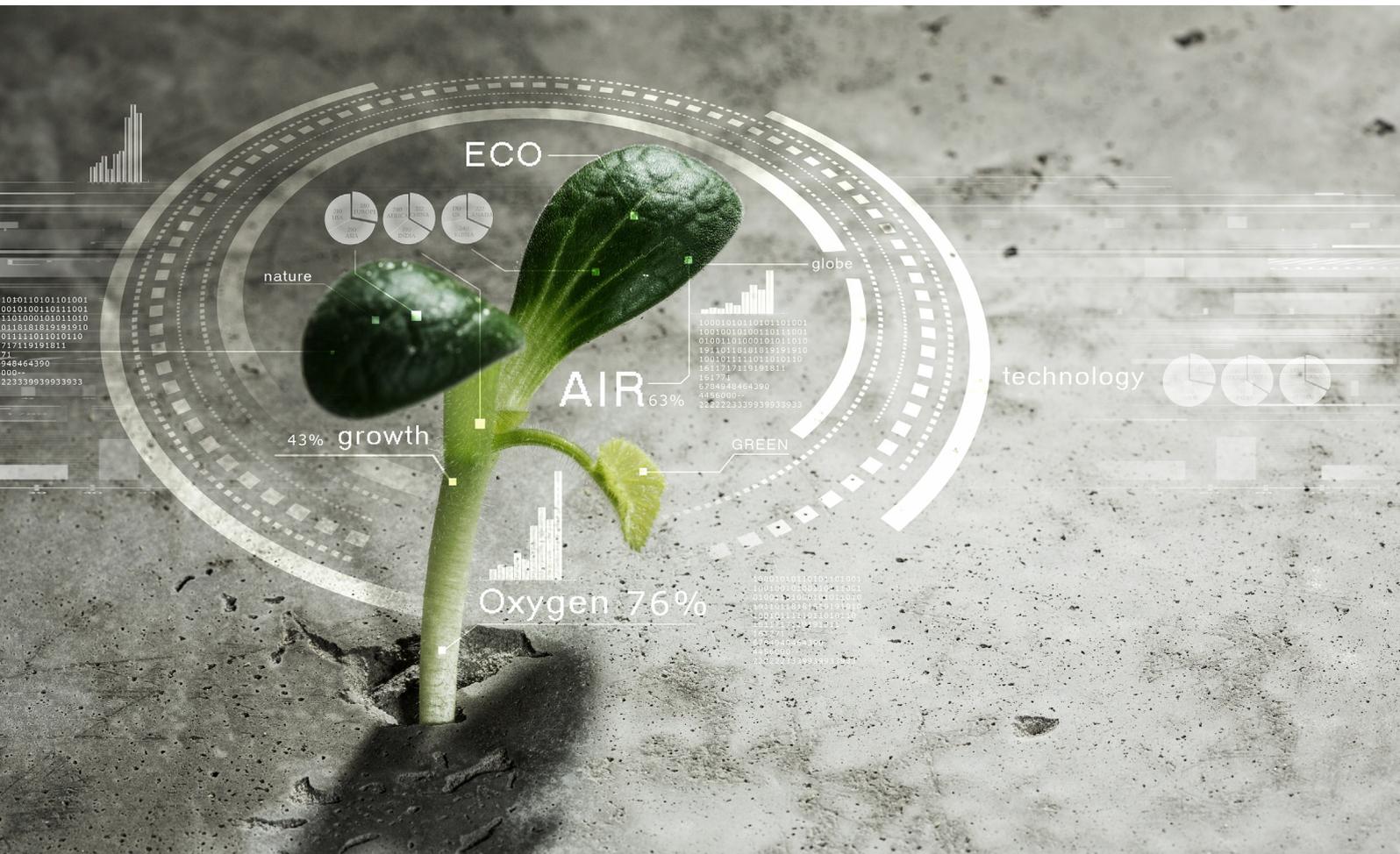
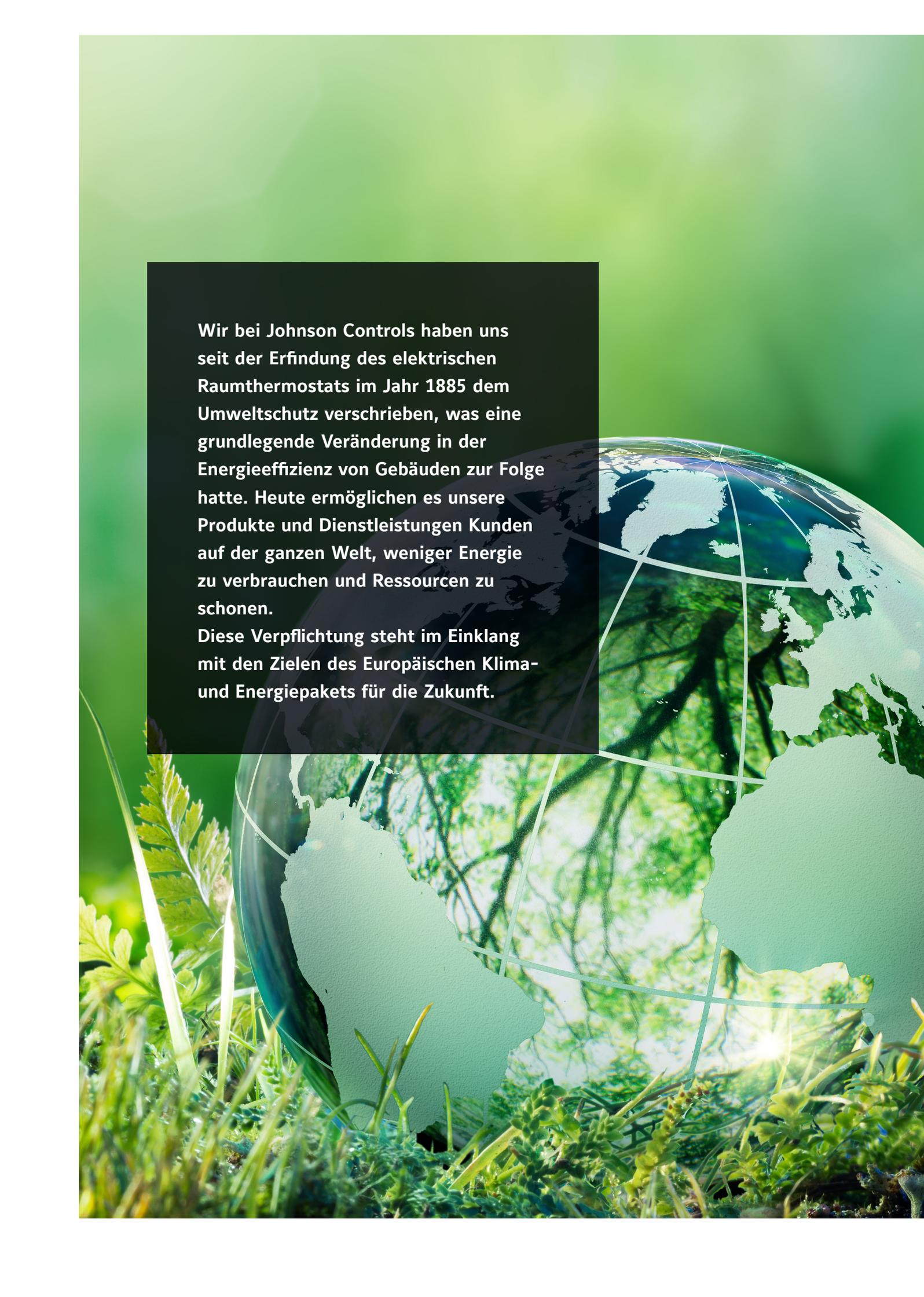


Ökodesign-Verordnung für HVAC Flüssigkeitskühler und Wärmepumpen



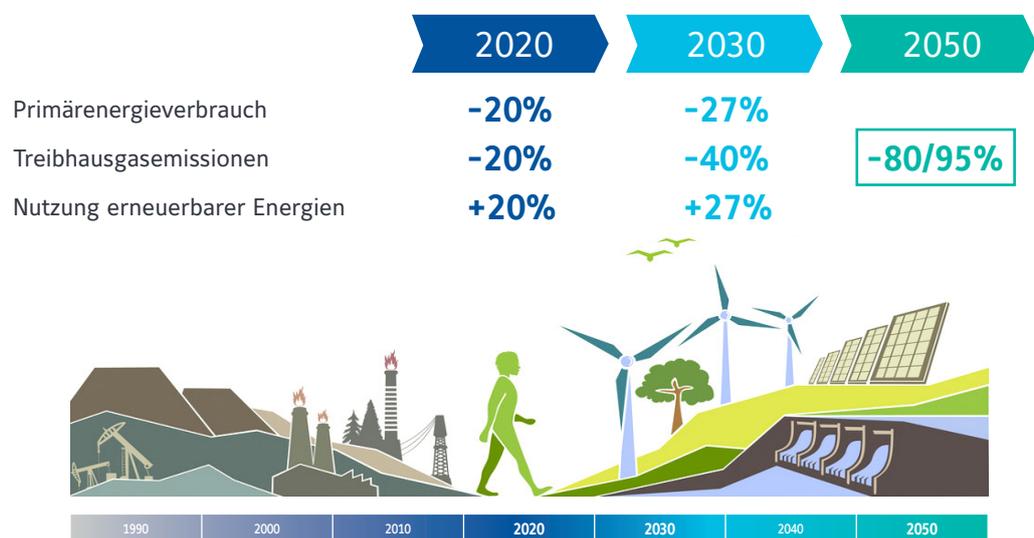
YORK Commitment: Eine europäische Sichtweise



Wir bei Johnson Controls haben uns seit der Erfindung des elektrischen Raumthermostats im Jahr 1885 dem Umweltschutz verschrieben, was eine grundlegende Veränderung in der Energieeffizienz von Gebäuden zur Folge hatte. Heute ermöglichen es unsere Produkte und Dienstleistungen Kunden auf der ganzen Welt, weniger Energie zu verbrauchen und Ressourcen zu schonen.

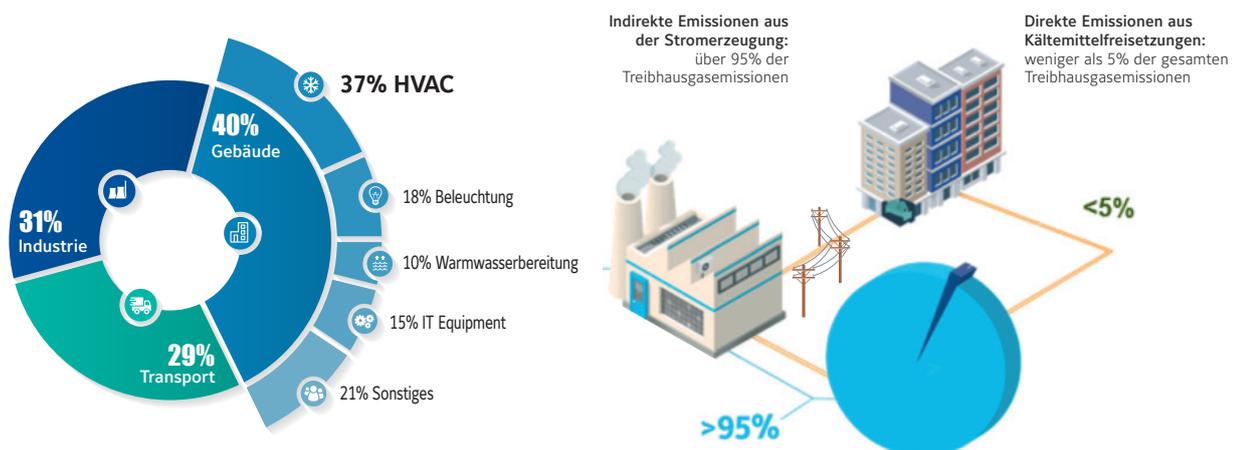
Diese Verpflichtung steht im Einklang mit den Zielen des Europäischen Klima- und Energiepakets für die Zukunft.

Kontext der Energie- und Klimapolitik der EU



EU-Ziele zur Verbesserung der Energieeffizienz beeinflussen stark den HVAC-Markt

Gebäude sind heutzutage die größten Energieverbraucher und auf HVAC-Systeme entfällt ein erheblicher Anteil des Energieverbrauchs eines Gebäudes. Aus diesem Grund ist die HVAC-Industrie ein Schwerpunkt der europäischen Umweltpolitik. Die F-Gas-Verordnung befasst sich mit direkten Emissionen, während EPBD, Ökodesign und RES Richtlinien sind, die sich auf indirekte Treibhausgasemissionen konzentrieren.



Die regulatorische Reaktion

Wie aus der vorherigen Grafik hervorgeht, beträgt der Energieverbrauch von Gebäuden ~40% des Gesamtenergieverbrauchs in Europa und das HVAC-System verbraucht mehr als ein Drittel der gesamten Gebäudeenergie. Somit ist die HVAC-Industrie schätzungsweise für 15% des gesamten europäischen Energieverbrauchs verantwortlich. Damit ist sie ein Schlüsselfaktor zur Erreichung der Ziele für 2020, 2030 und 2050. Es gibt vier Hauptgesetzgebungen, die sich auf die HVAC-Industrie konzentrieren:

RES 2009	• Richtlinie über erneuerbare Energiequellen (2009/28/EC)
	• Wärmepumpen als erneuerbare Quelle anerkennen, wenn die Technologie die Mindestanforderungen an die Effizienz erfüllt
Marktpotential für Wärmepumpen	
EPBD 2010	• Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (2010/31/EU)
	• Einführung von Anlagen Inspektionen für Heizungs- und Klimaanlage
Effizienzsteigerung in Gebäuden, z.B. durch effizientere Kältemaschinen, sowie die Erhöhung der Anzahl der Steuerungen (OEM) und mit höherer Komplexität	
FGAS 2014	• F-Gas-Verordnung (517/2014)
	• Ausstieg für HFC's, die in Flüssigkeitskühlern verwendet werden. Ausgangsbasis 2015, -79% bis 2030
Förderung von Produkten mit niedrigem GWP	
Ökodesign 2009	• Ökodesign-Richtlinie (2009/125/EC)
	• Verbot für Produkte unterhalb der Mindestwerte für die saisonale Energieeffizienz (kein CE-Zeichen)
Die Anforderungen an die Antriebseffizienz konzentrieren sich auf die Teillast-Effizienz und erfordern bessere Kontrollen	

Was ist eine Ökodesign-Richtlinie?

Die Ökodesign-Richtlinie ist ein Rahmen, der die Umweltauswirkungen aller Produkte regelt, die Energie verbrauchen (mit Ausnahme von Produkten im Verkehrssektor). Die Anwendung der Ökodesign-Richtlinie für Flüssigkeitskühler und Wärmepumpen wird durch produkt- und betriebsspezifische Vorschriften durchgesetzt. Sobald eine Vorschrift veröffentlicht und aktiv ist, müssen die betroffenen Produkte die Mindesteffizienzleistung, Schallemissionen usw. erfüllen, um ein CE-Zeichen zu erhalten.

Die Ökodesign-Verordnung konzentriert sich auf das Design der Maschine und beinhaltet die Berücksichtigung aller Umweltauswirkungen eines Produkts bereits in der frühesten Phase des Designs. Es ist erwiesen, dass etwa 80% der Umweltauswirkungen in der Entwurfsphase bestimmt werden, während die restlichen 20% mit dem Betrieb zusammenhängen. Ökodesign zwingt die Hersteller dazu, die Produktpalette zu erneuern und neue und effizientere Designs zu entwickeln.



Welche Produkte sind vom Ökodesign betroffen?

Die Europäische Union hat zwei Richtlinien entwickelt (Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG und Energiekennzeichnungs-Richtlinie 2010/30/EG), um die Umweltauswirkungen aller energierelevanten Produkte (ErP) bereits in den frühesten Designphasen zu berücksichtigen. Die Ökodesign-Richtlinie betrifft alle Arten von energieverbrauchsrelevanten Produkten wie Fernseher, Waschmaschinen, Beleuchtung und natürlich auch HVAC-Produkte und -Komponenten. Energiebezogene Produkte (ErP) werden in "Lots" gruppiert, die nach ihrer Veröffentlichung zu verbindlichen CE-Vorschriften werden. Es gibt drei Ökodesign-Lots (bereits genehmigte Vorschriften), die direkte Auswirkungen auf HVAC-Produkte haben.

Jede der drei Verordnungen legt die MEPS- oder **Mindesteffizienz-Leistungsstandards** für die Produktkategorie fest, und diese werden in zwei Schritten (Tiers) umgesetzt, wie in der nachstehenden Tabelle dargestellt.

Verordnung	Umfang	MEPS	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Reg 2016/2281 (ehemals ENER Lot 21)	Kaltwassersätze für die Komfortklimatisierung	SEER → $\eta_{s,c}$				T1 Jan18			T2 Jan21
		SEPR _{HT}							
Reg 2015/1095 (ehemals ENTR Lot 1)	Kaltwassersätze für die Prozesskühlung (Mitteltemperatur)	SEPR _{MT}		T1 Jul16		T2 Jul18			
Reg 813/2013 (ehemals ENER Lot 1)	Wärmepumpen	SCOP → $\eta_{s,h}$	T1 Oct15		T2 Oct17				

Berechnungen nach Übergangsmethoden, die die zu verwendenden harmonisierten EN-Normen angeben (hauptsächlich EN14511, EN14825).

Gemäß der untenstehenden Tabelle kann ein und dasselbe Flüssigkeitskühlermodell für verschiedene Kategorien und/oder verschiedene Temperaturniveaus angewendet werden. Wenn die Anwendung bekannt ist, sollte die Maschine die von Ökodesign für diese spezifische Anwendung definierten Anforderungen erfüllen. Wenn ein Produkt die Anforderungen einer beliebigen Kategorie erfüllt, reicht es aus, die CE-Kennzeichnung zu erhalten, da das Modell bei den verschiedenen Anwendungen eingesetzt werden kann.



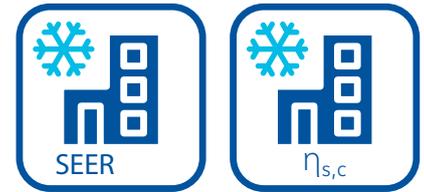
* YORK Flüssigkeitskühler fallen nicht unter die Niedrigtemperatur-Prozessregelung

Ökodesign hat unsere Art zu sprechen verändert

Frühere volle Wirkungsgrade bei Vollast wie EER und COP werden immer weniger genutzt. Sogar der frühere Saisonwirkungsgrad ESEER wurde ersetzt. **Ökodesign-MEPS sind die aktuellen Schlüsselindikatoren, die für alle HVAC-Produkte verwendet werden, und die CE-Kennzeichnung ist obligatorisch.** Die Organisation Eurovent verwendet bereits Ecodesign MEPS bei den verschiedenen Zertifizierungsprogrammen und nicht mehr ihre früheren ESEER-Werte.



Komfortklimatisierung Verordnung 2016/2281



Die Ökodesign-Verordnung 2016/2281 betrifft Kaltwassersätze für die Komfortklimatisierung mit einer Nennkühlleistung unter 2.000 kW und einer Kaltwasseraustrittstemperatur von 2°C oder mehr. Sie ist in zwei Unterkategorien unterteilt (niedrige und mittlere Temperaturen), basierend auf der Kaltwassertemperatur. Die MEPS, die in jeder der beiden Tiers gelten, sind unabhängig von der verwendeten Tier-Unterkategorie die gleichen. Die Hersteller müssen ein technisches Datenblatt, das so genannte **Produktdatenblatt**, mit den Geräten zur Verfügung stellen, um die Anwendung(en) in Übereinstimmung mit den Anforderungen zu beschreiben.

Kaltwassersätze für die Komfortklimatisierung, die bei niedriger Temperatur eingesetzt werden

Kaltwassersätze, die Wasser für Gebläsekonvektoren oder Lüftungsgeräte bereitstellen und 12 bis 7° C als Eintritts- und Austrittstemperatur für die Effizienzberechnung verwenden.

Kaltwassersätze für die Komfortklimatisierung, die bei mittlerer Temperatur eingesetzt werden

Kaltwassersätze, die Wasser z.B. zur Kühlung von Fußböden oder Kühlbalken bereitstellen und 23 bis 18°C als Eintritts- und Austrittstemperatur für die Effizienzberechnung verwenden.

Berechnungsmethode

Ein wichtiger Punkt, der auf dem Bewertungsbericht des Herstellers angegeben werden muss, ist die Berechnungsmethode hinsichtlich des Wasserdurchflusses und der Austrittstemperatur. Nach der Verordnung gibt es vier mögliche Methoden.

FW/FO = Fixed Water Flow, Fixed Outlet Temperature
FW/VO = Fixed Water Flow, Variable Outlet Temperature

VW/FO = Variable Water Flow, Fixed Outlet Temperature
VW/VO = Variable Water Flow, Variable Outlet Temperature

- Variabler Auslass erhöht die Temperatur des austretenden Wassers bei Teillast. Dadurch wird der von der Kältemaschine benötigte Auftrieb reduziert, wodurch der Energieverbrauch erheblich gesenkt wird. Um diese Leistung erbringen zu können, müssen Kaltwassersätze in der Lage sein, die Wassertemperatur auf der Grundlage der Außenumgebungstemperatur automatisch zurückzusetzen. Mit dieser Fähigkeit können auch Projekte ohne fortschrittliche Gebäudeleitsysteme profitieren. Die variable Auslasstemperatur (VO) ist nur für Kaltwassersätze mit niedriger Temperatur verfügbar, während Kaltwassersätze mit mittlerer Temperatur eine feste Auslasstemperatur (FO) von 18°C verwenden.
- Der variable Durchfluss reduziert den Energieverbrauch bei Teillast durch geringeren Druckabfall auf der Wasserseite und geringere Leistungsaufnahme der Wasserpumpe. Um von diesen Einsparungen zu profitieren, müssen drehzahlvariable Pumpen in das System eingebaut werden.
- Es ist wichtig zu beachten, dass die Wirkungsgrade in Abhängigkeit von den Temperaturen und der Berechnungsmethode stark variieren können.
- **Beim Vergleich der jahreszeitlichen Energieeffizienz von Kältemaschinen ist es entscheidend, die Kaltwasserbedingungen zu überprüfen, die zur Bestimmung der SEER verwendet werden.**

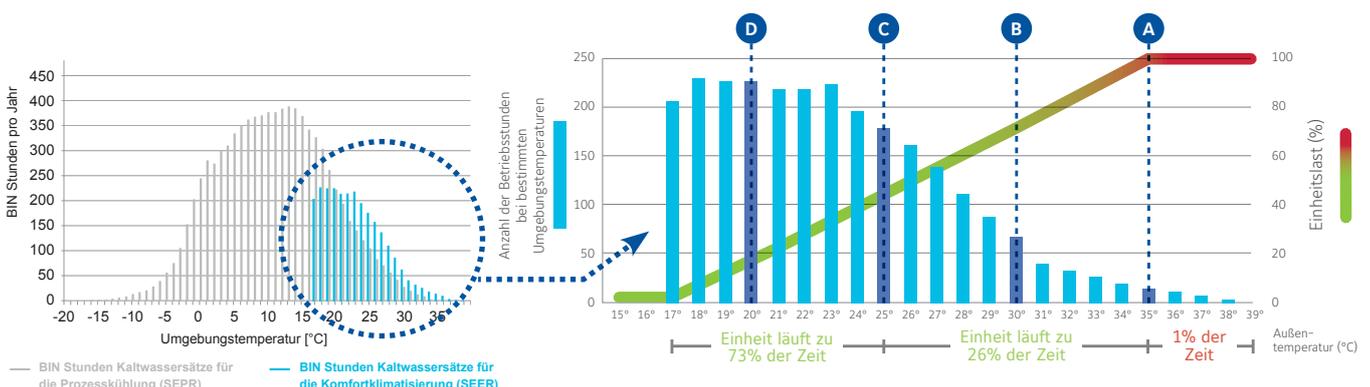
SEER - Saisonales Energieeffizienz-Verhältnis (Seasonal Energy Efficiency Ratio)

Die Ökodesign-Verordnung führt neue Mindest-Energieleistungsstandards für Kaltwassersätze für die Komfortklimatisierung (SEER) ein. Es geht hierbei um das Verhältnis zwischen dem jährlichen Kühlbedarf und der jährlichen elektrischen Eingangsenergie über die gesamte Kühlsaison.

SEER wird anhand der Norm EN14825 berechnet, die Folgendes berücksichtigt:

- Saisonale Effizienz während des Betriebs der Anlage (SEERon). Sie berücksichtigt alle Energieverbräuche während des EIN-Betriebs (Kompressor, Ventilatoren, Hilfsaggregate) und ebenfalls die Druckverluste des Wärmetauschers.
- Stromverbrauch bei Stillstand des Verdichters: Kurbelwellenheizung, Standby- oder AUS-Modus

SEER ist ein besserer Leistungsindikator für die Kühlung als das frühere ESEER, da es Temperatur BINs und Stunden auf der Grundlage von Wetterdaten aus einer Referenzstadt (Straßburg) und für eine Komfortklimatisierung berücksichtigt.



Gemäß der Norm EN14825 beträgt die Anzahl der Betriebsstunden für einen **Kaltwassersatz für die Komfortklimatisierung 2602h (nur 29,7% der gesamten Jahresstunden).**

Auslegungspunkte für die Komfortklimatisierung

Die Vorschrift verlangt die Berechnung der Teillastwirkungsgrade an den Nennpunkten A, B, C, D gemäß der nachstehenden Tabelle. Für die übrigen von der Vorschrift abgedeckten Temperaturen werden die Werte mit Hilfe eines Interpolations- und Extrapolationsverfahrens berechnet. Jeder Punkt wird mit den in der Norm definierten BIN-Stunden gewogen. Zum besseren Verständnis verweisen wir auf das Berechnungsbeispiel (Seite 14).

Flüssigkeitskühler Komfort Wärmesenke Luft

Bewertungs- punkt	Last %	Außenluft- Trockenkugeltemperaturen (°C)	Gebläsekonvektor-Anwendung Wassereinfluss-/ -auslasstemperaturen		Wassereinfluss-/ -auslasstemperaturen bei Kühlbodenanwendungen (°C)
			Feste Wasseraustritts- temperatur (°C)	Variable Wasseraustritts- temperatur (°C)	
A	100	35	12 / 7	12 / 7	23 / 18
B	74	30	(*) / 7	(*) / 8.5	(*) / 18
C	47	25	(*) / 7	(*) / 10	(*) / 18
D	21	20	(*) / 7	(*) / 11.5	(*) / 18

Flüssigkeitskühler Komfort Wärmesenke Wasser

Bewertungs- punkt	Last %	Temp. (°C)	Kühlturm oder Wasserkreislauf- anwendung Einlass-/ Auslasstemperatur (°C)	Erdgekoppelte Anwendung (Wasser oder Sole) Einlass-/ Auslasstemperatur (°C)	Gebläsekonvektor-Anwendung Wassereinfluss- / -auslasstemperaturen		Wassereinfluss-/ -auslasstemperaturen bei Kühlbodenanwendungen (°C)
					Feste Wasseraustritts- temperatur (°C)	Variable Wasseraustritts- temperatur (°C)	
A	100	35	30 / 35	10 / 15	12 / 7	12 / 7	23 / 18
B	74	30	26 / (*)	10 / (*)	(*) / 7	(*) / 8.5	(*) / 18
C	47	25	22 / (*)	10 / (*)	(*) / 7	(*) / 10	(*) / 18
D (**)	21	20	18 / (*)	10 / (*)	(*) / 7	(*) / 11.5	(*) / 18

(*) Von der Wasserdurchflussrate abhängige Temperaturen, wie sie unter Standard-Bewertungsbedingungen bestimmt werden.

(**) Der Eintritt von Kondensatorwasser sinkt bei Teillast auf 18°C. Zusammen mit dem variablen Auslass, der auf 11,5°C zurückgesetzt wird, kann der Kaltwassersatz mit sehr geringem Hub arbeiten, was zu einer hervorragenden Energieeffizienz führt. Nur die fortschrittlichsten Kältemaschinen können heute in diesem Zustand arbeiten. Wenn dieser Zustand nicht erreicht werden kann, erlaubt der Ecodesign-Standard eine Leistung bei der höchstmöglichen Temperatur des austretenden Verdampferwassers, typischerweise 8-10°C (je nach Technologie).

Effizianzorderungen gemäß VERORDNUNG 2016/2281 Komfortklimatisierung

Die Verordnung 2016/2281 legt die saisonale Energieeffizienz in $\eta_{s,c}$ fest. Dieser Wert drückt die SEER in Bezug auf die Primärenergie aus und ermöglicht den Vergleich der Energieeffizienz von Einheiten, die verschiedene Energiequellen nutzen. In Europa werden durchschnittlich 2,5 kW Primärenergie benötigt, um 1kW Strom zu erzeugen. Daher werden für die Umrechnung die folgenden Formeln und Werte verwendet.

$$\eta_{s,c}(\%) = 1/CC \times SEER - \sum F_i$$

CC – Umrechnungs-Koeffizient

Europäischer Durchschnittskoeffizient, der die Menge an Primärenergie darstellt, die für die Gewinnung von Elektrizität benötigt wird. CC wird durch die Verordnung mit einem konstanten Wert von 2,5 definiert.

$\sum F_i$ – Berichtungsfaktoren

Luftgekühlte Flüssigkeitskühler $\sum F_i = 3\%$
 Wassergekühlte Flüssigkeitskühler $\sum F_i = 3\%$

Kaltwassersätze für die Komfortklimatisierung	TIER 1 (Jan 2018)		TIER 2 (Jan 2021)	
	$\eta_{s,c}$ %	SEER	$\eta_{s,c}$ %	SEER
Luftgekühlt < 400 kW	149	3.80	161	4.10
Luftgekühlt 400 bis 2000 kW	161	4.10	179	4.55
Wassergekühlt < 400 kW	196	4.98	200	5.08
Wassergekühlt 400 bis 1500 kW	227	5.75	252	6.38
Wassergekühlt 1500 bis 2000 kW	245	6.20	272	6.88

Für Wärmepumpen (Verordnung 813/2011) oder für Industrie- oder Prozesskühler mit mittlerer Temperatur (Verordnung 2015/1095) ist keine Kühleffizianzforderung durch Ökodesign definiert.

Prozessklimatisierung

Hohe Temperaturen Verordnung 2016/2281

Mittlere Temperaturen Verordnung 2015/1095



Die Ökodesign-Verordnung 2016/2281 gilt auch für Hochtemperatur-Kaltwassersätze für Prozessklimatisierungen mit einer Nennkühlleistung unter 2.000 kW für industrielle Prozessanwendungen. Hochtemperatur-Kaltwassersätze sind in der Lage, Austrittswassertemperaturen zwischen 2°C und 12°C zu liefern. Für Wasseraustrittstemperaturen über 12°C gibt es keine Mindestanforderung an den Wirkungsgrad, die in der Verordnung festgelegt ist.

Darüber hinaus betrifft die Verordnung 2015/1095 alle Kaltwassersätze für die Prozesskühlung mit Auslegungskapazität, die eine Fluidauslasstemperatur von -8° C (mittlere Temperatur) oder -25° C (niedrige Temperatur – außerhalb des Anwendungsbereichs dieses Leitfadens) erzeugen können. Es gibt keine Begrenzung hinsichtlich der Kühlleistung des Kaltwassersatzes, so dass sie im Gegensatz zur Hochtemperatur-Prozessregelung in diesem Fall für Kaltwassersätze über 2.000 kW gilt.

Berechnungsmethode

Der vom Hersteller zur Verfügung gestellte Bewertungsbericht muss die Berechnungsmethode für den Wasserdurchfluss angeben. SEPR misst den Wirkungsgrad eines Flüssigkeitskühlers, der für einen Prozess eingesetzt wird, bei dem die gewünschte Temperatur normalerweise unter dem Jahr festgelegt ist. Daher gibt es in diesem Fall nur zwei mögliche Methoden.

FW/FO = Fixed Water Flow, Fixed Outlet Temperature

VW/FO = Variable Water Flow, Fixed Outlet Temperature

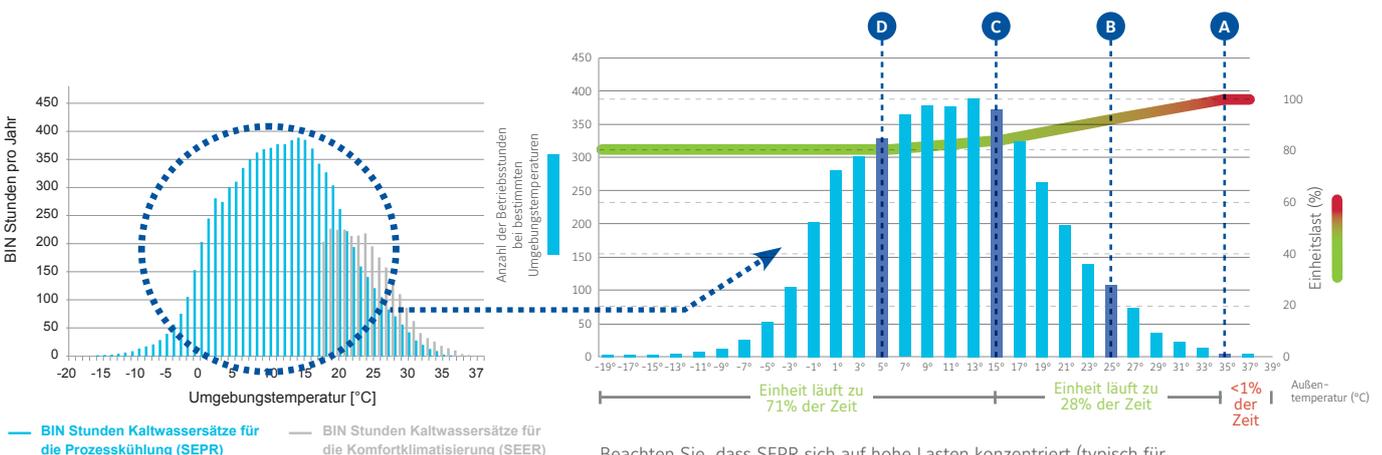
- Variable Strömung reduziert den Energieverbrauch bei Teillast durch reduzierten wasserseitigen Druckabfall. Um von diesen Einsparungen zu profitieren, müssen drehzahlvariable Pumpen in das System eingebaut werden.
- Es ist wichtig zu beachten, dass die Wirkungsgrade in Abhängigkeit von den Temperaturen und der Berechnungsmethode stark variieren können.
- **Beim Vergleich der jahreszeitlich bedingten Energieeffizienz von Kältemaschinen ist es entscheidend, die Kaltwasserbedingungen zu überprüfen, die zur Bestimmung des SEPR verwendet werden.**

SEPR - Saisonales Energie-Leistungs-Verhältnis (Seasonal Energy Performance Ratio)

Mit den Ökodesign-Verordnungen 2016/2281 und 2015/1095 wird ein neuer Indikator namens SEPR (Seasonal Energy Performance Ratio) eingeführt, der das Verhältnis des jährlichen Kühlbedarfs zum jährlichen Stromverbrauch angibt.

Das SEPR wird aus einer durchschnittlichen Klimareferenz mit einer Umgebungstemperatur von -19° C bis 38° C und den entsprechenden Betriebsstunden an jedem Temperaturbehälter berechnet.

Bei der Prozesskühlung reicht die Betriebslast von 100% bis zu 80%.



Auslegungspunkte für Kaltwassersätze für die Prozesskühlung

Die Vorschrift verlangt die Berechnung der Teillastwirkungsgrade an den Nennpunkten A, B, C, D gemäß der nachstehenden Tabelle. Für die übrigen von der Vorschrift abgedeckten Temperaturen werden die Werte mit Hilfe eines Interpolations- und Extrapolationsverfahrens berechnet. Jeder Punkt wird mit den in der Norm definierten BIN-Stunden gewichtet. Der Berechnungsvorgang ähnelt dem des Komforts, so dass Sie sich zum besseren Verständnis auf das Berechnungsbeispiel beziehen können (Seite 14).

Teillastbedingungen für die SEPR-Berechnung für luftgekühlte und wassergekühlte Hochtemperatur-Prozesskühler

Bewertungs-Punkt	Teillast-Verhältnis %	Luftgekühlt	Wassergekühlt	Verdampfer-Wassereinlass-/Wasserauslasstemperatur (°C)
		Temperatur der Einlassluft (°C)	Wassereinlass-/Wasserauslasstemperatur (°C)	
A	100	35	30 / 35	12 / 7
B	93	25	23 / (*)	(*) / 7
C	87	15	16 / (*)	(*) / 7
D (***)	80	5	9 / (*)	(*) / 7

Teillastbedingungen für die SEPR-Berechnung für luft- und wassergekühlte Prozesskühler mittlerer Temperatur

Bewertungs-Punkt	Teillast-Verhältnis %	Luftgekühlt	Wassergekühlt	Verdampfer-Wassereinlass-/Wasserauslasstemperatur (°C)
		Außenlufteintrittstemperatur (°C)	Außenlufteintrittstemperatur oder Wassereintrittstemperatur (°C)	
A	100	35	30/35	-2 (**) / -8 (30% EG)
B	93	25	23 / (*)	(*) / -8 (30% EG)
C	87	15	16 / (*)	(*) / -8 (30% EG)
D (***)	80	5	9 / (*)	(*) / -8 (30% EG)

(*) Von der Wasserdurchflussrate abhängige Temperaturen, wie sie unter Standard-Bewertungsbedingungen bestimmt werden.

(**) Die Einlasstemperatur kann je nach erlaubtem Durchfluss und ΔT variieren.

(***) Das eintretende Kondensationswasser sinkt bei Teillast auf 9° C, und der Flüssigkeitskühler kann mit sehr geringem Hub arbeiten, was zu einer hervorragenden Energieeffizienz führt. Nur die fortschrittlichsten Flüssigkeitskühler können heute in diesem Zustand arbeiten. Wenn dieser Zustand nicht erreicht werden kann, erlaubt die Ökodesign-Norm eine Leistung bei der niedrigsten möglichen Eintrittstemperatur des Kondensationswassers, typischerweise 18° C (abhängig von der Technologie).

Effizianzorderungen gemäß VERORDNUNG 2016/2281 Hochtemperatur-Prozessklimatisierung

Die Verordnung 2016/2281 legt Mindesteffizienzniveaus für Kaltwassersätze mit positiver Austrittstemperatur (Hochtemperatur-Kaltwassersätze) mit einer Leistung bis zu 2.000 kW fest, die in industriellen Prozesskühlanwendungen eingesetzt werden.

Es gibt keine SEPR_{HT}-Anforderung für Flüssigkeitskühler und Wärmepumpen, die für andere Vorschriften gelten.

Hoch Temperatur Prozess Flüssigkeitskühlsätze	TIER 1 (Jan 2018)	TIER 2 (Jan 2021)
	SEPR _{HT} (12/7°C)	SEPR _{HT} (12/7°C)
Luftgekühlt < 400 kW	4.50	5.00
Luftgekühlt 400 bis 2000 kW	5.00	5.50
Wassergekühlt < 400 kW	6.50	7.00
Wassergekühlt 400 bis 1500 kW	7.50	8.00
Wassergekühlt 1500 bis 2000 kW	8.00	8.50

Effizianzorderungen gemäß VERORDNUNG 2015/1095 Mitteltemperatur Prozess Flüssigkeitskühlsätze

Die Verordnung 2015/1095 legt Mindesteffizienzniveaus für Flüssigkeitskühler mit negativer Austrittswassertemperatur fest, die in industriellen Prozesskühlanwendungen eingesetzt werden. Mitteltemperatur-Prozesskühler sind definiert als Einheiten, die bei -8° C Austrittstemperatur arbeiten können. Kaltwassersätze, die unter diese Verordnung (SEPR_{MT}) fallen, sind von den anderen Ökodesign-Vorschriften (wie 2016/2281) ausgenommen.

Mitteltemperatur Prozess Flüssigkeitskühlsätze	TIER 1 (Jul 2016)		TIER 2 (Jul 2018)	
	SEPR _{MT} (GWP > 150)	SEPR _{MT} (GWP < 150)	SEPR _{MT} (GWP > 150)	SEPR _{MT} (GWP < 150)
Luftgekühlt < 300 kW	2.24	2.02	2.58	2.32
Luftgekühlt > 300 kW	2.80	2.52	3.22	2.90
Wassergekühlt < 300 kW	2.86	2.57	3.29	2.96
Wassergekühlt > 300 kW	3.80	3.42	4.37	3.93

Hinweis: SEPR_{MT} für Kaltwassersätze, die mit Kältemittelgas mit GWP < 150 gefüllt sind, kann den MEPS-Wert um maximal 10% senken.

Wärmepumpen

Verordnung 813/2013



Die veröffentlichte Verordnung 813/2013 betrifft alle Wärmepumpen (sowohl luft- als auch wassergekühlte) mit einer Nennheizleistung unter 400 kW (gemessen bei -10°C Umgebungstemperatur).

Sie bezieht sich auf Einheiten, die zur Raumheizung verwendet werden und Warmwasser liefern und umfasst zwei Unterkategorien auf der Grundlage der Wassertemperatur am Ausgang: niedrige Temperatur und mittlere Temperatur.

Wärmepumpeneinheiten von YORK, die von dieser Vorschrift betroffen sind, werden als Niedrigtemperatur klassifiziert, weil die Temperatur der Heizungsausstrittsflüssigkeit bei 52°C (gemessen bei -7°C Umgebungstemperatur) nicht geliefert werden kann.

Niedertemperaturanwendung bedeutet eine Anwendung, bei der der Wärmepumpen-Raumheizgerät seine deklarierte Kapazität zum Heizen bei einer Innenwärmetauscher-Ausgangstemperatur von 35°C liefert.

Mitteltemperaturanwendung ist eine Anwendung, bei der das Wärmepumpen-Raumheizgerät oder die Wärmepumpen-kombination ihre deklarierte Heizleistung bei einer Innenausgangstemperatur des Wärmetauschers von 55°C abgibt.

Berechnungsmethode

Ein wichtiger Punkt, der auf dem Bewertungsbericht des Herstellers angegeben werden muss, ist die Berechnungsmethode hinsichtlich des Wasserdurchflusses und der Austrittstemperatur. Je nach Vorschrift gibt es vier mögliche Methoden.

FW/FO = Fixed Water Flow, Fixed Outlet Temperature
FW/VO = Fixed Water Flow, Variable Outlet Temperature

VW/FO = Variable Water Flow, Fixed Outlet Temperature
VW/VO = Variable Water Flow, Variable Outlet Temperature

- Variabler Auslass senkt die Temperatur des austretenden Wassers bei Teillast. Dadurch wird der von der Wärmepumpe benötigte Auftrieb reduziert, wodurch der Energieverbrauch erheblich gesenkt wird. Um diese Leistung zu erbringen, müssen Kaltwassersätze in der Lage sein, die Wassertemperatur auf der Grundlage der Außentemperatur automatisch zurückzusetzen. Mit dieser Fähigkeit können sogar Projekte ohne fortschrittliche Gebäudeleitsysteme profitieren.
- Der variable Durchfluss reduziert den Energieverbrauch bei Teillast durch einen geringeren wasserseitigen Druckabfall. Um von diesen Einsparungen zu profitieren, müssen drehzahlgeregelte Pumpen in das System eingebaut werden.
- Es ist wichtig zu beachten, dass die Wirkungsgrade in Abhängigkeit von den Temperaturen und der Berechnungsmethode stark variieren können.
- **Beim Vergleich der jahreszeitlich bedingten Energieeffizienz verschiedener Wärmepumpen ist es von entscheidender Bedeutung, die zur Bestimmung der SCOP verwendeten Wasserbedingungen zu überprüfen.**

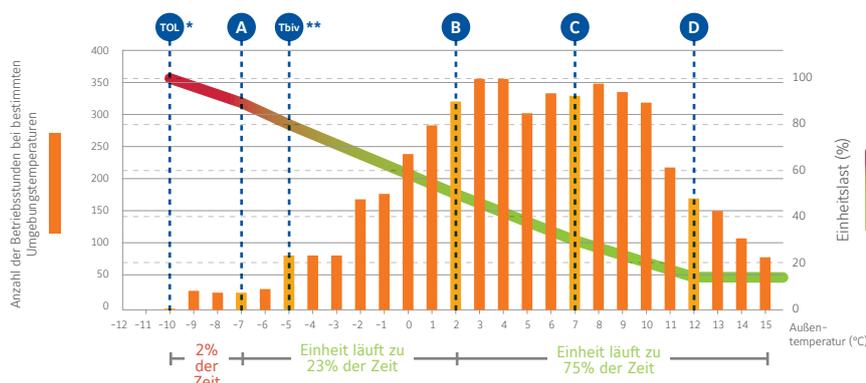
SCOP- Saisonaler Leistungsfaktor (Seasonal Coefficient of Performance)

Die Ökodesign-Verordnung 813/2013 führt einen neuen Indikator mit der Bezeichnung "Saisonaler Leistungsfaktor" (Seasonal Coefficient of Performance, SCOP) ein, der das Verhältnis zwischen dem jährlichen Heizbedarf und der jährlichen elektrischen Eingangsenergie über die gesamte Heizsaison angibt.

Die SCOP wird anhand der Norm EN14825 berechnet, die Folgendes berücksichtigt:

- Jahreszeitliche Effizienz bei laufendem Kompressor (SCOPon)
- Stromverbrauch bei nicht laufendem Verdichter: Kurbelwannenheizung, Standby- oder AUS-Modus
- Zur Erreichung der definierten Heizungsauslegungslast erforderliche Zusatzheizung

SCOP berücksichtigt die Energieeffizienz, die bei jeder Außentemperatur eines durchschnittlichen Klimas erreicht wird, gewichtet mit der Anzahl der BIN-Stunden für jede dieser Temperaturen. Die Norm teilt Europa in drei Klimazonen ein, wobei für jede dieser Zonen eine Referenzstadt ausgewählt und deren Temperaturprofil übernommen wird. Das "durchschnittliche" Temperaturprofil ist obligatorisch und entspricht dem von Straßburg. Es gibt keine Anforderung an die Kühleffizienz (weder Komfort noch Prozess) für Wärmepumpen, die von der Verordnung 813/2103 betroffen sind.



Für das "durchschnittliche" Temperaturprofil

* $T_{\text{design, h}}$ = Referenzauslegungstemperatur = -10°C .

* TOL = Die Temperatur-Betriebsgrenze ist die niedrigste Außentemperatur, bei der die Wärmepumpe arbeiten kann. Höchstwert = -7°C .

** T_{biv} = "bivalente Temperatur" ist die vom Hersteller angegebene Außentemperatur, bei der die Wärmepumpe genau dem Heizbedarf entspricht. Höchstwert = $+2^{\circ}\text{C}$.

Die Anzahl der von der SCOP abgedeckten Betriebsstunden für eine Wärmepumpe beträgt **4910h (56% der gesamten Jahresstunden)**.

Auslegungspunkte Wärmepumpen (für "durchschnittliches" Temperaturprofil)

Die Vorschrift verlangt die Berechnung der Teillastwirkungsgrade an den Nennpunkten A, B, C, D gemäß der nachstehenden Tabelle. Für die übrigen von der Vorschrift abgedeckten Temperaturen werden die Werte mit Hilfe eines Interpolations- und Extrapolationsverfahrens berechnet. Jeder Punkt wird mit den in der Norm definierten BIN-Stunden gewichtet. Der Berechnungsvorgang ähnelt dem des Komforts, so dass Sie sich zum besseren Verständnis auf das Berechnungsbeispiel beziehen können (Seite 14).

Wärmepumpe Wärmesenke Luft

Bewertungs-Punkt	Teillast-Verhältnis %	Außen-Wärmetauscher		Niedertemperatur-Innenwärmetauscher		Innenwärmetauscher mittlere Temperatur	
		Außenlufttemperatur (°C)		Feste Wasser-austrittstemperaturen (°C)	Variable Wasser-austrittstemperaturen (°C)	Feste Wasser-austrittstemperaturen (°C)	Variable Wasser-austrittstemperaturen (°C)
A	88	-7		(*) / 35	(*) / 34	(**) / 55	(*) / 52
B	54	2		(*) / 35	(*) / 30	(**) / 55	(*) / 42
C	35	7		(*) / 35	(*) / 27	(**) / 55	(*) / 36
D	15	12		(*) / 35	(*) / 24	(**) / 55	(*) / 30

Wasser-Wasser Wärmepumpen

Rating point	Teillast-Verhältnis %	Außen-Wärmetauscher		Niedertemperatur-Innenwärmetauscher		Innenwärmetauscher mittlere Temperatur	
		Wassertemperaturen am Einlass/Auslass (°C)		Feste Wasser-austrittstemperaturen (°C)	Variable Wasser-austrittstemperaturen (°C)	Feste Wasser-austrittstemperaturen (°C)	Variable Wasser-austrittstemperaturen (°C)
A	88	10 / (***)		(*) / 35	(*) / 34	(**) / 55	(*) / 52
B	54	10 / (***)		(*) / 35	(*) / 30	(**) / 55	(*) / 42
C	35	10 / (***)		(*) / 35	(*) / 27	(**) / 55	(*) / 36
D	15	10 / (***)		(*) / 35	(*) / 24	(**) / 55	(*) / 30

(*) Mit der Wasserdurchflussmenge, wie sie unter den in EN 14511-2 angegebenen Standard-Bemessungsbedingungen bei 30/35 für Einheiten mit einer festen Durchflussmenge und mit einem festen Delta T von 5° C für Einheiten mit einer variablen Durchflussmenge bestimmt wird.

(**) Mit der Wasserdurchflussmenge, wie sie unter den in EN 14511-2 angegebenen Standard-Bemessungsbedingungen bei 47/55 für Einheiten mit einer festen Durchflussmenge und mit einem festen Delta T von 8° C für Einheiten (höhe temperatur) mit einer variablen Durchflussmenge bestimmt wird.

(***) Mit der Wasserdurchflussmenge, wie sie unter den in EN 14511-2 angegebenen Standard-Bemessungsbedingungen bei 30/35 für Einheiten mit einer festen Durchflussmenge oder mit einem festen Delta T von 3° C für Einheiten mit einer variablen Durchflussmenge bestimmt wird.

Effizienzanforderungen gemäß VERORDNUNG 813/2013 - Wärmepumpen

Die Verordnung 813/2013 legt die saisonale Energieeffizienz in $\eta_{s,h}$ fest. Dieser Wert drückt die SCOP in Bezug auf die Primärenergie aus und ermöglicht den Vergleich der Energieeffizienz von Einheiten, die verschiedene Energiequellen nutzen.

$$\eta_{s,h}(\%) = 1/CC \times SCOP - \sum F_i$$

CC – Umrechnungs-Koeffizient

Europäischer Durchschnittskoeffizient, der die Menge an Primärenergie darstellt, die für die Gewinnung von Elektrizität benötigt wird.

CC wird durch die Verordnung mit einem konstanten Wert von 2,5 definiert.

$\sum F_i$ – Berichtigungsfaktoren

Wärmepumpen mit Luftquelle $\sum F_i = 3\%$

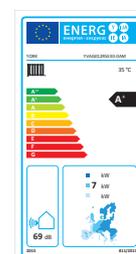
Wasser-Wärmepumpen $\sum F_i = 8\%$

Niedrigtemperatur-Wärmepumpen (35°C)	TIER 1 (Okt 2015)		TIER 2 (Okt 2017)	
	$\eta_{s,h}$ %	SCOP	$\eta_{s,h}$ %	SCOP
Luft / Wasser Niedrigtemperatur-Wärmepumpen < 400	115	2.95	125	3.20
Wasser / Wasser Niedrigtemperatur-Wärmepumpen < 400	115	3.08	125	3.33

Mitteltemperatur-Wärmepumpen (55°C)	TIER 1 (Okt 2015)		TIER 2 (Okt 2017)	
	$\eta_{s,h}$ %	SCOP	$\eta_{s,h}$ %	SCOP
Luft / Wasser Mitteltemperatur-Wärmepumpen < 400	100	2.57	110	2.82
Wasser / Wasser Mitteltemperatur-Wärmepumpen < 400	100	2.7	110	2.95

Energie-Kennzeichnungsverordnung 811/2013

Wärmepumpen mit Leistungen unter 70 kW werden durch die **europäische Energiekennzeichnungsverordnung 811/2013** mit dem Ziel klassifiziert, den Endnutzer darüber zu informieren, welches der Wirkungsgrad der gewünschten Wärmepumpe ist.



Produkt Information

Sobald der Hersteller bescheinigt hat, dass ein bestimmter Kaltwassersatz (oder eine Wärmepumpe) die entsprechende Ökodesign-Richtlinie erfüllt, ist es obligatorisch, Installateuren und Endnutzern die folgenden Informationen zur Verfügung zu stellen:

- Konformitätserklärung (DoC) einschließlich Ökodesign-Richtlinie und angewandte Regulierung
- Technisches Datenblatt (auch Produktdatenblatt genannt), das die für die MEPS-Effizienzberechnung verwendeten Werte zusammenfasst ($\eta_{S,c}$, SEPR oder $\eta_{S,h}$)

Beispiel einer Konformitätserklärung





EU-Konformitätserklärung des Herstellers

Hersteller:

Hiermit bestätigen und erklären wir unter unserer alleinigen Verantwortung, dass die nachstehend beschriebene Montage:

Montage Modell / Typ: Luftgekühlter Flüssigkeitskühler (Wärmepumpe) Standardeinheit

Montage Seriennummer:

den wesentlichen Anforderungen der folgenden relevanten EU-Richtlinien entspricht:

Druckgeräte richtlinie 2014/68/EU	EMV-Richtlinie 2014/30/EU
Maschinenrichtlinie 2006/42/EC	Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EC

Die folgenden anwendbaren harmonisierten Normen wurden bei der Konformitätsbewertung verwendet:

EN ISO 12100:2010	EN 61000-6-2:2005/AC:2005	EN 14825:2016*
EN 378-2:2016	EN 61000-6-4:2007+A1:2011	EN 60204-1:2006 +A1:2009+AC:2010

* Anwendung des Flüssigkeitskühlers gemäß Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG zur Durchführung der Verordnungen EU 2016/2281, EU 2015/1095 und EU 813/2013. EU 813/2013 ist nur für Wärmepumpen.

Und die Zusammenstellung erfüllt die wesentlichen Anforderungen und Bestimmungen der oben erwähnten einschlägigen EU-Richtlinien:

Beispiel für ein technisches Datenblatt (Product Fiche)

Die Hersteller müssen den Installateuren und Endbenutzern eine Anleitung und Zugang zu einer Website zur Verfügung stellen, die (kostenlos) ein neues "Technisches Datenblatt" mit einer Zusammenfassung der für die Berechnung des Wirkungsgrads verwendeten Werte ($\eta_{s,c}$, SEPR oder $\eta_{s,h}$) beinhaltet.

Unten finden Sie ein Beispiel für das "Technische Datenblatt", wie es in der Verordnung 2016/2281 erscheint:

Informationsanforderungen für Kaltwassersätze für die Komfortklimatisierung			
Modell(e): Informationen zur Identifizierung des Modells (der Modelle), auf das (die) sich die Informationen beziehen.			
Außenseitiger Wärmetauscher des Flüssigkeitskühlers (wählen Sie welche: Luft oder Wasser/Sole):			
Innenseitiger Wärmetauscher-Kühler (Standard: Wasser):			
Typ: verdichtertgetriebenes Dampfkompressions- oder Sorptionsverfahren			
Falls zutreffend: Antrieb des Kompressors: (Elektromotor- oder Kraftstoffantrieb, gasförmiger oder flüssiger Kraftstoff, Verbrennungsmotor oder externer Verbrennungsmotor)			

Allgemeine Informationen:
Gerätebezeichnung, Luft-/Wassergekühlt, Typ Kompressor

Posten	Symbol	Wert	Einheit	Posten	Symbol	Wert	Einheit
Nennkühlleistung	$P_{rated,c}$	x,x	kW	Energieeffizienz der saisonalen Raumkühlung	$\eta_{s,c}$	x,x	%
Deklarierte Kühlleistung für Teillast bei gegebener Außentemperatur T_i				Deklariertes Energiewirkungsgrad oder Gasnutzungsgrad / Hilfsenergiefaktor für Teillast bei gegebener Außentemperatur T_i			
$T_j = +35^\circ\text{C}$	P_{dc}	x,x	kW	$T_j = +35^\circ\text{C}$	EER_j oder $GUE_{c,bin}/AEF_{c,bin}$	x,x	%
$T_j = +30^\circ\text{C}$	P_{dc}	x,x	kW	$T_j = +30^\circ\text{C}$	EER_j oder $GUE_{c,bin}/AEF_{c,bin}$	x,x	%
$T_j = +25^\circ\text{C}$	P_{dc}	x,x	kW	$T_j = +25^\circ\text{C}$	EER_j oder $GUE_{c,bin}/AEF_{c,bin}$	x,x	%
$T_j = +20^\circ\text{C}$	P_{dc}	x,x	kW	$T_j = +20^\circ\text{C}$	EER_j oder $GUE_{c,bin}/AEF_{c,bin}$	x,x	%

Informationen zum Modus "Ein": Kapazität, Wirkungsgrad bei verschiedenen Temperaturen für die Teillastpunkte A,B,C und D

Degradationskoeffizient für Flüssigkeitskühler (*)	C_{dc}	x,x	-				
--	----------	-----	---	--	--	--	--

Leistungsaufnahme in anderen Modi als dem "aktiven Modus"				Betrieb der Kurbelgehäuseheizung			
Aus-Modus	P_{OFF}	x,xxx	kW	Standby-Modus	P_{SB}	x,xxx	kW
Thermostat-Aus-Modus	P_{TO}	x,xxx	kW				

Modus "Aus"-Informationen: Leistungsaufnahme Nebenaggregate (Kurbelgehäuseheizung, Bereitschaftsmodus usw.)

Andere Posten				Flüssigkeitskühler Komfort Wärmesenke Luft: Luftdurchsatz, außen gemessen			
Kontrolle der Kapazität	fest / stufenweise / variabel					x	m ³ /h
Schalleistungspegel, außen	L_{WA}	x,x/x,x	dB				
Emissionen von Stickstoffoxiden (falls zutreffend)	NO_x (**)	x	mg/kWh input GCV			x	m ³ /h
GWP des Kältemittels			kg CO ₂ eq (100 Jahren)				
Standard-Rating-Bedingungen verwendet (Niedrigtemperatur-Anwendung/Mitteltemperatur-Anwendung):							
Kontaktdetails	Name und Adresse des Herstellers oder seines Bevollmächtigten						

Andere Informationen: Schall, GWP, Durchflussmengen, Anwendung:
 • Fußbodenheizung/ Gebläsekonvektoren
 • Fancoils/Kühlbalken

(*) Wenn C_{dc} nicht durch Messung bestimmt wird, beträgt der Standard-Degradationskoeffizient von Kältemaschinen 0,9.
 (**) Vom 26 September 2018

Konformität

Alle YORK Produkte auf dem EU-Markt entsprechen den geltenden Ökodesign-Vorschriften. In vielen Fällen bieten YORK Produkte eine deutlich bessere Energieeffizienz als von den Vorschriften gefordert, was zu attraktiv niedrigen Betriebskosten und einem geringeren ökologischen Fußabdruck führt.

3

Hilfsmittel, Allzeitberechnung

ERKLÄRUNG:

- Berücksichtigen Sie den gesamten Stromverbrauch, wenn der Verdichter nicht läuft: Kurbelwellenheizung, Standby- oder AUS-Modus
- Konvertieren Sie auf diese Weise den SEER_{ON} in den SEER-Wert (SEER < SEER_{ON})
- SEER ist das Verhältnis zwischen dem jährlichen Kühlbedarf (Q_C) und der jährlichen elektrischen Eingangsenergie über die gesamte Kühlsaison (Q_{CE})

BEISPIEL:

- Nach Anwendung der folgenden Formeln wird SEER_{ON} = 4,53 zu SEER = 4,38, da der Energieverbrauch bei ausgeschalteter Einheit berücksichtigt wurde

$$SEER = \frac{Q_C}{Q_{CE}}$$

$$Q_C = P_{DESIGNC} \times H_{CE}$$

$$Q_{CE} = \frac{Q_C}{SEER_{on}} + H_{TO} \times P_{TO} + H_{SB} \times P_{SB} + H_{CK} \times P_{CK} + H_{OFF} \times P_{OFF}$$

$$P_{TO} = P_{SB} = P_{CK} = P_{OFF} = 0.75 \text{ kW}$$

Stromverbrauch, wenn das Gerät nicht in Betrieb ist. Informationen aus dem technischen Datenblatt.

$$H_{CE} = 600 \text{ h}, H_{TO} = 659 \text{ h}, H_{SB} = 1377 \text{ h}, H_{CK} = 2036 \text{ h}, H_{OFF} = 0 \text{ h}$$

In der Norm EN14825 festgelegte Stundenzahl für die Hilfsverbräuche.

$$P_{DESIGNC} = 664.48 \text{ kW}$$

Informationen aus dem technischen Datenblatt. Es stimmt mit Punkt A Kühlleistung (Volllast) überein.

$$SEER = 398.688 \text{ kW} / 91.065 \text{ kW} = 4.38$$

4

Korrekturfaktoren anwenden

ERKLÄRUNG:

- Umwandlung des SEER in $\eta_{s,c}$
- Dieser Wert drückt die SEER in Bezug auf die Primärenergie aus und ermöglicht den Vergleich der Energieeffizienz von Einheiten, die verschiedene Energiequellen nutzen

BEISPIEL:

- Nach Anwendung der folgenden Formel wird SEER=4,38 zu $\eta_{s,c} = 172.2\%$

$$\eta_{s,c} = \frac{1}{CC} \cdot SEER - \sum F(i)$$

CC = Umrechnungskoeffizient (2,5 durch Regulierung)

F(i) = Berichtigungsfaktoren (3% AC, 8% WC)

In unserem Beispiel:

SEER = 4.38

Luftgekühlt -> F(i) = 3%

$$\eta_{s,c} = [(1 / 2.5) * 4.38 * 100] - 3\% = 172.2\%$$

5

Prüfen Sie, ob das Gerät die Ökodesign- Anforderungen erfüllt

ERKLÄRUNG:

- Anwendung der in der Verordnung definierten MEPS je nach Art der Einheit und Kapazität

BEISPIEL:

- Es handelt sich um eine luftgekühlte Einheit mit einer Kühlleistung von 664 kW, sodass das Ergebnis $\eta_{s,c} = 172.2\%$ Tier 1, aber nicht Tier 2 besteht

KALTWASSERSÄTZE FÜR KOMFORTKLIMATISIERUNG	TIER 1 (Jan 2018)		TIER 2 (Jan 2021)	
	$\eta_{s,c}$ cool %	SEER 12/7° oder 23/18°	$\eta_{s,c}$ cool %	SEER 12/7° oder 23/18°
Luftgekühlt < 400 kW	149	3,80	161	4,10
Luftgekühlt 400 bis 2000 kW	161 	4,10	179 	4,55
Wassergekühlt < 400 kW	196	4,98	200	5,08
Wassergekühlt 400 bis 1500 kW	227	5,75	252	6,38
Wassergekühlt 1500 bis 2000 kW	245	6,20	272	6,88



Über Johnson Controls

Bei Johnson Controls gestalten wir die Umgebung, in der Menschen leben, arbeiten, lernen und sich erholen. Von der Optimierung der Gebäudeleistung bis zur Verbesserung der Sicherheit und des Komforts – wir halten unsere Versprechen an Kunden aus industrieller Fertigung, Gesundheitswesen, öffentlichem Sektor, Bildung und vielen anderen Branchen. Mit einem globalen Team von 100.000 Experten in mehr als 150 Ländern und über 130 Jahren Innovationskraft stehen wir als Antrieb hinter der Mission unserer Kunden.

Weitere Informationen finden Sie unter
www.johnsoncontrols.de

© 2020 Johnson Controls. Alle Rechte vorbehalten.

Johnson Controls behält sich das Recht vor Spezifikationen ohne vorherige Ankündigung zu ergänzen oder zu ändern. YORK® ist eine eingetragene Marke von Johnson Controls, Inc. in Deutschland und anderen Ländern.

