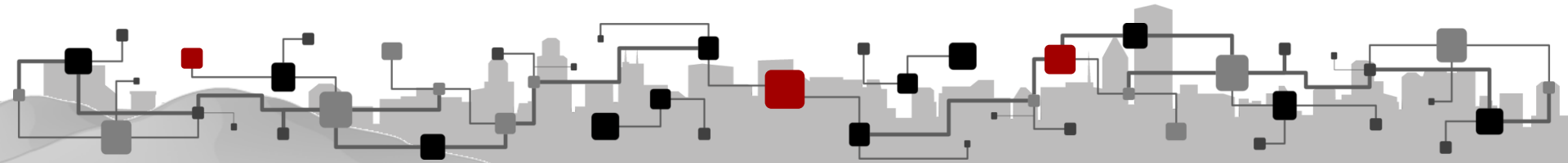


Powering tomorrow: Bausteine für das Energiesystems

May 18th, 2022

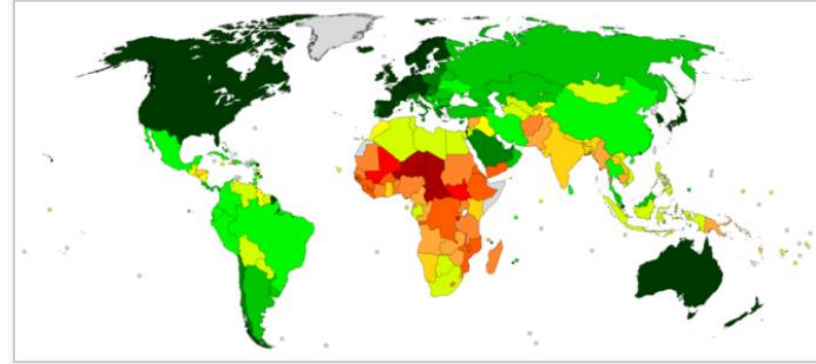
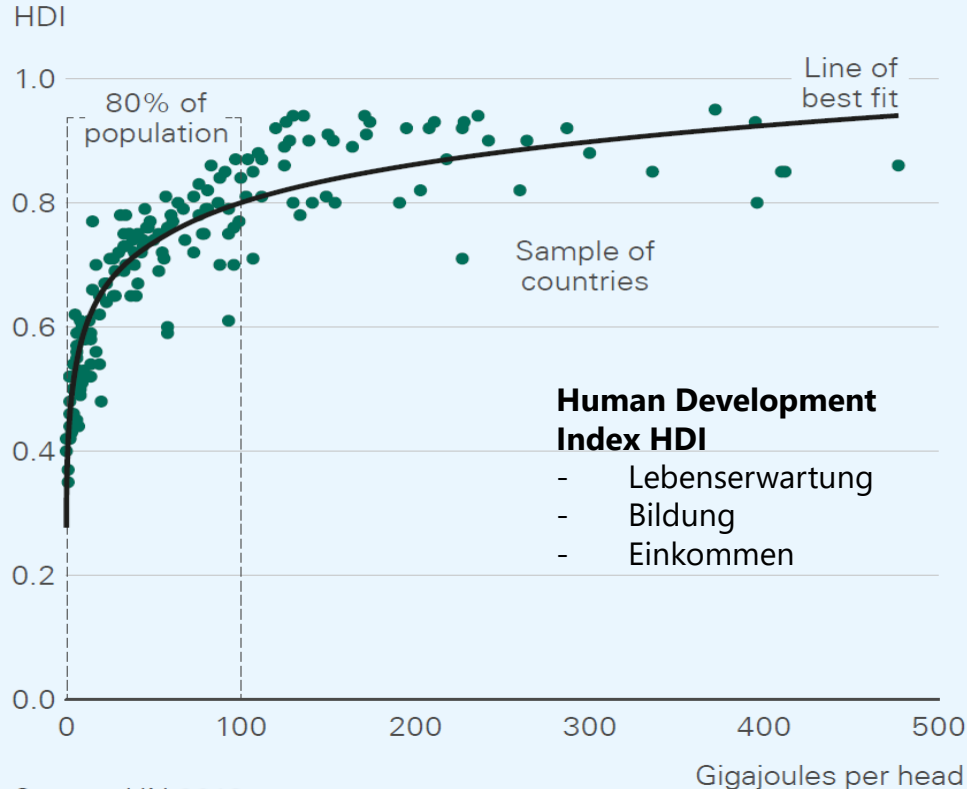
Dr. Kristina Orehounig

Empa Urban Energy System Laboratory



Energie und Entwicklung

Human development index and energy consumption per head, 2017



2019: HDI-Weltkarte, detailliert (veröffentlicht Dezember 2020)



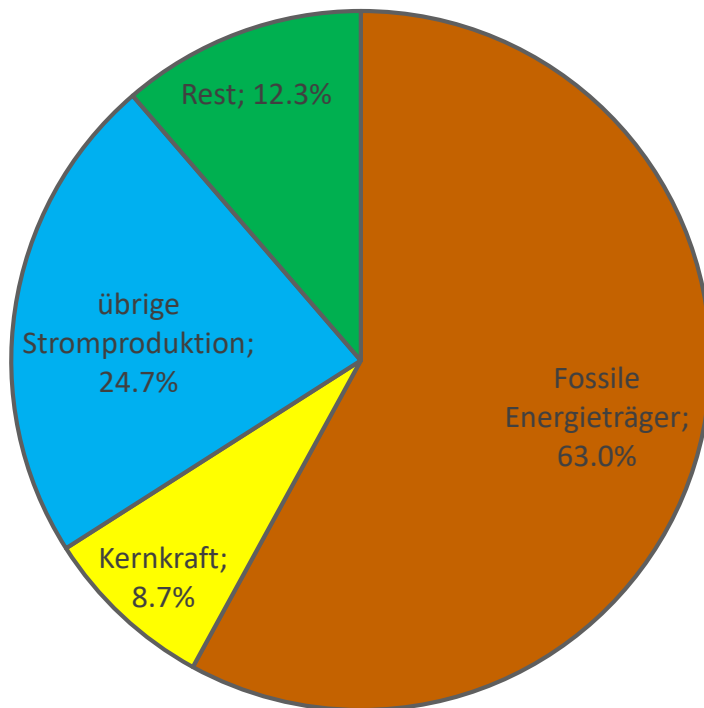
Source: UNDP 2020

'The word has enough for
everybody's needs, but not
enough for everybody's greed.'
Mahatma Gandhi

https://en.wikipedia.org/wiki/Human_Development_Index

Wie decken wir unseren Energiebedarf? – Aktuelle Situation in der Schweiz

Endenergienutzung
in der Schweiz
2019

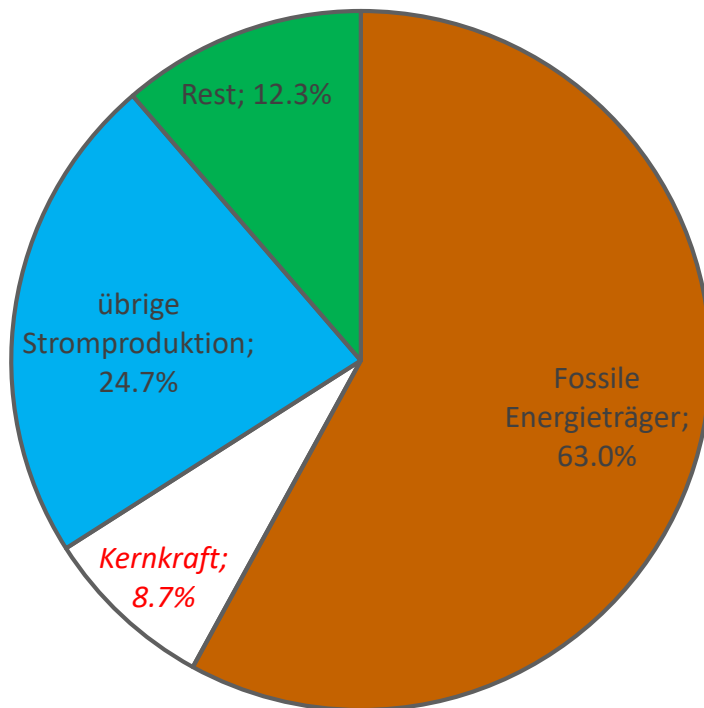


**Auslandabhängigkeit:
> 70%**

Wie decken wir unseren Energiebedarf? – Ausmusterung der Kernkraftwerke

Endenergienutzung
in der Schweiz
2019

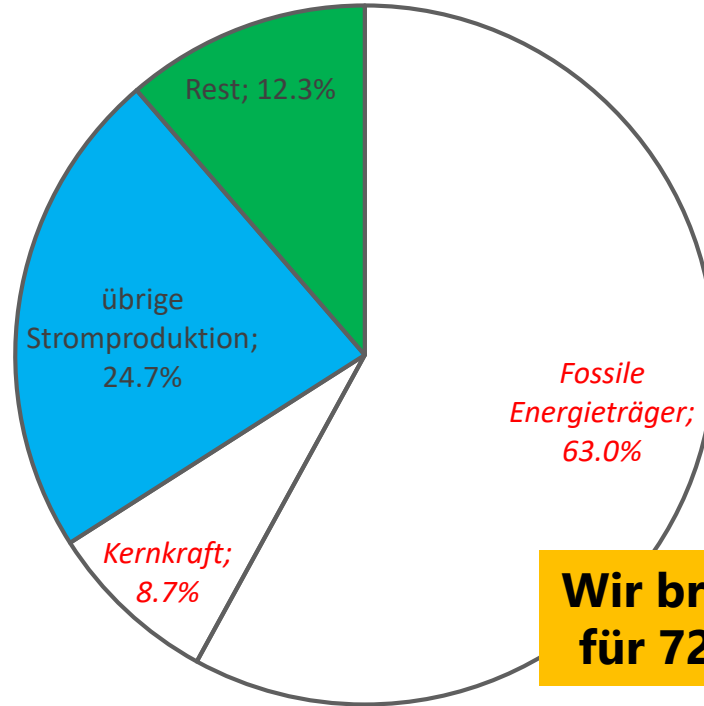
Energiegesetz
2017



Wie decken wir unseren Energiebedarf? – Netto Null Ziel 2050

Endenergienutzung
in der Schweiz
2019

Paris-Abkommen
Netto Null 2050



Energiegesetz
2017

**Wir brauchen neue Lösungen
für 72% unserer Endenergie**



**Jahreszeiten, eine Herausforderung für das Leben
in mittleren und hohen Breitengraden**



Strategie Natur: Vorräte und Suffizienz



Strategie Flexibilität: Der Energiequelle folgen



Strategie Konsum: Ausgraben und verbrennen



Welche Strategie wählen wir für die Zukunft?

Erneuerbar

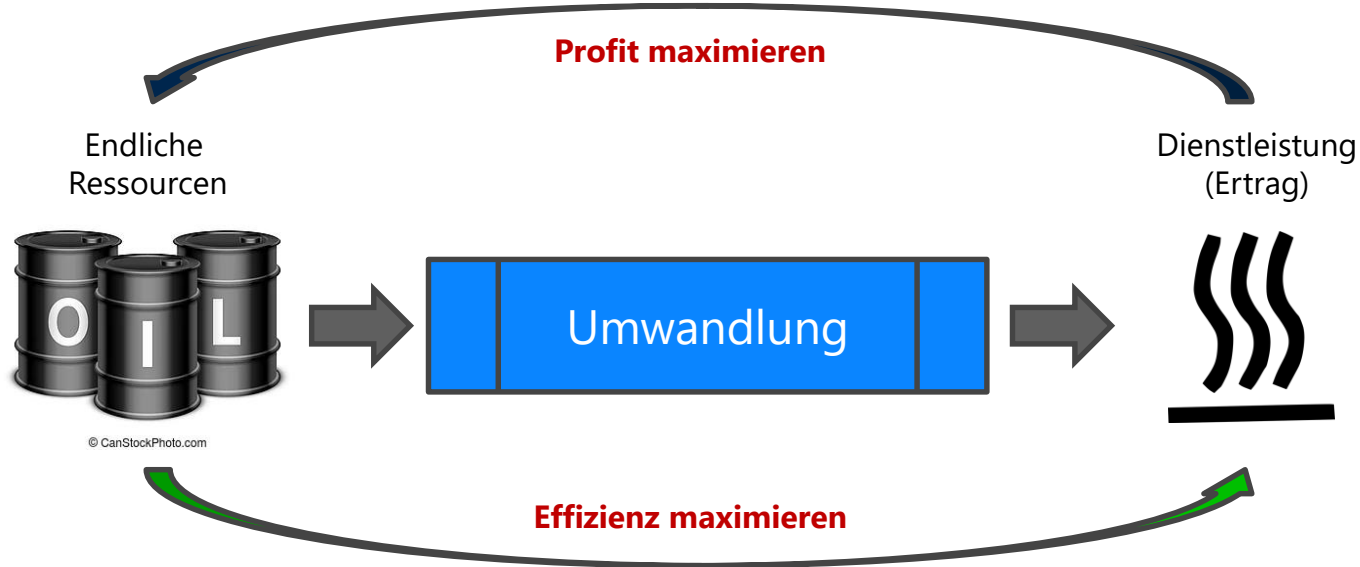
Elektrizität wird die
Schlüsseltechnologie

Multi-
Energiesysteme

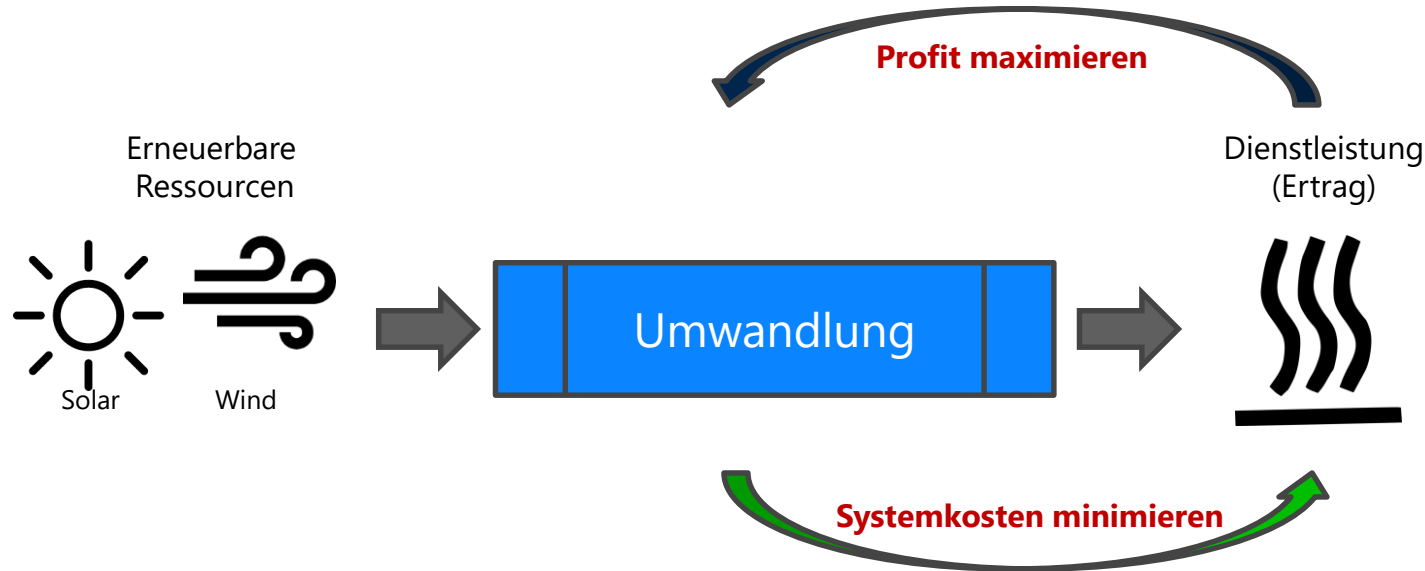


Dezentral

Lineare fossile Energiewirtschaft



Erneuerbare Energieversorgung mit Grenzkosten 'gegen Null'



Systemkosten $f(\text{Investition; Amortisation; Ressourcenbedarf; ...})$

gesellschaftliche
Leistungsfähigkeit

Langlebigkeit,
Verwendbarkeit

Kreislauf
Wirtschaft



Strategie Zukunft: Ernten und Speichern



Batterie

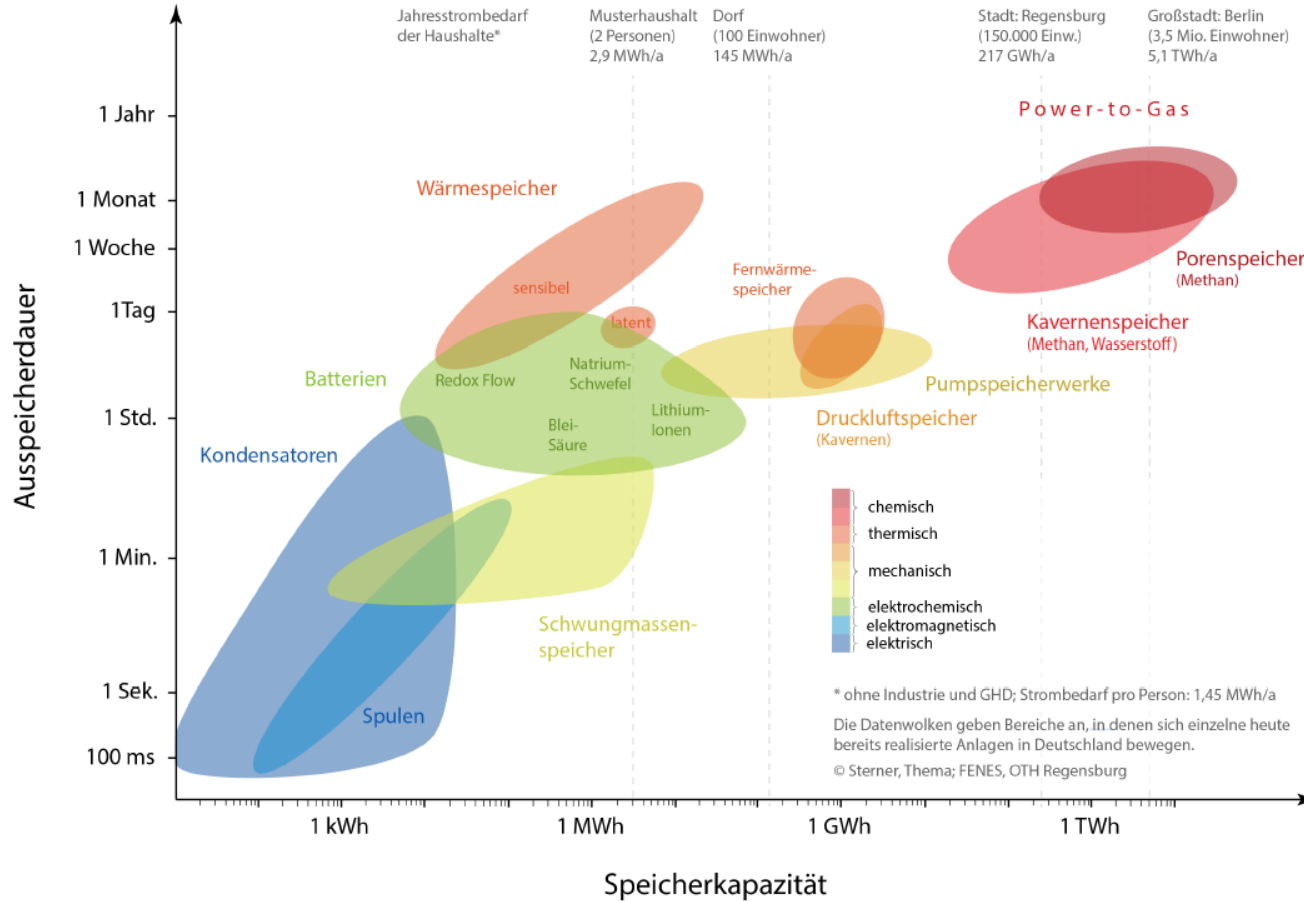


Wasserstoff

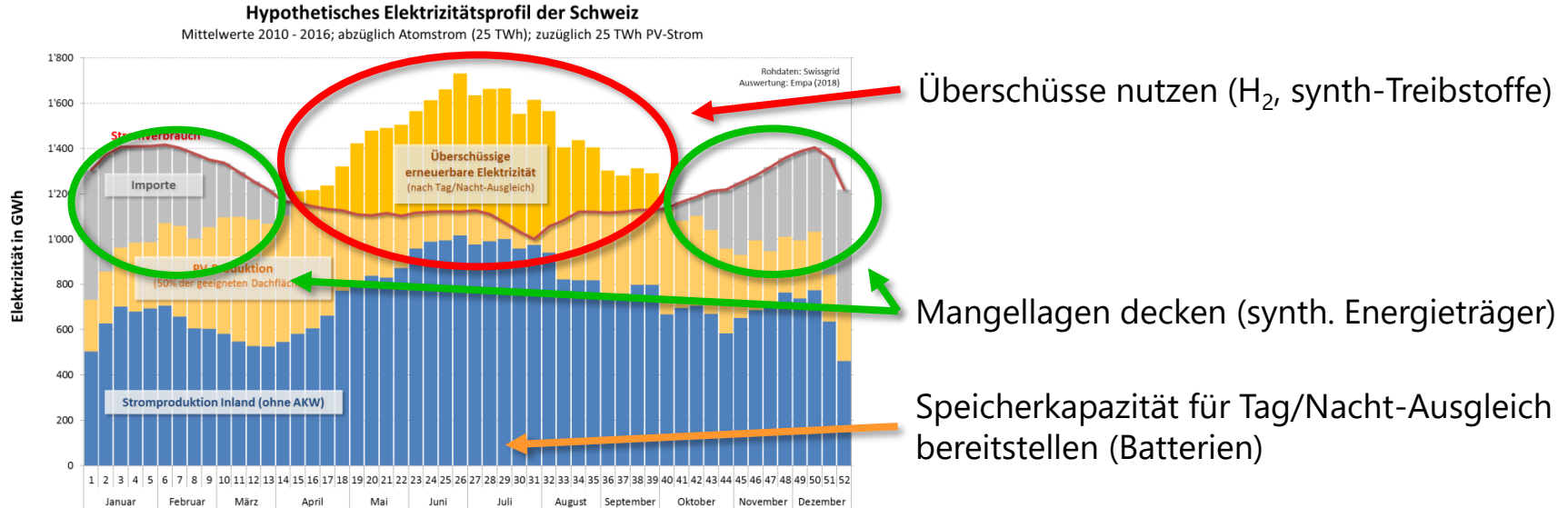


Syn. Gas & Fuels





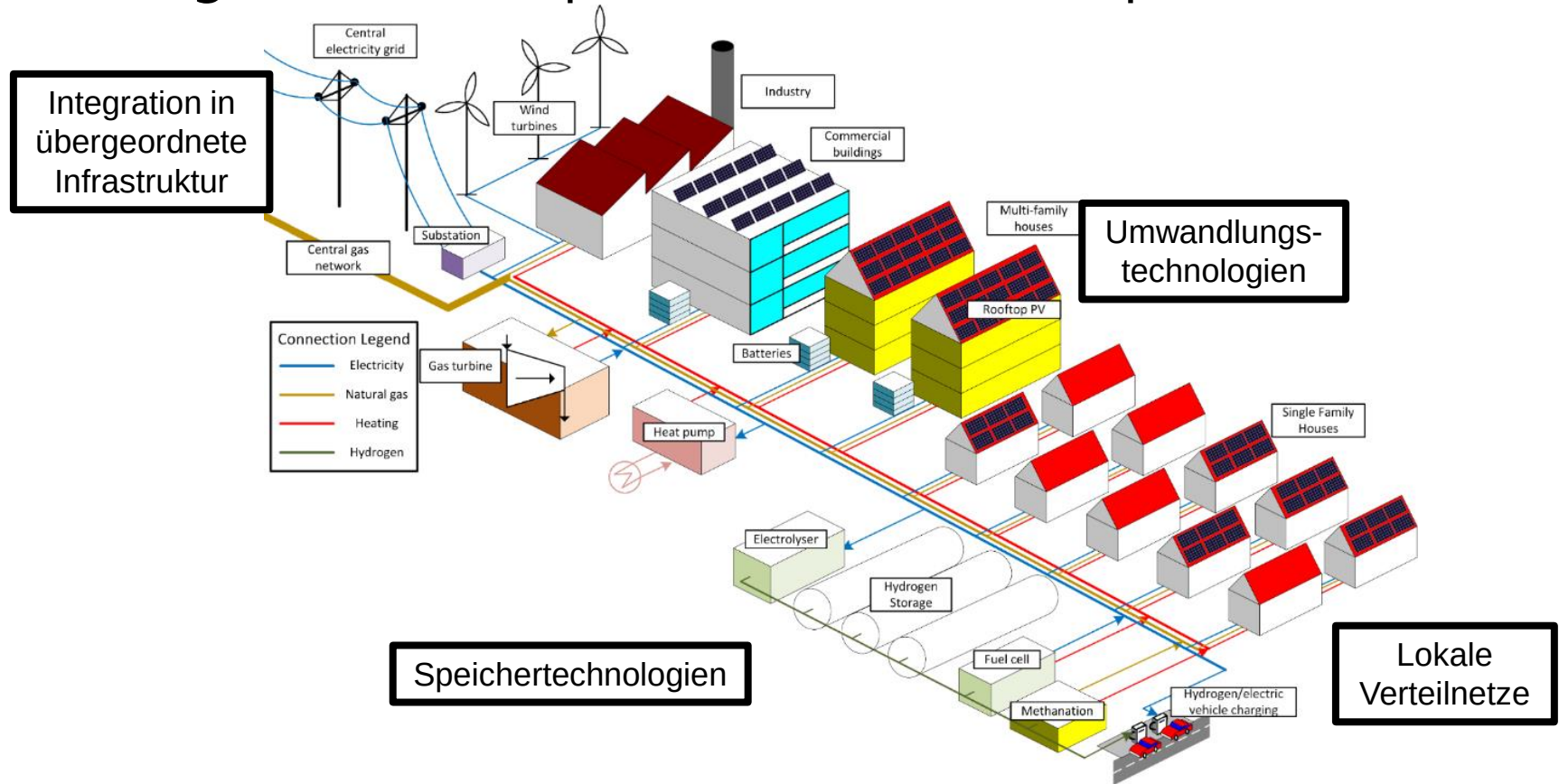
Die Schweiz ist keine autarke Insel – und wird es nicht bleiben!



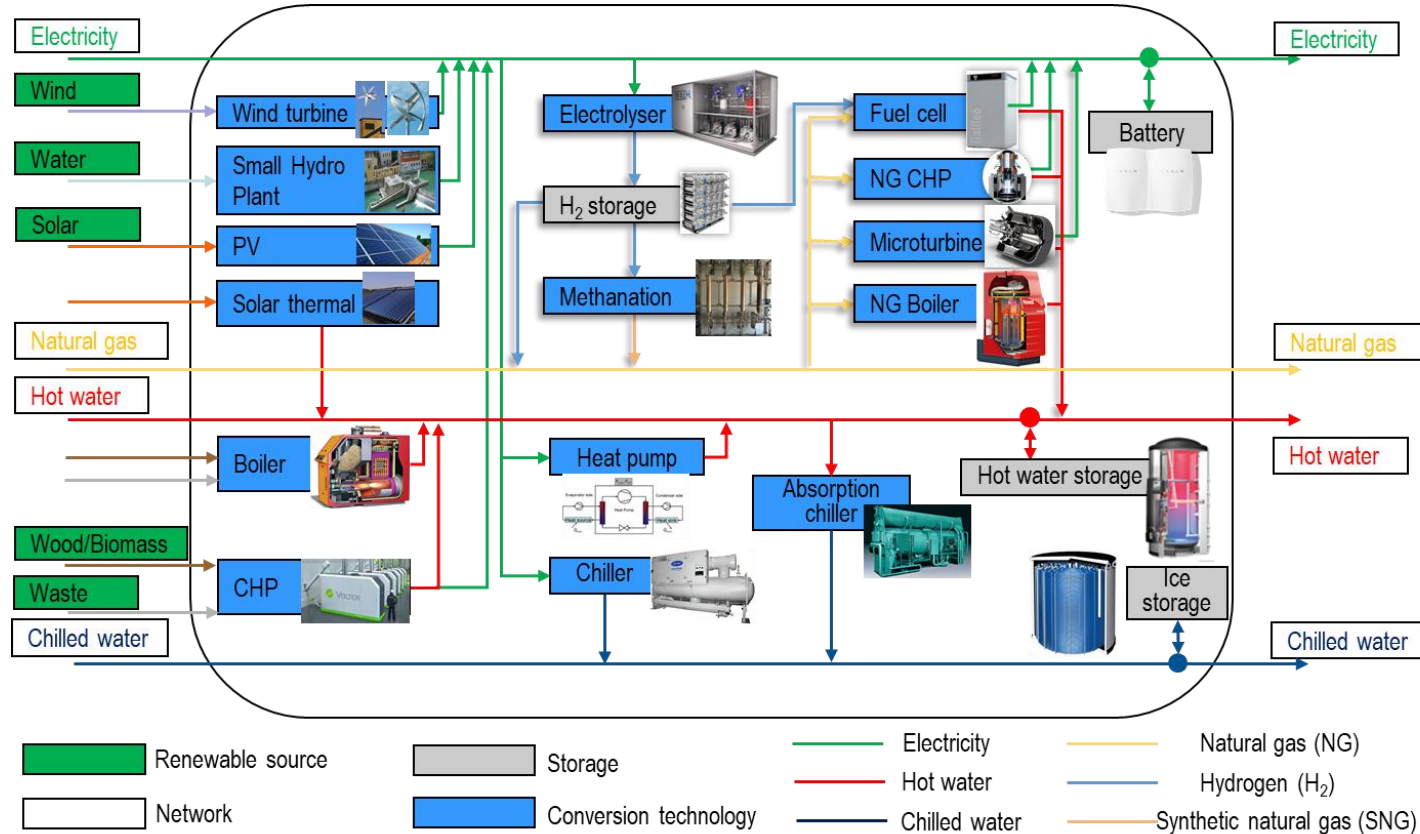
Quelle: (2019, M. Rüdisüli, S. Teske, U. Elber – «Energies»)

Es braucht eine Vielfalt von Modellen und Lösungsansätzen

Strategie Zukunft: optimales Zusammenspiel



Strategie: Multi-Energie Systeme



Quartiere und Städte spielen eine wesentliche Rolle

Areale

- Energieversorgungskonzept
- 2000 Watt Areale

Quartiere

- Planung von Wärmenetzen
- Lokale Energieversorgung (z.B. WKK)

Städte u. Gemeinden

- Energiemasterpläne
- Gasnetz/Wärmenetz
- Energiequellen

Zürich



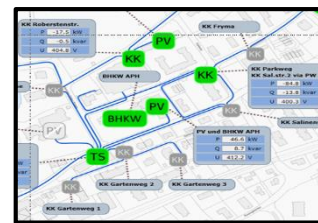
Areal St. Gallen



Suurstoffi, Risch



Rheinfelden



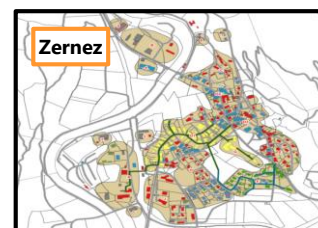
Baden Nord



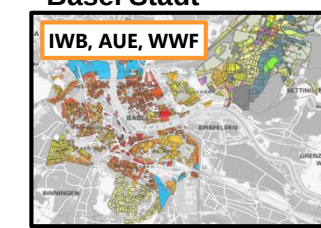
Zürich Lengg



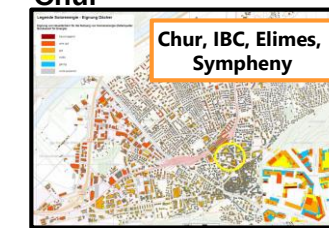
Zerne



Basel Stadt

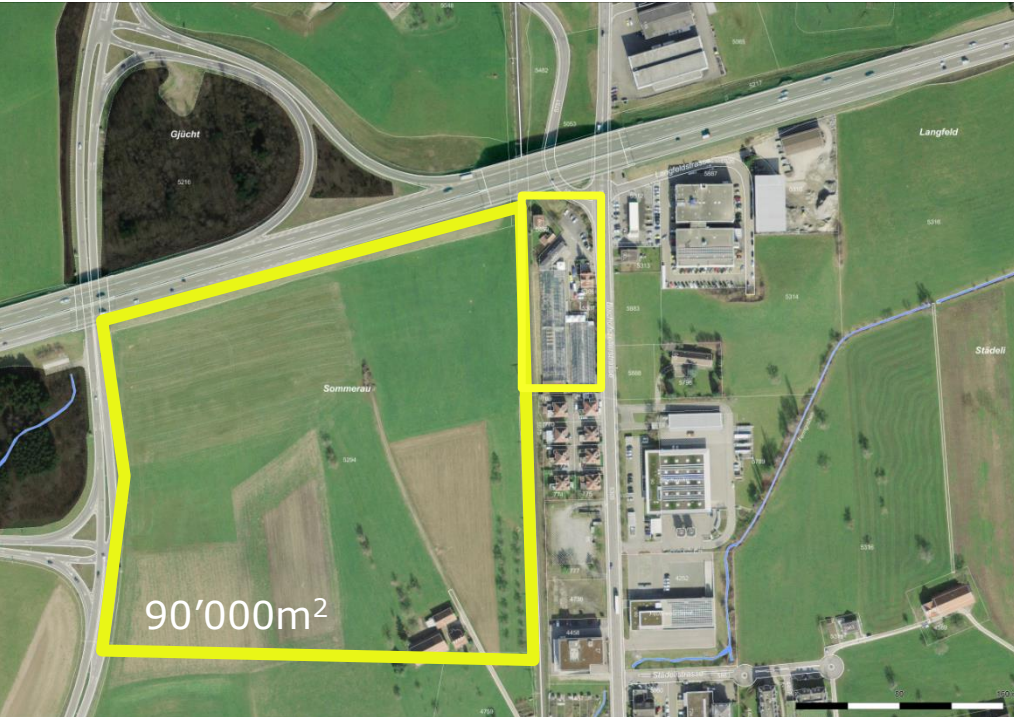


Chur



Anwendungsbeispiel St. Gallen

Entwicklung eines Energiekonzepts für einen Gewerbe Campus



Wichtigsten Fragen:

Optimaler Mix von **Produktions- und Speichertechnologien**?

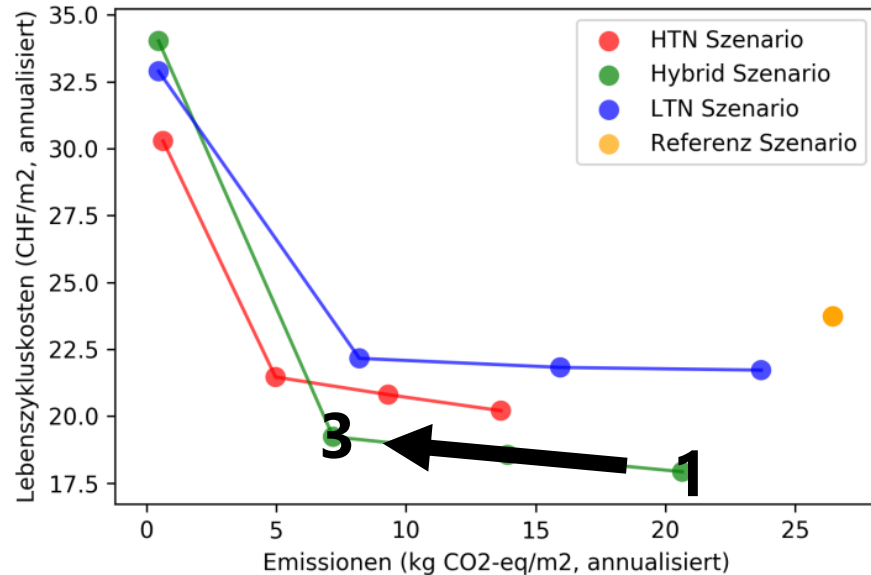
Optimaler Standort einer **Energiezentrale**?

Optimale **Topologie und Temperaturniveau** des **Wärmenetzes**?

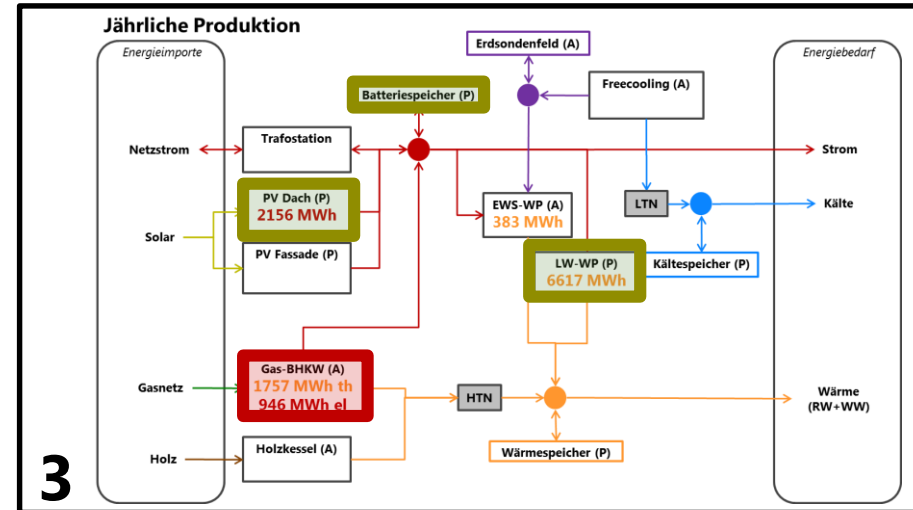
Installation von **PV** auf Dach und Fassade und saisonale **geothermische Speicherung**?

Anwendungsbeispiel St. Gallen

Paretofront - Kosten vs. Emissionen



CO₂: -65% LCC: +7%



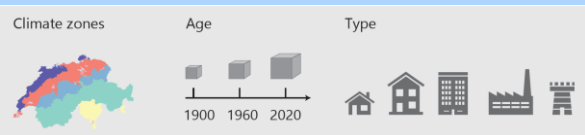
Zentrales Rechenmodell für VSE «Energiezukunft 2050»

«Gebäude» Modul



Gebäudepark CH

1. **Clustering** CH Gebäudepark in repräsentative Archetype Gebäude
2. Bestimmung **Energiebedarf** (Wärme, Kälte, Strom) pro Archetype inkl. Sanierung (retrofit)



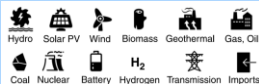
Clustering → Archetype Gebäude

Internationales Modul («EU»)



entsoe

1. Strombedarf und Erzeugung **Nachbarländer** gemäss ENTSOE Prognosen (TYNDP)
2. Internationale **Rahmenbedingungen** (Stromabkommen, Green Deal, etc.)
3. Globale **H₂** / Syn. Fuels Wirtschaft



Energie-
bedarf



Import
Export



Regionales Modul («CH»)



Regionale E-hubs



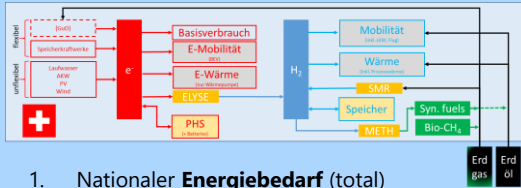
1. Regionaler **Energiebedarf** (inkl. Industrie / Verkehr)
2. Optimierter Einsatz regionale **Technologien** (PV, BHKW, Biomasse, Fernwärme, Wärmepumpen, ...)
3. Dezentrale **Speicher** (elektrisch, thermisch)
4. Grundlagen **Verteilnetzmodellierung**

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Statistik BFS

Optimierung / Kalibrierung

Nationales Modul («CH»)

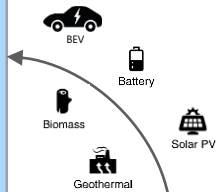


1. Nationaler **Energiebedarf** (total)
2. Optimierter Einsatz nationale **Technologien** (Wasserkraft, AKW, Wind, Konv.-therm. (KVA, GuD), ...)
3. Zentrale (Pump-) **Speicher**
4. **Sektorkopplung** (Power-to-X)

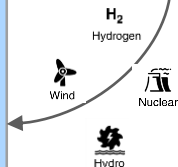
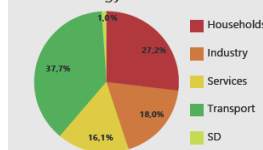
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE

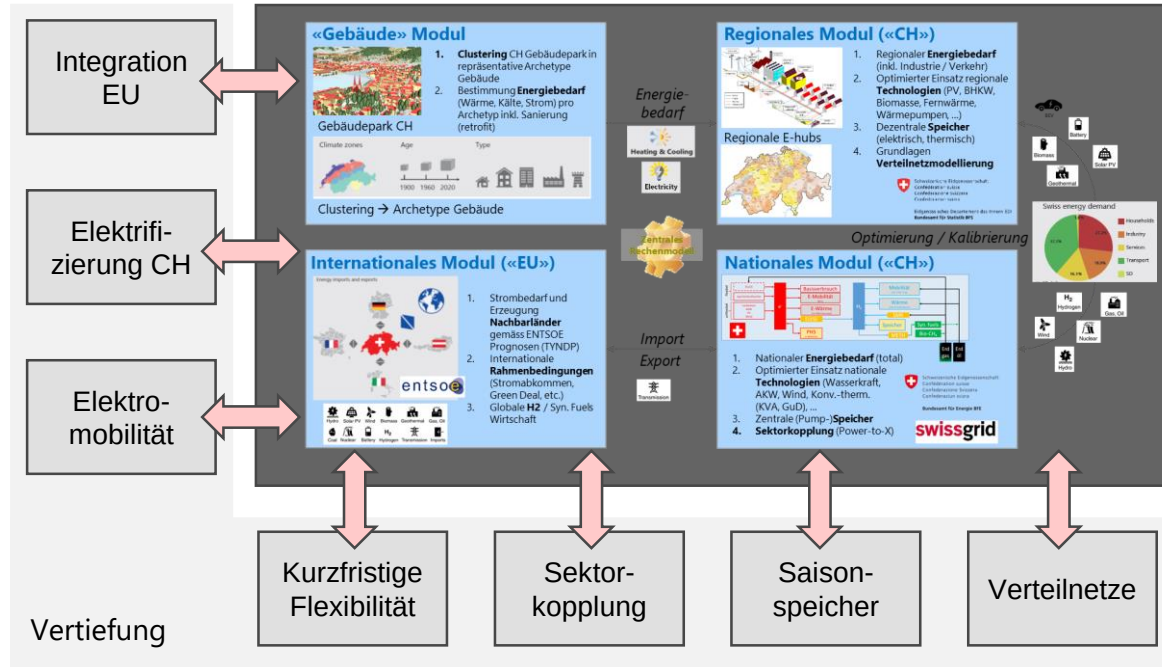
swissgrid



Swiss energy demand



Zentrales Rechenmodell für VSE «Energiezukunft 2050»



VSE Studie der Empa zur Modellierung des Gesamtsystems wird die Zusammenhänge klarer darstellen

dhub | Empa

Big Data

Internet
of Things

Blockchain

Virtual
Reality/
Augmented
Reality

Artificial
Intelligence

Sector
Coupling

Carsharing

NEST | Empa eawag
epawag.ch

New
Business
Models

Autonomous
Driving

Digital
Fabrication

move | Empa

Digital
Living

Intelligent
Decision
Support

Reverse
Engineering

Energy
Optimization

ehub | Empa

Digital
Operations



Chancen für die Schweiz

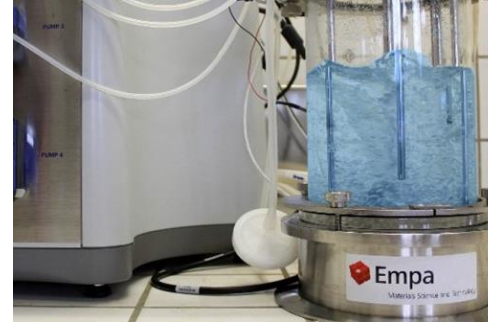
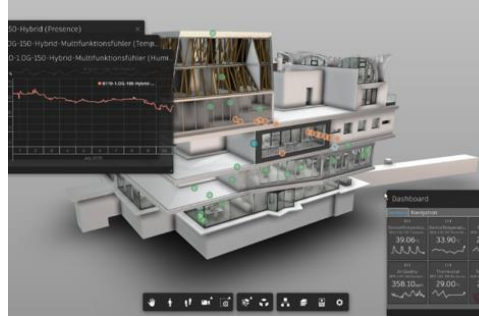
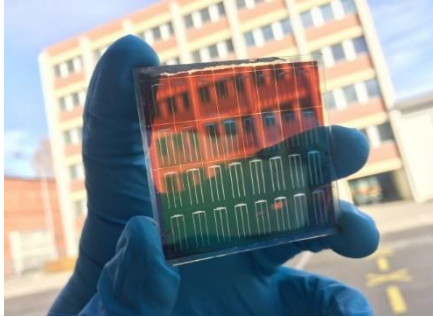
- Vom Ausgraben und Verbrennen zum Ernten und Speichern (Kreisläufe)
- Komplexe Herausforderungen mit facettenreiche Lösungen
- Es gibt lokale, regionale, nationale und internationale Elemente für eine sichere und nachhaltige Energieversorgung.
- Die Rahmenbedingungen müssen Technologie-agnostisch gesetzt werden!
- Kollaboration auf allen Ebenen ist absolut notwendig!



Technologien für eine Kreislaufwirtschaft

Forschung – Technologie – Innovation

Empa - The Place where Innovation Starts



Danke für die Aufmerksamkeit