

# EURAMMON STUDENT'S DAY 2025

14. April 2025, Hochschule Karlsruhe

**Hochschule Karlsruhe**  
University of  
Applied Sciences

**TIKA**

**eurammon**  
Refrigerants, naturally!

# Verdunstungsverflüssiger

*Matthias Bethke*  
Evapco Europe GmbH

**EURAMMON STUDENT'S DAY 2025**

14. April 2025, Hochschule Karlsruhe

Hochschule Karlsruhe  
University of  
Applied Sciences

**+IKA**

**eurammon**  
Refrigerants, naturally!

# Agenda

---

- **Evapco**
- **Verdunstungsverflüssiger**
- **Wasser – das unverzichtbare Element**
- **Umweltverträglichkeit**
- **Fazit**

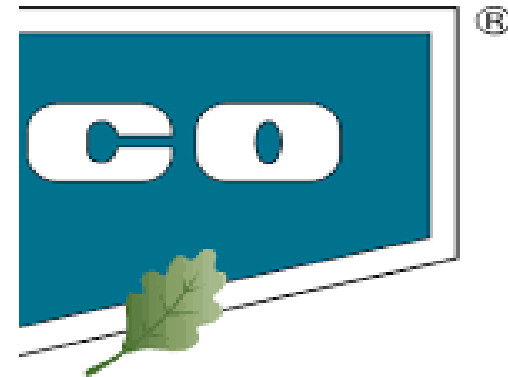
# Evapco

## Namensherkunft

---



Evap(orative) / *Verdunstung*



Co(ndenser) / *Verflüssiger*

# Evapco

## Allgemeines

---

Gegründet: 1976 in Baltimore,  
Maryland USA



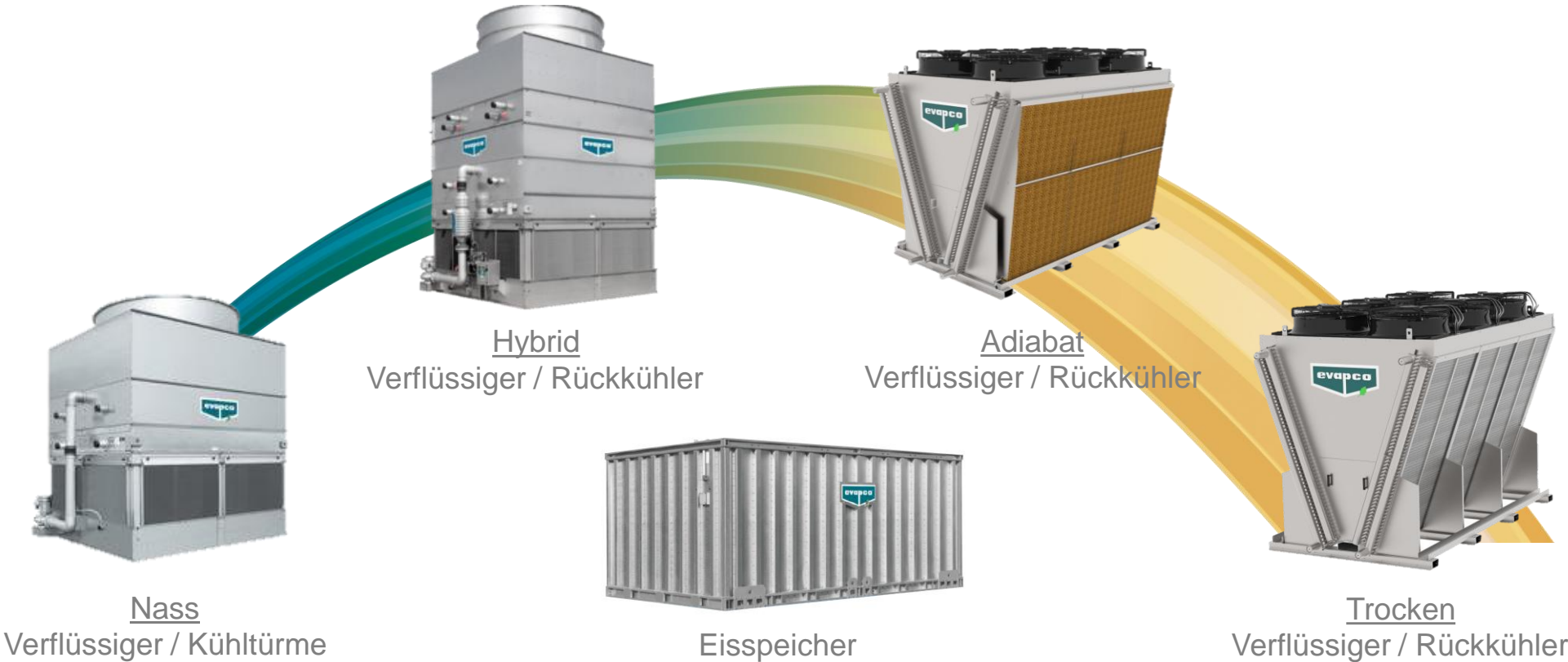
- Mitarbeitergeführtes Unternehmen
- ca. 2600 Mitarbeiter
- 36 Produktionsstätten
- 202 Vertriebsbüros

Anwendungsgebiete.

- Prozesskühlung
- Klimatechnik
- Kraftwerkskühlung
- Industriekältetechnik (NH<sub>3</sub> & CO<sub>2</sub>)

# Evapco

## Produktübersicht



# Verdunstungsverflüssiger

---

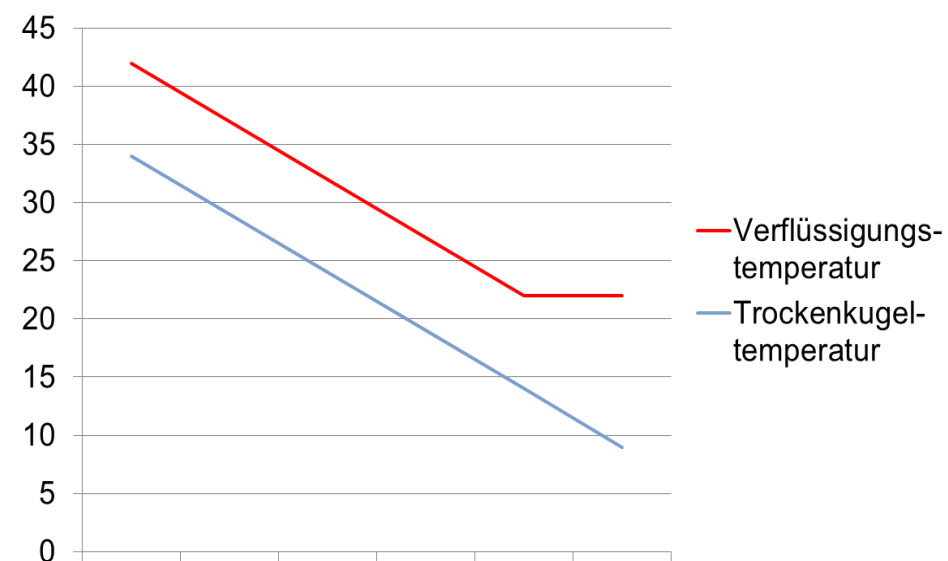


Aggregat mit Schallschutzwänden vor den Luftansaugittern und Abluft-Schalldämpfer

# Verdunstungsverflüssiger Trockenkugeltemperatur

Die Trockenkugeltemperatur ist die Temperatur, die mit einem herkömmlichen Thermometer gemessen wird und wird üblicherweise als Lufttemperatur bezeichnet.

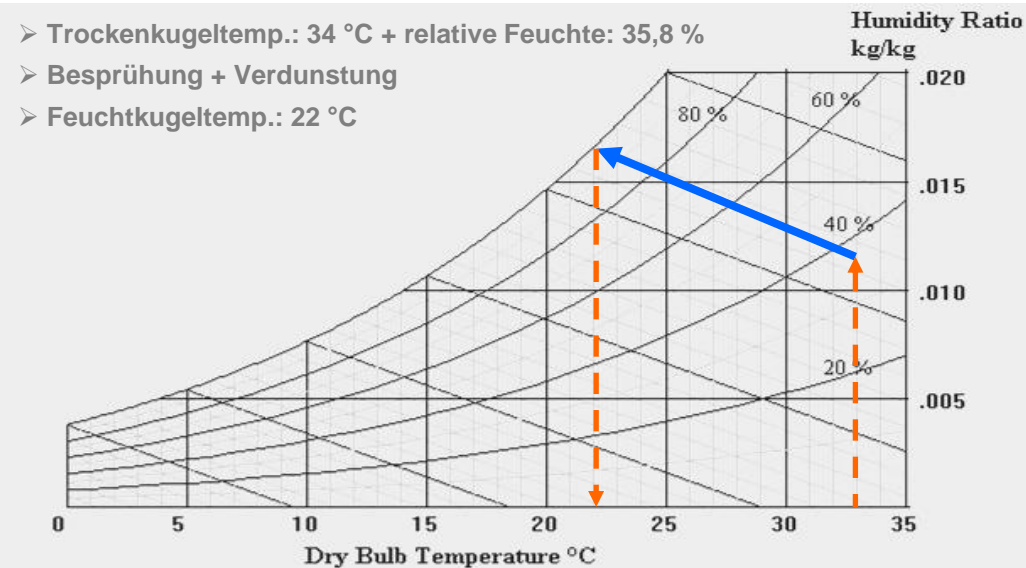
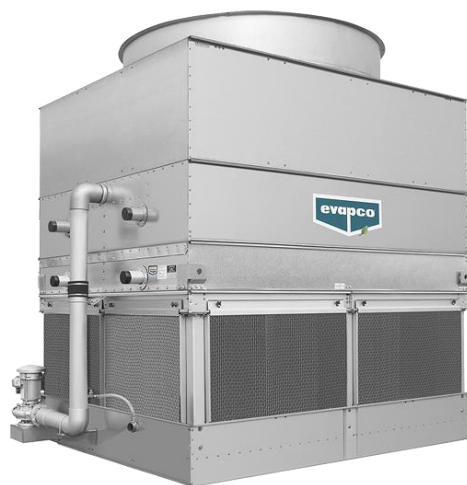
Verlauf der Verflüssigungstemperatur bei Verwendung eines Lamellenverflüssigers in Bezug auf die Trockenkugeltemperatur und bei konstanter Last.





# Verdunstungsverflüssiger Feuchtkugeltemperatur

Die Feuchtkugeltemperatur, ist die niedrigste Temperatur, die die Luft durch direkte Verdunstungskühlung erreichen kann. Sie liegt immer unterhalb der Trockenkugeltemperatur. Je trockener die Luft ist, desto größer ist die Temperaturabsenkung. Gemessen wird die Feuchtkugeltemperatur mit einem Psychrometer.

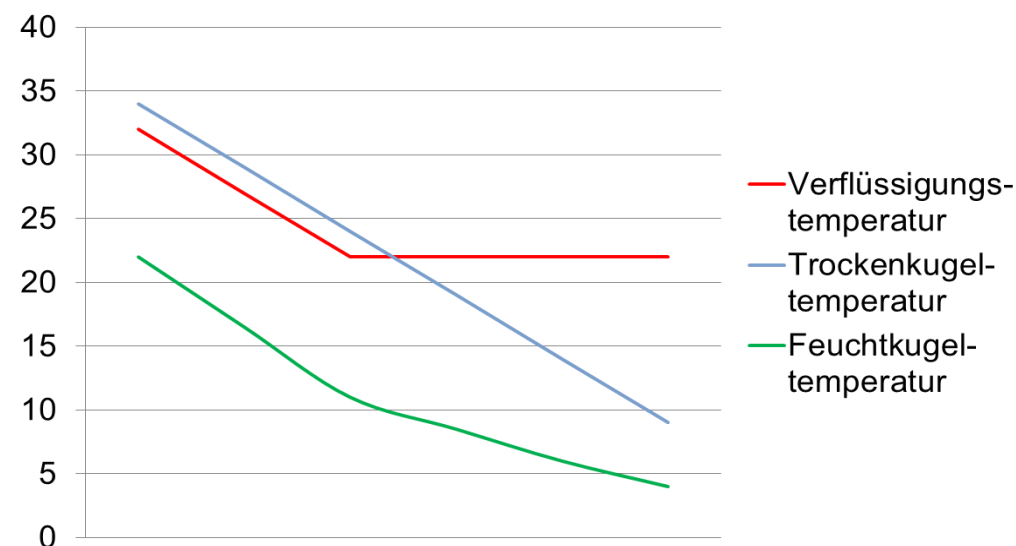


# Verdunstungsverflüssiger Feuchtkugeltemperatur

Die Feuchtkugeltemperatur, ist die niedrigste Temperatur, die die Luft durch direkte Verdunstungskühlung erreichen kann. Sie liegt immer unterhalb der Trockenkugeltemperatur. Je trockener die Luft ist, desto größer ist die Temperaturabsenkung. Gemessen wird die Feuchtkugeltemperatur mit einem Psychrometer.



Verlauf der Verflüssigungstemperatur bei Verwendung eines Verdunstungsverflüssigers in Bezug auf die Feuchtkugeltemperatur und bei konstanter Last.



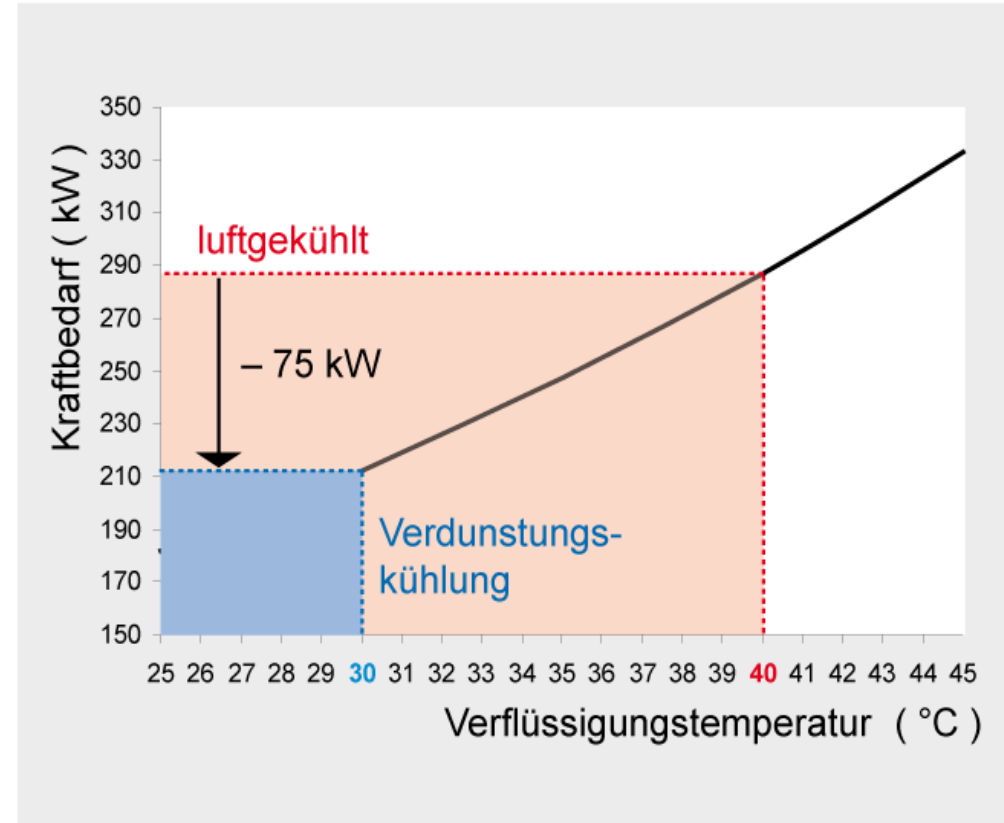
# Verdunstungsverflüssiger

## Beispiel Schraubenverdichter

Veränderung der Leistungsaufnahme eines offenen Schraubenverdichters einer NH<sub>3</sub>-Kälteanlage in Abhängigkeit der Verflüssigungstemperatur.

$Q_0 = 1.000 \text{ kW}$   
 $t_0 = -10 \text{ °C}$

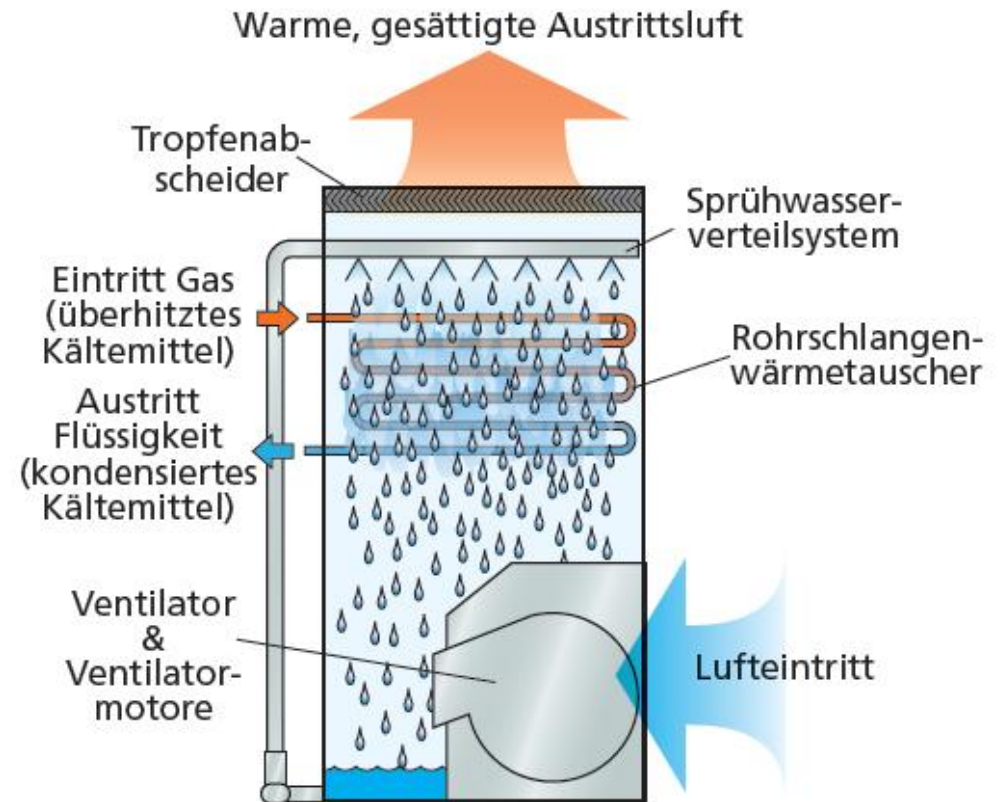
- 26 % Energieeinsparung (2 – 3 % pro 1K)
- Geringere Druckbelastung auf der HD-Seite
- Erhöhung der Verdichterleistung
- Verwendung kleinerer Verdichter



# Verdunstungsverflüssiger Bauform "druckbelüftet"

## Radial-Ventilator

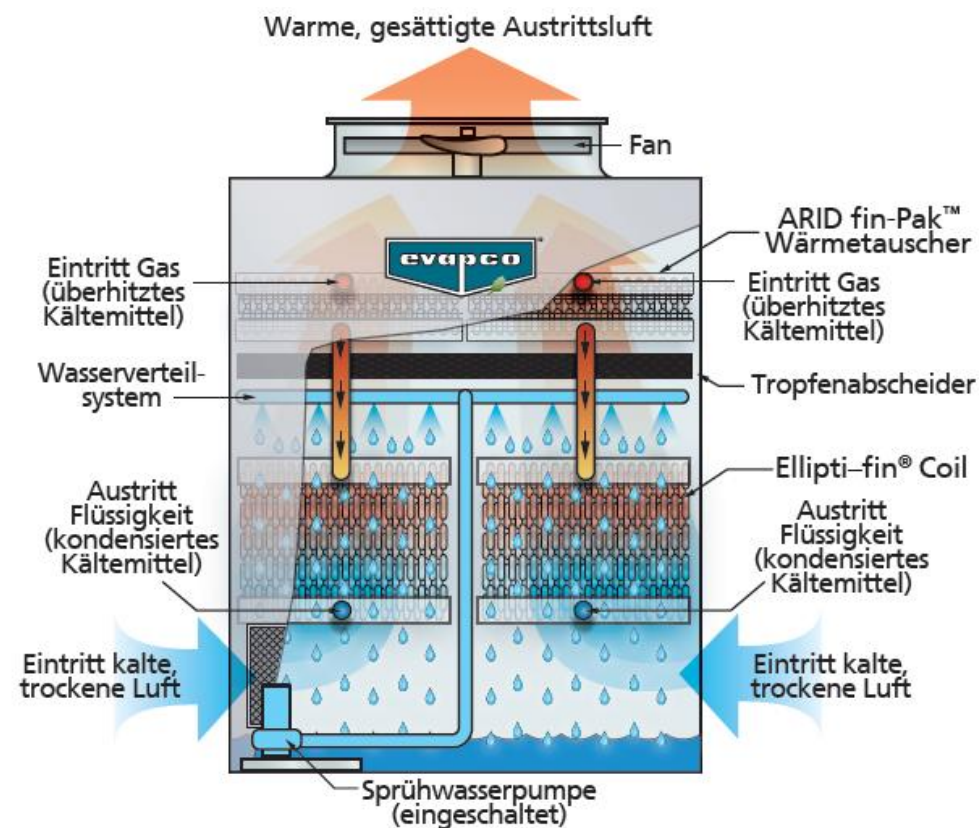
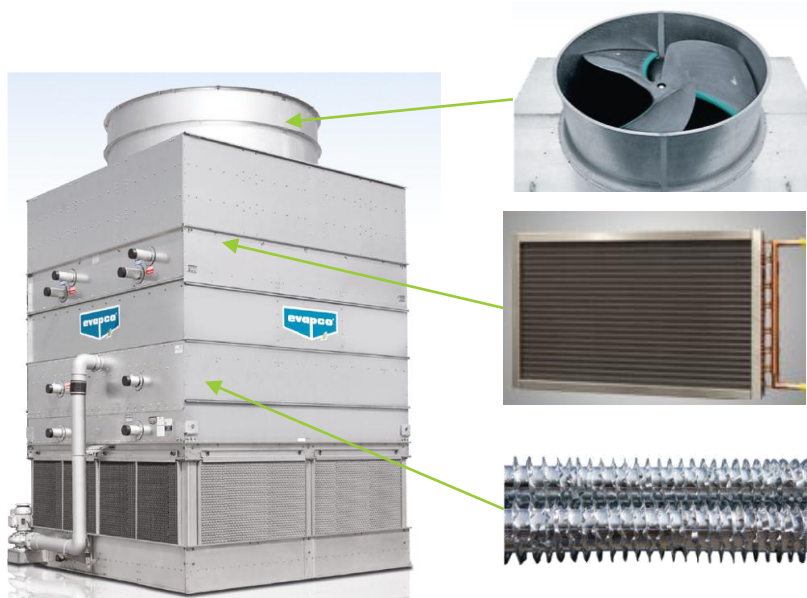
- Geringe Aufstellfläche
- Gute Schalldämmmöglichkeiten
- Geeignet für die Innenaufstellung
- Trockenbetrieb möglich (eingeschränkt)



# Verdunstungsverflüssiger Bauform "saugbelüftet"

## Axial-Ventilator

- Geringe Aufstellfläche
- Reduzierter Kraftbedarf
- Nass- und Trockenbetrieb
- Einfache Wartungsmöglichkeiten



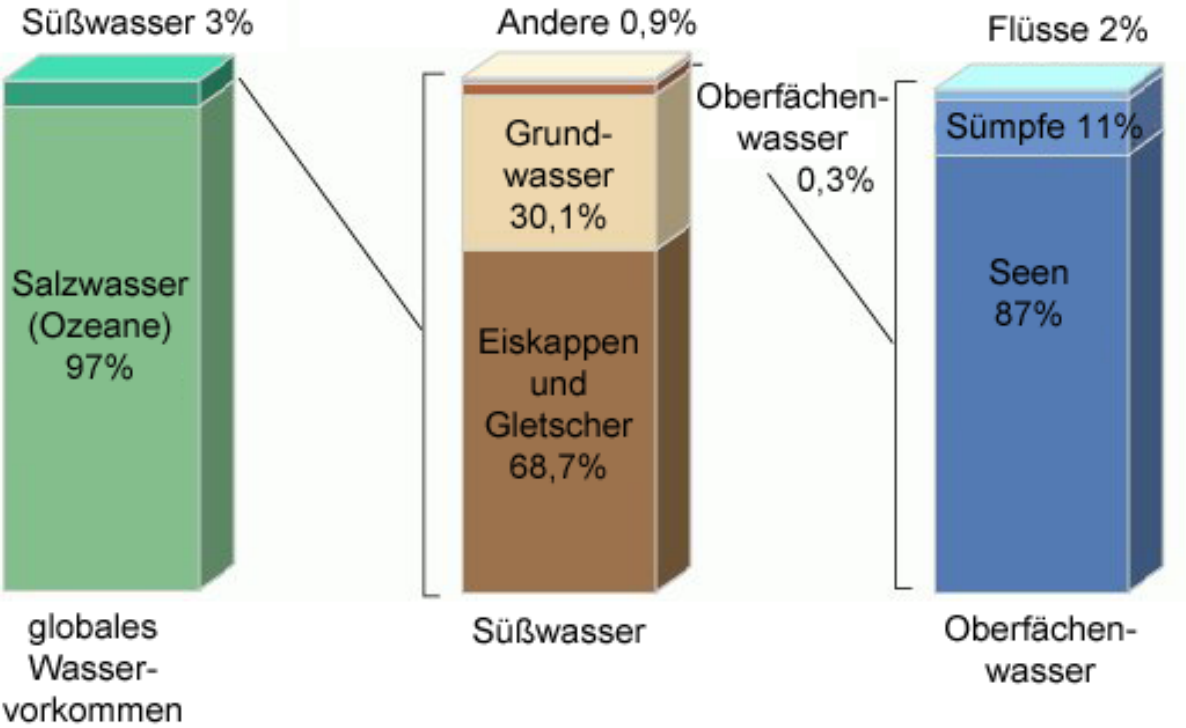
# Wasser – das unverzichtbare Element

---



# Wasser – das unverzichtbare Element

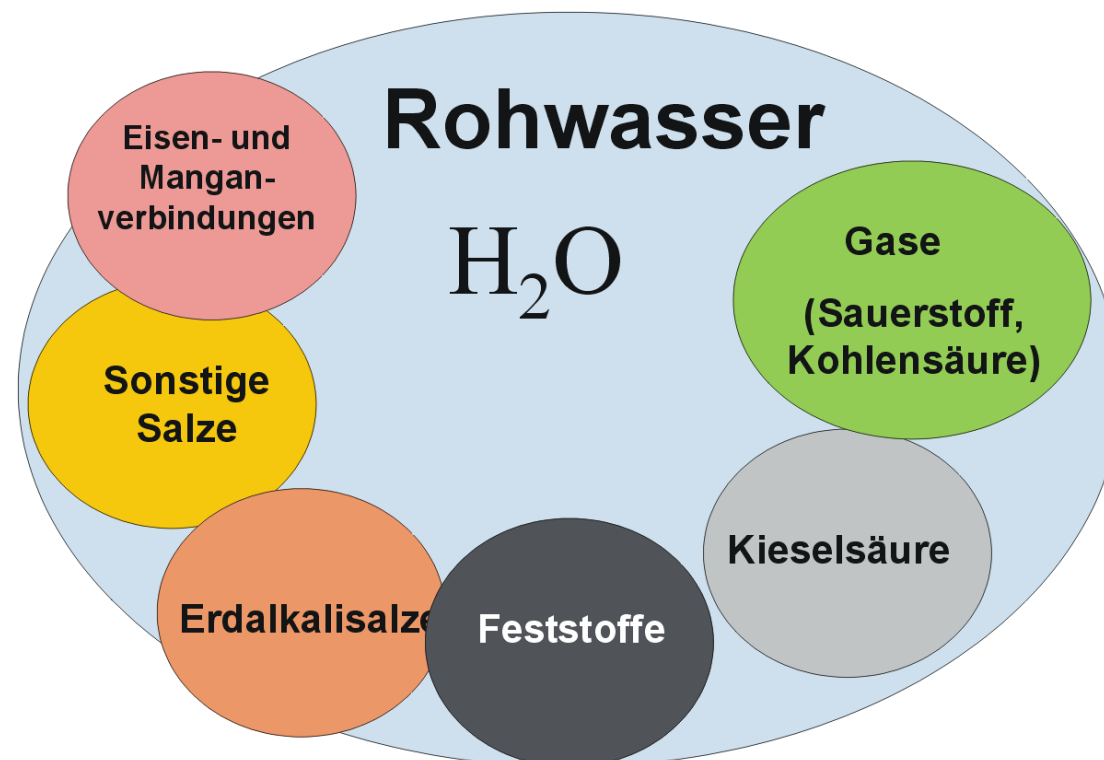
## Wasserverteilung auf der Erde



Quelle: Wikipedia; Wasserverteilung auf der Erde

# Wasser – das unverzichtbare Element

## Inhaltsstoffe des Rohwassers



Quelle: Wikimedia; Rohwasser



# Wasser – das unverzichtbare Element

## Zusätzliche Einflüsse auf den Wasserkreislauf

---

Pollen, Staub, Laub, Insekten usw.

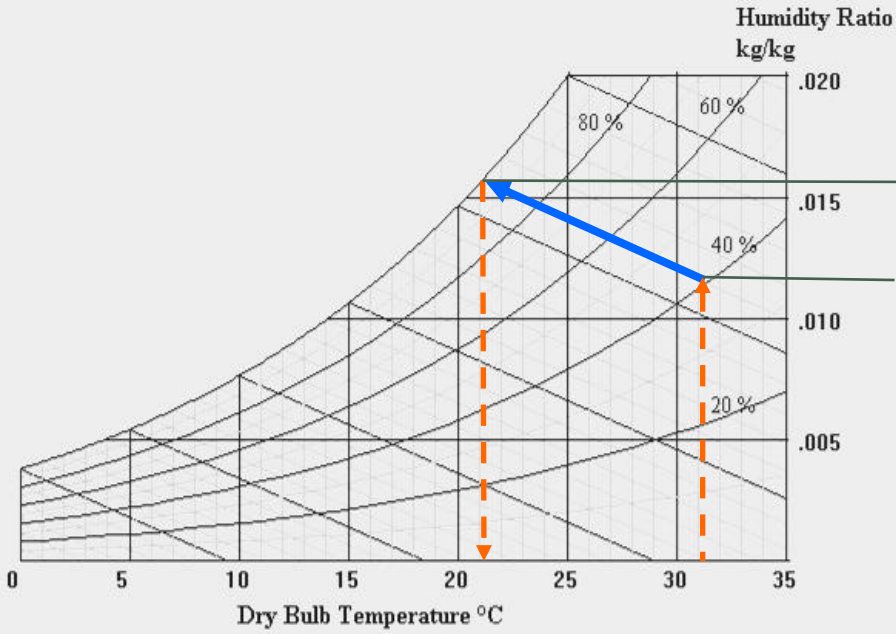


...der Verdunstungsverflüssiger wird zum Luftwäscher.



# Wasser – das unverzichtbare Element

## Verdunstung des Sprühwassers

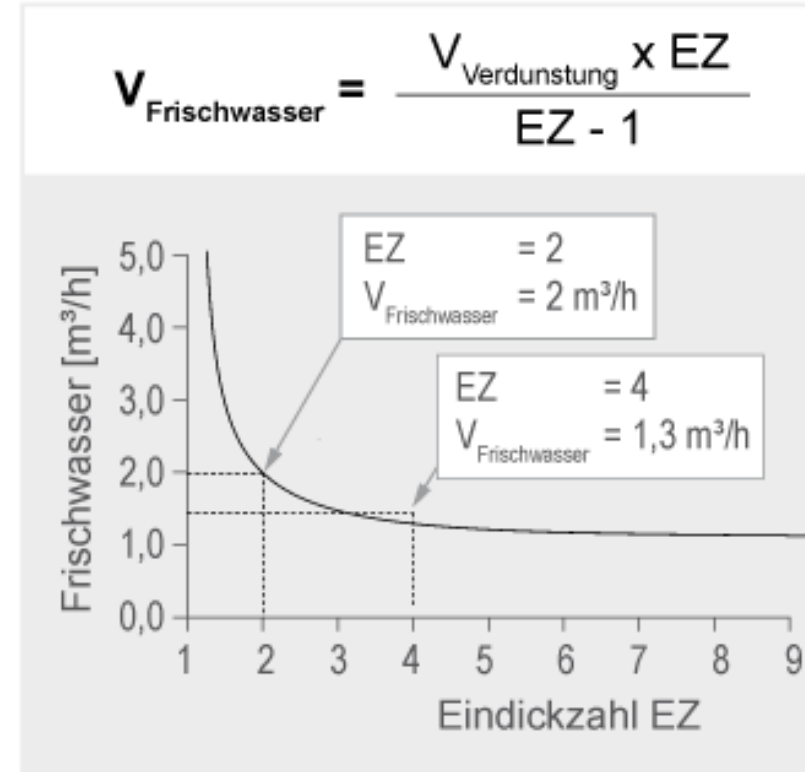
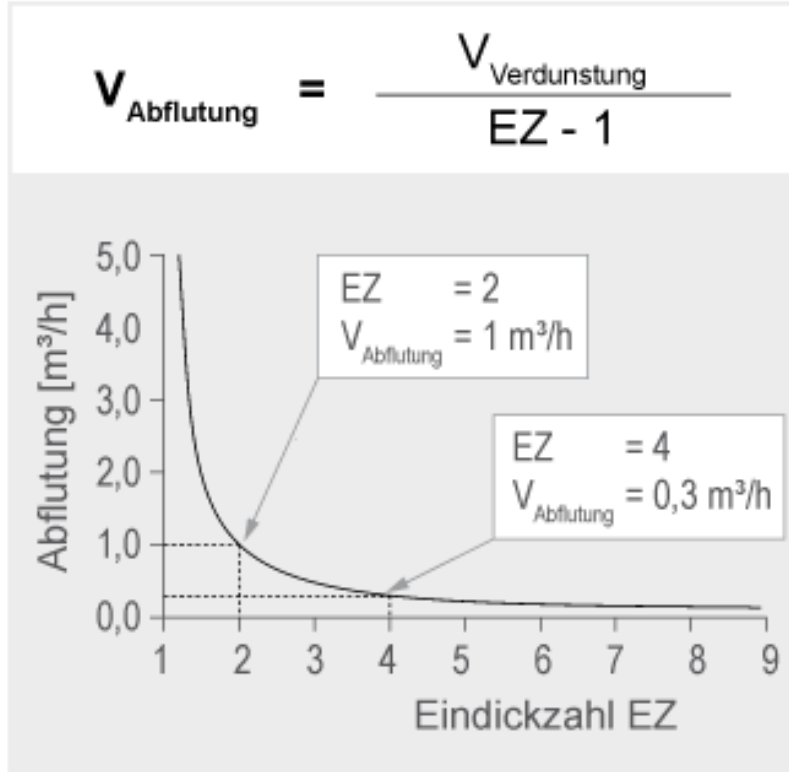


$T_F$	$T_L$	$r_F$	$X$	$h$	$m_{W-Verd.}$
Feuchtkugel- temperatur	Trockenluft- temperatur	relative Feuchte der Luft	absoluter Wassergehalt der Luft	Enthalpie	Verdunstungs- Verluste
[°C]	[°C]	[%]	[g/kg <sub>tr. Luft</sub> ]	[kJ/Kg x K]	[l/kW x h]
27	44,0	27,7	16,11	85,6	1,682
26	42,0	29,0	15,16	81,1	1,650
25	40,0	30,5	14,29	76,8	1,618
24	38,0	32,0	13,45	72,6	1,586
23	36,0	33,8	12,73	68,7	1,554
22	34,0	35,8	12,05	64,9	1,522
21	32,0	37,9	11,40	61,2	1,490
20	30,0	40,5	10,87	57,8	1,459
19	28,0	43,3	10,34	54,5	1,427
18	26,0	46,6	9,88	51,2	1,395

# Wasser – das unverzichtbare Element

## Maßnahmen gegen die Aufkonzentration

### Abflutung / Abschlämmung



# Wasser – das unverzichtbare Element

## Mögliche Probleme des Kreislaufwassers

---



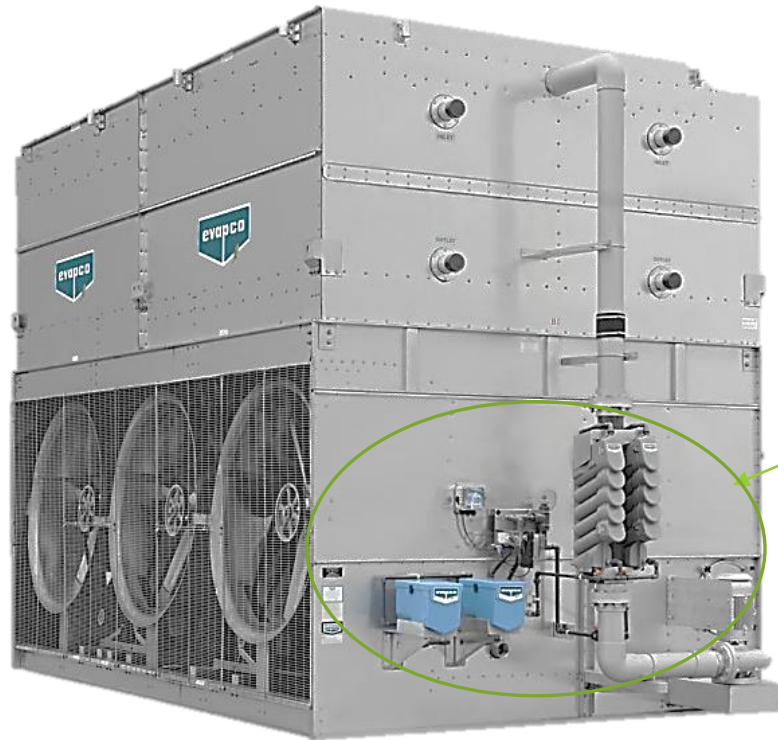
# Wasser – das unverzichtbare Element

## Herstellervorgaben für das Kreislaufwasser

Beschaffenheit	Z-725 verzinkter Stahl	AISI 304 rostfreier Edelstahl	AISI 316 rostfreier Edelstahl
pH	7.0 – 8.8	6.0 – 9.5	6.0 – 9.5
pH während der Passivierung	7.0 – 8.0	N/A	N/A
Schwebstoffe insgesamt (ppm) *	<25	<25	<25
Leitfähigkeit (Mikro-Siemens/cm) **	<2,400	<4,000	<5,000
Alkalinität wie CaCO <sub>3</sub> (ppm)	75 - 400	<600	<600
Kalziumhärte CaCO <sub>3</sub> (ppm)	50 - 500	<600	<600
Chloride wie Ct (ppm) ***	<300	<500	<2,000
Silica wie SiO <sub>2</sub> (ppm)	<150	<150	<150
Bakterien gesamt (cfu/ml)	<10,000	<10,000	<10,000

# Wasser – das unverzichtbare Element

## Wasseraufbereitung



Feststoffchemikalien  
inkl. Biozid



# Wasser – das unverzichtbare Element

## So bitte nicht!



# Umweltverträglichkeit





# Umweltverträglichkeit

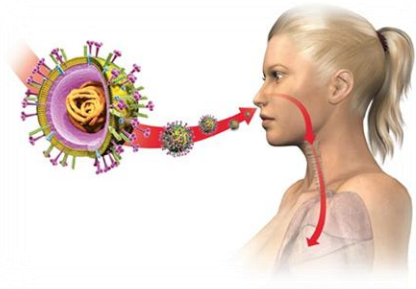
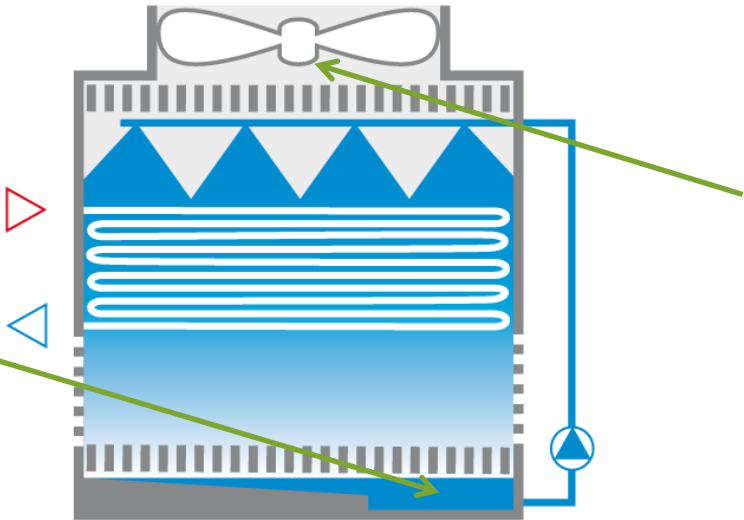
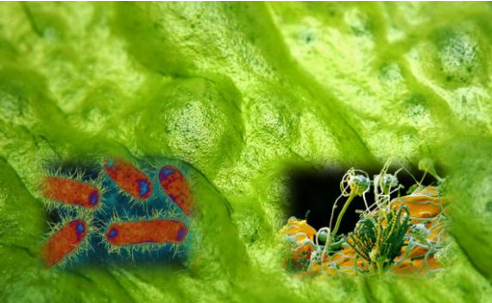
## Umwelteinflüsse

- Wasserverbrauch
- Energieverbrauch
- Schallemission
- Schwandenbildung
- Äußeres Erscheinungsbild
- Aufstellfläche / Betriebsgewicht
- Gesundheitsgefährdung



# Umweltverträglichkeit Mikroorganismen

Wasser ist der natürliche  
Lebensraum von Mikro-  
organismen!



# Umweltverträglichkeit Legionellen

Das Einatmen von Legionellen kann zu schweren Krankheitsverläufen führen. Anfälliger sind Raucher, ältere Menschen und Menschen mit einem geschwächten Immunsystem.

- Grippeähnliche Symptome
- Lungenentzündung
- Wird selten als Legionelleninfektion erkannt
- bis zu 30.000 Erkrankungen weltweit



# Umweltverträglichkeit

## Ereigniskette Legionellen

---

Verunreinigung des  
Kühlwassers mit  
virulenten Legionellen

Unkontrollierte  
Bedingungen  
ermöglichen das  
Wachstum der Bakterien

Kontaminierter  
Tropfenauswurf gelangt  
in die Atmosphäre

Eine Mindestmenge  
dieser Tropfen wird  
durch gefährdete  
Personen  
eingeatmet

Quelle: Eurovent 9 5; Empfehlungen zum wirksamen und sicheren Betrieb ihrer Verdunstungskühlanlagen

# Umweltverträglichkeit

## Bundes-Immissionsschutzverordnung

---

### 42. BImSchV

Verdunstungskühlanlagen | Kühltürme | Nassabscheider

Technische Vorgaben

Überwachung & Maßnahmen

Dokumentation

# Fazit

---

## Eigenschaften des Verdunstungsverflüssigers

- Entwickelt für natürliche Kältemittel (NH<sub>3</sub> & CO<sub>2</sub>)
- Einsatz bei hohen Umgebungstemperaturen
- Reduzierung der Verflüssigungstemperatur
- Produktvielfalt
- großer Leistungsbereich
- geringer Platzbedarf

**Verdunstungsverflüssiger können helfen, die Anschaffungs- und Betriebskosten einer Kälteanlage zu senken.**



**THANK YOU**

**Hochschule Karlsruhe**  
University of  
Applied Sciences

**+IKA**

**eurammon**  
Refrigerants, naturally!