

Schlussbericht 17. November 2014

EU Ökodesign von Wärmepumpen

Eine Übersicht zum aktuellen Stand

Auftraggeber

EnergieSchweiz, 3003 Bern

Auftragnehmer

Fachhochschule Nordwestschweiz – Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

Institut Energie am Bau

St. Jakobs-Strasse 84, CH-4132 Muttenz

Autoren

Andreas Genkinger

Dipl. Physiker, wissenschaftlicher Mitarbeiter, Institut Energie am Bau – FHNW

Thomas Afjei

Prof., Dr. sc. techn. ETH, Leiter Gruppe Gebäudetechnik, Institut Energie am Bau – FHNW

Tel. +41 (0)61 467 45 45

Fax +41 (0)61 467 45 43

E-Mail andreas.genkinger@fhnw.ch

Internet <http://www.fhnw.ch>

Diese Studie wurde im Auftrag von EnergieSchweiz erstellt. Für den Inhalt sind alleine die Autoren verantwortlich.

EnergieSchweiz

Bundesamt für Energie BFE; Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen; Postadresse: 3003 Bern

Tel. 058 462 56 11, Fax 058 463 25 00; contact@bfe.admin.ch; www.energie-schweiz.ch

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| 1 Ausgangslage und Motivation..... | 4 |
| 2 Ökodesign-Richtlinie der EU | 5 |
| 2.1 Ökodesign und Wärmepumpen..... | 5 |
| 2.1.1 Wärmepumpen in Gebäuden | 7 |
| 2.2 Systemgrenzen und Kennzahlen von Wärmepumpensystemen..... | 7 |
| 2.3 Berechnung des SCOP für Heizungswärmepumpen | 9 |
| 2.3.1 Rahmenbedingungen | 9 |
| 2.3.2 Ecodesign, Energiekennzeichnungspflicht und Energienachweise | 10 |
| 2.3.3 Berechnungsbeispiel Luft/Wasser Wärmepumpe | 11 |
| 2.3.4 Wahl des Bivalenzpunktes | 16 |
| 2.4 Anforderungen an jahreszeitbedingte Leistungszahl SCOP und die jahreszeitbedingte Raumheizungs-Energieeffizienz η_s..... | 16 |
| 2.5 Verbraucherinformationen zu Ökodesign | 18 |
| 2.6 Das Package-Label..... | 18 |
| 2.6.1 Varianten von Verbundanlagen | 20 |
| 2.7 Marktaufsicht..... | 23 |
| 2.7.1 Organisation in Deutschland..... | 24 |
| 2.7.2 Organisation in Österreich..... | 24 |
| 2.7.3 Einschätzungen und Erfahrungen | 25 |
| 2.7.4 Verfahren zur Konformitätsprüfung | 25 |
| 3 Ecodesign und der Schweizer Markt | 27 |
| 3.1 Wärmepumpen | 27 |
| 3.1.1 Herstellerangaben | 29 |
| 3.2 Warmwasserspeicher | 29 |
| 4 Literaturverzeichnis..... | 32 |
| 5 Anhang | 35 |
| 5.1 Vergleich Klimadaten Strassbourg mit Bern-Liebefeld..... | 35 |
| 5.2 Technische Unterlagen Beispielwärmepumpe | 36 |
| 5.3 Energieetikett Beispielwärmepumpe..... | 37 |

1 Ausgangslage und Motivation

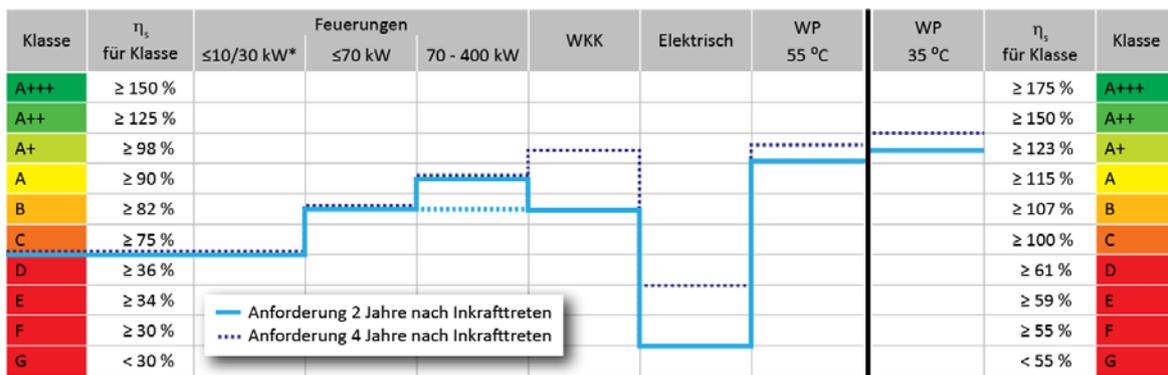
In den vergangenen Jahren wurden im Bereich der Gebäudehülle enorme Fortschritte bei der Energieeffizienz erreicht, dies dank freiwilliger Gebäudelabels aber auch auf Grund von gesetzlichen Auflagen. Mit Niedrigstenergiehäusern, wie beispielsweise nach Minergie-P®, rückt nun nach der Dämmung der Gebäudehülle vermehrt eine effiziente Haustechnik in den Fokus. Wärmepumpen nutzen zu einem grossen Teil Umweltenergie und bieten sich daher für eine ressourcenschonende und emissionsarme Wärmeerzeugung besonders an. Seit längerem existieren für solche Geräte freiwillige Labels, wie z.B. das EHPA-Gütesiegel, welche hohe Effizienz und gute Qualität auszeichnen.

Von Seiten EU wurden im vergangenen Herbst mit den Verordnungen 813/2013 [6] und 814/2013 [34] verbindliche Anforderungen an die Marktzulassung von Wärmepumpen für Raumheizung und Warmwasser verabschiedet. Neu in Verkehr gebrachte Geräte müssen nach einer Übergangsfrist von 2 Jahren ab dem 26. September 2015 diese Anforderungen erfüllen. Im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG [4] werden aller Voraussicht nach zukünftig auch an weitere Geräte vergleichbare Anforderungen gestellt. Parallel dazu ist gemäss der EU Richtlinie 2010/30/EU [5] mit den Verordnungen 811/2013 [7] und 812/2013 [8] die Energieetikettierungspflicht von Wärmepumpen für die o.g. Anwendungsgebiete definitiv beschlossen worden.

In diesem Bericht wird die aktuelle Situation betreffend Effizienzanforderungen an Heiz- und Warmwasserwärmepumpen und deren Vollzug in der Europäischen Union dargestellt mit dem Ziel, eine Entscheidungsgrundlage für entsprechende Regelungen in der Schweiz zu schaffen.

2 Ökodesign-Richtlinie der EU

Zur Erreichung der Umweltziele der Europäischen Union wurde mit der Ökodesign-Richtlinie (ErP) 2009/125/EG [4] ein Rahmen zur Festlegung von Anforderungen an die unterschiedlichsten energieverbrauchsrelevanten Produkte geschaffen. Die Produktgruppen wurden in sogenannte Lose (beispielsweise für Heizkessel, Fernsehgeräte, Staubsauger usw.) eingeteilt. Im Produktlos 1 (Heizkessel) sind auch Mindestanforderungen an die Marktzulassung von Wärmepumpen zur Raumbeheizung beschrieben. Ergänzend ist gemäss der Richtlinie 2010/30/EU [5] eine Energieetikettierung, analog zu den bekannten Etiketten für Haushaltapparate, vorgesehen. Das Produktlos 2 umfasst entsprechende Anforderungen an Warmwasserbereiter. Gerade auch im Hinblick auf die Wärmeerzeugung wurde bewusst eine Vergleichbarkeit zwischen unterschiedlichen Technologien angestrebt, in den genannten Produktlosen sind daher alle Wärmeerzeuger zusammengefasst, die mit Elektrizität, Gas oder Öl betrieben werden (Abbildung 1). Zu beachten ist die Unterscheidung zwischen Nicht-Niedertemperatur-Wärmepumpen (offiziell einfach als "Wärmepumpen" bezeichnet, hier mit „WP 55 °C“) und Niedertemperatur-Wärmepumpen („WP 35 °C“): Bei der Klassierung gelten andere Massstäbe, ebenso sind die Ecodesign-Anforderungen bei Niedertemperatur-Wärmepumpen etwas strenger.



* Typ B11 Boiler ≤ 10 kW / Typ B11 Kombiboiler ≤ 30 kW

Abb. 1

Klasseneinteilungen und Mindestanforderungen von Heizkesseln und Hochtemperatur-Wärmepumpen („WP 55 °C“) (linke Skala) zur Marktzulassung resp. Energiekennzeichnung aller Wärmeerzeugerarten gemäss EU Verordnungen 811/2013 und 813/2013 [6][7]. Für die Energie-Etikettierung gilt bei Niedertemperatur-Wärmepumpen („WP 35 °C“) eine spezielle Einteilung (Skala rechts). Die Klasse A+++ wird erst 2019 eingeführt, dafür entfallen dann die Klassen E-G.

2.1 Ökodesign und Wärmepumpen

Wärmepumpen werden nicht nur zur Gebäudebeheizung und Warmwasserbereitstellung eingesetzt, sondern kommen in vielen technischen Geräten zum Einsatz, beispielsweise in Haushaltgeräten wie Kühlschränken oder Wäschetrocknern. Im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie sind Wärmepumpen in folgenden Produktlosen enthalten:

Produktlose mit Federführung beim Generaldirektorat Energie (ENER)

- Los 1 Heizkessel und Kombiboiler (Gas/Öl/elektrisch)*
- Los 2 Warmwasserbereiter (Gas/Öl/elektrisch)*
- Los 10 Klima- und Lüftungstechnik im Haushalt*
- Los 12 Gewerbliche Kühl- und Tiefkühlgeräte
- Los 13 Kühl- und Tiefkühlgeräte im Haushalt*
- Los 16 Wäschetrockner*
- Los 20 Einzelraumheizgeräte
- Los 21 Warmluftzentralheizung (ohne KWK)
- Los 24 Gewerbliche Geschirrspüler, Waschmaschinen und Trockner
- Los 31 Produkte in Motorsystemen außerhalb des Anwendungsbereiches der VO 640/2009 (ENER 11) sowie der ENER 30, insbesondere Kompressoren und deren Antriebe.
- Los 34 Weinkühlschränke

Produktlose mit Federführung beim Generaldirektorat Unternehmen und Industrie (ENTR)

- Los 1 Kühlgeräte (die in ENER Los 10, 12 und 13 nicht erfasst sind)
- Los 6 Klimatechnik

Anm.: Zu den mit * gekennzeichneten Produktlosen existieren bereits EU-Verordnungen

Die Arbeiten an den Verordnungen zu den unterschiedlichen Produktgruppen sind nicht immer gleich weit fortgeschritten, d.h. es existieren noch nicht bei allen hier genannten Losen tatsächlich Verordnungen. Zu beachten ist hierbei, dass sich der Prozess von Vorstudien bis zur endgültigen Verordnung über mehrere Jahre hinweg erstrecken kann. Es ist auch wichtig zwischen Anforderungen an die Marktzulassung (Ökodesign-Richtlinie) und solchen zur Energiekennzeichnungspflicht zu unterscheiden: Viele Dokumente sind dadurch quasi doppelt vorhanden, weisen aber einen sehr ähnlichen Inhalt auf, der auf identischen technischen Grundlagen beruht. Beispielsweise sind von der EU zu den Losen 1 und 2 (ENER) betreffend Wärmepumpen insgesamt vier Verordnungen publiziert worden¹:

- (1) 811/2013: Energieeffizienzkenzeichnung von Heizgeräten und Verbundanlagen [7]
- (2) 812/2013: Energieeffizienzkenzeichnung von Warmwasserbereitern/-speichern und Verbundanlagen [8]
- (3) 813/2013: Ökodesignanforderungen an Heizgeräte [6]
- (4) 814/2013: Ökodesignanforderungen an Warmwasserbereiter/-speicher [34]

Hinzu kommen noch zwei ergänzende Dokumente welche den Rechengang und Messverfahren detaillierter spezifizieren [9][10] sowie die erst kürzlich veröffentlichte „Anwendungshilfe“ [42]. Anforderungen betreffend Ökodesign gelten für Geräte mit einer Wärmenennleistung bis höchstens 400 kW, die Energiekennzeichnungspflicht lediglich bis 70 kW. Entsprechend den Verordnungen seitens der EU bestehen zu beiden Anforderungen (Ökodesign und Energiekennzeichnungspflicht) auch unterschiedliche (nationale) Gesetze und Konzepte zur Umsetzung der Marktüberwachung (vgl. Kapitel 2.7). Im Folgenden wird daher exemplarisch stets auf die aktuelle Situation betreffend Ökodesignverordnung bei

¹ Es wird an dieser Stelle eine abgekürzte Variante des Originalwortlautes wiedergegeben

Heizungswärmepumpen eingegangen. Es soll an dieser Stelle explizit darauf hingewiesen werden, dass zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Dokumentes (Stand: 08.09.2014) zwar alle Anforderungen in finaler Version vorliegen, diese aber im Sinne einer Unterstützung bei der Umsetzung laufend ergänzt werden können (vgl. z.B. [42]). Eine generelle Überprüfung der genannten Verordnungen unter Berücksichtigung des technischen Fortschritts muss bis spätestens 5 Jahre nach Inkrafttreten erfolgen.

2.1.1 Wärmepumpen in Gebäuden

Wärmepumpen zur Gebäudebeheizung werden zu einem grossen Teil vom Produktelos 1 (ENER) abgedeckt. Im Folgenden werden die Rahmenbedingungen/Abgrenzungen der restlichen vorher benannten Produktelose mit MuKE- Relevanz (Gebäudebeheizung/-kühlung) kurz genannt.

Los 10 Klima- und Lüftungstechnik im Haushalt (ENER)

Betrifft elektrisch betriebene Komfort-Klimageräte unter 12 kW Kühl- oder Heizleistung mit einzig Luft als Wärmeträgermedien („Air conditioners“), umfasst auch Wärmepumpen-Klimageräte.

Los 20 Einzelraumheizgeräte (ENER)

Schliesst Wärmepumpen explizit aus.

Los 21 Warmluftzentralheizung (ohne KWK) (ENER)

Umfasst Luftheizungen bis 1 MW Heizleistung und Kühlanlagen (luft- oder wasserbasiert) bis 2 MW Kühlleistung. Darunter fallen auch Wärmepumpen, welche im Los 10 (ENER) nicht erfasst werden.

Los 6 Klimatechnik (ENTR)

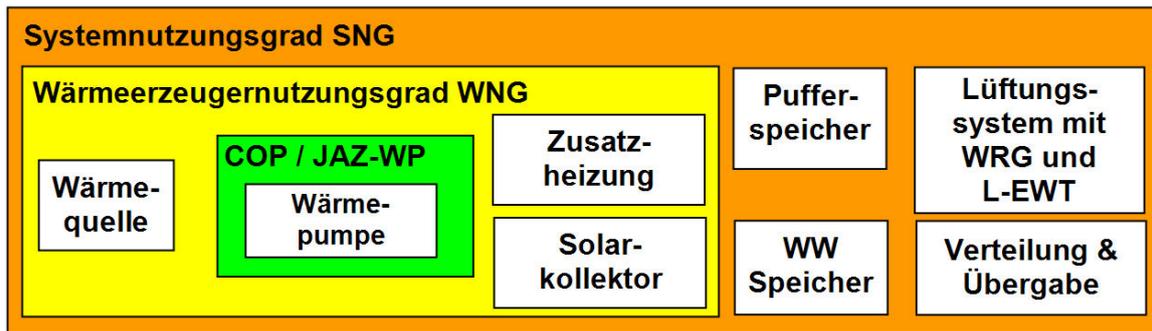
Umfasst einzig Lüftungen. Produkte welche vorwiegend zu Heiz-/Kühlzwecken vorgesehen sind, werden explizit ausgeschlossen.

2.2 Systemgrenzen und Kennzahlen von Wärmepumpensystemen

Bei Bewertungen betreffend Energieeffizienz -nicht nur, aber speziell- von Wärmepumpensystemen ist eine klare Kennzeichnung der verwendeten Systemgrenzen unerlässlich. Dies insbesondere dann, wenn Resultate verschiedener Verfahren miteinander verglichen werden sollen. Im Folgenden sind daher die üblichen Bezeichnungen zusammengefasst. Die Definition des SCOP -aus dem Englischen Seasonal COP- gemäss EN 14825 [11] basiert im Wesentlichen auf gemessenen COP-Werten. In die schlussendlich resultierende Bewertung zur Marktzulassung fliessen aber noch weitere Faktoren ein -siehe Berechnungsbeispiel im Kapitel 2.3.

Die nachfolgende Abbildung 2 zeigt die verwendeten Definitionen von Bilanzgrenzen und Kennzahlen für die Bewertung einer Wärmeversorgung mittels elektrisch angetriebener Wärmepumpen.

Die Kennzahlen „Coefficient of Performance“ (COP), „Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe“ (JAZ-WP), „Wärmeerzeugernutzungsgrad“ (WNG) und „Systemnutzungsgrad“ (SNG) können damit in etwas vereinfachter Weise wie folgt beschrieben werden:

**Abb. 2**

Definition der Kennzahlen und Bilanzgrenzen für die Bewertung einer Wärmeversorgung mit Wärmepumpen (angelehnt an EN 15450 [3]).

Der Coefficient of Performance (COP) ist eine leistungsbezogene, also momentane Grösse und drückt die Effizienz der Wärmepumpe in einem ganz bestimmten Betriebszustand aus:

$$\text{COP} = \frac{\text{von der Wärmepumpe abgegebene Wärmeleistung}}{\text{von der Wärmepumpe aufgenommenen elektrische Leistung}} \quad (1)$$

Im COP enthalten sind im Wesentlichen der Kompressor und Abtaueinrichtungen am Verdampfer bei Luft/Wasser-Wärmepumpen sowie kleinere Beiträge für die Regelung im Betrieb, die Carterheizung sowie ein Anteil des Energiebedarfs von Fördereinrichtungen (Ventilatoren resp. Umwälzpumpen) auf Wärmequellen- und -senkenseite, und zwar soweit diese zur Überwindung der geräteinternen Druckverluste benötigt werden.

Die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe JAZ-WP umfasst dieselben Systemgrenzen wie der COP, bezieht sich aber auf Energien. Sie ist definiert als das Verhältnis der über ein komplettes Jahr abgegebenen Wärmemenge zur dazu benötigten elektrischen Energie. Diese Kennzahl bewertet die Geräteeffizienz über ein ganzes Betriebsjahr. In die Bewertung fließen daher auch Daten zum Wärmebedarf des Verbrauchers (Gebäudestandard, Heizsystem, Klima, Warmwasserbezug) ein:

$$\text{JAZ - WP} = \frac{\text{von der Wärmepumpe abgegebene Wärme}}{\text{von der Wärmepumpe aufgenommenen elektrische Energie}} \quad (2)$$

Der Wärmeerzeugernutzungsgrad WNG berücksichtigt sämtliche zur Wärmeerzeugung benötigten Anlagen, d.h. nebst der Wärmepumpe selbst beispielsweise auch Umwälzpumpen für eine allfällige Erdwärmesonde oder eine elektrischen Zusatzheizung:

$$\text{WNG} = \frac{\text{von allen Wärmeerzeugern abgegebene Wärme}}{\text{von der Wärmeerzeugungsanlage aufgenommenen elektrische Energie}} \quad (3)$$

Der Systemnutzungsgrad schliesslich bezieht sich auf die tatsächlich genutzte Wärme, d.h. dass gegenüber dem Wärmeerzeugernutzungsgrad WNG hier auch Speicher- und Verteilverluste berücksichtigt werden. Diese können insbesondere bei der Warmwasserbereitstellung erheblich sein, da die täglich benötigte Warmwassermenge üblicherweise einmalig erzeugt und danach gespeichert wird, was zu entsprechenden Verlusten führt:

$$\text{SNG} = \frac{\text{tatsächlich genutzte Wärme}}{\text{vom Gesamtsystem aufgenommenen elektrische Energie}} \quad (4)$$

Die in der Literatur und in Nachweisverfahren verwendete Terminologie ist bezüglich Effizienzzahlen leider nicht immer einheitlich. So entspricht beispielsweise die im Minergie-Nachweis als „JAZ“ bezeichnete Kenngrösse eigentlich dem Systemnutzungsgrad SNG, welcher gemäss Norm SIA 380/1 [2] wiederum einfach als „Nutzungsgrad“ bezeichnet wird.

2.3 Berechnung des SCOP für Heizungswärmepumpen

2.3.1 Rahmenbedingungen

Da mit der Ökodesignverordnung (und der Energieetikette) ein Produkt bewertet werden soll, müssen gleiche Rahmenbedingungen für die Nutzung angenommen werden. Bei Raumheizungswärmepumpen ist das die Gebäudelast, welche unter anderem vom Klima abhängig ist. Als Referenz wird im EU Bewertungssystem das Klima von Strassburg ("mittleres Klima"; vgl. Anhang) verwendet, die Auslegungstemperatur beträgt hier $T_{\text{designh}} = -10 \text{ °C}$, während die Heizgrenze -als Mass für die Qualität der Gebäudehülle- für alle Klimata auf 16 °C festgelegt wurde.

Als technische Grundlage für den Berechnungsgang dient die Norm EN 14825 [11], die dort beschriebene Berechnung der in Deutscher Fassung sogenannten "jahreszeitbedingte Leistungszahl" SCOP für Heizungswärmepumpen basiert grundsätzlich auf Labor-Prüfdaten des COP und der Heizleistung in bestimmten Betriebspunkten der Wärmepumpe. Diese Prüfpunkte sind ebenfalls in der Norm EN 14825 angegeben und entsprechen der Heizkurve (Gebäudelast) eines fiktiven Gebäudes (Abb. 3).

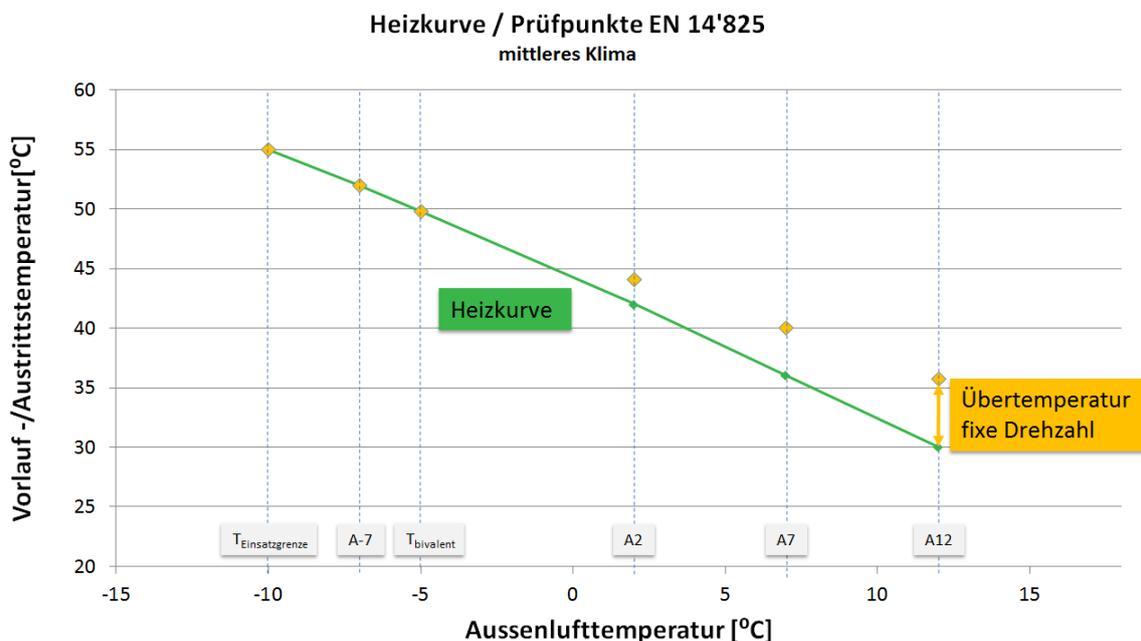


Abb. 3

Heizkurve für das mittlere Klima / Anwendung bei hoher Temperatur. Die Kurve gibt eine mittlere Solltemperatur vor, wodurch bei nicht-leistungsgeregelten Wärmepumpen wegen des Taktbetriebs bei etwas höheren Austrittstemperaturen geprüft werden muss.

Im SCOP enthalten sind also gemäss Abschnitt 2.2 alle Komponenten der Wärmepumpe, inklusive anteiliger Beiträge von Umwälzpumpen (zur Überwindung der geräteinternen Druckverluste) sowie bei Luft/Wasser Wärmepumpen die Vereisungs- und Abtauverluste und der Elektrizitätsverbrauch des Ventilators. Abweichend dazu wird aber explizit auch eine direktelektrische Zusatzheizung sowie der Elektrizitätsverbrauch während Stillstandszeiten - also Zeiten in denen die Wärmepumpe nicht im aktiven Heizbetrieb ist- in den SCOP mit einberechnet².

Die Effizienzbewertung gemäss EU-Verordnungen basiert zwar auf dem SCOP, umfasst aber noch weitergehende Berechnungsschritte. Entscheidende Kennzahl zur Bewertung ist die sogenannte "jahreszeitbedingte Raumheizungs-Energieeffizienz" η_s . Um die angestrebte Vergleichbarkeit zwischen unterschiedlichen Technologien zu erreichen ist dies im Wesentlichen eine Umrechnung des SCOP auf Stufe Primärenergie. Der gesamte Rechengang wird anhand eines Beispiels im folgenden Kapitel erläutert.

Der berechnete SCOP (resp. η_s) umfasst nur den Betriebsmodus "Raumheizung", die Warmwasserbereitstellung ist hierin nicht enthalten. Ein Vergleich soll aber die Grössenordnungen zeigen: Mit dem Berechnungsprogramm WPEsti [16] wurde die Effizienz einer Wärmepumpenanlage mit Aussenluft als Wärmequelle am Standort Bern-Liebefeld bestimmt, ausgegangen wurde dabei von einem Einfamilienhaus welches den gesetzlichen Anforderungen an den Heizwärmebedarf Q_h entspricht. Als Jahresarbeitszahl für den Heizbetrieb ergibt sich ein Wert von $JAZ_h = 3.4$, für Warmwasser $JAZ_{ww} = 2.6$. Der um 0.8 geringere Wert ergibt sich insbesondere aus den höheren Senktemperaturen bei der Warmwassererzeugung. Im kombinierten Betrieb wird eine Arbeitszahl von $JAZ_{hww} = 3.2$ erreicht, was ungefähr der Gewichtung der einzelnen Betriebsmodi mit den jeweils erzeugten Wärmemengen entspricht. Bei einem sehr guten Gebäude (Q_h beträgt 55 % vom Grenzwert) verschlechtert sich die Arbeitszahl für den Heizbetrieb geringfügig, derjenige im Warmwasserbetrieb bleibt erwartungsgemäss erhalten. Aufgrund des höheren Anteils vom Warmwasser an der gesamten Wärmebereitstellung verschiebt sich die Arbeitszahl des kombinierten Betriebs noch etwas weiter nach unten und erreicht $JAZ_{hww} = 3.0$.

2.3.2 Ecodesign, Energiekennzeichnungspflicht und Energienachweise

Die Ecodesign-Richtlinie dient wie bereits erwähnt einzig einer Gerätebewertung, Zusammenhänge mit Energienachweisen sollen hier explizit erörtert werden: Geräte mit einem hohen SCOP (resp. η_s) bringen die Voraussetzung für einen effizienten Betrieb mit, sie garantieren diesen aber nicht. So kann ein gut bewertetes Gerät beispielsweise durch eine ungeeignete Einbindung in ein Gesamtsystem ineffizient betrieben werden. Auch Abweichungen vom zugrunde gelegten Klima (Strassburg) werden sich in der tatsächlichen Effizienz niederschlagen: Eine im Klima Strassburgs bewertete Luft/Wasser Wärmepumpe wird in Alpenregionen mit kalten Aussentemperaturen eine ganz andere Effizienz aufweisen. Die Gerätebewertung gemäss Ecodesign-Richtlinie berücksichtigt die Situation am Standort der Anlage schlicht nicht, was ein wesentlicher Unterschied zur gemeinhin als "Jahresarbeitszahl JAZ" bezeichneten Effizienzgrösse, wie diese in Energienachweisen Verwendung findet, darstellt. Das Gesagte gilt auch für die Energieetikette, welche aus diesem Grunde für Energienachweise ungeeignet erscheint (Das in der Schweiz üblicherweise verwendete Programm WPEsti verlangt neben den Geräte-Prüfwerten unter anderem explizit die Eingabe von Gebäude-/Gerätstandort sowie Heizwärmebedarf des betrachteten Gebäudes). Wenn auch die Klassierung einzig auf dem durchschnittlichen Klima Strassburgs basiert, so müssen

² In der Norm sind drei unterschiedliche SCOP-Werte definiert: $SCOP_{net}$, $SCOP_{on}$ und $SCOP$

die wichtigsten Kenngrössen (Wärmenennleistung P_{rated} und Energieeffizienz η_s) für zwei zusätzliche Klimaverhältnisse in einem Produktdatenblatt veröffentlicht werden: Das als "kälter" bezeichnete Klima basiert auf der Station Helsinki (Auslegungstemperatur -22 °C), das als "wärmer" bezeichnete Klima auf der Station Athen (Auslegungstemperatur $+2\text{ °C}$). Eine gewisse Flexibilität erlaubt die Energie-Kennzeichnungspflicht von Verbundanlagen³: Für kombinierte Systeme (im offiziellen Sprachgebrauch als "Verbundanlage" bezeichnet, z.Bsp. Gasfeuerung mit solarthermischer Unterstützung) hat die EU das sogenannte Package-Label (Energieetikette für Verbundanlagen) geschaffen. Damit soll ein Anbieter (z. Bsp. Installateur) die energetische Güte "seines" Gesamtsystems gegenüber dem Endkunden ausweisen können. Der Endkunde kann -als Beispiel- durch die höhere Klassierung (beispielsweise A++) erkennen, dass die Kombination mit einer Solaranlage "besser" ist als ein Gaskessel alleine (mit beispielsweise B-Klassierung). Noch immer bleiben aber auch beim Package-Label Daten zum tatsächlichen Gebäude und Klima am Standort unberücksichtigt, die Klassierung wird nur anhand des durchschnittlichen Klimas vorgenommen. Die Primärenergieeffizienz η_s für die beiden anderen Klimata (Helsinki/Athen) muss aber -wie bei einzelnen Geräte- auf einem Produktdatenblatt ausgewiesen werden. Das Package Label wird im Kapitel 2.6 vertieft erläutert.

Von gewissem Interesse für Energienachweise dürfte auch die Verfügbarkeit von Gerätedaten sein: So müssen im Rahmen der Ecodesign-Produkteinformativpflicht in der technischen Dokumentation beispielsweise Standby-Leistungsaufnahmen deklariert und öffentlich verfügbar gemacht werden (siehe Kapitel 5.2). Daraus resultierende Energieverbräuche können durchaus nennenswerte Beiträge erreichen. Durch die Verfügbarkeit solcher Daten besteht grundsätzlich die Möglichkeit, diese in Energienachweisen zu nutzen (beispielsweise als Hilfsenergie bei Minergie/P/A-Nachweisen).

2.3.3 Berechnungsbeispiel Luft/Wasser Wärmepumpe

Der folgende Abschnitt soll den Berechnungsgang der Effizienzkennzahl "SCOP" einer Luft/Wasser Wärmepumpe an einem Beispiel demonstrieren. Als wichtige Grösse muss bereits am Anfang der Berechnung die Bivalenztemperatur festgelegt werden, in gewissen Grenzen kann diese frei gewählt werden und spiegelt so die Leistungsfähigkeit des Gerätes wider (Wärmepumpen mit zu geringer Heizleistung sind auf einen Elektroeinsatz angewiesen). Je nach Festlegung ergeben sich leicht unterschiedliche Prüfbedingungen (abweichende Austrittstemperaturen der Wärmepumpe) -schon alleine deshalb ist eine frühzeitige Wahl notwendig. In untenstehender Tabelle 1 sind beispielhafte Prüfwerte für eine fiktive Luft/Wasser Wärmepumpe angegeben. Für die Bewertung wurde ein Nicht-Niedertemperatur Gerät angenommen, wodurch die Austrittstemperatur am Auslegungspunkt ("E") normgemäss 55 °C beträgt. Der Bivalenzpunkt wurde bewusst auf -5 °C festgesetzt, so dass im Folgenden der Effekt einer Nachheizung demonstriert werden kann (Diese Auslegung mit Elektroeinsatz ist gemäss aktueller MuKE n [12] in der Schweiz nicht zulässig). Die angegebenen COP-Werte bei Teillast berücksichtigen bereits eine Effizienzminderung, welche aus dem Taktverhalten einer nicht-leistungsgeregelten Wärmepumpe resultiert.⁴

³ Für die hier genannten "Verbundanlagen" gelten keine Ecodesign-Anforderungen

⁴ Diese Minderung wird vorzugsweise über eine Messung bestimmt. Sie kann aber auch über Vorgabewerte errechnet werden, was jedoch zu unrealistisch geringen Teillast COP-Werten führt.

| Prüfpunkt | Wärmequelle Aussenluft- temperatur | Wärmesenke Austrittstemperatur im Betrieb | Heizleistung Wärmepumpe | COP bei Teillast |
|------------------------|--|---|----------------------------|---------------------|
| | °C | °C | kW | - |
| A | -7 | 52 | 5.28 | 1.96 |
| B | 2 | 44 | 7.24 | 2.80 |
| C | 7 | 40 | 9.22 | 3.52 |
| D | 12 | 36 | 10.75 | 4.13 |
| E (Einsatzgrenze) | -10 | 55 | 4.67 | 1.69 |
| F (Bivalenztemperatur) | -5 | 50 | 5.70 | 2.16 |

Tab. 1

Beispielhafte Prüfdaten gemäss EN 14825 als Ausgangsbasis für die Berechnung des SCOP und der Primärenergieeffizienz η_s . In der Norm sind mittlere Austrittstemperaturen für die Wärmepumpen angegeben, die tatsächlichen Austrittstemperaturen im Prüfbetrieb sind bei taktenden Geräten etwas höher.

Nach aktuellem Stand der Gesetzestexte ist explizit auch eine lineare Interpolation der benötigten Prüfwerte von anderen Betriebspunkten aus möglich. Innerhalb des BFE-Projektes EFKOS [13] beteiligte sich die FHNW an der Entwicklung eines Rechenprogramms des deutschen Bundesverbands Wärmepumpen e.V. (bwp), welches genau diese Interpolation aus EN 14511 Prüfdaten erlaubt und gleichzeitig die Primärenergieeffizienz η_s und die entsprechende Klassenzuteilung berechnet. Das webbasierte Rechenprogramm erzeugt schlussendlich eine farbbrichtige Energieetikette für das eingegebene Gerät (Kapitel 5.3 im Anhang).

Mit den Prüfdaten aus Tabelle 1 kann nun über eine sogenannte Temperaturklassen-Methode, – wie sie auch im WPEsti [16] Rechenprogramm und der Norm SIA 384/3 [15] angewendet werden –, der elektrische Energieverbrauch und die damit erzeugte Wärme über eine ganze Heizsaison rechnerisch bestimmt werden (Tab. 2).

| Aussenluft- temperatur | Dauer | Last | Heizleistung WP | el. Nachheizung | COP bei Teillast | Wärmebedarf | Wärme von WP | el. Energie WP | el. Energie Nachheizung |
|---------------------------|-------|------|--------------------|-----------------|------------------|-------------|--------------|----------------|----------------------------|
| ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ |
| °C | h | kW | kW | kW | - | kWh | kWh | kWh | kWh |
| -13 | 0 | 7.88 | 4.06 | 3.82 | 1.42 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -12 | 0 | 7.60 | 4.26 | 3.34 | 1.51 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -11 | 0 | 7.33 | 4.46 | 2.87 | 1.60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E -10 | 1 | 7.06 | 4.67 | 2.39 | 1.69 | 7 | 5 | 3 | 2 |
| -9 | 25 | 6.79 | 4.87 | 1.92 | 1.78 | 170 | 122 | 69 | 48 |
| -8 | 23 | 6.52 | 5.07 | 1.45 | 1.87 | 150 | 117 | 62 | 33 |
| A -7 | 24 | 6.25 | 5.28 | 0.97 | 1.96 | 150 | 127 | 65 | 23 |
| -6 | 27 | 5.98 | 5.49 | 0.49 | 2.06 | 161 | 148 | 72 | 13 |

| | | | | | | | | | | |
|---|----|-----|------|-------|------|------|------|------|-----|---|
| F | -5 | 68 | 5.70 | 5.70 | 0.00 | 2.16 | 388 | 388 | 180 | 0 |
| | -4 | 91 | 5.43 | 5.92 | 0.00 | 2.25 | 494 | 494 | 220 | 0 |
| | -3 | 89 | 5.16 | 6.14 | 0.00 | 2.34 | 459 | 459 | 196 | 0 |
| | -2 | 165 | 4.89 | 6.36 | 0.00 | 2.43 | 807 | 807 | 332 | 0 |
| | -1 | 173 | 4.62 | 6.58 | 0.00 | 2.52 | 799 | 799 | 316 | 0 |
| | 0 | 240 | 4.35 | 6.80 | 0.00 | 2.62 | 1043 | 1043 | 399 | 0 |
| | 1 | 280 | 4.07 | 7.02 | 0.00 | 2.71 | 1141 | 1141 | 421 | 0 |
| B | 2 | 320 | 3.80 | 7.24 | 0.00 | 2.80 | 1217 | 1217 | 435 | 0 |
| | 3 | 357 | 3.53 | 7.64 | 0.00 | 2.94 | 1260 | 1260 | 428 | 0 |
| | 4 | 356 | 3.26 | 8.03 | 0.00 | 3.09 | 1160 | 1160 | 376 | 0 |
| | 5 | 303 | 2.99 | 8.43 | 0.00 | 3.23 | 905 | 905 | 280 | 0 |
| | 6 | 330 | 2.72 | 8.83 | 0.00 | 3.38 | 896 | 896 | 265 | 0 |
| C | 7 | 326 | 2.44 | 9.22 | 0.00 | 3.52 | 797 | 797 | 226 | 0 |
| | 8 | 348 | 2.17 | 9.53 | 0.00 | 3.64 | 756 | 756 | 207 | 0 |
| | 9 | 335 | 1.90 | 9.84 | 0.00 | 3.77 | 637 | 637 | 169 | 0 |
| | 10 | 315 | 1.63 | 10.14 | 0.00 | 3.89 | 513 | 513 | 132 | 0 |
| | 11 | 215 | 1.36 | 10.45 | 0.00 | 4.01 | 292 | 292 | 73 | 0 |
| D | 12 | 169 | 1.09 | 10.75 | 0.00 | 4.13 | 184 | 184 | 44 | 0 |
| | 13 | 151 | 0.81 | 11.06 | 0.00 | 4.25 | 123 | 123 | 29 | 0 |
| | 14 | 105 | 0.54 | 11.37 | 0.00 | 4.37 | 57 | 57 | 13 | 0 |
| | 15 | 74 | 0.27 | 11.67 | 0.00 | 4.50 | 20 | 20 | 4 | 0 |
| | 16 | 74 | 0.00 | 11.98 | 0.00 | 4.62 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | |
|-------|--|--|--|--|--|--|-------|-------|------|-----|
| SUMME | | | | | | | 14586 | 14466 | 5016 | 120 |
|-------|--|--|--|--|--|--|-------|-------|------|-----|

Tab. 2

Berechnung der Temperaturklassen gemäss EN 14825. Die Daten der markierten Zellen stammen aus der Wärmepumpenprüfung (vgl. Tabelle 1), die Daten bei anderen Temperaturen sind normgemäss inter- oder extrapoliert.

Die Betriebsdauern der Wärmeerzeugung (Spalte ② in Tabelle 2) sind in jeder Temperaturklasse (Spalte ①) normativ festgelegt (aus Klimadaten für Strassburg). Im Beispiel wurde die Bivalenztemperatur auf -5 °C festgelegt, erkennbar daran, dass bei dieser Aussentemperatur die Last und die Heizleistung der Wärmepumpe gleich gross sind -siehe Spalten ③ und ④. Bei Aussentemperaturen unterhalb des Bivalenzpunktes geht das Berechnungsverfahren automatisch davon aus, dass eine elektrische Widerstandsheizung den noch erforderlichen Teil für die Nachheizung übernimmt (Spalten ⑤ und ⑩). Dieser Anteil ist im berechneten SCOP also enthalten. Falls ein Gerät monovalent betrieben werden kann ($T_{bivalent} = -10 \text{ °C}$), wäre dieser direkt elektrisch Anteil jedoch hinfällig.

Aus diesen Daten der Tabelle 2 kann nun in einem ersten Schritt der SCOPon aus den aufsummierten Energien berechnet werden. Er umfasst nur diejenigen Betriebszustände, in welchen die Wärmepumpe im aktiven Heizbetrieb ist (Index "on"). Im obigen Zahlenbeispiel

beträgt der $SCOP_{on}$ als Quotient zwischen gesamthaft erzeugter Wärme und dazu benötigtem Elektrizitätsaufwand also⁵:

$$SCOP_{on} = \frac{14'586 \text{ kWh}}{5'016 \text{ kWh} + 120 \text{ kWh}} = 2.84 \quad (5)$$

Im schlussendlich massgebenden SCOP (ohne Index "on") sind auch Energieverbräuche im nicht aktiven Heizbetrieb (Hilfsbetriebsmodi) berücksichtigt, beispielsweise der Energieverbrauch des Heizungsreglers während Stillstandszeiten oder beim Verdichter die "Beheizung des Kurbelgehäuses" (Carterheizung, falls vorhanden). Gemäss EN 14825 wird der SCOP aus dem $SCOP_{on}$ wie folgt bestimmt:

$$SCOP = \frac{Q_H}{Q_{HE}} = \frac{P_{designh} \cdot H_{HE}}{\frac{P_{designh} \cdot H_{HE}}{SCOP_{on}} + H_{TO} \cdot P_{TO} + H_{SB} \cdot P_{SB} + H_{CK} \cdot P_{CK} + H_{OFF} \cdot P_{OFF}} \quad (6)$$

Hierbei stehen P_{xy} für die elektrischen Leistungsaufnahmen und H_{xy} für die zugehörigen Betriebszeiten. Es gelten folgende Indizes (xy):

HE : (aktiver) Heizbetrieb

TO : Temperaturregler "Aus"

SB : Bereitschaftsmodus

CK : Kurbelgehäuseheizung

OFF : Modus "Aus"

Die Leistungsaufnahmen in Hilfsbetriebsmodi (P_{TO} , P_{SB} , P_{CK} und P_{OFF}) müssen im Labor gemessen werden und sind ebenso Eingangsgrössen für den Berechnungsprozess des SCOP, so wie die Prüfdaten für Heizleistung und den COP. Die zugehörigen Laufzeiten für diese Betriebszustände (H_{TO} , H_{SB} , H_{CK} und H_{OFF}) sind genau wie die Stunden im Aktivmodus (sogenanntes "Jahresbetriebsstundenäquivalent" H_{HE}) normativ resp. gesetzlich festgelegt. Im Zahlenbeispiel ergibt sich mit angenommenen Leistungsaufnahmen für die Hilfsbetriebe und den jeweils fest normativ vorgegebenen Betriebsstunden H_{xy} :

$$H_{TO} \cdot P_{TO} + H_{SB} \cdot P_{SB} + H_{CK} \cdot P_{CK} + H_{OFF} \cdot P_{OFF} = 118.2 \text{ kWh} \quad (7)$$

aus

$$P_{TO} = 15 \text{ W}$$

$$P_{SB} = 15 \text{ W}$$

$$P_{CK} = 30 \text{ W}$$

$$P_{OFF} = 0 \text{ W}$$

⁵ Der $SCOP_{net}$ wird ohne elektrische Zusatzheizung berechnet: $SCOP_{net} = 14'466 \text{ kWh} / 5'016 \text{ kWh} = 2.88$.

Die zur weiteren Berechnung noch benötigte Heizlast P_{designh} wird aus dem Bivalenzpunkt und der Wärmepumpenleistung über die gemäss EN 14825 vorgegebene Heizkurve (mittleres Klima) berechnet. Im Rechenbeispiel beträgt P_{designh} (vgl. Spalte ⑤ bei $T_{\text{designh}} = -10\text{ °C}$):

$$P_{\text{designh}} = \frac{5.70\text{ kW} \cdot (16 - (-10))\text{ °C}}{(16 - (-5))\text{ °C}} = 7.06\text{ kW} \quad (8)$$

Mit den Vollaststunden ("äquivalenten Heizstunden") $H_{\text{HE}} = 2066\text{ h}$ kann nun aus Formel (6) der massgebende SCOP bestimmt werden:

$$\text{SCOP} = \frac{7.06\text{ kW} \cdot 2'066\text{ h}}{\frac{7.06\text{ kW} \cdot 2'066\text{ h}}{2.84} + 118.2\text{ kWh}} = 2.78 \quad (9)$$

Die bisherigen Rechenschritte folgen der Norm EN 14825. Die Bestimmung der Primärenergieeffizienz ist in den Gesetztestexten geregelt [9]. Als Primärenergiefaktor (genannt "Umrechnungskoeffizient") von Strom wird von einem Wert $CC = 2.5$ ausgegangen. Zusätzlich werden in diesem letzten Berechnungsschritt noch Korrekturfaktoren $F(i)$ eingeführt:

$$\eta_s = \frac{1}{CC} \cdot \text{SCOP} - \sum F(i) \quad (10)$$

Es kommen zwei pauschale Abzüge zur Anwendung:

$F(1) = 3\%$ bei allen Wärmepumpen für die Reglergüte⁶.

$F(2) = 5\%$ bei Wasser/Wasser und Sole/Wasser-Wärmepumpen für den Elektrizitätsverbrauch der quellseitigen Umwälzpumpen.

Im gewählten Beispiel einer Luft/Wasser Wärmepumpe ergibt sich aus obiger Formel (10) also

$$\eta_s = \frac{1}{2.5} \cdot 2.78 - 0.03 = 1.08 \quad (11)$$

Die Primärenergieeffizienz beträgt 108 %, was bei der angenommenen (nicht Niedertemperatur) Wärmepumpe zu einer A+ Klassierung führen würde. Die Limite von 100 % zur Erfüllung der Ecodesign-Anforderungen ab Herbst 2015 würde erreicht, die ab 2017 benötigten 110% hingegen knapp verfehlt. Mit der analogen Rechnung ergibt sich für das kältere Klima $\eta_s = 0.95$ (Annahme: Bivalenztemperatur -7 °C) und für das wärmere Klima $\eta_s = 1.16$ (monovalenter Betrieb)⁷.

⁶ Dieser Abzug kann im Package-Label Wärmepumpe+Regler wieder kompensiert werden.

⁷ Zum Vergleich: Die Norm-Aussentemperatur für Davos beträgt -13 °C , diejenige für Lugano -1 °C .

2.3.4 Wahl des Bivalenzpunktes

Wie in Kapitel 2.3.3 erwähnt, kann der Bivalenzpunkt bei der Effizienzberechnung vom Hersteller in Grenzen frei gewählt werden. Die zulässige obere Grenze liegt bei +2 °C Aussenlufttemperatur. Die Wahl wirkt sich auf die deklarierte Effizienz des Gerätes aus, da das Rechenverfahren unterhalb der Bivalenztemperatur automatisch eine direktelektrische Zusatzheizung (Parallelbetrieb) annimmt. Berechnungen für die beispielhafte Luft/Wasser-Wärmepumpe zeigen, dass ein Bivalenzpunkt von -5 °C zu einem Maximum von η_s führen. Eine monovalente Auslegung (Bivalenztemperatur -10 °C) führt zu einer minimal schlechteren Effizienz. Dies lässt sich so erklären: Bei monovalenter Auslegung ist die Wärmepumpe im wichtigen Teillastbetrieb im Bereich bei Aussentemperaturen knapp über 0 °C deutlich überdimensioniert, was zu einer geringeren Effizienz führt. Wird der Bivalenzpunkt zu höheren Temperaturen verschoben, so ist diese Überdimensionierung weniger ausgeprägt, die Effizienzeinbuße fällt dadurch geringer aus. Andererseits muss nun an den kältesten Tagen mit dem Elektroeinsatz nachgeheizt werden, was die Gesamteffizienz (Wärmepumpe mit Elektroeinsatz) etwas senkt. Allerdings wird bei der Wahl des Bivalenzpunktes -5 °C der elektrische Zusatzwärmeerzeuger an lediglich 100 Stunden aktiv und benötigt dabei eine elektrische Energie von 120 kWh, der geringere Effizienzverlust durch Überdimensionierung im Teillastbetrieb wiegt dies auf.

Bedeutender fällt der Unterschied betreffend deklarierter Heizleistung -und damit Geräteauswahl- aus: Auf der Energieetikette muss die Wärmenennleistung (P_{rated}) der Wärmepumpe mit elektrischer Nachheizung am Auslegungspunkt (-10 °C) ausgewiesen werden (vgl. Beispieletikette im Kapitel 5.3) . Dieser Wert sollte zum Wärmebedarf des Gebäudes "passen". Wird das Beispielgerät monovalent berechnet, so beträgt die Wärmenennleistung 5 kW (siehe Tabelle 3), was zu einem gut wärmegeprägten, kleineren Einfamilienhaus passen würde. Wird der Bivalenzpunkt hingegen bei 0 °C angesetzt, so beträgt die deklarierte Wärmenennleistung 8 kW. Das Gerät wäre so für das kleine Einfamilienhaus überdimensioniert und würde für diesen Anwendungsfall wohl nicht gewählt.

| Bivalenztemperatur | SCOP | η_s | Wärmenennleistung (P_{rated}) | elektrische Nachheizung |
|--------------------|------|----------|--------------------------------------|----------------------------|
| °C | - | % | kW | kWh |
| -10 | 2.72 | 106 | 5 | 0 |
| -8 | 2.75 | 107 | 5 | 11 |
| -5 | 2.78 | 108 | 7 | 120 |
| ±0 | 2.63 | 102 | 8 | 1446 |
| +2 | 2.45 | 95 | 14 | 3265 |

Tab. 3

Auswirkung der Wahl vom Bivalenzpunkt auf die berechnete Geräteeffizienz resp. den Bedarf an elektrischer Nachheizenergie für die Beispielwärmepumpe.

2.4 Anforderungen an jahreszeitbedingte Leistungszahl SCOP und die jahreszeitbedingte Raumheizungs-Energieeffizienz η_s

Abb. 1 in Kapitel 2 gibt einen Überblick der Anforderungen an die Primärenergieeffizienz η_s verschiedener Wärmeerzeuger. Mit den Kenntnissen aus dem obigen Berechnungsbeispiel für

eine Luft/Wasser-Wärmepumpe lassen sich -bei "umgekehrtem" Rechengang- die jeweils erforderlichen SCOP Werte leicht bestimmen. Aus Formel (10) folgt die Umkehrung

$$SCOP = [\eta_s + \sum F(i)] \cdot CC \tag{12}$$

Die ab 26. September 2015 erforderlichen Werte sind in den folgenden beiden nachfolgenden Tabellen zusammengestellt.

| Wärmepumpentyp (Quelle / Senke) | Primärenergieeffizienz η_s | jahreszeitbedingte Leistungszahl SCOP |
|------------------------------------|------------------------------------|--|
| Luft/Wasser | 110 % | 2.83 |
| Sole/Wasser | 110 % | 2.95 |
| Wasser/Wasser | 110 % | 2.95 |

Tab. 4
Anforderungen an η_s resp. SCOP für Niedertemperatur-Wärmepumpen (ab 2015).

| Wärmepumpentyp (Quelle / Senke) | Primärenergieeffizienz η_s | jahreszeitbedingte Leistungszahl SCOP |
|------------------------------------|------------------------------------|--|
| Luft/Wasser | 100 % | 2.58 |
| Sole/Wasser | 100 % | 2.70 |
| Wasser/Wasser | 100 % | 2.70 |

Tab. 5
Anforderungen an η_s resp. SCOP für Wärmepumpen (ab 2015).

Zwei Jahre später, ab dem 26. September 2017 gelten verschärfte Anforderungen, welche eine jeweils 10 % resp. 15 % höhere Primärenergieeffizienz verlangen. Die Grenzwerte für η_s mit den zugehörigen SCOP Werten sind in den Tabellen 6 und 7 zusammengestellt.

| Wärmepumpentyp (Quelle / Senke) | Primärenergieeffizienz η_s | jahreszeitbedingte Leistungszahl SCOP |
|------------------------------------|------------------------------------|--|
| Luft/Wasser | 125 % | 3.20 |
| Sole/Wasser | 125 % | 3.33 |
| Wasser/Wasser | 125 % | 3.33 |

Tab. 6
Anforderungen an η_s resp. SCOP für Niedertemperatur-Wärmepumpen (ab 2017).

| Wärmepumpentyp (Quelle / Senke) | Primärenergieeffizienz η_s | jahreszeitbedingte Leistungszahl SCOP |
|------------------------------------|------------------------------------|--|
| Luft/Wasser | 110 % | 2.83 |
| Sole/Wasser | 110 % | 2.95 |
| Wasser/Wasser | 110 % | 2.95 |

Tab. 7
Anforderungen an η_s resp. SCOP für Wärmepumpen (ab 2017).

2.5 Verbraucherinformationen zu Ökodesign

Ein wichtiger Bestandteil des Ecodesign- und Energieetikettierungs-Konzeptes ist Information. Es sollen an dieser Stelle lediglich einige Hinweise über die Wichtigkeit und den Umfang gegeben werden, ohne das Thema erschöpfend zu beleuchten. Gesetzlich verankert ist eine Informationspflicht der zuständigen Behörden über Ökodesign-Anforderungen, siehe hierzu Kapitel 2.7.1. Hersteller sind im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie aber auch verpflichtet, weitgehende (technische) Produkteinformationen öffentlich bereitzustellen (vgl. 5.2 Anhang und Kapitel 2.3.2).

Speziell betreffend Energieetikettierungspflicht sind Informationen für Endkunden ausserordentlich wichtig, damit diese die Energieetikette richtig interpretieren können. Andererseits sind auch Installateure zu instruieren, weil diese mit dem Label bewusst mehr Verantwortung übertragen bekommen. Im Gegensatz zu -beispielsweise- Kühlschränken ist der Umgang mit Heizsystemen doch einiges komplexer und kann zu mitunter paradox anmutenden Widersprüchen führen: So muss das effizienteste System nicht zwangsläufig auch das günstigste im Betrieb sein. Oder eine als -im Klima Strassburg- effizient bewertete Luft/Wasser Wärmepumpe muss in Bergregionen nicht die idealste Lösung sein. Diese Sachverhalte einem Endkunden richtig und verständlich zu vermitteln und allenfalls sogar eine - äusserlich betrachtet- schlechter klassierte Lösung zu empfehlen dürfte nicht ganz einfach sein. Eine richtige Beratung durch Planer und/oder Installateure ist deshalb auch weiterhin -sogar verstärkt- unerlässlich.

2.6 Das Package-Label

Nebst minimalen Anforderungen an einzelne Wärmeerzeuger gemäss der Ecodesign-Richtlinie gewinnt der Systemgedanke mit den EU Verordnungen zur Energiekennzeichnungspflicht zunehmend an Bedeutung. So wurde mit dem sogenannten Package-Label ein Weg -und auch die Pflicht- geschaffen, die Effizienz von Heizungsanlagen welche aus mehreren Komponenten bestehen nachzuweisen (offiziell "Verbundanlage" benannt). Für die Gesamteffizienz solcher Anlage gelten aber -anders als bei Einzelgeräten- keine Ecodesign-Mindestanforderungen, die Etikette dient lediglich der Verbraucherinformation. Bereits ein Wärmeerzeuger zusammen mit einer Reglereinheit gilt dabei als Verbundanlage und muss -nebst der Etikette für den Wärmeerzeuger alleine- mit einer Etikette für die "Gesamtanlage" versehen werden. Um die Effizienz des Gesamtsystems bestimmen zu können, werden Kenndaten für die einzelnen Komponenten benötigt. Für Wärmepumpen ist das unter anderem die im Rechenbeispiel unter Kapitel 2.3.3 bestimmte Primärenergieeffizienz η_s . Die EU Verordnungen stellen sicher, dass diese Daten auch für weitere Komponenten (Temperaturregler, Wärmespeicher, Solarkollektoren, ..) öffentlich verfügbar sind und regeln den Berechnungsweg, wie die Effizienz η_s der Verbundanlage bestimmt werden kann. Ebenso ist die Zuordnung von η_s zu den entsprechenden Effizienzklassen vorgegeben. Inzwischen dürfen Handwerksbetriebe offiziell von Herstellern unterstützt werden, so wird es von Seiten Hersteller entsprechende Software zur Erstellung des Package-Labels geben. Als einfachstes Beispiel soll hier die Beispielwärmepumpe mit einem Temperaturregler zu einer Verbundanlage kombiniert werden. Je nach Funktionalität (Güte) eines Temperaturreglers wird dieser einer bestimmten Klasse⁸ zugeordnet, im Beispiel wird ein Regler der einfachsten Klasse I angenommen. Die Klasse I umfasst einfache Ein/Aus Raumthermostaten ohne weitere Funktionalität (wie

⁸ Dies ist bei Temperaturreglern nicht eine Energieeffizienzklasse, sondern als Güteklasse des Reglers aufzufassen. Die Einteilung erfolgt je nach Funktionsumfang in Klasse I bis Klasse VIII.

beispielsweise Einbezug der Aussentemperatur) und erhöht die Primärenergieeffizienz der Gesamtanlage gemäss EU-Regelwerk um 1% (siehe Abbildung 4). Die Beispielwärmepumpe bleibt auch im Paket mit einem Regler zusammen stets als A+ eingestuft. Die Breite dieser Klasse ($\eta_s = 98\% \dots 124\%$) ist zu gross, als dass der "Reglerbonus" (maximal 5%) die Einstufung ändern würde.

Jahreszeitbedingte Raumheizungs-Energieeffizienz der Wärmepumpe **108%**

Temperaturregler
Vom Datenblatt des Temperaturreglers

Klasse I = 1%, Klasse II = 2%, Klasse III = 1,5%, Klasse IV = 2%, Klasse V = 3%, Klasse VI = 4%, Klasse VII = 3,5%, Klasse VIII = 5%

+ 1%

Zusatzheizkessel
Vom Datenblatt des Heizkessels

Jahreszeitbedingte Raumheizungs-Energieeffizienz in %

$$(\text{ } - 'I') \times 'II' = - \text{ } \%$$

Solarer Beitrag
Vom Datenblatt der Solareinrichtung

Kollektorgröße (in m²)

Tankvolumen (in m³)

Kollektorwirkungsgrad (in %)

Tankeinstufung
 A* = 0,95, A = 0,91,
 B = 0,86, C = 0,83,
 D-G = 0,81

$$('III' \times \text{ } + 'IV' \times \text{ }) \times 0,45 \times (\text{ } / 100) \times \text{ } = + \text{ } \%$$

Jahreszeitbedingte Raumheizungs-Energieeffizienz der Verbundanlage bei durchschnittlichem Klima **109%**

Jahreszeitbedingte Raumheizungs-Energieeffizienzklasse der Verbundanlage bei durchschnittlichem Klima

| | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| G | F | E | D | C | B | A | A* | A** | A*** |
| < 30% | | ≥ 30% | | ≥ 34% | | ≥ 36% | | ≥ 75% | |
| | | | ≥ 82% | | ≥ 90% | | ≥ 98% | | ≥ 125% |
| | | | | | | ≥ 150% | | | |

Jahreszeitbedingte Raumheizungs-Energieeffizienz bei kälterem und wärmerem Klima

Kälter: **109** - 'V' = **96%** Wärmer: **109** + 'VI' = **117%**

Die auf diesem Datenblatt für den Produktverbund angegebene Energieeffizienz weicht möglicherweise von der Energieeffizienz nach dessen Einbau in ein Gebäude ab, denn diese wird von weiteren Faktoren wie dem Wärmeverlust im Verteilungssystem und der Dimensionierung der Produkte im Verhältnis zu Größe und Eigenschaften des Gebäudes beeinflusst.

Abb. 4
Berechnung der Verbundanlage bestehend aus der Beispielwärmepumpe und einem einfachsten Temperaturregler (Klasse I). Quelle des Berechnungsblatts: [7]

2.6.1 Varianten von Verbundanlagen

Grundsätzlich ist eine schier unbegrenzte Anzahl an Systemkombinationen zur Wärmeerzeugung in Gebäuden denkbar. Das aktuelle Regelwerk zur Energieetikettierung umfasst davon nur einen begrenzten Ausschnitt. Es muss aber auch hier wieder explizit darauf hingewiesen werden, dass noch immer Details zur Umsetzung der EU-Richtlinien offen sind und auch deren Auslegung von unterschiedlichen Branchenvertretern nicht immer übereinstimmen. Künftig werden wohl auch weitere Systemkombinationen in das Regelwerk mit aufgenommen⁹. Nicht verbindlich geregelt ist auch die Handhabung von weniger weit verbreiteten Systemvarianten (z.Bsp. Eisspeicheranlagen). Vorgesehen sind momentan Kombinationen für Verbundanlagen zur Raumheizung welche auf folgenden Wärmeerzeugern basieren:

- (1) Heizkessel
- (2) Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)
- (3) Wärmepumpe
- (4) Niedertemperatur-Wärmepumpe

Diese Wärmeerzeuger können jeweils mit einem Temperaturregler, höchstens zwei Zusatzheizgeräten und einer Solaranlage kombiniert werden. Die möglichen Varianten sind dabei vom Hauptwärmeerzeuger (offiziell als "Vorzugsraumheizgerät" resp. "Vorzugskombiheizgerät" genannt) abhängig (Es ist beispielsweise nicht möglich, zwei Wärmepumpen zu kombinieren, hingegen existiert eine Variante "Heizkessel" mit "Zusatzheizkessel" und "Zusatzwärmepumpe").

Grundsätzlich wird im EU Regelwerk zwischen Raumheizgeräten (Produktelos 1) und Warmwasserbereitern (Produktelos 2, umfasst auch sämtliche Arten von Warmwasserspeichern) unterschieden (siehe Kapitel 2.1). Wärmeerzeuger welche dazu entworfen wurden sowohl Raumwärme als Warmwasser zu erzeugen, werden im offiziellen Sprachgebrauch als "Kombiheizgeräte" bezeichnet¹⁰ und fallen unter das Produktelos 1. Im Produktelos 2 sind einzig Geräte enthalten welche alleine zur Warmwassererzeugung dienen. In der entsprechenden Verordnung zur Energieetikettierung (EU Nr. 812/2013) ist daher auch nur ein einziges Package vorgesehen, nämlich die Kombination aus "Warmwasserbereiter und Solaranlage".

Soll eine Verbundanlage nebst Raumwärme gleichzeitig auch Warmwasser bereitstellen, so sind nur Kombinationen mit Heizkessel (1) und Wärmepumpe (3) als Kombiheizgerät möglich - Niedertemperatur-Wärmepumpen sind nicht für die Warmwasserbereitung vorgesehen, ebenso wie KWK-Aggregate. Ein Kombiheizgerät muss dabei nicht zwangsläufig ein "All-in-One" Gerät (mit integriertem Trinkwassererwärmer, oft auch als "Kompaktgerät" bezeichnet) sein. Eine typische Variante Wärmepumpe mit Beistellboiler würde für die Bestimmung der Energieeffizienzklasse(n) daher als Kombiheizgerät geprüft werden müssen (Wärmepumpe + Speicher), und zwar einmal für die Raumheizungs-Energieeffizienz (η_s) und einmal für die Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz (η_{wh}). Für diese "Wärmeerzeuger/Speicher-Einheit" kann so ein Energieetikett erstellt werden (Abbildung 5) welches beide Effizienzkennzahlen ausweist. Die Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz η_{wh} ist dabei eine Messgrösse, welche auf einem 24 h Zyklus mit unterschiedlichen Lastprofilen¹¹ (3XS bis XXL, entsprechend einer

⁹ Beispielsweise ist in einer kommenden EN 14825 Revision ein Rechenverfahren für Kombinationen "Wärmepumpe mit fossilem Backup" vorgesehen. Momentan ist das Normrechenverfahren nur für rein elektrische Nachheizungen (Parallelbetrieb) vorgesehen (vgl. 2.3.4).

¹⁰ teilweise auch als "Kombiboiler" bezeichnet

¹¹ Umgangssprachlich auch als "Zapfprofil" bezeichnet

Wärmeentnahme von $Q_{ref} = 0.345 \text{ kWh}$ bis $Q_{ref} = 24.53 \text{ kWh}$ oder rund 7 l/Tag bis 467 l/Tag¹²⁾ basiert. Die Zuordnung der Profile ist also eher an die effektive Nutzung (z.B. Haushaltgröße) als an eine charakteristische Gebäudegröße (z.Bsp. EBF gemäss SIA 380/1) gebunden. Die auf den Bedarf passende Anlage müsste im Idealfall mit der Bauherrschaft festgelegt werden. Für ein Einfamilienhaus mit 200 m² EBF beträgt der tägliche Wärmebedarf für Warmwasser gemäss SIA 380/1 ungefähr 7.6 kWh, was am ehesten dem mittleren Profil "M" (5.845 kWh/Tag) entspricht. Die Belegung für dieses Gebäude entspricht gemäss SIA 380/1 drei Personen. Wird das Gebäude aber tatsächlich von lediglich zwei Personen bewohnt, so wäre unter Umständen das nächstkleinere Profil ("S") geeigneter. Für den Endkunden ist diese Unterscheidung aber wohl nicht immer offensichtlich.

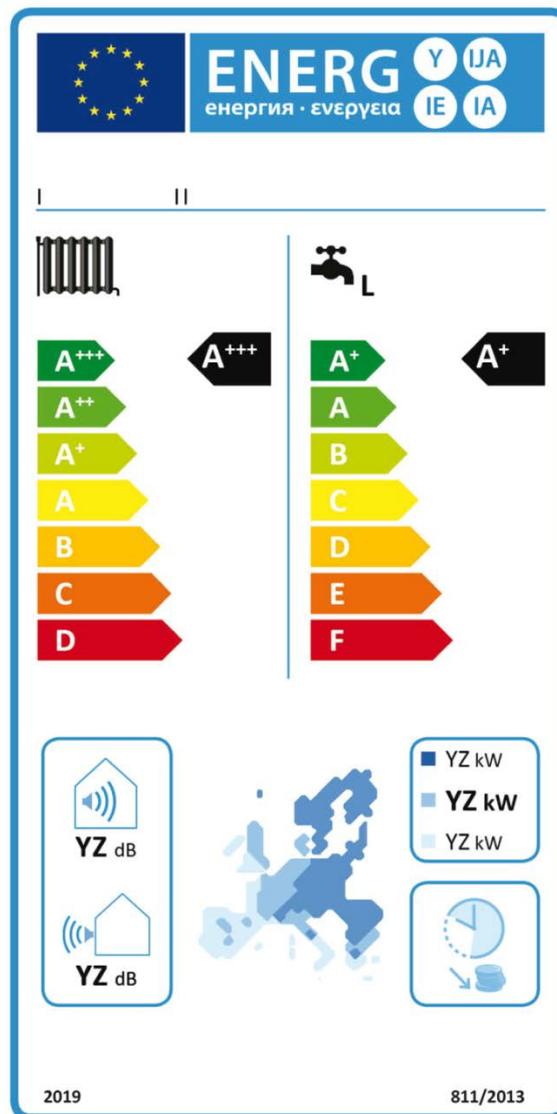


Abb. 5
Beispiel einer Energietikette für ein Kombiheizgerät mit Wärmepumpe [7]. Zur Warmwassereffizienz muss immer auch das verwendete Zapfprofil (im Bild "L") angegeben werden, wobei jeweils nur eine zum System passende Profil zulässig ist¹³⁾.

¹²⁾ Annahme: 55 °C Zapftemperatur und 10 °C Kaltwassertemperatur

¹³⁾ Zulässig sind nur das "maximale" oder das direkt darunterliegende Lastprofil. Als maximales Lastprofil gilt dasjenige mit der höchsten Wärmeentnahme (offiziell: Bezugsenergie) Q_{ref} , bei dem gleichzeitig auch die Anforderungen an Durchsatz (in l/min) und Temperatur eingehalten werden.

Im EU Energietikettierungssystem muss die Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz also stets vom Hersteller ermittelt und zur Verfügung gestellt werden, und zwar immer für das Gesamtsystem. Es ist kein Package-Label vorgesehen, mit dem ein (beliebiges) Kombiheizgerät mit einem (beliebigen, aber passenden) Warmwasserspeicher von einem Installateur kombiniert werden kann. Die einzige Kombinationsmöglichkeit für die Warmwasserbereitung besteht -wie auch im Produktelos 2- in der Hinzunahme einer Solaranlage (Abb. 6).

Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz des Kombiheizgerätes ① %

Angegebenes Lastprofil:

Solarer Beitrag
Vom Datenblatt der Solareinrichtung

Hilfsstrom

$(1,1 \times \text{'I'} - 10\%) \times \text{'II'} - \text{'III'} - \text{'I'} =$ ② %

Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz der Verbundanlage bei durchschnittlichem Klima ③ %

Warmwasserbereitungs-Energieeffizienzklasse der Verbundanlage bei durchschnittlichem Klima

| | G | F | E | D | C | B | A | A ⁺ | A ⁺⁺ | A ⁺⁺⁺ |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|-----------------|------------------|
| M | < 27% | ≥ 27% | ≥ 30% | ≥ 33% | ≥ 36% | ≥ 39% | ≥ 65% | ≥ 100% | ≥ 130% | ≥ 163% |
| L | < 27% | ≥ 27% | ≥ 30% | ≥ 34% | ≥ 37% | ≥ 50% | ≥ 75% | ≥ 115% | ≥ 150% | ≥ 188% |
| XL | < 27% | ≥ 27% | ≥ 30% | ≥ 35% | ≥ 38% | ≥ 55% | ≥ 80% | ≥ 123% | ≥ 160% | ≥ 200% |
| XXL | < 28% | ≥ 28% | ≥ 32% | ≥ 36% | ≥ 40% | ≥ 60% | ≥ 85% | ≥ 131% | ≥ 170% | ≥ 213% |

Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz bei kälterem und wärmerem Klima

Kälter: $\text{③} \text{ } - 0,2 \times \text{②} \text{ } = \text{ } \%$

Wärmer: $\text{③} \text{ } + 0,4 \times \text{②} \text{ } = \text{ } \%$

Die auf diesem Datenblatt für den Produktverbund angegebene Energieeffizienz weicht möglicherweise von der Energieeffizienz nach dessen Einbau in ein Gebäude ab, denn diese wird von weiteren Faktoren wie dem Wärmeverlust im Verteilungssystem und der Dimensionierung der Produkte im Verhältnis zu Größe und Eigenschaften des Gebäudes beeinflusst.

Abb. 6

Das einzige Package-Label zur Warmwasserbereitung aus dem Produktelos 1 ermöglicht die Ergänzung mit einer thermischen Solaranlage [7].

Dies bedeutet aber, dass der Messaufwand für die Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz η_{wh} ausserordentlich hoch¹⁴ würde, weshalb die ESTIF (European Solar Thermal Industry Federation) und die EHI (Association of the European Heating Industry) einen Antrag an die europäische Kommission gestellt haben, in dem ein rechnerischer Lösungsansatz vorgeschlagen wird¹⁵.

Das hier beschriebene Vorgehen für die Kombination aus Wärmepumpe mit Beistellboiler entspricht dem Vorschlag der EHI zur gleichen Fragestellung bei Feuerungen als Wärmeerzeuger [26]. Aufgrund der grossen Verbreitung von Kombinationen mit Beistellboiler zur Warmwasserbereitstellung wird Herstellern geraten, Daten zur Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz aller als sinnvoll erachteter Wärmeerzeuger/Speicher-Kombinationen bereit zu stellen. Es wird aber auch darauf hingewiesen, dass dieses Vorgehen nur dann anwendbar ist, wenn die Kombination explizit als "Einheit" (d.h. mit eindeutiger Modellkennzeichnung) vertrieben wird. Werden die Komponenten mit jeweils eigenen Modellkennzeichnungen in Verkehr gebracht, so besteht im jetzigen System keine Möglichkeit die Warmwasserbereitungs-Energieeffizienz auszuweisen. Auch nicht mit dem Package-Label. Wie die Marktteilnehmer mit dieser Problematik umgehen werden ist zum jetzigen Zeitpunkt kaum absehbar.

2.7 Marktaufsicht

Die Einhaltung der Ökodesign-Anforderungen erfolgt grundsätzlich als Hersteller-Selbstdeklaration. In der Ökodesign-Richtlinie der EU werden die Mitgliedsländer aber dazu verpflichtet, Behörden für die Marktaufsicht zu benennen und mit den dazu nötigen Befugnissen auszustatten¹⁶. Vorgesehen sind stichprobenartige Überprüfungen von Produkten, wozu einerseits Überprüfungen anhand von Unterlagen, andererseits aber auch Überprüfungen an physischen Produkten gehören, allerdings erst "wenn dies angezeigt ist" [28]. Physische Prüfungen sind also nicht zwangsläufig vorgeschrieben. Explizit für Konformitätsbewertungen müssen Hersteller gemäss den EU Verordnungen Nr. 811/2013 und Nr. 813/2013 aber technische Unterlagen veröffentlichen (Ecodesign) respektive auf Anforderung abliefern können (Energiekennzeichnungspflicht). Diese Unterlagen umfassen unter anderem die COP-Prüfwerte welche für die SCOP-Berechnungen benötigt werden (vgl. Kapitel 5.2 im Anhang). Als europaweit zentrales Informationsaustauschinstrument ist das "Information and Communication System for Market Surveillance" (ICSMS) geschaffen worden, eine europaweite Datenbank über Produkte, die im Rahmen der Marktaufsicht getestet wurden [27]. Das System ist in einen nicht-öffentlichen Teil zur Kommunikation zwischen Behörden und einen öffentlichen Teil für Endverbraucher (Suche beanstandeter Produkte, Meldung an Behörden) aufgeteilt¹⁷. Die Finanzierung von Marktüberwachungsprogrammen ist grundsätzlich Sache der einzelnen EU-Mitgliedstaaten, die EU kann aber gemäss Verordnung 765/2008 [28] Tätigkeiten der Marktüberwachung finanziell fördern, was beispielsweise mit den Programmen Atlete I (Haushalt-Kühl- und -Gefriergeräte) und Atlete II (Haushalt-Waschmaschinen) [29] auch erfolgte. Angemerkt werden soll an dieser Stelle aber noch, dass zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht restlos geklärt ist, wie die Marktüberwachung definitiv

¹⁴ Bereits eine einzige Messung basiert auf einem 24 h Zapfzyklus und ist dadurch sehr zeitintensiv.

¹⁵ Das vorgeschlagene Verfahren wurde für die Lastprofile M, L, XL und XXL validiert und ist für kleinere Profile explizit als ungeeignet taxiert.

¹⁶ Grundlage für die Marktüberwachung in Europa bildet die Verordnung (EG) Nr. 765/2008 vom 9. Juli 2008 [27]

¹⁷ Eine kurze Recherche im öffentlichen Teil des ICSMS Systems hat ergeben, dass in den vergangenen drei Monaten zu einem weitaus überwiegenden Teil elektronische Produkte ausschliesslich durch deutsche Behörden beanstandet wurden

erfolgen soll (Verpflichtend wird die Einhaltung der Ecodesign-Anforderungen erst ab 26. September 2015).

2.7.1 Organisation in Deutschland

In Deutschland wird die europäische Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG durch das "Gesetz über die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte (Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz - EVPG)" in nationales Recht umgesetzt. Eine wichtige Rolle bei der Umsetzung der darin geregelten Marktaufsicht übernimmt dabei die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) welche zentrale Koordinations- und Informationsaufgaben übernimmt. Gemäss §12 EVPG ist die BAM auch explizit dazu angehalten, die Wirtschaft -insbesondere KMU- bei der Umsetzung von Ökodesignanforderungen zu unterstützen. Die BAM ist auch zuständig für den Informationsaustausch mit anderen EU-Mitgliedstaaten und der Europäischen Kommission, insbesondere was Informationen über laufende Untersuchungen, Ergebnisse von Produkteprüfungen sowie Massnahmen der Marktüberwachung betreffen. Die Internetseite des BAM ist daher eine gute Anlaufstelle betreffend EVPG und der darin verankerten Marktaufsicht [24].

Während die BAM eine zentrale koordinative Funktion auf Bundesebene übernimmt, sind für den Vollzug der Marktüberwachung die einzelnen (obersten) Länderbehörden zuständig, gesetzesgemäss haben sie dazu ein Marktüberwachungskonzept [20] erarbeitet und sind um dessen Fortschreibung besorgt. Die Länderbehörden werden in ihrer Aufgabe des Vollzugs durch das BAM unterstützt. Direkter Ansprechpartner von Herstellern, deren Bevollmächtigten sowie der Importeure sind schlussendlich die örtlich zuständigen Marktüberwachungsbehörden¹⁸. Diese haben unter anderem die notwendigen Betretungsrechte zu Räumen und Grundstücken und die Befugnisse, das Inverkehrbringen oder die Inbetriebnahme von Produkten -sofern diese die Anforderungen nicht erfüllen- zu verbieten und Prüfungen vornehmen zu lassen. Zur Konformitätsprüfungen sind akkreditierte Stellen (sogenannt "zugelassenen Stellen") benannt, auf der Internetseite des BAM sind zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Arbeit zwei zugelassene Stellen in Deutschland aufgeführt (diese Liste ist offensichtlich noch im Aufbau).

2.7.2 Organisation in Österreich

In Österreich wird die Europäische Ecodesignverordnung durch die Ökodesign-Verordnung 2007 in nationales Recht umgesetzt. Aufgrund der EU-Vorgaben gelten bei der Marktüberwachung prinzipiell sehr ähnliche Bedingungen wie in Deutschland. Für die Marktüberwachung oberste zuständige Behörde ist das Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (bmwfi). Auch in Österreich sind -vergleichbar mit der Situation in Deutschland- schlussendlich aber die Länder verantwortlich. Die geplanten Tätigkeiten der Marktüberwachung werden in einer jährlich erscheinenden Publikation [22] veröffentlicht, für das Jahr 2014 sind die Schwerpunkte auf Standby-Verbrauch und Haushaltgeräte gelegt. Weitergehende Informationen welche sich explizit die Verordnungen EU 813/2013 oder 814/2014 beziehen sind zur Zeit nicht verfügbar. Die prinzipielle Strategie bei der

¹⁸ In Baden-Württemberg beispielsweise ist das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft oberste Landesbehörde, für den Vollzug vor Ort sind die vier Regierungspräsidien Freiburg, Karlsruhe, Stuttgart und Tübingen zuständig

Überwachung von Ökodesignanforderungen ist es aber, Nachprüfungen erst nach einem angemessenen Zeitraum nach Inkrafttreten der jeweiligen Vorordnung vorzunehmen, da Lagerbestände unbegrenzt abverkauft werden dürfen.

2.7.3 Einschätzungen und Erfahrungen

Nebst den offiziell verfügbaren Informationen wurden einige ergänzende Kurzinterviews mit Partnern aus dem Raum Deutschland und Österreich geführt. Diese geben allerdings persönliche, keinesfalls offizielle Einschätzung wieder. Danach wird die Marktüberwachung - welche es bei anderen Produkten schon länger gibt- nicht als besonders bedeutsam wahrgenommen. Die komplizierten Organisationsstrukturen -vom lokal zuständigen Amt bis zu der EU-Kommission- erscheinen als Hindernis, vor allem aber die Finanzierung von Produkttests. Dies wird schlussendlich in allen Interviews als Knackpunkt betrachtet. Hingewiesen wird auch darauf, dass die hier behandelten, Wärmepumpen betreffenden Verordnungen erst ab 2015 verbindlich werden. Wohl auch aus diesem Grund werden momentan keine Prüflabore welche Konformitätsbewertungen durchführen genannt, vermutlich werden dies aber die bekannten Prüflabore welche Messungen für das EHPA Gütesiegel [30] durchführen sein¹⁹.

Öffentlich verfügbare Hinweise zum bisherigen Funktionieren der Marktüberwachung sind aus dem Projekt "Come On Labels" über Energieetikettierung verfügbar [31]. Es werden hier europaweite Erfahrungen aus Marktüberwachungsprogrammen der einzelnen Mitgliedstaaten zusammengetragen. Der Bericht unterstützt die subjektiven Meinungsäußerungen der Interviewpartner, wonach eine funktionierende Marktüberwachung in Europa zum jetzigen Zeitpunkt (noch) nicht etabliert ist. Im Rahmen der gesetzlich festgelegten Überprüfung wurde von der EU Kommission eine Studie zur Wirksamkeit der Verordnungen 2010/30/EU und 2009/125/EC in Auftrag gegeben und im Juni 2014 publiziert [32]. In dieser neuesten Arbeit werden insbesondere fehlende Ressourcen und mangelnde Zusammenarbeit der EU Mitgliedstaaten untereinander als Schwachstellen der Marktüberwachung festgestellt.

2.7.4 Verfahren zur Konformitätsprüfung

Die Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung eines Raum- resp. Kombiheizgerätes umfassen nicht nur energetische Kriterien (Anforderungen an η_s), sondern auch solche an

- (1) den maximalen Schalleistungspegel
- (2) den Ausstoss von Stickoxiden
- (3) sowie
- (4) an die Produkteinformation

Der Ablauf des Nachprüfverfahrens zur Konformitätsprüfung ist im Anhang IV der Europäischen Verordnung 813/2013 wie folgt geregelt, das Verfahren wird hier im Hinblick auf die Energieeffizienzanforderung beschrieben (es gilt analog für die anderen Anforderungen):

- (1) Es wird eine einzige Einheit je Modell geprüft

¹⁹ Voraussetzung wäre eine Akkreditierung für EN 14825 Prüfmessungen wie sie beispielsweise das Institut für Luft- und Kältetechnik in Dresden ausweist.

- (2) Wird das geforderte Ergebnis an η_s um mehr als 8 % unterschritten, so werden drei weitere Geräte desselben Modells ausgewählt, wobei die Auswahl zufällig erfolgen muss.
- (3) Die drei zusätzlich gewählten Modelle werden geprüft
- (4) Wird das geforderte Ergebnis im Durchschnitt der drei Gerät nicht erreicht (d.h. η_s im Durchschnitt um 8% unterschritten), so gilt die Anforderung an dieses und alle gleichwertigen Modelle als nicht erreicht.

Mit der Toleranz von 8 % wird der Messunsicherheit einer Prüfung Rechnung getragen. Diese beträgt für einen einzelnen Prüfpunkt bereits 6 %.

Als erste Anhaltspunkte für den Aufwand einer Labormessung können hier folgende Werte genannt werden: Der zeitliche Aufwand für die Messung eines einzelnen Prüfpunktes nach EN 14825 beträgt rund 4 - 5 h (Luft/Wasser-Wärmepumpen), ohne Auf- und Abbau des Gerätes. Gemäss Offerten verschiedener deutscher Prüflabore kann für die Messung eines einzelnen Prüfpunktes einer Luft/Wasser-Wärmepumpe mit Kosten von ungefähr 900 bis 1200 Euro (CHF 1100 bis CHF 1500) gerechnet werden, das Wärmepumpentestzentrum WPZ in Buchs gibt für vergleichbaren Messumfang Kosten in der Höhe von CHF 1100 je Prüfpunkt an. Diese Kosten beziehen sich auf eine recht umfangreiche Messung, eine einzige Messreihe zur Nachprüfung der Ecodesign-Anforderung umfasst typischerweise²⁰ aber "nur" 6 Prüfpunkte, entsprechend ist von tendenziell höheren Kosten auszugehen, als Richtwerte kann von rund CHF 10'000 pro Messreihe ausgegangen werden.

²⁰ Als typisch werden Geräte mit variabler Austrittstemperatur betrachtet. Bei fest eingestellter Austrittstemperatur beschränkt sich die Messung von Sole/Wasser und Luft/Wasser Geräten auf einen einzigen Prüfpunkt.

3 Ecodesign und der Schweizer Markt

3.1 Wärmepumpen

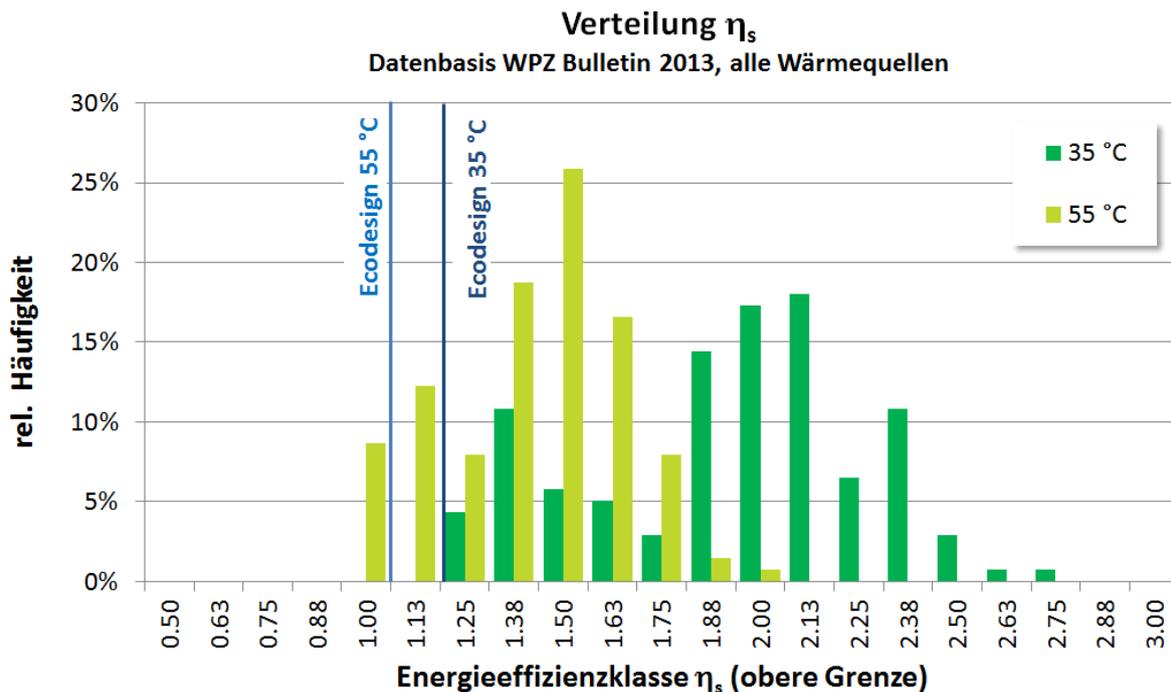
Die Ecodesign Anforderungen treten in ganz Europa nach einer zweijährigen Übergangsfrist am 26. September 2015 in Kraft. Sie betreffen lediglich Geräte und keine der weiter oben beschriebenen Packages/Verbundanlagen. Die Energieetikette dient einzig der Verbraucherinformation.

In diesem Abschnitt soll der Frage nachgegangen werden, welche Auswirkungen die EU Ecodesign-Anforderungen auf den Schweizer Markt haben könnten, falls diese übernommen würden. Zunächst kann erwähnt werden, dass wie in Kapitel 2.7.2 bereits beschrieben, Geräte welche sich zum Stichtag bereits an Lager befinden nicht unter das ErP Regelwerk fallen und weiterhin abverkauft werden dürfen. Für die Branche ergibt sich dadurch kein unmittelbarer Druck, Geräte welche den kommenden Anforderungen in der EU nicht genügen, ausserhalb der Union abzusetzen.

Um die Ecodesign-tauglichkeit von Geräten welche sich zum Zeitpunkt dieser Arbeit auf dem Schweizer Markt befinden abzuschätzen, wurde deren Energieeffizienz gemäss Ecodesign-Regelwerk grob bestimmt und mit den Anforderungen zur Marktzulassung verglichen²¹. Der Rechengang entspricht dabei dem im Kapitel 2.3.3 beschriebenen Verfahren. Als Grundlage dienten veröffentlichte Prüfdaten des Wärmepumpen-Testzentrums WPZ in Buchs [33]. Die dort aufgelisteten werden hier als repräsentativ für den Markt in der Schweiz betrachtet. Bei der Berechnung mussten teilweise Prüfpunkte (A2/W55, A12/W55 und A12/W35) aus bestehenden Daten errechnet (interpoliert/extrapoliert) werden. Ebenso ist die benötigte Leistungsaufnahme während den Kompressor-Stillstandszeiten nicht bekannt und wurde pauschal bei allen Geräten mit 30 W angenommen (P_{TO} , P_{SB} , P_{CK} und P_{OFF}). Sämtliche Berechnungen basieren auf einer monovalenten Auslegung (Bivalenzpunkt -10 °C).

Insgesamt wurden so 139 Wärmepumpen ausgewertet, davon 36 Luft/Wasser, 35 Wasser/Wasser und 68 Sole/Wasser Geräte. Abbildung 7 gibt die Häufigkeitsverteilung der berechneten η_s -Werte wieder, und zwar für alle Wärmepumpentypen. Niedertemperatur-Wärmepumpen sind mit "35 °C" gekennzeichnet, Nicht-Niedertemperaturgeräte mit "55 °C". Eingezeichnet sind ebenso die Ecodesign-Grenzwerte zur Marktzulassung ab September 2015 ($\eta_s = 100\%$ resp. $\eta_s = 115\%$).

²¹ Diese Abschätzung ist für Verbundanlagen nicht durchführbar, da Ecodesignanforderungen lediglich an Einzelgeräte gestellt werden.

**Abb. 7**

Verteilung der Raumheizungs-Energieeffizienz η_s aller berechneter Wärmepumpen. Eine überwiegende Mehrheit erfüllt den ab September 2015 gültigen Ecodesign-Grenzwert.

Ersichtlich würden keine Niedertemperatur-Wärmepumpen wegen der Ecodesign-Anforderungen die Marktzulassung verlieren. Bei den Wärmepumpen mit mittleren Vorlauftemperaturen (55 °C) sind rund 30 % der Luft/Wasser Geräte nicht ecodesignverträglich. Sole/Wasser und Wasser/Wasser Wärmepumpen erfüllen hingegen allesamt die Anforderungen. Über alle Wärmequellen betrachtet erfüllen damit insgesamt 9 % aller Wärmepumpen den Grenzwert nicht.

Die ab 2017 verschärften Anforderungen erreichen 17 % der Niedertemperatur-Luft/Wasser Wärmepumpen nicht mehr, währenddem sämtliche Geräte mit anderen Wärmequellen die minimal geforderte Primärenergie-Effizienz übertreffen. Bei mittleren Vorlauftemperaturen erfüllen 72 % der Luft/Wasser Wärmepumpen die Ecodesign-Anforderungen nicht, mit wenigen zusätzlich Sole/Wasser-Wärmepumpen insgesamt 20 % aller Geräte.

Bei diesen Betrachtungen bleibt aber zu berücksichtigen, dass die hier vorgestellten Rechenwerte lediglich eine Abschätzung der tatsächlichen Effizienzbewertung wiedergeben können, da benötigte Grundlagendaten nicht komplett vorhanden sind und daher angenähert werden mussten. So liegen lediglich noch 31 % der Luft/Wasser Geräte bei Mitteltemperaturanwendung unter einer Raumheizungs-Energieeffizienz von $\eta_s = 100$ %, ab September 2017 müsste ein Wert von $\eta_s = 110$ % erreicht werden. Etwa ein Drittel dieser Geräte verfehlen die Anforderungen also mit lediglich 10 % Abstand zum Grenzwert eher knapp. Insbesondere die Mitteltemperaturanwendung ist in der Abschätzung aber aufgrund der wenigen verfügbaren Prüfdaten bei W55 etwas unsicher.

Zusammenfassend kann die Situation bei Wärmepumpen wie folgt beschrieben werden: Die Europäischen Ecodesign-Anforderungen sollen insbesondere den Einsatz erneuerbarer Energien fördern, ein gutes Abschneiden von Wärmepumpen ist daher wohl durchaus gewollt. Andererseits sind die Grenzwerte -bei den Wärmepumpen für sich alleine betrachtet- entsprechend wenig ambitiös, allenfalls werden einige Luft/Wasser-Geräte an diesen scheitern. Wie auch in [33] betreffend Warmwasser-Wärmepumpen festgestellt wurde, stellen die Ecodesign-Anforderungen insgesamt keine wirkliche Hürde für die Marktzulassung von Wärmepumpen dar. Bei diesen Überlegungen darf nicht übersehen werden, dass Standards

und Ansprüche in den verschiedenen EU-Ländern nicht immer mit den "DACH²² Nationen" verglichen werden können.

3.1.1 Herstellerangaben

Seit kurzem finden sich in Herstellerdatenblättern bereits vereinzelt Angaben zur Klassierung von Wärmepumpen welche gemäss EU Richtlinien bestimmt wurden. Beispielsweise sind in der Tabelle 8 Daten unterschiedlicher Wärmepumpentypen vergleichbarer Leistung der Firma Stiebel Eltron zusammengefasst.

| Modellbezeichnung | Type (Quelle/Senke) | Heizleistung (Normpunkt) | Klasse | |
|------------------------|------------------------|-----------------------------|--------|-------|
| | | | 55 °C | 35 °C |
| WPL 15 IS-2 (Inverter) | Luft/Wasser | 6.42 kW | A++ | A++ |
| WPL 10 AC | Luft/Wasser | 6.74 kW | A | A |
| WPC 05 | Sole/Wasser | 5.82 kW | A+ | A++ |

Tab. 8

Herstellerangaben zur Energieeffizienz-Klassierung [35][36][37]. Eine allfällige A+++ Klassierung wird erst ab 2017 anwendbar, bis dahin bleibt A++ die höchste Klassenstufe.

Bei Niedertemperaturanwendung (35 °C) entspricht für Luft/Wasser Wärmepumpen die A-Klassierung einem SCOP zwischen 2.95 und 3.15, die Klasse A++ erhalten Niedertemperatur Luft/Wasser-Wärmepumpen mit einem SCOP zwischen 3.83 und 4.45. Die Sole/Wasser Wärmepumpe liegt mit der A++ Klassierung für Niedertemperaturanwendung bei einem SCOP zwischen 3.95 und 4.58 (Trotz gleicher Klassierung muss sie also leicht höhere SCOP Werte erreichen als die Luft/Wasser Variante, vgl. Kapitel 2.4). Die drehzahlvariable Luft/Wasser-Wärmepumpe WPL 15 IS-2 schneidet bei Niedertemperaturanwendung daher ungefähr gleichwertig wie die Sole/Wasser-Wärmepumpe ab, ist bei mittlerer Temperaturanwendung aber etwas besser bewertet (Abstand der entsprechenden Klassenmitten: 0.5 SCOP "Punkte"). Ausser der "herkömmlichen" Luft/Wasser-Wärmepumpe bei mittlerer Temperaturanwendung würden die genannten Geräte Ecodesign (auch ab September 2017) erfüllen²³. Das frei gewählte Beispiel stützt somit die generelle Aussagen vom vorangehenden Kapitel 3.1 anhand bereits verfügbarer und öffentlich publizierter Daten.

3.2 Warmwasserspeicher

Die EU Verordnung 814/2013 [34] regelt Anforderungen an Warmwasserspeicher bis zu einem Inhalt von 2000 Litern. Demgemäss dürfen die Warmhalteverluste S (in Watt) ab dem 26. September 2017 den Wert

²² Deutschland, Österreich, Schweiz

²³ Die Klassengrenzen fallen nicht mit den Grenzwerten für Ecodesign zusammen. Ein eindeutiger Schluss ist für die Mitteltemperaturanwendung beim Sole/Wasser Gerät daher nicht möglich.

$$S = 16.66 + 8.33 \cdot V^{0.4} \quad (13)$$

S : Warmhalteverluste in Watt

V : Speichervolumen in Litern (Nennvolumen)

nicht überschreiten. Zur messtechnischen Bestimmung sind mehrere Normrechenverfahren zulässig [10]. Explizit geregelt ist auch die Umrechnung, falls in den einschlägigen Normen Verluste in kWh/24h berechnet werden²⁴.

In der Schweiz sind in der Energieverordnung (EnV) im Gegensatz zu Wärmepumpen bereits energetische Anforderungen an das Inverkehrbringen von Wärmespeichern mit werkseitiger oder vorfabrizierter Wärmedämmung in Kraft (Abb. 8) [38].

| | Nenninhalt in Litern ^a | max. zulässige Wärmeverluste in kWh in 24 h | Nenninhalt in Litern | max. zulässige Wärmeverluste in kWh in 24 h |
|--|--------------------------------------|--|-------------------------|---|
| | 30 | 0,75 | 700 | 4,1 |
| | 50 | 0,90 | 800 | 4,3 |
| | 80 | 1,1 | 900 | 4,5 |
| | 100 | 1,3 | 1000 | 4,7 |
| | 120 | 1,4 | 1100 | 4,8 |
| | 150 | 1,6 | 1200 | 4,9 |
| | 200 | 2,1 | 1300 | 5,0 |
| | 300 | 2,6 | 1500 | 5,1 |
| | 400 | 3,1 | 2000 | 5,2 |
| | 500 | 3,5 | | |
| | 600 | 3,8 | | |

Abb. 8

Maximal zulässige Verluste von Wärmespeichern gemäss der Schweizer Energieverordnung (EnV) [38].

Für einen exemplarisch betrachteten Speicher mit 500 Litern Inhalt (Nennvolumen) betragen die maximal zulässigen Wärmeverluste gemäss EnV 3,5 kWh in 24 Stunden. Die Umrechnung dieses Wertes nach Ecodesign ergibt die Verlustleistung in Watt:

$$3.5\text{kWh} \cdot \frac{1000\text{W} / \text{kW}}{24\text{h}} = 145.8\text{W} \quad (14)$$

Gemäss Formel (13) darf die Verlustleistung eines 500-Liter Speichers nach den Ecodesign-Richtlinien maximal

²⁴ Diese Umrechnung entspricht einer Einheitenumrechnung. Man erhält die Verluste in [kWh/24h], indem man die Warmhalteverluste S in [W] mit dem Faktor 24/1000 multipliziert.

$$S = 16.66 + 8.33 \cdot 500^{0.4} = 116.7W \quad (15)$$

betragen²⁵. Die EU-Anforderungen wären in diesem Fall also schärfer. Den Vergleich für alle Speichergrossen zeigt Abbildung 9: Lediglich bei sehr kleine Speichervolumina unter 200 Litern sind die kommenden Europäischen Anforderungen etwas schwächer als die aktuelle Schweizerische EnV. Darüber sind die EU Grenzwerte grob 20 % strenger (Kurve "EnV -20 %" in Abb. 9). Eine Anpassung der Schweizerischen Anforderungen hin zu Ecodesign hätte bei Wärmespeichern daher keine negativen energetischen Auswirkungen.

Anforderungen Warmwasserspeicher

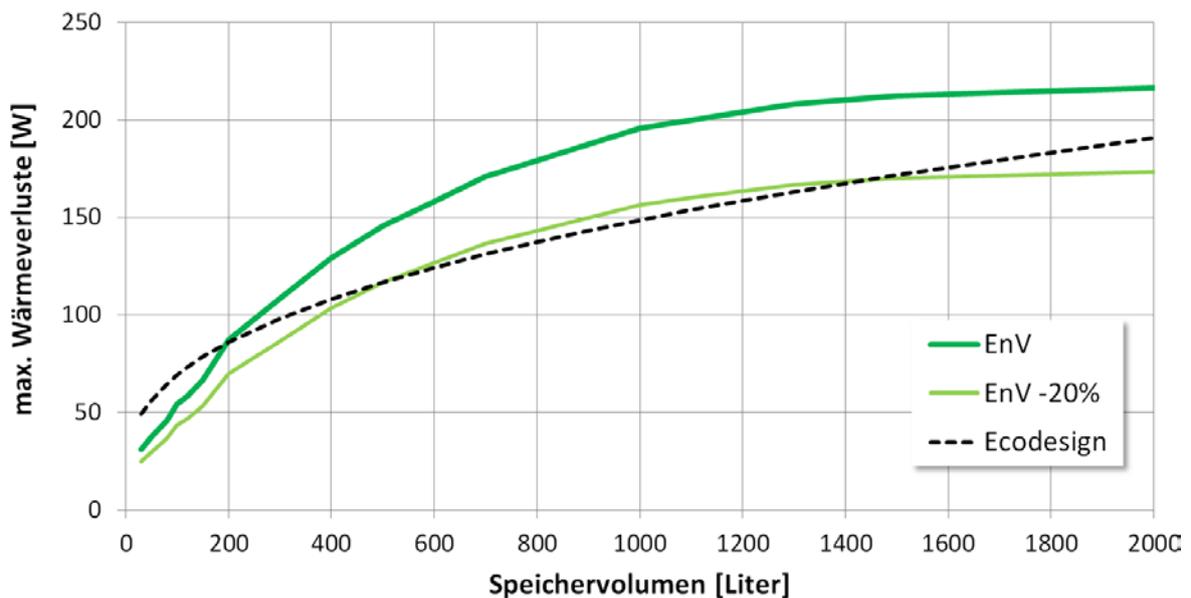


Abb. 9 Vergleich der zulässigen Wärmeverluste gemäss Schweizerischer Energieverordnung (EnV) und EU Richtlinie 814/2013 ("Ecodesign"). Die Ecodesign-Anforderungen sind rund 20 % tiefer als diejenigen der EnV ("EnV -20%"). Die Werte beziehen sich auf $\Delta T = 45^\circ C$.

Ein stichprobenartiger Blick in Datenblätter verschiedener Hersteller zeigt auch, dass die von der EU geforderten Werte (am Beispiel des 500 Liter Speichers) bereits von heutigen Speichern erreicht werden (Tabelle 9).

| Modellbezeichnung | Hersteller | Verluste (kWh/24h) | Verlustleistung berechnet (W) |
|-------------------|----------------|--------------------|-------------------------------|
| WAS 500 | Weishaupt | 2.6 | 108 |
| KB 500 | Heiga | 2.4 ¹ | 100 |
| SBB 501 WP SOL | Stiebel-Eltron | 2.3 | 96 |
| VIH S 500 | Vaillant | 2.8 ¹ | 117 |

Tab. 9 Herstellerangaben zu Verlusten von Wärmespeichern [39][40].
¹Wert gemäss SVGW Zertifizierungsverzeichnis Wasser 2012 [41].

²⁵ Dieser Wert beziehen sich wie in der EnV auf eine Temperaturdifferenz von 45 °C

4 Literaturverzeichnis

- [1] CEN, EN 14511:2011, Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern für die Raumbeheizung und Kühlung, 2012, Brüssel, BE
- [2] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, SIA 380/1:2009 – Thermische Energie im Hochbau, 2009, Zürich, CH
- [3] CEN, EN 15450:2007, Heizungsanlagen in Gebäuden – Planung von Heizungsanlagen mit Wärmepumpen, 2007, Brüssel, BE
- [4] Amtsblatt L 285/10 der Europäischen Union, Richtlinie 2009/125/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte, 2009, Brüssel, BE
- [5] Amtsblatt L153 der Europäischen Union, Richtlinie 2010/30/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Angabe des Verbrauchs an Energie und anderen Ressourcen durch energieverbrauchsrelevante Produkte mittels einheitlicher Etiketten und Produktinformationen (Neufassung), 2010, Brüssel, BE
- [6] Amtsblatt L239 der Europäischen Union, VERORDNUNG (EU) Nr. 813/2013 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 Raumheizgeräten und Kombiheizgeräten, 2013, Brüssel, BE
- [7] Amtsblatt L239 der Europäischen Union, DELEGIERTE VERORDNUNG (EU) Nr. 811/2013 DER KOMMISSION vom 18. Februar 2013 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Energiekennzeichnung von Raumheizgeräten, Kombiheizgeräten, Verbundanlagen aus Raumheizgeräten, Temperaturreglern und Solareinrichtungen sowie von Verbundanlagen aus Kombiheizgeräten, Temperaturreglern und Solareinrichtungen, 2013, Brüssel, BE
- [8] Amtsblatt L239 der Europäischen Union, 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 Energieeffizienz-kennzeichnung von Warmwasserbereitern, Warmwasserspeichern und Verbundanlagen aus Warmwasserbereitern und Solareinrichtungen, 2013, Brüssel, BE
- [9] Amtsblatt C207 der Europäischen Union, Mitteilung der Kommission im Rahmen der Durchführung der Verordnung (EU) Nr. 813/2013 der Kommission 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 Raumheizgeräten und Kombiheizgeräten und der delegierten Verordnung (EU) Nr. 811/2013 der Kommission zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Energiekennzeichnung von Raumheizgeräten, Kombiheizgeräten, Verbundanlagen aus Raumheizgeräten, Temperaturreglern und Solareinrichtungen sowie von Verbundanlagen aus Kombiheizgeräten, Temperaturreglern und Solareinrichtungen, 2014, Brüssel, BE
- [10] Amtsblatt C207 der Europäischen Union, Mitteilung der Kommission im Rahmen der Durchführung der Verordnung (EU) Nr. 814/2013 der Kommission 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 und der delegierten Verordnung (EU) Nr. 812/2013 der Kommission 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, 2014, Brüssel, BE
- [11] CEN, EN 14825:2013, Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern zur Raumbeheizung und -kühlung - Prüfung und Leistungsbemessung unter Teillastbedingungen und Berechnung der saisonalen Arbeitszahl, 2013, Brüssel, BE
- [12] Konferenz Kantonaler Energiedirektoren, Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE), Ausgabe 2008, 2008, Chur, CH
- [13] A. Genkinger und Th. Afjei, EFKOS – Effizienz kombinierter Systeme mit Wärmepumpe, im Auftrag des Bundesamts für Energie, Zwischenbericht vom Juni 2012, 2012, Muttenz, CH
- [14] Bundesverband Wärmepumpe e.V., WEB Applikation JAZ Rechner, <http://www.waermepumpe.de> → Wärmepumpe → Effizienz → JAZ-Rechner
- [15] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, SIA 384/3 – Heizungsanlagen in Gebäuden – Energiebedarf, 2013, Zürich, CH
- [16] Konferenz Kantonaler Energiedirektoren EnDK, www.endk.ch, WPEsti
- [17] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, SIA Merkblatt 2028 – Klimadaten für Bauphysik, Energie- und Gebäudetechnik, 2008, Zürich, CH
- [18] Landesregierung Vorarlberg, Energieförderungsrichtlinie 2013 – Richtlinie des Landes Vorarlberg zur Förderung von thermischen Solaranlagen, Holzheizungen, Wärmepumpen, Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (WRG) und Anschluss an Nahwärme in Wohnbauten, 2012, Bregenz, AT
- [19] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Gesetz über die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte (Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz - EVPG), 2008, zuletzt geändert am 31. Mai 2013, Berlin, DE
- [20] Konzept Marktüberwachung Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz (EVPG), 22.5.2013
- [21] Bundesgesetzblatt II Nr. 126/2007, Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte (Ökodesign-Verordnung 2007 – ODV 2007), Wien, AT
- [22] Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Marktüberwachungsprogramm 2014 Gemäß Verordnung (EG) Nr. 765/2008, 20.12.2013, Wien, AT
- [23] <http://www.ebpg.bam.de/de/gesetz/zugelassenestellen/index.htm>, aufgerufen am 28.1.2014
- [24] www.ebpg.bam.de, aufgerufen am 28.1.2014
- [25] European Solar Thermal Energy Standardisation & Certification Working Group (ESTESC), Joint comments and input from EHI (European Heating Industry association) and ESTIF (European Solar Thermal Industry Federation) regarding the test and measurement methods in the framework of Reg. (EU) N° 812/2013 and 814/2013 (Draft), Juli 2014
- [26] European Heating Industry, Frequently Asked Questions on the Energy Labelling Directive and implementing Regulations for space and water heaters, EHI proposals regarding the package label, 25.4.2014
- [27] <https://webgate.ec.europa.eu/icsms>, aufgerufen am 28.1.2014
- [28] Amtsblatt L218 der Europäischen Union, Verordnung (EG) Nr. 765/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Juli 2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung

und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 339/93 des Rates, 2008, Brüssel, BE

- [29] www.atlete.eu, aufgerufen am 11.3.2014
- [30] <http://www.ehpa.org/ehpa-quality-label/>, aufgerufen am 11.3.2014
- [31] Milena Presutto, Come On Labels, Gemeinsame Gerätepolitik – Einer für alle, alle für einen – Energielabel, GERÄTEPRÜFUNGEN: Synthesepapier zu Gerätetestverfahren und Good Practice-Beispielen (Arbeitspaket 3 - Meilenstein 3.4), Endbericht, Mai 2011, Rom, IT
- [32] Ecofys Netherlands B.V., Evaluation of the Energy Labelling Directive and specific aspects of the Ecodesign Directive, Final technical report, 3. Juni 2014, Utrecht, NE
- [33] Mick Eschmann, WPZ-Bulletin Ausgabe 02-2013, Informationsblatt des Wärmepumpen-Testzentrums Buchs, 2013, Buchs, CH
- [34] Amtsblatt L239 der Europäischen Union, 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, 2013, Brüssel, BE
- [35] Stiebel Eltron, Produktdatenblatt WPL 15/25 A(S), STIEBEL ELTRON GmbH & Co. KG, undatiert, Holzminden, DE
- [36] Stiebel Eltron, Produktdatenblatt WPL 10 AC, STIEBEL ELTRON GmbH & Co. KG, undatiert, Holzminden, DE
- [37] Stiebel Eltron, Produktdatenblatt WPC 04-13 / WPC 04-13 cool, STIEBEL ELTRON GmbH & Co. KG, undatiert, Holzminden, DE
- [38] Die Bundesbehörden der Schweizerischen Eidgenossenschaft, Energieverordnung (EnV) vom 7. Dezember 1998 (Stand am 1. August 2014), 2014, Bern, CH
- [39] Max Weishaupt GmbH, Montage- und Betriebsanleitung Wassererwärmer WAS 150, WAS 200, WAS 280, WAS 400 und WAS 500, 2010, Schwendi, DE
- [40] Stiebel Eltron, Produktdatenblatt Warmwasser-Standspeicher SBB 301/302 WP, SBB 401/501 WP SOL, STIEBEL ELTRON GmbH & Co. KG, undatiert, Holzminden, DE
- [41] Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfachs (SVGW), Zertifizierungsverzeichnis Wasser 2012, 2012, Zürich, CH
- [42] Europäische Kommission, Directorate-General for energy, Guidelines accompanying: Commission Delegated Regulation (EU) No 811/2013 of 18 February 2013 supplementing Directive 2010/30/EU with regard to energy labelling of space heaters, combination heaters, packages of space heater, temperature control and solar device and packages of combination heater, temperature control and solar device, Commission Delegated Regulation (EU) No 812/2013 of 18 February 2013 supplementing Directive 2010/30/EU with regard to energy labelling of water heaters, hot water storage tanks and packages of water heater and solar device, Commission Regulation (EU) No 813/2013 of 2 August 2013 implementing Directive 2009/125/EC with regard to ecodesign requirements for space heaters and combination heaters and Commission Regulation (EU) No 814/2013 of 2 August 2013 implementing Directive 2009/125/EC with regard to ecodesign requirements for water heaters and hot water storage tanks, 2014, Brüssel, BE

5 Anhang

5.1 Vergleich Klimadaten Strassbourg mit Bern-Liebefeld

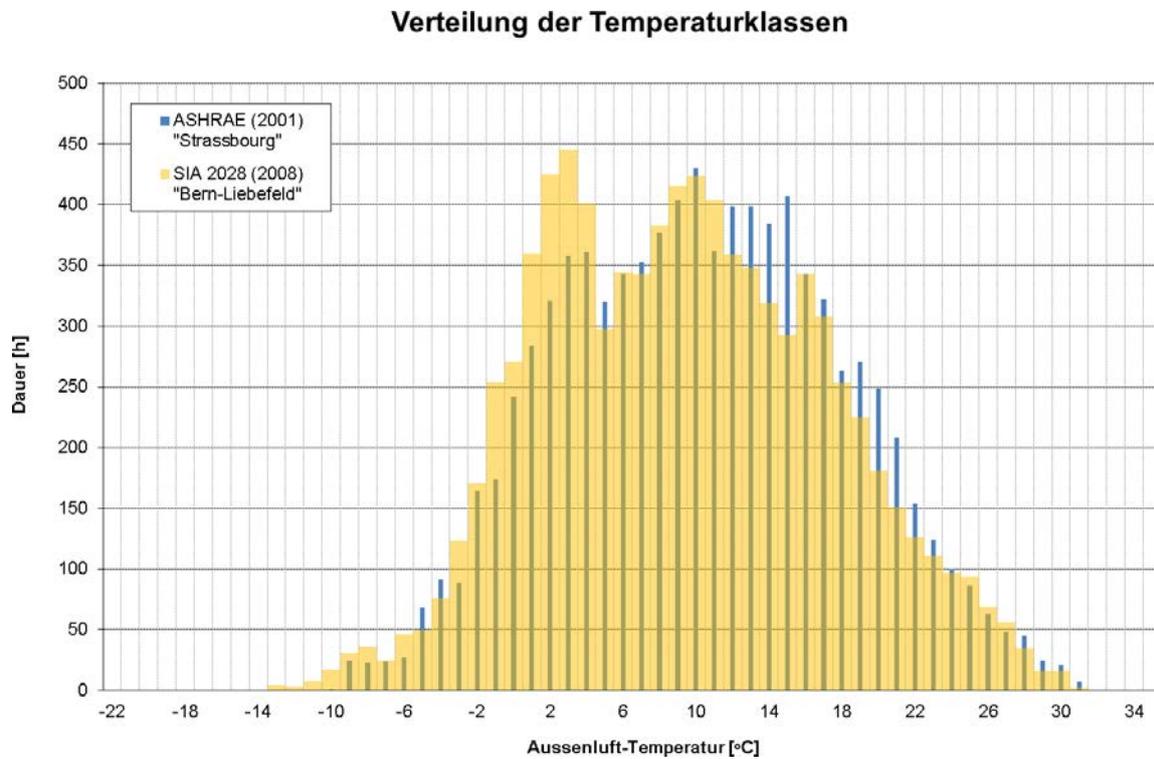


Abb. 10
 Vergleich der Aussentemperatur-Verteilung zwischen den Klimastationen Strassbourg (FR) und Bern-Liebefeld (CH). Erstere liegt den EU-Anforderungen für Wärmerezeuger zu Grunde.

5.2 Technische Unterlagen Beispielwärmepumpe

| |
|--|
| Manufacturer: Test Hersteller |
| Model: Luft 5 |
| Air |
| Low-temperature heat pump: no |
| Equipped with a supplementary heater: no |
| Heat pump combination heater: no |
| Application: medium |
| Climate: average |

| Item | Symbol | Value | Unit |
|---|---------------|-------|------|
| Rated heat output * | <i>Prated</i> | 7,06 | kW |
| Declared capacity for heating for part load at indoor temperature 20 °C and outdoor temperature T_j | | | |
| $T_j = -7\text{ °C}$ | <i>Pdh</i> | 5,28 | kW |
| $T_j = +2\text{ °C}$ | <i>Pdh</i> | 7,24 | kW |
| $T_j = +7\text{ °C}$ | <i>Pdh</i> | 9,22 | kW |
| $T_j = +12\text{ °C}$ | <i>Pdh</i> | 10,75 | kW |
| $T_j =$ bivalent temperature | <i>Pdh</i> | 5,70 | kW |
| $T_j =$ operation limit | <i>Pdh</i> | 4,67 | kW |
| For air-to-water heat pumps: $T_j = -15\text{ °C}$ (if $TOL < -20\text{ °C}$) | <i>Pdh</i> | 7,83 | kW |
| Bivalent temperature | T_{biv} | -5 | °C |
| Power input "Compressor off" | | 0.00 | W |
| Power consumption in modes other than active mode | | | |
| Off mode | P_{OFF} | 0 | W |
| Thermostat-off mode | P_{TO} | 15 | W |
| Standby mode | P_{SB} | 15 | W |
| Crankcase heater mode | P_{CK} | 30 | W |
| Other items | | | |
| Capacity control | | fixed | |
| Sound power level, indoors/outdoors | L_{WA} | - | dB |
| | | - | |
| Annual energy consumption | Q_{HE} | 2066 | kWh |

| Item | Symbol | Value | Unit |
|---|-------------|-------------|-------------------|
| Seasonal space heating energy efficiency | η_S | 108 | % |
| Declared coefficient of performance or primary energy ratio for part load at indoor temperature 20 °C and outdoor temperature T_j | | | |
| $T_j = -7\text{ °C}$ | <i>COPd</i> | 1,96 | |
| $T_j = +2\text{ °C}$ | <i>COPd</i> | 2,80 | |
| $T_j = +7\text{ °C}$ | <i>COPd</i> | 3,52 | |
| $T_j = +12\text{ °C}$ | <i>COPd</i> | 4,13 | |
| $T_j =$ bivalent temperature | <i>COPd</i> | 2,16 | |
| $T_j =$ operation limit | <i>COPd</i> | 1,69 | |
| For air-to-water heat pumps: $T_j = -15\text{ °C}$ (if $TOL < -20\text{ °C}$) | <i>COPd</i> | 1,76 | |
| For air-to-water heat pumps: Operation limit temperature | <i>TOL</i> | -10 | °C |
| Heating water operating limit temperature | <i>WTOL</i> | 55 | °C |
| Supplementary heater | | | |
| Rated heat output * | P_{sup} | 2,39 | kW |
| Type of energy input | | electricity | |
| For air-to-water heat pumps: Rated air flow rate, outdoors | | | |
| | - | 3000 | m ³ /h |
| For water-/brine-to-water heat pumps: Rated brine or water flow rate, outdoor heat exchanger | | | |
| | - | | l/h |

| |
|--|
| Contact details: Test Hersteller |
| * For heat pump space heaters and heat pump combination heaters, the rated heat output <i>Prated</i> is equal to the design load for heating <i>Pdesignh</i> , and the rated heat output of a supplementary heater <i>Psup</i> is equal to the supplementary capacity for heating <i>sup(Tj)</i> . |

The calculation tool was made by Bundesverband Wärmepumpe BWP e.V.

Abb. 11

Technische Unterlagen (Entwurf) gemäss EU-Verordnung 813/2013 für die Beispielwärmepumpe. Die Angaben zum Schallpegel sind absichtlich nicht erfasst.

5.3 Energieetikett Beispielwärmepumpe

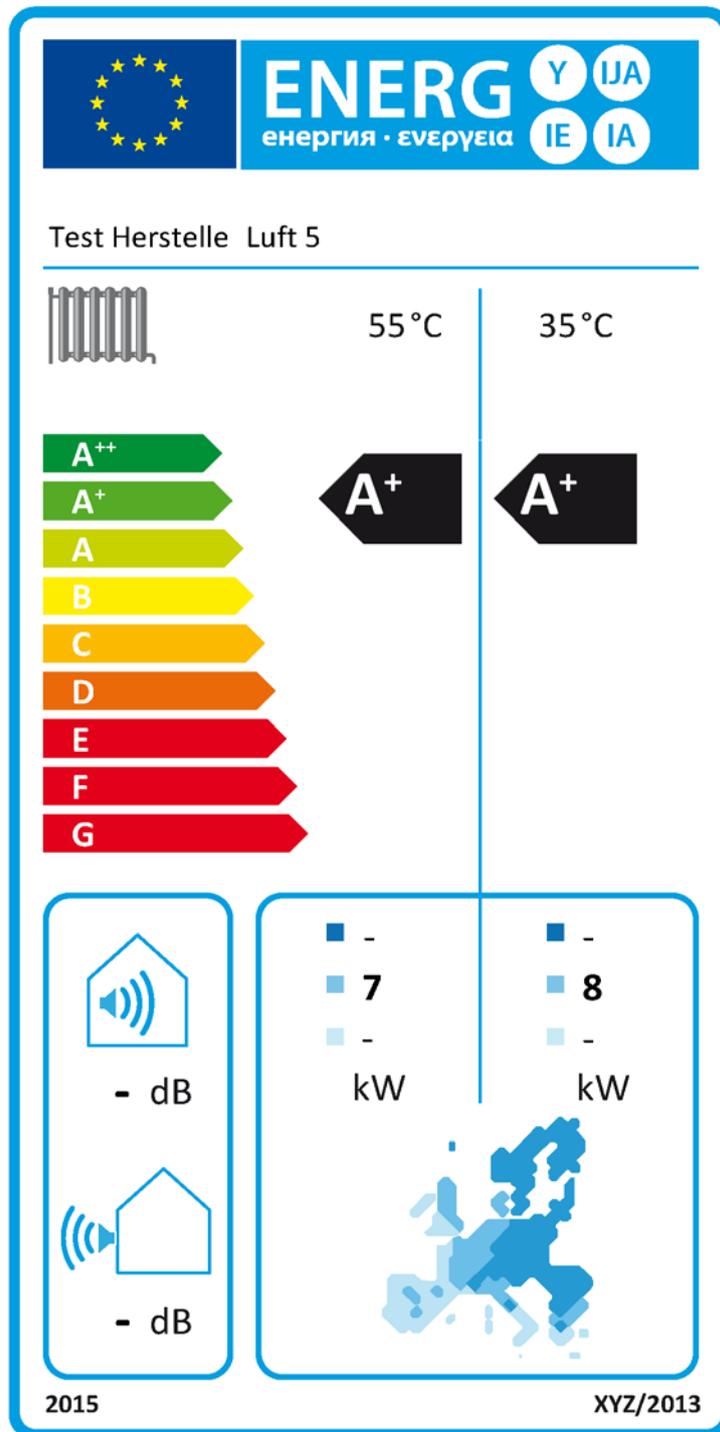


Abb. 12 Energieetikett zur Beispielwärmepumpe (Entwurf): Etikett 1 (gültig ab 2015) gemäss EU-Verordnung 811/2013. Angaben zu Schallemissionen und dem kälteren/wärmeren Klima sind nicht erfasst.

Kontaktinformationen:
Andreas Genkinger, andreas.genkinger@fhnw.ch