

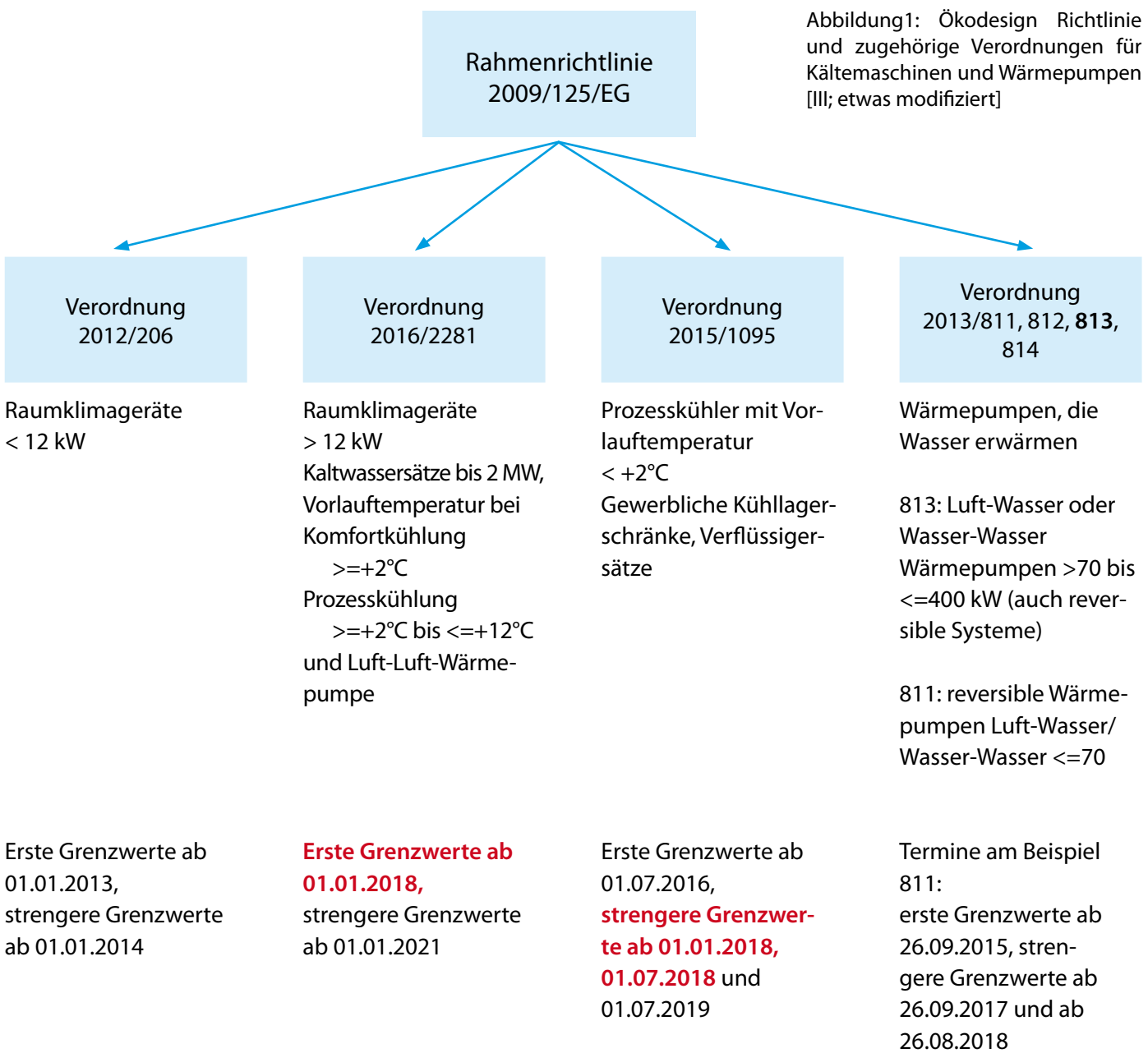
Ökodesign-Richtlinie einfach  
umsetzen - mit KAUT

Ökodesign-Richtlinie

Anforderungen an Kaltwassersätze, Wärmepumpen,  
Multisplit- und VRF-Geräte

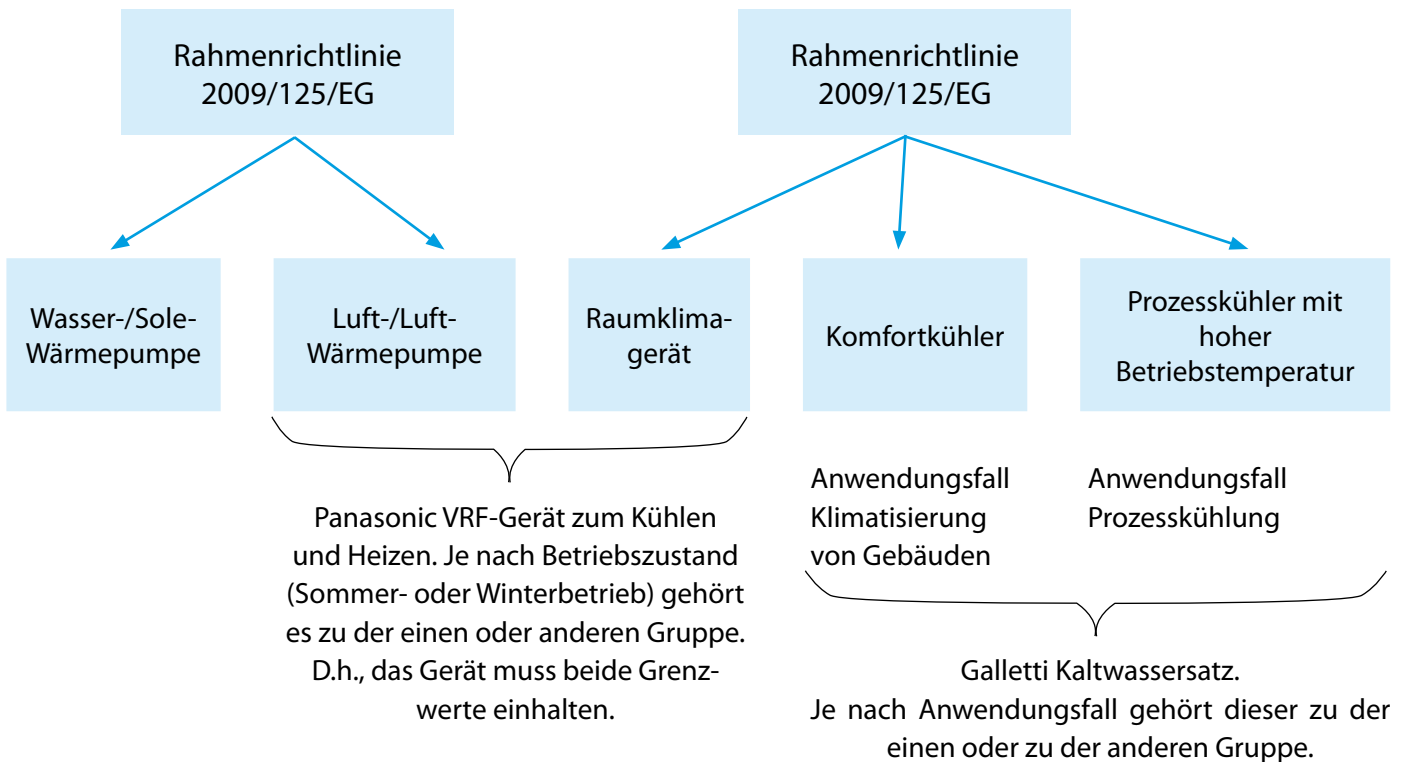
Die Ökodesign-Richtlinie (Rahmenrichtlinie 2009/125/EG) und deren gerätespezifischen Verordnungen definieren Mindesteffizianz Anforderungen (z.B.  $\eta_{s,c}$ ,  $\eta_{s,h}$  → SEER, SCOP), die für die Markteinführung / das Inverkehrbringen von Geräten notwendig sind. Ohne Erfüllung dieser Anforderungen dürfen Geräte keine CE-Kennzeichnung bekommen und in EU-Staaten nicht verkauft werden. Für die jeweiligen Mindesteffizianz Anforderungen sind in den entsprechenden Verordnungen Stichtage für das Inkrafttreten strengerer Grenzwerte definiert.

Das nachfolgende Schema (Abbildung 1) zeigt die wichtigsten Verordnungen, die für Kaltwassersätze, Wärmepumpen, Multisplit- und VRF-Geräte von Bedeutung sind. Als aktuelle und wesentliche Änderung ist die Verordnung 2016/2281 zu betrachten, da deren Mindesteffizianz Anforderungen am Stichtag 01.01.2018 in Kraft getreten sind.



### Nähere Betrachtung der Verordnung 2281/2016

Die unten stehende Abbildung (Abbildung 2) zeigt die Einteilung von Systemen und eine Erläuterung der enthaltenen Begriffe, die in der Verordnung 2281/2016 verwendet werden.



### Geltungsbereich der Verordnungen (EU) 813/ 2013 und Verordnung (EU) 2281/2016 für Kaltwassersätze und reversible Wärmepumpen und deren maßgeblichen Effizienzkennzahlen

Für reversible Wärmepumpen  $\leq 400$  kW, die auch als Flüssigkeitskühler betrieben werden können, gilt die Verordnung 813/2013. Bei reversiblen Wärmepumpen  $>400$  kW ist die Verordnung 2281/2016 bindend.

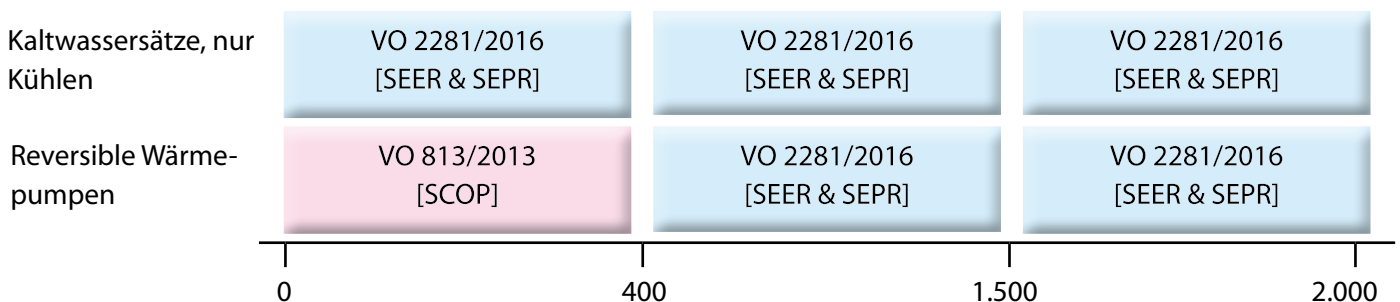


Abbildung 3: Geltungsbereich der Verordnungen (EU) 813/ 2013 und Verordnung (EU) 2281/2016 für Kaltwassersätze und reversible Wärmepumpen mit deren maßgeblichen Effizienzkennzahlen

## Die Verordnung verwendet eine neue Effizienzkennzahl $\eta_{s,c}$ .

Die Effizienzbeurteilung von Raumklimageräten und Komfort-Flüssigkeitskühlsätzen erfolgt durch die neue Kennzahl „Seasonal Space Cooling Energy Efficiency“ mit dem Formelzeichen  $\eta_{s,c}$  (Heizbetrieb:  $\eta_{s,h}$ ). Die Arbeitszahl  $\eta_{s,c}$  ( $\eta_{s,h}$ ) ersetzt die bisherige Leistungszahl EER (COP) beziehungsweise die Arbeitszahl SEER (SCOP).

Bei Prozesskühlern mit hoher Betriebstemperatur werden direkt SEPR-Werte („Seasonal Energy Performance Ratio“) ausgehend vom EER bei Vollast und Teillastpunkten definiert. Die SEPR-Werte ersetzen ebenfalls die bisherige Leistungszahl EER beziehungsweise die Jahresarbeitszahl SEER (Siehe auch unten „Prozess-Flüssigkeitskühlsätze“).

## Wie werden die Werte der neuen Energiekennzahl $\eta_{s,c}$ - bestimmt und umgerechnet?

Der  $\eta_{s,c}$ -Wert bzw. SEPR-Wert basiert auf Messungen der Geräteeffizienz im Voll- und im Teillastbetrieb bei den Außenluft-/ Wassertemperaturzuständen der Quellseite und einer Raumtemperatur bzw. eines Wassertemperaturzustands auf der Anwenderseite, wie die nachfolgende Tabelle 1 zeigt:

	<b>Außentemperaturen/ Wassertemperaturen Quellseite</b>	<b>Raumtemperatur/ Kaltwassertemperatur</b>	<b>Relevante Jahresarbeitszahl</b>
Multisplit & VRF	Außenlufttemperatur 35, 30, 25, 20 °C	27°C Raumtemperatur	$\eta_{s,c} \rightarrow$ SEER
Kaltwasser luftgekühlt, komfort	Außenlufttemperatur 35, 30, 25, 20 °C	7°/12°C* Kaltwassertemperatur **aber auch 23°*/18°C	$\eta_{s,c} \rightarrow$ SEER
Kaltwasser wasserge- kühlt (Trockenkühler), komfort	Wassertemperatur Quellseite 30/35, 26/*, 22/*, 18/*	7°/12°C* Kaltwassertemperatur **aber auch 23°*/18°C	$\eta_{s,c} \rightarrow$ SEER
Kaltwasser luftgekühlt, Prozess	Außenlufttemperatur 35, 25, 15, 5 °C	7°/12°C* Kaltwassertemperatur	SEPR***
Kaltwasser wasserge- kühlt (Trockenkühler), Prozess	Außenlufttemperatur 35, 25, 15, 5 °C Wassertemperatur Quellseite 30/35, 23/*, 16/*, 9/*	7°*/12°C Kaltwassertemperatur	SEPR***

\*Einlass- oder Auslass-Wassertemperatur Wärmetauscher innen/außen unter 35°C Außentemperatur abhängig vom Wasserdurchsatz bei Geräten mit festem oder variablem Durchsatz wird während des „A“-Tests bestimmt (Tabelle 22 in der Verordnung 2281/2016).

\*\*Bezüglich hoher Vorlauftemperaturen siehe Abschnitt „Mindesteffizienzanforderungen für Komfort-Flüssigkeitskühlsätze“ im Text.

\*\*\*Bei der Prozesskühlung gibt die Verordnung die Jahresarbeitszahl in Form des SEPR direkt an.

Tabelle 1: Beispiele für unterschiedliche Temperaturzuständen für die Geräteeffizienz ( $\eta_{s,c}$ -Wert bzw. SEPR) im Voll- und im Teillastbetrieb; Heizbetrieb ist nicht berücksichtigt.

Für die Bestimmung der Leistungszahlen verweist die Verordnung auf die Normen:

- DIN EN 14825 „Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern zur Raumbeheizung und -kühlung - Prüfung und Leistungsbestimmung unter Teillastbedingungen und Berechnung der saisonalen Arbeitszahl“
- 1) DIN EN 14511 „Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen für die Raumbeheizung und -kühlung und Prozess-Kühler mit elektrisch angetriebenen Verdichtern“.

Kurze Erläuterung zur Ermittlung des SEER nach DIN EN 14825:

Die Norm legt für die Ermittlung der SEER-Werte Teillastzustände A, B, C, D und deren zugehörige Außentemperaturen fest, die je nach Geräteart und Anwendungsfall definiert sind. Mit der Geräte -Ausgangsleistung ( $P_{design}$  z.B. bei 35°C Außentemperatur) und in der Norm festgelegten Teillastzuständen errechnen sich die jeweiligen Leistungen in den Teillastpunkten. Diese Teillastleistungen werden mit den gemessenen vom Hersteller deklarierten Teillastleistungen ins Verhältnis gesetzt, um die EER-Werte (EERd) bei den deklarierten Leistungen in EER-Werte (EERbin) bei den errechneten Teillastleistungen umzurechnen. Dies dient der Vereinheitlichung der Energiekennzahl und einer einheitlichen Vergleichbarkeit der Geräte auf dem Markt (siehe weiter unten). Weiterhin fließen noch Minderungsfaktoren ein, die Effizienzverluste durch einen zyklischen Betrieb berücksichtigen. Die so ermittelten EER-Werte (EERbin) für die Teillastpunkte A,B,C und D werden dem in der Norm angegebenen Außentemperatur-Stundenlastprofil zugeordnet und zusätzlich Werte zwischen (17°C und 40°C) interpoliert sowie extrapoliert, um ein für die SEER-Berechnung umfängliches und genaueres Lastprofil zu erhalten.

Durch Aufsummierung der errechneten Kühlleistung multipliziert mit den jeweiligen Stunden wird der Jahreskühlbedarf errechnet. Dieser wird durch den Jahresenergiebedarf dividiert, welcher durch Aufsummieren des errechneten Energieverbrauchs (durch EERbin) und Multiplikation mit den jeweiligen Stunden berechnet wird. Als Ergebnis kommt der SEERon heraus, der durch Verlust- Energiemengen wie Thermostat-ON-OFF und Standby-Verbrauch bereinigt wird. Mit dieser Korrektur erhält man den SEER, welcher in der Norm bzw. Verordnung 2281/2016 als  $\eta_{s,c}$ -Wert dargestellt wird. Dieser Wert ermöglicht eine direkte Vergleichbarkeit auch mit Effizienzwerten anderer Energieerzeugern (z.B. Gasbetriebe Luft-Wasser-Wärmepumpe, Kühlbetrieb). Aufgrund der Komplexität ist eine detaillierte Darstellung der Ermittlung hier nicht möglich.

Aus den in den Normen angegebenen Effizienzwerten ( $\eta_{s,c}$ -Wert/  $\eta_{s,h}$ -Wert) für die verschiedenen Betriebs- und Prüfzustände können die Jahresarbeitszahlen SEER oder SCOP für das Gerät berechnet werden (Betriebs- und Prüfzustände für den SCOP sind in den Verordnungen 2281/ 2016 sowie 2013/811, 812, 813 und 814 zu finden).

Für Prozesskühler werden die Werte von vornerein als SEPR angegeben. Eine Umrechnung in  $\eta_{s,c}$ -Wert für einen Vergleich mit anderen Systemen (Komfortkühler) ist aufgrund der unterschiedlichen Prüfmodalitäten nicht praktikabel.

Um einen SEER-Wert (SCOP-Wert) in einen  $\eta_{s,c}$ -Wert ( $\eta_{s,h}$ -Wert) umzurechnen, enthält die Verordnung und deren Mitteilung zwei Definitionen:

- 1) Für elektrisch betriebene Geräte wird ein Primärenergiefaktor CC für einen Strommix (Umwandlungskoeffizient) von 2,5 festgelegt (2281/2016, Anhang III Punkt 4. Unterpunkt 2a, S. 33). (Dieser Faktor entspricht laut Verordnung dem durchschnittlichen Wirkungsgrad der Stromerzeugung in den EU-Staaten).
- 2) Für den elektrischen Leistungs- beziehungsweise Arbeitsbedarf der Geräteregelelung werden pauschal  $F(1) = 3 \%$  vom Effizienzwert abgezogen (Mitteilung...Verordnung (EU) 2281/2016, Anhang IV Kapitel 3.3).

Daraus ergibt sich folgende Umrechnungsgleichung:

$$\eta_{s,c} = \frac{1}{CC} \cdot SEER \cdot 100 - F(1) \qquad \eta_{s,h} = \frac{1}{CC} \cdot SCOP \cdot 100 - F(1)$$

$$\eta_{s,c} = \frac{1}{2,5} \cdot SEER \cdot 100 - 3$$

$$\eta_{s,h} = \frac{1}{2,5} \cdot SCOP \cdot 100 - 3$$

Nach SEER und SCOP umgestellt ergibt sich:

$$SEER = \frac{\eta_{s,c} + F(1)}{100} \cdot CC \qquad SCOP = \frac{\eta_{s,h} + F(1)}{100} \cdot CC$$

$$SEER = \frac{\eta_{s,c} + 3}{100} \cdot 2,5$$

$$SCOP = \frac{\eta_{s,c} + 3}{100} \cdot 2,5$$

Wenn ein VRF-Gerät bisher einen SEER-Wert von zum Beispiel 4,62 hat, folgt aus der Gleichung ein neuer  $\eta_{s,c}$ -Wert von

$$\eta_{s,c} = \frac{1}{2,5} \cdot SEER \cdot 100 - 3 = \frac{1}{2,5} \cdot 4,62 \cdot 100 - 3 = 181,8 \%$$

bzw. umgekehrt  $SEER = \frac{\eta_{s,c} + F(1)}{100} \cdot CC = \frac{181,8 + 3}{100} \cdot 2,5 = 4,62$

**Umrechnung von SEER- (bisher) in  $\eta_{s,c}$ -Werte (neu) und umgekehrt für Kühlgeräte (Multisplit- und VRF-Geräte sowie Komfort- Flüssigkeitskühlsätze)**

SEER	3,8	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
$\eta_{s,c}$	149	157	177	197	217	237	257	277	297

$\eta_{s,c}$	149	150	160	180	200	220	240	260	280
SEER	3,80	3,83	4,08	4,58	5,08	5,58	6,08	6,58	7,08

Tabelle 2

## Mindesteffizienzanforderungen für Multisplit- und VRF-Geräte (auch Gaswärmepumpen [GHP])

In Tabelle 2 werden die Anforderungen der neuen Ökodesign-Verordnung 2281/2016 an Multisplit- und VRF-Klimageräte (> 12 kW) für 2018 und 2021 zusammengefasst. Weiterhin sind Werte für die Kombination mit einem Wassermodul (Zuordnung als Luft-Wasser-Klimagerät) dargestellt.

Luft-Luft-Klimageräte	Kühlbetrieb				Heizbetrieb			
	Stufe 1		Stufe 2		Stufe 1		Stufe 2	
Stichtag	01.01.2018		01.01.2021		01.01.2018		01.01.2021	
	$\eta_{s,c}$	SEER	$\eta_{s,c}$	SEER	$\eta_{s,c}$	SEER	$\eta_{s,c}$	SEER
elektrisch betrieben	181	4,6	189	4,8	133	3,4	137	3,5
mit Verbrennungsmotor (GHP)	157	4,0	167	4,3	120	3,1	130	3,3

Tabelle 3: Mindesteffizienzanforderungen  $\eta_{s,c}$ -Wert (Klammerangabe = SEER –Werte) für Multisplit- und VRF-Geräte

## Mindesteffizienzanforderungen für Komfort-Flüssigkeitskühlsätze

Für Komfort-Flüssigkeitskühlsätze gelten, wie bei den Multisplit- und VRF-Geräten, Mindesteffizienzwerte auf Basis von  $\eta_{s,c}$ -Werten. Bei den Komfort-Flüssigkeitskühlern werden die Effizienzwerte in Abhängigkeit von der Art der Wärmesenke und dem Nennleistungsbereich unterteilt. In der Tabelle 4 sind die Effizienzwerte dargestellt.

Komfort-Flüssigkeitskühlsätze	Stufe 1		Stufe 2	
	01.01.2018		01.01.2021	
	$\eta_{s,c}$	SEER	$\eta_{s,c}$	SEER
<b>Wärmesenke Luft (Luft-Wasser)</b>				
Nennleistung < 400 kW	149	3,8	161	4,1
Nennleistung $\geq$ 400 kW	161	4,1	179	4,6
<b>Wärmesenke Wasser, sole (Wasser-Wasser)</b>				
Nennleistung < 400 kW	196	5,0	200	5,1
Nennleistung $\geq$ 400 bis <1.500 kW	227	5,8	252	6,4
Nennleistung $\geq$ 1.500 kW	245	6,2	272	6,9

Tabelle 4: Mindesteffizienzanforderungen  $\eta_{s,c}$ -Wert (Klammerangabe = SEER –Werte) für Komfort-Flüssigkeitskühlsätze

Die Verordnung teilt die Komfort-Flüssigkeitskühlsätze in zwei Bereiche ein. Unterschieden wird zwischen Geräten mit Niedertemperatur-(Kaltwasservorlauf 7 °C, Rücklauf 12 °C) und Mitteltemperaturgeräten (18/23 °C). Bei dem höheren Temperaturniveau von 18/23°C der Mitteltemperaturgeräte können die geforderten Effizienzanforderungen in Tabelle 4 wesentlich leichter erreicht werden, als bei dem Temperaturpaar von 7/12°C. Die Verordnung schreibt allerdings vor, dass die Geräte nur für den Temperatureinsatzbereich verkauft werden dürfen, in dem sie die Mindesteffizienz erreichen oder überschreiten. Wenn zum Beispiel bei der Prüfung des Gerätes die Mindesteffizienz im oberen Temperaturniveau von 18/23°C nur knapp erreicht wird, aber bei dem Niveau von 7/12°C nicht, so darf das Gerät nur für den oberen Temperaturbereich verkauft und eingesetzt werden. Bei Erreichung der Mindesteffizienz im unteren Temperaturniveau von 7/12°C ist das Gerät auch im oberen Temperatur-Bereich einsetzbar.

## Mindesteffizienzanforderungen für Prozess-Flüssigkeitskühlsätze

Die Effizienzwerte für die Prozesskühler unterliegen wesentlich anderen Prüf- und Berechnungsmodalitäten als die der Komfort-Flüssigkeitskühlsätze. So wird zur Beurteilung der Effizienz bei Prozess-Flüssigkeitskühlsätzen anstelle des SEER der neue Energieeffizienzwert SEPR (Seasonal Energy Performance Ratio) ermittelt. Die festgelegten Mindesteffizienzwerte SEPR sind in der Tabelle 5 aufgelistet. Im Gegensatz zu den Komfort-Flüssigkeitskühlsätzen erfolgt die Prüfung und SEPR-Berechnung nur bei dem Wassertemperaturniveau von 7°C/12°C.

Prozess-Flüssigkeitskühlsätze	Stufe 1	Stufe 2
	01.01.2018	01.01.2021
	SEPR	SEPR
<b>Wärmesenke Luft</b>		
Nennleistung < 400 kW	4,5	5,0
Nennleistung >= 400 kW	5,0	5,5
<b>Wärmesenke Wasser, sole</b>		
Nennleistung < 400 kW	6,5	7,0
Nennleistung >=400 bis <1.500 kW	7,5	8,0
Nennleistung >= 1.500 kW	8,0	8,5

Tabelle 5: Mindesteffizienzanforderungen SEPR-Wert für Prozess -Flüssigkeitskühlsätze

Die Effizienzwerte SEPR von Prozesskühlern können nicht für eine Vergleichbarkeit in Effizienzwerte  $\eta_{s,c}$  umgerechnet werden, da dem SEPR andere Prüfmodalitäten als dem SEER zu Grunde liegen.

## Quellverzeichnis:

- [I] Rahmenrichtlinie 2009/125/EG, Verordnung 2281/2016, Verordnung 813/2013, Verordnung 811/2013, Verordnung 1095/2015,
- [II] CCI Artikel, 23.10.2017 vom Autor Dr.-Ing.-Manfred Stahl – „Die neue Ökodesign-Verordnung 2281/2016 für Flüssigkeitskühlsätze und VRF-Klimageräte“
- [III] DIE KÄLTE + Klimatechnik, Ausgabe 2/2018 - „Das sollten Sie wissen....Verordnungen – Ökodesign-Richtlinie“
- [IV] Galletti, Produktinformation vom 28.12.2017 – „Energy related products Eco design Directive“