

ErP READY

Die Ökodesign-Richtlinie ErP für Kälteanlagen und Wärmepumpen.

Die EU-Verordnung 2281/2016/EU definiert neue Anforderungen an Kälteanlagen und Wärmepumpen und stellt neue Kennzahlen zur Effizienzbeurteilung in den Fokus.



APPLIES TO
EUROPEAN
DIRECTIVE
AIR HEATING
AND COOLING
PRODUCTS



Die Ökodesign-Richtlinie (ErP) für Kälteanlagen und Wärmepumpen

Die europäische ErP-Richtlinie 2009/125/EG (Energy-related-Products-Directive), auch Ökodesign-Richtlinie genannt, definiert Mindestanforderungen an energierelevante Produkte. Ziel der ErP-Richtlinie ist die Reduzierung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emission sowie die Erhöhung des Gesamtanteils erneuerbarer Energien. Diese Richtlinie gilt für sämtliche Produkte, die im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) in Verkehr gebracht werden. Exporte aus der EU sind von der ErP-Richtlinie nicht betroffen.

RLT-Geräte sind von verschiedenen EU-Verordnungen betroffen. Die EU-Verordnung 1253/2014/EG für Lüftungsgeräte bleibt 2018 unverändert. Dazu kommt aber eine neue Verordnung für die Luftheizgeräte und Luftkühlgeräte. Die neue EU-Verordnung 2281/2016/EU befasst sich mit vielen unterschiedlichen Produkten (Kälteanlage, Wärmepumpe, etc.) und gilt seit dem 01.01.2018 im europäischen Wirtschaftsraum.

Informationen kompakt zusammengefasst

Die Diskussion um neue Anforderungen an Luftheizgeräte und Luftkühlgeräte im Rahmen der ErP-Richtlinie ist geprägt von Unsicherheit und Widersprüchlichkeiten. robatherm sieht sich als Premiumhersteller in der Verantwortung, sich intensiv mit der ErP-Thematik zu beschäftigen und begegnet den vielen Fragestellungen mit kompakten Informationen.

Die Antworten auf die wichtigsten Fragen

<p>Was ist der Geltungsbereich der ErP 2281/2016/EU?</p>	<p>Diese Verordnung gilt für Luftheiz- und Luftkühlprodukte, die für Anwendungen mit Menschen konzipiert sind. Sie konzentriert sich dabei auf Technologien für die Wärme- und Kälteerzeugung. Dabei sind folgende Produkte betroffen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brennkammern • Gasflächenbrenner • Comfort chillers • Kälteanlagen • Elektroluft erhitzer • Wärmepumpen
<p>Welche Kategorien sind bei Kälteanlagen/Wärmepumpen zu berücksichtigen?</p>	<p>Die Verordnung definiert folgende Konzepte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Luft/Luft Wärmepumpe • Luft/Luft Raumklimageräte <p>Diese 2 Konzepte werden in verschiedene Konfigurationen eingeteilt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wärmepumpe mit dem Verdampfer in der Umgebungsluft • Wärmepumpe mit dem Verdampfer in der Abluft • Kälteanlagen mit Axialkondensator • Kälteanlagen mit Fortluftkondensator <p>Die Verordnung definiert nur energetische Anforderungen an Wärmepumpen mit Umgebungsluftverdampfern und an Kälteanlagen mit Axialkondensatoren.</p>
<p>Weshalb gelten die Anforderungen nicht für Anlagen, bei denen der Direktverdampfer bzw. der Kondensator in der Fortluft positioniert ist?</p>	<p>Wenn der Verdampfer bzw. der Kondensator in der Fortluft positioniert ist, funktioniert die Wärmepumpe bzw. die Kälteanlage wie eine Wärmerückgewinnung. Da diese keine Wärme/Kälte erzeugt, sondern Wärme/Kälte rückgewinnt, sind diese Anwendungen grundsätzlich ausgenommen. Deswegen sind für diese Anwendungen nur Informationsanforderungen notwendig.</p>
<p>Ab wann sind Kälteanlagen und Wärmepumpen davon betroffen?</p>	<p>Kälteanlage und Wärmepumpe, die ab dem 1. Januar 2018 geliefert werden (Eintreffen auf der Baustelle), müssen der ErP-Verordnung entsprechen. Ab dem 1. Januar 2021 werden die Anforderungen in einem nächsten Schritt weiter verschärft. Für das Jahr 2022 ist eine weitere Verschärfung vorgesehen.</p>
<p>Gibt es im Bereich der Kälteanlagen und Wärmepumpen auch Ausnahmen?</p>	<p>Folgende Bereiche sind beispielsweise vom Geltungsbereich der Verordnung ausgenommen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geräte mit Luft/Luftwärmepumpe, wenn die Wärmepumpe als WRG genutzt wird • Landwirtschaftliche Anwendungen (Gewächshäuser, Stallungen) • Personen- oder Gütertransport (Schiffe) • Gewerbliche Dunstabzugshauben (Fett- und Dampfabsaugung gewerblicher Küchen) • Thermisch hochbelastete Räume (Rechenzentren, Serverräume, Kompressorräume, Generatorräume, KWK-Räume, Gießereien) • Maschinenabluft (Garagenabluft) • ATEX (explosionsgefährdete Bereiche) • Ab- und Zuluft für Digestorien • Abluft von oder Zuluft für Prozesslufttechnik (nicht zur Abfuhr von Personen- oder Gebäudeemissionen konzipiert) • Umluftgeräte mit einem maximalen Außenluftanteil kleiner als 10% der Nennluftmenge

Kälteanlagen und Wärmepumpen

Aus thermodynamischer Sicht zählen Kompressionskälteanlagen zu den Kraftwärmemaschinen. Es wird durch den Einsatz von elektrischer oder mechanischer Energie ein Wärmestrom realisiert. Man spricht von einem linksläufigen Prozess. Bei Wärmekraftmaschinen, wie beispielsweise Dampfturbinen oder Verbrennungsmotoren, nutzt man hin-

gegen einen Wärmestrom zur Erzeugung von mechanischer oder elektrischer Energie. Die Wärmekraftmaschinen zählen zu den rechtsläufigen Prozessen.

Je nachdem, ob die Kühl- oder Heizseite genutzt wird, spricht man von einer Kälteanlage oder Wärmepumpe.

<p>Schema des Kältekreislaufts</p>	
<p>Beschreibung</p>	<p>Im Kältekreislauf zirkuliert ein Kältemittel. Das Kältemittel hat die Aufgabe, die Wärme an einer Stelle aufzunehmen (Quelle) und an einer anderen Stelle abzugeben (Senke). Im Zusammenspiel zwischen Druck und Temperatur ändert sich der Aggregatzustand im Kreislauf von gasförmig zu flüssig und umgekehrt. Kältemittel bestehen meistens aus fluorierten Kohlenwasserstoffen, jedoch finden natürliche Kältemittel wie Ammoniak, Propan und Kohlenstoffdioxid ebenfalls Anwendung.</p>
	<p>Der Verdichter ist der Antrieb des Kältekreislaufs. Die Aufgabe des Verdichters ist, das gasförmige Kältemittel mit niedriger Temperatur mithilfe von elektrischer Energie, zu komprimieren. Während des Verdichtungsprozesses erhöht sich neben dem Druck auch die Temperatur des Kältemittels.</p>
	<p>Die Prozesswärme wird vom Kondensator abgegeben. Diese ist die Summe aus aufgenommener Wärme am Verdampfer und elektrischer Antriebsenergie des Verdichters. Hierbei wird zunächst das überhitzte Kältemittel auf Kondensationstemperatur abgekühlt und anschließend vollständig verflüssigt. Der hohe Druck bleibt weiterhin unverändert.</p>
	<p>Das verflüssigte Kältemittel strömt zum Expansionsventil. Es hat die Aufgabe, die Überhitzung des Dampfes zu regulieren. Die Druckabsenkung wird infolge einer Querschnittsverengung erreicht. Während der Druckabsenkung beginnt bereits ein Teil des Kältemittels zu verdampfen. Zusätzlich sinkt die Temperatur und es bildet sich ein Nassdampfgemisch.</p>
	<p>Im Verdampfer wechselt das Kältemittel den Aggregatzustand auf gasförmig. Die Verdampfung wird durch Wärmeaufnahme erreicht. Dabei wird die erforderliche Wärme aus der Umgebung oder bei RLT-Geräten aus dem Luftstrom entzogen.</p>
	<p>Der Verdichter kann nun das gasförmige Kältemittel erneut ansaugen und verdichten. Somit schließt sich der Kältekreislauf.</p>

Anwendungskonzepte in RLT-Anlagen

robatherm integriert auf die jeweilige Anwendung zugeschnittene Kälte- und Wärmeerzeuger im RLT-Gerät. Kältemaschinen, Wärmepumpen, Wärmeübertrager sowie alle weiteren Funktionskomponenten und deren Betriebsweise sind optimal aufeinander abgestimmt. Intelligente Regelstrategien für Ventilatoren, Verdichter, Klappensysteme, usw., sowie die bedarfsgerechte Nutzung vorhan-

dener Energiequellen (z.B. Wärmerückgewinnung, freie Kühlung, Kondensationswärme) sorgen für eine hohe Anlageneffizienz.

Prinzipiell sind zwei Arten der integrierten Direktkälteerzeugung sowie eine Art der integrierten Wärmeerzeugung üblich.

Integrierte Direktkälteerzeugung

	Fortluftkondensator	Außenluftkondensator
Anlagenschema ODA = Außenluft SUP = Zuluft ETA = Abluft EHA = Fortluft	<p>Kondensator Verdichter</p> <p>Direktverdampfer</p>	<p>ODA Kondensator</p> <p>Verdichter</p> <p>Direktverdampfer</p>
Vorteile der Konzepte	<ul style="list-style-type: none"> • Direkter Wärmeübergang, hohe Gesamteffizienz • Geringe Rohrleitungsquerschnitte • Geringer bauseitiger Aufwand • Kein Kaltwasserverteilnetz notwendig • Kein Frostschutz notwendig 	

Wärmepumpe/reversible Wärmepumpe

Anlagenschema ODA = Außenluft SUP = Zuluft ETA = Abluft EHA = Fortluft	<p>Verdampfer Verdichter</p> <p>Kondensator</p>
Vorteile des Konzepts	<ul style="list-style-type: none"> • Funktioniert wie ein Wärmerückgewinnungssystem • Optimale Energieversorgung • Geringer Platzbedarf • Keine externe Verrohrungsarbeit • Prozessumkehr ist möglich • Geringe Rohrleitungsquerschnitte

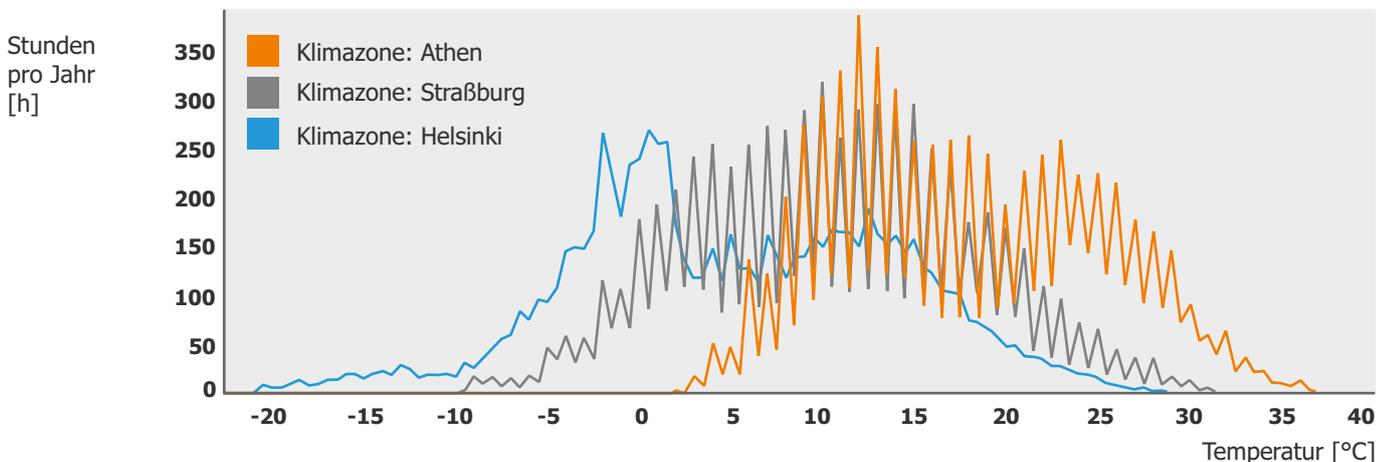
Neue Berechnung der Effizienz gemäß ErP-Richtlinie

Berücksichtigung des Jahresverlaufs

	Punktuelle Betrachtung	Saisonale Betrachtung
Betrachtungsweise	Die Auslegung einer Wärmepumpe und/oder einer Kälteanlage berücksichtigt immer das schlechteste Szenario. Dazu wird für die Wärmepumpe als Grundlage die kälteste Außenlufttemperatur genommen und für eine Kälteanlage die höchste.	In der saisonalen Betrachtung werden die Wetterdaten berücksichtigt. Sich ändernde Außenluftbedingungen beeinflussen die Effizienz der Wärmepumpe und/oder der Kälteanlage. Der COP bzw. der EER wäre somit besser als er ausgewiesen wird.
Kennzahlen für den Heizbetrieb	Coefficient Of Performance $\text{COP} = \frac{\text{Abgegebene Heizleistung}}{\text{Antriebsenergie Verdichter}}$	Seasonal Coefficient Of Performance $\text{SCOP} = \frac{\text{Jahresheizenergiebedarf}}{\text{Jahresenergieverbrauch im Heizbetrieb}}$
Kennzahlen für den Kühlbetrieb	Energy Efficiency Ratio $\text{EER} = \frac{\text{Abgegebene Kälteleistung}}{\text{Antriebsenergie Verdichter}}$	Seasonal Energy Efficiency Ratio $\text{SEER} = \frac{\text{Jahreskühlenergiebedarf}}{\text{Jahresenergieverbrauch im Kühlbetrieb}}$

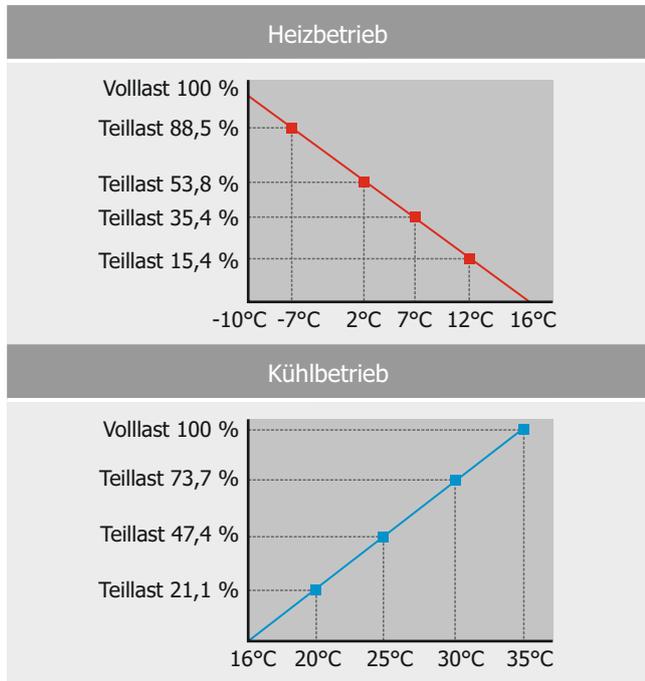
Da sich die Außenlufttemperaturen permanent ändern, spiegelt die punktuelle Betrachtung, also die Effizienzberechnung auf Basis einer definierten Temperatur die Realität nicht wider. Wird beispielsweise die Effizienz einer

Kälteanlage ausschließlich im Volllastbetrieb bei einer Außentemperatur von 35°C ermittelt, zeigt die obere Abbildung, dass diese Situation selbst in der Klimazone Athen an nur wenigen Stunden im Jahr zutrifft.



Berücksichtigung des Kühl- und Heizbetriebs in der saisonalen Betrachtung

Bei der saisonalen Betrachtung wird nun der Jahresverlauf herangezogen und anhand von vier unterschiedlich stark gewichteten Betriebspunkten betrachtet.



Berücksichtigung der Klimazonen

Neben der saisonalen Betrachtung mit unterschiedlichen Temperaturen werden nun bei der Bewertung von Wärmepumpen auch die klimatischen Bedingungen berücksichtigt. Daher wurden drei Klimazonen definiert.

- Helsinki
- Straßburg
- Athen

Berücksichtigung des Standby-Betriebs

Auch im Standby-Zustand verbraucht eine Kälteanlage bzw. eine Wärmepumpe Strom. Dieser Verbrauch hat einen Einfluss auf die gesamte Effizienz einer Anlage. Um eine Kennzahl zu erlangen, welche möglichst realitätsnah ist, wird der Stromverbrauch im Standby-Betrieb ebenfalls berücksichtigt und fließt in die Berechnung des SCOP und des SEER ein. Dabei sind vier verschiedene Betriebsarten in der ErP-Verordnung definiert:

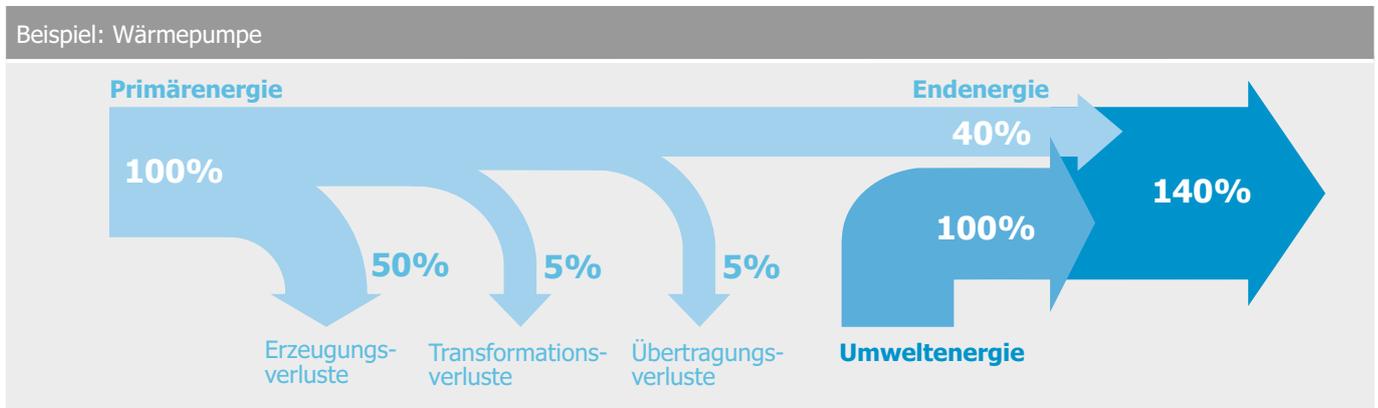
- **Aus-Zustand:**
Die Wärmepumpe bzw. die Kälteanlage ist mit dem Stromnetz verbunden, aber erfüllt keine Funktion.
- **Thermostat Aus:**
Bei dieser Betriebsart ist die Heiz- oder Kühlfunktion der Wärmepumpe bzw. der Kälteanlage eingeschaltet, das RLT-Gerät ist aber nicht aktiv.
- **Betriebszustand mit Kurbelwannenheizung:**
Diese Betriebsart definiert den Zustand, bei dem das Gerät eine Heizvorrichtung aktiviert hat, die einen Übergang des Kältemittels in den Verdichter verhindert, sodass die Kältekonzentration im Öl beim Anlauf des Verdichters begrenzt ist.
- **Bereitschaftszustand:**
Die Wärmepumpe bzw. die Kälteanlage ist mit dem Stromnetz verbunden und erfüllt zeitlich unbegrenzt nur bestimmte Funktionen (Reaktivierungsfunktion, Informations- oder Statusanzeige).



Der Jahresnutzungsgrad

Der Jahresnutzungsgrad beschreibt die Effizienz einer Kälteanlage bzw. Wärmepumpe auf das ganze Jahr bezogen. Der komplette Energiezyklus, von der Primärenergie bis hin zur Nutzenergie, wird in diesem Wert betrachtet. Der CC-Wert in den rechten Formeln ist ein Umwandlungskoeffizient, der alle Energieverluste des gesamten Zyklus betrachtet. Dieser Wert ist fest vorgegeben und in der Verordnung 2281/2016/EU definiert. Der Jahresnutzungsgrad sollte bei Kälteanlagen und Wärmepumpen immer größer als 100% sein. Dies ist auf die Aufnahme einer Umweltenergie zurückzuführen. Diese Umweltenergie ist der Wärmetransfer vom Verdampfer zum Kondensator. Wird der Nutzen zum Aufwand ins Verhältnis gesetzt, ergeben sich Werte über 100%.

Jahresnutzungsgrad	
Heizbetrieb	$\eta_{s,h} = \frac{SCOP}{CC}$
Kühlbetrieb	$\eta_{s,c} = \frac{SEER}{CC}$



Die Mindestanforderungen der ErP-Verordnung 2281/2016/EU

Die ErP-Verordnung 2281/2016/EU definiert die Mindestanforderungen an den Jahresnutzungsgrad und sieht für 2021 eine Verschärfung der Anforderungen vor.

Jahresnutzungsgrad	ErP 2018	ErP 2021
Kälteanlage mit Axialkondensator	≥ 117 %	≥ 138 %
Wärmepumpen mit Umgebungsluftverdampfern	≥ 115 %	≥ 125 %

ErP-konforme Kälteanlagen und Wärmepumpen in der Praxis

Praxisbeispiel: Auswirkung der Verdampfungs- und Kondensationstemperaturen auf die Energieeffizienz

Die folgenden Beispiele sind mit dem gleichen Verdichter-verbund und Luftvolumenstrom berechnet. Nur die Auslegungstemperaturen wurden geändert, um einen Vergleich der beiden Kälteanlagen herzustellen.

Rahmenbedingungen für die Kälteanlage:

- Axialkondensator
- Kältemittel: R407C
- Klimazone Straßburg

	Kälteanlage 1	Kälteanlage 2																																								
Auslegungs-temperaturen	Verdampfungstemperatur: 7°C Kondensationstemperatur: 53°C	Verdampfungstemperatur: 10°C Kondensationstemperatur: 48°C																																								
Berechnung	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Punkt</th> <th>Konden-sations-temperatur [°C]</th> <th>Kälte-leistung [kW]</th> <th>EER</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>53</td> <td>132</td> <td>2,68</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>48</td> <td>143</td> <td>3,06</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>43</td> <td>154</td> <td>3,48</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>38</td> <td>165</td> <td>4,18</td> </tr> </tbody> </table>	Punkt	Konden-sations-temperatur [°C]	Kälte-leistung [kW]	EER	A	53	132	2,68	B	48	143	3,06	C	43	154	3,48	D	38	165	4,18	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Punkt</th> <th>Konden-sations-temperatur [°C]</th> <th>Kälte-leistung [kW]</th> <th>EER</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>48</td> <td>161</td> <td>3,29</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>43</td> <td>173</td> <td>3,75</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>38</td> <td>186</td> <td>4,53</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>33</td> <td>198</td> <td>5,95</td> </tr> </tbody> </table>	Punkt	Konden-sations-temperatur [°C]	Kälte-leistung [kW]	EER	A	48	161	3,29	B	43	173	3,75	C	38	186	4,53	D	33	198	5,95
Punkt	Konden-sations-temperatur [°C]	Kälte-leistung [kW]	EER																																							
A	53	132	2,68																																							
B	48	143	3,06																																							
C	43	154	3,48																																							
D	38	165	4,18																																							
Punkt	Konden-sations-temperatur [°C]	Kälte-leistung [kW]	EER																																							
A	48	161	3,29																																							
B	43	173	3,75																																							
C	38	186	4,53																																							
D	33	198	5,95																																							
Ergebnis	Elektrische Leistung: 49,2 kW SEER: 3,38 Jahresnutzungsgrad: 135% ErP-Stufe: 2018	Elektrische Leistung: 44,5 kW SEER: 4,38 Jahresnutzungsgrad: 175% ErP-Stufe: 2021																																								

Fazit:

Im Vergleich der beiden Kälteanlagen erreicht Kälteanlage 2 die ErP-Stufe 2021 und weist einen geringeren Stromverbrauch auf. Diese höhere Effizienz ist auf die thermodynamische Leistung der Kälteanlage zurückzuführen. Diese erhöht sich, sobald die Differenz zwischen Kondensations- und Verdampfungstemperatur verringert wird.

In der Praxis werden hierfür größere Wärmeübertragerflächen eingesetzt, um eine geringere Temperaturdifferenz zwischen Umgebungs- und Kondensationstemperatur zu erreichen. Künftig ist es daher unumgänglich, in größere Wärmeübertragerflächen zu investieren, um die Effizienz-Anforderungen durch die ErP-Richtlinie einhalten zu können.

Mit robatherm immer auf der sicheren Seite

Die EU-Verordnungen 1253/2014/EG für Lüftungsgeräte sowie 2281/2016/EU für Luftheizgeräte und Luftkühlgeräte bieten nach wie vor Diskussionsbedarf und verursachen häufig Unsicherheit in der praktischen Umsetzung.

robatherm beschäftigt sich intensiv mit der ErP-Thematik, um kompetente, rechtssichere und konforme Lösungen anbieten zu können.

Gerne beraten unsere Ansprechpartner Sie über die vielen Lösungsmöglichkeiten von robatherm.

Ihre spezifischen Fragen zur Ökodesign-Richtlinie (ErP) können Sie auch an ErP@robatherm.com senden. Unser ErP-Team wird Ihre Fragen schnellstmöglich beantworten.



APPLIES TO
EUROPEAN
DIRECTIVE
VENTILATION
UNITS (AHU)



APPLIES TO
EUROPEAN
DIRECTIVE
AIR HEATING
AND COOLING
PRODUCTS

robatherm
Industriestrasse 26
89331 Burgau, Germany

Telephone +49 8222 999-0
Telefax +49 8222 999-222
info@robatherm.com
www.robatherm.com

robatherm
the air handling company