

Der (direkte und indirekte) Einsatz von Wasserstoff im Fahrzeugbereich

Christian Bach

Abteilung Fahrzeugantriebssysteme

Netto Null CO₂ bis 2050

Bundesrat, 28.08.2019

Big Picture

$\frac{3}{4}$ der Inland-Emissionen sind «**vermeidbar**»
(durch Umstellung auf **erneuerbare Energie**)

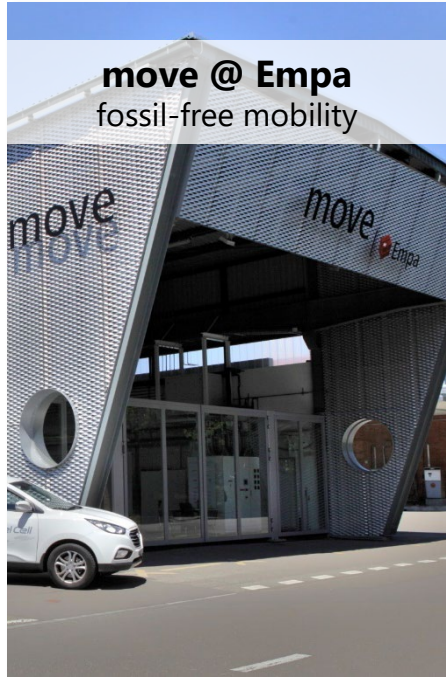
$\frac{1}{4}$ der Inland-Emissionen sind «**unvermeidbar**»
(bzw. müssen durch **negative Emissionen** kompensiert werden)



60% der Emissionen im **Ausland**
40% der Emissionen im **Inland**

Future Mobility Demonstrator «move»

Die post-fossile Mobilität



Personenwagen im Kurz- und Mittelstreckenbetrieb
Das neue «Standard-Fahrzeug» im PW-Bereich



Lastwagen im Mittelstreckenbetrieb
Das neue «Standard-Fahrzeug» im Bereich des Strassengütertransports



Langstrecken- und Lastmobilität
auf der Strasse, in der Luft und im Wasser

Forschung dazu
an der Empa

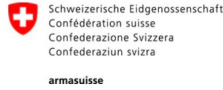
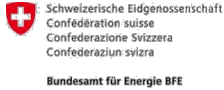
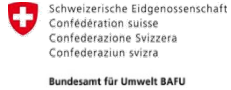
Neue Batteriematerialien
Ökobilanzierung
Sicherheit
Vehicle-to-Grid
Simulation Energiesystem

Wasserstoffherzeugung
Betankung
Wasserstoff-Nutzung

Methanisierung
Synthetisches Kerosin
Brennverfahren für
LKW-Motoren

Future Mobility Demonstrator «move»

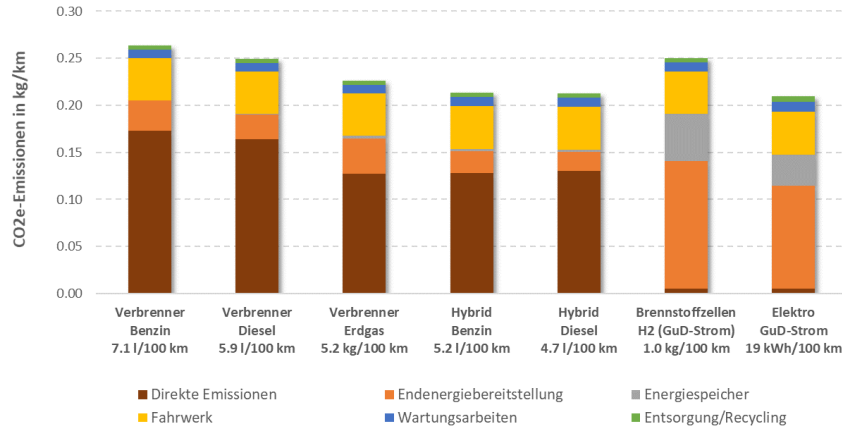
Partner



CO₂-Reduktion im Strassenverkehr

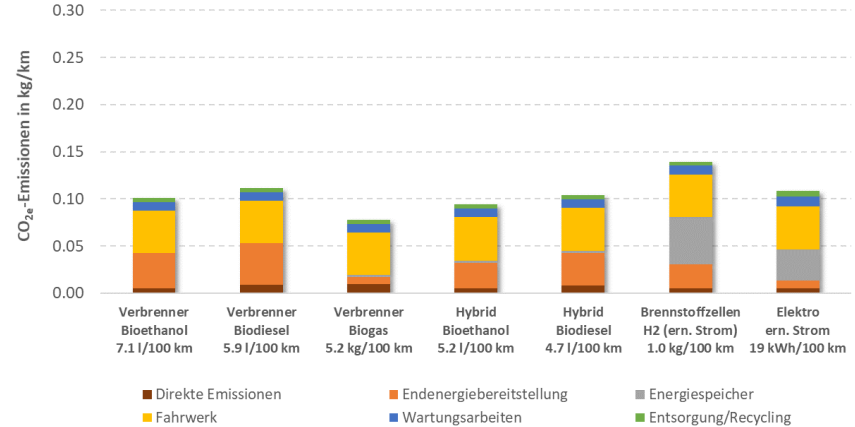
Treibhausgasbilanz Mittelklassefahrzeug 2025 mit verschiedenen Antrieben

Treibhausgasemissionen beim Betrieb mit **fossiler** Energie



Quelle: PSI (calculator, Mai 2022)

Treibhausgasemissionen beim Betrieb mit **erneuerbarer** Energie

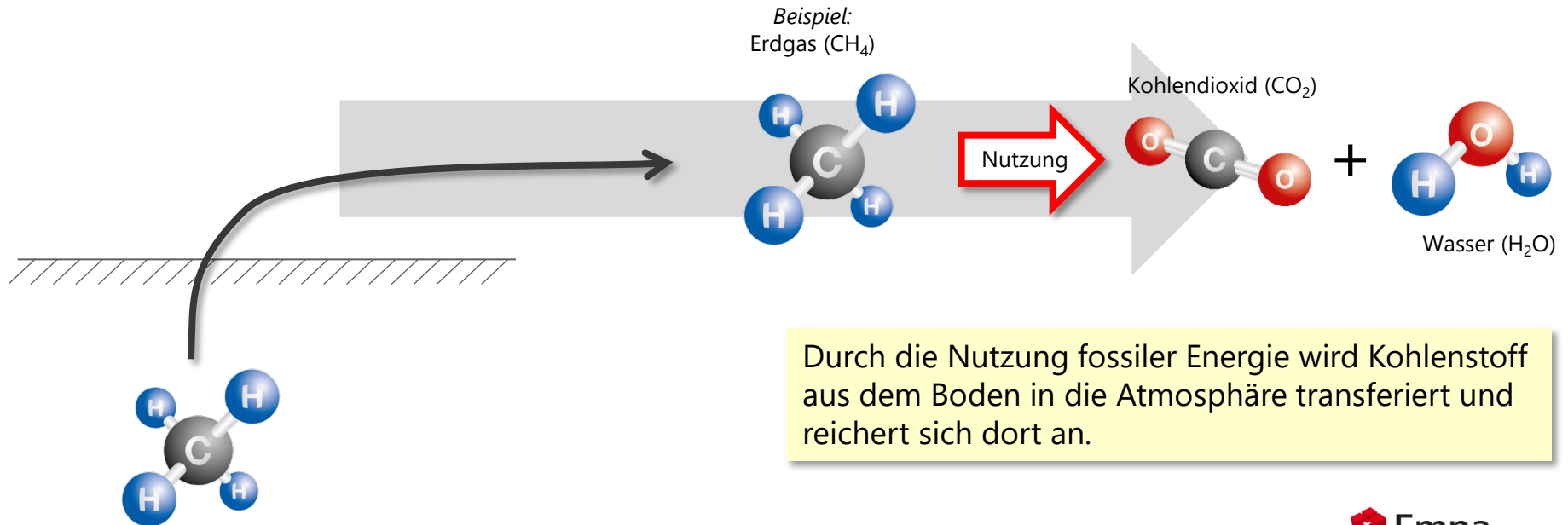


Quelle: PSI (calculator, Mai 2022)

Primär entscheidend für die Treibhausgasreduktion ist die CO₂-Belastung der genutzten Energie.

Was sind fossile Energieträger?

Fossile Energieträger mit linearem Kohlenstoff-Transfer in die Atmosphäre



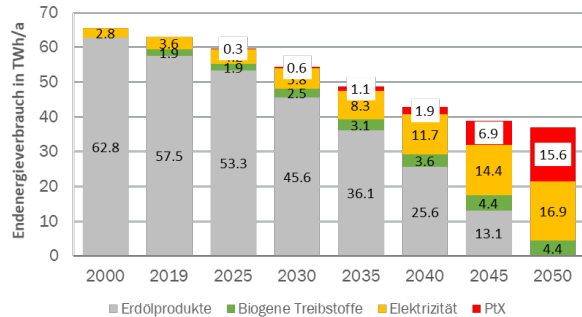
Durch die Nutzung fossiler Energie wird Kohlenstoff aus dem Boden in die Atmosphäre transferiert und reichert sich dort an.

Bedarf an strombasierten, synthetischen Energieträgern

Erneuerbare chemische Energie

Strassenverkehr

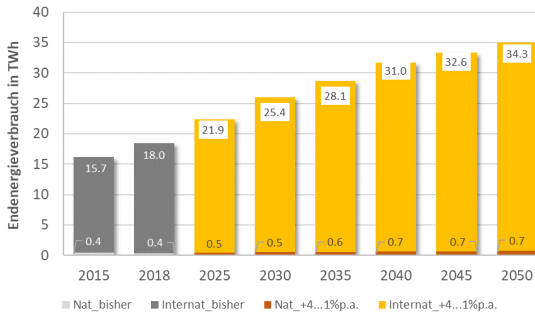
PtX-Bedarf: 16 TWh_{th}/a bis 2050



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

Flugverkehr ab CH (National + International)

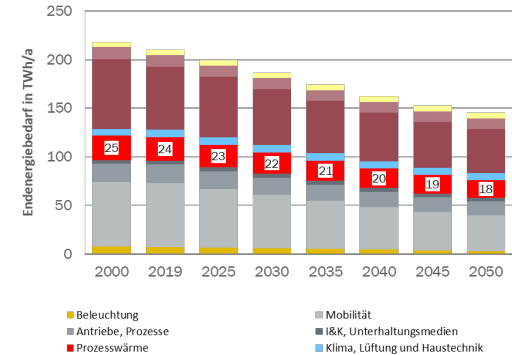
PtX-Bedarf: 1 bis >30 TWh_{th}/a bis 2050



Quelle: BAFU THG-Inventar, ab 2020: +4 ... 1%p.a.

Industrielle Prozesswärme in CH

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



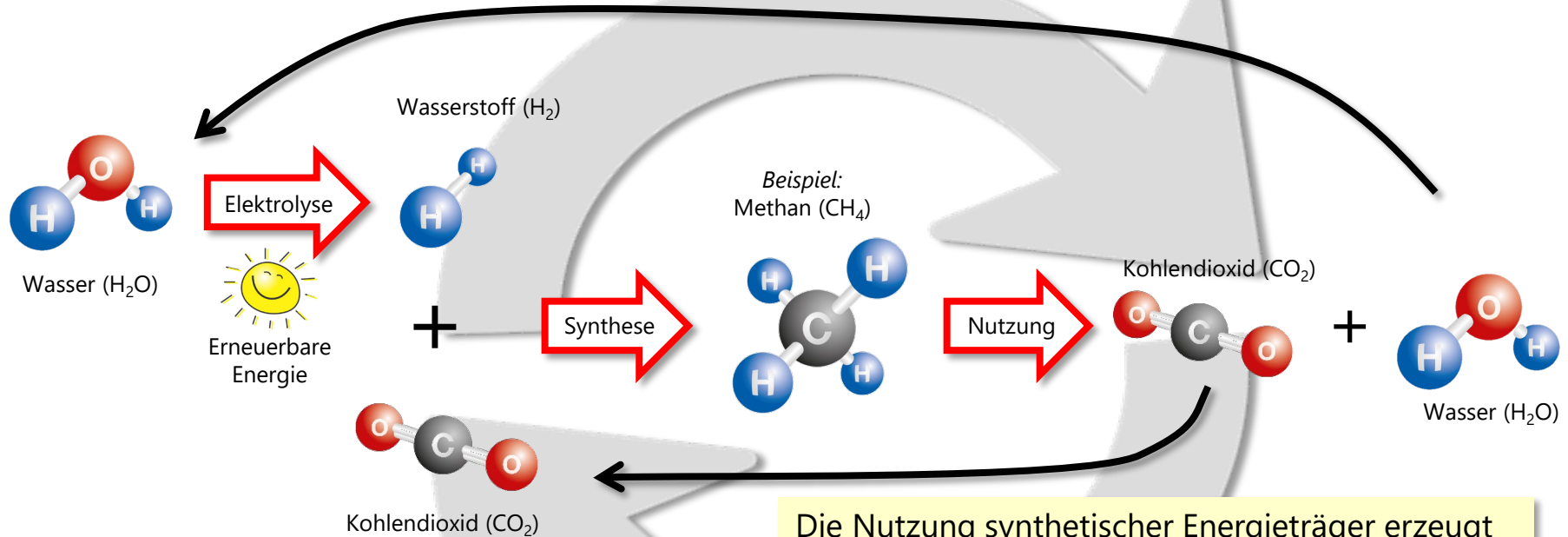
Quelle: BFE Energieperspektiven 2050+, Szenario «ZERO Basis»

Um den Strassen- und Luftverkehr sowie industriellen Hochtemperaturprozesse vollständig auf erneuerbare Energie umzustellen, werden **30 – 60 TWh_{th}** an erneuerbaren chemischen Energieträgern benötigt. Dazu sind 10 – 20 GW_{el} an Elektrolysekapazität erforderlich.

Diese Anlagen werden im Ausland stehen.

Was sind synthetische Energieträger?

Synthetische Energieträger mit zirkulärer CO₂- (und Wasser-)Nutzung



Die Nutzung synthetischer Energieträger erzeugt nur soviel CO₂, wie zuvor für die Herstellung aus der Atmosphäre entzogen wurde.

Was sind synthetische Energieträger?

Entwicklung eines neuartigen Verfahrens an der Empa

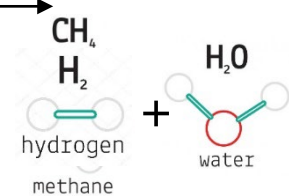
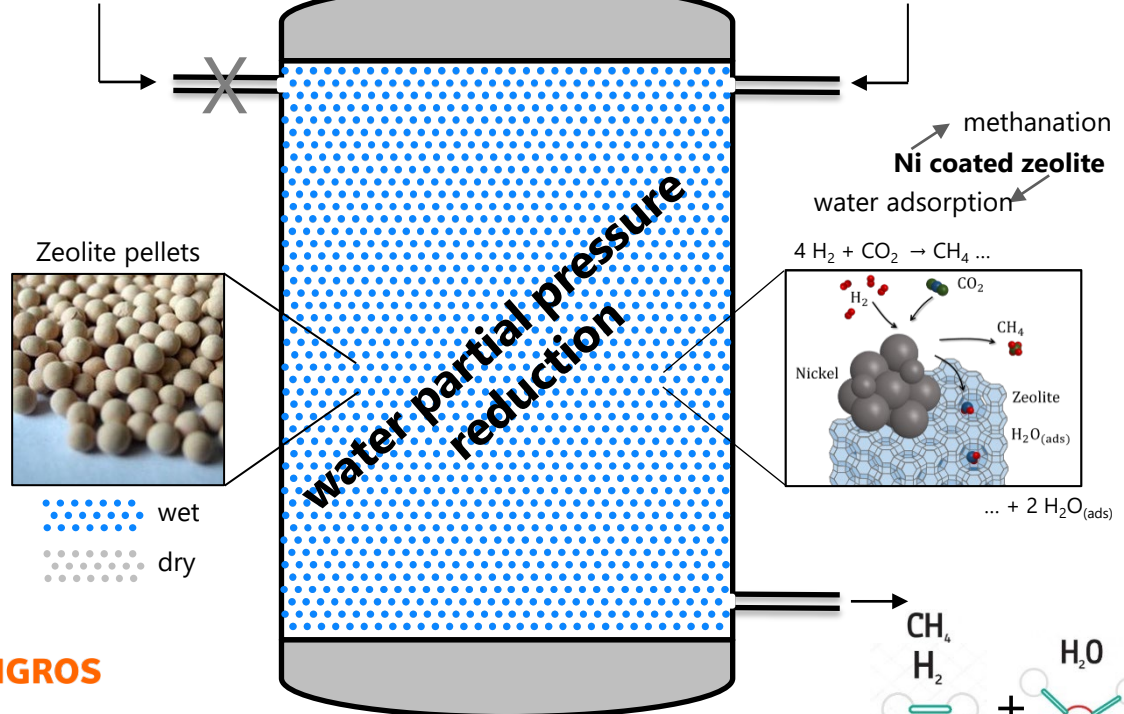
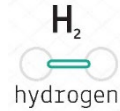
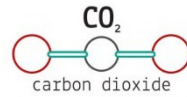
Ziel:

Produktion von direkt einspeisefähigem synthetischem Methan (d.h. ohne Aufreinigungsstufe).

Projektziel:

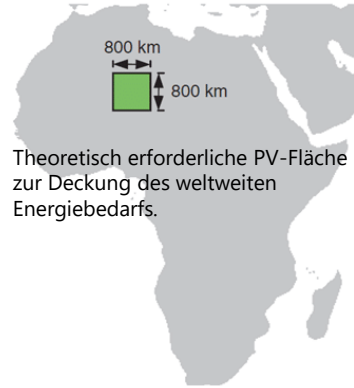
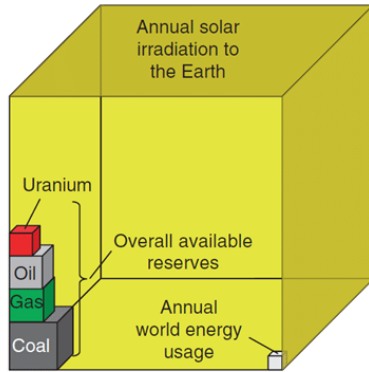
Demonstrator für sorptionsverstärkte Methanisierung auf Demonstrator-Level

Projektpartner:

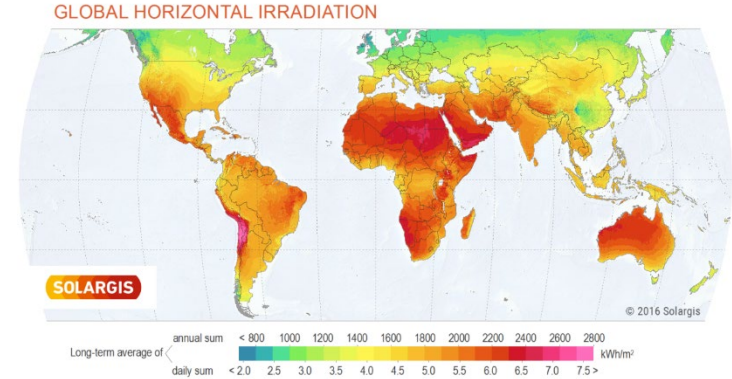


Erneuerbare ausländische (chemische) Energie

Die Welt hat global kein Energieproblem - sondern ein CO₂-Problem



Theoretisch erforderliche PV-Fläche zur Deckung des weltweiten Energiebedarfs.



Schweiz
1'100 kWh/m²/a



Oman
2'200 kWh/m²/a

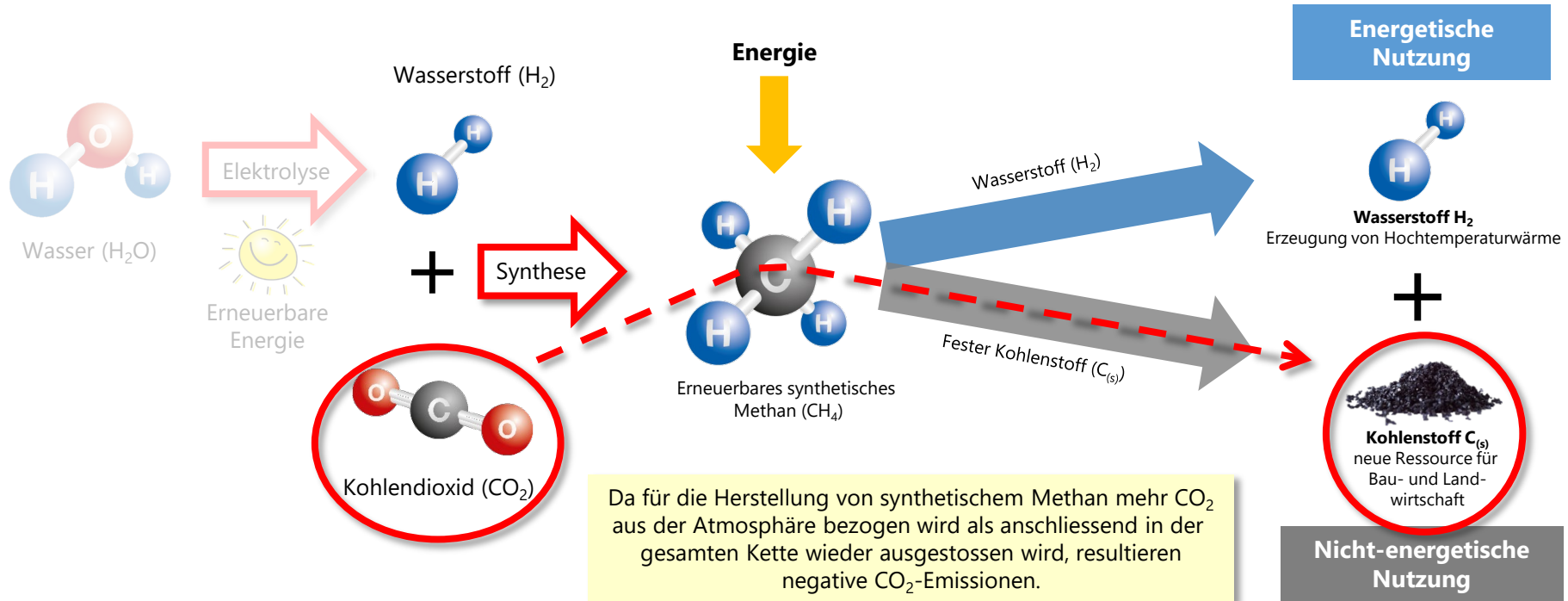
Die Sonne «schickt» pro Jahr sehr viel mehr (Sonnen-)Energie auf die Erde, als die Welt je brauchen wird.

Quelle: Burlafinger Klaus; Development of a High Irradiance Setup for Precisely Controlled Accelerated Photo-Degradation of Organic Solar Cells; Doktorarbeit Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (2020)

Riesige ungenutzte Flächen und doppelte Sonneneinstrahlung im Sonnengürtel.

Was sind fossile und was sind synthetische Energieträger?

Wasserstoff aus synthetischem Methan mit **negativen CO₂-Emissionen**



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Bei Fragen:

christian.bach@empa.ch