

# Einordnung der Wärmepumpen in die Effizienzklassen von ErP<sup>1)</sup>

Trotz des Scheiterns des Klimagipfels in Kopenhagen werden das EU-Parlament und der Rat mit seiner Klima- und Energiestrategie die Verringerung des Primärenergieverbrauchs, die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energie an der Endenergienutzung und die Senkung der Treibhausgasemissionen um 20 % bis 2020 anstreben. Damit würden die Verpflichtungen aus dem Kyoto-Protokoll erfüllt.

Die politische Aufgabe besteht darin, mehr Energie aus erneuerbaren Quellen zu nutzen. Aus diesem Grund haben das EU-Parlament und der Rat die folgenden Richtlinien verabschiedet, die nun entweder direkt oder nach Umsetzung in nationales Recht Wirksamkeit in den 27 Mitgliedstaaten erhalten.

**1. RES-Richtlinie** (Directive on the Promotion of the use of Energy from Renewable Sources) über die Förderung der Nutzung von erneuerbarer Energie. Diese Richtlinie führt für elektrisch angetriebene Wärmepumpen den Begriff „Produzent von thermischer Energie aus erneuerbaren Quellen“ ein, wenn ihr Jahreszeiten-bedingter Leistungsfaktor (Seasonal Performance Factor – SPF) höher als 2,875<sup>2)</sup> ist. Wärmepumpen können mithilfe eines geringen Energieverbrauchs die niedrige Temperatur von Umgebungsluft, Wasser oder Erde auf höhere Temperaturen, die in Gebäuden einsetzbar sind, anheben. Sie tragen zum Erreichen der Klimaziele bei.

**2. EPBD Richtlinie** (Energy Performance of Buildings Directive) über die Energieeffizienz von Gebäuden. Diese ehrgeizige Richtlinie wird bis zum Jahr 2020 die Bauvorschriften bis hin zum „nahezu Nullenergiehaus“ verschärfen. Im Jahr 2014 werden die 27 Mitgliedstaaten Mindestanforderungen für den Verbrauch aus erneuerbaren Energieträgern in Neubauten und renovierten Altbauten umsetzen. Der Einsatz umweltfreundlicher Wärmeerzeuger wie Wärmepumpen, Solar oder Biomasse wird gefördert.

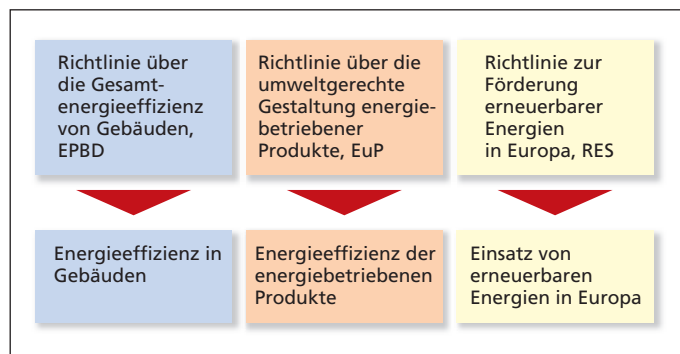
**3. ErP-Verordnung** (Directive of Energy related Products) zur Umsetzung der ECODESIGN-Anforderungen für energiebetriebene Produkte. Wärmepumpen sind energiebetriebene Produkte und fallen unter die ECODESIGN-Bestimmungen.

Die Herausforderung der Kommission, die für die Ausformulierung der Umsetzungsmaßnahmen für unter die ErP-Richtlinie fallenden Produktgruppen zuständig ist, liegt in der Verknüpfung der ErP- mit der EPBD-Richtlinie bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Anforderungen aus der RES-Richtlinie.

Die 27 EU-Mitgliedstaaten sind aufgefordert diese „Richtlinien-Trilogie“ durch steuerliche und finanzielle Anreize zu fördern.

Das EU-Parlament und der Rat erwarten, dass diese Anforderungen Wirtschaft und Beschäftigung ankurbeln werden.

Ziel der politischen Rahmenbedingungen ist es, den Energieverbrauch der Heizungsanlage für den Verbraucher transparent zu machen und ihn zu motivieren, energieeffiziente Produkte, die Energien aus erneuerbaren Quellen einsetzen, zu wählen. Der Energieausweis und das Energie-Label sollen einem potenziellen Mieter oder Käufer die „intelligente Leistung“ des Gebäudes und der Heizung verdeutlichen. Das Energie-Label wird zudem den jährlichen Primärenergieverbrauch der Heizungsanlage ausweisen. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß und die aus erneuerbaren Quellen verwendete Energie sollen auf dem Energie-Label aufgeführt werden. Dieses Thema ist derzeit noch offen und wird von den



Europäische Richtlinien im Gebäudebereich

27 Mitgliedstaaten entschieden (X Status, liegt noch nicht fest). Die ErP-Richtlinie schreibt vor, dass Hersteller oder deren Bevollmächtigte, die energiebetriebene Produkte auf den Markt bringen, für die Energie-Label und die CE-Kennzeichnung verantwortlich sind.

## ECODESIGN Lot 1 Boiler

Die Herausforderung der ECODESIGN-Richtlinie liegt darin, eine gerechte Effizienzklassifizierung energiebetriebener Produkte, die eine vergleichbare Funktion bereitstellen, zu gewähren.

Im Jahr 2007 hat die Generaldirektion Energie und Transport (TREN Kommission) mit der Entwicklung der sieben Arbeitsdokumente für Heizungsanlagen begonnen. ECODESIGN Lot 1 Boiler ist der zukünftige europäische Standard für Wärmeerzeuger von Warmwasser für die Raumheizung und für Kombigeräte, die neben Heizung auch Trinkwasser erwärmen (mit einer Kapazität von 3 bis 400 kW Heizleistung). Lot 1 ist derzeit in der Abschlussphase.

Ziel der Kommission ist es, sicherzustellen, dass die Effizienz der Energienutzung bei Wärmeerzeugern vergleichbar wird, unabhängig von der Technologie (Fossilverbrennung, Wärmepumpe, Solarthermie, Kraft-Wärme-Kopplung) und deren Energiequelle (fossiler Brennstoff, Solar und Elektrizität). Die Arbeitsdokumente 3, 4 und 5 enthalten eine einheitliche Methode für die Berechnung der Energieeffizienz, die sich für alle Wärmeerzeuger eignet.

Die EHPA war an der Ausarbeitung von ECODESIGN Lot 1 über mehrfach durchgeführte Konsultationsforen zwischen Kommission und Industrie beteiligt und hat darauf hingearbeitet, dass die Eigenschaften der Wärmepumpe in der Berechnungsmethodik angemessen berücksichtigt werden.

ECODESIGN Lot 1 ermöglicht den angestrebten Vergleich und sollte bald durch das EU-Parlament und den Rat ratifiziert werden. Nach der Ratifizierung werden Konformitätsabweichungen

sanktioniert und Wärmeerzeuger mit schlechter Energieeffizienz müssen vom europäischen Markt genommen werden. Die Bezeichnung für die ECODESIGN Energieeffizienzzahl lautet  $\eta$  (ETA).

$\eta$  ist das Verhältnis zwischen dem jährlichen Wärmebedarf des Gebäudes ( $L_h$ ) und dem jährlichen Verbrauch an Energie des Heizungssystems, das unter Referenzbedingungen in dem Gebäude installiert ist ( $Q_{gen}$ ).

$\eta$  erweitert den Anwendungsbereich von dem Wirkungsgrad eines Labors getesteten Arbeitspunkt des Wärmeerzeugers zu dem jährlichen Gesamtwirkungsgrad des gleichen Wärmeerzeugers in der Praxis. In  $\eta$  werden die Einflüsse der Wärmeerzeuereigenschaften auf das Heizungssystem berücksichtigt und umgekehrt.

Als Beispiel kann der Vergleich zwischen einem Zweipunkt-Heizkessel und einem modulierenden Heizkessel dienen. Beide können bei einem bestimmten Arbeitspunkt in einem Labortest durchaus vergleichbare Wirkungsgrade aufweisen. In der Praxis gibt es jedoch einen ganz erheblichen Unterschied im thermischen Komfort. Entweder werden zusätzliche energieverbrauchende Maßnahmen bei dem Heizungssystem erforderlich (z. B. Puffertank) oder der schlechte thermische Komfort des Ein-Aus-Kessels muss durch energieverschwendendes Nutzerverhalten (z. B. höhere Thermostattemperatur) kompensiert werden. Für die Berechnung dieser Effekte bedient sich  $\eta$  der gültigen europäischen Normen.

In diesem Zusammenhang werden natürliche Parameter, die nicht von den Eigenschaften des Wärmeerzeugers abhängen, unterstellt.

Als Beispiel eines Faktors, der nicht aktiv in die  $\eta$ -Berechnung bewertet wird, kann man z. B. den Isolationsgrad des Verteilerteilsystems nennen. In diesem Fall wird ein europäischer Durchschnittswert als Konstante in die Berechnung einbezogen. Diese Konstante könnte in einem anderen gesetzlichen Rahmen (EPBD) anvisiert werden.

Die Arbeitsdokumente 3, 4 und 5 des ECODESIGN Lots 1 führen die Methode zur  $\eta$ -Berechnung von Boilern ein. In Lot 1 ist das „energiebetriebene Heizungssystem“ der Boiler.

$\eta$  beinhaltet also:

- Wirkungsgrad des Wärmeerzeugerteilsystems bei repräsentativen Arbeitspunkten, die im Labor gemessen werden
- Bewertung dieser Wirkungsgrade in einem praxisgerechten Belastungsprofil (BIN-Stunden)
- Bewertung der Regelfähigkeit und Ausrüstung des Wärmeerzeugerteilsystems, insofern sie den Energieverbrauch des Systems beeinflusst
- konstante Werte für die Komponenten des Heizungssystems, die nicht von dem Wärmeerzeuger beeinflusst werden, aber die dem Nutzer einen Ansatz zur Einschätzung der zu erwartenden Gesamteffizienz in der Praxis geben.

Die Leistungszahl  $\eta$  umfasst in dem Sinne das „System“, aber doch nur insofern – mit Ausnahme von Punkt d – dieses „System“ vom „Produkt“ Wärmeerzeuger mitbestimmt wird.

**Der Boiler wird das „energiebetriebene Produkt“ gemäß der ErP Europäischen Richtlinie.**

Der logische Weg zur fairen Bewertung der Effizienz von energieverbrauchsrelevanten Produkten mit verschiedenen Energiequellen ist der Bezug auf die Primärenergie (PE).

PER (Primary Energy Rating) bezeichnet die Menge an Primärfossilenergie, die benötigt wird, um 1 kW nutzbare Energie (z. B. Elektrizität) zu produzieren; von der Gewinnung über die

Veredelung und den Transport bis hin zur Lagerung. Die PER für Elektrizität ist in  $\eta$  integriert. Wenn der Boiler mit einer elektrisch angetriebenen Wärmepumpe ausgerüstet ist, wird die benötigte Menge an Elektrizität (Endenergie) über PER in Primärenergie umgerechnet.

Die  $PER_{Elektrizität}$  wird durch EUROSTAT für alle EG-Mitgliedstaaten festgelegt, unabhängig von ihrer Erzeugung. Gegenwärtig ist der  $PER_{Elektrizität}$  pauschal mit 2,5 (40 % durchschnittliche Umwandlungseffizienz des Kraftwerksparks), die  $PER_{Fossil}$  pauschal mit 1,0 festgelegt. Beide Werte können in Zukunft regelmäßig neu berechnet werden.

Aufgrund des ständig steigenden Anteils von Strom aus erneuerbaren Quellen im Gesamtenergiemix wird sich das  $\eta$  von elektrisch angetriebenen Wärmepumpen in Zukunft automatisch verbessern.

COP beschreibt die Leistungszahl eines einzelnen Wärmeerzeugungsteilsystems unter Laborbedingungen und wird meist für Wärmepumpen verwendet; der ECODESIGN COP wird unter den Bedingungen der EN 14511 getestet und kann von Dritten zertifiziert werden.

In Lot 1 werden die Effizienz der Wärmepumpe COP und die entsprechende Heizleistung  $Ph_p$  (kW) der Wärmepumpe zweimal gemessen: einmal bei höchster Drehzahl des Verdichters (der so genannten Nominalkapazität gemäß Herstellervorgaben) und einmal bei der deklarierten Mindestgeschwindigkeit des Verdichters (z. B. Inverter-Verdichters).

Zur Erfüllung der Teillast bei hohen Außentemperaturen wird der Verdichter zyklisch an- und ausgeschaltet. Der Verdichter mit fester Drehzahl wird häufiger zyklisch geschaltet als der Inverter-Verdichter. Lot 1 regelt die Verschlechterung des COP, die durch zyklischen Betrieb bei +12 °C hervorgerufen wird.

### Referenz-Klimazonen für ECODESIGN Lot 1

ECODESIGN Lot 1 gibt drei Referenz-Klimazonen in Europa vor: AVERAGE, WARM und COLD. Der COP der Wärmepumpe, die für die Klimazone AVERAGE verkauft wird, wird mit vier Messpunkten getestet: -7 °C, +2 °C, +7 °C und +12 °C. Für Hersteller von Wärmepumpen sind die Messpunkte für die Referenz Klimazone AVERAGE zwingend vorgeschrieben. Wenn der Hersteller die Wärmepumpe als „geeignet“ für nordische Länder kennzeichnet (optional), wird für die Referenz-Klimazone COLD zusätzlich der Messpunkt -15 °C getestet.

In Lot 1 berücksichtigt COP zwei Wärmeverteilungs-Abgabeteilsysteme:

- bestehende Gebäude mit Radiatoren und mittlerer Wassertemperatur (52 °C) und
- Neubauten mit Fußbodenheizung und niedriger Wassertemperatur (35 °C).

Dem Hersteller steht es frei, seinen Boiler für eines der beiden Heizsysteme als „geeignet“ zu deklarieren.

Die dazwischen liegende Wassertemperatur von 45 °C (z. B. für Gebläsekonvektoren) wurde gestrichen, um die Ermittlung von  $\eta$  zu vereinfachen.

Im „wirklichen Leben“ wird die Wärmepumpe in einem Gebäude installiert und der COP verliert seine Aussagekraft. Deshalb ermittelt ECODESIGN Lot 1 den COP mit einer Referenz-Heizperiode. Die Referenz-Heizperiode definiert sich durch die jährliche Durchschnittstemperatur (BIN-Stunden) oder durch ein genormtes Jahresäquivalent an vollen Heizstunden.

So betragen z. B. in ECODESIGN Lot 1 die äquivalenten, vollen Heizstunden im Betrieb ohne Nachtabenkung für die Klimazone

AVERAGE 1.400 h/a. Wenn die Nacht/Tag-Temperaturabsenkung gewählt wird, fällt der Wert AVERAGE auf 1.000 h/a.

COP in Verbindung mit der Temperatur BIN-Stunden wird als SCOP definiert, der saisonale Leistungskoeffizient (Seasonal Coefficient of Performance). SCOP beschreibt die Leistungszahl einer „allein stehenden“ Wärmepumpe unter Laborbedingungen. Der Horizont des SCOP einer Wärmepumpe wurde durch den SPF (Seasonal Performance Factor) erweitert. SPF bezeichnet die Jahresarbeitszahl (JAZ) der installierten Wärmepumpen und berücksichtigt zufällige Installationskomponenten.

ETA ECODESIGN Lot 1 geht noch über SPF hinaus.  $\eta$  bewertet die abstrakte Primäreffizienz eines „Referenz-Heizungssystem“ der Boiler. In  $\eta$  wird die wirklichkeitsnahe Primärenergieeffizienz des „Referenz-Heizungssystems“ simuliert.

EnEV 2009 (die deutsche Umsetzung der EPBD) nutzt zum Erzielen der gewünschten Primärenergieeffizienz eines Gebäudes in der Entwurfsphase die abstrakte Vorstellung eines „Referenzgebäudes“.

Die Primärenergiezufuhr und die Gewinne/Verluste der Energie verbrauchenden Komponenten, die im Gebäude installiert sind (Lsys), werden mit Nutzungsmustern und „Standardwerten“ veranschlagt. Das Berechnungsschema berücksichtigt u. a. fünf Umwälzpumpen von „ohne“ bis zu „variabler Geschwindigkeit“, drei Pumpenbetriebsarten von kontinuierlich bis intermittierend, mit oder ohne Nachttemperaturabsenkung, mit oder ohne Speicher, mit Verteilungs-, Fluktuations- und Schichtungsverlusten usw.

Jeder Standardwert entspricht einem Prozent-Bonus oder -Malus, der das  $\eta$  positiv oder negativ beeinflusst. Der Qualitätsquotient der „Regelungsintelligenz“ (cctrl) beispielsweise hat einen positiven Einfluss auf das  $\eta$  von 0 bis 5 %.

Wenn ein eigenständiges Wärmeerzeugungsteilsystem in Verbindung mit einem Wärmeverteilungs-Emissionsteilsystem installiert wird, wird die Primärenergieeffizienz zwischen 10 bis 35 % vermindert. Die Reduzierung ist abhängig von der Konfiguration des Wärmeverteilungs-Emissionsteilsystems. In ECODESIGN Lot 1 trifft die Verschlechterung der Primärenergieeffizienz alle Wärmeerzeuger gleichermaßen, frei von deren Technologie- und Energiequelle.

### Der „Referenz-Boiler“

Während der vergangenen zwei Jahre haben die „European Heat Pump Association“ EHPA, die „European Heating Industry“ EHI, die „European Partnership for Energy and the Environment“ EPEE und mehrere andere europäische Interessengruppen gemeinsam daran gearbeitet, die Standardwerte des „Referenz-Boilers“ in ECODESIGN zu validieren, wohl wissend, dass diese vor der Kommission zur Abstimmung gelangen müssen.

$\eta$  ist heute ein zuverlässiger Indikator für einen Verbraucher bei der Wahl seiner Heizungsanlage. Der Indikator hilft ihm, objektive Vergleiche zwischen den besten Boilern mit fossilen Brennstoffen, Solarenergie, Kraft-Wärme-Kopplung und elektro- und fossilbetriebener Wärmepumpe anzustellen und eine Entscheidung im Sinne der Richtlinien „Trilogie“ RES/EPBD/ErP zu treffen.

Der Hersteller, der einen Wärmeerzeuger auf dem Markt platziert, errechnet  $\eta$  %- Primärenergie ( $\eta$  % PE) und den entsprechenden jährlichen Primärenergieverbrauch in kWh/a, bezogen auf den europäischen AVERAGE-Klimawert. Der vertreibende Installateur führt  $\eta$  % PE in seinem Angebot an den Verbraucher auf.

Zur Vereinfachung wird für den Verbraucher  $\eta$  % PE in zehn Energieklassen eingeordnet, von A + + +  $\eta$  % PE >120 % bis G  $\eta$  % PE <40 % (X Status, die Klassengrenzen liegen noch nicht fest). Die Energieklasse wird auf dem Energie-Label des Boilers aufgeführt. Nationale finanzielle und steuerliche Anreize sollen den Verbraucher motivieren, sich für die bessere  $\eta$  % PE zu entscheiden.

ECODESIGN Lot 1 kann auch eingesetzt werden, um den  $\eta$ -Wert eines erweiterten Boilers zu errechnen. Ein erweiterter Boiler ist die – häufig bivalente – Hybridkombination von zwei Wärmeerzeugern in einem Heizungssystem.  $\eta$  wird anhand der ermittelten Einzeleffizienz der Komponenten gewichtet.

Wenn ein Installateur zwei Wärmeerzeuger von verschiedenen Herstellern (z. B. Wärmepumpe und Gas-Brennwertkessel) kombiniert, ist es wahrscheinlich, dass sich  $\eta$  verbessern wird. Nach der ErP-Richtlinie ist der installierende Vertriebspartner derjenige, der den erweiterten Boiler auf den Markt bringt und somit für die Berechnung und Deklaration des neuen  $\eta$ -Werts auf dem endgültigen Energie-Label verantwortlich ist.

$\eta$  wird mit einem Excel-Tool berechnet. Das Tool wird kein Rechtsstatus bekommen. Es ist ein Hilfsmittel im Interesse der Transparenz, um eine kohärente Gesetzgebung zu erlangen.

Das Tool wirkt abschreckend, aber im Vergleich zu DIN 18599 oder ANSI/ASHRAE 103-1993 (US Standard, der nur die Effizienz von fossilen Heizungssystemen berechnet) ist es eine Vereinfachung.

### Fazit

Alle heute bestehenden europäischen Normen für Heizkessel, Wärmepumpe und Solarthermie müssen dem Standard von ECODESIGN Lot 1 angepasst werden. So wird z. B. die prEN 14825 derzeit im Hinblick auf eine Harmonisierung mit Lot 1 überarbeitet.

ETA ECODESIGN Lot 1 wird weitreichende Folgen für Hersteller, Importeure, Anlagenbauer, Berater, Architekten und Verbraucher haben. Sie verknüpft die ErP-Richtlinie mit der EPBD-Richtlinie und wird Innovationen in Design und Marketing von Boilern fördern.



<sup>1)</sup> Geschrieben nach meinem heutigen Wissensstand im September 2010

<sup>2)</sup> Der Wert hängt über die Formel  $SPF = 1,15 \cdot 1/\eta$  Elektrizität direkt von der durch EUROSTAT zu ermittelnden durchschnittlichen Effizienz der elektrischen Energieerzeugung des EU-Kraftwerksparks ab und ist somit einer jährlichen Revision unterworfen. Aktuell liegt das  $\eta$  Elektrizität bei 43,8 %, ein Wert, durch den die Mindestanforderung an die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe auf 2,62 reduziert wird.

#### EPBD

Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden → Energieeffizienz in Gebäuden

#### EuP

Richtlinie über die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte → Energieeffizienz der energiebetriebenen Produkte

#### RES

Richtlinie zur Förderung erneuerbarer Energien in Europa → Einsatz von erneuerbaren Energien in Europa

#### Der Autor

Dipl.-Ing. Michel Roffé-Vidal, AIRWELL Group  
European Heat Pump Association  
EHPA Committee Norms & Standards  
European Ventilation Industry Association  
Steering Committee

