

HESSISCHES
UMWELTMINISTERIUM

Heizenergie im Hochbau

Leitfaden für energiebewusste Gebäudeplanung



Heizenergie im Hochbau

Leitfaden energiebewußte Gebäudeplanung

Ein Leitfaden sowie ein Verfahren zur Berechnung
des Wärmebedarfs von Gebäuden

6. überarbeitete Auflage

Hessisches
Umweltministerium
Mainzer Straße 80
65189 Wiesbaden

Institut Wohnen und Umwelt GmbH
Annastraße 15
64285 Darmstadt

Impressum:

Herausgeber: Hessisches Ministerium
für Umwelt, Energie,
Jugend, Familie und Gesundheit
Referat Öffentlichkeitsarbeit
oea@mue.hessen.de
<http://www.muejfg.hessen.de>

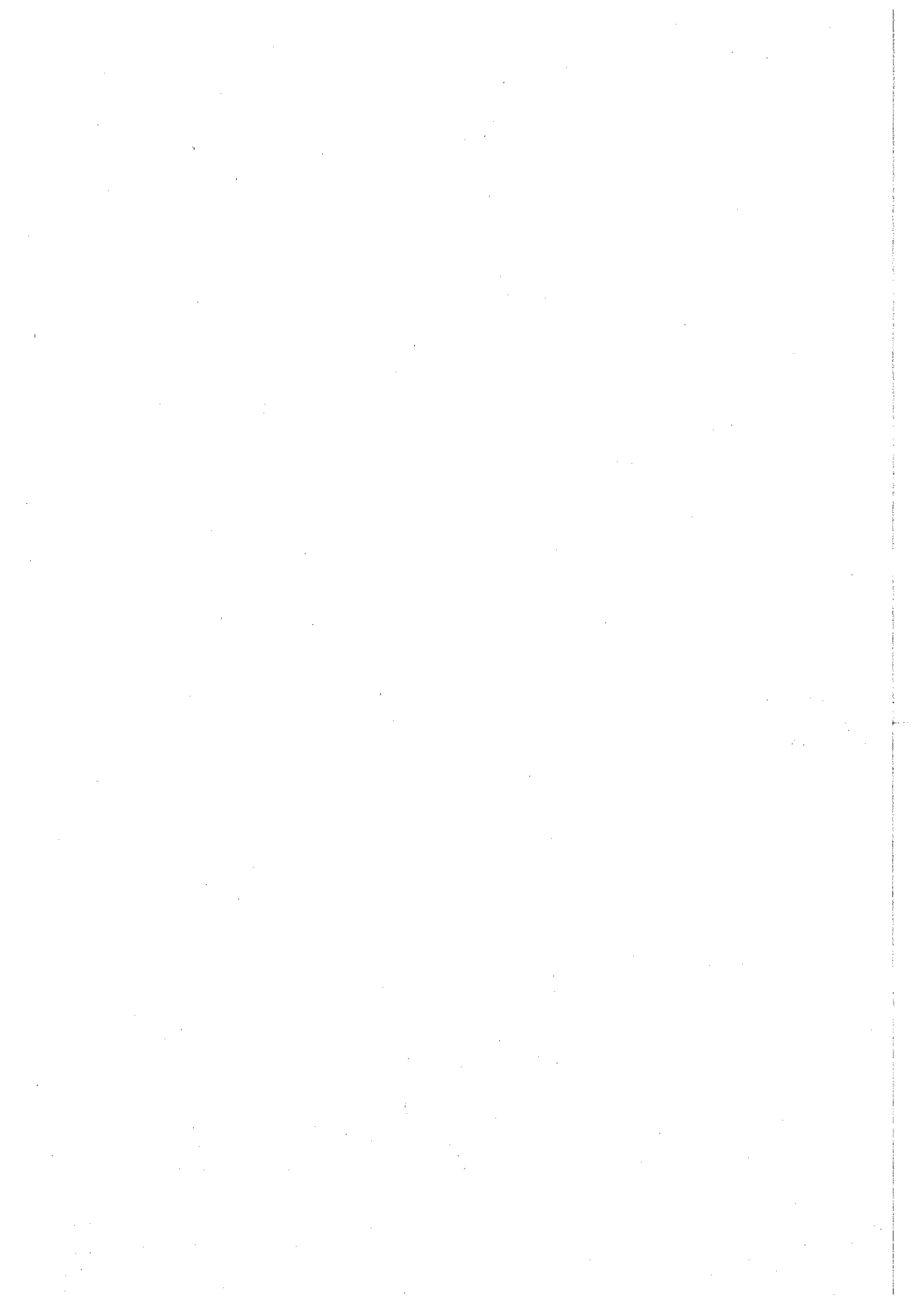
Druck: Elektra, Niedernhausen

6. Auflage Februar 1999

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Zielsetzung		3
Zum Inhalt		4
0.	Einordnung	7
0.1	Zweck	7
0.2	Anwendungsbereich	7
0.3	Methode	7
0.4	Mitgeltende Bestimmungen	8
1.	Begriffliche Vereinbarungen	9
1.1	Heizwärmebedarf	10
1.2	Energiekennwert Wärme	10
1.3	Heizzahl Endenergie	10
1.4	Energiekennwert Licht, Kraft, Prozesse	11
2.	Vorgehen bei Neu- und Umbauten	11
2.1	Neubauten	11
2.2	Umbauten	11
3.	Anforderungen	13
3.1	Gliederung der Anforderungen	13
3.2	Gebäudekategorien und Standardnutzung	15
3.3	Berechnung	15
3.4	Kontrolle	16
3.5	Heizwärmebedarf	17
3.6	Energiebedarf Licht, Kraft, Prozesse	18
3.7	Heizzahl Endenergie	20
3.8	Energiebedarfsdeckung Licht, Kraft, Prozesse	20
3.9	Tabellen für Systemanforderungen	21
3.10	Tabellen für Einzelanordnungen	23
Anhang		
A	Erläuterungen zur Anwendung	25
B	Planungshinweise	51
C	Berechnungsmethode	69
D	Tabellenwerte	114
E	Wirtschaftlichkeit	127
	Sachverzeichnis	146
	Arbeitshilfen für den Leitfaden	153
	Rechenverfahren für den Wärmeschutznachweis	155
	Handrechenblätter Energiekennwert Heizwärme	167
	Handrechenblätter Heizzahl Endenergie	171
	Ergänzung zu den Standardnutzungsdaten auf S. 115	176
	Relevante Richtlinien und Erlasse	181



Zielsetzung

Der Leitfaden "Energiebewußte Gebäudeplanung" hat zum Ziel, den Einsatz von Energie bei der Nutzung von Gebäuden unter wirtschaftlichen und umweltseitigen Gesichtspunkten zu begrenzen. Dies ist erforderlich, um

- einen wirtschaftlich vertretbaren Einsatz der Mittel bei Erstellung und Nutzung von Gebäuden zu sichern,
- den Schutz der Umwelt vor vermeidbaren Schadstoffen aus der Energiebereitstellung zu verbessern,
- den Schutz der Bausubstanz und die thermische Behaglichkeit in Wohngebäuden zu gewährleisten,
- volkswirtschaftlichen Schaden durch überhöhten Energieverbrauch abzuwenden.

Der Leitfaden ist ein Hilfsmittel für die Erschließung der beträchtlichen Energiesparpotentiale im Bereich des Neubaus und der Sanierung von Gebäuden.

Inhalt

Abweichend von bisher in Deutschland geltenden Normen und Richtlinien werden **Gesamtanforderungen** an den Endenergieverbrauch von Gebäuden formuliert (funktionale Norm), Einzelanforderungen an bestimmte Bauteile oder technische Anlagen nur noch in Sonderfällen. Dieses Vorgehen hat folgende Vorteile:

- Die Anforderungen betreffen die eigentliche **Zielgröße**, nämlich einen (möglichst geringen) Energieverbrauch.
- Die Anforderungen selbst beschränken sich dadurch auf **wenige** (zwei) **Kennziffern**, nämlich den spezifischen Nutzenergiebedarf Wärme und die Jahres-Heizzahl von Heizanlagen. Sie können daher entsprechend dem Stand der Technik leicht angepaßt und fortgeschrieben werden.
- Zur Erfüllung der Anforderungen sind eine Reihe sehr **unterschiedlicher Wege** möglich. Dem Projektierenden wird dadurch ein großer **Gestaltungsspielraum** gegeben.
- Die praktische Erfüllung der Anforderungen ist **leicht überprüfbar** (Messung des Jahresenergieverbrauchs). Damit wird die Motivation für die Umsetzung von Energiesparmaßnahmen erhöht.
- Bei der Projektierung wird die **Aufmerksamkeit** auf die Zielwerte gelenkt. Damit wird eine weitergehende ökonomische Optimierung ermöglicht.

Voraussetzung für die Formulierung funktionaler Anforderungen ist ein zuverlässiges, aber dennoch vergleichsweise unkompliziertes und einfach überprüfbares Verfahren zur rechnerischen Ermittlung des spezifischen Nutzenergiebedarfs Wärme und der Heizzahl. Nach den inzwischen vorliegenden Erfahrungen ist eine solche Berechnung mit hinreichender Genauigkeit durch die Erstellung ganzjähriger **Energiebilanzen** möglich. Es muß darauf hingewiesen werden, daß bisher übliche Abschätzmethode, z.B. auf der Basis von Korrekturfaktoren zu Heizgradtagen, diesen Ansprüchen nicht genügen. Alternativ zum angegebenen Rechenverfahren, das sich auch für die Berechnung von Hand eignet, können jedoch genauere Methoden (wie stationäre Energiebilanzmodelle oder rechnergestützte dynamische Simulationsverfahren) verwendet werden.

Die Energiebilanz berücksichtigt das **Zusammenwirken aller energierelevanten Faktoren**, insbesondere die Nutzung von internen Wärmequellen (Personen und Stromabwärme) sowie der Sonneneinstrahlung. Damit wird ein Ineinandergreifen von energierelevanten Maßnahmen ermöglicht: architektonische Gestaltung, wärmetechnischer Standard, Detailausführung und Kostenvergleiche auf allen Planungsebenen gestatten auch ungewöhnliche Lösungen zur gesamtheitlichen Optimierung.

Der Nachweis des jährlichen Wärmeverbrauchs wird nach diesem Leitfaden durch eine Energiebilanz auf der Grundlage einer **definierten Standardnutzung** geführt. Dies ist erforderlich, um technische Anforderungen an Gebäudehülle und Heizsystem einheitlich nach vergleichbaren Kriterien zu stellen, auch wenn die Nutzung im Einzelfall von den Standardabgaben abweichen sollte. Zu bedenken ist dabei auch, daß sich die Nutzung im Laufe der (häufig langen) Lebensdauer von Gebäuden künftig verschiedentlich verändern kann.

Bei den **Anforderungen** werden **Grenzwerte** und **Zielwerte** unterschieden. Die **Grenzwerte** stellen Mindestanforderungen im Sinne der Zielsetzung des vorliegenden Leitfadens dar, und sie sind so gewählt, daß sie den aktuellen Stand (1989) der wirtschaftlich erreichbaren Energieeinsparung widerspiegeln. Sie gehen in der Regel über den mit der Wärmeschutzverordnung 1984 erreichbaren Standard hinaus, erlauben aber dennoch größere gestalterische Freiheiten bei der Planung.

Die weitergehenden **Zielwerte** orientieren sich am heute (1989) erreichten Stand der Technik des energiesparenden Bauens, welcher unter wirtschaftlich vertretbarem Aufwand erreichbar ist. Es wird daher empfohlen, sich bei der Planung an den Zielwerten zu orientieren, ihre Einhaltung wird jedoch nicht vorgeschrieben.

Grenz- und Zielwerte sind der technisch-wirtschaftlichen Entwicklung folgend von Zeit zu Zeit anzupassen.

Über Berechnungsverfahren und funktionale Anforderungen hinaus werden in diesem Leitfaden **Projektierungs- und Entscheidungshilfen** für das energiebewußte Bauen gegeben. Ein eigener Anhang B gibt Grundsätze für eine Planung in energiesparender Bauweise wieder.

0. EINORDNUNG

0.1 Zweck

Der Leitfaden "Energiebewußte Gebäudeplanung" hat einen wirtschaftlichen und ökologisch maßvollen Einsatz von Energie im Hochbau zum Ziel. Seine Anwendung fördert die Entwicklung und Erprobung baulicher Energiesparmaßnahmen.

0.2 Anwendungsbereich

Das vorliegende Berechnungsverfahren kommt für Neubauten und Umbauten bzw. energetisch relevante Sanierungsmaßnahmen zur Anwendung. Energetisch relevant sind insbesondere Sanierungsmaßnahmen, die mögliche Wärmeschutzmaßnahmen aufschieben oder verhindern. In Anhang A2 wird aufgeführt, um welche Maßnahmen es sich dabei handelt.

Die Anwendung dieser Empfehlung ist in Regionen mit gemäßigttem Klima sinnvoll. Für Standorte außerhalb Hessens wären jedoch entsprechende Klimadaten (vgl. Anhang D) zu ergänzen.

0.3 Methode

Im Planungs- und Berechnungsverfahren für Neubauten ist eine Energiebilanz zum Nachweis und zur Bewertung des baulichen Wärmeschutzes aufzustellen. Die Energiebilanz berücksichtigt die baulichen Maßnahmen zur Begrenzung der Energieverluste. Das Rechenverfahren ist vereinheitlicht und auf wenige Systemanforderungen ausgerichtet. Einzelanforderungen über die fachgerechte Ausführung hinaus sind nicht zu beachten.

Bei Umbauten oder energetisch relevanten Sanierungsmaßnahmen werden Einzelanforderungen an Gebäudehülle, Haustechnik und Betrieb gestellt. Wahlweise können auch die Systemanforderungen für das umzubauende oder zu sanierende Gebäude erfüllt werden.

0.4 Mitgeltende Bestimmungen

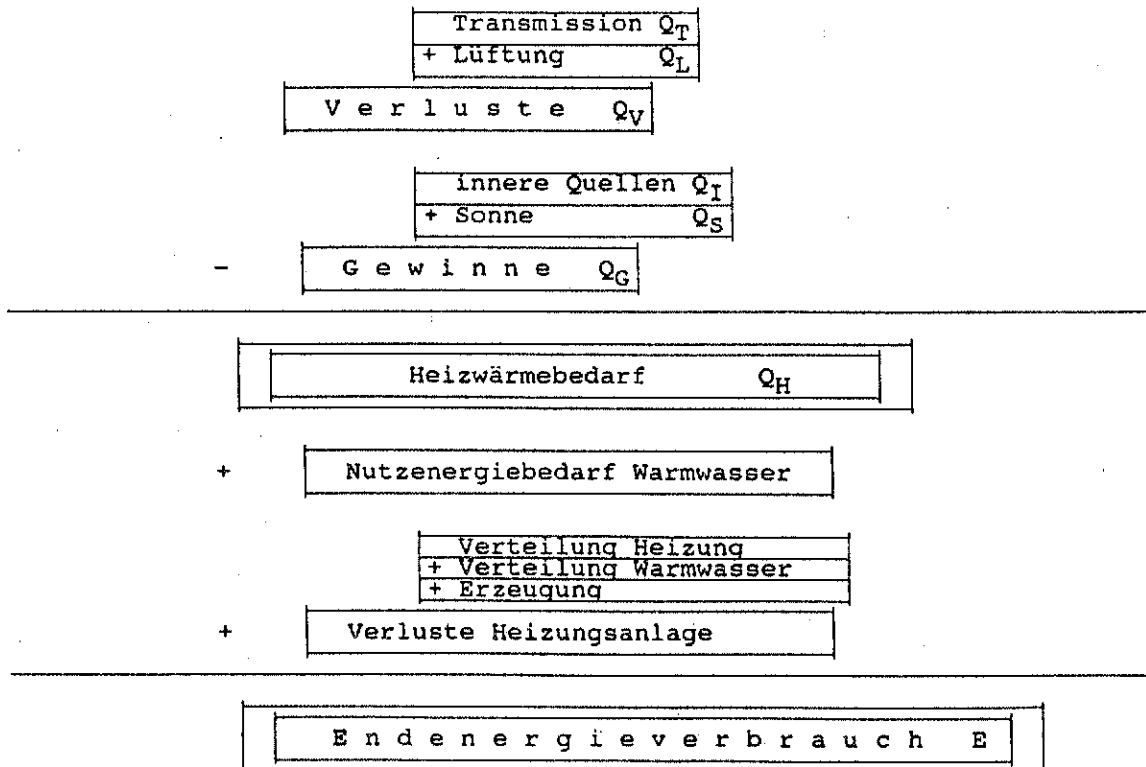
- DIN 4108 Wärmeschutz im Hochbau
- DIN 4701 Wärmebedarf von Gebäuden
- HBO
- HOAI
- VDI 2067
- DIN 18055 Fenster Fugendurchlässigkeit
- DIN 67507 Lichttransmissionsgrade
- DIN 277 Grundflächen und Rauminhalte
- Wärmeschutzverordnung und Heizungsanlagenverordnung in der jeweils geltenden Fassung.

1. BEGRIFFLICHE VEREINBARUNGEN

Grundlage für die energetische Bewertung ist die Jahresenergiebilanz eines Gebäudes. Der Aufbau sowie die wichtigsten Elemente der Jahresenergiebilanz sind in Abbildung 1 dargestellt. Die für das Berechnungsverfahren wesentlichen Grundbegriffe werden im Anschluß kurz erläutert. Eine alphabetische Übersicht der verwendeten Begriffe befindet sich in Anhang A1.

Die Energieverluste und -gewinne im Berechnungsverfahren sind grundsätzlich flächenbezogen, d. h. spezifische Werte. Die Normierungsgröße ist die Energiebezugsfläche (EBF) eines Gebäudes. Flächenbezogene Größen werden durch den hochgestellten Index f gekennzeichnet. Energiekennwerte sind immer flächenbezogen.

Abbildung 1: Energiebilanz



1.1 Heizwärmebedarf (Nachweisgröße)

Der Heizwärmebedarf^f (oder Heizenergiebedarf^f) ($\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$) ist der zusätzlich zu den Wärmegewinnen erforderliche jährliche Nutzwärmebedarf, um ein Gebäude auf einer gewünschten Innentemperatur zu halten. Er ergibt sich aus dem Wärmebedarf des Gebäudes für Transmission und Lüftung abzüglich der nutzbaren Wärmegewinne. Die Wärmegewinne entstehen durch Sonneneinstrahlung, der Personenwärme sowie Abwärme von Licht, Kraft und Prozessen. Die Höhe der nutzbaren Wärmegewinne hängt u. a. von der verwendeten Regelung ab. Die Wärmerückgewinnung aus Lüftungstechnischen Anlagen wird als Reduktion des Wärmebedarfs für Lüftung behandelt.

1.2 Energiekennwert Wärme

Der Energiekennwert (Energiekennzahl) Wärme ($\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$) gibt die dem Gebäude zu seiner Beheizung und zur Warmwasserbereitung zugeführte Endenergie (z. B. Öl, Gas, Fernwärme, Strom) an. Sie summiert sich aus dem Heizenergiebedarf, dem Nutzenergiebedarf Warmwasser und den Verlusten bei der Erzeugung, Verteilung und Speicherung der Wärme.

1.3 Heizzahl Endenergie (Nachweisgröße)

Die Heizzahl ist ein Maß für die Güte der Wärmeerzeugung und -verteilung. Sie ist das Verhältnis von "Nutzenergiebedarf Wärme^f" (= Heizenergiebedarf^f + Nutzenergiebedarf Warmwasser^f) zur Energiekennzahl Wärme bzw. zwischen Nutzenergiebedarf und dem zur Deckung erforderlichen Endenergieeinsatz.

1.4 Energiekennwert Licht, Kraft, Prozesse

Der Energiekennwert (Energiekennzahl) Licht, Kraft, Prozesse ($\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$) wird meistens durch den Stromverbrauch bestimmt.

Stromverbrauch für Heizwärme und Warmwassererzeugung ist in der Energiekennzahl Wärme enthalten.

2. VORGEHEN BEI NEU- UND UMBAUTEN

2.1 Neubauten

Bei Neubauten gelten die **Systemanforderungen** an Heizenergiebedarf^f und Heizzahl Endenergie (s. 3.1.1). Zum Nachweis wird eine Energiebilanz erstellt. Die Energiebilanz sollte nach ökonomischen und ökologischen Kriterien optimiert werden.

2.2 Umbauten

Bei Umbauten gelten die **Einzelanforderungen** (s. 3.1.2) für die veränderten Teile.

Von der Einhaltung der Grenzwerte kann bei begründeter Ausnahme abgewichen werden, insbesondere dann, wenn die Zielsetzung dieser Richtlinie im Einzelfall auf andere Art und Weise besser erfüllt werden kann.

Die Erfüllung der Systemanforderungen für das gesamte Gebäude gilt auch bei Umbauten als Nachweis.

Abb. 2: Vorgehen für Neubauten

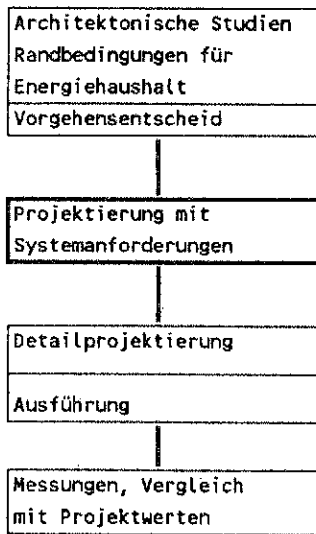
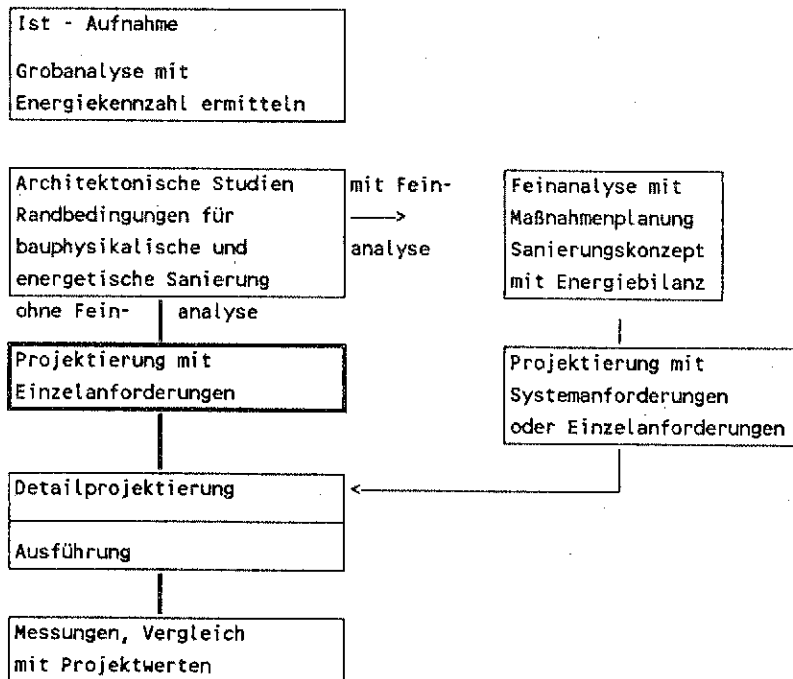


Abb. 3: Vorgehen für Umbauten



3. ANFORDERUNGEN

Die Bereiche Wärme einerseits und Licht, Kraft und Prozesse andererseits sind in ihrer gemeinsamen Wirkung zu betrachten. Einsparungen in einem Bereich dürfen keinen unverhältnismäßigen Mehrverbrauch in einem anderen Bereich verursachen.

3.1 Gliederung der Anforderungen

3.1.1 Systemanforderungen

Die Systemanforderungen werden auf zwei verschiedenen Ebenen gestellt. Für den Bereich "Wärmebedarf" wird der zulässige Heizenergiebedarf^f des Gebäudes in Abschnitt 3.9, Tabelle 4 vorgegeben. Für den Bereich "Wärmeverluste bei Erzeugung und Verteilung" werden die Heizzahlen in Tabelle 5 festgelegt.

Die Systemanforderungen erfolgen getrennt, weil ein niedriger Heizenergiebedarf eine wichtige Voraussetzung für die energiegerechte Planung der haustechnischen Anlage ist. Dadurch wird verhindert, daß eine energetisch schlechte Gebäudehülle durch eine technisch aufwendige Wärmeerzeugung (oder umgekehrt) kompensiert werden kann.

3.1.2 Einzelanforderungen (für Umbau und Sanierung)

Im Bereich Wärme wird bei den Einzelanforderungen zuerst der Heizenergiebedarf durch die Vorgabe von k-Werten und Anforderungen an die Gebäudedichtigkeit eingeschränkt (siehe Abschnitt 3.10, Tab. 6 und 7). Anschließend wird die Qualität der Wärmeerzeugung und -verteilung durch die Vorgabe von maximalen Verlusten und durch die Vermeidung einer Überdimensionierung sichergestellt (siehe Tab. 8).

Anstelle der Einhaltung der Einzelanforderungen kann auch die Einhaltung der Systemanforderungen nachgewiesen werden.

3.1.3 Grenzwerte, Zielwerte

Die berechneten Werte für das jeweilige Objekt werden mit Grenz- und Zielwerten verglichen. Grenzwerte und Zielwerte geben eine Bandbreite für energiebewußtes Bauen.

Grenzwerte sind Mindestanforderungen im Sinne der Zielsetzung des vorliegenden Leitfadens. Sie können technisch und wirtschaftlich erreicht werden. Gleichzeitig gewährleistet die Einhaltung der Grenzwerte den Nachweis für ausreichenden Wärmeschutz gemäß der Wärmeschutzverordnung.

Entsprechend verschiedener Energiepreise verschiedener Endenergieträger liegen die Grenzwerte unterschiedlich hoch. Für Brennstoffe (Heizöl, Erdgas, Flüssiggas, feste Brennstoffe) gelten die Werte in der linken Spalte in Tabelle 4, für elektrische Energie (Nachtspeicherheizungen, elektrische Direktheizungen) die Werte der rechten Spalte. Das wirtschaftliche Optimum des baulichen Wärmeschutzstandards liegt bei elektrischer Heizung deutlich über dem von Gebäuden mit Brennstoffheizungen.

Zielwerte stellen erhöhte Anforderungen für Bauten dar, bei denen ein besonders niedriger Energieverbrauch angestrebt wird ("Niedrigenergiehäuser"). Durch heute bekannte und erprobte Energiespartechnologien können diese erreicht oder sogar unterschritten werden.

3.2 Gebäudekategorien und Standardnutzung

Die Bauten werden in Gebäudekategorien mit unterschiedlichen Anforderungen gemäß Tabelle 4 (Abschnitt 3.9) eingeteilt.

Damit für ein bestimmtes Außenklima und eine gegebene Gebäudeart der errechnete Wert mit den Grenz- oder Zielwerten verglichen werden kann, werden für die Gebäudekategorien gemäß Tabelle 4 entsprechende Standardnutzungen in Anhang D 1 festgelegt. Dies soll sicherstellen, daß auch bei einer Nutzungsänderung des Gebäudes der Energiebedarf niedrig bleibt. Für Bauten der Gebäudekategorie IV und V ist die Standardnutzung zusammen mit dem Bauherrn festzulegen, diese ist sinngemäß aus Anhang D 1 abzuleiten.

Die Werte der Standardnutzung (Tabelle D1-1) werden für die Berechnung des Heizenergiebedarfs, des Nutzenergiebedarfs Warmwasser und der Heizzahl Endenergie verwendet.

3.3 Berechnung

Die Berechnung des Energiebedarfs und der Heizzahl umfaßt alle Elemente der **Energiebilanz** und der grundsätzlichen Überlegungen aus Kapitel 1. Das Berechnungsverfahren ist in Anhang C dargestellt. Der Einfluß einzelner Planungsmaßnahmen kann auf einfache Weise ermittelt werden, da die Berechnung alle wesentlichen Einflußgrößen berücksichtigt. Das Berechnungsverfahren ist zur Programmierung geeignet.

Zur Berechnung des **Heizenergiebedarfs** werden zunächst Wärmeverluste durch Transmission und Lüftung berechnet, wobei die für die Standardnutzung angegebenen Temperaturen und Luftwechselraten einzusetzen sind. Anschließend werden die nutzbaren Wärmegewinne aus Licht, Kraft, Prozessen, Personenwärme und Sonneneinstrahlung durch die Fenster ermittelt. Dazu werden die für die Standardnutzung angegebenen Werte (Anhang D 1, Tabelle D 1-1) sowie die

Klimadaten aus Anhang D 3 verwendet. Der Heizenergiebedarf ergibt sich aus dem Wärmebedarf für Transmission und Lüftung abzüglich der nutzbaren Wärmegewinne.

Zur Berechnung der **Heizzahl Endenergie** werden die Wärmeverluste der Erzeugung aus Betriebs- und Bereitschaftsverlusten sowie die Wärmeverluste der Verteilung (einschließlich Speicherverluste) ermittelt. Dabei werden die solaren Deckungsanteile für Heizung und Warmwasser berücksichtigt. Die **Energiekennzahl Wärme** ist der gesamte Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser, bezogen auf die Energiebezugsfläche. Die Heizzahl ist das Verhältnis von Nutzenergiebedarf Wärme^f zur Energiekennzahl Wärme.

Anstelle des in Anhang C beschriebenen Verfahrens können auch genauere Rechenmethoden verwendet werden. Beim Nachweis der Systemanforderungen ist jedoch darauf zu achten, daß dieselbe Energiebezugsfläche sowie dieselben Daten der Standardnutzung verwendet werden (Tabelle D1-1). Die Monatssummen der verwendeten Klimadaten sollen möglichst gut mit den Klimadaten aus Anhang D3 übereinstimmen. Insbesondere dürfen die Monatssummen der Solarstrahlungsdaten höchstens um 5 % über den Werten aus Anhang D 3.3 liegen.

3.4 Kontrolle

Der planende Architekt oder Ingenieur stellt bei der Berechnung nachvollziehbare Detailangaben zum Datenblatt in Anhang C (Flächen, k-Werte) zusammen. Die zugrundegelegten Annahmen sind in den Plänen, den Ausschreibungen und in Werkverträgen zu berücksichtigen. Der Planer überprüft in der Ausführungsphase die Einhaltung dieser Planungsgrundlagen und bringt evtl. notwendige Verbesserungen an. Bei der Abnahme kontrolliert er die Einhaltung durch Unternehmer und ausführende Firmen. Er erstellt ein Abnahmeprotokoll (vgl. A 3.2.4).

Der Bauherr kann bei der tatsächlichen Nutzung die berechnete mit der gemessenen Energiekennzahl vergleichen. Bei größeren Abweichungen ist zu klären, ob und wie die effektive Nutzung von der Standardnutzung abweicht, ob die Anlagen energiebewußt betrieben werden und die Ausführung gemäß der Planung erfolgt ist. Eine Energiebuchhaltung erlaubt die Überprüfung der Betriebsführung.

3.5 Heizwärmebedarf

3.5.1 Zielsetzung

Der Heizwärmebedarf soll so niedrig wie möglich gehalten werden.

Dies wird erreicht durch:

- geringe Transmissions- und Lüftungswärmeverluste
- hohe Wärmegewinne.

Die wichtigsten Einflußfaktoren bei der Planung sind: Konstruktion der Gebäudehülle, Grundriß, Gebäudeform, Gebäudeorientierung, Umgebungsgestaltung, Regelung und Lüftungseinrichtungen. Planungshinweise werden in Anhang B gegeben.

3.5.2 Grenz- und Zielwerte

In Tabelle 4 (Abschnitt 3.9) sind die Grenz- und Zielwerte für den Heizwärmebedarf angegeben. Korrekturen bzgl. unterschiedlicher klimatischer Lagen sind innerhalb des Landes Hessen nicht erforderlich.

3.5.3 Aus verschiedenen Gebäudekategorien zusammengesetzte Bauten

Der Heizwärmebedarf wird für jedes Gebäude separat berechnet. Ist ein Gebäude aus mehreren Gebäudekategorien zusammengesetzt, so sind die absoluten Wärmeverluste und -gewinne für die einzelnen Bereiche (bzw. durch die an diese Bereiche angrenzenden Bauteile) der jeweiligen Kategorien gesondert zu berechnen und zu addieren. Erst danach werden durch Division durch die gesamte Energiebezugsfläche flächenbezogene Größen ermittelt und die Energiebilanz für das gesamte Gebäude aufgestellt. Äquivalent dazu ist die Berechnung des (flächen-

bezogenen) Heizwärmebedarfs^f getrennt für jede Gebäudekategorie mit anschließender nach Energiebezugsflächenanteilen gewichteter Mittelung.

Der Vergleichswert (Grenz- oder Zielwert) für den Heizwärmebedarf^f ist das mit den Energiebezugsflächen-Anteilen gewichtete Mittel der Grenz- (bzw. Ziel-) Werte für die verschiedenen Gebäudekategorien.

3.5.4 Bauten der Gebäudekategorien IV und V

Falls die Grenzwerte für ein Gebäude der Kategorien IV oder V nicht eingehalten werden können, so sind diese als Richtwerte zu betrachten. Dann soll eine Energiebilanz mit Optimierung gemäß Anhang E 2.4 erstellt werden.

3.6 Energiebedarf Licht, Kraft, Prozesse

3.6.1 Zielsetzung

Der Energiebedarf für Licht, Kraft, Prozesse, in der Regel elektrische Energie, soll so niedrig wie möglich gehalten werden.

Dies wird erreicht durch:

- kritische Prüfung der Bedarfsfrage bei Ausnutzung baulicher Möglichkeiten (Tageslichtnutzung, Bedarf für Lüftungs- und Klimaanlage)
- richtige Systemwahl und Auslegung (z. B. bedarfsabhängige Steuerung)
- richtige Komponentenwahl (z. B. Geräte mit geringem Energieverbrauch).

Planungshinweise sind in Anhang B gegeben. Der Planer kann nur in Teilbereichen den Energiebedarf für Licht, Kraft, Prozesse beeinflussen. Die Hinweise in Anhang B gelten für die Teilbereiche Planung und Nutzung.

3.6.2 Grenz- und Zielwerte

Grenz- bzw. Zielwerte für den Bereich Licht, Kraft und Prozesse werden in der vorliegenden Richtlinie nicht angegeben, da der Energiebedarf für diesen Bereich in der Regel nicht allein durch den Bauherrn determiniert werden kann.

3.6.3 Lüftungs- und Klimaanlage

Aus hygienischen Gründen und zur Erhaltung der Bausubstanz muß die zuverlässige Abfuhr von Wasserdampf, Schad- und Geruchsstoffen gewährleistet sein. Da dieses Ziel weder durch freie Fugenlüftung noch durch Lüften durch den Nutzer zuverlässig erreicht werden kann, ohne stark überhöhte Wärmeverluste in Kauf zu nehmen, ist der Einbau von Lüftungsanlagen zu empfehlen (vgl. Anhang A 4). Dabei ist auf einen möglichst geringen Stromverbrauch zu achten.

Der Bedarf für Klimaanlage ist zu begründen. Eine Klimatisierung von Räumen oder ganzen Gebäuden allein aufgrund der Außenlufttemperaturen ist in unserem Klima in der Regel nur dann erforderlich, wenn unvermeidbar hohe innere Wärmelasten (z. B. durch Personen) abgeführt werden müssen, oder wenn aufgrund spezieller Nutzungen besondere Anforderungen an die Raumlufttemperatur und -feuchtigkeit gestellt werden (vgl. Anhang A 3).

Vorrangig sind alle baulichen, technischen und betrieblichen Maßnahmen (z. B. Sonnenschutz, möglichst effiziente Geräte und Beleuchtung, Gruppierung von Wärmequellen) zur Verminderung der Wärmelast zu treffen. Klimaanlage, die trotz Beachtung dieser Kriterien erforderlich sind, sollen die technischen Möglichkeiten zur Verminderung des Energieverbrauchs ausschöpfen.

Für Lüftungs- und Klimaanlage soll eine Wärmerückgewinnung vorgesehen werden, wo dies technisch und wirtschaftlich möglich ist. Voraussetzung dafür ist eine sehr hohe Gebäudedichtheit (vgl. A4).

3.7 Heizzahl Endenergie

3.7.1 Zielsetzung

Die Heizzahl Endenergie soll so hoch wie möglich gehalten werden.

Dies wird erreicht durch:

- geringe Erzeugungsverluste
- geringe Verteil- und Speicherverluste
- hohe solare Deckungsgrade

3.7.2 Grenz- und Zielwerte

Grenz- und Zielwerte für die Heizzahl von Zentralheizungsanlagen mit öl-, gas- oder feststoffbefeuertem Kessel sind in Abschnitt 3.9, Tabelle 5 gegeben.

Bei einer zentralen elektrischen Versorgung sowie bei einer öffentlichen Wärmeversorgung mit Fern- oder Nahwärme wird statt der Heizzahl der Nutzungsgrad der Wärmeverteilung nach Tabelle 5a vorgegeben.

Bei der Einzelversorgung mit brennstoffgetriebenen Wärmepumpen oder Kraft-Wärme-gekoppelten Systemen mit Heizzahlen größer als 1 werden keine zusätzlichen Grenz- oder Zielwerte vorgegeben.

3.8 Energiebedarfsdeckung Licht, Kraft, Prozesse

Die Verluste bei der Energiebedarfsdeckung für Licht, Kraft, Prozesse sollen niedrig gehalten werden. Zusätzlich können durch gleichzeitige Erzeugung von Wärme und elektrischer Energie die Verluste der Energiebedarfsdeckung im Vergleich zur getrennten Wärmeerzeugung und Erzeugung von elektrischer Energie reduziert werden.

3.9 Tabellen für Systemanforderungen

Tabelle 4: Heizenergiebedarf (zu Abschnitt 3.5)

Maximaler Heizwärmebedarf ^f von Gebäuden bei Standardnutzung in kWh/(m ² a) ¹⁾			
Gebäude-kategorie	Grenzwert ²⁾	Zielwert	Beispiele
I	85	60	Ein- und Zweifamilienhäuser, Reihenhäuser
II	75	50	Mehrfamilienhäuser, Alterswohnungen, Hotels, Herbergen, Heime
III ⁴⁾	75	50	Verwaltungsbauten, Schulen, Bibliotheken, Betriebsgebäude, einfache Läden, Museen
IV ⁴⁾	60	40	Lager, Sporthallen, Werkstätten, Fahrzeugdepots, Bahnhofsgebäude ³⁾
V ⁴⁾	85	60	spezielle Bauten, Forschungsinstitute, Hörsäle, Labors, Wäschereien, Warenhäuser, Restaurationsbetriebe, Krankenhäuser, Bäder, Theater, Radio, Fernsehstudios und Bauten mit Ausnahmekriterien gemäß Ziffer 3.5.4

Anmerkungen:

1) vgl. Definitionen unter Ziffer 1.1 und 3.2

2) Für direkt elektrisch beheizte Gebäude gilt ein einheitlicher Grenzwert von 20 kWh/(m²a)

3) Ist bei einem Gebäude der Kategorie IV keine Nutzung mit reduzierter Temperatur möglich, hat es die Anforderungen der Gebäudekategorie III zu erfüllen.

4) Regelung für Gebäude mit nutzungsbedingtem hohem Frischluftbedarf:
Liegt bei einem Gebäude aus betrieblich bedingten Gründen der über die gesamte Heizzeit gemittelte Außen-Luftwechsel

- über 0,6 h⁻¹, so ist das Gebäude in die Kategorie V einzuordnen;
- über 1,0 h⁻¹, so kann der Nachweis mit einem Rechenwert für den mittleren Außen-Luftwechsel von 1,0 h⁻¹ geführt werden.

In Zukunft ist damit zu rechnen, daß die Grenzwerte auf das Niveau von Niedrigenergiehäusern, die Zielwerte auf das Niveau von Passivhäusern gesenkt werden.

Für Niedrigenergiehäuser gelten folgende Anforderungen an den spezifischen Heizwärmebedarf:

- freistehende Einfamilienhäuser ≤ 70 kWh/(m²a)
- Doppelhäuser, Reihenhäuser ≤ 65 kWh/(m²a)
- Mehrfamilienhäuser ≤ 55 kWh/(m²a)

Bei Passivhäusern liegt der spezifische Heizwärmebedarf unter 15 kWh/(m²a).

Tabelle 5: Heizzahl (zu Abschnitt 3.7)

Heizzahl von Zentralheizungsanlagen mit öl- oder gasbefeuerten Kesseln ¹⁾		
	Grenzwert η_g	Zielwert η_z
Heizungsanlage ohne Brauchwassererwärmung (öl/Gas)	0,85	0,90
Heizungsanlage mit Brauchwassererwärmung nur in der Heizperiode ²⁾ (öl/Gas)	0,80	0,90
Heizungsanlage mit ganzjähriger Brauchwassererwärmung (öl/Gas)	0,75	0,85
Heizungsanlage ohne Brauchwassererwärmung (feste Brennstoffe)	0,75	3)

1) Bezugssystem: der von der Kesselanlage versorgte Bereich. Die zulässigen Wärmeverluste ergeben sich aus Heizenergiebedarf und Nutzenergiebedarf Warmwasser nach Standardnutzung multipliziert mit $\frac{1-\eta}{\eta}$

2) Nicht enthalten sind die Wärmeverluste der getrennten Warmwasserversorgung.

3) abzurufen wegen hoher Schadstoffabgaben

Tabelle 5a: Wärmeverluste zu Ziffer 3.7.2

Nutzungsgrad der Verteilung	Grenzwert η_v
nur Heizung	0,96
Heizung und Brauchwasserbereitung	0,92

Bemerkung:
Gemäß Ziffer 3.7.2 ist entweder Tabelle 5 oder 5a gültig.
Bezugsgröße: Grenzwert des Heizenergiebedarfes,
Nutzenergiebedarf Warmwasser nach Standardnutzung.

3.10 Tabellen für Einzelanforderungen (Anforderungen gelten nur für Umbauten)

Tabelle 6: k-Werte zu Ziffer 3.1.2

Wärmedurchgang, k-Wert [$W/(m^2K)$]						
	zu Außenklima oder zu unzureichend nach außen gedämmten, unbeheizten Räume		Keller oder Erdreich		bei Flächenheizungen zu Außenklima oder zu unbeheizten Räumen und Erdreich	
	Grenzwert	Zielwert	Grenzwert	Zielwert	Grenzwert	Zielwert
Steil-/Flachdach	0,3	0,15	-	-	0,3	0,15
Wand	0,4*	0,25	0,5	0,3	0,3	0,2
Fenster, Fenstertür	1,8	1,8	-	-	1,6	1,2
Tür	2,0	1,2	2,6	2,0	-	-
Boden	0,4	0,25	0,5	0,3	0,3	0,25
Rahmenverbreiterung						
Rolladenkasten	0,6	0,4	0,8	0,6	-	-

Bemerkung: Bei Heizkörpern direkt vor Glasflächen gelten die Werte für Flächenheizungen.
* Bei Innendämmung: Dämmstoffstärke mindestens 5 cm ($\lambda = 0,04$), bei Kerndämmung je nach Dicke der Luftschicht.

Bei Gebäuden, die unter Denkmalschutz stehen, sind in begründeten Fällen Abweichungen zulässig.

Tabelle 7: Gebäudedichtigkeit

Fugendurchlässigkeit a-Wert [$m^3/(h m Pa^{2/3})$]		
	Grenzwert	Zielwert
Fenster	0,2	0,1
Außentüren	0,3	0,2
Die Außenflächen müssen winddicht sein. Es ist besonders auf die Anschlüsse (Wände, Dach, Rolladenkasten) zu achten. Kaminöffnungen und Zuluftkanäle müssen dicht geschlossen werden können.		
maximaler Volumenstrom pro m^2 Bauteilfläche (einschl. Anschlüsse)		
$[m^3/(hm^2)]$ bei 50 Pa Druckdifferenz	Grenzwert 2	Zielwert 1

Tabelle 8: Technische Anforderungen

Technische Anforderungen		
Spezifische Wärmeerzeugerleistung pro EBF ¹		Grenzwert 50 W/m ²
Kesselanlagen: - Bereitschaftsverlust, bei Erzeugerleistung	< 60 kW	0,02
	≥ 60 kW	0,01
- Abgasverluste		0,06
Spezifischer Wärmeverlust für Heizleitungen, pro m Rohrleitung bei Nennweite	15 mm	7 W/m
	25 mm	7 W/m
	50 mm	8 W/m
Warmwassertemperatur an der Entnahmestelle		55° C
Spezifischer Wärmeverlust für Warmwasser-Zirkulationsleitungen pro m Rohrleitung bei Nennweite	15 mm	5 W/m
	25 mm	6 W/m
	50 mm	8 W/m
Stillstandsverluste Speicher, bei Speicherinhalt ²⁾	100 l	50 W
	200 l	75 W
	300 l	105 W
	500 l	135 W
	1000 l	180 W
	2000 l	205 W
	4000 l	230 W
1) Bei Erfüllung der Systemanforderung für Heizenergie.		
2) Bei 60° C Warmwassertemperatur und 20° C Umgebungstemperatur.		

ANHANG

Der Anhang besteht aus den Abschnitten:

A Erläuterungen zur Anwendung

B Planungshinweise

C Berechnungsmethode

D Tabellenwerte

E Wirtschaftlichkeit

F Kurzverfahren

Sachverzeichnis



A ERLÄUTERUNGEN ZUR ANWENDUNG

A 1 Begriffe, Abkürzungen und Einheiten

A 2 Energetisch relevante Sanierungsmaßnahmen

A 3 Anforderungen und praktische Umsetzung

A 4 Lüftungstechnische Anlagen



A 1 BEGRIFFE, ABKÜRZUNGEN UND EINHEITEN

A 1.1 Begriffe

Annuitätsfaktor	Faktor, der die mittleren Kapitalkosten für Investitionen bei gleich hohen jährlichen Raten während der Nutzungsdauer angibt.
Bruttonutzenergiebedarf-Heizung ^f (q_{BH})	Summe der Wärmeverluste durch Transmission und Lüftung in kWh/(m ² a); spezifischer Wert, Bezugsgröße ist die Energiebezugsfläche.
Einzelanforderungen	Anforderungen an einzelne Bauteile, Anlagenkomponenten und Betriebszustände.
Endenergie	Dem Gebäude unmittelbar zugeführte Energie in Form von Heizöl, Gas, Fernwärme, Strom. Bei Brennstoffen ist die Bezugsbasis der untere Heizwert.
Endenergieverbrauch	Dem Gebäude zugeführte Endenergie, die zur Deckung des Nutzwärmebedarfs sowie der Verluste aus Wärmeerzeugung, -verteilung und -speicherung erforderlich ist.
Energiebilanz	Differenzierte Darstellung der Energieflüsse zwischen dem Gebäude und der Umgebung. Die Summe aller Energieverluste abzüglich der Energiegewinne ist der Endenergiebedarf. Vgl. C.1.4.
Drucktest	Zur Überprüfung einer ausreichenden Winddichtheit wird im Gebäude ein definierter Unterdruck (meistens 50 Pa) erzeugt und die daraus resultierende Luftwechselrate gemessen (vgl. A3.2.4).

Energiebezugsfläche (EBF)	Summe aller Wohnflächen (Wohngebäude) bzw. Nutz- und Verkehrsflächen (Zweckbauten), für deren Nutzung eine Beheizung erforderlich ist. Die beheizte Wohnfläche ist nach 2. Berechnungsverordnung § 42 bis 44 zu bestimmen, und zwar ohne Berücksichtigung von Balkonflächen (§44(2)) und unbeheizten Wintergärten (§44(1)2) und ohne Pauschalabzug von 10% (§44(3)). Die beheizte Nutz- und Verkehrsfläche wird nach DIN 277, Teil 2 bestimmt.
Energieflußdiagramm	Zeichnerische Darstellung einer Energiebilanz.
Energiekennzahl (E) Energiekennwert	Jährlicher Endenergieverbrauch für die Erzeugung von Wärme (Raumheizung, Warmwasser) und für Licht, Kraft und Prozesse, bezogen auf die EBF (in kWh/(m ² a)). Eine Unterteilung in folgende Energiekennzahlen (besser: Energiekennwerte) ist möglich: - Energiekennzahl-Wärme (E _w) - Energiekennzahl-Raumheizung (E _h) - Energiekennzahl-Warmwasser (E _{ww}) - Energiekennzahl-Licht/Kraft/Prozesse (E _{lkp}).
Freie Wärme^f (q_F)	Wärme, die ohne gezielte und geregelte Heizleistung während der Heizperiode in beheizten Räumen wirksam ist (Wärme von Personen, Beleuchtung, Apparaten, Sonneneinstrahlung usw.) pro EBF in kWh/(m ² a).
Gewinnfaktor (f_g)	Anteil der Freien Wärme, der effektiv als Beitrag zur Raumheizung genutzt werden kann.
Grenzwert (H_g, η_g)	Einzuhaltende Anforderung an Bauten (bzw. Einzelbauteile). Die Grenzwerte stehen für den Mindestwärmeschutz und können technisch und wirtschaftlich erreicht werden.
Heizwärmebedarf^f (q_H)	Bruttonutzenergiebedarf für Raumheizung abzüglich nutzbarer Wärmegewinne pro EBF in kWh/(m ² a).

Heizzahl Endenergie (Nutzungsgrad) (η)	Verhältnis der Nutzenergieabgabe zum Endenergieverbrauch, der auch die Verluste für die Wärmeerzeugung, -speicherung und -verteilung enthält. Im Gegensatz zur Heizzahl Primärenergie werden die Energieverluste in der vorgelagerten Prozeßkette nicht berücksichtigt.
Jahreskosten (K)	Summe der Energie-, Wartungs-, Unterhaltungs- und Kapitalkosten in DM/a.
Mittelwertfaktor (m)	Faktor der mittleren Verteuerung der Energie während der Nutzungsdauer.
Nutzenergie	Genutzte Energie in Form von Licht, Kraft, Wärme und Prozessen.
Nutzenergiebedarf Wärme ^f (q_w)	Nutzenergie für Raumheizung und Warmwasser pro EBF in kWh/(m ² a).
Nutzenergiebedarf Warmwasser ^f (q_{ww})	Nutzenergie für Warmwasser an der Entnahmestelle (Bezugsbasis für den Nachweis ist die Standardnutzung) pro EBF in kWh/(m ² a).
Nutzungsgrad	(s. Heizzahl)
Primärenergie	Die in einem Energierohstoff (z.B. Rohöl) gespeicherte bzw. aus einer anderen natürlichen Quelle (z.B. Sonneneinstrahlung) physikalisch gewinnbare Energie.
Prozeßenergie	Energie für Produktionsprozesse, ohne die für die Sicherstellung des erforderlichen Raumklimas notwendige Energie. Die Klimaanlage z. B. in Großräumbüros, Krankenhäusern und EDV-Zentralen benötigen Energie zur Herstellung des Raumklimas, die Betriebs-

einrichtungen, wie z. B. EDV-Anlagen, dagegen Prozeßenergie.

Rechenwerte	Physikalische oder klimatische Werte, die in der Berechnung zum Nachweis der Einhaltung der Systemanforderungen verwendet werden müssen.
Standardnutzung	Annahmen für die Nutzung und das Nutzerverhalten als Berechnungsgrundlage für den Nachweis der Einhaltung der Systemanforderungen.
Systemanforderungen	Anforderungen an Heizenergiebedarf und Heizzahl.
Wärmeerzeugungsanlage	Anlage zur Freisetzung von Wärme durch Umwandlung von Endenergie in Nutzenergie (z.B. Heizkessel, Sonnenkollektor, Wärmepumpe).
Wärmegewinn ^f (q_g)	Für Raumheizung nutzbarer Anteil der Freien Wärme aus inneren und äußeren Quellen pro EBF in kWh/(m ² a).
Wassererwärmungsanlage	Anlage für die Erwärmung von Wasser mit Trinkqualität in Gebäuden.
Zielwert (H_z, η_z)	Erhöhte Anforderung für Bauten (bzw. Einzelbauteile) mit besonders niedrigem Energieverbrauch. Sie können durch heute bekannte und erprobte Mittel erfüllt werden.
solarer Deckungsgrad	Der jährliche Anteil des Heizenergiebedarfs oder des Nutzenergiebedarfs Warmwasser, der von Anlagen zur aktiven Nutzung der Sonnenenergie gedeckt wird.

A 1.2 Abkürzungen

A_f	Fensterfläche	(m^2)
A_i	Fläche des Bauteils	(m^2)
a	Fugendurchlaßkoeffizient	$(m^3/(h \cdot m \cdot Pa^{2/3}))$
$a_{p,n}$	Annuitätsfaktor zum Zinssatz p und zur Nutzungsdauer n	$(-), (\%)$
B	Feuerungsleistung (Endenergie)	(kW)
b_a	Einschaltdauer des Wärmeerzeugers	(h/a^*)
b_{VH}	Vollbenutzungsstunden	(h/a^*)
c_p	Wärmeabgabe pro Person	$(W/Person)$
c_L	spezifische Wärmekapazität Luft	$(Wh/(kg \cdot K))$
c_w	spezifische Wärmekapazität Wasser	$(Wh/(kg \cdot K))$
d	Rohrdurchmesser	(m)
E	Energiekennwert (Energiekennzahl) für Wärme, Licht, Kraft, Prozesse $(kWh/(m^2 \cdot a))$	
E_{lkp}	Energiekennwert Licht, Kraft, Prozesse	$(kWh/(m^2 \cdot a))$
E_e	Energiekennwert Elektrizität	$(kWh/(m^2 \cdot a))$
E_H	Energiekennwert Raumheizung	$(kWh/(m^2 \cdot a))$
E_w	Energiekennwert Wärme	$(kWh/(m^2 \cdot a))$
E_{ww}	Energiekennwert Warmwasser	$(kWh/(m^2 \cdot a))$
EBF	Energiebezugsfläche	(m^2)
f_b	Reduktionsfaktor Beschattung und Verschmutzung	$(-)$
f_e	Reduktionsfaktor für den im Raum wirksamen Anteil der Wärme von Elektroanlagen	$(-)$
f_g	Gewinnfaktor Freie Wärme	$(-)$
f_r	Glasanteil der Fensterfläche	$(-)$
f_s	Reduktionsfaktor für Globalstrah- lung während Heiztagen	$(-)$
F_p	Personenbelegung	$(m^2/Person)$
G	Globalstrahlung	$(kWh/(m^2 \cdot a^*))$

g	Gesamtenergie-Durchlaßgrad bei Verglasungen	(-)
H _g	Grenzwert Heizwärmebedarf ^f	(kWh/(m ² a [*]))
H _z	Zielwert Heizwärmebedarf ^f	(kWh/(m ² a [*]))
HGT	Heizgradtage	(K d/a [*])
HT	Heiztage	(d/a [*])
HT _m	Heiztage pro Monat	(Tage/Monat)
h	Betriebsdauer	(h/a)
h _p	tägliche Anwesenheitszeit Pers.	(h/d)
I _t	Investition zur Zeit t	(DM)
K	Nennwärmeleistung des Wärmeerzeugers	(kW)
K _a	Jahreskosten	(DM/a)
K _e	Energiekosten	(DM/a)
K _i	Kapitalkosten	(DM/a)
K _u	Kosten für Wartung und Unterhalt	(DM/a)
K _o	Kapitalwert	(DM)
k	Wärmedurchgangs-Koeffizient	(W/(m ² K))
k _e	Energiepreis	(DM/kWh)
k [*]	Wärmedurchgangskoeffizient Rohr	(W/(m K))
k [*]	Wärmebrückenverlustkoeffizient	(W/(m K))
k _{sp}	Wärmedurchgangskoeff. Speicher	(W/(m ² K))
l	Länge einer Wärmebrücke	(m)
L	Leitungslänge	(m)
L _a	Zuschlag Leitungslänge für Armaturen	(m)
M	Warmwasser-Verbrauch pro Person und Tag	(l/(Person Tag))
m _e	Mittelwertfaktor der Verteuerung der Energie	(-)
m _u	Mittelwertfaktor der Verteuerung der Wartungs-/Unterhaltskosten	(-)
n	Luftwechsel	(h ⁻¹)
n _a	Erwärmvorgänge Warmwasserleitungen pro Person und Tag	(pro Tag)

P	Personenzahl	(P)
p	Kalkulationszinssatz	(-), (%)
q _{BH} , Q _{BH}	Bruttonutzenergiebedarf-Heizung (flächenbezogen bzw. absolut)	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)*
q _e , Q _e	Abwärme von Elektroanlagen (flächenbezogen bzw. absolut)	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)*
q _F , Q _F	Freie Wärme (innere u. äußere) (flächenbezogen bzw. absolut)	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)*
q _g , Q _g	Wärmegewinn (nutzbare freie Wärme) (flächenbezogen bzw. absolut)	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)*
q _H , Q _H	Heizenergiebedarf (flächenbezogen bzw. absolut)	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)*
q _L , Q _L	Wärmebedarf für Lüftung (flächenbezogen bzw. absolut)	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)*
q _p , Q _p	Abwärme von Personen (flächenbezogen bzw. absolut)	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)*
q _s , Q _s	Sonnenenergiegewinn durch ver- glaste Flächen (flächenbezogen bzw. absolut)	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)*
q _{sp} , Q _{sp}	Wärmeverlust-Speicher (Warmwasser) (flächenbezogen bzw. absolut)	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)
q _T , Q _T	Wärmebedarf für Transmission (flächenbezogen bzw. absolut)	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)*
q _v , Q _v	Wärmeverlust für Verteilung, Speicher und Erzeugung (flächenbezogen bzw. absolut)	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)
q _{v/s} , Q _{v/s}	nichtanrechenbare Wärmeverluste (Solaranteil)	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)
q _{VB1} , Q _{VB1}	Betriebsverlustwärme	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)
q _{VB2} , Q _{VB2}	Bereitschaftsverlustwärme	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)
q _{VE} , Q _{VE}	Wärmeverlust-Erzeugung	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)*
q _{VH} , Q _{VH}	Wärmeverlust-Heizungsverteilung	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)
q _{VU} , Q _{VU}	Wärmeverlust-Einzelleitungen (Warmwasser)	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)

q_{vw}, Q_{vw}	Wärmeverlust-Warmwasserverteilung	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)
q_{vz}, Q_{vz}	Wärmeverlust-Zirkulationsleitung (Warmwasser)	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)
q_w, Q_w	Nutzenergiebedarf Wärme	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)
$q_{w\setminus s}, Q_{w\setminus s}$	reduzierter Wärmebedarf Nutzenergiebedarf Wärme verringert um den über Solaranlagen gedeckten Anteil)	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)
q_{wa}, Q_{wa}	Wärmebedarf für die Aufheizung des (kalten) Wassers	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)
q_{ww}, Q_{ww}	Nutzenergiebedarf für Warmwasser	(kWh/(m ² a)), (kWh/a)
q_a, rel	relativer Abgasverlust	(-)
q_b, rel	relativer Bereitschaftsverlust	(-)
r	Radius	(m)
s	jährliche Preissteigerung	(-), (%)
s_H	solarer Deckungsgrad Heizung	(-)
s_{ww}	solarer Deckungsgrad Warmwasser	(-)
T_m	Tage pro Monat	(Tage/Monat)
t_a	Jahresmittel der Außenlufttemperatur	(°C)
t_e	mittlere Temperatur des Erdreichs während der Heizperiode	(°C)
t_g	Heizgrenztemperatur	(°C)
t_j	Raumlufttemperatur	(°C)
t_k	Kaltwasser-Temperatur	(°C)
t_L	Verbrennungsluft-Temperatur	(°C)
t_m	Mitteltemperatur der Außenluft während der Heizperiode	(°C)
t_r	Abgastemperatur	(°C)
t_{ww}	Warmwassertemperatur	(°C)
V	beheiztes Gebäudevolumen (netto)	(m ³)
W	Wärmespeicherfähigkeit Rohrnetz	(Wh/(K m))
WA	Wasserverbrauch pro Person und Tag	(l/Pd))
α_i, α_a	Wärmeübergangskoeffizienten	(W/(m ² K))
β_a	Lastfaktor	(-)

η	Heizzahl Endenergie (Nutzungsgrad)	(-)
η_a	Jahreswirkungsgrad Wärmeerzeugung	(-)
η_g	Nutzungsgrad Grenzwert	(-)
η_z	Nutzungsgrad Zielwert	(-)
ρ	Rohdichte	(kg/m ³)
λ	Wärmeleitfähigkeit	(W/(m K))
σ	Siebertscher Koeffizient	(K ⁻¹)

* pro Heizperiode

A 1.3 Einheiten und Konstanten

Umrechnung

a	Jahr	
a*	Heizperiode	
°C	Grad Celsius (Temperatur)	
d	Tag	
GJ	Gigajoule	$1\text{GJ} = 10^9 \text{ J}$
h	Stunde	
J	Joule	$1\text{J} = 1\text{Ws}$
K	Kelvin (absolute Temperatur)	
kg	Kilogramm	
kJ	Kilojoule	$1\text{kg} = 10^3 \text{ J}$
kW	Kilowatt	$1\text{kW} = 10^3 \text{ W}$
kWh	Kilowattstunde	$1\text{kWh} = 3,6 \text{ MJ}$
l	Liter	
m	Meter	
MJ	Megajoule	$1\text{MJ} = 10^6 \text{ J}$
P, Pers.	Person	
Pa	Pascal (N/m^2)	$1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$
s	Sekunde	
W	Watt	
Wh	Wattstunde	$1\text{Wh} = 3,6 \text{ kJ}$
π		$= 3,14159$

A 2 ANWENDUNGSBEREICH

Im Rahmen des Geltungsbereichs dieser Richtlinien findet sie Anwendung auf alle Neubauten, die zu ihrer Nutzung beheizt werden müssen, sowie für Umbauten mit energetisch relevanten Veränderungen.

A 2.1 Energetisch relevante Veränderungen

Energetisch relevante Veränderungen sind - unabhängig von Bauanzeige- und -genehmigungspflicht - alle Maßnahmen, die Außenbauteile betreffen, welche Wärmedämmung tragen können, sowie Maßnahmen, die Heizungs- und Lüftungsanlagen einbeziehen. Insbesondere sind die folgenden Veränderungen energetisch relevant:

- das Neueindecken von Dächern
- der Innenausbau von Dachraum
- das Neuverputzen von Außenwänden
- das Auswechseln von Fenstern und Türen
- das Auswechseln von Feuerstätten
- Veränderungen an Heizungsanlagen
- der Einbau von Lüftungsanlagen.

Energetisch relevant können sein:

- die Innensanierung von Wohn- und Aufenthaltsräumen
- der Ausbau von Räumen im Kellergeschoß

A 3 ANFORDERUNGEN

In der vorliegenden Empfehlung werden zur Sicherstellung eines niedrigen Energieverbrauchs in Hochbauten zwei Methoden vorgestellt:

- Projektierung mit Systemanforderungen
- Projektierung mit Einzelanforderungen

A 3.1 Methoden

A 3.1.1 Projektierung mit Systemanforderungen

Mit dieser Methode wird es möglich, während der verschiedenen Projektierungsschritte den künftigen Energieverbrauch zu berechnen und zu beurteilen. Die Projektierung mit Systemanforderungen wird mit Vorteil bei allen Neu- und Umbauprojekten angewendet.

Durch die Erstellung der Energiebilanz ist es möglich, gezielte Maßnahmen zu ergreifen, um den Energieverbrauch niedrig zu halten.

Die Berechnung und Beurteilung erfolgt in zwei Stufen. Mit dem Heizenergiebedarf wird der energetische Zustand der Gebäudehülle und mit der Heizzahl werden die Verluste der Heizungsanlage beurteilt.

Dabei werden Bau- und Haustechnik als Gesamtsystem betrachtet. Zur Bautechnik gehören z. B. Gebäudeform, Fensteranteile und die k-Werte, zu der Haustechnik die Heizungs-, Lüftungs-, Sanitär- und Elektroanlagen. Zusätzlich wird das Zusammenwirken von Bau- und Haustechnik z. B. mit der Energiebedarfsreduktion durch koordinierte bauliche und technische Maßnahmen beachtet.

Das Erfüllen der Systemanforderungen kann mit dem Berechnen der **Jahres-Energiebilanz** nachgewiesen werden. Für eine genauere Berechnung können auch monatliche Energiebilanzen erstellt werden.

Eine einwandfreie technische und bauliche Ausführung, insbesondere das Vermeiden von Wärmebrücken und eine hohe Winddichtheit, wird dabei vorausgesetzt.

Der errechnete Heizenergiebedarf^f wird mit dem Grenz- oder Zielwert der entsprechenden Gebäudekategorie in Abschnitt 3.9, Tabelle 4 verglichen. Der Grenzwert darf nicht überschritten werden.

Für die Berechnung der Energiebilanz sind die im Anhang D 1 und D 2 aufgeführten Rechenwerte und Daten für die Standardnutzung zu verwenden. Darin werden nutzungsabhängige Größen wie die Luftwechselraten und der Nutzenergiebedarf^f für das Warmwasser vorgegeben. Der Elektrizitätsverbrauch ist mit den Tabellenwerten in die Berechnung des Heizenergiebedarfs^f einzusetzen, auch wenn im Einzelfall ein höherer Elektrizitätsverbrauch erwartet wird. Die Verwendung der Standardnutzungsdaten beim Nachweis der Systemanforderungen stellt sicher, daß ein Gebäude auch nach einer Nutzungsänderung, z.B. der ganzjährigen Bewohnung eines ursprünglichen Ferienhauses, einen niedrigen Heizenergiebedarf aufweist.

Bei Lüftungsanlagen ist die projektierte, durch die Anlage zu erbringende Luftwechselrate einzusetzen, zuzüglich einer Luftwechselrate durch Restundichtheiten, wobei für letztere die Werte der Standardnutzung in Anhang D1 zu verwenden sind. Bei reinen Abluftanlagen entfällt der zusätzliche Luftwechsel durch Restundichtheiten.

Der Wärmerückgewinnungs-Faktor bei mechanischer Lüftung ist bei der Berechnung des Heizenergiebedarfs^f durch eine entsprechende Verringerung der durch die Anlage erbrachten Luftwechselrate zu berücksichtigen.

Die Heizzahl wird in Tabelle 5 für Heizungsanlagen mit Gas- oder Ölfeuerungen vorgegeben. Sie soll größer als der Grenzwert sein. Sie charakterisiert die Verluste der Wärmeerzeugung und -verteilung. Als Bezugsgröße dienen der für das betreffende Objekt errechnete Heizenergiebedarf^f und der Nutzenergiebedarf Warmwasser^f nach Standardnutzung.

A 3.1.2 Projektierung mit Einzelanforderungen

Für Umbauten kann auf die Erstellung der Energiebilanz verzichtet werden. Dafür sind die Anforderungen für die einzelnen Bau- und Anlagenteile zu erfüllen.

Für die Bauteile sind in Abschnitt 3.10, Tabelle 6 die k-Werte und in Tabelle 7 die Anforderungen in Bezug auf Dichtheit der Bauteile sowie Fugenverluste für Fenster und Außentüren aufgeführt. Die Grenzwerte dürfen dabei nicht überschritten werden.

Die technischen Anforderungen in Tabelle 8 begrenzen die Verluste für Heizkessel, Heizleitungen, Warmwasserzirkulationsleitungen und Speicher. Die Regulierung der Wärmeabgabe in den einzelnen Räumen z. B. durch Thermostatventile wird als selbstverständlich vorausgesetzt (vgl. Heizungsanlagenverordnung).

A 3.2 Anwendung beim Neubau

Die nachfolgenden Erläuterungen sollen dem Erstanwender die vorliegende Richtlinie näherbringen. Die Erläuterungen in diesem Abschnitt gelten sinngemäß auch für Umbauten.

A 3.2.1 Allgemeines

Anhand eines Bauprojektes für einen Neubau wird die Projektierung mit Systemanforderungen besprochen. Die meisten Erläuterungen gelten sinngemäß auch für Gebäude mit anderer Nutzung.

Nach mehrmaliger Anwendung der Empfehlung werden in einem geübten Team viele energierelevante Erkenntnisse zur Selbstverständlichkeit, so daß einzelne Optimierungsschritte nicht bei jedem Objekt wiederholt werden müssen.

Mit der vorliegenden Empfehlung wird ein Planungsverfahren definiert, das unter Wahrung der größtmöglichen Entwurfs- und Planungsfreiheit für Architekt und Haustechnik-Planer einen zeitgemäßen rationellen Energieeinsatz bei der Nutzung von Hochbauten sicherstellt. Dieses Verfahren unterstützt gleichzeitig die Qualitätssicherung durch Vorgabe kontrollierbarer Zielsetzungen.

Die Berechnungsmethode, welche die wesentlichen Einflußgrößen detailliert berücksichtigt, ermöglicht zusammen mit einer vorgegebenen Standardnutzung das Erstellen einer Energiebilanz. Das Zusammenwirken der einzelnen Größen beim Energiehaushalt können dadurch nachvollzogen und bei der Planung berücksichtigt werden.

Diese Methode für die Berechnung des Energieverbrauchs unterscheidet sich wesentlich von der bisherigen Praxis, die Anlagenleistung mit geschätzten Vollbenutzungsstunden zu multiplizieren. Bei einer Leistungsberechnung werden die Wärmegewinne weniger stark berücksichtigt als bei der Energieberechnung.

Durch Verwendung von detaillierten Klimadaten können, besonders bei Berechnungen in Monatsschritten, die Gebäudecharakteristiken berücksichtigt werden, was zu genaueren Resultaten führt als bei der Verwendung einer Vollbenutzungsstundenzahl.

Der (Jahres-)Energieverbrauch ist daher über die Energiebilanz nach Anhang C zu ermitteln.

A 3.2.2 Vorplanung - konzeptionelle Überlegungen bezüglich des Energieverbrauchs

Bei der organisatorischen Planung ist sicherzustellen, daß alle an der Planung beteiligten Fachleute ihr Fachwissen, das bisher in manchen Fällen zu Einzellösungen z.B. bei Heizungs-, Lüftungs- und Warmwasseranlagen führte, für eine ganzheitliche Problemlösung zur Verfügung stellen.

Schon bei den ersten architektonischen Studien soll der Energiehaushalt berücksichtigt werden.

Unter anderem ist dabei zu beachten, daß gedrungene Baukörper wegen des günstigeren Verhältnisses zwischen Gebäudehülle und beheiztem Volumen von vornherein geringere Transmissionsverluste verursachen. Im weiteren wirkt sich die bevorzugte Anordnung der Fensterflächen an den besonnten Fassaden positiv auf den Wärmegewinn aus.

Ebenso müssen schon in dieser Phase durch geschickte Anordnung der Naßzellen die Wärmeverluste (Leistungsverluste) der Warmwasserversorgung eingeschränkt werden.

Bauherr und Planer müssen sich überdies darüber einigen, ob nur die Grenzwerte einzuhalten oder ob die Zielwerte anzustreben sind. Mit einer ersten Abschätzung des Heizenergiebedarfs^f kann festgestellt werden, ob die Vorgabe erreicht wird. Bei Vorliegen mehrerer Projektvarianten kann der berechnete Heizenergiebedarf zur Entscheidungsfindung herangezogen werden.

In einer ersten Näherung sind für diese Berechnungen die geläufigen k-Werte und Luftwechsel einzusetzen, die von den Tabellen 6, 7 und 8 für die Einzelanforderungen hergeleitet bzw. der Tabelle für die Standardnutzung (Tabelle D1-1) entnommen werden.

Die Haustechnik-Planer klären die Versorgungsmöglichkeiten und Bedingungen für die beim Standort in Frage kommenden Energieträger und gegebenenfalls nutzbare Umweltwärme ab. Insbesondere sind die Möglichkeiten der Nahwärmeversorgung zu erörtern. Dem Bauherrn werden mögliche Wärmeerzeugungssysteme mit den Auswahlkriterien vorgestellt.

A 3.2.3 Planung, Vorbereitungsphase der Ausführung- Berechnung Energiebilanz, Vergleich mit Grenz- und Zielwerten

Die an der Planung beteiligten Architekten und Ingenieure erläutern dem Bauherrn die Entscheidungsgrundlagen für die Energiefragen.

Hergeleitet aus den in der Vorplanung angestellten Überlegungen und in Zusammenarbeit mit den Haustechnik-Planern werden durch den Architekten die Pläne und Detailskizzen erstellt. Durch Berechnen des Heizenergiebedarfs wird sichergestellt, daß den energetischen Forderungen entsprochen wird.

Die Haustechnik-Planer erarbeiten ihren Bereich. Die Energieträger werden festgelegt und die Wärmeerzeugung wird berechnet. Die berechnete Heizzahl wird mit den Systemanforderungen verglichen.

Der Energiebedarf für Warmwasser und für mechanische Lüftung wird vom Haustechnik-Planer berechnet. Die Resultate werden bei der Berechnung des Heizenergiebedarfs^f bzw. der Heizzahl benötigt.

Aus Heizenergiebedarf und Heizzahl kann nun die Energiebilanz zusammengestellt und der künftige Energieverbrauch berechnet werden. Die Energiekennzahl Wärme erhält man aus dem Nutzenergiebedarf Wärme^f (Heizenergiebedarf^f + Nutzenergiebedarf Warmwasser^f) geteilt durch die Heizzahl.

Gegen Ende der Planung wird mit Projektdaten aus den Ausführungsunterlagen nachgewiesen, daß die Systemanforderungen den Forderungen des Bauherrn entsprechen; dabei müssen mindestens die Grenzwerte eingehalten werden.

Der für das Bauvorhaben zuständige Projektleiter hat darauf zu achten, daß alle der Energieverbrauch betreffenden Vorgaben wie z. B. Dämmstoffdicken und -Eigenschaften, Fugendichtungen, Heizzahl, Meßausrüstung auch in den Verträgen und Plänen festgehalten werden.

A 3.2.4 Ausführungsphase, Abschlußphase-

Kontrolle und Abnahme in Bezug auf den Energieverbrauch

Aufgrund der Ausführungsunterlagen werden durch Architekt und Haustechnik-Planer nachgewiesen, daß die Systemanforderungen erfüllt wurden. Diese haben mindestens den Grenzwerten zu entsprechen.

Die im Planungsprozeß vorgegebenen Systemanforderungen führen nur dann zu energiegerechten Neubauten, wenn die geplanten Konstruktionen und Anlagekomponenten fachgerecht ausgeführt werden. Daher ist während der Bauausführung durch die Bauleitung ein besonderes Augenmerk auf die energierelevanten Aspekte zu richten. Zusätzlich zu den in den Verträgen und Plänen festgelegten Vorgaben für die einzelnen Bau- und Anlagenteile sind auch die Nahtstellen speziell zu beachten, z.B. Anschluß der Wanddämmung an die Dämmung von Dach und Fußboden und an die Fensterrahmen, Anschlüsse von Winddichtung/Dampfsperre bei Holzkonstruktionen an die benachbarten Mauerwerkspartien, Zusammenwirken von Wärmeerzeugung, -verteilung und Regelung. An diesen Nahtstellen können häufig Fehler auftreten, die ein reibungsloses Funktionieren des Gesamtsystems in Frage stellen. Bauschäden bzw. nicht zufriedenstellend funktionierende Anlagen sind die Folgen.

Die letzte Kontrollmöglichkeit ist bei der Abnahme gegeben. Durch einen Drucktest kann überprüft werden, ob das Gebäude ausreichend dicht ist. Bei einer Druckdifferenz von 50 Pa soll eine Luftwechselrate von 3 h^{-1} nicht überschritten werden. Bei den Haustechnikanlagen ist besonders darauf zu achten, daß alle Komponenten richtig eingestellt wurden.

Ein Gebäude kann nur dann zufriedenstellend und energiebewußt genutzt werden, wenn Gebäude und Anlagen ausreichend dokumentiert sind. Insbesondere sind Unterlagen für den Betrieb und die Energiebuchhaltung notwendig. Eine ausreichende Instruktion der Nutzer bzw. des Bedienungspersonals ist eine wichtige Voraussetzung für den energiebewußten Betrieb eines Gebäudes.

Beim Vergleich des realen Energieverbrauchs mit den mit der Energiebilanz prognostizierten Werten ist zu beachten, daß bei der Berechnung eine fehlerfreie Ausführung aller Gebäude- und Anlagenteile sowie ein energiebewußtes Nutzerverhalten angenommen wurden. Bei höherem Verbrauch ist nochmals zu kontrollieren, ob alles wie geplant ausgeführt und die Anlagen richtig bedient wurden. Die Nutzung und das Nutzerverhalten sollten dabei zuerst überprüft werden.

Sollten die tatsächliche Nutzung und das Nutzerverhalten deutlich von der Standardnutzung abweichen, so ist in einer vergleichenden Berechnung die Energiebilanz mit den tatsächlichen Werten zu korrigieren, um zu prüfen, ob die festgestellten Abweichungen damit ausreichend erklärt werden können. Ist auch dann der gemessene Energieverbrauch noch zu hoch, so liegt mit hoher Wahrscheinlichkeit eine fehlerhafte Planung oder Ausführung vor.

A 3.3 Anwendung beim Umbau

Bei Umbauten ist - je nach Umfang der baulichen Veränderungen - der Nachweis der Systemanforderungen, sinngemäß wie bei Neubauten, oder eine Projektierung mit Einzelanforderungen möglich.

A 3.3.1 Teilsanierung

Werden bei einem Umbau nur einzelne energierelevante Bauteile wie z.B. Fenster oder Anlagenteile wie z. B. Kessel ausgetauscht, sind diese so auszuwählen, daß die Grenzwerte für Einzelanforderungen eingehalten werden.

A 3.3.2 Umbauten mit Feinanalyse

Bei umfassenden Gebäudesanierungen oder speziell auf das Energiesparen ausgerichteten Sanierungen ist die Anwendung der Systemanforderungen zu empfehlen.

Auch wenn die Systemanforderungen nicht erfüllt werden können, lohnt sich das Erstellen der Energiebilanz als Grundlage für die Auswahl abgestimmter, ökonomisch und ökologisch optimierter Maßnahmenpakete.

Durch eingehende Voruntersuchungen sollen bauphysikalische und energetische Schwachstellen erkannt werden. Durch deren Sanierung werden spätere Bauschäden vermieden und der Wohnwert verbessert.

Zur Klärung dieser zusätzlichen energetischen Fragen ist eine "Feinanalyse mit Sanierungsprogramm" zu erstellen, mit:

- Grobanalyse (Energiekennzahl)
- Ermitteln der notwendigen Daten für das Berechnen der Energiebilanz
- Energiebilanz Ist-Zustand
- Bestimmen der einzelnen Maßnahmen zur Energieeinsparung mit Kosten-/Nutzenrechnung
- Bilden von Maßnahmenpaketen aufgrund der Kosten-/Nutzenrechnung.

Die Energiebilanz für den Ist-Zustand muß mit den realen Verbrauchszahlen übereinstimmen. Dabei ist dann die gegenüber der Standardnutzung abweichende, tatsächliche Nutzung zugrunde zu legen. Dadurch können die Wärmeverluste für die verschiedenen Bauteile wie Dach, Fassade, Fenster und die Verluste bei Heizung und Warmwasser besser definiert sowie die Einsparungen für energetisch wirksame Sanierungsmaßnahmen besser abgeschätzt werden.

Mit diesem Vorgehen können Fehlinvestitionen vermieden werden.

A 4 LÜFTUNGSTECHNISCHE ANLAGEN

Eine ausreichende Lüftung ist die Voraussetzung für die Abfuhr von Feuchtigkeit, Geruchs- und Schadstoffen und damit für eine gute Raumluftqualität und den Schutz der Bausubstanz. Die Fugenlüftung ist bei geringen Windstärken meistens unzureichend, bei höheren Windstärken ungleichmäßig, d.h. in einigen Räumen kommt es zu Zugscheinungen und überhöhten Wärmeverlusten, während andere nicht ausreichend belüftet sind. Zudem soll die Außenhülle möglichst dicht

ausgeführt werden, um Bauschäden durch unkontrolliert an Bauteile transportierte Feuchtigkeit zu vermeiden.

Der Nutzer selbst kann die erforderliche Luftzufuhr durch Stoßlüftung selbst vornehmen, hat aber keinerlei Kontrolle über die Höhe des Luftaustauschs, der auch von ständig wechselnden Parametern (Wind, Temperaturen) abhängt. Außerdem erfordert diese Art der Lüftung die Anwesenheit sowie die ständige Aufmerksamkeit des Nutzers.

Der Einbau eines Systems mit kontrollierbarer Lüftung zur Gewährleistung einer ausreichenden Raumlufthqualität bei gleichzeitiger Begrenzung der Lüftungswärmeverluste ist zu empfehlen. Auf einen möglichst geringen Stromverbrauch der Anlage ist dabei zu achten. Eine Wärmerückgewinnung soll vorgesehen werden, wenn dies wirtschaftlich vertretbar ist. Dies setzt insbesondere eine sehr hohe Gebäudedichtheit voraus, die nach Möglichkeit durch einen Drucktest nachzuweisen ist. Für den Einbau einer wirtschaftlichen Wärmerückgewinnung gilt ein Luftwechsel von 1 h^{-1} bei einer Druckdifferenz von 50 Pa als Richtwert.

Klimaanlagen sollen nur dann eingesetzt werden, wenn entweder definierte Raumlufthbedingungen exakt eingehalten werden müssen oder hohe Wärmelasten aus inneren Wärmequellen (Personen und Geräte) anders nicht abgeführt werden können. Alle technischen Möglichkeiten zur Verringerung der Wärmelasten sind vorher auszuschöpfen. Vor allem soll auf einen guten baulichen sommerlichen Wärmeschutz sowie auf eine hohe Effizienz bei der Beleuchtung und sonstigen elektrischen Anwendungen geachtet werden. Es ist mit Hilfe lüftungstechnischer Anlagen oft auch möglich, örtliche Wärmeüberschüsse in Zonen mit Heizungsbedarf zu verschieben.

Bei Bauten mit einer Energiekennzahl für Licht, Kraft, Prozesse (elektrische Energie) von mehr als $60 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ sind die in der Tabelle 4 angegebenen Zielwerte für den Heizenergiebedarf eher zu hoch. Es sind hier in der Praxis niedrigere Werte erreichbar, wenn die hohen Wärmegewinne genutzt werden.



B PLANUNGSHINWEISE**B 1 Grundsätze****B 2 Planungshinweise für kleine Neubauten****B 3 Zusätzliche Planungshinweise für mittlere
und größere Neubauten****B 4 Kontrollmessungen**



B 1 GRUNDSÄTZE

Ein nach ökologischen und ökonomischen Kriterien maßvoller Einsatz von Energie zur Nutzung von Gebäuden ist anzustreben. Dazu sind folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

- Versorgungs- und Betriebssicherheit
- Umweltbelastungen
- Energiebedarf und Jahreskosten (Energiekosten, Wartungs- und Unterhaltungskosten, Kapitalkosten für Investitionen zur Reduktion des Energieverbrauchs).

Eine gesamtheitliche Betrachtungsweise ist wichtig. Dazu ist insbesondere die Wechselwirkung zwischen Baukörper und Haustechnik zu berücksichtigen.

Ansprüche an die Gebäudenutzung, die nur mit großem Energieverbrauch befriedigt werden können, sind nach Möglichkeit zu vermeiden.

Zielsetzungen in Bezug auf die baulichen, technischen und betrieblichen Maßnahmen bei der Planung und Nutzung eines Gebäudes sind:

Wärme

Möglichst geringe Wärmeverluste durch

- Verminderung des Wärmedurchgangs durch die Gebäudehülle (Transmission) und des Wärmebedarfs für Lüftung durch geeignete bauliche und betriebliche Maßnahmen
- planerische Maßnahmen wie Grundrißgestaltung (kompakter Baukörper), Orientierung und Umgebungsgestaltung (Mikroklima).

Weitere Reduktion des Heizenergiebedarfs durch

- möglichst weitgehende Ausnutzung der Freien Wärme aus Sonnenstrahlung, Wärme von Anlagen, Geräten, Beleuchtung und Personen

Niedriger Endenergieverbrauch durch

- hohe Nutzungsgrade/Heizzahlen durch möglichst geringe Erzeugungs-, Speicher- und Verteilverluste
- Abwärmenutzung
- Substitution nicht erneuerbarer Energien durch die Nutzung von Umweltenergie aus Sonnenstrahlung, Boden, Luft oder Gewässer.

Niedriger Primärenergieverbrauch und geringe Emissionen durch Wahl geeigneter Endenergieträger.

Elektrizität**Niedriger Energieverbrauch durch**

- kritische Prüfung der Bedarfsfrage bei entsprechender Ausnutzung baulicher Möglichkeiten (Tageslichtnutzung, Wäschetrocknräume, Bedarf für Klimaanlage)
- richtige Systemwahl
- richtige Bemessung der Komponenten und bedarfsabhängige Steuerung von Anlagen und Geräten
- Auswahl von modernen Geräten und Apparaten mit geringem Energieverbrauch.

B 2 PLANUNGSHINWEISE FÜR KLEINE NEUBAUTEN

Die nachfolgenden Hinweise sind Planungshilfen. Sie sollten mithelfen, bei kleinen Neubauten Bauteile und Anlagen mit möglichst rationellem Energieeinsatz zu planen und zu realisieren. Sie gelten primär für Wohnbauten. Für den konkreten Einzelfall müssen die integralen Planungsaspekte einschließlich der Wirtschaftlichkeit und der Verhältnismäßigkeit beachtet werden.

B 2.1 Energiebedarf Wärme: Senkung des Bedarfs

Standort

Berücksichtigung des Mikroklimas (Beschattung, Windrichtung).

Absprachen mit Nachbarn für gemeinsame Wärmezentrale.

(Gemeinsame) Abwärmenutzung aus benachbarten Betrieben.

Gebäudeorientierung

Optimale Orientierung bestimmen: meist Süd- oder (bei Morgennebel im Winter) Süd/Süd-West.

Südfassade zur passiven Sonnennutzung im Winter vergrößern.

Umgebungsgestaltung auf Reduktion der Wärmeverluste (Windschutz) und möglichen Wärmegeinn (Sonneneinstrahlung und Vermeidung von Beschattung) ausrichten.

Möglichst großer Anteil der Fensterflächen in Südrichtung, möglichst geringer Anteil in Nordrichtung.

Bei Ost- und West-Fensterflächen Problem der sommerlichen Überhitzung beachten.

Möglichst niedriges Oberflächen-/Volumenverhältnis

Minimales Verhältnis A/V. Günstig sind Reihenhäuser statt alleinstehender Häuser.

Vermeidung unnötiger Raumflächen (schlecht nutzbare Verkehrsflächen) und unnötiger Raumhöhen.

Wärmedämmung

Grobplanung der Flächen zur Außenluft (Dach, Wand, Boden) mit $k \sim 0,2 - 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Grobplanung der Flächen zu unbeheizten Räumen und Erdreich mit

Decke über Keller: $k \sim 0,3 - 0,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 bei Bodenheizung: $k \sim 0,2 - 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Optimierung der Dämmstärken.

Vermeidung von Wärmebrücken (speziell Deckenaufleger, Fensterlaibung, Sockelbereich, Balkonauskragung, Stützen).

Fenster und Außentüren mit $1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Möglichst geringer Rahmenanteil (Wärmebrücke durch Randverbund).

Gute Wärmedämmung der Fensterrahmen $k < 1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (Laibung speziell beachten).

Winddichtheit

Alle Außenflächen müssen winddicht sein. Dies ist insbesondere bei Leichtbaukonstruktionen sowie bei allen Anschlüssen zu beachten. Der Volumenstrom durch ein Bauteil einschließlich der Anschlüsse soll $2 \text{ m}^3/\text{h}$ und pro m^2 Bauteilfläche bei einer Druckdifferenz von 50 Pa nicht überschreiten. Bessere Werte ($1 \text{ m}^3/(\text{hm}^2)$) sind anzustreben, insbesondere dann, wenn eine Wärmerückgewinnung aus der Abluft geplant wird.

Lüftung

Mechanische Lüftung vorsehen, um einwandfreie Raumluftqualität in allen Räumen gewährleisten zu können.

Unnötige Schadstoffquellen vermeiden (Baustoffe, Holzschutzmittel, Farben). Boden gegen Radon abdichten.

Reines Abluftsystem ist einfach und preisgünstig. Absaugen der verbrauchten Luft aus Räumen mit hohem Feuchtigkeits- oder Problemstoffanfall.

Auf geringen Stromverbrauch achten.

Einstellung der Luftwechselrate unter Normalbedingungen auf $0,3 - 0,5 \text{ h}^{-1}$, je nach Nutzung (Richtwert: 30 m^3 pro Person und Stunde).

Regelung durch Nutzer (Einstellungen: Abwesenheit / Anwesenheit / erhöhter Bedarf), besser jedoch automatisch nach Raumluftqualität.

Wärmerückgewinnung aus der Abluft nur bei sehr dichter Gebäudehülle (Luftwechsel max. 1 h^{-1} bei Unterdrucktest mit 50 Pa).

Bewegliche Fugen von Fenstern, Außentüren und feste Konstruktionsfugen (Dachauflager auf Mauerwerk, Fensteranschlag) auf hohe Dichtigkeit ausrichten ($a < 0,2 \text{ m}^3/\text{h m Pa}^{2/3}$ für bewegliche Fugen).

Kaminöffnungen und Luftkanäle mit möglichst dichten Klappen schließen (Kamine mit Abschlußplatte).

Wärmezonen

Gruppierung der Räume mit gleichen Temperaturanforderungen und ähnlichen Benutzungszyklen im Tages- und Wochengang.

Hierarchie von warmen zu kühlen Räumen bilden (von innen nach außen). Grundsätzlich darf jedoch eine (Standard-)Nutzung bei höheren Innentemperaturen nicht ausgeschlossen werden. Kühlere Zonen sind daher kein Ersatz für eine gute Wärmedämmung.

Warme Räume an die sonnenbestrahlte Fassade legen.

Benachbarte Wärmezonen mit mehr als 5 K ständiger Temperaturdifferenz mit Wärmedämmung trennen: $k < 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

An Eingängen Windfang als Schleuse einrichten.

Benutzer soll Möglichkeit haben, Raumklima seinen Bedürfnissen anzupassen (z.B. $16 - 21^\circ\text{C}$).

Nutzung der Fenster als Kollektoren

Ungehindertes tiefes Eindringen der Sonnenstrahlung in den Raum im Winter bei 0° bis 45° Neigung ermöglichen.

Beschattung der Glasflächen vermindern (z.B. geringer Rahmenanteil, wenige große statt viele kleine Glasflächen).

Wirksame Nachtabdeckung für Fenster, dichter Abschluß auf allen vier Seiten erforderlich, Rolladenkasten speziell beachten (auf Dichtheit achten und Wärmebrücken vermeiden).

Raumgeometrie auf direkte Bestrahlung des Bodens und der Innenwände ausrichten.

Heizungsregulierung auch auf Raumluft-Temperatur ausrichten, um Übererwärmung durch Wärmegewinne zu verhindern.

Äußere Beschattungsvorrichtung für Sommer vorsehen, guter Sonnenschutz vor allem für Ost- und West-Fenster.

Inneren Blendschutz für Winter vorsehen.

Raumlufttemperatur-Schwankungen von ± 3 K im Tagesgang erlauben (zur Nutzung der Solargewinne bis in die Abendstunden).

Ausreichende Gebäudemasse

Einfluß der wärmespeichernden Masse auf den Heizenergiebedarf ist gering.

Zur Vermeidung unkontrollierbarer Überhitzung im Sommer ausreichend große Flächen massiv bauen bzw. mit wärmespeichernden Materialien belegen (Außenwände, Innenwände oder Fußböden).

B 2.2 Deckung des Energiebedarfs Wärme: Guter Nutzungsgrad, hohe Heizzahl, hohe Versorgungssicherheit

Wärmeerzeugung

Überdimensionierung vermeiden (Berechnung nach DIN 4701 zu ungenau bei energiesparender Bauweise).

Hohen Nutzungsgrad anstreben. Bei Heizkesseln möglichst Brennwerttechnik.

Lager für Brennstoffe auf mehrfachen Jahresvorrat ausrichten; erhöht die Versorgungssicherheit.

Einsatz von Holz und Kohle für Einzelheizungen (auch Kamine!) wegen der hohen Schadstoffemissionen vermeiden.

Wärmeverteilung

Niedertemperatur-Verteilung vorsehen: max. Vorlauftemperatur 60°C.

Wärmeerzeugung und -speicherung (Heizung und Warmwasser) auf niedrige Temperaturen vorsehen.

Verteilverluste reduzieren: gute Wärmedämmung von Verteilungen und Armaturen, abschaltbare, im Bedarf angepaßte Umwälzpumpen.

Systemregelung (Heizung)

Benutzerfreundliche Regulierung mit Bedienungsanleitung und Instruktion.

Einzelraumlufttemperaturregelung mit rascher Reaktion auf Veränderungen (Fußbodenheizung reagiert träge).

Freie Wärme (Sonneneinstrahlung und innere Wärmequellen) mittels raumlufttemperaturabhängiger Regelung (z.B. thermostatische Ventile) nutzen.

Benutzerabhängige Raumluft-Temperaturabsenkung ermöglichen, z.B. durch thermostatische Ventile in allen Räumen.

Einzel programmierbare Thermostatventile.

Außenlufttemperatur- und strahlungsabhängige Regelung der Vorlauftemperatur (Außenfühler richtig plazieren).

Steuerung ohne großen Bedienungsaufwand durch den Betreiber.

Warmwasser

Temperatur auf 55°C begrenzen, Schaltuhr für Nacht- und Wochenendabschaltung.

Typengeprüfte Speicher-Wärmedämmung.

Richtige Plazierung der Naßzellen, entsprechende Systemwahl, kurze Leitungen, keine Überdimensionierung von Einzelleitungen, gute Wärmedämmung von Zirkulationsleitungen.

B 2.3 Energiebedarf für Licht, Kraft, Prozesse: Senkung des Bedarfs

Hilfsenergie

Bei jeder Form von Hilfsenergie überlegen, ob sie überhaupt benötigt wird (natürliche Prozesse ausnutzen, Handbedienungen nicht von vornherein ausschließen).

Umwälzpumpen für Heizung nicht überdimensionieren, mit schaltbaren Stufen ausrüsten, direkt über die Heizungsregelung steuern.

Zirkulationspumpen nur bei Bedarf, nicht überdimensionieren, in Zeiten ohne Warmwasserbedarf automatisch abschalten.

Erforderliche Stellantriebe (Ventile usw.) sollen in Ruhestellung nur einen geringen Strom aufnehmen.

Ventilatoren (WC, Küche usw.) mit Abschaltautomatik ausrüsten.

Haushaltsgeräte

Geräte mit geringem Stromverbrauch auswählen (Produktinformation und Untersuchungen der Stiftung Warentest beachten).

Waschen

Separate Schleuder aufstellen, trocknet die Wäsche wesentlich besser durch höhere Drehzahl.

Ausreichend großen Trockenraum vorsehen.

Gemeinsamen Waschraum im Mehrfamilienhaus vorsehen, die Waschmaschinen mit zwei Wasseranschlüssen ausrüsten und an zentrales Warmwasser-System anschließen.

Küche

Kühlschrank und Gefriergerät nicht neben warmen Apparaten (z.B. Herd, Backofen, Spül- und Waschmaschine, Radiator, Bodenheizung) aufstellen bzw. der Sonnenstrahlung aussetzen.

Gefriergerät in unbeheiztem Raum aufstellen (z.B. im Keller).

In Gasversorgungsgebieten Gasanschluß zum Kochen vorsehen.

Küchenventilator mit einstellbarer Abschaltautomatik ausrüsten.

Licht

Zimmer, Bad, Küche, Treppenhaus, Korridor, Keller usw. mit Fluoreszenzlampe bzw. Energiesparlampe ausrüsten (mittlere Betriebszeit pro Einschaltung mindestens eine halbe bis eine Stunde).

Außenbeleuchtung mit Fluoreszenz- oder Hochdrucklampen ausstatten.

Halogen-Glühlampen nur punktuell, nicht für allgemeine Raumbeleuchtung einsetzen, Niedervoltsysteme mit primärseitig abschaltbarem Transformator ausrüsten.

Unterhaltungselektronik

Bei Fernseher, Radio, Plattenspieler usw. auf Anschlußleistung und dauernde Vorwärmeleistung (stand-by) achten.

Geräte ab Netz betreiben, nicht mit Batterien (mit Netzladegerät).

Geräte nicht längere Zeit im stand-by-Betrieb laufen lassen, sondern ganz abschalten.

B 3 ZUSÄTZLICHE PLANUNGSHINWEISE FÜR MITTLERE UND GRÖßERE NEUBAUTEN

Die nachfolgenden Hinweise sind Planungshilfen. Zusätzlich zu den Hinweisen gemäß Anhang B 2 (auf die hier nochmals hingewiesen wird) sollen sie unabhängig von eigentlichen Energiebilanz-Überlegungen mithelfen, möglichst energiegerechte Bauteile und Anlagen zu planen und zu realisieren. Sie gelten primär für Wohnbauten. Für den konkreten Einzelfall müssen die integralen Planungsaspekte einschließlich der Wirtschaftlichkeit und der Verhältnismäßigkeit beachtet werden.

B 3.1 Energiebedarf Wärme

Nachdem die Maßnahmen zur Verringerung der Transmissionswärmeverluste getroffen wurden und die Möglichkeiten zur Einbeziehung der natürlichen Umweltwärme genutzt wurden:

Bei weiterem Bedarf an Lüftungs- und Klimaanlage: Auslegungswerte überprüfen, nicht überdimensionieren, durch bauliche Maßnahmen solare Wärmegewinne im Sommer verringern, interne Wärme mit Luft-/Wassersystem oder an den Betriebszustand anpaßbare Luft-/Luft-Systeme abführen, umgewälzte Luftmengen reduzieren, Außenluft wenn möglich zum Kühlen verwenden, interne Wärmequellen zum Heizen ausnutzen.

Wärmerückgewinnung aus Abluft, evtl. Abwasser.

B 3.2 Energiebedarf Licht, Kraft, Prozesse

Licht

Tageslichtnutzung und optimale künstliche Beleuchtung für Arbeitsplätze, d.h.:

optimale Nutzung des Tageslichtes (Tageslichtkoeffizient möglichst hoch und günstig in der Raumtiefe verteilt).

Gute Raumhelligkeitswerte (hohe Reflexionsgrade für Boden, Wände und Decke).
Individuell abschaltbare und regelfähige künstliche Beleuchtung (evtl. automatische Steuerung).

Richtige Leuchtenplatzierung.

Guter Leuchten-Betriebswirkungsgrad.

Gute Lichtausbeute der Lampen (inkl. verlustarme Vorschaltgeräte, Starter u.a.m.).

Installierte elektrische Leistung für Bürobauten total $< 12 \text{ W/m}^2$ (Beleuchtungs-dichte und Sehkomfort beachten).

Büromaschinen

Bei Schreib-, Rechenmaschinen, Personal-Computern, Vervielfältigungsmaschinen, Druckern usw. auf Anschlußleistung achten.

Nicht dauernd benutzte Geräte abschalten und nur bei kurzen Betriebspausen auf Bereitschaftsstellung (besonders Geräte mit Vorwärmung, resp. dauernder Wärmeleistung beachten) betreiben.

Geräte mit hohen anfallenden Abwärmelasten nicht konzentriert aufstellen (Wärmeleistungen von Geräten bis ca. 15 W/m^2 , Gesamtwärmeleistung einschließlich externer Lasten, Beleuchtung und Personen bis 45 W/m^2 , sind in der Regel ohne Raumkühlung zu bewältigen).

Lüftung

Unnötige Luftverunreinigungen vermeiden, Problemstoffe möglichst an der Quelle abführen.

Präsenzsteuerung für Lüftungseinschaltung mit automatischer Abschaltung (Schaltuhr), oder Regelung nach Raumluftqualität.

Pro Person ausreichende Frischluftzufuhr: ca. $30 \text{ m}^3/\text{h}$.

Variable Luftmenge mit drehzahlregulierbaren Ventilatoren.

Mischung von Außenluft und Umluft mit Enthalpieregler.

Frostschutz-Luftherhitzer mit automatischer Abschaltung, keine elektrischen Luftherhitzer und Nachwärmer.

Luftkanäle möglichst groß dimensionieren (geringer Widerstand reduziert erforderliche Ventilatorleistung).

Gebäudedichtheit beachten (Luftwechsel < 1 bei Überdruck 50 Pa), Wärmerückgewinnung vorsehen.

Kühlung

Verminderung der Außen- und Innenlasten durch bauliche Maßnahmen (Ost- und Westfensterflächen klein, Südfensterflächen nicht zu groß, temporärer Sonnenschutz), Ausstattung mit effizienten elektrischen Geräten und Beleuchtung; Bedarf für zusätzliche Klimatisierung prüfen.

Möglichst große Bandbreite für Raumlufttemperatur und -feuchtigkeit einhalten (Sommer bis 28°C, Feuchtigkeit bis 12 g/kg Luft).

Gleichzeitiges Heizen und Kühlen vermeiden.

Freie Kühlung nutzen, d.h. Kühlung bei niedrigen Außenlufttemperaturen ohne Kältemaschineneinsatz, im Sommer Nachtlüftung.

Nutzung der Kondensatorwärme, gleichzeitige Verwendung der Kältemaschine als Wärmepumpe.

Kühlflächen großzügig dimensionieren.

Lastregler

Bei Objekten mit gewerblicher Prozeßwärme und abschaltbaren Lasten gut einsetzbar.

Parkgaragen

CO-gesteuerte Abschaltung der Lüftung.

Eigenstrom-Erzeugung

Bei Gebäuden mit mehr als 500 kW Wärmeleistungsbedarf den Einsatz einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage prüfen.

Eine mögliche Arbeitsteilung mit vorhandenen Notstrom-Anlagen ist zu prüfen.

Kraft

Zur Förderung von Flüssigkeiten (Pumpen, Hydrauliksysteme usw.), zur Förderung oder Verdichtung von Gasen (Ventilatoren, Kompressoren, Verdichter usw.), zur Förderung von Festkörpern (Transportbänder, sonstige Förderanlagen) und zur Beförderung von Personen (Lifte, Rolltreppen usw.) sind knapp dimensionierte Motoren einzusetzen. Überall dort, wo es der Prozeß erlaubt, sind Antriebe mit bedarfsabhängiger Regelung zu verwenden. In jedem Fall ist der Wirkungsgrad im typischen oder häufigsten Lastzustand zu optimieren.

Gewerbliche Kälte

Kühl- und Gefrieranlagen in entsprechenden Zonen zusammenfassen und thermisch abschließen (Hülle dämmen, spezifischer Wärmestrom pro m² Dämmfläche < 5 W/m²).
Bei Tiefkühlzonen Schleusen gegen außen anbringen.

Kältemaschinen lastabhängig regulieren.

Verdampfungstemperatur so hoch wie möglich wählen, wassergekühlte Kondensatoren benutzen und Wärme verwerten.

B 4 KONTROLLMESSUNGEN

B 4.1 Meßtechnische Verbrauchserfassung

1. Zur Überprüfung der Wirkung der energetischen Maßnahmen ist nach der Bauausführung, der Abnahme, der Einregulierung und der Bautrocknung, also nach ca. 2 normalen Betriebsjahren, eine meßtechnische Verbrauchserfassung sinnvoll.

Dazu sind die folgenden Punkte zu klären. Gab es:

- a) energierelevante Abweichungen der Realisierung von den Planungswerten, die im Nachweis Heizenergiebedarf und Heizzahl verwendet wurden (siehe Abnahmeprotokoll) ?
 - b) Abweichungen von der Standardnutzung durch das effektive Benutzerverhalten (evtl. durch Stichproben der effektiven Raumlufttemperaturen, Lüftungsverhältnisse usw.) ?
 - c) Abweichungen von den Mittelwerten der Klimadaten in der speziell betrachteten Betriebsperiode ?
2. Für die meßtechnische Verbrauchserfassung sind folgende Werte der Anlage erforderlich:
 - Verbrauch aller Brennstoffe (bei Fernwärmeanschluß: Wärmemenge) und Elektrizität.
 - Betriebsstunden und Bereitschaftszeiten der Anlagen.
 - Meßwerte des momentanen Wirkungsgrades (bei Kesselanlagen des feuerungstechnischen Wirkungsgrades und der Bereitschaftsverluste).
 - Verbrauch von Warmwasser (m^3 /Jahr).
 - Anzahl der anwesenden Nutzer (Mittel der Heizperiode).

Im ersten Betriebsjahr sind monatliche Verbrauchs- und Betriebswerte zu erheben, in den folgenden Jahren sind nach Möglichkeit vierteljährliche Werte festzuhalten.

Bei kombinierten Anlagen für Raumheizung und Warmwasser ist der Verbrauchswert der Sommerperiode getrennt zu erfassen.

Für raschere Beurteilungen kann der Einsatz von meßtechnischen Hilfsmitteln der Energiediagnose zur Beurteilung des effektiven energetischen Verhaltens

einer Anlage in Abhängigkeit von der Außenlufttemperatur (Energiesignatur usw.) dienen.

Mit diesen Meßwerten können folgende Werte berechnet werden:

- a) tatsächliche Energiekennzahlen E_w , E_{ikp} und E
- b) tatsächliche Heizzahl
- c) tatsächlicher Heizenergiebedarf Q_H
- d) tatsächlicher Energiebedarf für Trinkwassererwärmung Q_{ww} .

Die vorstehenden, unter b) und c) angegebenen Werte müssen mit den Planungswerten im Nachweis für H_g und η_g verglichen werden. Bei Abweichungen von H_g von mehr als -0,03 und von q_H von mehr als +30 % ist eine detaillierte Überprüfung der einzelnen Komponenten des Energieverbrauchs und gegebenenfalls eine Nachbesserung erforderlich. Die Detailüberprüfung (k-Wert, Luftwechsel usw.) erfolgt nach den üblichen Meß- und Prüfverfahren.

3. Zur meßtechnischen Verbrauchserfassung sind Heizungsanlagen mit folgenden Instrumenten auszurüsten:

- Betriebsstundenzähler
- Brennstoffmessung (Öl, Gas)
- Stromzähler für Hilfsenergie bei Anlagen über 300 kW Kesselleistung
- Thermometer für Abgas, Raumluft der Heizzentrale, Heizungs- und Warmwasserleitungen und -speicher
- Wasserzähler für Warmwasser ab 60 kW Kesselleistung.

B 4.2 Rückgewinnungsgrade verschiedener Wärmerückgewinnungssysteme

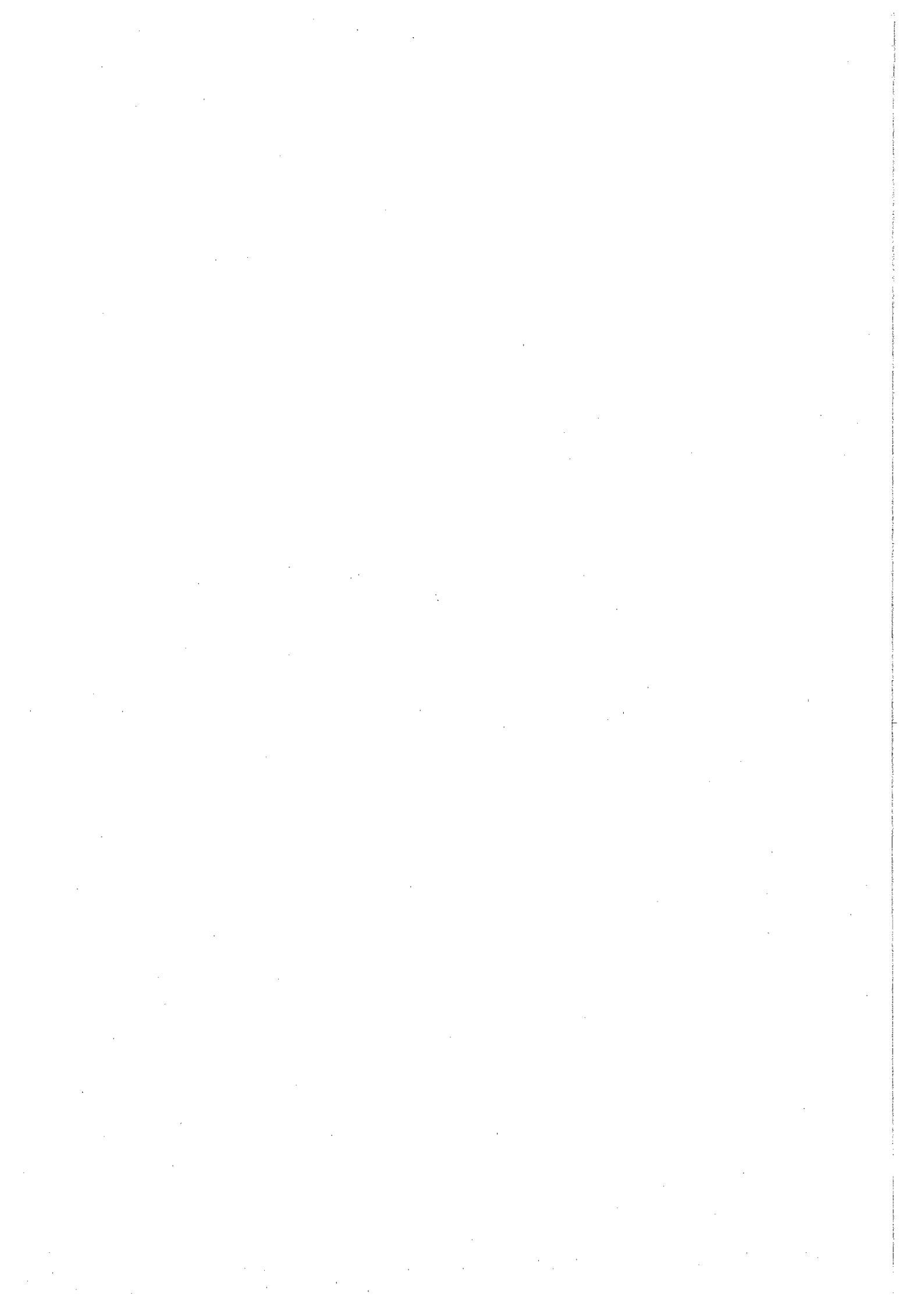
Bei einer Kontrolle des Rückgewinngrades von Wärmerückgewinnungssystemen sollten folgende Werte erreicht werden:

System	Rückgewinnungsgrad
Plattenwärmetauscher, Rohraustauscher	0,50 ... 0,60
Wasser/Glykol/Wasser-System	0,45 ... 0,60
Wärmerohr-Wärmetauscher	0,50 ... 0,65
Rotierender Wärmetauscher	0,60 ... 0,75

Der Rückgewinnungsgrad wird aus der Enthalpiedifferenz von Zuluft bzw. Fortluft bestimmt. Vereinfacht kann er für Systeme mit unbeeinflusstem Wassergehalt der Luft aus den entsprechenden Temperaturdifferenzen bestimmt werden.

Der obere Wert des Rückgewinnungsgrades ist besonders bei Anlagen mit längerer Betriebszeit anzustreben.

Für Wirtschaftlichkeitsberechnungen von Wärmerückgewinnungssystemen ist auch der zusätzliche Elektrizitätsverbrauch von Pumpen und Ventilatoren zu berücksichtigen.

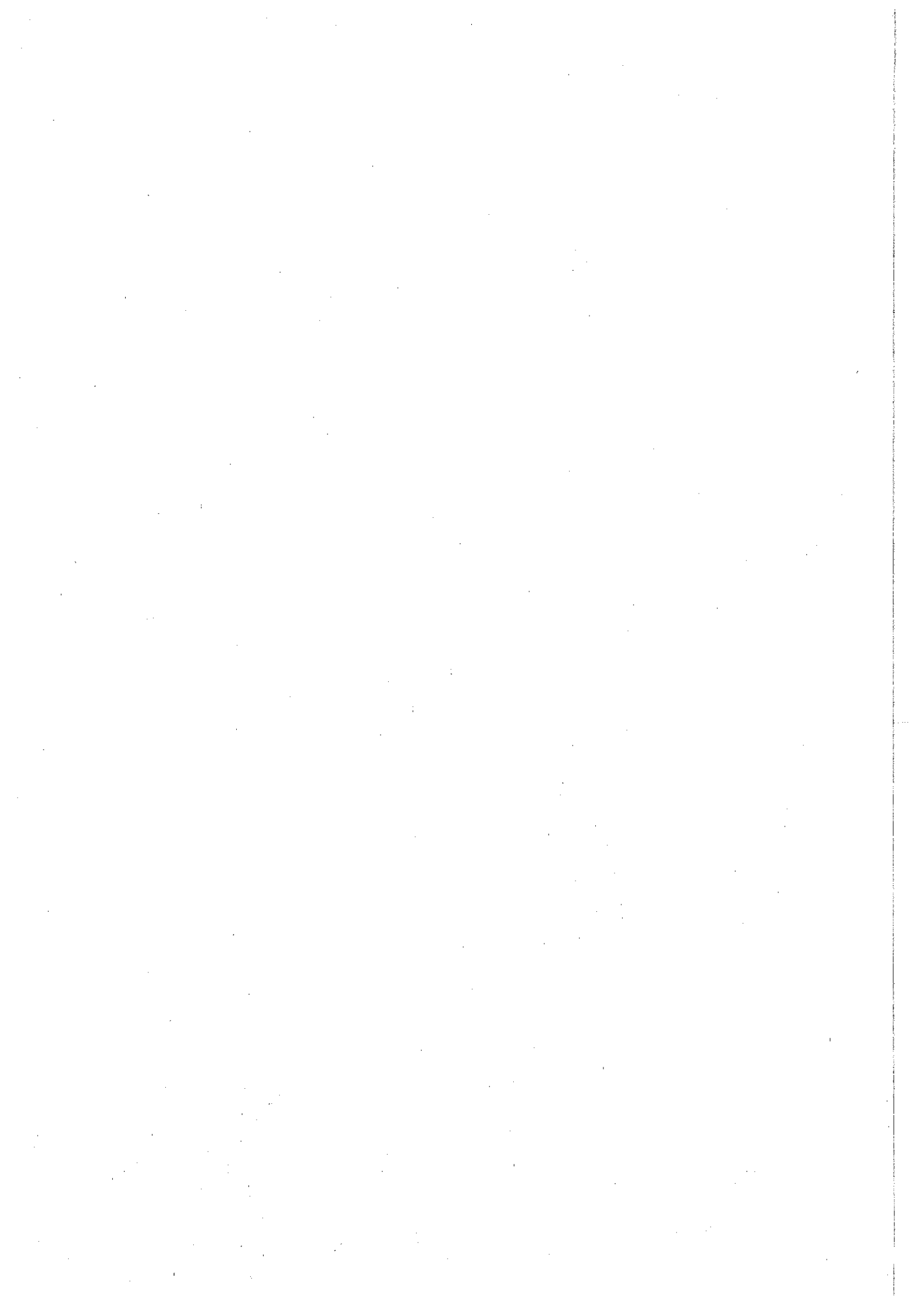


- C **BERECHNUNGSMETHODE**

- C 1 **Übersicht**

- C 2 **Berechnung des Heizwärmebedarfs**

- C 3 **Berechnung der Heizzahl Endenergie
(Nutzungsgrad)**



C 1 ÜBERSICHT

C 1.1 Allgemeines

Zum Nachweis der Grenz- und Zielwerte werden Heizwärmebedarf (Heizenergiebedarf) und die Heizzahl (Nutzungsgrad) mit den Daten der Standardnutzung berechnet. Hierzu werden die Daten- und Resultatblätter in Abschnitt C2 bzw. C3 verwendet.

Die Energie- und Jahreskosten werden gemäß dem Verfahren in Anhang E berechnet.

C 1.2 Heizwärmebedarf

Der Heizwärmebedarf (Heizenergiebedarf) wird mit der Standardnutzung und den Rechenwerten aus dem Wärmebedarf für Transmission und Luftwechsel und den nutzbaren Wärmegewinnen von Elektrizität, Personen und Sonnenstrahlung wie folgt ermittelt:

$$q_H = q_T + q_L - f_g (q_e + q_p + q_s - q_{wa})$$

q_H	Heizenergiebedarf ^f	(kWh/(m ² a))
q_T	Transmissionsverluste ^f	(kWh/(m ² a))
q_L	Wärmebedarf für Lüftung ^f	(kWh/(m ² a))
q_{wa}	Wärmebedarf für Aufheizen des Kaltwassers ^f	(kWh/(m ² a))
f_g	Gewinnfaktor der Freien Wärme	(-)
q_e	Abwärme Elektrizität ^f	(kWh/(m ² a*))
q_p	Abwärme Personen ^f	(kWh/(m ² a*))
q_s	Sonnenstrahlung ^f	(kWh/(m ² a*))

* Heizperiode

C 1.3 Heizzahl Endenergie

Die Heizzahl (Nutzungsgrad) wird aus dem Verhältnis des Wärmebedarfs für Raumheizung und Warmwasser zum Energieverbrauch unter Berücksichtigung der Erzeugungs-, Verteilungs- und Speicherverluste wie folgt bestimmt:

$$\eta = \frac{q_H + q_{ww}}{(q_H + q_{VH})(1 - s_H) + (q_{ww} + q_{VZ} + q_{VU} + q_{Sp})(1 - s_{ww}) + q_{VE}}$$

η	Heizzahl Endenergie (Nutzungsgrad)	(-)
q_H	Heizwärmebedarf ^f	(kWh/(m ² a))
q_{ww}	Wärmebedarf Warmwasser ^f	(kWh/(m ² a))
q_{VE}	Wärmeverlust Erzeugung ^f	(kWh/(m ² a))
q_{VH}	Wärmeverlust Heizungsverteilung ^f	(kWh/(m ² a))
q_{VZ}	Wärmeverlust Zirkulationsleitung ^f	(kWh/(m ² a))
q_{VU}	Wärmeverlust Einzelleitung ^f	(kWh/(m ² a))
q_{Sp}	Wärmeverlust Speicher ^f	(kWh/(m ² a))
s_H	solarer Deckungsgrad Heizung	(-)
s_{ww}	solarer Deckungsgrad Warmwasser	(-)

C 1.4 Energiebilanz

Bei der Erstellung der Energiebilanz im IST-Zustand sind anstelle der Daten der Standard-Nutzung aus Tabelle D 1-1 gemessene bzw. erhobene Werte einzusetzen, so weit diese zur Verfügung stehen. Starke Abweichungen sind insbesondere bei der Raumlufttemperatur und der Luftwechselrate möglich. Nachtabsenkungen können durch eine dementsprechende Reduktion der Raumlufttemperatur (Tagesmittel) berücksichtigt werden. Der errechnete Wert des Endenergieverbrauchs (Energiekennzahl) muß mit dem gemessenen Energieverbrauch übereinstimmen. Dazu müssen unsichere Daten der Nutzung gegebenenfalls angepaßt werden. Eine so erstellte Energiebilanz kann als Grundlage für die Maßnahmenplanung und -optimierung bei Umbauten dienen.

Bei Gebäuden, deren Energieverbrauch wesentlich über den Grenzwert dieser Richtlinie liegt (dies ist bei der Mehrzahl der bestehenden Gebäude der Fall), sollten bei der Erstellung der Energiebilanz auch höhere Heizgrenzen zugrundegelegt werden als in Tabelle D 1-1. Für Nutzungen mit einer Raumtemperatur von 20° C kann in diesem Falle die Heizgrenze 15° C gemäß VDI 2067 verwendet werden.

Abbildung C1-1: Energiebilanz

Dach		Außenwand		Fenster		Boden		Lüftungs- verluste bzw. -bedarf Q_L		Nutzenergie- bedarf Warm- wasser Q_{WW}		Vert. Warmw. Q_{vH}		Verteil. Heizung Q_{vH}		Verluste Erzeug. Q_{vE}	
Transmissions- verluste Q_T				Lüftung				Warm- wasser				Verluste Heizungsanlage					
Heizenergiebedarf Q_H								Nutzenergiebedarf Wärme Q_W									
Sonne		Personen		Geräte		Wärme- gewinne Q_G											
Endenergieeinsatz																	

Damit werden die entsprechenden Nutzungsgrade berechnet:

$$\eta = Q_W/E_W \text{ oder } \eta = Q_H/E_H$$

C 2 BERECHNUNG DES HEIZWÄRMEBEDARFS

C 2.1 Daten- und Resultatblätter Heizwärmebedarf (Heizenergiebedarf)

Siehe C 2.1.1, C 2.1.2

Der Berechnungsgang wird als Jahresrechnung erläutert. Er kann, insbesondere bei Verwendung eines Rechnerprogramms, auch für einzelne Monate durchgeführt werden.

Bei verschiedenen Konstruktionsarten (z. B. zwei verschiedene Arten von Außenwänden) sind entsprechende Hilfsblätter zu verwenden.

Für Überbauungen, die aus mehreren Gebäuden bestehen, wird der Nachweis des Heizwärmebedarfs für die einzelnen Gebäude geführt.

Datenblatt Heizwärmebedarf, Seite 1

Energiebilanz – Verfahren "Leitfaden Energiebewußte Gebäudeplanung"			
Objekt:			
Pos.	Bezeichnung	Abk.	Ermittlung aus:
Einheit			
A. Nutzung		Anhang D1, D2	
[A1]	Erwärmung Kaltwasser	ΔT_{KW}	K
[A2]	Personenzahl	n_p	P
[A3]	tägl. Aufenthaltszeit Personen	h_p	h/Tag
[A4]	durchschnittl. Wärmeabgabe p. Person		W/P
[A5]	Wasserverbrauch pro Person und Tag	WA	l/(P d)
[A6]	Stromverbrauch pro Person und Jahr		kWh/(P a)
[A7]	Reduktionsfaktor Elektrizität	f_e	--
[A8]	energetisch wirksamer Luftwechsel	n	1/h
[A9]	spez. Wärmespeicherfähigkeit Luft	$c_L \cdot \rho_L$	0,33 Wh/(m ³ K)
[A10]	spez. Wärmespeicherfähigkeit Wasser	$c_W \cdot \rho_W$	1,16 Wh/(l K)
B. Klimadaten		Anhang D4	
[B1]	Länge der Heizperiode	HT	Tage/a*
[B2]	Heizgradtage	HGT	K Tage/a*
[B3]	Globalstrahlung horizontal	GH	kWh/(m ² a*)
[B4]	Globalstrahlung Süd	GS	kWh/(m ² a*)
[B5]	Globalstrahlung Ost	GO	kWh/(m ² a*)
[B6]	Globalstrahlung West	GW	kWh/(m ² a*)
[B7]	Globalstrahlung Nord	GN	kWh/(m ² a*)
C. Geometrische Daten			
[C1]	Dach gegen außen ¹⁾	A_d	m ²
[C2]	oberste Geschoßdecke ²⁾		m ²
[C3]	Wand gegen außen	A_w	m ²
[C4]	Boden gegen außen	A_h	m ²
[C5]	Wand gegen Keller		m ²
[C6]	Wand gegen Erdreich		m ²
[C7]	Boden gegen Keller		m ²
[C8]	Boden gegen Erdreich		m ²
[C9]	Fenster horizontal	A_{FH}	m ²
[C10]	Fenster Süd	A_{FS}	m ²
[C11]	Fenster Ost	A_{FO}	m ²
[C12]	Fenster West	A_{FW}	m ²
[C13]	Fenster Nord	A_{FN}	m ²
[C14]	Energiebezugsfläche	EBF	m ²
[C15]	Beheiztes Volumen netto	V	m ³

* pro Heizperiode

¹⁾ ohne Anteil oberhalb einer gedämmten obersten Geschoßdecke²⁾ falls gedämmt

Datenblatt Heizwärmebedarf, Seite 2

Pos.	Bezeichnung	Abk.	Einheit
D. k-Werte, g-Werte, f			
[D1]	Dach gegen außen ¹⁾	k_d	W/(m ² K)
[D2]	oberste Geschoßdecke ²⁾		W/(m ² K)
[D3]	Wand gegen außen	k_w	W/(m ² K)
[D4]	Boden gegen außen	k_b	W/(m ² K)
[D5]	Wand gegen Keller		W/(m ² K)
[D6]	Wand gegen Erdreich		W/(m ² K)
[D7]	Boden gegen Keller		W/(m ² K)
[D8]	Boden gegen Erdreich		W/(m ² K)
[D9]	Fenster horizontal	k_{FH}	W/(m ² K)
[D10]	Fenster Süd	k_{FS}	W/(m ² K)
[D11]	Fenster Ost	k_{FO}	W/(m ² K)
[D12]	Fenster West	k_{FW}	W/(m ² K)
[D13]	Fenster Nord	k_{FN}	W/(m ² K)
[D14]	g-Wert Fenster horizontal	g_H	-
[D15]	g-Wert Fenster Süd	g_S	-
[D16]	g-Wert Fenster Ost	g_O	-
[D17]	g-Wert Fenster West	g_W	-
[D18]	g-Wert Fenster Nord	g_N	-
[D19]	Glasanteil Fenster	f_g	-
[D20]	Beschattung und Verschmutzung	f_b	-

¹⁾ ohne Anteil oberhalb einer gedämmten obersten Geschoßdecke

²⁾ falls gedämmt

Formelblatt Heizwärmebedarf

Pos.	Bezeichnung	Abk.	Ermittlung aus:	Einheit
E. Transmissionsverluste				
[E1]	Dach gegen außen ¹⁾		$[B2] \cdot [C1] \cdot [D1] \cdot 0,024 / [C14]$	kWh/(m ² a*)
[E2]	oberste Geschößdecke ²⁾		$[B2] \cdot [C2] \cdot [D2] \cdot 0,024 / [C14]$	kWh/(m ² a*)
[E3]	Wand gegen außen		$[B2] \cdot [C3] \cdot [D3] \cdot 0,024 / [C14]$	kWh/(m ² a*)
[E4]	Boden gegen außen		$[B2] \cdot [C4] \cdot [D4] \cdot 0,024 / [C14]$	kWh/(m ² a*)
[E5]	Wand gegen Keller		$0,5 \cdot [B2] \cdot [C5] \cdot [D5] \cdot 0,024 / [C14]$	kWh/(m ² a*)
[E6]	Wand gegen Erdreich		$0,5 \cdot [B2] \cdot [C6] \cdot [D6] \cdot 0,024 / [C14]$	kWh/(m ² a*)
[E7]	Boden gegen Keller		$0,5 \cdot [B2] \cdot [C7] \cdot [D7] \cdot 0,024 / [C14]$	kWh/(m ² a*)
[E8]	Boden gegen Erdreich		$0,5 \cdot [B2] \cdot [C8] \cdot [D8] \cdot 0,024 / [C14]$	kWh/(m ² a*)
[E9]	Fenster horizontal		$[B2] \cdot [C9] \cdot [D9] \cdot 0,024 / [C14]$	kWh/(m ² a*)
[E10]	Fenster Süd		$[B2] \cdot [C10] \cdot [D10] \cdot 0,024 / [C14]$	kWh/(m ² a*)
[E11]	Fenster Ost		$[B2] \cdot [C11] \cdot [D11] \cdot 0,024 / [C14]$	kWh/(m ² a*)
[E12]	Fenster West		$[B2] \cdot [C12] \cdot [D12] \cdot 0,024 / [C14]$	kWh/(m ² a*)
[E13]	Fenster Nord		$[B2] \cdot [C13] \cdot [D13] \cdot 0,024 / [C14]$	kWh/(m ² a*)
[E14]	Transmissionsverluste ^f	q _T	Summe([E1]...[E13])	kWh/(m ² a*)
F. Lüftung				
[F1]	Lüftungsverluste ^f	q _L	$[A8] \cdot [A9] \cdot [B2] \cdot [C15] \cdot 0,024 / [C14]$	kWh/(m ² a*)
G. Bruttonutzwärmebedarf Heizung				
[G1]	Bruttonutzwärmebedarf Heizung ^f	q _{BH}	[E14] + [F1]	kWh/(m ² a*)
H. Freie Wärme				
[H1]	Abwärme Elektrizität ^f	q _e	$[A2] \cdot [A6] \cdot [A7] \cdot [B1] / (365 \cdot [C14])$	kWh/(m ² a*)
[H2]	Abwärme Personen ^f	q _p	$[A2] \cdot [A3] \cdot [A4] \cdot [B1] \cdot 0,001 / [C14]$	kWh/(m ² a*)
[H3]	Wasserablaufverluste ^f	q _{wa}	$[A1] \cdot [A2] \cdot [A5] \cdot [A10] \cdot [B1] \cdot 0,001 / [C14]$	kWh/(m ² a*)
	Solare Einstrahlung ^f :			
[H4]	– durch horizontale Fenster		$[B3] \cdot [C9] \cdot [D14] \cdot [D19] \cdot [D20] / [C14]$	kWh/(m ² a*)
[H5]	– durch Süd–Fenster		$[B4] \cdot [C10] \cdot [D15] \cdot [D19] \cdot [D20] / [C14]$	kWh/(m ² a*)
[H6]	– durch Ost–Fenster		$[B5] \cdot [C11] \cdot [D16] \cdot [D19] \cdot [D20] / [C14]$	kWh/(m ² a*)
[H7]	– durch West–Fenster		$[B6] \cdot [C12] \cdot [D17] \cdot [D19] \cdot [D20] / [C14]$	kWh/(m ² a*)
[H8]	– durch Nord–Fenster		$[B7] \cdot [C13] \cdot [D18] \cdot [D19] \cdot [D20] / [C14]$	kWh/(m ² a*)
[H9]	Summe Strahlung ^f	q _s	[H4] + [H5] + [H6] + [H7] + [H8]	kWh/(m ² a*)
[H10]	Freie Wärme ^f	q _f	[H1] + [H2] – [H3] + [H9]	kWh/(m ² a*)
[H11]	Verhältnis Freie Wärme/Verluste		[H10]/[G1]	–
[H12]	Gewinnfaktor	f _p	1 – 0,3 · [H11]	–
[H13]	Wärmegewinn ^f	q _p	[H10] · [H12]	kWh/(m ² a*)
I. Heizwärmebedarf				
[I1]	Heizwärmebedarf ^f	q _H	[G1] – [H13]	kWh/(m ² a*)
[I2]	Heizwärmebedarf	Q _H	[I1] · [C14]	kWh/a*
K. Grenz–/Zielwert Heizwärmebedarf				
[K1]	Grenzwert Bauwerksart	H _p		kWh/(m ² a*)
[K2]	Grenzwert H _p erfüllt?			JA/NEIN
[K3]	Zielwert Bauwerksart	H _z		kWh/(m ² a*)
[K4]	Zielwert H _z erreicht?			JA/NEIN

* pro Heizperiode

¹⁾ ohne Anteil oberhalb einer gedämmten obersten Geschößdecke²⁾ falls gedämmt

Resultatblatt Heizwärmebedarf

Pos.	Bezeichnung	Abk.	Einheit
E. Transmissionsverluste			
[E1]	Dach gegen außen ¹⁾		kWh/(m ² a*)
[E2]	oberste Geschoßdecke ²⁾		kWh/(m ² a*)
[E3]	Wand gegen außen		kWh/(m ² a*)
[E4]	Boden gegen außen		kWh/(m ² a*)
[E5]	Wand gegen Keller		kWh/(m ² a*)
[E6]	Wand gegen Erdreich		kWh/(m ² a*)
[E7]	Boden gegen Keller		kWh/(m ² a*)
[E8]	Boden gegen Erdreich		kWh/(m ² a*)
[E9]	Fenster horizontal		kWh/(m ² a*)
[E10]	Fenster Süd		kWh/(m ² a*)
[E11]	Fenster Ost		kWh/(m ² a*)
[E12]	Fenster West		kWh/(m ² a*)
[E13]	Fenster Nord		kWh/(m ² a*)
[E14]	Transmissionsverluste ^f	q _T	kWh/(m ² a*)
F. Lüftung			
[F1]	Lüftungsverluste ^f	q _L	kWh/(m ² a*)
G. Bruttonutzwärmebedarf Heizung			
[G1]	Bruttonutzwärmebedarf Heizung ^f	q _{BH}	kWh/(m ² a*)
H. Freie Wärme			
[H1]	Abwärme Elektrizität ^f	q _e	kWh/(m ² a*)
[H2]	Abwärme Personen ^f	q _p	kWh/(m ² a*)
[H3]	Wasserablaufverluste ^f	q _{wa}	kWh/(m ² a*)
	Solare Einstrahlung ^f :		
[H4]	– durch horizontale Fenster		kWh/(m ² a*)
[H5]	– durch Süd-Fenster		kWh/(m ² a*)
[H6]	– durch Ost-Fenster		kWh/(m ² a*)
[H7]	– durch West-Fenster		kWh/(m ² a*)
[H8]	– durch Nord-Fenster		kWh/(m ² a*)
[H9]	Summe Strahlung ^f	q _s	kWh/(m ² a*)
[H10]	Freie Wärme ^f	q _f	kWh/(m ² a*)
[H11]	Verhältnis Freie Wärme/Verluste		–
[H12]	Gewinnfaktor	f _g	–
[H13]	Wärmegewinn ^f	q _e	kWh/(m ² a*)
I. Heizwärmebedarf			
[I1]	Heizwärmebedarf ^f	q _H	kWh/(m ² a*)
[I2]	Heizwärmebedarf	Q _H	kWh/a*
K. Grenz-/Zielwert Heizwärmebedarf			
[K1]	Grenzwert Bauwerksart	H _p	kWh/(m ² a*)
[K2]	Grenzwert H _p erfüllt?		JA/NEIN
[K3]	Zielwert Bauwerksart	H _z	kWh/(m ² a*)
[K4]	Zielwert H _z erreicht?		JA/NEIN

* pro Heizperiode

1) ohne Anteil oberhalb einer gedämmten obersten Geschoßdecke

2) falls gedämmt

C 2.2 Komponenten für die Berechnung

Siehe Datenblatt C 2.1.1/Resultatblatt C 2.1.2

A Daten zur Benutzung

Für Bauten der Kategorie IV und V sind Werte sinngemäß aus Tabelle D 1-1 abzuleiten; wenn abweichende projektspezifische Werte eingesetzt werden, ist dies zu begründen.

Die Personenzahl ergibt sich aus der Energiebezugsfläche dividiert durch die Personenbelegung (m^2/Person aus Tabelle D 1-1).

Lüftung

Bei natürlicher Lüftung ist für die Standardnutzung als Luftwechselrate der obere Wert aus Tabelle D1-1 einzusetzen.

Bei maschineller Lüftung ist die Luftwechselrate die Summe aus der projektierten durch die Anlage zu erbringende Luftwechselrate und der Luftwechselrate durch Restundichtheiten (gemäß Tabelle D1-1); letztere entfällt bei reinen Abluftanlagen.

Bei Wärmerückgewinnungsanlagen wird der durch die Anlage zu erbringende Luftwechsel rechnerisch reduziert auf den Anteil, der nach der Wärmerückgewinnung noch zu erwärmen ist.

Der effektive, im Rechenblatt einzusetzende Luftwechsel ergibt sich damit aus

$$n = n_{\text{Rest}} + n_{\text{Anlage}} (1 - \eta_{\text{WRG}}) \quad (\text{h}^{-1})$$

n	effektiver, in die Heizenergiebilanz einzusetzender Luftwechsel (h^{-1})
n_{Rest}	Luftwechsel durch Restundichtheiten (Tabelle D1-1) (h^{-1})
n_{Anlage}	Durch die Anlage zu erbringender Luftwechsel (h^{-1})
η_{WRG}	Wärmerückgewinnungsgrad (-)

Vereinfachend kann für η_{WRG} der untere Rückgewinnungsgrad (vgl. Anhang B 4.2) eingesetzt werden.

Für Lüftungs- und Klimaanlage ist eine detaillierte Berechnung aufgrund der Enthalpiedifferenz durchzuführen.

B Klimadaten

Stationenblätter für hessische Standorte (Anhang D 3).

Es können die Werte der nächstgelegenen Stationen vergleichbarer Höhenlage verwendet werden.

Zwischenwerte der Orientierung (z. B. Süd-West) sind aus den Tabellenwerten mit dem geometrischen Mittel (siehe Anhang D 3) zu interpolieren.

C Flächen und Volumen

Die Energiebezugsfläche ist die Summe aller Wohnflächen (Wohngebäude) bzw. Nutz- und Verkehrsflächen (Zweckbauten), für deren Nutzung eine Beheizung erforderlich ist.

Die beheizte Wohnfläche ist nach 2. Berechnungsverordnung § 42 bis 44 zu bestimmen, und zwar ohne Berücksichtigung von Balkonflächen (§44(2)) und unbeheizten Wintergärten (§44(1)2) und ohne Pauschalabzug von 10% (§44(3)).

Die beheizte Nutz- und Verkehrsfläche wird nach DIN 277, Teil 2 bestimmt.

Zu ermitteln sind alle Flächen der vollständigen äußeren Umhüllung des beheizten Gebäudevolumens. Hierzu zählen außer den aktiv beheizten Räumen auch unbeheizte Gebäudeteile, deren Umschließungsflächen zum überwiegenden Teil an beheizte Räume grenzen (z.B. unbeheizte Flure und innenliegende Treppenhäuser). Bei Flächen der wärmetauschenden Hülle sind grundsätzlich Außenmaße zu verwenden.

„Wand (Decke, Boden, Dach) gegen außen“:	Flächen gegen Außenluft oder hinterlüftete Konstruktionen.
„Boden (Wand) gegen Keller“:	Flächen gegen unbeheizte Räume im Keller
„Wand (Boden) gegen Erdreich“:	Flächen beheizter Räume gegen Erdreich
„Oberste Geschoßdecke“:	Decke des obersten beheizten Geschosses, wenn dort die Dämmschicht liegt oder das Dach belüftet ist.
„Volumen“:	Von der Gebäudehülle eingeschlossenes genutztes und beheiztes Nettoluftvolumen. Es ergibt sich als Produkt aus der Energiebezugsfläche und der mittleren (lichten) Raumhöhe.

D k-Werte, g-Werte

- k-Wert-Berechnung
- Mit Baustoffkennwerten aus DIN 4108 oder Produktprüfzeugnis
 - gemäß DIN 4108

Kommen bei einem Bauteil verschiedene Aufbauten vor, so sind die k-Werte nach Flächenanteilen gewichtet zu mitteln.

Fenster

In der folgenden Tabelle sind Anhaltswerte für k- und g-Werte von Fenstern aufgeführt. Die g-Werte sind Gesamtenergiedurchlaßgrade für Globalstrahlung während der Heizzeit. g-Werte, die nach DIN 67507 für senkrechten Strahlungsdurchgang ermittelt werden, müssen um 15 % vermindert werden. Kommen verschiedene Verglasungsarten zum Einsatz, so sind die g-Werte nach Flächenanteilen gewichtet zu mitteln, und zwar getrennt nach den Himmelsrichtungen.

Differenziertere Daten für k- und g-Werte finden sich im Bundesanzeiger.

	Gesamtenergiedurchlaßgrad ³⁾ (nicht-senkrechter Strahlungsdurchgang) g (-)	k-Wert des gesamten Fensters inkl. Rahmen und Randverbund der Vergl. ¹⁾²⁾ k (W/(m ² K))
- Klarglas (einfach)	0,80	5,2
- Isolierverglasung mit 12 mm Luftzwischenraum: ²⁾	0,70	2,6
- Wärmeschutzverglasung 2-fach	0,51	1,5
- Wärmeschutzverglasung 3-fach	0,43	1,1
- für andere Gläser:	Prüfzeugnisse / Bundesanzeiger (Werte um 15% reduzieren!)	DIN 4108 Teil 4 und Prüfzeugnisse
- Glasanteil der Fensterfläche:	$f_g = 0,7$ oder genauere Werte aus Projekt	

¹⁾ Für Holz- oder Holz-/Metall-Rahmen mit einer Größe von < 5m² mit Rahmenanteil < 25% bzw. > 5m² mit Rahmenanteil < 15%.

²⁾ Für andere Luftzwischenräume und Rahmenmaterialien vgl. DIN 4108, Teil 4.

³⁾ g-Werte der Verglasung für Globalstrahlung während der Heizperiode.

Lichtundurchlässige Bauteile

α_i , α_a und λ -Werte aus DIN 4108, Teil 4 oder
Bundesanzeiger

Der Strahlungsgewinn durch Absorption darf nicht berücksichtigt werden, da er ganz oder teilweise durch die zusätzliche langwellige Abstrahlung kompensiert wird.

E Wärmebedarf für Transmission

Der Transmissions-Wärmebedarf Q_T wird berechnet aus den Wärmeverlusten von Wand, Dach, Fenster und Boden an die Außenluft, an das Erdreich bzw. an unbeheizte Räume. Der auf die Energiebezugsfläche bezogene Wärmebedarf für Transmission ist:

$$(1) \quad q_{T,i} = q_{T,Dach} + q_{T,Wand} + q_{T,Fenster} + q_{T,Boden} \quad (\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{a}^*))$$

Für ein Bauteil an der Außenluft gilt:

$$(2) \quad q_{T,i} = A \cdot k \cdot HGT \cdot \frac{1}{EBF} \cdot c \quad (\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{a}^*))$$

A	Fläche des Bauteils	(m ²)
k	Wärmedurchgangs-Koeffizient	(W/(m ² K))
HGT	Heizgradtage	(K d/a*) (D3)
HT	Heiztage	(K d/a*) (D3)
EBF	Energiebezugsfläche	(m ²)
c	Umrechnungsfaktor	0,024 kh/d

* Heizperiode

Für ein Bauteil zum Erdreich oder unbeheizten Keller wird HGT durch $0,5 \cdot HGT$ ersetzt.

Wenn unbeheizte Teile des Gebäudes (vor allem im Dach oder im Keller) vergleichbar große angrenzende Flächen zur Umgebung und zum beheizten Teil haben, so gibt es grundsätzlich drei Möglichkeiten (vgl. auch Abb. C2-1):

1. Die Dämmschicht schließt den unbeheizten Teil mit ein.

In diesem Fall wird der unbeheizte Raum in die beheizte Gebäudehülle einbezogen. Insbesondere wird für diesen mit derselben Innentemperatur wie für die aktiv beheizten Räume gerechnet und die Flächen der wärmetauschenden Hülle sind die äußeren Flächen.

2. Die Dämmschicht sitzt zwischen beheiztem und unbeheiztem Raum, oder der unbeheizte Raum ist von außen belüftet.

Dann wird der unbeheizte Raum vollständig der Umgebung bzw. dem Keller zugerechnet.

3. Es gibt keine Dämmung, und der unbeheizte Raum ist nicht von außen belüftet und nicht dem Keller zuzurechnen. Dieser Fall kann bei der IST-Analyse bestehender Gebäude auftreten.

Dann kann entweder nach 1. oder 2. vorgegangen werden, die Energieverluste werden dann jedoch etwas überschätzt. Genauer kann der spezifische Transmissionswärmeverlust nach folgender Formel berechnet werden:

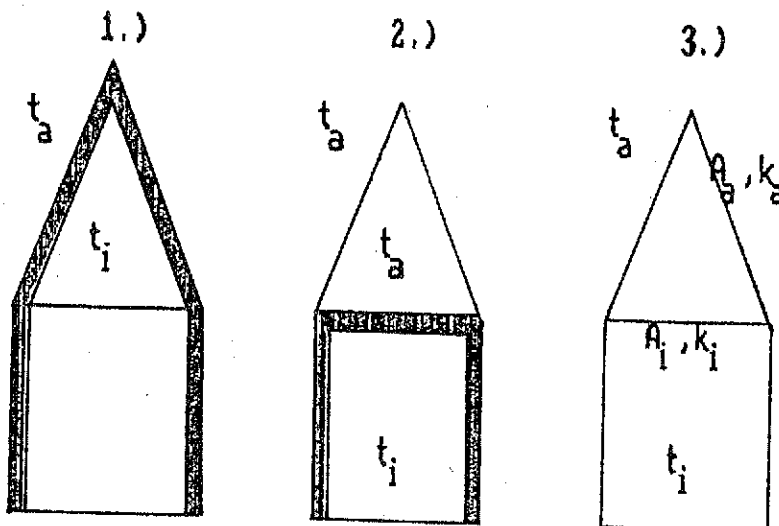
$$q_T = \frac{A_i \cdot k_i \cdot A_a \cdot k_a}{A_i k_i + A_a k_a} \cdot \frac{HGT}{EBF}$$

A_i, k_i : Fläche und k-Wert beheizt gegen unbeheizt

A_a, k_a : Fläche und k-Wert unbeheizt gegen außen

(vgl. Abb. C 2-1).

Abbildung C 2-1:



Wärmebrücken

Im Rechenverfahren werden Bauteilaußenmaße verwendet, daher sind die Verluste über geometrische Wärmebrücken in der Regel in den berechneten Transmissionswärmeverlusten enthalten.*)

Konstruktive Wärmebrücken sind nicht nur aus Gründen der Energieeinsparung, sondern auch des Wohnkomforts und des Schutzes der Bausubstanz nach Möglichkeit zu vermeiden oder zu reduzieren.

Wo möglich, sollen Bauteilanschlüsse (z.B. Wand an Dach) so ausgeführt werden, daß eine durchgehende Dämmschicht vorliegt, die überall die Stärke aufweist, mit der für die Bauteile im Verfahren gerechnet wird. Ebenso können Stahlbetondeckenaufleger, Fensterstürze oder Betonstützen in der Außenwand so ausgeführt werden, daß sie von der durchgehenden außenliegenden Wärmedämmung in voller Stärke mit umschlossen werden. Die resultierenden Wärmebrückenverluste sind dann zu vernachlässigen.

Wenn es nicht möglich ist, die Wärmebrücken ganz oder fast vollständig zu vermeiden, soll die Wärmebrückenwirkung durch geeignete Konstruktionen vermindert werden. Für einige typische Wärmebrücken sind die folgenden Lösungen wirksam und kostengünstig zu realisieren:

- o Anschluß des Fensters an die außen gedämmte Wand:
Fenster außenbündig ins Mauerwerk setzen und die Außendämmung (mindestens 3 cm) über den Fensterrahmen ziehen
- o Anschluß der Kellerdecke an die Außenwand:
als unterste Reihe der Außenwand wird eine Lage Gasbetonsteine eingesetzt.
- o Balkon: statt auskragender Platte Balkon auf Konsolen auflagern, vollständig thermisch getrennt vor die Fassade stellen oder mit thermisch trennendem Kragbauteil ausführen.

Die Beschreibung dieser Details sowie weitere Hinweise können dem Falblatt "Wärmebrücken"¹ entnommen werden, das als Anlage beigefügt ist.

Ansonsten muß auf die umfangreichen Wärmebrückenkataloge² verwiesen werden, in denen für viele der in der Praxis vorkommenden Wärmebrücken Varianten berechnet wurden. Zu bevorzugen sind Lösungen mit geringem Wärmebrückenverlustkoeffizient. Die zusätzlichen Transmissionswärmeverluste für die Wärmebrücke berechnen sich wie folgt:

$$Q_T = l \cdot k^* \cdot G_t$$

l = Länge der Wärmebrücke
k* = Wärmebrückenverlustkoeffizient (bezogen auf Außenmaße der Bauteile).

*) Die Wärmebrückenverlustkoeffizienten von geometrischen Wärmebrücken sind bei Bezug auf Außenmaße i.a. negativ. Nach dem Rechenverfahren werden die Verluste daher i.a. überschätzt.

¹ Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten, Institut Wohnen und Umwelt: Energiesparinformation Nr. 4 Wärmebrücken

² z.B. G. Hauser, H. Stiegel: Wärmebrücken-Atlas für den Mauerwerksbau. Wiesbaden/Berlin: Bauverlag 1990

F Wärmebedarf für Lüftung

Der Wärmebedarf für Lüftung Q_L wird aus Außen-Luftwechsel, beheiztem Netto-Gebäudevolumen, Außenluft- und Raumlufttemperatur ermittelt.

$$(3) \quad q_L = n \cdot V \cdot c_L \cdot \varrho_L \cdot \text{HGT} \cdot \frac{1}{\text{EBF}} \cdot c \quad (\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}^*))$$

n	Außen-Luftwechsel	(h ⁻¹) (Tabelle D1-1)
V	beheiztes Gebäudevolumen (netto)	(m ³)
c _L · ρ _L	spezifische Wärmespeicherfähigkeit Luft	(Wh/(m ³ K)) (Tab. D2-1)
HGT	Heizgradtage pro Jahr	(Kd/a*) (D 3)
EBF	Energiebezugsfläche	(m ²)
c	Umrechnungsfaktor	0,024 kh/d

Der Luftwechsel n ist gemäß A (Daten zur Benutzung) einzusetzen.

Für Gebäude mit Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung oder Klimaanlage muß eine detaillierte Berechnung aufgrund der Enthalpiedifferenz gemacht werden. Vereinfachend kann für Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung der untere Rückgewinnungsgrad (siehe Anhang B, Abschnitt 4.2) für die Berechnung des Wärmebedarfs durch die Lüftungsanlage verwendet werden.

H Freie Wärme

Die Freie Wärme der Elektroanlagen Q_e wird nur aus dem für Raumheizung verwertbaren Teil des Elektrizitätsverbrauchs für Kochen, Waschen, Beleuchtung und Betriebseinrichtungen der während der Heizperiode innerhalb des beheizten Gebäudevolumens abgegeben wird, bestimmt.

$$(4) \quad q_e = El_p \cdot P \cdot f_e \cdot \frac{HT}{T} \cdot \frac{1}{EBF} \quad (\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a}^*))$$

El_p	Stromverbrauch pro Person und Jahr	(kWh/(Pa)) (Tab. D 1-1)
f_e	Reduktionsfaktor für den im Raum wirksamen Anteil der Wärme von Elektroanlagen	(-) (Tab. D 2-1)
HT	Heiztage pro Jahr	(d/a*) (D 3)
T	Tage pro Jahr	365 d/a
*	Heizperiode	

Die Freie Wärme von Personen Q_p wird mit der Nutzungszeit während der Heizperiode bestimmt.

$$(5) \quad q_p = c_p \cdot P \cdot h_p \cdot \frac{HT}{EBF} \cdot c \quad (\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a}^*))$$

c_p	Wärmeabgabe pro Person	(W/P) (Tab. D 2-1)
P	Personenzahl	(P) (Tab. D 1-1)
h_p	tägl. Anwesenheitszeit von Pers.	(h/d) (Tab. D 1-1)
HT	Heiztage	(d/a*) (D 3)
EBF	Energiebezugsfläche	(m ²)
c	Umrechnungsfaktor	0,001 kW/W

Der Wärmebedarf Q_{Wa} für das Aufheizen des Brauchwassers auf Zimmertemperatur wirkt wie eine negative innere Wärmequelle. Er ergibt sich aus dem Kaltwasserbedarf, Erdreich- und Raumlufttemperatur während der Heizperiode.

$$(6) \quad q_{Wa} = WA \cdot P \cdot c_w \cdot \xi_w \cdot HT \cdot \Delta T_{KW} \cdot \frac{1}{EBF} \cdot c \quad (\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a}^*))$$

P	Personenzahl	
WA	Wasserverbrauch pro Person u. Tag	(l/Pd) (Tab. D1-1)
$c_w \xi_w$	spezifische Wärme Wasser	(Wh/lK) (Tab. D2-1)
HT	Heiztage pro Jahr	(d/a*) (D 3)
ΔT_{KW}	durchschn. Erwärmung Kaltwasser	(K) (Tab. D 2-1)
EBF	Energiebezugsfläche	(m ²)
c	Umrechnungsfaktor	0,001 kW/W

Die Freie Wärme der Sonnenstrahlung durch Fenster Q_s wird aus der Fenstergröße und der Orientierung mit der ihr entsprechenden Globalstrahlung berechnet.

$$(7) \quad q_s = G \cdot f_b \cdot g \cdot f_r \cdot \frac{A_f}{EBF} \quad (\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a}^*))$$

G	Globalstrahlung auf die Fensterfläche während der Heiztage	(kWh/(m ² Heizperiode)) (D 3)
f _b	Reduktionsfaktor Beschattung ¹⁾ und Verschmutzung	(-) Tab. D 2-1
g	Gesamtenergie-Durchlaßgrad	(-) (-) gem. D (g-Werte)
f _r	Glasanteil der Fensterfläche	(-)
A _f	Fensterfläche	(m ²)
EBF	Energiebezugsfläche	(m ²)

¹⁾ Unter Beschattung wird die Verminderung der Globalstrahlung durch topographische oder bauliche Hindernisse, Pflanzen usw. verstanden.

Für Bauten mit einem höheren Anteil passiver Sonnenenergie ($A_f/EBF > 0,3$ usw.) ist eine entsprechend geeignete Rechenmethode anzuwenden.

Die Freie Wärme Q_f wird aus der Summe der Wärme der Elektroanlagen, Personen und der Sonneneinstrahlung durch die Fenster, abzüglich der Wärme für das Aufheizen des Kaltwassers, ermittelt.

$$(8) \quad q_f = q_e + q_p - q_{wa} + q_s \quad (\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a}^*))$$

Die Wärmegewinne Q_g berechnen sich aus:

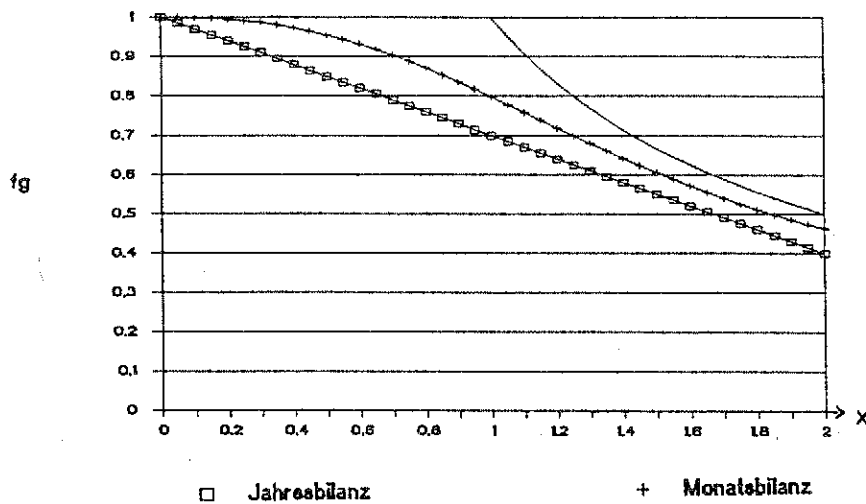
$$(9) \quad q_g = f_g \cdot q_f \quad (\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a}^*))$$

f_g Gewinnfaktor Freie Wärme (-)

Der Gewinnfaktor der Freien Wärme ist kleiner als 1. Er ist um so schlechter, je größer das Verhältnis von Freier Wärme zum Bruttonutzenergiebedarf-Heizung ist (d. h. hohe Ausnutzung im Winter, schlechtere in der Übergangszeit), je kleiner die Gebäudemasse ist, die zur Speicherung im Tagesgang benutzt werden kann und je weniger die Raumlufttemperatur für die Regelung der Wärmezufuhr beachtet wird. Für den Nachweis der Grenzwerte kann bei Gebäuden mit mindestens thermostatisch geregelten Heizkörpern und Nachtabschaltung der Heizung folgende vereinfachte Funktion für f_g verwendet werden:

$$f_g = 1 - 0,3 \cdot x, \quad x = \frac{Q_f}{Q_T + Q_L}$$

Abbildung C2-2: Gewinnfaktor Freie Wärme



Wird in einem Gebäude die Raumheizung nur nach Außenluft und nicht auch nach Raumlufttemperatur geregelt, so sind obige Werte für f_g um 0,2 zu vermindern.

Für die Berechnung mit monatlichen Energiebilanzen kann die obere Funktion in Bild C 2-2 für f_g verwendet werden.

$$f_{g,M} = \frac{1,21}{1 - x^2 (0,06x^2 - 0,18x - 0,08)} - 0,21 \quad \text{für } x < 2,5$$

($f_{g,M} = 1/x$ für $x \geq 2,5$)

Der Beitrag der Sonneneinstrahlung auf lichtundurchlässige Flächen von Außenwänden und Dächern ist im Nachweis H_g vernachlässigt.

I Heizwärmebedarf

Der Heizwärmebedarf (Heizenergiebedarf) Q_H ergibt sich aus dem Bruttonutzenergiebedarf Heizung abzüglich der Wärmegewinne.

$(10) \quad q_H = (q_T + q_L) - q_g \quad (\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ Heizperiode}))$
--

K Grenzwert

Der auf die Energiebezugsfläche bezogene Heizwärmebedarf q_H kann mit dem Grenzwert H_g aus Tabelle 4 verglichen werden. Für elektrisch beheizte Gebäude ist der Wert in der rechten Spalte von Tabelle 4, $H_{g,el}$, zu verwenden.

Ist q_H kleiner als der erforderliche Wert H_g , so erfüllt das Bauprojekt die Mindestanforderung.

Sollen die Zielwerte erreicht werden, so ist q_H mit H_z zu vergleichen.

C 2.3 Berechnung des Heizenergiebedarfs mit der Monatsbilanz

Die Monatsbilanz erlaubt eine genauere Beurteilung der Verlust- und Gewinnverhältnisse und der Ausnutzbarkeit der Freien Wärme. Sie wird analog der Jahresbilanz mit einer pauschal festgelegten Heizgrenze berechnet.

In Formel (9) kann für $f_{g,M}$ der Wert aus der Formel für die Monatsbilanz eingesetzt werden (vgl. Abb. C 2-2):

$$(9a) \quad q_g = f_{g,m} \cdot q_f \quad (\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ Monat}))$$

Die Formeln (2) - (6) unterscheiden sich nur durch die Verwendung von Monatswerten für HT und HGT aus Anhang D 3.

Der Sonnenenergiegewinn in den Übergangsmoaten wird aus den Mittelwerten der Globalstrahlung ermittelt, wobei mittels eines Reduktionsfaktors f_s berücksichtigt wird, daß der Sonnenenergiegewinn an den Heiztagen (also den Tagen mit schlechtem Wetter) unter dem Monatsmittelwert liegt.

Entsprechend wird Formel (7) für die Monatsbilanz angepaßt:

$$(7a) \quad q_s = G_m \cdot \frac{HT_m}{T_m} \cdot f_s \cdot f_b \cdot g \cdot f_r \cdot \frac{A_f}{EBF} \quad (\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ Monat}))$$

G_m Summe der Globalstrahlung im Monat m (kWh/(m² Monat))

T_m Anzahl der Tage im Monat m (Tage/Monat)

HT_m Anzahl der Heiztage im Monat m (Tage/Monat)

Der Reduktionsfaktor f_s wird nach folgender Formel abgeschätzt (vgl. auch Anhang D 3):

$$(11) \quad f_s = \left(0,4 \cdot \frac{HT_m}{T_m} \right) + 0,6 \quad (-)$$

C 3 BERECHNUNG DER HEIZZAHL ENDENERGIE (NUTZUNGSGRAD)

C 3.1 Berechnungs- und Formularblätter Heizzahl

Die Berechnung der Heizzahl Endenergie wird als Jahresrechnung erläutert. Es können auch Heizzahlen für einzelne Monate berechnet werden, wenn der Heizenergiebedarf, die Heiztage, der Nutzenergiebedarf Warmwasser und der solare Deckungsgrad für den Einzelmonat eingesetzt werden.

Der Nachweis hinsichtlich des Grenzwerts η_G erfolgt in der Regel als Jahresrechnung; falls die Heizzahl aus den Monatswerten errechnet wird, ist eine gewichtete harmonische Mittelung (s. Abschnitt 3.2 "H") erforderlich.

Der Berechnungsgang eignet sich zur einfachen Programmierung auf PC's oder Rechenanlagen.

Der Heizenergiebedarf und die Länge der Heizperiode sind aus C2 zu übernehmen.

Für komplexere Systeme ist das Berechnungsblatt zu ergänzen: Die Gruppen B - F können bei Bedarf mehrfach berechnet werden, in der Gruppe G sind dann die Gruppensummen einzusetzen.

Erläuterungen zum Berechnungsgang werden in Abschnitt C 3.2 gegeben.

C 3.1.1: Berechnungsblatt Heizzahl

Pos.	Bezeichnung	Abkürz.	Ermittlung aus:	Einheit
A. Allgemeine Daten				
A 1	Energiebezugsfläche	EBF	Datenblatt "Heizenergiebedarf"	m ²
A 2	Heizenergiebedarf ^f (berechnet)	q _H	Datenblatt "Heizenergiebedarf"	kWh/(m ² a)
A 3	Länge der Heizperiode	HT	Anhang D 3	Tage/a
A 4	Personenbelegung	F _p	Tab. D 1-1	m ² /Pers.
A 5	Personenzahl	P	(A1)/(A4)	Pers.
A 6	Nutzenergiebedarf Warmwasser ¹⁾	q _{NW}	Tab. D 1-1	kWh/(P·a)
A 7	Wärmebedarf ^f	q _w	(A2) + (A6)/(A4)	kWh/(m ² a)
A 8	solarer Deckungsgrad Wasser	s _{NW}		
A 9	solarer Deckungsgrad Heizung	s _H	(s. C 3.2 "A")	
A 10	reduzierter Wärmebedarf ^f	q _{w,s}	(A6)(1-(A8))/(A4)+(A2)(1-(A9))	kWh/(m ² a)
B. Warmwasserspeicher^{1), 2)}				
B 1	Speichertemperatur	t _{sp}	(s. C 3.2 "B")	°C
B 2	mittlere Umgebungstemp. d. Sp.	t _{u,sp}	(s. C 3.2 "B")	°C
B 3	mittlere Temperaturdifferenz	Δt	(B1)-(B2)	K
B 4	Speicherinhalt	V _{sp}		l
B 5	Speicheroberfläche	A _{sp}		m ²
B 6	k-Wert Speicher	k _{sp}		W/(m ² K)
B 7	Wärmeverlustleistung Speicher ³⁾	Q _{sp}	Typenprüfzeugnis bzw. 1,5·(B3)(B5)(B6)	W
B 8	Wärmeverlust ^f Speicher ³⁾	q _{sp}	(B7)·8,76/(A1)	kWh/(m ² a)
C. Verteilungs- und Leitungsverluste Heizung				
C 1	Vorlauftemperatur	t _v	(s. C 3.2 "C")	°C
C 2	Rücklauftemperatur	t _r	(s. C 3.2 "C")	°C
C 3	mittlere Temperatur des Heizwassers	t _{Hm}	((C1)+(C2))/2	°C
C 4	Temperatur unbeheizte Räume	t _u	Tab. D 2-1	°C
C 5	mittlere Temperaturdifferenz	Δt	(C3) - (C4)	K
C 6	Länge Verteilleitungen	L _H		m
C 7	zusätzl. Länge f. Armaturenverluste	L _{HA}		m
C 8	k-Wert Rohrleitung	k*	Tab. D 2-2	W/(m·K)
C 9	Wärmeverlustleistung	Q _{VH}	(C8)·(C5)·[(C6)+(C7)]	W
C 10	Wärmeverluste ^f Heizungsverteilung	q _{VH}	(C9)·(A3)·0,024/(A1)	kWh/(m ² a)
D. Verteilungs- und Leitungsverluste Warmwasser (Einzelleitung)^{1), 4)}				
D 1	Warmwassertemperatur	t _{NW}		°C
D 2	Raumlufttemperatur	t _i	Tab. D 1-1	°C
D 3	Gesamtlänge ⁴ aller Warmwassereinzelleitungen (unbeheizter Bereich)	L _{EU}		m
D 4	Gesamtlänge ⁴ aller Warmwassereinzelleitungen (beheizter Bereich)	L _{EB}		m
D 5	Zahl der Warmwasserzapfstellen	Z _{NW}		
D 6	spezifische Speicherfähigkeit Ltg.	W	(s. C 3.2 "D")	Wh/(mK)
D 7	mittlere Zahl der Erwärmvorgänge	n _a	Tab. D 1-1	1/(P·Tag)
D 8	Wärmeverluste ^f Einzelleitungen	q _{VU}	(D3-365(D1-C4)+D4·(365-A3)(D1-D2))·D7·D6/(A4·1000·D5)	kWh/(m ² a)

¹ Falls die Warmwasserbereitung nicht über den Heizkessel erfolgt, ist der Wert "0" einzusetzen (s. a. Fußnote 9).

- 2 Falls für Heizung und Trinkwarmwasser getrennte Speicher verwendet werden, ist die Berechnung "B" für jeden Speicher durchzuführen
- 3 Falls die Wärmeverlustleistung des Speichers abhängig von der Speichertemperatur bekannt ist (Typenprüfung), vereinfacht sich die Berechnung von (B8), s. a. C 3.2
- 4 Bei Systemen mit Zirkulationsbetrieb werden unter "D" die Verluste der Ausstoßleitungen zu den Zapfstellen berechnet. Bei Systemen ohne Zirkulationsbetrieb werden unter "D" die Verluste des gesamten Warmwasserverteilsystems berechnet, die Berechnung von "E" entfällt in diesem Fall.
- 5 Bei getrennter Wärmeerzeugung für Heizung und Warmwasser sind die Wärmeerzeuger einzeln zu berechnen.
- 6 *: Falls die Warmwasserbereitung nicht über den Heizkessel erfolgt.
- 7 bei Neuanlagen: $(F9) \cdot (F1) \cdot (1/\eta_k - 1) / (A1)$; s. C 3.2 "F".
- 8 Bei mehreren Wärmeerzeugern oder -speichern sind für (B8) und (F13) die Summenwerte einzusetzen.

E. Verteilungs- und Leitungsverluste Warmwasser (Zirkulationsleitung)^{1), 4)}			
E 1 Gesamtlänge Zirkulationsleitungen (unbeheizter Bereich)	L_{ZU}		m
E 2 Zusätzl. Länge f. Armaturenverluste (unbeheizter Bereich)	L_{ZUA}	(s. C 3.2 "C")	m
E 3 Gesamtl. Zirkulationsleit. (beheizter Bereich)	L_{ZB}	(s. C 3.2 "C")	m
E 4 zusätzl. Länge f. Armaturenverluste (beheizter Bereich)	L_{ZBA}		m
E 5 k-Wert Rohr	k^*	Tab. D 2-2	W/(m·K)
E 6 Betriebszeit Zirkulationspumpe	b_{ZP}	(s. C 3.2 "E")	h/Tag
E 7 mittlere Wärmeverlustleistung	Q_{VZ}	$E5 \cdot [(E1+E2)(D1-C4)+(E3+E4)(D1-D2) \cdot (1-A3/365)]$	W
E 8 Wärmeverluste [†] Zirkulationsleitungen	Q_{VZ}	$(E7) \cdot (E6) \cdot 0,365 / (A1)$	kWh/(m ² a)
F. Wärmeerzeugung⁵⁾			
F 1 (obere) Nennwärmeleistung (Kessel)	Q_K	Herstellerangabe	kW
F 2 Siegertscher Koeffizient		Tab. D 2-1	1/K
F 3 Abgastemperatur	t_A	Herstellerangabe oder Messung	°C
F 4 durchschnittl. Verbrennungslufttemp.	t_L	(s. C 3.2 "F")	°C
F 5 mittlere Temperaturdifferenz	Δt	(F3)-(F4)	K
F 6 CO ₂ -Gehalt des Abgases	CO ₂	Herstellerangabe oder Messung	%
F 7 Betriebsbereitschaftsverlust	$q_{b,rel}$	Herstellerangabe oder VDI 2067	
F 8 Abgasverlust	$q_{a,rel}$	$(F5) \cdot (F2) / [(F6) \cdot 100]$ od. Herstellerang.	
F 9 Vollbenutzungsstunden	b_{VH}	$[(A10)+(B8)+(C10)+(D8)+(E8)] \cdot (A1) / (F1)$	h/a
F 9*Vollbenutzungsstunden ⁶⁾	b_{VH}	$[(A10)+(C10)] \cdot (A1) / (F1)$	h/a
F 10 Bereitschaftsdauer - ganzjährig:	b	8760	h/a
- nur Heizperiode:	b	$(A3) \cdot 24$	h/a
F 11 Betriebsverlustwärme ^{†7)}	Q_{VB1}	$(F9) \cdot (F1) \cdot [(F7)+(F8)] / (A1)$	kWh/(m ² a)
F 12 Bereitschaftsverlustwärme [†]	Q_{VB2}	$[(F10)-(F9)] \cdot (F1) \cdot (F7) / (A1)$	kWh/(m ² a)
F 13 Summe Wärmeerzeugungsverluste [†]	Q_{VF}	$(F11)+(F12)$	kWh/(m ² a)
G. Wärmeverluste⁸⁾			
G 1 Summe der Wärmeverluste	q_V	$(F13)+(E8)+(D8)+(C10)+(B8)$	kWh/(m ² a)
G 1*Summe der Wärmeverluste ⁶⁾	q_V	$(F13)+(C10)$	kWh/(m ² a)
G 2 nichtanrechenbare Wärmeverluste	$q_{V/s}$	$[(B8)+(D8)+(E8)] \cdot (A8)+(C10) \cdot (A9)$	kWh/(m ² a)
G 2*nichtanrechenbare Wärmeverluste ⁶⁾	$q_{V/s}$	$(C10) \cdot (A9)$	kWh/(m ² a)
H. Heizzahl (Nutzungsgrad)			
H 1 berechnete Heizzahl	η	$(A7) / [(A10)+(G1)-(G2)]$	
I. Grenzwert Heizzahl			
I 1 Grenzwert	η_G		
I 2 Grenzwert erfüllt?		ja/nein	
I 3 Zielwert	η_Z		
I 4 Zielwert erfüllt?		ja/nein	
K. Energiekennzahl			
K 1 Energiekennzahl Wärme	E_W	$(A7)/(H1)$	kWh/(m ² a)
K 1*Energiekennzahl Wärme ⁹⁾	E_W	$(A7)/(H1) + [Q_{VW}/(A4)+(B8)+(D8)+(E8)] \cdot (1-(A8))/\eta_{WW}$	kWh/(m ² a)

⁹ Falls die Warmwasserbereitung nicht über den Heizkessel erfolgt; bei der Berechnung der Energiekennzahl sind der Nutzenergiebedarf Warmwasser und die Warmwasserverluste zu berücksichtigen (Q_{VW} aus Tab. D 1-1, η_{WW} z. B. aus VDI 2067).

Projekt:	Bearbeiter:
----------	-------------

C 3.1.2: Formularblatt Heizzahl

Pos. Bezeichnung	Abkürz.	Ermittlung:	Einheit
A. Allgemeine Daten			
A 1 Energiebezugsfläche	EBF		m ²
A 2 Heizenergiebedarf [†] (berechnet)	Q _H		kWh/(m ² a)
A 3 Länge der Heizperiode	HT		Tage/a
A 4 Personenbelegung	F _P		m ² /Pers.
A 5 Personenzahl	P		Pers.
A 6 Nutzenergiebedarf Warmwasser	Q _{NW}		kWh/(P·a)
A 7 Wärmebedarf [†]	Q _W		kWh/(m ² a)
A 8 solarer Deckungsgrad Wasser	s _{NW}		
A 9 solarer Deckungsgrad Heizung	s _H		
A 10 reduzierter Wärmebedarf [†]	Q _{W,s}		kWh/(m ² a)
B. Warmwasserspeicher			
B 1 Speichertemperatur	t _{SP}		°C
B 2 mittlere Umgebungstemp. d. Sp.	t _{U,sp}		°C
B 3 mittlere Temperaturdifferenz	Δt		K
B 4 Speichereinhalt	V _{SP}		l
B 5 Speicheroberfläche	A _{SP}		m ²
B 6 k-Wert Speicher	k _{SP}		W/(m ² K)
B 7 Wärmeverlustleistung Speicher	Q _{SP}		W
B 8 Wärmeverlust [†] Speicher	q _{SP}		kWh/(m ² a)
C. Verteilungs- und Leitungsverluste Heizung			
C 1 Vorlauftemperatur	t _V		°C
C 2 Rücklauftemperatur	t _R		°C
C 3 mittlere Temperatur des Heizwassers	t _{Hm}		°C
C 4 Temperatur unbeheizte Räume	t _U		°C
C 5 mittlere Temperaturdifferenz	Δt		K
C 6 Länge Verteilleitungen	L _H		m
C 7 zusätzl. Länge f. Armaturenverluste	L _{HA}		m
C 8 k-Wert Rohrleitung	k*		W/(m·K)
C 9 Wärmeverlustleistung	Q _{VH}		W
C 10 Wärmeverluste [†] Heizungsverteilung	q _{VH}		kWh/(m ² a)
D. Verteilungs- und Leitungsverluste Warmwasser (Einzelleitung)			
D 1 Warmwassertemperatur	t _{NW}		°C
D 2 Raumlufttemperatur	t _i		°C
D 3 Gesamtlänge aller Warmwassereinzelleitungen (unbeheizter Bereich)	L _{EU}		m
D 4 Gesamtlänge aller Warmwassereinzelleitungen (beheizter Bereich)	L _{EB}		m
D 5 Zahl der Warmwasserzapfstellen	Z _{NW}		
D 6 spezifische Speicherfähigkeit Ltg.	W		Wh/(m·K)
D 7 mittlere Zahl der Erwärmvorgänge	n _a		1/(P·Tag)
D 8 Wärmeverluste [†] Einzelleitungen	q _{VU}		kWh/(m ² a)

Projekt:

E. Verteilungs- und Leitungsverluste Warmwasser (Zirkulationsleitung)			
E 1 Gesamtlänge Zirkulationsleitungen (unbeheizter Bereich)	L_{ZU}		m
E 2 Zusätzl. Länge f. Armaturenverluste (unbeheizter Bereich)	L_{ZUA}		m
E 3 Gesamtlänge Zirkulationsleitungen (beheizter Bereich)	L_{ZB}		m
E 4 Zusätzl. Länge f. Armaturenverluste (beheizter Bereich)	L_{ZBA}		m
E 5 k-Wert Rohr	k^*		W/(m·K)
E 6 Betriebszeit Zirkulationspumpe	b_{ZP}		h/Tag
E 7 mittlere Wärmeverlustleistung	\dot{Q}_{VZ}		W
E 8 Wärmeverluste [†] Zirkulationsleitungen	Q_{VZ}		kWh/(m ² a)
F. Wärmeerzeugung			
F 1 (obere) Nennwärmeleistung (Kessel)	\dot{Q}_K		kW
F 2 Siegertscher Koeffizient	G		1/K
F 3 Abgastemperatur	t_A		°C
F 4 durchschnittl. Verbrennungslufttemp.	t_L		°C
F 5 mittlere Temperaturdifferenz	Δt		K
F 6 CO ₂ -Gehalt des Abgases	CO ₂		%
F 7 Betriebsbereitschaftsverlust	$q_{b,rel}$		
F 8 Abgasverlust	$q_{a,rel}$		
F 9 Vollbenutzungsstunden	b_{VH}		h/a
F 10 Bereitschaftsdauer - Kombianlage:	b		h/a
- reine Heizanlage:			h/a
F 11 Betriebsverlustwärme [†]	Q_{VB1}		kWh/(m ² a)
F 12 Bereitschaftsverlustwärme [†]	Q_{VB2}		kWh/(m ² a)
F 13 Summe Wärmeerzeugungsverluste [†]	Q_{VE}		kWh/(m ² a)
G. Wärmeverluste			
G 1 Summe der Wärmeverluste	q_v		kWh/(m ² a)
G 2 nichtanrechenbare Wärmeverluste	$q_{v/s}$		kWh/(m ² a)
H. Heizzahl (Nutzungsgrad)			
H 1 berechnete Heizzahl	η		
I. Grenzwert Heizzahl			
I 1 Grenzwert	η_G		
I 2 Grenzwert erfüllt?			
I 3 Zielwert	η_Z		
I 4 Zielwert erfüllt?			
K. Energiekennzahl			
K 1 Energiekennzahl Wärme	E_W		kWh/(m ² a)

Datum:

Unterschrift:

C 3.2 Komponenten für die Berechnung der Heizzahl

In diesem Abschnitt werden Erläuterungen zum Ausfüllen des Berechnungsblatts C 3.1.1 und zur Berechnung der einzelnen Terme gegeben. Die Aufteilung dieses Abschnitts erfolgt entsprechend der Gruppen A-K des Berechnungsblattes.

A. Allgemein

Die Energiebezugsfläche, der Heizenergiebedarf^f, die Heiztage und die Personenbelegung werden direkt aus dem Datenblatt des Heizenergiebedarfs C 2.1.1 und C 2.1.2 übertragen. Der solare Deckungsgrad gilt für sonnenkollektorunterstützte Systeme und liegt zwischen 0 und 1 (je nach Deckungsanteil des ganzjährigen Bedarfs durch Sonnenenergie). Erfolgt die Warmwasserbereitung ganzjährig ausschließlich über Sonnenkollektoren, bleiben die Leitungsverluste Warmwasser ohne Wirkung auf die Heizzahl.

Der Energiebedarf Warmwasser wird wie folgt ermittelt:

Für die Standardnutzung ist Tabelle D1-1 maßgebend. Bei Einzelermittlung ist die Berechnung gemäß Formel (1) und (1a) durchzuführen:

1.	$q_{ww} = M \cdot P \cdot (t_w - t_k) \cdot c_w \cdot \frac{1}{EBF} \cdot 0,365 \cdot \frac{\text{kW} \cdot \text{Tag}}{W \cdot a}$	(kWh/(m ² a))
q_{ww}	Energiebedarf ^f für Warmwasser	(kWh/(m ² a))
M	Warmwasserverbrauch pro Person	(l/(Tag·P))
P	Personenzahl	(P od. Pers.)
t_w	durchschnittliche Warmwassertemperatur an der Entnahmestelle	(°C)
t_k	Kaltwasser-Temperatur	(°C)
c_w	spezifische Wärme Wasser 1,16	(Wh/(l·K))
EBF	Energiebezugsfläche	(m ²)
1a.	$Q_{ww} = q_{ww} \cdot F_p$	(kWh/(P·a))
F_p	Personenbelegung	(m ² /P)

B. Warmwasserspeicher

Der Wärmeverlust des Speichers wird aus der Oberfläche, dem Wärmedurchgangskoeffizienten und der mittleren Temperaturdifferenz zwischen dem Warmwasser am Speicherausgang und der umgebenden Raumluft bestimmt. Als Speichertemperatur ist die Temperatur am Speicherausgang einzusetzen (Auslegungstemperatur der Warmwasserversorgung). Die mittlere Umgebungstemperatur ist aus Tabelle D 2-1 bzw. Tabelle D 1-1 zu entnehmen und beträgt in der Regel 20°C (beheizter Raum) oder 12°C (unbeheizter Raum).

Für typengeprüfte Warmwasserspeicher kann für die Berechnung direkt die Wärmeverlustleistung aus dem Prüfzeugnis verwendet werden. Die entsprechenden Grenzwerte für Einzelanforderungen an Warmwasserspeicher sind in Kapitel 4 angegeben.

Der jährliche Verlust eines Speichers wird nach folgender Formel berechnet, wobei der Faktor 1,5 zusätzlich erforderliche Zuschläge vereinfacht berücksichtigt:

2.	$q_{sp} = \frac{A_{sp} \cdot k_{sp} \cdot 1,5 \cdot \Delta t \cdot h}{EBF} \cdot 0,001 \frac{kW}{W}$	(kWh/(m ² a))
q_{sp}	Wärmeverlust Speicher	(kWh/(m ² a))
A_{sp}	äußere Speicheroberfläche	(m ²)
k_{sp}	Wärmedurchgangs-Koeffizient	(W/(m ² K))
Δt	mittlere Temperaturdifferenz zwischen Warmwasser am Speicherausgang und umgebender Raumluft (s.o.)	(K)
h	Betriebsdauer (8760 h/Jahr)	(h/Jahr)
EBF	Energiebezugsfläche	(m ²)

Wenn die Wärmeverlustleistung Q_{sp} (W) des Speichers direkt bekannt ist, berechnet sich q_{sp} einfacher wie folgt:

2.	$q_{sp} = \frac{Q_{sp}}{EBF} \cdot 8,76 \frac{kWh}{W \cdot a}$	(kWh/(m ² a))
Q_{sp}	Wärmeverlustleistung des Speichers	(W)

Die Gruppe B ist für jeden Speicher des betrachteten Systems auszufüllen. Sie berücksichtigt keine Leitungsverluste.

C. Verteilungs- und Leitungsverluste Heizung

Die Wärmeverluste der Heizungsverteilung für Rohre und Armaturen bestimmen sich aus der Länge, dem Querschnitt und der Dämmdicke der Heizungsrohre (Vor- und Rücklauf) in unbeheizten Räumen (Untergeschoß, belüftete Schächte, die nicht zur Gebäudeheizung beitragen), wobei

- L (m) die Länge der Heizungsrohre (Vor- plus Rücklauf) in unbeheizten Räumen
- L_A (m) ein Zuschlag auf die Leitungslänge für Armaturen

ist. Durch L_A werden die zusätzlichen Wärmeverluste der Armaturen im Rohrleitungssystem erfaßt. L_A bestimmt sich aus den aufsummierten Wärmeverlusten der einzelnen Armaturen, Pumpen und sonstigen Rohreinbauten.

Vereinfacht kann mit einem Zuschlag auf die tatsächliche Länge der Armaturen gerechnet werden:

- Armaturen, Pumpen usw. mit Dämmhauben gleicher Dicke wie die angeschlossenen Leitungen + 30 %
- Armaturen, Pumpen usw. ohne Dämmung + 100 %

Die spezifische Wärmeverlustleistung k^* eines wärme gedämmten Rohres wird mit folgender Formel bestimmt, wobei der Beitrag des Wärmeüberganges an der Innenwand des Rohres vernachlässigt ist (siehe Tabelle D 2-2):

3.	$k^* = \frac{\pi}{\frac{1}{\alpha_a \cdot d_a} + \frac{\ln \frac{d_a}{d_i}}{2 \cdot \lambda_d}}$	(W/(mK))
k^*	Wärmedurchgangskoeffizient	(W/(mK))
α_a	Wärmeübergangskoeffizient	(W/(m ² K))
d_i	Rohr-Durchmesser außen	(m)
d_a	Außen-Durchmesser der Dämmung	(m)
λ_d	Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffes	(W/(mK))

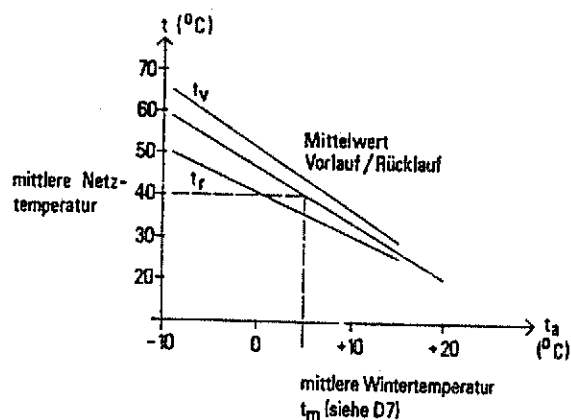
siehe auch Tabelle D 2-2

Die jährlich an unbeheizte Räume oder an das Erdreich verlorene Wärmeenergie wird mit folgender Formel bestimmt:

4.	$q_{VH} = \frac{(L+L_A) \cdot k^* \cdot \Delta t \cdot HT}{EBF} \cdot 0,024 \frac{kWh}{W \cdot Tag}$	(kWh/(m ² a))
q_{VH}	Wärmeverlust Heizungsverteilung	(kWh/(m ² a))
L	Leitungslänge in unbeheizten Räumen	(m)
L_A	Leitungslänge für Armaturen in unbeheizten Räumen	(m)
k^*	Wärmedurchgangskoeffizient Rohr (Tabelle D 2-2)	(W/(mK))
Δt	mittlere Temperaturdifferenz zwischen Heizflüssigkeit und umgebender Raumluft (s. Tabelle D 2-1)	(K)
HT	Heiztage	(Tage/a)
EBF	Energiebezugsfläche	(m ²)

Die Temperatur der Heizflüssigkeit ist der Mittelwert aus der mittleren Vor- und Rücklaufemperatur während der Heizperiode. Sie ist bei außenluftgeführter Vorlaufemperatur (Regelung mit Außenfühler) von der mittleren Außenlufttemperatur des jeweiligen Standorts während der Heizperiode abhängig. Vereinfachend können die Werte aus Abbildung C 3.1 ermittelt werden.

Abbildung C 3.1: Vor- und Rücklauf­temperatur in Abhängigkeit von der Außen­temperatur (vereinfacht)



Die mittlere Außenlufttemperatur während der Heiztage ergibt sich aus

t_a	$= t_i - \text{HGT}/\text{HT}$	(°C)
HGT	Heizgradtage	(D 3) (Kd/a)
HT	Heiztage	(D 3) (d/a)
t_i	Raumtemperatur (Tabelle D 1-1)	(°C)

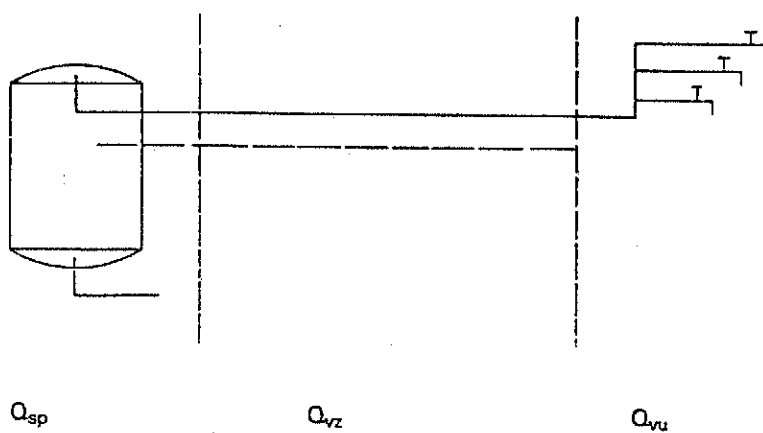
Die Wärmeverluste des Leitungssystems an unbeheizte Räume sind nicht als Wärmegewinn zu betrachten.

Daten der Warmwasserverteilung

Die Wärmeverluste der Warmwasserverteilung (q_{vw}) setzen sich zusammen aus den Wärmeverlusten des Wassererwärmers (bzw. Warmwasserspeicher) (q_{sp}), der Zirkulationsleitungen (q_{vz}), sowie aus den Ausstoßverlusten der Einzelleitungen (q_{vu}).

$$5. \quad q_{vw} = q_{sp} + q_{vz} + q_{vu} \quad (\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a}))$$

Abbildung C 3.2: Verteilungsverluste Warmwasser



q_{sp} Warmwasserspeicher

q_{vz} gemeinsame Verteilung mit Zirkulation

q_{vu} Unterverteilung mit Einzelleitungen zu den Entnahmestellen

D. Verteilungs- und Leitungsverluste Warmwasser (Einzelleitungen)

Der spezifische Wärmeverlust von Einzelleitungen wird berechnet, indem angenommen wird, daß bei jeder Benutzung (Gebrauch von Warmwasser) ein Ausstoßvorgang notwendig ist, bei dem die volle Rohrmasse auf Betriebstemperatur erwärmt wird.

Die vereinfachte Berechnung des Wärmeverlustes erfolgt mit folgender Formel:

$6. \quad q_{vu} = [L_{EU} \cdot \Delta t_1 + L_{EB} \cdot (1 - \frac{HT}{T}) \cdot \Delta t_2] \cdot \frac{W \cdot n_a}{F_p \cdot Z_{ww}} \cdot 0,365 \frac{kd}{a}$		
		(kWh/(m ² a))
q_{vu}	Wärmeverluste Einzelleitungen	(kWh/(m ² a))
L_{EU}	Netzlänge (Länge aller Warmwasserleitungen ohne Zirkulationsleitungen) im unbeheizten Bereich	(m)
L_{EB}	Netzlänge (Länge aller Warmwasserleitungen ohne Zirkulationsleitungen) im beheizten Bereich	(m)
HT	Zahl der Heizztage	(Tage/a)
T	Zahl der Tage im Jahr	365 d/a
Z_{ww}	Zahl der Warmwasserzapfstellen	(-)
W	Wärmekapazität Wasservolumen plus Zuschlag für Rohrmasse (s. Gl. 7)	(Wh/(mK))
$\Delta t_{1/2}$	mittlere Temperaturdifferenz zwischen Warmwasser am Speicherausgang und unbeheizter/beheizter Umgebung (t_u bzw. t_i s. Tab. D1-1, D2-1)	(K)
n_a	Erwärmvorgänge pro Person und Tag	(1/(P·Tag))
F_p	Personenbelegung (=EBF/Personenzahl)	(m ² /Pers.)

Die Wärmespeicherfähigkeit W eines wassergefüllten Rohres berechnet sich vereinfacht aus dem Wasservolumen und dem Zuschlag für das Rohr wie folgt. Die Rohrmasse wird dabei für Kunststoffleitungen vernachlässigt, für Leitungen aus Kupfer und Eisen siehe Tabellen C 3.3 und C 3.4.

$7. W = r^2 \cdot \pi \cdot \frac{10^{-3} l}{(\text{mm})^2 \cdot \text{m}} \cdot c_w \cdot \rho_w$ $\sim r^2 \cdot 3,64 \frac{10^{-3} \text{Wh}}{\text{mK} (\text{mm})^2} \quad (\text{Wh}/(\text{mK}))$		
W	Wärmespeicherfähigkeit Rohrnetz	(Wh/(mK))
r	Radius	(mm)
c_w	spez. Wärmekapazität Wasser (1,16)	(Wh/(kgK))
ρ_w	Rohdichte Wasser (1,0)	(kg/l)

Tabelle C 3.3: Wärmespeicherfähigkeit (Wh/mK) für Einzelleitungen aus Kupfer

Außendurchmesser	[mm]	12	15	18	22	28
Innendurchmesser	[mm]	10	13	16	20	25
Wasservolumen	[l/m]	0,079	0,133	0,201	0,302	0,491
Rohrgewicht	[kg/m]	0,31	0,39	0,48	0,59	1,11
Wärmespeicherfähigkeit W Rohrleitung und Wasserfüllung	[Wh/mK]	0,13	0,20	0,29	0,43	0,70

Tabelle C 3.4: Wärmespeicherfähigkeit (Wh/mK) für Einzelleitungen aus Eisen

Nennweite	DN	8	10	15	20	25
Anschluß	[Zoll]	1/4	3/8	1/2	3/4	1
Außendurchmesser	[mm]	13,5	17,2	21,3	26,9	33,7
Innendurchmesser	[mm]	8,8	12,5	16,0	21,6	27,2
Wasservolumen	[l/m]	0,061	0,123	0,201	0,366	0,581
Rohrgewicht	[kg/m]	0,65	0,85	1,22	1,58	2,44
Wärmespeicherfähigkeit W Rohrleitung und Wasserfüllung	[Wh/mK]	0,16	0,26	0,39	0,63	1,00

E. Verteilungs- und Leitungsverluste Warmwasser (Zirkulationsleitungen)

Die Wärmeverluste der Warmwasserverteilung mit Zirkulation werden durch folgende Formel bestimmt:

8.	$q_{vz} = [(L_{ZU} + L_{ZUA}) \cdot \Delta t_1 + (L_{ZB} + L_{ZBA}) \cdot \Delta t_2 \cdot (1 - \frac{HT}{T})]$ $\cdot \frac{h \cdot k^*}{EBF} \cdot 0,001 \frac{kW}{W}$	(kWh/(m ² a))
q_{vz}	Wärmeverlust Zirkulationsleitung	(kWh/(m ² a))
L_{ZU}	Leitungslänge (unbeheizter Bereich)	(m)
L_{ZUA}	Leitungslänge für Armaturen (s.a."C".) (unbeheizter Bereich)	(m)
L_{ZB}	Leitungslänge Zirkulation (beheizter Bereich)	(m)
L_{ZBA}	Leitungslänge für Armaturen (beheizter Bereich)	(m)
HT	Zahl der Heiztage (D3)	(d/a)
T	Zahl der Tage pro Jahr	365 d/a
k^*	Wärmedurchgangskoeffizient Rohr (s. Tabelle D 2-2)	W/(mK)
$\Delta t_{1/2}$	mittlere Temperaturdifferenz zwischen Warmwasser und Umgebungstemperatur (unbeheizt/beheizt) (s. Tab. D 1-1, D 2-1)	(K)
h	Betriebsdauer der Zirkulation (24 h/Tag bei natürlicher Zirkulation) = $b_{zp} \cdot T$	(h/a)
b_{zp}	tägliche Betriebszeit der Zirkulationspumpe (bzw. 24 h/Tag bei natürlicher Zirkulation)	(h/Tag)
EBF	Energiebezugsfläche	(m ²)

F. Wärmeverlust des Wärmeerzeugers

Die Verluste des Wärmeerzeugers (q_{VE}) setzen sich aus den Verlusten im Betrieb (q_{VB1}) und aus Wärmeverlusten in Bereitschaft (q_{VB2}) zusammen:

9.	$q_{VE} = q_{VB1} + q_{VB2}$	(kWh/(m ² a))
	q_{VE} Wärmeerzeugungsverluste ^f	(kWh/(m ² a))
	q_{VB1} Betriebsverlustwärme ^f	(kWh/(m ² a))
	q_{VB2} Bereitschaftsverlustwärme ^f	(kWh/(m ² a))

Die Betriebsverlustwärme^f setzt sich aus den Abgasverlusten und den Bereitschaftsverlusten in Betrieb (Strahlungsverluste, Konvektion, Auskühlung) zusammen. Sie entsteht während der Zeiten, in denen der Brenner tatsächlich in Betrieb ist. Berechnungsgrundlage sind die Vollbenutzungsstunden (b_{VH}).

10.	$q_{VB1} = \frac{(q_{a,rel} + q_{b,rel}) \cdot b_{VH} \cdot \dot{Q}_K}{EBF}$	(kWh/(m ² a))
	q_{VB1} Betriebswärmeverluste ^f	(kWh/(m ² a))
	\dot{Q}_K Nennwärmeleistung (Kessel)	(kW)
	b_{VH} Vollbenutzungsstunden	(h/a)
	$q_{a,rel}$ rel. Abgasverlust	(-)
	$q_{b,rel}$ rel. Bereitschaftsverluste	(-)
	EBF Energiebezugsfläche	(m ²)

Bei Neuanlagen (oder falls keine Abgasmessungen vorliegen), ergibt sich der Betriebswärmeverlust^f aus

10.	$q_{VB1} = \frac{(1-n_k) \cdot b_{VH} \cdot \dot{Q}_K}{EBF \cdot n_k}$	(kWh/(m ² a))
	n_k Kesselwirkungsgrad (Herstellerangabe)	

Zur Ermittlung der Bereitschaftsverlustwärme^f werden vereinfachte Zahlenwerte eingesetzt, die das thermische Verhalten des Wärmereizgers (Kessel) in Bereitschaftszeiten wiedergeben.

11.	$q_{VB2} = \frac{\dot{Q}_K \cdot (b - b_{vH}) \cdot q_{b,rel}}{EBF}$	(kWh/(m ² a))
q_{VB2}	Bereitschaftsverlustwärme	(kWh/(m ² a))
\dot{Q}_K	Wärmereizgerennleistung	(kW)
b	Einschaltdauer des Wärmereizgers (Betriebsbereitschaft)	(h/a)
b_{vH}	Vollbenutzungsstunden	(h/a)
$q_{b,rel}$	rel. Bereitschaftsverluste	(-)
EBF	Energiebezugsfläche	(m ²)

Die Bereitschaftsverluste ($q_{b,rel}$) werden vom Kesselhersteller angegeben. Bei älteren Kesseln und für Vorausplanungen können die Werte für q_b der VDI 2067/1, Tabelle 18, entnommen werden.

12.	$q_{a,rel} = \frac{t_A - t_L}{CO_2} \cdot 0,01 \cdot \sigma$	(-)
$q_{a,rel}$	rel. Abgasverlust	(-)
t_A	Abgastemperatur	(°C)
t_L	Verbrennungslufttemperatur	(°C)
CO_2	CO_2 -Gehalt im Abgas (der in Prozent gemessene Wert, z.B. 11,2% ist als Zahlenwert (11,2) einzusetzen)	(-)
σ	Siebertscher Koeffizient (Tabelle D 2-1)	(K ⁻¹)

Der relative Abgasverlust ist auf die Nennwärmeleistung (\dot{Q}_K) des Kessels bezogen.

Die Vollbenutzungsstunden werden unter Berücksichtigung des solaren

Deckungsgrades wie folgt berechnet:

13.	$b_{VH} = \frac{(q_{w\backslash s} + q_{VH} + q_{sp} + q_{VZ} + q_{VU}) \cdot EBF}{\dot{Q}_K}$	(h/a)
b_{VH}	Vollbenutzungsstunden	(h/a)
$q_{w\backslash s}$	Nutzenergiebedarf Wärme ^f	(kWh/(m ² a))
q_{VH}	Wärmeverluste ^f Heizungsverteilung	(kWh/(m ² a))
q_{sp}	Wärmeverlust ^f Speicher	(kWh/(m ² a))
q_{VZ}	Wärmeverluste ^f Zirkulationsleitungen	(kWh/(m ² a))
q_{VU}	Wärmeverluste ^f Einzelleitungen	(kWh/(m ² a))
EBF	Energiebezugsfläche	(m ²)
\dot{Q}_K	Nennwärmeleistung (Kessel)	(kW)

Bei bivalenten Systemen sind die Wärmeverluste beider Systeme mit deren jeweiliger Einschaltdauer zu berechnen. Bei technisch aufwendigeren Wärmeerzeugungssystemen, die sich nach diesem Schema nicht darstellen lassen, sind die Jahresverluste getrennt zu ermitteln und die Berechnungen beizufügen.

G. Wärmeverluste

Zur Ermittlung der anrechenbaren Wärmeverluste werden auch die Verteilungs- und Leitungsverluste entsprechend dem solaren Deckungsgrad für Heizung und Warmwasser reduziert.

H. Heizzahl Endenergie (Nutzungsgrad)

Die einzelnen Wärmeverluste werden in den Berechnungen B. bis G. bestimmt.

$$14. \quad q_V = q_{VH} + q_{sp} + q_{VZ} + q_{VU} + q_{VE} \quad (\text{Verluste}) \quad (\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a}))$$

Die Verluste entstehen zwangsläufig bei der Deckung des vorher ermittelten Wärmebedarfs q_W :

$$15. \quad q_W = q_H + q_{wW} \quad (\text{Wärmebedarf}) \quad (\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a}))$$

Die nicht anrechenbaren Verluste sind die Verluste gewichtet mit den solaren Deckungsanteilen:

$$16. \quad q_{V/S} = q_{VH} \cdot s_H + (q_{sp} + q_{VZ} + q_{VU}) \cdot s_{wW} \quad (\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a}))$$

Die Summe aus anrechenbaren Verlusten und dem reduzierten Wärmebedarf ergibt den zur Deckung des Wärmebedarfs erforderlichen Endenergieverbrauch:

$$17. \quad E_W = q_W \setminus s + q_V - q_{V/S} \quad (\text{Endenergieverbrauch}) \quad (\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a}))$$

Der tatsächliche Wärmebedarf bezogen auf den zur Deckung erforderlichen Endenergieverbrauch ergibt die Heizzahl als Maß für die Güte der Wärmebedarfsdeckung eines Gebäudes.

$$18. \quad \eta = \frac{q_W}{E_W} \quad (\text{Heizzahl Endenergie}) \quad (-)$$

Die Berechnung aus Monatswerten hat mit einer harmonischen Mittelung zu erfolgen:

$$\eta = \frac{q}{\sum_{i=1}^{12} \frac{q_i}{\eta_i}}$$

q_{VH}	Wärmeverluste ^f Heizungsverteilung	(kWh/(m ² a))
q_{Sp}	Wärmeverlust ^f Speicher	(kWh/(m ² a))
q_{VZ}	Wärmeverluste ^f Zirkulationsleitungen	(kWh/(m ² a))
q_{VU}	Wärmeverluste ^f Einzelleitungen	(kWh/(m ² a))
q_{VE}	Wärmeerzeugungsverluste ^f	(kWh/(m ² a))
q_V	Wärmeverluste ^f	(kWh/(m ² a))
q_W	Wärmebedarf ^f	(kWh/(m ² a))
$q_{V/s}$	nicht anrechenbare Wärmeverluste ^f	(kWh/(m ² a))
$q_{W/s}$	reduzierter Wärmebedarf ^f	(kWh/(m ² a))
s_H	solarer Deckungsgrad Heizung	(-)
s_{WW}	solarer Deckungsgrad Warmwasser	(-)
E_W	Endenergieverbrauch ^f oder Energiekennwert	(kWh/(m ² a))
η	Heizzahl	(-)

K. Energiekennwert (Gebäudevergleichszahl)

Der Energiekennwert (Energiekennzahl) ist das Maß für die Güte des Gebäudes und der Wärmeversorgung hinsichtlich des Endenergieverbrauchs.

19.	$E_W = \frac{q_W}{\eta}$	(Energiekennwert) (kWh/(m ² a))
-----	--------------------------	--

D TABELLENWERTE

D 1 Standardnutzung

D 2 Rechenwerte

D 3 Klimadaten

D 1 STANDARDNUTZUNG

Der Nachweis der Systemanforderungen stützt sich auf eine nach Gebäudetyp vorgegebene Standardnutzung gemäß 3.2. Diese legt für typische Nutzungen - unabhängig von der effektiv geplanten Nutzung - entsprechende Parameter für die Berechnung fest.

Die Standardnutzung beinhaltet einheitliche Annahmen als Mittelwert für die Heizperiode für den Vergleich des Heizenergiebedarfs und der Heizzahl. Die Zuordnung der verschiedenen Bauwerksarten zu den entsprechenden Gebäudekategorien erfolgt gemäß Abschnitt 3.9, Tabelle 4. Für die dort aufgeführten Beispiele sind die angegebenen Werte verbindlich. Für andere Bauten ist die Nutzung aus Projektwerten sinngemäß nach Tabelle D 1-1 zu wählen.

Tabelle D 1-1 Standardnutzung

Nutzungsart (Beispiele)		Wohnen EFH	Wohnen MFH	Heime	Verwaltung	Schule
mittlere Raumlufthtemperatur	$t_i (^{\circ}\text{C})$	20	20	22	20	20
Heizgrenz-Temperatur	$t_g (^{\circ}\text{C})$	12	12	15	12	12
Außen-Luftwechsel natürliche Lüftung ¹⁾	$n(\text{h}^{-1})$	0,6	0,6	0,6	0,8 ³⁾	0,6 ³⁾
Außen-Luftwechsel bei mechanischer Lüftung mit Abluftanlage	$n(\text{h}^{-1})$	0,5	0,5	0,6 ²⁾	0,8 ²⁾³⁾	0,6 ²⁾³⁾
bei mechanischer Lüftung mit Zu- und Abluftanlage Luftwechsel durch Restundichtheiten	$n(\text{h}^{-1})$	0,2 ⁴⁾	0,2 ⁴⁾	0,2 ⁴⁾	0,2 ⁴⁾	0,2 ⁴⁾
Nutzenergiebedarf für Warmwasser	(kWh/(P a))	700	600	6)	6)	6)
Erwärmvorgänge Einzelleitungen für Warmwasser	$n_a (1/(P \text{ Tag}))$	15	15	20	5	2
Personenbelegung	EBF/P (m^2/P)	45	35	30	20	20
mittl. Aufenthaltszeit	$h_p (\text{h}/\text{Tag})$	12	12	16	8	8
Elektrizitätsverbrauch ⁵⁾	(kWh/(Pa))	700	700	700	300	200
Kaltwasserverbrauch	(l/(Pd))	100 ⁷⁾	100 ⁷⁾	6)	6)	6)

Bemerkungen:

- 1) Außenluftwechsel während Heizperiode für diese Berechnung; berücksichtigt Fugenverluste guter Fenster und Türen und das Lüftungsverhalten der Bewohner.
- 2) Projektierte Werte sind einzusetzen, sofern bekannt.
- 3) Der Außenluftwechsel kann außerhalb der Nutzungszeit mit $0,2 \text{ h}^{-1}$ angenommen werden.
- 4) Wenn durch einen Drucktest ein Luftwechsel von maximal 1 h^{-1} bei einer Druckdifferenz von 50 Pa nachgewiesen wurde, darf hier 0,1 eingesetzt werden.
- 5) Auch wenn ein höherer Elektrizitätsverbrauch zu erwarten ist, darf für den Vergleich des Heizenergiebedarfs mit den Grenzwerten höchstens dieser Wert eingesetzt werden.
- 6) Projektierte Werte.
- 7) Wenn nachgewiesen wird, daß durch entsprechende technische Maßnahmen der Kaltwasserbedarf verringert wird, kann hier ein reduzierter Wert eingesetzt werden.

D 2 RECHENWERTE

Die Rechenwerte beinhalten Annahmen über physikalische und klimaabhängige Größen. Sie werden für die Berechnung gemäß C 2 und C 3 und den Vergleich des Heizenergiebedarfs und des Nutzungsgrades mit den Grenzwerten verwendet.

Tabelle D 2-1 Rechenwerte

Mittlere Wärmeabgabe von Personen	Erwachsene Kinder Mittelwert (Wohnen)	100 W 60 W 80 W
durchschnittliche Aufheizung Kaltwasser T_{KW}	Temperaturdifferenz	6 K
Temperatur unbeheizter Bereiche	Keller Erdreich Erdreich unter Kellerboden	12°C 8°C 10°C
Temperaturen direkt beheizter Bauteile (Bodenheizung über Keller, Deckenheizung oberstes Geschöß, usw.)	Mittlere Temperaturdifferenz zwischen Raumluft und Außenraum (resp. Keller) wird erhöht um:	10 K
Wärmeübergangs-Koeffizienten: α_i, α_a	Räume gegen hinterlüftete Konstruktion Behälter, Rohre	(W/(m²K)) <u>innen</u> <u>außen</u> 8 25 13 8
Abluftströme (mechanische Lüftung)	Maximalwerte für Abluftstrom und Benutzungsdauer Kochnischen innenliegende Küchen Bad, Dusche (mit WC)	Abluftströme ³ mittlere Benutzungsdauer ³ (m³/h) (h/Tag) 120 1,0 250 1,0 100 0,5
Spezifische Wärmespeicherfähigkeiten $c \cdot \rho$	Luft Wasser	0,33 Wh/(m³K) 1,16 Wh/(lK)
Reduktionsfaktor Beschattung ² und Verschmutzung f_b	freie Lage geschützte Lage (zusammengebaute Situation, städtische Verhältnisse) oder starke Beschattung der Südfassade im Winter	0,8 0,6
Reduktionsfaktor für Elektroabwärme ² f_e		0,7
Siebertscher Koeffizient σ	Öl Gas	0,58 K ⁻¹ 0,48 K ⁻¹

² Objektspezifische Abweichungen aufgrund detaillierter Untersuchungen möglich.
³ Empfohlene Werte. Einzusetzen bei der Berechnung sind die effektiven Projektwerte.

Tabelle D 2-2: k^* -Werte für Leitungen

Spezifischer Wärmeverlust für Warmwasserverteilungen im Zirkulationssystem und für Heizungsverteilungen

k^* Wärmedurchgangskoeffizient (W/(m K))

DN (mm)		10	15	20	25	32	40	50	65	80	100
	(Zoll)	3/8"	1/2"	3/4"	1"	5/8"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
Dämm- dicke (mm)	d in mm	$d_i=12.25$ $d_a=16.75$	15.75 21.25	21.25 26.75	27.00 33.30	35.75 42.25	41.25 48.25	52.50 60.00	68.00 75.50	80.25 88.25	105.00 113.50
	(W/(mK))										
20	0.030	0.137	0.157	0.181	0.209	0.245	0.259				
	0.035	0.157	0.180	0.207	0.239	0.279	0.307				
	0.040	0.177	0.202	0.231	0.267	0.312	0.343				
30	0.030	0.115	0.130	0.148	0.167	0.195	0.212	0.247	0.291	0.327	0.398
	0.035	0.133	0.150	0.170	0.194	0.224	0.244	0.283	0.334	0.375	0.456
	0.040	0.150	0.170	0.192	0.219	0.252	0.275	0.319	0.376	0.422	0.518
40	0.030	0.102	0.115	0.129	0.145	0.166	0.180	0.207	0.242	0.271	0.326
	0.035	0.118	0.132	0.149	0.168	0.192	0.208	0.239	0.279	0.312	0.376
	0.040	0.134	0.150	0.169	0.190	0.217	0.236	0.271	0.316	0.352	0.424
50	0.030	0.094	0.104	0.116	0.130	0.148	0.160	0.182	0.211	0.235	0.280
	0.035	0.108	0.121	0.135	0.151	0.171	0.185	0.211	0.244	0.271	0.324
	0.040	0.123	0.137	0.153	0.171	0.194	0.209	0.239	0.277	0.277	0.367
60	0.030	0.087	0.096	0.102	0.119	0.135	0.145	0.164	0.189	0.208	0.249
	0.035	0.101	0.112	0.124	0.139	0.166	0.168	0.191	0.219	0.243	0.288
	0.040	0.115	0.127	0.141	0.157	0.177	0.191	0.216	0.249	0.275	0.325
80	0.030							0.141	0.161	0.176	0.207
	0.035							0.164	0.186	0.205	0.240
	0.040							0.186	0.212	0.233	0.273
100	0.030							0.125	0.142	0.155	0.181
	0.035							0.146	0.165	0.180	0.210
	0.040							0.166	0.183	0.205	0.239

D.3 KLIMADATEN

D.3.1 Grundlagen

Als Heizperiode werden alle Tage mit Außenlufttemperaturen t_a unter der Heizgrenze t_g bezeichnet. HT ist die Anzahl der so definierten Heiztage.

Die Anzahl der Heizgradtage (HGT) ergibt sich aus:

$$HGT = \sum_{n=1}^{HT} (t_i - t_a^{(n)}) \quad (\text{Kd/a})$$

t_i = Innentemperatur

$t_a^{(n)}$ = Außentemperatur am n-ten Heiztag ($\leq t_g$)

summiert wird über alle Heiztage.

Tabelliert sind Heiztage für die Heizgrenzen (t_g) 12°C und 15°C, Heizgradtage für die Temperaturkombinationen (t_i/t_g) (18°/12°), (20°/12°), (20°/15°), (22°/15°).

Die Temperaturkombination 20°/15° ist nur für die Erstellung der Energiebilanz von Gebäuden im Bestand zu verwenden, da für Gebäude, die die Grenzwerte dieser Richtlinie erfüllen sollen, eine niedrigere Heizgrenze ausreichend ist.

Für andere Innentemperaturen können die Heizgradtage berechnet werden. Sind die Heiztage $HT(t_g)$ und Heizgradtage $HGT(t_i/t_g)$ zur Temperaturkombination (t_i/t_g) bekannt, so ergeben sich die Heizgradtage zur Innentemperatur t_i und derselben Heizgrenze t_g zu

$$HGT(t_i/t_g) = HGT(t_i/t_g) + HT(t_g) \cdot (t_i - t_i^{\circ})$$

Die Globalstrahlung während der Heiztage wurde für die Jahressumme mit der Formel für den Reduktionsfaktor f_s wie folgt berechnet:

$$G = \sum_{m=1}^{12} \frac{HT_m}{T_m} \cdot f_s \cdot G_m \quad (\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a}^*))$$

$$f_s = \left(\frac{HT_m}{T_m} \cdot 0,4 \right) + 0,6 \quad (-)$$

wobei HT_m = Heiztage im Monat m (d/Monat)

T_m = Tage im Monat m (d/Monat)

G_m = Globalstrahlung im Monat m (kWh/(m²Monat))

Zwischenwerte der Globalstrahlung für Orientierungen zwischen den vier Hauptrichtungen können mit dem geometrischen Mittel der beiden benachbarten Orientierungen angenähert berechnet werden.

Beispiel: Globalstrahlung Süd-West ergibt sich aus

$$\sqrt{GW * GS}$$

Temperatur- und Strahlungsdaten wurden vom Deutschen Wetterdienst zur Verfügung gestellt.

D 3.2 Temperaturdaten

Langjährige Mittelwerte der Heiztage und Heizgradtage (Gradtagszahlen) stehen für 14 hessische Standorte zur Verfügung. Es sollen die Daten der nächstgelegenen Station in vergleichbarer Höhenlage verwendet werden. Es bedeuten:

HT langjährige Mittelwerte der Heiztage
für die Heizgrenzen 12°; 15°C (d/a), (d/Monat)

HGT langjährige Mittelwerte der Heizgradtage (Gradtagzahlen)
für Raumtemperaturen/Heizgrenzen:
18°/12°; 20°/12°;
20°/15°; 22°/15°. (Kd/a), (Kd/Monat)

Tabellen

Quelle: Deutscher Wetterdienst, Zentralamt Offenbach

Kassel		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Heizgrenze 12°C	Heiztage	31	28	31	25	13	3	1	1	9	24	30	31	227
	20°/12°	609	530	483	322	139	28	6	6	83	288	459	570	3522
	18°/12°	547	473	421	271	113	22	5	5	66	239	399	508	3068
Heizgrenze 15°C	Heiztage	31	28	31	29	23	11	8	9	20	30	30	31	282
	20°/15°	609	530	484	345	204	78	52	55	158	325	460	570	3869
	22°/15°	671	587	546	403	251	100	68	72	199	385	520	632	4432
Melsungen		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Heizgrenze 12°C	Heiztage	31	28	31	27	16	4	1	2	11	26	30	31	238
	20°/12°	620	544	503	355	170	40	10	14	108	311	467	578	3720
	18°/12°	558	487	441	300	138	32	8	11	86	260	407	516	3244
Heizgrenze 15°C	Heiztage	31	28	31	29	26	13	10	12	22	31	30	31	293
	20°/15°	620	544	503	367	232	97	63	76	183	343	467	578	4074
	22°/15°	682	601	565	426	283	123	82	99	228	404	527	640	4661
Marburg		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Heizgrenze 12°C	Heiztage	31	28	31	27	14	3	1	1	10	26	30	31	234
	20°/12°	620	538	488	338	151	32	7	12	94	312	471	579	3643
	18°/12°	558	481	426	284	122	25	5	9	75	260	411	517	3176
Heizgrenze 15°C	Heiztage	31	28	31	29	25	12	9	10	22	31	30	31	289
	20°/15°	620	538	488	353	217	89	60	68	172	343	471	579	3997
	22°/15°	682	595	550	411	266	113	79	89	215	404	531	641	4575
Gießen		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Heizgrenze 12°C	Heiztage	31	28	31	26	13	3	0	1	8	25	30	31	226
	20°/12°	613	532	478	318	131	26	2	7	79	298	465	575	3524
	18°/12°	551	475	416	267	106	20	1	5	63	248	405	513	3072
Heizgrenze 15°C	Heiztage	31	28	31	29	24	11	7	7	20	30	30	31	279
	20°/15°	613	532	479	340	200	75	43	47	155	333	466	575	3857
	22°/15°	675	589	541	398	247	96	56	62	195	394	526	637	4414

Bad Hersfeld		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Jul i	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Heizgrenze 12°C	Heiztage	31	28	31	27	15	3	1	1	11	26	30	31	236
	20°/12°	630	550	507	352	162	32	5	11	106	321	475	588	3739
	18°/12°	568	493	445	297	131	25	4	8	85	268	415	526	3267
Heizgrenze 15°C	Heiztage	31	28	31	30	25	12	9	10	23	31	30	31	290
	20°/15°	630	550	507	365	225	88	54	66	183	349	477	588	4081
	22°/15°	692	607	569	424	276	112	71	86	229	410	537	650	4661
Fulda		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Jul i	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Heizgrenze 12°C	Heiztage	31	28	31	28	17	5	2	2	12	27	30	31	244
	20°/12°	638	558	509	366	180	47	14	16	121	337	483	596	3865
	18°/12°	576	501	447	310	146	37	11	12	97	283	423	534	3816
Heizgrenze 15°C	Heiztage	31	28	31	30	26	14	10	12	23	31	30	31	298
	20°/15°	639	559	509	376	240	105	70	84	192	360	483	597	4214
	22°/15°	701	616	571	435	293	133	91	109	238	421	543	659	4809
Wasserkuppe		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Jul i	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Heizgrenze 12°C	Heiztage	31	28	31	29	27	17	15	15	22	30	30	31	305
	20°/12°	729	649	629	488	347	191	156	151	260	431	580	684	5296
	18°/12°	667	592	567	430	294	157	126	122	216	371	520	622	4686
Heizgrenze 15°C	Heiztage	31	28	31	30	30	26	22	23	28	31	30	31	340
	20°/15°	729	649	629	494	366	245	201	207	296	437	580	684	5518
	22°/15°	791	706	691	554	425	296	244	253	352	499	640	746	6198
Königstein/Ts		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Jul i	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Heizgrenze 12°C	Heiztage	31	28	31	26	16	6	3	3	11	27	30	31	242
	20°/12°	638	548	497	348	176	56	25	24	112	325	492	601	3842
	18°/12°	576	491	436	295	144	45	19	19	90	271	432	539	3357
Heizgrenze 15°C	Heiztage	31	28	31	29	25	15	12	12	22	30	30	31	296
	20°/15°	636	548	501	365	236	114	81	86	180	347	492	599	4184
	22°/15°	698	605	563	423	287	143	104	111	223	408	552	661	4776
Lorch/Rh		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Jul i	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Heizgrenze 12°C	Heiztage	31	28	31	26	12	2	0	1	8	25	30	31	223
	20°/12°	583	509	461	312	121	16	1	5	76	291	439	545	3361
	18°/12°	521	452	399	261	98	12	1	4	60	241	380	483	2914
Heizgrenze 15°C	Heiztage	31	28	31	29	23	10	5	7	20	30	30	31	275
	20°/15°	583	509	463	336	194	67	31	44	151	324	441	545	3688
	22°/15°	645	566	525	395	240	86	41	58	190	384	501	607	4238
Geisenheim		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Jul i	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Heizgrenze 12°C	Heiztage	31	28	31	23	9	1	0	0	6	24	30	31	214
	20°/12°	587	504	443	273	94	11	0	2	57	273	442	550	3235
	18°/12°	525	447	382	227	76	9	0	1	45	226	383	488	2807
Heizgrenze 15°C	Heiztage	31	28	31	29	20	8	5	5	17	30	30	31	265
	20°/15°	587	504	446	309	165	56	29	32	128	315	444	550	3561
	22°/15°	649	561	508	366	205	72	38	42	162	375	504	612	4091
Wiesbaden-Süd		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Jul i	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Heizgrenze 12°C	Heiztage	31	28	31	23	10	2	0	0	7	24	30	31	217
	20°/12°	593	507	448	280	102	17	1	3	63	279	450	557	3300
	18°/12°	531	450	387	233	82	13	1	2	50	231	390	495	2866
Heizgrenze 15°C	Heiztage	31	28	31	29	21	9	5	6	17	30	30	31	267
	20°/15°	593	507	450	312	173	60	30	36	132	316	451	557	3617
	22°/15°	655	564	512	369	215	77	40	47	167	376	511	619	4152
Frankfurt/Main (Flughafen)		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Jul i	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Heizgrenze 12°C	Heiztage	31	28	31	24	10	2	0	0	7	25	30	31	219
	20°/12°	604	518	461	291	106	15	1	2	66	291	455	567	3378
	18°/12°	542	461	400	243	85	12	1	1	52	242	396	505	2941
Heizgrenze 15°C	Heiztage	31	28	31	29	21	9	5	5	18	30	30	31	268
	20°/15°	604	518	464	321	175	60	29	32	134	326	457	567	3685
	22°/15°	666	575	526	379	218	77	38	42	169	386	517	629	4220

Bensheim		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Heizgrenze 12°C	Heiztage	1	28	30	22	9	2	0	0	5	23	30	31	211
	20°/12°	586	499	434	262	95	17	1	2	51	262	438	553	3199
	18°/12°	584	443	373	219	76	13	1	1	40	217	379	491	2777
Heizgrenze 15°C	Heiztage	31	28	31	28	19	8	4	5	15	29	30	31	260
	20°/15°	586	500	438	303	159	55	27	30	116	302	440	553	3508
	22°/15°	648	557	500	359	198	71	36	39	147	360	500	615	4028
Beerfelden		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Heizgrenze 12°C	Heiztage	31	28	31	27	17	7	3	3	12	26	30	31	246
	20°/12°	648	557	504	360	193	67	30	30	120	321	498	613	3941
	18°/12°	586	500	443	306	158	54	23	23	97	269	438	551	3449
Heizgrenze 15°C	Heiztage	31	28	31	29	25	15	12	13	21	30	30	31	297
	20°/15°	648	557	506	374	242	123	86	92	180	350	498	613	4272
	22°/15°	710	614	568	432	292	154	110	118	222	411	558	675	4867

Temperaturdaten nichtthessischer Stationen

Für nichtthessische Stationen sind nur die Heizgradstunden und Heiztage für die Heizgrenze 12°C aufgeführt, da diese in der Regel für das Nachweisverfahren für die Neubauten zu verwenden sind. Die monatlichen Mittel der Heizgradtage und Heiztage zur Temperaturkombination $t_i/t_a = 20^\circ\text{C}/15^\circ\text{C}$ können der VDI 2067, Blatt 1 entnommen werden.

Hamburg-Fuhlsbüttel		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Heizgrenze 12°C	Heiztage	31	28	31	28	18	4	1	1	10	26	30	31	238
	20°/12°	608	549	517	377	186	36	8	9	95	297	449	558	3688
	18°/12°	546	492	455	321	151	28	6	7	76	246	389	496	3212
Köln-Wahn		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Heizgrenze 12°C	Heiztage	31	28	31	25	12	2	0	1	7	22	29	31	218
	20°/12°	566	483	461	304	120	21	3	5	66	250	424	538	3240
	18°/12°	504	426	399	255	96	16	2	4	52	207	366	476	2804
Potsdam		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Heizgrenze 12°C	Heiztage	31	28	31	26	14	3	1	1	9	25	30	31	229
	20°/12°	648	569	517	343	142	27	6	5	92	300	473	594	3714
	18°/12°	586	512	455	291	115	21	5	4	73	250	413	532	3256
Dresden-Pillnitz		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Heizgrenze 12°C	Heiztage	31	28	31	25	13	3	0	0	9	23	29	31	223
	20°/12°	621	545	492	309	131	26	2	3	86	274	439	568	3496
	18°/12°	559	489	431	260	106	20	1	2	69	228	380	506	3051
Mannheim		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Heizgrenze 12°C	Heiztage	31	28	30	21	8	1	0	0	5	23	30	31	208
	20°/12°	584	499	432	251	82	10	0	1	46	264	439	551	3159
	18°/12°	522	443	372	209	66	8	0	1	37	218	380	489	2743
München-Riem		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Heizgrenze 12°C	Heiztage	31	28	31	27	16	5	2	2	11	27	30	31	240
	20°/12°	674	578	517	356	176	52	17	16	110	339	503	633	3972
	18°/12°	612	521	455	303	144	42	13	12	88	286	443	571	3492

Für weitere Standorte können Daten vom Deutschen Wetterdienst bezogen werden. Ersatzweise können - sofern die Daten nicht verfügbar sind - näherungsweise Klimastationen mit vergleichbarem Klima verwendet werden:

Norddeutschland:

Kiel wie Hamburg
 Hannover " "
 Rostock " "
 (Bremen wie Hamburg)

Westdeutschland:

Trier wie Köln
 Düsseldorf wie Köln (Tendenz zu Bensheim)

Südwestdeutschland:

Stuttgart wie Bensheim
 Freiburg wie Mannheim

Süddeutschland:

Würzburg wie Dresden
 Nürnberg wie Potsdam

D 3.3 Solardaten

Langjährige Mittelwerte der Globalstrahlung auf horizontale und geneigte Flächen sind für 14 hessische und nicht-hessische Stationen tabelliert.

Es sollen die Daten der nächstgelegenen Station oder Mittelwerte der benachbarten Stationen verwendet werden.

Angegeben sind die Strahlungssummen in kWh/(m² Monat), kWh/(m² a) sowie kWh/(m² Heizperiode) auf folgende Flächen:

G/HORIZONTAL: Globalstrahlung horizontal	(kWh/(m ² a*))
G/SÜD Globalstrahlung Süd vertikal (90°)	(kWh/(m ² a*))
G/OST Globalstrahlung Ost vertikal (90°)	(kWh/(m ² a*))
G/WEST Globalstrahlung West vertikal(90°)	(kWh/(m ² a*))
G/NORD Globalstrahlung Nord vertikal(90°)	(kWh/(m ² a*))
G/SÜD 30 Globalstrahlung Süd 30°	(kWh/(m ² a*))
G/SÜD 45 Globalstrahlung Süd 45°	(kWh/(m ² a*))
G/SÜD 60 Globalstrahlung Süd 60°	(kWh/(m ² a*))
G/OST 45 Globalstrahlung Ost 45°	(kWh/(m ² a*))
G/WEST 45:Globalstrahlung West 45°	(kWh/(m ² a*))
G/NORD 45:Globalstrahlung Nord 45°	(kWh/(m ² a*))

* Heizperiode

Tabellen

Quelle: Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt Hamburg

Kassel

Fläche	monatliche Globalstrahlung in kWh/m ²												Jahres- summe in kWh/(m ² a)	Summe an Heiztagen in kWh/(m ² a) bei Heizgrenze	
	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		12°C	15°C
	HORIZONTAL	21	40	86	108	142	141	144	126	87	60	23		15	902
SÜD	29	59	86	83	86	76	80	88	80	83	32	21	780	388	503
OST	13	26	41	87	83	81	83	75	52	32	15	9	578	225	338
WEST	14	28	44	66	82	80	83	73	55	34	18	10	585	234	347
NORD	10	15	26	37	50	55	55	44	30	18	10	7	358	138	207
SÜD 30	29	59	80	122	147	140	144	136	105	68	32	21	1082	447	664
SÜD 45	31	64	82	120	140	130	138	132	106	72	34	22	1089	459	661
SÜD 60	32	65	80	113	126	118	121	122	102	73	35	23	1008	449	638
OST 45	18	36	57	96	124	121	124	110	75	45	20	13	840	320	485
WEST 45	19	38	60	95	121	120	123	108	78	46	22	14	845	327	493
NORD 45	14	20	35	54	89	99	99	72	40	24	14	10	571	198	312

Bad Lippeprings

Fläche	monatliche Globalstrahlung in kWh/m ²												Jahres- summe in kWh/(m ² a)	Summe an Heiztagen in kWh/(m ² a) bei Heizgrenze	
	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		12°C	15°C
	HORIZONTAL	19	42	85	108	134	136	145	124	77	48	24		15	936
SÜD	27	60	85	83	80	73	81	84	72	51	33	21	741	387	498
OST	12	26	41	87	79	77	84	73	48	31	15	9	581	224	332
WEST	13	29	44	66	78	77	82	72	49	32	18	10	588	233	341
NORD	9	15	26	37	48	53	55	43	28	18	11	7	348	137	204
SÜD 30	27	60	80	122	139	134	145	134	93	66	33	20	1053	446	644
SÜD 45	29	68	82	120	132	125	138	130	94	70	38	22	1041	458	651
SÜD 60	29	67	80	112	119	111	122	119	91	70	37	23	980	447	628
OST 45	17	36	58	96	118	117	124	108	68	43	21	13	816	319	477
WEST 45	18	39	60	95	114	115	123	106	69	45	22	14	821	326	485
NORD 45	12	20	35	54	84	96	99	71	35	24	15	10	556	198	307

Gießen

Fläche	monatliche Globalstrahlung in kWh/m ²												Jahres- summe in kWh/(m ² a)	Summe an Heiztagen in kWh/(m ² a) bei Heizgrenze	
	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		12°C	15°C
	HORIZONTAL	21	42	68	118	138	147	157	128	88	49	22		15	989
SÜD	30	61	88	88	79	77	85	84	82	60	32	22	788	375	502
OST	13	26	42	72	80	84	89	75	53	30	14	10	592	230	339
WEST	14	28	45	72	79	84	89	74	56	33	15	11	602	238	349
NORD	10	15	26	36	48	56	58	43	29	18	9	7	357	135	200
SÜD 30	30	61	83	132	140	146	157	138	107	66	31	22	1111	457	657
SÜD 45	32	66	85	129	133	135	147	133	109	70	34	23	1096	488	663
SÜD 60	33	68	83	121	120	119	130	121	105	70	34	23	1028	457	638
OST 45	19	38	60	104	118	127	133	111	78	43	19	13	860	325	485
WEST 45	20	39	62	102	117	125	135	110	79	45	20	14	870	333	494
NORD 45	13	20	35	58	87	105	107	73	38	23	13	10	614	230	335

Geisenheim

Fläche	monatliche Globalstrahlung in kWh/m ²												Jahres- summe in kWh/(m ² a)	Summe an Heiztagen in kWh/(m ² a) bei Heizgrenze	
	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		12°C	15°C
	HORIZONTAL	22	40	69	115	141	150	151	131	80	49	24		17	1000
SÜD	32	59	69	87	82	78	81	86	83	59	35	27	778	353	478
OST	14	28	44	74	83	86	87	78	56	31	16	11	607	212	318
WEST	15	28	46	72	82	84	87	78	56	33	17	12	607	217	322
NORD	10	14	26	38	49	57	54	43	28	18	10	8	355	121	182
SÜD 30	31	59	85	129	146	149	151	140	109	66	35	26	1125	419	612
SÜD 45	34	64	88	128	137	138	140	136	111	70	38	28	1110	433	621
SÜD 60	35	66	84	119	123	122	128	124	107	70	39	29	1043	426	600
OST 45	19	37	61	104	123	129	129	115	79	43	22	15	877	286	450
WEST 45	20	38	63	102	122	128	130	111	80	46	22	16	876	300	463
NORD 45	14	18	34	58	80	107	103	75	37	24	14	11	583	173	274

Mannheim

Fläche	monatliche Globalstrahlung in kWh/m ²												Jahres- summe in kWh/(m ² a)	Summe an Heiztagen in kWh/(m ² a) bei Heizgrenze	
	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		12°C	15°C
	HORIZONTAL	24	43	70	116	143	150	153	131	96	64	28		18	1026
SÜD	34	64	69	87	83	78	82	86	89	65	42	28	809	358	478
OST	15	30	45	74	84	85	87	79	59	34	19	12	624	211	308
WEST	16	31	46	73	84	85	88	78	60	37	20	13	627	217	316
NORD	10	15	26	38	50	57	55	44	30	20	12	8	384	120	176
SÜD 30	34	64	85	130	146	148	153	141	117	72	41	28	1180	420	600
SÜD 45	37	69	87	128	139	137	143	138	119	76	45	30	1147	435	612
SÜD 60	38	71	85	120	125	121	127	124	114	76	46	32	1080	431	595
OST 45	21	40	62	104	125	129	131	118	85	48	26	17	902	285	438
WEST 45	22	41	64	102	123	128	132	112	85	50	26	17	901	288	440
NORD 45	15	20	35	58	91	106	104	75	39	26	16	11	595	172	262

Würzburg

Fläche	monatliche Globalstrahlung in kWh/m ²												Jahres- summe in kWh/(m ² a)	Summe an Heiztagen in kWh/(m ² a) bei Heizgrenze	
	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		12°C	15°C
	HORIZONTAL	26	45	76	120	145	157	159	135	97	57	29		19	1062
SÜD	38	66	76	91	84	81	85	86	90	69	41	30	840	415	555
OST	16	30	47	74	85	89	89	79	57	34	18	13	632	245	363
WEST	18	32	51	74	85	89	93	79	62	40	19	13	654	260	380
NORD	11	16	29	38	51	58	57	45	31	20	12	9	378	145	213
SÜD 30	37	66	94	135	149	155	159	145	118	76	40	29	1201	498	714
SÜD 45	40	71	96	133	141	144	149	140	119	81	44	31	1188	514	725
SÜD 60	41	73	94	124	127	127	132	128	115	81	45	33	1119	505	700
OST 45	23	41	67	106	126	134	134	117	83	48	25	17	920	350	520
WEST 45	24	42	70	105	125	134	138	118	87	54	26	18	939	361	535
NORD 45	16	22	38	59	92	110	107	78	40	27	16	12	614	210	324

Trier

Fläche	monatliche Globalstrahlung in kWh/m ²												Jahres- summe in kWh/(m ² a)	Summe an Heiztagen in kWh/(m ² a) bei Heizgrenze	
	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		12°C	15°C
	HORIZONTAL	20	43	75	114	152	152	173	142	92	56	27		17	1083
SÜD	27	55	85	71	71	84	75	81	73	83	34	24	703	332	448
OST	12	24	38	62	77	72	83	73	47	28	14	8	538	190	289
WEST	13	27	44	61	78	74	86	75	52	36	17	9	570	209	313
NORD	8	13	23	34	44	47	47	38	25	17	10	6	312	113	170

Stuttgart

Fläche	monatliche Globalstrahlung in kWh/m ²												Jahres- summe in kWh/(m ² a)	Summe an Heiztagen in kWh/(m ² a) bei Heizgrenze	
	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		12°C	15°C
	HORIZONTAL	29	46	80	113	151	152	171	145	99	63	34		22	1105
SÜD	43	57	68	69	70	82	72	80	78	71	50	40	781	374	489
OST	16	26	43	61	77	74	82	78	53	34	18	14	574	205	303
WEST	17	28	45	59	73	74	85	75	53	37	21	15	582	214	311
NORD	10	14	25	33	43	47	46	38	26	17	10	8	317	114	167

Freiburg

Fläche	monatliche Globalstrahlung in kWh/m ²												Jahres- summe in kWh/(m ² a)	Summe an Heiztagen in kWh/(m ² a) bei Heizgrenze	
	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		12°C	15°C
	HORIZONTAL	28	45	81	112	149	162	179	153	104	65	31		23	1132
SÜD	41	55	69	67	67	84	74	84	82	72	45	39	759	343	454
OST	16	27	45	61	75	78	86	79	55	37	18	15	592	195	288
WEST	16	26	43	57	72	74	84	77	54	37	18	15	573	189	278
NORD	10	14	24	32	42	46	46	37	26	17	10	8	311	104	152

Wahnedorf (b. Dresden)

Fläche	monatliche Globalstrahlung in kWh/m ²												Jahres- summe in kWh/(m ² a)	Summe an Heiztagen in kWh/(m ² a) bei Heizgrenze	
	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		12°C	15°C
	HORIZONTAL	24	42	73	109	149	148	159	131	85	60	27		18	1025
SÜD	41	56	64	69	71	82	70	77	70	79	46	35	740	387	495
OST	18	29	44	60	79	75	78	71	48	37	17	11	565	226	319
WEST	18	27	42	62	75	75	80	71	48	38	17	10	581	222	314
NORD	9	14	24	34	39	46	43	35	23	15	8	6	296	116	184

Weihenstephan

Fläche	monatliche Globalstrahlung in kWh/m ²												Jahres- summe in kWh/(m ² a)	Summe an Heiztagen in kWh/(m ² a) bei Heizgrenze	
	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		12°C	15°C
	HORIZONTAL	30	51	84	119	180	166	174	149	101	86	31		22	1142
SÜD	41	82	71	72	72	83	73	82	80	73	42	34	785	436	545
OST	18	28	45	64	82	75	87	78	53	36	18	13	593	266	366
WEST	18	32	48	64	77	74	82	73	55	38	19	14	594	277	378
NORD	10	16	26	35	45	48	49	39	27	18	10	8	331	149	205

Gelsenkirchen

Fläche	monatliche Globalstrahlung in kWh/m ²												Jahres- summe in kWh/(m ² a)	Summe an Heiztagen in kWh/(m ² a) bei Heizgrenze	
	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		12°C	15°C
	HORIZONTAL	19	36	67	107	141	134	149	123	74	51	23		14	938
SÜD	30	47	58	87	88	58	68	69	55	60	34	21	633	295	400
OST	12	22	37	81	72	67	77	66	42	32	14	8	510	181	274
WEST	12	22	36	55	67	65	74	60	39	29	14	8	481	172	256
NORD	7	12	22	34	41	45	48	38	24	18	8	5	300	102	156

Hamburg

Fläche	monatliche Globalstrahlung in kWh/m ²												Jahres- summe in kWh/(m ² a)	Summe an Heiztagen in kWh/(m ² a) bei Heizgrenze	
	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		12°C	15°C
	HORIZONTAL	18	32	61	103	150	141	147	124	78	48	20		11	931
SÜD	27	46	56	68	77	64	70	75	64	59	34	19	659	350	470
OST	11	21	35	60	84	74	78	68	45	29	14	7	528	225	336
WEST	11	22	36	57	79	72	77	66	43	29	13	7	512	220	327
NORD	6	11	20	32	46	47	49	37	24	15	7	4	298	122	185

Potedam

Fläche	monatliche Globalstrahlung in kWh/m ²												Jahres- summe in kWh/(m ² a)	Summe an Heiztagen in kWh/(m ² a) bei Heizgrenze	
	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		12°C	15°C
	HORIZONTAL	18	34	67	108	152	147	160	133	86	55	22		14	994
SÜD	30	47	82	70	75	64	74	80	70	68	34	23	697	352	457
OST	11	22	39	58	81	77	85	70	48	33	13	8	545	210	303
WEST	12	23	38	56	74	72	81	71	48	33	14	8	530	208	297
NORD	7	11	21	31	42	46	48	37	25	18	8	5	297	113	163

E WIRTSCHAFTLICHKEIT**E 1 Übersicht****E 2 Kosten****E 3 Tabellen**



E 1 ÜBERSICHT

Bei der Einschätzung von Maßnahmen zum technisch effizienten, ökologisch maßvollen und gleichzeitig wirtschaftlichen Einsatz von Energie ist zur Ermittlung der betriebswirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit eine Wirtschaftlichkeitsrechnung durchzuführen. Es lassen sich jedoch nicht alle Vorteile eines sparsamen Energieeinsatzes quantitativ bzw. in Geldgrößen erfassen.

In vielen Teilbereichen bedarf es der Einsicht und Selbstverantwortung der Bauherren, Architekten und Haustechnik-Planer, auch die Vorteile eines besseren Raumklimas und der langfristigen Erhaltung der Bausubstanz sowie den ökologischen und volkswirtschaftlichen Nutzen bei der Entscheidung miteinzubeziehen.

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer Anlage zum Zwecke der Optimierung im Sinne eines Vergleiches verschiedener Varianten müssen folgende Größen berücksichtigt werden:

- Investitionen
- Nutzungsdauer
- Kapitalzinssatz
- Jährlicher Energieverbrauch
- Entwicklung der Energiepreise
- Wartung und Unterhalt.

In Tabelle E 1-1 sind die geläufigen Methoden für Wirtschaftlichkeitsrechnungen skizziert. Geeignet sind alle Methoden, die auf dem Vergleich von Gesamtkosten basieren.

Deren Grundlage ist die Kapitalwertmethode. Der Kapitalwert ist die Summe aller Kosten, die während der Nutzungsdauer anfallen. Bezugszeitpunkt ist der Anfangszeitpunkt t_0 . Alle späteren Kosten werden nicht mit ihrem Nominalbetrag berücksichtigt, sondern mit dem Betrag, den man zur Zeit t_0 hätte anlegen müssen, um die späteren Kosten zu bezahlen (Diskontierung). Der Kapitalwert ist

damit der zum Kalkulationszins anzulegende Gesamtbetrag, der zusammen mit den Zinsen alle Investitions- und laufenden Kosten deckt.

$$K_0 = \sum_{t=0}^n K(t) \cdot (1+p)^{-t}$$

K_0 = Kapitalwert

$K(t)$ = Kosten im Jahr t

p = Kalkulationszinssatz

n = Nutzungsdauer

Ziel ist es, den Kapitalwert, d. h. die Gesamtkosten, gering zu halten.

Wenn nicht nur Kosten anfallen, sondern auch Einnahmen erzielt werden, so ist anstelle der Kosten die Differenz aus Ausgaben und Einnahmen einzusetzen. Der Kapitalwert ist somit der Barwert aller Zahlungsströme.

Nachteil der Kapitalwertmethode ist das unanschauliche Ergebnis, der Kapitalwert. Bei der Annuitätenmethode wird der Kapitalwert auf nominal gleich hohe jährliche Raten über die Nutzungsdauer verteilt, unter Berücksichtigung der Zinsen:

$$K_a = K_0 \cdot a_{p,n}$$

K_a = Jahreskosten

K_0 = Kapitalwert

$a_{p,n}$ = Annuitätsfaktor

$$= \frac{p}{1 - (1+p)^{-n}}$$

p = Kalkulationszinssatz

n = Nutzungsdauer

Äquivalent dazu ist folgendes Vorgehen: Die Investitionskosten werden auf nominal gleich hohe jährliche Raten (Annuitäten) über die Nutzungsdauer verteilt.

Dazu werden die laufenden Kosten unter Berücksichtigung ihrer Preissteigerungen addiert. Dieses Verfahren ist in Abschnitt E 2 beschrieben.

Optimierung

Die Energiebilanzen und Jahreskosten verschiedener Projektvarianten mit unterschiedlichen baulichen, technischen und betrieblichen Lösungen werden miteinander verglichen. Dabei ist auf niedrigen Energieverbrauch zu achten. Unter den Lösungen mit geringem Energieverbrauch sind solche mit möglichst niedrigen Gesamtkosten zu bevorzugen.

Bei der Optimierung der einzelnen Bauteile und Anlagen ist ihre wechselseitige Abhängigkeit und ihr Einfluß auf die gesamte Energiebilanz zu berücksichtigen, das heißt, der Gesamtbau ist zu optimieren.

Der bauliche und der heizungstechnische Bereich können getrennt optimiert werden, wenn unter Zugrundelegung aller Varianten des anderen Bereichs das Ergebnis für den betrachteten Bereich dasselbe ist. Ein getrenntes Vorgehen erspart zusätzliche Annahmen, die zur Berücksichtigung der unterschiedlichen Nutzungsdauern erforderlich sind.

Es ist darauf zu achten, daß auch die Kosten im Bereich elektrischer Energie berücksichtigt werden, so weit sie durch Maßnahmen im baulichen oder heizungs- und lüftungstechnischen Bereich berührt werden.

Betriebswirtschaftliche Kostenkurven im Energiebereich verlaufen häufig sehr flach. So hat z. B. bei Dämmmaßnahmen die gewählte Dämmstoffdicke in der Regel nur einen geringen Einfluß auf die Gesamtkosten - aber einen großen Einfluß auf den Energieverbrauch. Lösungen, die weit vom berechneten Kostenoptimum entfernt liegen, sind also häufig nur wenig teurer, aber energetisch wesentlich günstiger. Außerdem ist in solchen Fällen die Lage der betriebswirtschaftlichen Optimierung sehr empfindlich von den Annahmen über die zukünftige Preis- und Zinsentwicklung abhängig. Varianten mit geringem Kostenunterschied sollten daher als vom betriebswirtschaftlichen Standpunkt identisch eingestuft werden, und innerhalb dieser Varianten die umweltverträglichste ausgewählt werden.

Tabelle E 1-1 Berechnungsmethoden

Methode	Beschreibung	Bewertung
1. Kapitalwertmethode	Gesucht: Gesamtkosten über die Nutzungsdauer Alle Kosten, die während der Nutzungsdauer anfallen, werden addiert. Zu einem späteren Zeitpunkt anfallende Kosten werden dabei nicht mit ihrem Nominalbetrag berücksichtigt, sondern mit dem Betrag, den man zum Anfangszeitpunkt zum vorgegebenen Kalkulationszins hätte anlegen müssen, um die späteren Kosten zu bezahlen. Der Kapitalwert ist damit der zum Kalkulationszins anzulegende Gesamtbetrag, der mit den Zinsen alle Investitions- und laufenden Kosten deckt.	Geeignete Methode zur Beurteilung der Vorteilhaftigkeit einer energetischen Investition. Problem: der "richtige" Kalkulationszinssatz. Grundlage der folgenden Methoden 2 - 4.
2. Annuitätenmethode	Gesucht: durchschnittliche Jahreskosten der Kapitalwert wird - unter Berücksichtigung der Zinsen - auf nominal gleich hohe jährliche Raten über die Nutzungsdauer verteilt.	Äquivalent zu Methode 1, jedoch anschaulicher.
3. Interner Zinssatz (interne Rendite)	Der interne Zinssatz stellt den Diskontierungssatz dar, bei dem der Gegenwartswert der Einnahmen gleich dem der Ausgaben aus einer Investition wird. Er kennzeichnet die Effektivverzinsung des eingesetzten Kapitals. Die Rentabilität einer Maßnahme kann mit derjenigen einer anderen oder mit alternativen Kapitalanlagen (z. B. Obligationen) verglichen werden.	Äquivalent zu Methode 1, wenn es eine geeignete Bezugsvariante gibt. Jedoch höherer Rechenaufwand.
4. Äquivalenter Energiepreis	Beantwortet die Frage, bei welchem mittleren Energiepreis über die Nutzungsdauer eine Variante wirtschaftlich ist. Kann angewendet werden, wenn die zukünftige Entwicklung der Energiepreise als sehr unsicher gilt. Das Ergebnis "Kosten für die eingesparte kWh Energie" ist ein anschaulicher Vergleichswert. Voraussetzung ist die Vorgabe einer Grundvariante (wie auch bei Methode 3 und 5), daher vor allem für die Beurteilung nachträglicher Maßnahmen geeignet.	Äquivalent zu Methode 1, wenn eine Bezugsvariante definiert wird.
5. Amortisationszeit (Pay-back-period)	Gesucht: Rückzahlfrist Anzahl Jahre, in der sich die Investitionen aus den Erträgen (Energieeinsparungen) zurückzahlen lassen. Gradmesser für das mit der Investition verbundene Risiko. Je kürzer die Rückzahlfrist ist, desto überschaubarer wird der Zeitraum und desto kleiner ist die Unsicherheit der getroffenen Annahmen. Die Methode führt zur Bevorzugung von Lösungen, die mit geringen Investitionen wenig Energie einsparen.	Zur Beurteilung des gesamten Gewinns bzw. Verlusts und damit zur Optimierung ungeeignet, da Gewinne nach der Amortationszeit unberücksichtigt bleiben. Die Länge der Amortationszeit läßt keine Schlußfolgerungen auf die Rentabilität einer Investition zu.

E 2 KOSTEN

Am anschaulichsten ist die Annuitätenmethode mit der Berechnung von Jahreskosten. Diese wird daher im folgenden beschrieben.

Es werden die Jahreskosten ermittelt; sie bestehen aus den Betriebskosten und den Kapitalkosten. Sie werden wie folgt berechnet:

$$K_a = m_e K_e + m_u K_u + K_i$$

K_a	Jahreskosten	(DM/a)
K_e	Energiekosten (Basis gegenwärtige Preise)	(DM/a)
K_u	Wartungs- und Unterhaltskosten (Basis gegenwärtige Preise)	(DM/a)
K_i	Kapitalkosten (annuitätisch)	(DM/a)
m_e	Mittelwert der Verteuerung der Energie	(-)
m_u	Mittelwert der Verteuerung der Wartungs- und Unterhaltskosten	(-)

Steuerermäßigungen, Zinsvergünstigungen, Subventionen usw. sind als Reduktion der Kapitalkosten zu berücksichtigen.

E 2.1 Energiekosten

Der Endenergieverbrauch im Bereich Wärme ist der Heizenergiebedarf bzw. der Nutzenergiebedarf Wärme dividiert durch die Heizzahl (Nutzungsgrad). Dieser Wert basiert auf einer Standardnutzung.

Der Verbrauch von elektrischer Energie in den Bereichen Licht, Kraft und Prozesse ergibt sich aus den installierten Leistungen der Anlagen bzw. Geräte und deren Nutzungsdauer.

Die Energiekosten ergeben sich aus dem Energieverbrauch und dem mittleren Energiepreis. Dies ist der heutige Energiepreis multipliziert mit dem entsprechenden Mittelwertfaktor.

$$K_{e,m} = K_{e,o} \cdot m_e$$

$$= E_w \cdot EBF \cdot k_{e,o} \cdot m_e$$

$K_{e,m}$	= mittlere jährliche Energiekosten	(DM/a)
$K_{e,o}$	= jährliche Energiekosten bei gegenwärtigen Energiepreisen	(DM/a)
m_e	= Mittelwertfaktor der Energieverteuerung	(-)
E_w	= Energiekennzahl	(kWh/(m ² a))
EBF	= Energiebezugsfläche	(m ²)
$k_{e,o}$	= gegenwärtiger Energiepreis	(DM/kWh)

Die Mittelwertfaktoren sind ein Maß für die Verteuerung der Energie während der Nutzungsdauer; sie sind das Verhältnis der mittleren Energiepreise während der Nutzungsdauer zum heutigen Energiepreis.

$$m_e = \frac{1+s}{p-s} \cdot \left(1 - \left(\frac{1+s}{1+p} \right)^n \right) \cdot a_{p,n}$$

$$= \frac{1+s}{p-s} \cdot p \cdot \frac{(1+p)^n - (1+s)^n}{(1+p)^n - 1}$$

m_e	= Mittelwertfaktor der Energieverteuerung
s	= jährliche Teuerungsrate der Energie
p	= Kalkulationszinssatz ($p \neq s$)
n	= Nutzungsdauer
$a_{p,n}$	= Annuitätsfaktor

Mittelwertfaktoren können unter Annahme einer mittleren nominalen Teuerungsrate aus Tabelle E 3.2 entnommen werden.

Für Wirtschaftlichkeitsrechnungen werden folgende Mittelwertfaktoren empfohlen:

- 2,0 bei einer Nutzungsdauer von ca. 25 Jahren
- 1,5 bei einer Nutzungsdauer von ca. 15 Jahren (nur technische Anlagen)

Diese Werte entsprechen ungefähr einer nominalen Verteuerung der Energie von 6 Prozent pro Jahr bei einem nominalen jährlichen Kapitalzinssatz von 7 Prozent. Dies entspricht einer mittleren realen Verteuerung der Energie von ca. 3 Prozent pro Jahr.

E 2.2 Wartungs- und Unterhaltskosten

Die Kosten für Wartung und Unterhalt werden aufgrund von nachgewiesenen Herstellerangaben oder Wartungsverträgen oder durch Erfahrungswerte gemäß Tabelle E 3.4 oder VDI 2067 ermittelt. Für die Nutzungsdauer einer Anlage kann zur Berücksichtigung der Teuerung ein Mittelwertfaktor, analog zur Verteuerung der Energie, mit Hilfe von Tabelle E 3.2 ermittelt werden.

$$K_{u,m} = K_{u,o} \cdot m_u$$

$K_{u,m}$ = mittlere jährliche Wartungs- und Unterhaltskosten (DM/a)

$K_{u,o}$ = jährliche Wartungs- und Unterhaltskosten bei gegenwärtigen Preisen (DM/a)

m_u = Mittelwertfaktor der Verteuerung der Wartungs- und Unterhaltskosten (-)

E 2.3 Kapitalkosten

Die Kapitalkosten ergeben sich aus den Investitionen abzüglich eventueller Zuschüsse, multipliziert mit dem entsprechenden Annuitätsfaktor. Die Investitionen werden für Bauteile und technische Anlagen aus den entsprechenden Kostenschätzungen separat ermittelt.

Bei Umbauten wird der in Bezug auf den Energieverbrauch wirksame Kostenteil betrachtet. Es ist besonders darauf zu achten, daß Kosten, die bei jeder Erneuerung anfallen, nicht der Energiesparmaßnahme zugerechnet werden. So sind

z. B. bei einer fälligen Fassadenerneuerung deren Kosten von den Gesamtkosten für eine Außenwanddämmung abzuziehen, um die Investitionskosten für die Energiesparmaßnahmen zu ermitteln. Bei einem Auswechseln der Fenster sind nur die Mehrkosten einer Wärmeschutz- oder Dreifachverglasung gegenüber einer Isolierverglasung zu berücksichtigen, da die Isolierverglasung als Mindeststandard gesetzlich vorgeschrieben ist.

Auf der Basis der Nutzungsdauer und des nominalen Kapitalzinssatzes wird mit Tabelle E 3.1 der Annuitätsfaktor ermittelt und die jährlichen Aufwendungen für Kapitalzinsen und Tilgungen bestimmt.

$$K_i = I_0 \cdot a_{p,n}$$

K_i = jährliche Kapitalkosten (DM/a)

I_0 = Investitionen (abzügl. Zuschüsse)
zum Anfangszeitpunkt (DM)

$a_{p,n}$ = Annuitätsfaktor zum Kalkulationszins p
und zur Nutzungsdauer n (s.S.130) (1/a)

Als Kapitalzinssatz ist je nach Finanzierung der Zinssatz für Eigenkapital oder für Fremdkapital zu verwenden. Bei Mischfinanzierung wird der gewichtete Mittelwert der Annuitäten gebildet.

Zu addieren sind eventuelle Verwaltungskosten, Aufwendungen für Versicherungen usw., abzuziehen sind Zinsvergünstigungen und alle steuerlichen Absetzungs- bzw. Abschreibungsmöglichkeiten.

Bei der Bewertung von Investitionen sehr unterschiedlicher Nutzungsdauer, die nicht getrennt behandelt werden können, ist folgendermaßen vorzugehen:

Der Betrachtungszeitraum ist die maximale Nutzungsdauer. Für Investitionen mit kürzerer Nutzungsdauer ist zu den Investitionskosten zum Anfangszeitpunkt der Barwert der Ersatzinvestition nach Ablauf der Nutzungsdauer zu addieren. Dieser hängt vom Kalkulationszins, der erwarteten Preissteigerung für die entsprechende Anlage sowie von der Nutzungsdauer und dem Betrachtungszeitraum ab. Die

gesamten Investitionskosten einschließlich der späteren Ersatzinvestitionen können durch Multiplikation der anfänglichen Investitionskosten mit einem entsprechenden Faktor (> 1) ermittelt werden. Diese Faktoren sind in Tabelle E 3.3 dokumentiert.

$$K_i = I_0 \cdot f_{p,s,m,n} \cdot a_{p,n}$$

K_i = jährliche Kapitalkosten (DM/a)

$a_{p,n}$ = Annuitätsfaktor (1/a)

I_0 = Investition zum Anfangszeitpunkt
für die betrachtete Anlage (DM)

$$f_{p,s,m,n} = 1 + \left(\frac{1+s}{1+p}\right)^m \cdot \frac{1 - (1+p)^{-(n-m)}}{1 - (1+p)^{-m}} \quad (-)$$

p = Kalkulationszins

s = jährliche Preissteigerung für die betrachtete Anlage

n = Betrachtungszeitraum

m = Nutzungsdauer der Anlage ($m < n \leq 2m$)

E 2.4 Variantenvergleich

		Variante 1	Variante 2	Einheit
Energieverbrauch	Heizenergiebedarf			kWh/a
	Nutzenergiebedarf für Warmwasser			kWh/a
	Nutzenergiebedarf Wärme			kWh/a
	Heizzahl			--
	Endenergieverbrauch Wärme			kWh/a
	Brennstoffart/Einheit			--
	Heizwert H_U			kWh/Einheit
	Brennstoffmenge Wärme			Einheit/a
	Elektrizität für Wärme			kWh/a
	Endenergieverbrauch Licht/Kraft			kWh/a
	Elektrizitätsverbrauch			kWh/a
Energiekosten	Brennstoffpreise			DM/Einheit
	Brennstoffkosten			DM/a
	Mittelwertfaktor Brennstoff			--
	Elektrizitätspreise			DM/Wh
	Elektrizitätskosten			DM/a
	Mittelwertfaktor Strom			--
	Energiekosten total			DM/a
Kapitalkosten	Investition total			DM
	Kapitalzins			%
	Nutzungsdauer			Jahre
	Annuitätsfaktor			--
	Kapitalkosten brutto			DM/a
	Steuerersparnis			DM/a
	Kapitalkosten (netto)			DM/a
Jahreskosten	Energiekosten total			DM/a
	Kapitalkosten (netto)			DM/a
	Wartungs- und Unterhaltskosten			DM/a
	Jahreskosten			DM/a
Bemerkungen:				

E 3 TABELLEN

Tabelle E 3-1: Bestimmung der Kapitalkosten (Annuitätsfaktoren)

Nutzungsdauer (Jahre)	Kapitalzinssatz								
	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %	8 %	9 %	10 %	11 %
1	1,030	1,040	1,050	1,060	1,070	1,080	1,090	1,100	1,110
2	0,523	0,530	0,538	0,545	0,553	0,561	0,568	0,576	0,584
3	0,354	0,360	0,367	0,374	0,381	0,388	0,395	0,402	0,409
4	0,269	0,275	0,282	0,289	0,295	0,302	0,309	0,315	0,322
5	0,218	0,225	0,231	0,237	0,244	0,250	0,257	0,264	0,271
6	0,185	0,191	0,197	0,203	0,210	0,216	0,223	0,230	0,236
7	0,161	0,167	0,173	0,179	0,186	0,192	0,199	0,205	0,212
8	0,142	0,149	0,155	0,161	0,167	0,174	0,181	0,187	0,194
9	0,128	0,134	0,141	0,147	0,153	0,160	0,167	0,174	0,181
10	0,117	0,123	0,130	0,136	0,142	0,149	0,156	0,163	0,170
11	0,108	0,114	0,120	0,127	0,133	0,140	0,147	0,154	0,161
12	0,100	0,107	0,113	0,119	0,126	0,133	0,140	0,147	0,154
13	0,094	0,100	0,106	0,113	0,120	0,127	0,134	0,141	0,148
14	0,089	0,095	0,101	0,108	0,114	0,121	0,128	0,136	0,143
15	0,084	0,090	0,096	0,103	0,110	0,117	0,124	0,131	0,139
16	0,080	0,086	0,092	0,099	0,106	0,113	0,120	0,128	0,136
17	0,076	0,082	0,089	0,095	0,102	0,110	0,117	0,125	0,132
18	0,073	0,079	0,086	0,092	0,099	0,107	0,114	0,122	0,130
19	0,070	0,076	0,083	0,090	0,097	0,104	0,112	0,120	0,128
20	0,067	0,074	0,080	0,087	0,094	0,102	0,110	0,117	0,126
21	0,065	0,071	0,078	0,085	0,092	0,100	0,108	0,116	0,124
22	0,063	0,069	0,076	0,083	0,090	0,098	0,106	0,114	0,122
23	0,061	0,067	0,074	0,081	0,089	0,096	0,104	0,113	0,121
24	0,059	0,066	0,072	0,080	0,087	0,095	0,103	0,111	0,120
25	0,057	0,064	0,071	0,078	0,086	0,094	0,102	0,110	0,119
26	0,056	0,063	0,070	0,077	0,085	0,093	0,101	0,109	0,118
27	0,055	0,061	0,068	0,076	0,083	0,091	0,100	0,108	0,117
28	0,053	0,060	0,067	0,075	0,082	0,090	0,099	0,107	0,116
29	0,052	0,059	0,066	0,074	0,081	0,090	0,098	0,107	0,116
30	0,051	0,058	0,065	0,073	0,081	0,089	0,097	0,106	0,115

Basis: nachschüssige Zahlung.

Die jährlichen Kapitalkosten sind das Produkt aus Investitionskosten und dem entsprechenden Annuitätsfaktor.

Tabelle E 3-2: Bestimmung der mittleren Energiepreise (Mittelwertfaktoren m_e)

Kapitalzins 4%		Energiepreissteigerung										
Nutzungsdauer	Annuität	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
5	22,5%	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,16	1,19	1,22	1,26	1,30	1,33
10	12,3%	1,00	1,05	1,11	1,17	1,23	1,30	1,37	1,45	1,53	1,61	1,70
12	10,7%	1,00	1,06	1,13	1,20	1,28	1,36	1,45	1,55	1,65	1,76	1,88
15	9,0%	1,00	1,08	1,16	1,25	1,35	1,46	1,58	1,71	1,85	2,00	2,18
18	7,9%	1,00	1,09	1,19	1,30	1,42	1,56	1,71	1,88	2,07	2,29	2,53
20	7,4%	1,00	1,10	1,21	1,33	1,47	1,63	1,81	2,01	2,24	2,50	2,79
25	6,4%	1,00	1,12	1,26	1,41	1,60	1,82	2,07	2,37	2,71	3,12	3,60
30	5,8%	1,00	1,14	1,30	1,50	1,73	2,02	2,36	2,78	3,28	3,90	4,64
(Jahre)		Mittelwertfaktoren m_e										

Kapitalzins 5%		Energiepreissteigerung										
Nutzungsdauer	Annuität	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
5	23,1%	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,19	1,22	1,26	1,29	1,33
10	13,0%	1,00	1,05	1,11	1,17	1,23	1,30	1,36	1,44	1,52	1,60	1,69
12	11,3%	1,00	1,06	1,13	1,20	1,27	1,35	1,44	1,53	1,63	1,74	1,86
15	9,6%	1,00	1,07	1,16	1,24	1,34	1,45	1,56	1,69	1,82	1,97	2,14
18	8,6%	1,00	1,09	1,18	1,29	1,41	1,54	1,69	1,85	2,03	2,24	2,47
20	8,0%	1,00	1,09	1,20	1,32	1,45	1,60	1,78	1,97	2,19	2,43	2,71
25	7,1%	1,00	1,11	1,24	1,39	1,57	1,77	2,01	2,29	2,61	2,99	3,43
30	6,5%	1,00	1,13	1,28	1,47	1,69	1,95	2,27	2,65	3,11	3,67	4,35
(Jahre)		Mittelwertfaktoren m_e										

Kapitalzins 6%		Energiepreissteigerung										
Nutzungsdauer	Annuität	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
5	23,7%	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,19	1,22	1,26	1,29	1,33
10	13,6%	1,00	1,05	1,11	1,16	1,23	1,29	1,36	1,43	1,51	1,59	1,68
12	11,9%	1,00	1,06	1,12	1,19	1,27	1,35	1,43	1,52	1,62	1,72	1,84
15	10,3%	1,00	1,07	1,15	1,24	1,33	1,43	1,54	1,67	1,80	1,94	2,10
18	9,2%	1,00	1,08	1,18	1,28	1,39	1,52	1,66	1,82	1,99	2,19	2,41
20	8,7%	1,00	1,09	1,19	1,31	1,44	1,58	1,74	1,93	2,13	2,37	2,63
25	7,8%	1,00	1,11	1,23	1,38	1,54	1,73	1,96	2,21	2,52	2,87	3,28
30	7,3%	1,00	1,12	1,27	1,44	1,64	1,89	2,18	2,53	2,95	3,46	4,07
(Jahre)		Mittelwertfaktoren m_e										

Kapitalzins 7%		Energiepreissteigerung										
Nutzungsdauer	Annuität	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
5	24,4%	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,19	1,22	1,25	1,29	1,33
10	14,2%	1,00	1,05	1,10	1,16	1,22	1,29	1,35	1,42	1,50	1,58	1,66
12	12,6%	1,00	1,06	1,12	1,19	1,26	1,34	1,42	1,51	1,61	1,71	1,82
15	11,0%	1,00	1,07	1,15	1,23	1,32	1,42	1,53	1,65	1,78	1,92	2,07
18	9,9%	1,00	1,08	1,17	1,27	1,38	1,50	1,64	1,79	1,96	2,14	2,35
20	9,4%	1,00	1,09	1,19	1,30	1,42	1,56	1,71	1,89	2,08	2,31	2,56
25	8,6%	1,00	1,10	1,22	1,36	1,51	1,69	1,90	2,15	2,43	2,75	3,13
30	8,1%	1,00	1,12	1,25	1,41	1,60	1,83	2,10	2,42	2,80	3,26	3,82
(Jahre)		Mittelwertfaktoren m_e										

Kapitalzins 8%		Energiepreissteigerung										
Nutzungsdauer	Annuität	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
5	25,0%	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,22	1,25	1,29	1,32
10	14,9%	1,00	1,05	1,10	1,16	1,22	1,28	1,35	1,42	1,49	1,57	1,65
12	13,3%	1,00	1,06	1,12	1,19	1,26	1,33	1,41	1,50	1,59	1,69	1,80
15	11,7%	1,00	1,07	1,14	1,22	1,31	1,41	1,51	1,63	1,75	1,89	2,04
18	10,7%	1,00	1,08	1,17	1,26	1,37	1,49	1,62	1,76	1,92	2,10	2,30
20	10,2%	1,00	1,08	1,18	1,29	1,40	1,54	1,68	1,85	2,04	2,25	2,48
25	9,4%	1,00	1,10	1,21	1,34	1,49	1,66	1,85	2,08	2,34	2,65	3,00
30	8,9%	1,00	1,11	1,24	1,39	1,57	1,77	2,02	2,31	2,66	3,08	3,59
(Jahre)		Mittelwertfaktoren m_e										

Kapitalzins 9%		Energiepreissteigerung										
Nutzungsdauer	Annuität	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
5	25,7%	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,22	1,25	1,29	1,32
10	15,6%	1,00	1,05	1,10	1,16	1,21	1,28	1,34	1,41	1,48	1,56	1,64
12	14,0%	1,00	1,06	1,12	1,18	1,25	1,33	1,40	1,49	1,58	1,68	1,78
15	12,4%	1,00	1,07	1,14	1,22	1,30	1,40	1,50	1,61	1,73	1,86	2,00
18	11,4%	1,00	1,08	1,16	1,25	1,36	1,47	1,59	1,73	1,89	2,06	2,24
20	11,0%	1,00	1,08	1,17	1,27	1,39	1,51	1,66	1,81	1,99	2,19	2,41
25	10,2%	1,00	1,09	1,20	1,32	1,46	1,62	1,81	2,02	2,26	2,55	2,87
30	9,7%	1,00	1,10	1,22	1,37	1,53	1,72	1,95	2,22	2,54	2,92	3,37
(Jahre)		Mittelwertfaktoren m_e										

Kapitalzins 10%		Energiepreissteigerung										
Nutzungsdauer	Annuität	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
5	26,4%	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,25	1,28	1,32
10	16,3%	1,00	1,05	1,10	1,15	1,21	1,27	1,34	1,40	1,47	1,55	1,63
12	14,7%	1,00	1,06	1,12	1,18	1,25	1,32	1,40	1,48	1,57	1,66	1,76
15	13,1%	1,00	1,07	1,14	1,21	1,30	1,39	1,49	1,59	1,71	1,83	1,97
18	12,2%	1,00	1,07	1,16	1,24	1,34	1,45	1,57	1,71	1,85	2,01	2,19
20	11,7%	1,00	1,08	1,17	1,26	1,37	1,49	1,63	1,78	1,95	2,14	2,35
25	11,0%	1,00	1,09	1,19	1,31	1,44	1,59	1,76	1,96	2,19	2,45	2,75
30	10,6%	1,00	1,10	1,21	1,34	1,50	1,68	1,89	2,13	2,42	2,77	3,18
(Jahre)		Mittelwertfaktoren m_e										

Kapitalzins 11%		Energiepreissteigerung										
Nutzungsdauer	Annuität	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
5	27,1%	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,25	1,28	1,32
10	17,0%	1,00	1,05	1,10	1,15	1,21	1,27	1,33	1,40	1,47	1,54	1,62
12	15,4%	1,00	1,05	1,11	1,17	1,24	1,31	1,39	1,47	1,55	1,65	1,74
15	13,9%	1,00	1,06	1,13	1,21	1,29	1,38	1,47	1,57	1,69	1,81	1,94
18	13,0%	1,00	1,07	1,15	1,24	1,33	1,44	1,55	1,68	1,82	1,98	2,15
20	12,6%	1,00	1,08	1,16	1,25	1,36	1,47	1,60	1,75	1,91	2,09	2,29
25	11,9%	1,00	1,09	1,18	1,29	1,42	1,56	1,72	1,91	2,12	2,36	2,64
30	11,5%	1,00	1,09	1,20	1,32	1,47	1,63	1,83	2,05	2,32	2,64	3,01
(Jahre)		Mittelwertfaktoren m_e										

Kapitalzins 12%		Energiepreissteigerung										
Nutzungsdauer	Annuität	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
5	27,7%	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,25	1,28	1,31
10	17,7%	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,26	1,32	1,39	1,46	1,53	1,61
12	16,1%	1,00	1,05	1,11	1,17	1,24	1,31	1,38	1,46	1,54	1,63	1,73
15	14,7%	1,00	1,06	1,13	1,20	1,28	1,37	1,46	1,56	1,67	1,78	1,91
18	13,8%	1,00	1,07	1,15	1,23	1,32	1,42	1,53	1,65	1,79	1,94	2,10
20	13,4%	1,00	1,07	1,16	1,25	1,35	1,46	1,58	1,72	1,87	2,04	2,23
25	12,7%	1,00	1,08	1,17	1,28	1,40	1,53	1,68	1,86	2,06	2,28	2,54
30	12,4%	1,00	1,09	1,19	1,31	1,44	1,59	1,77	1,98	2,23	2,51	2,85
(Jahre)		Mittelwertfaktoren m_e										

Der mittlere Energiepreis ist das Produkt aus dem heutigen Energiepreis und dem entsprechenden Mittelwertfaktor.

Tabelle E 3-3: Faktor $f_{p,s,m,n}$ für Investitionen mit einer Nutzungsdauer $m <$ Betrachtungszeitraum n (Ersatzbeschaffung nach m Jahren)

Kapitalzins 4 %									
Anlagenteuerung		0 %	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %
Nutzungsdauer	Betrachtungszeitraum								
5	10	1,82	1,86	1,91	1,95	2,00	2,05	2,10	2,15
10	15	1,37	1,41	1,45	1,50	1,55	1,60	1,66	1,73
12	15	1,18	1,21	1,23	1,26	1,30	1,33	1,37	1,42
12	20	1,45	1,50	1,57	1,64	1,72	1,80	1,90	2,01
15	20	1,22	1,26	1,30	1,35	1,40	1,46	1,53	1,61
15	25	1,41	1,47	1,55	1,63	1,73	1,84	1,97	2,12
15	30	1,56	1,64	1,75	1,87	2,00	2,15	2,33	2,53
20	25	1,15	1,18	1,22	1,27	1,33	1,40	1,48	1,58
20	30	1,27	1,33	1,40	1,49	1,60	1,72	1,87	2,05

Kapitalzins 5 %									
Anlagenteuerung		0 %	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %
Nutzungsdauer	Betrachtungszeitraum								
5	10	1,78	1,82	1,87	1,91	1,95	2,00	2,05	2,10
10	15	1,34	1,38	1,42	1,46	1,51	1,56	1,62	1,68
12	15	1,17	1,19	1,22	1,24	1,27	1,31	1,34	1,39
12	20	1,41	1,46	1,51	1,58	1,65	1,73	1,82	1,91
15	20	1,20	1,23	1,27	1,31	1,36	1,42	1,48	1,55
15	25	1,36	1,42	1,48	1,56	1,64	1,74	1,86	1,99
15	30	1,48	1,56	1,65	1,75	1,87	2,00	2,15	2,33
20	25	1,13	1,16	1,19	1,24	1,29	1,35	1,42	1,51
20	30	1,23	1,28	1,35	1,42	1,51	1,62	1,75	1,90

Kapitalzins 6 %									
Anlagenteuerung		0 %	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %
Nutzungsdauer	Betrachtungszeitraum								
5	10	1,75	1,79	1,83	1,87	1,91	1,95	2,00	2,05
10	15	1,32	1,35	1,39	1,43	1,47	1,52	1,57	1,63
12	15	1,16	1,18	1,20	1,23	1,25	1,28	1,32	1,36
12	20	1,37	1,41	1,47	1,52	1,59	1,66	1,74	1,83
15	20	1,18	1,21	1,24	1,28	1,33	1,38	1,43	1,50
15	25	1,32	1,37	1,43	1,49	1,57	1,66	1,76	1,87
15	30	1,42	1,48	1,56	1,65	1,75	1,87	2,00	2,15
20	25	1,11	1,14	1,17	1,21	1,25	1,30	1,37	1,44
20	30	1,20	1,24	1,30	1,36	1,44	1,53	1,64	1,77

Kapitalzins 7 %										
Anlagenteuerung		0 %	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %	
Nutzungsdauer	Betrachtungszeitraum									
5	10	1,71	1,75	1,79	1,83	1,87	1,91	1,95	2,00	
10	15	1,30	1,33	1,36	1,40	1,44	1,48	1,53	1,58	
12	15	1,15	1,17	1,19	1,21	1,23	1,26	1,30	1,33	
12	20	1,33	1,38	1,42	1,48	1,53	1,60	1,67	1,75	
15	20	1,16	1,19	1,22	1,25	1,29	1,34	1,39	1,45	
15	25	1,28	1,32	1,38	1,44	1,50	1,58	1,67	1,77	
15	30	1,36	1,42	1,49	1,56	1,65	1,75	1,87	2,00	
20	25	1,10	1,12	1,15	1,18	1,22	1,27	1,32	1,39	
20	30	1,17	1,21	1,25	1,31	1,38	1,45	1,55	1,66	

Kapitalzins 8 %										
Anlagenteuerung		0 %	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %	
Nutzungsdauer	Betrachtungszeitraum									
5	10	1,68	1,72	1,75	1,79	1,83	1,87	1,91	1,95	
10	15	1,28	1,30	1,34	1,37	1,41	1,45	1,49	1,54	
12	15	1,14	1,15	1,17	1,19	1,22	1,24	1,27	1,31	
12	20	1,30	1,34	1,38	1,43	1,48	1,54	1,61	1,68	
15	20	1,15	1,17	1,20	1,23	1,26	1,31	1,35	1,41	
15	25	1,25	1,29	1,33	1,39	1,45	1,51	1,59	1,68	
15	30	1,32	1,37	1,42	1,49	1,57	1,66	1,76	1,87	
20	25	1,09	1,11	1,13	1,16	1,19	1,23	1,28	1,34	
20	30	1,15	1,18	1,22	1,26	1,32	1,39	1,47	1,57	

Kapitalzins 9 %										
Anlagenteuerung		0 %	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %	
Nutzungsdauer	Betrachtungszeitraum									
5	10	1,65	1,68	1,72	1,75	1,79	1,83	1,87	1,91	
10	15	1,26	1,28	1,31	1,34	1,38	1,42	1,46	1,50	
12	15	1,13	1,14	1,16	1,18	1,20	1,23	1,25	1,28	
12	20	1,27	1,31	1,35	1,39	1,44	1,49	1,55	1,62	
15	20	1,13	1,15	1,18	1,21	1,24	1,28	1,32	1,37	
15	25	1,22	1,25	1,29	1,34	1,39	1,45	1,52	1,60	
15	30	1,27	1,32	1,37	1,43	1,49	1,57	1,66	1,76	
20	25	1,08	1,09	1,11	1,14	1,17	1,20	1,24	1,29	
20	30	1,13	1,15	1,19	1,23	1,27	1,33	1,40	1,49	

Kapitalzins 10 %										
Anlagenteuerung		0 %	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %	
Nutzungsdauer	Betrachtungszeitraum									
5	10	1,62	1,65	1,69	1,72	1,76	1,79	1,83	1,87	
10	15	1,24	1,26	1,29	1,32	1,35	1,39	1,43	1,47	
12	15	1,12	1,13	1,15	1,17	1,19	1,21	1,23	1,26	
12	20	1,25	1,28	1,32	1,36	1,40	1,45	1,50	1,56	
15	20	1,12	1,14	1,16	1,19	1,21	1,25	1,29	1,33	
15	25	1,19	1,22	1,26	1,30	1,35	1,40	1,46	1,53	
15	30	1,24	1,28	1,32	1,37	1,43	1,50	1,57	1,66	
20	25	1,07	1,08	1,10	1,12	1,15	1,18	1,21	1,26	
20	30	1,11	1,13	1,16	1,19	1,24	1,28	1,34	1,42	

Kapitalzins 11 %										
Anlagenteuerung		0 %	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %	
Nutzungsdauer	Betrachtungszeitraum									
5	10	1,59	1,62	1,66	1,69	1,72	1,76	1,79	1,83	
10	15	1,22	1,24	1,27	1,30	1,33	1,36	1,40	1,43	
12	20	1,11	1,12	1,14	1,15	1,17	1,19	1,22	1,24	
12	20	1,23	1,26	1,29	1,32	1,36	1,41	1,46	1,51	
15	20	1,11	1,12	1,14	1,17	1,19	1,22	1,26	1,30	
15	25	1,17	1,20	1,23	1,27	1,31	1,36	1,41	1,47	
15	30	1,21	1,24	1,28	1,33	1,38	1,43	1,50	1,58	
20	30	1,06	1,07	1,09	1,10	1,13	1,15	1,18	1,22	
20	30	1,09	1,11	1,14	1,17	1,20	1,24	1,29	1,35	

Bei der Berechnung der Kapitalkosten sind Investitionen für Anlagen, deren Nutzungszeit geringer ist als der Betrachtungszeitraum, mit dem Faktor $f_{p,s,m,n}$ zu multiplizieren.

Tabelle E 3-4: Annahmen für die Nutzungsdauer und Grundlagen für die Wartungs- und Unterhaltskostenberechnung

	Jährliche Wartungs- und Unterhaltskosten in % des Anlagewertes	Nutzungsdauer Jahre
Wärmedämmung (zusätzliche)	1,0	25 - 30
Fenster	1,5	15 - 30
Lamellenstoren, Rollläden	4	15 - 20
Wärmeerzeugung (Kessel, Brenner, Kamin usw.)*)	< 300 kW _t	3,5
Kälteerzeugung	> 300 kW _t	3
Wärmepumpe Elektromotor	< 300 kW _t	4
	> 300 kW _t	4
Wärmepumpe Dieselmotor	> 50 kW _t	4
Wärmepumpe Gasmotor	> 50 kW _t	4
Sonnenkollektoren	3	15
Blockheizkraftwerk	> 100 kW _e	6
	> 500 kW _e	4
Heizzentralen > 1 MW _t	el.mech.	1,5
	Bau	1,0
Wärmetauscher für Wärmerückgewinnung	3	15
Wärmetauschersystem mit geschlossenem Wasserkreislauf	4	15
Rotierender Wärmetauscher	5	15
Regelungen	3	10
Thermostatische Ventile	3	15
Heizkörper, Wärmeverteilung	1,5	25
Fußbodenheizung	1,5	30
Fernwärmeverteilleitungen	2,0	30
Lüftungsanlagen	3,5	15
Klimaanlagen - Niederdruckanlagen Innenzone und Zweikanalanlage	4	15
- Fan-Coil-System und System mit variablem Volumenstrom	5	15
Beleuchtungsanlagen	1,5	15
Übrige technische Anlagen	1,5	15
Übrige bauliche Anlagen oder besondere Annahmen nach Erfahrungswerten oder VDI 2067	1,0	30

*) Bei Brennwertgeräten entfallen die jährlichen Emissionsmessungen.

Energie im Hochbau – Energiebewußte Gebäudeplanung

Sachverzeichnis

A

Abgastemperatur (Wärmeerzeugung) 97, 110
Abgasverlust (Wärmeerzeugung) 109
Abkürzungen 33
Abluftströme (mechanische Lüftung) 118
Abnahme in Bezug auf den Energieverbrauch 46
Abschlußphase 46
Abwärme Elektrizität 88
Abwärme Personen 88
Anforderungen 13, 24, 40
Annuitätsfaktoren (Kapitalkosten) 139
Anwendung beim Neubau 42
Anwendung beim Umbau 47
Anwendungsbereiche 7, 39
Ausführungsphase 46

B

Begriffe 29
Begriffliche Vereinbarungen 9
Beheiztes Volumen netto 81
Benutzung 79
Berechnete Heizzahl Endenergie (Nutzungsgrad) 111
Berechnung (allg.) 15
Berechnungsblätter Heizzahl 95
Berechnungsmethode 69
Berechnungsmethoden – Wirtschaftlichkeit 132
Bereitschaftsdauer (Wärmeerzeugung) 97, 109
Bereitschaftsverlustwärme (Wärmeerzeugung) 109
Beschattung und Verschmutzung 118
Bestimmung der Kapitalkosten 139
Bestimmung der mittleren Energiepreise 140
Bestimmungen, Normen, Richtlinien 8
Betriebsbereitschaftsverlust (Wärmeerzeugung) 97, 109
Betriebsverlustwärme (Wärmeerzeugung) 109
Betriebszeit – Zirkulationspumpe 108
Boden (Fläche) 81
Boden (Transmission) 84
Boden (k-Wert) 82
Bruttonutzenergiebedarf Heizung 77

C

CO₂-Gehalt des Abgases (Wärmeerzeugung) 97, 110

D

Dach gegen außen (Fläche) 81
Dach gegen außen (Transmission) 84
Dach gegen außen (k-Wert) 82
Datenblätter Heizenergiebedarf 75
Deckung des Energiebedarfs Wärme 58, 61
Durchschnittliche Verbrennungslufttemp. (Wärmeerzeug.) 110
Durchschnittliche Wärmeabgabe pro Person 118

E

Einheiten 38
Einzelanforderungen (für Umbau und Sanierung) 13, 23
Elektrizitätsverbrauch 116
Energiebedarf Licht, Kraft, Prozesse 18, 20, 59, 61
Energiebedarf Wärme 55, 61
Energiebedarf Warmwasser 100
Energiebezugsfläche 81
Energiebilanz 9, 72
Energiekennzahl Licht, Kraft, Prozesse 11
Energiekennzahl Wärme (Gebäudevergleichszahl) 10, 112
Energiekosten 133, 140
Erläuterungen zur Anwendung 27
Ersatzbeschaffung (Wirtschaftlichkeit) 142
Erwärmvorgänge Einzelleitungen für Warmwasser 116

F

Fenster (Fläche) 81
Fenster (Transmission) 84
Fenster (g-Wert) 82
Fenster (k-Wert) 82
Flächen (allg.) 81
Formelblatt Heizenergiebedarf 77
Formularblätter Heizzahl 98
Freie Wärme 88, 89
Fugendurchlässigkeit 23

G

G-Werte Fenster 82
Gebäudedichtigkeit 23
Gebäudekategorien 15, 17
Gesamtlänge Warmwassereinzelleitungen 106
Gesamtlänge Zirkulationsleitungen 105, 108
Gewinnfaktor Freie Wärme 89, 90
Glasanteil Fenster 82
Globalstrahlung 80, 120, 123-126

Grenzwert Fugendurchlässigkeit 23
Grenzwert Heizenergiebedarf (abhängig von Bauwerksart) 21, 91, 92
Grenzwert Heizzahl 20, 22
Grenzwert Wärmedurchgang (nur für Umbauten) 23
Grenzwert Wärmeverluste 22
Grenzwerte (allg.) 14, 17, 19, 20
Grenzwerte technische Anforderungen 24
Grundsätze (Planungshinweise) 53

H

Heizenergiebedarf (Nachweisgröße) 10,17,21,71,74,91
Heizgradtage 80, 120-122
Heizgrenz-Temperatur 116
Heiztage 121, 122
Heizzahl Endenergie (Nutzungsgrad) – Nachweisgröße 10,20,22,72,94,111

K

K-Wert (Bauteile) 23, 82
K-Wert Fenster 82
K-Wert Rohr (Zirkulationsleitung) 108, 119
K-Wert Rohrleitung (Heizung) 102, 119
K-Wert Warmwasserspeicher 101
Kaltwasserverbrauch 116
Kapitalkosten 135, 139
Klimaanlagen 19
Klimadaten 80, 120
Komponenten für die Berechnung der Heizzahl 100
Komponenten für die Berechnung des Heizenergiebedarfs 79
Konstanten 38
Kontrolle 16, 46
Kontrollmessungen 65
Kosten 133
Kraft 59, 61

L

Länge Verteilungen (Heizung) 102
Länge der Heizperiode 80, 100, 120
Leitungsverluste Heizung 102
Leitungsverluste Warmwasser (Einzelleitungen) 106
Leitungsverluste Warmwasser (Zirkulationsleitungen) 108
Licht 59, 61
Lichtundurchlässige Bauteile 83
Lüftungstechnische Anlagen 19, 48
Lüftungsverluste 86
Luftwechsel 79, 80
Luftwechselraten 116

M

Maßnahmen 39
Meßtechnische Verbrauchserfassung 65
Methode (allg.) 7
Methoden (System-, Einzelanforderungen) 40
Mittelwertfaktoren (Energiepreise) 140
Mittl. Temperaturdiff. (Heizwasser <-> unbeheizte R.) 102
Mittlere Raumlufthtemperatur 116
Mittlere Temperatur des Heizwassers 102
Mittlere Temperaturdifferenz (Abgas- <-> Lufttemp.) 110
Mittlere Temperaturdifferenz (Speicher <-> Umgebung) 101
Mittlere Umgebungstemperatur des Warmwasserspeichers 101
Mittlere Wärmeabgabe von Personen 118
Mittlere Wärmeverlustleistung (Zirkulationsleitung) 108
Mittlere Zahl der Erwärmvorgänge 106, 116
Monatsbilanz 92

N

Neubauten 11, 12, 42, 55, 61
Nichtanrechenbare Wärmeverluste 111
Normen, Bestimmungen, Richtlinien 8
Nutzenergiebedarf Warmwasser 100, 116
Nutzungsdauer von Komponenten 145
Nutzungszeit des Gebäudes 116

O

Oberer Nennwärmeleistung (Kessel) 97, 109
Oberste Geschoßdecke (Fläche) 81
Oberste Geschoßdecke (Transmission) 84
Oberste Geschoßdecke (k-Wert) 82

P

Personenbelegung 100, 116
Personenzahl 79, 100, 116
Planung, Vorbereitungsphase 45
Planungshinweise für kleinere Neubauten 55
Planungshinweise für mittlere und grössere Neubauten 61
Projektierung mit Einzelanforderungen 42
Projektierung mit Systemanforderungen 40
Prozesse 59, 61

R

Raumlufthtemperatur 116
Rechenwerte 117
Reduktionsfaktor Beschattung und Verschmutzung 118

Reduktionsfaktor Elektrizität 118
Reduzierter Wärmebedarf 100
Resultatblatt Heizenergiebedarf 78
Richtlinien, Bestimmungen, Normen 8
Rückgewinnungsgrade verschiedener WRG - Systeme 67
Rücklauftemperatur (Heizung) 102

S

Senkung des Energiebedarfs Licht, Kraft, Prozesse 59, 61
Senkung des Energiebedarfs Wärme 55, 61
Siegertscher Koeffizient (Wärmeerzeugung) 110, 118
Solardaten 123
Solarer Deckungsgrad Heizung 100
Solarer Deckungsgrad Wasser 100
Sonnenstrahlung durch Fenster 89
Speicherinhalt (Warmwasserspeicher) 101
Speicheroberfläche (Warmwasserspeicher) 101
Speichertemperatur (Warmwasserspeicher) 101
Spezifische Speicherkapazität der Einzelleitungen 107
Spezifische Wärmespeicherkapazität Wasser 118
Spezifische Wärmespeicherkapazität der Luft 118
Spezifischer Wärmeverlust (Heizungsverteilungen) 119
Spezifischer Wärmeverlust (Zirkulationsleitungen) 119
Standardnutzung 15, 115
Stromverbrauch 116
Summe Strahlung 89
Summe Wärmeerzeugungsverluste 109
Summe der Wärmeverluste 111
Systemanforderungen 13, 21

T

Tabellenwerte 113
Teilsanierung 47
Temperatur Erdreich 118
Temperatur Erdreich (unter Boden) 118
Temperatur Keller 118
Temperatur unbeheizter Räume 118
Temperaturdaten 121
Temperaturen direkt beheizter Bauteile 118
Transmissionsverluste 84

U

Umbauten 11, 12, 47
Umbauten mit Feinanalyse 47
Unterhaltskosten 135, 145

V

Variantenvergleich (Kosten) 138
Verbrauchserfassung 65
Verhältnis Freie Wärme/Verluste 89
Verteilungsnutzungsgrad (Grenzwert – Heizung & WWB) 22
Verteilungsnutzungsgrad (Grenzwert – Heizung) 22
Verteilungsverluste Heizung 102
Verteilungsverluste Warmwasser (Einzelleitungen) 106
Verteilungsverluste Warmwasser (Zirkulationsleitungen) 108
Vollbenutzungsstunden (Wärmeerzeugung) 109
Volumen 81
Vorbereitungsphase, Planung 45
Vorlauftemperatur (Heizung) 102
Vorplanung – konzeptionelle Überleg. bez. Energieverb. 43

W

Wand (Fläche) 81
Wand (Transmission) 84
Wand (k-Wert) 82
Wärmeabgabe von Personen 118
Wärmebedarf für Lüftung 86
Wärmebedarf für Transmission 84
Wärmebedarf für Wassererwärmung 87
Wärmebrücken 83
Wärmedurchgang 23
Wärmedurchgangskoeffizienten 119
Wärmeerzeuger (Wärmeverlust) 109
Wärmegewinne 89
Wärmerückgewinnung 67
Wärmespeicherfähigkeit (Einzelleitungen aus Kupfer) 107
Wärmeübergangs-Koeffizienten 118
Wärmeverlust Warmwasserspeicher 101
Wärmeverlust des Wärmeerzeugers 109
Wärmeverluste (Verteilung) 22
Wärmeverluste (gesamt) 111
Wärmeverluste Einzelleitungen 106
Wärmeverluste Heizungsverteilung 102
Wärmeverluste Zirkulationsleitungen 108
Wärmeverlustleistung (Heizung) 102
Wärmeverlustleistung Warmwasserspeicher 101
Warmwasser 100
Warmwasserspeicher 101
Warmwassertemperatur 106
Warmwasserverteilung 105
Wartungskosten 135, 145
Wasserablaufverluste 86
Wasserverbrauch pro Person und Tag 116
Wirtschaftlichkeit 127

Z

Zahl der Warmwasserzapfstellen 106
Zielsetzungen 3, 17, 18, 20
Zielwert Fugendurchlässigkeit 23
Zielwert Heizenergiebedarf (abhängig von Bauwerksart) 21
Zielwert Heizzahl 20, 22
Zielwert Wärmedurchgang 23
Zielwerte (allg.) 14, 17, 19, 20
Zusätzl. Länge f. Armaturenverluste (Zirkulation) 102, 108
Zusätzliche Länge für Armaturenverluste (Heizung) 102
Zweck 7

Arbeitshilfen für den Leitfaden Energiebewußte Gebäudeplanung

Für die Arbeit mit dem „Leitfaden Energiebewußte Gebäudeplanung“ (LEG) sind eine Reihe von Anwendungshilfen erschienen, die auf den folgenden Seiten abgedruckt sind:

- **Rechenverfahren für den Wärmeschutznachweis auf der Basis von Energiekennwerten** (Kurzverfahren des Leitfaden Energiebewußte Gebäudeplanung)
- **Handrechenblätter für die Bestimmung des Energiekennwertes Heizwärme und der Heizzahl Endenergie**
(ausführliches Verfahren des Leitfaden Energiebewußte Gebäudeplanung)
- **Ergänzung zu den Standardnutzungsdaten auf S. 115**
(Anhaltswerte für Nutzungsdaten insbesondere für Zweckbauten, mit Bauwerkszuordnungsliste)

Weitere in dieser Broschüre nicht enthaltene Werkzeuge auf der Basis des LEG sind (Stand Okt. 98):

- **EXCEL-Tabellenkalkulation zum LEG** auf der IWU-Homepage: <http://www.iwu.de>
- **Kurzfassung „Leitfaden Energiebewußte Gebäudeplanung“** - Arbeitshilfe der Staatlichen Hochbauverwaltung des Landes Hessen; Hessisches Ministerium der Finanzen 3/93
- **Energiepaß Heizung/Warmwasser** - Energetische Qualität von Baukörper und Heizsystem; IWU, Darmstadt 1997
(Kurzverfahren zur Berechnung des Primärenergiebedarfs unter Berücksichtigung verschiedenster Heizsysteme)
- **EXCEL-Arbeitshilfe zum Energiepaß Heizung/Warmwasser**; IWU, Darmstadt 1997
- **ENERPLAN - Windows-Programm für den Wärmeschutznachweis nach LEG und WSchV 95**; hessenENERGIE, Wiesbaden
- **Energie im Hochbau - Software für die Energieberatung auf der Basis des LEG**; Ing.-Büro Bially; Nidderau





Rechenverfahren für den Wärmeschutznachweis auf der Basis von Energiekennwerten

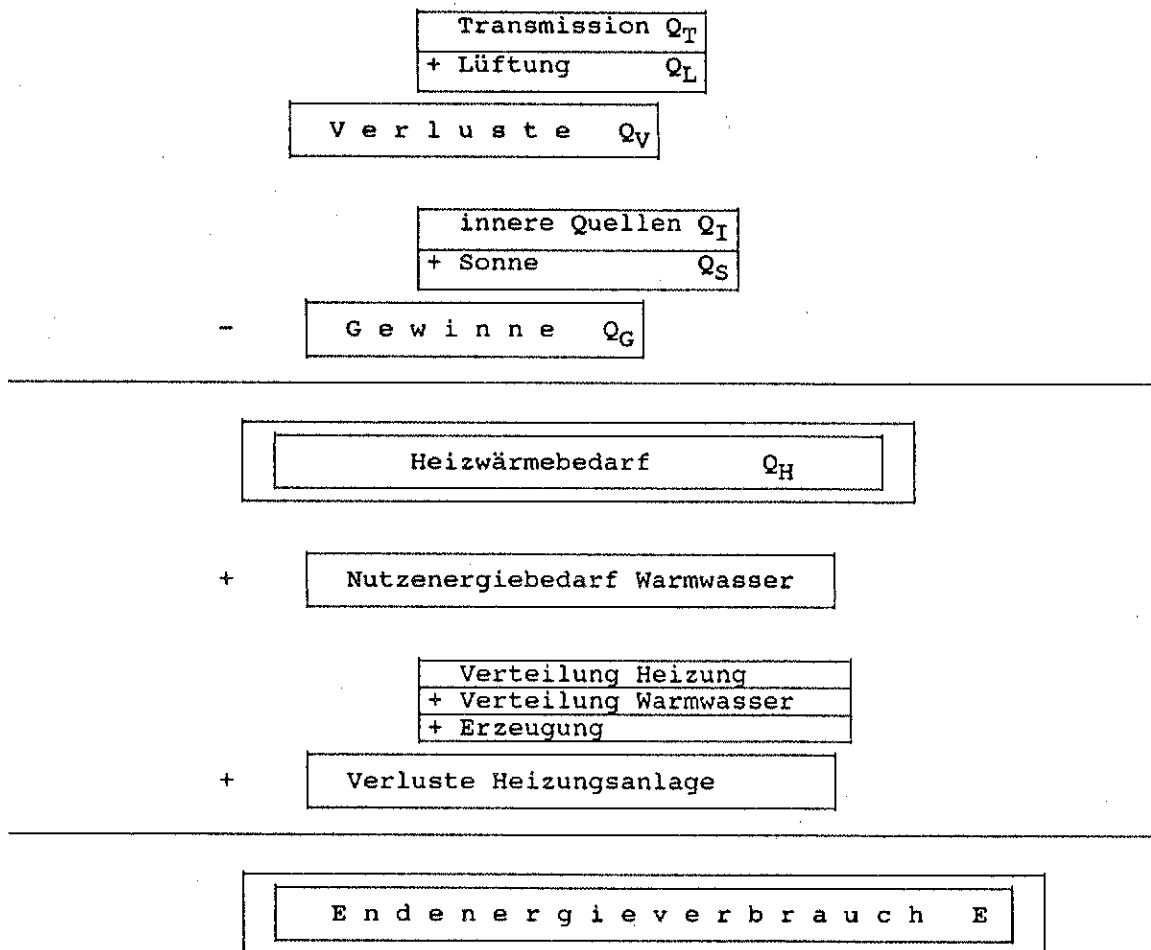
Dr. Witta Ebel
November 1991

6100 DARMSTADT ANNASTRASSE 15 TELEFON 0 61 51 · 2 90 40

Erläuterung

Die Abbildung gibt einen Überblick über die gesamte Heizenergiebilanz eines Gebäudes. Der obere Teil beschreibt die Nutzenergiebilanz des Gebäudes selbst, der untere Teil die Heizungsanlage. Gegenstand des Nachweisverfahrens für die Wärmeschutzverordnung ist der Nutzenergiebedarf für die Gebäudeheizung, der Heizwärmebedarf Q_H . Der Endenergieverbrauch E ergibt sich aus $E = Q_H / \eta$. η ist der Nutzungsgrad bzw. die Heizzahl der Heizungsanlage. E erhöht sich bei gekoppelter Erzeugung um den Verbrauch für das Warmwasser.

Energiebilanz



Im Wärmeschutznachweis werden die einzelnen Größen der Nutzenergiebilanz wie folgt berechnet:

Rechenverfahren für den Wärmeschutznachweis auf der Basis von Energiekennwerten

Zielsetzung:

Der Einsatz nicht erneuerbarer Energieträger soll unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Rentabilität verringert werden. Die Raumwärme trägt mit ca. 35% des Endenergieverbrauchs erheblich zu den mit den durch den Energieeinsatz verbundenen Umweltauswirkungen bei. Gleichzeitig sind in diesem Bereich erhebliche Energieeinsparungen wirtschaftlich erzielbar.

Der Energieeinsatz für einzelne Gebäude soll daher begrenzt werden. Als Maßstab dient die Energiekennzahl (Energieverbrauch pro m² Wohn- oder Nutzfläche und Jahr). Voraussetzung für Anforderungen an die Energiekennzahl ist ein geeignetes Rechenverfahren, mit dem sich der bei durchschnittlicher Nutzung zu erwartende Energieverbrauch eines Gebäudes mit hinreichender Genauigkeit im voraus berechnen läßt.

Das nachfolgend beschriebene Nachweisverfahren erfüllt diese Anforderung und ist zudem transparent und einfach auszuführen. Die Grundlage des Verfahrens sind der Leitfaden "Energiebewußte Gebäudeplanung" des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft und Technik und des Instituts Wohnen und Umwelt sowie die SIA 380/1 "Energie im Hochbau" des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins.

DATENBLATT - Gebäude		
Energiebezugsfläche (Wohn- oder Nutzfläche)	EBF	_____ m ²
Luftvolumen (EBF * Raumhöhe)	V	_____ m ³
Luftwechselrate natürliche Lüftung Abluftanlage Wärmerückgewinnung vgl. Erläuterung	β 0,6 0,5	_____
Innere Wärmequellen MFH: 10 kWh/a pro m ² EBF EFH: 8 kWh/a pro m ² EBF	Q _I	_____ kWh/a
einzuhaltender Grenzwert MFH: 75 kWh/(m ² a) EFH: 85 kWh/(m ² a)		_____ kWh/(m ² a)

NACHWEISVERFAHREN- Rechenblatt

TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUSTE							Verluste (kWh/a)
	Fläche (m ²)	k-Wert (W/(m ² K))	Gt (kKh/a)	=	=	=	
Wand	_____	*	_____	*	85	=	_____
Dach und/oder Geschoßdecke ²)	_____	*	_____	*	85	=	_____ +
Fenster	_____	*	_____	*	85	=	_____ +
sonst. Bauteile	_____	*	_____	*	85	=	_____ +
g. Außenluft o. hinterlüftet	_____	*	_____	*	85	=	_____ +
Boden ¹⁾	_____	*	_____	*	43	=	_____ +
Summe Transmissionswärmeverluste Q_T (kWh/a)							_____
LÜFTUNGSWÄRMEVERLUSTE							
	β (1/h)	V (m ³)	c (Wh/(m ³ K))	Gt (kKh/a)	=	=	
Lüftung Q_L	_____	*	_____	*	0,33	*	85 = _____ +
Summe VERLUSTE $Q_V = Q_T + Q_L$ (kWh/a)							$Q_T + Q_L$ _____ Q_V

WÄRMEGEWINNE							Gewinne (kWh/a)
	r (-)	Fenster- Fläche (m ²)	g-Wert (-)	Strahlung (kWh/(m ² a))	=	=	
horizontal	0,56	*	_____	*	360	=	_____
Süd	0,42	*	_____	*	370	=	_____ +
Ost	0,42	*	_____	*	220	=	_____ +
West	0,42	*	_____	*	230	=	_____ +
Nord	0,42	*	_____	*	140	=	_____ +
Summe Solargewinne Q_S (kWh/a)							_____ Q_S
Innere Wärmequellen Q_I (kWh/a)							_____ Q_I
Summe FREIE WÄRME $Q_F = Q_S + Q_I$ (kWh/a)							_____ Q_F
Gewinnfaktor Freie Wärme $x = 1 - 0,3 * Q_F / Q_V$							* _____ x
WÄRMEGEWINNE $Q_G = x * Q_F$ (kWh/a)							$x * Q_F$ _____ Q_G

HEIZWÄRMEBEDARF $Q_H = Q_V - Q_G$ (kWh/a)	$Q_V - Q_G$ _____
---	-------------------

ENERGIEKENNWERT Heizwärme Q_H/EBF (kWh/(m ² a))	_____
Grenzwert (kWh/(m ² a))	_____
Grenzwert erfüllt (ja/nein) ?	_____

- ¹⁾ Bauteile gegen Erdreich oder Keller. Boden gegen Außenluft ist zu behandeln wie übrige Bauteile gegen Außenluft
- ²⁾ Es werden jeweils die Bauteile berücksichtigt, die zur wärmetauschenden Hülle gehören.

1. VERLUSTE

1.1 Transmissionswärmeverluste

Für jedes Bauteil der wärmetauschenden Hülle berechnet sich dessen jährlicher Wärmeverlust aus

$$Q_T = A * k * Gt$$

A = Fläche des Bauteils

k = k-Wert des Bauteils

Gt = Heizgradstunden

Zur Berechnung der Bauteilflächen sind Außenmaße zu verwenden. Bei Fenstern sind die Rohbaumaße einzusetzen.

Für Wohngebäude (Innentemperatur 20°C, Heizgrenze 12°C) ergeben sich bei hessischem Klima folgende Werte für die Heizgradstunden¹:

Bauteile gegen Außenluft: 85 kWh/a

Bauteile gegen Erdreich oder Keller: 43 kWh/a

Bauteile, die an hinterlüftete Konstruktionen grenzen (z.B. oberste Geschoßdecke gegen belüftetes Dach) werden wie Bauteile gegen Außenluft behandelt.

¹ Die üblicherweise in der Einheit Kd/a angegebenen Heizgradtage rechnen sich mit 1d = 24h und k=1000 um in 1 Kd/a = 0,024 kWh/a

Wärmebrücken

Im Rechenverfahren werden Bauteilaußenmaße verwendet, daher sind die Verluste über **geometrische Wärmebrücken** in der Regel in den berechneten Transmissionwärmeverlusten enthalten.*)

Konstruktive Wärmebrücken sind nicht nur aus Gründen der Energieeinsparung, sondern auch des Wohnkomforts und des Schutzes der Bausubstanz nach Möglichkeit zu vermeiden oder zu reduzieren.

Wo möglich, sollen Bauteilanschlüsse (z.B. Wand an Dach) so ausgeführt werden, daß eine durchgehende Dämmschicht vorliegt, die überall die Stärke aufweist, mit der für die Bauteile im Verfahren gerechnet wird. Ebenso können Stahlbetondeckenaufleger, Fensterstürze oder Betonstützen in der Außenwand so ausgeführt werden, daß sie von der durchgehenden außenliegenden Wärmedämmung in voller Stärke mit umschlossen werden. Die resultierenden Wärmebrückenverluste sind dann zu vernachlässigen.

Wenn es nicht möglich ist, die Wärmebrücken ganz oder fast vollständig zu vermeiden, soll die Wärmebrückenwirkung durch geeignete Konstruktionen vermindert werden. Für einige typische Wärmebrücken sind die folgenden Lösungen wirksam und kostengünstig zu realisieren:

- o Anschluß des Fensters an die außen gedämmte Wand:
Fenster außenbündig ins Mauerwerk setzen und die Außendämmung (mindestens 3 cm) über den Fensterrahmen ziehen
- o Anschluß der Kellerdecke an die Außenwand:
als unterste Reihe der Außenwand wird eine Lage Gasbetonsteine eingesetzt.
- o Balkon: statt auskragender Platte Balkon auf Konsolen auflagern, vollständig thermisch getrennt vor die Fassade stellen oder mit thermisch trennendem Kragbauteil ausführen.

Die Beschreibung dieser Details sowie weitere Hinweise können dem Faltblatt "Wärmebrücken"¹ entnommen werden, das als Anlage beigefügt ist.

Ansonsten muß auf die umfangreichen Wärmebrückenkataloge² verwiesen werden, in denen für viele der in der Praxis vorkommenden Wärmebrücken Varianten berechnet wurden. Zu bevorzugen sind Lösungen mit geringem Wärmebrückenverlustkoeffizient. Die zusätzlichen Transmissionswärmeverluste für die Wärmebrücke berechnen sich wie folgt:

$$Q_T = l \cdot k^* \cdot G_t$$

l = Länge der Wärmebrücke

k* = Wärmebrückenverlustkoeffizient (bezogen auf Außenmaße der Bauteile).

*) Die Wärmebrückenverlustkoeffizienten von geometrischen Wärmebrücken sind bei Bezug auf Außenmaße i.a. negativ. Nach dem Rechenverfahren werden die Verluste daher i.a. überschätzt.

¹ Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten, Institut Wohnen und Umwelt: Energiesparinformation Nr. 4 Wärmebrücken

² z.B. G. Hauser, H. Stiegel: Wärmebrücken-Atlas für den Mauerwerksbau. Wiesbaden/Berlin: Bauverlag 1990

1.2 Lüftungswärmeverluste

$$Q_L = \beta * V * c * Gt$$

β = Luftwechselrate

V = Luftvolumen

c = spezifische Wärmespeicherfähigkeit Luft
= 0,33 Wh/(m³K)

Gt = Heizgradstunden gegen Außenluft (s.o.)

Das Luftvolumen V ist die Wohn- oder Nutzfläche (Energiebezugsfläche EBF), multipliziert mit der Raumhöhe.

Beim Nachweisverfahren sind für die Luftwechselrate β folgende Werte einzusetzen:

bei natürlicher Lüftung: 0,6

Abluftanlage: 0,5

bei Wärmerückgewinnung:

$$\begin{aligned} \beta &= \text{äquivalente Luftwechselrate} \\ &= \beta_{\text{Rest}} + \beta_{\text{Anlage}} * (1 - \eta_{\text{WRG}}) \end{aligned}$$

β_{Anlage} = durch die Anlage zu erbringender Luftwechsel

η_{WRG} = Wärmerückgewinnungsgrad

β_{Rest} = Luftwechsel durch Restundichtheiten

= 0,2 1/h (bei sorgfältiger, gut winddichter Ausführung)

Wenn durch einen Drucktest ein Luftwechsel von maximal 1 /h bei einer Druckdifferenz von 50 Pa nachgewiesen wurde, darf hier 0,1 eingesetzt werden.

1.3 Summe Wärmeverluste

$$Q_V = Q_T + Q_L$$

2. GEWINNE

2.1 Innere Wärmequellen

Die inneren Wärmequellen Q_I sind die Abwärme der Personen sowie der Geräte, die an den Heiztagen anfällt. Abgezogen wird die Energie zum Aufheizen des Kaltwassers, das wie eine negative innere Wärmequelle wirkt.

Für den Wärmeschutznachweis werden die inneren Quellen für Standard-Nutzungsbedingungen abgeschätzt und als Pauschalwert eingesetzt. Für Wohngebäude ist für die inneren Wärmequellen einzusetzen:

10 kWh/a pro m^2 Wohnfläche bei Mehrfamilienhäusern,

8 kWh/a pro m^2 Wohnfläche bei Ein- und Zweifamilienhäusern.

2.2 Solarstrahlung

$$Q_S = G * g * r * A$$

G = Globalstrahlung während der Heiztage

g = Gesamtenergie-Durchlaßgrad durch Scheibe

r = Reduktionsfaktor

A = Fensterfläche (Rohbaumaß)

Der Reduktionsfaktor r berücksichtigt den Rahmenanteil der Fensterfläche sowie Verschattung und Verschmutzung. Im Nachweisverfahren ist $r = 0,42$ (Dach 0,56).

Berechnet wird - getrennt nach Himmelsrichtungen - die Solareinstrahlung, die während der Heiztage (Außentemperatur $\leq 12^\circ\text{C}$) anfällt.

Für Hessen ist im Nachweisverfahren einzusetzen:

Globalstrahlung Süd	G_S	370	kWh/(m^2a)
Globalstrahlung Ost	G_O	220	kWh/(m^2a)
Globalstrahlung West	G_W	230	kWh/(m^2a)
Globalstrahlung Nord	G_N	140	kWh/(m^2a)
Globalstrahlung horizontal	G_H	360	kWh/(m^2a)

2.3 Freie Wärme

Die Freie Wärme ist die Summe aus den inneren Quellen und der Solareinstrahlung während der Heiztage.

$$Q_F = Q_I + Q_S \quad (\text{innere Quellen} + \text{Strahlung})$$

2.4 Gewinnfaktor Freie Wärme

Der Gewinnfaktor Freie beschreibt den Anteil der Freien Wärme, der für die Raumheizung genutzt werden kann.

$$x = 1 - 0,3 * Q_F / Q_V$$

2.5 Wärmegewinne

$$Q_G = Q_F * x \quad (\text{Freie Wärme} * \text{Gewinnfaktor})$$

3. HEIZWÄRMEBEDARF

$$Q_H = Q_V - Q_G \quad (\text{Verluste} - \text{Gewinne})$$

4. ENERGIEKENNWERT (Heizwärme) Q_H / EBF

Q_H = Heizwärmebedarf

EBF = Energiebezugsfläche (Wohn- oder Nutzfläche)

5. ANFORDERUNGEN

Der Energiekennwert Heizwärme muß unterhalb eines nach ökonomischen und ökologischen Kriterien gewählten Grenzwerts liegen. Für Wohngebäude sind folgende Grenzwerte zu unterschreiten:

Ein- und Zweifamilienhäuser:	85 kWh/(m ² a)
Mehrfamilienhäuser:	75 kWh/(m ² a)

Grenzwerte sollen der technischen und wirtschaftlichen Entwicklung in regelmäßigen Abständen angepaßt werden.

Vorteile des Nachweisverfahrens

1. Energiebilanz

Grundlage ist die Energiebilanz des Gebäudes. Es können damit alle Verluste und Gewinne sowie das Ineinandergreifen aller energierelevanten Faktoren berücksichtigt werden. Dieser Ansatz hat folgende Vorteile:

- Ergebnis des Rechenverfahrens ist der Heizenergieverbrauch und nicht eine unanschauliche, für Laien unverständliche Größe.
- Es können im Prinzip alle wesentlichen Einflußfaktoren auf den Energieverbrauch berücksichtigt werden. k - und k_m -Werte berücksichtigen dagegen nur die Energieverluste, und zwar nur die Transmissionswärmeverluste. Die Energiekennzahlen berücksichtigen dagegen auch die Lüftungswärmeverluste und die Wärmegewinne. Auch die Wirkung anderer wichtiger Einflußgrößen auf den Energieverbrauch wie z.B. die Kompaktheit der Gebäudehülle wird durch das Energiekennzahlverfahren (im Gegensatz zur gültigen Wärmeschutzverordnung) richtig wiedergegeben.

2. Transparenz und Einfachheit

- Das Rechenverfahren ist einfach - auch von Hand - durchzuführen. Die Ausführung ist nicht schwieriger als der Wärmeschutznachweis nach der gültigen Wärmeschutzverordnung von 1982. Der Hauptaufwand bei beiden Verfahren besteht in der Flächenerhebung und der Berechnung der k -Werte. Lediglich die Fensterflächen müssen (zur Berechnung der solaren Wärmegewinne) nach den verschiedenen Himmelsrichtungen getrennt ausgewiesen werden.
Es entfallen die Berechnung von A/V -Verhältnis und k_m -Wert.
- Es wird aus dem Verfahren unmittelbar ersichtlich, in welcher Weise die Einflußfaktoren das Ergebnis, den Energieverbrauch, beeinflussen.

3. Zielgröße als Nachweisgröße

Der Energiekennwert gibt mit ausreichender Genauigkeit den bei durchschnittlicher Nutzung und durchschnittlichem Klima zu erwartenden Energieverbrauch wieder. Grenz- und Zielwerte setzen damit an der Zielgröße, dem Energieverbrauch, an. Der Zusammenhang zwischen der Norm und dem Energieverbrauch ist transparent.

4. Gestaltungsfreiheit

Die Normierung nur einer Größe (für den baulichen Standard) ermöglicht eine hohe Flexibilität bei der Gestaltung. Durch Einzelanforderungen an Komponenten werden dagegen unkonventionelle Lösungen verhindert, oder es muß ein unverträglich hoher Aufwand betrieben werden.

5. Optimierung

Es werden nicht einzelne Bauteile, sondern das Gesamtgebäude optimiert. Da das Ergebnis des Rechenverfahrens der Energieverbrauch ist, kann unmittelbar eine Wirtschaftlichkeitsrechnung angeschlossen werden. Damit wird eine **energetische und ökonomische Optimierung** möglich. Durch dieses Vorgehen werden Innovationen gefördert, anstatt durch Einzelvorschriften behindert.

6. Anpassungsfähigkeit und Übertragbarkeit

Grenz- und Zielwerte können dem Stand der Technik entsprechend angepaßt werden, während das Verfahren selbst unverändert bleibt.

Sollen unterschiedliche Klimazonen berücksichtigt werden, so ist es problemlos möglich, **standortspezifische Klimadaten** (Temperatur- und Solardaten) einzusetzen.

Ebenso können die Nutzungsdaten veränderten Gewohnheiten angepaßt werden oder an andere Regionen angepaßt werden.

7. Erfahrungen

Die SIA 380/1 "Energie im Hochbau"¹ ist die Grundlage für den Leitfaden "Energiebewußte Gebäudeplanung"², den das Institut Wohnen und Umwelt im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft und Technik erstellt hat, sowie für den vorliegenden Vorschlag für den Wärmeschutznachweis. Die SIA 380/1 wurde mittlerweile über 12 Jahre in der Schweiz erprobt und hat sich erwiesen als einfach handhabbar, kostengünstig und zielgenau im Hinblick auf die Senkung des Energieverbrauchs bei gleichzeitiger wirtschaftlicher Rentabilität.

¹ Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA 380/1 "Energie im Hochbau", Zürich 1989

² Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten, Institut Wohnen und Umwelt: Leitfaden "Energiebewußte Gebäudeplanung", 4. Auflage, HMUB, Wiesbaden 1992



Handrechenblätter

für die Berechnung

- **des Energiekennwertes Heizwärme**
- **der Heizzahl Endenergie**

entsprechend dem ausführlichen Verfahren
des „Leitfaden Energiebewußte Gebäudeplanung“

ENERGIEKENNWERT HEIZWÄRME

Berechnungsblatt nach dem "Leitfaden Energiebewußte Gebäudeplanung"

Objekt:	Blatt: HW-1
Gebäudetyp:	Energiebezugsfläche: m ²
Bearbeitung:	Datum:

1 Transmissionswärmeverluste

	Bauteilfläche m ²	*	k- Wert W/(m ² *K)	*	Heizgradstunden (= 0,024 * Heizgradtage)		kWh/a	
					kJh/a			
Dach gegen außen		*		*				
oberste Geschosßdecke		*		*				
Wand gegen außen		*		*				
Boden gegen außen		*		*				
sonstiges Bauteil gegen außen		*		*				
Wand gegen Keller		*		*		* 0,5		
Wand gegen Erdreich		*		*		* 0,5		
Boden gegen Keller		*		*		* 0,5		
Boden gegen Erdreich		*		*		* 0,5		
Fenster horizontal		*		*				
Fenster Süd		*		*				
Fenster Ost		*		*				
Fenster West		*		*				
Fenster Nord		*		*				
	Projekt		Projekt		Tab D 3.2		Summe	
Transmissionswärmeverluste								

2 Lüftungswärmeverluste

Luftvolumen m ³	energet. wirks. Luftwechsel 1/h	Heizgrad- stunden kJh/a	spez. Wärmespeicher- fähigkeit Luft Wh/(m ³ *K)	kWh/a
Projekt	Tab. D 1-1	Tab. D 3.2	0,33	
	*	*	*	=

3 Wärmeverluste

Transmissionswärmeverluste kWh/a	Lüftungswärmeverluste kWh/a	kWh/a
s.o.	s.o.	
	+	=

ENERGIEKENNWERT HEIZWÄRME

Objekt:

Blatt HW-2

4 Freie Wärme

4.1 Abwärme Elektrizität

Personenzahl
= Energiebezugsfläche
: Personenbelegung (Tab. D 1-1)

Stromverbrauch
pro Pers., Jahr

Reduktions-
faktor Elek-
trizität

Anzahl
Heiztage

P	*	kWh/(P*a)	*	d/a	:	d/a	=	kWh/a
						365		
		Tab. D 1-1		Tab. D 2-1		Tab. D 3.2		

4.2 Abwärme Personen

Personenzahl
mittl. tägl.
Aufenthaltszeit

Wärmeabgabe
pro Person

Länge der
Heizperiode

kW/W

kWh/a

P	*	h/d	*	W/P	*	d/a	*	0,001	=	
s.o.		Tab. D 1-1		Tab. D 2-1		Tab. D 3.2				

4.3 Wasserablaufverluste

Erwärmung
d. Kaltwassers

Personenzahl

Wasserver-
brauch pro
Person und Tag.

Länge der
Heizperiode

spez. Wärme-
speicherfähig-
keit Wasser

Wh/(l*K)

kW/W

kWh/a

K	*	P	*	l/(P*d)	*	d/a	*	1,16	*	0,001	=	
Tab. D 2-1		s.o.		Tab. D 2-1		Tab. D 3.2						

4.4 Solare Einstrahlung

Globalstrahlung
nach Orientierung

Fensterfläche
nach Orientierung

g-Wert des
Fensters

durchschnittl.
Glasanteil
Fenster

Beschattung und
Verschmutzung
nach Orientierg.

kWh/(m²*a)

m²

kWh/a

	*	*	*	*	*	*	=	
horizontal								
Süd								
Ost								
West								
Nord								
	Tab. D 3.3		Projekt		Projekt / Tab. C 2.2		Projekt / Tab. C 2.2	Tab. D 2-1

Summe

Solargewinne

Abwärme
Elektrizität

Abwärme
Personen

Wasser-
ablaufverluste

Solar-
gewinne

kWh/a

kWh/a

kWh/a

kWh/a

kWh/a

Freie Wärme

	+		-		+		=	
s.o.		s.o.		s.o.		s.o.		

ENERGIEKENNWERT HEIZWÄRME

Objekt:

Blatt HW-3

5 Wärmegewinne

	Freie Wärme kWh/a	Wärmeverluste kWh/a	
Verhältnis Freie Wärme zu Verlusten	[]	[]	= []
	<small>Blatt HW-2</small>	<small>Blatt HW-1</small>	
		Verhältnis Freie Wärme zu Verlusten	
Gewinnfaktor	1 - (0,3 * [])	<small>s.o.</small>	= []
	Freie Wärme kWh/a	Gewinnfaktor	kWh/a
Wärmegewinne	[]	[]	= []
	<small>s.o.</small>	<small>s.o.</small>	

6 Heizwärmebedarf

	Wärmeverluste kWh/a	Wärmegewinne kWh/a	
	[]	[]	= [] kWh/a
	<small>Blatt HW-1</small>	<small>s.o.</small>	

7 Energiekennwert Heizwärme

	Heizwärmebedarf kWh/a	Energiebezugsfläche m ²	
	[]	[]	= [] kWh/(m ² *a)
	<small>s.o.</small>	<small>Projekt</small>	

8 Anforderungen Energiekennwert Heizwärme

Grenzwert Bauwerksart		kWh/(m ² *a)
		[]
		<small>Tab. 4</small>
Grenzwert erfüllt ?	(ja/nein)	[]
Zielwert Bauwerksart		kWh/(m ² *a)
		[]
		<small>Tab. 4</small>
Zielwert erreicht ?	(ja/nein)	[]

HEIZZAHLENDENERGIE

Berechnungsblatt nach dem "Leitfaden Energiebewußte Gebäudeplanung"

Objekt:	Blatt HZ-1
Gebäudetyp:	Energiebezugsfläche: m ²
Bearbeitung:	Datum:

1 Allgemeine Daten

Energiebezugsfläche m² : Personenbelegung m²/P = P
 Personenzahl : =
Blatt HW-3 Tab. D 1-1

Nutzenergiebedarf Warmw. pro Pers. kWh/(P*a) + Personenzahl P = kWh/a
 Nutzenergiebedarf Warmwasser + =
Tab. D 1-1 s.o.

Warmwasserbereitung über Heizungsanlage ("Kombibetrieb")? (ankreuzen) ganzjährig nur Heizperiode nicht über Heizungsanl.

Warmwasserbereitung hier nur bei Kombibetrieb berücksichtigen!

Heizwärmebedarf kWh/a + Nutzenergiebedarf Warmwasser kWh/a = kWh/a
 Wärmebedarf + =
Blatt HW-3 s.o.

solarer Deckungsgrad Warmwasser (1 -) * Nutzenergiebedarf Warmwasser kWh/a + solarer Deckungsgrad Heizung (1 -) * Heizwärmebedarf kWh/a = kWh/a
 reduzierter Wärmebedarf + =
Projekt s.o. Projekt s.o.

2 Verteilungsverluste Heizung

Vorlauftemp. (zeitl. Mittel in Heizzeit) °C + Rücklauftemp. °C : 2 - Temperatur unbeheizte Räume °C = K
 mittlere Temperaturdifferenz (+) : 2 - =
Projekt Projekt Tab. D 1-1

k*-Wert Rohrleitung W/(m*K) * mittl. Temp.-differenz K * (Länge Verteilungen unbeh. Ber. m + zusätzl. Länge für Armaturenverluste unbeh. Bereich m) = W
 Wärmeverlustleistung (unbeheizter Bereich) * * (+) =
Tab. D 2-2 s.o. Projekt Leitf. Kap. C 3.2

Wärmeverlustleistung W * Anzahl Heizztage d/a * 0,024 = kWh/a
 Wärmeverluste Heizungsverteilung * * 0,024 =
s.o. Tab. D 3.2

HEIZZAHLENERGIE

Objekt:

Blatt HZ-2

3 Warmwasserbereitung

3.1 Warmwasserspeicher

mittlere Temperaturdifferenz		mittlere Speicher-temperatur °C	-	mittl. Umgebungs-temperatur Speicher °C	=	K
		Projekt		Projekt		
Wärmeverlustleistung Speicher	1,5	mittl. Temp.-differenz K	*	Speicher-oberfläche m ²	*	k- Wert Speicher W/(m ² *K)
alternativ: Verlustleistung aus Typenprüfzeugnis		s.o.		Projekt		Projekt
Wärmeverluste Speicher		W	*	h/a	:	kWh/a
		s.o. (oder Herstellerangaben)		8760	:	1000

3.2 Verteilungsverluste Warmwasser (Einzelleitungen)

beheizter Bereich	Länge Warmwasser- Einzelleitungen m	Temperatur Warmwasser °C	Temperatur Raumlufte °C	Anzahl Heiztage d/a	Zwischen- ergebnis 1
	Projekt	Projekt	Tab. D 1-1	365 - Tab. D 3.2	
unbeheizter Bereich	Länge Warmwasser- Einzelleitungen m	Temperatur Warmwasser °C	Temperatur unbeheizter Bereich °C	d/a	Zwischen- ergebnis 2
	Projekt	Projekt	Tab. D 1-1	365	
	Personen- zahl P	mittl. Zahl Erwärm- vorgänge 1/(P*d)	spez. Speicher- fähigkeit der Leitungen Wh/(m ² *K)	Zahl der Warmwasser- zapfstellen	Zwischen- ergebnis 3
	Blatt HZ-1	Tab. D 1-1	Tab. C 3.3 / C 3.4	Projekt	
Wärmeverluste Einzelleitungen	Zwischen- ergebnis 1	Zwischen- ergebnis 2	Zwischen- ergebnis 3	0,001	kWh/a
	(s.o. + s.o.)		s.o.	*	

HEIZZAHLENDENERGIE

Objekt:

Blatt HZ-3

3.3 Verteilungsverluste Warmwasser (Zirkulationsleitungen)

beheizter Bereich	Gesamtlänge Zirkulationsleitungen m	zus. Länge Armaturenverluste m	Temperatur Warmwasser °C	Temperatur Raumluft °C	Anzahl Heiztage d/a	Zwischen- ergebnis 1
(<input type="text"/>	+	<input type="text"/>	-	<input type="text"/>	=
	Projekt	Leitf. Kap. C 3.2	Projekt	Tab. D 1-1	Tab. D 3.2	
unbeheizter Bereich	Gesamtlänge Zirkulationsleitungen m	zus. Länge Armaturenverluste m	Temperatur Warmwasser °C	Temperatur unbeheizter Bereich °C	d/a	Zwischen- ergebnis 2
(<input type="text"/>	+	<input type="text"/>	-	<input type="text"/>	=
	Projekt	Leitf. Kap. C 3.2	Projekt	Tab. D 1-1	365	
Wärmeverluste Zirkulationsleitungen	k*-Wert Rohrleitung W/(m*K)	Zwischen- ergebnis 1	Zwischen- ergebnis 2	Betriebszeit Zirkulations- pumpe h/d	0,001	kWh/a
	<input type="text"/>	*	+	*	*	=
	Tab. D 2-2	s.o.	s.o.	Projekt		

3.4 Wärmeverluste Warmwasserbereitung

Wärmeverluste Warmwasserbereitung	Wärmeverluste Speicher kWh/a	+	Wärmeverluste Warmwasser-Einzelleitungen kWh/a	+	Wärmeverluste Warmwasser-Zirkulation kWh/a	=	kWh/a
	<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>
	Blatt HZ-2		Blatt HZ-2		s.o.		

3.5 Endenergiebedarf für separate Warmwasserbereitung

bei Kombination mit Heizungsanlage nicht ausfüllen!

Endenergiebedarf Warmwasser (separat)	solarer Deckungsgrad Warmwasser	Nutzenergie- bedarf Warmwasser kWh/a	Wärmeverluste Warmwasser- bereitung kWh/a	Jahres- nutzungsgrad Wärmeerzeuger	kWh/a
	(1 - <input type="text"/>)	*	(<input type="text"/> + <input type="text"/>)	:	=
	Blatt HZ-1	Blatt HZ-1	s.o.	z.B. VDI 2067	

HEIZZAHLENDENERGIE

Objekt:

Blatt HZ-4

4 Wärmeerzeugung

Wärwasserbereitung nur bei Kombibetrieb berücksichtigen!

reduzierter Wärmebedarf	Wärmeverluste Heizungsverteilung	Wärmeverluste Warmwasserbereitung	Nennwärmeleistung Kessel	
kWh/a	kWh/a	kWh/a	kW	h/a
(<input type="text"/> + <input type="text"/> + <input type="text"/>)			:	<input type="text"/>
Blatt HZ-1	Blatt HZ-1	Blatt HZ-3	Projekt	

Bereitschaftsdauer	Vollbenutzungsstunden	Nennwärmeleistung Kessel	rel. Betriebsbereitschaftsverluste	
d/a	h/a	kW		kWh/a
(24 * <input type="text"/> - <input type="text"/>)		*	*	<input type="text"/>
Heizper. od. Jahr	s.o.	s.o.	Projekt	

Alternativ:

- Bei bestehenden Anlagen:

Temperatur Abgas	Temperatur Verbrennungsluft	Siegerscher Koeffizient	CO2-Gehalt des Abgases	
°C	°C	1/K	%	
0,01 * (<input type="text"/> - <input type="text"/>)		*	:	<input type="text"/>
Projekt	Projekt	Tab. D 2-1	Projekt	

relative Betriebsverluste	relative Betriebsverluste	relative Abgasverluste	
<input type="text"/>	+	<input type="text"/>	= <input type="text"/>
s.o.		s.o.	

Bei neuen Anlagen:

relative Betriebsverluste	1	:	Kesselwirkungsgrad	- 1	=	<input type="text"/>
			Projekt			

Betriebsverlustwärme	Vollbenutzungsstunden	Nennwärmeleistung Kessel	relative Betriebsverluste	
	h/a	kW		kWh/a
<input type="text"/>	*	<input type="text"/>	*	<input type="text"/>
s.o.		s.o.	s.o.	

Wärmeerzeugerverluste	Betriebsverlustwärme	Bereitschaftsverlustwärme	
	kWh/a	kWh/a	kWh/a
<input type="text"/>	+	<input type="text"/>	= <input type="text"/>
s.o.		s.o.	

HEIZZAHLENDENERGIE

Objekt:

Blatt HZ-5

5 Wärmeverluste

Warmwasserbereitung nur bei Kombibetrieb berücksichtigen!

	Wärmeerzeugerverluste	Wärmeverluste Heizungsverteilung	Wärmeverluste Warmwasserbereitung	kWh/a
Wärmeverluste	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
	+ <input type="text"/>	+ <input type="text"/>	= <input type="text"/>	
	Blatt HZ-4	Blatt HZ-1	Blatt HZ-3	

	solarer Deckungsgrad Warmwasser	Wärmeverluste Warmwasserbereitung	solarer Deckungsgrad Heizung	Wärmeverluste Heizungsverteilung
Nichtanrechenbare Wärmeverluste	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
	* <input type="text"/>	+ <input type="text"/>	* <input type="text"/>	= <input type="text"/>
	Blatt HZ-1	Blatt HZ-3	Blatt HZ-1	Blatt HZ-1

6.1 Heizzahl

Warmwasserbereitung nur bei Kombibetrieb berücksichtigen!

	reduzierter Wärmebedarf	Wärmeverluste	nichtanrechenbare Wärmeverluste	kWh/a
Endenergiebedarf Heizungsanlage	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
	+ <input type="text"/>	- <input type="text"/>	= <input type="text"/>	
	Blatt HZ-1	s.o.	s.o.	

	Heizzahl	Wärmebedarf	Endenergiebedarf	kWh/a
		kWh/a	kWh/a	kWh/a
		: <input type="text"/>	= <input type="text"/>	
		Blatt HZ-1	s.o.	

6.2 Anforderung Heizzahl

Grenzwert	Tab. 5	<input type="text"/>
Grenzwert erfüllt ?	(ja/nein)	<input type="text"/>
Zielwert	Tab. 5	<input type="text"/>
Zielwert erreicht ?	(ja/nein)	<input type="text"/>

7 Endenergiebedarf Wärme

Warmwasser nur bei separater Erzeugung eintragen!

	Endenergiebedarf Heizungsanl.	Endenergiebedarf Warmwasser separat	Energiebezugsfläche	kWh/(m ² a)
Energiekennwert Endenergie Wärme	kWh/a	kWh/a	m ²	kWh/(m ² a)
	(<input type="text"/> + <input type="text"/>)	: <input type="text"/>	= <input type="text"/>	
	s.o.	Blatt HZ-3	Blatt HZ-1	

Ergänzung zu den Standardnutzungsdaten auf S. 115

- Anhaltswerte für Nutzungsdaten insbesondere für Zweckbauten
- Rechenschema für die Bildung von Mittelwerte als Eingabe-Datensatz
- Bezug zur Bauwerkszuordnungsliste des Landes Hessen

Standardnutzungsdaten



Kenntnis Nutzungsstyp	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	C	R	S
Nutzungsstyp	100%	100%	100%	69%	69%	100%	52%	52%	52%	69%	52%	83%	71%	69%	100%	69%	69%	76%	69%
	15	15	18	10	10	24	6	6	10	10	12	12	14	10	24	8	10	12	10
Anteil Nutzungstage in Heizzeit Nutzungsstunden pro Nutzungstag durchschnittl. Personenbelegung während Nutzung mittlere Raumlufttemperatur an Nutzungstagen mittlere Raumlufttemperatur an Tagen ohne Nutzung Heizgrenztemperatur	45	35	30	25	35	25	10	10	20	10	20	20	70	35	35	20	50	50	100
	20	20	22	20	20	20	20	20	20	20	18	22	20	20	22	20	18	20	20
bei natürlicher Lüftung (Fenster und Zugluft): mittl. Luftwechsel in Nutzungszeit mittl. Luftwechsel außerhalb Nutzungszeit	0,6	0,6	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,6	1,0	0,6	1,0	1,0	1,0	0,4
	0,6	0,6	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2
bei mechanischer Lüftung: mechanischer Luftwechsel in Nutzungszeit (Mittelwert) mechanischer Luftwechsel außerhalb Nutzungszeit (Mittelwert) Restluftwechsel durch Undichtigkeiten (ohne Drucktest) Restluftw. durch Undichtigk. bei erfolgreichem Drucktest*	0,5	0,5	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,4	0,4	0,4	0,8	0,6	0,8	0,8	0,8	0,2
	0,5	0,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6	0,0	0,2	0,2	0,0
Datengrundlage für Angebot an innerer Wärme Stromverbrauch pro m² EBF (ohne Klimatis.) pro Person Kaltwasserverbrauch pro Person und Tag Warmwasserverbrauch pro Person und Tag (bei 60°C)	1000	1000	1000	25	50	25	15	10	20	15	15	15	25	50	40	200	50	50	10
	100	100	100	0	0	0	0	0	0	10	15	30	0	50	100	20	50	5	0
durchschnittl. Wärmeabgabe pro Person Reduktionsfaktor Elektrizität Erwärmung Kaltwasser	80	80	80	100	100	100	80	60	80	80	200	200	100	100	100	100	100	100	100
	0,7	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9
Angebot an innerer Wärme in der Heizzeit (mittl. Leistung) elektr. Geräte Personen Kaltwasser-Ablauf Warmwasserbereitung Verdunstung	1,78	2,28	2,66	2,57	5,14	2,57	1,54	1,03	2,05	1,54	1,54	1,54	2,57	4,00	3,20	15,98	5,14	5,14	1,03
	1,11	1,43	2,00	1,74	0,82	4,00	1,74	0,78	0,87	2,29	2,60	4,14	0,59	0,82	2,86	1,14	0,57	0,76	0,29
mittl. Leistung gesamt Angebot innere Wärme bei 230 Tagen Heizzeit	-0,64	0,83	-0,97	-0,17	-0,12	-0,17	-0,44	-0,29	-0,29	-0,44	-0,22	-0,22	-0,06	-0,21	-0,83	0,15	-0,15	-0,03	0,00
	0,69	0,88	1,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	0,00	0,52	0,00	0,91	1,09	0,00	0,00	0,00	0,00
Anforderungen Heizwärmebedarf Gebäudekategorie Grenzwert Zielwert	-0,43	-0,56	-0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,5	3,2	4,1	3,5	5,8	6,4	2,8	1,5	2,6	4,7	3,9	6,0	3,1	5,5	5,8	17,0	5,6	5,9	1,3
*) Luftwechsel bei 50 Pa kleiner gleich 1 1/h: **) ohne Abwärme Beckenwasser	14	18	23	19	32	35	15	8	14	26	22	33	17	30	32	94	31	33	7
	85	75	75	75	75	75	75	75	75	75	60	85	85	85	85	75	75	75	60
	70	55	55	55	55	55	55	55	55	55	45	70	70	70	55	55	55	55	45

iwu/tl/21-01-94			
Charakteristische Nutzungsdaten für öffentliche Gebäude entsprechend BWZ-Liste			
	Abk.		Einheit
Anteil Nutzungstage in Heizzeit	ANTH		[%]
Nutzungsstunden pro Nutzungstag	NST		[h/d]
durchschnittl. Personenbelegung während Nutzung	PBN		[m²/P]
durchschnittl. Wärmeabgabe pro Person	WP		[W]
mittlere Raumlufthtemperatur an Nutzungstagen	TN		[°C]
mittlere Raumlufthtemperatur an Tagen ohne Nutzung	TL		[°C]
Heizgrenztemperatur	TG		[°C]
<i>bei natürlicher Lüftung (Fenster und Fugen):</i>			
Luftwechsel in Nutzungszeit	NLN		[1/h]
Luftwechsel außerhalb Nutzungszeit	NLL		[1/h]
<i>bei mechanischer Lüftung:</i>			
mechanischer Luftwechsel in Nutzungszeit	MLN		[1/h]
mechanischer Luftwechsel außerhalb Nutzungszeit	MLL		[1/h]
Restluftwechsel durch Undichtigkeiten ohne Drucktest*)	RLOD		[1/h]
Restluftw. durch Undichtigk. bei erfolgreichem Drucktest*)	RLMD		[1/h]
*) bei 50 Pa Luftwechsel kleiner gleich 1 1/h			
Stromverbrauch pro m² EBF	SV		[kWh/(m²a)]
Kaltwasserverbrauch pro Person und Tag	KW		[l/(P*d)]
Warmwasserverbrauch pro Person und Tag (bei 60°C)	WW		[l/(P*d)]
Datensatz Klima			
Heizzeit	HT		[d/a]
Heizgradtage	HGT		[K*d/a]
Globalstrahlung horizontal			[kWh/(m²a)]
...			
Gebäudeabhängige Daten			
...			
Energiebezugsfläche	EBF		[m²]
Art der Lüftung	AL	<i>N = natürlich - A = Abluftanlage - W = Zu-/Abluftnl m. WRG</i>	N/A/W
Drucktest durchgeführt?	DD		J/N
Wärmerückgewinnungsgrad	ETA		[-]
...			
Zwischenrechnung			
zeitl. Mittel natürl. Luftwechsel	MNL	$= ANTH/100 * (NST/24 * NLN + (1 - NST/24) * NLL) + (1 - ANTH/100) * NLL$	[1/h]
zeitl. Mittel mechan. Luftw.	MML	$= ANTH/100 * (NST/24 * MLN + (1 - NST/24) * MLL) + (1 - ANTH/100) * MLL$	[1/h]
zeitl. Mittel energet. wirks. Luftwechsel bei WRG	MMLW	$= (DD = "N") * RLOD + (DD = "J") * RLMD + (1 - ETA) * MML$	[1/h]
Eingabedaten Akropolis-"Leitfaden"			
A. Nutzung			
[A1] Erwärmung Kaltwasser	6		[K]
[A2] Personenzahl	= EBF/PBN		[P]
[A3] tägliche Aufenthaltszeit Personen	= NST*ANTH		[h/d]
[A4] durchschnittl. Wärmeabgabe pro Person	= WP		[W/P]
[A5] Wasserverbrauch pro Person und Tag	= KW		[l/(P*d)]
[A6] Stromverbrauch pro Person und Jahr	= SV*PBN		[kWh/(P*a)]
[A7] Reduktionsfaktor Elektrizität	0,7		[-]
[A8] energetisch wirksamer Luftwechsel	= (AL = "N") * MNL + (AL = "A") * MML + (AL = "W") * MMLW		[1/h]
B. Klimadaten			
[B1] ...			
mittlere Raumtemperatur	TM	$= ANTH * TN + (1 - ANTH) * TL$	°C
[B2] Heizgradtage		$= HGT + HT * (TM - 20)$	K*d/a
[B3] ...			
...			

**BWZ-Liste nach EKGeb
Zuordnung der Standardnutzungsdaten**

	Nutzungstyp
1 <u>Verwaltung</u>	
110 Oberste Bundes- und Landesbehörden	D Verwaltung
120 Gerichtsgebäude	D Verwaltung
13 <u>Verwaltungsgebäude</u>	
131 Verwaltungsgebäude mit büroartiger Nutzung	D Verwaltung
132 Verwaltungsgebäude mit technischer Nutzung	E Rechenzentren
133 Gesundheitsbehörden	D Verwaltung
134 Polizeidienstgebäude	F Bereitschaftsdienste
135 Rechenzentren	E Rechenzentren
136 Archive	D Verwaltung
2 <u>Gebäude für wissenschaftliche Lehre und Forschung</u>	
210 Hörsaalgebäude	M Säle/Bühnen
22 Institutsgebäude für Lehre und Forschung	
221 Geisteswissenschaften	D Verwaltung
222 Naturwissenschaften/Ingenieurwissenschaften	N Laborgebäude
223 vorklinische Medizin/theoretische Medizin	N Laborgebäude
3 <u>Gesundheitswesen</u>	
310 Untersuchung und nichtstationäre Behandlung	O Krankenhäuser
320 Krankenhäuser und Kliniken für Akutranke	O Krankenhäuser
330 Sonderkrankenhäuser	O Krankenhäuser
340 Pflegeheime	C Heime/Herbergen
350 Rehabilitation	C Heime/Herbergen
360 Gebäude für Erholung	C Heime/Herbergen
370 Kurgebäude	C Heime/Herbergen
4 <u>Schulen</u>	
41 Allgemeinbildende Schulen	
411 Grundschule	H Grundschulen
412 Hauptschule	G Schulen (allgemein)
413 Grund- und Hauptschule	G Schulen (allgemein)
414 Realschule	G Schulen (allgemein)
415 Gesamtschule	G Schulen (allgemein)
416 Gymnasium	G Schulen (allgemein)
420 Berufsbildende Schulen	I Berufsschulen
430 Sonderschulen	G Schulen (allgemein)
440 Kindertagesstätten	J Tagesstätten
450 Weiterbildungsstätten mit Unterkunft	C Heime/Herbergen
5 <u>Sportbauten</u>	
510 Hallen (ohne Schwimmhallen)	K Sporthallen
520 Schwimmhallen	L Bäder
530 Gebäude für Sportplatz- und Freibadeanlagen	G Schulen (allgemein)
540 Sportplatzanlagen (Außenanlagen)	- entfällt -
550 Freibadeanlagen (Außenanlagen)	- entfällt -
560 Sondersportanlagen	- entfällt -
6 <u>Wohn- und Gemeinschaftsbauten</u>	
610 Wohnhäuser	
Ein- und Zweifamilienhäuser	A Wohnen EFH
Mehrfamilienhäuser	B Wohnen MFH
62 Wohnheime	
621 Wohnheime für Studenten, Sportler, Personal usw.	C Heime/Herbergen

622	Altenwohnheime	C	Heime/Herbergen
630	Gemeinschaftsunterkünfte	C	Heime/Herbergen
640	Betreuungseinrichtungen (Jugendzentren, Altentagesstätten usw.)	J	Tagesstätten
650	Verpflegungseinrichtungen (Mensen, Zentralküchen, Raststätten)	P	Verpflegungseinrichtungen
660	Beherbergungsstätten	C	Heime/Herbergen
7	<u>Gebäude für Produktion, Verteilung, Wartung und Lagerung</u>		
710	Produktionsstätten	Q	Produktions-/Werkstätten
720	Verkaufsstätten	R	Verkaufsstätten
73	Werkstätten		
731	Werkstätten ohne sitzende Tätigkeit	Q	Produktions-/Werkstätten
732	Werkstätten mit sitzender Tätigkeit	Q	Produktions-/Werkstätten
74	Gebäude für Wartung und Pflege		
741	Gebäude für Wartung ohne sitzende Tätigkeit	Q	Produktions-/Werkstätten
742	Gebäude für Wartung mit sitzender Tätigkeit	Q	Produktions-/Werkstätten
75	Gebäude für Lagerung		
751	Gebäude für Lagerung bei Raumtemperatur	Q	Produktions-/Werkstätten
752	Gebäude für Lagerung, Frostschutz	S	Lagerstätten
760	Garangengebäude beheizt	S	Lagerstätten
770	Gebäude für öffentliche Bereitschaftsdienste (Feuerwehrrn, Bauhof ...) Garagen, Materiallager etc.	F	Bereitschaftsdienste
		S	Lagerstätten
780	Zentrale Wirtschaftsgebäude Zentralküchen und Kantinen Wäschereien	Q	Produktions-/Werkstätten
		P	Verpflegungseinrichtungen
		Q	Produktions-/Werkstätten
8	<u>Bauwerke für technische Zwecke</u>		
810	Bauwerke für Energieerzeugung		- entfällt -
820	Bauwerke für Lenkung, Steuerung, Überwachung, Nachrichtenübermittlung	N	Laborgebäude
830	Bauwerke für Versorgung		- entfällt -
840	Bauwerke für Versorgung mit Wasser		- entfällt -
850	Bauwerke für Entsorgung		- entfällt -
9	<u>Gebäude anderer Art</u>		
91	Gebäude für kulturelle und musische Zwecke		
911	Sakralbauten	M	Säle/Bühnen
912	Ausstellungsgebäude (Museen)	M	Säle/Bühnen
913	Bibliothekengebäude	D	Verwaltung
914	Veranstaltungsgebäude (Theater)	M	Säle/Bühnen
915	Gemeinschaftshäuser, Bürgerhäuser	M	Säle/Bühnen
916	Schlösser, Burgen	M	Säle/Bühnen
920	Empfangsgebäude Verkehrsanlagen	F	Bereitschaftsdienste
930	Gebäude für Tierhaltung		- entfällt -
94	Gebäude für Pflanzenhaltung		
941	Gewächshaus, Kalthaus		- entfällt -
942	Gewächshaus, temperiert		Lagerstätten
943	Gewächshaus, Warmhaus		Bereitschaftsdienste
950	Schutzbauwerke		- entfällt -
960	Justizvollzugsanstalten	C	Heime/Herbergen
97	Friedhofsanlagen		
971	Friedhofsanlagen, Gebäude	Q	Produktions-/Werkstätten
972	Friedhof, Außenanlagen und unbeheizte Gebäude		- entfällt -

**Übersicht der relevanten Richtlinien und Erlasse im Zusammenhang mit dem Leitfaden
„Heizenergie im Hochbau - Energiebewußte Gebäudeplanung“**

Hessisches Ministerium für Landesentwicklung, Wohnen, Landwirtschaft, Forsten
und Naturschutz

Vollzug der Heizungsanlagen-Verordnung und der Wärmeschutzverordnung im
bauaufsichtlichen Genehmigungsverfahren
(betrifft Technische Wohnungsbau-Richtlinien - TWBR 1993)
St.Anz. 43/1992 S. 2711

Vollzug der Heizungsanlagen-Verordnung und der Wärmeschutzverordnung im
bauaufsichtlichen Genehmigungsverfahren
(hier: Einsparung von Energie bei Bauten mit staatlichen Zuwendungen)
St.Anz. 36/1993 S. 2211

Vollzug der Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden
vom 16. August 1994 - Wärmeschutzverordnung - WärmeschutzV - (BGBl. I S. 2121)
St.Anz. 10/1995 S. 759

Hessisches Ministerium der Finanzen

Bautechnische Richtlinien zur Einsparung von Energie bei Bauten des Landes
St.Anz. 48/1992 S. 2982

Einsparung von Energie bei Bauten mit staatlichen Zuwendungen
St.Anz. 19/1993 S. 1099

HESSISCHES MINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG, WOHNEN, LANDWIRTSCHAFT, FORSTEN UND NATURSCHUTZ

Vollzug der Heizungsanlagen-Verordnung und der Wärmeschutzverordnung im bauaufsichtlichen Genehmigungsverfahren

Bezug: Erlasse vom 16. August 1982 (StAnz. S. 1768) und vom 19. Januar 1984 (StAnz. S. 414); Technische Wohnungsbau-Richtlinien — TWBR 1993 — vom 17. August 1992 (StAnz. S. 2153)

Mein Erlaß vom 16. August 1982, mit dem ich den Vollzug der Verordnung über energiesparende Anforderungen an heizungstechnische Anlagen und Brauchwasseranlagen (Heizungsanlagen-Verordnung — HeizAnV) vom 24. Februar 1982 im bauaufsichtlichen Verfahren geregelt habe, ist durch die von der Bundesregierung verkündete Heizungsanlagen-Verordnung vom 20. Januar 1989 (BGBl. I S. 120) und durch Erlaß der Technischen Wohnungsbau-Richtlinien — TWBR 1993 — des Landes Hessen (StAnz. S. 2153) zu aktualisieren.

Zum Vollzug dieser Heizungsanlagen-Verordnung und der TWBR — 1993 im bauaufsichtlichen Verfahren werden folgende Regelungen getroffen:

Die auf Grund des Energieeinsparungsgesetzes vom 22. Juli 1976 (BGBl. I S. 1873) mit Änderung vom 20. Juni 1980 (BGBl. I S. 701) ergangene novellierte Heizungsanlagen-Verordnung vom 20. Januar 1989 (BGBl. I S. 120) stellt an heizungstechnische Anlagen und Brauchwasseranlagen energiesparende Anforderungen.

Heizungstechnische Anlagen und Brauchwasseranlagen sind bauliche Anlagen oder Teile baulicher Anlagen i. S. des § 2 Abs. 1 der Hessischen Bauordnung (HBO). Demgemäß gehören die Bestimmungen der Heizungsanlagen-Verordnung zu den öffentlich-rechtlichen Vorschriften, für deren Einhaltung die Bauaufsichtsbehörden nach § 83 Abs. 1 Satz 1 HBO zu sorgen haben und die in den bauaufsichtlichen Verfahren nach § 96 Abs. 1 Satz 1 HBO (Baugenehmigung) und § 107 Abs. 5 Satz 1 HBO (Zustimmung), aber auch nach § 92 HBO (Vorbescheid) und im Rahmen der Bauüberwachung nach den §§ 104 und 105 HBO der Beurteilung durch die Bauaufsichtsbehörden unterliegen. In die Zuständigkeit der Bauaufsichtsbehörden fällt auch die Erteilung von Ausnahmen im Einzelfall nach § 11 HeizAnV. Für Ausnahmen, die allgemein zugelassen werden sollen, ist mein Haus zuständig.

Nach § 4 Abs. 1 HeizAnV dürfen Wärmerezeuger für Zentralheizungen nur dann zum dauernden Verbleib eingebaut oder aufgestellt werden, wenn die einstellbare Nennwärmeleistung nicht größer ist als der nach den anerkannten Regeln der Technik ermittelte Wärmebedarf einschließlich angemessener Zuschläge für raumlufttechnische Anlagen sowie sonstige Verbraucher. Die einstellbare Nennwärmeleistung der Wärmerezeuger ist durch Werksbescheinigung nachzuweisen. Die Werksbescheinigung ist zu den Akten zu nehmen.

Die Ermittlung des Wärmebedarfs muß raumweise nach DIN 4701 — Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden¹⁾ — durchgeführt werden, um neben der Kesselleistung auch die Heizkörper bemessen zu können.

Für die Überprüfung durch die Bauaufsichtsbehörden genügt eine vereinfachte Prüfung entsprechend § 4 Abs. 2 HeizAnV. Die dort angegebene Methode gilt, wenn Wärmerezeuger von Zentralheizungen ersetzt oder in bestehende Gebäude erstmalig eingebaut werden und ihre Nennwärmeleistung 0,1 kW/m² Grundfläche der beheizten Räume nicht überschreitet, für freistehende Gebäude mit nicht mehr als zwei Wohnungen gilt der Wert 0,13 kW/m².

Ansonsten darf der rechnerische Nachweis des Wärmebedarfs gemäß § 4 Abs. 1 Nr. 1 HeizAnV auch nach in den Ländern bestimmten Berechnungsverfahren ermittelt werden. Hierzu zählen in Hessen folgende Verfahren, die alternativ angewendet werden dürfen:

1. Verfahren gemäß Formblatt 4 nach Anlage 1

Nach diesem Verfahren wird über eine pauschalierte Luftwechselrate näherungsweise der Lüftungswärmeverlust (\dot{Q}_L) des gesamten beheizten Gebäudes ermittelt.

Der gesamte Wärmeverlust ($\dot{Q} = \dot{Q}_T + \dot{Q}_L$) setzt sich aus dem Transmissionswärmeverlust (\dot{Q}_T) und dem Lüftungswärmeverlust zusammen.

Die erfragten Werte (Rechengrößen) können den Formblättern 1 bis 3 zum Erlaß zur Wärmeschutzverordnung vom 19. Januar 1984 (StAnz. S. 414) entnommen werden.

2. Verfahren nach Anlage 2

2.1 Mit diesem Rechenverfahren wird der Wärmeschutznachweis auf der Basis von Energiekennwerten geführt. Es ist nach den Technischen Wohnungsbau-Richtlinien — TWBR 1993 —, die ab dem Programmjahr 1993 für Wohnungen gelten, die mit Wohnungsbauförderungsmitteln auf der Grundlage des Zweiten Wohnungsbaugesetzes gefördert werden, anzuwenden.

Mit dem nachfolgenden Rechenverfahren wird der Heizwärmebedarf bestimmt als Summe der Transmissions- und Lüftungswärmeverluste unter Berücksichtigung der Wärmegegewinne aus Solarstrahlung und inneren Wärmequellen. Dies entspricht dem Nutzenergiebedarf für die Gebäudeheizung. Der Endenergieverbrauch läßt sich daraus abgeleitet ermitteln, wenn zusätzlich der Nutzungsgrad der Heizungsanlage berücksichtigt wird.

Wenn dieses Verfahren angewandt wird, ist damit auch der Nachweis nach geltender Wärmeschutzverordnung bzw. den Formblättern 1 bis 3 meines Erlasses vom 19. Januar 1984 erbracht, da die Anforderungen nach den TWBR — 1993 höher sind.

Weiterhin gelten gemäß § 4 Abs. 1 Nr. 2 der HeizAnV auch ihre Anforderungen nach ihrem § 4 Abs. 1 Satz 1 bzw. Abs. 2 als erfüllt, wenn die Heizungsanlagen entsprechend Abschnitt 5 der TWBR — 1993 mit schadstoffmindernder und energiesparender Heiztechnik versehen sind.

Hierzu zählen Brennwertgeräte und Niedertemperaturkessel. Der Jahresnutzungsgrad der Heizungsanlage soll nicht unter 0,85 liegen. Ein gesonderter Nachweis der Nennwärmeleistung des Wärmerezeugers nach Formblatt 4 der Anlage 1 entfällt somit.

2.2 Es wird Planern und Bauherren, insbesondere öffentlichen Bauherren, dringend empfohlen, dieses Verfahren und die zugehörigen Anforderungen im Hinblick auf zukünftige höhere Anforderungen nach einer novellierten Wärmeschutzverordnung und zur Einsparung von Energie schon jetzt auch für Gebäude anzuwenden, die nicht mit Wohnungsbauförderungsmitteln gefördert werden.

Die Bauaufsichtsbehörden sind deshalb gehalten, diese Nachweise auch dann als erforderliche Nachweise nach geltender Wärmeschutzverordnung und HeizAnV anzuerkennen; sie können sie aber nur für den geförderten Wohnungsbau fordern. Mit dieser bauaufsichtlichen Prüfung wird die nach Nr. 2 Abs. 6 i. V. m. Nr. 5 Abs. 6 der TWBR — 1993 geforderte Überprüfung entbehrlich.

Da die geltende Wärmeschutzverordnung erheblich geringere Anforderungen stellt, gelten die Nachweise auch dann als erbracht, wenn die einzuhaltenden Grenzwerte für nicht geförderte Gebäude mit bis zu zwei Wohnungen von 85 kWh/(m² · a) auf 140 kWh/(m² · a) und für andere Gebäude von 75 kWh/(m² · a) auf 120 kWh/(m² · a) hochgesetzt werden. Der maximal zulässige Wärmebedarf nach HeizAnV darf vereinfacht für das bauaufsichtliche Verfahren wie folgt ermittelt werden:

$$\dot{Q} = \dot{Q}_H / 1,800 \text{ kW}$$

Ein Nachweis nach Formblatt 4 entfällt dann.

Bei Überschreitung auch dieser höheren Grenzwerte muß zusätzlich ein Nachweis nach den Formblättern 1 bis 3 bzw. 4 vorgelegt werden.

Der Erlaß vom 16. August 1982 wird hiermit aufgehoben.

Wiesbaden, 2. Oktober 1992

**Hessisches Ministerium
für Landesentwicklung, Wohnen,
Landwirtschaft, Forsten
und Naturschutz**

VIII 2 — 64 b 18/03 — 1/92

— Gült.-Verz. 3613 —

StAnz. 43/1992 S. 2711

¹⁾ Teil 1, Ausgabe März 1983
Teil 2, Ausgabe März 1983
Teil 3, Ausgabe August 1989

Energiesparender Wärmeschutz von Gebäuden

Nachweis gemäß Heizungsanlagen-Verordnung vom 20. Januar 1989

Objekt:

Wärmebedarf: $\dot{Q} = \dot{Q}_T + \dot{Q}_L$ [W] nach DIN 4701. - Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden

Im bauaufsichtlichen Prüfungsverfahren gilt vereinfachend:

$$\dot{Q}_T = k_m \cdot \frac{A}{V} \cdot V \cdot \Delta\theta \quad [\text{W}] \quad \dot{Q}_L = \alpha \cdot V \cdot c_p \cdot \Delta\theta \quad [\text{W}]$$

Hierin bedeuten:

- \dot{Q} = Gesamt-Wärmebedarf [W]
- \dot{Q}_T = Wärmebedarfsanteil aus Transmission [W]
(aus den Formblättern 1 bis 3 zu berechnen)
- \dot{Q}_L = Wärmebedarfsanteil aus Lüftung [W]
- k_m = mittlerer Transmissionswärmekoeffizient [W/m²K]
aus Formblatt 2 bzw. über Formblatt 3.
- $\frac{A}{V}$ = Verhältnis von wärmetauschender Fläche zu
beheiztem Volumen [m⁻¹]
- V = beheiztes Volumen [m³]
- α = Luftwechselrate je Sekunde [s⁻¹]
- c_p = spezifische Wärme der Luft [J/m³K]
- $\Delta\theta$ = Temperaturdifferenz zwischen innen und außen [K]

k_m	A/V	V	$\Delta\theta$	α	V	$\Delta\theta$	c_p
1	2	3	4	5	6	7	8
			32 K	$0,194 \cdot 10^{-3}$		32 K	$1,2979 \cdot 10^3$

$$\dot{Q}_T = (1) \cdot (2) \cdot (3) \cdot (4) =$$

$$\dot{Q}_L = (6) \cdot 8,057 =$$

$$\dot{Q} = \dot{Q}_T + \dot{Q}_L = \quad [\text{W}]$$

aufgestellt:

NACHWEISVERFAHREN — Datenblatt Gebäude

Gebäudeeigentümer	
Straße, Haus-Nr.	
PLZ, Wohnort	Tel.
Objektanschrift, wenn abweichend vom Wohnort	
Bearbeitung durch: (Name, Anschrift, Telefon-Nr.)	

<u>Gebäude</u>	
- Ein-, Zweifamilienhaus	()
- Mehrfamilienhaus	() mit _____ Wohnungen

Energiebezugsfläche (Wohn- oder Nutzfläche)	EBF	_____ m ²
Luftvolumen (EBF * Raumhöhe)	V	_____ m ³
Luftwechselrate natürliche Lüftung Abluftanlage Wärmerückgewinnung vgl. Erläuterung	β 0,6 0,5	_____
Innere Wärmequellen MFH: 10 kWh/a pro m ² EBF EFH: 8 kWh/a pro m ² EBF	Q _I	_____ kWh/a
einzuhaltender Grenzwert MFH: 75 kWh/(m ² a) EFH: 85 kWh/(m ² a)		_____ kWh/(m ² a)

NACHWEISVERFAHREN — Rechenblatt

TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUSTE							Verluste (kWh/a)
	Fläche (m ²)	k-Wert (W/(m ² K))	Gt (kKh/a)				
Wand	_____	*	_____	*	85	=	_____
Dach und/oder Geschoßdecke ¹⁾	_____	*	_____	*	85	=	_____ +
Fenster	_____	*	_____	*	85	=	_____ +
sonst. Bauteile g. Außenluft o. hinterlüftet	_____	*	_____	*	85	=	_____ +
Boden ¹⁾	_____	*	_____	*	43	=	_____ +
Summe Transmissionswärmeverluste Q_T (kWh/a)							_____
LÜFTUNGSWÄRMEVERLUSTE							
	β (1/h)	V (m ³)	c (Wh/(m ³ K))	Gt (kKh/a)			
Lüftung Q_L	_____	*	_____	*	0,33	*	85 = _____ +
Summe VERLUSTE $Q_V = Q_T + Q_L$ (kWh/a)							$Q_T + Q_L$ _____ Q_V

WÄRMEGEWINNE							Gewinne (kWh/a)
Richtung	r (-)	Fenster- Fläche (m ²)	g-Wert (-)	Strahlung (kWh/(m ² a))			
horizontal	0,56	*	_____	*	_____	*	360 = _____
Süd	0,42	*	_____	*	_____	*	370 = _____ +
Ost	0,42	*	_____	*	_____	*	220 = _____ +
West	0,42	*	_____	*	_____	*	230 = _____ +
Nord	0,42	*	_____	*	_____	*	140 = _____ +
Summe Solargewinne Q_S (kWh/a)							_____ Q_S
Innere Wärmequellen Q_I (kWh/a)							_____ Q_I
Summe FREIE WÄRME $Q_F = Q_S + Q_I$ (kWh/a)							_____ Q_F
Gewinnfaktor Freie Wärme $x = 1 - 0,3 * Q_F / Q_V$							* _____ x
WÄRMEGEWINNE $Q_G = x * Q_F$ (kWh/a)							$x * Q_F$ _____ Q_G

HEIZWÄRMEBEDARF $Q_H = Q_V - Q_G$ (kWh/a)	$Q_V - Q_G$ _____
---	-------------------

ENERGIEKENNWERT Heizwärme Q_H/EBF (kWh/(m ² a))	_____
Grenzwert (kWh/(m ² a))	_____
Grenzwert erfüllt (ja/nein) ?	_____

¹⁾ Bauteile gegen Erdreich oder Keller. Boden gegen Außenluft ist zu behandeln wie übrige Bauteile gegen Außenluft.

²⁾ Es werden jeweils die Bauteile berücksichtigt, die zur wärmetauschenden Hülle gehören.

1. Verluste

1.1 Transmissionswärmeverluste

Für jedes Bauteil der wärmetauschenden Hülle berechnet sich dessen jährlicher Wärmeverlust aus

$$Q_T = A \cdot k \cdot Gt$$

A = Fläche des Bauteils

k = k-Wert des Bauteils

Gt = Heizgradstunden

Zur Berechnung der Bauteilflächen sind Außenmaße zu verwenden. Bei Fenstern sind die Rohbaumaße einzusetzen.

Für Wohngebäude (Innentemperatur 20 °C, Heizgrenze 12 °C) ergeben sich bei hessischem Klima folgende Werte für die Heizgradstunden¹:

Bauteile gegen Außenluft 85 kWh/a

Bauteile gegen Erdreich oder Keller 43 kWh/a

Bauteile, die an hinterlüftete Konstruktionen grenzen (z. B. oberste Geschoßdecke gegen belüftetes Dach) werden wie Bauteile gegen Außenluft behandelt.

Da im Rechenverfahren Bauteilaußenmaße verwendet werden, sind die Verluste über geometrische Wärmebrücken in der Regel in den berechneten Transmissionswärmeverlusten enthalten. Die zusätzlichen Transmissionswärmeverluste für die konstruktiven Wärmebrücken berechnen sich wie folgt:

$$Q_T = l \cdot k^* \cdot Gt$$

l = Länge der Wärmebrücke

k* = Wärmebrückenverlustkoeffizient (bezogen auf Außenmaße der Bauteile)

Zu bevorzugen sind Lösungen mit geringem Wärmebrückenverlustkoeffizient.

1.2 Lüftungswärmeverluste

$$Q_L = \beta \cdot V \cdot c \cdot Gt$$

β = Luftwechselrate

V = Luftvolumen

c = spezifische Wärmespeicherefähigkeit Luft = 0,33 Wh/(m³K)

Gt = Heizgradstunden gegen Außenluft (s. o.)

Das Luftvolumen V ist die Wohn- oder Nutzfläche (Energiebezugsfläche EBF), multipliziert mit der Raumhöhe.

Beim Nachweisverfahren sind für die Luftwechselrate β folgende Werte einzusetzen:

bei natürlicher Lüftung: 0,6

Abluftanlage: 0,5

bei Wärmerückgewinnung:

β = äquivalente Luftwechselrate

$$= \beta_{\text{Rest}} + \beta_{\text{Anlage}} \cdot (1 - \eta_{\text{WRG}})$$

β_{Anlage} = durch die Anlage zu erbringender Luftwechsel

η_{WRG} = Wärmerückgewinnungsgrad

β_{Rest} = Luftwechsel durch Restundichtheiten

= 0,2 1/h (bei sorgfältiger, gut winddichter Ausführung)

Wenn durch einen Drucktest ein Luftwechsel von maximal 1/h bei einer Druckdifferenz von 50 Pa nachgewiesen wurde, darf hier 0,1 eingesetzt werden.

1.3 Summe Wärmeverluste

$$Q_V = Q_T + Q_L$$

Q_T = Transmissionswärmeverluste

Q_L = Lüftungswärmeverluste

2. Gewinne

2.1 Innere Wärmequellen

Die inneren Wärmequellen Q_i sind die Abwärme der Personen sowie der Geräte, die an den Heiztagen anfällt. Abgezogen wird die Energie zum Aufheizen des Kaltwassers, das wie eine negative innere Wärmequelle wirkt.

Für den Wärmeschutznachweis werden die inneren Quellen für Standard-Nutzungsbedingungen abgeschätzt und als Pauschalwert eingesetzt. Für Wohngebäude ist für die inneren Wärmequellen einzusetzen:

10 kWh/a pro m² Wohnfläche bei Mehrfamilienhäusern,

8 kWh/a pro m² Wohnfläche bei Ein- und Zweifamilienhäusern.

¹ Die üblicherweise in der Einheit Kd/a angegebenen Heizgradtage rechnen sich mit 1 d = 24 h und K = 1.000 um in 1 Kd/a = 0,024 kWh/a

2.2 Solarstrahlung

$$Q_S = G \cdot g \cdot r \cdot A$$

G = Globalstrahlung während der Heiztage

g = Gesamtenergie-Durchlaßgrad durch Scheibe

r = Reduktionsfaktor

A = Fensterfläche (Rohbaumaß)

Der Reduktionsfaktor r berücksichtigt den Rahmenteil der Fensterfläche sowie Verschattung und Verschmutzung. Im Nachweisverfahren ist r = 0,42 (Dach 0,56).

Berechnet wird — getrennt nach Himmelsrichtungen — die Solareinstrahlung, die während der Heiztage (Außentemperatur ≤ 12 °C) anfällt.

Für Hessen ist im Nachweisverfahren einzusetzen:

Globalstrahlung Süd	G _S	370 kWh/(m ² a)
Globalstrahlung Ost	G _O	220 kWh/(m ² a)
Globalstrahlung West	G _W	230 kWh/(m ² a)
Globalstrahlung Nord	G _N	140 kWh/(m ² a)
Globalstrahlung horizontal	G _H	360 kWh/(m ² a)

2.3 Freie Wärme

Die Freie Wärme ist die Summe aus den inneren Quellen und der Solareinstrahlung während der Heiztage.

$$Q_F = Q_i + Q_S \quad (\text{innere Quellen und Strahlung})$$

2.4 Gewinnfaktor Freie Wärme

Der Gewinnfaktor Freie beschreibt den Anteil der Freien Wärme, der für die Raumheizung genutzt werden kann.

$$x = 1 - 0,3 \cdot Q_F / Q_V$$

2.5 Wärmegewinne

$$Q_G = x \cdot Q_F \quad (\text{Gewinnfaktor} \cdot \text{Freie Wärme})$$

3. Heizwärmebedarf

$$Q_H = Q_V - Q_G \quad (\text{Verluste} - \text{Gewinne})$$

4. Energiekennwert (Heizwärme) Q_H/EBF

Q_H = Heizwärmebedarf

EBF = Energiebezugsfläche (Wohn- oder Nutzfläche)

5. Einhaltung der Grenzwerte/Zielwerte

Der Energiekennwert Heizwärme muß unterhalb eines nach ökonomischen und ökologischen Kriterien gewählten Grenzwerts/Zielwerts liegen. Für unterschiedliche Gebäudekategorien erfolgt eine unterschiedliche Festsetzung von Grenzwerten/Zielwerten, die zu unterschreiten sind.

Der Energiekennwert erlaubt es, alle Verluste und Gewinne sowie das Ineinandergreifen aller energierelevanten Faktoren zu berücksichtigen. Aus dem Verfahren wird unmittelbar ersichtlich, in welcher Weise die Einflußfaktoren das Ergebnis, den Energieverbrauch beeinflussen. Da das Verfahren das Gesamtgebäude und nicht einzelne Bauteile optimiert, ermöglicht es eine hohe Flexibilität bei der Planung und Gestaltung. Aus diesem Grund wird auf die Festlegung oder Empfehlung von Einzelanforderungen (k-Werte) an Bauteile verzichtet.

6. Bautechnische Anforderungen

6.1 Wärmebrücken

Zur Vermeidung von feuchtigkeitsbedingten Bauschäden und zum Schutz der Bausubstanz ist ein wärmebrückenfreier Aufbau der Wärmedämmung herzustellen. Konstruktive Wärmebrücken sind darüber hinaus aus Gründen der Energieeinsparung und des Wohnkomforts zu vermeiden

Es ist darauf zu achten, daß ein lückenloser Anschluß zwischen Dach-, Dachgeschoßdecken- und Außenwanddämmung gewährleistet wird. Im Anschlußbereich zwischen Kellerdecke und Außenwand ist besondere Sorgfalt auf die Vermeidung konstruktiver Wärmebrücken zu legen. Die Fenster sind in die dämmende Hülle einzufügen. Die Bauteilanschlüsse (z. B. Wand an Dach) sollen wo möglich so ausgeführt werden, daß eine durchgehende Dämmschicht vorliegt, die überall die Stärke aufweist, mit der für die Bauteile im Verfahren gerechnet wird. Ebenso sollen Stahlbetondeckenauflager, Fensterstürze oder Betonstützen in der Außenwand so ausgeführt werden, daß sie von der durchgehenden außenliegenden Wärmedämmung in voller Stärke mit umschlossen werden. Die resultierenden Wärmebrückenverluste sind dann zu vernachlässigen.

Wenn es nicht möglich ist, die Wärmebrücken ganz oder fast vollständig zu vermeiden, soll die Wärmebrückenwirkung durch geeignete Konstruktionen vermindert werden.

Die Beschreibung von Details sowie weitere Hinweise können der Energiesparinformation Nr. 4 „Wärmebrücken“ (Herausgeber: Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten/Institut Wohnen und Umwelt) entnommen werden.

möglichst großer Anteil der Fensterflächen in Südrichtung und möglichst geringer Anteil in Nordrichtung tragen zum Erreichen eines niedrigen Energiekennwertes bei.

6.2 Kontrollierte Wohnungslüftung

Beim Einbau einer Anlage zur kontrollierten Wohnungslüftung ist zur Gewährleistung einwandfreier Raumluftqualität in allen Räumen sowie zur Vermeidung von Bauschäden darauf zu achten, daß als technischer Mindeststandard die Abluftanlagentechnik Anwendung findet. Mit einer solchen Anlage ist eine Luftwechselzahl von mindestens 0,5 pro Stunde sicherzustellen. Auf geringen Stromverbrauch ist zu achten. Durch eine winddichte Konstruktion ist sicherzustellen, daß bei 50 Pascal Unterdruck der Luftwechsel nicht mehr als das Dreifache des Luftvolumens der beheizten Räume pro Stunde beträgt.

6.3 Wärmerückgewinnung

Beim Einbau von Wärmerückgewinnungssystemen ist sicherzustellen, daß das Verhältnis zwischen der für den Betrieb erforderlichen elektrischen Energie und der zurückgewonnenen Wärmemenge mindestens 1 : 5 beträgt. Um die Wirksamkeit einer Anlage zur kontrollierten Wohnungslüftung zu gewährleisten, ist auf eine möglichst luftdichte Ausführung der gesamten Gebäudehülle zu achten. Dies gilt insbesondere für den Bereich der Dachkonstruktion. Bei 50 Pascal Unterdruck soll der Luftwechsel nicht mehr als das Zweifache des Luftvolumens der beheizten Räume pro Stunde betragen.

6.4 Baukörper

Ein möglichst niedriges Oberflächen-Volumen-Verhältnis trägt dazu bei, die Transmissionswärmeverluste zu begrenzen und den Heizwärmebedarf zu senken. Eine optimale Gebäudeorientierung in Süd- oder Südsüdwestrichtung sowie ein

859

Vollzug der Heizungsanlagen-Verordnung und der Wärmeschutzverordnung im bauaufsichtlichen Genehmigungsverfahren;

hier: Einsparung von Energie bei Bauten mit staatlichen Zuwendungen

Bezug: Gemeinsamer Erlaß vom 21. April 1993 (StAnz. S. 1099), meine Erlasse vom 2. Oktober 1992 (StAnz. S. 2711) und vom 12. März 1993 (n. v.)

In dem Gemeinsamen Erlaß ist vorgeschrieben, daß für Bauten mit staatlichen Zuwendungen zur Einsparung von Energie die „Bau-technischen Richtlinien zur Einsparung von Energie bei Bauten des Landes“ ab sofort anzuwenden sind.

Die in den Richtlinien geforderten Nachweise ersetzen nach Abschnitt 2 meines Erlasses vom 2. Oktober 1992 die erforderlichen Nachweise nach geltender Wärmeschutzverordnung und Heizungsanlagen-Verordnung.

Zur bauaufsichtlichen Prüfung ist deshalb ab 1. Januar 1994 ein vereinfachter Nachweis entsprechend Anlage 2 meines Erlasses vom 2. Oktober 1992 oder der Anlage zu diesem Erlaß unter Ein-

haltung der Grenzwerte der Energiekennwerte nach Tabelle 1 der Anlage zu fordern.

Die Bauaufsichtsbehörden selbst haben vom Antragsteller eine Erklärung zu verlangen, ob es sich bei den zu genehmigenden Gebäuden um Bauten mit staatlichen Zuwendungen bzw. um Gebäude nach den Technischen Wohnungsbau-Richtlinien handelt. Wird für derartige Bauten ein Wärmeschutznachweis auf der Basis von Energiekennwerten mit den Bauvorlagen nicht eingebracht, so ist er für die Baugenehmigung vom Antragsteller anzufordern.

Die in der Tabelle C 2.2 des Anhangs genannten k- und g-Werte für Fenster dürfen vereinfachend als Anhaltswerte für den Nachweis im Baugenehmigungsverfahren benutzt werden.

Wiesbaden, 12. August 1993

Hessisches Ministerium für Landesentwicklung, Wohnen, Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz
VIII 2 — 64 b 18/03 — 1/93
— Gült.-Verz. 3612 —
StAnz. 36/1993 S. 2211

Anlage

Tabelle 1: Systemanforderung Energiekennwert Heizwärme

Energiekennwert Heizwärme von Gebäuden bei Standardnutzung [kWh/(m ² · a)]			
Gebäude-kategorie	Grenzwert	Zielwert	Beispiele
I	85	60	Einfamilienhäuser, Zweifamilienhäuser
II	75	50	Mehrfamilienhäuser, Alterswohnungen, Hotel, Herbergen, Heime
III	75	50	Verwaltungsbauten, Schulen, Bibliotheken, Betriebsgebäude, einfache Läden, Museen
IV	60	40	Lager, Sporthallen, Werkstätten, Fahrzeugdepots ¹⁾
V	85	60	spezielle Bauten, Forschungsinstitute, Hörsäle, Labors, Wäschereien, Warenhäuser, Restaurationsbetriebe, Krankenhäuser, Bäder, Theater, Radio-, Fernsehstudios und Bauten mit Ausnahmekriterien gemäß Ziffer 3.5.4

Bemerkungen:

¹⁾ Ist bei einem Gebäude der Kategorie IV keine Nutzung mit reduzierter Temperatur möglich, hat es die Anforderungen der Gebäudekategorie III zu erfüllen.

Komponenten der Berechnung

Dieser Abschnitt gibt Hinweise für die Arbeit mit den Berechnungsblättern. Folgende Daten sind für die Berechnung des Heizwärmebedarfs und der Heizzahl erforderlich:

— den Projektunterlagen zu entnehmen:

- Geometrische Daten
- Bauteildaten

— durch das Berechnungsverfahren vorgegeben:

- Nutzungsdaten
- Rechenwerte
- Klimadaten

a) Geometrische Daten

Den Projektunterlagen sind folgende geometrische Daten zu entnehmen:

1. Energiebezugsfläche

Summe aller Wohn- bzw. Nutzflächen (einschl. Verkehrsflächen) eines Gebäudes, für deren Nutzung eine Beheizung notwendig ist.

Zur Berechnung der Wohn- und Nutzflächen sind Innenmaße zu verwenden.

2. Bauteilflächen

Die Bauteilflächen bilden die vollständige äußere Umhüllung des beheizten Gebäudevolumens (wärmetauschende Gebäudehülle). Zum beheizten Gebäudevolumen zählen außer den aktiv beheizten Räumen auch unbeheizte Gebäudeteile, deren Umschließungsflächen zum überwiegenden Teil an beheizte Räume grenzen (z. B. unbeheizte Flure).

Zur Berechnung der Bauteilflächen sind Außenmaße zu verwenden.

3. Beheiztes Volumen

Von der Gebäudehülle eingeschlossenes genutztes und beheiztes Nettoluftvolumen. Es ergibt sich als Produkt der Energiebezugsfläche und der mittleren Geschoßhöhe.

b) Bauteildaten

1. Nichttransparente Bauteilflächen

Die k-Werte der einzelnen Bauteilflächen sind, wenn nicht in den Projektunterlagen ausgewiesen, mit Baustoffkennwerten aus der DIN 4108 oder aus dem Produktprüfzeugnis gemäß der DIN 4108 zu berechnen.

Kommen bei einem Bauteil verschiedene Konstruktionen vor, so sind die k-Werte nach Flächenanteilen gewichtet zu mitteln.

Die Werte für die inneren und äußeren Wärmeübergangskoeffizienten α_i, α_e sowie für die Wärmeleitfähigkeit λ sind aus der DIN 4108, Teil 4 oder dem Bundesanzeiger zu entnehmen.

2. Transparente Bauteilflächen

Die k- und g-Werte sind dem Prüfzeugnis zu entnehmen. Für überschlägige Berechnungen bietet folgende Tabelle Anhaltswerte:

Tabelle C 2.2: k- und g-Werte für Fenster (Anhaltswerte)

	g-Wert Gesamt- energie- durch- laßgrad ¹⁾	k-Wert [W/(m ² · K)] inkl. Rahmen und Randverbund des Fensters ^{2) 3)}
Klarglas (einfach)	1fach 0,8	5,2
Klarglas (Isolier- verglasung mit 12 mm Luftzwischenraum ³⁾)	2fach 0,7	2,6
	3fach 0,6	2,0
Wärmeschutzverglasung	2fach 0,62	1,5

Glasanteil der Fensterfläche $f_g = 0,7$ oder genauere Werte aus dem Projekt

¹⁾ g-Werte für Globalstrahlung während der Heizperiode

²⁾ für Holz-/Metallrahmen mit einer Größe von <math> < 5 \text{ m}^2 </math> mit Rahmenanteil <math> < 25\% </math> bzw. >math> > 5 \text{ m}^2 </math> mit Rahmenanteil <math> < 15\% </math>

³⁾ für andere Luftzwischenräume und Rahmenmaterialien vgl. DIN 4108, Teil 4

Werte für den Gesamtenergiedurchlaß g, die nach DIN 67507 für senkrechten Strahlungsdurchgang ermittelt werden, sind um 15% zu vermindern.

3.2 Zu den Erneuerungsmaßnahmen nach § 8 Abs. 2 i. V. m. Anlage 3 WärmeschutzV zählt bei Außenwänden nicht die Erneuerung, die Ausbesserung und der Anstrich des Putzes. Bei der Erneuerung der Dachhaut von Dächern, die keine Dachverschalung aufweisen, ist die Tabelle 1 der Anlage 3 WärmeschutzV einzuhalten. Hierzu zählen z. B. Ziegeldächer mit Unterspannbahn. Andererseits unterliegt die Neueindeckung von Dächern mit vorhandenen Dachverschalungen nur dann den Anforderungen der WärmeschutzV, wenn gleichzeitig die Dachverschalung selbst erneuert wird oder Dämmschichten eingebaut werden.

4. Ausnahmen und Härtefälle

4.1 Nach § 11 Abs. 2 WärmeschutzV sind Ausnahmen von den Anforderungen der WärmeschutzV für Baudenkmäler oder sonstige erhaltenswerte Bausubstanz möglich, wenn die Substanz oder das Erscheinungsbild beeinträchtigt werden könnten oder unverhältnismäßig hoher Aufwand entstehen würde. Zuständige Stelle für diese Ausnahmen ist wie bei § 23 Abs. 2 der Hessischen Bauordnung (HBO) auch hier die untere Bauaufsichtsbehörde. Vom Ausnahmerecht sollte in diesen Fällen wegen der Wichtigkeit der genannten Gründe möglichst weitgehend Gebrauch gemacht werden.

4.2 Die Ausnahme nach § 11 Abs. 3 WärmeschutzV für Maßnahmen, die die Ziele der Verordnung auf andere Weise als in der Verordnung festgelegt erreichen, wird auf Antrag von der obersten Bauaufsichtsbehörde erteilt. Hierunter fallen insbesondere Innovationen für neue Bauprodukte entsprechend § 23 Abs. 1 HBO bzw. neue Bauarten und Technologien entsprechend § 24 HBO.

4.3 Härtefälle im Einzelfall nach § 14 WärmeschutzV sind von der unteren Bauaufsichtsbehörde zu entscheiden.

5. Technische Wohnungsbau-Richtlinien 1993 (StAnz. S. 2153)

Für die Wohnbauten des laufenden Förderprogramms sind bis auf weiteres zur Gleichbehandlung die Wärmeschutz-nachweise nach Anhang 2 der TWBR 1993 zu fordern.

Dies gilt auch für Bauten, deren Errichtung nach den „Richtlinien des Landes Hessen für die Förderung des Baus, Ausbaus und der Anmietung von Wohnraum für Studierende unter Berücksichtigung des Bund-Länder-Programms“

(StAnz. 1993 S. 1907) gefördert wird, sowie für Ausbaumaßnahmen zur Sanierung, Modernisierung oder Neuanlage von Wohnraum auf Grund des Dorferneuerungsprogramms (StAnz. 1992 S. 1784). Wird das nach Anhang 2 der TWBR 1993 zu fordernde Verfahren für Gebäude angewendet, die nicht mit Wohnungsbauförderungsmitteln gefördert werden, so sind die Bauaufsichtsbehörden weiterhin gehalten, diese Nachweise als erforderliche Nachweise nach geltender Wärmeschutzverordnung anzuerkennen.

Damit gelten auch die Anforderungen der neuen WärmeschutzV nach § 11 Abs. 3 WärmeschutzV als allgemeine Ausnahme als erfüllt, da die Ziele der Verordnung durch diese andere Maßnahme in mehr als gleichem Umfang erreicht werden.

Um für die geforderte Erstellung des Wärmebedarfsausweises notwendige zusätzliche Berechnungen mit dem Verfahren der WärmeschutzV zu vermeiden, darf näherungsweise nach Anlage 4 dieses Erlasses verfahren werden.

6. Bauten mit staatlichen Zuwendungen (StAnz. 1993 S. 1099), Bauten des Landes (StAnz. 1992 S. 2982)

Bei Bauten, die unter die Regelungen des Erlasses „Einsparung von Energie bei Bauten mit staatlichen Zuwendungen“ fallen und bei denen die Anwendung der „Bautechnischen Richtlinien zur Einsparung von Energie bei Bauten des Landes“ verbindlich festgelegt worden ist, sind bis auf weiteres die dort geforderten Nachweise für die bauaufsichtliche Prüfung zu erbringen. Die Regelungen meines Erlasses vom 12. August 1993 (StAnz. S. 2211) gelten weiterhin. Ziffer 5 Satz 2 und 3 gelten entsprechend.

Die Erlasse vom 19. Januar 1984 (StAnz. S. 414) und 12. März 1988 (StAnz. S. 838) werden hiermit aufgehoben.

Wiesbaden, 10. Februar 1995

Hessisches Ministerium für
Landesentwicklung, Wohnen,
Landwirtschaft, Forsten
und Naturschutz

VIII 2 — 64 b 18/03 — 1/95
— Gült.-Verz. 3612 —

StAnz. 10/1995 S. 759

**Bundesministerium
für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau**

**Allgemeine Verwaltungsvorschrift
zu § 12 der Wärmeschutzverordnung
(AVV Wärmebedarfsausweis)**

Vom 20. Dezember 1994

Nach § 12 der Wärmeschutzverordnung vom 16. August 1994 (BGBl. I S. 2121) erläßt die Bundesregierung die folgende allgemeine Verwaltungsvorschrift:

§ 1

Zweck des Wärmebedarfsausweises

Der Wärmebedarfsausweis enthält die auf Grund des Ersten oder Zweiten Abschnittes der Wärmeschutzverordnung ermittelten wesentlichen Ergebnisse der rechnerischen Nachweise eines Gebäudes oder eines Gebäudeteils. Er stellt die energiebezogenen Merkmale dieses Gebäudes oder Gebäudeteils im Sinne des Artikels 2 der Richtlinie 93/76/EWG des Rates vom 13. September 1993 zur Begrenzung der Kohlendioxidemissionen durch eine effizientere Energienutzung - SAVE - (ABl. EG Nr. L 237 S. 28) dar.

§ 2

Allgemeine Angaben

Der Wärmebedarfsausweis muß folgende allgemeine Angaben enthalten:

1. die Bezeichnung des Gebäudes oder Gebäudeteils sowie Ort, Straße, Hausnummer, Gemarkung und Flurstücknummer,
2. das Datum der Ausfertigung des Wärmebedarfsausweises,
3. den Namen, die Anschrift und die eigenhändige Unterschrift des Aufstellers.

§ 3

Angaben für Gebäude nach dem Ersten Abschnitt der Wärmeschutzverordnung

(1) Neben den allgemeinen Angaben nach § 2 muß der Wärmebedarfsausweis für Gebäude nach dem Ersten Abschnitt der Wärmeschutzverordnung die folgenden Angaben enthalten:

1. die wärmeübertragende Umfassungsfläche A , das beheizte Bauwerksvolumen V , das Verhältnis A/V und eine hervorgehobene Gegenüberstellung des ermittelten, auf das beheizte Bauwerksvolumen V oder die nach der Wärmeschutzverordnung zugrunde gelegte Gebäudenutzfläche A_N bezogenen Wertes des Jahres-Heizwärmebedarfs Q_H oder Q_H' des Gebäudes mit dem nach Anlage 1 Ziffer 1.0 der Wärmeschutzverordnung maximal zulässigen Wert in $\text{kWh/m}^3 \cdot \text{a}$ oder $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{a}$,

2. den Hinweis:

„Dem flächenbezogenen Wert Q_H' des Jahres-Heizwärmebedarfs liegt eine aus dem Gebäudevolumen abgeleitete Fläche (Gebäudenutzfläche A_N) zugrunde.“

Zusätzlich ist die Möglichkeit vorzusehen, den Jahres-Heizwärmebedarf zusätzlich auf eine von der Gebäudenutzfläche A_N abweichende Wohn- oder Nutzfläche bezogen anzugeben.

3. den Hinweis:

„Die vorstehenden Werte des Jahres-Heizwärmebedarfs geben vorrangig Anhaltspunkte für die vergleichende Beurteilung der energetischen Qualität von Gebäuden. Diese Werte werden unter einheitlichen Randbedingungen ermittelt, die durch die Wärmeschutzverordnung vorgegeben sind (z. B. meteorologische Daten, bestimmte Annahmen über nutzbare interne Wärmegewinne und den Luftwechsel). Insoweit, wegen des nicht einbezogenen Wirkungsgrads der Heizungsanlage und wegen der im Einzelfall unterschiedlichen Nutzergewohnheiten kann der tatsächliche Heizenergieverbrauch aus dem Jahres-Heizwärmebedarf nur bedingt abgeleitet werden. Die vorstehenden Werte des Jahres-Heizwärmebedarfs können darüber hinaus nur dann zutreffen, wenn die Dichtheitsanforderungen und die übrigen Anforderungen der Wärmeschutzverordnung erfüllt werden.“

4. der gesamte Jahres-Heizwärmebedarf Q_H sowie die Zusammenstellung der Einzelwerte für den Transmissionswärmebedarf Q_T , den Lüftungswärmebedarf Q_L , die nutzbaren internen Wärmegewinne Q_i und die nutzbaren solaren Wärmegewinne Q_S nach Anlage 1 Ziffer 1.6 der Wärmeschutzverordnung, jeweils in kWh/a .

5. die Gebäudenutzfläche A_N in m^2 und das anrechenbare Luftvolumen V_L in m^3 nach Anlage 1 Ziffer 1.4 der Wärmeschutzverordnung.

6. eine tabellarische Zusammenstellung der Bauteile der wärmeübertragenden Umfassungsfläche nach Anlage 1 Ziffer 1.1 und Ziffer 1.5.2.3 der Wärmeschutzverordnung, deren jeweilige Flächen in m^2 , deren Wärmedurchgangskoeffizienten in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ und die zugehörigen Faktoren zur Berücksichtigung bauteilspezifischer Temperaturdifferenzen nach Anlage 1 Ziffer 1.5.2 der Wärmeschutzverordnung; bei Verglasungen sind darüber hinaus auch deren Gesamtenergiedurchlaßgrad g_g und Orientierung nach Anlage 1 Ziffer 1.6.4 der Wärmeschutzverordnung anzugeben.

7. Hinweise auf die Berücksichtigung

- a) geschlossener, nicht beheizter Glasvorbauten mit Angabe der angesetzten Minderungsfaktoren nach Anlage 1 Nr. 1.5.3 der Wärmeschutzverordnung,
- b) mechanisch betriebener Lüftungsanlagen mit oder ohne Wärmerückgewinnung, gegebenenfalls mit Angabe des Anteils der rückgewonnenen Wärme nach Anlage 1 Ziffer 1.6.3 in Verbindung mit Ziffer 2 der Wärmeschutzverordnung,
- c) wegen ausschließlicher Nutzung als Büro- oder Verwaltungsgebäude erhöhter Werte der nutzbaren internen Wärmegewinne nach Anlage 1 Ziffer 1.5.5 letzter Satz der Wärmeschutzverordnung.

[2] Für kleine Wohngebäude mit bis zu zwei Vollgeschossen und nicht mehr als drei Wohneinheiten, für die auf Grund des § 3 Abs. 1 Satz 2 der Wärmeschutzverordnung der vereinfachte Nachweis nach Anlage 1 Ziffer 7 geführt wurde, ist es auch zulässig, daß der Wärmebedarfsausweis die folgenden Angaben anstelle der in Absatz 1 genannten enthält:

1. den Hinweis: „Für das Gebäude wurde auf Grund des § 3 Abs. 1 Satz 2 der Wärmeschutzverordnung der vereinfachte Nachweis nach Anlage 1 Ziffer 7 geführt.“,

2. eine tabellarische Gegenüberstellung der nach Anlage 1 Ziffer 7 der Wärmeschutzverordnung maximal zulässigen und der vorhandenen Wärmedurchgangskoeffizienten k der Bauteile in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; die äquivalenten Wärmedurchgangskoeffizienten k_{eq} der außenliegenden Fenster, Fenstertüren und Dachfenster und die zugehörigen Flächen sind entsprechend Anlage 1 Ziffer 1.6.4.2 und Fußnote 2 zu Anlage 1 Tabelle 2 der Wärmeschutzverordnung in Zusammenhang mit dem mittleren äquivalenten Wärmedurchgangskoeffizienten $k_{\text{m,FE}}$ einzeln anzugeben.

Zusätzlich zu den Angaben nach Satz 1 ist die Möglichkeit für folgende Angaben vorzusehen:

die wärmeübertragende Umfassungsfläche A nach Anlage 1 Ziffer 1.1 in m^2 , das beheizte Bauwerksvolumen V nach Anlage 1 Ziffer 1.2 in m^3 und das Verhältnis A/V in m^2 nach Anlage 1 Ziffer 1.3 der Wärmeschutzverordnung sowie den zu diesem A/V -Wert gehörigen maximal zulässigen Jahres-Heizwärmebedarf Q_H oder Q_H' nach Anlage 1 Ziffer 1.0 der Wärmeschutzverordnung in $\text{kWh/m}^3 \cdot \text{a}$ oder $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{a}$.

Dabei ist folgender Hinweis hinzuzufügen:

„Die Werte können zur Beschreibung der energetischen Qualität eines Gebäudes als Orientierungswerte herangezogen werden; sie geben vorrangig Anhaltspunkte für die vergleichende Beurteilung von Gebäuden, ihnen liegen einheitliche Randbedingungen zugrunde, die durch die Wärmeschutzverordnung vorgegeben sind (z. B. meteorologische Daten, bestimmte Annahmen über nutzbare interne Wärmegewinne und den Luftwechsel). Insoweit, wegen des nicht einbezogenen Wirkungsgrads der Heizungsanlage und wegen der im Einzelfall unterschiedlichen Nutzergewohnheiten kann der tatsächliche Heizenergieverbrauch aus dem Jahres-Heizwärmebedarf nur bedingt abgeleitet werden. Die vorstehend angegebenen Werte können darüber hinaus nur dann zutreffen, wenn die Dichtheitsanforderungen und die übrigen Anforderungen der Wärmeschutzverordnung erfüllt werden.“

§ 4

Angaben für Gebäude

nach dem Zweiten Abschnitt der Wärmeschutzverordnung

Neben den allgemeinen Angaben nach § 2 muß der Wärmebedarfsausweis für Gebäude nach dem Zweiten Abschnitt der Wärmeschutzverordnung die folgenden Angaben enthalten:

1. die wärmeübertragende Umfassungsfläche A nach Anlage 1 Ziffer 1.1 in m^2 , das beheizte Bauwerksvolumen V nach Anlage 1 Ziffer 1.2 in m^3 sowie das Verhältnis A/V in m^2 nach Anlage 1 Ziffer 1.3 der Wärmeschutzverordnung.

2. den Jahres-Transmissionswärmebedarf Q_T nach Anlage 2 Ziffer 2.0 der Wärmeschutzverordnung sowie eine Gegenüberstellung des nach Anlage 2 Ziffer 2.1 der Wärmeschutzverordnung ermittelten, auf das beheizte Bauwerksvolumen V bezogenen Wertes des Jahres-Transmissionswärmebedarfs Q_T' des Gebäudes mit dem nach Anlage 2 Ziffer 1 der Wärmeschutzverordnung maximal zulässigen Wert in $\text{kWh/m}^3 \cdot \text{a}$.
3. den Hinweis:

„Die vorstehenden Werte des Jahres-Transmissionswärmebedarfs geben vorrangig Anhaltspunkte für die vergleichende Beurteilung der energetischen Qualität von Gebäuden. Diese Werte werden unter einheitlichen Randbedingungen ermittelt, die durch die Wärmeschutzverordnung vorgegeben sind (z. B. meteorologische Daten). Insoweit, wegen nicht einbezogener weiterer energetischer Einflußgrößen und wegen der im Einzelfall unterschiedlichen Nutzergewohnheiten kann der tatsächliche Heizenergieverbrauch aus dem Jahres-Transmissionswärmebedarf nur bedingt abgeleitet werden.“

Die vorstehenden Werte des Jahres-Transmissionswärmebedarfs treffen darüber hinaus nur zu, wenn die Dichtheitsanforderungen und die übrigen Anforderungen der Wärmeschutzverordnung erfüllt werden.“

4. eine tabellarische Zusammenstellung der Bauteile der wärmeübertragenden Umfassungsfläche nach Anlage 2 Ziffer 2.0 der Wärmeschutzverordnung, deren jeweilige Fläche in m^2 , deren Wärmedurchgangskoeffizienten in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ und die zugehörigen Faktoren zur Berücksichtigung bauteilspezifischer Temperaturdifferenzen.

§ 5

Gestaltung des Wärmebedarfsausweises

Überschrift, Aufbau und Inhalt des Wärmebedarfsausweises müssen für Gebäude nach dem Ersten Abschnitt der Wärmeschutzverordnung dem Muster A oder B in Anhang 1 und für Gebäude nach dem Zweiten Abschnitt der Wärmeschutzverordnung dem Muster in Anhang 2 entsprechen.

§ 6

Ergebnisse energetischer Untersuchungen an Gebäuden

Werden an Gebäuden durch fachkundige Stellen energetische Untersuchungen und Messungen, insbesondere Überprüfungen der Dichtheit des gesamten Gebäudes nach Anlage 4 Ziffer 2 der Wärmeschutzverordnung, durchgeführt, dürfen deren Ergebnisse als Anlage zum Wärmebedarfsausweis hinzugefügt werden.

§ 7

Gebäude mit gemischter Nutzung

Bei Gebäuden mit gemischter Nutzung, für deren Gebäudeteile auf Grund des § 9 der Wärmeschutzverordnung oder auf Grund einer Differenzierung entsprechend Anlage 1 Ziffer 1.5 letzter Satz unterschiedliche Vorschriften gelten, ist für jede Gebäudeteil ein vollständiger Wärmebedarfsausweis aufzustellen.

§ 8

Ausnahmen, Härtefälle

Die §§ 11 und 14 der Wärmeschutzverordnung finden auch auf die Verpflichtung zur Aufstellung eines Wärmebedarfsausweises entsprechend Anwendung.

§ 9

Inkrafttreten

Diese allgemeine Verwaltungsvorschrift tritt am 1. Januar 1995 in Kraft.

Der Bundesrat hat zugestimmt.

Bonn, den 20. Dezember 1994

Der Bundeskanzler

Dr. Helmut Kohl

Der Bundesminister für Wirtschaft

Re x r o d t

Der Bundesminister

für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau

Klaus Töpfer

**Bundesministerium
für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau**

**Allgemeine Verwaltungsvorschrift
zu § 12 der Wärmeschutzverordnung
(AVV Wärmebedarfsausweis)**

Vom 28. Dezember 1994

Nach § 12 der Wärmeschutzverordnung vom 16. August 1994 (BGBl. I S. 2121) erläßt die Bundesregierung die folgende allgemeine Verwaltungsvorschrift:

§ 1

Zweck des Wärmebedarfsausweises

Der Wärmebedarfsausweis enthält die auf Grund des Ersten oder Zweiten Abschnittes der Wärmeschutzverordnung ermittelten wesentlichen Ergebnisse der rechnerischen Nachweise eines Gebäudes oder eines Gebäudeteils. Er stellt die energiebezogenen Merkmale dieses Gebäudes oder Gebäudeteils im Sinne des Artikels 2 der Richtlinie 93/78/EWG des Rates vom 13. September 1993 zur Begrenzung der Kohlendioxidemissionen durch eine effizientere Energienutzung - SAVE - (ABl. EG Nr. L 237 S. 28) dar.

§ 2

Allgemeine Angaben

Der Wärmebedarfsausweis muß folgende allgemeine Angaben enthalten:

1. die Bezeichnung des Gebäudes oder Gebäudeteils sowie Ort, Straße, Hausnummer, Gemarkung und Flurstücknummer,
2. das Datum der Ausfertigung des Wärmebedarfsausweises,
3. den Namen, die Anschrift und die eigenhändige Unterschrift des Aufstellers.

§ 3

**Angaben für Gebäude nach dem Ersten Abschnitt
der Wärmeschutzverordnung**

(1) Neben den allgemeinen Angaben nach § 2 muß der Wärmebedarfsausweis für Gebäude nach dem Ersten Abschnitt der Wärmeschutzverordnung die folgenden Angaben enthalten:

1. die wärmeübertragende Umfassungsfläche A , das beheizte Bauwerksvolumen V , das Verhältnis A/V und eine hervorgehobene Gegenüberstellung des ermittelten, auf das beheizte Bauwerksvolumen V oder die nach der Wärmeschutzverordnung zugrunde gelegte Gebäudenutzfläche A_N bezogenen Wertes des Jahres-Heizwärmebedarfs Q_H oder Q_H des Gebäudes mit dem nach Anlage 1 Ziffer 1.0 der Wärmeschutzverordnung maximal zulässigen Wert in $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ oder $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{a}$,

2. den Hinweis:

„Dem flächenbezogenen Wert Q_H des Jahres-Heizwärmebedarfs liegt eine aus dem Gebäudevolumen abgeleitete Fläche [Gebäudenutzfläche A_N] zugrunde.“

Zusätzlich ist die Möglichkeit vorzusehen, den Jahres-Heizwärmebedarf zusätzlich auf eine von der Gebäudenutzfläche A_N abweichende Wohn- oder Nutzfläche bezogen anzugeben.

3. den Hinweis:

„Die vorstehenden Werte des Jahres-Heizwärmebedarfs geben vorrangig Anhaltspunkte für die vergleichende Beurteilung der energetischen Qualität von Gebäuden. Diese Werte werden unter einheitlichen Randbedingungen ermittelt, die durch die Wärmeschutzverordnung vorgegeben sind (z. B. meteorologische Daten, bestimmte Annahmen über nutzbare interne Wärmegewinne und den Luftwechsel). Insofern, wegen des nicht einbezogenen Wirkungsgrads der Heizungsanlage und wegen der im Einzelfall unterschiedlichen Nutzergewohnheiten kann der tatsächliche Heizenergieverbrauch aus dem Jahres-Heizwärmebedarf nur bedingt abgeleitet werden. Die vorstehenden Werte des Jahres-Heizwärmebedarfs können darüber hinaus nur dann zutreffen, wenn die Dichtheitsanforderungen und die übrigen Anforderungen der Wärmeschutzverordnung erfüllt werden.“

4. der gesamte Jahres-Heizwärmebedarf Q_H sowie die Zusammenstellung der Einzelwerte für den Transmissionswärmebedarf Q_T , den Lüftungswärmebedarf Q_L , die nutzbaren internen Wärmegewinne Q_i und die nutzbaren solaren Wärmegewinne Q_s nach Anlage 1 Ziffer 1.6 der Wärmeschutzverordnung, jeweils in kWh/a ,

5. die Gebäudenutzfläche A_N in m^2 und das anrechenbare Luftvolumen V_L in m^3 nach Anlage 1 Ziffer 1.4 der Wärmeschutzverordnung.

6. eine tabellarische Zusammenstellung der Bauteile der wärmeübertragenden Umfassungsfläche nach Anlage 1 Ziffer 1.1 und Ziffer 1.5.2.3 der Wärmeschutzverordnung, deren jeweilige Flächen in m^2 , deren Wärmedurchgangskoeffizienten in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ und die zugehörigen Faktoren zur Berücksichtigung bauteilspezifischer Temperaturdifferenzen nach Anlage 1 Ziffer 1.5.2 der Wärmeschutzverordnung; bei Verglasungen sind darüber hinaus auch deren Gesamtergiedurchlaßgrad g , und Orientierung nach Anlage 1 Ziffer 1.5.4 der Wärmeschutzverordnung anzugeben.

7. Hinweise auf die Berücksichtigung

a) geschlossener, nicht beheizter Glasvorbauten mit Angabe der angesetzten Minderungsfaktoren nach Anlage 1 Nr. 1.5.3 der Wärmeschutzverordnung,

b) mechanisch betriebener Lüftungsanlagen mit oder ohne Wärmerückgewinnung, gegebenenfalls mit Angabe des Anteils der rückgewonnenen Wärme nach Anlage 1 Ziffer 1.6.3 in Verbindung mit Ziffer 2 der Wärmeschutzverordnung,

c) wegen ausschließlicher Nutzung als Büro- oder Verwaltungsgebäude erhöhter Werte der nutzbaren internen Wärmegewinne nach Anlage 1 Ziffer 1.6.5 letzter Satz der Wärmeschutzverordnung.

(2) Für kleine Wohngebäude mit bis zu zwei Vollgeschossen und nicht mehr als drei Wohneinheiten, für die auf Grund des § 3 Abs. 1 Satz 2 der Wärmeschutzverordnung der vereinfachte Nachweis nach Anlage 1 Ziffer 7 geführt wurde, ist es auch zulässig, daß der Wärmebedarfsausweis die folgenden Angaben anstelle der in Absatz 1 genannten enthält:

1. den Hinweis: „Für das Gebäude wurde auf Grund des § 3 Abs. 1 Satz 2 der Wärmeschutzverordnung der vereinfachte Nachweis nach Anlage 1 Ziffer 7 geführt.“,

2. eine tabellarische Gegenüberstellung der nach Anlage 1 Ziffer 7 der Wärmeschutzverordnung maximal zulässigen und der vorhandenen Wärmedurchgangskoeffizienten k der Bauteile in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; die äquivalenten Wärmedurchgangskoeffizienten k_{eq} der außenliegenden Fenster, Fenstertürn und Dachfenster und die zugehörigen Flächen sind entsprechend Anlage 1 Ziffer 1.6.4.2 und Fußnote 2 zu Anlage 1 Tabelle 2 der Wärmeschutzverordnung in Zusammenhang mit dem mittleren äquivalenten Wärmedurchgangskoeffizienten $k_{m,eq}$ einzeln anzugeben.

Zusätzlich zu den Angaben nach Satz 1 ist die Möglichkeit für folgende Angaben vorzusehen:

die wärmeübertragende Umfassungsfläche A nach Anlage 1 Ziffer 1.1 in m^2 , das beheizte Bauwerksvolumen V nach Anlage 1 Ziffer 1.2 in m^3 und das Verhältnis A/V in m^2 nach Anlage 1 Ziffer 1.3 der Wärmeschutzverordnung sowie den zu diesem A/V -Wert gehörigen maximal zulässigen Jahres-Heizwärmebedarf Q_H oder Q_H nach Anlage 1 Ziffer 1.0 der Wärmeschutzverordnung in $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ oder $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{a}$.

Dabei ist folgender Hinweis hinzuzufügen:

„Die Werte können zur Beschreibung der energetischen Qualität eines Gebäudes als Orientierungswerte herangezogen werden; sie geben vorrangig Anhaltspunkte für die vergleichende Beurteilung von Gebäuden. Ihnen liegen einheitliche Randbedingungen zugrunde, die durch die Wärmeschutzverordnung vorgegeben sind (z. B. meteorologische Daten, bestimmte Annahmen über nutzbare interne Wärmegewinne und den Luftwechsel). Insofern, wegen des nicht einbezogenen Wirkungsgrads der Heizungsanlage und wegen der im Einzelfall unterschiedlichen Nutzergewohnheiten kann der tatsächliche Heizenergieverbrauch aus dem Jahres-Heizwärmebedarf nur bedingt abgeleitet werden. Die vorstehend angegebenen Werte können darüber hinaus nur dann zutreffen, wenn die Dichtheitsanforderungen und die übrigen Anforderungen der Wärmeschutzverordnung erfüllt werden.“

§ 4

Angaben für Gebäude

nach dem Zweiten Abschnitt der Wärmeschutzverordnung

Neben den allgemeinen Angaben nach § 2 muß der Wärmebedarfsausweis für Gebäude nach dem Zweiten Abschnitt der Wärmeschutzverordnung die folgenden Angaben enthalten:

1. die wärmeübertragende Umfassungsfläche A nach Anlage 1 Ziffer 1.1 in m^2 , das beheizte Bauwerksvolumen V nach Anlage 1 Ziffer 1.2 in m^3 sowie das Verhältnis A/V in m^2 nach Anlage 1 Ziffer 1.3 der Wärmeschutzverordnung.

2. den Jahres-Transmissionswärmebedarf Q_T nach Anlage 2 Ziffer 2.0 der Wärmeschutzverordnung sowie eine Gegenüberstellung des nach Anlage 2 Ziffer 2.1 der Wärmeschutzverordnung ermittelten, auf das beheizte Bauwerksvolumen V bezogenen Wertes des Jahres-Transmissionswärmebedarfs Q_T des Gebäudes mit dem nach Anlage 2 Ziffer 1 der Wärmeschutzverordnung maximal zulässigen Wert in $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{a}$.

3. den Hinweis:

„Die vorstehenden Werte des Jahres-Transmissionswärmebedarfs geben vorrangig Anhaltspunkte für die vergleichende Beurteilung der energetischen Qualität von Gebäuden. Diese Werte werden unter einheitlichen Randbedingungen ermittelt, die durch die Wärmeschutzverordnung vorgegeben sind (z. B. meteorologische Daten). Insofern, wegen nicht einbezogener weiterer energetischer Einflüßgrößen und wegen der im Einzelfall unterschiedlichen Nutzergewohnheiten kann der tatsächliche Heizenergieverbrauch aus dem Jahres-Transmissionswärmebedarf nur bedingt abgeleitet werden.“

Die vorstehenden Werte des Jahres-Transmissionswärmebedarfs treffen darüber hinaus nur zu, wenn die Dichtheitsanforderungen und die übrigen Anforderungen der Wärmeschutzverordnung erfüllt werden.“

4. eine tabellarische Zusammenstellung der Bauteile der wärmeübertragenden Umfassungsfläche nach Anlage 2 Ziffer 2.0 der Wärmeschutzverordnung, deren jeweilige Fläche in m^2 , deren Wärmedurchgangskoeffizienten in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ und die zugehörigen Faktoren zur Berücksichtigung bauteilspezifischer Temperaturdifferenzen.

§ 5

Gestaltung des Wärmebedarfsausweises

Überschrift, Aufbau und Inhalt des Wärmebedarfsausweises müssen für Gebäude nach dem Ersten Abschnitt der Wärmeschutzverordnung dem Muster A oder B in Anhang 1 und für Gebäude nach dem Zweiten Abschnitt der Wärmeschutzverordnung dem Muster in Anhang 2 entsprechen.

§ 6

Ergebnisse energetischer Untersuchungen an Gebäuden

Werden an Gebäuden durch fachkundige Stellen energetische Untersuchungen und Messungen, insbesondere Überprüfungen der Dichttheit des gesamten Gebäudes nach Anlage 4 Ziffer 2 der Wärmeschutzverordnung, durchgeführt, dürfen deren Ergebnisse als Anlage zum Wärmebedarfsausweis hinzugefügt werden.

§ 7

Gebäude mit gemischter Nutzung

Bei Gebäuden mit gemischter Nutzung, für deren Gebäudeteile auf Grund des § 9 der Wärmeschutzverordnung oder auf Grund einer Differenzierung entsprechend Anlage 1 Ziffer 1.6.5 letzter Satz unterschiedliche Vorschriften gelten, ist für jeden Gebäudeteil ein vollständiger Wärmebedarfsausweis aufzustellen.

§ 8

Ausnahmen, Härtefälle

Die §§ 11 und 14 der Wärmeschutzverordnung finden auch auf die Verpflichtung zur Aufstellung eines Wärmebedarfsausweises entsprechend Anwendung.

§ 9

Inkrafttreten

Diese allgemeine Verwaltungsvorschrift tritt am 1. Januar 1995 in Kraft.

Der Bundesrat hat zugestimmt.

Bonn, den 28. Dezember 1994

Der Bundeskanzler

Dr. Helmut Kohl

Der Bundesminister für Wirtschaft

Rexrodt

Der Bundesminister

für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau

Klaus Töpfer

Anhang 1
Muster A**Wärmebedarfsausweis nach § 12 Wärmeschutzverordnung**für ein Gebäude mit normalen Innentemperaturen
bei Nachweis nach Anlage 1 Ziffer 1 und 6 WärmeschutzverordnungBezeichnung des Gebäudes oder des Gebäudeteils.....
Ort Straße u. Hausnummer.....
Gemarkung..... Flurstücknummer.....**I. Jahres-Heizwärmebedarf**

AV	Maximal zulässiger Jahres-Heizwärmebedarf	Berechneter Jahres-Heizwärmebedarf
(Wärmeübertr. Umfassungsfläche A = m ² Beheiztes Bauwerksvolumen V = m ³ A/V = m ⁻¹	Q [*] _{Hzul} = kWh/(m ² ·a) oder Q ^{**} _{Hzul} = kWh/(m ² ·a)	Q [*] _H = kWh/(m ² ·a) oder Q ^{**} _H = kWh/(m ² ·a)

Dem flächenbezogenen Wert Q^{*}_H des Jahres-Heizwärmebedarfs liegt eine aus dem Gebäudevolumen abgeleitete Fläche (Gebäudenutzfläche A_N) zugrunde.

Folgende Angabe ist freigestellt:

Umgerechnet auf die

- Wohnfläche nach § 44 Abs. 1 II. BV
- nur bei Wohnnutzung - A* = m²
- Hauptnutzfläche nach DIN 277
- bei anderen Nutzungen - A* = m²

ergibt sich ein Jahres-Heizwärmebedarf von

$$Q^{**}_H = Q_H / A^* = \dots \text{ kWh} / (\text{m}^2 \cdot \text{a}).$$

Hinweise zu den Grundlagen dieses Wärmebedarfsausweises

Die vorstehenden Werte des Jahres-Heizwärmebedarfs geben vorrangig Anhaltspunkte für die vergleichende Beurteilung der energetischen Qualität von Gebäuden. Diese Werte werden unter einheitlichen Randbedingungen ermittelt, die durch die Wärmeschutzverordnung vorgegeben sind (z.B. meteorologische Daten, bestimmte Annahmen über nutzbare interne Wärmegevinne und den Luftwechsel). Insoweit, wegen des nicht einbezogenen Wirkungsgrades der Heizungsanlage und wegen der im Einzelfall unterschiedlichen Nutzerergewohnheiten kann der tatsächliche Heizenergieverbrauch aus dem Jahres-Heizwärmebedarf nur bedingt abgeleitet werden.

Die vorstehenden Werte des Jahres-Heizwärmebedarfs können darüberhinaus nur dann zutreffen, wenn die Dichtheitsanforderungen und die übrigen Anforderungen der Wärmeschutzverordnung erfüllt werden.

II. Weitere energiebezogene Merkmale

Jahres-Heizwärmebedarf (insgesamt)

$$Q_H = \dots \text{ kWh/a}$$

Darin sind berücksichtigt:

Transmissionswärmebedarf

$$Q_T = \dots \text{ kWh/a}$$

Nutzbare interne Wärmegevinne

$$Q_I = \dots \text{ kWh/a}$$

Lüftungswärmebedarf

$$Q_L = \dots \text{ kWh/a}$$

Nutzbare solare Wärmegevinne

$$\input type="checkbox"/> Q_S = \dots \text{ kWh/a} \quad \input type="checkbox"/> \text{ in } Q_T \text{ enthalten}$$

Gebäudenutzfläche
nach Wärmeschutzverordnung A_N = m²Anrechenbares Luftvolumen V_L = m³

Lfd. Nr.	Teilfläche	Benennung / Orientierung der Teilflächen	Fläche A_i [m ²]	Wärmedurchgangskoeffizient k_i [W/(m ² K)]	Gesamtenergiedurchlaßgrad g_i [-]	Faktor zur Berücksichtigung bauteilspezif. Temperaturdifferenzen ¹⁾
	A_W : Außenwände					
	A_D : Dach- und Dachdeckenflächen					0,8
	A_G : unterer Gebäudeabschluß einschl. erdberührter Flächen					0,5
	A_{DL} : Decken nach unten gegen Außenluft					1,0
	A_{AB} : abgr. Flächen zu Gebäudeteilen mit niedr. Innentemp.					0,5
	A_F : Fenster, Fenstertüren und Außentüren	Nord				
		Ost				
		West				
		Süd				

Bei der Ermittlung des Jahres-Heizwärmebedarf wurden berücksichtigt:

- geschlossener, nicht beheizter Glasvorbau mit Einfachverglasung / Isolier- oder Doppelverglasung / Wärmeschutzverglasung ²⁾ bei den Flächen (lfd.Nr.):.....
- mechanisch betriebene Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (mit oder ohne Wärmepumpe), Wärmerückgewinnungsgrad der Anlage $\eta_w = \dots\dots\dots\%$
- erhöhte Werte für die nutzbare interne Wärme wegen ausschließlicher Nutzung als Büro- oder Verwaltungsgebäude
- mechanisch betriebene Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung

¹⁾ Bei geschlossenen, nicht beheizten Glasvorbauten sind für die Außenbauteile im Bereich dieser Vorbauten auch die angesetzten Abminderungsfaktoren anzugeben
²⁾ Nichtzutreffendes bitte streichen

Name und Anschrift des Aufstellers	Datum und Unterschrift
.....
.....
.....

Anhang 1

Muster B

Wärmebedarfsausweis nach § 12 Wärmeschutzverordnung

für ein Gebäude mit normalen Innentemperaturen
bei vereinfachtem Nachweis nach Anlage 1 Ziffer 7 Wärmeschutzverordnung

Bezeichnung des Gebäudes oder des Gebäudeteils.....
Ort Straße u. Hausnummer.....
Gemarkung..... Flurstücknummer.....

I. Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenbauteile

Für das Gebäude wurde aufgrund von § 3 Abs. 1 Satz 2 der Wärmeschutzverordnung der vereinfachte Nachweis nach Anlage 1 Ziffer 7 geführt:

Teilfläche	Benennung / Orientierung der Teilflächen		maximal zulässiger	vorhandener
			Wärmedurchgangskoeffizient k_f [W/(m ² K)]	
Außenwände			0,50	
Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen und Decken (einschließlich Dachschrägen), die Räume nach oben und unten gegen Außenluft abgrenzen			0,22	
Kellerdecken, Wände und Decken gegen unbeheizte Räume sowie Decken und Wände, die an das Erdreich grenzen			0,35	
Außenliegende Fenster, Fenstertüren sowie Dachfenster	Benennung / Orientierung der Teilflächen	Fläche [m ²]	maximal zulässiger	vorhandener
			äquivalenter Wärmedurchgangskoeffizient $k_{F,eq}$ [W/(m ² K)]	
	Nord		0,7	
	Ost			
	West			
Süd				
mittlerer äquivalenter Wärme- durchgangskoeffizient $k_{m,F,eq}$			0,7	

Die folgenden Angaben sind freigestellt:

II. Jahres-Heizwärmebedarf

AV_{vorh}	Maximal zulässiger Jahres-Heizwärmebedarf entsprechend Anlage 1 Tabelle 1 der Wärmeschutzverordnung
(Wärmeübertragende Umfassungsfläche A = m ² Beheiztes Bauwerksvolumen V = m ³ $AV = \dots\dots\dots m^{-1}$	$Q'_{\text{Heiz}} = \dots\dots\dots \text{kWh}/(m^2 \cdot a)$ oder $Q''_{\text{Heiz}} = \dots\dots\dots \text{kWh}/(m^2 \cdot a)$
<p>Hinweis zu vorstehend angegebenen Werten:</p> <p>Die Werte können zur Beschreibung der energetischen Qualität eines Gebäudes als Orientierungswerte herangezogen werden; sie geben vorrangig Anhaltspunkte für die vergleichende Beurteilung von Gebäuden. Ihnen liegen einheitliche Randbedingungen zugrunde, die durch die Wärmeschutzverordnung vorgegeben sind (z.B. meteorologische Daten, bestimmte Annahmen über nutzbare interne Wärmegewinne und den Luftwechsel). Insoweit, wegen des nicht einbezogenen Wirkungsgrades der Heizungsanlage und wegen der im Einzelfall unterschiedlichen Nutzergewohnheiten kann der tatsächliche Heizenergieverbrauch aus dem Jahres-Heizwärmebedarf nur bedingt abgeleitet werden.</p> <p>Die vorstehend angegebenen Werte können darüberhinaus nur dann zutreffen, wenn die Dichtheitsanforderungen und die übrigen Anforderungen der Wärmeschutzverordnung erfüllt werden.</p>	

Name und Anschrift des Aufstellers	Datum der Ausfertigung und Unterschrift
.....
.....
.....
.....

Anhang 2

Muster**Wärmebedarfsausweis nach § 12 Wärmeschutzverordnung**

für ein Gebäude mit niedrigen Innentemperaturen

Bezeichnung des Gebäudes oder des Gebäudeteils.....
 Ort Straße u. Hausnummer.....
 Gemarkung..... Flurstücknummer

I. Jahres-TransmissionswärmebedarfWärmeübertragende Umfassungsfläche $A = \dots\dots\dots m^2$ Beheiztes Bauwerksvolumen $V = \dots\dots\dots m^3$ Jahres-Transmissionswärmebedarf (insgesamt) $Q_T = \dots\dots\dots kWh/a$

A/V	Maximal zulässiger Jahres-Transmissionswärmebedarf	berechneter Jahres-Transmissionswärmebedarf
$\dots\dots\dots m^{-1}$	$Q'_{Tzul} = \dots\dots\dots kWh/(m^2 \cdot a)$	$Q'_T = \dots\dots\dots kWh/(m^2 \cdot a)$

Hinweise zu den Grundlagen dieses Wärmebedarfsausweises:

Die vorstehenden Werte des Jahres-Transmissionswärmebedarfs geben vorrangig Anhaltspunkte für die vergleichende Beurteilung der energetischen Qualität von Gebäuden. Diese Werte werden unter einheitlichen Randbedingungen ermittelt, die durch die Wärmeschutzverordnung vorgegeben sind (z.B. meteorologische Daten). Insoweit, wegen nicht einbezogener weiterer energetischer Einflußgrößen und wegen der im Einzelfall unterschiedlichen Nutzergewohnheiten kann der tatsächliche Heizenergieverbrauch aus dem Jahres-Transmissionswärmebedarf nur bedingt abgeleitet werden.

Die vorstehenden Werte des Jahres-Transmissionswärmebedarfs treffen darüberhinaus nur zu, wenn die Dichtheitsanforderungen und die übrigen Anforderungen der Wärmeschutzverordnung erfüllt werden.

II. Weitere energiebezogene Merkmale

Teilfläche	Fläche A_i [m ²]	Wärmedurchgangskoeffizient k_i [W/(m ² K)]	Faktor zur Berücksichtigung bauteilspezifischer Temperaturdifferenzen
A_W : Außenwände			
A_D : Dach- und Dachdeckenflächen			0,8
A_G : unterer Gebäudeabschluß einschl. erdberührter Flächen			
A_{DL} : Decken nach unten gegen Außenluft			1,0
A_{AB} : abgr. Flächen zu Gebäudeteilen mit niedr. Innentemp.			0,5
A_F : Fenster, Fenstertüren und Außentüren			1,0

Name und Anschrift des Aufstellers	Datum und Unterschrift
.....
.....
.....
.....

Anlage 2
zum Erlaß vom 10. Februar 1995
VIII 2 — 64 b 18/03 — 1/95

Formblatt 1

ENERGIESPARENDER WÄRMESCHUTZ VON GEBÄUDEN
NACHWEIS GEMÄSS WÄRMESCHUTZVERORDNUNG VOM 24. FEBRUAR 1982 (BGBl. I S. 209)

Objekt:

Bauteil:

1. Berechnung des Wärmedurchlaßwiderstandes $1/\Lambda$

1	2	3	4 (2 · 3)	5	6 (3 : 5)
Baustoffschichten von innen nach außen	Rohdichte	Schicht- dicke d	Flächen- gewicht	Wärmeleit- fähigkeit λ	d / λ
	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	m	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	$\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$	$\frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$

erf. Wärmedurchlaßwiderstand nach DIN 4108 Teil 2 Tab. 1 oder Tab. 2 (Bauteile < 300 kg/m ²)	$\frac{1}{\Lambda} =$	$\frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$
vorh. Wärmedurchlaßwiderstand des Bauteils (aller anrechenbaren Schichten)	$\frac{1}{\Lambda} =$	$\frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$

2. Wärmeübergangswiderstände nach DIN 4108

Bauteile	Fußnoten siehe Tabelle 5 DIN 4108 Teil 4	
	$\frac{1}{\alpha_1}$ $\frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$	$\frac{1}{\alpha_2}$ $\frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$
Außenwand (ausgenommen solche nach Zeile 2)	0.13	0.04
Außenwand mit hinterlüfteter Außenhaut ⁴⁾ , Abseitenwand zum nicht wärme- gedämmten Dachraum		0.08 ⁵⁾
Wohnungstrennwand, Treppenraumwand, Wand zwischen fremden Arbeitsräu- men, Trennwand zu dauernd unbeheiztem Raum, Abseitenwand zum wärme- gedämmten Dachraum		6)
An das Erdreich grenzende Wand		0
Decke oder Dachschräge, die Aufenthaltsraum nach oben gegen die Außenluft abgrenzt, nicht belüftet	0.13	0.04
Decke unter nicht ausgebautem Dachraum, unter Spitzboden oder unter be- lüftetem Raum (z.B. belüftete Dachschräge)		0.08 ⁵⁾
Wohnungstrenndecke und Decke zwischen fremden Arbeitsräumen		
Wärmestrom von unten nach oben	0.13	6)
Wärmestrom von oben nach unten	0.17	
Kellerdecke	0.17	6)
Decke, die Aufenthaltsraum nach unten gegen die Außenluft abgrenzt		0.04
Unterer Abschluß eines nicht unterkellerten Aufenthaltsraumes (an das Erd- reich grenzend)		0

$1/k =$ $+$ $+$ $k =$ $\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Aufgestellt:

ENERGIESPARENDER WÄRMESCHUTZ VON GEBÄUDEN
 NACHWEIS GEMÄSS WÄRMESCHUTZVERORDNUNG VOM 24. FEBRUAR 1982 (BGBl. I S. 209)

Objekt:

Berechnung des Wärmedurchlaßwiderstandes $1/\Lambda$ und des Wärmedurchgangskoeffizienten k

BAUTEIL:

1	2	3	4 (2 · 3)	5	6 (3 · 5)
Baustoffschichten von innen nach außen	Rohdichte	Schicht- dicke d	Flächen- gewicht	Wärmeleit- fähigkeit λ	d/Λ
	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	m	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	$\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$	$\frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$

nach Tab. 1 oder 2 – DIN 4108 Teil 2 : $1/\Lambda$ erf. = $1/\Lambda$ =

$k = \frac{1}{1/k} = \frac{1}{\frac{1}{\text{input}}} = \text{input} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$ $1/a_i + 1/a_a + 1/k =$

BAUTEIL:

1	2	3	4 (2 · 3)	5	6 (3 · 5)
Baustoffschichten von innen nach außen	Rohdichte	Schicht- dicke d	Flächen- gewicht	Wärmeleit- fähigkeit λ	d/Λ
	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	m	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	$\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$	$\frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$

nach Tab. 1 oder 2 – DIN 4108 Teil 2 : $1/\Lambda$ erf. = $1/\Lambda$ =

$k = \frac{1}{1/k} = \frac{1}{\frac{1}{\text{input}}} = \text{input} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$ $1/a_i + 1/a_a + 1/k =$

BAUTEIL:

1	2	3	4 (2 · 3)	5	6 (3 · 5)
Baustoffschichten von innen nach außen	Rohdichte	Schicht- dicke d	Flächen- gewicht	Wärmeleit- fähigkeit λ	d/Λ
	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	m	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$	$\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$	$\frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$

nach Tab. 1 oder 2 – DIN 4108 Teil 2 : $1/\Lambda$ erf. = $1/\Lambda$ =

$k = \frac{1}{1/k} = \frac{1}{\frac{1}{\text{input}}} = \text{input} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$ $1/a_i + 1/a_a + 1/k =$

Aufgestellt:

**Bundesministerium
für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau**

**Bekanntmachung
von allgemein anerkannten Regeln,
von Stoffwerten für die Berechnung
des Wärmeschutzes und der solaren
Wärmegewinne, von Prüfstellen
sowie technischen Regelungen für die Erfüllung
von Anforderungen an den Wärmeschutz
einzelner Bauteile
nach der Wärmeschutzverordnung**

Vom 14. Dezember 1994

Auf Grund der Ermächtigung nach § 10 und Anlage 1 Ziffer 1.5.1 der Wärmeschutzverordnung vom 16. August 1994 (BGBl. I S. 2121) wird auf folgende allgemein anerkannte Regeln der Technik hingewiesen und werden nachstehende Stoffwerte für die Berechnung des Wärmeschutzes bekanntgemacht:

I.

1 Für die Berechnung des Wärmeschutzes sind anzuwenden:

1.1 DIN 4108, Teil 2 — Wärmeschutz im Hochbau; Wärmedämmung und Wärmespeicherung; Anforderungen und Hinweise für Planung und Ausführung —, Ausgabe August 1981

1.2 DIN 4108, Teil 5 — Wärmeschutz im Hochbau; Berechnungsverfahren —, Ausgabe August 1981

Die Normen sind im Beuth-Verlag GmbH, Berlin und Köln, erschienen.

2 Für die Berechnung des Wärmeschutzes sind die Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit, der Wärmeübergangswiderstände, der Wärmedurchlaßwiderstände von Luftschichten und bestimmten Decken-Bauteilen sowie der Wärmedurchgangskoeffizienten für Verglasungen und für Fenster und Fenstertüren einschließlich Rahmen der DIN 4108, Teil 4 — Wärmeschutz im Hochbau; Wärme- und feuchteschutztechnische Kennwerte —, Ausgabe November 1991, zu entnehmen. Nicht in dieser Norm enthaltene Werte dürfen nur verwendet werden, wenn sie im Bundesanzeiger bekanntgemacht worden sind.

Die Norm ist im Beuth-Verlag GmbH, Berlin und Köln, erschienen.

Bezüglich der in dieser Bekanntmachung genannten Normen, die sich auf Produkte beziehen, gilt, daß auch Rechenwerte angewandt werden dürfen, die Normen oder sonstigen Bestimmungen und technischen Vorschriften anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder sonstiger Vertragsstaaten des Europäischen Wirtschaftsraumes entsprechen, sofern das geforderte Schutzniveau in Bezug auf Energieeinsparung und Wärmeschutz gleichermaßen dauerhaft erreicht wird.

II.

Nach der ab 1. Januar 1995 geltenden Fassung der Wärmeschutzverordnung vom 16. August 1994 (BGBl. I S. 121) werden auch Anforderungen an

Rolladenkästen,

Abdeckungen an der Heizkörperrückseite (Strahlungsschirme), sofern Heizkörper vor außenliegenden Fensterflächen angeordnet werden, und Haustüren gestellt.

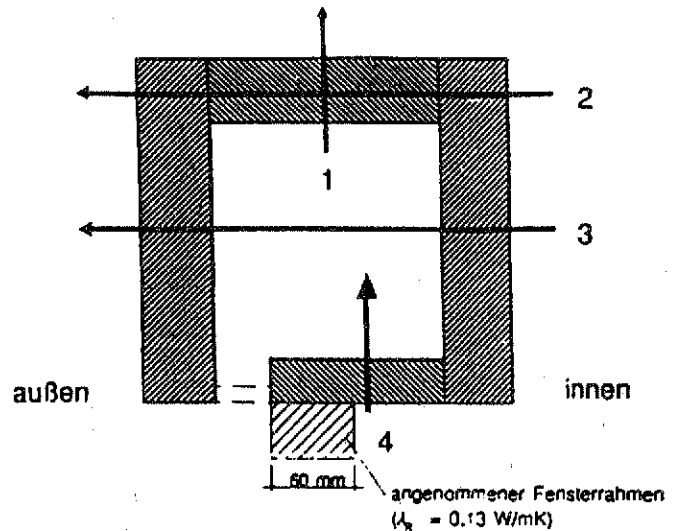
Zur Ermittlung der nutzbaren, solaren Wärmegewinne ist für Verglasungen der Gesamtenergiedurchlaßgrad festzulegen.

1 Rolladenkästen

Nach Anlage 1 Ziffer 1.6.1 darf der Wärmedurchgangskoeffizient im Bereich von Rolladenkästen den Wert $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ nicht überschreiten. Der Nachweis, daß diese Forderung erfüllt ist, darf wie folgt geführt werden:

a) Eindimensionale Rechnung

Die Anforderung nach der Wärmeschutzverordnung gilt als erfüllt, wenn die nachstehend genannten, für die einzelnen Wandungen geltenden Wärmedurchlaßwiderstände ($1/\lambda$) nicht unterschritten werden.



- 1 $0,55 \text{ (m}^2\text{K)}/\text{W}$ (Mindestanforderung an jeder Stelle)
- 2 $0,55 \text{ (m}^2\text{K)}/\text{W}$ (Mindestanforderung an jeder Stelle)
- 3 $1,4 \text{ (m}^2\text{K)}/\text{W}$, wobei für die Innenwandung $1/\lambda \geq 0,8 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ einzuhalten ist und die Luftschicht nicht berücksichtigt wird
- 4 $0,55 \text{ (m}^2\text{K)}/\text{W}$ (Mindestanforderung an jeder Stelle)

Die angegebenen Werte beziehen sich nur auf die Bauteilschichten; die innere Luftschicht und die Wärmeübergangswiderstände sind bei den geforderten Werten bereits berücksichtigt.

Für eingebrachte Dämmschichten aus PU-Schaum ist als Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit ohne Nachweis $\lambda_R = 0,035 \text{ W}/(\text{mK})$ anzusetzen. Des Weiteren ist folgende Bedingung einzuhalten:

Breite des Panzerauslaßschlitzes: $\leq \text{max. Panzerdicke} + 10 \text{ mm}$

b) Zweidimensionale Berechnung

Bei dieser Rechnung ist als Wärmedurchlaßwiderstand für die Luftschicht einzusetzen

bei offenem Schlitz $0,11 \text{ (m}^2\text{K)}/\text{W}$

bei geschlossenem Schlitz,
z. B. Bürstendichtung $0,17 \text{ (m}^2\text{K)}/\text{W}$

Für den Schlitzverschluß ist eine 10 mm dicke Holzplatte mit $\lambda_R = 0,13 \text{ W}/\text{mK}$ anzunehmen.

c) Prüfung

Eine Prüfung ist nach DIN 52 619 Teil 1 durchzuführen. Dabei ist der Panzerauslaßschlitz praxisgerecht zu schließen.

Prüfungen dürfen bei folgenden Prüfstellen durchgeführt werden:

Forschungsinstitut für Wärmeschutz
Lochhamer Schlag 4
82166 Gräfelfing

Fraunhofer-Institut für Bauphysik
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Institut für Fenstertechnik
Theodor-Gietl-Straße 9
83026 Rosenheim

2 Heizkörperabdeckungen

Nach § 3 Abs. 3 der Wärmeschutzverordnung muß bei vor Fensterflächen angeordneten Heizkörpern zwischen Verglasung und Heizkörper eine nicht demontierbare Abdeckung, deren Wärmedurchgangskoeffizient den Wert $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ nicht überschreiten darf, vorgesehen werden.

Die Anforderung gilt als erfüllt, wenn der Wärmedurchlaßwiderstand des Strahlungsschirmes den Wert $0,85 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ nicht unterschreitet.

3 Außentüren

Nach Anlage 1 Ziffer 1.5.1 der Wärmeschutzverordnung sind die Wärmedurchgangskoeffizienten von Außentüren bei der Berechnung des Wärmeschutzes zu berücksichtigen.

Für Außentüren aus Holz, Holzwerkstoffen und Kunststoff darf ohne Nachweis der Wärmedurchgangskoeffizient mit $3,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ angenommen werden.

Für Außentüren aus Metall-Rahmen und metallenen Bekleidungen darf ohne Nachweis der Wärmedurchgangskoeffizient mit $4,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ angenommen werden.

Für Haustüren aus Rahmen der Rahmenmaterialgruppen 1, 2.1 und 2.2 nach DIN 4108 Teil 4, Ausgabe November 1991, Tabelle 3, mit einem Rahmenanteil $\leq 30\%$ und Verglasungen ist der Nachweis nach dem genannten Normblatt zu führen.

In allen anderen Fällen ist der Wärmedurchgangskoeffizient nach DIN 4108 Teil 5, Ausgabe August 1981, Abschnitt 5, oder durch Prüfung nach DIN 52 619 Teil 1 nachzuweisen.

4 Gesamtenergiedurchlaßgrad von Verglasungen

Nach Anlage 1 Ziffer 1.6.4 der Wärmeschutzverordnung dürfen die nutzbaren solaren Energiegewinne bei der Berechnung des Jahres-Heizwärmebedarfes von Gebäuden berücksichtigt werden. Hierfür sind Gesamtenergiedurchlaßgrade g der Verglasungen zu verwenden, die im Bundesanzeiger bekanntgemacht worden sind.

Grundlagen der Messungen und Berechnungen sind DIN 67 507 und EN 673. Es sind Prüfzeugnisse nach DIN 67 507 vorzulegen.

Für die Ermittlung des Gesamtenergiedurchlaßgrades werden folgende Prüfstellen vorläufig bekanntgemacht:

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

Postfach 11 52
83601 Holzkirchen

Institut für Fenstertechnik / Fachhochschule Rosenheim
Theodor-Gietl-Straße 9 / Marienberger Straße 26
83026 Rosenheim / 83024 Rosenheim

Institut für Lichttechnik
der Technischen Universität Berlin
Einsteinufer 19
10587 Berlin

PRC Krochmann GmbH
Geneststraße 6
10829 Berlin

4.1 Rechenwerte der Gesamtenergiedurchlaßgrade g für Verglasungen, wenn keine Einzelfestlegungen vorliegen:

Verglasung	Gesamtenergiedurchlaßgrad g
Einfachverglasung	0,87
Doppelverglasung	0,80
Wärmeschutzverglasung (doppelverglast, Klarglas mit low-E-Beschichtung)	0,58
Dreifachverglasung normal	0,55
Dreifachverglasung (mit 2-fach selektiver Beschichtung)	0,50
Sonnenschutzverglasung	0,35

4.2 Bekanntmachung von Gesamtenergiedurchlaßgraden aufgrund von Prüfunterlagen nach DIN 67 507 für Sonderverglasungen, für die Wärmedurchgangskoeffizienten bekanntgemacht worden sind. Die Bekanntmachung erfolgt befristet bis 31. Dezember 1995.

Gesamtenergiedurchlaßgrade (Rechenwerte) von bisher im Bundesanzeiger veröffentlichten Verglasungen

Classorte mit folgender Bezeichnung	Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung k_v ($\text{W/m}^2\text{K}$)	gültig bis	veröffentlicht in Erg. Nr.	Gesamtenergiedurchlaßgrad g (%)
CONSAFIS plus neutral 1,3	1,4	31. 10. 1996	65	63
Infrastop Silber 50/35	1,7	31. 12. 1995	54	33
Infrastop Bronze 36/28	1,8	31. 12. 1995	54	23
Infrastop Neutral 51/39	2,1	31. 12. 1995	54	40
Infrastop Gold 40/26	1,8	31. 12. 1995	54	27
Infrastop Gold 30/23	1,8	31. 12. 1995	54	22
Infrastop Silber 48/48	1,9	31. 12. 1995	54	42
Infrastop Auresin 39/28	1,8	31. 12. 1995	54	28
THERMOPLUS NEUTRAL/16	1,7	31. 12. 1995	54	62
THERMOPLUS NEUTRAL 12	2,0	31. 12. 1995	54	62
Infrastop Auresin 66/44	1,8	31. 12. 1998	62	40
THERMOPLUS NEUTRAL/14	1,8	31. 12. 1998	62	62
INFRASTOP SILBER 36/22	1,7	(31. 12. 1999)	52	22
INFRASTOP AURESIN 49/32	1,8	31. 12. 1998	62	33
INFRASTOP NEUTRAL 51/38	2,0	31. 12. 1998	62	36
INFRASTOP SILBER 50/30	1,8	31. 12. 1998	62	30
K-PLUS 14	2,0	31. 07. 1997	62	72
K-PLUS-16-Luft	1,8	31. 05. 1996	63	72
K-PLUS-16	1,6	31. 05. 1996	63	72
THERMOPLUS NEUTRAL/12	1,6	31. 05. 1996	63	62
INFRASTOP Bronze 36/26	1,5	31. 05. 1996	63	22
THERMOPLUS NEUTRAL/16	1,4	31. 05. 1996	63	62
K-Plus/12	1,9	31. 10. 1996	65	72
Thermoplus 1.1	1,2	31. 10. 1996	65	52
iplus neutral R/SZR 16 mm	1,2	31. 10. 1996	65	58
iplus reno/SZR 16 mm	1,5	31. 10. 1996	65	58
ISOLAR-neutralux-Silber mit 12 mm Scheibenzwischen	1,6	30. 06. 1995	63	
ISOLAR-NEUTRALUX 1,7	1,7	31. 05. 1996	63	
ISOLAR-NEUTRALUX 1,9	1,9	31. 05. 1996	63	
ISOLAR-neutralux-Silber mit 15 mm Scheibenzwischen	1,4	30. 06. 1995	63	
CLIMAPLUS N 12 mm	1,9	31. 07. 1997	58	62
CLIMAPLUS N 15 mm	1,7	31. 12. 1995	54	62
ELIOTERM Saphir 55/36	1,8	31. 12. 1995	54	36
ELIOTERM Azur 63/44	1,8	31. 12. 1998	62	44
ELIOTERM Platin 40/25	1,7	31. 12. 1998	57	25
ELIOTERM Neutral 50/38	2,0	31. 12. 1996	57	38
CLIMAPLUS GLS 1,4	2,0	31. 12. 1996	57	49
CLIMAPLUS GLS 1,6 (ELIOTERM Grün)	2,1	31. 12. 1996	61	38
ELIOTERM Silber 50/45	2,0	31. 12. 1998	62	45
ELIOTERM Bronze 35/20	1,7	31. 12. 1998	62	20
ELIOTERM Silber 35/29	1,7	31. 12. 1998	62	29
ELIOTERM Rubis 55/50	1,8	31. 12. 1998	62	50
ELIOTERM Grün 50/38	2,1	31. 12. 1998	62	38
ELIOTERM Gold 32/19	1,7	31. 12. 1998	62	19
ELIOTERM Cosmos 66/45	1,9	31. 12. 1998	62	45
ELIOTERM Gold 50/34	1,9	31. 12. 1998	62	34
CLIMASOL 52/38-12	1,8	30. 12. 1998	62	38
CLIMASOL 52/38-15	1,6	30. 12. 1998	62	38
CLIMAPLUS N 15-G	1,4	31. 05. 1996	63	62
CLIMAPLUS N 12-G	1,6	31. 05. 1996	63	62
CLIMASOL silber 44/27	1,4	31. 10. 1996	65	27
CLIMASOL neutral 50/36	1,6	31. 10. 1996	65	36

III.

Prüfstellen für die Ermittlung von Kennwerten von Lüftungsanlagen nach Anlage 1 Ziffer 2 der Wärmeschutzverordnung vom 16. August 1994

Auf Grund von Anlage 1 Ziffer 2.0 Satz 3 der Wärmeschutzverordnung vom 16. August 1994 (BGBl. I S. 2121) werden für die Ermittlung von Kennwerten von Lüftungsanlagen nach Anlage 1 Ziffer 2 Wärmeschutzverordnung die folgenden Prüfstellen bekanntgegeben:

1. Prof. Dr.-Ing. H. Bley
Fachhochschule Köln
Fachbereich VT
Betzdorfer Str. 2
50679 Köln
2. Prof. Dr.-Ing. G. Hausladen
Universität Kassel
Fachgebiet Technische Gebäudeausrüstung
Gottschalkstr. 28
34127 Kassel
3. Institut für angewandte Thermodynamik und Klimatechnik
Universität/Gesamthochschule Essen
— Leitung Prof. Dr.-Ing. Steimle —
45117 Essen
4. Institut für Erhaltung
und Modernisierung von Bauwerken (IEMB)
Plauener Str. 163—165
13053 Berlin
5. Institut für Luft- und Kältetechnik
gemeinnützige GmbH
Bertold-Brecht-Allee 20
01309 Dresden
6. Lehrstuhl für technische Gebäudeausrüstung
Universität Dortmund
— Leitung Prof. Dr.-Ing. Schramek —
44221 Dortmund
7. Rheinisch-Westfälischer
Technischer Überwachungs-Verein
Steubenstr. 53
45138 Essen
8. TÜV Bau- und Betriebstechnik
in der Unternehmensgruppe
TÜV Bayern-Sachsen e.V.
Westendstr. 199
80686 München

Die Bekanntmachung dieser Prüfstellen erfolgt vorläufig.

Nähere Informationen zum Verfahren erteilt das Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau — Referat B I 6.

Bonn, den 14. Dezember 1994
B I 7 — 830603 — 6/56/94

Bundesministerium
für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau
Im Auftrag
Prof. Dr.-Ing. E h m

Anlage 4
zum Erlaß vom 10. Februar 1995
VIII 2 — 64 b 18/03 — 1/95

Der Wärmeschutznachweis mit dem „Leitfaden Energiebewußte Gebäudeplanung“

Auch nach Inkrafttreten der neuen Wärmeschutzverordnung bleibt der Leitfaden Energiebewußte Gebäudeplanung das Nachweisverfahren für die angestammten Bereiche des öffentlichen oder öffentlich bezuschußten Bauens in Hessen und steht darüber hinaus als Planungshilfe für alle Neubauprojekte zur Verfügung. Er ist in Methodik und Ergebnissen kompatibel zum Entwurf der europäischen Norm EN 832 (vgl. [Feist 91]), in deren Entwicklung insbesondere die schweizerischen Erfahrungen mit der SIA 380/1 eingeflossen sind. Dagegen wird das WSV-Verfahren bei der nächsten Novelle der Wärmeschutzverordnung an die dann geltende europäische Norm angepaßt werden müssen.

Für Neubauten, die unter die im Anhang aufgeführten Richtlinien fallen, wird der Wärmeschutznachweis wie folgt geführt:

- Der Energiekennwert Heizwärme nach der Berechnungsvorschrift des „Leitfaden Energiebewußte Gebäudeplanung“ (LEG) wird ermittelt. Der der jeweiligen Gebäudekategorie zugeordnete LEG-Grenzwert ist einzuhalten.
- Zusätzlich wird ein vereinfachter Nachweis nach der 3. Wärmeschutzverordnung (WSV) geführt. Dabei ist sicherzustellen, daß der nach unten stehender Methode ermittelte auf das Bauwerksvolumen V bezogene „Jahres-Heizwärmebedarf“ Q'_H den A/V -abhängigen maximal zulässigen Wert nach WSV $Q'_{H,zul}$

nicht überschreitet. Der in der Wärmeschutzverordnung vorgesehene optimale Nachweis über flächenbezogene Kennwerte Q'_H und $Q'_{H,zul}$ sowie über Bauteil- k -Werte (§ 3 Abs. 1 WSV) ist nicht zulässig. Es gilt folgende Berechnungsvorschrift:

- Der auf das Bauwerksvolumen V bezogene „Jahres-Heizwärmebedarf“ Q'_H nach WSV wird ermittelt aus dem Heizwärmebedarf nach LEG, multipliziert mit dem Faktor 0,9, geteilt durch das Bauwerksvolumen V nach WSV.
 - Der auf das Bauwerksvolumen V bezogene „maximal zulässige Jahres-Heizwärmebedarf“ $Q'_{H,zul}$ nach WSV wird entsprechend Anlage 1, Tabelle 1, Spalte 3 der WSV (siehe Anhang) bzw. der zugeordneten Gleichung gemäß dem vorliegenden A/V -Verhältnis angesetzt.
 - Die „wärmeübertragende Umfassungsfläche“ A nach WSV ist gleich der Summe der Bauteilflächen nach LEG.
 - Das „beheizte Bauwerksvolumen“ V nach WSV ist das von der Fläche A umschlossene Volumen und wird aus den Projektunterlagen ermittelt.
- Für die Erstellung des in § 12 der Wärmeschutzverordnung vorgeschriebenen und in einer allgemeinen Verwaltungsvorschrift präzisierten Wärmebedarfsausweises sind die gemäß vorstehender Vorschrift ermittelten Werte für A , V , Q'_H und $Q'_{H,zul}$ zu verwenden. Anstelle des vorgesehenen Abschnitts II des Wärmebedarfsausweises wird das Kalkulationsblatt nach LEG angefügt.

1023

HESSISCHES MINISTERIUM DER FINANZEN

Bautechnische Richtlinien zur Einsparung von Energie bei Bauten des Landes

Bezug: Erlass vom 16. Mai 1984 (StAnz. S. 1251)

Angesichts der Klimaproblematik, der mit der Energienutzung nicht erneuerbarer Energieträger verbundenen Umweltbelastung und der Notwendigkeit eines sparsamen Umgangs mit Ressourcen hält die Hessische Landesregierung es für dringend erforderlich, im Bereich der landeseigenen Liegenschaften den Energieverbrauch weiter drastisch zu reduzieren. Durch bekannte Techniken im Baubereich ist es möglich, ohne Komforteinbußen über die gesetzlichen Anforderungen erheblich hinauszugehen.

Mit dem Leitfaden „Energie im Hochbau — Energiebewußte Gebäudeplanung“, der durch das Institut Wohnen und Umwelt (IWU) erarbeitet wurde und vom Hessischen Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten herausgegeben wird, steht ein methodisches Instrumentarium zur Verfügung, um eine höhere Energieeffizienz zu erreichen. Der Leitfaden hat zum Ziel, den Einsatz von Energie bei der Nutzung von Gebäuden unter wirt-

schaftlichen und umweltseitigen Gesichtspunkten zu begrenzen. Er wird Bestandteil dieser Richtlinien.*)

Die Richtlinien gelten für beheizte Gebäude.

Die Richtlinien präzisieren die in den Nrn. 3.3.1 und 3.3.2 des Grundsatzes über den Umweltschutz bei der Durchführung von Bauaufgaben des Landes im Bereich der staatlichen Hochbauverwaltung vom 21. November 1991 (StAnz. 1992 S. 298) gestellten Anforderungen.

Das Zusammenwirken der verschiedenen bauplanerischen und bauphysikalischen Einflußparameter zur Energieeinsparung, wie Gebäudelage und -ausrichtung, Wärmedämmung, Wärmespeicherung, Sonnenschutz und betriebstechnische Anlagen, ist zu beachten.

*) Der Leitfaden „Energie im Hochbau — Energiebewußte Gebäudeplanung“, 3. überarb. Aufl., Mai 1992, ist beim Hessischen Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten, Mainzer Straße 80, 6200 Wiesbaden, erhältlich.

1. Maßnahmen bei Neubauten, größeren Umbauten und Gebäudesanierungen (Epl. 18)**1.1 Allgemeine Anforderungen**

Bei allen künftigen Neubauten von landeseigenen Gebäuden ist mit Wirkung vom 1. Januar 1993 im Rahmen des Planungsprozesses der Einsatz von Energie durch die Anwendung des Leitfadens „Energiebewußte Gebäudeplanung“ und die Einhaltung der dort für den Heizwärmebedarf genannten Grenzwerte (Energiekennwerte) zu optimieren. Es gelten die Anforderungen der Tabelle 4. Mit der Erstellung der Haushaltsunterlage Bau (HU-Bau) ist der energietechnische Standard gemäß Leitfaden festzulegen.

Bei der Planung von größeren Umbauten und Gebäudesanierungen sind die bauteilbezogenen Einzelanforderungen des Leitfadens (Tabelle 6) einzuhalten, sofern denkmalpflegerische oder bauphysikalische Gründe dem nicht entgegenstehen.

Bei Maßnahmen, für die zum Zeitpunkt des Inkrafttretens die Haushaltsunterlage Bau (HU-Bau) bereits genehmigt wurde, ist im Einzelfall zu prüfen, ob Grenzwerte des Leitfadens für bauteilbezogene Einzelanforderungen bei der Ausführung der Maßnahme eingehalten werden sollen.

Der Nachweis des Energiekennwerts auf der Grundlage des im Leitfaden dargestellten ausführlichen Rechenverfahrens ist Bestandteil der Gebäudeplanung, sofern sie von der Staatsbauverwaltung selbst durchgeführt wird.

1.2 Einschaltung Freiberuflicher

Bei der Einschaltung von freiberuflich tätigen Architekten und Ingenieuren für Planungs- und Bauleistungen sind in die Verträge entsprechende verbindliche Ausführungsbestimmungen hinsichtlich der Einhaltung des Energiekennwerts aufzunehmen. Dazu gehören die Anwendung des ausführlichen Rechenverfahrens zur Ermittlung der Energiekennwerte sowie deren Einhaltung. Die Auftragnehmer haften für deren Einhaltung.

1.3 Planungswettbewerbe

Bei Planungswettbewerben ist der Leitfaden „Energie im Hochbau“ als verbindliche Grundlage vorzugeben.

1.4 Heizungsanlagen

Bei der Installation von Heizungsanlagen sind die im Leitfaden genannten Grenzwerte für die Heizzahl einzuhalten. Die Zielwerte sind bei vertretbarer Wirtschaftlichkeit anzustreben. Es gelten die Anforderungen der Tabellen 5 und 8.

Elektrische Heizsysteme sind nach wie vor nicht zulässig.

Bei der Planung oder Sanierung von Heizungsanlagen mit einem projektierten Wärmeverbrauch von mehr als 500 MWh/a ist die Möglichkeit einer Kraft-Wärme-Kopplung z. B. durch BHKW als Variante zu prüfen, wenn Anschlussmöglichkeiten an Fernwärme nicht gegeben sind.

1.5 Wärmespeicherung

Zur Nutzung der Wärmespeicherung soll das Verhältnis der speicherfähigen (innenliegenden) Bauteile zu den gesamten raumumschließenden Bauteilen günstig sein. Die Wärmedämmschicht soll an der Außenseite der schweren Bauteile angeordnet werden, bei Kerndämmung soll wenigstens das halbe Wandgewicht raumseitig angeordnet sein. Die zur Wärmespeicherung herangezogenen Bauteile dürfen raumseitig nicht mit einer Verkleidung versehen werden, die den Wärmeaustausch behindert (s. auch Planungshilfe 3).

1.6 Sonnenschutz

Durch die Anordnung von beweglichen, außen angebrachten Sonnenschutzvorrichtungen an der Süd-, Ost- und Westseite von Aufenthaltsräumen mit empfindlicher Nutzung kann bei Fensterlüftung unter Umständen der Einbau einer raumlufttechnischen Anlage entbehrlich sein oder zumindest in der Leistung geringer bemessen werden.

2. Maßnahmen in bestehenden Gebäuden**2.1 Außenbauteile**

Soweit Außenbauteile erstmalig eingebaut, ersetzt oder erneuert werden, gelten die Anforderungen der Tabelle 6, sofern denkmalpflegerische oder bauphysikalische Gründe dem nicht entgegenstehen. Das gilt nicht, wenn sich die Ersatz- oder Erneuerungsmaßnahmen auf weniger als 20 v. H. der Gesamtfläche der jeweiligen Bauteile nach Tabelle 6 erstreckt.

2.2 Fenster

Beim Ersatz von Fenstern sind grundsätzlich Fenster mit Wärmeschutzverglasung vorzusehen. Die Erneuerung von Fenstern kann jedoch nicht allein mit Energieeinsparung begründet werden. Es ist erforderlich, daß die Fenster abgangig sind und im Rahmen der Bauunterhaltung sowieso erneuert werden müssen.

2.3 Innendämmung

Die nachträgliche Innendämmung oder Kerndämmung sind wegen der bauphysikalischen Nachteile nur in Ausnahmefällen zulässig.

2.4 Heizungsanlagen

Bei der kompletten Erneuerung von Heizungsanlagen sind die im Leitfaden genannten Grenzwerte für die Heizzahl einzuhalten. Es gelten die Anforderungen der Tabellen 5 und 8 (siehe auch Ziff. 1.4).

3. Überwachung**3.1 Mitwirkung des Energieressorts**

Das Hessische Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten (HMUB) unterstützt die Staatsbauverwaltung bei allen Vorhaben, die im Zusammenhang mit der Einführung des Leitfadens stehen, durch inhaltliche Stellungnahmen sowie durch die Mitwirkung bei Fortbildungsmaßnahmen.

Der Leitfaden „Energie im Hochbau — Energiebewußte Gebäudeplanung“ wird fortgeschrieben mit dem Ziel, die Grenz- und Zielwerte für öffentliche Hochbauten entsprechend der unterschiedlichen Nutzungen und Ausstattungsgrade zu validieren.

3.2 Prüfung durch die Oberfinanzdirektion

Die Einhaltung der Anforderungen des Leitfadens „Energie im Hochbau“ bei Planung und Ausführung wird von der Oberfinanzdirektion Frankfurt am Main kontrolliert. Ergibt die Prüfung, daß vom Ermittlungsverfahren abgewichen wurde und der Energiekennwert nicht erreicht wird, so ist die Planung entsprechend zu überarbeiten und neu vorzulegen.

4. Energiekonzepte

Grundlage für die Auswahl von Maßnahmen ist die Erstellung eines gebäudebezogenen Energiekonzepts mit Beschreibung des Ist-Zustandes und Vorschlägen der baulichen und betriebstechnischen Verbesserungsmaßnahmen mit Angabe der Prioritäten unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und Emissionsbilanzen.

Die in bereits erstellten und vom HMUB finanzierten Energiekonzepten gemachten Vorschläge zur Reduzierung des Strom- und Wärmeverbrauchs in landeseigenen Liegenschaften sind bei der Prioritäteneinstufung der Maßnahmen zu berücksichtigen. Werden die in Energiekonzepten und Untersuchungen zur Verminderung des Energieverbrauchs erarbeiteten Vorschläge nicht umgesetzt, so sind die Gründe vom Bauamt darzulegen.

5. Maßnahmen zur Reduzierung des Stromverbrauchs

Ebenso wie die Verringerung des Wärmeverbrauchs ist die Verminderung des Stromverbrauchs in landeseigenen Liegenschaften voranzutreiben. Die Staatsbauverwaltung unterstützt die Modelluntersuchungen des HMUB zur Strom-einsparung in öffentlichen Gebäuden.

6. Einfluß auf Nutzeranforderungen

Grundsätzlich bleibt zu bemerken, daß ein wesentlicher Schlüssel für die Senkung des Energiebedarfs in der Reduzierung der quantitativen und qualitativen Anforderungen der Nutznießer liegt. Die Überprüfung des Umfangs und der Ausgestaltung der beabsichtigten Maßnahmen ist weiterhin Voraussetzung für alle bautechnischen Maßnahmen.

Der Erlaß ergeht im Einvernehmen mit dem Hessischen Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten.

Die mit Erlaß vom 16. Mai 1984 (StAnz. S. 1251) eingeführten Bautechnischen Richtlinien werden durch die Neufassung ersetzt.

Wiesbaden, 16. Oktober 1992

Hessisches Ministerium der Finanzen

B 1407 — 1 — V A 3

— Gült.-Verz. 3616 —

StAnz. 48/1992 S. 2982

HESSISCHES MINISTERIUM DER FINANZEN

430

Einsparung von Energie bei Bauten mit staatlichen Zuwendungen

B e z u g : Erlasse vom 16. Mai 1984 (StAnz. S. 1251) und 16. Oktober 1992 (StAnz. S. 2982)

Gemeinsamer Erlaß

Als wichtigen Beitrag zur stufenweisen Reduzierung der CO₂-Emission im Gebäudebereich und zur Schonung der Energieressourcen wurde für alle Neubauten und Grundinstandsetzungen von landeseigenen Gebäuden mit Erlaß des Hessischen Ministeriums der Finanzen vom 16. Oktober 1992 ein verbesserter baulicher Wärmeschutz vorgeschrieben.

Die Neufassung der „Bautechnischen Richtlinien zur Einsparung von Energie bei Bauten des Landes“ berücksichtigt den aktuellen Sachstand unter Einbeziehung des vom Hessischen Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten herausgegebenen Leitfadens „Energie im Hochbau — Energiebewußte Gebäudeplanung“. Der Landesregierung kommt eine Vorreiterrolle zu, wenn es um die Realisierung eines erheblich verbesserten energie-technischen Standards beim Neubau oder bei der Sanierung von Gebäuden geht.

Die Anwendung der „Bautechnischen Richtlinien von Energie bei Bauten des Landes“ ist daher ab sofort auch für Bauten mit staatlichen Zuwendungen im Bereich von Schulen und sozialen

Gemeinschaftseinrichtungen verbindlich. Das gilt auch für die Krankenhausförderung.

Verantwortlich für die Einhaltung der Richtlinien und zuständig für die Aufstellung der erforderlichen Nachweise ist der Entwurfsverfasser.

Der Nachweis nach dem Leitfaden ersetzt bis auf weiteres die Nachweise nach geltender Wärmeschutzverordnung und geltender Heizungsanlagenverordnung.

Das Hessische Ministerium der Finanzen hält eine Kurzfassung des Nachweisverfahrens und entsprechende Arbeitshilfen bereit. Diese können unter Tel.: 06 11 / 32 23 89 abgerufen werden.

Ich bitte um Beachtung und Unterrichtung der nachgeordneten Dienststellen sowie der Träger von Bauvorhaben, für die Zuwendungen des Landes beantragt werden.

Die mit Erlaß vom 16. Mai 1984 eingeführten Bautechnischen Richtlinien werden durch die Neufassung ersetzt.

Wiesbaden, 21. April 1993

Hessisches
Kultusministerium
I B 3 — 180 — 1

Hessisches Ministerium für
Frauen, Arbeit und Sozialordnung
Z A 1 a — 15 a 5 — 00

Hessisches Ministerium für
Wissenschaft und Kunst
W II 1.1 — 920/5415 — 1

Hessisches Ministerium für
Landesentwicklung, Wohnen,
Landwirtschaft, Forsten und
Naturschutz
VIII 2 — 64 c 34/07 — 2/93

Hessisches Ministerium
für Jugend, Familie
und Gesundheit
I — I B 5 — 93 c — 26

Hessisches Ministerium
der Finanzen
B 1407 — 1 — V A 3
— Gült.-Verz. 3616, 3617, 4330 —
StAnz. 19/1993 S. 1099