



OST

Ostschweizer
Fachhochschule

Energiespeicher: Wo die Technik heute steht

Swisscleantech – CEO4climate

Dr. Michel Haller, Leiter Forschung, StV. Institutsleiter SPF, 08.09.2025



INSTITUT FÜR
SOLARTECHNIK

Kurzvorstellung Michel Haller

- Dipl. Natw. ETH, Dr. techn. TU Graz
- Leiter Forschung & StV. Instituts-Leiter am SPF Institut für Solartechnik der OST



- **Forschung & Entwicklung**
 - Solarenergie & Wärmepumpen
 - Wärmespeicher / thermische Speicherschichtung
 - Legionellen in Trinkwassersystemen
 - Energiesimulationen – insbesondere Solarenergie & Sektorkopplung
 - Renewable Metal Energy Carriers / Metalle als Energiespeicher
- **Lehre**
 - Solares Heizen und Kühlen
 - Energiespeicher

Vorschau

1. Warum brauchen wir Energiepeicher?
2. Was für Speichertechniken gibt es, und wofür sind sie geeignet?
3. Thermische Langzeitspeicher / Wärmespeicherung
4. Chemische Langzeitspeicher
5. Schlussfragen



1. Warum?

Was ändert sich mit der Energiewende in der Schweiz?

Gespeicherte Energie

- Benzin*
- Diesel*
- Heizöl*
- Erdgas*
- Holz

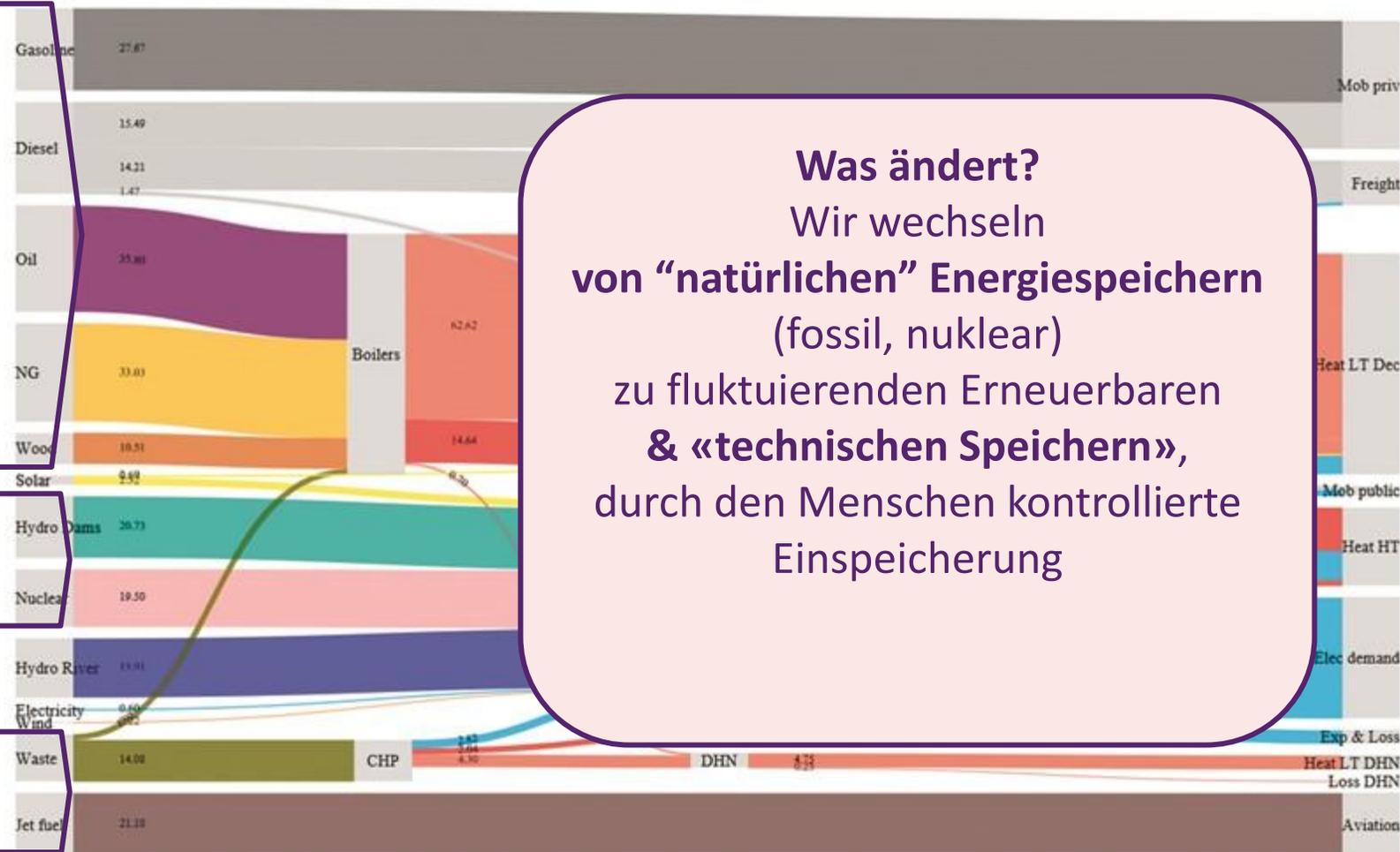
Gespeicherte Energie

- Speicherseen
- Uran*

Gespeicherte Energie

- Abfälle
- Flugtreibstoffe*

* muss ersetzt werden



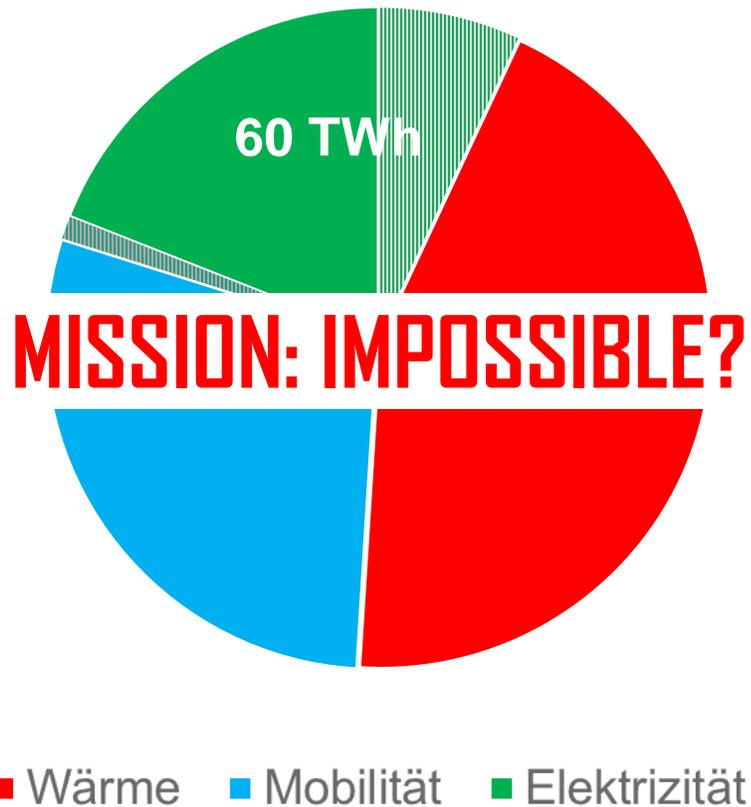
Was ändert?
Wir wechseln
von "natürlichen" Energiespeichern
(fossil, nuklear)
zu fluktuierenden Erneuerbaren
& «technischen Speichern»,
durch den Menschen kontrollierte
Einspeicherung

Source: Aqua & Gas, 4. Juli 2019, Stadler et al.

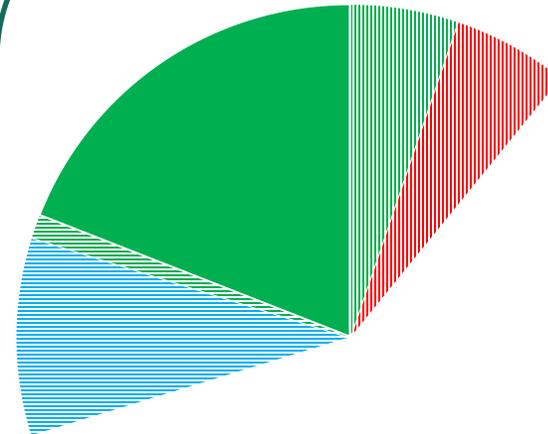
1. Warum?

End-Energiebedarf Schweiz

Heute: 75% nicht erneuerbar



Zukunft: Effizienz und (oder durch) Elektrifizierung



+ 15-30 TWh_{el}?

MISSION: POSSIBLE

- **Effizienzgewinn Gebäude / Warmwasser**
- **Wärme: Fernwärme + Umgebungswärme**
- **Effizienzgewinn Elektromobilität**

Zubauziele (nicht vollständig):

+ 2 TWh Wasserkraft (runder Tisch)

+ 2 TWh Wind (??)

+ 30 – 48 TWh Photovoltaik

-> heute ca. 10 TWh

+ 34 – 52 TWh Total (inkl. Ersatz AKWs)

2. Welche Technik wofür?

Energiespeicher: Wie lange möchten Sie speichern?

Sekunden bis Minuten

Batterie

Kondensator

Schwungrad

Minuten bis Tage

Pumpspeicher

Thermischer Speicher

Batterie

Druckluft

Wochen bis Monate

Stauseen

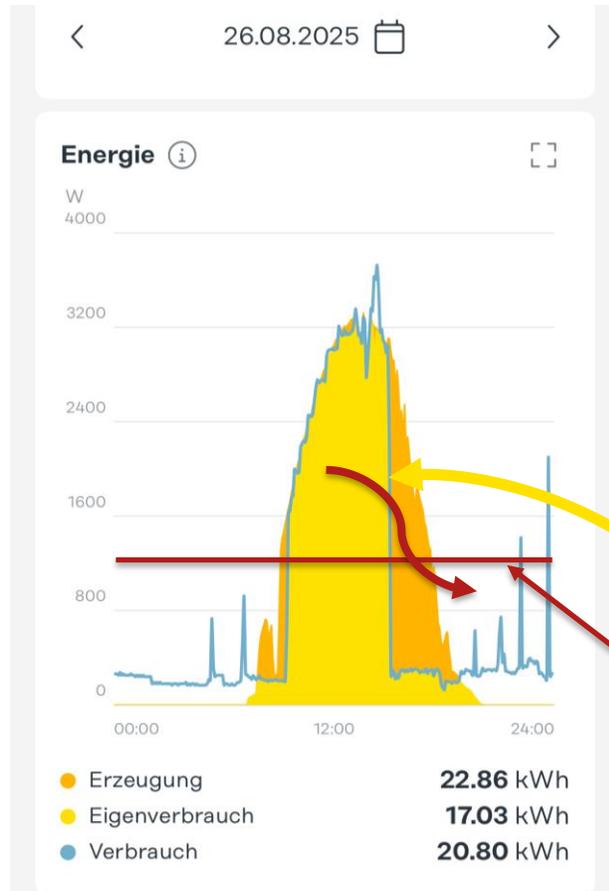
Pumpspeicher?

(Grosse) Thermische

Chemisch

2. Welche Technik wofür?

Drei Zeitskalen – Drei Lösungen: 1. Tag-Nacht



- **2050:** 45 TWh PV → ca. 45 GWp Leistung (installiert)
- **Mittagspeaks:** ca. 30 GW PV zu erwarten
 - **Mittags-Bedarf Sommer heute:** 6-8 GW; **Zukunft (2050) 10-12 GW**
- Herausforderung: **Netzkapazitäten/Übertragungsleistung:** viel Energie in kurzer Zeit (Leistungsgrenze)
- **Lösung: DEZENTRALE FLEXIBILITÄTEN:**
 - a) Elektromobilität (smart charging, Mega-Trend)**
 - b) Batteriespeicher (heute 500 – 1000 CHF/kWh, Kosten sinkend)**
 - c) Kälte auf Vorrat (Klimaerwärmung)**

2. Welche Technik wofür?

Drei Zeitskalen – Drei Lösungen: 2. Dunkelflaute

1. Diversifizieren:

- a) Wasser
- b) **Sonne**
- c) **Wind**



Wenn länger keine Sonne scheint, ist Wind oder Regen angesagt...

2. Pumpspeicher und Speicherseen

- Siehe nächste Folie



2. Welche Technik wofür?

Speicherkapazität Schweiz (Hydro)

- Theoretisch könnten mit bestehenden **Pumpspeicherkraftwerken** in der Schweiz (Fassungsvermögen 300 GWh) bei einer durchschnittlichen Last von 5 GW der Schweizer Strombedarf während **60 Stunden** abgedeckt werden.
- **Alle Speicherkraftwerke zusammen** (v.a. Speicherseen) können maximal 8.85 TWh an Stromerzeugung zurückhalten (speichern) und können damit in etwa **30 Prozent des Winter-Stromverbrauchs** in der Schweiz decken.

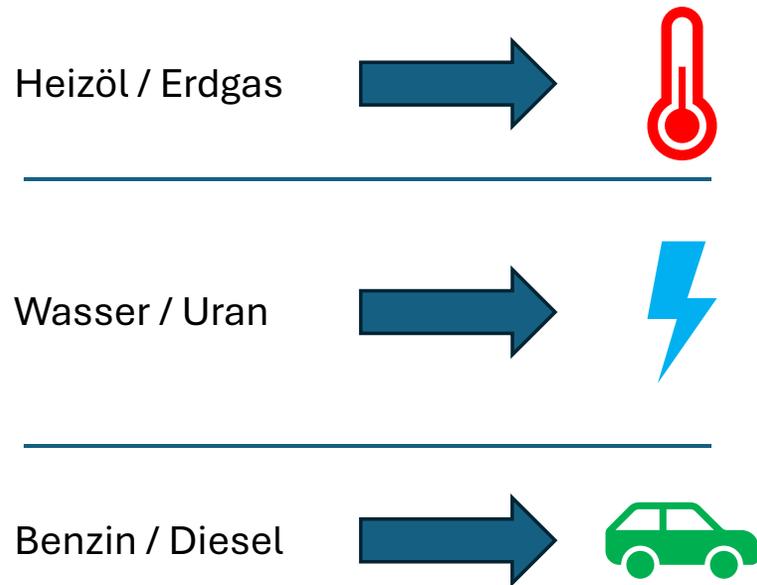


2. Welche Technik wofür?

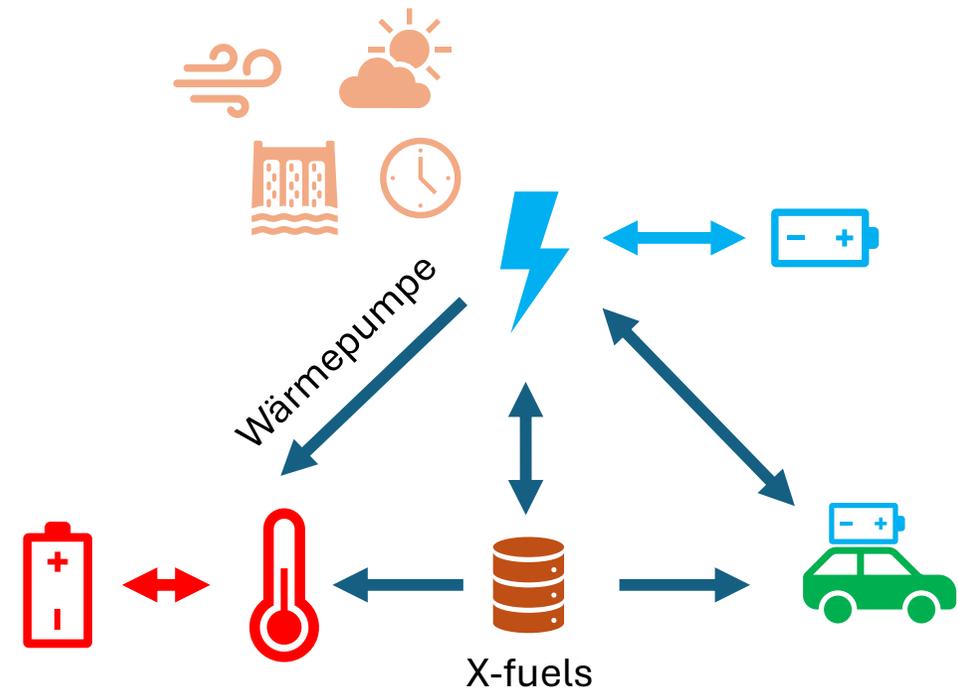
Drei Zeitskalen – Drei Lösungen: 3. Saisonaler Mismatch

- Wer die Sektorkopplung nicht verstanden hat, wird dieses Problem nicht lösen können

Ausbildung Bisher: in Sektoren



Ausbildungsziel Neu: gekoppelte Systeme

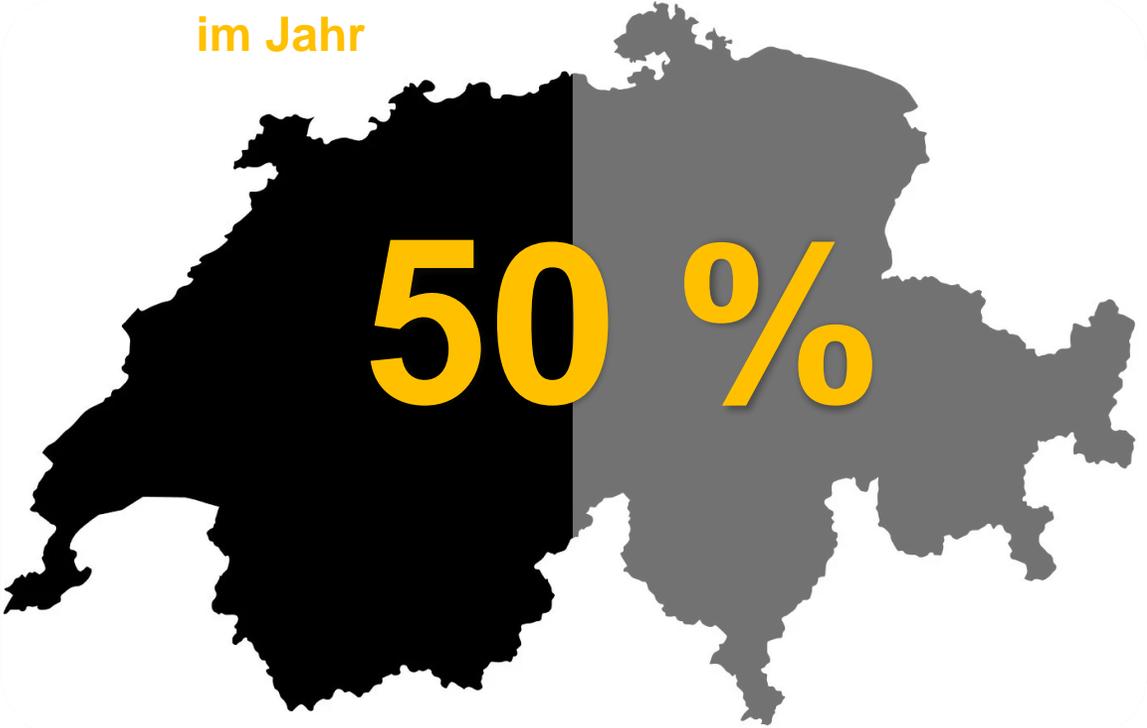


3. Thermische Speicher / Wärmespeicher

Welcher Anteil unseres (End)-Energiebedarfs ist Wärme?

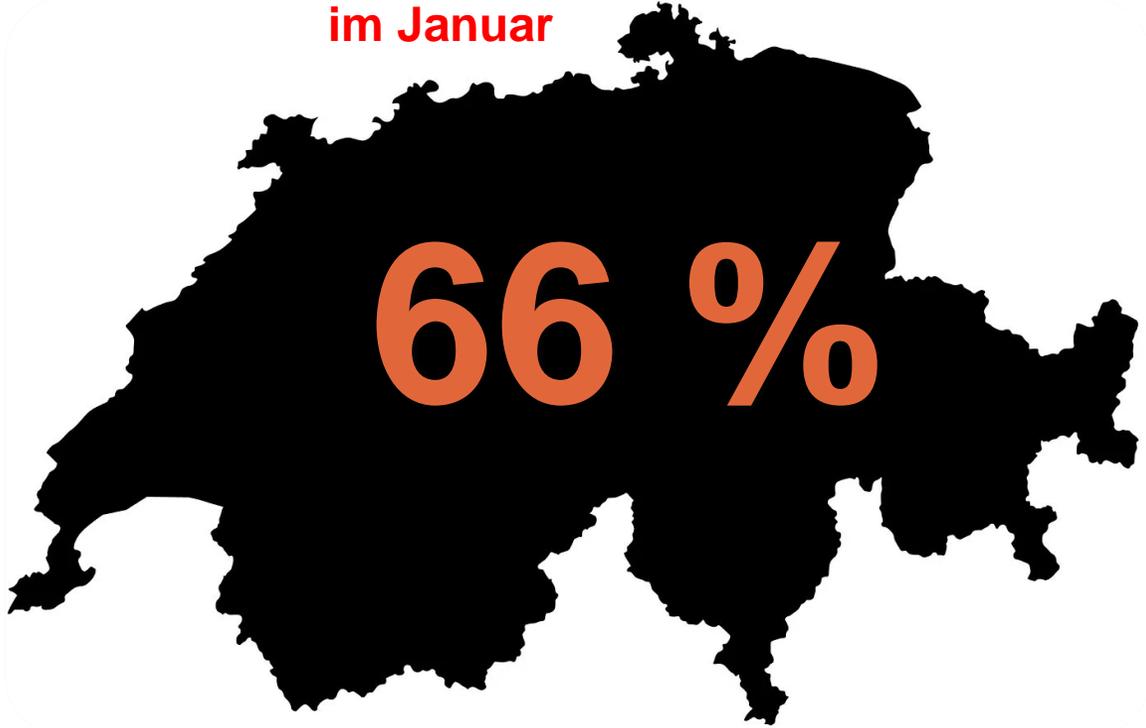
im Jahr

50 %

A map of Switzerland is shown with a vertical line down the center. The left half of the map is filled with black, and the right half is filled with grey. The text '50 %' is written in large yellow font across the center of the map.

im Januar

66 %

A map of Switzerland is shown, completely filled with black. The text '66 %' is written in large orange font across the center of the map.

3. Thermische Speicher / Wärmespeicher

Vergleich Kapitalkosten Thermisch vs. Batterie (a=15 Jahre, i=5%)



Grosser thermischer Erdbeckenspeicher
Investitionskosten (DK): 23 €/m³

- Speicherdichte: 70 kWh/m³
- Investition pro kWh Kapazität: 0.30 €
- Als Saisonaler Speicher
 - **Ca. 3 cts pro kWh Wärme umgesetzt**

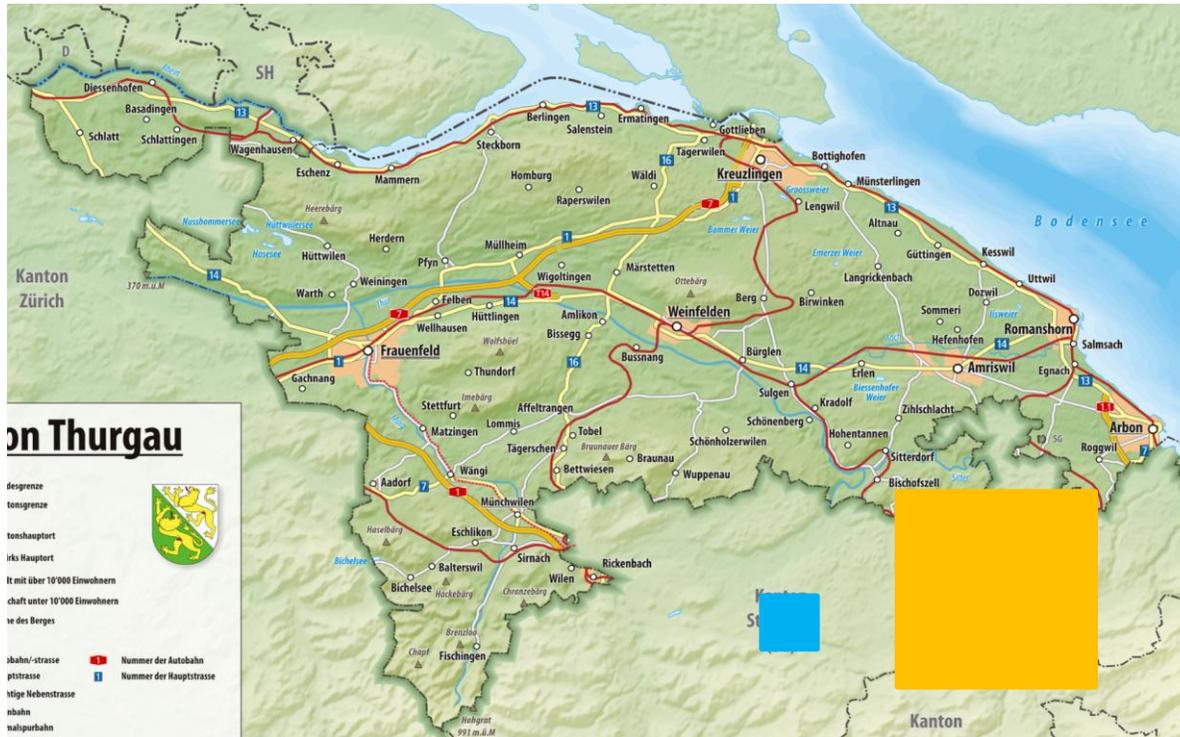


Batteriespeicher / Gross-Speicher

- Investition pro kWh Kapazität: 500 CHF
- Als Saisonaler Speicher
 - **Ca. 48 CHF pro kWh Strom umgesetzt**
- Bei 300 Speicherzyklen pro Jahr
 - 16 Rp/kWh umgesetzt

3. Thermische Speicher / Wärmespeicher

Herausforderung Energiedichte und Raumplanung

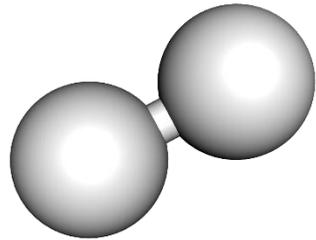


- Fläche der Schweizer Speicherseen (8 TWh_e)
- Gleiche Energiemenge in Erdbeckenspeichern (thermisch)

4. Chemische Speicher

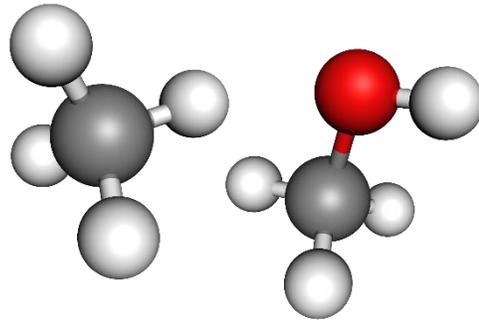
Chemische Energiespeicher (Power-to-X)

Wasserstoff



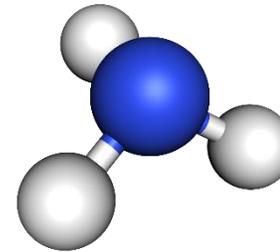
Nachteile:
vol. Energiedichte
/ Speicherbarkeit

Kohlenwasserstoffe Methan / Methanol



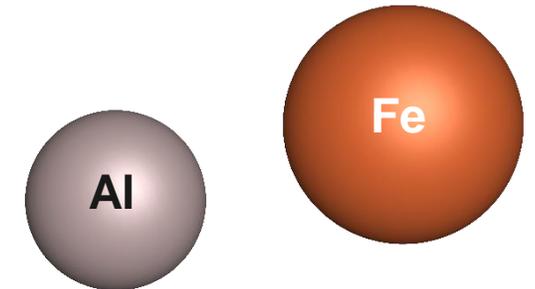
Nachteile:
Kohlenstoff:
Woher und wohin?

Ammoniak



Nachteile:
Toxizität

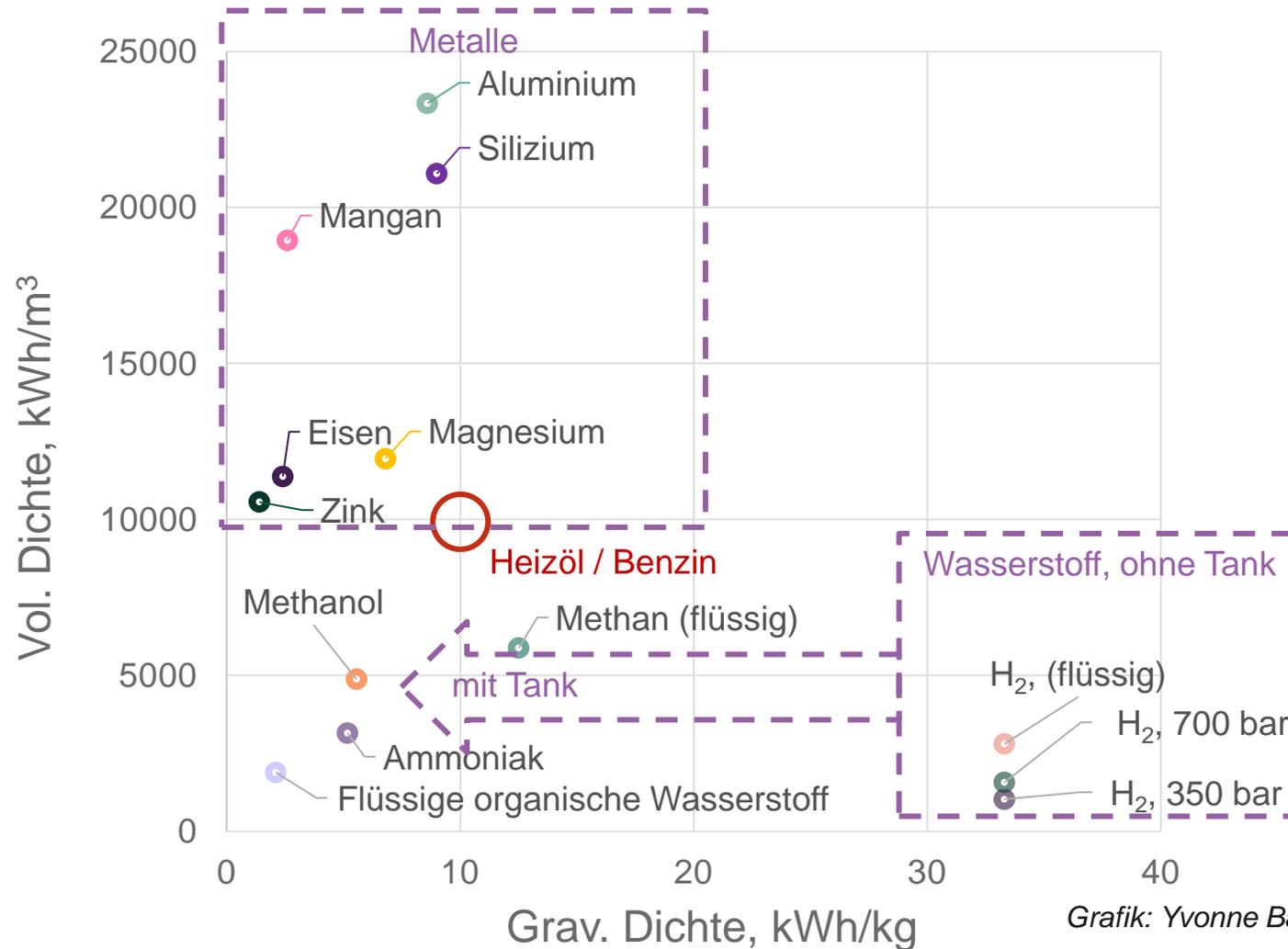
Metalle Renewable Metal Energy Carrier: Al, Fe



Nachteile:
Technologiereife

4. Chemische Speicher

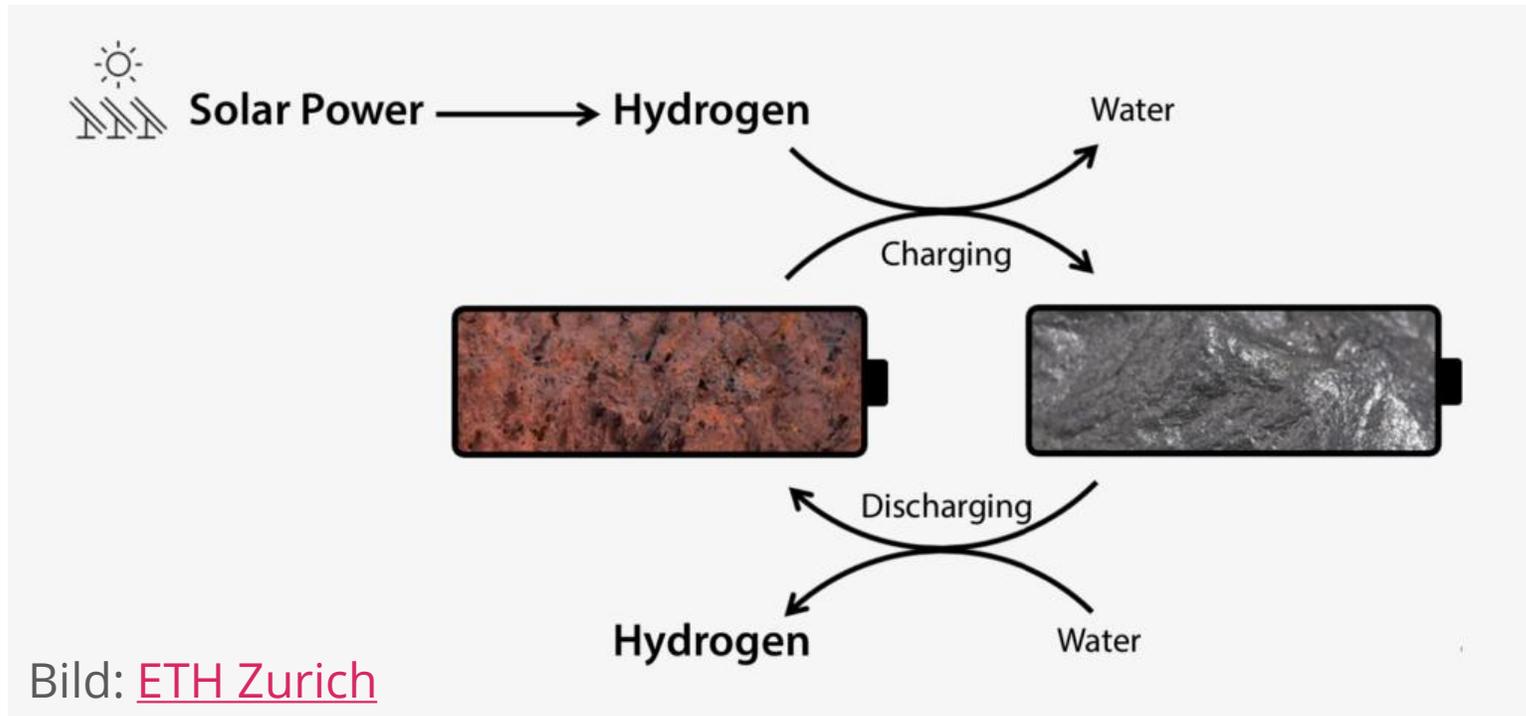
Energie-Speicherdichten verschiedener Optionen



Grafik: Yvonne Bäuerle 2023, www.ost.ch/spf/peakmetal

4. Chemische Speicher

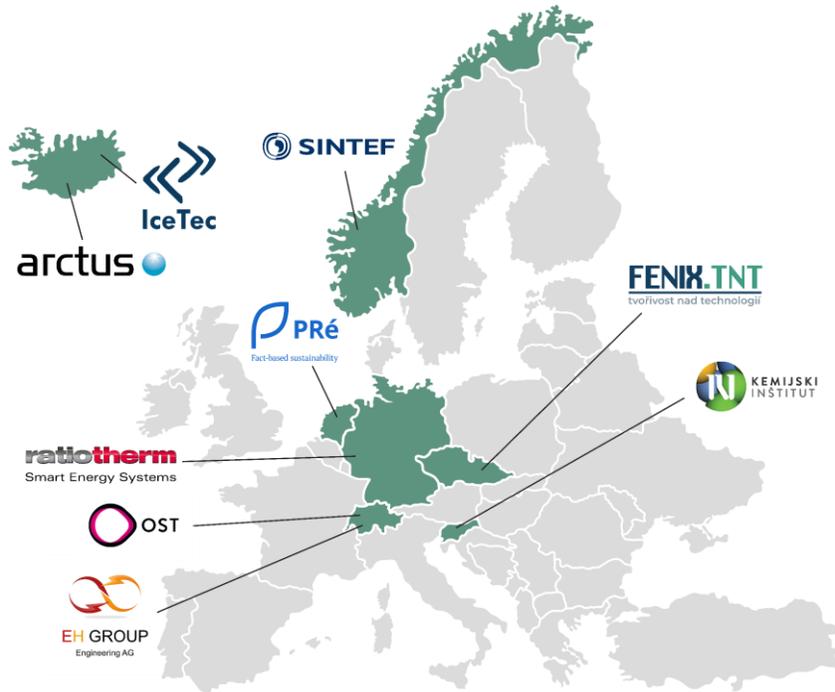
Metal Energy Carriers: Eisen - ETH SpinOff Iron Energy



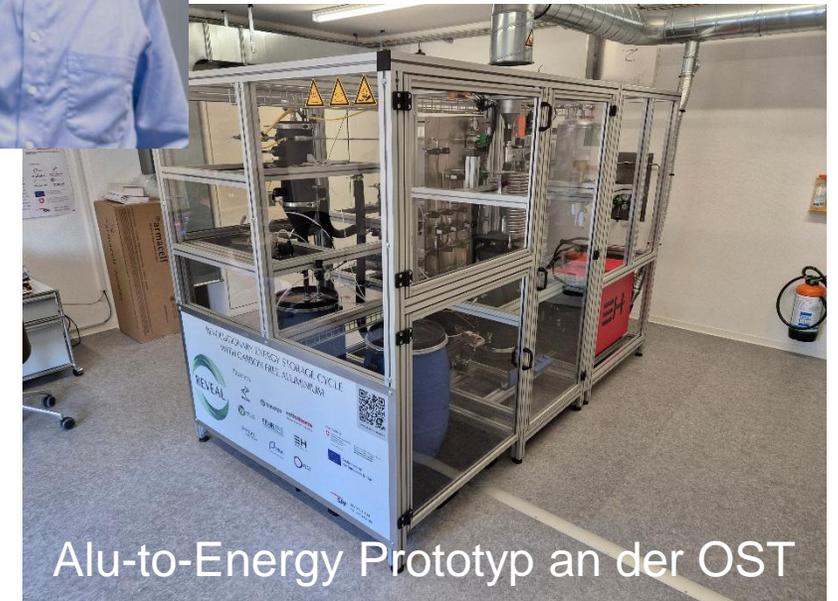
4. Chemische Speicher

Metal Energy Carriers: Aluminium – Projekt REVEAL

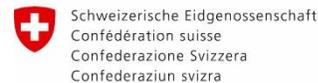
EU Horizon Europe Projekt REVEAL
2022 - 2026



apricot 366



Project funded by



Federal Department of Economic Affairs,
Education and Research EAER
State Secretariat for Education,
Research and Innovation SERI



INSTITUT FÜR
SOLARTECHNIK



5. Schlussbetrachtungen

Fragen

- Nutzen Sie bereits Synergiepotenziale durch Sektorkopplung?
- Denken Sie bereits an Netzausbau oder an Speicherlösungen?
- Sehen Sie neue Chancen / Geschäftsmodelle durch Speicher und Sektorkopplung? Evt. in Verbindung mit ...
 - ... den seit diesem Jahr möglichen virtuellen Zusammenschlüsse zum Eigenverbrauch (vZEV)?
 - ... den ab 2026 möglichen Lokalen Elektrizitätsgemeinschaften (LEG)?
- Weitere Fragen für die Diskussionsrunde?

Danke für Ihre Aufmerksamkeit



Dr. Michel Haller, michel.haller@ost.ch

**Seminar / Weiterbildung
Sektorkopplung an der OST**

[link](#)

