



# Kriterien und Algorithmen für die Zertifizierte Passivhaus-Komponente: Duschwasser- Wärmerückgewinnung

Version 1.1, 31.08.2020 jü

## Inhalt

1	Anforderungen.....	2
1.1	Effizienzkriterium .....	2
1.2	Passivhaus Effizienzklassen .....	2
2	Nachweis der Zertifizierbarkeit, Zertifikat.....	2
2.1	Randbedingungen .....	2
2.2	Stationäres Temperaturverhältnis .....	3
2.3	Effektive Totzeit .....	3
2.4	Druckverlust .....	3
2.5	Anschlüsse .....	3
2.6	Hygiene.....	4
3	Prüfverfahren.....	4
3.1	Stationärer Wirkungsgrad .....	4
3.2	Effektive Totzeit .....	4
4	Leistungen des Passivhaus Instituts .....	5
5	Inkrafttreten, Übergangsbestimmungen, Weiterentwicklung .....	5
6	Ablauf einer Zertifizierung .....	6

# 1 Anforderungen

Passivhäuser weisen bei minimalen Energiekosten eine optimale Behaglichkeit auf und liegen zudem, kompetente Planung und Verfügbarkeit der benötigten Bauteile unter den Bedingungen eines funktionierenden Marktes vorausgesetzt, bezüglich ihrer Lebenszykluskosten in der Regel im ökonomisch optimalen Bereich. An die in Passivhäusern eingesetzten Komponenten werden strenge Anforderungen gestellt. Die Anforderungen an die Zertifizierte Passivhaus-Komponente: Duschwasser-Wärmerückgewinnung leiten sich aus dem folgenden Effizienzkriterium ab:

## 1.1 Effizienzkriterium

Unter standardisierten Randbedingungen (balancierte Durchströmung, Kaltwassertemperatur 10 °C, Temperatur am Duschkopf 40 °C, Abwassertemperatur 35 °C, vernachlässigbare Leitungslängen, Raumtemperatur 20 °C, Dushdauer 6 min, Volumenstrom 8 l/min) reduziert das System den Nutzenergieaufwand für das Duschwarmwasser um mindestens

**30 %\***

\* Anmerkung: Wegen des Temperaturverlustes in der Dusche und dynamischer Effekte beträgt die Nutzenergieeinsparung gewöhnlich 75-80 % des stationären Wirkungsgrades nach Abschnitt 2.2.

## 1.2 Passivhaus Effizienzklassen

Abhängig von der Nutzenergieeinsparung werden die Systeme in Effizienzklassen eingeteilt:

**Tabelle 1:** Passivhaus Effizienzklassen für Duschwasser-Wärmerückgewinnung

Duschwasser-Nutzenergieeinsparung	Passivhaus Effizienzklasse	Bezeichnung
≥ 60%	phA+	Very advanced component
≥ 50%	phA	Advanced component
≥ 40%	phB	Basic component
≥ 30%	phC	Certifiable component
< 30%		Not certifiable

# 2 Nachweis der Zertifizierbarkeit, Zertifikat

Die Bewertung der WRG-Systeme erfolgt anhand von zwei Kennzahlen:

stationäres Temperaturverhältnis  $\eta_{stationär}$  und effektive Totzeit  $t_{tot}$ .

## 2.1 Randbedingungen

Die Kennzahlen werden unter den folgenden Randbedingungen ermittelt:

Volumenstrom\*: 8 l/min:  
Temperatur Kaltwasser: 8 bis 13 °C  
Temperatur Umgebung: 18 bis 25 °C  
Temperatur Abwasser: 35 bis 39 °C

\* Balance von Abwasser und Kaltwasser. Eine näherungsweise Umrechnung auf Betrieb in Disbalance erfolgt erst im Gebäudeenergiebilanztool Passivhaus Projektierungs Paket (PHPP). Grundsätzlich sind

auch Großgeräte für z.B. Mehrfamilienhäuser, Schwimmbäder o.ä. mit anderen Volumenströmen zertifizierbar, der Nennvolumenstrom erscheint dann deutlich sichtbar auf dem Zertifikat.

## 2.2 Stationäres Temperaturverhältnis

Das Temperaturverhältnis

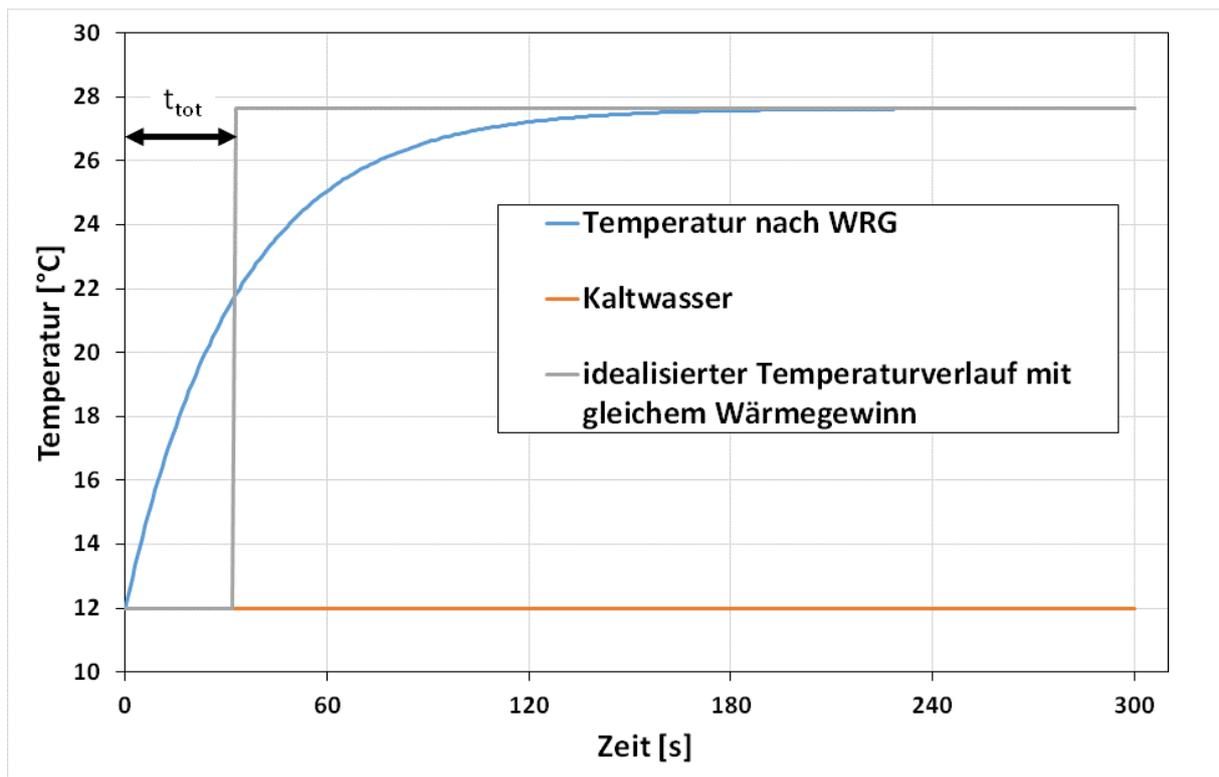
$$\eta_{\text{stationär}} = \frac{(T_{\text{WRG}} - T_{\text{Kaltwasser}})}{(T_{\text{Abwasser}} - T_{\text{Kaltwasser}})}$$

charakterisiert den Wirkungsgrad im stationären Dauerbetrieb. Darin ist  $T_{\text{WRG}}$  die Temperatur des Kaltwassers nach dem Wärmeübertrager

## 2.3 Effektive Totzeit

Nach Beginn des Duschvorgangs nähern sich die Temperaturen nur allmählich ihren Werten im stationären Zustand an, typisch ist ein näherungsweise exponentieller Anstieg. Diese Tatsache wird durch die „effektive Totzeit“  $t_{\text{tot}}$  charakterisiert.

Die folgende Grafik illustriert den Begriff der effektiven Totzeit für einen stark vereinfachten Fall. Das Verfahren zur Berechnung der effektiven Totzeit wird in Abschnitt 3.2 erläutert.



## 2.4 Druckverlust

Informativ wird der Druckverlust auf der Frischwasserseite beim Nennvolumenstrom (typisch: 8 l/min) angegeben.

## 2.5 Anschlüsse

Informativ werden die Maße der Anschlussstutzen für Abwasser und Frischwasser angegeben.

## 2.6 Hygiene

Hygienische Anforderungen werden bei der Vergabe des Zertifikats *nicht* geprüft. Voraussetzung für die Zertifizierung ist allerdings eine nachvollziehbare Bestätigung des Herstellers, dass das Gerät die Anforderungen der EN 1717 an eine doppelwandige Trennung von Abwasser und Frischwasser erfüllt.

## 3 Prüfverfahren

Die Ermittlung des stationären Wirkungsgrades und der effektiven Totzeit erfolgt nach Möglichkeit gemeinsam aus einer einzigen Messung von 6 bis 8 Minuten Dauer. Der stationäre Wirkungsgrad kann dabei aus den Temperaturen während der letzten 20 Sekunden der Messung ermittelt werden.

Prüfungen nach CAPE/RECADO-PQE, NEN 7120 oder CSA B55 können verwendet werden. Unter Umständen werden hierfür die Rohdaten aus der Messung oder weitere Informationen benötigt. Details sind mit dem Passivhaus Institut abzustimmen.

Die Messung erfolgt in einem unabhängigen Prüflabor.

### 3.1 Stationärer Wirkungsgrad

Der stationäre Wirkungsgrad ist bei balancierten Massenströmen (d.h. Kaltwassermassenstrom gleich Abwassermassenstrom) unter den in 2.1 angegebenen Randbedingungen zu messen. Die Messgenauigkeit für die Temperaturen muss besser als  $\pm 1$  K sein, anzustreben sind höchstens  $\pm 0,2$  K. Das Ergebnis muss als Mittelwert aus mindestens 20 aufeinander folgenden Messpunkten in einer Periode von mindestens 20 s Dauer ermittelt werden. Während des Messzeitraums dürfen die Temperaturen am Wärmeübertrager um höchstens  $\pm 1$  K schwanken.

### 3.2 Effektive Totzeit

Zur Bestimmung der effektiven Totzeit sind der Wärmeübertrager und das darin befindliche Wasser zunächst auf Raumtemperatur zu bringen. Hierzu eignet sich eine Ruhezeit von mindestens 12 Stunden. Vom Beginn der Messung an wird der Wärmeübertrager mit Warm- und Kaltwasser balanciert durchströmt. Im Abstand von max. 1 s werden die Temperaturen an den Wärmeübertrager-Stutzen und die Massenströme gemessen. Daraus werden die folgenden Wärmemengen berechnet:

$$Q_{max} = \int \dot{m}c_p(T_{Abwasser} - T_{Kaltwasser}) dt$$

$$Q_{WRG} = \int \dot{m}c_p(T_{WRG} - T_{Kaltwasser}) dt$$

Darin ist  $T_{WRG}$  die Temperatur des Kaltwassers nach dem Wärmeübertrager,  $Q_{max}$  ist die Wärmemenge, die dem Abwasser maximal entzogen werden könnte,  $Q_{WRG}$  die tatsächlich entzogene Wärmemenge. Die Dauer der gesamten Messung sollte zwischen 6 und 8 Minuten betragen.

Die effektive Totzeit  $t_{tot}$  ist definiert über die Gleichung

$$\begin{aligned} Q_{WRG} &= \eta_{stationär} \dot{m}c_p(T_{Abwasser} - T_{Kaltwasser})(t_{gesamt} - t_{tot}) \\ &= \eta_{stationär} Q_{max} - \eta_{stationär} \dot{m}c_p(T_{Abwasser} - T_{Kaltwasser})t_{tot} \end{aligned}$$

Daraus ergibt sich

$$t_{tot} = \frac{Q_{max} - \frac{Q_{WRG}}{\eta_{stationär}}}{\dot{m}c_p(T_{Abwasser} - T_{Kaltwasser})}$$

Für die Berechnung sind Mittelwerte von  $\dot{m}$ ,  $c_p$  sowie der Temperaturen über den Messzeitraum zu verwenden.

### 3.3 Druckverlust

Die Angabe für den Druckverlust wird ebenfalls aus Messwerten entnommen. Liegen keine Messungen des Druckverlusts beim Nennvolumenstrom vor, wird zwischen den vorhandenen Messwerten linear interpoliert. Der so ermittelte Druckverlust liegt auf der sicheren Seite. Eine eventuelle Extrapolation zu größeren Volumenströmen ist ebenfalls nur auf der sicheren Seite möglich, d.h. unter Annahme einer vollständig turbulenten Strömung ( $\Delta p \sim Q^2$ ).

## 4 Leistungen des Passivhaus Instituts

1. Ermittlung der Kennwerte  $\eta_{stationär}$  und  $t_{tot}$  anhand vom Auftraggeber übermittelter Daten
2. Einteilung in eine Passivhaus Effizienzklasse
3. Erteilung des Zertifikats einschließlich der Präsentation des zertifizierten Produkts auf der Internetseite des Passivhaus Instituts

## 5 Inkrafttreten, Übergangsbestimmungen, Weiterentwicklung

Die Kriterien und Algorithmen für die Zertifizierte Passivhaus-Komponente: Duschwasser-Wärmerückgewinnung treten vollumfänglich mit der Veröffentlichung dieses Dokumentes in Kraft. Das Passivhaus Institut behält sich zukünftige Änderungen vor.

