

GEBÄUDEFORUM
KLIMANEUTRAL



LEITFADEN ENERGIEAUSWEIS

Teil 1 – Energiebedarfsausweis:
Datenaufnahme Wohngebäude

Inhalt

1	Einleitung	5
2	Gebäudeaufnahme	7
2.1	Bedeutung der Datenaufnahme	7
2.1.1	Ablauf der Datenaufnahme	8
2.1.2	Überblick: Welche Daten müssen erfasst werden?	10
2.2	Übersicht von Gebäudetypen im Bestand	15
2.2.1	Ein- und Zweifamilienhäuser	15
2.2.2	Mehrfamilienhäuser	18
2.2.3	Bewertung der Baualtersklassen anhand der Gebäudetypologie des deutschen Wohngebäudebestandes	20
2.3	Datenaufnahme Gebäudehülle	22
2.3.1	Bestimmung der thermischen Hüllfläche	23
2.3.2	Detailliertes Aufmaß	25
2.3.3	Bestimmung von Bauteilqualitäten	29
2.3.4	Erfassung von Wärmebrücken und damit übermäßigen Wärmeabflüssen aus dem Gebäude	41
2.3.5	Beurteilung der Luftdichtheit der Gebäudehülle	44
2.3.6	Beurteilung der solaren Wärmegewinne	46
2.4	Datenaufnahme Anlagentechnik	47
2.4.1	Wärmeerzeuger	49
2.4.2	Wärmespeicher	55
2.4.3	Wärmeverteilung	57
2.4.4	Pumpen und hydraulischer Abgleich	59
2.4.5	Wärmeübergabe	61
2.4.6	Lüftung	62
2.5	Möglichkeiten der vereinfachten Datenaufnahme	64
2.5.1	Vereinfachungen bei der Aufnahme der thermischen Hüllfläche	64
2.5.2	Vereinfachungen bei der Aufnahme der Anlagentechnik	67
2.6	Randbedingungen für die Berechnung von Energieausweisen	70

3 Bedarfs-/Verbrauchsabgleich	75
3.1 Bedeutung des Bedarfs-/Verbrauchsabgleichs	75
3.2 Schritt 1 – Verbrauchserfassung und Witterungskorrektur	77
3.2.1 Verbrauchserfassung	78
3.2.2 Verbrauchserfassung bei bivalenter Beheizung und mehreren Heizsystemen	80
3.2.3 Zeit- und Witterungskorrektur	81
3.3 Schritt 2 – Berechnung eines an den Nutzer angepassten Bedarfs	83
3.4 Schritt 3 – Interpretation der Ergebnisse und Fehlersuche	88
3.5 Weitere Hilfsmittel	90
4 Unterstützungsangebote für Aussteller von Energieausweisen	92
4.1 Checklisten zur Datenaufnahme	93
4.2 Informationen zur Versicherung für Aussteller von Energieausweisen	94
4.3 Tabellenwerte für die Berechnung der CO₂-Emissionen	96
5 Anhang	98
5.1 Glossar	98
5.1.1 Gebäudehülle	98
5.1.2 Bauphysik	106
5.1.3 Anlagentechnik	107
5.2 Literaturnachweis	117
5.3 Bildnachweis	118
Impressum	119



1 Einleitung

Mit dem Klimaschutzgesetz hat die Bundesregierung das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2045 verankert. Dem Gebäudesektor kommt hier eine wichtige Rolle zu, da etwa 35 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs auf Gebäude entfallen – sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Ebene. Um den Energiebedarf und die CO₂-Emissionen in diesem Bereich merklich zu senken, wurde die Europäische Gebäuderichtlinie (EPBD) veröffentlicht. Diese verpflichtet alle EU-Mitgliedstaaten u. a. dazu, Energieausweise für Gebäude einzuführen. Energieausweise sind sowohl auf europäischer als auch auf nationaler Ebene ein zentrales Instrument zur Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden. Die EU-Kommission stärkt deswegen in ihrem Entwurf der neuen EU-Gebäuderichtlinie die Rolle der Energieausweise: sie sollen vereinheitlicht und digitalisiert werden sollen. Mit der Novellierung des Gebäudeenergiegesetzes und der angekündigten Vereinheitlichung und Digitalisierung der Energieausweise im Koalitionsvertrag stellt die Bundesregierung damit auch national die Weichen für einen klimaneutralen Gebäudebestand.

Energiebedarfsausweise dokumentieren die energetische Qualität eines Gebäudes und sind potenziellen Kaufinteressenten oder Mietern vorzulegen bzw. zu übergeben. Damit sollen Energieausweise helfen, Markttransparenz hinsichtlich der energetischen Qualität von Gebäuden zu schaffen. Mieter und Käufer sollen in die Lage versetzt werden, sich bereits bei der Objektsuche über die Energieeffizienz eines Gebäudes zu informieren und dies in die Entscheidung für ein Objekt einfließen zu lassen. Darüber hinaus sind jedem Energieausweis Modernisierungsempfehlungen beigefügt, die dem Eigentümer einen Einstieg in die energetische Modernisierung des eigenen Gebäudes ermöglichen.

In Deutschland besteht die Pflicht zur Ausstellung von Energieausweisen für Neubauten bereits seit der Einführung der Energieeinsparverordnung (EnEV) im Jahr 2002. Mit Inkrafttreten der EnEV 2007 wurde der Energieausweis für Bestandsgebäude schrittweise eingeführt: Seit dem 1. Januar 2009 ist bei allen bestehenden Wohngebäuden, seit dem 1. Juli 2009 bei allen bestehenden Nichtwohngebäuden bei Vermietung und Verkauf ein Energieausweis zugänglich zu machen. Bei Gebäuden mit mehr als 250 m² Nutzfläche, in denen Behörden und sonstige Einrichtungen für eine große Anzahl von Menschen öffentliche Dienstleistungen erbringen, ist der Energieausweis zudem an einer gut sichtbaren Stelle auszuhängen.

Welchen Energieausweis braucht das Gebäude?

Wer ein Gebäude neu vermietet, verkauft, verpachtet oder verleast, muss entweder einen Bedarfs- oder einen Verbrauchsausweis vorlegen.



Abb. 2: Welchen Energieausweis braucht welches Gebäude?

Das Bild zeigt einen Energieausweis für ein Wohngebäude. Der Titel lautet 'ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude' gemäß dem Gebäudeenergiegesetz (EnEG) vom 20.11.2023. Die Registernummer ist 123456789. Die Daten des Gebäudes sind: Gebäudetyp: Mehrfamilienhaus, Adresse: Musterstr. 123, Musterstadt, Gebäudeart: Wohnhaus, Baugjahr: 1927, Baugjahr Wärmeerzeuger: 1993, Anzahl Wohnungen: 10. Die wesentliche Energiekategorie für Heizung ist 'Endgas H'. Die Energieausweise sind in zwei Spalten unterteilt: 'Erneuerbare Energien' und 'An der Lüftung'. Die 'Erneuerbare Energien' sind mit 'keine' angegeben, die 'An der Lüftung' mit 'keine Kühlung'. Die 'Hinweise zur Verwendung des Energieausweises' sind ebenfalls sichtbar.

Abb. 1: Energieausweis für Wohngebäude

Diese Regelungen zum Energieausweis bleiben auch mit dem am 8. August 2020 in Kraft getretenen Gebäudeenergiegesetz (kurz GEG) bestehen.

Die dena möchte mit der Reihe „Leitfaden Energieausweis“ alle notwendigen Grundlagen für die Ausstellung von Energieausweisen aktuell zur Verfügung stellen. Der Leitfaden richtet sich sowohl an erfahrene Fachleute als auch an Neueinsteiger im Bereich der Energieausweis-Erstellung, die sich einen Überblick über das komplexe Thema verschaffen möchten.

Der nun vorliegende und in der vierten Fassung überarbeitete erste Teil des Leitfadens erläutert die korrekte Vorgehensweise bei der Datenaufnahme für den bedarfsorientierten Energieausweis von Wohngebäuden im Zusammenhang mit den anzuwendenden technischen Regeln. Zudem werden praxisrelevante Tipps und Hinweise für das Vorgehen bei der Datenaufnahme vor Ort gegeben und insbesondere die in den Bekanntmachungen zum GEG zugelassenen Vereinfachungen bei der Datenaufnahme dargestellt. Der Leitfaden beinhaltet die Neuerungen des GEG und bietet Ausstellern von Energieausweisen somit Grundlageninformationen und praktische Hilfen für die tägliche Arbeit.

Der zweite Teil der Reihe „Leitfaden Energieausweis“ erläutert ausführlich, wie Modernisierungsempfehlungen im Rahmen von Energieausweisen erstellt werden können. Der dritte Teil bietet Ausstellern eine Arbeitshilfe für die Ausstellung von verbrauchsbasierten Energieausweisen.

Energieausweise für Gebäude haben das Potenzial, zu einer nachhaltigen energetischen Verbesserung des Gebäudebestandes beizutragen. Mit diesem Leitfaden möchte die dena einen Beitrag zum Erfolg des Energieausweises leisten.

Der Leitfaden ist in Zusammenarbeit mit erfahrenen Fachautoren entstanden. Für die Beiträge und konstruktiven Anregungen möchten wir uns bei allen Beteiligten herzlich bedanken.

2 Gebäudeaufnahme

2.1 Bedeutung der Datenaufnahme

Die Aufnahme der Gebäudedaten vor Ort liefert die Grundlage für die Berechnung der Werte im Energieausweis. Während die klimatischen und nutzungsspezifischen Randbedingungen Standardwerte sind, die die Vergleichbarkeit der Energieausweise bundesweit gewährleisten, bildet die Datenaufnahme den spezifischen Zustand des jeweiligen Gebäudes ab. Über die Datenaufnahme charakterisiert der Aussteller das Gebäude in seinem Istzustand und schafft die Datengrundlage für das berechnete Ergebnis – den Energiebedarfskennwert.

Für die Erstellung des bedarfsorientierten Energieausweises kann bei der Berechnung des Energiebedarfs nach GEG wahlweise eines der folgenden Verfahren angewendet werden:

- Berechnung nach der Norm DIN V 18599 in der aktuell gültigen Fassung von 2018
- (noch bis 31. Dezember 2023 anwendbar) Berechnung nach den Normen DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10

Je nachdem, welches der beiden Normpakete bei der energetischen Bilanzierung zum Einsatz kommen soll, werden leicht unterschiedliche Kennwerte aus der Bau- und Anlagentechnik benötigt. Auf die Unterschiede wird nachfolgend detailliert eingegangen.

Das GEG lässt Ausstellern von Energieausweisen für Bestandsgebäude die freie Entscheidung, nicht vorhandene Daten exakt zu erfassen oder alternativ durch eine vereinfachte Datenaufnahme zu ermitteln. Fehlen Angaben zu geometrischen Abmessungen des Gebäudes, können diese nach § 50 (4) GEG durch ein vereinfachtes Aufmaß ermittelt werden. Bei fehlenden Angaben zu energetischen Kennwerten bestehender Bauteile oder zu Anlagenkomponenten können gesicherte Erfahrungswerte zur Beurteilung dieser Komponenten verwendet werden. Zulässige Vereinfachungen beim Aufmaß und bei den Kennwerten finden sich in der Bekanntmachung [1].

Die Entscheidung über die Genauigkeit der Datenaufnahme sollte zwischen Aussteller und Gebäudeeigentümer abgestimmt und vertraglich fixiert werden. Hierzu müssen zunächst die Ziele des Eigentümers festgestellt werden. Ist vom Gebäudeeigentümer mit dem Energieausweis eine Initialberatung als erster Einstieg in die energetische Modernisierung gewünscht, können die Vereinfachungen aus den Bekanntmachungen für einen hinsichtlich Kosten und Nutzen optimierten Energieausweis sinnvoll angewendet werden. Eine detaillierte Erfassung des Gebäudes wäre hingegen dann sinnvoll, wenn der Energieausweis zum Einstieg in eine konkrete Modernisierung beispielsweise anhand eines individuellen Sanierungsfahrplanes (iSFP) genutzt werden soll. Dann können die aufgenommenen Daten direkt für eine Ausführungsplanung weiterverwendet werden.

Der Aussteller darf zur Datenerhebung Planunterlagen und Angaben des Gebäudeeigentümers zugrunde legen. Daten, die begründeten Anlass zu Zweifeln an der Richtigkeit geben, dürfen allerdings nicht verwendet werden. Wer vorsätzlich oder leichtfertig die Anforderungen des GEG nicht beachtet, begeht eine bußgeldbewehrte Ordnungswidrigkeit.

Folgende Ordnungswidrigkeiten in Zusammenhang mit Energieausweisen können mit einem Bußgeld von bis zu 10.000 Euro geahndet werden:

- ein Energieausweis wird nicht unverzüglich, nachdem ein neues Gebäude fertiggestellt ist, erstellt und übergeben.
- bei Verkauf, Neuvermietung, -leasing oder -verpachtung wird den potenziellen Käufern oder Mietern der Energieausweis gar nicht, nicht vollständig oder nicht rechtzeitig vorgelegt.
- nach Abschluss eines neuen Vertrages zum Verkauf, zur Vermietung, zum Leasing oder zur Verpachtung wird der Energieausweis nicht vollständig oder rechtzeitig übergeben.
- fehlende Pflichtangaben in kommerziellen Immobilienanzeigen.
- die bereitgestellten Daten für den Energieausweis sind nicht richtig.
- die bereitgestellten Daten für die Berechnung der Energiekennwerte im Energieausweis sind nicht richtig.
- einen Energieausweis ausstellen, ohne die geforderten fachlichen Qualifikationen aufzuweisen.

Mit einem Bußgeld von bis zu 5.000 Euro können folgende Ordnungswidrigkeiten geahndet werden:

- die Registriernummer oder das Datum der Antragstellung nicht, nicht richtig oder nicht rechtzeitig in den Energieausweis eintragen.
- einer vollziehbaren Anordnung im Rahmen der Stichprobenkontrolle von Energieausweisen zuwiderhandeln.

Der Aussteller kann sich also im Zweifelsfall nicht darauf berufen, dass der Energieausweis auf Grundlage von vorliegenden Unterlagen erstellt wurde, und damit einen Haftungsausschluss begründen. Vorhandene Angaben, die der Auftraggeber über die energetische Qualität von Bauteilen macht, müssen vom Aussteller auf Plausibilität geprüft werden. Es empfiehlt sich daher, das Gebäude vor Ort zu begehen, um Abweichungen zu Bestandsplänen, etwaige Um- und Anbauten sowie den tatsächlichen Zustand der Bauteile beurteilen zu können. Bestehen Zweifel an der Richtigkeit von Daten aus den Bauunterlagen, so besteht die Möglichkeit, die Standardwerte aus den Bekanntmachungen zur Datenaufnahme zu nutzen.

2.1.1 Ablauf der Datenaufnahme

Eine erfolgreiche Datenaufnahme startet bereits vor der Vor-Ort-Begehung des Gebäudes. Für den Aussteller von Energieausweisen ist es vorab sinnvoll, die Gebäudeeigentümer nach Planunterlagen und der Baubeschreibung des Gebäudes zu fragen und sich diese zusammenstellen zu lassen. Notwendige Grunddaten können dann – soweit aus vorhandenen Unterlagen ersichtlich – vorab ermittelt werden. Das reduziert maßgeblich den Aufwand der Datenaufnahme vor Ort, entbindet jedoch nicht von einer Prüfung des Gebäudes auf mögliche Veränderungen wie beispielsweise An- oder Umbauten. Falls keine Unterlagen vorhanden sind, ist das gesamte Gebäude vor Ort aufzunehmen. Einen Überblick über den Ablauf der Datenaufnahme insgesamt zeigt Abbildung 3.

Um sicherzugehen, dass später alle für die Berechnung benötigten Daten vorliegen, sollte die Datenaufnahme der Gebäudehülle und der Anlagentechnik möglichst systematisch durchgeführt werden. In Kapitel 2.1.2 erhalten Sie einen ersten Überblick über die wichtigsten Daten, die Sie für die Energieausweis-Erstellung benötigen. Wie Sie die Daten ermitteln können und welche Vereinfachungen zulässig sind, erfahren Sie in den folgenden Abschnitten von Kapitel 2.



Die dena stellt unter [-> www.gebaeudeforum.de](http://www.gebaeudeforum.de) umfassende Checklisten für die Datenaufnahme von Wohngebäuden zur Verfügung.



Materialien und Hilfsmittel für die Vor-Ort-Begehung sind u. a.:

- Messgeräte wie z. B. Meterstab, Maßband, elektronische Entfernungsmesser
- Schreibutensilien, Klemmbrett
- Fotoapparat, Speicherkarte, ggf. Kamera mit Funktion zum Fotoaufmaß
- handliche Kopien aller Grundrisse und Etagen
- Taschenlampe, ggf. Kompass
- Feuerzeug zum Überprüfen der Verglasung



Abb. 3: Welchen Energieausweis braucht welches Gebäude?

2.1.2 Überblick: Welche Daten müssen erfasst werden?

Für die Energieausweis-Erstellung erfolgt die Bestimmung des Endenergiebedarfs von Heizungs-, Lüftungs- und Warmwassersystemen in zwei Schritten:

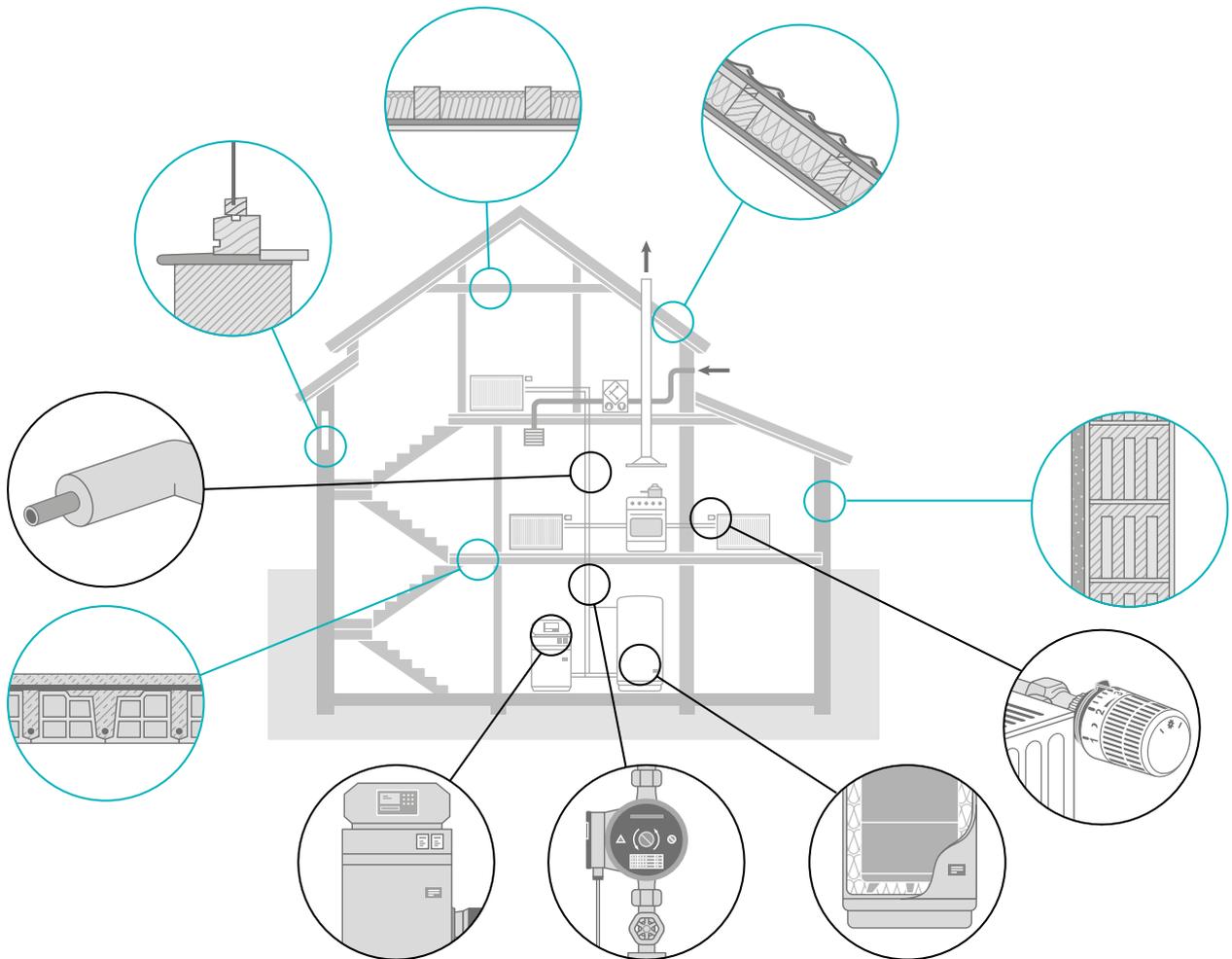
1. Gebäudehülle:

Zuerst wird bestimmt, welche Wärmemenge erforderlich ist, damit das Gebäude im Winter die genormte Raumtemperatur erreicht (19 bzw. 20 °C, je nach Rechenverfahren). Dieser Heizwärmebedarf ergibt zusammen mit dem Warmwasserbedarf die von der Anlagentechnik bereitzustellende Wärmemenge.



2. Anlagentechnik:

Im zweiten Schritt werden die Energieverluste bilanziert, die bei der Erzeugung, Speicherung und Verteilung der entsprechenden Wärmemenge entstehen, sowie die zur Luftbewegung notwendige Energie berechnet.



- Komponenten der Anlagentechnik
- Komponenten der Gebäudehülle

Abb. 4: Schemaschnitt eines Wohngebäudes mit den für die Datenaufnahme relevanten Bauteilen



Gebäudehülle

Für die Ermittlung des Heizwärmebedarfs sind die in der Heizzeit entstehenden Wärmeverluste (nach DIN V 18599: Wärmesenken), aber auch die Wärmegewinne (nach DIN V 18599: Wärmequellen) zu bilanzieren. Hierfür ist die Erfassung folgender Daten erforderlich:

Thermische Hüllfläche (wärmeübertragende Umfassungsflächen)

Die thermische Hüllfläche ist die Grenzfläche zwischen den beheizten Räumen und der unbeheizten Umgebung (Außenluft, Keller, Erdreich, unbeheizter Dachraum usw.). Je größer die thermische Hüllfläche ist, desto mehr Wärme wird nach außen abgegeben. Die Flächen werden getrennt nach Lage und Himmelsrichtung, thermischer Qualität und Umgebungstemperatur aufgenommen.

Bestimmung der Bauteilqualität: Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte)

Der U-Wert ist das übliche Maß für die Wärmedämmeigenschaften von Bauteilen in $W/(m^2 \cdot K)$. Mit dem U-Wert wird der Wärmestrom angegeben, der sich bei 1 Kelvin Temperaturdifferenz pro m^2 ausdrückt. Je kleiner der U-Wert ist, desto besser ist die wärmedämmende Wirkung des Bauteils.

Nettovolumen (belüftetes Volumen)

Das belüftete Volumen mit Nettoinnenmaßen ist maßgeblich für die Lüftungswärmeverluste des Gebäudes. Es kann vereinfacht aus dem umbauten Raum oder genauer mit der Nettogrundfläche und einer mittleren lichten Raumhöhe ermittelt werden.

Dichtheit des Gebäudes

Undichtigkeiten in der Gebäudehülle führen zu unnötigen Lüftungswärmeverlusten. Erhöhte Undichtigkeiten werden auch bei der Energieausweis-Ausstellung berücksichtigt. Bei der Datenaufnahme liegt das Augenmerk auf offensichtlich undichten Fenstern und Türen sowie auf dem Fehlen von luftdichten Ebenen, insbesondere bei ausgebauten Dachgeschossen.

Wärmeverluste durch unterschiedliche Temperaturen

Als treibende Kraft für die Wärmeverluste wirkt die Temperaturdifferenz zwischen innen und außen. Informationen über die tatsächlich im Winter herrschenden Temperaturen sind für den Energieausweis nicht erforderlich. Es wird stets von festen Werten für Innen- und Außentemperaturen ausgegangen, wodurch Gebäude trotz unterschiedlicher Nutzer und Standorte vergleichbar sind. Insbesondere bei Einfamilienhäusern sind jedoch Informationen über die tatsächliche Beheizung von Wohnräumen hilfreich, da sie ggf. für die Interpretation des gemessenen Heizenergieverbrauchs verwendet werden können (siehe hierzu Kapitel 3).

Wärmeverluste durch Wärmebrücken

Wärmebrücken sind Schwachstellen in einer Baukonstruktion mit deutlich größerem Wärmeverlust im Vergleich zu den angrenzenden Bereichen. Problematisch ist der erhöhte Wärmefluss, weil die Temperatur auf der Innenseite der Außenwand absinkt und dadurch Oberflächenkondensat und Schimmelpilzbildung auftreten können (siehe hierzu Kapitel 2.3.4).

Kennwerte zur Berechnung solarer Wärmegewinne

Wärmegewinne aus der Sonneneinstrahlung über die Hüllflächen eines Gebäudes werden bei der Energiebilanz mit berücksichtigt. Je nach gewähltem Rechenverfahren werden hierbei nicht nur transparente, sondern auch nicht transparente (sogenannte opake) Bauteile berücksichtigt, sofern ein Strahlungseinfluss zu verzeichnen ist. Das sind Dächer über beheizten Räumen und Außenwände.

Es müssen in jedem Fall für die transparenten Bauteile Energiedurchlassgrade der Gläser bestimmt werden. Für die opaken Bauteile ist der Strahlungsabsorptionsgrad anhand der Oberflächenfarbe zu ermitteln – bei Berechnung nach DIN V 4108-6 freiwillig, bei Berechnung nach DIN V 18599 verpflichtend.

Weitere Daten und Bilanz

Weitere wichtige Daten bei der Bilanzierung des Heizwärmebedarfs sind innere Wärmegewinne (bzw. Wärmequellen) aus Personenabwärme, Beleuchtung und Geräteabwärme, die Innen- und Außenklimadaten sowie nutzungsbedingte Luftwechsel. Diese sind bei der Ausweiserstellung fest vorgegeben.

Nach DIN V 18599 zählen als innere Wärmegewinne bei der Bilanzierung des Heizwärmebedarfs auch Wärmegewinne aus der Anlagentechnik (Abwärme aus Rohren, Speichern, Erzeugern). Daher kann der Heizwärmebedarf nach diesem Rechenverfahren erst bestimmt werden, wenn auch die Anlagentechnik beschrieben ist.

Anlagentechnik

Aus den vorher genannten Gebäude- und Nutzungsdaten wird der Heizwärmebedarf des Gebäudes ermittelt. Diesen Bedarf muss das Heizsystem decken. Dabei treten Verluste auf, die im Rahmen der Energieausweis-Erstellung bilanziert werden müssen.

Für viele Komponenten werden Effizienzmerkmale aus Typologien abgeschätzt. Um aus diesen Typologien Kennwerte zu entnehmen, ist die Erfassung des Baualters oder einer Baualtersklasse einer jeden Komponente der Technik sinnvoll.

Wärmeerzeuger

Der Wärmeerzeuger dient der Gewinnung von Wärme durch Umwandlung eines Energieträgers (Erdgas, Heizöl, Strom, Holz, Kohle). Bei einem Fernwärmeanschluss erfolgt in der Fernwärme-Übergabestation des Gebäudes lediglich eine Übertragung der Wärme vom Fernwärmenetz auf die Heizkreise des Gebäudes.

Bei der Wärmeerzeugung geht in der Regel ein Teil der Wärmemenge über die Oberfläche des Wärmeerzeugers verloren (Bereitschaftsverluste). Bei Verlusten durch den Schornstein spricht man von Abgasverlusten. Um die Wärmeverluste bestimmen zu können, sind bei der Datenaufnahme verschiedene Informationen notwendig. Der Energieträger, die Art des Wärmeerzeugers, die Nennleistung und die Anzahl der Geräte sollten bekannt sein. In der Regel liegen auch die durch den Schornsteinfeger gemessenen Abgasverluste vor.

Warmwasserspeicher

Wird warmes Wasser ständig bereitgehalten, entstehen über den Warmwasserspeicher Wärmeverluste. Um diese rechnerisch zu ermitteln, sind Informationen nötig, z. B. über die Größe der Außenfläche (abgeschätzt über das Volumen) und die Dämmung des Warmwasserspeichers sowie die Art der Beheizung.

Wärmeverteilung

Bei der Verteilung der Wärme im Haus geht ebenfalls Wärme verloren. Verteilnetze sind in üblichen Wohnbauten die größten Verlustbringer in der Anlagentechnik. Für die quantitative Bestimmung der Verluste werden Informationen z. B. über die Länge und Dämmstärke der Rohrleitungen, ihre Temperatur, die Umgebungstemperatur (beheizt/unbeheizt) sowie die Dauer des Betriebs benötigt. Die Wärmeverluste werden entscheidend durch die Lage der Leitungsführung bestimmt. Diese kann innerhalb oder außerhalb der thermischen Hüllfläche verlaufen.

Wärmeübergabe

Der Wärmebedarf einzelner Räume schwankt im Laufe eines Tages und sollte individuell über die Raumtemperaturregelung angepasst werden. Für die Ermittlung der Wärmeverluste ist es wichtig zu wissen, über welche Art von Heizflächen die Wärme an den Raum abgegeben wird und mit welchen Regeleinrichtungen diese geregelt werden.



Pumpen und Hilfsgeräte

Der Strombedarf von Umwälz- und Zirkulationspumpen, Brennern, Lüftern, Ventilatoren, Regelungen usw. erreicht häufig einen bedeutenden Anteil am gesamten Energiebedarf. Der Strombedarf für die Anlagentechnik wird im Rahmen des Energieausweises als Hilfsenergie berücksichtigt. Für die Ermittlung des Strombedarfs werden Angaben zur elektrischen Aufnahmeleistung und zur Art der Regelung benötigt.

Weitere Daten und Bilanz

Zum vorher bilanzierten Heizwärmebedarf wird die Nutzwärmemenge für Trinkwarmwasser hinzugezählt. Sie ist im Rahmen der Energieausweis-Erstellung eine feste Größe. Der tatsächliche Warmwasserverbrauch ist für den Energieausweis nicht erforderlich. Es wird stets von festen Werten ausgegangen, wodurch die Gebäude trotz unterschiedlichen Nutzerverhaltens gut vergleichbar sind. Informationen über den tatsächlichen Warmwasserverbrauch sind jedoch hilfreich, wenn Abweichungen zwischen berechnetem Bedarf und gemessenem Verbrauch interpretiert werden sollen (siehe hierzu Kapitel 3).

Anschließend ergibt die Summe aus dem gewünschten Nutzen (Heizwärme und Trinkwarmwasser) und allen technischen Verlusten für Wärmeübergabe, -verteilung, -speicherung und -erzeugung die Endenergie für Wärme.

Die Endenergie für Wärme und die Summe aller Hilfsenergien bilden zusammen die Endenergie des Gebäudes, welche mit Primärenergiefaktoren bewertet zur Primärenergie führt.

2.2 Übersicht von Gebäudetypen im Bestand

Der Heizwärmebedarf von Wohngebäuden wird von einer Vielzahl von Parametern bestimmt, sodass bei der Erstellung des Energieausweises jedes Gebäude individuell zu betrachten ist. Dennoch lässt sich in Abhängigkeit von Gebäudetyp und Bauperiode oft der prinzipielle Aufbau der Außenbauteile bestimmen. Die nachfolgende Darstellung ausgewählter Gebäudetypen erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Durch die Vielzahl von regional unterschiedlichen Baukonstruktionen sollte der Energieausweis-Aussteller die Annahmen vor Ort überprüfen.

Für frei stehende Ein- und Zweifamilienhäuser, Reihenhäuser sowie Mehrfamilienhäuser unterschiedlicher Bauperioden werden nachfolgend typische Außenbauteile beschrieben. Hierbei werden bereits durchgeführte Sanierungen oder Modernisierungen nicht berücksichtigt. Eine ausführliche Liste von U-Werten alter Bauteile findet sich zudem unter [2].

Beispielhafte Bauteilaufbauten von Außenbauteilen können darüber hinaus der Untersuchung zu regionaltypischen Materialien und Bauweisen [3] entnommen werden. Anhand von Altbaudatenblättern sind dort bundesweit regionaltypische Konstruktionen von bestehenden Wohngebäuden dokumentiert (siehe Kapitel 2.5).

2.2.1 Ein- und Zweifamilienhäuser

Fachwerkhäuser bis 1918

Fachwerkhäuser aus der Zeit des Mittelalters bis nach dem Ersten Weltkrieg findet man heute noch in vielen ländlichen Bereichen und Kleinstädten. Ihre Bauweise wird durch die örtlich vorhandenen Materialien und die Bauausführung in traditionell handwerklichen Verfahren bestimmt:

- Steinboden auf Erdreich bzw. Gewölbe- oder Kriechkeller aus Bruchstein oder Ziegel
- Außenwände aus etwa 10 bis 12 cm dickem, tragendem Holzfachwerk und Gefachen aus Strohlehm bzw. Ziegelmauerwerk hoher Rohdichte; die Schlagregenseite ist je nach Region häufig mit Holzschindeln oder Schiefer verkleidet
- einfach verglaste Sprossenfenster aus Holz, die keine Dichtung besitzen und daher eine hohe Luftundichtheit aufweisen, jedoch heute nur noch sehr selten im Original vorhanden sind
- Holzbalkendecke zum unbeheizten Dachgeschoss mit einer Füllung aus Strohlehm, Sand, Schlacke, Asche o. Ä.
- keine Wärmedämmung zwischen den Sparren bei ausgebauten Dachgeschossen
- Schilfrohmatten, verputzt, oder raumseitige Schalung aus Brettern oder Holzwerkstoffplatten



Abb. 5: Fachwerkhaus



Abb. 6: Wohnhaus aus den 1930er-Jahren

Massivbauten bis 1948

Massivbauten bis 1948 haben in der Regel eine kompakte Kubatur, einen geringen Dachüberstand und einen im Vergleich zu heutigen Anforderungen kleinen Fensterflächenanteil. Wichtige Kennzeichen der wärmedämmenden Gebäudehülle sind:

- Kellerdecke als Holzbalkendecke mit Schüttung geringer wärmedämmender Wirkung bzw. als gemauertes Kappengewölbe mit Schlackenfüllung, nach 1918 verstärkt auch als massive Decke (Stahlsteindecke, Stahlbetonrippendecke usw.)
- ein- oder zweischaliges Ziegelmauerwerk hoher Rohdichte
- Sandstein und andere Natursteine, bis 1918 auch häufig Bruchsteinmauerwerk
- einfach verglaste Holzfenster, teilweise mit Sprossen und Klappläden, nach 1918 auch verstärkt Verbundfenster und Kastenfenster mit zwei Scheiben, die heute nur noch sehr selten im Original vorhanden sind
- Holzbalkendecke zum unbeheizten Dachgeschoss mit einer Füllung aus Sand, Schlacke, Asche o. Ä., zum Teil auch Massivdecken
- keine oder nur wenig Wärmedämmung zwischen den Sparren bei ausgebauten Dachgeschossen; Schilfrohmatten, verputzt, oder raumseitige Schalung aus Brettern oder Holzwerkstoffplatten



Abb. 7: Einfaches Wohnhaus aus den 1950er-Jahren

Massivbauten 1949 bis 1968

In den 1950er-Jahren waren die Einfamilienhäuser noch verhältnismäßig klein und sehr kompakt. Im Laufe der 1960er-Jahre wurde die Wohnfläche größer und Erker sowie Dachgauben bestimmten das äußere Erscheinungsbild. Es gibt viele Konstruktionsvarianten für die Außenbauteile:

- Kellerdecke als Betondecke mit Verbundestrich bzw. Stahlbetonrippendecke oder Stahlsteindecke mit Füllkörpern aus Lochziegeln oder Bimsbeton; ab 1960 teilweise schwimmender Estrich mit Mineralfaser oder Kork als Trennlage
- einschaliges Mauerwerk aus Hohlblocksteinen, Gitterziegeln, Porenbeton oder Bims
- einfach verglaste Holzfenster oder zweifach verglaste Verbund- oder Kastenfenster, die heute nur noch selten im Original vorhanden sind, zum Teil mit Rollläden
- Beton-, Rippen- oder Stahlsteindecke zum unbeheizten Dachgeschoss, teilweise schon nachträglich gering wärmegeklämt
- keine oder nur wenig Wärmedämmung zwischen den Sparren bei ausgebauten Dachgeschossen; innere Verkleidung aus Faserzement- oder Holzfaserverplatten



Abb. 8: Doppelhaushälfte aus den 1970er-Jahren

Massivbauten 1969 bis 1983

Im Jahr 1977 trat die erste Wärmeschutzverordnung, im Jahr 1978 die erste Heizungsanlagenverordnung in Kraft. Die Notwendigkeit des Energiesparens machte sich damit auch in der Architektur bemerkbar. Im städtischen Bereich wurden verstärkt kompakte Reihenhaussiedlungen mit nachfolgenden Konstruktionsvarianten errichtet:

- Betondecke mit Trittschalldämmung unter Estrich
- leichtes Mauerwerk aus Ziegel, Bims, Porenbeton usw. oder schweres Mauerwerk mit Wärmedämmverbundsystem
- Holz-, Kunststoff- oder thermisch nicht getrennte Aluminiumfenster mit 2-Scheiben-Isolierverglasung und Rollläden, teilweise heute noch vorhanden

- Betondecke mit aufliegender Wärmedämmung geringer Dämmstärke als oberste Geschossdecke zum unbeheizten Dachgeschoss
- mineralische Wärmedämmung geringer Dicke zwischen den Sparren bei ausgebauten Dachgeschossen; innere Verkleidung aus Gipskartonplatten
- Flachdächer, belüftet oder unbelüftet, mit geringer Wärmedämmung, häufig bereits aufgrund von Bauschäden saniert

Fertighäuser in Holzbauweise 1960 bis 1978

In den 1960er-Jahren kamen zunehmend Fertighäuser auf den Markt. Auf einen massiven Keller wurden die Elemente aufgesetzt und die Stoßfugen mit Schienen oder Leisten abgedeckt. Die Holzleichtbauweise wies – im Verhältnis zum Massivbau dieser Bauperiode – schon einen guten Wärmeschutz auf, jedoch eine eher geringe Luftdichtheit:

- massive Kellerdecke mit Trittschalldämmung unter Estrich oder Holzbalkendecke mit geringer mineralischer Wärmedämmung zwischen den Holzbalken
- Holzleichtbauwand, die zu einem Teil des Querschnitts Mineralfaserdämmplatten enthält, zwischen Dämmplatten und Schalung befindet sich eine Luftschicht
- Holzfenster mit Einfachverglasung (die heute nur noch selten vorhanden sind) oder 2-Scheiben-Isolierverglasung und Rollläden
- Holzbalkendecke mit mineralischer Wärmedämmung mittlerer Dicke zwischen den Holzbalken als oberste Geschossdecke zum unbeheizten Dachgeschoss
- mineralische Wärmedämmung mittlerer Dicke (ca. 4 bis 8 cm) und Luftschicht zwischen den Sparren beim ausgebauten Dachgeschoss; innere Verkleidung aus Holzfaserver- oder Gipskartonplatten

Fertighäuser in Holzbauweise nach 1978

In den 1970er-Jahren wurde die Technik der Fertighausherstellung weiterentwickelt; die Gebäude waren von außen nicht mehr von Massivbauten zu unterscheiden. Die Wärmedämmung der Außenbauteile wurde weiter erhöht:

- massive Kellerdecke mit Trittschalldämmung unter Estrich oder Holzbalkendecke mit mineralischer Wärmedämmung zwischen den Holzbalken
- Holzständerwand mit Mineralfaser zwischen den Holzständern und zusätzlich einer Außendämmung mit Riemchen oder Putz als Witterungsschutz
- Holzfenster mit 2-Scheiben-Isolierverglasung und Rollläden, die heute teilweise noch vorhanden sind
- Holzbalkendecke mit mineralischer Wärmedämmung zwischen den Holzbalken als oberste Geschossdecke zum unbeheizten Dachgeschoss
- mineralische Wärmedämmung zwischen den Sparren beim ausgebauten Dachgeschoss; innere Verkleidung aus Gipskartonplatten



Abb. 9: Fertighaus aus den 1970er-Jahren



Abb. 10: Modernes verputztes Fertighaus aus den 1990er-Jahren

2.2.2 Mehrfamilienhäuser

Gründerzeitbauten um 1900

Die innerstädtischen Gebäude zeichnen sich durch große Geschosshöhen und auf der Straßenseite durch eine feingliedrige Fassade mit Stuckornamenten aus. Man findet in der Regel folgende Konstruktionen vor:

- Kellerdecke als gemauertes Kappengewölbe mit Schlacken- oder Sandfüllung
- Vollziegelmauerwerk, in den oberen Geschossen verjüngt
- einfach verglaste Holzfenster, teilweise als Kastenfenster und mit Klappläden, die heute nur noch selten im Original vorhanden sind
- Holzbalkendecke zum unbeheizten Dachgeschoss mit einer Füllung aus Sand, Schlacke, Strohlehm, Asche o. Ä., manchmal im Laufe der Jahre bereits gering wärmegeklämmt
- beim ausgebauten Dachgeschoss raumseitig Brettschalung oder Schilfrohmatten, verputzt; zum Teil Lehmschlag zwischen den Sparren, keine oder wenig Wärmedämmung zwischen den Sparren



Abb. 11: Stadthaus aus der Gründerzeit

Siedlungsbauten bis 1948

Die langen drei- bis viergeschossigen Gebäudezeilen wurden häufig durch Erker, vorgezogene Treppenhäuser usw. gestaltet. Folgende Außenbauteile beschreiben die einfache Bauweise:

- Kellerdecke als Holzbalkendecke mit Schüttung geringer wärmedämmender Wirkung bzw. als gemauertes Kappengewölbe mit Schlackenfüllung, nach 1918 verstärkt auch als massive Decke (Stahlsteindecke, Stahlbetonrippendecke)
- ein- oder zweischaliges Ziegelmauerwerk hoher Rohdichte
- einfach verglaste Holzfenster, teilweise Kasten- oder Verbundfenster, die heute nur noch sehr selten im Original vorhanden sind
- Holzbalkendecke zum unbeheizten Dachgeschoss mit einer Füllung aus Sand, Schlacke, Asche o. Ä. oder massive Decke, manchmal im Laufe der Jahre bereits gering wärmegeklämmt
- keine oder geringe Wärmedämmung zwischen den Sparren beim ausgebauten Dachgeschoss, sondern raumseitig Holzwolle-Leichtbauplatten o. Ä.



Abb. 12: Siedlungsanlage Borstei, 1924–1929

Mehrfamilienhäuser 1949 bis 1968

Die Fassaden der Mehrfamilienhäuser dieser Bauperiode sind im Originalzustand meist ohne architektonischen Anspruch uniform. Die Gebäudehülle wird durch folgende Bauteilaufbauten gekennzeichnet:

- Kellerdecke als Betondecke mit Verbundestrich; ab 1960 teilweise schwimmender Estrich mit Mineralfaser oder Kork als Trennlage
- dünnes einschaliges Mauerwerk aus Ziegel, Ziegelsplitt, Hohlblocksteinen, Gitterziegel, Hochlochziegel, Gasbeton, häufig bereits nachträglich wärmegeklämmt
- einfach verglaste Holzfenster oder zweifach verglaste Verbund- oder Kastenfenster, die heute nur noch sehr selten im Original vorhanden sind
- Betondecke zum unbeheizten Dachgeschoss oder Flachdach mit geringer Wärmedämmung (z. B. Holzwolle-Leichtbauplatten)



Abb. 13: Schlichtes Mehrfamilienhaus aus den 1950er-Jahren

Mehrfamilienhäuser 1969 bis 1983

Die Gebäudezeilen sind kürzer im Vergleich zu den Nachkriegsbauten, die Wohnungen haben Balkone und die Dachgeschosse sind häufig zu Wohnungen ausgebaut. Die Konstruktionen weisen eine geringe Wärmedämmung auf:

- | Betondecke mit schwimmendem Estrich
- | Gitter-/Hochlochziegel, Gasbeton, Kalksandstein usw., zum Teil mit Wärmedämmputz oder Betonfertigteilen
- | Holz- oder Kunststofffenster mit 2-Scheiben-Isolierverglasung, die heute teilweise noch im Original vorhanden sind
- | mineralische Wärmedämmung geringer Dicke zwischen den Sparren beim ausgebauten Dachgeschoss
- | Flachdach als Betondecke mit geringer Wärmedämmung



Abb. 14: Mehrfamilienhaus aus den 1980er-Jahren

Großtafelbauten 1955 bis 1989

Großtafelbauten wurden zunächst in Blockbauweise ausgeführt, später dann in Streifenbauart. Die oft als Hochhäuser ausgeführten Mehrfamilienhäuser haben einen vergleichsweise geringen Wärmeschutz und weisen große Wärmeverluste durch Wärmebrücken und Luftundichtheiten auf. Ab Mitte der 1960er-Jahre wurden die Plattenelemente auch zwei- und dreischalig mit einer Wärmedämmung ausgeführt:

- | Betonfertigdecke mit schwimmendem Estrich
- | Außenwände aus Gasbeton, Leichtbeton oder Hüttenbims ohne Wärmedämmung oder mehrschichtige Außenwände mit geringer Wärmedämmung, oft nachträglich wärmegeklärt
- | Holz- oder Kunststofffenster mit 2-Scheiben-Isolierverglasung, die heute teilweise noch im Original vorhanden sind
- | Kaltdach aus Betonfertigdecken mit geringer Wärmedämmung



Abb. 15: Plattenbau von 1973, links saniert, rechts während der Sanierung 2004

Industrieller Wohnungsbau der ehemaligen DDR

Umfangreiches Archivmaterial insbesondere zum industriellen Wohnungs- und Gesellschaftsbau der ehemaligen DDR stellt das Informationszentrum Plattenbau zur Verfügung. Unter [-> www.bbsr.bund.de](http://www.bbsr.bund.de), Spezialarchiv Bauen in der DDR – Informationszentrum Plattenbau finden Sie u. a.:

- | Richtlinien für Plattenbauten
- | eine TGL-Sammlung Technische Richtlinien und Gütevorschriften
- | Vorschriften der Staatlichen Bauaufsicht
- | diverse Publikationen zum Plattenbau
- | ausgewählte Grundrisse und Sanierungslösungen
- | ein Bestandsarchiv, das kontinuierlich aktualisiert und ergänzt wird

2.2.3 Bewertung der Baualtersklassen anhand der Gebäudetypologie des deutschen Wohngebäudebestandes

Mit der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH (IWU) in Darmstadt [4] existiert zudem eine umfassende und bei Fachakteuren allgemein anerkannte Klassifizierung des deutschen Gebäudebestandes nach Gebäudetypen, Baualtersklassen und energierelevanten Merkmalen. In der Untersuchung zu regionaltypischen Materialien und Bauweisen im Gebäudebestand [3] werden relevante Daten zum deutschen Wohngebäudebestand zusammengefasst und die Baualtersklassen, die bundesweite Wohnfläche der jeweiligen Gebäudetypen sowie der zugehörige gebäudetypspezifische Heizwärmebedarf Q_h dokumentiert.

Über die Größe des Heizwärmebedarfs existiert somit ein Indikator für die energetische Qualität der baulichen Hülle des entsprechenden Gebäudetyps. Bei Überprüfung der Plausibilität des bedarfsbasierten Energieausweises kann der Aussteller diesen gebäudetypspezifischen Heizwärmebedarf in seine Beurteilung und Qualitätskontrolle miteinbeziehen (siehe Kapitel 3). In Tabelle 1 sind ausgewählte Daten der Gebäudetypologie des deutschen Wohngebäudebestandes zusammenfassend dargestellt [4].

	Baujahr	Wohnfläche	Heizwärmebedarf
Ein- und Zweifamilienhäuser	bis 1859	46 Mio. m ²	256,3 kWh/(m ² · a)
	1860 – 1918	135 Mio. m ²	244,4 kWh/(m ² · a)
	1919 – 1948	150 Mio. m ²	197,2 kWh/(m ² · a)
	1949 – 1957	116 Mio. m ²	246,8 kWh/(m ² · a)
	1958 – 1968	218 Mio. m ²	240,1 kWh/(m ² · a)
	1969 – 1978	233 Mio. m ²	175,7 kWh/(m ² · a)
	1979 – 1983	110 Mio. m ²	117,5 kWh/(m ² · a)
	1984 – 1994	178 Mio. m ²	136,0 kWh/(m ² · a)
	1995 – 2001	158 Mio. m ²	104,3 kWh/(m ² · a)
	2002 – 2009	119 Mio. m ²	68,2 kWh/(m ² · a)
Reihenhäuser	bis 1859	19 Mio. m ²	keine Angabe
	1860 – 1918	62 Mio. m ²	179,7 kWh/(m ² · a)
	1919 – 1948	82 Mio. m ²	139,4 kWh/(m ² · a)
	1949 – 1957	52 Mio. m ²	173,0 kWh/(m ² · a)
	1958 – 1968	76 Mio. m ²	95,4 kWh/(m ² · a)
	1969 – 1978	79 Mio. m ²	124,0 kWh/(m ² · a)
	1979 – 1983	45 Mio. m ²	122,9 kWh/(m ² · a)
	1984 – 1994	85 Mio. m ²	85,6 kWh/(m ² · a)
	1995 – 2001	80 Mio. m ²	68,2 kWh/(m ² · a)
	2002 – 2009	52 Mio. m ²	59,2 kWh/(m ² · a)
Mehrfamilienhäuser	bis 1859	16 Mio. m ²	258,0 kWh/(m ² · a)
	1860 – 1918	163 Mio. m ²	155,9 kWh/(m ² · a)
	1919 – 1948	129 Mio. m ²	197,0 kWh/(m ² · a)
	1949 – 1957	125 Mio. m ²	175,3 kWh/(m ² · a)
	1958 – 1968	225 Mio. m ²	125,6 kWh/(m ² · a)
	1969 – 1978	169 Mio. m ²	133,4 kWh/(m ² · a)
	1979 – 1983	64 Mio. m ²	110,4 kWh/(m ² · a)
	1984 – 1994	133 Mio. m ²	113,7 kWh/(m ² · a)
	1995 – 2001	104 Mio. m ²	81,7 kWh/(m ² · a)
	2002 – 2009	39 Mio. m ²	48,5 kWh/(m ² · a)
Große Mehrfamilienhäuser	1860 – 1918	35,8 Mio. m ²	121,2 kWh/(m ² · a)
	1919 – 1948	7,9 Mio. m ²	151,0 kWh/(m ² · a)
	1949 – 1957	17,0 Mio. m ²	147,9 kWh/(m ² · a)
	1958 – 1968	47,1 Mio. m ²	129,1 kWh/(m ² · a)
	1969 – 1978	86,7 Mio. m ²	109,5 kWh/(m ² · a)
	1979 – 1983	21,9 Mio. m ²	keine Angabe
	1984 – 1994	34,8 Mio. m ²	keine Angabe
	1995 – 2001	25,5 Mio. m ²	keine Angabe
Hochhäuser	1995 – 2001	keine Angabe	103,4 kWh/(m ² · a)
	2002 – 2009	keine Angabe	104,5 kWh/(m ² · a)

Typologien von Gebäuden

Untergliederung in:

▬ Gebäudetyp

▬ Baujahr

Quelle: https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/episcopo/2015_IWU_LogaEtAL_Deutsche-Wohngeb%C3%A4udetypologie.pdf

Tab. 1: Zusammenstellung der Daten zum deutschen Wohngebäudebestand [4]

2.3 Datenaufnahme Gebäudehülle



Gebäudehülle

Die energetische Qualität der Gebäudehülle ist ein entscheidender Faktor für den Energiebedarf eines Gebäudes. Da in der Regel im Gebäudebestand die Bausubstanz nicht oder nur unzureichend durch Pläne und Baubeschreibungen dokumentiert ist, hat der Aussteller des Energieausweises u. a. die Aufgabe, ein korrektes Aufmaß der thermischen Hüllfläche vorzunehmen und die wärmedämmende Qualität der Bauteile zu ermitteln.

Diese Aufgaben müssen gewissenhaft durchgeführt werden, denn nur dann lässt sich für den Energieausweis ein Energiekennwert berechnen, der für das Gebäude kennzeichnend ist. Die Genauigkeit des Energieausweises und der Modernisierungsempfehlungen wird entscheidend durch die Qualität der Datenaufnahme bestimmt. Die Datenaufnahme sollte auch für Dritte nachvollziehbar dokumentiert werden, damit diese Daten als Grundlage für eine Sanierung verwendet werden können.

Die Mindestanforderungen an eine korrekte Datenaufnahme der Gebäudehülle sind:

Thermische Hüllfläche

Feststellung der beheizten Bereiche und damit Ermittlung der thermischen Hüllfläche, die den beheizten Gebäudebereich umschließt



Pläne und Aufmaß

Detailliertes Aufmaß oder Bestimmung aus Plänen zur korrekten Ermittlung der Flächen von zur thermischen Hüllfläche gehörenden Bauteilen sowie des umbauten Raums und des belüfteten Volumens. Werden Maße aus Plänen verwendet, müssen diese auf Richtigkeit überprüft werden.



Bauteilqualität

Bestimmung von Bauteilqualitäten durch Feststellung des Aufbaus der zur thermischen Hüllfläche gehörenden Bauteile (Wände, Fenster, Türen, Decken und Dächer), ggf. mit einer detaillierten Untersuchung der vorhandenen Bauteile bezüglich Baustoffschichten, Materialien und deren Dicke (Transmissionswärmeverluste) sowie der Energiedurchlassgrade der Verglasung und ggf. des Strahlungsabsorptionsgrades nicht transparenter Bauteile (solare Wärmegewinne).



Wärmebrücken

Erfassung von Wärmebrücken und damit übermäßiger Wärmeabflüsse aus dem Gebäude



Luftdichtheit

Beurteilung der Luftdichtheit der Gebäudehülle und damit Feststellen von Undichtigkeiten in der thermischen Hüllfläche, die zu Wärmeverlusten führen



$$n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$$

Abb. 16: Mindestanforderungen an eine korrekte Datenaufnahme der Gebäudehülle

Stellt der Eigentümer des Gebäudes für die Berechnung des Energieausweises Pläne oder Baubeschreibungen zur Verfügung, dürfen diese der Berechnung zugrunde gelegt werden. Der Aussteller des Energieausweises muss sich allerdings davon überzeugen, dass die Unterlagen auf dem aktuellsten Stand sind.

Zu beachten ist dabei, dass Gebäude nicht nur im Laufe der Jahrzehnte ihres Bestehens an-, um- und ausgebaut werden, sondern häufig schon während der Bauphase anders ausgeführt worden sind, als sie geplant wurden.

Neben einer detaillierten Datenaufnahme sind verschiedene Vereinfachungen bei der Datenaufnahme zulässig. Diese sind in der Bekanntmachung [1] enthalten und werden im Detail in Kapitel 2.5 vorgestellt.

2.3.1 Bestimmung der thermischen Hüllfläche

Bevor die Flächen und Bauteilqualitäten eines Gebäudes ermittelt werden können, muss die thermische Hüllfläche des Gebäudes festgelegt werden. Bei der energetischen Betrachtung eines Gebäudes grenzt die thermische Hüllfläche den beheizten Bereich vom unbeheizten Bereich bzw. vom Außenbereich ab und stellt in der Regel die vorhandene oder anzunehmende Dämmebene dar. Die Festlegung der thermischen Hüllfläche eines Gebäudes hat einen besonders hohen Einfluss auf den berechneten Primärenergiebedarf des Energieausweises. Die Entscheidung, ob Bereiche eines Gebäudes außerhalb oder innerhalb der thermischen Hüllfläche liegen, muss deshalb mit größter Sorgfalt getroffen werden.

Beheizter Bereich und wärmeübertragende Umfassungsfläche

Für die Berechnung des Energieausweises von Wohngebäuden ist es hilfreich, ein Gebäudemodell zu bilden, das mindestens die beheizten Räume einschließt. Alle zugehörigen Bauteile dieses Gebäudemodells müssen bei der Datenaufnahme berücksichtigt werden. Um ein solches Modell erstellen zu können, befinden sich unter Umständen zusätzlich auch unbeheizte Räume innerhalb dieses beheizten Bereichs (siehe Abbildung 16).

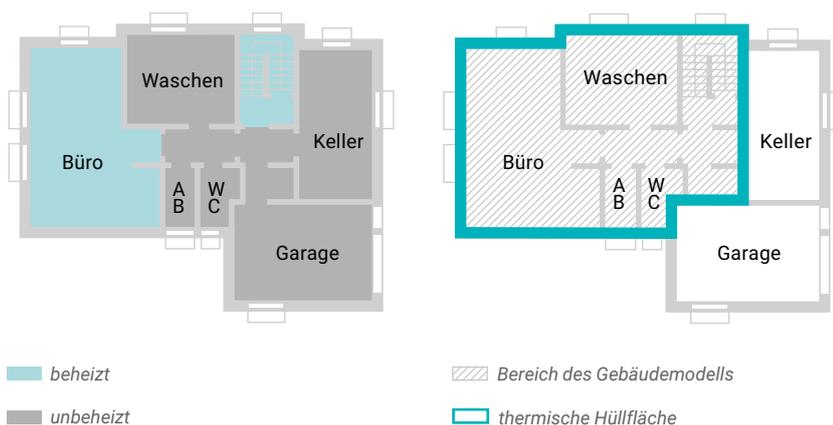
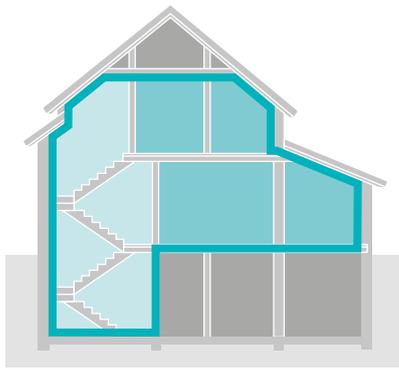


Abb. 17: Grundriss beheizte und unbeheizte Bereiche, thermische Hüllfläche

Thermische Hüllfläche



Kennzeichnen Sie bei der Begehung des Gebäudes mit einem Marker die beheizten Bereiche und ihre Grenzen als thermische Hüllfläche in Grundrissen und Schnitten!



- beheizter Bereich
- Treppenhaus
- unbeheizter Bereich
- thermische Hüllfläche

Abb. 18: Schnitt, thermische Hüllfläche, unbeheiztes Treppenhaus

Für die Festlegung müssen zunächst die beheizten Bereiche des Gebäudes identifiziert werden. Dafür ist es zwingend erforderlich, dass der Aussteller des Energieausweises nicht nur das Gebäude von außen betrachtet und aufmisst, sondern auch alle Etagen begeht. Es spielt für die Berechnung keine Rolle, welches Temperaturniveau für die Räume oder Bereiche tatsächlich eingestellt ist. Die komplexe Nutzung eines Gebäudes mit den unterschiedlichen Temperaturniveaus wird im Energieausweis nicht abgebildet. Unabhängig vom tatsächlichen Nutzerverhalten und von den eingestellten Temperaturen in einem Gebäude wird für die Berechnung des Energieausweises eine Innentemperatur von 19 °C (nach DIN V 4108-6) bzw. 20 °C (nach DIN V 18599) zugrunde gelegt.

In den meisten Gebäuden gibt es Räume und Bereiche, die zwar nicht beheizt werden, aber dennoch der thermischen Hüllfläche zugeordnet werden können. Der konkrete Umgang mit diesen Flächen und deren Zuordnung ist immer im Einzelfall zu prüfen. **Die folgenden Fragen und Antworten geben eine Hilfestellung für den konkreten Umgang und die mögliche Zuordnung einzelner Bereiche:**

Sind unbeheizte Treppenhäuser dem beheizten Bereich innerhalb der thermischen Hüllfläche zuzuordnen?

Unbeheizte Treppenhäuser sollten in der Regel dem beheizten Bereich zugeordnet werden, da die konstruktive Wärmeschutzebene meist in der Treppenhausaußenwand verläuft. Dabei sind bei der Datenaufnahme die Bauteile des kompletten Treppenhauses mit eventuellen Treppenauf- und -abgängen zu berücksichtigen (siehe Abbildungen 16 und 17).

Zählen auch unbeheizte Räume, die sich im Raumverbund zu beheizten Räumen befinden, zum beheizten Bereich innerhalb der thermischen Hüllfläche?

Zu unbeheizten Räumen, die sich im Raumverbund zu beheizten Räumen oder Bereichen befinden, gehören beispielsweise Hausflure und Dielen mit nicht dicht schließenden Türen oder offenen Durchgängen. Sie gehören zum beheizten Bereich und liegen innerhalb der thermischen Hüllfläche. Gleichzeitig sind Wände unbeheizter Räume Teil der thermischen Hüllfläche, wenn sie zum Raumverbund beheizter Räume gehören.

Im Keller eines Gebäudes sind in einem Raum Heizkörper installiert, jedoch wird dieser Raum nicht beheizt. Zählt der Raum im Keller zum beheizten Bereich innerhalb der thermischen Hüllfläche oder nicht?

Da dieser Raum fest installierte Heizkörper hat und damit auf eine vorgegebene Soll-Temperatur beheizt werden könnte, ist er dem beheizten Bereich innerhalb der thermischen Hüllfläche zuzuordnen.

Können in bestimmten Fällen unbeheizte Räume dem beheizten Bereich innerhalb der thermischen Hüllfläche zugeordnet werden, wenn dadurch z. B. eine vereinfachte Datenaufnahme möglich wird?

Kleine unbeheizte Räume können der Fläche innerhalb der thermischen Hüllfläche zugeordnet werden, wenn der gesamte Heizenergiebedarf des Gebäudes sich um nicht mehr als 5 Prozent ändert. Diese Räume werden zum beheizten Bereich gezählt, um ein möglichst einfaches Gebäudemodell abzubilden und die Datenaufnahme zu vereinfachen. So könnte z. B. ein unbeheizter Abstellraum im ansonsten beheizten Kellerraum vereinfachend der thermischen Hülle zugeordnet werden.

Gehört ein innen liegender Kellerabgang bei einem unbeheizten Keller zum beheizten Bereich innerhalb der thermischen Hüllfläche oder nicht?

Bei einem unbeheizten Keller ist zu unterscheiden, ob der Kellerabgang geschlossen oder offen ist. Ist der Kellerabgang mit dicht schließenden Türen geschlossen und wird nicht mit beheizt, zählt er nicht zum beheizten Bereich. In Fällen, in denen der Kellerabgang offen ist und das Treppenhaus dem beheizten Bereich zugeordnet wird bzw. der Kellerabgang offen direkt aus der Wohneinheit in den Keller führt, ist der Kellerabgang dem beheizten Bereich innerhalb der thermischen Hüllfläche zuzuordnen. Im Rahmen der vereinfachten Datenaufnahme (siehe Kapitel 2.5) ist das Übermessen des Kellerabgangs zulässig. Für den Rechengang müssen keine Korrekturen vorgenommen werden.

Wann zählt ein Aufgang in unbeheizte Dachräume zum beheizten Bereich innerhalb der thermischen Hüllfläche?

Bei einem unbeheizten Dach ist hier ebenso wie beim Kellerabgang zu prüfen, ob der Dachaufgang offen oder geschlossen ist. Die Einschätzung, wann ein Aufgang in den unbeheizten Dachraum zum beheizten Bereich innerhalb der thermischen Hüllfläche gezählt wird, erfolgt nach gleichen Kriterien wie bei der Zuordnung eines innen liegenden Kellerabgangs. Im Rahmen der vereinfachten Datenaufnahme (siehe Kapitel 2.5) ist das Übermessen des Dachaufgangs zulässig. Für den Rechengang müssen keine Korrekturen vorgenommen werden.

Generell gilt für den Gebäudebestand, bei dem Wärmedämmschichten fehlen: Der beheizte Bereich ist so festzulegen, wie er nach einer möglichen Wärmedämm-Maßnahme aussehen könnte. Diese Überlegung vereinfacht den Umgang mit Treppenhäusern, Abseiten, Spitzböden u. Ä.

2.3.2 Detailliertes Aufmaß

Bevor der Aussteller mit dem Aufmaß des Gebäudes beginnt, sollte er den Auftraggeber nach eventuell vorhandenen Plänen des Gebäudes fragen. Auch wenn diese unvollständig oder durch spätere Baumaßnahmen nicht mehr aktuell sind, reduzieren sie den Aufwand für das Aufmaß des Gebäudes entscheidend. Auch für die Kalkulation des Honorars benötigt der Aussteller diese Informationen, da eine Begleichung des Gebäudes und das neu zu erstellende korrekte Aufmaß – je nach Größe und Gliederung des Objekts – mehrere Stunden bis Tage in Anspruch nehmen können.

Aufmaß der thermischen Hüllfläche

Ist das Gebäudemodell festgelegt worden und damit die thermische Hüllfläche definiert, müssen die Bauteile der Hüllfläche aufgemessen werden.

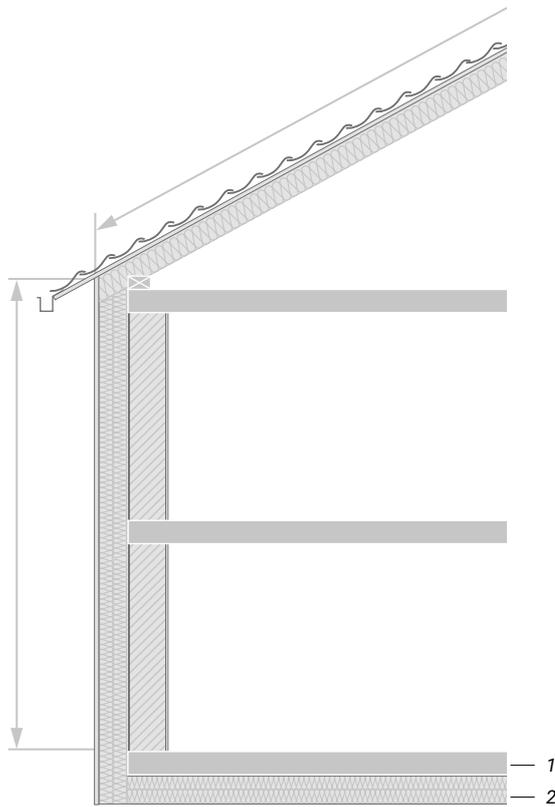
Das GEG verweist bei der Ermittlung der thermischen Hüllfläche auf die Norm DIN V 18599-1: 2018-09 Abschnitt 8. **Demnach benötigt man zur Bestimmung des Heizenergiebedarfs des Gebäudes die Außenmaße aller Bauteile der wärmeübertragenden Hüllfläche.**

Pläne und Aufmaß



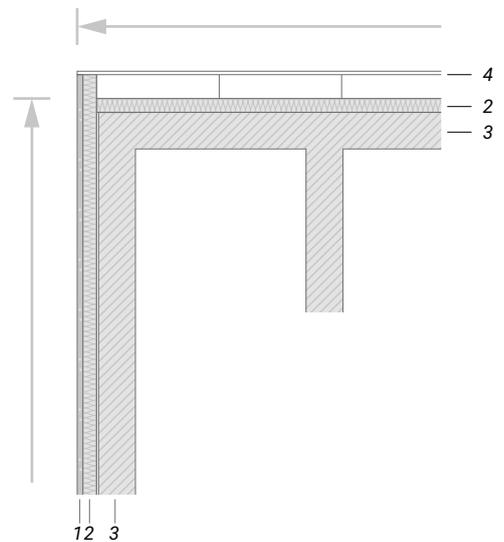
Zum Außenmaß gehören alle wärmetechnisch relevanten Elemente des Bauteils. So endet die Außenwand bei einer vorgehängten Fassade auf der äußeren Dämmebene. Für das Aufmaß werden die Luftschicht und die Vorhangfassade nicht berücksichtigt.

Abweichung vom Außenmaß bei unteren Gebäudeabschlüssen: Die Grenzen bei erdreichberührten Bauteilen und Bauteilen zu unbeheizten Räumen werden in der DIN EN ISO 13370 definiert. Demnach endet das Aufmaß von unteren Gebäudeabschlüssen bereits auf der Rohdecke.



- 1 Rohdecke
- 2 Dämmung

Abb. 19: Schnitt, vertikales Aufmaß



- 1 Putz
- 2 Dämmung
- 3 Mauerwerk
- 4 Vorhangfassade

Abb. 20: Grundriss, horizontales Aufmaß

Messgeräte für das Aufmaß

Für das Aufmaß vor Ort ist es sinnvoll, entsprechende Messgeräte zur Hand zu haben. Je detaillierter das Aufmaß, desto genauer wird der entsprechende Energiekennwert des realen Gebäudes ermittelt. Hinweise zu den zulässigen Vereinfachungen beim Aufmaß sind in Kapitel 2.5 ausführlich beschrieben.

Beim Aufmaß sollten neben der Beachtung einer möglichst hohen Maßgenauigkeit auch die folgenden Hinweise berücksichtigt werden:

- **Fenster:** Fensterflächen werden aus den lichten Maueröffnungsmaßen ermittelt; d. h., es gilt das Maueröffnungsmaß, bei dem das Fenster angeschlagen wird. Da bei Gebäuden im Bestand die Fensterrahmen in der Regel eingeputzt oder verkleidet sind, kann die Einbaufuge durch einen Zuschlag von 5 cm zum gemessenen Wert des inneren lichten Fenstermaßes berücksichtigt werden, wenn die Daten nicht im Plan verzeichnet sind. Bei der vereinfachten Datenaufnahme kann die Fensterfläche auch pauschal mit 20 Prozent der Wohnfläche angenommen werden. Bei Gebäuden mit auffällig großer oder kleiner Fensterfläche ist eine genaue Ermittlung jedoch empfehlenswert.
- **Rollladenkästen:** Die Fläche eventuell vorhandener Rollladenkästen muss gesondert erfasst werden bzw. darf bei der vereinfachten Datenaufnahme mit 10 Prozent der Fensterfläche angesetzt werden (siehe Kapitel 2.5).
- **Verschiedene Bauteilkonstruktionen:** Unterschiedliche Bauteilkonstruktionen müssen gesondert erfasst werden (z. B. Wand aus Naturstein im Erdgeschoss, andere Geschosse mit verputzter Vollziegelwand oder Fachwerk).
- **Wärmebrücken:** Soll eine detaillierte Wärmebrückenberechnung durchgeführt werden (siehe Kapitel 2.3.4), sind die Längen aller Wärmebrücken aufzumessen.
- **Fassadenvor- und -rücksprünge, Erker, Loggien:** Vor- und Rücksprünge in den Fassaden sollten mit ihren verschiedenen Bauteilen und deren Orientierungen aufgemessen und dokumentiert werden. Vor- und Rücksprünge in der Fassade bis zu 50 cm dürfen bei der vereinfachten Datenaufnahme übermessen werden (Abbildung 21).

Bei mehrgeschossigen Gebäuden lässt sich die Geschosshöhe mit einer Genauigkeit von 10 bis 20 cm feststellen, indem eine Person z. B. ein 2 m langes Maßband aus einem Fenster im obersten Geschoss hängt und die zweite Person die Fassade fotografiert. Auf dem Bild kann man dann die Höhen der Fenster und Geschosse ablesen.

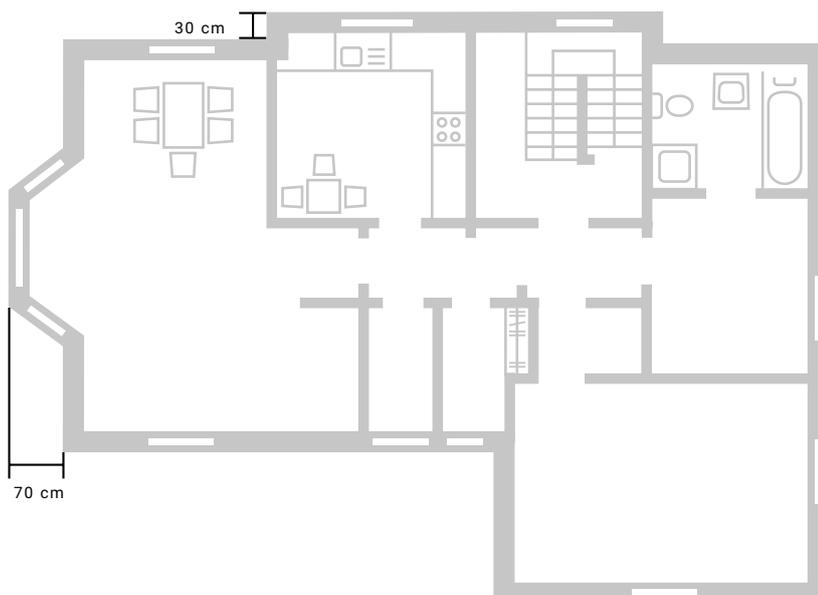


Abb. 21: Beispielgrundriss Erdgeschoss mit Vor- und Rücksprüngen unterschiedlicher Abmessungen

- Steildach und Dachgauben: Dachgauben müssen exakt und unter Berücksichtigung der Abmaße der einzelnen Bauteile aufgemessen werden. Die Neigung von z. B. Dachflächen darf bei der vereinfachten Datenaufnahme (siehe Kapitel 2.5) mathematisch auf 0°, 30°, 45°, 60° oder 90° gerundet werden.
- Innenwände und -türen: Ein korrektes Aufmaß beinhaltet das Ausmessen von Innenwänden und -türen, z. B. bei innen liegenden Kellerabgängen – vorausgesetzt, der Keller ist unbeheizt. Im Rahmen der vereinfachten Datenaufnahme ist das Übermessen des Kellerabgangs zulässig.
- Heizkörper: Auch Heizkörpernischen werden bei der Energiebilanz berücksichtigt und sind daher aufzumessen. Bei der vereinfachten Datenaufnahme werden sie mit einem Drittel der Fensterfläche angesetzt.

2.3.3 Bestimmung von Bauteilqualitäten

Die Summe der Produkte aus den Bauteilflächen der thermischen Hüllfläche und ihren Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werten) bestimmt maßgeblich den Heizwärmebedarf des untersuchten Gebäudes und somit auch die Genauigkeit des Energieausweises. Während die Bauteilflächen mit einem korrekten Aufmaß hinreichend genau bestimmt werden können, ist die Ermittlung der wärmedämmenden Qualität der Außenbauteile erheblich schwieriger. Visuell ist nur die Bestimmung der Fensterqualität mit ausreichender Genauigkeit festzustellen. Opake Bauteile wie Wände und Dächer sind dagegen in der Regel von innen und außen verkleidet und geben visuell kaum Hinweise auf ihre wärmedämmende Qualität. Vorhandene Dämmschichten können unwirksam sein, wenn sie durchfeuchtet, hinterlüftet oder zusammengefallen sind. In diesen Fällen kann die Dämmschicht ihre Aufgabe nicht mehr erfüllen und darf für die Bilanzierung nicht berücksichtigt werden.

Methoden zur Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten

Hinzuziehen von Bauantrag, Baubeschreibung, alten Normen und Verordnungen, Herstellerunterlagen

Bei der Bestimmung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der Außenbauteile ist es hilfreich, wenn der Bauantrag mit der Baubeschreibung noch vorhanden ist. Die Baubeschreibung gibt Hinweise auf die verwendeten Baumaterialien und eventuell vorhandene zusätzliche Schichten aus Wärmedämmstoffen. Da es jedoch in der Praxis möglich ist, dass die tatsächliche Ausführung von der Baubeschreibung abweicht oder nachträglich Änderungen vorgenommen wurden, sollte der Aussteller die Angaben sorgfältig vor Ort überprüfen.

Bei Gebäuden, die nach 1952 errichtet wurden, kann davon ausgegangen werden, dass zumindest der Mindestwärmeschutz der damals geltenden DIN 4108 für die Außenbauteile eingehalten wurde. Im Jahr 1977 trat die 1. Wärmeschutzverordnung in Kraft, deren Einhaltung bei der Abgabe des Bauantrags nachgewiesen werden musste. Weitere verschärfte Anforderungen an die Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenbauteile traten mit den Novellierungen der Wärmeschutzverordnung in den Jahren 1984 und 1994 in Kraft. Ab 2002 regelte die Energieeinsparverordnung die Anforderungen an die Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenbauteile, welche 2007 und 2014 wiederum novelliert wurden. Bei Gebäuden, die nach 1977 gebaut wurden, lassen sich daher die Wärmedurchgangskoeffizienten aus dem Wärmeschutznachweis – sofern vorhanden – ermitteln.

Der Aussteller sollte bei der Vor-Ort-Begehung prüfen, ob die Bauteilqualitäten durch Sanierung oder Umbau verändert wurden. Bei allen älteren Gebäuden und bei fehlenden Unterlagen können für die verwendeten Baumaterialien nur bauzeittypische Wärmeleitfähigkeiten für die Berechnung angesetzt werden (siehe Kapitel 2.5).

Vor-Ort-Bestimmung von Aufbauten der Außenbauteile

Folgende Möglichkeiten gibt es, um beispielsweise den Aufbau der Außenbauteile vor Ort zu bestimmen:

- Aufmessen von Bauteildicken vor Ort (z. B. an Fenster- bzw. Türleibungen oder an der Decke des unbeheizten Kellers im Treppenauge)
- Fragen an den Eigentümer bzw. Mieter über frei zugängliche Stellen im Haus, um die Bauteilquerschnitte zu erkennen (z. B. vom Spitzboden aus die Wärmedämmung der Dachschräge erkennen und deren Dicke bestimmen)

Bauteilqualität



Unter Umständen kann an frei zugänglichen Stellen im Haus festgestellt werden, welche Bauteilaufbauten vorliegen. Vom unausgebauten Dachboden kann häufig der obere unverputzte Wandabschluss eingesehen werden, um festzustellen, welche Steine verbaut wurden.



Da sich in der Praxis die typischen Bauweisen zeitlich überlappen und zudem regionale Besonderheiten aufreten, können auch Konstruktionen angesetzt werden, für die die Baualtersklasse nicht dem Gebäudebaujahr entspricht, die jedoch mit der tatsächlichen Ausführung besser übereinstimmen.



Es ist zulässig und erwünscht, die Wärmedurchgangskoeffizienten unterschiedlicher Bauteile mit verschiedenen Methoden zu ermitteln. Ziel ist, einen möglichst exakt berechneten Primärenergiebedarf für das Gebäude zu ermitteln.



Der Aussteller sollte Eigentümer und Mieter immer danach befragen, ob im Laufe der Zeit Bauteilflächen mit einer zusätzlichen Dämmschicht versehen wurden. Schon eine 2 cm dicke Wärmedämmung führt bei einer ungedämmten Betondecke zu einer Halbierung des Wärmedurchgangskoeffizienten. Eine Tabelle zur Berücksichtigung unterschiedlicher Dämmstoffdicken in Abhängigkeit vom Urzustand des Bauteils findet sich in Kapitel 2.5.



Die Abbildungen 22 bis 25 ermöglichen die einfache Bestimmung von U-Werten für Außenwände aus häufig im Bestand anzutreffenden Baustoffen.

- Fragen an den Eigentümer bzw. Mieter über nachträgliche wärmedämmende Maßnahmen an Bauteilen (z. B. Innendämmung der Außenwände mit Verbundplatten aus Polystyrol und Gipskarton)
- Fragen über die Bauteilaufbauten, die der Eigentümer bzw. Mieter bei Renovierungs- oder Sanierungsarbeiten feststellen konnte (z. B. die Farbe des Bohrstaubes, um daraus auf das Material der Außenwand zu schließen)

Hinzuziehen von Literatur

Wenn Materialien und Schichtdicken der Bauteilaufbauten bestimmt werden konnten, sind die U-Werte entsprechend den gültigen Regeln der Technik zu ermitteln. In folgender Literatur finden Sie umfangreiche Hilfestellungen zur Ermittlung von U-Werten:

- Eine anschauliche Erläuterung der Bestimmung von Wärmedurchgangskoeffizienten von homogenen und inhomogenen Bauteilen findet man z. B. im „RWE Bau-Handbuch“ [5]. Auch die für die Berechnung notwendigen Wärmeleitfähigkeiten der Baustoffe sind in diesem Werk aufgeführt.
- Eine Sammlung historischer Bauteilkonstruktionen mit Schichtdicken und U-Werten findet sich in der Broschüre „U-Werte alter Bauteile“ [2].
- Näherungswerte des U-Wertes lassen sich auch aus Grafiken als Funktion des Materials, der Bauteildicke und der Rohdichte ablesen. Die Grafiken in den Abbildungen 22 bis 25 geben die Werte für die gängigsten Bauteilaufbauten wieder; eine ausführliche Zusammenstellung findet sich z. B. im „Handbuch der Bauerneuerung“ [7].
- Beispielhafte Bauteilaufbauten von Außenbauteilen bundesweit werden in der Untersuchung „Erfassung regionaltypischer Materialien im Gebäudebestand mit Bezug auf die Baualtersklasse und Ableitung typischer Bauteilaufbauten“ des ZUB Kassel, April 2009 [3], dokumentiert (siehe Kapitel 2.5).

Beispiele für U-Werte von häufig verwendeten Baustoffen bei Außenwänden

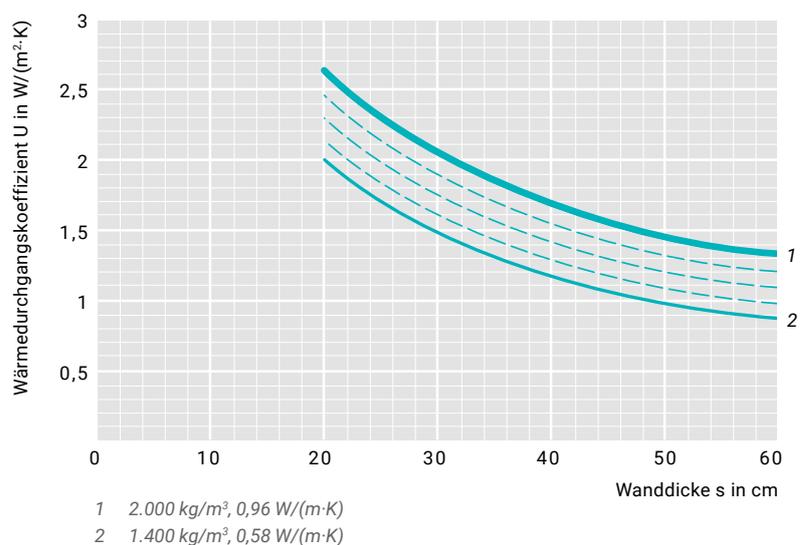


Abb. 22: Voll-, Hohlziegel

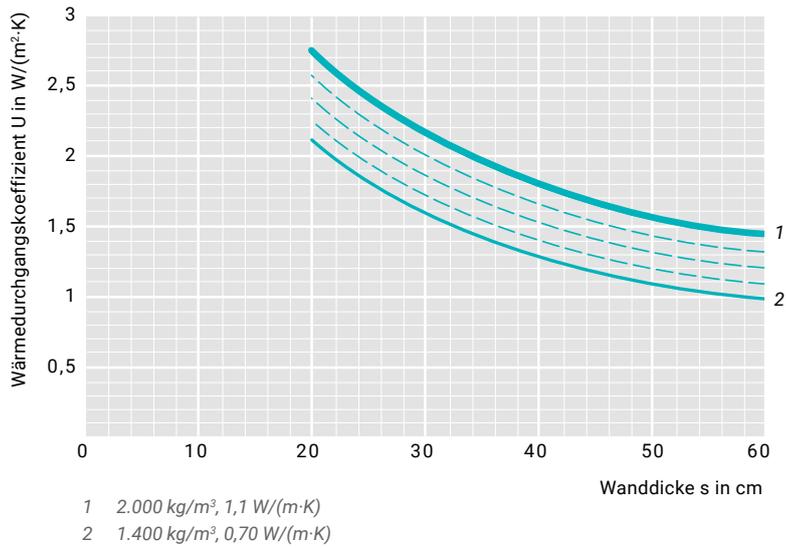


Abb. 23: Kalksandstein

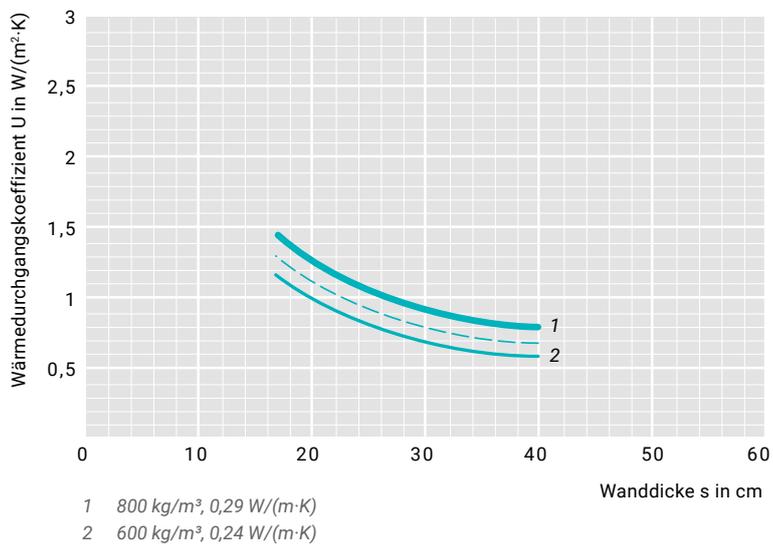


Abb. 24: Porenbeton-Blockstein

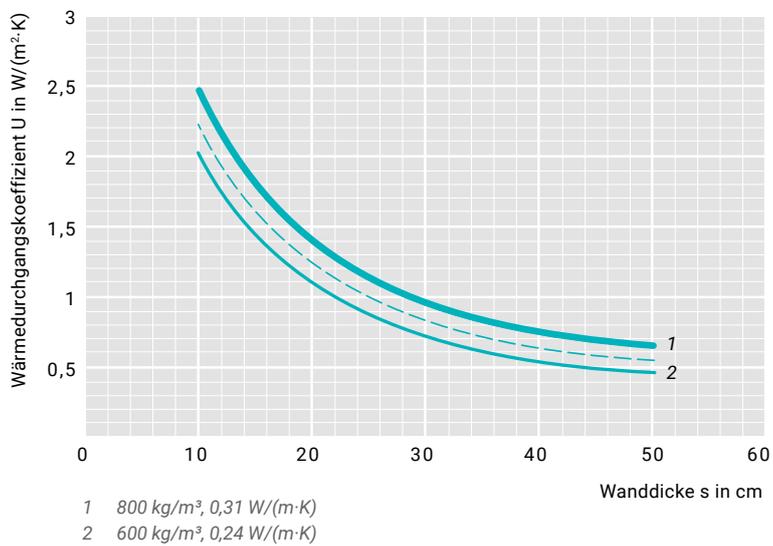


Abb. 25: Vollblöcke aus Naturbims

Wenn Bauteilaufbauten nicht zu ermitteln sind, kann der Energieausweis auch

- unter Verwendung der Altbaukastenblätter der Untersuchung zu regionaltypischen Materialien und Bauweisen [3], auf deren Anwendung in der Bekanntmachung zur Datenaufnahme im Wohngebäudebestand [1] explizit hingewiesen wird, oder
- mit den Pauschalwerten nach der Bekanntmachung zur Datenaufnahme im Wohngebäudebestand [1] in Abhängigkeit von der Baualtersklasse erstellt werden (siehe jeweils Kapitel 2.5).

Kennwerte, Grafiken und Praxistipps für die Analyse einzelner Bauteile

Nachfolgend werden für alle Bauteile der wärmeübertragenden Umfassungsfläche Kennwerte, Grafiken und Praxistipps zur Bauteilanalyse sowie zur möglichst exakten Ermittlung der U-Werte zusammengefasst.

Bauteile gegen Erdreich oder Keller

Bei der Beurteilung von Gebäuden, die nach 1977 gebaut wurden, ist es hilfreich, die gesetzlichen Anforderungen an die Maximalwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten U nach der jeweils geltenden Wärmeschutzverordnung zu kennen. Mit anderen Werten sollte nur gerechnet werden, wenn der Bauteilaufbau exakt ermittelt werden kann oder schon bei der Bauerstellung ein Wärmeschutz, wie er z. B. bei Niedrigenergiegebäuden üblich ist, im Wärmeschutznachweis dokumentiert wurde.

U-Werte für Bauteile gegen Erdreich oder Keller nach der Wärmeschutz- und der Energieeinsparverordnung	
Wärmeschutzverordnung von	Maximalwert des Wärmedurchgangskoeffizienten in $W/(m^2 \cdot K)$
1977	0,80*
1977	0,90**
1984	0,55
1994	0,35***
Energieeinsparverordnung von	
2002	0,40
2009	0,30

* Nur Kellerdecken zu unbeheiztem Keller

** Wände und Decken < 500 m² zu Erdreich

*** Nur bei vorhandenem Bauteilnachweis für kleine Wohngebäude nach WSchVO 95

Tab. 2: Anforderungen der Wärmeschutz- und der Energieeinsparverordnungen an U-Werte für Bauteile gegen Erdreich oder Keller

Wände und Böden gegen Erdreich bestehen – aus statischen Gründen – in der Regel aus massiven Materialien hoher Rohdichte. Ihr Wärmedurchgangskoeffizient liegt in Abhängigkeit von Bauteildicke und Material zwischen 2,0 und 4,0 $W/(m^2 \cdot K)$, wenn keine zusätzliche Dämmschicht vorhanden ist. Erst durch eine zusätzliche Wärme- und/oder Trittschalldämmung werden kleinere Wärmedurchgangskoeffizienten erreicht.

Werden Kellerräume als Wohnräume genutzt, sind zusätzliche Dämmschichten die Regel. Ohne ausreichende Wärmedämmung würde es zu Kondensat auf der Bauteiloberfläche kommen, was wiederum eine Nutzung als Wohnraum ausschließt.

Kellerdecken werden entweder als massives Bauteil (Kappengewölbe, Beton-, Rippen- oder Stahlsteindecke) oder als Holzbalkendecke ausgeführt. Wurden keine zusätzlichen Wärmedämm-Maßnahmen durchgeführt, führen die Altbaudatenblätter der Untersuchung zu regionaltypischen Bauweisen (siehe Kapitel 2.5) oder die Pauschalwerte nach Kapitel 2.5 zu hinreichend genauen Ergebnissen. Zusätzliche Wärme- oder Trittschalldämmschichten müssen jedoch entsprechend den Tabellen in Kapitel 2.5 oder durch eine exakte Berechnung berücksichtigt werden.

Außenwände

Man unterscheidet Außenwände alter Bausubstanz nicht nur nach ihrer Dicke und ihrem Material, sondern auch nach ihrem Schichtaufbau. Neben dem monolithischen Mauerwerk aus Steinen unterschiedlichen Formats gibt es im Bestand auch Außenwände, die aus mehreren hintereinanderliegenden Schichten bestehen. Diese mehrschichtigen Aufbauten sind aus verschiedensten Gründen gewählt worden, z. B. eine Innen- oder Außendämmung zur Verbesserung des Wärmeschutzes oder eine Verklinkerung bzw. Plattenverkleidung als Witterungsschutz.

Weiterhin gibt es Außenwände, die aus verschiedenen nebeneinanderliegenden Schichten bestehen. Das bekannteste Beispiel ist das Fachwerk, welches aus dem tragenden Holzfachwerk und den Ausfachungen aus Strohlehm oder Mauerwerk besteht.

Gebäude, die nach 1977 errichtet wurden, durften für die Außenwände folgende Wärmedurchgangskoeffizienten U nicht überschreiten:

U-Werte für Außenwände nach der Wärmeschutz- und der Energieeinsparverordnung	
Wärmeschutzverordnung von	Maximalwert des Wärmedurchgangskoeffizienten in $W/(m^2 \cdot K)$
1977	0,90*
1984	0,60
1994	0,50**
Energieeinsparverordnung von	
2002	0,35
2009	0,24

* Mittlerer, gerundeter U-Wert bei einem Fensterflächenanteil von 25 Prozent

** Nur bei vorhandenem Bauteilnachweis für kleine Wohngebäude nach WSchVO95

Tab. 3: Anforderungen der Wärmeschutz- und der Energieeinsparverordnungen an U-Werte für Außenwände



Bei monolithischem Mauerwerk lässt sich durch Befragen des Eigentümers bzw. der Mieter feststellen, aus welchem Material die Außenwand besteht:

- Bohrstaub rot: Ziegel
- Bohrstaub grau und geringer Widerstand beim Bohren: Bims
- Bohrstaub weiß und Widerstand beim Bohren: Kalksandstein
- Bohrstaub weiß und geringer Widerstand beim Bohren: Porenbeton

Eine hinreichend exakte Bestimmung des Bauteilaufbaus ist bei Außenwänden nicht immer möglich. Gut bestimmen lassen sich aber in der Regel:

- monolithische Wände**, deren Material aus der Baubeschreibung oder durch Untersuchungen vor Ort bekannt ist. Wenn die Rohdichte nicht bekannt ist, sollte die Wärmeleitfähigkeit einer eher hohen Rohdichte bei der Berechnung bzw. bei der Ermittlung aus Tabellen oder Grafiken angesetzt werden [7].
- Wände mit einer Luftschicht** zwischen tragendem Mauerwerk und Vormauerschale. Vom Dachboden bzw. von der Abseite aus kann der Querschnittsaufbau der Außenwand meistens eingesehen und ausgemessen werden.
- Wände mit Wärmedämmung:** Wenn man an Außenwände mit einer innen oder außen liegenden Wärmedämmschicht klopft, klingt diese in der Regel hohl. Außerdem kann man die Dämmstärke meist im Sockelbereich oder im Bereich der Eingangstür ausmessen.
- Holzständer- oder Holztafelwände** von Fertighäusern, da in der Regel die Wärmedurchgangskoeffizienten den Unterlagen der Hersteller zu entnehmen sind, weil diese seit Jahrzehnten die gegenüber dem Massivbau bessere Wärmedämmung dieser Bauweise als Werbeaussage benutzen.

Zweischalige Außenwände mit Luftschicht, wie sie häufig im Gebäudebestand anzutreffen sind, können bei Gesamtwanddicken ab 34 cm mit $U = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ bzw. bei Wänden, die dicker als 50 cm sind, mit $U = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ in der Energiebilanz berücksichtigt werden.

Fachwerkwände weisen trotz ihrer im Vergleich zum massiven schweren Mauerwerk gut wärmedämmenden Materialien Wärmedurchgangskoeffizienten von etwa 1,0 bis 2,0 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ auf (Abbildung 25). Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Wanddicken in der Regel nur 10 bis 15 cm betragen und nur bei wenigen mehrgeschossigen historischen Gebäuden dickere Fachwerkwände anzutreffen sind.

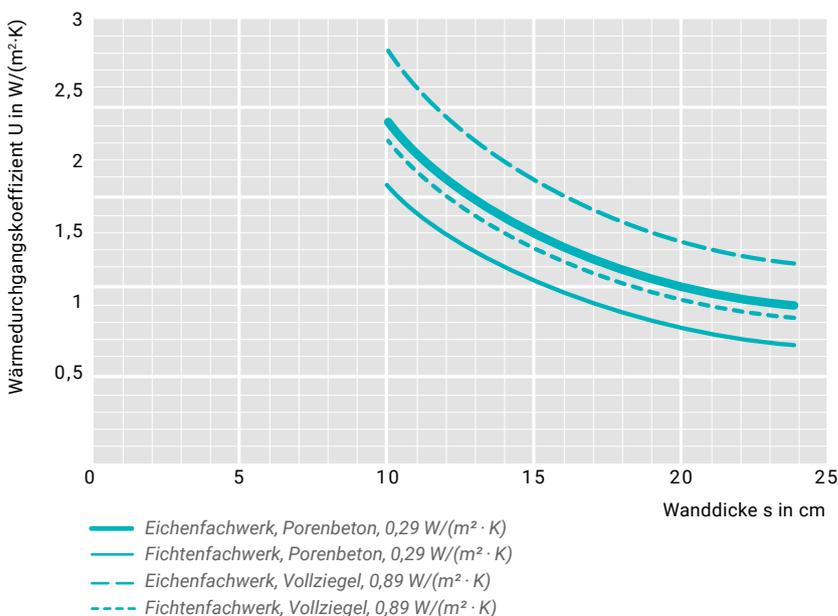


Abb. 26: U-Werte als Funktion der Bauteildicke und der Fachwerkart, aus „Handbuch der Bauerneuerung“ [7]

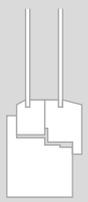
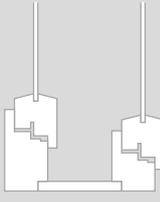
Findet der Energieberater keine Informationen, die die Bauteilkonstruktion näher beschreiben, kann er auf die Altbaudatenblätter der Untersuchung zu regionaltypischen Bauweisen oder auf die standardisierten Pauschalwerte für Außenwände in Abhängigkeit von der Baualtersklasse zurückgreifen (beides siehe Kapitel 2.5).

Laboruntersuchungen

Alternativ kann die Rohdichte vorhandener Wände und anderer Baustoffe wie Putz oder Mörtel anhand von Materialproben im Labor ermittelt werden. Dieser ermittelten Rohdichte kann dann ein Durchschnittswert für die Wärmeleitfähigkeit trockener Baustoffe anhand DIN 4108-4 zugeordnet werden. Vorteil einer Laboruntersuchung ist, dass gleichzeitig die Materialfeuchtigkeit der Baustoffprobe bestimmt und das Feuchteverhalten hinsichtlich der Auswahl späterer Instandsetzungs- und Abdichtungsverfahren weiter untersucht werden kann.

Fenster und Fenstertüren

Fenster und Fenstertüren können durch visuelle Begutachtung vor Ort ausreichend genau beschrieben werden. Der Rahmen besteht aus Holz, Kunststoff, Aluminium oder Stahl bzw. aus einer Kombination dieser Materialien.

Prinzipskizze	Rahmenmaterial			
	Holz/Kunststoff		Aluminium (thermisch nicht getrennt)	
Einfachfenster mit Einfachverglasung 	Rahmenanteil in %	U_w in $W/(m^2 \cdot K)$ bei $U_g = 5,7 W/(m^2 \cdot K)$ $U_f = 1,8 W/(m^2 \cdot K)$	Rahmenanteil in %	U_w in $W/(m^2 \cdot K)$ bei $U_g = 5,7 W/(m^2 \cdot K)$ $U_f = 5,7 W/(m^2 \cdot K)$
	10	5,3	10	5,7
	20	4,9	20	5,7
	30	4,5	30	5,7
	40	4,1	40	5,7
Einfachfenster mit Isolierverglasung 	Rahmenanteil in %	U_w in $W/(m^2 \cdot K)$ bei $U_g = 3,2 W/(m^2 \cdot K)$ $U_f = 1,8 W/(m^2 \cdot K)$	Rahmenanteil in %	U_w in $W/(m^2 \cdot K)$ bei $U_g = 3,2 W/(m^2 \cdot K)$ $U_f = 5,7 W/(m^2 \cdot K)$
	10	3,1	10	3,5
	20	2,9	20	3,7
	30	2,8	30	4,0
	40	2,6	40	4,2
Verbundfenster mit 2 Einfachverglasungen 	Rahmenanteil in %	U_w in $W/(m^2 \cdot K)$ bei $U_g = 2,8 W/(m^2 \cdot K)$ $U_f = 1,0 W/(m^2 \cdot K)$		
	10	2,6		
	20	2,4		
	30	2,3		
	40	2,1		
Kastenfenster mit 2 Einfachverglasungen 	Rahmenanteil in %	U_w in $W/(m^2 \cdot K)$ bei $U_g = 2,8 W/(m^2 \cdot K)$ $U_f = 0,8 W/(m^2 \cdot K)$		
	10	2,6		
	20	2,4		
	30	2,2		
	40	2,0		

Tab. 4: Wärmedurchgangskoeffizienten U_w für das Fenster, U_g für die Verglasung und U_f für den Rahmen bei Fenstern und Fenstertüren zur Einschätzung der vorhandenen Bausubstanz [7]



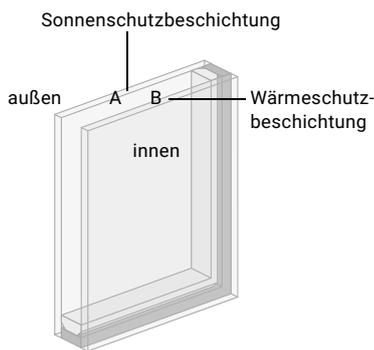
Bei bestehenden Fenstern kann mittels eines Feuerzeugs die Anzahl der Gläser und eine eventuell vorhandene Sonnenschutz- oder Wärmeschutzverglasung bestimmt werden. Dazu hält man das Feuerzeug an die Scheibe, sodass sich die Flamme bei z. B. einer 2-Scheibenverglasung viermal spiegelt (siehe Abbildung 4). An der anders gefärbten Flamme erkennt man die Beschichtung einer Sonnenschutzverglasung (liegt auf der Innenseite der äußeren Scheibe = 3. Flamme von innen) oder einer Wärmeschutzverglasung (liegt auf der Außenseite der inneren Scheibe = 2. Flamme von innen).



Feuerzeugflamme gelb blau gelb gelb

Abb. 27: Feuerzeugtest zur Ermittlung einer Beschichtung

Bildquelle: Ralf Maus – Sachverständiger Glas



- A Sonnenschutzverglasung
(nach DIN 4108-2: $g \leq 0,40$):
Beschichtung auf Pos. A
- B Wärmeschutzverglasung:
Beschichtung auf Pos. B

Abb. 28: Schemaaufbau einer 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung mit Sonnenschutzverglasung

■ Fenster bis in die 1970er-Jahre: Einfachfenster mit Einfachverglasung

Bis in die 1970er-Jahre wurden häufig Einfachverglasungen hergestellt, so dass im Baubestand heute manchmal noch Fenster mit Einfachglas anzutreffen sind.

■ Kasten- und Verbundfenster

Durch das Hintereinandersetzen von zwei Rahmen mit 1-Scheiben-Verglasung wurde beim Kasten- und beim Verbundfenster der Wärme- und Schallschutz verbessert. Insbesondere im innerstädtischen Bereich wurden bei Wohngebäuden aus der Zeit vor 1969 zur Verbesserung des Schallschutzes Altfenster gegen Kasten- oder Verbundfenster ausgetauscht. Auch aus Gründen des Denkmalschutzes wurden Altfenster oftmals durch diese Fenster ersetzt. Kastenfenster und Verbundfenster haben zwei Flügelrahmen mit jeweils einer Einzelscheibe und weisen damit ähnliche Wärmedurchgangskoeffizienten auf wie Fenster aus Holz oder Kunststoff mit einer 2-Scheiben-Isolierverglasung.

■ Fenster ab 1958: Isolierverglasung

Ab 1958 wurden in der Regel Isolierverglasungen in Holz- oder Kunststoffrahmen eingesetzt.

■ Fenster ab 1995: Wärmeschutzverglasung

Ab etwa 1995 wurde die 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung im Neubau sowie bei der Erneuerung alter Fenster zum Standard. Bei der Wärmeschutzverglasung deutscher Hersteller ist zwar auf dem Abstandshalter zwischen den beiden Scheiben der Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung oftmals angegeben, dieser Wert führt aber nur über ein aufwendiges Rechenverfahren unter Berücksichtigung von Fenstergröße, Rahmenkonstruktion, Glashalteleisten usw. zu dem U-Wert für das Fenster. Daher wird empfohlen, die Pauschalwerte für Fenster entsprechend Kapitel 2.5 oder bei neu eingebauten Fenstern die zum Einbauzeitpunkt gültigen Kennwerte der entsprechenden Wärmeschutzverordnung zu verwenden.

■ Außenbauteile bzw. Fassaden mit Glasbausteinen

In den letzten Jahrzehnten wurden auch immer wieder Glasbausteine zur Gestaltung der Fassade eingesetzt. Glasbausteine weisen einen hohen Wärmedurchgangskoeffizienten von etwa $3,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ auf.

■ Nutzung von Pauschalwerten

Es darf auch mit Pauschalwerten für Fenster nach Kapitel 2.5 bzw. nach Tabelle 4 gerechnet werden.

Rollladenkästen

Rollladenkästen sind bei der Bilanzierung der Heizwärmeverluste als gesonderte Bauteile zu berücksichtigen. Im älteren Baubestand sind die Rollladenkästen in der Regel nicht gedämmt; über Art und Qualität einer nachträglichen Wärmedämmung, die im Rahmen des Wechsels eines defekten Rollladengurts erfolgt ist, kann der Eigentümer oder Mieter Auskunft geben. Außerdem sind bei Rollladenkästen im Bestand meist erhebliche Undichtigkeiten festzustellen, die zu erhöhten Lüftungswärmeverlusten führen können (siehe Kapitel 2.3.4).

Wenn der Rollladenkasten nach 1995 erstmalig eingebaut worden ist oder ein älterer Rollladenkasten auf seiner gesamten inneren Grenzfläche zum beheizten Raum mit einem mindestens 2 cm dicken wärmedämmenden Material verkleidet wurde, darf mit einem U-Wert von $1,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ gerechnet werden. In allen anderen Fällen ist ein Wärmedurchgangskoeffizient von $3,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ bei der Bilanzierung anzunehmen.

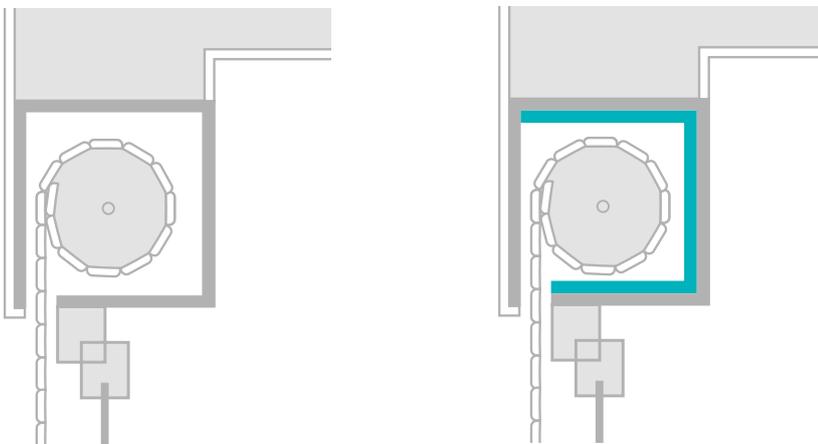


Abb. 29: Rollladenkasten ohne und mit nachträglicher Wärmedämmung

Eingangstüren

Bei neu verbauten Haustüren kann der U-Wert oft aus dem Datenblatt entnommen werden, das dem Eigentümer vorliegt. Möglicherweise sind auch Daten zu Eingangstüren älteren Baujahrs vorhanden. In allen anderen Fällen darf pauschal mit einem U-Wert von $3,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ für Hauseingangs-, Nebeneingangs- und Kellertüren sowie innen liegende Türen zu unbeheizten Räumen gerechnet werden.

Oberste Geschossdecken

Ist der Dachstuhl nicht ausgebaut worden, bildet die oberste Geschossdecke den oberen Abschluss der thermischen Hüllfläche des Gebäudes. Diese gibt es in schwerer massiver Ausführung – in der Regel als Betonplatte – oder als leichtes Bauteil in Form einer Holzbalkendecke.

Da für Wartungsarbeiten an Dachstuhl und -eindeckung ein Zugang, zumindest eine Bodenluke, vorhanden sein muss, lässt sich der prinzipielle Aufbau von obersten Geschossdecken einfach feststellen. Wird der Dachboden nicht als Lager oder zum Trocknen von Wäsche benutzt, haben massive Geschossdecken in aller Regel keine Trittschalldämmung. Falls eine Wärmedämmung der obersten Geschossdecke bei der Erstellung oder zu einem späteren Zeitpunkt erfolgte, liegt diese in der Regel entweder frei oder ist lose mit Spanplatten abgedeckt.

Die Dämmschichtdicke lässt sich dann genau ausmessen und kann entsprechend Kapitel 2.5 durch Korrektur des U-Wertes der alten ungedämmten Geschossdecke



Beim ausgebauten Steildach ist die Abseite (der Bereich zwischen Fußboden und Dachschräge) in der Regel zugänglich. Der Energieausweis-Aussteller sollte sich nicht scheuen, in diesen niedrigen Dachraum zu kriechen, da er meistens von dort verschiedene Arten der Wärmedämmung und den Aufbau aller angrenzenden Bauteile feststellen kann. Beispiele für unterschiedliche Anordnungen von Wärmedämmungen, die bei einer exakten Ermittlung des Primärenergiebedarfs berücksichtigt werden müssen, zeigen folgende Skizzen:

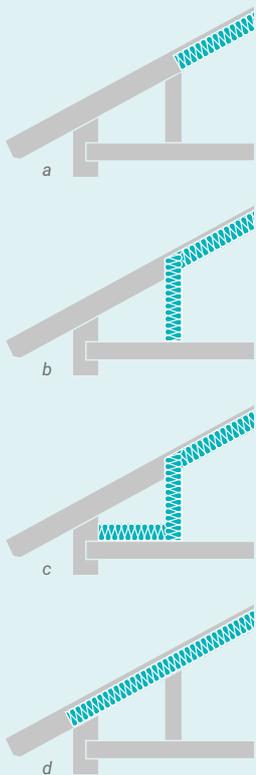


Abb. 30: Mögliche Lage von Dämmschichten an der Abseitenwand

bei der Bilanzierung berücksichtigt werden. Außerdem können die Altbau- datenblätter der Untersuchung zu regionaltypischen Bauweisen bei der Ermittlung von U-Werten oberster Geschossdecken verwendet werden (siehe Kapitel 2.5).

Sind Holzbalkendecken in den letzten 20 Jahren nicht erneuert worden, kann davon ausgegangen werden, dass keine Dämmung zwischen den Balken liegt. Bei Fußböden, die offensichtlich neueren Datums sind, kann meist im Randbereich das Vorhandensein einer Dämmung überprüft werden.

Ist der genaue Aufbau nicht feststellbar, sollte bei Gebäuden, die nach 1977 gebaut wurden, der maximal zulässige Wert nach der jeweils gültigen Wärmeschutzverordnung angesetzt werden. Für verschiedene Baualtersklassen liefern die Altbau- datenblätter der Untersuchung zu regionaltypischen Bauweisen Angaben zu U-Werten (siehe Kapitel 2.5). Für alle Baualtersklassen kann auch mit den Pauschalwerten für den Wärmedurchgangskoeffizienten entsprechend Kapitel 2.5 gerechnet werden, die dort in Abhängigkeit von der Konstruktionsart und der Baualtersklasse aufgeführt sind.

U-Werte für oberste Geschossdecken nach der Wärmeschutzverordnung

Wärmeschutzverordnung von	Maximalwert des Wärmedurchgangskoeffizienten in $W/(m^2 \cdot K)$
1977	0,45
1984	0,30
1994	0,22*
Energieeinsparverordnung von	
2002	0,30
2009	0,24

* Nur bei vorhandenem Bauteilnachweis für kleine Wohngebäude nach WSchVO 95

Tab. 5: Anforderungen der Wärmeschutz- und der Energieeinsparverordnungen an U-Werte für oberste Geschossdecken

Steildach

Der Dachraum von Wohngebäuden wird oft nachträglich zu Wohnzwecken ausgebaut und mit der zentralen Heizungsanlage des Gebäudes beheizt. Da der Ausbau oft in Teilabschnitten und in Eigenleistung erfolgt und somit an verschiedenen Stellen unterschiedlich ausgeführt sein kann, ist bei der Beurteilung der Außenbauteile – vor allem bei Ein- und Zweifamilienhäusern – besondere Sorgfalt angebracht. Auch die Ausführungsqualität einer nachträglichen Wärmedämmung ist oft unzureichend, sodass z. B.

- die Wärmedämmung der Dachschräge mit Außenluft unterspült wird,
- die Wärmedämmung unvollständig ist oder
- Materialien ohne bauaufsichtliche Zulassung verwendet wurden, die durch Witterungseinflüsse inzwischen zusammengesackt sind und nahezu keine wärmedämmende Wirkung mehr aufweisen.

Wurde das Gebäude nach 1977 einschließlich des ausgebauten Dachgeschosses erstellt, können die maximal zulässigen U-Werte für die Decke gegen den unbeheizten Dachraum und die Dachschräge gemäß der bei der Erstellung des Gebäudes gültigen Wärmeschutzverordnung angesetzt werden.

U-Werte für Dächer nach der Wärmeschutz- und der Energieeinsparverordnung		
Wärmeschutzverordnung von	Maximalwert des Wärmedurchgangskoeffizienten in $W/(m^2 \cdot K)$	
1977	0,45	
1984	0,30	
1994	0,22*	
Energieeinsparverordnung von	Steildach	Flachdach
2002	0,30	0,25
2009	0,24	0,20

* Nur bei vorhandenem Bauteilnachweis für kleine Wohngebäude nach WSchVO 95

Tab. 6: Anforderungen der Wärmeschutz- und der Energieeinsparverordnungen an U-Werte für Dächer

Sind Aufbauten und Ausführungsqualität der thermischen Hüllfläche im ausgebauten Dachgeschoss nicht feststellbar, geben die Altbaudatenblätter der Untersuchung zu regionaltypischen Bauweisen Informationen zu U-Werten regionaltypischer Steildächer (siehe Kapitel 2.5). Ebenso können die Pauschalwerte aus Kapitel 2.5 bei der Berechnung angesetzt werden. Bei Nutzung der Pauschalwerte ist zu beachten, dass sich die Baualtersklasse auf den Zeitpunkt des Ausbaus bezieht. Dies bedeutet z. B., dass beim Dach eines Zweifamilienhauses von 1925, dessen Dachstuhl 1975 zu Wohnzwecken ausgebaut wurde, mit den Werten der Baualtersklasse „1969 bis 1978“ gerechnet werden darf.

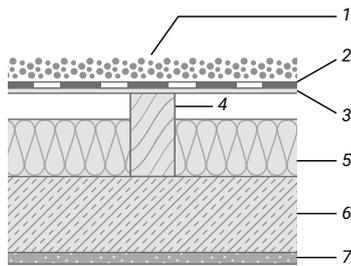
Flachdach

Die Dachhaut von Flachdächern älterer Gebäude wurde aufgrund von Schäden oder Abnutzung in den letzten Jahrzehnten meistens schon einmal erneuert; dabei wurde oft auch nachträglich eine zusätzliche Wärmedämmung eingebaut. Diese sollte bei der Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten entsprechend Kapitel 2.5 berücksichtigt werden, sofern nachprüfbar Unterlagen darüber vorliegen.

Ist der Aufbau des Flachdachs nicht bekannt, kann einerseits mit U-Werten der Untersuchung „Erfassung und Katalog regionaltypischer Materialien im Gebäudebestand mit Bezug auf die Baualtersklasse und Ableitung typischer Bauteilaufbauten“ [3] gerechnet werden (Kapitel 2.5). Andererseits kann auch mit den Pauschalwerten für den Wärmedurchgangskoeffizienten im Urzustand nach Kapitel 2.5 gerechnet werden.

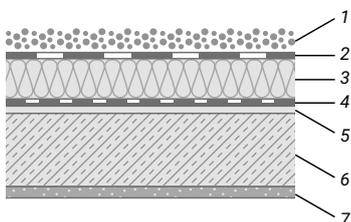


Der Aussteller sollte den Eigentümer nach Sanierungen der Dachhaut und einer dabei erfolgten zusätzlichen Wärmedämmung fragen. Die Wärmedämmstärke und das Wärmedämmmaterial können z. B. durch die Handwerkerrechnung oder durch Lieferscheine nachgewiesen werden. Auf keinen Fall sollte der Energieberater durch provisorisches Öffnen der Dachhaut selbst versuchen, den Dachausbau festzustellen, da eventuell folgende Bauschäden aufgrund grober Fahrlässigkeit auch nicht von einer vorhandenen Haftpflichtversicherung abgedeckt wären.



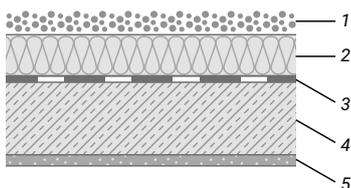
- 1 Kiesschüttung
- 2 Dachabdichtung
- 3 Schalung
- 4 Sparren
- 5 Wärmedämmung
- 6 Geschossdecke
- 7 Innenputz

Abb. 31: Regelaufbau eines Kaltdachs



- 1 Kiesschüttung
- 2 Dachabdichtung
- 3 Wärmedämmung
- 4 Dampfsperre
- 5 Ausgleichsschicht
- 6 Geschossdecke
- 7 Innenputz

Abb. 32: Regelaufbau eines Warmdachs



- 1 Oberflächenschutz
- 2 Wärmedämmung
- 3 Dachabdichtung
- 4 Geschossdecke
- 5 Innenputz

Abb. 33: Regelaufbau eines Umkehrdachs

Kaltdach: Ein Kaltdach ist ein zweischaliges belüftetes Flachdach. Über der tragenden Deckenkonstruktion und der Wärmedämmung befindet sich zunächst ein Zwischenraum, durch den die Luft zirkulieren kann. Dann erst folgt die Abdichtungsschicht, die in der Regel mit einer Kiesschüttung beschwert ist. Durch die zirkulierende Luft kann Kondensationsfeuchtigkeit abtrocknen. Das Kaltdach ist gegenüber dem Warmdach jedoch aufwendiger bei der Errichtung.

Warmdach: Den größten Anteil an Flachdachkonstruktionen haben Warmdächer. Beim Warmdach handelt es sich um ein einschaliges unbelüftetes Flachdach, bei dem die Dachkonstruktion in sich ein Verbundelement bildet. Die Anforderungen an die bauphysikalischen Eigenschaften der einzelnen Schichten sind gegenüber dem Kaltdach deutlich höher.

Umkehrdach: Beim Umkehrdach befindet sich die Dämmung (abgedeckt z. B. durch eine Kiesschüttung) oberhalb der Abdichtung und schützt sie so besser vor UV-Strahlung und Witterungseinflüssen. Eine Dampfsperre ist nicht mehr notwendig. An die Wärmedämmung werden erhöhte Anforderungen gestellt. Sie muss verrottungsfest, form-, wasser- und frostbeständig sowie trittfest ausgebildet sein. Um Wärmebrücken zu vermeiden, muss sie maßgenau verlegt sein.

2.3.4 Erfassung von Wärmebrücken und damit übermäßigen Wärmeabflüssen aus dem Gebäude

Mit zunehmender Wärmedämmung der Gebäude während der letzten Jahrzehnte wurde der Wirkungsweise von Wärmebrücken stärkere Beachtung geschenkt. Problematisch bei Wärmebrücken sind der erhöhte Wärmefluss sowie niedrige Innenoberflächentemperaturen und somit ggf. das Auftreten von Oberflächenkondensat und Schimmelpilzbildung. Dies spiegelt sich auch in der Normung wider: Die DIN 4108 Beiblatt 2 „Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele“ erschien 1998, wurde zuletzt 2019 novelliert und zeigt für die gängigen Bauteilkonstruktionen Lösungen zur Vermeidung bzw. Reduzierung der Wärmebrückenwirkung auf.

Wärmebrücken bei Gebäuden im Bestand

Ein bestehendes Gebäude weist in der Regel diverse Wärmebrücken auf, deren Wirkung auf die Energiebilanz berücksichtigt werden muss.

Aufgrund der physikalischen Ursache unterscheidet man:

- geometrisch bedingte Wärmebrücken, wie Außenwanddecken, Dachgauben, Absseiten, Ortgänge und Bodenkanten
- materialbedingte Wärmebrücken, wie eine zum Balkon durchgehende Deckenplatte, ein Betonsturz oder eine Stütze in Mauerwerkskonstruktionen und Rollladenkästen
- temperaturbedingte Wärmebrücken, wie sie z. B. durch die erhöhte innere Wandtemperatur hinter Heizkörpern entstehen
- Wärmebrücken über Undichtheiten und durch unsachgemäße Ausführung, wie z. B. die Hinterspülung der Wärmedämmung im ausgebauten Dachgeschoss mit kalter Außenluft durch Leckagen

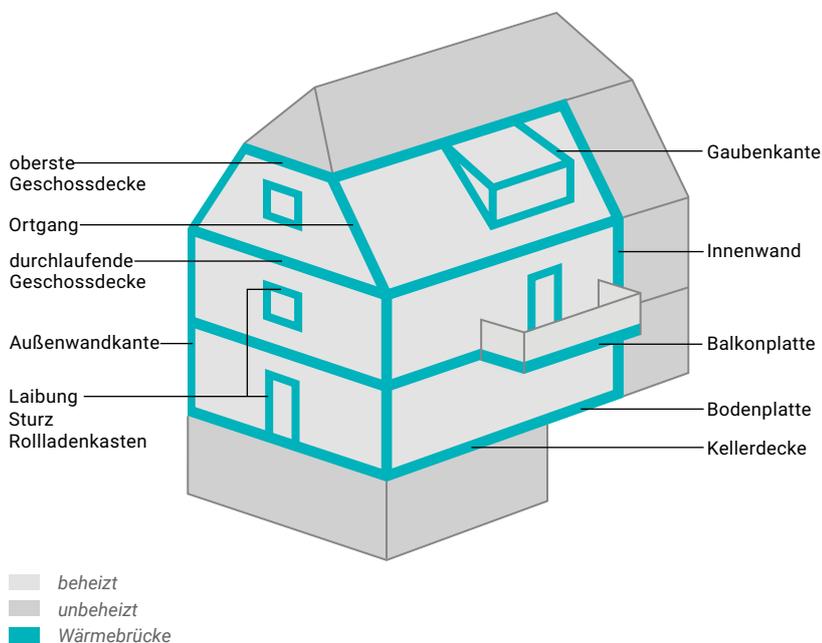


Abb. 34: Schemazeichnung eines Gebäudes mit Kennzeichnung von typischen Wärmebrücken

Wärmebrücken



Die von der dena 2020 veröffentlichte Broschüre „Die Wärmebrückenbewertung bei der energetischen Bilanzierung von Gebäuden“ kann unter www.gebaeudeforum.de heruntergeladen werden.



Bei der Begehung des Gebäudes ist insbesondere auf folgende Wärmebrücken zu achten:

- Ortgang
- Traufe
- Außenwandkanten (insbesondere Kragwände)
- Innenwandeinbindung in der Außenwand, der obersten Geschossdecke und der Bodenplatte bzw. der Kellerdecke
- Balkonplatten
- Geschossdecken im Bereich der Einbindung in die Außenwand
- Außenwände im Bereich zum unbeheizten Keller bzw. zur Bodenplatte
- Fenster- und Türleibungen
- Fensterbrüstungen
- Rollladenkästen
- Fensterstürze

Wärmebrücken erkennen

In vielen Fällen sind nicht alle Wärmebrücken eines Gebäudes bei der Begehung erkennbar. Falls allerdings bereits ein Feuchteschaden bzw. Schimmelpilzbefall vorliegt, kann dies auf einen höheren Wärmeabfluss und die damit verbundene geringere innere Oberflächentemperatur der Außenbauteile hindeuten. Ohne offensichtliche Bauschäden können Wärmebrücken z. B. durch Thermografien sichtbar gemacht werden.

Die folgenden Beispiele geben Hilfestellung für das Erfassen und Erkennen von Wärmebrücken ohne Thermografie-Aufnahmen:

- **Thermisch nicht entkoppelte Balkone, Vordächer, Terrassen oder Außenmaueranschlüsse:** Bei auskragenden Bauteilen wie z. B. Balkonplatten aus Beton ist meist nicht zu erkennen, ob diese thermisch entkoppelt sind oder nicht. Die thermische Entkoppelung mittels Iso-Korb wurde erstmals im Jahr 1983 auf einer Messe vorgestellt und erlangte Ende der 1980er-Jahre eine Marktdurchdringung von 30 Prozent¹.

Wenn jedoch nach Anbringen eines Wärmedämmverbundsystems an der Fassade bei gleichzeitigem Verputzen der Balkonplatte an dieser der Putz abblättert, kann man davon ausgehen, dass die Balkonplatte nicht thermisch entkoppelt ist. Insbesondere in den Wandanschlussbereichen kommt es durch Temperaturunterschiede der Bauteiloberflächen zu Spannungen und Rissen und es liegt eine Wärmebrücke vor. Ebenso sind meist Terrassenanschlüsse statisch/konstruktiv mit der Fassade verbunden und nicht thermisch getrennt. Das Gleiche gilt häufig für Anschlüsse von Außenmauern an die Fassade. In diesen Fällen treten Wärmebrücken auf.

- **Sichtbare Fensterstürze bei monolithischem Mauerwerk:** Bei z. B. einer Backsteinfassade mit einem sichtbarem Fenstersturz aus Beton tritt durch die höhere Wärmeleitfähigkeit des Materials Beton im Bereich des Fenstersturzes ein erhöhter Wärmeabfluss auf.

- **Sockelausbildung ohne Perimeterdämmung:** Sichtbare Natursteinsockel aus z. B. Bruch- oder Sandsteinmauerwerk oder andere monolithische Sockel von Gebäuden stellen Wärmebrücken dar. Gleichwohl ist es in einigen Fällen unglücklich, wenn durch eine Dämmung des Sockelbereichs Natursteinmauerwerk verdeckt wird. In diesen Fällen sollte intensiv nach einer Lösung gesucht werden, z. B. lässt sich mit geeigneten Materialien ggf. eine ähnliche Oberflächengestaltung wie im Urzustand herstellen.

- **Feuchtigkeit bzw. Schimmelpilzbildung bei innen liegenden Laibungsecken von Fenstern in Bädern und Küchen:** Innen liegende Laibungsecken von Fenstern sollten besonders in Küchen und Bädern überprüft werden. Da in diesen Räumen nutzungsbedingt eine viel höhere Luftfeuchtigkeit vorherrscht als in anderen Wohnräumen, ist die Gefahr von Oberflächenkondensat und Schimmelpilzbildung groß. Auch in Schlafzimmern sollten die innen liegenden Laibungsecken der Fenster überprüft werden, da hier durch eine meist fehlende Beheizung ebenfalls die Gefahr von Oberflächenkondensat und Schimmelbildung besteht.

- **Lage des Fensters im Wandquerschnitt bei monolithischen Außenwänden:** Bei monolithischen Außenwänden kann die Außenlage eines Fensters in Bezug auf den Wandquerschnitt eine Wärmebrückengefahr darstellen, da hier ebenso eine kritische Absenkung der Oberflächentemperatur im Laibungsbereich möglich ist. Neue Fenster sollten bei monolithischem Wandaufbau möglichst in der Mitte des Bauteils eingebaut werden.



Abb. 35: Backsteinfassade mit sichtbarem Fenstersturz aus Beton



Abb. 36: Erhöhter Wärmeabfluss im Bereich des Fenstersturzes durch Thermografie sichtbar gemacht

¹ Quelle: Firma Schöck

- Innendämmung nur an Außenwänden:** Bei nachträglich innen gedämmten Außenwänden können Wärmebrücken im Bereich der einbindenden Innenwände und Decken entstehen, wenn an diesen nicht ebenfalls zusätzliche Wärme-dämm-Maßnahmen z. B. in Form von Dämmkeilen durchgeführt wurden. Hier sollten die Decken- und Innenwandeinbindungen auf Kondensat und das Auftreten von Schimmelpilzbildung an der Oberfläche überprüft werden.
- Rollladenkästen:** Rollladenkästen sind im älteren Baubestand meist nicht ge-dämmt und stellen damit bei Einbau in der Außenwandebene in der Regel eine Wärmebrücke dar. Um vor Ort zu überprüfen, ob der Rollladenkasten gedämmt oder ungedämmt ist, kann häufig der Kasten von innen geöffnet werden.
- Heizkörpernischen:** Durch den verringerten Wandquerschnitt von Außenwän-den z. B. durch Heizkörpernischen entstehen Wärmebrücken. Durch Abklopfen der Wand kann überprüft werden, ob die Nische bereits nachträglich gedämmt wurde.
- Abseiten eines ausgebauten Steildachs:** Die Abseite, d. h. der Bereich zwi-schen Fußboden und Dachschräge, ist in der Regel zugänglich und sollte auf-genommen werden. Hier können sichtbare Wärmebrücken wie z. B. eine feh-lende Dämmung des Abseitenfußbodens bei darunterliegenden beheizten Räumen oder eine fehlende Dämmung der senkrechten Abseitenwand zum be-heizten Dachraum lokalisiert werden. Auch unsachgemäße Ausführungen von Zwischensparrendämmungen sind in der Regel durch fehlende Verkleidungen sichtbar.

Wärmebrücken bewerten

Wärmebrücken müssen grundsätzlich bei der Energieausweis-Erstellung berück-sichtigt werden. Folgende Wärmebrücken sollten stets bei der energetischen Be-wertung eines Gebäudes einbezogen werden:

- ▮ Gebäudekanten
- ▮ umlaufende Laibungen bei Fenstern und Türen
- ▮ Wand- und Deckeneinbindungen
- ▮ Deckenaufleger
- ▮ Balkonplatten



Abb. 37: Wärmebrücke im Bereich einer Hauseingangstür

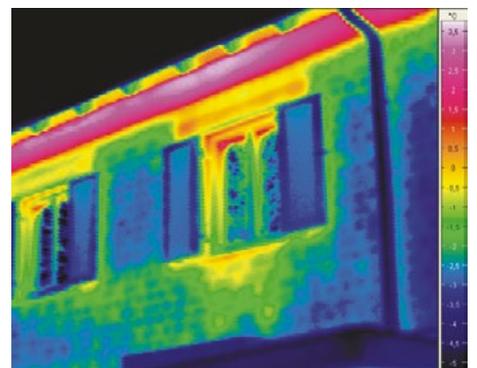


Abb. 38: Wärmebrücke im Bereich der Dachkante

Die Bewertung von Wärmebrücken kann entweder über eine objektbezogene Berechnung nach DIN V 4108-6 oder DIN V 18599 Teil 2 jeweils im Zusammenhang mit DIN EN ISO 10211-2 erfolgen oder es können Pauschalwerte angesetzt werden, die als Wärmebrückenzuschlag auf die gesamte thermische Hüllfläche veranschlagt werden. Folgende Pauschalwerte können nach Gebäudeenergiegesetz in Verbindung mit der DIN V 18599 Teil 2 oder bis zum 31. Dezember 2023 auch in DIN V 4108-6 angesetzt werden:

Im Regelfall	UWB = 0,10 W/(m ² · K) für die gesamte thermische Hüllfläche
Wenn mehr als 50 Prozent der Außenwand mit einer innen liegenden Dämmschicht und einbindender Massivdecke versehen sind	UWB = 0,15 W/(m ² · K)
Bei Berücksichtigung der Planungsbeispiele nach DIN 4108 Beiblatt 2 für alle Details	UWB = 0,05 W/(m ² · K)
Bei genauem Nachweis der Wärmebrücken nach DIN V 4108-6 oder DIN V 18599 Teil 2 in Verbindung mit weiteren anerkannten Regeln der Technik	Der rechnerisch ermittelte Wert UWB kann angesetzt werden.

Wenn eine umfangreiche Planung zur Verbesserung der Energieeffizienz angestrebt wird, empfiehlt es sich, den Anteil der Wärmebrücken am Transmissionswärmeverlust durch eine genaue Ermittlung der längenbezogenen Wärmebrückenverlust-Koeffizienten zu berücksichtigen. Diese können für gängige Konstruktionen Wärmebrückenkatalogen entnommen werden oder das Bauteil muss für alle Anschlüsse exakt mit CAD gezeichnet und der Wärmebrückenverlust-Koeffizient mit geeigneter Software berechnet werden.

2.3.5 Beurteilung der Luftdichtheit der Gebäudehülle

Ein erheblicher Teil der Wärmeverluste eines Gebäudes entsteht dadurch, dass warme Raumluft kontrolliert durch Fenster und Türen sowie unkontrolliert durch Undichtigkeiten in der thermischen Hüllfläche entweicht. Der nutzerbedingte Luftaustausch ist bei der Erstellung des Energieausweises eine feste Vorgabe, die Luftdichtheit der Gebäudehülle muss jedoch vom Aussteller eingeschätzt werden.

Für behagliche Wohnräume während der Heizzeit war die Ausführung einer luftdichten Gebäudehülle schon immer gewünscht. In den Wärmeschutzverordnungen der vergangenen Jahrzehnte wurde sie auch explizit für den Neubau gefordert. Bezüglich der Luftdichtheit weichen allerdings Theorie und Praxis oft stark voneinander ab, da es früher weder ein zuverlässiges Messverfahren noch in Normen geregelte Grenzwerte für die Luftdichtheit von Gebäuden gab.



Luftdichtheit

$n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$

Luftdichtheiten im Gebäudebestand

Von der heute geforderten Luftdichtheit ist der Gebäudebestand in der Regel weit entfernt, insbesondere dann, wenn das Dachgeschoss ausgebaut wurde oder es sich um vorgefertigte Häuser im Holzrahmen- oder Holztafelbau handelt, die vor 1980 errichtet wurden. Aber auch massiv erstellte Gebäude weisen oft eine mangelhafte Luftdichtheit auf.

Auch wenn visuell das Außenbauteil als „dicht“ erkannt wird, bedeutet dies nicht, dass es ausreichend luftdicht ist. Es lassen sich folgende häufig vorkommende Mängel an der Gebäudehülle bei einer Begehung vor Ort überprüfen oder von den Gebäudenutzern erfragen:

- Kellertüren ohne umlaufende Dichtung
- Fenster mit defekter oder fehlender Lippendichtung bzw. verzogene oder falsch justierte Fenster, die Durchzug innerhalb der Etage verursachen
- Einzelbrandöfen oder Kamine, die in der Regel keinen luftdichten Verschluss aufweisen und die keine gesonderte, luftdicht verschließbare Öffnung zur Außenluftzufuhr haben
- Luftauslässe zur zwangsweisen Abführung von belasteter Raumluft in Küchen (Dunstabzugshaube) und innen liegenden WCs sowie Bädern
- nicht ausgebaute, in der Regel undichte Dachgeschosse mit Luftverbund zum übrigen Gebäude
- ausgebaute Dachgeschosse, die keine durchgehende luftdichte Schicht haben, d. h. keine durchgehende luftdichte Folie oder Dampfbremse aufweisen, deren Bahnen untereinander verklebt sind und die an andere Bauteile und Durchdringungen dauerhaft luftdicht angeschlossen wurden
- Anschlüsse von Dachflächen mit Aufsparrendämmung, wenn diese Flächen im Bereich von Ortgang, Traufe und First nicht dauerhaft luftdicht ausgeführt wurden
- Innenputz von Außenwandflächen, wenn dieser nicht bis an die Rohdecken aufgebracht wurde und somit unverputztes, nicht luftdichtes Mauerwerk verbleibt (häufig anzutreffen bei abgehängten Decken und schwimmenden Estrichen)
- Vorwandinstallationen an Außenwänden von WCs und Bädern, da in der Regel die Außenwand nicht auf der Innenseite verputzt wurde; das unverputzte Mauerwerk führt in Verbindung mit den nicht luftdichten Tastern für die WC-Spülung und den Leitungsdurchführungen der Vorwandinstallation zu Luftzug
- Rollladengurte von Rollladenkästen
- Elektroleerdosen, die in nicht luftdichter Ausführung in Trockenbaukonstruktionen oder nicht umlaufend mit Mörtel in das Mauerwerk eingebaut wurden

Luftdurchlässigkeit erkennen

Für das Auffinden undichter Stellen gibt es verschiedene Verfahren. Ein einfaches und gut nutzbares Verfahren stellt der Einsatz der eigenen Hand zum „Aufspüren“ von Luftströmungen dar. Die menschliche Haut ist für Luftströmungen bereits ab Geschwindigkeiten von etwa 0,1 m/s empfindlich. Die oft vorhandene Temperaturdifferenz zwischen innen und außen erhöht die Sensibilität für Luftbewegungen weiter. Dieses Verfahren hat für den Energieausweis-Aussteller den Vorteil, sehr schnell zu sein und keinerlei teure oder schwer transportierbare Hilfsmittel zu benötigen. Jedoch fehlt eine objektive Dokumentation der Messung. Oftmals kann auch nicht genau eingeschätzt werden, wo die Luftströmung verläuft, z. B. ob bei einem Fenster die Luft zwischen Fensterflügel und Blendrahmen oder durch einen Spalt zwischen Blendrahmen und Mauerwerk strömt.

Bei Dunstabzugshauben in Küchen und einer zwangsweisen Entlüftung von WCs und Bädern handelt es sich nicht um Lüftungsanlagen, wie sie in Kapitel 2.4 behandelt werden. Da sie ihre Zuluft unregelmäßig aus anderen Luftdichtheiten im Gebäude beziehen, handelt es sich hierbei – wie bei der Fensterlüftung – um eine freie Lüftung.



Abb. 39: Vorbereitung eines Luftdichtheits-tests an einer Außentür

Luftdurchlässigkeit messen

Aus den genannten Gründen werden andere Verfahren zum Aufspüren von Luftdurchlässigkeiten eingesetzt. Der Nachweis einer Luftströmung erfolgt relativ einfach und kostengünstig durch Messung der Strömungsgeschwindigkeit mit einem Thermoanemometer. Ein Anemometer weist Luftbewegungen nach, indem es die von einem Sensor gemessene Strömungsgeschwindigkeit anzeigt. Dieser Sensor befindet sich oft an einer Teleskopstange, die auch zum Aufspüren von Undichtigkeiten an der Decke oder an oberen Laibungsbereichen von Fenstern geeignet ist. Zur Dokumentation kann die vorhandene Leckagestelle mit der am Gerät angezeigten Strömungsgeschwindigkeit fotografiert werden. Mit einem Anemometer kann ein Gebäude jedoch nur stichprobenartig auf Luftdurchlässigkeiten untersucht werden.

Mit der Messung der Luftdurchlässigkeit des Gebäudes nach den heute üblichen Verfahren der Gebäudedichtheitsmessung, z. B. mit einem „Blower-Door-Test“, kann auf den Fugenluftwechsel geschlossen werden.

Wird anhand eines Gebäudedichtheits-tests überprüft, dass die nach GEG in Bezug auf DIN EN ISO 9972:2018-12 vorgegebenen Werte für die Luftdichtheit der Gebäudehülle eingehalten werden, ergibt sich ein geringerer Luftwechsel in der Energiebilanz. Wird beispielsweise nach DIN V 4108-6 bilanziert, darf bei erfolgreicher Luftdichtheitsmessung für den Luftwechsel mit dem Pauschalwert von $0,6 \text{ h}^{-1}$ gerechnet werden. Bei freier Lüftung (Fensterlüftung) ohne Dichtigkeitsnachweis wird eine Luftwechselrate von $0,7 \text{ h}^{-1}$ angesetzt. Bei offensichtlichen Undichtigkeiten ist $1,0 \text{ h}^{-1}$ der Berechnung zugrunde zu legen. Bestandsgebäude weisen in der Regel jedoch größere Undichtigkeiten auf, sodass im Normalfall mit $1,0 \text{ h}^{-1}$ gerechnet werden sollte. Die Bilanzierung nach DIN V 4108-6 darf allerdings nur noch bis 31. Dezember 2023 angewendet werden.

Die Berechnung nach DIN V 18599 Teil 2 Tabelle 7 berücksichtigt unterschiedliche Stufen der Luftdichtheit in vergleichbarer Art.

2.3.6 Beurteilung der solaren Wärmegewinne

Bei der energetischen Bewertung von Gebäuden sind neben den Verlustkennwerten der Hülle auch Eigenschaften zu bestimmen, welche die Höhe der solaren Wärmeeinträge charakterisieren.

Für die Fenster bzw. die transparenten Bauteile ist dazu der Gesamtenergiedurchlassgrad bei senkrechter Strahlung g_{\perp} zu bestimmen. Bei Bestandsgebäuden kann auf die Typologie nach Kapitel 2.5 zurückgegriffen werden, sofern keine Herstellerwerte für die Fenster vorliegen.

Bei der Bilanzierung nach DIN V 18599 müssen auch für die opaken, d. h. die nicht transparenten Bauteile der Wände und des Dachs Sonneneinträge in den beheizten Bereich bestimmt werden. Bei der noch bis 31. Dezember 2023 anwendbaren Berechnung nach DIN V 4108-6 ist die Anrechnung der Sonneneinträge optional. Maßgeblich ist der Strahlungsabsorptionsgrad der Oberflächen. Im GEG-Nachweis gilt $0,5$ als Standardwert bzw. $0,8$ nur bei dunklen Dachflächen. Eine Zuordnung der Dachflächen zu einer der beiden Kategorien muss der Ausweisersteller vornehmen.

Außerdem muss nach DIN V 18599 auch die Wirksamkeit eines Sonnenschutzes bei der Bilanzierung berücksichtigt werden. Von Bedeutung für die solare Einstrahlung durch die Fenster ist dann nicht nur die Durchlässigkeit der Scheibe, sondern auch die Durchlässigkeit des Sonnenschutzes. Es ist vor Ort festzustellen, ob Außen- oder Innenjalousien, Markisen oder permanente Verschattungselemente wirken.

2.4 Datenaufnahme Anlagentechnik

Die Anlagentechnik in einem Wohngebäude erfüllt verschiedene Aufgaben. Sie stellt die notwendige Raumwärme zur Verfügung und erwärmt das Trinkwasser. In immer mehr Wohngebäuden sorgt zusätzlich eine mechanische Lüftungsanlage für eine gute Luftqualität in den Wohnräumen. Infolge der durch den Klimawandel verursachten steigenden Temperaturen gewinnen Anlagen zur Kühlung des Wohnraums zunehmend an Bedeutung.

Der Heizkessel war lange Zeit die gebräuchlichste Form des Wärmeerzeugers. In ihm werden Energieträger wie Öl, Gas oder Holz verbrannt. Die frei werdende Wärme wird über einen Wärmetauscher an den Heizungskreis abgegeben. Mit Voranschreiten der Wärmewende nehmen Wärmepumpen als Wärmeerzeuger eine Schlüsselrolle ein. Sowohl bei der Wärmeerzeugung als auch bei der Wärmespeicherung und -verteilung sowie bei der Regelung kommt es zu Verlusten, die in ihrer Summe die Gesamteffizienz der Anlagentechnik bestimmen. Hinzu kommt zudem der Hilfsenergiebedarf (Strombedarf für Pumpen, Regelungen usw.). Der Endenergiebedarf des Gebäudes ergibt sich als Summe aus dem Jahresheizwärmebedarf, dem Warmwassernutzwärmebedarf, dem Hilfsenergiebedarf und den Anlageverlusten. Für die Ermittlung des Primärenergiebedarfs muss zusätzlich der Primärenergiefaktor des jeweiligen Energieträgers mit dem Endenergiebedarf multipliziert werden.

Im Folgenden werden die aufzunehmenden Bereiche der Anlagentechnik behandelt:

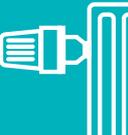
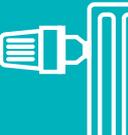
Anlagentechnik	
Wärmeerzeuger	
Feststellung der Art des Wärmeerzeugers und der Warmwasserbereitung. Die Heizung und die Warmwasserbereitung werden in der Regel gemeinsam behandelt, da hierfür häufig ein gemeinsamer Wärmeerzeuger verwendet wird.	
Wärmespeicher	
Datenaufnahme des Wärmespeichers, sofern vorhanden	
Wärmeverteilung	
Datenaufnahme der Wärmeverteilung (Leitungsnetze der Heizungs- und Warmwasserverteilung)	
Pumpen und hydraulischer Abgleich	
Erfassung von Pumpen (Heizungs-, Zirkulations-, Wasserpumpen)	
Wärmeübergabe	
Feststellung der Art der Wärmeabgabe (Art der Heizflächen und dazugehörige Regeleinrichtungen)	

Abb. 40: Aufzunehmende Bereiche der Anlagentechnik

Grundsätzlich sollten die Daten der Anlagentechnik so genau wie möglich aufgenommen werden. Es gibt jedoch mögliche Vereinfachungen für die Effizienzbestimmung oben genannter Komponenten:

- Die detaillierteste Aufnahme verwendet keine Vereinfachungen; alle Daten (Leitungslängen, Effizienz des Wärmeerzeugers usw.) werden projektbezogen bestimmt oder von den Herstellern erfragt. Diese Art der Aufnahme kommt für die Ausweiserstellung meist aus Kostengründen nicht infrage und wird erst beim Abgleich von Bedarf und Verbrauch relevant.
- Verwendung von Standardkennwerten der Normen DIN V 4701-10 und DIN V 4701-12 sowie DIN V 18599; die Abschätzung von Leitungslängen, Speichergrößen, Erzeugereffizienzen usw. erfolgt ausschließlich anhand der in den Normen hinterlegten Kennwerte. In der DIN V 4701-10 wurde daraus das sogenannte Tabellenverfahren nach Anhang C abgeleitet. In der DIN V 18599 ist das Tabellenverfahren für Wohngebäude in Teil 12 geregelt.
- Als weitere Stufe der Vereinfachung sind in der „Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand“ [1] reduzierte Tabellen mit noch weniger Eingangsgrößen hinterlegt, mit denen die Anlagenbeschreibung noch einfacher wird. Die Tabellen ersetzen eine Bilanzierung nach DIN V 4701-10 und DIN V 4701-12, für die Bilanzierung nach DIN V 18599 erfolgt die vereinfachte Ermittlung der energetischen Qualität der Anlagentechnik entsprechend den Altersklassen nach Tabellen 7 bis 10 der Bekanntmachung [1].

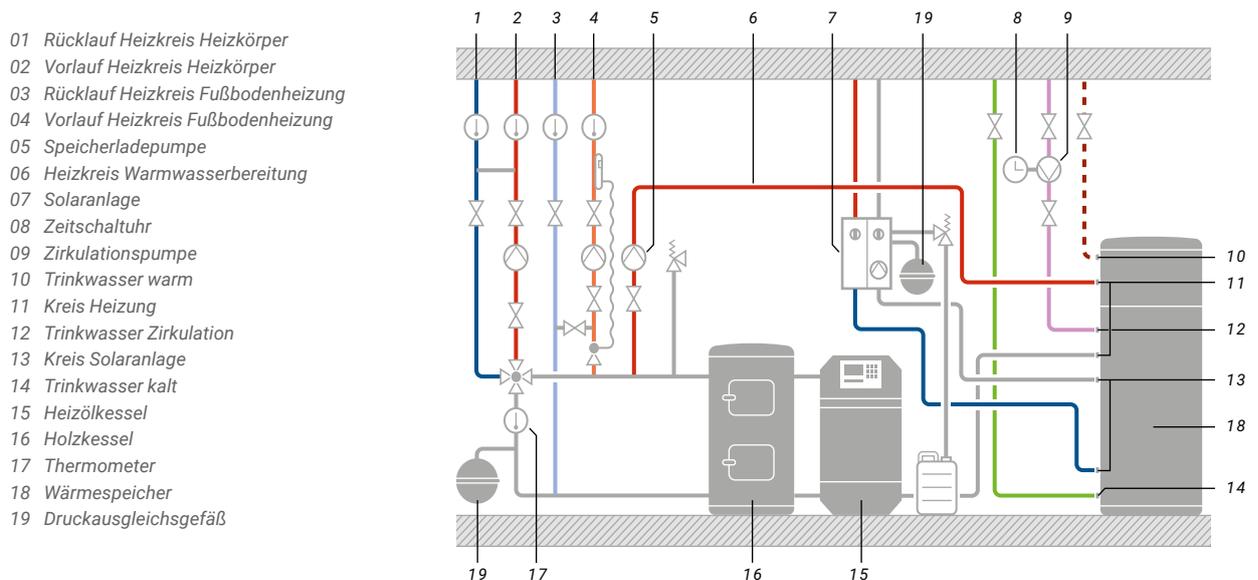


Abb. 41: Beispiel einer komplexen Heizungsanlage mit Brennholzkessel, Heizölkessel und eingebundener Solaranlage

2.4.1 Wärmeerzeuger

Bei den Heizwärmeerzeugern unterscheidet man zentrale und dezentrale Typen:

- Zentrale Wärmeerzeuger befinden sich meist im Keller oder in einer Heizzentrale im unbeheizten Bereich, in neueren Gebäuden auch in einem Hauswirtschaftsraum innerhalb des beheizten Bereichs.
- Dezentrale Wärmeerzeuger wie Elektro-Nachtspeicheröfen, elektrische Fußbodenheizungen oder Einzelfeuerstätten befinden sich innerhalb der beheizten Räume. Einzelfeuerstätten können mit Öl, Gas, Holz oder Kohle betrieben werden.
- Bei einer Gasetagenheizung versorgt ein in der Wohnung installierter Wärmeerzeuger alle Räume der Wohnung. Eine Etagenheizung zählt zu den wohnungszentralen Erzeugern.

Für die Warmwasserbereitung gibt es ebenfalls mehrere Konzepte. Es bestehen grundsätzlich folgende Möglichkeiten:

- Ein eigener Wärmeerzeuger erwärmt nur das Trinkwasser. Dies kann ein Elektro-Durchlauferhitzer, ein Elektro-Speicherwassererwärmer oder ein Gas-Speicherwassererwärmer sein.
- Das Trinkwasser wird zusammen mit dem Heizungswasser von einem gemeinsamen Wärmeerzeuger bereitet (indirekt beheizter Speicher). Für diesen Fall müssen die technischen Daten des Heizungswärmeerzeugers und des Warmwasserspeichers aufgenommen werden.

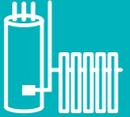
Ebenso ist es möglich, dass zur Heizung und Warmwasserbereitung jeweils mehrere Wärmeerzeuger, auch mit unterschiedlichen Brennstoffen, eingesetzt werden. Ist dies der Fall, so sind die technischen Daten von allen Wärmeerzeugern sowie der jeweilige Deckungsanteil am Gesamtwärmebedarf für die Berechnungen des Endenergiebedarfs relevant.

Eine wichtige Rolle für die Größe der Verluste des Wärmeerzeugers (und des Wärmespeichers) spielt der Aufstellort. Hierbei muss geklärt werden, ob sich der Wärmeerzeuger innerhalb oder außerhalb des festgelegten beheizten Bereichs des Hauses (thermische Hüllfläche) befindet:

- Steht er innerhalb der thermischen Hüllfläche, so sind die Wärmeverluste in der Heizzeit zum großen Teil als Heizwärmebeitrag nutzbar.
- Bei einer Aufstellung außerhalb der thermischen Hüllfläche – meist im unbeheizten Keller – sind die Wärmeverluste des Wärmeerzeugers erheblich größer als bei einer Aufstellung innerhalb der thermischen Hüllfläche. Die Verluste sind zudem nicht nutzbar.

Wärmeerzeuger werden durch verschiedene technische Daten charakterisiert. Diese sind neben dem Brennstoff (Festbrennstoffe, Öl, Gas, Strom) vor allem die Nennwärmeleistung (Kleinkessel bis ca. 50 kW, Mittelkessel ca. 50 bis 500 kW, Großkessel mehr als 500 kW) sowie die Bauart (Öl-/Gasheizkessel mit/ohne Gebläse, Standard-, Niedertemperatur- oder Brennwertkessel).

Die technischen Daten des Wärmeerzeugers wie die Typenbezeichnung, das Baujahr und die Nennwärmeleistung können in der Regel dem Typenschild, das am Wärmeerzeuger angebracht ist, oder dem Schornsteinfegerprotokoll entnommen werden (Abbildung 42). Die wärmetechnischen Kenngrößen (Nennleistungswirkungsgrad, Bereitschaftsverluste, elektrische Leistungsaufnahme) werden über weitere Anlagendaten bestimmt, die nachfolgend erläutert werden.



Können die notwendigen Daten nicht vollständig ermittelt werden, können die in Kapitel 2.5 angegebenen vereinfachten Ansätze verwendet werden, diese basieren auf den Kenngrößen der DIN V 4701-10 bzw. DIN V 4701-12. Bei Berechnungen nach der DIN V 18599 gelten Kennzahlen aus den Teilen 5 und 8 der Norm DIN V 18599, welche von der Systematik her vergleichbar mit den Werten aus der DIN V 4701 sind.

Heizkessel DIN 4702	
Typ	ZKB 40
Leistung Öl-Gas	kcal/h 40000
Leistung Koks	kcal/h 30000
Öldurchsatz	kg/h 4, 5
Betriebsdruck Kessel	atü 3
Max. Vorlauftemperatur	°C 95
Herstellnummer	340314070
Baujahr	1971
Boiler Leistung	Ltr./h 660
Boilerinhalt	Ltr. 105
Betriebsdruck Boiler	atü 6
mit 45°C bei 80°C Kessel- und 10°C Kaltwassertemperatur	
Batterieleistung	Ltr./h

Abb. 42: Beispiel Typenschild eines Ölkessels

Anlage IV zu §§ 14,15

1

Messung gemäß § 14 Abs. 1 für den Betreiber

wiederkehrende Messung gemäß § 15 für die Behörde

Wiederholungsmessung gemäß § 14 Abs.4 für den Bez.-Schornsteinfegerm.

Messung auf Anordnung

Tag der Messung

Bescheinigung über das Ergebnis der Messung an einer Feuerungsanlage für flüssige oder gasförmige Brennstoffe gemäß §§ 14,15 der Ersten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Kleinfeuerungsanlagen – 1. BImSchV)

2 **Wärmeaustauscher**

Hersteller Typ/Baujahr Nennwertleistung in kW

3 **Brenner**

Hersteller Typ/Baujahr

ohne Gebläse mit Gebläse Verdampfungsbrenner

Leistungsbereich in kg/h (Ölbrenner) in kW (Gasbrenner) von bis Leistung bei Messung (nur bei modulierenden oder mehrstufigen Brennern)

4 **Brennstoff**

Heizöl EL Erdgas Flüssiggas, Flüssiggas-Luft-Gemische Stadtgas Sonst. Brennstoff gem. §3

5 **Art der Anlage**

Heizung Heizung mit Brauchwasser Brauchwasseranlage Lufterhitzer Feuerstätte anderer Art

6 **Meßergebnis**

Rußzahl 2. Mittelwert Wärmeträgertemperatur in °C

Ölderivate ja 2. Verbrennungslufttemperatur in °C

Abgasverlust in % (ohne Toleranz) Sauerstoff Kohlendioxid Volumengehalt in %

Druckdifferenz in hPA

7 Das Meßergebnis entspricht der Verordnung Das Meßergebnis entspricht nicht der Verordnung

8 **Bemerkungen:** weil: Abgasverlust über

Rußzahl über

Ölderivate im Abgas

Ergibt eine Messung, dass die Anlage den Anforderungen der Verordnung nicht entspricht, so ist der Betreiber verpflichtet, die notwendigen Verbesserungsmaßnahmen an der Anlage zu treffen. Die Messung ist innerhalb von sechs Wochen zu wiederholen. Geben Sie mir bitte Nachricht, sobald die Wiederholungsmessung erfolgen kann.

Datum Unterschrift

- 1 Anlass der Messung (erste, jährliche, Wiederholungsmessung)
- 2 technische Daten Wärmeaustauscher
- 3 technische Daten Brenner (Hersteller, Baujahr, Typ, Leistungsbereich)
- 4 eingesetzter Brennstoff
- 5 Nutzung der Anlage
- 6 aus Messwerten errechneter Abgasverlust
- 7 gemessene Größen zur Bestimmung des Abgasverlustes
- 8 Ergebnisbeurteilung

Abb. 43: Schornsteinfegerprotokoll

Bei Wärmeerzeugern sind folgende Daten aufzunehmen:

- Aufstellungsort
- Baujahr
- eingesetzter Brennstoff
- Kesseltyp
- ggf. Kesselleistung
- ggf. Vor- und Rücklauftemperaturen
- ggf. Abgas- und Bereitschaftsverluste
- ggf. elektrische Leistungsaufnahme

Mögliche Quellen der Datenaufnahme sind:

- Typenschild des Kessels
- Anlagenbeschreibung
- Schornsteinfegerprotokoll
- Herstellerdaten

Baujahr und Leistung

Das Baujahr des Wärmeerzeugers findet sich auf dem Typenschild oder in den Bestandsunterlagen, auch im Schornsteinfegerprotokoll wird es angegeben. Über das Baujahr wird der Kessel gemäß seiner technischen Qualität eingeordnet. Es bildet den Stand der Technik des Wärmeerzeugers ab. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, in Erfahrung zu bringen, ob der Brenner des Wärmeerzeugers zwischenzeitlich modernisiert wurde und sich damit günstigere Werte ergeben. Im Zweifelsfall sollten jedoch die ungünstigeren Werte angenommen werden.

Die Leistung des Wärmeerzeugers kann ebenfalls dem Typenschild entnommen werden. Liegen keine genauen Daten vor, wird anhand der Berechnungsnormen DIN V 4701-10 bzw. DIN V 4701-12 oder DIN V 18599 eine Leistung auf Basis der Daten des zu versorgenden Gebäudes geschätzt.

Nennleistungswirkungsgrad eines Kessels

Ein wichtiger Kennwert ist der Nennleistungswirkungsgrad (auch Kesselwirkungsgrad). Er gibt das Verhältnis zwischen der im Dauerbetrieb an das Kesselwasser abgegebenen Wärme und dem Produkt aus dem Heizwert des Brennstoffs und der pro Zeiteinheit verbrauchten Brennstoffmenge an.

Er kann gestaffelt nach Baujahren aus der DIN V 4701-10 (bzw. -12) bzw. aus der DIN V 18599 Teil 5 (Heizkessel) oder Teil 8 (Trinkwarmwasserkessel) bestimmt werden. Der Kesselwirkungsgrad ist abhängig vom Kesseltyp (Konstanttemperatur-, Niedertemperatur-, Brennwertkessel).

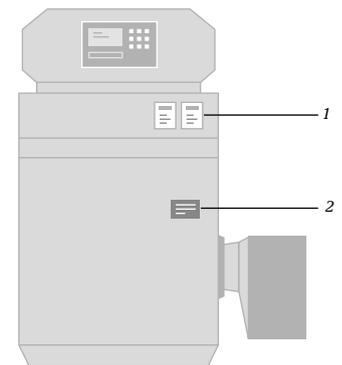
Kesseltyp und -temperaturen

Der Nutzungsgrad des Kessels im Jahresverlauf ist von der Kesseltemperatur abhängig. Bei Niedertemperatur- und Brennwertkesseln entspricht die Kesseltemperatur in guter Näherung der Auslegungstemperatur des Wärmeübergabesystems (Radiatoren, Fußbodenheizung).

Die Auslegungstemperaturen des Heizkreises besagen, welche Temperaturspannung der Auslegung zugrunde gelegt wurde. Dabei gibt die erste Zahl die Vorlauftemperatur, die zweite Zahl die Rücklauftemperatur an. Tendenziell gilt: Je besser die wärmedämmenden Eigenschaften des Gebäudes und je größer die Heizflächen sind, desto niedriger kann die Auslegungstemperatur der Heizkreise gewählt werden. Fußbodenheizungen weisen aufgrund ihrer großen Flächen besonders niedrige Temperaturen auf. Je geringer die Auslegungstemperaturen sind, umso effizienter arbeitet das System.

Bei Konstanttemperaturkesseln kann die Auslegungstemperatur der Wärmeübergabe nicht am Kessel eingestellt werden. Hier wird der Kessel auf hohen Temperaturen betrieben und die Heizwassertemperatur für die Verbraucher durch eine nachgeschaltete Regelung erzeugt.

Konstanttemperaturkessel werden mit einer konstanten Kesseltemperatur von etwa 70 bis 90 °C betrieben. Die Temperatur kann nicht dem Bedarf angepasst werden, daher arbeiten sie im Teillastbetrieb durch häufiges Takten relativ ineffizient. Sie sind im Bestand in der Regel mit Radiatorenheizungen mit hohen Auslegungstemperaturen kombiniert (90/70 oder 70/55 °C). Konstanttemperaturkessel wurden Ende der 1970er-Jahre überwiegend durch die damals effizientere Niedertemperaturtechnik abgelöst. Heute werden beide Kesselarten nicht mehr neu eingebaut und auch im Bestand sind sie selten geworden, da es nun die noch effizientere Brennwerttechnik gibt.



- 1 vom Messprotokoll des Schornsteinfegers abzulesen: Abgasverluste
- 2 vom Typenschild abzulesen: Bauart, Baujahr, Nennwärmeleistung

Abb. 44: Heizkessel

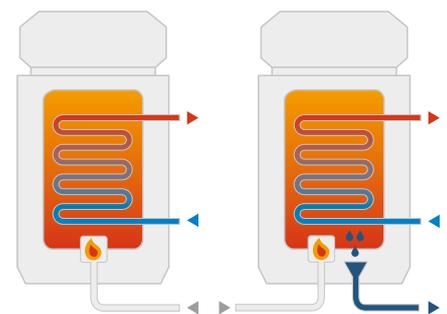


Abb. 45: Niedertemperaturkessel (links) und Brennwertkessel (rechts)

Niedertemperatur- und Brennwertkessel werden entsprechend dem Wärmebedarf des Gebäudes mit gleitenden Temperaturen betrieben, der Nutzungsgrad verbessert sich dadurch erheblich. Typischerweise sind diese moderneren Kessel auch mit geringeren Auslegungstemperaturen der Heizkreise kombiniert (z. B. 70/55 oder 55/45 °C).

Die tatsächliche Auslegung ist jedoch nicht allein von der Art des Heizkessels abhängig, sondern von der maximalen Vorlauftemperatur, die am Heizkessel eingestellt ist. Wenn die Auslegung nicht bekannt ist, sollte bei normalen Heizkreisen ohne Fußbodenheizung von einer Auslegungstemperatur von 70/55 °C, bei Fußbodenheizungen von 35/28 °C ausgegangen werden.

Abgas- und Bereitschaftsverluste

Für die Verluste des Wärmeerzeugers sind die Abgas- und Oberflächenverluste relevant.

Der Abgasverlust ist dabei der Anteil Wärmeenergie, der das Gebäude ungenutzt über den Schornstein verlässt. Die Abgasverluste werden im Schornsteinfegerprotokoll in Prozent angegeben. Sie werden aus der bei Volllast gemessenen Abgastemperatur, der Zulufttemperatur und dem im Abgas enthaltenen Restsauerstoff bzw. Kohlendioxidgehalt errechnet. Der Nennleistungswirkungsgrad des Kessels enthält die Abgasverluste, aber auch die Abstrahlung über die Kesseloberfläche bei Brennerbetrieb.

Die Bereitschaftsverluste geben den Wärmeaufwand an, der erforderlich ist, um den Heizkessel bei Stillstand auf einer bestimmten Temperatur zu halten. Sie werden in Prozent der Feuerungsleistung eines Kessels angegeben. Die Bereitschaftsverluste sind in der Regel nur in detaillierteren Herstellerunterlagen zu finden und nicht auf dem Typenschild dokumentiert. Sie können aber über den Kesseltyp und das Baujahr aus der DIN V 4701-10 (bzw. -12) bzw. der DIN V 18599-5 (bzw. -8) ermittelt werden.

Zu den Abgas- und Bereitschaftsverlusten kommt noch die elektrische Leistungsaufnahme des Wärmeerzeugers hinzu. Diese ist in Bestandsunterlagen, seltener auch auf dem Typenschild verzeichnet oder kann der DIN V 4701-10 (bzw. -12) bzw. der DIN V 18599-5 (bzw. -8) entnommen werden.

Brennstoff

Für die Ermittlung des Primärenergiebedarfs ist die Art des Brennstoffs wichtig. Informationen darüber erhält man durch den Gebäudeeigentümer bzw. den Verwalter bei der Begehung oder aus den Bestandsunterlagen zur Heizungsanlage.

Erdgas als Energieträger erkennt man bei neueren Installationen an gelben Gasleitungen und einem Gaszähler in der Nähe des Hausanschlusses. Flüssiggas ist durch entsprechende Tankanlagen im Außenbereich zu erkennen. Bei Verwendung von Heizöl ist ein Tank im Außenbereich oder im Keller vorhanden. Bei einem Außentank sind entsprechende Einfüll- und Wartungsöffnungen sowie ein Tankwächter, der entsprechende Undichtigkeiten bemerkbar macht, zu sehen. Als Energieträger können aber auch Festbrennstoffe wie Holz, Kohle, Pellets oder Hackschnitzel zum Einsatz kommen, hier sind entsprechende Lagerräume erforderlich.

Kesselregelung

Für die Energiebilanz nach DIN V 18599 ist bei kombinierter Erzeugung von Heizwärme und Trinkwarmwasser noch zu klären, ob dies parallel erfolgt oder ob die Trinkwarmwasserbereitung Vorrang hat. Letzteres ist im Wohnbau mit Kleinkesseln der typische Fall. Solange der Speicher geladen wird, ist die Heizung unterbrochen. Bei Großanlagen kann beides gleichzeitig erfolgen.

Fern- und Nahwärme

Bei einer Nutzung von Fern- oder Nahwärme ist eine Übergabestation im Bereich des Hausanschlusses vorhanden. Hierbei muss über den Energieversorger in Erfahrung gebracht werden, welchen Primärenergiefaktor die Fernwärme hat, da dieser von der Anlage und dem eingesetzten Brennstoff abhängt.

Werden Gebäude nach DIN V 18599 bewertet, ist darüber hinaus festzustellen, mit welchen Primärtemperaturen der Versorger das Netz betreibt und welche Dämmklasse die Übergabestation aufweist. Es ist hierzu ggf. der Versorger zu kontaktieren.

Kachel- und Kaminöfen

Bei Kachel- und Kaminöfen, die während der Heizperiode einen Anteil an der Beheizung übernehmen, stellt sich die Frage, ob diese bei der Erstellung von Energieausweisen zu berücksichtigen sind. Dabei spielen folgende Kriterien eine Rolle:

- Deckungsanteile von Kachel- oder Kaminöfen und anderem Erzeuger
- Abgabe der Wärme ausschließlich an den Aufstellraum oder zusätzliche Wärmeabgabe an den Heizkreis
- Beschickung des Kachel- oder Kaminofens per Hand (handbeschickt) oder automatisch

In der Praxis treten die verschiedensten Konstellationen beim Einsatz von Kachel- und Kaminöfen in Wohngebäuden auf. Die folgenden Beispiele geben eine Hilfestellung für die Bewertung und mögliche Handhabung bei der Bilanzierung:

- **Der Grundlasterzeuger kann das gesamte Gebäude ganzjährig beheizen:** Wenn mit dem Grundlasterzeuger (z. B. einer Gaszentralheizung) das gesamte Gebäude ganzjährig beheizt werden kann, ist die Benutzung des Kachel- oder Kaminofens dem Nutzer überlassen und der Ofen wird nicht zur Berechnung des Primärenergiebedarfs im Sinne des GEG mit einbezogen.
- **Ein Kachel- oder Kaminofen ist alleiniger Wärmeerzeuger:** Wenn Kachel- oder Kaminöfen Grundlasterzeuger sind, werden sie wie alle anderen Erzeuger energetisch bewertet. Für die Berechnung sind in den Normen Effizienzkennzahlen hinterlegt.
- **Der Grundlasterzeuger ist nicht für die ganzjährige Beheizung des gesamten Gebäudes ausgelegt und der Kachel- oder Kaminofen wird zur Beheizung benötigt:** Wird der Kachel- oder Kaminofen zur Beheizung benötigt, weil der Grundlasterzeuger nur für die Übergangszeit ausgelegt ist, so kann der Ofen mit in die Berechnung einfließen, wenn er ausschließlich den Aufstellraum beheizt. Solche dezentralen Kachelöfen, Raumheizer und Kamine als Spitzenlasterzeuger sind in den Normen mit Effizienzkennzahlen hinterlegt. Bei dieser Beheizungsart sind alle Kombinationen von Deckungsanteilen berechenbar.
- **Der handbeschickte Kachel- oder Kaminofen speist seine Wärme teilweise in den Heizkreis ein und ist somit an das Heizsystem des Gebäudes angeschlossen:** Wird die Wärme eines zentralen handbeschickten Kachel- oder Kaminofens teilweise in den Heizkreis eingespeist, z. B. mittels einer Wassertasche, so liegen durch die Normen keine Berechnungsverfahren vor, sofern dieser Erzeuger nur Spitzenlasterzeuger ist. Diese „zentralen handbeschickten Biomassewärmeerzeuger“ können in den Normen nur als Grundlasterzeuger berechnet werden, d. h., sie müssen deutlich mehr als 50 Prozent des Wärmebedarfs decken. Decken sie einen geringeren Wärmebedarf, können sie anhand der derzeit geltenden Normen bei der Berechnung nicht berücksichtigt werden. Das GEG sieht in solchen Fällen jedoch die Möglichkeit vor, bei der Berechnung Komponenten anzusetzen, die ähnliche energetische Eigenschaften aufweisen (siehe § 33 GEG). Demnach könnte zur Berechnung in diesem Fall ein automatisch beschickter Biomassekessel (z. B. Holzkessel) angesetzt werden.



Abb. 46: Fernwärme-Übergabestation: direkte Übergabe ohne Tauscher



Bei Solaranlagen sind folgende Daten aufzunehmen:

- Einsatzbereich (nur Warmwasser oder Warmwasser und Heizungsunterstützung)
- Kollektorfläche
- Kollektororientierung (Süd, Südwest, Südost)
- Kollektorneigung
- Kollektortyp (Flach- oder Röhrenkollektor)
- Zuleitungslänge
- Dämmstandard der Leitungen



Bei Wärmepumpen sind folgende Daten aufzunehmen:

- Einsatzbereich (nur Heizung, nur Warmwasser, Heizung und Warmwasser)
- Wärmequelle (Grundwasser, Erdreich, Außen-, Keller-, Abluft)
- Betriebsweise (monovalent mit/ohne elektrischem Heizstab, bivalent-parallel, bivalent-alternativ)
- Heizkreisauslegungstemperatur

Mögliche Quellen der Datenaufnahme sind:

- Typenschild der Wärmepumpe
- Anlagenbeschreibung
- Planungsunterlagen

■ **Der automatisch beschickte Biomassekessel wird mit einem fossilen Heizkessel kombiniert, beide Kessel speisen ihre Wärme in denselben Heizkreis ein:** In diesem Fall ist der automatisch beschickte Biomassekessel berechenbar. Er kann bei der Berechnung sowohl als Grundlast- als auch als Spitzenlastzeuger angesetzt werden.

Solaranlagen

Ein Teil der Brauchwassererwärmung kann über Solarkollektoren erfolgen. Hierbei sind die Kollektorfläche und die Ausrichtung der Kollektoren entscheidend. Falls keine genauen Daten über die Kollektorfläche vorliegen, sind diese vor Ort aufzunehmen. Die Ausrichtung (Süden, Südwest, Südost, Neigungsgrad) der Kollektoren kann bei einer Montage auf dem Dach den Hausplänen entnommen werden. Dem Grundriss bzw. Lageplan lässt sich die Himmelsrichtung und dem Schnitt die Dachneigung entnehmen.

Die Solaranlage benötigt zur Umwälzung der Solarflüssigkeit eine Umwälzpumpe. Diese wird durch elektrischen Strom angetrieben, der in der Berechnung des Endenergiebedarfs mit berücksichtigt werden muss. Die Solarpumpe befindet sich meist in einem an der Wand hängenden, wärmedämmten Block zusammen mit jeweils einem Thermometer für den Solarkreisvor- und -rücklauf. Die elektrische Leistung der Solarpumpe ist auf dem Typenschild angegeben. Ihre Leistung kann auch über Standardwerte der Normen geschätzt werden.

Wärmepumpen

Eine weitere Form von Wärmeerzeugern sind Wärmepumpen. Sie nutzen Umweltwärme auf niedrigem Temperaturniveau zum Heizen und werden häufig in Verbindung mit Lüftungsanlagen eingesetzt. Sie gelten als Schlüsseltechnologie zur Erreichung der Klimaschutzziele im Gebäudesektor.

Luft-Wärmepumpen nutzen Abluft oder Außenluft, es sind entsprechende Luftein- und -auslässe oder Lüftungsgitter im Bereich der Wärmepumpe angeordnet. Grundwasser-Wärmepumpen benötigen eine entsprechende Bohrung oder einen Brunnen für den Betrieb, Erdreich-Wärmepumpen verwenden einen eigenen Solekreislauf in einem Erdreichkollektor (horizontal verlegte Rohrschleifen im Außenbereich) oder in einer Sonde (vertikal gebohrt) mit einer eigenen Pumpe. Wärmepumpen werden in der Regel mit Strom betrieben, es gibt jedoch auch gasbetriebene Wärmepumpen.

Ein weiterer entscheidender Aspekt bei der Datenaufnahme von Wärmepumpen ist die Betriebsweise. Man unterscheidet monovalente und bivalente Betriebsweisen. Bei der monovalenten Betriebsweise deckt die Wärmepumpe den gesamten Heizwärmebedarf (und Warmwasserwärmebedarf) des Gebäudes ab, es ist kein zusätzlicher Wärmeerzeuger vorhanden. Unter Umständen sorgt ein integrierter Heizstab im Speicher oder im Rohrsystem an den kalten Tagen des Jahres für eine ausreichende Energiezufuhr, wenn die Umweltwärme nicht ausreicht. Dann wird das Gebäude ganz oder zum Teil über Strom beheizt. In der bivalent-alternativen Betriebsweise deckt die Wärmepumpe die Grundlast des Heizwärmebedarfs ab, bei hoher Wärmeanforderung übernimmt ein konventioneller Heizkessel die gesamte Wärmeversorgung. In der bivalent-parallelen Betriebsweise läuft die Wärmepumpe auch bei hoher Wärmeanforderung weiter, lediglich die Lastspitzen werden über einen konventionellen Heizkessel abgedeckt.

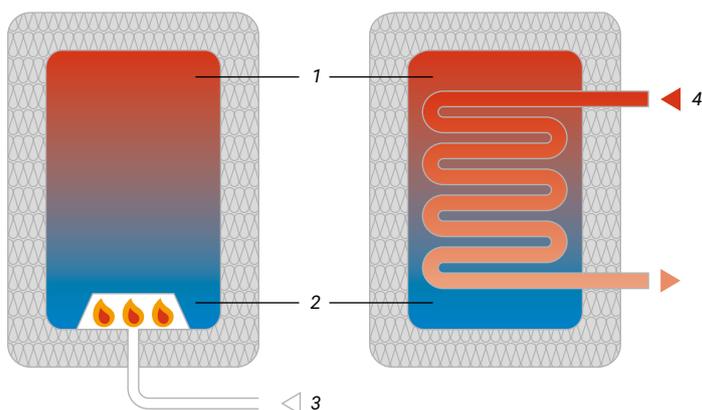
Die Effizienz der Wärmepumpe wird durch die Jahresarbeitszahl (JAZ) oder die jahreszeitbedingte Raumheizungseffizienz (η_s) ausgedrückt. Diese Kennwerte geben das Verhältnis der abgegebenen Nutzwärme bezogen auf die eingesetzte Energie an und berücksichtigen neben der unterschiedlichen Auslastung der Geräte bei unterschiedlichen klimatischen Bedingungen auch die eingesetzte Hilfsenergie außerhalb der Wärmepumpe (z. B. Heizstab).

Je höher die Temperatur der Wärmequelle und je geringer der erforderliche Temperaturhub für die Heizmitteltemperaturen, desto effektiver arbeitet eine Wärmepumpe und umso weniger Antriebsenergie für den Verdichter wird benötigt.

2.4.2 Wärmespeicher

Wärmespeicher dienen dazu, die durch den Wärmeerzeuger bereitgestellte Wärme zwischenzuspeichern, bis sie benötigt wird. Es werden Trinkwarmwasserspeicher und Heizungspufferspeicher unterschieden.

Warmwasserspeicher dienen in erster Linie der Komfortsteigerung, da immer warmes Wasser in größeren Mengen bereitgehalten wird. Hierbei unterscheidet man direkt beheizte und indirekt beheizte Speicher. Direkt beheizte Speicher (z. B. Elektrospeicher, Gas-Speicherwassererwärmer) vereinen den Wärmeerzeuger und den Speicher in einem Gehäuse. Indirekt beheizte Speicher werden durch einen externen Wärmeerzeuger (Heizkessel) und einen Wärmetauscher „beladen“. Eine Sonderform ist der bivalente Solarspeicher. Er bietet neben der Erwärmung über den Heizungskreis die Möglichkeit der Einbindung einer Solaranlage.

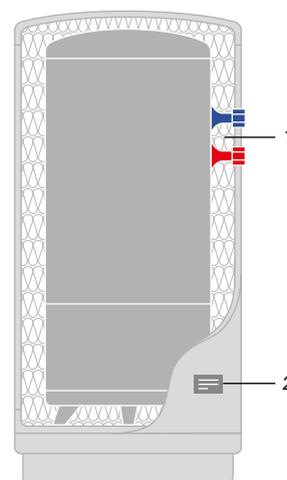


- 1 Warmwasser
- 2 Kaltwasser
- 3 Brennstoff
- 4 Heizwasser

Abb. 47: Schemaschnitt direkt beheizter und indirekt beheizter Speicher

Wie beim Wärmeerzeuger spielt der Aufstellungsort eine wichtige Rolle für die Wärmeverluste bei der Speicherung. Der Speicher kann innerhalb oder außerhalb des festgelegten beheizten Gebäudebereichs aufgestellt sein. Indirekt beheizte Speicher befinden sich in der Regel in der Nähe des Wärmeerzeugers im Heizungsraum. Kleine, direkt elektrisch beheizte Speicher werden normalerweise direkt an den Entnahmestellen angeordnet. Für die Warmwasserbereitung sind direkt beheizte Speichergeräte insbesondere im Geschosswohnungsbau sehr verbreitet. Durch die einfache Installation (es wird lediglich ein Stromanschluss benötigt) wurden sie im Bestand auch häufig nachträglich installiert oder ergänzen zentrale Systeme (z. B. bei abgelegenen Entnahmestellen).

Wärmeerzeuger

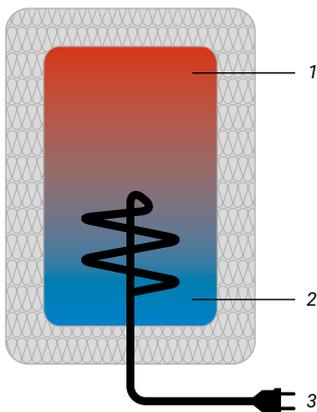


- 1 Dämmstärke im Bereich der Anschlüsse messen
- 2 vom Typenschild abzulesen:
Baujahr, Volumen, täglicher Wärmeverlust

Abb. 48: Warmwasserspeicher

Speicher-Wassererwärmer nach DIN 4753 Korrosionsbeständig em. Thermoglasur®X		
Ser.-Nr. 05067162-00-1145-00116		
Mod. SM-500		
	Warmwasser	Heizwasser
Inhalt	490 L	*13,2/7,5 L
Zul. Temperatur	95°C	110°C
Zul. Betr. Überdruck	10 bar	25 bar
Dauerleistung	56 / 31,2 kW	
NL nach DIN	110°C	
DIN-Reg.-Nr.	0236 / 2000-13MC / E	
CH		
Wärmeverluste	3,7 kWh/24h	
SVGW/SSIGE-Nr.	0006-4272	
	Warmwasser	Heizwasser
Zul. Betr. Überdruck	6 bar	21 bar
Prüfdruck	13 bar	32 bar

Abb. 49: Typenschild eines Warmwasserbereiters



- 1 Warmwasser
- 2 Kaltwasser
- 3 Strom

Abb. 50: Schemaschnitt Elektrokleinspeicher



Beim Warmwasserspeicher sind folgende Daten aufzunehmen:

- Speichertyp
- Baujahr
- ggf. Volumen (Liter)
- Aufstellort (beheizt/unbeheizt)
- ggf. Wärmedämmstandard
- ggf. Bereitschaftsverluste

Mögliche Quellen der Datenaufnahme sind:

- Typenschild des Warmwasserspeichers
- Anlagenbeschreibung
- Ausmessen der Wärmedämmschicht an den Leitungsanschlüssen

Pufferspeicher dienen der Zwischenlagerung von Heizwasser zum Ausgleich von Angebot und Nachfrage. Sie sind typisch für Heizungen mit Solaranlage, Wärmepumpe und Holzkessel. Ein Heizungspufferspeicher ist nur dann erforderlich, wenn der Wärmeerzeuger möglichst selten angefeuert werden soll (Holzkessel) oder bestimmte zeitliche Tarife ausgenutzt werden sollen (Elektro-Nachtspeicherzentralheizung, zum Teil auch Elektro-Wärmepumpen).

Eine wichtige Kenngröße des Speichers ist das Volumen. Kann das Volumen nicht über das Typenschild bestimmt werden, muss es über Grundfläche und Höhe ermittelt werden. Hierbei ist es notwendig, das reine Wasservolumen ohne die umschließende Dämmstärke zu berücksichtigen. In den Normen zur Energiebedarfsberechnung werden anhand der Gebäudekennwerte auch Speichergrößen sowohl von Puffer- als auch von Trinkwarmwasserspeichern geschätzt.

Der Wärmeverlust des Speichers ist von der Speichertemperatur und der mittleren Umgebungstemperatur, von der Anzahl der Heiztage sowie dem täglichen Bereitschaftsverlust abhängig. Die Dämmstärke spielt eine entscheidende Rolle bei der Ermittlung der Bereitschaftsverluste des Warmwasserspeichers. In einigen Fällen sind die Bereitschaftsverluste auf dem Typenschild angegeben. Die Dämmstärke kann am besten an frei zugänglichen Rohranschlüssen des Speichers gemessen werden. Wenn der Bereitschaftsverlust des Speichers nicht bekannt ist, kann er über das Baujahr (ein Maß für den Dämmstandard) und das Volumen

■ nach DIN V 4701-10 (bzw. -12) bzw.

■ nach DIN V 18599-5 (bzw. -8)

abgeschätzt werden.

Für die Erwärmung des Speichers sind Speicherladepumpen erforderlich. Diese sorgen bei Trinkwarmwasserspeichern für eine Zirkulation von Heizwasser zwischen Kessel und Speicher, wenn der Speicher unter eine einstellbare Solltemperatur abkühlt, bei Pufferspeichern, wenn das Wärmeangebot des Erzeugers größer ist als die Wärmeabnahme des Gebäudes. Für die Berechnung des Endenergiebedarfs ist jeweils eine Nennleistung erforderlich. Diese ist auf dem Typenschild angegeben. Vereinfacht kann sie nach DIN V 4701-10 (bzw. -12) bzw. DIN V 18599-5 (bzw. -8) bestimmt werden.

2.4.3 Wärmeverteilung

Auch über das Leitungsnetz geht Wärme verloren. Darum ist es wichtig zu wissen, wie die Heizungs- und Warmwasserverteilung erfolgt. Bei zentralen Systemen befinden sich der Wärmeerzeuger und der Warmwasserspeicher in der Regel im Keller oder in einer Heizzentrale. Das warme Wasser wird über Leitungen zu den Heizflächen und an die Entnahmestellen in der Wohnung geführt.

Wie viel Wärme über das Leitungsnetz verloren geht, ist von der Lage der Leitungen, den Leitungslängen und ihrer Dämmung abhängig. So können sich Leitungen innerhalb oder außerhalb der thermischen Hüllfläche und damit in unterschiedlichen Umgebungstemperaturen befinden. Die innerhalb der thermischen Hüllfläche auftretenden Wärmeverluste sind während der Heizperiode als Heizwärmebeitrag nutzbar. Der Wärmeverlust der Verteilleitungen lässt sich detailliert berechnen, wenn Länge, Lage und Wärmedurchgangskoeffizienten der einzelnen Rohrabschnitte bekannt sind.

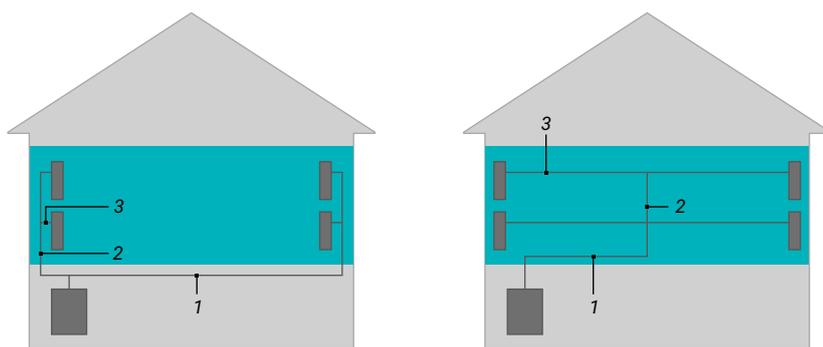
Im Rahmen der Energieausweis-Erstellung können

- Leitungslängen gemäß der Ausführung vor Ort oder abgeschätzt aus der Gebäudegeometrie zugrunde gelegt werden.
- Dämmstandards von Rohren nach realer Ausführung oder abgeschätzt nach Baujahr des Verteilsystems verwendet werden.
- bei Anwendung der vereinfachten Ansätze auch sofort Wärmeverluste für komplette Netze geschätzt werden (siehe Kapitel 2.5).

Leitungslängen

Verteilnetze werden eingeteilt in:

- Verteilleitungen (waagrecht),
- Steigestränge/Strangleitungen/Verteilstränge (senkrecht) und
- Anbindeleitungen (bis zur Wärmeübergabe, bei Trinkwarmwassernetzen auch Stichleitungen genannt)



Im Altbau typisch:

- 1 außen liegende Verteilung
- 2 vertikale Steigestränge
- 3 kurze Anbindeleitungen

Im Neubau typisch:

- 1 innen liegende Verteilung
- 2 vertikale Steigestränge
- 3 lange Anbindeleitungen

Abb. 51: Verteilleitungen, Steigestränge und Anbindeleitungen

Die genaueste Möglichkeit zum Aufmaß der Leitungslängen dieser drei Abschnitte eines Verteilnetzes ist das Aufmaß vor Ort bzw. aus Plänen. Ist dies nicht möglich, wird anhand von Näherungsgleichungen geschätzt. Dabei verwendet die DIN V 4701-10 bzw. DIN V 4701-12 die Gebäudenutzfläche A_N als Grundlage für Schätzungen. Bei der Berechnung nach DIN V 18599-5 und DIN V 18599-8 werden



Bei der Wärmeverteilung sind folgende Daten aufzunehmen:

- Heizkreistemperatur
- ggf. Länge der einzelnen Rohrabschnitte
- Lage der Rohrabschnitte (innerhalb oder außerhalb der thermischen Hüllfläche)
- ggf. Rohrdurchmesser
- ggf. Wärmeleitfähigkeit der Dämmung und Dämmstärke

eine charakteristische Länge (größte gestreckte Länge), eine charakteristische Breite (mittlere Breite), eine mittlere Geschosshöhe und eine Geschosshöhe benötigt.

Eine beispielhafte Bestimmung von charakteristischer Länge und Breite bei Grundrissen, die von einem Rechteck abweichen, zeigt das unten stehende Bild. Die Länge ist jeweils die längere Seite der Teilrechtecke. Die weitere Vorgehensweise ist in DIN V 18599-8, Anhang 1 beschrieben.

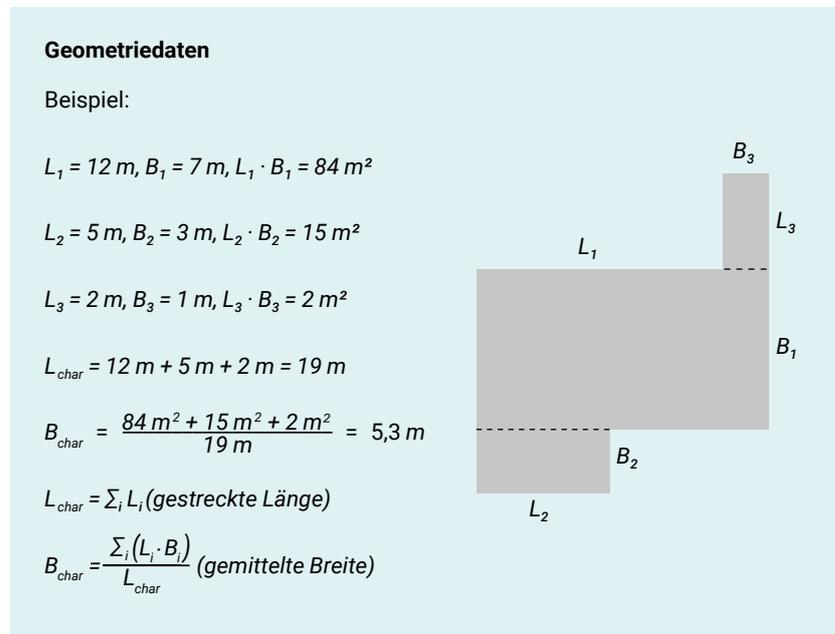


Abb. 52: Bestimmung charakteristischer Länge und Breite von Gebäuden

Für die Anwendung von Schätztypologien müssen weiterhin folgende Fragen beantwortet werden:

- Gibt es eine Trinkwasserzirkulation (doppelte Leitungslängen bei Verteilung und Steigesträngen)?
- Werden bei der Trinkwasserbereitung Räume mit gemeinsamer Installationswand versorgt (kürzere Anbindeleitungen)?
- Liegen die Steigestränge/Strangleitungen/Verteilstränge der Heizung im Inneren des Gebäudes oder an den Außenwänden (bei Lage an den Außenwänden: längere Verteilleitungslängen)?
- Liegt eine Ein- oder Zweirohrheizung vor?

Bei der Energieausweis-Erstellung werden die auf dieser Seite genannten charakteristischen Geometriedaten immer verwendet, um den Referenzwert für die Primärenergie zu bestimmen. Sie müssen also immer bestimmt werden.

Wärmedurchgangskoeffizient

Der Wärmedurchgangskoeffizient wird aus der Wärmeleitfähigkeit und den geometrischen Abmessungen der Dämmung ermittelt. Die Dämmstoffdicke kann z. B. an Übergängen zu Pumpen oder bei Anschlüssen gemessen werden (Abbildung 54). Wärmedämmstoffkennwerte (Material, Wärmeleitwert) können möglicherweise über Aufdrucke, Rechnungsbelege oder Bestandsunterlagen erfasst werden.

Die Normen zum GEG schätzen die Wärmedurchgangskoeffizienten von Leitungen nach der Baualtersklasse ab. Nur bei ungedämmten Rohren werden zusätzlich Rohrdurchmesser erfasst.

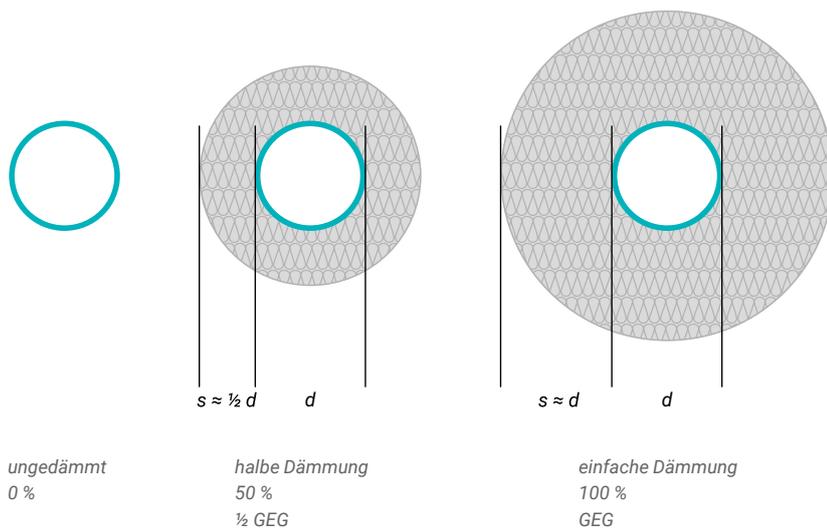


Abb. 54: Rohrdämmung

Pauschalwerte

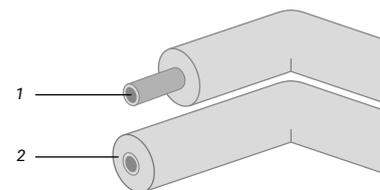
Im Falle einer Bilanzierung nach DIN V 4701-10 bzw. DIN V 4701-12 können die pauschalen Wärmeverluste nach Kapitel 2.5 in Abhängigkeit vom Baujahr und von der Gebäudenutzfläche angesetzt werden. Hierbei ist es wichtig zu erfragen, ob das Verteilnetz bereits saniert und gedämmt wurde. Wenn keine Informationen vorliegen, sind die Werte ohne nachträgliche Dämmung anzusetzen.

2.4.4 Pumpen und hydraulischer Abgleich

Neben den Verlusten über die Verteilungen muss zusätzlich der Energiebedarf für Pumpen berücksichtigt werden. Ihre elektrische Nennleistungsaufnahme kann anhand des Typenschildes oder aufgrund von Bestandsunterlagen erfasst werden. Im Rahmen der Energieausweis-Erstellung können Pumpenleistungen auch per Norm abgeschätzt werden.

Heizungspumpen

Eine entscheidende Rolle spielt die Regelbarkeit der Pumpe. Eine Regelpumpe lässt sich stufenlos in ihrer Druckdifferenz einstellen. Ungeregelte Pumpen sind einstufig oder mehrstufig (manueller Stufenschalter). Für regelbare Pumpen sieht DIN V 4701-10 bzw. DIN V 18599 einen Korrekturfaktor auf die Nennleistung vor, da diese Pumpen im Jahresgang ihre Leistungsaufnahme verändern.



- 1 Rohrdicke messen
- 2 Dämmstärke messen

Abb. 53: Verteilungen





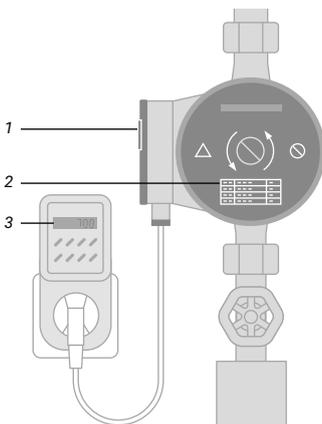
Bei der Pumpe sind folgende Daten aufzunehmen:

- Nennleistung
- Regelbarkeit (Stufenschalter oder elektronische Regelung)
- Funktion der Pumpe (Heizungspumpe, Zirkulationspumpe)
- Laufzeit (bei Zirkulationspumpe)

Mögliche Quellen der Datenaufnahme sind:

- Typenschild
- Bestandsunterlagen
- Manuelle Regelungen sind anhand eines Stufenschalters erkennbar.
- Zirkulationspumpen erkennt man an der zusätzlichen, meist dünneren Zirkulationsleitung.

Zudem müssen Zirkulationspumpen gemäß § 61 GEG beim Einbau in Warmwasseranlagen mit einer Zeitschaltung zur Ein- und Ausschaltung ausgestattet werden.



- 1 eingestellte Schaltstufe ablesen
- 2 vom Typenschild abzulesen: elektrische Leistungsaufnahme, Schaltstufen, Regelbereich
- 3 Zeitschaltuhr gibt die Laufzeit der Pumpe an

Abb. 55: Umwälzpumpe

Für die Bewertung nach DIN V 18599-5 und -8 müssen folgende weitere Fragen beantwortet werden:

- Liegt bei Regelpumpen eine Regelung auf konstanten Differenzdruck (Δp – konstant) vor oder wird der Druck bei geringerem Bedarf variabel abgesenkt (Δp – variabel)? Prüfung der Regelbarkeit über z. B. vorhandene Stufenschalter oder vorhandene elektronische Regelung an der Pumpe.
- Für den Fall, dass die Pumpenleistung nicht manuell vorgegeben wird: Ist der Wärmeerzeuger ein wandhängender Kessel (im Gegensatz zu einem bodenstehenden Kessel)? Ein wandhängender Kessel besitzt wenig Wasserinhalt. Er ist klein gebaut und weist daher hohe innere Druckverluste auf. Um die Reibungsverluste des Gerätes zu überwinden, ist die Pumpenleistung höher dimensioniert. Bei Bewertung nach DIN V 18599-5 wird nach einem Wärmeerzeuger mit 0,15 l/kW Wasserinhalt oder weniger gefragt. In diesem Fall wird eine höhere Pumpenleistung geschätzt.
- Ist die Pumpe auf den Bedarf ausgelegt oder überdimensioniert? Diese Frage lässt sich nur beantworten, wenn eine Fachplanung vorliegt. Ist keine Fachplanung vorhanden, ist die Pumpe wahrscheinlich überdimensioniert.
- Liegt bei Pumpen bzw. Kesseln mit integrierten Pumpen ein sogenanntes „integriertes Pumpenmanagement“ vor, d. h., steuert die Kesselregelung Brenner und Pumpe gekoppelt an (Ermittlung aus den Kesselprodukt-daten)?

Die Laufzeit der Heizungspumpe ist für die Erstellung des Energieausweises festgelegt und kann nicht manuell vorgegeben werden.

Wenn keine detaillierten Daten vorliegen, kann alternativ zur Bewertung nach DIN V 4701-10 bzw. DIN V 4701-12 der Hilfsenergiebedarf für die Pumpen wiederum vereinfacht nach Kapitel 2.5 ermittelt werden (die Vereinfachungen sind jedoch nicht anwendbar bei Berechnungen nach der DIN V 18599).

Zirkulationspumpen

Bei der Warmwasserversorgung sorgen Zirkulationsleitungen bei langen Rohrnetzen dafür, dass bei einem Zapfvorgang schnell warmes Wasser fließt. Da die Warmwasserleitung ständig auf Temperatur gehalten wird, tragen Zirkulationsleitungen entscheidend zu den Verlusten der Verteilungen bei. Ob eine Zirkulationsleitung vorhanden ist, erkennt man an einem zusätzlichen Rohr mit meist kleinerem Durchmesser und einer zugehörigen Zirkulationspumpe. Diese befindet sich meist direkt im Zirkulationsrücklauf und steht ggf. mit einer Zeitschaltuhr (direkt auf der Pumpe oder über ein Stromkabel) in Verbindung.

Um den Energiebedarf zu ermitteln, ist die Nennleistung der Zirkulationspumpe zu bestimmen. Die Nennleistung ist auf dem Typenschild angegeben. Sie kann alternativ auch mithilfe der Bewertungsnormen geschätzt werden. Die Zirkulationsdauer ist für die Erstellung des Energieausweises festgelegt und kann nicht manuell vorgegeben werden.

Wenn keine detaillierten Daten vorliegen, kann alternativ zur Bewertung nach DIN V 4701-10 bzw. DIN V 4701-12 der Hilfsenergiebedarf ebenfalls nach Kapitel 2.5 ermittelt werden.

Hydraulischer Abgleich

Werden Anlagen nach DIN V 18599 bewertet, muss zusätzlich geklärt werden, ob die Anlage hydraulisch abgeglichen ist. Ist dies nicht der Fall, werden pumpenferne Heizkörper schlechter durchströmt als pumpennahe. Insgesamt ergibt sich ein erhöhter Pumpenstromaufwand.

Bei der Aufnahme der Anlage ist auf voreinstellbare Thermostatventile zu achten. Dazu muss der Thermostatkopf entfernt werden. Sofern eine darunterliegende Einstelldrossel an verschiedenen Heizkörpern unterschiedlich eingestellt ist, ist vermutlich ein hydraulischer Abgleich durchgeführt worden. Es können auch andere Komponenten der Anlage verwendet werden, mit denen das Wasser in den gewünschten Fließweg gezwungen wird (Rücklaufverschraubungen, angepasste Rohrquerschnitte, Strangreguliertventile usw.). Diese können im Rahmen der Erstellung eines Energieausweises aus Zeitgründen oft nicht näher bestimmt werden. Sofern der Auftraggeber keine Planunterlagen zur Verfügung stellt, aus denen der hydraulische Abgleich hervorgeht, sollte davon ausgegangen werden, dass kein hydraulischer Abgleich durchgeführt wurde.



Abb. 56: Ventil mit Voreinstellung

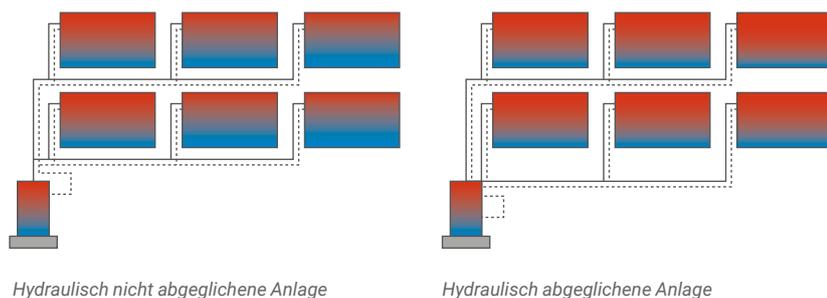


Abb. 57: Darstellung einer hydraulisch abgeglichenen und einer nicht hydraulisch abgeglichenen Heizungsanlage

2.4.5 Wärmeübergabe

Für die Ermittlung der Wärmeübergabeverluste nach DIN V 4701-10 bzw. DIN V 4701-12 sowie DIN V 18599-5 ist es wichtig zu wissen, über welche Art von Heizflächen die Wärme an den Raum abgegeben wird und mit welchen Regeleinrichtungen diese geregelt werden. Bei Wärmeübergabesystemen unterscheidet man zwischen freien und integrierten Heizflächen. Sind „klassische“ Heizkörper vorhanden, spricht man von freien Heizflächen. Heizflächen in Fußböden, Decken und Wänden sind integrierte Heizflächen. Für die Verluste bei der Wärmeübergabe spielt es außerdem eine Rolle, ob die Heizflächen überwiegend an den Außen- oder an den Innenwänden angeordnet sind.

Das GEG schreibt eine raumweise Regelung der Raumtemperaturen für alle Warmwasserheizungsanlagen vor. Dies gilt sowohl für den Neubau als auch – als Nachrüstverpflichtung – im Gebäudebestand. Im Bestand findet man dennoch teilweise noch manuell zu bedienende Heizkörperreguliertventile ohne Thermostat, die die Wärmeabgabe nicht selbstständig regeln. Heute übliche Thermostatventile sind selbsttätige Raumtemperaturregler.

Sie werden direkt an den Heizflächen angeordnet. Thermostatventile bestehen aus zwei Teilen: dem Ventil und dem Regler mit dem Thermostat zur Erfassung der Raumtemperatur. Bei ungünstiger Anordnung der Heizflächen kann das Thermostat auch getrennt vom Ventil als Fernfühler im Raum angebracht sein.

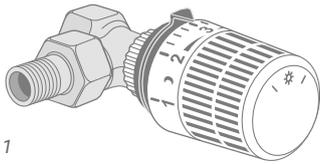
Durch Regelabweichungen, d. h. durch Ungenauigkeiten der Regler, entstehen Übergabeverluste. Dies sind Wärmeverluste des Gebäudes, die dann entstehen, wenn die Raumtemperatur über die gewünschte Raumsolltemperatur ansteigt (eine durch Regelungenauigkeit bedingte zeitweise Unterversorgung wird dabei nicht berücksichtigt). Die Höhe der Übergabeverluste ist von der Qualität der Regler abhängig und wird durch deren Proportionalabweichung gekennzeichnet.

Wärmeübergabe

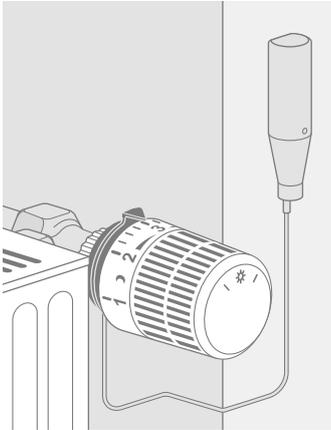


Bei der Wärmeübergabe sind folgende Daten aufzunehmen:

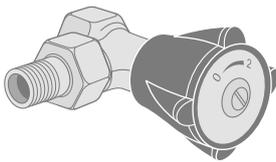
- Anordnung der Heizflächen (im Außen- oder im Innenwandbereich, integrierte Heizflächen)
- Thermostatventile vorhanden?
- Art der Thermostatventile (Standard, optimiert, elektronisch geregelt)



1



2



3

- 1 modernes Thermostatventil
- 2 Thermostatventil mit Fernfühler
- 3 altes Regulierventil ohne Thermostat

Abb. 58: Thermostatventile

Die Normen unterscheiden in Thermostatventile (P-Regler) mit Auslegungsbereich von 1 oder 2 K sowie in elektronische Regeleinrichtungen (PI-Regler).

Ob im untersuchten Gebäude eine Regelgenauigkeit von 1 oder 2 K vorliegt, ergibt sich allein aus der Fachplanung. Theoretisch kann mit jedem Thermostatventil am Markt sowohl der eine als auch der andere Wert erreicht werden. Entscheidend ist hier eine Fachplanung, die das Ventil passend zu Heizfläche und Raum wählt. In der Praxis fehlt diese Fachplanung üblicherweise, sodass auf der sicheren Seite liegend von 2-K-Reglern ausgegangen werden sollte.

Ein 1-K-Ventil kann angenommen werden, wenn eine komplette Fachplanung vorliegt, in der die Thermostatventile nach einer Rohrnetzrechnung gewählt wurden.

Die elektronischen Regler weisen keine Regelabweichung auf. Sie sind motorbetrieben und haben ggf. noch eine zusätzliche Optimierungsfunktion, z. B. einen Fensterkontakt, der das Ventil bei offenem Fenster schließt.

Nach DIN V 18599 ergibt sich eine noch genauere Abfrage der Raumregelung mit folgenden zusätzlichen Punkten:

- Sind Heizflächen an Außenwänden vor Glasflächen (mit und ohne Strahlungsschutzschirm) oder in Heizkörpernischen angeordnet?
- Gibt es eine zentrale oder eine dezentrale Vorlauftemperaturregelung oder keine Zentralregelung?
- Sind Fußbodenheizungen als Nasssystem (Rohre im Estrich) oder Trockensystem ausgeführt?
- Ist eine Dämmung unter der Fußbodenebene vorhanden?

Beim vereinfachten Verfahren nach Kapitel 2.5 wird für die Wärmeübergabeverluste ein Pauschalwert für 2-K-Ventile angesetzt.

2.4.6 Lüftung

In einigen Fällen existiert im Wohnungsbau neben der Fensterlüftung auch eine mechanische Lüftungsanlage. Hierbei unterscheidet man im Wesentlichen die einfacheren Abluftanlagen und die komplexeren Zu- und Abluftanlagen.

Abluftsysteme sind mechanische Lüftungsanlagen, die mittels eines wohnungs- oder gebäudezentralen Abluftventilators aus Bad, WC und Küche Luft abführen. Die Zuluft strömt durch Außenwanddurchlässe über den Wohnbereich nach. Es erfolgt keine direkte Nacherwärmung der Zuluft. Dunstabzugshauben in Küchen oder eine zwangsweise Entlüftung in innen liegenden WCs und Bädern sind keine Lüftungsanlagen in diesem Sinne, da sie ihre Zuluft unregelmäßig aus anderen Luftundichtheiten im Gebäude beziehen. Sie werden der Berechnung als freie Lüftung zugrunde gelegt. Abluftanlagen werden mit einem Hilfsenergiebedarf für die Ventilatoren in der Bilanz berücksichtigt. Die Ventilatorleistungen können vor Ort aufgenommen oder mithilfe der Bewertungsnormen DIN V 4701-10 bzw. DIN V 4701-12 oder DIN V 18599-6 abgeschätzt werden.

Bei Zu- und Abluftanlagen sind sowohl der Zu- als auch der Abluftstrom kanalgeführt und durch jeweils einen Ventilator angetrieben. Diese Geräte sind Kompaktgeräte, die entweder zentral mehrere Wohnungen versorgen oder dezentral in einzelnen Räumen oder auch wohnungsweise aufgestellt sind. Zentrale Lüftungsgeräte sind häufig im Dachbereich installiert. Zu- und Abluftanlagen ermöglichen eine Wärmerückgewinnung aus der Abluft, falls beide Luftströme in einem Gerät zusammengeführt werden. Die aus der Abluft gewonnene Wärme wird zur Vorconditionierung der Zuluft genutzt. Der Wärmebereitstellungsgrad bei Wärmerückgewinnung wird in Prozent angegeben. Hierbei können Werte von bis zu 90 Prozent erreicht werden. Diese Daten müssen dem jeweiligen Typenschild oder den Herstellerangaben entnommen werden. In einigen Fällen wird der Abluft über eine Wärmepumpe Energie entzogen und der Zuluft zugeführt. Diese Geräte können auch zur Erwärmung des Warmwassers eingesetzt werden.

Für die Berechnung des Endenergiebedarfs von Lüftungsanlagen sind der jeweilige Luftwechsel und die entsprechende elektrische Leistungsaufnahme der Ventilatoren relevant. Diese Werte können dem Typenschild oder den Herstellerangaben entnommen werden. Alternativ werden sie mit den Normen abgeschätzt. Dann muss zumindest geklärt werden, ob für die Ventilatoren Wechsel- (AC) oder Gleichstrom (DC) eingesetzt wird, wobei Gleichstromventilatoren in der Regel energieeffizienter arbeiten. Auch diese Angaben finden sich auf dem Typenschild.

Bei Zu- und Abluftanlagen kann eine Erwärmung der Zuluft mithilfe eines Heizregisters erfolgen. Die Nennwärmeleistung des Heizregisters kann dem Typenschild entnommen werden. Das Heizregister lässt sich raum- oder wohnungsweise über Einzelraumregler oder zentral vorregeln. Die Art der Regelung hat Einfluss auf die Wärmeverluste der Wärmeübergabe an den Raum. Diese Regelung ist nicht mit dem Luftvolumenstromregler zu verwechseln, der die geförderte Luftmenge vorgibt.

Die Umgebungstemperatur der Verteilkanäle hat Einfluss auf die Leitungsverluste. Die Kanäle können innerhalb oder außerhalb der thermischen Hüllfläche angeordnet sein. Wichtig sind hierbei die jeweiligen Längen der Teilabschnitte und die zugehörigen Wärmedämmstandards der Kanäle. Diese werden durch die Dämmstärke und die Kennwerte der Dämmung bestimmt. Sowohl für Leitungslängen als auch für deren Dämmstandards sind in den Bewertungsnormen Kennwerte hinterlegt, die bei fehlenden Projektdaten verwendet werden können.

Übergabeverluste werden nur angesetzt, wenn über die Lüftungsanlage auch geheizt wird. Dies erkennt man am Vorhandensein eines Heizregisters in der Zuluft. Die überwiegende Lage der Luftauslässe im Außen- oder Innenwandbereich hat Einfluss auf die Übergabeverluste. Ihre Lage im Gebäude muss für eine Berechnung des Endenergiebedarfs aufgenommen werden. Des Weiteren gilt es festzustellen, ob die Anlage über eine Einzelraumregelung der Zulufttemperatur verfügt und, wenn nicht, ob eine zentrale Vorregelung der Temperatur möglich ist.

Falls keine detaillierten Daten zur Lüftungsanlage vorliegen, können sowohl bei einem Rechengang nach DIN V 4701-10 bzw. DIN V 4701-12 als auch DIN V 18599 die jeweiligen Annahmen und Pauschalwerte, wie in Kapitel 2.5 beschrieben, angesetzt werden.



Abb. 59: Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung



Bei der Lüftung sind folgende Daten aufzunehmen:

- Art der Lüftung (Abluftanlage oder Zu- und Abluftanlage)
- Luftwechsel
- ggf. volumenbezogene Ventilatorenleistungen, Wechsel- oder Gleichstrom
- Wärmebereitstellungsgrad
- Einbau eines Heizregisters für die Nacherwärmung
- Anordnung der Luftleitungen (innerhalb oder außerhalb der thermischen Hüllfläche)
- Anordnung der Luftauslässe (überwiegend im Außen- oder im Innenwandbereich)

Bei der Lüftung sind folgende Daten aufzunehmen:

- Typenschild
- Bestandsunterlagen
- Luftauslässe in den einzelnen Räumen



2.5 Möglichkeiten der vereinfachten Datenaufnahme

Liegen keine Unterlagen zur Bewertung der Gebäudehülle oder der Anlagentechnik vor, können die Vereinfachungen aus der gemeinsamen Bekanntmachung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie und des Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat [1] verwendet werden.

2.5.1 Vereinfachungen bei der Aufnahme der thermischen Hüllfläche

Die Aufnahme der Flächendaten erfolgt grundsätzlich auf der Basis der realen Abmessungen. Diese können aus Plänen (wenn vorhanden) oder über Aufmaß am Objekt ermittelt werden. Fotometrische Methoden können eingesetzt und eine Maßtoleranz von 3 Prozent soll nicht überschritten werden. Bei der Erhebung der geometrischen Daten sind Vereinfachungen gemäß Tabelle 1 der Bekanntmachung [1] zulässig.



Die Untersuchung und der Katalog mit regionaltypischen Materialien im Gebäudebestand können auf der Internetseite [→ www.gebaeudeforum.de](http://www.gebaeudeforum.de) kostenfrei heruntergeladen werden und sind mit Suchfunktion verfügbar unter: [→ www.altbaukonstruktionen.de](http://www.altbaukonstruktionen.de)

Vereinfachte Ermittlung von Wärmedurchgangskoeffizienten unter Berücksichtigung regionaltypischer Materialien und Bauweisen

Sind Details für die Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) nicht bekannt, können die Wärmedurchgangskoeffizienten von Außenbauteilen regionaltypischer Bauweisen – dargelegt in der Untersuchung und im Katalog „Erfassung regionaltypischer Materialien im Gebäudebestand mit Bezug auf die Baualtersklasse und Ableitung typischer Bauteilaufbauten“ des ZUB Kassel [3] – verwendet werden. Zudem können aus weiteren Quellen Daten für die Ermittlung von Wärmedurchgangskoeffizienten verwendet werden [2] [5] [7].

Inhalt, Vorgehensweise und der beispielhafte Aufbau eines Altbaudatenblatts einer regionaltypischen Konstruktion werden im Folgenden näher erläutert.

Aufbau und Strukturierung der Altbaudatenblätter mit Bezug auf die Region und die Baualtersklasse

Insgesamt enthält die Untersuchung regionaltypischer Bauweisen einen Katalog mit 182 Datensätzen. Jedes dieser Altbaudatenblätter ($_{\text{RegBa}}$ -ADB) enthält konkrete Angaben zur Art

- | des Bauteils,
- | der Konstruktion,
- | der verwendeten Materialien und
- | des sich daraus ergebenden U-Wertes.

Außerdem wird das Bauteil sowohl schematisch als auch mit einem Bild dargestellt. Sind zusätzliche Informationen oder Hinweise für die Zuordnung und Einschätzung der Relevanz einer Konstruktion und des Materials notwendig, schließen diese das jeweilige Altbaudatenblatt ab.

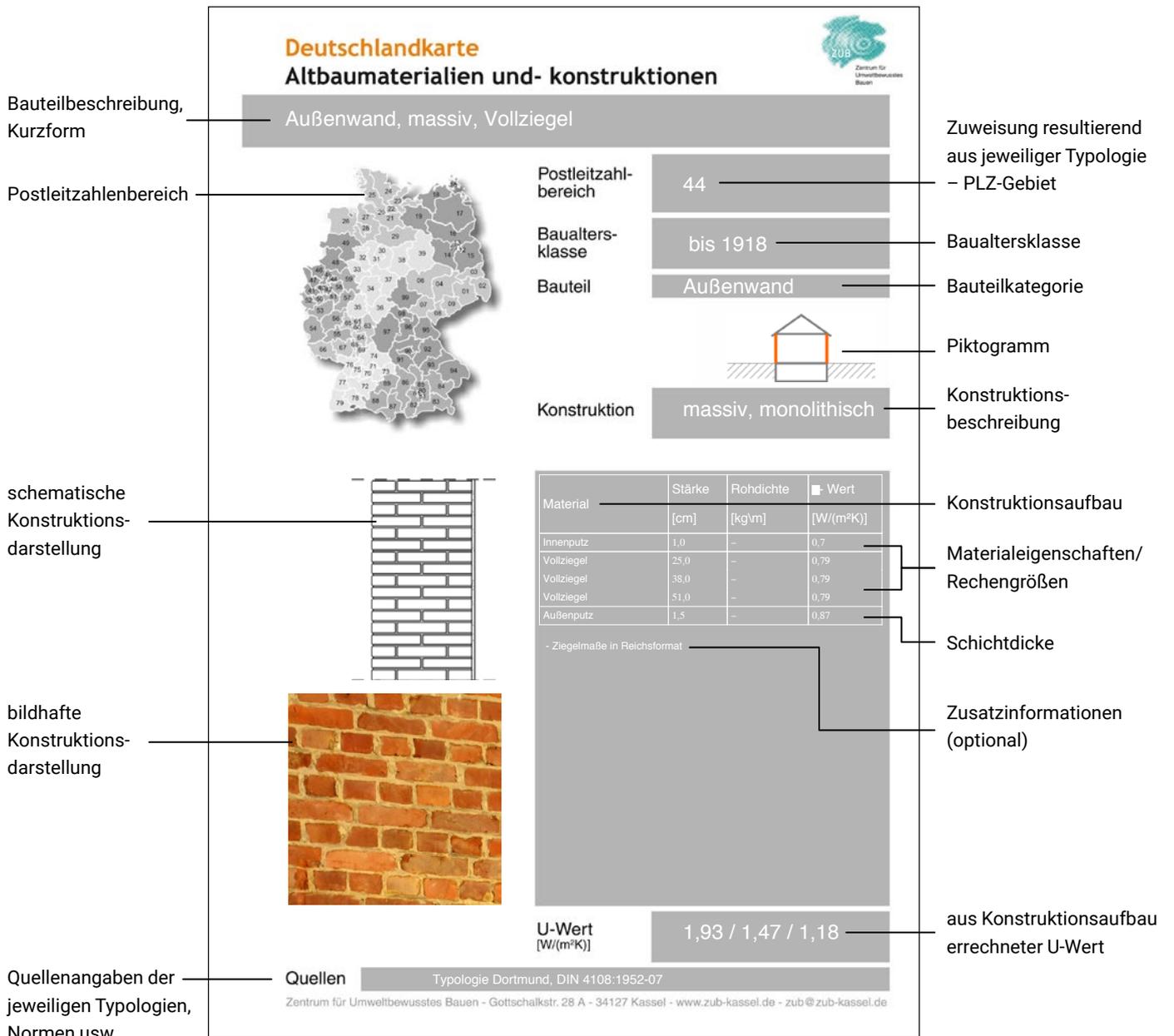


Abb. 60: Exemplarische Darstellung eines Altbaudatenblatts mit Erläuterungen zu den einzelnen Bereichen und Bezeichnungen

Pauschalwerte für die Wärmedurchgangskoeffizienten

Alternativ zu den Wärmedurchgangskoeffizienten regionaltypischer Bauweisen können die in Tabelle 2 für opake und in Tabelle 3 für transparente Bauteile in der Bekanntmachung [1] dargestellten Pauschalwerte verwendet werden. Ausgehend von leicht zu ermittelnden Kennzeichen kann so eine grobe Bewertung der thermischen Hüllfläche im Urzustand vorgenommen werden. Die Baualtersklasse berücksichtigt den zum jeweiligen Bauzeitpunkt typischen Zustand im Hinblick auf den Wärmeschutz. Dabei werden Holzkonstruktionen und massive Konstruktionen unterschieden. Als Holzkonstruktion wird ein Bauteil angesehen, wenn Holzbauteile die tragende Konstruktion bilden: also Holzständer- und Holzrahmenkonstruktionen (insbesondere Fachwerkwände), Holzbalkendecken und alle Formen von Schrägdächern mit Holzsparren.

U-Werte von Heizkörpernischen können vereinfacht mit $2 \cdot U_{\text{Außenwand}}$ berücksichtigt werden.

Wurden nachträglich Wärmeschutzmaßnahmen durchgeführt, so ist der aus den Tabellen der Bekanntmachung [1] entnommene U-Wert im Urzustand durch einen der Dämmstärke entsprechenden Wert zu ersetzen (Gleichung 1). Dabei sind die Dicke der verwendeten Dämmschichten und ihre Wärmeleitfähigkeit (bzw. eine pauschalierte Annahme dafür gemäß nachstehender Festlegung) zu ermitteln und umzurechnen:

$$U_D = \frac{1}{\frac{1}{U_0} + \frac{d_{D1}}{\lambda_1} + \frac{d_{D2}}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_{Di}}{\lambda_i}} \quad \text{in } W/(m^2 \cdot K)$$

mit:

U_0 pauschaler Wärmedurchgangskoeffizient
für das nachträglich gedämmte Bauteil in $W/(m^2 \cdot K)$

Gleichung 1: Vereinfachte U-Wert-Berechnung nachträglich gedämmter Bauteile

Ist die Wärmeleitfähigkeit der verwendeten Dämmschicht nicht bekannt, kann vereinfachend für herkömmliche Dämmstoffe (Mineralfasern oder Kunststoffschäume) ein Wert von $0,040 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ und für Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen oder Einblas-Dämmstoffe ein Wert von $0,050 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ angenommen werden.

Pauschale Berücksichtigung von Wärmebrücken

Wärmebrücken müssen im Rahmen der Vereinfachungen grundsätzlich berücksichtigt werden. Alternativ zur objektbezogenen Ermittlung nach den anerkannten Regeln der Technik können auch folgende Pauschalwerte für den Wärmebrückenzuschlag gemäß GEG sowie DIN V 4108-6 bzw. DIN V 18599 Teil 2 verwendet werden:

- $\Delta U_{WB} = 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ im Regelfall
- $\Delta U_{WB} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ bei Gebäuden mit an Außenwänden raumseitig angebrachten Dämmschichten, sofern diese mehr als 50 Prozent der Außenwandfläche bedecken und von Massivdecken durchstoßen werden. Durch den erhöhten Wärmebrückenzuschlag wird berücksichtigt, dass durch die Innendämmung zwar die Transmissionswärmeverluste der Wände reduziert werden, jedoch erhöhte Verluste durch einbindende Decken entstehen.
- $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ bzw. $0,03 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ bei vollständiger energetischer Modernisierung aller zugänglichen Wärmebrücken unter Berücksichtigung von DIN 4108 Beiblatt 2 nach Kategorie A respektive Kategorie B bzw. $0,03$ bei vollständiger Einhaltung nach Kategorie B.

2.5.2 Vereinfachungen bei der Aufnahme der Anlagentechnik

Grundsätzlich sollte die Erhebung der anlagentechnischen Daten so genau wie möglich erfolgen. Der Berechnungsgang für die Anlagentechnik erfolgt nach DIN V 18599. Bis zum 31. Dezember 2023 kann wahlweise noch die DIN V 4701-10 bzw. DIN V 4701-12 angewandt werden.



DIN V 4701-10 bzw. DIN V 4701-12	DIN V 18599
Kapitel 4 der DIN V 4701-10 sowie DIN V 4701-10	Teil 1 der DIN V 18599
Die im ausführlichen Rechengang benötigten Kenngrößen für Anlagenkomponenten finden sich in: <ul style="list-style-type: none"> DIN V 4701-12 in Verbindung mit PAS 1027, wenn die Komponente bis zum 31.12.1994 eingebaut wurde DIN V 4701-10, wenn die Komponente ab dem 01.01.1995 eingebaut wurde 	Die im ausführlichen Rechengang benötigten Kenngrößen für Anlagenkomponenten finden sich in: <ul style="list-style-type: none"> DIN V 18599 Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen DIN V 18599 Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen DIN V 18599 Teil 6: Endenergiebedarf von Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen für den Wohnungsbau DIN V 18599 Teil 8: Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen DIN V 18599 Teil 9: End- und Primärenergiebedarf von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen DIN V 18599 Teil 12: Tabellenverfahren für Wohngebäude
Ist im Fall von Bestandsanlagen die Beschaffung der für die Bilanzierung notwendigen Daten mit vertretbarem Aufwand nicht möglich, so kann neben der DIN 4701-12 auch einer der beiden nachfolgenden Ansätze verwendet werden.	Werden die Berechnungen nach DIN V 18599 durchgeführt, so sind die folgenden vereinfachten pauschalen Ansätze aus systematischen Gründen nicht anwendbar. Die energetischen Eigenschaften der Komponenten bestehender Anlagen sind unmittelbar den entsprechenden Teilen der DIN V 18599 zu entnehmen.

Verfahren zur vereinfachten Datenaufnahme bei Anwendung der DIN V 4701-10

Verfahren A: Pauschalwerte für die Teilsysteme Warmwasser, Heizung und Lüftung^{2,3}

Hierfür können, analog zum „Tabellenverfahren“ der DIN V 4701-10, Anhang C die Wärmeverluste für die Bereiche Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung aus Tabellen abgelesen werden. Die Tabellen enthalten jeweils für drei verschiedene Gebäudenutzflächen A_N (z. B. 150, 500 und 2.500 m²) Werte, bei

abweichenden Gebäudenutzflächen zwischen 100 und 10.000 m² sind die Werte mittels Interpolation bzw. Extrapolation zu berechnen. Die Werte für Bestandsanlagen finden sich in den Tabellen in der Bekanntmachung [1]:

- Tabelle 4: Pauschale Ansätze für die Anlagentechnik – Warmwasser nach Prozessbereichen
- Tabelle 5: Pauschale Ansätze für die Anlagentechnik – Heizung nach Prozessbereichen
- Tabelle 6: Pauschale Ansätze für die Anlagentechnik – Lüftung nach Prozessbereichen

Die Berechnung erfolgt auf der Grundlage des Schemas DIN V 4701-10, Anhang A. Diese Tabellenwerte dürfen auch kombiniert werden

- a) mit den Ergebnissen genauerer Berechnungen nach DIN V 4701-12 in Verbindung mit PAS 1027, sofern die betroffenen Systeme bzw. Komponenten bis 1994 eingebaut wurden,
- b) mit Pauschalwerten nach DIN V 4701-10, Anhang C sowie mit den Ergebnissen genauerer Berechnungen nach DIN V 4701-10, sofern die betroffenen Systeme bzw. Komponenten nach 1995 eingebaut wurden.

Die Baualtersklasse ergibt sich aus dem Alter der wesentlichen zum jeweiligen Prozessbereich gehörigen Bauteile.

Verfahren B: Pauschalwerte für Gesamtsysteme^{2,3}

Hierfür können, analog zum „grafischen Verfahren“ der DIN V 4701-10 Beiblatt 1, direkt Werte für die Endenergiebedarf- und für die Primärenergieaufwandszahl aus einer Tabelle abgelesen werden. Die Tabelle enthält jeweils für drei verschiedene Gebäudenutzflächen AN (150, 500 und 2.500 m²) Werte, bei anderen Gebäudenutzflächen zwischen 100 m² und 10.000 m² sind die Werte durch Interpolation bzw. Extrapolation zu berechnen.

Für die relevante Baualtersklasse ist das Alter der ältesten Bauteile der Anlage anzusetzen; dies ist im Regelfall das Wärmeverteilungssystem. Für Baualtersklassen nach 1995 sind entsprechende Kennwerte unmittelbar aus Beiblatt 1 der DIN V 4701-10 zu entnehmen – hier jeweils Tabellen/Diagramme „Flächenbezogene Endenergie“. Diese Werte sind anwendbar, wenn der Wärmeschutz des Gebäudes nicht wesentlich schlechter ist als bei Gebäuden nach der Wärmeschutzverordnung 1995 und für Heizung und Wassererwärmung derselbe Energieträger verwendet wird.

Bewertung der Anlagentechnik bei gemischt genutzten Gebäuden

Ist bei der Ausstellung von Energieausweisen für gemischt genutzte Gebäude nach § 106 (2) GEG nur ein Teil eines Gebäudes Gegenstand von Berechnungen des Jahresprimärenergiebedarfs nach DIN V 4701-10, so muss zur Bewertung der Anlagentechnik von gemeinsam genutzten Wärmeerzeugern und zentralen Einrichtungen zur Warmwasserbereitung eine Bedarfsberechnung für das gesamte Gebäude durchgeführt werden.

² Alle Angaben – Erzeugeraufwandszahlen, spezifische Verlustkennwerte und Heizwärmegutschriften – sind auf Endenergie (Heizwert H_n , früher: „unterer Heizwert H_u “) bezogen; für die Berechnung des Jahresprimärenergiebedarfs ist demzufolge eine Multiplikation mit dem jeweils zutreffenden Primärenergiefaktor erforderlich. Für bestehende Gebäude gelten dieselben Primärenergiefaktoren wie für neue Gebäude, diese befinden sich in Anlage 4 des GEG.

³ Sicherheitstechnische Einrichtungen (z. B. Überdruckbelüftungen für den Brandfall, Entrauchungsanlagen) sowie Lüfter zur Vermeidung von Überhitzungen der Gebäudetechnik (z. B. Aufzugstechnik) dürfen unberücksichtigt bleiben.

In diesen Fällen kann vereinfacht wie folgt vorgegangen werden:

Für den Gebäudeteil, für den die getrennte Berechnung als Wohngebäude durchgeführt werden soll, sind

- rein rechnerisch eigene zentrale Einrichtungen der Wärmeerzeugung (Wärmeerzeuger, Wärmespeicher, zentrale Warmwasserbereitung) anzunehmen,
- die hinsichtlich ihrer Bauart, ihres Baualters und ihrer Betriebsweise den gemeinsam genutzten Einrichtungen entsprechen,
- hinsichtlich ihrer Größe und Leistung jedoch nur auf den zu berechnenden Gebäudeteil ausgelegt sind.

Die Eigenschaften dieser fiktiven zentralen Einrichtungen sind nach DIN V 4701-10 zu bestimmen.

Endenergiebedarf für ausgewählte Systemkombinationen

Kennwerte für ausgewählte, verbreitete Systemkombinationen lassen sich auch unmittelbar aus der DIN V 4701-10 Beiblatt 1: 2007-02 entnehmen. Die im Beiblatt angegebenen Werte beschreiben den Endenergiebedarf des Gebäudes in Abhängigkeit von der Gebäudegröße und vom auf die Gebäudenutzfläche bezogenen Wärmebedarf. Entspricht die Systemkonfiguration einer bestehenden Anlage den jeweiligen Angaben im Beiblatt, so dürfen die Tabellenwerte aus dem Beiblatt vereinfachend unabhängig vom Alter der Anlagenkomponenten verwendet werden.

Dieses Vorgehen ist für Gebäude anwendbar, wenn diese energetisch etwa der Wärmeschutzverordnung 1995 entsprechen. Hinsichtlich der Berechnung des auf die Gebäudenutzfläche bezogenen Jahresprimärenergiebedarfs sind die Primärenergiefaktoren sowie die ergänzenden Hinweise zur Anwendung des Beiblatts zu beachten, sowie auch Angaben nach § 20 GEG.

Vereinfachte Ermittlung der energetischen Qualität der Anlagentechnik bei Anwendung der DIN V 18599

Zur vereinfachten Ermittlung der energetischen Qualität der Anlagentechnik dürfen für die Berechnungen nach DIN V 18599 erforderliche Angaben entsprechend der Altersklasse den Tabellen 7 bis 10 aus der Bekanntmachung [1] entnommen werden.

- Tabelle 7: Vereinfachte Ermittlung der energetischen Qualität von Wärmeversorgungsanlagen
- Tabelle 8: Vereinfachte Ermittlung der energetischen Qualität von Warmwasserversorgungsanlagen
- Tabelle 9: Vereinfachte Ermittlung der energetischen Qualität von Lüftungsanlagen
- Tabelle 10: Vereinfachte Ermittlung der energetischen Qualität von Kälteanlagen

Die Angaben in Spalte 6 der Tabellen 7 bis 10 dienen der zusätzlichen Information über die unterschiedlichen in Betracht kommenden Ausführungen und können genutzt werden, um ggf. anhand einfacher Merkmale eine von den nach Spalten 3 bis 4 regelmäßig in den Gebäuden anzutreffenden Ausführungen abweichende Technik festzustellen und zu berücksichtigen.

Die Angaben zum Baualter beziehen sich auf das Baujahr des Gebäudes, soweit ein davon abweichendes Alter der Anlage nicht ausdrücklich festgestellt wurde. Für eine solche Feststellung des Alters von Anlagen bzw. Anlagenteilen ist in Zweifelsfällen die Typenschildangabe maßgebend, auch wenn der Einbau in das Gebäude zu einem späteren Zeitpunkt erfolgte.

2.6 Randbedingungen für die Berechnung von Energieausweisen

Grundlage der Energieausweis-Erstellung für Wohngebäude nach GEG ist

- **das Berechnungsschema der DIN V 4108-6 für das Gebäude und der DIN V 4701-10 bzw. DIN V 4701-12 für die Anlagentechnik** (mit Bestimmung des Heizwärmebedarfs über eine Monatsbilanz sowie Ermittlung der Anlagenverluste in einer Jahresbilanz) oder
- **das Berechnungsschema der DIN V 18599** (mit Bestimmung des Heizwärmebedarfs und der Anlagenverluste in einer Monatsbilanz).

Heizwärmebedarf

Bei der Monatsbilanz des Heizwärmebedarfs wird – ausgehend von der mittleren Temperaturdifferenz zwischen innen und außen – der monatliche Wärmeverlust aus Lüftung und Transmission in der Heizzeit bestimmt. Hiervon werden die nutzbaren Wärmeeinträge aus solarer Einstrahlung und inneren Wärmequellen abgezogen. Ob in einem Monat ein Heizwärmebedarf entsteht, hängt dann von dem jeweiligen Verhältnis aus Wärmeverlust und nutzbarem Wärmegewinn ab. Das Monatsbilanzverfahren ergibt sich in dieser generellen Form sowohl nach DIN V 4108-6 als auch nach DIN V 18599-2. Es werden jeweils etwas andere Rechengänge im Detail verwendet.

Anlagenverluste

Für die Bilanzierung der Heizungsanlage wird, sofern sie nach DIN V 4701-10 vorgenommen wird, eine Heizperiodenbilanz verwendet. Es werden die gesamten Wärmeverluste über die Heizzeit bestimmt. Im Fall der Warmwasserbereitung ist die Periode, für die eine stationäre Bilanzierung durchgeführt wird, das gesamte Jahr.

Wird nach DIN V 18599 bilanziert, ergibt sich auch für alle anlagentechnischen Verluste eine Monatsbilanz.

Normranddaten im Energieausweis

Für die Energieausweis-Erstellung und die Einstufung eines konkreten Gebäudes sind stets Normrandbedingungen zu verwenden. Nur so kann gewährleistet werden, dass die Gebäude untereinander vergleichbar sind.

Abweichungen zwischen dem tatsächlichen Verbrauch und dem unter Normrandbedingungen berechneten „Normbedarf“ sind natürlich in der Praxis häufig festzustellen.

Gebäudeeigentümern kann dies leicht am Beispiel des Normkraftstoffverbrauchs verdeutlicht werden. Dem Autofahrer ist normalerweise klar, dass er den vom Verkäufer angegebenen Wert von z. B. 5 Liter auf 100 km nicht immer punktgenau treffen wird und bei Stadtfahrten z. B. 8 Liter und bei Überlandfahrten 4 Liter auf 100 km verbraucht. Dennoch ist die Angabe eines Normkraftstoffverbrauchs sinnvoll, weil sie den Vergleich unterschiedlicher Fahrzeuge ermöglicht. Der Vergleichswert wird dabei unter normierten (vergleichbaren) Bedingungen ermittelt, die etwa der durchschnittlichen Nutzung eines Autos entsprechen.

Für Gebäude gilt dies in analoger Weise. Weitere Hinweise zum Vergleich von gemessenen Verbrauchswerten mit berechneten Bedarfswerten finden sich in Kapitel 3.

Normnutzung

Laut DIN V 4108-6 wird der Berechnung eine Raumsolltemperatur von 19 °C zugrunde gelegt. Dies ist die räumlich gemittelte Solltemperatur innerhalb eines Gebäudes. Dabei wird berücksichtigt, dass Teile von Gebäuden nicht unmittelbar beheizt werden (wie z. B. Treppenhäuser) oder dass Gebäude durch Urlaubszeiten o. Ä. nicht ganzjährig beheizt werden. Zusätzlich wird der Effekt der Nachtabsenkung bzw. -abschaltung berücksichtigt. Im Monatsbilanzverfahren wird die Zeit der Heizunterbrechung auf 7 Stunden pro Tag angesetzt und das Abklingverhalten entsprechend für einen Modelltag je Monat simuliert.

Nach DIN V 18599-10 liegt die Solltemperatur bei 20 °C. Dieser Sollwert gilt jedoch nur in der aktiv beheizten Fläche. Für Einfamilienhäuser (EFH) wird bei der Berechnung von 25 Prozent Teilbeheizung, bei Mehrfamilienhäusern (MFH) von 15 Prozent Teilbeheizung ausgegangen, sodass die effektive Bilanztemperatur niedriger liegt. Außerdem wird auch nach DIN V 18599 eine Nachtabschaltung (EFH) bzw. Nachtabsenkung (MFH) von 7 Stunden berücksichtigt.

Für den Betrieb der Anlagentechnik wird nach DIN V 4701-10 keine Unterbrechungszeit angesetzt. Für die Berechnung nach DIN V 18599 wird nur die Heizungsanlage von Einfamilienhäusern (EFH) mit Nachtunterbrechung bilanziert. Für Mehrfamilienhäuser (MFH) ist die Heizungsanlage nachts in Betrieb, wenn auch mit geringer Temperatur (Nachtabsenkung). Die eventuell vorhandene Wohnungslüftung wird durchgehend bilanziert.

Der Luftwechsel wird analog zum GEG-Neubau-Nachweis angesetzt. Die Ansätze für die inneren Wärmequellen entsprechen den Werten für den Neubau mit 5 W/m² ($A_{N,i}$) nach DIN V 4108-6. Wird nach DIN V 18599 bilanziert, gelten analog zum Neubau 50 Wh/(m²·d) für EFH bzw. 100 Wh/(m²·d) für MFH. Bezugsfläche ist dabei die Wohnfläche.

Normklima

Für das Monatsbilanzverfahren gelten die Klimadaten der DIN V 4108-6 bzw. DIN V 18599 Teil 10.

Verschattung und Fenster

Für Fenster wird im GEG-Nachweis und für Energieausweise der Verschattungsfaktor 0,9 angesetzt, sofern keine genaueren Daten ermittelt werden.

Ausführung des Referenzgebäudes

Mit Einführung der EnEV 2009 erfolgte die Bilanzierung für Wohngebäude bei Neubau und umfassender Sanierung nach dem Referenzgebäudeverfahren, das für Nichtwohngebäude bereits mit der EnEV 2007 eingeführt wurde. Das Referenzgebäudeverfahren wird auch im GEG fortgesetzt. Der maximal zulässige Höchstwert für den Jahresprimärenergiebedarf wird dabei individuell anhand eines Gebäudes mit gleicher Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung sowie vorgegebener technischer und baulicher Standardausstattung errechnet. Das geplante Gebäude und das Referenzgebäude sind mit demselben Verfahren zu berechnen. Der einzuhaltende maximal zulässige Höchstwert des spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlusts H'_{T} bezieht sich auf die Einbindung und teilweise auf die Größe des Gebäudes. Kleine frei stehende Einfamilienhäuser haben demnach einen niedrigeren H'_{T} einzuhalten als andere Wohngebäude.

In Tabelle 14 ist die Ausführung des Referenzgebäudes für Wohngebäude gemäß Anlage 1 des GEG dargestellt. Hinweis: Keine der im Referenzgebäude beschriebenen Referenzausführungen von Bauteilen und Systemen muss einzeln erfüllt werden. Bei der Nachweisführung muss lediglich das Gebäude insgesamt den Anforderungen des Referenzgebäudes an den Jahresprimärenergiebedarf genügen und darf den maximal zulässigen Höchstwert des Transmissionswärmeverlusts H_T nicht überschreiten.

Technische Ausführung des Referenzgebäudes (Wohngebäude)			
Nummer	Bauteile/Systeme	Referenzausführung/Wert (Maßeinheit)	
		Eigenschaft (zu den Nummern 1.1 bis 4)	
1.1	Außenwand (einschließlich Einbauten, wie Rollladenkästen), Geschossdecke gegen Außenluft	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.2	Außenwand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.3	Dach, oberste Geschossdecke, Wände zu Abseiten	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.4	Fenster, Fenstertüren	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_w = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	Bei Berechnung nach <ul style="list-style-type: none"> ■ DIN V 4108-6:2003-06: $g_{\perp} = 0,60$ ■ DIN V 18599-2:2018-09: $g = 0,60$
1.5	Dachflächenfenster, Glasdächer und Lichtbänder	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_w = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	Bei Berechnung nach <ul style="list-style-type: none"> ■ DIN V 4108-6:2003-06: $g_{\perp} = 0,60$ ■ DIN V 18599-2:2018-09: $g = 0,60$
1.6	Lichtkuppeln	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_w = 2,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	Bei Berechnung nach <ul style="list-style-type: none"> ■ DIN V 4108-6:2003-06: $g_{\perp} = 0,64$ ■ DIN V 18599-2:2018-09: $g = 0,64$
1.7	Außentüren, Türen gegen unbeheizte Räume	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_w = 1,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Technische Ausführung des Referenzgebäudes (Wohngebäude)			
Nummer	Bauteile/Systeme	Referenzausführung/Wert (Maßeinheit)	
		Eigenschaft (zu den Nummern 1.1 bis 4)	
2	Bauteile nach den Nummern 1.1 bis 1.7	Wärmebrückenzuschlag	$\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
3	Solare Wärmegewinne über opake Bauteile	wie das zu errichtende Gebäude	
4	Luftdichtheit der Gebäudehülle	Bemessungswert n_{50}	Bei Berechnung nach <ul style="list-style-type: none"> ■ DIN V 4108-6:2003-06: mit Dichtheitsprüfung ■ DIN V 18599-2:2018-09: nach Kategorie I
5	Sonnenschutzvorrichtung	keine Sonnenschutzvorrichtung	
6	Heizungsanlage	<ul style="list-style-type: none"> ■ Wärmeerzeugung durch Brennwertkessel (verbessert, bei der Berechnung nach § 20 Absatz 1 nach 1994), Erdgas, Aufstellung: <ul style="list-style-type: none"> ■ für Gebäude bis zu 500 m² Gebäudenutzfläche innerhalb der thermischen Hülle ■ für Gebäude mit mehr als 500 m² Gebäudenutzfläche außerhalb der thermischen Hülle ■ Auslegungstemperatur 55/45 °C, zentrales Verteilsystem innerhalb der wärmeübertragenden Umfassungsfläche, innen liegende Stränge und Anbindeleitungen, Standardleitungslängen nach DIN V 4701-10: 2003-08 Tabelle 5.3-2, Pumpe auf Bedarf ausgelegt (geregelt, Δp const), Rohrnetz ausschließlich statisch hydraulisch abgeglichen ■ Wärmeübergabe mit freien statischen Heizflächen, Anordnung an normaler Außenwand, Thermostatventile mit Proportionalbereich 1 K nach DIN V 4701-10: 2003-08 bzw. P-Regler (nicht zertifiziert) nach DIN V 18599-5: 2018-09 	
7	Anlage zur Warmwasserbereitung	<ul style="list-style-type: none"> ■ zentrale Warmwasserbereitung ■ gemeinsame Wärmebereitung mit Heizungsanlage nach Nummer 6 ■ bei Berechnung nach § 20 Absatz 1: allgemeine Randbedingungen gemäß DIN V 18599-8:2018-09 Tabelle 6, Solaranlage mit Flachkollektor nach 1998 sowie Speicher ausgelegt gemäß DIN V 18599-8:2018-09 Abschnitt 6.4.3 ■ bei Berechnung nach § 20 Absatz 2: Solaranlage mit Flachkollektor zur ausschließlichen Trinkwassererwärmung entsprechend den Vorgaben nach DIN V 4701-10: 2003-08 Tabelle 5.1-10 mit Speicher, indirekt beheizt (stehend), gleiche Aufstellung wie Wärmeerzeuger, <ul style="list-style-type: none"> ■ kleine Solaranlage bei $A_N \leq 500 \text{ m}^2$ (bivalenter Solarspeicher) ■ große Solaranlage bei $A_N > 500 \text{ m}^2$ ■ Verteilsystem mit Zirkulation, innerhalb der wärmeübertragenden Umfassungsfläche, innen liegende Stränge, gemeinsame Installationswand, Standardleitungslängen nach DIN V 4701-10: 2003-08 Tabelle 5.1-2 	

Technische Ausführung des Referenzgebäudes (Wohngebäude)			
Nummer	Bauteile/Systeme	Referenzausführung/Wert (Maßeinheit)	
		Eigenschaft (zu den Nummern 1.1 bis 4)	
8	Kühlung	keine Kühlung	
9	Lüftung	zentrale Abluftanlage, nicht bedarfsgeführt mit geregelter DC-Ventilator, DIN V 4701: 2003-08: Anlagenluftwechsel $n_A = 0,4 \text{ h}^{-1}$ DIN-V 18599-10: 2018-09: nutzungsbedingter Mindestaußenluftwechsel $n_{\text{Nutz}}: 0,55 \text{ h}^{-1}$	
10	Gebäudeautomation	Klasse C nach DIN V 18599-11: 2018-09	

Tab. 7: Ausführung des Referenzgebäudes für Wohngebäude

3 Bedarfs-/Verbrauchsabgleich

3.1 Bedeutung des Bedarfs-/Verbrauchsabgleichs

Eine gewissenhafte Datenaufnahme ist die Basis für einen korrekten Energieausweis. Häufig müssen jedoch der Berechnung Annahmen z. B. über die Qualität der Gebäudehülle zugrunde gelegt werden, die vom Aussteller nicht oder nur sehr schwer vor Ort überprüfbar sind. So ist beispielsweise vor Ort häufig nicht zu erkennen, ob eine Dämmung unwirksam ist, weil sie durchfeuchtet oder hinterlüftet ist. Auch über die Dämmung von Rohrleitungen in Wänden und Decken können meist nur Annahmen getroffen werden.

Der Bedarfs-/Verbrauchsabgleich dient als Informationsgrundlage für die Energieberatung. In diesem Kapitel wird die Vorgehensweise anhand des Beiblatts 1 der DIN V 18599 zum Bedarfs-/Verbrauchsabgleich erläutert.

Es empfiehlt sich grundsätzlich, das Ergebnis des bedarfsbasierten Energieausweises auf Plausibilität zu prüfen. Diese Überprüfung geht über die üblichen Leistungen im Rahmen der Ausstellung eines gesetzlichen Energieausweises hinaus und sollte als Zusatzleistung zur verbesserten Information mit dem Auftraggeber vertraglich vereinbart werden. Der Bedarfs-/Verbrauchsabgleich gegenüber dem berechneten Energiebedarfskennwert kann mithilfe der gemessenen Verbrauchsdaten durchgeführt werden, sofern diese vorliegen.

Große Abweichungen zwischen dem berechneten Energiebedarf und dem gemessenen Energieverbrauch können drei Gründe haben:

- 1. die Witterung (Temperatur, Sonnenstrahlung, Wind) im Verbrauchszeitraum, die in der Bedarfsrechnung normiert ist, aber den Messwert individuell beeinflusst
- 2. das Nutzerverhalten, welches in der Bedarfsrechnung bewusst standardisiert angenommen wird, jedoch im Verbrauch individuell enthalten ist
- 3. Fehler in der Datenaufnahme der Bau- und Anlagentechnik und damit falsche Annahmen in der Energiebedarfsbilanz

Durch einen Abgleich der Bedarfsberechnung mit dem gemessenen Verbrauch kann die Genauigkeit des Energieausweises erheblich verbessert werden. Die drei Gründe der Abweichung sollten daher nacheinander untersucht und vorhandene Differenzen behoben werden. Es ergibt sich folgende Vorgehensweise:

1. Witterungseinfluss ausgleichen

Die Angleichung der abweichenden Witterung zwischen Bedarfsrechnung und Verbrauchsmessung erfolgt, indem zunächst der gemessene Verbrauch einer Witterungskorrektur unterzogen wird. Er wird dabei umgerechnet auf Langzeitklimadaten am Standort des Gebäudes oder auf die Langzeitklimadaten für das deutsche Klimamittel. Auch bei der Bedarfsbilanz wird passend dazu entweder das Langzeitklima des Gebäudestandortes oder das mittlere deutsche Klima (wie im Ausweis) beibehalten.



Das Beiblatt 1 zur DIN V 18599 „Bedarfs-/Verbrauchsabgleich“ kann beim Beuth-Verlag unter [-> www.beuth.de](http://www.beuth.de) bezogen werden.

2. Nutzereinfluss ausgleichen

Differenzen beim Nutzerverhalten werden direkt in einer modifizierten Bedarfsbilanz erfasst. Das bedeutet, dass Innentemperaturen, Luftwechsel, Warmwassermengen, Teilbeheizung von Räumen, Nachtabenkung u. Ä. in einer modifizierten Bilanz berücksichtigt werden. Das Bilanzergebnis ist der „individuelle Bedarf“.

3. Fehlersuche bei der Dateneingabe

Fehler in der Datenaufnahme sollten dann sichtbar werden. Die witterungskorrigierten Verbrauchswerte und der individuelle Bedarf basieren nun auf gleichen Ausgangswerten für die Witterung und das Nutzerverhalten. Sind nun immer noch Differenzen zu verzeichnen, sind von der Realität abweichende Annahmen zum Baukörper, zu den Bauteilqualitäten und der Anlagentechnik zu vermuten.

Gelingt es nicht, die Nutzung mit ausreichender Genauigkeit zu ermitteln, kann der Bedarfs-/Verbrauchsabgleich zu falschen Schlussfolgerungen führen und eignet sich nicht zur Plausibilitätsprüfung der Datenaufnahme.

In diesem Kapitel sollen praxisnahe Handlungsanweisungen für die Durchführung und Interpretation eines Bedarfs-/Verbrauchsabgleichs gegeben werden. Eine detaillierte Beschreibung der Vorgehensweise ist dem **Beiblatt 1 zur DIN V 18599 „Bedarfs-/Verbrauchsabgleich“** zu entnehmen. Die Vorgehensweise kann auch auf eine Berechnung nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 übertragen werden.

Der Bedarfs-/Verbrauchsabgleich gliedert sich generell in drei Schritte:

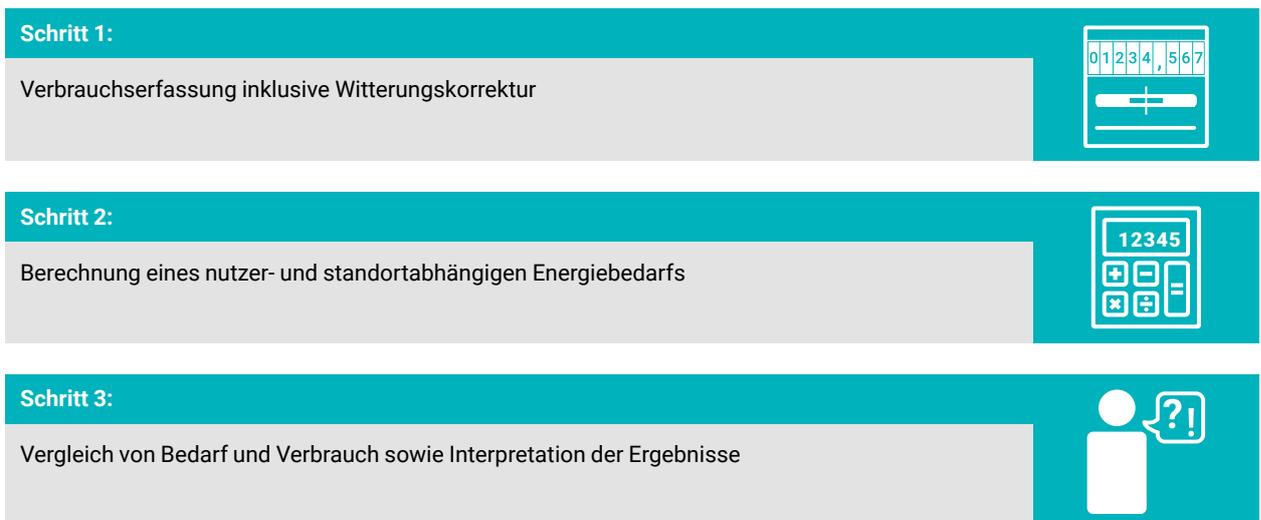


Abb. 61: Gliederung Bedarfs-/Verbrauchsabgleich

3.2 Schritt 1 – Verbrauchserfassung und Witterungskorrektur

Ziel der Verbrauchserfassung ist die Ermittlung eines auf Langzeitklimadaten bereinigten mittleren jährlichen Energieverbrauchs. Eine genaue Verbrauchserfassung in diesem Sinne ist jedoch oft schwierig – insbesondere, wenn das Gebäude mit nicht leitungsgebundenen Energieträgern versorgt wird.

Soll aus dem Verbrauch auf Eigenschaften und eventuelle Fehleinschätzungen des Gebäudes und der Anlagentechnik geschlossen werden, müssen bei der Verbrauchserfassung kurzfristige Effekte eines ungewöhnlichen Nutzerverhaltens oder Klimaschwankungen berücksichtigt bzw. herausgerechnet werden. So ist es z. B. leicht nachzuvollziehen, dass der Energieverbrauch in einer Heizperiode, in der die Nutzer beispielsweise durch Baumaßnahmen am Gebäude nur 50 Prozent der beheizbaren Fläche nutzen konnten, nicht repräsentativ für das Gebäude ist. Auch Schwankungen des Klimas gegenüber dem langjährigen lokalen Mittel können den Energieverbrauch erheblich beeinflussen. Der Energieverbrauch in einem außergewöhnlich langen und kalten Winter ist dementsprechend ebenfalls nur mit Witterungskorrektur repräsentativ.

Solche vorübergehenden Schwankungen können zu großen Abweichungen des Energieverbrauchs einer Heizperiode vom langjährigen Mittel führen. Um die Genauigkeit zu verbessern, sollte der Erfassungszeitraum grundsätzlich so lang wie möglich sein. Es sollten jedoch mindestens für ein vollständiges Jahr Abrechnungen vorliegen, um überhaupt einen Bedarfs-/Verbrauchsabgleich durchführen zu können. Mit jedem zusätzlichen Abrechnungsjahr gleichen sich Nutzungs- und Witterungseinflüsse weiter aus.

In einem ersten Schritt müssen die Energieverbräuche ermittelt und so gut wie möglich witterungsbereinigt werden.

Während der Energieverbrauch bei leitungsgebundenen Energieträgern vom Versorger in der Regel genau erfasst und abgerechnet wird, werden bei nicht leitungsgebundenen Energieträgern meist nur die eingekauften Mengen in den Rechnungen erfasst. In welchem Zeitraum die Lieferung tatsächlich verbraucht wurde, bleibt unklar.

Datengrundlagen für den Bedarfs-/Verbrauchsabgleich

Die Ermittlung von Endenergieverbräuchen im Wohngebäudebestand ist im Rahmen der Bekanntmachung [10] geregelt. Unabhängig von diesen Regeln ist es für den Abgleich von Energiebedarf und -verbrauch zur Überprüfung der Eingaben der Bedarfsrechnung jedoch unproblematisch, wenn

- der Messzeitraum der Verbrauchserfassung kürzer als drei Jahre ist, z. B. nur ein Jahr – wobei ein möglichst langer Zeitraum anzustreben ist.
- das letzte Jahr der Verbrauchserfassung nicht vorhanden, jedoch ein anderer Zeitraum gut dokumentiert ist.
- die Jahre der Verbrauchserfassung unvollständig vorhanden sind. Hierbei kann jedoch bei einer dokumentierten Verbrauchserfassung von weniger als zehn Monaten nicht mehr von einem repräsentativen Verbrauch gesprochen werden.

Ziel des Bedarfs-/Verbrauchsabgleichs ist es, einen repräsentativen Verbrauchswert für ein oder (besser) mehrere Jahre abzuleiten.

Hinweis: Diese Datenbasis ist für die Erstellung eines Energieverbrauchsausweises nicht ausreichend.

Verbrauchserfassung



Die dena hat zum Thema Energieverbrauchsausweise und Verbrauchserfassung den „Leitfaden Energieausweis – Teil 3: Energieverbrauchsausweise für Wohn- und Nichtwohngebäude“ herausgegeben [9]. Der Leitfaden kann unter [→ www.gebaeudeforum.de](http://www.gebaeudeforum.de) heruntergeladen werden.



Die Bekanntmachung können Sie unter [→ www.gebaeudeforum.de](http://www.gebaeudeforum.de) herunterladen.

Hier steht's:

§ 82 (4) GEG und Bekanntmachung [10],
Abschnitt 2

3.2.1 Verbrauchserfassung

Erhält der Kunde von seinem Energieversorgungsunternehmen jährliche Abrechnungen, in denen der Energieverbrauch genau erfasst wird, sind hierin alle notwendigen Informationen für die Verbrauchserfassung (Abrechnungszeitraum und Energieverbrauch) enthalten.

Stammt ein Zählerstand in der Abrechnung nicht aus einer tatsächlichen Zählerab-
lesung, sondern aus einer Schätzung des Versorgers über einen langen Zeitraum,
empfiehlt es sich unter Umständen, den Berechnungszeitraum bis zum vorherge-
henden Ablesewert zu verlängern und das in der Bekanntmachung [10] beschrie-
bene Verfahren zu verwenden. Die Verbrauchswerte in Abrechnungen, die auf
Schätzungen basieren, werden darin meist in einer Fußnote oder auch in einer
Spalte „Art der Ablesung“ als solche gekennzeichnet (vgl. Abbildung 58).

Rechnung 123456789012 vom 25.11.2020 - Seite 3- **Muster-Energieversorger AG**

Die Berechnung Ihres Verbrauches

Zähler- nummer	Zeitraum von – bis	Ableseung		Zählerstand (m³)		Differenz m³	Zustands- zahl	Brenn- wert	Verbrauch (kWh)
		Art*	Grund**	alt	neu				
123456789	25.11.2019 – 31.08.2020	M	P	18.233	20.423	2.190	0,966	11,0973	23.477
123456789	01.09.2020 – 24.11.2020	E	J	20.423	21.284	861	0,966	11,0973	9.230
Summe						3.051			32.707

Zählpunkt: DE1000123 012300000000001000123456

Die Berechnung Ihres Arbeitspreises

	Zeitraum von – bis	Verbrauch (kWh)	Angebot	Arbeitspreis (€/kWh)	Nettobetrag (€)	Umsatzsteuer	
						%	€
	25.11.2019 – 31.08.2020	23.477	Standard	0,0535	1.256,02	19	238,64
	01.09.2020 – 24.11.2020	9.230	Standard	0,0615	567,65	19	107,85
Summe		32.707			1.823,66		

Die Berechnung Ihres Grundpreises/Ihrer Rabatte/Zuschläge

Grundlage	Zeitraum von – bis	Anzahl Tage	Verbrauch (kWh)	Preis (€)	Nettobetrag (€)	Umsatzsteuer	
						%	€
Grundpreis	25.11.2019 – 31.08.2020	280		120,00/Jahr	92,05	19	17,49
Grundpreis	01.09.2020 – 24.11.2020	83		120,00/Jahr	27,29	19	5,18
Summe					119,34		

* Art der Ablesung:
E = Ablesung durch Energieversorger, K = Ablesung durch Kunde, M = Maschinelle Schätzung, D = Ablesung Dritter

** Grund für Zeitraum:
J = Jahresrechnung, P = Preis Anpassung, Z = Zwischenrechnung, X = Zählertausch,
A = Jahresabgrenzung, R = Zählersperrung, S = Schlussrechnung, L = Kontrollzählerstand, N = Netzentgeltabgrenzung

Weitere Erläuterungen zu Ihrer Rechnung finden Sie im beigefügten Informationsblatt.

Abb. 62: Typische Gasabrechnung: In der Rechnung ist der Energieverbrauch auf der Basis des Brennwertes des Energieträgers Gas angegeben. Angaben über den Heizwert werden nicht gemacht. Ob der Heiz- oder der Brennwert für die Umrechnung in Energiemengen und dann für den Bedarfs-/Verbrauchsabgleich benötigt wird, entscheidet sich nach dem verwendeten Rechenverfahren für die Bedarfsberechnung (siehe Kapitel 3.2.4).

Bei den Energieträgern wie beispielsweise Heizöl, Flüssiggas, Pellets oder Stückholz kann der Eigentümer im Rahmen seiner Lagerkapazitäten auf schwankende Energiepreise reagieren. Da in der Regel keine Messeinrichtungen für eine genaue Verbrauchserfassung vorhanden sind, liegen meist nur die eingekauften Mengen Heizöl usw. anhand von Rechnungen oder Lieferscheinen vor. In welchem Zeitraum die Lieferung tatsächlich verbraucht wurde, bleibt unklar, da die Restmenge zum Zeitpunkt der Lieferung in der Regel nicht genau gemessen wird.

Das GEG sieht vor, dass Abrechnungen aus einem einzigen zusammenhängenden Zeitraum von 36 oder mehr Monaten zulässig sind, der die jüngste Abrechnungsperiode einschließt.

1. Genauer Energieverbrauch über Zeitraum von 12 Monaten erfassbar

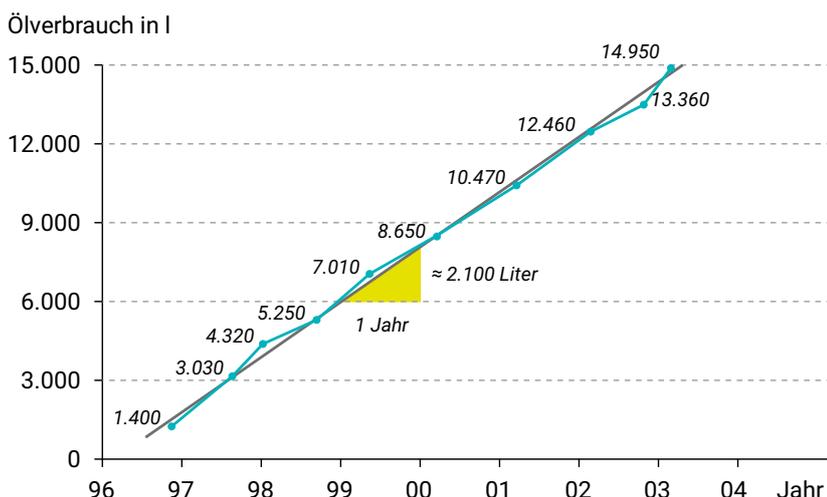
Liegen für Energieträger wie Heizöl genaue Verbrauchserfassungen für Zeiträume von jeweils 12 Monaten vor, so kann analog zum Verfahren vorgegangen werden. Wird beispielsweise zum Jahresende regelmäßig der Füllstand gemessen, kann die in 12 Monaten verbrauchte Menge leicht errechnet werden:

$$\text{Endstand Vorjahresende} + \text{Liefermenge} - \text{Endstand Jahresende}$$

2. Energieverbrauch nicht genau erfassbar

Alternativ erfolgt die Auftragung der Verbrauchsmengen kumuliert über der Zeit in einem Diagramm mit Bildung der Ausgleichsgeraden, analog z. B. in Abbildung 63. Der Verbrauch innerhalb der Messzeit (erstes bis letztes Datum) ergibt sich aus der Zeitdifferenz mal der Steigung. Es empfiehlt sich in diesem Fall, Einkaufsbelege mindestens der letzten fünf Jahre auszuwerten. Dieses Verfahren führt auch ohne Kenntnis der Lagerbestände jeweils zum Zeitpunkt des Einkaufs zu guten Ergebnissen, weil über die Zeit schwankende Füllstände ausgeglichen werden.

Die so abgeschätzte Menge für Heizöl, Pellets, Kohle usw. kann nachträglich auch noch einer Witterungskorrektur unterzogen werden, wobei durch die schon erfolgte Mittelung mehrerer Jahre keine große Änderung an dem Wert mehr zu erwarten ist.



nach: H. Obermeyer

Abb. 63: Kumulierter Ölverbrauch über der Zeit (Beispiel) nach DIN V 18599 Beiblatt 1

Eine Modernisierung oder Unregelmäßigkeiten bei der Datenerfassung (fehlende Belege) zeigen sich in der grafischen Darstellung als veränderte Steigung bzw. als stark ausreißende Messpunkte.

3.2.2 Verbrauchserfassung bei bivalenter Beheizung und mehreren Heizsystemen

Werden für die Beheizung mehrere Heizsysteme eingesetzt, ist die Verbrauchserfassung häufig nicht mit der notwendigen Genauigkeit durchführbar.

Werden z. B. neben einer Zentralheizung auch Kachelöfen oder elektrische Öfen zur Beheizung eines Gebäudes eingesetzt, so müssen alle verbrauchten Endenergiemengen erfasst werden. Dies ist bei der Verwendung von Stückholz oder anderen Festbrennstoffen nur schwer möglich. Auch Stromverbräuche für elektrische Heizlüfter o. Ä. können meist nicht korrekt ermittelt werden.

Es können nur die Energiemengen der Bedarfsbilanz mit dem Energieverbrauch verglichen werden, für den eine gesicherte Datenbasis vorhanden ist. Beispielsweise wird bei einem Gebäude mit Heizölheizung und elektrischer Warmwasserbereitung nur die Endenergie der Beheizung mit dem Messwert verglichen.

Es gilt jedoch: Je unsicherer die Datenbasis ist, desto weniger belastbar ist der Bedarfs-/Verbrauchsabgleich.

Wird ein Gebäude zentral beheizt, liegen die Verbrauchsdaten meist in Form von Heizkostenabrechnungen des Energieversorgers vor. Werden Gebäude jedoch wohnungszentral oder dezentral beheizt – bei Wohngebäuden etwa durch Gaseta- genheizungen oder Nachtspeicheröfen –, sollten die Verbrauchsdaten von allen Gebäudeteilen oder Wohnungen für den Bedarfs-/Verbrauchsabgleich herangezogen werden. Soll also beispielsweise ein Bedarfs-/Verbrauchsabgleich für ein Mehrfamilienhaus erstellt werden, sollten möglichst die Verbrauchsdaten aller Wohnungen vorliegen.

Energieträger	Mengen- einheit	Heizwert H_i	Brennwert H_s	Verhältnis Brenn- wert/Heizwert	Hinweise
Heizöl leicht	l	ca. 10,0 kWh/l	ca. 10,6 kWh/l	1,06	
Heizöl schwer	kg	ca. 10,9 kWh/kg	ca. 11,6 kWh/kg	1,06	
Erdgas H (Erdgas E)	m ³	ca. 10,4 kWh/m ³	ca. 11,5 kWh/m ³	1,11	Energiegehalt des Lieferanten verwenden
Erdgas L (Erdgas LL)	m ³	ca. 8,9 kWh/m ³	ca. 9,8 kWh/m ³	1,11	
Stadtgas	m ³	ca. 4,5 kWh/m ³	ca. 5,0 kWh/m ³	1,11	
Flüssiggas	kg	ca. 13,0 kWh/kg	ca. 14,2 kWh/kg	1,09	
Steinkohle	kg	ca. 8,8 kWh/kg	ca. 9,0 kWh/kg	1,02	
Braunkohle	kg	ca. 5,5 kWh/kg	ca. 5,9 kWh/kg	1,07	
Koks	kg	ca. 8,0 kWh/kg	ca. 8,3 kWh/kg	1,04	
Holz	kg	ca. 4,1 kWh/kg	ca. 4,4 kWh/kg	1,08	für lufttrockenes Holz
Holzpellets	kg	ca. 5,0 kWh/kg	ca. 5,4 kWh/kg	1,08	
Holz hackschnitzel	srm	ca. 650 kWh/srm	ca. 700 kWh/srm	1,08	bezogen auf Schüttraummeter
Nah- und Fernwärme	kWh			1,00	
Strom	kWh			1,00	Umrechnung nicht erforderlich

Tab. 8: Typische Energiegehalte für Brennstoffe aus DIN V 18599 Beiblatt 1

Je nach Region werden Erdgase mit mehr oder weniger Energiegehalt verteilt. Das vor Ort verteilte Erdgas kann in der Qualität auch zwischen den tabellierten Werten liegen. Zudem kann der Wert auch innerhalb des Versorgungsgebiets zeitlich schwanken. Es sollte bei der Verbrauchsdatenanalyse der Energiegehalt laut Versorger verwendet werden.

Ob der Heiz- oder der Brennwert für die Umrechnung in Energiemengen und dann für den Bedarfs-/Verbrauchsabgleich benötigt wird, entscheidet sich nach dem verwendeten Rechenverfahren für die Bedarfsrechnung:

- Wurde der Bedarf mit DIN V 18599 berechnet, dient der brennwertbezogene Wert als Vergleichswert.
- Für Bedarfsrechnungen nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 dient der heizwertbezogene Wert als Vergleichswert.

Wenn mit Erdgas geheizt wird, rechnet der Gasversorger die abgegebene Gasmenge in brennwertbezogene Kilowattstunden um (siehe Abbildung 62). Dieser Wert wäre ohne weitere Korrektur vergleichbar mit einem Bedarfswert nach DIN V 18599, nicht jedoch mit einem Bedarfswert nach DIN V 4108-6 bzw. DIN V 4701-10. Der Umrechnungsfaktor lautet für alle Erdgassorten 0,9 kWh Heizwert je kWh Brennwert bzw. 1,11 kWh Brennwert je kWh Heizwert.

Bei Abrechnungen mit Fernwärme oder Strom stellt sich dieses Problem nicht. In beiden Fällen können die Kilowattstunden der Abrechnung ohne Umrechnung verwendet werden.

Bei nicht leitungsgebundenen Energieträgern ist jeweils auch anhand des verwendeten Rechenverfahrens darüber zu entscheiden, ob der Heiz- oder der Brennwert zur Umrechnung der Energiemenge verwendet wird.

Ziel der Umrechnung in Energiemengen ist: Die Verbrauchsmengen liegen in Kilowattstunden vor, jeweils heiz- oder brennwertbezogen, je nachdem, ob der Bedarfswert heiz- oder brennwertbezogen berechnet wurde.

3.2.3 Zeit- und Witterungskorrektur

Die Witterungskorrektur von Verbrauchswerten erfolgt, um den Witterungseinfluss auf den Verbrauch der einzelnen Messzeiträume auszugleichen. Ziel einer Witterungskorrektur ist es, sowohl für die Verbrauchs- als auch für die Bedarfswerte das gleiche Klima anzusetzen. Es gibt zwei Möglichkeiten:

		Verbrauch	
		Witterungskorrektur auf Standort Deutschland	Witterungskorrektur auf Langzeitklima am Standort
Bedarf	Berechnung mit Klimadaten für Standort Deutschland	vergleichbar (GEG-Verbrauchs- und Bedarfsausweis)	nicht vergleichbar
	Berechnung mit Klimadaten für Langzeitklima am Standort	nicht vergleichbar	vergleichbar (Energieberatung)

Tab. 9: Möglichkeiten der Witterungskorrektur: Standardklima für Deutschland oder Langzeitklima am Gebäudestandort bzw. an repräsentativer Klimastation



Für die Erstellung von Energieverbrauchsausweisen ist die Verwendung der Umrechnungsfaktoren der Heizkostenverordnung vorgeschrieben. Nähere Informationen sind im „Leitfaden Energieausweis – Teil 3: Energieverbrauchsausweise für Wohn- und Nichtwohngebäude“ [9] beschrieben. Der Leitfaden kann unter [→ www.gebaeudeforum.de](http://www.gebaeudeforum.de) heruntergeladen werden.

1. Verwendung des Standardklimas für Deutschland

Das Verfahren deckt sich mit der Vorgehensweise bei der Verbrauchs- und Bedarfsausweiserstellung. Für den Verbrauch gilt die Korrektur auf das mittlere deutsche Klima [10]. Für die Bedarfsrechnung ist dieser Klimadatensatz ebenfalls vorgeschrieben. Es ist somit die gewünschte gleiche Datenbasis für den Abgleich von Bedarf und Verbrauch ohne weiteren Arbeitsaufwand gegeben. Das ist grundsätzlich von Vorteil. Diese witterungskorrigierten Verbrauchs- als auch Bedarfs- werte für das Gebäude sind in der Form für z. B. eine Energieberatung nur bedingt repräsentativ, da das Lokalklima am Gebäudestandort nicht betrachtet wird. Das Verfahren der Witterungsbereinigung unter Verwendung des Standardklimas für Deutschland ist im „Leitfaden Energieausweis – Teil 3: Energieverbrauchsausweise für Wohn- und Nichtwohngebäude“ [9] und in der Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte [10] ausführlich beschrieben.

2. Verwendung des Langzeitklimas des Gebäudestandortes

Das Alternativverfahren verwendet das Langzeitklima am Gebäudestandort oder an einer repräsentativen Klimastation in der Nähe. Die Witterungskorrektur erfolgt analog zur Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte [10], jedoch mit anderen Klimafaktoren (z. B. unter [-> www.dwd.de](http://www.dwd.de)). Auch die Bedarfsberechnung wird mit den Wetterdaten der gewählten Klimastation modifiziert. Es entstehen wiederum zwei vergleichbare Energiemengen. Vorteil dieser Vorgehensweise: Sie verwendet Lokalklima. Nachteil ist der größere Arbeitsaufwand.

Das eigentliche Witterungskorrekturverfahren ist in der Richtlinie VDI 3807 bzw. auch in DIN V 18599 Beiblatt 1 sowie in der Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte [10] beschrieben.

Hinweis: Ziel der Witterungskorrektur ist die Normierung der verbrauchten Energiemengen auf den bei der Bedarfsberechnung verwendeten Klimadatensatz.

3.3 Schritt 2 – Berechnung eines an den Nutzer angepassten Bedarfs

Berechnung



In diesem Schritt wird der errechnete Energiebedarf des Gebäudes schrittweise den realen Nutzungsbedingungen angepasst. Nach der „Normberechnung“ wird nun also eine individuelle Bedarfsberechnung durchgeführt, die mit dem ermittelten Verbrauchswert verglichen werden kann.

Hierfür muss die tatsächliche Nutzung des Gebäudes möglichst realistisch abgeschätzt werden. Gegenüber der mittleren Raumsolltemperatur nach GEG kann es je nach Bewohnertyp und sozialem Umfeld deutliche Abweichungen nach oben (hohe Belegungsdichte, kleine Wohnungen oder guter Wärmeschutz) oder nach unten (Teilbeheizung durch wenige Bewohner, große Wohnungen, sehr schlechter Wärmeschutz) geben. Auch der tatsächliche Luftwechsel kann erheblich vom Normluftwechsel abweichen.

Um die individuelle Nutzung zu erfassen, muss sich der Aussteller in einem ersten Schritt mit dem Nutzer und seinen Gewohnheiten auseinandersetzen. Die Bewohner von Einfamilienhäusern können hierzu leicht befragt werden. Je mehr Wohneinheiten ein Gebäude aufweist, desto stärker mitteln sich die individuellen Nutzungsgewohnheiten der einzelnen Nutzer aus, sodass man bei größeren Mehrfamilienhäusern von einem Standardnutzungsprofil ausgehen kann. Umgekehrt wird empfohlen, das Nutzerverhalten bei Gebäuden mit wenigen Wohneinheiten genau zu recherchieren bzw. möglichst genau bei den Nutzern direkt zu erfragen.

Bei Gebäuden, die vornehmlich von einer speziellen Nutzergruppe bewohnt werden, wie beispielsweise Altenwohnanlagen oder Wohnheimen, muss das Nutzungsprofil entsprechend angepasst werden. Hat der Aussteller ein Bild von der tatsächlichen Nutzung des Gebäudes gewonnen, kann er in der Berechnung schrittweise die mittlere Raumtemperatur, den Luftwechsel und den Warmwasserbedarf anpassen, sodass sich der Bedarfs- und der Verbrauchswert annähern. Gelingt es nicht, beide Werte innerhalb von plausiblen Grenzwerten in gute Übereinstimmung zu bringen, so liegt ein Hinweis auf von der Realität abweichende Annahmen bei der Datenaufnahme vor.

Beispiel

In einem Einfamilienhaus leben sechs Personen, von denen vier tagsüber die meiste Zeit anwesend sind. Der Aussteller hat bei seiner Begehung und der Befragung der Bewohner keine Hinweise auf eine außergewöhnliche Nutzung festgestellt, sodass er davon ausgeht, dass alle Räume gleichmäßig beheizt und genutzt werden. Trotzdem liegt der gemessene Verbrauchswert deutlich unter dem berechneten individuellen Bedarfswert. Eine Übereinstimmung der Werte im Bedarfs-/Verbrauchsabgleich ergibt sich erst bei einer mittleren Raumtemperatur von 15 °C. Dies ist für die gegebene Nutzung unrealistisch, sodass der Aussteller nach Fehlern in der Datenaufnahme sucht und auf nochmalige Nachfrage erfährt, dass das ausgebaute Dachgeschoss, entgegen früherer Auskünfte, doch mit einer Dämmschicht versehen ist.

Die tatsächliche Nutzung eines Gebäudes kann mehr oder weniger stark von der Normnutzung abweichen. Die Anzahl der Bewohner, zeitliche und räumliche Teilbeheizung, die durchschnittliche Raumtemperatur, die Lüftungsgewohnheiten und der Warmwasserverbrauch der Bewohner prägen das individuelle Nutzungsmuster. Im Folgenden werden die typischen Einflussfaktoren im Detail beschrieben.

Teilbeheizung des Gebäudes

In der Praxis werden oft nicht alle Wohnräume gleichermaßen beheizt. Besonders wenn wenigen Bewohnern eine große Wohnfläche zur Verfügung steht, bleiben häufig selten benutzte Gästezimmer, Hobby- und Nebenräume weitgehend unbeheizt. In Mehrfamilienwohnhäusern betrifft die Teilbeheizung oft Treppenhäuser und ggf. auch Wohnungsflure, die innerhalb des zugrunde gelegten beheizten Bereichs liegen. Beschränkt sich die Beheizung solcher Räume für den überwiegenden Teil der Heizperiode auf eine Frostfreihaltung, so reduziert sich hierüber der Energieverbrauch erheblich. Der Nutzer kann im Fall einer Teilbeheizung häufig gute Aussagen zum Umfang der Nutzung einzelner Räume und zur Art der Beheizung machen. Zusätzlich kann bei einer Begehung die Stellung der Thermostatventile in den betreffenden Räumen gesichtet werden. Dieses Nutzerverhalten kann über eine Absenkung der durchschnittlichen Raumtemperatur berücksichtigt werden. Die Angaben über die beheizte Grundfläche oder die thermische Hüllfläche dürfen nicht verändert werden. Der Anteil niedrig beheizter Räume ist in Einfamilienhäusern häufig höher als in Mehrfamilienhäusern.

Raumtemperatur

Die tatsächliche Raumtemperatur (operative oder empfundene Raumtemperatur) hat einen erheblichen Einfluss auf den Energieverbrauch. Je nachdem, ob die Nutzer eher hohe oder niedrige Temperaturen bevorzugen, können sich die tatsächlichen Raumtemperaturen erheblich von der Raumtemperatur des Standardnutzungsprofils (19 °C nach DIN V 4108-6 oder 20 °C nach DIN V 18599) unterscheiden.

Manche Menschen fühlen sich bei 23 °C, andere bei 18 °C wohl. Zudem hat auch der energetische Standard des Gebäudes einen Einfluss darauf, welche Temperatur als behaglich empfunden wird. Da die vom Menschen empfundene Temperatur dem Mittel aus der Oberflächentemperatur der Umgebungsflächen und der Lufttemperatur entspricht, findet man insbesondere bei schlecht wärmegeprägten Gebäuden mit niedrigen Oberflächentemperaturen an Außenwänden und Fenstern häufig deutlich höhere Lufttemperaturen in einzelnen Räumen vor. So wird zwar am Heizungsregler (der die Lufttemperatur misst) z. B. eine Soll-Temperatur von 23 °C eingestellt. Für die von den Bewohnern empfundene Temperatur ist jedoch der Mittelwert aus Lufttemperatur und Strahlungstemperatur der Oberfläche entscheidend. Bei einer Strahlungstemperatur von z. B. 17 °C würden die Bewohner trotz einer Lufttemperatur von 23 °C nur eine Temperatur von 20 °C empfinden.

Nachtabsenkung und räumliche Teilbeheizung tragen bei schlechtem Wärmeschutz stark zu einer Temperaturabsenkung bei. In der Folge liegen die zeitlichen und räumlichen Mittelwerte der Raumtemperatur in Gebäuden mit schlechtem Wärmeschutz häufig sehr viel niedriger als bei gut gedämmten Gebäuden. Anhaltspunkte für die tatsächliche Raumtemperatur kann der Aussteller nur bei einer Begehung im Winter selbst ermitteln. Außerhalb der Heizperiode ist er auf Aussagen des Nutzers angewiesen. Präzise Angaben sind dann jedoch selten. Dies sollte bei der Interpretation des Bedarfs-/Verbrauchsabgleichs berücksichtigt werden.

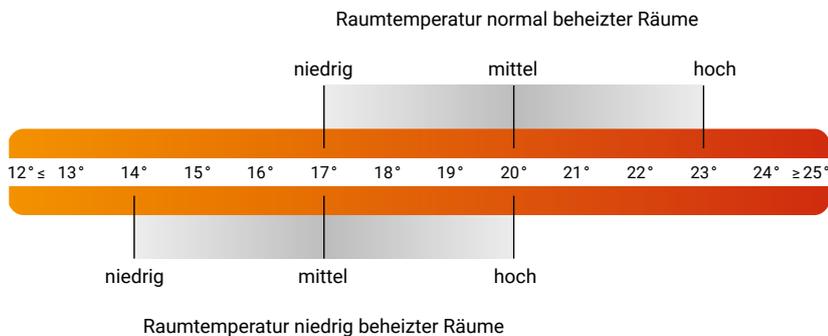


Abb. 64: Variationsgrenzen für die Innentemperatur normal und niedrig beheizter Räume

Lüftungswärmeverluste

Eine Dauerbelüftung durch ständig gekippte Fenster in Schlafzimmern und Kellern oder geöffnete Dachluken kann den Lüftungswärmebedarf eines Gebäudes erheblich erhöhen. Werden Fenster sowohl im Keller als auch im Dachgeschoss offen bzw. gekippt gelassen, kann über einen durchgehenden Luftraum wie z. B. ein Treppenhaus aufgrund von Thermik ein erheblicher zusätzlicher Luftwechsel entstehen. Im Gegenzug weisen viele Einfamilienhäuser sehr viel Platz je Person auf und viele Räume werden nicht aktiv belüftet – dort wirkt nur der Fugenluftwechsel.

Der Aussteller sollte den Nutzer nach seinen Lüftungsgewohnheiten befragen und die Luftwechselzahl für den Bedarfs-/Verbrauchsabgleich entsprechend anpassen (siehe hierzu Tabellen 10 und 11). Es wird deutlich, dass insbesondere im Einfamilienhaus die Belegungsdichte eine zentrale Rolle für eine hohe Luftwechselrate spielt.

Weiterhin zu beachten sind offensichtliche Undichtigkeiten des Gebäudes, z. B. bei Fenstern ohne Dichtungen oder in ausgebauten Dachgeschossen ohne luftdichte Ebene.

Luftmenge und Luftwechsel für EFH							
Platz je Person	Luftmenge						
	wenig	mittel				viel	
beheizte Fläche je Person in m ²	30	40	50	60	70	80	
Luftvolumen je Person in m ³	75	110	138	165	193	220	
Luftwechsel	hoch	0,8 h ⁻¹	0,5 h ⁻¹	0,4 h ⁻¹	0,4 h ⁻¹	0,3 h ⁻¹	0,3 h ⁻¹
		0,7 h ⁻¹	0,5 h⁻¹	0,4 h⁻¹	0,3 h ⁻¹	0,3 h ⁻¹	0,2 h ⁻¹
	mittel	0,5 h ⁻¹	0,4 h⁻¹	0,3 h⁻¹	0,2 h ⁻¹	0,2 h ⁻¹	0,2 h ⁻¹
		0,4 h ⁻¹	0,3 h⁻¹	0,2 h⁻¹	0,2 h ⁻¹	0,2 h ⁻¹	0,1 h ⁻¹
gering	0,3 h ⁻¹	0,2 h ⁻¹	0,1 h ⁻¹	0,1 h ⁻¹	0,1 h ⁻¹	0,1 h ⁻¹	
jeweils zzgl. Fugenlüftung von 0,1 bis 0,2 h ⁻¹							

Tab. 10: Anzunehmender Luftwechsel für den Bedarfs-/Verbrauchsabgleich bei Einfamilienhäusern

Luftwechsel für MFH	
Gesamtluftwechsel	
hoch	1,0 h ⁻¹
mittel	0,6 h ⁻¹
gering	0,4 h ⁻¹

Tab. 11: Anzunehmender Luftwechsel für den Bedarfs-/Verbrauchsabgleich bei Mehrfamilienhäusern

Zeitliches Nutzungsprofil des Gebäudes

Erheblichen Einfluss hat selbstverständlich auch der Nutzertyp. Familien mit Kindern nutzen ein Gebäude in der Regel wesentlich intensiver und haben daher höhere durchschnittliche Raumtemperaturen und auch Lüftungsverluste als z. B. Singles oder Pendler, die den Wohnraum im Wesentlichen nur zum Schlafen nutzen. Nutzertyp und Anzahl der Bewohner haben zudem einen erheblichen Einfluss auf den Warmwasserbedarf eines Gebäudes.

In der Praxis findet man Überlagerungen der genannten Effekte. Ein von den Normrandbedingungen abweichendes Nutzerverhalten wird beim Abgleich durch die Veränderung der Raumtemperatur und des Luftwechsels sowie ggf. des angesetzten Warmwasserbedarfs berücksichtigt. Andere Faktoren der Bedarfsberechnung sollten nicht verändert werden.

Warmwasserverbrauch

Der Warmwasserverbrauch von Gebäuden schwankt – wie die anderen Nutzungsranddaten auch – erheblich mit der Personenbelegungsdichte (siehe Tabellen 12 und 13).

Warmwasserverbrauch für EFH							
Platz je Person		wenig					viel
		mittel					
beheizte Fläche je Person in m ²		30	40	50	60	70	80
Warmwasserverbrauch in kWh/(m ² -a)	hoch	27	20	16	13	11	10
	mittel	23	18	14	12	10	9
		20	15	12	10	9	8
	gering	17	13	10	8	7	6
		13	10	8	7	6	5

Tab. 12: Anzunehmende Warmwasserverbräuche für den Bedarfs-/Verbrauchsabgleich bei Einfamilienhäusern

Warmwasserverbrauch für MFH		
Warmwasserverbrauch in kWh/(m ² -a)	hoch	25
	mittel	17
	gering	10

Tab. 13: Anzunehmende Warmwasserverbräuche für den Bedarfs-/Verbrauchsabgleich bei Mehrfamilienhäusern

Weitere Größen

Im Rahmen des Abgleichs von Bedarf und Verbrauch könnten weitere Größen wie die inneren Wärmegewinne aus Personen, Geräten und Beleuchtung an die tatsächlichen Randbedingungen angeglichen werden. Diese Größen gewinnen an Bedeutung, wenn das Haus einen guten Dämmstandard erreicht hat, und sollten dann separat, z. B. im Rahmen einer Energieberatung, untersucht werden.



3.4 Schritt 3 – Interpretation der Ergebnisse und Fehlersuche

Wird der individuell – mit plausiblen Nutzungsranddaten – ermittelte Bedarf mit dem witterungskorrigierten Verbrauch verglichen, sollte nun eine hohe Übereinstimmung zu verzeichnen sein. Es kann von einer guten Annäherung gesprochen werden, wenn beide Werte auf ± 10 Prozent genähert sind.

Wird diese Annäherung nur erreicht, wenn nicht plausible Nutzungsbedingungen zugrunde gelegt werden, sind von der Realität abweichende Annahmen bei der Datenaufnahme wahrscheinlich.

Daher ist es wichtig, dass der Aussteller im Fall eines nicht plausiblen Ergebnisses die eingegebenen Gebäude- und Anlagendaten überprüft. Bleibt eine solche Überprüfung ohne plausible Erklärung für die Abweichung, sollte die Abweichung zumindest dokumentiert werden.

Abweichungen zwischen Verbrauch und Bedarf können unter Umständen durch folgende Annahmen bei der Datenaufnahme hervorgerufen werden:

Pauschale U-Werte	Pauschale U-Werte für die Beurteilung der Bauteilqualität können erheblich von den tatsächlichen Gegebenheiten abweichen.
Fehlerhafte Annahme von Dämmschichten	Unter Umständen wurden Dämmschichten nicht korrekt angenommen. Dieser Fehler tritt häufig bei in Eigenarbeit ausgebauten Dachgeschossen auf. Die Baumaßnahmen sind in der Regel nicht dokumentiert und die Konstruktion ist nicht einsehbar. Bei der Datenaufnahme muss sich der Aussteller also auf die Angaben des Eigentümers verlassen. Bei älteren Bodenplatten, Kellerdecken und Geschossdecken werden regelmäßig geringere Dämmstoffdicken vermutet, als tatsächlich vorhanden sind.
Unwirksame Dämmschichten	Vorhandene Dämmschichten können unwirksam sein, wenn sie z. B. durchfeuchtet, durchlüftet oder zusammengefallen sind. In diesen Fällen kann die Dämmschicht ihre Aufgabe nicht mehr erfüllen. Wenn möglich sollte der Aussteller den Zustand und den sachgemäßen Einbau der Dämmschichten überprüfen.
Länge und Dämmung von Leitungen	Im Rahmen von GEG-Berechnungen geschätzte Leitungslängen und deren Dämmstandard müssen überprüft werden. Insbesondere die Leitungen in Kellerräumen, Heizungsleitungen alter Netze mit hohen Temperaturen und Warmwasserzirkulationsleitungen sollten vor Ort gemessen werden. Sie werden in der Regel bei Pauschalverfahren zu schlecht eingeschätzt.
Beheizter Bereich und thermische Hüllfläche	Bei der Definition der thermischen Hüllfläche wird vom Aussteller festgelegt, welche Bauteile für die energetische Bewertung berücksichtigt werden. Diese Festlegung hat einen hohen Einfluss auf das Ergebnis des Energieausweises. Bei einer deutlichen Abweichung der Verbrauchsdaten vom berechneten Ergebnis sollte daher nochmals überprüft werden, ob die thermische Hüllfläche korrekt festgelegt worden ist (siehe Kapitel 2.3.1) und alle Bauteile berücksichtigt wurden. Auch das Luftvolumen sollte in diesem Zuge aus der beheizten Fläche und der Raumhöhe ermittelt und nicht aus dem umbauten Volumen abgeschätzt werden.

Beurteilung des Wärmeerzeugers	Möglicherweise entspricht die angenommene Einschätzung des Wärmeerzeugers nicht der Realität. So könnte eine vorhandene Brennwertnutzung nicht erkannt worden sein und die Anlage ist als Niedertemperaturkessel eingestuft worden. Gleiches gilt für die Einschätzung des Niedertemperaturkessels als Konstanttemperaturkessel. Bei der Überprüfung der Eingaben kann auch der Abgasverlust aus der Schornsteinfegermessung berücksichtigt werden.
Luftdichtigkeit und Fugenluftwechsel	Der angenommene Standardwert für die Luftdichtigkeit des Gebäudes entspricht nicht der Realität. Offensichtliche Undichtigkeiten wurden übersehen oder können nicht ohne eine Gebäudedichtheitsmessung richtig beurteilt werden (z. B. bei ausgebautem Dach mit fehlender Luftdichtigkeitsschicht).
Wärmebrücken	Der Einfluss von Wärmebrücken wurde ggf. falsch eingeschätzt. Im Rahmen des GEG-Nachweises werden Wärmebrücken im Bestand besonders hoch (bis $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$) und im Neubau eher gering ($0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$) eingeschätzt. In der Praxis wirken Wärmebrücken jedoch besonders hoch, wenn bereits Wärmedämmschichten vorhanden sind. Daher führt die sehr hohe Einschätzung von Wärmebrücken im Bestand regelmäßig zu rechnerisch sehr schlecht bewerteten Gebäuden.
Laufzeiten der Anlagentechnik	Die Wärmeverluste der Anlagentechnik hängen auch von den Laufzeiten der Komponenten ab. Insbesondere die realen Laufzeiten von Zirkulationspumpen und Lüftungsanlagen sollten überprüft werden.

Die genannten Größen haben einerseits einen großen Einfluss auf das Ergebnis der Bedarfsbilanz und andererseits weichen reale Werte häufig und stark von den in den GEG-Normen genannten Standardwerten ab. Sie sollten unbedingt geprüft werden.

Alle weiteren Einflussgrößen auf die Bilanz, wie Wärmespeicherkapazität des Baukörpers, die Art der Wärmeübergabe, Angaben zu Speichern, Verschattung der Fassade usw., haben einen mittleren bis geringen Einfluss auf den Abgleich von Bedarf und Verbrauch.

3.5 Weitere Hilfsmittel

- **Jahreswerte für Bedarf und Verbrauch** sind für den Abgleich geeignet, wobei die Schwierigkeit besteht, sehr viele Eingabegrößen einer Bedarfsbilanz mit Werten zu belegen, um einen einzigen Verbrauchskennwert nachzubilden bzw. zu plausibilisieren.
- Anhand von **detaillierten Verbrauchsmessungen** mit Auftragung des Verbrauchsverlaufs über der Zeit (Jahr, Monat, Woche, Tag, Stunde), der Außentemperatur oder einer anderen repräsentativen Größe (Maß für die Belastung) lassen sich weitere Hinweise für den Bedarfs-/Verbrauchsabgleich gewinnen. Diese Detailauswertungen sind in **DIN V 18599 Beiblatt 1** beschrieben.
- Ein für den Wohnungsbau praktikables Hilfsmittel ist die sogenannte „**Energiesignatur**“. Die Bestimmung einer Energiesignatur für Wärmeverbraucher erfolgt durch Auswertung des Verbrauchs über die Außentemperatur. Anhand dieses Verfahrens können die Heizgrenztemperatur sowie lastabhängige und lastunabhängige Energieanteile bestimmt werden.
- Die **Messwerte von monatlichen oder wöchentlichen Energiemengen** werden als Leistungswerte (mittlere Leistung in der Messzeit) über der gemittelten Außentemperatur aufgetragen.
- Es wird eine **Grundleistung sichtbar, sofern es von der Witterung unabhängige Verbraucher** gibt. Diese gemessene Grundleistung kann mit der Energiebedarfsberechnung abgeglichen werden. Es kann sich beispielsweise um den Anteil für die Trinkwarmwasserbereitung handeln. Je nach Lage der Messstelle (vor dem Wärmeerzeuger, hinter dem Wärmeerzeuger usw.) wird der Messwert mit dem Rechenwert für die Endenergie bzw. mit dem Rechenwert für die Wärmeabgabe des Erzeugers verglichen.

Beispiel Heizgrenztemperatur und Energiesignatur

Aus der unten stehenden Grafik (Abbildung 61) lässt sich eine Heizgrenze erkennen, d. h. der Umschlagpunkt von Heizbetrieb in die heizfreie Zeit. Dieser Umschlagpunkt kann auch mit der Bedarfsbilanz abgeglichen werden.

Die eigentliche Energiesignatur des Verbrauchers ist die Steigung der Geraden. Sie repräsentiert die Zunahme der Leistung in Kilowatt je Kelvin Abfall der Außentemperatur. Es wird auch vom „Fingerabdruck des Gebäudes“ gesprochen. Die Steigung H in W/K entspricht näherungsweise der Summe aus Transmissions- und Lüftungsheizlast einer Energiebedarfsrechnung. Diese Größe kann ebenfalls mit der Bedarfsberechnung abgeglichen werden. Die theoretischen Annahmen zu Flächen und Wärmedurchgangskoeffizienten sowie Luftwechsel und -volumen können überprüft werden.

Energieanalyse aus dem Verbrauch

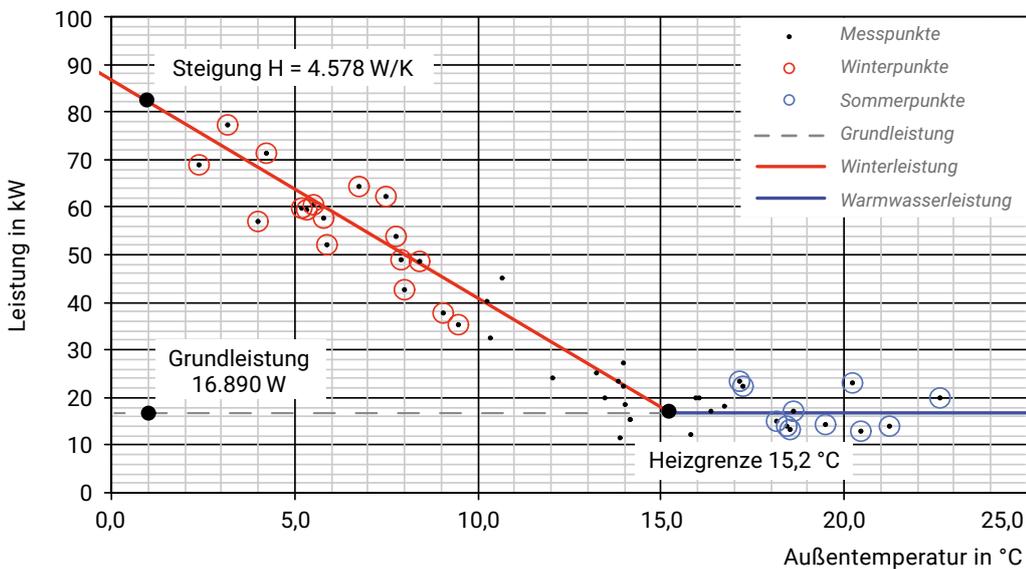


Abb. 65: Beispiel für die Energiesignatur von Wärmeverbrauchern anhand von Wochenmesswerten

4 Unterstützungsangebote für Aussteller von Energieausweisen



Expertenservice

Im Gebäudeforum klimaneutral bündelt die dena Fachinformationen, Arbeitshilfen und Marketinginstrumente für Architekten, Energieberater und Handwerker an einer zentralen Stelle. Auf einer Übersichtsseite finden Experten zentral und themenspezifisch aufbereitet einen jederzeit verfügbaren Zugang zu verschiedenen Inhalten, die ihnen die tägliche Arbeit vereinfachen.

Ziel ist es, Fachwissen gezielt zu verbreiten und die Qualität energieeffizienten Bauens und Sanierens zu stärken.

Mithilfe des Serviceangebots sollen die Experten u. a. bei der Erstellung von Energieausweisen und umfassenden Kundenberatungen unterstützt werden. Sie sollen so das Vertrauen der Bauherren in das energieeffiziente Bauen und Sanieren stärken und diese zum Bauen und Sanieren mit hohen energetischen Standards motivieren.

Die Hilfen für die Erstellung von Energieausweisen umfassen unter anderem

- Checklisten zur Datenaufnahme für die Erstellung von Energiebedarfs- und Energieverbrauchsausweisen für Wohngebäude
- FAQs mit häufigen Fragen zum Energieausweis
- das Informationsportal Gebäudeforum klimaneutral: Dort können Fachleute schriftlich themenbezogene Fragen stellen.
- die Telefonhotline zu Fragen zum Energieausweis, zum Gebäudeenergiegesetz und zu den Bilanzierungsverfahren



Aussteller von Energieausweisen finden unter

→ www.gebaeudeforum.de

Informationen und Beratung.

Hotline:

Tel. 030-66 777 881

Mo. 10.00 bis 12.00 Uhr

und 14.00 bis 16.00 Uhr

Mi. und Do. 10.00 bis 12.00 Uhr

E-Mail: service@gebaeudeforum.de

4.1 Checklisten zur Datenaufnahme



Die dena stellt Energieausweis-Ausstellern Checklisten für die Datenaufnahme zur Erstellung von bedarfs- und verbrauchsorientierten Energieausweisen für Wohngebäude zur Verfügung.

Die Checklisten können unter [→ www.gebaeudeforum.de](https://www.gebaeudeforum.de) heruntergeladen werden.

Checkliste für die Erstellung eines Bedarfsausweises	<ul style="list-style-type: none">■ Diese Checkliste dient zur Unterstützung bei der Aufnahme der Gebäudedaten vor Ort und leitet Aussteller erfolgreich durch die Datenerhebung.■ Sie bietet eine Unterstützung bei der Aufnahme der notwendigen Informationen und Unterlagen zu dem zu untersuchenden Gebäude.■ Diese Checkliste steht Ausstellern in einer Kurz- sowie in einer Langfassung zur Verfügung.
Checkliste zur Erstellung eines Verbrauchsausweises	<ul style="list-style-type: none">■ Diese Checkliste ist eine Arbeitshilfe zur Datenaufnahme für die Erstellung von verbrauchsbasier-ten Energieausweisen für Wohngebäude.
Für Eigentümer (zur Weitergabe): Checkliste Hauseigentümer für den Energiebedarfsausweis	<ul style="list-style-type: none">■ Diese Checkliste hilft dem Auftraggeber bei der Zusammenstellung aller wichtigen Informationen und Unterlagen für die Ausweiserstellung.

4.2 Informationen zur Versicherung für Aussteller von Energieausweisen

Aussteller müssen für Energieausweise eine Fülle von Daten des Gebäudes aufnehmen und fachmännisch beurteilen. Hier können Fehler oder Fehleinschätzungen unterlaufen, für die der Aussteller möglicherweise haftbar ist. Daher sollten Aussteller von Energieausweisen über eine geeignete Versicherung verfügen, bei der Schadensersatzansprüche, die im Zusammenhang mit der Erstellung von Energieausweisen entstehen, in den Versicherungsschutz eingeschlossen sind.

Die dena empfiehlt daher Ausstellern, sich über die Haftungsrisiken zu informieren und rechtzeitig für eine gute Absicherung zu sorgen. In welchen konkreten Fällen welches Haftungsrisiko besteht, lässt sich allerdings aufgrund der neuen Rechtslage und der noch fehlenden gerichtlichen Urteile zum heutigen Zeitpunkt nicht abschließend feststellen. Die dena hat folgende Fragestellungen beleuchtet:

- Welche Haftungsrisiken bestehen für Aussteller von Energieausweisen und wie können diese entsprechend abgesichert werden?
- Welche Schäden können durch einen fehlerhaften Energieausweis entstehen?
- Welche Versicherung empfiehlt sich für Aussteller von Energieausweisen?

Welche Schäden können durch einen fehlerhaften Energieausweis entstehen?

Durch Fehler im Energieausweis können dem Auftraggeber oder Dritten, wie z. B. dem Käufer einer Immobilie, direkte und indirekte (bzw. mittelbare und unmittelbare) Vermögensschäden und/oder Sachschäden entstehen. Schäden können hauptsächlich dann entstehen, wenn der Energieausweis falsch berechnet oder die Datengrundlage zur Ausstellung falsch angesetzt worden ist. Die Grenzen zwischen „richtig“ und „falsch“ sind beim Energieausweis nicht immer eindeutig zu definieren. Man kann jedoch davon ausgehen, dass eine falsche Berechnung vorliegt, wenn z. B. ganze Bauteile nicht in die Berechnung mit eingegangen sind, die energetische Bewertung von Bauteilen erheblich von dem tatsächlichen Zustand abweicht oder gesetzliche Regelungen nicht befolgt worden sind.

Welche Versicherung empfiehlt sich für Aussteller von Energieausweisen?

Eine Haftpflichtversicherung sichert den Energieausweis-Aussteller in dem vom Versicherungsvertrag umfassten Rahmen grundsätzlich gegenüber gesetzlichen Ansprüchen ab. Der Rahmen der versicherten Aktivitäten ist aber jeweils ganz unterschiedlich gefasst, je nachdem, ob es sich um eine Berufshaftpflicht-, eine Betriebshaftpflicht- oder eine private Haftpflichtversicherung handelt. Eine allgemeine Aussage zu den versicherten Aktivitäten lässt sich nicht treffen, da alle Versicherungen unterschiedliche Versicherungsbedingungen verwenden.

Ebenfalls jeweils unterschiedlich ist bei den Versicherungen der Umfang der Haftung, d. h., welche Schäden konkret übernommen werden: Sachschäden, Vermögensschäden, reine Vermögensschäden, Personenschäden usw. Auch diesbezüglich bestehen Unterschiede von Versicherung zu Versicherung.



Kontaktieren Sie Ihre Haftpflichtversicherung und verhandeln Sie über eine Ausweitung Ihres Versicherungsschutzes, der die Haftungsrisiken, die im Rahmen der Energieausweis-Erstellung auftreten, mit einschließt.

Unabhängig davon, welcher Haftpflichtversicherungstyp vorliegt, kommt es bei der Versicherung von Schäden aus der Tätigkeit des Energieausweis-Ausstellers grundsätzlich darauf an, dass der Versicherungsschutz ausdrücklich mindestens folgende Punkte beinhaltet:

- I 1. Nennung der beruflichen Tätigkeit „Energieausweis-Ausstellung“**
Wenn im Vertrag nicht eindeutig die ausgeführte Tätigkeit benannt ist, bleibt im Zweifelsfall ein zu großer Interpretationsspielraum.
- I 2. Abdeckung reiner Vermögensschäden**
Reine Vermögensschäden sind für eine Haftung des Energieausweis-Ausstellers maßgeblich. Mögliche Haftungsrisiken wirken sich regelmäßig als reine Vermögensschäden aus, ohne zunächst zu einem Personen- oder Sachschaden zu führen. Für den Haftpflichtversicherungsschutz des Energieausweis-Ausstellers ist es wichtig, dass beim Versicherungsschutz auch reine Vermögensschäden umfasst sind.

In jedem Fall kann aber eine richtige Absicherung nur konkret im Einzelfall mit dem Versicherer geklärt werden.



Berechnung



Hier steht's:
Anlage 9 GEG

4.3 Tabellenwerte für die Berechnung der CO₂-Emissionen

Im Energieausweis müssen die CO₂-Emissionen auf Seite 2 des Formulars für Bedarfsausweise bzw. auf Seite 3 des Formulars für Verbrauchsausweise ausgewiesen werden. Die Orientierung an CO₂-Emissionswerten gewinnt zunehmend an Bedeutung, um die Nachhaltigkeit über den gesamten „Lebenszyklus“ eines Gebäudes abzubilden. Die seit 2022 amtierende Bundesregierung kündigte im Koalitionsvertrag 2021 ein Förderprogramm an, das insbesondere die Treibhausgasemissionen pro m² Wohnfläche fokussiert.

Die Berechnung der Treibhausgase erfolgt aus dem CO₂-Emissionsfaktor der Energieträger in g/kWh und anhand des Endenergiebedarfs für Heizung, Warmwasser und Lüftung bei Wohngebäuden, bei Nichtwohngebäuden für Heizung, Warmwasser, Beleuchtung, Lüftung und Kühlung. Für die Berechnung können die Emissionswerte der einzelnen Energieträger gemäß nachfolgender Tabelle aus Anlage 9 des GEG entnommen werden.

Nummer	Kategorie	Energieträger	Emissionsfaktor in g CO ₂ -Äquivalent/kWh
1	Fossile Brennstoffe	Heizöl	310
2		Erdgas	240
3		Flüssiggas	270
4		Steinkohle	400
5		Braunkohle	430
6	Biogene Brennstoffe	Biogas	140
7		Biogas, gebäudenah erzeugt	75
8		Biogenes Flüssiggas	180
9		Bioöl	210
10		Bioöl, gebäudenah erzeugt	105
11		Holz	20
12	Strom	netzbezogen	560
13		gebäudenah erzeugt (aus Photovoltaik oder Windkraft)	0
14		Verdrängungsstrommix	860
15	Wärme, Kälte	Erdwärme, Geo-/Solarthermie, Umgebungswärme	0
16		Erdkälte, Umgebungskälte	0
17		Abwärme aus Prozessen	40
18		Wärme aus KWK, gebäudeintegriert oder gebäudenah	nach DIN V 18599-9: 2018-09
19		Wärme aus Verbrennung von Siedlungsabfällen (unter pauschaler Berücksichtigung von Hilfsenergie und Stützfeuerung)	20
20	Nah-/Fernwärme aus KWK mit Deckungsanteil der KWK an der Wärmeerzeugung von mindestens 70 Prozent	Brennstoff: Stein-/Braunkohle	300
21		Gasförmige und flüssige Brennstoffe	180
22		Erneuerbarer Brennstoff	40
23	Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	Brennstoff: Stein-/Braunkohle	400
24		Gasförmige und flüssige Brennstoffe	300
25		Erneuerbarer Brennstoff	60

Tab. 14: CO₂-Emissionsfaktoren nach Anlage 9 GEG

5 Anhang

5.1 Glossar

5.1.1 Gebäudehülle



Gebäudehülle

Allgemein

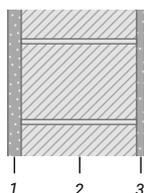
Thermische Hülle

Die thermische Hülle, auch wärmedämmende Hüllfläche oder wärmeübertragende Umfassungsfläche genannt, ist die Grenzfläche zwischen den beheizten Räumen und der unbeheizten Umgebung (Außenluft, Keller, Erdreich). Je größer die thermische Hüllfläche ist, desto mehr Wärme wird nach außen abgegeben. Die Flächen werden getrennt nach Lage, thermischer Qualität und Umgebungstemperatur aufgenommen.

Außenwände

Einschalige Außenwand

Unter einschaligen Wänden versteht man Wände, die aus mehreren Schichten bestehen können und die neben der Statik auch die Wetter-, Feuchte- und Wärmeschutzfunktionen übernehmen. Im Bestand sind diese typischerweise gemauert und bestehen aus Bruchsteinen, Bimsvollsteinen, Voll-, Gitter-, Hochlochziegeln, Hohlblocksteinen, Kalksandsteinen usw.



- 1 Außenputz
- 2 Mauerwerk
- 3 Innenputz

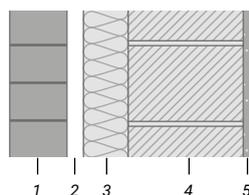
Abb. 66: Außenwand, einschalig

Mehrschalige Wände/Zweischalenmauerwerk

Zweischaliges Mauerwerk kann grundsätzlich mit oder ohne Hinterlüftung ausgeführt werden.

Vormauerschale mit Hinterlüftung

Zweischaliges Mauerwerkskonstruktion, bei der die gemauerte Außenschale (Vormauerschale) den Schutz für die dahinter liegende Schale übernimmt. Insbesondere im norddeutschen Raum findet man im Bestand häufig zweischaliges Mauerwerk mit einem Luftspalt (ohne Dämmung) mit oder ohne Belüftungsschlitze. Eine nachträgliche Dämmung unter Erhaltung der Außenansicht erfolgt hier durch Einblasen von Dämmstoffen. Die tragende Schale (Hintermauerschale) besteht aus massiven oder porierten Steinen, auf die ab den 1980er-Jahren eine Wärmedämmschicht aufgebracht wurde. Diese gedämmten Varianten gibt es sowohl mit als auch ohne Hinterlüftung.



- 1 Verblendmauerwerk (Vormauerschale)
- 2 Luftschicht
- 3 Dämmschicht
- 4 Mauerwerk (Hintermauerschale)
- 5 Innenputz

Abb. 67: Vormauerschale, hinterlüftet

Verblend-/Sichtmauerwerk

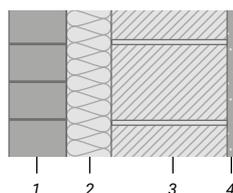
Unverputztes Mauerwerk, das aus frostbeständigen Materialien wie Klinker oder Kalksandstein gefertigt ist.

Klinker (Vormauerklinker, Verklinkerung)

Ziegel, die unter so hohen Temperaturen gebrannt sind, dass durch den beginnenden Sinterprozess die Poren des Brenngutes geschlossen werden. Klinker nehmen kaum Wasser auf und sind sehr hart, dicht und sehr widerstandsfähig. Aus diesem Grund sind sie besonders für Verblendmauerwerk geeignet.

Vormauerschale („Kerndämmung“) ohne Hinterlüftung

Bei dieser Variante ohne Hinterlüftung ist der gesamte Raum zwischen den Schalen mit einer Wärmedämmung gefüllt. Diese muss feuchtebeständig sein.

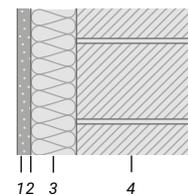


- 1 Verblendmauerwerk (Vormauerschale)
- 2 Dämmschicht
- 3 Mauerwerk (Hintermauerschale)
- 4 Innenputz

Abb. 68: Vormauerschale, Kerndämmung

Wärmedämmverbundsystem („Thermohaut“)

Wärmedämmverbundsysteme stellen ein kombiniertes Klebe-, Montage- und Beschichtungssystem dar. Wärmedämmende Materialien (Polystyrol, Steinwolle, Holzwolle-Leichtbauplatten, Kork usw.) werden auf den Außenwänden eines Gebäudes befestigt (mit Klebemörtel, Dübeln oder Halteleisten). Die Dämmung wird anschließend mit einer Beschichtung versehen. Diese Beschichtung besteht aus einem Unterputz mit Armierungsgewebe und einer Schlussbeschichtung (Putz, keramische Bekleidung), die möglichst wasserabweisend (hydrophob) und dennoch wasserdampfdurchlässig (diffusionsoffen) sein sollte. Der Begriff Verbundsystem bringt zum Ausdruck, dass die einzelnen Komponenten des Systems ein aufeinander abgestimmter Verbund sind.



- 1 Außenputz
- 2 Armierungsgewebe
- 3 Dämmschicht
- 4 Mauerwerk
- 5 Innenputz

Abb. 69: Wärmedämmverbundsystem

Armierungsputz

Wird benötigt bei der Überarbeitung von Fassadenrissen oder wenn die Gefahr der Rissbildung besteht. Weiterhin ist Armierungsputz Teil eines Wärmedämmverbundsystems.

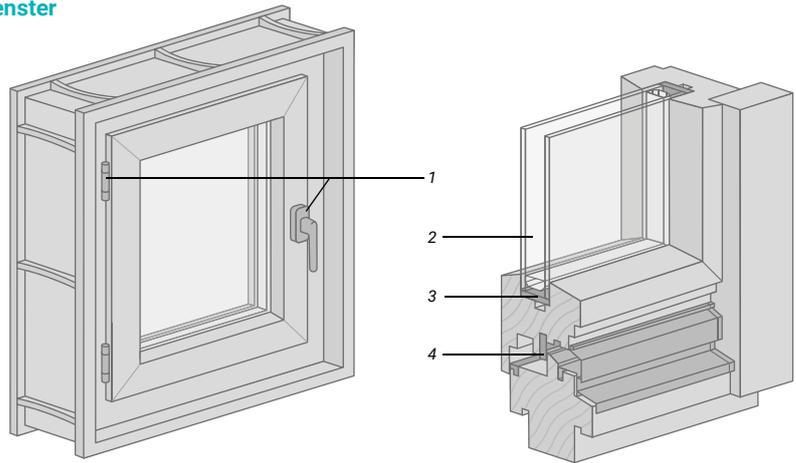
Wärmedämmputz

Wird bei der Modernisierung von Außenfassaden eingesetzt und besteht im Wesentlichen aus einem Grundputz, dem Zuschlagstoffe wie Perlite, Bimsstein oder Polystyrolkugeln zugesetzt werden, um den Wärmedurchgang zu verringern. Aufgrund der geringen Putzstärken und des geringen Anteils an Leichtzuschlagstoffen ist die Dämmwirkung des Wärmedämmputzes im Vergleich zum Aufbringen von Dämmplatten jedoch gering.

Perimeterdämmung

Wärmedämmung, die den Gebäudesockel bzw. den Keller von außen umschließt (lat. *perimeter* = Umfang). Sie bildet einen zusätzlichen Schutz der Abdichtung vor mechanischer Beschädigung. Wichtig für die Auswahl der Dämmstoffe sind eine geringe Wärmeleitfähigkeit, eine geringe Wasseraufnahme und eine hohe Druckfestigkeit. Perimeterdämmungen werden daher oft mit Hartschaumdämmplatten aus extrudiertem Polystyrol (XPS) ausgeführt.

Fenster



- 1 Beschlag
- 2 Scheibenzwischenraum
- 3 Randverbund
- 4 Falzdichtung

Abb. 70: Fenster

Doppelverglasung

Eine Doppelverglasung besteht aus zwei hintereinanderliegenden einfachen Glasscheiben.

Isolierverglasung

Eine Isolierverglasung besteht aus mindestens zwei Glasscheiben, die am Glasrand über einen Abstandhalter luft- und feuchtigkeitsdicht miteinander verbunden sind. Der Scheibenzwischenraum ist mit trockener Luft oder einem Gemisch aus Edelgasen gefüllt.

Wärmeschutzverglasung

Eine Glasscheibe wird mit einer hauchdünnen unsichtbaren Silber- oder Halbleiterschicht bedampft. Sie lässt die kurzwelligigen Lichtstrahlen in den Wohnraum hinein und reflektiert die langwelligigen Wärmestrahlen aus dem Wohnraum wieder nach innen. Um den Wärmedurchgang durch Wärmeleitung und -konvektion zu reduzieren, ist der Scheibenzwischenraum meist mit einem Edelgas (Argon oder Krypton) gefüllt. Wärmeschutzverglasungen bieten einen bis zu dreimal besseren Wärmeschutz als die bis Mitte der 1990er-Jahre verwendeten Isolierverglasungen. Das Vorhandensein von Wärmeschutzverglasung lässt sich mithilfe eines Feuerzeugs feststellen. Die bedampfte Scheibe ist anhand einer anderen Reflexionsfarbe (Blau, Grün, Violett) zu erkennen.

Verbundfenster

Beim Verbundfenster besteht der Flügelrahmen aus einem Verbund zweier Rahmen. Bei den bis in die 1970er-Jahre verwendeten Verbundfenstern besteht der Flügelrahmen aus zwei Holzrahmen, die jeweils eine einzelne Scheibe aufnehmen. Der Zwischenraum wird nur im Bedarfsfall (Fensterputzen, Streichen) geöffnet. Holz-/Alu-Verbundfenster bestehen aus einem Holzflügelrahmen und einem Aluminiumprofil als Witterungsschutz.

3-Scheiben-Isolierverglasung

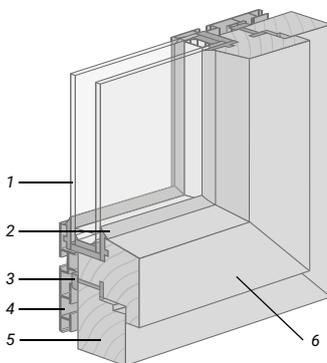
Bei einer 3-Scheiben-Isolierverglasung sind die beiden Zwischenräume zwischen den Scheiben mit einem Edelgas (z. B. Krypton) gefüllt, das eine schlechtere Wärmeleitfähigkeit hat als Luft und damit eine dämmende Wirkung. Zwei der Scheiben sind zudem mit Metalldampf beschichtet. Diese Beschichtung reflektiert langwelliges Infrarotlicht und verbessert dadurch die Wärmedämmung. Bei einer 3-Scheiben-Verglasung werden U-Werte unter 1 erreicht.



Feuerzeugflamme gelb blau gelb gelb

Abb. 71: 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung

Bildquelle: Ralf Maus – Sachverständiger Glas



- 1 Isolierglas
- 2 Glasabdichtung
- 3 Falzdichtung
- 4 Aluminiumschale
- 5 Blendrahmen Holz
- 6 Flügelrahmen Holz

Abb. 72: Verbundfenster

Decken

Fehl-/Blindboden/Einschubdecke

Wird bei einer Holzbalkendecke zur Verbesserung der Trittschall- und der Wärmedämmung eingebracht. An der Unterseite der Decke ist zwischen den Deckenbalken eine Bretterlage befestigt. Der Hohlraum, der auf diese Weise zwischen oberer Diele und unteren Brettern entsteht, ist im Bestand aus Schall-, Wärme- und Brandschutzgründen mit Strohlehmwickeln, Lehmschlag, Schlacke, Asche, Sand, Bimssteinen o. Ä. verfüllt.

Holzbalkendecke

Holzbalkendecken bestehen aus gesägten oder behauenen Balken, die die tragende Schicht bilden. Die Balken liegen auf den Außenwänden und den tragenden Innenwänden auf, ggf. auch auf speziellen Kragsteinen, die aus der Wand innen hervorragen. Holzbalkendecken waren bis etwa 1940 bei Mehrfamilienhäusern üblich, bei Einfamilienhäusern bis etwa 1960. Danach baute man Decken aus Stahlbeton. Zwischen den Balken befindet sich die Füllung. Sie kann aus Lehmwickeln (häufig bei Fachwerkhäusern), Hochofenschlacke oder Sand (auf einem Blindboden aus Brettern) bestehen. Den oberen Abschluss, also die begehbare Fläche der Holzbalkendecke, bildet in der Regel der Dielenboden.

Heizestrich/Fußbodenheizung

Schwimmender Estrich, der der Aufnahme von Heizelementen für die Raumheizung sowie der Wärmespeicherung dient. Die Heizelemente können folgende Lage haben:

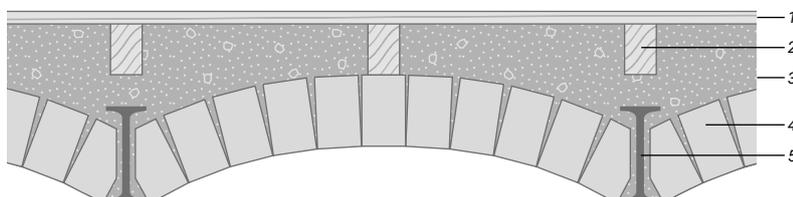
1. innerhalb der Estrichschicht
2. innerhalb der Dämmschicht
3. innerhalb der separaten Estrichausgleichsschicht

Stahlbetondecke

Seit den 1950er-Jahren wurden im Wohnungsbau zunehmend Stahlbetondecken verwendet. Heute werden sie bei Wohngebäuden im Neubaubereich überwiegend eingesetzt. Sie stellen eine Verbundkonstruktion aus Stahlstäben oder -matten und Beton dar. Der Stahl dient als Bewehrung und hat die Hauptaufgabe, die auf die Decke wirkenden Zugkräfte zu übernehmen. Der Beton dagegen übernimmt die Druckkräfte. Stahlbeton verfügt über hervorragende Lastaufnahmefähigkeiten (ob Zug- oder Druckkräfte). Die Stahlbetondecke kann unabhängig vom Gebäudegrundriss erstellt werden. Inzwischen werden auch zunehmend vorgefertigte oder teilvorgefertigte Deckenelemente aus Stahlbeton verwendet, die eine gleichbleibende Qualität und einfachere Bauabläufe gewährleisten.

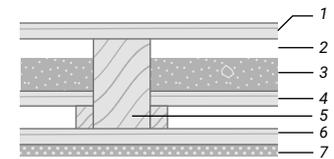
Kappengewölbe

Kappengewölbe finden sich häufig als Kellerdecken im Bestand. Sie bestehen aus Gewölbekappen mit verhältnismäßig geringen Bauhöhen (Stich = 1/6 bis 1/12 der Spannweite). Das Preußische Kappengewölbe bildet im Querschnitt einen Segmentbogen. Preußische Kappen werden nicht nur zwischen Mauerwerk gespannt, sondern auch – als Mittelfelder – zwischen Stahlträger gemauert, die wiederum auf den tragenden Wänden aufliegen. Die Kappen werden aus Vollziegeln gemauert und die Oberseite des Gewölbes wird mit einer Schlackefüllung aufgefüllt. Den oberen Abschluss der Deckenkonstruktion bilden in der Regel auf Lagerhölzern aufliegende Dielen.



- 1 Hobeldielen
- 2 Lagerhölzer
- 3 Schlackefüllung
- 4 gemauertes Kappengewölbe (Vollziegel)
- 5 Stahlträger

Abb. 76: Kappengewölbe



- 1 Hobeldielen
- 2 Luftschicht
- 3 Sand/Steinkohleschlacke/Strohlehm
- 4 Schwartenbretter
- 5 Deckenbalken
- 6 Holzschalung
- 7 Putz auf Putzträger

Abb. 73: Holzbalkendecke

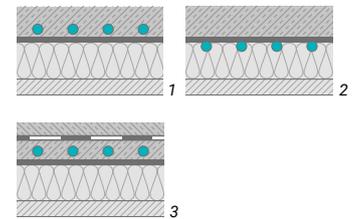
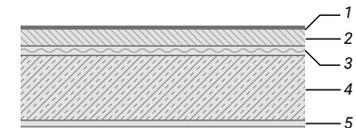


Abb. 74: Fußbodenheizung



- 1 Bodenbelag
- 2 Estrich
- 3 Mineralfasermatte (Trittschalldämmung)
- 4 Stahlbetonvollplatte
- 5 Kalkgipsputz

Abb. 75: Stahlbetondecke

Schrägdächer

Dach

Dächer lassen sich nach ihrer Form einteilen. Viele Dächer sind jedoch Kombinationen aus verschiedenen Formen.

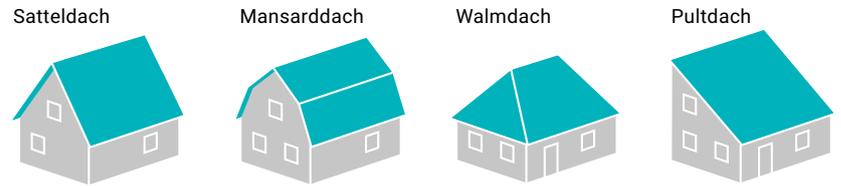


Abb. 77: Dachformen

Dachstuhl

Tragende Konstruktion eines Dachs. Es werden, je nach den statischen Erfordernissen, verschiedene Konstruktionsformen, z. B. das Pfettendach, das Kehlbalkendach und das Sparrendach, unterschieden.

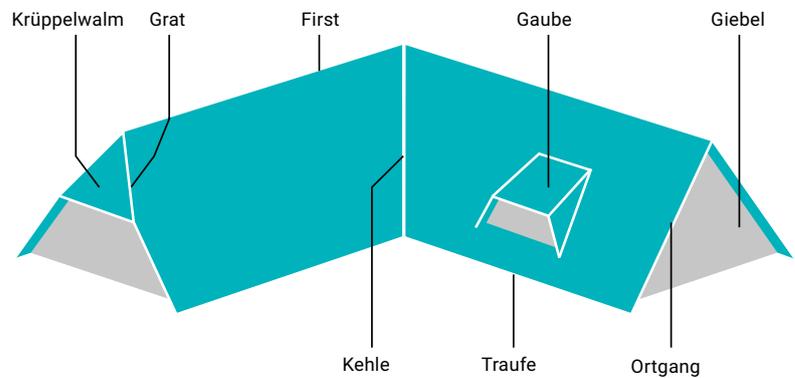


Abb. 78: Dachelemente

Sparren-/Kehlbalkendach

Sparren- und Kehlbalkendächer benötigen keine Stützen im Raum, die auftretenden Kräfte werden ausschließlich über die Außenwände abgefangen.

Das Kehlbalkendach ist eine Weiterentwicklung des Sparrendachs. Durch den zusätzlichen Kehlbalken lassen sich größere Spannweiten zwischen 9 und 14 m herstellen. Die Kehlbalkenlage kann offen oder als Decke ausgebildet sein. Der Raum über der Kehlbalkendecke wird als Spitzboden bezeichnet.

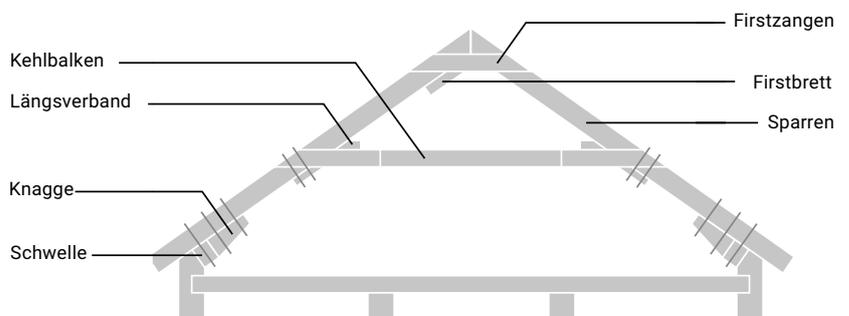


Abb. 79: Sparrendach

Pfettendach

Beim Pfettendach werden auf den tragenden Außenwänden Balken (Fußpfetten) angebracht, auf die die Sparren aufgelegt werden. Beim einfachen Pfettendach liegen die Sparren zusätzlich auf einer Pfette im First (Firstpfette) auf (Spannweiten bis 10 m). Beim sogenannten zweifach stehenden Stuhl liegen die Sparren auf der Fußpfette und einer Mittelpfette auf und kragen über diese bis zum First aus (Spannweiten bis 14 m). Beim dreifach stehenden Stuhl wird zusätzlich zur Mittelpfette noch eine Firstpfette eingebaut (Spannweiten über 14 m). Mit dem Pfettendach können sehr komplexe Dachformen gebaut werden.

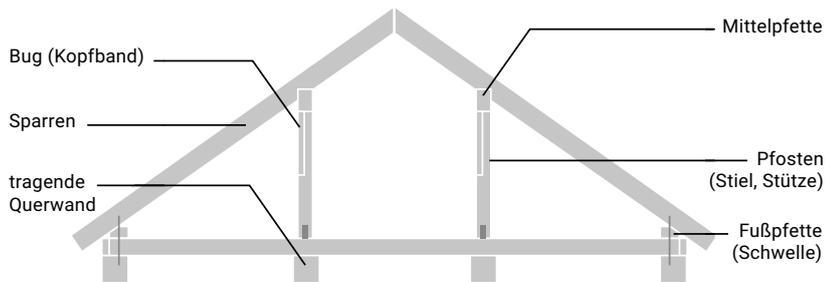


Abb. 80: Pfettendach

Drempel (Kniestock)

Die an der Traufseite eines Hauses aufgemauerte Außenwand, auf der die Dachkonstruktion aufgelegt wird. Je höher der Kniestock bzw. Drempel ist, desto mehr Fläche steht unter den Dachschrägen als Wohnraum zur Verfügung.

Dachgauben

Dachaufbau, der das Einsetzen senkrechter Dachfenster ermöglicht. Die Dachgaube dient zur Belichtung und Belüftung der Dachräume. Neben den Grundtypen findet man in der Praxis eine Reihe von Sonder- und Mischformen.



Abb. 81: Beispiele von Dachgauben

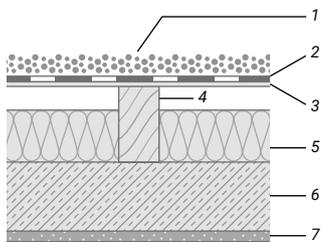
Flachdächer

Kalt-/Warm-/Umkehrdach

Ein Kaltdach ist ein zweischaliges belüftetes Flachdach. Über der tragenden Deckenkonstruktion und der Wärmedämmung befindet sich zunächst ein Zwischenraum, durch den die Luft zirkulieren kann. Dann erst folgt die Abdichtungsschicht, die in der Regel mit einer Kiesschüttung beschwert ist. Durch die zirkulierende Luft kann Kondensationsfeuchtigkeit abtrocknen. Das Kaltdach ist gegenüber dem Warmdach jedoch aufwendiger in der Erstellung.

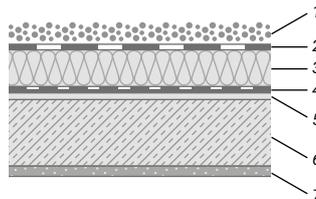
Beim Warmdach handelt es sich dagegen um ein einschaliges unbelüftetes Flachdach, bei dem die Dachkonstruktion in sich ein Verbundelement bildet. Die Anforderungen an die bauphysikalischen Eigenschaften der einzelnen Schichten sind gegenüber dem Kaltdach deutlich höher.

Beim Umkehrdach befindet sich die Dämmung (abgedeckt z. B. durch eine Kiesschüttung) oberhalb der Abdichtung und schützt sie so besser vor UV-Strahlung und Witterungseinflüssen. Eine Dampfsperre ist nicht mehr notwendig. An die Wärmedämmung werden erhöhte Anforderungen gestellt. Sie muss verrottungs-, form-, wasser- und frostbeständig sowie trittfest ausgebildet sein. Um Wärmebrücken zu vermeiden, muss sie maßgenau verlegt sein.



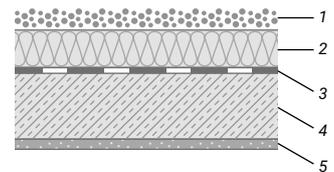
- 1 Kiesschüttung
- 2 Dachabdichtung
- 3 Schalung
- 4 Sparren
- 5 Wärmedämmung
- 6 Geschossdecke
- 7 Innenputz

Abb. 82: Kaltdach



- 1 Kiesschüttung
- 2 Dachabdichtung
- 3 Wärmedämmung
- 4 Dampfsperre
- 5 Ausgleichsschicht
- 6 Geschossdecke
- 7 Innenputz

Abb. 83: Warmdach



- 1 Oberflächenschutz
- 2 Wärmedämmung
- 3 Dachabdichtung
- 4 Geschossdecke
- 5 Innenputz

Abb. 84: Umkehrdach

Zwischensparrendämmung

Bei der Zwischensparrendämmung wird der Raum zwischen den Sparren gedämmt. Die Zwischensparrendämmung stellt die günstigste Dämmvariante dar. Bei unsachgemäßem Einbau können Wärmebrücken (zwischen Sparren und Dämmung) entstehen.

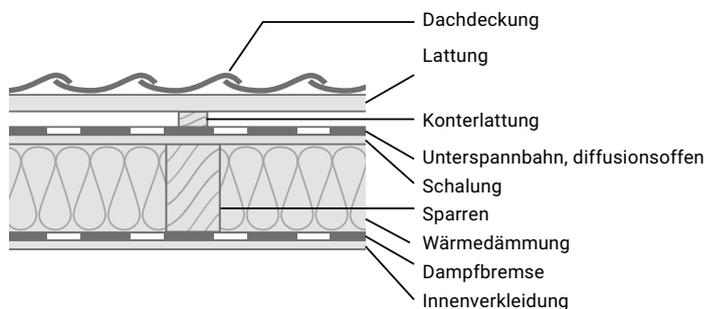


Abb. 85: Zwischensparrendämmung

Wärmedämmung auf den Sparren

Die Dämmung wird von außen auf die Sparren aufgebracht. Die Aufsparrendämmung vermeidet Wärmebrücken, die z. B. bei der Zwischensparrendämmung durch den Sparren entstehen. Die Aufsparrendämmung wird auch häufig mit der Zwischensparrendämmung kombiniert.

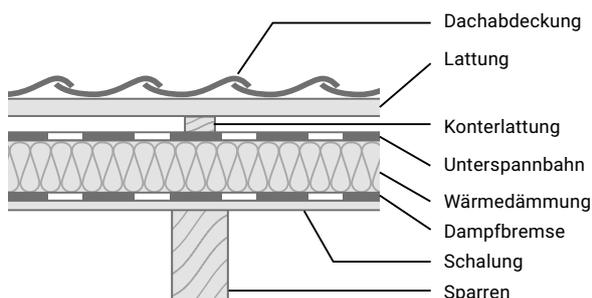


Abb. 86: Aufsparrendämmung

Unterspannbahn/Unterdach

Unterspannbahnen sind reißfeste Kunststofffolien mit einer hohen Dampfdiffusionsdurchlässigkeit. Sie halten Schlagregen und Flugschnee von der Konstruktion ab. Unterspannbahnen werden unter einer Konterlattung gespannt oder frei durchhängend angebracht.

Unterdächer kommen bei erhöhten Anforderungen an die Schlagregensicherheit zum Einsatz. Sie werden unterhalb oder oberhalb der Konterlattung angebracht und bestehen aus Holzschalungen, bituminierten Holzweichfaserplatten sowie Dichtungs- und Schweißbahnen.



5.1.2 Bauphysik

Dampfdiffusionswiderstand s_d -Wert oder μ -Wert

Maß der Durchlässigkeit eines Baustoffs für Wasserdampf. Dimensionsloser Stoffkennwert, der angibt, wie viel mal größer der Diffusionsdurchlasswiderstand des Stoffes gegenüber Wasserdampf ist als der einer gleich dicken ruhenden Luftschicht gleicher Temperatur (diffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d). Die DIN 4108 unterscheidet Schichten bzw. Bauteile durch den s_d -Wert in diffusionsoffene ($s_d < 0,5 \text{ m}$), diffusionshemmende ($0,5 < s_d < 1.500 \text{ m}$) und diffusionsdichte Schichten ($s_d \geq 1.500 \text{ m}$).

Dampfsperre

Diffusionsdichte Bauteilschicht, die das Eindringen von Feuchtigkeit aus dem warmen Innenraum in Bauteile oder Wärmedämmung verhindern soll. Sie muss immer an der Warmseite, d. h. auf der Raumseite des Bauteils, angeordnet werden.

Taupunkt

Temperatur, bei der die relative Luftfeuchtigkeit 100 Prozent erreicht. Wird diese Taupunkttemperatur unterschritten, kondensiert Feuchtigkeit aus der Luft aus (Tau-, Kondenswasser).

Hinterlüftung

Hinterlüftung ist die Bezeichnung für einen beabsichtigten und belüfteten Hohlraum hinter oder zwischen Bauteilen oder deren Schichten. In der Regel gibt es eine Hinterlüftung zwischen Dämmschicht und Verkleidung zum Abtransport von Feuchte, denn eine feuchte Dämmung verliert ihre Dämmeigenschaften. Im Dachbereich liegt beim Kalddach die Hinterlüftung der Dachaußenhaut auf der Dachlatten- bzw. Konterlattungsebene. Auch zwischen raumseitiger Unterspannbahn und Wärmedämmschicht wird üblicherweise Luft gelassen, nur bei extrem diffusionsoffener Unterspannbahn kann darauf verzichtet werden.

Rohdichte

Die Rohdichte bezeichnet das Verhältnis von Masse zu Stoffvolumen (inklusive aller Luft- bzw. Gaseinschlüsse). Die Rohdichtebestimmung für einen Bestandsbaustoff kann anhand von Materialproben auch selbst durchgeführt werden. Eine Stoffprobe wird gewogen und ihr Volumen bestimmt. Letzteres erfolgt z. B. durch das Messen von verdrängtem Wasser aus einem Gefäß. (Vorsicht: Poröse Baustoffe müssen dazu luftdicht verpackt werden!)

Thermoanemometer

Luftgeschwindigkeitsmesser, wird z. B. zum Auffinden von Leckagen in der thermischen Hülle genutzt.

Wärmebrücke

Stellen der Gebäudehülle, die einen wesentlich kleineren Wärmedurchlasswiderstand aufweisen als die benachbarten Wand- und Deckenteile. Sie besitzen demnach auch tiefere raumseitige Oberflächentemperaturen und bewirken einen größeren lokalen Wärmeabfluss (höhere Energieverluste). Auf diesen kühleren Oberflächen kann unter bestimmten Bedingungen feuchte Raumluft kondensieren und so zu Kondensationschäden (Schimmelbildung und Bauschäden) führen (siehe hierzu Kapitel 2.3.4).

Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient

Hinsichtlich des erhöhten Wärmeabflusses im Bereich von Wärmebrücken wird vergleichbar zum U-Wert eines Bauteils als Maß für die Wärmebrückenwirkung der Begriff des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ mit der Einheit $W/(m \cdot K)$ verwendet. Der Ψ -Wert hängt von verschiedenen Einflussgrößen ab: der Qualität der Konstruktion und den verwendeten Abmessungen sowie den U-Werten der ungestörten Bauteile.

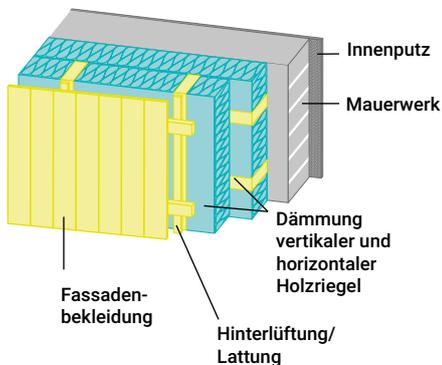


Abb. 87: Vorhangfassade

Wärmedurchlasswiderstand

Ein Material kann auch bezogen auf seinen Widerstand gegen die Wärmedurchlässigkeit berechnet werden. Die Verhältnismäßigkeit zwischen Materialdicke und Wärmeleitfähigkeit erklärt den Wärmedurchlasswiderstand ($R = d/\lambda$ in $W/(m^2 \cdot K)$). Je größer der Wärmedurchlasswiderstand, desto besser die Dämmwirkung.

Transmissionswärmeverlust

Wärmeverlust über die thermische Hülle des Gebäudes (Wände, Fenster, Decken, Böden). Der Transmissionswärmeverlust lässt sich durch eine Wärmedämmung des Hauses erheblich senken. Er ist auch in Gebäuden mit geringeren Innentemperaturen kleiner.

Lüftungswärmebedarf

Wärme, die notwendig ist, um während der Heizperiode kalte Außenluft auf Raumtemperatur zu erwärmen. Der Lüftungswärmebedarf lässt sich durch eine Reduzierung des Luftwechsels (z. B. dichte Fenster) und eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung wesentlich senken. Er nimmt auch ab, wenn die Temperaturdifferenz zwischen innen und außen geringer wird.

U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient)

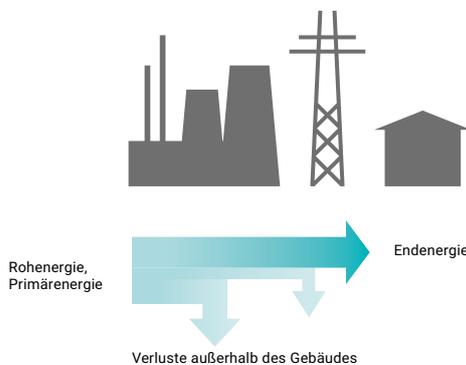
Früher k-Wert, übliches Maß für die Wärmedämmeigenschaften von Bauteilen (Einheit: $W/(m^2 \cdot K)$). Mit dem U-Wert wird der Wärmestrom angegeben, der bei 1 Kelvin Temperaturunterschied in einer Sekunde durch eine Fläche von $1 m^2$ fließt. Je kleiner der U-Wert ist, desto besser ist die wärmedämmende Wirkung des Bauteils.

5.1.3 Anlagentechnik

Allgemein

Primärenergie und Primärenergiefaktor

Die Primärenergie berücksichtigt neben dem Energiegehalt eines Energieträgers auch den Energieaufwand von der Gewinnung eines Energieträgers bis zur Bereitstellung der Endenergie beim Nutzer (Vorketten für Förderung, Aufbereitung, Umwandlung, Transport und Verteilung der betrachteten Energieträger). Die Primärenergie ist die Rohenergie. Der Primärenergiefaktor f_p drückt aus, wie viel mehr dieser Primär- oder Rohenergie eingesetzt werden muss, um die Endenergie am Gebäude bereitzustellen. Er ist das Verhältnis von Primär- zu Endenergie. Die Primärenergiefaktoren der verschiedenen Energieträger sind in Anlage 4 des GEG aufgeführt.



$$\text{Primärenergiefaktor} = \frac{\text{Primärenergieeinsatz}}{\text{Endenergie}}$$

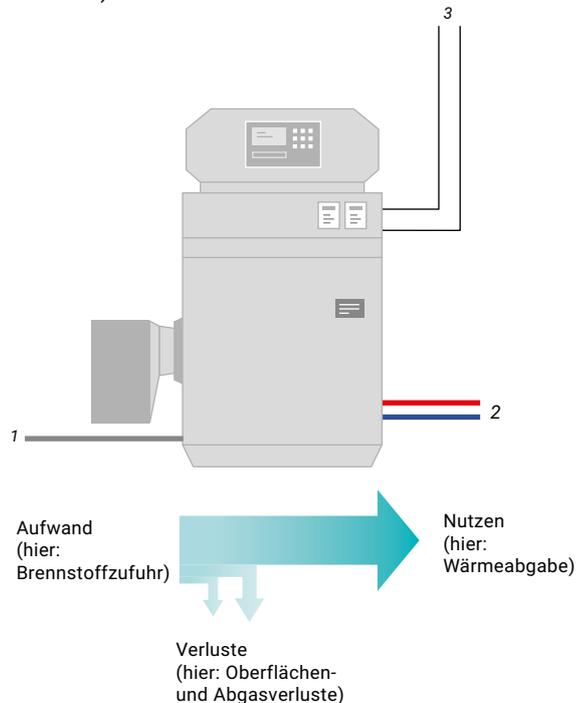
Abb. 88: Primärenergie und Primärenergiefaktor

Anlagentechnik



Aufwandszahl und Nutzungsgrad

Ein Nutzungsgrad beschreibt das Verhältnis von Nutzen zu Aufwand, eine Aufwandszahl den Kehrwert, das Verhältnis von Aufwand zu Nutzen. Bei der Energiebilanzierung werden Kessel oft mit Nutzungsgraden oder Aufwandszahlen bewertet, welche dann Kesselnutzungsgrad oder Erzeugeraufwandszahl genannt werden. Auch für Wärmepumpen, Verteilnetze, Speicher usw. können Nutzungsgrade oder Aufwandszahlen angegeben werden. Voraussetzung ist, dass die zugeführte Energiemenge und die von dieser Komponente abgegebene Energiemenge (und damit ihre Verluste) bekannt sind.



$$\text{Nutzungsgrad} = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Aufwand}}$$

$$\text{Aufwandszahl} = \frac{\text{Aufwand}}{\text{Nutzen}}$$

1 Brennstoffzufuhr

2 Wärmeabgabe

3 Abgas

Abb. 89: Nutzungsgrad und Aufwandszahl am Beispiel eines Kessels

Jahreszeitbedingte Raumheizungseffizienz (η_s)

Dieser Kennwert berücksichtigt neben der unterschiedlichen Auslastung der Geräte bei unterschiedlichen klimatischen Bedingungen auch die eingesetzte Hilfsenergie außerhalb der Wärmepumpe (z. B. Heizstab) und deren Primärenergiefaktor.

Jahresarbeitszahl (JAZ)

Die Jahresarbeitszahl einer Wärmepumpe bezeichnet das Verhältnis der abgegebenen Jahresnutzwärme zur gesamten von der Wärmepumpe aufgenommenen elektrischen Energie. Die Jahresarbeitszahl drückt die Gesamteffizienz der Wärmepumpe innerhalb eines ganzen Jahres aus. Je höher die Jahresarbeitszahl, desto effizienter arbeitet die Wärmepumpe.

Leistungszahl (COP)

Die Leistungszahl einer Wärmepumpe beschreibt das Verhältnis von erzeugter Heizleistung, an einem bestimmten Zeitpunkt und für bestimmte Temperaturverhältnisse, zu eingesetzter elektrischer Leistung. Der zugehörige Jahreswert

für den regulären Betrieb ist die Jahresarbeitszahl. Im Gegensatz zur Jahresarbeitszahl bewertet die Leistungszahl nur die Qualität des Wärmepumpenprozesses unter Prüfbedingungen.

Jahresnutzungsgrad

Der Jahresnutzungsgrad eines Kessels ist das Verhältnis von pro Jahr gelieferter Heizwärme zur benötigten Brennstoffmenge. Der Jahresnutzungsgrad drückt die Gesamteffizienz des Kessels über die Heizperiode aus und charakterisiert sowohl Verluste im Betrieb (Abgas, Strahlung) als auch Stillstandsverluste (Betriebsbereitschaftsverluste).

Kesselwirkungsgrad

Durch den Kesselwirkungsgrad wird das Verhältnis von abgegebener Wärmeleistung zu aufgenommener Brennstoffleistung, an einem bestimmten Zeitpunkt und für bestimmte Temperaturverhältnisse, beschrieben. Der zugehörige Jahreswert für den regulären Betrieb ist der Jahresnutzungsgrad. Im Gegensatz zum Jahresnutzungsgrad bewertet der Kesselwirkungsgrad die Qualität des Erzeugers unter Prüfbedingungen – ohne Betriebsbereitschaftsverluste.

Heizung

Wärmeerzeuger

Im Wärmeerzeuger wird durch Umsetzung eines Energieträgers (Brennstoff, Strom) Wärme erzeugt und auf ein Wärmeträgermedium (Wasser, Luft) übertragen (Beispiele: Heizkessel, Wärmepumpen, Solaranlage).

Nachtspeicherheizung

Einzelöfen, die nachts mit günstigem Nachtstrom „aufgeladen“, also aufgeheizt werden. Die gespeicherte Wärme wird durch thermostatgeregelte Ventilatoren tagsüber individuell dosiert an den Raum abgegeben.

Heizkessel

Wärmeerzeuger in einer Zentralheizungsanlage. Er kann in verschiedenen Bauformen und Ausführungen konstruiert sein. Im Kessel wird das umlaufende Heizwasser durch die Brennerflamme und das hindurchströmende Abgas erwärmt. Abhängig vom Brennstoff und von der verwendeten Brennertechnik werden Heizkessel unterschieden in Konstanttemperatur-, Niedertemperatur- und Brennwertkessel. Erkennungsmerkmal dieser Kessel ist beispielsweise die Abgastemperatur in der Schornsteinfegermessung: Brennwertkessel 40 bis 70 °C, Niedertemperaturkessel 100 bis 140 °C, Konstanttemperaturkessel 170 bis 230 °C.

Regelung

Das Regeln ist ein Vorgang, bei dem die zu regelnde Größe (z. B. Raumlufttemperatur) fortlaufend erfasst und mit der vorgegebenen Führungsgröße (gewollte Raumtemperatur) verglichen wird und bei dem abhängig vom Ergebnis eine Angleichung an die Führungsgröße (z. B. Wärmezufuhr) ausgelöst wird. Die Regelung ist eine technische Einrichtung, die den Betrieb einer Anlage oder eines aktiven Bauteils regelt (Beispiele: Heizungsregelung, Heizkörperthermostat).

Zentralheizungen

Sämtliche Wohnräume eines Gebäudes werden von einem zentralen Wärmeerzeuger mit Wärme versorgt. Im Wärmeerzeuger wird in der Regel Wasser erwärmt und über ein Leitungssystem zu den Heizkörpern transportiert. Bei den seit den 1970er-Jahren gebauten Heizungsanlagen treibt diesen Kreislauf eine Umwälzpumpe an. Ältere Heizungsanlagen wurden meist als Schwerkraftheizungen ohne Umwälzpumpe gebaut, häufig aber nachträglich mit Umwälzpumpen ausgestattet. Reine Schwerkraftheizungen sind im Bestand nur noch selten anzutreffen.

Einzelheizungen/Einzelöfen

Im Gegensatz zu einer Zentralheizungsanlage versteht man unter Einzelraumheizung einen Ofen innerhalb eines Raums mit eigener Abgasabführung, der in der Regel mit Holz, Kohle, Heizöl, Gas oder Strom beheizt wird.

Einrohr-/Zweirohrsysteme

Beim Einrohrsystem wird das Vorlaufwasser des Heizkreises nacheinander durch die einzelnen Heizkörper geführt. Das bedeutet, dass der Rücklauf des ersten Heizkörpers der Vorlauf des zweiten Heizkörpers ist und dessen Rücklauf der Vorlauf des darauffolgenden. Beim Zweirohrsystem sind die Heizkörper im Gegensatz zum Einrohrsystem nicht in Reihe, sondern parallel geschaltet. Somit hat jeder Heizkörper die gleiche Vorlauftemperatur.

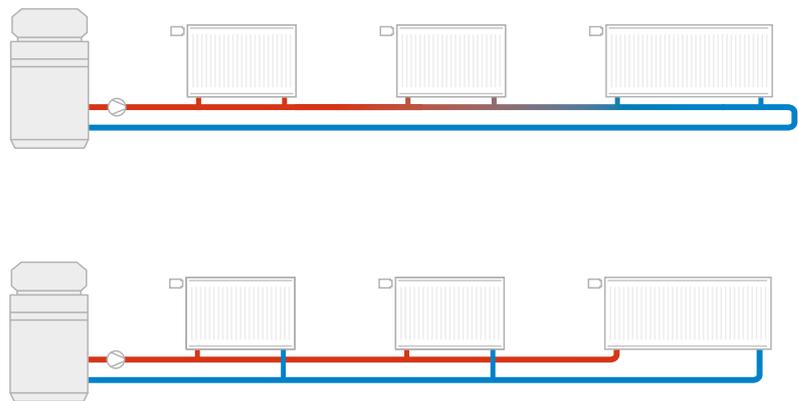


Abb. 90: Einrohr- und Zweirohrheizung

Schwerkraftheizung

Ursprüngliche und einfachste Art der Warmwasserheizung. Der Umlauf des Heizwassers wird allein durch die unterschiedliche Temperatur und damit den Unterschied der Dichte des Vorlauf- und des Rücklaufwassers hervorgerufen. Durch den unkomplizierten Aufbau der Schwerkraftheizung bei fast unbegrenzter Lebensdauer waren ihre Anlagekosten verhältnismäßig niedrig, ihre Bedienung einfach und ihr Betrieb geräuschlos. Andererseits verlangen die geringen Umtriebskräfte relativ große Rohrweiten und ermöglichen nur eine langsame Zirkulation des Heizwassers, was die Schwerkraftheizung besonders träge machte. Reine Schwerkraftheizungen sind nur noch selten im Bestand anzutreffen.

Umwälzpumpe

Die Heizungsumwälzpumpe hat die Aufgabe, die vom Wärmeerzeuger bereitgestellte Wärme (Wärmeträgermedium) an die Wärmeübergabestellen (z. B. Heizkörper, Heizflächen) zu transportieren. Es werden unregelte Pumpen (ein- und mehrstufig) und geregelte Pumpen unterschieden. Eine geregelte Pumpe verringert die Leistung bei Teillast durch Anpassung der Drehzahl. Ungeregelte Pumpen haben einen höheren Energieverbrauch als geregelte. Die Regelung auf eine ganzjährig konstante Druckdifferenz heißt Konstantregelung. Wird bei Teillast (geringe Heizwassermengen) auch die von der Pumpe aufgebaute Druckdifferenz gedrosselt, spricht man von Variabelregelung.

Konstanttemperaturkessel

Heizkessel älterer Bauart, der mit konstanten Kesselwassertemperaturen von 80 bis 90 °C betrieben wird. Konstanttemperaturkessel haben hohe Bereitschaftsverluste und damit geringe Nutzungsgrade. Sie heißen – historisch bedingt – auch Standardkessel. Diese sollten aus Effizienzgründen nicht mehr verbaut werden.

Niedertemperaturkessel

Heizkessel, die mit gleitender Kesselwassertemperatur von 40 bis 70 °C betrieben werden. Dies ermöglicht geringe Abgas- und Bereitschaftsverluste sowie höhere Nutzungsgrade. Niedertemperaturkessel passen die Vorlauftemperatur dem Bedarf an, sie wird häufig in Abhängigkeit von der Außentemperatur geregelt. An Tagen mit geringem Wärmebedarf können so die Kesselverluste reduziert werden. Es gibt diese Kessel etwa seit Anfang der 1980er-Jahre. Diese sollten aus Effizienzgründen nicht mehr verbaut werden.

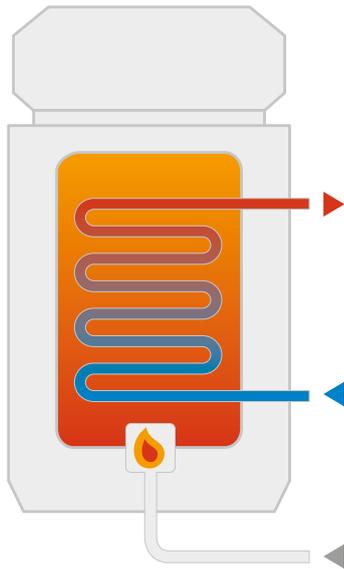


Abb. 91: Schematische Darstellung eines Niedertemperaturkessels

Brennwertkessel

Weiterentwicklung der Niedertemperaturkessel und auf dem Markt etwa seit Ende der 1980er-Jahre. Diese Kessel nutzen konstruktionsbedingt die Verdampfungswärme des bei der Verbrennung entstandenen und daher im Abgas enthaltenen Wasserdampfs (Brennwert). Wenn Wasserdampf zu Wasser kondensiert, wird eine große Wärmemenge frei. Im Brennwertkessel werden die heißen Abgase durch das Rücklaufwasser bis unter den Taupunkt abgekühlt, sodass sowohl die sensible (fühlbare) als auch die latente (nicht fühlbare) Wärme genutzt werden kann. Da bei der Wirkungsgradberechnung von Heizkesseln auf den Heizwert Bezug genommen wird, der nur den Wärmeinhalt des Brennstoffs beinhaltet, erreichen Brennwertkessel aufgrund der zusätzlichen Wärmenutzung aus den Verbrennungsgasen rechnerisch Wirkungsgrade von über 100 Prozent.

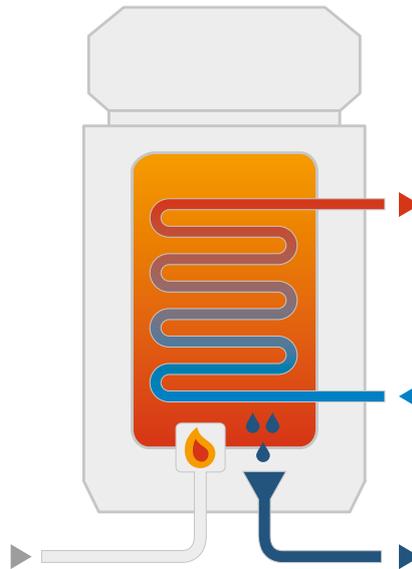


Abb. 92: Schematische Darstellung eines Brennwertkessels

Brenn-/Heizwert

Der Brennwert H_s (früher „oberer Heizwert“ H_o) gibt an, wie viel Wärmeenergie bei der Verbrennung einschließlich der im Wasserdampf enthaltenen Verdampfungswärme insgesamt frei wird. Der Energiegehalt des Wasserdampfs bleibt beim Heizwert H_i (früher „unterer Heizwert“ H_u) dagegen unberücksichtigt. Der Brennwert ist also um den Beitrag der Verdampfungswärme des in den Abgasen enthaltenen Wassers größer als der Heizwert. Sowohl der Heiz- als auch der Brennwert können für jeden Brennstoff angegeben werden.

Konstant- und Niedertemperaturkessel können maximal den Heizwert eines Brennstoffs nutzbar machen, Brennwertkessel maximal den Brennwert – durch das Abkühlen der Abgase bis zur Wasserdampfkondensation.

Solarthermische Anlagen

Unter Solarthermie (Solarwärme) versteht man die Nutzung von Sonnenenergie zur Erwärmung von Wasser oder zur Unterstützung der Heizung. Die Wärme der Sonnenenergie wird durch die Erwärmung eines Speichermediums im Solarkollektor direkt genutzt. Die einfachste Form sind schwarze, wasserführende Kunststoffschläuche als Kollektor. Die häufigste Art der Nutzung ist die Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung durch Sonnenkollektoren auf Wohnhäusern und Schwimmbädern.

Anlagen zur Nutzung von Biomasse

Als Biomasse werden alle organischen Stoffe pflanzlichen oder tierischen Ursprungs bezeichnet, aus denen sich Energie gewinnen lässt. Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energieträger wie z. B. Holzpelletkessel oder Holzhackschnittel-Anlagen werden beispielsweise mit Pellets, Brennholz und Holzhackschnitteln bestückt. Bei der Energiegewinnung wird nur so viel CO_2 frei, wie vorher in der Biomasse gebunden war.

Wärmepumpe

Die Wärmepumpe nutzt die Energie aus Außenluft, Erdreich, Wasser oder Abwärmquellen. Sie macht sie mittels eines Temperaturhubes über ein Kältemittel und den Verdichter für Heizzwecke und Trinkwassererwärmung verfügbar.

Pufferspeicher

In ihnen wird Heizwasser (kein Trinkwasser) eingelagert, um Angebot und Nachfrage von Wärme auszugleichen. Typisch bei Solaranlagen (Tag-Nacht-Ausgleich), Wärmepumpen (Abschaltzeiten) oder Holzkesseln (Brennstoffüberangebot bei großen Holzstücken).

Luftheizung

Eine Luftheizung überträgt die Wärme ausschließlich mithilfe erwärmter Luft. Um den Wärmebedarf eines Raums zu decken, muss eine ausreichende Menge erwärmter Zuluft in den Raum transportiert bzw. im Raum selbst erzeugt werden. Notwendig ist dazu bei Zentralheizungen ein entsprechendes Kanalsystem. Eine Kombination mit Systemen zur Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung ist möglich.

Blockheizkraftwerk (BHKW)

Kompaktes Kraftwerk, das gleichzeitig Strom und Heizwärme erzeugt.

Hydraulischer Abgleich

Der hydraulische Abgleich ist eine Voraussetzung für die Versorgung der Heizkörper mit der richtigen Wassermenge. In schlecht abgeglichenen Heizungssystemen sind die Volumenströme nicht an die benötigte Leistung der Heizkörper und die hydraulischen Widerstände angepasst. Die Folge: Ein Heizkörper wird nicht richtig warm, ein anderer wird zu schnell durchströmt. Dadurch ist der Rücklauf zu heiß. In einem gut abgeglichenen Heizungssystem erhält jeder Heizkörper die Heizwassermenge, die seiner Leistung entspricht, der Rücklauf ist relativ kalt.

Abgasverlust

Gibt an, wie viel Prozent der Heiz-Nennwärmeleistung mit dem Abgas verloren gehen. Er ist umso kleiner, je niedriger die Abgastemperatur und je größer der CO₂-Gehalt des Abgases ist.

Rohrwärmedämmung

Die Wärmedämmung von Rohrleitungen wird oft in Vielfachen des Rohrdurchmessers angegeben. Dabei ist bei der „einfachen Dämmung“ die Dämmstoffdicke in etwa so groß wie der Rohrdurchmesser. Diese Dämmung wird auch als 100-Prozent-Dämmung oder Dämmung nach GEG (vormals EnEV) bezeichnet. Die halbe (50 Prozent) oder die doppelte (200 Prozent) Dämmung leiten sich davon ab. Die Rohrwärmeabgabe vermindert sich mit der Dämmstoffdicke. Die Wärmedämmung von Rohrleitungen wird in Anlage 8 des GEG geregelt.

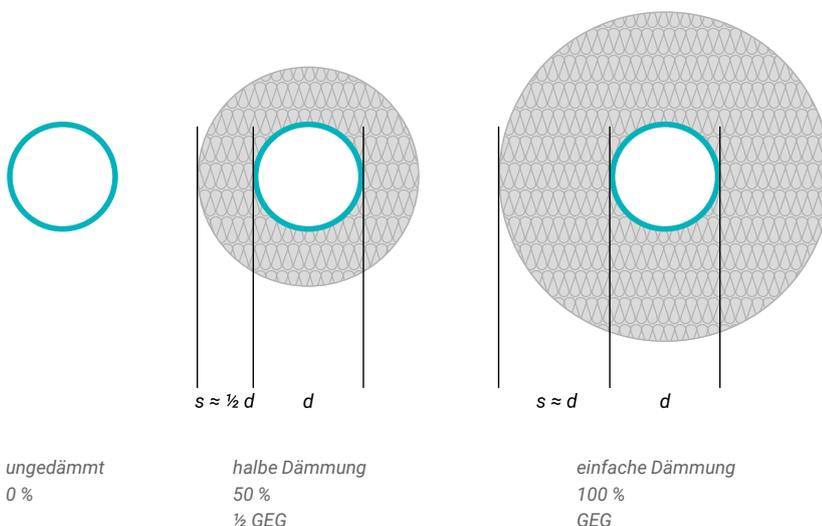


Abb. 93: Schematische Darstellung Rohrwärmedämmung

Innen und außen liegende Verteilungen

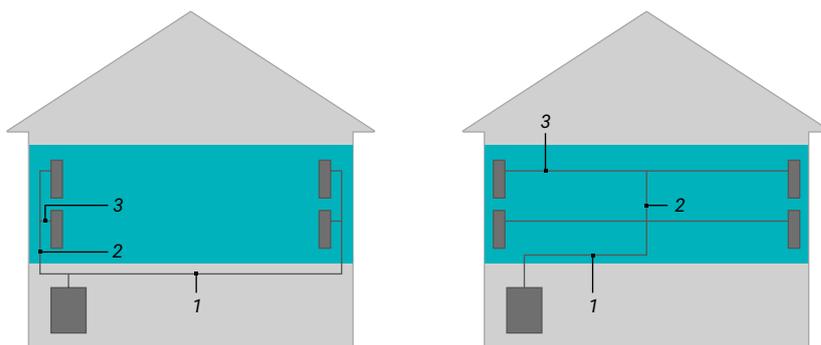
Als Verteilung wird üblicherweise eine waagerechte Leitung bezeichnet, die den Wärmeerzeuger mit den Steigesträngen verbindet. Eine innen liegende Verteilung liegt im beheizten Bereich und gibt ihre Wärme dorthin ab. Eine außen liegende Verteilung liegt außerhalb des beheizten Bereichs.

Steigestränge (Strangleitungen)

Steigestränge verbinden die Etagen einer Heizungsanlage. Steigestränge sind vertikal verlegte Verteilungen.

Anbindeleitungen

Anbindeleitungen sind die Leitungen in einer Heizungsanlage, an denen nur noch jeweils ein Heizkörper angeordnet ist. Diese Leitungen kühlen aus, wenn der Heizkörper nicht mehr durchflossen wird.



Im Altbau typisch:

- 1 außen liegende Verteilung
- 2 vertikale Steigestränge
- 3 kurze Anbindeleitungen

Im Neubau typisch:

- 1 innen liegende Verteilung
- 2 vertikale Steigestränge
- 3 lange Anbindeleitungen

Abb. 94: Verteilungen, Steigestränge und Anbindeleitungen

Wärmeübergabesysteme (Radiatoren, Konvektoren, Flächenheizungen)

Man unterscheidet freie Heizflächen, wie Heizkörper, und in Bauteile integrierte Heizflächen, wie Fußboden- oder Wandheizungen. Radiatoren sind Heizkörper mit einzelnen Rippen aus Gussmaterial oder Stahl. Durch diese Rippen strömt das Heizwasser. Die Wärmeabgabe erfolgt zu 30 bis 40 Prozent durch Strahlungswärme. Die restliche Wärmeleistung wird über Konvektion (Luftströmung) abgegeben. Konvektoren gehören auch zu den freien Heizflächen und bestehen aus wassergefüllten Rohren in Verbindung mit einer Vielzahl sogenannter Lamellen, die die Fläche vergrößern, mit der die Heizwärme auf die Raumluft übertragen wird. Die Wärmeabgabe erfolgt zu annähernd 100 Prozent über Konvektion (Luftströmung). Konvektoren sind relativ klein und lassen sich schnell den Wärmebedürfnissen anpassen. Fußboden-, Decken- und Wandheizungen sind Flächenheizungen. Die Oberflächen der mit Rohren versehenen Wände oder Fußböden wirken als großflächige Heizkörper. Die Wärmeabgabe erfolgt fast ausschließlich über Strahlung.

Einzelraumregelung

Für die Regelung der Wärmeabgabe von Heizflächen kommen Einzelraumregelungen zum Einsatz. Das sind entweder Thermostatventile (auch P-Regler, Regler ohne Hilfsstromeinsatz) oder elektronische Regler (auch PI-Regler, Regler mit Hilfsstromeinsatz). Die Regelgenauigkeit von Thermostatventilen wird als sogenannter Regelbereich angegeben. Das sind typisch 1 oder 2 K. Die gewünschte Regelgenauigkeit ist die Vorgabe für eine Heizungsplanung.

Elektronische Regler sind oft zusätzlich mit einem Zeitprogramm versehen und haben ggf. weitere Optimierungsfunktionen, z. B. Fensterkontakte, die die Wärmezufuhr durch die Heizfläche bei offenem Fenster stoppen.

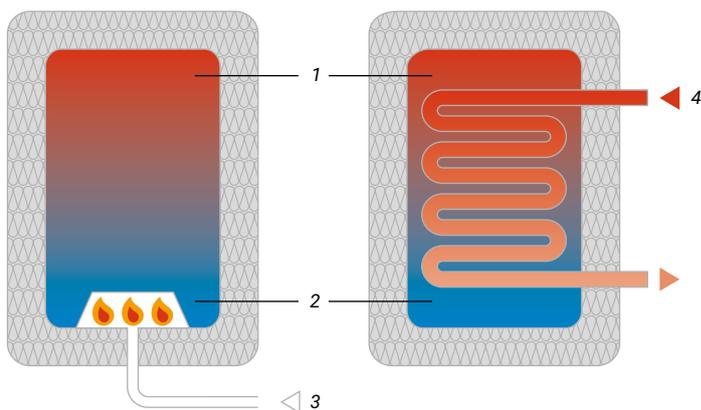
Trinkwasser

Durchlauferhitzer

Warmes Wasser im direkten Durchfluss ohne Wartezeit ist das wesentliche Merkmal von Durchlauferhitzern (Durchflusswassererwärmern). Dazu benötigen diese Warmwassergeräte eine hohe elektrische Leistung, um gleichzeitig mit der Entnahme die Wärme an das kalt zufließende Trinkwasser übertragen zu können. Die pro Minute zapfbare Warmwassermenge hängt daher von der Geräteleistung ab. Es gibt Durchlaufwassererwärmer nach dem gleichen Prinzip auch gasbetrieben.

Zentraler Speicher

Warmes Wasser wird direkt oder indirekt erwärmt und dann gespeichert. Bei Bedarf wird das warme Wasser der Zapfstelle zugeführt. Indirekt aus einer Zentralheizung mit beliebigem Wärmeerzeuger beheizte Speicher sind im Wohnungsbau typisch.



- 1 Warmwasser
- 2 Kaltwasser
- 3 Brennstoff
- 4 Heizwasser

Abb. 95: Direkt und indirekt beheizte Speicher

Zirkulationsleitung

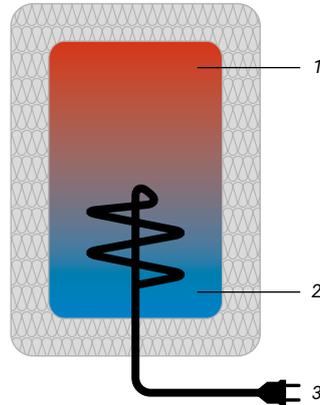
Bei langen Leitungswegen in Zentralheizungsanlagen kühlt warmes Wasser nach dem Zapfen in der Leitung ab. Die Zirkulationsleitung führt ständig warmes Wasser im Kreis und stellt damit sicher, dass sofort warmes Wasser an der Entnahmestelle zur Verfügung steht. Da die Leitungen ständig auf Zapftemperatur gehalten werden, erhöhen sich die Wärmeverluste deutlich, insbesondere bei schlecht gedämmten Zirkulationsleitungen. Aus diesem Grund empfiehlt sich der Einsatz einer Zeitschaltuhr, um Wärmeverluste z. B. in der Nacht zu verhindern. Da die Zirkulation jedoch auch zum Schutz vor Keimbildung in den Leitungen verwendet wird, sind Abschaltzeiten gezielt zu planen.

Stichleitungen

In Stichleitungen findet keine Zirkulation statt. Sie werden nur von Wasser durchflossen, wenn gezapft wird. Die Stichleitungen des Warmwassernetzes kühlen nach dem Zapfen aus. Die Stichleitungen des Kaltwassernetzes erwärmen sich langsam auf Umgebungstemperatur. In beiden Fällen sollte zur Vermeidung dieser Effekte eine gute Wärmedämmung vorgesehen werden.

Dezentrale Speicher

Werden an den Entnahmestellen installiert und sind in der Regel mit Strom betrieben (Elektrokleinspeicher).



- 1 Warmwasser
- 2 Kaltwasser
- 3 Strom

Abb. 96: Elektrokleinspeicher

Lüftung

Lüftungskonzept

Mit dem Lüftungskonzept der DIN 1946-6 soll festgestellt werden, ob zur Gewährleistung der für den Bautenschutz nötigen Lüftung zum Feuchteschutz lüftungstechnische Maßnahmen notwendig sind. Zudem werden darin Empfehlungen zu geeigneten Lüftungssystemen gegeben.

Luftwechselrate

Die Luftwechselrate ist ein Maß für den Luftaustausch in einem Raum oder einem Gebäude. Sie beschreibt das Verhältnis des ausgetauschten Luftvolumens pro Stunde bezogen auf das Raumvolumen.

Luftvolumenstrom

Gibt die Menge der Außenluft an, die in einen Raum oder ein Gebäude strömt. Dies kann z. B. durch ein Lüftungssystem oder durch Infiltration über die Gebäudehülle stattfinden. Sie wird in l/s oder m³/h angegeben.

Wärmerückgewinnung

Durch den Prozess der Wärmerückgewinnung kann bereits vorhandene thermische Energie, welche ansonsten ungenutzt abgeführt würde, wieder zu Heizzwecken nutzbar gemacht werden.

5.2 Literaturnachweis

- [1] Gemeinsame Bekanntmachung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie und des Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat: Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand vom 8. Oktober 2020, Berlin
Online zum Download auf www.gebaeudeforum.de
- [2] Institut für Bauforschung e. V.: U-Werte alter Bauteile, Arbeitsunterlagen zur Rationalisierung wärmeschutztechnischer Berechnungen bei der Modernisierung; Hannover, 2005
- [3] S. Klauß, W. Kirchhof, J. Gissel: Erfassung regionaltypischer Materialien im Gebäudebestand mit Bezug auf die Baualtersklasse und Ableitung typischer Bauteilaufbauten, Katalog regionaltypischer Materialien im Gebäudebestand mit Bezug auf die Baualtersklasse und Ableitung typischer Bauteilaufbauten, Zentrum für Umweltbewusstes Bauen e. V. Kassel (ZUB Kassel), Oktober 2009; die Forschungsarbeit wurde gefördert durch das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR-Förderkennzeichen Z6-10.07.03-06.13 / II 2-80 01 06-13)
Online zum Download auf www.gebaeudeforum.de
- [4] Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU): Deutsche Wohngebäudetypologie
- [5] VWEW Energieverlag GmbH (Hrsg.): RWE Bau-Handbuch; Frankfurt am Main, 2004
- [6] T. Loga, N. Diefenbach, J. Knissel, R. Born: (KVEP 2005) Entwicklung eines vereinfachten, statistisch abgesicherten Verfahrens zur Erhebung von Gebäudedaten für die Erstellung des Energieprofils von Gebäuden („Kurzverfahren Energieprofil“); die Untersuchung wurde gefördert durch das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung; Darmstadt, 2005
- [7] M. Balkowski: Handbuch der Bauerneuerung; Köln, 2. Auflage, 2008
- [8] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena): EnEV kompakt; Berlin, 2. Auflage, Dezember 2009
- [9] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena): Leitfaden Energieausweis Teil 3, Energieverbrauchsangabe für Wohn- und Nichtwohngebäude; Berlin, 3. Auflage, Dezember 2022
- [10] Gemeinsame Bekanntmachung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie und des Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat: Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte im Wohngebäudebestand vom 29. März 2021, Berlin
Online zum Download auf www.gebaeudeforum.de

5.3 Bildnachweis

Titelbild
shutterstock, Finecki

Bild Seite 4
shutterstock, Bilanol

Abb. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
Christian Schiebel, München

Tab. 4
Michael Balkowski, Institut Bau Energie Umwelt, Lindlar

Abb. 27, 71
Ralf Maus, Sachverständiger Glas

Tab. 10
Wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
Maßgebend für das Anwenden der DIN-Norm ist deren Fassung mit dem neuesten
Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin,
erhältlich ist.

Abb. 45, 46, 47, 50, 51, 52, 54, 56, 57, 63, 64, 65, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96

Tab. 11, 12, 13
Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften – Hochschule
Braunschweig/Wolfenbüttel

Abb. 35, 36, 37, 38
Wolfgang Nowak, München

Abb. 39, 59
Romy Reichenberger, Berlin

Abb. 60
Zentrum für Umweltbewusstes Bauen e. V. (ZUB Kassel), Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung (BBR-Förderkennzeichen Z6-10.07.03-06.13/II 2-80 01 06-13)

Impressum

Herausgeber:

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Gebäudeforum klimaneutral
Chausseestraße 128 a
10115 Berlin
Tel.: +49 (0) 30 66 777 - 0
Fax: +49 (0) 30 66 777 - 699
E-Mail: info@dena.de / service@gebaeudeforum.de
Internet: www.dena.de / www.gebaeudeforum.de



Konzept und Redaktion:

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Thomas Kwapich, Heike Marcinek,
Romy Reichenberger, Christina Sager
Überarbeitung: Dominik Monteiro Haushahn,
Peter Pannier und Lasse Schöfer

Fachliche Begleitung:

Tobias Loga, Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU)
(1. Auflage)
Dr.-Ing. Kati Jagnow, Ingenieurbüro für Energieberatung/
Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften –
Hochschule Braunschweig/Wolfenbüttel
(2. Auflage)

Autorinnen und Autoren:

Kap. 2.2/2.3
Michael Balkowski (IBEU) (1. Auflage)
Kap. 2.4
Prof. Dr. Gerhard Hausladen (TU München) (1. Auflage)
Kap. 1/2.1 /3/5
Thomas Kwapich, Christina Sager (dena) (1. Auflage)
Kap. 2.1.2/2.5/2.6
Tobias Loga (IWU) (1. Auflage)

Kap. 2/3/5

Dr.-Ing. Kati Jagnow (Ingenieurbüro für Energieberatung/
Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften –
Hochschule Braunschweig/Wolfenbüttel), (2. Auflage);

Kap. 1/2.1/4

Romy Reichenberger (dena) (2. Auflage);
Peter Pannier (dena) (3. Auflage)

Gestaltung:

The Ad Store GmbH, Hamburg

Sämtliche Inhalte wurden mit größtmöglicher Sorgfalt und nach bestem Wissen erstellt. Die dena übernimmt keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der bereitgestellten Informationen. Für Schäden materielle oder immaterielle Art, die durch Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen unmittelbar oder mittelbar verursacht werden, haftet die dena nicht, sofern ihr nicht nachweislich vorsätzliches oder grob fahrlässiges Verschulden zur Last gelegt werden kann.

Bitte zitieren als:

Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena, 2022)
„Leitfaden Energieausweis“. Teil 1 – Energiebedarfsausweis: Datenaufnahme Wohngebäude
Alle Rechte sind vorbehalten. Die Nutzung steht unter dem Zustimmungsvorbehalt der dena.

In dieser Publikation verwenden wir bei Berufsbezeichnungen wie Planer, Architekten usw. die männliche Form. Dies dient einer besseren Lesbarkeit. Ausdrücklich sind damit natürlich auch Planerinnen, Architektinnen usw. angesprochen.

Auflage:

4. Auflage

Stand:

Dezember 2022



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

Die Veröffentlichung dieser Publikation erfolgt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) unterstützt die Bundesregierung in verschiedenen Projekten zur Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele im Rahmen der Energiewende.

