

Willkommen
Welcome
Bienvenue

Optimaler Einsatz von Energy-to-X im Schweizer Energiesystem

«Welchen Einfluss haben die hohen Energiepreise auf die Rolle von Power-to-X im Energiesystem?»

Dr. Robin Mutschler
Prof. Matthias Sulzer
Dr. Martin Rüdüsüli



Robin
Mutschler



Matthias
Sulzer



Martin
Rüdüsüli

Kontakt: robin.mutschler@empa.ch
Empa, Urban Energy Systems Laboratory
<https://www.empa.ch/web/s313>





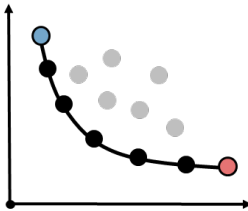
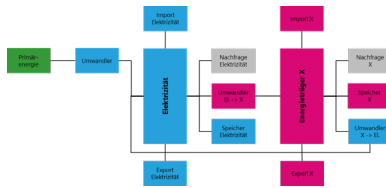
Wird wärmer, ist doch schön?



<https://www.helmholtz-klima.de/aktuelles/phaenomen-kalte-dunkelflaute>

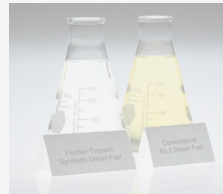
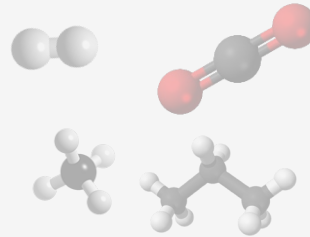
Outline

1. Energiesystem Modellierung



Gemeinsamer Aufbau
des Modells

2. CO₂ und Energy-X



Konzept der Energy-X
Einbindung ins Modell

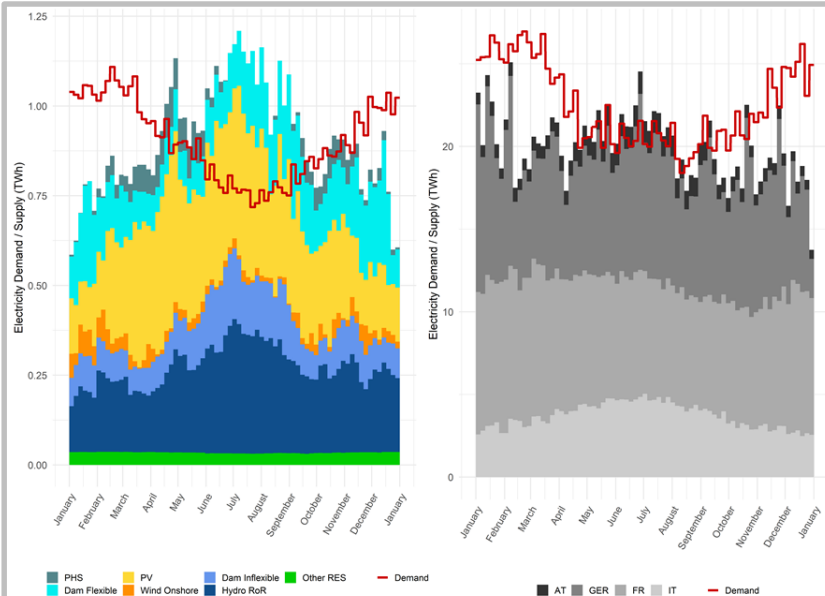
3. Resultate Szenarien



Diskussion vorläufiger
Resultate von Energy-X
Szenarien

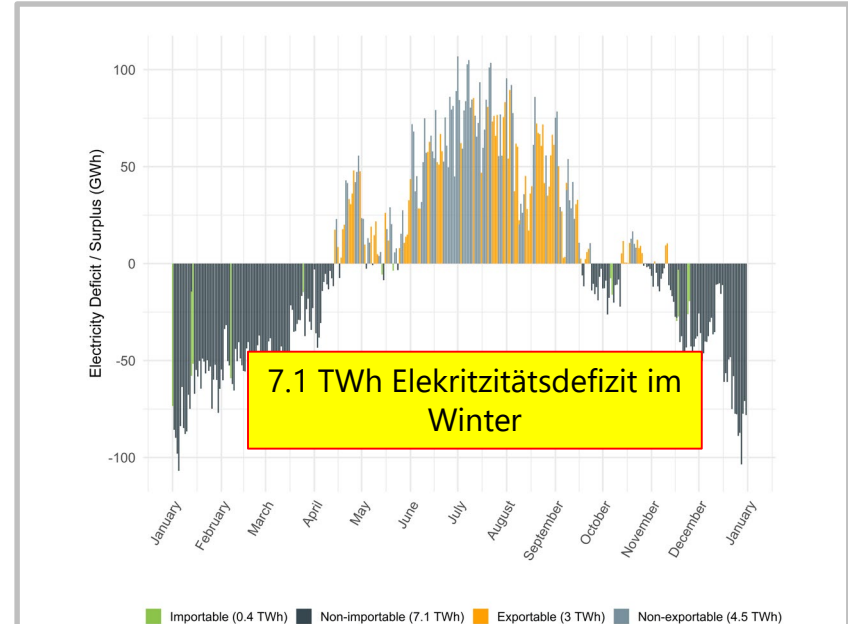
Korrelation Entwicklungsstudien EU - CH

CH und EU in 2040



- Schweizer Szenario basiert auf Energieperspektive 2050+
- EU basierend auf TYNDP 2018 Szenarien von Entso-E
- Hohe Korrelation des Defizits zwischen Schweiz und EU

CH-EU Korrelation 2040



System Analysis of Concurrent Deficit and Surplus Situations in the Future Renewable European Electricity System

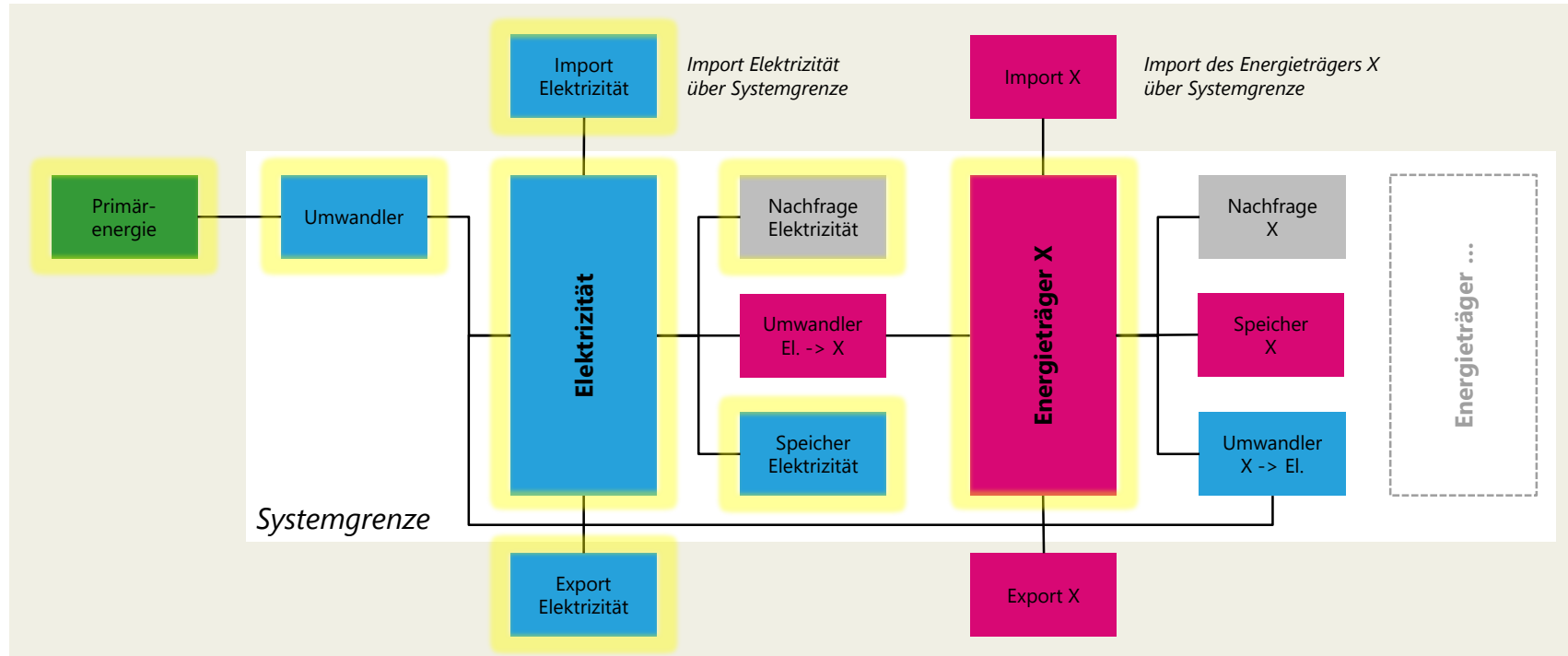
N Lienhard, R Mutschler, L Leeders, M Rüdösüli

Submitted work

Selber herstellen oder importieren?



Aufbau eines gekoppelten Energiesystems



Import / Export
Energieflüsse über Systemgrenze

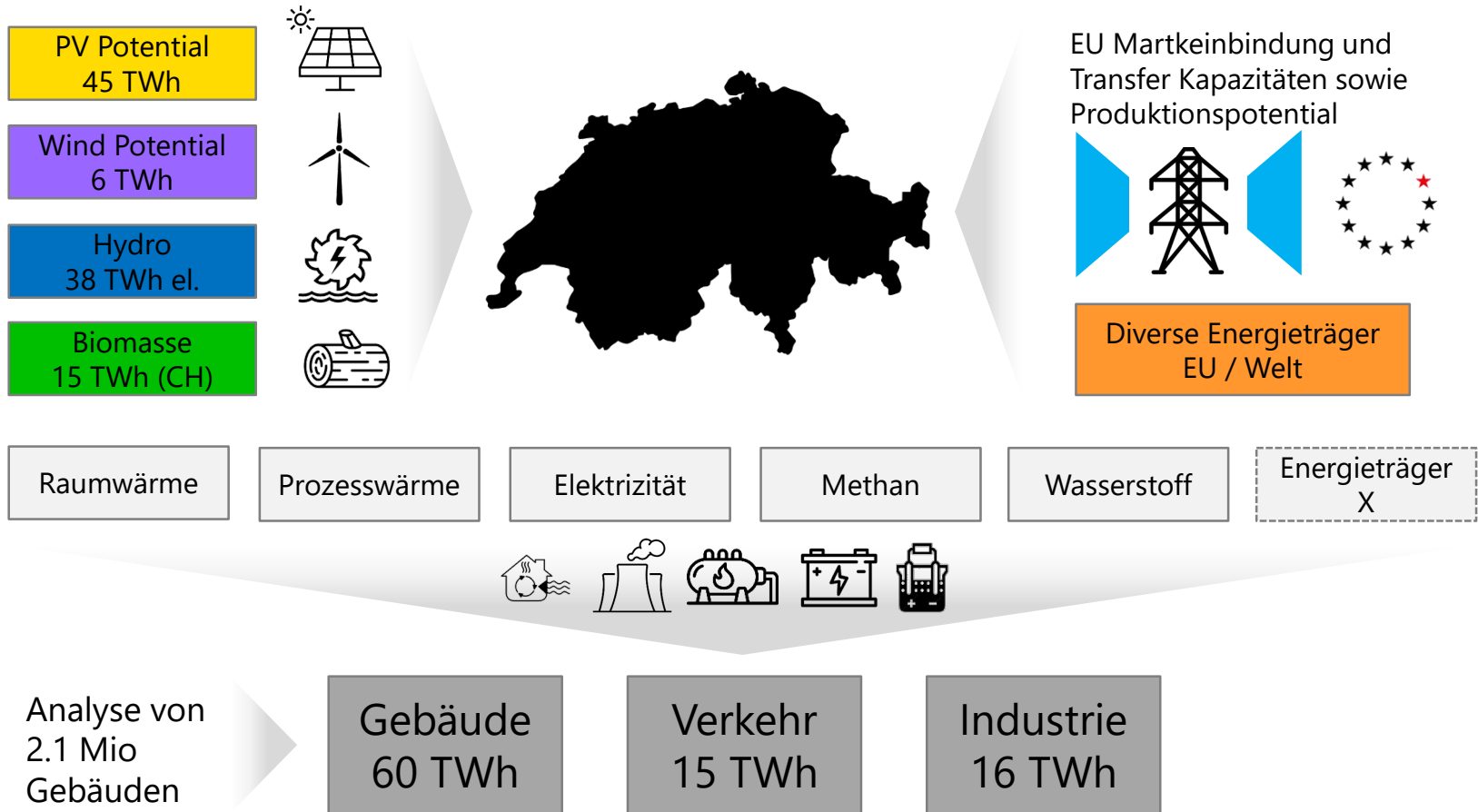
Umwandler
PV, WKK, ...

Speicher
Wärmespeicher, H₂, Batterie, ...

Nachfrage
Nutzenergie

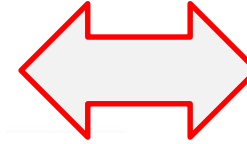
Energieträger
Elektrizität, Gas, Wärme, H₂, ...

Energiesystem Modell "heute" - 2050

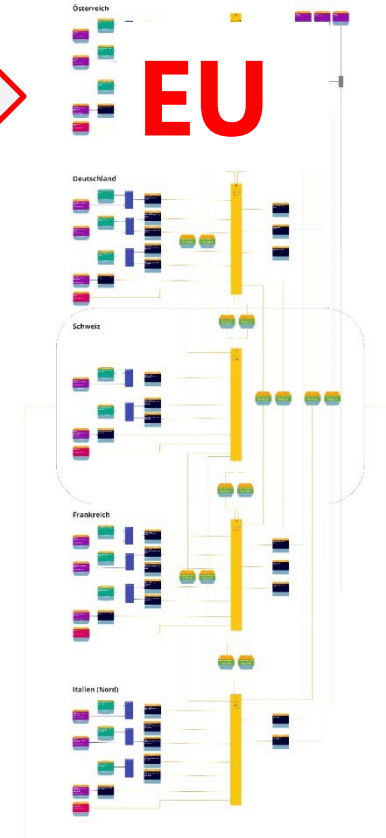
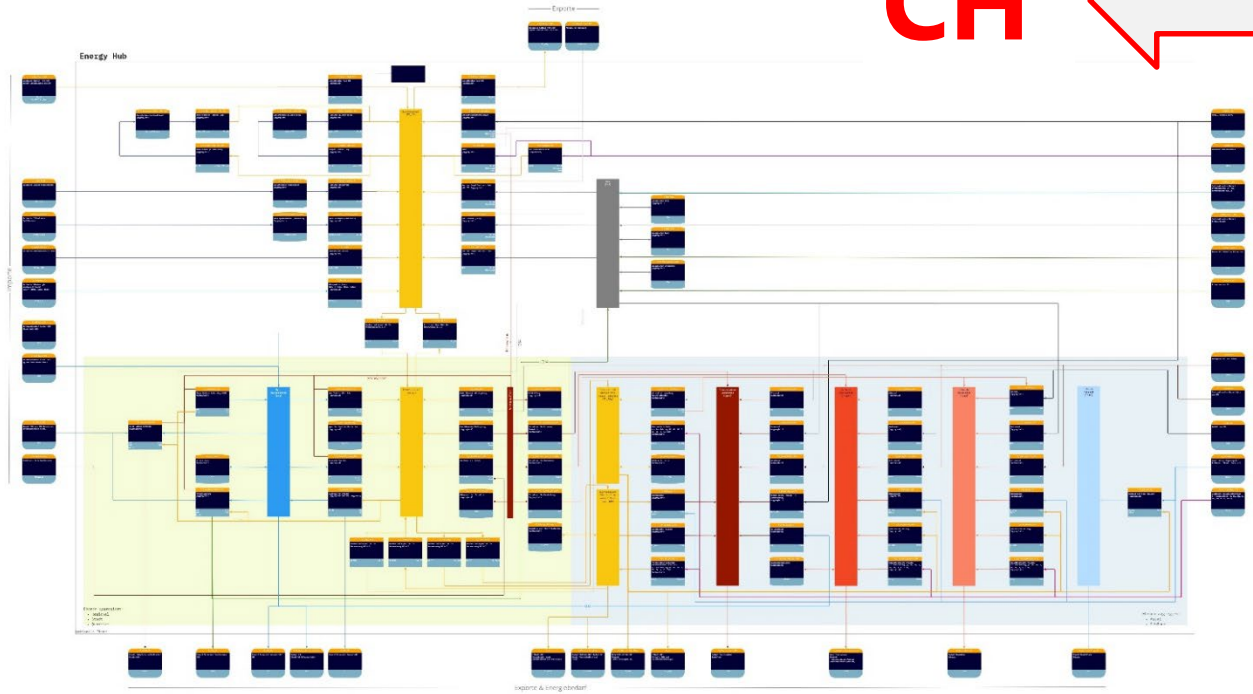


Modell Energiesystem Schweiz

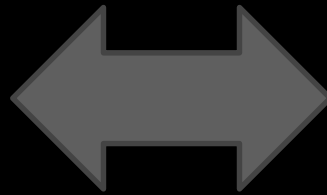
CH



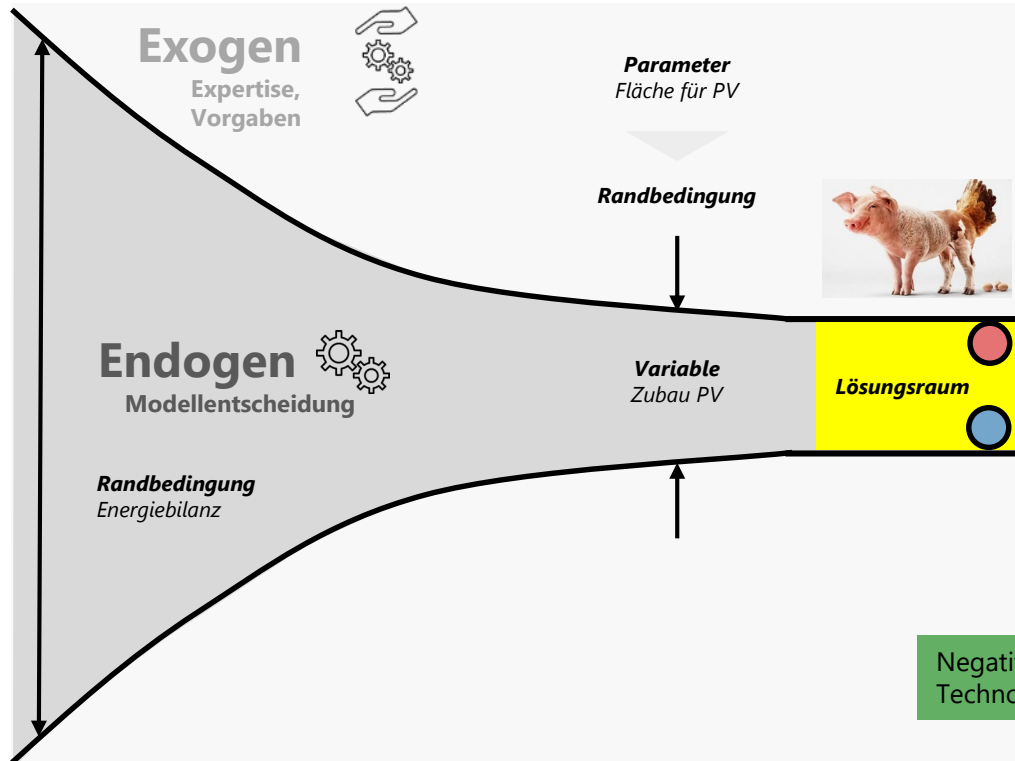
EU



Wie sieht es aus, das optimale Energiesystem?



Optimierung eines Energiesystems



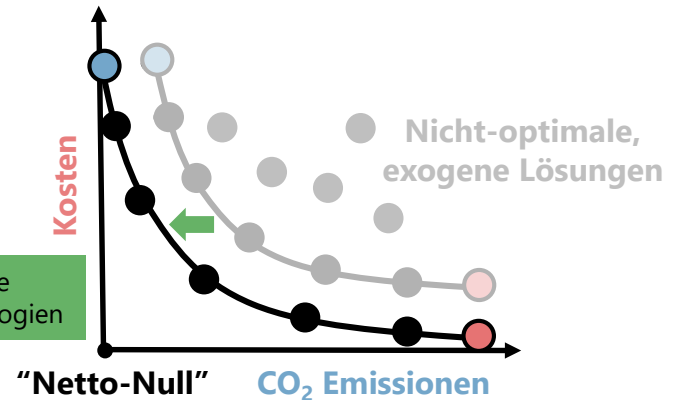
Zielfunktionen

→ Finden Optima im Lösungsraum

1. Wie können **CO₂ Emissionen minimiert** werden?
2. Wie können **Systemkosten minimiert** werden?

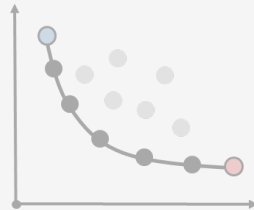
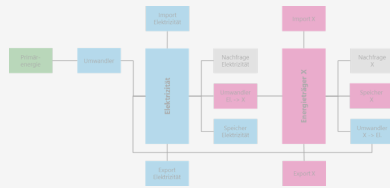
Optimierungs Dilemma

→ Negativ Emission Technologien ermöglichen "Netto-Null"

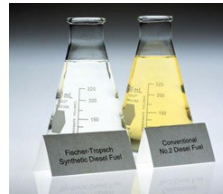
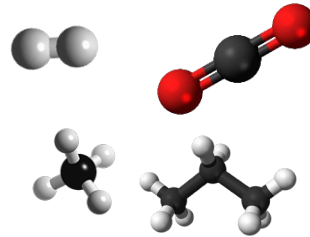


Outline

1. Energiesystem Modellierung



2. CO₂ und Energy-X



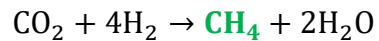
3. Resultate Szenarien



Synthetische Kohlenwasserstoffe

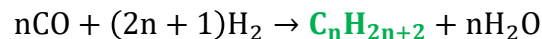
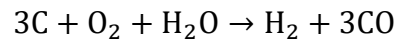


Sabatier Reaktion, 1910



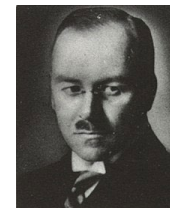
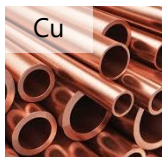
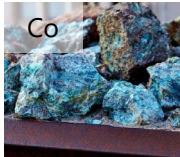
Paul Sabatier

Fischer-Tropsch Reaktion, 1925



Franz J. E. Fischer

Katalysatoren für die Reaktion



Hans Tropsch



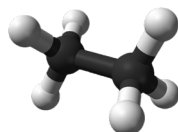
...



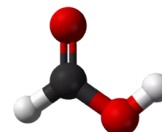
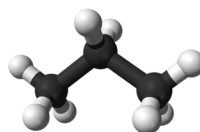
CO



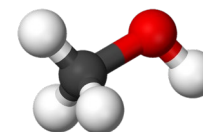
CH₄



C_nH_{2n+2}



HCOOH

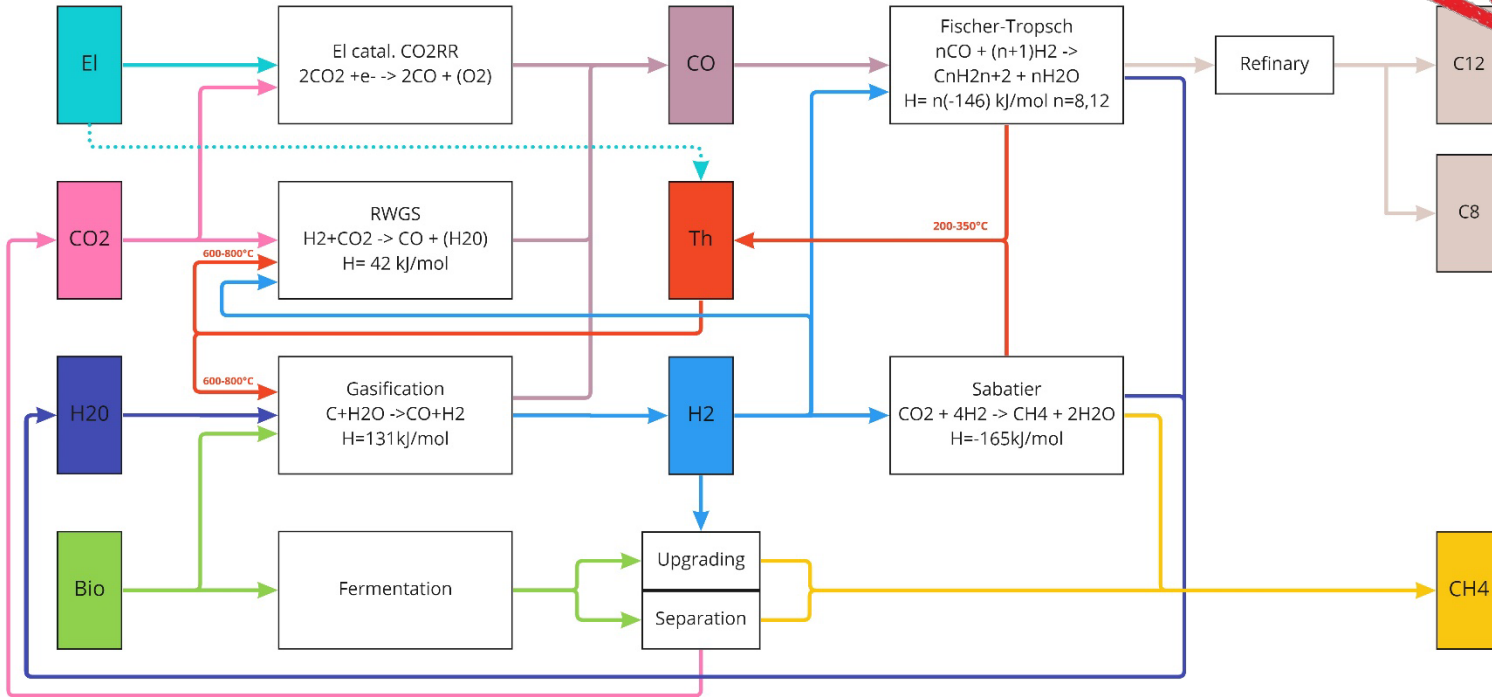


CH₃OH

...

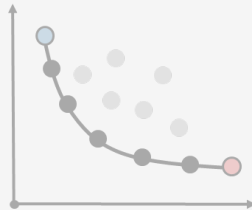
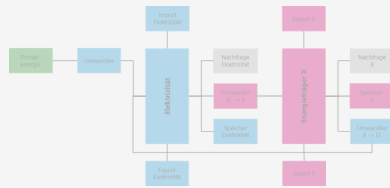
Integration von Energy-X Pfaden

PROTOTYPE

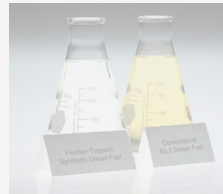
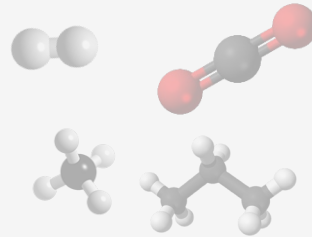


Outline

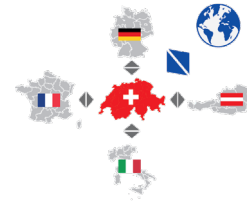
1. Energiesystem Modellierung



2. CO₂ und Energy-X



3. Resultate Szenarien



«Welchen Einfluss haben die hohen Energiepreise auf die Rolle von Power-to-X im Energiesystem?»

Referenzsystem 2050 "Original"



Kenngrossen Referenzsystem 2050

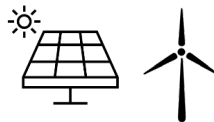
PV Potential:	45 TWh
Wind Potential:	6 TWh
Strombedarf Mobilität:	15 TWh
Wärmebedarf Gebäude:	60 TWh
Wärmebedarf Industrie:	16 TWh
Strommarkt Einbindung:	ja
Preis und Kapazität	
Import Energieträger:	TYNDP2020

Differenz Δ

Import



Erneuerbare



Speicher



Netto-Null
Systeme

Energy-X Szenarien 2050

PROTOTYPE

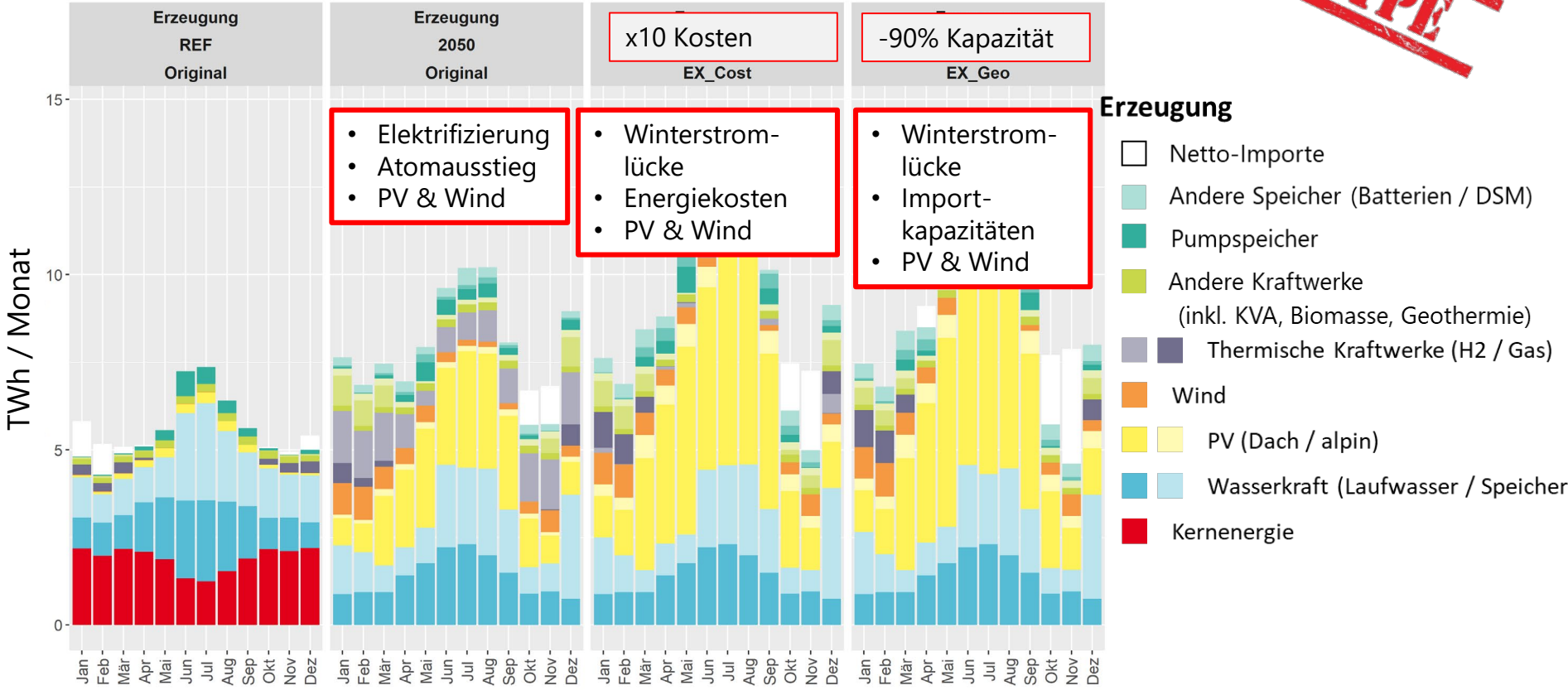
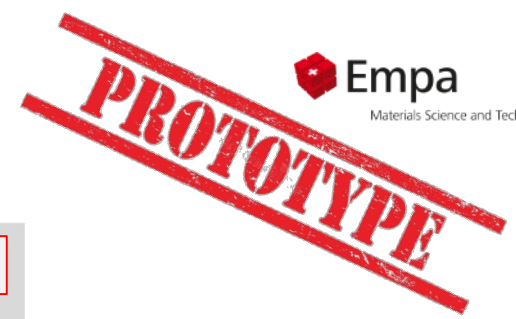


"Cost" Szenario: **10x höhere Kosten** für importierte Energieträger.
Winterstromlücke (November – März kein Import möglich).

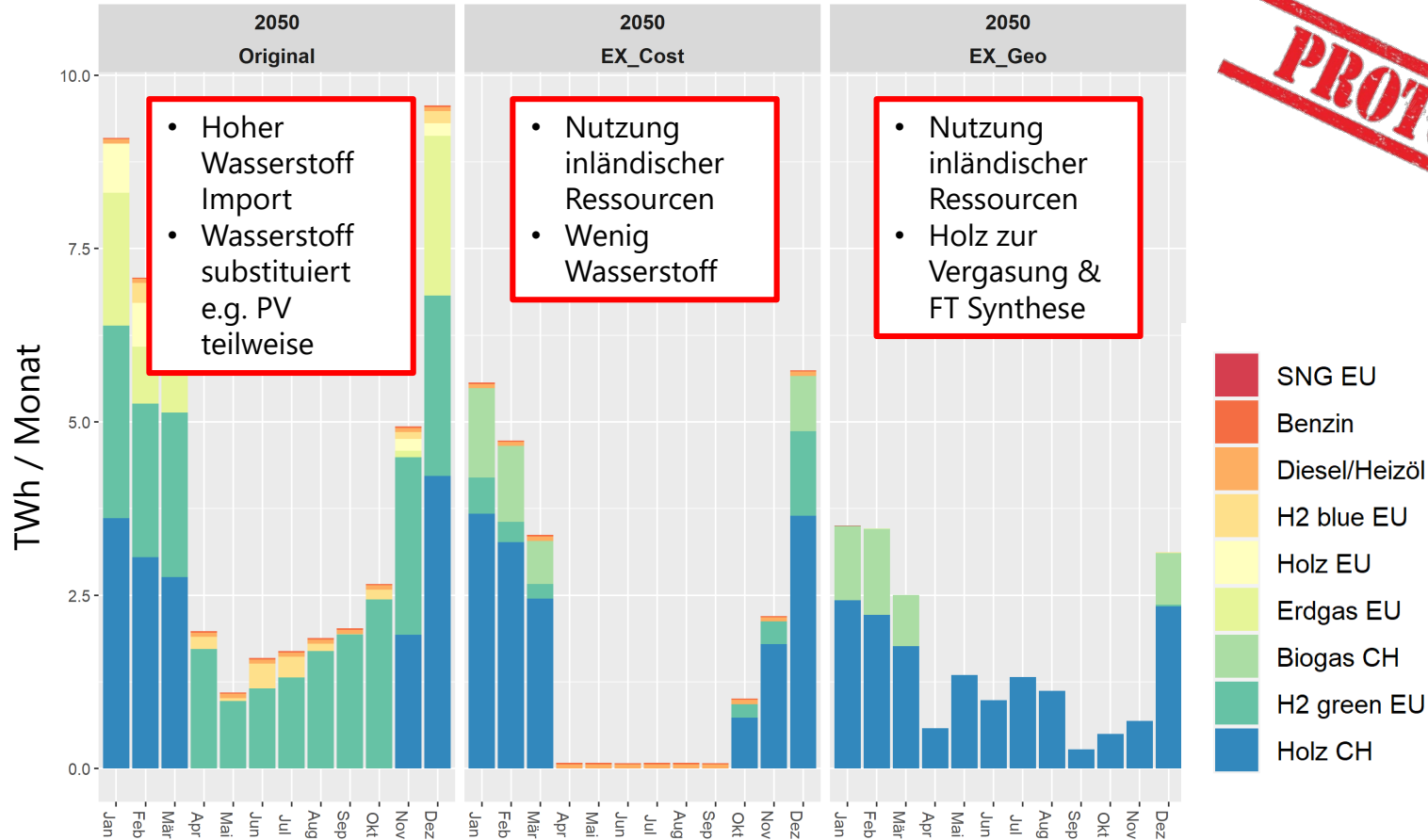


"Geo" Szenario: Um **Faktor 10 verkleinerte Import Kapazitäten** von Energieträgern aus der EU / Welt.
Winterstromlücke

Vergleich Elektrizitätserzeugung im Referenzsystem und Energy-X Systemen

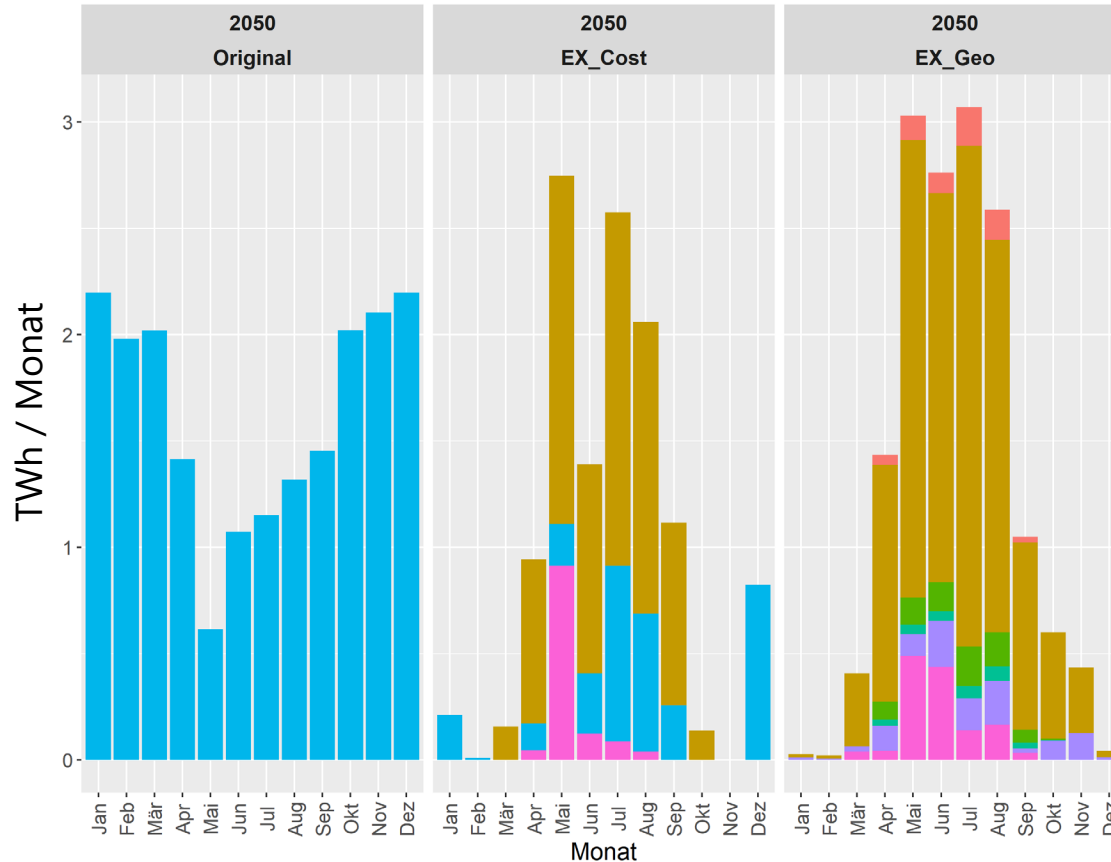


Rolle von Energy-X bei der Import Abhängigkeit



PROTOTYPE








Einsatz von Energy-X Technologien



Qualitative Interpretation

1. Viel Eigenproduktion von **Wasserstoff** bei hohen Energiepreisen / limitierten Importmöglichkeiten
2. **FT-Synthese** via Biomasse Vergasung
3. **Vorsicht: Abwesenheit eines Pfades heisst nicht abschliessend, dass sich dieser unter Umständen nicht lohnt!** Sensitivitätsanalyse / Verfeinerung der Parameter notwendig.

Tech

-  El. chem. CO2 Red.
-  Elektrolyse
-  Fischer-Tropsch C12
-  Fischer-Tropsch C8
-  H2 Gas-Kombi
-  Biomasse-Vergasung
-  H2 Beimischung

Zusammenfassung

- Energy-X Umwandlungspfade können einen wichtigen Beitrag leisten um die Systemkosten bei Importverknappung und Verteuerung zu minimieren.
- Schweizer Optimierungsmodell erlaubt holistische Diskussion der Umwandlungspfade und Szenarienanalysen

Nächste Schritte:

- Verfeinerung der Parametrisierung bei Kosten, Technologiepfaden und Speicherpotentialen.
- Einbindung der Luftfahrt: Schwer dekarbonisierbarer Sektor. Bedarf ist nur über Energy-X Prozesse zu decken.
- Geht uns das CO₂ für Energy-X Prozesse aus?

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Urban Energy System Lab, Empa
Überlandstrasse 129
8600 Dübendorf

