



# Verbrauchsprognoseberechnung

Möglichst zutreffende Verbrauchsprognosen sind entscheidend, um Wirtschaftlichkeitsberechnungen auf realitätsnahe Energiebedarfswerte zu stützen. Dieser Beitrag behandelt die Problematik der Abweichung zwischen berechnetem Energiebedarf und realem Energieverbrauch und zeigt Randbedingungen für realitätsnahe Verbrauchsprognoseberechnungen auf.

## Der Performance-Gap

Ein häufiger Kritikpunkt am energieeffizienten Bauen und Sanieren ist, dass sich der reale Verbrauch von Gebäuden durch Berechnungen nicht zuverlässig voraussagen lässt. Während der Verbrauch unsanierter Wohngebäude in Energiebedarfsberechnungen oft überschätzt werde, falle die Prognose des Verbrauchs hocheffizient sanierter Gebäude tendenziell zu niedrig aus.

Der Effekt der Abweichung des realen Verbrauchs vom vorausgerechneten Bedarf wird oft als sog. Performance-Gap bezeichnet. In einer Schweizer Studie wird der Performance-Gap nach vier möglichen Ursachen differenziert.

- Als **Verhaltens-Gap** wird ein von den Annahmen abweichendes Nutzerverhalten bezeichnet, etwa niedrigere oder höhere mittlere Raumlufttemperaturen, häufigeres Lüften, verstärkte Nutzung von Sonnenschutzvorrichtungen im Winter.
- Als **Technischer Gap** werden Unterschiede zwischen geplanter und tatsächlicher Bauausführung bzw. Anlagenbetrieb beschrieben -, etwa eine abweichende Ausführung der Dämmqualität oder technischer Komponenten, eine schlechtere Luftdichtheit oder abweichende Regelungseinstellungen des Wärmeversorgungssystems.
- Als **Klima-Gap** wird die Abweichung des realen Wetters im Messjahr vom Klimadatensatz der Energiebedarfsberechnungen bezeichnet.
- Als **Modellierungs-Gap** wird schließlich der Effekt bezeichnet, dass das eingesetzte Energiebedarfs-Berechnungsverfahren die Realität – beispielsweise die solaren Gewinne durch Fenster oder die Effizienz von Wärmeerzeugern – nicht realistisch abbildet.

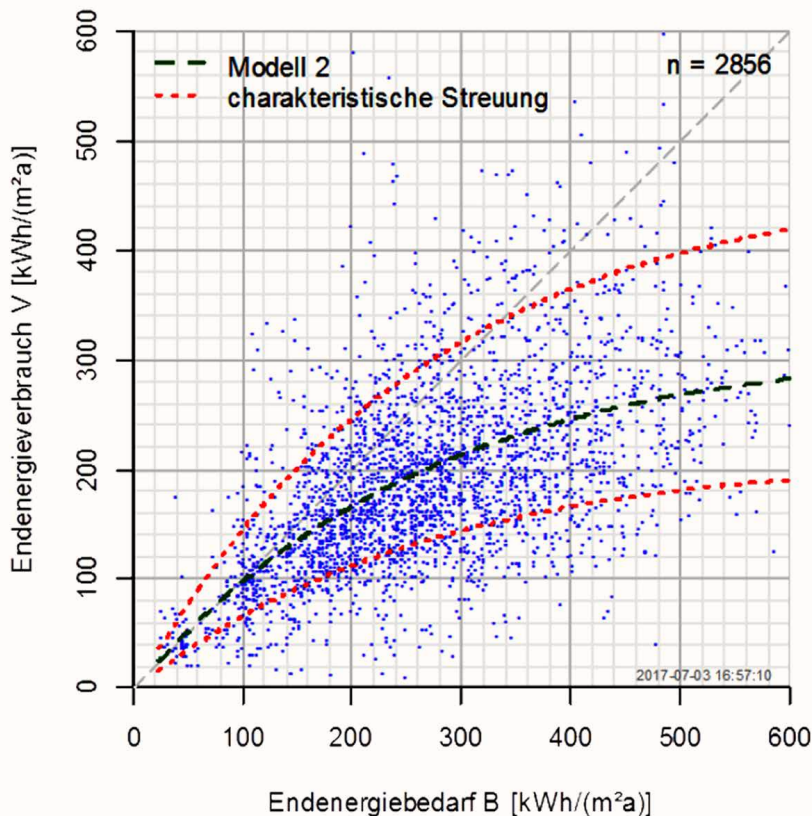
## UNTERSUCHUNG

### Wie groß ist der Performance-Gap?

#### Vergleich des normierten Energiebedarfs mit dem realen Verbrauch

Für den Vergleich zwischen dem nach Norm berechneten Energiebedarf und dem tatsächlichen Verbrauch wurden die Ergebnisse einer Untersuchung des Institut Wohnen und Umwelt herangezogen. Diese basiert auf Daten aus sechs Studien, die Bedarfs- und gemessene Verbräuche von 2.856 Wohngebäuden in Deutschland erfassen (siehe nachfolgende Abbildung) [2].

Jeder Punkt in der folgenden Abbildung kennzeichnet den mit normierten Randbedingungen (DIN-V 4108-6 / DIN 4701-10) berechneten Endenergiebedarf (x-Achse) und den realen Endenergieverbrauch eines Gebäudes für Heizung und Warmwasser (y-Achse).



Zusammenhang zwischen normiert berechnetem Endenergiebedarf Heiz+WW und realem Verbrauch sowie Schätzwert und charakteristische Streuung des Verbrauchs [2]

(Bei der Interpretation der Ergebnisse ist wichtig zu beachten, dass sich die dargestellten Daten auf Projekte in Deutschland beziehen. Verglichen wird damit der reale Verbrauch dieser Gebäude mit dem normiert ermittelten Bedarf – also dem Bedarf, der durch Berechnung nach EnEV mit den für Deutschland festgelegten Berechnungs-Randbedingungen ermittelt wurde.)

Punkte, die auf der grau gezeichneten Winkelhalbierenden liegen, beschreiben Gebäude, deren realer Verbrauch exakt dem berechneten Bedarf entspricht. Punkte oberhalb dieser Linie entsprechen Gebäuden, deren Verbrauch höher als der berechnete Bedarf liegt.

Die schwarz gestrichelte Linie bezeichnet den statistisch aus Verbrauchsdaten ermittelten Schätzwert des zu erwartenden Verbrauchs. Für ein Gebäude beispielsweise, für das ein rechnerischer Endenergiebedarf von  $200 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WNF}} \text{ a})$  ermittelt wurde, beträgt der Schätzwert des realen Verbrauchs etwa  $165 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WNF}} \text{ a})$ . Würden 100 identische Gebäude dieses Typs verglichen, so läge der zu erwartende Mittelwert des realen Verbrauchs bei etwa  $165 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WNF}} \text{ a})$ .

Die rot strichlierten Linien bezeichnen die charakteristische Streuung, das heißt, die Unsicherheit der Schätzung für ein einzelnes Gebäude. Der Bereich zwischen den rot strichlierten Linien beschreibt damit den Einfluss des Nutzerverhaltens auf den realen Verbrauch einzelner Gebäude. Für ein Gebäude mit einem berechneten Endenergiebedarf von  $200 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WNF}} \text{ a})$  können beispielsweise Verbräuche zwischen etwa 115 und  $240 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WNF}} \text{ a})$  erwartet werden.

## Ergebnisse der Untersuchung:

### **1. Der tatsächliche Energieverbrauch von unsanierten Gebäuden mit schlechter Gebäudehülle ist oft niedriger als der nach Normen berechnete Energiebedarf.**

Der Hauptgrund für diese seit langem bekannte Tatsache ist, dass die mittlere Raumlufthtemperatur in der Heizperiode in energetisch schlechten Gebäuden – wie in [3] am Beispiel von Temperaturmessungen in 1,3 Mio. Wohnungen in Mehrwohnhäusern dargestellt – sehr oft deutlich unter den Norm-Annahmen liegt (EnEV / GEG:  $19 \text{ °C}$  bzw.  $20 \text{ °C}$  je nach verwendeter Norm, OIB Richtlinie 6 (2015):  $20 \text{ °C}$ , OIB Richtlinie 6 (2019):  $22 \text{ °C}$ ).

### **2. Der tatsächliche Energieverbrauch von energetisch hochwertigen Neubauten oder sanierten Gebäuden ist oft höher als der nach Normen berechnete Energiebedarf.**

Ein Hauptgrund dafür ist, dass die mittleren Raumlufthtemperaturen in der Heizperiode in hocheffizienten Gebäuden zumeist deutlich über den Norm-Annahmen liegen. Der Bereich der in den effizienten Gebäuden auftretenden mittleren Raumlufthtemperaturen entspricht in etwa dem Temperaturbereich, bei dem nach Studien von Fanger das empfundene Optimum der thermischen Behaglichkeit liegt [4].

## Einfluss des Nutzerverhaltens auf den Energieverbrauch von Gebäuden

Was sind die wesentlichen Einflussfaktoren für den tatsächlichen Energieverbrauch und wie ist ihre Gewichtung? Die folgende Tabelle fasst die Bedeutung verschiedener Einflussgrößen auf den realen Verbrauch im Sinne von „Daumenregeln“ zusammen [2].

Einflussgröße	Aktivität	Änderung des Parameters um	Altbau modernisiert/ Niedrigenergiehaus** Passivhaus		
			Altbau unsaniert	Altbau modernisiert/ Niedrigenergiehaus**	Passivhaus
Änderung des Endenergiebedarfs (Annahme: Zentralheizung mit Kombikessel)					
Raumtemperatur	Thermostat einstellen	+ 1 K	+ 29 kWh/(m <sup>2</sup> a)	+ 8 kWh/(m <sup>2</sup> a)	+ 2 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Luftwechsel	über Fensterlüftung	+ 0,1 1/h	+ 8 kWh/(m <sup>2</sup> a)	+ 8 kWh/(m <sup>2</sup> a)	+ 6 kWh/(m <sup>2</sup> a)
	Anlagenluftwechsel einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	+ 0,1 1/h	+ 0,6 kWh/(m <sup>2</sup> a)	+ 0,6 kWh/(m <sup>2</sup> a)	+ 0,6 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Fensteröffnung	Balkontür kippen	+ 1 h/d	+ 3 kWh/(m <sup>2</sup> a)*	+ 3 kWh/(m <sup>2</sup> a)*	+ 2 kWh/(m <sup>2</sup> a)
	Balkontür ganz öffnen	+ 1 h/d	+ 16 kWh/(m <sup>2</sup> a)*	+ 16 kWh/(m <sup>2</sup> a)*	+ 12 kWh/(m <sup>2</sup> a)
	Balkontür kippen	8 h/d, z.B. nachts	+ 23 kWh/(m <sup>2</sup> a)*	+ 23 kWh/(m <sup>2</sup> a)*	+ 16 kWh/(m <sup>2</sup> a)
	(kleines) Fenster kippen	8 h/d, z.B. nachts	+ 10 kWh/(m <sup>2</sup> a)*	+ 10 kWh/(m <sup>2</sup> a)*	+ 7 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Teilbeheizung	Nachtabenkung gesamte Wohnung	- 3 K	- 30 kWh/(m <sup>2</sup> a)	- 12 kWh/(m <sup>2</sup> a)	- 2 kWh/(m <sup>2</sup> a)
	Teilbeheizung	30 % der Wohnfläche	- 15 kWh/(m <sup>2</sup> a)	- 3 kWh/(m <sup>2</sup> a)	- 1 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Wärmequellen	Personenbelegung	+ 1 Person			- 1,6 kWh/(m <sup>2</sup> a)
	Verschattung/ Verschmutzung	Abminderungsfaktor: - 0,1	- 1,2 kWh/(m <sup>2</sup> a)	- 1,2 kWh/(m <sup>2</sup> a)	- 1,2 kWh/(m <sup>2</sup> a)
	Innere Wärmequellen	- 1 W/m <sup>2</sup>	+ 7 kWh/(m <sup>2</sup> a)	+ 6 kWh/(m <sup>2</sup> a)	+ 3 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Warmwasser	Personenbelegung EFH	+ 1 Person	+ 898 kWh/a	+ 898 kWh/a	+ 898 kWh/a
	Personenbelegung MFH	+ 1 Person	+ 793 kWh/a	+ 793 kWh/a	+ 793 kWh/a

Tabelle: Aus den Parameterstudien abgeleitete und vereinfachte Aussagen zum Einfluss des Nutzerverhaltens auf den Energieverbrauch von Gebäuden („Daumenregeln“) [2]

Wie zu erkennen ist, hängt die Bedeutung einiger Einflussgrößen auf den Endenergiebedarf in hohem Maße vom energetischen Niveau des Gebäudes ab: Eine um 1K höhere Raumtemperatur beispielsweise führt im unsanierten Altbau zu einem etwa 29 kWh/(m<sup>2</sup> a) höheren Endenergiebedarf, während sie in einem Passivhaus nur zu einem Anstieg von 2 kWh/(m<sup>2</sup> a) führt.

Andere Einflussgrößen wirken unabhängig vom energetischen Standard des Gebäudes: So erhöht sich der Endenergieverbrauch für Warmwasser im Mehrwohnungshaus pro zusätzlichem Bewohner um knapp 800 kWh/a.

## Verbrauchsprognoseberechnungen für eine realitätsnahe Abschätzung des Energieverbrauchs

Zutreffende Verbrauchsprognosen sind wesentlich, um Wirtschaftlichkeitsberechnungen auf belastbare und realitätsnahe Energiebedarfswerte zu stützen. Der reale Energieverbrauch von Gebäuden lässt sich sehr gut vorausberechnen, wenn das zu erwartende mittlere, d.h. durchschnittliche Nutzerverhalten realistisch angenommen wird. Aus zahlreichen Projektauswertungen sind hierzu Daten verfügbar.

Gerade bei Mehrwohnungshäusern lässt sich das durchschnittliche Nutzerverhalten der Bewohner\*innen gut abbilden. Dies liegt daran, dass sich mit zunehmender Wohnungszahl die Verhaltensweisen von ‚Vielverbrauchern‘ und ‚Wenigverbrauchern‘ ausgleichen und zudem mittlerweile zahlreiche Erfahrungen aus Monitoring-Projekten zum Nutzerverhalten vorliegen.

Ein Beispiel für verfügbare Erkenntnisse zum durchschnittlichen Nutzerverhalten ist die mittlere Raumlufttemperatur während der Heizperiode. Es ist bekannt, dass die tatsächlichen Temperaturen in hocheffizienten Neubauten oder Sanierungen oft über den Werten liegen, die in normierten Berechnungen angesetzt werden. Werden solche Erfahrungswerte statt normierter Randbedingungen für Verbrauchsprognosen verwendet, stimmen die Ergebnisse deutlich besser mit den realen Energieverbräuchen überein.

## Empfehlungen zur Festlegung von Randbedingungen abweichend von Normwerten

Für Verbrauchsprognoseberechnungen empfiehlt es sich erfahrungsgemäß, einige Randbedingungen abweichend von Normwerten festzulegen. Sind die tatsächlichen Energieverbräuche für Raumheizung und Warmwasserbereitung eines unsanierten Bestandsgebäudes bekannt, können diese natürlich zur Justierung der Status-Quo-Berechnung herangezogen werden.

---

## 1. Mittlere Raumlufthtemperatur

Die mittlere Raumlufthtemperatur von unsanierten oder teilsanierten Wohngebäuden mit teilweise minderbeheizten Räumen kann mithilfe der spezifischen Transmissionswärmeverluste, bezogen auf die Wohnnutzfläche, abgeschätzt werden. Je höher die spezifischen Transmissionswärmeverluste\*, desto geringer die mittlere Raumlufthtemperatur des unsanierten oder teilsanierten Wohngebäudes.

Spezifische Transmissionswärmeverluste* ( $W/(m^2_{WNF} \cdot K)$ )	Gebäudetyp	Mittlere Raumlufthtemperatur ( $^{\circ}C$ )
$\leq 0,45$	Saniertes Wohngebäude	22,5
0,90	Teilsaniertes Wohngebäude	21
$\geq 3,60$	Unsaniertes Wohngebäude	19,5

Werte dazwischen können linear interpoliert werden. \*Spezifische Transmissionswärmeverluste: Mittlerer U-Wert des Gebäudes x Gebäudehüllfläche / Wohnnutzfläche (WNF)

---

## 2. Pro Kopf-Warmwasserbedarf

Wie Auswertungen des Warmwasserverbrauchs von insgesamt 370 Wohneinheiten in unterschiedlichen Wohngebäuden zeigen, liegt der mittlere gemessenen Pro-Kopf-Verbrauch bei knapp über 24 Liter ( $60^{\circ}C$ ) pro Person und Tag [5]. Der Wert stimmt gut mit dem in PHPP hinterlegten Defaultwert von 25 Liter pro Person und Tag überein.

Als Grundlage für Wirtschaftlichkeitsberechnungen wird dennoch vorgeschlagen, einen etwas höheren Wert für den Pro-Kopf-Warmwasserverbrauch anzusetzen. Monitoringprojekte zeigen, dass die Wärmeverteilverluste der Warmwasserversorgung meist höher liegen, als berechnet. Die leichte Erhöhung des Ansatzes für den Pro-Kopf-Warmwasserbedarf ist ein pragmatischer Weg, den realen Endenergiebedarf für die Warmwasserbereitung möglichst genau abzuschätzen.

Vorschlag für  
Verbrauchsprognose:

**25 – 32 Liter ( $60^{\circ}C$ )  
pro Person und Tag**

---

## 3. Verschattung durch bewegliche Verschattungseinrichtungen im Winter

Wie Untersuchungen in der Schweiz zeigen, werden bewegliche Verschattungseinrichtungen von Mehrwohnungshäusern auch an Wintertagen in relevantem Umfang genutzt. An 32 Mehrwohnungshäusern wurden in der Praxis mittlere winterliche Verschattungsfaktoren von etwa 0,82 bis 0,84 ermittelt [6]. Ein Verschattungsfaktor von 0,90 beschreibt eine Verringerung des Strahlungsangebotes in der Heizperiode um 10 %.

Vorschlag für  
Verbrauchsprognose:

**Verschattungsfaktor  
Winter (für alle Fenster)  
von 0,80 bis 0,90**

---

## 4. Fensterlüftung

Auch in Gebäuden mit Abluftanlagen und Komfortlüftungen mit Wärmerückgewinnung wird ganz offensichtlich auch im Winter in unterschiedlichem Ausmaß zusätzlich über die Fenster gelüftet. Dieser schwer abschätzbare zusätzliche Luftvolumenstrom sollte in den Energieverbrauchsprognosen berücksichtigt werden.

Vorschlag für  
Verbrauchsprognose:

**zusätzlicher  
Luftvolumenstrom  
von 0,03 h-1 bis 0,05 h-1**

---

## 5. Haushaltsstrom

Der Haushaltsstrom wird in PHPP mit einem gut hergeleiteten Rechenverfahren abgeschätzt. Die Hauptverbraucher sind voreingestellt und können modifiziert werden. Zusätzlich sollten Elektronik und sonstige Kleinverbraucher eingegeben werden.

Vorschlag für  
Verbrauchsprognose:

**22-24 kWh/(m<sup>2</sup><sub>EBFa</sub>)**

---

## 6. Allgemeinstrom

Der Bedarf an Allgemeinstrom für Lift, Beleuchtung (Allgemeinbereiche, Keller, Tiefgarage) hängt stark davon ab, ob eine Tiefgarage vorhanden ist und mit welchem Beleuchtungssystem diese beleuchtet wird.

Vorschlag für  
Verbrauchsprognose:

**3-4 kWh/(m<sup>2</sup><sub>EBFa</sub>)**

---

## Quellen

- [1] S. Perch-Nielsen: „Energie-Performance Gap in Neubauten – Grundlagen aus der Forschung für die Praxis – Grundlagenbericht November 2019; EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE; Bern, 2019
- [2] T. Loga et al.: Berücksichtigung des Nutzerverhaltens bei energetischen Verbesserungen; Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt; Herausgeber: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Bonn, 2019; <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2019/bbsr-online-04-2019.html>
- [3] F. Schröder et al.: Reale Raumtemperaturen in Mehrfamilienhäusern und Implikationen für die Einschätzung des Heizwärmebedarfs, in: EnEV aktuell, Nr. 1/2010
- [4] Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser, Protokollband 25: Temperaturdifferenzierung in der Wohnung; Passivhaus Institut, Darmstadt 2004; [https://passiv.de/de/05\\_service/01\\_Literaturverkauf/01\\_Literaturverkauf.htm](https://passiv.de/de/05_service/01_Literaturverkauf/01_Literaturverkauf.htm)
- [5] W. Hasper: Warmwassernutzung: Messergebnisse, Ansätze zur Mengenreduktion und Planungsansätze, in: Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser, Protokollband 49: Energieeffiziente Warmwassersysteme; Passivhaus Institut, Darmstadt, 2015; [https://passiv.de/de/05\\_service/01\\_Literaturverkauf/01\\_Literaturverkauf.htm](https://passiv.de/de/05_service/01_Literaturverkauf/01_Literaturverkauf.htm)
- [6] L. Carisch et al.: SolarGap – Auswirkung von Sonnenschutzsystemen auf den Heizwärmebedarf von Gebäuden – Schlussbericht 11. Mai 2018; Bundesamt für Energie BFE, Bern, 2018

# Impressum

## Herausgeber

Energieinstitut Vorarlberg  
Fachbereich Bauen und Sanieren  
[www.energieinstitut.at](http://www.energieinstitut.at)

Universität Innsbruck  
Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften  
Arbeitsbereich Energieeffizientes Bauen  
Dornbirn und Innsbruck, 2026

## Graphik

studio altenried · bernd altenried, jonas altenried  
[www.almo.de](http://www.almo.de)

Die Planungsempfehlungen wurden von 2023 bis 2025 in den Forschungsprojekten SüdSan und PhaseOut erarbeitet, die im Rahmen der 8. Ausschreibung des Programms „Stadt der Zukunft“ des Bundesministeriums für Innovation, Mobilität und Infrastruktur gefördert wurden. Darüber hinaus wurde das Projekt SüdSan auch vom Land Vorarlberg unterstützt.

herausgegeben von



gefördert von

