



# DER TAGUNGSBAND

**ÖKKV JAHRESTAGUNG 2026**  
**16. & 17. April 2026**

Aldiana Club Ampflwang  
Wörmansedt 1 | 4843 Ampflwang  
[www.aldiana-ampflwang.at](http://www.aldiana-ampflwang.at)

## Donnerstag, 16. April 2026

SEITE

<b>Simon Ahlers   Wurm GmbH &amp; Co.KG</b>	<b>5</b>
Industrielle CO <sub>2</sub> -Wärmepumpe im Low-Lift-Konzept – Praxis, Vorteile und Herausforderungen.	
<b>Oliver Fallenegger und Walid Mustamandi   Johnson Controls</b>	<b>22</b>
Open Blue – digitale und KI unterstützte Gebäudetechniken mit energieeffizienter und regulatorischer Konformität.	
<b>Otto Doppler   Wien Energie GmbH</b>	<b>39</b>
Fernkälte Wien Technologien und Vision.	
<b>Mladen Rajic   Daikin Central Europe HandelsGmbH</b>	<b>51</b>
Digitale Vernetzung von Kälteanlagen und Wärmepumpen.	
<b>Roland Kerschbaum   Panasonic Heating &amp; Ventilation Air-Conditioning Europe</b>	<b>57</b>
Dekarbonisierung und Klimatisierung von Hotels unter größtmöglicher Nutzung bestehender Verrohrung mittels Mirco Wasser/Luft Wärmepumpen.	

---

## Freitag, 17. April 2026 | 09:00 – 13:00 Uhr

<b>Dr. Marko Sušnik   WKO</b>	<b>78</b>
Neues aus dem Chemikalienrecht.	
<b>Martin Strömer   Harald Hochgatterer   Danfoss Gesellschaft m.b.H.</b>	<b>104</b>
Cyber Resilience Act und wie intelligente Antriebstechnik mithilfe von erhöhter Rechenleistung und Sensoren helfen können von korrektiver bzw. zeitbasierender zu zustandsbasierter Wartung zu kommen.	
<b>Johann Herunter   Daniel Buchwald   ELREHA AUSTRIA</b>	<b>123</b>
Innovative Lösungen für Gaswarnsysteme und Personalarms am Beispiel von CO <sub>2</sub> - Systemen.	
<b>Volker Rühle   Novopress</b>	<b>137</b>
Verpressen von Rohrverbindungen in der Kältetechnik, Vorteile, Nachteile und Erfahrungen.	
<b>Christian Kranz   ebm papst Motoren &amp; Ventilatoren GmbH</b>	<b>151</b>
Konzept eines kompakten, ölfreien und gasgelagerten Hochgeschwindigkeits-Turboverdichters für Anwendungen mit dem Kältemittel R290.	

---

## GUEST SPEAKER

**Lisa Farthofer | österreichische Wassersportlerin**

**The Shackleton Mission – im Ruderboot in der Antarktis |**

<https://www.instagram.com/lillifar/?hl=de>

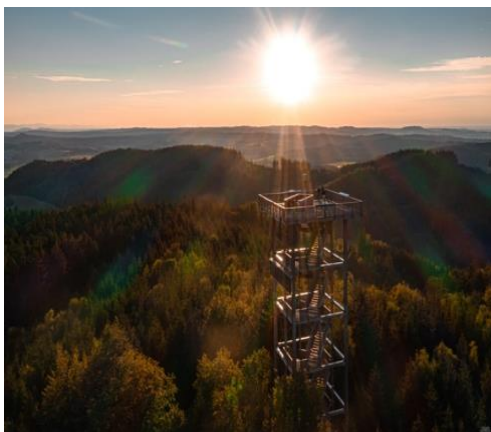


---

## DAS RAHMENPROGRAMM

**Mittwoch, 15. April 2026 | Gemeinsames Abendessen im Restaurant des Aldiana Club Ampflwang |  
Abendbuffet: 19:00 – 20:45 Uhr**

**Donnerstag, 16. April 2026 | Vormittag nach Lisa Farthofer  
Geführte Wanderung zum Aussichtsturm Göblberg inklusive Erfrischungen**



In mitten einer atemberaubenden Naturlandschaft verläuft der etwa 6,5 Kilometer lange Göblberg Rundweg, auch bekannt als „Brodinger Runde“. In gut zwei Stunden Gehzeit wandert man vom Aldiana Club Ampflwang hinauf zum Göblberg und wieder zurück. Die Strecke besteht größtenteils aus Schotterwegen und an einigen wenigen Passagen ist ein Asphaltweg. Zu Beginn führt der traumhafte Wanderweg gemütlich entlang eines aufregenden Pfades durch den Hausruckwald. Beim Aussichtsturm gibt es Erfrischungen.

Der Hausruckwald verspricht eine entspannte und malerische Wanderung durch sanfte Hügellandschaften.

**Bei Regenwetter bietet Aldiana Club Ampflwang neben Wellness auch Fitness- sowie Entspannungskurse an.**

**Donnerstag**  
**16. April 2026**

**Donnerstag, 16. April 2026**

**Simon Ahlers | Wurm GmbH & Co.KG**

Industrielle CO<sub>2</sub>-Wärmepumpe im Low-Lift-Konzept – Praxis, Vorteile und Herausforderungen.

ÖKKV Jahrestagung 2026, Ampflwang

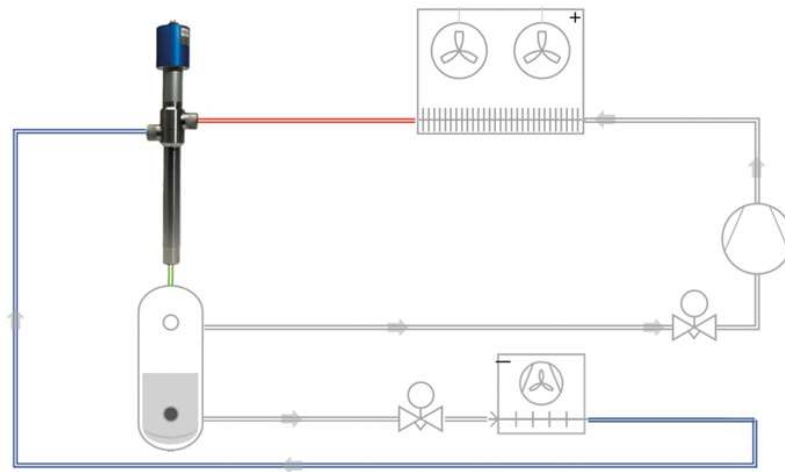
## Industrielle CO<sub>2</sub>-Wärmepumpe im Low-Lift-Konzept

### Praxis, Vorteile und Herausforderungen

Dipl.-Ing. (BA) Simon Ahlers

Business Development Engineer – WURM GmbH & Co. KG Elektronische Systeme

Morsbachtalstrasse 30, 42857 Remscheid, Germany



## ÖKKV Jahrestagung 2026, Ampflwang

### **Kurzfassung**

Der Beitrag beschreibt industrielle CO<sub>2</sub>-Wärmepumpen im Low-Lift-Konzept mit besonderem Fokus auf den Ejektor als zentrales Effizienzelement. Durch die Nutzung der im Hochdruck vorhandenen Expansionsenergie wird der Verdampfermassenstrom vordruck angehoben und die mechanische Verdichtungsarbeit reduziert. Insbesondere bei moderaten Druckhuben arbeitet der Ejektor stabil und ermöglicht eine systemische Effizienzsteigerung über den gesamten Lastbereich.

Neben den thermodynamischen Grundlagen werden praxisnahe Auslegungsempfehlungen, typische Betriebsstrategien sowie relevante Herausforderungen dargestellt. Erfahrungen aus realisierten Industrieanlagen zeigen, dass CO<sub>2</sub>-Low-Lift-Systeme mit Ejektor sowohl hinsichtlich Betriebssicherheit als auch Energieeffizienz überzeugen und wirtschaftlich attraktive Amortisationszeiten ermöglichen.

Der Ejektor stellt damit keinen Zusatz, sondern einen integralen Bestandteil industrieller CO<sub>2</sub>-Wärmepumpen im Low-Lift-Betrieb dar.

### **Schlagwörter**

CO<sub>2</sub>-Wärmepumpe, R744, transkritischer Prozess, Low-Lift-Konzept, CO<sub>2</sub>-Ejektor, Energierückgewinnung, Expansionsarbeit, Mitreißrate, Vordruckanhebung, überfluteter Verdampfer, Gaskühler, Pinch-Control, industrielle Prozesswärme, Hochtemperatur-Wärmepumpe, Energieeffizienz, Jahresarbeitszahl, Betriebssicherheit, Skalierbarkeit, natürliche Kältemittel

ÖKKV Jahrestagung 2026, Ampflwang

**Inhaltsverzeichnis**

Kurzfassung .....	2
Schlagwörter .....	2
1 Einleitung .....	4
2 CO <sub>2</sub> -Wärmepumpen in industriellen Low-Lift-Anwendungen .....	4
2.1 Systemvorteile .....	5
2.2 Warum Low-Lift? – Thermodynamische Einordnung .....	6
2.3 Aufbau und Funktion eines Ejektors .....	8
2.4 Low-Lift-Anwendung .....	10
2.5 Auslegungsempfehlungen– Praxisbeispiel und Betriebserfahrungen .....	11
2.6 Herausforderungen im Low-Lift-Betrieb mit Ejektor .....	12
2.6.1 Anfahrt und Startdruck .....	13
2.6.2 Pinch-Control im Gaskühler .....	13
2.6.3 Treib- und Saugdüse – Gefahr der Mischkammer-Instabilität .....	14
3 Praktische Erfahrungen mit industriellen CO <sub>2</sub> -Wärmepumpen .....	14
3.1 Betriebssicherheit im Dauerbetrieb .....	14
3.2 Effizienz im realen Lastprofil .....	15
3.3 Wirtschaftlichkeit und ROI .....	15
3.4 Wahrnehmung aus Betreibersicht .....	16
4 Zusammenfassung .....	16
Referenzen .....	17
Bleibe mit mir in Kontakt .....	17

## ÖKKV Jahrestagung 2026, Ampflwang

### 1 Einleitung

Auf der ÖKKV-Jahrestagung 2023 in Villach wurde im Rahmen des Beitrags „Ejektoren für transkritische R-744-Anwendungen“ der Einsatz von Gas-, Flüssig- sowie Low- und High-Lift-Ejektoren in transkritischen CO<sub>2</sub>-Kälteanlagen vorgestellt. Der Fokus lag dabei auf dem physikalischen Wirkprinzip, unterschiedlichen Anlagenkonzepten sowie der Bedeutung einer abgestimmten Regel- und Steuerungstechnik zur Effizienzsteigerung solcher Systeme. Anhand praxisnaher Schaltungen wurde aufgezeigt, wie Ejektoren Verdichtungsarbeit von den Kompressoren übernehmen können und damit sowohl energetische als auch betriebstechnische Vorteile ermöglichen, insbesondere im Hinblick auf Verdampfungstemperaturen, Überhitzungskonzepte und Anlagenschutz

Seitdem hat sich der Einsatz von Ejektortechnologie in transkritischen CO<sub>2</sub>-Systemen weiter etabliert und ist zunehmend auch Bestandteil industrieller Wärmepumpen- und Chilleranwendungen. Insbesondere das Low-Lift-Konzept, bei dem geringere Druckhübe mit hohen Mitreisraten kombiniert werden, rückt verstärkt in den Fokus von Industrie, Planung und Anlagenbetrieb. Neben der reinen Effizienzsteigerung spielen dabei Themen wie Systemstabilität, Regelbarkeit, Teillastverhalten sowie die Integration in bestehende industrielle Prozesse eine immer größere Rolle.

Der vorliegende Beitrag knüpft an die Erkenntnisse aus dem Jahr 2023 an und überträgt diese auf die Anwendung industrieller CO<sub>2</sub>-Wärmepumpen und Chiller im Low-Lift-Betrieb. Ziel ist es, praxisnahe Erfahrungen, konkrete Vorteile, aber auch technische und regelungstechnische Herausforderungen dieses Konzepts darzustellen. Der Fokus liegt dabei weniger auf der theoretischen Betrachtung, sondern auf dem Gesamtsystem aus Wärmepumpe, Hydraulik, Regelstrategie und industrieller Anwendung.

Damit soll ein realistischer Einblick in den aktuellen Stand der Technik gegeben und eine Brücke zwischen den Grundlagen transkritischer CO<sub>2</sub>-Systeme und deren praktischer Umsetzung im industriellen Wärmepumpensektor geschlagen werden.

### 2 CO<sub>2</sub>-Wärmepumpen in industriellen Low-Lift-Anwendungen

CO<sub>2</sub>-Wärmepumpen bieten in industriellen Anwendungen eine Kombination aus thermodynamischen, sicherheitstechnischen und regulatorischen Vorteilen, die sie insbesondere für Low-Lift-Konzepte prädestinieren. Die Eigenschaften des Kältemittels R744 ermöglichen hohe Temperaturniveaus bei gleichzeitig hoher Betriebssicherheit und vergleichsweise geringer Systemkomplexität.

Für CO<sub>2</sub>-Wärmepumpen ist dieser Zusammenhang besonders relevant. Aufgrund des transkritischen Prozesses erfolgt die Wärmeabgabe nicht bei konstanter

## ÖKKV Jahrestagung 2026, Ampflwang

Kondensationstemperatur, sondern entlang eines gleitenden Temperaturverlaufs im Gaskühler. Dieser Temperaturgleit kann optimal genutzt werden, wenn auch die Wärmesenke – beispielsweise ein Prozesswasserkreislauf – einen entsprechenden Temperaturanstieg aufweist. Je besser die Temperaturprofile von Kältemittel und Wärmesenke zueinander passen, desto geringer sind die irreversiblen Verluste im Wärmeübertrager.

Im Low-Lift-Konzept wird gezielt versucht,

- die Verdampfungstemperatur möglichst hoch zu halten,
- die Gaskühler-Austrittstemperatur systemseitig zu optimieren,
- sowie unnötige Temperaturabstände in Wärmeübertragern zu vermeiden.

Dadurch reduziert sich das Druckverhältnis der Verdichterstufe, was unmittelbar zu einer Verringerung der spezifischen Verdichtungsarbeit führt. Gleichzeitig verbessert sich das Teillastverhalten, da geringere Druckverhältnisse eine stabilere und effizientere Regelung ermöglichen.

Ein weiterer Vorteil des Low-Lift-Ansatzes liegt in der Möglichkeit, Verdampfer überflutet zu betreiben und auf klassische Überhitzungsstrecken zu verzichten. Dies reduziert nicht nur thermodynamische Verluste, sondern verbessert auch die Wärmeübertragung und ermöglicht kleinere Temperaturdifferenzen zwischen Quelle und Kältemittel.

### **2.1 Systemvorteile**

Ein zentraler Vorteil liegt in den hohen realisierbaren Vorlauftemperaturen. Transkritische CO<sub>2</sub>-Wärmepumpen erreichen in realen Anlagen Vorlauftemperaturen von etwa 90 °C bis 120 °C. Damit lassen sich industrielle Prozesse mit mittleren bis hohen Temperaturanforderungen direkt versorgen, ohne zusätzliche Wärmeerzeuger oder Nachheizstufen. Im Vergleich zu anderen natürlichen Kältemitteln, die in der Praxis häufig auf Vorlauftemperaturen unterhalb von 80 °C begrenzt sind, erweitert CO<sub>2</sub> den Einsatzbereich von Wärmepumpen deutlich in Richtung klassischer Prozesswärme.

Neben dem thermischen Leistungsvermögen zeichnet sich CO<sub>2</sub> durch eine hohe Betriebssicherheit aus. Als nicht brennbares (A1) und nicht toxisch im Sinne der Kältemittelklassifizierung (A1) Kältemittel entfallen Ex-Schutz-Zonen, besondere Sicherheitsräume sowie umfangreiche organisatorische Schutzmaßnahmen. Dies vereinfacht sowohl die Planung als auch den Betrieb industrieller Anlagen und reduziert den Wartungs- und Schulungsaufwand für Betreiber und Servicepersonal erheblich.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil ist die hohe Skalierbarkeit von CO<sub>2</sub>-Wärmepumpensystemen. Leistungen von etwa 50 kW bis in den mehrstelligen Megawattbereich lassen sich mit vergleichbaren Systemarchitekturen abbilden. Dadurch eignet sich die Technologie für ein

## ÖKKV Jahrestagung 2026, Ampflwang

breites Anwendungsspektrum, von einzelnen Produktionslinien bis hin zur zentralen Wärmeversorgung großer Industrie- und Gewerbestandorte.

Zusätzlich ergeben sich geringe regulatorische Hürden im Vergleich zu alternativen natürlichen Kältemitteln. Der Verzicht auf ATEX-Zonen, spezielle Lüftungskonzepte oder ammoniakspezifische Genehmigungsverfahren führt zu kürzeren Projektlaufzeiten, geringeren Investitionskosten und reduzierten Betreiberpflichten über den gesamten Lebenszyklus der Anlage.

In Summe schaffen diese Systemvorteile die Voraussetzung dafür, dass CO<sub>2</sub>-Wärmepumpen insbesondere in Low-Lift-Anwendungen ihr Effizienzpotenzial voll ausspielen können und gleichzeitig eine hohe Akzeptanz bei Betreibern, Planern und Genehmigungsstellen erreichen.

### **2.2 Warum Low-Lift? – Thermodynamische Einordnung**

Das Low-Lift-Konzept beschreibt Wärmepumpenanwendungen mit einem geringen Temperaturhub zwischen Wärmequelle und Wärmesenke. Ein kleiner Temperaturhub reduziert unmittelbar die notwendige spezifische Verdichtungsarbeit und erhöht damit die Leistungszahl (COP) des Systems.

Im Fall transkritischer CO<sub>2</sub>-Wärmepumpen kommt dem Ejektor hierbei eine zentrale Rolle zu.

Während klassische Systeme die gesamte Druckanhebung ausschließlich über mechanische Verdichtung realisieren, nutzt das Low-Lift-Konzept die im Hochdruck vorhandene Expansionsenergie zur Vordruckanhebung des Saugmassenstroms. Der Ejektor wandelt einen Teil der sonst dissipativ verlorenen Expansionsarbeit in nutzbare Druckenergie um. Dadurch wird:

- der effektive Druckhub der Verdichter reduziert,
- die spezifische Verdichtungsarbeit gesenkt,
- und die Gesamtanlageneffizienz erhöht.

Gerade im Low-Lift-Betrieb, bei dem die Druckdifferenzen moderat sind, arbeitet der Ejektor besonders stabil und effizient. Der Saugmassenstrom ist durch den gesamten Verdampfermassenstrom definiert, der notwendige Druck-Hub passt sich dementsprechend den jeweiligen Betriebsbedingungen an. Dadurch entsteht ein selbststabilisierendes Systemverhalten.

Ein zusätzlicher Vorteil ergibt sich aus dem möglichen überfluteten Verdampferbetrieb. Da der Ejektor mitgerissene Flüssigkeitsanteile sicher in den Mitteldruckbereich fördert, kann auf klassische Überhitzungsstrecken verzichtet werden. Dies führt zu:

- geringeren Temperaturdifferenzen im Wärmeübertrager,

### ÖKKV Jahrestagung 2026, Ampflwang

- höherer Verdampfungstemperatur,
- verbesserter Wärmeübertragung,
- reduzierter Austrittstemperatur am Verdichter.

Thermodynamisch betrachtet wird damit nicht nur die Verdichterarbeit reduziert, sondern auch die Irreversibilität im Expansionsprozess verringert. Der Ejektor ersetzt somit kein Bauteil, sondern verändert das energetische Gesamtniveau des Systems.

- CO<sub>2</sub> eignet sich für dieses Konzept besonders, da:
- hohe Druckdifferenzen verfügbar sind,
- das transkritische Temperaturprofil eine gute Anpassung an industrielle Wärmesenken erlaubt,
- und die hohe volumetrische Kälteleistung kompakte Baugrößen ermöglicht.

Das Low-Lift-Konzept ist daher nicht nur eine Frage des Temperaturhubs, sondern vor allem eine systemische Nutzung der Expansionsenergie durch den Ejektor. Gerade in industriellen Wärmepumpenanwendungen mit kontinuierlichem Betrieb kann dieser Ansatz signifikante Effizienzvorteile gegenüber rein ventilbasierten Expansionssystemen erzielen.

Bei der Steuerung eines solchen Anlagensystems ist darauf zu achten, dass die Steuerung der Ejektoren nicht nur auf den naheliegenden Funktionen wie Hochdruck und Mitteldruck Regelung basieren, sondern alle Funktionen eines transkritischen Prozesses berücksichtigt. Darunter fallen auch auf die Bereiche Abscheider, Wärmerückgewinnung und der Schutzbetrieb der Anlage. Einen Teil der zwingend notwendigen Funktionen ist aus der Abbildung 1 zu entnehmen.

Studien zu transkritischen CO<sub>2</sub>-Systemen mit Ejektorunterstützung zeigen, dass unter geeigneten Randbedingungen signifikante Effizienzsteigerungen gegenüber rein ventilbasierten Expansionssystemen erzielt werden können. In kommerziellen Anwendungen wurden Energieeinsparungen im Bereich von bis zu 16 % berichtet, abhängig von Anlagenkonzept, Klimabedingungen und Betriebsstrategie. Hierzu gibt es mittlerweile viele Ausarbeitungen. Exemplarisch hierfür sind folgende Quellen genannt: Paride GULLO, Michael BIRKELUND, Ekaterini E. KRIEZI und Martin R. KÆRN [1], Madsen, K.B., Kriezi, E.E., 2018 [2] und K. Aneur and M. Falsafioon [3]

Für industrielle Wärmepumpenanwendungen sind die erzielbaren Effizienzgewinne stark von Temperaturniveau, Lastprofil, Auslegung sowie Regelstrategie abhängig. Eine direkte Übertragung veröffentlichter Werte ist daher nur eingeschränkt möglich. Die tatsächliche Einsparung ist projektspezifisch zu bewerten.

## ÖKKV Jahrestagung 2026, Ampflwang



Abbildung 1: HCO<sub>2</sub> Regelgerät für transkritische Kälteanlagen

### 2.3 Aufbau und Funktion eines Ejektors

Ein Ejektor dient dazu, ein Fluid durch den Einsatz eines anderen Fluids zu bewegen oder zu fördern. Dies erfolgt gleichermaßen in einer transkritischen CO<sub>2</sub>-Anlage. Der Ejektor nutzt die hohe Druckdifferenz zwischen Hochdruck und Mitteldruck, um Sauggas von den Kühlstellen auf Mitteldruck-Niveau zu verdichten. Ein Ejektor kann in mehrere Sektionen aufgeteilt werden, die je nach Anwendungsfall variieren, und im Allgemeinen folgende Funktionen haben:

- **Treibstrom:** Das Motivationsfluid wird in den Ejektor eingespeist und kann beispielsweise Druckluft, Dampf oder ein anderes Gas, wie z.B. CO<sub>2</sub>-Kältemittel sein.
- **Treibdüse:** Es kommen überwiegend konvergierende Düsen zum Einsatz. Diese soll den Treibstrom stark beschleunigen und einen Unterdruck, bezogen auf den Saugstrom, erzeugen.
- **Nadel:** Über eine modulierende Düsennadel lässt sich der Druckfluss an Treibmassenstrom bestimmen.
- **Motor:** Mit einem Motor lässt sich die Position der Nadel bestimmen. Somit kann stufenlos ein Öffnen und Schließen der Treibdüse vorgenommen werden.
- **Saugdüse:** In der Saugdüse wird das zu fördernde Fluid vom Treibstrom erfasst und mitgerissen.
- **Mischkammer:** Die Mischkammer ist der Bereich zwischen Düse und Diffusor, in dem der Treibstrom und das geförderte Fluid (Saugstrom) gemischt werden.
- **Diffusor:** Ein Diffusor ist eine divergierende Düse, die dazu dient, die Strömungsgeschwindigkeit zu verlangsamen und den Druck wieder zu erhöhen.
- **Auslass:** Der Auslass ist der Ort, an dem das geförderte Fluid den Ejektor wieder verlässt.

### ÖKKV Jahrestagung 2026, Ampflwang

Die beschriebenen Sektionen sind in der Abbildung 2 schematisch dargestellt. Die Funktionsweise des Ejektors beruht auf dem Bernoulli- bzw. Venturi-Effekt: Der durch die Düse strömende Treibstrom, wird beschleunigt, es entsteht ein Unterdruck, der das zu fördernde Fluid ansaugt. In der Mischkammer vermischen sich beide Fluide, wobei der Treibmassenstrom als Antriebsenergie für das zu fördernde Fluid dient. Im Diffusor verlangsamt sich der Mischstrom, bestehend aus Treib- und Saugstrom. Die kinetische (Bewegungs-) Energie wird dabei in Druckenergie umgewandelt. Dies erhöht den Druck wieder, wodurch das geförderte Fluid aus dem Ejektor ausgestoßen wird. Dabei ist der Austrittsdruck oberhalb dessen im Saug-Port. Diesen Druckunterschied nennt man Druck-Hub.

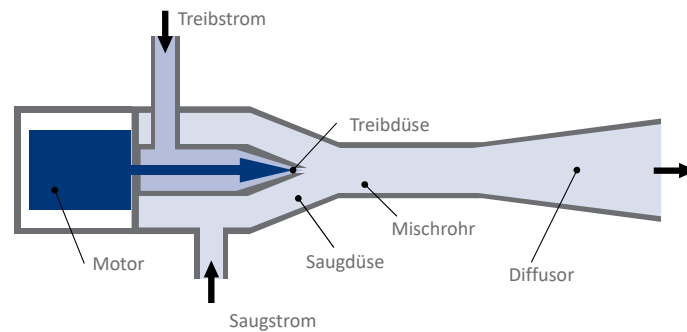


Abbildung 2: Prinzip Skizze Ejektor

Derzeit stehen 7 modulierende, Schrittmotor-getriebene Ejektoren zur Auswahl. Diese befinden sich in einem Nenn-Bereich von 800 kg/h bis 9.500 kg/h und sind aus der Abbildung 3 zu entnehmen.

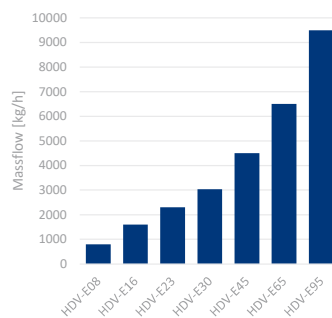


Abbildung 3: HDV-E Ejektor Serie

Ejektoren finden in vielen Prozessen Anwendung, von der Förderung von Flüssigkeiten und Gasen, über Vakuum-Erzeugung und der Abgasreinigung bis hin zu Lötarmaturen und

## ÖKKV Jahrestagung 2026, Ampflwang

Kaffeevollautomaten. In Kälteanlagen werden Ejektoren oft als CO<sub>2</sub>-Ejektoren verwendet, um den Kältemittelkreislauf zu optimieren und die Effizienz der Anlage zu steigern. In Ammoniak-Kältesystemen werden Ejektoren unter anderem zur Rückführung von Öl verwendet.

### **2.4 Low-Lift-Anwendung**

In einem klassischen Expansionsventil erfolgt die Druckabsenkung isenthalp, wobei keine mechanische Arbeit zurückgewonnen wird. Die dabei entstehende Exergievernichtung wirkt sich unmittelbar negativ auf die Gesamtanlageneffizienz aus.

Der Ejektor ersetzt diesen rein dissipativen Prozess durch eine strömungsmechanische Energierückgewinnung. Das Hochdruck-Kältemittel wird in der Treibdüse beschleunigt, erzeugt einen Unterdruck und saugt den Verdampfermassenstrom an. In der Mischkammer erfolgt die Impulsübertragung, und im Diffusor wird ein Teil der kinetischen Energie wieder in Druckenergie umgewandelt.

Das Ergebnis ist eine Vordruckanhebung des gesamten Verdampfermassenstroms, wodurch sich der erforderliche Druckhub der Verdichter reduziert. Die mechanische Verdichtungsarbeit sinkt entsprechend.

Gerade im Low-Lift-Betrieb mit moderaten Druckverhältnissen kann der Ejektor besonders effizient arbeiten, da:

- stabile Strömungsverhältnisse vorliegen,
- der notwendige Druck-Hub überschaubar bleibt,
- und der gesamte Massenstrom definiert über den Saug-Port geführt wird.

Die energetische Wirkung ist dabei nicht additiv, sondern systemisch: Der Ejektor verändert das Druckniveau des gesamten Prozesses.

Die durch den Ejektor erzeugte Vordruckanhebung führt zu einer Reduktion des effektiven Druckverhältnisses am Verdichter. Neben der unmittelbaren Senkung der spezifischen Verdichtungsarbeit ergeben sich weitere betriebliche Vorteile:

- geringere Austrittstemperaturen,
- reduzierte thermische Belastung,
- potenziell längere Standzeiten,
- verbesserte Teillaststabilität.

Damit wirkt der Ejektor nicht nur energetisch, sondern auch betriebstechnisch stabilisierend auf das Gesamtsystem.

## ÖKKV Jahrestagung 2026, Ampflwang

Die Kälteanlage ist dabei so konzipiert, dass der gesamte Massenstrom, von den Verdampfern kommend über den Saug-Port des Ejektors geführt wird. Somit ist für einen Low-Lift-Ejektor der Saugmassenstrom vorgegeben. Je nach äußeren Einflüssen stellt sich der zu realisierende Druck-Hub passend zu den jeweiligen Betriebsbedingungen ein. Ein solches Anlagen-Design ist aus der Abbildung 4 zu entnehmen. Typische Anwendungen für dieses Setup sind Kaltwassersätze und Wärmepumpen, dessen Leitungsführung zwischen Ejektor, Verdampfer und Kompressor geringgehalten werden können. Neben energetischen Einsparungen durch den generierten Druck-Hub, beinhaltet dieses Anlagen-Design weitere Vorteile. So können Verdampfer überflutet betrieben werden, was einerseits die Wärmeübertrager-Fläche und damit die Baugröße reduziert, und / oder deutlich kleinere Temperaturabstände zwischen Verdampfung und Mediums-Temperatur realisieren lässt. Am Ende der Verdampfung ist keine Überhitzung notwendig. Mitgerissene Flüssigkeitsanteile aus dem Verdampfer, werden über den Ejektor in den Sammler bzw. Mitteldruckabscheider gefördert. Somit bietet dieses Design zusätzlich einen erweiterten Schutz gegen den Eintritt von Flüssigkeitsanteilen in den Kompressor.

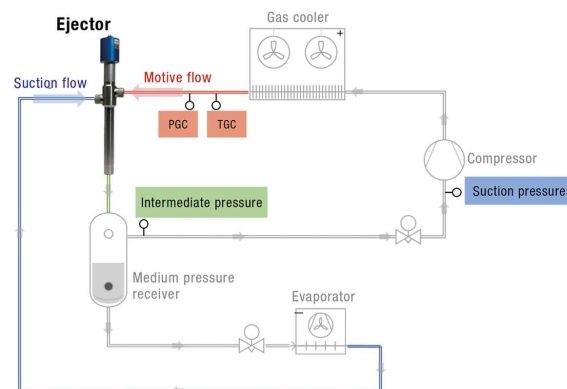


Abbildung 4: Low-Lift Ejektor Schaltung

### 2.5 Auslegungsempfehlungen– Praxisbeispiel und Betriebserfahrungen

Die Auslegung des Ejektors stellt im Low-Lift-Konzept einen entscheidenden Erfolgsfaktor dar. Während die thermodynamischen Vorteile nun grundsätzlich bekannt sind, entscheidet die richtige Dimensionierung über die tatsächliche Effizienz im Realbetrieb.

Für industrielle Low-Lift-Systeme ist es notwendig die Auslegung der Ejektoren auf 100 % des maximal auftretenden Treibmassenstroms zu beziehen. Ziel ist es, den gesamten Hochdruckmassenstrom energetisch nutzbar zu machen und keine Expansionsenergie über konventionelle Ventile ungenutzt zu dissipieren.

## ÖKKV Jahrestagung 2026, Ampflwang

Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass industrielle Anlagen selten dauerhaft im Nennpunkt betrieben werden. Teillastzustände dominieren den Jahresbetrieb. Eine reine Auslegung auf Vollast führt daher häufig zu ineffizientem Teillastverhalten, da große Ejektoren erst bei höheren Massenströmen stabil arbeiten.

Aus praktischer Erfahrung hat sich der Einsatz von zwei unterschiedlich dimensionierten Ejektoren als besonders vorteilhaft erwiesen.

Beispielhafte Aufteilung:

- ca. 1/3 der Gesamtleistung → kleiner Ejektor (z. B. HDV-E65)
- ca. 2/3 der Gesamtleistung → größerer Ejektor (z. B. HDV-E95)

Diese Aufteilung ermöglicht ein gestuftes Zuschalten und erweitert den stabilen Arbeitsbereich deutlich.

Durch den kleineren Ejektor beginnt das System bereits bei geringen Lastzuständen mit der Energierückgewinnung. Der Ejektor arbeitet somit möglichst früh im Betriebsbereich und verhindert, dass Expansionsarbeit im Teillastbereich ungenutzt bleibt.

Erfahrungen aus dem Feld zeigen:

- Kleinere Ejektoren erreichen im Teillastbereich eine höhere Mitreißrate,
- sie arbeiten stabiler bei geringen Druckdifferenzen,
- und sie verbessern das Ansprechverhalten des Gesamtsystems.

Erst bei steigender Last wird der größere Ejektor zugeschaltet, wodurch der gesamte Treibmassenstrom weiterhin optimal genutzt wird.

### **2.6 Herausforderungen im Low-Lift-Betrieb mit Ejektor**

Trotz der energetischen Vorteile des Ejektorkonzepts ergeben sich im industriellen Low-Lift-Betrieb spezifische technische Herausforderungen. Die wesentlichen Herausforderungen im industriellen Low-Lift-Betrieb mit Ejektor liegen nicht im thermodynamischen Grundprinzip, sondern in:

- der kontrollierten Anfahrstrategie,
- der integrativen Hochdruck- und Pinch-Regelung,
- sowie der strömungsmechanisch präzisen Auslegung der Ejektorgeometrie.

Werden diese Punkte systematisch berücksichtigt, lässt sich das energetische Potenzial des Ejektors dauerhaft und stabil im industriellen Betrieb nutzen.

## ÖKKV Jahrestagung 2026, Ampflwang

### 2.6.1 Anfahrt und Startdruck

Im stationären Betrieb stellt sich das notwendige Druckniveau im Hoch- und Mitteldruckbereich selbsttätig entsprechend der Betriebsbedingungen ein. Beim Anfahren der Anlage liegen diese stabilen Druckverhältnisse jedoch noch nicht vor.

Der Ejektor benötigt eine ausreichende Druckdifferenz zwischen Hoch- und Mitteldruck, um einen stabilen Strahl Aufbau in der Treibdüse zu gewährleisten. Ist der Startdruck zu niedrig oder das Druckverhältnis ungünstig, kann:

- kein stabiler Mitreißprozess entstehen,
- die Mischkammer nicht korrekt arbeiten,
- oder der Ejektor in einen instabilen Betriebszustand geraten.

Eine geeignete Anfahrstrategie ist daher essenziell. In der Praxis bedeutet dies:

- kontrollierter Hochdruckaufbau,
- temporärer Gaskühler Bypassbetrieb,
- definierte Schaltlogik des Ejektors bei Erreichen stabiler Druckverhältnisse.

Das Startverhalten entscheidet maßgeblich über die Betriebssicherheit und muss in der Regelstrategie berücksichtigt werden.

### 2.6.2 Pinch-Control im Gaskühler

Im transkritischen CO<sub>2</sub>-Prozess erfolgt die Wärmeabgabe gleitend über den Gaskühler. Für eine hohe Effizienz ist eine optimale Annäherung zwischen Kältemitteltemperatur und Wärmesenke erforderlich.

Im CO<sub>2</sub> Wärmepumpen-Betrieb kann es jedoch zu einem ungünstigen Pinch-Punkt kommen, insbesondere wenn:

- die Hochdruckregelung nicht optimal abgestimmt ist,
- die Massenströme stark variieren,
- oder die Wärmesenken-Temperatur dynamisch schwankt.

Ein zu kleiner Temperaturabstand im Pinch-Bereich kann die Wärmeübertragung limitieren, während ein zu großer Abstand unnötige Exergieverluste verursacht.

Da der Ejektor das Druckniveau aktiv beeinflusst, wirkt er unmittelbar auf die Gaskühlercharakteristik. Die Hochdruckregelung darf daher nicht isoliert betrachtet werden, sondern muss im Zusammenspiel mit:

- Ejektorposition bzw. Öffnungsgrad,
- Mitteldruckniveau,

## ÖKKV Jahrestagung 2026, Ampflwang

- und Wärmesenkenregelung

optimiert werden.

Eine saubere Pinch-Control ist damit keine reine Hochdruckregelung, sondern ein integraler Bestandteil der Ejektorstrategie.

### **2.6.3 Treib- und Saugdüse – Gefahr der Mischkammer-Instabilität**

Die strömungsmechanische Auslegung des Ejektors ist im Low-Lift-Betrieb besonders sensitiv. Entscheidend ist das Verhältnis zwischen:

- Treibdüsenquerschnitt,
- Saugdüsenquerschnitt,
- und Mischkammergeometrie.

Ist das Massenstrom-Verhältnis ungünstig gewählt, kann es zu:

- unzureichender Mitreißrate,
- Strömungsabrissen,
- oder lokalen Verdichtungszone in der Mischkammer kommen.

In extremen Fällen kann eine Überlastung des Treibstroms zu einer teilweisen „Blockierung“ der Mischzone führen. Dies äußert sich in instabilen Druckverhältnissen und reduzierter Effizienz.

Erfahrungen zeigen, dass präziser ausgelegte Ejektoren bei moderaten Low-Lift-Druckverhältnissen stabilere Mitreißraten erreichen als überdimensionierte Einzeleinheiten. Die geometrische Abstimmung ist daher nicht nur eine Frage der Maximalleistung, sondern der stabilen Betriebscharakteristik über den gesamten Lastbereich.

## **3 Praktische Erfahrungen mit industriellen CO<sub>2</sub>-Wärmepumpen**

Die Bewertung industrieller Wärmepumpensysteme erfolgt aus Betreibersicht in erster Linie nach drei Kriterien: Betriebssicherheit, Energieeffizienz und wirtschaftlicher Return on Investment. Praktische Erfahrungen aus realisierten Low-Lift-Anwendungen mit Ejektorunterstützung zeigen, dass diese Technologie in allen drei Bereichen belastbare Vorteile liefern kann.

### **3.1 Betriebssicherheit im Dauerbetrieb**

Industrielle Anwendungen zeichnen sich häufig durch kontinuierlichen 24/7-Betrieb aus. Produktionsprozesse, Reinigungszyklen oder Wärmenetze tolerieren keine instabilen Zustände oder ungeplanten Stillstände.

Aus Betreiberperspektive wird insbesondere hervorgehoben:

## ÖKKV Jahrestagung 2026, Ampflwang

- ruhiges und stabiles Anlagenverhalten auch bei Lastwechseln,
- reduzierte thermische Belastung der Verdichter,
- gleichmäßige Temperaturführung im Prozesskreis,
- keine sicherheitstechnischen Sonderanforderungen im Maschinenraum.

Mehrere Betreiber berichten, dass CO<sub>2</sub>-Low-Lift-Systeme mit Ejektor im Vergleich zu klassischen Hochhub-Wärmepumpen weniger „kritische Betriebspunkte“ aufweisen. Die Anlagen laufen im Alltag unauffällig und erfordern keine permanente manuelle Nachjustierung.

### 3.2 Effizienz im realen Lastprofil

Während theoretische COP-Werte häufig unter Idealbedingungen angegeben werden, ist für Betreiber die reale Jahresarbeitszahl entscheidend. In dokumentierten Industrieprojekten zeigt sich, dass gerade im typischen Teillast- und Übergangsbereich signifikante Effizienzvorteile erzielt werden.

Die Rückmeldungen aus der Praxis lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- spürbar reduzierte elektrische Leistungsaufnahme im Vergleich zu rein ventilbasierten Systemen,
- stabile Effizienz auch bei schwankenden Quelltemperaturen,
- konstante Vorlauftemperaturen ohne zusätzlichen Nachheizbedarf.

Insbesondere in Anwendungen mit ganzjähriger Grundlast – beispielsweise Molkereien, Schlachthöfen oder industriellen Warmwassersystemen – wird der Ejektor als entscheidender Faktor für die Effizienz im Dauerbetrieb wahrgenommen.

### 3.3 Wirtschaftlichkeit

Für Investitionsentscheidungen steht letztlich der wirtschaftliche Nutzen im Vordergrund. Betreiber bewerten Systeme nach:

- Investitionskosten,
- Energiekosteneinsparung,
- Wartungsaufwand,
- sowie erwarteter Lebensdauer.

In realisierten Projekten zeigt sich, dass die Mehrinvestition für ein Ejektorsystem in vielen Fällen über reduzierte Stromkosten amortisiert wird. Besonders bei hohen jährlichen Betriebsstunden verkürzt sich die Amortisationszeit deutlich.

Hinzu kommt ein häufig unterschätzter Faktor: die Planungs- und Genehmigungssicherheit. Da CO<sub>2</sub> als nicht brennbares und nicht toxisches Kältemittel im Sinne der

## ÖKKV Jahrestagung 2026, Ampflwang

Kältemittelklassifizierung (A1) eingesetzt wird, entfallen zusätzliche bauliche und organisatorische Maßnahmen, was die Gesamtprojektkosten positiv beeinflusst.

### 3.4 Wahrnehmung aus Betreibersicht

Zusammenfassend lässt sich aus Gesprächen mit Anlagenbetreibern feststellen, dass industrielle CO<sub>2</sub>-Low-Lift-Wärmepumpen mit Ejektor nicht primär als „innovative Technologie“, sondern als wirtschaftlich stabile Lösung wahrgenommen werden.

Im Vordergrund stehen:

- planbare Energiekosten,
- robuste Technik ohne sicherheitstechnische Sonderanforderungen,
- und eine nachvollziehbare Amortisationsrechnung.

Damit erfüllt das Low-Lift-Konzept mit Ejektor genau die Kriterien, die für industrielle Entscheider maßgeblich sind: hohe Verfügbarkeit, messbare Effizienz und klar darstellbarer Return on Investment.

## 4 Zusammenfassung

Industrielle CO<sub>2</sub>-Wärmepumpen im Low-Lift-Konzept verbinden hohe Vorlauftemperaturen mit einem moderaten Temperaturhub und schaffen damit günstige thermodynamische Randbedingungen für einen effizienten Betrieb. Der entscheidende Unterschied gegenüber konventionellen Systemen liegt in der aktiven Nutzung der Expansionsenergie durch den Ejektor.

Durch die Vordruckanhebung des gesamten Verdampfer Massenstroms reduziert der Ejektor den effektiven Druckhub der Verdichter, senkt die spezifische Verdichtungsarbeit und verbessert die Gesamtanlageneffizienz. Gleichzeitig ermöglicht das Konzept höhere Verdampfungstemperaturen, geringere Temperaturabstände in den Wärmeübertragern und eine reduzierte thermische Belastung der Verdichter.

Praxisbeispiele zeigen, dass insbesondere im industriellen Dauerbetrieb stabile Betriebszustände, eine hohe Teillasteffizienz und wirtschaftlich attraktive Amortisationszeiten erreicht werden können. Voraussetzung hierfür ist eine präzise Auslegung der Ejektoren sowie eine abgestimmte Regelstrategie.

Das Low-Lift-Konzept mit Ejektor stellt somit keinen Sonderfall dar, sondern einen systematischen Ansatz zur Effizienzsteigerung transkritischer CO<sub>2</sub>-Wärmepumpen in industriellen Anwendungen. Der Ejektor ist dabei nicht Zusatzkomponente, sondern zentrales Effizienzelement des Gesamtsystems.

ÖKKV Jahrestagung 2026, Ampflwang

## Referenzen

- [1] Paride GULLO, Michael BIRKELUND, Ekaterini E. KRIEZI, Martin R. KÆRN,  
Summer performance comparison of transcritical R744 condensing units based on  
experimental data and several climates, Proceedings of the 15th IIR-Gustav  
Lorentzen Conference on Natural Refrigerants, Trondheim, DOI:  
10.18462/iir.gl2022.0078
- [2] Madsen, K.B., Kriezi, E.E., 2018. Financial aspects of ejector solutions in  
supermarket and smaller industrial systems. Proceedings of the 13th IIR-Gustav  
Lorentzen Conference on Natural Refrigerants, Valencia, Spain, IIF/IIR, ID: 1403.
- [3] K. Ameer and M. Falsafioon (2024): Experimental Performance Study of a  
Transcritical CO<sub>2</sub> Heat Pump Equipped with a Passive Ejector

## Bleibe mit mir in Kontakt



WURM  
LinkedIn



Simon Ahlers  
LinkedIn



Simon Ahlers  
vCard

**Donnerstag, 16. April 2026**

**Oliver Fallenegger und Walid Mustamandi | Johnson Controls**

Open Blue – digitale und KI unterstützte Gebäudetechniken mit energieeffizienter und regulatorischer Konformität.



### Johnson Controls als Partner

Vorreiter für Intelligenz in Gebäuden (Gründer Warren Johnson entwickelte 1883 das weltweit erste elektrische Thermostat)



90 % der berühmtesten Gebäude der Welt sind mit unseren intelligenten Gebäudelösungen ausgestattet



Burj Khalifa Tower  
Dubai



Shanghai Tower  
Shanghai



Mecca Royal Clock Tower  
Saudi Arabia



Shanghai World Financial Center  
Shanghai



Taipei 101 Tower  
Taipei



Museum of the Future  
Dubai



DEWA AI Shera'a HQ – 1. Netto-Null Regierungsgebäude  
UAE



FIFA World CUP 8 Stadien  
Qatar



Bee'ah HQ – Büro der Zukunft  
UAE



ARDARA



ALDAR



INTALEO



OXAGON

Smart Building Exemplare



TONOMUS  
NEOM


 <p><b>&gt;2000</b> Dedizierte Ressourcen</p>	 <p><b>&gt;550</b> Erteilte/eingereichte digitale Patente</p>	 <p><b>&gt;500</b> Anwendungsfälle für intelligente Gebäude</p>	 <p><b>&gt;11 Mio m<sup>2</sup></b> abgedeckte BGF</p>	 <p><b>&gt;4000</b> verbundene Gebäude</p>
 <p><b>&gt;240K</b> Angeschlossene Geräte insg.</p>	 <p><b>12</b> Sprachen</p>	 <p><b>&gt;20K</b> Regeln und FDD</p>	 <p><b>&gt;550</b> KI/ML Funktionen</p>	 <p><b>Regelmäßige</b> Produktupdates</p>
 <p><b>8700 aktive Patente</b> Hauseigenes Innovationszentrum</p>				



## ...eine Übersicht zu Johnson Controls' umfassendes Portfolio



## Die Transformation zu intelligenten autonomen Gebäuden

 Preisgekrönte Künstliche Intelligenz

### ALTE GEBÄUDE



- Eigenständige Systeme

### VERNETZTE GEBÄUDE



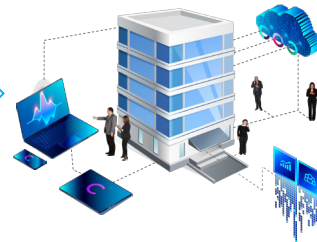
- Einzelnes Dashboard
- Optimierte für Energie
- Zwei oder mehr Systeme manuell integriert

### SMARTE GEBÄUDE



- Intelligenter und koordinierter Workflow
- Künstliche Intelligenz (KI) – spezialisiert
- Die meisten Gebäudesysteme sind integriert
- Cloud-Integrationen (z. B. Versorger, Wetter)

### AUTONOME GEBÄUDE



- Autonomer Arbeitsablauf
- Künstliche Intelligenz (KI+) – fortgeschritten
- Kontinuierlich lernen, anpassen und automatisch auf die Bedürfnisse der Nutzer und der Umgebung reagieren
- Alle Systeme integriert – vor Ort und in der Cloud

Generative KI ist auf smarte und autonome Gebäude anwendbar

## OpenBlue Enterprise Manager

### Ein stufenweiser Ansatz zur Erreichung der Energieeffizienz- und Nachhaltigkeitsziele

Wo auch immer Sie sich auf Ihrem Weg zur Dekarbonisierung befinden, OpenBlue Enterprise Manager kann Ihnen helfen, Ihre Ziele zu erreichen.

#### Sammeln und verstehen

Daten über Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen, um erreichbare Ziele und Vorgaben festzulegen

**Net Zero Advisor (NZA)**



#### Energie- und Emissionsverfolgung

Messen, überwachen und berichten Sie über Ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen, Ihren Energieverbrauch und Ihre Versorgungsausgaben.

#### Analysieren und empfehlen

Verbesserungsmaßnahmen zur Energieeinsparung, Erhöhung des Mieterkomforts und Steigerung der Anlageneistung

**Net Zero Advisor Plus (NZAP)**  
**Equipment Performance Advisor (EPA)**  
**Workplace Space Advisor IAQ (WA-IAQ)**



#### Wirkungsvolle Energieoptimierung und Emissionsmanagement

Immer aktives, automatisiertes Energiemanagement, um die Ziele zur Treibhausgasreduzierung zu erreichen und Compliance-Erklärungen zu erleichtern.

#### Autonome Optimierung

Reaktionen auf Anlagen- und externe Bedingungen zur Optimierung der Leistung

**Central Utility Plant Optimization (CUPO)**  
**Equipment Performance Advisor Plus (EPAP)**  
**Energy and Comfort Intelligence (ECI)**



#### Automatisierte Betriebsentscheidungen in Echtzeit

Steigern Sie die Effizienz und fördern Sie die Nachhaltigkeit.



## OpenBlue Enterprise Manager Architektur





## Globale Trends, die das Facility Management beeinflussen

### *Betriebsbeeinträchtigung durch ungeplante Ausfallzeiten und lange Behebungszeiten*

Mangel an qualifizierten Wartungsressourcen und datengestützte Anleitung zur Anlagenoptimierung

### *Dekarbonisierungsziele bedeuten Senkung der Anlagenenergiekosten*

Ältere Geräte erzeugen mehr Störungen und benötigen zusätzliche Wartung

### *Veraltete Modelle des Gebäude- und Ausrüstungsbestands*

Ohne verlässliche Daten ist es schwieriger, die Lebenszyklusplanung durchzuführen. Die Integration von Altsystemen ist eine Herausforderung.

### *Berichts- und Complianceanforderungen*

Erfüllung gesetzlicher und betrieblicher Anforderungen, einschließlich WiredScore, LEED Operations, BREEAM und NABERS



Alternde Gebäude, die viel Wartung benötigen



Alternde Fachkräfte und schrumpfende Belegschaft



Verstärkter Trend zur Digitalisierung und offenen Plattformen, die Bedenken hinsichtlich der Cybersicherheit aufwerfen



Anstieg der Materialkosten und Lohnsätze sowohl für Soft- als auch für Hard-Facility-Management-Dienstleistungen (FM)



Die manuelle Nachverfolgung und Berichterstellung von Daten nimmt Zeit in Anspruch



Verzerrte Auslastung nach der Pandemie wirkt sich auf CAPEX- und OPEX-Planung aus

## Die KI-Revolution

**Was ist KI?** Künstliche Intelligenz ist die Fähigkeit einer Maschine, die kognitiven Funktionen auszuführen, die wir normalerweise mit dem menschlichen Verstand in Verbindung bringen.

„Künstliche Intelligenz (KI) hat das Potenzial, die Weltwirtschaft neu zu gestalten, insbesondere im Bereich der Arbeitsmärkte.“

- Gen-AI Artificial Intelligence and the Future of Work – International Monetary Fund Staff discussion notes Jan 2024

„In einer Welt, in der KI zu einem festen Bestandteil unseres täglichen Lebens geworden ist, ist Widerstand nicht nur sinnlos, sondern kontraproduktiv.“

- Dr. Gleb Tspursky Forbes Aug 2023



Weltweite Ausgaben für KI werden bis 2026 301 Milliarden US-Dollar übersteigen

- International Data Corporation - Infobrief Feb 23

„KI kann wirklich schwierige, ehrgeizige Probleme lösen, zu denen Menschen vielleicht nicht in der Lage sind wie Gesundheit, Landwirtschaft und Klimawandel“

- Daphne Koller, Founder and CEO at Insitro In speaking at WEF 24

## Wäre das nicht eine Traumwelt ?

Was wäre, wenn Sie vorhersagen könnten, wann Ihre Kältemaschine ausfällt ?

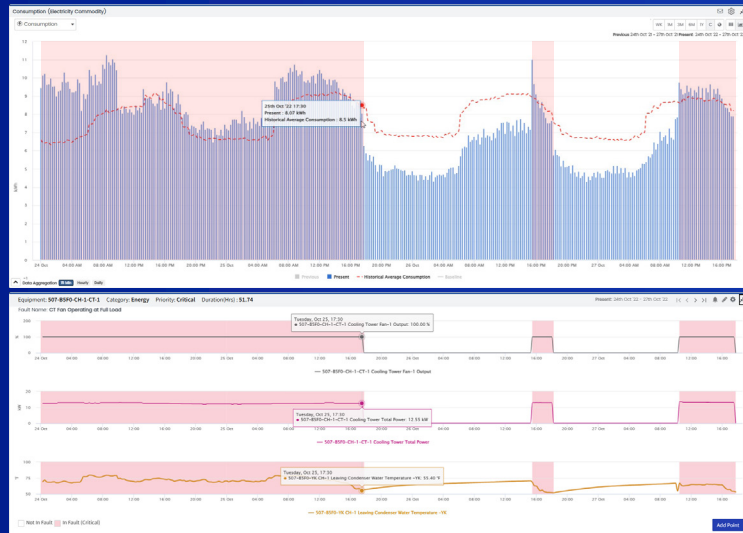
Was wäre, wenn Sie bei einer nicht optimalen Anlagenperformance eine Benachrichtigung erhalten ?

Was wäre, wenn Sie heute schon Ihre Störung von morgen kennen ?

## Zusammenspiel Energie- und Anlagenmonitoring

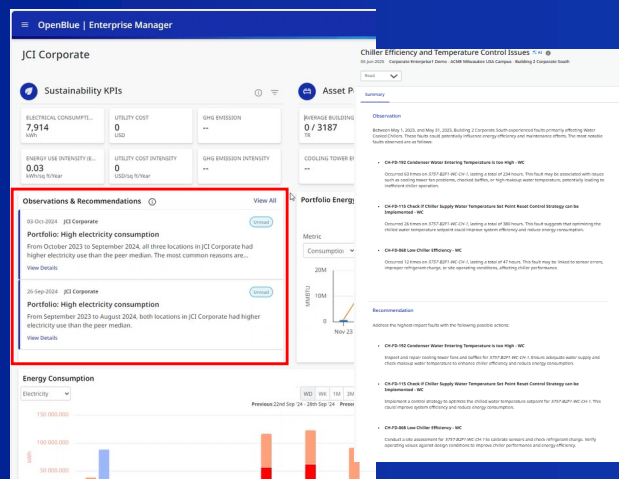
### Direkter Vergleich zwischen abnormalem Energieverbrauch und Betriebszustand der Anlage

- Das Beispiel zeigt einen Kühlturmventilator, der zu verschiedenen Zeiten unter Vollast läuft und währenddessen rd. 12 kW Leistung verbraucht.
- Im Energiemanagement zeigt sich dies durch einen erhöhten Stromverbrauch zu diesen Zeiten.
- Dieser benutzerdefinierte Fehler greift zeitverzögert nach 30 min ab 95% Last.

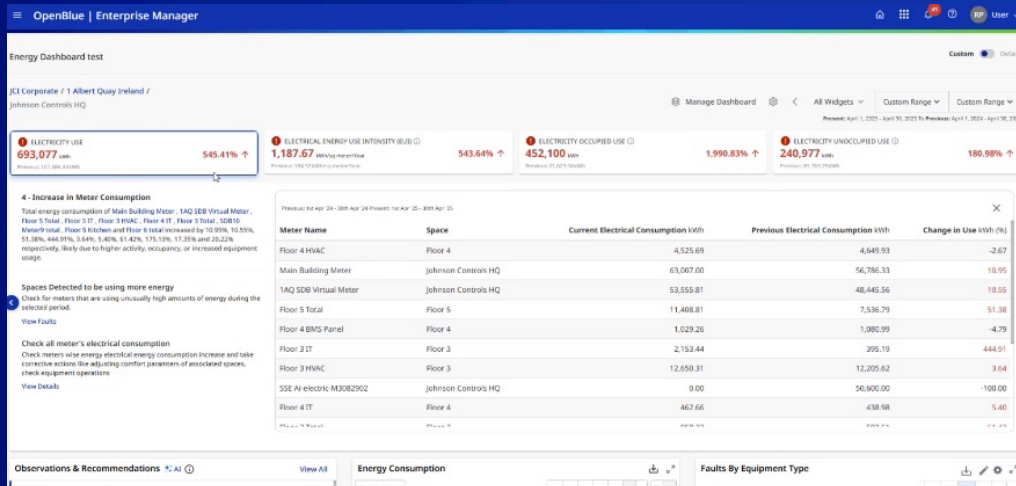


## Generative KI-Beobachtungen und Empfehlungen zur Energieeinsparung

- Analyse der Anlagendaten auf Basis FDDs aus dem Anlagenmonitoring, um Energiesparmöglichkeiten für ein Gebäude zu empfehlen.
- Generative KI-Techniken werden verwendet, um Beobachtungen im Zusammenhang mit Anomalien zu kommunizieren und Energiesparmaßnahmen in leicht verständlicher Sprache zu empfehlen.
- Benutzer erhalten Erkenntnisse, die für den einzigartigen Betriebskontext ihres Gebäudes relevant sind.



## Ursachenanalyse und Workflows für schnelle Maßnahmen

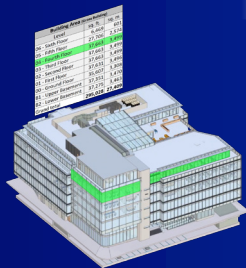


## Digitale Zwillinge - Simulation der ganzheitlichen "as-built"-Umgebung

### Campus-Twin

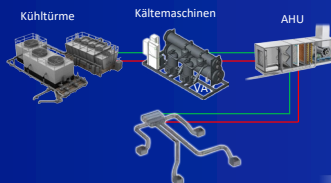


### Building Twin

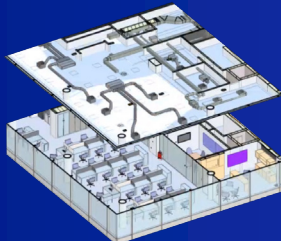


### Equipment Twin

Ausrüstung und Sensoren



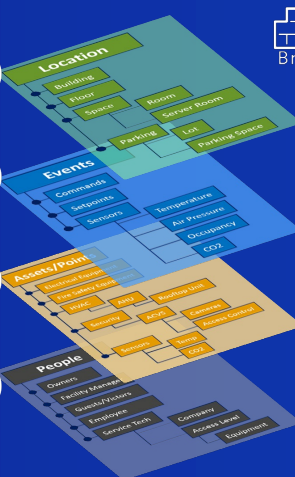
### Space Twin



### Standardisierung der Twin Ontologie

Semantische Modelle  
Topologie-Modelle

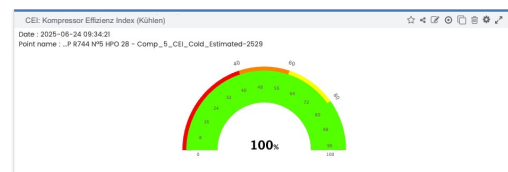
L  
E  
A  
P



## OpenBlue – Digitaler thermodynamischer Kompressorzwilling

Übersichtliche Darstellung des Effizienzindex nach dem Ampelprinzip.

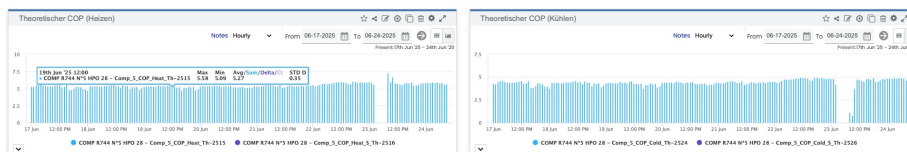
	<b>90–100% (Exzellent)</b>	Der Verdichter arbeitet nahe seiner theoretisch maximalen Effizienz
	<b>75–89% (Gut)</b>	Die Leistung liegt im erwarteten Betriebsbereich, jedoch sind kleinere Optimierungspotenziale vorhanden
	<b>60–74% (Vertretbar)</b>	Weist auf Verbesserungsmöglichkeiten hin – potenziell verursacht durch Regelungsparameter, Lastprofile oder Umgebungsbedingungen
	<b>Unter 60% (Ineffizient)</b>	Deutet auf eine deutliche Abweichung vom Idealbetrieb hin; mögliche Ursachen sind mechanischer Verschleiß, Verschmutzungen, eine ungeeignete Kältemittelfüllmenge oder fehlerhafte Regelungseinstellungen



## OpenBlue – Digitaler thermodynamischer Kompressorzwilling

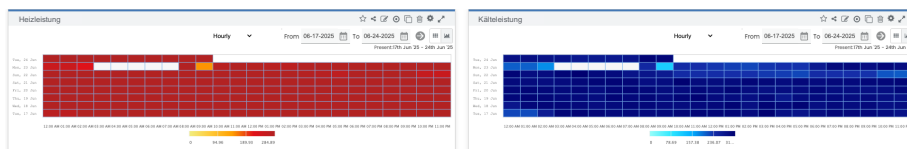
### Theoretischer vs Realer COP

Zwei Balkendiagramme zeigen den theoretischen und den tatsächlichen COP im Zeitverlauf und ermöglichen damit einen direkten Vergleich zwischen erwarteter und realer Effizienz



### Thermische Leistungsabgaben

Die „Heatmap“ und die „Coldmap“ visualisieren die Heiz- bzw. Kälteleistung. Die Farbverläufe kennzeichnen die Intensität der Leistungsabgabe und erleichtern die Identifikation von Betriebsphasen mit Spitzenlast



## Agentic AI OpenBlue

### 1 Conversational chatbot

Die Datensammlung wird analysiert und mit anderen Datenquellen kombiniert, um umsetzbare Erkenntnisse zu generieren. **ES ANTWORTET.**

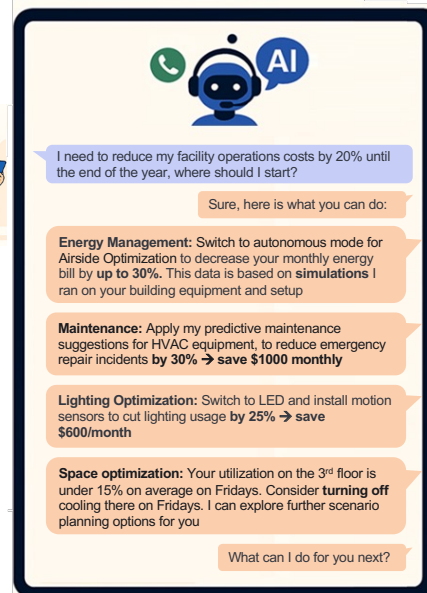


### 2 Workflow assistant

Der Nutzer bittet das System, bestimmte Aktionen auf Basis der zuvor generierten Erkenntnisse und möglichen Ideen auszuführen. **ES WIRD AUSGEFÜHRT.**

### 3 Automation agent

Der Nutzer kommuniziert komplexe Ziele an das System, das entsprechend plant und ausführt. **SIE WIRD AUTONOM AUSGEFÜHRT.**



## Nach der Analyse kommt die Optimierung

Was wäre, wenn wir das Nutzerverhalten in die Gebäudeoptimierung miteinbeziehen könnten?

Was wäre, wenn Ihre Kälte und Wärmeerzeuger den Bedarf und das Wetter von morgen kennen würden ?

Was wäre, wenn Sie Sonnenenergie effizienter nutzen könnten ?

## OBEM Energy & Comfort Intelligence (ECI)

### KI-gestützte Sollwertregelung und Optimierung von Luftseitige HLK-Ausrüstung:

- Lüftungsanlagen,
- Dach-Klimageräte,
- Direktexpansions-Klimageräte,
- Variabler Kältemittelstrom (VRF)

### Optimieren für:

- Einsparungen beim Energieverbrauch
- Treibhausgasemissionen
- Gebühren für Spitzenlasten

#### Welche Einsparungen können erzielt werden?

- Gebäude mit veralteten Steuerungen oder manueller Bedienung: **8 - 15% Energieeinsparungen**
- Gebäude mit modernem, ASHRAE-Richtlinie 36-konformem BAS: **3 - 5% Energieeinsparungen**  
übertrifft die Kontrollsequenzen der ASHRAE-Richtlinie 36
- Typische Verbesserung des Nettobetriebsergebnisses:  
**2,04 € / m<sup>2</sup> / Jahr = 204.000 € / 100.000 m<sup>2</sup> / Jahr**



## OBEM Energy & Comfort Intelligence (ECI)

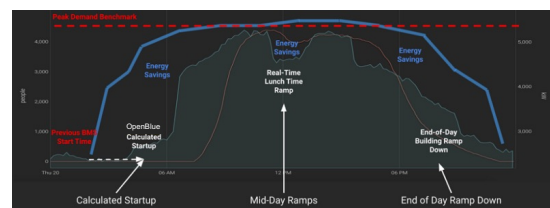
Wie kann KI dazu beitragen, im Vergleich zu herkömmlichen Methoden der Gebäudesteuerung mehr Energie zu sparen?

### 1. Intelligenter Start: KI lernt den besten Zeitpunkt, um HLK-Geräte zu starten

- Übertrifft die Einsparungen für eine typische optimale G36-Startsequenz in der BAS-Steuerung durch mehr dynamische Optimierung der Startzeit pro Tag durch maschinelles Lernen

### 2. Optimierung des statischen Drucksollwerts: AI Model Predictive Control (MPC) optimiert Sollwerte innerhalb vordefinierter Einschränkungen

- **Proaktiv vs. reaktiv:** Ein kontinuierlicher prädiktiver Ansatz verwendet eine Korrelation mit mehreren Variablen und Echtzeit-Sensordaten im Vergleich zur Reaktion auf einen fehlererkennungsgesteuerten Ansatz
- **Stabilität:** Passt die Sollwerte mit einer optimalen Änderungsrate an
- **Gewährleistet Komfort:** Wenn die Rückmeldung des Endgeräts auf Schwierigkeiten bei der Aufrechterhaltung der Innenraumtemperatur hinweist (z. B. vollständig geöffnete Klappenpositionen), reagiert das System adaptiv, indem es den Sollwert neu kalibriert, um eine dynamische Optimierung zu gewährleisten.
- **Problemzonen:** Der Algorithmus berücksichtigt die Verfügbarkeit unterschiedlicher Parameter, um kritische Zonen zu erkennen und den thermischen Komfort innerhalb von Zielbereichen zu bewerten, die durch Sollwerte gesteuert werden.



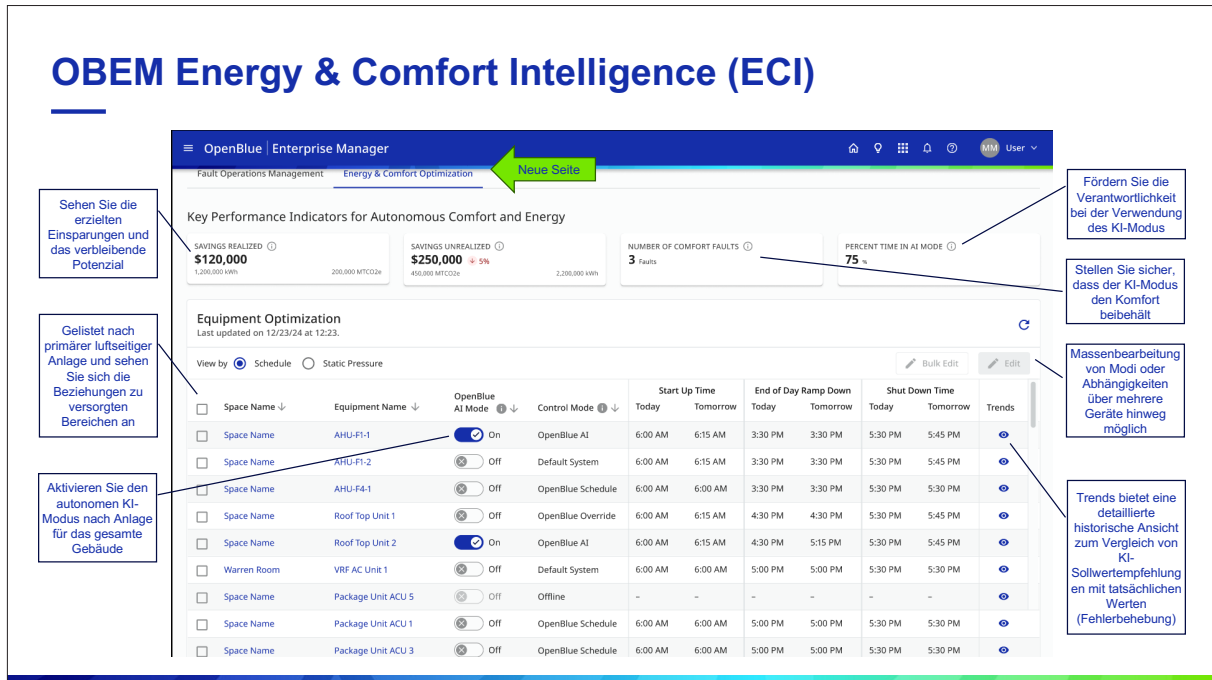
### 3. Herunterfahren am Ende des Tages: Die KI lernt am Ende eines jeden Tages (z. B. nach 15 Uhr) den optimalen statischen Druck und die Sollwerte für die Ventilatorgeschwindigkeit.

- Während sowohl #2 als auch #3 die statischen Drucksollwerte steuern, passt #3 mit Blick auf das Gebäude die kontinuierliche Optimierung #2 am Ende des Tages an

### 4. Intelligente Abschaltung: KI lernt den besten Zeitpunkt, um HLK-Geräte abzuschalten und gleichzeitig den Komfort für die Nutzer zu gewährleisten

- Übertrifft die Einsparungen für eine typische G36-optimale Stoppsequenz in der BAS-Steuerung mit mehr dynamischer Optimierung der Abschaltzeit pro Tag durch maschinelles Lernen

## OBEM Energy & Comfort Intelligence (ECI)



**OpenBlue | Enterprise Manager**

Fault Operations Management | Energy & Comfort Optimization **Neue Seite**

Key Performance Indicators for Autonomous Comfort and Energy

- SAVINGS REALIZED: \$120,000 (1,200,000 kWh)
- SAVINGS UNREALIZED: \$250,000 (4,000,000 kWh) -5%
- NUMBER OF COMFORT FAULTS: 3 faults
- PERCENT TIME IN AI MODE: 75%

Equipment Optimization  
Last updated on 12/23/24 at 12:23.

View by:  Schedule  Static Pressure

Space Name	Equipment Name	OpenBlue AI Mode	Control Mode	Start Up Time Today	Start Up Time Tomorrow	End of Day Ramp Down Today	End of Day Ramp Down Tomorrow	Shut Down Time Today	Shut Down Time Tomorrow	Trends
Space Name	AHU-F1-1	<input checked="" type="checkbox"/> On	OpenBlue AI	6:00 AM	6:15 AM	3:30 PM	3:30 PM	5:30 PM	5:45 PM	
Space Name	AHU-F1-2	<input type="checkbox"/> Off	Default System	6:00 AM	6:15 AM	3:30 PM	3:30 PM	5:30 PM	5:45 PM	
Space Name	AHU-F4-1	<input type="checkbox"/> Off	OpenBlue Schedule	6:00 AM	6:00 AM	3:30 PM	3:30 PM	5:30 PM	5:30 PM	
Space Name	Roof Top Unit 1	<input type="checkbox"/> Off	OpenBlue Override	6:00 AM	6:15 AM	4:30 PM	4:30 PM	5:30 PM	5:45 PM	
Space Name	Roof Top Unit 2	<input checked="" type="checkbox"/> On	OpenBlue AI	6:00 AM	6:15 AM	4:30 PM	5:15 PM	5:30 PM	5:45 PM	
Warren Room	VRF AC Unit 1	<input type="checkbox"/> Off	Default System	6:00 AM	6:00 AM	5:00 PM	5:00 PM	5:30 PM	5:30 PM	
Space Name	Package Unit ACU 5	<input type="checkbox"/> Off	Offline	-	-	-	-	-	-	
Space Name	Package Unit ACU 1	<input type="checkbox"/> Off	OpenBlue Schedule	6:00 AM	6:00 AM	5:00 PM	5:00 PM	5:30 PM	5:30 PM	
Space Name	Package Unit ACU 3	<input type="checkbox"/> Off	OpenBlue Schedule	6:00 AM	6:00 AM	5:00 PM	5:00 PM	5:30 PM	5:30 PM	

**Callouts:**

- Sehen Sie die erzielten Einsparungen und das verbleibende Potenzial
- Gelistet nach primärer luftseitiger Anlage und sehen Sie sich die Beziehungen zu versorgten Bereichen an
- Aktivieren Sie den autonomen KI-Modus nach Anlage für das gesamte Gebäude
- Fördern Sie die Verantwortlichkeit bei der Verwendung des KI-Modus
- Stellen Sie sicher, dass der KI-Modus den Komfort beibehält
- Massenbearbeitung von Modi oder Abhängigkeiten über mehrere Geräte hinweg möglich
- Trends bietet eine detaillierte historische Ansicht zum Vergleich von KI-Sollwertempfehlungen mit tatsächlichen Werten (Fehlerbehebung)

## Verschiedene Alternativen zur Optimierung von Energiezentralen

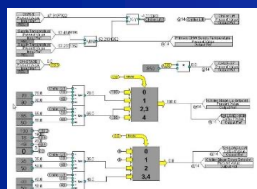
### Manuelle Optimierung

Manuelle Bedienung durch Betriebspersonal mit jahrelanger Erfahrung, die lernen wie man die beste Effizienz erzielt.



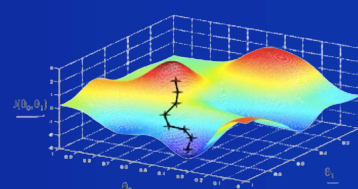
### Automatisierte Optimierung

Automatisiertes Programm, welches selbstständig auf veränderte Ereignisse reagiert (reaktive Anlagensteuerung).

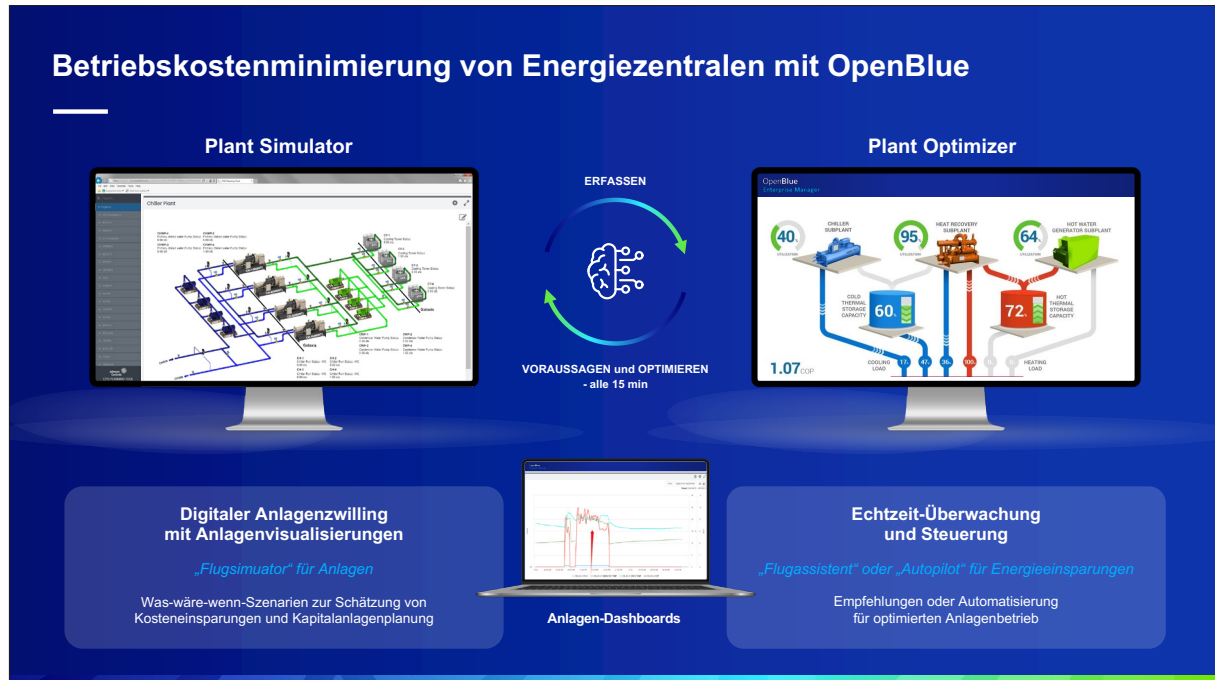


### K.I.-gestützte Optimierung

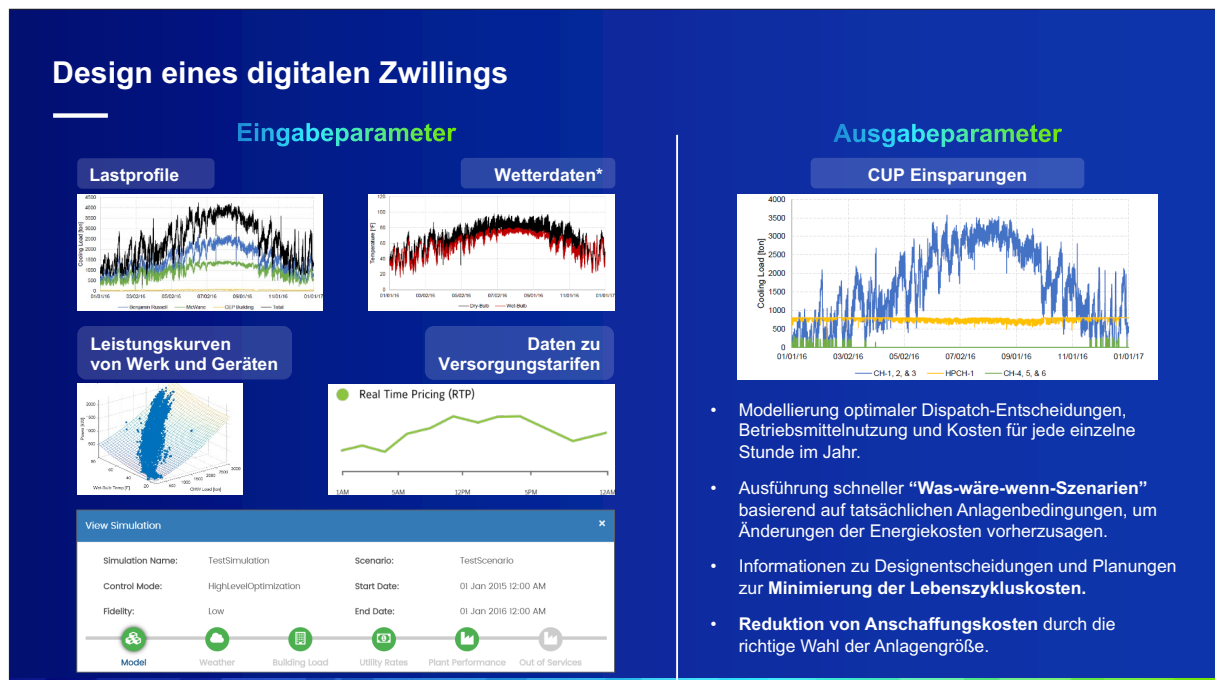
Optimierung der Regelstrategien auf Basis von Daten und mathematischen Modellen (vorausschauende Anlagensteuerung).



## Betriebskostenminimierung von Energiezentralen mit OpenBlue



## Design eines digitalen Zwillings



## OpenBlue Solar-Photovoltaik-Funktionen

Wenn sich OpenBlue CUP im AUTO-Modus befindet, wird Folgendes realisiert:

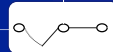
- Vorhersage der stündlichen Solar-PV-Stromerzeugung basierend auf 7-Tage-Wettervorhersagen
- Laden / Entladen von Batterien oder thermischen Energiespeichern
- Überwachung der Eingangs-/Ausgangsleistung
- Wirtschaftliche 15-minütige Anlagenoptimierung für einstellbare Regelschwerpunkte zur Minimierung der Betriebskosten

### Solar Photovoltaik (PV)



Wenn sich OpenBlue CUP im ADVISORY-Modus befindet, gibt es Empfehlungen für eine optimale Nutzung. Lokale Systemsteuerungen steuern die Energiespeicherung.

Batterie-Speicher



## OpenBlue Plant Simulator – Plant Design Evaluations w/ Optimization

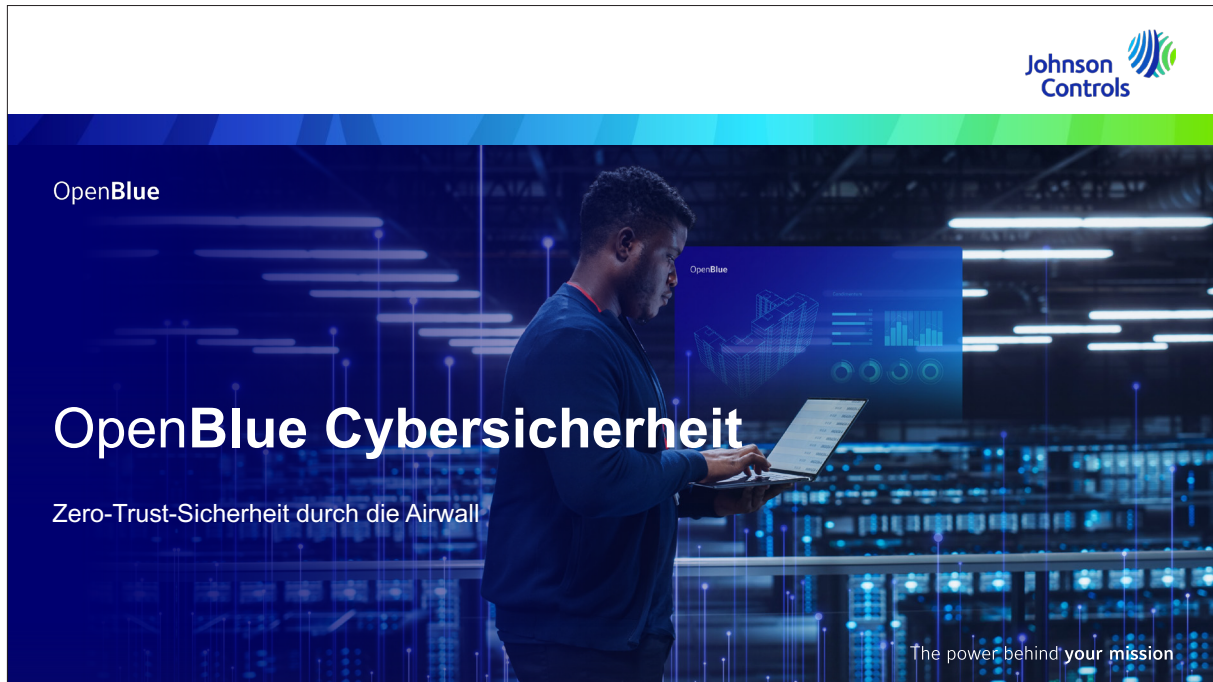
		Baseline				BOD w/ OpenBlue CUP Optimization			
		Design Capacity	Energy	Load	Avg. Annual Eff.	Design Capacity	Energy	Load	Avg. Annual Eff.
		tons	kWh	ton-hours	kW/ton	tons	kWh	ton-hours	kW/ton
(2) 2,000 Ton YK Chillers w/ SSS (2) Headered Cooling Towers	<b>BOD</b>								
	Chiller 1	2000	6,658,513	11,391,353	0.5836	2000	3,753,140	6,446,376	0.5822
	Chiller 2	2000	4,063,989	6,861,876	0.5903	2000	6,658,513	11,806,853	0.5640
	<b>Total System</b>	<b>4000</b>	<b>13,266,554</b>	<b>18,253,238</b>	<b>0.7193</b>	<b>4000</b>	<b>12,623,199</b>	<b>18,253,238</b>	<b>0.6703</b>
		<b>Annual Operating Cost</b>		<b>\$1,061,324</b>		<b>Annual Operating Cost</b>		<b>\$1,009,856</b>	

		Baseline				Alt. 1 - w/ OpenBlue CUP Optimization			
		Design Capacity	Energy	Load	Avg. Annual Eff.	Design Capacity	Energy	Load	Avg. Annual Eff.
		tons	kWh	ton-hours	kW/ton	tons	kWh	ton-hours	kW/ton
(3) 1,500 ton YK Chillers w/ VSD (3) Headered Cooling Towers	<b>Alt. 1</b>								
	Chiller 1	1500	4,808,296	9,108,595	0.5272	1500	1,630,570	3,175,694	0.5072
	Chiller 2	1500	3,863,413	7,257,735	0.5309	1500	3,308,870	7,498,001	0.4257
	Chiller 3	1500	1,055,114	1,886,899	0.5587	1500	3,333,856	7,579,534	0.4246
<b>Total System</b>	<b>4500</b>	<b>12,131,237</b>	<b>18,253,238</b>	<b>0.6548</b>	<b>4500</b>	<b>11,225,526</b>	<b>18,253,238</b>	<b>0.5864</b>	
		<b>Annual Operating Cost</b>		<b>\$970,499</b>		<b>Annual Operating Cost</b>		<b>\$898,042</b>	
				<i>Best Design</i>				<i>Lowest Operating Cost</i>	

		Baseline				Alt. 2 - w/ OpenBlue CUP Optimization			
		Design Capacity	Energy	Load	Avg. Annual Eff.	Design Capacity	Energy	Load	Avg. Annual Eff.
		tons	kWh	ton-hours	kW/ton	tons	kWh	ton-hours	kW/ton
(3) 1,500 ton YK Chillers w/ VSD (3) Dedicated Cooling Towers	<b>Alt. 2</b>								
	Chiller 1	1500	4,808,296	9,108,595	0.6839	1500	3,057,649	7,322,489	0.4022
	Chiller 2	1500	3,863,413	7,257,735	0.5309	1500	3,032,662	7,240,956	0.4031
	Chiller 3	1500	1,055,114	1,886,899	0.5587	1500	1,730,103	3,689,785	0.4586
<b>Total System</b>	<b>4500</b>	<b>12,359,662</b>	<b>18,253,238</b>	<b>0.6692</b>	<b>4500</b>	<b>11,494,753</b>	<b>18,253,238</b>	<b>0.6077</b>	
		<b>Annual Operating Cost</b>		<b>\$988,773</b>		<b>Annual Operating Cost</b>		<b>\$919,580</b>	



## Häufige Kundenherausforderungen

 <p><b>Mangelnde Netzwerktransparenz und -kontrolle</b></p> <p>Traditionelle Netzwerke legen zu viel frei, sodass jedes Gerät sichtbar und potenziell verwundbar ist</p>	 <p><b>Komplexe und kostspielige Netzwerksicherheit</b></p> <p>Firewalls, VPNs, ACLs und VLANs sind teuer und schwer im großen Maßstab zu verwalten</p>
 <p><b>Wachstum von Fern- und IoT-Angriffsvektoren</b></p> <p>Fernzugriff und nicht verwaltete IoT-Geräte werden zunehmend von Cyberangreifern ausgenutzt</p>	 <p><b>Risiko von seitlicher Bewegung und Brüchen</b></p> <p>Sobald Angreifer ein Netzwerk durchbrechen, bewegen sie sich seitlich, um auszunutzen. Weitere Systeme</p>



## Was ist OpenBlue Airwall?



OpenBlue Airwall ist eine virtuelle Airgap-Lösung, die das **Host-Identitätsprotokoll** nutzt, um die Netzwerkkommunikation zwischen Geräten zu sichern und so Mikrosegmentierung und Fernzugriff in großem Maßstab in jedem Netzwerk zu ermöglichen.



Anstatt IP-Adressen zur Identifizierung und Lokalisierung von Geräten zu verwenden, wird jedem Gerät eine **kryptografische Identität** zugewiesen, das heißt, sie kommunizieren nur über das verschlüsselte Identitäts-Framework.



Eine **intuitive Orchestrierungs-Engine** ermöglicht eine superschnelle Einrichtung mit wenig bis keiner Änderung des zugrundeliegenden Netzwerks oder der Sicherheitsinfrastruktur.

### Schlüsselmerkmale

- ✓ Zero-Trust-Netzwerkzugang (ZTNA)
- ✓ Mikrosegmentierung für jeden Endpunkt
- ✓ Bedrohungsprävention durch Unsichtbarkeit
- ✓ Schnelle, richtlinienbasierte Zugriffskontrolle
- ✓ Berichterstattung und Compliance-Überprüfung
- ✓ Funktioniert in Cloud-, On-Prem- und Remote-Umgebungen

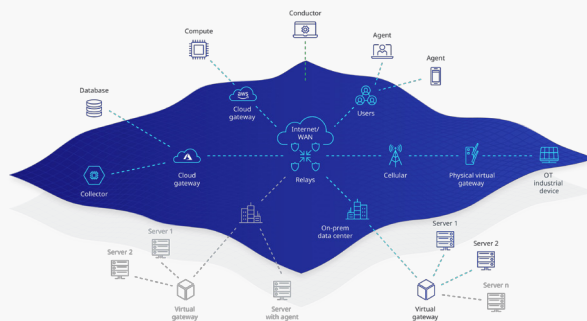


## Zero-Trust – was bedeutet das wirklich?



Zero-Trust ist ein Netzwerksicherheitsmodell basierend auf dem Konzept „kein implizites Vertrauen“:

- **Authentifizierung** jeder Aktion auf dem Netzwerk; kontinuierliche Verifizierung
- **Alles ablehnen**, es sei denn es existiert eine explizierte Definition
- **Ende-zu-Ende-Verschlüsselung** zwischen jeder Paarung
- **Mikrosegmentierung**; granulare Vertrauensbeziehungen



Erzeugt eine **virtual air gap** um jedes Gerät

Sichert die Gerät-zu-Gerät-Kommunikation mit **kryptografischen Identitäten**

Eliminiert **Netzwerkexposition** – keine offenen Ports, keine seitlichen Bewegungen

## Zero-Trust-Architektur – Software-Defined Networking



### Verschlüsselung mit granularer Zugriffskontrolle

- Mikrosegmentierung
- Reduzierung der Angriffsfläche
- Schützt vor unbefugtem Zugriff, lateraler Bewegung und Malware-Verbreitung

### Host Identity Protocol (HIP)

Nur Outbound-Ports – TCP & UDP 443  
 Verschlüsselung – AES-256  
 Authentifizierung – SHA-2

	Bisherige Lösungen Virtual Private Network (VPN) / VLAN	Airwall Lösung Software Defined Perimeter (SDP)
Sichere Vertrauensbeziehungen	Nein – nicht verifiziert, alles vertrauenswürdig	Ja – alles verifiziert, kein Standardvertrauen
Zugriffskontrolle	Nein – alle Knoten gleichermaßen erlaubt	Ja – explizite Knotenberechtigungen
Geschützte IP-Adressen	Nein – IP-Adresse, die für die Identität verwendet wird	Ja – Gerät befindet sich im Perimeter, IP-Adressen sind nicht verfügbar
Schutz des Datenzugriffs	Nein – Daten frei verwenden, kopieren und verschieben	Ja – Richtlinie, die über die Crypto-ID-Identität gesteuert wird
Knotenbasierte Benutzerberechtigungen	Nein – voller Netzwerkzugriff	Ja – granularer Zugriff – nach Knoten und Ereignisplan
Automatisiertes Management	Nein – statische manuelle Steuerung	Ja – stufenlose und adaptive Regelung

## Cybersicherheit und Datenschutz-Compliance

Johnson Controls treibt einen kollaborativen Ansatz für Cybersicherheit und Datenschutzmanagement voran.

### Normen und Rahmenbedingungen

Wir sind aktiv bei der Definition von Sicherheitsstandards für intelligente Gebäude



### Sichere Entwicklung

Wir sind konform mit sicheren Produktentwicklungs-Frameworks



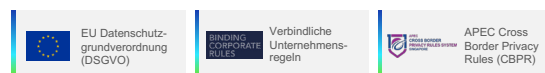
### Cloud-Umgebungen

Wir halten uns an Sicherheitsrahmen, die einer Prüfung durch Dritte unterliegen



### Datenschutz

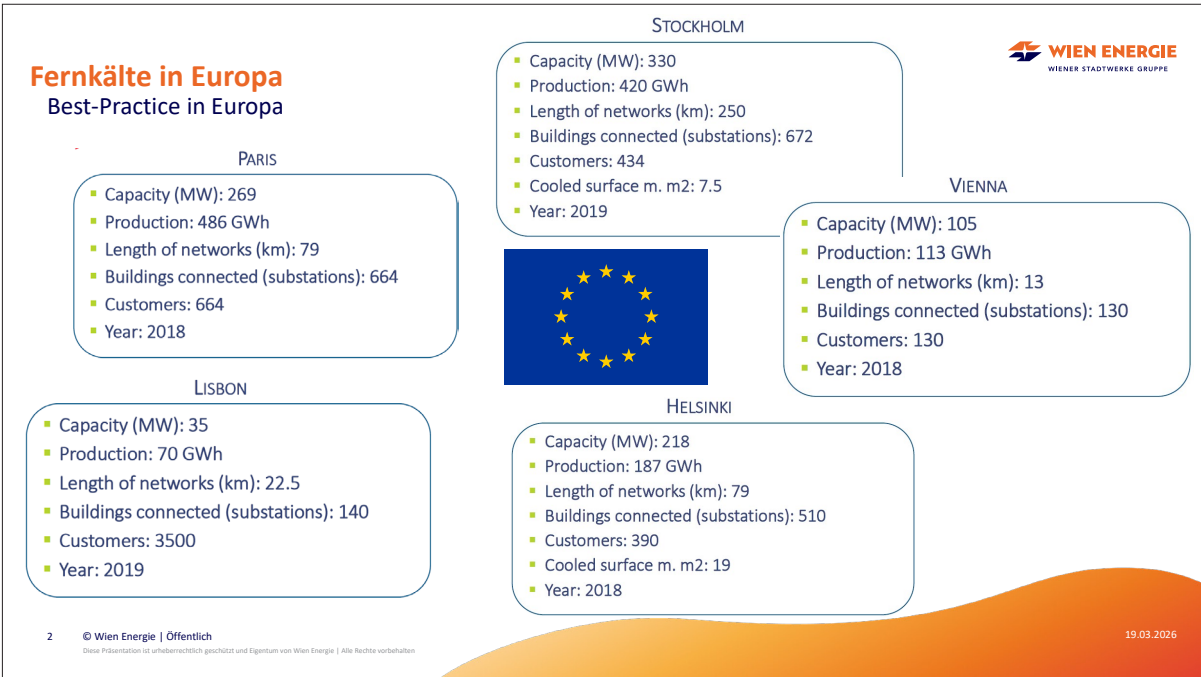
Wir halten uns an die gesetzlichen Anforderungen an den Datenschutz





**Donnerstag, 16. April 2026**

**Otto Doppler | Wien Energie GmbH**  
Fernkälte Wien Technologien und Vision.

**Fernkälte in Europa**  
Best-Practice in Europa

**PARIS**

- Capacity (MW): 269
- Production: 486 GWh
- Length of networks (km): 79
- Buildings connected (substations): 664
- Customers: 664
- Year: 2018

**STOCKHOLM**

- Capacity (MW): 330
- Production: 420 GWh
- Length of networks (km): 250
- Buildings connected (substations): 672
- Customers: 434
- Cooled surface m. m2: 7.5
- Year: 2019

**VIENNA**

- Capacity (MW): 105
- Production: 113 GWh
- Length of networks (km): 13
- Buildings connected (substations): 130
- Customers: 130
- Year: 2018

**LISBON**

- Capacity (MW): 35
- Production: 70 GWh
- Length of networks (km): 22.5
- Buildings connected (substations): 140
- Customers: 3500
- Year: 2019

**HELSINKI**

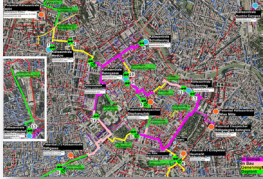
- Capacity (MW): 218
- Production: 187 GWh
- Length of networks (km): 79
- Buildings connected (substations): 510
- Customers: 390
- Cooled surface m. m2: 19
- Year: 2018

© Wien Energie | Öffentlich  
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

19.03.2026

## Vision Fernkälte

Erschließung des 1. Bezirks



Jede Wiener\*in kennt Fernkälte | Fernkälte sichtbar und spürbar machen

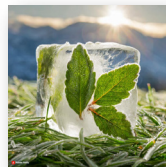


3 © Wien Energie | Intern  
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

## Fernkältehauptstadt Europas



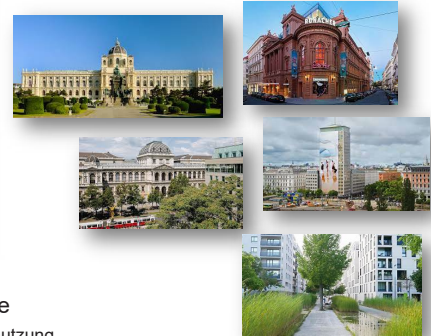
Wir erzeugen exklusive grüne Kälte



- Abwärmennutzung
- Flusswassernutzung
- Erneuerbarer Strom
- Speichernutzung

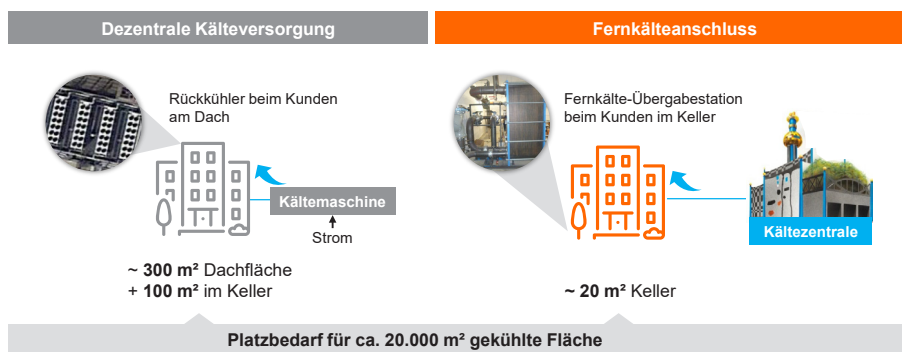


Jede Wiener\*in kann Fernkälte jeden Tag erleben  
Büro | Museum | Zuhause



## Fernkälte in Wien

Methoden der Kälteversorgung unserer Kunden


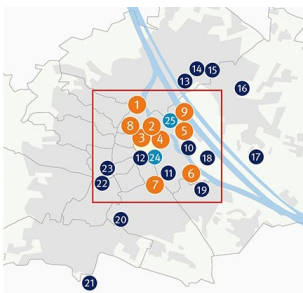


4 © Wien Energie | Öffentlich  
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

19.03.2026

## Fernkälte in Wien

### Fernkälteausbau

**1** Spittelau

**2** Ringtum, Schottenring

**3** Rengasse

**4** Alte Post, Stubenring

**5** Austria Campus

**6** TownTown

**7** Hauptbahnhof Wien

**8** MedUni Campus

**9** PVA

**10** Praterstern

**11** Rudolfsstiftung Juchgasse

**12** Schwarzenbergplatz

**13** Florido Tower

**14** Klinik Floridsdorf

**15** Twenty One

**16** MA48 Percostaße

**17** SMZ Ost, Pflege Donaustadt

**18** Prater Glacis

**19** MGC Office Center

**20** Philips Haus

**21** SCS Vösendorf

**22** Vio Plaza

**23** Westbahnhof

**24** OAMTC

**25** Wärme-Kälte-Kopplung Schweidg.

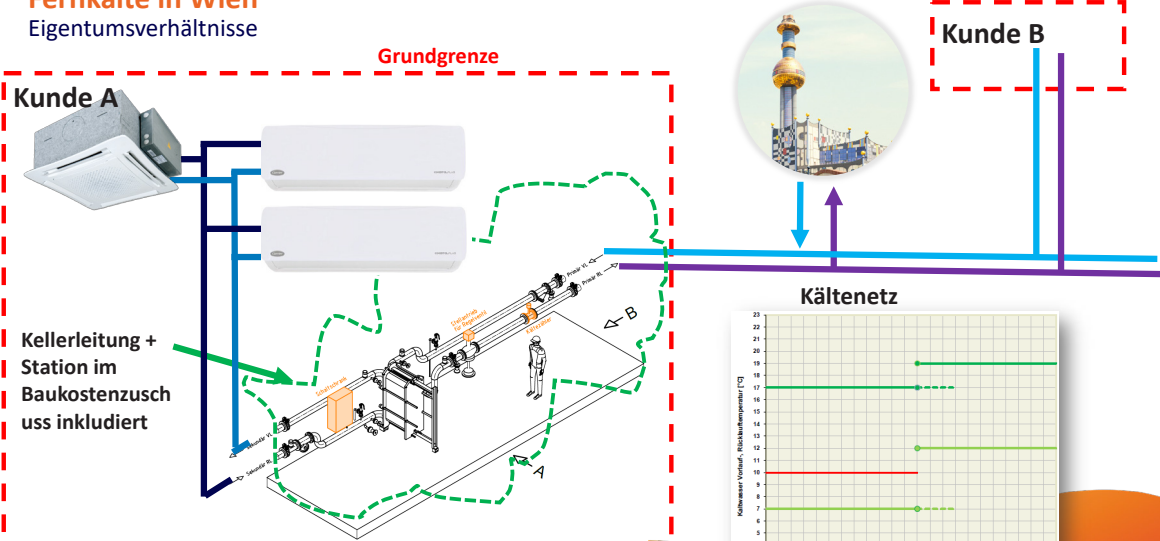
- Fernkältezentralen mit angeschlossenem Kältenetz
- Fernkältezentralen ohne angeschlossen Kältenetz
- Kälteerzeugung mit Abwärmernutzung
- Kälterring Innere Stadt bis 2025
- Fernkälte in Bau bzw. Planung
- ⬇ Wichtige angeschlossene Einrichtungen
- ⬇ Wohn- und Bürohäuser
- + Spitäler

5 © Wien Energie | Öffentlich  
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

19.03.2026

## Fernkälte in Wien

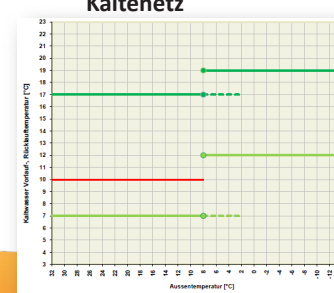
### Eigentumsverhältnisse



**Kunde A**

**Kellerleitung + Station im Baukostenzuschuss inkludiert**

**Kältenetz**

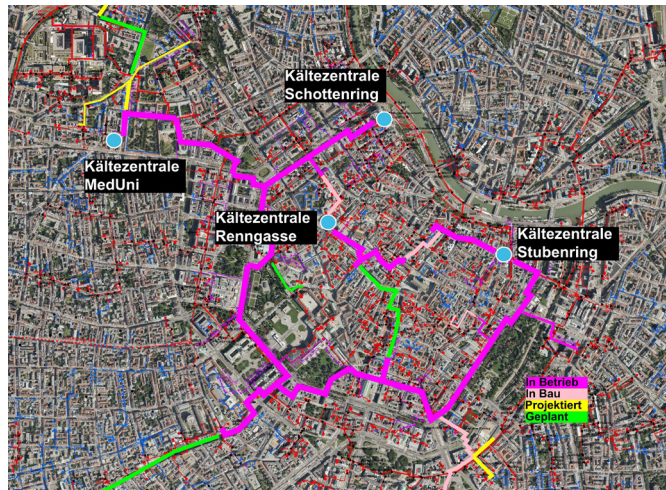


6 © Wien Energie | Vertraulich  
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

19.03.2026

## Fernkälte in Wien

### Status Netzausbau Innenstadt 2025



#### Schottenring (In Betrieb)

- Standort Zelinkagasse
- In Betrieb seit 2013
- 18 MW Kälteleistung, Kapazität für 360.000m<sup>2</sup> gekühlte Fläche
- Rückkühlung über Donaukanal

#### Renngasse (In Betrieb)

- Standort Renngasse/Freyung
- In Betrieb seit 2012
- 6 MW Kälteleistung, Kapazität für 120.000m<sup>2</sup> gekühlte Fläche
- Rückkühlung über Kühltürme

#### Stubenring (In Betrieb)

- Standort „Alte Post“
- In Betrieb seit 2022
- 16 MW Kälteleistung, Kapazität für 340.000m<sup>2</sup> gekühlte Fläche
- Rückkühlung über Donaukanal

#### MedUni (In Bau)

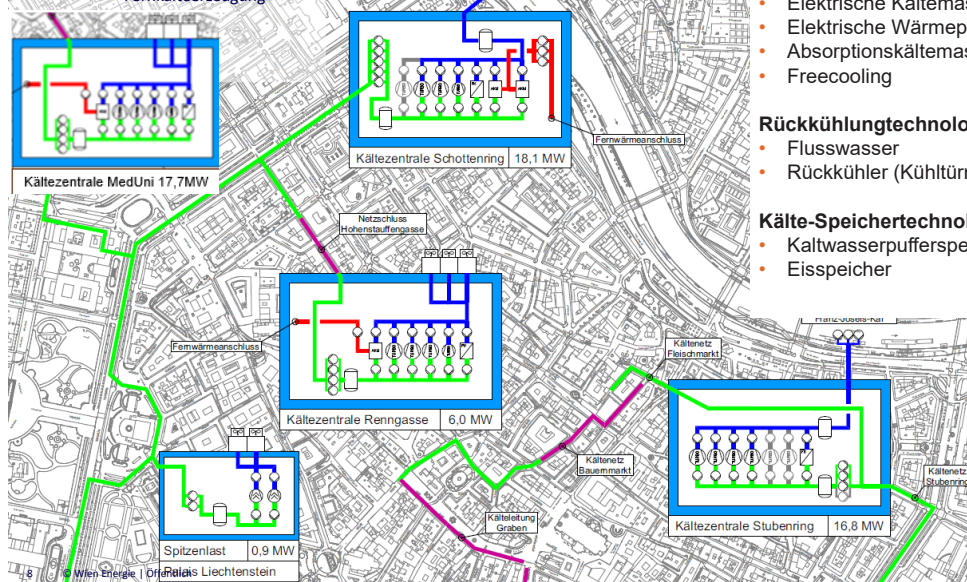
- Standort Mariannengasse
- Betriebsbereit seit 06/2025
- 17,7 MW Kälteleistung, Kapazität für 350.000m<sup>2</sup> gekühlte Fläche
- Rückkühlung über Abwärmenutzung MedUni und Kühltürme

7 © Wien Energie | Öffentlich  
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

19.03.2026

## Fernkälte in Wien

### Fernkälteerzeugung



#### Kälte-Erzeugungstechnologien

- Elektrische Kältemaschinen
- Elektrische Wärmepumpen
- Absorptionskältemaschinen
- Freecooling

#### Rückkühlungstechnologien

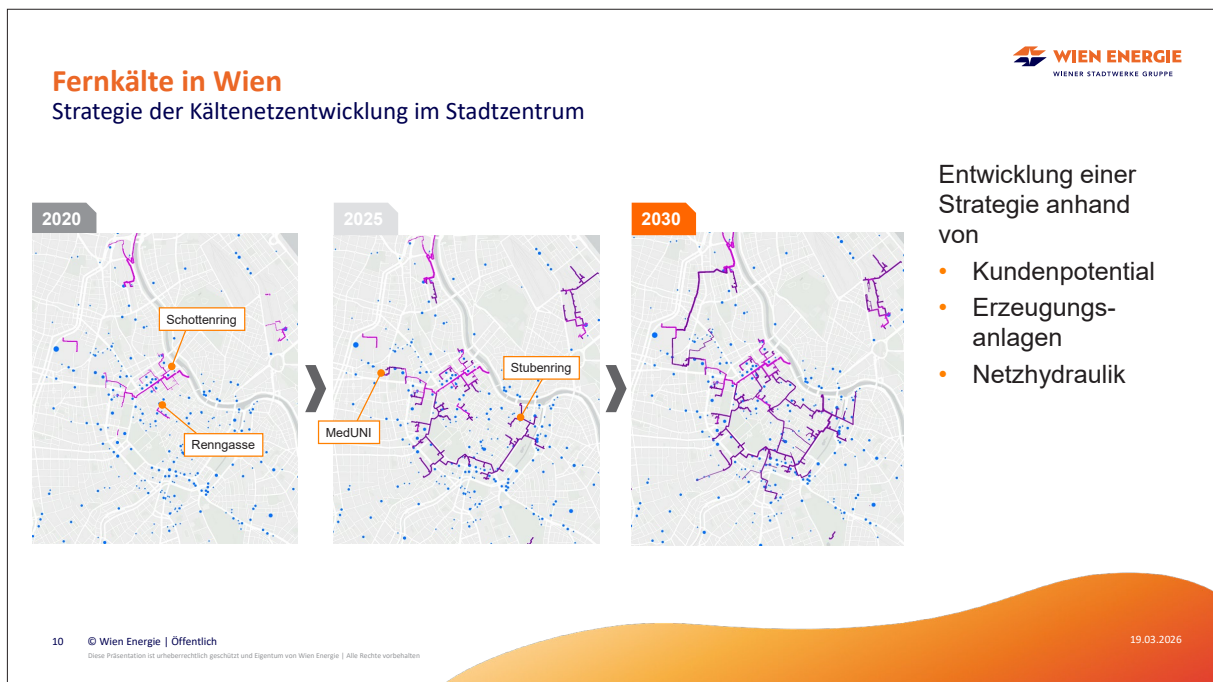
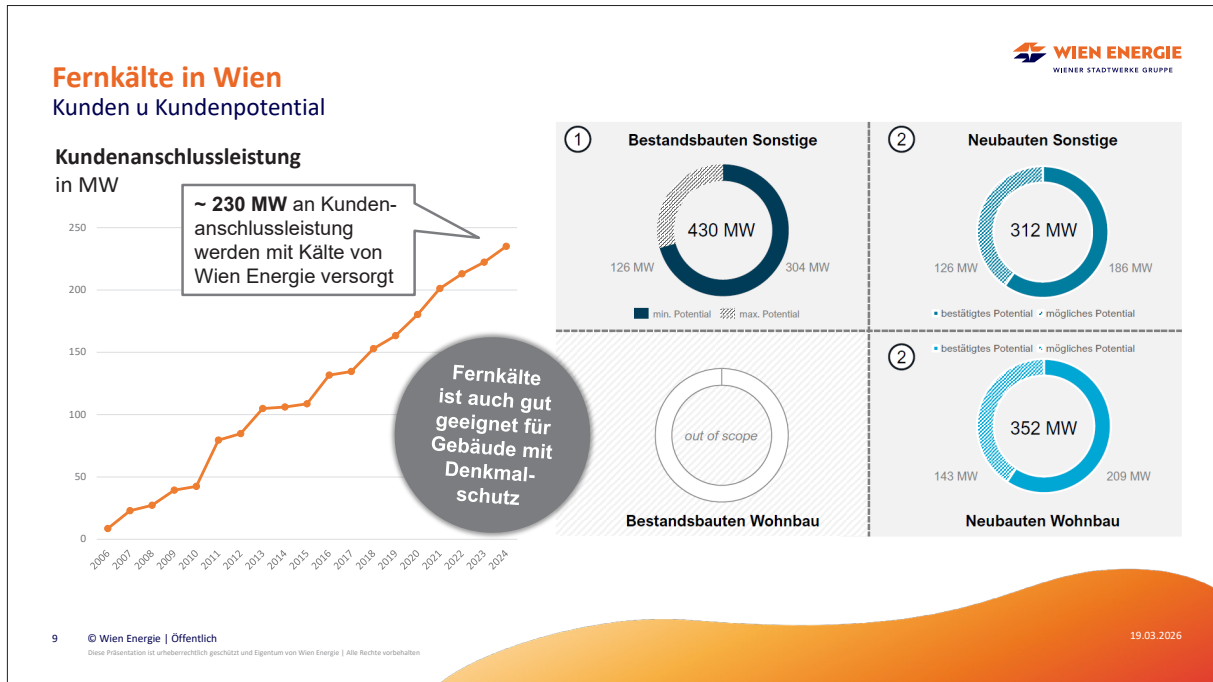
- Flusswasser
- Rückkühler (Kühltürme, Trockenkühler etc)

#### Kälte-Speichertechnologien

- Kaltwasserpufferspeicher
- Eisspeicher

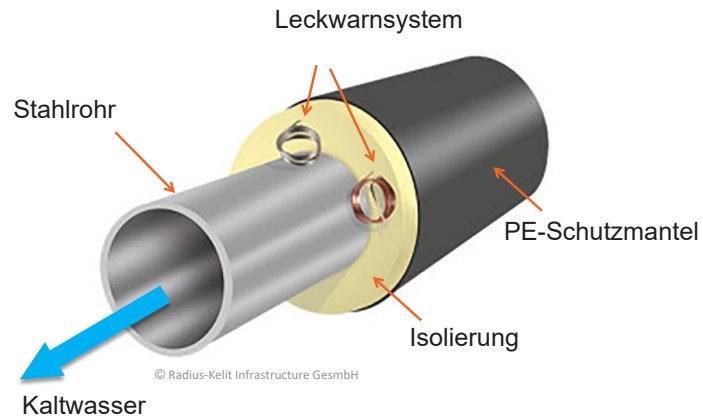
© Wien Energie | Öffentlich | © Liechtenstein

19.03.2026



## Fernkälte in Wien

### Fernkältenetz

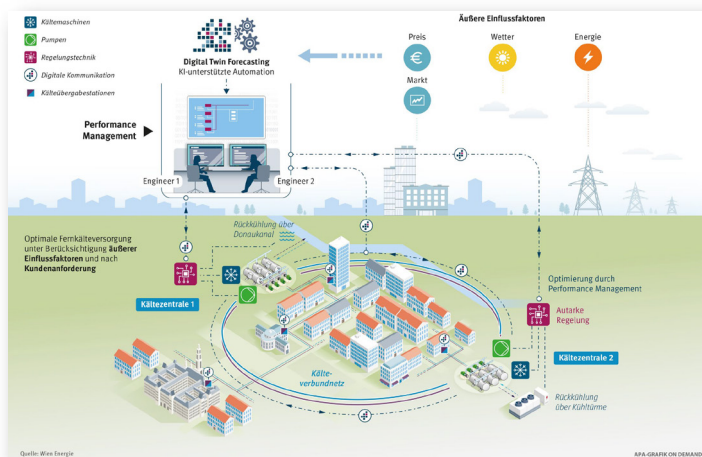


11 © Wien Energie | Öffentlich  
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

19.03.2026

## Fernkälte in Wien

### Performance Management Kälte - Übersicht



- Mit dem hydraulischen Zusammenschluss von Kältezentralen ergibt sich auch die Notwendigkeit die Kälteleistungen (und Wassermengen) zwischen den Erzeugungsanlagen zu koordinieren. Für diese Aufgabe wird gerade das Performance Management Kälte entwickelt.
- Es werden Sollwerte (z.B. Wassermengen, Maschinenreihungen nach Effizienz) von einer „übergeordneten Regelung“ an die Regelungen der Kältezentralen übermittelt
- Damit kann das Fernkälte-Verbundnetz energieeffizienter und wirtschaftlicher betrieben werden

12 © Wien Energie | Öffentlich  
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

13.03.2025

## Fernkälte in Wien

### Fernkältetarif

Standardtarif (Basis 07/2025) zzgl. Energieabgaben u Steuern.  
 Preise werden kundenspezifisch kalkuliert

- Leistungspreis ca. € 105.000,- per MW u Jahr
- Arbeitspreis ca. € 55,00 per MWh
- Mischpreis bei 1000 Volllaststunden: 160,00 € / MWh
- Abhängig vom Projekt (zB Leitungslänge der für den Kunden erforderlichen Abzwegleitung) wird noch ein individuell kalkulierter einmaliger Baukostenzuschuss verrechnet.
- Errichtungskosten inkl. Kälteübergabestation



**WIEN ENERGIE**  
 WIENER STADTWERKE GRUPPE

#### Kosten für Wohnungskunden?

Busfähiges Ventil steuert Wohnungskunden je nach Vertrag  
 2 Tarifmodelle  
 Jährliche Kosten (inkl.) zwischen EUR 250-700 je nach Leistung (Fancoil/Flächenkühlung), Verbrauch und Tarif für eine 70m<sup>2</sup> Wohnung



## Kältezentrale Hauptbahnhof

**WIEN ENERGIE**  
 WIENER STADTWERKE GRUPPE

## Fernkälte in Wien

### Gebiet Hauptbahnhof



Ehemaliger Bahnhof und  
zugehöriger Gleiskörper wird zum  
neuen Stadtentwicklungsgebiet

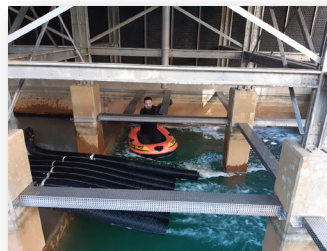
2005

15 © Wien Energie | Vertraulich  
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

19.03.2026

## Fernkälte in Wien

### Offene Kühltürme Hauptbahnhof



16 © Wien Energie | Vertraulich  
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

19.03.2026

## Fernkälte in Wien

### Hauptbahnhof



17 © Wien Energie | Vertraulich  
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

19.03.2026

## Fernkälte in Wien

### Hauptbahnhof



18 © Wien Energie | Vertraulich  
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

19.03.2026

## Fernkälte in Wien

### Hauptbahnhof



19 © Wien Energie | Vertraulich  
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

19.03.2026

## Fernkälte in Wien

### Hauptbahnhof

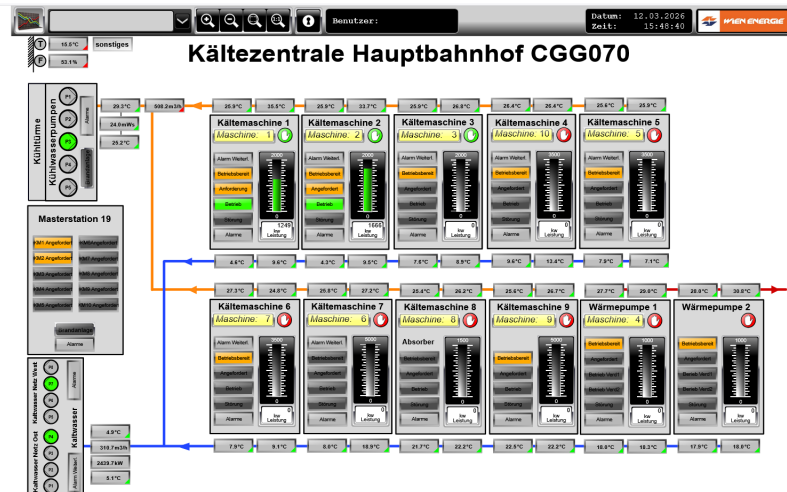


20 © Wien Energie | Vertraulich  
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

19.03.2026

## Fernkälte in Wien

### Visualisierung Kältezentralen



21 © Wien Energie | Öffentlich  
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

19.03.2026

## Fernkälte in Wien

### Energieeffizienz am Beispiel Kältezentrale Spittelau

Erzeugte Kälteenergie	100,00%
Klimaanlage Kältezentrale	-1,20%
Verlustenergie Kältezentrale	-0,91%
Verlust Kältenetz Wärmeeintrag	-3,85%
Verlust Kältenetz Rohrreibung (Pumpe)	-3,65%
Kälteenergie beim Kunden	90,38%

#### Leistungsziffern

Turboverdichter (ohne Pumpen)	6,41
Turboverdichter (mit Pumpen)	5,43
Luftgekühlter Kaltwassersatz	2,34



22 © Wien Energie | Öffentlich  
Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum von Wien Energie | Alle Rechte vorbehalten

19.03.2026

## Fernkälte in Wien



### Was kann man sich unter 26 000 kW Kälteleistung vorstellen (Kältezentrale Hauptbahnhof)

Wenn man einen kg Eis (aus Wasser) herstellen möchte, benötigt man die Energie von 335kJ/kg. Das heißt wir müssen 1kg Wasser eine Stundelang 90 W abführen, damit es zu Eis wird. Somit könnten wir theoretisch mit 1 kW Kälteleistung ca. 11kg Eis in einer Stunde produzieren.

- Die Kältezentrale hat eine Leistung von 26 000 kW somit könnten wir 289 Tonnen Eis pro Stunde produzieren bzw. 318 m<sup>3</sup> Eis.
- Das wäre ein kleines 2-stöckiges Haus mit 50m<sup>2</sup> Grundfläche/h
- Somit könnte man die Süd-Ost Tangente (Länge ca.16,5 km) mit einer Breite von 4,5m in 24 Stunden mit 10 cm bedecken.
- jeder Wiener bekommt in einer. ¼ Stunde eine Eiskugel.



EDW\_AB Doppler Otto



## Cool bleiben



**Donnerstag, 16. April 2026**

**Mladen Rajic | Daikin Central Europe HandelsGmbH**

Digitale Vernetzung von Kälteanlagen und Wärmepumpen.

## Digitale Vernetzung von Kälteanlagen & Wärmepumpen

Remote Monitoring in der Praxis

Mladen Rajic



1

## Inhalte

1. Warum Konnektivität bei Wärmepumpen & Kälteanlagen?
2. Leistungsumfang Fernzugriff | Remote Monitoring
3. Nutzen aus Anwendersicht



2

## Ausgangslage | Treiber



### Steigende Effizienz- und Transparenzanforderungen

- Endkunden, Gesetzgeber und Herausgeber von Fördermitteln
- Regulatorische Änderungen wie die EPBD



### Steigende technische Komplexität der Anlagen



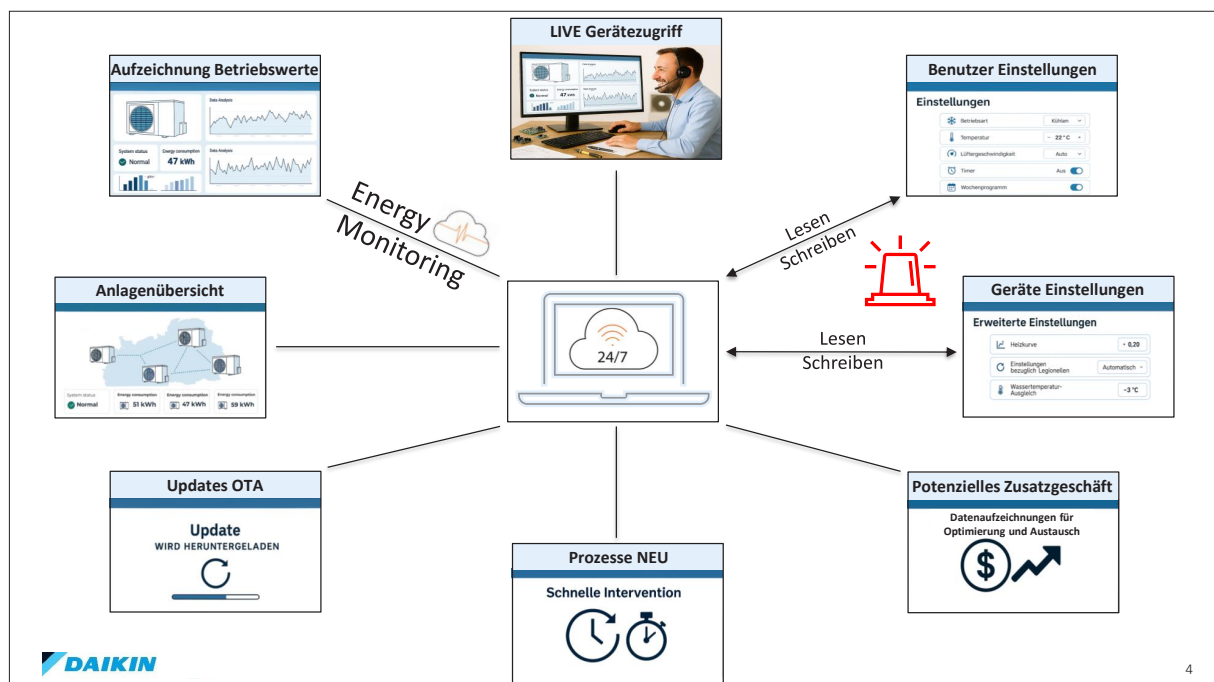
### Fachkräftemangel



### Digitalisierung von Dienstleistungen



### Standardisierung



## Prozesse neu gedacht



### Integration von Remote Monitoring

- Active
- Reactive



### Planbare Kapazitäten

- Unterscheidung 1st & 2nd Level
- Viele Einsätze sind rein zur Konfiguration
- Fixe Serviceintervalle vs. datenbasierte Intervalle (Condition Based Loop)

## Was bringt's?



### Endkunden (gewerblich und privat)

- Transparenz über Betrieb & Energieverbrauch
- Maximierung der Anlagenverfügbarkeit
- „Peace of Mind“



### Betreiber und FM

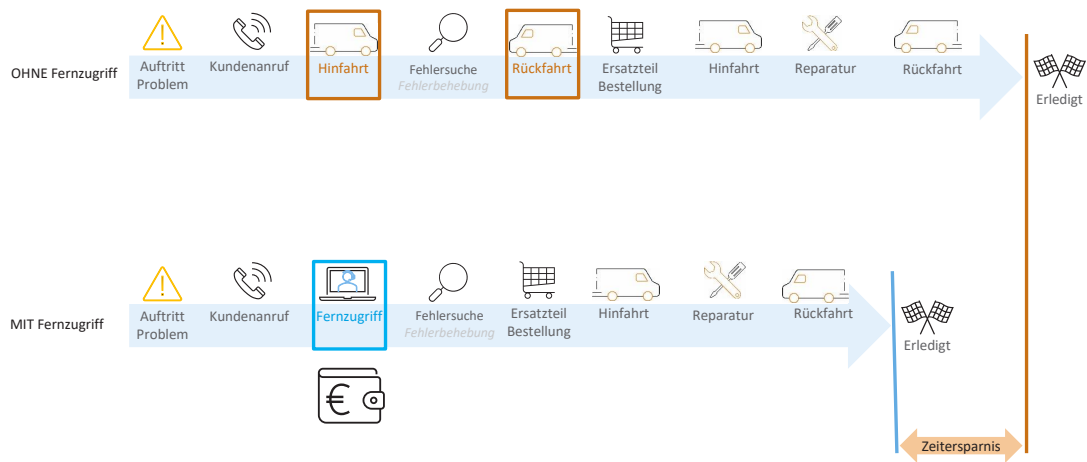
- Multi-Site-Monitoring & Benchmarking
- Zentrale Übersicht statt Insellösungen
- Datengrundlage für Optimierungen



### Ausführende

- Remote-Diagnose vs. vor Ort-Einsatz
- Bessere Fehleranalyse & Wartungsplanung
- Weniger Doppelfahrten, Fehlfahrten & höhere Erstlösungsquote

## Zeitablauf



DAIKIN

7

## Kompatibilität



Split Klimageräte



VRV/VRF-Systeme



Wärmepumpen EFH



Großwärmepumpen & Kaltwassersätze

DAIKIN

8

## Abschluss



Proprietäres vs. Offenes/Standardisiertes System



Abgrenzung zur Gebäudeleittechnik

# VIELEN DANK



## Kontaktdaten

**Mladen Rajic**

*Supervisor Product Management*

TEL: +43 664 8869 4897

MAIL: rajic.m@daikin.at



**Donnerstag, 16. April 2026**

**Roland Kerschbaum | Panasonic Heating & Ventilation Air-Conditioning Europe**

Dekarbonisierung und Klimatisierung von Hotels unter größtmöglicher Nutzung bestehender Verrohrung mittels Mirco Wasser/Luft Wärmepumpen.

# Panasonic

## Dekarbonisierung und Klimatisierung von Hotels unter größtmöglicher Nutzung bestehender Verrohrung mittels Mirco Wasser/Luft Wärmepumpen.




### Gebaut in Europa



Panasonic bietet effiziente und hochwertige Lösungen, die Europas Energiebedarf an Heizung und Kühlung abdecken und gleichzeitig die Dekarbonisierungsbemühungen unterstützen.


**FRANKREICH – Tillières**



Kaltwassersätze und gewerbliche Wärmepumpen  
Rooftops.  
Fan Coils.


**TSCHECHISCHE R. - Pilsen**



Aquarea Wärmepumpen  
Monobloc R290  
Aquarea Hydromodule


**ITALIEN – Barlassina**



Große Kaltwassersätze und Wärmepumpen.  
Einheiten für Rechenzentren.


**POLEN – Breslau**



Kälteanlagen.

**Netto-0  
Fabrik**  
August 2025


2
heating & cooling solutions

**Hotels und das Klimatisieren**
**Panasonic**

Aufenthalte
Flüge
Flug + Hotel
Mietwagen
Attraktionen
Flughafentaxis

Österreich
Mo., 5. Okt. — So., 11. Okt.
1 Erwachsener · 0 Kinder · 1 Zimmer
Suche

Startseite > Österreich > Ergebnisse anzeigen



**Österreich: 25.863 Unterkünfte gefunden**


Sortieren nach: Die beste Auswahl für Alleinreisende

Liste Raster

Aufenthalte
Flüge
Flug + Hotel
Mietwagen
Attraktionen
Flughafentaxis

Österreich
Mo., 5. Okt. — So., 11. Okt.
1 Erwachsener · 0 Kinder · 1 Zimmer
Suche

Startseite > Österreich > Ergebnisse anzeigen



**Österreich: 2.767 Unterkünfte gefunden**

Sortieren nach: Die beste Auswahl für Alleinreisende


Klimaanlage

Liste Raster

i
Basierend auf Ihren Filtern sind 93% der Unterkünfte auf unserer Seite nicht verfügbar.
x

**Hotels in Österreich**
**Panasonic**

- 93 % der Beherbergungsbetriebe sind nicht klimatisiert.
- Damit entfallen jegliche Gäste welche in Buchungsplattformen darauf Wert legen (etwa aus dem Nahen Osten und Amerika)
- Der Aufwand eine Klimaanlage nachzurüsten wird in vielen Fällen als sehr teuer eingeschätzt. Auch wegen reduzierter Zimmerkontingente welche während dem Umbau belegt werden können.



heating & cooling solutions

## Hotels in Österreich

## Panasonic

- 65 % der Hotels heizen noch mit Öl oder Gas.\*
- Austauschquote noch unter 4 % pro Jahr.
- Warum wird diese Quote steigen
  - Ölheizungen gelten regulatorisch als „High-Risk Asset“ im Gebäudesektor.
  - Senkung der Betriebskosten
  - 2028 kommt ETS2 (CO2 Abgabe)
- Hotels mit Wärmepumpen bekommen:
  - Bessere Zinsen bei vielen Banken (andere Nachhaltigkeitskategorie)
  - Bessere Investorenbewertung
  - Und Green Loans



5 \*Quelle: Österreichischen Hotellervereinigung (ÖHV)

heating & cooling solutions

## Hotels in Österreich

## Panasonic

- Wie kann ein Betrieb einerseits
- Dekarbonisieren,
- Betriebskosten senken,
- Wert des „Assets“ stabil halten bzw. erhöhen
- Und ein breiteres Kundensegment ansprechen?



6 \*Quelle: Österreichischen Hotellervereinigung (ÖHV)


heating & cooling solutions



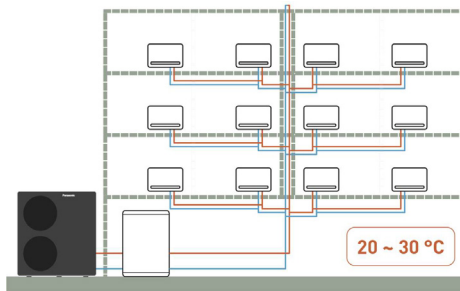
**Aquarea Loop**

**Panasonic**

**Aquarea Loop ist eine dezentrale Wasser-Luft-Wärmepumpe, die R290 verwendet. Sie ist für den Einsatz mit einem zentralen Niedertemperatur-Wasserkreislauf konzipiert.**



Modell	10	20	30
<b>Kühlleistung (kW)<sup>1</sup></b>			
Nominal / Max	1,10 / 1,20	1,50 / 1,70	2,60 / 3,00
<b>Heizleistung (kW)<sup>1</sup></b>			
Nominal / Max	1,10 / 1,40	2,00 / 2,30	3,10 / 3,60



8 <sup>1)</sup> Kapazität nach EN 14511 | Kühlung: W30 A27, Heizung: W20 A20

heating & cooling solutions

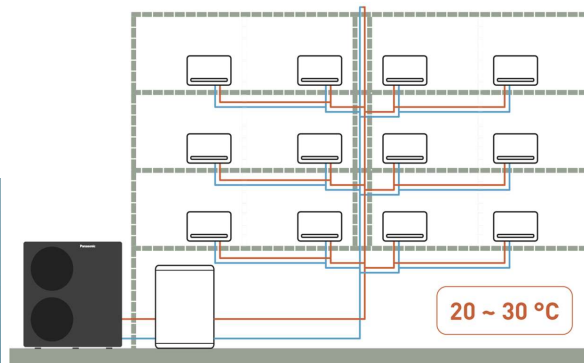
## Aquarea Loop

**Panasonic**

**Aquarea Loop ist eine dezentrale Wasser-Luft-Wärmepumpe, die R290 verwendet. Sie ist für den Einsatz mit einem zentralen Niedertemperatur-Wasserkreislauf konzipiert.**



- Kompakte Inneneinheit – Tiefe von nur 140 mm
- DC-Inverter-Verdichter mit R290
- Kühlung im Sommer
- Nutzung der niedrigen Wassertemperatur des zentralen Kreislaufs von 20-30°C das ganze Jahr
- Verwendung bestehender Rohrleitungen bei Renovierungen\*



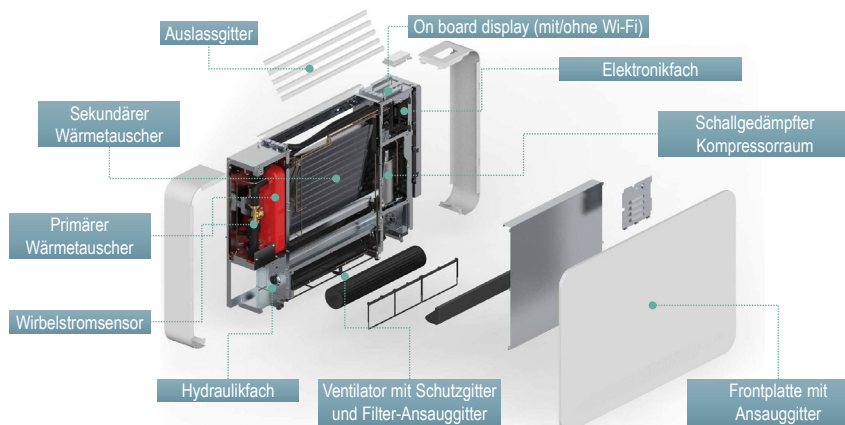
9

\*Basierend auf der Anforderung der geringen Durchflussmenge - muss bei jedem Projekt geprüft werden

heating & cooling solutions

## Aquarea Loop

**Panasonic**



10

heating & cooling solutions

## Aquarea Loop

**Panasonic**

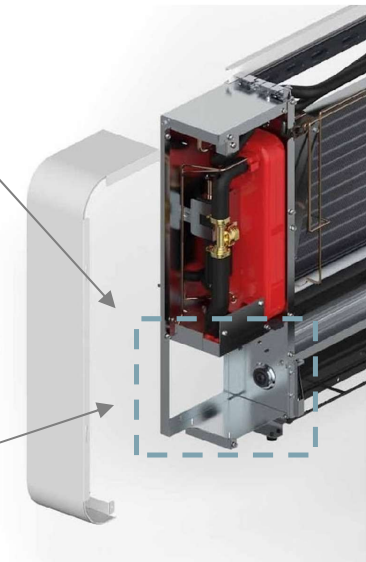
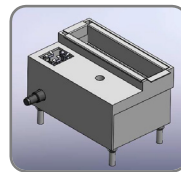
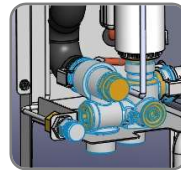
Auswahl an vorinstallierten Hydraulikoptionen verfügbar:

### Ventil-Optionen:

- 2-Wege-Regelventil
- 3-Wege-Regelventil

### Kondensationsinjektionsset:

Wenn es nicht möglich ist, Kondenswasser abzuleiten, kann es dank eines optionalen Bausatzes, das im Gerät installiert werden kann, wieder in das System einbringen

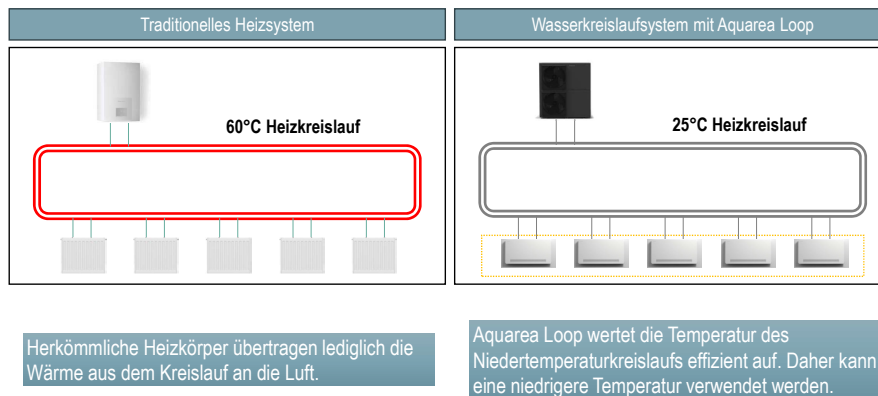


11

heating & cooling solutions

## Aquarea-Loop-Konzept im Vergleich zu einem herkömmlichen zentralen System

**Panasonic**



12

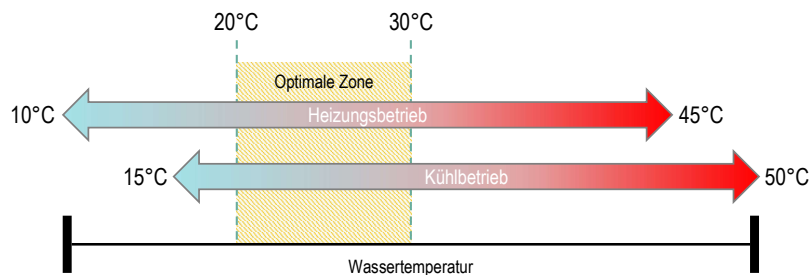
heating & cooling solutions

## Thermischer Ausgleich des Wasserkreislaufs

**Panasonic**

Das System sollte so ausgelegt sein, dass es die richtige Wärmeleistung bereitstellt und gleichzeitig innerhalb der Betriebsgrenzen der spezifizierten Geräte und Materialien arbeitet

Betriebsbereich für die Aquarea loop:



Bei saisonalen Extremen:

Bei vollem Heizbetrieb:  $20^{\circ}\text{C} - 10\text{ K} = 10^{\circ}\text{C}$

Bei vollem Kühlbetrieb:  $30^{\circ}\text{C} + 10\text{ K} = 40^{\circ}\text{C}$

13

heating & cooling solutions

## Aquarea Loop-Funktionalität

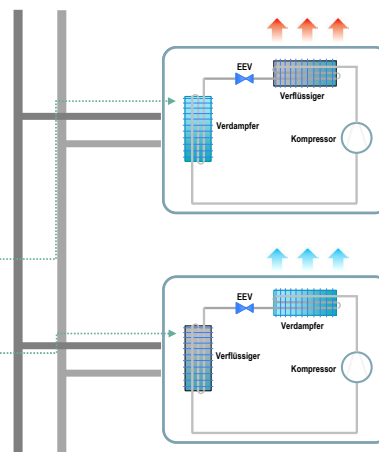
**Panasonic**

**Aquarea Loop enthält einen geschlossenen Kältemittelkreislauf mit dem natürlichen Kältemittel R290.**

Dank der Konfiguration von lokalen Wärmepumpen mit einem Niedertemperaturkreislauf kann der Kreislauf gleichzeitig Kühl- und Heizbetrieb verschiedener Geräte unterstützen.

Verdampferkreislauf für  
Geräte im Heizmodus

Verflüssigerkreislauf für  
Geräte im Kühlbetrieb



14 \* 150g ist die größte Kältemittelfüllmenge von der Aquarea Loop

heating & cooling solutions

## Thermischer Ausgleich des Wasserkreislaufs

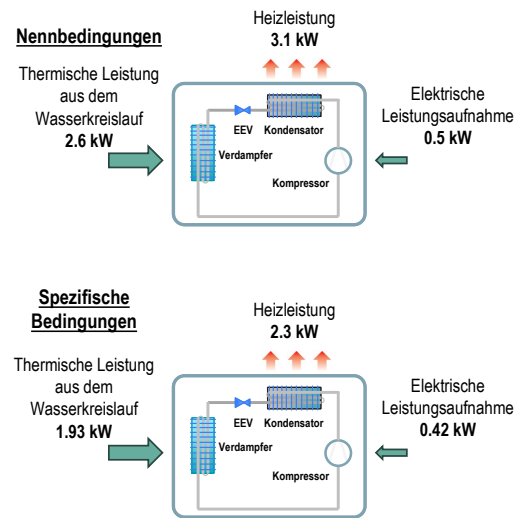
**Panasonic**

Um das Außengerät richtig zu dimensionieren, sollten wir zunächst berechnen, welcher Anteil der erforderlichen Leistung von Aquarea Loop aus dem Wasserkreislauf gewonnen wird:

Prozentsatz der Energie, die aus dem Wasserkreislauf benötigt wird:  
 $(2.6/3.1) * 100 = 84\%$

Da unser Heizlastbedarf geringer ist als die Nennleistung, können wir den obigen Faktor auf das Gerät unter den von uns gewünschten Betriebsbedingungen anwenden, um unseren Wasserkreislaufbedarf zu bestimmen:

Energiemenge, die aus dem Wasserkreislauf benötigt wird:  
 $2.3 \text{ kW} * 0.84 = 1.93 \text{ kW}$

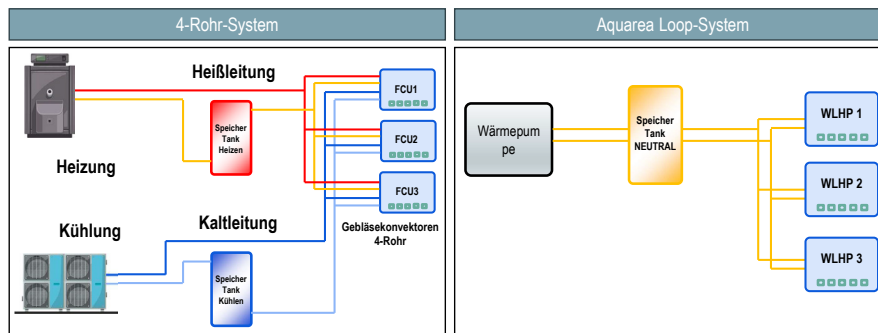


15

heating & cooling solutions

## Design-Ansatz

**Panasonic**



### Vorteile von Aquarea Loop:

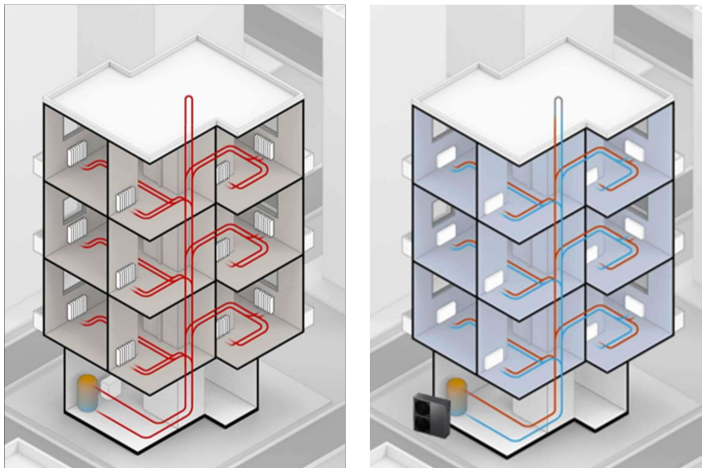
- Automatische und flexible saisonale Umschaltung
- Insassenkomfort durch automatisches Schalten und selbstständige Nutzung von WLHPs
- Geringer Eingriff auf niedrigem Niveau dank vereinfachter Rohrleitungsstruktur

16

heating & cooling solutions

## Sanierung bestehender Systeme mit Wasserkreislauf + Aquarea Loop

**Panasonic**



Aquarea Loop kann als Teil einer Lösung für die Sanierung bestehender Gebäude mit zentralisierten Heizsystemen eingesetzt werden:

- Die bestehenden Rohrleitungen können bei einer niedrigeren Temperatur wiederverwendet werden.
- Konventionelle Heizkörper können durch Aquarea-Loops ersetzt werden
- Die vorhandene Wärmequelle kann durch eine Aquarea Wärmepumpe ersetzt werden

17

heating & cooling solutions

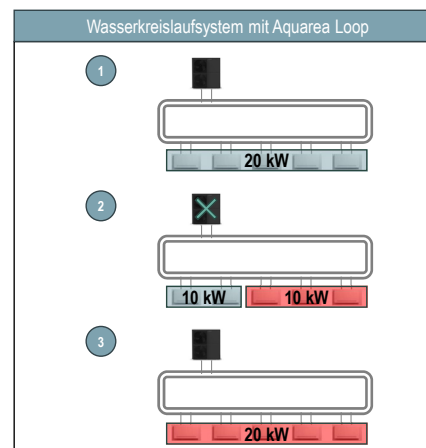
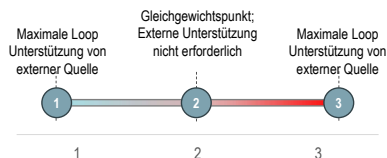
## Thermischer Ausgleich des Wasserkreislaufs

**Panasonic**

Der Wasserkreislauf bleibt auf einer konstanten Temperatur, wenn:

$$\text{Energieeingang} = \text{Energieausgang}$$

Das bedeutet, dass die Temperatur konstant bleibt, wenn die selbe Menge Energie von Geräten im Heizbetrieb entnommen wird, wie von Geräten im Kühlbetrieb hinzugefügt wird. Die externe Quelle dient dazu, das Ungleichgewicht zwischen der in den Kreislauf abgegebenen Energie und der vom Kreislauf aufgenommenen Energie auszugleichen.



18

heating & cooling solutions

## Steuerungsoptionen

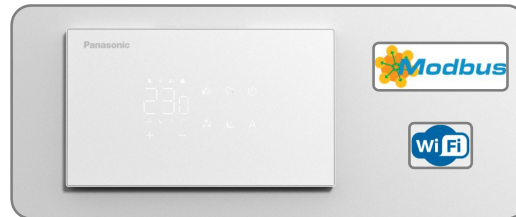
**Panasonic**

### Steuerungsoptionen für Aquarea Loop



#### 1. On-Board-Panel (mit PI-Logik-Controller)

- Standardausrüstung für alle Geräte
- Optionales Wi-fi



#### 2. Wand-RC (mit PI-Logiksteuerung)

- Optionaler Artikel
- Modbus- und Wi-Fi-Versionen verfügbar

19

heating & cooling solutions

## Aquarea Loop

**Panasonic**

- es benötigt keine externe Einheit;
- völliges Fehlen von Installationsbeschränkungen;
- sehr hohe Effizienz;
- konstante Wärmeabgabe unabhängig von der Außentemperatur;
- Installation am bestehenden System;
- Der benötigte Wasserfluss ist moderat, besonders bei Klimaanlage.



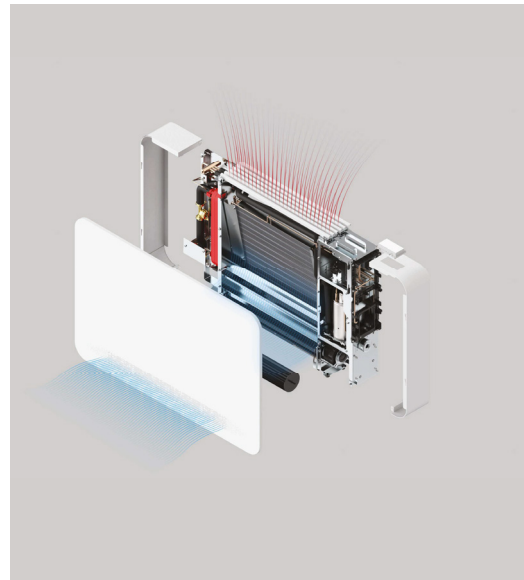
20

heating & cooling solutions

### Aquarea Loop

### Panasonic

1. DC-Inverter-Kompressor: Moduliert die Leistung entsprechend dem tatsächlichen Bedarf und gewährleistet so ein ideales Temperaturniveau
2. Inverter-Tangentialventilator: Bei kontinuierlicher Modulation mit PI-Algorithmus wird die Umdrehung schrittweise abgeschwächt, wenn die eingestellte Temperatur erreicht wird, wodurch maximaler Komfort gewährleistet wird
3. Leistungsbereich: 6 Größen – Wärmeleistung von 1,1 bis 3,1 kW, Kühlung von 1,1 bis 3,1 kW
4. Hohe Effizienz: COP 5,90 - EER 4,80
5. R290 Propangas: GWP 3
6. Design und Ästhetik in nur 14 cm Tiefe



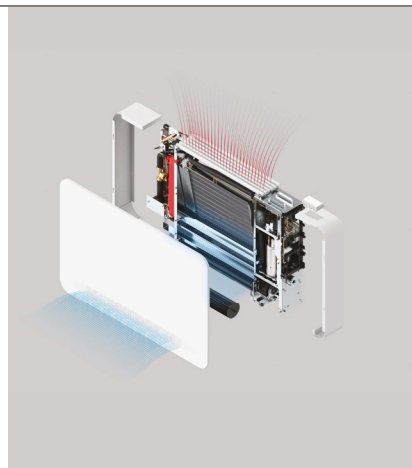
21

heating & cooling solutions

### Aquarea Loop

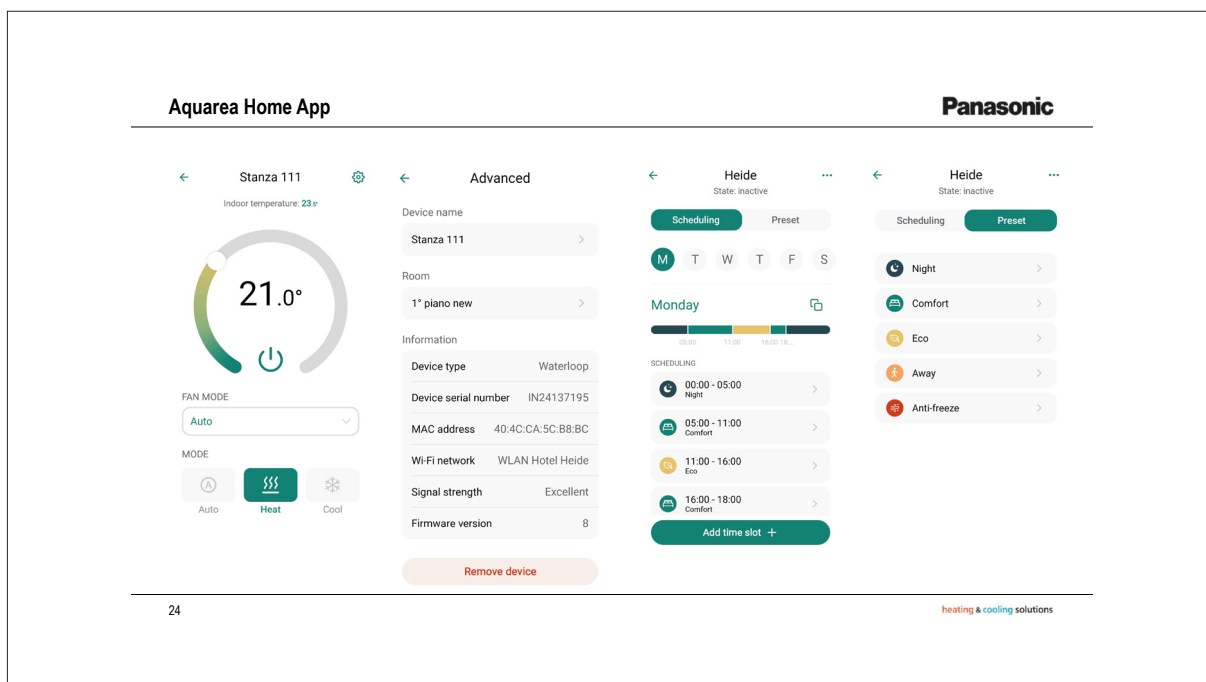
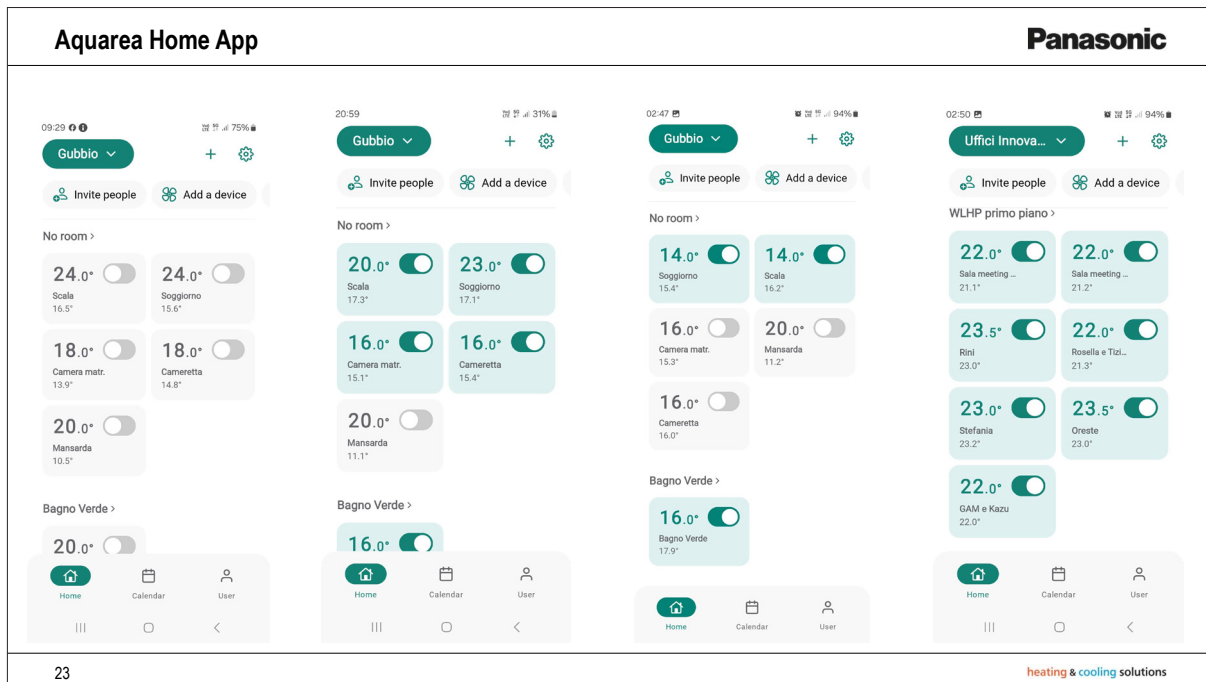
### Panasonic

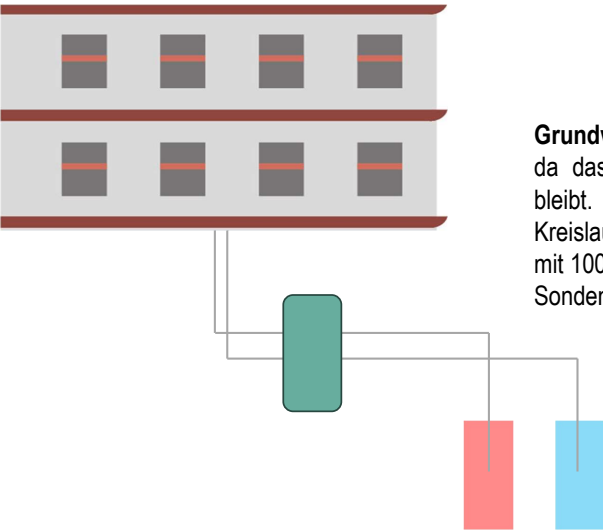
1. Kondensation, die von Klimaanlage erzeugt wird, ist oft ein Problem, und es ist nicht einfach, sie zu beseitigen, aber Panasonic hat die Lösung gefunden.
2. Durch ein Hochdruckinjektionssystem wird das im Sommer produzierte Kondensat wieder in das bestehende System eingespritzt.
3. Durch einen Druckmesser mit verstellbaren Schwellenwerten wird der Druckpegel des Systems überwacht und in den technischen Raum entladen

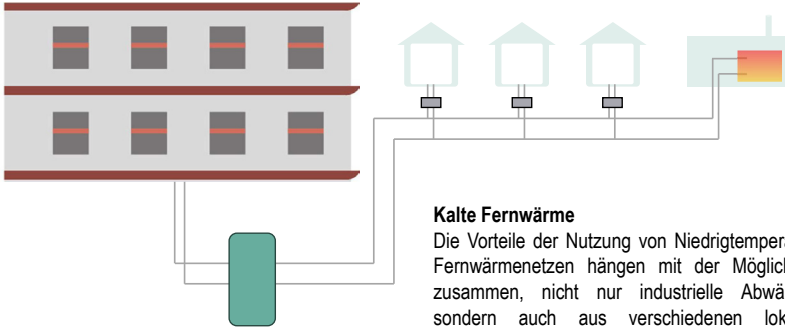


22

heating & cooling solutions

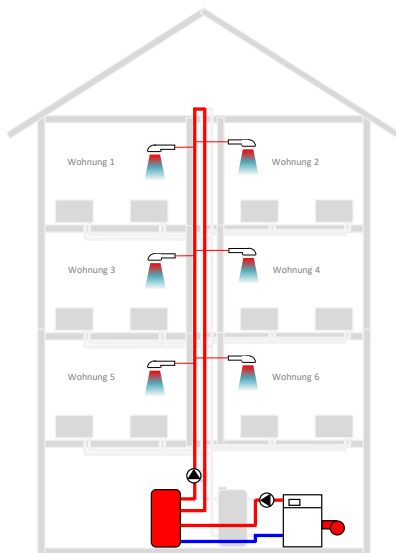


Aquarea Loop	Panasonic
	
<p><b>Grundwasser</b> als Wärmespeicher ist vorteilhaft, da das Wasser das ganze Jahr über konstant bleibt. Sie ermöglicht das Ausbalancieren des Kreislaufs sowohl im Winter als auch im Sommer mit 100 % erneuerbarer Energie, insbesondere mit Sonden statt mit Wasserbrunnen</p>	
25	heating & cooling solutions

Aquarea Loop	Panasonic
	
<p><b>Kalte Fernwärme</b> Die Vorteile der Nutzung von Niedrigtemperatur-Fernwärmenetzen hängen mit der Möglichkeit zusammen, nicht nur industrielle Abwärme, sondern auch aus verschiedenen lokalen Bereichen wie Supermärkten oder Beamten in das Netz zu übertragen, die Wärme ohne zusätzliche Kosten entsorgen oder sogar verkaufen können</p>	
26	heating & cooling solutions

## Aquarea Loop

**Panasonic**



### BESTEHENDES WW-SYSTEM

- Warmwasser wird durch denselben Heizkessel erwärmt, der für das Heizsystem vorgesehen ist.
- Generell gibt es im System einen Haushaltsspeichertank mit einer Kapazität, die für den Verbrauch von Wohngebäuden geeignet ist.
- Vom zentralen Lager aus gibt es eine Verteilung zu den Wohnungen mit einem Steigbereich parallel zur Säule, der für die Heizung vorgesehen ist.
- Der Warmwasseraufstieg für Haushalte wird auf einer höheren Temperatur als beim Heizen gehalten und weist daher sehr hohe Wärmeverluste auf.



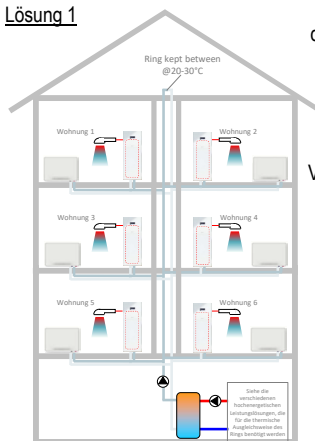
27

heating & cooling solutions

## Aquarea Loop

**Panasonic**

### Lösung 1



In jeder Wohnung kann eine Wasser-/Wasserwärmepumpe mit Speicher für die Produktion von Warmwasser im Haushalt installiert werden. Diese Einheit ist außerdem mit derselben Wasserschleife verbunden.

### **VORTEILE:**

Stilllegung des Steigrohrs, das für Warmwasser und damit verbundenen Verbrauch vorgesehen ist, aufgrund erheblicher Wärmeverluste außer Betrieb genommen

Lokal hergestelltes DHW kann bei niedrigerer Temperatur mit geringerem Energieverbrauch gelagert werden

Im Sommer wird die aus den Räumen entfernte Wärme über den Wasserkreislauf für die Produktion von DHW zurückgewonnen.

Es ist nicht notwendig, die thermische Energie der Heizung/Kühlung zu berücksichtigen, da die Pumpen an den elektrischen Nutzer der Wohnung angeschlossen sind.

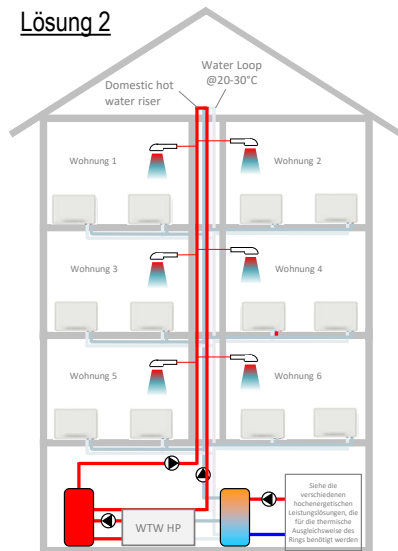
28

heating & cooling solutions

## Aquarea Loop

**Panasonic**

### Lösung 2



Zentrales Warmwasser für den Haushalt wird zentral versorgt. Eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe (WTW HP) ist für die Erhitzung von Wohnwasser vorgesehen und nutzt Ringwasser als thermische Quelle.

#### VORTEILE:

Im Sommer wird die aus den Räumen entnommene Wärme zurückgewonnen, um über ein Wasserschleifensystem warmes Warmwasser zu erzeugen.

#### VOR- UND NACHTEILE VON LÖSUNG 2:

NACHTEILE: Leichte Übergröße des WL PDC

NACHTEILE: Gesamtabmessungen des DHW-Tanks im System

NACHTEILE: DHW-Thermalverluste bestehen weiterhin

VORTEILE: Strom und kleinere Abmessungen in der Wohnung.

29

heating & cooling solutions



### Aquarea Loop im Hotel



**Aquarea Loop in Hotels, Beispiel Hotel Heide**



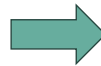
31

**Panasonic**



heating & cooling solutions

**Aquarea Loop in Hotels, Beispiel Hotel Heide**



32

heating & cooling solutions

**Aquarea Loop in Hotels, Beispiel Hotel Heide**

**Panasonic**

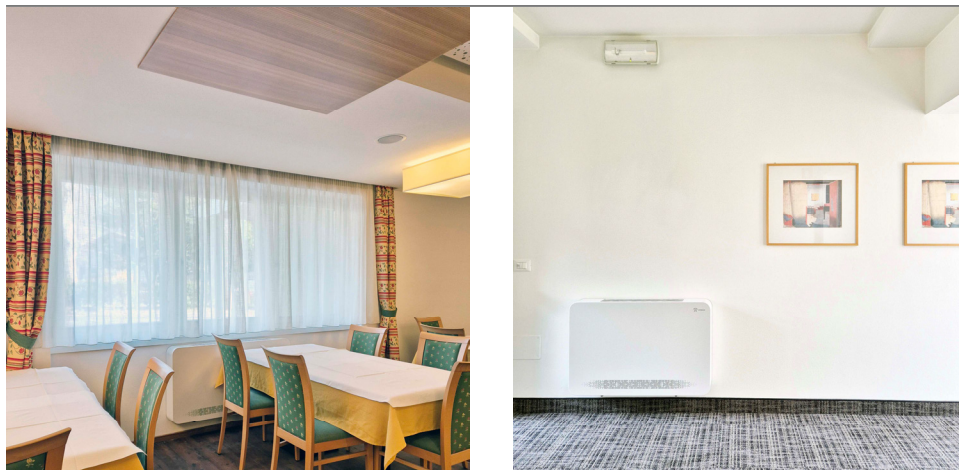


33

heating & cooling solutions



**Aquarea Loop in Hotels, Beispiel Hotel Heide**

**Panasonic**



34

heating & cooling solutions

Resümee	Panasonic
 <p><b>WLHP</b> Water Loop Heat Pump</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzung der Bestandsverrohrung</li> <li>• Heizen und Klimatisieren</li> <li>• Effizienzsteigerung der Heizung</li> <li>• Keine Taupunktunterschreitung am Rohrsystem</li> <li>• Thermischer Ausgleich im System</li> <li>• Steuerung aller Geräte via GLT Möglich</li> <li>• Reduktion der primären Heizlast</li> <li>• Gibt es auch in groß fürs Gewerbe (ECOi Loop)</li> </ul> 
35	heating & cooling solutions



**AQUAREA**

M-Serie, T-CAP 20, 25 & 30 kW  
Kaskadierbar bis 300 kW

R290  
NATURAL REFRIGERANT

MADE IN EUROPE

### ECOi-W AQUA-G EVO R290

- **R290 Inverter-Wärmepumpe optimiert für Heizung + Brauchwarmwasser**
- Heizleistung **60, 80, 110kW** (und **130kW**, TBD)
- **Single circuit inverter**
- **Kaskadierbar** bis 880 kW
- **Vollinverter:** EC Ventilatormotor und Inverter Pumpe



### 2-Leiter ECOi EX MZ1 Series

### 3-Leiter ECOi EX MF4 Serie

R32  
REFRIGERANT



# Panasonic

heating & cooling solutions

**Freitag,  
17. April 2026**

**Freitag, 17. April 2026**

**Dr. Marko Sušnik | WKO**

Neues aus dem Chemikalienrecht.

## Neues aus dem Chemikalienrecht

ÖKKV Jahrestagung 2026  
17. April 2026  
Marko Sušnik, WKÖ/Up



## Überblick

- REACH-Verordnung
- PFAS Beschränkung
- CLP-Verordnung
- EU-F-Gase-Verordnung
- Fluorierte Treibhausgase Gesetz
- Kälteanlagenverordnung



## Überblick

- **REACH-Verordnung**
- PFAS Beschränkung
- CLP-Verordnung
- EU-F-Gase-Verordnung
- Fluorierte Treibhausgase Gesetz
- Kälteanlagenverordnung

## Novelle der REACH-Verordnung

- Vorschlag für REACH Novelle ungewiss
- Novelle des Haupttextes fraglich
- Ausschließlicher Fokus auf Anhänge möglich
- Viele kritische Punkte:
  - Registrierung / Notifizierung von Polymeren
  - Fokus auf gefahrenbasierte Instrumente
  - Überarbeitung der Beschränkung und Zulassung
  - Anpassungen beim SDS bzw. eSDS
  - uvm, dass aber eben zT sehr aufwendig werden könnte

## Überblick

- REACH-Verordnung
- **PFAS Beschränkung**
- CLP-Verordnung
- EU-F-Gase-Verordnung
- Fluorierte Treibhausgase Gesetz
- Kälteanlagenverordnung

## Welche PFAS werden beschränkt?

**Per- und polyfluoralkyl Stoffe (PFAS) werden definiert als:**

- hat zumindest ein voll fluoriertes C-Atom:
  - Methyl (CF<sub>3</sub>-) oder
  - Methylen (-CF<sub>2</sub>-) und
  - kein H/Cl/Br/I Substituent
- Stoffe mit ausschließlich folgenden strukturellen Elementen sind ausgenommen:
  - CF<sub>3</sub>-X oder X-CF<sub>2</sub>-X'  
 X = -OR or -NRR'  
 X' = -CH<sub>3</sub>, -CH<sub>2</sub>-, Aromaten, -C(=O)-, -OR'', -SR'' or -NR''R'''  
 R/R'/R''/R''' = -H, -CH<sub>3</sub>, -CH<sub>2</sub>-, Aromaten oder -C(=O)-

## Die „universelle“ PFAS-Beschränkung

- Ungewöhnlich breiter Beschränkungsvorschlag
  - mehr als 10.000 individuelle Stoffe inkl. Polymere
  - praktisch alle Verwendungen, die im REACH-Geltungsbereich sind
  - F-Gase sind im Wesentlichen umfasst
  - Der Vorschlag wurde später im Prozess nicht unwesentlich eingeschränkt
- Unübliche Argumentation
  - Gefahr und folglich Risiko basieren nicht auf klassischen CLP-Eigenschaften
  - “Sehr hohe Persistenz” und andere Besorgnis über kritische Effekte
- Weiterhin hoch politisches Dossier der neuen Europ. Kommission, aber man sieht es merklich differenzierter
- Die techn. und wirtschaftliche Relevanz von PFAS ist zT sehr groß



## Status Quo

- RAC: Stellungnahme veröffentlicht
- SEAC: Entwurf der Stellungnahme veröffentlicht
- Bewertet wurden folgende Anwendungen:
  - PFAS Herstellung
  - Textilien, Polsterung, Leder, Bekleidung und Teppiche
  - Lebensmittelkontaktmaterialien und Verpackungen
  - Metallbeschichtung und Herstellung von Metallprodukten
  - Gemische für Verbraucher und sonstige Verbrauchererzeugnisse
  - Kosmetika
  - Skiwachs
  - Anwendungen fluorinierter Gase
  - Medizinische Geräte
  - Verkehr
  - Elektronik und Halbleiter
  - Energie
  - Bauprodukte
  - Schmierstoffe
  - Erdöl und Bergbau



## Status Quo: RAC Stellungnahme

- **Wesentliche Inhalte**
  - RAC schlägt vor, praktisch keine Ausnahmen zu setzen
  - Verbote nach 18 Monaten nach dem Inkrafttreten
  - Verschärfungen bei:
    - Berichterstattung an ECHA
    - Risikomanagementplan pro Standort
    - Kennzeichnung
    - Rechtfertigung der Verwendung und verfügbare Alternativen
  - PFAS sollten für die Risikobewertung als Stoffe ohne Schwellenwert behandelt werden, inkl. F-Gase



## Status Quo: RAC Stellungnahme

- **Zu den F-Gasen schätzt/meint RAC noch:**
  - PFAS-Gesamtverbrauch im EWR in 2020 sind 270.000 t, davon F-Gase 100.000 t
  - PFAS-Austritt in Umwelt sind ca. 70.000 t/a, davon 60.000 t/a F-Gase
  - Flüchtige PFAS - besonders F-Gase - sind sehr persistent, sehr mobil, werden weit verbreitet und haben Treibhauspotenzial
  - Der atmosphärische Abbau trägt zu einem Anstieg der globalen Trifluoressigsäure (TFA)-Werte bei
  - Allgemein geringe Toxizität für Menschen und Umwelt
  - Bestimmte F-Gase (insbesondere einige HFOs) haben geringeres GWP
  - Quantitative Unterschiede zwischen verschiedenen F-Gasen (z.B. Abbau zu TFA)
  - Streichung von vorgeschlagenen Ausnahmen auch für F-Gas-Anwendungen, z.B. mobile Klimaanlageanlagen und Transportkühlung



## Status Quo: SEAC Stellungnahme

- Entwurf der Stellungnahme veröffentlicht
- Öffentliche Konsultation bis 25. Mai 2026
- Wesentliche Inhalte
  - Breite Beschränkung als Gruppe sinnvoll
  - Vollständiges Verbot mit 18 Monate Übergangsfrist ist nicht verhältnismäßig
  - Für viele Anwendungen sind Alternativen nicht vorhanden
  - Aktuelle Datenlage ist derzeit zum Teil nicht ausreichend
  - Zeitlich beschränkte Ausnahmen notwendig
  - Stützt nicht alle vorgeschlagenen Ausnahmen
  - Die bloße Existenz eines spezielleren regulatorischen Rahmens bedeutet nicht automatisch, dass relevante Risiken durch diesen Rahmen ausreichend abgedeckt werden

## Status Quo: SEAC Stellungnahme

- Zu den F-Gasen
  - REACH-Ausnahmen sollten den Zweck haben, Konflikte mit der FGR vorzubeugen
  - Fristen bestehender Ausnahmen könnten in Konflikt mit der FGR sein
  - Notwendige Beschränkungen entweder in REACH oder FGR
  - Kann nicht zu allen Ausnahmen entscheiden, Daten sind nicht ausreichend
  - Im F-Gas Bereich sind damit noch einige offene Fragen zu klären

## Wie geht es weiter?

- ECHA konsolidiert Meinungen der Ausschüsse und übermittelt diese der EK
  - Sollte für PFAS 2. Hälfte 2026 passieren
- EK-Verordnung zur Änderung von Anhang XVII
  - EK hat formal 3 Monate Zeit für einen VO-Vorschlag; meine Schätzung ist 1a plus
  - Kann von ECHA-Empfehlung abweichen, was zu erwarten ist
- Abstimmung im REACH-Regelungsausschuss
  - Kann noch einiges geändert werden, letztlich entscheiden die Mitgliedstaaten
- Sehr begrenzter formaler Einfluss des Europäischen Parlaments
  - aber Interesse am Dossier

## Zusammenfassung bzw. zur Erinnerung

- Wie ist die Kälte-/Klimatechnik betroffen?
  1. F-Gase sind PFAS und REACH-Beschränkung erhöht den Regelungsdruck auf diese.
  2. PFAS finden sich als Werk-/Hilfsstoffe in der Produktion, zB Schmiermittel in den eigenen Produktionsanlagen.
  3. PFAS finden sich in den KK-Anlagen/Wärmepumpen, zB Schmiermittel, Dichtungen.

## Überblick

- REACH-Verordnung
- PFAS Beschränkung
- **CLP-Verordnung**
- EU-F-Gase-Verordnung
- Fluorierte Treibhausgase Gesetz
- Kälteanlagenverordnung

## Novelle der CLP-Verordnung

Novelle besteht aus zwei Teilen

Delegierte Verordnung (EU)  
2023/707

- + Einführung neuer EU-Gefahrenklassen für
  - Endokrine Disruptoren
  - Persistente Chemikalien
    - PBT, vPvB, PMT, vPvM



Verordnung (EU) 2024/2865

- + Kernelemente
  - Harmonisierte Einstufung
  - MOCS
  - E&K-Verzeichnis
  - Kennzeichnung
  - Werbung; Fernabsatz
  - Nachfüllstationen
  - PCN - Meldung



„Chemikalien-Omnibus“

## Was ist ein Omnibus?

- Omnibus: EU-Rechtsakt, der mehrere andere EU-Rechtsakte abändert
- In 2025 gab es bislang zehn solcher Omnibus-Verordnungen
- Ziel sind Verwaltungsvereinfachungen
- Omnibus VI → „Chemikalien-Omnibus“
- Erfolgt im ordentlichen Gesetzgebungsverfahren
- Übergangsfristen im Dringlichkeitsverfahren
- Betroffene Verordnungen
  - CLP Verordnung
  - Verordnung (EG) Nr. 1223/2009 über kosmetische Mittel
  - Verordnung (EU) 2019/1009 [bzgl.] EU-Düngeprodukte
- Streichung SCIP durch „Umwelt-Omnibus“ vorgeschlagen

## Chemikalien-Omnibus im Überblick

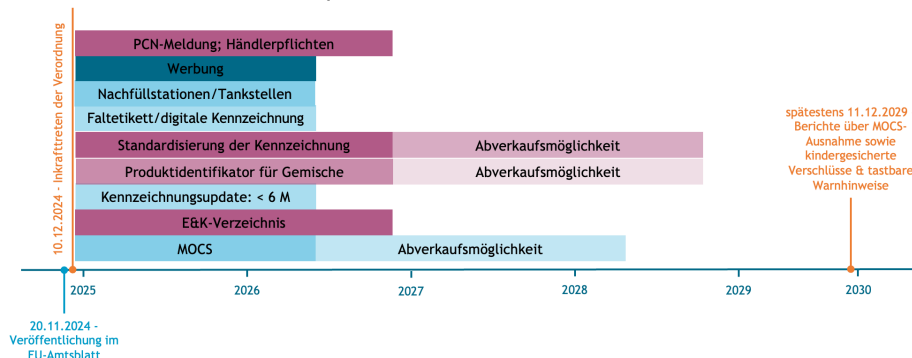
- Konkrete Rechtsakte
  - **Verordnung (EU) 2025/2439** der Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. November 2025 zur Änderung der Verordnung (EU) 2024/2865 im Hinblick auf Geltungsbeginn und Übergangsbestimmungen
    - „Stop the Clock“; bereits veröffentlicht und in Kraft seit 23.12.2025
  - Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council amending Regulations (EC) No 1272/2008, (EC) No 1223/2009 and (EU) 2019/1009 as regards simplification of certain requirements and procedures for chemical products
    - Zeitplan des Gesetzgebungsprozesses noch etwas unklar; Abschluss hoffentlich noch heuer
    - Verhandlungsmandat des Rates fertig
    - Europäisches Parlament positioniert sich noch (April ?)

## Chemikalien-Omnibus im Überblick

- Überblick der CLP-Elemente:
    - Längere Übergangsfristen - „Stop-the-Clock“
    - Mehr Flexibilität bzgl. der Aktualisierung von Etiketten
    - Mehr Flexibilität bzgl. der Lesbarkeit von Etiketten
    - Mehr Flexibilität bzgl. Digitalisierung
    - Vereinfachungen spezifischer Kennzeichnungsregeln
    - Vereinfachung der Werbebestimmungen
    - Vereinfachungen beim Fernabsatz
- D.h. praktisch könnten Teile der 2024-Novelle revidiert/abgeändert werden

## Anwendung der Novelle: veraltet gem. 2024-Revision

- + Übergangsregelungen
  - zum Teil lange Übergangsfristen,
  - Rechtstext etwas kompliziert zum Lesen.



## Stoffe mit mehr als einem Bestandteil (MOCS)

Verpflichtend ab 1.7.2026

- MOCS = „More than One Component Substance“
  - z.B. Enzyme, Mineralölfractionen, ätherische Öle...
- Die Einstufung von MOCS erfolgt nach den Regeln für Gemische:
  - CMR, ED und alle persistenten Eigenschaften werden gemäß ihrer Stoffkonstituenten eingestuft;
  - Daten am Stoff selbst sind zu berücksichtigen, aber es gibt eine wesentliche Einschränkung:
    - „Relevante verfügbare Informationen über den Stoff [...] selbst, aus denen hervorgeht, dass die [...] Eigenschaften oder **weniger schwerwiegende Eigenschaften fehlen**, dürfen die relevanten verfügbaren Informationen über die Bestandteile des Stoffes nicht überlagern.“
  - Ausnahmen können festgelegt werden, derzeit bestimmte Naturstoffe
- Klarstellung bzgl. Gemischen mit MOCS
  - Bezug auf einzelne einstufigsrelevante Bestandteile im Gemisch
- EU-Regelung für MOCS weicht von REACH und UN-GHS ab



## Harmonisierte Einstufung

Verpflichtend ab sofort

- Harmonisierte Einstufungen werden rascher abgehandelt
  - Automatische Übernahme von ED und persistenten Stoffen aus anderen Gesetzgebungen (z.B. SVHC unter REACH)
  - Harmonisierte Einstufung in Stoffgruppen
    - „Wenn es von einer zuständigen Behörde oder der Kommission **als wissenschaftlich gerechtfertigt und möglich erachtet wird**, erhalten bei Vorschlägen für eine harmonisierte Einstufung und Kennzeichnung stets Gruppen von Stoffen Vorrang vor einzelnen Stoffen.“
  - Delegierter Rechtsakt muss innerhalb eines Jahres nach RAC-Stellungnahme vorgelegt werden
  - Europ. Kommission kann ECHA oder EFSA mit der Erarbeitung eines Dossiers für eine harm. Einstufung beauftragen
- Unternehmen benötigen eine zuständige Behörde für die Dossier-Einreichung zur Änderung einer harmonisierten Einstufung
  - Behörde muss Gründe für die Annahme oder Ablehnung eines Dossiers bekannt geben



## Einstufungs- und Kennzeichnungsverzeichnis

Verpflichtend ab 1.1.2027

- Veröffentlichung weiterer Informationen/Daten
  - Identität des Importeurs bzw. Herstellers
  - Bei Gruppenmeldung: der Importeure bzw. Hersteller
  - Zeitpunkt der letzten Aktualisierung
- Löschen von offensichtlich falschen Einträgen durch ECHA einfacher
- Eine Überprüfung aller bestehenden Meldungen ins Verzeichnis relevant:
  - Integration von Schätzwerten Akuter Toxizität (ATEs), spezifischen Konzentrationsgrenzwerten (SCL) und M-Faktoren
  - Begründung für Abweichung von einem bestehenden Eintrag bzw. für eine strengere Einstufung
  - Begründung von Betriebs- und Geschäftsgeheimnis
- Ziel dieser Maßnahmen ist die Verbesserung der Qualität und Zuverlässigkeit des Verzeichnisses.



## Kennzeichnung

Verpflichtend ab 1.1.2028

- Aktualisierung einer Kennzeichnung nach strengerer Einstufung
  - spätestens nach 6 Monaten für jeden Akteur in der Lieferkette
  - 6 Monate sind für Formulierer trotzdem knapp
  - Beispiel:
 

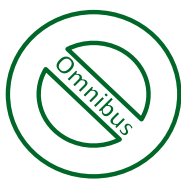
- Importeur bekommt im Rahmen der REACH-Registrierung neue Informationen und muss ein Gemisch nun strenger einstufen  
→ hat für Anpassungen 6 Monate Zeit
    - Sein Kunde, ein Formulierer, verwendet das Gemisch für eine neue Rezeptur und muss seine Einstufung und Kennzeichnung auch anpassen  
→ hat für Anpassungen 6 Monate Zeit
    - Dessen Kunde, ein Großhändler, füllt in kleinere Gebinde ab und muss seine Kennzeichnung anpassen  
→ hat für Anpassungen 6 Monate Zeit
    - usw. usf.
- Produktidentifikator für Gemische
  - Erweiterung der Angabe mit bzw. für Inhaltsstoffe der Einstufung:
    - Endokrine Disruptoren,
    - und alle persistenten Eigenschaften



## Kennzeichnung

Verpflichtend ab 1.1.2028

- Aktualisierung einer Kennzeichnung nach strengerer Einstufung
  - spätestens nach 6 Monaten für jeden Akteur in der Lieferkette
  - 6 Monate sind für Formulierer trotzdem knapp
  - Beispiel:



### Mehr Flexibilität bzgl. der Aktualisierung von Etiketten

- Derzeitige 6-Monats-Frist problematisch besonders bei Selbsteinstufungen
- Art. 30 (1) → zurück zu „unverzüglich“
- Detailliertere Leitlinien möglich
- Diskussionen jetzt:
  - Klarstellungen in den Erwägungsgründen
  - Längere Fristen, zB 9 oder 12 Monate

- Produktidentifikator für Gemische
  - Erweiterung der Angabe mit bzw. für Inhaltsstoffe der Einstufung:
    - Endokrine Disruptoren,
    - und alle persistenten Eigenschaften

## Kennzeichnung

Verpflichtend ab 1.1.2028

- Standardisierung von Kennzeichnungselementen
  - Schriftart/-größe
  - Zeilenabstand
  - Schwarz auf weißem Hintergrund
- Praktisch heißt das:
  - Umfangreiche Anpassung der Kennzeichnung nötig
  - Besonders schwierig für mehrsprachige Kennzeichnung
  - Änderung bei Produktion & Logistik möglich

Mindestabmessungen der Kennzeichnungsetiketten und der Piktogramme und Mindestschriftgröße			
Fassungsvermögen des Versandstücks	Abmessungen des Kennzeichnungselements (in Millimetern) für die in Artikel 17 vorgeschriebenen Angaben	Abmessungen jedes Piktogramms (in Millimetern)	Mindestschriftgröße (x-Höhe in Millimetern)
bis 0,5 l	wenn möglich, mindestens 52*74	nicht kleiner als 10*10 wenn möglich, mindestens 16*16	1,2
über 0,5 l bis höchstens 3 l			1,4
über 3 l bis höchstens 50 l	mindestens 74*105	mindestens 23*23	1,8
über 50 l bis höchstens 500 l	mindestens 105*148	mindestens 32*32	2,0
über 500 l	mindestens 148*210	mindestens 46*46	2,0

„1.2.1.5. Der Text auf dem Kennzeichnungsetikett muss folgende Merkmale aufweisen:

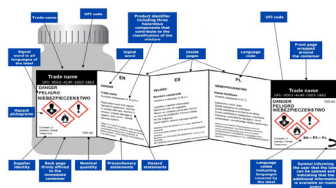
- Er muss schwarz auf weißem Hintergrund gedruckt sein.
- Der Abstand zwischen zwei Zeilen muss mindestens 120 % der Schriftgröße betragen.
- Es ist eine einzige Schriftart zu verwenden, die gut lesbar und serifenlos ist.
- Der Abstand zwischen den Buchstaben muss so sein, dass die gewählte Schriftart gut lesbar ist.



## Kennzeichnung

Verpflichtend ab 1.7.2026

- **Faltetikett**
  - normalem Etikett gleichgestellt
  - formale Anforderungen



Quelle: ECHA

- **Faltetikett ist wesentlich teurer**
  - Investment in neue Drucker
  - Vordruckte Etiketten kaum flexibel
  - Faltetikett ist kein Booklet!

Die Vorderseite des Faltetiketts muss mindestens folgende Elemente enthalten:

- der Name, die Anschrift und die Telefonnummer der Lieferanten;
- Neunmenge des Stoffes oder Gemisches in der Verpackung, die der breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird, sofern diese Menge nicht auf der Verpackung anderweitig angegeben ist;
- die Produktidentifikatoren in allen Sprachen des Kennzeichnungsetiketts, die auf den Innenseiten verwendet werden, gemäß Artikel 18 Absatz 2 für Stoffe und gemäß Artikel 18 Absatz 3 Buchstabe a für Gemische;
- gegebenenfalls die Gefahrenpiktogramme;
- gegebenenfalls die Signalwörter in allen Sprachen des Kennzeichnungsetiketts, die auf den Innenseiten verwendet werden;
- gegebenenfalls den eindeutigen Rezepturidentifikator, sofern er nicht gemäß Anhang VIII Teil A Nummer 5.3 dieser Verordnung auf der inneren Verpackung aufgedruckt oder angebracht ist;
- einen Verweis auf die vollständigen Sicherheitsinformationen im Inneren des Faltetiketts in allen Sprachen des Kennzeichnungsetiketts oder ein Symbol, mit dem der Anwender darüber informiert wird, dass sich das Kennzeichnungsetikett öffnen lässt, und das zeigt, dass auf den Innenseiten weitere Informationen vorhanden sind;
- ein Sprachenkürzel (Länder- oder Sprachencode) für alle Sprachen, die auf den Innenseiten verwendet werden.

Die Innenseiten des Faltetiketts müssen alle in Artikel 17 Absatz 1 genannten Kennzeichnungselemente mit Ausnahme des Gefahrenpiktogramms und der Angaben zum Lieferanten in jeder der auf der Vorderseite angegebenen Sprachen und nach Sprachen gruppiert enthalten, wobei das Sprachenkürzel (Länder- oder Sprachencode) zu verwenden ist.

Die Rückseite des Faltetiketts muss alle auf der Vorderseite angegebenen Kennzeichnungselemente enthalten, mit Ausnahme der Kürzel der auf den Innenseiten verwendeten Sprachen.

## Kennzeichnung



Verpflichtend ab 1.1.2028


- **Digitale Kennzeichnung**
  - physische Kennzeichnung für verpflichtende Elemente immer notwendig
  - digitale Kennzeichnung für verpflichtende Elemente nur optional
  - ausschließlich digitale Kennzeichnung nur für ergänzenden Informationen möglich
  - Formale Anforderungen

- Alle in Artikel 17 Absatz 1 genannten Kennzeichnungselemente werden zusammen an einer Stelle bereitgestellt und sind von anderen Informationen getrennt.
  - Die Informationen auf dem digitalen Kennzeichnungsetikett müssen durchsuchbar sein.
  - Die Informationen auf dem digitalen Kennzeichnungsetikett müssen für alle Nutzer in der Union zugänglich sein und für einen Zeitraum von mindestens zehn Jahren — oder länger, falls in anderen Rechtsvorschriften der Union so festgelegt — zugänglich bleiben.
  - Das digitale Kennzeichnungsetikett muss kostenlos zugänglich sein, ohne Registrierung oder die Notwendigkeit, Anwendungen herunterzuladen oder zu installieren ein Passwort anzugeben.
  - Die Informationen auf dem digitalen Kennzeichnungsetikett werden so dargestellt, dass auch den Bedürfnissen schutzbedürftiger Gruppen Rechnung getragen wird und gegebenenfalls die notwendigen Anpassungen unterstützt werden, um diesen Gruppen den Zugang zu den Informationen zu erleichtern.
  - Die Informationen auf dem digitalen Kennzeichnungsetikett müssen mit höchstens zwei Klicks zugänglich sein.
  - Das digitale Kennzeichnungsetikett muss über weitverbreitete digitale Technologien zugänglich und mit allen wichtigen Betriebssystemen und Browsern kompatibel sein.
  - Sind die Angaben auf dem digitalen Kennzeichnungsetikett in mehr als einer Sprache zugänglich, so darf die Wahl der Sprache nicht von dem geografischen Standort, von dem aus der Zugriff erfolgt, abhängig gemacht werden.
- (2) Es ist verboten, Nutzungsinformationen für Zwecke zu verfolgen, zu analysieren oder zu verwenden, die über das für die Bereitstellung der digitalen Kennzeichnung unbedingt erforderliche Maß hinausgehen.

→ Sollte man im Auge behalten

- technische und rechtliche Änderungen zu erwarten
- Verhältnis zum digitalen Produktpass?

## Kennzeichnung




Verpflichtend ab 1.1.2028

- Digitale Kennzeichnung
  - Mehr Flexibilität bzgl. Digitalisierung
    - Mehr Flexibilität für einen „digitalen Kontakt“, weitere Nutzung von digitalen Lösungen erlaubt, zB Chatbots, einfache Mails, KI Unterstützung, Chats
    - Digitaler Kontakt muss leicht verfügbar sein, zB keine Registrierung notwendig
    - Telefonnummer kann durch digitalen Kontakt ersetzt werden
    - Physische Adresse weiterhin am Etikett verpflichtend
    - Änderungen im Anh. I, Abschn. 1.6
  - Formale Anforderungen
    - Sollte man im Auge behalten
      - technische und rechtliche Änderungen zu erwarten
      - Verhältnis zum digitalen Produktpass?

**WKO**  
WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH

31

## Kennzeichnung

Verpflichtend ab 1.1.2028

- Sonderbestimmungen für Stoffe und Gemische, die unverpackt an die breite Öffentlichkeit abgegeben werden
  - Beton und Zement
 

Frisch angerührter Zement und Beton in nassem Zustand ist mit einer Kopie der Kennzeichnungselemente gemäß Artikel 17 versehen.
  - Abgaben an Tankstellen
 

Für Stoffe oder Gemische, die an einer Tankstelle geliefert und direkt in ein Behältnis gepumpt werden, das Bestandteil eines Fahrzeugs ist und aus dem der Stoff oder das Gemisch normalerweise nicht entfernt werden soll, sind die in Artikel 17 genannten Kennzeichnungselemente an einer sichtbaren Stelle an der jeweiligen Pumpe anzubringen. Werden Fahrzeugkraftstoffe an einer Tankstelle durch Pumpen in ein tragbares Behältnis, das für die Verwendung für Kraftstoffe ausgelegt ist, abgegeben, so ist eine physische Kopie der in Artikel 17 genannten Kennzeichnungselemente nicht nur an der sichtbaren Stelle an der Pumpe anzubringen, sondern auch zur Befestigung am Behältnis bereitzustellen.\*

→ Hatten wir in Österreich schon ähnlich geregelt, jetzt EU-weit

**WKO**  
WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH

32

## Kennzeichnung

Verpflichtend ab 1.1.2028

- Sonderbestimmungen für Stoffe und Gemische, die in Verkehr an die breite Öffentlichkeit

– Beton und Z

Frisch ange  
Artikel 17

– Abgaben an

Für Stoffe d  
eines Fahrz  
Artikel 17  
Fahrzeugkr  
ausgelegt is  
der sichtba



→ Hatten wir in Österreich schon ähnlich geregelt, jetzt EU-weit

### Vereinfachungen spezifischer Kennzeichnungsregeln

- Kennzeichnung  $\leq 125$  ml:
  - Sonderregelungen gem. Art. 29 (2) und Anh. I, Abschn. 1.5.2
  - Breitere Anwendbarkeit
- Kennzeichnung  $\leq 10$  ml:
  - Klarstellung und Vereinfachung in Anh. I, Abschn. 1.5.2.4.3.
- Tankstellen:
  - kein UFI für Tankstellen und Abfüllgebäude
  - Änderungen in Anh. II, Teil 5

ngselemente gemäß

gen, das Bestandteil  
n soll, sind die in  
zubringen. Werden  
ung für Kraftstoffe  
nente nicht nur an  
zustellen.“

## Nachfüllstationen

Verpflichtend ab 1.7.2026

- Neue Regelungen mit neuen Definitionen
- Nachfüllstation  
„Ort, an dem ein Lieferant Verbrauchern oder gewerblichen Anwendern gefährliche Stoffe oder Gemische anbietet, die durch manuelles Nachfüllen oder Nachfüllen mit einem automatischen oder halbautomatischen Gerät erworben werden können.“
- Nachfüllstation ist keine Tankstelle!
- Bestimmte Gefahrenklassen dürfen nicht in Nachfüllstationen angeboten werden:
  - Acute Tox, STOT, Asp. Haz.
  - Skin Corr. 1 & Eye Damage 1
  - Skin und Resp. Sens
  - CMR & ED
  - PBT, vPvB, PMT, vPvM
  - Flam Gas, Flam. Liqu 1 und 2 und Flam. Solid
- Formale Anforderungen festgelegt

## Nachfüllstationen

Verpflichtend ab 1.7.2026

- Formale Anforderungen, z.B.:
  - Etiketten für Kunden
  - Risiko kontrolliert
  - Vorschriften im Notfall
  - Schulung Personal
  - Verpackung

Werden gefährliche Stoffe oder Gemische gemäß Artikel 35 Absatz 2a abgegeben, so stellt der Lieferant sicher, dass folgende Bedingungen erfüllt sind:

- a) an der Nachfüllstation sind Kennzeichnungsetiketten angebracht, die den Kennzeichnungsetiketten für die einzelnen gefährlichen Stoffe oder Gemische entsprechen, die an der Station abgegeben werden;
- b) die Kennzeichnungsetiketten an der Nachfüllstation sind an einer sichtbaren Stelle waagrecht fest angebracht und erfüllen die Anforderungen von Artikel 31 Absätze 2, 3 und 4 entsprechend;
- c) es werden Maßnahmen zur Risikominderung angewandt, um die Exposition von Menschen, insbesondere von Kindern, und der Umwelt zu minimieren;
- d) es werden Maßnahmen ergriffen, um eine unkontrollierte Nutzung der Nachfüllstation durch Kinder zu verhindern;
- e) zum Zeitpunkt der Wiederbefüllung steht der Lieferant für die Wartung und sofortige Hilfe, einschließlich Notfallhilfe, vor Ort zur Verfügung;
- f) Nachfüllstationen können im Freien und außerhalb der Geschäftszeiten nur betrieben werden, wenn sofortige Unterstützung geleistet werden kann;
- g) die über eine Nachfüllstation bereitgestellten Stoffe oder Gemische reagieren nicht in einer Weise miteinander, die Kunden oder Mitarbeiter gefährden könnte;
- h) das Personal des Lieferanten ist angemessen geschult, um Sicherheitsrisiken für Verbraucher, gewerbliche Anwender und sich selbst zu minimieren;
- i) die Anforderungen in Bezug auf die Gefahrenkommunikation in Form einer Kennzeichnung gemäß Titel III dieser Verordnung werden bei jedem nachbefüllten Versandstück erfüllt;
- j) die Anforderungen in Bezug auf Verpackungen gemäß Titel IV dieser Verordnung werden bei jedem nachbefüllten Versandstück erfüllt;



## Werbung

Verpflichtend ab 1.1.2028

- Neue Werbebestimmungen (insbesondere für Gemische)
  - für Werbung an
    - breite Öffentlichkeit
    - professionelle Verwender
    - industrielle Verwender
  - stärker Fokus auf Gefahrenkennzeichnung
- Anwendbarkeit sehr breit
  - Fernsehwerbung
  - Radiowerbung
  - Social Media
  - Produktkatalog
  - online Werbung
- Fernabsatz
  - Sämtliche Kennzeichnungselemente müssen dargestellt werden
- Anforderungen sind umfangreicher und detaillierter



## Werbung

Verpflichtend ab 1.1.2028

- Anforderungen sind umfangreicher und detaillierter
  - Gefahrenpiktogramme
  - Signalwort
  - Gefahrenhinweise bzw. EUH-Hinweise
  - generischer Hinweise:  
„Die Informationen auf dem Produktetikett sind stets zu befolgen.“
  - keine irreführenden Angaben
  - Sonderbestimmungen für nicht visuelle Werbung

- (1) Bei sämtlicher Werbung für einen als gefährlich eingestuften Stoff sind je nach Sachlage die Gefahrenpiktogramme, die Signalwörter, die Gefahrenhinweise und die in Anhang II angegebenen ergänzenden EUH-Hinweise anzugeben. Bei sämtlicher Werbung für einen solchen Stoff, der für den Verkauf an die breite Öffentlichkeit bestimmt ist, muss zusätzlich der folgende Hinweis erfolgen: „Die Informationen auf dem Produktetikett sind stets zu befolgen.“
- (2) Bei sämtlicher Werbung für ein Gemisch, das als gefährlich eingestuft ist oder unter Artikel 25 Absatz 6 fällt, sind die Gefahrenpiktogramme, das Signalwort, der Gefahrenhinweis und die in Anhang II angegebenen ergänzenden EUH-Hinweise anzugeben. Bei sämtlicher Werbung für ein solches Gemisch, das für den Verkauf an die breite Öffentlichkeit bestimmt ist, muss zusätzlich der folgende Hinweis erfolgen: „Die Informationen auf dem Produktetikett sind stets zu befolgen.“
- (3) Werbung für als gefährlich eingestufte Stoffe oder Gemische darf keine Angaben enthalten, die gemäß Artikel 25 Absatz 4 nicht auf dem Kennzeichnungsetikett oder der Verpackung dieses Stoffes oder Gemisches erscheinen dürfen.
- (4) Abweichend von den Absätzen 1 und 2 können die Gefahrenpiktogramme und die Signalwörter entfallen, wenn die Werbung nicht visuell ist.“



## Werbung

- Anforderungen sind umfangreicher und detaillierter
  - Gefahrenpiktogramme
  - Signalwort
  - Gefahrenhinweise bzw. EUH-Hinweise
  - generischer Hinweise:  
„Die Informationen auf dem Produktetikett sind stets zu befolgen.“
  - keine irreführenden Angaben
  - Sonderbestimmungen für nicht visuelle Werbung

- (1) Bei sämtlicher Werbung für einen als gefährlich eingestuften Stoff sind je nach Sachlage die Gefahrenpiktogramme, die Signalwörter, die Gefahrenhinweise und die in Anhang II angegebenen ergänzenden EUH-Hinweise anzugeben. Bei sämtlicher Werbung für einen solchen Stoff, der für den Verkauf an die breite Öffentlichkeit bestimmt ist, muss zusätzlich der folgende Hinweis erfolgen: „Die Informationen auf dem Produktetikett sind stets zu befolgen.“
- (2) Bei sämtlicher Werbung für ein Gemisch, das als gefährlich eingestuft ist oder unter Artikel 25 Absatz 6 fällt, sind die Gefahrenpiktogramme, das Signalwort, der Gefahrenhinweis und die in Anhang II angegebenen ergänzenden EUH-Hinweise anzugeben. Bei sämtlicher Werbung für ein solches Gemisch, das für den Verkauf an die breite Öffentlichkeit bestimmt ist, muss zusätzlich der folgende Hinweis erfolgen: „Die Informationen auf dem Produktetikett sind stets zu befolgen.“
- (3) Werbung für als gefährlich eingestufte Stoffe oder Gemische darf keine Angaben enthalten, die gemäß Artikel 25 Absatz 4 nicht auf dem Kennzeichnungsetikett oder der Verpackung dieses Stoffes oder Gemisches erscheinen dürfen.
- (4) Abweichend von den Absätzen 1 und 2 können die Gefahrenpiktogramme und die Signalwörter entfallen, wenn die Werbung nicht visuell ist.“

## Vereinfachung der Werbebestimmungen

- Änderung in Art. 48
  - Regelungen für alle gefährlichen Stoffe und Gemische & Anh. II, Teil 2
  - Gewerbliche / berufliche Verwender wären nicht mehr umfasst
  - Umfasst sind nur mehr private Verwender
  - Notwendig ist nur Warnhinweis:  
„Always read the label and product information before use“

## Vereinfachungen beim Fernabsatz

- Änderungen in Art. 48a:
  - Umfasst sind nur mehr private Verwender
  - und wenn ein Angebot für private und berufliche Verwender ist
  - berufliche Verwender wären allgemein ausgenommen
  - Sonst keine Änderungen
  - Detailliertere Leitlinien möglich

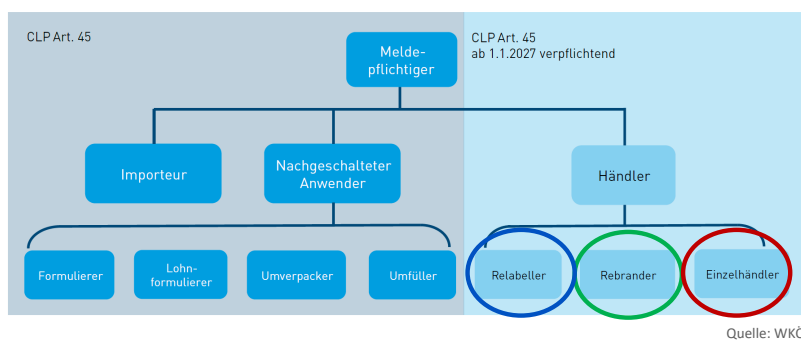


## Meldung von Vergiftungsinformation (PCN)

Verpflichtend ab 1.1.2027

- Verpflichtung für Händler klar festgelegt

„Händler, die Gemische in Verkehr bringen, die aufgrund ihrer gesundheitlichen oder physikalischen Wirkungen als gefährlich eingestuft sind, übermitteln der gemäß Absatz 1 benannten Stelle bzw. den gemäß Absatz 1 benannten Stellen die in Anhang VIII Teil B genannten Informationen, wenn sie diese Gemische in anderen Mitgliedstaaten weitervertrieben oder wenn sie die Gemische umbenennen oder neu kennzeichnen. Diese Verpflichtung gilt nicht, wenn die Händler nachweisen können, dass die benannte Stelle bzw. die benannten Stellen bereits dieselben Informationen von Importeuren oder nachgeschalteten Anwendern erhalten hat bzw. haben.“



## CLP ist ständigen Anpassungen unterworfen

- Änderungen der CLP-Verordnung getrieben durch
  - Harmonisierte Einstufungen, d.h. Änderungen Anhang VI
  - EU-spezifische Anpassungen, z.B. PCN, EU-Gefahrenklassen
  - Anpassungen an UN-GHS, welches alle 2 Jahre angepasst wird, ausstehend ist die Implementierung der 8., 9., 10. und zum Teil 11. Revision
- Änderungen durch s.g. ATPs
  - Adaptation to Technical Progress
  - Delegierte Rechtsakte, d.h. vereinfachtes Verfahren
  - 22. ATP aktuellste
  - weitere in Vorbereitung
- Punktuell durch Judikatur
  - z.B. Titandioxid - Aufhebung der harmonisierten Einstufung
- Relevant für F-Gase könnte insbesondere sein:
  - harmonisierte Einstufungen auf Basis von PMT / vPvM Eigenschaften
  - 11. Revision des UN-GHS führt neue Gefahrenklasse für Treibhausgase ein

## Überblick

- REACH-Verordnung
- PFAS Beschränkung
- CLP-Verordnung
- **EU-F-Gase-Verordnung**
- Fluorierte Treibhausgase Gesetz
- Kälteanlagenverordnung

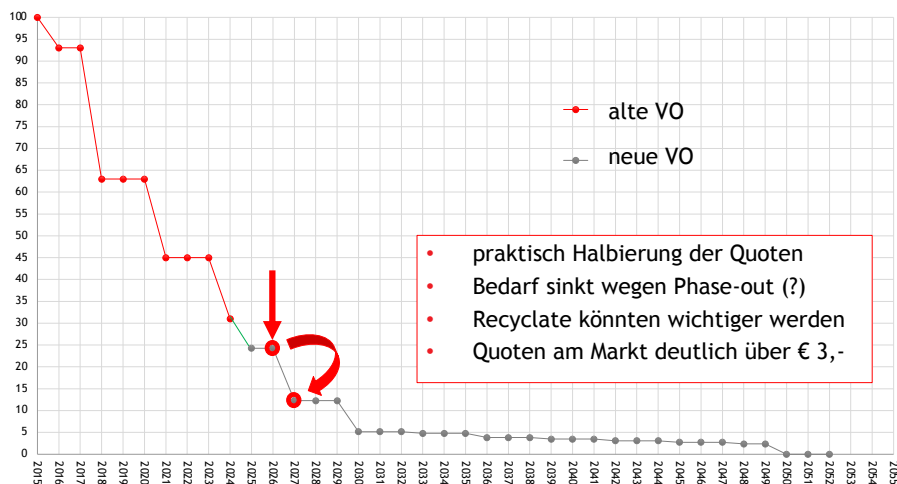
## EU-F-Gase-Verordnung

- Implementierungsgesetzgebung stabilisiert sich:
  - F-Gas-Portal - DVO (EU) 2024/2473
  - Berichterstattung - DVO (EU) 2024/2195
  - Kennzeichnung Erzeugnisse/Einrichtungen - DVO (EU) 2024/2174
  - Qualifizierung bzgl. ortsfeste Kälteanlagen, Klimaanlage und Wärmepumpen, Organic-Rankine-Kreisläufe sowie Kälteanlagen in Kühllastkraftfahrzeugen, Kühlanhängern, leichten Kühlfahrzeugen, intermodalen Containern und Eisenbahnwaggons - DVO (EU) 2024/2215

## EU-F-Gase-Verordnung

- Implementierungsgesetzgebung stabilisiert sich:
  - Qualifizierung bzgl. Lösungsmittel - DVO (EU) 2025/623
  - Qualifizierung bzgl. Brandschutzanlage - DVO (EU) 2025/625
  - Qualifizierung bzgl. E-Schaltanlagen - DVO (EU) 2025/627
  - Konformitätserklärung und unabhängige Prüfer - DVO (EU) 2025/2155
  - bereits einige Verwendungsausnahmen vom Verbot des Inverkehrbringens (Art. 11 und Anh. XIV, der F-Gase-VO)
  - Quotenzuweisungen

## Phase-down / Quotensystem



- praktisch Halbierung der Quoten
- Bedarf sinkt wegen Phase-out (?)
- Recyclate könnten wichtiger werden
- Quoten am Markt deutlich über € 3,-

## Einige Beobachtungen

- **F-Gas-Portal - DVO (EU) 2024/2473**
  - Zoll bleibt stark involviert
  - Scheint inzwischen halbwegs zu funktionieren
- **Qualifizierung - DVO (EU) 2024/2215**
  - Nationale Implementierungen laufen
  - So auch in Österreich im Rahmen des FTHG 2009

## Überblick

- REACH-Verordnung
- PFAS Beschränkung
- CLP-Verordnung
- EU-F-Gase-Verordnung
- **Fluorierte Treibhausgase Gesetz**
- Kälteanlagenverordnung

## Fluorierte Treibhausgase-Gesetz

- Bundesgesetz zur Reduktion der Emissionen fluoriertener Treibhausgase (Fluorierte Treibhausgase-Gesetz 2009); legt fest:
  - Zuständigkeiten in Österreich
  - Vollziehung, Überwachung und Strafbestimmungen
  - Ausbildung-/Zertifizierungsanforderungen
  - Prüf-, Zertifizierungs- und Bescheinigungsstellen inkl. VO-Ermächtigung für:
    - Übertragung an WKÖ
    - div. Fachorganisationen

## Fluorierte Treibhausgase-Gesetz

- Novellierungsprozess läuft.
  - Gesetz selbst
  - und Durchführungsverordnungen für einzelne Bereiche (KKW, Brandschutz, Kfz, E-Schaltanlagen, Lösungsmittel)
- Überblick zu den Inhalten:
  - Prüf-, Zertifizierungs- und Bescheinigungsstellen:
    - Übertragung an WKÖ bleibt
    - div. Fachorganisationen bleiben
    - WIFI Zertifizierungsstelle bekommt neue Rolle

## Fluorierte Treibhausgase-Gesetz

- Überblick zu den Inhalten:
  - Qualitätskontrolle:
    - gegenseitige Anerkennung (beglaubigte Übersetzung nötig)
    - Monitoringrolle der beauftragten Stellen
    - Koordinierung zwischen verwandten Stellen
  - Auffrischung alle 7 Jahre bleibt Herausforderung, ist aber nicht zu starr
  - Rückgewinnung von treibhausgasehaltigen Lösungsmitteln wird erstmal abgedeckt:
    - 2 Bescheinigungsstellen
    - (vorerst) keine Prüfstellen

## Überblick

- REACH-Verordnung
- PFAS Beschränkung
- CLP-Verordnung
- EU-F-Gase-Verordnung
- Fluorierte Treibhausgase Gesetz
- **Kälteanlagenverordnung**

## Kälteanlagenverordnung

- 2024/25
  - Div. Treffen mit Sachverständigen der Länder und BMW
  - Zuständige Fachabteilung des BMW erarbeitete techn. Entwurf
  - Einbindung der WKÖ erfolgte, sowie weitere Gespräche
  - Techn. und juristische Bedenken stockten den ohnehin langsamen Prozess
- 2025/26
  - Novelle pausiert
  - Ö-Omnibus hat Priorität
  - WKÖ hat KAV zur Streichung vorgeschlagen
  - Der Vorschlag wird sehr ernsthaft verfolgt
  - Streichung scheint greifbar, Aspekte des ASch noch offen



Und jetzt...

... freue ich mich auf Ihre  
Anmerkungen und Fragen.

Marko Sušnik, WKÖ/Up  
[marko.susnik@wko.at](mailto:marko.susnik@wko.at)

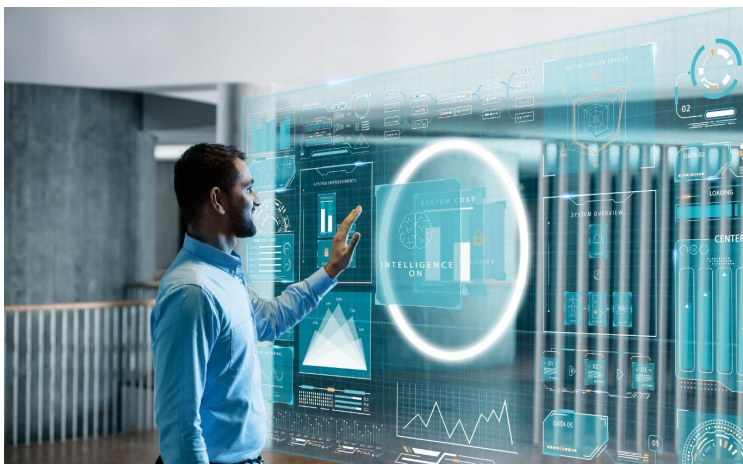


**Freitag, 17. April 2026**

**Martin Strömer | Harald Hochgatterer | Danfoss Gesellschaft m.b.H.**

Cyber Resilience Act und wie intelligente Antriebstechnik mithilfe von erhöhter Rechenleistung und Sensoren helfen können von korrektiver bzw. zeitbasierender zu zustandsbasierter Wartung zu kommen.

ÖKKV Tagung  
17.04.2026



Agenda

- Cybersicherheit
- Condition Based Monitoring

Martin Strömer  
Business Development B&I  
AT&CH

Unseen Threats: Why Cybersecurity in Automation Matters to You

Classified as Business

1



Wirklich **ich?**

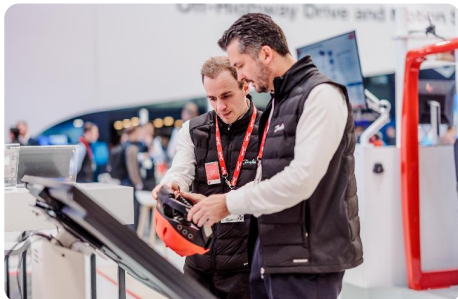


## Betrifft Cybersicherheit **wirklich** meine Installation?



Kein OT-Risiko durch getrennte Netzwerke

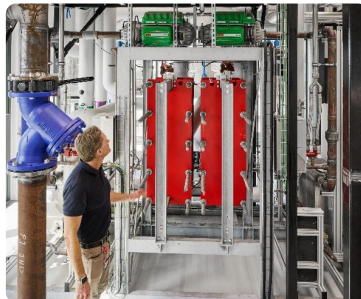
Wir betreiben separate IT- und OT-Netzwerke.



Unseen Threats: Why Cybersecurity in Automation Matters to You

Unsere Branche betreffen die Gesetze nicht

Wir sind keine kritische Infrastruktur!



Classified as Business

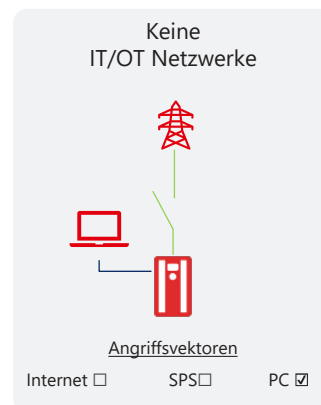
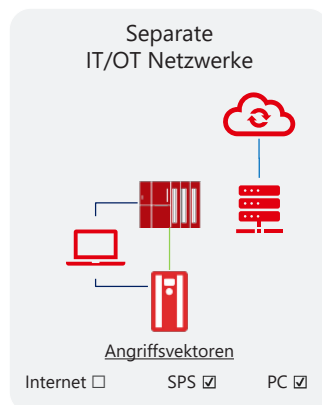
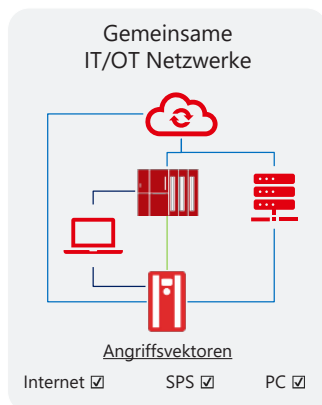
Wir benötigen keine sicheren Produkte.

Wir sind nicht betroffen!  
Warum also sichere Produkte?



3

## Betrifft Cybersicherheit **wirklich** meine Installation?

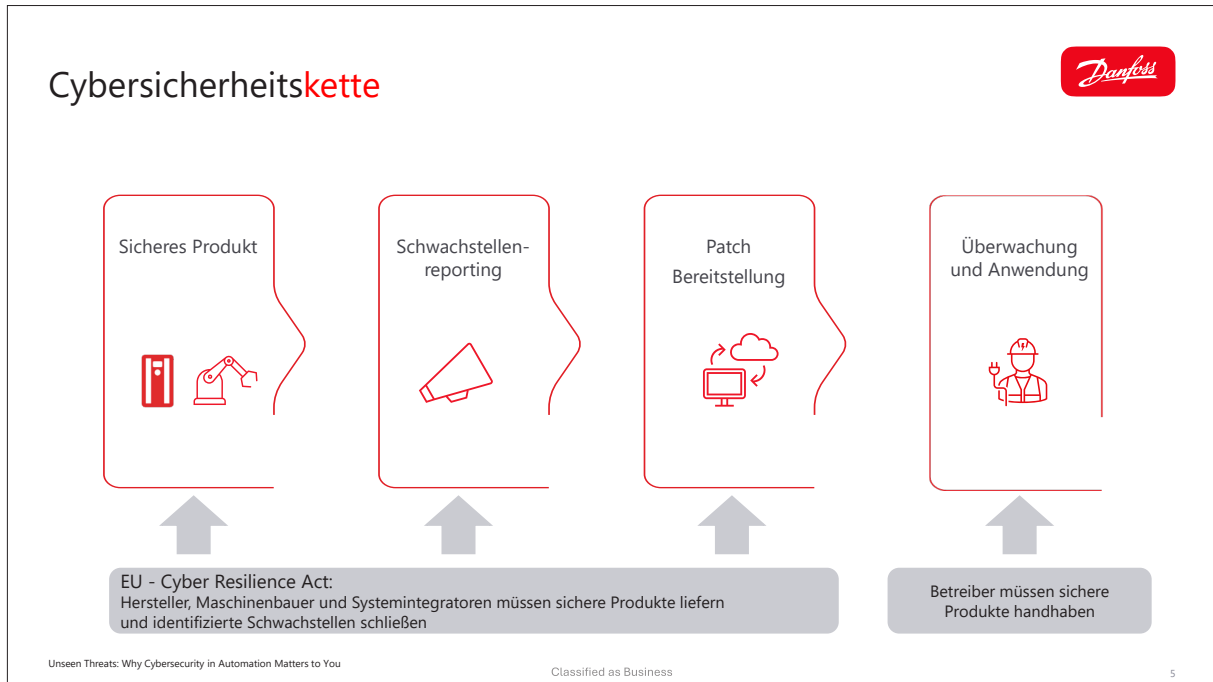


Erfolgreiche Angriffe kommen oft von innen.

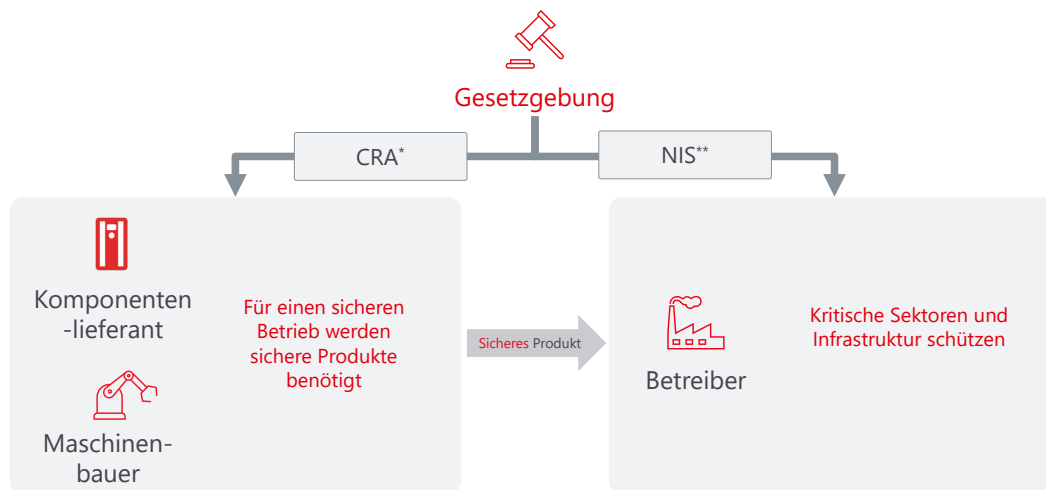
Unseen Threats: Why Cybersecurity in Automation Matters to You

Classified as Business

4



## Cybersicherheit (EU) Gesetzgebungsmotivation



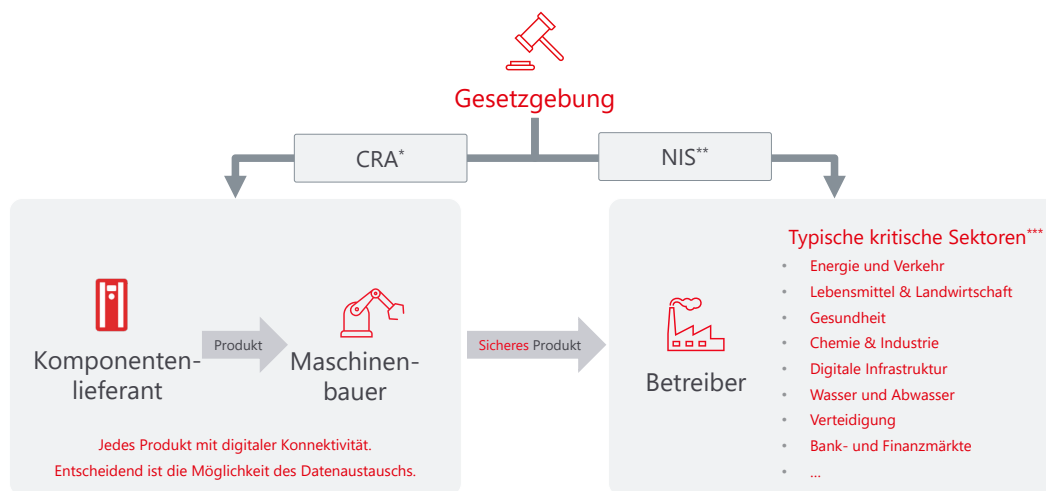
Unseen Threats: Why Cybersecurity in Automation Matters to You

Classified as Business

\* Cyber Resilience Act  
\*\* Network and Information Security

7

## Cybersicherheit (EU) Gesetzliche Details



Unseen Threats: Why Cybersecurity in Automation Matters to You


Classified as Business

\* Cyber Resilience Act  
\*\* Network and Information Security  
\*\*\* Hohe weltweite Übereinstimmung

8



## Cybersicherheit Details



### Netzwerk- und Informationssicherheit (NIS2)

**Betroffene Unternehmen**

Mittelgroße bis große Unternehmen in ganz Europa  
Deutliche Erweiterung des NIS2-Anwendungsbereichs

**Zeitplan**

Stichtag für nationales Gesetz: 17.10.2024  
Nationale Umsetzungen größtenteils im Gange

### Cyber Resilience Act (CRA)

**Betroffene Produkte**

Jedes Produkt mit digitaler Konnektivität  
Fokus auf Datenübertragungsfunktionen

**Zeitplan**

National anwendbares EU-Recht	10.12.2024
Meldepflichten	11.09.2026
Produktanforderungen	11.12.2027

Unseen Threats: Why Cybersecurity in Automation Matters to You  
Classified as Business  
10



## Der CRA und die IEC 62443



- Ein EU-Bericht<sup>1</sup> hat die Anforderungen des CRA und die verfügbaren Standards untersucht
- **Es wird erwartet, dass der CRA in der Automatisierung erfüllt wird, wenn IEC 62443 umgesetzt wird**
- Ein harmonisierter Standard befindet sich in Vorbereitung
- CEMEP<sup>2</sup> arbeitet an einem gemeinsamen Anforderungsprofil

1) Hernandez Ramos, J.L., Karopoulos, G., Nai Fovino, I., Spigolon, R., Sportiello L., Steri, G., Gomiak, S., Magnabosco, P., Atoui, R., Criega Martínez, C., Cyber Resilience Act Requirements Standards Mapping, Publication Office of the European Union, 2024, [https://data.europa.eu/doi/10.2760/905934\\_JRC137340](https://data.europa.eu/doi/10.2760/905934_JRC137340).

2) European Committee of Manufacturers of Electrical Machines and Power Electronics

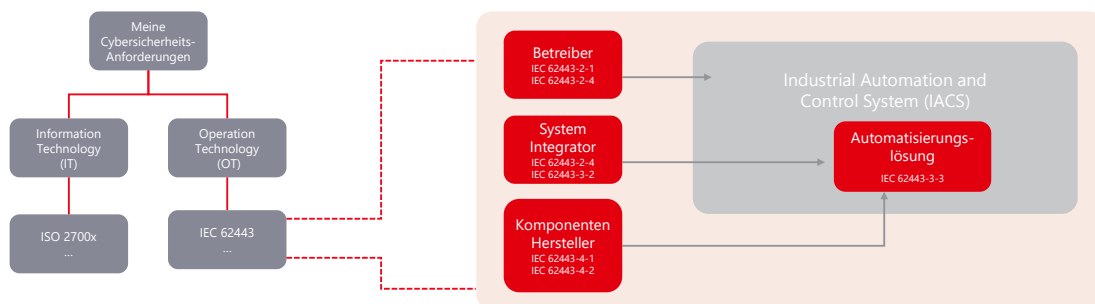
Unseen Threats: Why Cybersecurity in Automation Matters to You

Classified as Business

11



## IEC 62443 – Ein ganzheitlicher Cybersicherheitsstandard



Cybersicherheit benötigt eine übergreifende Systembetrachtung  
IEC 62443 konzentriert sich auf Automatisierungssysteme (OT)

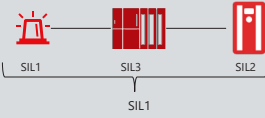
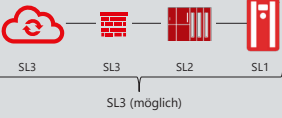
Unseen Threats: Why Cybersecurity in Automation Matters to You

Classified as Business

13

## Funktionale Sicherheit vs. Cybersicherheit



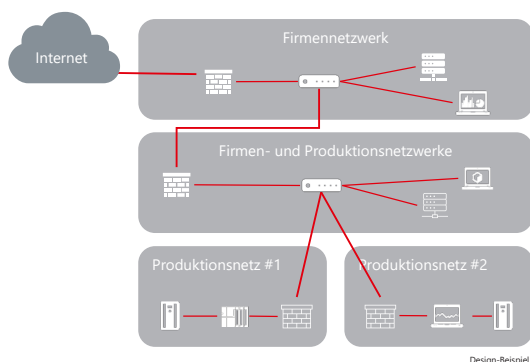
	Funktionale Sicherheit	Cybersicherheit
Ziel des Schutzes	Menschen, Umwelt und Vermögenswerte	Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit
Klassifikation	PL (Performance Level) SIL (Safety Integrity Level)	SL (Security Level)
Konzept im Prinzip	Schwächster Teil der Kette bestimmt den SIL-Level 	Das System muss sicher sein. SL kann in Segmenten variieren 

Unseen Threats: Why Cybersecurity in Automation Matters to You

Classified as Business

14

## Effektive Cybersicherheit ist eine Systemsache



### Erste Verteidigungslinie

- IT-Design muss Cybersicherheit unterstützen
- Sichere Verbindung zum Internet usw.

### OT / IT Segmentierung

- Maßnahmen für dedizierte IT/OT-Anforderungen

### Produktion

- Antriebe befinden sich oft hinter SPSen und Switches mit höherem SL-Level

Antriebe befinden sich typischerweise hinter vielen Verteidigungslinien!

Unseen Threats: Why Cybersecurity in Automation Matters to You

Classified as Business

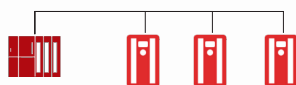
15

## IEC 62443 – Security Levels (SL)



### RISIKO (MOTIVATION DES ANGREIFERS)

- Auswirkungen auf Produktion, Maschine, etc.
- Wie schnell kann ein betroffenes Teil repariert werden?



SPS: Hohe Auswirkungen, schwer zu beheben  
Umrichter: Begrenzte Auswirkungen, einfacher zu ersetzen

### VERTEIDIGUNGSSTRATEGIE

- Das System muss sicher sein, nicht die Komponente
- Die Sicherheitsstufen können je nach Verteidigungslinie variieren



Beispiel: Firewalls schützen auch Untersegmente

Security Level	Motivation	Verletzung	Mittel	Ressourcen	Skills
SL 0		Keine besonderen Anforderungen oder Schutz notwendig			
SL 1		Beiläufig oder zufällig			
SL 2	Low	Absichtlich	Einfach	Niedrig	Generisch
SL 3	Moderate	Absichtlich	Hochentwickelt	Mäßig	IACS spezifisch
SL 4	High	Absichtlich	Hochentwickelt	Ausgedehnt	IACS spezifisch

Je attraktiver das Ziel, desto höher die Motivation

Unseen Threats: Why Cybersecurity in Automation Matters to You

Classified as Business

16

## IEC 62443 – User Management Anforderungen



BENUTZER	SL1	SL2	SL3	SL4
Identifikation und Authentifizierung				
Einzigartig				
Multifaktor				
Regelmäßige Erneuerung				

Wägen Sie Risiko und Security Level (SL) ab, um das System zu schützen

Für konkrete Anforderungen siehe IEC 62443-4-2 Benutzermanagementanforderungen, FR 1 - Identifikations- und Authentifizierungskontrolle (IAC), CR 1.1

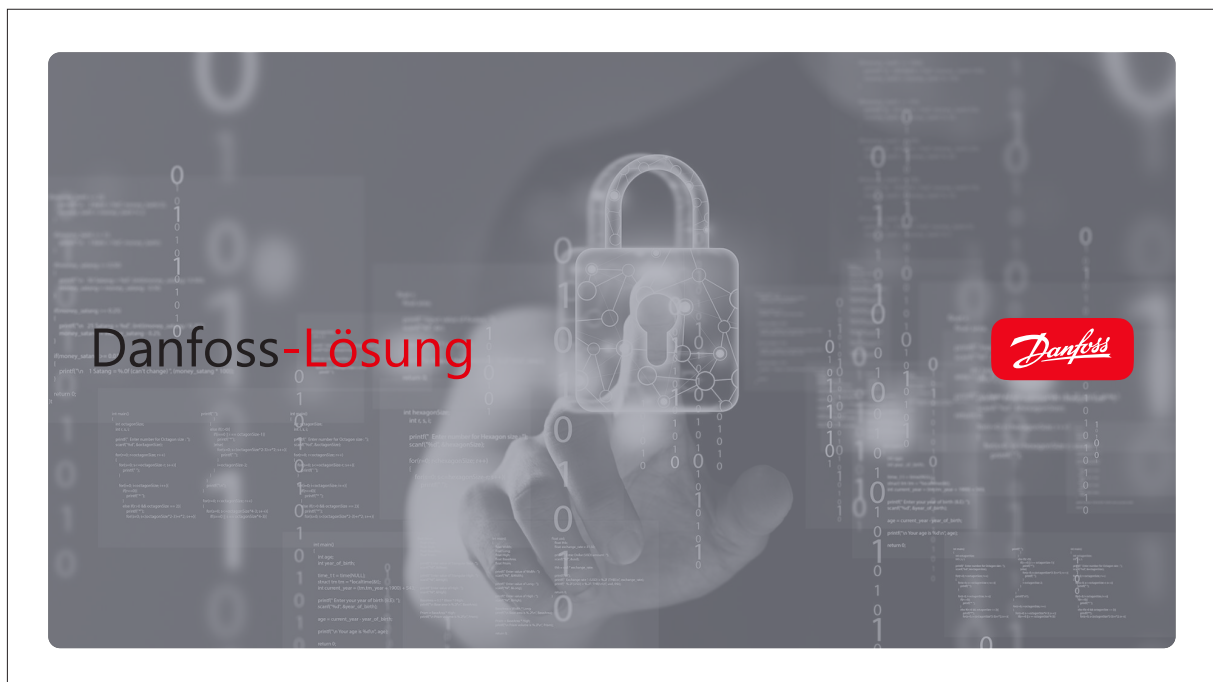
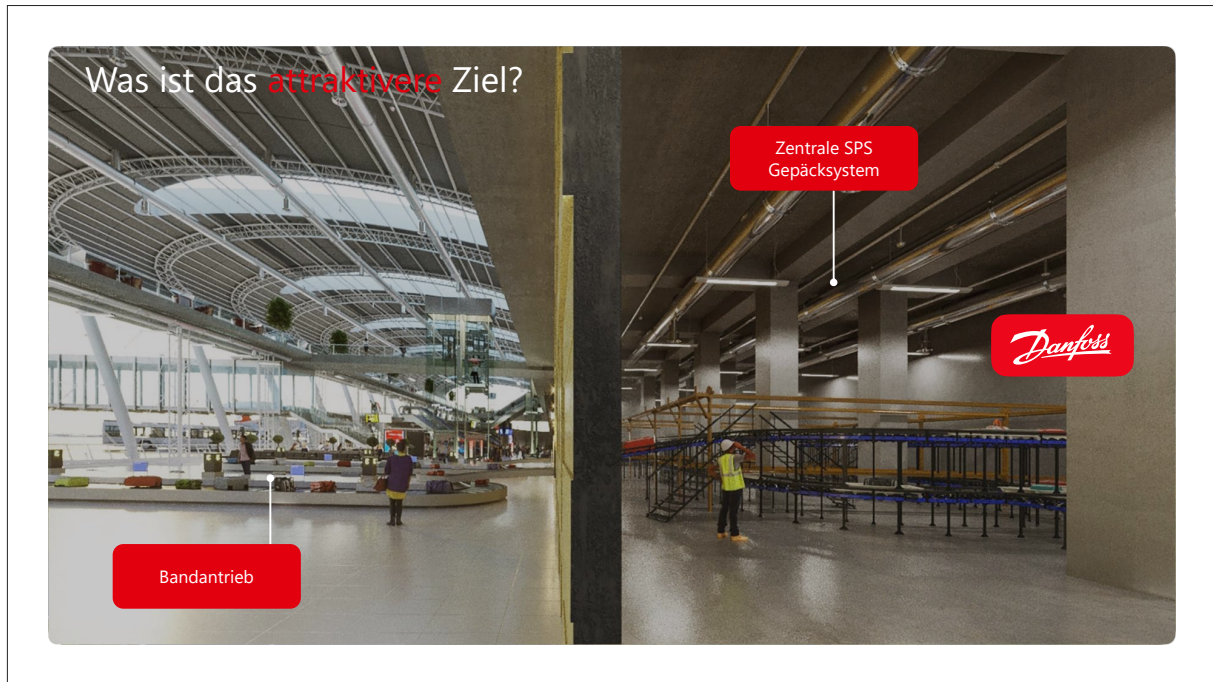
Unseen Threats: Why Cybersecurity in Automation Matters to You

Classified as Business

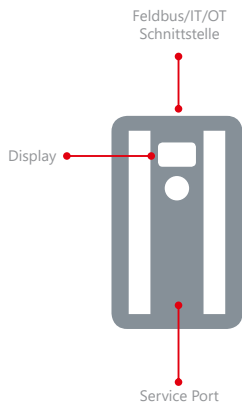
17

## Einzelne Maßnahmen schützen das System





## Generelle Angriffspunkte bei Antrieben



### Potenzielle Angriffsziele

- Motor- / Antriebssteuerung
- Schwachstellen in Übertragungsprotokollen
- Firmware-Manipulation

### Mögliche Angriffswege

- Display – manueller Eingriff
- Feldbus / Service-Port – Software-Eingriff

### Überlegungen zur Risikobewertung

- Wahrscheinlichkeit eines Angriffs
- Mögliche Auswirkungen
- Vorhandene Schutzmaßnahmen wie z. B. Zugriffskontrolle
- Erforderliche Fachkenntnisse des Angreifers

**Cybersicherheitslücken dürfen niemals die funktionale Sicherheit beeinträchtigen!**

\*IACS = Industrial Automation and Control System

Unseen Threats: Why Cybersecurity in Automation Matters to You

Classified as Business

21

## Maßnahmen bei Danfoss Drives



**Firmware**

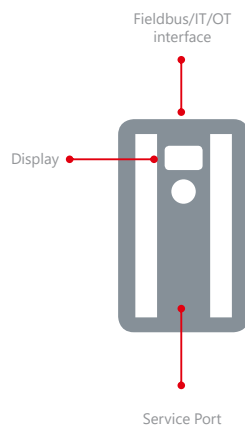
- Nur Original-Firmware möglich

**Zugriffsbeschränkung**

- Benutzerverwaltung
- Vordefinierte Rollen
- Eigene Rollen über PC-Tools
- Protokollierung von Ereignissen

**Display**

- Rollenaktivierung via Passwort
- Benutzer kann PW ändern
- Kopieren auf neue Antriebe



**Kommunikation**

- Blockieren von ungenutzten Ports und Protokollen
- Zeitlich begrenzter Zugang
- iC7: Vorbereitet für Zertifikate und sicheres OPC/UA

**Funktionale Sicherheit**

- Zweckgebundener Benutzer
- Separate Angriffserkennung

**Zurücksetzen**

- Tastenkombination während des Einschaltens

**Alle Geräte kommen mit integrierter Security aber ohne aktiven SL (Benutzerverwaltung). Einzelne Funktionen können die Anforderungen höherer Sicherheitsstufen übertreffen.**

Unseen Threats: Why Cybersecurity in Automation Matters to You

Classified as Business

22

## Wie trägt Danfoss zu meiner Security bei?



### VLT- und VACON-Serie



- Maximales Level SL1
- SL1-Anleitung (62443-4-1) Verfügbar für viele Produkte
- SL1-zertifiziert(62443-4-2)
 

Beginn 2026	FC 302
Beginn 2026	FC 102/103/202, NXP
Mitte 2026	VACON 100
Ende 2026	FC 280,...
- Maßnahmen Benutzerverwaltung

### iC7-Serie



- Implementierung SL2 inkl. SL1 (SL3/SL4 möglich)  
(einige SL3/SL4-Dienste werden bereits unterstützt)
- SL1-Anleitung (62443-4-1) Verfügbar
- SL2-zertifiziert(62443-4-2) Mitte 2026
- Maßnahmen Benutzerverwaltung, Secure by Design, vertrauenswürdige Firmware, Zertifikate und vieles mehr

Erwartung: SL1 in Antrieben bietet einen ausgewogenen Ansatz zwischen Benutzerfreundlichkeit und Sicherheit in der Automatisierung

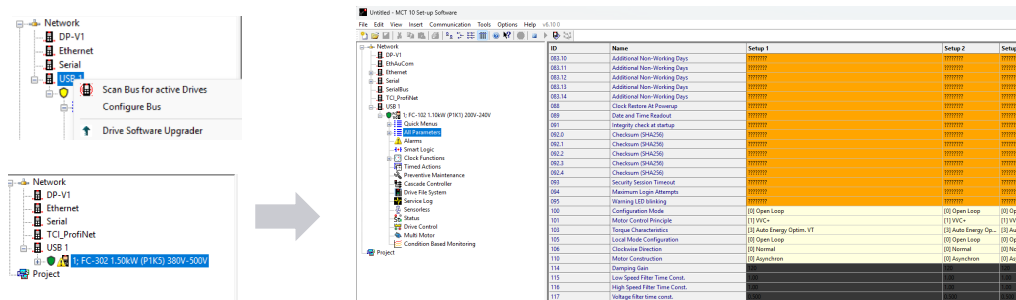
## Beispiel: FC 302 AutomationDrive – Display



Vorversion 12/2025  
Zertifikat in Arbeit

- Der Antrieb kommt ohne aktivierte Sicherheit
  - Phase 1 (aktuelle Version): Aktivierung über PC
  - Phase 2 (Mitte/Ende 2026): Aktivierung über PC & Display
- Benutzer ändern über [Status] + [Alarm Log]

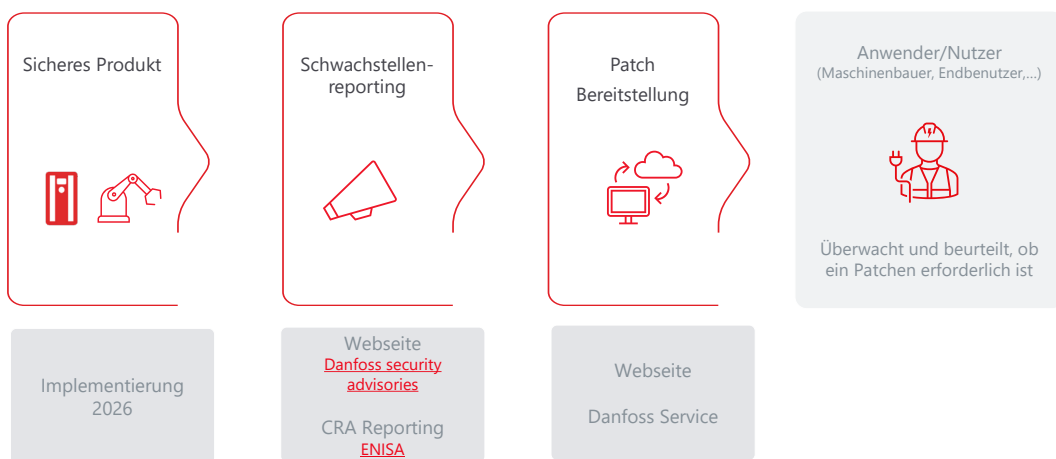
## Beispiel: FC 302 AutomationDrive – MCT-10

ID	Name	Setup 1	Setup 2	Setup 3
083.10	Additional Non-Working Days	00000000	00000000	00000000
083.11	Additional Non-Working Days	00000000	00000000	00000000
083.12	Additional Non-Working Days	00000000	00000000	00000000
083.13	Additional Non-Working Days	00000000	00000000	00000000
083.14	Additional Non-Working Days	00000000	00000000	00000000
088	Clock Rotation Air Pressure	00000000	00000000	00000000
089	Date and Time Readout	00000000	00000000	00000000
091	Integrity check at startup	00000000	00000000	00000000
092.0	Checksum (SHA256)	00000000	00000000	00000000
092.1	Checksum (SHA256)	00000000	00000000	00000000
092.2	Checksum (SHA256)	00000000	00000000	00000000
092.3	Checksum (SHA256)	00000000	00000000	00000000
092.4	Checksum (SHA256)	00000000	00000000	00000000
092	Checksum (SHA256)	00000000	00000000	00000000
093	Security System Timeout	00000000	00000000	00000000
094	Maximum Login Attempts	00000000	00000000	00000000
095	Warning LED Blinking	00000000	00000000	00000000
100	Configuration Mode	<input type="checkbox"/> Open Loop	<input type="checkbox"/> Open Loop	<input type="checkbox"/> Open Loop
101	Motor Control Principle	<input type="checkbox"/> VVC+	<input type="checkbox"/> VVC+	<input type="checkbox"/> VVC+
102	Temp. Characteristics	<input type="checkbox"/> Auto Energy Optim. VI	<input type="checkbox"/> Auto Energy Optim. VI	<input type="checkbox"/> Auto
105	Local Music Configuration	<input type="checkbox"/> Open Loop	<input type="checkbox"/> Open Loop	<input type="checkbox"/> Open Loop
106	Checksum Checksum	<input type="checkbox"/> Normal	<input type="checkbox"/> Normal	<input type="checkbox"/> Normal
110	Motor Construction	<input type="checkbox"/> Asynchtron	<input type="checkbox"/> Asynchtron	<input type="checkbox"/> Asynch
114	Damping Gain	00000000	00000000	00000000
115	Low Speed Filter Time Const.	00000000	00000000	00000000
116	High Speed Filter Time Const.	00000000	00000000	00000000
117	Yellow Filter Time Const.	00000000	00000000	00000000

- Security: Nicht aktiv
- Security: Aktiv
- Rollen haben unterschiedliche Zugriffsparameter und Zugriffsrechte

## Danfoss Cybersicherheitskette





# open

**Maximale Verfügbarkeit**  
Condition Based Monitoring



## Maximale Verfügbarkeit - Condition Based Monitoring

Was ist CBM eigentlich...



„Zustandsbasierte Überwachung“

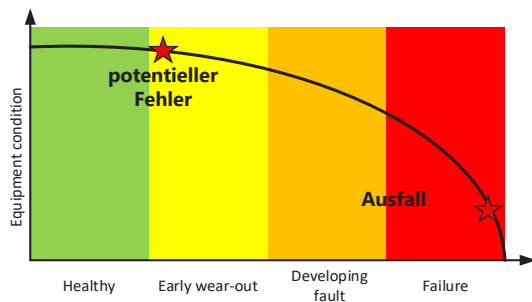
- Softwarefunktion im Frequenzumrichter
  - Vergleich zwischen einer Basiskennlinie mit den aktuellen Istwerten in Abhängigkeit der Drehzahl
- Fehlererkennung in einem sehr frühen Stadium
  - Permanente Überwachung
  - Höhere Verfügbarkeit
  - Reduziert unerwartete Ausfälle
  - Optimiert die Wartungsplanung
  - Energiekosten





## Maximale Verfügbarkeit

Vorteil von Condition Based Monitoring



- Zustandsüberwachung erkennt Fehler in einem frühen Stadium
- Optimiert die Nutzung von Ressourcen und ermöglicht eine Vorausplanung
- Reduzierung der Kosten für unerwartete Ausfallzeiten
- Senkung der Gesamtbetriebskosten
- Reduktion des Lagerbestand an Ersatzteilen möglich

Unseen Threats: Why Cybersecurity in Automation Matters to You

Classified as Business

31

## Maximale Verfügbarkeit - Condition Based Monitoring

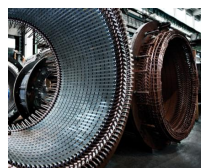
Welche Funktionen gibt es...

### Lasthüllkurve



- Verschmutzung
- Besandung
- Laufräder
- Verschleiß
- Leckagen
- Erhöhte Reibung
- Mangelnde Schmierung

### Motorwicklung



- Überwachung der Statorwicklung (ASM & PM)

### Vibration

externe 4-20mA Sensoren



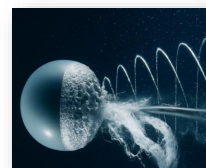
- Unwucht
- Ausrichtungsfehler
- Mechanische Resonanz
- Lagerschäden  
Hansford g-peak Sensoren

### Sinusfilter



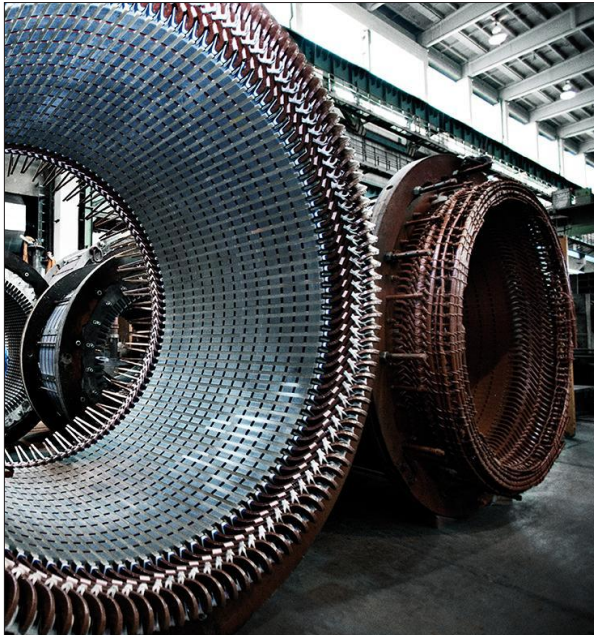
- Überwachung der Kondensatoren am Sinusfilter → ALTERUNG

### Kavitation



- Schädigung von
  - Laufrad
  - Rohrleitung
  - Ventilen





## Überwachung der Motorwicklung



- Durch die Analyse der Motorstromsignatur kann der Antrieb Schäden an der Motorwicklung frühzeitig erkennen.
- Diese Funktion benötigt keine weiteren externen Sensoren
- Die Funktion löst eine Warnung aus, wenn an der Statorwicklung der Beginn eines Isolationsfehler zu erkennen ist.

**SENSORLOS**

Unseen Threats: Why Cybersecurity in Automation Matters to You

Classified as Business

34



## Lasthüllkurve



- Die Funktion lernt die Lastkurve der Anwendung und erkennt, wenn die Last über oder unter der Basislinie liegt
- Die Funktion ist nützlich für die Fehlererkennung in verschiedenen Anwendungen mit passiver Last:
  - Pumpen: Verschmutzung, Besandung, gebrochene Laufräder oder Verschleiß von Pumpen
  - Belüftungs-/Kühlsysteme: Verstopfte Filter und Leckagen
  - Reibung und Belastungsänderung in Maschinen
- Wichtig: Es wird eine Abweichung im System festgestellt. Die Ursachenanalyse muss vom Benutzer durchgeführt werden

**SENSORLOS**

Unseen Threats: Why Cybersecurity in Automation Matters to You

Classified as Business

35



## Vibrationsüberwachung



- externer vibrationssensor (4...20 mA).
- Schwellenwert gemäß ISO10816.
- Die Funktion kann genutzt werden um:
  - Unwucht und Exzentrizität
  - Alterung von Lagern frühzeitig zu erkennen
  - Lose Verbindungen
  - Ausrichtungsfehler
  - Mechanische Resonanz
- Der Antrieb korreliert die Vibrationen mit der Motordrehzahl.
- Ständige Überwachung in allen Lastphasen gegenüber gelegentlichen Servicekontrollen.

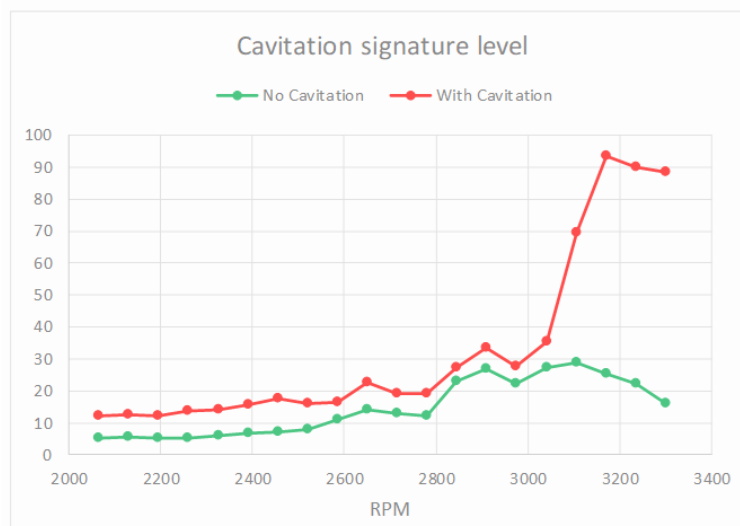
Unseen Threats: Why Cybersecurity in Automation Matters to You

Classified as Business

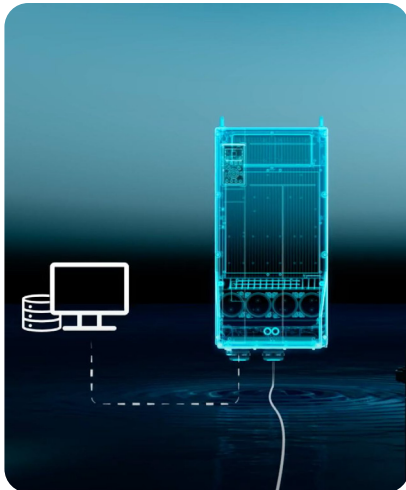
36

## Maximale Verfügbarkeit - Condition Based Monitoring

### Kavitationserkennung



## Maximale Verfügbarkeit - Condition Based Monitoring



Unabhängig



Kostengünstig



Sicheres Daten-  
management

### Vorteile

- Kontinuierliche Überwachung
- Vermeidung von Ausfällen
- Einfache Integration
- Keine zusätzliche Hardware
- Planbare Wartung
- Energiekostenreduktion
- Geeignet für fast alle Anwendungen
- Einstellwerte werden in Parametern abgespeichert




**Freitag, 17. April 2026**

Johann Herunter | Daniel Buchwald | ELREHA AUSTRIA

Innovative Lösungen für Gaswarnsysteme und Personalarms am Beispiel von CO<sub>2</sub>- Systemen.

## Innovative Lösungen für Gaswarnsysteme

In der Anwendung mit CO<sub>2</sub>



ELREHA Austria | Gamser Straße 21 A-8523 Frauental a.d.L. | +43 (0) 664- 130 23 03 | www.elreha.at




### co<sub>2</sub> Paradoxon

#### Investition

- Höhere Kosten
- F-Gase-VO konform
- Umweltfreundlich
- Effizient



#### Risiko

- Höhere Drücke
- Leckage-Risiko
- Komplexität
- Folgekosten
- Sicherheit





# NOTWENDIGKEIT zur Detektion von Leckagen



**Sicherheit:**  
Erhaltung der Produktsicherheit und Stärkung des Kundenvertrauens durch kontinuierliche Überwachung.



**Wirkungsgrad:**  
Minimierung von Produktverlusten und Optimierung der Betriebs- und Wartungskosten durch Prozessautomatisierung.



**Nachhaltigkeit:**  
Gezielte Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks und aktive Dekarbonisierung.



Mensch



Maschine



Produkt



Effizienz



Innovation



Abfall



Umwelt

## Personenschutz



### Gaswarnanlagen in Kälteanlagen

DIN EN 378 – Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen, Schutz von Personen

- Alarmsysteme müssen hörbar und sichtbar warnen (**15 dBA über Grundgeräuschpegel + Blinklicht**)
- Im **Maschinenraum** Alarmmeldung innerhalb und außerhalb + Notlüftung
- Bei **Aufenthaltsbereichen A** „Allgemeiner Zugangsbereich“ – Warnung auch an einem überwachten Ort (Leitstelle o.ä.)

#### MAK 5.000

MAK- Wert für eine Exposition von 8 St./Tag

#### Geschlossene Räume

Insbesondere Maschinenräume sind sehr riskant.




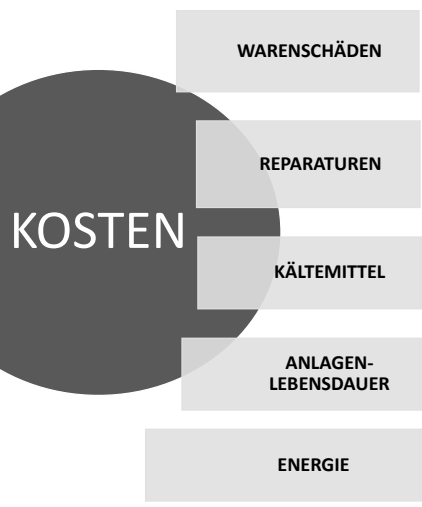
#### Sauerstoffverdrängung

Bei Vol. 8% CO<sub>2</sub>: Bewusstlosigkeit tritt ein. Tod innerhalb 30-60 Minuten.

#### Akute Vergiftung

Ab Vol. 10% CO<sub>2</sub>: es besteht Lebensgefahr.









**KOSTEN**

**Notwendigkeit Leckage Erkennung**



Wussten Sie, dass ...?

- Eine Schwankung der Lagertemperatur um 0,75 K die Produktverluste und den Ausschuss um 11 % erhöht?
- Für jedes Grad unter der optimalen Lagertemperatur steigt der Stromverbrauch um 3%.
- Neunzehn (19%) Prozent (1.052 Mio t) der weltweit produzierten Lebensmittel werden weggeworfen.
- Bei 20% Kältemittelmangel erhöht sich der Energieverbrauch um ca. 15%.

**Kostenentwicklung durch Leckagen**

Quelle: The Hidden Costs of Commercial Refrigeration Outages — Axiom Cloud



## Lösungsansatz - Leckage Früherkennung mit System



### Sensorik

NDIR - CO<sub>2</sub>- Detektoren



### Datenübertragung

NarrowBand - IoT



### Cloud-Auswertung

Kennzahlen



### Alarmsystem

Frühzeitige und verlässliche  
Benachrichtigung

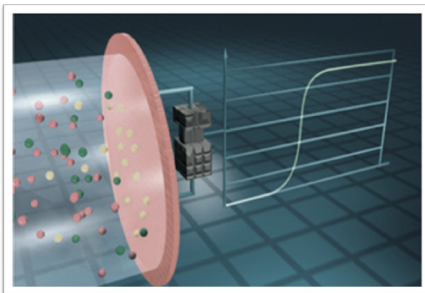


### Systemoffenheit

API- ENDPOINTS & WEBHOOKS

## Sensorik

### SC, Halbleitertechnologie



#### Messprinzip:

- Änderung des elektrischen Widerstands eines Halbleitermaterials (z. B. Zinnoxid, SnO<sub>2</sub>), wenn es mit bestimmten Gasen reagiert.

#### Funktionsweise:

- Sensor wird auf ca. 200–400 °C erhitzt.
- Gasmoleküle reagieren mit Sauerstoffionen auf der Sensoroberfläche.
- Diese Reaktion verändert die Leitfähigkeit des Materials.
- Der Widerstandswert wird gemessen und in eine Gaskonzentration umgerechnet.

**Typische Gase:** CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, Alkohol, VOCs (flüchtige organische Verbindungen)

#### Vorteile:

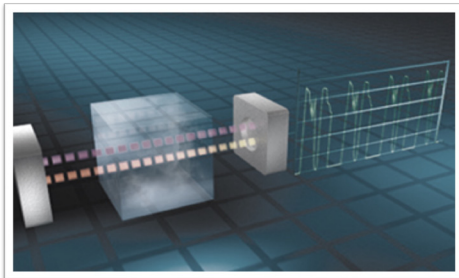
- Günstig, Kompakt, Schnelle Reaktion

#### Nachteile:

- Weniger selektiv (reagiert auf mehrere Gase wie Hefe, Ethylen, Alkohole, Reinigungsmittel usw.)
- Driftet mit der Zeit (Alterung)
- Empfindlich gegenüber Feuchtigkeit und Temperatur

## Sensorik

### Nicht-dispersive Infrarot-Technologie (NDIR)



#### Physik / Optik:

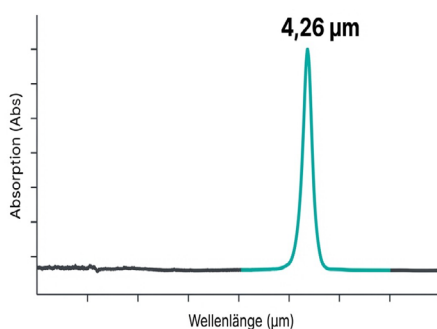
- **Dispersive Medien** sind Materialien, in denen sich Licht unterschiedlicher Wellenlängen (Farben) mit unterschiedlicher Geschwindigkeit ausbreitet.
- Beispiel: Ein Prisma zeigt disperse Eigenschaften, weil es weißes Licht in seine Spektralfarben aufspaltet.

#### Funktionsweise

- **Infrarotlichtquelle** sendet Licht durch eine Gaskammer.
- Das zu messende Gas absorbiert bestimmte Wellenlängen des Infrarotlichts.
- Ein **Detektor** misst, wie viel Licht dieser Wellenlänge ankommt.
- Aus der Differenz zur ursprünglichen Intensität wird die Gaskonzentration berechnet

## Sensorik

### Nicht-dispersive Infrarot-Technologie (NDIR)



#### •Vorteile:

- **hohe Selektivität.**  
(z. B. nur CO<sub>2</sub> wird bei 4,26 µm absorbiert)  
Es ist relativ einfach, das Kältemittelgas zu untersuchen und festzustellen, bei welcher Wellenlänge seine molekularen Bindungen am stärksten absorbieren (der so genannte **Gasfingerabdruck**). Durch die Verwendung von Filtern, die die Infrarotsignale des Senders auf diese Wellenlänge fokussieren, werden Fehlalarme durch andere Substanzen stark reduziert.
- **Präzision + Genauigkeit**  
Möglichkeit der Kalibrierung und Nullstellung.
- **Genauigkeit**  
Nachweisgrenzen unter 20 ppm
- **Langzeitstabilität**  
(Lebensdauer > 7-10 Jahre)

#### •Nachteile

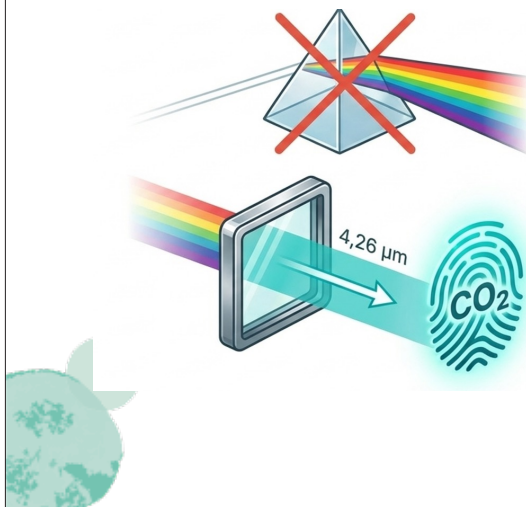
- Preis
- Energieverbrauch
- Messfehler durch lichtbeeinflussende Einflüsse



## Sensorik



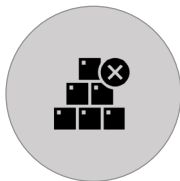
### Nicht-dispersive Infrarot-Technologie (NDIR)



#### Warum „nicht-dispersiv“?

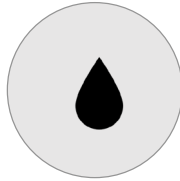
- In klassischen Spektrometern wird Licht **dispersiv** aufgespalten (z. B. durch ein Prisma), um einzelne Wellenlängen zu analysieren.
- NDIR-Sensoren hingegen nutzen **optische Filter**, um gezielt nur die relevante Wellenlänge durchzulassen – das ist einfacher, robuster und günstiger.

## Fehlalarme



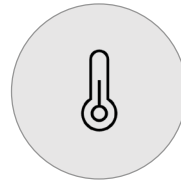
#### FREMDGASE

- NDIR
- HOHE SELEKTIVITÄT
- WARENSICHERHEIT



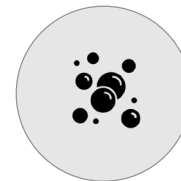
#### Feuchtigkeit

- Anti-Kondensationssystem
- EFFIZIENZ



#### TEMPERATUR

- - 40 °C bis + 50 °C
- ZUVERLÄSSIGKEIT



#### PARTIKEL

- IP 68
- HOHE LEBENSDAUER

Erst durch das Vermeiden von Fehlalarmen ist eine verlässliche Detektion bei geringen Konzentrationen ermöglicht.





## AKOGAS NDIR CO<sub>2</sub>- Leckage- Früherkennung



Modell AKO-575744N, CO<sub>2</sub>-Detektor mit integrierter NB-IoT-Funkkommunikation

### Thermische Grenzen:

Einsetzbar von -40°C  
 bis +50°C

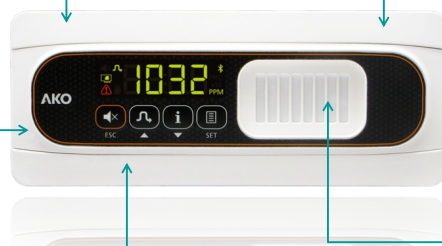


### Früherkennung + Vermeidung von Fehlalarmen:

Patentiertes Anti-  
 Kondensationssystem

### Robustheit: IP68

Für Nassreinigung in  
 Supermärkten und  
 Industrie



### Effizienz:

Detektionsradius bis 15 Meter

### Drahtlos:

Integriertes Narrow Band IoT Modul



## AKOGAS NDIR CO<sub>2</sub>- Leckage- Früherkennung



Modell AKO-575744N, CO<sub>2</sub>-Detektor + AKOALARM

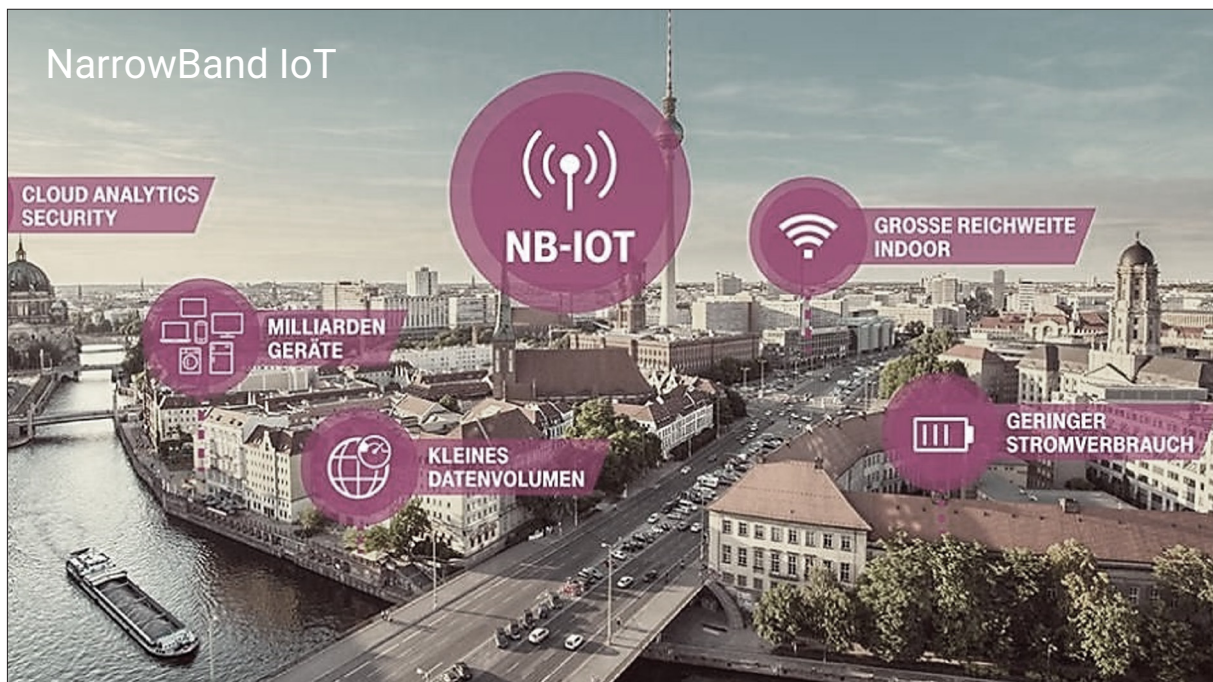
Das AKO Alarmsystem für eingeschlossene Personen in Kühlräumen ist eine umfassende, **robuste** und **einfach** zu bedienende Lösung, die sich auf dem Markt durchgesetzt hat.




- EN-378-1 konform
- **Batteriebetriebene Variante (backup) mit Betriebsdauer von mind 10h**
  - Integrierte Relais für Alarmweiterleitung
    - Robuste Schutzart, IP68
    - Arbeitstemperatur -50°C
- Kombinationsmöglichkeit mit Gassensoren AKOGAS



## NarrowBand IoT





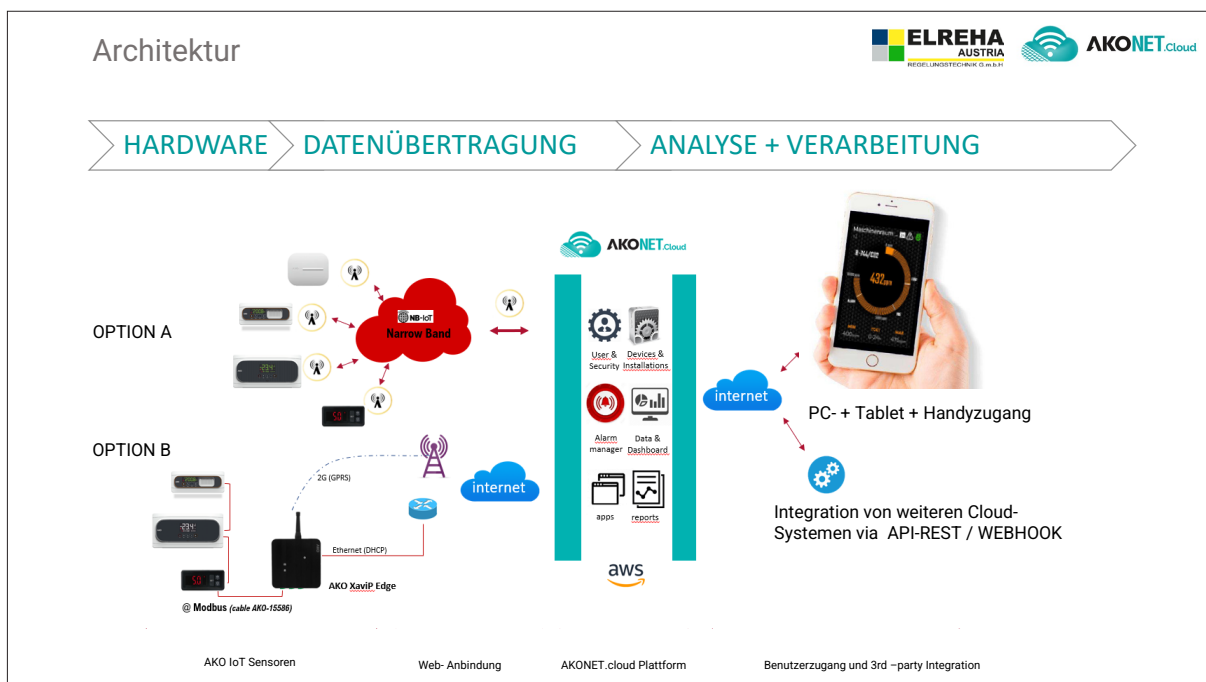
5G	4G LTE	LTE-M	NB-IoT
Smartes Str...			Smart City
Platoo...			Intente Zähler
Intellig...			Button
M...			Hz
C...			ten
			o o o o
			o o o o
			o o o o
			o o o o

NarrowBand IoT (NB-IoT) ist eine kostengünstige Lösung für das Internet der Dinge in Österreich. Die Technologie bietet eine niedrige Bandbreite, die für viele IoT-Anwendungen im öffentlichen Bereich und im Verbrauchersektor geeignet ist. Sie überzeugt durch zuverlässige und optimale Abdeckung, was sie zu einer der wirtschaftlichsten Technologien für das Internet der Dinge macht.  
[www.magenta.at](http://www.magenta.at) +5

NarrowBand IoT wird in verschiedenen Branchen eingesetzt, darunter Smart Metering, Smart City, Industrie & Logistik, und Smart Homes. Die Technologie ermöglicht die drahtlose Kommunikation von Geräten, die lediglich kleine Datenmengen übertragen, und ist besonders nützlich für Geräte, die in schwer erreichbaren oder abgelegenen Umgebungen installiert werden.  
[m2m-allnet.com](http://m2m-allnet.com) +3

Die Integration von NarrowBand IoT in bestehende Mobilfunknetze ist einfach und kann ohne Updates bei der Hardware erfolgen. Unternehmen können mit ihren Mobilfunkanbietern kooperieren, um Lösungen zu finden, die die Vorteile von NB-IoT nutzen.  
[itwelt.at](http://itwelt.at) +4

NarrowBand IoT ist ein global akzeptierter Standard, der weltweit in verschiedenen IoT-Lösungen verwendet wird. In Europa wird meist das 800 MHz- oder 900 MHz-Band genutzt, was eine größere Reichweite und bessere Gebäudedurchdringung ermöglicht.  
[A1 Digital](http://A1 Digital)



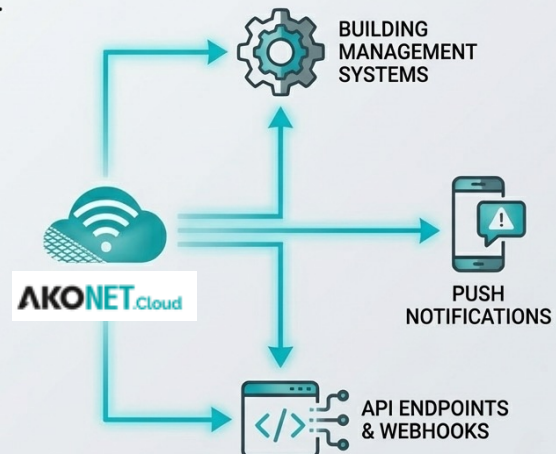
## Architektur



### SYSTEMOFFENHEIT für intelligente Anlagen

Monitoring endet nicht in unserer Cloud.

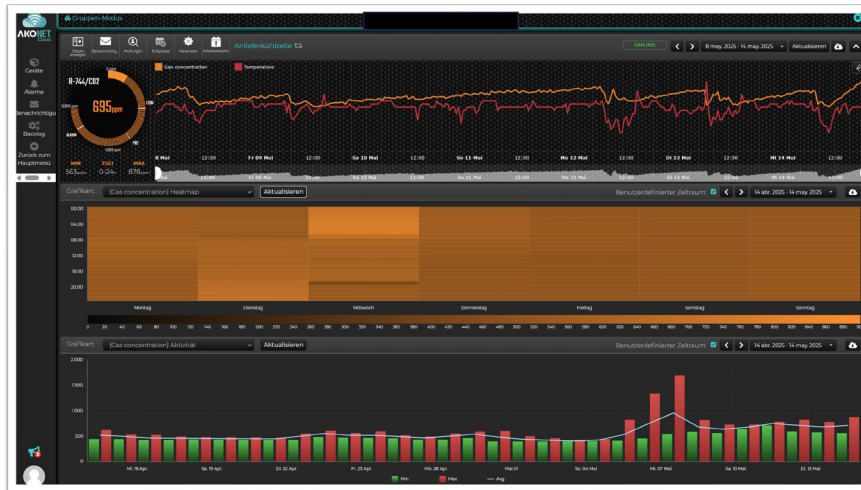
- Langzeitanalyse: Erkennung von schleichenden Mustern, bevor Grenzwerte erreicht werden.
- Alarmmanagement in Echtzeit: Sofortige Push-Benachrichtigungen an die zuständigen Techniker.
- Nahtlose Integration: Vollständige Anbindung an bestehende Drittanbieter-Cloud-Systeme oder Gebäudeleittechnik via API-REST und WEBHOOKS.



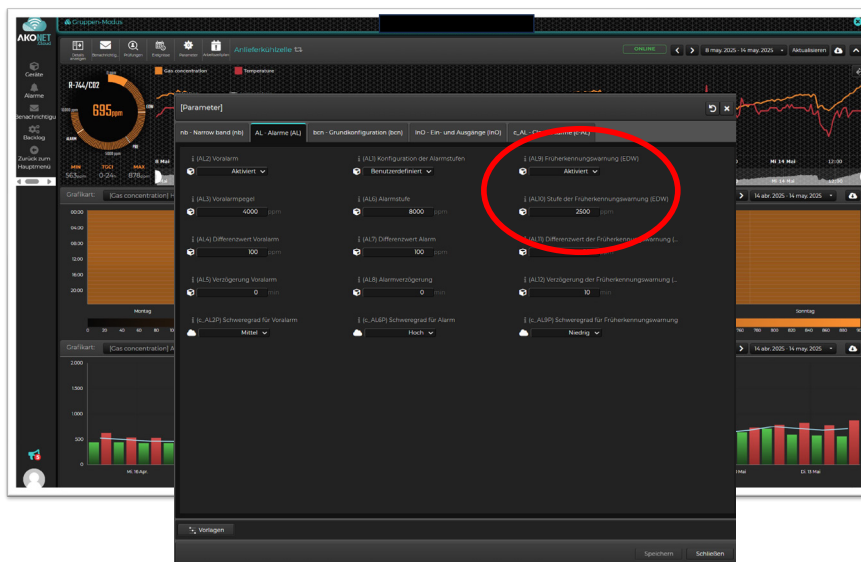
## Auswertung und Analyse



## Auswertung und Analyse



## Auswertung und Analyse



## Praxisbeispiel



www.ako.com

## Auswertung und Analyse



### Vier Fragen, die im Notfall zählen






Die AKONET.Cloud beantwortet bei einer Abweichung sofort die kritischsten Fragen:

1. **Wann trat die Leckage auf?**  
 (Historischer Verlauf und exakter Startpunkt)
2. **Wo genau befindet sich die Leckage?**  
 (Zonen-Mapping)
3. **Wie groß ist die Leckrate?**  
 (Echtzeit-PPM-Werte)
4. **Wie hoch sind die Auswirkungen auf die Umwelt?**  
 (Direkter CO<sub>2</sub> eq Indikator)







## Zusammenfassung

-  **Sensorik**  
NDIR - CO<sub>2</sub>- Detektoren
-  **Datenübertragung**  
NarrowBand - IoT
-  **Cloud-Auswertung**  
Kennzahlen
-  **Alarmsystem**  
Frühzeitige und verlässliche  
Benachrichtigung
-  **Systemoffenheit**  
API- ENDPOINTS & WEBHOOKS

### AKO WELTWEIT

Unser Leitbild: 

AKO entwickelt und vermarktet innovative Lösungen für eine nachhaltige, effiziente und sichere Kältetechnik, die den Schutz unseres Planeten und der Menschen, die auf ihm leben, fördert.

<b>100</b> Mitarbeitende	<b>8.000 m<sup>2</sup></b> Fabrik in Spanien	<b>+70</b> Präsenz in Ländern	<b>+300</b> Globale Kunden
<b>40%</b> Angestellte Ingenieure		<b>12%</b> Re-Investition in R&D	<b>+40</b> Jahre Erfahrung

Mehr als 3.000 Anwender  
vertrauen auf unsere Lösungen



LEBENSMITTELHANDEL

LOGISTIK

PHARMA / MEDIZIN






www.ako.com



**ELREHA**  
**AUSTRIA**  
REGELUNGSTECHNIK G.m.b.H

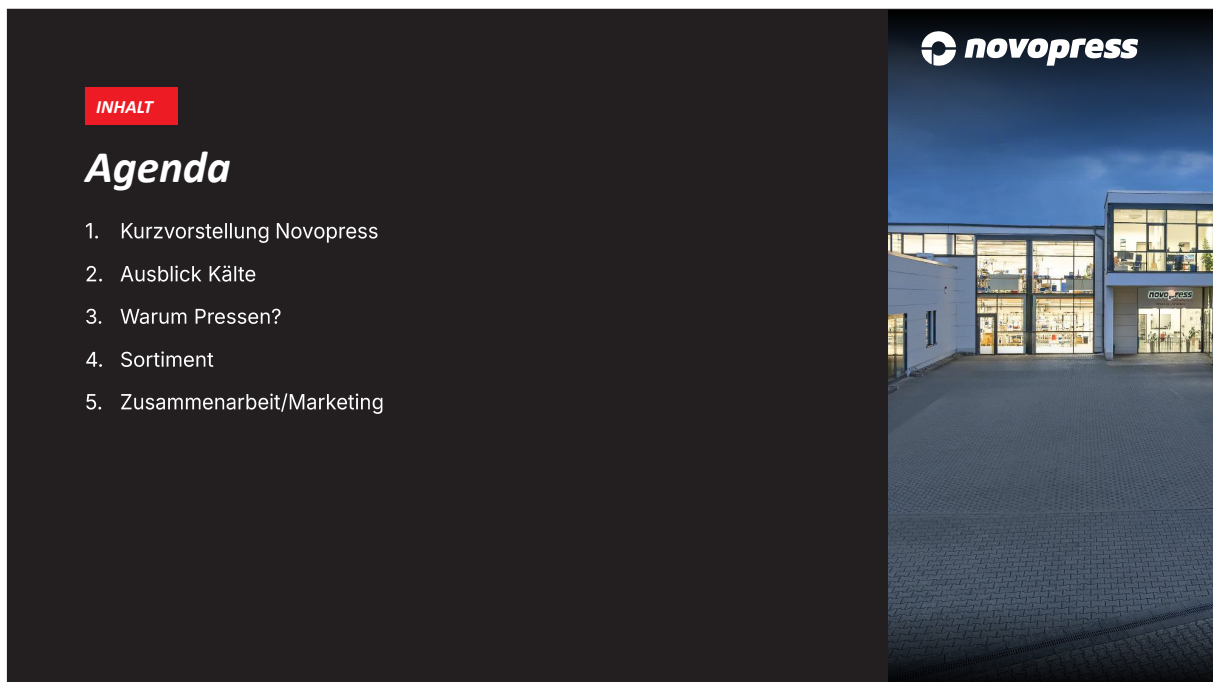
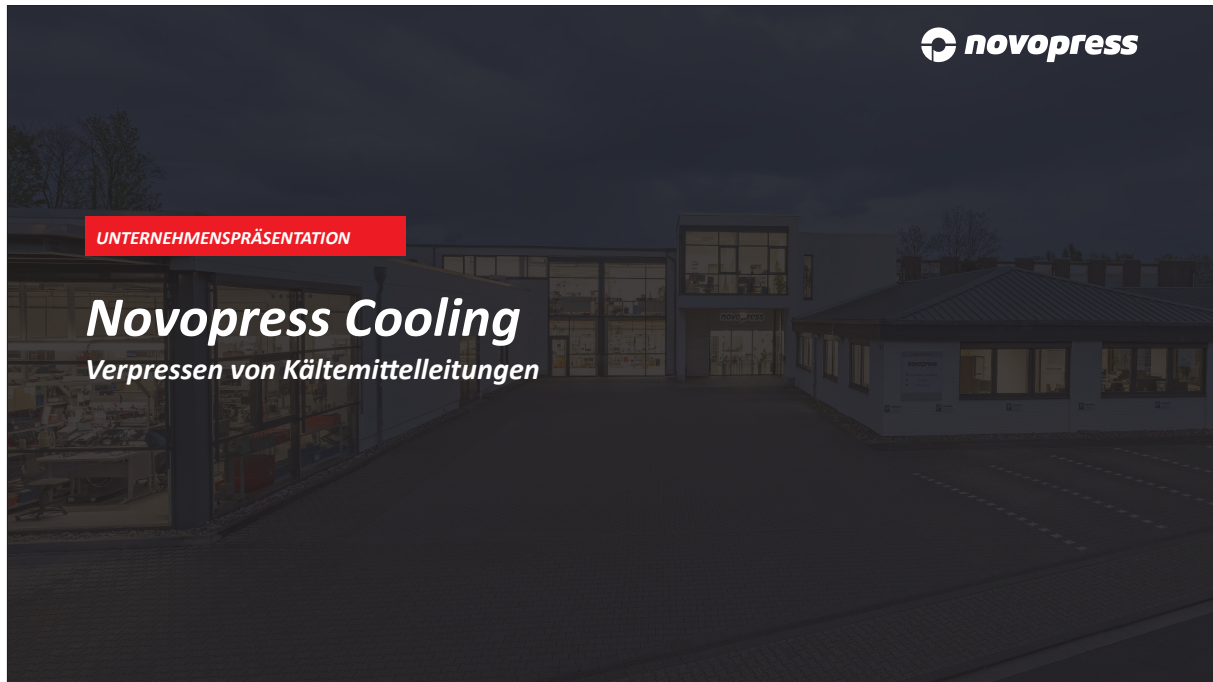
**Vielen Dank für Ihr  
Interesse!**

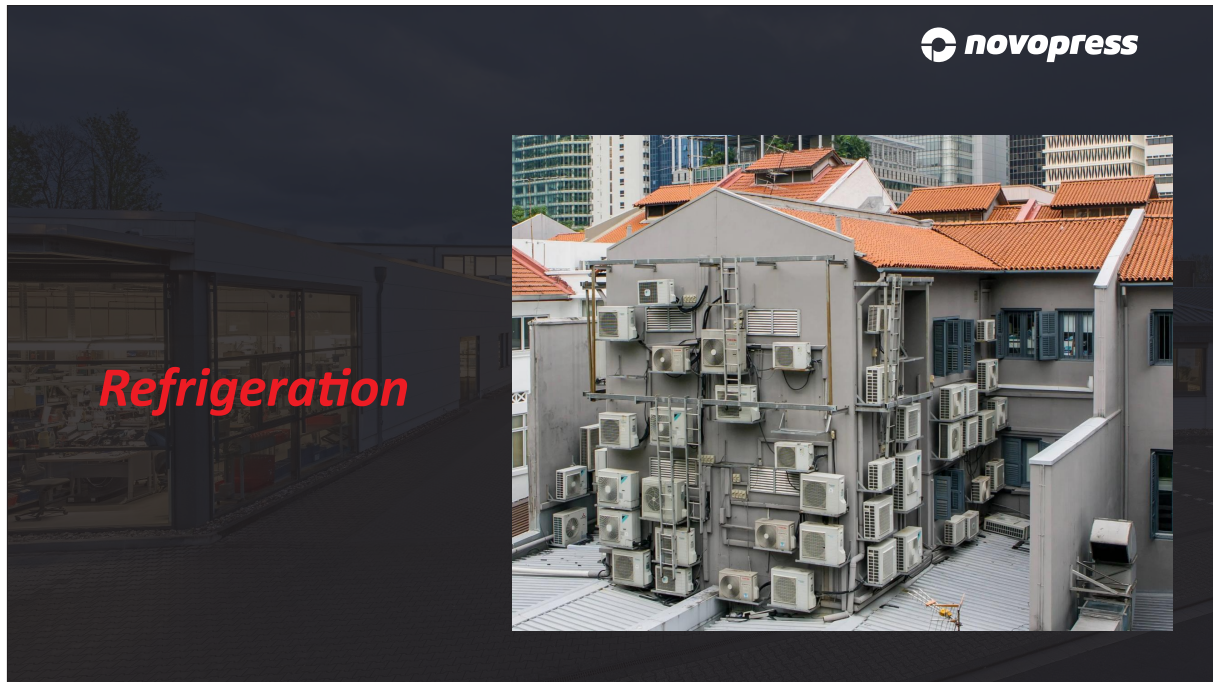
Johann Herunter / Daniel Buchwald / [Johann.herunter@elreha.at](mailto:Johann.herunter@elreha.at) / [sales@elreha.at](mailto:sales@elreha.at) /  
T: +43-664-130 23 03  
Elreha Austria Regelungstechnik GmbH, Gamsersstraße 21, A- 8523 Frauental

**Freitag, 17. April 2026**

**Volker Rühle | Novopress**







Verpressen von Rohrverbindungen in der Kältetechnik, Vorteile, Nachteile und Erfahrungen.



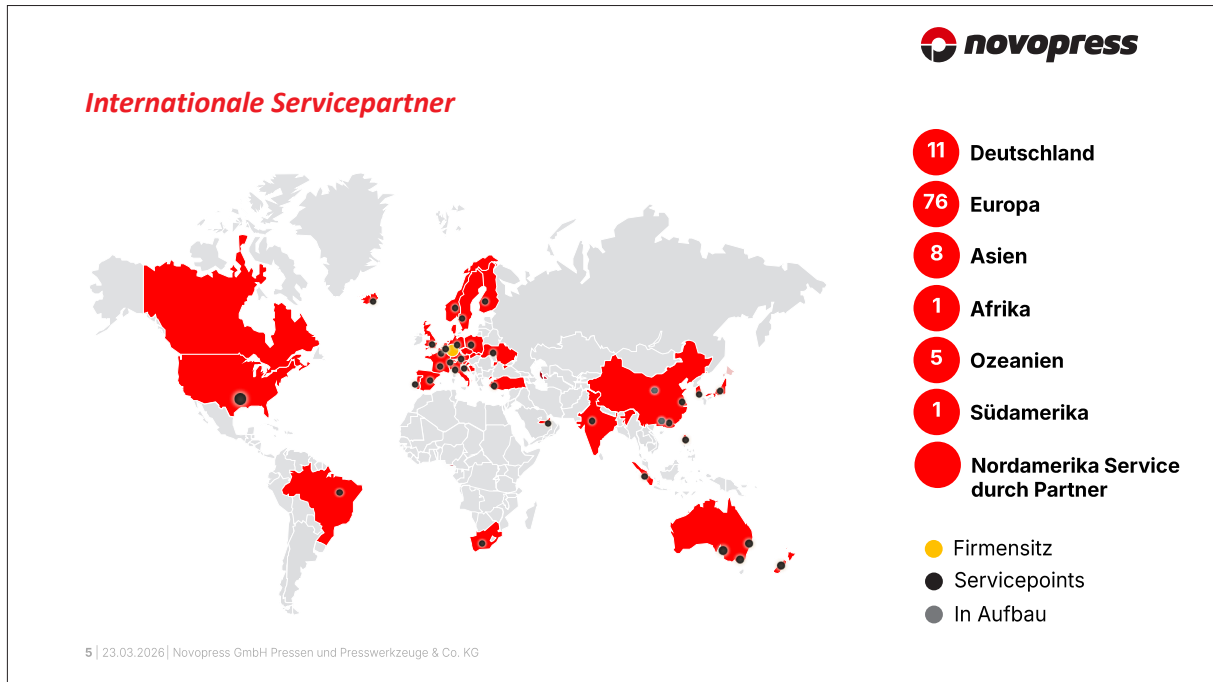


**novopress**

**Fakten**

		
<b>1969</b> Gründung	<b>300</b> Mitarbeitende	<b>&gt; 55 Jahre</b> Erfahrung
		
<b>Pioneer</b> 1. Pressgerät weltweit	<b>&gt; 100.000</b> Pressgeräte pro Jahr	<b>Made in Germany</b> In Neuss

4 | 23.03.2026 | Novopress GmbH Pressen und Presswerkzeuge & Co. KG





**Die Nachfrage nach Service und  
Wartung steigt**

Bereits jetzt sind in Deutschland über **1,7 Millionen Wärmepumpen** und ca. **1,6 Millionen Klimaanlage**n installiert. Diese müssen bei Reparaturen aufwendig wieder zusammen gelötet werden.

**Sicherheitsvorteil  
Presstechnologie  
komplett flammfrei  
& zugleich dicht**

7 | 23.03.2026 | Novopress GmbH Pressen und Presswerkzeuge & Co. KG



**Steigende Nachfrage bei Presstechnik**

**Anfertigung einer externen Fallstudie „Pressen in der Kältetechnik“**  
Befragung von **99** Kälteanlagenbauern, **3** SHK-Installateuren, **5** Kälte-Großhändlern

Auszug Befragung Kundengruppe „Kälteanlagenbauer“

Prozent	Thema	Frage
47%	Zeitersparnis	Wo sehen Sie <b>Vorteile</b> ?
27%	Brandschutz/ Sicherheit	
14%	Kosten- ersparnis	
71%	antworten mit Ja	Sehen Sie einen <b>Zeitvorteil</b> beim Einsatz bei der Installation und Service?
57%	antworten mit Ja	Sehen Sie einen Vorteil bei der <b>Flexibilität</b> bezüglich Mitarbeiterinsatz (Pressen ist einfacher als Löten)?

8 | 23.03.2026 | Novopress GmbH Pressen und Presswerkzeuge & Co. KG



**Für die Presstechnologie sind zahlreiche Kältemittel zugelassen (außer aktuell CO<sub>2</sub> und Ammoniak)**

Presstechnologie ist für

**100 %**

aller Monoblöcke geeignet

Presstechnologie ist für

**95 %**

aller Splitanlagen geeignet

Nach Gas und Wasser sind auch die verschiedenen Kältemittel einfacher für das Handwerk zu installieren und zu beherrschen. Auch Verpressungen in den jeweiligen Geräten sind möglich.



9 | 23.03.2026 | Novopress GmbH Pressen und Presswerkzeuge & Co. KG



**Gesetzliche Vorgaben und Weiterentwicklung**

**Klassifizierung nach ASHRAE-Norm 34**

A1/B1

A2/B2L

A2/B2

A3/B3

Unbrennbar	Schwer entzündlich	Entzündlich	Hoch entzündlich
R-407C R-437A	R-32	R-447B**	R-290
R-410A R-438A	R-454B	Ethylenglykol	R-444A
R-404A R-447A	R-454C		R-600A
R-449A R-448A	R-1234yf		
R-407A R-450A	R-1234ze		
R-407F R-456A	R-452B		
R-407H R-457A	R-452C		
R-134a R-459A	R-421A		
R-452A R-507A	R-422B		
R-125 R-513A	R-434A		
R-417A R-513B	R-453A		
R-422D R-515B	R-454A		
R-424A R-718	R-455A		
R-427A HYCOOL 20			

**Entwicklung neues Presssystem: ACR-Kältefitting**

für alle nicht entzündlichen und entzündlichen Kältemittel (außer CO<sub>2</sub> und Ammoniak)

10 | 23.03.2026 | Novopress GmbH Pressen und Presswerkzeuge & Co. KG



**Was kann beim Verlegen von Kältemittelleitung schief gehen?**



**Verlegen**  
darf jeder:  
Äußerste Sorgfalt!

**Anschließen  
und Prüfen ...**  
darf nur der  
Kältefachmann oder  
Werkskundendienst!

- innen kein Staub, keine Feuchtigkeit (Umknicken)
- diffusionsdichte Isolierung nicht beschädigen
- nur mit Hilfsmittel biegen
- Hartlöten (mit Stickstoff geflutet)
- Wärmedämmung nach Erfordernis erhöhen
- an den Enden >0,5 m überstehen lassen

11 | 23.03.2026 | Novopress GmbH Pressen und Presswerkzeuge & Co. KG



**Was kann beim Verlegen von Kältemittelleitungen schief gehen?**






Fehler, die beim nicht-sachgerechten Rohr verlegen passieren können.

Lieber als Bogen pressen, als von Hand Rohr biegen.

12 | 23.03.2026 | Novopress GmbH Pressen und Presswerkzeuge & Co. KG



*Warum ist Pressen schneller als Lötten?*



**LÖTEN VS. PRESSEN**



13 | 23.03.2026 | Novopress GmbH Pressen und Presswerkzeuge & Co. KG



*Warum ist Pressen schneller als Lötten?*

**Pressen**

- 1 Pressverbindung dauert **ca. 1 Minute**
- Man schafft pro Stunde also **60 Pressverbindungen**
- **Kein Aufwand** für Anträge, Brandwache und Nachkontrolle
- Schulung von Personal ist **weniger komplex**




**Lötten**


- 1 Lötverbindung dauert in Summe **ca. 8 Minuten**
- Man schafft pro Stunde also **7,5 Lötverbindungen**
- Es bedarf **aufwendiger Antragstellung**
- **Für Lötten muss das Personal:**
  - Lehrgang machen (inkl. Prüfung)
  - Anfangs beaufsichtigt werden
  - Regelmäßig Auffrischkurse und Fortbildungen besuchen




14 | 23.03.2026 | Novopress GmbH Pressen und Presswerkzeuge & Co. KG




**Warum ist Pressen sicherer als Löten?**



Hydrostatic Burst Pressure Test





**100 %  
Flammfrei  
& dicht**

15 | 23.03.2026 | Novopress GmbH Pressen und Presswerkzeuge & Co. KG



**Warum ist Pressen sicherer als Löten?**

**Pressen**

- Auch in brandgefährdeter Umgebung ohne Risiko **möglich**
- **Kein** Lötberechtigungsschein notwendig
- **Keine** Nachkontrolle (Brandwache) notwendig
- **Keine** aufwendige Wärme-Isolierung der Pressstelle notwendig
- Elektronisches **Pressprotokoll**
- **Kein** Papierkram



**Löten**

- In brandgefährdeter Umgebung **nicht ohne weiteres möglich**
- Lötberechtigungsschein **notwendig**
- Nachkontrolle (Brandwache) **notwendig**
- Wärme-Isolierung im Umfeld der Lötstelle **erforderlich**
- **Kein Protokoll** der Lötqualität vorhanden
- **Lästiger Papierkram** bei Abnahme



**100 %  
Flammfrei  
& dicht**

16 | 23.03.2026 | Novopress GmbH Pressen und Presswerkzeuge & Co. KG

**Unsere Systempartner**



17 | 23.03.2026 | Novopress GmbH Pressen und Presswerkzeuge & Co. KG



**Novopress Cooling**





18 | 23.03.2026 | Novopress GmbH Pressen und Presswerkzeuge & Co. KG

# 4.


PRODUKTE

## Sortiment Pressgeräte, Pressbacken & Zubehör


19 | 23.03.2026 | Novopress GmbH Pressen und Presswerkzeuge & Co. KG





**Wir präsentieren: Weltneuheit Novopress 32**



**LED-Lichtring –**  
für bessere Lichtverhältnisse  
& sicheres Verpressen

**Dialogfähigkeit –**  
einfacher Informationsaustausch  
per Display & App

**Servicefreiheit –**  
konstante Presskraft  
dank innovativem Presskraftsensor

**Diebstahlschutz –**  
Sperren und Entsperren des Geräts  
per App möglich

22 | 23.03.2026 | Novopress GmbH Pressen und Presswerkzeuge & Co. KG



**Aus Nutzersicht gedacht.  
Für jeden Anwender gemacht.**

- Neues Design für besseres Handling: schlanker, leichter, leiser
- Zweiter Starttaster → erleichtert die Bedienung des Gerätes in schwierigen Einbausituationen
- Unterschiedliche Fahrmodi ermöglichen individuelle Einsatzmöglichkeiten
- Geringere Anfälligkeit für Schmutz und Wasser durch spritzwassergeschütztes Gehäuse
- Direkte Rückmeldung über die Pressung und den Zustand der Pressvorrichtung
- Gerätesicherung über die App → exkl. für NP32
- Presskraftregelung ohne Verschleiß und Verlust der Presskraft





**novopress**

**Komplettes Sortiment**

- Werkzeuge für metallene Rohrverbindungen bis 168,3 mm und Kunststoff Rohrverbindungen bis 110 mm
- Pressgeräte optimiert für die Einsatzbereiche (Leistung, Gewicht, Handling)

Werkzeuge für alle Anwendungen




**novopress**

**Pressgerät ACO103**

**Kleines und handliches Pressgerät ermöglicht den Zugang auch zu den engsten Pressstellen**

- Pressverbindungen bis 35 mm (Metall) bzw. 40 mm (Kunststoff)
- Elektronische Haltebolzen-Verriegelung
- LED-Anzeige zur Anzeige des Batteriestatus, des Gerätestatus und der Fehlererkennung
- Pressstellen-Beleuchtung
- Drehbarer Kopf

Bluetooth

1,6 Kilogramm

H: 320 mm  
B: 98 mm  
T: 72 mm

(Gewicht und Abmessung ohne Pressbacke und Akku)






**Pressbacken, schwenkbare Pressringe und Schlingen**

**Allround-Talent für große Abmessungen bis 108 mm**

- In enger Zusammenarbeit mit den Systemanbietern entwickelt
- Stetige Haltbarkeits- und Lebensdauertests
- Sehr hohe Qualitätsstandards für sehr gute Pressergebnisse
- Schlingen ohne Verschluss bis 88.9 mm
- Einfache Handhabung in engsten Einbausituationen dank schwenkbarer Pressringe












26 | 23.03.2026 | Novopress GmbH Pressen und Presswerkzeuge & Co. KG




**Mitgliedschaften**



**DKV**  
Deutscher Kälte- und  
Klimatechnischer Verein



**WÄRMEPUMPE  
AUSTRIA**



**bwp** | Bundesverband  
Wärmepumpe e.V.

27 | 23.03.2026 | Novopress GmbH Pressen und Presswerkzeuge & Co. KG

***Vielen Dank***

***Für Ihre Aufmerksamkeit***

**Novopress GmbH Pressen und Presswerkzeuge & Co. KG**

Scharnhorststraße 1 · 41460 Neuss · Germany

Telefon +49 (0) 2131 288-0

Telefax +49 (0) 2131 288-155

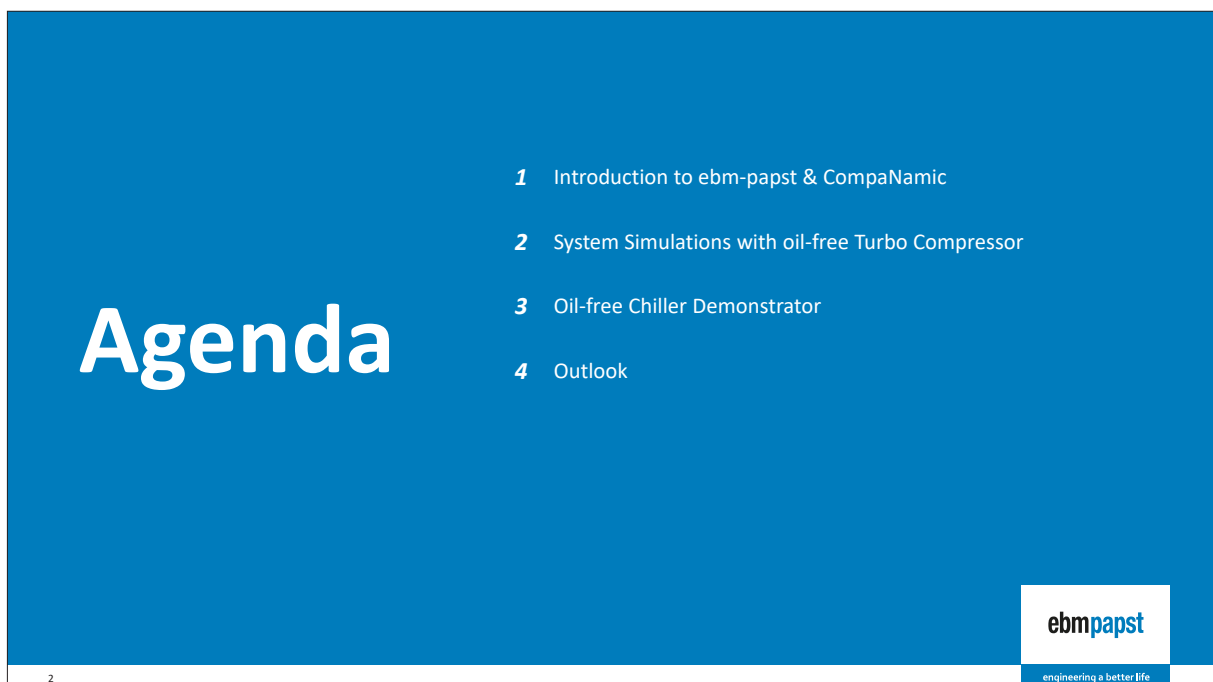
E-Mail [kirchner@novopress.de](mailto:kirchner@novopress.de)

Web [www.novopress.com](http://www.novopress.com)

**Freitag, 17. April 2026**

**Christian Kranz | ebm papst Motoren & Ventilatoren GmbH**

Konzept eines kompakten, ölfreien und gasgelagerten Hochgeschwindigkeits-Turboverdichters für Anwendungen mit dem Kältemittel R290.



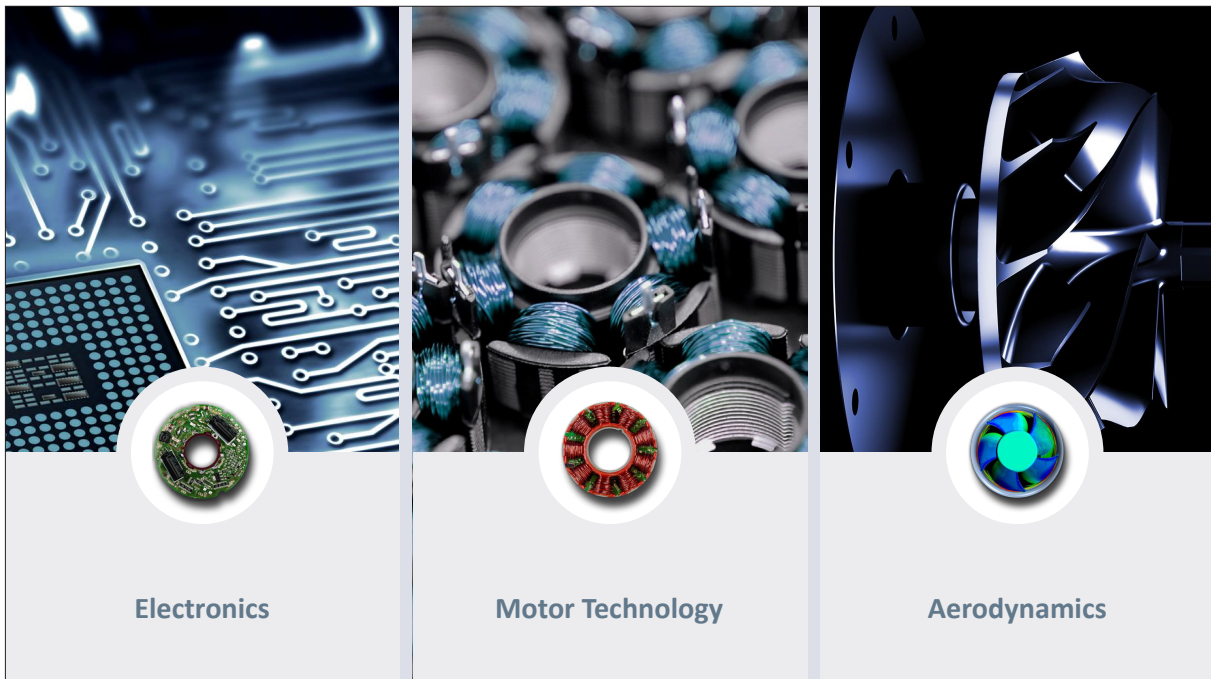
# 1

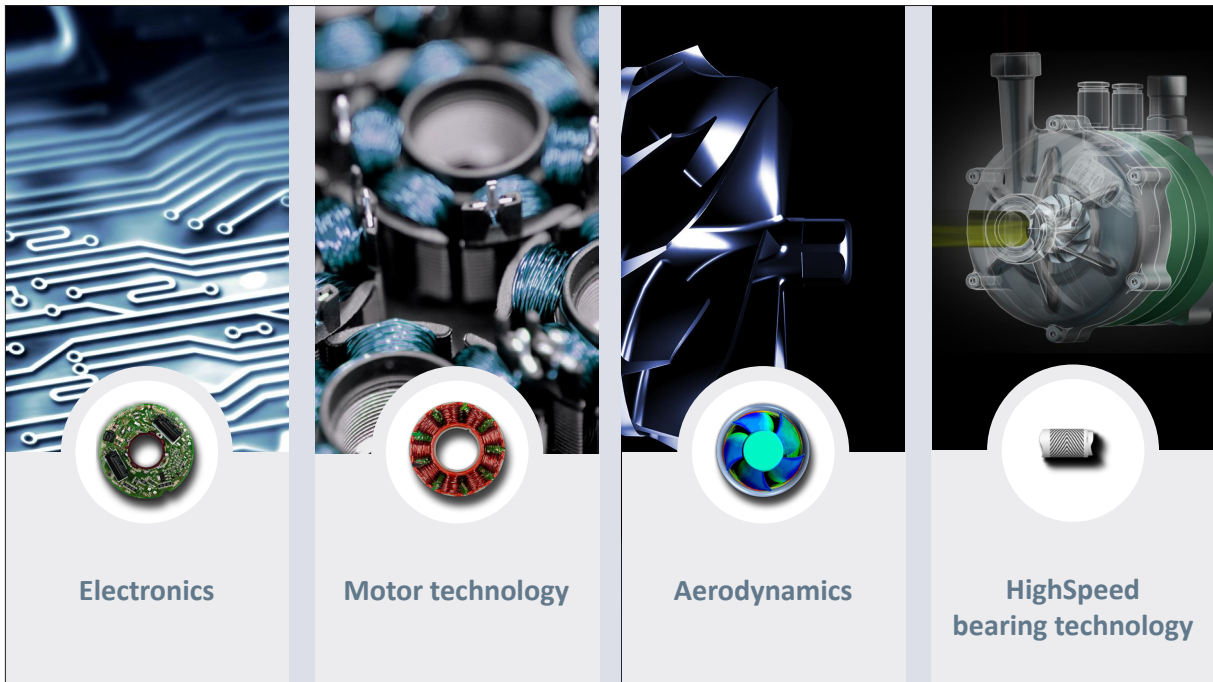
## *Introduction to ebm-papst & CompaNamic*

**ebmpapst**

engineering a better life

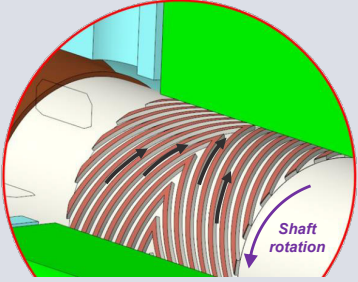
3





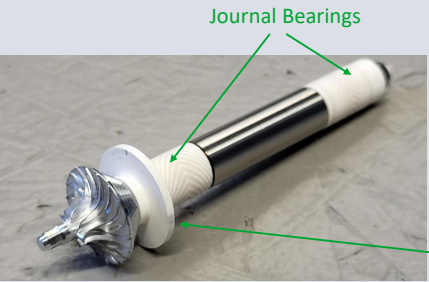
*HighSpeed Solutions*

## HighSpeed Bearing Technology



**Hydrodynamic pump-in effect**


Groove depth increased 20x for visualization purpose  
Actual groove depth ~10µm



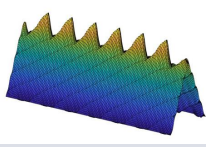
Journal Bearings

Axial Bearing

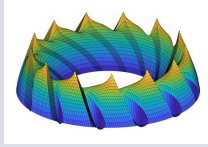
WINNER




German Sustainability Award Products 2026



Radial bearing pressure profile



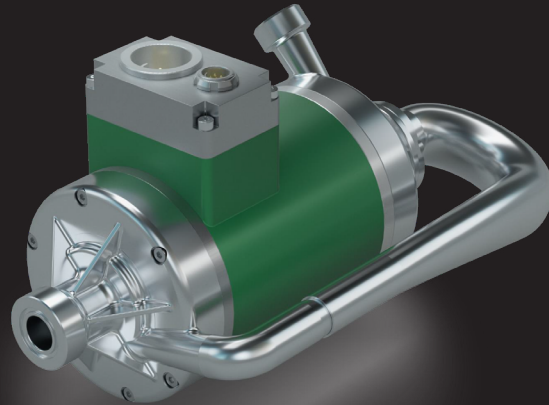
Axial bearing pressure profile



6

HighSpeed Solutions

## Winner of the German Sustainability Award 2026 in category: Product

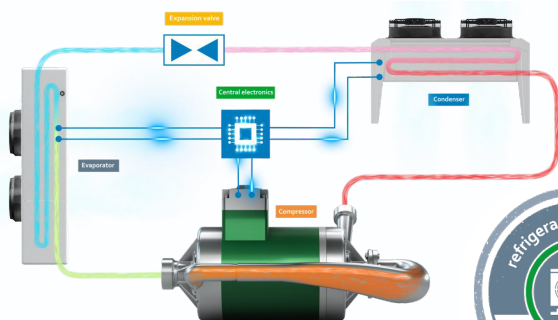


**ebmpapst**

engineering a better life

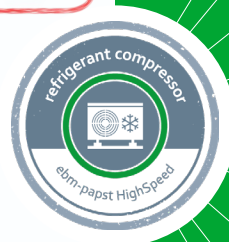
7

HighSpeed Solutions

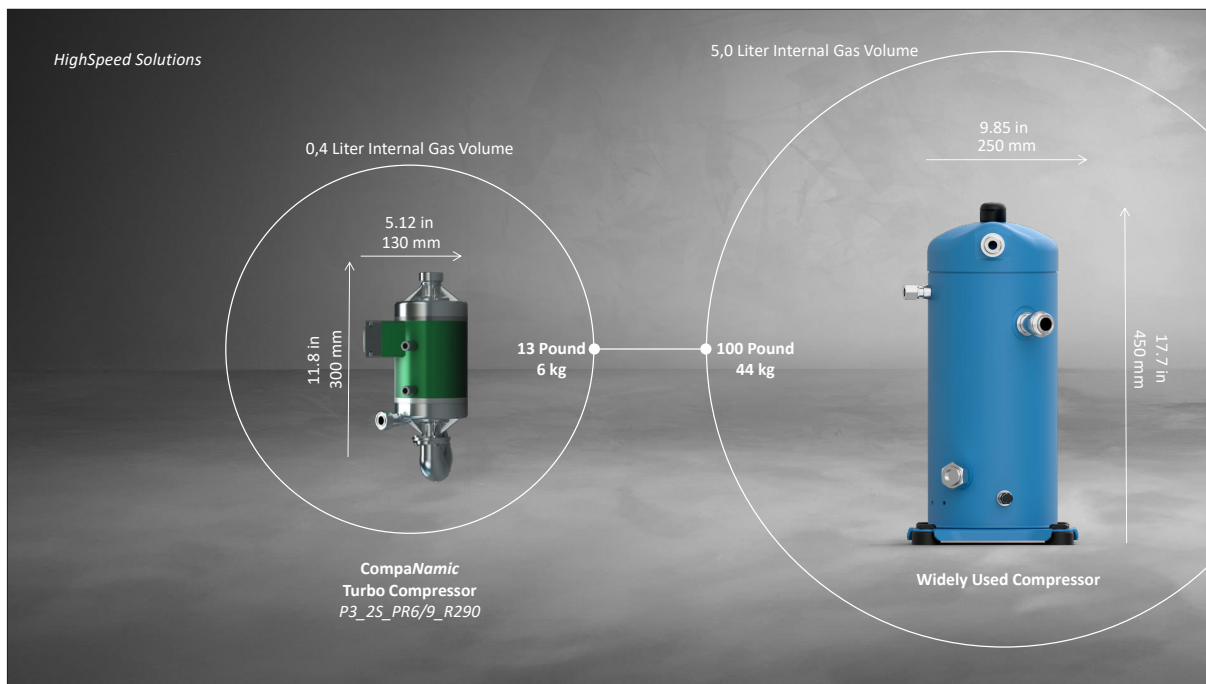
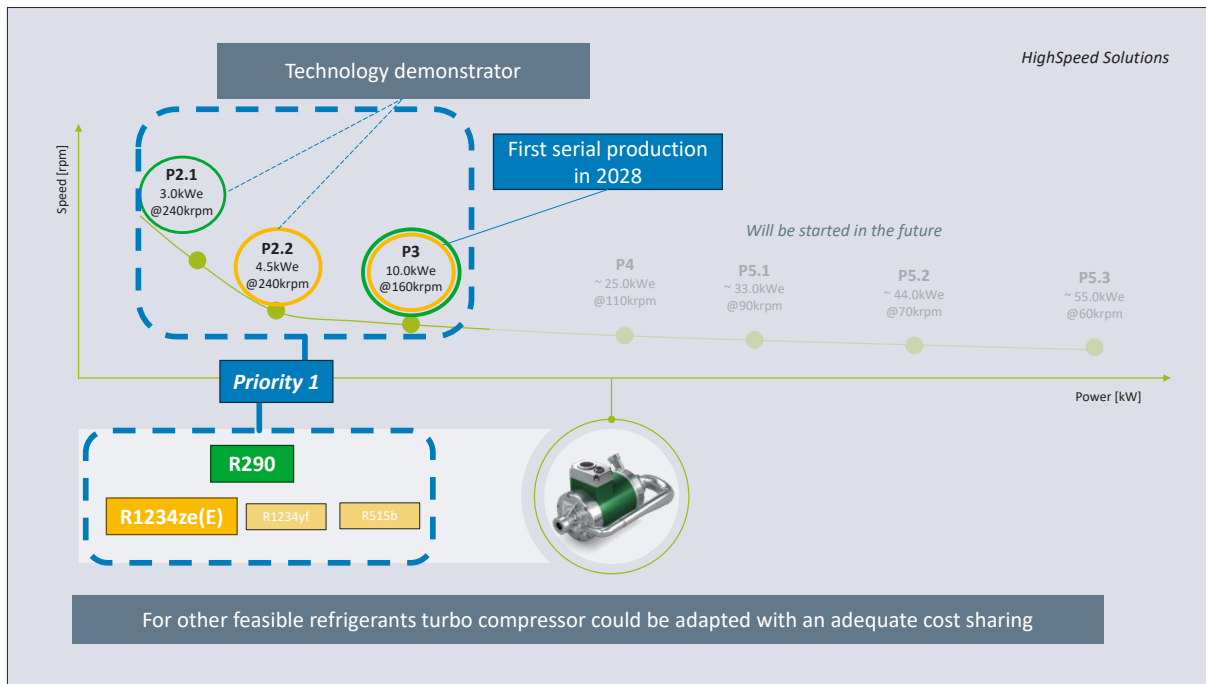


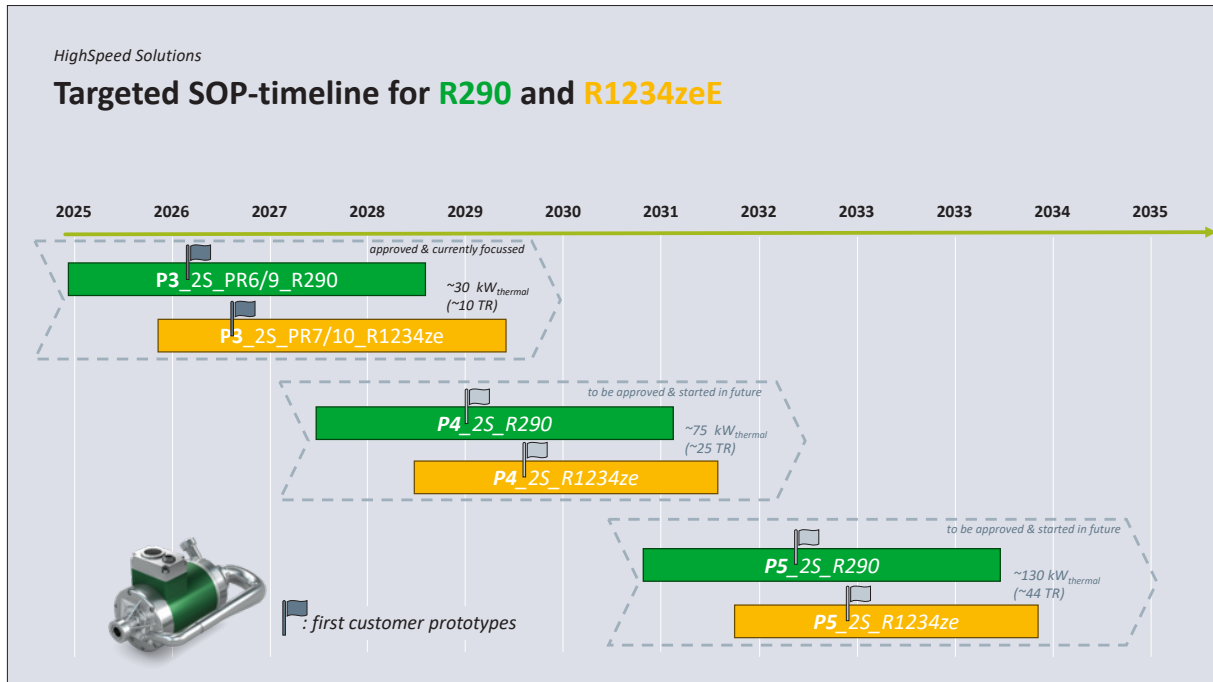
Motivation

### Why oil-free refrigerant cycle with Turbo Compressor?



- Improved heat transfer
- Reduced pressure loss & pinch in HXs
- Improved system performance
- Reduced internal gas volume & charge
- No oil-induced fouling over lifetime
- No oil handling equipment
- Pure refrigerant; no solubility in oil
- Low noise & no vibration
- Flexible mounting position






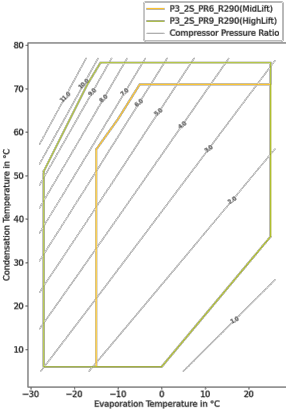
HighSpeed Solutions

### P3\_2S\_PR6\_R290(MidLift) P3\_2S\_PR9\_R290(HighLift)

- +** Optimized for various heat pump points  
P3\_2S\_PR6\_R290(MidLift) for GSHP & Cooling  
P3\_2S\_PR9\_R290(HighLift) for ASHP
- +** Customer samples will be available in 2026  
P3\_2S\_PR6\_R290(MidLift) → Q2-'26  
P3\_2S\_PR9\_R290(HighLift) → Q3-'26
- +** Featuring advance refrigeration cycle  
Two stage refrigeration architecture  
Economizer to boost COPs  
Integrated motor cooling  
Vapor injection



### P3-Series CompaNamic

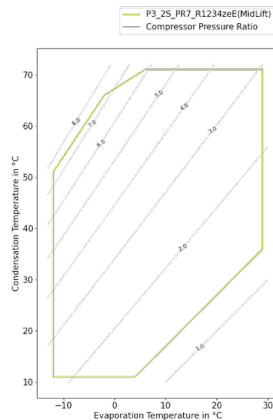


Heating Capacity:  
27kWth (8.0 RT) @ A-10°C/W55°C  
32kWth (9.0 RT) @ B0°C/W55°C

HighSpeed Solutions

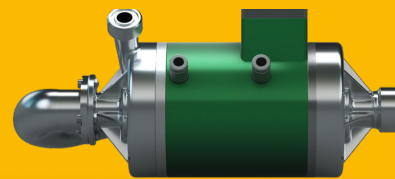
**P3\_2S\_PR7\_R1234zeE(MidLift)**

- +** **Optimized for various cooling applications**  
CRACs, Chillers, ducted and non-ducted A/C
- +** **Customer samples will be available in 2026**  
P3\_2S\_PR7\_R1234zeE(MidLift) → Q4-'26
- +** **Low-Flammable (A2L) refrigerant:**  
Ensures safety in critical applications  
Durable and reliable, reducing maintenance costs and downtime.
- +** **Featuring advance refrigeration cycle**  
Two stage refrigeration architecture  
Economizer to boost COPs  
Integrated motor cooling  
Vapor injection



Cooling Capacity:  
35kWth (10 RT) @ W20°C/A50°C

**P3-Series CompaNamic**

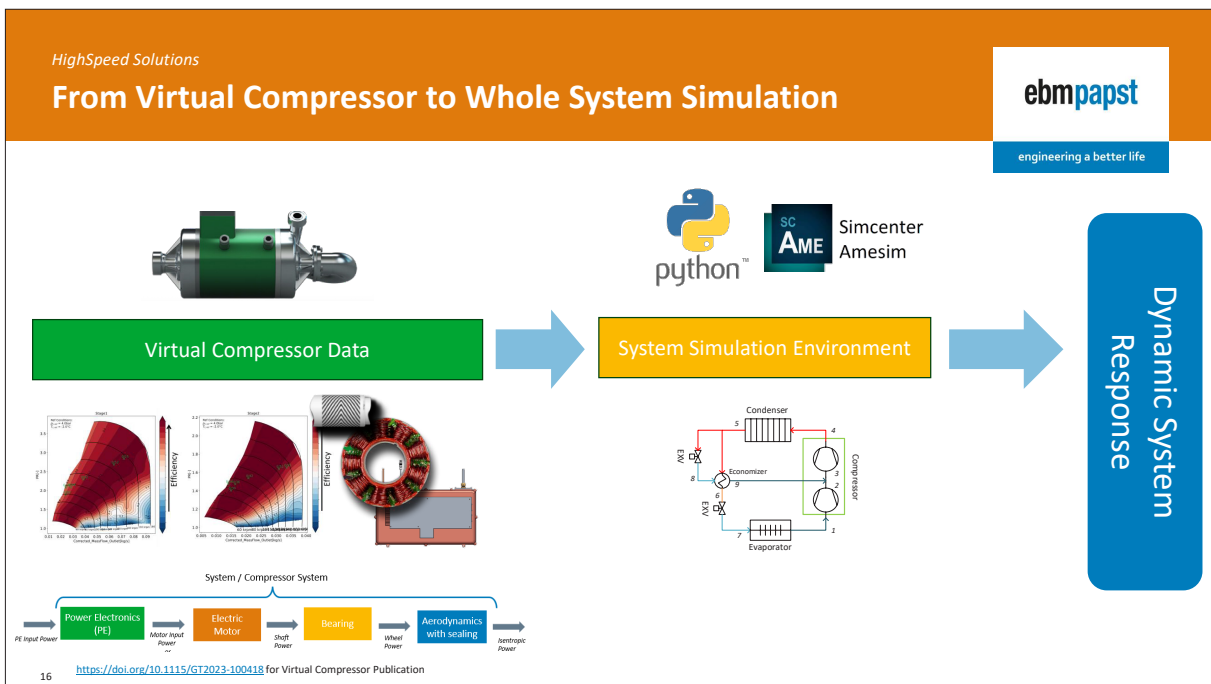
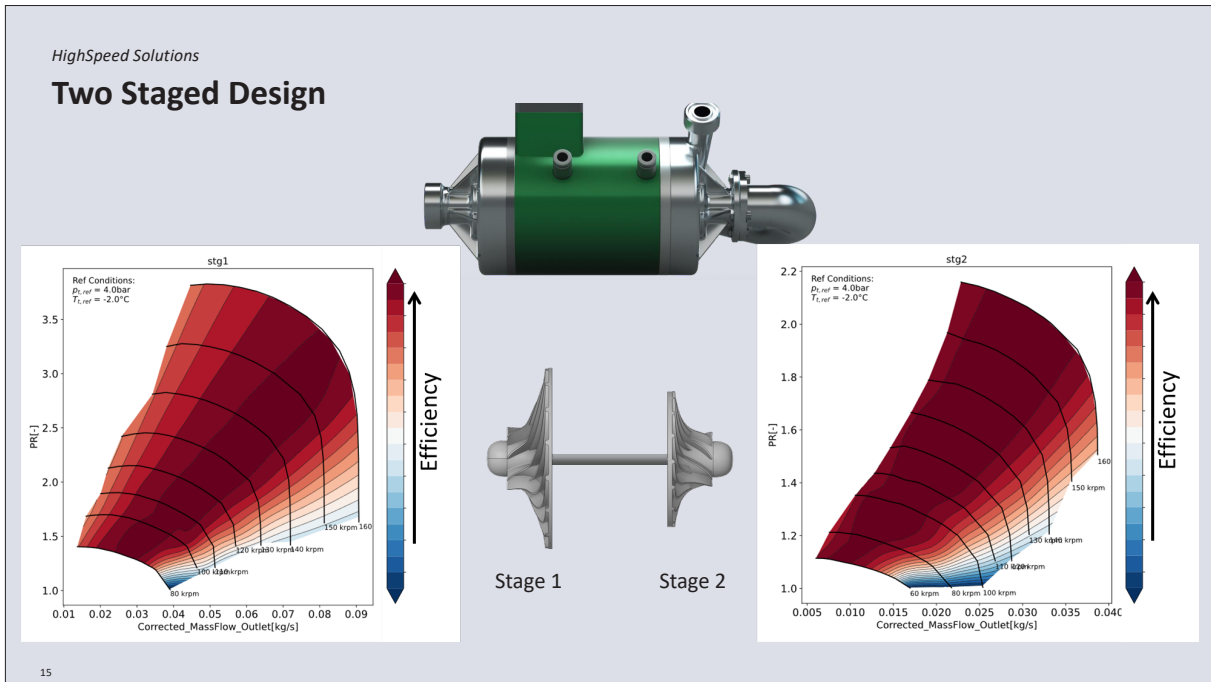


**2**

*System Simulations with oil-free Turbo Compressor*

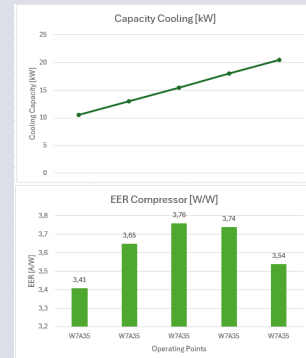
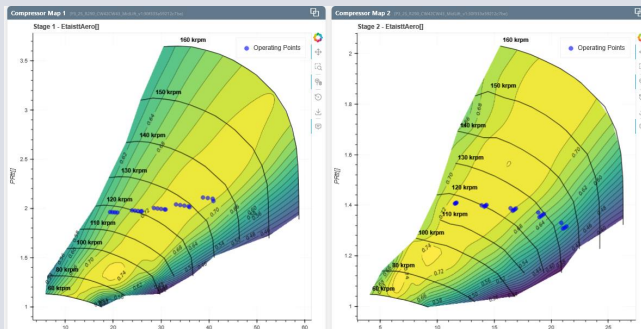
**ebmpapst**

engineering a better life



HighSpeed Solutions

## System Simulation of P3\_2s\_PR6\_R290(MidLift) with fix Injection Ratio



- Air 35°C and Water 7°C
- 5K superheat and 3K subcooling and fixed injection rate of 10%
- Fixed temperature difference between refrigerant and secondary sides for Air 35°C and Water 7°C  
 $T_{\text{condenser}} = 42^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{pinch}_{\text{condenser}} = 7 \text{ K}$   
 $T_{\text{evaporator}} = 3^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{pinch}_{\text{evaporator}} = 4 \text{ K}$

**ebmpapst**

engineering a better life

17

# 3

## Oil-free Chiller Demonstrator

**ebmpapst**

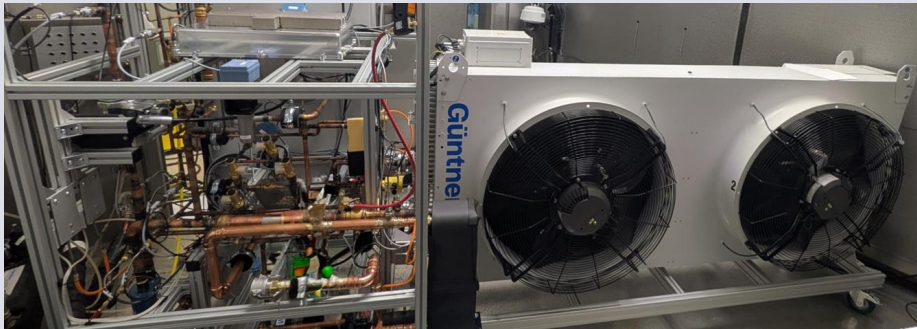
engineering a better life

18

HighSpeed Solutions

## Pre Study Air-Cooled Chiller

- Inhouse Chiller Demonstrator developed and tested with Fraunhofer ISE.



Fraunhofer  
ISE

ebmpapst

engineering a better life

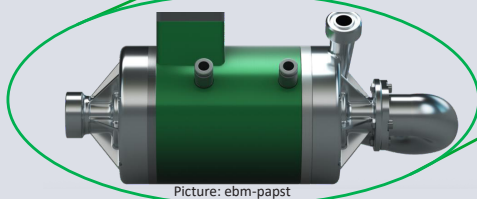
19

HighSpeed Solutions

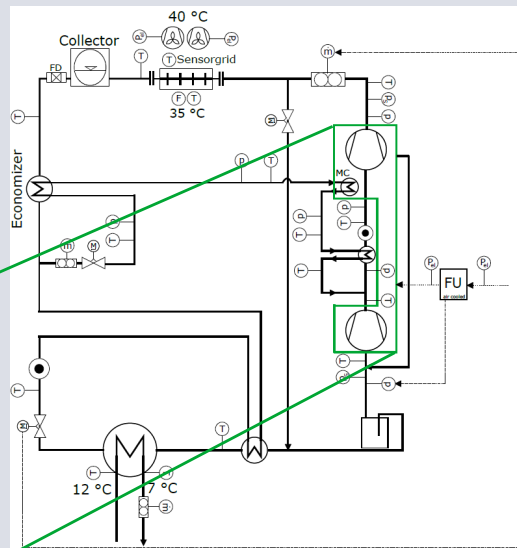
## Pre Study Air-Cooled Chiller

### Development of a chiller demonstrator:

- P3\_2S\_PR6\_R290 (MidLift)
- Advanced cycle design with two stage compression, economizer with vapor injection, and integrated motor cooling
- Footprint: 3,5m x 1,2m x 1,8m



Picture: ebm-papst



Picture: Fraunhofer ISE

Fraunhofer  
ISE

ebmpapst

engineering a better life

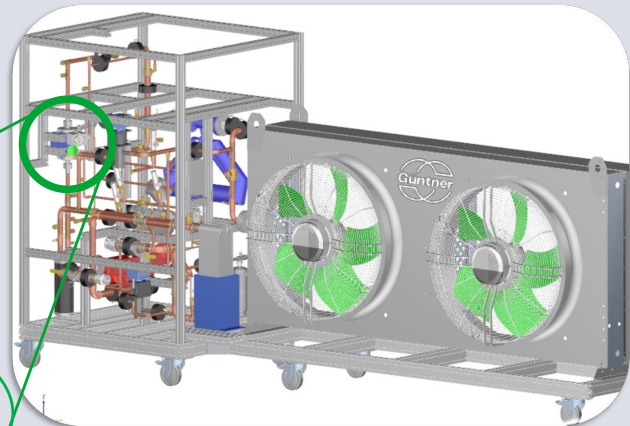
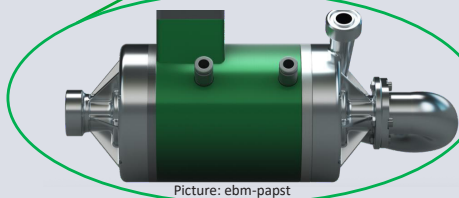
20

HighSpeed Solutions

## Pre Study Air-Cooled Chiller

### Development of a chiller demonstrator:

- P3\_2S\_PR6\_R290 (MidLift)
- Advanced cycle design with two stage compression, economizer with vapor injection, and integrated motor cooling
- Footprint: 3,5m x 1,2m x 1,8m



Drawing: Fraunhofer ISE

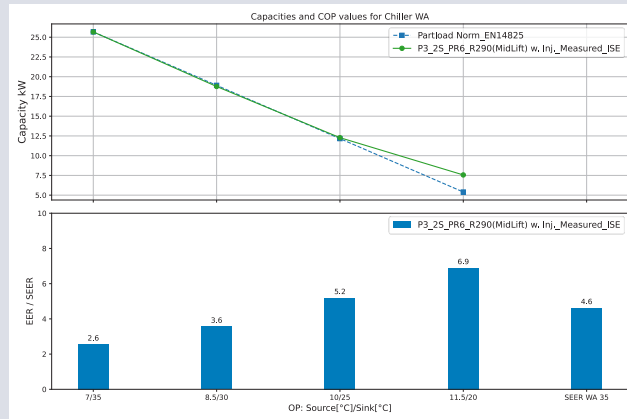
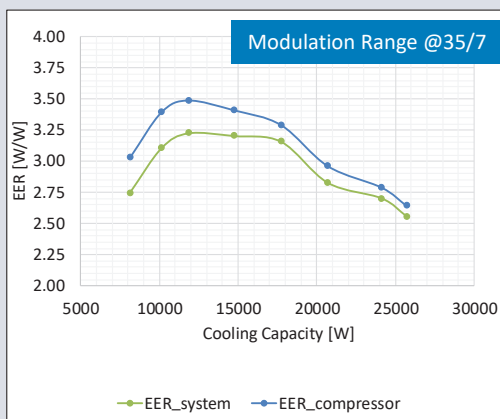


engineering a better life

21

HighSpeed Solutions

## Air 35°C/Water 7°C Chiller Modulation Range and SEER Performance

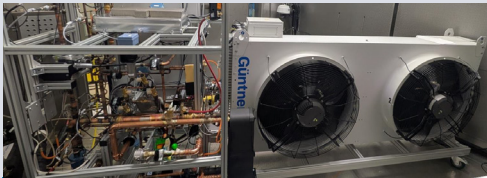


engineering a better life

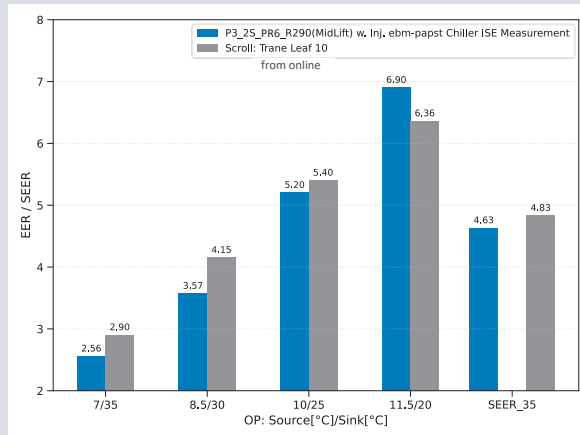
22

HighSpeed Solutions

## Air 35°C/Water 7°C Chiller SEER Performance



ebm-papst Chiller Demonstrator with P3-R290-MidLift

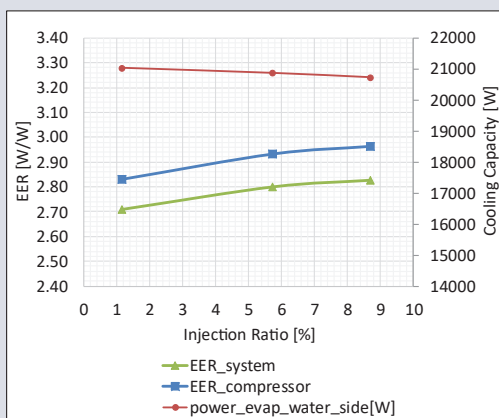


ebmpapst

engineering a better life

HighSpeed Solutions

## Air 35°C/Water 7°C Chiller Injection Study



- Injection ratio is defined as ratio of injection mass flow to condenser mass flow.
- The effect of the injection ratio is very dependent on the operation point and relative position of operation point in each compressor maps.
- At this point clear EER benefits are visible.

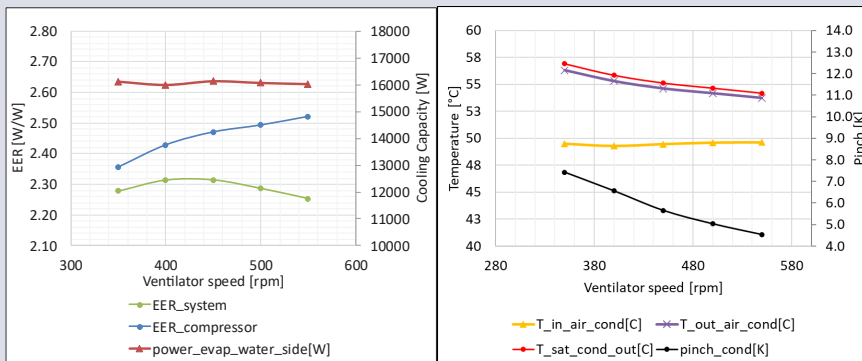
ebmpapst

engineering a better life

24

HighSpeed Solutions

## Air 50°C / Water 7°C Chiller Ventilator Study



- Higher ventilator speed results lower pinch points, but higher fan power consumptions
- EER System has a sweet spot around 420rpm, but EER compressor is going higher with lower pinch points

ebmpapst

engineering a better life

25

# 4

## Outlook

ebmpapst

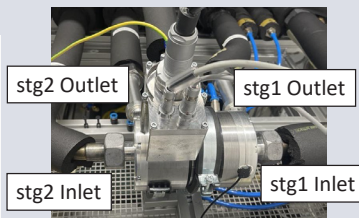
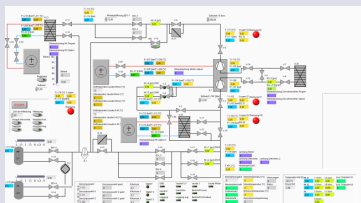
engineering a better life

26

HighSpeed Solutions

## Oil-Free Compressor Gas Testbench

- The whole testbench (hardware & software) is designed and engineered inhouse.
- Testbench software has been developed in LabVIEW.
  - 7 Coriolis flow sensors and 5 volume flow sensors
  - 22 pressure and PT100 temperature sensors
  - 30 temperature sensors in the compressor (PT100, PT1000, NTC, and PTC)
  - 10 electrical or digital ventilis



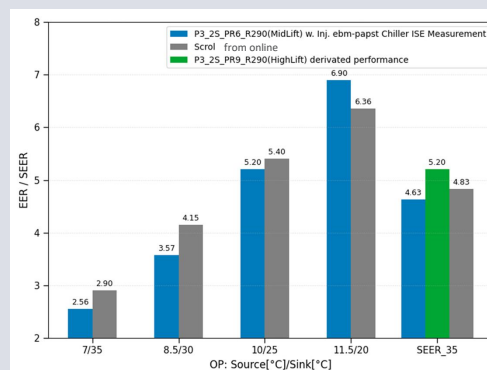
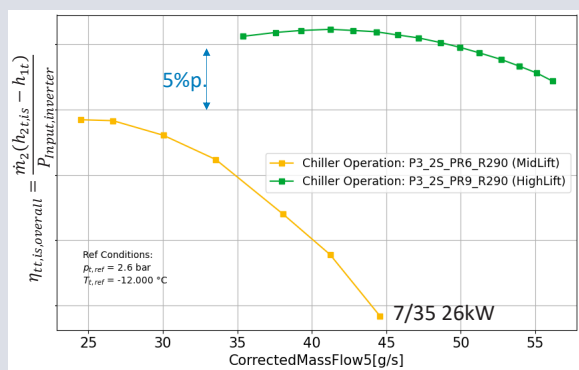
**ebmpapst**

engineering a better life

28

HighSpeed Solutions

## Measurement of P3\_2s\_PR6\_R290(MidLift) vs P3\_2s\_PR9\_R290(HighLift)



P3-HighLift will outperform existing best of class chillers!

**ebmpapst**

engineering a better life

30

# *Our services for oil-free systems*

## HighSpeed Product & Application Management

**Christian Kranz, HighSpeed Solutions**  
Christian.Kranz@de.ebmpapst.com  
Phone +49 7938 81-7136

ebm-papst Mulfingen GmbH & Co. KGaA & Co. KG  
Bachmühle 2  
74673 Mulfingen, Deutschland  
<https://www.ebmpapst.com/highspeed>

**ebmpapst**

engineering a better life

31

*Danke!*

**Dietmar Grois, Michael Schweiger, Franz Seyfried,  
Thomas Märk, Christian Brandmayr, Klemens Mittermayr**

**Das ÖKKV-Präsidium**