Kommen nach den Forschungsprojekten und Demonstratoren jetzt die PtX-Grossanlagen?

Christian Bach
Abteilung Fahrzeugantriebssysteme

Empa
Materials Science and Technology

erneuerbare anstelle von fossiler Energie

Netto Null CO_2

Negative CO_2-Emissionen

bis 2050

Nutzung bestehender Handelsmechanismen und Infrastrukturen

Bundesrat, 28.08.2019

Empa
Materials Science and Technology

Inhalt

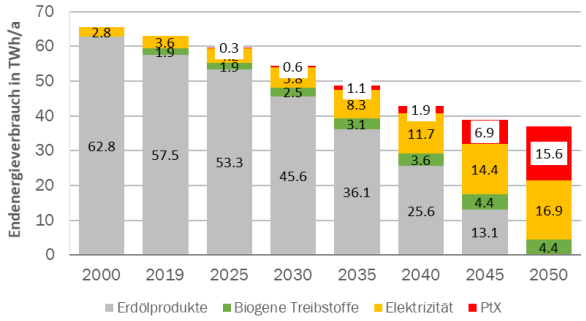
1. **Der Bedarf der Schweiz**
2. **Die Herstellung**
3. **Das Potential für negative CO_2-Emissionen**
4. **Zusammenfassung**

Bedarf an nachhaltigen (synthetischen) Energieträgern

im Strassenverkehr, Flugverkehr und industriellen Prozessen

Strassenverkehr

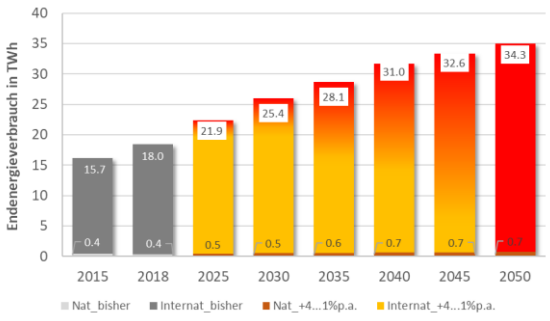
PtX-Bedarf: 16 TWh_{th}/a bis 2050



Quelle: BFE Energieperspektiven 2050+, Szenario «ZERO Basis»

Flugverkehr ab CH (National + International)

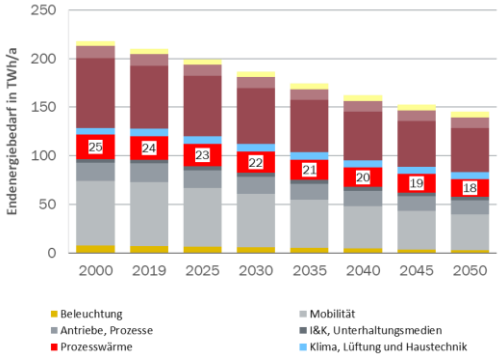
PtX-Bedarf: >30 TWh_{th}/a bis 2050



Quelle: BAFU THG-Inventar; ab 2020: +4 … 1%p.a. (eigene Annahme)

Industrielle Prozesswärme in CH

PtX-Bedarf: bis 18 TWh_{th}/a bis 2050



Quelle: BFE Energieperspektiven 2050+, Szenario «ZERO Basis»

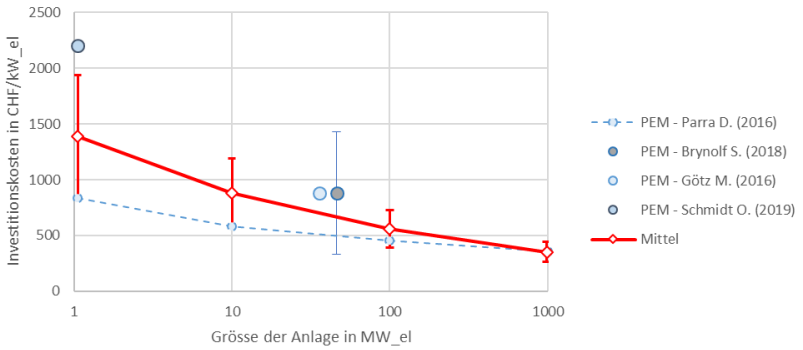
Um den Strassen- und Luftverkehr sowie industrielle Hochtemperaturprozesse vollständig auf erneuerbare Energie umzustellen, werden **30 – 60 TWh_{th}** an erneuerbaren synthetischen Energieträgern benötigt (oben rot eingefärbt).

Empa
Materials Science and Technology

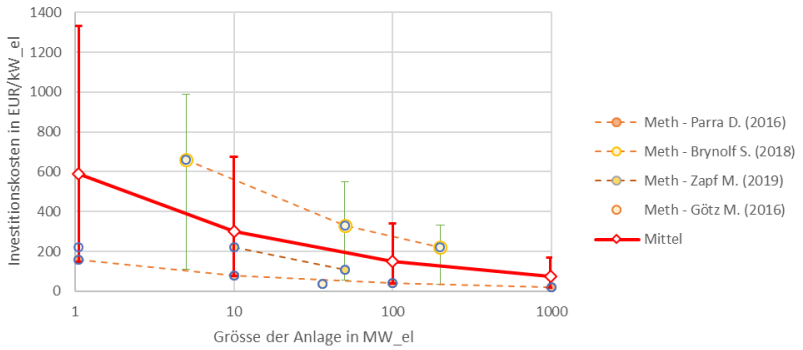
Investitionskosten

Die Grösse der Produktionsanlage macht den Unterschied

PEM Elektrolyse



Methanisierung

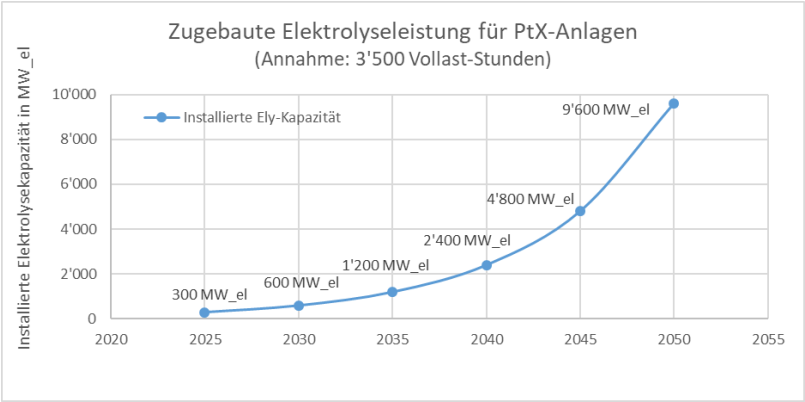


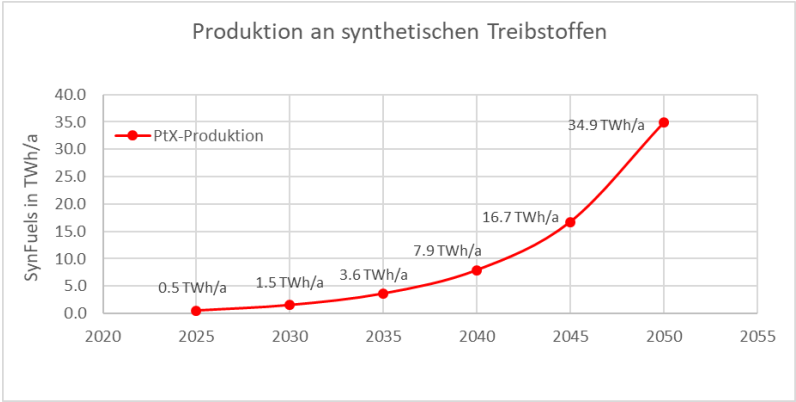
Die spezifischen Investitionskosten halbieren sich pro Grössenordnung grösserer Anlagen
(eine 10 x grössere Anlage kostet 5 x mehr)

Empa
Materials Science and Technology

Notwendiger Zubau von PtX-Anlagen

Hohe Dringlichkeit für die Initiierung von Grossanlagen (>300 MW_{el})





Um den minimalen Bedarf an erneuerbaren synthetischen Energieträgern zu decken, müsste 2025 eine erste 300 MW_{el}-Anlage in Betrieb gehen und danach alle 5 Jahre die jeweils doppelte der bestehenden Kapazität zugebaut werden.

Empa
Materials Science and Technology

Woher kommt die erneuerbare Energie?

Aus einheimischen und ausländischen Quellen

Effizienz ist entscheidend
(da begrenzt)

Transport ist entscheidend
(da weit weg)

erneuerbare elektrische Energie

- Wasserkraft
- Photovoltaik
- Windenergie
- zzgl. Biogas, Holz aus CH

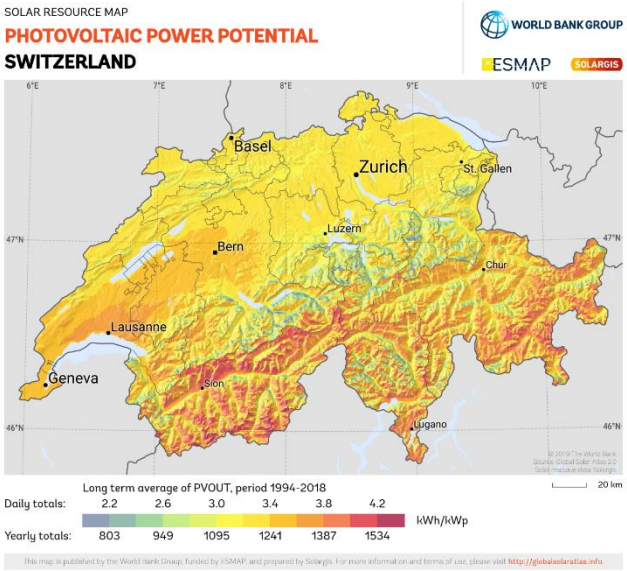
erneuerbare chemische Energieträger

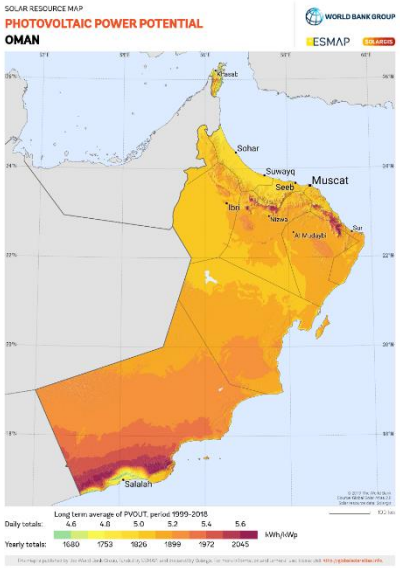
- Synthetische Kohlenwasserstoffe
(synMethan, synKerosin, synDiesel, synBenzin)
- Wasserstoff
- zzgl. Import von erneuerbarem Strom aus EU

Empa
Materials Science and Technology

Technical PV potential in Wüstenregionen

2 – 2.5 x mehr PV- und Windkraftertrag in Wüstenregion





In Wüstenregionen kann pro installierte PV- (oder Windkraft)-Leistung 2 – 2.5 Mal mehr Strom erzeugt werden.

Dachfläche Schweiz:	267 km^2
Geeignete PV-Fläche:	151 km^2
Installierte PV-Leistung:	**24.7 GW$_p$**
Stromproduktion:	**24.6 TWh/a**

Quelle: EPFL (2018);
PV-Model: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#api_5.2

	fest	Sonnen-Tracking
PV area:	151 km^2	
Installed PV-power:	**24.7 GW$_p$**	
Electricity produced:	**47.9 TWh/a**	**62.4 TWh/a**

Quelle: renewables.ninja

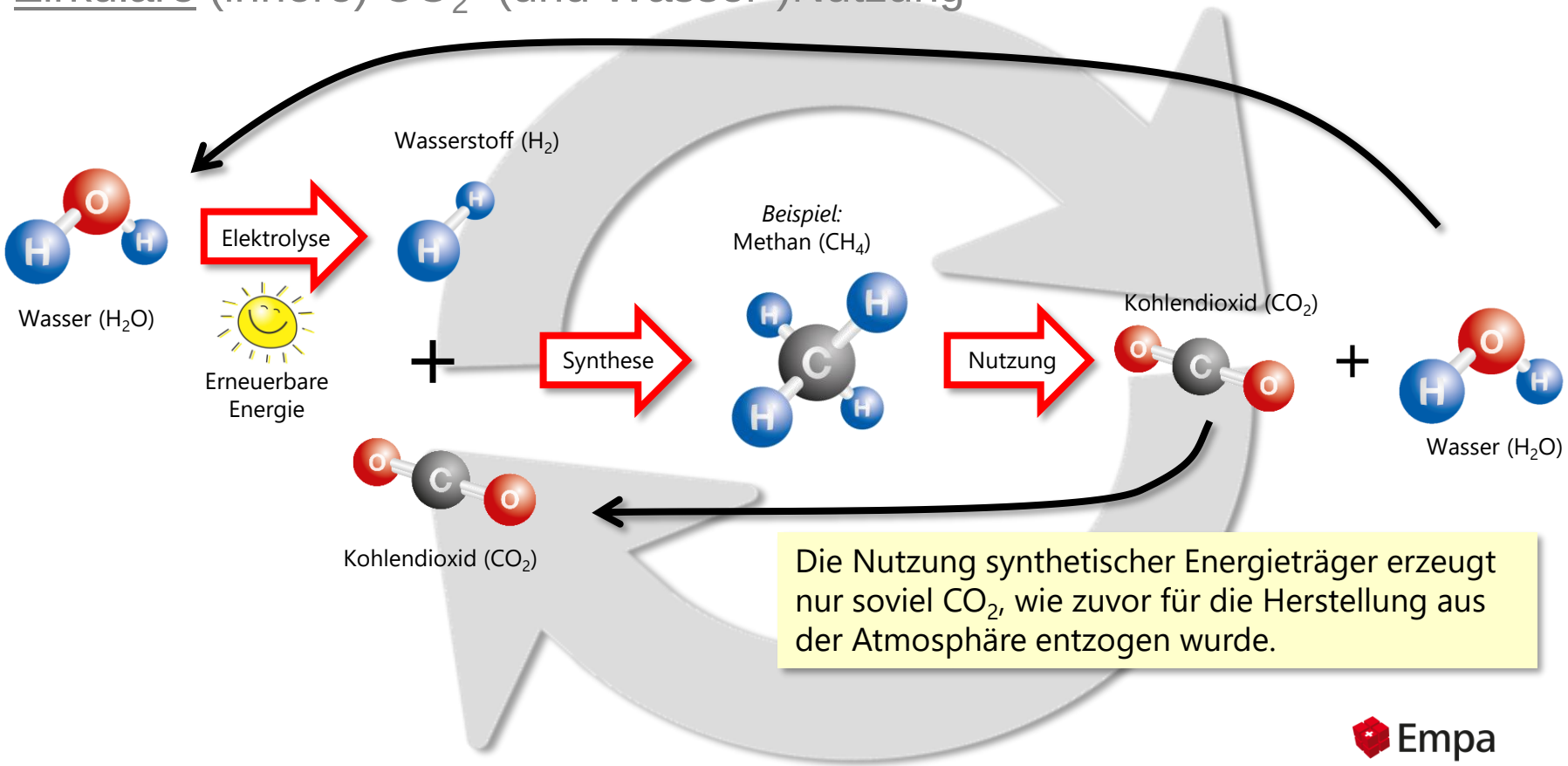
Empa
Materials Science and Technology

Inhalt

1. Der Bedarf der Schweiz
2. **Die Herstellung**
3. Das Potential für negative CO_2-Emissionen
4. Zusammenfassung

Was sind synthetische Energieträger?

Zirkuläre (innere) CO_2- (und Wasser-)Nutzung

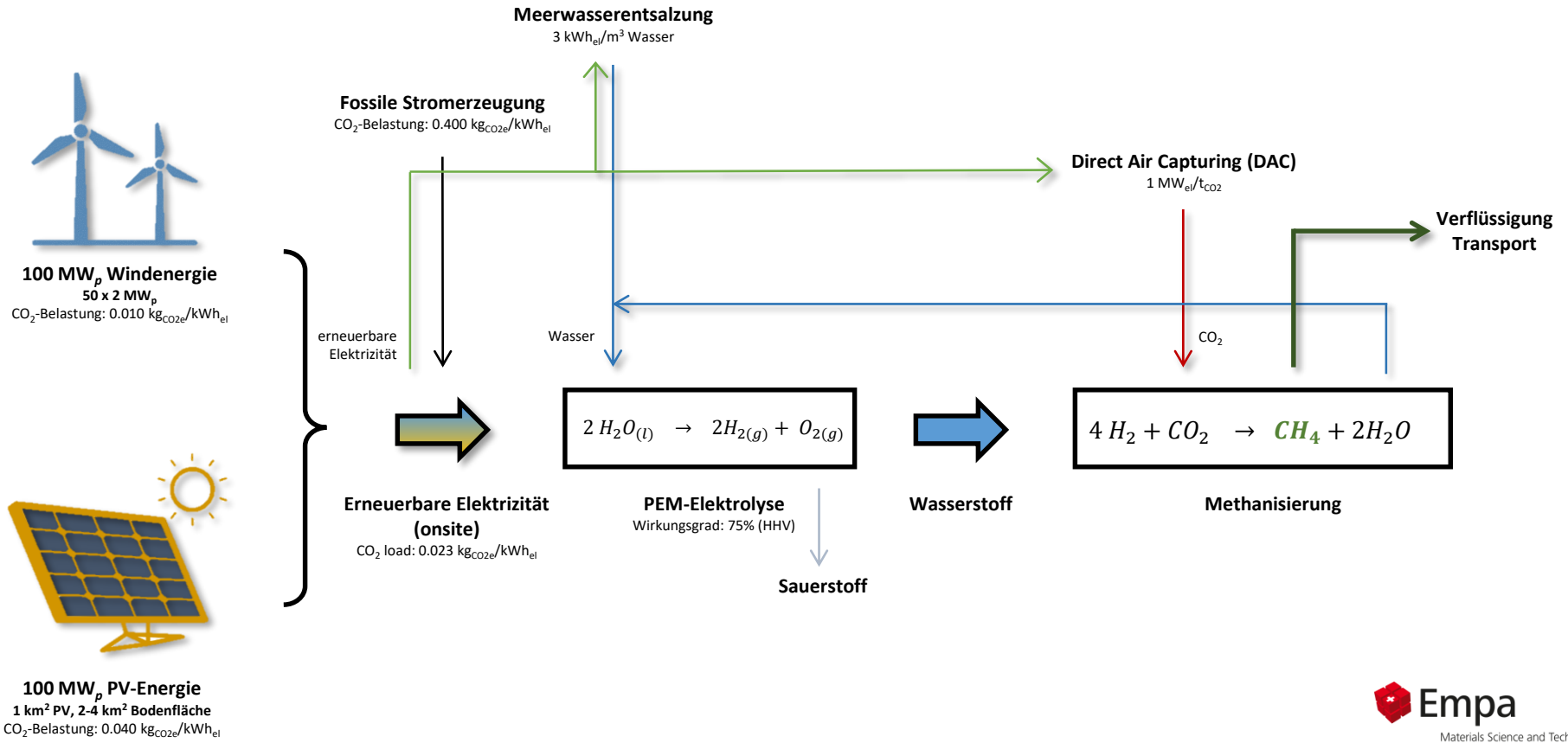


Die Nutzung synthetischer Energieträger erzeugt nur soviel CO_2, wie zuvor für die Herstellung aus der Atmosphäre entzogen wurde.

Empa
Materials Science and Technology

Industrielle PtG-Anlage im Sonnengürtel

Konzeptionelle Betrachtung



Empa
Materials Science and Technology

Industrielle PtG-Anlage im Sonnengürtel

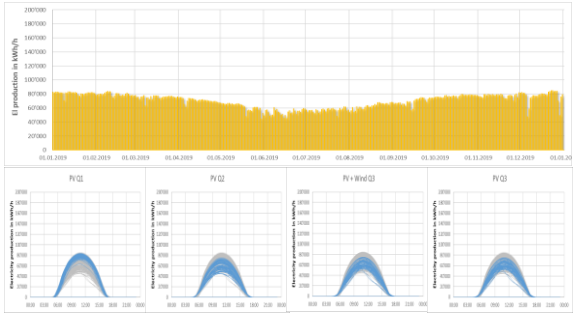
Energetische Betrachtung

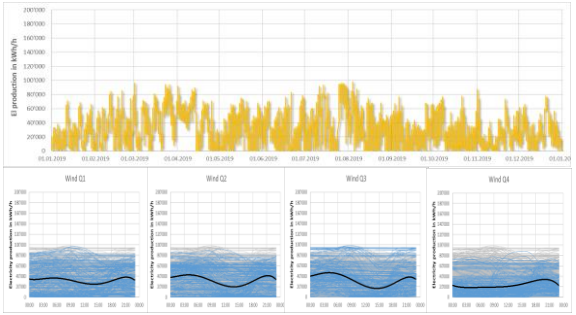
Stromerzeugung mittels PV
Installierte Leistung: 100 MW_p
PV-Fläche: 0.8 km^2
Produzierte Elektrizität: 190 GWh_{el}/a

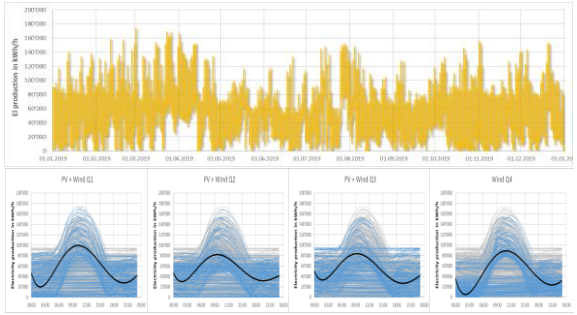
Stromerzeugung mittels Windkraft
Installierte Leistung: 100 MW_p
Anzahl Windturbinen: 50 x 2 MW_p
Produzierte Elektrizität: 260 GWh_{el}/a

Kombinierte PV- und Windproduktion

Produzierte Elektrizität: 450 GWh_{el}/a







Daten: renewables.ninja 2019

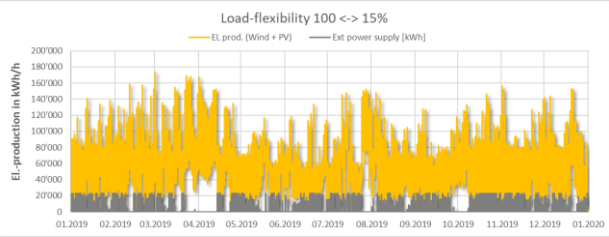
Tagesproduktionsprofile pro Quartal

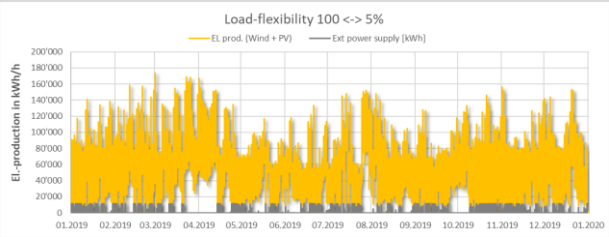
Das Erzeugungsprofil für PV- und Windelektrizität ist stark fluktuierend. Entweder müssen grosse Mengen Strom oder Wasserstoff zwischengespeichert werden können oder die Produktion synthetischer Energieträger ist hochgradig «last-flexibel».

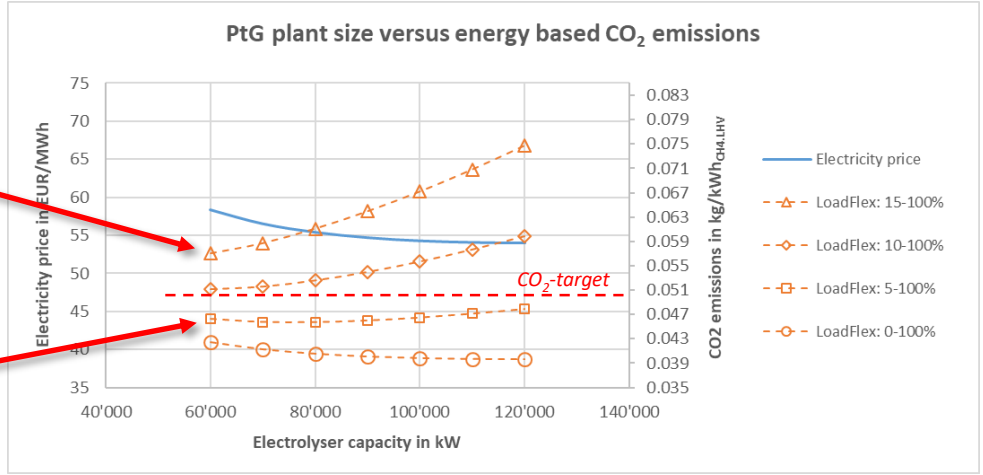
Empa
Materials Science and Technology

Industrielle PtG-Anlage im Sonnengürtel

Auswirkungen der Last-Dynamik auf den CO_2-Footprint







fossiles Erdgas: 0.25 kg_{CO2e}/kWh_{LHV}

Zielwert synth. Methan: 0.05 kg_{CO2e}/kWh_{LHV} (-80%)

Je last-flexibler die Anlage sein kann, desto weniger externe (fossile) Elektrizität ist notwendig.

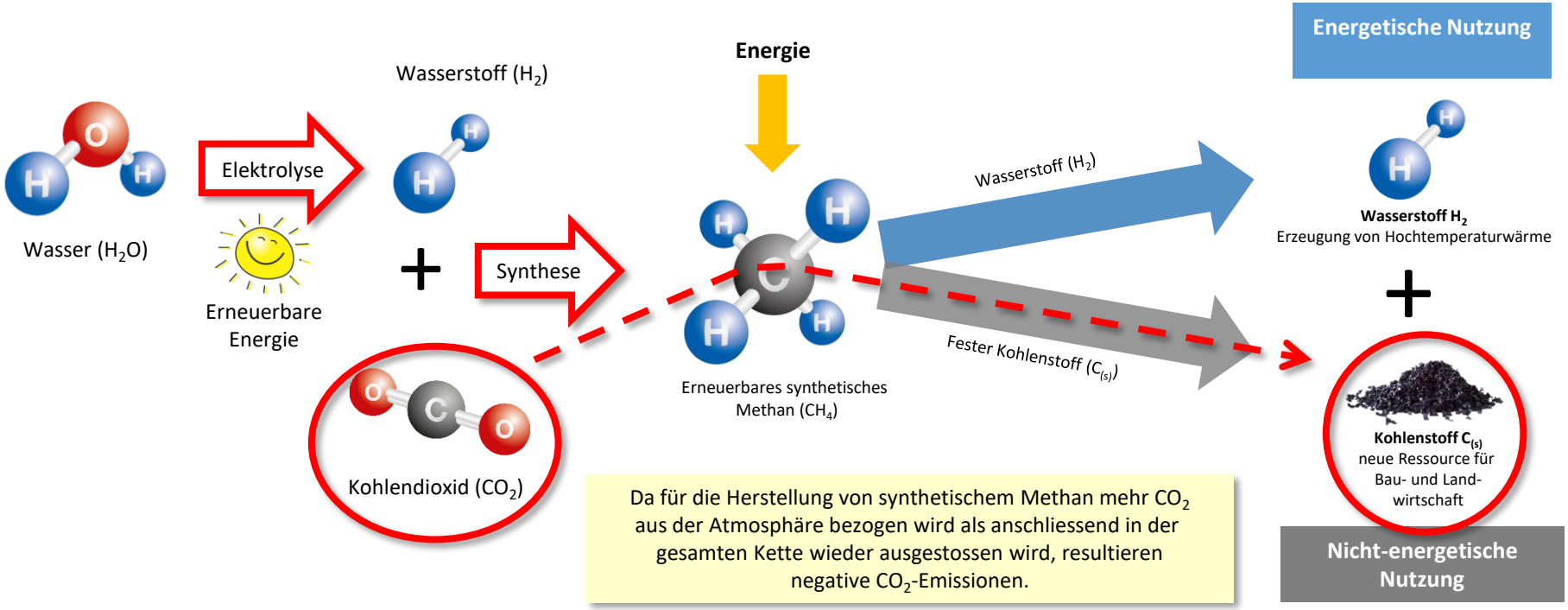
Empa
Materials Science and Technology

Inhalt

1. Der Bedarf der Schweiz
2. Die Herstellung
3. **Das Potential für negative CO_2-Emissionen**
4. Zusammenfassung

Was sind fossile und was sind synthetische Energieträger?

Wasserstoff aus synthetischem Methan mit negativen CO_2-Emssionen



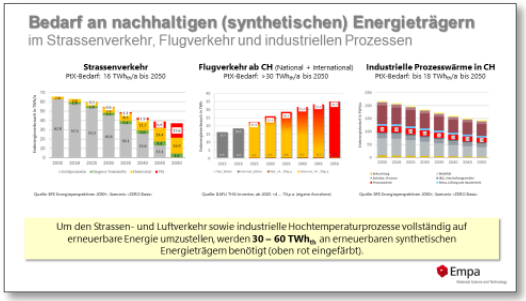
Da für die Herstellung von synthetischem Methan mehr CO_2 aus der Atmosphäre bezogen wird als anschliessend in der gesamten Kette wieder ausgestossen wird, resultieren negative CO_2-Emissionen.

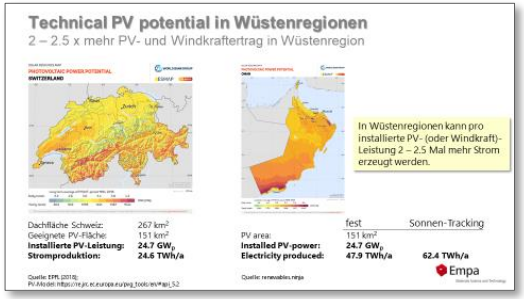
Ein Projekt des Vereins zur Dekarbonisierung der Industrie (VzDI)
Tech Cluster Zug AG, V-ZUG AG, Metall Zug AG, AVAG AG, Partners Group, Accelleron Industrial, SHL Medical AG, VZ Depotbank AG, WWZ AG, Sika AG, Amag Group AG, Siemens AG, Sulzer, Holcim, Empa

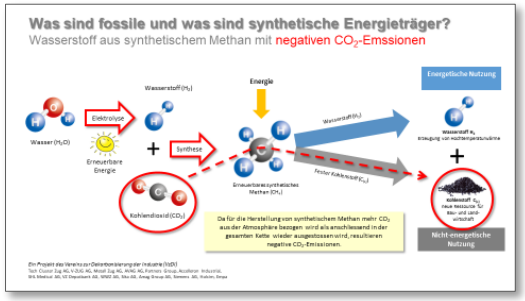
Inhalt

1. Der Bedarf der Schweiz
2. Die Herstellung
3. Das Potential für negative CO_2-Emissionen
4. **Zusammenfassung**

Summary







Der Bedarf an synthetischen Energieträgern gemäss Energieperspektiven 2050+ des BFE liegt bei jährlich 30 – 60 TWh.

Um diese Menge in Jahr 2050 verfügbar zu haben, muss «umgehend» mit der Realisierung von **Gross-anlagen** begonnen werden.

Synthetische Treibstoffe werden im Sonnengürtel produziert werden. Dort kann **pro m² PV-Fläche oder pro Windrad 2 – 2.5 Mal mehr Elektrizität** erzeugt werden als bei uns.

Synthetische Treibstoffe haben das Potential für **negative CO_2-Emissionen**, indem der Kohlen-stoffanteil vor der energetischen Nutzung abgespalten und nicht-energetisch genutzt wird.

Der abgeschiedene Kohlenstoff kann in einen neuen Rohstoff weiterentwickelt werden.

Empa
Materials Science and Technology

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:

Empa – Materials Science and Technology
Abteilung Fahrzeugantriebssysteme
Überlandstrasse 129
CH-8600 Dübendorf

www.empa.ch

christian.bach@empa.ch

Empa
Materials Science and Technology