

Vergleich der nationalen Berechnungsmethoden zur Energieeffizienz von neu errichteten Wohngebäuden in den Ländern Deutschland, Luxemburg, Belgien und Frankreich

Deutschland

In Deutschland sind die Berechnungen bis Dezember 2023 entweder gemäß DIN 4108-6/DIN 4701-10 oder gemäß DIN 18599 durchzuführen. Bei beiden Berechnungsmethoden wird das Einfamilienhaus als 1-Zonen-Modell betrachtet. Während die Berechnungen gemäß DIN 18599 iterativ durchzuführen sind (schrittweise Anpassung des Heizwärmebedarfs und dadurch veränderliche Wärmegutschriften aus der anlagentechnischen Wärmeversorgung), wird bei der vereinfachten Berechnung gemäß DIN 4108-6 der Jahresheizwärmebedarf über eine Monatsbilanz bestimmt und im Anschluss die anlagentechnische Bewertung gemäß DIN 4701-10 durchgeführt.

In Deutschland sind zwei Nachweise basierend auf dem Referenzgebäudeverfahren zu führen. Das geplante Wohngebäude wird hinsichtlich seiner spezifischen Transmissionswärmeverluste (mittlerer U-Wert über alle Bauteile inklusive Wärmebrückenbewertung) H_T' [W/(m²K)] und seines spezifischen Primärenergiebedarfs q_p [kWh/(m²a)] bewertet. Zur Berechnung des Primärenergiebedarfs auf Basis des Monatsbilanzverfahrens werden klimatischen Randbedingungen (mittlere monatlichen Lufttemperaturen und mittlere monatliche solare Strahlungen), welche sich aus unterschiedlichen Klimazonen Deutschlands ergeben und eine mittlere Innenraumtemperatur von 19°C festgelegt. Die Anlagentechnik wird auf Basis normativ festgelegter Kenngrößen über ein Tabellenverfahren (DIN 4701-10) bewertet. Die sich ergebenden IST-Werte werden den SOLL-Werten ($q_{p,Ref}$ und $H'_{T,Ref}$), welche sich aus einem fiktiven Referenzgebäude mit gleicher Größe, Ausrichtung, aber genormten Ausstattungsmerkmalen ergeben, gegenübergestellt.

Die internen Lasten und der Trinkwarmwasserbedarf des Gebäudes werden pauschal über festgelegte Werte und die Energiebezugsfläche des Gebäudes bestimmt.

Luxemburg

Die Berechnungen für Wohngebäude in Luxemburg werden gemäß den Vorgaben des „Règlement Grand-Ducal über die Energieeffizienz von Gebäuden“ durchgeführt.

Die rechnerischen Grundsätze sind sehr stark an die deutsche Verordnung angepasst. Es existieren keine Software-Tools für die rechnerische Bilanzierung. Das Ministerium hat lediglich ein Excel-Tool programmieren lassen (LuxEeb-Tool), welches die Grundlage für die Erstellung der Energieausweise darstellt.

Die wesentlichen Unterschiede zu Deutschland bestehen in den klimatischen Randbedingungen, der Soll-Rauminnentemperatur (20°C) und den Primärenergiefaktoren. Allerdings sind auch bei den rechnerischen Ansätzen zu den Flächen-/Volumenermittlungen kleinere Abweichungen festzustellen. So kann es durchaus sein, dass die Energiebezugsflächen des identischen Gebäudes in beiden Ländern um mehr als 10% voneinander abweichen. Dies führt bei der finalen energetischen Analyse, wenn die Bedarfswerte [kWh/a] auf die Flächen bezogen werden [kWh/(m²a)] , zu nicht unerheblichen Abweichungen.

Auch bei der Herangehensweise zur Bewertung einer Lüftungsanlage gibt es grundlegende Unterschiede. Während in Deutschland die energetischen Einsparungen durch eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung erst bei der anlagentechnischen Bewertung berücksichtigt werden, fließen diese in Luxemburg bereits bei der Ermittlung des Jahresheizwärmebedarfs ein. Dadurch können sich beim Vergleich des Jahresheizwärmebedarfs des identischen Wohngebäudes in Deutschland und Luxemburg gravierende Unterschiede zu Gunsten der luxemburgischen Berechnungsmethode ergeben, wohingegen sich das Resultat bei der Bewertung des Primärenergiebedarfs (s. unten) entgegengesetzt darstellt.

In beiden Ländern fließt in die energetische Berechnung des Gebäudes auch der Energiebedarf für Trinkwarmwasser mit ein. Sowohl in Deutschland als auch in Luxemburg wird hierzu ein pauschaler Ansatz über die Energiebezugsfläche gewählt. Zu den bereits erwähnten Abweichungen bei der Flächenermittlung existieren zusätzlich Unterschiede bei den Pauschalwerten. So wird der Trinkwarmwasserbedarf in Deutschland mit 12,5 kWh/(m²a) angesetzt, wohingegen dieser in Luxemburg bei Einfamilienhäusern 13,9 kWh/(m²a) und bei Mehrfamilienhäusern 20,8 kWh/(m²a) beträgt.

Ein Nachweis hinsichtlich des spezifischen Transmissionswärmeverlustes H_T' ist in Luxemburg nicht zu führen. Stattdessen werden der Heizwärmebedarf und die Umwelteinwirkungen (CO₂-Emissionen) klassifiziert und müssen den höchsten Anforderungen (Kategorie A) genügen.

Bei der rechnerischen Analyse des identischen Wohngebäudes nach der deutschen und der luxemburgischen Herangehensweise wurden aufgrund der zuvor genannten Punkte bei einer Modellrechnung teils erhebliche Abweichungen festgestellt. So war

der rechnerische Jahresheizwärmebedarf in Luxemburg fast 50 % höher gegenüber dem deutschen Ergebnis. Durch die in Luxemburg wesentlichen höheren Primärenergiefaktoren für Strom (2,66 gegenüber 1,8 in D) wurde das Wohngebäude basierend auf einer Heizanlage mit Luft-Wasser-Wärmepumpe (ohne PV-Strom) ebenfalls deutlich schlechter bilanziert als in Deutschland. So wurde beim primärenergetischen Vergleich sogar eine Abweichung von 100 % erreicht, was dazu führen würde, dass dieses Gebäude in der Art und Weise in Luxemburg nicht errichtet werden darf.

Belgien

Die Analyse der belgischen Berechnungsmethode erfolgte auf Basis der EEW-Methode von 2018 mit Erlass vom 15. Mai 2014.

Die Berechnungen der baulichen Kennwerte (U-Werte etc.) sind identisch zu der deutschen und luxemburgischen Herangehensweise und basieren auf europäischen Normungen. Lediglich bei den Materialkennwerten kann es kleinere Abweichungen geben.

Als erste Besonderheit fiel in der Analyse auf, dass bei der Gebäudehüllfläche (wärmeübertragende Umfassungsfläche) im Gegensatz zu Deutschland und Luxemburg unterschieden wird in einen Anteil „Gesamtfläche aller Wände“ und „gesamte beheizte/klimatisierte“ Bodenfläche. Auch die Kompaktheit als Kennwert für die Bauform bezieht sich in Belgien auf die Gesamtfläche aller Wände und nicht auf die gesamte Gebäudehüllfläche.

Ebenfalls ist beim Vergleich der Zahlenwerte zu beachten, dass die Ergebnisse der Wärmeverluste und des Wärmebedarfs auf die Einheit [MJ] bezogen werden und nicht wie in Deutschland üblich auf die Einheit [kWh]. Dies stellt hinsichtlich der Umrechnung kein größeres Problem dar, muss jedoch bei der Gegenüberstellung der Kennzahlen beachtet werden. Ebenso weichen teilweise die Begrifflichkeiten wie Netto- oder Bruttoenergiebedarf voneinander ab. So ist der Nettoenergiebedarf in Belgien dem Heizwärmebedarf in Deutschland und Luxemburg gleichzusetzen. Die rechnerische Herangehensweise ist jedoch in großen Teilen vergleichbar mit den zuvor beschriebenen Ländern.

Die Bewertung der Anlagentechnik ist in Belgien wesentlich umfangreicher als in Luxemburg oder in Deutschland gemäß der DIN 4701-10. Der Umfang der anlagentechnischen Bewertung ist vom Detaillierungsgrad daher eher vergleichbar mit der in Deutschland im Wohnungsbau noch nicht so häufig angewandten detaillierteren DIN 18599.

Auch der in Deutschland und Luxemburg gewählte pauschale Ansatz zur Bewertung des Trinkwarmwasserbedarfs wird in Belgien nicht verwendet. Stattdessen sind monatliche Nettoenergiebedarfswerte für die Warmwasserbereitung einer Dusche oder Badewanne beziehungsweise einer Küchenspüle getrennt zu ermitteln. Hierbei fließen dann auch die exakten Anzahlen der Zapfstellen mit in die Berechnung ein.

Bei der Betrachtung der Primärenergiefaktoren fällt auf, dass der Primärenergiefaktor für Strom bei 2,5 liegt und somit deutlich höher als in Deutschland (1,8) und eher auf dem Niveau von Luxemburg (2,66). Das wird bei einer rechnerischen Auswertung des identischen Wohngebäudes wieder zu höheren Primärenergiebedarfskennwerten führen, sofern eine strombasierte Heizungsanlage (Wärmepumpe) verbaut ist.

In Belgien existiert die mit den Nachbarländern vergleichbare Herangehensweise auf Basis eines Referenzgebäudes. Allerdings wird der Nachweis nicht direkt anhand der Gegenüberstellung der beiden Kennwerte geführt, sondern es wird ein Primärenergieverbrauchswert ermittelt, welcher sich als das prozentuale Verhältnis aus dem ermittelten Primärenergiebedarf und dem charakteristischen Referenzwert darstellt, welcher schrittweise aus den charakteristischen Einzelreferenzwerten (Heizwärme, Trinkwarmwasser, Hilfsenergie) zusammengesetzt wird.

Ein weiterer Unterschied besteht wiederum in den regionalen Klimakenndaten, aber auch in der Raumsolltemperatur, welche im Mittel lediglich 18°C beträgt.

Identisch zu Luxemburg hat auch Belgien die Berechnung eines CO₂-Emissionsfaktors eingeführt. Dieser wird in Deutschland mit Umsetzung des neuen Gebäudeenergiegesetzes auch seinen Einzug finden.

Frankreich

Die Berechnungen in Frankreich werden gemäß dem Règlement Thermique durchgeführt. Ebenso gibt es weitere Grund-Verordnungen, wie z.B. die „REGLES TH-bat“, welche die Berechnungsmethoden der U-Werte oder auch die Materialkenndaten festlegen.

Die grundlegenden Ansätze hinsichtlich der Berechnung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) sind identisch, also nach internationalem Standard. Die Materialkenndaten weichen hingegen von der DIN 4108-4 ab.

Bezüglich der Nachweisführung und der Berechnungsmethodik selbst, gibt es hingegen starke Abweichungen zu den zuvor genannten Ländern.

In Frankreich wird zum einen ein Nachweis hinsichtlich des Primärenergiebedarfs geführt. Dabei muss der Primärenergiebedarf des IST-Gebäudes C_{ep} [kWh/(m_{NGF}²a)] kleiner sein als ein maximal zulässiger Wert, welcher anhand mehrerer Einzelparameter zu bestimmen ist.

$$C_{ep_{max}} = 50 \times M_{ctype} \times (M_{cgéo} + M_{calt} + M_{csurf} + M_{cGES})$$

Der Wert ist abhängig von dem Gebäudetyp, der geographischen Lage, der Ausrichtung, den CO₂-Emissionen und der Größe des Gebäudes. Die Nutzung von erneuerbaren Energien wird berücksichtigt und führt folglich auch zu einer Reduzierung des C_{ep}-Wertes.

Des Weiteren muss ein Nachweis über die rechnerischen Rauminnentemperaturen geführt werden. Dies ist vergleichbar mit dem sommerlichen Wärmeschutznachweis der in Deutschland geführt werden muss. Während in Deutschland ein vereinfachter Nachweis über ein pauschales Sonneneintragskennwerteverfahren möglich ist, ist in Frankreich eine stundenbasierte Berechnungsmethode für ausgewählte Sommertage erforderlich. Hierbei wird die rechnerische operative Temperatur (gefühlte Temperatur) T_{ic} ermittelt und einem maximalen Referenzwert $T_{ic,ref}$ gegenübergestellt. Die Prüfung erfolgt in der Regel für einen heißen Sommertag.

Der dritte zu führende Nachweis ist eine Besonderheit und in der Form in den benachbarten Staaten nicht vorzufinden. Hierbei wird ein Bioklimaindex B_{bio} eingeführt. Mit diesem Wert sollen die wesentlichen Merkmale des Gebäudes in einem Indexwert vereint und mit einem Referenzwert $B_{bio,max}$ (ähnlich Referenzgebäudeverfahren) verglichen werden.

Dieser Indikator bewertet die Qualität der Konstruktion (u.a. Wärmebrücken, Luftdichtheit, Größe der transparenten Flächen), der Isolierung der Gebäudehülle, das bioklimatische Design (u.a. Nutzerkomfort, solare Erträge, Tageslichtnutzung, thermische Trägheit, Kompaktheit, Ausrichtung des Gebäudes, effiziente

0 Nadeq Nombre d'adultes équivalent
0 U/semaine/unité nombre de litres d'eau à 40°C puisés par semaine et par adulte équivalent

Cité de répartition horaire des besoins d'ECS (compris entre 0 et 1)																								
besoins d'ECS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0	0	0	0	0	0	0	0,028	0,029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,029	0	0,028	0,029	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0,028	0,029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,029	0	0,028	0,029	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0,028	0,029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,029	0	0,028	0,029	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0,028	0,029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,029	0	0,028	0,029	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0,028	0,029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,029	0	0,028	0,029	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0,028	0,029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,029	0	0,028	0,029	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0,028	0,029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,029	0	0,028	0,029	0	0

facteur correctif de la semaine												scénarios provisoires												
semaine/mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1,05	1,05	1,05	0,95	0,95	0,95	0,95	0	0,95	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1,05	1,05	1,05	0,95	0,95	0,95	0,95	0	0,95	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1,05	1,05	1,05	0,95	0,95	0,95	0,95	0	0,95	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1,05	1,05	1,05	0,95	0,95	0,95	0,95	0	0,95	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5			1	0,95				0,95				1,05	0											

Local N°1

nom du local : maison individuelle voir typologie
 Ratio : 1 ratio par défaut surface utile du local/surface utile du groupe
 peut-être nul si niveau P dans typologie. La somme des Ratio du groupe est égale à 1

taux d'occupation

occupant : 0 Nadeq nombre d'adulte équivalent
 90 W/Nadeq Chaleur moyenne dégagée par un adulte
 0,055 kg/h/nadeq Humidité dégagée par un adulte

taux d'occupation - valeur comprise entre 0 et 1 (- 0 en Inocc)																								
jour V / heure >	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0,7	0,7
2	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0,7	0,7
3	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0,7	0,7
4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0,7	0,7
5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0,7	0,7
6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,7	0,7
7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,7	0,7

facteur correctif de la semaine (0 à 1)												
semaine/mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
5			1	1				1				1

Apports de chaleur hors occupants et éclairage

m² unité par ex surface du local
 5,7 Watts/unité Apports de chaleur hors occupants et éclairage, par unité

ratio apports apports nominaux (compris entre 0 et 1)																								
jour V / heure >	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	0,2	0,2
2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	0,2	0,2
3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	0,2	0,2
4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	0,2	0,2
5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	0,2	0,2
6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,2	0,2
7	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,2	0,2

ratio correctif de la semaine (0 à 1)												
semaine/mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
5			1	1				1				1

Apports d'humidité hors occupants et éclairage

m² unité m³ en résidentiel, nombre de lits, nombres de douches
 0 kg/h/unité production d'humidité hors occupants et éclairage, par unité

ratio apports apports nominaux (compris entre 0 et 1)																								
jour V / heure >	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ratio correctif de la semaine (0 à 1)												
semaine/mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5			1	1				1				1