

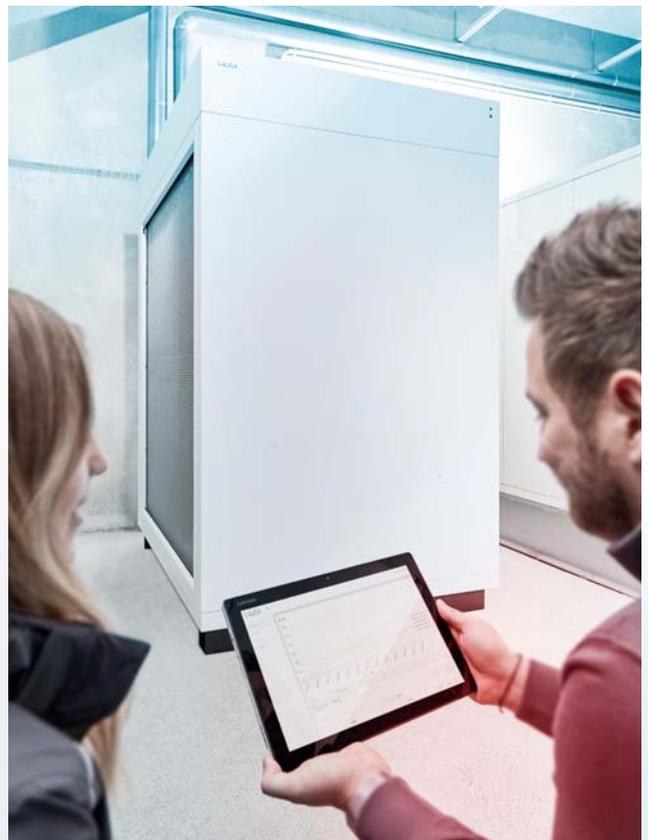
## WHITEPAPER

# ENERGIEEFFIZIENTE KÜHLUNG INDUSTRIELLER ANLAGEN UND MASCHINEN

### Inhalt

#### Ökodesign und Energieeffizienz

- Quantifizierung der Energieeffizienz
- Kühlbedarf, Teillastbereich und Energieverbrauch
- Energie- und Kosteneinsparungen





Industrielle Laser müssen dauerhaft gekühlt werden, um gleichbleibende Qualität zu gewährleisten. Umlaufkühler übernehmen diese Aufgabe.

## Energieverbrauch im Dauerbetrieb

Meist im Dauerbetrieb sorgen industrielle Prozessumlaufkühler dafür, die Prozesswärme aus unterschiedlichen Anlagen abzuführen. Sind diese Kühler zu einem Teillastbetrieb fähig, können sie im Optimalfall die Hälfte der benötigten Energie einsparen – und somit viel Geld.

Typische Anwendungsbereiche für Prozessumlaufkühler sind beispielsweise die Druckindustrie, die Metallverarbeitung, die Lasertechnik oder UV-Belichtung. Der Energieverbrauch im Dauerbetrieb verursacht für den Anwender zum Teil erhebliche Stromkosten. Es ist daher sinnvoll, bei der Anschaffung eines Kühlers die Betriebsbedingungen genau zu betrachten und Energieeinsparpotenziale zu ermitteln.



Die Druckindustrie ist ebenfalls ein typischer Anwendungsbereich für Prozessumlaufkühler.

## 1 Quantifizierung der Energieeffizienz

Die Quantifizierung der Energieeffizienz erfolgt über EER- und SEPR-Werte. Diese sind in der Ökodesign-Richtlinie der Europäischen Union definiert. Die Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG dient der Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte (Energy-related Products, ErP). Betroffen von dieser Richtlinie sind auch sogenannte Hochtemperatur (HT 7 °C) Prozessumlaufkühler. Die Richtlinie gilt allerdings nur für Produkte, die innerhalb der EU in Verkehr gebracht werden. Außerhalb der EU besitzt diese Richtlinie keine Gültigkeit und es werden oftmals klassische Geräte mit höherem Energieverbrauch eingesetzt.

### SEPR-Werte für Hochtemperaturkühler

	Kälteleistung	seit 1.1.2018	ab 1.1.2021
Luftgekühlt	< 400 kW	4,5	5,0
Wassergekühlt	< 400 kW	6,5	7,0

#### EER-Wert

Der EER-Wert (Energy Efficiency Ratio) eines Kühlgerätes ist das Verhältnis aus abgegebener Kälteleistung zur benötigten elektrischen Energie bei einem definierten Betriebspunkt.

Bestimmt wird er bei folgenden Messbedingungen: 35 °C Außenlufttemperatur, 27 °C Innenlufttemperatur.

$$\text{EER} = \text{QK} / \text{PEL}$$

QK: Kälteleistung

PEL: elektrische Leistungsaufnahme

#### SEPR-Wert

Aus dem EER-Wert ergibt sich der SEPR-Wert (Seasonal Energy Performance Ratio). Dies ist eine Jahresarbeitszahl, die nach Kriterien wie Voll- und Teillastbetrieb bei vier festgelegten Umgebungstemperaturen mit entsprechenden Betriebsstunden bei diesen Temperaturen berechnet wird. Dabei wird der jährliche Kältebedarf durch den jährlichen elektrischen Energiebedarf geteilt.

## 2 Kühlbedarf, Teillastbereich und Energieverbrauch

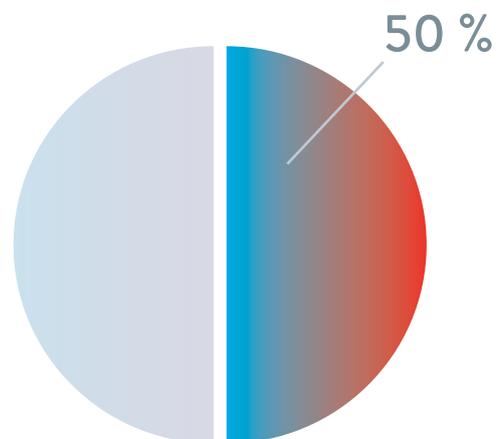
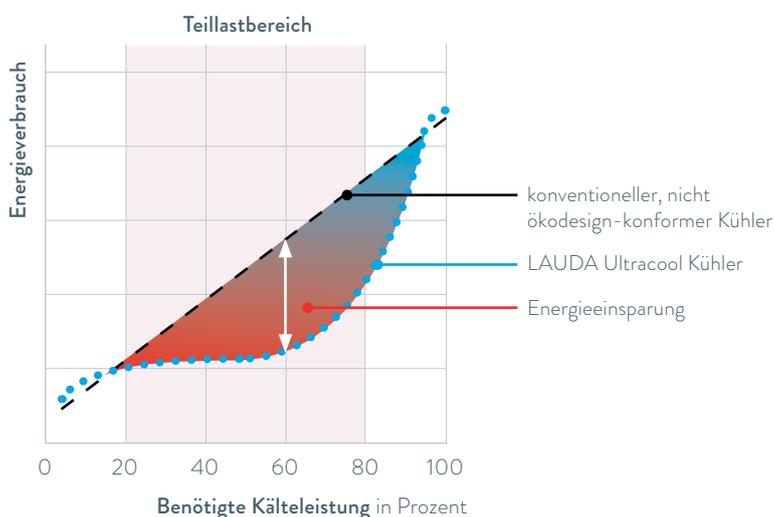
Um die Energieeinsparung für einen Anwendungsfall abschätzen zu können, ist es zunächst wichtig, die Art des Kühlbedarfs genau zu betrachten. Man muss zwischen einem Grundverbrauch und einem nutzungsabhängigen Energieverbrauch unterscheiden. Der Grundverbrauch ist zum Betrieb des Systems notwendig. Der nutzungsabhängige Verbrauch ergibt sich aus der konkreten Anwendungssituation. Hierbei spielen Faktoren wie Kühlleistungsanforderungen, Umgebungsbedingungen oder Art und Anzahl der angeschlossenen Verbraucher eine Rolle. Dieser Verbrauchsanteil ist zugleich der entscheidende Hebel für mehr Energieeffizienz.

### Kühlbedarf am Beispiel Digitaldruck

Ein Beispiel für eine Anwendung ist die Kühlung von Digitaldruckmaschinen. Gekühlt werden die Tintenbehälter, die entstehende Prozesswärme in der Maschine muss abgeführt werden. Die Vorlauftemperatur beträgt 7 °C. Dies ist ein typisches Beispiel für eine Anwendung mit Lastwechsel und häufigem Betrieb bei Teillast. Lastwechsel entstehen durch die sich ändernden Betriebstemperaturen im Innenraum der Maschine. Da der Sollwert konstant bei 7 °C eingestellt ist, muss die Kältemaschine nach Erreichen der Temperatur nicht ständig die maximale Leistung erbringen und wird über einen längeren Zeitraum im Teillastbereich betrieben. In einem solchen Betriebszustand sind Energieeinsparungen mithilfe eines energieeffizienten Kühlers möglich.

Ein moderner Kühler, der die EU-Richtlinie erfüllt, besitzt deutliche Vorteile gegenüber älteren, noch genutzten Geräten oder Produkten, die außerhalb der EU angeboten werden und deshalb der Richtlinie nicht unterworfen sind. Ökodesign-konforme Kühler mit drehzahlgeregeltem Verdichter, Lüfter und elektronischem Expansionsventil wie die neue Generation der LAUDA Ultracool Umlaufkühler übertreffen teilweise deutlich die geforderten SEPR-Werte für die Energieeffizienz.

Der Grad der Auslastung des Kühlers ist entscheidend für die Höhe der Energieeinsparung. Die Energieeinsparungen verdeutlichen die Energieeffizienz der neuen Modelltypen Ultracool von LAUDA.



Energieeffiziente Kühler aus der LAUDA Ultracool Reihe sparen bis zu 50 Prozent Energie im Vergleich zu konventionellen, nicht ökodesign-konformen Geräten.

## 3 Energie- und Kosteneinsparungen

Je höher der Kühlbedarf und je größer dessen Schwankung, umso schneller lohnt sich eine Investition. Signifikante Energie- und damit Kosteneinsparungen sind möglich, da Lastwechsel auftreten und der Kühler häufig im Teillastbetrieb läuft. Für den Anwender bedeutet das, die Leistungsanforderungen seiner Kühlanwendung möglichst genau zu kennen. Damit ist er in der Lage, einen Kühler auszuwählen, der die Leistungsspitzen bewältigt, aber nicht überdimensioniert ist. So lassen sich über die gesamte Nutzungsdauer Kosteneinsparungen erzielen.

### Bestimmung der Energieeinsparung

Mit drehzahlgeregelten Kompressoren und Lüftern sowie den elektronischen Expansionsventilen passt die neue Generation der Ultracool Umlaufkühler die Kälteleistung direkt an die jeweilige Lastanforderung an und nicht wie sonst durch getaktetes Ein- und Ausschalten der Kältemaschine. Dies ermöglicht auch eine verbesserte Temperaturkonstanz. Durch die Energieeinsparungen haben sich die erhöhten Kosten für die energieeffizienten Komponenten in kurzer Zeit amortisiert. Somit ist auch außerhalb der EU der Einsatz eines ökodesign-konformen Prozessumlaufkühlers wirtschaftlich und nachhaltig.

Kennt man den Energieverbrauch und Beschaffungskosten der neuen LAUDA Ultracool-Modelle und der Kühler mit herkömmlicher Technologie (keine drehzahlgeregelten Verdichter und Kompressoren, kein elektronisches Expansionsventil) bei gleicher Nennleistung, kann man die Amortisationszeiten ermitteln und vergleichen.

Die Energieeinsparung wiederum kann über die SEPR-Werte für beide Kühler bestimmt werden: Sie erhält man, wenn man die Kälteleistung durch den SEPR-Wert für einen herkömmlichen Kühler teilt und davon das Verhältnis von Kälteleistung zum SEPR-Wert des energieeffizienten Kühlers abzieht. Diese Differenz, multipliziert mit den Betriebsstunden, ergibt die Energieeinsparung:

$$\text{Energieeinsparung} = \left( \frac{\text{Kälteleistung}}{\text{SEPR herkömmlicher Kühler}} - \frac{\text{Kälteleistung}}{\text{SEPR energieeffizienter Kühler}} \right) \times \text{Betriebsstunden}$$

Herkömmliche Kühler*	SEPR-Wert	Ultracool-Typ	SEPR-Wert	SEPR gefordert ab 1.1.2021
8 kW	2,59	UC 8 (8 kW)	5,75	5,0
14 kW	2,79	UC 14 (14 kW)	6,41	5,0
24 kW	3,38	UC 24 (24 kW)	5,63	5,0
50 kW	3,59	UC 50 (50 kW)	5,63	5,0
65 kW	3,55	UC 65 (65 kW)	5,16	5,0

SEPR-Werte der LAUDA Ultracool-Modelltypen und vergleichbarer herkömmlicher Typen

\* Ältere in der EU genutzte Geräte und konventionelle Produkte marktüblich außerhalb der EU

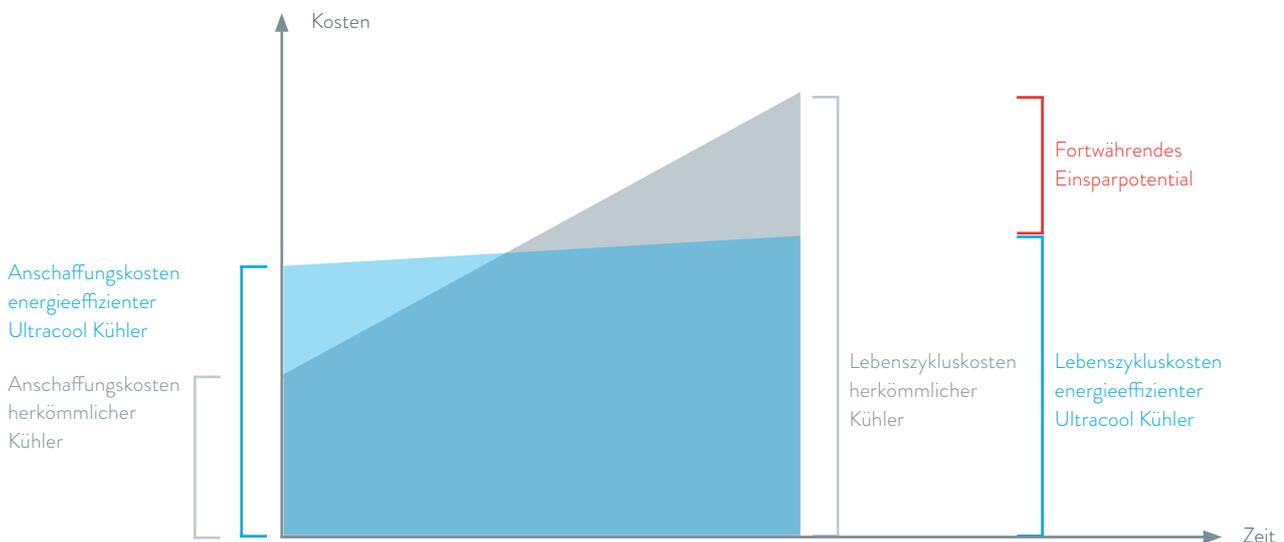
**Amortisationszeiten**

Die Einsparung ergibt sich über den Stromverbrauch der jeweiligen Kühler. Dabei ist die Kosteneinsparung das Produkt aus Energieeinsparung und Stromkosten.

LAUDA Ultracool UC 24			
Temperaturprofil (jährliche Durchschnittstemperaturen)	Oslo/Helsinki/Stockholm (10 °C)	Amsterdam/London/Paris (15 °C)	Barcelona /Mailand/Athen (20 °C)
Benötigte Kälteleistung	22 kW		
Vorlauftemperatur	10 °C		
Energiekosten	0,12 €/kWh		
Arbeitszeit pro Jahr/Tag	12 h/260 Tage		
Energieeinsparung	7.913 kWh/Jahr	5.384 kWh/Jahr	2.716 kWh/Jahr
Kosteneinsparung/Jahr	950 €	646 €	326 €

Der höhere Anschaffungspreis eines energieeffizienten Kühlers gegenüber eines konventionellen Gerätes wird durch Einsparungen im Energiebedarf typischerweise zwischen 1,5 und 2,5 Jahren amortisiert.

Die Amortisationszeit eines modernen, energiesparenden Umlaufkühlers gegenüber im Betrieb befindlichen konventionellen Geräten, kann anwendungsbezogen durch die zu errechnende Energieeinsparung, niedrigere Wasser/Glykol-Kosten, einen um bis zu 80 Prozent reduzierten Tankinhalt und niedrigere Wartungskosten des neuen Gerätes kundenseitig ermittelt werden.



Langfristiges Einsparpotenzial durch energieeffiziente Ultracool Umlaufkühler der neuesten Generation

## 4 Fazit

Bei wechselnden Kühlleistungsanforderungen und einem Betrieb in Teillast lassen sich durch energieeffiziente Kühler bis zu 50 Prozent Energie einsparen. Dies führt zu deutlichen Betriebskosteneinsparungen und zu kurzen Amortisationszeiten. Die neuen LAUDA Ultracool Prozessumlaufkühler wurden mit dem Fokus auf Energieeffizienz entwickelt. Sie sind konform zur Ökodesign-Richtlinie, die seit dem 1. Januar 2018 EU-weit gilt. Zusätzlich zu der Tatsache, dass er bares Geld spart, kann der Nutzer zu den übergeordneten Zielen der Ökodesign-Richtlinie beitragen: Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen und daraus resultierend Klimaschutz.

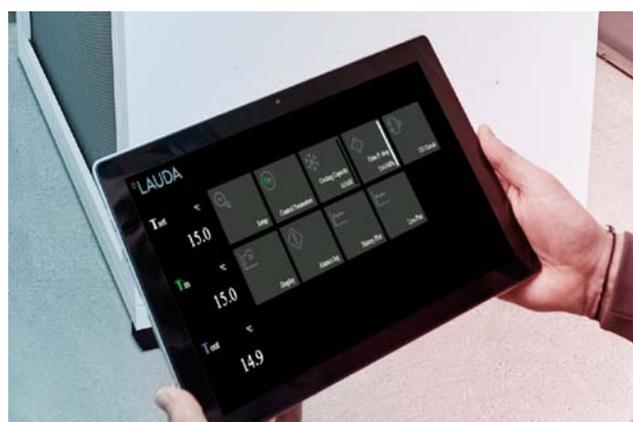
### Erweiterter Funktionsumfang

Drehzahl geregelter Verdichter und Lüfter sowie das elektronische Expansionsventil werden über den Controller mit einer speziell entwickelten Software gesteuert. Dies sorgt für eine optimale Anpassung der Betriebsparameter an die Kühlleistungsanforderungen und eine optimale Energieeffizienz. Moderne Kältetechnik ermöglicht ein reduziertes Tankvolumen um bis zu 80 Prozent. Das geringere Volumen erfordert weniger Temperierflüssigkeiten, was ebenfalls die Betriebskosten reduziert.

### Weitere Vorteile

Neben der verbesserten Energieeffizienz ergeben sich durch die konstruktiven Neuerungen weitere Vorteile für den Nutzer:

- Betrieb bei Umgebungstemperaturen bis -15 °C
- leiser Betrieb
- reduzierte Stellfläche gegenüber vergleichbaren bisherigen Modellen
- Fernbedieneinheit mit LC-Display
- Arbeitstemperaturbereich von -10 bis 35 °C
- bifrequente Spannungsversorgung (50/60 Hz) ermöglicht den Einsatz der gleichen Modelltypen weltweit



### Konnektivität – Bereit für Industrie 4.0

Die neuen Prozessumlaufkühler UC 8, UC 14, UC 24, UC 50 und UC 65 sind serienmäßig mit einer Ethernet-Schnittstelle für die Verbindung zu einem Computer oder lokalen Netzwerk (LAN) ausgestattet. Auch eine Internetverbindung, bei Bedarf gekoppelt an eine Cloud, kann hierüber realisiert werden.

Ein integrierter Webserver bietet die Möglichkeit, über den Aufruf der IP-Adresse über gängige Webbrowser Einstellungen auszulesen oder zu verändern. Vielfältige Optionen und Zubehör gewährleisten das richtige Gerät für jede Anwendung. Optionen sind beispielsweise drehzahl geregelte Pumpen oder Durchflussmesser.

## Über LAUDA

Wir sind LAUDA – Weltmarktführer für exakte Temperierung. Unsere Temperiergeräte und Heiz-/Kühlsysteme sind das Herz vieler Applikationen. Als Komplettanbieter gewährleisten wir die optimale Temperatur in Forschung, Produktion und Qualitätskontrolle. Wir sind der zuverlässige Partner insbesondere in den Branchen Automotive, Chemie/Pharma, Halbleiter und Labor-/Medizintechnik. Mit kompetenter Beratung und innovativen, umweltfreundlichen Konzepten begeistern wir unsere Kunden seit 65 Jahren täglich neu – weltweit.

