

Innovationstreiber CO₂

INNOVATIONEN IN POWER-TO-X

IET INSTITUT FÜR
ENERGIETECHNIK

Prof. Dr. Markus Friedl
IET Institut für Energietechnik
Rapperswil, 22. Mai 2019

 **HSR**
HOCHSCHULE FÜR TECHNIK
RAPPERSWIL
FHO Fachhochschule Ostschweiz





Prof. Dr. Markus
Friedl



Prof. Dr. Benno
Bucher



Prof. Dr. Henrik
Nordborg

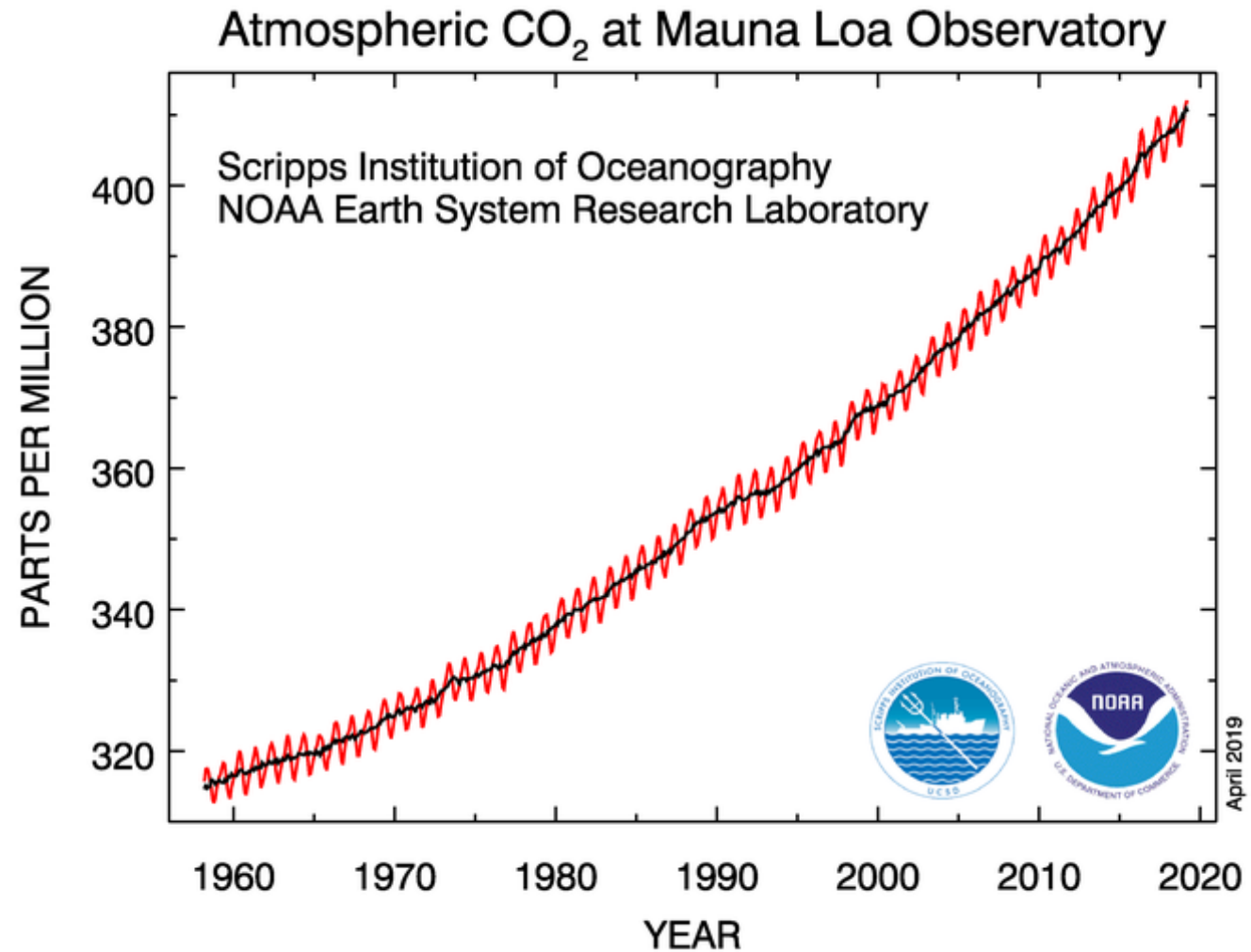


Prof. Dr. Jasmin
Smajic



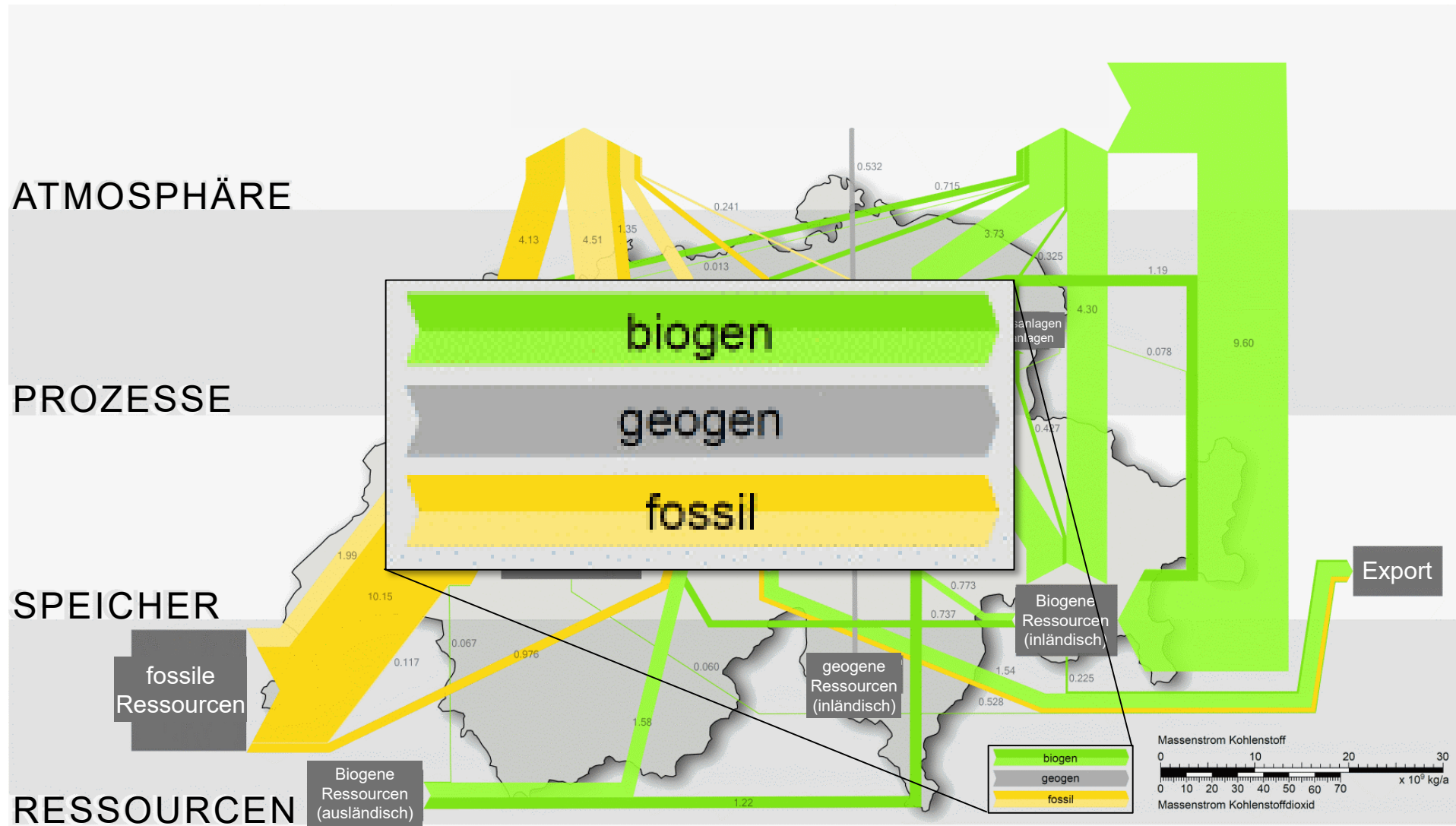
Prof. Carsten
Wemhöner

Studium Erneuerbare Energien und Umwelttechnik



Quelle: Mauna Loa Observatory Hawaii, www.esrl.noaa.gov

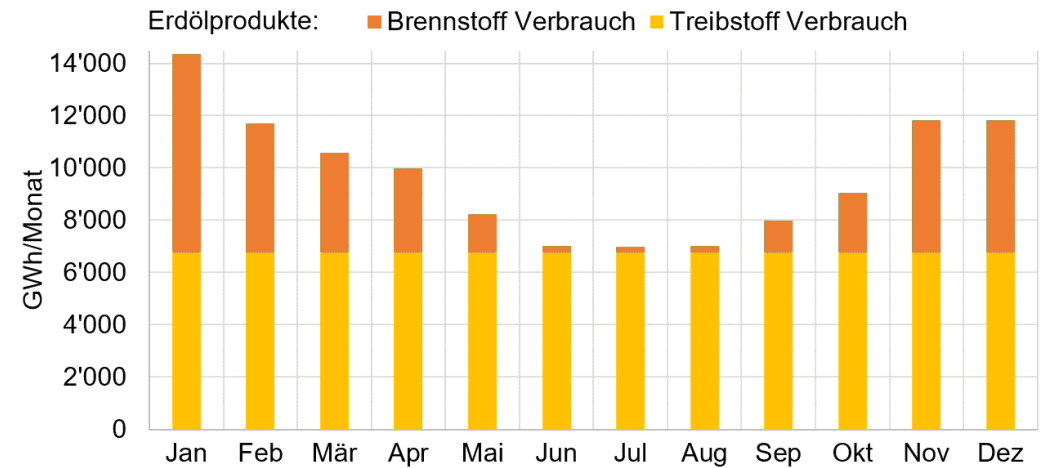
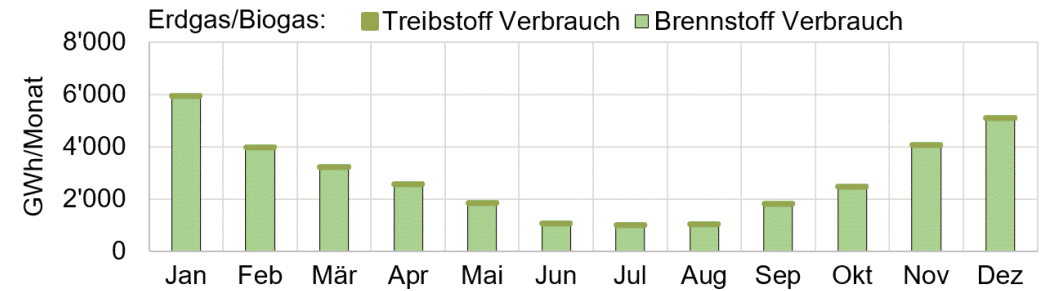
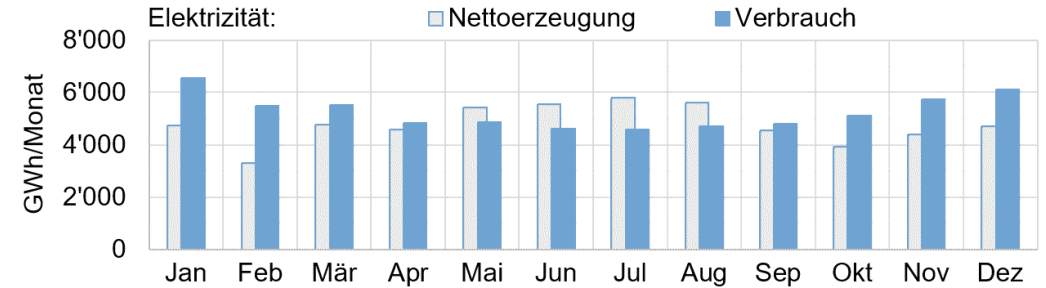
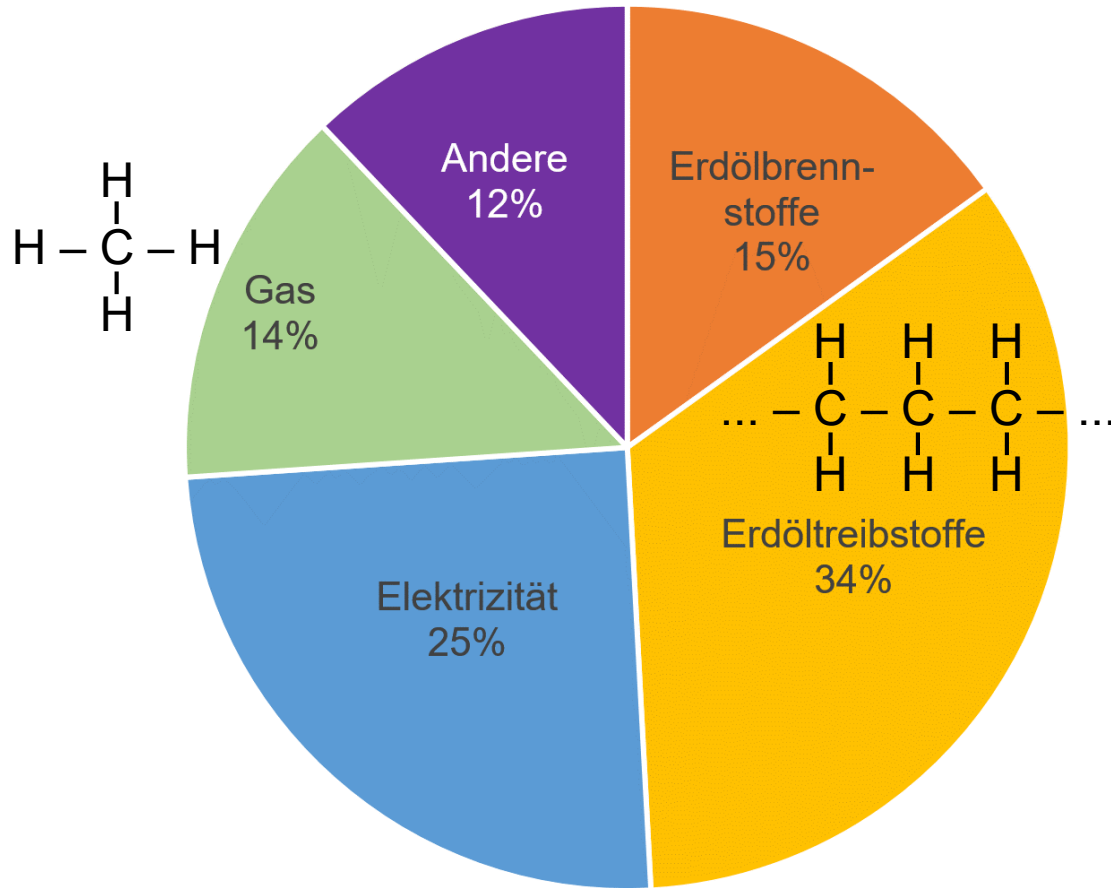
Kohlenstoffflüsse durch die Schweiz



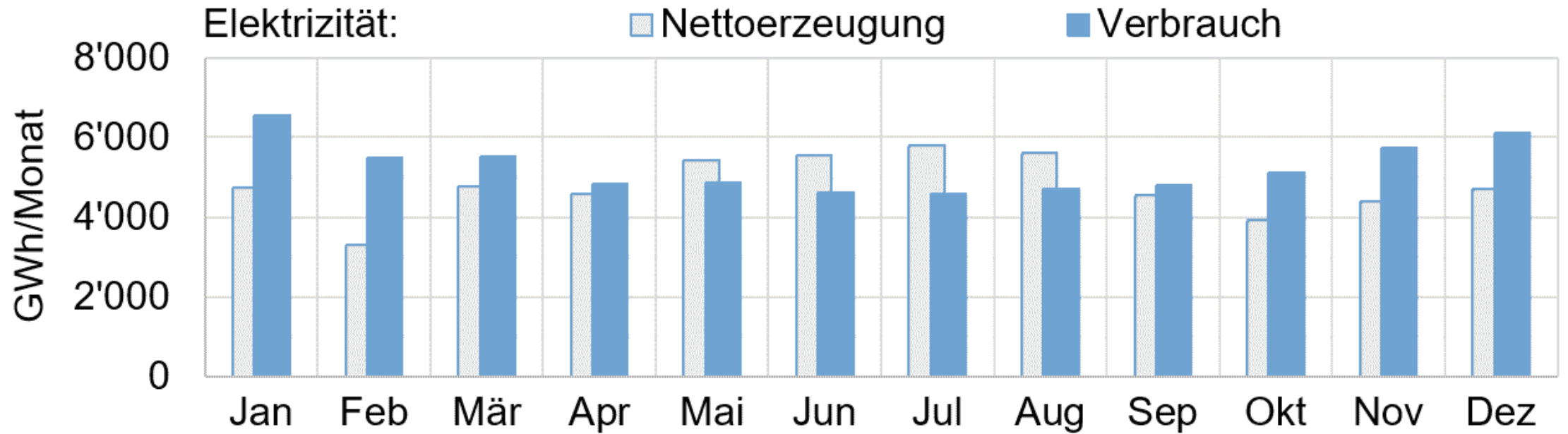
Quelle: Meier, B., Ruoss, F. und Friedl, M., «CO₂ als Rohstoff für eine nachhaltige Mobilität», *Umweltperspektiven* Nummer 16, Artikel 623, Oktober 2015, Seiten 14-16

Energie Endverbrauch im Jahr 2017

Energie: 849 PJ = 236'053 GWh
 Elektrische Energie: 210 PJ = 58'483 GWh

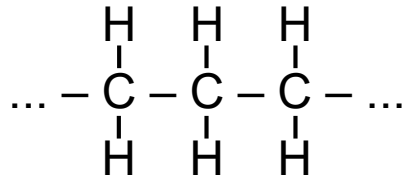



Elektrische Energie: Nettoerzeugung und Endverbrauch in der Schweiz 22017



Herausforderungen:

- **Dekarbonisierung = Ersetzen der Kohlenwasserstoffe durch andere Energieträger (nicht auf null)**



- **Defossilisierung = Ersetzen der fossilen Quellen an Kohlenwasserstoffen durch biologische und Power-to-X**
- **Zahlreiche Studien zeigen:
Eine nachhaltige Energieversorgung der Schweiz ist möglich und finanzierbar ...**
 - ... unter Einhaltung der aktuellen Klimaziele
 - ... vollständig ohne fossile Quellen.
- **Die Technologien dazu existieren.  Braucht es noch Innovation?**

Herausforderungen:

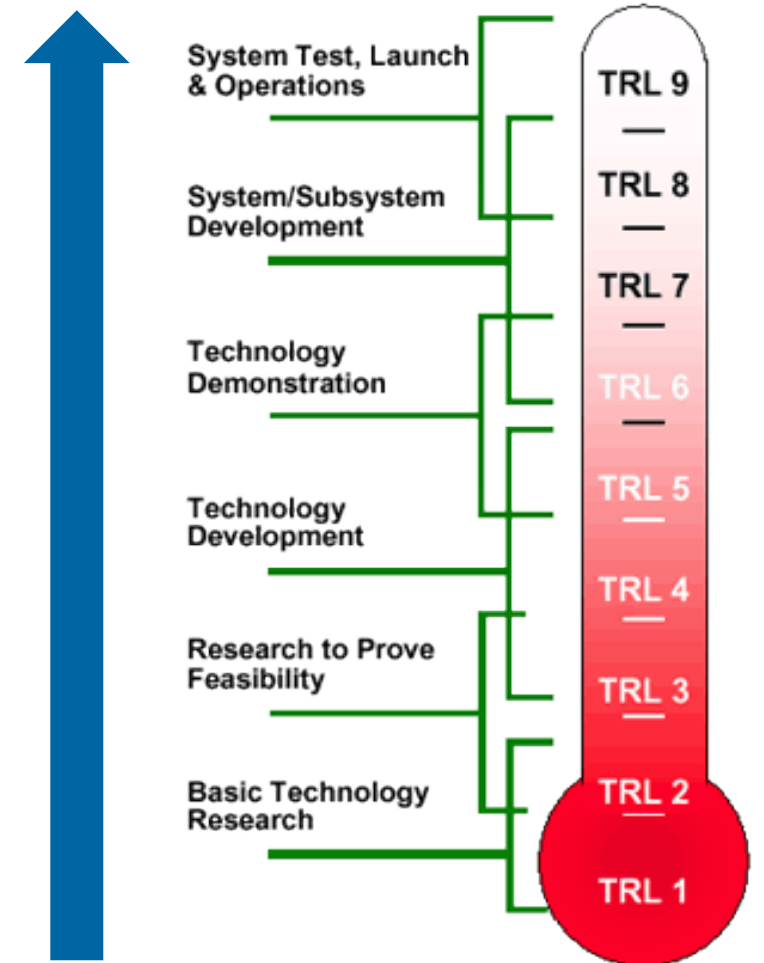
■ Innovation

- **Umgangssprachlich:**
Neue Ideen und Erfindungen und ihre wirtschaftliche Umsetzung.¹⁾
- **Genauer:**
Ideen, die in neue Produkte, Dienstleistungen oder Verfahren umgesetzt werden, die tatsächlich erfolgreiche Anwendung finden und den Markt durchdringen.¹⁾
- **Neue Technologien sind erst Innovationen, wenn Sie einen hohen TRL erreicht haben.**
- **TRL = Technologiereifegrad**

1) Wikipedia Stichwort "Innovation", Zugriff 22. Mai 2019

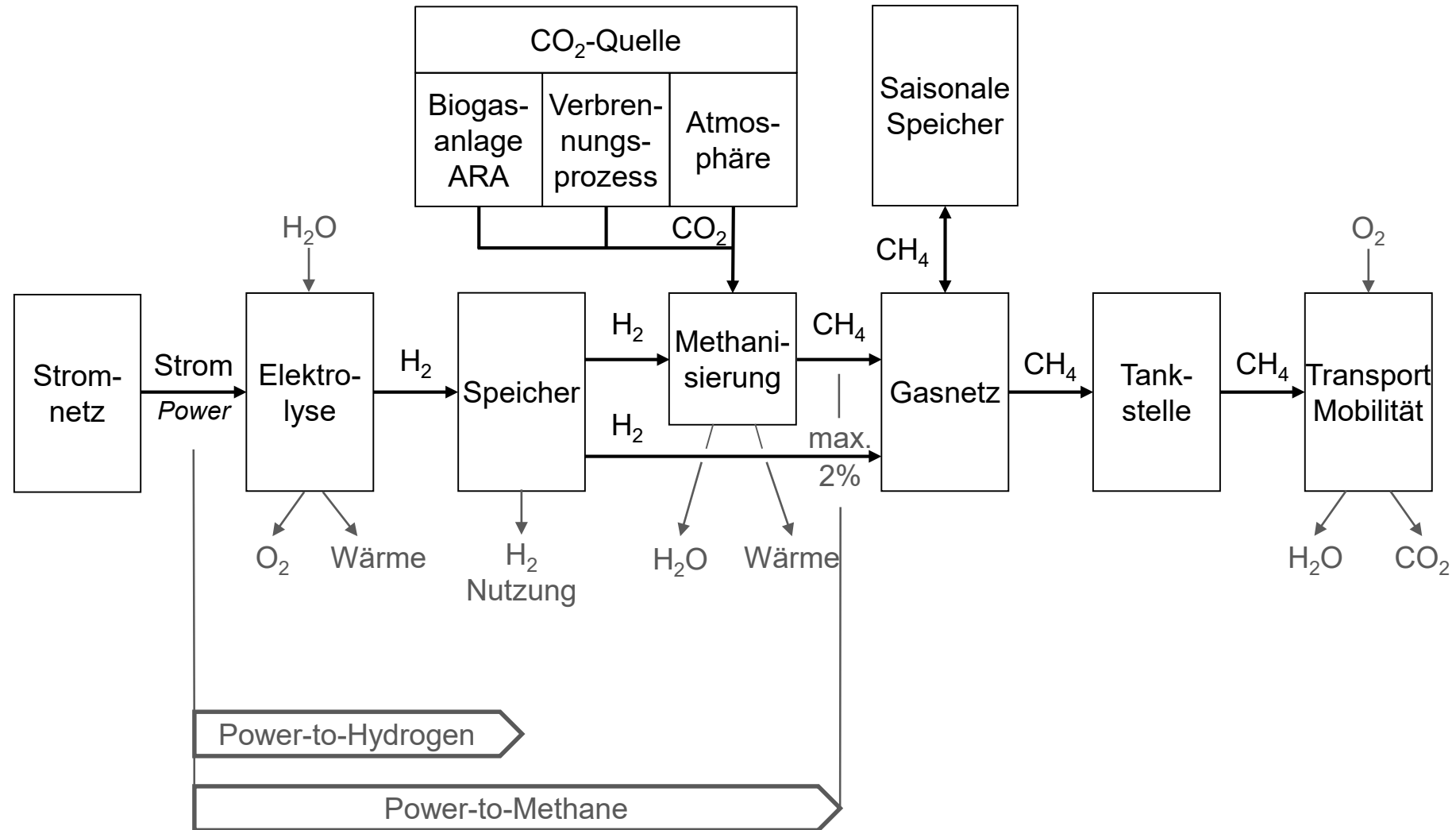
Innovationen realisieren heisst

- **TRL nach oben bringen**
- **Systeme entwickeln**
- **Umsetzen**
- **Umsetzungspartner finden**
- **Pilot- und Demonstrationsprojekte**
- **Information (Dissemination)**
- **Rahmenbedingungen**

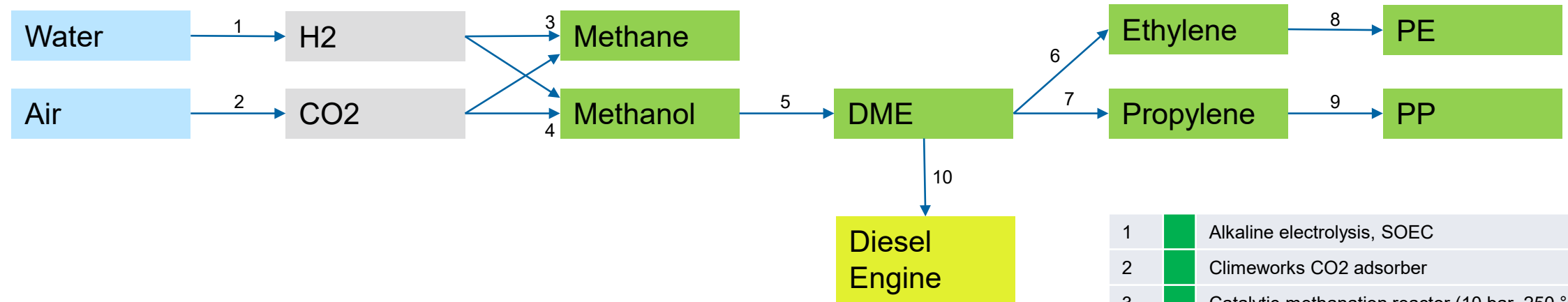


Bildquelle: Wikipedia Stichwort "Technology Readiness Level", Zugriff 22. Mai 2019

Power-to-Gas



HSR Power-to-X Demonstration Plant



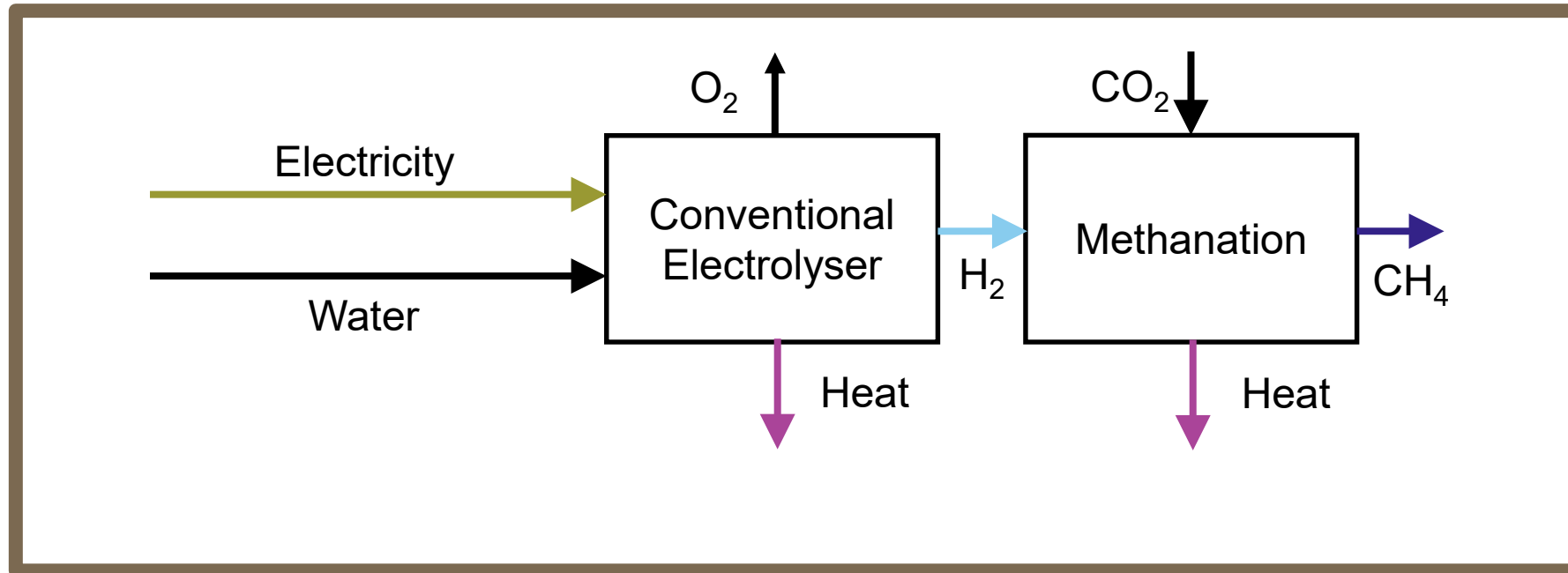
= Feedstock
 = Intermediates
 = Products
 = Application

1		Alkaline electrolysis, SOEC
2		Climeworks CO2 adsorber
3		Catalytic methanation reactor (10 bar, 250 °C)
4		Catalytic methanol reactor (50 bar, 250 °C)
5		Catalytic DME reactor (0 bar, 300 °C), ongoing
6		Catalytic ethylene reactor (0 bar, 400 °C) ongoing
7		Same reactor as 6
8		Autoclave polymerisation (30 bar, 100 °C) ongoing
9		Polymerisation, hard to achieve
10		Retrofit of Diesel engine for DME, ongoing

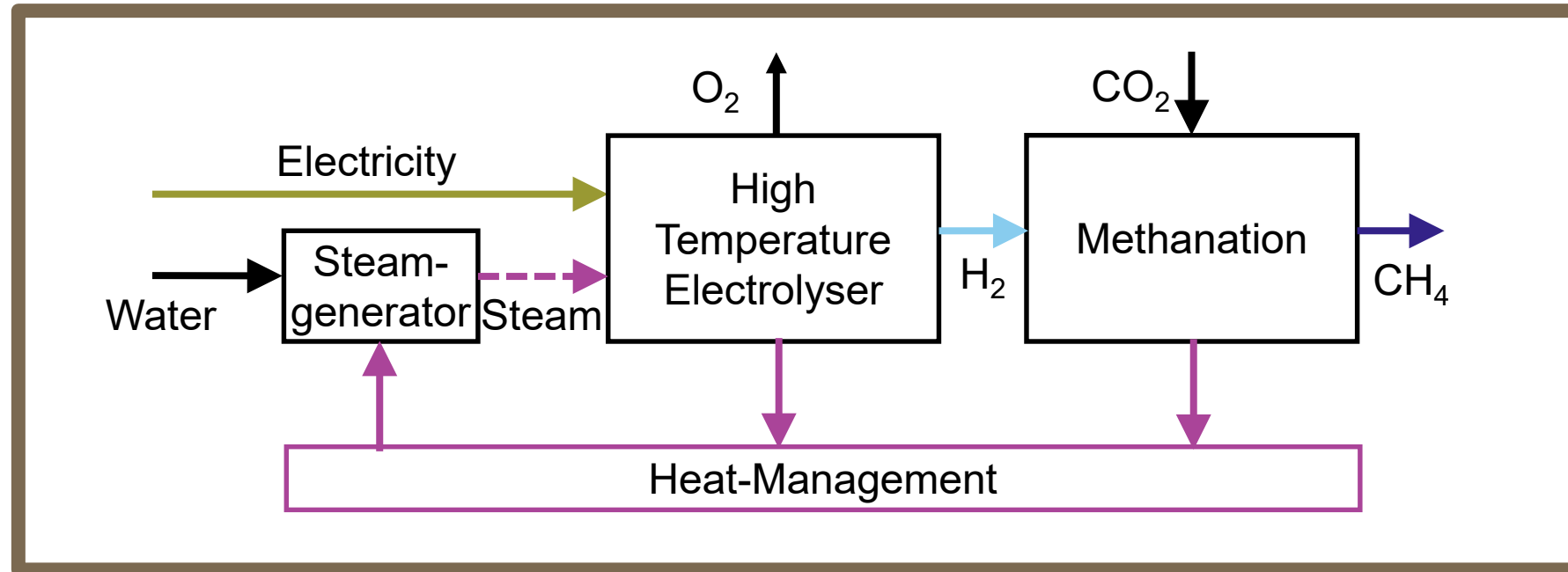
Anlagen in der Schweiz

Projekt	Ort	Elektrolyseur	H ₂	CH ₄	Status
Hybridwerk	Solothurn	350 kW _{el}	X	bald	H ₂ seit 2016, CH ₄ Inbetriebnahme

High Efficiency Power-to-Methane Pilot (HEPP)



High Efficiency Power-to-Methane Pilot (HEPP)



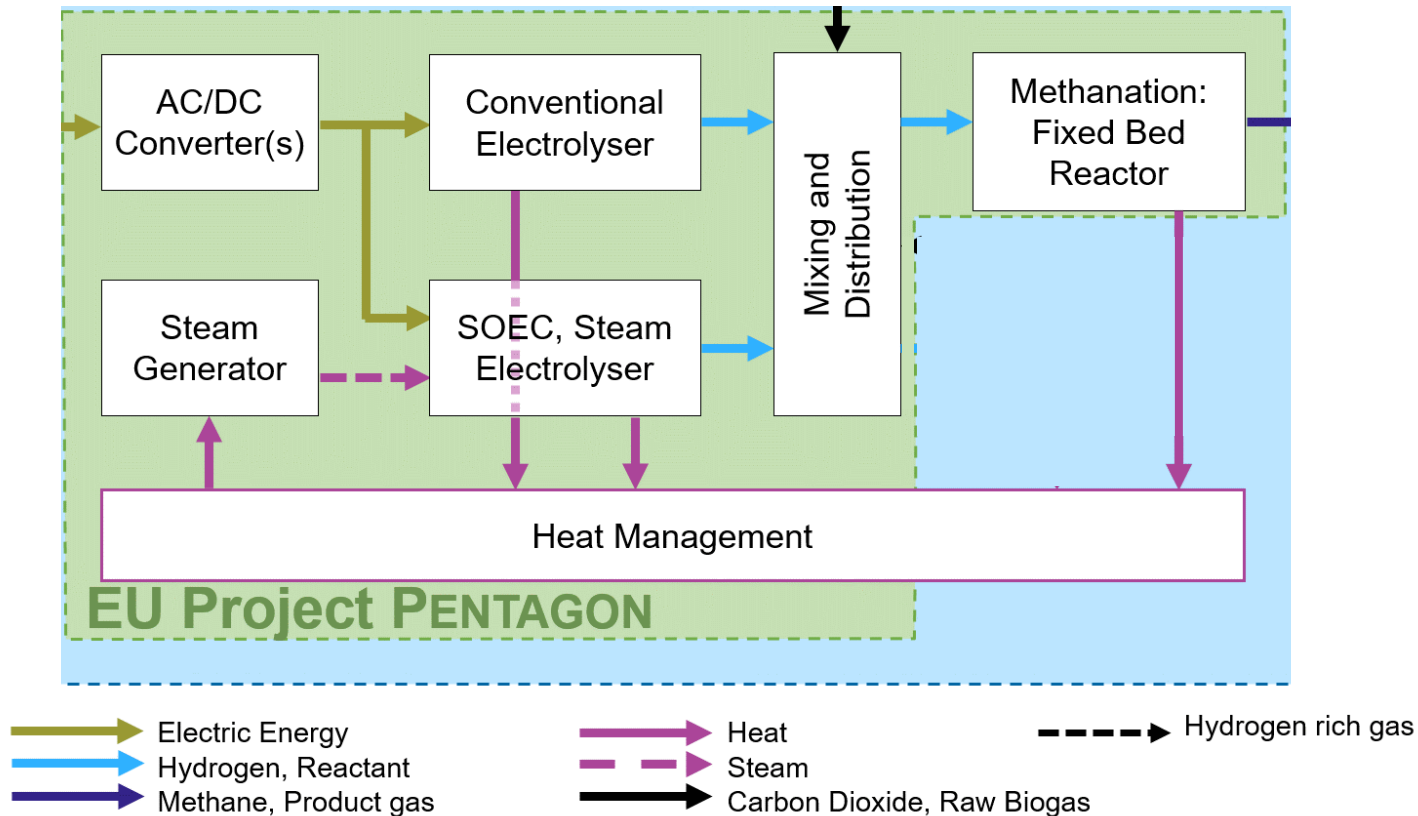
High Efficiency Power-to-Methane Pilot (HEPP)

High efficiency:

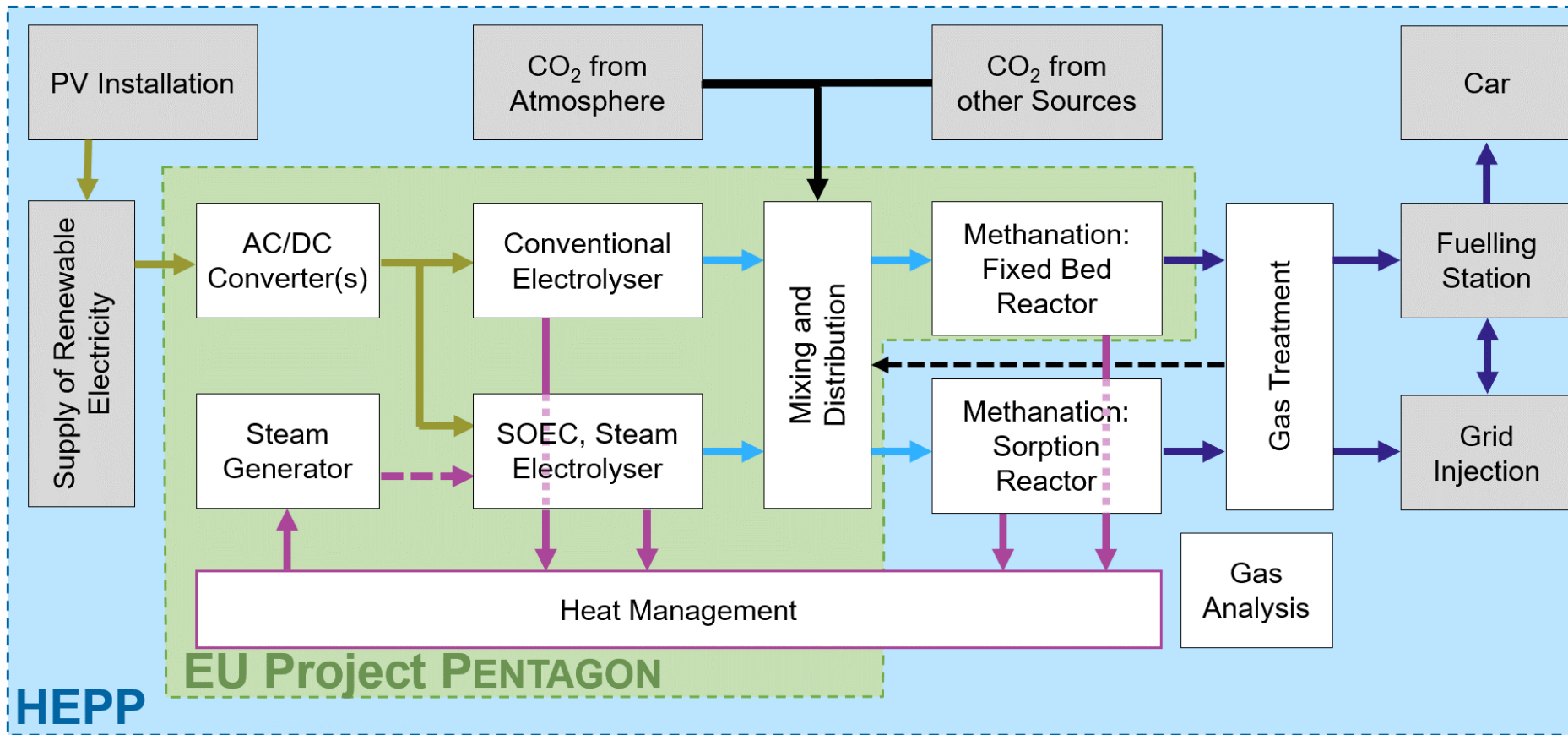
- SOEC & methanation

New technologies to improve system

- Membrane technology
- Gas composition measurement
- Two new methanation technologies



High Efficiency Power-to-Methane Pilot (HEPP)



High efficiency:

- SOEC & methanation

New technologies to improve system

- Membrane technology
- Gas composition measurement
- Two new methanation technologies

Demonstration

- PV
- CO₂ capture
- Fuelling station
- Car
- Closed carbon cycle

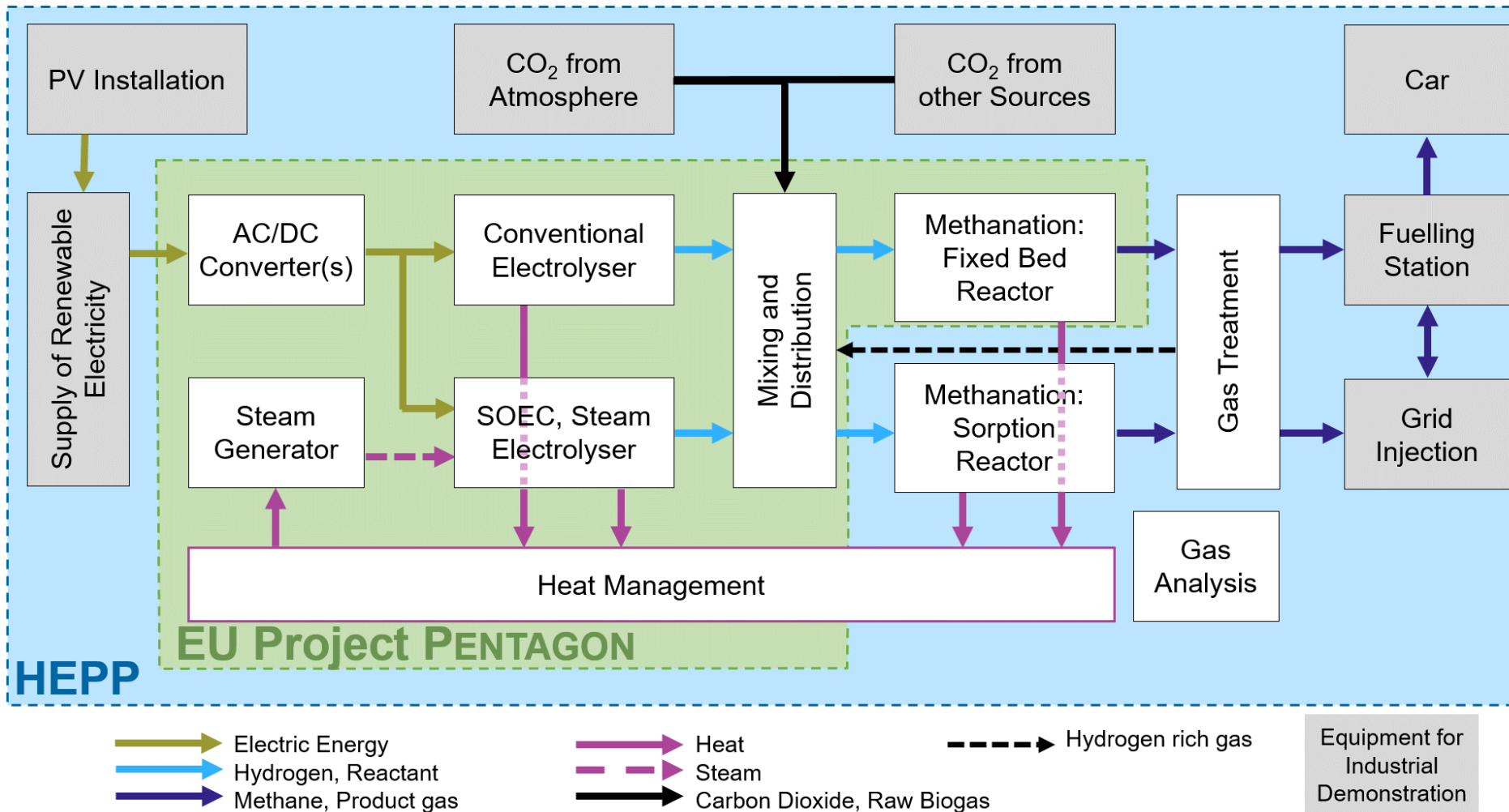
Electric Energy
 Hydrogen, Reactant
 Methane, Product gas

Heat
 Steam
 Carbon Dioxide, Raw Biogas

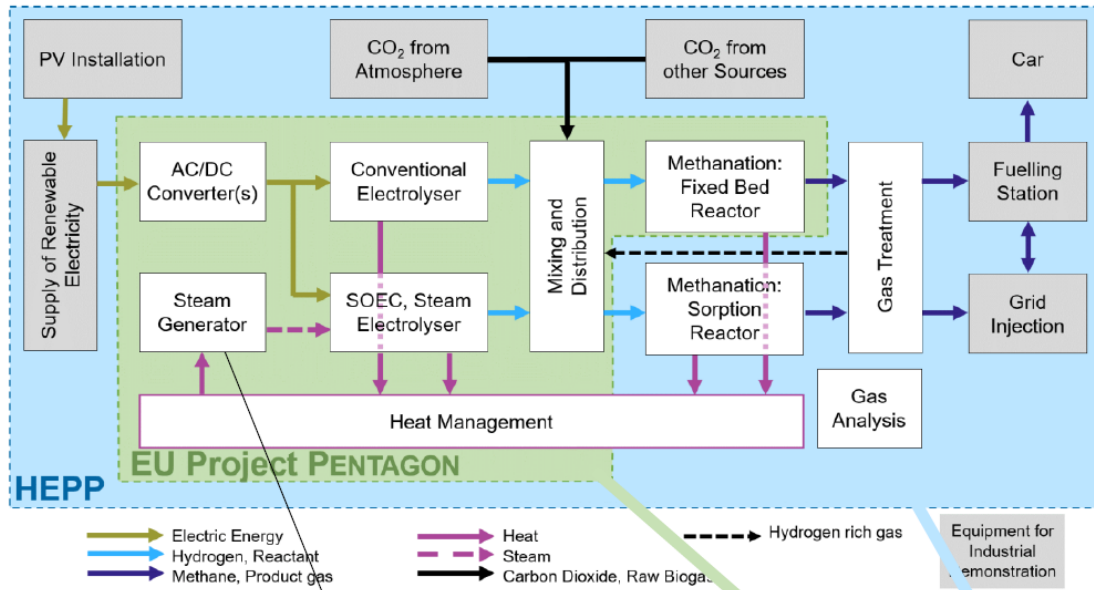
Hydrogen rich gas

Equipment for Industrial Demonstration

High Efficiency Power-to-Methane Pilot (HEPP)



High Efficiency Power-to-Methane Pilot (HEPP)



Research-Project „HotCat4Steam“
 – Steam generation fulfilling the requirements of SOEC in using heat rejected from catalytic synthesis processes.

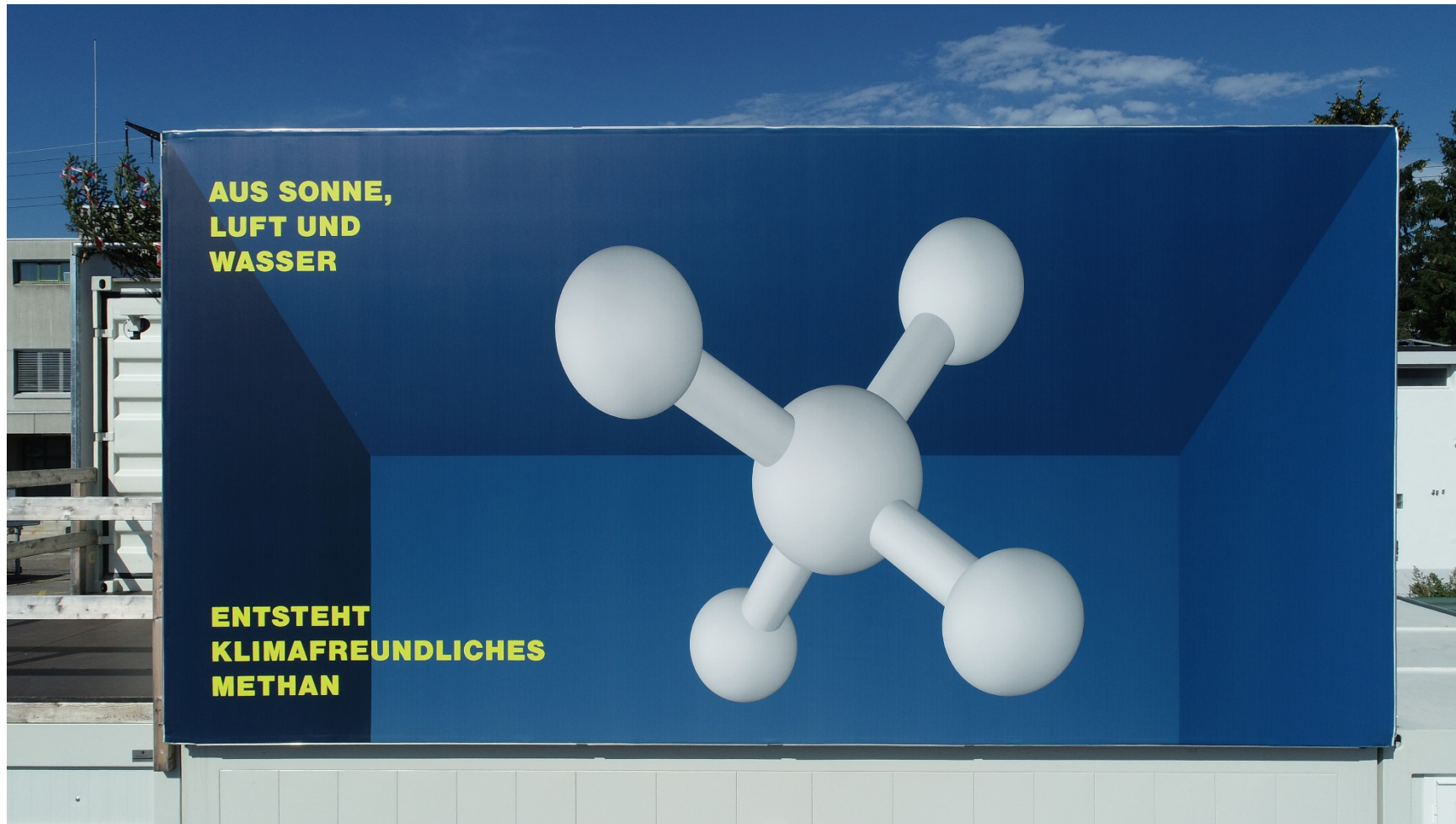
<p>HSR, IET:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Project Management – Core of steam generator – Heat integration – Control of plant 	<p>EPFL, LENI, GME:</p> <ul style="list-style-type: none"> – SOEC – Interphase to SOEC – Control of SOEC – Heat recovery
---	---

EU-Project „Pentagon“
 – Coupling of SOEC with Methanation

Project „High Efficiency Power-to-Gas Pilot“ (HEPP)
 – New Technologies: Sorption enhanced methanation, Repairable catalyst, Membrane gas treatment, Low-cost gas analysis
 – Demonstration



High Efficiency Power-to-Methane Pilot (HEPP)



Einweihung 4. Oktober 2019



High Efficiency Power-to-Methane Pilot (HEPP)



This project is co-funded by the European Union



- **Energiestrategie 2050 → massiver Ausbau erneuerbare Stromproduktion, insbesondere PV.**
- **Die Schweiz wird im Sommer zu viel Elektrizität haben.**
- **Je weniger CO₂ Emissionen im Inland und je weniger Import wir anstreben, desto mehr Power-to-X brauchen wir.**
- **Mobilität und Transport erneuerbar mit grossen Distanzen und kurze Betankungszeiten: Methan und Wasserstoff.**
- **Die HSR arbeitet intensiv an der Energiezukunft.**
- **Wer will mitmachen? Studieren Sie Erneuerbare Energien und Umwelttechnik an der HSR.**