



Empa

Materials Science and Technology

Wasserstoff für die Energiewende

Wohin geht die Reise?

Herausforderungen und Praxiserfahrung

ENERGIEFORSCHUNGSGESPRÄCHE DISENTIS 2021

Dr. Brigitte Buchmann, Empa

Herausforderungen

- **Reduktion fossiler und nuklearer Energieträger**

Energiestrategie Schweiz 2050

- 100% bis 2050

- **Reduktion der Treibhausgase**

Schweizer Verpflichtungen
bei internationalen Protokollen

- 50% bis 2030

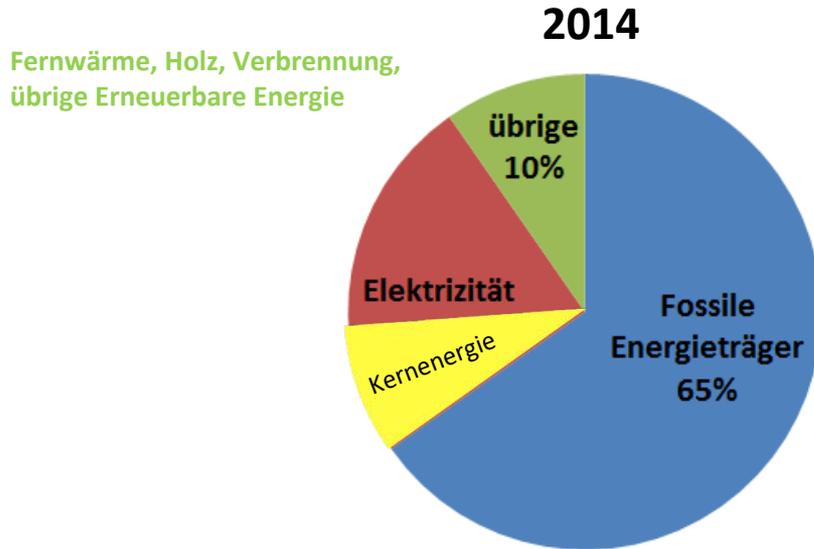
- **Sicherstellung Versorgungssicherheit**

Energietransfer Sommer – Winter

10 -15 TWh

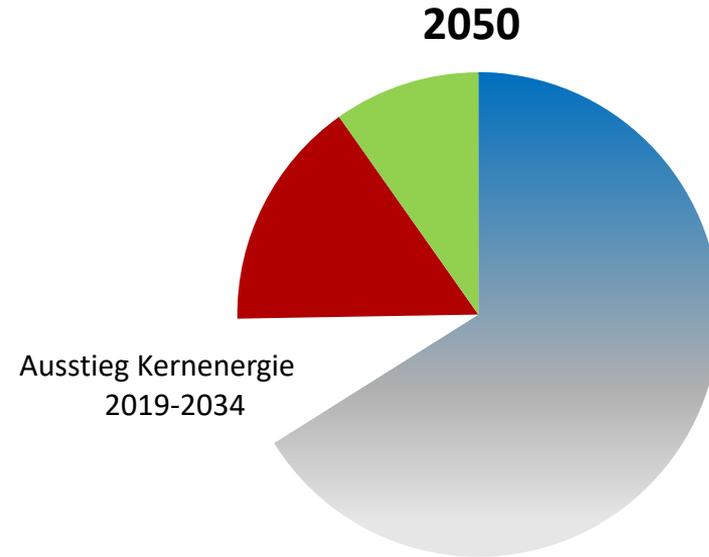
Reduktion fossiler und nuklearer Energieträger

Energiestrategie Schweiz 2050



Kernenergie 37.9%
Wasserkraft 56.5%
Erneuerbare Energie 3.8%
Thermisch, fossil 1.9%

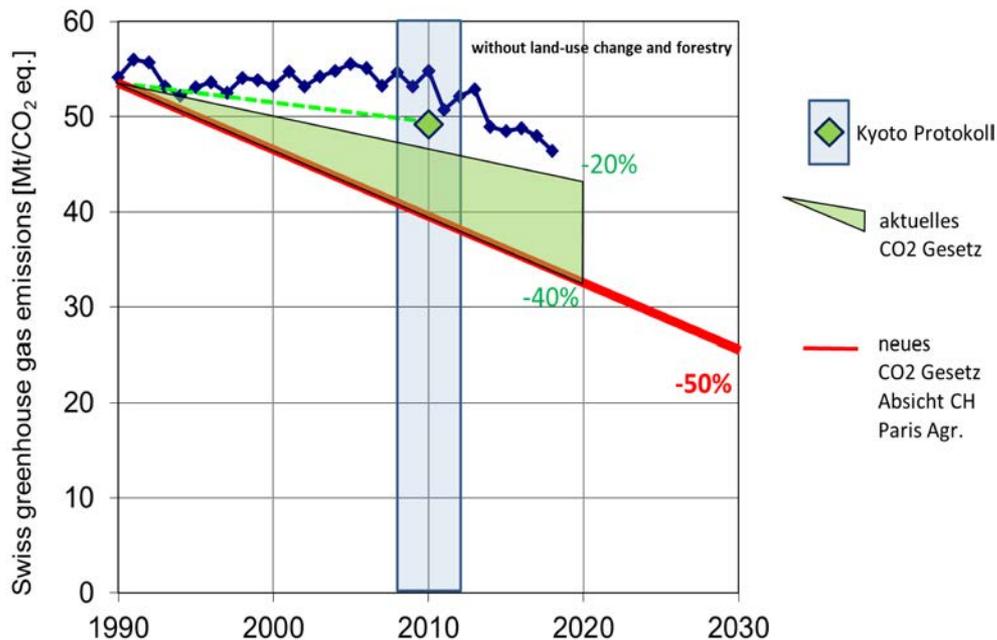
12..24 g CO₂ /kWh
4..20 g CO₂ /kWh
4..100 g CO₂ /kWh
400..1300 g CO₂ /kWh



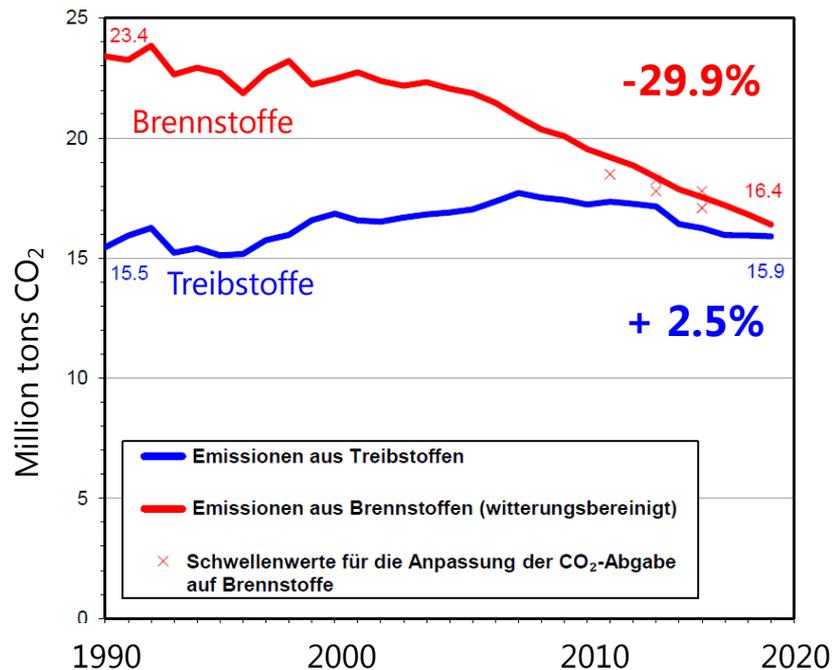
Reduktion der Treibhausgasemissionen

Einhaltung von nationalen und internationalen Verpflichtungen

Schweizer Reduktionsverpflichtungen Paris Agreement

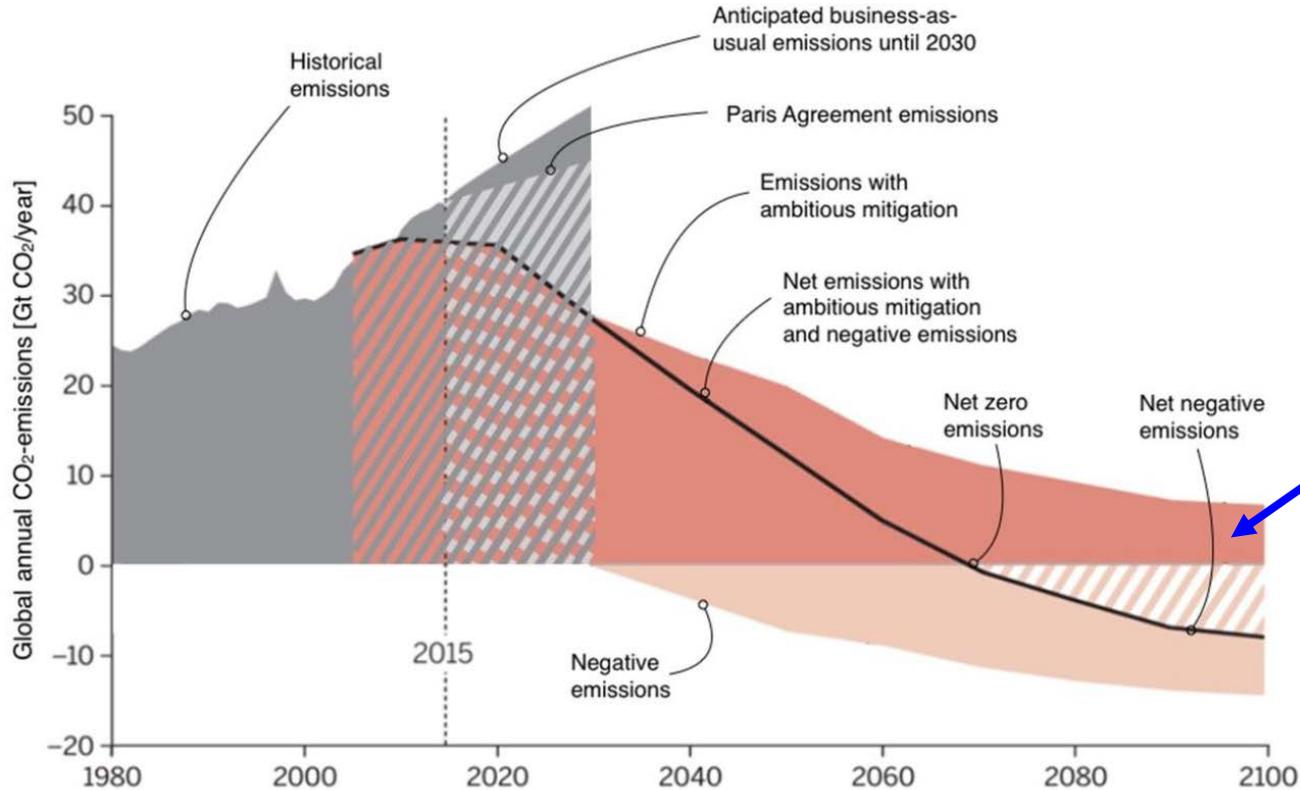


basierend auf Daten des BAFU



BAFU, Emissionen von Treibhausgasen nach revidiertem CO₂-Gesetz und Kyoto-Protokoll, 2. Verpflichtungsperiode 2013-2020, Juli 2020

Negative Emissionen nötig zur Zielerreichung?

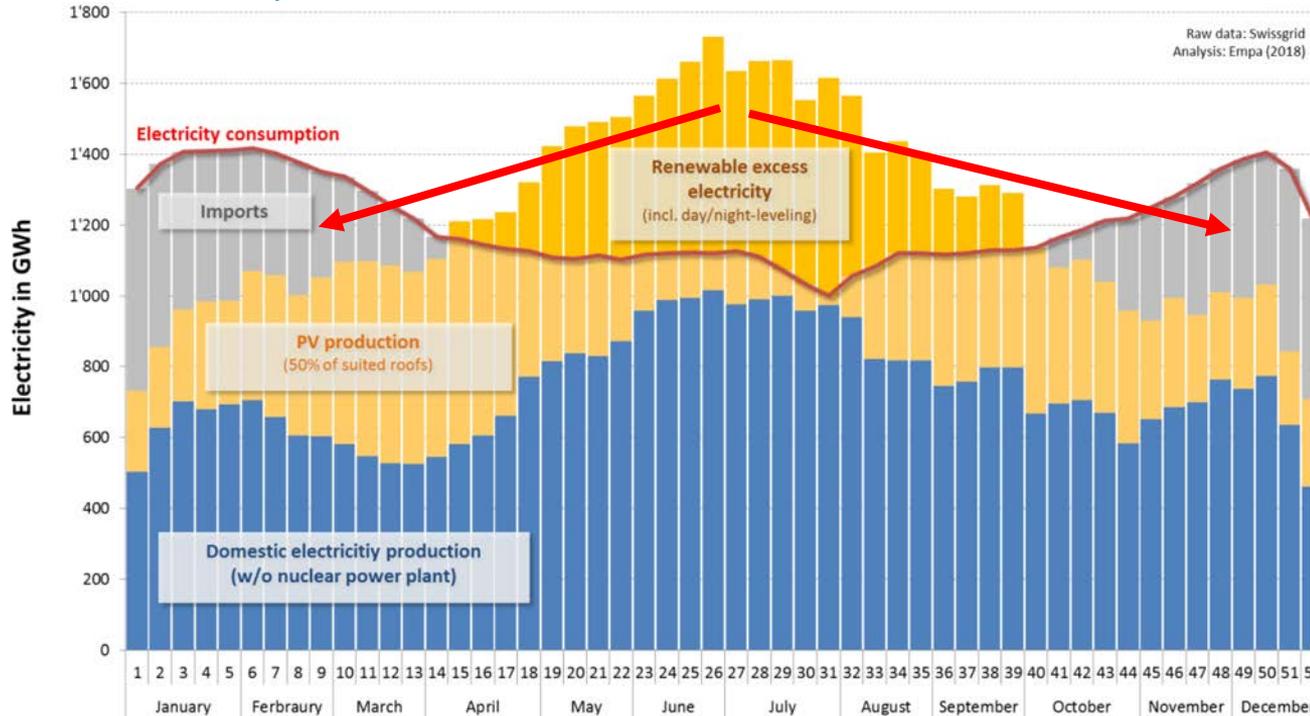


*nicht vermeidbare
CO₂-Emissionen*

Net negative emissions

Sicherstellung Versorgungssicherheit Energietransfer Sommer – Winter

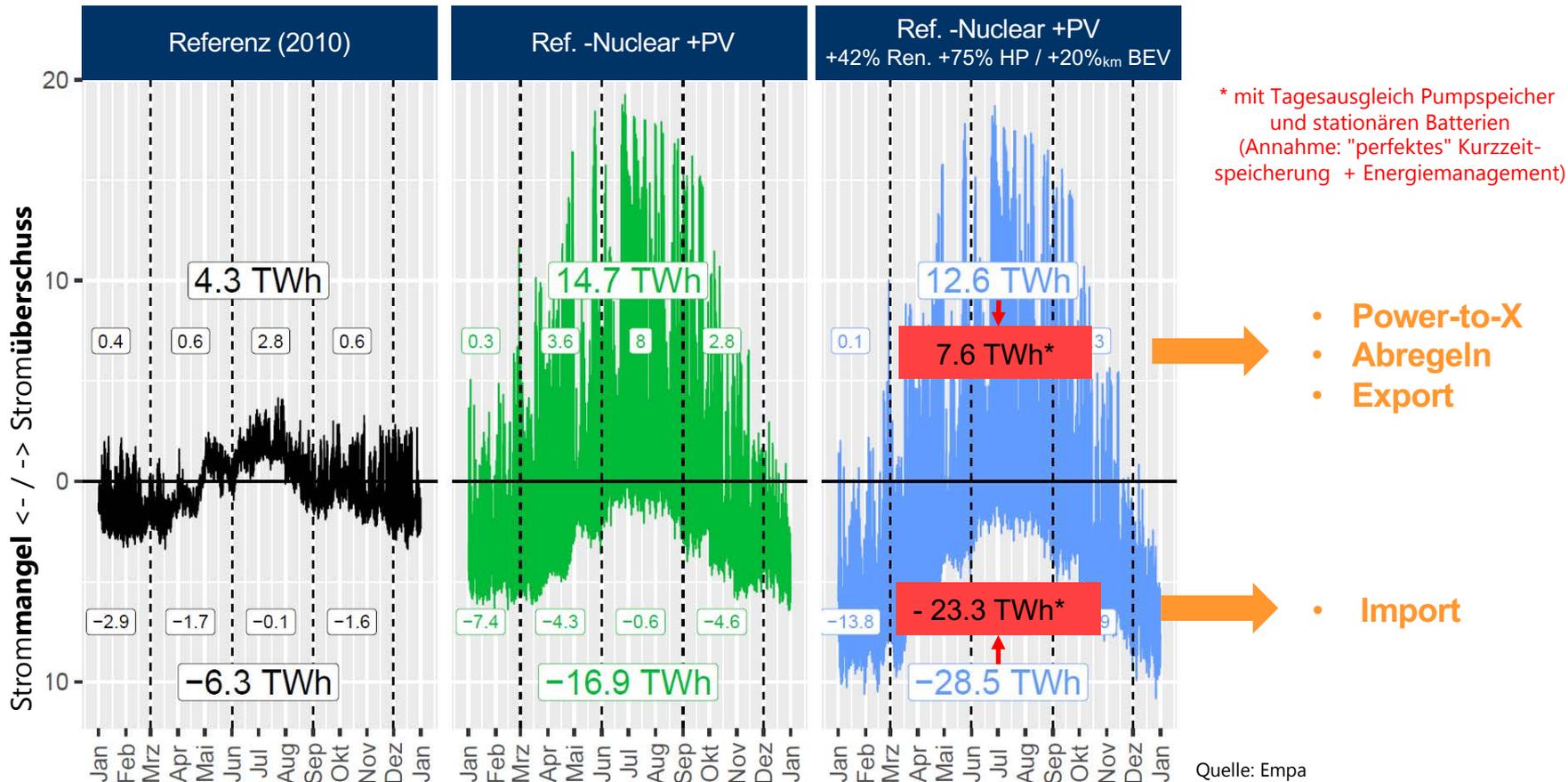
Energiesystem Schweiz: Analyse der Elektrizität
Inlandproduktion ohne Kernkraft 25 TWh, mit PV 25 TWh



— mittlerer
Elektrizitätsverbrauch
2010-2016

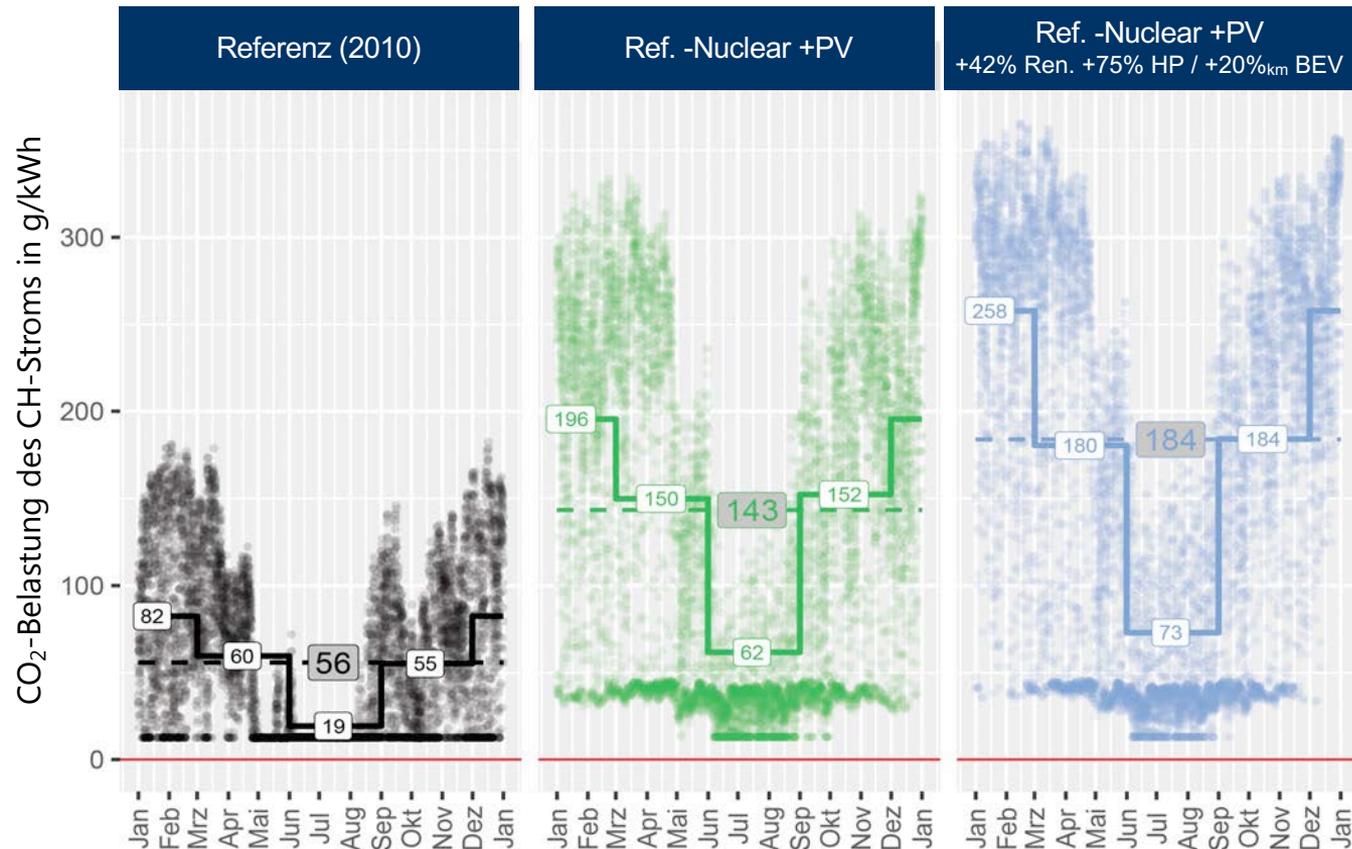
Die Schweizerische Elektrizität der Zukunft

Steigende Anteile an erneuerb. Elektrizität, Überschusskapazitäten und Importe



Die Schweizerische Elektrizität der Zukunft

Veränderung der CO₂-Belastung des schweizerischen Stroms



Die CO₂-Belastung des schweiz. Stroms kann insbesondere im Winter deutlich ansteigen.

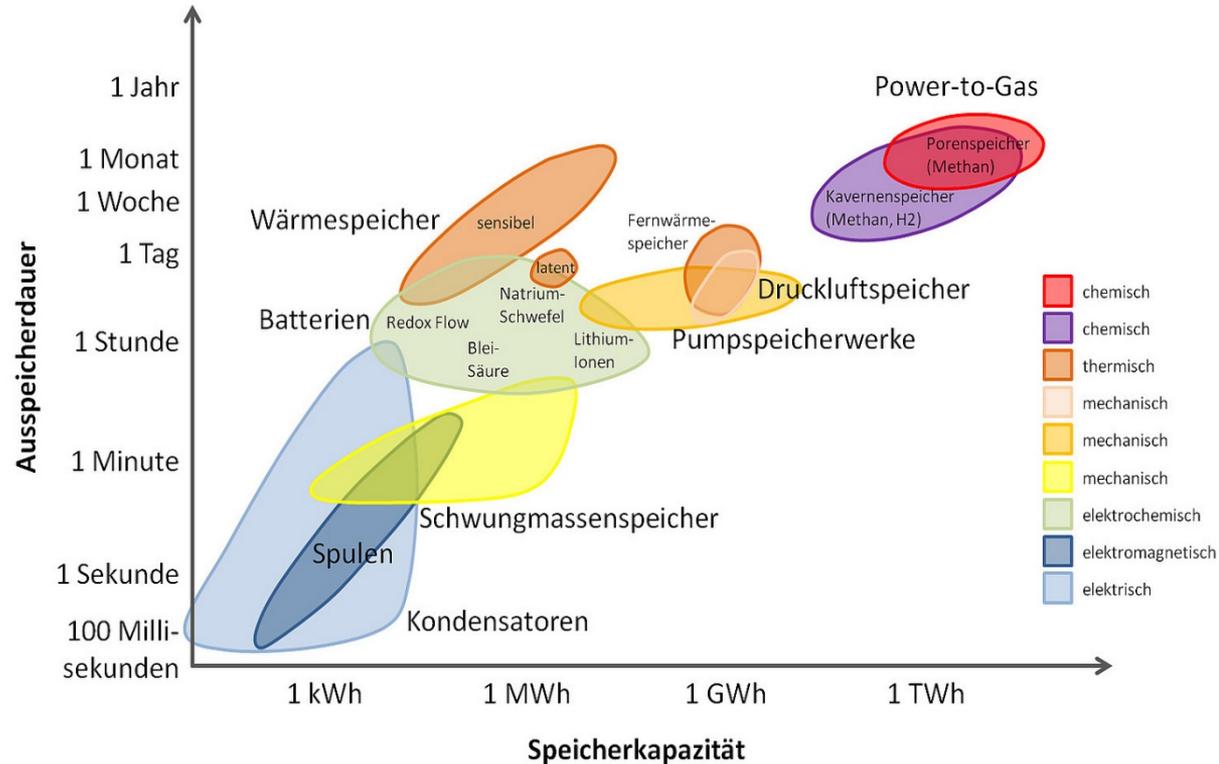
Entscheidend wird sein, wie der Import gedeckt wird.

Erneuerbare Energie & Energiespeicher

Erneuerbare Energie
(PV, Wasser, Wind, Bio, ...)

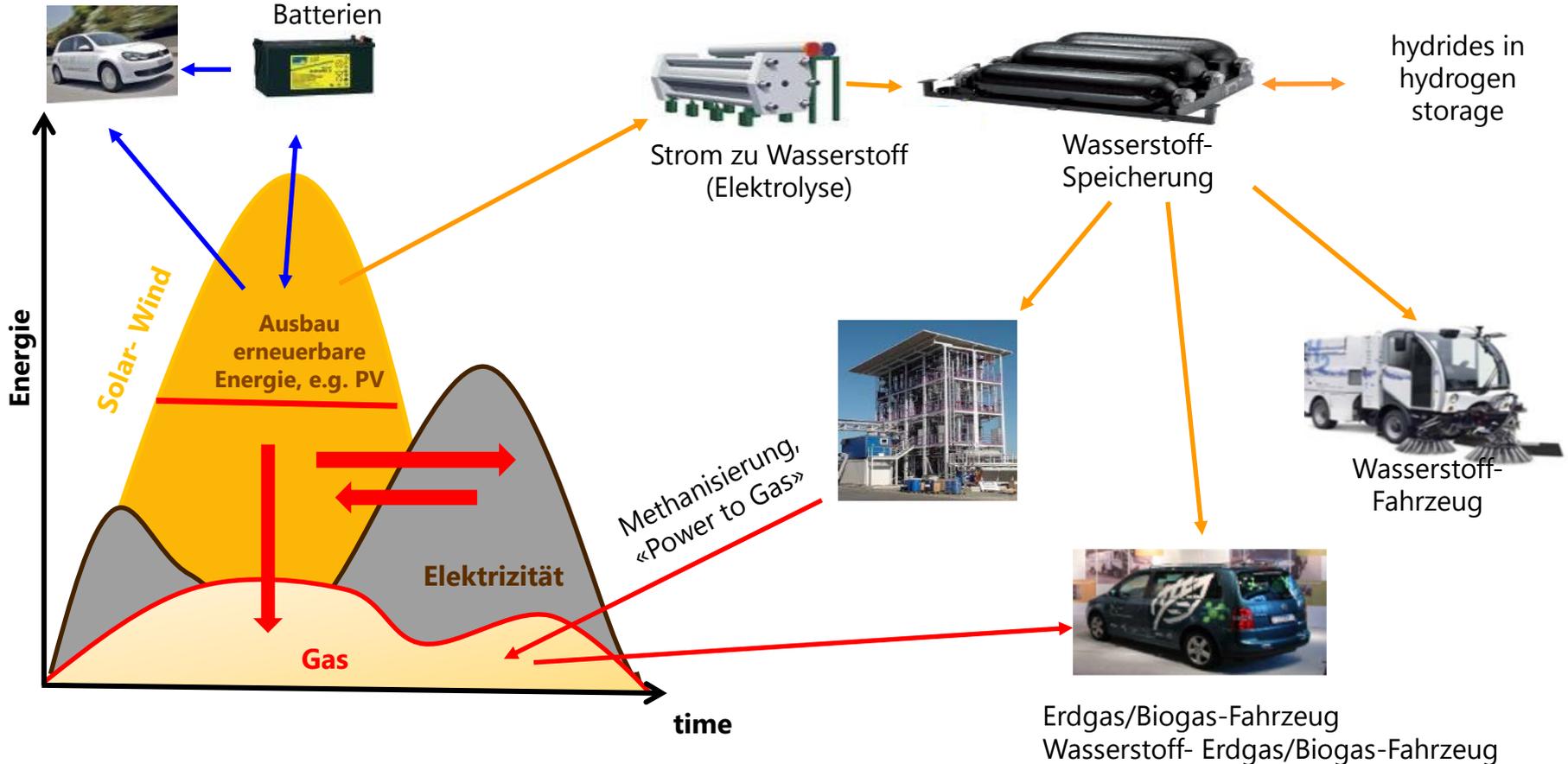


Energiespeicher



Beitrag zur Schweizer Energiestrategie 2050

E- Fahrzeuge



Erste 70 MPa Wasserstoff-Tankstelle in der CH

26. 6. 2019



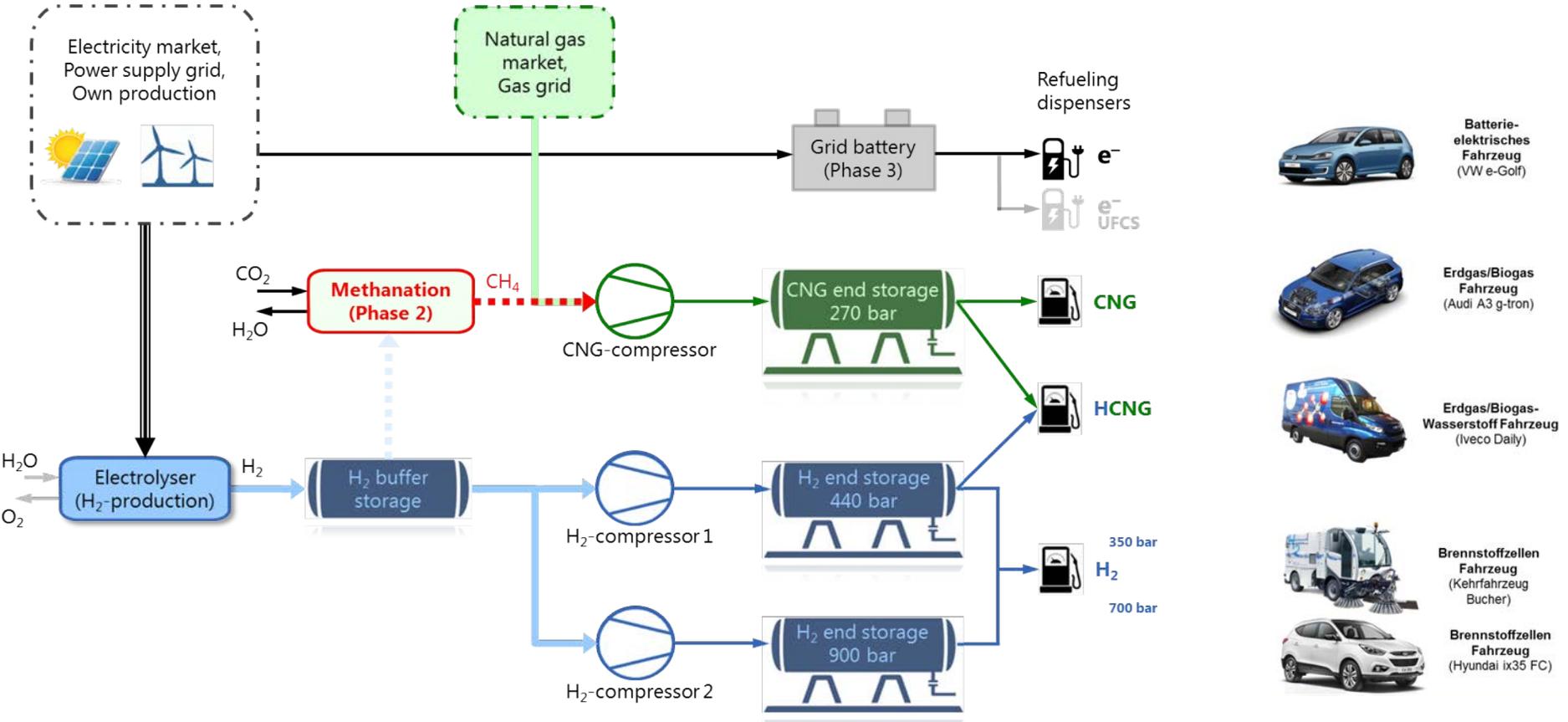
70 MPa H₂ - erfolgreicher Aufbau



... und so sieht es technisch aus



«move» Future Mobility Research Platform



Herausforderungen – erfolgreich gemeistert

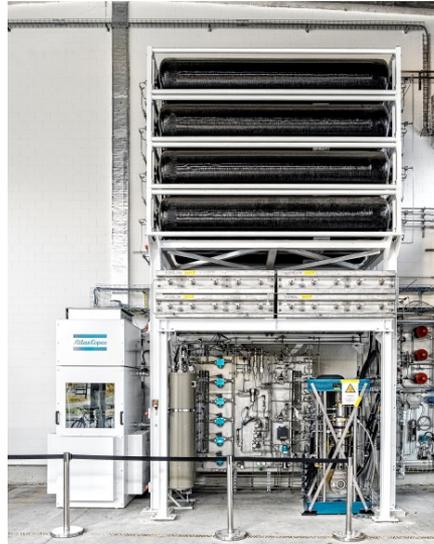
Basis für Schweizer Wasserstoffmobilität

Leitfaden



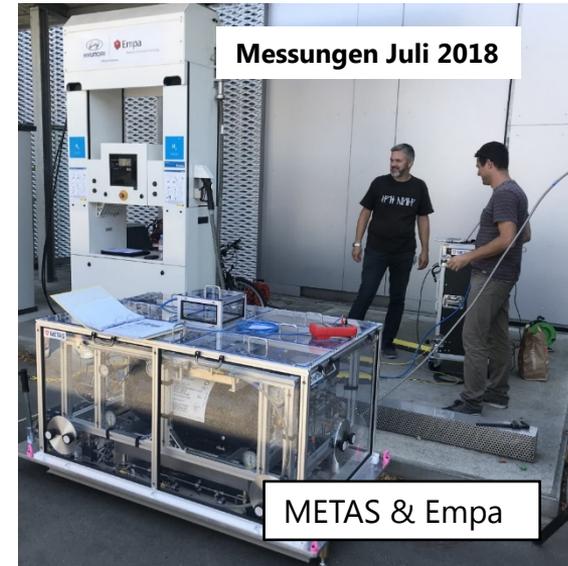
Schweizer Guideline
SNG 10000:2019
Schweizerische
Normen-Vereinigung
(SNV)

Sicherheit



suva

Eichung

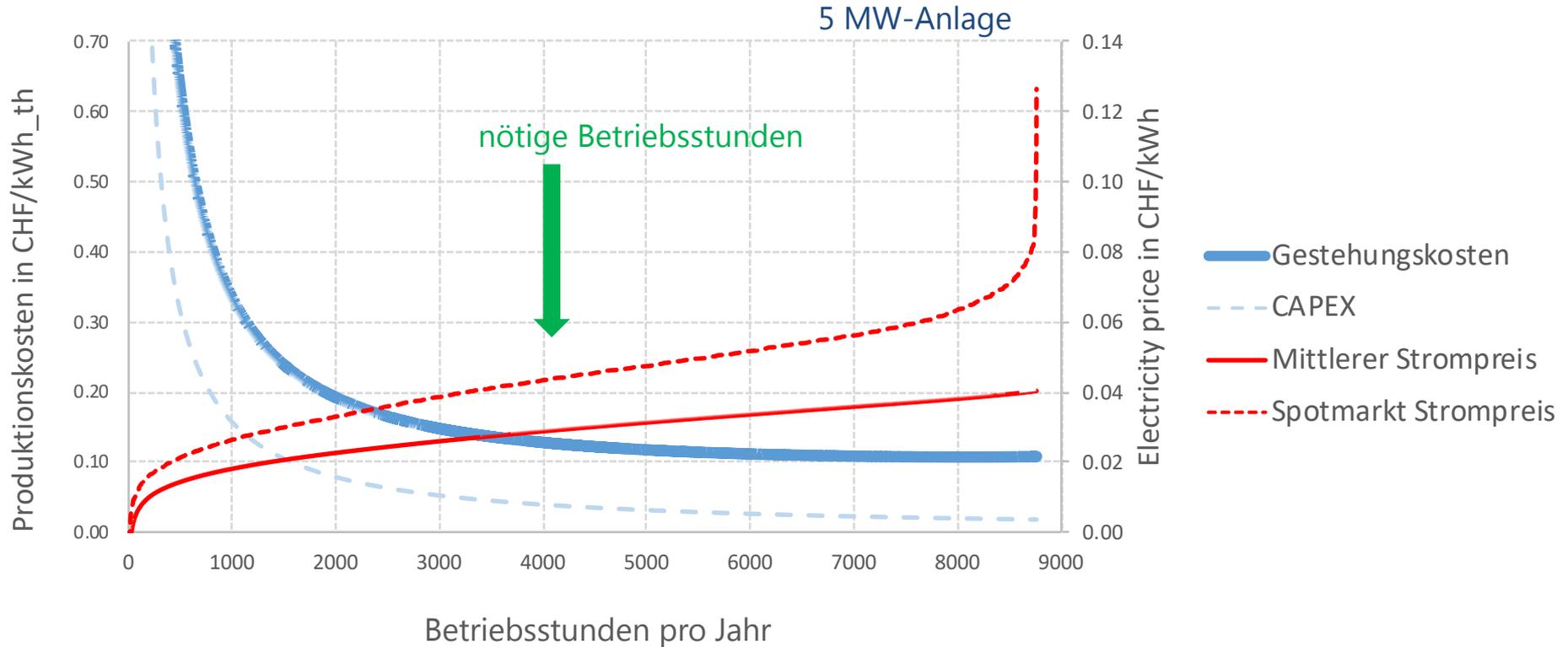


 **METAS**

Erdöl-Vereinigung, GVZ, SVGW / TISG
ESTI Eidgenössisches Starkstrominspektorat
IVA Kantonale Arbeitsinspektorate
SVS / Inspektorat Arbeitssicherheit
SVTI / Kesselinpektorat, Suva Bereich Chemie Swiss
Safety Center AG, TÜV Thüringen Schweiz AG

Wasserstoff Gestehungskosten

Abschätzung der nötigen Betriebsstunden für eine 5 MW-Anlage



Unsere Trendsetter, Pioniere & Partner

unsere Pioniere



unsere Gäste & Partner



Pionierleistung

Weltweit 1. 34 t H₂-Truck mit Strassenzulassung



2017

weltweit erster wasserstoff-
betriebener 34-t-LKW mit
Strassenzulassung;
betrieben von Coop; entwickelt von
Esoro, 100 kW Brennstoffzellen von
Swiss Hydrogen



ESORO RESEARCH
INNOVATION
TECHNOLOGY



eniwa



2019

Kooperation zwischen H2 Energy
und Hyundai zur Lieferung von
1000 H₂-LKWs in die Schweiz.

Von der Demonstration zur Umsetzung

Erfolgreicher Weg zur Wasserstoffmobilität

CO₂- arme Mobilität

16. März 2016

★
Wasserstoff WS
@ Empa

Mai 2018

★
Wasserstoff
Förderverein

März 2018 & 2019

★
Empa @
Autosalon



700 bar H₂ @ Empa

move @ Empa

700 bar H₂ Energy

Public H₂ Hunzenschwil @COOP

H2 Energy und Hyundai beginnen mit der Einführung von 1'000 Brennstoffzellen-LK



Events
Umsetzung
Forschung & Demonstration

H₂energy

Prix Watt d'Or 2020

Joint Venture mit Trafigura
62 Mio USD

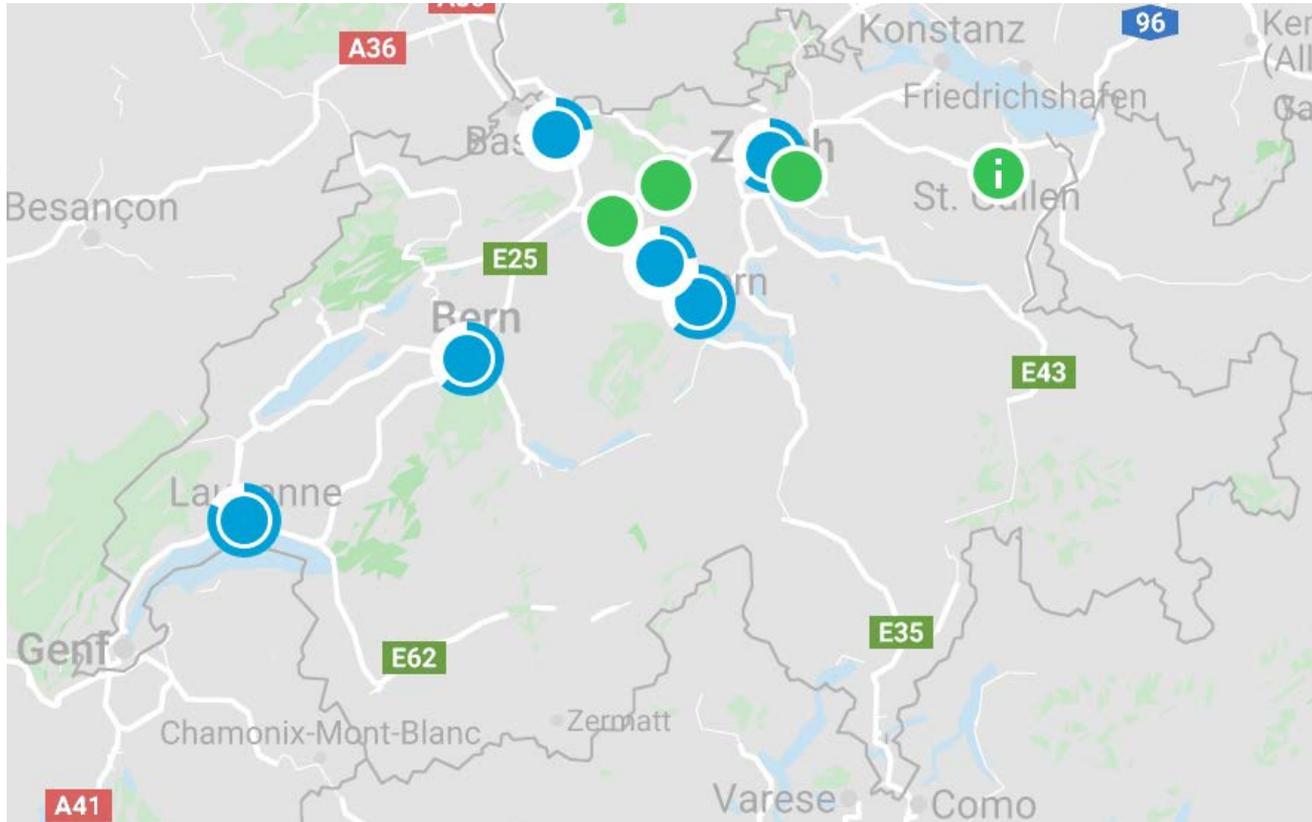
23. November 2015

20. Juni 2018

25. Juni 2019

H₂- Tankstellen - Entwicklung Schweiz

Von Genf nach St. Gallen



-  Eröffnet
-  Planungsphase
-  Genehmigungsphase
-  Ausführungsphase
-  Inbetriebnahme und Probetrieb

<https://h2.live/>

H₂- Tankstellen - Entwicklung Europa



Future Mobility – alle Antriebe nötig

move @ Empa: enabler, WTT - Plattform

100% fossil today

move @ Empa



100% renewable tomorrow



e-mobility



hydrogen



synthetic fuel

Kurze und mittlere Distanzen
wie Stadt- und Pendlerfahrten
Autos mit **Elektroantrieb**

Längere Distanzen
Wasserstoff
(und **synthetische**) Kraftstoffe.

Für **Langstreckenfrachtfahrten**
eignen sich
synthetische Kraftstoffe

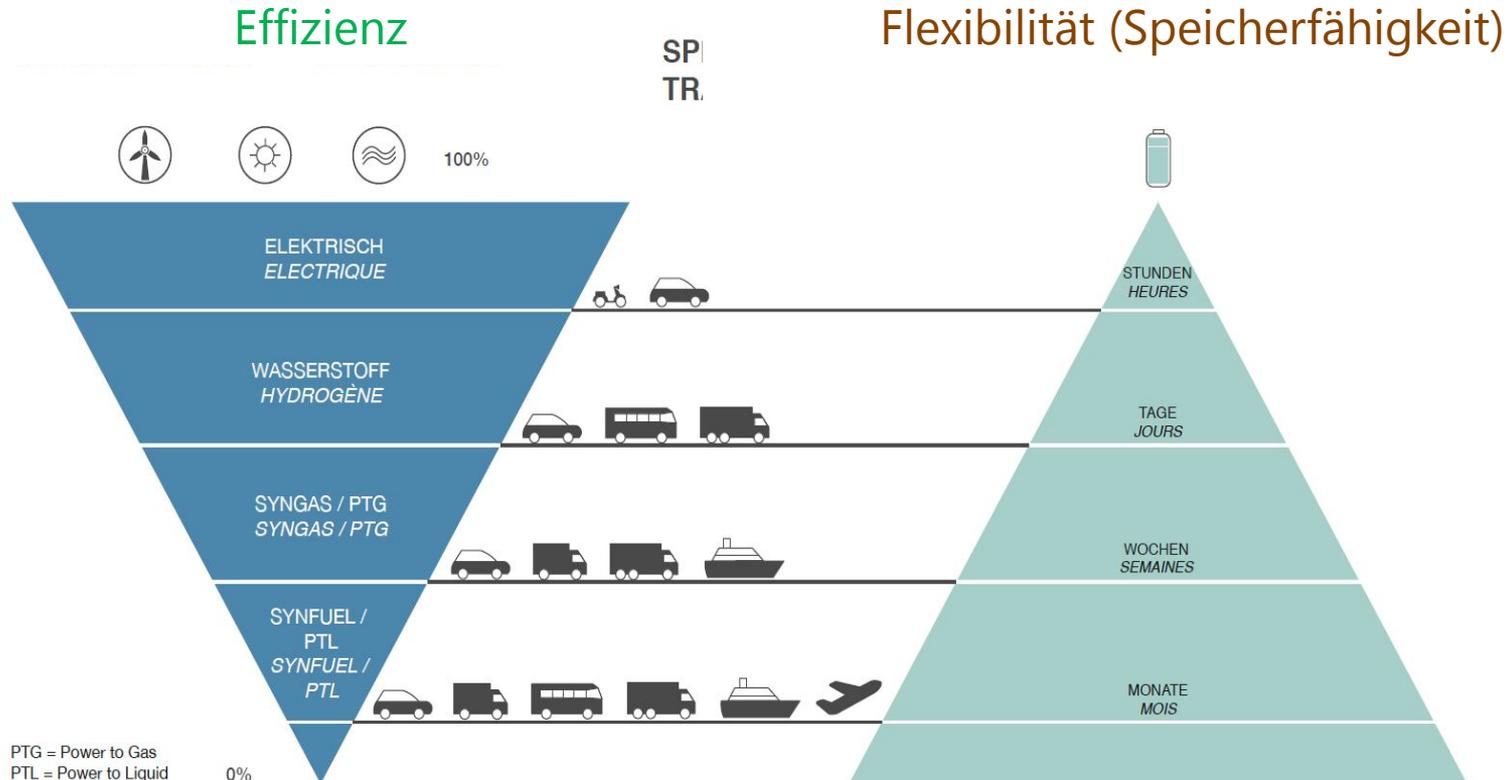
- + Effizienz
- Langstreckenmobilität

- + Flexibilität beim Strombezug
- Infrastrukturaufbau

- + Transportfähigkeit
- Kosten

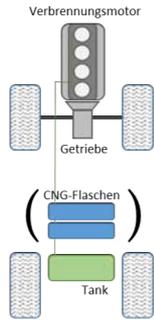
100 % erneuerbar – geht das?

Für jede Art der Mobilität die richtige Lösung

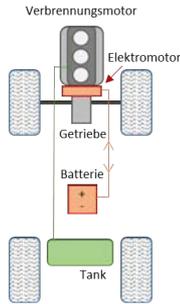


Wie sauber sind die verschiedenen Antriebstechnologien?

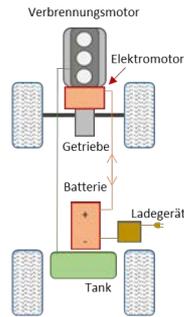
Benzin-
fahrzeug



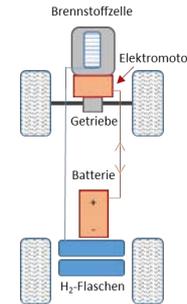
Hybrid-
fahrzeug



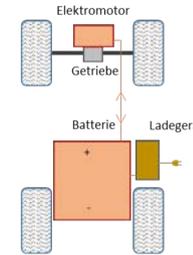
Plug-in-
Hybrid-
fahrzeug



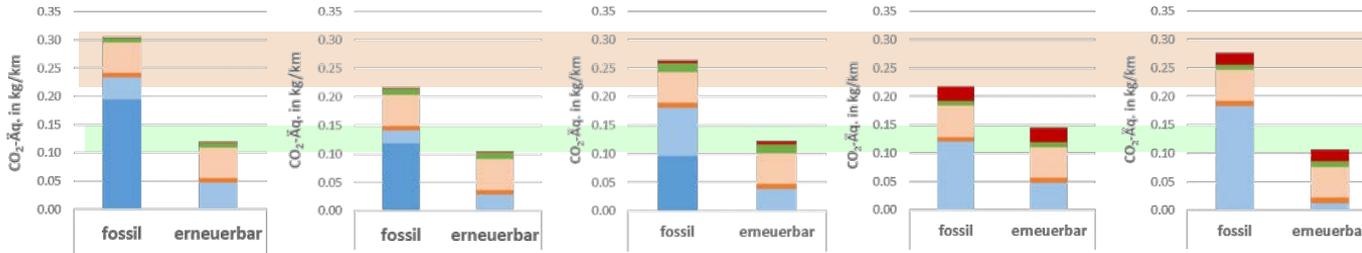
Brennstoff-
zellen-
fahrzeug



Elektro-
fahrzeug



Für die Klima-
belastung von Autos
ist nicht primär das
Antriebskonzept
massgebend, sondern
**die Herkunft der
Energie (fossil oder
erneuerbar).**



Fossile Energie

Erneuerbare Energie

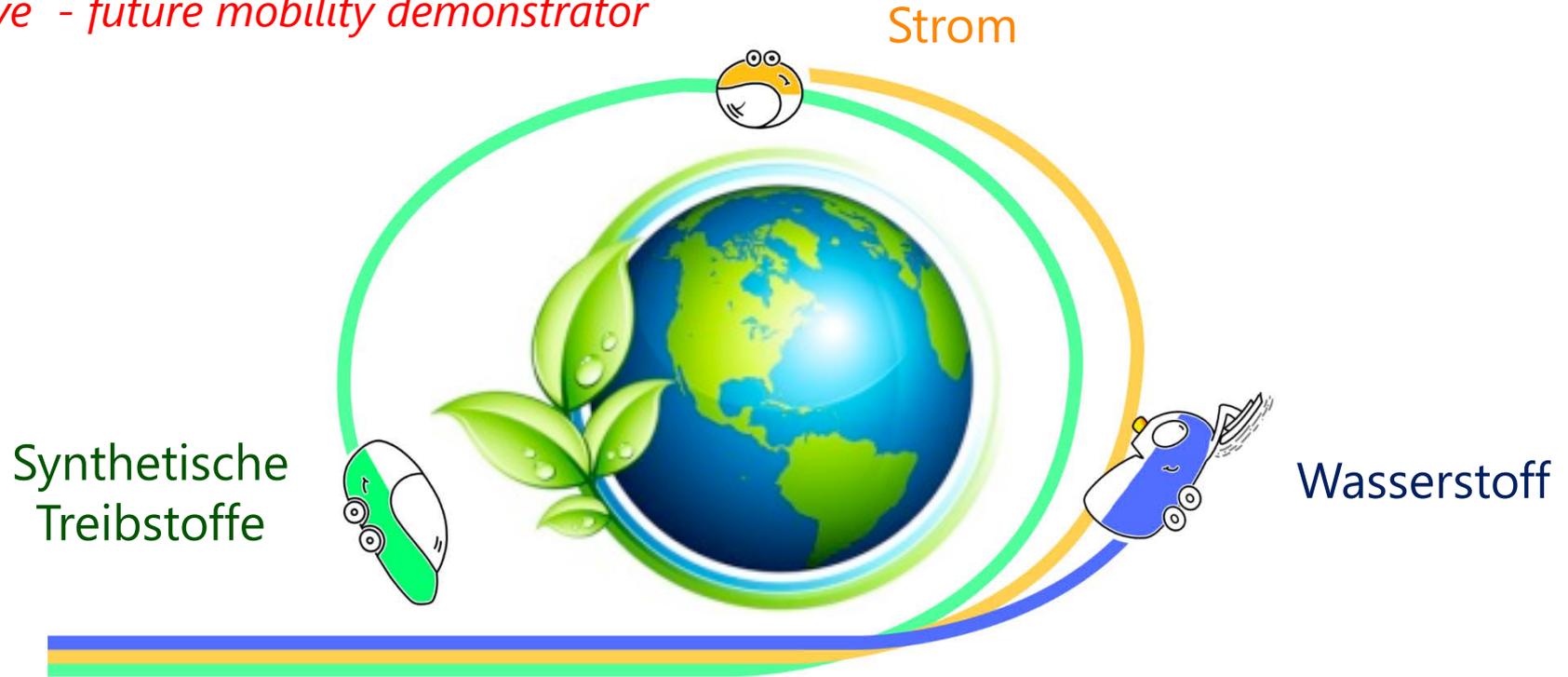
Quelle: calculator (PSI, 2020)

Fazit - Energiesystem

- **erneuerbare Energie** (PV, Wind, Bio) **erforderlich**
(limitierend ist jedoch die Unflexibilität des Energiesystem
fluktuierende Produktion der erneuerbaren Elektrizität)
 - **Reduktion von Kohlendioxid zwingend**
(Dekarbonisierung des Energiesystems)
 -
 - **Sommer-Winter Austausch essentiell**
- Nutzung von
Überschussenergie
- synthetische Treibstoffe
erneuerbare Elektrizität
negativ Emissionen
- Energiespeicherung
intelligente Systeme
gekoppelte Systeme
flexible Systeme

Close the circle

move - future mobility demonstrator



Treibstoffe der Zukunft sind erneuerbar