



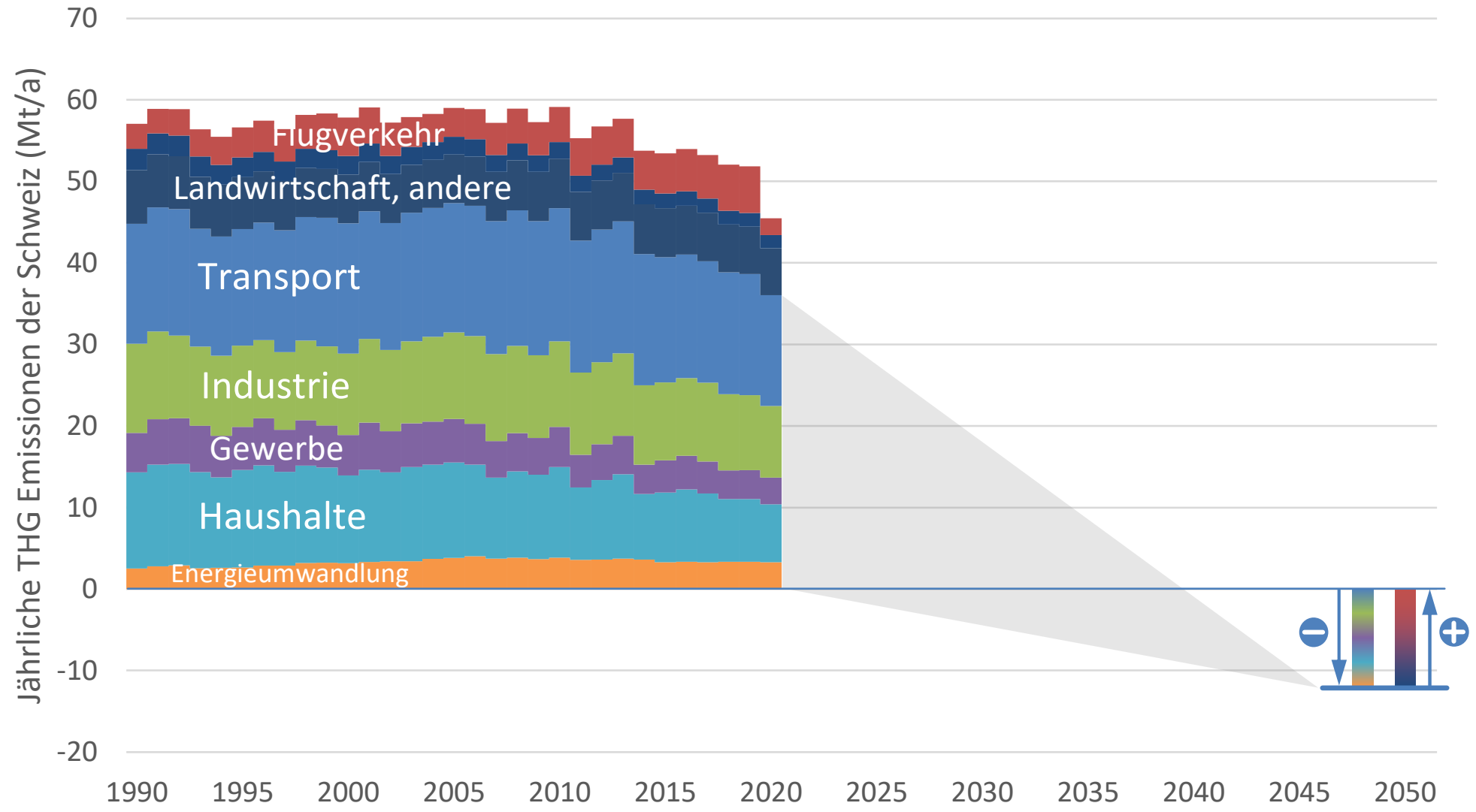
Welche Technologien brauchen wir, um das Netto-Null-Ziel zu erreichen?

Gianfranco Guidati

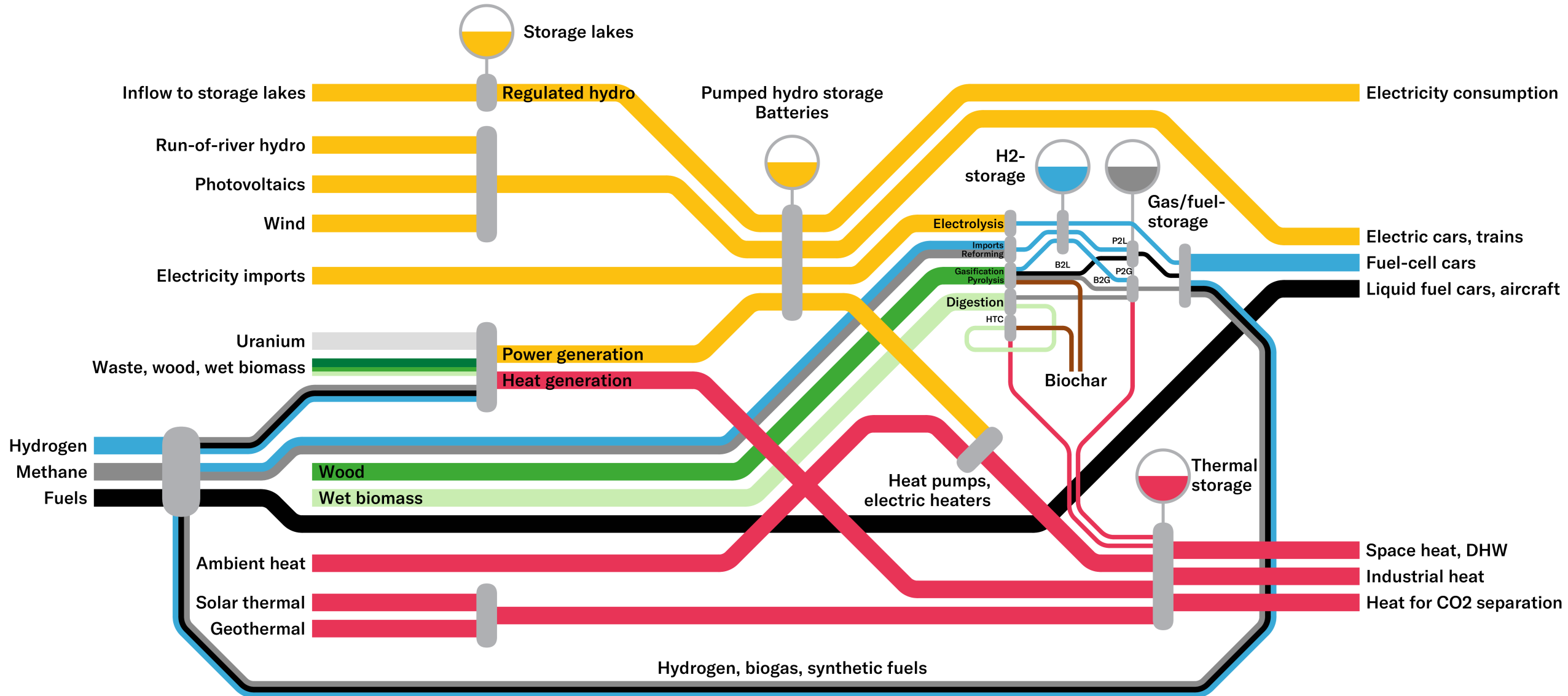
11. Mai 2023, Thurgauer Technologietag



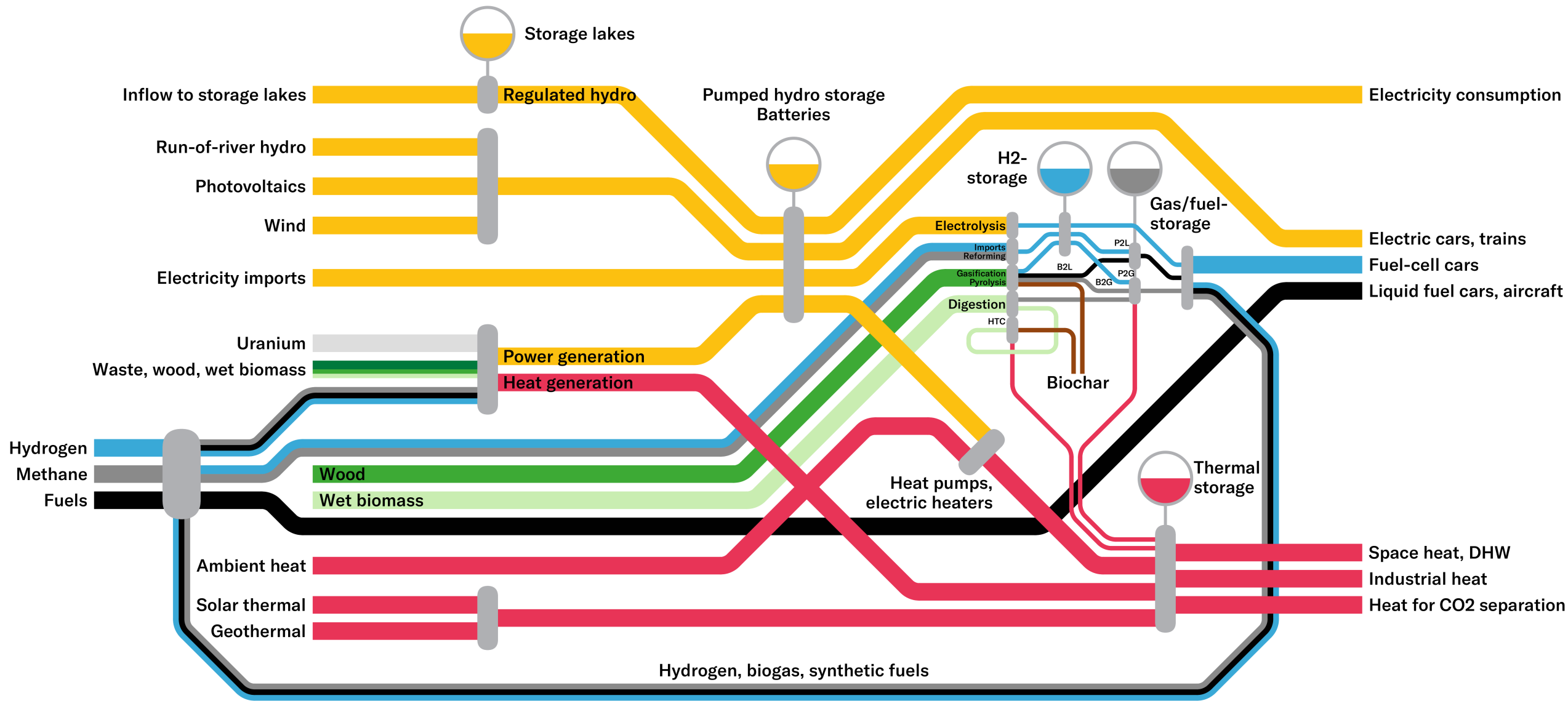
Das Netto-Null Ziel



Das Energiesystem ist ein Netzwerk – wie der öffentliche Verkehr

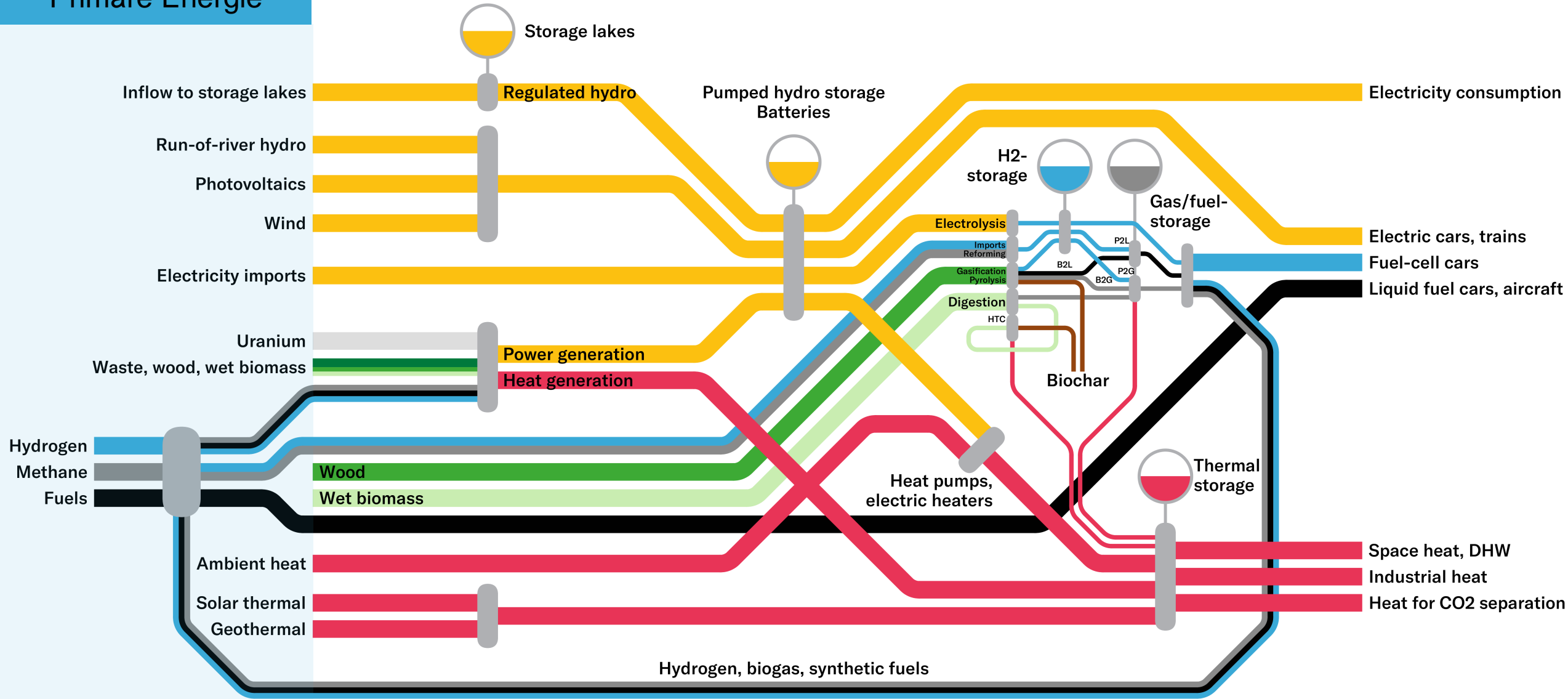


Es verbindet

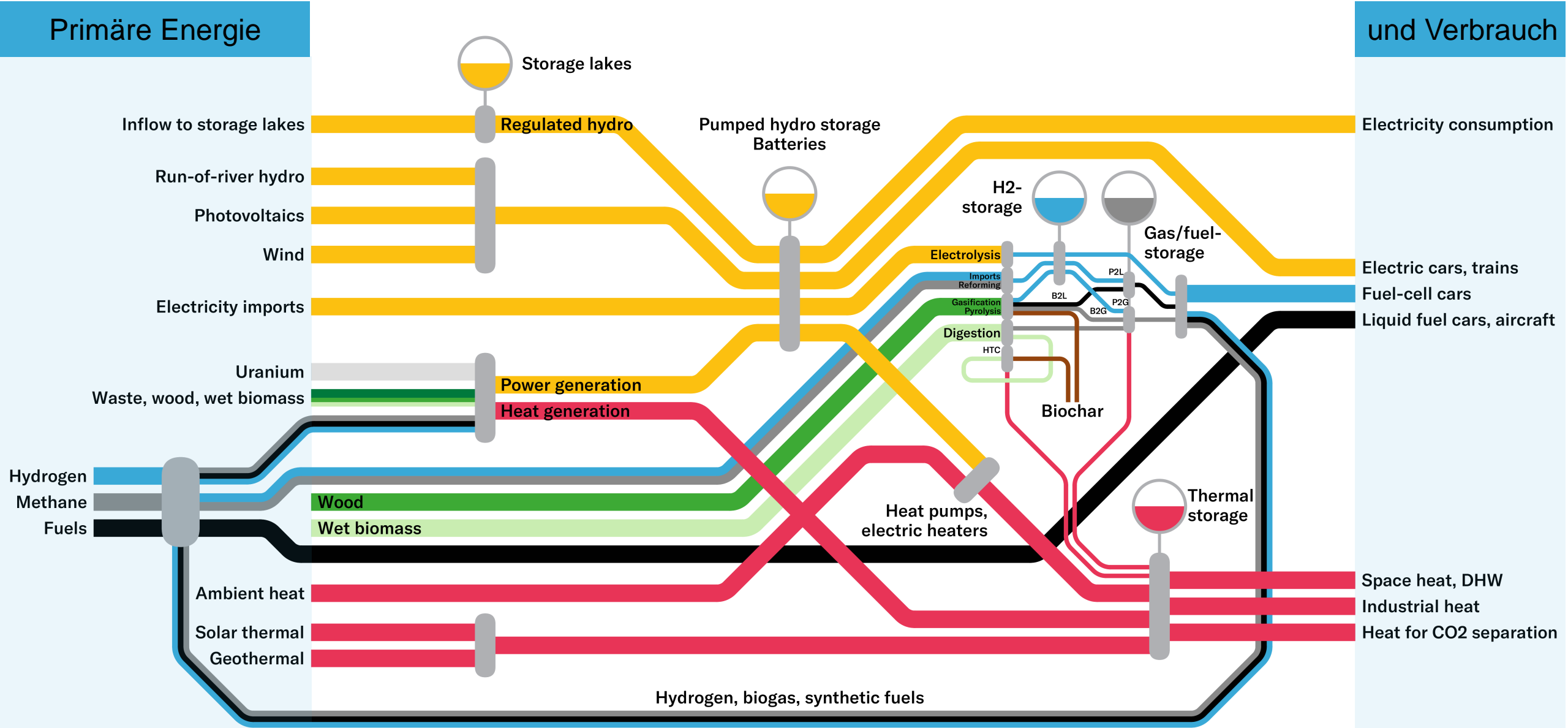


Es verbindet

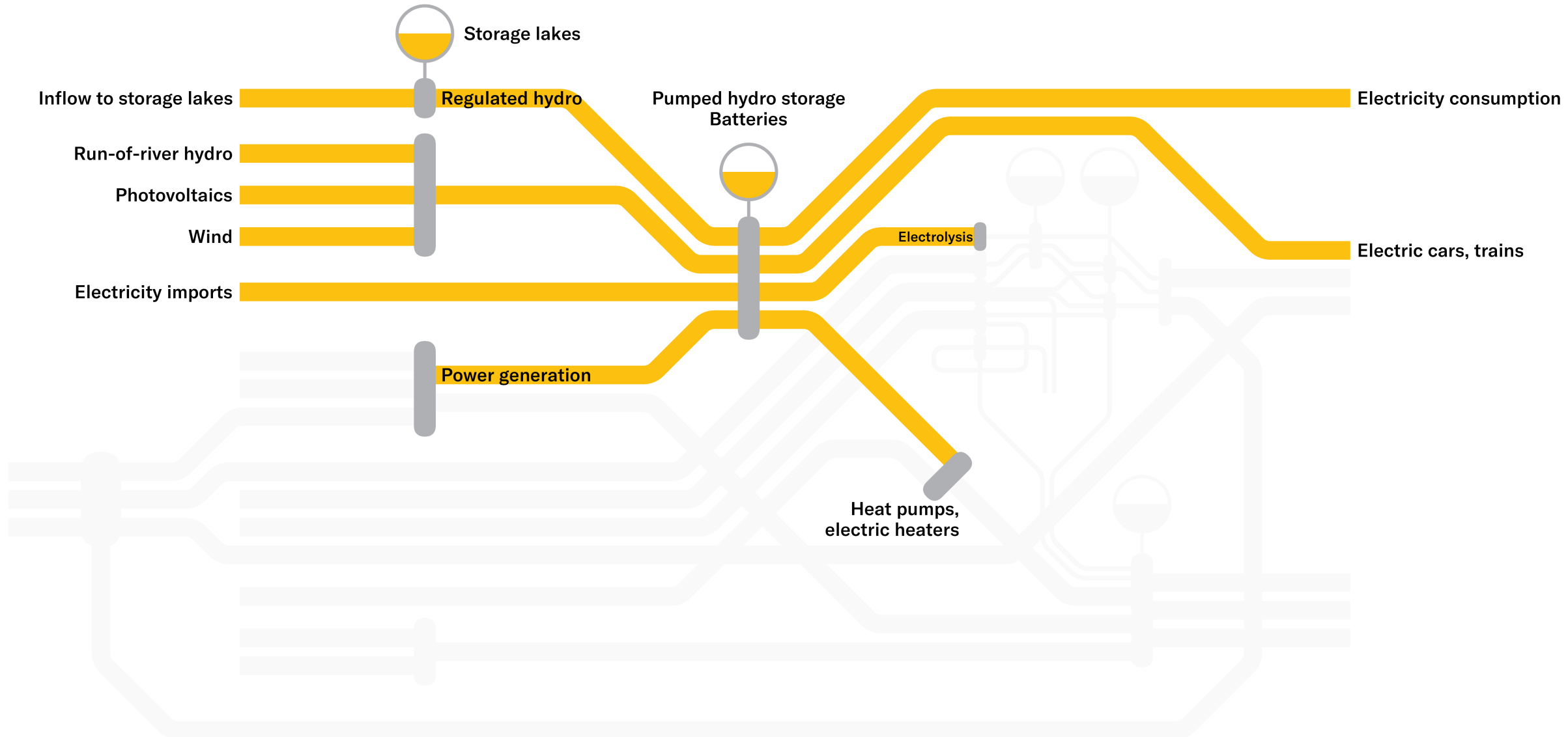
Primäre Energie



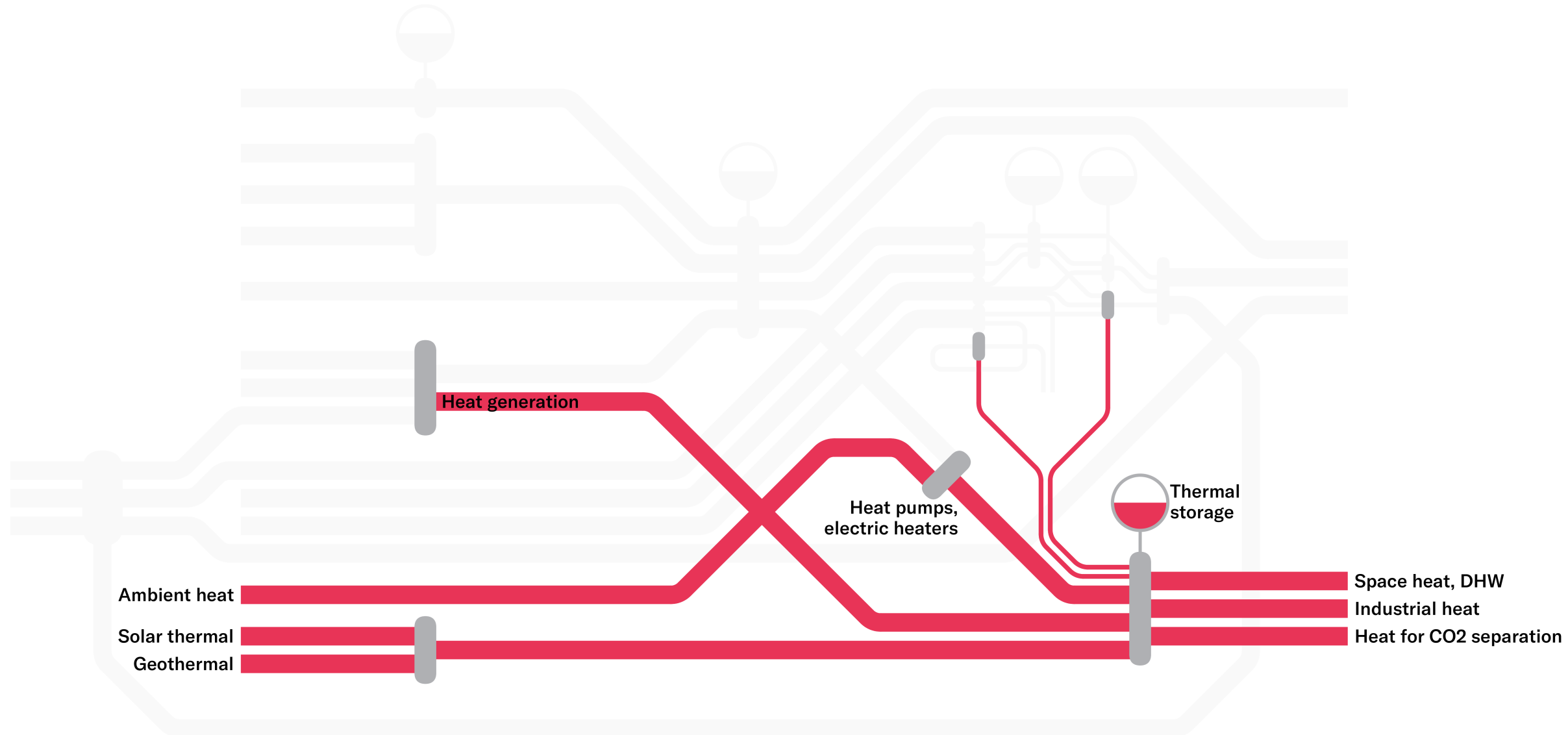
Es verbindet



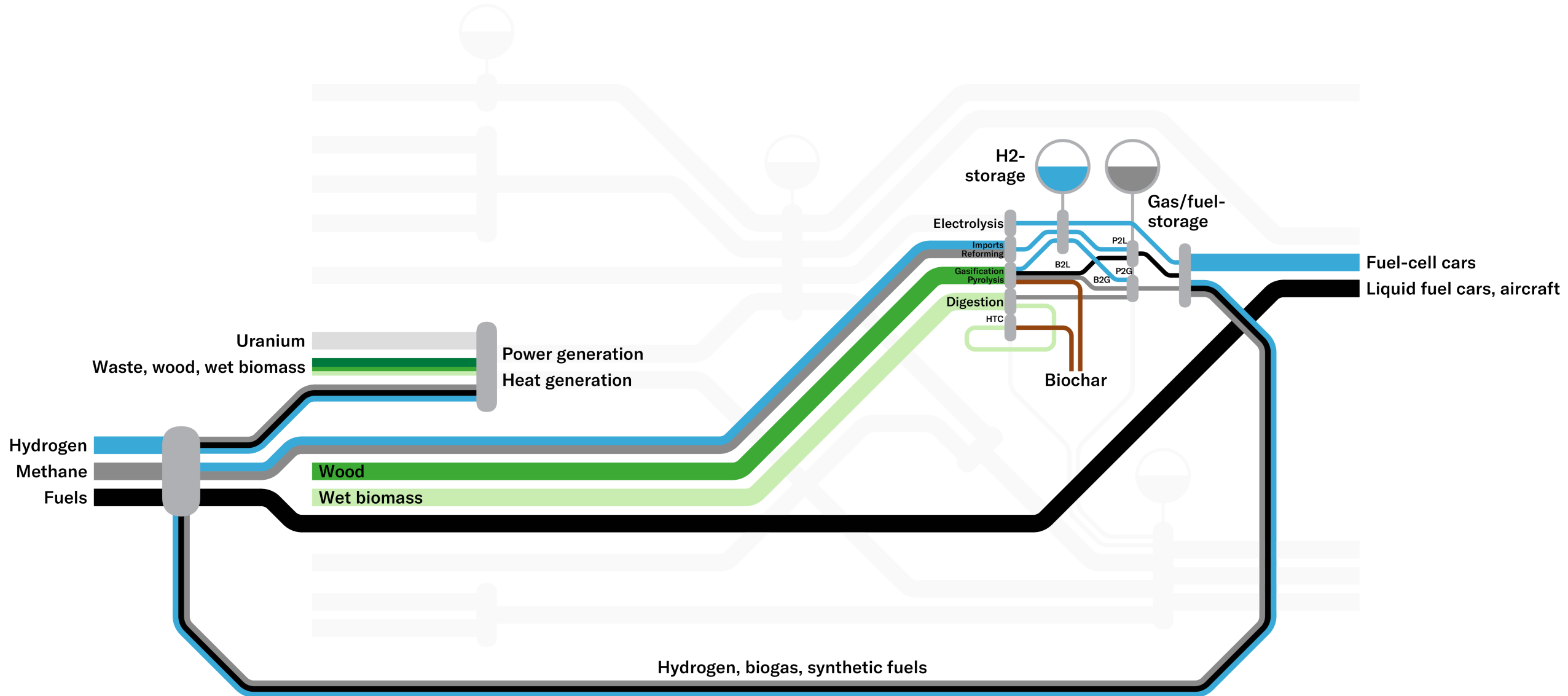
Es gibt die Elektrizitätslinie,



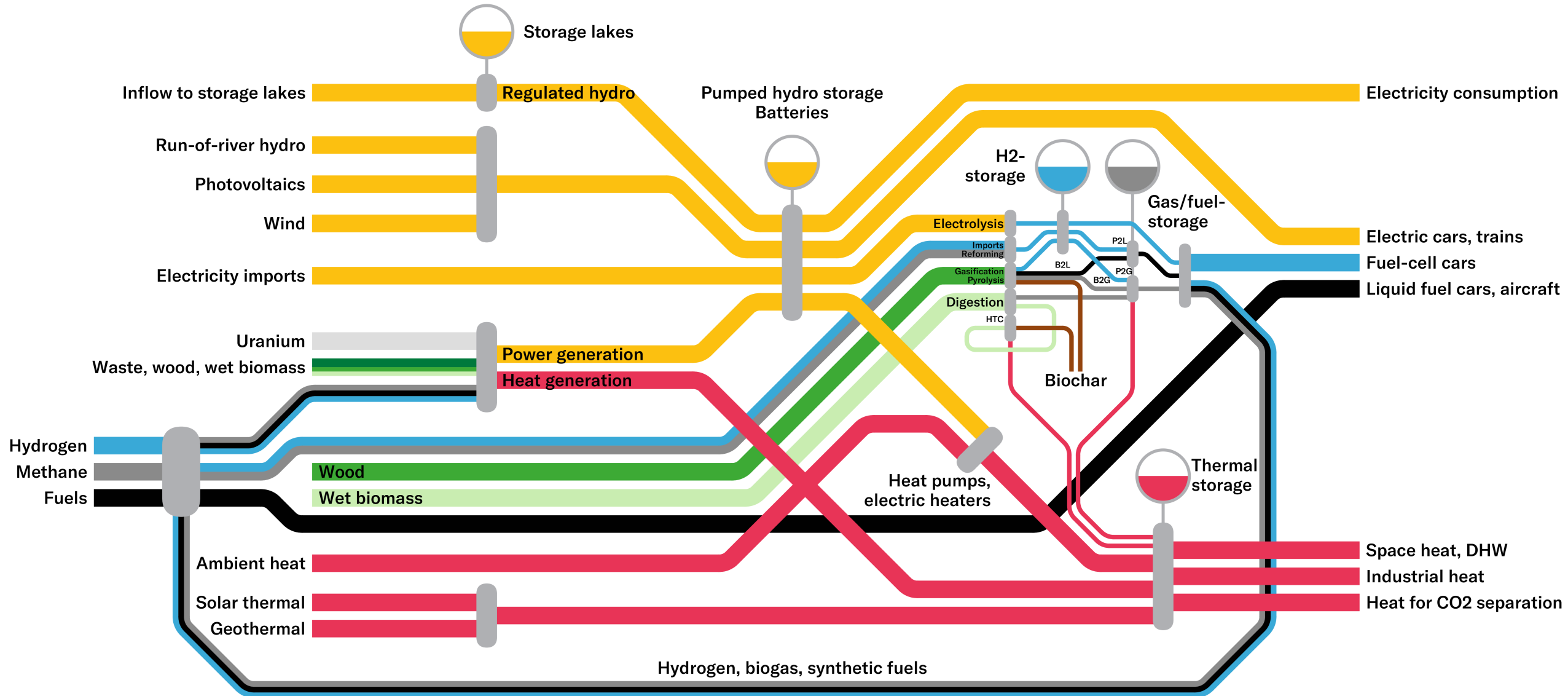
die Wärme-Energie Linie,



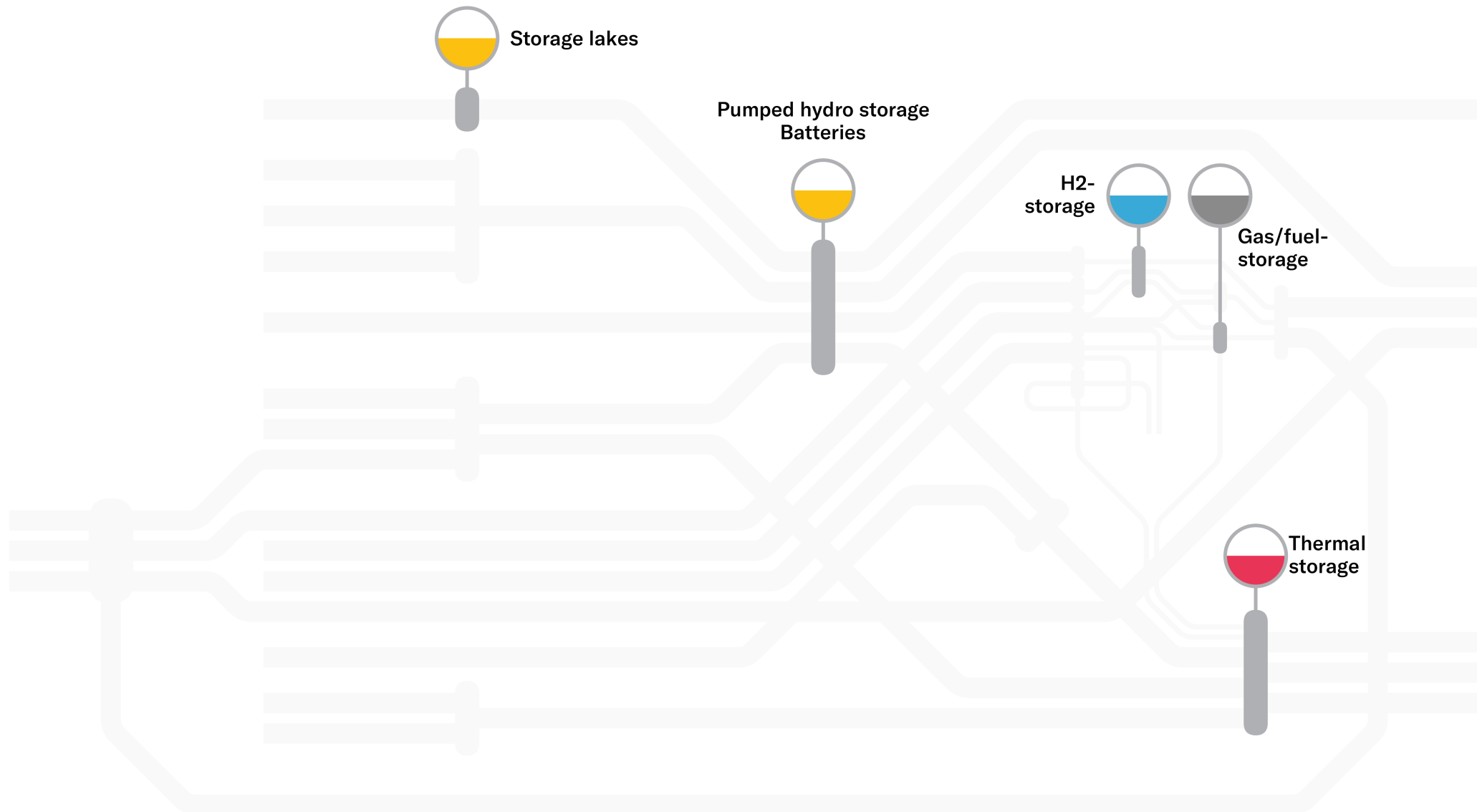
und verschiedene chemische-Energie Linien



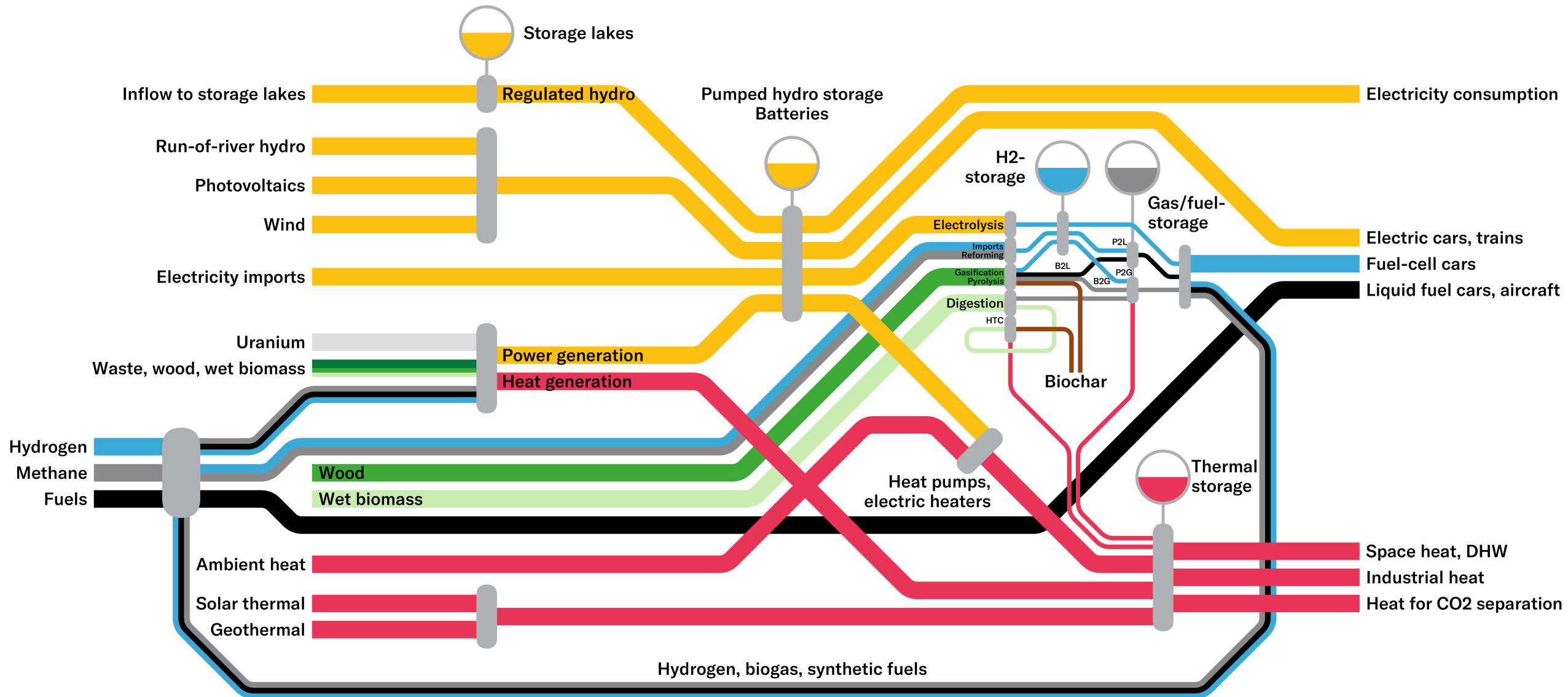
Energie wird in verschiedenen Formen gespeichert



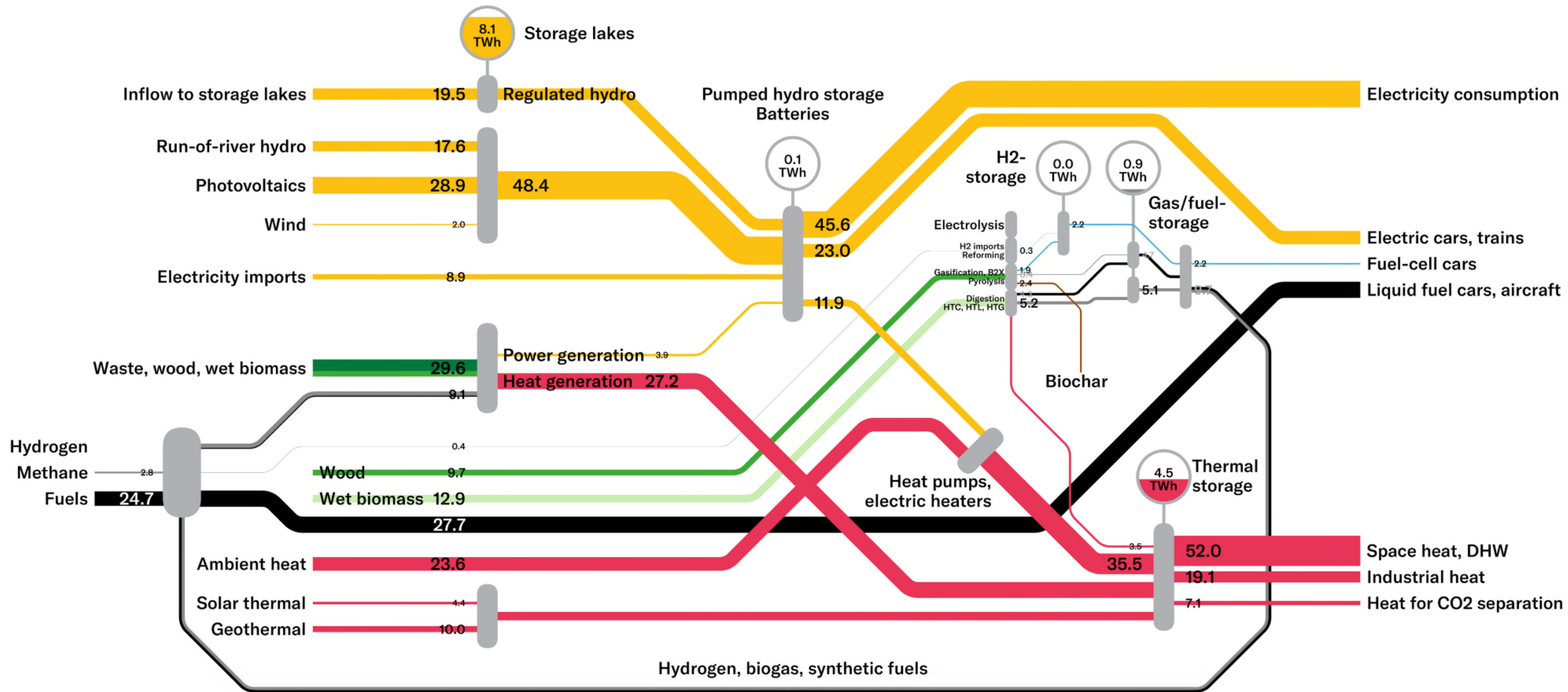
Energie wird in verschiedenen Formen gespeichert



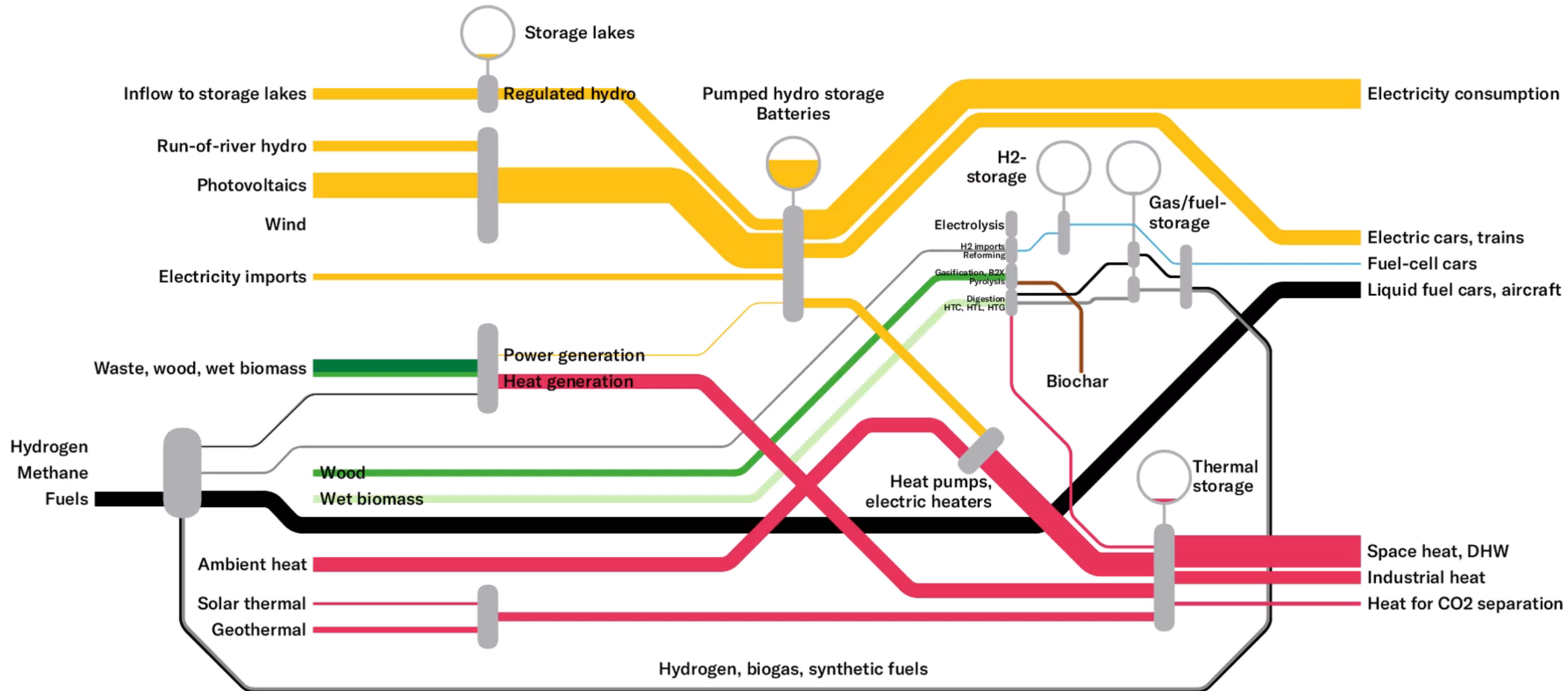
Energie wird in verschiedenen Formen gespeichert



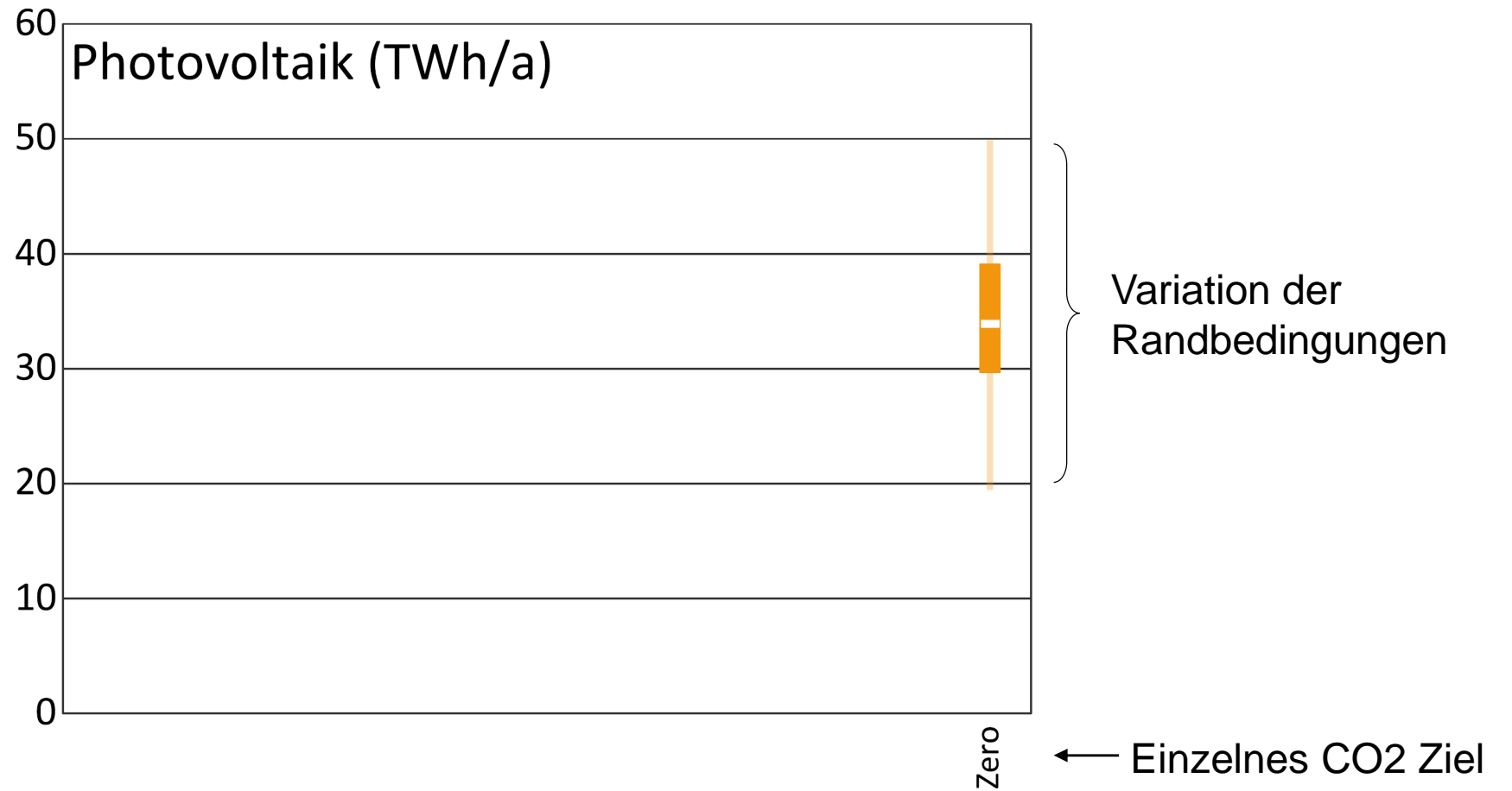
Ein innovatives Netto-Null Szenario für 2050



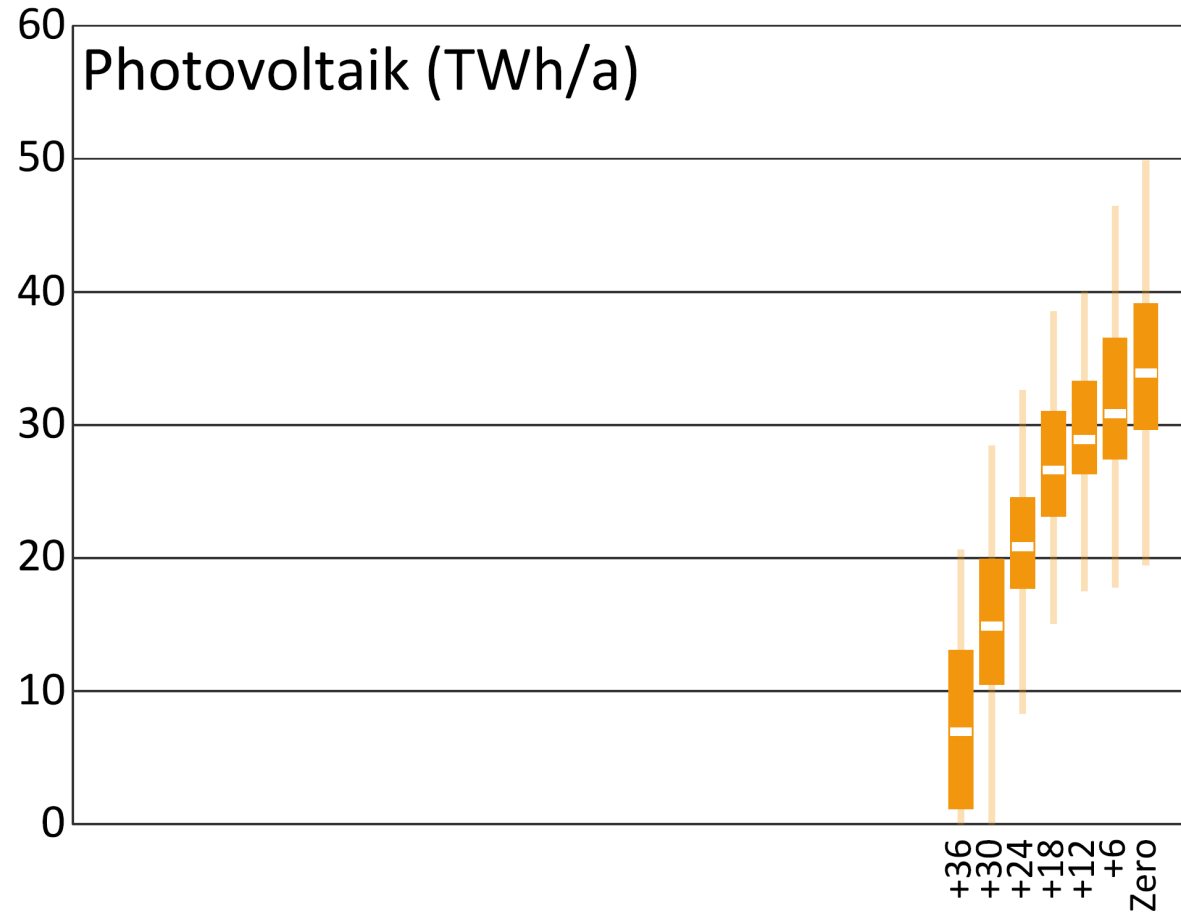
Variation der Randbedingungen



Photovoltaik Erzeugung 2050

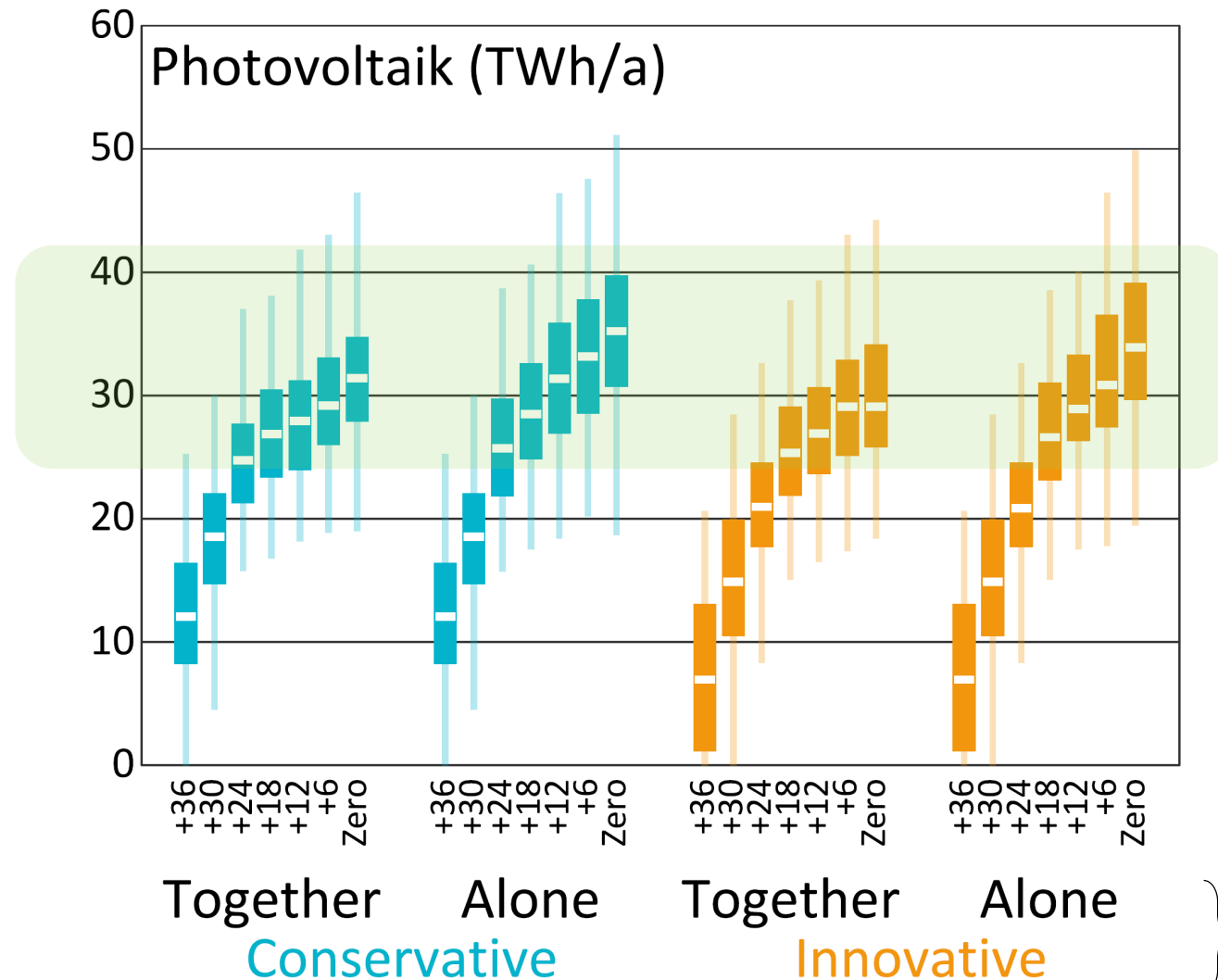


Photovoltaik Erzeugung 2050



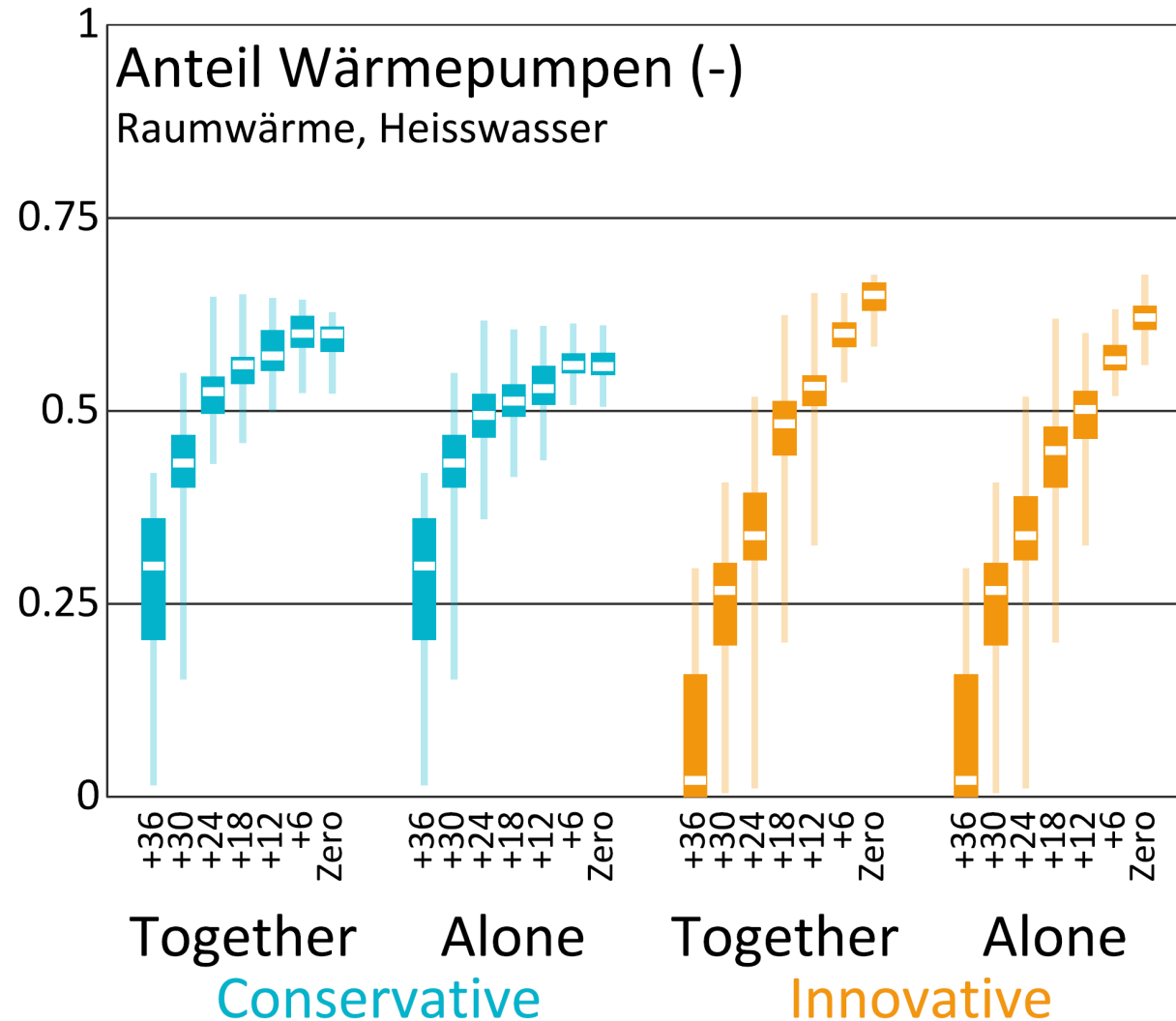
← Variation der CO2 Ziele

Photovoltaik Erzeugung 2050

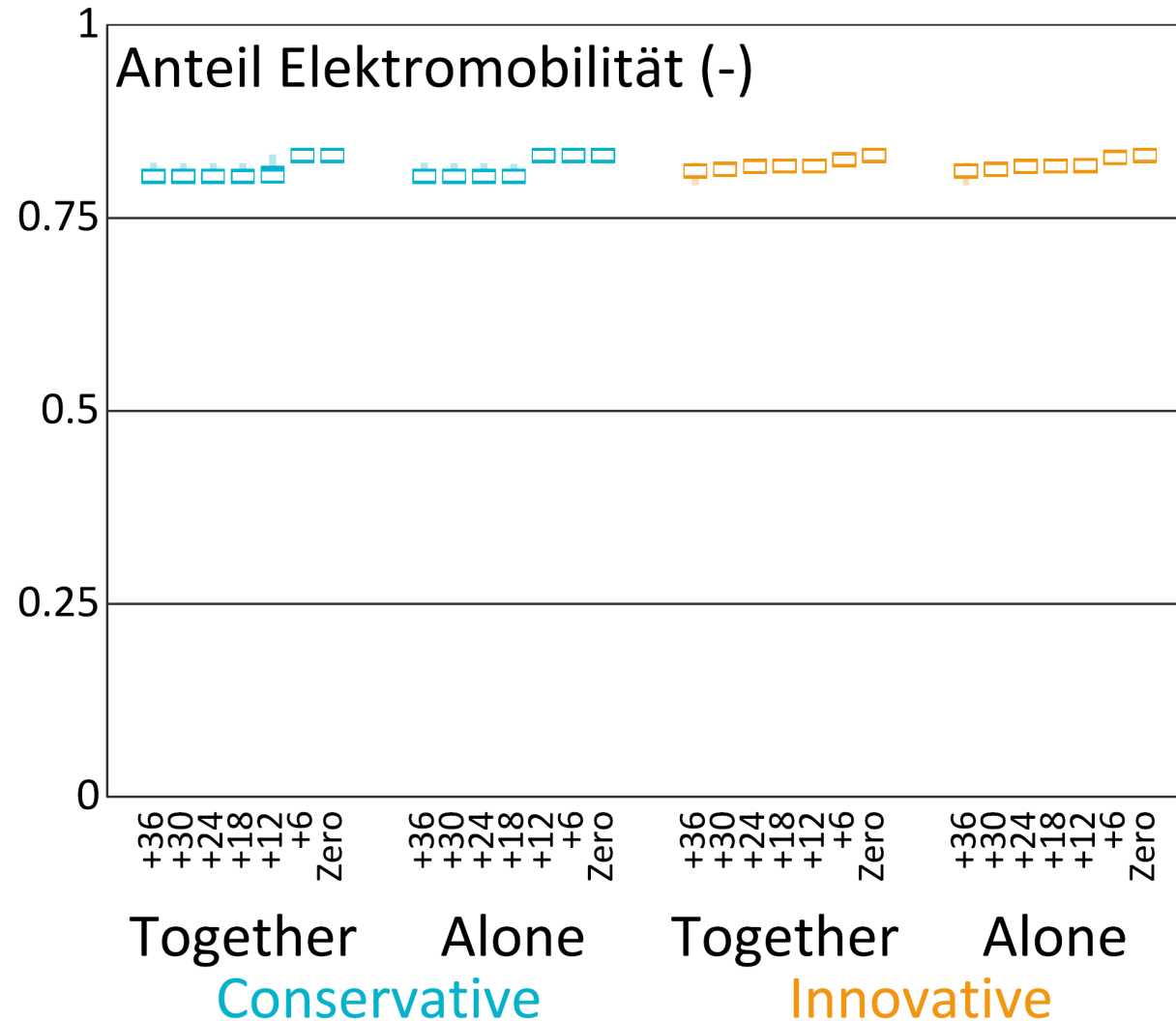


Wir brauchen eine Menge Photovoltaik!

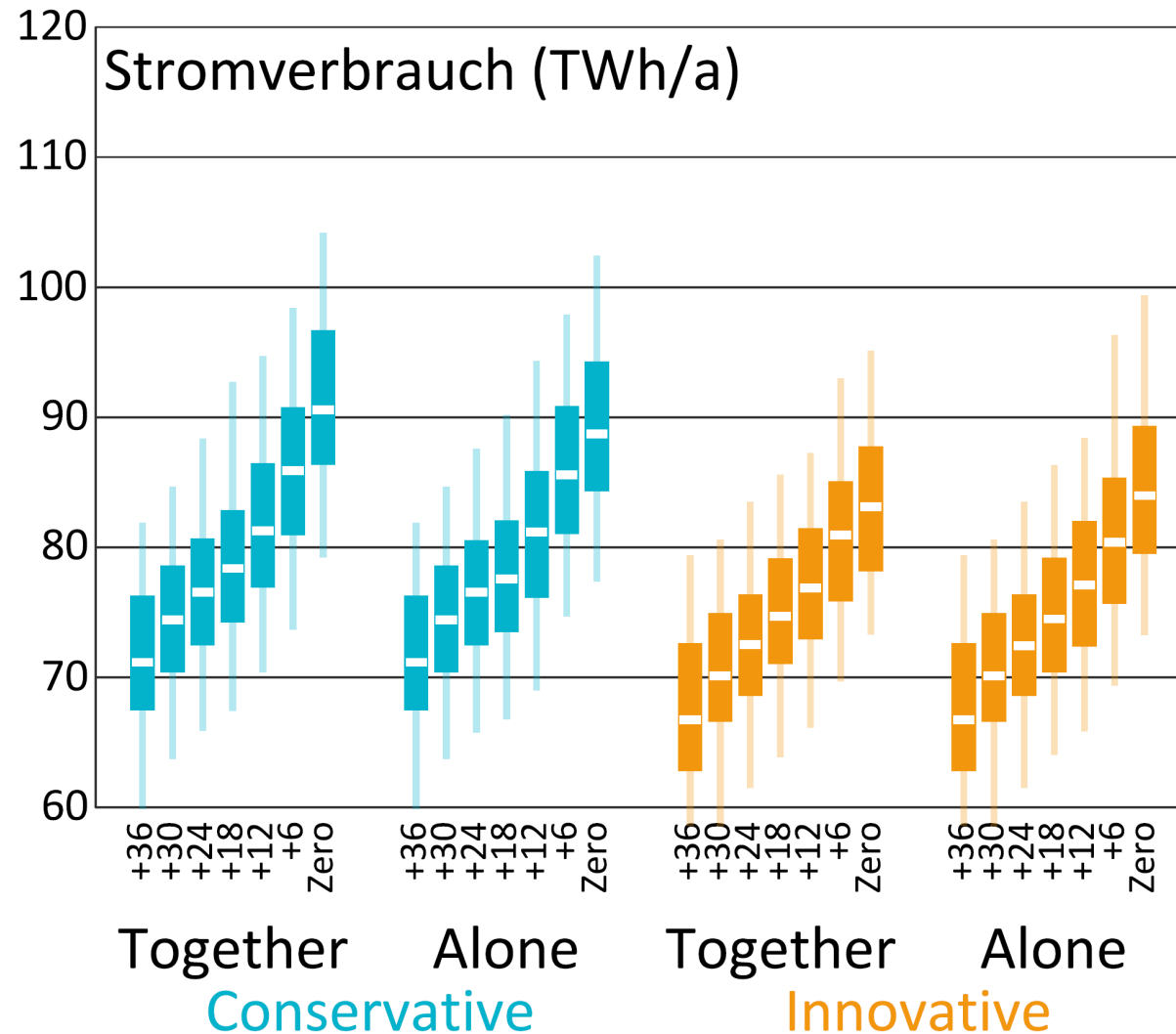
Wärmepumpen sind die dominante Technologie für Raumwärme/WW



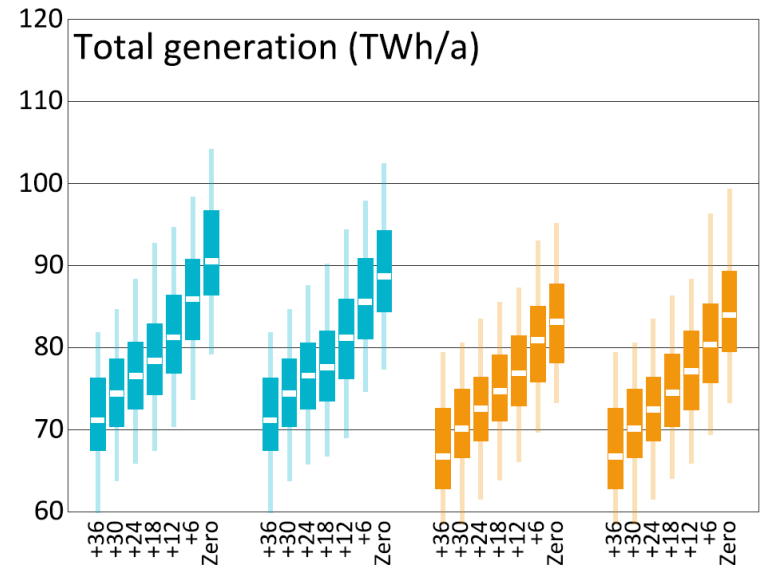
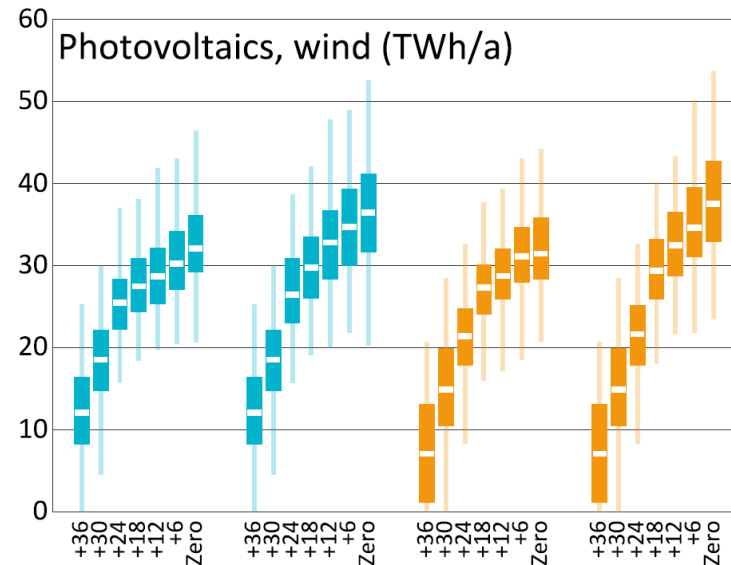
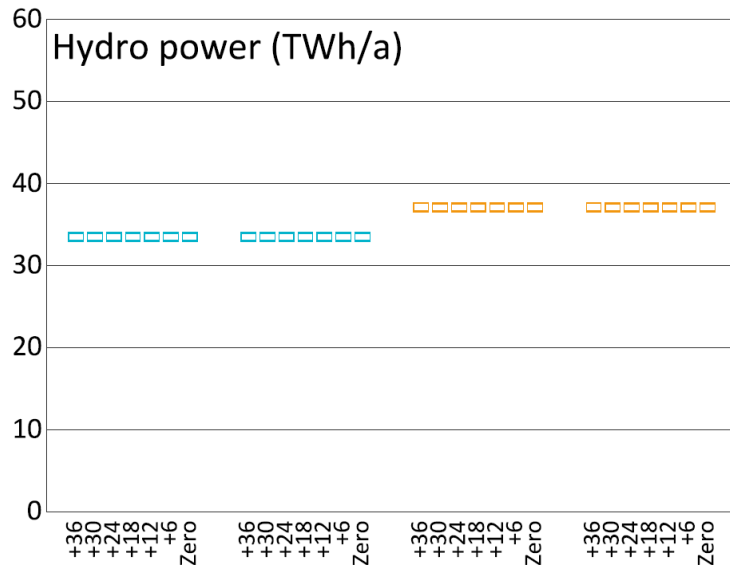
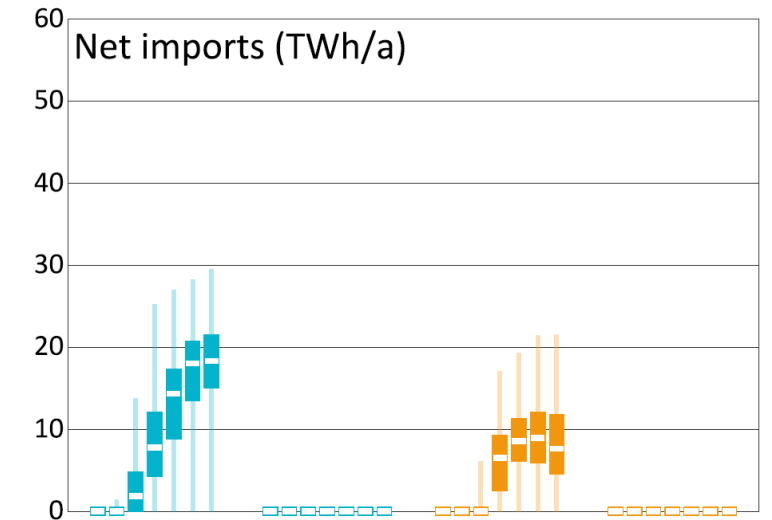
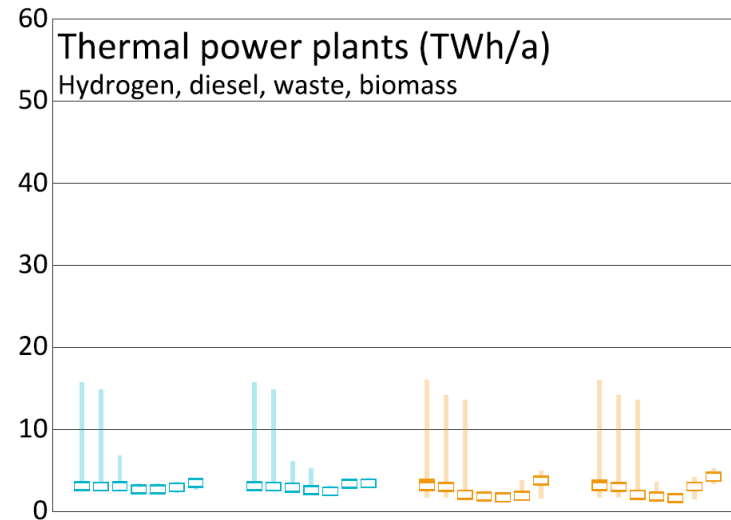
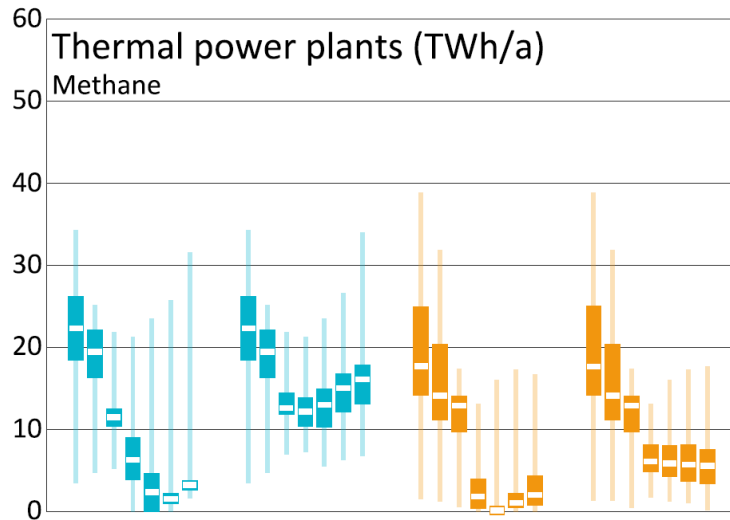
Elektromobilität ist die dominante Technologie (Passagiere, Fracht)



Der Stromverbrauch steigt um ein Drittel



Zusammensetzung der zukünftigen Stromerzeugung



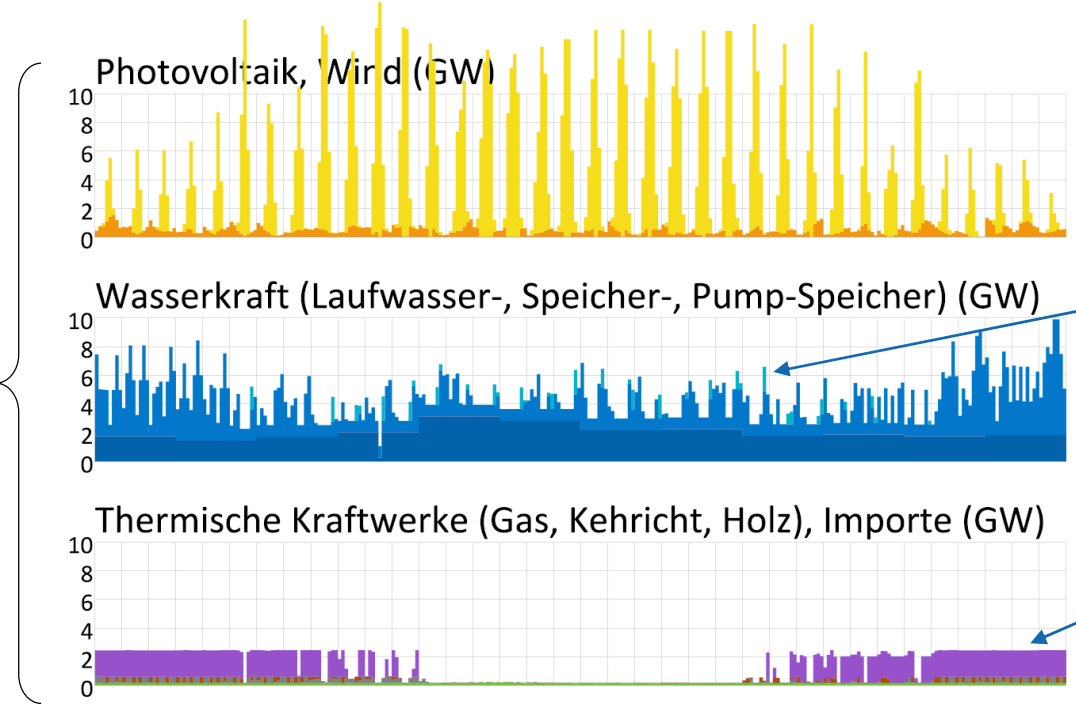
Together Alone Together Alone
Conservative Innovative

Together Alone Together Alone Together Alone Together Alone
Conservative Innovative

Together Alone Together Alone Together Alone Together Alone
Conservative Innovative

Elektrizität

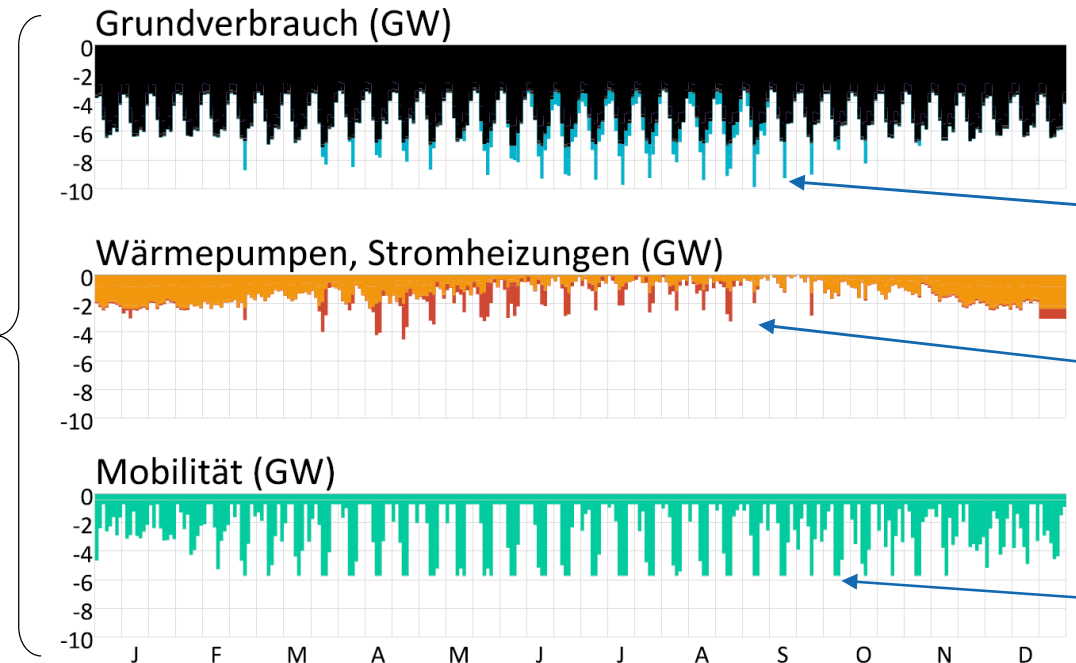
Erzeugung



Flexible Speicherkraftwerke

Zusätzliche Stromimporte oder Erzeugung im Winter

Verbrauch



Stromspeicher

Flexible Wärmepumpen und Stromheizungen

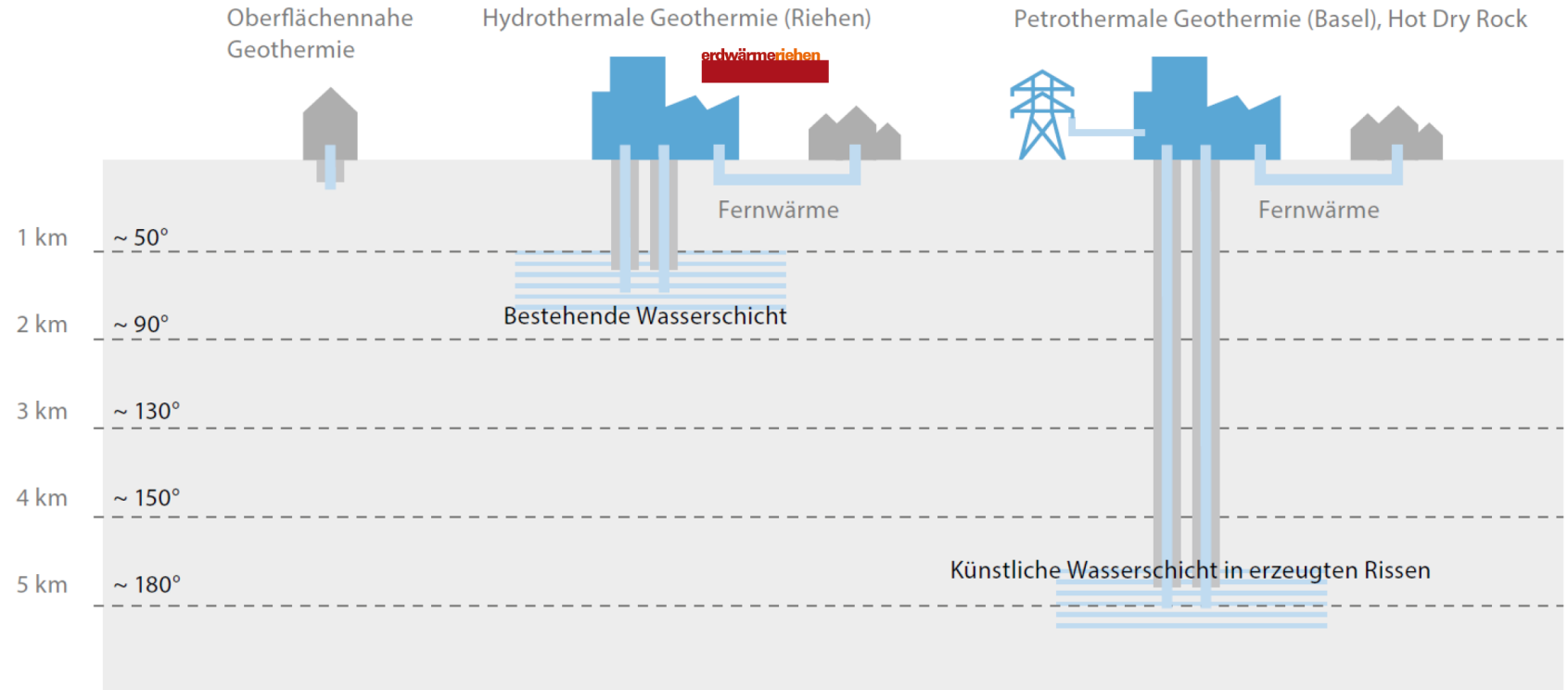
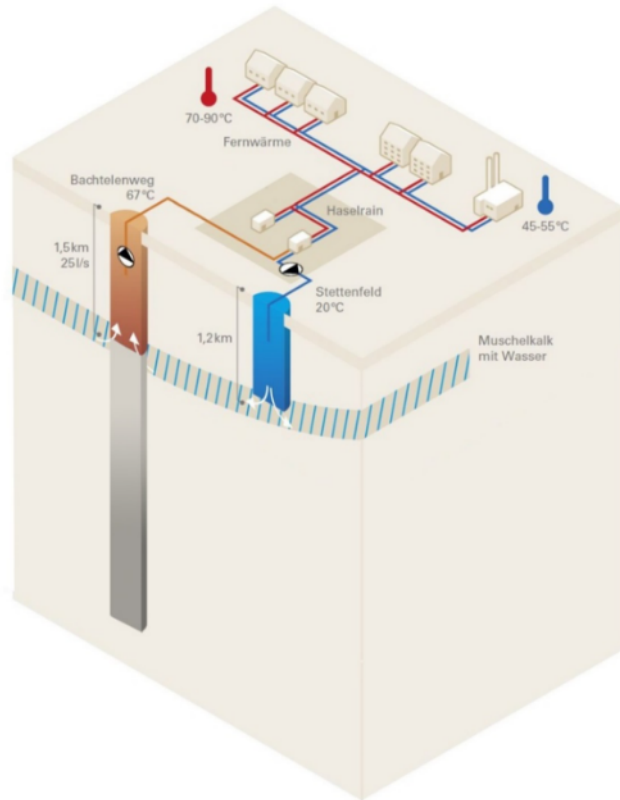
Flexible Ladestationen für Batteriefahrzeuge

Massiver Ausbau der Photovoltaik – Dächer, Freifeld, Alpen



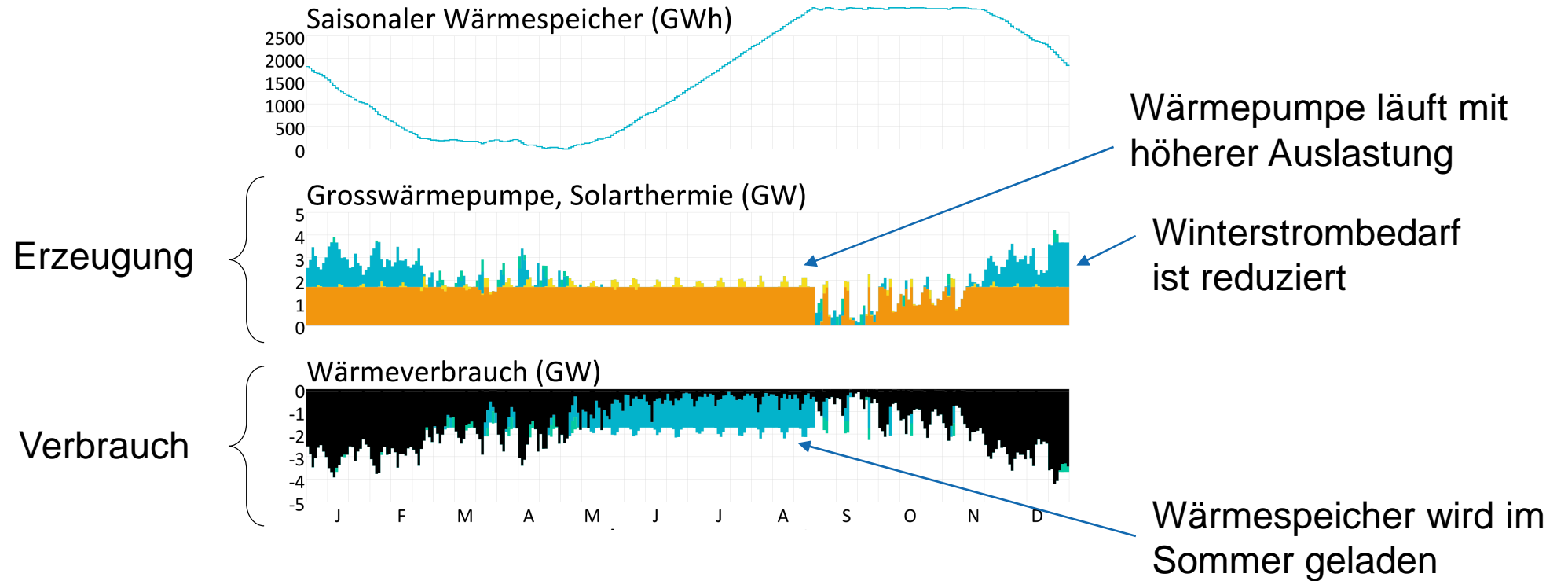
Parallel dazu benötigen wir eine Flexibilisierung des Energiesystems

Ausbau der Tiefen-Geothermie zur Wärmebereitstellung



Anlage in Riehen liefert seit 1994 Wärme aus 1500 m Tiefe

Grosswärmepumpe in Wärmenetz mit saisonalem Wärmespeicher



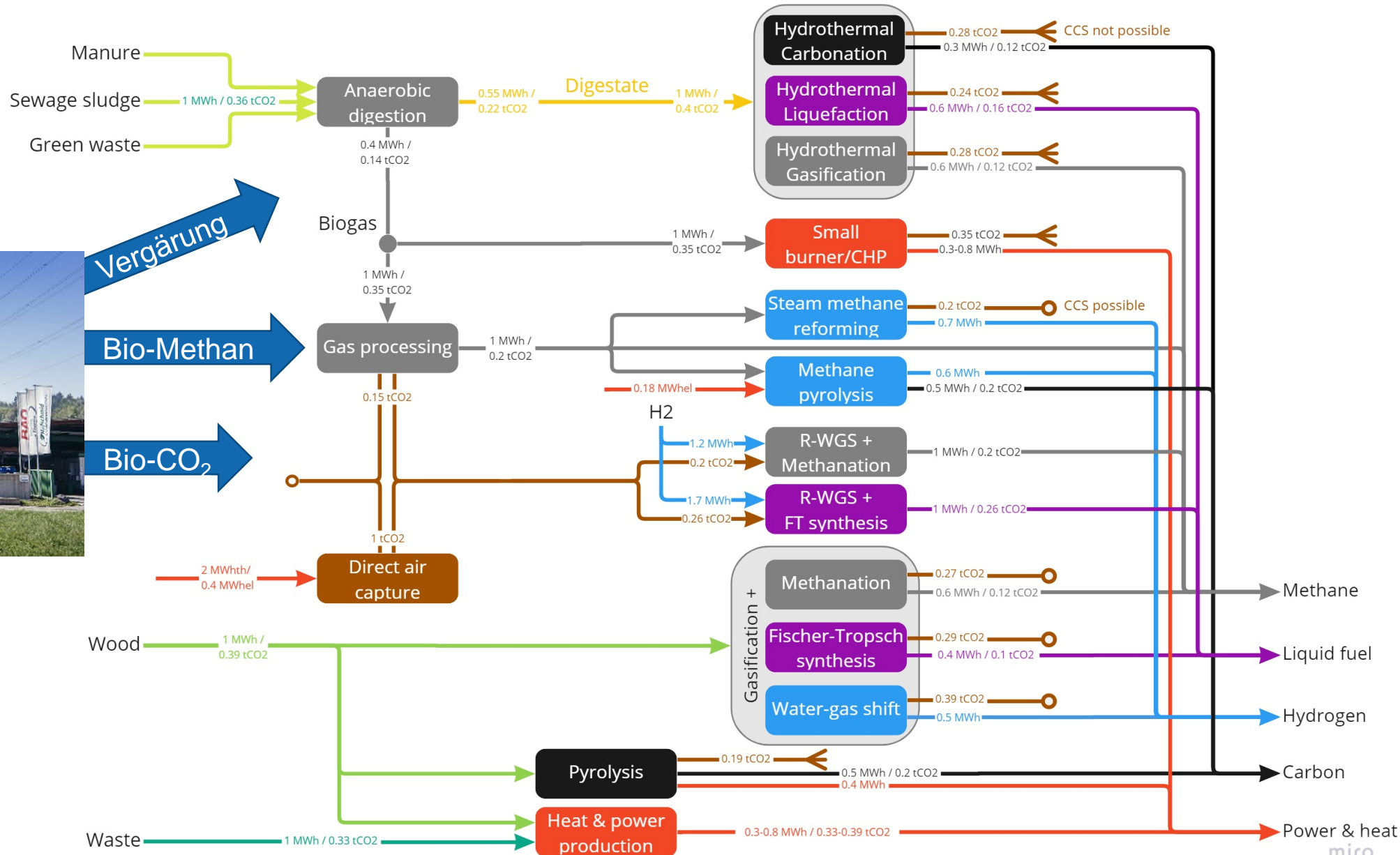
Neues Projekt von Energie360 in Zollikon



Wir sind auf dem richtigen Weg

Wo haben wir Platz für Wärmespeicher?

Verbesserte Nutzung der Biomasse

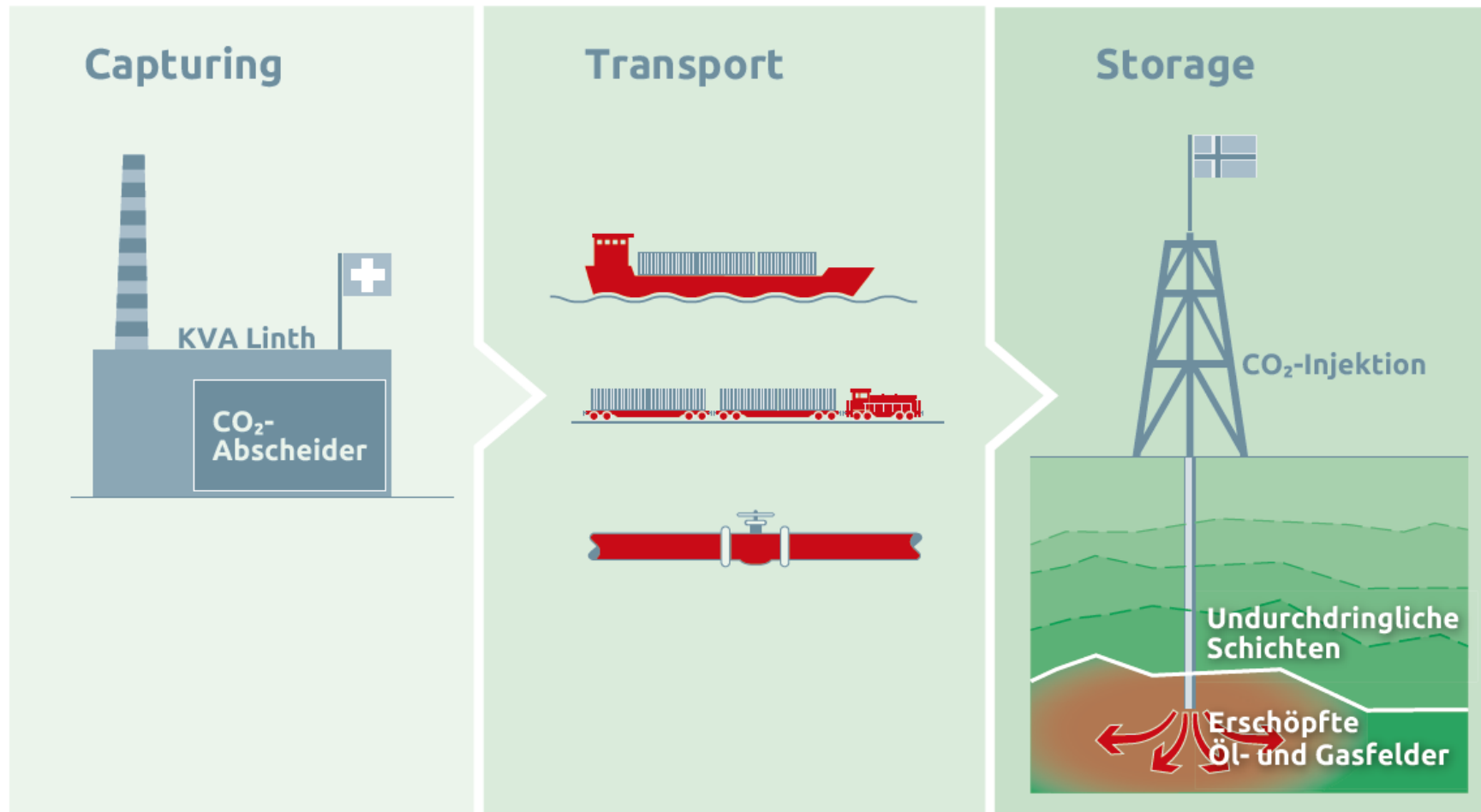


Vergärung

Bio-Methan

Bio-CO₂

CO₂ Abscheidung von grossen Punktquellen

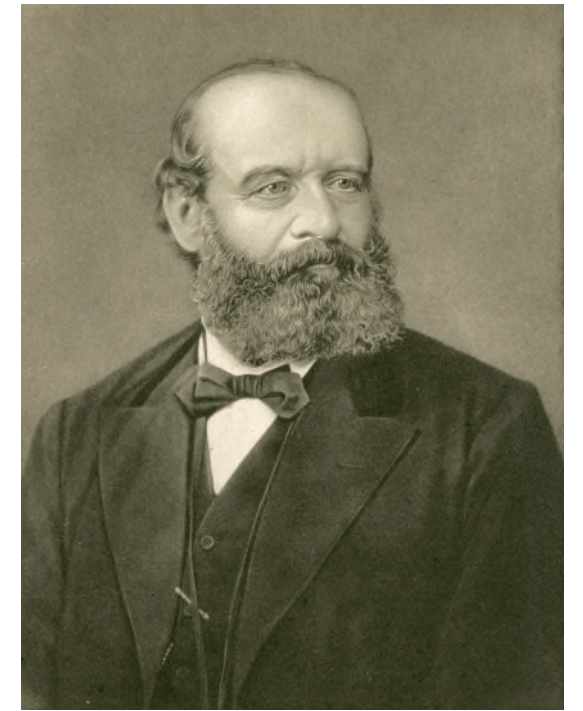


VBSA: 100000 t/a sollen ab 2030 abgeschieden und gespeichert werden

Es ist alles bekannt und kommerziell verfügbar, wir müssen nur wollen!

- Stromerzeugung
 - 30-40 GW an Photovoltaik
 - Möglichst viel Wind
 - Ausbau der Wasserkraft wo möglich, zumindest Erhalt bestehender Anlagen
- Wärmeerzeugung
 - Wärmepumpen für Wärmenetze und Industrie
 - Geothermie
 - Solarthermie
 - Ausbau der Wärmenetze
- Elektromobilität
- Chemische Energieträger
 - Ausbau der Biogaserzeugung
 - Thermische und hydrothermale Verfahren
 - Wasserstoffelektrolyse
- Speicherung
 - Erhöhung der Staumauern
 - Saisonale Wärmespeicher
 - Gasspeicher für Methan und Wasserstoff
 - Batterien auf Quartierebene, Pumpspeicher auf nationaler Ebene
- CO₂-Abscheidung und Speicherung
 - KVA, Holzheizkraftwerke, Zementwerke
 - Direct Air Capture (Climeworks Technologie)
 - Erzeugung negative Emissionen zur Kompensation von Landwirtschaft und Flugverkehr
 - Nationales CO₂ Pipeline Netz mit Anbindung an Europäische Transport und Speicherinfrastruktur
- Zugang zu Europäischen Energiemärkten
 - Strom, Wasserstoff, Biogas, SAF

Von allen Seiten nähern sich die Schienenwege immer mehr der Schweiz. Es tauchen Pläne auf, gemäss denen die Bahnen um die Schweiz herumgeführt werden sollen. Der Schweiz droht somit Gefahr, gänzlich umgangen zu werden und infolgedessen in der Zukunft das traurige Bild einer europäischen Einsiedelei darbieten zu müssen.



Alfred Escher

*Es ist nicht genug zu wissen, man muss auch anwenden;
es ist nicht genug zu wollen, man muss auch tun.*

Johann Wolfgang von Goethe

Dr. Gianfranco Guidati
Projektmanager
Gianfranco.guidati@esc.ethz.ch

ETH Zürich
Energy Science Center
Sonneggstrasse 28
8093 Zürich

www.esc.ethz.ch