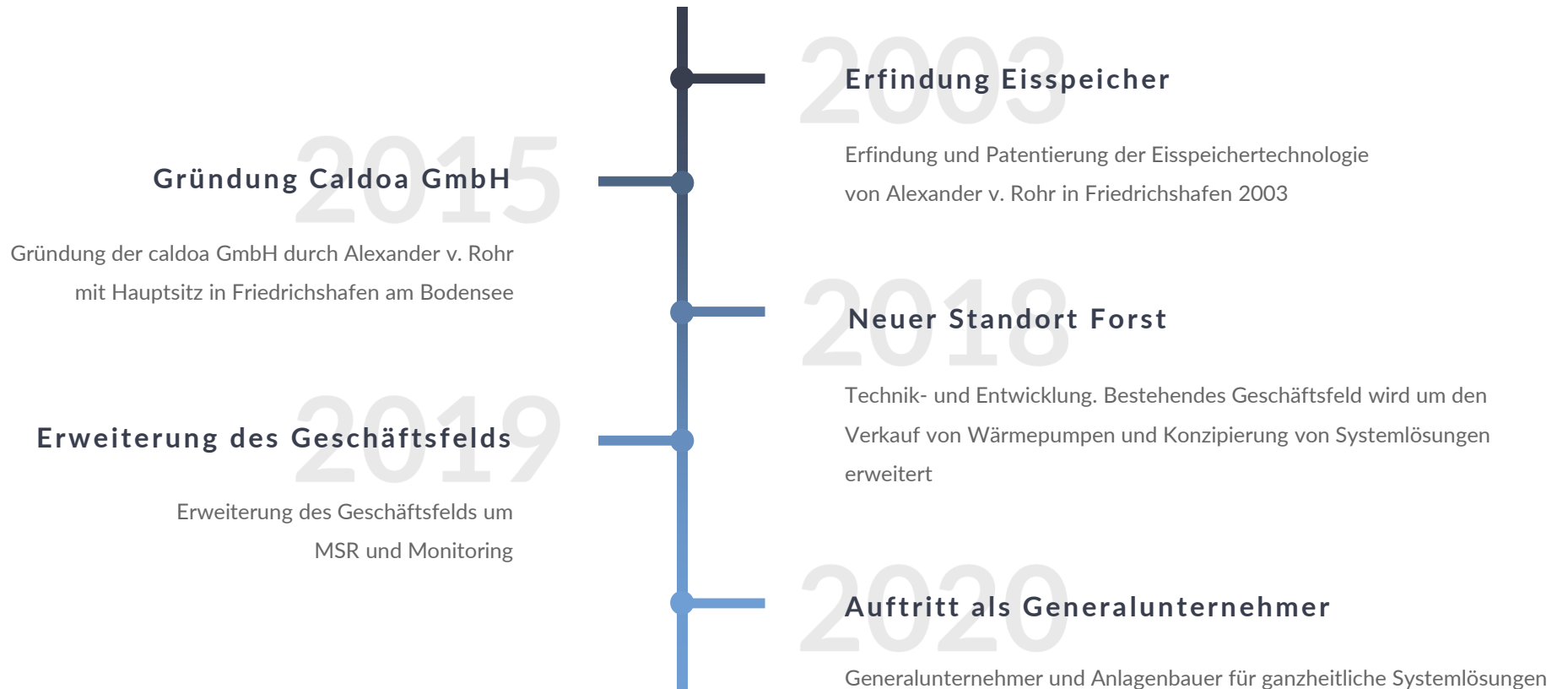




Die Eisspeichertechnologie: wirtschaftliche und nachhaltige Energieversorgung

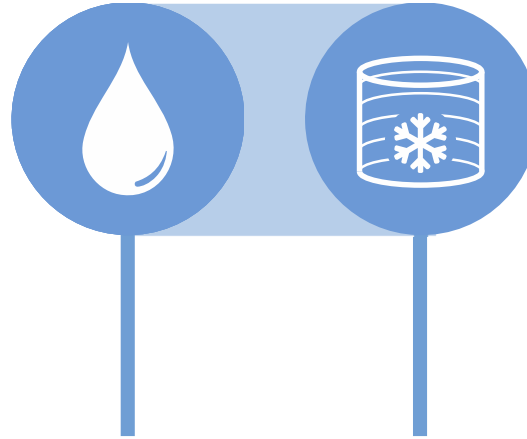
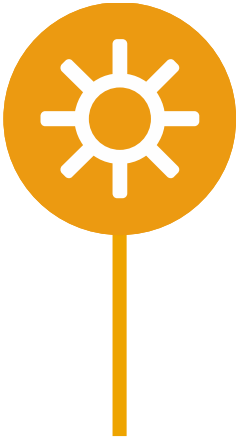
Unsere Geschichte

V o m E r f i n d e r z u m S y s t e m d i e n s t l e i s t e r



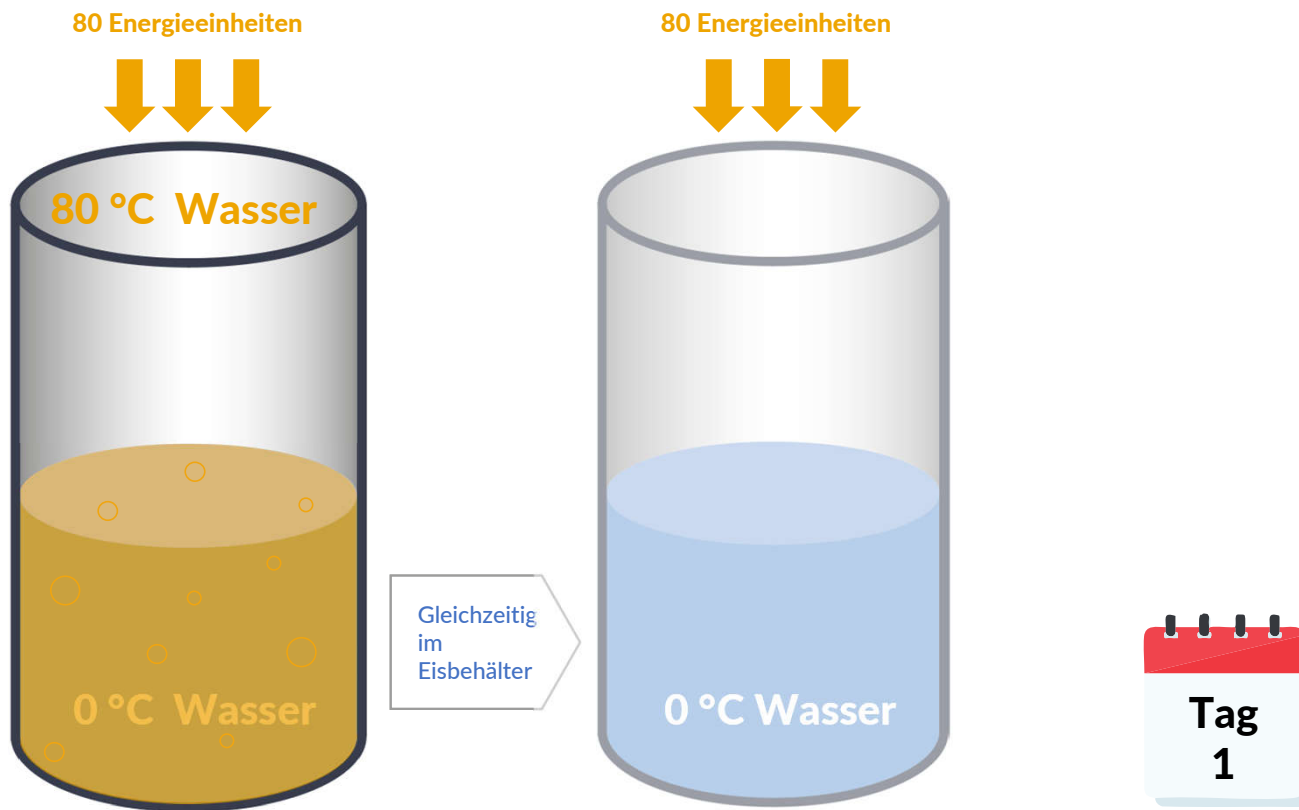
Kostenlose Energie?

Sonne, Wind und Wasser



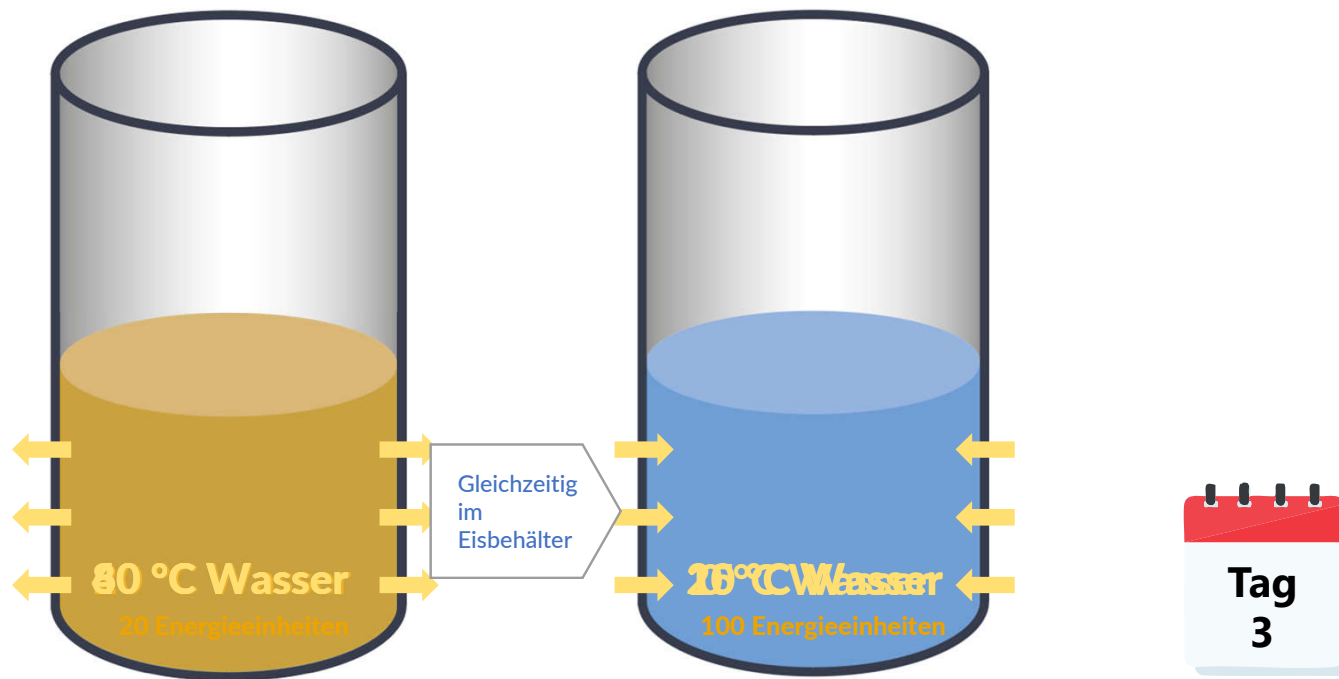
Energiemenge und Verluste

Kristallisationsenergie und der Vorteil der „kalten Wärme“



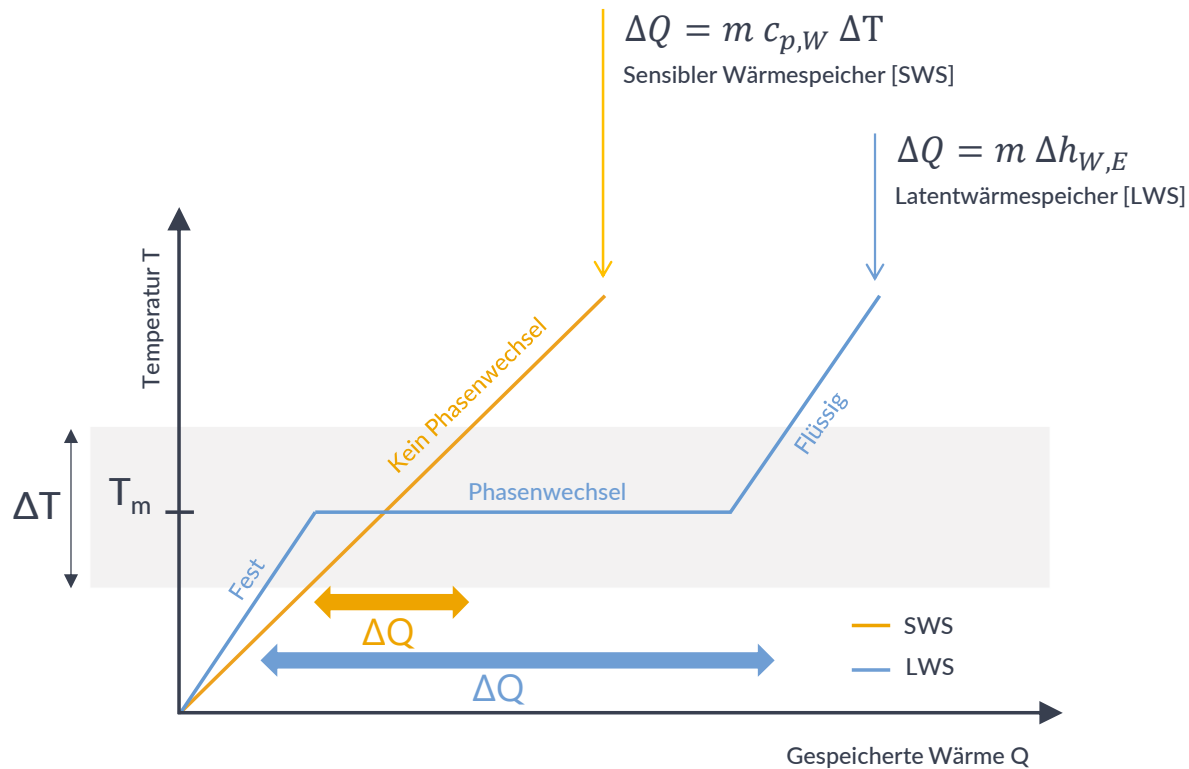
Energiemenge und Verluste

Kristallisationsenergie und der Vorteil der „kalten Wärme“



Energiemenge und Verluste

Kristallisationsenergie und der Vorteil der „kalten Wärme“



$$\Delta h_{Wasser,Eis} = 333 \frac{kJ}{kg} = 92,5 \frac{Wh}{kg}$$

$$c_{p,Wasser} = 4,18 \frac{kJ}{kg K} = 1,16 \frac{Wh}{kg K}$$

x80

Worum geht es?

Hocheffizientes System aus **Wärmepumpe, Wärmespeicher, Regelungstechnik und Hydraulik** macht vorhandene Abwärmepotenziale nutzbar, **speichert und transportiert** verlustarm nachhaltige, CO₂-neutrale **Wärme und Kälte** auch über große Entfernungen.



- Sehr großer Wärmespeicher
- Sehr großer „Kältespeicher“
- Schnittstelle für unterschiedliche Wärmequellen (Abwärme >0 °C, Umweltwärme...)

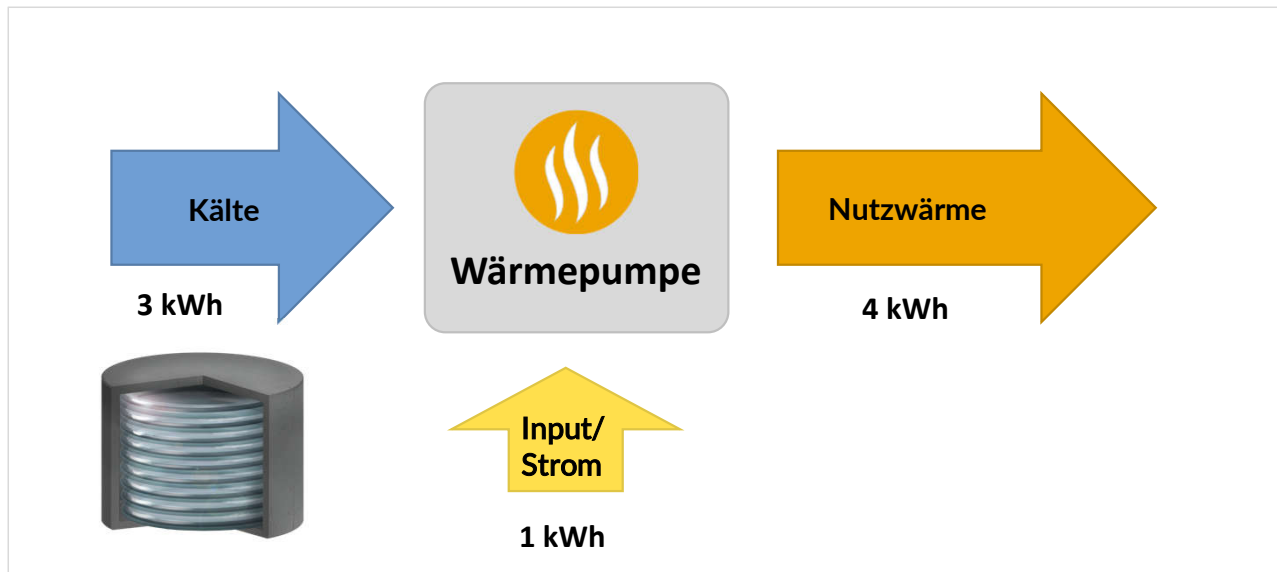
Welche Herausforderungen gilt es zu lösen

- Kosten der Wärme- und Kälteenergieversorgung
- Kosten der CO₂-Besteuerung
- Erfüllung gesetzlicher Auflagen: Energieeffizienzgesetz, kommunale Wärmeplanung, ESG-Vorgaben...
- Glätten elektrischer Spitzenlasten, speichern von PV-Strom
- Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit

Referenzen aus Industrie und Verwaltungsbau



Sehr hohe Wirtschaftlichkeit durch Nutzung beider Energieströme einer WP



$$\text{COP} = 4 \quad (= 4/1)$$

Coefficient of performance

+

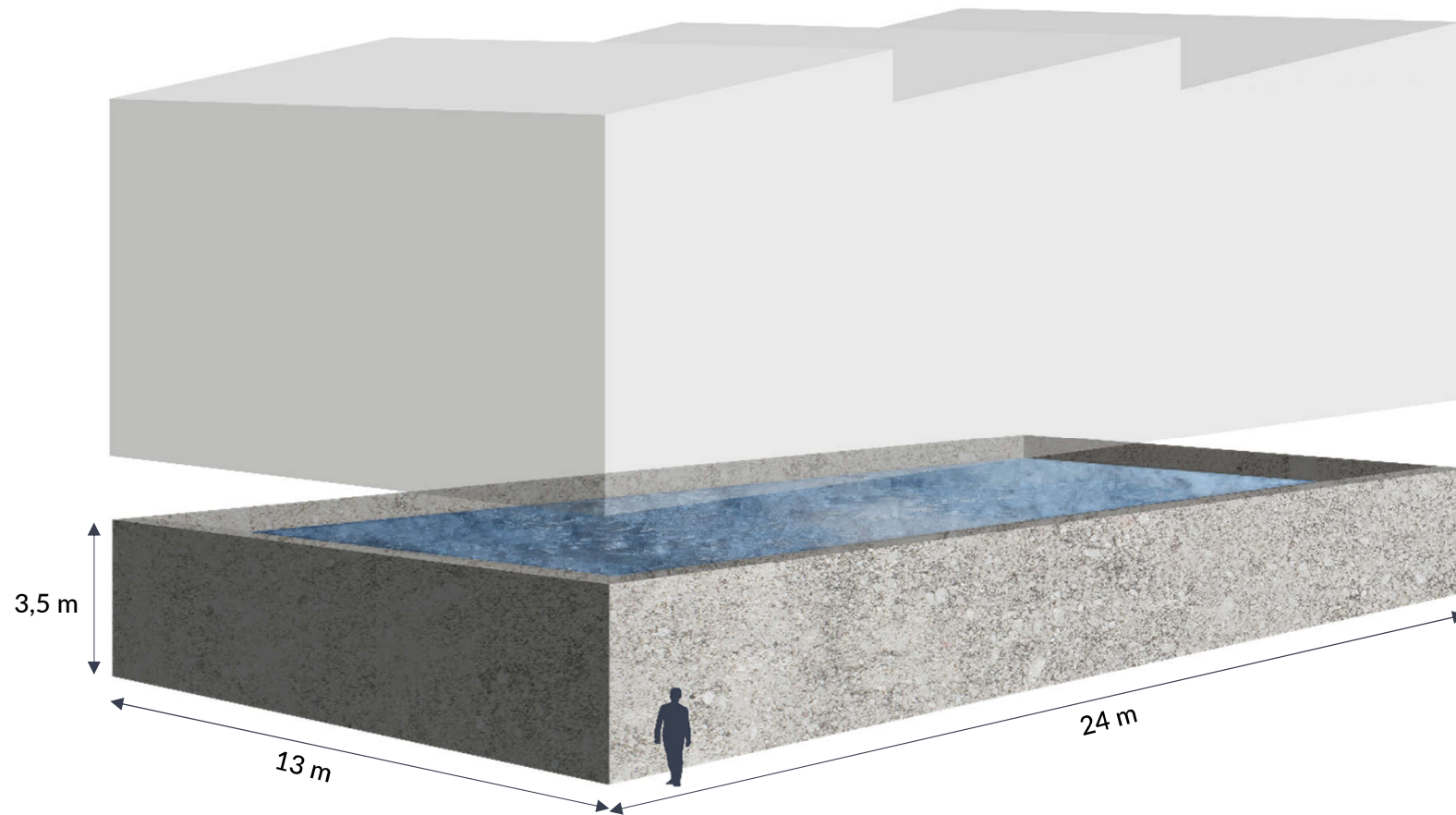
$$\text{COP (EER)} = 3$$

(bezogen auf kalte Seite)

=

$$\text{COP} = 7 \quad (= 4+3/1)$$

Latentwärmespeicher unterhalb des Produktionsgebäudes



Eisspeicher – Außenansicht

Basis des Eisspeichers: komplett vergrabener und erdüberdeckter Betonbehälter (WU-Beton)



Eisspeicher – Eisaufbau

Mehrere Tausend Tonnen Eis bieten höchste Sicherheit, bei größtmöglicher Wirtschaftlichkeit



Eisspeicher – Winter- und Sommeranwendung

Eisspeicher liefert Wärme und Kälte

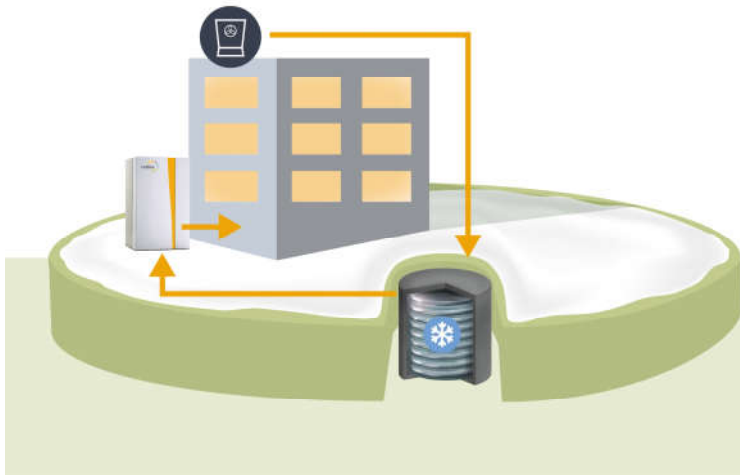


Winter

Die Wärme für das Gebäude wird – über die Wärmepumpe – aus dem Eisspeicher¹ und indirekt der Umgebungsluft entzogen.

Das Gebäude wird beheizt (Wärmezufuhr).

¹ Durch den Wärmeentzug im Eisspeicher vereist das Wasser im Speicher.

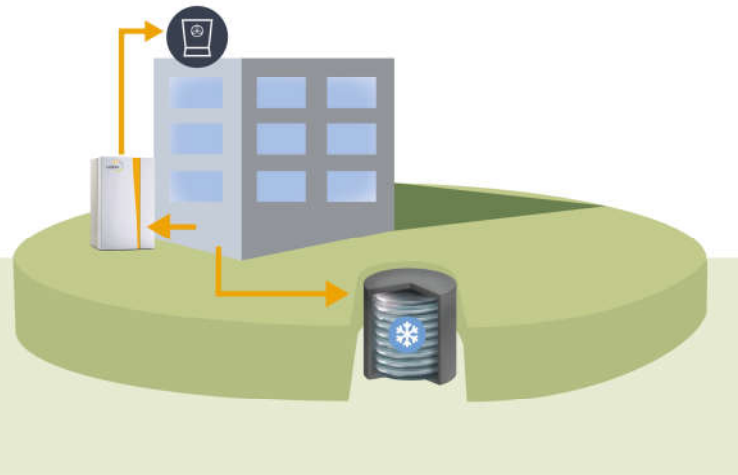


Sommer

Die Wärme im Gebäude wird direkt an den Eisspeicher² oder – über die Wärmepumpe – an die Umgebungsluft abgegeben.

Das Gebäude wird gekühlt (Wärmeentzug).

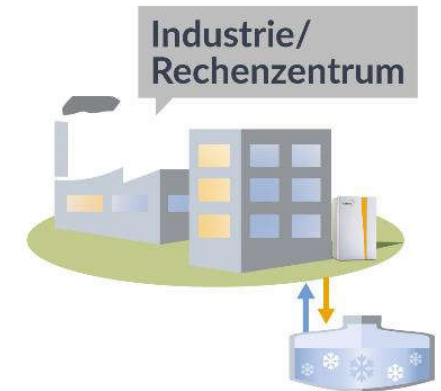
² Durch den Wärmeentzug aus dem Gebäude schmilzt das Wasser im Speicher.



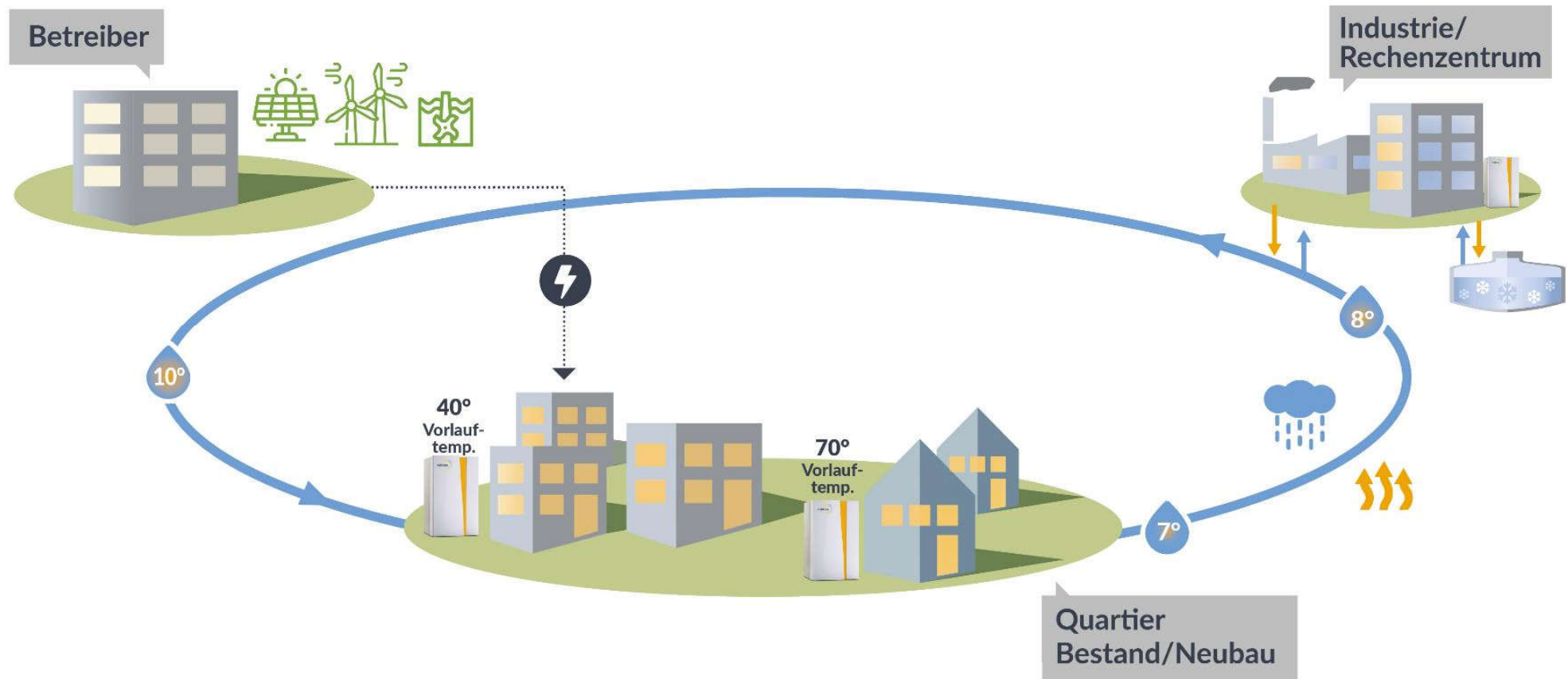
Abwärme als nachhaltige Energiequelle für die kommunale Wärmeversorgung



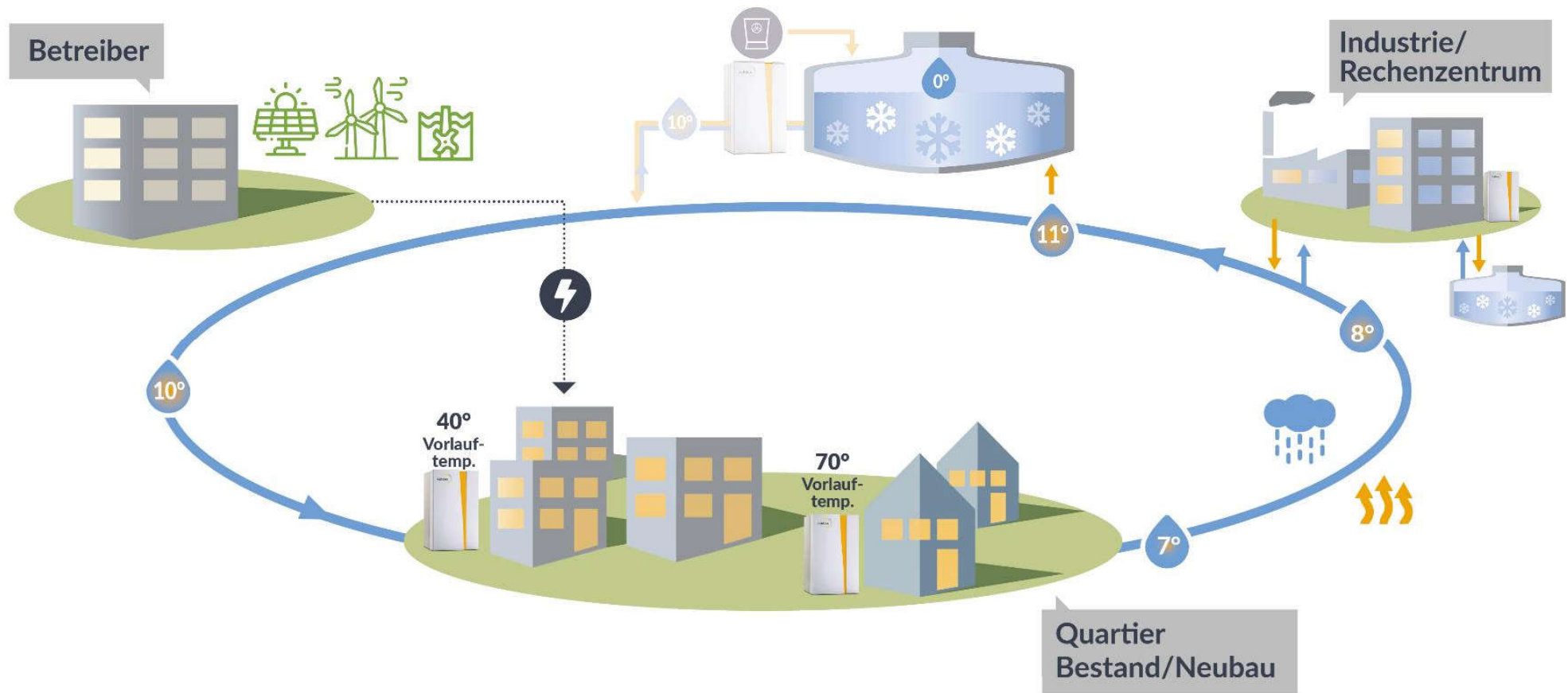
Abwärme als nachhaltige Energiequelle für die kommunale Wärmeversorgung



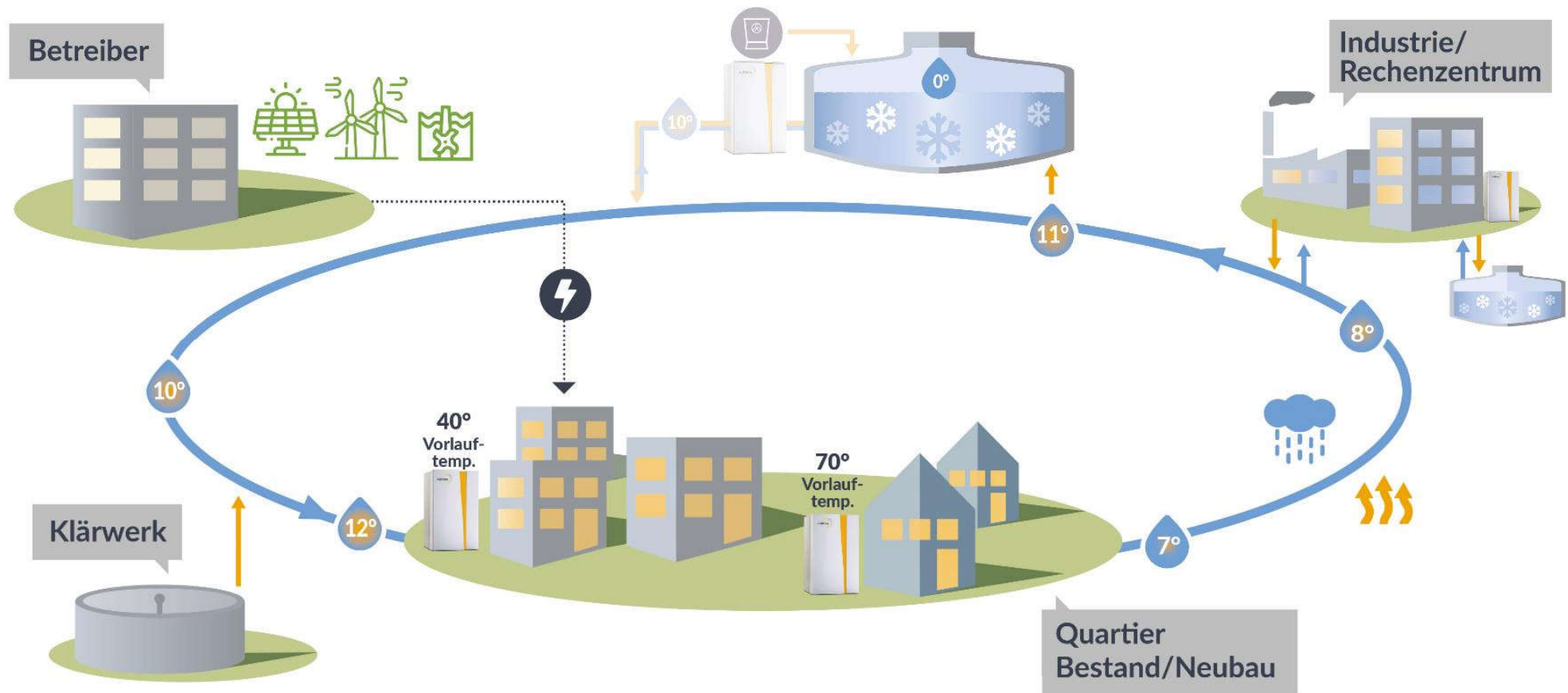
CO₂-neutrales Quartier – Abwärme als nachhaltige Energiequelle



CO₂-neutrales Quartier – Abwärme als nachhaltige Energiequelle



CO₂-neutrales Quartier – Abwärme als nachhaltige Energiequelle



Erfolgsgeschichten

Innovative Lösungen – erfolgreich umgesetzt mit unseren Kunden



Projekt: Blüthenviertel
Caputh Neubauquartier
Eisspeichergröße: 641 m³
Heizleistung: 340 kW
Kühlleistung: 400 kW
Regeneration: Rückkühler
Speicherkapazität: 49.258 kWh
Besonderes: PV-Anlagen, Wärmepumpen
und Eisspeicher für positive Klimabilanz



Projekt: Brix AG
Augsburg Offices
Eisspeichergröße: 576 m³
Heizleistung: 220 kW
Kühlleistung: 500 kW
Regeneration: Rückkühler
Speicherkapazität: 44.242 kWh
Besonderes: Kooperation mit Stadtwerke
Augsburg



Projekt: Schubert GmbH
Verpackungsmaschinen in Crailsheim
Eisspeichergröße: 2.184 m³
Heizleistung: 850 kW
Kühlleistung: 341 kW
Regeneration: Abwärmenutzung/Rückkühler
Speicherkapazität: 170.678 kWh
Besonderes: Derzeit weltweit größter
Eisspeicher, Abwärmenutzung (Serverräume)

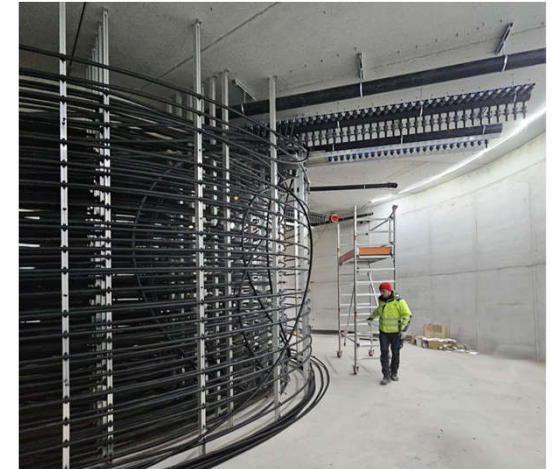
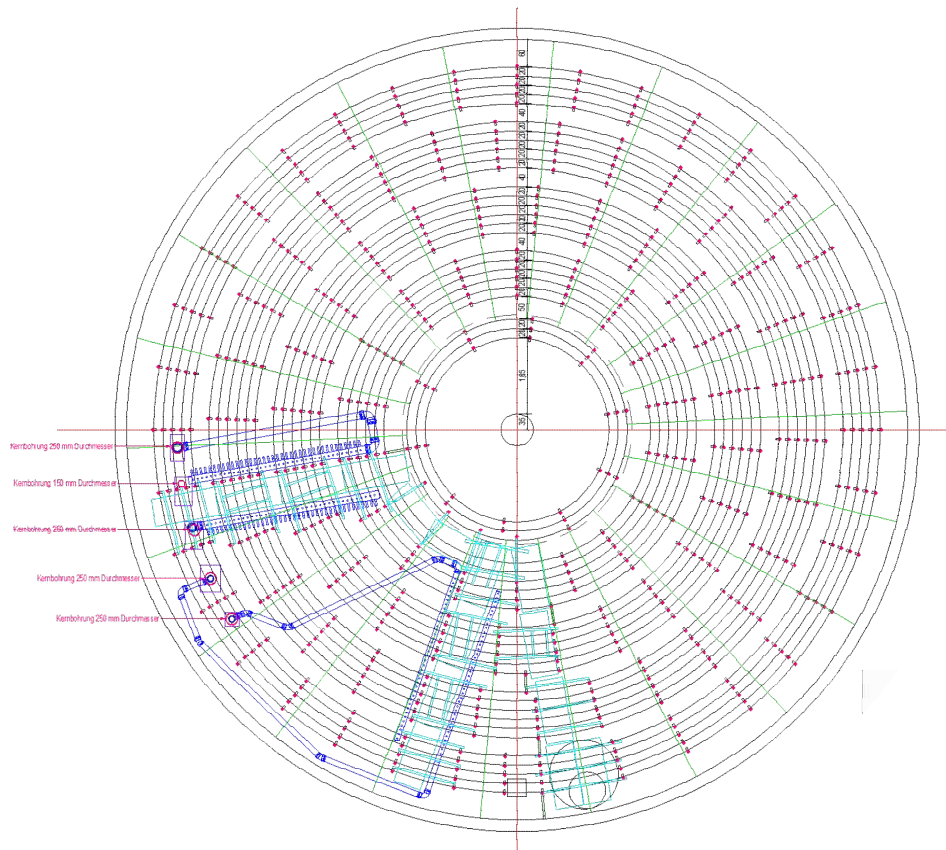


Projekt: Realschule
„Klima-Campus“ Lichtenau
Eisspeichergröße: 531 m³
Heizleistung: 225 kW
Kühlleistung: 214 kW
Regeneration: Rückkühler
Speicherkapazität: 40.800 kWh
Besonderes: Schüler*innen erfahren die
Bedeutung nachhaltiger Energien vor Ort

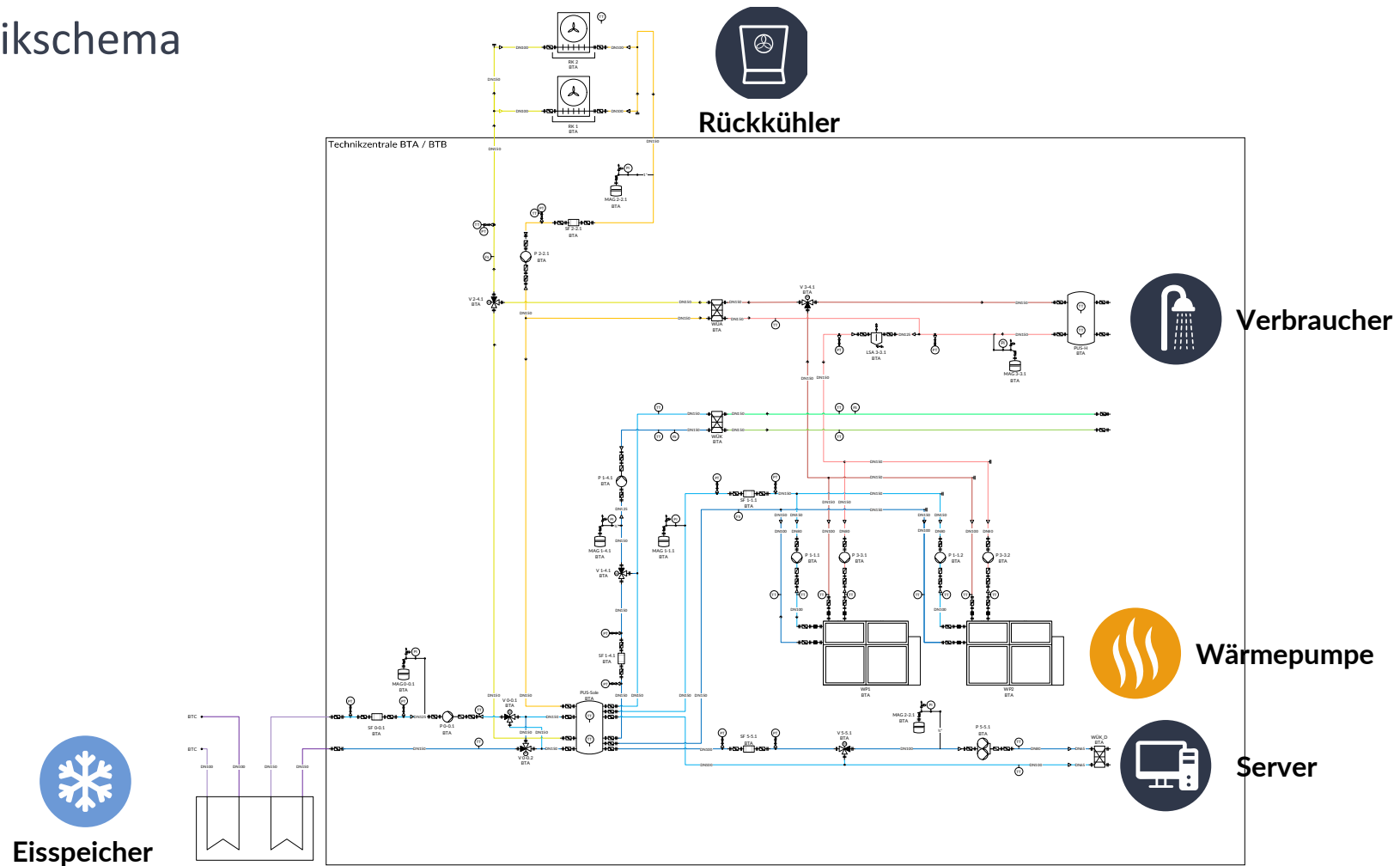


Eisspeicher

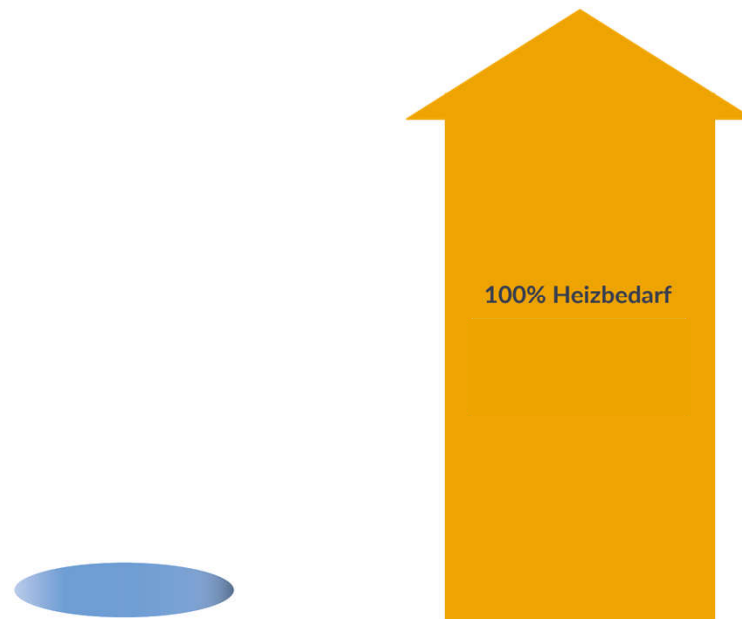
Von der Planung bis zum Bau



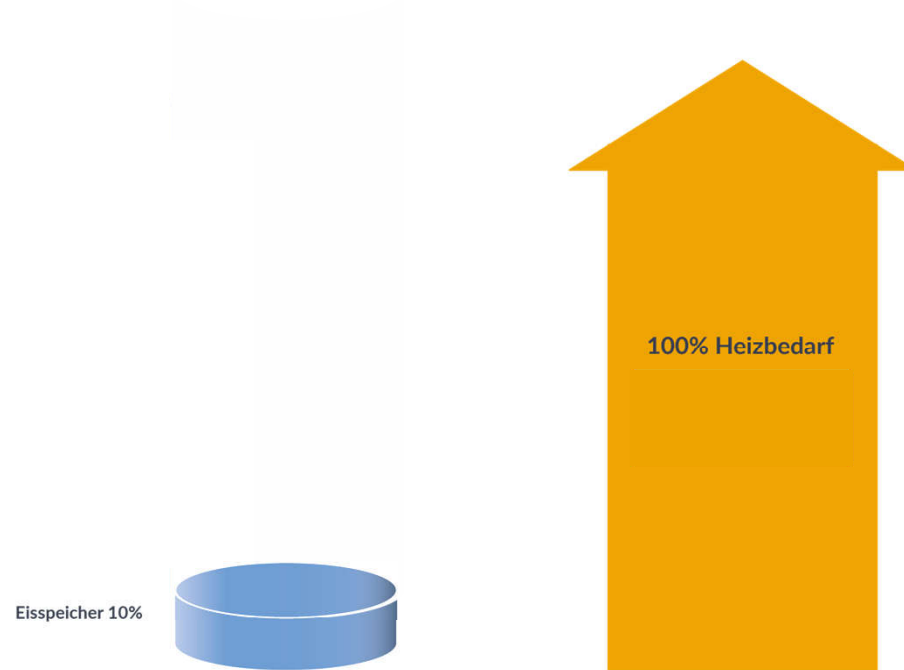
Hydraulikschemata



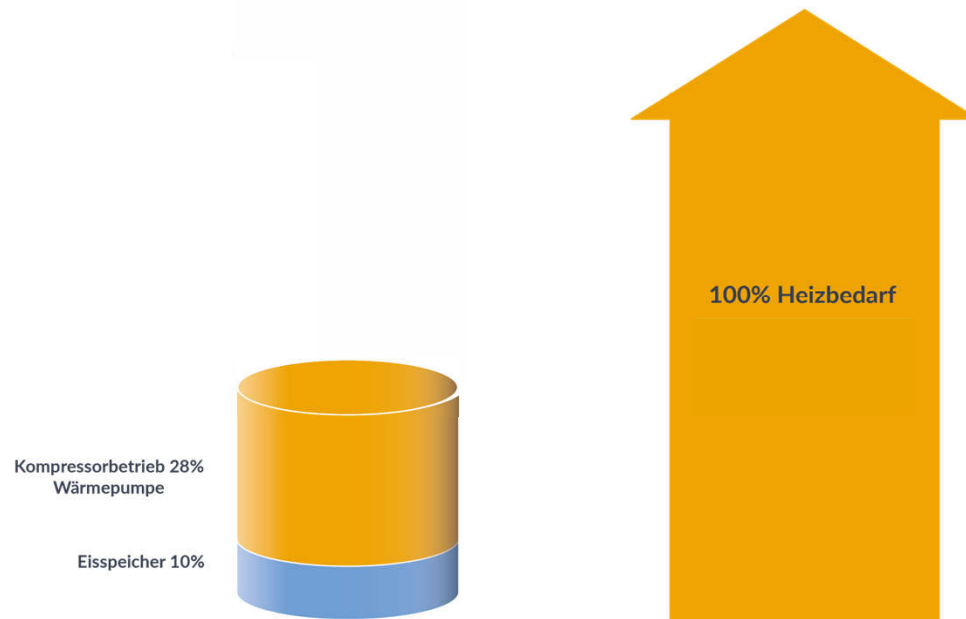
Eisspeichersystem – Heizbetrieb im Winter



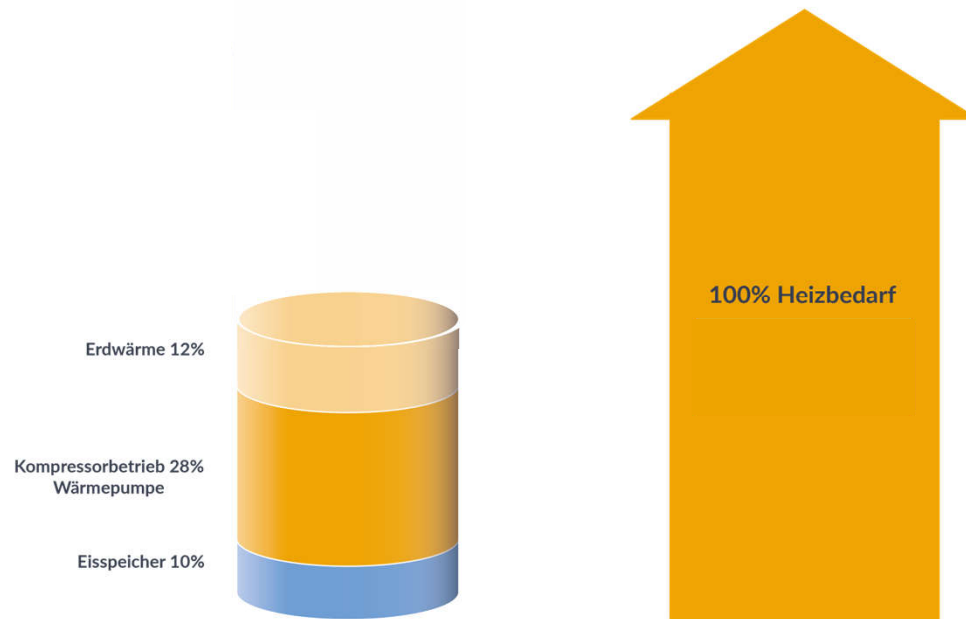
Eisspeichersystem – Heizbetrieb im Winter



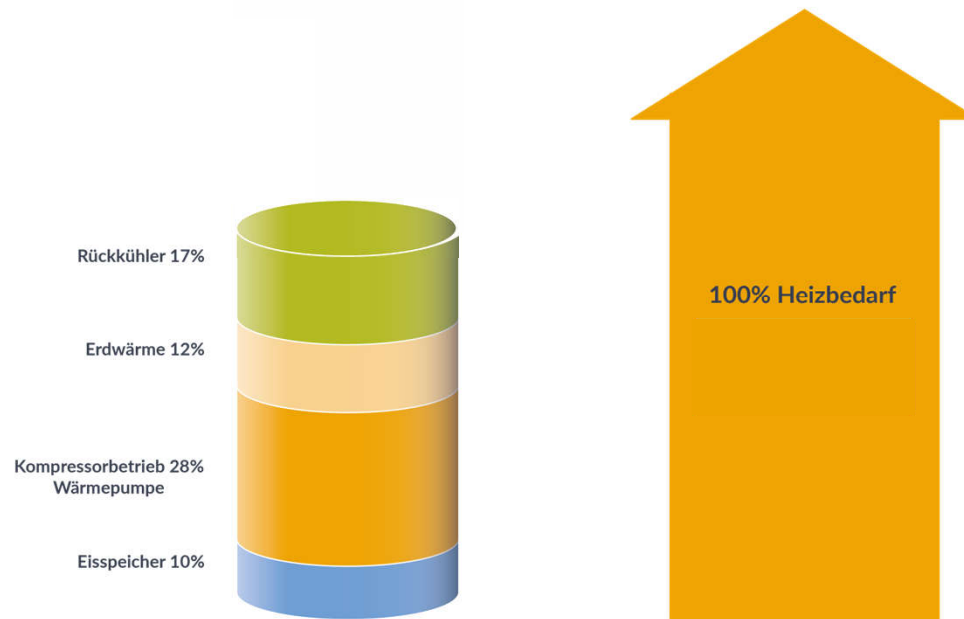
Eisspeichersystem – Heizbetrieb im Winter



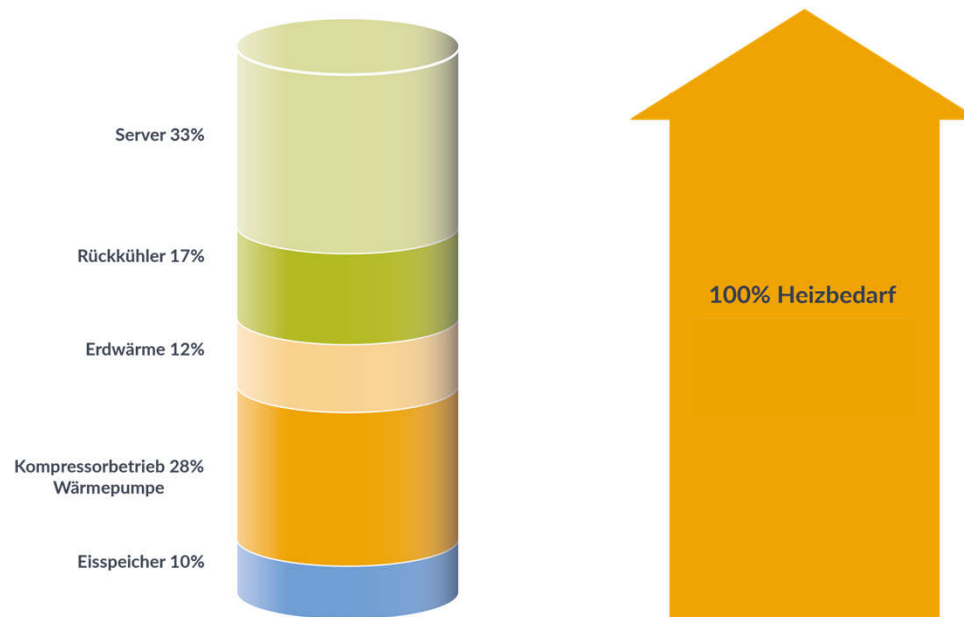
Eisspeichersystem – Heizbetrieb im Winter



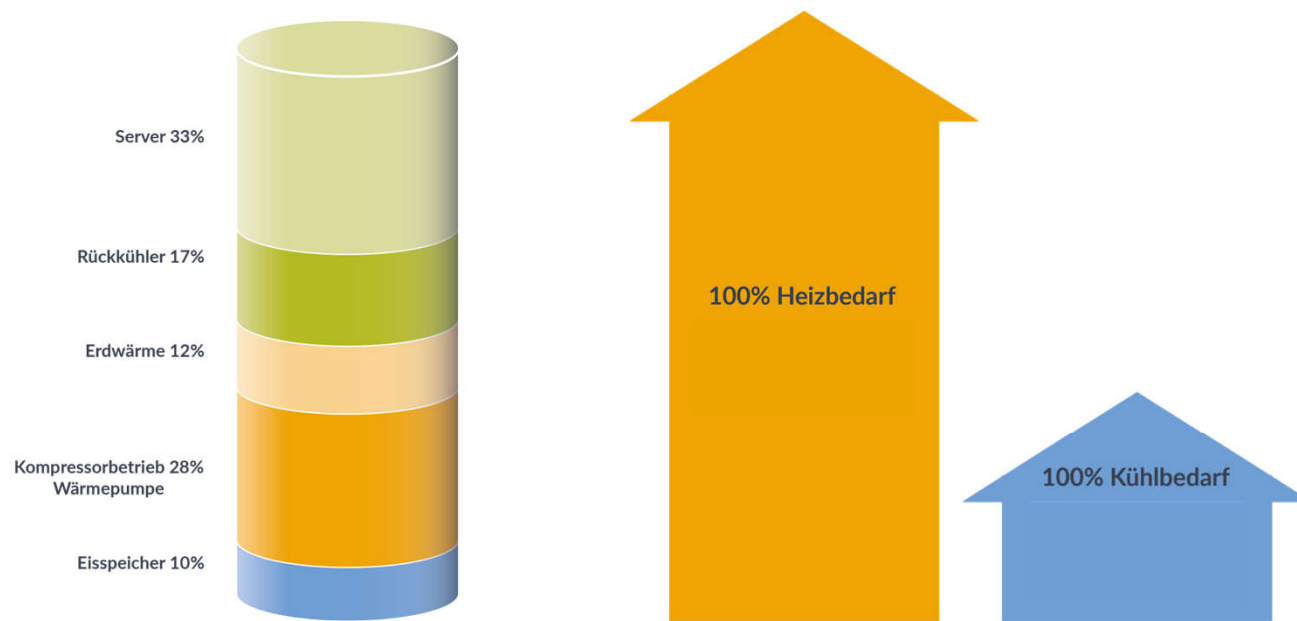
Eisspeichersystem – Heizbetrieb im Winter



Eisspeichersystem – Heizbetrieb im Winter

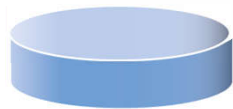


Eisspeichersystem – Vergleich Heiz- und Kühlbedarf



Eisspeichersystem – Kühlbetrieb im Sommer

Eisspeicher 28%



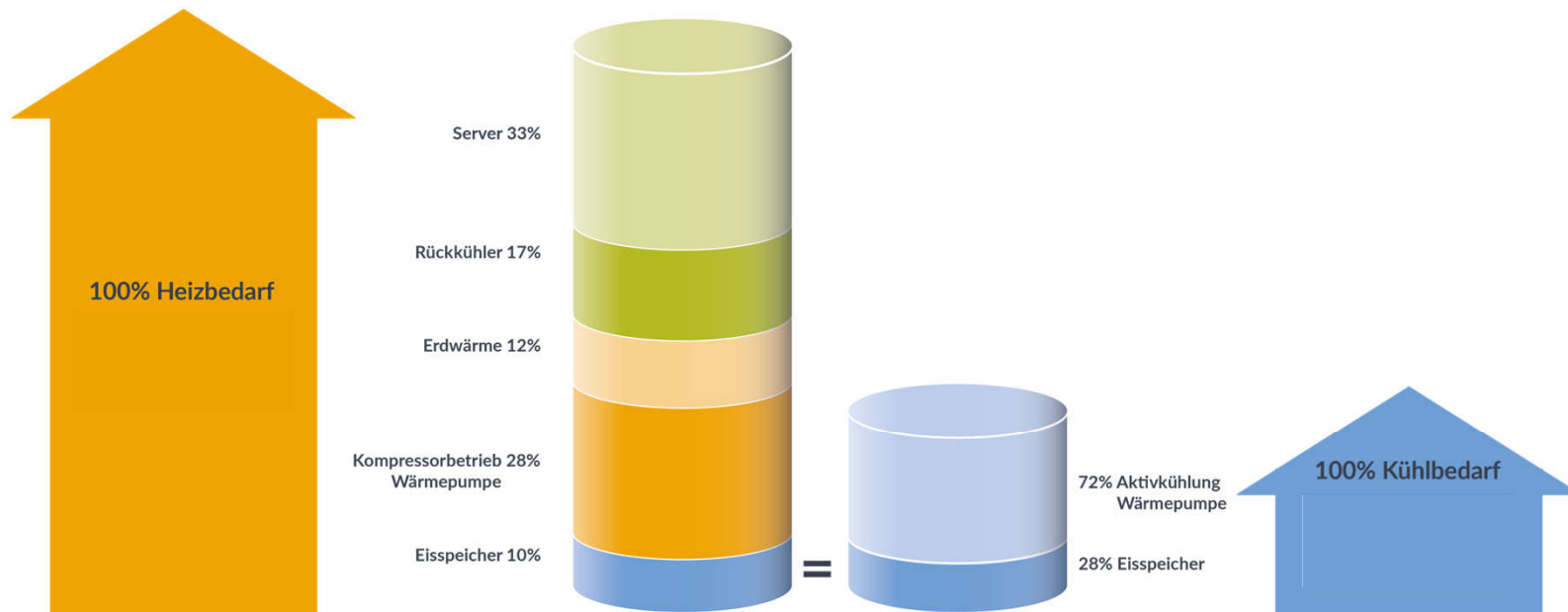
100% Kühlbedarf



Eisspeichersystem – Kühlbetrieb im Sommer



Eisspeichersystem – Gegenüberstellung Winter/Sommerbetrieb



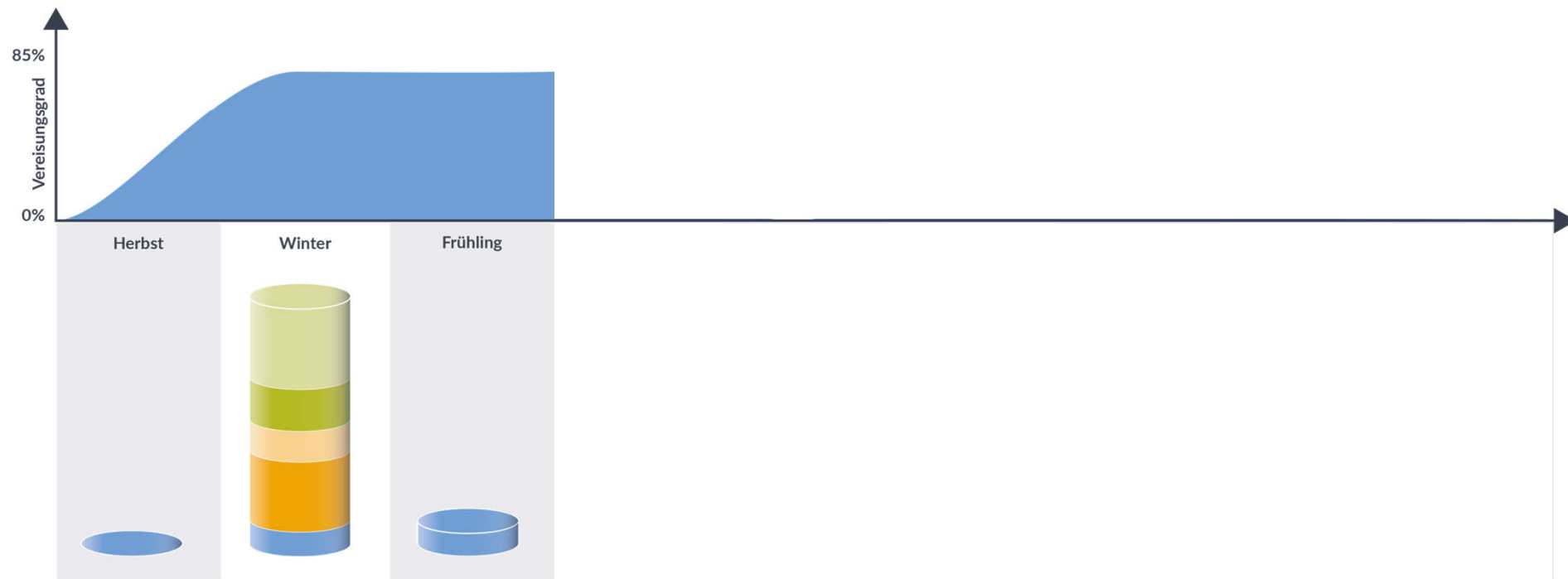
Eisspeichersystem - Jahresverlauf



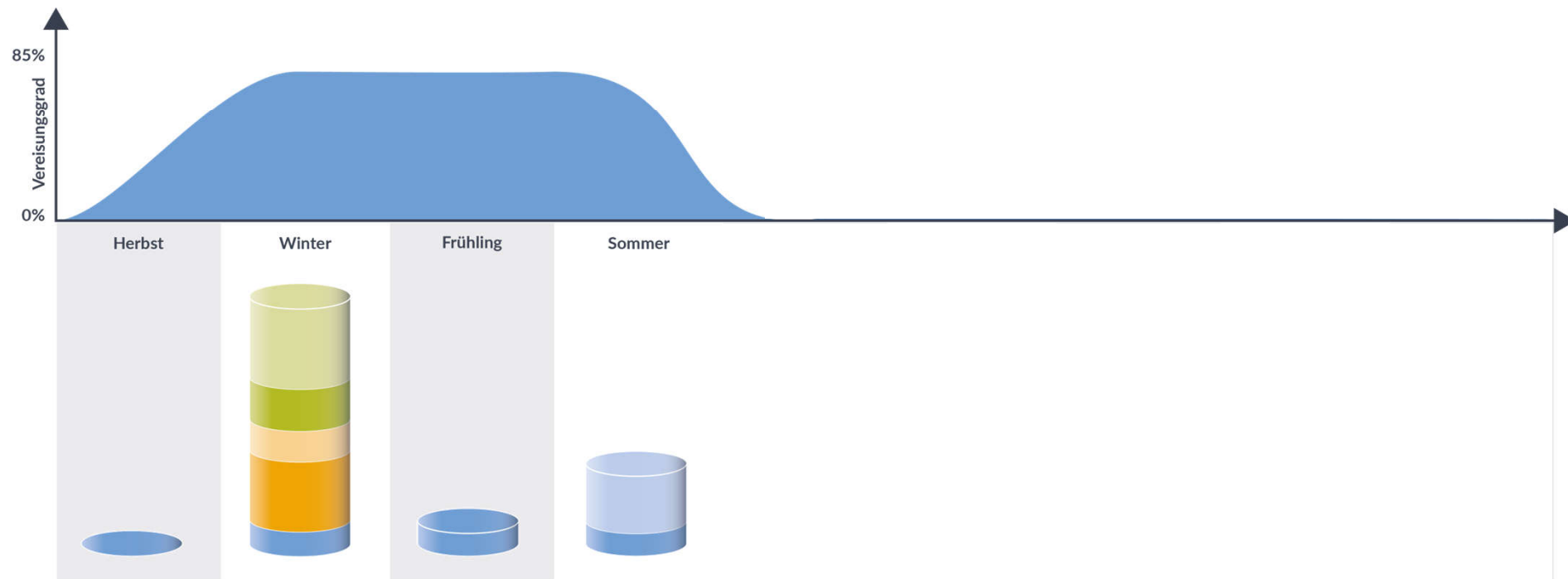
Eisspeichersystem - Jahresverlauf



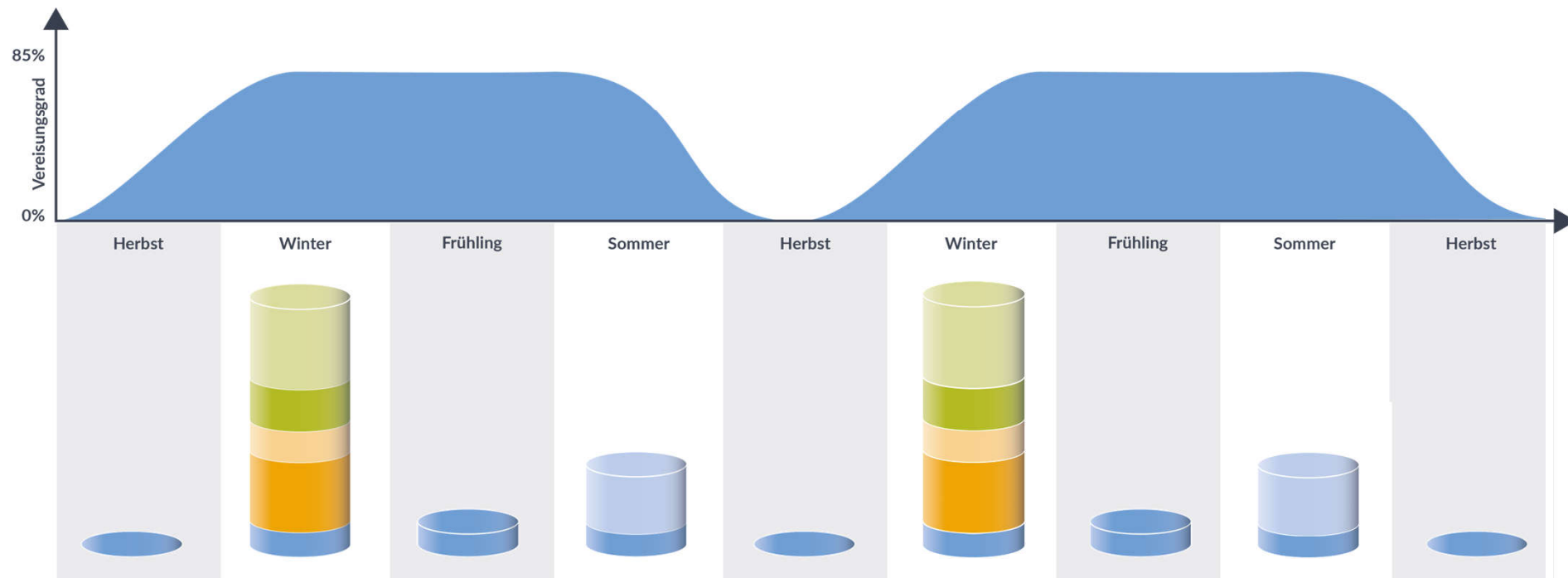
Eisspeichersystem - Jahresverlauf



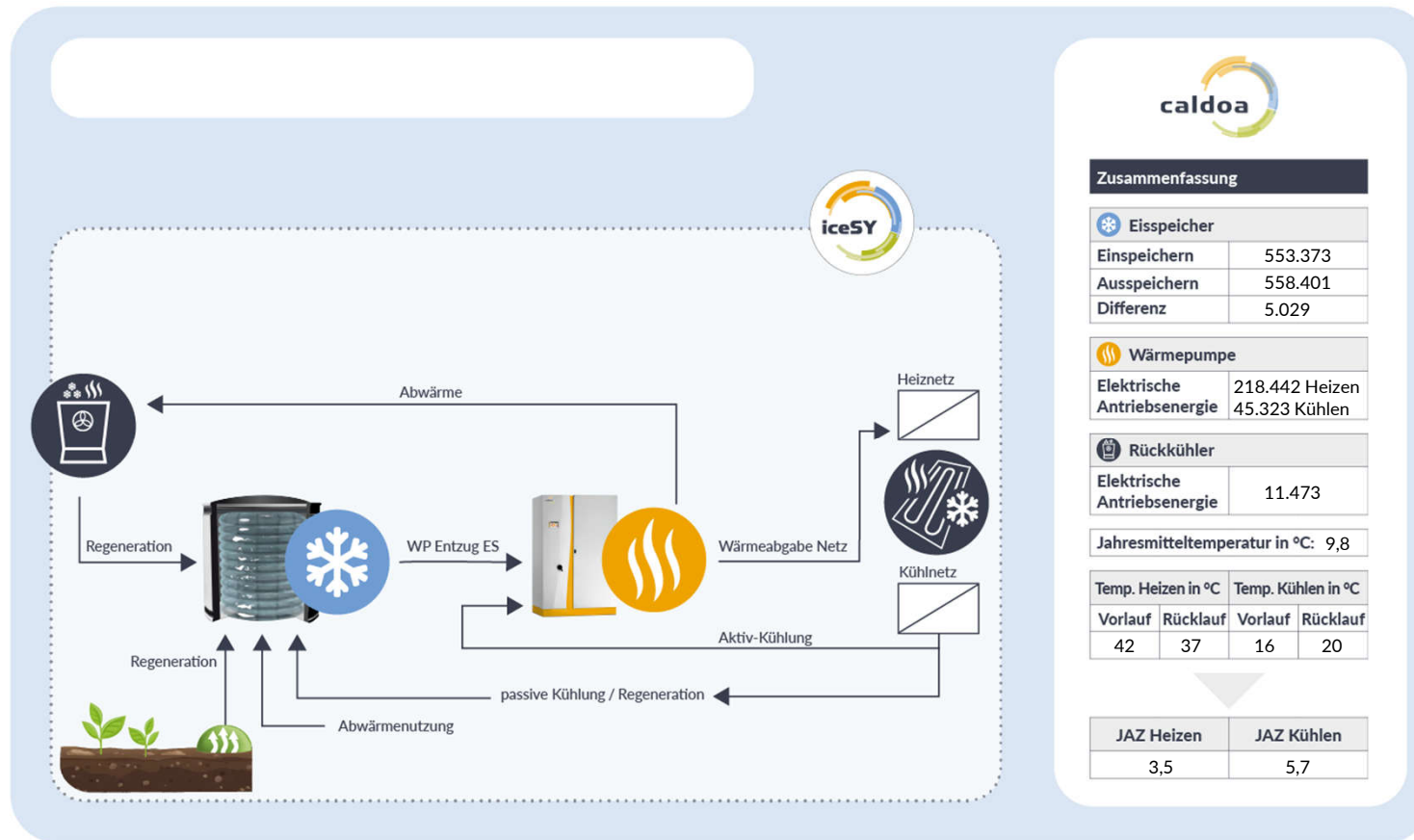
Eisspeichersystem - Jahresverlauf



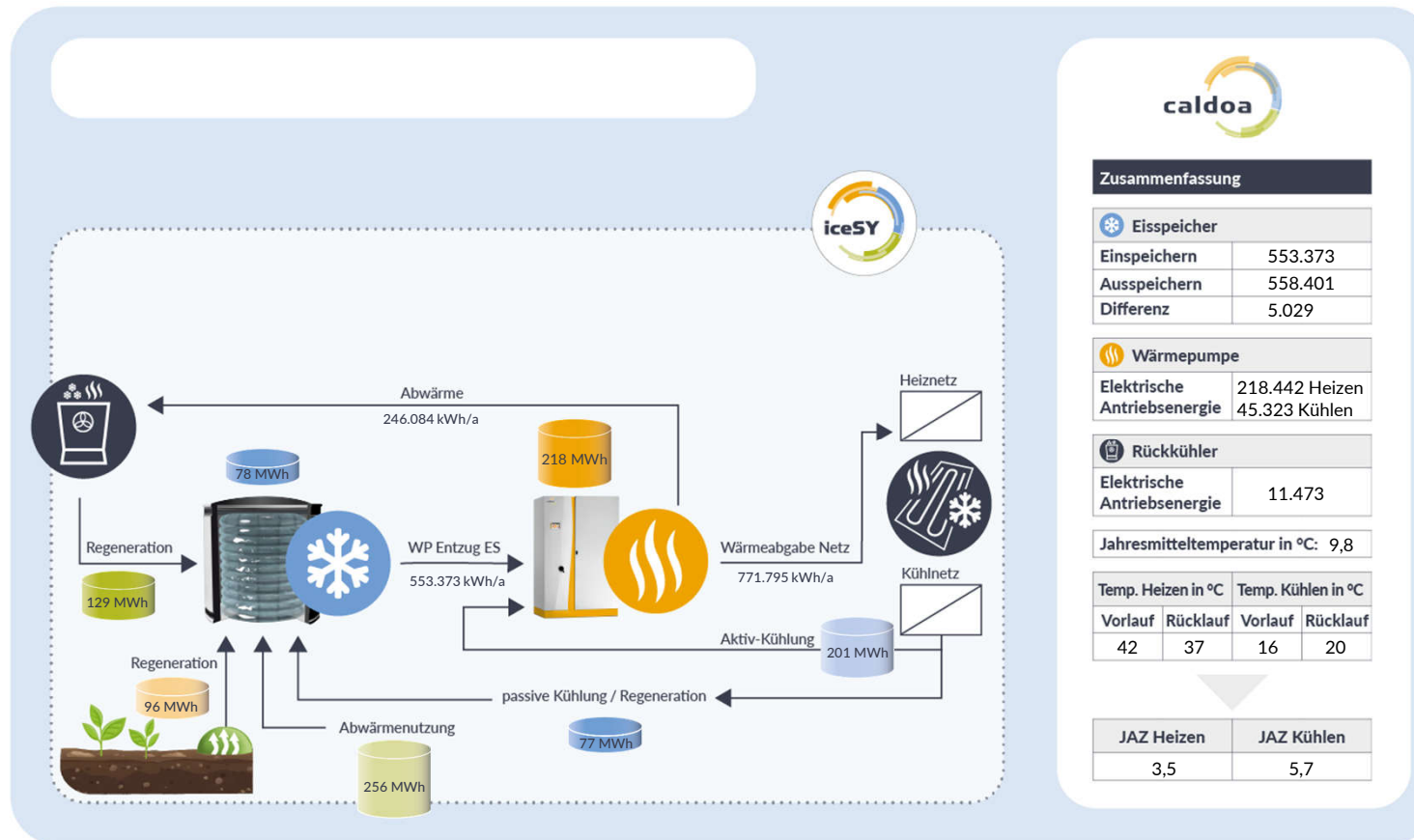
Eisspeichersystem - Jahresverlauf



Eisspeichersystem – Energiekennzahlen



Eisspeichersystem – Energiekennzahlen



Heizbedarf

Kühlbedarf



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

Ihre Ansprechpartner:



Yannick Friess
Abteilungsleitung
Engineering & Innovation
Tel. +49 7251 322 570 3
y.friess@caldoa.de

Weitere Infos: www.caldoa.de





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

www.caldoa.de