



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und  
Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Energie BFE**  
Sektion Gebäude

Schlussbericht, 27. April 2016

---

## **Energieeinspar-Potenzial bei Warmwasser- behältern**

Vergleich von Anforderungen der EU (Verordnungen 814/2013 bzw. 812/2013) im Kontext der Energieverordnungs-Revision

---

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern

Abteilung Energieeffizienz und Erneuerbare Energien

Sektion Gebäude

Auftragnehmer:

ARENA Arbeitsgemeinschaft Energie-Alternativen, 8006 Zürich

Autor:

Jürg Nipkow

BFE-Bereichsleiter: Olivier Meile

BFE-Vertragsnummer: SI/401592-01

Für den Inhalt ist allein der/die Studiennehmer/in verantwortlich.

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	4
Ausgangslage .....	4
1. Vergleichbare Verlustwerte nach Behältergrösse.....	5
2. Darstellung der Differenzen Ecodesign Klassen C – B nach Speichergösse.....	7
3. Population der Warmwasserbehälter Schweiz .....	7
4. Hochrechnung der Wärmeverlust-Differenzen nach Gebäude- bzw. Speicherart für die Schweiz.....	9
5. Ersatzmodell und Importanteil .....	9
6. Ergebnisse Kurzrecherche Markt Schweiz und D, A zu Bereitschaftsverlusten .....	10
7. Einbau-Warmwasserbereiter .....	11
8. Modellrechnungen für die Dämmdicke von Warmwasserspeichern .....	13
Referenzen .....	16
Anhang .....	17
Auszüge aus der EU-Verordnung 812/2013 (betr. Energieeffizienzkenzeichnung) .....	17
Tabellarische Zusammenstellung der EU-Energieeffizienzklassen-Grenzwerte .....	20
Auszüge aus Katalogen bzw. Internet-Sites.....	22

## Zusammenfassung

Die Schweiz stellt in der Energieverordnung (EnV, SR 730.01) im Anhang 2.1 Mindestanforderungen an die Energieeffizienz von Wassererwärmern, Warmwasser- und Wärmespeichern (kurz: WW-Behälter). Die Europäische Union hat Anforderungen an diese Gerätekategorie erst mit der EU-Verordnung 814/2013 eingeführt. Die EU Verordnung differenziert Wassererwärmer für welche eine minimale Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz vorgeschrieben wird und Warmwasser- und Wärmespeicher, für welche maximale Bereitschaftsverluste vorgeschrieben werden.

Die bisherigen Anforderungen in der Schweiz an die Bereitschaftsverluste liegen zwischen den Klassen B und C, die EU verlangt ein C. Wegen der beachtlichen Einsparpotenziale von rund 380 GWh und um die jetzigen Anforderungen nicht zu verwässern sollte die Klasse B für alle Geräte in der Schweiz vorgeschrieben werden. Es zeigt sich aber, dass die Anforderungen der Klasse B für Behälter grösser 500 Liter zu relativ grossen Dämmdicken führt. So müsste ein 1000 Liter WW-Speicher mit 3 seitlichen Stützen eine Dämmung von 110 mm aufweisen mit einem gewöhnlichen Dämmmaterial ( $\lambda$  0,035). Deshalb ist denkbar, in der Schweiz nur für Speicher bis 500 Liter Inhalt die Klasse B zu verlangen; für alle anderen WW-Behälter die Übernahme der EU Vorgaben. Dies hätte eine ca. 30% kleinere Einsparung zur Folge. Allerdings zeigt die Marktrecherche, dass auch bei grösseren Geräten, insbesondere Solarspeichern durchaus ein kleines Angebot an effizienteren Behältern besteht, wenn auch zu etwas höheren Preisen. Somit wäre es technisch nicht nötig, eine Ausnahme für grössere Geräte zu machen. Die Einführung der neuen Anforderungen soll zeitgleich wie die Einführung in der EU erfolgen: 26.09.2017.

Die in der Schweiz weit verbreiteten elektrischen Einbau-Wassererwärmer (Untertisch- und Hochschrankboiler) müssen bei Übernahme der EU-Anforderungen eine minimale Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz je nach Lastprofil (WW-Entnahme-Fahrplan) aufweisen. Anhand einer Näherungsberechnung zeigt sich, dass die bisher üblichen Geräte diese Grenzwerte – z.T. knapp – verfehlen. Mit einer leichten Verbesserung der Wärmedämmung, welche sich ohne Platzprobleme realisieren lässt, sind sie jedoch erreichbar, oder auch mit höheren Lastprofilen oder "smarter" Steuerung. Diese Modifikationen sollten bis 26.09.2017 machbar sein.

## Ausgangslage

Die Anforderungen der Warmwasserbehälter (in der EU-Verordnung 814/2013 [4]) sind gemäss Art. 1, Abs. 1 bis zu einem Behältervolumen von 2000 Liter festgelegt, wobei die Anforderungen schrittweise in Kraft treten. Ab dem 26. September 2017 treten gemäss Anhang II Nummer 2.1 die Anforderungen an die Warmhalteverluste in Kraft, welche die folgenden Werte nicht überschreiten dürfen:

$$S < 16.66 + 8.33 * V^{0.4} \text{ [W]}$$

Wird für V das Speichervolumen des Warmwasserbehälters eingesetzt, resultiert dabei der Wärmeverlust in kWh. Dieser entspricht dann der Energieeffizienzklasse C (siehe 812/2013 [3], Anhang II, Nummer 2, Tabelle 2). Neben diesen Anforderungen an das Ecodesign (Inverkehrbringung) treten damit auch noch Anforderungen an die Energieeffizienzkennzeichnung für Warmwasserspeicher mit einem Speichervolumen von höchstens 500 Liter in Kraft.

Werden diese Wärmeverluste mit jenen der Schweizer Energieverordnung EnV (Anhang 2.1) verglichen, sind diese nur teilweise strenger. Würden diese neuen EU-Anforderungen auch in der Schweiz in Kraft treten, wäre dies sogar eine Verschlechterung gegenüber den bisherigen Anforderungen. Aus diesem Grund sollen in der Schweiz die Mindestanforderung an den Wärmeverlust ab 2017 nicht der Energieeffizienzklasse C entsprechen, sondern einem B ( $S < 12 + 5.93 * V^{0.4}$ ). Mit diesen strengeren Vorschriften würde die Schweiz aber weiterhin ein Handelshemmnis aufrechterhalten.

Um die Verhältnismässigkeit dieser strengeren Vorschriften zu prüfen, soll der Nutzen, bzw. die Einsparung des Wärmeverlustes berechnet werden, welche sich durch die Anwendung des strengeren Gesetzes ergeben. Damit sollen für alle Warmwasserbehälter (unterteilt nach Speichervolumen) berechnet werden, wie viele kWh eingespart werden können. Zu berücksichtigen ist dabei, dass die Schweiz bisher den Wärmeverlust in kWh/24h ausgedrückt hat.

Durch die unterschiedlichen Begrifflichkeiten bzw. Definitionen in der EU-Verordnung 814/2013 ("...Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Warmwasserbereitern und Warmwasserspeichern") ergibt sich zusätzlich die Notwendigkeit, Wassererwärmer (EU: "Warmwasserbereiter") und Warmwasserbehälter separat zu behandeln, da die Bereitschaftsverluste (wie in der EnV behandelt) der EU-Verordnung 814/2013 nur für Warmwasserspeicher gelten, während die Energieeffizienz von Warmwasserbereitern (u.a. auch Elektro-Wassererwärmer) in komplexer Weise mit Lastprofilen (Entnahmeprofilen) geprüft wird. Zu beachten ist ausserdem, dass unter "Warmwasserbehälter" nicht nur solche für Trinkwarmwasser, sondern auch z.B. Pufferspeicher fallen (wie schon bisher auch in der EnV).

### Zur Klärung der Definition "Warmwasserbehälter"

In der EnV sind mit "Warmwasserbehälter" sowohl Wassererwärmer wie auch Warmwasserspeicher gemeint. In der EU-Verordnung 814/2013 sind Warmwasserspeicher in Art. 2 (13.) so definiert (*Hervorhebung JN*):

„Warmwasserspeicher“ bezeichnet einen Behälter zur Speicherung von Warmwasser einschliesslich Zusatzmitteln zur Warmwasserbereitung und/oder zur Raumheizung, *der mit keinerlei Wärmeerzeugern* ausser eventuell einem oder mehreren *Hilfs-Tauchheizelementen* ausgestattet ist.

Dies bedeutet, dass bei Übernahme der EU-Begrifflichkeiten Elektro-Wassererwärmer (Elektroboiler), Wärmepumpen-Wassererwärmer (-boiler) und Kompakt-Solaranlagen als Warmwasserbereiter gelten, die entsprechenden Bereitungs-Effizienz-Anforderungen erfüllen müssen, aber nicht den Bereitschaftsverlust-Anforderung für Warmwasserspeicher unterliegen.

### Termine/Fristen der EU-Verordnungen (für die EU-Länder):

Ökodesign gemäss Verordnung 814/2013:

Warmwasserbereiter, 26. September 2015 Klasse D,

Verschärfung (C/B) 26. September 2017.

Warmwasserspeicher: Klasse C ab 26. September 2017.

Etikettierung gemäss Verordnung 812/2013:

26. September 2015 Pflicht für Warmwasserbereiter, Warmwasserspeicher, Solareinrichtungen, Verbundanlagen.

## 1. Vergleichbare Verlustwerte nach Behältergrösse

### Vergleichbarkeit

In der EnV sowie den EU-Richtlinien ist die Prüfnorm nicht angegeben; es ist jeweils von der zutreffenden gültigen Norm auszugehen. In der Norm SIA 385/1: 2011 (SN 546385/1:2011) wird auf die folgenden Normen verwiesen:

Speichertyp	Anzuwendende Norm bzw. europäisches Dokument
Indirekt erwärmte Speicher, die nicht Bestandteil einer Solaranlage sind	SN EN 12897
Direkt elektrisch erwärmte Speicher, die nicht Bestandteil einer Solaranlage sind	SN EN 60379
Direkt befeuerter Gas-Speicherwassererwärmer	SN EN 89
Speicher von Solaranlagen zur alleinigen Wassererwärmung	SN EN 12977-3
Kombispeicher von Solaranlagen	CEN/TS 12977-4

Im Folgenden wird auf die Problematik der Prüfnormen nicht weiter eingegangen, da sie keinen entscheidenden Einfluss auf die eigentliche Aufgabe haben.

- Die EnV, Anhang 2.1, enthält tabellarische Verlustwerte für Wassererwärmer, Warmwasser- und Wärmebehälter, beginnend bei 30 Liter Inhalt, in kWh pro 24 Stunden. Die zulässigen Verlustwerte sind mit 2 Stutzen gerechnet; für jeden weiteren Stutzen dürfen die Verluste 0.1 kWh höher sein.
- Die EU- Verordnung 814/2013 hält die Grenzwerte für Bereitschaftsverluste mit einer Formel fest:  
 $S < 16.66 + 8.33 \cdot V^{0.4}$  [W] (Grenzwert Klasse C), bzw.  $S < 12 + 5.93 \cdot V^{0.4}$  für B). Dies ist eine Näherung für eine exakte Oberflächenberechnung aus dem Volumen. Es gibt keine Aussagen zu den Verlusten von Stutzen.
- SIA 385/1 gibt die Verluste in einer Tabelle an (Zwischenwerte interpolieren), welche sich auf eine genauere Oberflächenformel stützt und 2 Stutzen (à 0.1 kWh) enthält, weitere können à 0.1 kWh angerechnet werden.

## Verlustwerte

In Fig. 1 und 2 sind die Speicherverluste in Abhängigkeit des Litervolumens aufgetragen. Die Ecodesign- (EU-) Werte wurden in kWh/24h umgerechnet. Gestrichelt eingetragen sind die möglichen Grenzwerte für die revidierte EnV. Fig. 2 ist ein Ausschnitt zur besseren Visualisierung bei kleinen Grössen.

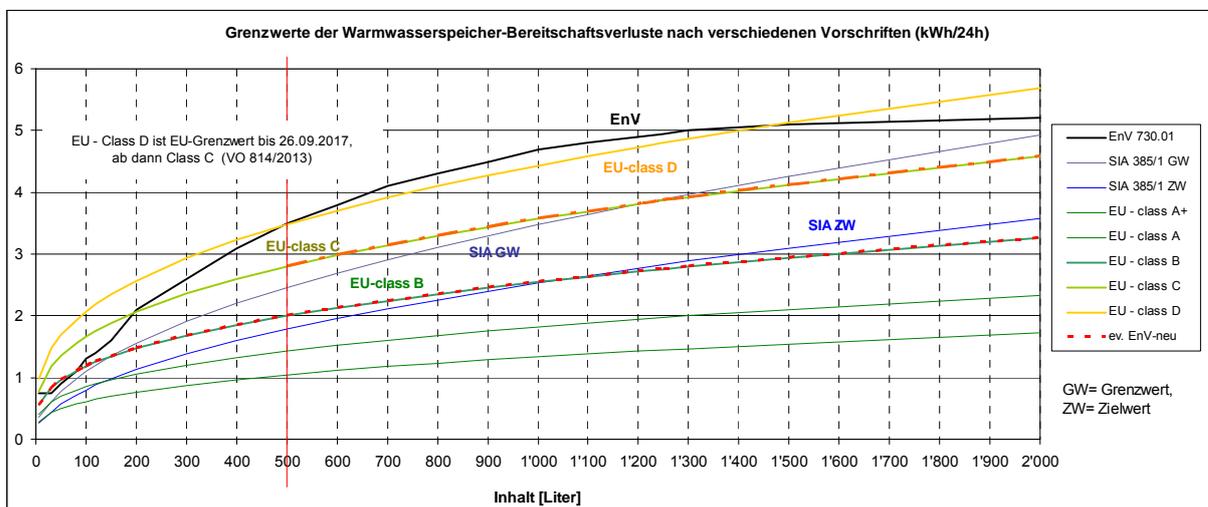


Fig. 1 Speicherverluste in Abhängigkeit des Litervolumens. GW = Grenzwert, ZW = Zielwert.

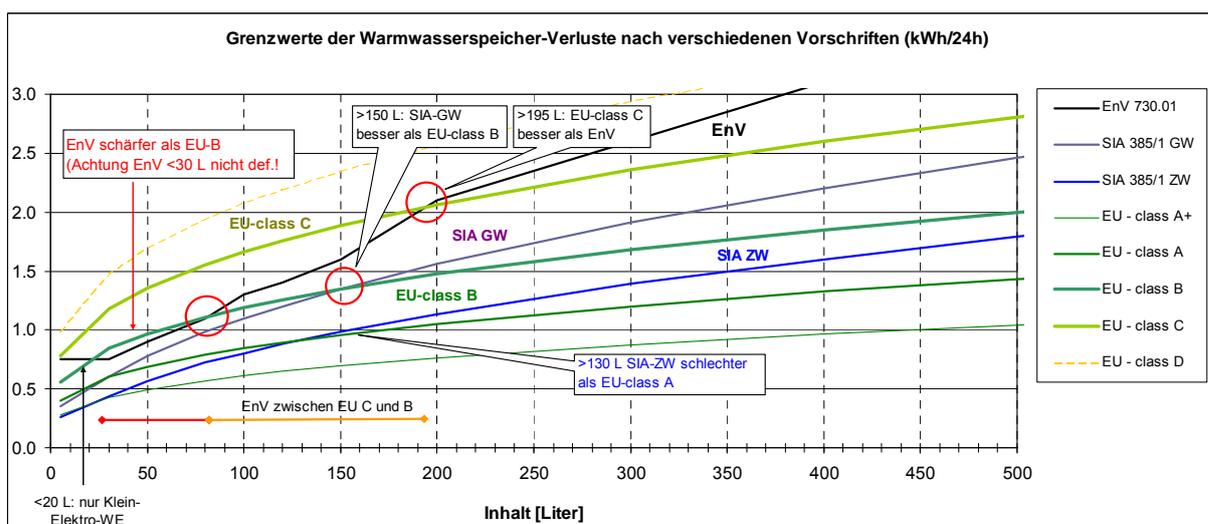


Fig. 2 Speicherverluste in Abhängigkeit des Litervolumens, Detail bis 300 Liter

Die grafische Darstellung zeigt deutlich, dass unterschiedliche Formeln bzw. Berechnungsgrundlagen (Kurvenform, Steigung) zugrunde liegen. Es ergeben sich deshalb Schnitte der Kennlinien, auch schon beim Vergleich der bisherigen EnV zu EU-Klassen B und C. Für die Berechnung der Differen-

zen der Wärmeverluste müssen deshalb die Verlustdifferenzen pro Grössenklasse berücksichtigt werden. Wie gut die Kennlinien den realen Verlusten entsprechen, ist dabei nicht einmal besonders wichtig; da es um die Begründung für die Verschärfung von EU-Klasse C zu EU-Klasse B geht.

## 2. Darstellung der Differenzen Ecodesign Klassen C – B nach Speichergrosse

Um Anhaltspunkte für die massgebenden Differenzen zu erhalten, sind in Fig. 3 bei den wichtigsten Abschnitten Werte eingetragen. Diese Werte in kWh/24h können pro Grössenklasse hochgerechnet werden. Für die ökonomische und ggf. ökologische Bewertung sind dann noch systemtypische Wärmeerzeugungs-Wirkungsgrade zu berücksichtigen.

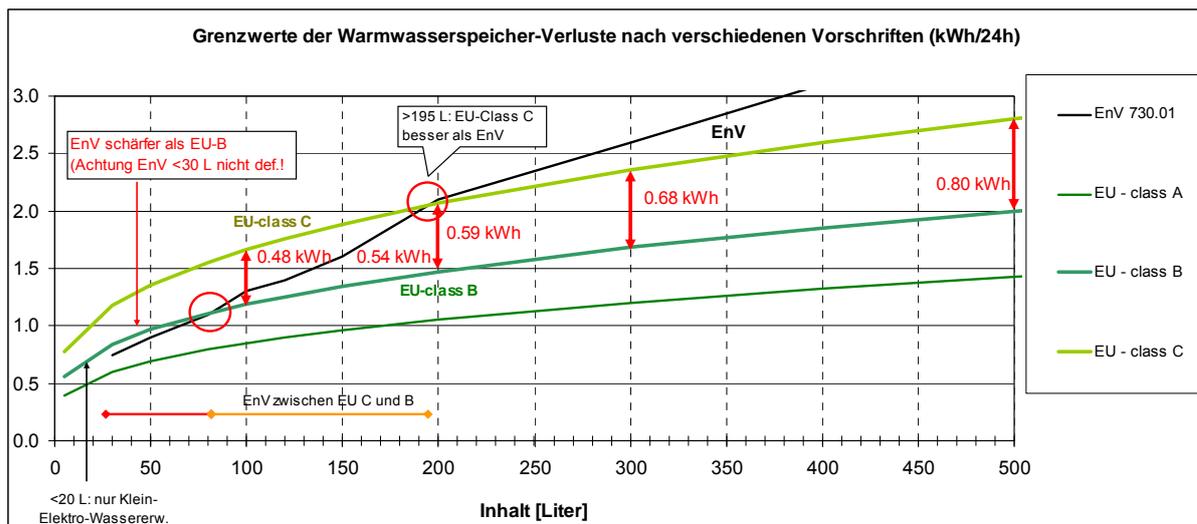


Fig. 3 Differenzen der Grenzwerte EU-Klasse C und B, bis 500 Liter (kWh/24h). Zwischen 500 und 2000 Liter kann mit einem gewichteten Wert von 0.9 kWh/24h gerechnet werden.

Zu beachten: Im Grössenbereich bis 195 Liter ist die alte EnV schärfer als die EU-Klasse C. Wenn die EnV jedoch durch einen Grenzwert Klasse C ersetzt würde, wären auch in der Schweiz entsprechend ineffizientere Speicher zulässig, bzw. bei Ersatz durch "Klasse B" allenfalls ein Handelshemmnis gegeben. Deshalb wird auch in diesem Bereich mit der Differenz C-B gerechnet. Klein-Elektro-Wassererwärmer vgl. Kapitel 7.

## 3. Population der Warmwasserbehälter Schweiz

Um die Energieeinsparung durch den Einsatz bzw. Import effizienterer Warmwasserspeicher zu beurteilen, ist auch deren Anzahl erforderlich. Import-Zahlen lassen sich nicht mit vertretbarem Aufwand erhalten (keine entsprechende Zoll-Kategorie, Umfrage per Treuhandstelle zu aufwändig, vgl. auch Kapitel 5). Deshalb wird eine Berechnung über die gesamte Population der Warmwasserspeicher erstellt. Dabei gibt es vor allem bei folgenden Teilbereichen Unsicherheiten:

- Warmwasserversorgungen in Nichtwohnbauten, kaum statistische Daten erhältlich
- Zentrale Anlagen: deren Zahl kann über Gebäudestatistik-Daten angenähert werden.

Auf der Website des BFS können gezielt Gebäude- und Wohnungs-Statistiken generiert und heruntergeladen werden (STAT-TAB, [1]). Dies wurde genutzt, um eine Tabelle "Gebäude mit Warmwasserversorgung, nach Gebäudekategorie und Energieträger für Warmwasser" zu generieren (Tabelle 1).

Für Nichtwohngebäude wurde ein sehr grober Ansatz nach Arbeitsplatz- bzw. Beschäftigtenzahl gemacht, da es keine Gebäudestatistik dazu gibt: Pro 20 Beschäftigte wird ein (mittelgrosser) Warmwasserbereiter oder -speicher angenommen, was bei 4.8 Mio Beschäftigten eine Zahl von 240'000 Speichern ergibt. Da die Anzahl dieser Speicher bzw. deren Energieeinsparungen insgesamt nicht von hoher Bedeutung ist, sind genauere Recherchen im vorliegenden Kontext nicht nötig.

	Elektrizität	Heizöl	Gas	Wärmepumpe	Holz	Sonnensollektor	Fernwärme	Andere E-träger	Total
EFH	417'788	298'900	114'963	64'439	32'134	15'975	9'181	4'170	957'550
MFH	128'249	187'768	62'965	17'820	12'774	5'313	10'297	5'571	430'757
Wohngebäude mit Nebennutzung	75'196	59'503	22'299	4'073	27'771	1'799	4'034	1'503	196'178
Gebäude mit teilweiser Wohnnutzung	25'959	32'964	10'957	1'985	4'148	694	2'108	550	79'365
MFH inkl. Neben-/teilw. Nutzung	229'404	280'235	96'221	23'878	44'693	7'806	16'439	7'624	706'300

Tab. 1 Gebäude mit Warmwasserversorgung nach Kategorie und Energieträger

Für die Berechnung der Energieeinsparung (Tabelle 2) sind die Anzahlen der Warmwasserbehälter erforderlich. Von den Gebäude-Zahlen aus Tabelle 1 kann bei EFH direkt auf die Anzahl Trinkwasserspeicher geschlossen werden, bei anderen Gebäuden sind zusätzliche Überlegungen nötig:

- Bei EFH kann die Anzahl (Trink-) Warmwasserspeicher gleich jener der Gebäude angenommen werden, da nur noch ein sehr kleiner Anteil mit mehreren (Elektro-, evtl. Gas-) Geräten ausgestattet ist. Als typische Speichergrösse werden 300 Liter angenommen. Es wird mit einem Anteil von 10% grösserer Speicher >500 Liter gerechnet (grosse Solaranlagen und Holzheizungen). Reine Elektro-Wassererwärmer sowie Wärmepumpen-Wassererwärmer gelten als Warmwasserbereiter und sind deshalb für die Verlustbetrachtung der Warmwasserbehälter nicht relevant.
- Bei MFH (und Gebäuden mit Neben- bzw. teilweiser Wohnnutzung) kann im Fall nicht-elektrischer Wassererwärmung von zentraler Versorgung mit 1 Speicher pro Gebäude ausgegangen werden. Dieser ist typischerweise nur wenig grösser als jener im EFH, da er mehrmals täglich mit relativ grosser verfügbarer Heizleistung nachgeladen wird.
- Bei MFH (und...) mit Elektroboilern wäre die Anzahl Wohnungen, nicht Gebäude, massgebend, deren Anzahl in [2] untersucht wurde. Reine Elektro-Wassererwärmer gelten als Warmwasserbereiter und sind deshalb für die Verlustbetrachtung nicht relevant.
- Bei Nichtwohngebäuden wird angenommen, dass von der oben abgeleiteten Zahl von 240'000 Warmwasserbereitern oder -speichern die meisten Elektroboiler, d.h. Warmwasserbereiter sind und daher für die Verlustbetrachtung nicht relevant. Wir rechnen mit 20%, d.h. 48'000 nicht-elektrisch beheizten Warmwasserspeichern mit Verlusten entsprechend 300 Litern Inhalt.

Unter die Vorschriften der EnV zu Warmwasserbehältern fallen auch technische und Pufferspeicher, welche nicht Trink-, sondern Betriebswasser (Heizwasser) enthalten. Diese sind schwer aus statistischen Daten zu erfassen. Ihre Zahl wurde mit folgenden Näherungsansätzen ermittelt:

- Pufferspeicher für Wärmepumpenanlagen: pro Anlage wird mit 1 Pufferspeicher gerechnet, was etwa 250'000 ergibt (FWS-Statistik).
- Ein grosser Teil der rund 110'000 Holz-Zentralheizungen verfügt über einen Pufferspeicher.

Da es zahlreiche Mischformen und Überschneidungen bei Wärmepumpen-, Holz- und Solaranlagen sowie Trinkwasser-Speichereinbauten gibt, lässt sich mit vertretbarem Aufwand keine belastbare Zahl ermitteln. Für die Wärmeverlust-Differenzen wurde mit 350'000 Pufferspeichern gerechnet.

#### 4. Hochrechnung der Wärmeverlust-Differenzen nach Gebäude- bzw. Speicherart für die Schweiz

Gebäude-/WW-Speicherart (TWW = Trinkwarmwasser)	Bestand WW- Behälter	Bestand ohne "WW-Bereiter" (Elektro- und WP-Boiler, Kompakt- Solaranlagen)	Davon >500 Liter Inhalt	Verlust- Differenz "EU C-B" <u>bis 500 Liter</u> (GWh/a), ohne WW- Bereiter	Verlust- Differenz "EU C-B" <u>&gt;500 Liter</u> (GWh/a) ohne WW- Bereiter
EFH nicht-elekt. TWW- Speicher, inkl. Solarspeicher	505'000	505'000	50'000	115.7	16.5
MFH (u.ä.) nicht-elekt. TWW- Speicher, inkl. Solar	480'000	480'000	160'000	81.2	52.2
Nichtwohnbauten, TWW- Speicher gesamt	240'000	48'000	5'000	11.0	1.6
Pufferspeicher (Betriebswas- ser), vgl. Text	350'000	350'000	117'000	59.6	38.3
Total	2'575'200	1'383'000	332'000	267.6	108.7

Tab. 2 Bestand an Warmwasserspeichern (ohne Warmwasserbereiter) nach Kategorie sowie Wärmeverlust-Differenzen "EU-Klasse C - B" (Gesamt-Total bis 2000 Liter: 376.3 GWh).

Erläuterungen zu Tabelle 2:

- Bestand: EFH und MFH nicht-elekt. aus Tab. 1: Differenz von Total – Elektro, gerundet, Nichtwohngebäude und Pufferspeicher aus "zusätzliche Überlegungen" (oben). Der Anteil >500 Liter musste grob geschätzt werden.
- Für die Werte der Differenz der Wärmeverluste "EU-Klasse C - B" wurde mit mittleren Werten von 0.7 kWh/24h für Behälter bis 500 Liter, mit 0.9 kWh/24h über 500 Liter gerechnet, vgl. Fig. 3 oben.
- Verlust-Differenzen EU C-B (GWh/a): Diese Werte entsprechen den Verlust-Differenzen des jeweiligen Bestandes pro Jahr. Die Verluste selber betragen ein Vielfaches davon.

#### 5. Ersatzmodell und Importanteil

##### Ersatzmodell bzw. Auswirkungen über die Lebensdauer

Bei der Bewertung der Auswirkungen verschärfter bzw. neuer Vorschriften werden meist zuerst die jährlichen Werte betrachtet und dann eine mehr oder weniger komplexe Hochrechnung über längere Zeit angestellt, da es ja um die nachhaltigen Auswirkungen solcher Massnahmen geht. Da es hier um eine Abschätzung geht (und sowieso für einige Inputs nur grobe Schätzwerte verfügbar sind), kann man zunächst ein vereinfachtes "Ersatzmodell" definieren:

Innert eines Betrachtungszeitraumes entsprechend der Lebensdauer der Geräte werden nach und nach alle Geräte ersetzt. Ohne sonstige Veränderungen wird somit bis zu diesem Zeitpunkt eine jährliche Energieeinsparung entsprechend derjenigen des gesamten Gerätebestandes erreicht. Zu Beginn entspricht die Energieeinsparung bzw. deren Differenz natürlich nur jener des ersetzten Anteils der Geräte. Für die grobe Bewertung der Massnahme kann aber die nachhaltig, d.h. bis zum gesamten Austausch, erreichte Energieeinsparung herangezogen werden, wobei die effektive Nutzungs- oder Lebensdauer nicht erheblich ist. Damit resultiert das oben beschriebene Einsparpotential von jährlich rund 376 GWh. Diese Einsparungen betreffen grösstenteils fossile Energien, da die Elektroboiler nicht enthalten sind. Neben der Energie dürfte also auch eine beträchtliche Menge an CO<sub>2</sub> eingespart werden, nämlich rund 65'000 Tonnen pro Jahr (Anteile Erdgas berücksichtigt [5]).

##### Importanteil von Bedeutung?

Zusätzlich wurde versucht, Informationen zum Importanteil von Warmwasserspeichern zu erhalten. Es zeigte sich jedoch, dass Import-Zahlen nicht mit vertretbarem Aufwand zu erhalten sind: keine ent-

sprechende Zoll-Kategorie; eine Umfrage per Treuhandstelle wäre zu aufwändig. Da es sehr viele importierende Firmen gibt, ist auch durch persönliche Kontakte keine Abschätzung zu erhalten.

Auf der Internet-Site <https://www.wlw.ch/schweiz/speicher-wassererwaermer.html> ("Wer liefert was") sind je nach Detaillierung der Anfrage rund 30 bis 40 Lieferanten zu finden, wovon etwa ¼ mit dem Vermerk "Hersteller". (Unter "Solaranlagen, thermische" sogar 354 Lieferanten). Vermutlich werden die quantitativ wichtigsten Produkte (Beistellspeicher um 300 Liter, Elektroboiler 120...300 Liter) hauptsächlich im Ausland in grossen Serien hergestellt. Somit ist in erster Näherung davon auszugehen, dass der überwiegende Teil der zu ersetzenden Warmwasserspeicher importiert wird.

## Fazit

Unter Berücksichtigung dieser Vereinfachungen können nun die Auswirkungen der Übernahme des EU-Ecodesign Grenzwertes für Warmwasserspeicher-Bereitschaftsverluste Klasse B (anstatt C) wie folgt quantifiziert werden:

1. Die Differenz der Wärmeverluste von Warmwasserbehältern (-speichern gemäss Ecodesign, ohne Warmwasserbereiter) der Effizienzklasse B gegenüber C, berechnet über die Schweizer Population solcher Geräte, beträgt rund 380 GWh/Jahr. Dies ist ein energiepolitisch und ökologisch bedeutender Wert, er bedeutet auch eine CO<sub>2</sub>-Reduktion von rund 65'000 t pro Jahr (Energieträger und Wirkungsgrad der Wärmeerzeugung berücksichtigt).
2. Wird die Vorschrift (Effizienzklasse B) nur für Behälter bis 500 Liter eingeführt, so beträgt die entsprechende Energieeinsparung nur rund 270 GWh/Jahr (Tabelle 2), also ca. 30% weniger; die entsprechende CO<sub>2</sub>-Reduktion rund 45'000 t pro Jahr.
3. Der Importanteil bzw. Anteil in der Schweiz hergestellter Speicher ist in einer systemischen Betrachtung der Auswirkungen nicht von Bedeutung. Obwohl keine konkreten Zahlen gefunden werden konnten, ist ein stark überwiegender Anteil importierter Geräte zu vermuten.

## 6. Ergebnisse Kurzrecherche Markt Schweiz und D, A zu Bereitschaftsverlusten

Auf Wunsch des Auftraggebers wurde eine Internet-Kurzrecherche zu den Bereitschaftsverlusten der Warmwasserspeicher im Markt Schweiz sowie EU (Deutschland und Österreich) durchgeführt (eine systematische Erhebung mit Kontaktierung vieler Anbieter würde den Projektrahmen sprengen). Dabei wurden die Websites namhafter Anbieter besucht und entsprechende Informationen gesucht. Die nachstehend zusammengefassten Angaben stammen von Angaben folgender Anbieter:

Hoval, Elco, Domotec, Vaillant, Elcalor (WalterMeier), Helvetic Energy, EiTherm suisse. Auch Schweizer Hersteller wurden berücksichtigt: Apaco, Eitherm, Jenni, Swisstherm. In D und A konnten brauchbare Daten von folgenden Anbietern gefunden werden: AEG (D, nur Elektro-Speicher bis 400 L), Reflex (Winkelmann Group, D, Gross-Hersteller OEM), Roth-Werke GmbH (D), Vaillant (D), Viessmann (A).

Die Recherche ist etwas schwierig, weil in der Schweiz erst ausnahmsweise die Effizienzklasse deklariert wird, in der EU offenbar auch erst zurückhaltend, und weil auch auf deutschen Anbieter-Websites oft der Begriff "Warmwasserspeicher" für Warmwasserbereiter (Elektro-Kleinspeicher) verwendet wird und dann effektiv die Warmwasserbereiter-Klasse deklariert wird. Zudem zeigt sich, dass oft zusammenfassend z.B. Klasse B angegeben wird, aber einzelne Produkte einer Reihe diese Anforderung nicht erfüllen. Wo nur Dämmdicken und Materialien deklariert werden, ergibt sich eine Unsicherheit bei Schäumen, welche nicht immer PUR ( $\lambda$  ca. 0.025 W/(m·K)), sondern auch EPS o.ä. sein können, mit  $\lambda$  ca. 0.035 W/(m·K). Z.T. werden sogar nur Dämmprodukt-Namen angegeben.

Mehrere grosse Schweizer Anbieter von (vermutlich zumeist importierten) grösseren Warmwasserspeichern deklarieren die Bereitschaftsverluste in kWh/24h, einige geben wenigstens Dämmdicke und -material an. Im Überblick ergibt sich, dass die meisten Werte offensichtlich an der (alten) EnV orientiert sind, d.h. die Werte der Ecodesign-Effizienzklasse B nicht erfüllen. Wo die Verlustwerte gar nicht deklariert sind, können sie z.T. aus den Angaben zur Wärmedämmung abgeschätzt werden. Dämmdicken über 150 mm bzw. gar 200 mm (Grenzwerte für Polyurethanschaum bzw. Mineralwolle in SIA 385/1) kommen nur ausnahmsweise vor (etwa Jenni, Schweizer Hersteller!).

Eine vertiefte Recherche ergab aber auch positive Ergebnisse: Grosse Anbieter haben oft eine Kategorie oder Sonderausstattung mit verbesserter Wärmedämmung, um Effizienzklasse B oder sogar A zu erreichen. Dies ist insbesondere für Solarspeicher bzw. solche für Wärmepumpen-Versorgung der Fall, wobei es zu einem grösseren Teil Geräte mit Inhalten über 500 Liter sind. Dies sind dann aber etwas teurere Produkte, welche u.U. auch nur auf spezifische Bestellung erhältlich sind. Auszüge aus Katalogen bzw. Internet-Sites vgl. Anhang.

### Fazit Marktrecherche Warmwasserspeicher

Es kann festgehalten werden, dass Warmwasserspeicher in der Effizienzklasse B und selbst A technisch problemlos machbar und auf dem Markt auch erhältlich sind (vgl. auch Modellrechnungen). Der grössere Teil des Angebots erreicht allerdings die Klasse B noch nicht, das Schweizer Angebot scheint sich an den in der EnV geltenden Anforderungen, das EU-Angebot an der kommenden Anforderung Effizienzklasse C zu orientieren. Führende Anbieter haben jedoch effizientere Produkte im Angebot, insbesondere im Anwendungsbereich für erneuerbare Energien und für Geräte bis zu einem Inhalt von bis und mit 500 Liter.

## 7. Einbau-Warmwasserbereiter

### Ausgangslage

Unter "Einbau-Warmwasserbereitern" werden rein elektrisch beheizte Elektro-Wassererwärmer (Elektroboiler) mit Inhalten von ca. 30 bis 300 Litern verstanden. Solche werden oft in Küchenkombinationen (z.T. "Untertisch") oder Wandschränken eingebaut ("Hochschrankboiler"). Sie können deshalb kaum durch andere Systeme ersetzt werden, es sei denn durch eine neu einzubauende zentrale Warmwasserversorgung. Somit besteht ein Interesse an hoher Effizienz beim Ersatz dieser Geräte. Bei Übernahme der Anforderungen gemäss 814/2013 für die Schweiz könnten strengere Grenzwerte als in der EU (bzw. jene von 2017 früher) gesetzt werden, vgl. "Tabellarische Zusammenstellung der Energieeffizienzklassen-Grenzwerte" im Anhang.

Gemäss Mitteilung von A. Fahrni (GKS) liegt der Bestand bei gut 130'000 Hochschrank-Apparaten (150 bis 300 Liter) und gut 100'000 Untertisch-Apparate (50 bis 120 Liter). Eine grobe Abschätzung des Elektrizitätsverbrauchs dieser 230'000 Geräte ergibt eine Grössenordnung von 600 GWh/a.

### Energieeffizienz-Anforderungen

Einbau-Warmwasserbereiter unterliegen der Anforderung gemäss EU-Verordnung 814/2013 bezüglich Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz und nicht jener zu den Bereitschaftsverlusten. Die in der EU ab 26.09.2015 geltenden Grenzwerte für die Energieeffizienz sind jedoch sehr tief, nämlich entsprechend Effizienzklasse E, vgl. "Tabellarische Zusammenstellung der Energieeffizienzklassen-Grenzwerte" im Anhang. Per 26.09.2017 treten etwas strengere Werte in Kraft, etwa entsprechend Effizienzklasse C und für Kleingeräte (3XS, XXS) Klasse B.

Da die Schweizer Einbaugeräte bisher nicht gemäss EU-Verordnung 812/2013 deklariert werden, lässt sich ihre Energieeffizienz nicht ohne weiteres beurteilen. Die z.T. deklarierten Bereitschaftsverluste reichen dazu nicht aus, da ja die Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz mittels Messungen nach den Lastprofilen 3XS...4XL (vgl. Anhang) ermittelt wird. Eine Annäherung lässt sich jedoch durch Annahmen zum Elektrizitätsverbrauch nach Lastprofil berechnen. Zu diesem Zweck wurden den gängigen Gerätegrössen Lastprofile und deren Referenz-Energieverbrauch  $Q_{ref}$  zugeordnet. Die Formel für die Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz lässt sich nun für unsere rechnerische Beurteilung wie folgt vereinfachen (alle Formeln, Begriffe etc. vgl. Anhang "Auszüge aus der EU-Verordnung 812/2013"):

$$\eta_{wh} = \frac{Q_{ref}}{(Q_{fuel} + CC \cdot Q_{elec})(1 - SCF \cdot smart) + Q_{cor}} \quad \blacktriangleright \quad \eta_{wh} = Q_{ref} / (2.5 \cdot Q_{elec} + Q_{cor})$$

$Q_{ref}$  ist der Nutzenergieverbrauch gemäss Lastprofil,  $Q_{fuel}$  fällt für Elektroboiler weg, CC ist der Elektrizitäts-Wertigkeitsfaktor (2.5),  $Q_{elec}$  ist der (gemessene) Elektrizitätsverbrauch, "smart" wird hier 0 gesetzt (keine intelligente Steuerung).

$$Q_{cor} = -k \cdot (CC \cdot (Q_{elec} \cdot (1 - SCF \cdot smart) - Q_{ref})) \quad \blacktriangleright \quad Q_{cor} = -0.23 \cdot (2.5 \cdot (Q_{elec} - Q_{ref}))$$

$Q_{cor}$  (Umgebungstemperatur-Korrekturfaktor, für Elektroboiler = - 0.23) dient zur Berücksichtigung der Bereitschaftsverluste.

Damit lassen sich die  $\eta_{wh}$  -Werte von Tabelle 3 berechnen:

Liter	30	50	60	80	100	120	150 mit M	150	200	250	300 mit L	300
Anwendbares Lastprofil	XS	S	S	M	M	M	M	L	L	L	L	XL
$Q_{ref}$ (Lastprofil, kWh/Tag)	2.1	2.1	2.1	5.845	5.845	5.845	5.845	11.655	11.655	11.655	11.655	19.07
(entspricht Liter @ dT 45K)	40	40	40	112	112	112	112	223	223	223	223	364
Ber.Ver. (kWh/Tag)	0.7	0.9	1	1.1	1.3	1.4	1.6	1.6	1.8	2	2.4	2.4
...nötig für Erfüllung	0.65	0.65	0.65	0.85	0.85	0.85	0.85	1.2	1.2	1.2	1.2	2
$Q_{elec}$ (= $Q_{ref}$ +Ber.V.)	2.8	3	3.1	6.945	7.145	7.245	7.445	13.255	13.455	13.655	14.055	21.47
$Q_{cor} = -0.23 \cdot (2.5 \cdot (Q_{elec} - Q_{ref}))$	-0.4025	-0.5175	-0.575	-0.6325	-0.7475	-0.805	-0.92	-0.92	-1.035	-1.15	-1.38	-1.38
$\eta_{wh} = Q_{ref} / (2.5 \cdot Q_{elec} + Q_{cor})$	31.8%	30.1%	29.3%	34.9%	34.2%	33.8%	33.0%	36.2%	35.7%	35.3%	34.5%	36.5%
Grenzwerte per 26.09.2017 (EU-VO 814/2013)	32%	32%	32%	36%	36%	36%	36%	37%	37%	37%	37%	37%

Tab. 3 Warmwasserbereitungs-Energieeffizienzwerte  $\eta_{wh}$  für Einbau-Warmwasserbereiter, vereinfacht berechnet.

Anmerkungen zu Tabelle 3:

- Die Lastprofil-Zuordnung orientiert sich an den Speicherinhalten (Liter @ 45K Temperaturdifferenz), sie ist diskutabel, wie auch die Beispiele 150 und 300 Liter zeigen. Höhere Lastprofile erleichtern die Erfüllung der Wirkungsgrad-Grenzwerte; Hersteller werden dies mittels grosser Heizleistung anstreben.
- Ber.Ver. (= Bereitschaftsverluste): dies sind mittlere Werte gemäss den Angaben von A. Fahrni, welche auch durch eigene Marktrecherche gestützt werden. Die damit errechneten Werte für  $\eta_{wh}$  liegen leicht bis deutlich unter den EU-Grenzwerten per 26.09.2017 (unterste Zeile).
- "...nötig für Erfüllung": mit diesen Werten der Bereitschaftsverluste werden die EU-Grenzwerte erfüllt. Hellgrün schattiert sind:
- Wärmedämm-Beispiele für Erfüllung: Mit dem Tool [6] berechnet, in Tabelle 4 enthalten:  
 50 Liter: Mineralfaser/EPP 60mm, PUR 40mm  
 100 Liter: PUR 50mm  
 300 Liter mit Profil L: PUR 80mm, 300 Liter mit Profil XL: PUR 50mm, Min.F/EPP 80mm (Mit 1 Stutzen oben berechnet; falls dieser sifoniert wird [7], dünnere Dämmung möglich).

## Marktrecherche

Die Internet-Suche nach Klein-Warmwasserbereitern mit dem Fokus Effizienzklasse bzw. Bereitschaftsverluste ist etwas aufwendig, da diese Angaben oft gut "versteckt" sind. Hersteller effizienter Geräte werben immerhin teilweise mit der Labelklasse A oder B. Dabei ist Vorsicht geboten: auch bei Warmwasserbereitern (Elektroboilern) wird oft die Bereitschaftsverlust-Klasse (statt der Warmwasserbereiter-Effizienzklasse) deklariert.

Als qualitatives Ergebnis kann festgehalten werden, dass sehr wohl Klein-Warmwasserbereiter der Effizienzklassen A und B verfügbar sind, ebenso mit der (eigentlich nicht zu deklarierenden) Bereitschaftsverlust-Effizienzklasse B, in wenigen Fällen auch A. Es kann daher kein technisches Problem sein, solche Geräte herzustellen. Allerdings dürften die Herstellkosten etwas höher als für C-/D-Produkte liegen. Vgl. dazu auch den Fachartikel "Viel Technik auf kleinstem Raum" [7] von 2009 (der Autor ist Stiebel-Eltron Mitarbeiter), in welchem die Bereitschaftsverluste, jedoch noch nicht die Effizienzklassen angesprochen sind. Der Artikel befasst sich mit Kleinspeichern (5...10 Liter), die technischen Erkenntnisse insbesondere zur Sifonierung sind jedoch allgemein anwendbar.

## Fazit Einbau-Warmwasserbereiter

Die näherungsweise Berechnungen der Warmwasserbereitungs-Effizienz von Einbau-Warmwasserbereiter zeigt, dass mit den heute üblichen Dämmdicken die Grenzwerte gemäss EU-Verordnung 814/2013 per 26.09.2017 knapp bis deutlich nicht erreicht werden. Modellrechnungen zeigen jedoch, dass dies mit leicht verbesserter Wärmedämmung machbar ist, welche auch bei engen Platzverhältnissen realisierbar ist. So genügt es z.B. u.U., billige Mineralfaser- oder EPS-Materialien durch Polyurethan zu ersetzen. Auch mit der Sifonierung des oberen Abgangs kann viel erreicht werden. Zudem können mit stärkeren Heizeinsätzen (höheres Lastprofil) die Grenzwerte leichter erfüllt werden oder mit fortgeschrittenen Steuerungen ("smart" = 1) eine Klasse Bonus erhalten werden.

## 8. Modellrechnungen für die Dämmdicke von Warmwasserspeichern

Mit einem einfachen Berechnungstool ("Nachweis Solarspeicher Wärmeverluste" de Stefan Brunold SPF du 14.05.2008, [6]) kann für wählbare Speicherdimensionen und Kennwerte der Bereitschaftsverlust ermittelt werden. Um beurteilen zu können, ob/wie die Bereitschaftsverlust-Effizienzklassen B oder gar A erreichbar sein können, wurden Modellfälle einiger Speicher häufiger Grössen ermittelt, wobei für den Wärmeleitwert  $\lambda$  des Dämmstoffes zwei typische Werte eingesetzt wurden:

0.025 W/(m·K) für Polyurethanschaum (PUR)

0.035 W/(m·K) für Mineralfasermaterialien und viele Schaumstoffe (z.B. EPP, EPS)

Zur Vereinfachung wurden im Tool die Deckel- und Boden-Dämmdicken gleich jenen der Wand gesetzt und es wurde – bis und mit 500 Liter – mit einem Stutzen oben gerechnet (seitliche Stutzen  $\leq$  DN25 werden vom Tool vernachlässigt, solche unten sowieso). Für 800 und 1000 Liter wurde mit 3 seitlichen Stutzen  $\geq$  27 (1 WW-Abgang, 2 für Wärmetauscher), für 1500 und 2000 Liter mit 5 seitlichen Stutzen  $\geq$  27 (1 WW-Abgang, 4 für zwei Wärmetauscher) gerechnet. Weil die Speicher-Dimensionen und nicht der Inhalt eingegeben werden muss, wurden die runden Inhaltswerte durch Wahl der Dimensionen angenähert, wobei mit einem Zylinder gerechnet wurde, während reale Speicher bombierte Deckel/Böden aufweisen und deshalb etwas mehr als die angenäherten Inhalte. Zu beachten ist, dass in der Realität zusätzlich Verluste durch Fugen, Lücken, Thermometer und andere Unvollkommenheiten entstehen, welche die realen Werte gegenüber dem theoretisch berechneten erhöhen. Bei knapper Reserve des berechneten gegenüber dem Grenzwert dürfte daher die entsprechende Klasse kaum erreicht werden. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 4 und 5 dargestellt.

Speicher (Beispiele), Wärmedämmung [mm] 1 Stutzen oben, ≤ DN 25, ausser 500 Liter	Bereitschafts- verlust kWh/24h	Klasse (Bereit- schaftsverlust)	Grenzwert (Bereit- schaftsverlust muss kleiner sein)
50 Liter, Min.Faser/EPP 50, 2 Stutzen oben	0.740	B	0.969
50 Liter, Min.Faser/EPP 60	0.607	A	0.692
50 Liter, PUR 40	0.602	A	0.692
100 Liter, Min.Faser/EPP 60	0.917	B	1.186
100 Liter, PUR 50	0.778	A	0.848
100 Liter, PUR 80	0.557	A+	0.611
300 Liter, PUR 50	1.738	C	2.357
300 Liter, Min.Faser 80	1.642	B	1.682
300 Liter, Min.Faser 100	1.391	B	1.682
300 Liter, PUR 80	1.203	A	1.203
300 Liter, Min.Faser 150	1.047	A	1.203
300 Liter, PUR 100	1.019	A	1.203
300 Liter, PUR 150	0.768	A+	0.875
500 Liter, PUR 40, 3 Stutzen seitl. DN 27	2.751	C	2.8
500 Liter, PUR 60, 3 Stutzen seitl. DN 27	1.981	B	1.997
500 Liter, Min.Faser/EPP 90, 3 Stutzen seitl.	1.936	B	1.997
500 Liter, PUR 80, 3 Stutzen seitl. DN 27	1.581	B	1.997
500 Liter, PUR 100, 3 Stutzen seitl. DN 27	1.336	A	1.429

Speicherdurchmesser ohne Dämmung: 50 L: 0.36 m , 100 L: 0.44 m , 300 L: 0.46 m, 500 L: 0.6 m

Tab. 4 Beispiel-Berechnungen der Warmwasserspeicher-Bereitschaftsverluste (mit dem Tool [6]) und Vergleich mit den Effizienzklassen für Speicherverluste gemäss EU-Verordnung 812/2003, bis 500 Liter Inhalt.

Hervorgehoben: 500 Liter, Klassengrenzwert B knapp erreicht.

Speicher (Beispiele), Wärmedämmung [mm]	Bereitschafts- verlust kWh/24h	Klasse (Bereit- schaftsverlust)	Grenzwert (Bereit- schaftsverlust muss kleiner sein)
3 oder 5 Stutzen seitlich DN $\geq$ 27			
800 Liter, Min.Faser 45, 3 Stutzen	4.400	EnV	4.4
800 Liter, PUR 32, 3 Stutzen	4.316	EnV	4.4
800 Liter, Min.Faser 65, 3 Stutzen	3.260	C	3.3
800 Liter, PUR 45, 3 Stutzen	3.245	C	3.3
800 Liter, Min.Faser 100	2.316	B	2.351
800 Liter, PUR 70	2.254	B	2.351
800 Liter, Min.Faser 160	1.631	A	1.683
1000 Liter, Min.Faser 48, 3 Stutzen	4.744	EnV	4.8
1000 Liter, Min.Faser 69, 3 Stutzen	3.535	C	3.568
1000 Liter, Min.Faser 110, 3 Stutzen	2.452	B	2.544
1500 Liter, Min.Faser 55, 5 Stutzen	5.368	EnV	5.4
1500 Liter, Min.Faser 76, 5 Stutzen	4.114	C	4.126
1500 Liter, Min.Faser 120, 5 Stutzen	2.859	B	2.941
1500 Liter, Min.Faser 150, 5 Stutzen	2.413	B	2.941
2000 Liter, Min.Faser 64, 5 Stutzen	5.485	EnV	5.5
2000 Liter, Min.Faser 80, 5 Stutzen	4.557	C	4.581
2000 Liter, Min.Faser 125, 5 Stutzen	3.179	B	3.264
2000 Liter, Min.Faser 150, 5 Stutzen	2.760	B	3.264
2000 Liter, Min.Faser 200, 5 Stutzen	2.230	A	2.337
2000 Liter, Min.Faser 250, 5 Stutzen	1.908	A	2.337
2000 Liter, Min.Faser 300, 5 Stutzen	1.692	A+	1.718

Speicherdurchmesser *ohne Dämmung*: 800 L: 0.74 m, 1000 L: 0.824 m, 1500 L: 1 m, 2000 L: 1.14 m

Tab. 5 Beispiel-Berechnungen der Warmwasserspeicher-Bereitschaftsverluste (mit dem Tool [6]) und Vergleich mit den Effizienzklassen für Speicherverluste gemäss EU-Verordnung 812/2003 sowie EnV-Grenzwerten, 800 bis 2000 Liter Inhalt.

Hervorgehoben: Klassengrenzwerte B bzw. EnV knapp erreicht (z.T. ungerade Dämmdicken)

### Fazit Dämmdicken

Die Berechnungsbeispiele bzw. der Vergleich mit den gemäss Formel in EU-Verordnung 812/2013 berechneten Bereitschaftsverlust-Grenzwerten zeigen, dass die Effizienzklassen B und sogar A mit vernünftigen Dämmdicken erreichbar sind; für Klasse C sind gar nur bescheidene Dicken erforderlich. Daraus wird klar, dass die Industrie sich bisher stark an den sehr zurückhaltenden Grenzwerten (etwa des alten EnV-Anhanges) orientiert hat. Die in den Tabellen 4 und 5 hervorgehobenen Beispiele zeigen, dass sich mit durchaus gebräuchlichen Dämmdicken Effizienzklasse B erreichen lässt. Bei Speichern über ca. 800 Liter wird in der Regel die Wärmedämmung separat geliefert und stellt somit kein Einbring-Problem dar.

## Referenzen

- [1] Bundesamt für Statistik BFS, diverse Gebäude- und Wohnungs-Statistiken, generiert in STAT-TAB: <http://www.pxweb.bfs.admin.ch/Dialog/statfile.asp?lang=1&prod=09>. Die verwendeten Tabellen sind beim Autor einsehbar.
- [2] Elektrische Wassererwärmung in der Schweiz, Statistische Daten, Abschätzung des Elektrizitätsverbrauchs, Ersatzmechanismen, Potenzial Wärmepumpenboiler. ARENA, Jürg Nipkow, Okt. 2013
- [3] DELEGIERTE VERORDNUNG (EU) Nr. 812/2013 DER KOMMISSION vom 18. Februar 2013, zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die **Energieeffizienzkenzeichnung** von Warmwasserbereitern, Warmwasserspeichern und Verbundanlagen aus Warmwasserbereitern und Solareinrichtungen
- [4] VERORDNUNG (EU) Nr. 814/2013 DER KOMMISSION vom 2. August 2013, zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von **Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung** von Warmwasserbereitern und Warmwasserspeichern
- [5] Faktenblatt CO2-Emissionen des Treibhausgas-Inventars der Schweiz, Röthlisberger, Regine 04/2015, BAFU
- [6] Rechenmodell Dämmdicke: "Nachweis Solarspeicher Wärmeverluste" de Stefan Brunold SPF du 14.05.2008
- [7] Viel Technik auf kleinstem Raum, Felix Hofmann (Stiebel Eltron D), ikz-praxis 12/2009

## Anhang

### Auszüge aus der EU-Verordnung 812/2013 (betr. Energieeffizienzkenzeichnung)

#### Anhang II, Tabelle 1:

(Energieeffizienz-) Klassen für die Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz von Warmwasserbereitern, eingeteilt nach angegebenen Lastprofilen (s. unten),  $\eta_{wh}$  in %.

Eigene Auswertung vgl. unten.

	3XS	XXS	XS	S	M	L	XL	XXL
A <sup>+++</sup>	$\eta_{wh} \geq 62$	$\eta_{wh} \geq 62$	$\eta_{wh} \geq 69$	$\eta_{wh} \geq 90$	$\eta_{wh} \geq 163$	$\eta_{wh} \geq 188$	$\eta_{wh} \geq 200$	$\eta_{wh} \geq 213$
A <sup>++</sup>	$53 \leq \eta_{wh} < 62$	$53 \leq \eta_{wh} < 62$	$61 \leq \eta_{wh} < 69$	$72 \leq \eta_{wh} < 90$	$130 \leq \eta_{wh} < 163$	$150 \leq \eta_{wh} < 188$	$160 \leq \eta_{wh} < 200$	$170 \leq \eta_{wh} < 213$
A <sup>+</sup>	$44 \leq \eta_{wh} < 53$	$44 \leq \eta_{wh} < 53$	$53 \leq \eta_{wh} < 61$	$55 \leq \eta_{wh} < 72$	$100 \leq \eta_{wh} < 130$	$115 \leq \eta_{wh} < 150$	$123 \leq \eta_{wh} < 160$	$131 \leq \eta_{wh} < 170$
A	$35 \leq \eta_{wh} < 44$	$35 \leq \eta_{wh} < 44$	$38 \leq \eta_{wh} < 53$	$38 \leq \eta_{wh} < 55$	$65 \leq \eta_{wh} < 100$	$75 \leq \eta_{wh} < 115$	$80 \leq \eta_{wh} < 123$	$85 \leq \eta_{wh} < 131$
B	$32 \leq \eta_{wh} < 35$	$32 \leq \eta_{wh} < 35$	$35 \leq \eta_{wh} < 38$	$35 \leq \eta_{wh} < 38$	$39 \leq \eta_{wh} < 65$	$50 \leq \eta_{wh} < 75$	$55 \leq \eta_{wh} < 80$	$60 \leq \eta_{wh} < 85$
C	$29 \leq \eta_{wh} < 32$	$29 \leq \eta_{wh} < 32$	$32 \leq \eta_{wh} < 35$	$32 \leq \eta_{wh} < 35$	$36 \leq \eta_{wh} < 39$	$37 \leq \eta_{wh} < 50$	$38 \leq \eta_{wh} < 55$	$40 \leq \eta_{wh} < 60$
D	$26 \leq \eta_{wh} < 29$	$26 \leq \eta_{wh} < 29$	$29 \leq \eta_{wh} < 32$	$29 \leq \eta_{wh} < 32$	$33 \leq \eta_{wh} < 36$	$34 \leq \eta_{wh} < 37$	$35 \leq \eta_{wh} < 38$	$36 \leq \eta_{wh} < 40$
E	$22 \leq \eta_{wh} < 26$	$23 \leq \eta_{wh} < 26$	$26 \leq \eta_{wh} < 29$	$26 \leq \eta_{wh} < 29$	$30 \leq \eta_{wh} < 33$	$30 \leq \eta_{wh} < 34$	$30 \leq \eta_{wh} < 35$	$32 \leq \eta_{wh} < 36$
F	$19 \leq \eta_{wh} < 22$	$20 \leq \eta_{wh} < 23$	$23 \leq \eta_{wh} < 26$	$23 \leq \eta_{wh} < 26$	$27 \leq \eta_{wh} < 30$	$27 \leq \eta_{wh} < 30$	$27 \leq \eta_{wh} < 30$	$28 \leq \eta_{wh} < 32$
G	$\eta_{wh} < 19$	$\eta_{wh} < 20$	$\eta_{wh} < 23$	$\eta_{wh} < 23$	$\eta_{wh} < 27$	$\eta_{wh} < 27$	$\eta_{wh} < 27$	$\eta_{wh} < 28$

#### Anhang II, Tabelle 2:

Die Energieeffizienzklasse eines Warmwasserspeichers wird auf der Grundlage seiner Warmhalteverluste gemäß Tabelle 2 bestimmt:

#### Energieeffizienzklassen von Warmwasserspeichern

Energieeffizienzkategorie	Warmhalteverluste $S$ in Watt mit Speichervolumen $V$ in Litern
A+	$S < 5,5 + 3,16 \cdot V^{0,4}$
A	$5,5 + 3,16 \cdot V^{0,4} \leq S < 8,5 + 4,25 \cdot V^{0,4}$
B	$8,5 + 4,25 \cdot V^{0,4} \leq S < 12 + 5,93 \cdot V^{0,4}$
C	$12 + 5,93 \cdot V^{0,4} \leq S < 16,66 + 8,33 \cdot V^{0,4}$
D	$16,66 + 8,33 \cdot V^{0,4} \leq S < 21 + 10,33 \cdot V^{0,4}$
E	$21 + 10,33 \cdot V^{0,4} \leq S < 26 + 13,66 \cdot V^{0,4}$
F	$26 + 13,66 \cdot V^{0,4} \leq S < 31 + 16,66 \cdot V^{0,4}$
G	$S > 31 + 16,66 \cdot V^{0,4}$

**Anhang VII, Messungen, Tabelle 3: Lastprofile** (von J. Nipkow erstellter Auszug)

Die zu dieser Tabelle gehörenden Lastprofile [Anhang VII der Verordnung 812/2013] sind samt Zusatzgrößen in xls-Form bei J. Nipkow verfügbar.

Profil	3XS	XXS	XS	S	M	L
h	Q <sub>tap</sub> , kWh	Q <sub>tap</sub>	Q <sub>tap</sub>	Q <sub>tap</sub> l/min Tm Tp	Q <sub>tap</sub> l/min Tm Tp	Q <sub>tap</sub> l/min Tm Tp
07:00	0.015	0.105		0.105	0.105 3	0.105 3
07:05	0.015				1.4 6 40	1.4 6 40
07:15	0.015					
07:26	0.015					
07:30	0.015	0.105	0.525	0.105	0.105 3	0.105 3
07:45						0.105 3
08:01					0.105 3	
08:05						3.605 10 10 40
08:15					0.105 3	
08:25						0.105 3
08:30		0.105		0.105	0.105 3	0.105 3
08:45					0.105 3	0.105 3
09:00	0.015				0.105 3	0.105 3
09:30	0.015	0.105		0.105	0.105 3	0.105 3
10:00						
10:30					0.105 3 10 40	0.105 3 10 40
11:00						
11:30	0.015	0.105		0.105	0.105 3	0.105 3
11:45	0.015	0.105		0.105	0.105 3	0.105 3
12:00	0.015	0.105				

<b>Q<sub>ref</sub></b>	0.345	2.1	2.1	2.1	5.845	11.655
------------------------	-------	-----	-----	-----	-------	--------

**Anmerkungen:**

Die Zeiten erstrecken sich bis 21:45, ab dann bis 07:00 keine Entnahme.

Es sind weitere Profile beschrieben: XL, XXL, 3XL, 4XL, vgl. Übersichtstabelle Grenzwerte.

Wo kein Eintrag bei l/min (Entnahme-Volumenstrom), beträgt er 2 l/min (auch 3XS ... XS)

Wo kein Eintrag bei Tm (Nutzbarkeitsgrenze), beträgt sie 25°C

Wo kein Eintrag bei Tp (zu erreichende Mindest-Temperatur) besteht keine Anforderung

Q<sub>ref</sub> ist die Tagessumme der Q<sub>tap</sub>-Werte, also 07:00 bis 21:45, vollständig in "Tabellarische Zusammenstellung der EU-Energieeffizienzklassen-Grenzwerte" unten.

Die Lastprofile dienen der Messung der Energieeffizienz, vgl. Anhang VIII unten.

**Anhang VII, Messungen**

**3. Bedingungen für die Prüfung der Erfüllung des Smart-Control-Kriteriums (*smart*) bei Warmwasserbereitern**

Ist nach Ansicht des Herstellers der Wert *smart* = „1“ anzugeben, werden anhand des folgenden zweiwöchigen Messzyklus Messungen des wöchentlichen Strom- und/oder Brennstoffverbrauchs mit intelligenter Regelung sowie des wöchentlichen Strom- und/oder Brennstoffverbrauchs ohne intelligente Regelung durchgeführt:

- Tag 1 bis 5: zufällig ausgewählte Folge von Lastprofilen aus dem angegebenen Lastprofil und dem Lastprofil unmittelbar unterhalb des angegebenen Lastprofils, intelligente Regelung abgeschaltet; DE 6.9.2013 Amtsblatt der Europäischen Union L 239/127
- Tag 6 und 7: keine Wasserentnahme, intelligente Regelung abgeschaltet;
- Tag 8 bis 12: Wiederholung der Abfolge der Tage 1 bis 5, intelligente Regelung eingeschaltet;
- Tag 13 und 14: keine Wasserentnahme, intelligente Regelung eingeschaltet;
- die Differenz zwischen dem in den Tagen 1 bis 7 gemessenen nutzbaren Energiegehalt und dem in den Tagen 8 bis 14 gemessenen nutzbaren Energiegehalt darf 2 % der  $Q_{ref}$  des angegebenen Lastprofils nicht überschreiten.

4., 5., 6.: Bedingungen für die Prüfung solarbetriebener Warmwasserbereiter, von Warmwasserbereitern mit Wärmepumpe, von Solareinrichtungen, (mit Temperatur- und Einstrahlungstabellen).

### Anhang VIII, Methode zur Berechnung der **Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz** von **Warmwasserbereitern** (Auszüge zum besseren Verständnis, **Zusätze/Hervorhebungen** J. Nipkow)

3. Berechnung der Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz  $\eta_{wh}$

a) **Konventionelle** Warmwasserbereiter und Warmwasserbereiter mit **Wärmepumpe**:

Die Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz wird wie folgt berechnet:

$$\eta_{wh} = \frac{Q_{ref}}{(Q_{fuel} + CC \cdot Q_{elec})(1 - SCF \cdot smart) + Q_{cor}} \quad Q_{cor} = \text{Umg.-Temp. Korr-Faktor}$$

Bei Warmwasserbereitern mit Wasser-/Sole-Wasser-Wärmepumpen wird der Stromverbrauch einer oder mehrerer Grundwasserpumpen berücksichtigt.

b) **Solar**betriebene Warmwasserbereiter:

Die Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz wird wie folgt berechnet:

$$\eta_{wh} = \frac{0,6 \cdot 366 \cdot Q_{ref}}{Q_{tota}} \quad Q_{tota} \text{ (komplex, Klimadaten etc.)}$$

### **Auszüge aus Anhang I (Begriffe)**, zum Verständnis der Energieeffizienz-Berechnung

10. „Bezugsenergie“ ( $Q_{ref}$ ) bezeichnet die Summe des nutzbaren Energiegehalts von Wasserentnahmen in kWh für ein bestimmtes Lastprofil gemäß Anhang VII Tabelle 3; **(Tageswert)**

13. „Umrechnungskoeffizient“ (CC) bezeichnet einen Beiwert, der dem in der Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates (1) auf 40 % geschätzten durchschnittlichen Wirkungsgrad der Stromerzeugung in der EU entspricht; der Wert des Umrechnungskoeffizienten beträgt  $CC = 2,5$ ;

14. „**täglicher** Stromverbrauch“ ( $Q_{elec}$ ) bezeichnet den Stromverbrauch während 24 aufeinanderfolgender Stunden bei dem angegebenen Lastprofil und bei bestimmten Klimaverhältnissen in kWh als Endenergie;

15. „**täglicher** Brennstoffverbrauch“ ( $Q_{fuel}$ ) bezeichnet den Brennstoffverbrauch während 24 aufeinanderfolgender Stunden bei dem angegebenen Lastprofil und bei bestimmten Klimaverhältnissen in kWh als Brennwert und, für die Zwecke von Anhang VIII Nummer 4, in GJ als Brennwert;

17. „Einrichtung zur intelligenten Regelung“ („Smart-Control-Einrichtung“) bezeichnet eine Vorrichtung, die das Verfahren der Warmwasserbereitung automatisch an individuelle Nutzungsbedingungen anpasst, um den Energieverbrauch zu senken;

18. „Erfüllung des Smart-Control-Kriteriums“ (*smart*) bezeichnet ein Maß, das angibt, ob ein mit Einrichtungen zur intelligenten Regelung ausgestatteter Warmwasserbereiter das in Anhang VIII Nummer 5 beschriebene Kriterium erfüllt;

19. „Smart-Control-Faktor“ (SCF) bezeichnet die Erhöhung der Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz durch den Einsatz der intelligenten Regelung unter den in Anhang VII Nummer 3 angegebenen Bedingungen;

27. „Wärmeverlust im Bereitschaftszustand“ ( $P_{stby}$ ) bezeichnet den Wärmeverlust eines Warmwasserbereiters mit Wärmepumpe in Betriebszuständen ohne Wärmebedarf in kW;

29. „jährlicher Energieverbrauch“ ( $Q_{tota}$ ) bezeichnet den jährlichen Energieverbrauch eines solarbetriebenen Warmwasserbereiters in kWh als Primärenergie und/oder in kWh als Brennwert;

### Anhang VIII, Ergänzungen zu Anhang VII, 3. Smart-Control-Kriterium

5. Bestimmung des Smart-Control-Faktors *SCF* und der Erfüllung des Smart-Control-Kriteriums *smart*

a) Der Smart-Control-Faktor wird wie folgt berechnet:

b) Ist  $SCF \geq 0,07$ , beträgt der Wert *smart* 1. Ansonsten ist der Wert *smart* 0.

$$SCF = 1 - \frac{Q_{fuel,week,smart} + CC \cdot Q_{elec,week,smart}}{Q_{fuel,week} + CC \cdot Q_{elec,week}}$$

6. Bestimmung des Umgebungstemperatur-Korrekturterms  $Q_{cor}$

Der Umgebungstemperatur-Korrekturterm wird wie folgt berechnet:

a) bei konventionellen elektrisch betriebenen Warmwasserbereitern:

$$Q_{cor} = -k \cdot (CC \cdot (Q_{elec} \cdot (1 - SCF \cdot smart) - Q_{ref}))$$

b) bei konventionellen brennstoffbetriebenen Warmwasserbereitern:

$$Q_{cor} = -k \cdot (Q_{fuel} \cdot (1 - SCF \cdot smart) - Q_{ref})$$

c) bei Warmwasserbereitern mit Wärmepumpe:

$$Q_{cor} = -k \cdot 24h \cdot P_{stby} \quad (\text{stby she oben 27., nur WWWP})$$

Die k-Werte für die einzelnen Lastprofile sind Tabelle 8 zu entnehmen. (= 0.23 ausser XXL= 0),  
3XS, 3XL und 4XL kommen in 812/2013 nicht vor

### Tabellarische Zusammenstellung der EU-Energieeffizienzklassen-Grenzwerte

Nach Entnahmeprofil und Labelklasse, ab 26.09.2015 und 26.09.2017 (erstellt von J. Nipkow)

Warmwasserbereiter-Energieeffizienz (gemäss EU-Verordnungen 812/2013 und 814/2013)

Lastprofil	3XS	XXS	XS	S	M	L	XL	XXL	3XL	4XL
Q ref [kWh/Tag] ( <i>Summe der Q tap</i> )	0.345	2.1	2.1	2.1	5.845	11.655	19.07	24.53	46.76	93.52
Result. Speichereinhalt für dT 45K (Liter), Achtung, eff. unterschiedl. Nutzbarkeits-Temperaturen	6.6	40.1	40.1	40.1	111.7	222.7	364.4	468.8	893.6	1787.3
Max. Speichervolumen ab 29.9.2015 (Liter)	7	15	15	36						
Min. Mischwasser 40°C, ab 29.9.2015 (Liter)					65	130	210	300	520	1040
Ecodesign-Anforderung Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz <b>ab 26.09.2015</b>	22%	23%	26%	26%	30%	30%	30%	32%	32%	32%
ab 26.9.2017	32%	32%	32%	32%	36%	37%	37%	37%	37%	38%
Bei Angabe „smart = 1“ (vgl. entsprechende Berechnungsformel smart)	Mit smart = 1 ist eine (Label-) Klasse schlechter ausreichend									
	19%	20%	23%	23%	27%	27%	27%	28%	28%	28%
<b>ab 26.09.2017</b>	29%	29%	29%	29%	33%	34%	35%	36%	36%	36%
<b>ab 26.09.2018, für grosse</b>								60%	64%	64%
Labelgrenzwerte, $\eta_{wh}$ grösser-gleich, in %										
A+++	62	62	69	90	163	188	200	213		
A++	53	53	61	72	130	150	160	170		
A+	44	44	53	55	100	115	123	131		
A	35	35	38	38	65	75	80	85		
B	32	32	35	35	39	50	55	60	(64)	(64)
C	29	29	32	32	36	37	38(37)	40(37)	(37)	(38)
D	26	26	29	29	33	34	35	36		
E	22	23	26	26	30	30	30	32	(32)	(32)
F	19	20	23	23	27	27	27	28		
G	kleiner als F									

Grenzwerte ab 26.09.2015, ab 26.9.2017

## Auszüge aus Katalogen bzw. Internet-Sites

Reflex-Broschüre (Winkelmann Group, D, Gross-Hersteller OEM), [www.reflex.de](http://www.reflex.de)

### Typenübersicht Storatherm Aqua Solar

	<p>AF .../2 Trinkwasserspeicher mit zwei Glattrohrwärmeübertragern</p> <p>Dämmung rECOflex Dämmsystem mit Folienmantel</p>		<p>AF .../2 Trinkwasserspeicher mit einem Glattrohrwärmeübertragern</p> <p>Dämmung bis 1000 l: 100 mm Vlies-Dämmung mit Folienmantel, abnehmbar ab 1500 l: 120 mm Vlies-Dämmung mit Folienmantel, abnehmbar</p>		<p>AB .../2 Trinkwasserspeicher mit einem Glattrohrwärmeübertragern</p> <p>Dämmung rECOflex Dämmsystem mit Stahlblechverkleidung</p>
---	--	---	---	---	--

Typ	Artikel Nr. weiß	Artikel Nr. silber	Stückpreis €	Waren- gruppe	Inhalt l	Ø D <sup>1)</sup> mm	Höhe H	Kippmaß <sup>2)</sup> mm	Gewicht <sup>3)</sup> kg	Heiz- fläche m <sup>2</sup>	Warm- halte- verluste W	EEK
AF 200/2_B	7862100	-	1150,00	61	196	600	1473	1530	84	0,7/0,95	58	B
AF 200/2_C	7848800	-	1090,00	61	196	540	1473	1530	84	0,7/0,95	71	C
AF 300/2_A	7863500	7863600	auf Anfrage	61	299	750	1334	1892	123	0,8/1,55	48	A
AF 300/2_B	7849800	-	1280,00	61	299	700	1334	1472	106	0,85/1,45	65	B
AF 300/2S_B	7862200	7862500	1280,00	61	299	650	1834	1892	123	0,8/1,55	65	B
AF 300/2S_C	7849000	7836300	1210,00	61	299	600	1834	1892	123	0,8/1,55	83	C
AF 400/2_B	7862300	7862600	1540,00	61	382	750	1631	1738	149	1,05/1,8	71	B
AF 400/2_C	7849100	7849900	1460,00	61	382	700	1631	1738	149	1,05/1,8	86	C
AF 500/2_B	7862400	7862700	1730,00	61	474	750	1961	2044	179	1,3/1,9	75	B
AF 500/2_C	7849200	7850000	1640,00	61	474	700	1961	2044	179	1,3/1,9	100	C
AF 750/2_C	7849300	-	3070,00	61	751	950	2023	1990	249	1,17/1,93	129	C
AF 1000/2_C	7849400	-	3570,00	61	972	1050	2050	2025	320	1,17/2,45	146	C
AF 1500/2_C	7849500	-	5560,00	52	1500	1240	2216	2250	495	1,9/3,9	171	C
AF 2000/2_C	7849600	-	7400,00	52	2000	1440	2126	2200	670	2,25/4,2	188	C
AF 3000/2_C	7849700	-	10750,00	52	3000	1440	2875	3300	820	3,4/6,8	-	-
AB 300/2S_C	-	7848500	1210,00	61	299	600	1834	1892	123	0,8/1,55	83	C
AB 400/2_C	-	7836400	1460,00	61	382	700	1631	1738	149	1,05/1,8	86	C
AB 500/2_C	-	7848700	1640,00	61	474	700	1961	2044	179	1,3/1,9	100	C

## Domotec, Solarsystem

### 8.1

### Domotec-Rotex Solaris

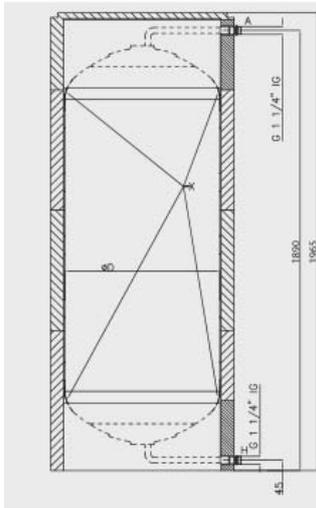
#### Technische Daten Solaris

#### Grunddaten

		328/14/0	SOL SCS 538/16/0	538 16/16
Speicherinhalt gesamt	Liter	285	500	500
Leergewicht	kg	55	81	87
Gesamtgewicht gefüllt	kg	335	581	587
Abmessungen (L x B x H)	cm	59,5x61,5x159	79x79x159	79x79x159
Max. zulässige Speichertemperatur	°C	85	85	85
Stillstandsverluste	kWh/24 h	1,3	1,4	1,4

Bereitschaftsverluste ergeben Effizienzklasse B

TQ-P 325/500



- A Heizung Vorlauf (Austritt)
- H Wärmeerzeuger Vorlauf (Eintritt)
- X Fühlerhülse

Technische Daten		TQ-P 325		TQ-P 500	
Typ		Pufferspeicher			
Ausführungsvariante					
Beschreibung	Einheit				
Energieeffizienzklasse		B		B	
Energieeffizienzklasse mit optionalem Zubehör Thermocoat plus		A		A	
Außenabmessung Dämmung					
Länge/Breite	mm	650 x 650		780 x 780	
Höhe	mm	1965		1965	
Einbringmaße					
Durchmesser D	mm	547		677	
Höhe	mm	1935		1935	
Kippmaß	mm	2030		2070	
Speicherinhalt netto	Liter	325		500	
Gewicht ca.	kg	40		50	
max. Dauerspeichertemperatur	°C	90		90	
max. Dauerbetriebsdruck	bar	3		3	
max. Speicherprüfdruck/ 20 °C*	bar	4,5		4,5	
Bereitschaftswärmeverluste	kWh/Tag	1,70		1,92	
Baustoffklasse		B2		B2	
maximale Föhleranzahl		4		4	

\* Prüfung nur mit Wasser zulässig

Viessmann

([www.viessmann.at/de/wohngebaeude/warmwasserbereiter/warmwasserspeicher/vitocell-100-l.html](http://www.viessmann.at/de/wohngebaeude/warmwasserbereiter/warmwasserspeicher/vitocell-100-l.html))

**Technische Angaben zum Vitocell 100-L**

Speicher zur Trinkwassererwärmung im Ladesystem

Geeignet für Anlagen mit folgenden Parametern:

- max. Trinkwassertemperatur im Speicher 95 °C
- trinkwasserseitiger Betriebsdruck bis 10 bar (1,0 MPa)

Typ			CVL	CVL	CVL
Speicherinhalt	I		500	750	1000
DIN-Registernummer			0256/08-13		
Bereitschaftswärmeaufwand $q_{BS}$ bei 45 K Temperaturdifferenz (gemessene Werte gemäß DIN EN 12897:2006)	kWh/24 h		1,95	2,70	2,95
Abmessungen					
Länge a (∅)	ohne Wärmedämmung	mm	650	750	850
	mit Wärmedämmung	mm	859	960	1060
Breite b	ohne Wärmedämmung	mm	837	957	1059
	mit Wärmedämmung	mm	923	1045	1155
Höhe c	ohne Wärmedämmung	mm	1844	2005	2077
	mit Wärmedämmung	mm	1948	2106	2166
Kippmaß	ohne Wärmedämmung	mm	1860	2050	2130
Mindestmontagehöhe		mm	2045	2190	2250
Gewicht					
Speicher	ohne Wärmedämmung	kg	136	216	282
	mit Wärmedämmung	kg	156	241	312
Anschlüsse (Außengewinde)					
Warmwassereintritt vom Wärmetauscher	R		2	2	2
Kaltwasser, Warmwasser	R		2	2	2
Zirkulation, Entleerung	R		1½	1½	1½
Energieeffizienzklasse			B	—	—

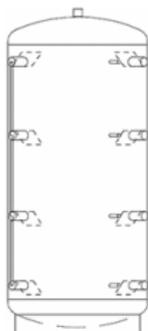
Die Bereitschaftsverluste bei 750 und 1000 Liter ergeben Effizienzklasse C

EiTherm suisse (Kriens)

"Unsere emaillierten Boiler stammen aus Schweizer Produktion."  
Ob das Speichersortiment auch aus Schweizer Produktion ist, wird nicht klar.

<http://shop.eitherm.ch/>

Puffer, Speicher › ohne Flansch › Typ PSM (100mm Muffenlänge)



[vergrössern](#)

1000 lt PSM: Puffer, Speicher, ohne Flansch, Typ PSM (100mm Muffenlänge) - ohne Isolation (Auswahl der Isolation in Produktdetails unten) **5% €-Rabatt**

Artikel-Nr.: PSM 1000

Masse:  $\varnothing = 790$  mm, H = 2040 mm (ohne Isolation)

[Produktdetails, Masse, Zeichnungen etc.](#)

~~CHF 726.25~~ CHF **689.95**

exkl. MWST zzgl. [Versandkosten](#)

#### Auswahl Isolation

- Keine Isolation
- PU Vlies Isolation 100 mm Brandschutzklasse B2 mit Sky Mantel (Lieferzeit ca. 3 Wo)  
(Aufpreis, 5% €-Rabatt eingerechnet: CHF 357.45)
- PU Vlies Isolation 130 mm Brandschutzklasse B2 mit Sky Mantel (Lieferzeit ca. 3 Wo)  
(Aufpreis, 5% €-Rabatt eingerechnet: CHF 438.20)
- PU Vlies Isolation 160 mm Brandschutzklasse B2 mit Sky Mantel (Lieferzeit ca. 3 Wo)  
(Aufpreis, 5% €-Rabatt eingerechnet: CHF 482.15)
- PUR Hartschaum Isolation 90 mm Brandschutzklasse B2 mit Polystyrol Mantel (Lieferzeit ca. 3 Wo)  
(Aufpreis, 5% €-Rabatt eingerechnet: CHF 1188.70)

Das ganze Sortiment an grösseren Speichern (auch mit diversen Wärmetauschern) ist mit den angegebenen Isolations-Varianten erhältlich. Für die Lambda-Werte wird 0.038 für das PU-Vlies und 0.033 für Hartschaum angegeben. Mit 160 mm lässt sich Effizienzklasse B gut erreichen.



**Bild 1: Kleinspeicher liefern Komfort mit angepasster Warmwasserbereitung.**

## Energieeffiziente Kleinspeicher:

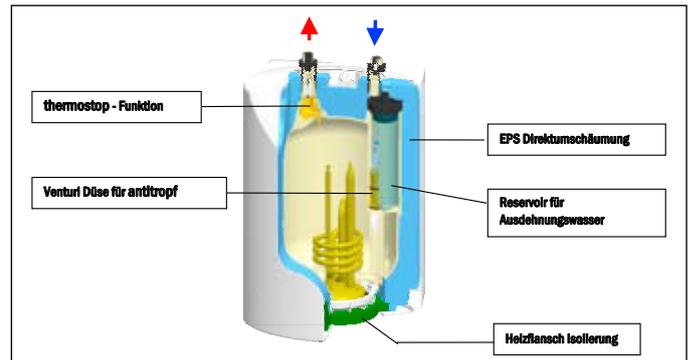
# Viel Technik auf kleinstem Raum

Felix Hoffmann\*

Oft unterschätzt, aber häufig anzutreffen: die Warmwasser-Kleinspeicher. Millionenfach hängen sie in bundesdeutschen Haushalten, in Büros und in Warenhäusern. Sieht man die billigen 08/15-Geräte der Baumärkte, wundert es nicht weiter, dass so mancher Endkunde denkt: Was ist das schon? Ein bisschen Plastik, ein billiger Innenbehälter, drei Kabel – fertig. Dass jedoch Kleinspeicher nicht gleich Kleinspeicher sind, sieht man erst beim genaueren Hinsehen. Schnell wird einem klar, wo der Preisunterschied herkommt und dass die höher preisige Ausführung aus SHK-Hand sich gegenüber der billigen Variante schnell bezahlt macht.

Wo ständig kleine Mengen an Warmwasser benötigt werden, sind Kleinspeicher eine interessante Alternative zur zentralen Wasserversorgung (Bild 1). Denn das Wasser wird dort erwärmt, wo es benötigt wird und muss nicht mitunter lange Leitungswege vom zentralen Wasserspeicher zur Zapfstelle zurücklegen. Denn je nach Leitungslänge fließen schnell 3 l unge- nutzt in den Abfluss, bevor das gewünschte Warmwasser beim

\*) Felix Hoffmann, Stiebel Eltron, Eschwege



**Bild 2: Schnittbild eines energieeffizienten Kleinspeichers.**

Nutzer ankommt. Ein Großteil der Energie verbleibt nach dem Zapfvorgang in der Zuleitung und geht verloren. Das macht die zentrale Wasseraufbereitung ineffektiv. Somit ist der Kleinspeicher nicht nur im Bestand, sondern auch für Neubauten eine kostensparende und umweltfreundliche Lösung.

Wie erwähnt, entpuppen sich billige Warmwasserspeicher langfristig gesehen als teure Anschaffung. Sie verschleudern die eingebrachte Energie über die meist sehr dünne oder schlechte Behälterisolierung, weil diese Kleinspeicher permanent nachheizen müssen, um die eingestellte Wassertemperatur zu halten. Als gerätespezifische Kenngröße wird der Bereitschaftsenergieverbrauch  $Q_{BEV}$  in kWh/24 h angegeben. Dieser Wert wird bei einer mittleren Speichertemperatur von 65 °C ohne Armatur und 20 °C Umgebungstemperatur gemessen. Gute Speicher haben einen Bereitschaftsstromverbrauch zwischen 0,2 und 0,25 kWh/24 h (Bild 2). Gerade bei der Baumarktware weicht der im Prospekt angegebene Energieverbrauch oft deutlich von der Realität ab. Und so sind Speicher, die das Doppelte bis Dreifache an Energie verbrauchen, noch immer keine Seltenheit.

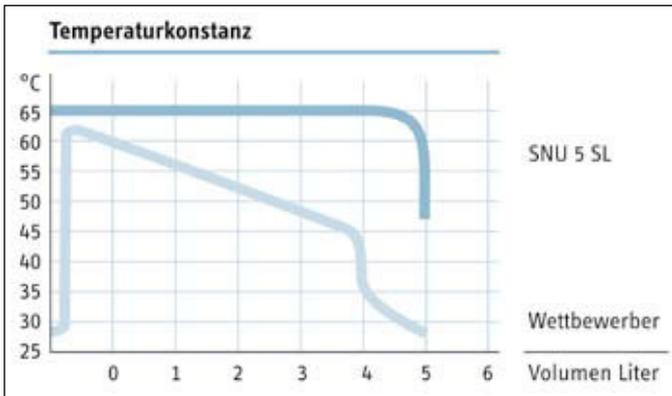
### Komfort durch hohe Mischwassermenge

Wird Wasser gezapft, strömt im Bodenbereich des Kleinspeichers Kaltwasser nach. Idealerweise sollten sich dabei Kalt- und Warmwasser nicht mischen. Nur so bleibt am Armaturenauslauf die vorgewählte Mischwassertemperatur lange konstant. Eine optimale Gestaltung der Behältereinströmung macht dies möglich.

Zur Beurteilung dieser Kenngröße wird die Temperaturkonstanz (man spricht von der Überlaufkurve) und die gesamte Mischwassermenge von 40 °C während einer Vollentnahme gemessen. Diese beträgt bei einem 5-l-Behälter mit 65 °C idealerweise 10 l und bei einem 10-l-Speicher 20 l (Bild 3). Strömt das Kaltwasser turbulent in den Behälter ein, führt dies zu einer starken Verwirbelung der Kalt- und Warm-Wasserschichtung im Behälter. Das hat besonders bei kleinen Behältervolumen zur Folge, dass bereits nach einer geringen Wasserentnahme die Auslauftemperatur sinkt.

### Bereitschaftsenergieverbrauch

Der Bereitschaftsstromverbrauch eines Speicher gibt an, wie viel Energie bei einer Speichertemperatur von 65 °C über die



**Bild 3: Überlaufkurve (Ermittlung der Temperaturkonstanz) zweier Kleinspeicher (5 l).**

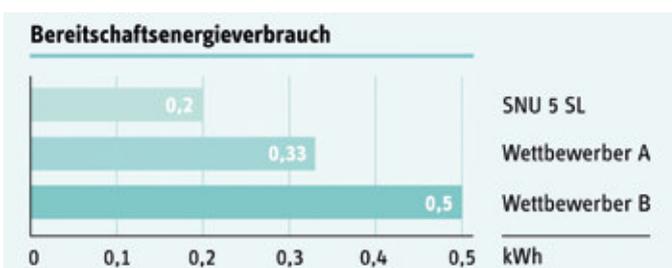
umhüllte Speicheroberfläche einschließlich der Wasseranschlüsse in 24 Stunden an die Umgebung abgegeben wird. Als Isoliermaterial wird bei Kleinspeichern mittlerweile fast ausschließlich recyclingfähiges expandierbares Polystyrol (EPS) eingesetzt. Die Wärmeleitfähigkeit liegt bei  $\lambda = 0,032 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ . Ein geringer Bereitschaftsenergieverlust liegt bei etwa  $0,2 \text{ kWh/24 h}$  (Bild 4).

### Thermostop-Funktion

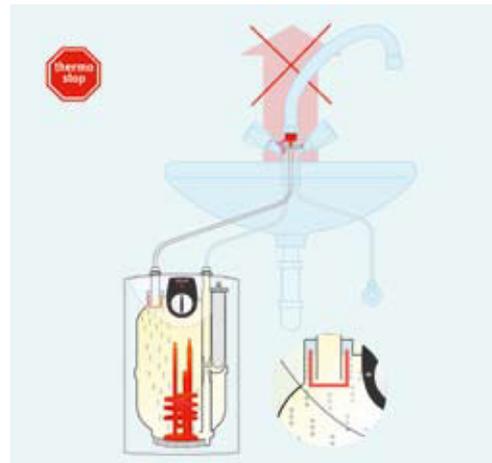
Zu einem überwiegenden Teil werden drucklose Untertisch-Kleinspeicher mit einer kostengünstigen Temperier-Armatur installiert. Bei voreingestellter Auslauftemperatur ermöglichen sie eine komfortable Einhandbedienung. Schätzungsweise sind allein in Deutschland 9 Mio. dieser Temperierarmaturen im Einsatz.

Dass sich diese Modelle auch im unbenutzten Zustand erwärmen, wird von den meisten Nutzern als unveränderbar hingenommen. Das warme Speicherwasser steigt durch den Dichteunterschied zur oben liegenden Armatur, kühlt sich ab und sinkt wieder nach unten in den Speicher. Dort muss es wieder erwärmt werden. So kann sich leicht ein Wärmeverlust von  $0,4 \text{ kWh/24 h}$  einstellen. Das ist weit mehr, als über den Wärmespeicher selbst verloren geht.

Die „Thermostop“-Funktion (Stiebel Eltron) verhindert die Zirkulation. Sie macht sich ein physikalisches Prinzip zu eigen: Wasser gast beim Aufheizen aus. Die entstehenden Gasbläschen steigen auf und sammeln sich in einem als Siphon ausgestalteten Bauteil am Auslauf des Behälters. Schon eine geringe Menge



**Bild 4: Bereitschaftsstromverbrauch dreier Kleinspeicher bei 65°C Wassertemperatur und 20°C Umgebungstemperatur.**

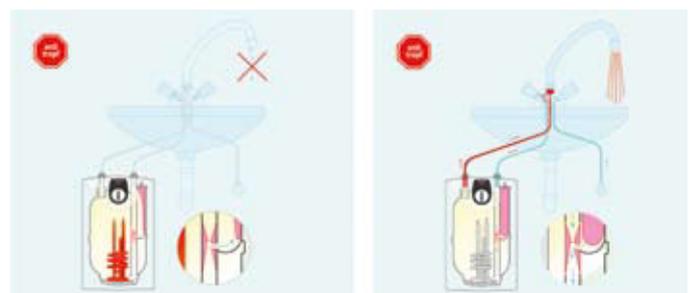


**Bild 5: „Thermostop“-Funktion:**  
In der Aufheizphase werden Luftbläschen frei gesetzt. Ein spezieller Siphon sammelt die Luft und stoppt die Zirkulation.

reicht aus, um den Thermosiphon-Effekt zwischen Speicher und Armatur zu unterbrechen (Bild 5).

### Antitropf-Funktion

Bei einer Vollaufheizung von 10 auf 85°C dehnt sich Wasser um etwa 3% aus. Das sind bei einem 5-l-Speicher etwa 150 ml warmes Wasser, das ungenutzt durch die Armatur austritt – es tropft. Das „Antitropf“-Modul (Stiebel Eltron) verhindert diesen Effekt. Dies wird dadurch erreicht, dass das Ausdehnungswasser durch ein am Behälter angeformtes Reservoir aufgenommen wird und dabei eine dauerelastische Silikonmembrane zusammendrückt. Beim nächsten Zapfvorgang durchströmt das einströmende kalte Wasser eine Venturi-Düse und entleert das Reservoir wieder für den nächsten Aufheizvorgang (Bild 6).



**Bild 6: „Antitropf“-Funktion: Beim Aufheizen dringt das Wasser in ein Reservoir ein und drückt eine Membrane zusammen. Der nächste Zapfvorgang entleert das Reservoir wieder.**

### Fazit

Das Einsparpotenzial für Energie und Wasser liegt bei einem hochwertigen Kleinspeicher bei etwa 30 Euro pro Jahr. So amortisieren sich die Mehrkosten gegenüber Billiggeräten bereits nach etwa zwei Jahren. Der Kunde genießt dabei auch noch besonderen Komfort.

Bilder: Stiebel Eltron

[www.stiebel-eltron.de](http://www.stiebel-eltron.de)

