

Informationsveranstaltung Solarstrom-Pool

ERNEUERBARE TREIBSTOFFE IN DER MOBILITÄT SIND EINE CHANCE FÜR DEN SOLARSTROM

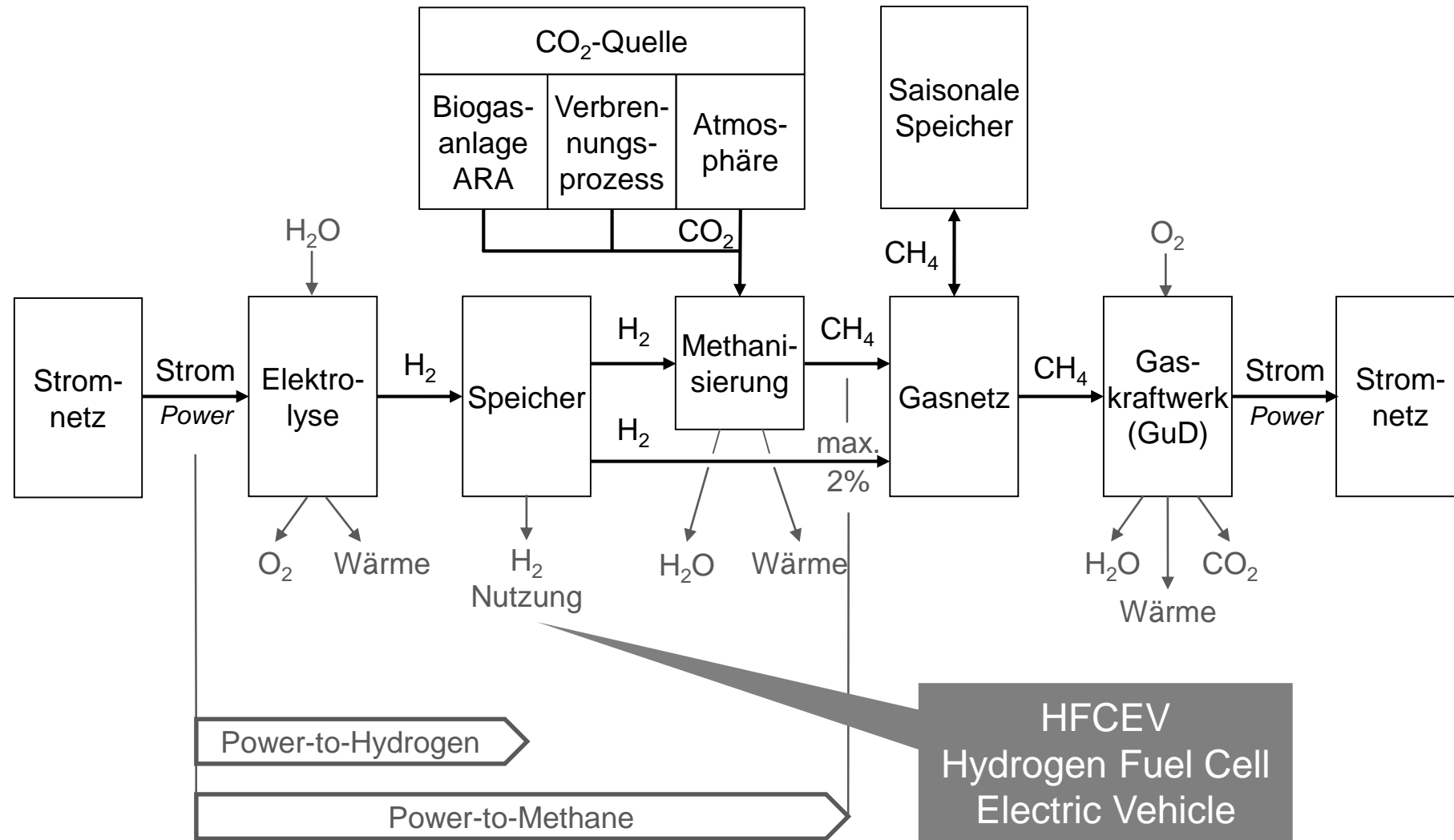
IET INSTITUT FÜR
ENERGIETECHNIK

Prof. Dr. Markus Friedl
IET Institut für Energietechnik
Weinfelden, 26. März 2019

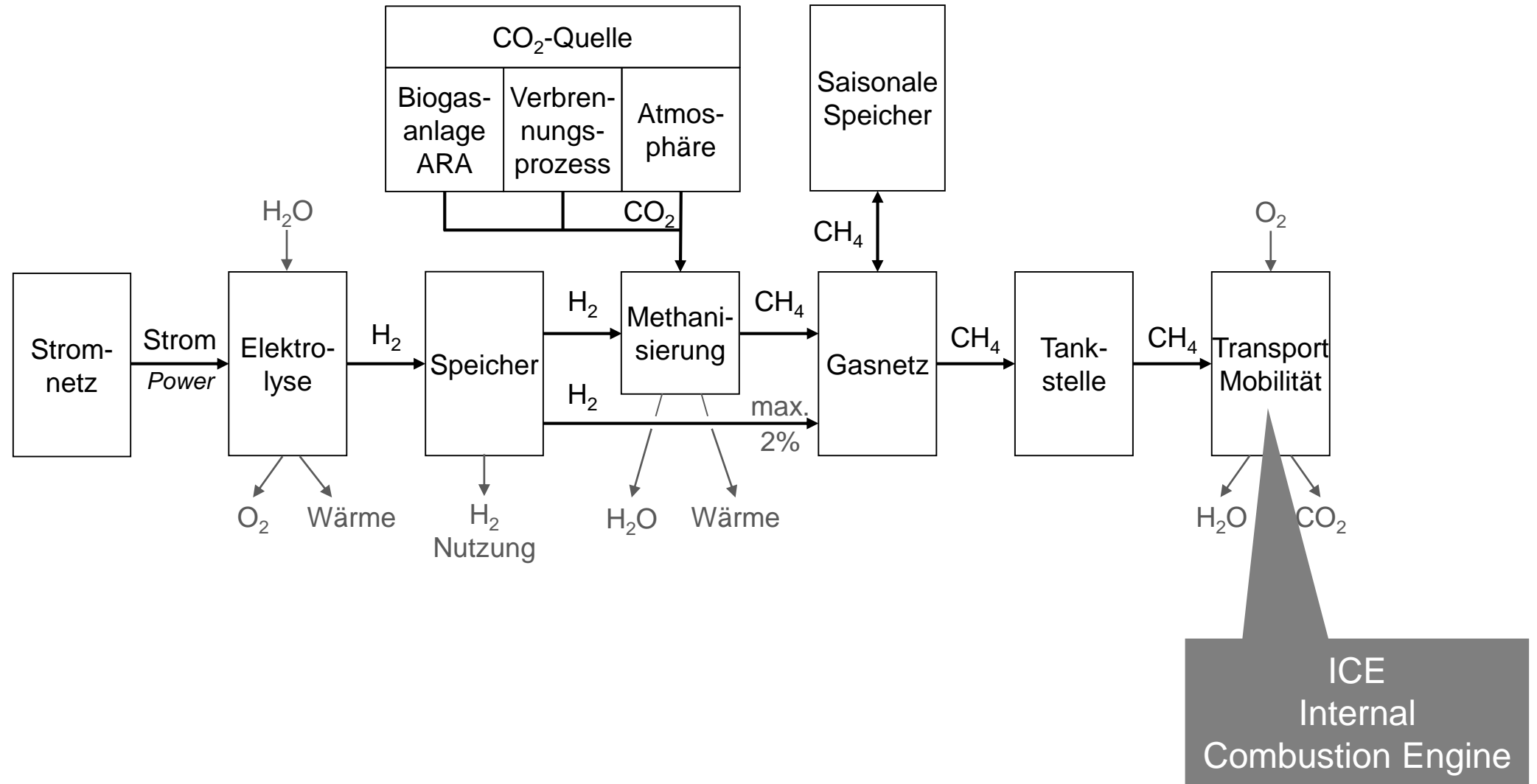
 **HSR**
HOCHSCHULE FÜR TECHNIK
RAPPERSWIL
FHO Fachhochschule Ostschweiz



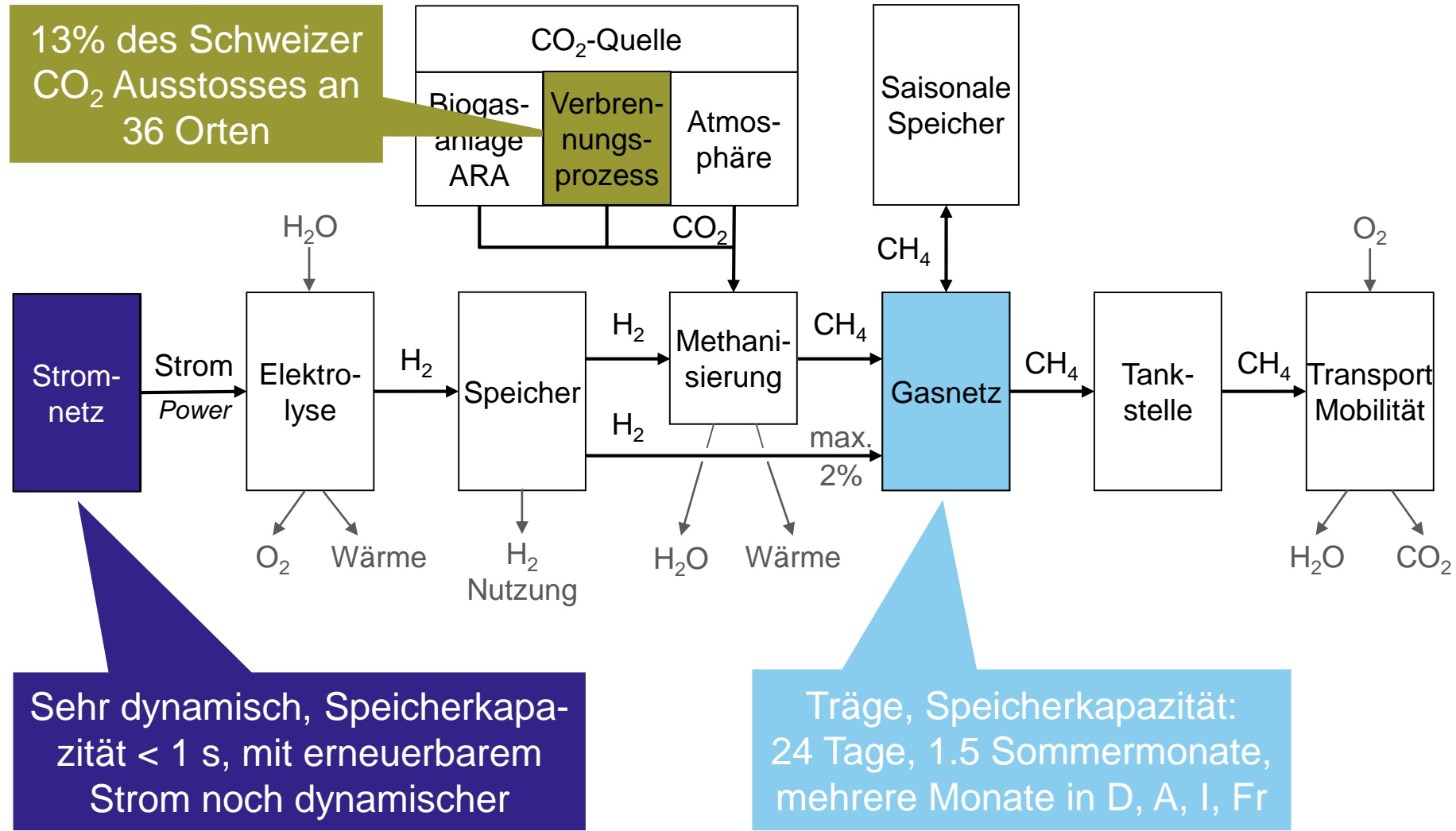
Was ist Power-to-Gas?



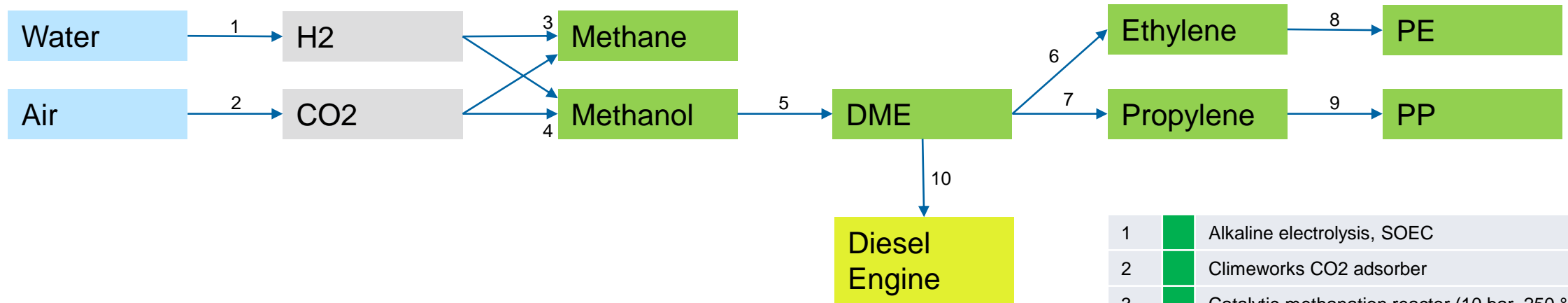
Was ist Power-to-Gas?



Rolle von Power-to-Gas in der Schweizer Energieversorgung



HSR Power-to-X Demonstration Plant



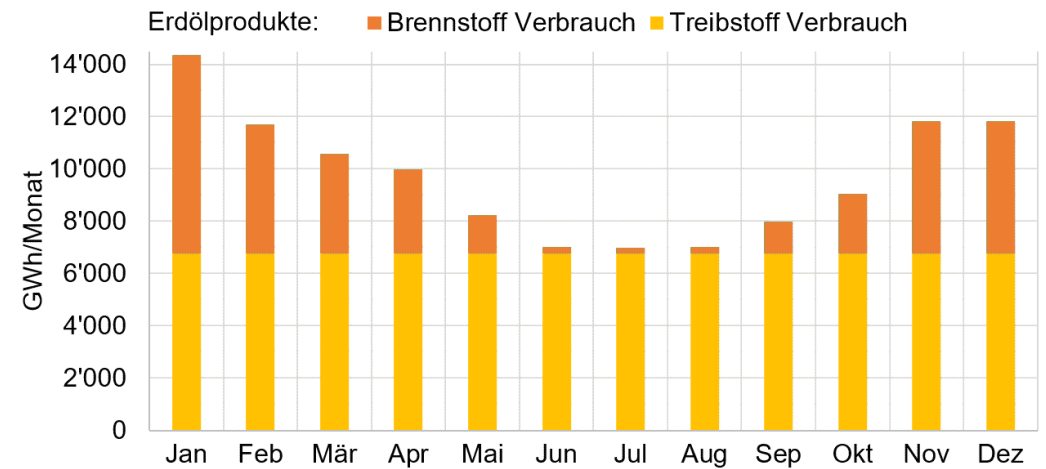
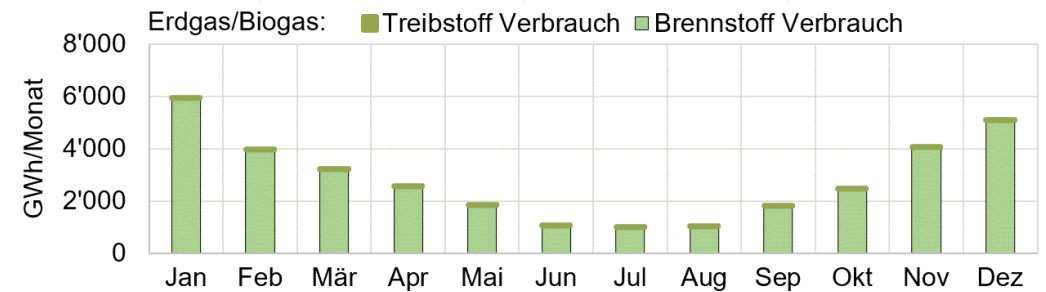
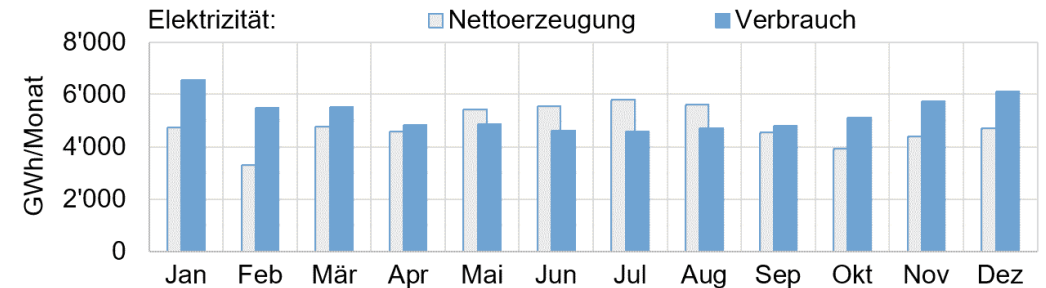
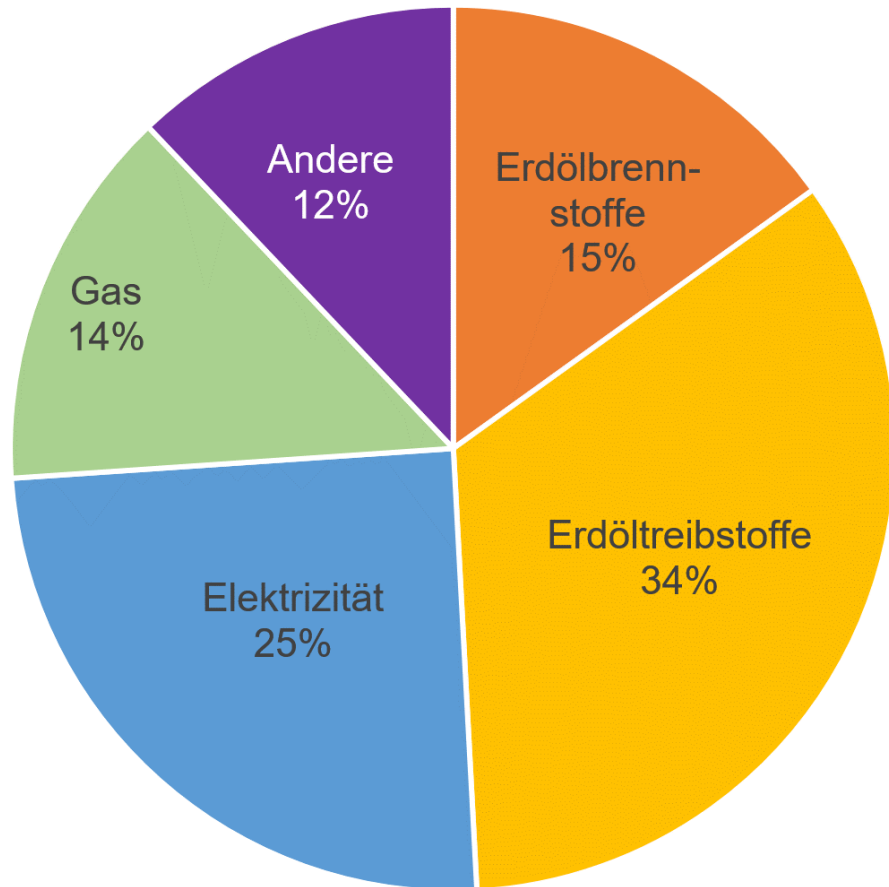
= Feedstock
 = Intermediates
 = Products
 = Application

Siehe Poster zu
White Paper Power-to-X

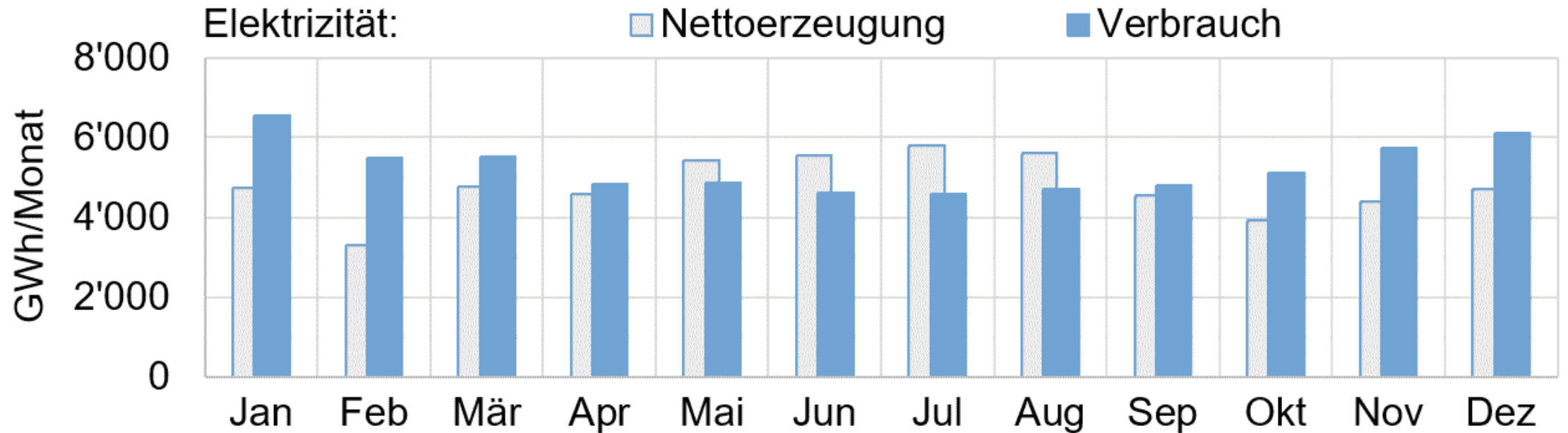
1		Alkaline electrolysis, SOEC
2		Climeworks CO2 adsorber
3		Catalytic methanation reactor (10 bar, 250 °C)
4		Catalytic methanol reactor (50 bar, 250 °C)
5		Catalytic DME reactor (0 bar, 300 °C), ongoing
6		Catalytic ethylene reactor (0 bar, 400 °C) ongoing
7		Same reactor as 6
8		Autoclave polymerisation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

Energie Endverbrauch im Jahr 2017

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



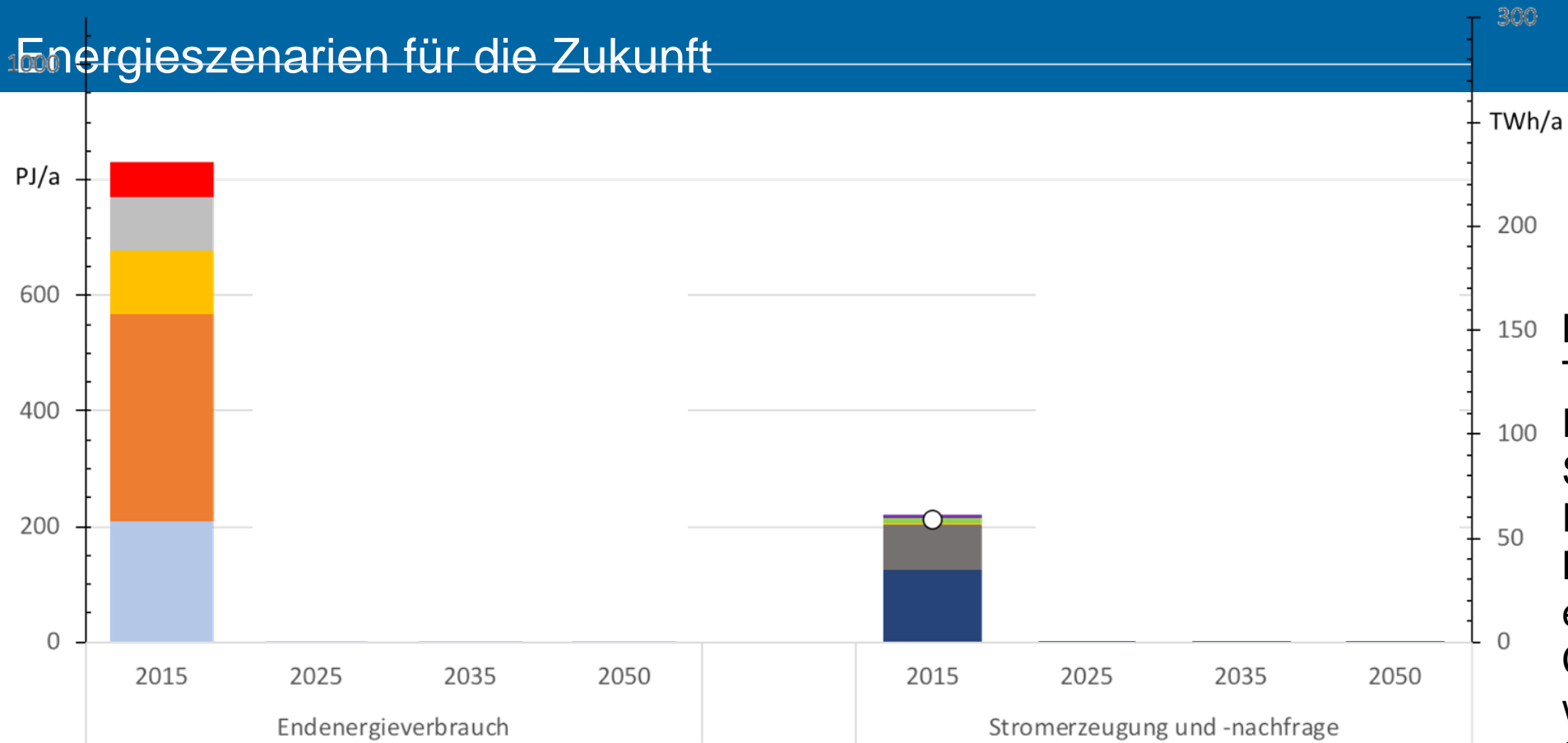
Elektrische Energie: Nettoerzeugung und Endverbrauch in der Schweiz 2017



Saisonale Speicherung:

- Chemische Speicherung ist trotz Verlusten den Batterien überlegen.
- Vier Grössenordnungen tiefere Kosten, um 1 kWh ein Jahr zu speichern.

Energieszenarien für die Zukunft

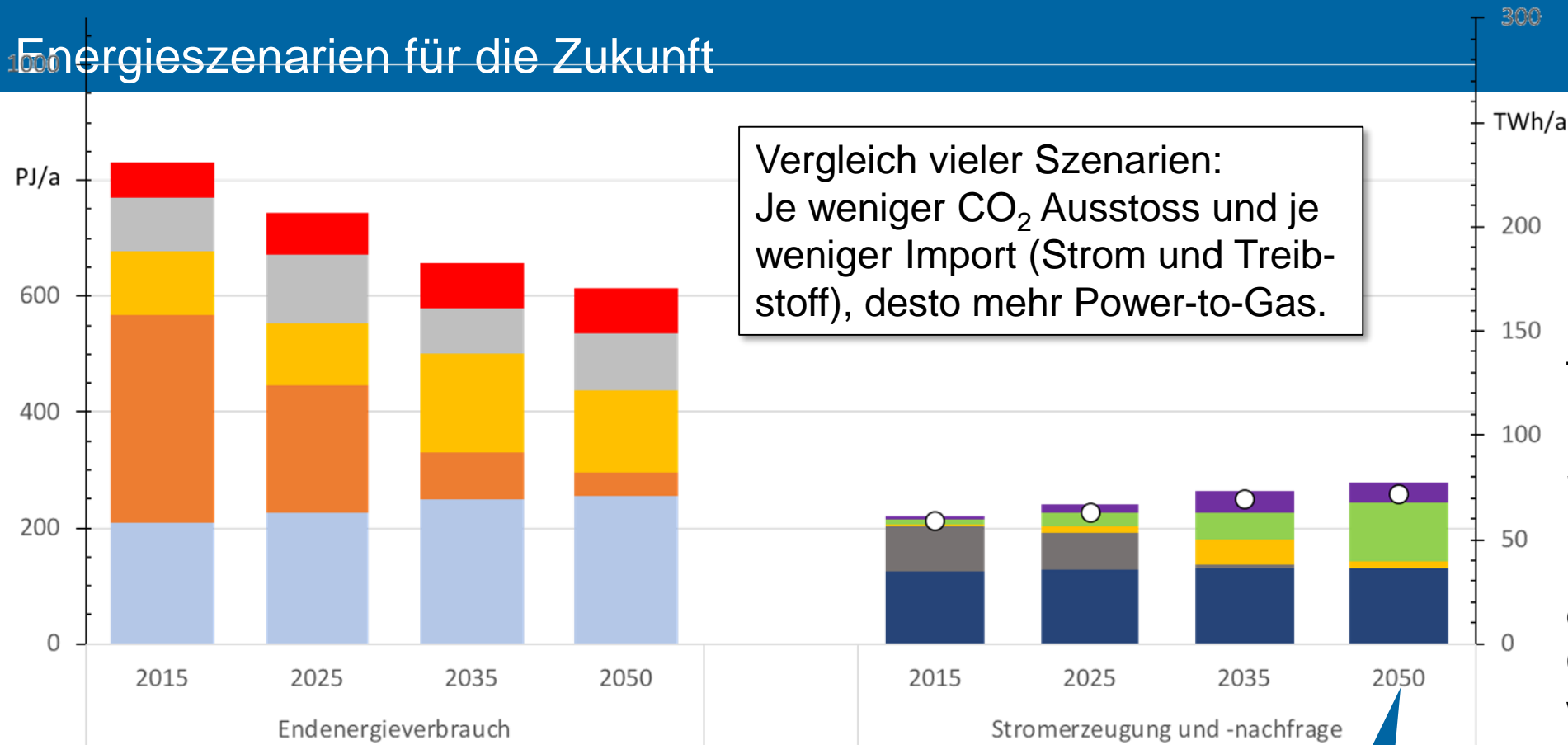


- Endenergieverbrauch:**
- Elektrizität
 - Erdgas
 - Kerosin
 - Brenn- und Treibstoffe (flüssig, exkl. Kerosin)
 - Sonstige
- Stromerzeugung und -nachfrage:**
- Wasserkraft
 - GuD-Kraftwerk
 - WKK dezentral
 - Kernenergie
 - Neuer Erneuerbare
 - Nachfrage

Mögliche Transformation des Energiesystems der Schweiz unter Einhaltung des Klimaschutzziels: die energiebedingten CO₂-Emissionen werden gegenüber 2010 bis 2050 um 60 % reduziert.

Quelle: Friedl, Kober, Ramachandran und Mühlethaler "Saisonale Flexibilisierung einer nachhaltigen Energieversorgung der Schweiz", White Paper AEE Suisse, FESS, Dezember 2018

Energieszenarien für die Zukunft



- Endenergieverbrauch:
- Elektrizität
 - Erdgas
 - Kerosin
 - Brenn- und Treibstoffe (flüssig, exkl. Kerosin)
 - Sonstige
- Stromerzeugung und -nachfrage:
- Wasserkraft
 - GuD-Kraftwerk
 - WKK dezentral
 - Kernenergie
 - Neuer Erneuerbare
 - Nachfrage

4.8 TWh
6 % für PtG

Mögliche Transformation des Energiesystems der Schweiz unter Einhaltung des Klimaschutzziels: die energiebedingten CO₂-Emissionen werden gegenüber 2010 bis 2050 um 60 % reduziert.

Quelle: Friedl, Kober, Ramachandran und Mühlethaler "Saisonale Flexibilisierung einer nachhaltigen Energieversorgung der Schweiz", White Paper AEE Suisse, FESS, Dezember 2018

Herausforderungen Power-to-Gas mit PV:

Effizienz Power-to-Methane: $50\% (\dot{m}_{CH_4} \cdot H_o) / \dot{W}_{el}$

Herstellkosten (HK):

- Dominiert durch Kosten für Elektrizität
- "Nur" ca. 1'000 kWh/kW_p
- Ohne Investition:
HK Methan \approx Kosten Elektrizität · 2
- Kosten Elektrizität mit NNE
- Vergleich mit Preis für Schweizer Biogas:
14 Rp/kWh

Ökologie:

- Befreiung Mineralölsteuer wenn 40% weniger CO₂ als Benzin
- Elektrizität mit weniger als 90 g_{CO2}/kWh_{el}

Costs ¹		New power plants	
		Current ⁸	2020
Electricity generation costs ⁴ (Rp./kWh)	6 kW	31 (20-35)	24-27 (15-31)
	10 kW	27 (18-31)	22-25 (14-28)
	30 kW	22 (14-26)	18-20 (12-23)
	100 kW	15 (10-18)	12-14 (8-16)
	1000 kW	12 (8-13)	9-11 (6-14)
Life-cycle GHG emissions ^{1,5,6} (g CO ₂ eq/kWh)	multi-c Si	60 (39-69)	35-66
	single-c Si	95 (62-109)	56-104
	thin-film CdTe	38 (25-43)	23-42
	ribbon-Si	67 (43-76)	n.a.
	a-Si	63 (41-72)	n.a.
	thin-film CIS	53 (34-61)	n.a.

Quelle: Bauer, Ch.; Hirschberg, S.; Bäuerle, Y.; Biollaz, S.; Calbry-Muzyka, A.; Cox, B.; Hecks, T.; Lehnert, M.; Meier, A.; Prasser, H.-M.; Schenler, W.; Treyer, K.; Vogel, F.; Wieckert, H.C.; Zhang, X.; Zimmermann, M.; Burg, V.; Bowman, G.; Erni, M.; Saar, M.; Tran, M.Q.: "Potentials, costs and environmental assessment of electricity generation technologies. Final Report, Hg. v. Bundesamt für Energie (BFE), November 2017

Gesamtenergiesystem Schweiz

- Energiestrategie 2050 → massiver Ausbau erneuerbare Stromproduktion, insbesondere PV.
 - Wir werden im Sommer zu viel Elektrizität haben.
 - Je weniger CO₂ Emissionen im Inland und je weniger Import wir anstreben, desto mehr Power-to-Gas brauchen wir.
 - Mobilität und Transport erneuerbar mit grossen Distanzen und kurze Betankungszeiten: Methan und bald Wasserstoff sind die Optionen.
-
- Der Ausstoss einer Tonne CO₂ sollte mindestens 1'000 Fr. kosten. → Viele erneuerbare Technologien werden sich durchsetzen.

Power-to-Gas mit PV

- 40% weniger CO₂ Ausstoss im Vergleich mit Benzin mit PV erreichbar.
- PV Strom mit 1'000 kWh/kW_p und seine Kosten machen Wirtschaftlichkeit von Power-to-Gas nur mit PV Strom schwierig.
- Netznutzungsentgelt verunmöglicht Power-to-Gas mit Strom aus dem Netz.
- Power-to-Gas sinnvoll im Kontext des gesamten Energiesystems (inklusive PV Strom)