



Nutzeradaptierte Energieausweisberechnung: Handbuch für die Beratungspraxis

**ENERGIE
BERATUNG**



**LAND
SALZBURG**

Version: 1.1
(12. Oktober 2015)

Inhalt

1	Einleitung.....	3
2	Vorgangsweise für die Anpassung der Nutzungsparameter.....	4
2.1	Erhebung der tatsächlichen Verbrauchsdaten	4
2.2	Anpassung der Innenraumtemperatur / Komforttemperatur.....	5
2.3	Berücksichtigung einer Zusatzheizung (Kachelofen, Pellet-Einzelofen)	6
2.4	Anpassung des Warmwasserwärmebedarfs.....	7
2.5	Innere Gewinne durch den Wärmeeintrag elektrischer Verbraucher im Haushalt	12
2.6	Beurteilung und Anpassung der Infiltration / Luftdichtigkeit von Gebäuden	13
2.7	Einschätzung des Lüftungsverhaltens	15
2.8	Mechanischer Luftwechsel	16
2.9	Innere Gewinne durch anwesende Personen.....	17
2.10	Anpassung sonstiger Parameter	18
2.10.1	Anpassung der Leitungslängen.....	18
2.10.2	Korrekturfaktor für Wärmeverluste von Heizsystemen.....	18
2.10.3	Anpassung der U-Werte	19
3	Beratungsergebnis.....	22
4	Literaturverzeichnis Handbuch	23
5	Anhang.....	24
5.1	Luftdichtheit in Gebäuden: typische Leckagen.....	24
5.2	Fragebogen (Version 6.0).....	28

Um die Lesbarkeit des Textes zu erhöhen wird auf die gleichzeitige Verwendung weiblicher und männlicher Personenbegriffe (Energieberater und Energieberaterin bzw. EnergieberaterIn) verzichtet und die männliche Nominalform angeführt. Gemeint und angesprochen sind natürlich immer beide Geschlechter.

1 Einleitung

Problem

In der Beratungspraxis kommt es immer wieder vor, dass die normbasierte Energieausweisberechnung sehr stark vom tatsächlichen Energieverbrauch abweicht. Das schafft mitunter ein Glaubwürdigkeitsproblem bei den Kunden, weil die tatsächlichen Energieverbräuche weit unter oder über den berechneten Werten liegen.

In Folge muss der Energieberater erklären, warum es zu dieser Abweichung kommt und welche wichtige Rolle das Nutzerverhalten für die Ermittlung Gesamteffizienz des Gebäudes spielt.

Dieses Handbuch gibt eine Handlungsanleitung für die Beratungspraxis, um jene Parameter anzupassen, die wesentlich vom Bewohnerverhalten abhängen und die Gesamteffizienz von Gebäuden maßgeblich beeinflussen.

Die Reihenfolge der Nutzerparameter in diesem Handbuch entspricht der Reihenfolge der Parameteranpassung während der Beratung.

Wann ist ein Abgleich gerechtfertigt?

Ein Abgleich zwischen berechnetem Energiebedarf und tatsächlichen Energieverbrauch sollte dann durchgeführt werden, wenn die Abweichung **mehr als 25 %** beträgt.

Von einem Abgleich sollte abgesehen werden wenn ...

... die Abweichung **< 10%** beträgt (diese Abweichung ist nicht signifikant).

2 Vorgangsweise für die Anpassung der Nutzungsparameter

Die Anpassung der Nutzungsparameter sollte **schrittweise** durchgeführt werden, wobei es im Ermessen des Beraters liegt, ob aufgrund der vorgefundenen Situation *alle* oder nur *einige* Parameter angepasst werden sollten. Dabei sollte folgende Reihenfolge eingehalten werden:

- Priorität 1: (operative) Innenraumtemperatur, unter Berücksichtigung von Nachtabenkung und Teilbeheizung
- Priorität 1: Berücksichtigung Zusatzheizung (Kachelofen)
- Priorität 1: Personenbezogener Warmwasserwärmebedarf
- Priorität 2: Innere Gewinne durch Wärmeeintrag elektrischer Verbraucher im Haushalt
- Priorität 2: Lüftungsverluste durch Infiltration
- Priorität 3: Innere Gewinne durch anwesende Personen
- Priorität 3: Lüftungsverhalten
- Priorität 3: Lüftungsverluste durch mechanische Lüftung
- *[Priorität 1: Außentemperaturanpassung (Klimaabgleich mit realem Außenklima) – wäre ein Faktor mit hoher Priorität, doch wird aufgrund der schlechten Datenlage von einem Abgleich abgesehen.]*

Um einschätzen zu können, wie sehr sich ein Parameter auf das Gesamtergebnis auswirkt, wurde für jeden Faktor eine Gewichtung vorgenommen.

2.1 Erhebung der tatsächlichen Verbrauchsdaten

Um einen Abgleich zwischen Verbrauch und Bedarf durchführen zu können, müssen in einem ersten Schritt die Energieverbrauchsdaten erhoben werden. Der Kunde soll in diesem Fall die Energieabrechnungen bzw. Rechnungen von Zukäufen aus den vergangenen Jahren vorlegen. Idealerweise stehen die Rechnungen aus mindestens **drei Jahren** zu Verfügung.

Alle Verbrauchsdaten sind in kWh/a umzurechnen. Die folgende Tabelle enthält die Richtwerte für die Umrechnung unterschiedlicher Energieträger.

Tabelle 1: Umrechnungstabelle für verschiedene Energieträger

Energieträger	Mengeneinheit	Heizwert H _u	Brennwert H _o	Verhältnis	Hinweise
		kWh/Einheit	kWh/Einheit	Brennwert/Heizwert	
Heizöl leicht	l	10	10,6	1,06	
Heizöl schwer	kg	10,9	11,6	1,06	
Erdgas H	m ³	10,4	11,5	1,11	
Erdgas L	m ³	8,9	9,8	1,11	
Stadtgas	m ³	4,5	5	1,11	Energiegehalt lt. Rechnung
Flüssiggas	kg	13	14,2	1,09	verwenden
Steinkohle	kg	8,8	9	1,02	
Braunkohle	kg	5,5	5,9	1,07	
Koks	kg	8	8,3	1,04	
Holz	kg	0,1	4,4	1,08	für lufttrockenes Holz
Holzpellets	kg	5	5,4	1,08	
Holz hackschnitzel	SRm	650	700	1,08	Bezogen auf Schüttraummeter
Nah- und Fernwärme	kWh				1 Keine Umrechnung
Strom	kWh				1 erforderlich

Ergebnis:

- Tatsächliche Energieverbrauchswerte des Gebäudes / der Wohnung.
- Die Energieverbrauchswerte sind im Fragebogen zu erfassen.¹

¹ Hinweis: Solange der Abgleich des Energiebedarfs noch nicht in der Beratungssoftware integriert ist, sind die vorgenommenen Anpassungen im „Fragebogen Nutzerverhalten“ (siehe Anhang 5.2) zu dokumentieren. Nach der Implementierung des Abgleichs in der Software können alle Adaptionen der Nutzerparameter direkt in der Software durchgeführt werden.

2.2 Anpassung der Innenraumtemperatur / Komforttemperatur

Die Transmissionswärmeverluste durch Gebäudehülle und Fenster sind wesentlich von der Temperaturdifferenz zwischen Innenraumtemperatur und Außentemperatur abhängig. Je höher die Temperaturdifferenz, umso größer die (berechneten) Wärmeverluste durch die Gebäudehülle.

Normgemäß wird im Energieausweis eine mittlere Raumtemperatur von 20°C angenommen. Erfahrungsgemäß kann diese Temperatur jedoch aufgrund erhöhter Komfortbedürfnisse auch deutlich darüber liegen, bzw. in Gebäuden mit Teilbeheizung auch deutlich darunter. Die Innenraumtemperatur sollte deshalb dementsprechend angepasst werden.

Einfluss auf Berechnungsergebnis / Gewichtung: hoch (Priorität 1)

Die mittlere Innenraumtemperatur sollte in jedem Fall geprüft werden (messen, schätzen, abfragen). Weicht die operative Innentemperatur unter Berücksichtigung von Nachtabsenkung und Teilbeheizung um mehr als +/- 0,5 °C von der Normtemperatur ab, so sollte der Wert angepasst werden. Bei geringeren Abweichungen liegt eine Anpassung im Ermessen des Beraters.

Vorgangsweise:

(1) Komforttemperatur erheben [in °C]²

- a. In der Heizperiode: Komforttemperatur messen (idealerweise mit professionellem Messgerät, ansonsten auch mit einer Handy-App)
- b. Komforttemperatur schätzen, wenn kein Messgerät vorhanden ist (nur im Ausnahmefall)
- c. Komforttemperatur bei Bewohner abfragen (außerhalb der Heizperiode)

(2) Nachtabsenkung erheben

- a. Dauer der Nachtabsenkung erheben [in h]: Wann beginnt/endet die Nachtabsenkungsperiode?
- b. Welche mittlere Temperatur stellt sich bei der Nachtabsenkung ein [in °C]?

(3) Teilbeheizung erheben

- a. Schätzung bei der Vor-Ort Begehung: Wieviel % der gesamten Fläche sind teilbeheizt (temperiert oder durch nebenliegende Räume mitbeheizt)?
- b. Messen/schätzen/abfragen der Temperatur in den teilbeheizten Räumen [in °C]

Ergebnis:

- Mittlere Komforttemperatur [in °C]
- Dauer der Nachtabsenkung [in h]
- Temperatur der Nachtabsenkung [in °C]
- Angabe der teilbeheizten Fläche [in %]
- Temperatur der teilbeheizten Fläche [in °C]

Die angepassten Werte sind im Fragebogen zu dokumentieren.

² Der Mensch kann zwar Temperaturunterschiede wahrnehmen (warmer, kälter), aber er ist nicht fähig absolute Temperaturen festzustellen. Aus diesem Grund sollte die Raumtemperatur, wenn möglich, immer gemessen werden.

2.3 Berücksichtigung einer Zusatzheizung (Kachelofen, Pellet-Einzelofen)

Die normgemäße Energieausweisberechnung sieht die Berücksichtigung einer Zusatzheizung nicht vor. Mit Ausnahme von bivalenten Wärmepumpen kann im Energieausweis nur *ein* Heizsystem als Hauptheizung abgebildet werden.

Ein Kachelofen gibt die Wärme (abzüglich der Verluste über den Kamin) direkt in den Raum ab und erhöht somit die inneren Gewinne. Diese inneren Gewinne reduzieren andererseits den Heizwärmebedarf, der durch das Hauptheizsystem abgedeckt werden muss.

Einfluss auf das Berechnungsergebnis / Gewichtung: hoch (Priorität 1)

Ist eine Zusatzheizung vorhanden (Kachelofen), so ist diese bei der nutzeradaptierten Energieausweisberechnung in jedem Fall zu berücksichtigen.

Vorgangsweise

Im Fragebogen ist zu erheben, wieviel Brennstoff pro Jahr verbraucht wird (auf Basis von Rechnungen, wenn möglich aus mehreren Jahren). Wichtig ist dabei die Angabe der korrekten Einheit (rm oder fm), damit der Energieeinsatz richtig berechnet werden kann.

Für die unterschiedlichen Holzqualitäten werden folgende Heizwert angenommen (Quelle: klima:aktiv, 2009):

Brennholz hart	2.400 kWh/rm
Brennholz weich	1.800 kWh/rm
Mischqualität	2.100 kWh/rm

Ergebnis

- Erhebung des Brennholzverbrauchs pro Jahr (in rm oder fm)

Der jährliche Brennholzverbrauch ist im Fragebogen anzugeben.

2.4 Anpassung des Warmwasserwärmebedarfs

Laut Norm wird für Wohngebäude ein Warmwasserverbrauch von 35 Wh/m² d veranschlagt. Das entspricht einem jährlichen Bedarf von 12,78 kWh/m² BGF. Für Nicht-Wohngebäude wird ein Wert von 17,5 Wh/m²d angenommen (entspricht 6,39 kWh/m²a).

Tatsächlich kann der Wärmebedarf für die Warmwasserbereitung außerordentlich stark schwanken. In Wohngebäuden ist der Bedarf nicht nur von der Größe der Wohnung und der Anzahl der Personen, sondern auch vom Lebensstandard, Alter der Personen, Beruf der Bewohner, Jahreszeit und anderen Umständen abhängig. Auch unterliegt der Warmwasserbedarf großen zeitlichen Schwankungen.

In Büro- und Verwaltungsgebäuden hingegen wird Warmwasser fast ausschließlich für hygienische Zwecke gebraucht und hat, prozentuell gesehen, nur einen geringen Teil am Gesamtenergiebedarf des Gebäudes. Das Gleiche gilt für Kindergärten, mit Ausnahme von jenen Einrichtungen, in denen auch eine Ausspeisungsküche betrieben wird. In Schulen wiederum ist der Warmwasserwärmebedarf davon abhängig, ob die Schule mit einer Duschanlage ausgestattet ist und wie häufig diese auch genutzt wird.

Einfluss auf das Berechnungsergebnis / Gewichtung: stark abhängig vom Nutzerverhalten (Priorität 1)

Der Warmwasserwärmebedarf ist wesentlich vom Nutzerverhalten abhängig und deshalb starken Schwankungen unterworfen. Aus diesem Grund sollte der benutzerabhängige Warmwasserbedarf (in l/Person und Tag) mittels Fragebogen erhoben werden.

Generell hängt der Einfluss des Energieverbrauchs für die Warmwasserbereitstellung auf das Gesamtergebnis jedoch auch wesentlich von der thermischen Qualität der Gebäudehülle ab. In Niedrig(st)energiehäusern kann der Einfluss auf das Gesamtergebnis sehr hoch sein, in Gebäuden mit schlechter thermischer Qualität ist das Gesamtgewicht eher gering (siehe Abbildung 1). Dies gilt auch für Nichtwohngebäude (Verwaltungsgebäude, Bürogebäude, Schulen, Kindergärten) die generell einen niedrigeren Warmwasserwärmebedarf aufweisen als Wohngebäude.

Der Berater entscheidet vor Ort, aufgrund des tatsächlichen Nutzerverhaltens, über die Gewichtung dieses Faktors und ob der Parameter angepasst werden soll.

Endenergieverwendung

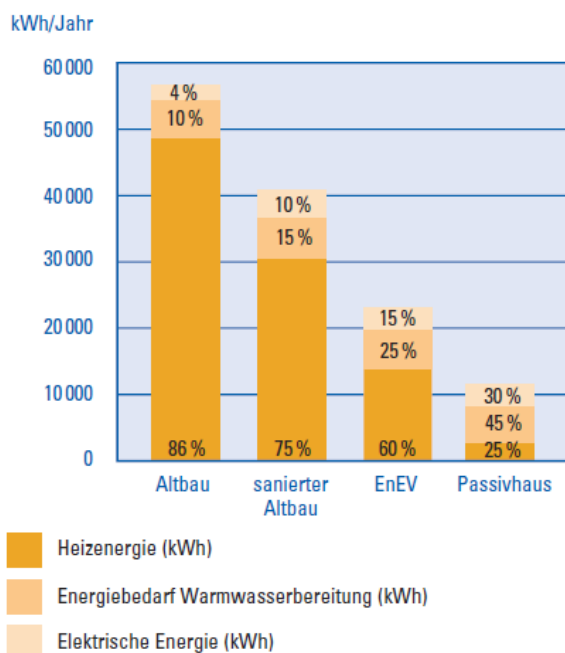


Abbildung 1: Prozentueller Anteil des Warmwasserwärmebedarfs an der Gesamtenergie in Abhängigkeit von der Qualität der Gebäudehülle (Quelle: ASEW GbR, Stadtwerke Karlsruhe, 01/2008)

Vorgangsweise Wohngebäude

Für die Ermittlung des Warmwasserbedarfs (WW) in Wohngebäuden werden 2 Methoden vorgeschlagen:

Methode 1: Der tatsächliche WW-Verbrauch wird detailliert für jede im Haushalt lebende Person mittels Fragebogen erhoben und dokumentiert. Zusätzlich ist die im Haushalt übliche mittlere Warmwassertemperatur zu verzeichnen.

Methode 2: Der Warmwasserverbrauch pro Person wird anhand folgender Tabelle geschätzt und für die Anzahl der im Haushalt lebenden Personen hochgerechnet. Dabei ist die durchschnittliche Warmwassertemperatur in der Abschätzung zu berücksichtigen. Das Nutzerverhalten der Bewohner ist anhand von Tabelle 3 zu erfragen.

Tabelle 2: Durchschnittlicher Warmwasserverbrauch (Quelle: VDI 2067, Energiesparverband ÖÖ)

Nutzerverhalten	WW-Temperatur: 60°C		
	Sparsam	Durchschnittlich	Hoch
Verbrauch pro Person (l/d)	10 – 20 l/d	20 – 40 l/d	40 – 80 l/d
Verbrauch pro Person & Jahr (m ³ /a) ⁽¹⁾	4 m ³ /a – 7 m ³ /a	7 m ³ /a – 15 m ³ /a	17 m ³ /a – 29 m ³ /a
Energieverbrauch (kWh/d)	0,58 kWh/d – 1,16 kWh/d	1,16 kWh/d – 2,33 kWh/d	2,33 kWh/d – 4,65 kWh/d
Energieverbrauch pro Person & Jahr (kWh/a) ⁽¹⁾	210 – 420 kWh/a	420 kWh/a – 850 kWh/a	850 kWh/a – 1.700 kWh/a

	WW-Temperatur: 55°C		
Nutzerverhalten	Sparsam	Durchschnittlich	Hoch
Verbrauch pro Person (l/d)	15 – 25 l/d	25 – 45 l/d	50 – 90 l/d
Verbrauch pro Person & Jahr (m ³ /a) ⁽¹⁾	5,5 m ³ /a – 10 m ³ /a	10 m ³ /a – 16,5 m ³ /a	18,25 m ³ /a – 33 m ³ /a
Energieverbrauch (kWh/d)	0,78 kWh/d – 1,31 kWh/d	1,31 kWh/d – 2,35 kWh/d	2,61 kWh/d – 4,71 kWh/d
Energieverbrauch pro Person & Jahr (kWh/a) ⁽¹⁾	300 – 480 kWh/a	480 kWh/a – 860 kWh/a	950 kWh/a – 1.700 kWh/a

	WW-Temperatur: 45 °C		
Nutzerverhalten	Sparsam	Durchschnittlich	Hoch
Verbrauch pro Person (l/d)	15 – 30 l/d	30 – 60 l/d	60 – 120 l/d
Verbrauch pro Person & Jahr (m ³ /a) ⁽¹⁾	5,5 m ³ /a – 11 m ³ /a	11 m ³ /a – 22 m ³ /a	22 m ³ /a – 44 m ³ /a
Energieverbrauch (kWh/d)	0,61 kWh/d – 1,22 kWh/d	1,32 kWh/d – 2,44 kWh/d	2,44 kWh/d – 4,88 kWh/d
Energieverbrauch pro Person & Jahr (kWh/a) ⁽¹⁾	230 – 445 kWh/a	445 kWh/a – 890 kWh/a	890 kWh/a – 1.780 kWh/a

(1) Werte gerundet

Um das Verbrauchsverhalten der Bewohner abzuschätzen, ist folgende Tabelle hilfreich:

*Tabelle 3: Warmwasserverbrauch – Einschätzung des Nutzerverhaltens
(Quelle: EBS, 2015)*

Sparsamer Verbrauch	Ausschließliche Nutzung der Dusche Bewohner duscht vorwiegend auswärts (Fitness-Center, Arbeitsplatz): in diesem Fall ist der unterste Richtwert ansetzen Vollzeit berufstätig, nur abends anwesend Bewohner kocht unregelmäßig (3-4 mal pro Woche) 3 x pro Woche Geschirrspülen mit Geschirrspüler Nutzer putzt 1 x pro Woche Waschtischnutzung: 1 x pro Tag und Person
Durchschnittlicher Verbrauch	1 Vollbad pro Woche, ansonsten duschen Häufige Anwesenheit: Teilzeit beschäftigt (Senioren, Schüler, Kinder im Haushalt, etc.) Bewohner kocht täglich 5 x pro Woche Geschirrspülen mit Geschirrspüler 2 x pro Woche putzen Waschtischnutzung: 1,5 x pro Tag und Person
Hoher Verbrauch	2 – 3 Vollbäder pro Woche, Bewohner ist/sind vorwiegend zu Hause (Senioren, Kleinkinder im Haushalt) 2 x pro Tag kochen 7 x pro Woche Geschirrspülen Mehrmals pro Woche putzen Waschtischnutzung pro Person: mehrmals täglich Zusätzliche Verbraucher (Sauna, Bidet, etc.)

Vorgangsweise Nicht-Wohngebäude (Bürogebäude, Schulen, Kindergärten)

Für die Anpassung der Werte für den Warmwasserverbrauch in Nicht-Wohngebäuden können die Richtwerte der folgenden Tabellen herangezogen werden, wobei der Energieberater bei der Vor-Ort Begehung abzuschätzen hat, ob der tatsächliche Wert eher am oberen oder unteren Ende des Wertebereichs anzusiedeln ist.

Tabelle 4: Warmwasserbedarf für Nichtwohngebäude (Quelle: Recknagel, 2003/04)

Bedarfsfall	Bedarf [in l]			Bezugsgröße
	gering	mittel	hoch	
Krankenhäuser	100	200	300	pro Bett
Bürogebäude	10	25	40	pro Person
Schulen (250 d/a)				
Mit Duschanlage	30	40	50	pro Schüler
Ohne Duschanlage	5	10	15	pro Schüler
Kindergarten (250 d/a)				
Ohne Küchenbetrieb	5	10	15	pro betreutes Kind
Mit Küchenbetrieb	9	16	24	pro Kind mit Mittagstisch
Sportanlagen mit Duschanlagen	50	60	70	pro Sportler
Kaufhäuser	10	25	40	pro Beschäftigte

Für Gaststätten, Hotels und Heime können folgende Richtwerte angesetzt werden:

Tabelle 5: Warmwasserverbrauch in Gaststätten, Hotels und Heimen (Quelle: Recknagel, 2003/04)

Verbrauchsstelle	Liter je Person & Tag		Nutzwärme Wh/Person & Tag
	60°C	40°C	
Gaststätte			
Je Menü	4 - 8	6 - 12	250 – 500
Je Gast	8 - 20	12- 30	500 – 1.200
Hotels			
Zimmer mit Bad	100 - 150	140 - 220	6.000 – 9.000
Zimmer mit Dusche	50 - 100	70 - 120	3.000 – 6.000
Zimmer mit Waschbecken	10 - 15	15 - 20	600 – 900
Heime, Pensionen	25 - 50	35 - 70	1.500 – 3.000

Generell kann pro Person und Tag, abhängig von der Wassertemperatur, mit folgendem Nutzwärmebedarf bei unterschiedlichen mittleren Warmwassertemperaturen kalkuliert werden:

Tabelle 6: Nutzwärmebedarf pro Person und Tag, bei unterschiedlichen Warmwassertemperaturen (Quelle: EBS, 2015)

	mittlere Warmwassertemperatur			
	45°C	50°C	55°C	60°C
Verbrauch pro Person & Tag [l]	kWh/ Person & Tag	kWh/ Person & Tag	kWh/ Person & Tag	kWh/ Person & Tag
5 l	0,20	0,23	0,26	0,29
10 l	0,40	0,46	0,52	0,58
15 l	0,61	0,70	0,78	0,87
20 l	0,81	0,93	1,40	1,16
25 l	1,02	1,16	1,31	1,45
30 l	1,22	1,40	1,57	1,74
35 l	1,42	1,63	1,83	2,03
40 l	1,63	1,86	2,09	2,33

Ergebnis

- Tatsächlicher Warmwasserbedarf [in l] pro Person und Tag
- Mittlere Warmwassertemperatur [°C]
- Nutzenergiebedarf pro Person und Tag [in kWh]

Der ermittelte Warmwasserbedarf in l (gemäß Fragebogen oder Richtwertetabellen) bzw. der ermittelte Nutzwärmebedarf (in kWh/Person & Tag) ist im Fragebogen zu dokumentieren.

2.5 Innere Gewinne durch den Wärmeeintrag elektrischer Verbraucher im Haushalt

Ein Großteil der inneren Gewinne im Haushalt wird durch die Abwärme von elektrischen Verbrauchern (Haushaltsgeräte, Beleuchtungskörper, etc.) verursacht. Der Wärmeeintrag durch elektrische Verbraucher ist zwei bis vier Mal so groß wie die Wärmeabgabe durch anwesende Personen.

Je besser die Qualität der thermischen Gebäudehülle, umso mehr beeinflussen die inneren Gewinne das Gesamtergebnis. Niedrigenergiehäuser, Passivhäuser und Null-Energiehäuser sind so konzipiert, dass die Gebäudeheizlast durch solare Gewinne und innere Wärmeeinträge durch Geräte und Personen drastisch reduziert werden kann.

Die Berechnung der internen Gewinne durch elektrische Verbraucher erfolgt über den jährlichen Stromverbrauch unter Berücksichtigung jenes Anteils, der im Innenbereich anfällt.

Einfluss auf Berechnungsergebnis/Gewichtung: eher hoch (Priorität 2)

Der Wärmeeintrag über elektrische Verbraucher wird automatisch über die Erhebung des durchschnittlichen jährlichen Stromverbrauchs berechnet. Der Einfluss auf das Gesamtergebnis ist von der thermischen Qualität der Gebäudehülle abhängig.

Vorgangsweise:

Der jährliche Stromverbrauch [in kWh] wird im Fragebogen über die jährlichen Stromabrechnungen erhoben. Idealerweise werden die **Daten der letzten drei Jahre** erfasst. Zusätzlich ist abzuschätzen, welcher Anteil des jährlichen Stromverbrauchs im Innen- bzw. im Außenbereich aufgewandt wird [Anteil in %].

Ergebnis:

- Stromverbrauch [in kWh]
- Anteil Stromverbrauch im Innenbereich [in %]

Das Ergebnis ist im Fragebogen zu dokumentieren.

2.6 Beurteilung und Anpassung der Infiltration / Luftdichtigkeit von Gebäuden

Als Infiltration bezeichnet man den (unerwünschten) Luftwechsel durch Undichtheiten in der Gebäudehülle (Fenster, Türen, Maueranschlüsse, nicht gedämmte Rollläden, Durchbrüche durch Leitungsrohre, etc.)

In der Berechnung lt. Norm wird die Infiltration nicht gesondert berücksichtigt, sondern ist in der hygienischen Luftwechselrate bei Fensterlüftung ($n_{FL} = 0,4 \text{ 1/h}$) inkludiert. In der nutzeradaptierten Berechnung des Energieausweises ist die Infiltrationsrate jedoch zu berücksichtigen.

Eine objektive Feststellung der Luftdichtigkeit von Gebäuden (n_{50} -Wert) ist nur über die Durchführung eines aufwändigen Blower Door Tests (Differenzdruckmessung, Verfahren A für bestehende Gebäude) möglich.

Für Bestandsgebäude liegt jedoch in den meisten Fällen kein Blower Door Ergebnis vor. In diesem Fall muss die Luftdichtigkeit und die Infiltration durch Ritzen und Fugen **Vor-Ort beurteilt und eingeschätzt** werden.

Einfluss auf Berechnungsergebnis/Gewichtung: eher hoch (Priorität 2)

Wurde KEINE Dichtigkeitsmessung (Differenzdruckmessung, Blower Door Test) durchgeführt, so ist die Infiltration in Abhängigkeit vom Zustand der Gebäudehülle **zu schätzen**. Sind offensichtliche Undichtheiten an kritischen Bauteilen und Anschlussbereichen zu erkennen, so ist der Infiltrationswert in der Berechnung auf jeden Fall anzupassen.

Vorgangsweise

Liegt kein Ergebnis aus einem Blower Door Test vor, so ist die Luftdichtheit und in Folge die Infiltrationsrate vor Ort anhand folgender Tabelle abzuschätzen:

Tabelle 7: Hinweise für die Einschätzung der Infiltrationsrate (Quelle: EBS, 2015)

Luftdichtheit	n_{50} -Wert [1/h]	Merkmale/Hinweise
Sehr schlechte Luftdichte	10	Ältere, unsanierte Gebäude Undichte Fenster (Papierblatttest, siehe Anhang, Kap. 5) Merkbare Zugserscheinungen in der Nähe des Fensters (Vorhang bewegt sich, etc.) Fühlbares Kälteempfinden (in der Heizperiode) Offensichtliche Undichtheiten an kritischen Bauteilen und Anschlussbereichen (Fugen und Risse) Exponierte Windlage (hoher Winddruck) In hohen Gebäude, in den oberen Geschoßen (Temperaturauftrieb) Keine Abdichtungsmaßnahmen
Schlechte Luftdichte	6	Ältere, unsanierte Gebäude Ältere Fenster, teilweise undicht (2-fach Verglasung, keine Wärmeschutzverglasung - Flammenprobe) Flammenprobe um Zugluft festzustellen Exponierte Lage Keine Abdichtungsmaßnahmen an kritischen Bauteilen und

		Anschlussstellen
Mittlere Luftdichte	3	Gebäude mit gutem Sanierungsstandard Abdichtungen an Fenster, Türen, Fugen, etc. wurden vorgenommen, jedoch nicht professionell umgesetzt (Abdichtungen in Eigenregie) Abdichtungen an kritischen Bauteilen und Anschlussstellen teilweise vorhanden
Gute Luftdichte	1,5	Hoher Sanierungsstandard der Gebäudehülle Fachgerechte Planung und professionelle Durchführung der Luftdichtheit der Gebäudehülle (Detailplanung von kritischen Bauteilen und Anschlussstellen)
Hohe Luftdichte	< 1,0	Energieeffiziente Gebäude Detaillierte Planung und Umsetzung von Luftdichtheitsmaßnahmen (RAL-Verfahren beim Fenstereinbau, gedämmte Rollladenkästen, gedämmte Leitungsführungen zu nicht konditionierten Bereichen, etc.) Nachweis durch Blower Door Test erforderlich
Sehr hohe Luftdichte	< 0,6	Passivhausstandard Nachweis durch Blower Door Test erforderlich

Für eine genauere Einschätzung der Luftdichtigkeit der Gebäudehülle (insbesondere für Gebäude mit mittlerer Luftdichtheit und besser) sollten typische Schwachstellen der Gebäudehülle genauer geprüft werden. Dazu gehören:

- Fenster- und Außentüranschlüsse (Abdichten mit PU-Schaum alleine reicht nicht)
- Leckagen an Rollladenkästen (insbesondere Revisionsdeckel)
- Anschluss zwischen Dach und Wand (Folie und Innenputz)
- Dachfensteranschluss (vorgefertigten Anschlussschürzen – Sichtbarkeit von außen?)
- Poröse Schornsteinelemente (Schornstein sollte verputzt sein, Abdeckung durch OSB-Platten ist unzureichend)
- Schornstein mit Zuluftkanal (wenn nicht benötigt, sollte auf die Schornsteinbelüftung verzichtet werden)
- Lücken im Innenputz (unverputzte Mauern sind luftdurchlässig)
- Leitungsdurchführungen zu unbeheizten Bereichen (Abdichtung dieser Bereiche)
- Durchdringungen der Luftdichtheitsschicht (z.B. alle Einbauten, die die Luftdichtheitsschicht durchdringen)

Für eine detaillierte Beschreibung typischer Leckagen in kritischen Gebäudebereichen, siehe Anhang 5.1.

Ergebnis:

- n_{50} -Wert aus der Vor-Ort Einschätzung oder, wenn vorhanden,
- n_{50} -Wert aus Blower Door Test

Der n_{50} -Wert lt. Einschätzung bzw. Ergebnis Blower Door Test ist im Fragebogen zu dokumentieren.

2.7 Einschätzung des Lüftungsverhaltens

Der in der Norm vorgegebene hygienische Luftwechsel von 0,4 1/h liegt häufig weit über dem tatsächlichen Luftwechsel der durch Fensterlüftung erzielt wird. Je nach Nutzerverhalten kann das Lüftungsverhalten sehr unterschiedlich sein. In undichten Gebäuden kommt es nicht selten vor, dass durch die unerwünschte Infiltration durch Fugen und Ritzen eine höhere Luftwechselrate erzielt wird, als durch aktive Fensterlüftung.

Einfluss auf Berechnungsergebnis/Gewichtung: mittel (Priorität 3)

Das Lüftungsverhalten kann großen nutzerabhängigen Schwankungen unterliegen, spielt in der Gesamtbilanz jedoch eher eine untergeordnete Rolle.

Vorgangsweise:

Das Lüftungsverhalten der Bewohner wird mittels Fragebogen geschoßweise, für jeden Raum erhoben. Ausschlaggebend für das Lüftungsverhalten sind die Lüftungsdauer [in min], die Lüftungshäufigkeit (wie oft wird pro Tag gelüftet), die Anzahl der Fenster sowie der Lüftungsmodus, d.h. ob die Fenster gekippt oder geöffnet werden.

In Gebäuden mit unbewohnten/unkonditionierten Flächen sollte zudem das fiktive Lüftungsvolumen V_v den tatsächlichen Gegebenheiten angepasst werden. D.h. das im Berechnungsprogramm ausgewiesene fiktive Lüftungsvolumen V_v ist um die unkonditionierten Volumina zu reduzieren (= $BGF_{\text{unkond.}} \cdot 2,6\text{m}$). Es werden nur jene Wohnbereiche/Volumina berücksichtigt, in denen auch tatsächlich über die Fenster gelüftet wird.

Auch Wohnbereiche, für die es eine Wohnraumlüftung mit WRG gibt, müssen vom fiktiven Lüftungsvolumen abgezogen werden. Für diese Flächen wird der Lüftungsleitwert lt. ÖNORM 8110:6 berechnet.

Ergebnis:

- Lüftungsdauer [in min pro Tag]
- Lüftungshäufigkeit
- Lüftungsmodus [gekippt, geöffnet]
- Anzahl der geöffneten / gekippten Fenster
- Tatsächliches fiktives Lüftungsvolumen V_v

Das Lüftungsverhalten ist im Fragebogen zu dokumentieren.

2.8 Mechanischer Luftwechsel

Neben dem nutzerabhängigen Lüftungsverhalten (Fensterlüftung) wird auch der mechanische Luftwechsel durch eventuell vorhandene Abluftanlagen in Bad und WC berücksichtigt.

Einfluss auf Berechnungsergebnis/Gewichtung: mittel (Priorität 3)

Vorhandene Abluftanlagen sind zu erfassen. Der Einfluss auf das Gesamtergebnis ist eher gering.

Vorgangsweise

Im Fragebogen wird erhoben, ob Abluftanlagen in Bad oder WC vorhanden sind und wie häufig diese in Betrieb genommen werden.

Für die Berechnung des Lüftungsleitwertes bei einer vorhandenen Abluftanlage im WC wird die Nutzungshäufigkeit und Dauer pro Person und Tag berücksichtigt, wobei eine Nachlaufzeit von 5 Minuten pro WC-Gang angenommen wird.

Für die Abluftanlage im Bad wird die Häufigkeit und Dauer der Nutzung pro Person und Woche [in h/Woche], abhängig von der Art der Körperpflege (Duschen kurz/mittel/lang oder Baden) mittels Fragebogen erhoben. Für die Betriebsdauer der Abluftanlage im Bad wird eine der Nutzungsdauer entsprechende Nachlaufzeit der Anlage angenommen (Betriebsdauer = 2 x Nutzungsdauer).

Generell wird für Abluftanlagen ein Luftvolumenstrom von 66 m³/h zugrunde gelegt.

Ergebnisse

- Abluftanlage im WC vorhanden / nicht vorhanden
- Abluftanlage im Bad vorhanden / nicht vorhanden
- Betriebsweise: Betrieb nur während der Nutzung / Betrieb auch nach der Nutzung

Die Ergebnisse sind im Fragebogen zu dokumentieren.

2.9 Innere Gewinne durch anwesende Personen

Im standardisierten Nutzerprofil der Norm werden die inneren Gewinne durch Personen und Geräte mit 3,75 W/m² Bezugsfläche veranschlagt. Der tatsächliche Wärmeeintrag kann jedoch, abhängig von der Anzahl und der Anwesenheitszeit der im Haushalt lebenden Personen, stark vom Normwert abweichen.

Einfluss auf das Berechnungsergebnis / Gewichtung: mittel (Priorität 3)

Im Vergleich zum Wärmeeintrag durch elektrische Verbraucher beträgt der Wärmegewinn durch im Haushalt anwesende Personen nur ca. 1/3 bis ¼ der gesamten inneren Gewinne.

Vorgangsweise:

Der Wärmeeintrag durch anwesende Personen wird pauschal über die Berufstätigkeit berechnet. Dafür werden folgende Werte zugrunde gelegt:

*Tabelle 8: Durchschnittliche Anwesenheit der Personen im Haushalt (Nutzung)
(Quelle: EBS, 2015)*

∅ Anwesenheit pro Tag	Erwachsene (Pension/ Karenz)	Erwachsene (Vollzeit beschäftigt)	Erwachsene (Teilzeit beschäftigt)	Kind (< 10 Jahre)	Kind (10 bis 19 Jahre)	Kind (< 3 Jahre)
[h/d]	22	12	18	18	14	22

Die Wärmeabgabe einer erwachsenen Person wird üblicherweise mit 70 W angenommen (ÖNORM EN ISO 13790:2008, S. 132, Tabelle G4). Die Wärmeabgabe von Kindern und Jugendlichen wird aliquot zur reduzierten Körperoberfläche von Erwachsenen wie folgt angenommen (Wikipedia, Körperoberfläche):

*Tabelle 9: Durchschnittliche Wärmeabgabe von Personen
(Quelle: ÖNORM EN ISO 13790:2008; Wikipedia)*

Wärmeabgabe	Erwachsener	Kind > 10 Jahre	Kind < 10 Jahre	Kleinkind
[W]	70	53,82	32,0	14,5

Durch die Erhebung der im Haushalt lebenden Personen und deren beruflicher Tätigkeit (Pension, Karenz, Vollzeitbeschäftigung, Teilzeitbeschäftigung, Kinder über und unter 10 Jahre, Kleinkind) im Fragebogen, wird auch die durchschnittliche Anwesenheitszeit erhoben.

Sollte die Anwesenheitszeit stark vom Default-Wert abweichen, so ist dies im Fragebogen zu vermerken.

Ergebnis:

- Anzahl der im Haushalt lebenden Personen (und deren berufliche Tätigkeit)
- (Durchschnittliche Anwesenheitszeit pro Person)

Das Ergebnis ist im Fragebogen zu dokumentieren.

2.10 Anpassung sonstiger Parameter

Neben den eingangs aufgelisteten, vorwiegend nutzerabhängigen Faktoren, gibt es noch andere Faktoren, deren Normwerte erfahrungsgemäß zu schlecht bewertet werden und die daher angepasst werden sollten. Dazu gehören:

- Anpassung der Leitungslängen
- Anpassung des Korrekturfaktors für Transmissionswärmeverluste zum gedämmten/ ungedämmten Keller
- Anpassung der Default U-Werte lt. OIB

2.10.1 Anpassung der Leitungslängen

Bekanntermaßen liegen bei Einfamilienhäusern die normbasierten Berechnungen der Leitungslängen (Verteil-, Steig- und Anbinde- bzw. Stichleitungen), die auf Basis der Bezugsfläche (= 0,8 x BGF) ermittelt werden, weit über den tatsächlichen Leitungslängen. Die Leitungslängen sollten somit manuell angepasst werden.

Vorgangsweise:

Die Länge der Verteilleitungen ist Vor-Ort abzumessen; die Länge der Steig- und Anbinde bzw. Stichleitungen ist dementsprechend abzuschätzen und im Fragebogen zu dokumentieren.

Ergebnis:

- Tatsächliche Länge der Verteil-, Steig- und Anbinde/Stichleitungen [in m].

2.10.2 Korrekturfaktor für Wärmeverluste von Heizsystemen

In der normbasierten Energieausweisberechnung sind die Wärmeverluste von Heizsystemen, die im unkonditionierten Bereich aufgestellt sind, erfahrungsgemäß zu hoch angesetzt. Tatsächlich kommen diese Verluste jedoch dem Gebäude zu Gute und reduzieren dadurch den Heizwärmebedarf (weniger Wärmeverluste zwischen konditionierten Bereichen und unkonditioniertem Keller). Durch die Einführung eines eigenen Korrekturfaktors werden diese Verluste reduziert.

Vorgangsweise:

Der Korrekturfaktor wird bei Gebäuden, wo das Heizsystem im unkonditionierten Keller aufgestellt ist, automatisch im Berechnungsalgorithmus berücksichtigt.

Ergebnis:

- Reduzierung der Wärmeverluste durch Anwendung des Korrekturfaktors.

2.10.3 Anpassung der U-Werte

Die Norm sieht folgende Default U-Werte vor [in W/m²K]:

Tabelle 10: OIB Default U-Werte (Quelle: OIB Leitfaden, 2011, S. 16)

Epoche/Gebäudetyp	[in W/m ² K]						
	KD	OD	AW	DF	FE	g	AT
Vor 1900 EFH	1,25	0,75	1,55	1,30	2,50	0,67	2,5
Vor 1900 MFH	1,25	0,75	1,55	1,30	2,50	0,67	2,50
Ab 1900 EFH	1,20	1,20	2,00	0,60	2,50	0,67	2,50
Ab 1900 MFH	1,20	1,20	1,50	0,60	2,50	0,67	2,50
Ab 1945 EFH	1,95	1,35	1,75	1,30	2,50	0,67	2,50
Ab 1945 MFH	1,10	1,35	1,30	1,30	2,50	0,67	2,50
Ab 1960 EFH	1,35	0,55	1,20	0,55	3,00	0,67	2,50
Ab 1960 MFH	1,35	0,55	1,20	0,55	3,00	0,67	2,50
Systembauweise	1,10	1,05	1,15	0,45	2,50	0,67	2,50
Montagebauweise	0,85	1,00	0,70	0,45	3,00	0,67	2,50
Werte für Bundesland Salzburg	[in W/m²K]						
1982 – 31.05.2003	0,47	0,3	0,56	0,30	2,50	0,67	2,50
Ab 1.06.2003	0,40	0,20	0,35	0,20	1,70	0,67	1,70

KD	Kellerdecke	EFH	Einfamilienhaus
OD	Oberste Geschoßdecke	MFH	Mehrfamilienhaus
AW	Außenwand	Systembauweise:	Bauweise basierend auf
DF	Dachfläche	systemisierter Mauerwerksbauweise u.ä.	
FE	Fenster	Montagebauweise:	Bauweise basierend auf
g	Gesamtenergiedurchlassgrad	Fertigteilen aus Beton mit	zwischenliegender
AT	Außentüren	Wärmedämmung	

Grundsätzlich ist der Schichtaufbau der Bauteile im Detail zu erfassen. Ist dies aus zeitlichen Gründen in der Energieberatung nicht möglich bzw. liegen keine genauen Kenntnisse zum Schichtaufbau vor (fehlende Pläne, etc.) so wird mit den OIB-Default-Werten zu rechnen. Diese Default-Werte sind jedoch erfahrungsgemäß eher schlecht angesetzt.

Wann ist eine Anpassung der U-Werte zulässig?

Eine Anpassung der U-Werte ist dann zulässig, wenn alle sonstigen Anpassungen der Nutzerparameter zu keinem zufriedenstellenden Ergebnis führen und die Abweichung zum tatsächlichen Verbrauch immer noch hoch ist. Insbesondere bei Gebäuden aus den Bauperioden 1945 – 1960 und 1961 – 1980 kann eine Anpassung notwendig sein, da die Default-Werte für diese Gebäude besonders schlecht angesetzt werden. Zielführend kann eine Anpassung auch dann sein, wenn für das Gebäude Zu- und Anbauten in unterschiedlichen Bauperioden durchgeführt wurden und sich der mittlere U-Wert als zu schlecht erweist.

Gewichtung / Einfluss auf das Berechnungsergebnis: hoch

Eine Änderung der U-Werte wirkt sich unmittelbar auf die Transmissionswärmeverluste aus und sollte nur mit größter Sorgfalt durchgeführt werden.

Die Default-Werte laut OIB sollten um maximal +/- 0,4 W/m²K geändert werden.

Für die Bestimmung der Bandbreite innerhalb derer die U-Werte angepasst werden können, wurden einerseits die Default-Werte des Leitfadens der OIB-Richtlinie und andererseits die Richtwerte aus dem Projekt Tabula herangezogen. Die Tabula-Richtwerte sind das Ergebnis einer bauperiodenbezogenen Analyse von mehr als 13.000 Energieausweisen aus der ZEUS-Datenbank (EFH, MFH, Doppel- und Reihenhäuser, Wohnblöcke).

Vorgangsweise

Der U-Wert der Bauteile hat großen Einfluss auf die Berechnung der Transmissionswärmeverluste. Aus diesem Grund ist eine Anpassung der U-Werte nur mit größter Sorgfalt und innerhalb einer gewissen Bandbreite vorzunehmen.

Die **Geometrie** des Gebäudes sollte **auf keinen Fall** verändert werden, da viele Normberechnungen auf Basis der Bruttogrundfläche, der Bezugsfläche oder des Gebäudevolumens vorgenommen werden.

Die U-Werte für unterschiedliche Haustypen sind innerhalb der vorgeschlagenen Bereiche auf Basis folgender Tabellen anzupassen.

*Tabelle 11: Empfohlener U-Werte Bereich für EINFAMILIENHÄUSER
unterschiedliche Bauperioden (Quelle: OIB, 2011; Tabula)*

		U- Werte Einfamilienhaus [in W/m ² K]						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Bauperiode		bis 1919	1919-1944	1945-1960	1961-1980	1981-1990	1991-2000	2000-2010
Dach	OIB-Default	1,3	1,3	1,3	0,55	0,3	0,3	0,2
	Tabula	1,7	1,7	1,7	0,8	0,5	0,3	0,2
	empf. Bereich	1,2 - 1,7	1,2 - 1,7	1,2 - 1,7	0,45 - 0,8	0,2 - 0,6	0,2 - 0,3	0,1 - 0,2
Oberste Geschoßdecke	OIB-Default	0,75	1,2	1,35	0,55	0,3	0,3	0,2
	Tabula	1,1	0,8	0,8	0,7	0,4	0,3	0,2
	empf. Bereich	0,65 - 1,1	0,7 - 1,2	0,7 - 1,35	0,45 - 0,7	0,2 - 0,4	0,2 - 0,3	0,1 - 0,2
Außenwand	OIB-Default	2,00	2,00	1,75	1,20	0,56	0,56	0,35
	Tabula	1,8	1,8	1,6	1,4	0,7	0,4	0,35
	empf. Bereich	1,7 - 2,0	1,7 - 2,0	1,5 - 1,75	1,1 - 1,4	0,45 - 0,7	0,3 - 0,55	0,25 - 0,35
Fenster	OIB-Default	2,5	2,5	2,5	3,0	2,5	2,5	1,7
	Tabula	2,2	2,3	2,3	2,7	2,5	1,8	1,4
	empf. Bereich	2,1 - 2,5	2,2 - 2,5	2,2 - 2,5	2,6 - 3,0	2,4 - 2,5	1,7 - 2,5	1,3 - 1,7
Kellerdecke	OIB-Default	1,25	1,2	1,95	1,35	0,47	0,47	0,4
	Tabula	1,2	1,2	1,2	0,8	0,5	0,5	0,4
	empf. Bereich	1,1 - 1,25	1,1 - 1,2	1,1 - 1,95	0,7 - 1,35	0,35 - 0,5	0,4 - 0,5	0,3 - 0,4

*Tabelle 12: Empfohlener U-Werte Bereich für DOPPEL- UND REIHENHÄUSER
unterschiedlicher Bauperioden (Quelle: OIB, 2011; Tabula)*

		Doppel- und Reihenhäuser [in W/m ² K]						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Bauperiode		bis 1919	1919-1944	1945-1960	1961-1980	1981-1990	1991-2000	2000-2010
Dach	OIB-Default	1,3	0,6	1,3	0,55	0,3	0,3	0,2
	Tabula	1,7	1,7	1,7	0,8	0,5	0,3	0,2
	empf. Bereich	1,2 - 1,7	0,5 - 1,7	1,2 - 1,7	0,45 - 0,8	0,2 - 0,5	0,2 - 0,3	0,1 - 0,2
Oberste Geschoßdecke	OIB-Default	0,75	1,2	1,35	0,55	0,3	0,3	0,2
	Tabula	1,1	0,8	0,8	0,7	0,4	0,3	0,2
	empf. Bereich	0,65 - 1,1	0,7 - 1,2	0,7 - 1,35	0,45 - 0,7	0,2 - 0,4	0,2 - 0,3	0,1 - 0,2
Außenwand	OIB-Default	2,00	2,00	1,75	1,20	0,56	0,56	0,35
	Tabula	1,8	1,8	1,6	1,4	0,7	0,4	0,35
	empf. Bereich	1,7 - 2,0	1,8 - 2,0	1,5 - 1,75	1,1 - 1,4	0,45 - 0,7	0,3 - 0,55	0,25 - 0,35
Fenster	OIB-Default	2,5	2,5	2,5	3,0	2,5	2,5	1,7
	Tabula	2,2	2,3	2,3	2,7	2,5	1,8	1,4
	empf. Bereich	2,1 - 2,5	2,2 - 2,5	2,2 - 2,5	2,6 - 3,0	2,4 - 2,5	1,7 - 2,5	1,3 - 1,7
Kellerdecke	OIB-Default	1,25	1,2	1,95	1,35	0,47	0,47	0,4
	Tabula	1,2	1,2	1,2	0,8	0,5	0,5	0,4
	empf. Bereich	1,1 - 1,25	1,1 - 1,2	1,1 - 1,95	0,7 - 1,35	0,35 - 0,55	0,35 - 0,5	0,3 - ,4

*Tabelle 13: Empfohlener U-Werte Bereich für MEHRFAMILIENHÄUSER
unterschiedlicher Bauperioden (Quelle: OIB, 2011; Tabula)*

		Mehrfamilienhäuser [in W/m ² K]						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Bauperiode		bis 1919	1919-1944	1945-1960	1961-1980	1981-1990	1991-2000	2000-2010
Dach	OIB-Default	0,6	0,6	1,3	0,55	0,3	0,3	0,2
	Tabula	1,7	1,7	1,7	0,8	0,5	0,3	0,2
	empf. Bereich	0,5 - 1,7	0,5 - 1,7	1,2 - 1,7	0,45 - 0,8	0,2 - 0,5	0,2 - 0,3	0,1 - 0,2
Oberste Geschoßdecke	OIB-Default	0,75	1,2	1,35	0,55	0,3	0,3	0,2
	Tabula	1,1	0,8	0,8	0,7	0,4	0,3	0,2
	empf. Bereich	0,65 - 1,1	0,7 - 1,2	0,7 - 1,35	0,45 - 0,7	0,2 - 0,4	0,2 - 0,3	0,1 - 0,2
Außenwand	OIB-Default	1,55	1,50	1,30	1,20	0,56	0,56	0,35
	Tabula	1,4	1,4	1,3	1,1	0,6	0,4	0,35
	empf. Bereich	1,3 - 1,55	1,3 - 1,55	1,2 - 1,3	1,0 - 1,2	0,45 - 0,6	0,3 - 0,55	0,25 - 0,35
Fenster	OIB-Default	2,5	2,5	2,5	3,0	2,5	2,5	1,7
	Tabula	2,2	2,3	2,3	2,7	2,5	1,8	1,4
	empf. Bereich	2,1 - 2,5	2,2 - 2,5	2,2 - 2,5	2,6 - 3,0	2,4 - 2,5	1,7 - 2,5	1,3 - 1,7
Kellerdecke	OIB-Default	1,25	1,2	1,1	1,35	0,47	0,47	0,4
	Tabula	1,2	1,2	1,2	0,8	0,5	0,5	0,4
	empf. Bereich	1,1 - 1,25	1,1 - 1,2	1,0 - 1,2	0,7 - 1,35	0,4 - 0,5	0,4 - 0,5	0,3 - 0,4

Ergebnis

- Angepasste U-Werte zum Abgleich von Energiebedarf und Verbrauch

Die geänderten U-Werte je Bauteil sind im Fragebogen zu dokumentieren.

3 Beratungsergebnis

Als Beratungsergebnis erhält der Kunde ein Protokoll über die nutzeradaptierte Energieausweis-Berechnung. Dieses Protokoll muss durch eine klare Kennzeichnung (grafische Darstellung, deutlicher Hinweis) eindeutig vom Protokoll der normgemäßen Energieausweis-Berechnung zu unterscheiden sein.

Das Ergebnis der normgemäßen Berechnung ist dem Ergebnis der nutzeradaptierten Berechnung gegenüberzustellen. Zudem ist klar zu vermerken, welche Nutzerparameter angepasst und adaptiert wurden.

Der Berater ist dazu aufgefordert, das Beratungsergebnis mit dem Kunden im Detail zu besprechen. Er muss den Kunden dezidiert darauf hinweisen, dass im Falle einer Sanierung die normgemäße Berechnung und die daraus resultierenden Sanierungsempfehlungen gelten.

4 Literaturverzeichnis Handbuch

ASWE GbRm, Stadtwerke Karlsruhe (2008): Warmes Wasser: energieeffizient erzeugen und rationell verwenden. Broschürenreihe „Spar Energie – wir zeigen wie“. 1/2008.

Ifz Rosenheim (2008): Luftdichtheit von Gebäuden: Wenn der Sturm im Haus tobt. Ifz info FU-02/1, September 2008.

klima:aktiv (2009): Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Energieholzsortimente bei Holz- und Energiebilanzberechnungen. Austrian Energy Agency, Wien.

Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB) (2001): OIB RL 6. Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden. Wien, Oktober 2011.

Recknagel, H., Sprenger, E., Schramek, E.-R. (2003/2004): Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik. 71. Auflage. München: Oldenburg.

TABULA - Typology Approach for Building Stock Energy Assessment (2011): Klassifizierung der nationalen Gebäudetypologie. Tabula-Tool. <http://webtool.building-typology.eu/webtool/tabula.html?c=all>; Zuletzt aufgerufen: 29.09.2015.

VDI-Richtlinie (1982): VDI 2067 Blatt 4 Berechnung der Kosten von Wärmeversorgungsanlagen; Warmwasserversorgung (Februar 1982).

Wikipedia: Körperoberfläche (Durchschnittswerte), <https://de.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6rperoberfl%C3%A4che>; Zuletzt aufgerufen: 29.09.2015.

5 Anhang

5.1 Luftdichtheit in Gebäuden: typische Leckagen

Luftdichtheit im Gebäude: Übersicht über typische Leckagen in der Gebäudehülle und deren Vermeidung

(Quelle: ifz Rosenheim, 2008)

3.2.1 Schnittstelle Dach zu Wand



Bild 5: Geöffneter Traufanschluss, mit Feuchteschaden im Neubauzustand

Bei der Schnittstelle zwischen Dach und Wand sind meist unterschiedliche Materialien dauerhaft, luftdicht miteinander zu verbinden. Die Luftdichtheit der Dachkonstruktionen wird üblicherweise mit einer Folie hergestellt und die Luftdichtheit des Mauerwerks durch den Innenputz. Die Folie ist daher dauerhaft, luftdicht mit dem Innenputz zu verbinden.

3.2.2 Rollladenkästen

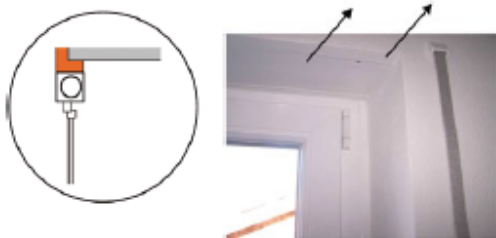


Bild 6: Typische Leckagen am Rollladenkasten

Typische Leckagen bei Rollladenkästen sind die Umrandungen der Revisionsdeckel und die Gurtdurchführungen (Bild 6). Es ist darauf zu achten, dass neben einer guten Wärmedämmung auch spezielle Rollladenkästen mit einer verbesserten Luftdichtheit eingebaut werden. Moderne Konstruktionen enthalten optimierte Bauteile z.B. zur Abdichtung der Revisionsdeckel und der Bedienelemente, wie z.B. der Gurtdurchführung.

3.2.3 Fenster- und Außentüranschluss

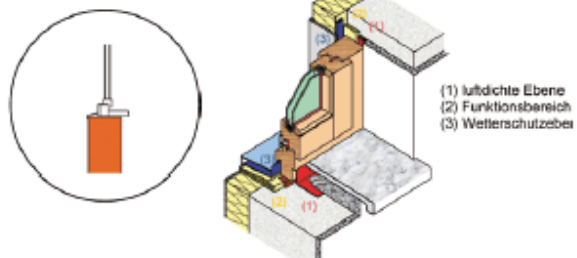


Bild 7: Anschlussansicht Fenster innen (Ebenenmodell)

Bei der Fenstermontage sind – entsprechend dem heutigen Stand der Technik – die in Bild 7 hervorgehobenen Merkmale besonders zu beachten.

Die Konstruktion muss raumseitig umlaufend luftdicht ausgeführt werden (Ebene (1)). Potenzielle Wärmebrücken (Funktionsbereich (2)) sind bereits in der Planungsphase zu optimieren. Die Regendichtheit der äußeren Wetterschutzebene (Ebene (3)) ist sicherzustellen, eventuell eingedrungene Feuchtigkeit muss kontrolliert nach außen abgeführt werden können. Diese Anforderungen gelten unabhängig vom Rahmenwerkstoff, der baulichen Situation oder der Art des Außenwandbauteils.

Die Verfüllung der Anschlussfuge mit PU-Ortschaum alleine ist nicht ausreichend, um die Fuge luftdicht auszubilden. Da es sich beim Fensteranschluss um eine Bewegungsfuge handelt, sind ausreichend bewegungsfähige Dichtsysteme zu verwenden.

Vergleichbar verhält es sich beim Einbau von Außentüren.

Weitere Informationen sind im „Leitfaden zur Montage“ [3] enthalten.

3.2.4 Dachfensteranschluss

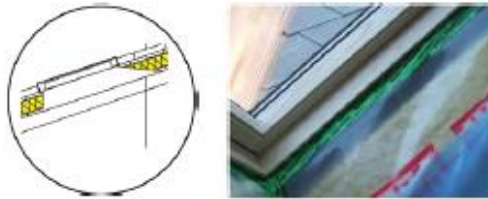


Bild 8: Dachflächenfenster - Anschlusssituation

Dem Anschluss der Luftdichtheitsebene an ein Dachflächenfenster ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Hierzu sind bereits fertig konfektionierte Anschlusschürzen, die an die Maße des Dachfensters angepasst sind, eine komfortable Lösung. Weitere Informationen hierzu sind dem ifz info „Das Dachflächenfenster“ [4] zu entnehmen.

Es ist daher insbesondere vor dem Einbau bzw. Sanierung eines Schornsteins die Luftdichtheit zu planen und umzusetzen.

3.2.6 Schornstein mit Zuluftkanal

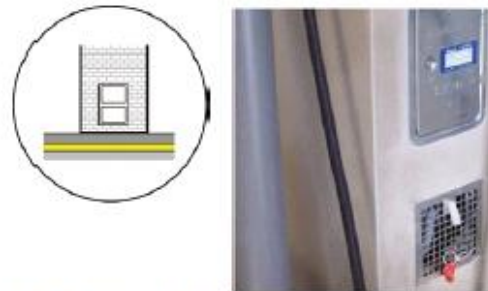


Bild 10: Schornsteinbelüftung

3.2.5 Poröse Schornsteinelemente



Bild 9: Unverputzter Schornstein hinter einer OSB-Platten-Verkleidung

Häufig ist ein Schornstein aus porösen Elementen nur teilweise oder gar nicht verputzt und daher stark luftdurchlässig. Auch ein mit Gipskarton- oder OSB-Platten verkleideter Schornstein führt zu Problemen. In beiden Fällen wird keine Dichtigkeit erreicht. Der Schornstein wird nur optisch versteckt.

Die Schornsteinbelüftung stellt eine erhebliche Leckage des Gebäudes dar. Sie entzieht dem Gebäude im Winter ständig warme Luft. Es ist daher zu klären, ob und wenn ja unter welchen Bedingungen man auf eine Schornsteinbelüftung verzichten kann.

3.2.7 Lücken im Innenputz

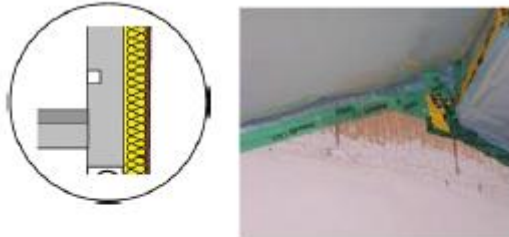


Bild 11: Unverputzte Bereiche einer Giebelwand

Es ist zu beachten, dass gemauerte Wände zu verputzen sind. Denn eine unverputzte Mauer ist luftdurchlässig. Weiterhin ist darauf zu achten, dass Wände aus Lochsteinen nicht nach oben zum unausgebauten Dachboden oder über das Dach offen sind. Es ist damit zu rechnen, dass von den beheizten Wohnräumen Luft durch unverputzte Stellen oder durch undichte Elektro-Einbaudosen über die hohlen Steine ungehindert austreten kann.

3.2.9 Leitungsführung zu unbeheizten Bereichen



Bild 13: Leitungsführung durch die Kellerdecke

Durchdringungen durch die wärmedämmende und luftdichte Gebäudehülle sind fachgerecht auszuführen und abzudichten. Unplanmäßig durchgeführte Durchdringungen sind nachträglich nur mit sehr hohem Aufwand luftdicht anzuschließen.

3.2.8 Einbauten und Durchdringungen durch die Luftdichtheitsschicht

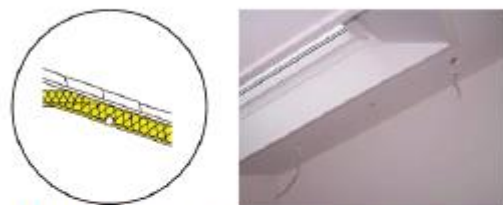


Bild 12: Vorbereitete Öffnungen für Einbauleuchten in einer Dachschräge

Bei Einbauten (wie z.B. Halogenlampen) ist darauf zu achten, dass eine dahinterliegende, als Luftdichtheitsschicht dienende Folie nicht beschädigt wird bzw. durch zu große Hitzeentwicklung nicht schmelzen kann und undicht wird. Hier sind ggf. Abstandshalter einzubauen.

Überprüfung der Luftdichtheit von Fenstern – Papiertest



Um die Luftdichtheit von Fenstern zu prüfen, ein Blatt Papier zwischen Rahmen und Fensterflügel einklemmen.

Lässt sich das Papier leicht herausziehen, so sind die Fenster enorm undicht. Bei solchen Fenstern ist eine Infiltrationsrate von „10“ anzusetzen.

Abbildung 2: Prüfung der Luftdichtheit von Fenstern in unsanierten Gebäuden

5.2 Fragebogen (Version 6.0)

1. ENERGIEVERBRAUCH

(Bitte Zutreffendes ausfüllen!)

1.1. Stromverbrauch (Haushalt)

(anhand von Rechnungen)

Jahr	Rechnungszeitraum	Stromverbrauch in [kWh]

Verbrauch Haushaltsstrom außerhalb des Gebäudes (Schätzung Berater):

_____ % außerhalb des Gebäudes (z.B. Schwimmbad, Rampenheizung, etc.)

1.2. Stromverbrauch (Wärme)

(anhand von Rechnungen)

Jahr	Rechnungszeitraum	Stromverbrauch in [kWh]
1		
2		
3		

1.3. Stromverbrauch (Warmwasser)

(anhand von Rechnungen)

Jahr	Rechnungszeitraum	Stromverbrauch in [kWh]
1		
2		
3		

1.4. Gas

(anhand von Rechnungen)

Jahr	Rechnungszeitraum	Gasverbrauch in [kWh]
1		
2		
3		

1.5. Fernwärme

(anhand von Rechnungen)

Jahr	Rechnungszeitraum	Fernwärme in [kWh]
1		
2		
3		

1.6. Scheitholz

(bitte entsprechende Einheit angeben [rm] / [fm] / [srm])

Jahr	Zukauf (Menge angeben)	Einheit angeben
1		
2		
3		

Holzqualität: Hartholz Weichholz Mischqualität

1.7. Ölverbrauch

Jahr	Rechnungsdatum	Zukauf [l]
1		
2		
3		

1.8. Pelletsverbrauch

Jahr	Rechnungsdatum	Zukauf [kg]
1		
2		
3		

1.9. Solarertrag PV (Eigenbedarf = Solarer Ertrag – Netzeinspeisung)

Jahr	Ablesezeitraum	[kWh]
1		
2		
3		

Anteil Eigenverbrauch (sofern bekannt; geschätzt oder gemessen):

_____ % Warmwasserbereitung

_____ % Haushaltsstrom

1.10. Solarertrag thermische Solaranlage

Jahr	Ablesezeitraum	[kWh]
1		
2		
3		

Anteil Verbrauch (sofern bekannt; geschätzt oder gemessen):

_____ % Warmwasserbereitung

_____ % Raumheizung

2. NUTZUNG

2.1. Wie viele Personen leben in Ihrem Haushalt? (Anzahl angeben)

Erwachsene in Pension / Karenz: _____ Person(en)

Erwachsene berufstätig Vollzeit: _____ Person(en)

Erwachsene berufstätig Teilzeit: _____ Person(en)

Jugendliche (10-19 Jahre): _____ Person(en)

Kinder (< 10 Jahren): _____ Person(en)

Kleinkinder (< 3 Jahren): _____ Person(en)

3. WOHNKOMFORT

3.1. Wieviel % der vorhandenen Raumfläche werden nicht beheizt?

(Schätzung)

Unbeheizter Anteil an der gesamten Nutzfläche: _____ %

Durchschnittliche Raumtemperatur im Winter im unbeheizten Gebäude/Wohnungsbereich?
_____ °C

3.2. Wie hoch ist die durchschnittliche Raumtemperatur im Winter?

Hinweis: Für die Nachtabsenkung, nicht die an der Regelung eingestellte Temperatur angeben, sondern jene Temperatur, auf welche die Rauminnentemperatur bis zum Morgen absinkt (geschätzt/gemessen).

Raumtemperatur unter Tags: _____ °C

Nachtabsenkung ja

nein

Temperatur Nachtabsenkung: _____ °C

Absenkungsdauer in der Nacht: _____ h

3.3. Bauweise

(mit Hilfe des Beraters zu bestimmen)

- Leicht (L)
- Mittelschwer (MS)
- Schwer (S)
- Sehr schwer (SS)

4. LÜFTUNGSVERHALTEN IM WINTER

4.1. Wie häufig lüften Sie im Winter?

Raum	Geschoß (EG/OG)	Anzahl Fenster	Modus		Häufigkeit pro Tag					Dauer (wenn länger, Dauer in Minuten eintragen)				
			öffnen	kippen	nie	1 x	2 x	3 x	> 3 x	< 5 min.	< 10 min	< 15 min.	>15 min.	
Küche														
Wohn- zimmer														
Bad														
WC														
Schlaf- zimmer														
Kinder- zimmer														
Zimmer 2														
Zimmer 3														
Zimmer 4														

4.2 Verwenden Sie Abluftventilatoren in folgenden Räumen?

- WC ja nein Bad ja nein

4.3 Wann läuft der Ventilator?

Bad

- Nie
 Nur während der Nutzung
 Auch für eine bestimmte Zeit nach der Nutzung
 Ventilator ist feuchtegesteuert (schaltet sich bei einer Luftfeuchte von _____ % ein)

WC

- Nie
 Nur während der Nutzung
 Auch für eine bestimmte Zeit nach der Nutzung

4.4 Abschätzung Infiltration / unerwünschter Luftwechsel

_____ [Wert zwischen 1,5/hohe Luftdichtheit und 10/sehr schlechte Luftdichtheit]

5. WARMWASSERBEDARF

5.1. Temperatur des Warmwassers:

_____ °C

5.2. Wie häufig duschen/baden Sie pro Woche? Wie lange duschen Sie im Durchschnitt?

	Häufigkeit Duschen pro Woche Häufigkeit eintragen: z.B. Person 2 → 4 x Duschen mittel pro Woche (siehe Bsp.)			Häufigkeit Baden pro Woche
	Dusche kurz (5 min.)	Dusche mittel (10 min.)	Dusche lang (15 min.)	
Person 1				
Person 2		(4)		
Person 3				
Person 4				
Person 5				
Baby Bad				

5.3. Sonstiger Warmwasserverbrauch: Wie häufig verrichten Sie folgende Tätigkeiten?

	2 x täglich	1 x täglich	5-6 x pro Woche	3-4 x pro Woche	1–2 x pro Woche
Abwaschen mit Geschirrspüler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abwaschen per Hand	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Putzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Körperpflege am Waschtisch (pro Person)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kochen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Leitungslängen (geschätzt/gemessen):

Warmwasser:

Verteilleitungen: _____ m

Steigleitungen: _____ m

Stichleitungen: _____ m

Raumheizung (VL & RL):

Verteilleitungen: _____ m

Steigleitungen: _____ m

Anbindeleitungen: _____ m

7. Heizungsbetrieb:

(nur für jene Fälle, wo Heizung in der Sommerperiode aktiv ausgeschaltet wird, und die WW-Bereitung über ein anderes Heizsystem, z.B. Elektroboiler erfolgt)

Start Heizbetrieb (z.B. 1. Oktober): _____

Ende Heizbetrieb (z.B. 1. 30. April): _____

Danke für Ihre Mithilfe!