



Energieflexibilität für mehr Netzdienlichkeit in urbanen Positive Energy Districts

Einblicke in das Forschungsprojekt GARDEN

Guntram Preßmair,
Einblicke mit Ausblick
24.09.2025





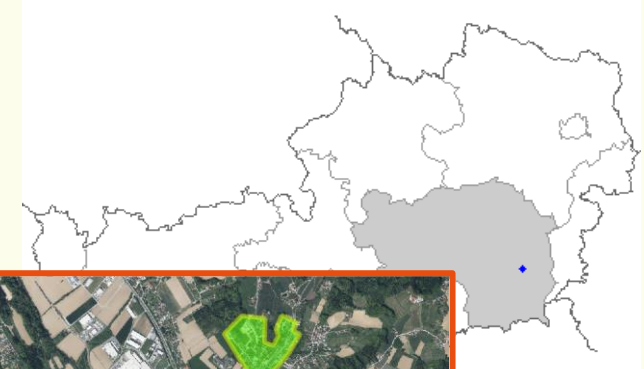
GARDEN

Grid-Aware Decarbonization of Electricity-driven Neighbourhoods.



GARDEN wird von der FFG im Rahmen des Driving Urban Transitions Partnership gefördert.

- **Herausforderung:** Steigende Netzbelastung durch PV, E-Mobilität und Wärmepumpen
- **Ausgangslage:** Etablierte Energiegemeinschaften (EEGs) in der Region
- **Ziel:** Energiegemeinschaften zu einem Instrument für mehr Netzdienlichkeit zu machen („Positive Energy Districts“)



Demoquartiere in Gleisdorf



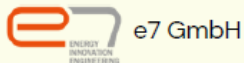
Link to project website

The Partners

Austria



AEE – Institute for Sustainable Technologies



Switzerland

SUPSI University of Applied Sciences and Arts of Southern Switzerland

Turkey



Sakarya University of Applied Sciences

Cyprus



University of Nicosia

Der Reihe nach...

- Warum ist **Netzdienlichkeit** in **Positive Energy Districts** wichtig?
- **Was** ist überhaupt **Netzdienlichkeit**?
- Welche **Tarife** bzw. Mechanismen sind für mehr **Netzdienlichkeit** notwendig? Welchen Beitrag könnte **Energiegemeinschaften** dazu leisten?
- Wo gibt es **Potentiale** für **netzdienliche** Flexibilität? Fallstudien aus Vorprojekten

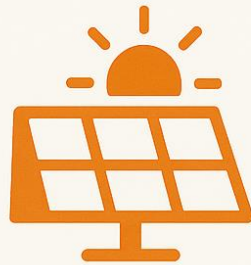
Warum Netzdienlichkeit?

in Positive Energy Districts



Herausforderung: Die Dreifaltigkeit der Elektrifizierung

Photovoltaik



**+2,5
GW**

2024 neu installierte
Leistung, Gesamt-
bestand nun 9,4 GW

e-Mobilität



**+45.000
BEV**

Zuwachs 2024 -
erstmalig über 200.000
E-PKW in Österreich

Wärmepumpen



**+55.000
Stück**

Verkäufe 2024 -
Gesamtbestand rund
537.000 Anlagen

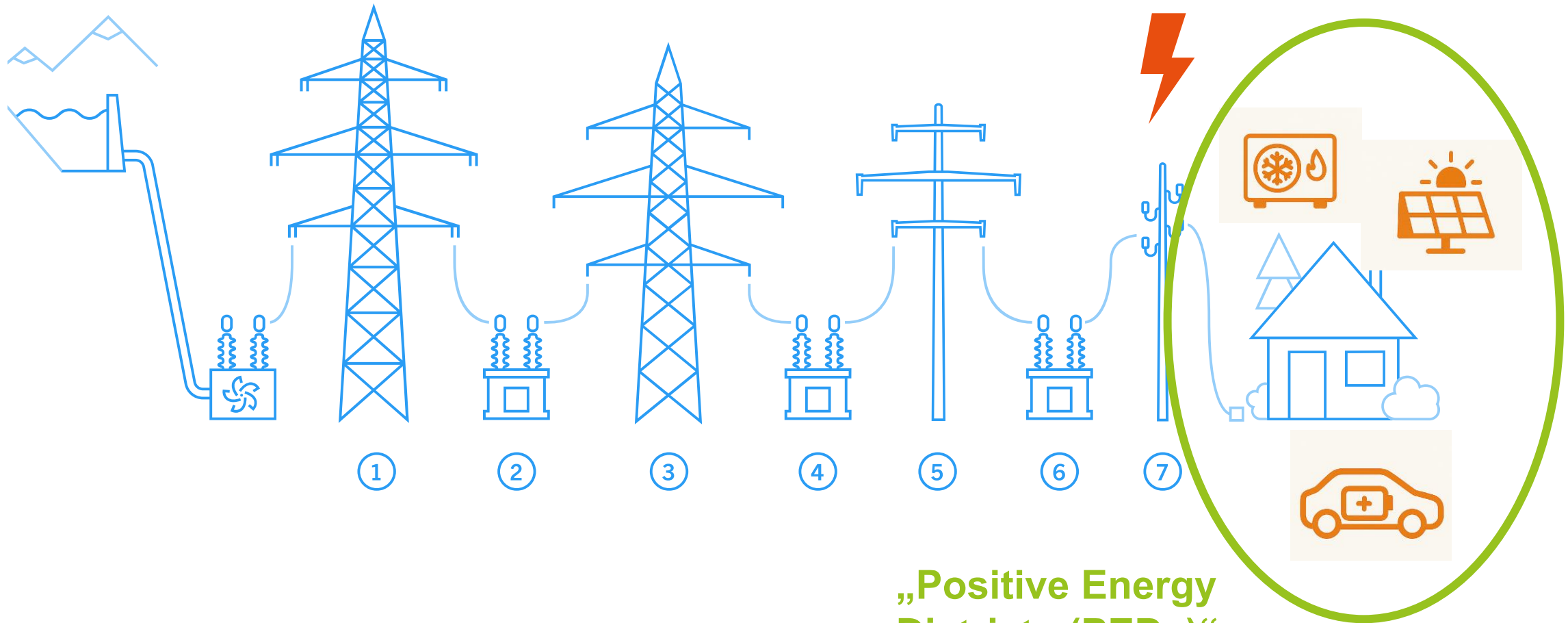
Quellen:

https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/nw_pdf/schriftenreihe-2025-23b-marktstatistik-2024-kurzfassung.pdf

<https://www.beoe.at/statistik/>

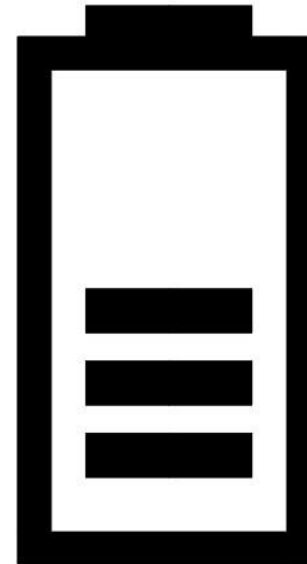
<https://tga.at/heizung/waermepumpe-haelt-stueckzahlen/>

Elektrifizierung in der **untersten Netzebene**

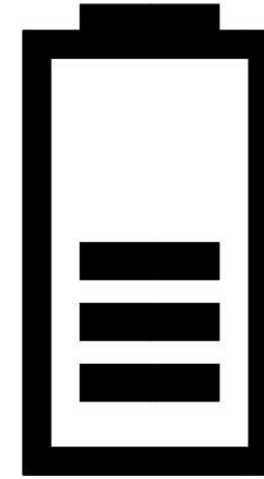


**„Positive Energy
Districts (PEDs)“**

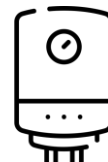
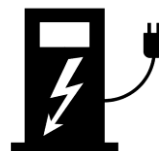
Flexibilität



Flexibilität



- Um den Bedarf für **Netzausbau im Verteilnetz** zu reduzieren, spielen **Flexibilitäten** eine entscheidende Rolle
 - Diese müssen aber **dezentral in den unteren Netzebenen** (NE 5, 6, 7) verfügbar sein
 - Zentrale Flexibilitäten auf höheren Netzebenen (z.B. Pumpspeicher, große Elektrolyseure) sind dagegen machtlos



Was ist überhaupt Netzdienlichkeit?

Definition



Flexibilität ≠ Netzdienstlichkeit

Flexibilität kann genutzt werden für...

Marktdienstlichkeit



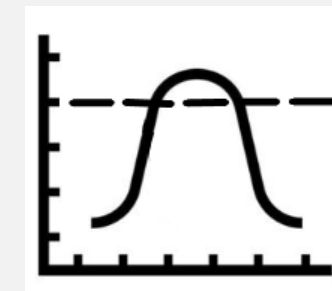
- Akteure am **Strommarkt**
- Energielieferanten, Bilanzgruppen
- Ausnutzung **volatiler Strompreise**

Systemdienstlichkeit



- Stabiles **Gesamtnetz**
- Übertragungsnetzbetreiber (APG)
- Regelenergiemarkt (Frequenzhaltung 50 Hz)

Netzdienstlichkeit



- Vermeidung von Engpässen an **bestimmten Netzknoten**
- (Verteil-)Netzbetreiber

Welche Tarife bzw. Mechanismen?

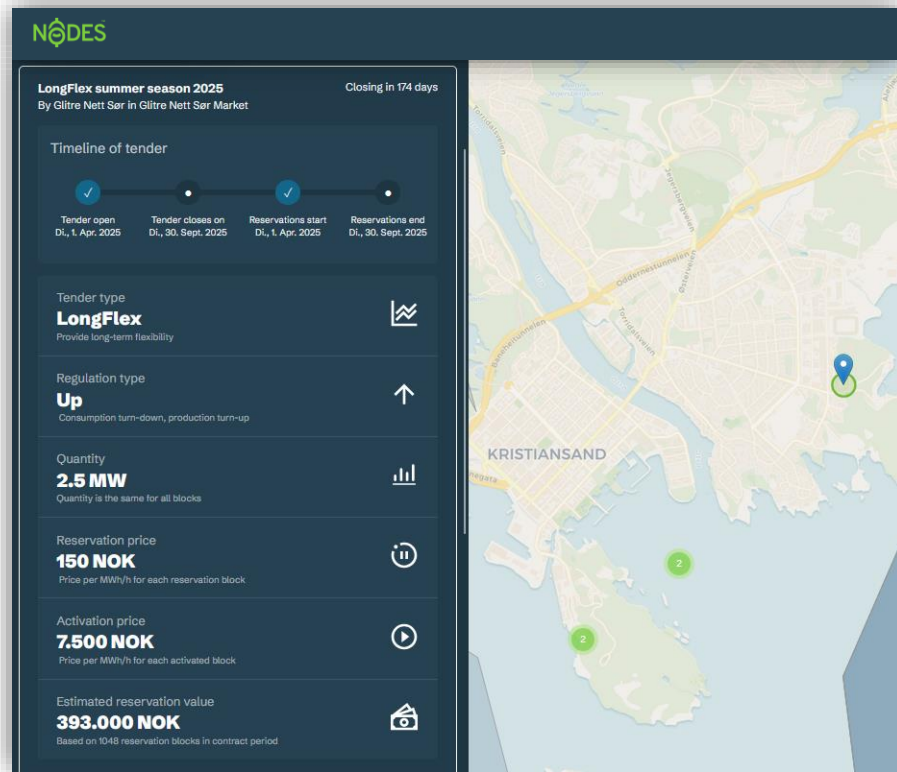
für mehr Netzdienlichkeit



Wie kann **Netzdienstlichkeit** erreicht werden?

Lokale Flexibilitätsmärkte

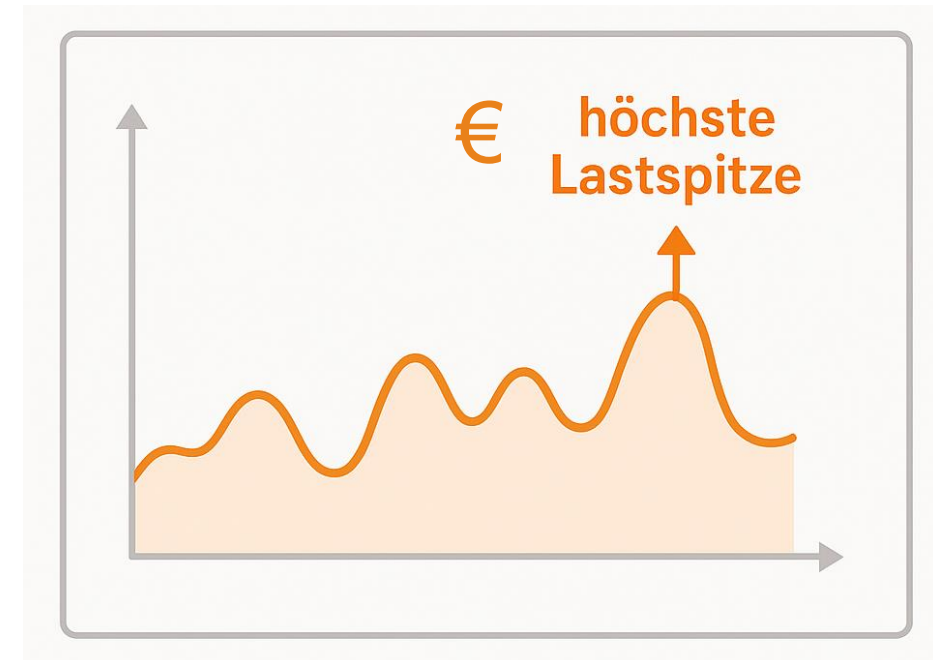
- Marktplatz zur Ausschreibung von Flexibilität an **bestimmten Netzknoten** im Verteilnetz



Bsp.: NODES Market, Norwegen

Leistungsabhängige Netztarife

- Zeitlich dynamisches Netznutzungsentgelt
- Leistungspreise



Die vernachlässigte **Netzdienlichkeit**

- **Aktuell kaum regulatorische Anreize für netzdienliches Verhalten in Österreich**
 - Keine lokalen Flexibilitätsmärkte § 131, §134
 - Keine dynamischen Netznutzungsentgelte § 120
 - Leistungspreise nur für Großverbraucher (>10 kW)

EIWG – Elektrizitätswirtschaftsgesetz
(Entwurf 2025)

Sind **Energiegemeinschaften** netzdienlich?

Vision

- Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften (EEGs) als Organisationsform für **Positive Energy Districts**
- Strom dann verbrauchen, wenn er **lokal/regional verfügbar ist**
- Entlastung des **Stromnetzes**

Aktuelle Realität

- **> 3.000** Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften (EEGs), Österreich als Vorreiter in der EU
- **Keine Echtzeitinformation** zu aktuellem Überschuss und Verbrauch
- **Verbrauchsveränderung nur manuell** und nicht zielgerichtet

→ **Derzeit keine relevanten netzdienlichen Effekte**

Pressmair et al. 2023, Energy Point Positionspapier: Offene Energiegemeinschaften – Rahmenbedingungen und Auswirkungen einer großflächigen Implementierung; https://www.e-sieben.at/de/projekte/21021_Energy_Point.php

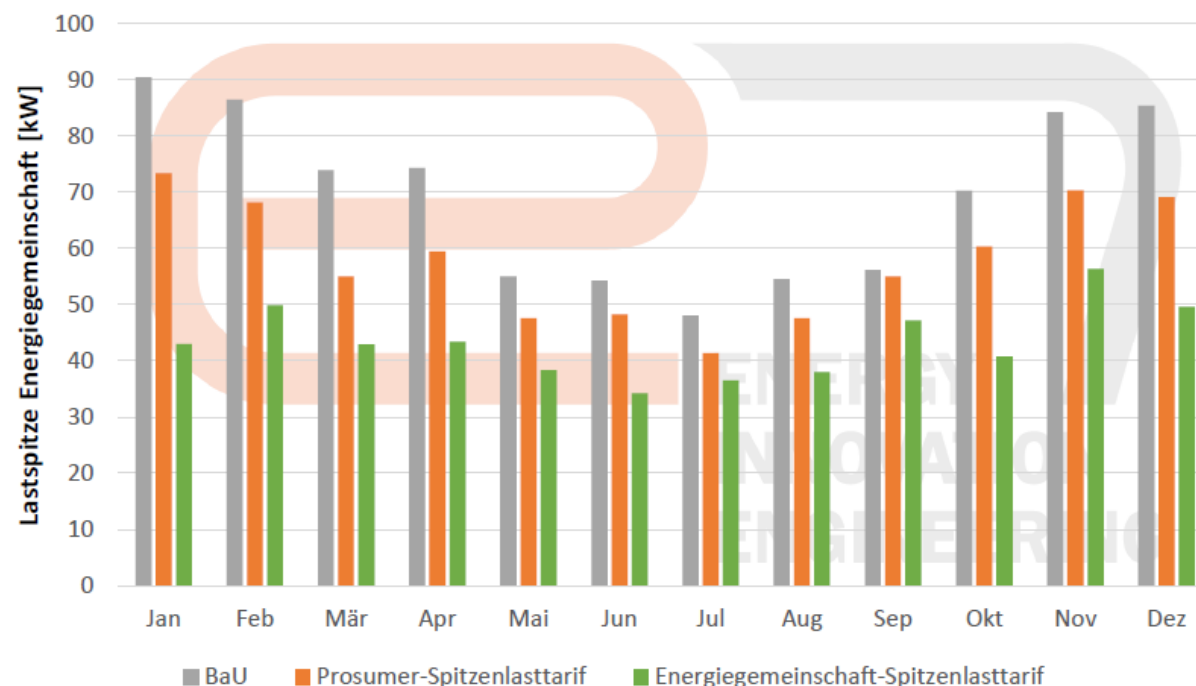
Was braucht es dazu in **Zukunft**?

1. Eigenverbrauchsoptimierung stärken

- Ortsnetztarif für lokal geteilte Energie ✓
- Leicht skalierbare technische Lösungen ⌚

2. Energiegemeinschaften bei Neugestaltung der **Netzentgelte** berücksichtigen

- **Leistungspreise** der Netztarife auf **EEG-Ebene**, nicht auf Eben der einzelnen Prosumer
- Deutlich höhere Lastspitzenreduktion am lokalen Netzknoten (Trafo) möglich



Pressmair et al. 2023, PARITY Report on Business Models' viability results plan;
https://www.e-sieben.at/de/projekte/19024_PARITY_flexibles_Verteilernetz.php

Wo gibt es Potenziale für netzdienliche Flexibilität?

Fallstudien

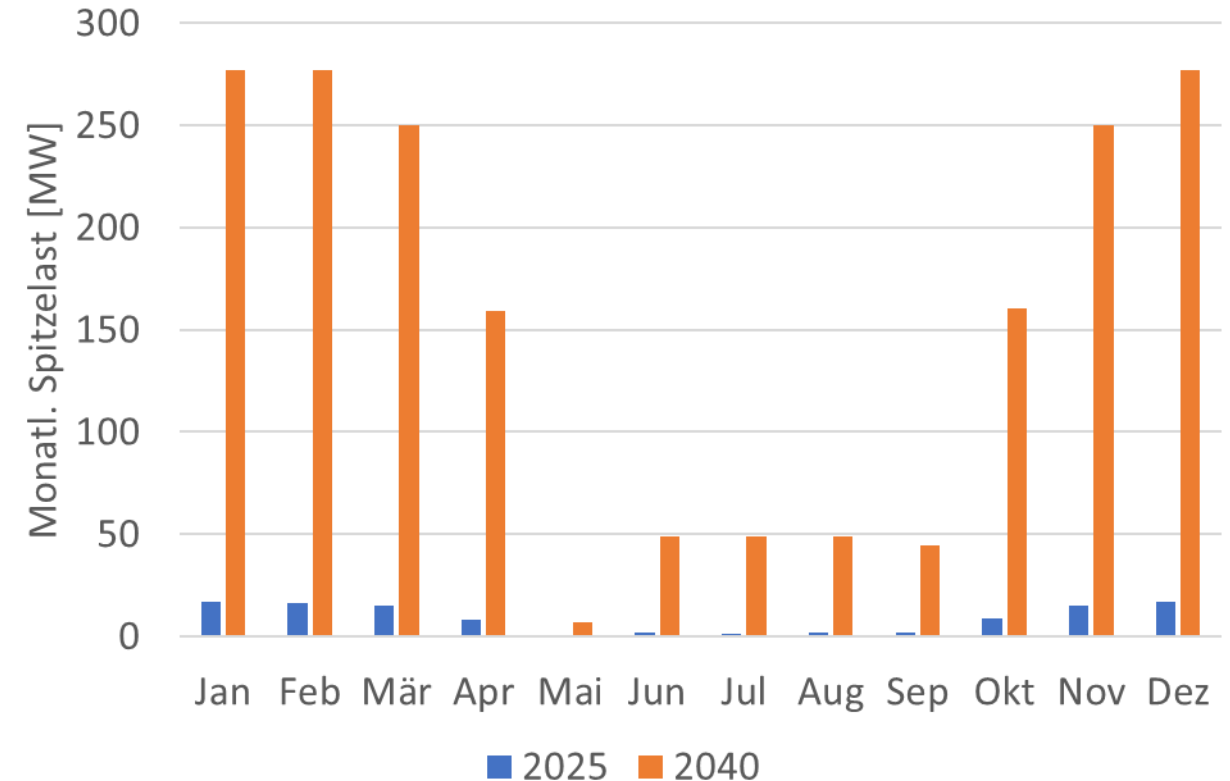


Potentiale für Netzdienliche Flexibilität

Wärmepumpen

Österreichweiter Wärmepumpenpool - HochlaufszENARIO bis 2040

- **Maximale Lastspitzen** des Wärmepumpenpools im thermisch aktivierten **Gebäudebestand Österreichs** (Gleichzeitigkeitsfaktors von 0,33)
- Im Winter entspricht das 2-3 Donaukraftwerken!



Amann und Pressmair et al. 2023, Bewertung der Bauteilaktivierung als Option für Flexibilität im Strommarkt, https://www.e-sieben.at/de/projekte/22055_BTA_Netzdienlichkeit.php

Potentiale für Netzdienliche Flexibilität

E-Mobilität - Bidirektionales Laden

e-Flotte in der Stadt Zürich - Hochlauf bis 2030 ¹

- 2023: ca. 6.000 e-Autos
- 2030: ca. 24.000 e-Autos

Brutto-Stromlastprofil der Stadt Zürich (2023) ²

- 2 Tage mit maximaler Lastspitze im Winter
- Lastspitze 446 MW



mobility

Bidirektionales Laden (V2G)

- A) Glättung der Spitzenlast
- B) Abruf maximaler Leistung, z.B. für Regelenergiemarkt (gesamtes Flexibilitätspotenzial)

¹ Swiss eMobility, 'Marktdurchdringung für Steckerfahrzeuge (PEV) in der Schweiz', 2021. https://www.swiss-emobility.ch/de-wAssets/docs/SwisseMobility_Szenario_2035_quer_interaktiv_e6.pdf

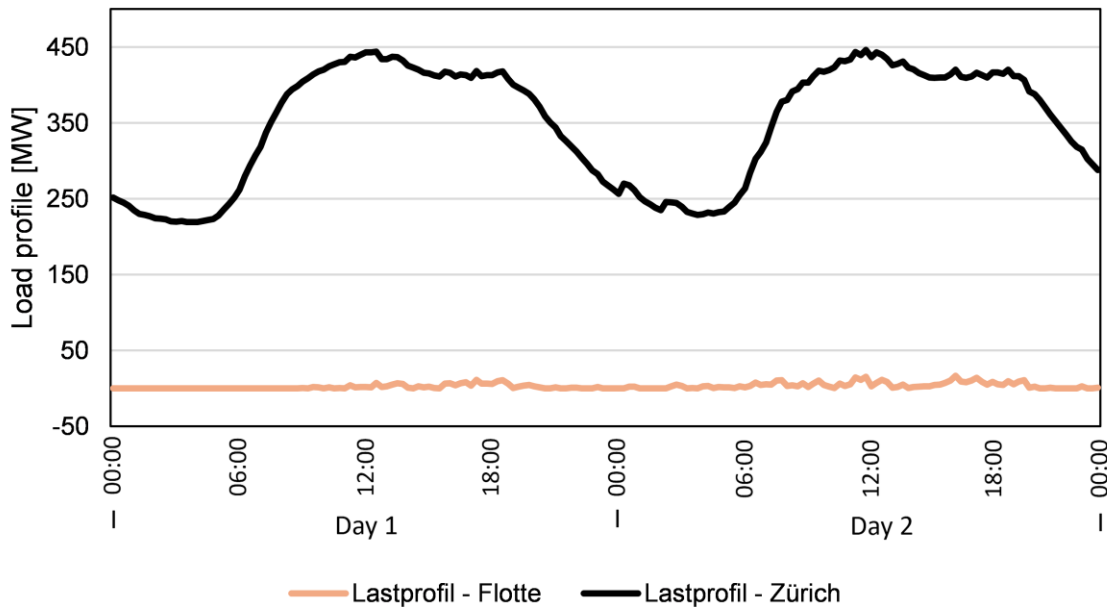
² Stadt Zürich Open Data, 'Bruttolastgang 2023'. https://data.stadt-zuerich.ch/dataset/ewz_bruttolastgang_stadt_zuerich/download/2023_ewz_bruttolastgang.csv

Potentiale für Netzdienliche Flexibilität

E-Mobilität - Bidirektionales Laden

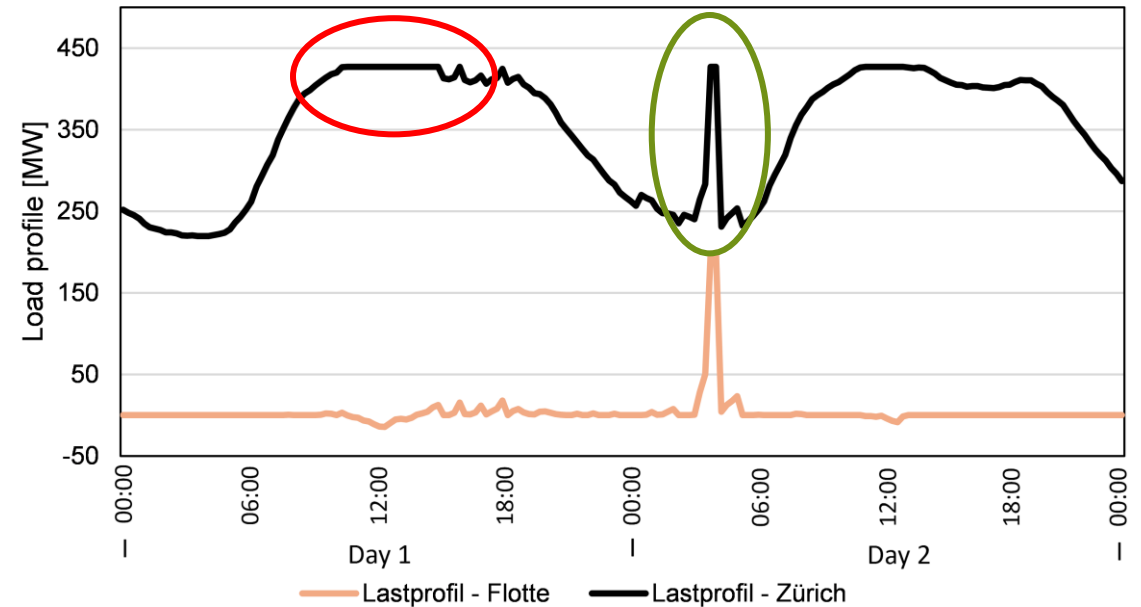
Carsharing-Flotte in der Stadt Zürich - Hochlauf bis 2030

Status Quo



A) Spitzenkappung bei hohen Leistungspreisen

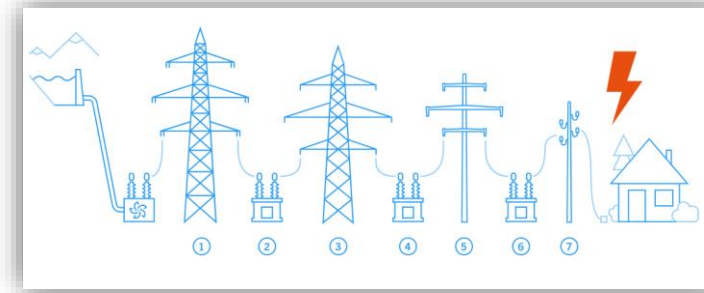
B) Gesamtes Flexibilitätspotenzial




Pressmair, Papouschek, Rocchetta, 2023. , A Business Model or a Tariffing Issue? Peak Shaving in Local Distribution Grids through Electric Vehicle Fleets. CIRED Workshop, 19-20 June 2024, Vienna, Austria. <https://games-innovation.net/>

Fazit

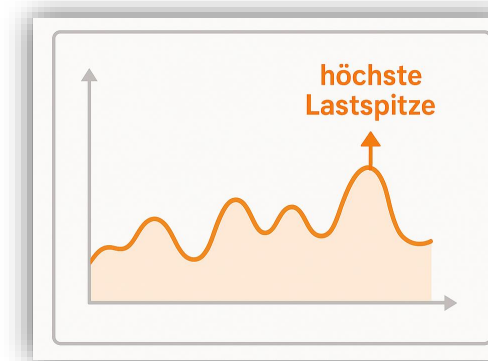
1. Netzdienstlichkeit erfordert Flexibilität in den **untersten Netzebenen**



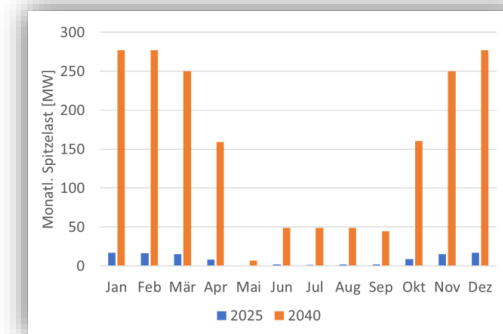
2. Flexibilität ist **nicht immer netzdienstlich**

Marktdienstlichkeit	Systemdienstlichkeit	Netzdienstlichkeit
 <ul style="list-style-type: none">Akteure am StrommarktEnergielieferanten, BilanzgruppenAusnutzung volatiler Strompreise	 <ul style="list-style-type: none">Stabiles GesamtnetzÜbertragungsnetzbetreiber (APG)Regelenergiemarkt (Frequenzhaltung 50 Hz)	 <ul style="list-style-type: none">Vermeidung von Engpässen an bestimmten Netzknoten(Verteil-)Netzbetreiber

3. **Energiegemeinschaften** brauchen Anreize, um sich netzdienstlich zu verhalten



4. **Flexibilitätspotentiale** wachsen in Zukunft stark an



e7 unterstützt Sie!

Wir bieten unabhängige Beratung für den Aufbau Ihres innovativen Geschäftsmodells und die erfolgreiche Umsetzung in Ihrem Immobilienprojekt

Business Development



- **Marktanalyse** & strategische Partnerschaften
- **Wissenschaftliche** Begleitung für Prototyping & Feldversuche
- Akquise von **Fördermitteln**
- Geschäftsmodellvalidierung & **Business Plan**

Immobilienprojekte



- Qualitätssicherung im **Planungsprozess**
- **Technisches Monitoring** nach Inbetriebnahme
- **Monitoring & Optimierung** im laufenden Betrieb



DI Guntram Preßmair

guntram.pressmair@e-sieben.at

www.e-sieben.at



e7 energy innovation & engineering

Ingenieurbüro für Energie- und Umwelttechnik

Hasengasse 12/2, 1100 Wien

Tel.: +43 1 907 80 26

www.e-sieben.at

EINBLICKE MIT AUSBLICK 04

Bausteine für die klimaneutrale W/K-Versorgung in Städten und Quartieren

Bernd Windholz, AIT

24.9.2025

"das forum" Klima- und Innovationsforum der Stadt Wien, 1040 Wien



AGENDA

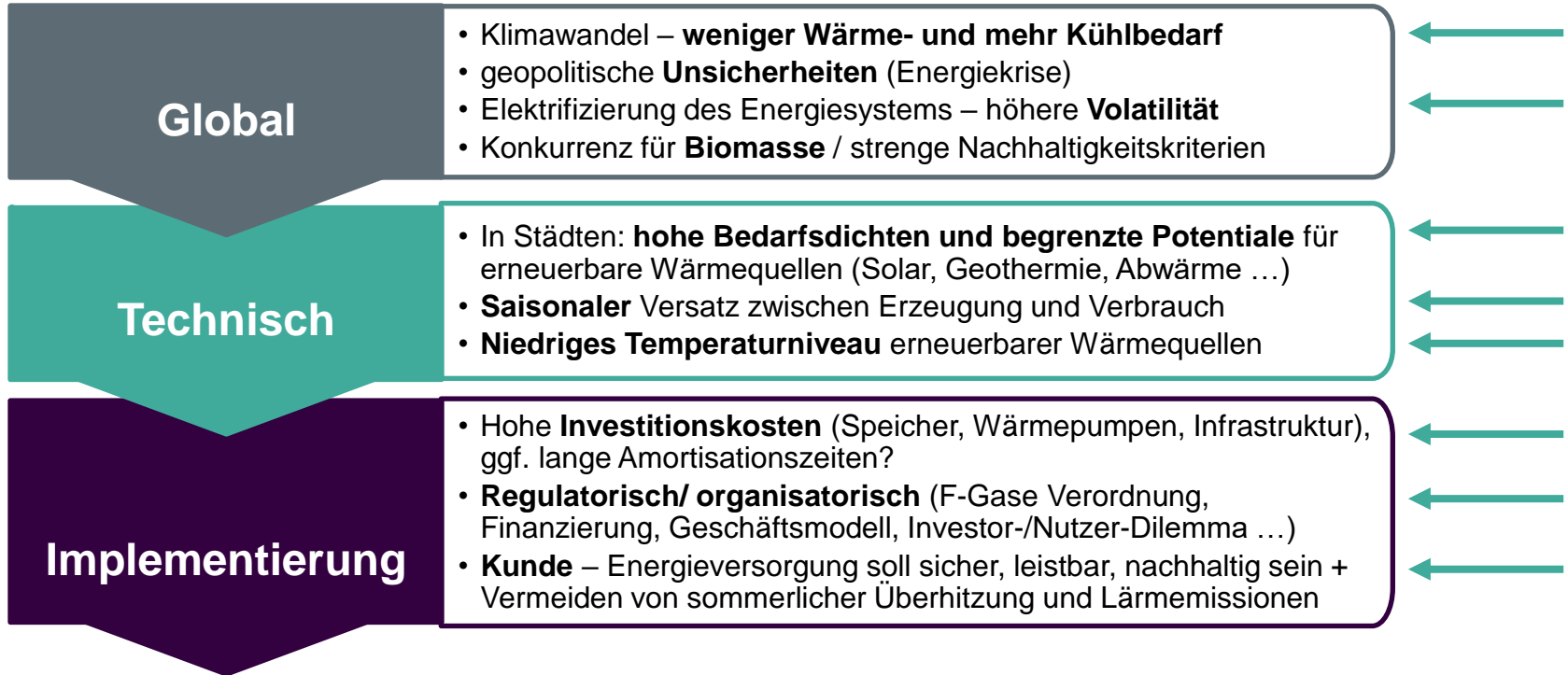
- Herausforderungen und Rahmenbedingungen der Dekarbonisierung des Wärmesektors
- Wärmepumpen-Entwicklung
 - Prinzip
 - Vergleich von Wärmequellen
 - Wärmepumpen in Wohngebäuden
 - Herausforderungen
 - Zentrale Wärmepumpe (CHALLENGE)
 - Dezentrale Wärmepumpe (Gasthermenersatz & Hypergyrd)
 - Schallausbreitung (RAARA)
- Kavernenspeicher
 - Technologien zur Thermischen Energiespeicherung
 - Outlook:
 - Beispiel Design-Optimierung (INTERSTORES)
 - Aktuelle Ergebnisse aus den Projekten HEATROCK & INTERSTORES

HERAUSFORDERUNGEN UND RAHMENBEDINGUNGEN

Für die Dekarbonisierung des Wärmesektors



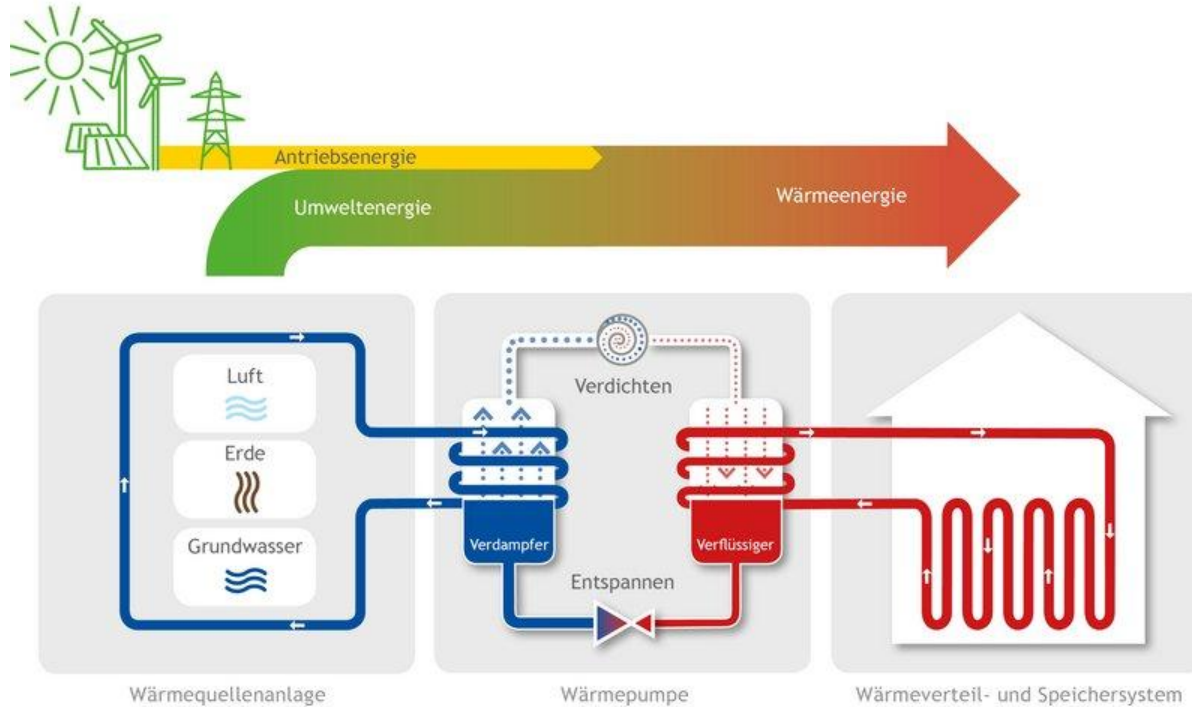
HERAUSFORDERUNGEN UND RAHMENBEDINGUNGEN



WÄRMEPUMPEN-ENTWICKLUNG



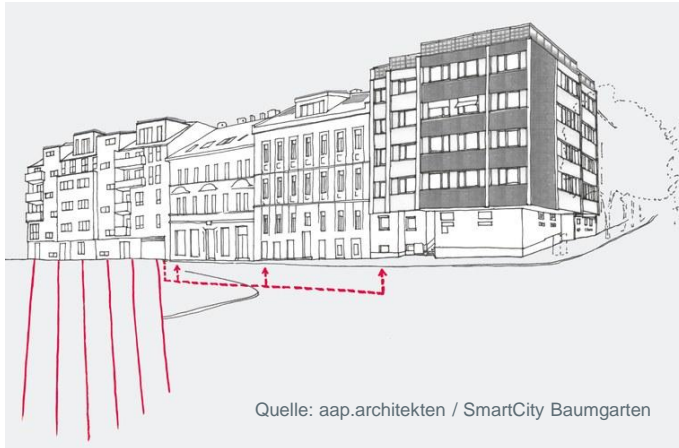
PRINZIP DER WÄRMEPUMPE



Quelle:
<https://www.waermepumpe.de/waermepumpe/funktion-waermequellen/>

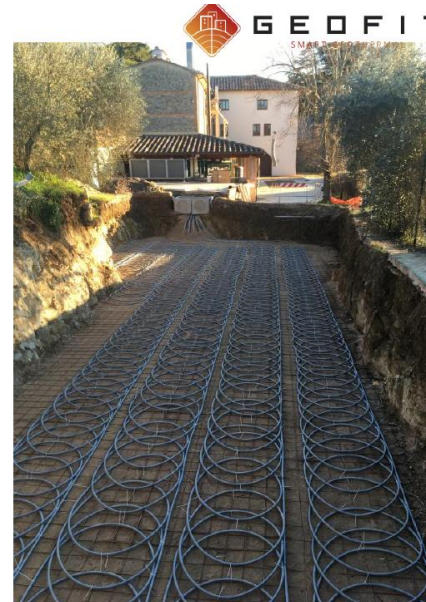
VERGLEICH VON WÄRMEQUELLEN (1)

Erdsonden mit lokalem Anergienetz



- Erdsonden unter einem Gebäude (Neubau) versorgen durch lokales Anergienetz auch die benachbarten Bestandsgebäude

Flächenkollektoren für Wärmepumpe

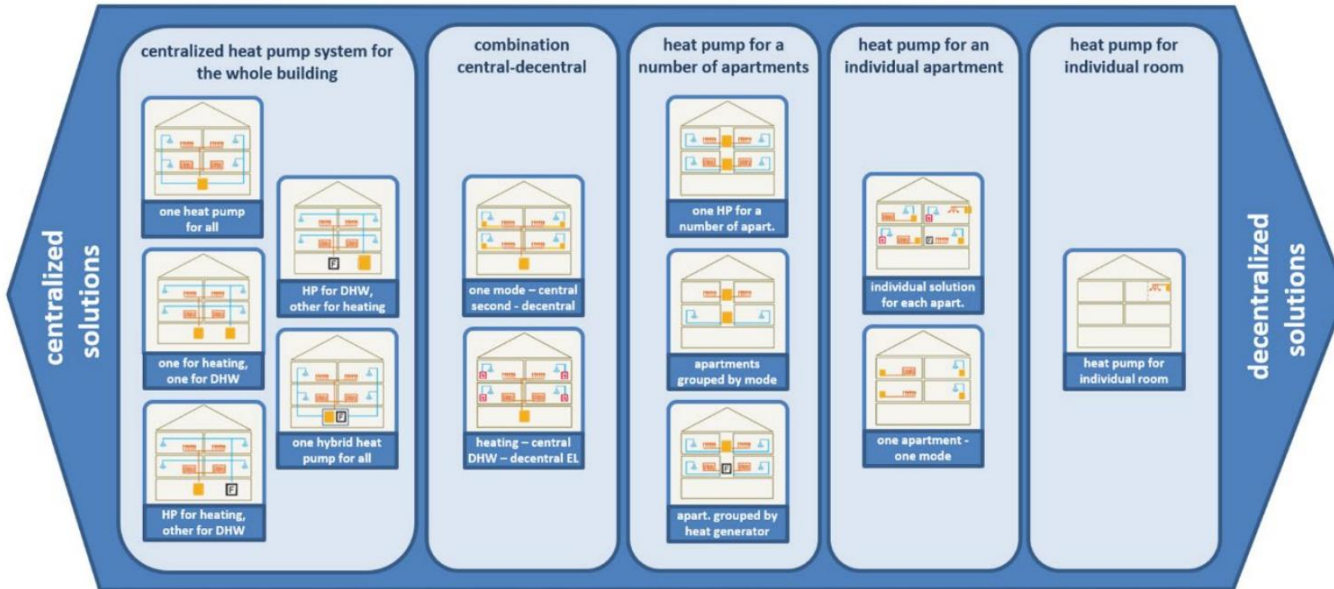


- Wenn Platz vorhanden ist erspart ein Flächenkollektor den Aufwand einer Tiefenbohrung

VERGLEICH VON WÄRMEQUELLEN (2)

Quelle	Vorteil	Nachteil
Luft	Einfach, günstige Installation	Schallemissionen
<ul style="list-style-type: none"> • Geothermie (Erdreich, Grundwasser) • Abwasser • Kühlwasser (z.B. Kraftwerk, Rechenzentrum) • Flächenkollektoren, Asphaltkollektoren 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Schallemission • Höhere Effizienz, da im Mittel über die Heizsaison höhere Quellentemperatur • Keine Hitzeinsel in Kühlfall 	<ul style="list-style-type: none"> • Höhere Investitionskosten • Abhängig von Örtlichkeit (Bodenbeschaffenheit, Grundwassersituation) • Ggf. höhere Wartungskosten
Anergienetz / Fernwärmenetz	<ul style="list-style-type: none"> • Absenken der Rücklauftemperatur kann Effizienz der Erzeuger steigern • „Booster-WP“ für Warmwasser reduziert nötige Vorlauftemperatur im Netz • Möglichkeit zur Leistungssteigerung des Netzes 	Fernwärmeanschluss + Wärmepumpe notwendig

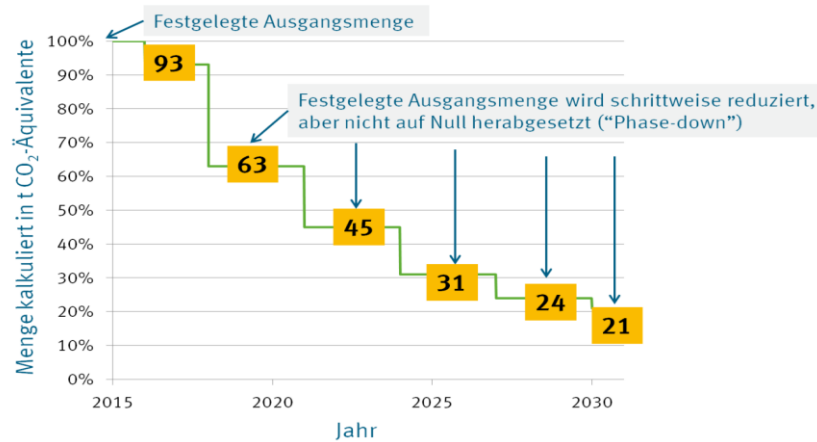
WÄRMEPUMPEN IN WOHNGBÄUDEN



- Viele verschiedene Einsatzmöglichkeiten für WP
- Von einem zentralen System für Warmwasser und Heizung im ganzen Haus bis zu
- Einzelnen Systemen für einzelne Räume
- Link: [Case Studies - Annex 50](#)

HERAUSFORDERUNGEN

- F-Gase Verordnung → Umstellung auf natürliche, tlw. brennbare Kältemittel
 - Optimales Kältekreisdesign und Kältemittel für unterschiedliche Quellen/Senken

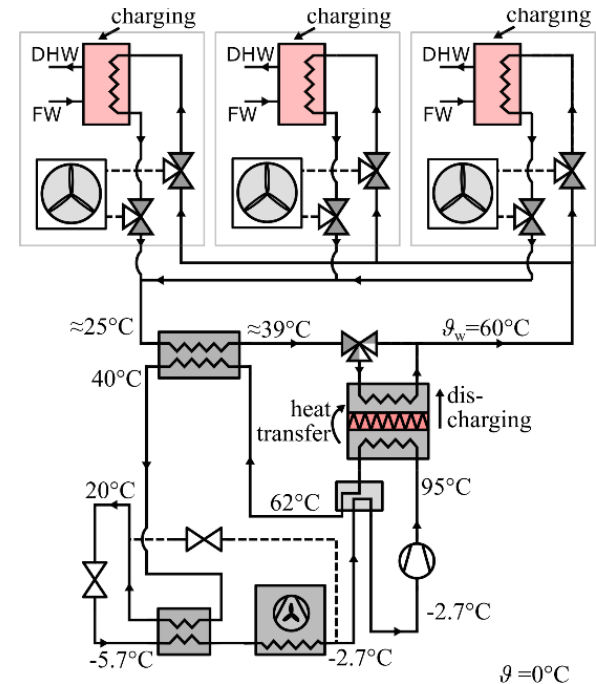


Jahre	Höchstmenge in Tonnen CO ₂ -Äquivalent
2025 – 2026	42 874 410
2027 – 2029	21 665 691
2030 – 2032	9 132 097
2033 – 2035	8 445 713
2036 – 2038	6 782 265
2039 – 2041	6 136 732
2042 – 2044	5 491 199
2045 – 2047	4 845 666
2048 – 2049	4 200 133
ab 2050	0

- Wärmequellen und –senkenerschließung
 - speziell in dichtbesiedelter städtischer Umgebung
- Minimierung von Schallemissionen und Vibrationen
- Gelungene Integration erfordert Expertise
 - Einzelwohnungen, Gebäude, Quartiere, Industrie

ZENTRALE WÄRMEPUMPE (CHALLENGE)

- Für Mehrfamilienhäuser: Zentrale Wärmepumpe mit integrierten Latentwärmespeichern

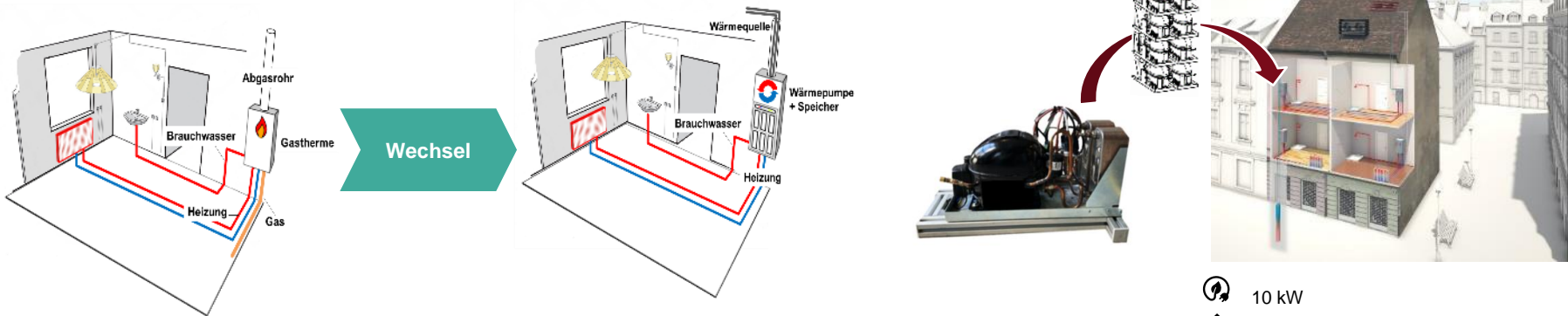


Chancen:

- Konzept kann 10% elektrische Energie einsparen,
- die Bildung von lokalen Wärmeinseln verhindern
- und den Lärm von Außengeräten im Sommer minimieren/vermeiden

DEZENTRALE WÄRMEPUMPE (GASTHERMENERSATZ & HYPERGRYD)

- Sanierung von Einzelwohnungen im MFH: Dezentrale, modulare Wärmepumpe mit integrierten Latentwärmespeichern

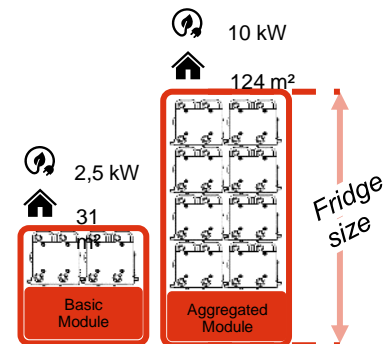


Chancen:

- Appartements können individuell renoviert werden
- Keine zentrale Wärmepumpe erforderlich
- Intelligentes Energiemanagement
- System mit mehreren Quellen möglich

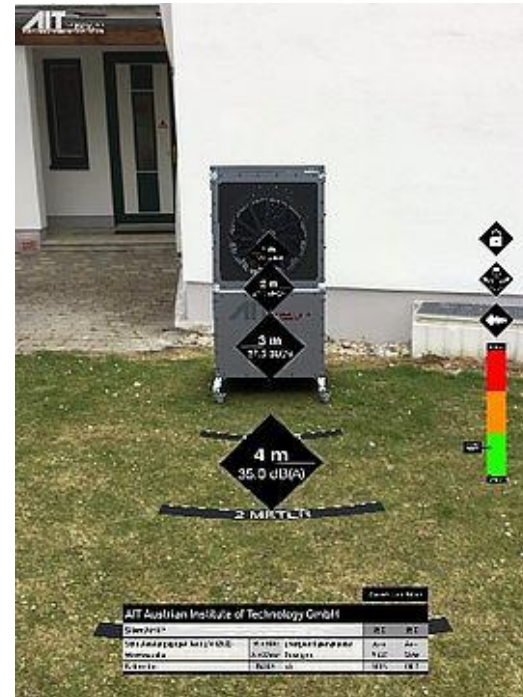
Links:

- [Gasthermenersatz Modular aufgebaute Wärmepumpe im großvolumigen Wohnbau - AIT Austrian Institute Of Technology](#)
- [Hypergyrd | Hybrid Coupled Networks for Thermal-Electric Integrated Smart Energy Districts](#)



SCHALLAUSBREITUNG (RAARA)

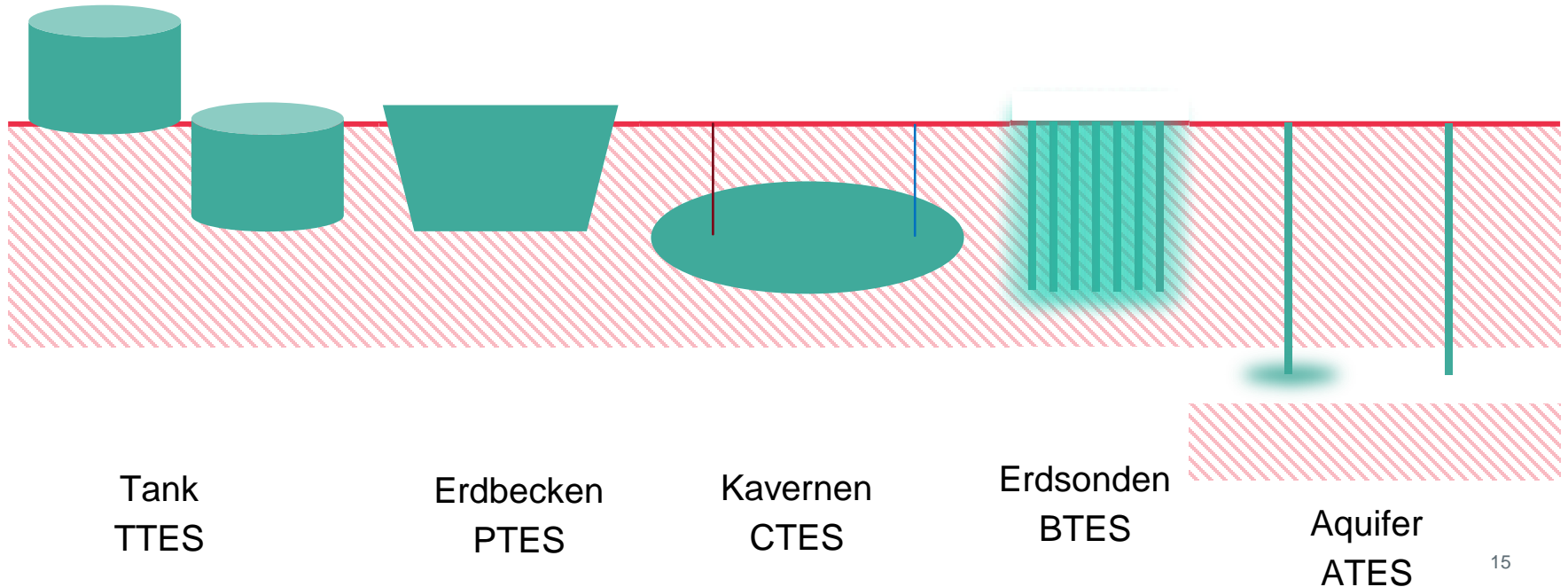
- HVAC positioner app (Android, iOS)
- Einbindung der Wärmepumpe / des Kühlgeräts in eine beliebige Umgebung
- Die Lärmentwicklung kann optisch dargestellt werden
- Link: <https://raara.ait.ac.at/>



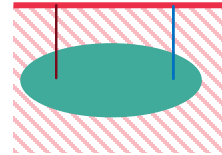
KAVERNENSPEICHER



TECHNOLOGIEN ZUR THERMISCHEN ENERGIESPEICHERUNG

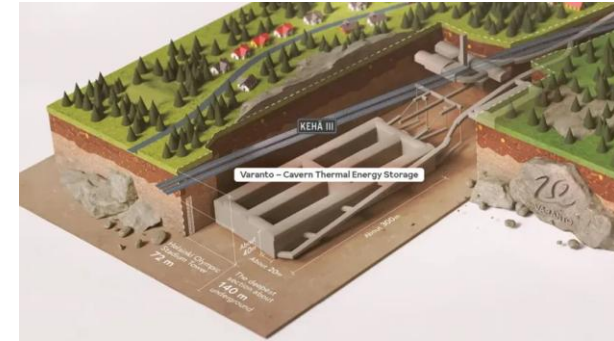


TECHNOLOGIEN ZUR THERMISCHEN ENERGIESPEICHERUNG



Kavernenspeicher

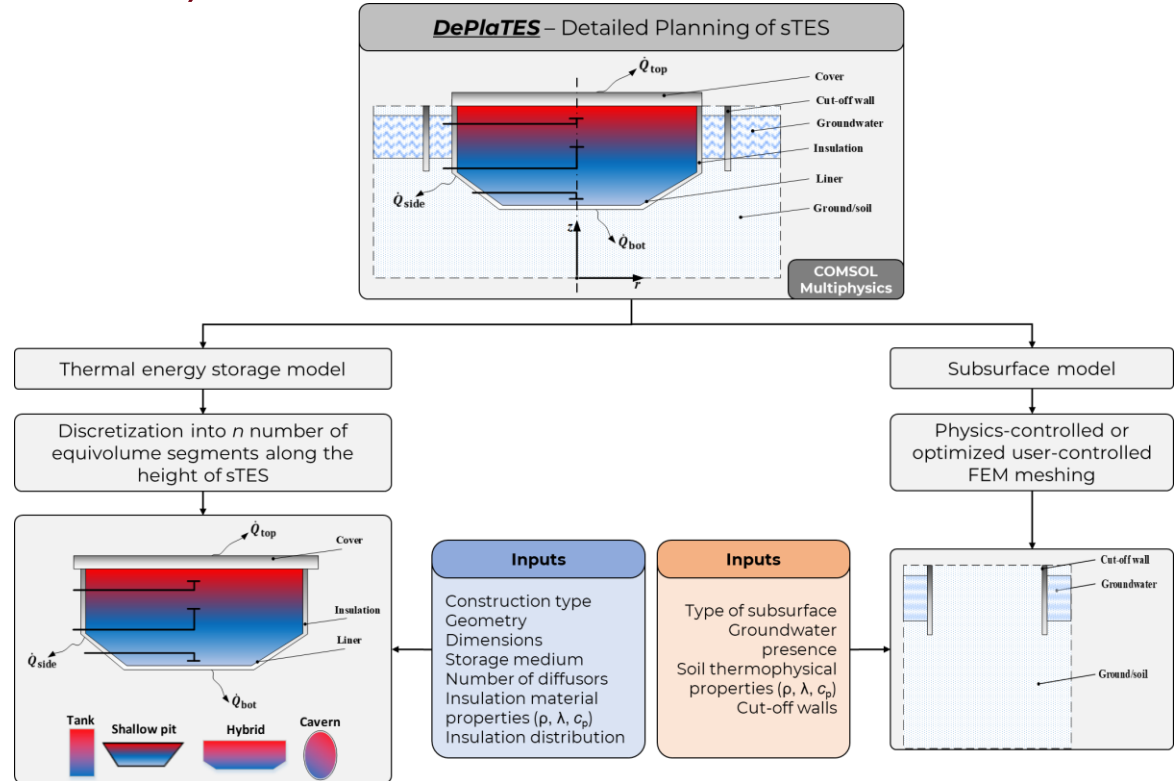
- Natürliche, bereits bestehende oder neu geschaffene Kavernen
- Druckwasser als Speichermedium (bis zu 150°C)
- Natürlicher, isolierender Effekt des umgebenden Gesteins
- 60-80+ kWh/m³



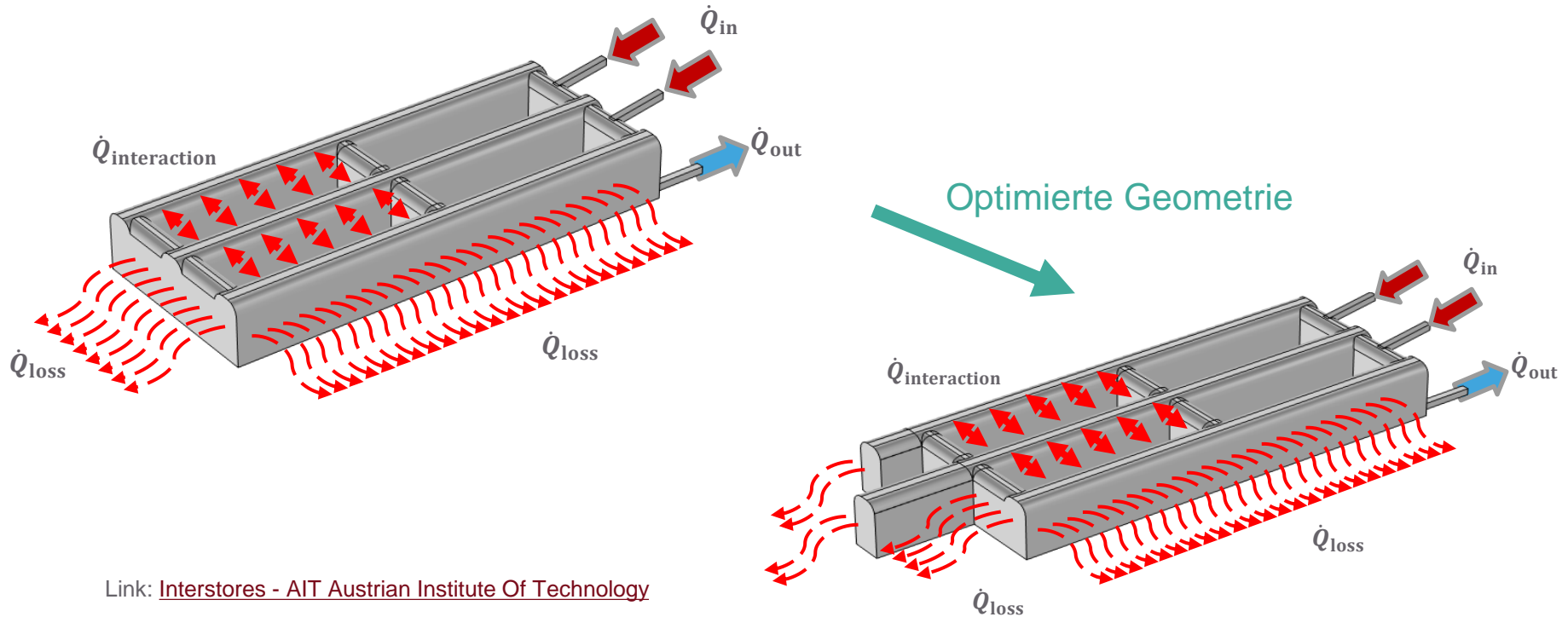
Vorteile	Nachteile
Kann unter genutzter Erdoberfläche errichtet werden → Besonders vorteilhaft für städtische Gebiete	Passende Kavernen limitiert (und konkurrierende Nutzung als z.B. CO ₂ oder H ₂ Speicher)
Lange Lebensdauer (und potenziell Nachnutzung als CO ₂ or H ₂ Speicher möglich)	Neuerrichtung erfordert große Investkosten: komplexe Untertagebauarbeiten, Installation von Dichtungen und Dämmungen
Hohe Speicherdichte	
Sehr hohe Ein-/Auspeicherleistung möglich	
Geringe Verluste	

OUTLOOK - DEPLATES (INTERSTORES) Kavernenspeicher

- Detailliertes, multi-physikalisches Speichersimulation Toolkit
- Validiert anhand Messdaten von Großwärmespeicher (Dronninglund Erdbeckenspeicher),
- Designoptimierung, optimale Planung und Auslegung
- Optimierung von LCOS

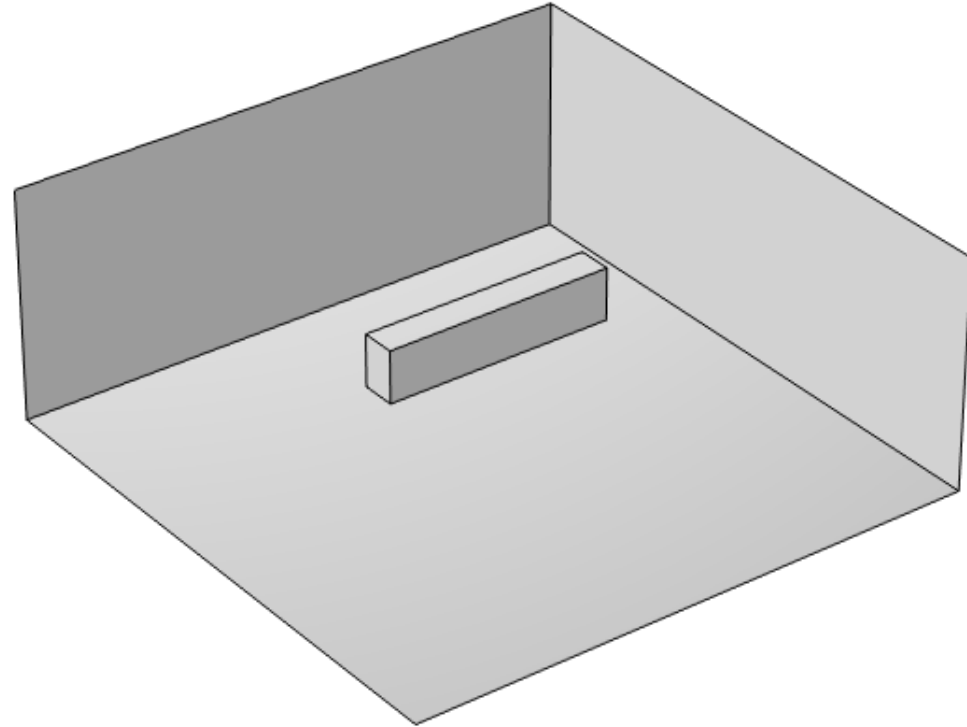


OUTLOOK - BEISPIEL DESIGN-OPTIMIERUNG (INTERSTORES)



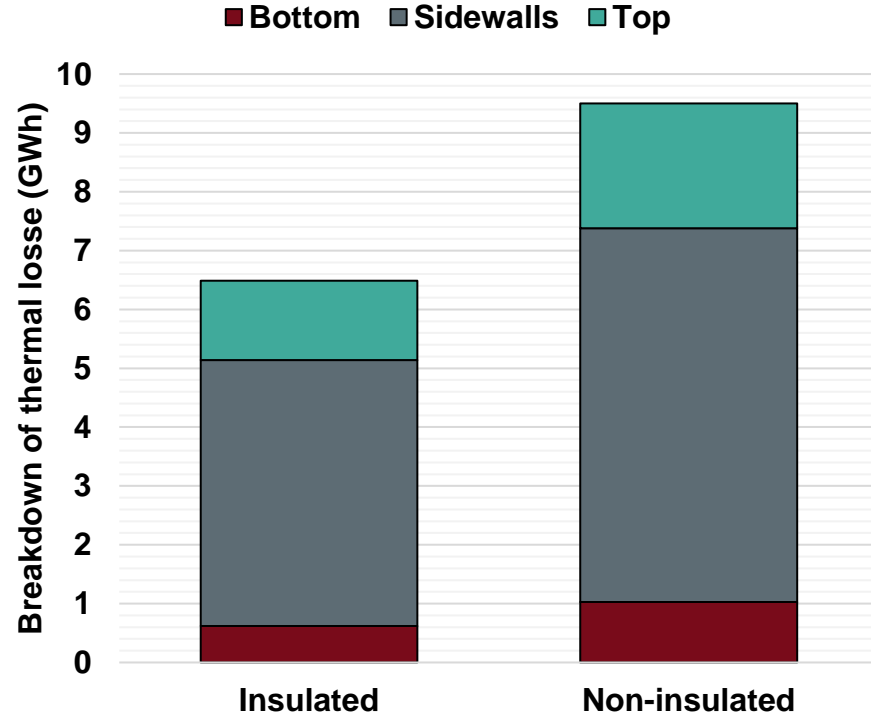
Aktuelle Ergebnisse aus den Projekten HEATROCK & INTERSTORES

- Single CTES:
 - Width: 30 m,
 - Height: 45 m,
 - Length: 200 m,
 - $V_{CTES} = 270,000 \text{ m}^3$,



Link: [Entwicklung von Kavernenwärmespeicher in Österreich Projekt HEATROCK - AIT Austrian Institute Of Technology](#)

Aktuelle Ergebnisse aus den Projekten HEATROCK & INTERSTORES



Single CTES	Ins	Non	Unit
Storage capacity	15.7	15.7	GWh
Total thermal losses	6.5	9.5	GWh
Useful storage capacity	9.2	6.2	GWh
Storage efficiency	59	39.5	%
Breakdown of thermal losses			
Top	1.35	2.12	GWh
Sidewalls	4.52	6.35	GWh
Bottom	0.62	1.03	GWh

ZUSAMMENFASSUNG



WÄRMEPUMPEN

- Dekarbonisierung mit Wärmepumpe ist möglich
 - Viele Gebäude können bereits umgerüstet werden, Sanierung jedenfalls sinnvoll und tlw. nötig
 - Wärmepumpen auch in Wärmenetzen und in der Industrie anwendbar
- Beispiele und Demonstratoren vorhanden, siehe z.B. IEA HPT Projektergebnisse
- Herausforderungen:
 - Umstellung auf natürliche, tlw. brennbare Kältemittel
 - Optimales Kältekreisdesign und Kältemittel für unterschiedliche Quellen/Senken
 - Wärmequellen und –senkenerschließung
 - Minimierung von Schallemissionen und Vibrationen
- Lösung durch F&E mit Stakeholdern sowie Weiterbildung von Planern/Installateuren/...
- Gelungene WP-Integration durch fundierte Expertise

KAVERNENSPEICHER

- Kavernenspeicher sind ideal für österr. Randbedingungen (Felsgestein)
 - Grundwasserströmungen führen zwar generell zu höheren CAPEX v.a. für Dichtwände und Dämmung, aber über 30 Jahre durchgerechnet dürften Kavernenspeicher eine Alternative zu Erdbeckenspeichern sein (levelized costs of storage)
- Fokus AIT
 - Machbarkeitsstudie, Planung & Auslegung, Systemintegration, Design-Optimierung, Begleitung beim Bau, Betriebsoptimierung

FRAGEN?



DI Bernd WINDHOLZ

- **Efficient Buildings and HVAC Technologies**
- Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden in Neubau/Sanierung
- Entwicklung von HLK-Technologien

bernd.windholz@ait.ac.at



Dr. in Teresa SCHUBERT

- **Large Energy Supply Infrastructure**
- Technologieentwicklung und Integration in thermische Energiesysteme
- thermochemische Umwandlung von Abfall und Reststoffen

teresa.schubert@ait.ac.at