



# Energetische Bewertung von Warmwasserspeichern

## 1. Einleitung

Die Energiespeicherung spielt bei allen Analysen und Betrachtungen zur Energiewende eine zentrale und wichtige Rolle. Besonders die thermischen Speicher mit Wasser als Energiespeichermedium stehen dabei im Mittelpunkt. Dies wird durch die folgenden Trends deutlich:

- Die Lücke im Wohnungsbereich zwischen dem sinkenden Heizenergiebedarf und der gleichbleibenden bzw. steigenden Energie für den Warmwasserbedarf kann nur über einen Warmwasserspeicher geschlossen werden.
- Die sinnvolle Nutzung von regenerativer Energie ist meist nur mit Warmwasserspeichern möglich (Entkopplung von Energieangebot und -verbrauch).
- Warmwasserspeicher verringern die Schalthäufigkeiten der Wärmeerzeuger und damit die Ein- und Ausschaltvorgänge verbunden mit einer Reduzierung von Schadstoffemissionen.
- Warmwasserspeicher ermöglichen die zentral gesteuerte Nutzung von unterschiedlichen Energiequellen und unterschiedlichen Energieverbrauchern.
- Mit Warmwasserspeichern können die nicht immer verfügbaren erneuerbaren Energiequellen effektiv und effizient genutzt werden (z. B. in Verbindung mit Power-to-Heat).

Warmwasserspeicher, ob als Trinkwarmwasser- oder Heizungswasserspeicher genutzt, zählen zu den sogenannten „Energy related Products (ErP)“ und müssen somit den Anforderungen der EU-Verordnungen Nr. 814/2013 bzgl. des Ökodesigns entsprechen. Ebenfalls erfolgt eine Energieeffizienzkenzeichnung nach der EU-Verordnung Nr. 812/2013.

Obwohl für einen guten Warmwasserspeicher die Qualität der Energieeinbindung (Beladung), Speicherung (gute Isolierung) und Energieauskopplung (Entladung) von entscheidender Bedeutung sind, wird im Sinne der vorgenannten EU-Verordnungen neben dem Nennvolumen ausschließlich der sogenannte Bereitschaftsverlust (im folgenden Warmhalteverlust bezeichnet) bewertet. Dies ist die Energie, welche über die Oberfläche und die Anschlüsse des Warmwasserspeichers an die Umgebung abgegeben wird. Die ausgewiesenen Warmhalteverluste fallen in der Zeit an, zu der der Warmwasserspeicher betriebsbereit ist, aber weder aufgeladen noch entladen wird (Standby-Modus).

Dieses Informationsblatt informiert über Warmwasserspeicher in Bezug auf

- die einzuhaltenden Ökodesign-Anforderungen und die Einstufung in das europäische Energieeffizienzkenzeichnungssystem,
- die Energieverluste im Speicher und im System,
- die dabei angewendeten Messverfahren und die Einflussfaktoren auf die Messgenauigkeit und
- die geforderten Toleranzen bei der Energieeffizienzkenzeichnung durch den Hersteller in Relation zu den Toleranzen bei der Warmwasserbereitung.

## 2. Ökodesign-Anforderungen und Energieeffizienzkenzeichnung

Endverbraucher achten beim Kauf von Waschmaschinen, Glühbirnen, Fernsehern und anderen Haushaltsgeräten schon länger auf die Energieeffizienzkenzeichnung des Produkts (Label). Seit September 2015 gibt es auch für Warmwasserspeicher eine Energieeffizienzkenzeichnung entsprechend der EU-Verordnung Nr. 812/2013. Zusätzlich gelten ab September 2017 Ökodesign-Anforderungen an die Warmhalteverluste des

Warmwasserspeichers (EU-Verordnung Nr. 814/2013). Diese kommen für Speicher bis zu einem Volumen von 2.000 Liter zur Anwendung und gelten sowohl für Trinkwarmwasser-, Heizungswasser- als auch Kombispeicher.

Die Mindestanforderung an die Warmhalteverluste sind abhängig vom Speichervolumen und werden über die nachfolgende Formel vorgegeben:

$$S = 16,66 + 8,33 \cdot V^{0,4} \text{ mit}$$

S: maximal zulässige Warmhalteverluste in W und

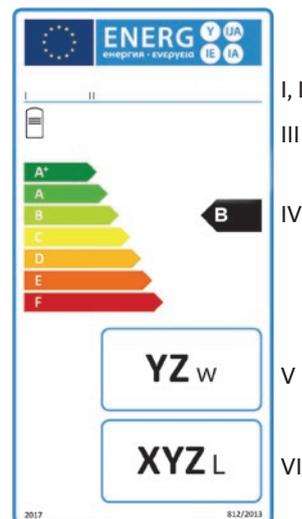
V: Volumen des Warmwasserspeichers in Liter.

Die Ermittlung der Warmhalteverluste erfolgt durch den Speicherhersteller auf Basis europäischer Prüfnormen. Der Speicherhersteller bestätigt die Einhaltung der Vorgaben aus der EU-Verordnung mit der CE-Kennzeichnung auf dem Produkt. Tabelle 1 zeigt für verschiedene Speichervolumina die Mindestanforderungen an die Warmhalteverluste jeweils angegeben in den Einheiten W und kWh pro Tag. 1 W entsprechen 0,024 kWh/d.

Volumen in l	100	200	250	500	750	1000	1500	2000
Max. zulässige Warmhalteverluste in W	69	86	93	117	134	149	172	191
Max. zulässige Warmhalteverluste in kWh/d	1,7	2,1	2,2	2,8	3,2	3,6	4,1	4,6

Tabelle 1: Mindestanforderungen an die Warmhalteverluste für Warmwasserspeicher mit unterschiedlichen Volumina (entspricht Klasse C oder besser bei der Energieeffizienzkennzeichnung)

Warmwasserspeicher bis zu einem Speichervolumen von 500 Liter erhalten eine Energieeffizienzkennzeichnung (Label) durch den Hersteller. Für größere Warmwasserspeicher ist diese Energieeffizienzkennzeichnung gesetzlich nicht vorgesehen. In der Abb. 1 ist das Label zu einem Warmwasserspeicher dargestellt und erläutert.



- I: Name oder Warenzeichen des Herstellers
- II: Modellkennung des Herstellers
- III: das Symbol für die Warmwasserspeicherfunktion
- IV: die Energieeffizienzklasse des Warmwasserspeichers
- V: der Warmhalteverlust des Warmwasserspeichers in W
- VI: das Warmwasserspeichervolumen in Liter.

Abb. 1: Erläuterung einer Energieeffizienzkennzeichnung (Label) für einen Warmwasserspeicher

Die höchst mögliche Energieeffizienzklasse ist A+. Speicher mit den Effizienzklassen F bis D dürfen seit September 2017 nicht mehr in der EU in Verkehr gebracht werden. Die Einstufung in eine Energieeffizienzklasse ist abhängig vom Speichervolumen (siehe Abb. 2). So erhält beispielsweise ein Warmwasserspeicher mit einem Volumen von 200 Liter und einem Warmhalteverlust von 1,2 kWh/d die Energieeffizienzklasse B.

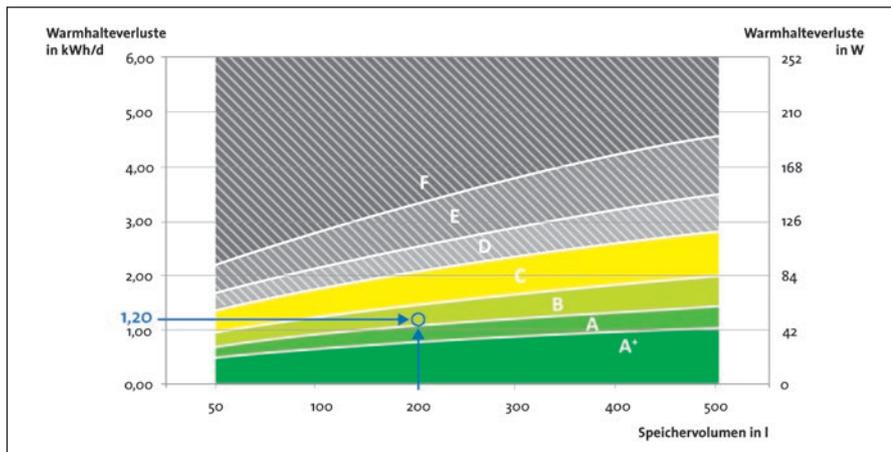


Abb. 2: Grafische Darstellung der Energieeffizienzklassen von Warmwasserspeichern in Abhängigkeit vom Warmwasservolumen

### 3. Messung der Warmhalteverluste des Speichers

Zur Bestimmung der Warmhalteverluste für die Energieeffizienzkennzeichnung und zur Bestätigung der Einhaltung der Ökodesign-Anforderungen werden nur Serienprodukte betrachtet (keine Entwicklungs- oder Prüfmuster). Ein Serienprodukt ist ein Produkt, so wie es in seiner gesamten Ausführung verkauft, nach Herstellervorgaben eingebaut und vom Endkunden betrieben wird. Hierbei unterscheidet man grundsätzlich zwischen zwei Ausführungen:

- 1.) Warmwasserspeicher, welche komplett beim Hersteller produziert und in einer Verpackungseinheit ausgeliefert werden. Sämtliche Wärmedämmungen sind am Speichern vormontiert.
- 2.) Warmwasserspeicher, welche in mehreren Verpackungseinheiten ausgeliefert werden. Hier werden die vom Hersteller separat mitgelieferten Wärmedämmungen beim Einbau des Speichers montiert.

Dies bedeutet, dass die Serienprodukte nicht mit speziellen Wärmedämmungen versehen sind. Alle relevanten Dämmmaterialien müssen aus den vom Hersteller mitgelieferten Produktunterlagen erkennbar und beschrieben sein und zum Produktumfang gehören.

Ein wesentliches Merkmal für die Güte eines Warmwasserspeichers ist sein Wärmerückhaltevermögen“. Diese Kenngröße wird auch wie vorab bereits erläutert mit Warmhalteverlust oder Nennwärmeverlust bezeichnet. Die Messung erfolgt nach der europäischen Norm EN 15332:2020 bzw. nach der EN 12897:2016 oder alternativ – bei elektrischen Speichern – nach der EN 60379:2004. Warmwasserspeicher von thermischen Solaranlagen können auch auf Basis der EN 12977-3 gemessen werden.

Zukünftig sollen die Normen für nicht-elektrische Speicher vereinheitlicht und möglichst in der EN 15332 zusammengeführt werden, in der auch Pufferspeicher berücksichtigt werden sollten.

Die Warmhalteverluste angegeben z. B. in W beschreiben die Wärmemenge, welche pro Sekunde über die äußere Oberfläche des Speichers an den Aufstellraum abgegeben wird. Die Wärmemenge kann auch aufsummiert in kWh pro Tag angegeben werden.

Die Messung erfolgt an einem komplett mit Wasser gefüllten Speicher. Dabei wird das Wasser im Speicher mit einem elektrischen Heizelement auf eine Temperatur von  $65 \pm 3 \text{ °C}$  erwärmt. Danach erfolgt eine Stabilisierungsphase von 24 Stunden. Nach weiteren 24 und 48 Stunden wird die jeweils im Heizelement verbrauchte elektrische Energie abgelesen. Die Temperaturhysterese darf hierbei  $\pm 1 \text{ °C}$  nicht überschreiten. Ist die Differenz zwischen den beiden elektrischen Verbrauchswerten gleich oder geringer als 3 %, so gilt das System als stabilisiert und die Warmhalteverluste sind bestimmt. Andernfalls ist eine vierte Messung erforderlich. Der Messwert wird auf 24 h umgerechnet und bezieht sich immer auf eine Temperaturdifferenz von 45 K.

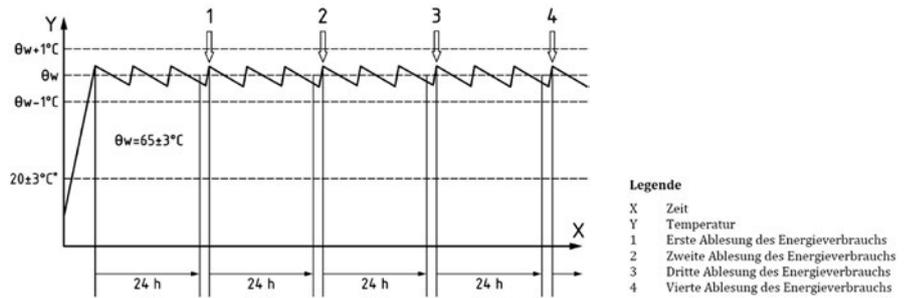
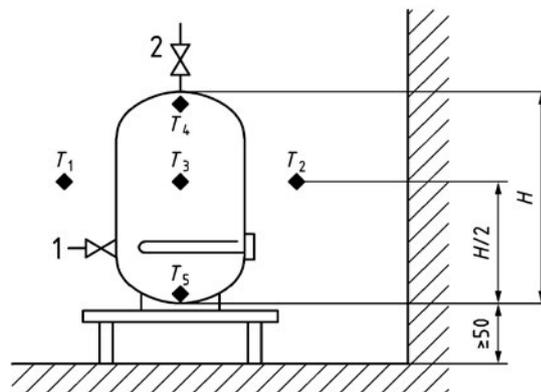


Abb. 3 Temperaturregime – die ersten drei Zyklen (Quelle: Abb. aus der EN 12987)

#### 4. Einflussfaktoren bei der Messung

Für die Bestimmung der Warmhalteverluste eines Warmwasserspeichers wird dieser in einen zugfreien, klimatisierten Raum auf einem definierten Prüfboden aufgestellt oder – bei einem wandhängenden Speicher – an einer definierten Prüfwand aufgehängt. Der Speicher wird nach der jeweiligen Prüfnorm mit Wasser gefüllt und mit den beschriebenen Wärmedämmungen versehen. Die Anforderungen hierzu orientieren sich an den Anforderungen an eine sachgerechte Wärmedämmung von Rohrleitungen. Aus Gründen der Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit ist der Speicher weder an das Trinkwassernetz noch an einen Wärmeerzeuger angeschlossen.



- T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> und T<sub>3</sub>: Fühler zur Messung der Umgebungstemperatur des Speichers
- T<sub>4</sub>: Wassertemperaturfühler im oberen Teil des Speicherbehälters
- T<sub>5</sub>: Wassertemperaturfühler am Boden des Speicherbehälters
- H: Höhe des Warmwasserspeichers

Abb. 4 Anordnung der Temperaturfühler bei der Messung – bodenstehende Variante

(Quelle: Bild 1 aus der EN 15332:2020-01)

Bei der Aufheizung ist zu beachten, dass das Heizelement so platziert ist, dass mindestens 85 % des Speicherinhaltes (Warmwasser plus Heizwasser) beheizt wird. Dabei wird über einen 2. Fühler im unteren Bereich des Speichers (T<sub>5</sub>) geprüft, ob der Speicher auch im unteren Bereich beheizt worden ist.

Für die Temperaturfühler nebst Datenerfassung und für den Stromzähler gelten je nach angewandeter Norm unterschiedliche Toleranzen. Im ungünstigsten Fall ergeben sich abhängig von der verwendeten Norm und der Größe des Warmwasserspeichers exemplarisch folgende Gesamtabweichungen (Messunsicherheiten).

	EN 12897:2006-09	EN 12897:2016-12	EN 15332:2020-01
100 Liter	6,3 %	6,6 %	6,6 %
400 Liter	6,2 %	5,9 %	6,4 %

Tabelle 2: Mögliche Gesamtabweichungen (Messunsicherheiten) in Abhängigkeit der angewendeten Messnorm



Ein prozentualer Fehler von 6 % erscheint auf den ersten Blick sehr hoch, jedoch ergeben sich z. B. bei einem Speicher der Energieeffizienzklasse A mit einem Volumen von 400 Liter eine Abweichung von lediglich 3,3 W und bei einem Volumen von 100 Liter lediglich 2,1 W. Das Beispiel zeigt auf, dass die in der EU-Verordnung Nr. 814/2013 vorgegebene maximale Abweichung von 5 % bezogen auf den Nennwert zu gering ist und bei einer möglichen Nachprüfung durch die Marktaufsicht zu einer Beanstandung führen kann.

## 5. Bewertung der Wärmeverluste/Energieeffizienzklasse eines Warmwasserspeichers

Bei der Bewertung der Energieeffizienzklasse eines Warmwasserspeichers ist zu berücksichtigen, dass ein Warmwasserspeicher immer eine Komponente des gesamten Heizungssystems und/oder des Trinkwarmwassersystems ist. Es muss darauf geachtet werden, dass alle Komponenten aufeinander abgestimmt sind und das System ordnungsgemäß installiert, betrieben und gewartet wird.

Des Weiteren weisen Warmwasserspeicher mit mehreren und grösser dimensionierten Anschlüssen oftmals höhere Warmhalteverluste als gleich große Warmwasserspeicher mit weniger oder kleiner dimensionierten Anschlüssen auf. Für die Einbindung von erneuerbaren Energien in das Heizungssystem sind diese Anschlüsse aber unabdingbar. So zeigt Abb. 5 ein Heizungssystem, in das neben dem zentralen Wärmeerzeuger auch eine solarthermische Anlage und ein Holzofen mit hydraulischer Anbindung Wärme einkoppeln. Hierzu wird ein moderner Warmwasserspeicher mit vielen Anschlüssen benötigt.

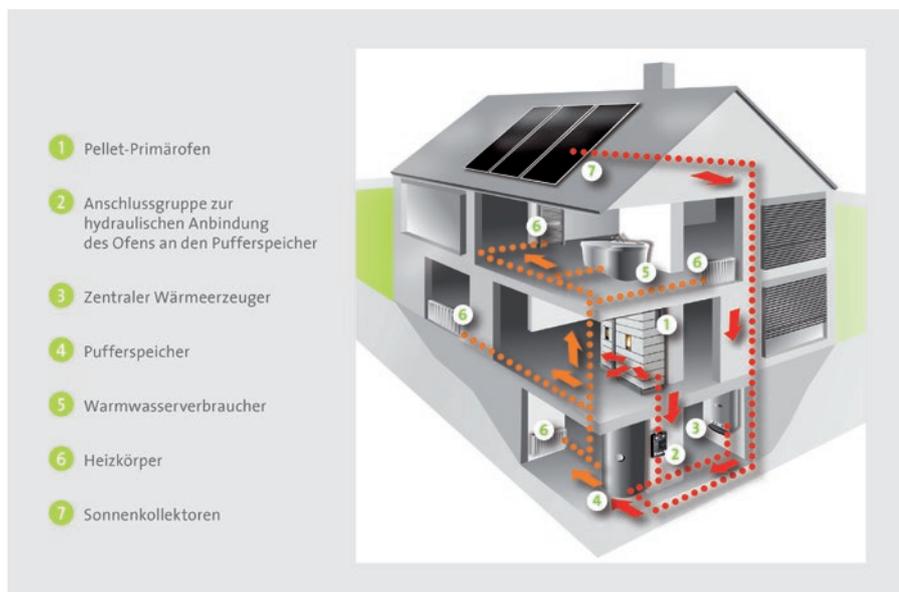


Abb. 5 Heizungssystem mit einem multivalenten Warmwasserspeicher zur Einbindung mehrerer Energiequellen

In der Abb. 6 wird dieser Sachverhalt verdeutlicht. Je mehr Anschlüsse (für Fühler, Thermometer, Wärmetauscher, Entleerung, Reinigung, Inspektion, Entlüftung etc.) ein Speicher enthält, desto mehr wird der Speicher in der Dämmung „geschwächt“ und je mehr Wärme verliert er. Dies führt dazu, dass multivalente Warmwasserspeicher im Vergleich zu monovalenten Warmwasserspeichern oftmals eine schlechtere Energieeffizienzklasse aufweisen, jedoch in der energetischen Bewertung des gesamten Heizungssystems aufgrund der Einbindung von erneuerbaren Energien zu einer deutlichen Verbesserung beitragen.

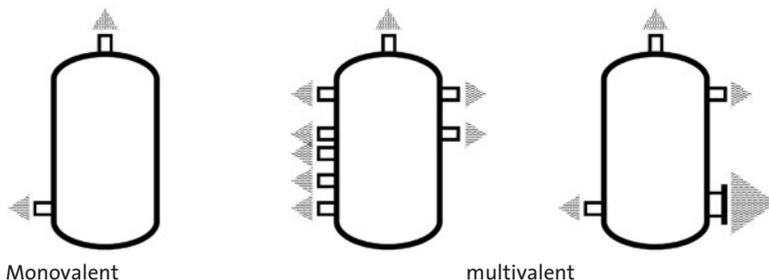


Abb. 6 Wärmeabgabe über Anschlüsse an die Umgebung bei unterschiedlichen Warmwasserspeichern

Weiterhin ist zu beachten, dass die Bandbreiten in der Energieeffizienzkennzeichnung bei verschiedenen Produktgruppen unterschiedlich sein können. So kann z. B. im Energieeffizienzlabel eines Wärmezeugers die Energieeffizienzklasse „A+++“ erreicht werden. Bei Warmwasserspeichern kann maximal ein „A+“ erreicht werden, da die beiden oberen Energieeffizienzklassen „A++“ und „A+++“ nicht besetzt sind. Somit ist es wichtig, bei der Bewertung der ausgewiesenen Energieeffizienzklasse für ein Produkt nicht nur auf die Energieeffizienzklasse alleine, sondern auch auf die ganze Bandbreite der Skalierung zu achten.

### 6. Warmhalteverluste und energetischer Vergleich mit anderen Verbrauchern

Die Warmhalteverluste von modernen Warmwasserspeichern sind sehr gering. Betrachtet man einen Warmwasserspeicher mit einem Volumen von 200 Liter und der Energieeffizienzklasse A, so liegen die Warmhalteverluste im Bereich von 31,8 W bis 43,9 W. Wird der Warmwasserspeicher durch eine Elektrowärmepumpe beheizt, welche für die Warmwasserbereitung eine auf das Jahr bezogene durchschnittliche Leistungszahl von 3,0 aufweist, so beträgt die elektrische Leistung zur Kompensation der Warmhalteverluste 10,6 bis 14,6 W. Dies entspricht einer täglichen Strommenge von 0,25 bis 0,35 kWh/d, im Mittel also **0,3 kWh/d**. In der Abb. 7 wird dieser Mittelwert dem Stromverbrauch typischer Elektrogeräte gegenübergestellt.



Abb. 7 Vergleich der benötigten Strommenge zur Abdeckung der Warmhalteverluste eines Warmwasserspeichers mit typischen Verbrauchswerten ausgewählter Haushaltsgeräte

Der Vergleich verdeutlicht die hohe Energieeffizienz moderner Warmwasserspeicher.

BDH-Informationen dienen der unverbindlichen technischen Unterrichtung. Eine Fehlerfreiheit der enthaltenen Informationen kann trotz sorgfältiger Prüfung nicht garantiert werden.

Weitere Informationen unter: [www.bdh-koeln.de](http://www.bdh-koeln.de)

Herausgeber:  
 Interessengemeinschaft  
 Energie Umwelt Feuerungen GmbH  
 Infoblatt 74 August/2020