

Miteinander forschen
Wirtschaft stärken
Perspektiven schaffen

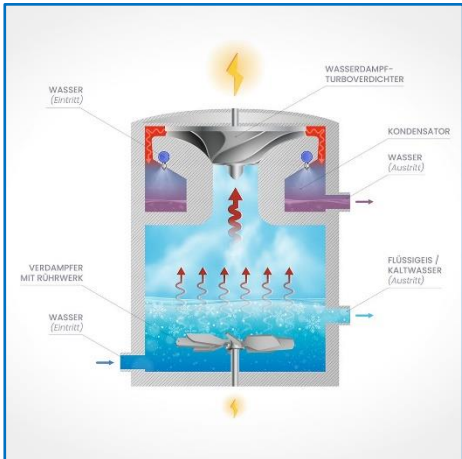


Wärmepumpen mit den Wärmequellen Eisspeicher, Seen und Flüsse

Sächsische Innovationsbörse
Bauen, Wohnen, Energie

4. November 2025 | Hoyerswerda

Dr. Mathias Safarik



Vorstellung



Institut für Luft- und Kältetechnik gemeinnützige GmbH (ILK Dresden)

- Gründung: 1964
- Unabhängige Forschungseinrichtung: 1990
- Mitarbeiter: ~160
- Versuchsfläche: >3000 m²
- > 16 Mio. Euro Jahresumsatz:
- Projektforschung öffentliche Hand: 55 %
- Industrieforschung: 45 %



AQVA Synergy GmbH

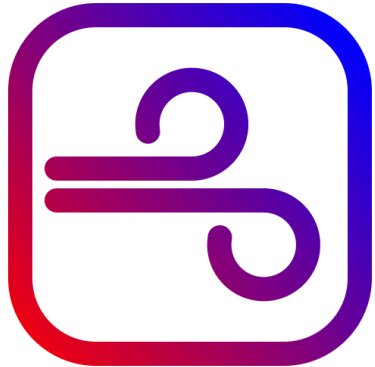
- Gründung 2022, Standort: Zittau
- Spin-Off des ILK Dresden
- Innovative Energieversorgungslösungen mit „Wasser als Kältemittel“ / Vakuum-Flüssigeis
- Konzeptstudien, Beratung, Projektierung
- Herstellung der Anlagentechnik und Integration in versorgungstechnische Gesamtsysteme



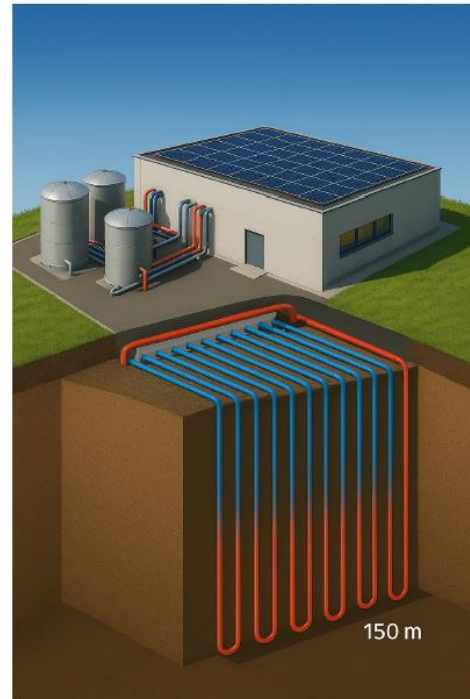
Wärmequellen für Wärmepumpen



Luft

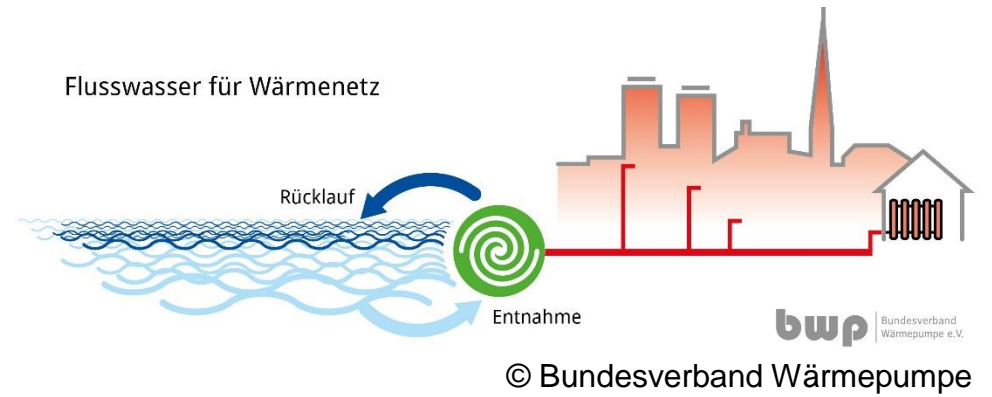


Erdreich



© Stadtwerke Hettstedt

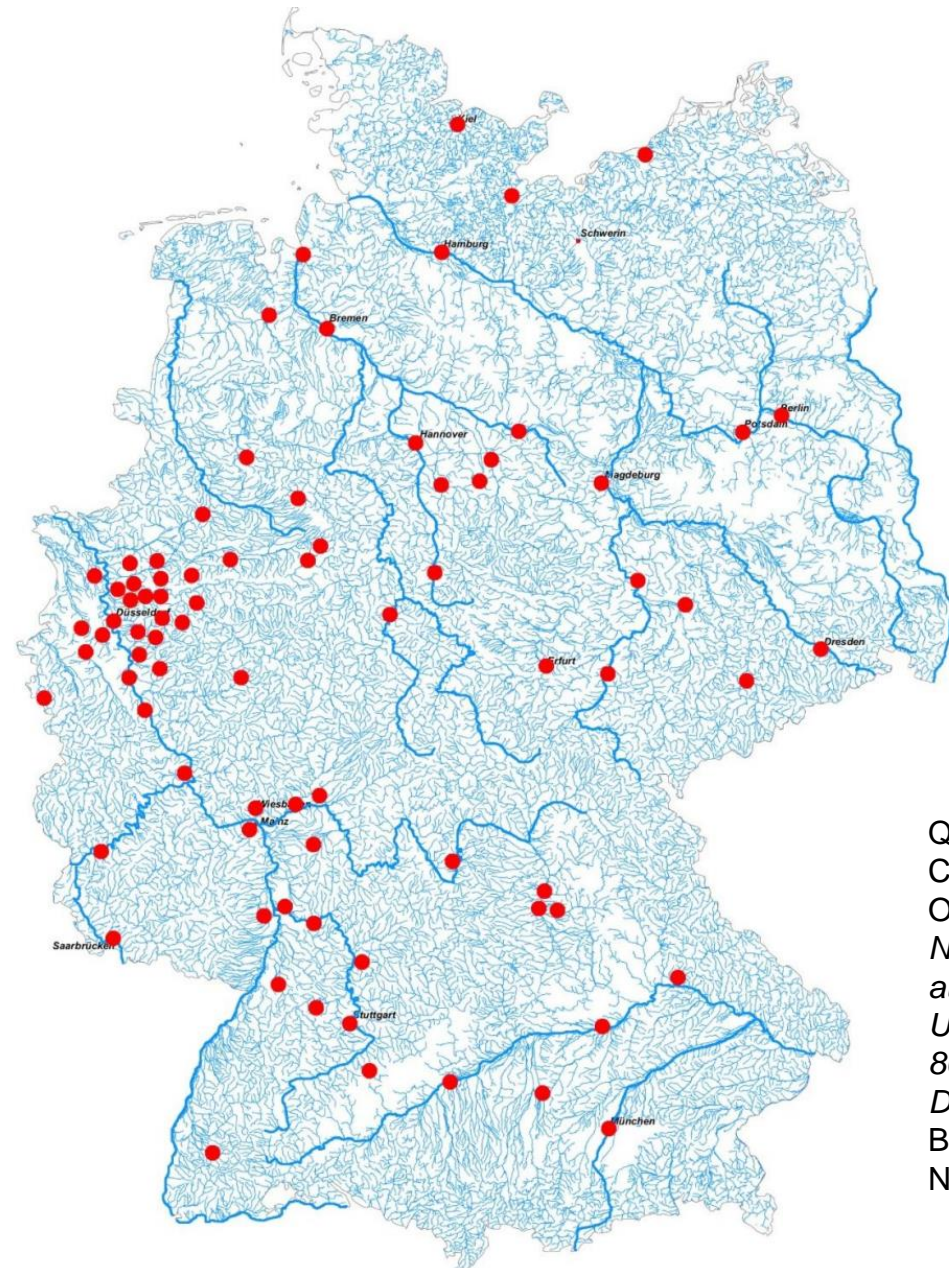
Wasser



Gewässer in Sachsen und Deutschland



© Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen



Quelle:
Christian Seidel, Lars
Ostermann: *Grüne
Nah- und Fernwärme
aus Fließgewässern
Untersuchung für die
80 Großstädte in
Deutschland.*
Braunschweig,
November 2024

Bild 82: Fließgewässernetz und Lage der 80 Großstädte in Deutschland © BKG [33], ergänzt

Stadt Görlitz und Berzdorfer See



Von Julian Nyča - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=57620458>

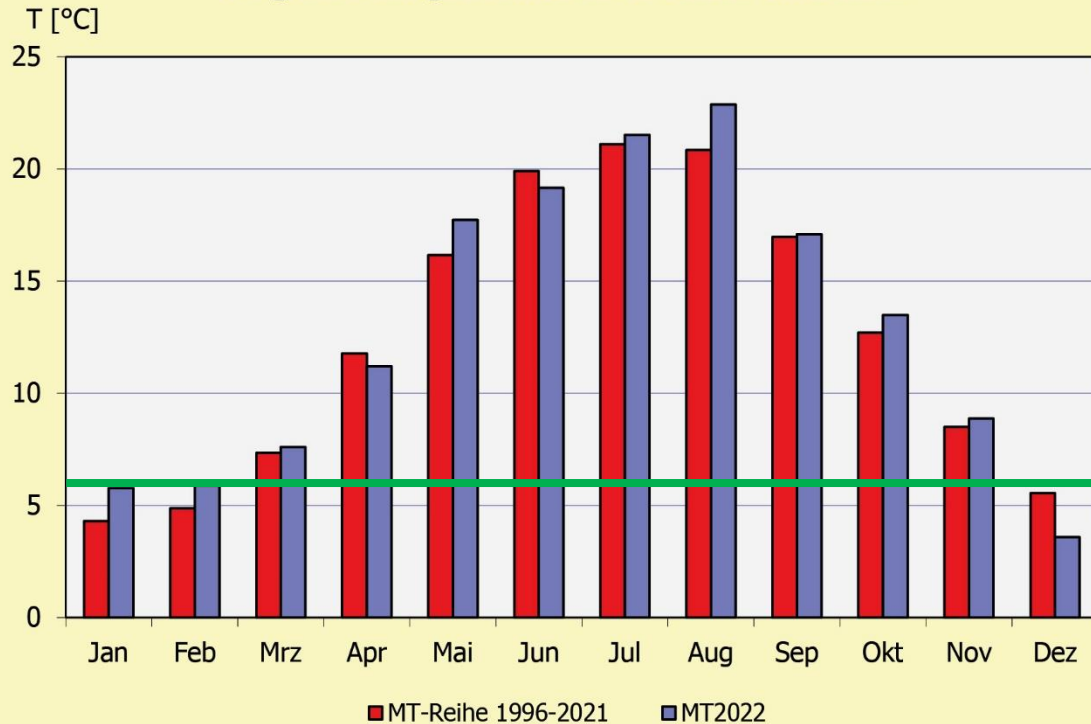
Flussthermie – Temperaturen Weser



Kein Regelbetrieb der meisten, bislang installierten Fluss-Wärmepumpen bei Temperaturen $< 6\text{ }^{\circ}\text{C}$

FGG Weser
Flussgebietsgemeinschaft Weser

Wassertemperaturen, Monatsmittelwerte Hemelingen Vergleich lange Reihe 1996-2021 mit 2022



FGG Weser
Flussgebietsgemeinschaft Weser

Wassertemperaturen (Tagesmittelwerte) 2022



© 2025 FGG Weser

Möglichkeiten des Wärmeentzugs



Abkühlung des Wassers (sensibel = „fühlfbar“)

- Wärmemenge (kiloJoule) steigt mit Ausmaß der Abkühlung (Temperaturdifferenz)
- $4,2 \frac{\text{kiloJoule}}{\text{kg Kelvin}}$
- Abkühlung i.d.R. nur auf minimal 1,5...2 °C möglich

Beispiel:

- Erforderliche Wärmequellleistung: **350 kW**
- Abkühlung um 5 Kelvin, 7 °C → 2 °C
- Benötigte Wassermenge: **60 m³/h**

(Teil)Vereisung des Wassers (latent = Phasenwechsel)

- Konstante Temperatur beim Wärmeentzug
- Wärmemenge steigt mit Anteil Eis
- $333 \frac{\text{kiloJoule}}{\text{kg}}$

Beispiel:

- Erforderliche Wärmequellleistung: **350 kW**
- Wassertemperatur 1 °C
- Teilvereisung 30 %
- Benötigte Wassermenge: **12 m³/h**

Erzeugung von Vakuum-Flüssigeis (Tripelpunktverfahren)

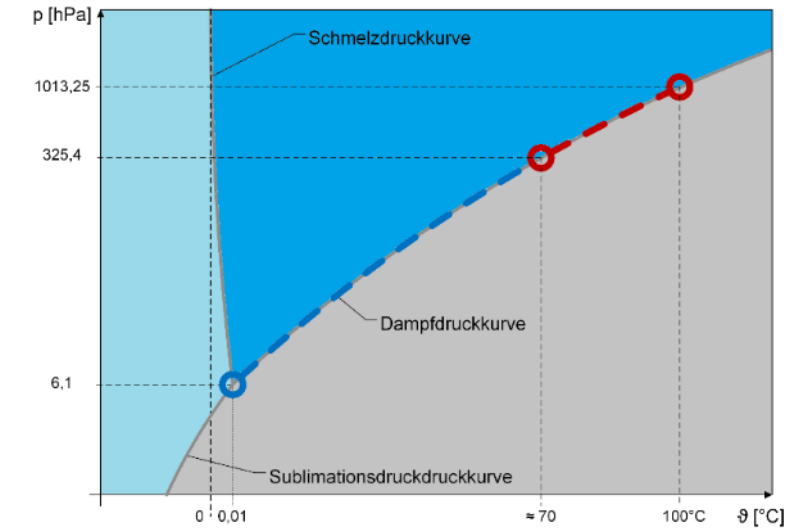
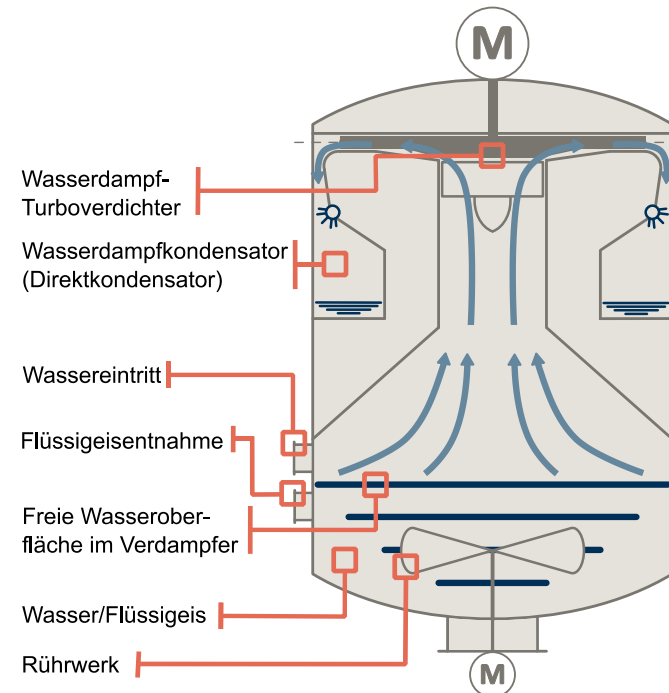
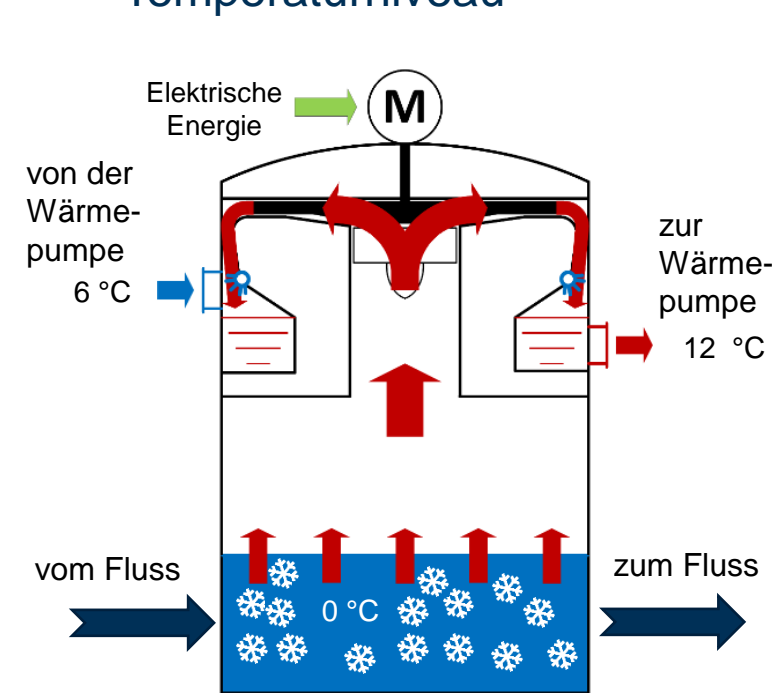
- Verdampfung und gleichzeitiges Gefrieren am Tripelpunkt
- Mechanische Verdichtung des Wasserdampfes (Turboverd.)
- Wärmeabgabe durch Direktkondensation auf leicht erhöhtem Temperaturniveau

Verdampfungsenthalpie (6,1 mbar; 0,01 °C)

$$h_v = 2500 \text{ kJ/kg}$$

Erstarrungs-/Schmelzenthalpie

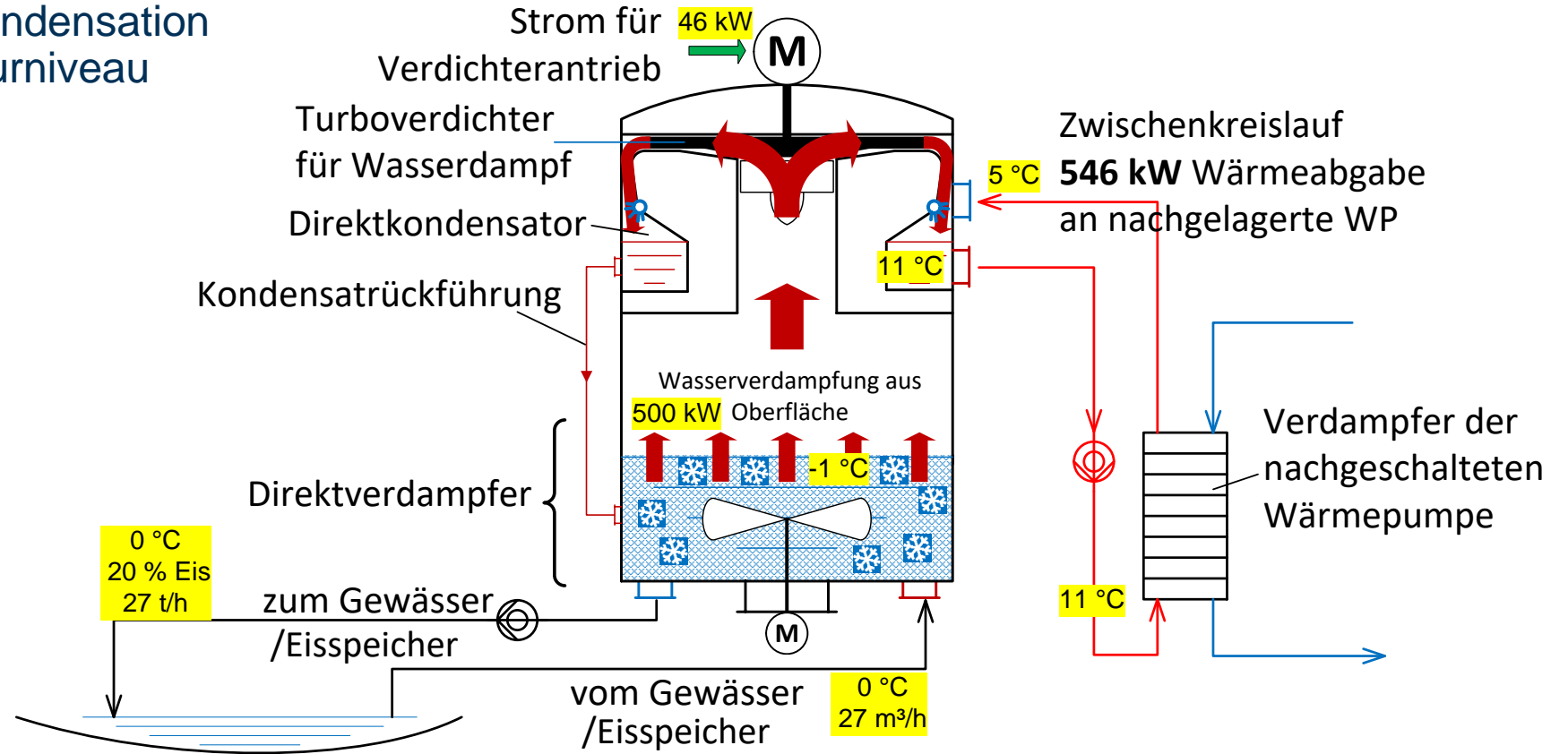
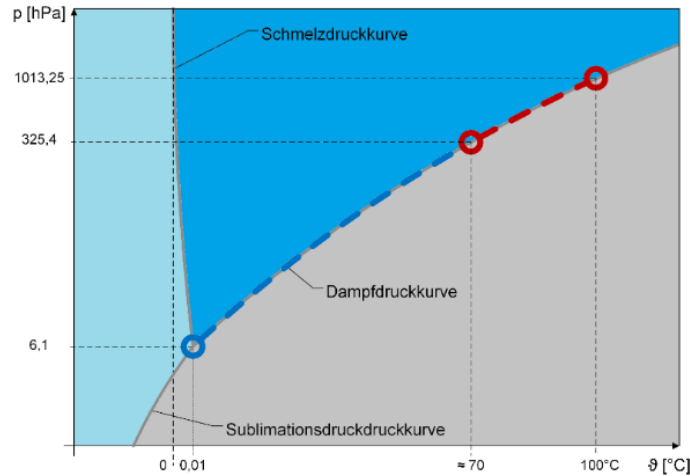
$$h_{fus} = 333,5 \text{ kJ/kg}$$



Erzeugung von Vakuum-Flüssigeis (Tripelpunktverfahren)



- Verdampfung und gleichzeitiges Gefrieren am Tripelpunkt
- Mechanische Verdichtung des Wasserdampfes (Turboverd.)
- Wärmeabgabe durch Direktkondensation auf leicht erhöhtem Temperaturniveau



Vakuum-Flüssigeis – Anwendungen

- Kältespeicherung - Flexibilisierung auch industrieller Kälteanlagen
- Kältetransport

Fernkälte

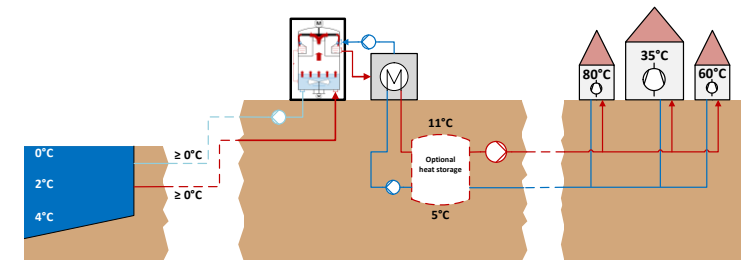
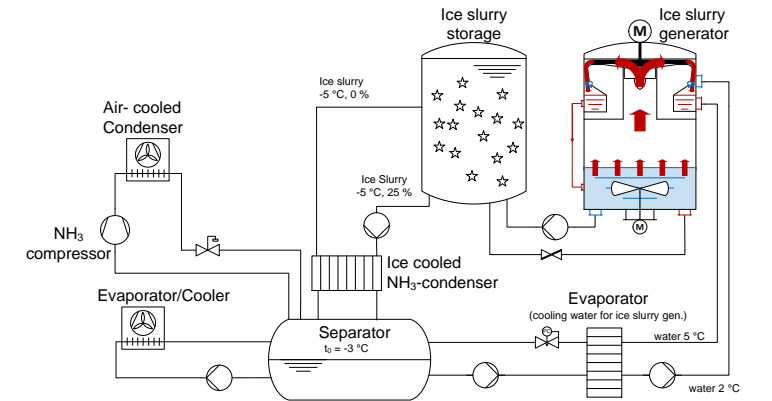
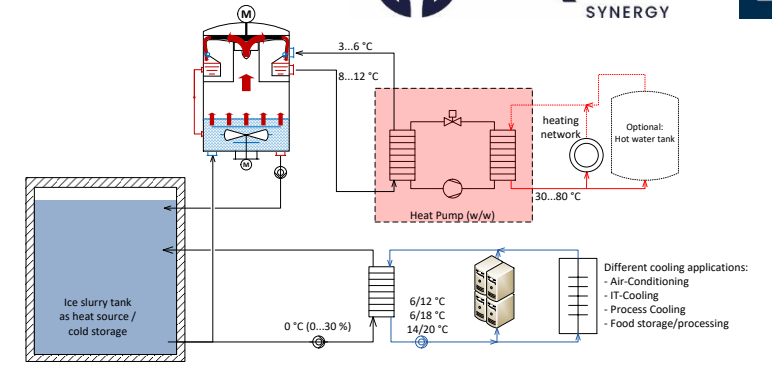
- Flexibilisierung durch Kältespeicher mit hoher Energiedichte
- Kapazitätssteigerung bestehender Netze
- Minderung Pumpenergie

Hydrothermie (Gewässer als Wärmequelle)

- Fluss- und Seewasser als Wärmequelle ⇒ ganzjährig

Wärmeversorgung

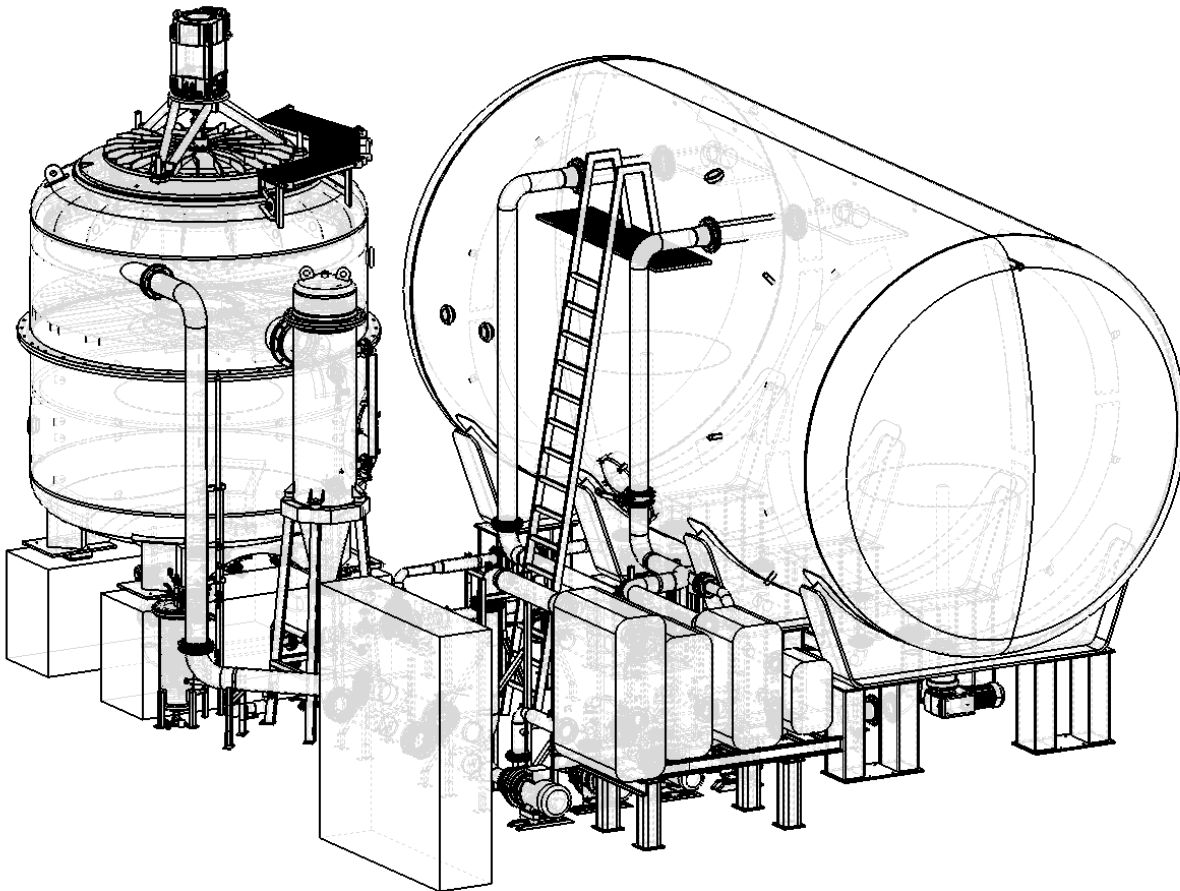
- “Heizen mit Eis”(-speicher)
- Wärme-Kälte-Kopplung
- Kalte Netze



Beispiel: 3,5 MWh Flüssigeis-Kältespeicher zum Lastmanagement im Rechenzentrum



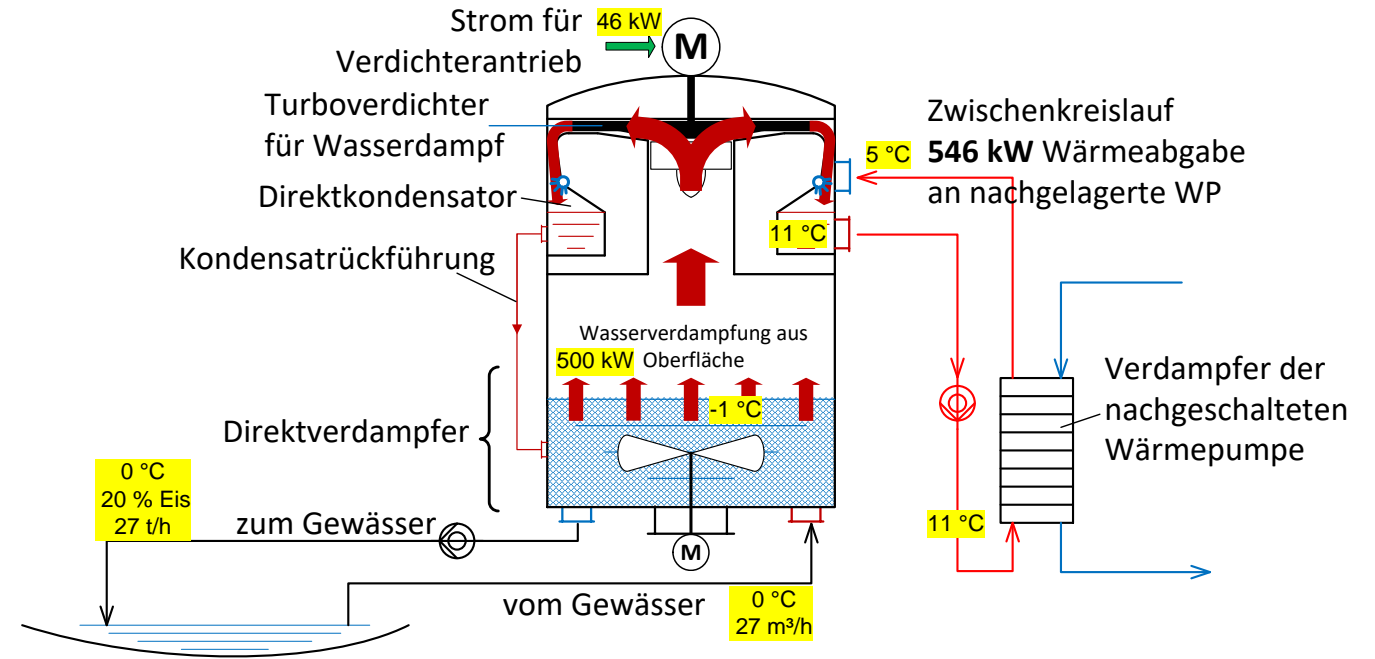
Laden: 400 kW
Speichern: 3.500 kWh
Entladen: 1.200 kW



Vakuum-Flüssigeis in der Hydrothermie



- ...“ist ein Wärmeübertrager mit integrierter Temperaturerhöhung“
- Wärmeentzug aus dem Wasser durch Teilvereisung → pumpfähiges Flüssigeis
- Nutzt die Gefrierwärme!
- Funktioniert auch bei nullgrädigem Wasser also ganzjährig → spart Kosten für zusätzlichen Wärmeerzeuger
- Hohe Effizienz durch Direktverdampfung
- Nutzung der Gefrierwärme: 333 kJ/kg
 - Vergleich sensible Wärme bei Abkühlung um 6 Kelvin: 25 kJ/kg
 - Reduktion der Wassermenge
 - größere Entfernung zum Gewässer möglich

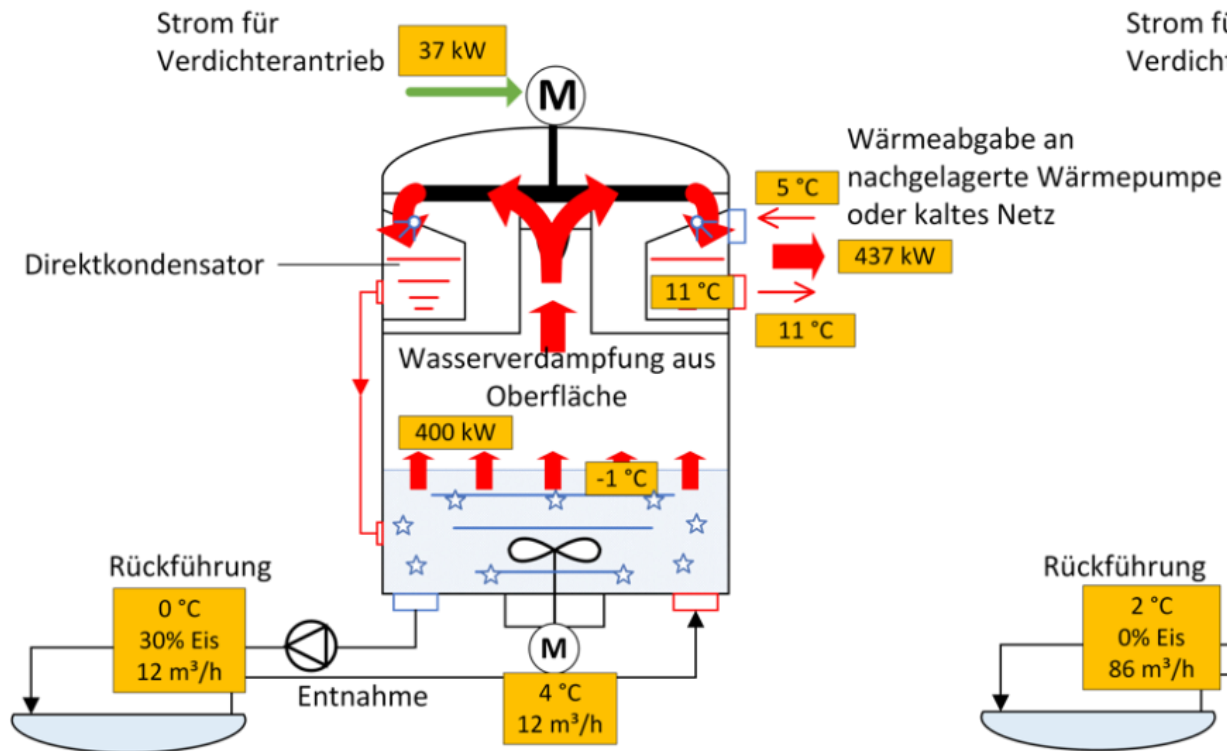


Reduktion der Wassermenge durch vereisenden Betrieb



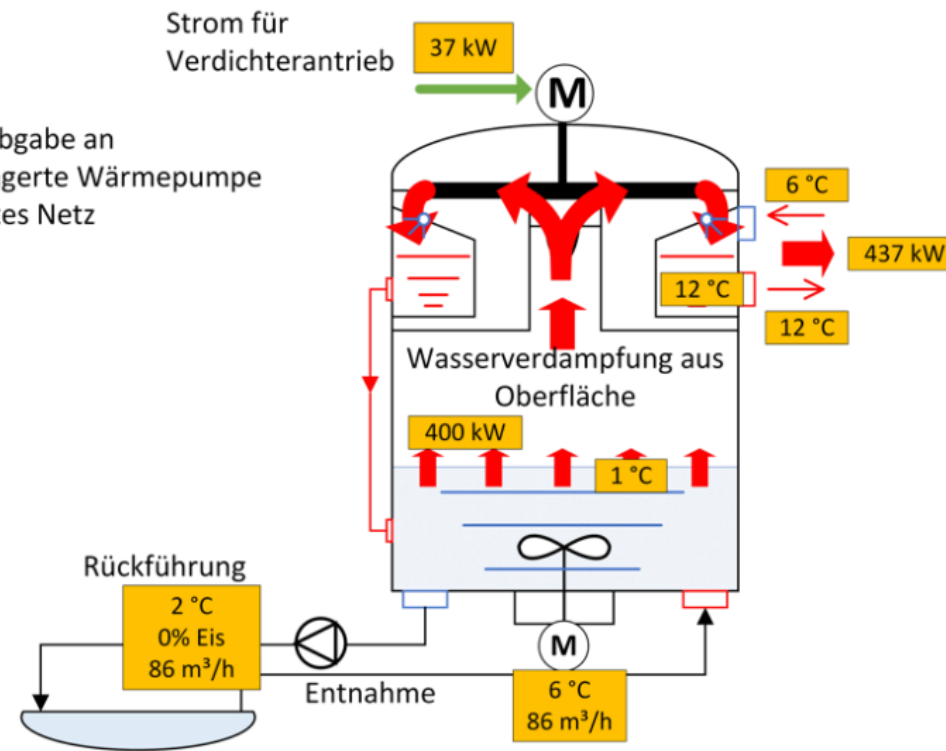
Vereisender Betrieb

– 12 m³/h

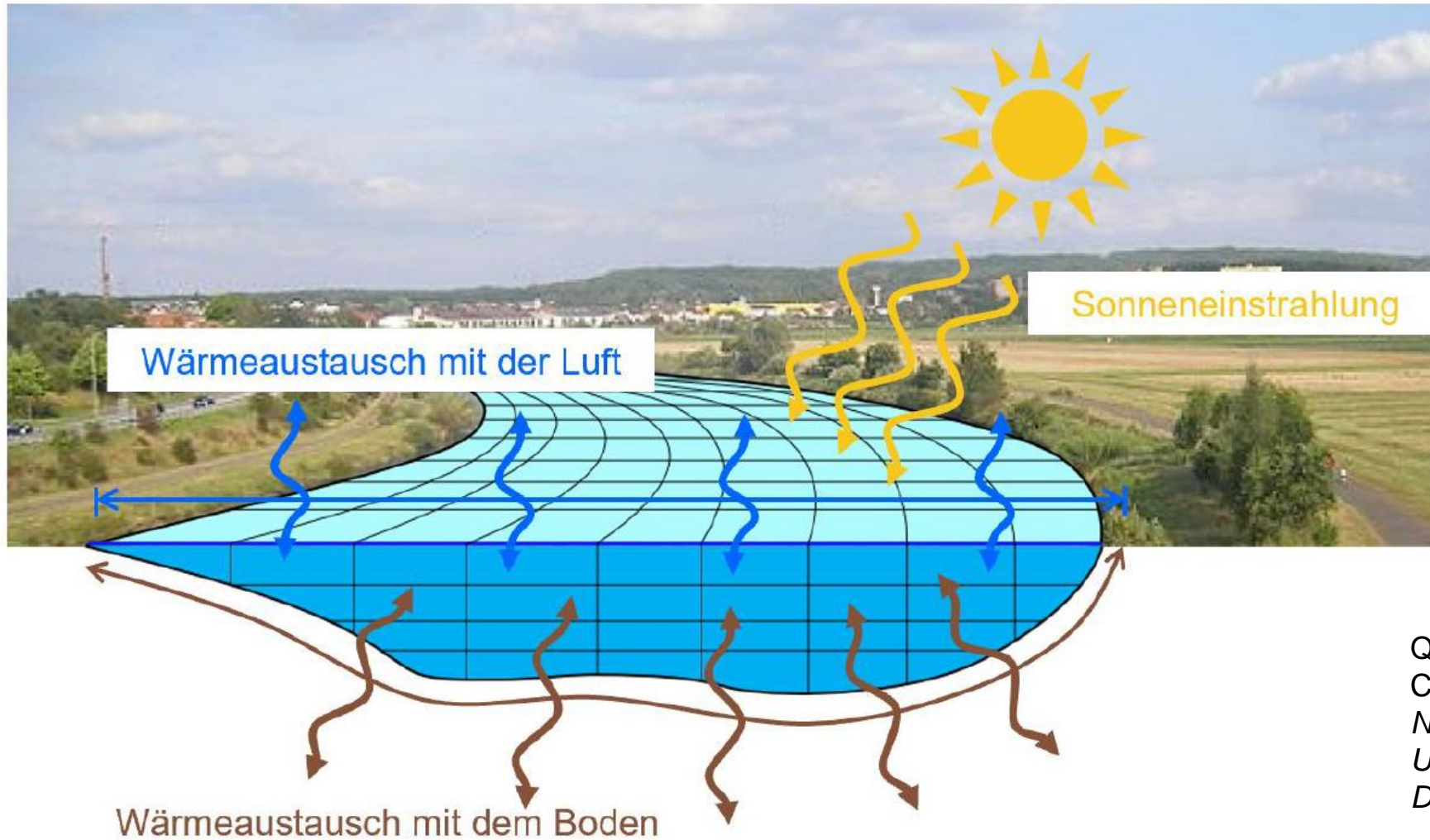


Sensibler Wärmeentzug (nur Abkühlung, keine Eisbildung)

– 86 m³/h



Flussthermie als Wärmequelle



Quelle:
Christian Seidel, Lars Ostermann: *Grüne Nah- und Fernwärme aus Fließgewässern*
Untersuchung für die 80 Großstädte in Deutschland. Braunschweig, November 2024

Bild 80: Spezifizierung verschiedener Einträge in das Fließgewässer aus Umgebungswärme

Beispiele Flussthermie mit Teilvereisung



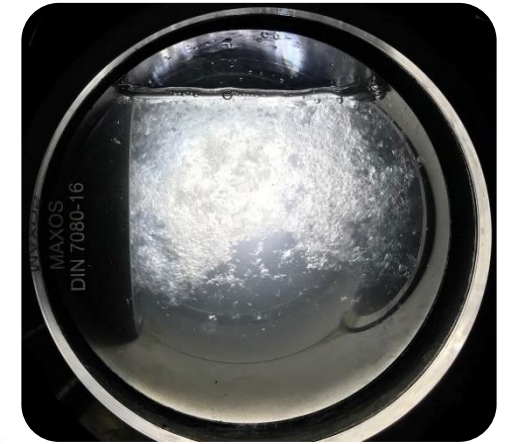
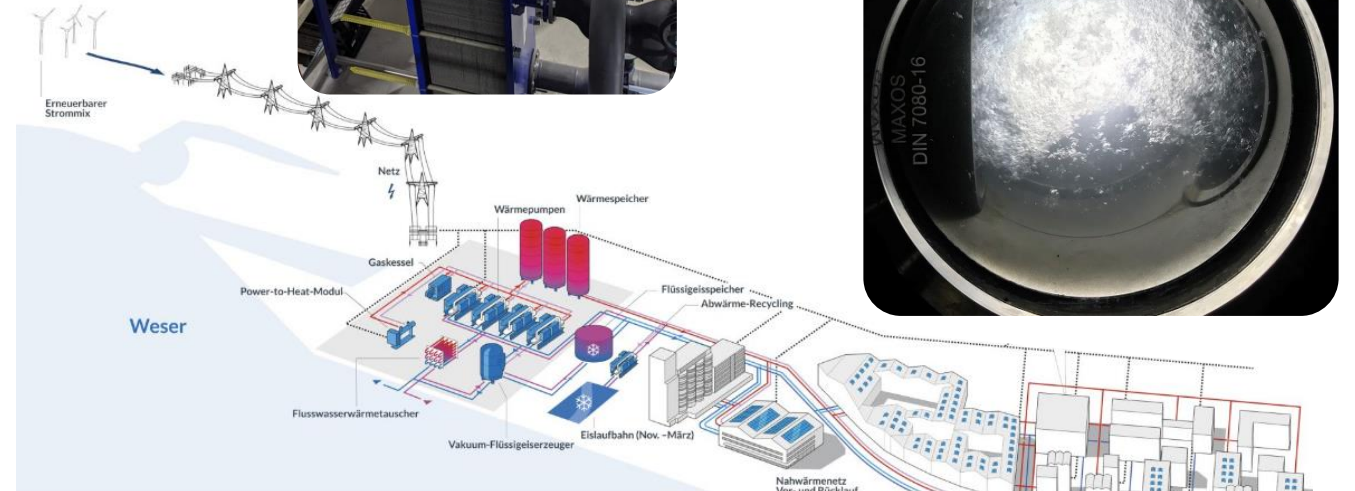
Bremen, Quartier Überseeinsel

- 500 kW Flüssigeiszerzeuger – saisonale Nutzungen:
 - Winter: Wärmeentzug aus Weserwasser für Heizwärmebereitstellung
 - Sommer: 150 m³ Eisspeicher zur flexiblen Nutzung erneuerbaren Stroms zur Kälteerzeugung
- Inbetriebnahme: 2025



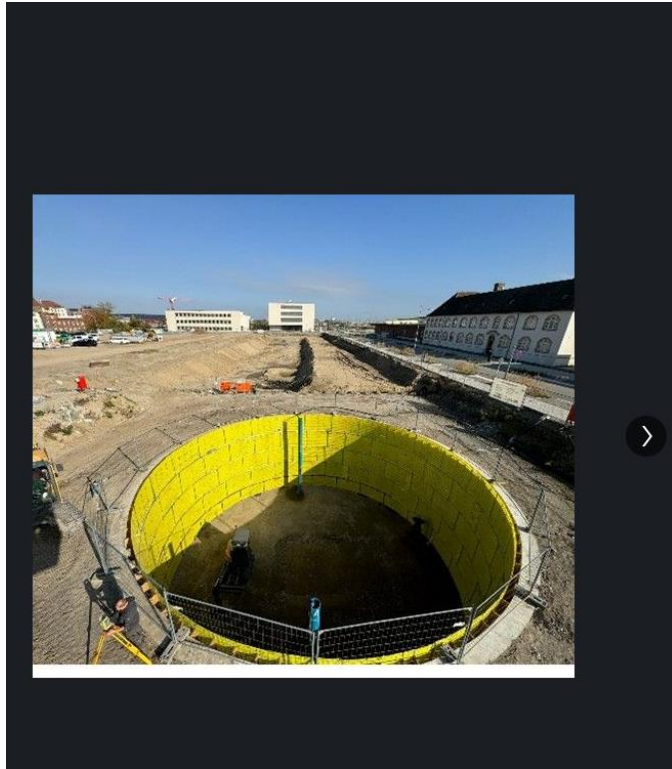
Zittau

- Fluss Mandau, 350 kW Flüssigeiszerzeuger
- Kombination mit Ammoniak-Wärmepumpe
- Einspeisung ins Fernwärmenetz:
500 kW, 58/92 °C
- Inbetriebnahme: 2025/26



Quelle: <https://www.ueberseeinsel.de>

Eisspeicher als Wärmequelle



Dr. Henning Lust... +2
GETEC Plattform Deutschland
6 Tage · 🔒

🔑 Energie neu gedacht – mit Eis!

Im Herzen Leipzigs, auf dem Gelände des ehemaligen preußischen Stückgutbahnhofs, entsteht ein gemischt genutztes Quartier mit Wohnen, Gewerbe und Bildung auf rund 10,6 ha Fläche, das #Löwitz Quartier -> ein zukunftsweisendes Stadtentwicklungsprojekt.

Ein gemeinsames Vorhaben, das zeigt, wie innovative Energiekonzepte und starke Partnerschaften die urbane Wärmewende vorantreiben.

⚡ Die Energieversorgung im Quartier übernimmt die Löwitz Energie GmbH, ein Joint Venture der **GETEC Group** und der **Leipziger Stadtwerke**, in enger ... mehr
👍👍👍 112 4 Kommentare · 4 Reposts

🔄 Gefällt mir 💬 Kommentieren 🔄 Reposten 📤 Sende

👤 Kommentar hinzufügen ... 😊 📷

Relevanteste ▾

Leipziger Stadtwerke 5 Tage ...
7.388 Follower:innen

Danke für die großartige Zusammenarbeit! Das Löwitz Quartier ist ein starkes Beispiel dafür, wie partnerschaftliche Projektentwicklung und innovative Energiekonzepte Maßstäbe für die urbane Energiewende setzen.

Gefällt mir · 🌐 3 | Antworten



© Egbert Tippelt, Viessmann

© Caldoa

© Viessmann

Flüssigeis-Erdbecken als Wärmequelle

- Beispielrechnung mit Volumen Saisonspeicher Meldorf:
- Durchmesser: 100 m, Tiefe: 11 m
- $43.000 \text{ m}^3 \times 60 \text{ kWh/m}^3 = 2.580 \text{ MWh}$
- $2.580 \text{ MWh} / 5 \text{ MW} = 516 \text{ h}$ (21 d)
- => Flüssigeisspeicher = kein Saisonspeicher!!
- Auch im Winter Regeneration mit Umweltwärme (Luft, Strahlung)



Foto: WIMeG

So sah das Becken des Saisonspeichers in Meldorf im Winter aus. Das Wasser war bereits eingefüllt, aber noch nicht eingedeckt. Inzwischen ist es abgedeckt.

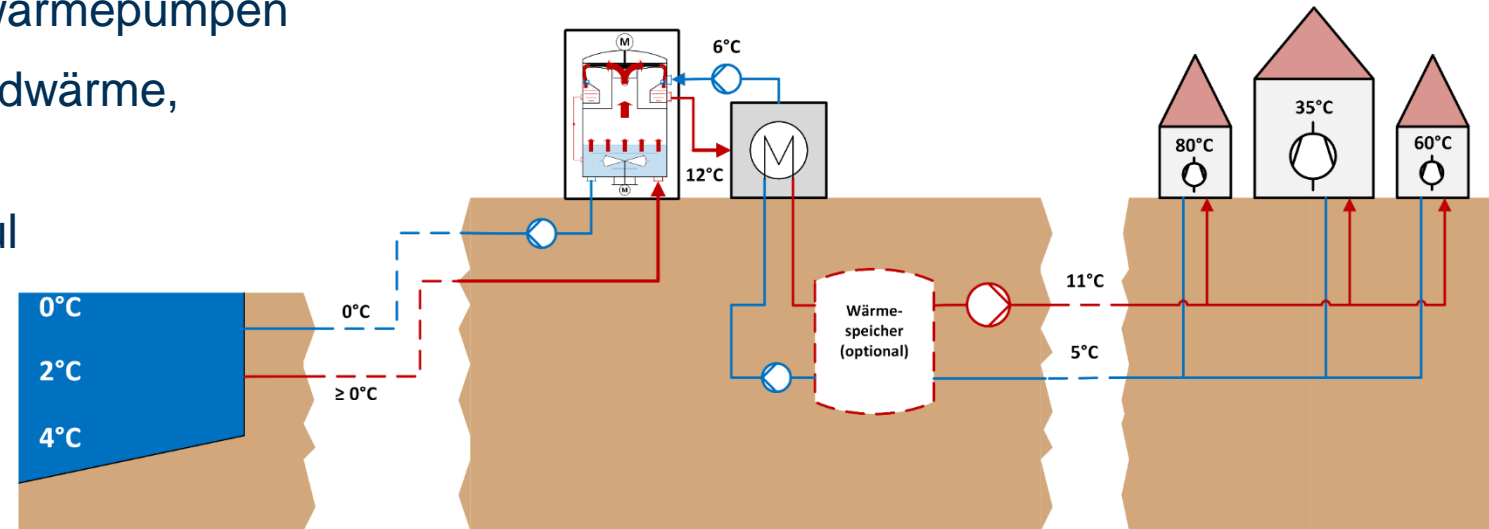
Gewässer als Wärmequellen – Hydrothermie

(Aquathermie, Seethermie, Flussthermie)



Vorteile der Vakuumeis-/Direktverdampfungstechnologie

- Konstante Temperatur der Wärmequelle
- Keine Einschränkung der Wärmeentzugsleistung durch niedrige Wassertemperaturen
- Höhere Wärmequellentemperatur als bei Luftwärmepumpen
- Dauerhaft konstante Entzugsleistung und höhere Effizienz gegenüber Systemen mit Eisansatz, da keine Vereisung von „Kollektoren“
- Vermeidung von Schallproblemen bei Luftwärmepumpen
- Geringere Investitionskosten gegenüber Erdwärme, keine Regenerierungsprobleme
- Akt. Leistungsbereich: 200...500 kW/ Modul



Bsp: Kaltes Nahwärmenetz (Kaskade dezentral verteilter Wärmepumpen)

Zusammenfassung: Vorteile des Systemkonzeptes



- natürliches, ungiftiges, nicht brennbares und preiswertes Kältemittel Wasser
 - prinzipbedingte Vermeidung des Übertritts wassergefährdender Stoffe
- ausführbar als monovalentes System („planbare“ Wärmequelle, konst. Quelltemperatur)
 - ganzjährige Nutzung von nahezu allen Gewässern
 - keine Einschränkung der Wärmeentzugsleistung durch niedrige Wassertemperaturen
- geringe Entnahmemengen aufgrund hoher Transportkapazitäten
- Deutlich geringerer Flächenbedarf ggü. alternativer (regenerativer Wärmequellen)
- keine Verschmutzung eines wasserbeaufschlagten Wärmeübertragers
- Potential zur Reduzierung der Erschließungskosten (Industrialisierung / modulare Konzepte)
- Integration in ein sektorgekoppeltes Gesamtsystem (bspw. Wärme-Kälte-Kopplung)

Wir freuen uns auf Ihr Projekt!



Dr.-Ing. Christoph Steffan

AQVA Synergy GmbH
Geschäftsführer

T +49 3583 796965 8

M +49 175 5158846

mail@aqva.de

www.aqva.de



Dr.-Ing. Mathias Safarik

Institut für Luft- und Kältetechnik
Leiter Hauptbereich Angewandte
Energietechnik

T +49 351 4081 5501

M +49 173 5860482

mathias.safarik@ilkdresden.de

www.ilkdresden.de