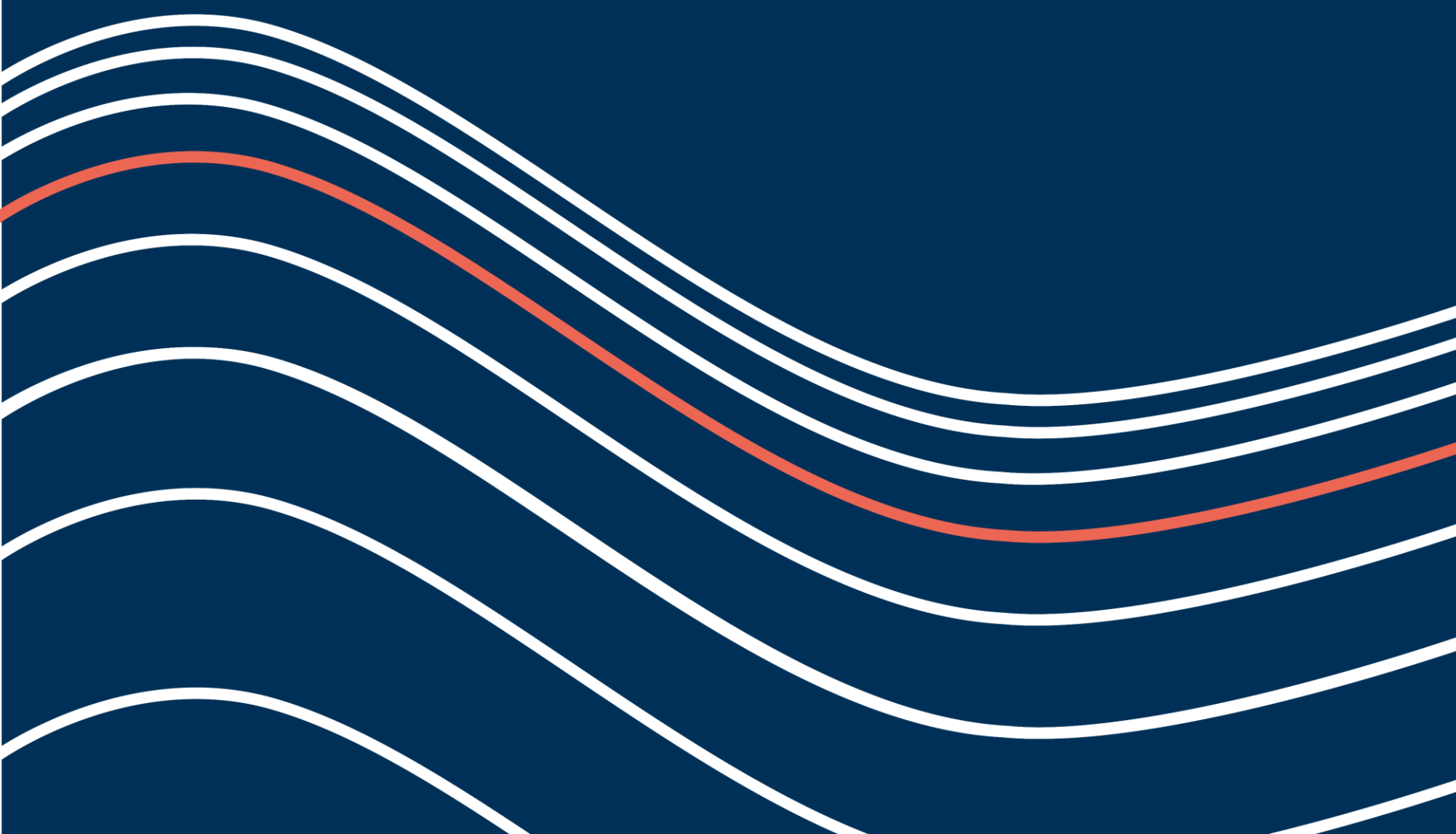




**WASSER
BAHNT
SICH
IMMER
SEINEN
WEG**



Die Geschichte einer Idee



2022 Gründung der AQVA SYNERGY GmbH

Ausgründung aus dem Institut für Luft- und Kältetechnik; Ziel: Herstellung und Vermarktung von Vakuumeisanlagen und weiteren Anwendungen der Technologie "Wasser als Kältemittel"

2023-2027 AQVA HEAT II | III

Aufbau, Demonstration und Monitoring von zwei Gewässerthermie-Anlagen in Zittau (Fluss, 500 kW) und Weißwasser (See/Teich, 100 kW); dauerhafte Wärmebereitstellung für Fernwärmenetz bzw. Gebäude

2021-2022 AQVA HEAT I

Erstmaliger Funktionsnachweis des AQVA HEAT-Konzeptes zur Wärmegewinnung aus kalten Gewässern, dreimonatige Demonstration bei den Stadtwerken Zittau am Fluss Mandau, Erhalt der wasserrechtlichen Genehmigung und Erlaubnis, gewässerökologisches Monitoring durch BTU Cottbus - Senftenberg

2017-2021 WindNODE

Steigerung der maximalen Kälteleistung eines Moduls auf 500 kW, Absenkung Schmelzpunkt bis -5 °C zur Flexibilisierung industrieller Kälteanlagen, Netzwerkaktivitäten zur Etablierung des "Power-to-Cold"-Ansatzes

2017-2018 Göttingen I

Lieferung und Aufbau einer Prototypanlage, Überarbeitung des Anlagenkonzepts und Erhöhung der Kälteleistung (180 kW), Speicherkapazität (1.000 MWh)

2013-2015 Modellverdampfer

Entwicklung eines Modellverdampfers zur Erarbeitung eines grundlegenden Verständnisses der Eisbildung durch Direktverdampfung von Wasser im Grobvakuum. Erste Untersuchungen zu Beschichtungssystemen

2008 Halb-hermetischer Verdichter

Beginn der Entwicklung eines halb-hermetischen Verdichters zur weiteren Reduktion der Herstellungskosten

1999-2003 Feldanlagen

Markteinführung von Kälteanlagen mit Wasser als Kältemittel (R718) mit hermetischen Turboverdichter, 500-1.000 kW, davon 2 Anlagen in Gläserner Manufaktur Dresden - bis heute in Betrieb!

1993 Demoanlage 100 kW

Erste Demonstrations- und Forschungsanlage im kleinen Maßstab mit Wasser als Kältemittel, 10-100 kW

2020-2023 Projekt TAFEis

Übertragung von Erkenntnissen aus der Entwicklung Vakuum-Flüssigeis mittels mechanischer Verdichtung auf die thermische Flüssigeiserzeugung mittels Sorptionskälteanlage

2018-2020 Projekt WÜSST

Entwicklung und Erprobung eines Flüssigeis-Wärmeübertragers zur Effizienzsteigerung von Kälteversorgungssystemen

2018-2020 Göttingen II

Lieferung und Aufbau einer Prototypanlage, weitere Erhöhung der Kälteleistung auf 400 kW und Speicherkapazität auf 3.500 kWh (FESS400/3.500)

2015-2018 Projekt TraRaCom

Grundlagenforschung zum Strömungsverhalten von Wasserdampf und Erarbeitung von Richtlinien für Wasserdampf-Turboverdichter

2010-2013 Zwickau

Inbetriebnahme und Integration eines Vakuum-Flüssigeiszeugers zum Lastmanagement der Hochschule Zwickau, Prototyp: 50 kW

2003-2008 Meerwasserentsalzung

Anpassung der Technologie für den Einsatz zur Meerwasserentsalzung (Anlagen bis zu 180 m³/d)

1997 Demoanlage 1.000

Erste Demonstrations- und Forschungsanlage im großen Maßstab mit Wasser als Kältemittel und neuer Turbo-Kompressor-Technologie, 500-1.000 kW

1992 Laboranlage

Untersuchung physikalischer Vorgänge bei gezielter Verdampfung und Kondensation von Wasser (6-20 mbar)

Vom Wasser zum Vakuum-Flüssigeis

Durch eine aktiv induzierte Verdampfung an der Oberfläche wird dem Wasser Energie entzogen. Dieser Energieentzug führt zur gleichzeitigen Ausbildung von kleinen Eispartikeln.

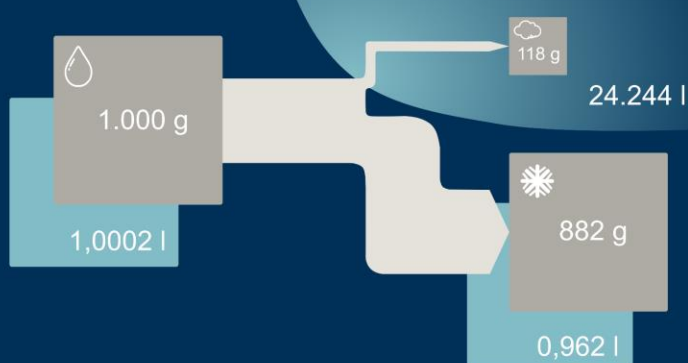
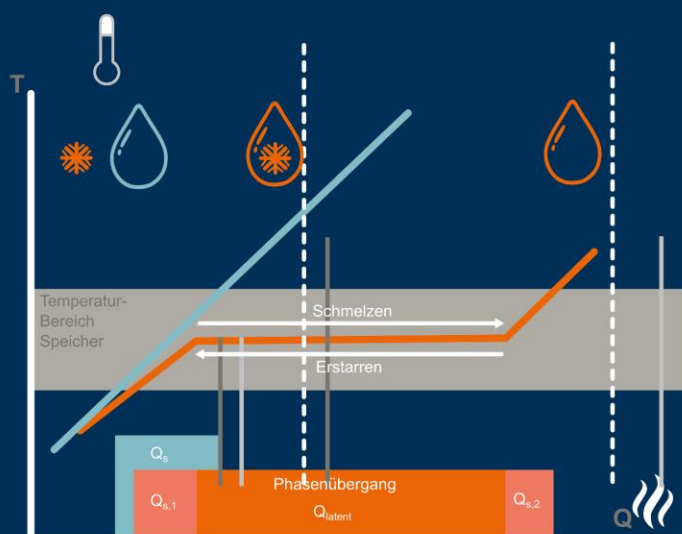


$p = 1,01 \text{ bar}$
 $T = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$
entspricht dem Sieden
auf dem Niveau des
Meeresspiegels.

$p = 0,33 \text{ bar}$
 $T = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 entspricht dem Sieden
 auf einer Höhe von
 8.848 m (Mount Everest)
 über dem
 Meeresspiegel.

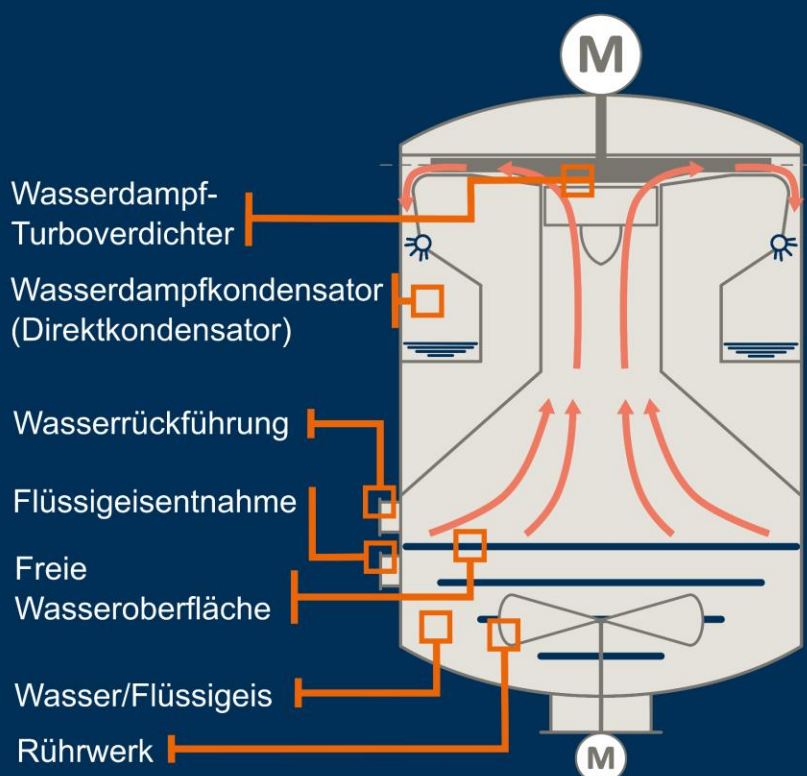
$p = 6 \text{ mbar}$
 $T = 0,01 \text{ }^{\circ}\text{C}$
entspricht dem Sieden
auf einer Höhe von
28.500 m über dem
Meeresspiegel

Für die im Diagramm beispielhaft verglichenen Speicherarten ergibt sich für den sensiblen Kältspeicher Q_S als Energieinhalt. Für den Latentwärmespeicher, wie der Flüssigeisspeicher, ergibt sich ein Energieinhalt zu $(Q_{S,1} + Q_{\text{latent}} + Q_{S2})$, also wesentlich höher.



Zur Erzeugung von 882 g Eis müssen lediglich 118 g Wasser verdampft werden. Bei dem im Flüssigeiserzeuger vorherrschenden geringen Druck von ca. 6 mbar nimmt der Wasserdampf jedoch ein großes Volumen von 24.244 l ein. Durch den vom ILK Dresden entwickelten Turboverdichter sind die großen Wasserdampfvolumenströme aber gut handhabbar.

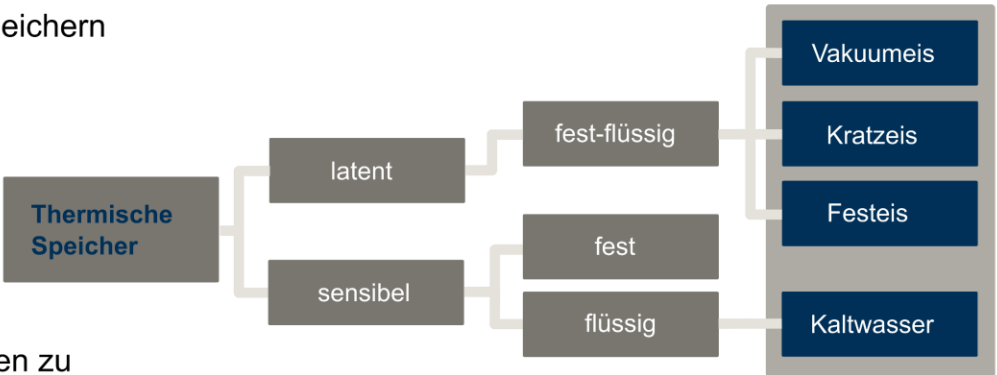
Das entstandene Wasser-Eis-Gemisch, auch Eisbrei oder Ice Slurry genannt, ist pumpfähig und kann für verschiedene Kühlaufgaben genutzt werden. Das Kühlen findet durch Aufschmelzen direkt oder indirekt beim Verbraucher statt.



VERGLEICH KÄLTE-SPEICHERTECHNOLOGIEN

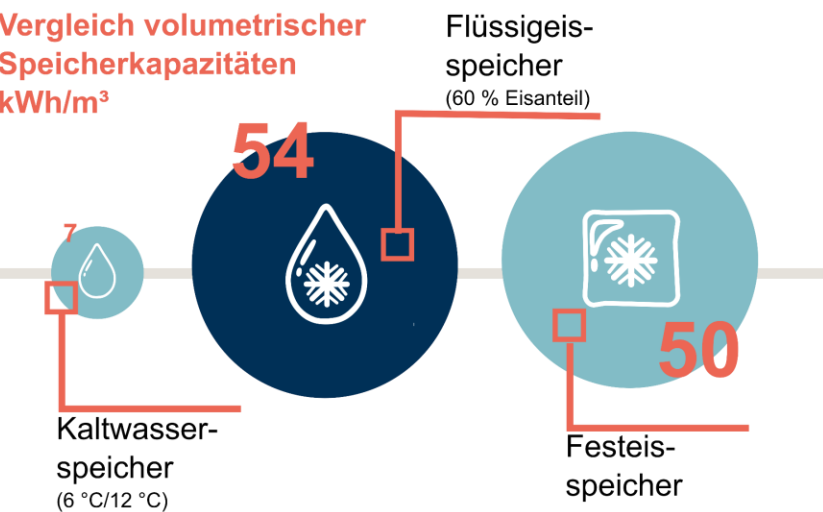
Vakuum-Flüssigeis überzeugt!

Kältespeicher sind eine Form der Energiespeicherung. Um Kälte zu erzeugen und anschließend zu speichern, muss dem Speicher beim Beladen Wärmeenergie entzogen und beim Beladen zugeführt werden. Man unterscheidet bei sogenannten thermischen Speichern grundsätzlich in sensible Speicher ohne Phasenübergang und Latentspeicher mit Phasenübergang.

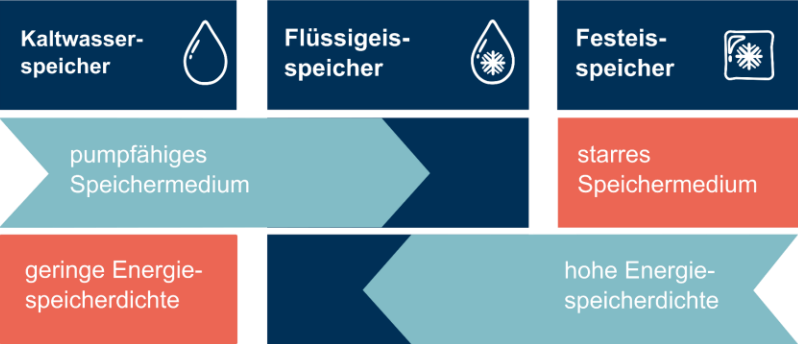
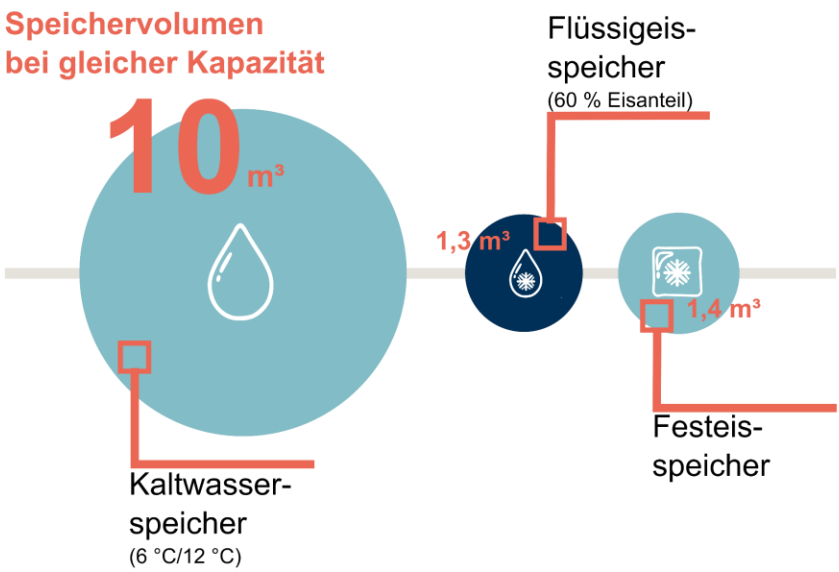


Klassische Kaltwasser- oder Solespeicher zählen zu den sensiblen Speichern wohingegen Eisspeicher sich den latenten Phasenübergang zu Nutze machen. Unter den Eisspeichern muss weiter nach dem eingesetzten Erzeugungsverfahren bzw. nach der Art des Speichermediums unterschieden werden. Das Speichermedium bei Vakuumflüssigeis und Kratzeis ist jeweils Flüssigeis.

In typischen Kaltwasserspeichern werden je m³ Wasser bei einer Temperaturdifferenz von 6 K rund 7 kWh gespeichert. Pro Kubikmeter Eis können hingegen knapp 90 kWh latente Energie gespeichert werden. Die Speicherkapazität je m³ ist somit deutlich höher. Wird weiter unterschieden, so können in einem Festeisspeicher effektiv nur 50 kWh/m³ gespeichert werden, da die notwendigen Wärmeübertrager einen großen Teil des Volumens des Speichers einnehmen und somit dieses für die Kältespeicherung selbst nicht zur Verfügung steht. Bei Flüssigeis ist die Speicherdichte ausschließlich vom Eisanteil abhängig. Bei einem Eisanteil von 60 % werden bis zu 54 kWh/m³ erreicht.



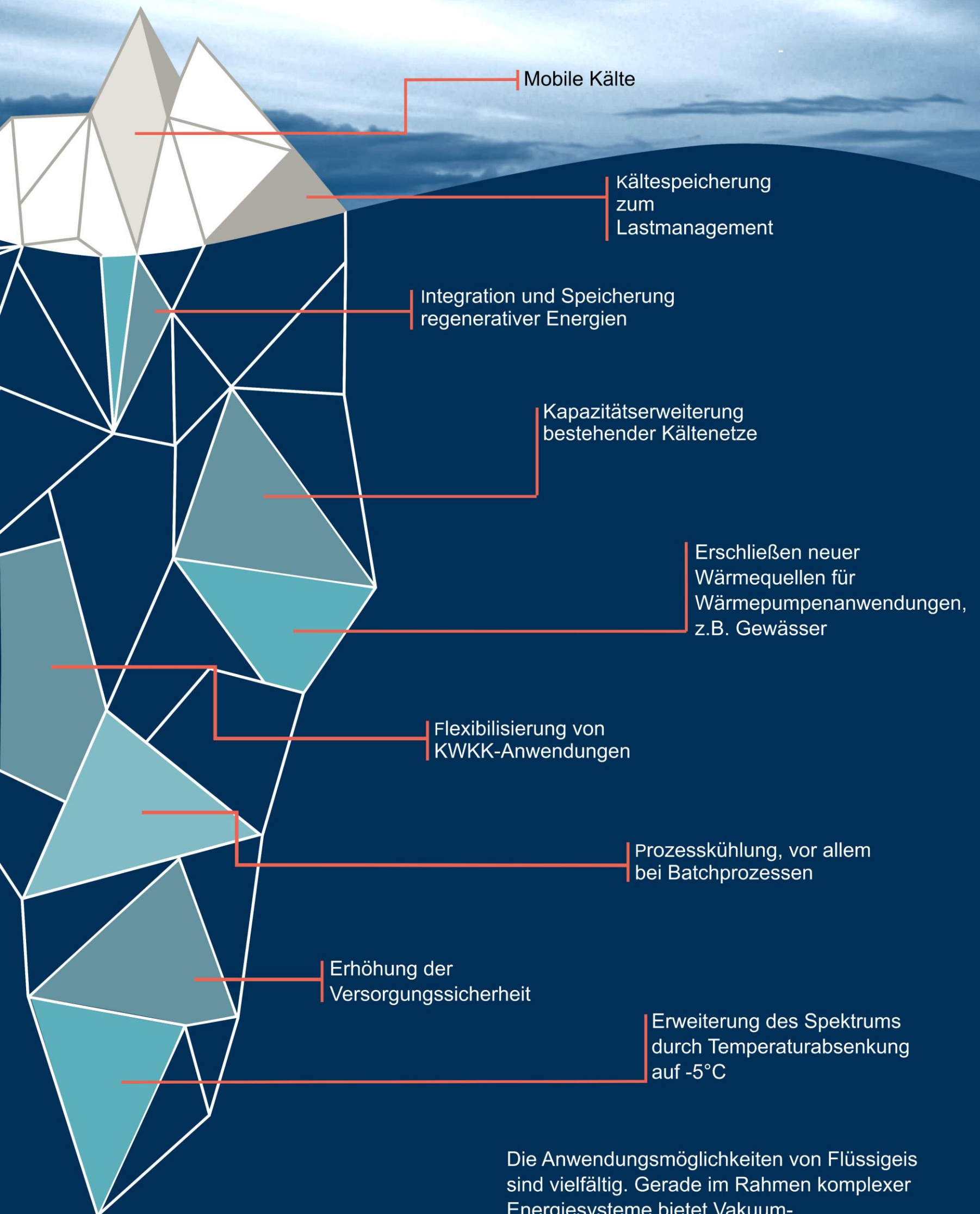
Bei Nutzung der Flüssigeistechnologie kann der Speicher bei gleicher Kapazität wesentlich kleiner gebaut werden als bei Kaltwasserspeichern. Konventionelle Festeisspeicher können zwar bei dem geringen Speichervolumen mithalten, bringen aber Nachteile bei der Effizienz mit, da die am Wärmeübertrager aufgebaute Eisschicht wie eine Isolation wirkt und deutlich niedrigere Temperaturen zur Verdampfung notwendig sind.



Mit der Vakuum-Flüssigeistechnologie können die Vorteile von Kaltwasser- und Festeisspeichern vereint werden. Neben einem pumpfähigen Speichermedium bietet die Technologie gleichzeitig eine hohe Energiedichte. Im Vergleich zum Kratzeiserzeuger als die weitere Flüssigeisspeichertechnologie ergeben sich erhebliche Vorteile beim Betrieb von Vakuum-Flüssigeisanlagen. Bei der Direktverdampfung ist ein additivfreier und damit umweltfreundlicher Betrieb möglich. Durch einen geringeren mechanischen Verschleiß beim Betrieb und durch das Arbeiten bei einer höchstmöglichen Verdampfungstemperatur ist die Vakuum-Flüssigeistechnik zudem effizienter.

ANWENDUNGSOPTIONEN FLÜSSIGEIS

**Mehr als die
Spitze des Eisbergs**

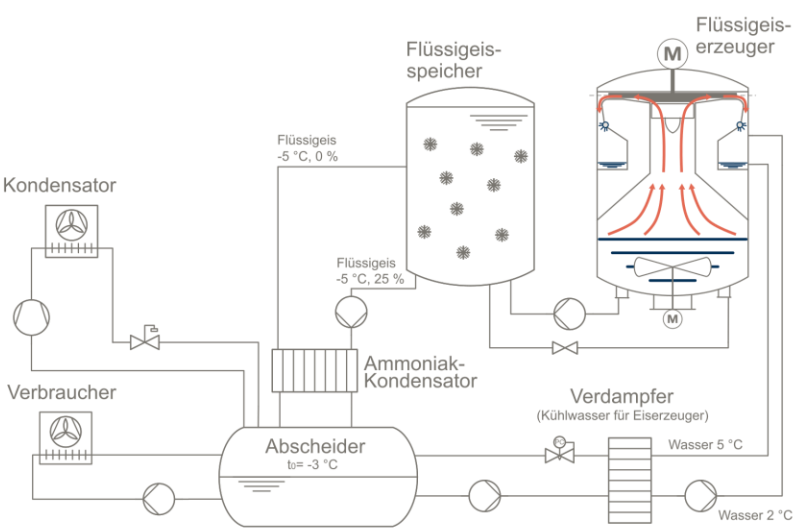


Die Anwendungsmöglichkeiten von Flüssigeis sind vielfältig. Gerade im Rahmen komplexer Energiesysteme bietet Vakuum-Flüssigeiserzeugung eine vielversprechende Ergänzung oder sogar Alternative zu bestehenden Technologien. Die Anwendungen, an die man als erstes bei Flüssigeis denkt, sind nur die Spitze dieses Eisbergs der Möglichkeiten. Nicht jede Anwendung ist immer sofort ersichtlich. Sprechen Sie uns einfach an!

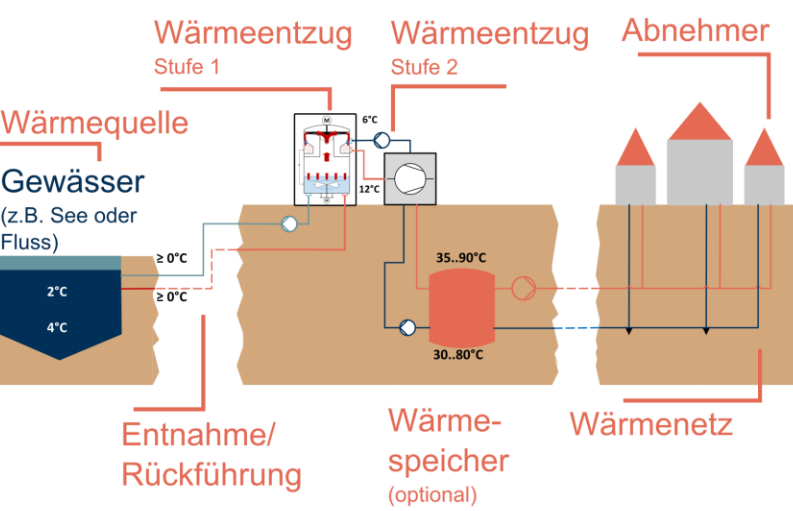
FLEXIBILITÄTS- OPTIONEN

Speicher und Power-to-Value

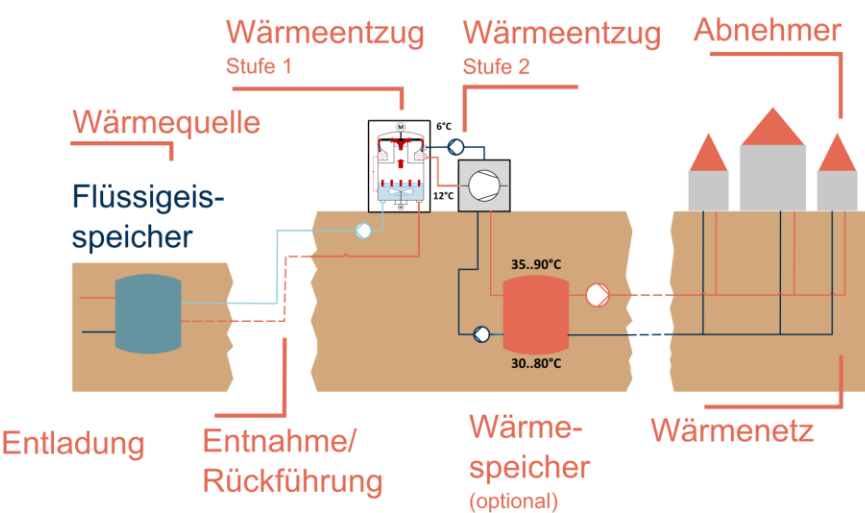
Speicher sind eine wichtige Flexibilitätsoption in Energieversorgungssystemen. Durch sie können Erzeugung und Verbrauch entkoppelt werden und so das Stromnetz stabilisiert werden.



(a) Einbindung in ein Kälteversorgungssystem



(b) Nutzung von Gewässerthermie



(c) Eisspeicher als Wärmequelle

Bestehende Kältesysteme können durch die Integration der Vakuum-Flüssigeistechnologie ihre Flexibilität erhöhen und so einen Beitrag zur Stabilisierung der Versorgungsnetze beitragen. Gerade im Bereich der Industriekälte können so erhebliche Potentiale zur Entkopplung von Stromerzeugung und -verbrauch erschlossen werden. Wichtig ist eine intelligente und kundenorientierte Planung des Systems, so dass die Kälte- bzw. Energieversorgungskonzepte so ausgelegt sind, dass sie die Lastprofile des Gesamtprozesses berücksichtigen.

Die Schemata zeigen beispielhaft mögliche Integrationsvarianten der Vakuum-Flüssigeistechnologie.

(a) Nutzung eines Teilstroms des kondensierten Ammoniaks aus dem Abscheider zur Verdampfung in einem zusätzlichen Wärmeübertrager (bei möglichen freien Potentialen der Ammoniak-kältemaschine). Bei dieser Variante ist die Rückkühltemperatur für den Eiserzeuger durch die Ammoniakkälteanlage vorgegeben.

(b) Nutzung von Gewässerthermie ohne Temperaturdifferenz durch Verdampfung und nach Verdichtung des Wasserdampfs mit hoher Energieeffizienz steht die Kondensationswärme als Wärmequelle für zentrale oder dezentrale Wärmepumpen (über ein Nahwärmenetz) zur Verfügung.

(c) Nutzung der Wärme eines Flüssigeisspeichers durch Flüssigeiserzeugung ohne Temperaturdifferenz durch Verdampfung und nach Verdichtung des Wasserdampfs steht die Kondensationswärme als Wärmequelle für zentrale oder dezentrale Wärmepumpen (über ein Nahwärmenetz) zur Verfügung. Das Auftauen des Flüssigeisspeichers erfolgt über Umwelt- oder Solarwärme.

REFERENZ-ANLAGEN

Von Sachsen in die Welt



Göttingen II

Für die Kühlung des Rechenzentrums der Universität Göttingen wurde ein Vakuum-Flüssigeiserzeuger mit einer Ladeleistung von 400 kW und einem Flüssigeisspeicher mit einer Kapazität von 3.500 kWh in Betrieb genommen.



Zittau

In Zittau wurde ein Vakuum-Flüssigeiserzeuger zur Wärmegewinnung aus kalten Gewässern (der Mandau) aufgebaut und erprobt. Neben den funktionalen Tests, wurden auch die Verfahren zur Genehmigung solcher Anlagen durchlaufen.



WindNODE

Im Projekt WindNODE wurde am Institut für Luft- und Kältetechnik Dresden an intelligenten Speicherkonzepten für Flüssigeis gearbeitet. Somit bietet die Flüssigeistechnologie einen Baustein für mehr erneuerbare Energien im Netz oder zur Stabilisierung und Flexibilisierung von Versorgungssystemen. Der 80 m³ große Flüssigeisspeicher befindet sich am ILK Dresden.



Göttingen I

An der Universität Göttingen wurde in das innovative Energieversorgungssystem ein Vakuum-Flüssigeiserzeuger mit einer Ladeleistung von 180 kW installiert. Dieser belädt einen Flüssigeisspeicher mit einer Speicherkapazität von 1 MWh und kann über einen Wärmeübertrager mit einer Entladeleistung von 300 kW entladen werden. Das Versorgungssystem kann entsprechend flexibel betrieben werden.

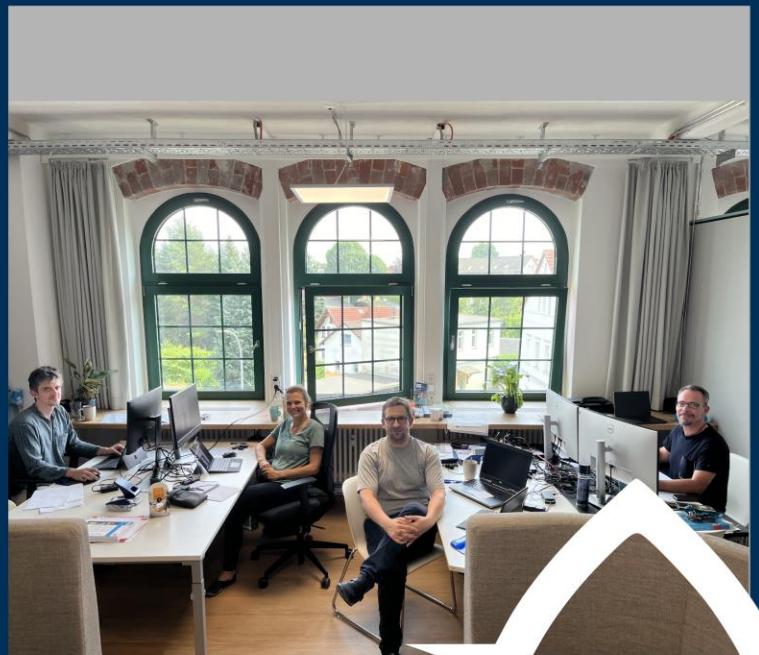
DAS TEAM DRESDEN - ZITTAU

Gemeinsam unterwegs!

Am Institut für Luft- und Kältetechnik Dresden arbeitet man gemeinsam mit der AQVA Synergy an der Weiterentwicklung und Optimierung der Vakuum-Flüssigeistechnologie, um sie für neue Anwendungsgebiete fit zu machen.



Das Team in Zittau wird mit wasserbasierten Versorgungskonzepten die Integration erneuerbarer Energien und somit die Transformation des Energiesystem aktiv mitgestalten.



Dresden

Zittau

ILK
DRESDEN



ANSPRECHPARTNER

ILK Dresden gGmbH

Dr.-Ing. Mathias Safarik
Hauptbereichsleiter Angewandte
Energietechnik

Bertolt-Brecht-Allee 20
01309 Dresden

+49 351 40 81 5500
energie@ilkdresden.de



AQVA Synergy GmbH

Christoph Steffan
Geschäftsführer

Äußere Oybiner Straße 16
02763 Zittau

+49 3583 796 965 8
mail@aqva.de