

Prüfung und Energiekennzeichnung (Labeling) von Warmwasserspeichern

Stephan Bachmann

**Forschungs- und Testzentrum für Solaranlagen (TZS)
Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik (ITW)**

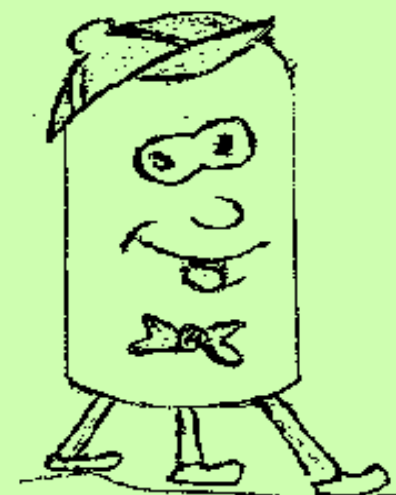
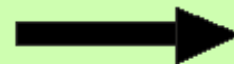
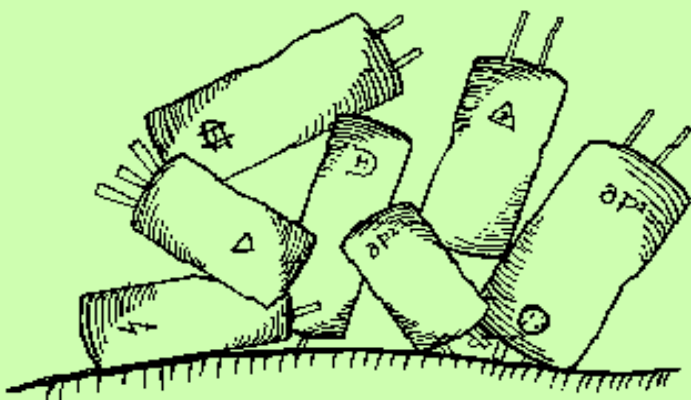
**Universität Stuttgart
Pfaffenwaldring 6, 70550 Stuttgart
E-Mail: bachmann@itw.uni-stuttgart.de
Internet: www.itw.uni-stuttgart.de**

Inhalt

- **Thermische Prüfung von Warmwasserspeichern nach EN 12977-3/4**
- **Energieeffizienzkennzeichnung (Labeling) von Warmwasserspeichern nach der Verordnung (EU) Nr. 812/2013**



Welcher Speicher ist der Beste?



Quelle: Folien98\Folie38.CDR

Welcher Speicher ist der Beste?

Direkt bewertbar:

- Wärmeverluste
- Temperaturschichtung

Indirekt bewertbar:

- Bereitschaftsvolumen
- Position der Fühler und Wärmeübertrager

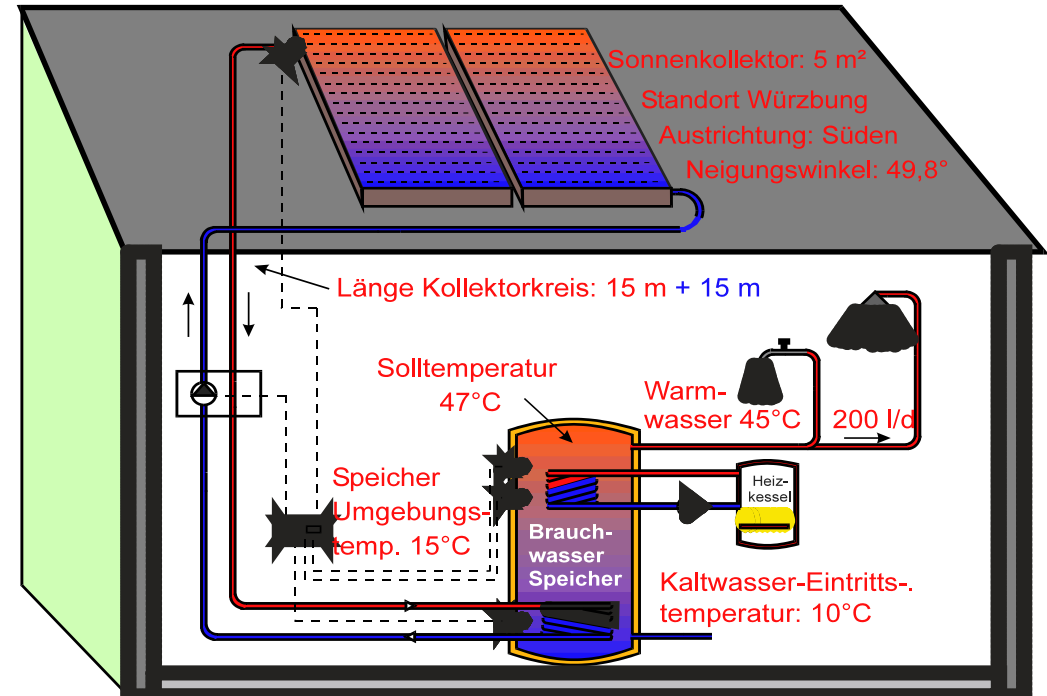
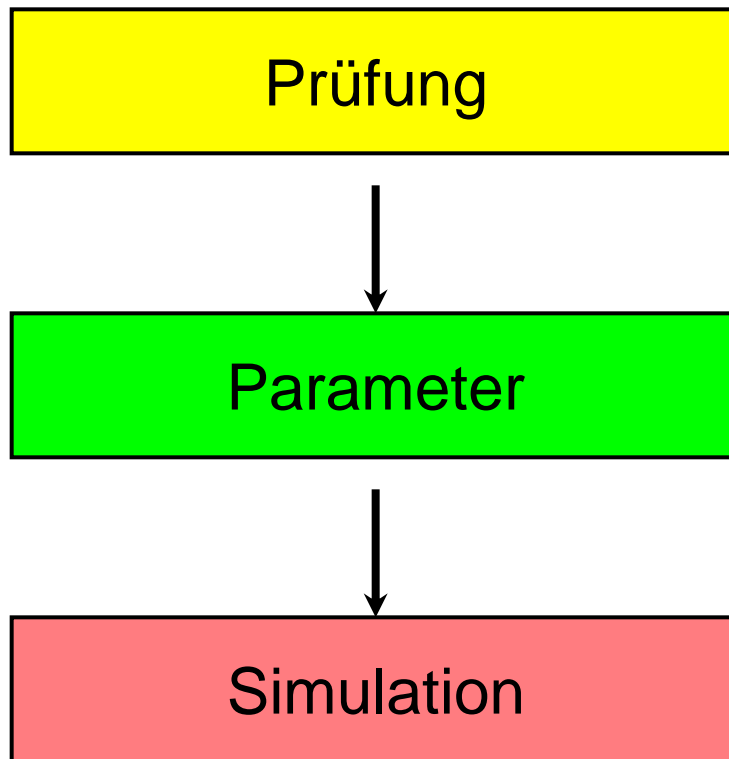
Aber:

Wichtig ist das Verhalten und der Einfluß in der Gesamtanlage

⇒ Simulation

Quelle: Folien96\Folie9.CDR

Prinzipielle Vorgehensweise bei Simulationsrechnung



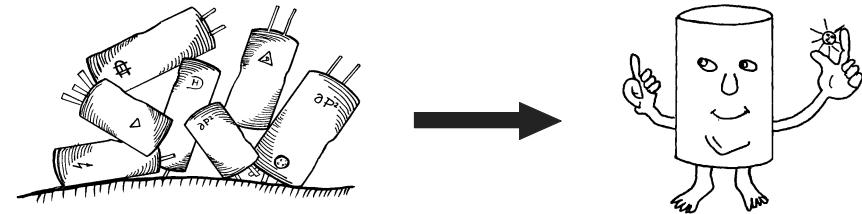
Referenzbedingungen

Referenzbedingungen
 (z. B. Wetter, Last)

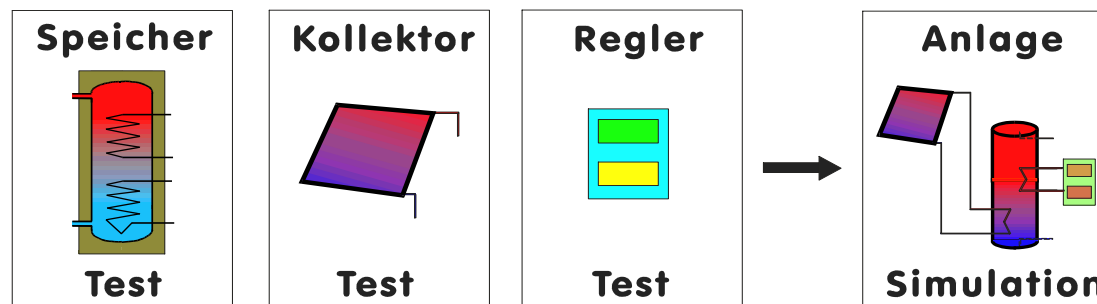
Thermische Prüfung von Solarspeichern

Motivation: Speichertest - Wozu

- Auswahl eines geeigneten Speichers



- Komponentenorientierte Testverfahren



- Vergleich und Bewertung von Speichern

Thermische Prüfung von Solarspeichern

Für die Realisierung dieser Ziele wird benötigt:

- numerisches Rechenmodell für Speicher
 - > parameterisiertes Modell
- Verfahren zur Bestimmung der Speicherkennwerte
 - > Prüfverfahren

Thermische Prüfung von Solarspeichern

Prinzipielle Vorgehensweise beim Speichertest

Messdaten

+ Speichermodell

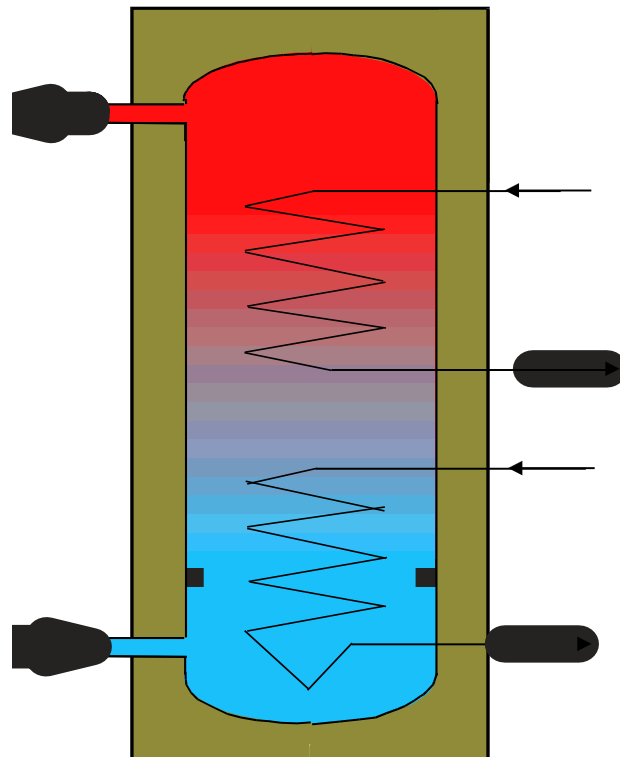
+ PI-Algorithmus

= Speicherkennwerte

Modellbasiertes Testverfahren

Thermische Prüfung von Solarspeichern

Beispiel: „Typischer Warmwasserspeicher“



Zu bestimmende Größen

- Wärmekapazität
- Wärmeverlustrate
- Wärmeübertragungsvermögen des Solarkreis-Wärmeübertragers
- Wärmeübertragungsvermögen des Nachheizkreis-Wärmeübertragers
- Größe des Bereitschaftsvolumens
- Temperaturschichtung bei der Entnahme
- Temperaturschichtung im Stillstand

Thermische Prüfung von Solarspeichern

Messdaten: Testsequenzen sind so konzeptioniert, dass individuelle Parameter angeregt werden

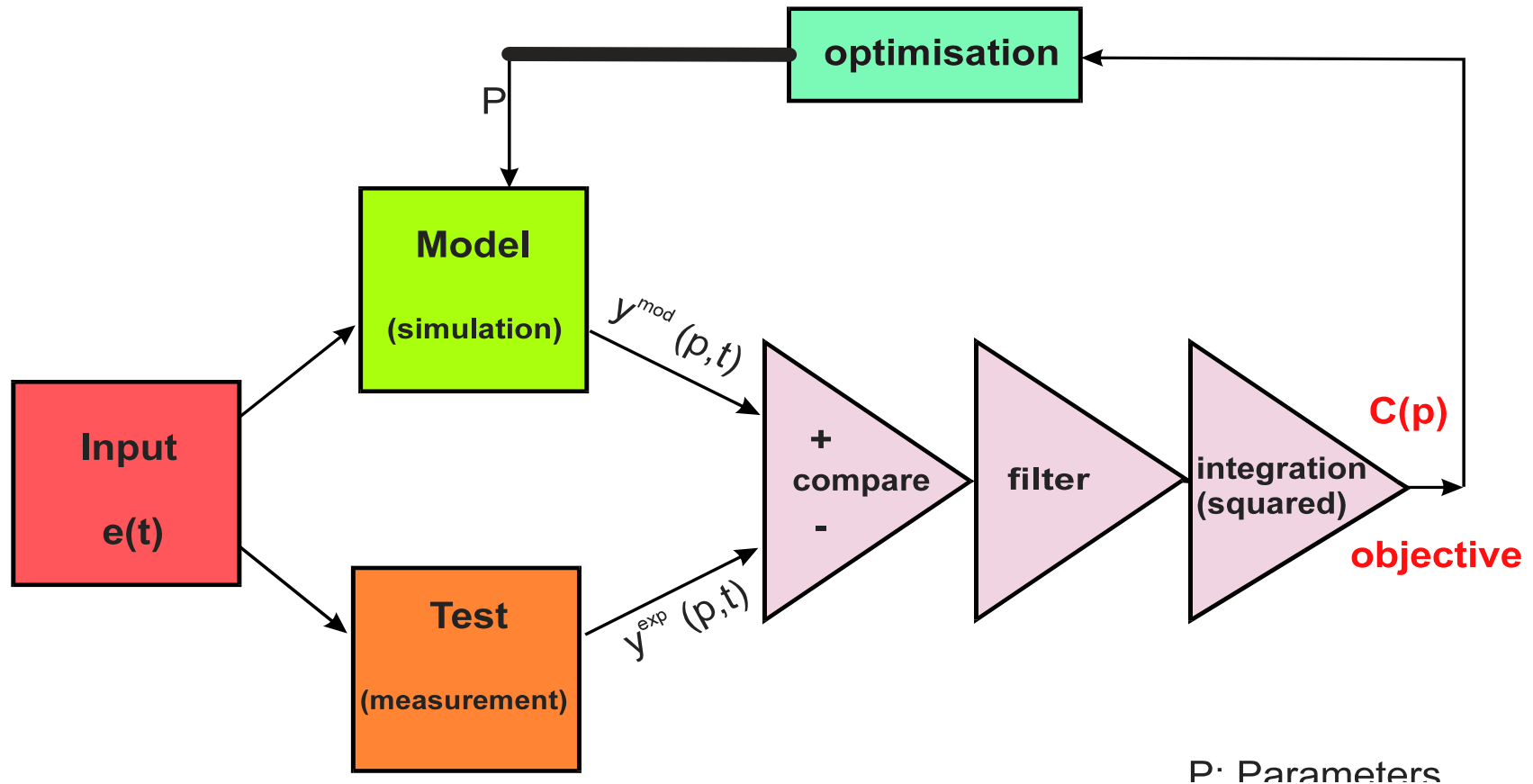
Testsequenz	Für die Bestimmung von...
C	- Wärmekapazität des gesamten Speichers - Wärmeübertragungsvermögen des Solarkeis-Wärmeübertragers
L	- Wärmeverlustrate im Stillstand
S	- Temperaturschichtung bei der direkten Entladung
V	- Verifizierung der ermittelten Parameter
NA	- Wärmekapazität des Bereitschaftsteils - Wärmeübertragungsvermögen des Nachheizkreis-WTs
NB	- effektive vertikale Wärmeleitfähigkeit
NV	- Verifizierung der ermittelten Parameter

 Betrieb mit Solarkreis-WT

 Betrieb mit Nachheizkreis-WT

Thermische Prüfung von Solarspeichern

Parameteridentifikation



P: Parameters

Norm für thermische Prüfung von Solarspeichern

EUROPÄISCHE NORM

EN 12977-3

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPÉENNE

April 2012

ICS 27.160

Ersatz für EN 12977-3:2008

Deutsche Fassung

Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile - Kundenspezifisch gefertigte Anlagen - Teil 3: Leistungsprüfung von Warmwasserspeichern für Solaranlagen

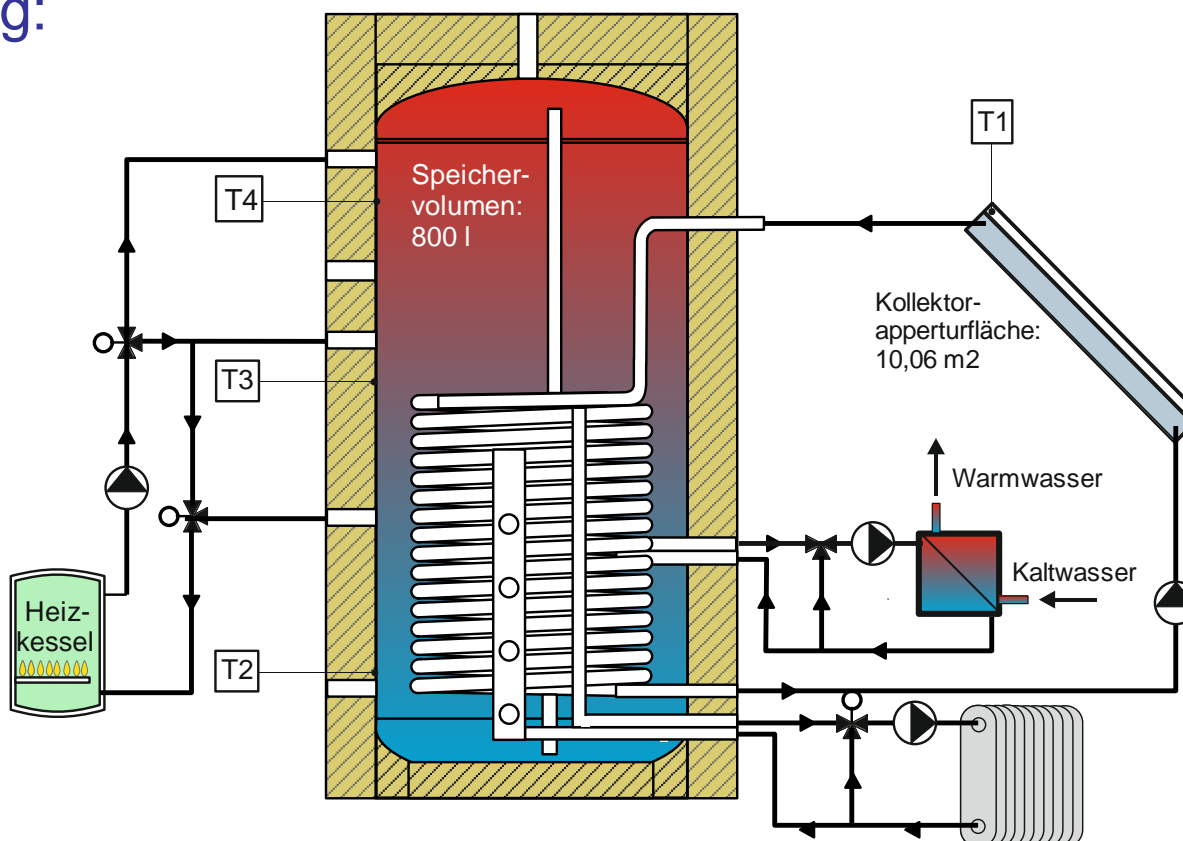
Thermal solar systems and components - Custom built
systems - Part 3: Performance test methods for solar water
heater stores

Installations solaires thermiques et leurs composants -
Installations assemblées à façon - Partie 3: Méthodes
d'essai des performances des dispositifs de stockage des
installations de chauffage solaire de l'eau

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 19. Februar 2012 angenommen.

Einfluss der Zapfzyklen

Beispiel: Solare Kombianlage zur Trinkwassererwärmung und Raumheizung:



Randbedingungen für die Jahressimulation nach EN 12977-2

Kollektorausrichtung	Süden
Neigungswinkel Kollektor	45°
Länge Kollektorkreislauf	2 x 10 m
Rohrdurchmesser Kollektorkreislauf	entsprechend Volumenstrom
Wärmedämmung Kollektorkreislauf	Entsprechend Rohrdurchmesser
Speicherumgebungstemperatur	15 °C
Standort	Würzburg, Davos, Stockholm, Athen
Trinkwasserzapfungen	50 l/d, 80 l/d, 110 l/d, 140 l/d, 170 l/d, 200 l/d, 250 l/d, 300 l/d, 400 l/d, 600 l/d
Warmwassertemperatur	45°C
Warmwasservolumenstrom	600 l/h

Einfluss der Zapfzyklen - Ergebnisse

Standort Würzburg:



Trinkwasserlast	Pumpenlaufzeit	Stagnation	Kollektorertrag	Wärmeverluste Kollektorkreis/Speicher		Zusatzwärmebedarf	f_{sav}	f_{sol}	η_{sys}
[l/d]	[h]	[h]	[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[%]	[%]	[%]
110	636	177	3371	357	1362	9057	20,2	15,4	18,6
200	715	127	3770	358	1276	9899	21,9	17,8	22,5
300	812	81	4180	354	1190	10871	23,2	19,5	26,5

Energieeffizienzkennzeichnung für Warmwasserspeicher

Kennzeichnung gemäß der **DELEGIERTEN VERORDNUNG (EU) Nr. 812/2013 DER KOMMISSION:**

Geltungsbereich: Warmwasserspeicher mit einem Volumen **bis max. 500 Liter**

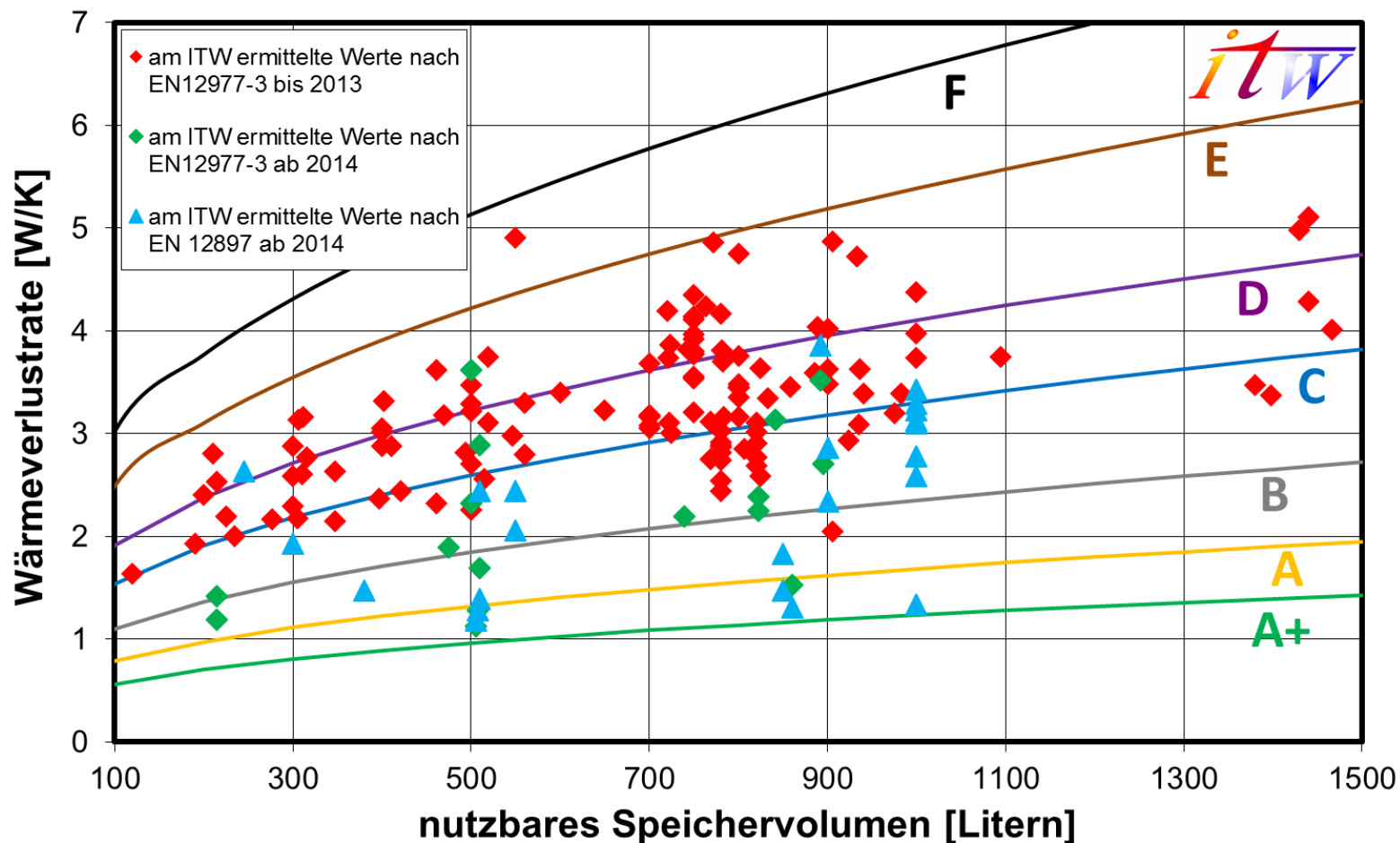
Pflichten für Lieferanten ab 26.09.2015:

- Bereitstellung eines **Etiketts** mit Angabe der Energieeffizienzklassen für **jeden** Warmwasserspeicher
- Bereitstellung eines **Produktdatenblattes** (Name des Lieferanten, Modellkennung, Energieeffizienzklasse, Warmhalteverluste, Speichervolumen)
- einen **Hinweis auf die Energieeffizienzklasse** für Werbung, die sich auf ein bestimmtes Speichermodell bezieht und Angaben zum Energieverbrauch oder zum Preis enthält oder für technische Werbung
- Speicher bis zu einem Volumen von 2000 l benötigen das Produktdatenblatt zur Erstellung des Paketlabels für die gesamte Anlage

Energieeffizienzklassen

Energieeffizienzklasse	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	$S > 31 + 16,66 \cdot V^{0,4}$

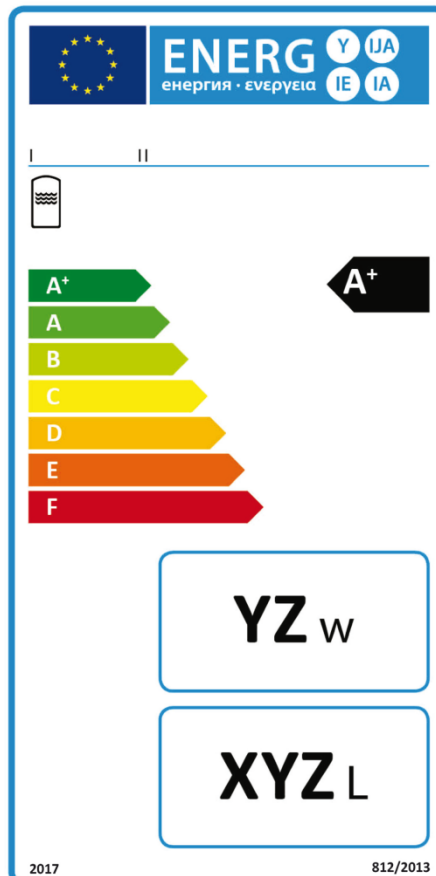
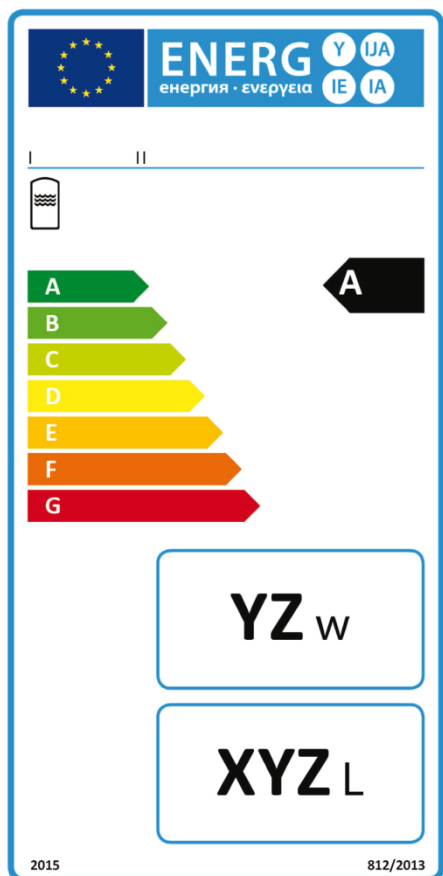
Energieeffizienzklassen



Etiketten für Speicher mit einem Volumen bis 500 Litern

ab 26.09.2015

ab 26.09.2017



Anforderungen

Ab dem **26.09.2017**: **Max. Warmhalteverluste S:**

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



Klasse C

Europäische Normen zur Bestimmung der Wärmeverluste von Warmwasserspeichern

	EN 12897:2006	EN 15332:2008	EN 12977-3:2008	EN 60379:2004
Anwendungsbereich	Mittelbar beheizte, geschlossene Wassererwärmer bis max. 1000 Liter Volumen	Geschlossener Warmwasserspeicher bis max. 1500 Liter Volumen	Wärmespeicher, bei denen Wasser als Speichermedium zum Einsatz kommt, mit einem Nennvolumen von 50 l bis 3000 l	Elektr. Warmwasserspeicher für den Hausgebrauch, nicht für Warmwasserbereiter, die andere Energiequellen nutzen
Aufstellung	<ul style="list-style-type: none"> - Speicher auf 20 mm dicker Faserplatte (400±100) mm über Boden - Anschlussrohre gut gedämmt 	<ul style="list-style-type: none"> - Speicher von sämtlichen äußeren Anschlüssen getrennt - Anschlüsse mit mind. 30 mm Dämmstoff ($0,030 < \lambda < 0,035$) [W/(Km)] 	<ul style="list-style-type: none"> - geschlossene Anschlüsse müssen wie Speicher wärmege-dämmt sein 	<ul style="list-style-type: none"> - Stand-Wassererwärmer auf dem Boden oder auf mitgeliefertem Gestell, Hilfsboden kann benutzt werden

2. Europäische Normen zur Bestimmung der Wärmeverluste von Warmwasserspeichern

	EN 12897:2006	EN 15332:2008	EN 12977-3:2008	EN 60379:2004
Prüfablauf	<ul style="list-style-type: none"> - internes Heizelement (3 kW) oder externes Heizgerät - Schalthysterese $65^{\circ}\text{C} \pm 2\text{K}$ - Stabilisierungsphase 24 h - Energieverbrauch für mehrere 24-h-Zeiträume bestimmen bis Differenz für zwei aufeinander folgende Zeiträume $< 2\%$ - sonst Prüfung für mind. 168 h, Ergebnis: Mittelwert der letzten drei 24 h-Zeiträume 	<ul style="list-style-type: none"> - Speicherbehälter im unteren Drittel mit elektrischem Tauchheizgerät ausrüsten - Schaltdifferenz $< 0,8\text{ K}$ - Beginn nach Erreichen des Beharrungszustandes, - Dauer: mind. 24 h - Auswertung beginnt und endet mit Schalten des Temperaturreglers 	<ul style="list-style-type: none"> - externe Beladung über Anschlüsse, die eine vollständige Beladung des Speichers ermöglichen - Ablauf: Konditionierung Beladung Stillstandsphase Konditionierung 	<p>Zugeführte Energie wird, beginnend und endend mit dem Ausschalten des Thermostates über einen Zeitraum von nicht weniger als 48 h gemessen</p>

2. Europäische Normen zur Bestimmung der Wärmeverluste von Warmwasserspeichern

	EN 12897:2006	EN 15332:2008	EN 12977-3:2008	EN 60379:2004
Auswertung	Bestimmung der nötigen Wärmemenge pro 24 h für Konstanthaltung der Speichertemperatur; Bereitschafts-Wärmeaufwand	Bestimmung der nötigen Wärmemenge pro 24 h für Konstanthaltung der Speichertemperatur; Bereitschaftsverlust	Ermittlung der Wärmeverlustrate mittels modellgestütztem Parameteridentifikationsverfahren	Bestimmung der nötigen Wärmemenge pro 24 h für Konstanthaltung der Speichertemperatur; Wärmeverlust
Speichertemperatur	25 mm unter Warmwasserentleerung, $65\text{ °C} \pm 2\text{ K}$	wenn nicht vom Hersteller vorgegeben: im oberen Drittel, mindestens 65 °C	nicht notwendig	Soll: $65\text{ °C} \pm 3\text{ °K}$, im oberen Teil des Speichers
Umgebungstemperatur	Soll: $20\text{ °C} \pm 2\text{ K}$, 3 x in halber Behälterhöhe mit einem Abstand von $350\text{ mm} \pm 25\text{ mm}$ von Behälterdämmung	Soll: $20\text{ °C} \pm 5\text{ K}$, Schwankung nicht mehr als 1 K, in halber Höhe und im Abstand von 1 m vom Speicher	Soll: $20\text{ °C} \pm 2\text{ K}$	Soll: $20\text{ °C} \pm 2\text{ K}$, mittig zwischen Speicher und Wand, auf halber Höhe des Speichers

2. Europäische Normen zur Bestimmung der Wärmeverluste von Warmwasserspeichern

	EN 12897:2006	EN 15332:2008	EN 12977-3:2008	EN 60379:2004
Messgenauigkeit Temperatur	± 1 K	$\pm 0,1$ K	abs. Temperaturen: $\pm 0,1$ K Temperatur-Diff.: $\pm 0,05$ K Zeitkonstante < 10 s	± 1 K
Messgenauigkeit Energie bzw. Leistung	$\pm 0,01$ kWh	$\pm 0,01$ kWh	Volumenstrom: $\pm 2,0$ %	$\pm 0,01$ kWh

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

