

# Welcher Wärmebereitstellungsgrad ist der Richtige?

Dipl.-Ing. Gerd Burkert, Architekt, der-energie-coach.net Ludwigsburg

Unterschiedliche Herstellerangaben zum Wärmebereitstellungsgrad, berechnet nach unterschiedlichen Normen und Prüfmethode, erschweren den Produktvergleich. Für Planer ist nicht sicher, ob berechnete Energieeinsparungen auch realistisch sind.

Da weder Energieeinsparverordnung noch DIN V 18599 6 sich eindeutig auf ein Prüfverfahren für Wärmerückgewinnung festlegen, stellen sich folgende Fragen:

Welcher Wärmebereitstellungsgrad ist der „Richtige“? Oder besser gefragt, welche Prüfmethode bringt realistische Ergebnisse und welche darf ich überhaupt verwenden?

## ■ Definitionen des Wärmebereitstellungsgrades $\eta_{WRG}$

Der Wärmebereitstellungsgrad wird in den Normen DIN V 4701 10 und DIN V 18599 6 mit dem exakt identischen Wortlaut definiert.

### DIN V 4701 10

„Der nach anerkannten technischen Regeln ermittelte *Wärmebereitstellungsgrad* charakterisiert die *Temperaturerhöhung der Zuluft*, bezogen auf die *maximal mögliche Temperaturerhöhung*. In den *Wärmebereitstellungsgrad* gehen neben der *Betriebscharakteristik des Wärmeübertragers (WÜT)* auch die *Abwärme von elektrischen Komponenten (Ventilatoren, Regelung)* ein.“

### DIN V 18599 6

„Für die Bestimmung des Gesamtnutzungsgrades der Wärmerückgewinnung  $\eta_{WÜT}$  nach Gleichung (12) ist der Wärmebereitstellungsgrad  $\eta'_{WRG}$  zu verwenden. Der *Wärmebereitstellungsgrad*

*charakterisiert die Temperaturerhöhung der Zuluft, bezogen auf die maximal mögliche Temperaturerhöhung. [...] In den Wärmebereitstellungsgrad gehen neben der Betriebscharakteristik des Wärmeübertragers (WÜT) auch die Abwärme von elektrischen Komponenten (Ventilatoren, Regelung) ein.“*

### DIN EN 13141 7

Das „Temperaturverhältnis“ ist die „Temperaturdifferenz zwischen einströmender und ausströmender Luft eines Luftstromes geteilt durch die Temperaturdifferenz zwischen der einströmenden Luft der beiden Luftströme. [...] Die Temperaturverhältnisse für die Zu- und die Abluft sind [...] an unterschiedlichen Betriebspunkten zu messen und anzugeben.“

### PHPP

Auch im Passivhaus Projektierungspaket (PHPP) des Passivhaus Instituts (PHI) soll der Wärmebereitstellungsgrad  $\eta_{WRG}$  die Abwärme des Ventilators, die Wärmeverluste des Gerätes und die induzierten Infiltrationsluftströme berücksichtigen.

## ■ Verfälschungen

Die Dichtheit des Lüftungsgerätes bzw. die Richtung der Leckageströme sind bei der Betrachtung des Wärmebereitstellungsgrades nicht zu vernachlässigen, da bei saugendem Zuluftventilator die warme und teilweise

verbrauchte Luft vom Aufstellraum der Zuluft beigemischt wird und sich die Temperatur der Zuluft erhöht.

Den gleichen Effekt hat eine interne Leckage des Gerätes, bei der Abluft in die Zuluft hinein strömt.

Beide Undichtigkeiten suggerieren einen besseren Wärmebereitstellungsgrad, wobei sich tatsächlich nur die Raumluftqualität verschlechtert.

Dieser Fehler des Wärmebereitstellungsgrades, den die „zuluftseitige“ Messung beinhaltet, verstärkt sich auch noch durch eine unzureichende Dämmung des Lüftungsgerätes, wenn bei Aufstellung im beheizten Bereich die Zuluft über die Gehäusewandung Wärme aufnimmt.

Außerdem kommt es durch unzureichende Dämmung auch zur Erwärmung der Fortluft, also zu einem unmittlerbaren Wärmeentzug, der durch eine „zuluftseitige“ Messung überhaupt keine Berücksichtigung findet. Ebenso entstehen Wärmeverluste bei Aufstellung des Lüftungsgerätes im unbeheizten Bereich, die Einfluss auf den Gesamtnutzungsgrad des Lüftungsgerätes haben.

## ■ Korrekturen

### DIN V 4701 10

„Wenn die Bestimmung des Wärmebereitstellungsgrades ohne die Berücksichtigung der oben angegebenen Effekte (Wärmeverluste des

Gehäuses, Frostbetrieb und Volumenstrombalance) erfolgte, so ist der so bestimmte Wert nach Gleichung (5.2.3 2) zu korrigieren“:

$$\eta'_{WRG} = \eta'_{WRG,unkorrigiert} \cdot 0,91$$

## DIN V 18599 6

„Die in Gleichung (12) enthaltenen Korrekturen des Wärmebereitstellungsgrades sind nur durchzuführen, wenn sie nicht bei der Prüfung der Lüftungsgeräte berücksichtigt worden sind oder die Einbaubedingungen von den Prüfbedingungen abweichen.“

$$\eta_{WUT} = \eta'_{WRG} \cdot \left( 1 - \frac{f_{v,WUT,Frost} - f_{v,WUT,Wärme} - f_{v,WUT,Dicht}}{f_{v,WUT,Wärme} - f_{v,WUT,Dicht}} \right)$$

$\eta'_{WRG}$  „Wärmebereitstellungsgrad nach EnEV“

$f_{v,WUT,Frost}$  Faktor für Abtaubetrieb (–0,04 bis 0,06)

$f_{v,WUT,Wärme}$  Faktor für Wärmeverluste des Lüftungsgerätes (0 bis 0,02)

$f_{v,WUT,Dicht}$  Faktor für Dichtheit des Lüftungsgerätes (0 bis 0,01)

Bei maximaler Korrektur des Wärmebereitstellungsgrades nach DIN V 18599 6 Tabelle 4 für Abtaubetrieb, Wärmeverluste und Dichtheit des Lüftungsgerätes entspricht der Korrekturabzug von 9% dem damals pauschal festgelegten Wert nach DIN V 4701 10.

Dieser korrigierte Wärmebereitstellungsgrad wird nach DIN V 18599 6 nun als „Gesamtnutzungsgrad der Wärmerückgewinnung“  $\eta_{WUT}$  bezeichnet.

Der Abtaubetrieb als Frostschutz-Methode, also das Abschalten des Zuluftventilators bei verschiedenen Außentemperaturen, wird mit Werten von 0 bis 0,06 korrigiert. Nach DIN V 18599 6 sind aber die „Zuluft- und Abluftvolumenströme mit geeigneten Komponenten so einzu-

stellen, dass dadurch *dauerhaft eine Volumenstrombalance* sichergestellt ist.“ Demnach wäre die Abschaltung bzw. Reduzierung der Drehzahl des Zuluftventilators gar nicht erlaubt, ein eindeutiger Widerspruch in der Norm. Dass durch Verwendung dieser Frostschutz-Methode aber der Gesamtnutzungsgrad deutlich reduziert wird, steht außer Frage.

## PHPP

Auch das PHPP sieht eine Korrektur vor, und zwar wenn nicht nach den Prüf- und Auswertungskriterien des PHI vorgegangen wurde. Da nach Meinung des PHI der Wärmebereitstellungsgrad nach dem derzeitigen Prüfglement für die Gerätezulassung in Deutschland (gemeint ist hier die Prüfmethode des Deutschen Instituts für Bautechnik DIBt) unrealistisch hoch ausfällt, werden hier sogar 12% Korrekturabzug angesetzt!

## ■ Prüfmethoden

### EnEV 2009 Anlage 1 Nr. 2.7

„Die bei der Anrechnung der Wärmerückgewinnung anzusetzenden Kennwerte der Lüftungsanlagen sind

- nach anerkannten Regeln der Technik zu bestimmen oder
- den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen der verwendeten Produkte

zu entnehmen.“

### DIBt

Die Kennwerte nach „den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen“ resultieren aus der Prüfmethode des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt). Dabei wird wie in DIN V 18599 6 beschrieben „zuluftseitig“ gemessen. Bei Bedarf wird der Wärmebereitstellungsgrad mithilfe von Tabelle 4 korrigiert.

### DIN EN 13141 7

Zu den anerkannten Regeln der Technik zählt auch die Europäische Norm DIN EN 13141 7. Auf diese wird auch in der neuen Produktnorm DIN 4719 zur Lüftung von Wohnungen – Anforderungen, Leistungsprüfungen und Kennzeichnung von Lüftungsgeräten – Bezug genommen. Durch Einführung dieser im Juli 2009 neu erschienenen Produktnorm (Regel), ist für Hersteller von Wärmerückgewinnungsgeräten die bauaufsichtliche Gerätezulassung (gilt für unregelmäßige Bauprodukte) durch das DIBt (Ü-Zeichen) nicht mehr notwendig.

Die europäischen Kennwerte und Prüfvorschriften aus DIN EN 13141 7 werden langfristig die Prüfmethode des DIBt ablösen. Da diese Kennwerte auch „ablufseitig“ und trocken / ohne Kondensat gemessen werden, dürfte bei deren Verwendung keine Korrektur nach Tabelle 4 vorgenommen werden – mit Ausnahme der fraglichen Frostschutz-Methode „Abschaltung bzw. Reduzierung der Drehzahl des Zuluftventilators“.

### PHPP

Ebenso muss auch die Prüfmethode des Passivhaus Instituts (PHI) zu den „anerkannten Regeln der Technik“ gezählt werden. In diesem ebenfalls „ablufseitigen“ und trocken / ohne Kondensat gemessenen Wärmebereitstellungsgrad wird die Abwärme von Komponenten (z.B. Ventilatoren) im Gegensatz zur „zulufseitigen“ Messung vollständig berücksichtigt, was die DIN V 18599 6 ja auch gezielt verlangt (siehe Definition oben).

### DIN V 18599 6

In der Definition des Wärmebereitstellungsgrades nach DIN V 18599 6 wird zwar von der „Temperaturerhöhung der Zuluft“ gesprochen, also eine „zulufseitige“ Messung vorausgesetzt. Die Prüfmethode des DIBt wird aber

nicht ausdrücklich erwähnt, also auch nicht als einziger Weg zur Ermittlung der Kennwerte vorgeschrieben. Dennoch wird formuliert: „Sind für die Bestimmung des Gesamtnutzungsgrades der Wärmerückgewinnung alternativ zum Wärmebereitstellungsgrad europäische Kennwerte (z.B. [...] DIN EN 13141 7 und DIN EN 13141 8) einzusetzen, sind diese unter Beachtung der eventuell abweichenden Prüfbedingungen entsprechend umzurechnen.“

Zur Umrechnung der Mess- und Prüfwerte national und europäisch soll im Rahmen des Projekts „Kennwertumrechnung Deutschland Europa für Lüftungsgeräte“ ein Beiblatt erstellt werden, das bislang aber noch nicht erschienen ist.

Dennoch stellt der „ablufseitig“ ermittelte Wärmebereitstellungsgrad physikalisch einen realistischeren Wert dar, als ein „zulufseitiger“ Wärmebereitstellungsgrad, der mit vagen Pauschalwerten korrigiert werden muss.

Liegt also nach DIN EN 13141 7 der „ablufseitig“ gemessene und realistischere Wert vor, stellt sich die Frage, warum man diesen nicht verwenden sollte.

## Fazit

Hier scheint es sinnvoll, die EnEV 2009 als eine der DIN V 18599 übergeordnete Verordnung beim Wort zu nehmen, und die realistischeren Kennwerte nach „anerkannten Regeln der Technik“ (DIN EN 13141 7 ablufseitig gemessen oder PHI) einzusetzen. Außerdem wird in DIN V 18599 6 der Wärmebereitstellungsgrad  $\eta'_{WRG}$  als „Wärmebereitstellungsgrad nach EnEV“ definiert und diese lässt ausdrücklich Kennwerte „nach anerkannten Regeln der Technik“ zu.

Wie bei so vielen Unklarheiten in den Normen, muss der Planer also auch hier wieder eine ingenieurmäßige

Annahme treffen und sich für eine sinnvolle Vorgehensweise entscheiden.

Die folgende Gegenüberstellung der Prüfmethode des DIBt mit den „anerkannten Regeln der Technik“ (DIN EN 13141-7 ablufseitig gemessen und PHI) anhand zweier Beispiele unterschiedlicher Effizienz zeigt auf, dass es bei der Prüfmethode nach DIBt zu einer Überbewertung der Wärmerückgewinnung kommt. Ein pauschaler Korrekturabzug von 9% bzw. 12% wäre bei weniger effizienten Geräten immer noch zu gering.

Bei Einsatz eines Erdreich-Zuluft-Wärmeübertragers zur Luftvorwärmung kann es mit der Prüfmethode nach DIBt und einer positiven Korrektur (Faktor 1,04) nach Tabelle 4 der DIN V 18599 6 zu einem Gesamtnutzungsgrad von über 100% kommen, was einem Bauherren nur schlecht zu vermitteln ist.

Die Frage, welcher Wärmebereitstellungsgrad nun der „Richtige“ ist, kann abschließend leider nicht beantwortet werden; die Frage, welche Prüfmethode realistischere Ergebnisse bringt, dagegen schon.

Prüfmethode nach	DIBt	DIN EN 13141-7	PHI		
Messung	zulufseitig	ablufseitig	ablufseitig		
	feucht – mit Kondensat	trocken – ohne Kondensat	trocken – ohne Kondensat		
Formel	$\eta_{WRG} = \frac{\vartheta_{Zu} - \vartheta_{Au}}{\vartheta_{Ab} - \vartheta_{Au}}$	$\eta_{WRG} = \frac{\vartheta_{Ab} - \vartheta_{Fo}}{\vartheta_{Ab} - \vartheta_{Au}}$	$\eta_{WRG} = \frac{\vartheta_{Ab} - \vartheta_{Fo} + \frac{P_{el}}{\dot{m} \cdot c_p}}{\vartheta_{Ab} - \vartheta_{Au}}$		
<b>Randbedingungen</b>					
Dichtheit	bei 100 Pa int./ext. Leckage ≤ 5%	bei 100 Pa	bei 100 Pa int./ext. Leckage ≤ 3%		
Messung bei	$\vartheta_{Ab} = 21 \text{ °C}$ $\varphi_{Au} = 80\%$	Umgebung $\vartheta \approx 22 \pm 3 \text{ °C}$	$\vartheta_{Ab} \approx 21 \text{ °C}$ $\vartheta_{AU} \approx 4-6 \text{ °C}$ $\varphi_{Ab} = 25-28\% \text{ r.F.}$ $P_{el} = \text{Leistungsaufnahme der Gebläse}$		
	Messpunkt	1	2	3	
	$\vartheta_{AU} \text{ [°C]}$	-3	4	10	
	$\varphi_{Ab} \text{ [%r.F.]}$	36	46	56	
<b>Beispiele</b>					
Beispiel 1: nach PHI-Prüfbericht (ohne Kond.) und TZWL-Prüfbericht HM.03.11.028.0406 (mit Kond.)					
		ohne Korrekturfaktoren nach DIN V 18599	mit Korrekturfaktoren nach DIN V 18599		
Effizientes Gerät gut gedämmtes Gehäuse, geringe Leckagen: extern 2,4%, intern 0,9%		99%	102,2%	87,3%	92,4%
Beispiel 2: nach TZWL-Prüfbericht PLO1R09.11, Tab. 3, Spalte 1 u. 2 (ohne und mit Kondensation)					
Weniger effizientes Gerät schlecht gedämmtes Gehäuse, hohe Leckagen: extern 4%, intern 4%		97,5%	100,5%	76,5%	82,2%