecken nicht möglich ist, so gut gegeneinander zu isolieren, daß keine Querwärmeströme entstehen, die den Gesamtertrag mindern;
- die für die Steuerung oder Auswertung herangezogenen Temperaturfühler so zu plazieren, daß sie nur wenig von Fremd- und Umgebungstemperaturen beeinflußt werden und auch nach Stillständen rasch die eigentliche Soletemperatur messen;
- Umwälzpumpen mit sehr geringer Förderleistung und trotzdem ausreichender Anlaufkraft nach einem Stillstand vorzusehen. Sofern ein Taktbetrieb vorgesehen ist, muß die thermische Trägheit der Tauscherflächen und die der Temperaturfühler bedacht werden.
- die EWT bei Lüftungsanlagen mit hocheffizienten Gegenstrom-Wärmetauschern und ohne Wärmepumpe¹²¹ im Winterbetrieb nur bei Außenlufttemperaturen von unter etwa +2°C in Betrieb zu nehmen. Wenn diese Temperaturen sehr selten vorkommen, sollte die Anlage zur Vermeidung von Stillstandsschäden vor allem der Pumpe auch zwischenzeitlich gelegentlich kurzzeitig eingeschaltet und betrieben werden.

¹²⁰ Zur genauen Dimensionierung vgl. Kap.3.3, zu den genauen Meßergebnissen Ergebnissen Kap. 4.4

¹²¹ Bei Lüftungsanlagen mit WRG und zusätzlicher Wärmepumpe, wie z.B. Maico, Aerex ist auch ein Betrieb bei höheren Außen-temperaturen sinnvoll.

6.4 Dimensionierung von Komponenten

Die Untersuchung bestätigt wesentlich die aus langjähriger Erfahrung gewonnenen Dimensionierungsempfehlungen, wie sie z.B. schon seit Februar 1995 in der "Checkliste kontrollierte Wohnlüftung" von Johannes Werner u.a. zusammengestellt sind, die beim Darmstädter Institut für Wohnen und Umwelt bezogen werden kann¹²². Vieles davon ist in teilweise konkreterer Ausformulierung in die Güte- und Prüfbestimmungen der Gütegemeinschaft Niedrigenergie-Häuser e.V. eingeflossen, der in Anlage 3 wiedergegeben ist. Deren Inhalte werden deshalb hier nicht wiederholt, sondern nur dringend als Lektüre und Orientierung empfohlen, sofern nicht schon bekannt.

Die beobachteten Dimensionierungsmängel bei der Ventilatorleistung, den Rohrleitungen, den Ventilen, den Filtern oder den Schalldämpfern dürften fast in jedem Fall auf zu geringer Erfahrung der Planer oder Installateure basiert haben und nicht auf falsch deklarierten Produkteigenschaften. Dies gilt vor allem für den ganz überwiegenden Teil der eingesetzten Standardprodukte einschlägiger Hersteller, deren Eigenschaften in deren Katalogen, Planungsmappen und Produktdatenblättern sowie neuerdings auch verstärkt im Internet meist hinreichend deklariert sind und über die bei Bedarf über die Hersteller oder Gebietsvertreter auch weitere Detailangaben erhältlich sind. Fehlende Leistungsdaten sind demgegenüber häufig bei Produkten zu finden, die über den Einzelhandel oder Baumärkte lose vertrieben werden, da hier Verpackungen oft nur als Werbeträger genutzt werden, Produktdatenblätter als Beipackzetteln fehlen, die Händler keine zusätzlichen Produktinformationen haben und die eigentlichen Produkthersteller teils sogar verschwiegen werden. Um diesem Mangel abzuweichen, sollten Produkthersteller, deren Produkte auch über solche Handelswege vertrieben werden, gewisse Mindestinformationen über ihre Produkte stets beifügen oder auf den Verpackungen aufdrucken.

Für die individuelle Dimensionierung von Komponenten gibt es grundsätzlich keine Pauschalempfehlungen, auch wenn es in der Praxis bei bestimmten Komponenten sehr häufig gleichartige Lösungen gibt. Grundlage jeder Komponentendimensionierung muß eine vorherige Berechnung der raum-, strang- und objektweisen Zu- und Abluftmengen für die Grundlüftung, den Normalbetrieb und den ggf. höheren Bedarfsbetrieb sein. Hierfür wird eine Vorgehensweise empfohlen, wie sie in Kap. 2.2 als Berechnung nach "ebök/EXPO/PHPP"¹²³ grundsätzlich beschrieben sowie in Kapitel 7 für jedes der untersuchten Objekte dargelegt ist. Die Auswahl der Einzelkomponenten sollte erst erfolgen, wenn diese Berechnung vorliegt und es sollten nur solche Komponenten einplant werden, deren relevante Eigenschaften hinreichend genau bekannt sind. Diese müssen dann auch in Anfrage, Angebots- und Auftragstexten in ihren Leistungsdaten eindeutig definiert werden. Bei den häufigen Unsicherheiten über zu erwartende Strömungswiderstände von Kanalnetzen empfiehlt sich entweder eine detaillierte Berechnung mit den hierfür verfügbaren Verfahren bzw. Software-Programmen oder eine eher etwas großzügige Auslegung der Rohrquerschnitte und Ventile. Ein Drosseln zu hoher Luftmengen ist stets leichter, als das nachträgliche Überwinden eines zu hoch eingebauten tatsächlichen Strömungswiderstands. Je weniger Aluflexleitungen oder Kunststoffspiralschläuche eingebaut werden, desto geringer sind auch die Unsicherheiten bei der Berechnung des Strömungswiderstandes.

Die Planung der für Schallschutzanforderungen nötigen Komponenten bleibt relativ aufwendig, wenn hohe Ansprüche gestellt werden. Dies liegt aber meist nicht daran, daß Lüftungsanlagen grundsätzlich Probleme bereiten müßten. Die Körper- und Luftschallemissionen der aktiven Lüftungskomponenten, die Strömungsgeräusche von Rohrleitungen und Ventilen und die Übertragung von Geräuschen in andere Räume durch die sie verbindenden Rohre sind relativ gut bekannt, kalkulierbar und dimensionierbar. Praktische Schallschutzmängel rühren häufiger daher, daß an den ohnehin vorhandenen Raumtrennflächen oder in den Schächten und Kanälen von Lüftungsanlagen innerhalb leichter (ohnehin meist hohler) oder auch schwerer (durchlöcherter) Bauteile Schallnebenwege bestehen, deren Schalldurchgang nachher als störend empfunden und irrtümlich der Lüftungsanlage zugerechnet wird. In Gebäuden mit hohen Schallschutz-Anforderungen sollte daher das Augenmerk zunächst auf die bauliche schalltechnische Abgrenzung der zu schützenden Räume gelegt werden und erst dann überlegt werden, wo lüftungstechnische Komponenten zusätzliche Einträge bewirken könnten und wie diese vorgabegerecht zu verringern sind.

¹²² Vgl. /Werner u.a. 1995-2/

¹²³ Vgl. auch in der Literaturliste /WERNER u.a., 1995-2/

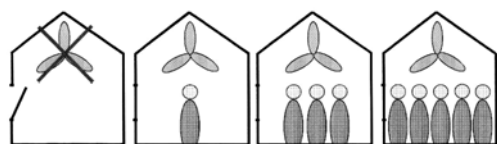
6.5. Regeltechnik, Einregulierung und Benutzeroberfläche

Eine Lüftungsanlage kann nur dann den geplanten Lüftungseffekt bringen, wenn ihre Regelung die dafür erforderliche Einstellung ermöglicht, wenn die erforderliche Einstellung ermittelt wurde, und wenn der Nutzer weiß, wie er sie einstellen kann. Je nach Regelaufgabe und nach Menge sowie Art der verstellbaren, selbstverstellenden oder ihre Eigenschaften anderweitig verändernden Komponenten¹²⁴ können dafür sehr unterschiedliche Regeltechniken und Regeleinriffe nötig sein. Allgemein sinnvolle Vorgaben für die Leistungsregelbarkeit von Lüftungsanlagen sind in Kap. 2.2.1 beschrieben, ob sie im Einzelfall anwendbar sind, muß individuell geprüft werden. Dabei ist besonderes Augenmerk auch darauf zu richten, ob sich verschiedene Regelmöglichkeiten gegenseitig beeinflussen, was häufig der Fall ist¹²⁵.

Ausreichende technische Regelmöglichkeiten sind an den meisten aktiven und passiven Lüftungskomponenten vorhanden, was die Luftdurchsätze der Ventilatoren und der daran angeschlossenen Luftkanäle im statischen Betrieb betrifft¹²⁶. Die beobachteten Regelungsdefizite entstanden vor allem dadurch, daß die erforderlichen Einstellungen dieser Komponenten gar nicht ermittelt oder den Nutzern nicht mitgeteilt worden waren, so daß die Regelung nur nach Zufall oder Gefühlsempfinden erfolgte. Dies betraf insbesondere die Einstellungen der Ventile und der Dimmer und kam überwiegend in MFH mit Mietwohnungen vor.

Notwendig für einen geordneten Anlagenbetrieb ist daher, daß Anlagen nach ihrer Installation anhand der berechneten SOLL-Luftströme einreguliert werden und daß die für verschiedene Betriebszustände erforderlichen Einstellungen aller einzelnen Ventile, Strangregelklappen und Ventilatoren sowie ggf. weiterer Stellglieder in nachvollziehbarer Weise festgehalten und dem Nutzer mitgeteilt werden. Für die Einregulierung sind dafür geeignete Meßgeräte Voraussetzung. Die Häufig bei Installateuren nur vorhandenen Glühdraht-Anemometer sind hierfür ungeeignet, da man mit ihnen die am Glühdraht ermittelte Strömungsgeschwindigkeit der Luft nur mit großer Fehlerquote auf einen absoluten Volumenstrom umrechnen kann. Flügelrad-anemometer mit Überstülptrichter, wie in dieser Untersuchung eingesetzt¹²⁷ eignen sich dagegen recht gut für Strömungsmessungen an üblichen Zu- oder Abluftventilen, außer an Spaltventilen.

Die Benutzeroberfläche von Regelungskomponenten sollte möglichst leicht verständlich und zugänglich sein. Mehrstufige Leistungsschalter oder Leistungs- Dimmer direkt neben der Wohnungs- oder



Haustür sind grundsätzlich in ihrer Funktion leicht verständlich, wenn sie eindeutig markierte Bedarfseinstellungen für Grund-, Normal- und Bedarfslüftung aufweisen. Diese sollten möglichst eine auch für Kinder und für nicht der deutschen Sprache mächtige Nutzer verständliche Symbolik haben, wie sie z.B. nebenstehendes Beispiel zeigt. Neben den Leistungsreglern sollten aber auch Ventile, reinigungsbedürftige Filter, evtl.

nachzustellende Strangregler und andere Regelungskomponenten eine Benutzeroberfläche haben, die für Laien erkennbar werden läßt, ob sie überhaupt funktionieren, richtig funktionieren oder der Wartung bedürfen. Ggf. mehrsprachige Betriebs- und Wartungsanleitungen für die jeweilige Anlagen sollten daher zum Lieferumfang der Planer bzw. Installateure gehören und an Stellen platziert oder aufgeklebt sein, an denen man sie regelmäßig wahrnimmt, z.B. an Innenseiten von Besenschrank- oder Zählerkasten-Türen.

¹²⁴ z.B. langsam verschmutzende Filter

¹²⁵ vgl. z.B. die Regelprobleme von Objekt 15 in Kap. 7.15

¹²⁶ Ausnahmen bilden nur nicht regelbare Zuluft- oder Abluftgitter.

¹²⁷ Vgl. Kap.8, S.8-25 bis 8-28

7. Einzelne Gebäudebeschreibungen und Meßprotokolle

In die folgenden Teilkapiteln ist jeweils einleitend die Bauart und die Konfiguration der Lüftungsanlagen aller einzelnen untersuchten Gebäude beschrieben. Danach folgen - bei den MFH wohnungsweise getrennt - die Beobachtungen über den Zustand und die Nutzungsart der Anlagen vor Beginn der Messungen, die Meßergebnisse, Daten zur Luftdichtheit, Empfehlungen zur bestmöglichen Nutzung im vorhandenen Zustand sowie ggf. zu sinnvollen Nachbesserungen. Am Ende des gebäudeweisen Textteils sind die Grundrisse der EFH und MFH sowie von deren Wohnungen und die Tabellen mit den objektweisen Raumdaten, Nutzungsdaten, SOLL-Vorgaben und Meßergebnissen abgedruckt.

7.1 EFH Lünstedt

7.2 EFH Otters

7.3 EFH Wächtler

7.4 EFH Hoffmann-Kwiecinski

7.5 EFH Didier

7.6 EFH Wissmann

7.7 EFH Schefers

7.8 EFH Dähne

7.9 ZFH Willbrandt

7.10 EFH Kordes

7.11 ZFH Pirog

7.12 EFH Michael

7.13 MFH Quest

7.14 MFH Hellmann

7.15 MFH Speckmann

7.16 MFH Junge-Wentrup

7.17 MFH KWG 23

7.18 MFH KWG 24

7.1 EFH Lünstedt

Erich-Kästner-Weg 1, 33824 Werther, Baujahr 1996



Bauart und Lüftungstechnische Eigenschaften

Das Gebäude ist ein voll unterkellertes Einfamilienhaus in zweischaliger Massivbauweise mit Kerndämmung und Verklinkerung. Die Wohn- und Nutzfläche umfaßt 148,5 m².

Zum beheizten und belüfteten Volumen gehören das komplette EG und DG, der als Abstellraum genutzte Spitzboden bis zum First sowie der Kellertreppenabgang bis zur Kellertür. Die Kellerräume sind unbeheizt und nicht mechanisch belüftet. Im Raum EG/Wohnen/Essen ist ein Ofen installiert. Das Luftvolumen beträgt 389,9 m³.

Abbildung 7.1.1 zeigt die Grundrisse und die Konfiguration der Lüftungsanlage.

Art der Lüftungsanlage

In dem Gebäude ist eine zentrale Abluftanlage installiert, die aus den „Ablufträumen“ EG/Bad, EG/Kochen, DG/Bad und DG/Kind3 verbrauchte Luft absaugt. Der Abluftventilator ist auf dem Spitzboden installiert und bläst über einen Dachauslaß auf der Westseite aus.

Frischlufte strömt durch den von der Abluftanlage erzeugten Unterdruck über passive Zuluftventile in die „Zulufträume“ EG/Wohnen-Essen, EG/Büro, EG/Vorrat, DG/Kind1, DG/Schlafen, DG/Kind2 nach.

Zwischen Zu- und Ablufträumen liegen als „Überströmräume“, die durch das Treppenhaus verbundenen Flure in Keller, Erd- und Dachgeschoß. Diese Räume haben keine eigene Zu- oder Abluft.

Im Keller gibt es noch ein zusätzliches Kinderzimmer, das nicht in die mechanische Belüftung eingebunden ist.

Als Abluftventilator ist ein stufenlos regelbarer Radial-Boxventilator in Aluminium-Druckguß-

gehäuse des Typs Exhausto BESF 160-4-1 installiert. Die Daten aller Komponenten sind in Kapitel 8 zusammengestellt.

Die im Haus eingebauten Abluftleitungen sind aus Aluflex Rohren hergestellt.

Die Leistungsregelung der gesamten Lüftungsanlage erfolgt stufenlos mittels eines Dimmers, der im EG/Flur montiert ist.

Eine Regelung der Abluftströme in den einzelnen Ablufträumen ist durch die stufenlos verstellbaren Abluftventile möglich.

Eine Regelung der raumweisen Zuluftströme kann in gewissem Umfang durch die Zuluftventile erfolgen. Deren Spaltweite ist stufenlos voreinstellbar. Sie läßt sich zusätzlich mit einem Zugseil um eine festes Differenzmaß vergrößern, was eine einfache manuelle Wahl zwischen Grund- und Bedarfslüftung (z.B. tags und nachts) ermöglichen soll.

In den Außenwanddurchdringungen der Zuluftelemente sind zudem selbsttätige Strömungsbegrenzer eingesetzt. Diese verringern selbsttätig den freien Querschnitt in Zulufttrichtung in etwa proportional zur tatsächlichen Strömungsgeschwindigkeit und verhindern eine übermäßige Luftzufuhr bei starkem Winddruck.

Gebäudenutzung

In dem Haus leben zwei Erwachsene mit drei Kindern. Die Bewohner sind Nichtraucher. Tagsüber ist Frau Lünstedt mit dem kleinsten Kind allein im Haus, nachmittags mit allen Kindern. Herr Lünstedt ist ganztätig berufstätig.

Die Türen zu den Räumen EG/Wohnen/Essen, EG/Vorrat, EG/Kochen, DG/Kind1, DG/Kind2 und DG/Kind3 sind vorwiegend geöffnet. Die Türen in den Räumen EG/Bad, EG/Büro, DG/Bad und DG/Schlafen sind vorwiegend geschlossen.

Über die bisherige Nutzung und Regelung der Lüftungsanlage liegen keine belastbaren Aussagen vor. Die "wie vorgefunden" Messung wurde in der kleinsten Ventilatorleistung durchgeführt.

Abb. 7.1.2 zeigt die Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 07.12.98 um 14.00 Uhr statt. Die relative Feuchte der Innenluft betrug 31%, die Innentemperatur betrug 17°C.

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt eingestellt:

| | |
|----------------|------|
| Wohnen/Essen S | 67% |
| Wohnen/Essen W | 67% |
| Büro W | 67% |
| Vorrat S | 67% |
| Kind 1 S | 55% |
| Kind 2 S | 77% |
| Schlafen W | 100% |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|------|
| Kochen | 16 U |
| Bad EG | 13 U |
| Bad DG | 100% |
| Kind 3 | 8 mm |

Sowohl im Zuluftventil des Raumes EG/WohnenEssen wie auch im Zuluftventil des Raumes EG/Büro lagen die Sturmbegrenzer lose und schräg im Rohr, da ihre Außendurchmesser geringer sind, als der Innendurchmesser des Hüllrohres.

Im Raum DG/Kind2 war der Sturmbegrenzer falsch eingebaut, außerdem war der Filter verschmutzt.

Im Raum DG/Bad war der Filter verschmutzt.

Die Filter wurden nach der Messung „wie vorgefunden“ gereinigt und die Sturmbremsen ausgerichtet.

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden die nachfolgend beschriebenen Messungen in den Betriebszuständen „wie vorgefunden Tag/Nacht“, „einreguliert Tag/Nacht“ und „max. Leistung“. Die einzelnen Meßergebnisse sind in Abb. 7.1.3 abgedruckt.

Messung 1 und 2 "wie vorgefunden Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: kleinste Stufe

Die Abluftsumme beträgt 119 m³/h und bewirkt einen 0,31-fachen Luftwechsel des Objekts. Der für fünf Personen erforderliche Luftwechsel (150 m³/h) wird nicht erreicht. Über die Zuluftventile strömen insgesamt nur 69 m³/h über bauliche Undichtigkeiten strömen 50 m³/h ins Gebäude.

Die Abluft-SOLL-Werte der Küche (60 m³/h) und des EG-Bades (40 m³/h) werden nicht erreicht. Das OG-Bad erreicht seinen auf 25,5 m³/h reduzierten (von 40 m³/h) Abluft-SOLL-Wert.

Die Zuluft-SOLL-Werte werden im Tagbetrieb nur in EG/Vorrat erreicht. Im Nachtbetrieb wird auch im Büro ein ausreichender Mindestluftwechsel erreicht. In allen anderen Räumen wird tags und nachts nicht einmal ist die Mindestluftwechselrate von 0,3 h⁻¹ erreicht.

Sonstige Beobachtungen

Ein testweises Öffnen der üblicherweise geschlossenen Tür des EG/Bades brachte nur zusätzliche 2 m³/h. Die Badezimmertür ist demnach nicht die wesentliche Ursache für die zu geringe Durchströmung des Raumes.

Im OG-Bad wurden die gemessenen 32 m³/h bei komplett ausgebautem Ventil erreicht. Bei eingebautem, noch ungereinigtem Ventil strömten nur 18 m³/h, nach der Reinigung 25 m³/h durch das Ventil. Das Ventil und sein Filter sind hier erhebliche Strömungswiderstände.

Messung 3 und 4 "einreguliert Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Dimmer auf 50 %

Die Ventile wurden nicht verstellt.

Die Abluftsumme beträgt 245 m³/h und bewirkt einen 0,63-fachen Luftwechsel des Objekts. Der für 5 Personen erforderliche Luftwechsel (150 m³/h) wird deutlich überschritten. Über die Zuluftventile strömen insgesamt nur 110 m³/h, über bauliche Undichtigkeiten strömen 135 m³/h ins Gebäude.

Die Zuluft-SOLL-Werte werden im Tagbetrieb im OG/Schlafen und im OG/Kind2 erreicht, im Raum EG/Vorrat weit überschritten.

Im Nachtbetrieb werden die Vorgaben im EG/Wohnen, EG/Büro und EG/Vorrat überschritten, dagegen in den nachts belegten Räumen OG/Schlafen, OG/Kind1 und OG/Kind2 nicht erreicht. In den drei Räumen des Obergeschoß wird weder tags noch nachts die Mindestluftwechselrate von 0,3 h⁻¹ erreicht.

Der Abluft-SOLL-Wert der Küche wird erreicht, die Abluft-SOLL-Werte beider Bäder werden deutlich überschritten.

Sonstige Beobachtungen:

Die Reinigung des Zuluftventils im Raum DG/Kind2 erhöhte den Zuluftzustrom um 25 % bzw. 3 m³/h. Diese Verschmutzung war vorher ein deutliches Strömungshemmnis.

Messung 5 "max. Leistung"

Leistungseinstellung: maximal

Die Ventile wurden nicht verstellt.

Die Abluftsumme beträgt 272 m³/h und bewirkt einen 0,7-fachen Luftwechsel des Objekts. Die Auslegungsvorgabe des LEG (max. 0,5 h⁻¹) wird damit erreicht, die des DT-NEH-Standards (max. 0,8 h⁻¹) jedoch nicht.

Der für 5 Personen erforderliche Luftwechsel wird bei max. Leistung deutlich überschritten. Über die Zuluftventile strömen insgesamt 111 m³/h, über bauliche Undichtheiten strömen 161 m³/h ins Gebäude. Die zusätzlichen Luftmengen strömen fast nur über bauliche Undichtheiten zu. Bei den Zuluft-SOLL-Werten ändert sich deshalb nur, daß jetzt auch das OG/Kind1-Zimmer den erforderlichen Mindestluftwechsel von 0,3h⁻¹ erreicht.

Luftdichtheit

Eine Luftdichtheitsmessung wurde nach Fertigstellung des Hauses durchgeführt, der n₅₀-Wert lag zu diesem Zeitpunkt bei 1,5 h⁻¹.¹²⁸

Die bei der Vermessung der Lüftungsanlage im einregulierten Zustand ermittelte Abluftsumme (245 m³/h) ist wesentlich höher als die über die Zuluftventile zuströmende Zuluftsumme (110 m³/h). Das Differenzvolumen strömt abgesehen von Meßungenauigkeiten über die baulichen Undichtheiten ins Gebäude. Die baulichen Undichtheiten beeinträchtigen die Funktion der Lüftungsanlage stark.

Empfehlung:

Um eine ausreichende Luftqualität für die Räume DG/Schlafen, DG/Kind2 und DG/Kind3 im Nachtbetrieb zu erreichen, sollten die Zimmertüren vor allem nachts geöffnet oder nur angelehnt sein, um einen Luftqualitätsaustausch mit dem stark durchströmten Treppenhaus zu erreichen. Wird dies realisiert, kann die Abluftmenge im Nachtbetrieb auf 150 m³/h reduziert werden.

Stehen auch tags viele Innentüren offen, kann auch tags die Abluftmenge gegenüber dem „einregulierten“ Zustand auf etwa 90-120 m³/h bei 3-4 tags anwesenden Personen reduziert werden, da dann ein ausreichenden Luftqualitätsausgleich zwischen den Räumen über die offenen Zimmertüren erfolgt.

Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des

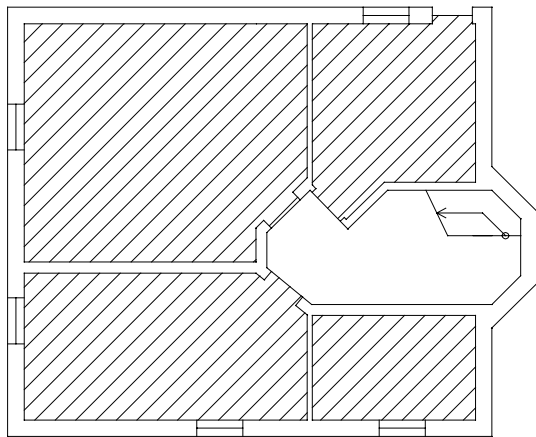
Gebäudes verbessert werden. Dabei sollte ein n₍₅₀₎-Wert von nicht höher als 1,0 h⁻¹ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht. Wird dies erreicht, kann die Abluftmenge reduziert werden.

Erläuterungen zu Abb. 7.1.1

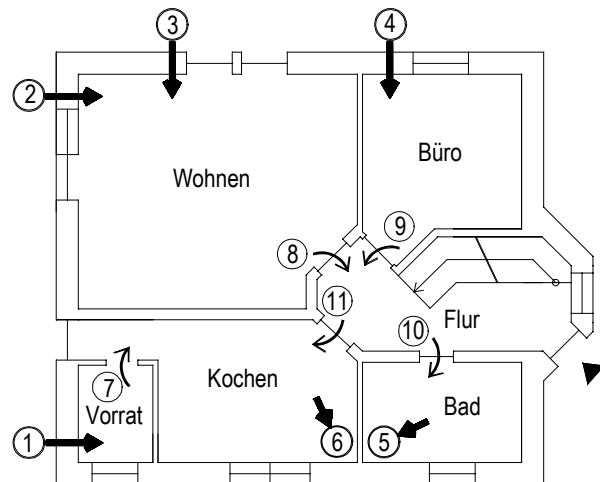
- 1 Zuluftventil Fresh 100 db in Außenwand S
- 2 Zuluftventil Fresh 100 db in Außenwand S
- 3 Zuluftventil Fresh 100 db in Außenwand W
- 4 Zuluftventil Fresh 100 db in Außenwand W
- 5 Abluft-Tellerventil Ø 100 mm als Wandauslaß
- 6 Abluft-Tellerventil Ø 100 mm als Wandauslaß
- 7 Überströmöffnung Vorrat/Kochen
- 8 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 9 Überströmöffnung Büro/Flur
- 10 Überströmöffnung Flur/Bad
- 11 Überströmöffnung Flur/Kochen
- 12 Zuluftventil Fresh 100 db in Außenwand S
- 13 Zuluftventil Fresh 100 db in Außenwand S
- 14 Zuluftventil Fresh 80 in Außenwand W
- 15 Abluft-Tellerventil Ø 80 mm als Wandauslaß
- 16 Abluft-Tellerventil Ø 80 mm als Wandauslaß
- 17 Überströmöffnung Kind1/Flur
- 18 Überströmöffnung Kind2/Flur
- 19 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 20 Überströmöffnung Flur/Bad
- 21 Überströmöffnung Flur/Kind3
- 22 Abluftleitungen
- 23 Abluftventilator Exhausto BESF 160

¹²⁸ Siehe auch Abb. 4.1.5 in Kapitel 4.

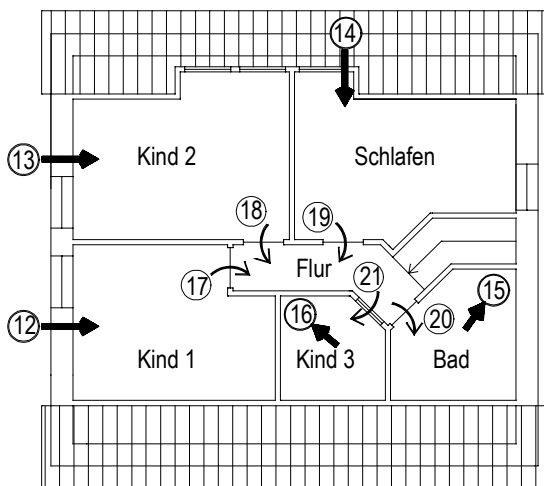
Kellergeschoss



Erdgeschoss



Dachgeschoss



Spitzboden

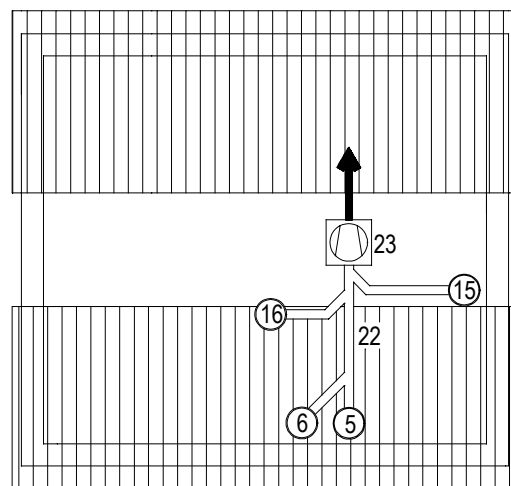


Abb. 7.1.1: Grundrisse + Lüftungskomponenten EFH 1 (Lünstedt)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|--------------|------------|--------------|------------|
| Zulufräume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m³/h) | (1/h) | (m³/h) | (1/h) |
| EG Wohn/Essr. | 30,0 | 74,0 | 22,2 | 59,2 | 37,0 | 3 | 0 | 90,0 | 1,22 | 22,2 | 0,30 |
| EG Büro | 12,3 | 30,4 | 9,1 | 24,3 | 15,2 | 1 | 0 | 30,0 | 0,99 | 9,1 | 0,30 |
| EG Vorrat | 5,1 | 12,7 | 3,8 | 10,1 | 6,3 | 0 | 0 | 3,8 | 0,30 | 3,8 | 0,30 |
| OG Kind 1 | 10,9 | 30,0 | 9,0 | 24,0 | 15,0 | 0 | 1 | 9,0 | 0,30 | 30,0 | 1,00 |
| OG Schlafen | 15,7 | 40,7 | 12,2 | 32,6 | 20,4 | 0 | 2 | 12,2 | 0,30 | 60,0 | 1,47 |
| OG Kind 2 | 13,0 | 34,8 | 10,4 | 27,8 | 17,4 | 0 | 1 | 10,4 | 0,30 | 30,0 | 0,86 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 87,2 | 222,5 | 66,8 | 178,0 | 111,3 | 4,0 | 4,0 | 155,5 | 3,4 | 155,1 | 4,2 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) |
|--------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| KG-Flur | 11,0 | 21,3 | 6,4 | 17,0 | 10,6 |
| EG Flur | 11,9 | 29,4 | 8,8 | 23,5 | 14,7 |
| OG Flur | 8,1 | 20,5 | 6,1 | 16,4 | 10,2 |
| Spitzboden | 0,0 | 16,5 | 4,9 | 13,2 | 8,2 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 31,0 | 87,7 | 26,3 | 70,1 | 43,8 |

| ÜStr SOLL (m³/h) | Zuluft IST (m³/h) | Zusatz Bedarf (m³/h) |
|------------------------|-------------------------|----------------------------|
| 31,1 | 184,2 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Bedarf n. IWU: (m³/h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | | | | | | | (m³/h) | (1/h) | (m³/h) | (1/h) |
| EG Kochen | 13,4 | 33,0 | 9,9 | 26,4 | 16,5 | 60 | 60,0 | 1,82 | 60,0 | 2,27 |
| EG Bad | 7,7 | 19,0 | 5,7 | 15,2 | 9,5 | 40 | 40,0 | 2,10 | 40,0 | 2,10 |
| OG Bad | 5,6 | 15,6 | 4,7 | 12,4 | 7,8 | 25,5 | 25,5 | 1,38 | 25,5 | 1,38 |
| OG Kind 3 | 3,7 | 10,6 | 3,2 | 8,5 | 5,3 | 30 | 30,0 | 0,00 | 30,0 | 0,00 |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 30,4 | 78,2 | 23,5 | 62,5 | 39,1 | | 155,5 | 5,3 | 155,5 | 5,8 |
| Gesamtsumme | 148,5 | 388,4 | 116,5 | 310,7 | 194,2 | | 155,5 | 0,40 | 155,5 | 0,40 |

i:\exceldat\10-10\01.xls

| Bedarf n. IWU: | (m³/h) |
|-------------------|--------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.1.2: Vorgabewerte EFH 1 (Lünstedt)

Abb. 7.1.3 Meßergebnisse zentrale Abluftanlage EFH (Lünstedt)

NEI Niedrig-Energie-Institut GBR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

| Gebäudedaten | | | | | Messung 1 wie vorgefunden Tag | | | | | Messung 2 wie vorgefunden Nacht | | | | | Messung 3 einreguliert Tag | | | | | Messung 4 einreguliert Nacht | | | | | Messung 5 max. Leistung | | | | |
|--------------------|-------------|--------------|---------------|-----------------|----------------------------------|-----|---------|---------|------------------------------|------------------------------------|-------|-----------------------------|------------------------------|---------|-------------------------------|--------|------------------------------|-------|-----------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------|--------|-------|----------------------------|-----|------|------|-------|
| Zulufräume | WFl (m²) | Vol (m³) | Sollwerte | | Tag- oder Nachtbetrieb (L/n) | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (L/n) | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (L/n) | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (L/n) | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (L/n) | | | | | | | | |
| | | | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | Ventilator-Stufe (1 - 100%) | t | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | Ventilator-Stufe (1 - 100%) | n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | Ventilator-Stufe (1 - 100%) | n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | | | | |
| EG Wohn/Essr. | 30,0 | 74,0 | 90,0 | 22,2 | 67% | 100 | 12,0 | 0,16 | nein! | 67% | 100 | 12,0 | 0,16 | nein! | 67% | 100 | 45,0 | 0,61 | nein! | 67% | 100 | 45,0 | 0,61 | >115% | 67% | 100 | 44,0 | 0,59 | nein! |
| EG Büro | 12,3 | 30,4 | 30,0 | 9,1 | 67% | zu | 22,0 | 0,72 | nein! | 67% | zu | 22,0 | 0,72 | >115% | 67% | zu | 20,0 | 0,66 | nein! | 67% | zu | 20,0 | 0,66 | >115% | 67% | zu | 14,0 | 0,46 | nein! |
| EG Vorrat | 5,1 | 12,7 | 3,8 | 3,8 | 67% | 100 | 13,0 | 1,03 | >115% | 67% | 100 | 13,0 | 1,03 | >115% | 67% | 100 | 17,0 | 1,34 | >115% | 67% | 100 | 17,0 | 1,34 | >115% | 67% | 100 | 16,0 | 1,26 | >115% |
| OG Kind 1 | 10,9 | 30,0 | 9,0 | 30,0 | 55% | 100 | 5,0 | 0,17 | nein! | 55% | 100 | 5,0 | 0,17 | nein! | 55% | zu | 7,0 | 0,23 | nein! | 55% | zu | 7,0 | 0,23 | nein! | 55% | 100 | 15,0 | 0,50 | >115% |
| OG Schlafen | 15,7 | 40,7 | 12,2 | 60,0 | 77% | zu | 9,0 | 0,22 | nein! | 77% | zu | 9,0 | 0,22 | nein! | 77% | 100 | 11,0 | 0,27 | ja! | 77% | 100 | 11,0 | 0,27 | nein! | 77% | zu | 12,0 | 0,29 | ja! |
| OG Kind 2 | 13,0 | 34,8 | 10,4 | 30,0 | 100% | 100 | 8,0 | 0,23 | nein! | 100% | 100 | 8,0 | 0,23 | nein! | 100% | 100 | 10,0 | 0,29 | ja! | 100% | 100 | 10,0 | 0,29 | nein! | 100% | 100 | 10,0 | 0,29 | ja! |
| Summe Räume | 87,2 | 222,5 | 155,5 | 155,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Ablufträume | WFl (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ALV | | | | ALV | | | | ALV | | | | ALV | | | | ALV | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|-------------|---------------|-----------------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|
| | | | | | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| EG Kochen | 13,4 | 33,0 | 60,0 | 60,0 | 16 U | 100 | 29,0 | 0,88 | nein! | 16 U | 100 | 29,0 | 0,88 | nein! | 16 U | 100 | 62,0 | 1,88 | ja! | 16 U | 100 | 62,0 | 1,88 | ja! | 16 U | 100 | 61,0 | 1,85 | ja! |
| EG Bad | 7,7 | 19,0 | 40,0 | 40,0 | 13 U | zu | 28,0 | 1,47 | nein! | 13 U | zu | 28,0 | 1,47 | nein! | 13 U | zu | 57,0 | 2,99 | >115% | 13 U | zu | 57,0 | 2,99 | >115% | 13 U | zu | 65,0 | 3,41 | >115% |
| OG Bad | 5,6 | 15,6 | 25,5 | 25,5 | 100% | zu | 32,0 | 2,06 | >115% | 100% | zu | 32,0 | 2,06 | >115% | 100% | zu | 64,0 | 4,11 | >115% | 100% | zu | 64,0 | 4,11 | >115% | 100% | zu | 74,0 | 4,76 | >115% |
| OG Kind 3 | 3,7 | 10,6 | 30,0 | 30,0 | 8 mm | 100 | 30,0 | 2,83 | ja! | 8 mm | 100 | 30,0 | 2,83 | ja! | 8 mm | 100 | 62,0 | 5,85 | >115% | 8 mm | 100 | 62,0 | 5,85 | >115% | 8 mm | 100 | 72,0 | 6,79 | >115% |
| Summe Räume | 30,4 | 78,2 | 155,5 | 155,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Gesamtluft = Summe Abluft | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | Ist | | | | Ist | | | | Ist | | | | Ist | | | | Ist | | | |
|---------------------------|---------------|-----------------|-----|--------|-------|----------------|-----|--------|-------|----------------|-----|--------|-------|----------------|-----|--------|-------|----------------|-----|--------|-------|----------------|
| | | | (%) | (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j / n | (%) | (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j / n | (%) | (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j / n | (%) | (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j / n | (%) | (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j / n |
| Zuluft über ZLV | 156 | 156 | 100 | 119 | 0,31 | nein! | 100 | 119 | 0,31 | nein! | 100 | 245 | 0,63 | >115% | 100 | 245 | 0,63 | >115% | 100 | 272 | 0,70 | >115% |
| Zuluft über Nebenluft | | | 58 | 69 | 0,18 | | 58 | 69 | 0,18 | | 45 | 110 | 0,28 | | 45 | 110 | 0,28 | | 41 | 111 | 0,29 | |
| | | | 42 | 50 | 0,13 | | 42 | 50 | 0,13 | | 55 | 135 | 0,35 | | 55 | 135 | 0,35 | | 59 | 161 | 0,41 | |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

i:\excel5\10-10\01.xls

7.2 EFH Otters

Erich-Kästner-Weg 5, 33824 Werther, Baujahr 1995/96



Bauart und Lüftungstechnische Eigenschaften
Das Gebäude ist ein voll unterkellertes Einfamilienhaus in zweischaliger Massivbauweise mit Kerndämmung und Klinker. Die Wohn- und Nutzfläche umfaßt 139,6 m²

Zum beheizten und belüfteten Volumen gehören der Kellertreppenabgang bis zur Kellertür, das komplette EG und DG sowie der nur als Abstellraum genutzte Spitzboden bis zum First. Die Kellerräume sind unbeheizt und liegen außerhalb der luftdichtenden Ebenen. Das Luftvolumen beträgt 357,2 m³

Abbildung 7.2.1 zeigt die Grundrisse und die Konfiguration der Lüftungsanlage.

Art der Lüftungsanlage

Im Gebäude ist eine zentrale Abluftanlage installiert, die aus den „Ablufträumen“ EG/Kochen, EG/WC, EG/Flur, DG/Flur und DG/Bad absaugt. Der Abluftventilator ist auf dem Spitzboden installiert und bläst über einen Dachauslaß auf der Westseite aus.

Frischlufte strömt durch den von der Abluftanlage erzeugten Unterdruck über passive Zuluftventile in die „Zuluft Räume“ EG/Wohnen, EG/Büro1, EG/Hauswirtschaftsraum, DG/Kind 1, DG/Kind2, DG/Büro2 und DG/Schlafen nach.

Zwischen Zu- und Ablufträumen liegen als „Überströmräume“ das zwischen Keller und OG offene Treppenhaus und der EG/Abstellraum.

Als Abluftventilator ist ein stufenlos regelbarer Radial-Boxventilator in Aluminium Druckgußgehäuse des Typs Exhausto BESF 160-4-1 installiert. In der Abluftleitung des DG/Bad ist zusätzlich ein Rohreinbau-Ventilator Typ Helios 5093 RR 100 A installiert, mit dem der Abluftstrom aus dem DG/Bad vorübergehend

erhöht werden kann. Die Datenblätter der Komponenten enthält Kapitel 8.

Die Abluftleitungen sind aus Blechwickelfalz- und an Anschlüssen und Abzweigen aus Aluflex-Rohren hergestellt.

Die Leistungsregelung des zentralen Abluftventilators erfolgt durch einen stufenlosen Dimmer, der im EG/Flur neben dem Hauseingang montiert ist. Der Zusatzventilator im Bad wird mit einem Bedarfstaster im Bad und einem Nachlaufrelais aktiviert. Die Nachlaufzeit beträgt 8 Minuten. In der Küche befindet sich eine nach außen abblasende Dunstabzugshaube, die in abgeschaltetem Zustand keine fühlbare Durchströmung hat. Sie wurde in die Messung nicht einbezogen.

Eine Regelung der raumweisen Zuluftströme kann in gewissem Umfang auch durch die Zuluftventile erfolgen. Deren Spaltweite ist stufenlos voreinstellbar und läßt sich zusätzlich mit einem Zugseil um ein festes Differenzmaß vergrößern. Diese soll eine einfache manuelle Wahl zwischen Grund- und Bedarfslüftung (z.B. tags und nachts) ermöglichen. Zudem sind in die Außenwanddurchdringungen der Zuluftelemente Strömungsbegrenzer eingesetzt. Diese verringern selbsttätig den freien Querschnitt in Zulufrichtung in etwa proportional zur tatsächlichen Strömungsgeschwindigkeit und verhindern eine übermäßige Luftzufuhr bei starkem Winddruck

Eine Regelung der Abluftströme in den einzelnen Ablufträumen ist durch die stufenlos verstellbaren Abluftventile möglich.

Gebäudenutzung

Vormittags ist selten jemand zu Hause. Nachmittags, abends und am Wochenende befinden sich ganztägig zwei Erwachsene (Nicht-raucher), zwei Kinder und ein Hund im Haus.

Die Lüftungsanlage läuft im Normalbetrieb auf 25%-Einstellung des Dimmers. Sie ist nur tagsüber in Betrieb, da sich die Bewohner durch die starke Geräuschentwicklung am Abluftventil DG/Flur in ihrer Nachtruhe gestört fühlen. Ebenfalls starke Geräuschbelastigung verursacht der Rohreinbauventilator im DG/Bad während der Nachlaufzeit, hier wurde entgegen der Empfehlung kein Schalldämpfer eingebaut. In der Küche sind Strömungsgeräusche am Abluftventil zu hören.

Die Türen im Haus sind alle überwiegend geöffnet. Die Schlafzimmertür ist nachts geschlossen.

Abb. 7.2.2 zeigt die Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 02.03.99 um 9.00 Uhr statt. Im EG betrug die relative Feuchte der Luft innen 44%, die Innentemperatur betrug 18,5°C im Raum Wohnen/Essen. Im DG betrug die relative Feuchte der Luft innen 45%, die Innentemperatur betrug 19,4°C. Im Keller betrug die relative Feuchte der Luft innen 60%, die Innentemperatur betrug 13,7°C. Die relative Feuchte der Luft außen betrug 75%, die Außentemperatur betrug 7,4°C. Während der Messung war es windstill.

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt eingestellt

| | |
|------------|-----|
| Wohnen W | 83% |
| Büro 1 W | 67% |
| HWR N | 56% |
| Kind 1 S | 56% |
| Kind 2 S | 44% |
| Büro 2 S | 78% |
| Schlafen S | 28% |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|-----------|-------|
| Kochen EG | 12 mm |
| WC EG | 10 mm |
| Flur EG | 12 mm |
| Bad DG | 6 mm |
| Flur DG | 6 mm |

Sonstige Beobachtungen:

Im DG/Schlafen hatte es Kondenswasserausfall am Gipskarton der Decke gegeben. Die Ursachen wurden nicht untersucht. Die Filter in den Zuluftventilen waren verschmutzt und wurden nach der ersten Messung gereinigt. In allen Rohrleitungen der Zuluft waren die Sturmbremsen falsch eingebaut, so daß deren Funktion beeinträchtigt war. Sie wurden nach der ersten Messung gerichtet.

Meßergebnis:

Ausgewertet wurden Messungen in den Betriebszuständen wie vorgefunden/Tag, einreguliert/Tag und max. Leistung. Eine einregulierte Nachtmessung wurde nicht vorgenommen, da die Anlage nachts nicht betrieben wird. Alle Zuluftventile wurden mit mittlerem Trichter gemessen, alle Abluftventile mit kleinem Trichter. Die Meßergebnisse sind in Abb.7.2.3 abgedruckt.

Messung 1 „wie vorgefunden/Tag“:

Dimmereinstellung: 25%

Die gemessene Abluftsumme beträgt 156 m³/h und bewirkt einen 0,44-fachen Luftwechsel des Gebäudes pro Stunde. Der für 4 Personen und einen mittelgroßen Hund erforderliche Luftwechsel von 120-150 m³/h wird überschritten. Über die Zuluftventile strömen nur 56 m³/h in die Räume, 100 m³/h strömen durch die Luftundichtigkeiten ins Haus.

Das Abluft-Soll für Kochen (60 m³/h) und für das DG Bad (40 m³/h) werden nicht erreicht. Die SOLL-Abluftwerte für das WC und die Flure werden erreicht bzw. übererfüllt.

Die gemessenen Zuluftmengen sind alle sehr niedrig. In den beiden Büroräume wird sogar die Mindestluftwechselrate von 0,3 h⁻¹ verfehlt. Da in den Räumen HWR und DG/Schlafen keine Ergebnisse vorliegen, kann eine Zuluftsumme nicht gebildet werden.

Messung 2: „einreguliert Tag“

Dimmereinstellung: wie bei Messung 1 auf 25%; jedoch mit gereinigten Filtern in den Zuluftventilen und richtig eingesetzten Sturmbremsen in den Zuluftrohrleitungen. Das Zuluftventil in DG-Schlafen wurde von 28% auf 83% geöffnet.

Die Abluftsumme beträgt nun 161 m³/h. Dies entspricht einem Luftwechsel von 0,45 h⁻¹. Über die Zuluftöffnungen strömen 70 m³/h und über die Undichtigkeiten weitere 90 m³/h ins Objekt. Die Abluft-Sollmengen werden bis auf die Küche und das DG/Bad erreicht oder überschritten.

Alle tagsüber belegten Aufenthaltsräume bekommen immer noch deutlich zu wenig Zuluft. In den Büros und in Kind 1 wird der Mindestluftwechsel von 0,3 h⁻¹ nicht erreicht.

Sonstige Beobachtungen

Der Zuluftfilter für den Zuluftkanal im Spitzboden wurde ausgebaut, um zu prüfen ob danach die Zuluftmenge, der über diese Rohrleitung versorgten Räumen (Schlafen und Büro 2), größer wird. Der Effekt ist gering. Bei ausgebautem Ventil in DG/Schlafen ergibt sich ein erhöhter Luftstrom von 12 m³/h. Das Ventil ist insofern ein Strömungshemmnis.

Messung 3: „max. Leistung“

Dimmereinstellung: max. Leistung.

Der Abluftstrom ist mit über 220 m³/h mehr als 25 Prozent höher als bei der vorigen Messung. Die Abluftsumme und ein objektbezogener Luftwechsel kann nicht berechnet werden, da der Meßwert des EG Flurs fehlt. Aus den ge-

messenen Ablufträumen wird genügend verbraucht Luft abgesaugt.

Der Zuluftstrom ist bei max. Leistung etwa 30 Prozent höher als bei der einregulierten Messung. Für die Summenbildung fehlt der Meßwert des Büro 2. Die tags personenbelegten Zuluft Räume erhalten trotz höchster Ventilatorstufe nur die Hälfte der erforderlichen Luftmenge.

Trotz der fehlenden Werte ist zu erkennen, daß die Anlage eine gewisse Reserve besitzt. Die anhand der unvollständigen Abluftsumme berechnete Luftwechselrate liegt über $0,61 \text{ h}^{-1}$.

Luftdichtheit

Eine Luftdichtheitsmessung war nach Fertigstellung des Hauses durchgeführt worden. Der n_{50} -Wert lag zu diesem Zeitpunkt bei $3,5 \text{ h}^{-1}$. Siehe hierzu auch Abb. 4.1.5 in Kapitel 4.

Die bei der Vermessung der Lüftungsanlage im einregulierten Zustand ermittelte Abluftsumme ($161 \text{ m}^3/\text{h}$) ist wesentlich höher als die über die Zuluftventile zuströmende Zuluftsumme ($70 \text{ m}^3/\text{h}$). Das Differenzvolumen strömt abgesehen von Meßungenauigkeiten über bauliche Undichtheiten ins Gebäude. Diese beeinträchtigen die Funktion der Lüftungsanlage stark.

Empfehlungen:

Zur Ermöglichung eines nicht störenden Nachtbetriebs sollte direkt hinter die beiden Abluftventilen im OG-Flur und im OG-Bad ein handelsüblicher Telefoneschalldämpfer eingebaut werden. Sofern das Abluftventil im OG-Flur selbst wegen zu starker Durchströmung Geräusche macht, sollte es durch ein größeres Ventil mit geräuscharmem Metallgehäuse ersetzt werden.

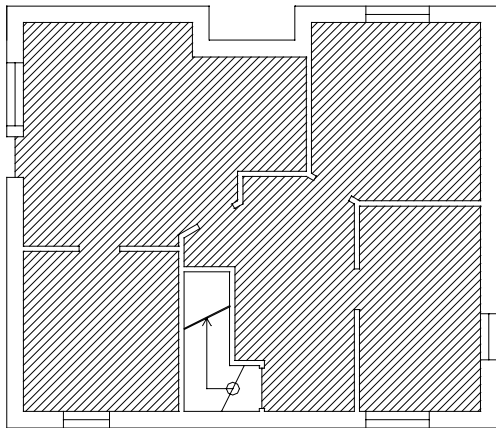
Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes noch verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als $1,0 \text{ h}^{-1}$ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

Solange in einzelnen Räumen weiterhin der für die Personenbelegung erforderliche Luftaustausch über die Zuluftventile nicht erreicht wird, sollten deren Innentüren während möglichst langer Zeiten offen oder angelehnt bleiben, so daß ein Luftqualitätsausgleich über den Raumluftverbund zustande kommt.

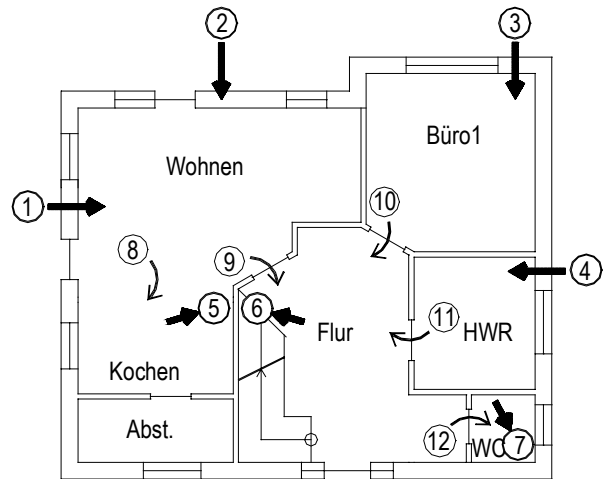
Erläuterungen zu Abb. 7.2.1

- 1 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß S
- 2 Zuluftventil Fresh 80 als Wandauslaß W
- 3 Zuluftventil Fresh 80 als Wandauslaß W
- 4 Zuluftventil Fresh 80 als Wandauslaß N
- 5 Abluft-Tellerventil \varnothing 125 mm als Wandauslaß
- 6 Abluft-Tellerventil \varnothing 125 mm als Wandauslaß
- 7 Abluft-Tellerventil \varnothing 80 mm als Deckenauslaß
- 8 Überströmöffnung Essen/Kochen ist raumhoch geöffnet
- 9 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 10 Überströmöffnung Büro1/Flur
- 11 Überströmöffnung Hauswirtschaft/Flur
- 12 Überströmöffnung Flur/WC
- 13 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß S
- 14 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß S
- 15 Zuluftventil-Tellerventil \varnothing 80 mm als Deckenauslaß
- 16 Zuluftventil-Tellerventil \varnothing 100 mm als Deckenauslaß
- 17 Abluft-Tellerventil \varnothing 100 mm als Deckenauslaß
- 18 Abluft-Tellerventil \varnothing 100 mm als Deckenauslaß
- 19 Überströmöffnung Kind2/Flur
- 20 Überströmöffnung Kind1/Flur
- 21 Überströmöffnung Büro2/Flur
- 22 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 23 Überströmöffnung Flur/Bad
- 24 Zuluftleitung
- 25 Abluftleitung
- 26 Radial-Rohreinbauventilator Helios Typ 5093 RR 100 A
- 27 Ventilator Exhausto BEBF 160-4-1

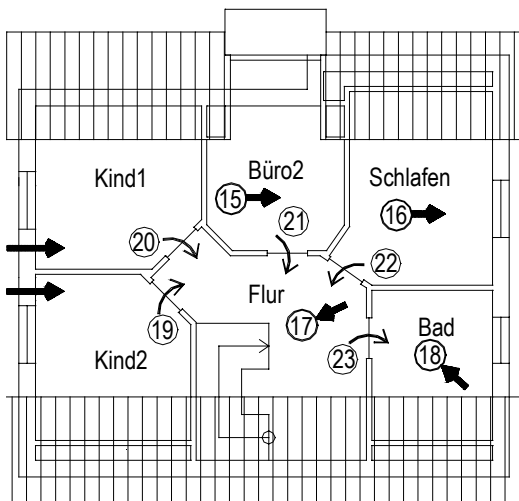
Kellergeschoss



Erdgeschoss



Dachgeschoss



Spitzboden

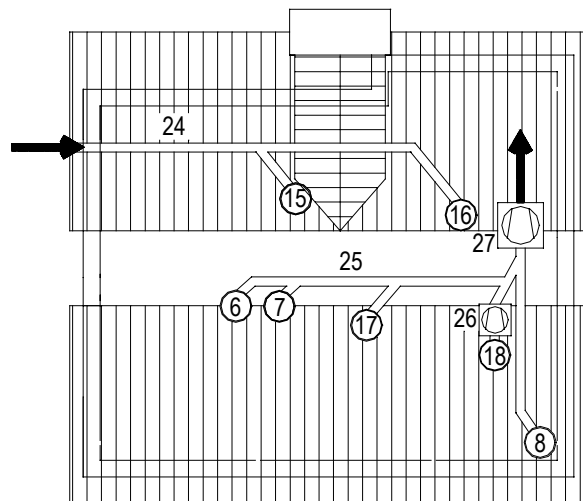


Abb. 7.2.1: Grundrisse + Lüftungskomponenten EFH 2 (Otters)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|-------------|----------------------|-------------|
| Zulufräume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll (m³/h) | (1/h) | Nacht-Soll (m³/h) | (1/h) |
| EG Wohnen | 20,2 | 50,7 | 15,2 | 40,5 | 25,3 | 2 | 0 | 60,0 | 1,18 | 15,2 | 0,30 |
| EG Büro 1 | 14,0 | 35,1 | 10,5 | 28,1 | 17,6 | 0 | 0 | 10,5 | 0,30 | 10,5 | 0,30 |
| EG HWR | 7,3 | 18,4 | 5,5 | 14,8 | 9,2 | 0 | 0 | 5,5 | 0,30 | 5,5 | 0,30 |
| DG Kind 1 | 10,6 | 27,1 | 8,1 | 21,7 | 13,6 | 1 | 1 | 30,0 | 1,11 | 30,0 | 1,11 |
| DG Kind 2 | 9,2 | 28,9 | 8,7 | 23,2 | 14,5 | 1 | 1 | 30,0 | 1,04 | 30,0 | 1,04 |
| DG Schlafen | 10,6 | 28,1 | 8,4 | 22,5 | 14,1 | 0 | 2 | 8,4 | 0,30 | 60,0 | 2,13 |
| DG Büro 2 | 10,7 | 27,2 | 8,2 | 21,8 | 13,6 | 0 | 0 | 8,2 | 0,30 | 8,2 | 0,30 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 82,6 | 215,7 | 64,7 | 172,6 | 107,9 | 4 | 4 | 152,7 | 4,53 | 159,4 | 5,47 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) |
|--------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| Kellertreppenabg. | 4,1 | 5,3 | 1,6 | 4,2 | 2,6 |
| Abstellr. EG | 4,4 | 10,9 | 3,3 | 8,7 | 5,5 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 8,4 | 16,2 | 4,9 | 12,9 | 8,1 |

| ÜStr SOLL | Zuluft IST | Zusatz Bedarf |
|--------------|---------------|------------------|
| (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) |
| 4,9 | 152,7 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Bedarf n. IWU: (m³/h) | Tag-Soll (m³/h) | (1/h) | Nacht-Soll (m³/h) | (1/h) |
|---------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------|--------------------|--------------|----------------------|--------------|
| EG Kochen | 8,2 | 20,5 | 6,2 | 16,4 | 10,3 | 60 | 60,0 | 2,92 | 60,0 | 2,92 |
| EG WC | 1,7 | 4,2 | 1,3 | 3,4 | 2,1 | 20 | 20,0 | 4,72 | 20,0 | 4,72 |
| EG Flur | 19,6 | 49,3 | 14,8 | 39,4 | 24,6 | 22,3 | 22,3 | 0,45 | 22,3 | 0,45 |
| DG Bad | 6,1 | 16,5 | 5,0 | 13,2 | 8,3 | 40 | 40,0 | 2,42 | 40,0 | 2,42 |
| DG Flur | 13,1 | 34,7 | 10,4 | 27,8 | 17,4 | 0 | 10,4 | 0,30 | 10,4 | 0,30 |
| Summe Abluft | 48,7 | 125,3 | 37,6 | 100,2 | 62,6 | 142 | 152,7 | 10,82 | 152,7 | 10,82 |
| Gesamtsumme | 139,6 | 357,2 | 107,2 | 285,7 | 178,6 | | 152,7 | 0,43 | 159,4 | 0,45 |

i:\excel5\10-10\02.xls

| Bedarf n. IWU: | (m³/h) |
|-------------------|--------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Kochen | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.2.2: Vorgabewerte EFH 2 (Otters)

| Gebäudedaten | | | | | Messung 1 wie vorgefunden Tag | | | | | Messung 2 einreguliert Tag | | | | | Messung 3 max. Leistung | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------------|------------|-------|------------------------------|-------|-------------------------------|------------|-------|------------------------------|-------|----------------------------|------------|-------|------------------------------|-------|----|------------|-------|-------|--|
| Sollwerte | | Tag | | | Nacht | | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | | | |
| WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ZLV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll | ZLV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll | ZLV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll | ZLV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll | |
| EG Wohnen | 20,2 | 50,7 | 60,0 | 15,2 | 83% | 100 | 21,0 | 0,41 | nein! | 83% | 100 | 21,0 | 0,41 | nein! | 83% | 100 | 35,0 | 0,69 | nein! | | | | | |
| EG Büro 1 | 14,0 | 35,1 | 10,5 | 10,5 | 67% | 100 | 8,7 | 0,25 | nein! | 67% | 100 | 8,7 | 0,25 | nein! | 67% | 100 | 13,0 | 0,37 | >115% | | | | | |
| EG HWR | 7,3 | 18,4 | 5,5 | 5,5 | 56% | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | 56% | 100 | 8,5 | 0,46 | >115% | 56% | 100 | 13,0 | 0,70 | >115% | | | | | |
| DG Kind 1 | 10,6 | 27,1 | 30,0 | 30,0 | 56% | 100 | 9,0 | 0,33 | nein! | 56% | 100 | 8,0 | 0,29 | nein! | 56% | 100 | 15,0 | 0,55 | nein! | | | | | |
| DG Kind 2 | 9,2 | 28,9 | 30,0 | 30,0 | 44% | 100 | 10,0 | 0,35 | nein! | 44% | 100 | 9,0 | 0,31 | nein! | 44% | 100 | 15,0 | 0,52 | nein! | | | | | |
| DG Schlafen | 10,6 | 28,1 | 8,4 | 60,0 | 28% | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | 83% | 100 | 9,5 | 0,34 | ja! | 83% | 100 | 12,0 | 0,43 | >115% | | | | | |
| DG Büro 2 | 10,7 | 27,2 | 8,2 | 8,2 | 78% | 100 | 7,5 | 0,28 | ja! | 78% | 100 | 5,5 | 0,20 | nein! | 0% | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | | | | | |
| Summe Räume | 82,6 | 215,7 | 152,7 | 159,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Ablufträume | | | | | Messung 1 | | | | | Messung 2 | | | | | Messung 3 | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-----------|------------|-------|-------|-------|-----------|------------|-------|-------|-------|-----------|------------|-------|-------|-------|----|------------|-------|-------|--|
| WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ALV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll | ALV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll | ALV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll | ALV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll | |
| EG Kochen | 8,2 | 20,5 | 60,0 | 60,0 | 12mm | 100 | 45,0 | 2,19 | nein! | 12mm | 100 | 44,0 | 2,14 | nein! | 12mm | 100 | 80,0 | 3,89 | >115% | | | | | |
| EG WC | 1,7 | 4,2 | 20,0 | 20,0 | 10mm | 100 | 19,0 | 4,49 | ja! | 10mm | 100 | 20,5 | 4,84 | ja! | 10mm | 100 | 26,0 | 6,14 | >115% | | | | | |
| EG Flur | 19,6 | 49,3 | 22,3 | 22,3 | 12mm | 100 | 45,0 | 0,91 | >115% | 12mm | 100 | 44,0 | 0,89 | >115% | ? | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | | | | | |
| DG Bad | 6,1 | 16,5 | 40,0 | 40,0 | 6mm | 100 | 22,0 | 1,33 | nein! | 6mm | 100 | 24,0 | 1,45 | nein! | 6mm | 100 | 56,0 | 3,39 | >115% | | | | | |
| DG Flur | 13,1 | 34,7 | 10,4 | 10,4 | 6mm | 100 | 25,0 | 0,72 | >115% | 6mm | 100 | 28,0 | 0,81 | >115% | 6mm | 100 | 56,0 | 1,61 | >115% | | | | | |
| Summe Räume | 48,7 | 125,3 | 152,7 | 152,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Tag | | Nacht | | Ist | | | | ≥Soll | | | |
|----------------------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|------------|--|
| (m³/h) | (m³/h) | (%) | (m³/h) | (m³/h) | (1/h) | j / n | (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| Gesamtluft / Summe Abluft | 153 | 159 | 100 | 156 | 0,44 | ja! | 100 | 161 | 0,45 | ja! | |
| Zuluft über ZLV | | | 36 | 56 | 0,16 | | 44 | 70 | 0,20 | | |
| Zuluft über Nebenluft | | | 64 | 100 | 0,28 | | 56 | 90 | 0,25 | | |

Legende:

ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

fehlender Wert oder deshalb falsche Summe

i:\excel5\10-10\02.xls

Abb. 7.2.3: Meßergebnisse zentrale Abluftanlage EFH 2 (Otters)

7.3 EFH Wächtler

Erich-Kästner-Weg 11, 33824 Werther, Baujahr 1995/96



Bauart und Lüftungstechnische Eigenschaften

Das Gebäude ist ein voll unterkellertes Einfamilienhaus in Massivbauweise mit verputztem Wärmedämmverbundsystem. Die Wohn- und Nutzfläche umfaßt 145,7 m².

Zum beheizten und belüfteten Volumen gehören das komplette EG und DG sowie der nur als Abstellraum genutzte Spitzboden bis zum First. Die Kellerräume und der Kellerabgang sind unbeheizt und liegen außerhalb der luftdichtenden Ebenen. Das Luftvolumen beträgt 380,3 m³

Abbildung 7.3.1 zeigt die Grundrisse und die Konfiguration der Lüftungsanlage.

Art der Lüftungsanlage

In dem Gebäude ist eine zentrale Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung installiert. Abluft wird aus den Ablufträumen EG/WC, EG/Kochen und DG/Bad absaugt. Die Lüftungsanlage befindet sich auf dem Spitzboden. Die Fortluft wird über einen Dachauslaß auf der Nordwestseite ausgeblasen. Die Frischluft wird auf der Nordost-Giebelseite des Hauses angesaugt, gefiltert und als vorerwärmte Zuluft in die Zulufräume EG/Wohnen, EG/Hauswirtschaft, DG/Kind, DG/Büro und DG/Schlafen eingeblasen. Zwischen Zu- und Ablufträumen liegen als Überströmräume das innenliegende Treppenhaus und die Flure in EG und DG, der Windfang und der Ankleideraum. Diese Räume haben keine eigene Zu- oder Abluft.

Als Zentralgerät ist eine Wärmerückgewinnungsanlage des Typs Vallox KWL 100 mit Kreuzstrom-Wärmetauscher und Wechselstrom-Radventilatoren installiert. Ein Nachheizregister ist nicht vorhanden. Der Wärmerückgewinnungsgrad beträgt laut Herstellerangabe ca. 65 %. Die genauen Gerätedaten sind im Kapitel 8 zu finden.

Die Rohrleitungen sind etwa zu gleichen Teilen aus PE- und Aluflexrohren hergestellt.

Die Leistungsregelung des Lüftungsanlage erfolgt durch einen 4-Stufen-Schalters, der im DG/Ankleideraum installiert ist.

Eine Aufteilung der raumweisen Zu- und Abluftströme ist nur durch die stufenlos mögliche Veränderung der Spaltbreiten der Zu- und Abluftventile möglich.

Gebäudenutzung:

In dem Haus leben zwei Erwachsene und ein Kind. Die Bewohner sind Nichtraucher. Das Kind ist Hausstaub-Allergiker, daher läuft die Anlage nur auf Stufe eins, um nicht zu viel Staub aufzuwirbeln. Zusätzlich wird besonders das Kinderzimmer mit geöffneten Fenstern gelüftet. Tagsüber ist Frau Wächtler zu Hause, die Tochter besucht den Kindergarten. Herr Wächtler ist selbständig berufstätig. Er hat einen Büroraum im Haus, den er meist in den Abendstunden nutzt. Alle Innentüren sind meist offen oder angelehnt.

Abb. 7.3.2 zeigt die Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb.

Beobachtung vor Beginn der Messungen:

Die Lüftungsanlage ist im Normalbetrieb auf Stufe 1 eingeschaltet. Die Haustür schließt nur dicht, wenn sie abgeschlossen ist.

Die Zuluftöffnungen sind wie folgt geöffnet:

| | |
|----------------|--------|
| Wohnen | 100 % |
| Hauswirtschaft | 4,0 U |
| Schlafen | 13,5 U |
| Kind | 9,5 U |
| Büro | 3,0 U |

Die Abluftöffnungen sind wie folgt geöffnet:

| | |
|--------|--------|
| Kochen | 16,0 U |
| WC | 7,0 U |
| Bad | 6,5 U |

Meßergebnisse:

Die Messungen fanden am 04.02.99 um 13.00 Uhr statt. Die Luftströme an allen Ventilen wurden mit dem kleinen Trichter gemessen. Ausgewertet wurden die nachfolgend beschriebenen Messungen in den Betriebszu-

ständen „wie vorgefunden Tag/Nacht“, „einreguliert Tag/Nacht“ und „max. Leistung“. Die einzelnen Meßergebnisse sind in Abb. 7.3.3 abgedruckt.

Messung 1 und 2 „wie vorgefunden“

Leistungseinstellung: Stufe 1

Die Abluftsumme beträgt nur 64 m³/h. Die Abluft-SOLL-Werte werden in keinem Abluftraum erreicht. Die Luftwechselrate des gesamten Objekts ist mit 0,17 h⁻¹ deutlich zu niedrig. Der maschinelle Luftdurchsatz ist geringer als der Frischluftbedarf für drei Personen von 90 m³/h.

Die Zuluft-SOLL-Werte sind im Tag- und Nachtbetrieb nur in den Räumen ohne Personenbelegung ausreichend bis übererfüllt, ausgenommen im Wohnzimmer. In Räumen, in denen durch Personenbelegung höhere SOLL-Werte bestehen, sind die Zuluftanforderungen nicht erfüllt.

Die Zuluftsumme über die Zuluftleitungen beträgt 56 m³/h. Über Undichtheiten in der Gebäudehülle gelangen weitere 8 m³/h ins Objekt.

Messung 3 und 4: „einreguliert“

Leistungseinstellung: Stufe 2

Ventileinstellung: unverändert.

Die Abluftsumme beträgt 102 m³/h und liegt im Toleranzbereich von ± 15 % des SOLL-Werts. Der Luftwechsel für drei Personen (90 m³/h) wird mit 102 m³/h überschritten, die Luftwechselrate des gesamten Gebäudes liegt bei 0,27 h⁻¹. Die Vorgabe eines 0,3-fachen Mindestluftwechsels pro Stunde wird knapp verfehlt.

Die Abluft SOLL-Werte werden in Bad und WC genau erreicht, in der Küche nicht.

Tags erreicht die Zuluftsumme den Tag-SOLL-Wert. Die Aufteilung der Zuluftströme auf die einzelnen Räume ist aber nicht zufriedenstellend, da kein personenbelegter Raum seinen SOLL-Wert erreicht. In EG/Wohnen /Essen wird auch die Mindestluftwechselrate von 0,3 h⁻¹ nicht erreicht.

Nachts ist dieselbe Zuluftsumme nicht ausreichend, da der Nacht-SOLL-Wert höher liegt. Auch nachts erreicht kein personenbelegter Raum seinen SOLL-Zuluftwert.

Der Vergleich der gemessenen Zu- und Abluftsummen zeigt, daß die Anlage auf Stufe 2 gut ausbalanciert läuft.

Sonstige Beobachtungen

Im Raum DG/Schlafen ergibt sich durch eine Vergrößerung der Ventilöffnung keine Veränderung.

Messung 5 „max. Leistung“:

Leistungseinstellung: Stufe 4

Ventileinstellung: unverändert.

Die Abluftsumme beträgt 150 m³/h. Das entspricht einem Luftwechsel von 0,39 h⁻¹. Alle Ablufträume erreichen bzw. überschreiten ihre SOLL-Werte. Der für 3 Personen erforderliche Luftwechsel von 90 m³/h wird ebenfalls deutlich überschritten. Die Auslegungsvorgaben für den max. Luftwechsel des LEG von 0,5 h⁻¹ und des DT-NEH-Standards von 0,8 h⁻¹ werden nicht erfüllt.

Luftdichtheit

Eine Luftdichtheitsmessung wurde nach Fertigstellung des Hauses 1996 durchgeführt¹²⁹. Der n₅₀-Wert lag damals bei 2,5 h⁻¹. Trotz dieses relativ hohen Wertes¹³⁰ ist die Zu- und Abluftmenge bei der Messung im Jahre 1999 sehr ausgewogen, was auf die gut ausbalancierte Zu-Abluftanlage zurückzuführen ist.

Empfehlung:

Die Anlage sollte bei Abwesenheit und im Tagbetrieb ständig auf Stufe zwei, nachts auf Stufe 3 laufen. Für Bedarfslüftung z.B. bei Besuch kann sie auf Stufe 4 hochgeschaltet werden. Auf die Fensterlüftung kann dann vermutlich normalerweise verzichtet werden.

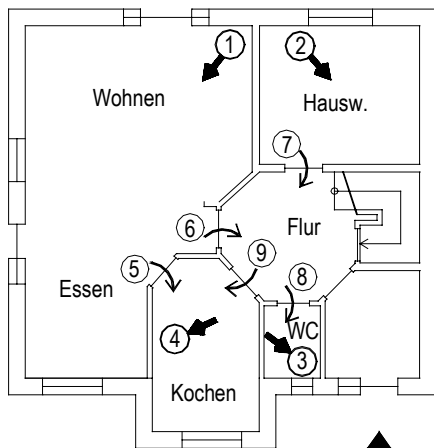
Wegen der Stauballergie des Kindes kann ein spezieller Feinfilter in die zentrale Zuluftleitung eingesetzt werden.

Zur Reduzierung der baulichen Undichtheiten, die sich bei stärkerem Wind nachteilig auf die ausbalancierte Durchströmung auswirken können, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes noch verbessert werden. Dabei sollte ein n₍₅₀₎-Wert von nicht höher als 1,0 h⁻¹ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

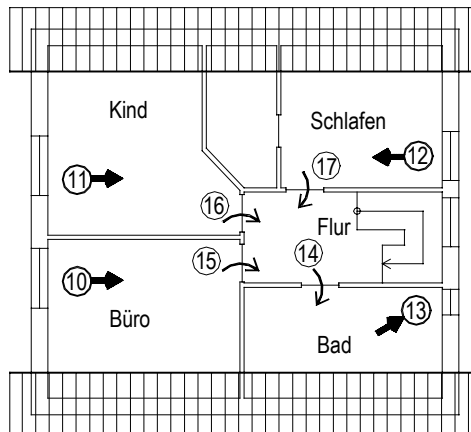
¹²⁹ Vgl. Abb. 4.1.5 in Kapitel 4

¹³⁰ DIN 4108/7 verlangt von Gebäuden mit Lüftungsanlagen heute einen n₍₅₀₎-Wert von max 1,0 h⁻¹

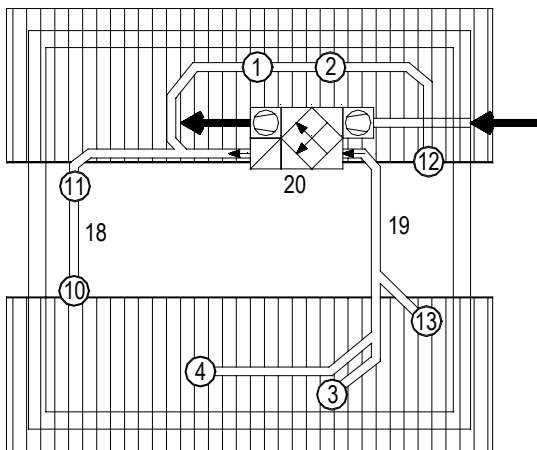
Erdgeschoss



Dachgeschoss



Spitzboden



Erläuterungen zu den Grundrissen

- 1 Zuluft-Tellerventil \varnothing 90 mm in Abkantung als Deckenauslaß
- 2 Zuluft-Tellerventil \varnothing 90 mm als Deckenauslaß
- 3 Abluft-Tellerventil \varnothing 80 mm als Deckenauslaß
- 4 Abluft-Tellerventil \varnothing 80 mm als Deckenauslaß
- 5 Überströmöffnung Essen/Kochen
- 6 Überströmöffnung Essen/Flur
- 7 Überströmöffnung Büro/Flur
- 8 Überströmöffnung Flur/WC
- 9 Überströmöffnung Flur/Kochen
- 10 Zuluft-Tellerventil \varnothing 90 mm als Deckenauslaß
- 11 Zuluft-Tellerventil \varnothing 90 mm als Deckenauslaß
- 12 Zuluft-Tellerventil \varnothing 90 mm als Deckenauslaß
- 13 Abluft-Tellerventil \varnothing 100 mm als Deckenauslaß
- 14 Überströmöffnung Flur/Bad
- 15 Überströmöffnung Büro/Flur
- 16 Überströmöffnung Kind1/Flur
- 17 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 18 Zuluftleitung aus Kunststoffrohr
- 19 Abluftleitung aus Alu-Flex-Rohren
- 20 Ventilator Vallox KWL 100 (4-stufig) mit Kreuzstromwärmetauscher

Abb. 7.3.1: Grundrisse + Lüftungskomponenten EFH 3 (Wächtler)

| Gebäudedaten | | | Detmold | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------------------------|------------|---|------------|
| Zulufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll (m ³ /h) (1/h) | | Nacht-Soll (m ³ /h) (1/h) | |
| EG Wohnen/Essen | 48,9 | 130,9 | 39,3 | 104,7 | 65,4 | 1 | 0 | 39,3 | 0,30 | 39,3 | 0,30 |
| EG Hauswirtschaft | 12,2 | 30,7 | 9,2 | 24,6 | 15,4 | 0 | 0 | 9,2 | 0,30 | 9,2 | 0,30 |
| DG Schlafen | 9,6 | 25,3 | 7,6 | 20,3 | 12,7 | 0 | 2 | 7,6 | 0,30 | 60,0 | 2,37 |
| DG Kind | 14,5 | 37,6 | 11,3 | 30,1 | 18,8 | 1 | 1 | 30,0 | 0,80 | 30,0 | 0,80 |
| DG Büro | 10,3 | 27,4 | 8,2 | 21,9 | 13,7 | 1 | 0 | 30,0 | 1,09 | 8,2 | 0,30 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 95,5 | 252,0 | 75,6 | 201,6 | 126,0 | 3,0 | 3,0 | 116,1 | 2,8 | 146,7 | 4,1 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Flur EG | 11,4 | 28,7 | 8,6 | 23,0 | 14,4 |
| Windfang EG | 5,3 | 13,4 | 4,0 | 10,7 | 6,7 |
| Flur OG | 9,9 | 24,8 | 7,4 | 19,9 | 12,4 |
| Ankleide OG | 3,7 | 9,8 | 2,9 | 7,8 | 4,9 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 30,3 | 76,7 | 23,0 | 61,3 | 38,3 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 23,0 | 116,1 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Bedarf n. IWU: (m ³ /h) | Tag-Soll (m ³ /h) (1/h) | | Nacht-Soll (m ³ /h) (1/h) | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------|---|------------|
| EG Kochen | 9,3 | 23,3 | 7,0 | 18,7 | 11,7 | 60 | 60,0 | 2,57 | 60,0 | 2,57 |
| EG WC | 2,2 | 5,7 | 1,7 | 4,5 | 2,8 | 20 | 20,0 | 3,54 | 20,0 | 3,54 |
| DG Bad | 8,3 | 22,6 | 6,8 | 18,1 | 11,3 | 40 | 40,0 | 1,77 | 40,0 | 1,77 |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 19,9 | 51,6 | 15,5 | 41,3 | 25,8 | 120,0 | 120,0 | 7,9 | 120,0 | 7,9 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|
| Gesamtsumme | 145,7 | 380,3 | 114,1 | 304,2 | 190,1 | | 120,0 | 0,32 | 146,7 | 0,39 |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|

i:\excel5\10-10\03.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.3.2: Vorgabenwerte EFH 3 (Wächter)

| Gebäudedaten | | Sollwerte | | | |
|--------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--|
| Zulufräume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | |
| EG Wohnen/Essen | 48,9 | 130,9 | 39,3 | 39,3 | |
| EG Hauswirtschaft | 12,2 | 30,7 | 9,2 | 9,2 | |
| DG Schlafen | 9,6 | 25,3 | 7,6 | 60,0 | |
| DG Kind | 14,5 | 37,6 | 30,0 | 30,0 | |
| DG Büro | 10,3 | 27,4 | 30,0 | 8,2 | |
| Summe Räume | 95,5 | 252,0 | 116,1 | 146,7 | |

| Messung 1 wie vorgefunden Tag | | | | | | Messung 2 wie vorgefunden Nacht | | | | | | Messung 3 einreguliert Tag | | | | | | Messung 2 einreguliert Nacht | | | | | | Messung 3 max. Leistung | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------|--------|-------|-------|---------|------------------------------------|--------|-------|-------|---------|---------|-------------------------------|-------|-------|---------|---------|--------|---------------------------------|-------|---------|---------|--------|-------|-------------------------------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|
| Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | t | | n | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | t | | n | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | t | | n | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | t | | n | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | t | | n | | | | | | |
| Ventilator-Stufe (1 - 4) | | min. | | min. | | Ventilator-Stufe (1 - 4) | | min. | | min. | | Ventilator-Stufe (1 - 4) | | 2,0 | | 2,0 | | Ventilator-Stufe (1 - 4) | | max. | | max. | | Ventilator-Stufe (1 - 4) | | 200W | | 200W | | | | | | |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | | | | | | |
| ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | | |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 100% | 100 | 10,1 | 0,08 | nein! | 100% | 100 | 10,1 | 0,08 | nein! | 100% | 100 | 22,7 | 0,17 | nein! | 100% | 100 | 22,7 | 0,17 | nein! | 0 | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | 0 | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | 0 | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |
| 4,0 U | 100 | 8,5 | 0,28 | ja! | 4,0 U | 100 | 8,5 | 0,28 | ja! | 4,0 U | 100 | 11,8 | 0,38 | >115% | 4,0 U | 100 | 11,8 | 0,38 | >115% | 0 | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | 0 | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | 0 | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |
| 13,5 U | 100 | 12,0 | 0,47 | >115% | 13,5 U | 100 | 12,0 | 0,47 | nein! | 13,5 U | 100 | 30,5 | 1,20 | >115% | 13,5 U | 100 | 30,5 | 1,20 | nein! | 0 | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | 0 | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | 0 | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |
| 9,5 U | 100 | 11,5 | 0,31 | nein! | 9,5 U | 100 | 11,5 | 0,31 | nein! | 9,5 U | 100 | 23,0 | 0,61 | nein! | 9,5 U | 100 | 23,0 | 0,61 | nein! | 0 | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | 0 | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | 0 | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |
| 3,0 U | 100 | 14,2 | 0,52 | nein! | 3,0 U | 100 | 14,2 | 0,52 | >115% | 3,0 U | 100 | 12,5 | 0,46 | nein! | 3,0 U | 100 | 12,5 | 0,46 | >115% | 0 | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | 0 | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | 0 | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |

| Ablufräume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|--------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| EG Kochen | 9,3 | 23,3 | 60,0 | 60,0 |
| EG WC | 2,2 | 5,7 | 20,0 | 20,0 |
| DG Bad | 8,3 | 22,6 | 40,0 | 40,0 |
| Summe Räume | 19,9 | 51,6 | 120,0 | 120,0 |

| ALV | | | | | | ALV | | | | | | ALV | | | | | | ALV | | | | | | ALV | | | | | | | | | | |
|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 16,0 U | 100 | 15,8 | 0,68 | nein! | 16,0 U | 100 | 15,8 | 0,68 | nein! | 16,0 U | 100 | 42,0 | 1,80 | nein! | 16,0 U | 100 | 42,0 | 1,80 | nein! | 16,0 U | 100 | 63,0 | 2,70 | ja! | 16,0 U | 100 | 30,0 | 5,31 | >115% | 16,0 U | 100 | 30,0 | 5,31 | >115% |
| 7,0 U | 100 | 16,0 | 2,83 | nein! | 7,0 U | 100 | 16,0 | 2,83 | nein! | 7,0 U | 100 | 20,0 | 3,54 | ja! | 7,0 U | 100 | 20,0 | 3,54 | ja! | 7,0 U | 100 | 30,0 | 5,31 | >115% | 7,0 U | 100 | 30,0 | 5,31 | >115% | 7,0 U | 100 | 30,0 | 5,31 | >115% |
| 6,5 U | 0 | 32,0 | 1,42 | nein! | 6,5 U | 0 | 32,0 | 1,42 | nein! | 6,5 U | 0 | 40,0 | 1,77 | ja! | 6,5 U | 0 | 40,0 | 1,77 | ja! | 6,5 U | 0 | 57,0 | 2,52 | >115% | 6,5 U | 0 | 57,0 | 2,52 | >115% | 6,5 U | 0 | 57,0 | 2,52 | >115% |

| Gesamtluft / Summe Abluft | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|------------------------------|------------|--------------|
| Zuluft über ZLV | 120 | 147 |
| Zuluft über Nebenluft | | |

| Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n |
|---------|------------|-----------|-------------|
| 100 | 64 | 0,17 | nein! |
| 88 | 56 | 0,15 | |
| 12 | 8 | 0,02 | |

| Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n |
|---------|------------|-----------|-------------|
| 100 | 64 | 0,17 | nein! |
| 88 | 56 | 0,15 | |
| 12 | 8 | 0,02 | |

| Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n |
|---------|------------|-----------|-------------|
| 100 | 102 | 0,27 | ja! |
| 99 | 101 | 0,26 | |
| 1 | 2 | 0,00 | |

| Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n |
|---------|------------|-----------|-------------|
| 100 | 102 | 0,27 | nein! |
| 99 | 101 | 0,26 | |
| 1 | 2 | 0,00 | |

| Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n |
|---------|------------|-----------|-------------|
| 100 | 150 | 0,39 | >115% |
| 0 | 0 | 0,00 | |
| 100 | 150 | 0,39 | |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil Zuluft nicht gemessen

i:\excel\510-10\03.xls

Abb. 7.3.3: Meßergebnisse WRG-Anlage EFH 3 (Wächter)

7.4 EFH Hoffmann-Kwiecinski

Triftenstraße 31, 32758 Detmold, Baujahr 1991



Bauart und Lüftungstechnische Eigenschaften

Das Gebäude ist eine voll unterkellerte Doppelhaushälfte in Massivbauweise mit Außendämmung. Die Wohn- und Nutzfläche umfaßt 141,0 m².

Zum beheizten und belüfteten Volumen gehören das komplette EG und DG, der als Abstellraum genutzte Spitzboden bis zum First sowie der Kellertreppenabgang bis zur Kellertür. Die Kellerräume sind bis auf das Büro unbeheizt und liegen außerhalb der luftdichten Ebenen. Das Büro im Keller ist nicht von der Lüftungsanlage versorgt. Das Luftvolumen des mechanisch belüfteten Gebäudeteils ist 354,2 m³.

Abbildung 7.4.1 zeigt die Grundrisse und die Konfiguration der Lüftungsanlage.

Art der Lüftungsanlage

Im Gebäude ist eine dezentrale Abluftanlage installiert. Die Abluft wird mittels separater Abluftrohrventilatoren aus den einzelnen Ablufträumen EG/WC, EG/Kochen, DG/Bad und DG/Flur direkt oder über kurze Rohrleitungen nach außen abgeblasen.

Frischlufte strömt durch den von der Abluftanlage erzeugten Unterdruck über passive Außenwand-Zuluftventile in die Zulufräume EG/Wohnen, EG/Essen und über auf dem Spitzboden verlegte Zuluftleitungen in die Räume DG/Büro1, DG/Büro2 und DG/Schlafen nach.

Zwischen den Zu- und Ablufträumen liegen als Überströmräume die Flure in Keller, Erd- und Obergeschoß sowie das vom Keller bis zum DG offene Treppenhaus.

Als Abluftventilatoren sind unterschiedliche Modelle des Herstellers Fresh installiert:

- Im DG-Flur ist in eine DN-100 PE-Abluftleitung ein Rohreinbauventilator Typ Fresh 1000 eingesetzt. Er wird durch einen Schalter im DG-Flur an- bzw. ausgeschaltet.
- In der EG/Küche ist in einen DN-100-Außenwanddurchlaß ein Rohreinbauventilator Typ Fresh 1100 eingebaut. Die Regelung erfolgt stufenlos mit einem in der Küche montierten Maico-Dimmer.
- Im EG/WC ist in das raumseitige Ende eines DN-100 Außenwanddurchlasses ein Rohreinbauventilator Typ Fresh 1100 eingebaut. Seine Betätigung erfolgt durch einen An/Aus-Schalter im WC.
- Im DG/Bad ist in das raumseitige Ende einer DN-100 PE-Abluftleitung ein feuchtegesteuerter Abluftventilator Typ Fresh 1500 eingebaut. Die Regelung erfolgt teils selbsttätig durch den Feuchtesensor, teils durch einen Bedarfsschalter im Bad..

Die Daten aller Lüftungstechnischen Komponenten sind in Kapitel 8 abgedruckt.

Die Abluftleitungen der Außenwanddurchführungen sind aus glattwandigem PE-Kunststoff hergestellt. Nur ein kurzes Teilstück der Leitung des DG/Flur Ventilators ist aus Aluflex.

Eine Regelung der raumweisen Zuluftströme kann in gewissem Umfang durch die Zuluftventile erfolgen. Deren Spaltweite ist stufenlos voreinstellbar. Bei allen Ventilen läßt sich die Spaltweite zusätzlich mit einem Zugseil um eine festes Differenzmaß vergrößern, was eine einfache manuelle Wahl zwischen Grund- und Bedarfslüftung (z.B. tags und nachts) ermöglichen soll.

Die Abluftgitter vor den Ventilatoren sind nicht verstellbar. Andere Regelmöglichkeiten der einzelnen Abluftöffnungen sind nicht vorhanden.

In der Küche befindet sich über dem Herd eine Umlufthaube.

Gebäudenutzung

Im Haus wohnen zwei berufstätige Erwachsene und zwei größere Hunde. Tags befindet sich meist nur eine Person im Haus. Die Türen sind denn ganzen Tag über geöffnet.

Die Abluftventilatoren werden meist tagsüber, wenn niemand im Haus ist, eingeschaltet und nachts ausgestellt, da ihr Geräusch als störend

empfunden wird. Da die Bewohner mit der Luftqualität der Anlage bei dieser Betriebsweise nicht zufrieden sind, lüften sie zusätzlich über die Fenster.

Abb. 7.4.2 zeigt die Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 02.02.99 um 9.00 Uhr statt. Die Innentemperatur betrug im EG 17,6 °C und im DG 17,9° C.

Die Zuluftventile waren wie folgt geöffnet¹³¹:

| | | |
|----------|----|------------------------|
| Wohnen | NO | 44% |
| Essen | SW | 39% |
| Schlafen | SO | ? |
| Büro1 | SO | 55% (Filter ausgebaut) |
| Büro2 | SO | 55% |

Der Feuchtesensor des Abluftventilators im DG/Bad war zur Zeit der Messung defekt. Die Leistungsregelung erfolgte direkt am Ventilator mit einem Schieber.

Die Zuluftfilter waren alle stark verschmutzt, im Wohnzimmer war zusätzlich das Außengitter durch Verunreinigungen verstopft. Sie wurden schon vor der ersten Messung gesäubert.

Meßergebnis:

Alle Ventile wurden mit dem mittleren Trichter gemessen. Ausgewertet wurde nur eine Messung, die sowohl den Betriebszustand „einreguliert Tag“ wie auch „max. Leistung“ darstellt. Die einzelnen Meßergebnisse sind in Abb. 7.4.3 abgedruckt.

Messung 1: „einreguliert Tag“ „max. Leistung“

Einstellung: alle Ventilatoren auf max. Leistung.

Die Abluftsumme beträgt 114 m³/h und liegt im ± 15%-Bereich ihres SOLL-Wertes. Der raumweise Abluft-SOLL-Wert wird in der EG/Küche und dem EG/WC erreicht, im DG/Bad nicht erreicht und im DG/Flur überschritten. Die Mindest-Luftwechselrate von 0,30 h⁻¹ wird mit 0,32 h⁻¹ erreicht.

Der bei Dauerbetrieb mit max. Leistung bewirkte maschinelle Luftwechsel übererfüllt den personenbezogenen Frischluftbedarf von 60

m³/h bei zwei Bewohnern weit. Selbst wenn man für die beiden Hunde zusammen weitere 60 m³/h Frischluftbedarf ansetzt, wird er noch erreicht. Allerdings strömt mit 28 m³/h nur ein sehr geringer Teil der Zuluft über die Zuluftventile ins Haus. Der größte Teil der Zuluft strömt durch Luftundichtheiten im Bereich der Haus und Kellertüre ein. Der raumweise Zuluft-SOLL-Wert wird nur in der EG/Eßküche erreicht. In EG/Wohnen und in allen DG-Räumen strömt nahezu keine Zuluft über die Zuluftventile ein.

Eine Strömungs- und Temperaturmessung mit dem Glühdraht-Anemometer in dem für DG/Büro1, DG/Büro2 und DG/Schlafen gemeinsamen Zuluftrohr auf dem Spitzboden direkt neben dessen Außenwanddurchlaß zeigte bei ca. 6°C Außentemperatur 19,2° Lufttemperatur im Rohr an. Das Rohr wird demnach von warmer Abluft und nicht von kalter Zuluft durchströmt. Bei abgeschalteten Ventilatoren bewirkt der Kamineffekt im Haus eine Abluftausströmung durch diese "Zuluftleitung" mit 0,5 m/s (ca. 15 m³/h) in dem DN-100 Rohr und bei eingeschalteten Ventilatoren immer noch von 0,3 m/s (ca. 10 m³/h). Die Saugleistung der Ventilatoren im Vergleich mit den baulichen Undichtheiten ist also als Antriebskraft sowohl bei aus- wie auch bei eingeschalteten Ventilatoren schwächer als der thermische Auftrieb und kann das Ausströmen der Warmluft durch die Zuluftleitungen nicht verhindern.

Die Anlage hat gegenüber der vermessenen max. Stellung keine weitere Leistungsreserve. Die Auslegungsvorgabe des LEG (max.0,5 h⁻¹) und die des DT-NEH-Standards (max.0,8 h⁻¹) werden nicht erfüllt.

Sonstige Beobachtungen:

Der Abluft- Rohrventilator im DG/Flur liegt lose in einem DN100 Aluflexrohr ohne Abdichtung zwischen Gehäuseaußenseite und Rohrwandung. Durch den ca. 1 cm starken umlaufenden Spalt zwischen Ventilator und Rohr findet bei Betrieb eine Rückströmung statt, die die wirksame Saugleistung erheblich verringert. Bei abgeschalteter Anlage strömte durch das Abluftventil im EG/WC Luft durch den vermuteten Kamineffekt ein. In EG/Kochen war dies nicht der Fall.

Der stufenlos regelbare Abluftventilator in der EG/Küche erzielt folgende Fördermengen:

| | | |
|-----|------|---------------------|
| Bei | 100% | 23m ³ /h |
| | 50% | 20m ³ /h |
| | 40% | 14m ³ /h |
| | 30% | 8m ³ /h. |

¹³¹ Zur Spaltweite bei jew. Prozentwerten siehe Datentabellen in Kap.8

Luftdichtheit

Die neu durchgeführte Luftdichtheitsmessung ergab einen n_{50} -Wert von $2,7 \text{ h}^{-1}$. Starke Leckagen waren an den Kellertürspalten (außer zu Büro Keller), erhebliche Leckagen an der Haustür und mittlere Leckagen an der Bodenluke festgestellt worden. Die hohe Luftundichtheit der Gebäudehülle erklärt vermutlich die mangelhafte Zuluftansaugung im Wohnzimmer und im gesamten OG.

Empfehlung:

Zur Reduzierung der sehr hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als $1,0 \text{ h}^{-1}$ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

Die störenden Geräusche der Absaugungen im OG könnten wesentlich verringert werden, wenn entweder zwischen den Absaugöffnungen und den Ventilatoren Schalldämpfer eingebaut werden oder wenn statt der einzelnen Kleinventilatoren ein zentraler Abluftventilator auf dem Spitzboden aufgestellt und an die vorhandenen Absaugleitungen angeschlossen würde. Nach Beseitigung der störenden Geräusche könnte die Anlage im Dauerbetrieb genutzt werden.

Die durch Thermik und Windsog bewirkte Fehldurchströmung der OG-"Zuluftleitung" kann evtl. durch Verlegen des äußeren Rohrendes von der bisher windsogbeaufschlagten Giebelwand auf die winddruckbeaufschlagte Schrägdachseite behoben werden. Hilfreich wäre auch ein Verlegen des äußeren Ansauglochs um ca. 1,5 m nach unten, um den Kamineffekt zu unterdrücken.

Eine wesentlich höhere Zuluftzufuhr der DG-Räume, trotz weiterhin undichter Gebäudehülle, könnte auch durch Einbau eines kleinen Zuluftventilators in die vorhandene zentrale Zuluftleitung auf dem Spitzboden erfolgen, der den bisher unterversorgten DG-Zulufträumen zwangsweise Zuluft zuführt. Angesichts der auf dem Spitzboden schon vorhandenen Zu- und Abluftleitungen könnte hier auch eine einfache Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung installiert werden.

Erläuterungen zu Abb. 7.4.1

- 1** Zuluftventil Fresh 100 ohne Sturmbremse als Wandauslaß in Außenwand NO,
- 2** Zuluftventil Fresh 100 ohne Sturmbremse als Wandauslaß in Außenwand SW,
- 3** Abluft-Rohrventilator als Wandauslaß in Außenwand SO
- 4** Abluft-Rohrventilator als Wandauslaß in Außenwand SO
- 5** Überströmöffnung Essen/Kochen
- 6** Überströmöffnung Essen/Flur
- 7** Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 8** Überströmöffnung Flur/WC
- 9** Zuluftventil Fresh 80 ohne Sturmbremse in DN100 Kunststoffrohr als Deckenauslaß
- 10** Zuluftventil Fresh 80 ohne Sturmbremse in DN100 Kunststoffrohr als Deckenauslaß
- 11** Zuluftventil Fresh 80 ohne Sturmbremse in DN100 Kunststoffrohr als Deckenauslaß
- 12** Abluft-Rohrventilator als Deckenauslaß
- 13** Abluft-Rohrventilator als Deckenauslaß
- 14** Überströmöffnung Arbeit1/Flur
- 15** Überströmöffnung Arbeit2/Flur
- 16** Überströmöffnung Flur/Bad
- 17** Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 18** Zuluftleitung

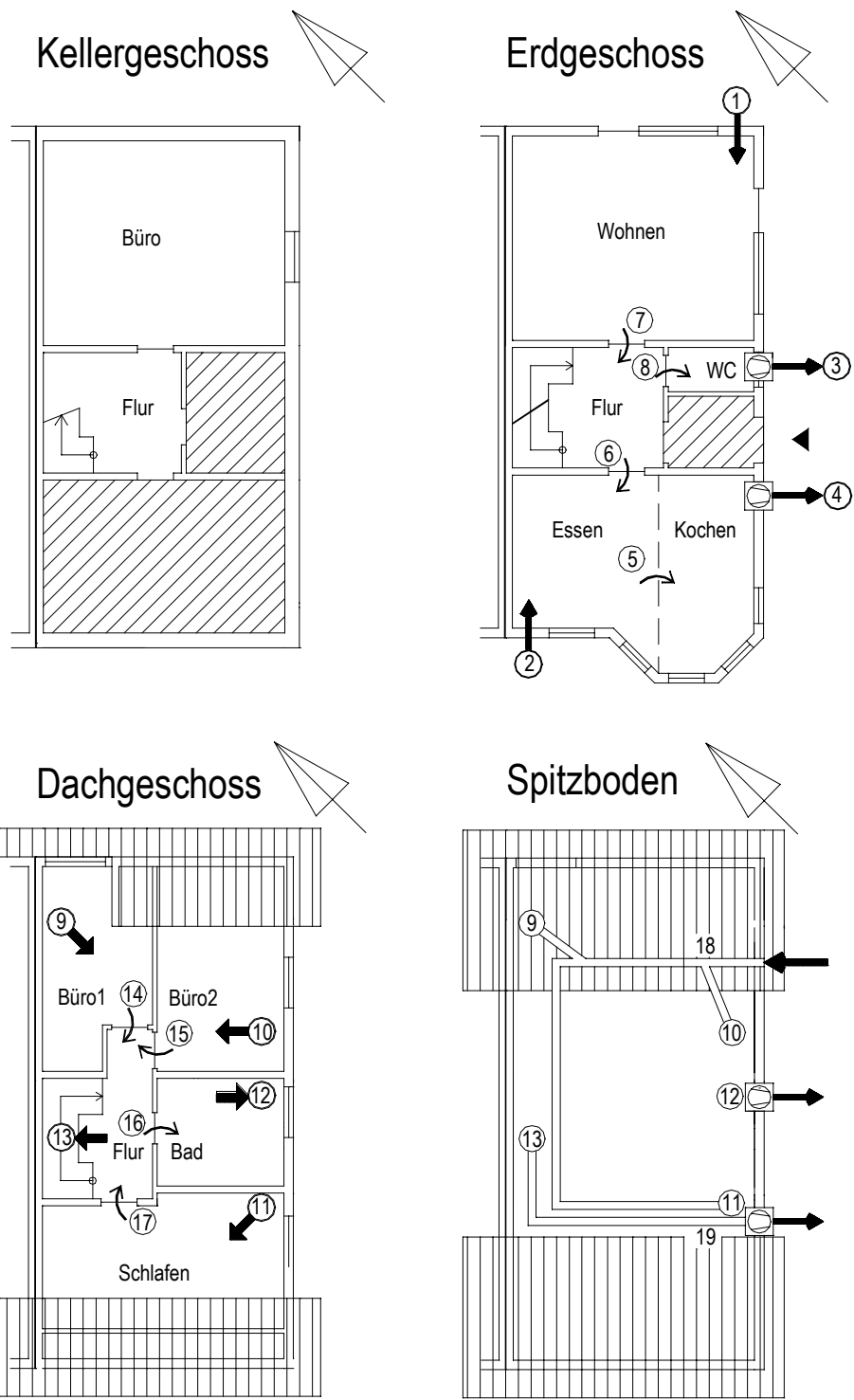


Abb. 7.4.1: Grundrisse + Lüftungskomponenten EFH 4 (Hoffmann-Kwiecinski)

| Gebäudedaten | | | Detmold | | | LEG | | ebök / EXPO / PHPP | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------|---------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| Zulufräume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| EG Wohnen | 30,6 | 77,1 | 23,1 | 61,7 | 38,6 | 1 | 0 | 30,0 | 0,39 | 23,1 | 0,30 |
| EG Essen | 9,6 | 24,2 | 7,2 | 19,3 | 12,1 | 0 | 0 | 7,2 | 0,30 | 7,2 | 0,30 |
| DG Büro 1 | 10,5 | 27,5 | 8,3 | 22,0 | 13,8 | 0 | 0 | 8,3 | 0,30 | 8,3 | 0,30 |
| DG Büro 2 | 13,6 | 31,0 | 9,3 | 24,8 | 15,5 | 1 | 0 | 30,0 | 0,97 | 9,3 | 0,30 |
| DG Schlafen | 15,8 | 40,4 | 12,1 | 32,3 | 20,2 | 0 | 2 | 12,1 | 0,30 | 60,0 | 1,48 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 80,1 | 200,2 | 60,1 | 160,2 | 100,1 | 2 | 2 | 87,6 | 2,3 | 107,9 | 2,7 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Flur Keller | 11,3 | 28,5 | 8,5 | 22,8 | 14,2 |
| EG Flur | 11,3 | 28,5 | 8,5 | 22,8 | 14,2 |
| EG Eingang | 3,8 | 9,6 | 2,9 | 7,7 | 4,8 |
| DG 1/2 Flur | 4,1 | 10,2 | 3,1 | 8,2 | 5,1 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 30,4 | 76,8 | 23,0 | 61,5 | 38,4 |

| UStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 23,0 | 87,6 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Bedarf n. IWU: (m ³ /h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| EG Kochen | 16,6 | 41,8 | 12,5 | 33,4 | 20,9 | 60 | 60,0 | 1,44 | 60,0 | 1,44 |
| EG WC | 2,3 | 5,9 | 1,8 | 4,7 | 3,0 | 20 | 20,0 | 3,38 | 20,0 | 3,38 |
| DG Bad | 7,6 | 19,2 | 5,8 | 15,4 | 9,6 | 40 | 40,0 | 2,08 | 40,0 | 2,08 |
| DG 1/2 Flur | 4,1 | 10,2 | 3,1 | 8,2 | 5,1 | 0 | 3,1 | 0,30 | 3,1 | 0,30 |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 30,6 | 77,2 | 23,1 | 61,7 | 38,6 | 120,0 | 123,1 | 7,2 | 123,1 | 7,2 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|
| Gesamtsumme | 141,0 | 354,2 | 106,3 | 283,4 | 177,1 | | 123,1 | 0,35 | 123,1 | 0,35 |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|

i:\excel5\10-10\04.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.4.2: Vorgabewerte EFH 4 (Hoffmann-Kwiecinski)

| Gebäudedaten | | | Sollwerte | |
|--------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| Zulufräume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
| EG Wohnen | 30,6 | 77,1 | 30,0 | 23,1 |
| EG Essen | 9,6 | 24,2 | 7,2 | 7,2 |
| DG Büro 1 | 10,5 | 27,5 | 8,3 | 8,3 |
| DG Büro 2 | 13,6 | 31,0 | 30,0 | 9,3 |
| DG Schlafen | 15,8 | 40,4 | 12,1 | 60,0 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Summe Räume | 80,1 | 200,2 | 87,6 | 107,9 |

| Messung 1 einreguliert Tag / max. | | | | |
|--------------------------------------|---------|--------|-------|-------|
| Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | t |
| Ventilator-Stufe | | | | max. |
| Leistungsaufn. je Ventilator | | | | 15W |
| ZLV | ÜÖ | Ist | | ≥Soll |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 44% | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |
| 39% | 100 | 23,0 | 0,95 | >115% |
| 55% | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |
| 55% | 100 | 4,5 | 0,15 | nein! |
| ? | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|--------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| EG Kochen | 16,6 | 41,8 | 60,0 | 60,0 |
| EG WC | 2,3 | 5,9 | 20,0 | 20,0 |
| DG Bad | 7,6 | 19,2 | 40,0 | 40,0 |
| DG 1/2 Flur | 4,1 | 10,2 | 3,1 | 3,1 |
| | | | | |
| Summe Räume | 30,6 | 77,2 | 123,1 | 123,1 |

| ALV | ÜÖ | Ist | | ≥Soll |
|---------|---------|--------|-------|-------|
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 100 | 100 | 58,0 | 1,39 | ja! |
| 100 | 100 | 20,0 | 3,38 | ja! |
| 100 | 100 | 19,0 | 0,99 | nein! |
| 100 | 100 | 16,5 | 1,61 | >115% |
| | | | | |

| | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|----------------------------------|------------|--------------|
| Gesamtluft / Summe Abluft | 123 | 123 |
| Zuluft über ZLV | | |
| Zuluft über Nebenluft | | |

| | Ist | | ≥Soll |
|-----|--------|-------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 100 | 114 | 0,32 | ja! |
| 24 | 28 | 0,08 | |
| 76 | 86 | 0,24 | |

Legende:

ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

i:\excel5\10-10\04.xls

☐ fehlender Wert oder deshalb falsche Summe

Abb. 7.4.3: Meßergebnisse dezentrale Abluftanlage EFH 4 (Hoffmann-Kwiecinski)

7.5 EFH Didier

Astrid-Lindgren-Weg 5, 33824 Werther, Baujahr 1996



Bauart und Lüftungstechnische Eigenschaften

Das Gebäude ist ein voll unterkellertes Einfamilienhaus in Massivbauweise mit verputztem Wärmedämmverbundsystem. Die Wohn- und Nutzfläche umfaßt 187,5 m².

Zum beheizten und belüfteten Volumen gehören das komplette EG und DG, der nur als Abstellraum genutzte Spitzboden bis zum First sowie der Kellertreppenabgang bis zur Kellertür. Die Kellerräume sind unbeheizt und liegen außerhalb der luftdichtenden Ebenen. Das mechanisch belüftete Luftvolumen beträgt 479,2 m³.

Abbildung 7.5.1 zeigt die Grundrisse und die Konfiguration der Lüftungsanlage.

Art der Lüftungsanlage

In dem Gebäude ist eine zentrale Abluftanlage installiert, die aus den Ablufträumen EG/WC, EG/Bad, EG/Kochen, DG/Bad und Treppenhaus/DG/Flur verbrauchte Luft absaugt. Der Abluftventilator ist auf dem Spitzboden installiert und bläst über einen Dachauslaß auf der Nordwestseite aus.

Frischlufte strömt durch den von der Abluftanlage erzeugten Unterdruck über passive Zuluftventile in die Zulufräume EG/Wohnen, EG/Büro1, EG/Büro2, DG/Kind1, DG/Kind2, DG/Kind3 und DG/Schlafen nach.

Zwischen den Zu- und Ablufträumen liegen als Überströmräume das Treppenhaus und die Flure in Keller, Erd- und Obergeschoß. Diese Räume haben keine eigene Zu- oder Abluft. Das Treppenhaus ist von der Tür im Kellerabgang bis zum DG-Flur raumluftoffen. Der EG-Flur kann mit einer Zwischentür abgetrennt werden, die jedoch nicht dicht schließt.

Als Abluftventilator ist ein stufenlos regelbarer Radial-Boxventilator des Typs Exhausto BESF 146-4-1 installiert. Das Datenblatt mit genauen technischen Angaben ist in Kap. 8 abgedruckt.

Die Rohrleitungen sind aus Blechwickelfalzrohren hergestellt.

Die Regelung des maschinellen Luftdurchsatzes erfolgt durch einen Taktbetrieb des Abluftventilators mittels einer Zeitschaltuhr, die im EG/Treppenhaus installiert ist. Die Anlage hatte ursprünglich eine stufenlose Leistungsregelung mit Dimmer. Dieser wurde ausgebaut da dessen elektrische Koppelung mit der Zeitschaltuhr und der Verschluss-Klappe des Abluftventils im DG/Bad nicht gelang.

Eine Regelung der Abluftströme in den einzelnen Ablufträumen ist durch die stufenlos verstellbaren Abluftventile möglich. Andere Möglichkeiten zur Bedarfsregelung der einzelnen Abluftstränge sind nicht vorhanden.

Eine Regelung der raumweisen Zuluftströme kann bei den Außenwandventilen durch deren stufenlos voreinstellbare Spaltweite erfolgen. Diese läßt sich zusätzlich mit einem Zugseil um eine festes Differenzmaß vergrößern, was eine einfache manuelle Wahl zwischen Grund- und Bedarfslüftung (z.B. tags und nachts) ermöglichen soll. Die Zuluft-Deckenventile in den Räumen DG/Kind2 und DG/Schlafen sind dagegen übliche Tellerventile und in ihrer Spaltbreite nur durch Drehen des Tellers zu verstellen.

In der Küche befindet sich eine Ablufthaube die nach außen abbläst und im abgestellten betrieb keine erkennbare Luftdurchströmung aufweist. Ihre Betriebsdauer ist nicht bekannt; sie wird im folgenden nicht einbezogen.

Im Wohnraum ein raumluftabhängiger Kachelofen installiert, dessen Luftdurchströmung während oder außerhalb der nicht bekannten Nutzungsdauer nicht bekannt ist und der während der Messungen außer Betrieb war. Sein Lüftungsbeitrag wird im folgenden ebenfalls nicht einbezogen.

Gebäudenutzung

Im Objekt wohnen fünf Personen. In den Kinderzimmer werden kleine Haustiere gehalten. In den Vormittagsstunden ist selten jemand im Haus. Nachmittags und Abends befinden sich vier bis fünf Personen im Haus. Die Bewohner sind Nichtraucher.

Tags ist die Tür zwischen EG/Flur und EG/Treppenhaus überwiegend geschlossen, die meisten anderen Türen sind offen. Nachts werden die Türen der Kinderzimmer sowie die des Schlafzimmers im DG geschlossen oder zumindest angelehnt.

Die Lüftungsanlage wird durch einer Zeitschaltuhr von 6:00 bis 8:00 Uhr, von 13:00 bis 14:00 Uhr und von 23:00 bis 01:00 Uhr mit voller Leistung betrieben. Zusätzlich läuft die Anlage automatisch jeweils 10 Minuten nach Betreten des EG/WC.

Abb. 7.5.2 zeigt die Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 17.02.99 um 13.00 Uhr statt. Die relative Feuchte der Luft innen betrug 31%, die Innentemperatur betrug 17°C. Während der gesamten Messung herrschte Wind aus nordwestlicher Richtung, zum Teil sehr böig.

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt geöffnet:

| | | |
|----------|-------------------------------|-------|
| Wohnen | SW | 8 mm |
| Wohnen | W | 10 mm |
| Büro1 | NW | ? |
| Büro2 | SO | 3 mm |
| Kind1 | SW | 8 mm |
| Kind2 | SW (indirekt ¹³²) | 10 mm |
| Kind3 | SW | 8 mm |
| Schlafen | SW (indirekt ¹) | 10 mm |

Die Abluftventile sind wie folgt geöffnet:

| | |
|-----------|------------------------------|
| Kochen | 100% ohne Ventil, im Schrank |
| WC/EG | 6mm |
| Dusche/EG | 4U |
| Bad/DG | 100% |
| DG/Flur | ? |

Die Zuluftfilter waren alle verschmutzt und wurden nach Messung 2 gereinigt.

Meßergebnisse

Mangels funktionierender Leistungsregelung war weder ein vorgefundener noch ein eingeregelter Betriebszustand meßbar. Die Anlage wurde nur bei Maximalleistung vermessen. Die Meßergebnisse sind in Abb. 7.5.3 abgedruckt.

Messung 1: "max. Leistung"

Leistungseinstellung: maximal

Die Abluftsumme beträgt 269 m³/h und liegt 25 Prozent über ihrem SOLL-Wert. Sie bewirkt eine Luftwechselrate von 0,56 h⁻¹. Der raumweise Abluft-SOLL-Wert wird in EG/Küche und EG/WC erreicht bzw. leicht überschritten, in OG/Bad und OG/Flur stark überschritten und in der EG/Dusche nicht erreicht.

Die über die Zuluftventile gemessene Zuluftsumme erreicht nur 128 m³/h. Über Nebenluftwege durch Undichtheiten der Gebäudehülle strömen 141 m³/h ein. In den nicht personenbelegten Räumen werden die Mindestluftwechselraten von 0,3 h⁻¹ tags wie nachts überschritten. In den personenbelegten Zuluft Räumen werden die jeweiligen Zuluft-SOLL-Werte jedoch nicht erreicht.

Sonstige Beobachtungen

Bei geschlossenen Zuluftventilen in EG/Wohnen und Büros erhöht sich die Zuluftzufuhr in DG/Schlafen von 15 auf 16,5 m³/h. Wird zusätzlich noch die Ventilklappe im Bad geöffnet, werden 21,0 m³/h erreicht. Zugleich geht die Zuluftzufuhr in den anderen Räumen zurück.

Luftdichtheit

Aufgrund des hohen Zuluftstroms über Nebenluftwege von über 50 % der gesamten Zuluft werden erhebliche bauliche Undichtheiten im Gebäude vermutet. Eine Luftdichtemessung wurde aber nicht durchgeführt.

Empfehlung

Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als 1,0 h⁻¹ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht. Wird dies erreicht, kann die Abluftmenge auf 150-200 m³/h bei 3-5 anwesenden Personen verringert werden.

¹³² Die Zuluft für DG/Kind2 und DG/Schlafen wird durch ein Rohr von Südwest angesaugt.

Da mit dem Taktbetrieb keine ausreichend gleichmäßige Luftqualität erreicht werden kann, sollte die Regelung dahingehend geändert werden, daß ein Dauerbetrieb mit einer an die jeweils anwesende Personenzahl anpaßbaren Leistung wieder ermöglicht wird.

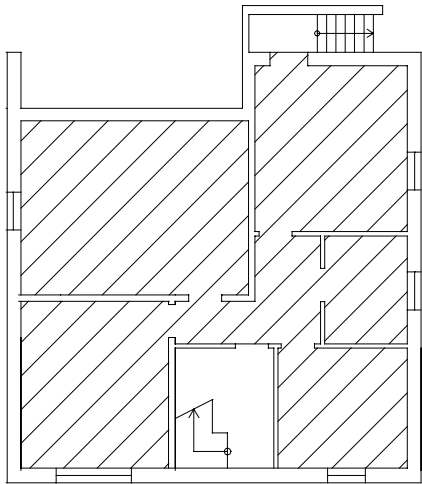
Sofern dies nicht realisiert wird, sollten die Betriebsintervalle der Zeitschaltuhr von dreimal täglich auf 6*täglich geändert werden, da das Luftvolumen von 480 m³ bei stillstehender Lüftungsanlage und 5 anwesende Personen nur etwa 3-4 Stunden ausreicht.

Solange die Zuluftzuführung in die Kinder/Schlafzimmer nicht ausreichend funktioniert, sollten deren Türen tags und nachts möglichst lang geöffnet sein um die nötige Luftqualität durch Luftaustausch mit dem relativ stark durchströmten Treppenhaus zu erreichen.

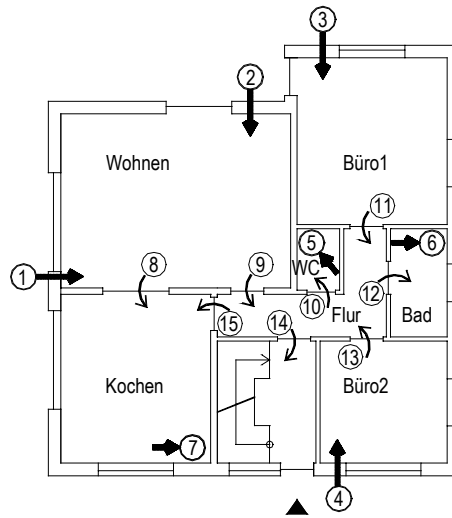
Erläuterungen zu Abb. 7.5.1

- 1** Zuluftventil Fresh 80 als Wandauslaß in Außenwand SW
- 2** Zuluftventil Fresh 80 als Wandauslaß in Außenwand NW
- 3** Zuluftventil Fresh 80 als Wandauslaß in Außenwand NW
- 4** Zuluftventil Fresh 80 als Wandauslaß in Außenwand SO
- 5** Ablufttellerventil Ø 80mm als Wandauslaß
- 6** Ablufttellerventil Ø 90mm als Wandauslaß
- 7** Abluftöffnung Ø 100mm als Wandauslaß
- 8** Überströmöffnung Wohnen/Küche
- 9** Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 10** Überströmöffnung Flur/WC
- 11** Überströmöffnung Büro1/Flur
- 12** Überströmöffnung Flur/Bad
- 13** Überströmöffnung Büro2/Flur
- 14** Überströmöffnung Flur/Treppenhaus
- 15** Überströmöffnung Flur/Küche
- 16** Zuluftventil Fresh 80 als Wandauslaß in Außenwand SW
- 17** Zuluftventil Fresh 80 als Wandauslaß in Außenwand SW
- 18** Zulufttellerventil Ø 90mm als Deckenauslaß
- 19** Zulufttellerventil Ø 90mm als Deckenauslaß
- 20** Abluftventil 100/100mm als Deckenauslaß
- 21** Ablufttellerventil Ø 90mm als Deckenauslaß
- 22** Überströmöffnung Kind1/Flur
- 23** Überströmöffnung Flur/Bad
- 24** Überströmöffnung Kind2/Flur
- 25** Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 26** Überströmöffnung Kind3/Flur
- 27** Zuluftleitung
- 28** Abluftleitung
- 29** Ventilator Exhausto BESF 146-4-1

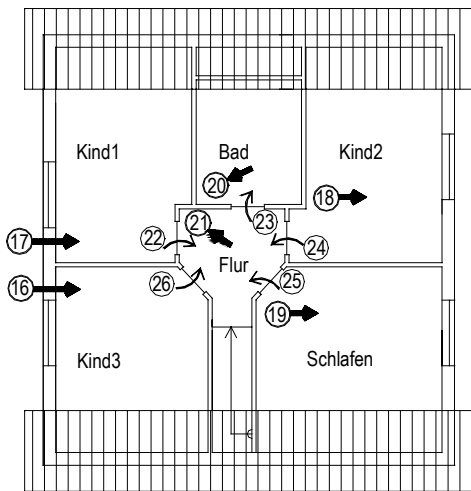
Kellergeschoss



Erdgeschoss



Dachgeschoss



Spitzboden

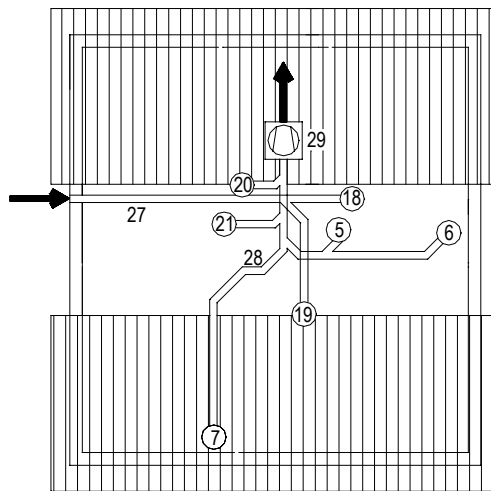


Abb. 7.5.1: Grundrisse + Lüftungskomponenten EFH 5 (Didier)

| Gebäudedaten | | | Detmold | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------------|----------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| Zulufträume | WFI | Vol | 0,3 | 0,8 | 0,5 | Tag | Nacht | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | (m²) | (m³) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | Pers | Pers | (m³/h) | (1/h) | (m³/h) | (1/h) |
| Wohnen EG | 28,5 | 72,1 | 21,6 | 57,7 | 36,0 | 3 | 0 | 90,0 | 1,25 | 21,6 | 0,30 |
| Büro 1 EG | 17,8 | 45,0 | 13,5 | 36,0 | 22,5 | 1 | 0 | 30,0 | 0,67 | 13,5 | 0,30 |
| Büro 2 EG | 11,1 | 27,9 | 8,4 | 22,4 | 14,0 | 1 | 0 | 30,0 | 1,07 | 8,4 | 0,30 |
| Kind 1 OG | 14,5 | 38,4 | 11,5 | 30,7 | 19,2 | 0 | 1 | 11,5 | 0,30 | 30,0 | 0,78 |
| Kind 2 OG | 17,2 | 45,4 | 13,6 | 36,4 | 22,7 | 0 | 1 | 13,6 | 0,30 | 30,0 | 0,66 |
| Kind 3 OG | 15,2 | 40,6 | 12,2 | 32,5 | 20,3 | 0 | 1 | 12,2 | 0,30 | 30,0 | 0,74 |
| Schlafen OG | 17,8 | 47,6 | 14,3 | 38,1 | 23,8 | 0 | 2 | 14,3 | 0,30 | 60,0 | 1,26 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 122,2 | 317,1 | 95,1 | 253,6 | 158,5 | 5 | 5 | 201,6 | 4,19 | 193,5 | 4,34 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Flur KG | 8,0 | 16,7 | 5,0 | 13,4 | 8,4 |
| Flur EG | 8,6 | 21,7 | 6,5 | 17,4 | 10,8 |
| Innenflur EG | 7,1 | 17,9 | 5,4 | 14,3 | 9,0 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 23,7 | 56,4 | 16,9 | 45,1 | 28,2 |

| UStr SOLL (m³/h) | Zuluft IST (m³/h) | Zusatz Bedarf (m³/h) |
|------------------|-------------------|----------------------|
| 16,9 | 193,5 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Bedarf n. IWU: | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | | | | | | (m³/h) | (m³/h) | (1/h) | (m³/h) | (1/h) |
| Kochen EG | 18,1 | 45,7 | 13,7 | 36,5 | 22,8 | 60 | 60,0 | 1,31 | 60,0 | 1,31 |
| WC EG | 1,9 | 4,7 | 1,4 | 3,7 | 2,3 | 20 | 20,0 | 4,27 | 20,0 | 4,27 |
| Dusche EG | 4,4 | 11,0 | 3,3 | 8,8 | 5,5 | 40 | 40,0 | 3,64 | 40,0 | 3,64 |
| Bad OG | 8,2 | 21,1 | 6,3 | 16,9 | 10,6 | 40 | 40,0 | 1,90 | 40,0 | 1,90 |
| Flur OG | 9,0 | 23,3 | 7,0 | 18,7 | 11,7 | 41,6 | 41,6 | 1,78 | 41,6 | 1,78 |
| Summe Abluft | 41,6 | 105,8 | 31,7 | 84,6 | 52,9 | 201,6 | 201,6 | 12,9 | 201,6 | 12,9 |
| Gesamtsumme | 187,5 | 479,2 | 143,8 | 383,4 | 239,6 | | 201,6 | 0,42 | 201,6 | 0,42 |

i:\excel5\10-10\05.xls

| Bedarf n. IWU: | (m³/h) |
|-------------------|--------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.5.2: Vorgabenwerte EFH 5 (Didier)

| Gebäudedaten | | | | | Messung 1 vorgef. + einreg. Tag / max. | | | | | Messung 2 vorgefunden Nacht | | | | | Messung 3 einreguliert Nacht | | | | | | | | | |
|--------------------|------|----------|------|------------|---|--------------|-------|---------|-------|--------------------------------|-----|--------------|------|-------|---------------------------------|---------|------|---------|-------|--------------|-----|-------|------|-------|
| WFI (m²) | | Vol (m³) | | Tag (m³/h) | | Nacht (m³/h) | | ZLV | | ÜÖ | | Ist | | ≥Soll | | ZLV | | ÜÖ | | Ist | | ≥Soll | | |
| WFI (m²) | | Vol (m³) | | Tag (m³/h) | | Nacht (m³/h) | | % offen | | % offen | | (m³/h) (1/h) | | j / n | | % offen | | % offen | | (m³/h) (1/h) | | j / n | | |
| Zulufräume | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wohnen EG | 28,5 | 72,1 | 90,0 | 21,6 | 44 | 100 | 31,0 | 0,43 | nein! | 44 | 100 | 31,0 | 0,43 | >115% | 0% | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | 0% | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |
| Büro 1 EG | 17,8 | 45,0 | 30,0 | 13,5 | ? | 0 | 18,5 | 0,41 | nein! | ? | 0 | 18,5 | 0,41 | >115% | 0% | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | 0% | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |
| Büro 2 EG | 11,1 | 27,9 | 30,0 | 8,4 | 17 | 0 | 16,0 | 0,57 | nein! | 17 | 0 | 16,0 | 0,57 | >115% | 0% | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | 0% | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |
| Kind 1 OG | 14,5 | 38,4 | 11,5 | 30,0 | 44 | 100 | 15,0 | 0,39 | >115% | 44 | 100 | 15,0 | 0,39 | nein! | 44 | 0 | 10,0 | 0,26 | nein! | 44 | 0 | 10,0 | 0,26 | nein! |
| Kind 2 OG | 17,2 | 45,4 | 13,6 | 30,0 | 10mm | 100 | 19,5 | 0,43 | >115% | 10mm | 100 | 19,5 | 0,43 | nein! | 10mm | 0 | 16,5 | 0,36 | nein! | 10mm | 0 | 16,5 | 0,36 | nein! |
| Kind 3 OG | 15,2 | 40,6 | 12,2 | 30,0 | 44 | 100 | 13,0 | 0,32 | ja! | 44 | 100 | 13,0 | 0,32 | nein! | 44 | 0 | 14,0 | 0,34 | nein! | 44 | 0 | 14,0 | 0,34 | nein! |
| Schlafen OG | 17,8 | 47,6 | 14,3 | 60,0 | 10mm | 100 | 15,0 | 0,32 | ja! | 10mm | 100 | 15,0 | 0,32 | nein! | 10mm | 0 | 21,0 | 0,44 | nein! | 10mm | 0 | 21,0 | 0,44 | nein! |
| Summe Räume | | | | | 122,2 | 317,1 | 201,6 | 193,5 | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Ablufträume | | | | | Messung 1 | | | | | Messung 2 | | | | | Messung 3 | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--|----------|--|------------|-----------|--------------|-------|---------|-----|-----------|------|--------------|-------|-------|-----------|---------|------|---------|-----|--------------|------|-------|-------|-----|-----|------|------|-------|
| WFI (m²) | | Vol (m³) | | Tag (m³/h) | | Nacht (m³/h) | | ALV | | ÜÖ | | Ist | | ≥Soll | | ALV | | ÜÖ | | Ist | | ≥Soll | | | | | | |
| WFI (m²) | | Vol (m³) | | Tag (m³/h) | | Nacht (m³/h) | | % offen | | % offen | | (m³/h) (1/h) | | j / n | | % offen | | % offen | | (m³/h) (1/h) | | j / n | | | | | | |
| Kochen EG | | | | | 18,1 | 45,7 | 60,0 | 60,0 | 100 | 100 | 61,0 | 1,34 | ja! | 100 | 100 | 61,0 | 1,34 | ja! | 100 | 100 | 61,0 | 1,34 | ja! | 100 | 100 | 61,0 | 1,34 | ja! |
| WC EG | | | | | 1,9 | 4,7 | 20,0 | 20,0 | 6mm | 0 | 28,0 | 5,98 | >115% | 6mm | 0 | 28,0 | 5,98 | >115% | 6mm | 0 | 28,0 | 5,98 | >115% | 6mm | 0 | 28,0 | 5,98 | >115% |
| Dusche EG | | | | | 4,4 | 11,0 | 40,0 | 40,0 | 4U | 0 | 24,0 | 2,18 | nein! | 4U | 0 | 24,0 | 2,18 | nein! | 4U | 0 | 24,0 | 2,18 | nein! | 4U | 0 | 24,0 | 2,18 | nein! |
| Bad OG | | | | | 8,2 | 21,1 | 40,0 | 40,0 | 100 | 0 | 96,0 | 4,55 | >115% | 100 | 0 | 96,0 | 4,55 | >115% | 100 | 0 | 96,0 | 4,55 | >115% | 100 | 0 | 96,0 | 4,55 | >115% |
| Flur OG | | | | | 9,0 | 23,3 | 41,6 | 41,6 | ? | 0 | 60,0 | 2,57 | >115% | ? | 0 | 60,0 | 2,57 | >115% | ? | 0 | 60,0 | 2,57 | >115% | ? | 0 | 60,0 | 2,57 | >115% |
| Summe Räume | | | | | 41,6 | 105,8 | 201,6 | 201,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Gesamtluft / Summe Abluft | | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|---------------------------|--|------------|--------------|
| Gesamtluft / Summe Abluft | | 202 | 202 |
| Zuluft über ZLV | | 48 | 128 |
| Zuluft über Nebenluft | | 52 | 141 |

| Ist | | ≥Soll | |
|-----|--------|-------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 100 | 269 | 0,56 | >115% |
| 48 | 128 | 0,27 | |
| 52 | 141 | 0,29 | |

| Ist | | ≥Soll | |
|-----|--------|-------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 100 | 269 | 0,56 | >115% |
| 48 | 128 | 0,27 | |
| 52 | 141 | 0,29 | |

| Ist | | ≥Soll | |
|-----|--------|-------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 100 | 269 | 0,56 | >115% |
| 23 | 62 | 0,13 | |
| 77 | 208 | 0,43 | |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

i:\excel\5\10-10\05.xls

Abb. 7.5.3: Meßergebnisse zentrale Abluftanlage EFH 5 (Didier)

7.6 EFH Wissmann

Astrid-Lindgren-Weg 7, 33824 Werther, Baujahr 1995



Bauart und lüftungstechnische Eigenschaften

Das Gebäude ist ein voll unterkellertes Einfamilienhaus in zweischaliger Massivbauweise mit Kerndämmung und Außenputz. Die beheizte Wohn- und Nutzfläche beträgt 147,5 m².

Zum beheizten und belüfteten Volumen gehören das komplette EG und DG sowie der Kellertreppenabgang bis zur Kellertür. Die Kellerräume sind unbeheizt und liegen außerhalb der luftdichtenden Ebenen. Ebenfalls außerhalb des belüfteten Volumens liegt das EG-WC, das nur über Fenster belüftet wird. Das von der mechanischen Lüftung versorgte Luftvolumen beträgt 397,1 m³.

Abbildung 7.6.1 zeigt die Grundrisse und die Konfiguration der Lüftungsanlage.

Art der Lüftungsanlage

Im Gebäude ist eine zentrale Abluftanlage installiert, die aus den Ablufträumen EG/Kochen und DG/Bad sowie aus dem DG-Flur absaugt. Der Abluftventilator ist in einer größeren Drempelabkantung im Treppenhaus installiert. Die Fortluft wird über einen Dachauslaß auf der Südostseite ausgeblasen.

Frischlufte strömt durch den von der Abluftanlage erzeugten Unterdruck über Außenwand-Zuluftventile in die Zulufräume EG/Wohnen, EG/Essen, EG/Büro, DG/Kind1, DG/Kind2 und DG/Schlafen nach.

Zwischen Zu- und Ablufträumen liegen als Überströmräume die Flure in Keller, Erd- und Obergeschoß.

Als Abluftventilator ist ein stufenlos regelbarer Radial-Boxventilator des Typs Exhausto BESF 160-4-1 im Lüftungsraum am Treppenaufgang installiert. Die Rohrleitungen sind überwiegend aus Blechwickelfalz- und teils aus Aluflex-

Rohren hergestellt. Die Daten aller Lüftungskomponenten sind in Kapitel 8 zusammengestellt.

Die Leistungsregelung des maschinellen Luftdurchsatzes erfolgt durch einen 3-stufigen Schalter im EG Flur. Dieser steuert in Positionen 1 und 2 zwei separate Dimmer an, die so eingestellt sind, daß die Lüftungsanlage in Stufe 1 auf Mindestlüftung und in Stufe 2 auf Normallüftung läuft. In Position 3 wird dem Abluftventilator ungedimmter Strom zugeführt, so daß er mit max. Leistung läuft.

Im OG/Bad ist zusätzlich ein Hygrostat eingebaut, das bei Überschreiten einer bestimmten Luftfeuchtigkeit die Lüftungsanlage auf höchster Stufe laufen läßt. Die Hygrostat-Regelung ist manuell ein- und abschaltbar.

Eine Regelung der raumweisen Zuluftströme kann in gewissem Umfang durch die Zuluftventile erfolgen. Deren Spaltweite ist stufenlos voreinstellbar. Sie läßt sich zusätzlich mit einem Zugseil um eine festes Differenzmaß vergrößern, was eine einfache manuelle Wahl zwischen Grund- und Bedarfslüftung (z.B. tags und nachts) ermöglichen soll.

Eine raumweise Regelung der Abluftströme ist nicht möglich, da die raumseitigen Öffnungen der Abluftleitungen nicht mit verstellbaren Ventilen, sondern nur mit Gittern ausgestattet sind.

Im Raum EG/Wohnen/Essen ist ein Ofen installiert, dessen Brennraum außerhalb der Nutzungszeiten zum Raum weitgehend verschlossen ist. Der Lüftungseffekt durch Betrieb oder Luftdichtheiten des Ofens wurde nicht ermittelt.

Gebäudenutzung

Im Gebäude wohnen zwei Erwachsene und zwei schulpflichtige Kinder. Abb. 7.6.2 zeigt die Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb.

Die Lüftungsanlage wird im Normalbetrieb auf Stufe 2 genutzt. Der Hygrostat im DG/Bad ist auf ca. 15% relative Luftfeuchtigkeit eingestellt. Er wird jedoch meist von Hand nach Bedarf ein- und ausgeschaltet.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 11.02.99 um 13.30 Uhr statt. Die relative Feuchte der Innenluft betrug 37% im EG und 45% im DG. Die Innentemperatur betrug 18-21°C im EG und DG, im Keller 13°C.

Die Zuluftöffnungen waren mit folgenden Spaltbreiten eingestellt:

| | | |
|----------|--------|-------|
| Wohnen | SW re. | 10 mm |
| Wohnen | SW li. | 10 mm |
| Essen | SW | 10 mm |
| Büro | NW | 10 mm |
| Schlafen | NW | 15 mm |
| Kind1 | SW | 12 mm |
| Kind2 | SW | 12 mm |

Abluftseitig haben die raumseitigen Abluftöffnungen nur unverstellbare Gitterabdeckungen. Ihr Strömungswiderstand wird wesentlich vom Verschmutzungsgrad der integrierten Filter beeinflusst.

Zu Beginn konnten keine Abluftwerte gemessen werden, da die Filter der Abluftgitter völlig verschmutzt und fast luftundurchlässig waren. Sie wurden noch vor der 1. Messung gereinigt.

Die Bewohner sind teils unzufrieden mit der Anlage. Als störend wurden die Betriebsgeräusche empfunden sowie die Tatsache, daß sich die Essensgerüche im EG im offenen Luftverbund der Räume Kochen, Essen und Wohnen ausbreiten. Im übrigen Haus wurde die Luft überwiegend als frisch empfunden.

Meßergebnisse:

Ausgewertet wurden die Messungen in dem Zustand „wie vorgefunden Tag/Nacht“, „einreguliert Tag/Nacht“ und „max. Leistung“. Alle Abluftventile wurden mit dem kleinen Trichter gemessen, alle Zuluftventile mit dem mittleren Trichter. Die einzelnen Meßergebnisse sind in Abb. 7.6.3 abgedruckt.

Messung 1: „wie vorgefunden Tag“

Leistungseinstellung: Schalterstufe 2 mit Dimmer 2 in mittlerer Einstellung

Die Abluftsumme beträgt 180 m³/h und entspricht einem 0,45-fachen Luftwechsel des Gebäudes pro Stunde.

Die Abluft-SOLL-Werte werden in der EG/Küche knapp erfüllt, im DG/Bad und im DG/Flur wird zuviel Abluft abgesaugt.

Der abluftseitig gemessene gesamte mechanische Luftaustausch ist mit 180 m³/h um 50 % höher als der personenbezogene Frischluftbe-

darf (120 m³/h). Die Zuluft gelangt aber nur etwa zur Hälfte (97 m³/h) über die Zuluftventile ins Gebäude, zum anderen Teil über Luftundichtheiten der Gebäudehülle.

In den Räumen EG/Wohnen und EG/Essen ist der Zuluft-SOLL-Wert im Tagbetrieb übererfüllt. Das EG/Büro sowie alle Schlaf- und Kinderzimmer im DG erreichen dagegen tags nicht ihre Zuluft-SOLL-Werte. Bis auf das Eltern-Schlafzimmer sind diese Räume tagsüber personenbelegt.

In den Räumen im DG ist die Mindestluftwechselrate von 0,3 h⁻¹ nicht erfüllt. In den EG-Räumen liegt sie bei 0,53 bzw. 0,88 h⁻¹.

Messung 2: „wie vorgefunden Nacht“

Leistungseinstellung und Filterzustand wie bei Messung 1.

Bewertung der Meßergebnisse jedoch bezogen auf die Nachtanforderungen. Da die Abluftanforderungen unverändert sind wird nur die Zuluftseite betrachtet.

Die Zuluftströme der EG-Räume sind wesentlich höher als die niedrigen raumbezogenen SOLL-Werte im Nachtbetrieb. Die Zuluftmengen im DG erreichen nicht annähernd die hohen personenbezogenen Vorgaben von 30 m³/h in den Kinderzimmern und 60 m³/h im Elternschlafzimmer.

Messung 3: „einreguliert Tag“

Leistungseinstellung: Schalterstufe 2 mit Dimmer 2 in mittlerer Einstellung.

Ventileinstellung: Wie bei Messung 1, jedoch mit gereinigten Zuluftfiltern.

Die Abluftsumme beträgt 208 m³/h und bewirkt einen 0,52-fachen Luftwechsel des Objektes. Der für 4 Personen erforderliche Luftwechsel wird weiterhin deutlich überschritten.

Die Zuluftströme haben sich auf 124 m³/h erhöht, trotzdem strömen noch 84 m³/h über Undichtheiten ins Gebäude.

Die Abluftsumme in der Küche ist nach dem Reinigen der Zuluftfilter stark angestiegen. Die Abluftwerte in Bad und DG/Flur sind konstant geblieben, alle Werte liegen weit über dem Toleranzbereich von 85 bis 115 Prozent.

Die Zuluftanforderungen für Tagebetrieb in EG/Wohnen+Essen werden weiterhin übererfüllt, im EG/Büro nicht erreicht.

Die Zuluftmengen in DG/Schlafen und den DG/Kinderzimmern sind nach Reinigung der Zuluftfilter um 2-10 m³/h gestiegen. Im

DG/Schlafzimmer wird die Mindestluftwechselrate von $0,3 \text{ h}^{-1}$ im Tagbetrieb ohne Personenbelegung erreicht. In den tags personenbelegten DG/Kinderzimmern wird die Zuluft-SOLL-Menge von $30 \text{ m}^3/\text{h}$ aber weiterhin nicht einmal zur Hälfte erreicht

Messung 4: „einreguliert Nacht“

Leistungs- und Ventileinstellung: wie Messung 3, Bewertung der Meßergebnisse jedoch bezogen auf die Nachtanforderungen. Da die Abluftanforderungen unverändert sind wird nur die Zuluftseite betrachtet.

Die nachts geringeren Zuluftanforderungen an EG/Wohnen+Essen und EG/Büro werden wesentlich übererfüllt. Die nachts unveränderten SOLL-Zuluftmengen der DG/Kinderzimmer werden nicht erreicht. Die Zuluftmenge im DG/Schlafzimmers beträgt nur $11 \text{ m}^3/\text{h}$ bei $60 \text{ m}^3/\text{h}$ SOLL-Wert.

Sonstige Beobachtungen:

Ein Schließen der Zuluftventile in EG/Wohnen+Essen kann deren Zuluftmenge wesentlich verringern, erhöht aber nur geringfügig die Zuluftmenge in den OG-Räumen.

Messung 5: „max. Leistung“

Leistungseinstellung: Schalterstufe 3 (der Ventilator läuft ungedimmt mit voller Leistung).
Ventileinstellung: unverändert.

Trotz max. Leistung ergibt sich eine nur knapp 10 Prozent erhöhte Abluftsumme und eine nahezu unveränderte Zuluftsumme. Die Unterschiede liegen im Bereich der Meßtoleranz.

Die Abluftsumme liegt bei $217 \text{ m}^3/\text{h}$ und entspricht einem 0,55-fachen Luftwechsel. Die Vorgabe für die Luftwechselrate bei max. Leistung des LEG von $0,5 \text{ h}^{-1}$ wird erreicht, die des DT-NEH- Standards von $0,8 \text{ h}^{-1}$ wird nicht erreicht.

Luftdichtheit

Die gemessenen Abluftsummen sind zwischen 40 und 50 Prozent höher als die gemessenen Zuluftsummen. Die Differenzvolumina strömen über bauliche Undichtheiten ins Haus. Von dem Gebäude liegt eine Luftdichtemessung aus der Bauphase vor. Damals betrug der $_{50}$ -Wert $3,3 \text{ h}^{-1}$.

Empfehlung:

Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als $1,0 \text{ h}^{-1}$ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

Die Zu- und Abluftfilter sollten regelmäßig gereinigt werden, da sie sonst wesentliche Strömungshemmnisse darstellen.

Die Zuluftventile in Wohnen und Essen sollten nachts geschlossen werden, um mehr Zuluft im Schlafräum zu bekommen.

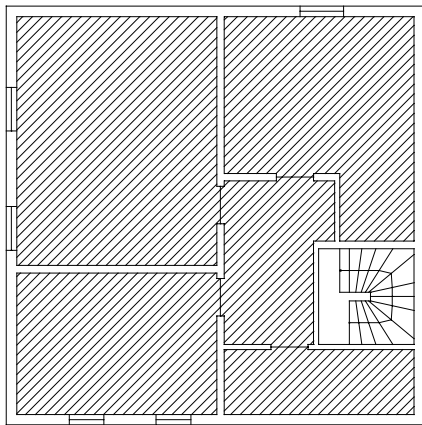
Das Hygrostat im DG/Bad sollte auf 60-65% gestellt und immer eingeschaltet sein.

Der von Schalterstufe 2 angesteuerte Dimmer 2 sollte soviel niedriger gestellt werden, daß sich eine Abluftsumme von etwa $150 \text{ m}^3/\text{h}$ einstellt.

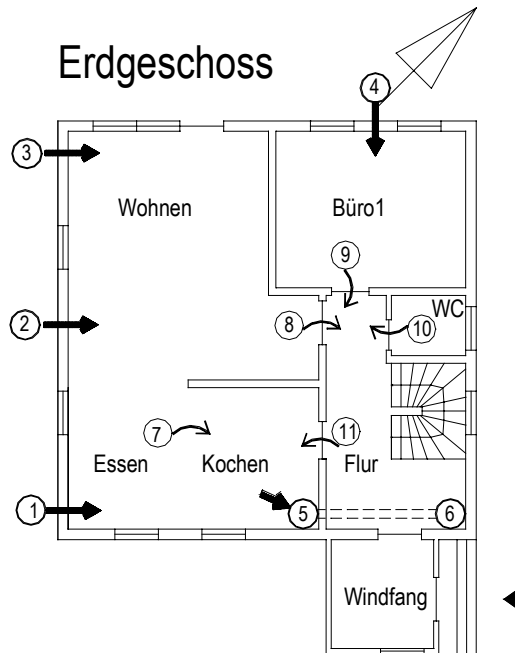
Um den Zuluftbedarf der DG/Kinderzimmer und des DG/Schlafzimmers während der Personenbelegungszeiten sicherzustellen, sollten deren Innentüren während der Raumnutzung möglichst offen oder nur angelehnt sein, da dann ein ausreichender Luftqualitätsausgleich mit dem stark durchströmten Treppenhaus stattfinden kann.

Das Zuluftventil im DG/Schlafzimmer hat selbst bei ausreichend verfügbarer Antriebskraft für seine Durchströmung einen zu geringen freien Querschnitt, der die Durchströmung auf max. $35 \text{ m}^3/\text{h}$ begrenzt. Es sollte daher durch ein anderes Ventil mit bis zu $60 \text{ m}^3/\text{h}$ Durchströmungsmöglichkeit bei 10 Pa ersetzt werden.

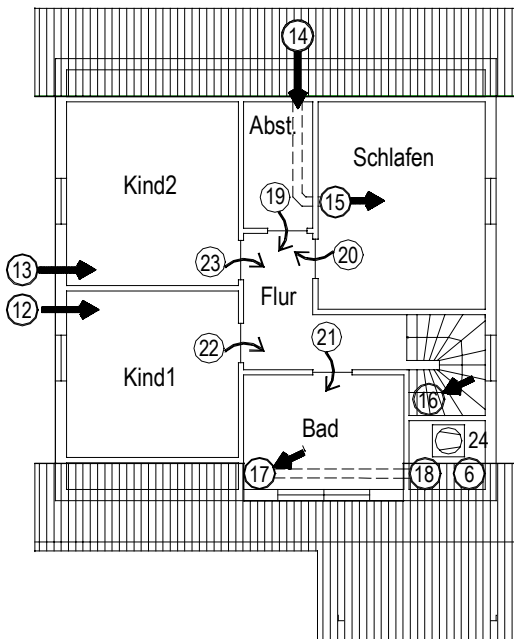
Kellergeschoss



Erdgeschoss



Dachgeschoss



Erläuterungen zu den Grundrissen

- 1 Zuluftventil Fresh 100db in Außenwand SW
- 2 Zuluftventil Fresh 100db in Außenwand SW
- 3 Zuluftventil Fresh 100db in Außenwand SW
- 4 Zuluftventil Fresh 100db in Außenwand NW
- 5 Abluftventil mit quadratischer Abdeckung, 10x10 cm als Wandauslaß
- 6 Abluftleitung in Abkantung vor Wand verzogen
- 7 Überströmöffnung Essen/Kochen raumhoch geöffnet
- 8 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 9 Überströmöffnung Büro-Flur
- 10 Überströmöffnung WC- Flur
- 11 Überströmöffnung Kochen-Flur
- 12 Zuluftventil Fresh 100db in Außenwand SW
- 13 Zuluftventil Fresh 100db in Außenwand SW
- 14 Lufteinlaß in Außenwand NW
- 15 Zuluftventil Fresh 100db in Innenwand
- 16 Abluftventil mit quadratischer Abdeckung, 10x10 cm als Wandauslaß
- 17 Abluftventil mit quadratischer Abdeckung, 10x10 cm als Wandauslaß
- 18 Abluftleitung in Abkantung verzogen
- 19 Überströmöffnung Abstellraum - Flur
- 20 Überströmöffnung Schlafen - Flur
- 21 Überströmöffnung Flur - Bad
- 22 Überströmöffnung Kind1- Flur
- 23 Überströmöffnung Kind2 - Flur
- 24 Ventilator im Lüftungsraum Exhausto BESF 160-4-1

Abb.7.6.1: Grundrisse +Lüftungskomponenten EFH 6 (Wissmann)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|-------------|----------------------|-------------|
| Zulufräume | WFl (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll (m³/h) | (1/h) | Nacht-Soll (m³/h) | (1/h) |
| Wohnen EG | 28,2 | 68,8 | 20,6 | 55,0 | 34,4 | 1 | 0 | 30,0 | 0,44 | 20,6 | 0,30 |
| Essen EG | 9,8 | 23,8 | 7,1 | 19,1 | 11,9 | 0 | 0 | 7,1 | 0,30 | 7,1 | 0,30 |
| Büro EG | 15,7 | 38,3 | 11,5 | 30,7 | 19,2 | 1 | 0 | 30,0 | 0,78 | 11,5 | 0,30 |
| Kind 1 OG | 12,8 | 39,0 | 11,7 | 31,2 | 19,5 | 1 | 1 | 30,0 | 0,77 | 30,0 | 0,77 |
| Kind 2 OG | 12,8 | 39,0 | 11,7 | 31,2 | 19,5 | 1 | 1 | 30,0 | 0,77 | 30,0 | 0,77 |
| Schlafen OG | 15,0 | 46,5 | 13,9 | 37,2 | 23,2 | 0 | 2 | 13,9 | 0,30 | 60,0 | 1,29 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 94,1 | 255,5 | 76,7 | 204,4 | 127,8 | 4 | 4 | 141,1 | 3,36 | 159,3 | 3,73 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFl (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) |
|-----------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| Diele EG | 13,2 | 32,1 | 9,6 | 25,7 | 16,0 |
| WC EG | 2,6 | 6,3 | 1,9 | 5,1 | 3,2 |
| Abstellr. OG | 3,2 | 8,2 | 2,4 | 6,5 | 4,1 |
| Drempel Ventilator | 0,7 | 2,5 | 0,8 | 2,0 | 1,3 |
| Flur KG | 5,1 | 11,1 | 3,3 | 8,9 | 5,6 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 24,8 | 60,3 | 18,1 | 48,2 | 30,1 |

| ÜStr SOLL (m³/h) | Zuluft IST (m³/h) | Zusatz Bedarf (m³/h) |
|------------------------|-------------------------|----------------------------|
| 18,1 | 141,1 | 0,0 |

| Ablufträume | WFl (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Bedarf n. IWU: (m³/h) | Tag-Soll (m³/h) | (1/h) | Nacht-Soll (m³/h) | (1/h) |
|---------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------|--------------------|-------------|----------------------|-------------|
| Küche EG | 8,9 | 21,6 | 6,5 | 17,3 | 10,8 | 60 | 60,0 | 2,77 | 60,0 | 2,77 |
| Bad OG | 8,7 | 25,3 | 7,6 | 20,3 | 12,7 | 40 | 40,0 | 1,58 | 40,0 | 1,58 |
| Flur OG | 10,9 | 34,4 | 10,3 | 27,5 | 17,2 | 41,1 | 41,1 | 1,20 | 41,1 | 1,20 |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 28,5 | 81,3 | 24,4 | 65,1 | 40,7 | 141 | 141,1 | 5,55 | 141,1 | 5,55 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|
| Gesamtsumme | 147,5 | 397,1 | 119,1 | 317,7 | 198,6 | | 141,1 | 0,36 | 159,3 | 0,40 |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|

i:\excel5\10-10\06.xls

| Bedarf n. IWU: | (m³/h) |
|-------------------|--------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.6.2: Vorgabewerte EFH 6 (Wissmann)

| Gebäudedaten | | | | | Messung 1 wie vorgefunden Tag | | | | | Messung 2 wie vorgefunden Nacht | | | | | Messung 3 einreguliert Tag | | | | | Messung 4 einreguliert Nacht | | | | | Messung 5 max. Leistung | | | | |
|--------------|----------|----------|------------|--------------|----------------------------------|-----|------------|-------------|-------|------------------------------------|-----|------------|-------------|-------|-------------------------------|-----|------------|-------------|-------|---------------------------------|-----|------------|-------------|-------|-------------------------------|-----|------------|-------------|-------|
| Sollwerte | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (T,N) | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (T,N) | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (T,N) | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (T,N) | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (T,N) | | | | |
| | | | | | Ventilator-Stufe (1-3) | | | | | Ventilator-Stufe (1-3) | | | | | Ventilator-Stufe (1-3) | | | | | Ventilator-Stufe (1-3) | | | | | Ventilator-Stufe (1-3) | | | | |
| | | | | | 2,0 | | | | | 2,0 | | | | | 2,0 | | | | | 2,0 | | | | | max. | | | | |
| | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | |
| | | | | | 184W | | | | | 184W | | | | | 184W | | | | | 184W | | | | | 184W | | | | |
| Zulufräume | WFl (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ZLV | ÜO | Ist (m³/h) | ≥Soll (1/h) | j/n | ZLV | ÜO | Ist (m³/h) | ≥Soll (1/h) | j/n | ZLV | ÜO | Ist (m³/h) | ≥Soll (1/h) | j/n | ZLV | ÜO | Ist (m³/h) | ≥Soll (1/h) | j/n | ZLV | ÜO | Ist (m³/h) | ≥Soll (1/h) | j/n |
| Wohnen EG | 28,2 | 68,8 | 30,0 | 20,6 | 10mm | 100 | 36,4 | 0,53 | >115% | 10mm | 100 | 36,4 | 0,53 | >115% | 10mm | 100 | 40,0 | 0,58 | >115% | 10mm | 100 | 40,0 | 0,58 | >115% | 10mm | 100 | 44,4 | 0,65 | >115% |
| Essen EG | 9,8 | 23,8 | 7,1 | 7,1 | 10mm | 100 | 21,0 | 0,88 | >115% | 10mm | 100 | 21,0 | 0,88 | >115% | 10mm | 100 | 22,2 | 0,93 | >115% | 10mm | 100 | 22,2 | 0,93 | >115% | 10mm | 100 | 20,3 | 0,85 | >115% |
| Büro EG | 15,7 | 38,3 | 30,0 | 11,5 | 10mm | 100 | 20,0 | 0,52 | nein! | 10mm | 100 | 20,0 | 0,52 | >115% | 10mm | 100 | 22,0 | 0,57 | nein! | 10mm | 100 | 22,0 | 0,57 | >115% | 10mm | 100 | 16,3 | 0,43 | nein! |
| Kind 1 OG | 12,8 | 39,0 | 30,0 | 30,0 | 12mm | 100 | 3,5 | 0,09 | nein! | 12mm | 100 | 3,5 | 0,09 | nein! | 12mm | 100 | 14,5 | 0,37 | nein! | 12mm | 100 | 14,5 | 0,37 | nein! | 12mm | 100 | 13,0 | 0,33 | nein! |
| Kind 2 OG | 12,8 | 39,0 | 30,0 | 30,0 | 12mm | 100 | 6,2 | 0,16 | nein! | 12mm | 100 | 6,2 | 0,16 | nein! | 12mm | 100 | 14,0 | 0,36 | nein! | 12mm | 100 | 14,0 | 0,36 | nein! | 12mm | 100 | 13,0 | 0,33 | nein! |
| Schlafen OG | 15,0 | 46,5 | 13,9 | 60,0 | 15mm | 100 | 9,6 | 0,21 | nein! | 15mm | 100 | 9,6 | 0,21 | nein! | 15mm | 100 | 11,0 | 0,24 | nein! | 15mm | 100 | 11,0 | 0,24 | nein! | 15mm | 100 | 13,5 | 0,29 | ja! |
| Summe Räume | 94,1 | 255,5 | 141,1 | 159,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Ablufträume | WFl (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ALV | ÜO | Ist (m³/h) | ≥Soll (1/h) | j/n | ALV | ÜO | Ist (m³/h) | ≥Soll (1/h) | j/n | ALV | ÜO | Ist (m³/h) | ≥Soll (1/h) | j/n | ALV | ÜO | Ist (m³/h) | ≥Soll (1/h) | j/n | ALV | ÜO | Ist (m³/h) | ≥Soll (1/h) | j/n |
|-------------|----------|----------|------------|--------------|-----|-----|------------|-------------|-------|-----|-----|------------|-------------|-------|-----|-----|------------|-------------|-------|-----|-----|------------|-------------|-------|-----|-----|------------|-------------|-------|
| Küche EG | 8,9 | 21,6 | 60,0 | 60,0 | 100 | 100 | 58,0 | 2,68 | ja! | 100 | 100 | 58,0 | 2,68 | ja! | 100 | 100 | 89,0 | 4,11 | >115% | 100 | 100 | 89,0 | 4,11 | >115% | 100 | 100 | 90,0 | 4,16 | >115% |
| Bad OG | 8,7 | 25,3 | 40,0 | 40,0 | 100 | 100 | 54,0 | 2,13 | >115% | 100 | 100 | 54,0 | 2,13 | >115% | 100 | 100 | 53,0 | 2,09 | >115% | 100 | 100 | 53,0 | 2,09 | >115% | 100 | 100 | 59,0 | 2,33 | >115% |
| Flur OG | 10,9 | 34,4 | 41,1 | 41,1 | 100 | 100 | 68,0 | 1,98 | >115% | 100 | 100 | 68,0 | 1,98 | >115% | 100 | 100 | 66,0 | 1,92 | >115% | 100 | 100 | 66,0 | 1,92 | >115% | 100 | 100 | 68,0 | 1,98 | >115% |
| Summe Räume | 28,5 | 81,3 | 141,1 | 141,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Tag (m³/h) | | Nacht (m³/h) | | Ist (m³/h) | | ≥Soll (1/h) | | | |
|-----------------------|-----|--------------|------|------------|-------|-------------|-----|------|------|
| 141 | 159 | 100 | 180 | 0,45 | >115% | 100 | 180 | 0,45 | ja! |
| Zuluft über ZLV | 54 | 97 | 0,24 | 54 | 97 | 0,24 | 54 | 97 | 0,24 |
| Zuluft über Nebenluft | 46 | 83 | 0,2 | 46 | 83 | 0,21 | 41 | 84 | 0,21 |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜO = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

l:\excel\510-10\06.xls

Abb. 7.6.3: Meßergebnisse zentrale Abluftanlage EFH 6 (Wissmann)

7.7 EFH Schefers

Maiweg 5, 32756 Detmold, Baujahr 1999



Bauart und Lüftungstechnische Eigenschaften

Das Gebäude ist ein voll unterkellertes Einfamilienhaus in Massivbauweise mit Außen-dämmung. Die beheizte Wohn- und Nutzfläche umfaßt 167,4 m²

Zum mechanisch belüfteten Volumen gehören das komplette EG und DG, der als Abstellraum genutzte Spitzboden bis zum First sowie der Kellertreppenabgang bis zu den Kellertüren. Die Kellerräume sind bis auf Keller2 beheizt, liegen aber außerhalb des mechanisch belüfteten Teilvolumens, welches ein Luftvolumen von 389,8 m³ hat.

Abbildung 7.7.1 zeigt die Grundrisse und die Konfiguration der Lüftungsanlage.

Art der Lüftungsanlage

Im Gebäude ist eine Zu-Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung installiert. Der Abluftventilator saugt über ein Rohrnetz aus den Abluft-räumen EG/Kochen, EG/Garderobe und DG/Bad die verbrauchte Luft heraus, leitet sie über den Wärmetauscher und bläst sie über den Dachauslaß auf der Ostseite aus.

Frischluff wird zentral an der Ostseite des Gebäudes angesaugt, durchströmt den Wärmetauscher und wird über ein Kanalnetz in die Zulufräume EG/Wohnen, EG/Büro, OG/Schlafen und OG/Kind1 + 2 eingeblasen.

Zwischen Zu- und Ablufträumen liegen als Überströmräume das Treppenhaus und die Flure in Keller, Erd- und Obergeschoß.

Die WRG-Anlage ist eine Zu-/Abluftanlage mit Gegenstrom-Wärmetauscher der Firma Paul, Typ thermos 201 DC. Die Daten aller Komponenten sind in Kapitel 8 zusammengestellt.

Die Zu- und Abluftrohre sind aus Blechwickel-falzrohren hergestellt.

Die Regelung erfolgt durch einen Microcomputer mit 12-Tasten Bedienteil mit Display in der Küche. Hier können drei verschiedene Leistungsstufen sowie umfangreiche Zeitprogramme einprogrammiert und angewählt werden. Die Leistung der Zu- und Abluftventilatoren kann dabei einzeln vorgegeben werden, um trotz unterschiedlicher Strömungswiderstände des Zu- und Abluftkanalnetzes einen balancierten Betrieb zu erreichen.

Eine Einregulierung der raumweisen Zuluftmengen ist durch die Veränderung der Spaltbreiten der Zuluftventile möglich.

Eine Aufteilung der Abluftleistung auf die einzelnen Ablufträume ist im DG/Bad und EG-Flur durch die stufenlos verstellbaren Abluft-Tellerventile (Trox) möglich. In der EG/Küche ist an der raumseitigen Öffnung der Abluftleitung nur ein Abdeckgitter mit Filtermatte angebracht, das sich nicht regeln läßt. Andere Möglichkeiten zur Regelung der Abluftstränge sind nicht vorhanden.

Gebäudenutzung

Im Gebäude leben zwei erwachsene Nichtraucher und zwei Kinder. Die Mutter ist mit den Kindern tagsüber im Haus.

Abb. 7.7.2 zeigt die Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 13.09.00 um 14.00 Uhr statt. Die Lufttemperatur betrug innen 23,7°C und außen 19,6°C.

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt eingestellt:

| | |
|----------|-------|
| Wohnen | 100% |
| Büro | 4 U |
| Schlafen | 6,5 U |
| Kind 1 | 4,5 U |
| Kind 2 | 6,5 U |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------------|--------|
| Kochen EG | 100% |
| Garderobe EG | 8 U |
| Bad DG | 16,5 U |

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen in dem Zustand „wie vorgefunden Tag/Nacht“, „einreguliert Tag/Nacht“ und „max. Leistung“. Alle Ventile wurden mit dem mittleren Trichter gemessen.

Die einzelnen Meßergebnisse sind in Abb. 7.7.3 abgedruckt.

Messung 1 und 2 "wie vorgefunden Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Zuluftventilator 55%
Abluftventilator 40%

Die Abluftsumme beträgt 79 m³/h und bewirkt einen 0,2-fachen Luftwechsel pro Stunde. Die gemessenen Abluftmengen erreichte in keinem der Ablufträume den raumbezogenen SOLL-Wert.

Über die Zuluftventile fördert der Zuluftventilator 117 m³/h in das Gebäude. Der für vier Personen erforderliche Luftwechsel (120 m³/h) wird knapp erreicht.

Im Tagbetrieb wird der Wohnraum ausreichend mit Zuluft versorgt, das Schlafzimmer wird überversorgt. Die tags personenbelegten Räume EG/Arbeiten, DG/Kind1 und DG/Kind2 erhalten zuwenig Zuluft. Der Mindestluftwechsel von 0,3 h⁻¹ wird in allen Räume erreicht.

Im Nachtbetrieb erhalten die nicht personenbelegten Räume EG/Wohnen und EG/Arbeiten zu viel Zuluft, alle personenbelegten Räume dagegen zuwenig Zuluft.

Sonstige Beobachtungen

Die große Differenz zwischen Zu- und Abluftsumme von 40 m³/h ist Folge der höheren Leistungseinstellung des Zuluftventilators gegenüber dem Abluftventilator und der relativ starken Verschmutzung der Filter vor den Abluftventilen in Küche und Bad. Bei ausgebautem Filter wurde aus der Küche 50,0 statt 31,5 m³/h abgesaugt und aus dem Bad 40,0 statt 30,0 m³/h.

Messung 3 und 4 "einreguliert Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Zuluftventilator 80%
Abluftventilator 80%

Ventileinstellung: Spaltbreite des Bad-Abluftventils von 16,5U auf 13,5U verringert. Abluftfilter gereinigt.

Die Abluftsumme beträgt 118 m³/h und bewirkt den gewünschten 0,3-fachen Luftwechsel des Hauses. Die gewünschten Abluftmengen in Küche und Bad werden erreicht, in der Garderobe liegt sie noch unterhalb des Toleranzbereichs.

Die Zuluftsumme beträgt 144 m³/h und übererfüllt die Zuluftanforderung von 132 m³/h geringfügig.

Im Tagbetrieb erhalten die Zulufräume Wohnen und Schlafen zuviel Zuluft. Das Büro und die Kinderzimmer erhalten etwas zu geringe Zuluftmengen (22 bzw. 25 m³/h). In den Kinderzimmern wird dies allerdings gewünscht, da die Kinder noch recht jung sind und befürchtet wird, daß eine größere Zuluftmenge zu Zugscheinungen führen könnte.

Im Nachtbetrieb sind EG/Wohn- und /Arbeitszimmer überversorgt. Für die Kinderzimmer gilt das gleiche wie im Tagbetrieb. Das DG/Schlafzimmer erhält bei Belegung mit zwei Personen mit nur 37 m³/h zuwenig Zuluft. Die Zuluftverteilung auf die nachts genutzten Räume ist bei unveränderter Ventileinstellung nicht ganz befriedigend.

Sonstige Beobachtungen

Zwischen Zu- und Abluftsumme zeigt sich immer noch ein für WRG-Anlage untypisch hoher Unterschied obwohl die Ventilatoren nun auf der gleichen Einstellung laufen und die Filter gereinigt sind. Ursache ist der recht hohe Strömungswiderstand der Filtermatten in den Abluftfiltern in Küche und DG/Bad. Ohne Filter erreicht die Abluftsumme fast die Höhe der Zuluftsumme.

Messung 5 „max. Leistung“

Leistungseinstellung: Zuluftventilator 100%
Abluftventilator 100%
Ventileinstellung: wie bei Messung 3

Die Abluftmenge beträgt 132 m³/h und bewirkt einen Luftwechsel von 0,34 h⁻¹. Der für 4 Personen erforderliche Luftwechsel wird überschritten. Die Auslegungsvorgaben für Luftwechselrate bei max. Leistung des LEG (0,5 h⁻¹) und des DT-NEH Standards (0,8 h⁻¹) werden nicht erreicht.

Luftdichtheit

Die bei unbalanciertem Betrieb gemessenen Differenzen zwischen Zu- und Abluftsumme von bis zu 40 m³/h weisen auf vorhandene Luftundichtheiten der Gebäudehülle. Aus der Bauphase liegt eine Luftdichtheitsmessung mit einem n₅₀-Wert von 1,6 h⁻¹ vor. Während der Messung wurden u.a. Leckagen an den Kellertüren beobachtet.

Empfehlungen

Zur Reduzierung der baulichen Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als $1,0 \text{ h}^{-1}$ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

Zur bessere Lenkung der Zuluftmengen zwischen Tag- und Nachtbetrieb sollen im Wohnzimmer und Arbeitszimmer verstellbare Ventile eingebaut werden, die nachts leicht drosselbar sind. Bei nächtlicher Drosselung der Zuluft im Wohnzimmer und Büro würde vermutlich die Zuluft im Schlafzimmer ausreichend hoch werden.

Zur Minderung des starken Strömungswiderstand des Abluftfilters im Abluftgitter der Küche sollte ein anderes Filtergehäuse mit zwei- bis dreifach größerer Filteroberfläche installiert werden, das auch im teilverschmutzten Zustand nur wenig Strömungswiderstand bildet.

Erläuterungen zu Abb. 7.7.1

- 1** Zuluftventil Tellerventil \varnothing 100 mm als Wandauslaß
- 2** Zuluftventil \varnothing 100 mm als Wandauslaß
- 3** Abluftventil mit Gitterabdeckung \varnothing 100 mm als Wandauslaß
- 4** Abluftventil Tellerventil \varnothing 80 mm als Wandauslaß
- 5** Überströmöffnung Büro/Flur
- 6** Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 7** Überströmöffnung Wohnen/Kochen
- 8** Überströmöffnung Flur/Kochen
- 9** Überströmöffnung Flur/Garderobe
- 10** Zuluftventil Tellerventil \varnothing 100 mm als Deckenauslaß
- 11** Zuluftventil Tellerventil \varnothing 100 mm als Deckenauslaß
- 12** Zuluftventil Tellerventil \varnothing 100 mm als Deckenauslaß
- 13** Abluftventil als Tellerventil \varnothing 100 mm als Deckenauslaß
- 14** Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 15** Überströmöffnung Kind1/Flur
- 16** Überströmöffnung Kind2/Flur
- 17** Überströmöffnung Flur/Bad
- 18** Zuluftleitung
- 19** Abluftleitung
- 20** Ventilator mit Wärmetauscher

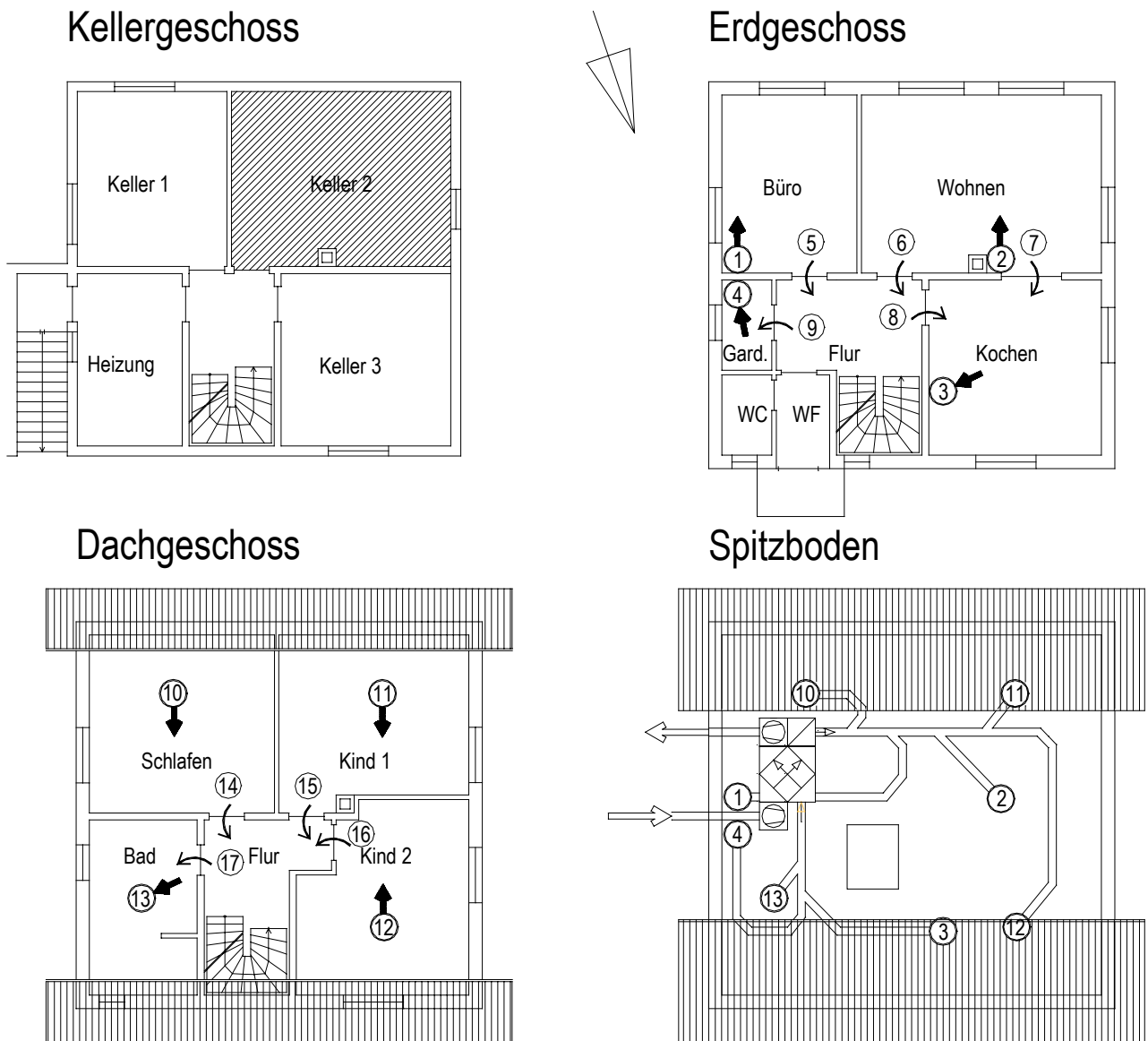


Abb. 7.7.1: Grundrisse + Lüftungskomponenten EFH 7 (Schefers)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|------------|----------------------|------------|
| Zulufräume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll (m³/h) | (1/h) | Nacht-Soll (m³/h) | (1/h) |
| EG Wohnen | 26,7 | 66,6 | 20,0 | 53,3 | 33,3 | 1 | 0 | 30,0 | 0,45 | 20,0 | 0,30 |
| EG Arbeiten | 15,1 | 37,5 | 11,3 | 30,0 | 18,8 | 1 | 0 | 30,0 | 0,80 | 11,3 | 0,30 |
| DG Schlafen | 20,5 | 41,1 | 12,3 | 32,9 | 20,6 | 0 | 2 | 12,3 | 0,30 | 60,0 | 1,46 |
| DG Kind 1 | 21,0 | 42,2 | 12,7 | 33,8 | 21,1 | 1 | 1 | 30,0 | 0,71 | 30,0 | 0,71 |
| DG Kind 2 | 21,0 | 35,9 | 10,8 | 28,7 | 18,0 | 1 | 1 | 30,0 | 0,83 | 30,0 | 0,83 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 104,3 | 223,4 | 67,0 | 178,7 | 111,7 | 4,0 | 4,0 | 132,3 | 3,1 | 151,2 | 3,6 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) |
|-----------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| EG Diele | 13,4 | 33,4 | 10,0 | 26,7 | 16,7 |
| EG WC | 2,3 | 5,7 | 1,7 | 4,5 | 2,8 |
| EG Windfang | 3,2 | 7,9 | 2,4 | 6,3 | 3,9 |
| DG Flur | 10,9 | 22,1 | 6,6 | 17,7 | 11,1 |
| Keller Flur | 0,0 | 20,2 | 6,1 | 16,2 | 10,1 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 29,8 | 89,3 | 26,8 | 71,5 | 44,7 |

| UStr SOLL (m³/h) | Zuluft IST (m³/h) | Zusatz Bedarf (m³/h) |
|------------------------|-------------------------|----------------------------|
| 26,8 | 132,3 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Bedarf n. IWU: (m³/h) | Tag-Soll (m³/h) | (1/h) | Nacht-Soll (m³/h) | (1/h) |
|---------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------|--------------------|------------|----------------------|------------|
| EG Kochen | 19,0 | 47,2 | 14,2 | 37,8 | 23,6 | 60 | 60,0 | 1,27 | 60,0 | 1,27 |
| EG Garderobe | 2,6 | 6,4 | 1,9 | 5,1 | 3,2 | 32,3 | 32,3 | 5,06 | 32,3 | 5,06 |
| DG Bad | 11,8 | 23,4 | 7,0 | 18,7 | 11,7 | 40 | 40,0 | 1,71 | 40,0 | 1,71 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 33,3 | 77,0 | 23,1 | 61,6 | 38,5 | 132,3 | 132,3 | 8,0 | 132,3 | 8,0 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|
| Gesamtsumme | 167,4 | 389,8 | 116,9 | 311,8 | 194,9 | | 132,3 | 0,34 | 151,2 | 0,39 |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|

i:\excel5\10-10\07.xls

| Bedarf n. IWU: | (m³/h) |
|-------------------|--------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.7.2: Vorgabewerte EFH 7 (Scheffers)

| Gebäudedaten | | | | | Messung 1 wie vorgefunden Tag | | | | | Messung 2 wie vorgefunden nacht | | | | | Messung 3 einreguliert Tag | | | | | Messung 4 einreguliert Nacht | | | | | Messung 5 max. Leistung | | | | |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------------|------------|------------|-------|-----------|------------------------------------|------------|------------|-------|-----------|-----------------------------------|------------|------------|-------|-----------|-----------------------------------|------------|------------|-------|-----------|-----------------------------------|------------|------------|-------|-----------|
| Sollwerte | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) 36W | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) 36W | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) 59W | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) 59W | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) 85W | | | | |
| Zulufräume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ZLV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j/n | ZLV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j/n | ZLV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j/n | ZLV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j/n | ZLV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j/n |
| EG Wohnen | 26,7 | 66,6 | 30,0 | 20,0 | 100 | 100 | 33,0 | 0,50 | ja! | 100 | 100 | 33,0 | 0,50 | >115% | 100 | 100 | 40,0 | 0,60 | >115% | 100 | 100 | 40,0 | 0,60 | >115% | 100 | 100 | 43,0 | 0,65 | >115% |
| EG Arbeiten | 15,1 | 37,5 | 30,0 | 11,3 | 4U | zu | 15,0 | 0,40 | nein! | 4U | zu | 15,0 | 0,40 | >115% | 4U | zu | 20,0 | 0,53 | nein! | 4U | zu | 20,0 | 0,53 | >115% | 4U | zu | 23,5 | 0,63 | nein! |
| DG Schlafen | 20,5 | 41,1 | 12,3 | 60,0 | 6,5U | zu | 32,0 | 0,78 | >115% | 6,5U | zu | 32,0 | 0,78 | nein! | 6,5U | zu | 37,0 | 0,90 | >115% | 6,5U | zu | 37,0 | 0,90 | nein! | 6,5U | zu | 44,0 | 1,07 | >115% |
| DG Kind 1 | 21,0 | 42,2 | 30,0 | 30,0 | 4,5U | zu | 16,0 | 0,38 | nein! | 4,5U | zu | 16,0 | 0,38 | nein! | 4,5U | zu | 22,0 | 0,52 | nein! | 4,5U | zu | 22,0 | 0,52 | nein! | 4,5U | zu | 24,5 | 0,58 | nein! |
| DG Kind 2 | 21,0 | 35,9 | 30,0 | 30,0 | 6,5U | zu | 20,5 | 0,57 | nein! | 6,5U | zu | 20,5 | 0,57 | nein! | 6,5U | zu | 25,0 | 0,70 | nein! | 6,5U | zu | 25,0 | 0,70 | nein! | 6,5U | zu | 27,5 | 0,77 | ja! |
| Summe Räume | 104,3 | 223,4 | 132,3 | 151,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Sollwerte | | | | | ALV | | | | | ALV | | | | | ALV | | | | | ALV | | | | | ALV | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|------------|------------|-------|-----------|-------------|------------|------------|-------|-----------|--------------|------------|------------|-------|-----------|-------------|------------|------------|-------|-----------|--------------|------------|------------|-------|-----------|------------|--|--|--|--|--------------|--|--|--|--|
| Tag (m³/h) | | | | | Nacht (m³/h) | | | | | Tag (m³/h) | | | | | Nacht (m³/h) | | | | | Tag (m³/h) | | | | | Nacht (m³/h) | | | | | Tag (m³/h) | | | | | Nacht (m³/h) | | | | |
| Abfluräume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ALV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j/n | ALV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j/n | ALV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j/n | ALV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j/n | ALV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j/n | | | | | | | | | | |
| EG Kochen | 19,0 | 47,2 | 60,0 | 60,0 | 100 | 100 | 31,5 | 0,67 | nein! | 100 | 100 | 31,5 | 0,67 | nein! | 100 | 100 | 55,0 | 1,16 | ja! | 100 | 100 | 55,0 | 1,16 | ja! | 100 | 100 | 63,0 | 1,33 | ja! | | | | | | | | | | |
| EG Garderobe | 2,6 | 6,4 | 32,3 | 32,3 | 8U | 100 | 17,5 | 2,74 | nein! | 8U | 100 | 17,5 | 2,74 | nein! | 8U | 100 | 22,0 | 3,44 | nein! | 8U | 100 | 22,0 | 3,44 | nein! | 8U | 100 | 23,5 | 3,68 | nein! | | | | | | | | | | |
| DG Bad | 11,8 | 23,4 | 40,0 | 40,0 | 16,5U | zu | 30,0 | 1,28 | nein! | 16,5U | zu | 30,0 | 1,28 | nein! | 13,5U | zu | 41,0 | 1,75 | ja! | 13,5U | zu | 41,0 | 1,75 | ja! | 13,5U | zu | 45,0 | 1,92 | ja! | | | | | | | | | | |
| Summe Räume | 33,3 | 77,0 | 132,3 | 132,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Gesamtluft = Summe Abluft | | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|---------------------------|--|------------|--------------|
| | | 132 | 151 |
| Zuluft über ZLV | | 147 | 117 |
| Zuluft über Nebenluft | | -47 | -38 |

| Ist | | | | ≥Soll | | | |
|-----|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j/n | (%) | (m³/h) | (1/h) | j/n |
| 100 | 79 | 0,20 | nein! | 100 | 79 | 0,20 | nein! |
| 147 | 117 | 0,30 | | 147 | 117 | 0,30 | |
| -47 | -38 | -0,10 | | -47 | -38 | -0,10 | |

| Ist | | | | ≥Soll | | | |
|-----|--------|-------|-----|-------|--------|-------|-----|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j/n | (%) | (m³/h) | (1/h) | j/n |
| 100 | 118 | 0,30 | ja! | 100 | 118 | 0,30 | ja! |
| 122 | 144 | 0,37 | | 122 | 144 | 0,37 | |
| -22 | -26 | -0,07 | | -22 | -26 | -0,07 | |

| Ist | | | | ≥Soll | | | |
|-----|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j/n | (%) | (m³/h) | (1/h) | j/n |
| 100 | 118 | 0,30 | nein! | 100 | 118 | 0,30 | nein! |
| 122 | 144 | 0,37 | | 122 | 144 | 0,37 | |
| -22 | -26 | -0,07 | | -22 | -26 | -0,07 | |

| Ist | | | | ≥Soll | | | |
|-----|--------|-------|-----|-------|--------|-------|-----|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j/n | (%) | (m³/h) | (1/h) | j/n |
| 100 | 132 | 0,34 | ja! | 100 | 132 | 0,34 | ja! |
| 124 | 163 | 0,42 | | 124 | 163 | 0,42 | |
| -24 | -31 | -0,08 | | -24 | -31 | -0,08 | |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

l:\excel5\10-10\07.xls

Abb. 7.7.3: Meßergebnisse WRG-Anlage EFH 7 (Schefers)

7.8 EFH Dähne

Astrid-Lindgren-Weg 13, 33824 Werther, Baujahr 1995



Bauart und lüftungstechnische Eigenschaften

Das Gebäude ist ein voll unterkellertes Einfamilienhaus in zweischaliger Massivbauweise mit Kerndämmung und Verblender. Die beheizte Wohn- und Nutzfläche umfaßt 154,3 m².

Zum beheizten und belüfteten Volumen gehören das komplette EG und DG und der nur als Abstellraum genutzte Spitzboden bis zum First sowie der Kellertreppenabgang bis zur Kellertür. Die Kellerräume sind unbeheizt und liegen außerhalb der luftdichtenden Ebenen. Das mechanisch belüftete Innenvolumen beträgt 387,7 m³.

Abbildung 7.8.1 zeigt die Grundrisse und die Konfiguration der Lüftungsanlage.

Art der Lüftungsanlage

Im Gebäude ist eine zentrale Abluftanlage installiert, die aus den Ablufträumen EG/Kochen und DG/Bad verbrauchte Luft über Abluftleitungen absaugt. Der Abluftventilator ist auf dem Spitzboden installiert und bläst über einen Dachauslaß auf der Nord-West-Seite aus. Das EG/WC besitzt einen eigenen Abluftventilator, der über eine Außenwandöffnung abbläst.

Frischlufft strömt durch den von der Abluftanlage erzeugten Unterdruck über passive Zuluftventile in die Zuluft Räume EG/Wohnen, EG/Büro, DG/Kind1, DG/Kind2 und DG/Schlafen.

Zwischen den Zu- und Ablufträumen liegen als Überströmräume das Treppenhaus und die Flure im Erd- und Obergeschoß. Diese Räume haben keine eigenen Zu- oder Abluftventile.

Als zentraler Abluftventilator ein stufenlos regelbarer Wechselstrom-Radialventilator in einem Stahlblechgehäuse des Typs Helios

ZEB 350. Der Rohreinbauventilator im EG-WC ist ebenfalls von Helios. Die Daten aller Komponenten sind in Kapitel 8 zusammengestellt.

Die Rohrleitungen sind aus glattwandigem Kunststoff hergestellt.

Die Leistungsregelung des zentralen Abluftventilators erfolgt stufenlos mittels eines Helios Dimmers, der im EG/Büro montiert ist. Der Außenwand-Ventilator im EG/WC wird dort über einen Schalter aktiviert.

Eine Regelung der raumweisen Zuluftströme kann in gewissem Umfang durch die Zuluftventile erfolgen. Deren Spaltweite ist stufenlos voreinstellbar. Bei den Außenwandventilen läßt sich die Spaltweite zusätzlich mit einem Zugseil um eine festes Differenzmaß vergrößern, was eine einfache Umschaltung zwischen Grund- und Bedarfslüftung (z.B. tags und nachts) ermöglichen soll. Das Zuluft-Deckenventil in DG/Kind1 ist ein übliches Tellerventil, das in seiner Spaltbreite verstellbar ist.

In den Außenwanddurchdringungen der Zuluftelemente sind zudem selbsttätige Strömungsbegrenzer eingesetzt. Diese verringern selbsttätig den freien Querschnitt in Zulufttrichtung in etwa proportional zur tatsächlichen Strömungsgeschwindigkeit und verhindern eine übermäßige Luftzufuhr bei starkem Winddruck.

Abluftseitig ist eine Aufteilung der Abluftleistung auf die einzelnen Ablufträume durch die stufenlos verstellbaren Abluft-Tellerventile möglich. Andere Möglichkeiten zur Bedarfsregelung der einzelnen Abluftstränge sind nicht vorhanden.

Gebäudenutzung

Im Haus leben zwei Erwachsene und zwei erwachsene Kinder. Die Bewohner sind Nichtraucher. Vormittags ist eine Person im Haus, ab mittags alle vier Personen. Die meisten Türen sind vorwiegend geschlossen.

Abb. 7.8.2 zeigt die Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 05.03.99 um 13.00 Uhr statt. Die Außentemperatur betrug ca. 10°C. Es war trocken und beinahe windstill. Die relative Feuchte der Luft innen betrug 51,1% , die Innentemperatur betrug 19°C.

Die Anlage war mit dem Dimmer auf ca. 20% in Betrieb; dies entspricht laut Nutzerangabe dem Normalbetrieb.

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt eingestellt:

| | | |
|--------------|----|---------------------|
| Wohnen/Essen | S | geschlossen |
| Wohnen/Essen | W | geschlossen |
| Büro EG | NW | mit Schrank verbaut |
| Kind1 | SW | ? (unzugänglich) |
| Kind2 | SW | geschlossen |
| Schlafen | SW | geschlossen |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|------|
| Kochen | 5 U |
| WC EG | 100% |
| Bad OG | 3 U |

Die Filter in den EG-Räumen und in DG/Kind2 waren sauber da die Ventile bisher überwiegend geschlossen zu waren. Der Filter im DG/Schlafen war stark verschmutzt, und wurde gereinigt. In der Zuluftleitung zum DG/Kind1 ist kein Filter eingebaut.

In allen Fresh-Ventilen waren die Sturmbremsen falsch eingesetzt, mit liegenden statt stehenden Lamellen. Dies wurde vor den Messungen korrigiert.

Im EG/Büro gibt es eine direkte Öffnung in der Außenwand NO, die deaktiviert und mit Mineralwolle verstopft ist. Die funktionierende Zuluftöffnung befindet sich in der Innenwand und führt über eine Rohrleitung zur NW-Außenwand. Die raumseitige Zuluftöffnung hat kein regelbares Ventil und ist durch einen Schrank verbaut. Sie war daher nicht meßbar.

Hinter dem Rohreinbauventilator im EG/WC, ist eine Gegenstromklappe montiert, die sich bei angestelltem Ventilator öffnen soll. Da die Rückhaltefeder aber zu stark ist, öffnet der Ventilator die Klappe nicht und bewirkt fast keine Ablufförderung. In die Klappe wurde vor den weiteren Messungen einen Korken eingesetzt, der sie jetzt ständig offenhält.

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen in den Betriebszuständen „wie vorgefunden Tag/Nacht“ und „einreguliert Tag/Nacht“. Alle zugänglichen Zuluftventile wurden mit dem mittleren Trichter, alle Abluftventile mit dem kleinen Trichter gemessen. Die einzelnen Meßergebnisse sind in Abb. 7.8.3 abgedruckt.

Messung 1 und 2 „wie vorgefunden Tag/Nacht“

Leistungseinstellung: Dimmer auf 20%
Die Abluftsumme beträgt 63 m³/h und bewirkt einen Luftwechsel von 0,16 h⁻¹. Der für vier Personen nötige Luftaustausch von 120 m³/h wird abluftseitig nicht erreicht.

In keinem Abluftraum werden die nutzungsabhängigen Abluft-SOLL-Werte erreicht.

Ein Zuluftwert konnte nur in OG/Kind1 gemessen werden, da in allen anderen Zulufträumen die Ventile verschlossen oder unzugänglich waren. Der einzige gemessene Wert liegt mit 2 m³/h weit unter dem SOLL-Wert dieses Raums von 30 m³/h.

Sonstige Beobachtungen:

Der EG/WC-Außenwandventilator bläst bei zwangsweise geöffneter Gegenstromklappe während seiner Bedarfslaufzeit 24 m³/h aus dem Bad ab. Es wird eine tägliche Laufzeit von 6 x 5 min angenommen. Daraus ergibt sich eine Förderleistung von 12 m³/Tag bzw. eine mittlere Leistung von 0,5 m³/h.

Messung 3 und 4 „einreguliert Tag/Nacht“

Leistungseinstellung: Dimmer auf kleinste Stufe

Einstellung der Zuluftventile:

| | | |
|--------------|----|---------------------|
| Wohnen/Essen | S | 8mm |
| Wohnen/Essen | W | 8mm |
| Büro EG | NW | mit Schrank verbaut |
| Kind1 | SW | 20mm |
| Kind2 | SW | 7mm |
| Schlafen | SW | 9mm |

Einstellung der Abluftventile:

| | |
|--------|------|
| Kochen | 13 U |
| WC EG | 100% |
| Bad OG | 11 U |

Die Abluftsumme erreicht 136 m³/h und bewirkt einen Gesamtluftwechsel von 0,35 h⁻¹. Diese Abluftmenge entspricht dem Abluft-SOLL im Tagbetrieb Die Abluft-SOLL-Werte in Küche und Bad werden leicht überschritten. Der Abluft-SOLL-Wert des EG/WC wird nicht erreicht.

Der gesamte Luftaustausch ist mehr als ausreichend für den Zuluftbedarf von vier Personen (120 m³/h). Über die geöffneten Zuluftventile strömen aber nur 26 m³/h in das Haus, über bauliche Undichtheiten 110 m³/h. Über die Zuluftventile strömt in keinen der Zuluft Räume genug Zuluft für den Mindestluftwechsel oder gar für den Bedarfsluftwechsel während der Personenbelegungszeiten.

Sonstige Beobachtungen

Auch bei komplettem Ausbau der Fresh-Ventile wurde keine nennenswerte Steigerung der Gesamtzuluftsumme beobachtet. Die geringen Strömungswiderstände der Zuluftventile sind demnach keine Ursache der so geringen Luftzufuhr.

Bei der einregulierten Messung wurde Ventilator im EG/WC mit geöffneter Klappe als zur Hälfte der Zeit betrieben angenommen.

Luftdichtheit

Der geringe Anteil der Zuluftnachströmung über die Zuluftventile ließ starke bauliche Undichtigkeiten vermuten. Bei einer Luftdichtheitsmessung wurden folgende erhebliche Leckagen gefunden:

- Heizraumbür im OG (extrem stark), da LD-Folie im Schrägdach des Heizraums beim Einbau der Heizanlage großflächig beschädigt.
- Bodenluke (sehr stark)
- Kellertürspalt (stark)
- Viele Fenster am Anschluß von Blendrahmen und Mauerwerk und an Rolladenkästen
- OG-Gaubenfenster am Anschluß des PVC-Rolladenkastens an Mauerlaibungen und Sturz
- Toilettenspüldrücker in Drempeelwand im OG-Bad (Hohlraum der Vorwandinstallation nach außen luftoffen)

Ein $n_{(50)}$ -Wert wurde nicht ermittelt. Die vorgefundenen Luftundichtheiten bewirken vor allem einen überhöhten und direkten Luftdurchgang vom Keller über das Treppenhaus und das OG/Bad wieder nach außen. Eine Durchströmung der EG- und OG-Aufenthaltsräume findet dagegen kaum statt, da die Zimmertüren wegen der unterschiedlichen Musik- und Fernsehvorlieben der Bewohner meist geschlossen sind.

Empfehlungen

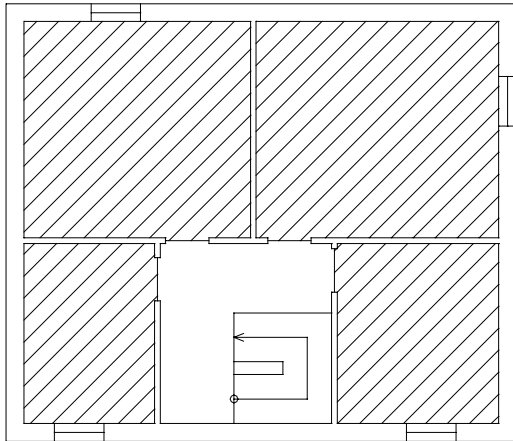
Zur Reduzierung der baulichen Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes deutlich verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als $1,0 \text{ h}^{-1}$ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

Solange die Zuluftzuführung in die Wohnzimmer, Kinder- und Schlafzimmer nicht ausreichend funktioniert, sollten deren Türen tags und nachts möglichst lang geöffnet sein um die nötige Luftqualität durch Luftaustausch mit dem relativ stark durchströmten Treppenhaus zu erreichen.

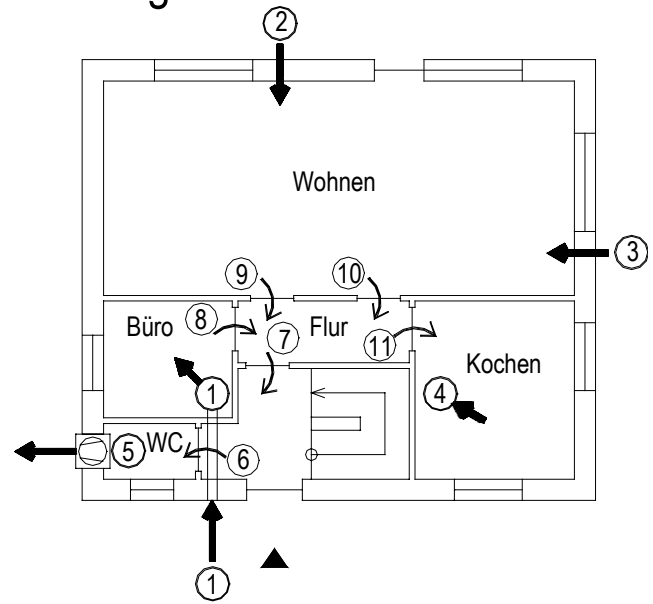
Erläuterungen zu Abb. 7.8.1

- 1 Zuluftventil in Innenwand, Rohrverbindung zur Außenwand NW
- 2 Zuluftventil Fresh 100 db ohne Sturmbremse als Wandauslaß SO
- 3 Zuluftventil Fresh 100 db ohne Sturmbremse als Wandauslaß SW
- 4 Abluft-Tellerventil \varnothing 100 mm als Wandauslaß
- 5 Abluftventil Helios als Wandauslaß NO, unabhängig vom System
- 6 Überströmöffnung Windfang-WC
- 7 Überströmöffnung Flur-Windfang
- 8 Überströmöffnung Büro-Flur
- 9 Überströmöffnung Wohnen-Flur
- 10 Überströmöffnung Wohnen-Flur
- 11 Überströmöffnung Flur-Kochen
- 12 Zuluft-Tellerventil \varnothing 95 mm als Deckenauslaß
- 13 Zuluftventil Fresh 100 ohne Sturmbremse als Wandauslaß SW
- 14 Zuluftventil Fresh 100 ohne Sturmbremse als Wandauslaß SW
- 15 Abluftventil \varnothing 80 mm in Decke
- 16 Überströmöffnung Flur-Bad
- 17 Überströmöffnung Kind 1-Flur
- 18 Überströmöffnung Kind 2-Flur
- 19 Überströmöffnung Schlafen-Flur
- 20 Zuluftleitung
- 21 Abluftleitung
- 22 Ventilator Helios ZEB 350

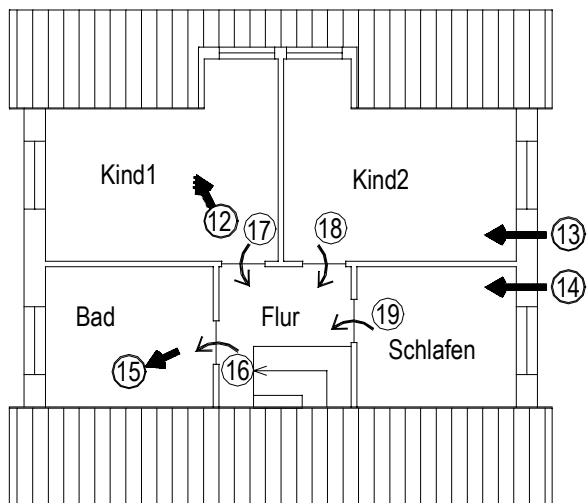
Kellergeschoss



Erdgeschoss



Dachgeschoss



Spitzboden

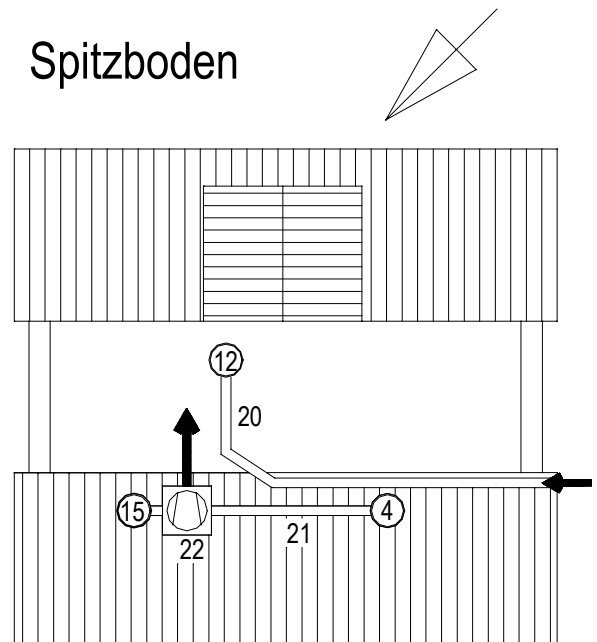


Abb. 7.8.1: Grundrisse + Lüftungskomponenten EFH (Dähne)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|-------------|----------------------|-------------|
| Zulufräume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll (m³/h) | (1/h) | Nacht-Soll (m³/h) | (1/h) |
| Wohnen/Essen EG | 42,2 | 107,3 | 32,2 | 85,9 | 53,7 | 2 | 0 | 60,0 | 0,56 | 32,2 | 0,30 |
| Büro EG | 6,3 | 16,0 | 4,8 | 12,8 | 8,0 | 0 | 0 | 4,8 | 0,30 | 4,8 | 0,30 |
| Schlafen OG | 10,9 | 27,4 | 8,2 | 21,9 | 13,7 | 0 | 2 | 8,2 | 0,30 | 60,0 | 2,19 |
| Kind 1 OG | 17,7 | 44,1 | 13,2 | 35,3 | 22,0 | 1 | 1 | 30,0 | 0,68 | 30,0 | 0,68 |
| Kind 2 OG | 17,7 | 44,0 | 13,2 | 35,2 | 22,0 | 1 | 1 | 30,0 | 0,68 | 30,0 | 0,68 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 94,8 | 238,9 | 71,7 | 191,1 | 119,4 | 4 | 4 | 133,0 | 2,52 | 157,0 | 4,15 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) |
|-----------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| Flur KG | 12,6 | 29,9 | 9,0 | 23,9 | 15,0 |
| Flur EG | 4,4 | 11,3 | 3,4 | 9,0 | 5,6 |
| Windfang EG | 7,9 | 20,2 | 6,1 | 16,2 | 10,1 |
| Flur OG | 10,1 | 25,3 | 7,6 | 20,2 | 12,7 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 35,0 | 86,7 | 26,0 | 69,4 | 43,4 |

| UStr SOLL (m³/h) | Zuluft IST (m³/h) | Zusatz Bedarf (m³/h) |
|------------------------|-------------------------|----------------------------|
| 26,0 | 133,0 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Bedarf n. IWU: (m³/h) | Tag-Soll (m³/h) | (1/h) | Nacht-Soll (m³/h) | (1/h) |
|---------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------|--------------------|-------------|----------------------|-------------|
| Küche EG | 11,9 | 30,2 | 9,1 | 24,2 | 15,1 | 60 | 60,0 | 1,99 | 60,0 | 1,99 |
| WC EG | 2,1 | 5,5 | 1,6 | 4,4 | 2,7 | 20 | 20,0 | 3,67 | 20,0 | 3,67 |
| Bad OG | 10,5 | 26,4 | 7,9 | 21,1 | 13,2 | 53 | 53,0 | 2,01 | 53,0 | 2,01 |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 24,5 | 62,1 | 18,6 | 49,7 | 31,0 | 133 | 133,0 | 7,66 | 133,0 | 7,66 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|
| Gesamtsumme | 154,3 | 387,7 | 116,3 | 310,1 | 193,8 | | 133,0 | 0,34 | 157,0 | 0,41 |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|

i:\excel\5\10-10\08.xls

| Bedarf n. IWU: | (m³/h) |
|-------------------|--------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

| Gebäudedaten | | Sollwerte | | | |
|--------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--|
| Zulufräume | WFl (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | |
| Wohnen/Essen EG | 42,2 | 107,3 | 60,0 | 32,2 | |
| Büro EG | 6,3 | 16,0 | 4,8 | 4,8 | |
| Schlafen OG | 10,9 | 27,4 | 8,2 | 60,0 | |
| Kind 1 OG | 17,7 | 44,1 | 30,0 | 30,0 | |
| Kind 2 OG | 17,7 | 44,0 | 30,0 | 30,0 | |
| Summe Räume | 94,8 | 238,9 | 133,0 | 157,0 | |

| Messung 1 wie vorgefunden Tag | | | | | |
|----------------------------------|---------|--------|-------|-------|--|
| Tag- oder Nachtbetrieb (T,N) | | t | | | |
| Ventilator-Stufe (1- 100%) | | 20% | | | |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | |
| ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| 0mm | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| zu | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| 0mm | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| ? | 100 | 2,0 | 0,05 | nein! | |
| 0mm | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |

| Messung 2 wie vorgefunden Nacht | | | | | |
|------------------------------------|---------|--------|-------|-------|--|
| Tag- oder Nachtbetrieb (T,N) | | n | | | |
| Ventilator-Stufe (1- 100%) | | 20% | | | |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | |
| ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| 0mm | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| zu | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| 0mm | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| ? | 100 | 2,0 | 0,05 | nein! | |
| 0mm | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |

| Messung 3 einreguliert Tag | | | | | |
|-------------------------------|---------|--------|-------|-------|--|
| Tag- oder Nachtbetrieb (T,N) | | t | | | |
| Ventilator-Stufe (1- 100%) | | min. | | | |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | |
| ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| 8mm | 100 | 10,0 | 0,09 | nein! | |
| zu | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| 9mm | 100 | 4,0 | 0,15 | nein! | |
| 20mm | 100 | 12,0 | 0,27 | nein! | |
| 7mm | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |

| Messung 4 einreguliert Nacht | | | | | |
|---------------------------------|---------|--------|-------|-------|--|
| Tag- oder Nachtbetrieb (T,N) | | n | | | |
| Ventilator-Stufe (1- 100%) | | min. | | | |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | |
| ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| 8mm | 100 | 10,0 | 0,09 | nein! | |
| zu | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| 9mm | 100 | 4,0 | 0,15 | nein! | |
| 20mm | 100 | 12,0 | 0,27 | nein! | |
| 7mm | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |

| Ablufträume | WFl (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|--------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Küche EG | 11,9 | 30,2 | 60,0 | 60,0 |
| WC EG | 2,1 | 5,5 | 20,0 | 20,0 |
| Bad OG | 10,5 | 26,4 | 53,0 | 53,0 |
| Summe Räume | 24,5 | 62,1 | 133,0 | 133,0 |

| ALV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | |
|---------|---------|--------|-------|-------|--|
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| 5U | 100 | 32,0 | 1,06 | nein! | |
| 100% | 100 | 0,5 | 0,09 | nein! | |
| 3U | 100 | 30,0 | 1,14 | nein! | |

| ALV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | |
|---------|---------|--------|-------|-------|--|
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| 5U | 100 | 32,0 | 1,06 | nein! | |
| 100% | 100 | 0,5 | 0,09 | nein! | |
| 3U | 100 | 30,0 | 1,14 | nein! | |

| ALV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | |
|---------|---------|--------|-------|-------|--|
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| 13U | 100 | 64,0 | 2,12 | ja! | |
| 100% | 100 | 12,0 | 2,20 | nein! | |
| 11U | 100 | 60,0 | 2,27 | ja! | |

| ALV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | |
|---------|---------|--------|-------|-------|--|
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| 13U | 100 | 64,0 | 2,12 | ja! | |
| 100% | 100 | 12,0 | 2,20 | nein! | |
| 11U | 100 | 60,0 | 2,27 | ja! | |

| | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|---------------------------|------------|--------------|
| Gesamtluft / Summe Abluft | 133 | 157 |
| Zuluft über ZLV | | |
| Zuluft über Nebenluft | | |

| Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n |
|---------|------------|-----------|-------------|
| 100 | 63 | 0,16 | nein! |
| 3 | 2 | 0,01 | |
| 97 | 61 | 0,16 | |

| Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n |
|---------|------------|-----------|-------------|
| 100 | 63 | 0,16 | nein! |
| 3 | 2 | 0,01 | |
| 97 | 61 | 0,16 | |

| Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n |
|---------|------------|-----------|-------------|
| 100 | 136 | 0,35 | ja! |
| 19 | 26 | 0,07 | |
| 81 | 110 | 0,28 | |

| Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n |
|---------|------------|-----------|-------------|
| 100 | 136 | 0,35 | ja! |
| 19 | 26 | 0,07 | |
| 81 | 110 | 0,28 | |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

h:\excel\510-10\08.xls

Abb. 7.8.3: Meßergebnisse zentrale Abluftanlage EFH 8 (Dähne)

7.9 ZFH Willbrandt

Astrid-Lindgren-Weg 13, 33824 Werther, Baujahr 1996



Bauart und Lüftungstechnische Eigenschaften

Das Gebäude ist ein voll unterkellertes Einfamilienhaus mit Einliegerwohnung in zweischaliger Massivbauweise mit Kerndämmung und Klinkerschale. Die beheizte Wohn- und Nutzfläche beträgt 204,5 m², davon 149,6 m² in der Hauptwohnung (Nr. 9.1) und 54,9 m² in der Einliegerwohnung (Nr. 9.2).

Zum beheizten und belüfteten Volumen gehört das komplette EG und DG sowie der nur als Abstellraum genutzte Spitzboden bis zum First. Die Kellerräume sind unbeheizt und liegen außerhalb luftdichtenden Gebäudehülle. Das Luftvolumen innerhalb des mechanisch belüfteten Bereichs beträgt insgesamt 548,6 m³, davon 411,4 m³ in der Haupt- und 137,2 m³ in der Einliegerwohnung.

Abbildung 7.9.1 zeigt die Grundrisse und die Konfiguration der Lüftungsanlage.

Art der Lüftungsanlage

Im Gebäude ist eine zentrale Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung installiert, die aus den Ablufträumen EG/WC, EG/Kochen, DG/Bad und DG/Flur in der Hauptwohnung sowie aus EG/Kochen und EG/Bad in der Einliegerwohnung verbrauchte Luft absaugt. In der Küche der Hauptwohnung gibt es einen Dunstabzug, der aber wegen geringer Nutzung kaum einen Einfluß auf die Lüftungsanlage hat.

Die Abluftanlage mit Kreuzstromwärmetauscher ist auf dem Spitzboden installiert. Die Fortluft wird über einen Dachauslaß auf der Ostseite ausgeblasen.

Die Frischluft wird über das Norddach von außen angesaugt, über den Wärmetauscher geleitet und über ein Luftkanalnetz in die Zulufräume EG/Wohnen, EG/Essen, OG/Kind 1

(Spielzimmer), OG/Schlafen und OG/Kind 2 (Schlafraum) in der Hauptwohnung sowie EG/Wohnen und EG/Schlafen in der Einliegerwohnung eingeblasen.

Zwischen den Zu- und Ablufträumen liegen als Überströmräume im Haupthaus das Innentreppehaus und die Flure in Erd- und Dachgeschoss und in der Einliegerwohnung der Innenflur.

Als zentrale Lüftungsanlage ist das Modell Vallox KWL 120 mit Kreuzstromwärmetauscher installiert. Der thermische Wirkungsgrad beträgt lt. Herstellerangabe ca. 70 %. Ein Luft-Nachheizregister ist nicht vorhanden. Die Daten aller Komponenten sind in Kapitel 8 zusammengestellt.

Die Luftleitungen sind auf den geraden Strecken teils aus Blechwickelfalzrohr und teils aus Polyethylenrohr, die Anschlüsse und Abzweigen meist aus Aluflexrohr hergestellt.

Die Leistungsregelung des maschinellen Luftdurchsatzes erfolgt durch einen 4-Stufen Schalter, der im EG Flur der Hauptwohnung montiert ist. Die Einliegerwohnung hat keine eigenen Verstellmöglichkeiten, sondern wird über die Regelung der Hauptwohnung gesteuert. Die Zu- und Abluftventilatoren lassen sich nicht getrennt sondern nur parallel in ihrer Leistung regeln.

Eine Einregulierung der raumweisen Zuluftströme kann in gewissem Umfang durch die stufenlos verstellbaren Zuluft-Tellerventile erfolgen.

Abluftseitig ist eine Aufteilung der Abluftleistung auf die einzelnen Ablufträume durch die ebenfalls stufenlos verstellbaren Abluft-Tellerventile möglich. Andere Möglichkeiten zur Bedarfsregelung der einzelnen Abluftstränge sind nicht vorhanden.

Allgemeine Beobachtungen

Die Filter werden halbjährlich von den Bewohnern gereinigt bzw. ausgewechselt. An der Wand um die Zuluftöffnung im Dachboden sind Verschmutzungen zu erkennen.

Die Anlage wurde nach Auskunft von Herrn Willbrandt seinerzeit durch den Installateur einreguliert.

Im Winter wurde eine sehr niedrige relative Luftfeuchtigkeit um 30 % registriert.

Der Schallschutz zwischen den beiden Wohneinheiten war anfangs durch gemeinsame Zuluftleitungen unbefriedigend. Es wurden deshalb sowohl nachträglich Schalldämpfer eingebaut als auch Änderungen der Strangverlegung vorgenommen.

Gebäudenutzung

In der Hauptwohnung leben zwei Erwachsene und ein Kind. In der Einliegerwohnung leben zwei Erwachsene. Alle Bewohner sind Nichtraucher. Abb. 7.9.2 zeigt die Art und Größe der einzelnen Räume der Hauptwohnung, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb. Abb. 7.9.4. zeigt später diese Daten für die Einliegerwohnung.

Von Mai bis September ist die Anlage abgeschaltet um Strom zu sparen. Die sommerliche Nachtkühlung durch die Lüftungsanlage ist nach Auskunft von Herrn Willbrandt unergiebig.

Die Anlage wird bei Abwesenheit der Familie auf niedrigere Stufe (Stufe 2) geschaltet und läuft bei Anwesenheit auf Stufe 3. Alle Türen sind vorwiegend geöffnet.

Die Meßberichte und Beobachtungen sind im folgenden für die Haupt und die Einliegerwohnung getrennt dargestellt.

Messung der Hauptwohnung 9.1

Die Messung der Hauptwohnung fand am 02.03.99 um 13.30 Uhr statt. Die relative Feuchte der Außenluft betrug 80%, die Außentemperatur 10,8°C. Es war windstill. Die Innentemperaturen lagen zwischen 17 und 20,4°C, die relative Feuchte der Innenluft zwischen 41 und 49 Prozent.

Alle Zuluftventile wurden mit dem mittleren Trichter gemessen, die Abluftventile mit dem kleinen Trichter.

Beobachtung vor Beginn der Messung:

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt eingestellt:

| | |
|-------------------|-------|
| Wohnen | 8 mm |
| Essen | 8 mm |
| Kind 1 (Spielen) | 20 mm |
| Schlafen | 15 mm |
| Kind 2 (Schlafen) | 10 mm |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|-------|
| Kochen | 12 mm |
| WC | 6 mm |
| Bad | 15 mm |
| Flur | 12 mm |

Meßergebnisse der Hauptwohnung

Ausgewertet wurden Messungen in den Betriebszuständen „wie vorgefunden Tag/Nacht“, „einreguliert Tag“, „einreguliert Tag“ und „max. Leistung“. Die einzelnen Meßergebnisse sind in Abb. 7.9.3 abgedruckt.

Messung 1: „wie vorgefunden Tag/Nacht“

Leistungseinstellung: Stufe 2

Die Abluftsumme der Hauptwohnung beträgt 115 m³/h. Dies entspricht einem 0,28-fachen Luftwechsel der Hauptwohnung. Der für 3 Personen benötigte Luftwechsel (90 m³/h) wird erreicht.

Die raumweisen Abluft-SOLL-Werte werden im Bad und Flur erreicht, nicht aber in Küche und WC. Die Gesamtabluftanforderung wird ebenfalls nicht erreicht.

Die an den Zuluftventilen gemessene Zuluftsumme beträgt 119 m³/h. Die wohnungsbezogene Zuluftsumme wird damit nicht erreicht.

Im Tagbetrieb werden die raumweisen Zuluft-SOLL-Werte in den Räumen Essen, Schlafen und Kind2 erreicht, die tagsüber keine Personenbelegung haben. In den tagsüber personengebundenen Räumen Wohnen und Kind1 werden die Zuluft-SOLL-Werte nicht erreicht.

Im Nachtbetrieb sind die nicht personenbelegten Räume Wohnen, Essen und Kind1 überversorgt. Das Kind2-Zimmer ist gut versorgt. Das Elternschlafzimmer bekommt dagegen nur ein Viertel seiner Zuluft-SOLL-Menge.

In alle Zuluftsräumen wird tags und nachts der Mindestluftwechsel von 0,3 h⁻¹ erreicht.

Messungen 2 und 3 „einreguliert Tag/Nacht“

Leistungseinstellung: Stufe 3

Ventileinstellung: unverändert

Die Abluftsumme der Hauptwohnung beträgt 146 m³/h. Dies entspricht einem 0,35-fachen Luftwechsel. Die raumweisen Abluft-SOLL-Werte werden im EG/WC erreicht, im OG/Bad und OG/Flur übererfüllt und nur in der EG/Küche nicht erreicht.

Die Zuluftsumme der Hauptwohnung beträgt 161 m³/h und ist knapp über 15 Prozent höher als ihr Zuluftbedarf.

Im Tagbetrieb (Messung 2) erhalten alle Zulufräume genug oder zuviel Zuluft. Im Nachtbetrieb (Messung 3) erreicht das mit zwei Personen belegte Elternschlafzimmer nicht 60 m³/h. Die raumweisen Luftwechselraten der Zulufräume betragen 0,44 h⁻¹ (Schlafen) bis 0,89 h⁻¹ (Wohnen).

Messung 4 „max. Leistung“

Leistungseinstellung: Stufe 4 = max.

Ventileinstellungen:

| | |
|-------------------|-------|
| Wohnen | 6 mm |
| Essen | 8 mm |
| Kind 1 (Spielen) | 18 mm |
| Schlafen | 17 mm |
| Kind 2 (Schlafen) | 8 mm |

Die Abluftsumme ist mit 147 m³/h nur unwesentlich höher. Sie entspricht einem 0,36-fachen Luftwechsel pro Stunde. Die Abluftanforderung der Wohnung von 138 m³/h wird knapp, die personenbezogene Luftwechselanforderung von 90 m³/h wird deutlich übererfüllt. Die Auslegungsvorgaben für max. Leistung des LEG ($\geq 0,5 \text{ h}^{-1}$) und des DT-NEH-Standards ($\geq 0,8 \text{ h}^{-1}$) werden nicht erreicht.

Durch Drosselung der Zuluftventile wurde die Zuluftsumme auf 128 m³/h verringert, was der Zuluftanforderung bei Nacht entspricht.

Sonstige Beobachtungen

Aus den Abluftmengen der Messung 2 und 3 ist zu erkennen, daß die Steigerung von der Stufe 3 auf die Stufe 4 (max.) keine wesentliche Steigerung mehr bringt. Eine nennenswerte Reserveleistung für erhöhte Bedarfslüftung ist nicht vorhanden.

Luftdichtheit

Aus der Bauphase liegen Meßergebnisse einer Blower-Door-Messung vor. Dabei war in der Hauptwohnung ein n₅₀-Wert von 2,7 h⁻¹ ermittelt worden. Trotz dieser für Gebäude mit WRG recht geringen Luftdichtheit funktioniert die Wärmerückgewinnungsanlage zufriedenstellende und ausbalanciert. Hohe Luftströme über Nebenluftwege fielen nicht auf.

Messung der Einliegerwohnung 9.2

Die Messung fand ebenfalls am 02.03.99 um 13.30 Uhr statt. Die relative Feuchte der Außenluft betrug 80%, die Außentemperatur 10,8°C. Die Innentemperatur betrug zwischen 20°C und 21°C, die relative Luftfeuchtigkeit im Wohnraum 45,5 und in der Küche 49 Prozent. Über die Ventileinstellung liegen keine Daten vor.

Alle Zuluftventile wurden mit dem mittleren Trichter gemessen, die Abluftventile mit dem kleinen Trichter.

Meßergebnisse der Einliegerwohnung

Ausgewertet wurden Messungen in dem Zustand „wie vorgefunden Tag/Nacht“ und „einreguliert Tag/Nacht“. Die genauen Meßergebnisse sind in Abb. 7.9.5 abgedruckt.

Messungen 1/2: „wie vorgefunden Tag/Nacht“

Leistungseinstellung: Stufe 2

Da das Ventil in der Küche nicht zugänglich war, wurde der Luftstrom dieses Abluftventils aus der Zuluftsumme geschätzt.

Die Abluftsumme beträgt 93 m³/h. Dies entspricht einem 0,68-fachen Luftwechsel pro Stunde in der Einliegerwohnung. Die Abluftanforderung wird knapp erreicht.

Die Zuluftsumme ist 93 m³/h. Der für zwei Personen nötige Luftwechsel von 60 m³/h wird um 55 % übererfüllt. Im Tagbetrieb (Messung 1) werden im Wohn- und im Schlafrum die raumbezogenen Zuluft-SOLL-Werte erreicht. Im Nachtbetrieb (Messung 2) wird die höhere Zuluftanforderung des Schlafrums von 60 m³/h nicht erreicht¹³³.

Messung 3/4: „einreguliert Tag/Nacht“

Leistungseinstellung: Stufe 3

Ventileinstellung: leicht verringert, um eine Überlüftung zu vermeiden.

Obwohl die Lüftung bereits auf Stufe 2 für die Einliegerwohnung ausreichend war, wurde als einregulierte Einstellung Stufe 3 gewählt, da diese Stufe als für den einregulierten Bedarf der Hauptwohnung nötig ist, die von derselben Anlage versorgt wird. Um eine Überlüftung der zu vermeiden, wurden die Ventilsplattweiten in der ELW verringert.

Die Abluftsumme liegt 20 % unter der Abluftanforderung, ist aber noch akzeptabel. Die Luftwechselrate von 0,58 h⁻¹ ist ausreichend.

¹³³ Dies gilt nur bei geschlossener Schlafzimmertür.

Die Zuluftsumme beträgt 80 m³/h und erfüllt die Zuluftanforderung. Die Zuluftaufteilung auf die zwei Zuluft Räume ist aber nicht zufriedenstellend, sofern die Zimmertüren verschlossen sind.

Luftdichtheit

Aus der Bauphase liegt ein Ergebnis einer Blower-Door-Messung der Einliegerwohnung vor. Der damalige n₅₀-Wert war 3,5 h⁻¹.

Empfehlung:

In der Einliegerwohnung sollte die Schlafzimmertür nachts geöffnet bleiben, um eine ausreichende Luftversorgung für zwei Personen zu ermöglichen. Alternativ könnten die Zuluftventile so umgerüstet werden, daß eine einfache Tag/Nacht-Umschaltung möglich ist, mit der dem Wohnraum tags und dem Schlafraum nachts mehr Zuluft zugeführt wird.

Erläuterungen zu den Abb. 7.9.1

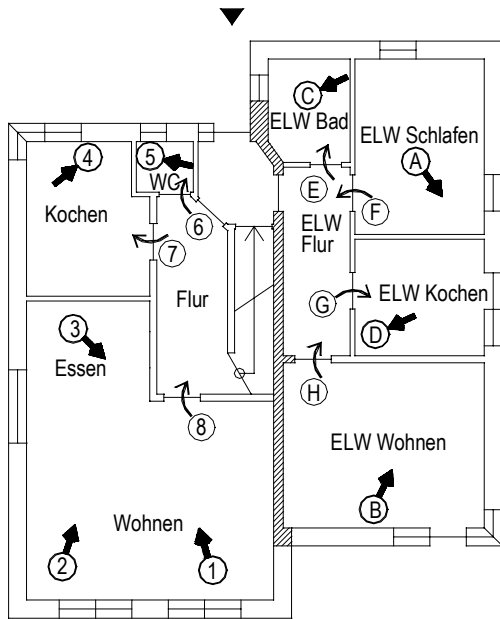
Hauptwohnung 9.1

- 1 Zuluft-Tellerventil Ø 100 mm als Deckenauslaß
- 2 Zuluft-Tellerventil Ø 100 mm als Deckenauslaß
- 3 Zuluft-Tellerventil Ø 100 mm als Deckenauslaß
- 4 Abluft-Tellerventil Ø 125 mm als Deckenauslaß
- 5 Abluft-Tellerventil Ø 100 mm als Deckenauslaß
- 6 Überströmöffnung Flur-WC
- 7 Überströmöffnung Flur-Kochen
- 8 Überströmöffnung Wohnen-Flur
- 9 Zuluft-Tellerventil Ø 125 mm als Deckenauslaß
- 10 Zuluft-Tellerventil Ø 100 mm als Deckenauslaß
- 11 Zuluft-Tellerventil Ø 100 mm als Deckenauslaß
- 12 Abluft-Tellerventil Ø 125 mm als Deckenauslaß
- 13 Abluft-Tellerventil Ø 100 mm als Deckenauslaß
- 14 Überströmöffnung Flur-Bad
- 15 Überströmöffnung Kind2-Flur
- 16 Überströmöffnung Kind1-Flur
- 17 Überströmöffnung Schlafen-Flur
- 18 Zuluftleitung
- 19 Abluftleitung
- 20 Wärmetauscher mit zwei Ventilatoren

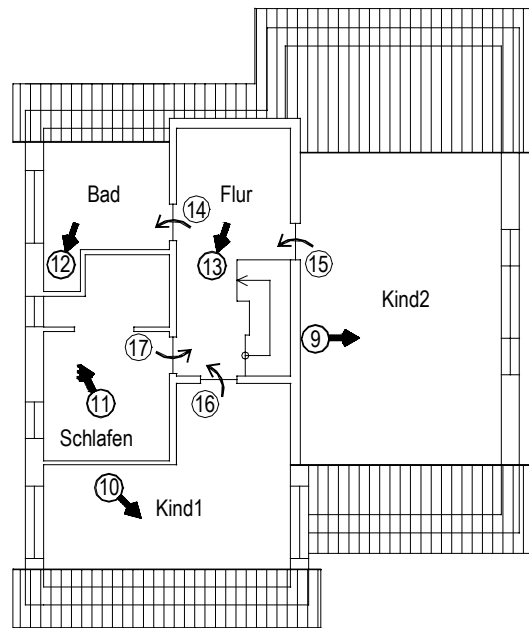
Einliegerwohnung (ELW) 9.2

- A Zuluft-Tellerventil Ø 125 mm als Deckenauslaß
- B Zuluft-Tellerventil Ø 100 mm als Deckenauslaß
- C Abluft-Tellerventil Ø 125 mm als Deckenauslaß
- D Abluft-Tellerventil Ø 125 mm als Innenwandauslaß
- E Überströmöffnung Flur-Bad
- F Überströmöffnung Schlafen-Flur
- G Überströmöffnung Flur-Kochen
- H Überströmöffnung Wohnen-Flur
- I Zuluftleitung
- K Abluftleitung

Erdgeschoss



Dachgeschoss



Spitzboden

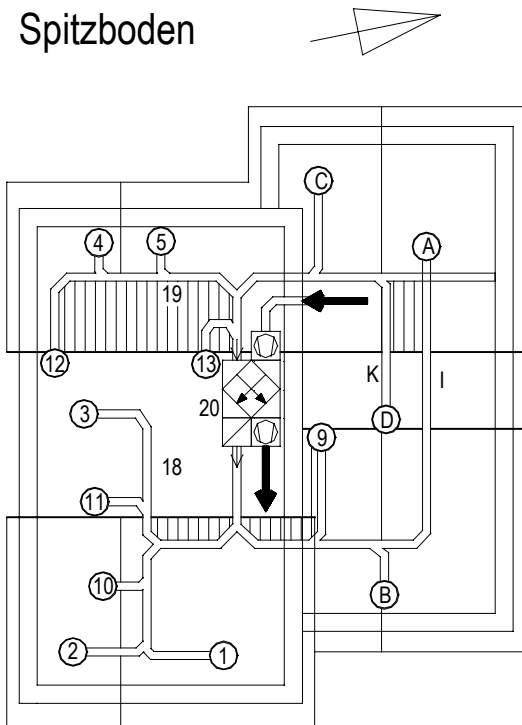


Abb. 7.9.1: Grundrisse + Lüftungskomponenten WE 9.1 und 9.2 im ZFH 9 (Willbrandt)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|-------------|----------------------|-------------|
| Zulufräume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll (m³/h) | (1/h) | Nacht-Soll (m³/h) | (1/h) |
| Wohnen EG | 25,1 | 62,8 | 18,8 | 50,2 | 31,4 | 2 | 0 | 60,0 | 0,96 | 18,8 | 0,30 |
| Essen EG | 10,3 | 25,8 | 7,8 | 20,7 | 12,9 | 0 | 0 | 7,8 | 0,30 | 7,8 | 0,30 |
| Kind1 OG (Spielen) | 14,6 | 40,2 | 12,1 | 32,2 | 20,1 | 1 | 0 | 30,0 | 0,75 | 12,1 | 0,30 |
| Schlafen OG | 14,8 | 37,3 | 11,2 | 29,9 | 18,7 | 0 | 2 | 11,2 | 0,30 | 60,0 | 1,61 |
| Kind2 OG (Schlafen) | 29,8 | 95,2 | 28,6 | 76,2 | 47,6 | 0 | 1 | 28,6 | 0,30 | 30,0 | 0,32 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 94,7 | 261,4 | 78,4 | 209,1 | 130,7 | 3 | 3 | 137,5 | 2,60 | 128,7 | 2,82 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) |
|--------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| Windfang EG | 3,1 | 7,8 | 2,3 | 6,2 | 3,9 |
| Flur EG | 9,5 | 23,8 | 7,1 | 19,0 | 11,9 |
| Spitzboden | 8,6 | 31,5 | 9,4 | 25,2 | 15,7 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 21,2 | 63,0 | 18,9 | 50,4 | 31,5 |

| ÜStr SOLL (m³/h) | Zuluft IST (m³/h) | Zusatz Bedarf (m³/h) |
|------------------------|-------------------------|----------------------------|
| 18,9 | 128,7 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Bedarf n. IWU: (m³/h) | Tag-Soll (m³/h) | (1/h) | Nacht-Soll (m³/h) | (1/h) |
|---------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------|--------------------|-------------|----------------------|-------------|
| Kochen EG | 10,7 | 26,7 | 8,0 | 21,3 | 13,3 | 60 | 60,0 | 2,25 | 60,0 | 2,25 |
| WC EG | 1,7 | 4,3 | 1,3 | 3,4 | 2,1 | 20 | 20,0 | 4,70 | 20,0 | 4,70 |
| Bad OG | 5,9 | 16,4 | 4,9 | 13,1 | 8,2 | 40 | 40,0 | 2,44 | 40,0 | 2,44 |
| Flur OG | 15,5 | 39,6 | 11,9 | 31,7 | 19,8 | 17,5 | 17,5 | 0,44 | 17,5 | 0,44 |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 33,7 | 87,0 | 26,1 | 69,6 | 43,5 | 138 | 137,5 | 9,83 | 137,5 | 9,83 |

| Gesamtsumme | 149,6 | 411,4 | 123,4 | 329,1 | 205,7 | | 137,5 | 0,33 | 137,5 | 0,33 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|--|-------|------|-------|------|
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|--|-------|------|-------|------|

i:\excel5\10-10\09_1.xls

| Bedarf n. IWU: | (m³/h) |
|-------------------|--------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.9.2: Vorgabewerte WE 9.1 im ZFH 9 (Willbrandt)

| Gebäudedaten | | | | | Messung 1 wie vorgefunden Tag | | | | Messung 2 wie vorgefunden Nacht | | | | Messung 3 einreguliert Tag | | | | Messung 4 einreguliert Nacht | | | | | | | |
|--------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|----------------------------------|------------|------------|-------|------------------------------------|-------------|------------|------------|-------------------------------|-------------|-------------|------------|---------------------------------|-------|-------------|-------------|------------|------------|-------|-------------|
| Sollwerte | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | | | | |
| | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 4) | | | | Ventilator-Stufe (1 - 4) | | | | Ventilator-Stufe (1 - 4) | | | | Ventilator-Stufe (1 - 4) | | | | | | | |
| | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | | | |
| Zulufräume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ZLV % offen | ÜO % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j / n | ZLV % offen | ÜO % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j / n | ZLV % offen | ÜO % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j / n | ZLV % offen | ÜO % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j / n |
| Wohnen | 19,9 | 49,7 | 60,0 | 14,9 | ? | 100 | 62,0 | 1,25 | ja! | ? | 100 | 62,0 | 1,25 | >115% | ? | 100 | 50,0 | 1,01 | nein! | ? | 100 | 50,0 | 1,01 | >115% |
| Schlafen | 13,4 | 33,5 | 10,1 | 60,0 | ? | 100 | 31,0 | 0,92 | >115% | ? | 100 | 31,0 | 0,92 | nein! | ? | 100 | 30,0 | 0,89 | >115% | ? | 100 | 30,0 | 0,89 | nein! |
| Summe Räume | 33,3 | 83,2 | 70,1 | 74,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ALV % offen | ÜO % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j / n | ALV % offen | ÜO % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j / n | ALV % offen | ÜO % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j / n | ALV % offen | ÜO % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j / n |
| Kochen | 8,9 | 22,3 | 60,0 | 60,0 | ? | 100 | 60,0 | 2,69 | ja! | ? | 100 | 60,0 | 2,69 | ja! | ? | 100 | 47,0 | 2,11 | nein! | ? | 100 | 47,0 | 2,11 | nein! |
| Bad | 4,9 | 12,3 | 40,0 | 40,0 | ? | zu | 33,0 | 2,68 | nein! | ? | zu | 33,0 | 2,68 | nein! | ? | zu | 33,0 | 2,68 | nein! | ? | zu | 33,0 | 2,68 | nein! |
| Summe Räume | 13,8 | 34,6 | 100,0 | 100,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Tag | | | | Nacht | | | | Tag | | | | Nacht | | | | | | | |
| | | | | | Gesamtluft = Summe Abluft | | | | Gesamtluft = Summe Abluft | | | | Gesamtluft = Summe Abluft | | | | Gesamtluft = Summe Abluft | | | | | | | |
| | | | | | Zuluft über ZLV | | | | Zuluft über ZLV | | | | Zuluft über ZLV | | | | Zuluft über ZLV | | | | | | | |
| | | | | | Zuluft über Nebenluft | | | | Zuluft über Nebenluft | | | | Zuluft über Nebenluft | | | | Zuluft über Nebenluft | | | | | | | |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜO = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

l:\excel\510-10\09_2.xls

Abb. 7.9.5: Meßergebnisse WRG-Anlage WE 9.2 im ZFH 9 (Willbrandt)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|
| Zulufräume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll (m ³ /h) | (1/h) | Nacht-Soll (m ³ /h) | (1/h) |
| Wohnen | 19,9 | 49,7 | 14,9 | 39,7 | 24,8 | 2 | 0 | 60,0 | 1,21 | 14,9 | 0,30 |
| Schlafen | 13,4 | 33,5 | 10,1 | 26,8 | 16,8 | 0 | 2 | 10,1 | 0,30 | 60,0 | 1,79 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 33,3 | 83,2 | 25,0 | 66,6 | 41,6 | 2 | 2 | 70,1 | 1,51 | 74,9 | 2,09 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| EG Flur 2 | 7,7 | 19,4 | 5,8 | 15,5 | 9,7 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 7,7 | 19,4 | 5,8 | 15,5 | 9,7 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 5,8 | 70,1 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Bedarf n. IWU: (m ³ /h) | Tag-Soll (m ³ /h) | (1/h) | Nacht-Soll (m ³ /h) | (1/h) |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|
| Kochen | 8,9 | 22,3 | 6,7 | 17,8 | 11,1 | 60 | 60,0 | 2,69 | 60,0 | 2,69 |
| Bad | 4,9 | 12,3 | 3,7 | 9,9 | 6,2 | 40 | 40,0 | 3,24 | 40,0 | 3,24 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 13,8 | 34,6 | 10,4 | 27,7 | 17,3 | 100 | 100,0 | 5,94 | 100,0 | 5,94 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|
| Gesamtsumme | 54,9 | 137,2 | 41,2 | 109,7 | 68,6 | | 100,0 | 0,73 | 100,0 | 0,73 |
|--------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|

i:\excel5\10-10\09_2.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

| Gebäudedaten | | | | | Messung 1 wie vorgef. Tag/Nacht | | | | | Messung 2 einreguliert Tag | | | | | Messung 3 einreguliert Nacht | | | | | Messung 4 max. Leistung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|------------------------------------|--------------|---------|-----------|-------|-------------------------------|--|---------|---------|------------------------------|---------------------------------|-------|--|------------------------------|---------|----------------------------|-------|------------------------------|--|-------|--------------------------|------|------|-------|--|-----|--|--|--|--|--------------------------|--|--|--|--|------|--|--|--|--|
| WFI (m²) | | Vol (m³) | | Tag (m³/h) | | Nacht (m³/h) | | Sollwerte | | Tag- oder Nachtbetrieb (T,N) | | t | | Tag- oder Nachtbetrieb (T,N) | | t | | Tag- oder Nachtbetrieb (T,N) | | n | | Tag- oder Nachtbetrieb (T,N) | | t | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 4) | | | | | 2,0 | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 4) | | | | | 3,0 | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 4) | | | | | 3,0 | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 4) | | | | | max. | | | | |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | Leistungsaufn. Vent. (W) | | | | | Leistungsaufn. Vent. (W) | | | | | Leistungsaufn. Vent. (W) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wohnen EG | 25,1 | 62,8 | 60,0 | 18,8 | | 8 mm | 100 | 40,0 | 0,64 | nein! | | 8 mm | 100 | 56,0 | 0,89 | ja! | | 8 mm | 100 | 56,0 | 0,89 | >115% | | 8 mm | 100 | 38,3 | 0,96 | nein! | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Essen EG | 10,3 | 25,8 | 7,8 | 7,8 | | 8 mm | 100 | 15,0 | 0,58 | >115% | | 8 mm | 100 | 17,5 | 0,68 | >115% | | 8 mm | 100 | 17,5 | 0,68 | >115% | | 8 mm | 100 | 20,5 | 1,37 | >115% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kind1 OG (Spielen) | 14,6 | 40,2 | 30,0 | 12,1 | | 20 mm | 100 | 18,5 | 0,46 | nein! | | 20 mm | 100 | 26,0 | 0,65 | ja! | | 20 mm | 100 | 26,0 | 0,65 | >115% | | 18 mm | 100 | 18,5 | 1,00 | nein! | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Schlafen OG | 14,8 | 37,3 | 11,2 | 60,0 | | 15 mm | 100 | 15,0 | 0,40 | >115% | | 15 mm | 100 | 19,7 | 0,53 | >115% | | 15 mm | 100 | 19,7 | 0,53 | nein! | | 17 mm | 100 | 17,0 | 1,13 | >115% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kind2 OG (Schlafen) | 29,8 | 95,2 | 28,6 | 30,0 | | 10 mm | 100 | 30,0 | 0,32 | ja! | | 10 mm | 100 | 42,0 | 0,44 | >115% | | 10 mm | 100 | 42,0 | 0,44 | >115% | | 8 mm | 100 | 34,0 | 1,13 | >115% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Summe Räume | 94,7 | 261,4 | 137,5 | 128,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Ablufträume | | | | | Messung 1 | | | | | Messung 2 | | | | | Messung 3 | | | | | Messung 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------------------|--------------|---------|-----------|-------|--------------------------|--|---------|---------|--------|--------------------------|-------|--|---------|---------|-----------|-------|-------|--|-------|--------------------------|------|------|-------|--|-----|--|-------|--|--|--------------------------|--|--|--|--|------|--|--|--|--|
| WFI (m²) | | Vol (m³) | | Tag (m³/h) | | Nacht (m³/h) | | Sollwerte | | ALV | | ÜÖ | | Ist | | ≥Soll | | ALV | | ÜÖ | | Ist | | ≥Soll | | ALV | | ÜÖ | | Ist | | ≥Soll | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 4) | | | | | 2,0 | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 4) | | | | | 3,0 | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 4) | | | | | 3,0 | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 4) | | | | | max. | | | | |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | Leistungsaufn. Vent. (W) | | | | | Leistungsaufn. Vent. (W) | | | | | Leistungsaufn. Vent. (W) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kochen EG | 10,7 | 26,7 | 60,0 | 60,0 | | 12 mm | 100 | 25,5 | 0,96 | nein! | | 12 mm | 100 | 36,0 | 1,35 | nein! | | 12 mm | 100 | 36,0 | 1,35 | nein! | | 12 mm | 100 | 49,0 | 1,92 | nein! | | | | | | | | | | | | | | | | |
| WC EG | 1,7 | 4,3 | 20,0 | 20,0 | | 6 mm | 100 | 13,5 | 3,18 | nein! | | 6 mm | 100 | 18,5 | 4,35 | ja! | | 6 mm | 100 | 18,5 | 4,35 | ja! | | 6 mm | 100 | 26,0 | 1,93 | >115% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bad OG | 5,9 | 16,4 | 40,0 | 40,0 | | 15 mm | 100 | 39,0 | 2,38 | ja! | | 15 mm | 100 | 51,0 | 3,11 | >115% | | 15 mm | 100 | 51,0 | 3,11 | >115% | | 15 mm | 100 | 54,0 | 1,38 | >115% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flur OG | 15,5 | 39,6 | 17,5 | 17,5 | | 12 mm | 100 | 37,0 | 0,93 | >115% | | 12 mm | 100 | 40,5 | 1,02 | >115% | | 12 mm | 100 | 40,5 | 1,02 | >115% | | 12 mm | 100 | 18,0 | 0,49 | ja! | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Summe Räume | 33,7 | 87,0 | 137,5 | 137,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Gesamtlüft / Summe Abluft | | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|---------------------------|--|------------|--------------|
| | | 138 | 138 |
| Zuluft über ZLV | | 103 | 119 |
| Zuluft über Nebenlüft | | -3 | -4 |

| Ist | | ≥Soll | |
|-----|--------|-------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 100 | 115 | 0,28 | nein! |
| 103 | 119 | 0,29 | |
| -3 | -4 | -0,01 | |

| Ist | | ≥Soll | |
|-----|--------|-------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 100 | 146 | 0,35 | ja! |
| 110 | 161 | 0,39 | |
| -10 | -15 | -0,04 | |

| Ist | | ≥Soll | |
|-----|--------|-------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 100 | 146 | 0,35 | ja! |
| 110 | 161 | 0,39 | |
| -10 | -15 | -0,04 | |

| Ist | | ≥Soll | |
|-----|--------|-------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 100 | 147 | 0,36 | ja! |
| 87 | 128 | 0,31 | |
| 13 | 19 | 0,05 | |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

l:\excel\510-1009_1.xls

Abb. 7.9.3: Meßergebnisse WRG-Anlage WE 9.1 im ZFH 9 (Willbrandt)

7.10 EFH Kordes

Astrid-Lindgren-Weg 1, 33824 Werther, Baujahr 1996



Bauart und lüftungstechnische Eigenschaften

Das Gebäude ist ein voll unterkellertes Einfamilienhaus in zweischaliger Massivbauweise mit Kerndämmung und Verklinkerung. Die beheizte Wohn- und Nutzfläche beträgt 139,4 m².

Zum beheizten und belüfteten Volumen gehören das komplette EG und DG, der nur als Abstellraum genutzte Spitzboden bis zum First sowie der Kellertreppenabgang bis zur Kellertür. Die anderen Kellerräume sind unbeheizt und liegen außerhalb der luftdichten Ebenen. Das mechanisch belüftete Luftvolumen umfaßt 347,6 m³.

Abbildung 7.10.1 zeigt die Grundrisse und die Konfiguration der Lüftungsanlage.

Art der Lüftungsanlage

Im Gebäude ist eine zentrale Abluftanlage installiert, die aus den Ablufträumen EG/Kochen, EG/WC, OG/Flur und OG/Bad verbrauchte Luft über Abluftleitungen absaugt. Die Rohrleitungen sind auf den geraden Strecken aus Blechwickelfalz- und an den Anschlüssen und Abzweigungen aus Aluflex-Rohren hergestellt. Der Abluftventilator ist auf dem Spitzboden installiert und bläst über einen Dachauslaß auf der Nordwestseite aus.

Die Frischluft strömt durch den von der Abluftanlage erzeugten Unterdruck über passive Zuluftventile in die Zulufräume EG/Wohnen-Essen, OG/Kind, OG/Gast und OG/Schlafen nach.

Zwischen Zu- und Ablufträumen liegen als Überströmräume das Treppenhaus sowie die Flure in Erd- und Obergeschoß. Diese Räume haben keine eigene Zu- oder Abluft.

Als Abluftventilator ist ein stufenlos regelbarer Wechselstrom-Radialventilator des Typs Helios ZEB 350 installiert. Die Daten aller Komponenten sind in Kapitel 8 zusammengestellt.

Die Leistungsregelung des Abluftventilators erfolgt stufenlos mit einem Helios-Dimmer, der im EG Flur montiert ist.

Eine Regelung der Abluftströme in den einzelnen Ablufträumen ist durch die stufenlos verstellbaren Abluftventile möglich. Andere Möglichkeiten zur Bedarfsregelung der einzelnen Abluftstränge sind nicht vorhanden.

Eine Regelung der raumweisen Zuluftströme kann in gewissem Umfang durch die Zuluftventile des Typs Fresh 100 erfolgen, die in allen Zulufräumen außer in OG/Schlafen installiert sind. Ihre Spaltweite ist stufenlos vorstellbar und läßt sich zusätzlich mit einem Zugseil um eine festes Differenzmaß vergrößern. Dies soll eine einfache manuelle Wahl zwischen Grund- und Bedarfslüftung (z.B. tags und nachts) ermöglichen. Der Raum OG/Schlafen erhält seine Zuluft über eine Zuluftleitung über den Spitzboden, an deren raumseitigen Ende ein normales Tellerventil eingebaut ist. Dieses läßt sich durch Drehung des Tellers in der Spaltbreite verstellen. In den Außenwanddurchdringungen der Zuluftelemente sind zudem selbsttätige Strömungsbegrenzer eingesetzt. Diese verringern selbsttätig den freien Querschnitt in Zulufrichtung in etwa proportional zur tatsächlichen Strömungsgeschwindigkeit und verhindern eine übermäßige Luftzufuhr bei starkem Winddruck.

Gebäudenutzung

Im Haus leben zwei Erwachsene, die Bewohner sind Nichtraucher. Frau Kordes ist vorwiegend im Haus, Herr Kordes ist tagsüber außer Haus.

Die Lüftungsanlage wird im Normalbetrieb auf kleinster Stufe gefahren. Sie läuft immer, auch bei Abwesenheit der Bewohner. Die Anlage wurde erst einmal bei großer sommerlicher Hitze abgeschaltet.

Die Türen des EG, ausgenommen das WC, sind tagsüber meist offen, nachts geschlossen. Die Türen des OG sind meist geschlossen. Die Bewohner sind mit der Funktion der Lüftungsanlage sehr zufrieden. Sie reinigen die Filter regelmäßig.

Beobachtung vor Beginn der Messung:

Die Messung fand am 09.12.98 um 13.00 Uhr statt. Die relative Feuchte der Innenraumluft betrug 38%, die Innentemperatur betrug 19,3°C.

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------------------|-------|
| EG/Wohnen/Essen SW | ? |
| OG/Schlafen SW | 4 U |
| OG/Kind SW | 10 mm |
| OG/Gast SW | 10 mm |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|-----------|------|
| EG/Kochen | 10 U |
| EG/WC | 5 U |
| OG/Bad | 8 U |
| OG/Flur | 6 U |

Im Raum EG/Wohnen/Essen ist in beiden Ventilen die Sturmbremse falsch eingebaut.

Die Laufgeräusche des Ventilators sind hörbar, werden von den Nutzern aber nicht als störend empfunden.

Abb. 7.10.2 zeigt die Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb.

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden die nachfolgend beschriebenen Messungen in den Betriebszuständen „wie vorgefunden/einreguliert Tag“, „wie vorgefunden/einreguliert Nacht“ und „max. Leistung“. Die einzelnen Meßergebnisse sind in Abb. 7.10.3 abgedruckt.

Messung 1: „wie vorgefunden/einreguliert Tag“ Leistungseinstellung: kleinste Dimmerstufe

Die Abluftsumme beträgt 125 m³/h und erfüllt genau die Vorgabe. Sie bewirkt einen 0,36-fachen Luftwechsel des Hauses pro Stunde. Der für 2 Personen erforderliche Luftwechsel (60 m³/h) wird erreicht. Über die Zuluftventile strömen 63 m³/h ins Gebäude, über bauliche Undichtheiten weitere 62 m³/h.

Die Aufteilung der Abluftströme auf die einzelnen Ablufträume ist nicht zufriedenstellend. Im EG/WC und DG/Flur werden die raumbezogenen Abluft-SOLL-Werte überschritten, in EG/Küche und DG/Bad werden sie nicht erreicht.

Die raumbezogenen Zuluft-SOLL-Werte werden im Tagbetrieb in den beiden nicht perso-

nenbelegten Räumen OG/Kind und OG/Gast erreicht. In dem tags personenbelegten EG/Wohn-Eßraum werden die SOLL-Werte im Tagbetrieb bei einer anwesenden Person erreicht, bei zwei Personen nicht mehr erreicht. In dem tags nicht personenbelegten DG/Schlafzimmer wird tags nicht einmal die Mindestluftwechselrate von 0,30 h⁻¹ erzielt.

Messung 2: „wie vorgefunden / einreguliert Nacht“

Die Leistungs- und Ventileinstellung und die Beurteilung der Abluftwerte ist wie bei Messung 1. Die Beurteilung der Zuluftwerte erfolgt jedoch anhand der Nacht-Anforderungen

Im Nachtbetrieb werden die drei nicht personenbelegten Räume EG/Wohnen+Essen, DG/Gast und DG/Kind ausreichen mit Zuluft (hier: Mindestluftwechselrate von 0,3 h⁻¹) versorgt. Das mit zwei Personen belegte DG/Schlafzimmer verfehlt dagegen mit nur 3,8 m³/h ganz wesentlich seinen Zuluft-SOLL-Wert von 60 m³/h.

Messung 3: „max. Leistung“:

Leistungseinstellung: größte Dimmerstufe
Ventileinstellungen: unverändert.

Die Abluftsumme beträgt 163 m³/h. Dies entspricht einem 0,47-fachen Luftwechsel pro Stunde. Die Abluft-Anforderung wird weit überschritten. Die Auslegungsvorgaben für max. Leistung nach LEG ($\geq 0,5 \text{ h}^{-1}$) und des DT-NEH-Standards ($\geq 0,8 \text{ h}^{-1}$) werden nicht erreicht. Für eine Gebäudenutzung mit bis zu vier Personen besitzt die Anlage aber eine ausreichende Leistungsreserve.

Luftdichtheit

Bei einem Blower-Door-Test aus der Bauphase wurde ein n₅₀-Wert von 2,7 h⁻¹ festgestellt. Dies erklärt, daß knapp die Hälfte der Zuluft über Nebenluftwege in das Gebäude gelangt. Die baulichen Undichtheiten beeinträchtigen die Funktion der Lüftungsanlage stark.

Empfehlungen:

Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als $1,0 \text{ h}^{-1}$ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

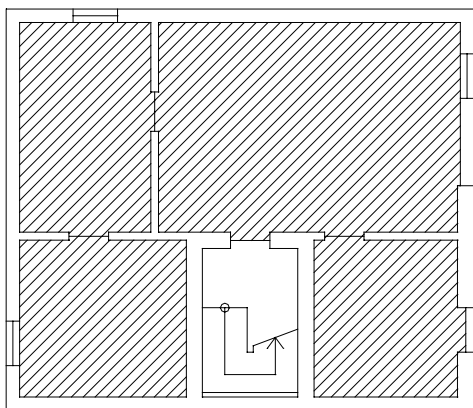
Die Tür von DG/Schlafen sollte nachts geöffnet bleiben, um einen Luftqualitätsausgleich mit dem ausreichend stark durchströmten DG/Flur zu erreichen

Sofern dies nicht gewünscht wird, könnte eine ausreichende bedarfsgerechte Zuluftversorgung für das DG/Schlafzimmer über einen kleinen Zuluftventilator erfolgen, der in die bereits vorhandene Zuluftleitung zu diesem Raum eingesetzt wird. Hierbei ist besonders auf Schallschutz zu achten. Alternativ könnte auch eine kleine Abluft-WRG-Anlage auf dem Dachboden installiert werden, da hier die zentrale Abluftleitung und die Zuluftleitung für den DG/Schlafraum bereits nebeneinander liegen.

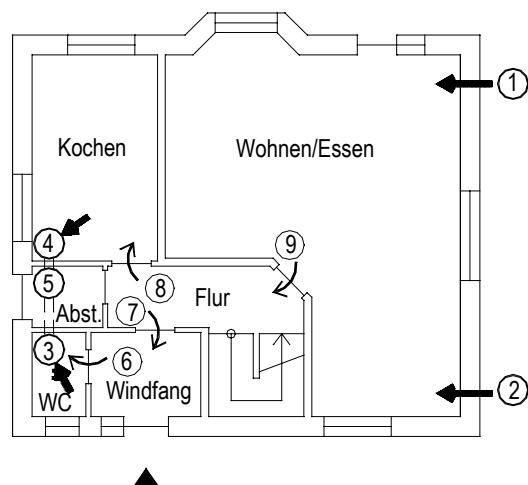
Erläuterungen zu Abb. 7.10.1

- 1** Zuluft Fresh 100 in Außenwand SW
- 2** Zuluft Fresh 100 in Außenwand SW
- 3** Abluft-Tellerventil \varnothing 15 cm in Abkantung
- 4** Abluft-Tellerventil \varnothing 150 mm als Wandauslaß
- 5** Abluftleitung in Abkantung, führt durch OG/Bad zum Spitzboden
- 6** Überströmöffnung WF-WC
- 7** Überströmöffnung Flur-WF
- 8** Überströmöffnung Flur-Kochen
- 9** Überströmöffnung Wohnen/Essen-Flur
- 10** Zuluft-Tellerventil \varnothing 150 mm in Decke
- 11** Zuluft Fresh 100 in Außenwand SW
- 12** Zuluft Fresh 100 in Außenwand SW
- 13** Abluft-Tellerventil \varnothing 140 mm in Decke
- 14** Abluft-Tellerventil \varnothing 150 mm in Decke
- 15** Überströmöffnung Flur-Bad
- 16** Überströmöffnung Schlafen-Flur
- 17** Überströmöffnung Kind-Flur
- 18** Überströmöffnung Gast-Flur
- 19** Zuluftleitung
- 20** Abluftleitung
- 21** Ventilator Helios ZEB 350

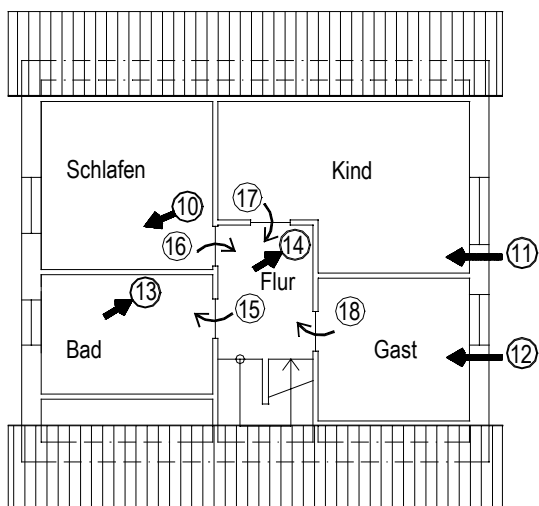
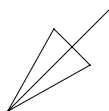
Kellergeschoss



Erdgeschoss



Dachgeschoss



Spitzboden

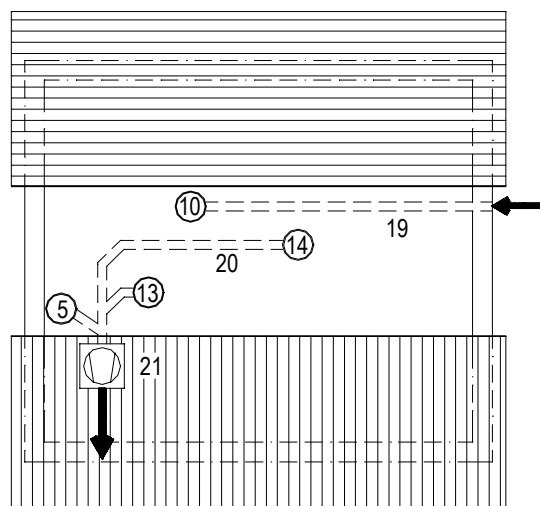


Abb. 7.10.1: Grundrisse + Lüftungskomponenten EFH 10 (Kordes)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|-------------|----------------------|-------------|
| Zulufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll (m³/h) | (1/h) | Nacht-Soll (m³/h) | (1/h) |
| EG Wohnen/Essen | 44,3 | 111,1 | 33,3 | 88,9 | 55,6 | 2 | 0 | 60,0 | 0,54 | 33,3 | 0,30 |
| DG Schlafen | 12,6 | 32,0 | 9,6 | 25,6 | 16,0 | 0 | 2 | 9,6 | 0,30 | 60,0 | 1,88 |
| DG Kind | 16,2 | 41,3 | 12,4 | 33,0 | 20,6 | 0 | 0 | 12,4 | 0,30 | 12,4 | 0,30 |
| DG Gast | 9,2 | 23,4 | 7,0 | 18,7 | 11,7 | 0 | 0 | 7,0 | 0,30 | 7,0 | 0,30 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 82,2 | 207,8 | 62,3 | 166,2 | 103,9 | 2,0 | 2,0 | 89,0 | 1,44 | 112,7 | 2,78 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) |
|-----------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| Keller Flur | 6,8 | 14,2 | 4,3 | 11,3 | 7,1 |
| EG Abstellraum | 2,2 | 5,5 | 1,6 | 4,4 | 2,7 |
| EG Flur | 9,6 | 24,0 | 7,2 | 19,2 | 12,0 |
| EG Windfang | 4,6 | 11,7 | 3,5 | 9,3 | 5,8 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 23,2 | 55,4 | 16,6 | 44,3 | 27,7 |

| UStr SOLL (m³/h) | Zuluft IST (m³/h) | Zusatz Bedarf (m³/h) |
|------------------------|-------------------------|----------------------------|
| 16,6 | 89,0 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | (m³/h) | Tag-Soll (m³/h) | (1/h) | Nacht-Soll (m³/h) | (1/h) |
|---------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|------------|--------------------|-------------|----------------------|-------------|
| EG Küche | 13,0 | 32,6 | 9,8 | 26,1 | 16,3 | 60 | 60,0 | 1,84 | 60,0 | 1,84 |
| EG WC | 2,3 | 5,7 | 1,7 | 4,6 | 2,9 | 20 | 20,0 | 3,49 | 20,0 | 3,49 |
| DG Bad | 10,3 | 23,8 | 7,2 | 19,1 | 11,9 | 40 | 40,0 | 1,68 | 40,0 | 1,68 |
| DG Flur | 8,5 | 22,2 | 6,7 | 17,8 | 11,1 | 0 | 6,7 | 0,30 | 6,7 | 0,30 |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 34,0 | 84,4 | 25,3 | 67,6 | 42,2 | 120 | 126,7 | 7,31 | 126,7 | 7,31 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|
| Gesamtsumme | 139,4 | 347,6 | 104,3 | 278,1 | 173,8 | | 126,7 | 0,36 | 126,7 | 0,36 |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|

i:\excel5\10-10\10.xls

| Bedarf n. IWU: | (m³/h) |
|-------------------|--------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.10.2: Vorgabewerte EFH 10 (Kordes)

| Gebäudedaten | | | | | Sollwerte | | | | |
|--------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-----------|-----|------------|-------|-------------|
| Zulufräume | WFl (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ZLV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j / n |
| EG Wohnen/Essen | 44,3 | 111,1 | 60,0 | 33,3 | ? | 100 | 38,0 | 0,34 | nein! |
| OG Schlafen | 12,6 | 32,0 | 9,6 | 60,0 | 4 U | zu | 3,8 | 0,12 | nein! |
| OG Kind | 16,2 | 41,3 | 12,4 | 12,4 | 10mm | 100 | 13,7 | 0,33 | ja! |
| OG Gast | 9,2 | 23,4 | 7,0 | 7,0 | 10mm | 100 | 7,6 | 0,32 | ja! |
| Summe Räume | 82,2 | 207,8 | 89,0 | 112,7 | | | | | |

| Ablufräume | | | | | ALV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j / n |
|--------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|------|-----|------------|-------|-------------|
| EG Küche | 13,0 | 32,6 | 60,0 | 60,0 | 10 U | 100 | 39,0 | 1,19 | nein! |
| EG WC | 2,3 | 5,7 | 20,0 | 20,0 | 5 U | zu | 29,6 | 5,17 | >115% |
| OG Bad | 10,3 | 23,8 | 40,0 | 40,0 | 8 U | 100 | 27,5 | 1,15 | nein! |
| OG Flur | 8,5 | 22,2 | 6,7 | 6,7 | 6 U | 100 | 28,9 | 1,30 | >115% |
| Summe Räume | 34,0 | 84,4 | 126,7 | 126,7 | | | | | |

| Gesamtluft = Summe Abluft | | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|---------------------------|--|------------|--------------|
| Gesamtluft = Summe Abluft | | 127 | 127 |
| Zuluft über ZLV | | | |
| Zuluft über Nebenluft | | | |

| Ist | | | | ≥Soll |
|-----|--------|-------|-------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| 100 | 125 | 0,36 | ja! | |
| 50 | 63 | 0,18 | | |
| 50 | 62 | 0,18 | | |

| Ist | | | | ≥Soll |
|-----|--------|-------|-------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| 100 | 125 | 0,36 | ja! | |
| 50 | 63 | 0,18 | | |
| 50 | 62 | 0,18 | | |

| Ist | | | | ≥Soll |
|-----|--------|-------|-------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| 100 | 163 | 0,47 | >115% | |
| 49 | 81 | 0,23 | | |
| 51 | 83 | 0,24 | | |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

i:\excel5\10-10\10.xls

Abb. 7.10.3: Meßergebnisse zentrale Abluftanlage EFH 10 (Kordes)

7.11 ZFH Pirog

Astrid-Lindgren-Weg 16, 33824 Werther, Baujahr 1994/95



Bauart und Lüftungstechnische Eigenschaften

Das Gebäude ist ein voll unterkellertes Einfamilienhaus mit Einliegerwohnung in zweischaliger Massivbauweise mit Kerndämmung und verputztem Verblender. Die beheizte Wohn- und Nutzfläche beträgt insgesamt 167,8 m², davon 136,1 m² in der Hauptwohnung und 31,7 m² in der Einliegerwohnung.

Zum beheizten und belüfteten Volumen gehören in der Hauptwohnung das EG ohne den Windfang mit dem WC, das gesamte DG, der nur als Abstellraum genutzte Spitzboden bis zum First und der Kellertreppenabgang bis zur Kellertür sowie die gesamte Einliegerwohnung. Die Kellerräume sind unbeheizt und liegen außerhalb der luftdichtenden Ebenen. Das mechanisch belüftete Innenvolumen beträgt insgesamt 417,3 m³, davon 339,7 m³ in der Hauptwohnung und 77,6 m³ in der ELW.

Abbildung 7.11.1 zeigt die Grundrisse und die Konfiguration der Lüftungsanlage.

Art der Lüftungsanlage

Im Gebäude ist für jede der beiden Wohnungen eine eigene zentrale Abluftanlage installiert. In der Hauptwohnung wird verbrauchte Luft aus den Ablufträumen EG/Kochen, DG/Bad und DG/Flur und in der ELW aus EG/Bad und EG/Kochen abgesaugt. Beide Abluftventilatoren sind auf dem Spitzboden über der Hauptwohnung installiert und blasen über separate Dachauslässe auf der Westseite die Fortluft ab.

Frischluff strömt durch den von den Abluftanlagen erzeugten Unterdruck über passive Zuluftventile in der Hauptwohnung in die Zuluft Räume EG/Wohnen, DG/Kind, DG/Schlafen und DG/Büro sowie in der Einliegerwohnung in den einzigen Zuluft Raum EG/Wohnen+Schlafen nach.

Zwischen den Zu- und Ablufträumen liegen als Überströmräume in der Hauptwohnung das Innentreppenhaus und die Flure in EG und OG, in der Einliegerwohnung der EG/Flur. Diese Räume haben keine eigene Zu- oder Abluft.

Als Abluftventilatoren sind zwei stufenlos regelbare Radial-Boxenventilatoren des Typs Exhausto BESF 146-4-1 installiert. Im fensterlosen Bad der Einliegerwohnung ist zusätzlich ein Maico-Rohreinbauventilator direkt hinter dem Abluftventil eingebaut, der sich bei Betätigung des Lichtschalters einschaltet und nach einer festgelegten Laufzeit wieder abgeschaltet. Die Daten aller Komponenten sind in Kapitel 8 zusammengestellt.

Die Rohrleitungen sind aus Aluflexrohr hergestellt.

Die Leistungsregelung des Abluftventilators der Hauptwohnung durch einen dreistufigen Schalter im EG Flur. Dieser steuert in Positionen 1 und 2 zwei separate Dimmer an, die so eingestellt sind, daß die Lüftungsanlage in Stufe 1 auf Mindestlüftung und in Stufe 2 auf Normallüftung läuft. In Position 3 wird dem Abluftventilator ungedimmter Strom zugeführt, so daß er mit maximaler Leistung läuft.

Der Abluftventilator der Einliegerwohnung wird direkt mit einem Dimmer angesteuert, der in der Küche montiert ist. Der separate Abluftventilator des innenliegenden Bades wird über den Lichtschalter betätigt. Diese Regelung ist jedoch nicht an den Betrieb des Hauptventilators gekoppelt, so daß Fehlfunktionen auftreten können¹³⁴.

Eine Regelung der raumweisen Zuluftströme kann in gewissem Umfang durch die Zuluftventile des Typs Fresh 100 dB erfolgen. Deren Spaltweite ist stufenlos voreinstellbar. Sie läßt sich zusätzlich mit einem Zugseil um ein festes Differenzmaß vergrößern, was eine einfache manuelle Wahl zwischen Grund- und Bedarfslüftung (z.B. tags und nachts) ermöglichen soll. Eine Einregulierung der Abluftströme auf die einzelnen Ablufträume ist kaum möglich, da als raumseitige Abdeckungen der Abluftleitungen teils nur unverstellbare Abdeckgitter montiert sind. Andere Möglichkeiten zur Bedarfsregelung der einzelnen Abluftstränge sind nicht vorhanden.

¹³⁴ s.u. bei "Empfehlungen"

Gebäudenutzung

In der Hauptwohnung leben zwei Erwachsene und ein kleines Kind. Herr Pirog ist tagsüber außer Haus, Frau Pirog ist mit dem Kind anwesend. Die Bewohner sind Nichtraucher. Die Türen sind vorwiegend offen oder angelehnt, außer die der Ablufträume. Die Lüftungsanlage wird nach Nutzerangabe nur im Gelegenheitsbetrieb nach dem Duschen oder Kochen genutzt. Abb. 7.11.2 zeigt die Art und Größe der einzelnen Räume der Hauptwohnung, ihre tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie ihre SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb.

In der Einliegerwohnung lebt ein berufstätiger Erwachsener. Abb. 7.11.4 zeigt die Art und Größe der einzelnen Räume der Einliegerwohnung, ihre tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie ihre SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb.

Messung der Hauptwohnung 11.1

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 01.02.99 um 9.00 Uhr statt. Die relative Feuchte der Innenluft betrug 36,6 Prozent, die Innentemperatur betrug 19°C.

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt eingestellt:

| | | |
|--------------|---|-------|
| Wohnen | S | 9 mm |
| Essen | S | 6 mm |
| Büro | S | 8 mm |
| Kind (innen) | | 10 mm |
| Schlafen | S | 11 mm |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | | |
|-----------|------|-----------|
| Kochen EG | 100% | 100x100mm |
| Bad DG | 100% | 100x100mm |
| Flur DG | 100% | 100x100mm |

In EG/Wohnen/Essen war der Filter des linken Zuluftventils verschmutzt.

Das raumseitige Ende der Abluftleitung in EG/Kochen ist durch einen Hängeschrank z.T. versperrt und ihr Einlaßgitter ist stark verschmutzt. Das Einlaßgitter der Abluftleitung in DG/Flur ist ebenfalls stark verschmutzt und nahezu undurchlässig. Die raumseitigen Enden der Abluftkanäle und die Filter wurden vor Beginn der „max. Messung“ gereinigt.

Die Zuluftventile im EG wurden mit dem großen Trichter gemessen, die Zuluftventile im DG mit dem mittleren Trichter. Die Abluftventile wurden mit dem mittleren Trichter gemessen.

Wegen der Unzugänglichkeit des EG/Kochen-Abluftventils erfolgte die Messung in diesem Raum an der abgeklebten der Tür zu EG/Wohnen mit mittlerem Trichter. Die andere Tür von EG/Kochen zum EG/Flur wurde dabei luftdicht abgeklebt.

Meßergebnisse Hauptwohnung

Ausgewertet wurden nur die nachfolgend beschriebene Messung im Betriebszustand max. Leistung“. Die Meßergebnisse sind in Abb. 7.11.3 abgedruckt. Eine "wie vorgefunden"-Messung wurde nicht vorgenommen, da die Anlage normalerweise abgeschaltet ist und nutzerseitig bisher nicht auf Dauerbetrieb eingestellt war. Eine "einreguliert"-Messung wird hier nicht dargestellt, da die vorgenommene Einregulierung irrtümlich falsch erfolgte und ihr Ergebnis nicht brauchbar ist.

Messung 1: „max. Leistung“

Leistungseinstellung: max. = Stufe 3

Die Abluftsumme beträgt 241 m³/h. Dies entspricht einem 0,71-fachen Luftwechsel pro Stunde. Die Auslegungsvorgabe für max. Leistung des LEG ($\geq 0,5 \text{ h}^{-1}$) wird erreicht, die des DT-NEH-Standards ($\geq 0,8 \text{ h}^{-1}$) wird knapp verfehlt. Die raumweisen Abluft-SOLL-Werte werden in EG/Kochen nicht erreicht, in DG/Bad und DG/Flur jedoch mehrfach überschritten. Abgesehen von der zu starken Leistungseinstellung bei dieser Messung verweist dies auf mangelhaft eingeregelter Abluftstränge.

Der Zuluftbedarf für drei Personen von 90 m³/h wird durch den abluftseitig ermittelten Gesamtluftwechsel deutlich überschritten. Über die Zuluftventile strömen insgesamt 78 m³/h, über bauliche Undichtigkeiten strömen 163 m³/h ins Gebäude. Die an den Zuluftventilen ermittelten raumweisen Zuluft-SOLL-Werte für Tagbetrieb werden bei max. Leistung nur im EG/Wohnzimmer und im tags nicht personenbelegten DG/Schlafzimmer erreicht, nicht aber in den Räumen EG/Büro und DG/Kind. Im Nachtbetrieb würde bei max. Leistung und unveränderten Ventileinstellungen der raumweise Zuluft-SOLL-Wert in EG/Wohnen überfüllt, in EG/Büro knapp erreicht und in DG/Schlafen und DG/Kind deutlich unterschritten. Diese Effekte ist bei kleinerer Leistungseinstellung des Abluftventilators noch stärker zu erwarten.

Messung der Einliegerwohnung 11.2

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 01.02.99 um 11.00 Uhr statt. Die relative Feuchte der Innenluft betrug 36,6 Prozent, die Innentemperatur 19°C.

Die Zuluftöffnung in EG/Wohnen+Schlafen war auf 10 mm Spaltweite eingestellt. Das Zuluftventil in EG/Kochen war geöffnet, wurde aber vor den Messungen verschlossen. Die weitere Außenwand-Öffnung in EG/Kochen, die für eine Dunstabzugshaube gedacht ist, war verstopft. Die Abluftventile in EG/Kochen und EG/Bad haben nur unverstellbare Gitterabdeckungen.

Vor Beginn der Messung wurden die Filter der Zuluftventile der Filter des Abluftventils im Bad gereinigt.

Der Bewohner war nicht informiert über die Funktion der Lüftungsanlage. Die Bedeutung des in der Küche installierten Dimmers für Leistungsregelung des zentralen Abluftventilators war nicht bekannt. Der Dimmer war deshalb ausgeschaltet. Lediglich der Rohreinbauventilator des Bades wurde regelmäßig betätigt. Dieser bewirkt aber bei nicht angeschaltetem zentralen Abluftventilator vor allem eine Umluftumwälzung zwischen Bad und Küche.

Meßergebnisse der Einliegerwohnung

Ausgewertet wurden Messungen im Betriebszustand "einreguliert/Tag", die zugleich als "max. Leistung" bewertet wird und "Einreguliert/Nacht". Die Meßergebnisse sind in Abb. 7.11.5 abgedruckt. Eine "wie vorgefunden"-Messung wurde nicht vorgenommen, da die Anlage normalerweise abgeschaltet und nutzerseitig bisher nicht auf Dauerbetrieb eingestellt war.

Alle Ventile wurden mit dem mittleren Trichter gemessen.

Messung 1: „einreguliert Tag“ / "max. Leistung"

Leistungseinstellung: zentrale Abluft auf maximale Dimmerleistung, Zusatzventilator im Bad ausgeschaltet.

Die Abluftsumme beträgt 96 m³/h. Sie entspricht einem 1,24-fachen Luftwechsel. Der für eine Person erforderliche von 30 m³/h Luftwechsel, die Abluft-SOLL-Werte für eine Ein-Personen-Wohnung und die Anforderungen an die max. Leistung nach LEG bzw. DT-NEH-Standard werden deutlich überschritten.

Die an dem Zuluftventil in EG/Wohnen+Schlafen gemessene Zuluftmenge beträgt 25,7 m³/h. Sie liegt im ±15-Prozent-Bereich des Zuluft-SOLL-Werts dieses Raumes, ist angesichts der Nutzung durch einen Raucher trotz der Luftwechselrate von 0,74 h⁻¹ zu gering. Über bauliche Undichtheiten, vor allem über die vom EG/Flur abgehende Haustür strömen 70 m³/h ein.

Luftdichtheit

Von dem Gebäude liegt eine Luftdichtheitsmessung aus der Bauzeit vor, bei der ein stark überhöhter n₅₀-Werten von 4,3 h⁻¹ ermittelt worden war. Dies erklärt die relativ geringen Zuluftanteile über die Zuluftventile und die hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten.

Empfehlungen

Empfehlungen für die Hauptwohnung 11.1:

Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes verbessert werden. Dabei sollte ein n₍₅₀₎-Wert von nicht höher als 1,0 h⁻¹ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

Im DG-Flur und DG-Bad sollten an den raumseitigen Enden der Abluftleitungen statt Abdeckgittern einstellbare Abluft-Tellerventile eingesetzt werden, um die Abluftmengen bedarfsgerecht drosseln zu können und damit in der EG/Küche einen höheren Abluftanteil zu erreichen.

Wenn die vorgenannte Empfehlungen realisiert werden und eine stärkere Zuluftnachsaugung eintritt, sollte in DG/Schlafen das zu knapp bemessene Zuluftventil (max. 35 m³/h) gegen ein Ventil mit höherem Luftdurchsatz ausgetauscht werden.

Eine bedarfsgerechte Zuluftversorgung für das bisher benachteiligte DG/Schlafzimmer könnte auch über einen kleinen Zuluftventilator erfolgen, der in die bereits vorhandene Zuluftleitung zu diesem Raum eingesetzt wird. Hierbei ist besonders auf Schallschutz zu achten. Alternativ könnte auch eine kleine Abluft-WRG-Anlage auf dem Dachboden installiert werden, da hier die zentrale Abluftleitung und die Zuluftleitung für den DG/Schlafraum bereits nebeneinander liegen.

Sofern vorgenannte Maßnahmen nicht realisiert werden, kann die Luftqualität in den Räume im DG bei geschlossenen Fenstern und

Betrieb der Abluftanlage durch möglichst lang geöffnete Zimmertüren verbessert werden, da dann ein Luftqualitätsausgleich mit dem relativ stark durchströmten Treppenhaus erfolgt.

Empfehlungen für die Einliegerwohnung 11.2:
Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über das Zuluftventil in EG/Wohnen+Schlafen auswirken, sollte die Luftdichtheit der ELW verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als $1,0 \text{ h}^{-1}$ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht. Vor allem sollte die Außentür abgedichtet werden.

Der Badezimmer-Zusatzventilator kann kpl. ausgebaut werden, da er im Alleinbetrieb nutzlos (reine Umluft) und bei gleichzeitigem Betrieb der zentralen Abluftanlage entbehrlich ist. Um einen vom innenliegende Badezimmer aus steuerbaren Bedarfsbetrieb der zentralen Anlage zu ermöglichen, könnte über den Lichtschalter im Bad ein Relais bzw. Nachlaufrelais oder ein Bewegungsmelder angesteuert werden, daß der Dimmer der Zentralanlage umgangen wird. Dadurch würde die Zentralanlage immer (nach-)laufen, wenn im Bad Licht angeschaltet wurde.

An dem Dimmer in der EG/Küche sollten die Einstellungen für den wg. Raucherhaushalt erhöhten Grundluftwechsel und für den Bedarfsluftwechsel für den Nutzer leicht verständlich markiert werden.

Erläuterungen zu Abb. 7.11.1

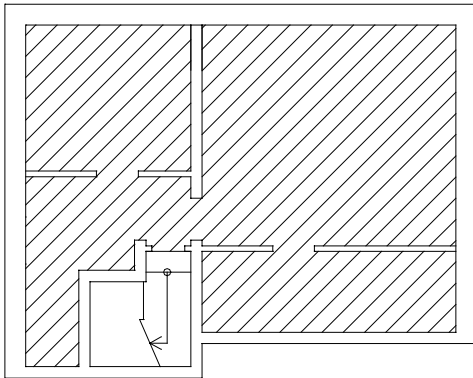
Hauptwohnung 11.1

- 1 Zuluftventil Fresh 100 db ohne Sturmbremse als Wandauslaß in Außenwand S
- 2 Zuluftventil Fresh 100 db ohne Sturmbremse als Wandauslaß in Außenwand S
- 3 Abluftrohr ohne Ventil, \varnothing 100 mm als Wandauslaß, von Hängeschrank verbaut
- 4 Abluftkanal zum Spitzboden
- 5 Überströmöffnung Wohnen/Kochen
- 6 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 7 Überströmöffnung Flur/Kochen
- 8 Zuluftventil Fresh 100 db ohne Sturmbremse als Wandauslaß in Außenwand S
- 9 Zuluftventil Fresh 100 db ohne Sturmbremse als Wandauslaß in Außenwand S
- 10 Zuluftventil Fresh 100 db in Innenwand
- 11 Abluftgitterventil 100x100 mm feststehend als Innenwandauslaß vor 100 mm Rohr
- 12 Abluftgitterventil 100x100 mm feststehend als Innenwandauslaß vor 100 mm Rohr
- 13 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 14 Überströmöffnung Büro/Flur
- 15 Überströmöffnung Kind/Flur
- 16 Überströmöffnung Flur/Bad
- 17 Abluftleitung Aluflex
- 18 Ventilator

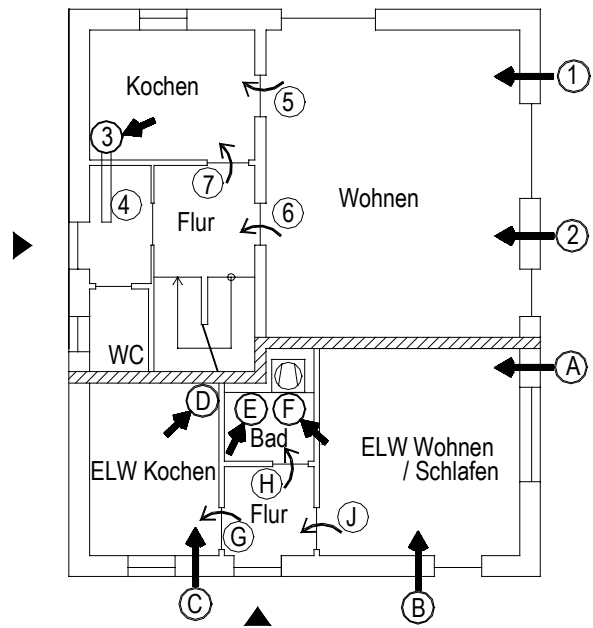
Einliegerwohnung ELW 11.2

- A Zuluftventil Fresh 100 db ohne Sturmbremse als Wandauslaß in Außenwand S
- B Zuluftventil Fresh 100 db ohne Sturmbremse als Wandauslaß in Außenwand W
- C Zuluftventil Fresh 100 db ohne Sturmbremse als Wandauslaß in Außenwand W (wurde verschlossen)
- D Abluft-Tellerventil (Rohr- \varnothing 100 mm) als Deckenauslaß
- E Abluftgitterventil 100x100 mm feststehend als Innenwandauslaß vor 100 mm Rohr
- F Ventilator Typ Maico in Abluftleitung
- G Überströmöffnung Flur-Kochen
- H Überströmöffnung Flur-Bad
- J Überströmöffnung Wohnen-Flur
- K Abluftleitung Aluflex
- L Ventilator

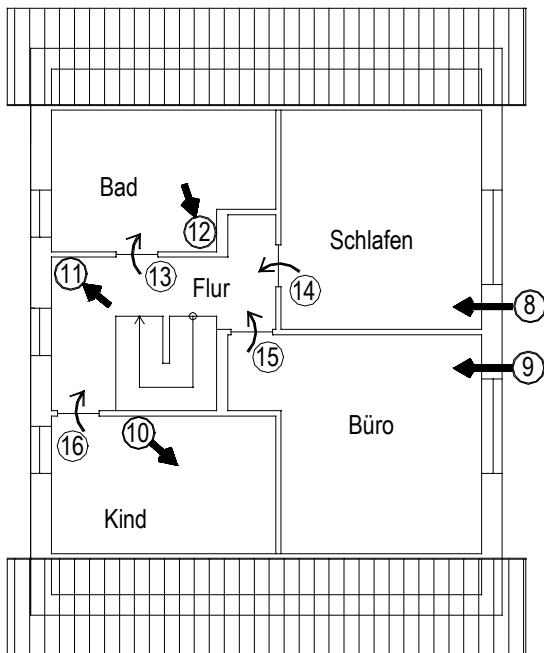
Kellergeschoss



Erdgeschoss



Dachgeschoss



Spitzboden

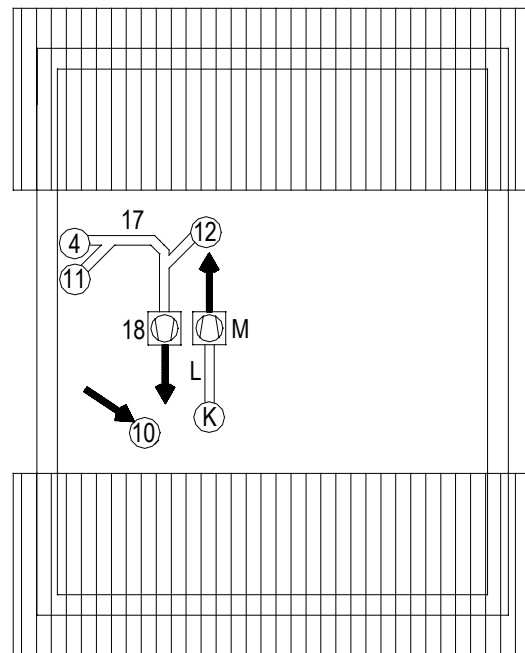


Abb. 7.11.1: Grundrisse + Lüftungskomponenten ZFH 11 (Pirog)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| Zulufräume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Wohnen/Essen EG | 35,0 | 85,7 | 25,7 | 68,5 | 42,8 | 1 | 0 | 30,0 | 0,35 | 25,7 | 0,30 |
| Kind DG | 11,0 | 28,5 | 8,5 | 22,8 | 14,2 | 1 | 1 | 30,0 | 1,05 | 30,0 | 1,05 |
| Büro DG | 18,9 | 47,3 | 14,2 | 37,8 | 23,7 | 1 | 0 | 30,0 | 0,63 | 14,2 | 0,30 |
| Schlafen DG | 17,2 | 46,3 | 13,9 | 37,1 | 23,2 | 0 | 2 | 13,9 | 0,30 | 60,0 | 1,30 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 82,1 | 207,8 | 62,3 | 166,2 | 103,9 | 3,0 | 3,0 | 103,9 | 2,3 | 129,9 | 2,9 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Flur KG | 4,7 | 10,2 | 3,1 | 8,2 | 5,1 |
| Windfang EG | 3,3 | 8,0 | 2,4 | 6,4 | 4,0 |
| WC EG | 2,2 | 5,4 | 1,6 | 4,3 | 2,7 |
| Flur EG | 9,3 | 22,8 | 6,8 | 18,2 | 11,4 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 19,4 | 46,4 | 13,9 | 37,1 | 23,2 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 13,9 | 103,9 | 0,0 |

| Ablufräume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Bedarf n. IWU: (m ³ /h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Kochen EG | 9,6 | 23,6 | 7,1 | 18,9 | 11,8 | 60 | 60,0 | 2,54 | 60,0 | 2,54 |
| Bad DG | 10,3 | 28,0 | 8,4 | 22,4 | 14,0 | 40 | 40,0 | 1,43 | 40,0 | 1,43 |
| Flur DG | 14,8 | 34,0 | 10,2 | 27,2 | 17,0 | 20 | 20,0 | 0,59 | 20,0 | 0,59 |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 34,7 | 85,5 | 25,7 | 68,4 | 42,8 | | 120,0 | 4,6 | 120,0 | 4,6 |
| Gesamtsumme | 136,1 | 339,7 | 101,9 | 271,7 | 169,8 | | 120,0 | 0,35 | 129,9 | 0,38 |

i:\excel5\10-10\11_1.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.11.2: Vorgabewerte WE 11.1 im ZFH 11 (Pirog)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| Zulufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Wohnen/Schlafen | 14,2 | 34,9 | 10,5 | 27,9 | 17,4 | 1 | 1 | 30,0 | 0,86 | 30,0 | 0,86 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 14,2 | 34,9 | 10,5 | 27,9 | 17,4 | 1 | 1 | 30,0 | 0,86 | 30,0 | 0,86 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Flur | 3,6 | 8,8 | 2,6 | 7,0 | 4,4 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 3,6 | 8,8 | 2,6 | 7,0 | 4,4 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 2,6 | 30,0 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | | | | | (m ³ /h) | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Bad | 3,9 | 9,5 | 2,9 | 7,6 | 4,8 | 20 | 20,0 | 2,10 | 20,0 | 2,10 |
| Kochen | 10,0 | 24,5 | 7,4 | 19,6 | 12,3 | 40 | 40,0 | 1,63 | 40,0 | 1,63 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 13,9 | 34,0 | 10,2 | 27,2 | 17,0 | 60 | 60,0 | 3,73 | 60,0 | 3,73 |
| Gesamtsumme | 31,7 | 77,6 | 23,3 | 62,1 | 38,8 | | 60,0 | 0,77 | 60,0 | 0,77 |

i:\excel5\10-10\11_2.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 20 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 40 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.11.4: Vorgabewerte WE 11.2 im ZFH 11 (Pirog)

| Gebäudedaten | | | | | Messung 1 einreguliert Tag / max. | | | | | Messung 2 einreguliert Nacht | | | | |
|--------------------|-------------|-------------|--------------|-------------------------------|--------------------------------------|------------|-------|-------------|-------------------------------|---------------------------------|------------|-------|-------------|-----|
| Sollwerte | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | | |
| WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | | |
| | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | |
| Zulufträume | | | | ZLV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j / n | ZLV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j / n | |
| Wohnen/Schlafen | 14,2 | 34,9 | 30,0 | 30,0 | 10mm | 100 | 25,7 | 0,74 | ja! | 10mm | 100 | 25,7 | 0,74 | ja! |
| Summe Räume | 14,2 | 34,9 | 30,0 | 30,0 | | | | | | | | | | |

| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ALV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j / n | ALV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j / n |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|------------|------------|-------|-------------|-------------|------------|------------|-------|-------------|
| Bad | 3,9 | 9,5 | 20,0 | 20,0 | 100 | zu | 48,0 | 5,04 | >115% | 100 | zu | 48,0 | 5,04 | >115% |
| Kochen | 10,0 | 24,5 | 40,0 | 40,0 | 100 | 100 | 48,0 | 1,96 | >115% | 100 | 100 | 48,0 | 1,96 | >115% |
| Summe Räume | 13,9 | 34,0 | 60,0 | 60,0 | | | | | | | | | | |

| | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|----------------------------------|------------|--------------|
| Gesamtluft / Summe Abluft | 60 | 60 |
| Zuluft über ZLV | | |
| Zuluft über Nebenluft | | |

| | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n |
|--|---------|------------|-----------|-------------|
| | 100 | 96 | 1,24 | >115% |
| | 27 | 26 | 0,33 | |
| | 73 | 70 | 0,91 | |

| | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n |
|--|---------|------------|-----------|-------------|
| | 100 | 96 | 1,24 | >115% |
| | 27 | 26 | 0,33 | |
| | 73 | 70 | 0,91 | |

Legende:
 ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

i:\excel5\10-10\11_2.xls

Abb. 7.11.5: Meßergebnisse zentrale Abluftanlage WE 11.2 im ZFH 11 (Pirog)

7.12 EFH Michael

Friedrich-Richter-Straße 1, 32756 Detmold, Baujahr 1997



Bauart und Lüftungstechnische Eigenschaften

Das Gebäude ist ein nicht unterkellertes Einfamilienhaus in Holzleichtbauweise mit Kerndämmung und hinterlüfteter Holzfassade. Zum beheizten und belüfteten Volumen gehören das komplette EG und DG. Die beheizte Wohn- und Nutzfläche beträgt 62,4 m², das mechanisch belüftete Luftvolumen 153,5 m³.

Abbildung 7.12.1 zeigt die Grundrisse und die Konfiguration der Lüftungsanlage.

Art der Lüftungsanlage

Im Gebäude ist eine zentrale Zu- und Abluftanlage mit Gegenstrom-Wärmetauscher im Technikraum unterhalb der EG-OG-Treppe installiert. Zur winterlichen Vorwärmung bzw. sommerlicher Vorkühlung der Frischluft ist ein soledurchströmter Erdwärmetauscher vorhanden¹³⁵.

Die Abluft wird über eine Abluftleitung aus EG/Kochen und DG/Bad abgesaugt und durch den Gegenstrom-Wärmetauscher geleitet. Die entwärmte Fortluft wird über einen Wandauslaß auf der Ostseite des Hauses abgeblasen.

Die Frischluft wird über eine zentrale Frischluftöffnung auf der Ostseite des Hauses unterhalb des Carportdaches angesaugt, im Soleluft-Wärmetauscher vorerwärmt bzw. vorgekühlt, in der WRG-Anlage ggf. weiter vorerwärmt und über Zuluftleitungen in die Räume EG/Wohnen, OG/Schlafen und das OG/Kind eingeblasen

Zwischen Zu- und Ablufträumen liegen als „Überströmräume“ das offene Treppenhaus sowie der OG/Flur. Diese Räume haben keine eigene Zu- oder Abluft.

Der Gegenstrom-Wärmetauscher ist vom Typ TemoVex Jovex 200-175 DC, als Zu- und Abluftventilatoren sind Gleichstrom-Radialventilatoren des Herstellers EBM installiert. Die Daten aller Komponenten sind in Kapitel 8 zusammengestellt.

Die Zu- und Abluftleitungen sind ausschließlich aus großzügig dimensionierten Blechwickelfalzrohren DN 160 und DN 125 hergestellt.

Die Leistungsregelung der Ventilatoren kann auf zweierlei Weise erfolgen. Die Anlage hat serienmäßig eine Drei-Stufen-Schaltung für Grund-, Normal- und Bedarfslüftung, deren jeweilige Ventilatorleistungen stufenlos voreinstellbar sind. Meist wird der zusätzlich vorhandene Hausleitcomputer eingesetzt, der anhand von Wochenprogrammen und Temperaturen die Lüftungsanlage, den Erdwärmetauscher und auch die Heizung ansteuert.

Eine Regelung der raumweisen Zuluftströme für Tag- oder Nachtbetrieb kann an Zuluftauslässen in OG/Kind und OG/Schlafen erfolgen, die mit Schiebeverschlüssen ausgestattet sind.

Abluftseitig ist die Aufteilung der Abluftleistung auf die Ablufträume durch die stufenlos verstellbaren Abluft-Tellerventile in EG/Küche und OG/Bad einregelbar. Andere Möglichkeiten zur Bedarfsregelung der einzelnen Abluftstränge sind nicht vorhanden.

Gebäudenutzung

In dem Haus leben ein Erwachsener und gelegentlich ein Kind. In den Morgen- und Abendstunden hält sich der Bewohner im EG-Kochen/Essen/Wohnen auf, nachts im OG/Schlafzimmer. Der Bewohner ist Nichtraucher, ganztags berufstätig und besitzt keine Tiere.

Die WRG-Anlage läuft während der Heizperiode ständig mit gleicher Leistung, auch bei Abwesenheit. Nur bei Urlaub wird sie auf eine geringere Stufe herabgeregelt. Beim Kochen wird die Anlage zeitweise auf Stoßlüftungsbetrieb eingestellt.

Im EG gibt es keine Innentür, die Türen im OG sind vorwiegend geschlossen.

¹³⁵ Siehe hierzu auch Kapitel 3.3 und 4.4

Abb. 7.12.2 zeigt die Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb.

Beobachtung vor Beginn der Messung:

Die Messung fand am 04.09.00 um 10.00 Uhr statt. Die Innentemperatur betrug 21,0 °C, die Außentemperatur 19,5°C.

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|----------|--------|
| EG Küche | 14,5 U |
| OG Bad | 17,0 U |

Die Zuluftschieber waren bei Beginn der Messung noch nicht eingebaut; die DN 125 Zuluftleitungen mündeten offen in die Zulufräume und waren zu 100% geöffnet.

Der Frischluftfilter war noch relativ neu. Der Erdwärmetauscher war während der Messung nicht eingeschaltet.

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden die nachfolgend beschriebenen Messungen in den Betriebszuständen „wie vorgefunden Tag/Nacht“, „einreguliert Tag/Nacht“ und „max. Leistung“. Die einzelnen Meßergebnisse sind in Abb. 7.12.3 abgedruckt.

Messung 1 / 2 "wie vorgefunden Tag/Nacht"

Leistungseinstellung:

- Zuluftventilator: Stufe 11
- Abluftventilator: Stufe 9

Ventileinstellung: wie vorgefunden (s.o.)

Die Abluftsumme beträgt 77 m³/h und erfüllt die Abluftanforderung. Sie bewirkt einen 0,5-fachen Luftwechsel des Objekts pro Stunde. Der für eine Person erforderliche Luftwechsel von 30 m³/h wird deutlich überschritten. Über die Zuluftventile strömen 61 m³/h ins Gebäude über Nebenluftwege strömen 17 m³/h.

Die raumbezogenen Abluft-SOLL-Werte des Einpersonenhaushalts von 40 m³/h in der EG/Küche und von 20 m³/h im OG/Bad werden erreicht bzw. überschritten.

Die raumbezogenen Zuluft-SOLL-Werte werden im Tagbetrieb in den nicht personenbelegten Räumen OG/Schlafen und OG/Kind erreicht bzw. überschritten, in EG/Wohnen nicht erreicht. Im Nachtbetrieb werden die SOLL-Werte in EG/Wohnen und DG/Kind erreicht, nicht aber in DG/Schlafen. Alle Räume erreichen bzw. überschreiten den Mindestluftwechsel von 0,3 h⁻¹. Der SOLL-Wert der Zuluftsumme wird genau erreicht.

Messung 3 / 4 "einreguliert Tag/Nacht"

Leistungseinstellungen:

- Zuluftventilator: Stufe 7
- Abluftventilator: Stufe 7

Ventileinstellungen:

In OG/Kind und OG/Schlafen wurden stufenlos einstellbare Zuluftventile (Schiebeverschlüsse) eingebaut.

Einstellung für Tagbetrieb¹³⁶:

| | |
|-------------|------|
| EG Wohnen | 68 % |
| OG Schlafen | 14 % |
| OG Kind | 6 % |

Einstellung für Nachtbetrieb:

| | |
|-------------|-------|
| EG Wohnen | 37 % |
| OG Schlafen | 100 % |
| OG Kind | 6,5 % |

Die Abluftsumme beträgt 60 m³/h und entspricht genau dem SOLL-Wert und bewirkt einen 0,39-fachen Luftwechsel des Objekts pro Stunde. Die raumweisen Abluft-SOLL-Werte werden ebenfalls genau erreicht.

Die an den Zuluftventile ermittelte Zuluftsumme beträgt 63 m³/h. Die Differenz zur Abluftsumme beträgt 3 m³/h, was im Bereich der Meßungenauigkeit liegt. Die raumweisen Zuluft-SOLL-Werte werden durch die Verstellung der Zuluftschieber in OG/Kind und OG/Schlafen genau erreicht. Die Luftwechselraten der Zulufräume liegen zwischen 0,35 h⁻¹ und 0,95 h⁻¹.

Der Stromverbrauch der Anlage im einregulierten Betriebszustand beträgt acht Watt¹³⁷.

Messung 5 "max. Leistung"

Leistungseinstellung:

- Zuluftventilator: Stufe 31
- Abluftventilator: Stufe 31

Ventileinstellung: wie bei Messung 4

Die Abluftsumme beträgt 197 m³/h und bewirkt einen 1,28-fachen Luftwechsel des Gebäudes pro Stunde. Damit werden die Auslegungsvorgaben des LEG ($\geq 0,5 \text{ h}^{-1}$) und des DT-NEH-Standards ($\geq 0,8 \text{ h}^{-1}$) deutlich überschritten. Die Zuluftsumme beträgt 191 m³/h, die Differenz zwischen Zu- und Abluftsumme beträgt nur 6 m³/h.

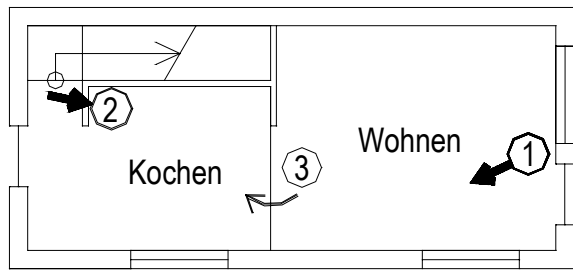
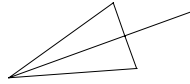
Empfehlungen:

Entfällt, da Anlage planmäßig funktioniert.

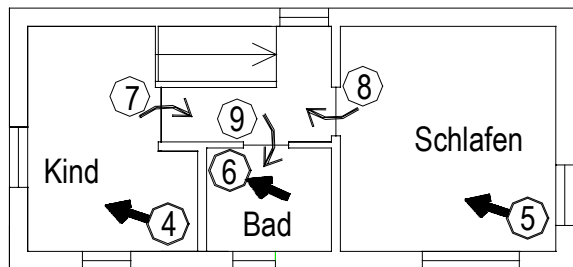
¹³⁶ Prozentangaben bezogen auf restlichen freien Querschnitt der DN-125-Luftleitung

¹³⁷ vgl. auch Kap. 4.3

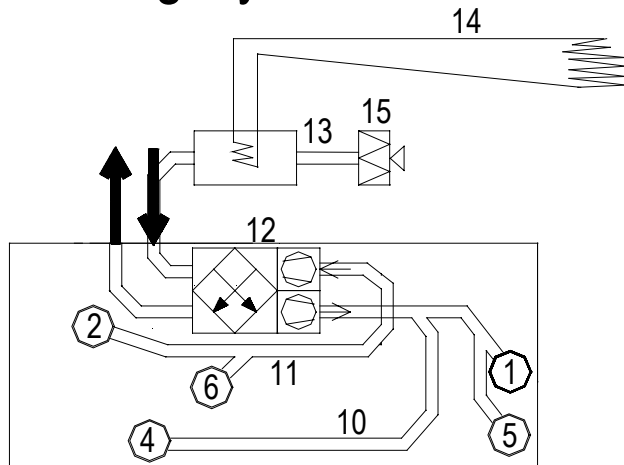
Erdgeschoss



Dachgeschoss



Lüftungssystem



Erläuterungen zu den Grundrissen

- 1 Zuluftventil 100 mm als Deckenquellluftauslaß
- 2 Abluft Tellerventil 80 mm in Trennwand Treppenraum/Kochen als Wandauslaß
- 3 Überströmöffnung Wohnen/Kochen raumhoch geöffnet
- 4 Zuluftventil 100mm als Bodenauslaß
- 5 Zuluftventil 100mm als Bodenauslaß
- 6 Abluft Tellerventil 80mm als Wandauslaß
- 7 Überströmöffnung Kind/Flur
- 8 Überströmöffnung Flur/Bad
- 9 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 10 Zuluftleitung DN 160 und DN 125
- 11 Abluftleitung DN 160 und DN 125
- 12 Temovex Gegenstromwärmetauscher mit Zu- und Abluftventilator
- 13 Luft-Wasser-Wärmetauscher
- 14 Erdwärmetauscher aus 40 m langem PE-Rohr DN32 in 1,50 m Tiefe verlegt
- 15 Filter mit Frischluftansaugung

Abb. 7.12.1: Grundrisse + Lüftungskomponenten EFH 12 (Michael)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| Zulufräume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| EG Wohnen | 17,0 | 42,6 | 12,8 | 34,0 | 21,3 | 1 | 0 | 30,0 | 0,71 | 15,0 | 0,35 |
| OG Schlafen | 13,1 | 31,5 | 9,5 | 25,2 | 15,8 | 0 | 1 | 15,0 | 0,48 | 30,0 | 0,95 |
| OG Kind | 9,5 | 23,0 | 6,9 | 18,4 | 11,5 | 0 | 0 | 15,0 | 0,65 | 15,0 | 0,65 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 39,6 | 97,1 | 29,1 | 77,7 | 48,6 | 1 | 1 | 60,0 | 1,83 | 60,0 | 1,96 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| OG Flur | 3,5 | 9,1 | 2,7 | 7,3 | 4,5 |
| Treppe | 3,5 | 8,1 | 2,4 | 6,5 | 4,0 |
| Abstellr. | 1,4 | 3,4 | 1,0 | 2,7 | 1,7 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 8,3 | 20,5 | 6,2 | 16,4 | 10,3 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 6,2 | 60,0 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Bedarf n. IWU: (m ³ /h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| EG Küche | 10,9 | 27,4 | 8,2 | 21,9 | 13,7 | 40 | 40,0 | 1,46 | 40,0 | 1,46 |
| OG Bad | 3,5 | 8,5 | 2,5 | 6,8 | 4,2 | 20 | 20,0 | 2,36 | 20,0 | 2,36 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 14,5 | 35,8 | 10,7 | 28,6 | 17,9 | 60 | 60,0 | 3,83 | 60,0 | 3,83 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Gesamtsumme | 62,4 | 153,5 | 46,0 | 122,8 | 76,7 | | 60,0 | 0,39 | 60,0 | 0,39 |
|--------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|

i:\excel5\10-10\12.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 20 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 40 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.12.3 Tabelle siehe Abb. 7.12

| Gebäudedaten | | | | | Messung 1 wie vorgefunden Tag | | | | | Messung 2 wie vorgefunden Nacht | | | | | Messung 3 einreguliert Tag | | | | | Messung 4 einreguliert Nacht | | | | | Messung 5 max. Leistung | | | | |
|--------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-----------------------------------|---------|--------|-------------------------------|-------|------------------------------------|---------|--------|-------------------------------|-------|------------------------------------|---------|--------|-------------------------------|-----|------------------------------------|---------|--------|-------------------------------|-----|-----------------------------------|-----|------|------|-------|
| WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | Sollwerte | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | t | n | Ventilator-Stufe (Zu/Ab 1-31) | 11/9 | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | t | n | Ventilator-Stufe (Zu/Ab 1-31) | 7/7 | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | t | n | Ventilator-Stufe (Zu/Ab 1-31) | 7/7 | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | t | n | Ventilator-Stufe (Zu/Ab 1-31) | max | | | | | |
| | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) 10W | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) 10W | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) 7,5W | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) 7,5W | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) 90W | | | | |
| Zulufräume | | | | | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | | | | | |
| | | | | | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | ≥Soll | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n | | | | | |
| EG Wohnen | 17,0 | 42,6 | 30,0 | 15,0 | 100% | 100 | 12,8 | 0,30 | nein! | 100% | 100 | 12,8 | 0,30 | ja! | 68% | 100 | 32,3 | 0,76 | ja! | 37% | 100 | 15,0 | 0,35 | ja! | 37% | 100 | 47,0 | 1,10 | >115% |
| OG Schlafen | 13,1 | 31,5 | 15,0 | 30,0 | 100% | 100 | 16,4 | 0,52 | ja! | 100% | 100 | 16,4 | 0,52 | nein! | 14% | 100 | 15,0 | 0,48 | ja! | 100% | 100 | 30,0 | 0,95 | ja! | 100% | 100 | 95,0 | 3,01 | >115% |
| OG Kind | 9,5 | 23,0 | 15,0 | 15,0 | 100% | 100 | 31,3 | 1,36 | >115% | 100% | 100 | 31,3 | 1,36 | >115% | 6% | 100 | 15,3 | 0,66 | ja! | 6,5% | 100 | 15,0 | 0,65 | ja! | 7% | 100 | 49,0 | 2,13 | >115% |
| Summe Räume | 39,6 | 97,1 | 60,0 | 60,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Ablufräume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ALV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | ALV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | ALV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | ALV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | ALV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-----|---------|---------|--------|-------|-----|---------|---------|--------|-------|-------|
| | | | | | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | ≥Soll | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | ≥Soll |
| EG Küche | 10,9 | 27,4 | 40,0 | 40,0 | 14,5 U | 100 | 40,0 | 1,46 | ja! | 14,5 U | 100 | 40,0 | 1,46 | ja! | 17 U | 100 | 40,0 | 1,46 | ja! | 17 U | 100 | 40,0 | 1,46 | ja! | 17 U | 100 | 130,0 | 4,75 | >115% |
| OG Bad | 3,5 | 8,5 | 20,0 | 20,0 | 17 U | 100 | 37,4 | 4,42 | >115% | 17 U | 100 | 37,4 | 4,42 | >115% | 8,5 U | 100 | 20,0 | 2,36 | ja! | 8,5 U | 100 | 20,0 | 2,36 | ja! | 8,5 U | 100 | 67,0 | 7,92 | >115% |
| Summe Räume | 14,5 | 35,8 | 60,0 | 60,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j/n |
|---------------------------|------------|--------------|---------|------------|-----------|-----------|
| Gesamtluft / Summe Abluft | 60 | 60 | 100 | 77 | 0,50 | >115% |
| Zuluft über ZLV | | | 78 | 61 | 0,39 | |
| Zuluft über Nebenluft | | | 22 | 17 | 0,11 | |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

i:\excel5\10-10\12.xls

Abb. 7.12.3: Meßergebnisse WRG-Anlage EFH 12 (Michael)

7.13 MFH Quest

Speckfeld 35, 333824 Werther, Baujahr 1995/96



Bauart und Lüftungstechnische Eigenschaften

Das Gebäude ist ein voll unterkellertes 5-Familienhaus in Massivbauweise mit verputztem Wärmedämmverbundsystem. Die beheizte Wohn- und Nutzfläche beträgt insgesamt 313,9 m².

Zum beheizten und belüfteten Volumen gehören das komplette EG, OG und DG, der nur als Installationsraum genutzte Spitzboden bis zum First sowie das Treppenhaus bis zur unteren Kellertür. Die anderen Kellerräume sind unbeheizt und liegen außerhalb der luftdichtenden Ebenen. Das mechanisch belüftete Luftvolumen beträgt insgesamt 788,0 m³

Von dem Gebäude wurden beispielhaft die Wohnungen 13.1 (EG links), 13.2 (EG rechts) und 13.5 (DG) lüftungstechnisch vermessen und einreguliert. Die Grundrisse des Gesamtgebäudes sind in Abbildung 7.13.1, die Grundrisse der einzelnen Wohnungen in Abbildungen 7.13.2 (WE 13.1), 7.13.5 (WE 13.2) und 7.13.8 (WE 13.5) enthalten. Die beheizten Flächen und die mechanisch belüfteten Volumina der einzelnen Wohneinheiten sind:

| | | |
|---------|-----------------------|----------------------|
| WE 13.1 | Wohn- und Nutzfläche: | 69,8 m ² |
| | Luftvolumen: | 175,2 m ³ |
| WE 13.2 | Wohn- und Nutzfläche: | 46,5 m ² |
| | Luftvolumen: | 116,6 m ³ |
| WE 13.5 | Wohn- und Nutzfläche: | 81,3 m ² |
| | Luftvolumen: | 204,4 m ³ |

Art der Lüftungsanlage

Im Gebäude sind wohnungsweise zentrale Abluftanlagen installiert.

Die Abluft wird aus den Ablufträumen Küche, Bad und WC über wohnungsweise getrennte Abluftleitungen abgesaugt. Die auf dem Spitzboden aufgestellten einzelnen Abluftventilatoren blasen die Fortluft über einen Dachauslaß auf

der Westseite aus. Die Rohrleitungen im gesamten Gebäude sind aus Blechwickelfalz-Rohren hergestellt.

Frischlufte strömt in WE 13.1 und 13.2 durch den von den Abluftanlage erzeugten Unterdruck über passive Außenwand-Zuluftventile in die je nach Wohnung unterschiedlichen Zuluft-räume Wohnen/Essen, Schlafen, Kind 1 und Kind 2 nach. In WE 13.5 strömt die Zuluft nicht durch Außenwandventile, sondern über ein Zuluftrohrnetz und Deckenventile in die Zuluft-räume.

Zwischen Zu- und Ablufträumen liegen als Überströmräume die Flure der Wohnungen. Die Flure haben keine eigene Zu- oder Abluft.

Die Abluftventilatoren der Wohnungen sind Wechselstrom-Radialventilatoren des Typs Helios ZEB 350. Die Daten aller Komponenten sind in Kapitel 8 zusammengestellt.

Die Leistungsregelung der Abluftventilatoren erfolgt durch stufenlose Dimmer von den einzelnen Wohnungen aus.

Eine Regelung der raumweisen Zuluftströme kann in WE 13.1 und 13.2 in gewissem Umfang durch die Zuluftventile erfolgen. Deren Spaltweite ist stufenlos voreinstellbar. Sie läßt sich zusätzlich mit einem Zugseil um eine feste Differenzmaß vergrößern, was eine einfache manuelle Wahl zwischen Grund- und Bedarfslüftung ermöglichen soll. In den Außenwanddurchdringungen der Zuluftelemente sind zudem selbsttätige Strömungsbegrenzer eingesetzt. Diese verringern selbsttätig den freien Querschnitt in Zulufrichtung in etwa proportional zur tatsächlichen Strömungsgeschwindigkeit und verhindern eine übermäßige Luftzufuhr bei starkem Winddruck. Die Zuluft-Deckenventile in WE 13.5 sind ebenfalls stufenlos verstellbar, haben aber keine Umschaltmöglichkeit und keinen Sturmbegrenzer.

Eine Regelung der Abluftströme in den einzelnen Ablufträumen ist durch die stufenlos verstellbaren Abluftventile möglich.

Andere Möglichkeiten zur Bedarfsregelung der einzelnen Abluftstränge sind nicht vorhanden.

Messung der Wohnung 13.1

Wohnungsnutzung

In der Wohnung leben 2 Erwachsene, ein Kleinkind und ein Schulkind. Der Vater ist tagsüber berufstätig und außer Haus, die Mutter ist mit dem Kleinkind im Hause.

Die Türen sind alle vorwiegend offen. Die Lüftungsanlage läuft im Normalbetrieb auf kleinster Stufe.

Abb. 7.13.2 zeigt den Grundriß der Wohnung. In Abb. 7.13.3 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die ausgewerteten Meßergebnisse zeigt Abb. 7.13.4.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 01.02.99 um 12.30 Uhr statt.

Rund um die Zuluftventile sind an der Tapete Staubablagerungen zu erkennen. Die Sturmbegrenzer der Zuluftventile sind falsch eingebaut, außerdem befinden sich noch Putzreste im Rohrkanal. Die Abluftleitung der Dunstabzugshaube im Raum Kochen ist undicht, ebenso die Dichtung der Wohnungseingangstür.

Die Zuluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------------|------|
| Wohnen/Essen | 4 mm |
| Schlafen | 4 mm |
| Kind | 5 mm |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|------|
| Kochen | 5 mm |
| Bad | 7 mm |

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen für die Betriebszustände „wie vorgefunden Tag/Nacht“ und „einreguliert“. Alle Zuluftventile wurden mit dem mittleren Trichter gemessen.

Messung 1 / 2 "wie vorgefunden Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: kleinste Dimmerstufe
Ventileinstellung: wie vorgefunden (s.o.)

Die Abluftsumme beträgt 86 m³/h. Sie bewirkt einen 0,49-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Der für vier Personen erforderliche Luftaustausch von 120 m³/h wird nicht erreicht. Über die Zuluftventile strömen insgesamt nur 53 m³/h über bauliche Undichtigkeiten strömen 33 m³/h in die Wohnung.

Die Abluft-SOLL-Werte werden in der Küche nicht erreicht, im Bad wird der normale SOLL-Wert von 40 m³/h erreicht, der erhöhte SOLL-Wert von 60 m³/h wird nicht erreicht.

Im Tagbetrieb und im Nachtbetrieb erhält keiner der dann jeweils personenbelegten Räume die Zuluft-SOLL-Menge über die Zuluftventile. Der Wohn-Eßraum erhält sogar nur knapp den nötigen 0,3-fachen Mindestluftwechsel pro Stunde.

Messung 3 / 4 "einreguliert Tag/max. Leistung" und "einreguliert Nacht"

Einstellung: max. Dimmerstufe

Zuluftventile wie folgt geändert:

| | |
|--------------|-------|
| Wohnen/Essen | 10 mm |
| Schlafen | 15 mm |
| Kind | 15 mm |

Abluftventile wie folgt geändert:

| | |
|--------|-------|
| Kochen | 10 mm |
| Bad | 8 mm |

Die Sturmbremsen in den Zuluftventilen wurden vor dieser Messung richtig eingesetzt.

Die Abluftsumme beträgt 116 m³/h. Dies entspricht einem 0,66-fachen Luftwechsel pro Stunde. Der für 4 Personen erforderliche Luftwechsel wird - bemessen an der Abluftsumme - knapp erreicht. Über die Zuluftventile strömen 45 m³/h, über bauliche Undichtigkeiten 71 m³/h in die Wohnung.

Der Abluft-SOLL-Wert der Küche und der normale Abluft-SOLL-Wert für ein Bad werden beide etwas überschritten, der zur Sicherstellung der ausreichenden Abluftsumme erhöhte Abluft-SOLL-Wert des Bades¹³⁸ wird nicht erreicht.

Die an den Zuluftventilen ermittelte Zuluftsumme beträgt nur 45 m³/h. Alle Zuluftwerte liegen in der Tag- wie Nachtbetrachtung weit unter ihren SOLL-Werten. In den Räumen Wohnen und Schlafen wird nicht einmal ein 0,3-facher Luftwechsel pro Stunde über die Zuluftventile erreicht, in dem relativ kleinen Kinderzimmer liegt die LWR bei 0,93 h⁻¹.

Die Auslegungsvorgabe für den maximal möglichen Luftwechsel des LEG ($\geq 0,5 \text{ h}^{-1}$) wird

¹³⁸ In Objekten, in denen die sich aus der Personenbelegung ergebende Zuluftanforderung höher als die sich aus der Art der Ablufträume ergebende Abluftanforderung war, wurden die Abluft-SOLL-Werte einzelner Ablufträume teils erhöht, bis die Abluftsumme gleichhoch wie die Zuluftanforderung war. Dies ist der "erhöhte" Abluft-SOLL-Wert.

erreicht, die des DT-NEH-Standards ($\geq 0,8 \text{ h}^{-1}$) wird nicht erreicht.

Sonstige Beobachtungen:

Obwohl die Ventilatorleistung und die Spaltbreiten der Ventile vergrößert wurden, ist die Zuluftmenge in Wohnen/Essen und Schlafen gegenüber Messung 1 zurückgegangen, nur die gemessene Zuluftmenge im Kinderzimmer nahm zu. Daß bei erhöhter Abluftleistung der Großteil der zusätzlich eingesaugten Zuluftmenge über bauliche Undichtheiten einströmt, wäre verständlich und wurde auch bei anderen Objekten häufig beobachtet. Daß aber die über Zuluftventile eingesaugte Zuluftmenge bei höherer Abluftleistung zurückgeht, ist unplausibel. Es kann evtl. auf leicht veränderte Windverhältnisse zurückzuführen sein, obwohl während der Messung nahezu Windstille herrschte.

Luftdichtheit

Ein Drittel der Zuluft gelangt über Nebenluftwege in die Wohnung. Aus der Bauphase liegt ein n_{50} -Wert einer Blower-Door-Messung vor, der damals bei $2,1 \text{ h}^{-1}$ lag.

Empfehlungen

Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als $1,0 \text{ h}^{-1}$ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

Wenn alle Bewohner anwesend sind (abends und am Wochenende), sollte die Lüftungsanlage auf größter Stufe laufen.

Um eine ausreichende Luftqualität der personenbelegten Räume Schlafen und Kind1 im Nachtbetrieb zu erreichen, sollten deren Zimmertüren nachts geöffnet oder nur angelehnt sein, um einen Luftqualitätsaustausch mit dem relativ stark durchströmten Treppenhaus zu erreichen.

Messung der Wohnung 13.2

Wohnungsnutzung

In der Wohnung lebt eine erwachsene Nichtraucherin. Es gibt kein typisches Nutzerverhalten, da die Bewohnerin gerade erst eingezogen ist. Die Innentüren sind vorwiegend offen.

Abbildung 7.13.5 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Konfiguration ihrer Lüftungsanlage. Abb. 7.13.6 zeigt die Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb. Die ausgewerteten Meßergebnisse sind in Abb. 7.13.7 abgedruckt.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 11.02.99 um 9.30 Uhr statt. Die relative Feuchte der Innenraumluft betrug 45%, die Innentemperatur 17°C und die Außentemperatur 0°C .

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt eingestellt:

| | |
|----------|--------|
| Wohnen | 1,75 U |
| Schlafen | 1,75 U |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|-------|------|
| Küche | 12 U |
| Bad | 16 U |

Um die Zuluftventile herum sind Schmutzablagerungen an der Wand zu erkennen. Im Raum Wohnen sind sowohl die Fenster gegen den Sturz als auch Fenster gegen den Blendrahmen undicht.

In der Küche existiert eine ungenutzte Außenwandöffnung für eine Dunstabzugshaube, die zugestopft ist.

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen in dem Zustand „wie vorgefunden Tag/Nacht“, „einreguliert Tag/Nacht“ und „max. Leistung“.

Alle Zuluftventile wurden mit dem großen Trichter gemessen, die Abluftventile wurden mit dem mittleren Trichter gemessen.

Messung 1 und 2 "wie vorgefunden Tag/Nacht" Leistungseinstellung: min. Dimmereinstellung

Die Abluftsumme beträgt $77 \text{ m}^3/\text{h}$. Dies entspricht einem 0,66-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Der für eine Person erforderliche Luftwechsel ($30 \text{ m}^3/\text{h}$) wird deutlich überschritten. Über die Zuluftventile strö-

men 45 m³/h, über bauliche Undichtigkeiten strömen 32 m³/h in die Wohnung.

Die reduzierten Abluft-SOLL-Werte der Küche (40 m³/h) und des Bades (20 m³/h) werden übererfüllt.

Die Zuluft-SOLL-Werte werden im Tagbetrieb im Wohnraum nicht erreicht und im tags nicht personenbelegten Schlafraum erreicht. Im Nachtbetrieb ist es genau umgekehrt. Im nachts nicht personenbelegten Wohnraum wird die Zuluft-SOLL-Menge überschritten, im nachts personenbelegten Schlafraum nicht erreicht. Die an den Zuluftventilen ermittelte Zuluftsumme überschreitet die Soll-Menge, die Zuluftverteilung auf die Räume ist unbefriedigend.

Messung 3 und 4 "einreguliert Tag/Nacht" Leistungseinstellung: Dimmer auf 50 %

Zuluftventile wie folgt eingestellt:

| | |
|----------|--------|
| Wohnen | 1,25 U |
| Schlafen | 2,75 U |

Abluftventile wie folgt eingestellt:

| | |
|-------|------|
| Küche | 12 U |
| Bad | 14 U |

Die Abluftsumme beträgt 70 m³/h und bewirkt einen 0,6-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Über die Zuluftventile strömen insgesamt 40 m³/h, über bauliche Undichtigkeiten strömen 30 m³/h in die Wohnung.

Die Abluft-SOLL-Werte von Küche und Bad werden erreicht oder übererfüllt.

Im Tagbetrieb erhält der Wohnraum etwas weniger und der Schlafraum etwas mehr Zuluft. Der Wohnraum erreicht weiterhin nicht den Zuluft-SOLL-Wert.

Im Nachtbetrieb erreichen beide Zulufräume den SOLL-Wert ± 15 Prozent. Die Luftwechselrate des Wohnraums beträgt 0,26 h⁻¹ und des Schlafraums 0,88 h⁻¹.

Sonstige Beobachtungen:

Die Beobachtung, daß bei geringfügig verkleinertem Querschnitt eines Abluftventils trotz (laut Dimmer) erhöhter Ventilatorleistung die gemessene Abluftmenge 10 Prozent geringer geworden sind, weist darauf hin, daß der Dimmer im unteren Einstellbereich (Min - 50%) kaum eine Regelwirkung hat.

Messung 5 "max. Leistung"

Leistungseinstellung: max. Dimmerstellung
Ventileinstellung: wie bei Messungen 1/2.

Die Abluftsumme beträgt 104 m³/h. Dies entspricht einem 0,89-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Die Auslegungsvorgaben für max. Leistung des LEG ($\geq 0,5$ h⁻¹) und des DT-NEH- Standards ($\geq 0,8$ h⁻¹) werden beide erfüllt. Die Anlage verfügt über die gewünscht Reserveleistung.

Über die Zuluftventile strömen 55 m³/h in die Wohnung, 49 m³/h strömen über bauliche Undichtheiten herein.

Luftdichtheit

In der Bauphase war eine Luftdichtheitsmessung vorgenommen worden, die einen n₅₀-Wert von 2,7 h⁻¹ ergeben hatte. Aktuell gelangt fast die Hälfte der Zuluft über Gebäudeleckagen in die Wohnung.

Empfehlungen

Die Anlage sollte in der Heizperiode im Dauerbetrieb mit 50 % Dimmereinstellung betrieben werden, solange der Bewohner anwesend ist. Während der Abwesenheitszeiten würde die halbe Luftleistung für die Grundlüftung genügen, was aber am Dimmer nicht einstellbar ist. Es sollte überprüft werden, ob die MIN-Einstellung des Dimmers verringert werden kann und darf¹³⁹. Wenn dies nicht möglich ist, könnte eine Zeitschaltuhr mit halbstündigem AN-AUS-Taktbetrieb während der Abwesenheitszeit genutzt werden.

Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes verbessert werden. Dabei sollte ein n₍₅₀₎-Wert von nicht höher als 1,0 h⁻¹ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

Der Zuluft-Mangel im Wohnraum kann durch teilweises Offenlassen der Schlafraum-Tür ausgeglichen werden. Dabei sollte die Heizung im Schlafzimmer zumindest auf kleiner Stufe angestellt sein.

139 Hierzu muß auch der Hersteller des Abluftventilators befragt werden.

Messung der Wohnung 13.5

Wohnungsnutzung

In der Wohnung lebt eine Mutter mit ihren zwei Töchtern, die Halbtags in der Wohnung sind. Es wird geraucht und meist mit geöffneten Fenster zusätzlich gelüftet. Die Innentüren sind vorwiegend offen.

Die Bewohnerinnen sind nicht zufrieden mit der Lüftungsanlage. Sie nutzen die Anlage nicht und geben an, nicht über die Funktion und Bedienung informiert worden zu sein.

Abbildung 7.13.8 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Konfiguration ihrer Lüftungsanlage. Abb. 7.13.9 zeigt die Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb. Die ausgewerteten Meßergebnisse sind in Abb. 7.13.10 abgedruckt.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 01.02.99 um 14.30 Uhr statt. Die Anlage war ausgeschaltet. Eine Messung "wie vorgefunden" war deshalb nicht möglich.

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------------|-------|
| Wohnen/Essen | 20 mm |
| Mutter | 20 mm |
| Kind 1 | 20 mm |
| Kind 2 | 20 mm |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|-----------|-------|
| Kochen | 4 mm |
| Bad | 12 mm |
| Dusche/WC | 15 mm |

Die Filter für Zuluft im Spitzboden waren stark verschmutzt und wurden für die Messung ausgebaut.

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen in dem Zustand „einreguliert Tag und Nacht“ und „max. Leistung“

Alle Zuluftventile wurden mit dem mittleren Trichter gemessen, die Abluftventile wurden mit dem kleinen Trichter gemessen.

Messung 1 und 2 "einreguliert Tag/Nacht und max. Leistung"

Leistungseinstellung: max. Dimmerstellung
Die Abluftsumme beträgt 154 m³/h und bewirkt einen 0,75-fachen Luftwechsel des Objekts.
Der für 3 Personen erforderliche Luftwechsel

(90 m³/h) wird weit überschritten. Über die Zuluftventile strömen insgesamt 60 m³/h, über bauliche Undichtigkeiten 94 m³/h in die Wohnung.

Die Abluft-SOLL-Werte werden in allen drei Ablufträumen erreicht bzw. überschritten.

Im Tagbetrieb werden die an den Zuluftventilen gemessenen Zuluft-SOLL-Werte nur im tags nicht personenbelegten Schlafzimmer jedoch in keinem der anderen Zimmer erreicht. Im Nachtbetrieb erreicht nur der nachts nicht personenbelegte Wohn-Eßraum seinen Zuluft-SOLL-Wert, nicht aber die Schlaf- und Kinderzimmer, obwohl deren Luftwechselraten zwischen 0,40 h⁻¹ und 0,52 h⁻¹ liegen.

Die abluftseitig ermittelte Luftwechselrate der gesamten Wohnung von 0,75 h⁻¹ erfüllt die Vorgabe des LEG ($\geq 0,5 \text{ h}^{-1}$) und verfehlt die des DT-NEH-Standards ($\geq 0,8 \text{ h}^{-1}$) nur knapp.

Luftdichtheit

In der Bauphase war eine Luftdichtheitsmessung vorgenommen worden, die einen n₅₀-Wert von 4,2 h⁻¹ ergeben hatte, der damals schon 30 % über dem Vorgabewert lag¹⁴⁰. Bei der Vermessung der Lüftungsanlage strömte fast die Hälfte der Zuluft über Gebäudeleackagen in die Wohnung. Während der Messung wurde u.a. beobachtet, daß die Fenster nicht dicht schließen.

Empfehlungen

Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes verbessert werden. Dabei sollte ein n₍₅₀₎-Wert von nicht höher als 1,0 h⁻¹ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

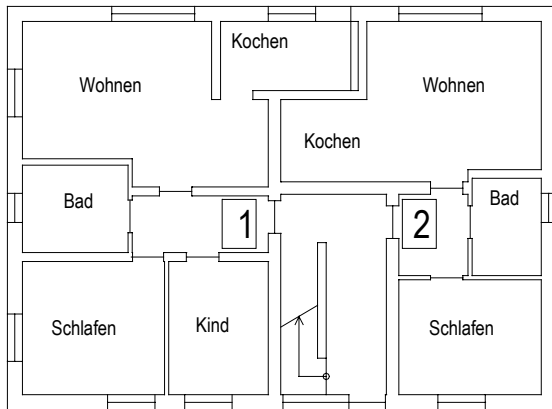
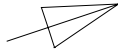
Die Anlage sollte mit max. Leistung und im Dauerbetrieb genutzt werden.

Die Zuluftfilter der Zuluftleitung sollten regelmäßig ausgetauscht werden.

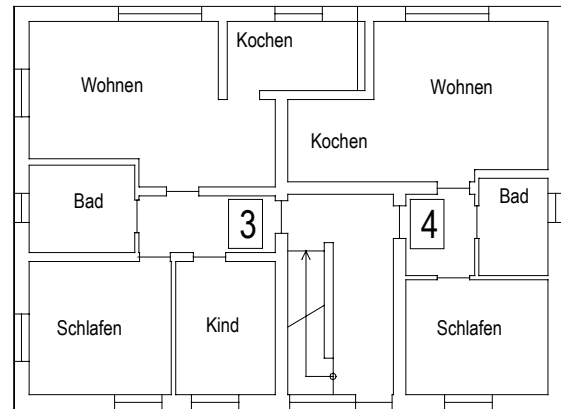
Die zu geringe Zuluft-Zufuhr der Schlaf- und Kinderzimmer kann durch Offenlassen von deren Zimmertüren teilweise ausgeglichen werden, da die gesamte Luftwechselrate mehr als ausreichend ist und sich dann ein Luftqualitätsausgleich einstellt.

¹⁴⁰ Vorgabewert für die Luftdichtheit beim Bau der NEH-Siedlung in Werther in 1995 war ein n₍₅₀₎-Wert unter 3,0 h⁻¹. DIN 4108/7 verlangt seit 11/1996 von Wohnungen mit Lüftungsanlage einen n₍₅₀₎-Wert von max. 1,0 h⁻¹.

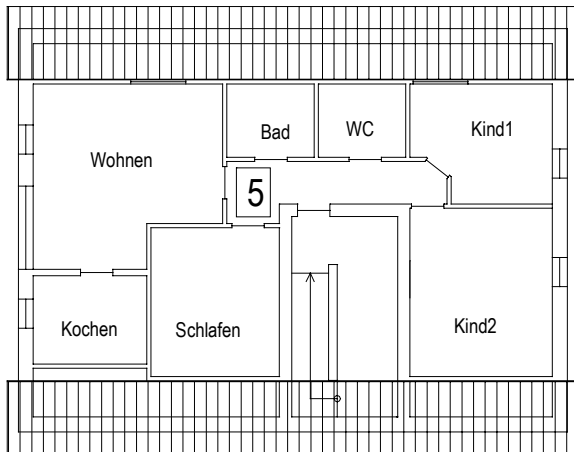
Erdgeschoss



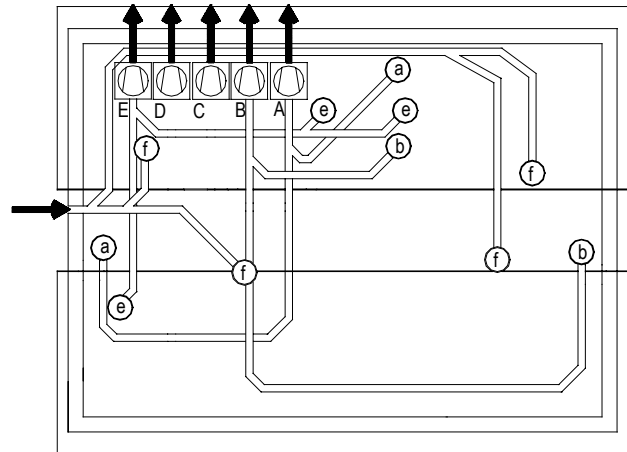
Obergeschoss



Dachgeschoss



Spitzboden

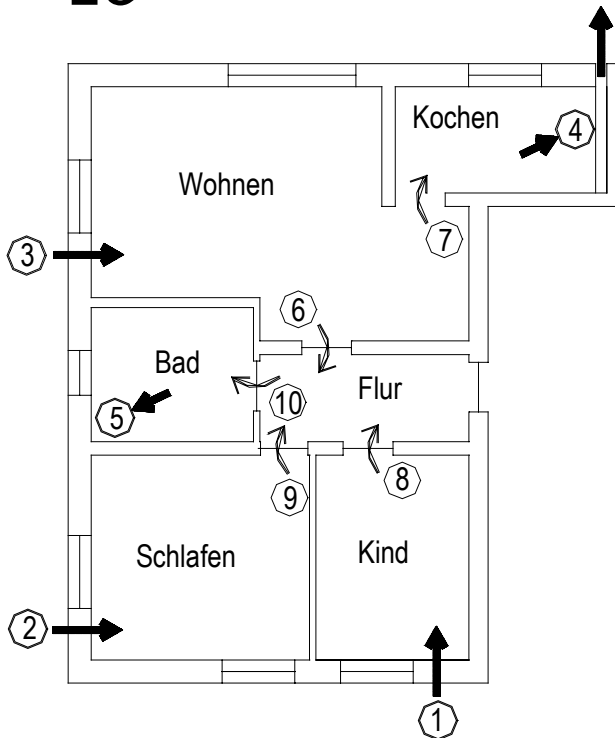


- A** Ventilator der WE 13.1
- B** Ventilator der WE 13.2
- C** Ventilator der WE 13.3
- D** Ventilator der WE 13.4
- E** Ventilator der WE 13.5

- a** Abluftsteigleitungen WE 13.1
- b** Abluftsteigleitungen WE 13.2
- c** Abluftsteigleitungen WE 13.3
- d** Abluftsteigleitungen WE 13.3
- e** Abluftsteigleitungen WE 13.5
- f** Zuluftleitungen WE 13.5

Abb. 7.13.1: Wohnungsübersicht + Lüftungs
komponenten MFH 13 (Quest)

Wohnung 1 EG



Erläuterungen zu dem Grundriß

- 1** Zuluftventil Vallox 100 als Wandauslaß in Außenwand SO
- 2** Zuluftventil Vallox 100 als Wandauslaß in Außenwand SW
- 3** Zuluftventil Vallox 100 als Wandauslaß in Außenwand SW
- 4** Abluft-Tellerventil Ø 80 mm als Wandauslaß
- 5** Abluft-Tellerventil Ø 80 mm als Wandauslaß
- 6** Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 7** Überströmöffnung Wohnen/Kochen
- 8** Überströmöffnung Kind/Flur
- 9** Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 10** Überströmöffnung Flur/Bad
- A** Ventilator im Spitzboden

Abb. 7.13.2: Grundriß + Lüftungskomponenten WE 13.1 im EFH 13 (Quest)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|
| Zulufräume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll (m ³ /h) | (1/h) | Nacht-Soll (m ³ /h) | (1/h) |
| Wohnen / Essen | 25,9 | 65,0 | 19,5 | 52,0 | 32,5 | 2 | 0 | 60,0 | 0,92 | 19,5 | 0,30 |
| Schlafen | 14,1 | 35,4 | 10,6 | 28,4 | 17,7 | 1 | 3 | 30,0 | 0,85 | 90,0 | 2,54 |
| Kind | 9,9 | 24,8 | 7,4 | 19,9 | 12,4 | 1 | 1 | 30,0 | 1,21 | 30,0 | 1,21 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 49,9 | 125,3 | 37,6 | 100,2 | 62,6 | 4 | 4 | 120,0 | 2,98 | 139,5 | 4,05 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Flur | 6,1 | 15,3 | 4,6 | 12,2 | 7,6 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 6,1 | 15,3 | 4,6 | 12,2 | 7,6 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 4,6 | 120,0 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Bedarf n. IWU: (m ³ /h) | Tag-Soll (m ³ /h) | (1/h) | Nacht-Soll (m ³ /h) | (1/h) |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|
| Küche | 6,9 | 17,4 | 5,2 | 13,9 | 8,7 | 60 | 60,0 | 3,45 | 60,0 | 3,45 |
| Bad | 6,9 | 17,3 | 5,2 | 13,8 | 8,6 | 60 | 60,0 | 3,47 | 60,0 | 3,47 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 13,8 | 34,7 | 10,4 | 27,7 | 17,3 | 120 | 120,0 | 6,93 | 120,0 | 6,93 |
| Gesamtsumme | 69,8 | 175,2 | 52,6 | 140,1 | 87,6 | | 120,0 | 0,69 | 139,5 | 0,80 |

i:\excel5\10-10\13_1.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 60 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungs Lüftung 09/2000

Abb. 7.13.3: Vorgabewerte WE 13.1 im MFH 13 (Quest)

| Gebäudedaten | | | | | Solllwerte | | | | |
|--------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|------------|-----|------------|-------|-----------|
| Zulufräume | WFl (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ZLV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j/n |
| Wohnen / Essen | 25,9 | 65,0 | 60,0 | 19,5 | 4 mm | 100 | 18,5 | 0,28 | nein! |
| Schlafen | 14,1 | 35,4 | 30,0 | 90,0 | 4 mm | 100 | 20,3 | 0,57 | nein! |
| Kind | 9,9 | 24,8 | 30,0 | 30,0 | 5 mm | 100 | 14,6 | 0,59 | nein! |
| Summe Räume | 49,9 | 125,3 | 120,0 | 139,5 | | | | | |

| Ablufträume | | | | | ALV | | | | | ÜÖ | | | | | Ist | | | | | ≥Soll | | | | |
|--------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|
| Ablufträume | WFl (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n |
| Küche | 6,9 | 17,4 | 60,0 | 60,0 | 5 mm | 100 | 38,0 | 2,19 | nein! | 5 mm | 100 | 38,0 | 2,19 | nein! | 10 mm | 100 | 66,0 | 3,80 | ja! | 10 mm | 100 | 66,0 | 3,80 | ja! |
| Bad | 6,9 | 17,3 | 60,0 | 60,0 | 7 mm | 100 | 48,0 | 2,78 | nein! | 7 mm | 100 | 48,0 | 2,78 | nein! | 8 mm | 100 | 50,0 | 2,90 | nein! | 8 mm | 100 | 50,0 | 2,90 | nein! |
| Summe Räume | 13,8 | 34,7 | 120,0 | 120,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Gesamtluft = Summe Abluft | | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|---------------------------|--|------------|--------------|
| | | 120 | 140 |

| Zuluft über ZLV | | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j/n |
|-----------------|--|---------|------------|-----------|-----------|
| | | 100 | 86 | 0,49 | nein! |

| Zuluft über Nebenluft | | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j/n |
|-----------------------|--|---------|------------|-----------|-----------|
| | | 62 | 53 | 0,30 | |
| | | 38 | 33 | 0,19 | |

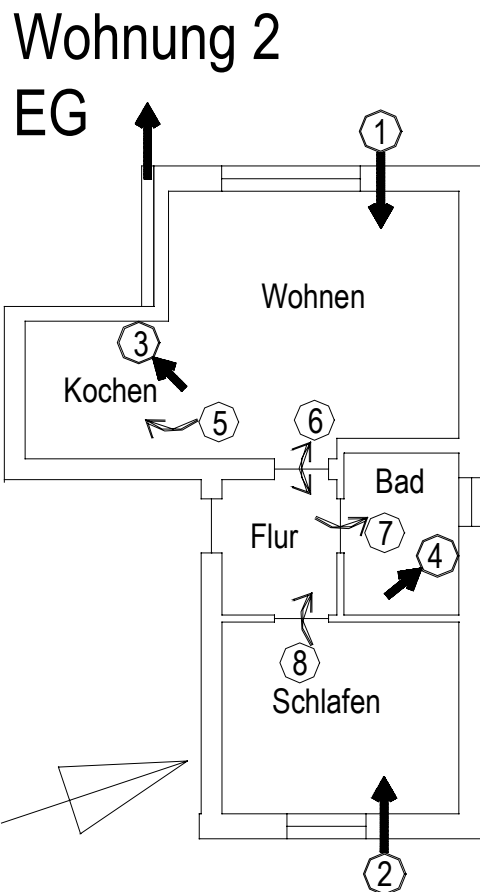
| Zuluft über ZLV | | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j/n |
|-----------------|--|---------|------------|-----------|-----------|
| | | 100 | 116 | 0,66 | ja! |
| | | 39 | 45 | 0,26 | |
| | | 61 | 71 | 0,41 | |

| Zuluft über Nebenluft | | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j/n |
|-----------------------|--|---------|------------|-----------|-----------|
| | | 100 | 116 | 0,66 | nein! |
| | | 39 | 45 | 0,26 | |
| | | 61 | 71 | 0,41 | |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

i:\excel\510-10\13_1.xls

Abb. 7.13.4: Meßergebnisse zentrale Abluftanlage wohnungsweise WE 13.1 im MFH 13 (Quest)



Erläuterungen zu dem Grundriß

- 1 Zuluftventil Vallox 100 als Wandauslaß in Außenwand NW
- 2 Zuluftventil Vallox 100 als Wandauslaß in Außenwand SO
- 3 Abluft-Tellerventil \varnothing 80 mm als Wandauslaß
- 4 Abluft-Tellerventil \varnothing 80 mm als Wandauslaß
- 5 Überströmöffnung Wohnen/Kochen
- 6 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 7 Überströmöffnung Flur/Bad
- 8 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- B Ventilator im Spitzboden

Abb. 7.13.5: Grundriß + Lüftungskomponenten WE 13.2 im EFH 13 (Quest)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| Zulufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Wohnen | 19,9 | 49,9 | 15,0 | 39,9 | 25,0 | 1 | 0 | 30,0 | 0,60 | 15,0 | 0,30 |
| Schlafen | 12,2 | 30,6 | 9,2 | 24,5 | 15,3 | 0 | 1 | 9,2 | 0,30 | 30,0 | 0,98 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 32,1 | 80,5 | 24,2 | 64,4 | 40,3 | 1 | 1 | 39,2 | 0,90 | 45,0 | 1,28 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Flur | 4,2 | 10,5 | 3,1 | 8,4 | 5,2 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 4,2 | 10,5 | 3,1 | 8,4 | 5,2 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 3,1 | 39,2 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Bedarf n. IWU: (m ³ /h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Küche | 5,2 | 13,1 | 3,9 | 10,5 | 6,5 | 40 | 40,0 | 3,06 | 40,0 | 3,06 |
| Bad | 5,0 | 12,5 | 3,8 | 10,0 | 6,3 | 20 | 20,0 | 1,60 | 20,0 | 1,60 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 10,2 | 25,6 | 7,7 | 20,5 | 12,8 | 60 | 60,0 | 4,65 | 60,0 | 4,65 |
| Gesamtsumme | 46,5 | 116,6 | 35,0 | 93,3 | 58,3 | | 60,0 | 0,51 | 60,0 | 0,51 |

i:\excel5\10-10\13_2.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 20 |
| Abluft Küche | 40 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.13.6: Vorgabewerte WE 13.2 im MFH 13 (Quest)

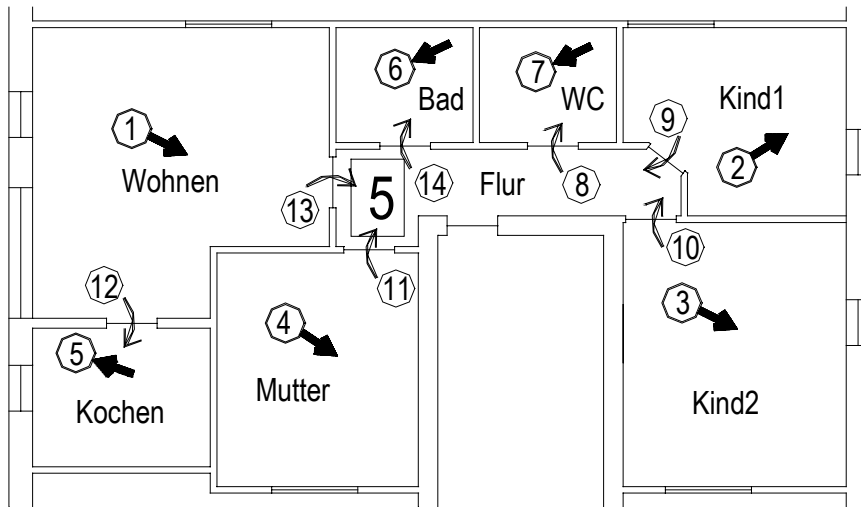
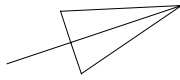
| Gebäudedaten | | | | | Messung 1 wie vorgefunden Tag | | | | | Messung 2 wie vorgefunden Nacht | | | | | Messung 3 einreguliert Tag | | | | | Messung 4 einreguliert Nacht | | | | | Messung 5 max. Leistung | | | | |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|----------------------------------|-----|------------|-------|-------|------------------------------------|-----|------------|-------|-------|-------------------------------|-----|------------|-------|-------|---------------------------------|-----|------------|-------|-------|-------------------------------|-----|------------|-------|-------|
| Sollwerte | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | |
| | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | |
| | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | |
| Zulufräume | WFi (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ZLV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll | ZLV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll | ZLV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll | ZLV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll | ZLV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll |
| Wohnen | 19,9 | 49,9 | 30,0 | 15,0 | 1,75 U | 100 | 23,0 | 0,46 | nein! | 1,75 U | 100 | 23,0 | 0,46 | >115% | 1,25 U | 100 | 13,0 | 0,26 | nein! | 1,25 U | 100 | 13,0 | 0,26 | ja! | 1,75 U | 100 | 29,6 | 0,59 | ja! |
| Schlafen | 12,2 | 30,6 | 9,2 | 30,0 | 1,75 U | 100 | 22,0 | 0,72 | >115% | 1,75 U | 100 | 22,0 | 0,72 | nein! | 2,75 U | 100 | 27,0 | 0,88 | >115% | 2,75 U | 100 | 27,0 | 0,88 | ja! | 1,75 U | 100 | 25,0 | 0,82 | >115% |
| Summe Räume | 32,1 | 80,5 | 39,2 | 45,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ablufträume | WFi (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ALV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll | ALV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll | ALV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll | ALV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll | ALV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll |
| Küche | 5,2 | 13,1 | 40,0 | 40,0 | 12 U | 100 | 40,7 | 3,11 | ja! | 12 U | 100 | 40,7 | 3,11 | ja! | 12 U | 100 | 37,0 | 2,83 | ja! | 12 U | 100 | 37,0 | 2,83 | ja! | 12 U | 100 | 56,5 | 4,32 | >115% |
| Bad | 5,0 | 12,5 | 20,0 | 20,0 | 16 U | 100 | 36,5 | 2,91 | >115% | 16 U | 100 | 36,5 | 2,91 | >115% | 14 U | 100 | 33,0 | 2,63 | >115% | 14 U | 100 | 33,0 | 2,63 | >115% | 16 U | 100 | 47,2 | 3,76 | >115% |
| Summe Räume | 10,2 | 25,6 | 60,0 | 60,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gesamtluft = Summe Abluft | | | | | Tag (m³/h) | | | | | Nacht (m³/h) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zuluft über ZLV | | | | | 100 77 0,66 >115% | | | | | 100 77 0,66 >115% | | | | | 100 70 0,60 >115% | | | | | 100 70 0,60 >115% | | | | | 100 104 0,89 >115% | | | | |
| Zuluft über Nebenluft | | | | | 58 45 0,39 | | | | | 58 45 0,39 | | | | | 57 40 0,34 | | | | | 57 40 0,34 | | | | | 53 55 0,47 | | | | |
| | | | | | 42 32 0,28 | | | | | 42 32 0,28 | | | | | 43 30 0,26 | | | | | 43 30 0,26 | | | | | 47 49 0,42 | | | | |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

i:\excel\510-10-10\13_2.xls

Abb. 7.13.7: Messergebnisse zentrale Abluftanlage wohnungsweise WE 13.2 im MFH 13 (Quest)

Wohnung 5 DG



Erläuterungen zu dem Grundriß

- 1 Zulufttellerventil \varnothing Vallox 100 mm als Deckenauslaß
- 2 Zulufttellerventil \varnothing Vallox 100 mm als Deckenauslaß
- 3 Zulufttellerventil \varnothing Vallox 100 mm als Deckenauslaß
- 4 Zulufttellerventil \varnothing Vallox 100 mm als Deckenauslaß
- 5 Abluft-Tellerventil \varnothing Vallox 80 mm als Deckenauslaß
- 6 Abluft-Tellerventil \varnothing Vallox 80 mm als Deckenauslaß
- 7 Abluft-Tellerventil \varnothing Vallox 80 mm als Deckenauslaß
- 8 Überströmöffnung Flur/WC
- 9 Überströmöffnung Kind1/Flur
- 10 Überströmöffnung Kind2/Flur
- 11 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 12 Überströmöffnung Wohnen/Kochen
- 13 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 14 Überströmöffnung Flur/Bad
- E Ventilator im Spitzboden

Abb. 7.13.8: Grundriß + Lüftungskomponenten WE 13.5 im EFH 13 (Quest)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| Zulufräume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Wohnen / Essen | 22,1 | 55,4 | 16,6 | 44,3 | 27,7 | 1 | 0 | 30,0 | 0,54 | 16,6 | 0,30 |
| Schlafen 1 | 12,5 | 31,5 | 9,4 | 25,2 | 15,7 | 0 | 1 | 9,4 | 0,30 | 30,0 | 0,95 |
| Schlafen 2 | 10,5 | 26,7 | 8,0 | 21,3 | 13,3 | 1 | 1 | 30,0 | 1,13 | 30,0 | 1,13 |
| Schlafen 3 | 14,5 | 36,5 | 11,0 | 29,2 | 18,3 | 1 | 1 | 30,0 | 0,82 | 30,0 | 0,82 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 59,7 | 150,0 | 45,0 | 120,0 | 75,0 | 3 | 3 | 99,4 | 2,79 | 106,6 | 3,20 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Flur | 9,5 | 23,2 | 7,0 | 18,6 | 11,6 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 9,5 | 23,2 | 7,0 | 18,6 | 11,6 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 7,0 | 99,4 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|
| | | | | | | (m ³ /h) | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Kochen | 5,5 | 14,1 | 4,2 | 11,3 | 7,1 | 60 | 60,0 | 4,25 | 60,0 | 4,25 |
| Bad | 3,6 | 9,3 | 2,8 | 7,5 | 4,7 | 40 | 40,0 | 4,29 | 40,0 | 4,29 |
| DU / WC | 3,1 | 7,7 | 2,3 | 6,2 | 3,9 | 40 | 40,0 | 5,17 | 40,0 | 5,17 |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 12,2 | 31,2 | 9,4 | 24,9 | 15,6 | 140 | 140,0 | 13,71 | 140,0 | 13,71 |
| Gesamtsumme | 81,3 | 204,4 | 61,3 | 163,5 | 102,2 | | 140,0 | 0,68 | 140,0 | 0,68 |

i:\excel\5110-10\113_5.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft Dusche/WC | 40 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.13.9: Vorgabewerte WE 13.5 im MFH 13 (Quest)

| Gebäudedaten | | | | | Sollwerte | | | | |
|--------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-----------|-----|------------|-------|-----------|
| Zulufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ZLV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j/n |
| Wohnen / Essen | 7,14 | 22,1 | 55,4 | 18,0 | 20mm | 100 | 14,9 | 0,27 | nein! |
| Schlafen 1 | 12,5 | 31,5 | 9,4 | 30,0 | 20mm | 100 | 12,7 | 0,40 | >115% |
| Schlafen 2 | 10,5 | 26,7 | 30,0 | 30,0 | 20mm | 100 | 13,7 | 0,51 | nein! |
| Schlafen 3 | 14,5 | 36,5 | 30,0 | 30,0 | 20mm | 100 | 18,9 | 0,52 | nein! |
| Summe Räume | 59,7 | 150,0 | 99,4 | 106,6 | | | | | |

| Messung 1 einreguliert Tag / max. | | | | | Messung 2 einreguliert Nacht | | | | |
|-----------------------------------|-----|------------|-------|-----------|-------------------------------|-----|------------|-------|-----------|
| Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | t | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | n |
| Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | max. | Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | max. |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | 75W | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | 75W |
| ZLV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j/n | ZLV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j/n |
| 20mm | 100 | 14,9 | 0,27 | nein! | 20mm | 100 | 14,9 | 0,27 | ja! |
| 20mm | 100 | 12,7 | 0,40 | >115% | 20mm | 100 | 12,7 | 0,40 | nein! |
| 20mm | 100 | 13,7 | 0,51 | nein! | 20mm | 100 | 13,7 | 0,51 | nein! |
| 20mm | 100 | 18,9 | 0,52 | nein! | 20mm | 100 | 18,9 | 0,52 | nein! |

| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ALV | ÜÖ | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j/n |
|--------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|------|-----|------------|-------|-----------|
| Kochen | 5,5 | 14,1 | 60,0 | 60,0 | 4mm | 100 | 59,0 | 4,18 | ja! |
| Bad | 3,6 | 9,3 | 40,0 | 40,0 | 12mm | 100 | 42,0 | 4,50 | ja! |
| DU / WC | 3,1 | 7,7 | 40,0 | 40,0 | 15mm | 100 | 53,0 | 6,85 | >115% |
| Summe Räume | 12,2 | 31,2 | 140,0 | 140,0 | | | | | |

| | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|----------------------------------|------------|--------------|
| Gesamtluft = Summe Abluft | 140 | 140 |
| Zuluft über ZLV | | |
| Zuluft über Nebenluft | | |

| | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j/n |
|--|---------|------------|-----------|-----------|
| | 100 | 154 | 0,75 | ja! |
| | 39 | 60 | 0,29 | |
| | 61 | 94 | 0,46 | |

| | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j/n |
|--|---------|------------|-----------|-----------|
| | 100 | 154 | 0,75 | ja! |
| | 39 | 60 | 0,29 | |
| | 61 | 94 | 0,46 | |

Legende:

ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

i:\excel\5\10-10\13_5.xls

Abb. 7.13.10: Meßergebnisse zentrale Abluftanlage wohnungsweise WE 13.5 im MFH 13 (C

7.14 MFH Hellmann

Astrid-Lindgren-Weg 1a, 333824 Werther, Baujahr 1996



Bauart und Lüftungstechnische Eigenschaften

Das Gebäude ist ein voll unterkellertes 8-Familienhaus in Massivbauweise mit verputztem Wärmedämmverbundsystem. Die beheizte Wohn- und Nutzfläche beträgt 609,8 m².

Zum beheizten und belüfteten Volumen gehören das komplette EG, OG und DG, der nur als Abstellraum genutzte Spitzboden bis zum First sowie das Treppenhaus bis zur Kellertür. Die Kellerräume sind unbeheizt und liegen außerhalb der luftdichtenden Ebenen. Das mechanisch belüftete Volumen umfaßt 1441 m³.

Lüftungstechnisch vermessen und einreguliert wurden die Wohnungen 14.1 (EG rechts), 14.2 (EG mitte), 14.5 (OG mitte), 14.6 (OG links), 14.7 (DG rechts) und 14.8 (DG links). Die Grundrisse des Gesamtgebäudes sind in Abbildung 7.14.1, die Grundrisse der einzelnen Wohnungen sind in Abb.7.14.2 (WE 14.1), 7.14.5 (WE 14.2/14.5), 7.14.10 (WE 14.6), 7.14.13 (WE 14.7) und 7.14.16 (WE 14.8) enthalten.

Kenngrößen der untersuchten WE sind:

| | | |
|---------|-----------------------|---------------------|
| WE 14.1 | Wohn- und Nutzfläche: | 83,7m ² |
| | Luftvolumen: | 200,1m ³ |
| WE 14.2 | Wohn- und Nutzfläche: | 38,0m ² |
| | Luftvolumen: | 91,7m ³ |
| WE 14.5 | Wohn- und Nutzfläche: | 38,0m ² |
| | Luftvolumen: | 91,7m ³ |
| WE 14.6 | Wohn- und Nutzfläche: | 89,6m ² |
| | Luftvolumen: | 217,8m ³ |
| WE 14.7 | Wohn- und Nutzfläche: | 93,6m ² |
| | Luftvolumen: | 210,9m ³ |
| WE 14.8 | Wohn- und Nutzfläche: | 93,6m ² |
| | Luftvolumen: | 210,9m ³ |

Art der Lüftungsanlage

Im Gebäude ist eine zentrale Abluftanlage für das gesamte Gebäude mit teilweiser Wärme-

rückgewinnung installiert. Sie saugt aus den Ablufträumen (Küchen und Bäder) die verbrauchte Abluft ab.

Der zentrale Abluftventilator ist auf dem Spitzboden über dem Treppenhaus installiert. Er bläst die Fortluft über einen Dachauslaß auf der Nordseite aus. In den Wohnungen 14.2 und 14.5 ist für die innenliegenden Bäder je ein Zusatzventilator installiert, der in den gemeinsamen Abluftstrang einbläst.

Ein Teilstrom der gesammelten Abluft wird durch eine Abluft-WRG-Anlage gesaugt, die ebenfalls auf dem Spitzboden installiert ist. Der durch diese Anlage geführte Zuluftstrom wird von der WRG-Anlage vorerwärmt, zusätzlich durch ein an die Heizung angebundenes PWW-Heizregister nacherhitzt und ins Treppenhaus eingeblasen. Er dient der Treppenhausbeheizung.

Hersteller und Leistung des Abluft-Radialventilators konnten nicht ermittelt werden. Die WRG-Anlage ist von der Firma Frivent, Typ Klima-Box WR 25, die Zusatzventilatoren in den beiden innenliegenden Bädern stammen ebenfalls von Frivent. Die Gerätedatenblätter sind in Kap.8 abgedruckt.

Die Leistungsregelung der Abluftanlage wie auch der WRG-Anlage erfolgt durch einen 4-Stufen-Schalter der im DG Treppenhaus montiert und für alle Mieter zugänglich ist. Die Wirkung des Regelung war trotz Hinzuziehung des Elektrikers und des Lüftungsbauers nicht eindeutig nachvollziehbar, da die Verdrahtung der Anlage nachträglich geändert und der reine Abluftventilator anfangs stillgelegt war. Mit der 4-Stufen-Schaltung war stets nur die WRG-Anlage in ihrer Leistung regelbar, nicht jedoch der separate Abluftventilator.

Die Zusatzventilatoren für die Entlüftung der innenliegenden Bäder in den WE 14.2 und 14.5 werden durch die Lichtschalter dieser Räume betätigt und schalten sich nach einer einstellbaren Nachlaufzeit automatisch ab. Sie blasen auch dann Abluft in den wohnungsübergreifenden Abluftstrang, wenn die Zentralanlagen abgestellt sind. Dadurch kommt es zu Ablufteinströmungen aus diesen Bädern in andere Wohnungen.

Das Luftkanalnetz besteht ganz überwiegend aus Blechwickelfalzrohren, die Anschlüsse an die Ventile und Ventilatoren sind meist aus Aluflexrohr.

Frischluff strömt in die einzelnen Wohnungen durch den von der Abluftanlage erzeugten Unterdruck über passive Außenwand-Zuluftventile des Typs Fresh 100 sowie in einigen Dachräumen über Zuluftgitter in den Dachflächenfenstern in die Zulufräume Wohnen, Schlafen und ggf. Kinder nach.

Zwischen den Zu- und Ablufträumen liegen als Überströmräume die Wohnungsflure. Diese haben keine eigene Zu- oder Abluft.

Eine Regelung der Abluftströme in den einzelnen Ablufträumen ist durch die stufenlos verstellbaren Abluftventile möglich. Andere Möglichkeiten zur Bedarfsregelung der einzelnen Abluftstränge sind nicht vorhanden.

Eine Regelung der raumweisen Zuluftströme kann in gewissem Umfang durch die Zuluftventile erfolgen. Deren Spaltweite ist stufenlos voreinstellbar. Sie läßt sich zusätzlich mit einem Zugseil um eine festes Differenzmaß vergrößern, was eine einfache manuelle Wahl zwischen Grund- und Bedarfslüftung (z.B. tags und nachts) ermöglichen soll.

In den Außenwanddurchdringungen der Zuluftelemente sind zudem selbsttätige Strömungsbegrenzer eingesetzt. Diese verringern selbsttätig den freien Querschnitt in Zulufrichtung in etwa proportional zur tatsächlichen Strömungsgeschwindigkeit und verhindern eine übermäßige Luftzufuhr bei starkem Winddruck.

Allgemeine Beobachtung vor Beginn der Messungen:

Die Anlage lief auf Stufe 1. Diese Einstellung ist laut mehreren Nutzerangaben am häufigsten eingestellt und wurde in mehreren WE als "wie vorgefunden" eingestuft.

Die Anlage fördert dabei eine Zuluftmenge von 180 m³ ins Treppenhaus. Die Zulufttemperatur im DG-Treppenhaus betrug 17,9 °C, die Luftfeuchte 45 %.

Die Laufgeräusche der über einer Leichtbau-Kehlbalkendecke eingebauten Lüftungsanlage sind im Treppenhaus sehr stark und in den DG-Wohnungen ebenfalls deutlich zu hören.

Als "einreguliert" konnte keine Wohnungen vermessen und ausgewertet werden, da die Gesamtanlage nicht einreguliert lief und eine einzelne Einregulierung bei weiterhin falsch eingestellten anderen Komponenten durch deren nachträgliche Änderung wieder zwecklos würde. Für die Vermessung der Luftlei-

stung in Maximalstellung wurde Leistungsstufe 4 gewählt.

Von Wohnungen, in denen keine auswertbaren Daten erhoben werden konnten, sind im folgenden nur Meßergebnisse abgedruckt, die als „nicht einreguliert“ bezeichnet sind. Diese Wohnungen wurden nicht im Kapitel 4.1 mit ausgewertet.

Messung der Wohnung 14.1

Wohnungsnutzung

In der Dreizimmer-Wohnung leben zwei erwachsene Nichtraucher und ein kleiner Hund. Die Innentüren sind bis auf die Schlafzimmertüren vorwiegend geöffnet.

Die Lüftungsanlage wird von den Nutzern nur selten selbst eingeschaltet. Über die Betriebszeiten infolge Anschaltens durch andere Mietparteien lagen keine Informationen vor.

Abb. 7.14.2 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.14.3 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.14.4.

Beobachtung vor Beginn der Messung:

Die Messung fand am 09.03.99 um 9.00 Uhr statt. Die relative Luftfeuchte in der Wohnung betrug 61,6 %, die Innentemperatur lag bei 19,3 °C.

Die gesamte Lüftungsanlage wurde abgeschaltet vorgefunden. Mangels normalem und einreguliertem Betriebszustand wurde nur eine "nicht einregulierte" Messung auf Stufe 2 vorgenommen, bei der die Ventileinstellung wurde im vorgefundenen Zustand belassen wurde.

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt eingestellt:

| | |
|----------------|--------------|
| Wohnen/Essen 1 | 10 mm |
| Wohnen/Essen 2 | 8 mm |
| Schlafen1 | 10 mm |
| Schlafen2 | 10 mm |
| Bad | 10 mm (s.u.) |
| Küche | 10 mm (s.u.) |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|-------|
| Kochen | 8,5 U |
| Bad | 11 U |

Die in Bad und Kochen irrtümlich eingebauten und geöffnet vorgefundenen Zuluftventile wurden geschlossen und die Räume als reine Ablufträume angesehen.

Alle Zuluftventile wurden mit dem mittleren Trichter, alle Abluftventile mit dem kleinen Trichter gemessen. Im Raum Wohnen/Essen war das Ventil in Essen nicht meßbar, weil sich sein Rand zu dicht an der Wand befindet.

Meßergebnisse

Leistungseinstellung: Stufe 2 (erhöht¹⁴¹)
Ventileinstellung: wie vorgefunden

Die Abluftsumme beträgt 32 m³/h und liegt damit weit unter dem SOLL-Wert von 100 m³/h. Die raumweisen Abluft-SOLL-Werte werden sowohl in Küche als in Bad weit unterschritten. Die anhand der Abluftsumme berechnete Luftwechselrate beträgt 0,16 h⁻¹ und ist nur halb so hoch wie der nötige Mindestluftwechsel der Wohnung selbst ohne Personenbelegung.

Die Zuluftsumme ist vermutlich durch leichten Windeinfluß mit 39 m³/h etwas höher als die Abluftsumme. Die raumweisen Zuluft-SOLL-Werte werden in den tags nicht personenbelegten Schlafzimmern erreicht, im tags mit zwei Personen belegten Wohn-Eßzimmer aber nur zu weniger als 50 %¹⁴² erreicht. Im Nachtbetrieb erreicht kein Raum seine Zuluft-SOLL-Werte über die Zuluftventile.

Die einzelnen Meßergebnisse sind in Abb. 7.14.4 abgedruckt. Da sie als "nicht einreguliert" eingestuft werden, sind sie nicht in die Vergleichsauswertung in Kap. 4 einbezogen.

Luftdichtheit:

In der Bauphase wurde eine Luftdichtheitsmessung durchgeführt, die einen sehr guten $n_{(50)}$ -Wert von 1,0 h⁻¹ ermittelt hatte. Die aktuelle Differenz zwischen Abluft- und Zuluftsumme konnte nicht hinreichen genau ermittelt werden, um zu beurteilen, ob die WE noch eine so hohe Luftdichtheit aufweist.

Empfehlungen

Die zentrale Lüftungsanlage sollte zunächst so umgebaut und eingestellt werden, daß sie die im ganzen Haus benötigte Abluftmenge mit einer für Dauerbetrieb zumutbaren Geräuschbelästigung absaugt. Danach sollten die

141 als häufigste Einstellung der Anlage wurde von mehreren Nutzern Stufe 1 angegeben.

142 Es konnte nur eines der beiden Zuluftventile vermessen werden. Dessen Zuluftleistung entspricht nur 25 % des SOLL-Werts. Bei Annahme einer gleich hohen Zulufförderung des anderen baugleichen Ventils, würden also auch nur 50 % des SOLL-Werts erreicht.

Abluftstränge einreguliert werden und danach die Abluftventile der einzelnen Wohnungen.

Wenn sich dann eine deutliche Differenz zwischen Zu- und Abluftsumme ergibt, sollte die Luftdichtheit der Wohnung überprüft und ggf. nachgebessert werden.

Messung der Wohnung 14.2

Wohnungsnutzung

Die Einzimmerwohnung wird von einem erwachsenen Nichtraucher bewohnt, der erst kurz vor dem Meßzeitpunkt eingezogen ist und nicht über die Funktion der Anlage informiert war. Die Innentüren sind vorwiegend geöffnet.

Abb. 7.14.5 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.14.6 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.14.7.

Beobachtungen vor Beginn der Messung:

Die Messung fand am 15.04.99 um 12.00 Uhr statt.

Die Einstellung des Zuluftventils kann aus dem Meßprotokoll leider nicht mehr rekonstruiert werden. Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|-------|
| Kochen | 25 mm |
| Bad | 25 mm |

Der Filterhalter des Zuluftventils in Wohnen/Essen/Schlafen fehlt. Es ist keine Sturmbremse eingebaut.

Im fensterlosen Bad ist ein Zusatzventilator hinter dem Abluftventil eingebaut, der mit dem Lichtschalter betätigt wird und sich nach einer Nachlaufzeit selber wieder abschaltet.

Meßergebnisse

Ausgewertet wurde nur eine Messung mit dem Zustand „wie vorgefunden“ in der Tag- und Nachtbetrachtung hinsichtlich des Abluftstroms. Die Abluftventile wurden mit dem kleinen Trichter gemessen.

Messung 1 und 2 "wie vorgefunden Tag/Nacht"

Einstellung: Zentralanlage auf Stufe 1.

Der Zusatzventilator im Bad war ausgeschaltet.

Die Abluftsumme beträgt 23 m³/h und bewirkt einen 0,25-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Der für eine Person erforderliche Luftwechsel von 30 m³/h wird nicht erreicht.

Die Zuluft wurde nicht gemessen.

Die bereits reduzierten raumweisen Abluft-SOLL-Werte der Küche (20 m³/h) und des Bades (20 m³/h) werden nicht erreicht.

Sonstige Beobachtungen:

Bei eingeschaltetem Zusatzventilator wurden im Bad und Küche Abluftmengen von je 20 m³/h gemessen. Bei ausgebautem Badventil erhöht sich der Abluftmenge im Bad auf 23,8 m³/h.

Luftdichtheit:

In der Bauphase wurde eine Luftdichtheitsmessung durchgeführt, die einen n₍₅₀₎-Wert von 3,0 h⁻¹ ermittelt hatte. Die aktuelle Differenz zwischen Abluftsumme und Zuluftsumme konnte nicht ermittelt werden

Empfehlungen

Wie bei Wohnung 14.1.

Messung der Wohnung 14.5

Wohnungsnutzung

In der Einzimmerwohnung lebt eine erwachsene Nichtraucherin. Die Innentüren sind vorwiegend geöffnet.

Die Wohnung ist grundrißgleich mit Wohnung 14.2.. Ihr Grundriß und ihre Lüftungskomponenten können aus Abb. 7.14.5 erkannt werden. In Abb. 7.14.8 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.14.9.

Beobachtung vor Beginn der Messung:

Die Messung fand am 15.04.99 um 11.30 Uhr statt.

Das Zuluftventil war wie folgt eingestellt:

| | |
|-----------------------|-------|
| Wohnen/Essen/Schlafen | 10 mm |
|-----------------------|-------|

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|------|
| Kochen | 6 mm |
| Bad | 3 mm |

Der Filter des Zuluftventils in Wohnen/Essen/Schlafen war sauber. Es ist keine Sturmbremse eingebaut.

Bei Abwesenheit wird nach Nutzerangabe durch gekippte Fenster gelüftet. Zu Beginn der Messung wurde die vorher gekippte Terrassentür geschlossen.

Im fensterlosen Bad ist ein Zusatzventilator hinter dem Abluftventil eingebaut, der mit dem Lichtschalter betätigt wird und sich nach einer definierten Nachlaufzeit selbst abschaltet.

Meßergebnisse

Ausgewertet wurde eine Messung in dem Zustand „wie vorgefunden“ in der Tag- und Nachtbetrachtung nur hinsichtlich der Abluftleistung. Die Abluftventile wurden mit dem kleinen Trichter gemessen.

Messung 1 und 2 "wie vorgefunden Tag/Nacht"

Einstellung: Zentralanlage auf Stufe 1.

Der Zusatzventilator im Bad ist angeschaltet.

Die Abluftsumme beträgt 41 m³/h und bewirkt einen 0,45-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Der für eine Person erforderliche Luftwechsel (30 m³/h) wird erreicht.

Die aufgrund des Einpersonenhaushalts bereits verminderten Abluft-SOLL-Vorgaben der Küche (40 m³/h) und des Bades (20 m³/h) werden beide nicht erreicht.

Die Zuluft an den Zuluftventilen wurde nicht gemessen.

Sonstige Beobachtung:

Wenn das Abluftventil im Bad auf 20mm Spaltbreite herausgedreht oder der Ventildeckel ganz ausgebaut wird, erhöht sich der Abluftstrom im Bad auf 25 m³/h. Der SOLL-Wert wird damit erreicht.

Luftdichtheit

Aus der Bauzeit liegt kein Meßergebnis vor. Eine neue Luftdichte-Messung wurde nicht vorgenommen.

Empfehlungen

Wie bei Wohnung 14.1.

Messung der Wohnung 14.6

Wohnungsnutzung

In der 3-Zimmer-Wohnung leben zwei erwachsene Nichtraucher und zwei Katzen. Die Innentüren sind vorwiegend geöffnet. Tagsüber ist niemand zu Hause.

Die Mieter beklagen die Lärm- und Geruchsbelästigung über die Lüftungsanlage, deshalb haben sie die Abluftventile verschlossen. Eine normale Einstellung und Nutzung der Anlage konnte nutzerseitig nicht benannt werden.

Abb. 7.14.10 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.14.11 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.14.12.

Beobachtung vor Beginn der Messung:

Die Messung fand am 15.04.99 um 10.45 Uhr statt. Die Innentemperatur betrug im Wohnraum 22 °C, in der Küche 21 °C. Die relative Luftfeuchtigkeit lag unter 20 Prozent.

Die Zuluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------------|------------------|
| Wohnen/Essen | 8 mm (2 Ventile) |
| Kind | 8 mm |
| Schlafen | 10 mm |
| Kochen | 20 mm (s.u.) |
| Bad | 10 mm (s.u.) |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|-------------|
| Kochen | geschlossen |
| Bad | geschlossen |

Im Wohnen/Essen sind in einem Zuluftventil im Schalldämmeinsatz Spinnweben. Im zweiten Ventil ist der Schalldämmeinsatz etwas verrutscht, die Durchströmung wird aber kaum behindert. Die Filter sind beide sehr sauber. Im Ventil des Kinderzimmers sind ebenfalls im Weichschaumrohr Spinnweben gewesen und der Filter war innenseitig leicht nikotinverschmutzt. Der Filter des Zuluftventils im Schlafzimmer war sauber. Die Spinnweben und der Filterzustand verweisen darauf, daß die Ventile bisher meist geschlossen gewesen sein dürften. Im Zuluftventil (!) des Badezimmers war eine Sturmbremse eingebaut.

Die Wohnungseingangstür ist mit einer Absenkdichtung versehen, die sich zwar absenkt aber zu kurz abgeschnitten ist und daher nicht richtig dichtet.

Meßergebnisse

Die in Abb. 7.14.12 dargestellten Meßwerte wurden als "nicht einreguliert" eingestuft. Sie wurden nicht in die Vergleichsauswertung in Kap. 4 einbezogen.

Die Zentralanlage wurde testweise vom NEI auf die Stufe 1 eingestellt, die Zuluftventile wurde im vorgefundenen Zustand belassen. Die Ventilteller der Abluftventile wurden entfernt, so daß die Abluftleitungen voll geöffnet waren. Die irrtümlich montierten Zuluftventile in Bad und Kochen wurden geschlossen und die Räume als reine Ablufträume eingestuft.

Die Abluftventile wurden mit dem kleinen Trichter gemessen. Die Zuluft wurde nicht gemessen.

Die Abluftsumme beträgt 33 m³/h, dies entspricht einer Luftwechselrate von 0,15 h⁻¹ und liegt 50 Prozent unter der Abluftanforderung. Die raumweisen Abluftmengen in Küche und Bad liegen ähnlich weit unter ihren SOLL-Werten. Die Messung zeigt, daß die "Normal-einstellung" der Zentralanlage auf Stufe 1 für diese Wohnung keinesfalls ausreicht.

Empfehlungen

Gegen die Schallbelästigung könnten Abluftventile mit vorgeseztem Schalldämpfer oder stark schalldämpfender raumseitiger Abdeckung eingebaut werden. Erfolgt dies sowohl in den Wohnungen, aus denen der Schalleintrag herrührt, als auch in denen, die unter dem Lärm leiden, wird die Schalldurchleitung beidseitig gedämpft. Ein Schalleintrag von der Zentralanlage kann durch Schalldämpfer auf deren Ansaugseite stark verringert werden. Der nachträgliche Einbau von Weichschaum-Schalldämpfeinlagen im Abluftrohr sind im vorliegenden Fall nicht sinnvoll, da sich der Rohrdurchmesser dadurch sehr stark verringert.

Ansonsten gelten dieselben Empfehlungen wie bei WE 14.1.

Messung der Wohnung 14.7

Wohnungsnutzung

In der 3-Zimmer-Wohnung leben zwei erwachsene Personen, beide Nichtraucher.

Die Zimmertüren von Bad, Schlafen und Kind sind normalerweise geschlossen, die Tür des Wohnraumes und die Tür zwischen Kochen und Wohnen ist geöffnet. Die Tür zwischen Kochen und Flur ist mit Möbeln verbaut, ihre Überströmöffnung am Spalt der Türschwelle besteht weiterhin.

Abb. 7.14.13 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.14.14 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.14.15.

Beobachtung vor Beginn der Messung:

Die Messung fand am 15.04.99 um 9.00 Uhr statt. Die zentrale Abluftanlage war abgeschaltet. Eine normale Einstellung konnte nutzerseitig nicht benannt werden.

Die Außentemperatur betrug 5,5°C. Die relative Luftfeuchte lag außen bei 60%. Die Innentemperaturen lagen zwischen 17,8°C im Schlafzimmer bei vorher gekipptem Fenster, 20°C in Wohnen und Küche und 22,8°C im Bad trotz gekipptem Fenster. Die relative Luftfeuchtigkeit lag zwischen 32 und 39 Prozent.

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------------|------------------------------|
| Wohnen/Essen | 10 mm |
| Schlafen | 10 mm |
| Kind | DFF mit geöffneter Klappe |
| Kochen | DFF mit geschlossener Klappe |
| Bad (!) | 10 mm |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|-------------|
| Kochen | 10 mm |
| Bad | geschlossen |

Vor Meßbeginn wurden alle Fenster, die Terrassentür, das Zuluftventil im Bad und die Zuluftklappen in den DFF im Kinder- und Schlafzimmer geschlossen.

Der Ventildeckel des Zuluftventils in Wohnen/Essen war lose und falsch aufgesetzt. Er war dadurch nicht verstellbar. Der Zuluftfilter war innen- und außenseitig leicht verschmutzt; innenseitig wurden Spinnweben entdeckt. Eine Sturmbremse war nicht vorhanden.

Der Filter im Zuluftventil des Schlafrumes war innenseitig leicht verschmutzt. Auch hier ist keine Sturmbremse eingebaut. Der Schalldämm-Rohreinsatz war verformt und beengte den Luftdurchlaß.

Im Kinderzimmer gibt es kein Zuluftventil, sondern nur eine 1 m lange Kippklappe des Dachflächenfensters als Zuluftöffnung.

Der Filter des Zuluftventils im Bad war innenseitig stark verschmutzt, was auf überwiegende Durchströmung von innen nach außen hinweist.

Meßergebnisse

Die Zentralanlage wurde testweise auf Stufe 1 eingestellt. Die Ventileinstellungen wurden bis auf das Verschließen der vorher offenen Zuluftventile in Küche und Bad nicht verändert.

Alle Ventile wurden mit dem kleinen Trichter gemessen.

Die Meßergebnisse sind in Abb. 7.14.15 dargestellt. Sie wurden als "nicht einreguliert" eingestuft und nicht in die Vergleichsauswertung in Kap. 4 einbezogen.

Die Abluftsumme beträgt 49 m³/h und liegt damit weit unter der Abluftanforderung von 100 m³/h. Sie entspricht einer Luftwechselrate von 0,23 h⁻¹. Der Mindestluftwechsel für die Wohnung ohne die Personenbelegung von 0,3 h⁻¹ wird nicht erreicht.

Die Zuluft über das Zuluftventil im Wohnzimmer betrug trotz geöffnetem Ventil 0 m³/h. Auch bei komplett entnommenem Ventil war keine Zuluftströmung feststellbar. Eine Zuluftsumme wurde nicht gemessen.

Weitere Beobachtungen

Der innenseitige Staubbiederschlag am Filter des Zuluftventils im Kinderzimmer weist darauf hin, daß durch dieses Zuluftventile meist keine Zuluft einströmt, sondern Abluft ausströmt.

Bei einer Testmessung mit gekippter Terrassentüre und geöffneten Luftspalt am Schlafzimmer-DFF wurde keine größere Abluftsumme gemessen. Der Grund für die zu geringe Abluftleistung liegt demnach nicht in zuluftseitigen Strömungshemmnissen.

Empfehlungen

Wie bei Wohnung 14.1.

Messung der Wohnung 14.8

Wohnungsnutzung

In der 3-Zimmer-Wohnung leben zwei erwachsene Nichtraucher mit einem Kleinkind. Die Innentüren sind vorwiegend geöffnet.

Abb. 7.14.16 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.14.17 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.14.18.

Die Bewohner bemängeln Geruchsbelästigung durch das Ventil im Bad und vom Treppenhaus her. Ihnen war nicht bekannt, daß die DFF einen Lüftungsspalt besitzen, die Handhabung wurde erklärt. Das Ventilatorgeräusch ist zwar hörbar, wird aber nicht als störend empfunden.

Beobachtung vor Beginn der Messung:

Die Messung fand am 15.04.99 um 9.45 Uhr statt. Die Außentemperatur betrug 6,0°C. Die relative Luftfeuchte lag außen bei 59%. Die Innentemperaturen lagen um 20°C. Die relative Luftfeuchtigkeit lag zwischen 45 und 48 Prozent.

Die Gesamt-Anlage war bei Meßbeginn auf der Stufe 1 in Betrieb.

Die Zuluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|----------|--------------------|
| Wohnen | Ventil 5 mm |
| Schlafen | Ventil 8 mm |
| | DFF geschlossen |
| Kind | DFF geschlossen |
| Bad | Ventil geschlossen |

Die Abluftöffnungen waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|-----------------------|
| Kochen | Ventil war entnommen. |
| | Rohrende war offen |
| | DFF geschlossen |
| Bad | Ventil geschlossen |

In der die Außenwand durchdringenden schalldämmenden Weichschaum-Zuluftleitung außenseitig der Zuluftventil im Wohn- und Schlafzimmer lagen die Sturmbremsen schräg im Rohr, da sie in der Schalldämmung des Ventils keinen Halt hatten. Der Luftweg ist dadurch überwiegend versperrt. Im Schlafzimmer ist das Weichschaumrohr zudem teilweise verformt. Die Sturmbremsen wurden vor Beginn der Messung aufgerichtet und provisorisch befestigt.

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen in dem Zustand „wie vorgefunden Tag/Nacht“ und „max. Leistung“.

Das Zuluftventil im Wohnraum wurde mit dem mittleren Trichter, das Abluftventil im Bad mit dem kleinen Trichter und die Abluftöffnung der Küche ohne Trichter gemessen.

Messung 1 / 2 "wie vorgefunden Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Stufe 1

Ventileinstellung: wie vorgefunden (s.o.)

Die Abluftsumme beträgt 50 m³/h. Sie entspricht einer Luftwechselrate von 0,24 h⁻¹. Der für 3 Personen erforderliche Luftwechsel von 90 m³/h und die Abluftanforderung der Wohnung von 100 m³/h werden nicht erreicht.

Der raumbezogene Abluft-SOLL-Wert der Küche von 60 m³/h wird mit 50 m³/h knapp verfehlt. Im Bad findet keine Abluftabsaugung statt, da das Abluftventil wie vorgefunden geschlossen war.

Die Zuluftzufuhr beträgt im Kinderzimmer 0 m³/h wegen des wie vorgefunden geschlossenen Zuluftventils. Zuluftwerte von Wohnen und Schlafen wurden nicht gemessen. Eine Zuluftsumme wurde nicht berechnet. Angesichts der wesentlich zu niedrigen Abluftsumme ist eine wesentliche Unterschreitung der Zuluftsumme anzunehmen. Auf eine Unterscheidung nach Tag- und Nachtbetrieb kann daher verzichtet werden.

Messung 3 "max. Leistung"

Leistungseinstellung: Stufe 4

Ventileinstellungen: Zuluftventile wie vorgefunden; Abluftventil in Küche und in Bad kpl. entnommen (Rohre offen).

Die Abluftsumme beträgt 85 m³/h und entspricht einer Luftwechselrate von 0,40 h⁻¹. Der Abluft-SOLL-Wert wird in der Küche erreicht, im Bad um 20 Prozent verfehlt. Die Auslegungsvorgaben für die Luftwechselrate bei max. Leistung des LEG ($\geq 0,5 \text{ h}^{-1}$) und des DT-NEH-Standards ($\geq 0,8 \text{ h}^{-1}$) werden nicht erfüllt.

Die Zuluft-SOLL-Werte werden im Wohnzimmer weder tags noch nachts erreicht, im Schlafzimmer nur tags ohne Personenbelegung. Die Zuluftsumme kann nicht gebildet werden, da ein Meßergebnis des Kinderzimmers nicht vorliegt.

Empfehlungen

Wie bei Wohnung 14.1:

Allgemeine Empfehlungen:

Da bei Stillstand der Zentralanlage wegen der verbundenen Abluftleitungen der einzelnen Wohnungen eine Geruchsübertragung unvermeidlich ist, sollte die Anlage das ganze Jahr mit einer Mindestleistung im Abluftbetrieb laufen. Die WRG-Komponente, die der Treppenhausbeheizung dient, sollte dagegen nur während der Heizperiode laufen. Um diese beiden Betriebsweisen zu ermöglichen, müssen der zentrale Abluftventilator und die WRG-Anlage aus dem Abluftsammler parallel absaugen, getrennt über Dach abblasen. Die WRG-Anlage muß zudem in ihrem Fortluftstrang eine Rückschlag- oder Motorklappe haben, um zu verhindern, daß der im Sommer allein betriebene Abluftventilator durch diesen Strang rückwärts Luft einsaugt.

Die Ursachen und Ausbreitungswege der als zu laut beobachteten und von mehreren Nutzern bemängelten Betriebsgeräusche müssen untersucht werden. Dabei ist gleichermaßen die Körper- und Luftschallübertragung der Aggregate im Leichtbau-Aufstellraum zu prüfen, wie der Geräuscheintrag der Ventilatoren über die Absaugleitungen und über Zuluftleitung in das Treppenhaus.

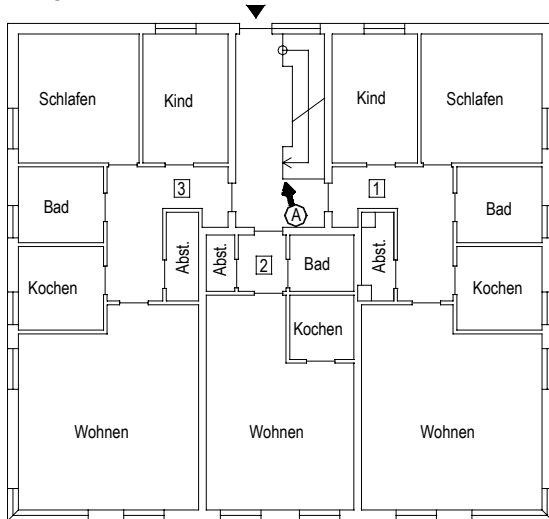
- A** Zuluftöffnungen für die Treppenhaus-Heizung im EG
- B** Zuluftöffnungen für die Treppenhaus-Heizung im OG
- C** Zuluftöffnungen für die Treppenhaus-Heizung im DG
- D** Zentralgerät Frivent Klimabox WR 25

- a, b, c, d, e** Steigleitungen Abluft aus EG
- f, g, h, i** Steigleitungen Abluft aus DG

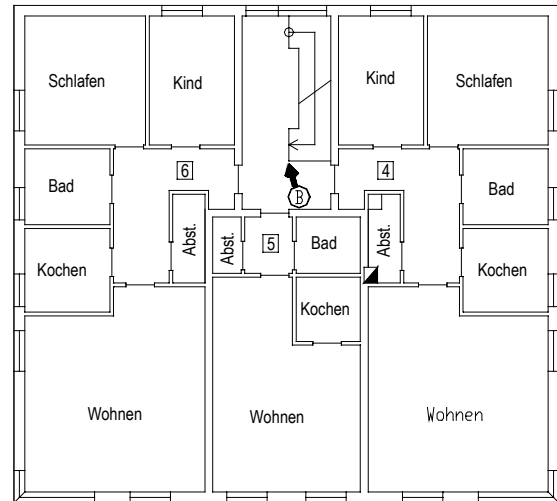
Die von mehreren Nutzen ebenfalls bemängelte Schallübertragung zwischen übereinanderliegenden Wohnungen, deren Küchen und/oder Bäder an denselben Abluftsträngen angeschlossen sind, läßt sich nachträglich mit geringem Aufwand nur durch stark schalldämpfende Abluftventile verringern. Diese mindern sowohl den Lärmeintrag in die Leitung wie auch den Geräuschaustritt aus den Leitungen. Ein nachträglicher Einbau von Telefonschalldämpfern in den Steigsträngen zwischen den Wohnungen, wie er dem Investor schon bei der Planung mehrmals nahegelegt wurde, ist nachträglich nur schwer realisierbar.

Die Steuerung der Gesamtanlage sollte nach Beseitigung der beobachteten Mängel nicht mehr für alle Mieter zugänglich sein, da widersprüchliche Einzelinteressen vorliegen, die keinen geordneten Betrieb erwarten lassen. Während die von Geruchsbelästigung betroffenen Mieter auf ständigen Betrieb Wert legen, werden die nicht geruchsbelästigten, aber vom Geräusche betroffenen Mieter stets auf Abschalten drängen.

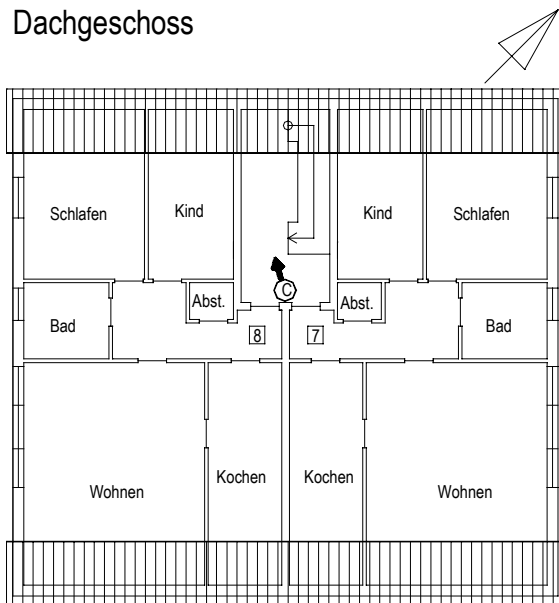
Erdgeschoss



Obergeschoss



Dachgeschoss



Spitzboden

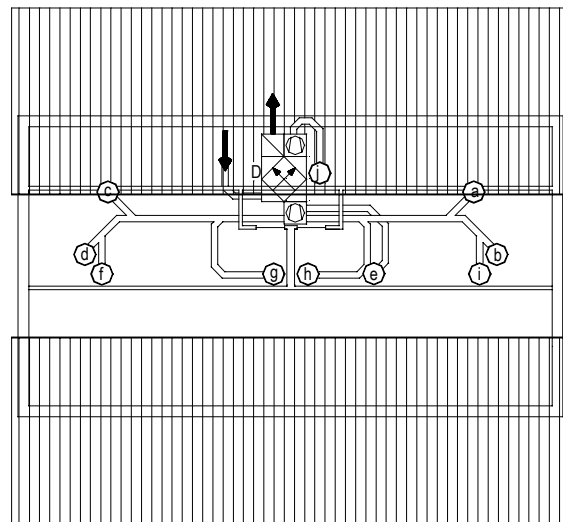
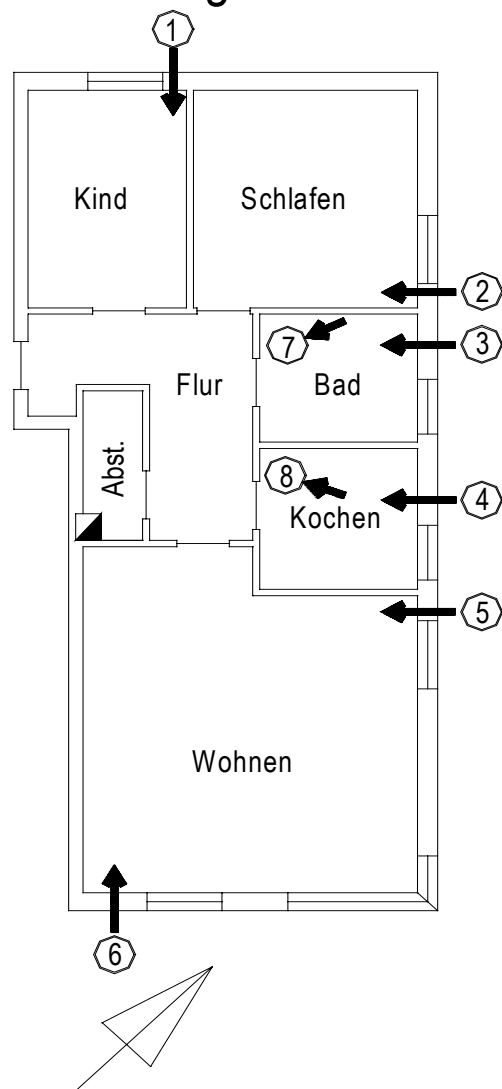


Abb. 7.14.1: Wohnungsübersicht + Lüftungs Komponenten MFH 14 (Hellmann)

Wohnung 1



Erläuterungen zu dem Grundriß

- 1 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß NW
- 2 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß NO
- 3 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß NO
- 4 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß NO
- 5 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß NO
- 6 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß SO
- 7 Abluftventil \varnothing 80 mm als Wandauslaß
- 8 Abluftventil 100 mm als Wandauslaß
- 9 Überströmöffnung Kind/Flur
- 10 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 11 Überströmöffnung Flur/Bad
- 12 Überströmöffnung Flur/Kochen
- 13 Überströmöffnung Wohnen/Flur

Abb. 7.14.2: Grundriß + Lüftungskomponenten WE 14.1 im MFH 14 (Hellmann)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| Zulufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Schlafen1 | 10,6 | 25,3 | 7,6 | 20,2 | 12,7 | 0 | 1 | 7,6 | 0,30 | 30,0 | 1,19 |
| Schlafen2 | 15,0 | 35,9 | 10,8 | 28,8 | 18,0 | 0 | 1 | 10,8 | 0,30 | 30,0 | 0,83 |
| Wohnen/Essen | 33,0 | 78,9 | 23,7 | 63,1 | 39,4 | 2 | 0 | 60,0 | 0,76 | 23,7 | 0,30 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 58,6 | 140,1 | 42,0 | 112,1 | 70,1 | 2 | 2 | 78,4 | 1,4 | 83,7 | 2,3 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Diele | 10,0 | 23,8 | 7,2 | 19,1 | 11,9 |
| Abstellraum | 2,4 | 5,8 | 1,7 | 4,6 | 2,9 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 12,4 | 29,6 | 8,9 | 23,7 | 14,8 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 8,9 | 78,4 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Bedarf n. IWU: (m ³ /h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Bad | 6,1 | 14,5 | 4,3 | 11,6 | 7,2 | 40 | 40,0 | 2,76 | 40,0 | 3,45 |
| Kochen | 6,7 | 15,9 | 4,8 | 12,7 | 8,0 | 60 | 60,0 | 3,77 | 60,0 | 4,72 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 12,7 | 30,4 | 9,1 | 24,3 | 15,2 | 100 | 100,0 | 6,5 | 100,0 | 8,2 |
| Gesamtsumme | 83,7 | 200,1 | 60,0 | 160,1 | 100,1 | | 100,0 | 0,50 | 100,0 | 0,50 |

i:\excel\dat\10-10\14_1

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.14.3: Vorgabewerte WE 14.1 im MFH 14 (Hellmann)

| Gebäudedaten | | | Sollwerte | |
|--------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| Zulufräume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
| Schlafen1 | 10,6 | 25,3 | 7,6 | 30,0 |
| Schlafen2 | 15,0 | 35,9 | 10,8 | 30,0 |
| Wohnen/Essen | 33,0 | 78,9 | 60,0 | 23,7 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Summe Räume | 58,6 | 140,1 | 78,4 | 83,7 |

| Messung 1 nicht einreguliert | | | | |
|---------------------------------|---------------|---------------|-------|----------------|
| Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | t |
| Ventilator-Stufe (1 - 4) | | | | 2,0 |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | |
| ZLV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j / n |
| 10mm | zu | 9,7 | 0,38 | >115% |
| 10mm | zu | 13,8 | 0,38 | >115% |
| 8/10mm | 100 | 15,4 | 0,20 | nein! |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|--------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Bad | 6,1 | 14,5 | 40,0 | 40,0 |
| Kochen | 6,7 | 15,9 | 60,0 | 60,0 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Summe Räume | 12,7 | 30,4 | 100,0 | 100,0 |

| ALV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j / n |
|----------------|---------------|---------------|-------|----------------|
| 11 U | 100 | 16,0 | 1,11 | nein! |
| 8,5 U | 100 | 16,0 | 1,01 | nein! |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|----------------------------------|---------------|-----------------|
| Gesamtluft = Summe Abluft | 100 | 100 |
| Zuluft über ZLV | | |
| Zuluft über Nebenluft | | |

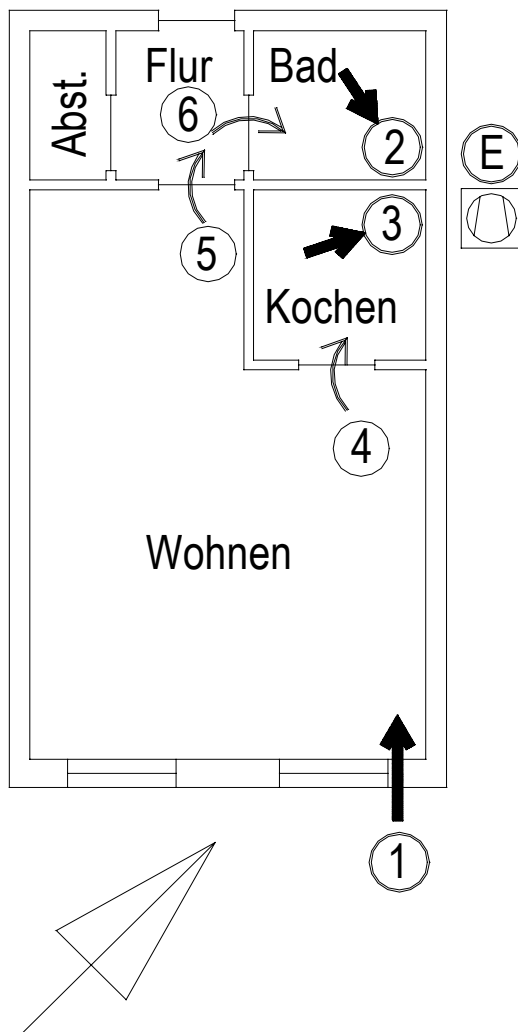
| (%) | Ist (m³/h) | (1/h) | ≥Soll j / n |
|-----|---------------|-------|----------------|
| 100 | 32 | 0,16 | nein! |
| 122 | 39 | 0,19 | |
| -22 | -7 | -0,03 | |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

i:\excel\dat\10-10\14_1
Zuluftmenge nicht vollständig,
da nur ein Ventil in Wohnen/Essen vermessen

Abb. 7.14.4 Meßergebnisse zentrale Abluftanlage gebäudeweise WE 14.1 im MFH 14 (Hellmann)

Wohnung 2 + 5



Erläuterungen zu dem Grundriß

- 1 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß SO
- 2 Abluftventil Ø 100 mm als Wandauslaß in Abkastung
- 3 Abluftventil Ø 100 mm als Wandauslaß
- 4 Überströmöffnung Wohnen/Kochen
- 5 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 6 Überströmöffnung Flur/Bad
- E Rohrventilator für Bad-Bedarfslüftung

Abb. 7.14.5: Grundrisse + Lüftungskomponenten WE 14.2 + 14.5 im MFH 14 (Hellmann)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------------------|------------|-----------------------------------|------------|
| Zulufräume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll (m ³ /h) | (1/h) | Nacht-Soll (m ³ /h) | (1/h) |
| Wohn/Schlafrum | 27,4 | 66,0 | 19,8 | 52,8 | 33,0 | 1 | 1 | 30,0 | 0,45 | 30,0 | 0,45 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 27,4 | 66,0 | 19,8 | 52,8 | 33,0 | 1 | 1 | 30,0 | 0,5 | 30,0 | 0,5 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Diele | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Abstellraum | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 0,0 | 30,0 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Bedarf n. IWU: (m ³ /h) | Tag-Soll (m ³ /h) | (1/h) | Nacht-Soll (m ³ /h) | (1/h) |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------|-----------------------------------|------------|
| Bad | 5,1 | 12,3 | 3,7 | 9,8 | 6,1 | 20 | 20,0 | 1,63 | 20,0 | 2,04 |
| Kochen | 5,6 | 13,4 | 4,0 | 10,7 | 6,7 | 20 | 20,0 | 1,50 | 20,0 | 1,87 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 10,6 | 25,6 | 7,7 | 20,5 | 12,8 | 40 | 40,0 | 3,1 | 40,0 | 3,9 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Gesamtsumme | 38,0 | 91,7 | 27,5 | 73,4 | 45,8 | | 40,0 | 0,44 | 40,0 | 0,44 |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|

i:\excel\dat\10-10\14_2

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 20 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 20 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.14.6: Vorgabewerte WE 14.2 im MFH 14 (Hellmann)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| Zulufräume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Wohn/Schlaf/Essraum | 27,4 | 66,0 | 19,8 | 52,8 | 33,0 | 1 | 1 | 30,0 | 0,45 | 30,0 | 0,45 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 27,4 | 66,0 | 19,8 | 52,8 | 33,0 | 1 | 1 | 30,0 | 0,5 | 30,0 | 0,5 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Diele | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Abstellraum | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

| UStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 0,0 | 30,0 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Bedarf n. IWU: (m ³ /h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Bad | 5,1 | 12,3 | 3,7 | 9,8 | 6,1 | 20 | 20,0 | 1,63 | 20,0 | 2,04 |
| Kochen (hier Ankleide) | 5,6 | 13,4 | 4,0 | 10,7 | 6,7 | 40 | 40,0 | 2,99 | 40,0 | 3,74 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 10,6 | 25,6 | 7,7 | 20,5 | 12,8 | 60 | 60,0 | 4,6 | 60,0 | 5,8 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Gesamtsumme | 38,0 | 91,7 | 27,5 | 73,4 | 45,8 | | 60,0 | 0,65 | 60,0 | 0,65 |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|

i:\excel\dat10-10\14_5

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 20 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 40 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.14.8: Vorgabewerte WE 14.5 im MFH 14 (Hellmann)

| Gebäudedaten | | | | | Sollwerte | | | | |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-----------|-----|-----|-------|-------|
| Zulufräume | WFl (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
| Wohn/Schlaf/Essraum | 27,4 | 66,0 | 30,0 | 30,0 | 10mm | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |
| Summe Räume | 27,4 | 66,0 | 30,0 | 30,0 | | | | | |

| Ablufträume | | | | | ALV | | | | | ALV | | | | |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------|-----|------|-------|-------|---------|-----|------|-------|-------|
| Ablufträume | WFl (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | % offen | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | % offen | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
| Bad | 5,1 | 12,3 | 20,0 | 20,0 | 3mm | 100 | 12,0 | 0,98 | nein! | 3mm | 100 | 12,0 | 0,98 | nein! |
| Kochen (hier Ankleide) | 5,6 | 13,4 | 40,0 | 40,0 | 6mm | 100 | 29,0 | 2,17 | nein! | 6mm | 100 | 29,0 | 2,17 | nein! |
| Summe Räume | 10,6 | 25,6 | 60,0 | 60,0 | | | | | | | | | | |

| | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|----------------------------------|------------|--------------|
| Gesamtluft = Summe Abluft | 60 | 60 |
| Zuluft über ZLV | | |
| Zuluft über Nebenluft | | |

| | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll |
|--|---------|------------|-----------|-------|
| | 100 | 41 | 0,45 | nein! |
| | 0 | 0 | 0,00 | |
| | 100 | 41 | 0,45 | |

| | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll |
|--|---------|------------|-----------|-------|
| | 100 | 41 | 0,45 | nein! |
| | 0 | 0 | 0,00 | |
| | 100 | 41 | 0,45 | |

Legende:

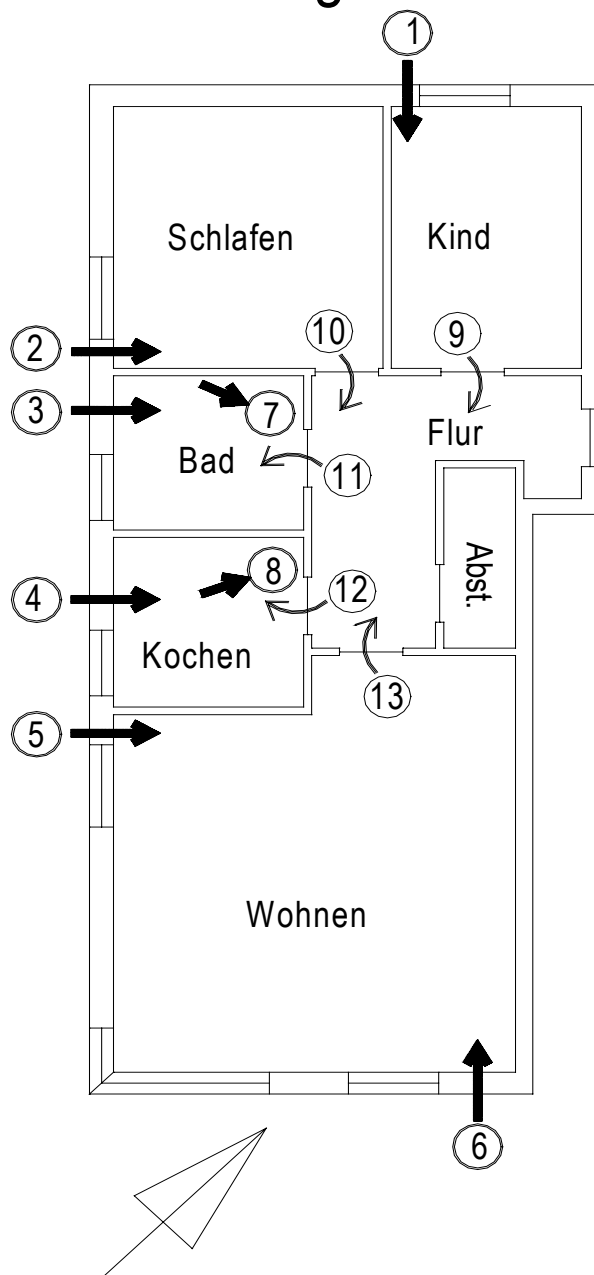
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

Zuluft nicht gemessen

i:\excel\dat\10-10\14_5

Abb. 7.14.9 Meßergebnisse zentrale Abluftanlage gebäudeweise WE 14.5 im MFH 14 (Hellmann)

Wohnung 6



Erläuterungen zu dem Grundriß

- 1 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß NW
- 2 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß SW
- 3 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß SW
- 4 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß SW
- 5 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß SW
- 6 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß SO
- 7 Abluftventil \varnothing 80 mm als Wandauslaß
- 8 Abluftventil \varnothing 100 mm als Wandauslaß
- 9 Überströmöffnung Kind/Flur
- 10 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 11 Überströmöffnung Flur/Bad
- 12 Überströmöffnung Flur/Kochen
- 13 Überströmöffnung Wohnen/Flur

Abb. 7.14.10: Grundrisse + Lüftungskomponenten WE 14.6 im MFH 14 (Hellmann)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|-------------|------------|-------------|------------|
| Zulufräume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m³/h) | (1/h) | (m³/h) | (1/h) |
| Kind | 10,6 | 25,9 | 7,8 | 20,7 | 12,9 | 1 | 1 | 30,0 | 1,16 | 30,0 | 1,16 |
| Schlafen | 17,5 | 42,5 | 12,8 | 34,0 | 21,3 | 0 | 1 | 12,8 | 0,30 | 30,0 | 0,71 |
| Wohnen/Essen | 35,4 | 86,1 | 25,8 | 68,9 | 43,1 | 1 | 0 | 30,0 | 0,35 | 25,8 | 0,30 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 63,6 | 154,5 | 46,4 | 123,6 | 77,3 | 2 | 2 | 72,8 | 1,8 | 85,8 | 2,2 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) |
|-----------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| Diele | 10,1 | 24,5 | 7,3 | 19,6 | 12,2 |
| Abstellraum | 2,8 | 6,8 | 2,0 | 5,4 | 3,4 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 12,9 | 31,3 | 9,4 | 25,0 | 15,7 |

| ÜStr SOLL | Zuluft IST | Zusatz Bedarf |
|--------------|---------------|------------------|
| (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) |
| 9,4 | 72,8 | 0,0 |

| Ablufräume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Bedarf n. IWU: (m³/h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------|--------------|------------|--------------|------------|
| | | | | | | | (m³/h) | (1/h) | (m³/h) | (1/h) |
| Bad | 6,3 | 15,2 | 4,6 | 12,2 | 7,6 | 40 | 40,0 | 2,63 | 40,0 | 3,28 |
| Kochen | 6,9 | 16,7 | 5,0 | 13,4 | 8,4 | 60 | 60,0 | 3,58 | 60,0 | 4,48 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 13,2 | 32,0 | 9,6 | 25,6 | 16,0 | 100 | 100,0 | 6,2 | 100,0 | 7,8 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|
| Gesamtsumme | 89,6 | 217,8 | 65,3 | 174,2 | 108,9 | | 100,0 | 0,46 | 100,0 | 0,46 |
|--------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|

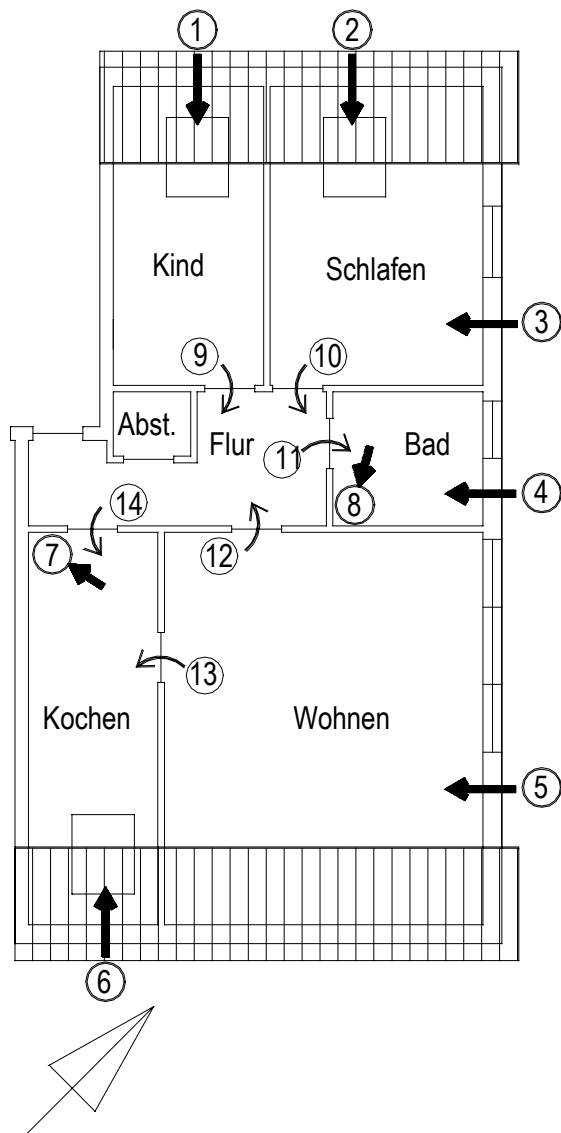
i:\excel\dat\10-10\14_6

| Bedarf n. IWU: | (m³/h) |
|-------------------|--------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.14.11: Vorgabewerte WE 14.6 im MFH 14 (Hellmann)

Wohnung 7



Erläuterungen zu dem Grundriß

- 1 Zuluftöffnung in Dachflächenfenster NW
- 2 Zuluftöffnung in Dachflächenfenster NW
- 3 Zuluftventil Fresh 100 in Außenwand NO
- 4 Zuluftventil Fresh 100 in Außenwand NO
- 5 Zuluftventil Fresh 100 in Außenwand NO
- 6 Zuluftöffnung in Dachflächenfenster SO
- 7 Abluftventil \varnothing 150 mm als Wandauslaß
- 8 Abluftventil \varnothing 100 mm als Wandauslaß
- 9 Überströmöffnung Kind/Flur
- 10 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 11 Überströmöffnung Flur/Bad
- 12 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 13 Überströmöffnung Wohnen/Kochen
- 14 Überströmöffnung Flur/Kochen

Abb. 7.14.13: Grundrisse + Lüftungskomponenten WE 14.7 im MFH 14 (Hellmann)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------------------|------------|-----------------------------------|------------|
| Zulufräume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll (m ³ /h) | (1/h) | Nacht-Soll (m ³ /h) | (1/h) |
| Kind | 12,8 | 25,1 | 7,5 | 20,1 | 12,6 | 1 | 1 | 30,0 | 1,19 | 30,0 | 1,19 |
| Schlafen | 18,2 | 35,8 | 10,8 | 28,7 | 17,9 | 0 | 2 | 10,8 | 0,30 | 60,0 | 1,67 |
| Wohnen | 32,1 | 80,7 | 24,2 | 64,6 | 40,4 | 2 | 0 | 60,0 | 0,74 | 24,2 | 0,30 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 63,1 | 141,7 | 42,5 | 113,4 | 70,9 | 3 | 3 | 100,8 | 2,2 | 114,2 | 3,2 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Diele | 9,0 | 22,5 | 6,8 | 18,0 | 11,3 |
| Abstellraum | 2,8 | 7,0 | 2,1 | 5,6 | 3,5 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 11,8 | 29,5 | 8,9 | 23,6 | 14,8 |

| UStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 8,9 | 100,8 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Bedarf n. IWU: (m ³ /h) | Tag-Soll (m ³ /h) | (1/h) | Nacht-Soll (m ³ /h) | (1/h) |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------|-----------------------------------|------------|
| Bad | 6,1 | 15,2 | 4,6 | 12,2 | 7,6 | 40 | 40,0 | 2,63 | 40,0 | 3,29 |
| Kochen | 12,7 | 24,5 | 7,3 | 19,6 | 12,2 | 60 | 60,0 | 2,45 | 60,0 | 3,06 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 18,7 | 39,7 | 11,9 | 31,7 | 19,8 | 100 | 100,0 | 5,1 | 100,0 | 6,4 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|
| Gesamtsumme | 93,6 | 210,9 | 63,3 | 168,7 | 105,5 | | 100,8 | 0,48 | 114,2 | 0,54 |
|--------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|

i:\excel\dat\10-10\14_7

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.14.14: Vorgabewerte WE 14.7 im MFH 14 (Hellmann)

**Messung 1
nicht einreguliert**

| Gebäudedaten | | | Sollwerte | |
|--------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| Zulufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
| Kind | 12,8 | 25,1 | 30,0 | 30,0 |
| Schlafen | 18,2 | 35,8 | 10,8 | 60,0 |
| Wohnen | 32,1 | 80,7 | 60,0 | 24,2 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Summe Räume | 63,1 | 141,7 | 100,8 | 114,2 |

| Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | | t |
|-------------------------------|---------------|---------------|--------------|----------------|------|
| Ventilator-Stufe (1 - 4) | | | | | min. |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | |
| ZLV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n | |
| DFFzu | zu | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| DFFzu | zu | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| 100% | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|--------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Bad | 6,1 | 15,2 | 40,0 | 40,0 |
| Kochen | 12,7 | 24,5 | 60,0 | 60,0 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Summe Räume | 18,7 | 39,7 | 100,0 | 100,0 |

| ALV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n | |
|----------------|---------------|---------------|--------------|----------------|--|
| 100% | 100 | 31,0 | 2,04 | nein! | |
| 10mm | 100 | 18,2 | 0,74 | nein! | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|----------------------------------|---------------|-----------------|
| Gesamtluft = Summe Abluft | 101 | 114 |
| Zuluft über ZLV | | |
| Zuluft über Nebenluft | | |

| | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n | |
|--|------------|---------------|--------------|----------------|--|
| | 100 | 49 | 0,23 | nein! | |
| | 0 | 0 | 0,00 | | |
| | 100 | 49 | 0,23 | | |

Legende:

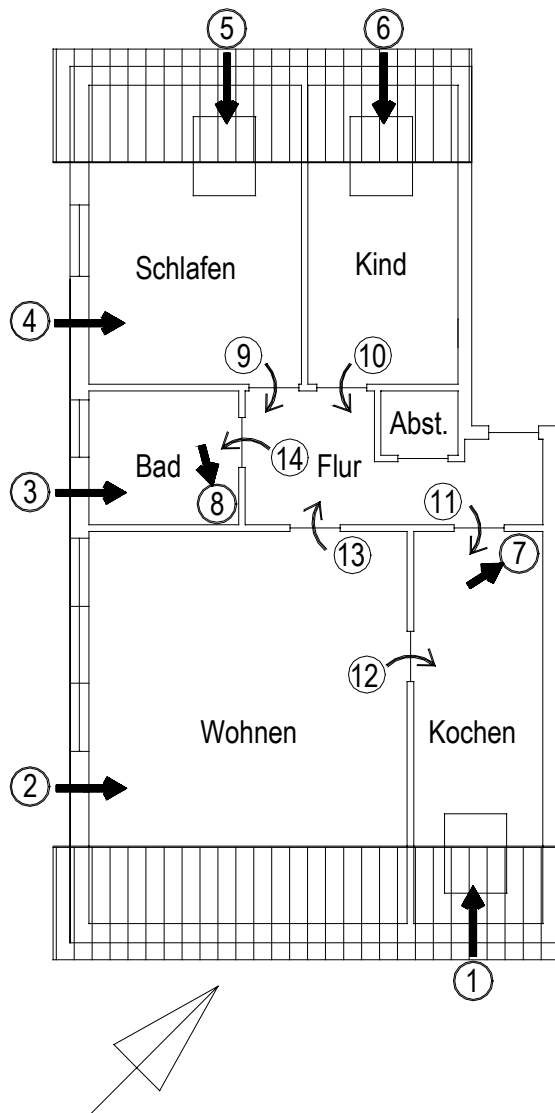
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

i:\excel\dat\10-10\14_7

☐ fehlender Wert oder deshalb falsche Summe

Abb. 7.14.15 Meßergebnisse zentrale Abluftanlage gebäudeweise WE 14.7 im MFH 14 (Hellmann)

Wohnung 8



Erläuterungen zu dem Grundriß

- 1 Zuluftöffnung in Dachflächenfenster SO
- 2 Zuluftventil Fresh 100 in Außenwand SW
- 3 Zuluftventil Fresh 100 in Außenwand SW
- 4 Zuluftventil Fresh 100 in Außenwand SW
- 5 Zuluftöffnung in Dachflächenfenster NW
- 6 Zuluftöffnung in Dachflächenfenster NW
- 7 Abluftventil Ø 150 mm als Wandauslaß
- 8 Abluftventil Ø 100 mm als Wandauslaß
- 9 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 10 Überströmöffnung Kind/Flur
- 11 Überströmöffnung Flur/Kochen
- 12 Überströmöffnung Wohnen/Kochen
- 13 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 14 Überströmöffnung Flur/Bad

Abb. 7.14.16: Grundrisse + Lüftungskomponenten WE 14.8 im MFH 14 (Hellmann)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| Zulufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Kind | 12,8 | 25,1 | 7,5 | 20,1 | 12,6 | 1 | 1 | 30,0 | 1,19 | 30,0 | 1,19 |
| Schlafen | 18,2 | 35,8 | 10,8 | 28,7 | 17,9 | 0 | 2 | 10,8 | 0,30 | 60,0 | 1,67 |
| Wohnen | 32,1 | 80,7 | 24,2 | 64,6 | 40,4 | 2 | 0 | 60,0 | 0,74 | 24,2 | 0,30 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 63,1 | 141,7 | 42,5 | 113,4 | 70,9 | 3 | 3 | 100,8 | 2,2 | 114,2 | 3,2 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Diele | 9,0 | 22,5 | 6,8 | 18,0 | 11,3 |
| Abstellraum | 2,8 | 7,0 | 2,1 | 5,6 | 3,5 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 11,8 | 29,5 | 8,9 | 23,6 | 14,8 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 8,9 | 100,8 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Bedarf n. IWU: (m ³ /h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Bad | 6,1 | 15,2 | 4,6 | 12,2 | 7,6 | 40 | 40,0 | 2,63 | 40,0 | 3,29 |
| Kochen | 12,7 | 24,5 | 7,3 | 19,6 | 12,2 | 60 | 60,0 | 2,45 | 60,0 | 3,06 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 18,7 | 39,7 | 11,9 | 31,7 | 19,8 | 100 | 100,0 | 5,1 | 100,0 | 6,4 |
| Gesamtsumme | 93,6 | 210,9 | 63,3 | 168,7 | 105,5 | | 100,8 | 0,48 | 114,2 | 0,54 |

i:\excel\dat\10-10\14_8

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.14.17: Vorgabewerte WE 14.8 im MFH 14 (Hellmann)

| Gebäudedaten | | | | | Sollwerte | | | | |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|-----------|-----|-------------------------|-------|-------|
| Zulufräume | WFl (m ²) | Vol (m ³) | Tag (m ³ /h) | Nacht (m ³ /h) | ZLV | ÜÖ | Ist (m ³ /h) | (1/h) | ≥Soll |
| Kind | 12,8 | 25,1 | 30,0 | 30,0 | zu | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |
| Schlafen | 18,2 | 35,8 | 10,8 | 60,0 | 8mm | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |
| Wohnen | 32,1 | 80,7 | 60,0 | 24,2 | 5mm | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |
| Summe Räume | 63,1 | 141,7 | 100,8 | 114,2 | | | | | |

| Ablufräume | | | | | Sollwerte | | | | |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|-----------|-----|-------------------------|-------|-------|
| Ablufräume | WFl (m ²) | Vol (m ³) | Tag (m ³ /h) | Nacht (m ³ /h) | ALV | ÜÖ | Ist (m ³ /h) | (1/h) | ≥Soll |
| Bad | 6,1 | 15,2 | 40,0 | 40,0 | zu | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |
| Kochen | 12,7 | 24,5 | 60,0 | 60,0 | 100 | 100 | 50,0 | 2,04 | nein! |
| Summe Räume | 18,7 | 39,7 | 100,0 | 100,0 | | | | | |

| Gesamtluft = Summe Abluft | | Tag (m ³ /h) | Nacht (m ³ /h) |
|---------------------------|--|-------------------------|---------------------------|
| | | 101 | 114 |
| Zuluft über ZLV | | | |
| Zuluft über Nebenluft | | | |

| Ist | | ≥Soll | |
|-----|---------------------|-------|-------|
| (%) | (m ³ /h) | (1/h) | j / n |
| 100 | 50 | 0,24 | nein! |
| 0 | 0 | 0,00 | |
| 100 | 50 | 0,24 | |

| Ist | | ≥Soll | |
|-----|---------------------|-------|-------|
| (%) | (m ³ /h) | (1/h) | j / n |
| 100 | 50 | 0,24 | nein! |
| 0 | 0 | 0,00 | |
| 100 | 50 | 0,24 | |

| Ist | | ≥Soll | |
|-----|---------------------|-------|-------|
| (%) | (m ³ /h) | (1/h) | j / n |
| 100 | 85 | 0,40 | nein! |
| 38 | 32 | 0,15 | |
| 62 | 53 | 0,25 | |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

☐ fehlender Wert oder deshalb falsche Summe

i:\excel\dat\10-10\14_8

Abb. 7.14.18 Meßergebnisse zentrale Abluftanlage gebäudeweise WE 14.8 im MFH 14 (Hellmann)

7.15 MFH Speckmann

Astrid-Lindgren-Weg 13, 333824 Werther, Baujahr 1997



Bauart und lüftungstechnische Eigenschaften

Das Gebäude ist ein voll unterkellertes 8-Familienhaus mit Souterrain-Wohnungen in einschaliger Massivbauweise mit Wärmedämmverbundsystem. Die gesamte beheizte Wohn- und Nutzfläche umfaßt 729,3 m².

Zum beheizten und belüfteten Volumen gehören die Souterrainwohnungen im Kellergerüst, das gesamte Treppenhaus zwischen Kellertüren und DG sowie das komplett ausgebaute EG, OG und DG. Der nur als Technikraum genutzte Spitzboden über dem DG ist unbeheizt und unbelüftet. Die Kellerräume außerhalb der Souterrainwohnungen sind unbeheizt und liegen außerhalb des luftdichten und mechanisch belüfteten Volumens. Das gesamte mechanisch belüftete innere Luftvolumen beträgt 1832,1 m³.

Von den insgesamt 8 Wohnungen wurden beispielhaft die fünf WE 15.1 (KG/EG links hinten), WE 15.2 (KG/EG rechts hinten), WE 15.4 (EG rechts vorne), WE 15.7 (OG/DG links vorne) und WE 15.8 (OG/DG rechts vorne) vermessen und einreguliert. Die Grundrisse des Gesamtgebäudes sind in Abbildung 7.15.1 dargestellt. Die Grundrisse und lüftungstechnischen Komponenten der einzelnen Wohnungen in Abbildungen 7.15.2 (WE 1), 7.15.5 (WE 2), 7.15.8 (WE 4), 7.15.11 (WE 7) und 7.15.14 (WE 8).

Kenngößen der untersuchten WE sind:

| | | |
|---------|-----------------------|----------------------|
| WE 15.1 | Wohn- und Nutzfläche: | 98,8 m ² |
| | Luftvolumen: | 240,6 m ³ |
| WE 15.2 | Wohn- und Nutzfläche: | 101,4 m ² |
| | Luftvolumen: | 247,5 m ³ |
| WE 15.4 | Wohn- und Nutzfläche: | 60,0 m ² |
| | Luftvolumen: | 146,5 m ³ |
| WE 15.7 | Wohn- und Nutzfläche: | 93,3 m ² |
| | Luftvolumen: | 253,0 m ³ |
| WE 15.8 | Wohn- und Nutzfläche: | 90,4 m ² |
| | Luftvolumen: | 272,0 m ³ |

Art der Lüftungsanlage

Im Gebäude sind acht wohnungsweise-zentrale Abluftanlagen installiert, die aus den jeweiligen Ablufträumen Kochen, Bad, WC und Flur absaugen. Die Abluft-Ventilatoren der WE 1 und 2 Typ Enessen Essvent C1-120F sind innerhalb der Souterrain-Wohnungen in Wandschränken eingebaut. Die Abluftventilatoren der WE 3 bis 8 des Typs Aereco VEF sind auf dem Spitzboden installiert.

Die Fortluft der sechs auf dem Spitzboden installierten Ventilatoren wird durch einen gemeinsamen Fortluftkanal über das Westdach abgeblasen.

In dem Technikraum ist weiterhin eine Lüftungsanlage mit WRG für die Treppenhausbeheizung installiert. Diese saugt aus dem gemeinsamen Fortluftkanal der sechs Abluftanlagen einen Teilstrom der warmen Abluft ab, entwärmt diesen im Wärmetauscher und bläst die entwärmete Fortluft ebenfalls über Dach ab. Die Frischluft für die Treppenhausbeheizung saugt sie durch einen Dacheinlaß an und bläst sie nach der Vorerwärmung im Wärmetauscher und nach einer regelbaren Nacherhitzung durch ein PWW-Heizregister in den Luftraum im OG des Treppenhauses ein.

Die Leistungsregelung der wohnungsweisen Abluftventilatoren erfolgt in den WE 15.1 und 15.2 durch fünfstufige Schalter, in den anderen WE stufenlos durch Dimmer, die in den Fluren der jeweiligen Wohnungen eingebaut sind.

Die Kombination der Aereco-Abluftventilatoren mit Phasenanschnitts-Dimmern ist grundsätzlich problematisch, da diese Ventilatoren eine selbsttätige Druckdifferenzregelung haben, die einen konstanten Förderdruck aufrechtzuerhalten versucht. Der Dimmer kann zwar auf sehr kleiner Einstellung den Ventilator zwangsweise drosseln. Oberhalb der Strommenge, mit der der Ventilator seine SOLL-Druckdifferenz erreichen kann, wird aber jede zusätzliche Stromzufuhr des Dimmers vom Ventilator selbst weggeregelt, so daß keine höhere Lüftungsleistung zustande kommt. Bei Veränderungen der Druckdifferenz durch Öffnen oder Schließen von Ventilen, Türen oder Fenstern regelt der Ventilator trotz unveränderter Dimmereinstellung solange selbsttätig eine andere Leistungsstufe ein, wie die dazu nötige Strommenge nicht vom Dimmer begrenzt wird¹⁴³.

¹⁴³ Vgl. auch Kap. 5

Frischlucht strömt durch den von den Wohnungsventilatoren erzeugten Unterdruck über passive Zuluftventile in die Zulufräume Wohnen, Essen, Schlafen, Kind, Gast (je nach Wohnung unterschiedlich) nach.

Zwischen den Zu- und Ablufträumen liegen als Überströmräume das Treppenhaus sowie die Flure und Abstellräume in den Wohnungen. Diese Räume haben keine eigene Zu- oder Abluft.

Alle Rohrleitungen sind aus Blechwickelfalzhohr hergestellt.

Eine Regelung der Abluftströme zwischen den einzelnen Ablufträumen der Wohnungen ist durch die stufenlos verstellbaren Abluftventile möglich sowie in mehreren Wohnungen durch Strangregelventile möglich.

Eine Regelung der raumweisen Zuluftströme kann in gewissem Umfang durch die Zuluftventile erfolgen. Deren Spaltweite ist stufenlos voreinstellbar. Sie läßt sich zusätzlich mit einem Zugseil um eine festes Differenzmaß vergrößern, was eine einfache manuelle Wahl zwischen Grund- und Bedarfslüftung (z.B. tags und nachts) ermöglichen soll.

In den Außenwanddurchdringungen der Zuluftelemente sind zudem selbsttätige Strömungsbegrenzer eingesetzt. Diese verringern selbsttätig den freien Querschnitt in Zulufrichtung in etwa proportional zur tatsächlichen Strömungsgeschwindigkeit und verhindern eine übermäßige Luftzufuhr bei starkem Winddruck.

Messung der Wohnung 15.1

Wohnungsnutzung

In der 3-Zimmer-Wohnung leben 2 Erwachsene und 1 Kind, sämtlich Nichtraucher.

Abb. 7.15.2 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.15.3 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechsellraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.15.4.

Die Lüftungsanlage wird im Normalbetrieb auf Stufe 1 gefahren. Beim Kochen oder bei Besuch wird die Anlage höher gestellt.

Die Türen im Wohnen, Bad und Kochen sind in der Heizperiode vorwiegend geschlossen, alle anderen sind offen.

Die Bewohner haben vom Vermieter nach eigener Angabe allgemeine Hinweise zum Lüften erhalten, nicht aber zur Anlagennutzung und Wartung. Sie bemängeln eine schlechte Luftqualität bei Ventilatorstufe 1, bei höheren Stufen stört sie das Laufgeräusch des Ventilators.

Beobachtungen vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 03.02.99 um 12.00 Uhr statt.

Die Zuluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------------|-------|
| Wohnen/Essen | 10 mm |
| Kind | 10 mm |
| Schlafen | 10 mm |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|-------|
| Kochen | 10 mm |
| WC | 4 mm |
| Bad | 6 mm |

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen in den Betriebszuständen „wie vorgefunden Tag/Nacht“, „einreguliert Tag/Nacht“ und „max. Leistung“.

Alle Zuluftventile wurden mit dem mittleren Trichter gemessen, die Abluftventile mit dem kleinen Trichter.

Messung 1 und 2 "wie vorgefunden Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Stufe 1

Ventileinstellung: wie vorgefunden (s.o.)

Die Abluftsumme beträgt $60 \text{ m}^3/\text{h}$. Dies entspricht einer Luftwechselrate von $0,25 \text{ h}^{-1}$ der gesamten Wohnung. Die Abluftanforderung von $120 \text{ m}^3/\text{h}$ und die für drei Personen erforderliche Luftmenge $90 \text{ m}^3/\text{h}$ werden nicht erreicht. Über die Zuluftventile strömen insgesamt nur $25 \text{ m}^3/\text{h}$ über bauliche Undichtigkeiten strömen $35 \text{ m}^3/\text{h}$ in die Wohnung.

Die Abluft-SOLL-Werte der Küche ($60 \text{ m}^3/\text{h}$), des Bades ($40 \text{ m}^3/\text{h}$) und des WC's ($20 \text{ m}^3/\text{h}$) werden deutlich unterschritten.

In keinem Zulufttraum werden raumweisen Zuluft-SOLL-Werte für Tag- oder Nachtbetrieb erreicht. Auch die Mindestluftwechselrate von $0,3 \text{ h}^{-1}$ wird in keinem Zulufttraum erreicht.

Messung 3 und 4 "einreguliert Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Stufe 2

Ventileinstellungen:

| | |
|--------|------|
| Kochen | 20 U |
| WC | 10 U |
| Bad | 12 U |

Die Abluftsumme beträgt $119 \text{ m}^3/\text{h}$ und bewirkt einen 0,49-fachen stündlichen Luftwechsel der Wohnung. Der für 3 Personen erforderliche Luftwechsel wird erreicht.

Die Abluftsumme erfüllt die Abluftanforderung und auch die raumweisen Abluft-Mengen entsprechen ihren SOLL-Werten.

Die an den Zuluftventilen ermittelte Zuluftsumme erfüllt weiterhin nicht die Zuluftanforderung. Über die Zuluftventile strömen insgesamt nur $56 \text{ m}^3/\text{h}$ in die Wohnung, über bauliche Undichtigkeiten weitere $63 \text{ m}^3/\text{h}$. Die raumweisen Zuluft-SOLL-Werte werden im Tagbetrieb nur im tags nicht personenbelegten Schlafzimmer, im Nachtbetrieb nur im nachts nicht personenbelegten Wohnzimmer erreicht. Der Mindestluftwechsel von $0,3 \text{ h}^{-1}$ wird in jedem Zulufttraum tags und nachts erreicht.

Der Stromverbrauch des Ventilators liegt bei 31 Watt im Betrieb auf Stufe 2.

Messung 5 "max. Leistung"

Leistungseinstellung: Stufe 5 (max.)

Ventileinstellung: wie bei Messungen 3/4.

Die Abluftsumme liegt bei $208 \text{ m}^3/\text{h}$. Dies entspricht einer Luftwechselrate von $0,86 \text{ h}^{-1}$. Die Anforderungen an die max. Leistung des LEG ($\geq 0,5 \text{ h}^{-1}$) und die des DT-NEH- Standards ($\geq 0,8 \text{ h}^{-1}$) werden erfüllt. Die Anlage besitzt die gewünschte Leistungsreserve.

Über die Zuluftventile strömen $59 \text{ m}^3/\text{h}$ in die Wohnung, $149 \text{ m}^3/\text{h}$ strömen durch bauliche Undichtheiten herein.

Die an den Zuluftventilen gemessene Zuluftsumme hat sich gegenüber der Messung in der Stufe zwei nur unwesentlich erhöht. Im Souterrain-Kinderzimmer erreicht die Zuluftmenge den SOLL-Wert von $30 \text{ m}^3/\text{h}$ und zugleich den Abregelbereich des eingebauten Sturmbegrenzers. Die Zuluftmengen der anderen Zimmer sind teilweise niedriger als bei der vorausgegangenen Messung. Durch das Zuluftventil im Souterrain-Schlafzimmer, das mit dem im Kinderzimmer baugleich ist, strömen nur $15 \text{ m}^3/\text{h}$, durch das im EG-Wohnzimmer nur $14 \text{ m}^3/\text{h}$.

Luftdichtheit:

In der Bauphase war eine Luftdichtheitsmessung vorgenommen worden, die damals einen $n_{(50)}$ -Wert von $3,4 \text{ h}^{-1}$ ermittelt hatte. Eine neue Messung wurde nicht vorgenommen. Über die Hälfte der Zuluft, bei max. Leistung sogar mehr als zwei Drittel der Zuluft strömen über Nebenluftwege ins Gebäude. Stärkere Luftleckagen wurden an der Tür zum Gemeinschaftskeller im Souterrain-Flur, an der Wohnungseingangstür im EG und am Zählerkasten im Innentreppenhaus der Wohnung ermittelt.

Empfehlung:

Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als $1,0 \text{ h}^{-1}$ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

Die Anlage sollte in der Heizperiode bei anwesenden Bewohnern auf Stufe 2 im Dauerbetrieb genutzt werden. Bei Abwesenheit aller Bewohner kann Stufe 1 eingestellt werden.

Im Schlafzimmer sollte das unterdimensionierte Zuluftventil durch ein Ventil mit höherer Luftleistung ersetzt werden.

Um nachts mehr Zuluft in die Schlafräume zu fördern, sollte nachts das Zuluftventil im Wohnzimmer geschlossen werden.

Es sollte versucht werden, die von den Nutzen als störend empfundenen Geräusche des Ventilators durch eine elastische Aufhängung und eine schallabsorbierende Auskleidung des Einbauschranks zu verringern.

Messung der Wohnung 15.2

Wohnungsnutzung

In der 3-Zimmer-Wohnung leben zwei Erwachsene und zwei Kinder, sämtlich Nichtraucher.

Abb. 7.15.5 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.15.6 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.15.7.

Die Lüftungsanlage wird im Normalbetrieb in der Stufe 3 betrieben. Die Innentüren sind vorwiegend geöffnet, nur die Tür zwischen Wohnen und Flur ist dauerhaft geschlossen, da sie mit Schränken verbaut ist.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 03.02.99 um 9.00 Uhr statt.

Die Zuluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------------|-------|
| Wohnen/Essen | 7 mm |
| Schlafen | 10 mm |
| Kind | 10 mm |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|-------|-------|
| Küche | 10 mm |
| Bad | 12 mm |
| WC | 5 mm |

Die Filter der Ventile wurden mieterseitig zuletzt im Dezember 12/1998 gereinigt, die Verstellmöglichkeiten der Ventile waren den Mietern jedoch nicht bekannt.

Die Sturmbegrenzer sind im Wohn- und Schlafzimmer korrekt eingebaut, jedoch zeigen sich erste Materialermüdungen (s.u.). Die Sturmbremse des Kinderzimmers liegt falsch im Luftkanal und bremst so den Luftstrom. Sie wurde vor der Messung richtig eingesetzt.

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen in den Betriebszuständen „wie vorgefunden Tag/Nacht“, „einreguliert Tag/Nacht“ und „max. Leistung“

Alle Zuluftventile wurden mit dem mittleren Trichter gemessen, die Abluftventile wurden mit dem kleinen Trichter gemessen.

Messung 1 / 2 "wie vorgefunden Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Stufe 3

Ventileinstellung: wie vorgefunden (s.o.)

Die Abluftsumme beträgt 129 m³/h und bewirkt einen 0,52-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Der für 4 Personen erforderliche Luftwechsel von 120 m³/h wird leicht überschritten. Über die Zuluftventile strömen 47 m³/h über bauliche Undichtigkeiten 82 m³/h in die Wohnung.

Die Abluftsumme erreicht fast genau die SOLL-Vorgabe. Die raumbezogenen Abluft-SOLL-Werte werden im SOU/Bad übererfüllt, in EG/Küche und EG/WC nicht erreicht.

Die an den Zuluftventilen ermittelten raumweisen Zuluft-SOLL-Werte werden tags in keinem Raum und nachts nur in dem dann nicht personenbelegten Wohnzimmer erreicht. Die Luftwechselraten der Zuluft Räume liegen bei 0,27 h⁻¹ bis 0,43 h⁻¹.

Messung 3: "einreguliert Tag"

Leistungseinstellung: Stufe 3

Ventileinstellungen:

Abluftventil Bad 10 mm

Die Tür zum Gemeinschaftskeller wurde abgeklebt und der Filter des Kinderzimmers gereinigt.

Die Abluftsumme beträgt 124 m³/h. Dies entspricht einer Luftwechselrate der Wohnung von 0,50 h⁻¹. Die Abluft-SOLL-Werte in Küche und WC werden erreicht, im Bades leicht überschritten.

Die an den Zuluftventilen ermittelte Zuluftsumme ist unverändert zu niedrig. Die Zuluft-SOLL-Werte für Tagbetrieb werden nicht erreicht..

Sonstige Beobachtungen:

Die Sturmbremse im Wohnen zeigt Materialermüdungen in Form von abstehenden Gummilappen, die den freien Strömungsquerschnitt verringern. Es wurde auf Leistungsstufe 4 ein Test durchgeführt, ob sich dies auf die Zuluftmenge auswirkt. Dabei wurden folgende Zuluftströme ermittelt:

mit Sturmbremse + mit Ventil 8 m³/h

ohne Sturmbremse + ohne Ventil 32 m³/h

ohne Sturmbremse + mit Ventil 21 m³/h

Das Ergebnis zeigt, daß sowohl Ventil als Sturmbremse hier Strömungshemmnisse darstellen, die die Zuluftmenge spürbar beeinflussen.

Messung 4 "einreguliert Nacht"

Leistungseinstellung: Stufe 3

Einstellung Zuluftventile

Wohnen: geschlossen

Schlafen / Kind unverändert

Zur Schaffung optimaler Nachtbedingungen wurden das Zuluftventil in EG/Wohnen geschlossen und die strömungsbremsenden Filter in den Zuluftventilen von SOU/Schlafen und SOU/Kind ausgebaut.

Die Zuluftsumme beträgt 54 m³/h, in Schlaf- und Kinderzimmer strömen je 27 m³/h. Die Zuluft-SOLL-Werte der nachts mit je 2 Personen belegten Räume nur knapp zur Hälfte erreicht¹⁴⁴. Die Luftwechselraten betragen 0,68 h⁻¹ bzw. 0,74 h⁻¹

Die Abluft wurde nicht gemessen.

Messung 5 "max. Leistung"

Leistungseinstellung: Stufe 5 (max.)

Ventileinstellung: wie bei Messung 2

Die Abluftsumme beträgt 149 m³/h und bewirkt einen 0,60-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Die Auslegungsvorgabe für max. Leistung des LEG ($\geq 0,5 \text{ h}^{-1}$) wird überschritten, die des DT-NEH-Standards ($\geq 0,8 \text{ h}^{-1}$) wird nicht erreicht. Die Anlage dennoch eine ausreichende Reserveleistung.

Die an den Zuluftventilen gemessene Zuluftsumme ist nicht höher als bei Messungen 3 und 4¹⁴⁵. Über die Zuluftventile strömen 54 m³/h in die Wohnung über bauliche Undichtheiten 91 m³/h.

Luftdichtheit:

In der Bauphase war eine Luftdichtheitsmessung vorgenommen worden, die damals einen $n_{(50)}$ -Wert von 2,8 h⁻¹ ermittelt hatte. Eine neue Messung wurde nicht vorgenommen. Bei Stufe 3 strömen über die Hälfte der Zuluft, bei max. Leistung etwa zwei Drittel der Zuluft über bauliche Undichtheiten ins Gebäude. Stärkere Leckagen wurden an der Tür zum Gemeinschaftskeller im Souterrain-Flur und an der Wohnungseingangstür im EG ermittelt, deren Türblatt links oben von der Dichtung abstand.

Empfehlungen

Die Anlage sollte in der Heizperiode bei anwesenden Nutzern auf Stufe 3, sonst auf Stufe 2 betrieben werden.

Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf

die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit der Wohnung verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als 1,0 h⁻¹ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

Die stark unterdimensionierten Zuluftventile in SOU/Kind und SOU/Schlafen sollten durch Ventile mit niedrigerem Strömungswiderstand ausgetauscht werden.

Um nachts mehr Zuluft in die Schlafräume zu fördern, sollte das Zuluftventil im Wohnen nachts geschlossen werden.

Messung der Wohnung 15.4

Wohnungsnutzung

In der 2-Zimmer-Wohnung lebt eine erwachsene Person. Sie ist Nichtraucherin.

Abb. 7.15.8 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.15.9 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.15.10.

Die Innentüren sind vorwiegend geöffnet, außer der des Schlafzimmers. Die Luftfilter wurden bereits mieterseitig gereinigt.

Die Lüftungsanlage wird im Normalbetrieb mit einer Dimmereinstellung von 20% gefahren.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 03.02.99 um 13.30 Uhr statt.

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt eingestellt:

| | |
|----------|-------|
| Wohnen | 8 mm |
| Schlafen | 10 mm |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|-------|
| Kochen | 5,0 U |
| Bad | 6,5 U |

Die Wohnungseingangstür läßt Luft und Regenwasser an der Schwelle hindurch da die Dichtung zu kurz und der Boden uneben ist. Die Tür zwischen Wohnen und Windfang hat keine Schwellendichtung und hat sich verzogen.

Die Mieterin war bei der Erstbegehung über die Funktion der Lüftungsanlage informiert worden und äußerte den Eindruck, daß der Dimmer nicht richtig funktioniert.

¹⁴⁴ Die zu geringen Zuluftmengen sind hier auch auf die deutlich unterdimensionierten Zuluftventile zurückzuführen. Vgl. hierzu Kap.5.2 und Leistungsdiagramme der Ventile in Kap.8

¹⁴⁵ vgl. vorige Fußnote

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen in den Betriebszuständen „wie vorgefunden Tag und Nacht“ und „einreguliert Tag und Nacht“.

Die Zuluftventile wurden mit dem mittleren Trichter, alle Abluftventile mit dem kleinen Trichter gemessen.

Messung 1 / 2 "wie vorgefunden Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Dimmer auf 20%
Ventileinstellung: wie vorgefunden (s.o.)

Die Abluftsumme beträgt 51 m³/h. Dies entspricht einer Luftwechselrate von 0,35 h⁻¹. Der für eine Person erforderliche Luftwechsel von 30 m³/h wird überschritten. Über die Zuluftventile strömt etwa ein Drittel, über bauliche Undichtigkeiten zwei Drittel der Zuluft in die Wohnung.

Die raumbezogenen Abluft-SOLL-Werte für Küche und Bad für Normalwohnungen (Küche 60 m³/h und bad 40 m³/h) werden nicht erreicht. Die für Einpersonenhaushalte auch anwendbaren verringerten Abluft-SOLL-Werte von 40 m³/h in der Küche werden ebenfalls nicht erreicht, der verringerte Abluft-SOLL-Wert im Bad von 20 m³/h wird erreicht.¹⁴⁶

Die über die Zuluftventile eingesaugten Zuluftmengen liegen sowohl für Tagbetrieb als auch für Nachtbetrieb deutlich unter den SOLL-Werten. Die Luftwechselrate beträgt im Wohnzimmer 0,14 h⁻¹, im Schlafrum bei 0,19 h⁻¹.

Messung 3 "einreguliert Tag"

Leistungseinstellung: Dimmer auf 20%
Ventileinstellungen:

| | |
|--------------------|-------------|
| Abluftventil Küche | 15,0 U |
| Abluftventil Bad | 15,0 U |
| Zuluftventile | unverändert |

Die Abluftsumme beträgt 101 m³/h und bewirkt einen 0,69-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Die Abluftanforderung¹⁴⁷ wird in dieser Einstellung genau erreicht. Über die Zuluftventile strömen 28 m³/h, über bauliche Undichtigkeiten 73 m³/h in die Wohnung.

Die Abluftmengen von Küche und Bad entsprechen genau den raumbezogenen SOLL-Werten für Normalwohnungen, für Einpersonenhaushalte sind sie eher zu hoch.

¹⁴⁶ Bei der Festlegung der Vorgaben für diese Wohnung in Abb. 7.15.9 und bei der Ergebnisdarstellung in Abb.7.15.10 sind die Standardwerte angesetzt.

¹⁴⁷ Vgl. vorige Fußnote

Der raumbezogene Zuluft-SOLL-Wert wird im Tagbetrieb nur in dem tags nicht personenbelegten Schlafzimmer erreicht, nicht aber in dem tags von einer Person genutzten Wohnraum. Die gemessenen Zuluftmengen bewirken im Schlafzimmer eine Luftwechsel von 0,34 h⁻¹, im Wohnraums von 0,26 h⁻¹.

Sonstige Beobachtungen:

In einer Testmessung wurde ermittelt, daß ein völliges Schließen des Zuluftventils im Schlafzimmer tagsüber kaum eine Erhöhung der Zuluftmenge des Wohnzimmers bewirkt.

Des weiteren wurde die max. Leistung überprüft, da die Mieterin geäußert hatte, daß der Dimmer evtl. nicht richtig funktioniert. Bei Erhöhung der Dimmereinstellung von 20 % auf 100 % erhöhte sich die Abluftmenge in der Küche von 61 m³/h nur auf 63 m³/h. Dies verweist darauf, daß der druckdifferenzgeregelter Abluftventilator hier bereits jede weitere Stromzufuhr durch den Dimmer selbst abregelt¹⁴⁸, da er die eigene SOLL-Druckdifferenz bereits erreicht hat. Eine höhere max. Abluftleistung entsprechend der Vorgaben des LEG bzw. DT-NEH-Standards kann die Anlage deshalb nur bringen, wenn die Strömungswiderstände auf der Saugseite des Abluftventilators verringert werden, indem die Abluftventile noch weiter geöffnet oder ganz ausgebaut werden.

Messung 4 "einreguliert Nacht"

Einstellung: Dimmer auf 20%

Ventileinstellungen:

| | |
|-----------------|--------------------|
| Zuluft Wohnen | Ventil geschlossen |
| Zuluft Schlafen | 10 mm |
| Abluftventile: | unverändert |

In Messung 4 ist eine Nachtmessung simuliert, bei der das Zuluftventil im Schlafzimmer in seiner Einstellung belassen, das Zuluftventil im Wohnzimmer aber geschlossen ist, um so dem Schlafzimmer mehr Luft zuzuführen.

Die Zuluftmenge im Schlafzimmer beträgt 17,5 m³/h. Das sind 5,2 m³/h mehr als bei der vorigen Messung. Der Zuluft-SOLL-Wert des Schlafzimmers von 30 m³/h im Nachtbetrieb wird nicht erreicht. Die zuluftseitig ermittelte Luftwechselrate ist 0,49 h⁻¹.

Luftdichtheit

In der Bauphase war eine Luftdichtheitsmessung vorgenommen worden, die damals einen n₍₅₀₎-Wert von 2,1 h⁻¹ ermittelt hatte. Eine neue

¹⁴⁸ vgl. allg. Hinweise zur Regelung dieser Ventilatoren am Anfang von Kap.7.15

Messung ergab einen fast unveränderten¹⁴⁹ aktuellen $n_{(50)}$ -Wert von $1,96 \text{ h}^{-1}$.

Empfehlungen

Die Anlage sollte bei Nutzung durch nur eine Person in der Heizperiode mit einer Dimmereinstellung von knapp unter 20 Prozent betrieben werden. Höhere Dimmereinstellungen sind bei unveränderten Ventileinstellungen nutzlos (s.o.).

Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit der Wohnung verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als $1,0 \text{ h}^{-1}$ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

Die Schlafzimmertüre sollte nachts nicht geschlossen werden, um einen Luftqualitätsausgleich zwischen Schlafzimmer und angrenzenden Räumen zu erreichen und die insgesamt ausreichende Luftdurchströmung der Wohnung auch für das sonst unterversorgte Schlafzimmer nutzbar zu machen.

Messung der Wohnung 15.7

Wohnungsnutzung

In der 3-Zimmer-Wohnung leben zwei erwachsene Nichtraucher, die beide tagsüber berufstätig sind.

Abb. 7.15.11 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.15.12 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.15.13.

Die Anlage wird normalerweise mit einer Dimmereinstellung von 50 % betrieben. Über die normalen Öffnungszustände der Innentüren fehlen Angaben.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 08.12.98 um 11.00 Uhr statt. Die relative Luftfeuchte betrug innen 28%, Innentemperatur im OG 21°C .

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt eingestellt:

| | |
|----------|--------|
| Wohnen | 8 mm |
| Essen | 4,5 mm |
| Arbeiten | 0 mm |
| Schlafen | 13 mm |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|---------|-------|
| Kochen | 3 mm |
| WC | 8 mm |
| Bad | 8 mm |
| Flur DG | 30 mm |

Die Stromaufnahme der Anlage beträgt

| | |
|----------------------|-------|
| bei 1 Strich (10%) | 26 W |
| bei 6 Strich (60%) | 31 W |
| bei 10 Strich (max.) | 37 W. |

Die Mieter bemängeln einen Telefoneffekt zwischen Bad und Wohnen.

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen in den Betriebszuständen „wie vorgefunden Tag und Nacht“.

Messung 1 / 2 "wie vorgefunden Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Dimmer auf 50%
Ventileinstellung: wie vorgefunden (s.o.)

Die Abluftsumme beträgt $143 \text{ m}^3/\text{h}$ und bewirkt einen 0,56-fachen Luftwechsel des Objekts pro Stunde. Der für 2 Personen erforderliche Luftwechsel ($60 \text{ m}^3/\text{h}$) wird weit überschritten. Über

¹⁴⁹ Die Meßungenauigkeit bei Luftdichtheitsmessungen mit einer Blower-Door liegt bei $\pm 10 \%$

die Zuluftventile strömen 51 m³/h über bauliche Undichtigkeiten 91 m³/h in die Wohnung.

Die Abluftanforderung der gesamten Wohnung wird übererfüllt. Die raumweisen Abluft-SOLL-Werte werden in Bad, WC und DG-Flur überschritten, in der Küche nur zu 60% erreicht.

Die Zuluftanforderung der gesamten Wohnung wird über die an den Zuluftventilen einströmende Zuluftmenge nicht erfüllt. Die Zuluft-SOLL-Werte für Tagbetrieb werden nur in dem tags nicht personenbelegten Schlafzimmer erfüllt, im Arbeits- und Wohnzimmer werden sie nicht erreicht.

Sonstige Beobachtungen

Bei einer Probemessung der Abluft mit größter Dimmerstufe wurde gegenüber der Messung bei 20% Dimmereinstellung keine wesentliche Erhöhung der Abluftsumme festgestellt¹⁵⁰.

Luftdichtheit

Ein Luftdichtheits-Meßwert aus der Bauzeit lag nicht vor und wurde auch nicht neu ermittelt. Die starke Differenz zwischen Zu- und Abluftsumme verweist auf erhebliche bauliche Undichtheiten.

Empfehlungen

Das Abluftventil in der Küche sollte weiter geöffnet werden, um den Abluft-SOLL-Wert der Küche zu erreichen. Dadurch erhöht sich vermutlich die Abluftsumme. Wegen der Regelcharakteristik der Anlage sollte das Küchenventil dann noch ein Stück weiter geöffnet werden und danach die Leistung der Anlage am Dimmer gedrosselt werden.

Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit der Wohnung verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als 1,0 h⁻¹ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

Die Arbeitszimmertüre sollte ganztags und die Schlafzimmertüre sollte nachts nicht geschlossen werden, um einen Luftqualitätsausgleich zwischen Schlafzimmer und angrenzenden Räumen zu erreichen und die insgesamt ausreichende Luftdurchströmung der Wohnung auch für das sonst unterversorgte Schlafzimmer nutzbar zu machen.

Messung der Wohnung 15.8

Wohnungsnutzung

In der Wohnung leben zwei Erwachsene und zwei Kinder, sämtlich Nichtraucher. Tagsüber ist die Mutter im Hause, ab Nachmittags sind auch die Kinder da. Der Vater ist tagsüber außer Haus.

Abb. 7.15.14 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.15.15 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.15.1.

Die Lüftungsanlage wird im Normalbetrieb mit einer Dimmereinstellung von 60 % betrieben.

Die Innentüren zu WC, Schlafzimmer und zwischen Flur und Küche sind meist geschlossen, alle anderen sind vorwiegend geöffnet.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 03.02.99 um 10.30 Uhr statt.

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------------|-------|
| Wohnen/Essen | 10 mm |
| Schlafen | 10 mm |
| Kind | 10 mm |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|---------|--------------|
| Kochen | nicht erfaßt |
| WC | nicht erfaßt |
| Bad | 5 mm |
| Flur DG | 8 mm |

Die Filter waren bereits mieterseitig gereinigt. Die Sturmbremse im Zuluftventil Wohnen hat Materialermüdungen an den Dichtungslappen.

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden die Messungen in den Betriebszuständen „wie vorgefunden Tag /Nacht“, „einreguliert Tag /Nacht“ und „max. Leistung“. Alle Zuluftventile wurden mit dem mittleren Trichter, alle Abluft-Tellerventile mit dem kleinen Trichter gemessen.

¹⁵⁰ vgl. Kommentar zur gleichen Beobachtung bei WE 15.4, Messung 3

Messung 1 und 2 "wie vorgefunden Tag/Nacht" sowie 3 und 4 "einreguliert Tag/Nacht"¹⁵¹

Leistungseinstellung: Dimmer auf 60%
Ventileinstellung: wie vorgefunden (s.o.)

Die Abluftsumme beträgt 121 m³/h und bewirkt einen 0,44-fachen Luftwechsel des Objekts pro Stunde. Der für 4 Personen erforderliche Gesamtluftwechsel (120 m³/h) wird erreicht. Über die Zuluftventile strömen 40 m³/h in die Wohnung, weitere 82 m³/h strömen über bauliche Undichtheiten in die Wohnung

Die raumweisen Abluft-SOLL-Mengen werden im WC erreicht, im Flur weit übererfüllt und in Küche und Bad nicht erreicht.

Die über die Zuluftventile einströmenden Luftmengen erreichen in keinem Zulufttraum die Zuluft-SOLL-Werte für Tag- oder Nachtbetrieb. Die Luftwechselraten liegen im Schlaf- und im Wohn-Eßzimmer unter 0,3 h⁻¹, im Kinderzimmer bei 0,39 h⁻¹.

Sonstige Beobachtungen:

Die Sturmbremse im Zuluftventil des Wohnraums schließt durch Materialermüdung an den Dichtungslappen zu früh und regelt den Zuluftstrom bereits bei 17 m³/h ab. Nach Ausbau der Sturmbremse beträgt der Zuluftstrom 22m³/h, nach Ausbau auch des Filters 31m³/h und nach Ausbau auch des Ventildeckels 33m³/h. Das unterdimensionierte Zuluftventil ist insofern ein wesentliches Strömungshemmnis.

Der Dimmer war anfangs funktionslos, da er mit einem falschem Ventilator im Technikraum verbunden war. Nach Berichtigung der Verdrahtung zeigte sich zwischen Stufen 1 und 6 spürbare Regeleffekte, oberhalb von Stufe 6 dagegen keine weitere Leistungssteigerung, da hier der Ventilator selbst die größere Strommenge wegregelte¹⁵²

Messung 5 „max. Leistung“

Leistungseinstellung: Dimmer auf 100%
Ventileinstellung: unverändert

Die Abluftsumme nimmt gegenüber Messungen 1-4 bei 60 % Dimmereinstellung nicht zu.¹⁵³

Die Vorgaben für die max. möglichen Luftwechselrate des LEG ($\geq 0,5 \text{ h}^{-1}$) und des DT-NEH-Standards ($\geq 0,8 \text{ h}^{-1}$) nicht erreicht. Eine höhere Luftförderung wäre evtl. durch weiteres Öffnen der Abluftventile möglich. Dies wurde aber nicht getestet.

Luftundichtheit

In der Bauphase war eine Luftdichtheitsmessung vorgenommen worden, die damals einen $n_{(50)}$ -Wert von 2,7 h⁻¹ ermittelt hatte. Eine neue Messung wurde nicht vorgenommen. Bei einer Dimmereinstellung von 60 % strömt etwa ein Drittel der Zuluft über Zuluftventile in die Wohnung, zwei Drittel über bauliche Undichtheiten.

Empfehlungen

Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit der Wohnung verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als 1,0 h⁻¹ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

Im Wohnraum sollte ein zusätzliches Zuluftventil gleicher Bauart oder an Stelle des vorhandenen unterdimensionierten Ventils eines mit größerem Querschnitt eingesetzt werden, das eine Zuluftkapazität von etwa 50 m³/h hat.

Im Schlafzimmer sollte das unterdimensionierte Zuluftventil ebenfalls durch ein zusätzliches ergänzt oder durch ein leistungsfähigeres ersetzt werden.

Die Sturmbremsen sollten erneuert werden, um die Strömungsbegrenzung durch Materialermüdung zu beseitigen.

Die Kinderzimmertüre sollte ganztags und die Schlafzimmertüre (sofern nicht durch andere Zuluftventile eine bessere Durchströmung erreicht wird) nachts nicht geschlossen werden, um einen Luftqualitätsausgleich zwischen diesen und den angrenzenden Räumen zu erreichen und die insgesamt ausreichende Luftdurchströmung der Wohnung auch für die benachteiligten Räume nutzbar zu machen.

Allgemeine Beobachtungen

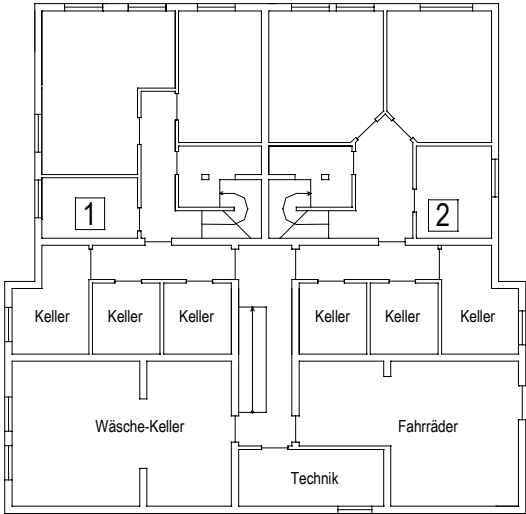
Die nicht aufeinander abgestimmte Leistungsregelung der Phasenanschnitts-Dimmer und der eingebauten Druckdifferenzregelung der Abluftventilatoren muß so eingeregelt werden, daß sich wohnungsweise angepaßte Regelmöglichkeiten ergeben. Dabei spielen gleichermaßen die Strömungswiderstände des Abluftkanalnetzes, der Strangregelklappen und der Abluftventile eine Rolle.

¹⁵¹ Die vier Messungen sind hier textlich zusammengefaßt, da sie bei gleicher Leistungs- und Ventil-Einstellung gleiche Ergebnisse brachten. Sie sind in Abb.7.15.16 separat ausgewiesen, um in der Statistik der auswertbar gewordenen Messungen an jeder der vier Positionen einbezogen zu werden

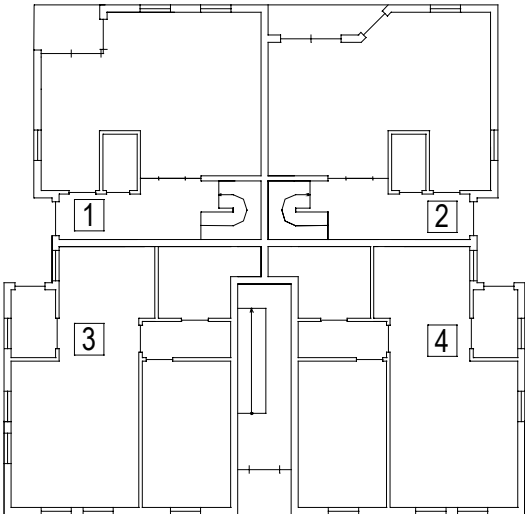
¹⁵² zur Erklärung vgl. die Anmerkung zu WE 15.4 Messung 3

¹⁵³ vgl. vorige Fußnote

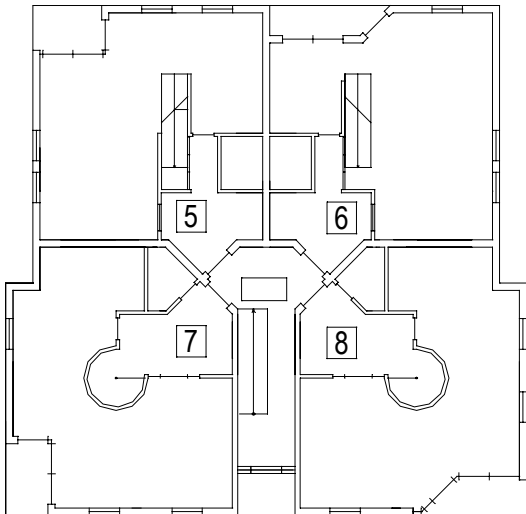
Kellergeschoss



Erdgeschoss



Obergeschoss



Dachgeschoss

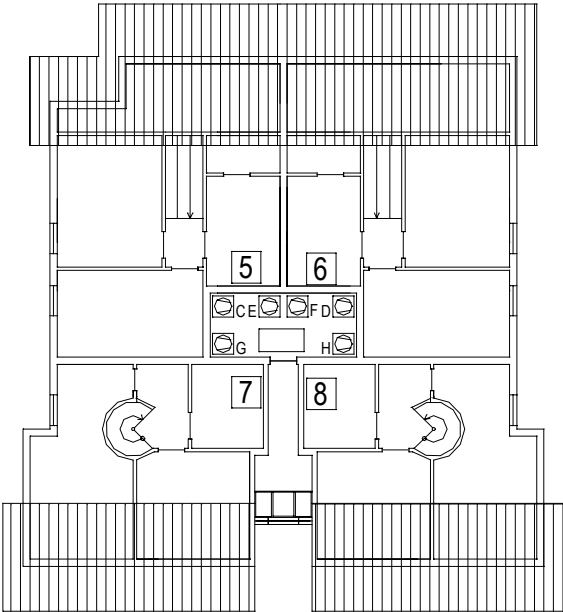
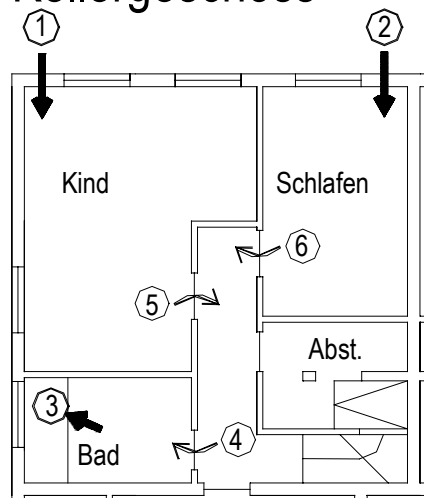


Abb. 7.15.1 Wohnungsübersicht + Lüftungskomponenten MFH 15 (Speckmann)

Wohnung 1

Kellergeschoss



Erläuterungen zu den Grundrissen

- 1 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß W
- 2 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß W
- 3 Abluft-Tellerventil \varnothing 110 mm als Deckenauslaß
- 4 Überströmöffnung Flur/Bad
- 5 Überströmöffnung Kind/Flur
- 6 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 7 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß W
- 8 Abluft-Tellerventil \varnothing 110 mm als Wandauslaß
- 9 Abluft-Tellerventil \varnothing 80 mm als Wandauslaß
- 10 Überströmöffnung Wohnen/Küche raumhoch geöffnet
- 11 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 12 Überströmöffnung Flur/WC
- 13 Überströmöffnung Flur/Kochen
- A Ventilator im „Wandschrank“ in Kochen

Erdgeschoss

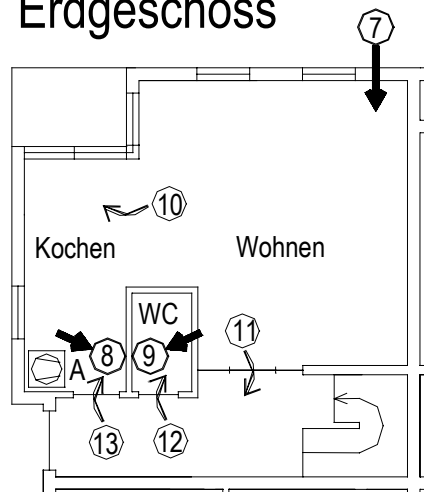


Abb. 7.15.2 Grundrisse + Lüftungskomponenten WE 15.1 im MFH 15 (Speckmann)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| Zulufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Kind KG | 20,6 | 50,6 | 15,2 | 40,5 | 25,3 | 1 | 1 | 30,0 | 0,59 | 30,0 | 0,59 |
| Schlafen KG | 12,7 | 31,1 | 9,3 | 24,8 | 15,5 | 0 | 2 | 9,3 | 0,30 | 60,0 | 1,93 |
| Wohnen EG | 23,7 | 57,7 | 17,3 | 46,2 | 28,9 | 2 | 0 | 60,0 | 1,04 | 17,3 | 0,30 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 56,9 | 139,4 | 41,8 | 111,5 | 69,7 | 3 | 3 | 99,3 | 0,71 | 107,3 | 0,77 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Flur KG | 8,3 | 20,4 | 6,1 | 16,3 | 10,2 |
| Abstellraum KG | 4,2 | 10,2 | 3,1 | 8,2 | 5,1 |
| Flur EG | 11,7 | 28,6 | 8,6 | 22,9 | 14,3 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 24,2 | 59,3 | 17,8 | 47,4 | 29,6 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 17,8 | 99,3 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Bedarf n. IWU: (m ³ /h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Bad KG | 6,4 | 14,4 | 4,3 | 11,5 | 7,2 | 40 | 40,0 | 2,78 | 40,0 | 3,48 |
| WC EG | 2,4 | 5,8 | 1,7 | 4,6 | 2,9 | 20 | 20,0 | 3,45 | 20,0 | 4,31 |
| Kochen EG | 8,9 | 21,8 | 6,5 | 17,4 | 10,9 | 60 | 60,0 | 2,75 | 60,0 | 3,44 |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 17,7 | 42,0 | 12,6 | 33,6 | 21,0 | 120 | 120,0 | 2,86 | 120,0 | 2,86 |
| Gesamtsumme | 98,8 | 240,6 | 72,2 | 192,5 | 120,3 | | 120,0 | 0,50 | 120,0 | 0,50 |

i:\excel5\10-10\15_1.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.15.3 Vorgabewerte WE 15.1 im MFH 15 (Speckmann)

| Gebäudedaten | | | | | Messung 1 wie vorgefunden Tag | | | | | Messung 2 wie vorgefunden Nacht | | | | | Messung 3 einreguliert Tag | | | | | Messung 4 einreguliert Nacht | | | | | Messung 5 max. Leistung | | | | |
|--------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------------|---------|--------|-------|-------|------------------------------------|---------|--------|-------|-------|-------------------------------|---------|--------|-------|-------|---------------------------------|---------|--------|-------|-------|----------------------------|---------|--------|-------|-------|
| WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
| | | | | | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| Kind KG | 20,6 | 50,6 | 30,0 | 30,0 | 10mm | 100 | 7,0 | 0,14 | nein! | 10mm | 100 | 7,0 | 0,14 | nein! | 10mm | 100 | 19,0 | 0,38 | nein! | 10mm | 100 | 19,0 | 0,38 | nein! | 10mm | 100 | 30,0 | 0,59 | ja! |
| Schlafen KG | 12,7 | 31,1 | 9,3 | 60,0 | 10mm | 100 | 6,0 | 0,19 | nein! | 10mm | 100 | 6,0 | 0,19 | nein! | 10mm | 100 | 17,0 | 0,55 | >115% | 10mm | 100 | 17,0 | 0,55 | nein! | 10mm | 100 | 15,0 | 0,48 | >115% |
| Wohnen EG | 23,7 | 57,7 | 60,0 | 17,3 | 10mm | zu | 12,0 | 0,21 | nein! | 10mm | zu | 12,0 | 0,21 | nein! | 10mm | zu | 20,0 | 0,35 | nein! | 10mm | zu | 20,0 | 0,35 | >115% | 10mm | zu | 14,0 | 0,24 | nein! |
| Summe Räume | 56,9 | 139,4 | 99,3 | 107,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bad KG | 6,4 | 14,4 | 40,0 | 40,0 | 6mm | zu | 21,0 | 1,46 | nein! | 6mm | zu | 21,0 | 1,46 | nein! | 12 U | zu | 42,0 | 2,92 | ja! | 12 U | zu | 42,0 | 2,92 | ja! | 12 U | zu | 73,0 | 5,07 | >115% |
| WC EG | 2,4 | 5,8 | 20,0 | 20,0 | 4mm | 100 | 7,8 | 1,35 | nein! | 4mm | 100 | 7,8 | 1,35 | nein! | 10 U | 100 | 20,0 | 3,45 | ja! | 10 U | 100 | 20,0 | 3,45 | ja! | 10 U | 100 | 35,0 | 6,04 | >115% |
| Kochen EG | 8,9 | 21,8 | 60,0 | 60,0 | 10mm | zu | 31,0 | 1,42 | nein! | 10mm | zu | 31,0 | 1,42 | nein! | 20 U | zu | 57,0 | 2,62 | ja! | 20 U | zu | 57,0 | 2,62 | ja! | 20 U | zu | 100 | 4,59 | >115% |
| Summe Räume | 17,7 | 42,0 | 120,0 | 120,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|----------------------------------|------------|--------------|
| Gesamtluft = Summe Abluft | 120 | 120 |
| Zuluft über ZLV | 42 | 25 |
| Zuluft über Nebenluft | 58 | 35 |

| | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n |
|--|---------|------------|-----------|-------------|
| | 100 | 60 | 0,25 | nein! |
| | 42 | 25 | 0,10 | |
| | 58 | 35 | 0,14 | |

| | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n |
|--|---------|------------|-----------|-------------|
| | 100 | 60 | 0,25 | nein! |
| | 42 | 25 | 0,10 | |
| | 58 | 35 | 0,14 | |

| | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n |
|--|---------|------------|-----------|-------------|
| | 100 | 119 | 0,49 | ja! |
| | 47 | 56 | 0,23 | |
| | 53 | 63 | 0,26 | |

| | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n |
|--|---------|------------|-----------|-------------|
| | 100 | 119 | 0,49 | ja! |
| | 47 | 56 | 0,23 | |
| | 53 | 63 | 0,26 | |

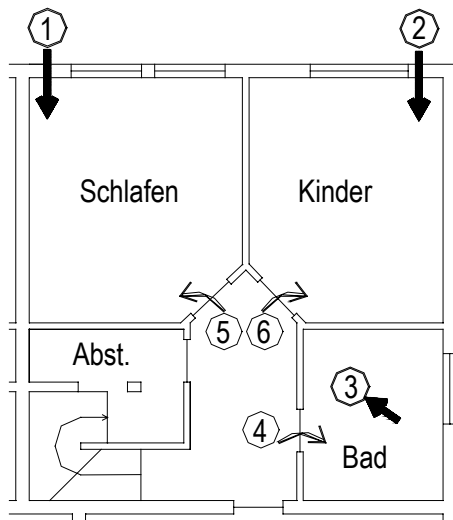
| | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll j / n |
|--|---------|------------|-----------|-------------|
| | 100 | 208 | 0,86 | >115% |
| | 28 | 59 | 0,25 | |
| | 72 | 149 | 0,62 | |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

Abb. 7.15.4 Meßergebnisse zentrale Abluftanlage wohnungswise WE 15.1 im MFH 15 (Speckmann)

Wohnung 2

Kellergeschoss



Erläuterungen zu den Grundrissen

- 1 Zuluftventil Fresh 80 als Wandauslaß W
- 2 Zuluftventil Fresh 80 als Wandauslaß W
- 3 Abluft-Tellerventil \varnothing 110 mm als Deckenauslaß
- 4 Überströmöffnung Flur/Bad
- 5 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 6 Überströmöffnung Kind/Flur
- 7 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß W
- 8 Abluft-Tellerventil 110 mm als Wandauslaß
- 9 Abluft-Tellerventil \varnothing 80 mm als Wandauslaß
- 10 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 11 Überströmöffnung Wohnen/Küche ist raumhoch
- 12 Überströmöffnung Flur/Kochen
- 13 Überströmöffnung Flur/WC
- B Ventilator im „Wandschrank“ in Kochen

Erdgeschoss

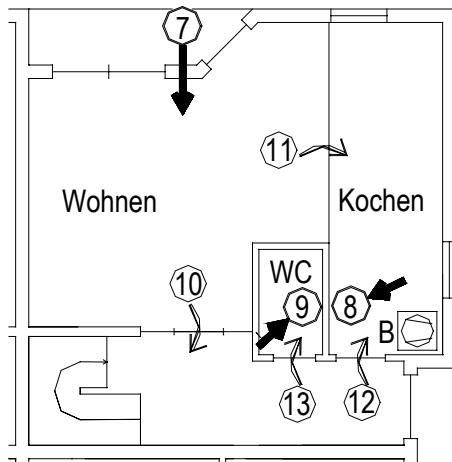


Abb. 7.15.5 Grundrisse + Lüftungskomponenten WE 15.2 im MFH 15 (Speckmann)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|-------------|----------------------|-------------|
| Zulufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll (m³/h) | (1/h) | Nacht-Soll (m³/h) | (1/h) |
| Schlafen | 16,2 | 39,8 | 11,9 | 31,9 | 19,9 | 1 | 2 | 30,0 | 0,75 | 60,0 | 1,51 |
| Kind | 14,8 | 36,4 | 10,9 | 29,1 | 18,2 | 1 | 2 | 30,0 | 0,82 | 60,0 | 1,65 |
| Wohnen EG | 24,2 | 59,1 | 17,7 | 47,2 | 29,5 | 2 | 0 | 60,0 | 1,02 | 17,7 | 0,30 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 55,3 | 135,3 | 40,6 | 108,2 | 67,7 | 4 | 4 | 120,0 | 0,89 | 137,7 | 1,02 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) |
|-----------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| Flur KG | 9,6 | 23,4 | 7,0 | 18,8 | 11,7 |
| Abstellraum KG | 4,1 | 10,0 | 3,0 | 8,0 | 5,0 |
| Flur EG | 10,8 | 26,3 | 7,9 | 21,0 | 13,1 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 24,4 | 59,7 | 17,9 | 47,8 | 29,9 |

| ÜStr SOLL (m³/h) | Zuluft IST (m³/h) | Zusatz Bedarf (m³/h) |
|------------------------|-------------------------|----------------------------|
| 17,9 | 120,0 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Bedarf n. IWU: (m³/h) | Tag-Soll (m³/h) | (1/h) | Nacht-Soll (m³/h) | (1/h) |
|---------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------|--------------------|-------------|----------------------|-------------|
| Bad KG | 7,7 | 18,4 | 5,5 | 14,7 | 9,2 | 40 | 40,0 | 2,17 | 40,0 | 2,71 |
| WC EG | 2,4 | 5,8 | 1,7 | 4,6 | 2,9 | 20 | 20,0 | 3,45 | 20,0 | 4,31 |
| Kochen EG | 11,6 | 28,3 | 8,5 | 22,6 | 14,1 | 60 | 60,0 | 2,12 | 60,0 | 2,65 |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 21,7 | 52,5 | 15,7 | 42,0 | 26,2 | 120 | 120,0 | 2,29 | 120,0 | 2,29 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|
| Gesamtsumme | 101,4 | 247,5 | 74,3 | 198,0 | 123,8 | | 120,0 | 0,48 | 137,7 | 0,56 |
|--------------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|

i:\excel5\10-10\15_2.xls

| Bedarf n. IWU: | (m³/h) |
|-------------------|--------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.15.6 Vorgabewerte WE 15.2 im MFH 15 (Speckmann)

| Gebäudedaten | | | | | Messung 1 wie vorgefunden Tag | | | | | Messung 2 wie vorgefunden Nacht | | | | | Messung 3 einreguliert Tag | | | | | Messung 4 einreguliert Nacht | | | | | Messung 5 max. Leistung | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------------|-----------------------------|------------|--------------------------|-------|------------------------------------|-------|-----------------------------|------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------|-----------------------------|------------|---------------------------------|-------|-------------------------------|-------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|-------|-------------------------------|-------|-----|------------|-------|-------|-------|
| Sollwerte | | | | Tag | Nacht | Tag-oder Nachtbetrieb (t,n) | t | Ventilator-Stufe (1 - 5) | 3,0 | Leistungsaufn. Ventilator (W) | 42,5W | Tag-oder Nachtbetrieb (t,n) | n | Ventilator-Stufe (1 - 5) | 3,0 | Leistungsaufn. Ventilator (W) | 42,5W | Tag-oder Nachtbetrieb (t,n) | t | Ventilator-Stufe (1 - 5) | 3,0 | Leistungsaufn. Ventilator (W) | 42,5W | Tag-oder Nachtbetrieb (t,n) | t | Ventilator-Stufe (1 - 5) | max. | Leistungsaufn. Ventilator (W) | 73,5W | | | | | |
| Zulufräume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ZLV | ÜÖ | Ist (m²/h) | (1/h) | ≥Soll | j / n | ZLV | ÜÖ | Ist (m²/h) | (1/h) | ≥Soll | j / n | ZLV | ÜÖ | Ist (m²/h) | (1/h) | ≥Soll | j / n | ZLV | ÜÖ | Ist (m²/h) | (1/h) | ≥Soll | j / n | ZLV | ÜÖ | Ist (m²/h) | (1/h) | ≥Soll | j / n |
| Schlafen | 16,2 | 39,8 | 30,0 | 60,0 | 10mm | 100 | 17,0 | 0,43 | nein! | | 10mm | 100 | 17,0 | 0,43 | nein! | | 10mm | 100 | 18,2 | 0,46 | nein! | | 10mm | 100 | 27,0 | 0,68 | nein! | | 10mm | 100 | 22,2 | 0,56 | nein! | |
| Kind | 14,8 | 36,4 | 30,0 | 60,0 | 10mm | 100 | 14,0 | 0,38 | nein! | | 10mm | 100 | 14,0 | 0,38 | nein! | | 10mm | 100 | 17,0 | 0,47 | nein! | | 10mm | 100 | 27,0 | 0,74 | nein! | | 10mm | 100 | 16,6 | 0,45 | nein! | |
| Wohnen EG | 24,2 | 59,1 | 60,0 | 17,7 | 7mm | 100 | 16,0 | 0,27 | nein! | | 7mm | 100 | 16,0 | 0,27 | ja! | | 7mm | 100 | 11,8 | 0,20 | nein! | | zu | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | | 7mm | 100 | 15,0 | 0,25 | nein! | |
| Summe Räume | 55,3 | 135,3 | 120,0 | 137,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ALV | ÜÖ | Ist (m²/h) | (1/h) | ≥Soll | j / n | ALV | ÜÖ | Ist (m²/h) | (1/h) | ≥Soll | j / n | ALV | ÜÖ | Ist (m²/h) | (1/h) | ≥Soll | j / n | ALV | ÜÖ | Ist (m²/h) | (1/h) | ≥Soll | j / n | ALV | ÜÖ | Ist (m²/h) | (1/h) | ≥Soll | j / n |
|--------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|------|-----|------------|-------|-------|-------|------|-----|------------|-------|-------|-------|------|-----|------------|-------|-------|-------|-----|----|------------|-------|-------|-------|-----|-----|------------|-------|-------|-------|
| Bad KG | 7,7 | 18,4 | 40,0 | 40,0 | 12mm | 100 | 69,0 | 3,75 | >115% | | 12mm | 100 | 69,0 | 3,75 | >115% | | 10mm | 100 | 50,0 | 2,71 | >115% | | 0 | 0 | 0,0 | 0,00 | nein! | | ? | 100 | 63,0 | 3,42 | >115% | |
| WC EG | 2,4 | 5,8 | 20,0 | 20,0 | 5mm | 100 | 13,0 | 2,24 | nein! | | 5mm | 100 | 13,0 | 2,24 | nein! | | ? | 100 | 20,0 | 3,45 | ja! | | 0 | 0 | 0,0 | 0,00 | nein! | | ? | 100 | 21,0 | 3,62 | ja! | |
| Kochen EG | 11,6 | 28,3 | 60,0 | 60,0 | 10mm | 100 | 47,0 | 1,66 | nein! | | 10mm | 100 | 47,0 | 1,66 | nein! | | ? | 100 | 54,0 | 1,91 | ja! | | 0 | 0 | 0,0 | 0,00 | nein! | | ? | 100 | 65,0 | 2,30 | ja! | |
| Summe Räume | 21,7 | 52,5 | 120,0 | 120,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

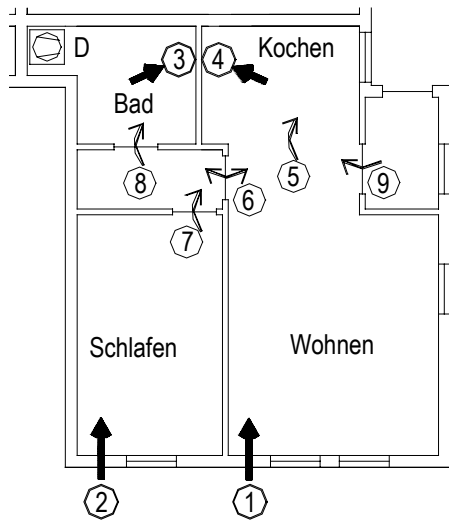
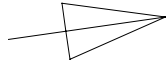
| | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | Ist (%) | ÜÖ (m²/h) | Ist (1/h) | ≥Soll | ja! |
|----------------------------------|------------|--------------|-------------|------------|-------------|------------|-----|
| Gesamtluft = Summe Abluft | 120 | 138 | 100 | 129 | 0,52 | ja! | |
| Zuluft über ZLV | 36 | 47 | 0,19 | 64 | 0,33 | | |
| Zuluft über Nebenluft | 64 | 82 | 0,33 | 64 | 0,33 | | |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil Abluft nicht gemessen

i:\excel\5\10-10\15_2.xls

Abb. 7.15.7 Meßergebnisse zentrale Abluftanlage wohnungswise WE 15.2 im MFH 15 (Speckmann)

Wohnung 4 Erdgeschoss



Erläuterungen zu den Grundrissen

- 1 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß O
- 2 Zuluftventil Fresh 80 als Wandauslaß O
- 3 Abluft-Tellerventil \varnothing 80 mm als Wandauslaß
- 4 Abluft-Tellerventil \varnothing 100 mm als Wandauslaß
- 5 Überströmöffnung Wohnen/Küche ist raumhoch geöffnet
- 6 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 7 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 8 Überströmöffnung Flur/Bad
- 9 Überströmöffnung Windfang/Wohnen
- D Ventilator im Technikraum (DG)

Abb. 7.15.8 Grundrisse + Lüftungskomponenten WE 15.4 im MFH 15 (Speckmann)

| Gebäudedaten | | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------|--------------------|---------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|
| Zulufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll (m ³ /h) | (1/h) | Nacht-Soll (m ³ /h) | (1/h) |
| Wohnen | 24,7 | 60,3 | 18,1 | 48,2 | 30,1 | 1 | 0 | 30,0 | 0,50 | 18,1 | 0,30 |
| Schlafen | 14,8 | 36,1 | 10,8 | 28,8 | 18,0 | 0 | 1 | 10,8 | 0,30 | 30,0 | 0,83 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 39,5 | 96,3 | 28,9 | 77,1 | 48,2 | 1 | 1 | 40,8 | 0,42 | 48,1 | 0,50 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Eingang | 3,7 | 9,0 | 2,7 | 7,2 | 4,5 |
| Flur | 3,5 | 8,6 | 2,6 | 6,9 | 4,3 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 7,2 | 17,6 | 5,3 | 14,1 | 8,8 |

| UStr SOLL | Zuluft IST | Zusatz Bedarf |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| (m ³ /h) | (m ³ /h) | (m ³ /h) |
| 5,3 | 40,8 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Bedarf n. IWU: (m ³ /h) | Tag-Soll (m ³ /h) | (1/h) | Nacht-Soll (m ³ /h) | (1/h) |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------|
| Küche | 7,6 | 18,6 | 5,6 | 14,9 | 9,3 | 60 | 60,0 | 3,22 | 60,0 | 4,03 |
| Bad | 5,7 | 13,9 | 4,2 | 11,1 | 7,0 | 40 | 40,0 | 2,88 | 40,0 | 3,59 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 13,3 | 32,5 | 9,8 | 26,0 | 16,3 | 100 | 100,0 | 3,07 | 100,0 | 3,07 |
| Gesamtsumme | 60,0 | 146,5 | 43,9 | 117,2 | 73,2 | | 100,0 | 0,68 | 100,0 | 0,68 |

i:\excel5\10-10\15_4.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.15.9 Vorgabewerte WE 15.4 im MFH 15 (Speckmann)

| Gebäudedaten | | | | | Sollwerte | | | | |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-----------|-----|------------|-------|-------|
| Zulufräume | WFl (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ZLV | ÜÖ | Ist (m³/h) | ≥Soll | |
| Wohnen | 24,7 | 60,3 | 30,0 | 18,1 | 8mm | 100 | 8,5 | 0,14 | nein! |
| Schlafen | 14,8 | 36,1 | 10,8 | 30,0 | 10mm | zu | 7,0 | 0,19 | nein! |
| Summe Räume | 39,5 | 96,3 | 40,8 | 48,1 | | | | | |

| Ablufräume | | | | | Sollwerte | | | | |
|--------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-----------|-----|------------|-------|-------|
| Ablufräume | WFl (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ALV | ÜÖ | Ist (m³/h) | ≥Soll | |
| Küche | 7,6 | 18,6 | 60,0 | 60,0 | 5,0 U | 100 | 27,5 | 1,48 | nein! |
| Bad | 5,7 | 13,9 | 40,0 | 40,0 | 6,5 U | 100 | 23,6 | 1,70 | nein! |
| Summe Räume | 13,3 | 32,5 | 100,0 | 100,0 | | | | | |

| Gesamtluft = Summe Abluft | | | | | Sollwerte | | | |
|---------------------------|--|--|--|--|-----------|-----|------------|-------|
| | | | | | ALV | ÜÖ | Ist (m³/h) | ≥Soll |
| Zuluft über ZLV | | | | | 100 | 101 | 0,69 | ja! |
| Zuluft über Nebenluft | | | | | 30 | 16 | 0,11 | |
| | | | | | 70 | 36 | 0,24 | |

| Messung 1 wie vorgefunden Tag | | | | | Messung 2 wie vorgefunden Nacht | | | | | Messung 3 einreguliert Tag | | | | | Messung 4 einreguliert Nacht | | | | |
|-------------------------------|---------|--------|-------|-------|---------------------------------|---------|--------|-------|-------|-------------------------------|---------|--------|-------|-------|-------------------------------|---------|--------|-------|-------|
| Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | |
| Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | |
| ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n |
| 8mm | 100 | 8,5 | 0,14 | nein! | 8mm | 100 | 8,5 | 0,14 | nein! | 8 mm | 100 | 15,5 | 0,26 | nein! | zu | zu | 0,0 | 0,00 | nein! |
| 10mm | zu | 7,0 | 0,19 | nein! | 10mm | zu | 7,0 | 0,19 | nein! | 10mm | zu | 12,3 | 0,34 | ja! | 10mm | zu | 17,5 | 0,49 | nein! |

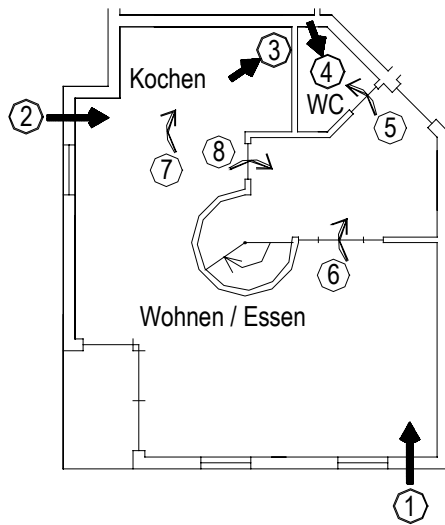
Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

i:\excel\510-10\15_4.xls

Abb. 7.15.10 Tabelle WE 15.4 im MFH 15 (Speckmann)

Wohnung 7

Obergeschoss



Erläuterungen zu den Grundrissen

- 1 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß O
- 2 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß S
- 3 Abluft-Tellerventil \varnothing 110 mm als Wandauslaß
- 4 Abluft-Tellerventil \varnothing 80 mm Deckenauslass
- 5 Überströmöffnung Flur/WC
- 6 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 7 Überströmöffnung Wohnen/Kochen raumhoch
- 8 Überströmöffnung Kochen/Flur
- 9 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß S
- 10 Zulufttellerventil \varnothing 75 mm als Wandauslaß
- 11 Ablufttellerventil \varnothing 125 mm als Wandauslaß
- 12 Ablufttellerventil \varnothing 125 mm als Wandauslaß
- 13 Überströmöffnung Arbeiten/Flur
- 14 Überströmöffnung Flur/Bad
- 15 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- G Ventilator im Technikraum (DG)

Dachgeschoss

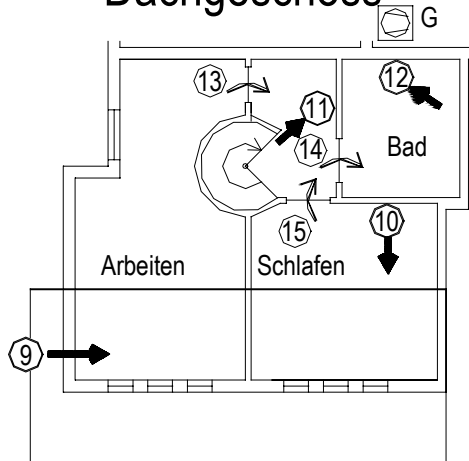


Abb. 7.15.11 Grundrisse + Lüftungskomponenten WE 15.7 m MFH 15 (Speckmann)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Zulufräume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m³/h) | (1/h) | (m³/h) | (1/h) |
| Wohnen/Essen | 31,0 | 80,0 | 24,0 | 64,0 | 40,0 | 2 | 0 | 60,0 | 0,75 | 24,0 | 0,30 |
| Zimmer 1-Arbeiten | 16,3 | 48,5 | 14,5 | 38,8 | 24,2 | 0 | 0 | 14,5 | 0,30 | 14,5 | 0,30 |
| Zimmer 2-Schlafen | 10,8 | 28,9 | 8,7 | 23,1 | 14,5 | 0 | 2 | 8,7 | 0,30 | 60,0 | 2,07 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 58,1 | 157,4 | 47,2 | 126,0 | 78,7 | 2 | 2 | 83,2 | 0,53 | 98,6 | 0,63 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) |
|--------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| Kreis-TrH kpl | 4,2 | 11,0 | 3,3 | 8,8 | 5,5 |
| Flur unten | 9,1 | 22,9 | 6,9 | 18,3 | 11,5 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 13,2 | 33,9 | 10,2 | 27,2 | 17,0 |

| ÜStr SOLL (m³/h) | Zuluft IST (m³/h) | Zusatz Bedarf (m³/h) |
|------------------------|-------------------------|----------------------------|
| 10,2 | 83,2 | 0,0 |

| Ablufräume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Bedarf n. IWU: (m³/h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | | | | | | | (m³/h) | (1/h) | (m³/h) | (1/h) |
| Küche | 8,2 | 21,2 | 6,3 | 16,9 | 10,6 | 60 | 60,0 | 2,84 | 60,0 | 2,84 |
| WC | 2,7 | 6,8 | 2,0 | 5,4 | 3,4 | 20 | 20,0 | 2,95 | 20,0 | 2,95 |
| Bad | 6,6 | 22,5 | 6,7 | 18,0 | 11,2 | 40 | 40,0 | 1,78 | 40,0 | 1,78 |
| Flur DG | 4,5 | 11,2 | 3,4 | 9,0 | 5,6 | 10 | 10,0 | 0,89 | 10,0 | 0,89 |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 22,0 | 61,6 | 18,5 | 49,3 | 30,8 | 130 | 130,0 | 2,11 | 130,0 | 2,11 |

| Gesamtsumme | 93,3 | 253,0 | 75,9 | 202,4 | 126,5 | | 130,0 | 0,51 | 130,0 | 0,51 |
|-------------|------|-------|------|-------|-------|--|-------|------|-------|------|
|-------------|------|-------|------|-------|-------|--|-------|------|-------|------|

i:\excel5\10-10\15_7.xls

| Bedarf n. IWU: | (m³/h) |
|-------------------|--------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.15.12 Vorgabewerte WE 15.7 im MFH 15 (Speckmann)

| Gebäudedaten | | | | | Sollwerte | | | |
|--------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-----------|----|------------|-------------|
| Zulufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ZLV | ÜÖ | Ist (m³/h) | ≥Soll (1/h) |
| Wohnen/Essen | 31,0 | 80,0 | 60,0 | 24,0 | 8/4,5mm | ? | 31,2 | 0,39 |
| Zimmer 1-Arbeiten | 16,3 | 48,5 | 14,5 | 14,5 | 10mm | ? | 9,7 | 0,20 |
| Zimmer 2-Schlafen | 10,8 | 28,9 | 8,7 | 60,0 | 13mm | ? | 10,4 | 0,36 |
| Summe Räume | 58,1 | 157,4 | 83,2 | 98,6 | | | | |

| Ablufträume | | | | | Sollwerte | | | |
|--------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-----------|----|------------|-------------|
| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ALV | ÜÖ | Ist (m³/h) | ≥Soll (1/h) |
| Küche | 8,2 | 21,2 | 60,0 | 60,0 | 3mm | ? | 38,3 | 1,81 |
| WC | 2,7 | 6,8 | 20,0 | 20,0 | 8mm | ? | 25,3 | 3,74 |
| Bad | 6,6 | 22,5 | 40,0 | 40,0 | 8mm | ? | 52,1 | 2,32 |
| Flur DG | 4,5 | 11,2 | 10,0 | 10,0 | 30mm | ? | 26,8 | 2,39 |
| Summe Räume | 22,0 | 61,6 | 130,0 | 130,0 | | | | |

| Gesamtluft = Summe Abluft | | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|---------------------------|--|------------|--------------|
| | | 130 | 130 |
| Zuluft über ZLV | | | |
| Zuluft über Nebenluft | | | |

| Ist | | ≥Soll |
|-----|--------|-------------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) j / n |
| 100 | 143 | 0,56 ja! |
| 36 | 51 | 0,20 |
| 64 | 91 | 0,36 |

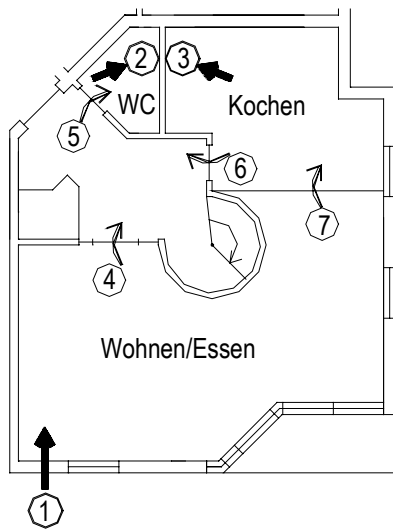
| Ist | | ≥Soll |
|-----|--------|-------------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) j / n |
| 100 | 143 | 0,56 ja! |
| 36 | 51 | 0,20 |
| 64 | 91 | 0,36 |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

i:\excel5\10-10\15_7.xls

Abb. 7.15.13 Meßergebnisse zentrale Abluftanlage wohnungsweise WE 15.7 im MFH 15 (Speckmann)

Wohnung 8 Obergeschoss



Erläuterungen zu den Grundrissen

Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß O

- 2 Abluft-Tellerventil \varnothing 80 mm
- 3 Abluft-Tellerventil \varnothing 110 mm
- 4 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 5 Überströmöffnung Flur/WC
- 6 Überströmöffnung Flur/Küche
- 7 Überströmöffnung Wohnen/Kochen raumhoch
- 8 Zuluftventil Fresh 80 als Wandauslaß N
- 9 Zuluftventil Fresh 80 als Wandauslaß O
- 10 Abluft-Tellerventil \varnothing 100 mm
- 11 Abluft-Tellerventil \varnothing 8 cm
- 12 Überströmöffnung Kind/Flur
- 13 Überströmöffnung Flur/Bad
- 14 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- H Ventilator im Technikraum (DG)

Dachgeschoss

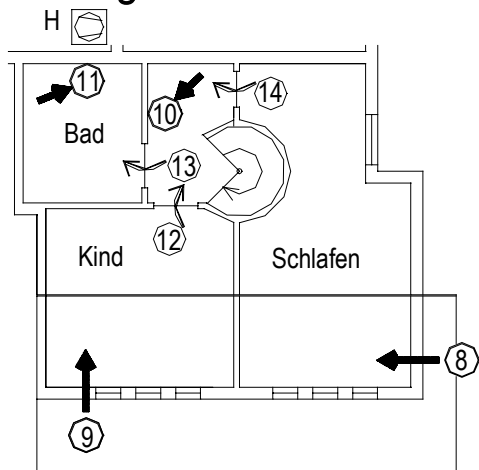


Abb. 7.15.14 Grundrisse + Lüftungskomponenten WE 15.8 im MFH 15 (Speckmann)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| Zulufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m³/h) | (1/h) | (m³/h) | (1/h) |
| Wohnen/Essen OG | 24,1 | 87,2 | 26,1 | 69,7 | 43,6 | 2 | 0 | 60,0 | 0,69 | 26,1 | 0,30 |
| Kind DG | 10,8 | 28,9 | 8,7 | 23,1 | 14,5 | 1 | 1 | 30,0 | 1,04 | 30,0 | 1,04 |
| Schlafen DG | 19,3 | 58,0 | 17,4 | 46,4 | 29,0 | 1 | 3 | 30,0 | 0,52 | 90,0 | 1,55 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 54,3 | 174,1 | 52,2 | 139,3 | 87,0 | 4 | 4 | 120,0 | 0,69 | 146,1 | 0,84 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) |
|--------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| Flur OG | 7,6 | 18,9 | 5,7 | 15,1 | 9,4 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 7,6 | 18,9 | 5,7 | 15,1 | 9,4 |

| ÜStr SOLL (m³/h) | Zuluft IST (m³/h) | Zusatz Bedarf (m³/h) |
|------------------------|-------------------------|----------------------------|
| 5,7 | 120,0 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Bedarf n. IWU: (m³/h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | | | | | | | (m³/h) | (1/h) | (m³/h) | (1/h) |
| Kochen OG | 12,0 | 27,7 | 8,3 | 22,1 | 13,8 | 60 | 60,0 | 2,17 | 60,0 | 2,71 |
| WC OG | 2,7 | 6,5 | 2,0 | 5,2 | 3,3 | 20 | 20,0 | 3,07 | 20,0 | 3,84 |
| Bad DG | 6,6 | 22,5 | 6,7 | 18,0 | 11,2 | 40 | 40,0 | 1,78 | 40,0 | 2,22 |
| Flur DG | 7,3 | 22,4 | 6,7 | 17,9 | 11,2 | 6,7 | 6,7 | 0,30 | 6,7 | 0,37 |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 28,5 | 79,1 | 23,7 | 63,3 | 39,5 | 127 | 126,7 | 1,60 | 126,7 | 1,60 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|
| Gesamtsumme | 90,4 | 272,0 | 81,6 | 217,6 | 136,0 | | 126,7 | 0,47 | 146,1 | 0,54 |
|--------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|

i:\excel5\10-10\15_8.xls

| Bedarf n. IWU: | (m³/h) |
|-------------------|--------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.15.15 Vorgabewerte WE 15.8 im MFH 15 (Speckmann)

| Gebäudedaten | | | | | Sollwerte | | | |
|--------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-----------|-----|------------|-------------|
| Zulufräume | WFl (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ZLV | ÜÖ | Ist (m³/h) | ≥Soll (1/h) |
| Wohnen/Essen OG | 24.1 | 87.2 | 60.0 | 26.1 | 10mm | 100 | 19.0 | 0.22 |
| Kind DG | 10.8 | 28.9 | 30.0 | 30.0 | 10mm | 100 | 11.3 | 0.39 |
| Schlafen DG | 19.3 | 58.0 | 30.0 | 90.0 | 10mm | zu | 9.2 | 0.16 |
| Summe Räume | 54.3 | 174.1 | 120.0 | 146.1 | | | | |

| Ablufräume | | | | | ALV | | | | ÜÖ | | | | Ist | | | | ≥Soll | | | |
|--------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|--|
| Ablufräume | WFl (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| Kochen OG | 12.0 | 27.7 | 60.0 | 60.0 | ? | zu | 44.0 | 1.59 | nein! | ? | zu | 46.0 | 1.66 | nein! | ? | zu | 46.0 | 1.66 | nein! | |
| WC OG | 2.7 | 6.5 | 20.0 | 20.0 | ? | zu | 19.0 | 2.92 | ja! | ? | zu | 20.0 | 3.07 | ja! | ? | zu | 20.0 | 3.07 | ja! | |
| Bad DG | 6.6 | 22.5 | 40.0 | 40.0 | 5mm | 100 | 28.0 | 1.25 | nein! | 5mm | 100 | 30.0 | 1.33 | nein! | 5mm | 100 | 30.0 | 1.33 | nein! | |
| Flur DG | 7.3 | 22.4 | 6.7 | 6.7 | 8mm | 100 | 30.0 | 1.34 | >115% | 8mm | 100 | 30.0 | 1.34 | >115% | 8mm | 100 | 30.0 | 1.34 | >115% | |
| Summe Räume | 28.5 | 79.1 | 126.7 | 126.7 | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Gesamtluft = Summe Abluft | | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|---------------------------|--|------------|--------------|
| | | 127 | 146 |

| Zuluft über ZLV | | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll (j/n) |
|-----------------|--|---------|------------|-----------|-------------|
| | | 33 | 40 | 0.15 | ja! |

| Zuluft über Nebenluft | | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll (j/n) |
|-----------------------|--|---------|------------|-----------|-------------|
| | | 67 | 82 | 0.30 | nein! |

| Zuluft über ZLV | | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll (j/n) |
|-----------------|--|---------|------------|-----------|-------------|
| | | 100 | 126 | 0.46 | ja! |

| Zuluft über Nebenluft | | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll (j/n) |
|-----------------------|--|---------|------------|-----------|-------------|
| | | 30 | 38 | 0.14 | ja! |

| Zuluft über ZLV | | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll (j/n) |
|-----------------|--|---------|------------|-----------|-------------|
| | | 100 | 126 | 0.46 | ja! |

| Zuluft über Nebenluft | | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll (j/n) |
|-----------------------|--|---------|------------|-----------|-------------|
| | | 30 | 38 | 0.14 | ja! |

| Zuluft über ZLV | | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll (j/n) |
|-----------------|--|---------|------------|-----------|-------------|
| | | 100 | 126 | 0.46 | ja! |

| Zuluft über Nebenluft | | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll (j/n) |
|-----------------------|--|---------|------------|-----------|-------------|
| | | 70 | 88 | 0.32 | ja! |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

i:\excel\510-10-15_8.xls

Abb. 7.15.16 Meßergebnisse zentrale Abluftanlage wohnungsweise WE 15.8 im MFH 15 (Speckann)

7.16 MFH Junge-Wentrup

Astrid-Lindgren-Weg 22, 333824 Werther, Baujahr 1996



Bauart und Lüftungstechnische Eigenschaften

Das Gebäude ist ein voll unterkellertes 14-Familienhaus in einschaliger Massivbauweise mit Wärmedämmverbundsystem. Die Wohn- und Nutzfläche des beheizten und belüfteten Gebäudeteils umfaßt ca. 1170 m².

Zum beheizten und belüfteten Volumen hat ein inneres Luftvolumen von ca. 2553 m³. Es umfaßt die Souterrain- Wohnräume auf der Gartenseite, das komplette EG, OG und DG und das komplette Treppenhaus von den Kellertüren bis zum DG. Der nur als Technikraum genutzte Spitzboden bis zum First ist unbeheizt und unbelüftet. Die bergseitigen Kellerräume sind unbeheizte Abstellräume und Tiefgarage und gehören ebenfalls nicht zum beheizten und mechanisch belüfteten Gebäudeteil.

Von den insgesamt 14 Wohnungen wurden beispielhaft die acht WE 16.2 in KG+EG, WE 16.3 in KG+EG, WE 16.4 in KG+EG, WE 16.5 im EG, WE 16.8 in OG+DG, WE 16.9 im OG und WE 16.10 im OG, WE 16.14 im OG vermessen.

Die Grundrisse des Gesamtgebäudes sind in den Abbildungen 7.16.1 bis 7.16.3 enthalten, die Grundrisse und Lüftungstechnischen Komponenten der einzelnen Wohnungen in den Abbildungen 7.16.4 (WE 16.2), 7.16.7 (WE 16.3), 7.16.10 (WE 16.4), 7.16.13 (WE 16.5), 7.16.16 (WE 16.8), 7.16.19 (WE 16.9), 7.16.22 (WE 16.10) und 7.16.25 (WE 16.14).

Kenngrößen der untersuchten WE sind:

| | | |
|---------|-----------------------|----------------------|
| WE 16.2 | Wohn- und Nutzfläche: | 94,2 m ² |
| | Luftvolumen: | 234,4 m ³ |
| WE 16.3 | Wohn- und Nutzfläche: | 94,2 m ² |
| | Luftvolumen: | 230,7 m ³ |
| WE 16.4 | Wohn- und Nutzfläche: | 100,1 m ² |
| | Luftvolumen: | 252,7 m ³ |
| WE 16.5 | Wohn- und Nutzfläche: | 47,2 m ² |
| | Luftvolumen: | 117,6 m ³ |

| | | |
|----------|-----------------------|----------------------|
| WE 16.8 | Wohn- und Nutzfläche: | 115,9 m ² |
| | Luftvolumen: | 263,3 m ³ |
| WE 16.9 | Wohn- und Nutzfläche: | 47,2 m ² |
| | Luftvolumen: | 117,6 m ³ |
| WE 16.10 | Wohn- und Nutzfläche: | 47,2 m ² |
| | Luftvolumen: | 117,9 m ³ |
| WE 16.14 | Wohn- und Nutzfläche: | 66,2 m ² |
| | Luftvolumen: | 149,3 m ³ |

Art der Lüftungsanlage

Im Gebäude sind wohnungsweise zentrale Abluftanlagen installiert. Diese saugen aus den Ablufträumen Kochen, Bad, WC und Flur (je nach Wohnung unterschiedlich) die verbrauchte Luft ab. Sämtliche Abluftventilatoren sind im Technikraum auf dem Spitzboden installiert.

Frischlufte strömt durch den von den Abluftanlagen erzeugten Unterdruck über passive Zuluftventile in den Außenwänden in die Zuluft Räume Wohnen, Essen, Schlafen, Kind, Büro und Gast (je nach Wohnung verschieden) nach.

Zwischen Zu- und Ablufträumen liegen als Überströmräume die wohnungsinternen Treppenhäuser¹⁵⁴ sowie die Flure in den Wohnungen. Diese Räume haben keine eigene Zu- oder Abluft.

Als Abluftventilatoren sind für jede Wohnung separate stufenlos regelbare Wechselstrom-Radialventilator Typ Helios ZEB 350 installiert. Die Abluftventilatoren der WE 16.2, 16.3, 16.7 blasen deren Fortluft über eine gemeinsame Fortluftleitung über Dach ab. Die anderen Abluftventilatoren blasen über individuelle Fortluftleitungen über Dach ab.

In dem Technikraum ist weiterhin eine Lüftungsanlage mit WRG für die Treppenhausbeheizung installiert. Diese saugt aus dem einen gemeinsamen Fortluftkanal einen Teilstrom der warmen Abluft ab, entwärmt diesen im Wärmetauscher und bläst die entwärmte Fortluft ebenfalls über Dach ab. Die Frischluft für die Treppenhausbeheizung saugt sie durch einen Dacheinlaß an und bläst sie nach der Vorerwärmung im Wärmetauscher und nach einer regelbaren Nacherhitzung durch ein PWW-Heizregister in den Luftraum im DG des Treppenhauses ein. Die abgekühlte Fortluft der WRG-Anlage wird über einen Dachauslaß auf der Westseite über Dach ausgeblasen.

¹⁵⁴ viele der Wohnungen gehen über zwei Etagen.

Die Rohrleitungen sind aus Blechwickelfalzrohren und an den Bögen aus Aluflexrohren hergestellt.

Die Leistungsregelung der wohnungsweisen Abluftventilatoren erfolgt stufenlos durch Dimmer von der jeweiligen Wohnung aus.

Eine Regelung der raumweisen Zuluftströme kann in gewissem Umfang durch die Zuluftventile erfolgen. Deren Spaltweite ist stufenlos voreinstellbar. Sie läßt sich zusätzlich mit einem Zugseil um eine festes Differenzmaß vergrößern, was eine einfache manuelle Wahl zwischen Grund- und Bedarfslüftung (z.B. tags und nachts) ermöglichen soll.

In den Außenwanddurchdringungen der Zuluftelemente sind zudem selbsttätige Strömungsbegrenzer eingesetzt. Diese verringern selbsttätig den freien Querschnitt in Zuluftichtung in etwa proportional zur tatsächlichen Strömungsgeschwindigkeit und verhindern eine übermäßige Luftzufuhr bei starkem Winddruck.

Die DG-Räumen der Wohnungen 16.7, 16.8, 16.11 und 16.12 haben als Zuluftöffnungen nur Lüftungsgitter in den Rahmen der Dachflächenfenster mit verstellbarer Schiebeleiste.

Eine Regelung der Abluftströme in den einzelnen Ablufträumen ist durch die stufenlos verstellbaren Abluftventile möglich. Andere Möglichkeiten zur Bedarfsregelung der einzelnen Abluftstränge sind nicht vorhanden.

Messung der Wohnung 16.2

Wohnungsnutzung

In der 3-Zimmer-Wohnung leben 2 Erwachsene, 2 kleine Kinder und eine Katze.

Abb. 7.16.4 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.16.5 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.16.6.

Die Türen sind vorwiegend geöffnet. Die Tür vom WC und nachts von Schlafen ist geschlossen und die Tür zwischen Flur und Küche ist dauerhaft verbaut.

Die Lüftungsanlage wird im Normalbetrieb ständig auf kleinster Dimmereinstellung betrieben. Zusätzlich wird mit Fenstern gelüftet.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 07.12.99 um 10.00 Uhr statt. Die relative Feuchte der Luft betrug innen im KG 51% und im EG 40 %, die Innentemperatur betrug im KG 19°C und im EG 20°C. Es wurden starke Gerüche in der Wohnung bemerkt.

Der in der Wohnung liegende fensterlose Abstellraum im KG hat kein Ventil.

Die Tür zur Tiefgarage hat keine Lippendichtung und besitzt einen ca. 3mm breiten Spalt. Die Wohnungseingangstür ist dicht.

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt eingestellt:

| | |
|----------|---------------------|
| Wohnen | nicht protokolliert |
| Kind | geschlossen |
| Schlafen | geschlossen |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|------|
| Kochen | 15 U |
| Bad | 9 U |
| WC | 5 U |

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen in den Betriebszuständen „wie vorgefunden Tag/Nacht“, „einreguliert Tag/Nacht“ und „max. Leistung“. Alle Zuluftventile wurden mit dem mittleren Trichter gemessen, die Abluftventile mit dem kleinen Trichter.

Messung 1 und 2 "wie vorgefunden Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Dimmer auf Minimum
Ventileinstellung: wie vorgefunden (s.o.)

Die Abluftsumme beträgt 54 m³/h und bewirkt einen 0,25-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Der für drei Personen erforderliche Luftwechsel von 90 m³/h wird nicht erreicht. Über die Zuluftventile strömen 7 m³/h über bauliche Undichtigkeiten 48 m³/h in die Wohnung.

Die raumweisen Abluft-SOLL-Werte werden nicht erreicht

In den Wohnraum strömen durch das Zuluftventil 6,5 m³/h hinein. Da die anderen Zuluftventile im vorgefundenen Zustand geschlossen waren, strömt durch sie keine Zuluft ein.

Messung 3 und 4 "einreguliert Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Dimmer auf 30%

Ventileinstellung:

| | |
|----------|---------------------|
| Wohnen | nicht protokolliert |
| Kind | 10mm |
| Schlafen | 10mm |

Die Abluftsumme beträgt 124 m³/h und bewirkt einen 0,53-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Der für 3 Personen erforderliche Luftwechsel wird erreicht. Über die Zuluftventile strömen 61 m³/h, über bauliche Undichtigkeiten 63 m³/h in die Wohnung.

Die raumbezogenen Abluft-SOLL-Werte werden in der Küche erreicht, im Bad leicht und im WC stark überschritten. Die Abluftsumme entspricht der gesamten Abluftanforderung.

Die raumbezogenen Zuluft-SOLL-Werte werden im Tagbetrieb im tags nicht personenbelegten Schlafzimmer übererfüllt, in den tags personenbelegten Räumen Wohn- und im Kinderzimmer nicht erreicht. Im Nachtbetrieb werden die Zuluft-SOLL-Werte im Schlafzimmer knapp erreicht, im Wohn- und Kinderzimmer deutlich verfehlt.

Die anhand der gemessenen Zuluftmengen berechnete Luftwechselraten sind im Wohnraum 0,16 h⁻¹ und im Kinderzimmer 0,69 h⁻¹.

Sonstige Beobachtungen:

Bei abgeklebter Wohnungseingangstür und die Tür zur Tiefgarage erhöhen sich die Zuluftströme über die Zuluftventile erheblich.

Messung 5 "max. Leistung"

Leistungseinstellung: Dimmer auf 100%

Ventileinstellung: wie bei Messungen 3/4.

Die Abluftsumme ist 197 m³/h und bewirkt einen 0,84-fachen Luftwechsel der Wohnung. Die Auslegungsvorgabe für die maximale Leistung der Anlage des LEG ($\geq 0,5 \text{ h}^{-1}$) und die des DT-NEH-Standards ($\geq 0,8 \text{ h}^{-1}$) werden erfüllt. Die Anlage besitzt somit die gewünscht Reserve.

Luftdichtheit

Luftdichtheits-Meßwerte lagen nicht vor und wurden nicht neu ermittelt. Fühlbar starke Leckagen wurden an der Tür zum Gemeinschaftskeller und an der Wohnungstür erkannt.

Empfehlungen

Die Anlage sollte in der Heizperiode bei anwesenden Nutzern permanent mit einer Dimmereinstellung von 30 % betrieben werden, bei

Abwesenheit der Nutzer genügt auch eine halb so hohe Leistung.

Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als $1,0 \text{ h}^{-1}$ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht. Wird dies erreicht, kann die Abluftmenge reduziert werden.

Um eine ausreichende Luftqualität im Wohn- und Kinderzimmer im Nachtbetrieb zu erreichen, sollten deren Zimmertüren vor allem nachts geöffnet oder nur angelehnt sein, um einen Luftqualitätsaustausch mit dem ausreichend stark durchströmten Treppenhaus zu erreichen.

Messung der Wohnung 16.3

Wohnungsnutzung

In der 3-Zimmer-Wohnung leben zwei erwachsene Nichtraucher.

Abb. 7.16.7 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.16.8 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.16.9.

Die Türen sind vorwiegend geschlossen, außer die von Bad und WC.

Die Lüftungsanlage wird von den Bewohnern selten benutzt. Sie wurde abgeschaltet vorgefunden.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 09.12.99 um 11.30 Uhr statt. Im KG betrug die relative Luftfeuchte 44% und die Innentemperatur 17°C, im EG waren es 54% bei 18,4°C.

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------------|-------|
| Wohnen/Essen | 12 mm |
| Kind | 12 mm |
| Schlafen | 12 mm |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|------|
| Kochen | 15 U |
| Bad | 16 U |
| WC | 11 U |

Im Wohnzimmer war der Zuluftfilter leicht verschmutzt und die Sturmbremse war schief eingebaut. Im Schlafzimmer war der Filter sauber. Im Büro war der Filter ebenfalls sauber und die Sturmbremse leicht schief eingebaut.

Die Tür zur Tiefgarage hat eine Bürsten-Absenktdichtung, trotzdem werden vom Mieter Zugserscheinungen beklagt.

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen in den Betriebszuständen „einreguliert Tag/Nacht“ und „max. Leistung“. Eine Messung „wie vorgefunden“ entfällt, da die Anlage nur sporadisch genutzt wird und keine Normaleinstellung vorliegt.

Alle Zuluftventile wurden mit dem mittleren Trichter gemessen, die Abluftventile wurden mit dem kleinen Trichter gemessen.

Messung 1 und 2 "wie vorgefunden Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: 20%

Ventileinstellung: wie vorgefunden (s.o.)

Die Abluftsumme beträgt 109 m³/h und bewirkt einen 0,47-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Der für 2 Person erforderliche Luftwechsel (60 m³/h) wird überschritten.

Die raumbezogenen Abluft-SOLL-Werte werden im Bad und WC erreicht und in der Küche um 25 % verfehlt. Die Abluftsumme liegt noch im Toleranzbereich von ± 15 % des SOLL-Werts.

Die raumbezogenen Zuluft-SOLL-Werte für Tag- und Nachtbetrieb werden im Wohnzimmer nicht erreicht. der Raumlftwechsel beträgt hier nur 0,20 h⁻¹. Im Schlaf- und Kinderzimmer fehlen die Meßwerte für den "einregulierten" Betriebszustand. Eine Zuluftsumme kann daher nicht gebildet und beurteilt werden.

Messung 3 "max. Leistung"

Leistungseinstellung: 100%

Ventileinstellungen:

| | |
|---------------------|-------------|
| Zuluftventile: | unverändert |
| Abluftventil Kochen | 15 U |
| Abluftventil Bad | 15 U |
| Abluftventil WC | 14 U |

Die Abluftsumme beträgt 163 m³/h und bewirkt einen 0,71-fachen Luftwechsel der Wohnung. Die Vorgabe für die max. Leistung des LEG ($\geq 0,5$ h⁻¹) wird überschritten, die des DT-NEH-Standards ($\geq 0,8$ h⁻¹) wird knapp verfehlt. Die

Anlage besitzt dennoch die gewünschte Leistungsreserve.

Die gesamte Abluftanforderung und die raumweisen Abluft-SOLL-Werte werden deutlich übererfüllt.

Die raumbezogenen Zuluft-SOLL-Werte werden trotz max. Leistung im Wohnzimmer und im Schlafzimmer weder tags noch nachts erreicht. Im nachts nicht personenbelegten Büro wird nachts der Mindestluftwechsel erreicht. Die anhand der raumweisen Zuluftmenge errechneten Luftwechselraten sind im Wohnzimmer 0,20 h⁻¹ und im Schlafzimmer 0,25 h⁻¹.

Bei max. Leistung strömen von der gesamten Zuluftmenge etwa 20 % über die Zuluftventile in die Wohnung, 80 Prozent über bauliche Undichtheiten.

Luftdichtheit

Luftdichtheits-Meßwerte lagen nicht vor und wurden nicht neu ermittelt. Fühlbar starke Leckagen wurden an der Tür zum Gemeinschaftskeller und an der Wohnungstür erkannt.

Empfehlungen

Die Anlage sollte in der Heizperiode bei anwesenden Nutzern permanent mit einer Dimmereinstellung von etwa 25 Prozent betrieben werden, bei Abwesenheit der Nutzer genügt auch eine halb so hohe Leistung.

Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als 1,0 h⁻¹ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht. Wird dies erreicht, kann die Abluftmenge reduziert werden.

Im Schlafzimmer sollte ein zusätzliches Zuluftventil gleicher Bauart oder an Stelle des vorhandenen wesentlich unterdimensionierten Ventils eines mit größerem Querschnitt eingesetzt werden, das eine Zuluftkapazität von etwa 50-60 m³/h hat.

Messung der Wohnung 16.4

Wohnungsnutzung

In der 3-Zimmer-Wohnung leben zwei erwachsene Nichtraucher und 1 Hund.

Abb. 7.16.10 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.16.11 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.16.12.

Die Innentüren sind vorwiegend offen.

Die Lüftungsanlage wird im Normalbetrieb auf mittlerer Dimmerstellung gefahren

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 09.12.99 um 10.00 Uhr statt.

Die relative Feuchte der Innenraumluft betrug im EG 32%, die Innentemperatur war 20°C.

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------------|-------|
| Wohnen/Essen | 10 mm |
| Büro | 10 mm |
| Schlafen | 12 mm |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|--------|
| Kochen | 16,0 U |
| WC | 17,0 U |
| Bad | 10,5 U |

Im Zuluftventil des Wohnzimmers ist der Sturmbegrenzer schief eingebaut. Der Filter im Büro ist sauber, hier ist keine Sturmbremse eingebaut.

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen in den Betriebszuständen „wie vorgefunden Tag und Nacht“, „einreguliert Tag und Nacht“ und „max. Leistung“.

Die Zuluftventile wurden mit dem mittleren Trichter, alle Abluftventile mit dem kleinen Trichter gemessen.

Messung 1 und 2 "wie vorgefunden Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Dimmer auf 50%
Ventileinstellung: wie vorgefunden (s.o.)

Die Abluftsumme beträgt 192 m³/h und bewirkt einen 0,76-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Der für 2 Personen erforderliche Luftwechsel von 60 m³/h wird um 200 Prozent

und die Abluftanforderung um 50 Prozent überschritten. Über die Zuluftventile strömen 77 m³/h in die Wohnung, über Nebenluftwege 115 m³/h.

Die Abluftmengen in Küche, WC und Bad sind deutlich zu hoch. Die SOLL-Werte werden um 50 bis 200 Prozent überschritten.

Die Zuluft-SOLL-Werte werden im Tagbetrieb im tags personenbelegten Büro und im tags nicht personenbelegten Schlafzimmer überschritten, im tags personenbelegten Wohnraum nicht erreicht. Im Nachtbetrieb werden sie im dann nicht personenbelegten Wohnzimmer erreicht, im Büro weit überschritten. Im nachts mit zwei Personen belegten Schlafzimmer wird mit 15 m³/h nur ein Viertel des Zuluft-SOLL-Werts von 60 m³/h erreicht.

Die Luftwechselrate beträgt im Wohnzimmer 0,34 h⁻¹, im Schlafzimmer 0,36 h⁻¹ und im Büros 1,27 h⁻¹.

Messung 3 / 4 "einreguliert Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Dimmer auf Minimum
Ventileinstellung: unverändert.

Die Abluftsumme beträgt 145 m³/h und bewirkt einen 0,57-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Der für 2 Personen erforderliche Luftwechsel wird weit überschritten.

Die raumbezogenen Abluft-SOLL-Werte werden in der Küche erreicht, im Bad und WC übererfüllt.

Die Zuluft wurde nicht gemessen.

Messung 5 "max. Leistung"

Leistungseinstellung: Dimmer auf Maximum
Ventileinstellung: unverändert

Die Abluftsumme beträgt 203 m³/h und bewirkt einen 0,80-fachen Luftwechsel der Wohnung. Die Vorgaben für die max. Leistung des LEG ($\geq 0,5 \text{ h}^{-1}$) wird überschritten, die des DT-NEH-Standards ($\geq 0,8 \text{ h}^{-1}$) wird eingehalten.

Die Zuluftsumme kann nicht gebildet werden, da nicht alle Meßwerte vorliegen. Der Meßwert von „Schlafen“ liegt allerdings niedriger als in der Ventilator-Einstellung 50%.

Luftdichtheit

Luftdichtheits-Meßwerte lagen nicht vor und wurden nicht neu ermittelt. Fühlbar starke Leckagen wurden an der Tür zum Gemeinschaftskeller und an der Wohnungstür erkannt.

Empfehlungen

Die Anlage sollte in der Heizperiode bei anwesenden Nutzern permanent mit kleinster Dimmereinstellung und zusätzlich mit etwas weiter verengten Abluftventilen betrieben werden. Bei Abwesenheit der Nutzer genügt auch eine halb so hohe Leistung.

Es sollte geprüft werden, ob die am Dimmer einstellbare Mindestleistung verringert werden kann. Dies sollte, wenn möglich, erfolgen, so daß noch kleinere Einstellungen als das bisherige Minimum bei abwesenden Nutzern möglich sind.

Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als $1,0 \text{ h}^{-1}$ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

Im Schlafzimmer sollte ein zusätzliches Zuluftventil gleicher Bauart oder an Stelle des vorhandenen wesentlich unterdimensionierten Ventils eines mit größerem Querschnitt eingesetzt werden, das eine Zuluftkapazität von etwa $50\text{-}60 \text{ m}^3/\text{h}$ hat.

Messung der Wohnung 16.5

Wohnungsnutzung

In der 2-Zimmer-Wohnung leben zwei Erwachsene und ein Kind. In der Wohnung wird nicht geraucht.

Abb. 7.16.13 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.16.14 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.16.15.

Die Innentüren sind meist offen, nur die Badezimmertür ist geschlossen.

Die Lüftungsanlage wird nur selten eingeschaltet, z.B. beim Kochen oder bei zu großer Wärme im Schlafzimmer.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 10.12.99 um 10.30 Uhr statt. Die relative Feuchte der Innenraumluft betrug 44 Prozent, die Innentemperatur 20°C .

Die Zuluftöffnungen wurden durch die Nutzer mittels der Zugseile tags/nachts wie folgt eingestellt:

| | | |
|--------------|-------|-------|
| Wohnen/Essen | Tag | 25 mm |
| | Nacht | 2 mm |
| Schlafen | Tag | 18 mm |
| | Nacht | 6 mm |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|------|
| Kochen | 17 U |
| Bad | 20 U |

Alle Filter waren stark verschmutzt. Sie wurden vor Beginn der Messung gereinigt. Die Sturmbegrenzer sind korrekt eingebaut, verursachen jedoch durch das Flattern der Lamellen ein klapperndes Geräusch.

Die Dichtung der Wohnungseingangstür schließt nicht richtig.

Meßergebnisse

Ausgewertet wurde eine Messungen im Betriebszustand „einreguliert Tag/Nacht“. Die Messung „wie vorgefunden“ entfällt, da die Anlage selten benutzt wird und kein typische Nutzerverhalten vorliegt.

Alle Zuluftventile wurden mit dem mittleren Trichter gemessen, die Abluftventile wurden mit dem kleinen Trichter gemessen.

Messung 1 / 2 "einreguliert Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Dimmer auf Minimum
Ventileinstellung: wie vorgefunden mit der tageszeitlich üblichen Verstellung.

Die Abluftsumme beträgt $98 \text{ m}^3/\text{h}$ und bewirkt einen 0,83-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Der für zwei Personen erforderliche Luftwechsel von $60 \text{ m}^3/\text{h}$ wird überschritten. Die Zuluftsumme beträgt $43 \text{ m}^3/\text{h}$, über bauliche Undichtheiten strömen $54 \text{ m}^3/\text{h}$ herein.

Die Abluftsumme entspricht der Abluftanforderung für die gesamte Wohnung. Der raumbezogene Abluft-SOLL-Wert wird im Bad um 25 Prozent überschritten, in der Küche um 20 Prozent verfehlt.

Im Tagbetrieb werden die Zuluft-SOLL-Werte in dem tags nicht personenbelegten Schlafzimmer überschritten. In den mit zwei Personen belegten Wohnraum strömt mit $19 \text{ m}^3/\text{h}$ nur 30 Prozent des Zuluftbedarfs. Die Luftwechselraten betragen $0,59 \text{ h}^{-1}$ bzw. $0,52 \text{ h}^{-1}$.

Im Nachtbetrieb bei entsprechend verstellten Zuluftventilen wird der Zuluft-SOLL-Wert weder im Wohnzimmer noch im Schlafrum erreicht.

In das Wohnzimmer strömen nur 7,6 m³/h, in das Schlafzimmer strömen 19 m³/h bei 60 m³/h Zuluftbedarf für zwei Personen.

Eine Messung mit maximaler Leistung wurde nicht durchgeführt, da die Zielwerte für maximale Leistung bereits bei der Mindesteinstellung des Dimmers erreicht werden.

Luftdichtheit

Luftdichtheits-Meßwerte lagen nicht vor und wurden nicht neu ermittelt. Die hohe Differenz zwischen Zu- und Abluftsumme verweist auf eine hohe Luftundichtheit der Hüllflächen.

Empfehlungen

Die Anlage sollte in der Heizperiode bei anwesenden Nutzern permanent mit kleinster Dimmereinstellung und zusätzlich mit etwas weiter verengten Abluftventilen betrieben werden. Bei Abwesenheit der Nutzer genügt auch eine 60 Prozent geringere Abluftleistung.

Es sollte geprüft werden, ob die am Dimmer einstellbare Mindestleistung verringert werden kann. Dies sollte, wenn möglich, erfolgen, so daß auch eine Leistungseinstellung von etwa der Hälfte des bisherigen Minimums bei abwesenden Nutzern möglich wird.

Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als 1,0 h⁻¹ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

Im Schlafzimmer sollte ein zusätzliches Zuluftventil gleicher Bauart oder an Stelle des vorhandenen wesentlich unterdimensionierten Ventils eines mit größerem Querschnitt eingesetzt werden, das eine Zuluftkapazität von etwa 50-60m³/h hat.

Messung der Wohnung 16.8

Wohnungsnutzung

In der Wohnung leben zwei erwachsene Nicht-raucher und ein großer Hund.

Abb. 7.16.16 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.16.17 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechsellraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.16.18.

Die Türen sind vorwiegend geöffnet, nur die WC-Tür ist immer geschlossen.

Die Lüftungsanlage wird im Normalbetrieb auf kleinster Dimmereinstellung gefahren.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 09.12.99 um 8.30 Uhr statt.

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt eingestellt:

| | |
|-----------|-----------------------------|
| Wohnen | 10 mm |
| Schlafen | Schiebeleiste: 60% geöffnet |
| Gast | Schiebeleiste: ? geöffnet |
| Flur/Büro | Schiebeleiste: ? geöffnet |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|------|
| Kochen | 20 U |
| WC | 25 U |
| Bad | 23 U |

Die Wohnungseingangstür schließt dicht, die Filter sind sauber und die Sturmbegrenzer sind korrekt eingebaut.

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen in den Betriebszuständen „wie vorgefunden Tag/Nacht“, „einreguliert Tag/Nacht“ und „max. Leistung“.

Alle Zuluftventile wurden mit dem mittleren Trichter gemessen, die Abluftventile wurden mit dem kleinen Trichter gemessen.

Die Zuluftmengen in allen Räumen mit Zuluftöffnungen in Form von Schiebeleisten in den Dachflächenfenster (DFF) wurden an deren Zimmertüren gemessen. Hierfür wurden die Türen mit einer Folie abgeklebt. Gemessen wurde an einer Meßöffnung der Folie. Die Zuluft im DG/Büro, das als Zuluftventil ebenfalls ein DFF mit Schiebeleiste hat, konnte aufgrund der Luftoffenheit zum Flur/OG und zum Treppenraum nicht gemessen werden.

Messung 1 / 2 "wie vorgefunden Tag/Nacht"
Leistungseinstellung: Dimmer auf Minimum
Ventileinstellung: wie vorgefunden (s.o.)

Die Abluftsumme beträgt 81 m³/h und bewirkt einen 0,31-fachen Luftwechsel der Wohnung. Der für 2 Personen erforderliche Luftwechsel von 60 m³/h wird überschritten.
Die Abluftanforderung der gesamten Wohnung von 120 m³/h wird nicht erreicht. Der raumbezogene Abluft-SOLL-Wert wird im WC erreicht, in Küche und Bad nicht erreicht.

Im Tagbetrieb werden die Zuluft-SOLL-Werte im nicht personenbelegten Gästezimmer erreicht, im tags nicht personenbelegten Schlafzimmer übererfüllt und im Wohnraum nicht erreicht. Die Zuluft im Flur/Büro konnte nicht gemessen werden.

Im Nachtbetrieb werden die Zuluft-SOLL-Werte im Gästezimmer erreicht und im Wohnraum mit 14 statt 22 m³/h verfehlt. Im Schlafzimmer strömen nachts 17 statt 60 m³/h über die Zuluftventile zu, der Zuluft-SOLL-Wert wird deutlich verfehlt, obwohl die anhand der Zuluftmenge berechnete Luftwechselrate 0,77 h⁻¹ ist.

Eine Zuluftsumme kann nicht gebildet werden, da im Büro kein Meßwert genommen werden konnte.

Messung 3, 4 und 5 "einreguliert Tag/Nacht" und „max. Leistung“
Leistungseinstellung: Dimmer auf Maximum
Ventileinstellung: unverändert.

Die Abluftsumme liegt bei 156 m³/h und bewirkt einen 0,59-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Der für 2 Personen erforderliche Luftwechsel von 60 m³/h und die Abluftanforderung der gesamten Wohnung werden überschritten.

Die raumbezogenen Abluft-SOLL-Werte werden in Bad und WC übererfüllt, in der Küche knapp verfehlt¹⁵⁵.

Im Tagbetrieb werden die Zuluft-SOLL-Werte im Gäste- und Schlafzimmer übererfüllt, im Wohnzimmer nicht erreicht. Der Luftwechsel vom Wohnzimmer beträgt nur 0,16 h⁻¹.

Im Nachtbetrieb werden die Zuluft-SOLL-Werte weder im Wohn- noch im Schlafzimmer erreicht. Der Gastraum überschreitet sein SOLL erheblich.

Die Anforderungen an den maximalen Luftwechsel einer Lüftungsanlage des LEG ($\geq 0,5 \text{ h}^{-1}$) wird in der max. Leistungsstufe erfüllt, die des DT-NEH-Standards ($\geq 0,8 \text{ h}^{-1}$) wird nicht erfüllt.

Sonstige Beobachtungen:

Eine Messung in mittlerer Einstellung mit möglicherweise noch besser eingeregelt Abluftwerten liegt leider nicht vor.

Luftdichtheit

Luftdichtheits-Meßwerte lagen nicht vor und wurden nicht neu ermittelt. Die hohe Differenz zwischen Zu- und Abluftsumme verweist trotz der Unsicherheit durch die fehlende Messung des Zuluftventils im Büro auf eine hohe Luftundichtheit der Hüllflächen.

Empfehlungen

Die Anlage sollte in der Heizperiode bei anwesenden Nutzern permanent auf etwa mittlerer Leistung betrieben werden. Bei Abwesenheit der Nutzer genügt der Betrieb auf Mindesteinstellung.

Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als $1,0 \text{ h}^{-1}$ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

Im Schlafzimmer sollte ein zusätzliches Außenwand-Zuluftventil eingesetzt werden, das eine Zuluftkapazität von etwa 50-60m³/h hat, da das Zuluftgitter im Dachflächenfenster strömungstechnisch ungünstig liegt und einen zu geringen freien Querschnitt hat. Sofern dies nicht erfolgt, sollte nachts die Schlafzimmertür nicht geschlossen werden, um einen Luftqualitätsausgleich mit dem ausreichend stark durchströmten DG-Flur zu erzielen. Das gleiche gilt für das Gästezimmer, wenn es personenbelegt ist.

¹⁵⁵ Bei anderer Einstellung der Abluftventile in Küche, Bad und WC wären vermutlich alle SOLL-Werte erreichbar.

Messung der Wohnung 16.9

Wohnungsnutzung

In der 2-Zimmer-Wohnung (Wohnküche und Schlafzimmer) lebt ein Erwachsener, der starker Raucher ist.

Abb. 7.16.19 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.16.20 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Wohnküche ist dabei für die Berechnung in zwei fiktive Teilvolumina Wohnen und Küche unterteilt. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.16.21.

Die Türen sind vorwiegend geöffnet, nur die Tür zum Schlafzimmer ist stets geschlossen.

Der Mieter gibt an, daß er mit der Anlage sehr zufrieden ist und sie auch regelmäßig benutzt. Die Lüftungsanlage wird im Normalbetrieb auf kleinster Stufe betrieben und bei Besuch und Rauchen höher gestellt.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 10.12.99 um 13.30 Uhr statt.

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------------|-------|
| Wohnen/Essen | 10 mm |
| Schlafen | 10 mm |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|------|
| Kochen | 21 U |
| Bad | 12 U |

Die Wohnungseingangstür dichtet trotz Dichtlippe nicht korrekt.

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen in den Betriebszuständen „wie vorgefunden Tag/Nacht“, „einreguliert Tag/Nacht“ und „max. Leistung“.

Alle Zuluftventile wurden mit dem mittleren Trichter gemessen, alle Abluftventile mit dem kleinen Trichter.

Messung 1 / 2 "wie vorgefunden Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Dimmer auf Minimum
Ventileinstellung: wie vorgefunden (s.o.)

Die Abluftsumme beträgt 45 m³/h und bewirkt einen 0,38-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Der für 1 Person erforderliche Luftwechsel von 30 m³/h wird leicht über-

schritten. Über die Zuluftventile strömen 34 m³/h in die Wohnung, über bauliche Undichtigkeiten 11 m³/h.

Die wegen des Einpersonenhaushalts reduzierte Abluftanforderung wird nicht erfüllt. Die raumbezogenen Abluft-SOLL-Werte werden in der Küche nicht erreicht, im Bad überschritten.

Im Tagbetrieb wird der Zuluft-SOLL-Wert im Schlafzimmer weit übererfüllt und im Wohnraumes stark unterschritten. Da die Zuluft vom Schlafzimmer in die Wohnküche strömt, kommt die zu hohe Zuluftmenge im Schlafzimmer auch dem Wohnzimmer zugute. Im Nachtbetrieb ist es genau umgekehrt. Hier erhält das Schlafzimmer zuwenig Zuluft und erfährt bei geschlossener Zimmertüre keinen Zuluftstrom aus dem überversorgten Wohnraum.

Der Mindestluftwechsel von 0,3 h⁻¹ wird in beiden Räumen tags und nachts erreicht.

Messung 3 / 4 "einreguliert Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Dimmer auf 20%
Ventileinstellungen: Die Zu- und Abluftventile wurden in ihrer Einstellung verändert. Die neuen Spaltbreiten wurden jedoch nicht protokolliert.

Die Abluftsumme beträgt 79 m³/h und bewirkt einen 0,67-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Der für eine Person erforderliche Luftwechsel von 30 m³/h wird weit überschritten. Über die Zuluftventile strömen 31 m³/h in die Wohnung, über bauliche Undichtigkeiten 48 m³/h.

Die raumbezogenen Abluft-SOLL-Werte werden in der Küche erreicht, im Bad um 100 Prozent überschritten.

Die protokollierte Zuluftsumme ist trotz erhöhter Ventilatorleistung und Vergrößerung der Ventilspaltweiten geringer. Die Luftversorgung ist vergleichbar wie bei Messungen 1 / 2. Die Luftwechselraten betragen im Schlafzimmer 0,38 h⁻¹ und im Wohnen 0,41 h⁻¹.

Messung 5 "max. Leistung"

Leistungseinstellung: Dimmer auf Maximum
Ventileinstellung: unverändert
Die Abluftsumme beträgt 90 m³/h und bewirkt einen 0,76-fachen Luftwechsel der Wohnung. Die Abluftanforderung der Wohnung wird um 50 % überschritten. Die Vorgabe für die max. Anlagenleistung des LEG ($\geq 0,5 \text{ h}^{-1}$) wird überschritten, die des DT-NEH-Standards ($\geq 0,8 \text{ h}^{-1}$) wird nicht erreicht.

Luftdichtheit

Luftdichtheits- Meßwerte lagen nicht vor und wurden nicht neu ermittelt. Die hohe Differenz zwischen Zu- und Abluftsumme verweist auf eine hohe Luftundichtheit der Hüllflächen.

Empfehlungen

Die Anlage sollte in der Heizperiode bei anwesenden Nutzern permanent mit einer Dimmereinstellung von knapp 20 Prozent betrieben werden. Diese Einstellung sollte wegen des erhöhten Lüftungsbedarfs durch das Rauchen auch während der Personenabwesenheit beibehalten werden.

Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als $1,0 \text{ h}^{-1}$ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

Das Abluftventil im Bad sollte kleiner und das in der Eßküche größer eingestellt werden, um eine stärkere Durchströmung des Wohn- und Schlafzimmers zu erreichen.

Die Schlafzimmertür sollte nachts nicht geschlossen werden, um einen Luftqualitätsausgleich mit der ausreichend stark durchströmten Wohnküche zu erzielen. Die Badezimmertür sollte geschlossen werden, um den Überströmweg zwischen Wohnungstürspalt und Bad zu verengen.

Messung der Wohnung 16.10

Wohnungsnutzung

In der Wohnung leben 1-2 Erwachsene, gelegentlich wird in der Wohnung geraucht.

Abb. 7.16.22 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.16.23 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Wohnküche ist dabei für die Berechnung in zwei fiktive Teilvolumina Wohnen und Küche unterteilt. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.16.24.

Die Türen sind vorwiegend geöffnet, nur die Tür zu Schlafen ist geschlossen.

Der Mieter ist über die Funktion der Lüftungsanlage unzureichend informiert, meint, sie funktioniere nicht richtig und lüftet deshalb über die Fenster.

Beobachtungen vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 10.12.99 um 15.00 Uhr statt. Die relative Luftfeuchte innen betrug 34%, die Innentemperatur 23°C .

Die Lüftungsanlage war abgeschaltet.

Meßergebnisse

Eine vorgefundene Messung wurde nicht durchgeführt, da die Anlage abgeschaltet war. Ausgewertet wurde nur die Messung im Betriebszustand „einreguliert Tag und Nacht“.

Die Zuluftventile wurden mit dem mittleren Trichter, alle Abluftventile mit dem kleinen Trichter gemessen.

Messung 1 und 2 "einreguliert Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Dimmer auf Minimum
Ventileinstellungen:

| | |
|---------------------|------|
| Abluftventil Kochen | 11 U |
| Abluftventil Bad | 16 U |

Die Abluftsumme beträgt $87 \text{ m}^3/\text{h}$ und bewirkt einen 0,74-fachen Luftwechsel des Objekts pro Stunde. Der für eine Person erforderliche Luftwechsel von $30 \text{ m}^3/\text{h}$ wird weit überschritten. Über die Zuluftventile strömen $40 \text{ m}^3/\text{h}$ in die Wohnung $46 \text{ m}^3/\text{h}$ über bauliche Undichtheiten.

Die Abluftanforderung der gesamten Wohnung ist um 40 Prozent übererfüllt. Die raumbezogenen Abluft-SOLL-Werte werden in der Küche erreicht, im Bad 150 Prozent übererfüllt.

Im Tagbetrieb wird die Zuluft-SOLL-Menge im Schlafräum weit überschritten und das Zuluft-SOLL im Wohnzimmer nicht annähernd erreicht. Da die Zuluft des Schlafzimmers über das Wohnzimmer zum Abluftventil der Küche strömt, profitiert das Wohnzimmer aber direkt von der Überlüftung des Schlafräums, so daß seine rechnerische Unterversorgung unerheblich ist.

Im Nachtbetrieb erhält das Schlafzimmer etwa 30 Prozent zuwenig Zuluft über sein Zuluftventil. Der Mindestluftwechsel von $0,3 \text{ h}^{-1}$ wird in beiden Zuluft Räumen überschritten.

Sonstige Beobachtungen

Die Anlage saugt in der kleinsten Dimmereinstellung schon zuviel Abluft aus der Wohnung.

Sie erfüllt in dieser Leistungseinstellung bereits die Vorgaben für den max. Luftwechsel des LEG ($\geq 0,5 \text{ h}^{-1}$); die höhere des des DT-NEH-Standards ($\geq 0,8 \text{ h}^{-1}$) wird nicht ganz erreicht.

Luftdichtheit

Luftdichtheits-Meßwerte lagen nicht vor und wurden nicht neu ermittelt. Die hohe Differenz zwischen Zu- und Abluftsumme verweist auf eine hohe Luftundichtheit der Hüllflächen.

Empfehlungen

Die Abluftventile in der Wohnung sollten soweit gedrosselt werden, daß die Abluftsumme etwa $60 \text{ m}^3/\text{h}$ beträgt und die Aufteilung der Abluftströme auf die beiden Ablufträume den SOLL-Werten entspricht.

Die Anlage sollte in der Heizperiode bei anwesenden Nutzern permanent mit Dimmereinstellung auf Minimum betrieben werden.

Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als $1,0 \text{ h}^{-1}$ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

Die Schlafzimmertür sollte nachts nicht geschlossen werden, um einen Luftqualitätsausgleich mit der ausreichend stark durchströmten Wohnküche zu erzielen. Die Badezimmertür sollte geschlossen werden, um den Überströmweg zwischen Wohnungstürspalt und Bad zu verengen.

Messung der Wohnung 16.14

Wohnungsnutzung

In der 2-Zimmer-Wohnung lebt ein erwachsener Raucher.

Abb. 7.16.25 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.16.26 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Wohnküche ist dabei für die Berechnung in zwei fiktive Teilvolumina Wohnen und Küche unterteilt. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.16.27.

Die Türen in Wohnen und Kochen sind tagsüber offen, Bad- und Schlafzimmertür ist geschlossen. Nachts ist die Schlafzimmertür offen.

Die Lüftungsanlage wird wegen ihres Geräuschs nur im Gelegenheitsbetrieb auf höchster Dimmereinstellung genutzt. Nachts ist immer abgeschaltet.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 10.12.99 um 9.00 Uhr statt. Die relative Feuchte der Innenraumluft betrug 42%, die Innentemperatur 19°C .

Die Wohnungseingangstür schließt nicht dicht und wurde richtig eingestellt.

Die Filter sind stark verschmutzt, die Sturmbegrenzer sind korrekt eingebaut.

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen in den Betriebszuständen „einreguliert Tag/Nacht“ und "max. Leistung". Eine Messung im vorgefundenen Zustand wurde nicht durchgeführt, da die Anlage nutzerseitig bisher nicht auf Dauerbetrieb eingestellt war.

Die Zuluftventile wurden mit dem mittleren, die Abluftventile mit dem kleinen Trichter gemessen.

Messung 1 und 2 "einreguliert Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Dimmer auf 30%

Ventileinstellungen:

| | |
|-----------------|-------|
| Zuluft Wohnen | 12 mm |
| Zuluft Schlafen | 16 mm |
| Abluft Kochen | 5 U |
| Abluft Bad | 19 U |

Die Abluftsumme beträgt 77 m³/h und bewirkt einen 0,51-fachen Luftwechsel des Objekts pro Stunde. Der für eine Person erforderliche Luftwechsel von 30 m³/h und die wohnungsweise Abluftanforderung wird überschritten. Über die Zuluftventile strömen 28 m³/h hinein, über bauliche Undichtheiten 48 m³/h.

Der Abluft-SOLL-Wert der Küche wird erreicht, im Bad wird er um etwa 50 Prozent übererfüllt.

Die raumbezogenen Zuluft-SOLL-Werte werden über die an den Zuluftventilen zuströmende Zuluft im jeweils nicht personenbelegten Betriebszustand übererfüllt, im personenbelegten Betriebszustand dagegen nicht erreicht. Der raumbezogene Mindestluftwechsel von 0,3 h⁻¹ wird im Wohn- und Schlafraum erreicht.

Sonstige Beobachtungen:

Das abwechselnde Schließen der Zuluftöffnungen in Wohnen und Schlafen bewirkt nicht die gewünschte Umverteilung der Zuluft. In Bad und Schlafen erhöhen sich die Luftmengen geringfügig, wenn die Türen offen bleiben.

Messung 3 "max. Leistung"

Leistungseinstellung: Dimmer auf Maximum
Ventileinstellung: unverändert

Die Abluftsumme beträgt 147 m³/h und bewirkt einen 0,98-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Die Vorgaben für die max.Anlagenleistung des LEG ($\geq 0,5 \text{ h}^{-1}$) und die des DT-NEH- Standards ($\geq 0,8 \text{ h}^{-1}$) werden übererfüllt.

Die Zuluftsumme über die Zuluftventile erhöht sich bei max.Leistung nur unwesentlich auf 30 m³/h: über bauliche Undichtheiten strömen 117 m³/h in die Wohnung.

Luftdichtheit

Luftdichtheits-Meßwerte lagen nicht vor und wurden nicht neu ermittelt. Die hohe Differenz zwischen Zu- und Abluftsumme verweist auf eine hohe Luftundichtheit der Hüllflächen.

Empfehlungen

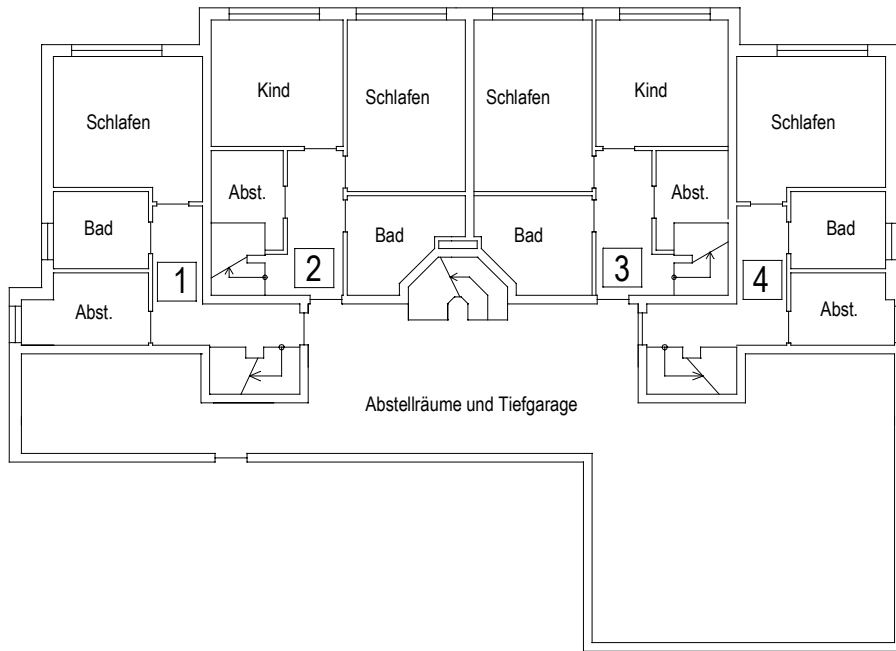
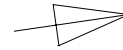
Die Anlage sollte in der Heizperiode bei anwesenden Nutzern permanent mit einer Dimmereinstellung auf knapp 30 Prozent betrieben werden.

Die Abluftventile in Küche und Bad sollten so verstellt werden, daß der größere Abluftstrom über die Küche abgesaugt wird.

Zur Reduzierung der hohen Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als 1,0 h⁻¹ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

Die Schlafzimmertür sollte nachts nicht geschlossen werden, um einen Luftqualitätsausgleich mit dem ausreichend stark durchströmten Flur zu erzielen. Die Badezimmertür sollte geschlossen werden, um den direkten Überstromweg zwischen Wohnungstürspalt und Bad zu verengen.

Kellergeschoss



Erdgeschoss

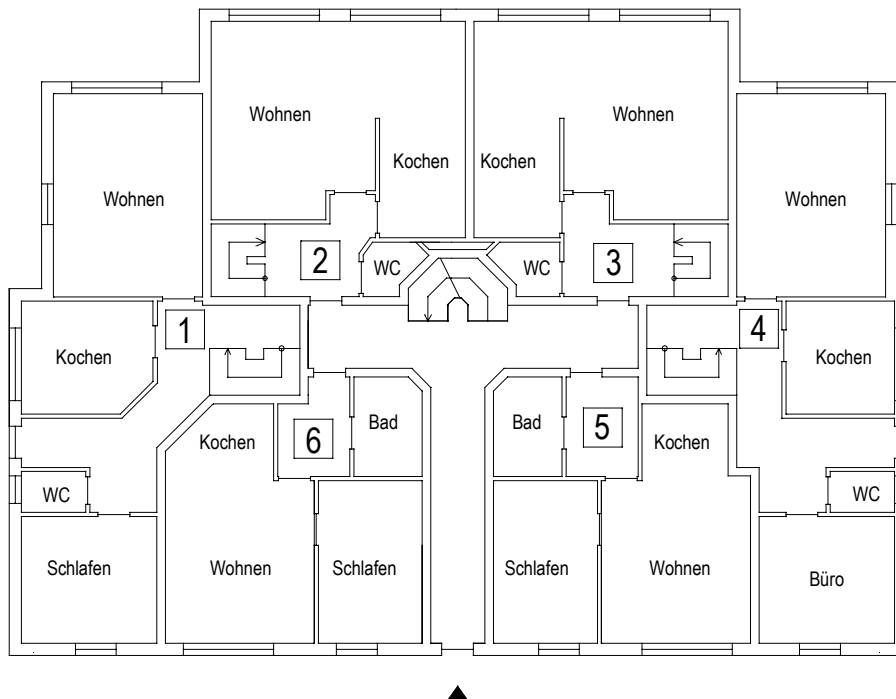
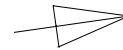
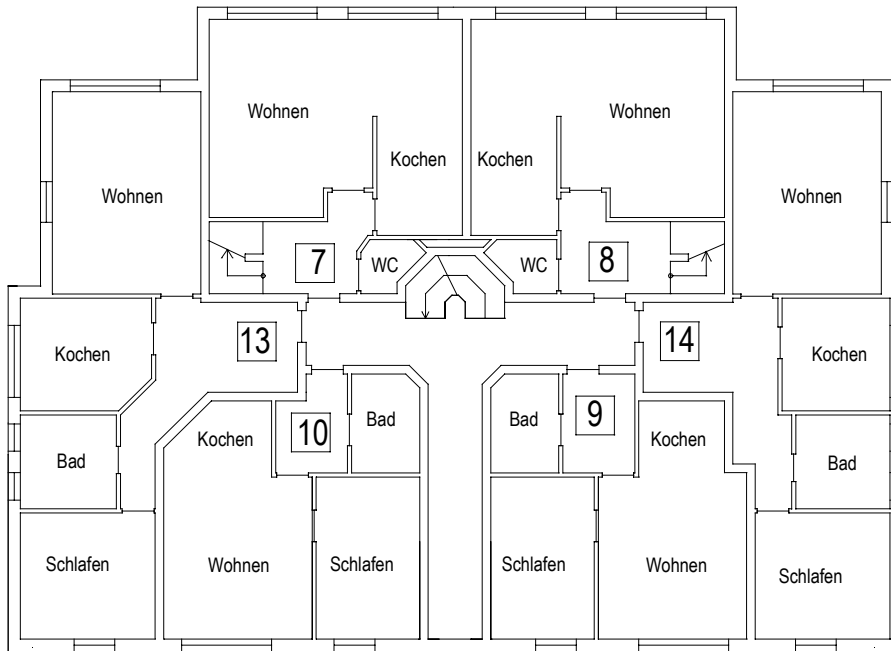
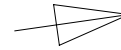


Abb. 7.16.1 Wohnungsübersicht + Lüftungskomponenten, KG + EG, MFH 16 (Junge-Wentrup)

Obergeschoss



Dachgeschoss

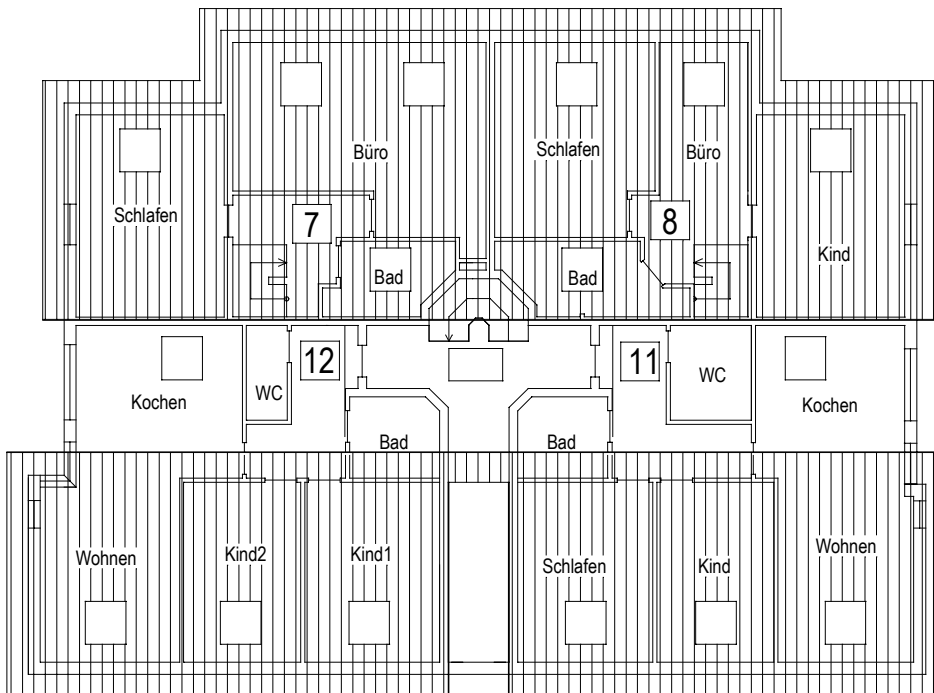
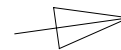


Abb. 7.16.2 Wohnungsübersicht + Lüftungskomponenten, OG + DG MFH, 16 (Junge-Wentrup)

Spitzboden

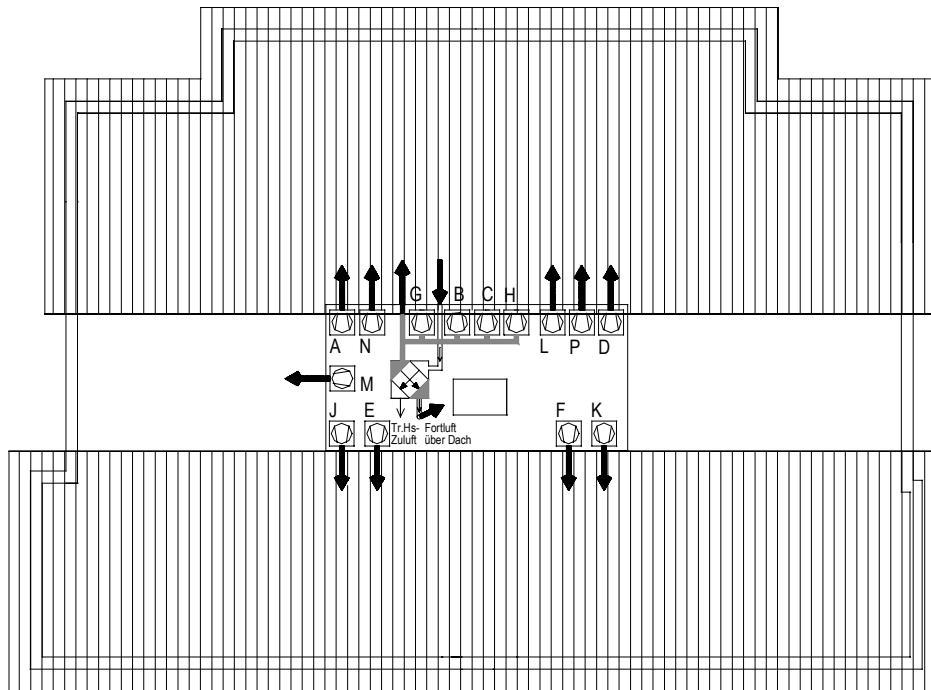
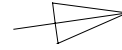
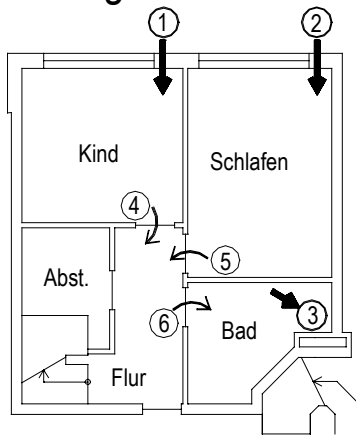


Abb. 7.16.3 Wohnungsübersicht + Lüftungskomponenten, Spitzboden mit Technikraum MFH 16 (Junge-Wentrup)

Wohnung 2

Erläuterungen zu den Grundrissen

Kellergeschoss



- 1 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß W
- 2 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß W
- 3 Abluftventil als Wandauslaß \varnothing 100 mm
- 4 Überströmöffnung Kind/Flur
- 5 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 6 Überströmöffnung Flur/Bad
- 7 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß W
- 8 Abluftventil als Wandauslaß über Hängeschrank, \varnothing 100 mm
- 9 Abluftventil als Wandauslaß \varnothing 70 mm
- 10 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 11 Überströmöffnung Flur/Kochen
- 12 Überströmöffnung Flur/WC
- B Ventilator im Technikraum

Erdgeschoss

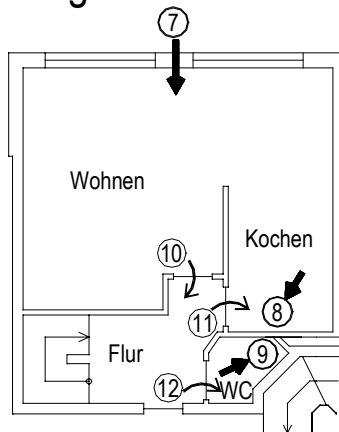


Abb. 7.16.4 Grundrisse + Lüftungskomponenten WE 16.2 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| Zulufräume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Wohnen (EG) | 31,0 | 77,1 | 23,1 | 61,7 | 38,6 | 2 | 0 | 60,0 | 0,78 | 23,1 | 0,30 |
| Schlafen (KG) | 16,4 | 40,7 | 12,2 | 32,6 | 20,4 | 0 | 1 | 12,2 | 0,30 | 30,0 | 0,74 |
| Kind (KG) | 12,3 | 30,7 | 9,2 | 24,5 | 15,3 | 1 | 2 | 30,0 | 0,98 | 60,0 | 1,96 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 59,6 | 148,5 | 44,6 | 118,8 | 74,3 | 3,0 | 3,0 | 102,2 | 2,1 | 113,1 | 3,0 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Flur | 9,4 | 23,3 | 7,0 | 18,6 | 11,6 |
| Flur Keller | 8,3 | 20,7 | 6,2 | 16,6 | 10,4 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 17,7 | 44,0 | 13,2 | 35,2 | 22,0 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 13,2 | 44,6 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Bedarf n. IWU: (m ³ /h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Kochen | 7,8 | 19,4 | 5,8 | 15,5 | 9,7 | 60 | 60,0 | 3,10 | 60,0 | 3,10 |
| WC (EG) | 2,1 | 5,1 | 1,5 | 4,1 | 2,6 | 20 | 20,0 | 3,89 | 20,0 | 3,89 |
| Bad (KG) | 7,0 | 17,4 | 5,2 | 13,9 | 8,7 | 40 | 40,0 | 2,30 | 40,0 | 2,30 |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 16,8 | 41,9 | 12,6 | 33,5 | 20,9 | 120,0 | 120,0 | 9,3 | 120,0 | 9,3 |
| Gesamtsumme | 94,2 | 234,4 | 70,3 | 187,6 | 117,2 | | 120,0 | 0,51 | 120,0 | 0,51 |

i:\excel\dat\10-10\16_2.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.16.5 Vorgabewerte WE 16.2 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

| Gebäudedaten | | | | | Messung 1 wie vorgefunden Tag | | | | | Messung 2 wie vorgefunden Nacht | | | | | Messung 3 einreguliert Tag | | | | | Messung 4 einreguliert Nacht | | | | | Messung 5 max. Leistung | | | | |
|--------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------------|--------|-------|------------------------------|---------|------------------------------------|--------|------------------------------|-------|---------|-------------------------------|------------------------------|-------|-------|---------|---------------------------------|--------|-------|-------|------------------------------|----------------------------|--------|-------|-------|-------|
| Sollwerte | | Tag | | | Nacht | | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | t | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | n | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | t | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | n | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | t | | | |
| WFI | Vol | Tag | Nacht | ZLV | ÜO | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜO | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜO | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜO | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜO | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜO | Ist | ≥Soll | | |
| (m²) | (m³) | (m³/h) | (m³/h) | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| Wohnen (EG) | 31,0 | 77,1 | 60,0 | 23,1 | ? | 100 | 6,5 | 0,08 | nein! | ? | 100 | 6,5 | 0,08 | nein! | ? | 0 | 12,2 | 0,16 | nein! | ? | 0 | 12,2 | 0,16 | nein! | ? | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |
| Schlafen (KG) | 16,4 | 40,7 | 12,2 | 30,0 | zu | zu | 0,0 | 0,00 | nein! | zu | zu | 0,0 | 0,00 | nein! | 10mm | 0 | 27,4 | 0,67 | >115% | 10mm | 0 | 27,4 | 0,67 | ja! | 10mm | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |
| Kind (KG) | 12,3 | 30,7 | 30,0 | 60,0 | zu | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | zu | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | 10mm | 0 | 21,3 | 0,69 | nein! | 10mm | 0 | 21,3 | 0,69 | nein! | 10mm | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |
| Summe Räume | 59,6 | 148,5 | 102,2 | 113,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Ablufträume | | WFI | Vol | Tag | Nacht | ALV | ÜO | Ist | ≥Soll | ALV | ÜO | Ist | ≥Soll | ALV | ÜO | Ist | ≥Soll | ALV | ÜO | Ist | ≥Soll | ALV | ÜO | Ist | ≥Soll | | | | | |
|--------------------|--|-------------|-------------|--------------|--------------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|
| | | (m²) | (m³) | (m³/h) | (m³/h) | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| Kochen (EG) | | 7,8 | 19,4 | 60,0 | 60,0 | 15 U | zu | 24,6 | 1,27 | nein! | 15 U | zu | 24,6 | 1,27 | nein! | 15 U | zu | 52,1 | 2,69 | ja! | 15 U | zu | 52,1 | 2,69 | ja! | 15 U | 100 | 81,0 | 4,18 | >115% |
| WC (EG) | | 2,1 | 5,1 | 20,0 | 20,0 | 5 U | zu | 10,8 | 2,10 | nein! | 5 U | zu | 10,8 | 2,10 | nein! | 5 U | zu | 25,3 | 4,92 | >115% | 5 U | zu | 25,3 | 4,92 | >115% | 5 U | 100 | 43,4 | 8,44 | >115% |
| Bad (KG) | | 7,0 | 17,4 | 40,0 | 40,0 | 9 U | 100 | 18,8 | 1,08 | nein! | 9 U | 100 | 18,8 | 1,08 | nein! | 9 U | 100 | 46,3 | 2,66 | >115% | 9 U | 100 | 46,3 | 2,66 | >115% | 9 U | 100 | 73,0 | 4,20 | >115% |
| Summe Räume | | 16,8 | 41,9 | 120,0 | 120,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Gesamtluft = Summe Abluft | | Tag | Nacht | Ist | ≥Soll | Ist | ≥Soll | Ist | ≥Soll | Ist | ≥Soll | Ist | ≥Soll | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|--------|--------|-----|--------|-------|-------|-----|--------|-------|-------|-----|--------|-------|-------|-----|--------|-------|-------|-----|--------|-------|-------|-----|--------|-------|-------|
| | | (m³/h) | (m³/h) | (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n | (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n | (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n | (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n | (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n | (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| Zuluft über ZLV | | 120 | 120 | 100 | 54 | 0,23 | nein! | 100 | 54 | 0,23 | nein! | 100 | 124 | 0,53 | ja! | 100 | 124 | 0,53 | ja! | 100 | 197 | 0,84 | >115% | 100 | 197 | 0,84 | >115% |
| Zuluft über Nebenluft | | | | 12 | 7 | 0,03 | | 12 | 7 | 0,03 | | 49 | 61 | 0,26 | | 49 | 61 | 0,26 | | 0 | 0 | 0,00 | | 100 | 197 | 0,84 | >115% |
| | | | | 88 | 48 | 0,20 | | 88 | 48 | 0,20 | | 51 | 63 | 0,27 | | 51 | 63 | 0,27 | | | | | | | | | |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜO = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil Zuluft nicht gemessen

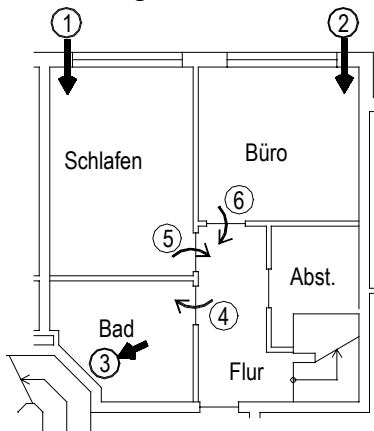
I:\excel\data10-10\16_2.xls

Abb. 7.16.6 Meßergebnisse zentrale Abluftanlage wohnungswise WE 16.2 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

Wohnung 3

Erläuterungen zu den Grundrissen

Kellergeschoss



- 1 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß W
- 2 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß W
- 3 Abluftventil als Wandauslaß \varnothing 100 mm
- 4 Überströmöffnung Flur/Bad
- 5 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 6 Überströmöffnung Kind/Flur
- 7 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß W
- 8 Abluftventil als Wandauslaß, \varnothing 100 mm, Dunstfilter
- 9 Abluftventil als Wandauslaß \varnothing 70 mm in Abkantung
- 10 Überströmöffnung Flur/WC
- 11 Überströmöffnung Flur/Kochen
- 12 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 13 Überströmöffnung Wohnen/Kochen, raumhoch geöffnet
- C Ventilator im Technikraum

Erdgeschoss

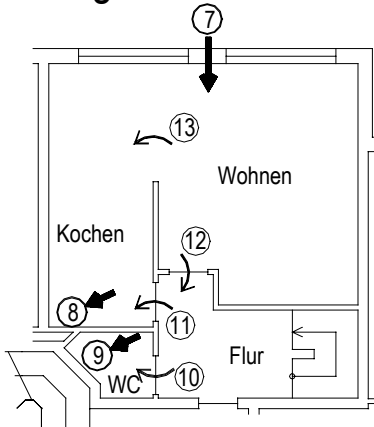


Abb. 7.16.7 Grundrisse + Lüftungskomponenten WE 16.3 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| Zulufräume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Wohnen (EG) | 31,0 | 75,9 | 22,8 | 60,7 | 37,9 | 1 | 0 | 30,0 | 0,40 | 22,8 | 0,30 |
| Schlafen (KG) | 16,4 | 40,1 | 12,0 | 32,0 | 20,0 | 0 | 2 | 12,0 | 0,30 | 60,0 | 1,50 |
| Büro (KG) | 12,3 | 30,2 | 9,1 | 24,1 | 15,1 | 1 | 0 | 30,0 | 0,99 | 9,1 | 0,30 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 59,6 | 146,1 | 43,8 | 116,9 | 73,1 | 2,0 | 2,0 | 72,0 | 1,7 | 91,8 | 2,1 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Flur | 9,4 | 22,9 | 6,9 | 18,3 | 11,5 |
| Flur Keller | 8,3 | 20,4 | 6,1 | 16,3 | 10,2 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 17,7 | 43,3 | 13,0 | 34,7 | 21,7 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 13,2 | 44,6 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Bedarf n. IWU: (m ³ /h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Küche (EG) | 7,8 | 19,0 | 5,7 | 15,2 | 9,5 | 60 | 60,0 | 3,15 | 60,0 | 3,15 |
| WC (EG) | 2,1 | 5,1 | 1,5 | 4,0 | 2,5 | 20 | 20,0 | 3,95 | 20,0 | 3,95 |
| Bad (KG) | 7,0 | 17,1 | 5,1 | 13,7 | 8,6 | 40 | 40,0 | 2,34 | 40,0 | 2,34 |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 16,8 | 41,2 | 12,4 | 33,0 | 20,6 | 120,0 | 120,0 | 9,4 | 120,0 | 9,4 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|
| Gesamtsumme | 94,2 | 230,7 | 69,2 | 184,5 | 115,3 | | 120,0 | 0,52 | 120,0 | 0,52 |
|--------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|

i:\excel\data\10-10\16_3.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.16.8 Vorgabewerte WE 16.3 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

| Gebäudedaten | | | | | Messung 1 einreguliert Tag | | | | Messung 2 einreguliert Nacht | | | | Messung 3 max. Leistung | | | | | | |
|--------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------------------------|---------|--------|-------|---------------------------------|---------|---------|--------|----------------------------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|
| Sollwerte | | Tag | | Nacht | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | | |
| WFI (m²) | Vol (m³) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| Wohnen (EG) | 31,0 | 75,9 | 30,0 | 22,8 | 12 mm | 0 | 15,0 | 0,20 | nein! | 12 mm | 0 | 15,0 | 0,20 | nein! | 12 mm | zu | 15,2 | 0,20 | nein! |
| Schlafen (KG) | 16,4 | 40,1 | 12,0 | 60,0 | 12 mm | 0 | 0,0 | 0,00 | nein! | 12 mm | 0 | 0,0 | 0,00 | nein! | 12 mm | zu | 9,9 | 0,25 | nein! |
| Büro (KG) | 12,3 | 30,2 | 30,0 | 9,1 | 12 mm | 0 | 0,0 | 0,00 | nein! | 12 mm | 0 | 0,0 | 0,00 | nein! | 12 mm | zu | 9,1 | 0,30 | nein! |
| Summe Räume | 59,6 | 146,1 | 72,0 | 91,8 | | | | | | | | | | | | | | | |

| Ablufträume | | | | | ALV | | | | ALV | | | | ALV | | | | | | |
|--------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|
| WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| Küche (EG) | 7,8 | 19,0 | 60,0 | 60,0 | 15 U | zu | 44,1 | 2,32 | nein! | 15 U | zu | 44,1 | 2,32 | nein! | 15 U | zu | 69,4 | 3,64 | >115% |
| WC (EG) | 2,1 | 5,1 | 20,0 | 20,0 | 11 U | 100 | 21,7 | 4,29 | ja! | 11 U | 100 | 21,7 | 4,29 | ja! | 14 U | 100 | 36,9 | 7,29 | >115% |
| Bad (KG) | 7,0 | 17,1 | 40,0 | 40,0 | 16 U | 100 | 43,4 | 2,54 | ja! | 16 U | 100 | 43,4 | 2,54 | ja! | 15 U | 100 | 56,4 | 3,29 | >115% |
| Summe Räume | 16,8 | 41,2 | 120,0 | 120,0 | | | | | | | | | | | | | | | |

| Gesamtluft = Summe Abluft | | Tag | Nacht |
|---------------------------|--|--------|--------|
| | | (m³/h) | (m³/h) |
| Gesamtluft = Summe Abluft | | 120 | 120 |
| Zuluft über ZLV | | | |
| Zuluft über Nebenluft | | | |

| Ist | | ≥Soll | |
|-----|--------|-------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 100 | 109 | 0,47 | ja! |
| 14 | 15 | 0,07 | |
| 86 | 94 | 0,41 | |

| Ist | | ≥Soll | |
|-----|--------|-------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 100 | 109 | 0,47 | ja! |
| 14 | 15 | 0,07 | |
| 86 | 94 | 0,41 | |

| Ist | | ≥Soll | |
|-----|--------|-------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 100 | 163 | 0,71 | >115% |
| 21 | 34 | 0,15 | |
| 79 | 129 | 0,56 | |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

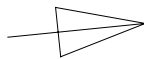
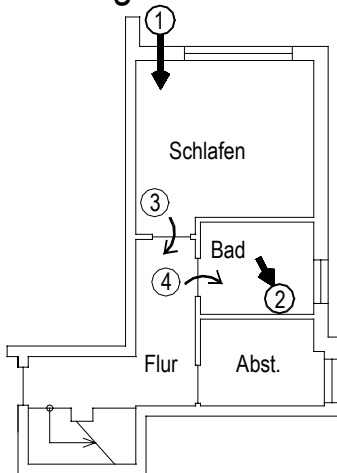
fehlender Wert oder deshalb falsche Summe

i:\excel\data\10-10\16_3.xls

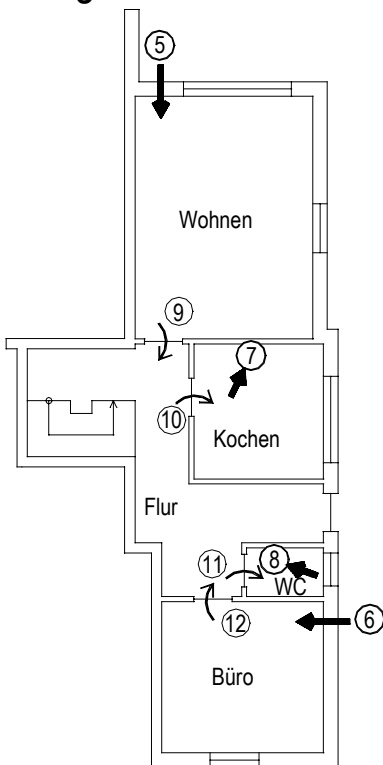
Abb. 7.16.9 Meßergebnisse zentrale Abluftanlage wohnungswise WE 16.3 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

Wohnung 4

Kellergeschoss



Erdgeschoss



Erläuterungen zu den Grundrissen

- 1 Fresh 100 als Wandauslaß W
- 2 Abluftventil als Wandauslaß Ø 100 mm
- 3 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 4 Überströmöffnung Flur/Bad
- 5 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß W
- 6 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß N
- 7 Abluftventil als Wandauslaß, Ø 100 mm
- 8 Abluftventil als Wandauslaß, Ø 80 mm
- 9 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 10 Überströmöffnung Flur/Kochen
- 11 Überströmöffnung Flur/WC
- 12 Überströmöffnung Büro/Flur
- D Ventilator im Technikraum

Abb. 7.16.10 Grundrisse + Lüftungskomponenten WE 16.4 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

| Gebäudedaten | | | | | Messung 1 wie vorgefunden Tag | | | | Messung 2 wie vorgefunden Nacht | | | | Messung 3 einreguliert Tag | | | | Messung 4 einreguliert Nacht | | | | Messung 5 max. Leistung | | | | | | | | |
|---------------|----------|------------|--------------|-----------|----------------------------------|---------|--------|-------|------------------------------------|---------|---------|--------|-------------------------------|-------|---------|---------|---------------------------------|-------|-------|---------|----------------------------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|
| WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | Sollwerte | ZLV | ÜO | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜO | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜO | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜO | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜO | Ist | ≥Soll | | | | | |
| | | | | | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n |
| Zulufräume | | | | | 10mm | 100 | 19,8 | 0,34 | nein! | 10mm | 100 | 19,8 | 0,34 | ja! | 10mm | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | 10mm | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | 10mm | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |
| Wohnen (EG) | 23,3 | 58,3 | 30,0 | 17,5 | 10mm | 100 | 41,8 | 1,27 | >115% | 10mm | 100 | 41,8 | 1,27 | >115% | 10mm | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | 10mm | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | 10mm | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |
| Büro (EG) | 13,2 | 33,0 | 30,0 | 9,9 | 10mm | 100 | 15,2 | 0,36 | >115% | 12mm | 100 | 15,2 | 0,36 | nein! | 12mm | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | 12mm | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | 12mm | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |
| Schlafen (KG) | 16,6 | 42,7 | 12,8 | 60,0 | 12mm | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Summe Räume | 53,1 | 134,0 | 72,8 | 87,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ALV | ÜO | Ist | ≥Soll | ALV | ÜO | Ist | ≥Soll | ALV | ÜO | Ist | ≥Soll | ALV | ÜO | Ist | ≥Soll | ALV | ÜO | Ist | ≥Soll | | | | | | |
|-------------|----------|------------|--------------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|---------|--------|-------|------|---------|---------|--------|-------|-------|-------|--------|------|------|-------|-------|
| | | | | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j/n | | | | | | |
| Ablufträume | | | | 16 U | 100 | 72,3 | 3,06 | >115% | 16 U | 100 | 72,3 | 3,06 | >115% | 16 U | 100 | 66,5 | 2,82 | ja! | 16 U | 100 | 66,5 | 2,82 | ja! | 16 U | 100 | 99,1 | 4,20 | >115% | |
| Küche (EG) | 9,4 | 23,6 | 60,0 | 60,0 | 17 U | 100 | 67,2 | 13,27 | >115% | 17 U | 100 | 67,2 | 13,27 | >115% | 17 U | 100 | 28,9 | 5,71 | >115% | 17 U | 100 | 28,9 | 5,71 | >115% | 17 U | 100 | 38,3 | 7,56 | >115% |
| WC (EG) | 2,0 | 5,1 | 20,0 | 20,0 | 10,5 U | 100 | 52,1 | 3,60 | >115% | 10,5 U | 100 | 52,1 | 3,60 | >115% | 10,5 U | 100 | 49,9 | 3,44 | >115% | 10,5 U | 100 | 49,9 | 3,44 | >115% | 10,5 U | 100 | 65,1 | 4,49 | >115% |
| Bad (KG) | 5,6 | 14,5 | 40,0 | 40,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Summe Räume | 17,1 | 43,1 | 120,0 | 120,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | Ist (%) | Ist (m³/h) | Ist (1/h) | ≥Soll (%) | ≥Soll (m³/h) | ≥Soll (1/h) | | |
|---------------------------|--------------|---------|------------|-----------|-----------|--------------|-------------|------|-------|
| Gesamtluft = Summe Abluft | 120 | 100 | 192 | 0,76 | >115% | 100 | 192 | 0,76 | >115% |
| Zuluft über ZLV | | 40 | 77 | 0,30 | | 40 | 77 | 0,30 | |
| Zuluft über Nebenluft | | 60 | 115 | 0,45 | | 60 | 115 | 0,45 | |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜO = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil
[grüner Balken] fehlender Wert oder deshalb falsche Summe / Zuluft nicht gemessen

l:\excoldata\10-10\16_4.xls

Abb. 7.16.11 Vorgabewerte WE 16.4 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| Zulufräume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Wohnen (EG) | 23,3 | 58,3 | 17,5 | 46,6 | 29,1 | 1 | 0 | 30,0 | 0,52 | 17,5 | 0,30 |
| Büro (EG) | 13,2 | 33,0 | 9,9 | 26,4 | 16,5 | 1 | 0 | 30,0 | 0,91 | 9,9 | 0,30 |
| Schlafen (KG) | 16,6 | 42,7 | 12,8 | 34,2 | 21,4 | 0 | 2 | 12,8 | 0,30 | 60,0 | 1,40 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 53,1 | 134,0 | 40,2 | 107,2 | 67,0 | 2,0 | 2,0 | 72,8 | 1,7 | 87,4 | 2,0 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Flur | 18,8 | 46,9 | 14,1 | 37,5 | 23,5 |
| Flur Keller | 11,1 | 28,7 | 8,6 | 23,0 | 14,3 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 29,9 | 75,6 | 22,7 | 60,5 | 37,8 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 22,3 | 39,7 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Bedarf n. IWU: (m ³ /h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Küche (EG) | 9,4 | 23,6 | 7,1 | 18,9 | 11,8 | 60 | 60,0 | 2,54 | 60,0 | 2,54 |
| WC (EG) | 2,0 | 5,1 | 1,5 | 4,1 | 2,5 | 20 | 20,0 | 3,95 | 20,0 | 3,95 |
| Bad (KG) | 5,6 | 14,5 | 4,3 | 11,6 | 7,2 | 40 | 40,0 | 2,76 | 40,0 | 2,76 |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 17,1 | 43,1 | 12,9 | 34,5 | 21,6 | 120,0 | 120,0 | 9,3 | 120,0 | 9,3 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|
| Gesamtsumme | 100,1 | 252,7 | 75,8 | 202,2 | 126,4 | | 120,0 | 0,47 | 120,0 | 0,47 |
|--------------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|

i:\exceldat\10-10\16_4.xls


| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

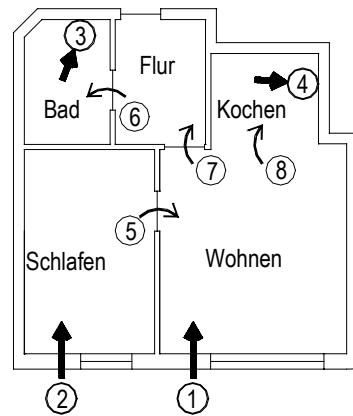
Abb. 7.16.12 Meßergebnisse zentrale Abluftanlage wohnungsweise WE 16.4 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

Erläuterungen zu dem Grundriß

- 1 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß O
- 2 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß O
- 3 Abluftventil \varnothing 80 mm als Wandauslaß
- 4 Abluftventil \varnothing 80 mm, als Wandauslaß
- 5 Überströmöffnung Schlafen/Wohnen
- 6 Überströmöffnung Flur/Bad
- 7 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 8 Überströmöffnung Wohnen/Kochen raumhoch
- E Ventilator im Technikraum

Wohnung 5 

Erdgeschoss



geöffnet

Abb. 7.16.13 Grundriß + Lüftungskomponenten WE 16.5 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| Zulufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Schlafen | 13,0 | 32,4 | 9,7 | 25,9 | 16,2 | 0 | 2 | 9,7 | 0,30 | 60,0 | 1,85 |
| Wohnen | 18,6 | 46,4 | 13,9 | 37,1 | 23,2 | 2 | 0 | 60,0 | 1,29 | 13,9 | 0,30 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 31,7 | 78,8 | 23,7 | 63,1 | 39,4 | 2,0 | 2,0 | 69,7 | 1,6 | 73,9 | 2,2 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Flur | 5,6 | 13,9 | 4,2 | 11,1 | 6,9 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 5,6 | 13,9 | 4,2 | 11,1 | 6,9 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 4,2 | 23,7 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Bedarf n. IWU: (m ³ /h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|
| | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Küche | 5,1 | 12,6 | 3,8 | 10,1 | 6,3 | 60 | 60,0 | 4,75 | 60,0 | 4,75 |
| Bad | 4,8 | 12,3 | 3,7 | 9,8 | 6,1 | 40 | 40,0 | 3,26 | 40,0 | 3,26 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 9,9 | 24,9 | 7,5 | 19,9 | 12,4 | | 100,0 | 100,0 | 8,0 | 100,0 |
| Gesamtsumme | 47,2 | 117,6 | 35,3 | 94,1 | 58,8 | | 100,0 | 0,85 | 100,0 | 0,85 |

i:\excel\dat\10-10\16_5.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.16.14 Vorgabewerte WE 16.5 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

| Sollwerte | |
|-----------|----------|
| WFI (m²) | Vol (m³) |
| 13,0 | 32,4 |
| 18,6 | 46,4 |
| 60,0 | 60,0 |
| 60,0 | 13,9 |
| 31,7 | 78,8 |
| 69,7 | 73,9 |

| Messung 1 einreguliert Tag | | | | |
|-------------------------------|---------|--------|-------|-------|
| Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | t |
| Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | min. |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | |
| ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 6mm | 100 | 19,0 | 0,59 | >115% |
| 25mm | 100 | 24,3 | 0,52 | nein! |

| Messung 2 einreguliert Nacht | | | | |
|---------------------------------|---------|--------|-------|-------|
| Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | n |
| Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | min. |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | |
| ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 18mm | 100 | 19,0 | 0,59 | nein! |
| 2mm | 100 | 7,6 | 0,16 | nein! |

| WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|----------|----------|------------|--------------|
| 5,1 | 12,6 | 60,0 | 60,0 |
| 4,8 | 12,3 | 40,0 | 40,0 |
| 9,9 | 24,9 | 100,0 | 100,0 |

| ALV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
|---------|---------|--------|-------|-------|
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 17 U | 100 | 47,0 | 3,72 | nein! |
| 20 U | zu | 50,6 | 4,12 | >115% |

| ALV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
|---------|---------|--------|-------|-------|
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 17 U | 100 | 47,0 | 3,72 | nein! |
| 20 U | zu | 49,2 | 4,01 | >115% |

| Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|------------|--------------|
| 100 | 100 |
| 44 | 43 |
| 56 | 54 |

| Ist | ≥Soll | |
|-----|--------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) |
| 100 | 98 | 0,83 |
| 44 | 43 | 0,37 |
| 56 | 54 | 0,46 |

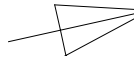
| Ist | ≥Soll | |
|-----|--------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) |
| 100 | 96 | 0,82 |
| 28 | 27 | 0,23 |
| 72 | 70 | 0,59 |

i:\excel\dat\10-10\16_5.xls

= Überströmöffnung, ZLV = Zuluventil

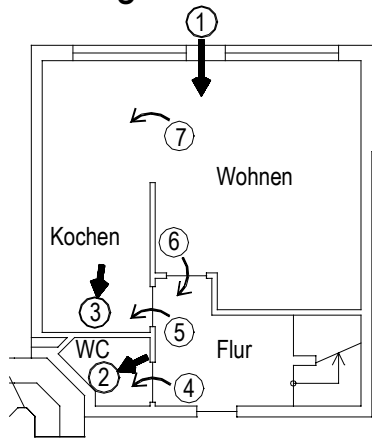
Abb. 7.16.15 Meßergebnisse zentrale Abluftanlage wohnungswise WE 16.5 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

Wohnung 8



Erläuterungen zu den Grundrissen

Obergeschoss



- 1 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß W
- 2 Abluftventil als Wandauslaß \varnothing 100 mm
- 3 Abluftventil \varnothing 100 mm in Deckenverkleidung
- 4 Überströmöffnung Flur/WC
- 5 Überströmöffnung Flur/Kochen
- 6 Überströmöffnung Wohnen /Flur
- 7 Überströmöffnung Wohnen/Kochen raumhoch
- 8 Zuluftöffnung im DFF
- 9 Zuluftöffnung im DFF
- 10 Zuluftöffnung im DFF
- 11 Abluftventil als Wandauslaß \varnothing 8 cm
- 12 Überströmöffnung Gast/Flur
- 13 Überströmöffnung Büro/Bad
- 14 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- H Ventilator im Technikraum

Dachgeschoss

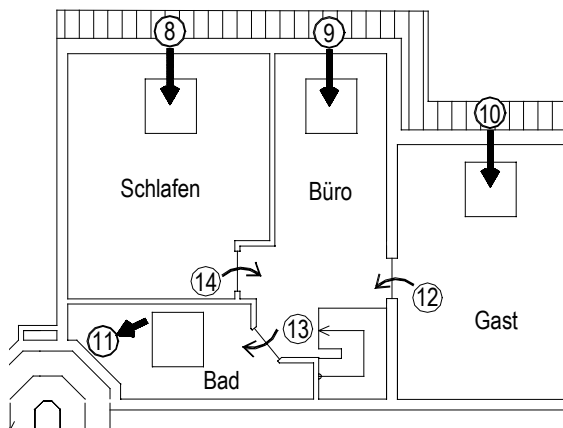


Abb. 7.16.16 Grundrisse + Lüftungskomponenten WE 16.8 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| Zulufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Wohnen | 30,3 | 74,7 | 22,4 | 59,7 | 37,3 | 1 | 0 | 30,0 | 0,40 | 22,4 | 0,30 |
| Schlafen | 13,9 | 21,7 | 6,5 | 17,4 | 10,9 | 0 | 2 | 6,5 | 0,30 | 60,0 | 2,76 |
| Gast | 23,1 | 51,9 | 15,6 | 41,6 | 26,0 | 0 | 0 | 15,6 | 0,30 | 15,6 | 0,30 |
| Flur/Büro | 19,7 | 38,7 | 11,6 | 31,0 | 19,4 | 1 | 0 | 30,0 | 0,77 | 11,6 | 0,30 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 86,9 | 187,1 | 56,1 | 149,6 | 93,5 | 2,0 | 2,0 | 82,1 | 1,8 | 109,6 | 3,7 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Flur | 10,2 | 25,0 | 7,5 | 20,0 | 12,5 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 10,2 | 25,0 | 7,5 | 20,0 | 12,5 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 17,1 | 44,7 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Bedarf n. IWU: (m ³ /h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| WC | 2,5 | 6,1 | 1,8 | 4,9 | 3,1 | 20 | 20,0 | 3,27 | 20,0 | 3,27 |
| Küche | 7,7 | 19,0 | 5,7 | 15,2 | 9,5 | 60 | 60,0 | 3,16 | 60,0 | 3,16 |
| Bad | 8,6 | 26,0 | 7,8 | 20,8 | 13,0 | 40 | 40,0 | 1,54 | 40,0 | 1,54 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 18,8 | 51,2 | 15,3 | 40,9 | 25,6 | | 120,0 | 8,0 | 120,0 | 8,0 |
| Gesamtsumme | 115,9 | 263,3 | 79,0 | 210,6 | 131,6 | | 120,0 | 0,46 | 120,0 | 0,46 |

i:\excel\dat\10-10\16_8.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.16.17 Vorgabewerte WE 16.8 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

| Gebäudedaten | | | | | Messung 1 wie vorgefunden Tag | | | | | Messung 2 wie vorgefunden Nacht | | | | | Messung 3 einreguliert Tag | | | | | Messung 4 einreguliert Nacht | | | | | Messung 5 max. Leistung | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|----------------------------------|--------------|------|------|-------|------------------------------------|-----|------|------|-------|-------------------------------|-----|------|------|-------|---------------------------------|-----|-------|------|-------|----------------------------|-----|------|------|-------|-------|-----|------|------|-------|
| WFI (m²) | | Vol (m³) | | Tag (m³/h) | | Nacht (m³/h) | | ZLV | | ÜÖ | | Ist | | ≥Soll | | ZLV | | ÜÖ | | Ist | | ≥Soll | | ZLV | | ÜÖ | | Ist | | ≥Soll | | | | |
| Wohnen | 30,3 | 74,7 | 30,0 | 22,4 | 10mm | 100 | 10,4 | 0,14 | nein! | 10mm | 100 | 10,4 | 0,14 | nein! | 10mm | 100 | 12,2 | 0,16 | nein! | 10mm | 100 | 12,2 | 0,16 | nein! | 10mm | 100 | 12,2 | 0,16 | nein! | 10mm | 100 | 12,2 | 0,16 | nein! |
| Schlafen | 13,9 | 21,7 | 6,5 | 60,0 | 60% | 100 | 16,7 | 0,77 | >115% | 60% | 100 | 16,7 | 0,77 | nein! | 60% | 100 | 33,5 | 1,54 | >115% | 60% | 100 | 33,5 | 1,54 | nein! | 60% | 100 | 33,5 | 1,54 | >115% | 60% | 100 | 33,5 | 1,54 | >115% |
| Gast | 23,1 | 51,9 | 15,6 | 15,6 | ? | 100 | 14,4 | 0,28 | ja! | ? | 100 | 14,4 | 0,28 | ja! | ? | 100 | 27,1 | 0,52 | >115% | ? | 100 | 27,1 | 0,52 | >115% | ? | 100 | 27,1 | 0,52 | >115% | ? | 100 | 27,1 | 0,52 | >115% |
| Flur/Büro | 19,7 | 38,7 | 30,0 | 11,6 | ? | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | ? | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | ? | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | ? | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | ? | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | ? | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! |
| Summe Räume | 86,9 | 187,1 | 82,1 | 109,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Ablufträume | | | | | Messung 1 | | | | | Messung 2 | | | | | Messung 3 | | | | | Messung 4 | | | | | Messung 5 | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-----------|--------------|------|------|-------|-----------|-----|------|------|-------|-----------|-----|------|------|-------|-----------|-----|-------|------|-------|-----------|-----|------|------|-------|-------|-----|------|------|-------|
| WFI (m²) | | Vol (m³) | | Tag (m³/h) | | Nacht (m³/h) | | ALV | | ÜÖ | | Ist | | ≥Soll | | ALV | | ÜÖ | | Ist | | ≥Soll | | ALV | | ÜÖ | | Ist | | ≥Soll | | | | |
| WC | 2,5 | 6,1 | 20,0 | 20,0 | 25 U | zu | 17,3 | 2,83 | ja! | 25 U | zu | 17,3 | 2,83 | ja! | 25 U | zu | 51,3 | 8,38 | >115% | 25 U | zu | 51,3 | 8,38 | >115% | 25 U | zu | 51,3 | 8,38 | >115% | 25 U | zu | 51,3 | 8,38 | >115% |
| Küche | 7,7 | 19,0 | 60,0 | 60,0 | 20 U | 100 | 32,9 | 1,73 | nein! | 20 U | 100 | 32,9 | 1,73 | nein! | 20 U | 100 | 39,7 | 2,09 | nein! | 20 U | 100 | 39,7 | 2,09 | nein! | 20 U | 100 | 39,7 | 2,09 | nein! | 20 U | 100 | 39,7 | 2,09 | nein! |
| Bad | 8,6 | 26,0 | 40,0 | 40,0 | 23 U | 100 | 30,3 | 1,16 | nein! | 23 U | 100 | 30,3 | 1,16 | nein! | 23 U | 100 | 65,3 | 2,51 | >115% | 23 U | 100 | 65,3 | 2,51 | >115% | 23 U | 100 | 65,3 | 2,51 | >115% | 23 U | 100 | 65,3 | 2,51 | >115% |
| Summe Räume | 18,8 | 51,2 | 120,0 | 120,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Gesamtluft = Summe Abluft | | | | Zuluft über ZLV | | | | Zuluft über Nebenluft | | | | Ist | | | | ≥Soll | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----|--------------|----|-----------------|-----|-------|------|-----------------------|----|-------|------|-----|----|-------|-------|-------|----|-------|-----|-----|------|-------|----|----|------|-----|-----|------|-------|----|----|------|-----|-----|------|-------|
| Tag (m³/h) | | Nacht (m³/h) | | Ist | | ≥Soll | | Ist | | ≥Soll | | Ist | | ≥Soll | | Ist | | ≥Soll | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 120 | 120 | 52 | 42 | 0,16 | 100 | 81 | 0,31 | nein! | 52 | 42 | 0,16 | 100 | 81 | 0,31 | nein! | 47 | 73 | 0,28 | 100 | 156 | 0,59 | >115% | 47 | 73 | 0,28 | 100 | 156 | 0,59 | >115% | 53 | 84 | 0,32 | 100 | 156 | 0,59 | >115% |

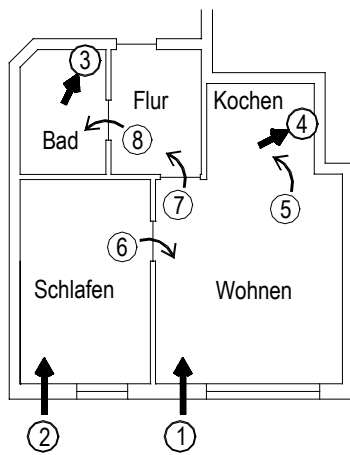
Legende: ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil fehlender Wert oder deshalb falsche Summe

i:\excel\dat\10-10\16_8.xls

Abb. 7.16.18 Meßergebnisse zentrale Abluftanlage wohnungsweise WE 16.8 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

Wohnung 9

Obergeschoss



Erläuterungen zu dem Grundriß

- 1 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß O
- 2 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß O
- 3 Abluftventil \varnothing 80 mm als Wandauslaß
- 4 Abluftventil \varnothing 80 mm als Wandauslaß
- 5 Überströmöffnung Wohnen/Kochen
raumhoch geöffnet
- 6 Überströmöffnung Schlafen/Wohnen
- 7 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 8 Überströmöffnung Flur/Bad
- J Ventilator im Technikraum

Abb. 7.16.19 Grundriß + Lüftungskomponenten WE 16.9 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| Zulufräume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Schlafen | 13,0 | 32,4 | 9,7 | 25,9 | 16,2 | 0 | 1 | 9,7 | 0,30 | 30,0 | 0,93 |
| Wohnen | 18,6 | 46,4 | 13,9 | 37,1 | 23,2 | 1 | 0 | 30,0 | 0,65 | 13,9 | 0,30 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 31,7 | 78,8 | 23,7 | 63,1 | 39,4 | 1,0 | 1,0 | 39,7 | 0,9 | 43,9 | 1,2 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Flur | 5,6 | 13,9 | 4,2 | 11,1 | 6,9 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 5,6 | 13,9 | 4,2 | 11,1 | 6,9 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 4,2 | 23,7 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Bedarf n. IWU: (m ³ /h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Küche | 5,1 | 12,6 | 3,8 | 10,1 | 6,3 | 40 | 40,0 | 3,17 | 40,0 | 3,17 |
| Bad | 4,8 | 12,3 | 3,7 | 9,8 | 6,1 | 20 | 20,0 | 1,63 | 20,0 | 1,63 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 9,9 | 24,9 | 7,5 | 19,9 | 12,4 | 60,0 | 60,0 | 4,8 | 60,0 | 4,8 |
| Gesamtsumme | 47,2 | 117,6 | 35,3 | 94,1 | 58,8 | | 60,0 | 0,51 | 60,0 | 0,51 |

i:\excel\dat\10-10\16_9.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 20 |
| Abluft Küche | 40 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.16.20 Vorgabewerte WE 16.9 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

| Gebäudedaten | | | | | Messung 1 wie vorgefunden Tag | | | | | Messung 2 wie vorgefunden Nacht | | | | | Messung 3 einreguliert Tag | | | | | Messung 4 einreguliert Nacht | | | | | Messung 5 max. Leistung | | | | |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|----------------------------------|------------|------------|-------|-----------|------------------------------------|------------|------------|-------|-----------|-------------------------------|------------|------------|-------|-----------|---------------------------------|------------|------------|-------|-----------|-------------------------------|------------|------------|-------|-----------|
| Sollwerte | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (L,n) | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (L,n) | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (L,n) | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (L,n) | | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (L,n) | | | | |
| | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | | Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | |
| | | | | | Leistungsaufl. Ventilator (W) | | | | | Leistungsaufl. Ventilator (W) | | | | | Leistungsaufl. Ventilator (W) | | | | | Leistungsaufl. Ventilator (W) | | | | | Leistungsaufl. Ventilator (W) | | | | |
| Zulufräume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ZLV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ΣSoll j/n | ZLV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ΣSoll j/n | ZLV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ΣSoll j/n | ZLV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ΣSoll j/n | ZLV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ΣSoll j/n |
| Schlafen | 13,0 | 32,4 | 9,7 | 30,0 | 10mm | zu | 17,0 | 0,52 | >115% | 10mm | zu | 17,0 | 0,52 | nein! | ? | zu | 12,2 | 0,38 | >115% | ? | zu | 12,2 | 0,38 | nein! | ? | zu | 11,8 | 0,36 | >115% |
| Wohnen | 18,6 | 46,4 | 30,0 | 13,9 | 10mm | 100 | 16,6 | 0,36 | nein! | 10mm | 100 | 16,6 | 0,36 | >115% | ? | 100 | 19,0 | 0,41 | nein! | ? | 100 | 19,0 | 0,41 | >115% | ? | 100 | 18,2 | 0,39 | nein! |
| Summe Räume | 31,7 | 78,8 | 39,7 | 43,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ALV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ΣSoll j/n | ALV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ΣSoll j/n | ALV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ΣSoll j/n | ALV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ΣSoll j/n | ALV % offen | ÜÖ % offen | Ist (m³/h) | (1/h) | ΣSoll j/n |
| Küche | 5,1 | 12,6 | 40,0 | 40,0 | 21 U | 100 | 20,2 | 1,60 | nein! | 21 U | 100 | 20,2 | 1,60 | nein! | ? | 100 | 39,0 | 3,09 | ja! | ? | 100 | 39,0 | 3,09 | ja! | ? | 100 | 57,8 | 4,58 | >115% |
| Bad | 4,8 | 12,3 | 20,0 | 20,0 | 12 U | 100 | 24,3 | 1,98 | >115% | 12 U | 100 | 24,3 | 1,98 | >115% | ? | 100 | 39,8 | 3,24 | >115% | ? | 100 | 39,8 | 3,24 | >115% | ? | 100 | 31,8 | 2,59 | >115% |
| Summe Räume | 9,9 | 24,9 | 60,0 | 60,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|----------------------------------|------------|--------------|
| Gesamtluft / Summe Abluft | 60 | 60 |
| Zuluft über ZLV | 76 | 34 |
| Zuluft über Nebenluft | 24 | 11 |

| | Ist (%) | Ist (m³/h) | (1/h) | ΣSoll j/n |
|----------------------------------|------------|------------|-------------|--------------|
| Gesamtluft / Summe Abluft | 100 | 45 | 0,38 | nein! |
| Zuluft über ZLV | 76 | 34 | 0,29 | ? |
| Zuluft über Nebenluft | 24 | 11 | 0,09 | ? |

| | Ist (%) | Ist (m³/h) | (1/h) | ΣSoll j/n |
|----------------------------------|------------|------------|-------------|--------------|
| Gesamtluft / Summe Abluft | 100 | 45 | 0,38 | nein! |
| Zuluft über ZLV | 76 | 34 | 0,29 | ? |
| Zuluft über Nebenluft | 24 | 11 | 0,09 | ? |

| | Ist (%) | Ist (m³/h) | (1/h) | ΣSoll j/n |
|----------------------------------|------------|------------|-------------|-----------------|
| Gesamtluft / Summe Abluft | 100 | 79 | 0,67 | >115% |
| Zuluft über ZLV | 40 | 31 | 0,27 | ? |
| Zuluft über Nebenluft | 60 | 48 | 0,40 | ? |

| | Ist (%) | Ist (m³/h) | (1/h) | ΣSoll j/n |
|----------------------------------|------------|------------|-------------|-----------------|
| Gesamtluft / Summe Abluft | 100 | 79 | 0,67 | >115% |
| Zuluft über ZLV | 40 | 31 | 0,27 | ? |
| Zuluft über Nebenluft | 60 | 48 | 0,40 | ? |

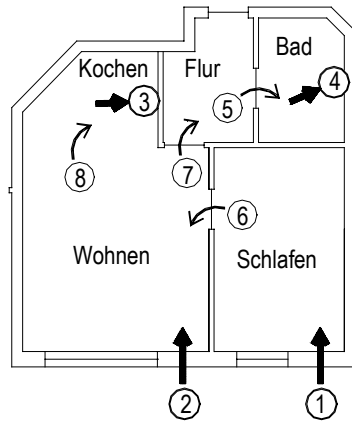
| | Ist (%) | Ist (m³/h) | (1/h) | ΣSoll j/n |
|----------------------------------|------------|------------|-------------|-----------------|
| Gesamtluft / Summe Abluft | 100 | 90 | 0,76 | >115% |
| Zuluft über ZLV | 33 | 30 | 0,26 | ? |
| Zuluft über Nebenluft | 67 | 60 | 0,51 | ? |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

Abb. 7.16.21 Meßergebnisse zentrale Abluftanlage wohnungsweise WE 16.9 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

Wohnung 10

Obergeschoss



Erläuterungen zu dem Grundriß

- 1 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß O
- 2 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß O
- 3 Abluftventil \varnothing 80 mm als Wandauslaß
- 4 Abluftventil \varnothing 80 mm als Wandauslaß
- 5 Überströmöffnung Flur/Bad
- 6 Überströmöffnung Schlafen/Wohnen
- 7 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 8 Überströmöffnung Wohnen/ Kochen raumhoch geöffnet
- K Ventilator im Technikraum

Abb. 7.16.22 Grundriß + Lüftungskomponenten WE 16.10 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| Zulufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Schlafen | 13,0 | 32,4 | 9,7 | 25,9 | 16,2 | 0 | 1 | 9,7 | 0,30 | 30,0 | 0,93 |
| Wohnen | 18,6 | 46,4 | 13,9 | 37,1 | 23,2 | 1 | 0 | 30,0 | 0,65 | 13,9 | 0,30 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 31,7 | 78,8 | 23,7 | 63,1 | 39,4 | 1,0 | 1,0 | 39,7 | 0,9 | 43,9 | 1,2 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Flur | 5,0 | 12,5 | 3,7 | 10,0 | 6,2 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 5,0 | 12,5 | 3,7 | 10,0 | 6,2 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 3,7 | 23,7 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Bedarf n. IWU: (m ³ /h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Küche | 5,8 | 14,4 | 4,3 | 11,5 | 7,2 | 40 | 40,0 | 2,78 | 40,0 | 2,78 |
| Bad | 4,8 | 12,3 | 3,7 | 9,8 | 6,1 | 20 | 20,0 | 1,63 | 20,0 | 1,63 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 10,6 | 26,6 | 8,0 | 21,3 | 13,3 | 60,0 | 60,0 | 4,4 | 60,0 | 4,4 |
| Gesamtsumme | 47,2 | 117,9 | 35,4 | 94,3 | 59,0 | | 60,0 | 0,51 | 60,0 | 0,51 |

i:\exceldat\10-10\16_10.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 20 |
| Abluft Küche | 40 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.16.23 Vorgabewerte WE 16.10 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

| Gebäudedaten | | Sollwerte | | |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------|
| | WFl (m ²) | Vol (m ³) | Tag (m ³ /h) | Nacht (m ³ /h) |
| Zulufräume | | | | |
| Schlafen | 13,0 | 32,4 | 9,7 | 30,0 |
| Wohnen | 18,6 | 46,4 | 30,0 | 13,9 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Summe Räume | 31,7 | 78,8 | 39,7 | 43,9 |

| Messung 1 einreguliert Tag | | | | |
|-------------------------------|---------|---------------------|-------|-------|
| Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | t | | | |
| Ventilator-Stufe (1 - 100%) | min. | | | |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | |
| ZLV | ÜÖ | Ist | | ≥Soll |
| % offen | % offen | (m ³ /h) | (1/h) | j / n |
| ? | 100 | 21,3 | 0,66 | >115% |
| ? | zu | 19,0 | 0,41 | nein! |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| Messung 2 einreguliert Nacht | | | | |
|---------------------------------|---------|---------------------|-------|-------|
| Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | n | | | |
| Ventilator-Stufe (1 - 100%) | min. | | | |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | |
| ZLV | ÜÖ | Ist | | ≥Soll |
| % offen | % offen | (m ³ /h) | (1/h) | j / n |
| ? | 100 | 21,3 | 0,66 | nein! |
| ? | zu | 19,0 | 0,41 | >115% |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| Ablufräume | WFl (m ²) | Vol (m ³) | Tag (m ³ /h) | Nacht (m ³ /h) |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Küche | 5,8 | 14,4 | 40,0 | 40,0 |
| Bad | 4,8 | 12,3 | 20,0 | 20,0 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Summe Räume | 10,6 | 26,6 | 60,0 | 60,0 |

| ALV | ÜÖ | Ist | | ≥Soll |
|---------|---------|---------------------|-------|-------|
| % offen | % offen | (m ³ /h) | (1/h) | j / n |
| 11 U | 100 | 37,6 | 2,62 | ja! |
| 16 U | 100 | 49,1 | 4,00 | >115% |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| ALV | ÜÖ | Ist | | ≥Soll |
|---------|---------|---------------------|-------|-------|
| % offen | % offen | (m ³ /h) | (1/h) | j / n |
| 11 U | 100 | 37,6 | 2,62 | ja! |
| 16 U | 100 | 49,1 | 4,00 | >115% |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| | Tag (m ³ /h) | Nacht (m ³ /h) |
|----------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Gesamtluft = Summe Abluft | 60 | 60 |
| Zuluft über ZLV | | |
| Zuluft über Nebenluft | | |

| | Ist | | ≥Soll |
|-----|---------------------|-------|-------|
| (%) | (m ³ /h) | (1/h) | j / n |
| 100 | 87 | 0,74 | >115% |
| 46 | 40 | 0,34 | |
| 54 | 46 | 0,39 | |

| | Ist | | ≥Soll |
|-----|---------------------|-------|-------|
| (%) | (m ³ /h) | (1/h) | j / n |
| 100 | 87 | 0,74 | >115% |
| 46 | 40 | 0,34 | |
| 54 | 46 | 0,39 | |

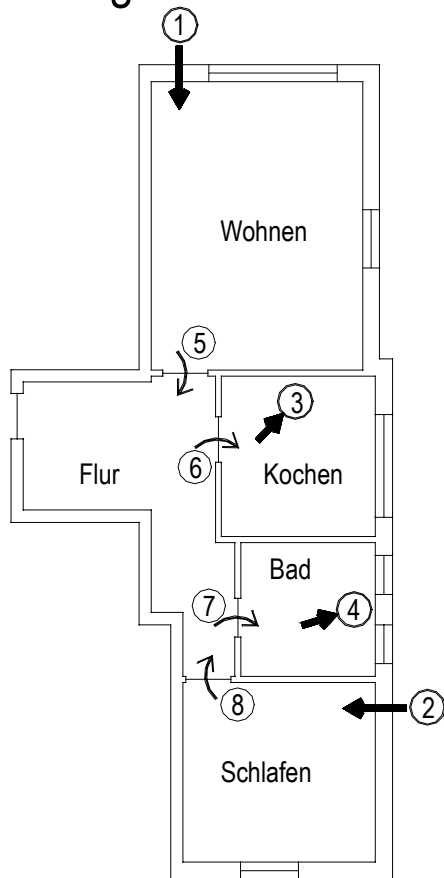
Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

i:\excel\dat\10-10\16_10.xls

Abb. 7.16.24 Meßergebnisse zentrale Abluftanlage wohnungswise WE 16.10 im MFH 18
(Junge-Wentrup)

Wohnung 14

Obergeschoss



Erläuterungen zu dem Grundriß

- 1 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß W
- 2 Zuluftventil Fresh 100 als Wandauslaß N
- 3 Abluftventil \varnothing 80 mm als Wandauslaß
- 4 Abluftventil \varnothing 80 mm in Innenwand
- 5 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 6 Überströmöffnung Flur/Kochen
- 7 Überströmöffnung Flur/Bad
- 8 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- P Ventilator im Technikraum

Abb. 7.16.25 Grundriß + Lüftungskomponenten WE 16.14 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|-------------|------------|-------------|------------|
| Zulufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m³/h) | (1/h) | (m³/h) | (1/h) |
| Wohnen | 23,3 | 58,1 | 17,4 | 46,4 | 29,0 | 1 | 0 | 30,0 | 0,52 | 17,4 | 0,30 |
| Schlafen | 13,2 | 32,9 | 9,9 | 26,3 | 16,4 | 0 | 1 | 9,9 | 0,30 | 30,0 | 0,91 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 36,5 | 90,9 | 27,3 | 72,7 | 45,4 | 1,0 | 1,0 | 39,9 | 0,8 | 47,4 | 1,2 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) |
|--------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| Flur | 13,5 | 18,1 | 5,4 | 14,5 | 9,1 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 13,5 | 18,1 | 5,4 | 14,5 | 9,1 |

| ÜStr SOLL (m³/h) | Zuluft IST (m³/h) | Zusatz Bedarf (m³/h) |
|------------------------|-------------------------|----------------------------|
| 5,4 | 27,3 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Bedarf n. IWU: (m³/h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | | | | | (m³/h) | (1/h) | (m³/h) | (1/h) |
| Kochen | 10,2 | 25,4 | 7,6 | 20,3 | 12,7 | 40 | 40,0 | 1,58 | 40,0 | 1,58 |
| Bad | 6,0 | 14,9 | 4,5 | 11,9 | 7,5 | 20 | 20,0 | 1,34 | 20,0 | 1,34 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 16,2 | 40,3 | 12,1 | 32,2 | 20,1 | 60,0 | 60,0 | 2,9 | 60,0 | 2,9 |
| Gesamtsumme | 66,2 | 149,3 | 44,8 | 119,4 | 74,6 | | 60,0 | 0,40 | 60,0 | 0,40 |

i:\excel\dat\10-10\16_14.xls

| Bedarf n. IWU: | (m³/h) |
|-------------------|--------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 20 |
| Abluft Küche | 40 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.16.26 Vorgabewerte WE 16.14 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

| Gebäudedaten | | | Sollwerte | |
|--------------|----------|----------|------------|--------------|
| Zulufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
| Wohnen | 23,3 | 58,1 | 30,0 | 17,4 |
| Schlafen | 13,2 | 32,9 | 9,9 | 30,0 |
| Summe Räume | 36,5 | 90,9 | 39,9 | 47,4 |

| Messung 1 einreguliert Tag | | | | |
|-------------------------------|---------|--------|-------|-------|
| Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | t | | | |
| Ventilator-Stufe (1 - 100%) | 30% | | | |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | |
| ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 12mm | 100 | 17,0 | 0,29 | nein! |
| 16mm | zu | 11,4 | 0,35 | >115% |

| Messung 2 einreguliert Nacht | | | | |
|---------------------------------|---------|--------|-------|-------|
| Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | n | | | |
| Ventilator-Stufe (1 - 100%) | 30% | | | |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | |
| ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 12mm | 100 | 17,0 | 0,29 | ja! |
| 16mm | zu | 11,4 | 0,35 | nein! |

| Messung 3 max. Leistung | | | | |
|-------------------------------|---------|--------|-------|-------|
| Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | t | | | |
| Ventilator-Stufe (1 - 100%) | max. | | | |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | |
| ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 12mm | 100 | 19,0 | 0,33 | nein! |
| 16mm | zu | 10,6 | 0,32 | ja! |

| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|-------------|----------|----------|------------|--------------|
| Kochen | 10,2 | 25,4 | 40,0 | 40,0 |
| Bad | 6,0 | 14,9 | 20,0 | 20,0 |
| Summe Räume | 16,2 | 40,3 | 60,0 | 60,0 |

| ALV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
|---------|---------|--------|-------|-------|
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 5 U | 100 | 34,7 | 1,37 | ja! |
| 19 U | zu | 41,9 | 2,81 | >115% |

| ALV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
|---------|---------|--------|-------|-------|
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 5 U | 100 | 34,7 | 1,37 | ja! |
| 19 U | zu | 41,9 | 2,81 | >115% |

| ALV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
|---------|---------|--------|-------|-------|
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 5 U | 100 | 45,5 | 1,79 | ja! |
| 19 U | zu | 101,2 | 6,79 | >115% |

| | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|---------------------------|------------|--------------|
| Gesamtluft = Summe Abluft | 60 | 60 |
| Zuluft über ZLV | | |
| Zuluft über Nebenluft | | |

| Ist | ≥Soll | |
|------------------|-------|--|
| (%) (m³/h) (1/h) | j / n | |
| 100 77 0,51 | >115% | |
| 37 28 0,19 | | |
| 63 48 0,32 | | |

| Ist | ≥Soll | |
|------------------|-------|--|
| (%) (m³/h) (1/h) | j / n | |
| 100 77 0,51 | >115% | |
| 37 28 0,19 | | |
| 63 48 0,32 | | |

| Ist | ≥Soll | |
|------------------|-------|--|
| (%) (m³/h) (1/h) | j / n | |
| 100 147 0,98 | >115% | |
| 20 30 0,20 | | |
| 80 117 0,78 | | |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

i:\excel\dat\10-10\16_14.xls

Abb. 7.16.27 Meßergebnisse zentrale Abluftanlage wohnungweise WE 16.14 im MFH 16 (Junge-Wentrup)

7.17 MFH KWG

Astrid-Lindgren-Weg 23, 333824 Werther, Baujahr 1995/96



Bauart und Lüftungstechnische Eigenschaften

Das Gebäude ist ein unterkellertes 8-Familien-Haus in zweischaliger Massivbauweise mit Kerndämmung und Verblender. Die beheizte Wohn- und Nutzfläche umfaßt 622,0 m².

Zum beheizten und belüfteten Volumen gehören das komplette EG, OG und DG bis zum First sowie der Kellertreppenabgang bis zur Kellertür. Die Kellerräume sind unbeheizt und liegen außerhalb der luftdichtenden Ebenen. Das mechanisch belüftete Volumens umfaßt 1560,6 m³.

Von den insgesamt acht Wohnungen wurden beispielhaft die vier WE 17.2 (EG rechts hinten), WE 17.3 (EG links vorne), WE 17.4 (EG links hinten) und WE 17.8 (OG/DG rechts hinten) vermessen und einreguliert.

Die Grundrisse des Gesamtgebäudes sind in Abbildung 7.17.1 und 7.17.2, die der einzelnen Wohnungen in den Abbildung 7.17.3 (WE 2), 7.17.6 (WE 3), 7.17.9 (WE 4) und 7.17.12 (WE 8) enthalten.

Kenngrößen der untersuchten WE sind:

| | | |
|---------|-----------------------|----------------------|
| WE 17.2 | Wohn- und Nutzfläche: | 63,0 m ² |
| | Luftvolumen: | 151,3 m ³ |
| WE 17.3 | Wohn- und Nutzfläche: | 49,1 m ² |
| | Luftvolumen: | 118,1 m ³ |
| WE 17.4 | Wohn- und Nutzfläche: | 63,0 m ² |
| | Luftvolumen: | 154,3 m ³ |
| WE 17.8 | Wohn- und Nutzfläche: | 108,8 m ² |
| | Luftvolumen: | 280,6 m ³ |

Art der Lüftungsanlage

Im Gebäude sind wohnungsweise zentrale Abluftanlagen installiert. Diese saugen aus den Ablufträumen Kochen, Bad, WC und Flur (je nach Wohnung unterschiedlich) die verbrauchte Luft ab. Die Abluftventilatoren der WE 16.2 und 16.4 befinden sich in einem vom Treppenhaus aus zugänglichen Nebenraum

außerhalb der Wohnungen. In allen anderen WE sind die Ventilatoren im Bad unter der abgehängten Decke installiert. Die Fortluft wird auf der Nord-West-Seite und auf der Nord-Ost-Seite über Dach abgeblasen. WE 17.6 und 17.8 im DG haben in ihren fensterlosen WC's zusätzliche Einzelraumlüfter die nicht an die Lüftungsanlage angeschlossen sind und ebenfalls über Dach abblasen.

Frischlufte strömt durch den von der Abluftanlage erzeugten Unterdruck über passive Zuluftventile in die Zulufräume Wohnen, Essen, Schlafen und Kind (je nach Wohnung) nach.

Zwischen Zu- und Ablufträumen liegen als Überströmräume die Flure. Diese Räume haben keine eigene Zu- oder Abluft.

Als Abluftventilatoren sind stufenlos regelbare Wechselstrom-Radialventilatoren des Typs Soler & Palau CKB 600 installiert. Die WC-Entlüfter stammen von Helios. Die genauen Daten aller Geräte sind in Kapitel 8 genannt.

Die Rohrleitungen sind auf den geraden Strecken teils aus Blechwickelfalz-, teils aus PE-Rohren und an den Anschlüssen und Abzweigen aus Aluflexrohren hergestellt.

Die Leistungsregelung der Abluftanlagen erfolgt stufenlos mit Dimmern vom Typ Soler&Palau von der jeweiligen Wohnung aus.

Eine Regelung der Abluftströme in den einzelnen Ablufträumen ist durch die stufenlos verstellbaren Abluftventile möglich. Andere Möglichkeiten zur Bedarfsregelung der einzelnen Abluftstränge sind nicht vorhanden.

Eine Einregulierung der raumweisen Zuluftströme kann in gewissem Umfang über die veränderbare Spaltbreite der in den Fensterrahmen eingebauten Fresh 32 Spaltventile erfolgen. In einigen Dachräumen kann der Zuluftquerschnitt nur an Lüftungsschiebeleisten der Dachflächenfenster geregelt werden.

Vorgehensweise der Messungen:

Die Zuluftströme an den Spaltventilen der Fenster und Dachflächenfenster konnten mit den Meßtrichtern des NEI nicht direkt gemessen werden. Die Fensterrahmen wurden deshalb mit einer Folie komplett abgeklebt, in die eine Öffnung eingeschnitten war, an die der Meßtrichter mit Klebeband angeschlossen wurde.

In Räumen mit zwei nebeneinanderliegenden Fenstern mit gleichen Fensterspaltventilen wurden beide Ventile in gleiche Einstellung gebracht und jeweils nur ein Ventil in der oben beschriebenen Art vermessen. Als raumweise Zuluftmenge wurde der doppelte gemessene Luftstrom angenommen. Eine Testmessung, mit der das andere Raumventil einmal geöffnet und einmal geschlossen war, zeigte, daß die Durchströmung eines Ventils von der Einstellung des anderen Ventils nicht meßbar beeinflußt wird.

Die Abluftventile wurden sämtlich mit dem kleinen Trichter gemessen.

Messung der Wohnung 17.2

Gebäudenutzung

In der Zwei-Zimmer-Wohnung leben zwei erwachsene Nichtraucher. Sie sind tagsüber beide Zuhause, da sie nicht berufstätig sind.

Abb. 7.17.3 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.17.4 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.17.5.

Die Innentüren sind normalerweise geöffnet.

Die Anlage wird nur zur Bedarfslüftung auf kleinster Stufe betrieben. Der Regler des Ventilator befindet sich neben der Wohnungseingangstür.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 04.02.99 um 10.00 Uhr statt.

Die Zuluftöffnungen sind wie folgt eingestellt:

| | |
|----------|--------------|
| Wohnen | 50% geöffnet |
| Schlafen | 50% geöffnet |

Die Abluftventile sind wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|--------|
| Kochen | 13,5 U |
| Bad | 20,0 U |

Die Wohnungseingangstür ist dichtschießend seit sie repariert wurde.

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen in den Betriebszuständen „wie vorgefunden Tag/Nacht“, „eingereguliert Tag/Nacht“ und „max. Leistung“.

Messung 1 und 2 "wie vorgefunden Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Dimmer auf Minimum.
Ventileinstellung: wie vorgefunden (s.o.)

Die Abluftsumme beträgt 62 m³/h und bewirkt einen 0,41-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Der für zwei Personen erforderliche Luftwechsel von 60 m³/h wird erreicht. Über die Zuluftventile strömen 29 m³/h, über bauliche Undichtigkeiten 33 m³/h in die Wohnung.

Die Abluftanforderung von 100 m³/h und die raumbezogenen Abluft-SOLL-Werte der Küche (60 m³/h), und des Bades (40 m³/h) werden nicht erreicht.

Die Zuluftanforderung von 73 m³/h im Tagbetrieb bzw. 77 m³/h im Nachtbetrieb wird um ca. 20 Prozent verfehlt, die raumbezogenen Zuluft-SOLL-Werte werden nur im Nachtbetrieb in dem nachts nicht personenbelegten Wohnzimmer erreicht, sonst verfehlt. Der anhand der Zuluftmenge über die Zuluftventile berechnete Luftwechsel liegt bei 0,33 h⁻¹ im Wohnraum und bei 0,22 h⁻¹ im Schlafraum.

Messung 3 / 4 "wie vorgefunden Tag/Nacht und max. Leistung"

Leistungseinstellung: Dimmer auf Maximum
Ventileinstellungen:

| | |
|---------------|-------------|
| Zuluftventile | unverändert |
| Abluft Kochen | 19,0 U |
| Abluft Bad | 13,5 U |

Die Abluftsumme beträgt 97 m³/h und bewirkt einen 0,64-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Der für zwei Personen erforderliche Luftwechsel von 60 m³/h wird überschritten. Über die Zuluftventile strömen 38 m³/h über bauliche Undichtigkeiten 58 m³/h in die Wohnung.

Die Abluftanforderungen werden insgesamt und raumbezogen erfüllt.

Die Zuluftnachströmung ist im Wohnzimmer unverändert, im Schlafzimmer geringfügig höher. Im Schlafzimmer wird der Zuluft-SOLL-Wert für Tagbetrieb ohne Personenbelegung erreicht, der für Nachtbetrieb nicht. Die Luftwechselrate liegt im Schlafzimmer bei 0,29 h⁻¹.

Die Anforderung an den Luftwechsel max. Anlagenleistung des LEG ($\geq 0,50 \text{ h}^{-1}$) wird erfüllt, die des DT-NEH-Standards ($\geq 0,8 \text{ h}^{-1}$) nicht.

Luftdichtheit

Luftdichtheits-Meßwerte lagen nicht vor und wurden nicht neu ermittelt. Aufgrund der hohen Differenz zwischen Zu- und Abluftsumme bei der Maximalmessung wird eine leicht erhöhte Luftdichtheit vermutet.

Empfehlungen

Die Anlage sollte in der Heizperiode bei anwesenden Bewohnern permanent auf hoher Dimmerstufe betrieben werden, bei Abwesenheit der Nutzer genügt auch eine halb so hohe Leistung.

Zur Reduzierung der Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als $1,0 \text{ h}^{-1}$ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

Um eine ausreichende Luftqualität im Schlafzimmer im Nachtbetrieb zu erreichen, dessen Zuluftventil stark unterdimensioniert ist, sollte entweder ein zusätzliches Zuluftventil eingebaut werden oder die Zimmertür nachts nicht geschlossen sein, um einen Luftqualitätsaustausch mit dem ausreichend stark durchströmten Flur zu erreichen.

Messung der Wohnung 17.3

Wohnungsnutzung

In der Zwei-Zimmer-Wohnung lebt eine erwachsene Nichtraucherin, die auch tagsüber meist Zuhause ist.

Abb. 7.17.6 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.17.7 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.17.8.

Über die übliche Türöffnungen und Nutzungsgewohnheit liegen keine Informationen vor.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 04.02.99 um 10.45 Uhr statt. Die Lüftungsanlage war abgeschaltet

Die Zuluftöffnungen sind wie folgt eingestellt:

| | |
|----------|---------------|
| Wohnen | 50% geöffnet |
| Schlafen | 100% geöffnet |

Die Abluftventile sind wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|------|
| Kochen | 12 U |
| Bad | 8 U |

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen in den Betriebszuständen „einreguliert Tag/Nacht“ und „max. Leistung“. Eine Messung "wie vorgefunden" konnte nicht durchgeführt werden, da die Anlage ausgeschaltet war und eine üblichen Einstellung nicht aufgenommen werden konnte.

Die Zuluft wurde am Spaltventil des linken Wohnzimmerfensters gemessen und für das andere Wohnzimmerventil übernommen.

Messung 1 und 2 "einreguliert Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Dimmer auf 30%
Ventileinstellung: wie vorgefunden (s.o.)

Die Abluftsumme beträgt $70 \text{ m}^3/\text{h}$ und bewirkt einen 0,59-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Der für eine Person erforderliche Luftwechsel von $30 \text{ m}^3/\text{h}$ wird weit überschritten. Eine Zuluftsumme und der Anteil der über die Zuluftventile einströmenden Frischluft kann nicht gebildet werden, da von dieser Messung nicht alle Zuluft-Meßwerte vorliegen.

Die Abluftanforderung der gesamten Wohnung von $60 \text{ m}^3/\text{h}$ und die raumbezogenen Abluft-SOLL-Werte von Küche und Bad werden erreicht bzw. deutlich übererfüllt.

Die Zuluft-SOLL-Werte werden im Wohnzimmer im Tagbetrieb über die eignen Zuluftventile nicht erreicht. Da die Schlafzimmertür vom Wohnraum abgeht, erhält das Wohnzimmer im Tagbetrieb jedoch eine zusätzliche Zuluftmenge aus dem Schlafzimmer, so daß seine gesamte Zuluft ausreichend hoch ist¹⁵⁶.

Die genaue Zuluftmenge des Schlafzimmers wurde bei dieser Messung irrtümlich nicht ermittelt.

¹⁵⁶ Die Zuluftzufuhr durch Überström-Effekte aus anderen Zulufträumen ist in der statistischen Auswertung in Kap.4 nicht berücksichtigt.

Messung 3 "max. Leistung

Einstellung: Dimmer auf Maximum

Ventileinstellung: unverändert

Die Abluftsumme beträgt 89 m³/h. Dies entspricht einem 0,75-fachen Luftwechsel pro Stunde. Damit wird die Vorgabe für die mal. Leistung des LEG ($\geq 0,5 \text{ h}^{-1}$) übererfüllt, die des DT-NEH-Standards ($\geq 0,8 \text{ h}^{-1}$) wird nicht erfüllt.

Über alle Zuluftventile strömen 40 m³/h in die Wohnung und über die baulichen Undichtheiten 49 m³/h. Die Zuluftanforderung der gesamten Wohnung wird im Tagbetrieb erfüllt und im Nachtbetrieb knapp erfüllt. Die raumweisen Zuluft-SOLL-Werte werden bei max. Leistung im Wohnzimmer tags und nachts bei Einbeziehung der Überström-Effekte aus dem Schlafzimmer erfüllt, im Schlafzimmer aber nur tags.

Luftdichtheit

Luftdichtheits-Meßwerte lagen nicht vor und wurden nicht neu ermittelt. Aufgrund der hohen Differenz zwischen Zu- und Abluftsumme bei der Maximalmessung wird eine leicht überhöhte Luftundichtheit vermutet.

Empfehlungen

Die Anlage sollte in der Heizperiode bei anwesender Bewohnerin permanent mit einer Dimmereinstellung von 30 % betrieben werden, bei Abwesenheit der Nutzer genügt auch eine halb so hohe Leistung.

Zur Reduzierung der Zuluftanteile über bauliche Undichtheiten, die sich nachteilig auf die planmäßigen Zuluftströme über die Zuluftventile auswirken, sollte die Luftdichtheit des Gebäudes verbessert werden. Dabei sollte ein $n_{(50)}$ -Wert von nicht höher als $1,0 \text{ h}^{-1}$ angestrebt werden, wie er DIN 4108/7 entspricht.

Um eine ausreichende Luftqualität im Schlafzimmer im Nachtbetrieb zu erreichen, sollte dessen Zimmertür nachts nicht geschlossen sein, um einen Luftqualitätsaustausch mit dem ausreichend stark durchströmten Wohnraum zu erreichen.

Messung der Wohnung 17.4

Wohnungsnutzung

In der Zwei-Zimmer-Wohnung leben zwei Erwachsene, davon ein Raucher.

Abb. 7.17.9 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.17.10 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.17.11.

Beide Bewohner sind tagsüber vorwiegend Zuhause.

Die Anlage wird dauernd mit einer Dimmereinstellung von 50% betrieben..

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 04.02.99 um 11.30 Uhr statt.

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt eingestellt:

| | |
|----------|---------------|
| Wohnen | 100% geöffnet |
| Schlafen | 100% geöffnet |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|-------|
| Kochen | 20 mm |
| Bad | 8 mm |

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen in den Betriebszuständen „einreguliert Tag/Nacht“ und „max. Leistung“.

Die Zuluft wurde am Spaltventil eines Wohnzimmerfensters gemessen. Der Meßwert wurde für die baugleichen und gleich eingestellten Zuluftventile im zweiten Wohnzimmerfenster und im daneben liegenden Schlafzimmer übernommen.

Messung 1 / 2 "einreguliert Tag/Nacht und max. Leistung"

Leistungseinstellung: Dimmer auf Maximum
Ventileinstellungen: wie vorgefunden (s.o.)

Die Abluftsumme beträgt 93 m³/h und bewirkt einen 0,60-fachen Luftwechsel des Objekts pro Stunde. Der für zwei Personen erforderliche Luftwechsel von 60 m³/h wird überschritten. Über die Zuluftventile strömen 61 m³/h, über bauliche Undichtigkeiten 32 m³/h in die Wohnung.

Die Abluftanforderung und die Abluft-SOLL-Werte in Küche und Bad werden erfüllt.

Die Zuluftanforderung der gesamten Wohnung wird von der Zuluftsumme, also von der Summe der Zuluftmengen, die in Wohn- und Schlafraum über die Zuluftventile einströmen erfüllt. Die raumbezogenen Zuluft-SOLL-Werte werden nur teilweise erreicht. Sie werden in den nicht personenbelegten Tageszeiten, also im Wohnzimmer nachts und im Schlafzimmer tags übererfüllt. Im Schlafzimmer werden sie dagegen nachts nicht erreicht. Im Wohnzimmer werden sie tags nur mittelbar erreicht. In das Wohnzimmer strömt zwar nicht genug Zuluft über seine eigenen Zuluftventile ein, da die Küche aber nur eine Tür zum Wohnzimmer hat, saugt sie ihre gesamte Abluftmenge aus dem Wohnzimmer und bewirkt damit eine fast ausreichende Zuluftzufuhr des Wohnzimmers¹⁵⁷.

Die nur anhand der raumweisen Zuluftmenge berechneten Luftwechselraten betragen im Wohnzimmer $0,52 \text{ h}^{-1}$ und im Schlafzimmer $0,70 \text{ h}^{-1}$.

Die Anforderung an die abluftseitig zu messende max. Leistung der Anlage gemäß LEG ($\text{LWR} \geq 0,5 \text{ h}^{-1}$) wird erfüllt, die des DT-NEH-Standards ($\geq 0,8 \text{ h}^{-1}$) wird nicht erreicht.

Sonstige Beobachtungen:

Eine Schallmessung im Schlafzimmer bei geöffneten Badezimmer- und Flurtüren bei verschiedenen Ventilatoreinstellungen ergab

- bei abgestelltem Ventilator 20db
- bei min. Leistung 28db
- bei max. Leistung 32db

Bei geschlossenen Badezimmer- und Flurtüren war das Ventilatorgeräusch nicht mehr wahrnehmbar.

Luftdichtheit

Luftdichtheits-Meßwerte lagen nicht vor und wurden nicht neu ermittelt. Aufgrund der relativ geringen Differenz zwischen Zu- und Abluftsumme bei der Maximalmessung wird eine hohe Luftdichtheit vermutet.

Empfehlungen

Die Anlage sollte in der Heizperiode bei anwesenden Bewohnern permanent mit maximaler Leistung betrieben werden, bei Abwesenheit

der Nutzer genügt auch eine halb so hohe Leistung für die Mindestlüftung.

Um eine ausreichende Luftqualität im Schlafzimmer im Nachtbetrieb zu erreichen, dessen Zuluftventil stark unterdimensioniert ist, sollte ein zusätzliches Zuluftventil eingebaut werden. Hilfsweise kann auch die Zimmertür nachts nicht geschlossen werden, um einen Luftqualitätsaustausch mit dem ausreichend stark durchströmten Flur zu erreichen.

Messung der Wohnung 17.8

Gebäudenutzung

In der Vier-Zimmer-Wohnung leben zwei Erwachsene und drei Kinder. Die Eltern sind Nichtraucher.

Abb. 7.17.12 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.17.13 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.17.14.

Ein Erwachsener und ein Kind sind tagsüber in der Wohnung.

Die Anlage läuft im Dauerbetrieb auf der Dimmereinstellung 15%.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 04.02.99 um 12.00 Uhr statt.

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt eingestellt:

| | |
|----------------|----------------------|
| Wohnen | 100% geöffnet |
| Schlafen (DFF) | Schieber geschlossen |
| Kind 1 | 50+100% geöffnet |
| Kind 2 | nicht protokolliert |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|------|
| Kochen | 2 mm |
| Bad | 21 U |

Im WC ist ein separater Helios-Abluftventilator eingebaut, der unabhängig von der zentralen Abluftanlage durch den Lichtschalter und ein Nachlaufrelais mit 5 Minuten Nachlaufzeit angesteuert wird. Seine Abluftleistung ist $24 \text{ m}^3/\text{h}$. Bei ca. 20 Toilettenbesuchen pro Tag ist sein Lüftungsbeitrag im Tagesmittel $1,7 \text{ m}^3/\text{h}$.

¹⁵⁷ Die zusätzliche Zuluftzufuhr durch Überström-Effekte in angrenzende Ablufträume ist in der statistischen Auswertung in Kap.4 nicht berücksichtigt.

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen in dem Zustand „wie vorgefunden Tag/Nacht“, „einreguliert Tag/Nacht“ und „max. Leistung“. Die Zuluft an den Spaltventilen und dem DFF wurde nicht gemessen.

Messung 1 und 2 "wie vorgefunden Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Dimmer auf 15%
Ventileinstellung: wie vorgefunden (s.o.)

Die Abluftsumme beträgt 67 m³/h und bewirkt einen 0,24-fachen Luftwechsel der Wohnung. Der für 5 Personen erforderliche Luftwechsel von 150 m³/h wird nicht erreicht.

Da die Abluftleistung wesentlich zu niedrig war, wurden keine Zuluftwerte gemessen.

Messung 3 und 4 "einreguliert Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Dimmer auf Maximum
WC-Ventilator ausgeschaltet, jedoch mit mittlerer Förderung von 1,7 m³/h (s.o.) eingerechnet.
Ventileinstellungen: unverändert

Die Abluftsumme beträgt 78 m³/h und bewirkt einen 0,28-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Der für 5 Personen erforderliche Luftwechsel von 150 m³/h trotz größter Ventilatorstufe nicht erreicht.

Die Abluftanforderung der gesamten Wohnung von 150 m³/h wird nur zur Hälfte erreicht. Die raumbezogenen Abluft-SOLL-Werte werden in der Küche etwa zur Hälfte und im Bad zu 2/3 erreicht.

Wegen der wesentlich zu geringen Gesamtleistung wurden keine Zuluftwerte gemessen.

Messung 5 "max. Leistung"

Leistungseinstellung: Dimmer auf Maximum
WC-Ventilator permanent eingeschaltet.
Ventileinstellungen: unverändert

Die Abluftsumme beträgt 100 m³/h und bewirkt einen 0,36-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde.

Die Abluftanforderung der gesamten Wohnung von 150 m³/h wird nur zu 2/3 erreicht. Die raumweisen Abluft-SOLL-Werte werden in der Küche zu 50 %, im WC zu 120 % und im Bad zu 80 % erreicht. Die max. Luftwechselrate von 0,36 h⁻¹ erreicht weder die Auslegungsvorgabe nach LEG ($\geq 0,5 \text{ h}^{-1}$) noch die des DT-NEH-Standards ($\geq 0,8 \text{ h}^{-1}$).

Luftdichtheit

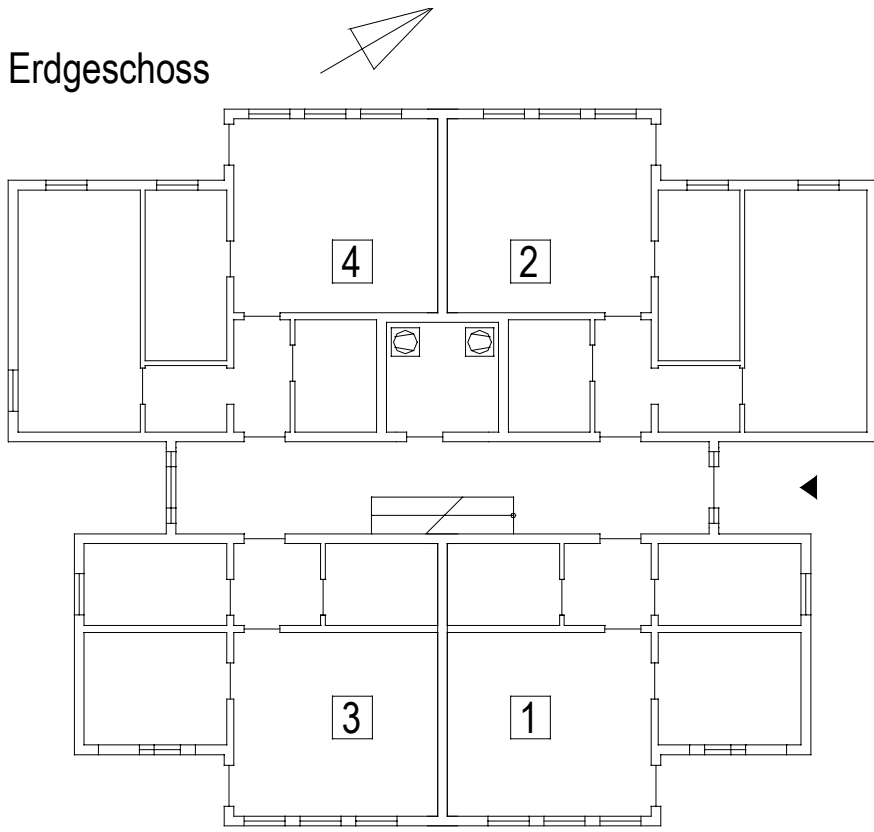
Luftdichtheits-Meßwerte lagen nicht vor und wurden nicht neu ermittelt. Da die Zuluftsumme nicht ermittelt wurde, kann die Luftdichtheit auch nicht abgeschätzt werden.

Empfehlungen

Die Anlage sollte in der Heizperiode bei anwesenden Bewohnern permanent mit maximaler Leistung incl. WC-Ventilator betrieben werden, bei Abwesenheit der Nutzer genügt ein Betrieb ohne WC-Ventilator für die Mindestlüftung.

Es sollte untersucht werden, ob die eigentlich zu geringe Luftleistung der Anlage von einem behebbaren Mangel (Verschmutzung von Filtern, Verstopfung von Leitungen etc) verursacht wird, die abstellbar sind. Falls eine höhere Luftleistung nicht erzielbar ist, sollte der Ventilator durch einen mit höherer Leistung ersetzt werden. Wenn eine ausreichende Abluftmenge erzielt wird, sollte die Zuluftseite neu vermessen und einreguliert werden.

Erdgeschoss



Obergeschoss

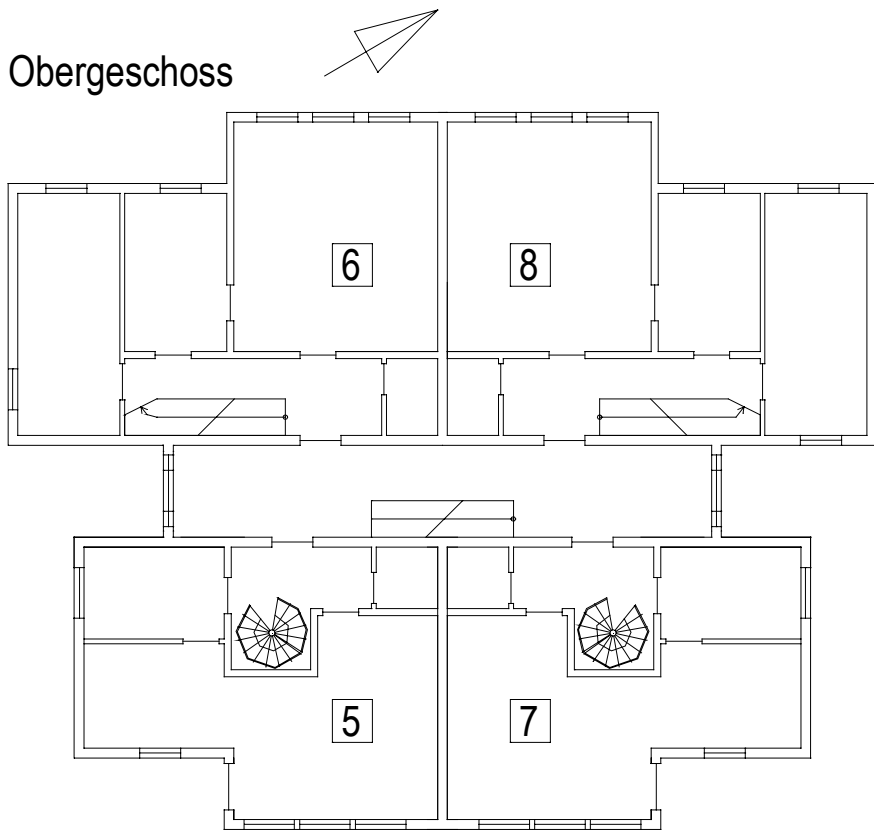


Abb. 7.17.1 Wohnungsübersicht + Lüftungskomponenten EG + OG, MFH 17 (KWG)

Dachgeschoss

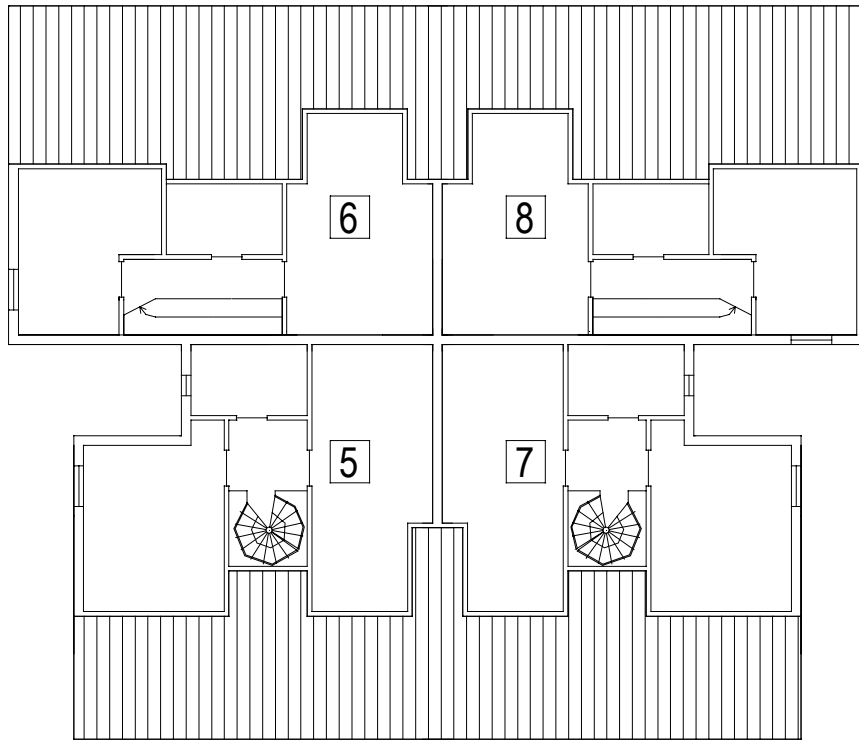
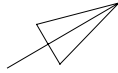
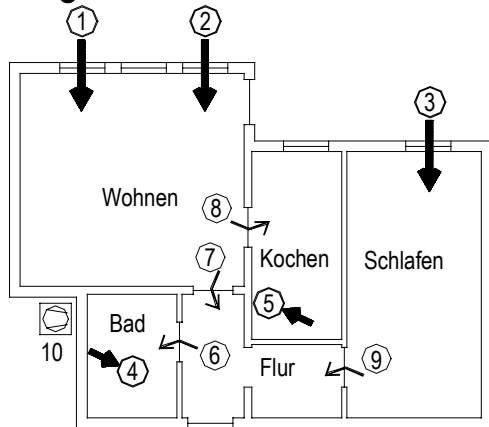


Abb. 7.17.2 Wohnungsübersicht + Lüftungskomponenten DG, MFH 17 (KWG)

Wohnung 2

Erdgeschoss



Erläuterungen zu dem Grundriß

- 1 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, NW
- 2 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, NW
- 3 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, NW
- 4 Abluft-Tellerventil \varnothing 80 mm als Deckenauslass
- 5 Abluft-Tellerventil \varnothing 80 mm als Wandauslass
- 6 Überströmöffnung Flur/Bad
- 7 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 8 Überströmöffnung Wohnen/Kochen
- 9 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 10 Ventilator in Abstellraum außerhalb der Wohnung

Abb. 7.17.3 Grundriß + Lüftungskomponenten WE 17.2 im MFH 17 (KWG)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| Zulufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Wohnen | 23,8 | 58,4 | 17,5 | 46,7 | 29,2 | 2 | 0 | 60,0 | 1,03 | 17,5 | 0,30 |
| Schlafen | 17,9 | 43,8 | 13,2 | 35,1 | 21,9 | 0 | 2 | 13,2 | 0,30 | 60,0 | 1,37 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 41,7 | 102,3 | 30,7 | 81,8 | 51,1 | 2 | 2 | 73,2 | 1,3 | 77,5 | 1,7 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Flur | 7,3 | 16,3 | 4,9 | 13,0 | 8,1 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 7,3 | 16,3 | 4,9 | 13,0 | 8,1 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 4,9 | 73,2 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | (m ³ /h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Küche | 8,4 | 20,7 | 6,2 | 16,5 | 10,3 | 60 | 60,0 | 2,90 | 60,0 | 3,63 |
| Bad | 5,5 | 12,1 | 3,6 | 9,7 | 6,0 | 40 | 40,0 | 3,31 | 40,0 | 4,13 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 14,0 | 32,8 | 9,8 | 26,2 | 16,4 | 100 | 100,0 | 6,2 | 100,0 | 7,8 |
| Gesamtsumme | 63,0 | 151,3 | 45,4 | 121,0 | 75,6 | | 100,0 | 0,66 | 100,0 | 0,66 |

i:\excel\dat\10-10\17a_2.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.17.4 Vorgabewerte WE 17.2 im MFH 17 (KWG)

| Gebäudedaten | | Sollwerte | | |
|--------------|----------|-----------|------------|--------------|
| Zulufräume | WFl (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
| Wohnen | 23,8 | 58,4 | 60,0 | 17,5 |
| Schlafen | 17,9 | 43,8 | 13,2 | 60,0 |
| Summe Räume | 41,7 | 102,3 | 73,2 | 77,5 |

| Messung 1 wie vorgefunden Tag | | | | |
|----------------------------------|---------|--------|-------|-------|
| Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | t | | | |
| Ventilator-Stufe (1 - 100%) | min. | | | |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | |
| ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 50% | 100 | 19,0 | 0,33 | nein! |
| 50% | 100 | 9,5 | 0,22 | nein! |
| Summe Räume | | | | |

| Messung 2 wie vorgefunden Nacht | | | | |
|------------------------------------|---------|--------|-------|-------|
| Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | n | | | |
| Ventilator-Stufe (1 - 100%) | min. | | | |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | |
| ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 50% | 100 | 19,0 | 0,33 | ja! |
| 50% | 100 | 9,5 | 0,22 | nein! |
| Summe Räume | | | | |

| Messung 3 einreguliert Tag / max. | | | | |
|--------------------------------------|---------|--------|-------|-------|
| Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | t | | | |
| Ventilator-Stufe (1 - 100%) | max. | | | |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | 135W | | | |
| ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 50% | 100 | 25,4 | 0,43 | nein! |
| 50% | 100 | 12,7 | 0,29 | ja! |
| Summe Räume | | | | |

| Messung 4 einreguliert Nacht | | | | |
|---------------------------------|---------|--------|-------|-------|
| Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | n | | | |
| Ventilator-Stufe (1 - 100%) | max. | | | |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | 135W | | | |
| ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 50% | 100 | 25,4 | 0,43 | >115% |
| 50% | 100 | 12,7 | 0,29 | nein! |
| Summe Räume | | | | |

| Ablufträume | WFl (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|-------------|----------|----------|------------|--------------|
| Küche | 8,4 | 20,7 | 60,0 | 60,0 |
| Bad | 5,5 | 12,1 | 40,0 | 40,0 |
| Summe Räume | 14,0 | 32,8 | 100,0 | 100,0 |

| ALV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
|-------------|---------|--------|-------|-------|
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 13,5U | 100 | 30,6 | 1,48 | nein! |
| 20U | 100 | 31,0 | 2,56 | nein! |
| Summe Räume | | | | |

| ALV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
|-------------|---------|--------|-------|-------|
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 13,5U | 100 | 30,6 | 1,48 | nein! |
| 20U | 100 | 31,0 | 2,56 | nein! |
| Summe Räume | | | | |

| ALV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
|-------------|---------|--------|-------|-------|
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 19U | 100 | 56,0 | 2,71 | ja! |
| 13,5U | 100 | 40,5 | 3,35 | ja! |
| Summe Räume | | | | |

| ALV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
|-------------|---------|--------|-------|-------|
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 19U | 100 | 56,0 | 2,71 | ja! |
| 13,5U | 100 | 40,5 | 3,35 | ja! |
| Summe Räume | | | | |

| | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|---------------------------|------------|--------------|
| Gesamtluft = Summe Abluft | 100 | 100 |
| Zuluft über ZLV | | |
| Zuluft über Nebenluft | | |

| Ist | ≥Soll | |
|-----|--------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) |
| 100 | 62 | 0,41 |
| 46 | 29 | 0,19 |
| 54 | 33 | 0,22 |

| Ist | ≥Soll | |
|-----|--------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) |
| 100 | 62 | 0,41 |
| 46 | 29 | 0,19 |
| 54 | 33 | 0,22 |

| Ist | ≥Soll | |
|-----|--------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) |
| 100 | 97 | 0,64 |
| 39 | 38 | 0,25 |
| 61 | 58 | 0,39 |

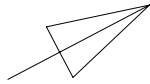
| Ist | ≥Soll | |
|-----|--------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) |
| 100 | 97 | 0,64 |
| 39 | 38 | 0,25 |
| 61 | 58 | 0,39 |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

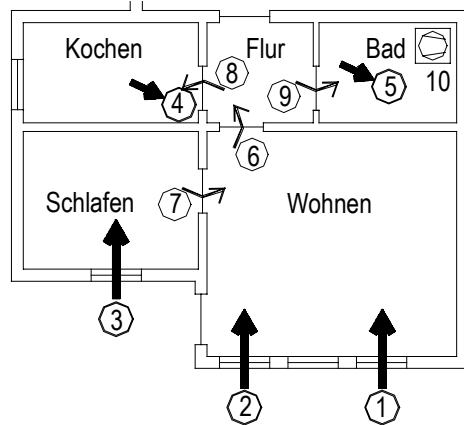
i:\excel\dat\10-10\17_2.xls

Abb. 7.17.5 Meßergebnisse zentrale Ablufanlage wohnungswise WE 17.2 im MFH 17 (KWG)

Wohnung 3



Erdgeschoss



Erläuterungen zu dem Grundriß

- 1 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, SO
- 2 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, SO
- 3 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, SO
- 4 Abluft-Tellerventil \varnothing 60 mm (in 80er -Rohr) als Wandauslass
- 5 Abluft-Tellerventil \varnothing 80 mm als Deckenauslass
- 6 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 7 Überströmöffnung Schlafen/Wohnen
- 8 Überströmöffnung Flur/Kochen
- 9 Überströmöffnung Flur/Bad,
- 10 Ventilator hinter einer Metallklappe in der Decke

Abb. 7.17.6 Grundriß + Lüftungskomponenten WE 17.3 im MFH 17 (KWG)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|-------------|------------|-------------|------------|
| Zulufräume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m³/h) | (1/h) | (m³/h) | (1/h) |
| Wohnen | 22,6 | 55,4 | 16,6 | 44,3 | 27,7 | 1 | 0 | 30,0 | 0,54 | 16,6 | 0,30 |
| Schlafen | 9,7 | 23,7 | 7,1 | 18,9 | 11,8 | 0 | 1 | 7,1 | 0,30 | 30,0 | 1,27 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 32,3 | 79,0 | 23,7 | 63,2 | 39,5 | 1 | 1 | 37,1 | 0,8 | 46,6 | 1,6 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) |
|--------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| Flur | 4,3 | 9,7 | 2,9 | 7,8 | 4,8 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 4,3 | 9,7 | 2,9 | 7,8 | 4,8 |

| ÜStr SOLL (m³/h) | Zuluft IST (m³/h) | Zusatz Bedarf (m³/h) |
|------------------------|-------------------------|----------------------------|
| 2,9 | 37,1 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | 0,3 (m³/h) | 0,8 (m³/h) | 0,5 (m³/h) | | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | | | | (m³/h) | (m³/h) | (1/h) | (m³/h) | (1/h) |
| Küche | 7,1 | 17,3 | 5,2 | 13,8 | 8,6 | 40 | 40,0 | 2,31 | 40,0 | 2,89 |
| Bad | 5,5 | 12,1 | 3,6 | 9,7 | 6,0 | 20 | 20,0 | 1,65 | 20,0 | 2,07 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 12,6 | 29,4 | 8,8 | 23,5 | 14,7 | 60 | 60,0 | 4,0 | 60,0 | 5,0 |
| Gesamtsumme | 49,1 | 118,1 | 35,4 | 94,5 | 59,1 | | 60,0 | 0,51 | 60,0 | 0,51 |

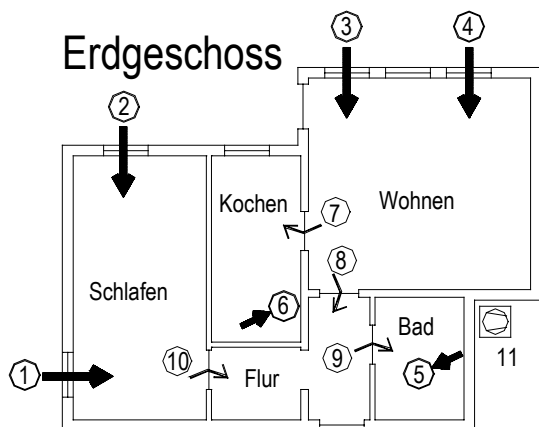
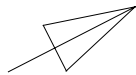
i:\excel\dat\10-10\17a_3.xls

| Bedarf n. IWU: | (m³/h) |
|-------------------|--------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 20 |
| Abluft Küche | 40 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.17.7 Vorgabewerte WE 17.3 MFH 17 (KWG)

Wohnung 4



Erläuterungen zu dem Grundriß

- 1 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, NW
- 2 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, NW
- 3 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, NW
- 4 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, NW
- 5 Abluft-Tellerventil \varnothing 80 mm als Deckenauslass
- 6 Abluft-Tellerventil \varnothing 60 mm als Wandauslass
- 7 Überströmöffnung Wohnen/Kochen
- 8 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 9 Überströmöffnung Flur/Bad
- 10 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 11 Ventilator in Abstellraum außerhalb der Wohnung

Abb. 7.17.9 Grundriß + Lüftungskomponenten WE 17.4 im MFH 17 (KWG)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| Zulufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Wohnen | 23,8 | 58,4 | 17,5 | 46,7 | 29,2 | 2 | 0 | 60,0 | 1,03 | 17,5 | 0,30 |
| Schlafen | 17,9 | 43,8 | 13,2 | 35,1 | 21,9 | 0 | 2 | 13,2 | 0,30 | 60,0 | 1,37 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 41,7 | 102,3 | 30,7 | 81,8 | 51,1 | 2 | 2 | 73,2 | 1,3 | 77,5 | 1,7 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Flur | 7,3 | 17,8 | 5,3 | 14,2 | 8,9 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 7,3 | 17,8 | 5,3 | 14,2 | 8,9 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 5,3 | 73,2 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | (m ³ /h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Küche | 8,4 | 20,7 | 6,2 | 16,5 | 10,3 | 60 | 60,0 | 2,90 | 60,0 | 3,63 |
| Bad | 5,5 | 13,6 | 4,1 | 10,9 | 6,8 | 40 | 40,0 | 2,94 | 40,0 | 3,68 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 14,0 | 34,2 | 10,3 | 27,4 | 17,1 | 100 | 100,0 | 2,92 | 100,0 | 2,92 |
| Gesamtsumme | 63,0 | 154,3 | 46,3 | 123,4 | 77,1 | | 100,0 | 0,65 | 100,0 | 0,65 |

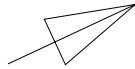
i:\excel\dat\10-10\17a_4.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

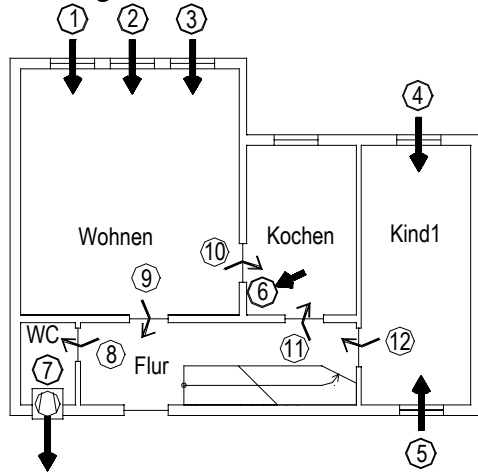
NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.17.10 Vorgabewerte WE 17.4 im MFH 17 (KWG)

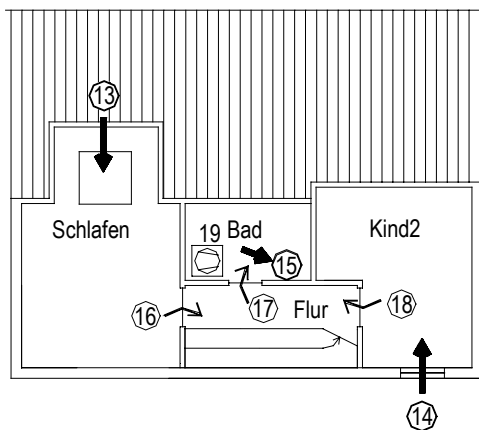
Wohnung 8



Obergeschoss



Dachgeschoss



Erläuterungen zu den Grundrissen

- Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, NW
- 2 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, NW
- 3 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, NW
- 4 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, NW
- 5 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, SO
- 6 Abluft-Tellerventil \varnothing 60 mm als Wandauslass
- 7 Abluftventil Helios Aufputz-ELS mit Radialventilator als Deckenauslass
- 8 Überströmöffnung Flur/WC
- 9 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 10 Überströmöffnung Wohnen/Kochen
- 11 Überströmöffnung Flur/Kochen
- 12 Überströmöffnung Kind 1/Flur
- 13 Zuluftgitter (Zwangslüftung) im Dachflächenfenster
- 14 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, SO
- 15 Abluft-Tellerventil \varnothing 80 mm als Deckenauslass
- 16 Überströmöffnung Schlafen/Flur
- 17 Überströmöffnung Flur/Bad
- 18 Überströmöffnung Kind 2/Flur
- 19 Ventilator im Badezimmer unter der Decke

Abb. 7.17.12 Grundrisse + Lüftungskomponenten WE 17.8 im MFH 17 (KWG)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| Zulufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Wohnen | 28,2 | 69,2 | 20,8 | 55,3 | 34,6 | 2 | 0 | 60,0 | 0,87 | 20,8 | 0,30 |
| Kind 1 | 14,9 | 36,6 | 11,0 | 29,2 | 18,3 | 1 | 1 | 30,0 | 0,82 | 30,0 | 0,82 |
| Kind 2 | 12,8 | 37,1 | 11,1 | 29,7 | 18,5 | 1 | 1 | 30,0 | 0,81 | 30,0 | 0,81 |
| Schlafen | 16,4 | 48,6 | 14,6 | 38,9 | 24,3 | 1 | 3 | 30,0 | 0,62 | 90,0 | 1,85 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 72,3 | 191,4 | 57,4 | 153,1 | 95,7 | 5 | 5 | 150,0 | 3,1 | 170,8 | 3,8 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Flur unten | 11,9 | 29,2 | 8,8 | 23,3 | 14,6 |
| Flur oben | 7,3 | 17,6 | 5,3 | 14,1 | 8,8 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 19,2 | 46,8 | 14,0 | 37,4 | 23,4 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 14,0 | 150,0 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | (m ³ /h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Küche | 9,8 | 23,9 | 7,2 | 19,1 | 11,9 | 60 | 60,0 | 2,51 | 60,0 | 3,14 |
| WC | 2,4 | 5,3 | 1,6 | 4,3 | 2,7 | 30 | 30,0 | 5,64 | 30,0 | 7,05 |
| Bad | 5,1 | 13,2 | 4,0 | 10,6 | 6,6 | 60 | 60,0 | 4,53 | 60,0 | 5,67 |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 17,2 | 42,4 | 12,7 | 34,0 | 21,2 | 150 | 150,0 | 12,7 | 150,0 | 15,9 |
| Gesamtsumme | 108,8 | 280,6 | 84,2 | 224,5 | 140,3 | | 150,0 | 0,53 | 170,8 | 0,61 |

i:\exceldat\10-10\17a_8.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.17.13 Vorgabewerte WE 17.8 im MFH 17 (KWG)

| Gebäudedaten | | Sollwerte | | | |
|--------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--|
| Zulufräume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | |
| Wohnen | 28,2 | 69,2 | 60,0 | 20,8 | |
| Kind 1 | 14,9 | 36,6 | 30,0 | 30,0 | |
| Kind 2 | 12,8 | 37,1 | 30,0 | 30,0 | |
| Schlafen | 16,4 | 48,6 | 30,0 | 90,0 | |
| Summe Räume | 72,3 | 191,4 | 150,0 | 170,8 | |

| Messung 1 wie vorgefunden Tag | | | | | |
|----------------------------------|---------|--------|-------|-------|-----|
| Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | | t |
| Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | | 15% |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | |
| ZLV | ÜO | Ist | ≥Soll | | |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| 100% | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| 50/100% | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| ? | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| DFP zu | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |

| Messung 2 wie vorgefunden Nacht | | | | | |
|------------------------------------|---------|--------|-------|-------|-----|
| Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | | n |
| Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | | 15% |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | |
| ZLV | ÜO | Ist | ≥Soll | | |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| 100% | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| 50/100% | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| ? | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| DFP zu | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |

| Messung 3 einreguliert Tag | | | | | |
|-------------------------------|---------|--------|-------|-------|------|
| Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | | t |
| Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | | max. |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | |
| ZLV | ÜO | Ist | ≥Soll | | |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| 100% | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| 50/100% | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| ? | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| DFP zu | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |

| Messung 4 einreguliert Nacht | | | | | |
|---------------------------------|---------|--------|-------|-------|------|
| Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | | n |
| Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | | max. |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | |
| ZLV | ÜO | Ist | ≥Soll | | |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| 100% | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| 50/100% | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| ? | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| DFP zu | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |

| Messung 5 max. Leistung | | | | | |
|-------------------------------|---------|--------|-------|-------|------|
| Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | | t |
| Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | | | | max. |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | |
| ZLV | ÜO | Ist | ≥Soll | | |
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| 100% | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| 50/100% | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| ? | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |
| DFP zu | 100 | 0,0 | 0,00 | nein! | |

| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|--------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Küche | 9,8 | 23,9 | 60,0 | 60,0 |
| WC | 2,4 | 5,3 | 30,0 | 30,0 |
| Bad | 5,1 | 13,2 | 60,0 | 60,0 |
| Summe Räume | 17,2 | 42,4 | 150,0 | 150,0 |

| ALV | ÜO | Ist | ≥Soll | | |
|------------|---------|--------|-------|-------|--|
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| 2 mm | 100 | 27,0 | 1,13 | nein! | |
| 1,7 h/d zu | 100 | 1,7 | 0,31 | nein! | |
| 21 U | 100 | 38,0 | 2,87 | nein! | |

| ALV | ÜO | Ist | ≥Soll | | |
|------------|---------|--------|-------|-------|--|
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| 2 mm | 100 | 27,0 | 1,13 | nein! | |
| 1,7 h/d zu | 100 | 1,7 | 0,31 | nein! | |
| 21 U | 100 | 38,0 | 2,87 | nein! | |

| ALV | ÜO | Ist | ≥Soll | | |
|------------|---------|--------|-------|-------|--|
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| 2 mm | 100 | 30,0 | 1,26 | nein! | |
| 1,7 h/d zu | 100 | 1,7 | 0,32 | nein! | |
| 21 U | 100 | 46,0 | 3,47 | nein! | |

| ALV | ÜO | Ist | ≥Soll | | |
|------------|---------|--------|-------|-------|--|
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| 2 mm | 100 | 30,0 | 1,26 | nein! | |
| 1,7 h/d zu | 100 | 1,7 | 0,32 | nein! | |
| 21 U | 100 | 46,0 | 3,47 | nein! | |

| ALV | ÜO | Ist | ≥Soll | | |
|---------|---------|--------|-------|-------|--|
| % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| 2 mm | 100 | 30,0 | 1,26 | nein! | |
| 100% zu | 100 | 24,0 | 4,51 | nein! | |
| 21 U | 100 | 46,0 | 3,47 | nein! | |

| | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|----------------------------------|------------|--------------|
| Gesamtluft = Summe Abluft | 150 | 171 |
| Zuluft über ZLV | 0 | 0 |
| Zuluft über Nebenluft | 100 | 67 |

| Ist | ≥Soll | | |
|-----|--------|-------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 100 | 67 | 0,24 | nein! |
| 0 | 0 | 0,00 | |
| 100 | 67 | 0,24 | |

| Ist | ≥Soll | | |
|-----|--------|-------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 100 | 67 | 0,24 | nein! |
| 0 | 0 | 0,00 | |
| 100 | 67 | 0,24 | |

| Ist | ≥Soll | | |
|-----|--------|-------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 100 | 78 | 0,28 | nein! |
| 0 | 0 | 0,00 | |
| 100 | 78 | 0,28 | |

| Ist | ≥Soll | | |
|-----|--------|-------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 100 | 78 | 0,28 | nein! |
| 0 | 0 | 0,00 | |
| 100 | 78 | 0,28 | |

| Ist | ≥Soll | | |
|-----|--------|-------|-------|
| (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| 100 | 100 | 0,36 | nein! |
| 0 | 0 | 0,00 | |
| 100 | 100 | 0,36 | |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜO = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil Zuluft nicht gemessen

i:\excel\data10-10\17_8.xls

Abb. 7.17.14 Meßergebnisse zentrale Abluftanlage wohnungsweise WE 17.8 im MFH 17 (KWG)

7.18 MFH KWG

Astrid-Lindgren-Weg 24, 333824 Werther, Baujahr 1995/96



Bauart und Lüftungstechnische Eigenschaften
Das Gebäude ist ein unterkellertes 8-Familien-Haus in zweischaliger Massivbauweise mit Kerndämmung und Verblender. Die beheizte Wohn- und Nutzfläche umfaßt 622,0 m².

Zum beheizten und belüfteten Volumen gehören das komplette EG, OG und DG bis zum First sowie der Kellertreppenabgang bis zur Kellertür. Die Kellerräume sind unbeheizt und liegen außerhalb der luftdichtenden Ebenen. Das mechanisch belüftete Volumens umfaßt 1560,6 m³.

Von den insgesamt acht Wohnungen wurden beispielhaft die drei WE 18.1 (EG rechts vorne), 18.2 (EG rechts hinten) und 18.3 (EG links vorne) vermessen und einreguliert.

Die Grundrisse des Gesamtgebäudes sind in Abbildung 7.18.1 und 7.18.2, die der einzelnen Wohnungen in den Abbildung 7.18.3 (WE 1), 7.18.6 (WE 2) und 7.18.9 (WE 3) enthalten.

Kenngrößen der untersuchten WE sind:

| | | |
|---------|-----------------------|----------------------|
| WE 18.1 | Wohn- und Nutzfläche: | 49,1 m ² |
| | Luftvolumen: | 120,4 m ³ |
| WE 18.2 | Wohn- und Nutzfläche: | 63,0 m ² |
| | Luftvolumen: | 154,3 m ³ |
| WE 18.3 | Wohn- und Nutzfläche: | 49,1 m ² |
| | Luftvolumen: | 118,4 m ³ |

Art der Lüftungsanlage

Die Art der Lüftungsanlagen im Objekt 18 entspricht derjenigen, die im nahezu baugleichen Objekt 17 in den WE 17.2 und 17.3 installiert sind.

Vorgehensweise der Messungen:

Die Vorgehensweise bei der Messung entsprach ebenfalls derjenigen bei Objekt 17.

Messung der Wohnung 18.1

Wohnungsnutzung

In der Wohnung lebt eine Person, die Nicht-raucherin ist.

Abb. 7.18.3 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.18.4 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.18.5.

Eine Angabe zu den Öffnungsweiten der Türen liegt nicht vor.

Die Anlage wird im Gelegenheitsbetrieb auf kleinster Stufe betrieben. Der Regler befindet sich neben der Wohnungseingangstür.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 11.02.99 um 11.00 Uhr statt. Die Außentemperatur betrug 0°C, es war windstill.

Die Zuluftöffnungen waren wie folgt eingestellt:

| | |
|----------|-----------------|
| Wohnen | 10/25% geöffnet |
| Schlafen | geschlossen |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|-------|
| Kochen | 8 mm |
| Bad | 20 mm |

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen in den Betriebszuständen „wie vorgefunden Tag/Nacht“, „einreguliert Tag/Nacht“ und „max. Leistung“.

Messung 1 und 2 "wie vorgefunden Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Dimmer auf Minimum
Ventileinstellung: wie vorgefunden (s.o.)

Die Abluftsumme beträgt 45 m³/h und bewirkt einen 0,37-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Der für eine Person erforderliche Luftwechsel von 30 m³/h wird erreicht.

Die Abluftsumme erreicht nur 75 % der Abluftanforderung, die raumweisen Abluft-SOLL-Werte werden in der Küche nicht erreicht, im Bad übererfüllt.

Im Schlafzimmer ist wegen des geschlossenen Zuluftventils keine Zuluft meßbar, vom Wohnzimmer liegt kein Meßwert vor. Eine Zuluftsumme kann daher nicht gebildet werden.

Messung 3 / 4 "einreguliert Tag/Nacht und max. Leistung"

Einstellung: Dimmer auf Maximum

Ventileinstellungen:

Zuluftöffnungen

Zuluft Wohnen 100% geöffnet

Zuluft Schlafen 100% geöffnet

Abluft Küche unverändert

Abluft Bad unverändert

Die Abluftsumme beträgt 57 m³/h und bewirkt einen 0,47-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Der für eine Person erforderliche Luftwechsel 30 m³/h wird überschritten. Über die Zuluftventile strömen 24 m³/h, über bauliche Undichtigkeiten 33 m³/h in die Wohnung.

Die Abluftsumme liegt im Toleranzbereich des SOLL-Werts. Die raumbezogenen Zuluft-SOLL-Werte werden in der Küche weiterhin nicht erreicht und im Bad übererfüllt.

Die Zuluftanforderung der gesamten Wohnung wird tags und nachts durch die Zuluftmengen über die Zuluftventile nicht erfüllt. Die raumbezogenen Zuluft-SOLL-Werte werden im Wohn- und Schlafzimmer nur zu den Tageszeiten ohne Personenbelegung erreicht, nicht aber während der Nutzung. Eine Teilursache ist das unterdimensionierte Zuluftventil im Schlafzimmer. Die Unterversorgung gilt für den Wohnraum auch bei Einbeziehung der ihm aus dem Schlafräum tags indirekt zuströmenden Zuluftmengen.

Der Schlafräum erreicht durch die ihm zuströmende Zuluft einen Luftwechsel von 0,29 h⁻¹, das Wohnzimmer von 0,35 h⁻¹.

Der abluftseitig gemessene gesamte Luftwechsel der Wohnung von 0,47 h⁻¹ verfehlt knapp die Vorgabe des LEG ($\geq 0,50$ m³/h). Die Vorgabe des DT-NEH- Standards ($\geq 0,80$ m³/h) wird deutlich verfehlt.

Sonstige Beobachtungen:

Die Einstellungen der Abluftventile in Küche und Bad wurden probeweise verändert, um eine höhere Abluftleistung in der Küche zu erreichen. Das Ziel wurde aber selbst bei kpl. Entnahme des Abluftventils der Küche nicht erreicht. Es wird vermutet, daß die Leitung an einer nicht einsehbaren Stelle verstopft ist.

Eine Schallmessung im Wohnzimmer bei geöffneten Badezimmer- und Flurtüren bei verschiedenen Ventilatoreinstellungen ergab

- bei abgestelltem Ventilator 23 db

- bei min. Leistung 38 db

- bei max. Leistung 39 db

Bei geschlossener Badezimmertür wurden folgende Werte gemessen

- bei abgestelltem Ventilator 20 db

- bei min. Leistung 22 db.

Empfehlungen:

Die Anlage sollte in der Heizperiode bei anwesenden Bewohnern permanent mit maximaler Leistung betrieben werden, bei Abwesenheit der Nutzer genügt auch eine halb so hohe Leistung für die Mindestlüftung.

Um die Abluftleistung der Küche zu erhöhen, sollte die zur Küche führende Abluftleitung überprüft und gegebenenfalls gereinigt werden.

Um eine ausreichende Luftqualität im Schlafzimmer im Nachtbetrieb zu erreichen, dessen Zuluftventil stark unterdimensioniert ist, sollte ein zusätzliches Zuluftventil eingebaut werden. Hilfsweise kann auch die Zimmertür zum Wohnzimmer und zum Flur nachts nicht geschlossen werden, um einen Luftqualitätsaustausch mit dem ausreichend stark durchströmten Flur zu erreichen.

Alternativ wäre es hilfreich, eine Überströmöffnung zwischen Schlafräum und Küche herzustellen, so daß die Abluftabsaugung der Küche direkt für den Schlafräum nutzbar wird. Diese sollte nahe über dem Boden liegen und eine Gegenstromklappe haben, um Rückdurchströmung mit Feuchte- und Geruchseintrag aus der Küche in den Schlafräum zu verhindern.

Messung der Wohnung 18.2

Wohnungsnutzung

In der Wohnung leben zwei erwachsene Nicht-raucher.

Abb. 7.18.6 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.18.7 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.18.8.

Die Türen zu Bad und Küche sind vorwiegend angelehnt.

Die Anlage läuft auf der kleinsten Einstellung.

Beobachtungen vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 11.02.99 um 11.30 Uhr statt.

Die Ventile waren wie folgt eingestellt

| | |
|--------------------|---------------|
| Zuluft Wohnen 1 | 25 % geöffnet |
| Zuluft Wohnen 2 | 75 % geöffnet |
| Zuluft Schlafen NW | geschlossen |
| Zuluft Schlafen NO | 100% geöffnet |
| Abluft Kochen | 15 U |
| Abluft Bad | 15 U |

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen in den Zuständen „wie vorgefunden Tag/Nacht“, „einreguliert Tag/Nacht“ und „max. Leistung“.

Messung 1 / 2 "wie vorgefunden Tag/Nacht"

Leistungseinstellung: Dimmer auf Minimum
Ventileinstellung: wie vorgefunden (s.o.)

Die Abluftsumme beträgt 77 m³/h und bewirkt einen 0,50-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Der für zwei Personen erforderliche Luftwechsel von 60 m³/h wird erreicht. Die Abluftanforderung der gesamten Wohnung wird jedoch um 23 % unterschritten. Die raumbezogenen Abluft-SOLL-Werte werden in der Küche nicht erreicht, im Bad knapp übererfüllt.

Zuluftseitig liegt nur ein Teil der Meßwerte vor. Eine Zuluftsumme kann nicht gebildet werden.

Messung 3 / 4 "einreguliert Tag/Nacht und max. Leistung"

Leistungseinstellung: Dimmer auf Maximum
Ventileinstellungen:

| | |
|-----------------|---------------|
| Zuluft Wohnen 1 | 50 % geöffnet |
|-----------------|---------------|

| | |
|--------------------|---------------|
| Zuluft Wohnen 2 | 50 % geöffnet |
| Zuluft Schlafen NW | 100% geöffnet |
| Zuluft Schlafen OW | geschlossen |

Die Abluftsumme beträgt 102 m³/h und bewirkt einen 0,66-fachen Luftwechsel der Wohnung pro Stunde. Der für zwei Personen erforderliche Gesamtluftwechsel von 60 m³/h wird erreicht. Über die Spaltventile strömen 39 m³/h in die Wohnung, über bauliche Undichtheiten 63 m³/h.

Die Abluftanforderung der gesamten Wohnung wird erfüllt. Die raumbezogenen Abluft-SOLL-Werte werden in der Küche nicht erreicht, im Bad übererfüllt.

Die über die Zuluftventile zuströmende Luftmenge entspricht nur etwa der halben Zuluftanforderung. Die raumbezogenen Zuluft-SOLL-Werte werden im Wohn- und im Schlafraum nur während der nicht personenbelegten Tageszeit erreicht, sondern unterschritten. Der Schlafraum erreicht eine Luftwechselrate von 0,35 h⁻¹, das Wohnzimmer von 0,41h⁻¹.

Die abluftseitig gemessene Gesamtluftwechselrate von 0,66 h⁻¹ erfüllt die Vorgabe des LEG ($\geq 0,5 \text{ h}^{-1}$), nicht aber die des DT-NEH-Standards ($\geq 0,8 \text{ h}^{-1}$).

Sonstige Beobachtungen:

Das Abluftventil des Bades wurde testweise auf 40 m³/h heruntergeregelt. Die Abluftmenge am Küchenventil nahm dabei nicht zu.

Im Bad wurde eine Schallmessung durchgeführt. Bei abgestellter Anlage wurden 20 db gemessen, bei kleinster Stufe 24 db und bei größter Stufe 29 db.

Empfehlung:

Die Anlage sollte in der Heizperiode bei anwesenden Bewohnern permanent mit maximaler Leistung betrieben werden, bei Abwesenheit der Nutzer genügt auch eine halb so hohe Leistung für die Mindestlüftung.

Um die Abluftleistung der Küche zu erhöhen, sollte die zur Küche führende Abluftleitung überprüft und gegebenenfalls gereinigt werden.

Um eine ausreichende Luftqualität im Schlafzimmer im Nachtbetrieb zu erreichen, dessen Zuluftventil stark unterdimensioniert ist, sollte ein zusätzliches Zuluftventil eingebaut werden. Hilfsweise kann auch die Zimmertür zum Wohnzimmer und zum Flur nachts nicht ge-

geschlossen werden, um einen Luftqualitätsaustausch mit dem ausreichend stark durchströmten Flur zu erreichen.

Messung der Wohnung 18.3

Wohnungsnutzung

In der Wohnung lebt eine erwachsene Nichtraucherin.

Abb. 7.18.9 zeigt den Grundriß der Wohnung und die Lüftungskomponenten. In Abb. 7.18.10 sind Art und Größe der einzelnen Räume, die tags und nachts stattfindende Personenbelegung sowie die SOLL-Werte für die Zu- und Abluftmengen und Luftwechselraten im Tag- und Nachtbetrieb angegeben. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 7.18.11.

Die Lüftungsanlage läuft tags im Dauerbetrieb auf kleinster Stufe und wird nachts abgeschaltet, da es sonst zu kalt in der Wohnung wird. Beim Kochen wird das Fenster kurzzeitig geöffnet.

Beobachtung vor Beginn der Messung

Die Messung fand am 11.02.99 um 12.00 Uhr statt. Die relative Luftfeuchte betrug innen 48,8 Prozent, die Innentemperatur 19,4 °C.

Die Zuluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|----------|---------------|
| Wohnen | 100% geöffnet |
| Schlafen | 100% geöffnet |

Die Abluftventile waren wie folgt eingestellt:

| | |
|--------|------|
| Kochen | 20 U |
| Bad | 3 U |

Die Bewohnerin gibt an, daß sie mit der Lüftungsanlage zufrieden ist. Der Ventilator im Bad wird als sehr laut empfunden.

Meßergebnisse

Ausgewertet wurden Messungen in den Betriebszuständen „wie vorgefunden Tag“, „einreguliert Tag/Nacht“ und „max. Leistung“.

Die Zuluft wurde am Spaltventil eines Wohnzimmerfensters gemessen und wurde für das andere Wohnzimmerventil sowie das Schlafzimmerventil übernommen.

Messung 1 "wie vorgefunden Tag"

Leistungseinstellung: Dimmer auf Minimum
Ventileinstellungen: wie vorgefunden (s.o.) Die Abluftsumme beträgt 53 m³/h und bewirkt einen 0,45-fachen Luftwechsel des Objekts pro

Stunde. Der für eine Person erforderliche Luftwechsel von 30 m³/h wird überschritten. Über die Zuluftventile strömen 41 m³/h, über bauliche Undichtigkeiten 13 m³/h in die Wohnung.

Die Abluftsumme liegt knapp unter der Abluftanforderung, die raumweisen Abluft-SOLL-Werte werden in der Küche fast erreicht und im Bad erreicht.

Die an den Zuluftventilen gemessene Zuluftsumme erfüllt die Zuluftanforderung der gesamten Wohnung. Die raumbezogenen Zuluft-SOLL-Werte werden im Tagbetrieb sowohl im Wohnraum erreicht und im Schlafzimmer leicht überschritten. Hier wurde ein 0,57-facher Luftwechsel pro Stunde erreicht.

Messung 2 / 3 "einreguliert Tag und Nacht"

Leistungseinstellung: Dimmer auf Maximum
Ventileinstellung: unverändert

Die Abluftsumme beträgt 62 m³/h und bewirkt einen 0,52-fachen Luftwechsel des Objekts pro Stunde. Der für eine Person erforderliche Luftwechsel von 30 m³/h wird um 100 Prozent überschritten. Über die Zuluftventile strömen 45 m³/h, über bauliche Undichtigkeiten 17 m³/h in die Wohnung.

Die Abluftsumme entspricht genau der Abluftanforderung der gesamten Wohnung, die raumbezogenen Abluft-SOLL-Werte werden ebenfalls genau erreicht.

Die über die Zuluftventile gemessene Zuluftsumme erfüllt fast genau die Zuluftanforderung. Die raumbezogenen Zuluft-SOLL-Werte werden im Wohnzimmer tags erfüllt und nachts übererfüllt. Im Schlafzimmer werden sie tags übererfüllt, nachts nicht erreicht. Wesentliche Ursache ist hier das unterdimensionierte Zuluftventil. Der Wohnraum erreicht zuluftseitig eine Luftwechselrate von 0,54 h⁻¹, das Schlafzimmer von 0,63 h⁻¹.

Messung 4 "max. Leistung"

Leistungseinstellung: Dimmer auf Maximum.
Ventileinstellungen:

| | |
|------------------|-----|
| Abluftventil Bad | 7 U |
|------------------|-----|

Sonstige Ventile blieben unverändert.

Die Abluftsumme beträgt 72 m³/h und bewirkt einen 0,61-fachen Luftwechsel des Objekts pro Stunde. Die Zuluftsumme ist 47 m³/h, über bauliche Undichtigkeiten strömen 25 m³/h in die Wohnung. Die Luftwechselrate von 0,61 h⁻¹ erfüllte die Auslegungsvorgabe des LEG ($\geq 0,5$ h⁻¹), nicht aber die des DT-NEH-Standards ($\geq 0,8$ h⁻¹).

Allgemeine Beobachtungen:

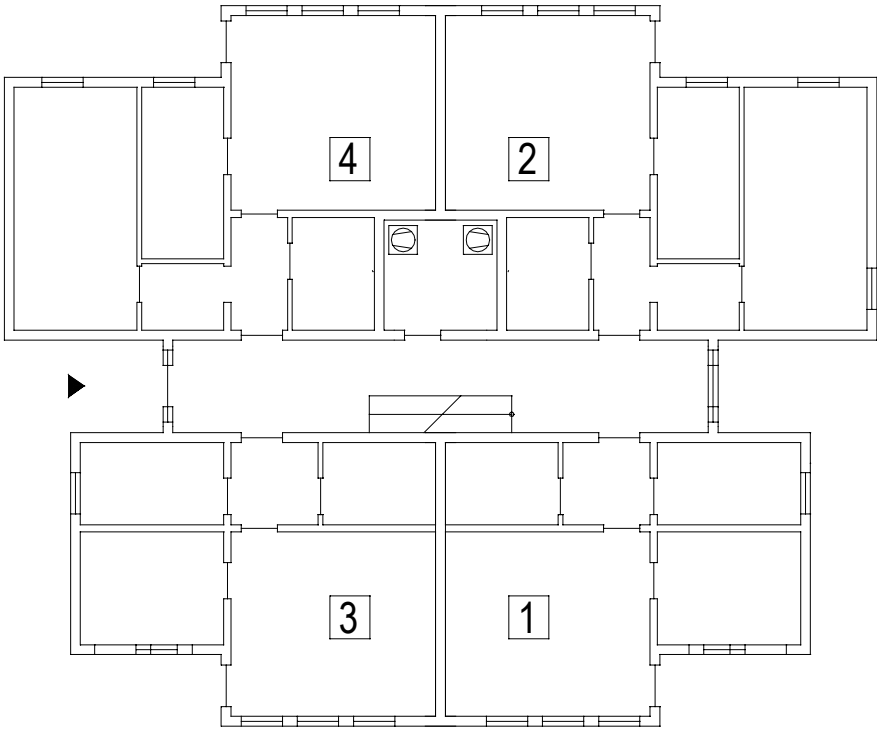
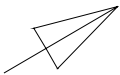
Die teils hohen Zuluftanteile über Undichtheiten der Gebäudehülle lassen eine unzureichende Luftdichtheit vermuten, die verringert werden sollte. Ein Meßwert der Luftdichtheit aus der Bauzeit liegt nicht vor, eine neue Messung wurde nicht vorgenommen.

Die Saugleistung der vermessenen Ventilatoren erreicht jeweils knapp die Vorgaben. Eine Reserveleistung zum Stoßlüften ist nicht mehr vorhanden; insofern sind die Anlagen zu klein dimensioniert.

Die Zuluftventile der Schlafzimmer sind vielfach zu klein dimensioniert und behindern selbst bei ausreichender Absaugleistung der Ventilatoren die nachts erforderliche Zuluftrückströmung in die Schlafzimmer. Dies gilt gleichermaßen bei einer Belegung mit einer Person bei nur einem Fensterspaltventil wie auch bei allen mit zwei Personen belegten Schlafräumen.

Die Geräusche der in den Bädern über der abgehängten Decke eingebauten Ventilatoren sind teils deutlich störend. Im Erneuerungsfalle sollte geprüft werden, ob diese durch Aufdachventilatoren ersetzt werden können, da die Abluftleitungen ohnehin bis zum Dach hochgezogen sind.

Erdgeschoss



Obergeschoss

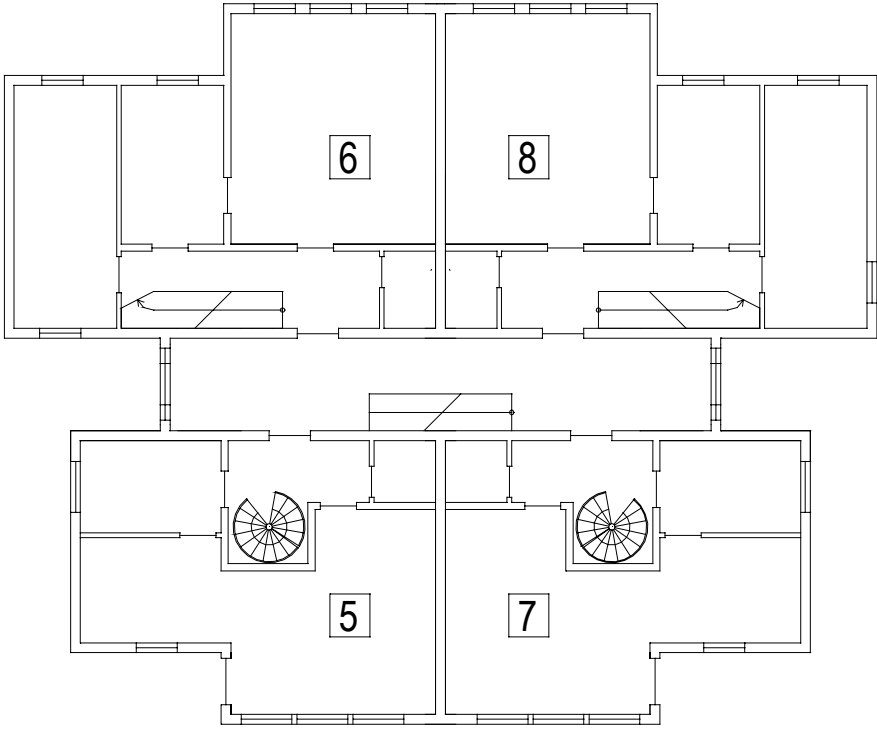
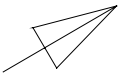


Abb. 7.18.1 Wohnungsübersicht + Lüftungskomponenten EG + OG, MFH 18 (KWG)

Dachgeschoss

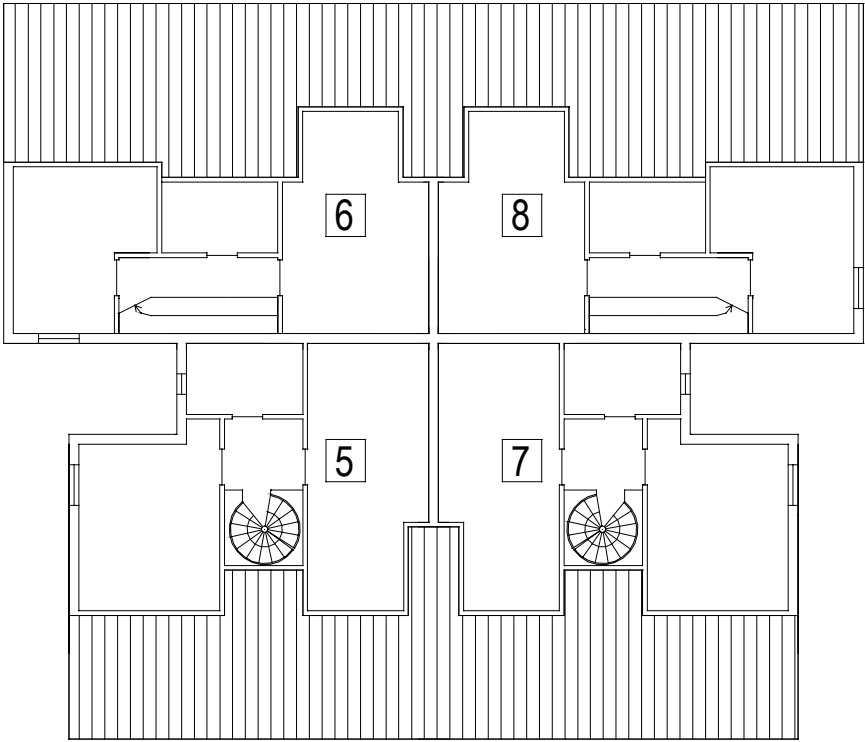
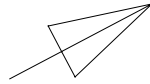
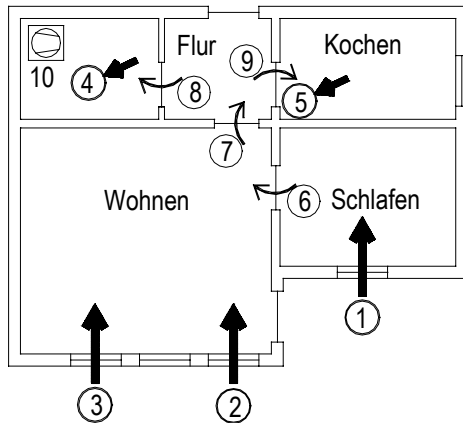


Abb. 7.18.2 Wohnungsübersicht + Lüftungskomponenten DG, MFH 18 (KWG)

Wohnung 1



Erdgeschoss



Erläuterungen zu dem Grundriß

- 1 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, SO
- 2 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, SO
- 3 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, SO
- 4 Ablufttellerventil \varnothing 60 mm als Deckenauslaß
- 5 Ablufttellerventil \varnothing 80 mm als Wandauslaß
- 6 Überströmöffnung Schlafen/Wohnen
- 7 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 8 Überströmöffnung Flur/Bad
- 9 Überströmöffnung Flur/Kochen
- 10 Ventilator im Badezimmer hinter einer Metallklappe in der Decke

Abb. 7.18.3 Grundriß + Lüftungskomponenten WE 18.1 im MFH 18 (KWG)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| Zulufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Wohnen | 22,6 | 55,4 | 16,6 | 44,3 | 27,7 | 1 | 0 | 30,0 | 0,54 | 16,6 | 0,30 |
| Schlafen | 9,7 | 23,7 | 7,1 | 18,9 | 11,8 | 0 | 1 | 7,1 | 0,30 | 30,0 | 1,27 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 32,3 | 79,0 | 23,7 | 63,2 | 39,5 | 1 | 1 | 37,1 | 0,8 | 46,6 | 1,6 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Flur | 4,3 | 10,5 | 3,2 | 8,4 | 5,3 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 4,3 | 10,5 | 3,2 | 8,4 | 5,3 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 3,2 | 37,1 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | (m ³ /h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Küche | 7,1 | 17,3 | 5,2 | 13,8 | 8,6 | 40 | 40,0 | 2,31 | 40,0 | 2,89 |
| Bad | 5,5 | 13,6 | 4,1 | 10,9 | 6,8 | 20 | 20,0 | 1,47 | 20,0 | 1,84 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 12,6 | 30,9 | 9,3 | 24,7 | 15,4 | 60 | 60,0 | 3,8 | 60,0 | 4,7 |
| Gesamtsumme | 49,1 | 120,4 | 36,1 | 96,3 | 60,2 | | 60,0 | 0,50 | 60,0 | 0,50 |

i:\excel\dat\10-10\18_1.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 20 |
| Abluft Küche | 40 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.18.4 Vorgabewerte WE 18.1 im MFH 18 (KWG)

| Gebäudedaten | | | | | Messung 1 wie vorgefunden Tag | | | | Messung 2 wie vorgefunden Nacht | | | | Messung 3 einreguliert Tag / max. | | | | Messung 4 einreguliert Nacht | | | |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|----------------------------------|---------|---------|--------|------------------------------------|-------|---------|---------|--------------------------------------|-------|-------|---------|---------------------------------|--------|-------|-------|
| WFI (m²) | | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | | Tag- oder Nachtbetrieb (t,n) | | | |
| Ventilator-Stufe (1 - 100%) | | Sollwerte | | | min. | | | | min. | | | | max. | | | | max. | | | |
| Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | Leistungsaufn. Ventilator (W) | | | | | | | |
| Zulufräume | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | | | | |
| | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| Wohnen | 25/10% | ? | 0,0 | 0,00 | nein! | 25/10% | ? | 0,0 | 0,00 | nein! | 100% | ? | 16,0 | 0,29 | nein! | 100% | ? | 16,0 | 0,29 | ja! |
| Schlafen | zu | ? | 0,0 | 0,00 | nein! | zu | ? | 0,0 | 0,00 | nein! | zu | ? | 8,0 | 0,34 | ja! | zu | ? | 8,0 | 0,34 | nein! |
| Summe Räume | 32,3 | 79,0 | 37,1 | 46,6 | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Ablufträume | WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | ALV | ÜÖ | Ist | ≥Soll | |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------|---------|--------|-------|-------|
| | | | | | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| Küche | 7,1 | 17,3 | 40,0 | 40,0 | 8 mm | ? | 18,0 | 1,04 | nein! |
| Bad | 5,5 | 13,6 | 20,0 | 20,0 | 20mm | ? | 27,0 | 1,99 | >115% |
| Summe Räume | 12,6 | 30,9 | 60,0 | 60,0 | | | | | |

| | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) |
|----------------------------------|------------|--------------|
| Gesamtluft = Summe Abluft | 60 | 60 |
| Zuluft über ZLV | 0 | 0 |
| Zuluft über Nebenluft | 100 | 45 |

| Ist | ≥Soll |
|-----|--------|
| (%) | (m³/h) |
| 100 | 45 |
| 0 | 0 |
| 100 | 45 |

| Ist | ≥Soll |
|-----|--------|
| (%) | (m³/h) |
| 100 | 45 |
| 0 | 0 |
| 100 | 45 |

| Ist | ≥Soll |
|-----|--------|
| (%) | (m³/h) |
| 100 | 57 |
| 42 | 24 |
| 58 | 33 |

| Ist | ≥Soll |
|-----|--------|
| (%) | (m³/h) |
| 100 | 57 |
| 42 | 24 |
| 58 | 33 |

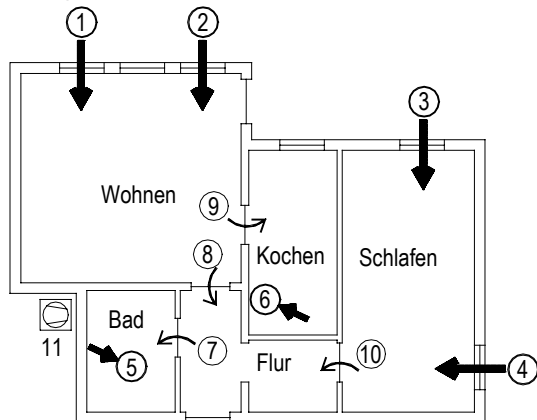
Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

☐ fehlender Wert oder deshalb falsche Summe

i:\excel\dat10-10\18_1.xls

Abb. 7.18.5 Meßergebnisse zentrale Ablufanlage wohnungsweise WE 18.1 im MFH 18 (KWG)

Wohnung 2 Erdgeschoss



Erläuterungen zu dem Grundriß

- 1 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, NW
- 2 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, NW
- 3 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, NW
- 4 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, NO
- 5 Abluftellerventil \varnothing 80 mm als Deckenauslaß
- 6 Abluftellerventil \varnothing 60 mm als Wandauslaß
- 7 Überströmöffnung Flur/Bad
- 8 Überströmöffnung Wohnen-Flur
- 9 Überströmöffnung Wohnen-Kochen
- 10 Überströmöffnung Schlafen-Flur
- 11 Ventilator in Abstellkammer außerhalb der Wohnung

Abb. 7.18.6 Grundriß + Lüftungskomponenten WE 18.2 im MFH 18 (KWG)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| Zulufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Wohnen | 23,8 | 58,4 | 17,5 | 46,7 | 29,2 | 2 | 0 | 60,0 | 1,03 | 17,5 | 0,30 |
| Schlafen | 17,9 | 43,8 | 13,2 | 35,1 | 21,9 | 0 | 2 | 13,2 | 0,30 | 60,0 | 1,37 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 41,7 | 102,3 | 30,7 | 81,8 | 51,1 | 2 | 2 | 73,2 | 1,3 | 77,5 | 1,7 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Flur | 7,3 | 17,8 | 5,3 | 14,2 | 8,9 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 7,3 | 17,8 | 5,3 | 14,2 | 8,9 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 5,3 | 73,2 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | | | | | (m ³ /h) | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Küche | 8,4 | 20,7 | 6,2 | 16,5 | 10,3 | 60 | 60,0 | 2,90 | 60,0 | 3,63 |
| Bad | 5,5 | 13,6 | 4,1 | 10,9 | 6,8 | 40 | 40,0 | 2,94 | 40,0 | 3,68 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 14,0 | 34,2 | 10,3 | 27,4 | 17,1 | 100 | 100,0 | 5,8 | 100,0 | 7,3 |
| Gesamtsumme | 63,0 | 154,3 | 46,3 | 123,4 | 77,1 | | 100,0 | 0,65 | 100,0 | 0,65 |

i:\excel\dat\10-10\18_2.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 40 |
| Abluft WC | 20 |
| Abluft Küche | 60 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.18.7 Vorgabewerte WE 18.2 im MFH 18 (KWG)

| Gebäudedaten | | | | | Messung 1 wie vorgefunden Tag | | | | | Messung 2 wie vorgefunden Nacht | | | | | Messung 3 einreguliert Tag / max. | | | | | Messung 4 einreguliert Nacht | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------------|---------|--------|--------|-------|------------------------------------|---------|--------|-------|--------|--------------------------------------|---------|--------|--------|-------|---------------------------------|---------|--------|--------|--------|-----|--------|-------|-------|
| WFI (m²) | Vol (m³) | Tag (m³/h) | Nacht (m³/h) | Sollwerte | ZLV | ÜO | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜO | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜO | Ist | ≥Soll | ZLV | ÜO | Ist | ≥Soll | | | | | | | | |
| | | | | | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | | | | |
| Wohnen | 23,8 | 58,4 | 60,0 | 17,5 | 25/75% | ? | 0,0 | 0,00 | nein! | 25/75% | ? | 0,0 | 0,00 | nein! | 50/50% | ? | 24,0 | 0,41 | nein! | 50/50% | ? | 24,0 | 0,41 | >115% | | | | |
| Schlafen | 17,9 | 43,8 | 13,2 | 60,0 | zu/100% | ? | 0,0 | 0,00 | nein! | zu/100% | ? | 0,0 | 0,00 | nein! | 100%/zu | ? | 15,4 | 0,35 | >115% | 100%/zu | ? | 15,4 | 0,35 | nein! | | | | |
| Summe Räume | 41,7 | 102,3 | 73,2 | 77,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ablufträume | | | | | ALV | ÜO | Ist | ≥Soll | ALV | ÜO | Ist | ≥Soll | ALV | ÜO | Ist | ≥Soll | ALV | ÜO | Ist | ≥Soll | | | | | | | | |
| | | | | | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | % offen | % offen | (m³/h) | (1/h) | j / n | | | | |
| Küche | 8,4 | 20,7 | 60,0 | 60,0 | 15U | 100 | 26,7 | 1,29 | nein! | 15U | 100 | 26,7 | 1,29 | nein! | 15U | 100 | 37,0 | 1,79 | nein! | 15U | 100 | 37,0 | 1,79 | nein! | | | | |
| Bad | 5,5 | 13,6 | 40,0 | 40,0 | 15U | 100 | 50,0 | 3,68 | >115% | 15U | 100 | 50,0 | 3,68 | >115% | 15U | 100 | 65,0 | 4,78 | >115% | 15U | 100 | 65,0 | 4,78 | >115% | | | | |
| Summe Räume | 14,0 | 34,2 | 100,0 | 100,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gesamtluft = Summe Abluft | | | | | Tag | Nacht | Ist | | ≥Soll | Tag | Nacht | Ist | | ≥Soll | Tag | Nacht | Ist | | ≥Soll | Tag | Nacht | Ist | | ≥Soll | | | | |
| | | | | | (m³/h) | (m³/h) | (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n | (m³/h) | (m³/h) | (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n | (m³/h) | (m³/h) | (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n | (m³/h) | (m³/h) | (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n |
| Zuluft über ZLV | | | | | 100 | 100 | 100 | 77 | 0,50 | nein! | 100 | 100 | 100 | 77 | 0,50 | nein! | 100 | 102 | 0,66 | ja! | 100 | 102 | 0,66 | ja! | 100 | 102 | 0,66 | ja! |
| Zuluft über Nebenluft | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | | 0 | 0 | 0 | 0,00 | | 39 | 39 | 0,26 | | 39 | 39 | 0,26 | | 61 | 63 | 0,41 | | |
| Zuluft über ZLV + Nebenluft | | | | | 100 | 100 | 100 | 77 | 0,50 | | 100 | 100 | 100 | 77 | 0,50 | | 139 | 141 | 0,92 | | 139 | 141 | 0,92 | | 161 | 166 | 1,07 | |

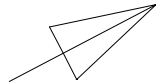
Legende:
ALV = Abluftventil, ÜO = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

fehlender Wert oder deshalb falsche Summe

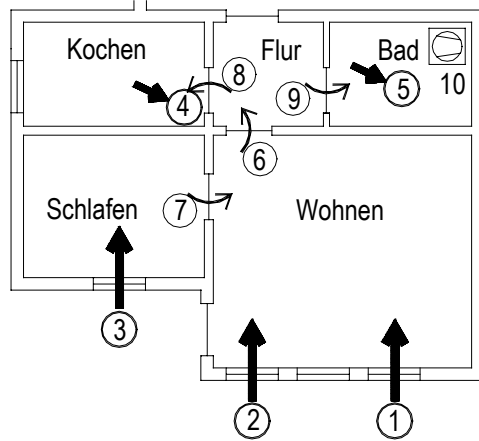
i:\excel\d10-1018_2.xls

Abb. 7.18.8 Meßergebnisse zentrale Abluftanlage wohnungsweise WE 18.2 im MFH 18 (KWG)

Wohnung 3



Erdgeschoss



Erläuterungen zu dem Grundriß

- 1 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, SO
- 2 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, SO
- 3 Zuluftöffnung Fresh 32 Spaltventil in Fensterrahmen, SO
- 4 Ablufttellerventil \varnothing 60 mm als Wandauslaß
- 5 Ablufttellerventil \varnothing 80mm als Deckenauslaß
- 6 Überströmöffnung Wohnen/Flur
- 7 Überströmöffnung Schlafen/Wohnen
- 8 Überströmöffnung Flur/Kochen
- 9 Überströmöffnung Flur/Bad
- 10 Ventilator hinter einer Metallklappe in der Decke

Abb. 7.18.9 Grundriß + Lüftungskomponenten WE 18.3 im MFH 18 (KWG)

| Gebäudedaten | | Detmold | | | LEG | ebök / EXPO / PHPP | | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| Zulufräume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | Tag Pers | Nacht Pers | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
| | | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Wohnen | 22,6 | 55,6 | 16,7 | 44,5 | 27,8 | 1 | 0 | 30,0 | 0,54 | 16,7 | 0,30 |
| Schlafen | 9,7 | 23,8 | 7,1 | 19,0 | 11,9 | 0 | 1 | 7,1 | 0,30 | 30,0 | 1,26 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Summe Zuluft | 32,3 | 79,3 | 23,8 | 63,5 | 39,7 | 1 | 1 | 37,1 | 0,8 | 46,7 | 1,6 |

| Neben- und Überstr-Räume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Flur | 4,3 | 9,6 | 2,9 | 7,7 | 4,8 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Summe Ub-Vol | 4,3 | 9,6 | 2,9 | 7,7 | 4,8 |

| ÜStr SOLL (m ³ /h) | Zuluft IST (m ³ /h) | Zusatz Bedarf (m ³ /h) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 2,9 | 37,1 | 0,0 |

| Ablufträume | WFI (m ²) | Vol (m ³) | 0,3 (m ³ /h) | 0,8 (m ³ /h) | 0,5 (m ³ /h) | (m ³ /h) | Tag-Soll | | Nacht-Soll | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | | | | | | (m ³ /h) | (1/h) | (m ³ /h) | (1/h) |
| Küche | 7,1 | 17,4 | 5,2 | 13,9 | 8,7 | 40 | 40,0 | 2,30 | 40,0 | 2,88 |
| Bad | 5,5 | 12,1 | 3,6 | 9,7 | 6,0 | 20 | 20,0 | 1,65 | 20,0 | 2,07 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Summe Abluft | 12,6 | 29,4 | 8,8 | 23,6 | 14,7 | 60 | 60,0 | 4,0 | 60,0 | 4,9 |
| Gesamtsumme | 49,1 | 118,4 | 35,5 | 94,7 | 59,2 | | 60,0 | 0,51 | 60,0 | 0,51 |

i:\excel5\10-10\18_3.xls

| Bedarf n. IWU: | (m ³ /h) |
|-------------------|---------------------|
| Zuluft pro Person | 30 |
| Abluft Bad | 20 |
| Abluft Küche | 40 |

NEI Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold
Studie Wohnungslüftung 09/2000

Abb. 7.18.10 Vorgabewerte WE 18.3 im MFH 18 (KWG)

| Gebäudedaten | | | | | Messung 1 wie vorgefunden Tag | | | | | Messung 2 einreguliert Tag | | | | | Messung 3 einreguliert Nacht | | | | | Messung 4 max. Leistung | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------------------------------|--------|--------|-------|-------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|----------------------------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--|
| WFI | | Vol | | Tag | | Nacht | | ZLV | | ÜÖ | | Ist | | ≥Soll | | ZLV | | ÜÖ | | Ist | | ≥Soll | | ZLV | | ÜÖ | | Ist | | ≥Soll | |
| (m²) | (m³) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (1/h) | j / n | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (1/h) | j / n | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| Wohnen | 22,6 | 55,6 | 30,0 | 16,7 | 100% | 100 | 27,0 | 0,49 | ja! | 100% | 100 | 30,0 | 0,54 | ja! | 100% | 100 | 30,0 | 0,54 | >115% | 100% | 100 | 31,6 | 0,57 | ja! | 100% | 100 | 31,6 | 0,57 | >115% | | |
| Schlafen | 9,7 | 23,8 | 7,1 | 30,0 | 100% | 100 | 13,5 | 0,57 | >115% | 100% | 100 | 15,0 | 0,63 | >115% | 100% | 100 | 15,0 | 0,63 | nein! | 100% | 100 | 15,8 | 0,66 | >115% | 100% | 100 | 15,8 | 0,66 | >115% | | |
| Summe Räume | 32,3 | 79,3 | 37,1 | 46,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| WFI | | Vol | | Tag | | Nacht | | ALV | | ÜÖ | | Ist | | ≥Soll | | ALV | | ÜÖ | | Ist | | ≥Soll | | ALV | | ÜÖ | | Ist | | ≥Soll | |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--|
| (m²) | (m³) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (1/h) | j / n | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (1/h) | j / n | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (m³/h) | (1/h) | j / n | |
| Küche | 7,1 | 17,4 | 40,0 | 40,0 | 20U | 100 | 34,0 | 1,96 | ja! | 20U | 100 | 40,0 | 2,30 | ja! | 20U | 100 | 40,0 | 2,30 | ja! | 20U | 100 | 32,0 | 1,84 | nein! | 20U | 100 | 32,0 | 1,84 | nein! | | |
| Bad | 5,5 | 12,1 | 20,0 | 20,0 | 3U | 100 | 19,0 | 1,57 | ja! | 3U | 100 | 22,0 | 1,82 | ja! | 3U | 100 | 22,0 | 1,82 | ja! | 7U | 100 | 40,0 | 3,31 | >115% | 7U | 100 | 40,0 | 3,31 | >115% | | |
| Summe Räume | 12,6 | 29,4 | 60,0 | 60,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Tag | | Nacht | | Ist | | ≥Soll | |
|---------------------------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|
| (m³/h) | (m³/h) | (%) | (m³/h) | (1/h) | j / n | (%) | (m³/h) |
| Gesamtluft = Summe Abluft | 60 | 60 | 100 | 53 | 0,45 | ja! | 100 |
| Zuluft über ZLV | | | 76 | 41 | 0,34 | | 73 |
| Zuluft über Nebenluft | | | 24 | 13 | 0,11 | | 27 |

Legende:
ALV = Abluftventil, ÜÖ = Überströmöffnung, ZLV = Zuluftventil

i:\excel5\10-10\18_3.xls

Abb. 7.18.11 Meßergebnisse zentrale Abluftanlage wohnungswise WE 18.3 im MFH 18 (KWG)

8. Datenblätter der Lüftungskomponenten

Dieses Kapitel enthält Auszüge aus den Datenblättern und Katalogen der Abluftventilatoren, WRG-Anlagen sowie ausgewählter Ventile, die in den untersuchten Objekten vorgefunden wurden. Abb. 8.1 zeigt eine Kurzübersicht wesentlicher Kenndaten dieser Ventilatoren und WRG-Anlagen.

| | | |
|-------------|------------------------------|--------|
| Abluft | Aereco VEF | 8 - 2 |
| | Essvent C1-120F | 8 - 4 |
| | Exhausto BESF 146-4-1 | 8 - 5 |
| | Exhausto BESF 160-4-1 | 8 - 5 |
| | Fresh 1000 | 8 - 6 |
| | Fresh 1500 | 8 - 8 |
| | Frivent Klimabox WR 25 | 8 - 10 |
| | Helios ZEB 350 | 8 - 12 |
| | Helios RADAX RR | 8 - 13 |
| | Soler&Palau CKB 600 | 8 - 17 |
| WRG | Paul thermos 201 DC | 8 - 15 |
| | TemoVex Jowex 200-175 | 8 - 18 |
| | Vallox KWL 100 | 8 - 20 |
| | Vallox KWL 120 | 8 - 20 |
| Ventile | Fresh 80 u. 100 | 8 - 21 |
| | Fresh Sturmbremsen | 8 - 23 |
| | Fresh Spaltventil | 8 - 24 |
| Meßtrichter | Airflow | 8 - 25 |
| Meßgerät | Airflow | 8 - 27 |

| Gerät | | Leistung | | Drehzahl | Rohranschluß | Strom- | Gehäuse- |
|-------|------------------------|-------------|------------|----------|--------------|----------|------------|
| Art | Hersteller | Freiblasend | bei 150 Pa | | | aufnahme | material |
| | | [m³/h] | [m³/h] | [min-1] | [mm] | [W] | |
| ZAV | Aereco VEF | 385 | k.A. | 1500 | 80, 125, 150 | 40 | Kunststoff |
| ZAV | Essvent C1-120F | 340 | 275 | 1350 | 125 | 100 | Stahlblech |
| ZAV | Exhausto BESF 146-4-1 | 610 | 300 | 1400 | 160 | 100 | Aluminium |
| ZAV | Exhausto BESF 160-4-1 | 1100 | 780 | 1400 | 200 | 100 | Aluminium |
| DAV | Fresh 1000 | 80 | k.A. | k.A. | 100 | 15 | Kunststoff |
| DAV | Fresh 1100 | 80 | k.A. | k.A. | 100 | 15 | Kunststoff |
| DAV | Fresh 1500 | 80 | k.A. | k.A. | 100 | 15 | Kunststoff |
| ZAV | Frivent Klimabox WR 25 | 450 | 900 | 1210 | 180 | 110 | Stahlblech |
| ZAV | Helios ZEB 350 | 345 | 320 | 1330 | 100, 125 | 75 | Stahlblech |
| DAV | Helios RADAX RR | 230 | 140 | 1900 | 100 | 41 | Kunststoff |
| DAV | Helios ELS 100 A | k.A. | k.A. | k.A. | 80 | 16 | Kunststoff |
| WRG | Paul thermos 201 DC | 275 | 190 | k.A. | 160 | k.A. | Kunststoff |
| ZAV | Soler&Palau CKB 600 | 600 | 370 | k.A. | k.A. | 135 | Stahlblech |
| WRG | TemoVex Jowex 200-175 | 350 | 210 | 2340 | 160 | k.A. | Kunststoff |
| WRG | Vallox KWL 100 | 360 | 330 | k.A. | 125 | 200 | Stahlblech |
| WRG | Vallox KWL 120 | 430 | 400 | k.A. | 125 | 265 | Stahlblech |

Abb. 8.1.: Kenndaten der Abluftventilatoren und WRG-Anlagen

k.A. keine Angaben

Aereco VEF

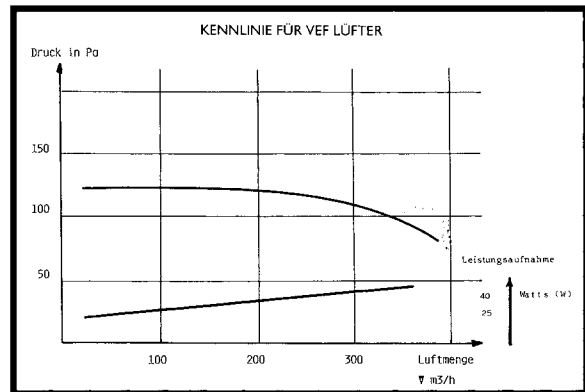
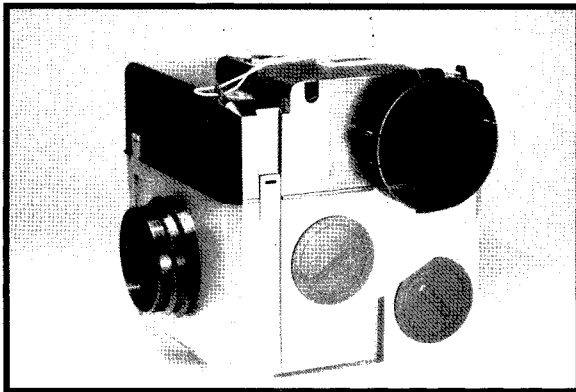
FUNKTION

Er sichert die Abführung der Abluft ins Freie.

BESCHREIBUNG

Der Lüfter ist der Motor des **Systems AERECO**. Er läuft kontinuierlich, d.h. 24 Stunden am Tag. Im Vergleich zum anfallenden Stromverbrauch eines Hauses; ist seine Leistungsaufnahme sehr gering (ca. 40 W). Die Leistung dieses Lüfters beträgt 350 m³/h bei 90 Pa. **Er funktioniert nach dem folgenden Prinzip:** Der Druck bleibt unabhängig von der durchströmenden Luftmenge stabil. Der Lüfter arbeitet

nur mit einer Geschwindigkeitsstufe. Die Luftmenge wird über die Abluftelemente reduziert. Das **AERECO System** kann nicht mit konventionellen Lüftern arbeiten, da deren Kennlinie proportional zur Luftmenge abfällt. Das **AERECO System** hingegen regelt kontinuierlich die Luftmenge, so daß bei einem herkömmlichen Lüfter auch der Druck ständig geändert und somit die Luftmenge beeinflusst würde. Unter solchen Bedingungen wäre keine zuverlässige Lüftung mehr gewährleistet.



Aereco VEF, wandhängend eingebaut in Objekt 15.

TECHNISCHE MERKMALE DES LÜFTERS

TECHNISCHE DATEN:

| | |
|---|--------------|
| - Schaufelrad-Durchmesser | 165 mm |
| - Drehzahl | 1500 U/min |
| - Schallpegel | 40 dB(a) |
| - Kondensator | 1 μ F |
| - Temperatur | < 50°C |
| - Nennstrom | 0,3 A |
| - Überlaststrom | 1 A |
| - Wechselstrom | 220 V, 50 Hz |
| - Dauergeschmierte und gekapselte Lager | |

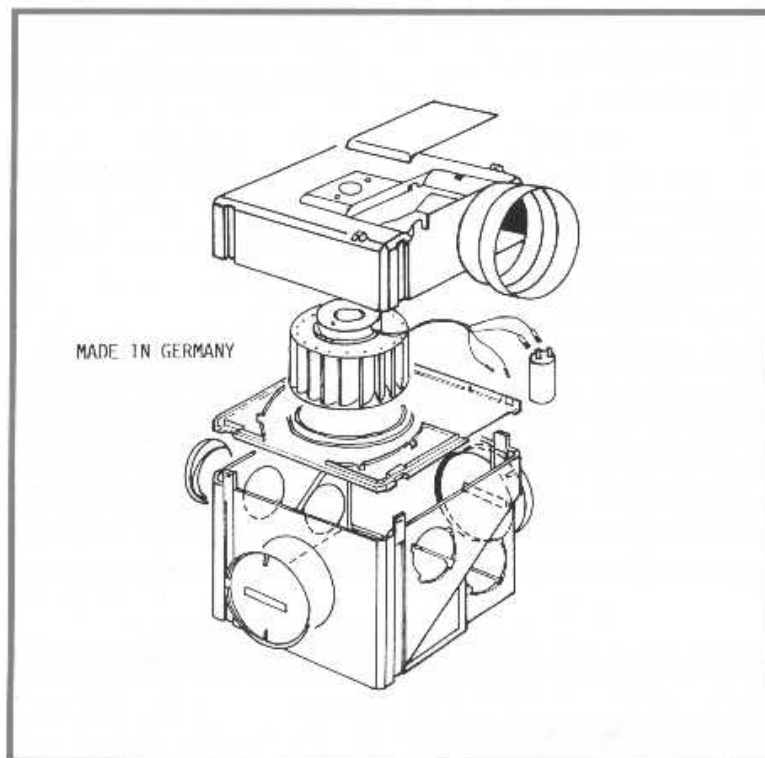
GEHÄUSE :

- Talkhaltiges Polypropylen
- Dreipunktaufhängung
- Gewicht : 5 kg
- Größe : 310 x 310 x 304 mm
- 4 Ansaugstutzen für Rohre DN 80
- 2 Ansaugstutzen für Rohre DN 125
- 1 Ausblasstutzen für DN 150

WARTUNG DES LÜFTERS

Da die Flügel des Schaufelrades sehr breit sind, genügt eine Wartung alle zwei Jahre.

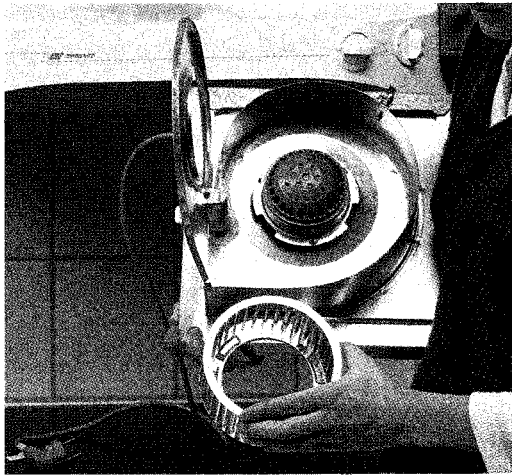
Hierzu den Lüfter ausschalten und sicherstellen, daß er nicht mehr mit Strom versorgt wird. Dann den schwarzen Teil des Gehäuses abheben und die Schrauben entfernen, mit denen der Einlaßstutzen befestigt ist (schwarze rechteckige Platte mit einer Bohrung in der Mitte). Danach ist der Lüfter zugänglich. Den Staub einfach mit einer Bürste von den Flügeln entfernen. Da der Motor dauergeschmiert ist, braucht kein Schmierfett und auch kein Öl eingefüllt zu werden. Nach dem Reinigen die entfernten Teile wieder anbringen und anschließend den Lüfter wieder in Betrieb setzen.



AERECO



Essvent C1-120F



Wartung

Zweimal im Jahr soll der Lüfter kontrolliert werden. Einfach den Schnappverschluß öffnen und den Lüfter herausnehmen, das Laufrad losdrehen und in warmen Wasser oder in der Spülmaschine abwaschen.

Diese regelmäßige Wartung garantiert einen problemfreien Betrieb.

Technische Daten

Der Essvent-Lüfter ist ein Radiallüfter mit nach hinten gerichteten Flügeln.

Motorleistung in Grundausführung:

100 W, 220 V, 50 Hz, 1350 r/m, Einphasenmotor.

Max Systemdurchsatz:

65 l/s (ca 235 m³/h).

Zuwahl: 125 W, max Systemdurchsatz: 100 l/s (ca 360 m³/h).

Feuergeschützte Ausführung.

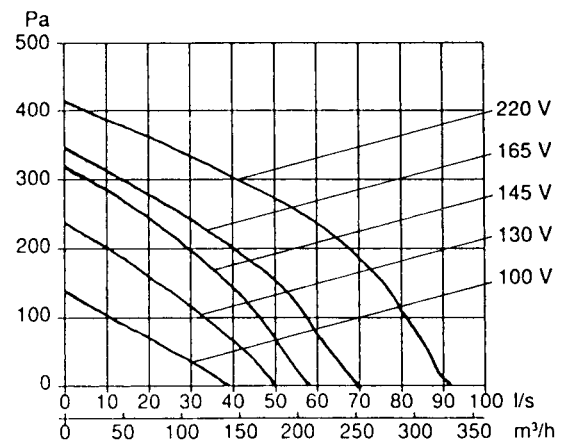
Abmessungen:

B x H x T = 312 x 312 x 185 mm

Gewicht: 7 kg

Rohranschlüsse: 3 x 125 mm

Leistungsdiagramm für Essvent.



EXHAUSTO Boxventilator Typ BESF



Anwendung und Konstruktion

Der EXHAUSTO Boxventilator Typ BESF ist ein totalisolierter und geräuscharmer Zentrifugalventilator mit einem Zentrifugalrad mit vorwärts gekrümmten, verzinkten Stahlblech-Schaufeln.

Er ist als Komfortgerät für Lüftungsaufgaben vorgesehen bei denen kleine Baudimensionen, niedrige Betriebskosten, hohe Betriebssicherheit, Leistungsfähigkeit und ein niedriger Schallpegel gefordert sind.

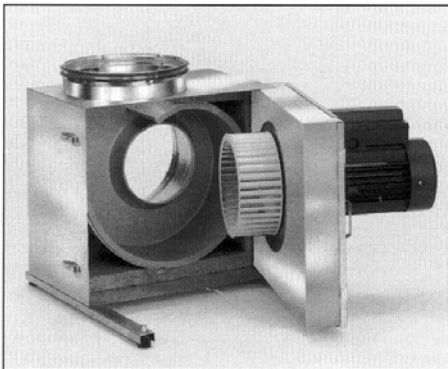
Der BESF besteht innen aus einem aluminiumgegossenen und isolierten Lüftergehäuse, außen aus verzinktem Blech.

Die verschiedenen Varianten der lieferbaren 7 BESF-Größen von 350 m³/h bis 5000 m³/h garantieren einen optimalen Betrieb.

Alle BESF Ventilatoren sind stufenlos regelbar lieferbar.

EXHAUSTO besitzt die Zertifizierung gemäß ISO 9001 (Zertifikat - Nr. 7382)

EXHAUSTO leistet eine 2-jährige Werksgarantie.



Schwenkbare Wartungstür


Der Boxventilator Typ BESF ist mit einer schwenkbaren Wartungstür versehen, auf welcher Motor und Zentrifugalrad montiert sind.


Die Tür ist mit Scharnieren versehen und kann mittels Schnappverschlüssen einfach geöffnet und geschlossen werden, wodurch die Wartung und Reinigung des Zentrifugalrades und Lüftergehäuses erleichtert wird.

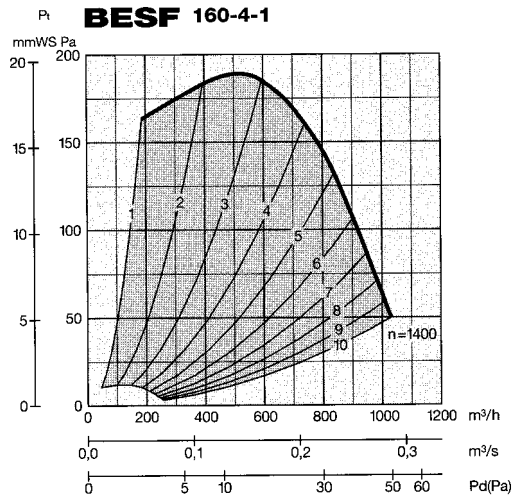
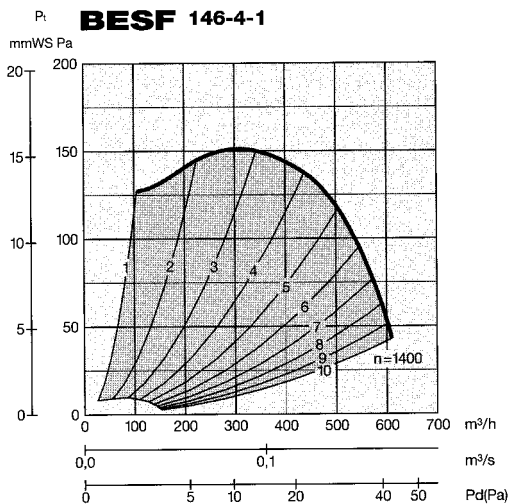
Kapazitätsdiagramme

BESF in 1x230 V sind stufenlos regelbar.

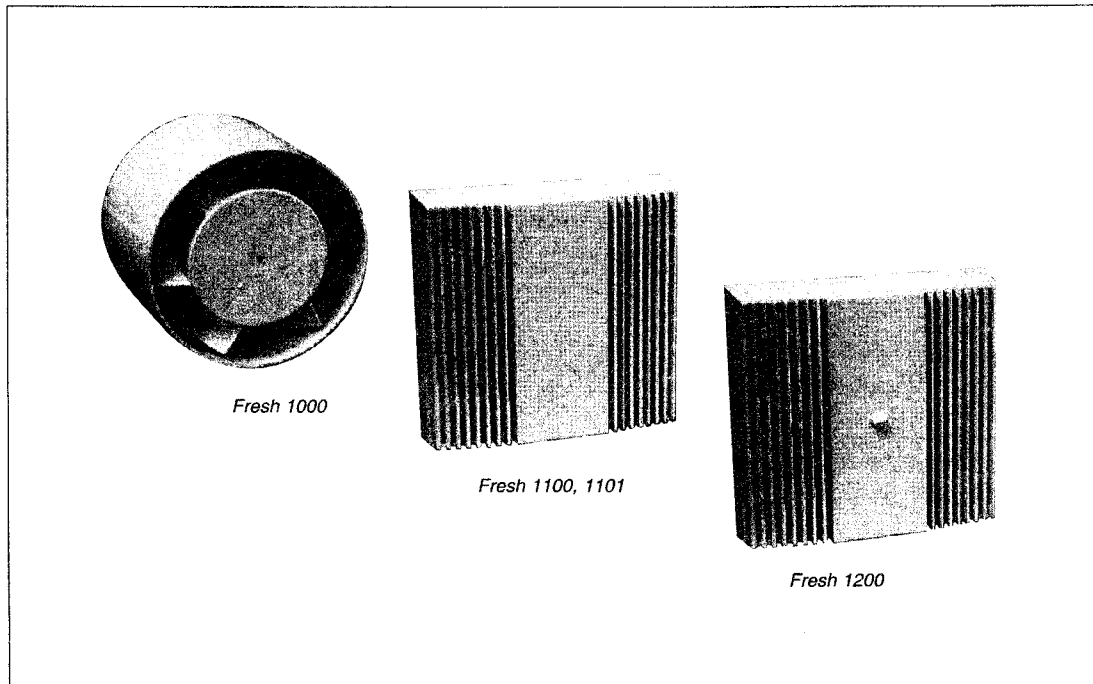
BESF mit Motorpowerrelais (MPR) sind stufenlos regelbar.

 Regelbare Boxventilatoren können zum Arbeitspunkt in diesem Gebiet gedrosselt werden.

 Ventilatoren können nicht zu Arbeitspunkten in diesem Gebiet gedrosselt werden.



Fresh Serie 1000



Fresh Serie 1000

Standardventilatoren für universelle Einsatzmöglichkeiten.

TYPEN

Fresh 1000

Einfacher Rohrventilator, der in das Fresh-Modulrohr oder in ein anderes passendes Rohr eingebaut wird. Einsetzbar für Druck- oder Sogfunktion.

Fresh 1100

Basismodell, Ventilator mit einer Geschwindigkeitsstufe, universell einsetzbar.

Fresh 1101

Ventilator mit eingebauter Timerfunktion. Der Timer wird mit dem Lichtschalter oder mit einem separatem Schalter in Gang gesetzt. Der Ventilator startet ca. 1 Minute nachdem der Schalter betätigt worden ist, und er stellt sich, ca. 7 Minuten nachdem er ausgeschaltet worden ist, wieder ab.

Fresh 1200

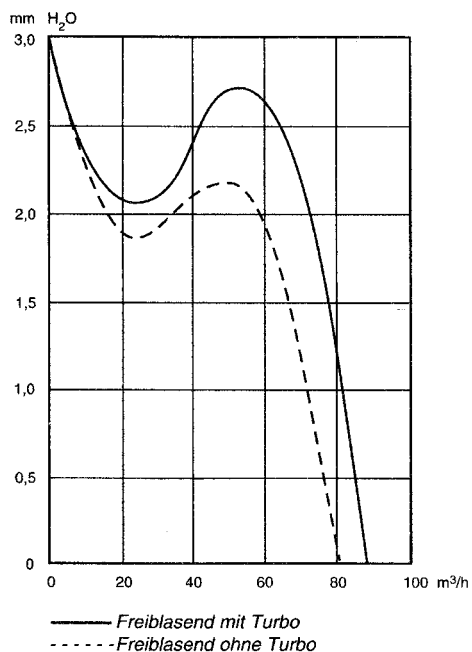
Ventilator mit regelbarer Geschwindigkeit. Gut geeignet für Dauerbetrieb. Mit Hilfe der stufenlosen Einstellung kann sowohl die Luftmenge als auch der Geräuschpegel reguliert werden.

| Modell | Funktion | Kapazität m³/h | Geräuschniveau dBA | RSK-nr | E-nr | Schutzklasse/ Zulassung |
|--------|--|----------------|--------------------|-----------|-----------|----------------------------|
| 1000 | Rohrventilator | 80 | 42 | 875 79 28 | 93 028 44 | IP44 □ S D N F |
| 1100 | Ventilator | 80 | 42 | 875 78 91 | 93 028 45 | IP44 △ □ S D N F |
| 1101 | Ventilator mit eingebauter Timerfunktion | 80 | 42 | 875 78 73 | 93 028 41 | |
| 1200 | Ventilator mit eingebauter Drehzahlregulierung | 20-80 | 26-42 | 875 78 92 | 93 028 46 | |

9503

Fresh Serie 1000

6:5



KAPAZITÄT

Fresh Serie 1000

Freiblasend:
 Fresh 1000, 1100, 1101: 80 m³/h
 Fresh 1200: 20-80 m³/h stufenlos

Technische Daten

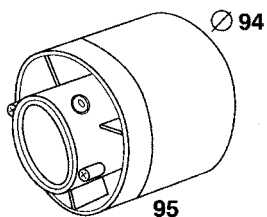
Spannung: 230-240 V, 50 Hz
 Leistung: 15 W
 Überhitzungsschutz bei 60° C

Die Fresh-Ventilatoren verfügen über hochwertige Gleitlager aus Metall. Dies ermöglicht einen kontinuierlichen Dauerbetrieb. Die Fresh-Ventilatoren dieser Serie sind nach IP44 anerkannt. (Ausgenommen der Typ 1000).

Bitte beachten Sie: Fresh-Ventilatoren dürfen nicht in Dunstabzugskanäle eingebaut werden.

MAßE

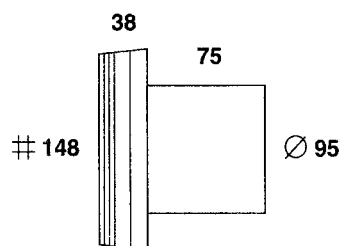
Fresh 1000-Serien



Bohrung mind. Ø 96 mm. Bei Verwendung von Modulrohren mind. Ø 100 mm.

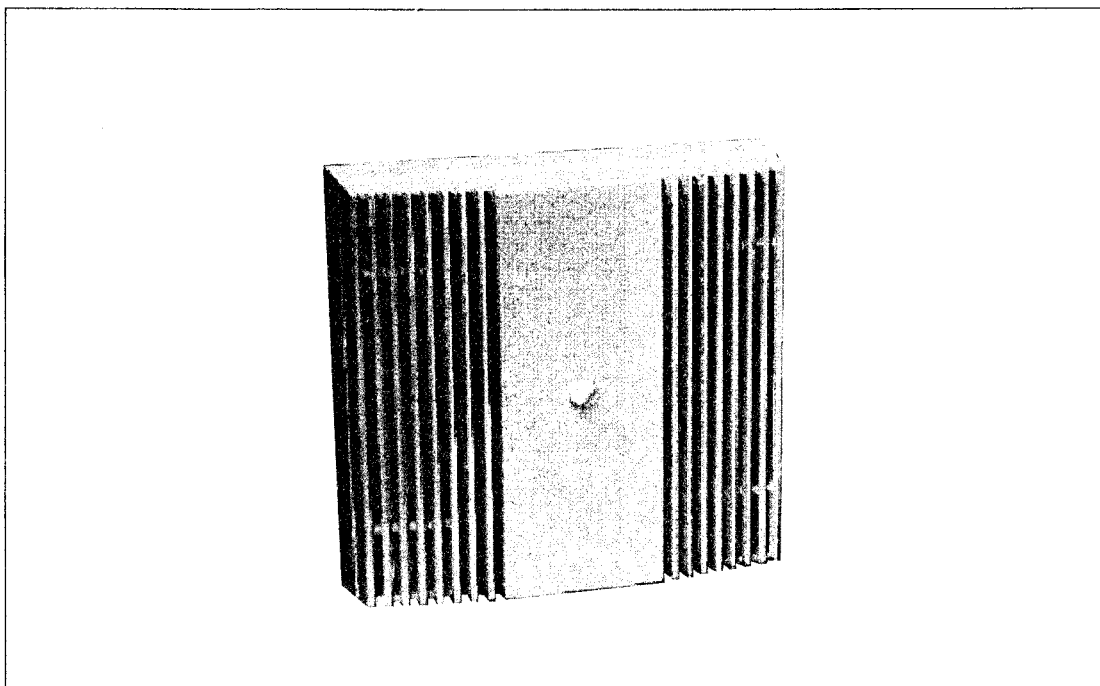
MAßE

Fresh 1100, 1101, 1200



Bohrung mind. Ø 96 mm. Bei Verwendung von Modulrohren mind. Ø 100 mm.

Fresh Serie 1500



Die Freshserie 1500

Fresh 1500 eignet sich besonders für den Einsatz in feuchtigkeitsbelasteten Räumen. Die elektronische Feuchtigkeitssteuerung arbeitet präzise innerhalb der eingestellten Werte.

Fresh 1503

Elektronische Feuchtigkeitssteuerung, Timerfunktion und zwei Geschwindigkeitsstufen. Die Feuchtigkeitssteuerung arbeitet wie bei Fresh 1500. Die Zeitsteuerung wird entweder mit dem Lichtschalter oder einem separaten Schalter aktiviert. Der Ventilator startet ca. 1 Minute nach dem Einschalten und läuft bis ca. 7 Minuten nach dem Ausschalten. Bitte beachten Sie folgende Unterschiede:

TYPEN

Fresh 1500

Elektronische Feuchtigkeitssteuerung. Der Ventilator schaltet ein, wenn die Feuchtigkeit den eingestellten Wert übersteigt. Der Regler für die Feuchtigkeitssteuerung befindet sich auf der Abdeckhaube und ist einstellbar von 30 - 90 % Luftfeuchtigkeit.

Zeitsteuerung = halbe Geschwindigkeit
Feuchtigkeitssteuerung = volle Geschwindigkeit

Hinweis: Die Feuchtigkeitssteuerung hat immer Vorrang!

| Modell | Funktion | Kapazität m³/h | Geräuschniveau dBA | RSK-nr | E-nr | Schutzklasse/ Zulassung |
|--------|--|-------------------|-----------------------|-----------|-----------|----------------------------|
| 1500 | Feuchtigkeitsgesteuert | 80 | 42 | 875 79 06 | 93 030 08 | IP 44 |
| 1503 | Feuchtigkeitsgesteuert mit 2 Geschwindigkeiten und zeitsteuerung | 55 - 80 | 28 - 42 | 875 79 07 | 93 030 09 | |

9503

Fresh Serie 1500

6:17

KAPAZITÄT

Fresh Serie 1500

Freiblasend: 80 m³/h

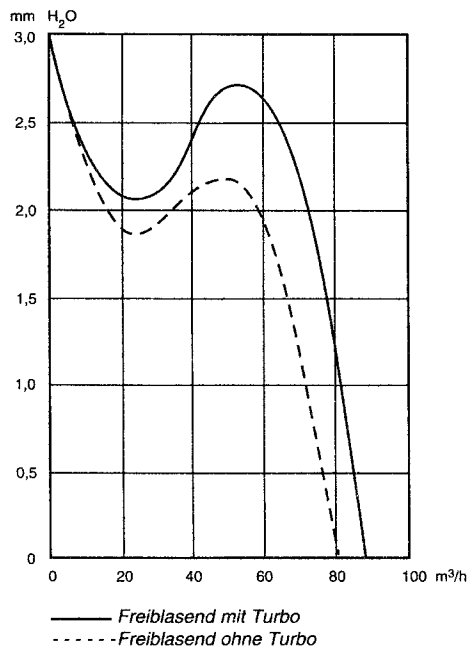
Technische Daten

Spannung: 230-240 V, 50 Hz

Leistung: 15 W

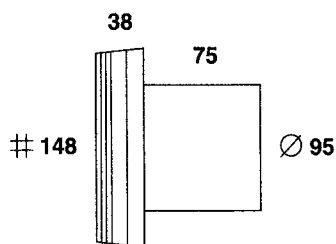
Überhitzungsschutz bei 60° C

Die Fresh-Ventilatoren verfügen über hochwertige Gleitlager aus Metall. Dies ermöglicht einen kontinuierlichen Dauerbetrieb. Die Fresh-Ventilatoren dieser Serie sind nach IP44 anerkannt. Bitte beachten Sie: Fresh-Ventilatoren dürfen nicht in Dunstabzugskanäle eingebaut werden.



MAßE

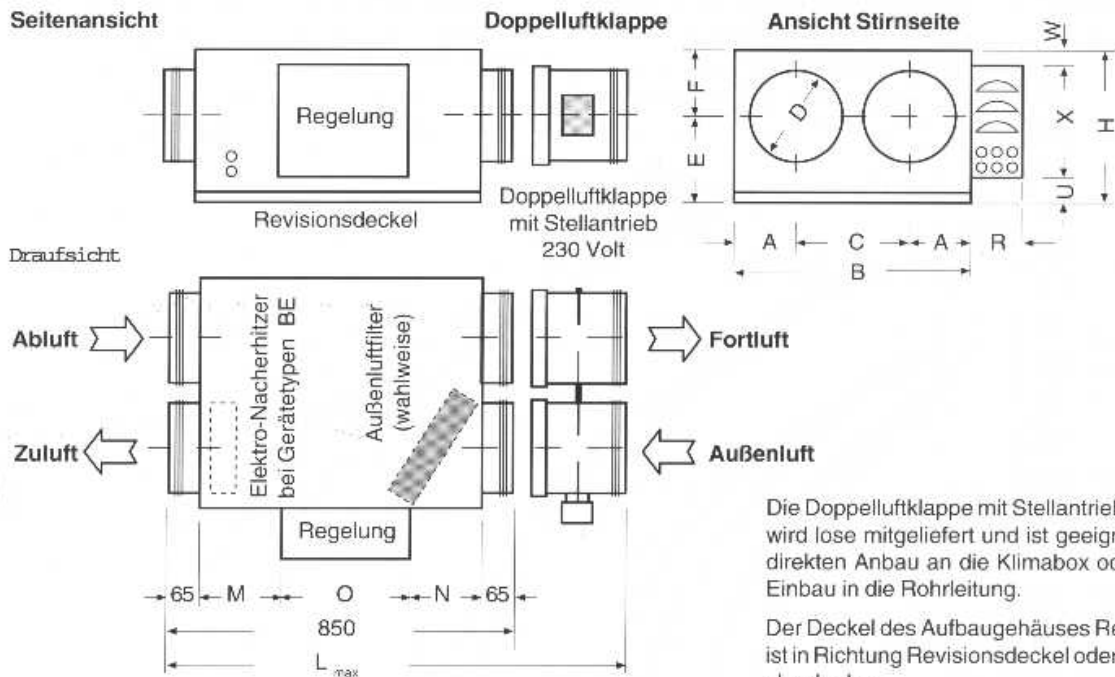
Fresh 1500/1503



Bohrung mind. \varnothing 96 mm. Bei Anwendung von Modulrohren mind. \varnothing 100 mm.

Wärmerückgewinner FRIVENT Klimabox

Abmessungen



Die Doppelluftklappe mit Stellantrieb 230 V, wird lose mitgeliefert und ist geeignet zum direkten Anbau an die Klimabox oder zum Einbau in die Rohrleitung.

Der Deckel des Aufbaugesäßes Regelung ist in Richtung Revisionsdeckel oder seitlich abnehmbar

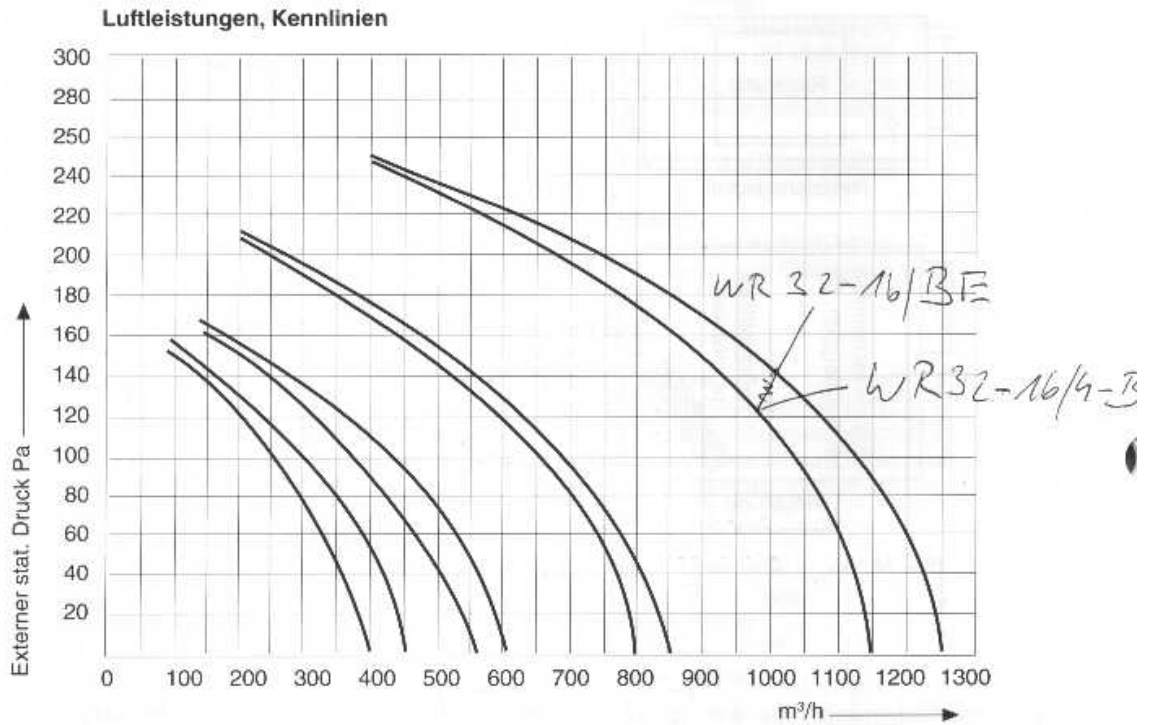
| Klimabox ohne Nacherhitzer Type | | WR | 25-10/4 B | 25-16/4 B | 28-16/4 B | 32-16/4 B | | |
|---|-----------------------|----|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Bestell-Nummer | | | 70303000 | 70403000 | 72003000 | 70603000 | | |
| Zu-/Abluft je ¹ | m ³ /h | | 450 | 600 | 850 | 1200 | | |
| Klimabox mit Elektronacherhitzer | | WR | 25-10/4 BE | 25-16/4 BE | 28-16/4 BE | 28-16/4 BE | 32-16/4 BE | 32-16/4 BE |
| Elektroheizung | kW | | 2 x 1,0 | 2 x 1,0 | 3 x 1,5 | 3 x 2,0 | 3 x 1,5 | 3 x 2,0 |
| Bestell-Nr. | | | 70303020 | 70403020 | 72003020 | 72003026 | 70603020 | 70603026 |
| Zu-/Abluft ¹ je | m ³ /h | | 400 | 550 | 800 | 800 | 1100 | 1100 |
| Motor 230 Volt | n(min ⁻¹) | | 1210 | 1330 | 1350 | 1350 | 1380 | 1380 |
| Leistung | Watt | | 110 | 110 | 210 | 210 | 300 | 300 |
| Nennstrom | A | | 0,84 | 0,84 | 1,60 | 1,60 | 2,20 | 2,20 |
| Schallpegel | dB(A) | | 47 | 48 | 51 | 51 | 52 | 52 |
| Länge L _{max} (einschl. Klappen) | mm | | 1070 | 1070 | 1125 | 1125 | 1125 | 1125 |
| Breite B | mm | | 500 | 550 | 690 | 690 | 690 | 690 |
| Höhe H | mm | | 275 | 360 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Rohranschluß Ø | D | mm | 180 ^{**1} | 200 | 250 | 250 | 315 | 315 |
| | A | mm | 115 | 135 | 200 | 200 | 175 | 175 |
| | C | mm | 270 | 280 | 290 | 290 | 340 | 340 |
| | E | mm | 155 | 215 | 245 | 245 | 220 | 220 |
| | F | mm | 120 | 145 | 155 | 155 | 180 | 180 |
| | K | mm | 200 | 200 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| | Regelteil | M | mm | 223 | 223 | 235 | 235 | 235 |
| N | | mm | 200 | 200 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| O | | mm | 297 | 297 | 347 | 347 | 347 | 347 |
| R | | mm | 125 | 125 | 145 | 145 | 145 | 145 |
| U | | mm | 35 | 80 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| W | | mm | 20 | 60 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| X | | mm | 220 | 220 | 241 | 241 | 241 | 241 |

¹ Nennluftmenge, freiblasend, Zuluft = Abluft

^{**1} auch mit Durchmesser 160 mm lieferbar

Luftleistungen

Wärmerückgewinner FRIVENT Klimabox



Bei annähernd gleichen Drücken ist der Volumenstrom der Zuluft m³/h gleich dem Volumenstrom der Abluft m³/h.

- | | | |
|----------------------|---------|---|
| Leistungskennlinie 1 | Type B | mit Außenluftfilter, ohne Nacherhitzer |
| Leistungskennlinie 2 | Type BE | mit Außenluftfilter und Elektronacherhitzer |



Bild links: Klimabox eingebaut in Technikraum

Zentralentlüftungs-Box

Typ ZEB 350

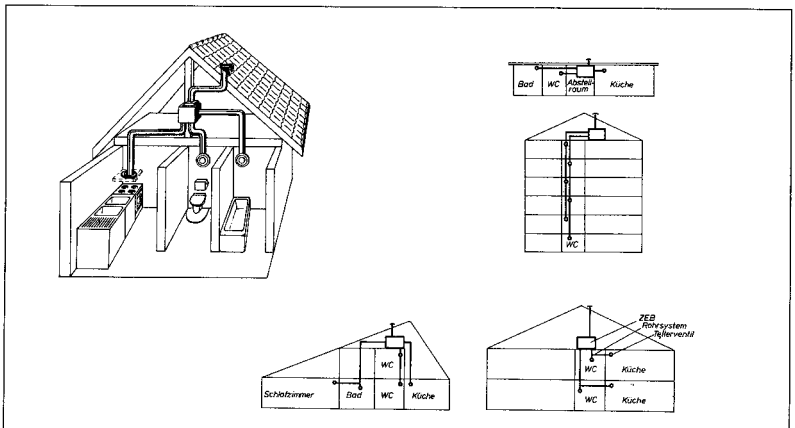
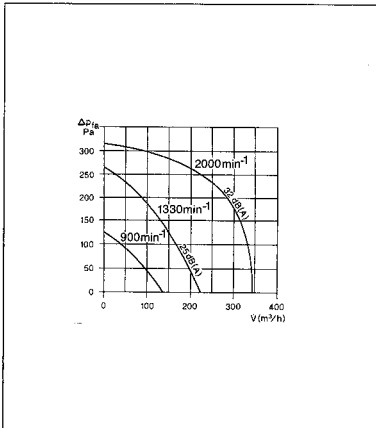
Kompakte Ventilatorbox mit drei Abluftanschlüssen und schallabsorbierender Innenauskleidung. Für vielseitigen Einsatz im Wohn-, Gewerbe- und Industriebereich.

TECHNISCHE DATEN

| | |
|---|---------------|
| Luftleistung m ³ /h | 135/225/350 |
| Spannung: Volt/50 Hz | 1 ~ 230 |
| Leistungsaufnahme max. W | 75 |
| Nennstrom max A | 0,40 |
| Drehzahlen min ⁻¹ | 900/1330/2000 |
| Max. zulässige Temperatur °C | +40 |
| Schalldruckpegel, Abstrahlgeräusch in 4 m Abstand, siehe Kennlinien | |
| L _{wa} saugseitig dB(A) | 48-53 |
| L _{wa} druckseitig dB(A) | 60-65 |
| Gewicht ca. kg | 6 |
| Art.-Nr. | 15092 |

ZUBEHÖR

Drehzahl-Betriebsschalter, 4-stufig für Aufputzinstallation, Typ DSZ. Art.-Nr. 15093



EINSATZ

Hunderttausendfach bewährte Lösung für die gleichzeitige und zentrale Lüftung mehrerer Bereiche oder Räume.

Die ZEB erfüllt die Forderungen der DIN 18017 Bl. 3 und ist im Wohnbereich für die Lüftung von Küche, Eßplatz, Bad, WC und anderen Räumen im Einfamilienhaus oder in der Etagen-Wohnung geeignet.

Als Zentralgerät (Montage unter Dach) übernimmt sie die Entlüftung der Sanitärräume über mehrere Stockwerke.

Auch im gewerblichen und industriellen Bereich vielseitig (z. B. für die Entlüftung von Toiletten-Anlagen oder zur Absaugung von Dämpfen an Arbeitsplätzen) einsetzbar.

BESCHREIBUNG

- Robustes Gehäuse aus verzinktem Stahlblech. Zur Geräuschkämpfung innen mit Mineralfaserplatten ausgekleidet.
- Alle drei Ansaug- und der Luftaustrittsstutzen sind für Rohre der NW 100 und 125 mm ausgebildet.
- Drei Drehzahlen ermöglichen variable Leistungsanpassung. Mittels elektronischem Steller auch stufenlos von 0-100%.
- Service- und anschlussfreundlich. Durch Lösen von zwei Schrauben wird der elektrische Anschluß und die Ventilatoreinheit zugänglich.
- Geräuscharmes vorwärtsgekrümmtes Trommelauftrad aus verzinktem Stahlblech in aerodynamisch optimierter Spirale. Einströmung über Düse.
- Geschlossener, kugellagerter Außenläufermotor in Schutzart IP 44, mit Feuchtigkeitsschutz, Isolationsklasse B, für Dauerbetrieb, wartungs- und funktionsfrei.
- Motorschutz durch eingebaute Thermokontakte, mit der Wicklung in Reihe verdrahtet, selbsttätig aus- und nach erfolgter Abkühlung wieder einschaltend.

MONTAGE

- Ohne Einschränkung in jeder Lage. Zu Gunsten minimaler Geräusche Einbau ins Rohrsystem vorzugsweise entfernt vom zu lüftenden Raum. Anschluß nach Schaltschema Nr. SS 412. Für dreistufigen Betrieb 5x1,5 mm² erforderlich.

ROHRSYSTEM

- Es können z. B. starre Wickelfalzrohre flexible Aluminium- oder auch Kunststoffrohre eingesetzt werden. Bei mehr als zwei Geschossen sind jedoch die Brandschutzbestimmungen zu beachten.

100 mm ø Radial-Rohrventilatoren RADAX® RR und RRK



Zur Förderung mittlerer und kleinerer Luftvolumen gegen hohe Widerstände.

Speziell für direktes Zwischensetzen in Rohrsysteme konzipiert. Hohe Druckleistung zur Überwindung von Reibungs-, Umlenkverlusten sowie Aggregatwiderständen. Für vielseitige Anwendungen in Gewerbe-, Industrie- und Wohnbereich.

■ Besondere Eigenschaften

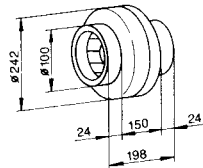
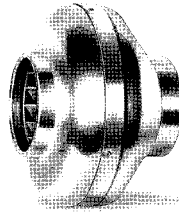
- Geringer Platzbedarf und minimaler Bauaufwand, da geradlinige Durchströmung.
- Aufwendige Umlenkungen entfallen.
- Ansaug- und Ausblasstutzen entsprechen den Norm-Rohr-ø.
- Leistungsanpassung durch 100%ige Drehzahlsteuerbarkeit.
- Einsetzbar in jeder Lage.
- Umfangreiches Zubehör.
- Aerodynamisch optimierte Gehäusegestaltung.

■ Gemeinsamkeiten

- Motor** Geschlossener, kugellagerter Außenläufermotor mit Feuchtschutz, Isolationsklasse B, für Dauerbetrieb, wartungs- und funktionsfrei.
- Motorschutz** Durch eingebaute Thermokontakte mit der Wicklung in Reihe verdrahtet, selbsttätig aus- und nach erfolgter Abkühlung wieder einschaltend.
- Leistungsregelung** Von 0 – 100 % mittels stufenlosen elektronischen Stellern oder geräuschlosen Stufenratros möglich.

■ Baureihe RR

Marktführende Geräteserie mit günstigem Preis-/Leistungsverhältnis.



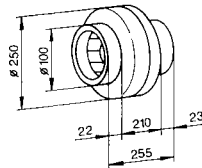
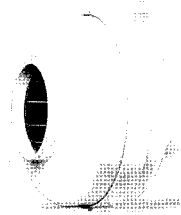
Maße in mm

■ Beschreibung RR

- Gehäuse** Aus verzinktem Stahlblech, robust für harte Einsatzbedingungen. Saug- und druckseitige Anschlußmaße auf Norm-Rohr-ø abgestimmt.
- Elektrischer Anschluß** Klemmenkasten (IP 55) außen am Gehäuse.
- Laufblad** Radial, mit rückwärts gekrümmten Schaufeln aus Kunststoff. Direkt auf Motor gepreßt und als Einheit dynamisch ausgewuchtet. Geräuscharm, hoher Wirkungsgrad.
- Schutzart** Durch saug- und druckseitigen Einbau in ein Rohrsystem, das den Einfall von Regenwasser verhindert, ist IP 44 gegeben.

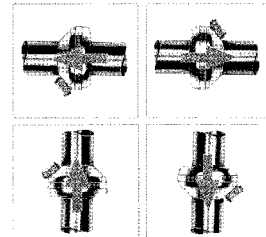
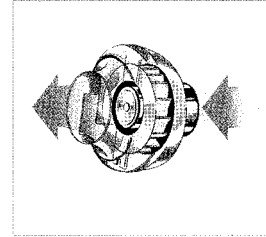
■ Baureihe RRK

Alternative in korrosionsbeständigem und schlagfestem Kunststoffgehäuse.



■ Beschreibung RRK

- Gehäuse** Alle Bauteile aus korrosions- und schlagfestem Kunststoff. Acht eingebaute Leitschaufeln erhöhen zusätzlich den Wirkungsgrad. Farbe hellgrau.
- Elektrischer Anschluß** Klemmenkasten (IP 55) außen am Gehäuse.
- Laufblad** Radial, mit rückwärts gekrümmten Schaufeln aus Kunststoff. Direkt auf Motor gepreßt und als Einheit dynamisch ausgewuchtet. Geräuscharm, hoher Wirkungsgrad.
- Schutzart** IP 44



- Montage** Ohne Einschränkungen in jeder Lage – waagrecht, senkrecht, schräg – durch entsprechenden Einbau für Be- oder Entlüftung verwendbar. Zu Gunsten minimaler Geräusche Einbau ins Rohrsystem vorzugsweise entfernt vom zu lüftenden Raum.

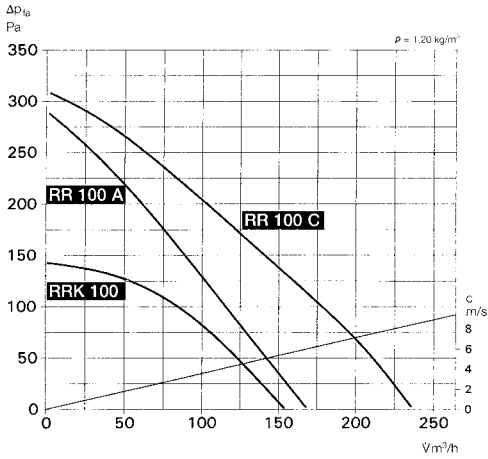
Technische Daten

| Type | RR 100 A | RR 100 C | RRK 100 |
|---------------------------------|----------|----------|---------|
| Bestell-Nr. | 5653 | 5654 | 5957 |
| Anschluß-ø mm | 100 | 100 | 100 |
| Fördervolumen freiblasend m³/h | 175 | 240 | 156 |
| Drehzahl min⁻¹ | 1900 | 2460 | 2410 |
| Schalldruckpegel in 1 m | | | |
| – Gehäuseabstrahlung dB(A) | 38 | 47 | 37 |
| – Luftgeräusch saugseitig dB(A) | 50 | 60 | 54 |
| Spannung: Volt/50 Hz | 230 – | 230 – | 230 – |
| Leistungsaufnahme W | 41 | 70 | 34 |
| Stromaufnahme A | 0,18 | 0,32 | 0,19 |
| Gewicht ca. kg | 2,5 | 2,5 | 1,7 |
| Fördermitteltemperatur max. °C | 60 | 60 | 60 |
| Anschluß nach Schallplan Nr. SS | 508 | 508 | 508 |

| RR 100 A | | Hz | Ges. | 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | 4k | 8k |
|-----------------|-------------|-------|------|-----|-----|-----|----|----|----|----|
| L _{WA} | Abstrahlung | dB(A) | 45 | 39 | 42 | 38 | 37 | 32 | 28 | 26 |
| L _{WA} | Saugseitig | dB(A) | 57 | 41 | 54 | 51 | 50 | 46 | 38 | 28 |

| RR 100 C | | Hz | Ges. | 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | 4k | 8k |
|-----------------|-------------|-------|------|-----|-----|-----|----|----|----|----|
| L _{WA} | Abstrahlung | dB(A) | 54 | 40 | 51 | 48 | 48 | 42 | 40 | 35 |
| L _{WA} | Saugseitig | dB(A) | 67 | 45 | 64 | 61 | 60 | 56 | 50 | 40 |

| RRK 100 | | Hz | Ges. | 125 | 250 | 500 | 1k | 2k | 4k | 8k |
|-----------------|-------------|-------|------|-----|-----|-----|----|----|----|----|
| L _{WA} | Abstrahlung | dB(A) | 44 | 35 | 35 | 46 | 41 | 35 | 20 | 18 |
| L _{WA} | Saugseitig | dB(A) | 61 | 56 | 59 | 55 | 48 | 41 | 32 | 27 |



■ **Geräusch** Oberhalb des Kennlinienfeldes sind Summenpegel und Spektrum für – Schalleistung Gehäuseabstrahlung – Schalleistung Saug-/Druckseite in dB(A) genannt. In der Typentabelle (siehe linke Seite) sind zusätzlich das – Abstrahengeräusch und saugseitige Luftgeräusch als Schalldruck in 1 m (Freifeldbedingungen) genannt.

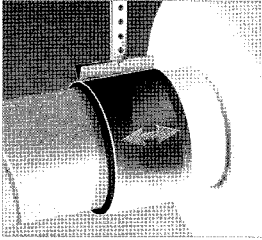
| Hinweise | Seite |
|------------------------|--------|
| Techn. Beschreibung | 108 |
| Auswahltabelle | 109 |
| Projektierungshinweise | 12 ff. |
| Baukasten-System | 110 |

Hinweis Rohrsystem
Sämtliche Helios-Systemkomponenten sind auf Normrohr-ø abgestimmt. Es können z. B. starre Wickelfalzrohre, flexible Aluminium- oder auch Kunststoffrohre eingesetzt werden. Bei mehr als zwei Geschossen sind jedoch die Brandschutzbestimmungen zu beachten.

■ Zubehör für RR und RRK

Befestigungs-Verbindungs-manschetten

Type BM 100 Best.-Nr. 5075
Für körperschallfreie Verbindung von Ventilator und Rohrleitung und zur Abhängung. Bei Montage Lüftungsrohr und Ventilatorstützen mit Distanz montieren und Manschette umlegen.



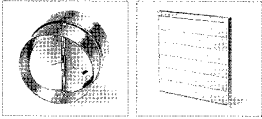
Montagekonsole

Type MK 4 Best.-Nr. 5824
Zur Befestigung an Decke, Wand, Boden; verzinktes Stahlblech.



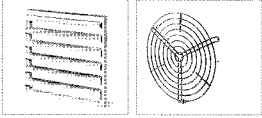
Rohrverschlußklappe

Type RSKK 100 Best.-Nr. 5106
Selbsttätig, aus Kunststoff.



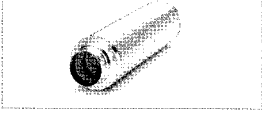
Außenwandverschlußklappe

Type VK 10 Best.-Nr. 0757
Selbsttätig aus Kunststoff, hellgrau.



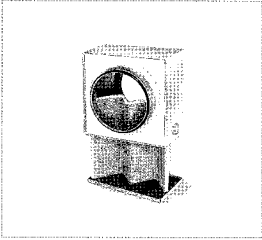
Außenwandabdeckgitter

Type G 10 Best.-Nr. 0796
Aus Kunststoff, hellgrau.



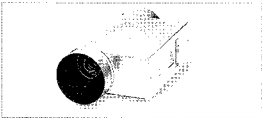
Schutzgitter

Type SGR 100 Best.-Nr. 5063
Zur saug- und druckseitigen Montage am Ventilator, Stahl, verzinkt.



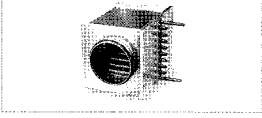
Flexibler Telefonie-Schalldämpfer

Type FSD 100 Best.-Nr. 0415
Aus Aluminiumrohr mit beidseitigen Steckstützen. Schalldämmung 25 mm stark, Baulänge 1 m.



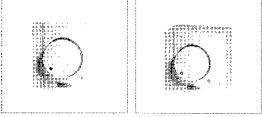
Luftfilterbox

Type LFBR 100 Best.-Nr. 8576
Luftfilter mit großer Fläche und Aufnahmekapazität zum Einbau in den Rohrverlauf. Anschlüsse mit Doppellippendichtung, auf Norm-ø abgestimmt.



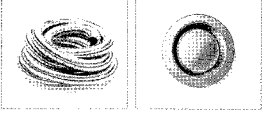
Elektro-Heizregister

Type EHR-R 0,4/100 Best.-Nr. 8708
Im Rohrgehäuse aus verzinktem Stahlblech, für den Einbau im Rohrverlauf.



Warmwasser-Heizregister

Type WHR 100 Best.-Nr. 9479
Kompakter Wärmetauscher zum Einbau ins Rohrsystem.



Trafo-Drehzahlsteller

Type TSW 0,3 Best.-Nr. 3608

Elektronische Drehzahlsteller

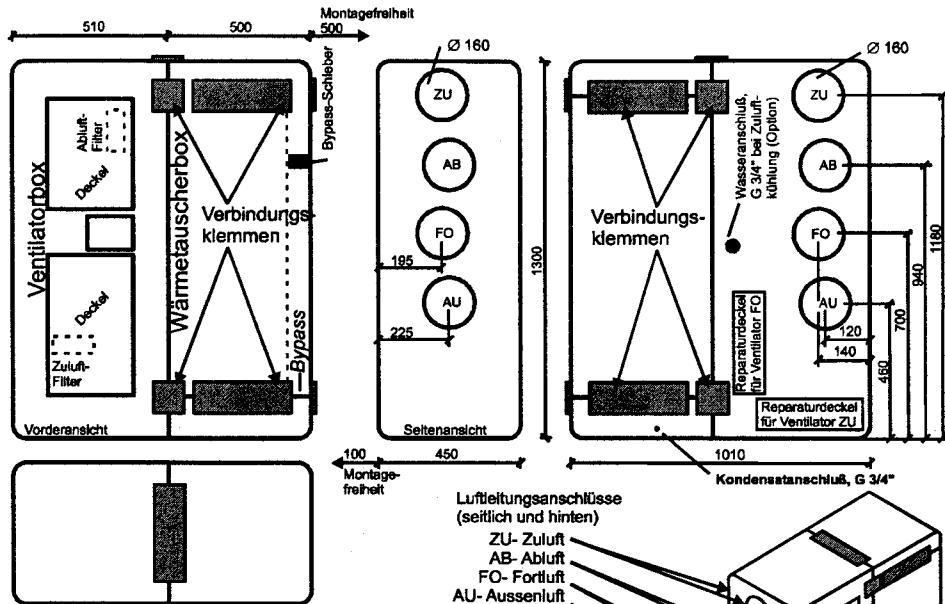
unterputz ESU 1 Best.-Nr. 0236

aufputz ESA 1 Best.-Nr. 0238

| Weiteres Zubehör | Seite |
|---|---------|
| Flexible Lüftungsrohre | 34 |
| Lüftungsgitter, Formstücke und Dachdurchführungen | 159 ff. |
| Tellerventile | 167 ff. |

Änderungen im Sinne des technischen Fortschritts behalten wir uns vor.

Geräte-Aufbau:



Maße: BxHxT 1010x1300x450

Um einen guten Kondensatablauf zu gewährleisten, sollte das Gerät am Aufstellort etwas erhöht stehen. (100...200 mm je nach Länge des Ablaufschlauches) - damit vergrößert sich die Gerätehöhe entsprechend! Eine massive schwere Platte eignet sich hier besonders gut, um gleichzeitig Körperschall zu dämpfen.

WRG-Komponenten:

Wärmetauscherbox
Ventilatoren

Filter

Gehäuse:
Bypass (für Sommerbetrieb)

Rohranschlüsse:

Elektrischer Anschluß:

Gewicht:

Einsatzgrenzen:
Temperaturwirkungsgrad:

Bedienteile:

Material: WT-Kunststoff
2 Stck. Wechselstrom ~230V AC
oder 2 Stck. Gleichstrom 24V DC oder 48V DC
Filterklasse: G4 (Zu- / Abluft)
Option: Pollenfilter F8 (Zuluft)
EPP (Schaummaterial) B/H/T 1010/1300/450mm
handverstellbarer Bypass-Schieber
oder mot. Bypass-Klappe (Aufpreis)

Rohr-Anschlüsse: Ø 160 mm
Wechselstrom 230V, 50Hz,
ca.35kg
bis max. 40°C
ca. 97..99% Erdwärmetauscher oder Defrosterheizung in
der Außenluftansaugung vorgeschaltet - Messung durch
VEW Energie AG Dortmund

zentrales Steuergerät

- Abtauautomatik, Filterlaufzeitüberwachung
- Automatic Zeitsteuerung u. Programmierung
- manuelle Steuerung: Grundlüftung; Normallüftung; Stoßlüftung, Sommerlüftung
- Sommerlüftung (für blower-door-Test nutzbar – mit 40% Ventilatorleistung beginnend)
- Balance-Ausgleich zwischen Abluft- und Zuluftventilator
- Ansteuerung einer Defrosterheizung
- Ansteuerung einer motorisch verstellbaren Bypassklappe am Wärmetauscher-Fußteil (Option mit Aufpreis)
- Ansteuerung Stellklappe Erd-Wärmetauscher (Option mit Aufpreis)
- Ansteuerung eines el. Nachheizregisters (Option mit Aufpreis) bis 2,1 kW

externes Bedienteil

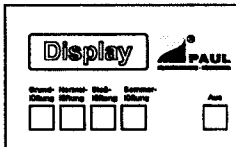
- kann im Wohnbereich installiert werden. Es wird über eine 8-adrig geschirmte Leitung mit dem Gerät verbunden.
- **Achtung: Für alle Kabel sind bauseits Leerrohre mit 16 mm Innendurchmesser zu verlegen.**

Bedienteil-Varianten:

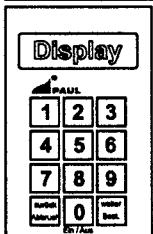
- Automatic-Steuerung (12-Tasten)
 - Manuelle-Steuerung (5-Tasten)
 - Dauerlüftung mit Stoßtaster
- Mit b) und c) ist keine automatische Zeitsteuerung der Lüfter realisierbar. Bei Variante a) sind an der zentralen Steuereinheit (im WRG-Gerät) mehrere Stoßlüftungs-Taster parallel anschließbar **Steuerleitungen dürfen nicht verlängert werden** (Informationen werden sonst fehlerhaft übertragen) **Keine Verlegung dieser Steuerkabel (für 5-Tasten- u. 12-Tasten- Bedienteil) neben 230V Kabel.**

Kabellängen:

Netzkabel: 1,50m
Geät – Defrosterheizung: 4,00m
Steuerkabel
Gerät – zentrales Steuergerät: 2,20m
Gerät – Bedienteil(e): 15,00m (oder Sonderwunsch)
Gerät – Stoßtaster (ohne Taster) ca. 1,00m (zum Verlängern vor Ort)



Bedienteil "Manuelle Steuerung"
Gehäusemaß: B x H x T
139,1 x 91,4 x 28,5



Bedienteil "Automatic-Steuerung"
Gehäusemaß: H x B x T
139,1 x 91,4 x 28,5

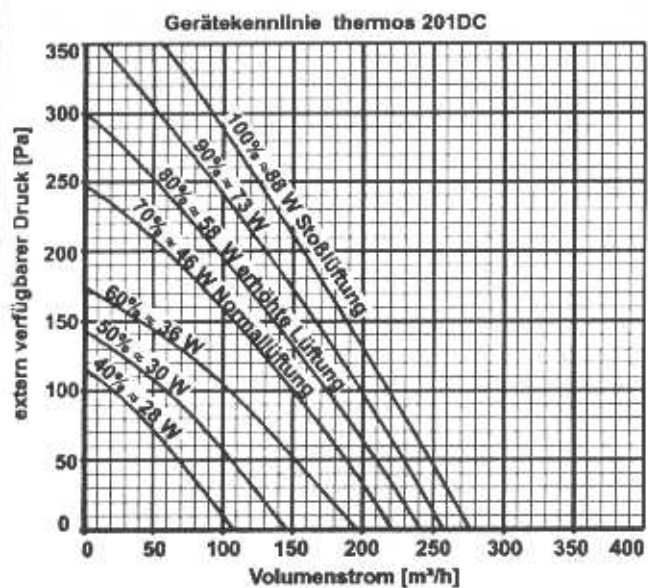
Paul thermos 201 DC



Bild oben: Anlage eingebaut in Technikraum eines Passivhauses

| Betriebsdaten* | thermos 201DC |
|----------------------------|---------------------------|
| Leistungsaufnahme (gesamt) | 36...88W (Gleichstrom DC) |
| Luftvolumenstrom | 75...230m³/h |
| Normallüftung (70%) | 34 dB (A) |
| erhöhte Lüftung (80%) | 36 dB (A) |
| Stoßlüftung (100%) | 40 dB (A) |

Schalldruckpegel (Abstand 3m)



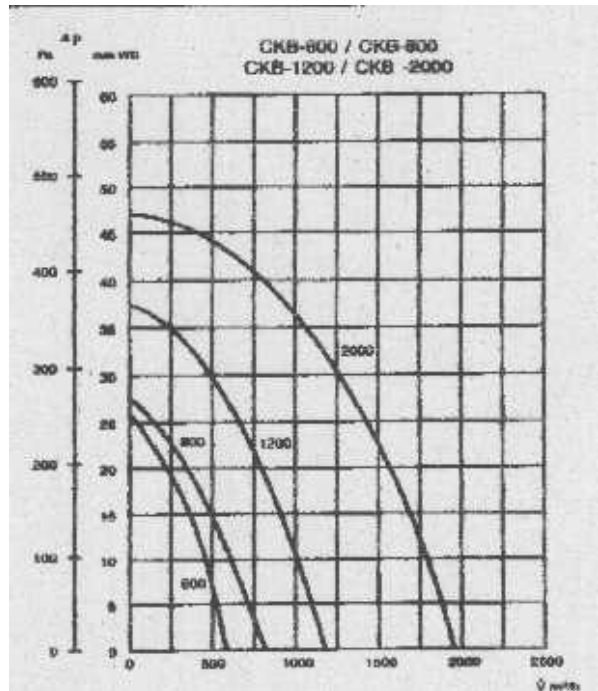
Soler&Palau Radiallüfter CKB 600



Bild oben: Ventilator eingebaut hinter abgehängter Decke in WC

Kennlinien rechts gelten für:

- Trockene Luft bei 20°C und 760 mm Hg
- Messungen durchgeführt gemäß folgenden Normen:
 - UNE 100-212-89 BS 846 Teil 1
 - AMCA 210-85
 - ASHRAE 51-1985



Bauweise

Gehäuse

- Stahlblech mit Epoxyd-Lackierung, weiß
- Ausblasstutzen mit selbsttätiger Rückstauklappe

Laufblätter

- Vorwärtsgekrümmtes Hochleistungs-Laufblatt
- Stahlblech, verzinkt

Motoren

- Asynchrone Käfigläufermotoren aus Aluminiumspritzguß
- Wechselstrom 230 V, 50 Hz, mit eingebautem Betriebskondensator
- Schutzklasse 1
- Isolierstoffklasse B
- Fördermitteltemperatur max. 40°C
- Schutzart IP 40

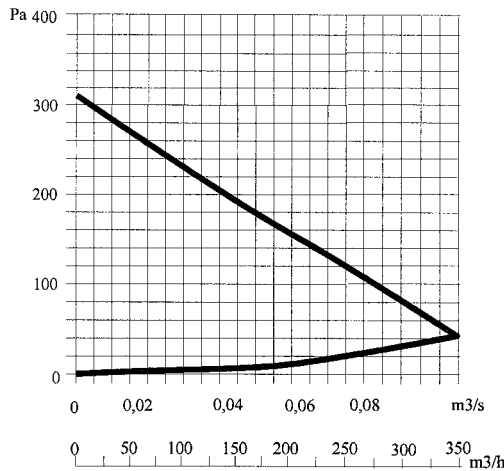
| Modell | Drehzahl | Leistungsaufnahme max. | Stromaufnahme max. | Volumenstrom | Schall-druckpegel | Gewicht |
|---|----------------------|------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|---------|
| | [min ⁻¹] | [W] | [A] | [m ³ /h] | [dB(A)] | [kg] |
| Einphasen-Wechselstrom 230V, 50 Hz, Kondensatormotor, 4-polig | | | | | | |
| CKB-600 | 1300 | 138 | 0,68 | 600 | 54 | 7,5 |
| CKB-800 | 1300 | 175 | 0,92 | 800 | 60 | 8,0 |
| CKB-1200 | 1300 | 300 | 1,44 | 1200 | 60 | 12,0 |
| CKB-2000 | 1300 | 600 | 2,75 | 2000 | 65 | 16,5 |

Technische Daten

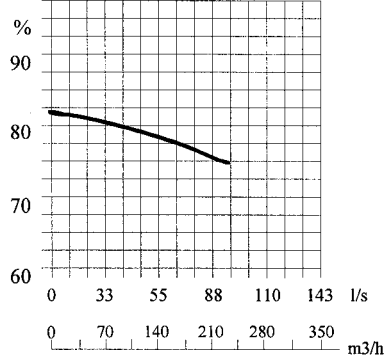
TemoVex 200

Luftmenge - Druck

Verfügbare Totaldruck ausserhalb des Aggregates



Temperaturwirkungsgrad



Kapazität:

Wohnungsfläche bis zu 120m²

Aggregatdaten:

Gehäuse: 30 mm Isolierung mit Plastikummhüllung
 Höhe 180 mm
 Tiefe 400 mm
 Länge 1300 mm
 Aggregat: Kondensablauf:
 (rostfr. Stutzen) Ø 20 mm (Aussenmass)
 Zoll in abwerfkammer plaziert werden.
 Temperaturwirkungsgrad: bis zu 85%
 Gegenstromwärmewechselfläche:
 (salzwasserbeständiges Alu.) 2 x 9 m².
 Druckverlust wechsler: 20 bis 180 Pa
 Kanalanschluss (Nippelmas): 4 stk. Ø 125 mm
 Gewicht Wärmetauscher 15 kg

Technische Daten:

Motordaten: 2 Stk. Kanalventilatoren

Volt :: 1 x 230V - 50 Hz
 Max. Amp :: 2 x 0,33 amp
 Max. Watt :: 2 x 71 W
 Max. Umdreh./min. :: 2340
 Max. Luftmenge. :: 200m³/h bei 150 Pa
 Dichtheitsklasse :: IP 44
 Isolierungsklasse :: 70°C
 Thermosicherung :: Eingebaute Thermik
 Regulierung :: 2x5-Stufen-Spannungsregulator
 Frostsicherung Wechsler: Auftauung durch Hilfe der warmen Absaugluft.
 Filter: Aussenluft (Frischluff) : G87 EU4 (87%)
 Filter: Absaugluft : G87 EU4 (87%)

Temperaturwirkungsgrad: Ca. 80%ausschl. Motorwärme
 Wiedergewinnungsgrad : Ca. 90% einschl. Motorwärme



Bild oben: Anlagenkomponenten

| | | |
|--|-----------------|--------------------------------------|
| JoVex model | | 200-175 DC |
| Plazierung | | Horizontal/vertikal |
| Anwendung | | Wohnung/Einfamilienhaus |
| Volumenstrom m ³ /h, maximal bei 100 Pa druck | | 175 |
| Gegenstrom - Wärmetauscher | | Ja |
| Wirkungsgrad | | 80% |
| Radialventilatoren: Rückwärts gekrümmt | | Ja |
| Motoren | | 2 Stück 400V-DC/22W |
| Netzanschluß | | 1 x 230V AC 50 Hz |
| Motorleistung max. | | 2 x 22 W |
| Verlust - PWM Regler | | 2 x 7 W |
| W/m ³ Luft (Ventilator + PWM Regler) | | 0,18 |
| Steuerung - Stufenlos (0-100%) | | 15 - 175 m ³ /h |
| Extern Regulierung | Abluft | Ja |
| | Zuluft | Ja |
| Geschwindigkeitsregler | | PWM 2 - Stufenlos |
| Drehzahl max. | | 2680 |
| Max. Lufttemperatur C° | | 50 |
| Gewicht/ Haubtabmessungen - | | 26 kg - 40/21/130 |
| Isolierung mm | | 30 |
| Kondenswasser Ablauf mm | | 16 mm |
| Auftaueinrichtung - wärmetauscher | | Absaugluft |
| Filter | Außenluft | EU5 |
| | Abluft | EU3 |
| | By-pass- Umluft | - |
| Filterüberwachung - Abluft | | *FV |
| By-pass, elektrisch Umschaltbar | | * |
| Laut Niveau im Rohr (1 m) | | 61 dB(A) |
| Laut Niveau für der Umfeld (1 m) | | 52 dB(A) |
| PWW - Heizregister (Wasser 55°C) | | *CVV1 1.2 kW (150 m ³ /h) |

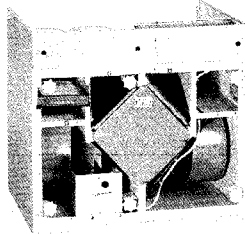
Bild

links:
Anlage
eingebaut in
Technikraum



VALLOX KWL 100

Zentralgerät mit Wärmerückgewinnung für Etagenwohnungen, Einfamilienhäuser, Büros etc.

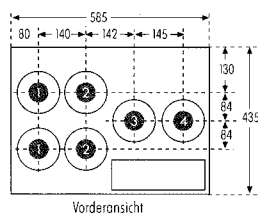


Geräteabmessungen

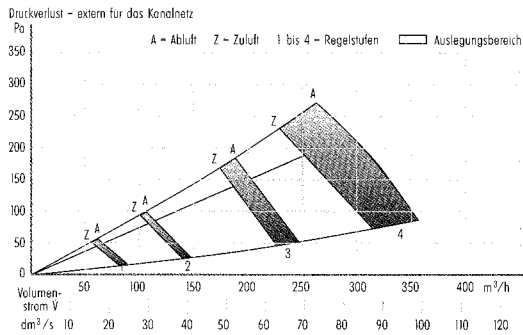
H/B/T: 530/585/435 mm

Anschlüsse DN 125:

- 1 Zuluft
- 2 Abluft
- 3 Außenluft
- 4 Fortluft



Gerätekenlinien



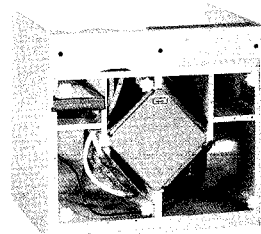
Gerätekenlinie einschl. Nachheizregister und Filtern.
Bei Sommerbetrieb erhöht sich der Volumenstrom um ca. 20 %.

Technische Daten

| VALLOX KWL 100 | Ventilatorstufen | | | | |
|---|------------------|-----|-----|-----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Zuluftvolumenstrom m ³ /h | 50 | 119 | 216 | 266 | |
| Schalleistungspegel am Zuluftstutzen in dB bei Frequenz in Hz | 125 Hz | 52 | 60 | 71 | 80 |
| | 250 Hz | 42 | 47 | 59 | 67 |
| | 500 Hz | 39 | 46 | 54 | 61 |
| | 1000 Hz | 33 | 48 | 56 | 61 |
| Abluftvolumenstrom m ³ /h | 76 | 133 | 274 | 342 | |
| Schalleistungspegel am Abluftstutzen in dB bei Frequenz in Hz | 125 Hz | 48 | 56 | 68 | 74 |
| | 250 Hz | 33 | 43 | 53 | 61 |
| | 500 Hz | 32 | 39 | 46 | 50 |
| | 1000 Hz | 28 | 39 | 46 | 51 |
| Schallpegel dB(A) in 1 m Abstand | 25 | 30 | 38 | 44 | |
| Regelspannung V | 80 | 120 | 160 | 230 | |
| Elektrische Leistung W beider Ventilatoren | 44 | 79 | 140 | 200 | |

VALLOX KWL 120

Zentralgerät mit Wärmerückgewinnung für Etagenwohnungen, Einfamilienhäuser, Büros etc.

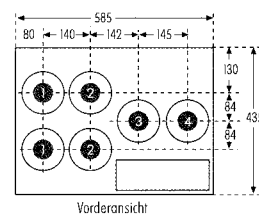


Geräteabmessungen

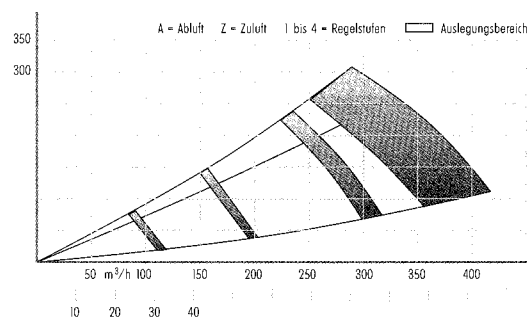
H/B/T: 530/585/435 mm

Anschlüsse DN 125:

- 1 Zuluft
- 2 Abluft
- 3 Außenluft
- 4 Fortluft



Gerätekenlinien



Gerätekenlinie einschl. Nachheizregister und Filtern.
Bei Sommerbetrieb erhöht sich der Volumenstrom um ca. 20 %.

Technische Daten

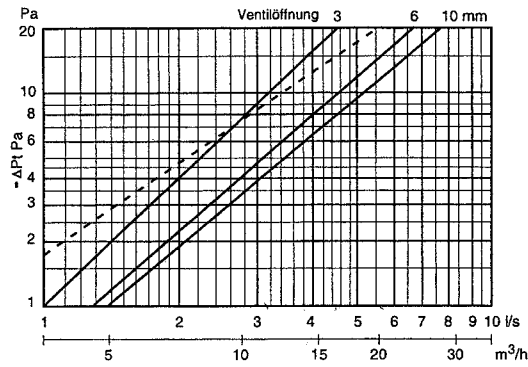
| VALLOX KWL 120 | Ventilatorstufen | | | | |
|---|------------------|-----|-----|-----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Zuluftvolumenstrom m ³ /h | 111 | 194 | 313 | 385 | |
| Schalleistungspegel am Zuluftstutzen in dB bei Frequenz in Hz | 125 Hz | 58 | 69 | 78 | 81 |
| | 250 Hz | 49 | 58 | 69 | 73 |
| | 500 Hz | 44 | 52 | 61 | 65 |
| | 1000 Hz | 42 | 53 | 60 | 63 |
| Abluftvolumenstrom m ³ /h | 130 | 212 | 342 | 432 | |
| Schalleistungspegel am Abluftstutzen in dB bei Frequenz in Hz | 125 Hz | 54 | 65 | 69 | 73 |
| | 250 Hz | 43 | 53 | 60 | 64 |
| | 500 Hz | 39 | 46 | 52 | 56 |
| | 1000 Hz | 35 | 43 | 50 | 52 |
| Schallpegel dB(A) in 1 m Abstand | 27 | 34 | 41 | 45 | |
| Regelspannung V | 80 | 120 | 160 | 230 | |
| Elektrische Leistung W beider Ventilatoren | 68 | 130 | 190 | 265 | |

Fresh 80/100

2:5

KAPAZITÄT

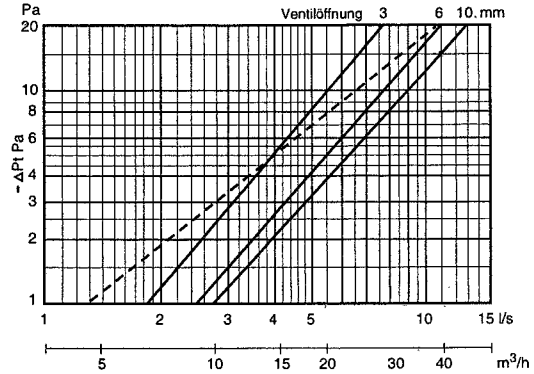
Fresh 80



Die gestrichelte Linie zeigt den Pollen-/Umweltfilter bei 10 mm Öffnung.

KAPAZITÄT

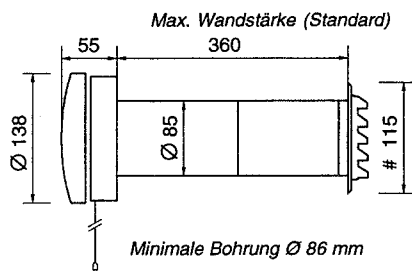
Fresh 100



Die gestrichelte Linie zeigt den Pollen-/Umweltfilter bei 10 mm Öffnung.

MAßE

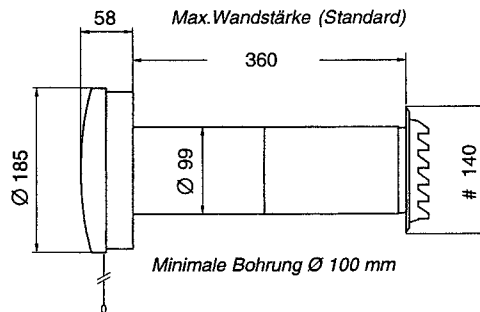
Fresh 80



Maße gelten für Standardgeräte. Sonderwünsche auf Anfrage

MAßE

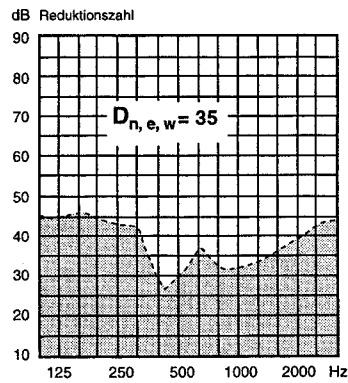
Fresh 100



Maße gelten für Standardgeräte. Sonderwünsche auf Anfrage

SCHALLDÄMMUNG

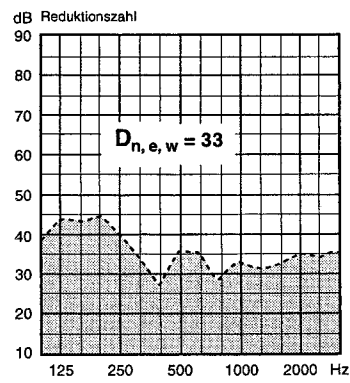
Fresh 80



Für eine bessere Schalldämmung siehe Fresh 80-dB.

SCHALLDÄMMUNG

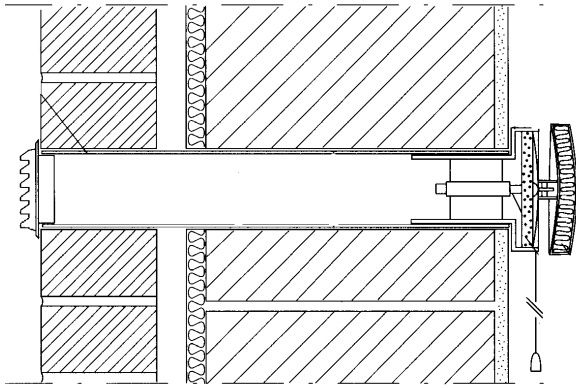
Fresh 100



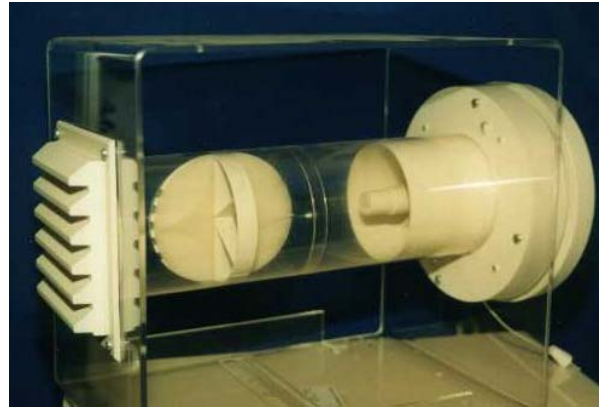
Für eine bessere Schalldämmung siehe Fresh 100-dB.

9503U2

Fresh Zuluftventile 80 und 100 sowie Spaltventil



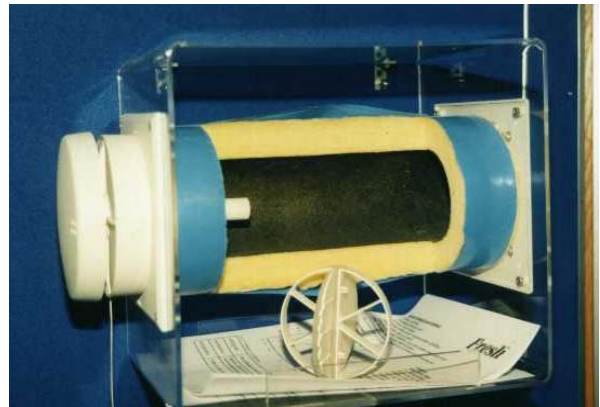
Einbauskizze Fresh 80 und 100



Modell mit Sturmbremse im Zuluftkanal



Fresh Spaltventil im Fensterrahmen



Modell Fresh db (schallgedämmter Zuluftkanal)

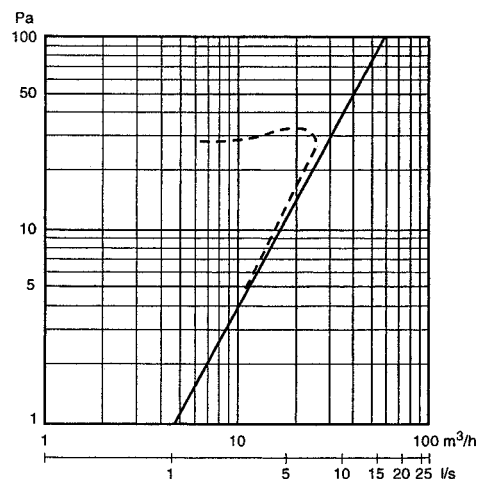


Fresh Zuluft-Komponenten

Charakteristik von Fresh 80 mit Sturmsicherung

Die durchgezogene Linie zeigt die Kapazität von Fresh 80 ohne Sturmsicherung. Die gestrichelte Linie zeigt die Kapazität von Fresh 80 mit Sturmsicherung. Bei einer Erhöhung des Druckabfalls schließt sich die Sturmsicherung und hält den Luftstrom konstant. Dadurch wird verhindert, daß bei starkem Sturm Luftzug und eine Kältebrücke entstehen. Bei hohem Druckabfall schließt die Sturmsicherung ganz. Bei hohem Sturm beträgt der maximale Luftdurchlaß durch das Ventil $33 \text{ m}^3/\text{h}$ ($9,2 \text{ l/s}$)

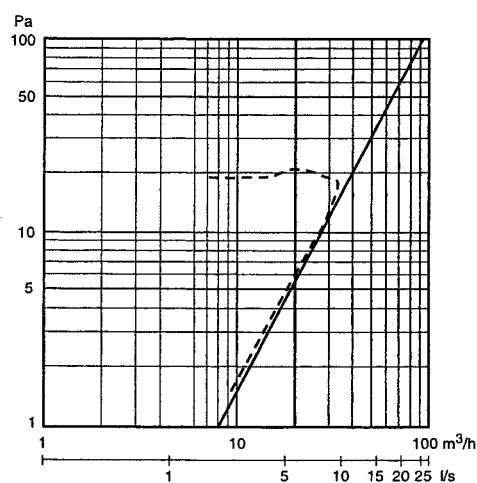
Diese Messungen wurden vom Technologischen Institut Taastrup in Dänemark durchgeführt.



Charakteristik von Fresh 100 mit Sturmsicherung

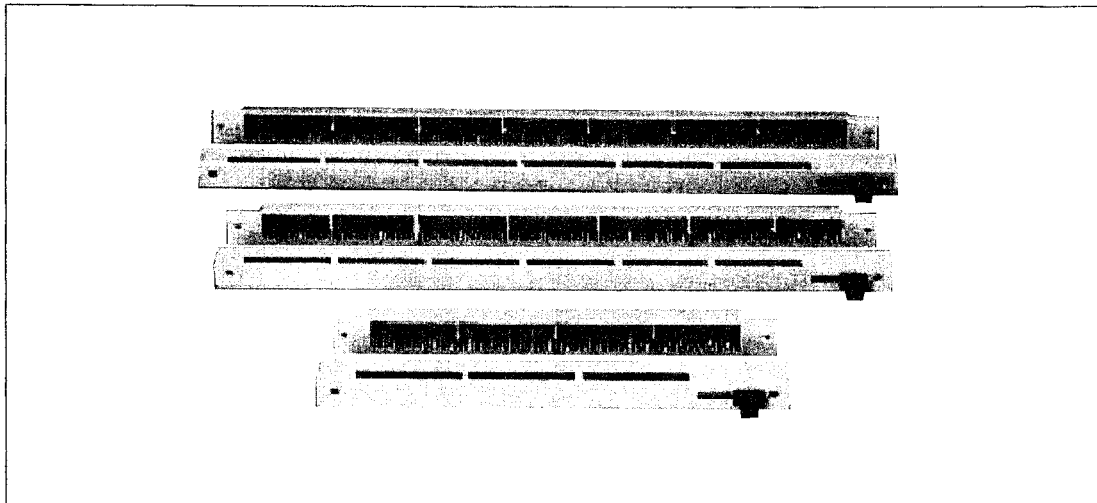
Die durchgezogene Linie zeigt die Kapazität von Fresh 100 ohne Sturmsicherung. Die gestrichelte Linie zeigt die Kapazität von Fresh 100 mit Sturmsicherung. Bei einer Erhöhung des Druckabfalls schließt sich die Sturmsicherung und hält den Luftstrom konstant. Dadurch wird verhindert, daß bei starkem Sturm Luftzug und eine Kältebrücke entstehen. Bei hohem Druckabfall schließt die Sturmsicherung ganz. Bei hohem Sturm beträgt der maximale Luftdurchlaß durch das Ventil $35 \text{ m}^3/\text{h}$ ($9,7 \text{ l/s}$)

Diese Messungen wurden vom Technologischen Institut Taastrup in Dänemark durchgeführt.



Fresh 22/32/42

AUSSENLUFTDURCHLASS FÜR DIE MONTAGE IN FENSTER.



Fresh 22/32/42 kann entweder auf eine Lochreihe, einen Spalt oder in einen Schlitz montiert werden. Außen wird eine Tropfnase montiert um das Eindringen von Wasser zu vermeiden. Die Ventile sind für die Anbringung am Fensterblendrahmen oder -flügel vorgesehen. Verschiedene Kunststoffe im Ventil verhindern Kondensation und Korrosion.

Empfehlung:

Berechnen Sie mindestens 12,6 cbm Zuluft pro 10m² Wohnfläche bei einem Druckfall von 10 Pa.

ÜBERSICHT

BAUMAßE

| Modell | Luftfluß (l/s) bei: Druckabfall | | | | Sichtbare Maße in mm: | | |
|--------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-----------------------|----------|----------|
| | 5 Pa | 10 Pa | 15 Pa | 20 Pa | Bohrung | Innen | Außen |
| Fresh 22 Lochreihe | 1,9 | 3,1 | 4,0 | 4,9 | 14 st 12 | 238 x 18 | 230 x 22 |
| Fresh 22 Spalt | 2,2 | 3,4 | 4,3 | 5,2 | 200 x 12 | 238 x 18 | 230 x 22 |
| Fresh 32 Lochreihe | 3,5 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 20 st 12 | 368 x 16 | 363 x 21 |
| Fresh 32 Spalt | 4,1 | 5,7 | 7,0 | 8,0 | 330 x 10 | 368 x 16 | 363 x 21 |
| Fresh 42 Lochreihe | 5,0 | 7,0 | 8,5 | 10,0 | 22 st 12 | 408 x 18 | 505 x 30 |
| Fresh 42 Spalt | 6,0 | 8,5 | 10,5 | 12,0 | 370 x 12 | 408 x 18 | 505 x 30 |

9503

AIRFLOW

Volumenstromhauben für Airflow-Flügelradanemometer



Direktmessung des Volumenstromes an Lüftungsgittern und Tellerventilen.
Geeignet für alle 100 mm Flügelradköpfe von Airflow. Bei LCA 6000 VA, LCA 30 i.S.
und AV-2 ist die direkte Ablesung vom Display möglich.

Besondere Vorteile:

- Preiswerte Aufrüstung Ihres Anemometers zu einem Volumenstrommessgerät
- Runde und rechteckige Haube für eine Vielzahl von Gitterquerschnitten
- Volumenstromdiagramme im Lieferumfang enthalten
- Einfache Einführung und Entnahme des Anemometerkopfes
- Lieferung im Satz, einschließlich Tragetasche
- Geeignet für Zuluft- und Abluftmessung

Direktmessung des Volumenstroms an Lüftungsgittern und Tellerventilen . . .

Allgemeines

Die Airflow Volumenstromhaube ist eine einfache und preiswerte Möglichkeit, verschiedene Airflow-Flügelradanemometer mit Kopfgrösse 100 mm zur schnellen und genauen Messung von Volumenströmen an Lüftungsgittern oder Tellerventilen einzusetzen. Komplexe Anlagen in Wohngebäuden können so bequem und zeitsparend gemessen werden.

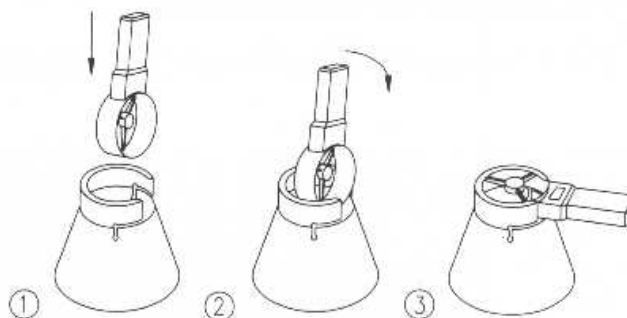
Es können auch grössere Gitterflächen, als mit der Volumenstromhaube abgedeckt werden können, mit akzeptabler Abweichung gemessen werden. In diesem Fall wird die Gitterfläche in kleinere, nicht überlappende Abschnitte aufgeteilt, nacheinander gemessen und die Messwerte addiert. Der Messfehler beläuft sich dabei auf eine Grössenordnung von etwa $\pm 10\%$. Für den Zweck einer überschlägigen Messung kann jedoch diese Methode eine geeignete Möglichkeit darstellen.

Arbeitsweise

Der Messkopf des Anemometers wird in den Haubenkragen mit dem Schutzring eingeschoben (siehe Bild) und in die Arbeitsposition gebracht. Weitere Befestigungen sind nicht notwendig, die flexiblen Flanken des Haubenkragens umfassen den Schutzring des Anemometerkopfes ausreichend fest.

Bei den Modellen LCA 6000 VA, LCA 30 iS sowie AV-2 wird zur Volumenstrommessung ein

Problemlose und schnelle Montage



Querschnitt (0,00657 m² bzw. 0,0044 m²) eingegeben. Besitzen Sie ein älteres Flügelradanemometer, bei dem die Einstellung dieser Werte nicht möglich ist, kann eine Aufrüstung erfolgen. Anschließend zeigt das Anemometer den Volumenstrom in m³/s an. Bei den anderen Modellen wird zunächst die Anzeige in m/s abgelesen und der Volumenstromwert aus dem mitgelieferten Diagramm ermittelt.

Rechteckige und runde Ausführung

Der Volumenstromhaubensatz besteht aus einer rechtecki-

gen (285 x 235 mm) und einer runden Ausführung (180 mm). Die Hauben werden aus stabilem ABS-Kunststoff gefertigt und besitzen zum dichten Anlegen über das Gitter eine flexible Gummilippe.

Die robuste und leichte Tragetasche dient zum Aufbewahren und zum Transport der Hauben.

Das mitgelieferte Volumenstromdiagramm ist durch seine wetter- und wasserfeste Ausführung für den täglichen Einsatz, z. B. auf der Baustelle, bestens geeignet.

Technische Daten Änderungen vorbehalten

| | | |
|----------------------------|--|-------------------------------------|
| Artikelnummer: | 26110 | |
| Abmessungen: | Haube rund Ø 180 mm | Haube rechteckig 285 mm x 235 mm |
| zulässige Temperatur: | 0 - 80°C | |
| Gewicht incl. Tragetasche: | 1100 g | |
| Messbereich: | 0 - 0,1 m ³ /s (0 - 360 m ³ /h) | |
| Lieferumfang: | je 1 Haube rund / rechteckig, Tragetasche und Volumenstromdiagramm | |
| geeignete Messgeräte: | LCA 6000, LCA 6000 VT, LCA 6000 VA, LCA 30 i.S., AV-2 EDRA (alle Modelle), DVA 30 (alle Modelle) | |

Airflow Lufttechnik GmbH, D-53349 Rheinbach

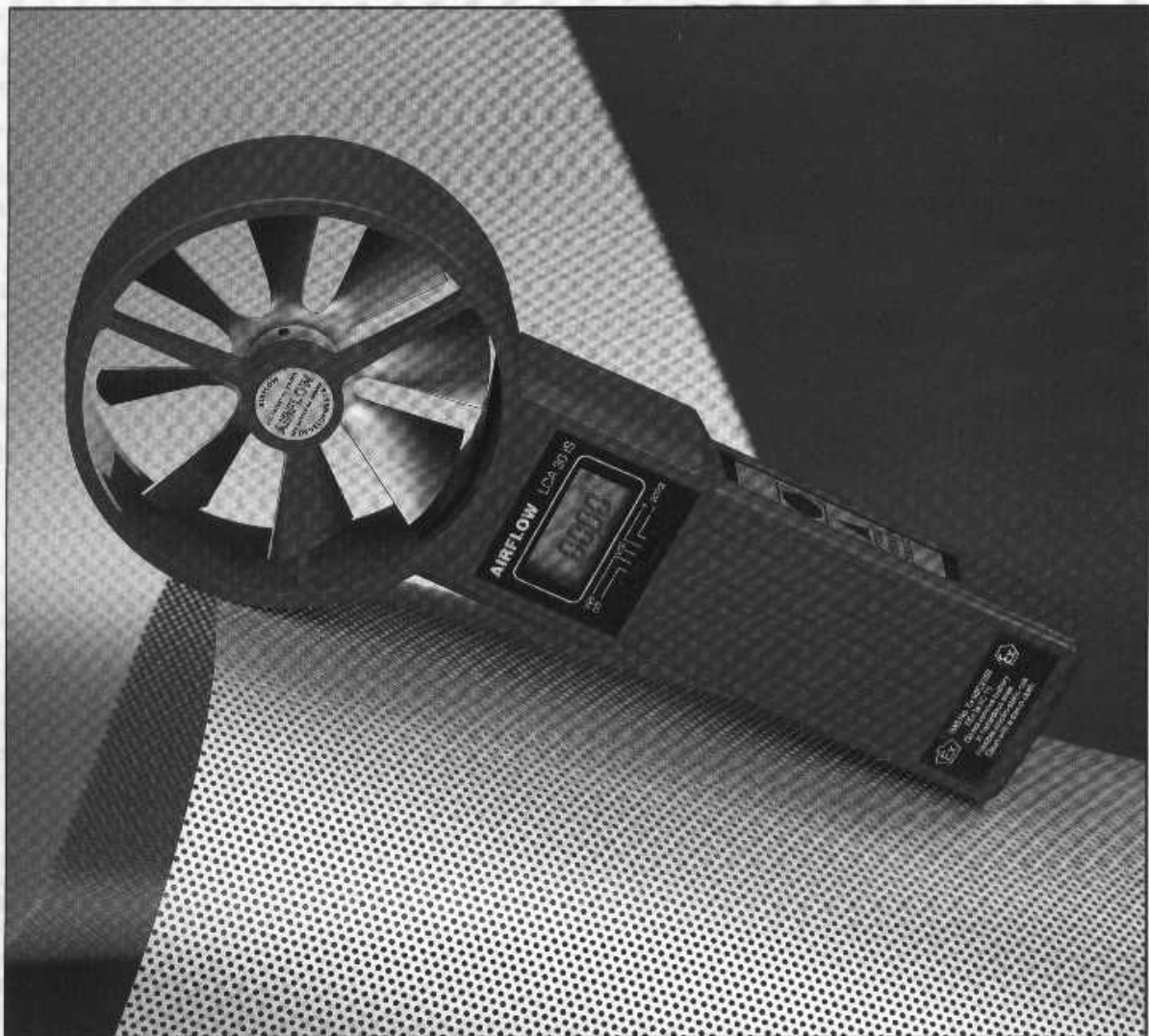
Postfach 1208 · Tel. 0 22 26 / 92 05-0 · Fax 92 05-11 · eMail: airflow@t-online.de



Besuchen Sie uns im Internet: <http://www.airflow.de>

AIRFLOW

Eigensicheres Flügelrad-Anemometer LCA 30 iS



Optimale Mittelwertbildung auch bei turbulenter Strömung von 0,25 m/s bis 30 m/s durch großflächiges Flügelrad und besondere Mikroprozessor-Technik.

Die wichtigsten Vorteile des LCA 30 iS:

- Eigensicher (EEx ia IIC T5)
- Stufenlose, frei wählbare Integrationszeit
- Einstellbare Querschnittsfläche in m^2
- Direkte Anzeige des Volumenstroms in m^3/s oder der Geschwindigkeit in m/s
- Preiswert und zuverlässig

Das bewährte Flügelrad-Anemometer jetzt auch für explosionsgefährdete Bereiche

Allgemeines

Die LCA-Anemometer sind die preiswertesten elektronischen Flügelrad-Anemometer ihrer Art mit LCD-Digitalanzeige. Dank der Mikroprozessor-Technik kann nun jeder, für den die Strömungsgeschwindigkeit der Luft oder der Volumenstrom eine Bedeutung hat, ein solches Gerät besitzen.

Eigensichere Version

Die Modellreihe der LCA-Flügelrad-Anemometer von AIRFLOW wird mit dem Modell LCA 30 iS fortgesetzt. Das Zertifikat über die Eigensicherheitsprüfung (EEx ia IIC T5) stammt von der britischen Prüfstelle BASEEFA und gilt in der gesamten EG.

Das induktive Funktionsprinzip

dieser Anemometer ist eine bewährte und zuverlässige Methode. Das präzise gelagerte Flügelrad ist das einzige bewegliche Teil am Gerät. Die z. T. frei zu bestimmende Integrationszeit ermöglicht volle Konzentration auf regelmäßige „Abstreifung“ des Strömungsquerschnitts.

Arbeitsweise

Das LCA 30 iS wird nach dem Einschalten mit der Bedienungstaste gestartet. Solange die Taste gedrückt gehalten wird, integriert das LCA 30 iS die Werte der Strömungsgeschwindigkeit und bildet einen Mittelwert. Der Meßwert kann danach in Form von mittlerer Strömungsgeschwindigkeit oder mittlerem Volumenstrom abgelesen werden. Für die Direktanzeige des Volumenstroms in m^3/s wird der Strömungsquerschnitt (Austrittsfläche oder Kanalquerschnitt) in m^2 eingegeben.

Batteriebetrieb

Das LCA 30 iS wird mit einer 9 V Blockbatterie (IEC 6F22, Art.-Nr. 58017) betrieben. Vorsicht: zuläs-

sig für den Ex-Bereich sind nur Zink-Carbon-Batterien. Das Gerät wird funktionsbereit mit Batterie geliefert. Verwenden Sie bei Erneuerung nur eine zugelassene Batterie. Beim Einsatz in nicht Ex-gefährdeten Bereichen können handelsübliche Alkali-Mangan Batterien oder NC-Akkus eingesetzt werden. Die Lebensdauer beträgt dann etwa 50 Betriebsstunden.

Modernes Design

Ausgereifte, funktionelle Gestaltung der LCA-Anemometer für „Einhand-Bedienung“ baut auf langjährigen Erfahrungen im Anemometerbau auf. Die Auflösung der Anzeige auf 2 Nachkommastellen bietet optimale Ablesung der Meßwerte. Der besondere Vorteil des LCA 30 iS besteht darin, daß der Meßtechniker nicht auf den Zeitablauf der Messung zu achten braucht und keine feste Meßdauer vorgegeben bekommt.

Kalibrierung

Auf Wunsch kann ein Anemometer über die normale Endkontrolle hinaus einzeln kalibriert und mit einem individuellen Kalibrierzertifikat geliefert werden.

Bei normaler Einsatzhäufigkeit sollte das Gerät einmal im Jahr nachkalibriert werden.

Einsatzgebiete

Das Modell LCA 30 iS ist in explosionsgefährdeten Bereichen (EEx ia IIC T5) zugelassen. LCA-Anemometer werden eingesetzt für die Geschwindigkeits- und Volumenstrom-Messungen der Luft in allen Gebieten der Verfahrenstechnik, Einregulierung von Lüftungs- und Klimaanlage, Warmluft-Heizsystemen, Überprüfung von Leistungsdaten an Wärmepumpen, Ventilatoren, Reinraumschränken, Abzugshauben, Prüfung von Luftströmungen in Hallen, Gängen u.s.w.



Volumenstromhauben für Flügelradanemometer

Die Volumenstrommessung an Lüftungsgittern und Tellerventilen ist durch die da entstehende Turbulenz besonders schwierig. Die abgebildeten Volumenstromhauben bieten für diesen Fall eine praktische und zeitsparende Lösung. Sie werden im Satz in rechteckiger und runder Form angeboten und sind für alle Airflow-Anemometerköpfe mit 100 mm \varnothing geeignet.

Der Anemometerkopf wird einfach in den Haubenkragen eingeschoben, die Haube mit der flexiblen Dichtleiste über das Ausblasgitter an die Wandoberfläche angesetzt und die direkte Messung des Volumenstroms durchgeführt. Nach Eingabe eines konstanten Querschnittswertes wird der Volumenstrom am LCA 30 iS angezeigt.

Technische Daten

(Technische Änderungen vorbehalten)

| Modell | LCA 30 iS |
|--------------------------------|---|
| Artikel-Nr. Gerät: Tasche: | 26015 26501 |
| Meßbereiche: | 0,25-30 m/s 0,001-3000 m^3/s |
| Bereich der Flächeneingabe: | 0,00399... 90,00 m^2 |
| Integrationszeit: | max. 12 Minuten |
| Genauigkeit: vom Meßwert | $\pm 1\%$, ± 1 Digit |
| Umwelt- konditionen: | 500 mbar bis 2 bar, $-10 \dots +50^\circ C$ |
| Eigensicherheit: | EEx ia IIC T5 |
| Strom- versorgung: | 9 V Blockbatterie PP3 (IEC 6F22), Ex-Bereich: nur Zink- Carbon, Art.-Nr. 58017 |
| Abmessungen: | 268 x 113 x 43 mm |
| Gewicht: | ca. 280 g |

Airflow Lufttechnik GmbH, D-53349 Rheinbach

Postfach 1208 · Telefon 02226/9205-0 · Fax 9205-11 · eMail: airflow@t-online.de



Besuchen Sie uns im Internet: <http://www.airflow.de>

9. Literatur

/Detmold 1990/ Detmolder Förderprogramm für Niedrigenergie-Häuser; Ratsbeschluß vom Januar 1990.

/DIN 1946-6/ Raumluftechnik, Teil 6: Lüftung von Wohnungen, Anforderungen, Ausführung, Abnahme (VDI Lüftungsregeln); Fassung September 1994; Hrsg.: Beuth-Verlag Berlin, 18 S.

/DIN 4808-7/ Wärmeschutz im Hochbau. Teil 7: Luftdichtheit von Bauteilen und Anschlüssen. Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele. Fassung November 1996; Hrsg.: Beuth-Verlag, Berlin; 8 Seiten Diese Norm wurde im Bundesanzeiger Nr.140 vom 31.07.98 auf Seite 10885 als Regel der Technik eingeführt, wobei eine zulässige Meßtoleranz definiert wurde.

/Iebök/EXPO 1996/ Bauen am Kronsberg; Hinweise zur Realisierung des Niedrigenergie-Standards; Lüftungskonzept; Autoren: Johannes Werner, Matthias Laidig; Hrsg.: Stadt Hannover, Amt für Umweltschutz, September 1996, ca 115 S.

/EXPO 1997/ Bauen am Kronsberg; Erläuterungen zum Kronsberg-Berechnungsverfahren; Autor: Dedo von Krosigk; Hrsg.: Stadt Hannover, Amt für Umweltschutz, Mai 1997, 12 S.

/Feist u.a. 1998/ Energiebilanzen mit dem Passivhaus-Projektierungs-Paket; Protokollband Nr.13 des AK kostengünstige Passivhäuser; Hrsg.: Passivhaus-Institut, Darmstadt 12/1998; ca. 120 S.

/GGNeV 1999-1/ Güte- und Prüfbestimmungen für den Bau von Häusern in Niedrigenergie-Bauweise; Hrsg.: Gütegemeinschaft Niedrigenergie-Häuser e.V., Detmold 7/1999, 4 S.

/LEG 5-1996/ Heizenergie im Hochbau. Leitfaden Energiebewußte Gebäudeplanung; Hrsg.: Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit; Wiesbaden 1996; ca. 160 S.

/Michael 1998-1/ EFH Detmold; Projektdokumentation 1 des 4.Sommerseminars 1998 "Kostengünstige energieeffiziente Passivhäuser". Autor: Klaus Michael, Hrsg.: Energieinstitut Vorarlberg in Adornbirn, 1998; 16 S.

/Michael u.a. 1998-2/ Wissenschaftliche Begleituntersuchung von 31 Niedrigenergie-Häusern in NRW. Abschlußbericht. Autoren: Klaus Michael, Gudrun Heitmann, Heike Scharping, Hrsg.: Niedrig-Energie-Institut GbR, Detmold 2/1998, 260 S.; Diese Studie ist auch als CD mit dem Titel "Baupraxis Niedrigenergie-Häuser in NRW" erhältlich

/PHPP 1999-1/ Passivhaus Projektierungs Paket 99", Autoren: Dr.Wolfgang Feist, Enikö Baffia, Jürgen Schnieders, Rainer Pfluger; Hrsg.: Passivhaus-Institut Darmstadt, 3.überarbeitete Auflage von Januar 2000, 99 Seiten und Diskette für MS Excel

/TZWL 2000/ "Bulletin Wohnungslüftungsanlagen" (Vierteljahresschrift), je ca. 20 Seiten, (enthält methodische Erläuterungen und Übersicht der Meßergebnisse von gemäß WSVO geprüften Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung durch Wärmetauscher oder Wärmepumpen; ermöglicht raschen Marktüberblick bei hocheffizienten WRG-Anlagen). Hrsg.: Testzentrum für Wohnungslüftungsanlagen (TZWL), Dortmund.

/Werner u.a. 1995/ Meßtechnische Überprüfung und Dokumentation von Wohnungslüftungsanlagen in hessischen Niedrigenergie-Häusern, Autoren: Johannes Werner, Ulrich Rochard, Joachim Zeller und Matthias Laidig; Hrsg.: Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt 1/1995, 164 S.

/Werner u.a. 1995-2/ Checkliste kontrollierte Wohnungslüftung; Planung, Ausführung, Abnahme, Wartung; Autoren: Johannes Werner und Werner Eicke-Henning; Hrsg.: Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt 2/1995, 11 S.

/Werner u.a. 1996-1/ Förderprogramm Synergie-Haus: Thema Wohnungslüftung; Autoren: Johannes Werner + Ulrich Rochard; Hrsg.: Preußen Elektra, Hannover ca. 1996, ca. 70 Seiten.

/Werner u.a. 1996-2/ Bauen am Kronsberg. Hinweise zur Realisierung des Niedrigenergie-Standards - Lüftungskonzept; Autoren: Johannes Werner, Matthias Laidig, Thomas Kirtschig; Hrsg.: Stadt Hannover, Amt für Umweltschutz 9/1996; 113 S.

/NEI 1994-10/ Niedrigenergie-Haus Hoffmann-Kwiecinski, Faltblatt mit Baubeschreibung, technischen Detaillösungen, Wärmebedarfsberechnung und Kostenübersicht, Hrsg.: NEI Detmold 1994, 4 S.

10. Anlagen

| | | |
|----------|--|--------|
| Anlage 1 | Niedrigenergie-Haus-Standard, Detmolder Rechenverfahren | 10 - 2 |
| Anlage 2 | Anlage 4 des Grundstücksverkaufsvertrages der Stadt Werther betreffend Angaben und Nachweise zur Einhaltung des Niedrigenergie-Haus-Standards | 10 - 3 |
| Anlage 3 | Güte- und Prüfbestimmungen für die Planung und Bauausführung von Häusern in Niedrigenergiebauweise der Gütegemeinschaft Niedrigenergie-Häuser e.V. | 10 - 8 |

Anlage 1

Niedrigenergie-Haus-Standard

Detmolder Rechenverfahren

Hoher Wärmeschutz der Hüllfläche

| | |
|--|--|
| Außenwände | k-Wert $\leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| Dach oder oberste Geschoßdecke | k-Wert $\leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| Decken oder Wände zu Erde oder unbeheizten Räumen | k-Wert $\leq 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| Fenster, Außentüren und Türen zu unbeheizten Räumen | k-Wert $\leq 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ |

Wärmeleistungsbedarf

Wärmeleistungsbedarf nach DIN 4701
oder nach Hüllflächenverfahren zzgl.
Lüftungswärmebedarf **25 - 40 W/m²**

Wärmebrückenfreie Konstruktion

insbesondere an Übergängen zwischen Keller-, Wand- und Dachdämmung sowie an Fenstern und Türen.

Lüftung

Kontrollierte mechanische Be- und Entlüftung. Auslegung auf 0,3-fachen bis 0,8-fachen Luftwechsel pro Stunde je nach Gebäudetyp, Jahres- und Tageszeit. Ventilatoren mit geringem Stromverbrauch. Bei Anlagen mit Abluft-Wärmerückgewinnung darf der Stromverbrauch im Jahresmittel nicht höher als 20 % des Wärmegewinns sein.

Gebäudehülle

Luftdichte Ausführung, insbesondere im Dachbereich. Bei 50 Pascal Unterdruck muß der Luftwechsel in Gebäuden mit Abluftanlage ohne Wärmerückgewinnung $\leq 150 \%$ und in Gebäuden mit Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung $\leq 100 \%$ des Luftvolumens der beheizten Räume pro Stunde sein. Messung vor Fertigstellung des Innenausbaus bzw. Verkleidung der winddichtenden Ebenen.

Heizung:

Schnell regelbares effizientes Niedertemperatur-System mit Brauchwassererwärmung. Jahresnutzungsgrad Kessel $> 85 \%$. Verfügbare Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung (Blockheizkraftwerk) soll genutzt werden. Keine elektrische Widerstandsheizung.

Sanitärinstallation:

Kurze Leitungswege und sehr gute Rohrinsolation. Warmwasseranschlüsse für Wasch- und Spülmaschine. Einbaumöglichkeit für Solaranlage vorsehen.

Erläuterung: Von den einzelnen k-Wert Vorgaben dieses Standards kann bis zu 10 % abgewichen werden, wenn die dadurch bewirkten Effekte an anderer Stelle wieder ausgeglichen werden, und das Ziel des geringen Heizenergieverbrauchs insgesamt erreicht wird.

Auskünfte über Detailanforderungen und Methoden zur Berechnung des Wärmeleistungsbedarfs gibt das Niedrig-Energie-Institut, Rosental 21, 32756 Detmold, Tel. 05231-390 747, Fax: 390 749.

Quelle: siehe Literaturliste /Detmold 1990/

Anlage 2

Anlage 4 des Grundstücksverkaufsvertrages der Stadt Werther betreffend Angaben und Nachweise zur Einhaltung des Niedrigenergie-Haus-Standards

1. Einzureichende Planunterlagen:

- bemaßte Grundrißzeichnungen aller Etagen (auch Keller und Dachboden) im Maßstab 1:100 oder 1:50
- Ansichtszeichnungen aller Ansichten im Maßstab 1:100 oder 1:50
- bemaßte Schnitte für alle Ebenen, die zum Erkennen der Baukonstruktion erforderlich sind
- Lageplan mit Gebäudeumriß EG und Nordpfeil
- Lüftungsplan im Maßstab 1:100 oder 1:50 mit Zu- und Abluftinstallationen, ggf. Luftkanälen, Überströmöffnungen zwischen Räumen oder Etagen, Schalldämpf-, Brandschutz und Regeleinrichtungen mit Angabe der Dimensionierung und der Materialien (z.B. in Grundrisse und Schnitte farbig einzeichnen)
- Verlegeplan der Warmwasserinstallation (z.B. in Grundrisse und Schnitte farbig einzeichnen)

2. Detailzeichnungen

a) Schnittzeichnungen des Schichtaufbaus aller unterschiedlich konstruierter Hüllflächen-Komponenten im Maßstab 1:10 mit Maßen, genauen Materialangaben (siehe unten) und zugehörigen k-Wert-Berechnungen. Hüllflächen-Komponenten können z.B. sein:

- normale Außenwand gegen Außenluft
- Außenwand im Bereich einer Heizkörpernische
- Außenwand im Brüstungs- oder Sturzbereich oder bei Ringankern
- Außenwand eines Erkers
- Außenwand gegen Erdreich
- Seitenwand einer Dachgaube
- Trennwand beheizter zu unbeheiztem Raum (z.B. Treppenhauswand im Keller- oder Dachbodenbereich)
- Schrägdach, Flachdach oder Kehlbalkendecke (mit Sparrenmaßen und Abständen)
- Dach über Gaube oder Erker
- EG-Decke gegen Keller
- Kellerdecke gegen Erdreich
- auskragende Decke über Terrasse oder eingebauter Garage oder unter Erker

b) Detailzeichnungen von Anschlußpunkten mit evtl. Wärmebrücken im Maßstab 1:10, genauen Materialangaben und Angabe der Lage ggf. vorhandener dampf-, wind- oder wassersperrender Schichten oder anderer Dichtungen. Solche besonderen Anschlußpunkte können z.B. sein:

- Übergänge zwischen Erdreich, Fundamenten, unterster Geschoßdecke und aufstehenden Wänden bei nicht unterkellerten Gebäuden oder Gebäuden mit beheizten Räumen im Keller
- Übergänge zwischen Kelleraußen- und Innenwänden sowie EG-Decke und aufstehenden EG-Außen- und Innenwänden bei unterkellerten Gebäuden mit unbeheizten Kellern
- Seitliche, untere und obere Anschlüsse von Fenstern und Außentüren sowie von Fenstern und Türen zwischen beheizten und unbeheizten Räumen einschließlich Dachbodentreppen. Falls Rolläden, Außen- oder Innenschiebeläden vorhanden, ebenfalls deren Anschlüsse und Schnitte
- Übergänge von Außenwand zu Schräg- oder Flachdach
- Übergänge von Schrägdach zu gedämmten Kehlbalkendecken
- Übergänge von Schrägdach/Flachdach/Kehlbalkendecke zu Giebelwand und angeschlossenen oder durchgehenden Innenwänden
- Durchdringungen von Schrägdach/Flachdach/Kehlbalkendecke durch Kamine, Entlüftungsrohre, Steigeleitungen, etc.

3. Materialangaben

- bei Mauerwerk: Steinart, Rohdichte, Wärmedurchlaßwiderstand.
- bei Innen- und Außenputzen: Putzart (Zusammensetzung), Rohdichte, Wärmedurchlaßwiderstand, Dicke.
- bei massiven Decken zwischen beheizten und unbeheizten Räumen: Materialien, Rohdichten, Schichtdicken, Wärmedurchlaßwiderstände.

- bei Trockenestrichaufbauten: Holzanteile in den Lager- und Abstands-Balken-Ebenen.
- bei Dämmstoffen: Material, Wärmeleitfähigkeitsgruppe, hygroskopische Eigenschaften (Imprägnierung/Zulassung als Kerndämmstoff), Angabe, ob ein- oder mehrschichtig verlegt.
- bei Verklinkerung: Angabe über Material, Rohdichte, Wärmedurchlaßwiderstand, Wasser-Saugfähigkeit und Dampfdiffusions- Widerstand (nur bei zweischaligem Mauerwerk mit Kerndämmung).
- bei Dampfbremsen und Dampfsperren: Material, Dampfdiffusions-Widerstand, Schichtdicke, Verbindungstechnik (richtige Kleber bzw. Dichtbänder!).
- bei Unterdächern und Unterspannbahnen: Material, Dampfdiffusions-Widerstand, Schichtdicke, bei Holzwerkstoffen auch Wärmedurchlaßwiderstand.
- bei Fenstern und Fenstertüren: k- und g-Werte der Gläser, Material und k-Werte der Rahmen. Rahmenanteile, bezogen auf Rohbaumaß oder mittlerer k-Wert der gesamten Fenster oder Fenstertüren, bezogen auf Rohbaumaß lt. Herstellerangabe.
- bei Außentüren: Aufbau, Material, mittlerer k-Wert (bezogen auf Rohbaumaß).
- bei Dachluken: Aufbau, Material, mittlerer k-Wert.

Bei allen Materialien möglichst auch Hersteller- und Produktbezeichnungen.

4. Rechnerischer Nachweis für den Wärmeleistungsbedarf:

Als Nachweis für den vorgegebenen spezifischen Wärmeleistungsbedarf von 25-40 W/m² wird neben dem DIN-Rechengang auch ein vereinfachtes Hüllflächenverfahren zzgl. Lüftungswärmebedarf anerkannt. Bei diesem Verfahren werden der Transmissions- Wärmebedarf der Hüllfläche mit dem Lüftungswärmebedarf zum Gesamtwärmebedarf addiert und durch die beheizte Wohnfläche zum spezifischen Wärmeleistungsbedarf in Watt/m² dividiert. Als Zielwert muß 25-40 W/m² erreicht werden. Das Rechenverfahren geht wie folgt:

Zunächst wird die Hüllfläche um das beheizte Gebäudevolumen herum ermittelt. Für die Flächenermittlung sind dabei stets die Außenkanten der wärmedämmenden Hülle heranzuziehen. Für die Teilflächen wird anhand ihrer Fläche, ihres k-Werts und der Temperaturdifferenz zu ihrer jeweiligen Umgebung die zum Auslegungszeitpunkt maximal abfließende Wärmeleistung ermittelt. Teilflächen mit gleichem Schichtaufbau, die gegen identische Umgebungen (Außenluft, Erdreich oder unbeheizter Raum) abgrenzen, werden zusammengezählt. Die Summe der Wärmeleistungen aller Teile der Hüllfläche ergibt den Transmissionswärmeverlust bzw. den zu dessen Ausgleich erforderlichen Wärmebedarf zum Auslegungszeitpunkt.

Die Temperaturdifferenz zum Auslegungszeitpunkt zwischen beheizten Räumen und Außenluft ist mit 32 K (innen +20°C, außen -12°C) vorgegeben, dieser Wert gilt auch zwischen beheizten Räumen und durchlüfteten Spitzböden oder ein- oder angebauten Garagen. Die Temperaturdifferenz zwischen beheizten Räumen und Erdreich oder unbeheizten, nicht luftdurchströmten Räumen ist mit 13 K (innen +20°C, Erde/Keller +7°C) vorgegeben.

Die folgende Tabelle zeigt eine beispielhafte Summenberechnung. Der Transmissions-Wärmeverlust bzw. der zum Ausgleich erforderliche Wärmeleistungsbedarf beträgt hier 3293 W bzw. 3,29 kW.

| Teilflächen der Gebäudehülle | Fläche (m ²) | k-Wert (W/m ² K) | Temp Diff (K) | Wärme-Leistung (W) |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------|--------------------|
| Außenwand gg. Außenluft | 100 | 0,200 | 32 | 640 |
| Außenwand (Hzg-Nische) | 10 | 0,200 | 32 | 64 |
| Gauben-Seitenwand(=Außenw.) | 10 | 0,200 | 32 | 64 |
| Schrägdach | 100 | 0,150 | 32 | 480 |
| Gauben-Dächer | 20 | 0,150 | 32 | 96 |
| Kehlbalkendecke zu Spitzbod. | 20 | 0,150 | 32 | 96 |
| Erker-Dach | 6 | 0,150 | 32 | 29 |
| Auskrag.Decke über Terasse | 10 | 0,150 | 32 | 48 |
| Fenster | 20 | 1,500 | 32 | 960 |
| Außentüren | 4 | 1,500 | 32 | 192 |
| Türen zu unbeheizten Räumen | 2 | 1,500 | 13 | 39 |
| Decke EG gg. unbeheizt. Keller | 80 | 0,300 | 13 | 312 |
| Außenwand gg. Erdreich | 20 | 0,300 | 13 | 78 |
| Kellerdecke gg. Erdreich | 12 | 0,300 | 13 | 39 |
| Trennwand gg. unbeheizt. Raum | 40 | 0,300 | 13 | 156 |
| Hüllfläche insg. | 568 | — | — | 3293 W |

Die Lüftungswärmeverluste werden aus dem tatsächlichen Innenvolumen des beheizten Gebäudekörpers, der vorgegebenen Luftwechselrate, der Temperaturdifferenz zwischen Innenluft und Außenluft und dem spezifischen Energiegehalt der Luft berechnet.

Das Luftvolumen der beheizten Räume ergibt sich aus Wohnflächen und Raumhöhen. Als beheizte Räume zählen hierbei alle Volumina innerhalb der dämmenden Hülle, egal, ob sie nach üblicher Wohnflächenberechnung als Wohnfläche gelten oder nicht. Als Luftwechselrate sind für die Berechnung vorgegeben:

- bei Gebäuden/Wohnungen mit über 40 m² Wohnfläche/Kopf 0,3 /h
- bei Gebäuden/Wohnungen mit 30-40 m² Wohnfläche/Kopf 0,5 /h
- bei Gebäuden/Wohnungen mit unter 30 m² Wohnfläche/Kopf 0,8 /h.

Die Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenluft ist mit 32 Kelvin vorgegeben. Der spezifische Energiegehalt von Luft beträgt 0,34 Wh/m³*K. In der folgenden Beispielrechnung ist ein Gebäude mit 135 m² Wohnfläche, 2,5 m Raumhöhe und 0,5/h Luftwechselrate dargestellt:

$$\begin{array}{cccccc} 135 \text{ m}^2 & * & 2,5 \text{ m} & * & 0,5/\text{h} & * & 32 \text{ K} & * & 0,34 \text{ Wh/m}^3 * \text{K} & = & 1728 \text{ W} \\ \text{WFI} & & \text{Höhe} & & \text{LWRate} & & \text{Temp-Diff} & & \text{Energiegehalt Luft} & = & \text{Lüftungswärmebedarf} \end{array}$$

Der gesamte Wärmeleistungsbedarf ist die Summe von Transmissions- und Lüftungswärmebedarf, hier also 3293 W + 1728 W = 5021 W. Der spezifische Wärmeleistungsbedarf pro Quadratmeter Wohnfläche beträgt bei angenommenen 135 m² Wohnfläche hier 5021 W / 135 m² = 37,19 W/m² und liegt damit im zulässigen Bereich von 25-40 W/m² des Detmolder Niedrigenergie-Haus- Standards.

Um die Berechnung nachvollziehbar und prüfbar zu machen, ist es sinnvoll, die Berechnung und Addition der Teilflächen und Teilvolumina in einer übersichtlichen Tabelle anzulegen und den Teilflächen und Volumina Namen oder Nummern zuzuordnen, die anhand der Baupläne nachvollziehbar sind oder besser sogar in den Bauplänen eingezeichnet sind. Auf Wunsch kann eine für diese Berechnungen vorstrukturierte Tabellenkalkulation für die PC-Software Multiplan 3.0 zur Verfügung gestellt werden.

5. Nachweis für die Auslegung der Lüftungsanlage

An die Lüftungsanlage wird die Mindestanforderung gestellt, daß durch die Ventilatoren das gesamte Luftvolumen der beheizten Räume (siehe oben) bei Windstille mit Luftwechselraten in der Regelbandbreite von 0,3/h bis 0,8/h durchströmt werden muß. Nicht vorgegeben ist, ob die Lüftungsanlage mit dezentralen oder zentralen Ventilatoren ausgerüstet wird. Auch die Entscheidung, ob eine Abluftwärmerückgewinnung eingebaut wird oder nicht, ist freigestellt. Die Mindestaustattung ist eine reine Entlüftungsanlage mit dezentralen Abluftventilatoren in den Abluft- bzw. Feuchträumen (Küche und Bad/Bädern/Duschen/ggf. beheizter Hauswirtschaftsraum) sowie Zuluftöffnungen in den Frischluft-räumen (Wohn-, Eß-, Arbeits-, Schlaf- und Kinderzimmern).

Als Nachweise werden verlangt,

- daß die Abluft aus den Ablufträumen mit für Dauerbetrieb geeigneten dezentralen oder zentralen Abluftventilatoren abgesaugt werden kann,
- daß die Frischluft in die Zuluftträumen durch raumweise regelbare Zuluftöffnungen mit geeigneten Querschnitten nachströmen kann,
- daß zwischen Zu- und Ablufträumen auch bei geschlossenen Türen geeignete Strömungswege für die Luft vorhanden sind,
- daß die Leistung der installierten und für Dauerbetrieb geeigneten Ventilatoren die erforderliche Durchströmung ermöglicht,
- und daß evtl. Brandschutzauflagen sowie sonstige evtl. gegebene baurechtliche Anforderungen eingehalten sind.

Um den gewünschten Komforteffekt und Energiespareffekt zu erreichen, wird allerdings dringend empfohlen, über diese formalen Mindestanforderungen hinaus auch Kriterien des Schallschutzes, der Unabhängigkeit von Richtung und Stärke des Außenwinds, der Wartungsfreundlichkeit, des geringen Stromverbrauchs sowie einer guten Regeltechnik einzuplanen.

6. Nachweise für Heizungs- und Sanitärinstallation

Die Anforderungen an die Wärmeerzeuger sind im Niedrigenergie-Haus- Standard beschrieben. Bei der Wärmeverteilung ist zu beachten, daß eine ausschließliche oder überwiegende Fußboden-, Wand- oder Deckenheizung kein schnell regelbares und effizientes System im Sinne des Niedrigenergie-Haus-Standards ist und insofern die Anforderungen nicht erfüllt. Fußbodenheizungen nur im

Feuchtraumbereich werden jedoch akzeptiert, wenn für die Schnellaufheizung in den Übergangsjahreszeiten auch ein Konvektor installiert ist.

Bei der Sanitärinstallation sollte das Gebot der kurzen Leitungswege und guten Rohrisolation sowohl aus Energiespar- als auch aus hygienischen Gründen (Legionellen-Vorsorge) beachtet werden. Bei der Platzierung der Speicher sollte bedacht werden, daß diese nahe den häufigst genutzten Zapfstellen und nicht nahe dem

Heizkessel stehen sollten. Energieverluste und hygienische Probleme treten nicht in der Speicherladeleitung zwischen Kessel und Speicher, sondern nur in den Zapfleitungen zwischen Speicher und Zapfstellen auf.

7. Nachweis für die Winddichtigkeit

Das Maß der zu erreichenden Winddichtigkeit ist eine Luftwechselrate von weniger als 3 /h bei einem mittels einer Abpumpanlage künstlich hergestellten Unterdruck im Gebäude von 50 Pascal. Der Nachweis erfolgt durch empirische Messung mit einer Minneapolis Blower-Door, sobald der Ausbau soweit fortgeschritten ist, daß alle winddichtenden Ebenen im Dach, Wand-, Fenster- und Türbereich sowie bei den Installationen fertiggestellt sind. Um bei evtl. erheblichen Undichtigkeiten noch mit geringem Aufwand nachbessern zu können, wird empfohlen, Verkleidungen vor winddichtenden Ebenen (z.B. Rigips vor der Wind- und Dampfsperrfolie im Dach oder Bodenbelag auf dem Estrich) noch nicht vor der Messung zu montieren. Vielmehr sollte ein für die Winddichtemessung geeigneter Bauzustand im Bauzeitenplan sorgfältig eingeplant werden.

Angesichts der noch fehlenden oder erst geringen Erfahrungen der örtlichen Bauwirtschaft in Werther und Umgebung mit der praktischen Umsetzung von Winddichte-Anforderungen ist die Winddichtigkeit kein hartes Prüfkriterium (Muß), sondern eine Soll-Anforderung. Es wird allerdings erwartet, daß festgestellte Leckagen, besonders bei für Bauschäden empfindlichen Bauteilen nach der Messung weitestgehend nachgebessert werden.

Die erste Winddichte-Messung ist für Bauleute kostenlos. Weitere Messungen (z.B. auf Wunsch der Bauleute) durch das NEI können nur gegen Kostenerstattung erfolgen. Es wird empfohlen, die Anforderung winddichter Ausführung von Details in Ausschreibungstexte und Gewährleistungsbedingungen aufzunehmen, vor allem bei im Fenster- und Türenbau, im Estrich- und Dachausbau tätigen Gewerken.

8. Angabe von Baukosten und der Mehrkosten

Die Baukosten für das reine Bauwerk und die am Bauwerk für die Ausführung als Niedrigenergie-Haus gegenüber üblicher Ausführung entstandenen Mehrkosten sind anzugeben. Diese sind zu untergliedern in jene für

- zusätzliche Dämmung der Außenwände
- zusätzliche Dämmung des Daches bzw. der Dächer,
- zusätzliche Dämmung der Bodenplatte bzw. EG-Decke
- zusätzliche Dämmung der Trennwände zu Erdreich oder zu unbeheizten Räumen
- zusätzliche Dämmung bzw. verbesserter Standard der Fenster, Fenstertüren und anderen Außentüren
- die Lüftungsanlage.

Entstandene Minderkosten für die kleinere Auslegung der Heizungsanlage sollen angegeben werden. Die Aufstellung kann zusätzlich Kostenangaben für das Grundstück, die Erschließung, die Außenanlagen und die Planung enthalten.

9. Angabe der tatsächlichen Verbräuche

Die tatsächlichen Verbräuche für Gas, Öl, Strom, Kalt- und Warmwasser sind von den Eigentümern oder Mietern der Häuser oder Wohnungen in den ersten drei Abrechnungsjahren nach dem Erstbezug anzugeben. Sofern die Stromverbräuche der Lüftung oder die Energieverbräuche der Warmwasserbereitung separat erfaßt werden, sollen auch diese Angaben mitgeteilt werden. Für die Strom-, Gas- und Kaltwasserverbräuche kann anstelle von Verbrauchsmittelungen auch dem Niedrig-Energie-Institut eine Vollmacht erteilt werden, daß das Niedrig-Energie-Institut diese bei den jeweiligen Versorgungs- oder Abrechnungsunternehmen anfordern kann.

10. Nachweisfristen

Die Angaben und Nachweise sind zu folgenden Zeitpunkten zu erbringen:

- (1)-(4) zum Baubeginn,
- (5)-(6) drei Monate nach Baubeginn,
- (7) zu einem geeigneten Zeitpunkt (Vgl. Punkt 7),
- (8) drei Monate nach Bezug,
- (9) jeweils zum 15.2. des Folgejahres.

Anlage 3

Güte- und Prüfbestimmungen für die Planung und Bauausführung von Häusern in Niedrigenergiebauweise der Gütegemeinschaft Niedrigenergie-Häuser e.V. Fassung Juli 1999

(Auszug betreffend Lüftungsanlagen)

3.6 Anforderungen an die Be- und Entlüftung

Um den hygienisch erforderlichen Mindestluftwechsel sicherzustellen und zugleich die Lüftungswärmeverluste auf ein sinnvolles Maß zu begrenzen, sind in Häusern in Niedrigenergiebauweise Anlagen zur kontrollierten Wohnungslüftung einzubauen. Sie können wahlweise mit oder ohne Wärmerückgewinnung ausgeführt werden und müssen nachfolgende Anforderungen einhalten:

3.6.1 Allen Zulufräumen muß Frischluft durch regelbare Zuluftventile in Außenwänden oder in Fenstern oder durch Zuluftleitungen zugeführt werden. Zulufräume in diesem Sinne sind Wohn-, Eß-, Schlaf-, Kinder-, Arbeits- und alle anderen Zimmer, die vergleichbare Anforderungen an die Luftqualität haben und nicht als Ablufträume definiert sind. Wohnküchen gelten gleichermaßen als Zuluft- und Ablufträume.

3.6.2 Aus allen Ablufträumen muß Abluft direkt durch einzelne Ventilatoren oder indirekt durch Rohrleitungen und einen oder mehrere zentrale Ventilatoren nach außen abgeführt werden. Ablufträume in diesem Sinne sind in Wohngebäuden Küchen (auch Wohnküchen), Bäder, Toiletten sowie innerhalb der thermischen Hüllfläche liegende Hauswirtschaftsräume, die zur Aufstellung von Waschmaschinen oder zum Wäschetrocknen vorgesehen sind. Abluft kann zusätzlich an anderen Stellen abgesaugt werden um besondere Luftbelastungen (z.B. Zigarettenrauch) abzuführen oder um überhöhte Luftdurchsätze in anderen Ablufträumen zu vermeiden.

3.6.3 Zwischen Zu- und Ablufträumen sind Luft-Überströmwege zu belassen oder einzurichten. Dies können z.B. Türspalte, in Türen oder Wänden eingebaute Überströmöffnungen oder separate Luftkanäle sein. Sie sind so zu gestalten und zu dimensionieren, daß die aus den einzelnen Zulufräumen nachströmenden bzw. den einzelnen Ablufträumen zuströmenden Luftmengen bei den vorgegebenen Luftwechselraten ohne störende Strömungsgeräusche, Zegerscheinungen und überhöhte Strömungswiderstände überströmen können. Das bauseits angestrebte Schallschutzniveau ist verbindlich auf Basis der VDI 4100 festzulegen.

3.6.4 Zuluftventile oder Zuluftleitungen müssen so dimensioniert sein, daß die erforderlichen raumbezogenen Zuluftmengen nach Abschnitt 3.6.6 ohne störende Strömungsgeräusche zuströmen können. *Zuluftventile sollen bei Zuführung von nicht vorerwärmter Zuluft zur Minimierung von Zegerscheinungen möglichst hoch im Raum und oberhalb von Heizkörpern angebracht sein und leicht auswechselbare Luftfilter enthalten.* Die raumweise Zuluftzuführung muß bei Abluftanlagen an den Ventilen oder durch andere Vorkehrungen bedarfsgerecht regelbar sein. Zuluftleitungen müssen aus glattwandigem Material hergestellt sein. *Ab mehr als 0,5 m Länge sollen sie an zugänglichen Stellen Revisionsöffnungen für Reinigungszwecke haben und nicht mehr als 0,5 m hinter ihrem Frischluftereinlaß mit einem auswechselbaren Filter ausgestattet sein.*

3.6.5 Abluftventile, Abluftleitungen und Abluftventilatoren müssen so gestaltet und dimensioniert sein, daß durch sie die gesamten raumbezogenen Abluftmengen ohne störende Betriebs- oder Strömungsgeräusche abgesaugt werden können. Abluftleitungen müssen aus glattwandigem Material hergestellt sein. Ab 4 m Länge müssen sie an geeigneten und zugänglichen Stellen mit Revisionsöffnungen für Reinigungszwecke ausgestattet sein. Ist wegen ihrer Länge oder Verlegung durch kühlere Räume mit Kondensatablauf zu rechnen, sind sie zu isolieren und es müssen an geeigneten Stellen Kondensatabläufe vorgesehen werden.

3.6.6 Die Dimensionierung von Lüftungsanlagen in Wohngebäuden muß in allen Komponenten so sein, daß bei Windstille Luftwechselraten zwischen 0,3 und 0,8 h⁻¹ wohnungsweise einstellbar sind. Die Regelung muß eine mindestens dreistufige Einstellung der Luftwechselrate zwischen 0,3 und 0,8 h⁻¹ ermöglichen. Lüftungsanlagen in anderen Gebäuden sind anhand der anerkannten Regeln der Lüftungstechnik zu dimensionieren. Dabei dürfen keine höheren baulichen Undichtigkeiten eingerechnet werden, als für Häuser in Niedrigenergiebauweise zulässig.

3.6.7 Die Energieeffizienz von eingebauten Lüftungsanlagen muß bei 0,8 h⁻¹ Luftwechselrate, +20°C Ablufttemperatur und +5°C Frischlufttemperatur folgende Werte erreichen:

| | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|---|
| Abluftanlagen | ≤ 0,25 Wh/m ³ | Stromverbrauch pro Luftdurchsatz |
| Wärmerückgewinnungsanlagen | ≤ 0,50 Wh/m ³ ≥ 70 % | Stromverbrauch pro Luftdurchsatz Wärmebereitstellungsgrad lt. DIBt |

3.6.8 Lüftungsanlagen sind nach ihrer Installation auf die SOLL-Werte gemäß Abschnitt 3.6.6 einzuregulieren. Die SOLL-Einstellungen sind an den Reglern zu kennzeichnen. Sofern in Mehrfamilienhäusern einzelne Parteien ihre Lüftung individuell regeln können, ist für die einzelnen Parteien, und insofern eine zentrale Anlage oder Regelung besteht, ist auch für diese eine allgemein verständliche Anlagen- und Funktionsbeschreibung mit Betriebs- und Wartungsanleitung bereitzustellen.

3.6.9 Werden innerhalb der luftdichten Gebäudehülle nach außen abblasende Dunstabzugshauben, Ablufttrockner oder andere Anlagen mit luftoffenen Verbindungen nach außen installiert, sind diese so zu gestalten, daß die Funktion der Lüftungsanlage nicht beeinträchtigt wird. Heizanlagen und andere Feuerstätten, die innerhalb der luftdichtenden Gebäudehülle aufgestellt werden, sind zu- und abluftseitig vollständig raumluftunabhängig auszuführen

Als planerischer Nachweis sind die vorgesehene Luftwegführung und die geplanten Lüftungsinstallationen in den Grundriß- und Schnittplänen im Maßstab 1:100 (oder größer) einzuzichnen. Bauart, Typ, Materialien, Querschnitte und geplante Luftdurchsätze aller passiven Komponenten und Stränge sowie Leistungs- und Verbrauchsdaten aller aktiven Komponenten sowie das vorgesehene Regelkonzept sind zu benennen."

Quelle: siehe Literaturliste /GGNeV 1999-1/