

Fahrzeugantriebe „Quo vadis“

Ein Blick in die Zukunft

Patrik Soltic
Abteilung Fahrzeugantriebssysteme

Inhalt

- **«Mega-Trends» in der PW Welt**
- Gesetzgebung / Fahrzyklus
- Fahrzeugantriebe der Zukunft
- Treibstoffe der Zukunft
- Zusammenfassung

«Mega-Trend» in der PW-Welt

Vergangenheit: Schadstoffe, Zukunft: CO₂

- Bis vor ca. 10 Jahren: gesetzlicher Fokus auf Schadstoffreduktionen
- Bis ca. 2008: freiwillige CO₂ Abmachungen mit der Autoindustrie
- Danach: EU (& CH) verbindliche CO₂ Grenzwerte
- Gestaffelte Einführung 130 g/km Grenzwert 2012-2015 (12: 65%, 13: 75%, 14: 80% der Neuwagen)
 - Sonderregelung für kleine Hersteller
 - Befristete Supercredits für Fahrzeuge unter 50 g/km (werden mehrfach gezählt)
 - Für Elektrofahrzeuge wird die CO₂-Intensität Stromproduktion ignoriert, sie werden mit 0 g/km CO₂ bewertet (ohne irgendwelche Verpflichtung CO₂-armen Strom zu verwenden!)
 - Heftige Strafzahlungen, wenn die Grenzwerte nicht eingehalten werden
- Nächste Absenkung auf 95 g/km per 2020 (bzw. phase-in bis 2021)
- Weitere Absenkungen in Diskussion

«Mega-Trend» in der PW-Welt

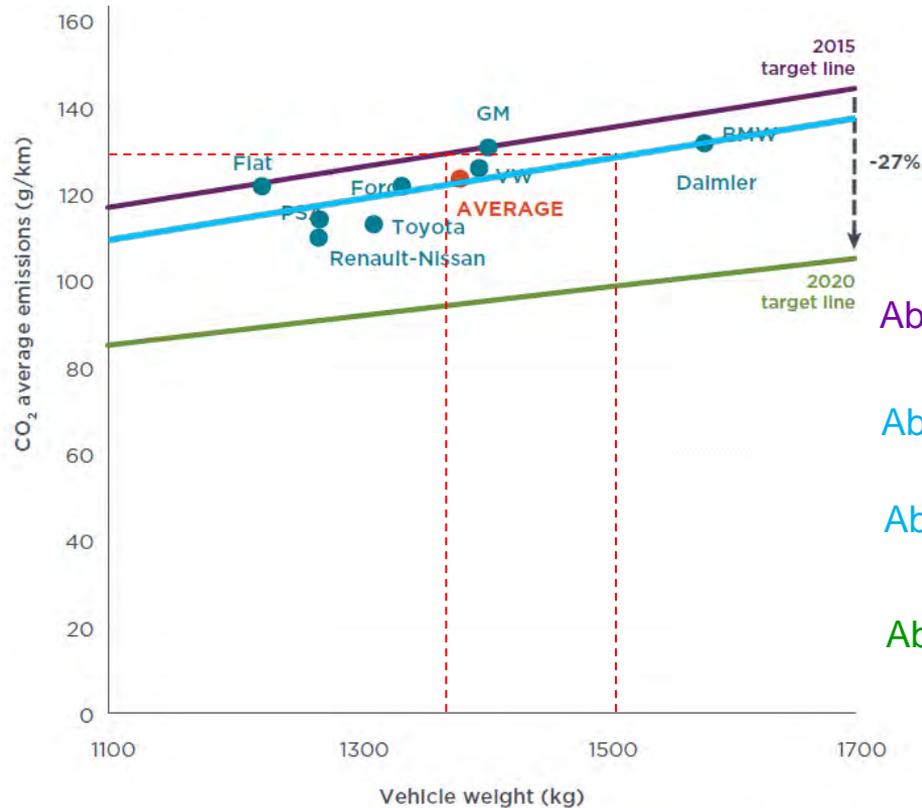
Vergangenheit: Schadstoffe, Zukunft: CO₂

Momentane «Spielregeln»

- Testzyklus: NEFZ, reine Rollenprüfstandsmessung, keine Strassenmessungen
- Reine «Tank-to-Wheel» Betrachtung
- Strom ist per Definition CO₂-frei
- CO₂-freie (oder arme) Kraftstoffe werden nicht berücksichtigt
(Ausnahme Schweiz: Anrechnung von 10% Biogas bei CNG Fahrzeugen aufgrund der Verpflichtung der Gasindustrie, einheimisches Biogas einzuspeisen)

«Mega-Trend» in der PW-Welt

CO₂-Reduktion der Neuwagenflotte (CH strenger als EU)



$$\text{Ab 2015 (EU): } CO_2 \left[\frac{g}{km} \right] = 130 \frac{g}{km} + 0.0457 \frac{g}{km \cdot kg} (m - 1372 \text{ kg})$$

$$\text{Ab 2015 (CH): } CO_2 \left[\frac{g}{km} \right] = 130 \frac{g}{km} + 0.0457 \frac{g}{km \cdot kg} (m - 1492 \text{ kg})$$

$$\text{Ab 2016 (CH): } CO_2 \left[\frac{g}{km} \right] = 130 \frac{g}{km} + 0.0457 \frac{g}{km \cdot kg} (m - 1507 \text{ kg})$$

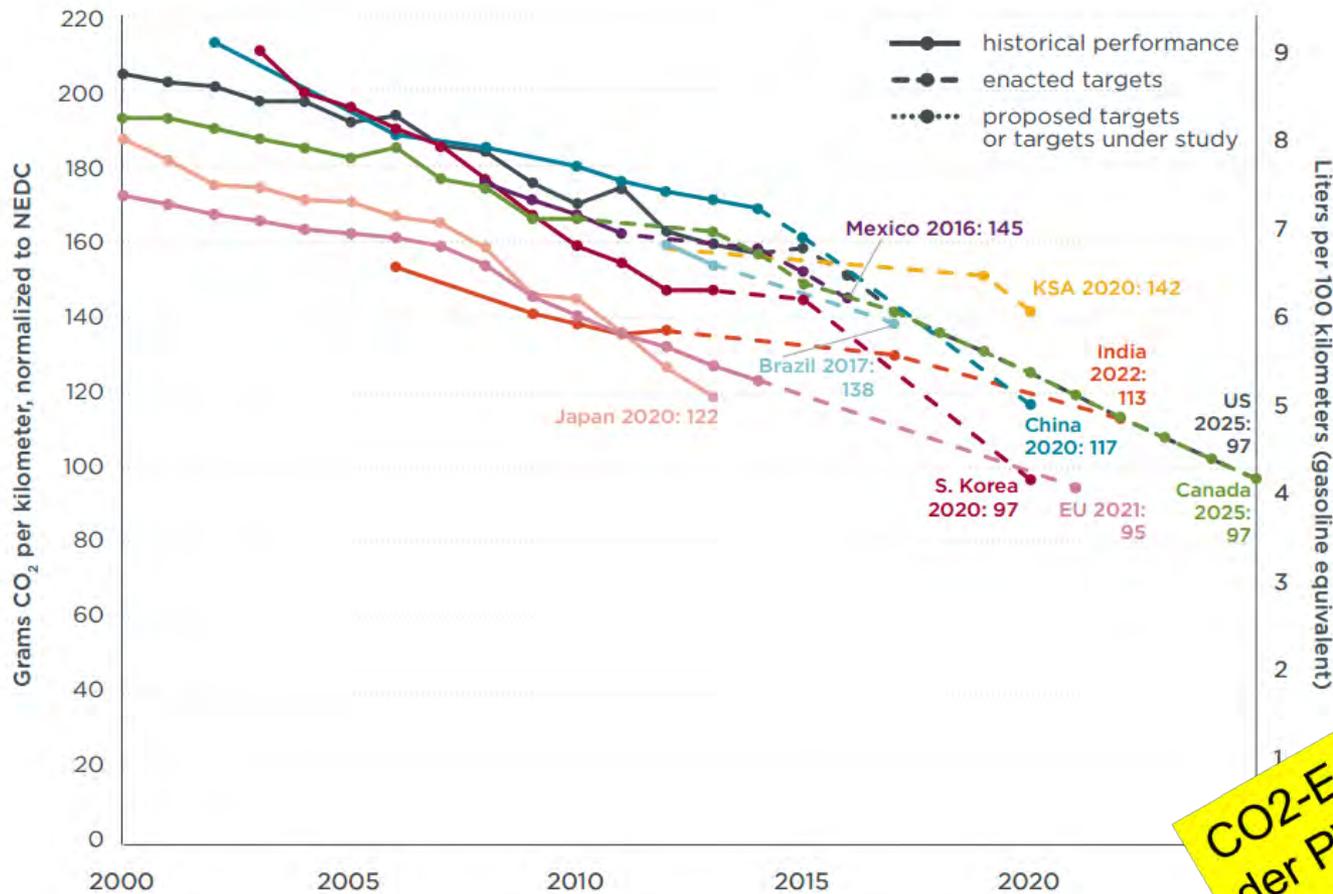
$$\text{Ab 2020 (EU): } CO_2 \left[\frac{g}{km} \right] = 95 \frac{g}{km} + 0.0333 \frac{g}{km \cdot kg} (m - 1372 \text{ kg})$$

Schweiz hat 2016 rund 5% strengere CO₂ Grenzwerte als die EU (bzw. pro Auto 495 CHF höhere Sanktionen als wenn es in der EU verkauft würde)

Quelle: ICCT briefing, CO₂ emissions from new passenger cars in the EU: Car manufacturers' performance in 2014 (ergänzt mit Schweizer CO₂ Grenzwert)

«Mega-Trend» in der PW-Welt

Internationaler Kontext



CO₂-Emissionsreduktion der PWs ist international, Europa & Japan sind am strengsten

Quelle: ICCT briefing, CO₂ emissions from new passenger cars in the EU: Car manufacturers' performance in 2014 (ergänzt mit Schweizer CO₂ Grenzwert)

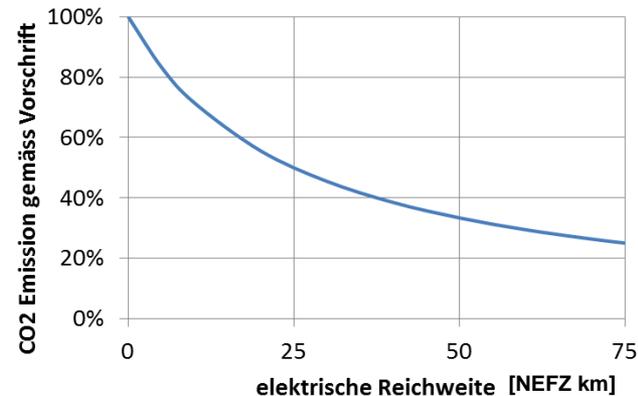
Inhalt

- «Mega-Trends» in der PW Welt
- **Gesetzgebung / Fahrzyklus**
- Fahrzeugantriebe der Zukunft
- Treibstoffe der Zukunft
- Zusammenfassung

Gesetzgebung/Fahrzyklus

Probleme mit der aktuellen EU Gesetzgebung bzgl. Verbrauch/CO₂

- Fahrzeugmasse: Fahrzeug kann (viel) leichter geprüft werden, als es wirklich ist
- Fahrwiderstände: Widerstandsoptimiertes Referenzfahrzeug
- Fahrprofil: Unrealistisch, sehr tieflastig, sehr hoher Leerlaufanteil, tiefe Beschl./Verz.
- Schaltvorgaben: Fix für Schaltgetriebe (unrealistisch)
- Messunsicherheitsmarge: De Fakto 4% Marge für Hersteller
- Nebenverbraucher: Keine Nebenverbraucher (z.B. Klimatisierung) aktiviert während Fahrzyklus
- Elektrofahrzeuge: CO₂-freier Strom
- Plugin Hybride: CO₂-freier Strom



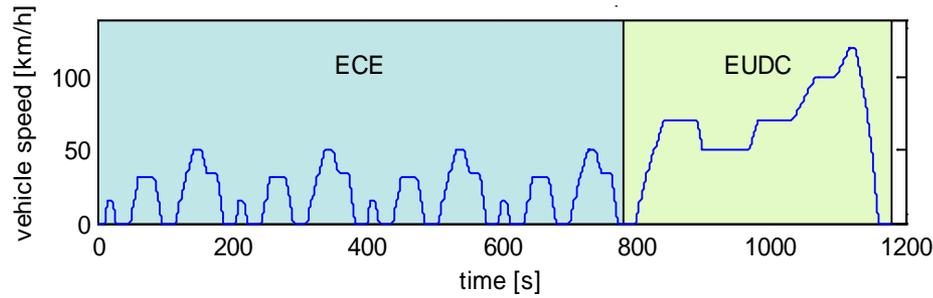
Konsequenz / Problem:

Reale CO₂ Emissionen (Verbrauch) können deutlich von den Normangaben abweichen.

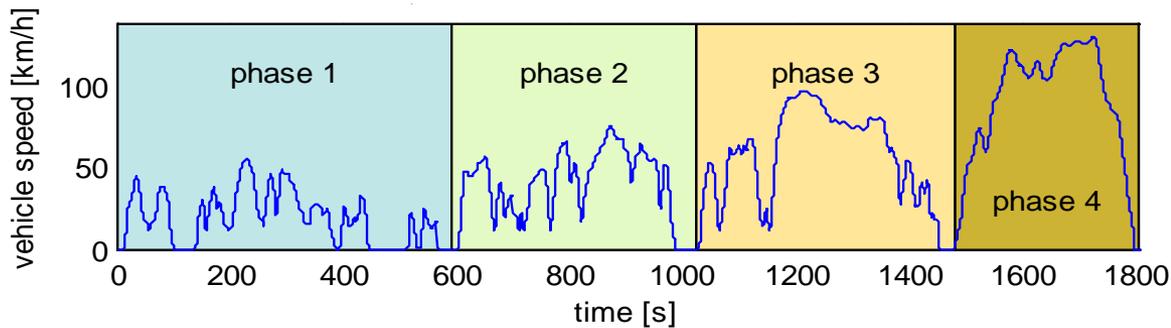
Gesetzgebung/Fahrzyklus

Nach 25 Jahren: neuer Zyklus

Zyklus (seit 1992): NEFZ



Zyklus (vermutlich ab 2017): WLTP



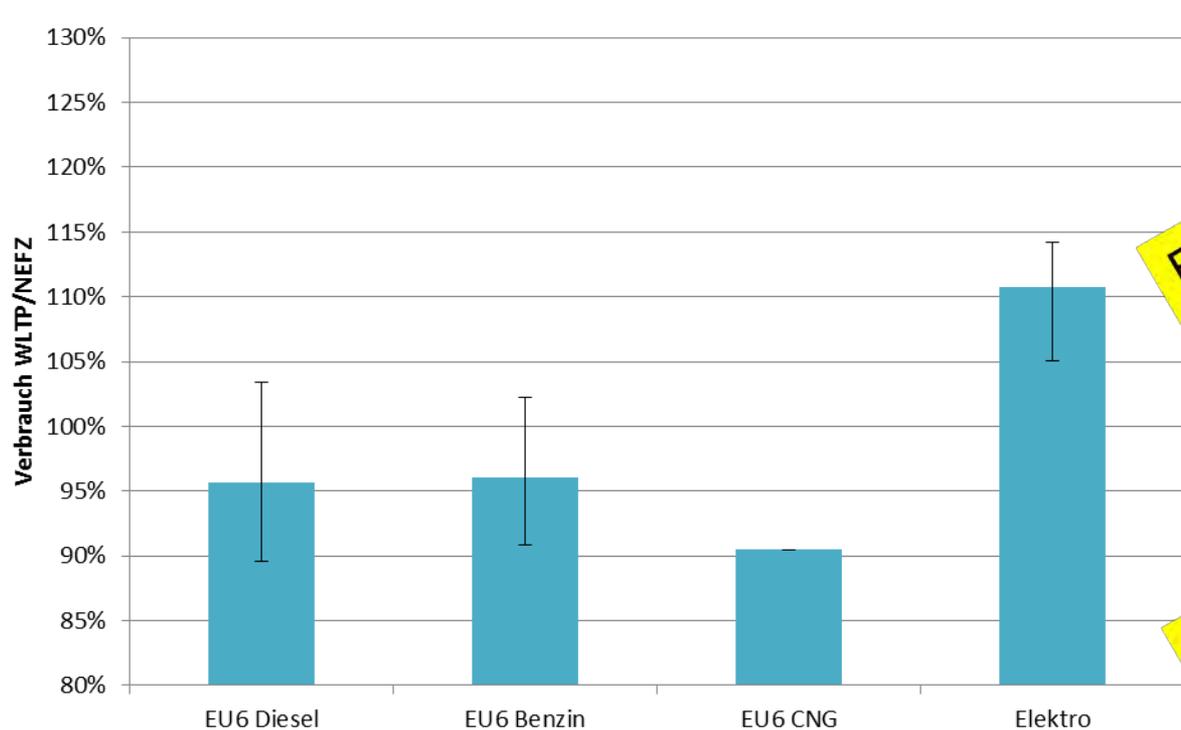
Ziel: realitätsnäher als
der sehr synthetische und
sanfte NEFZ

Frage: gibt ein realitäts-
näherer Zyklus auch
realitätsnähere Verbräuche

Gesetzgebung/Fahrzyklus

Vergleich WLTP / NEFZ

Rollenprüfstandsmessungen von Euro-6 Fahrzeugen, WLTP und NEFZ mit Exakt gleichen Prüfstandseinstellungen

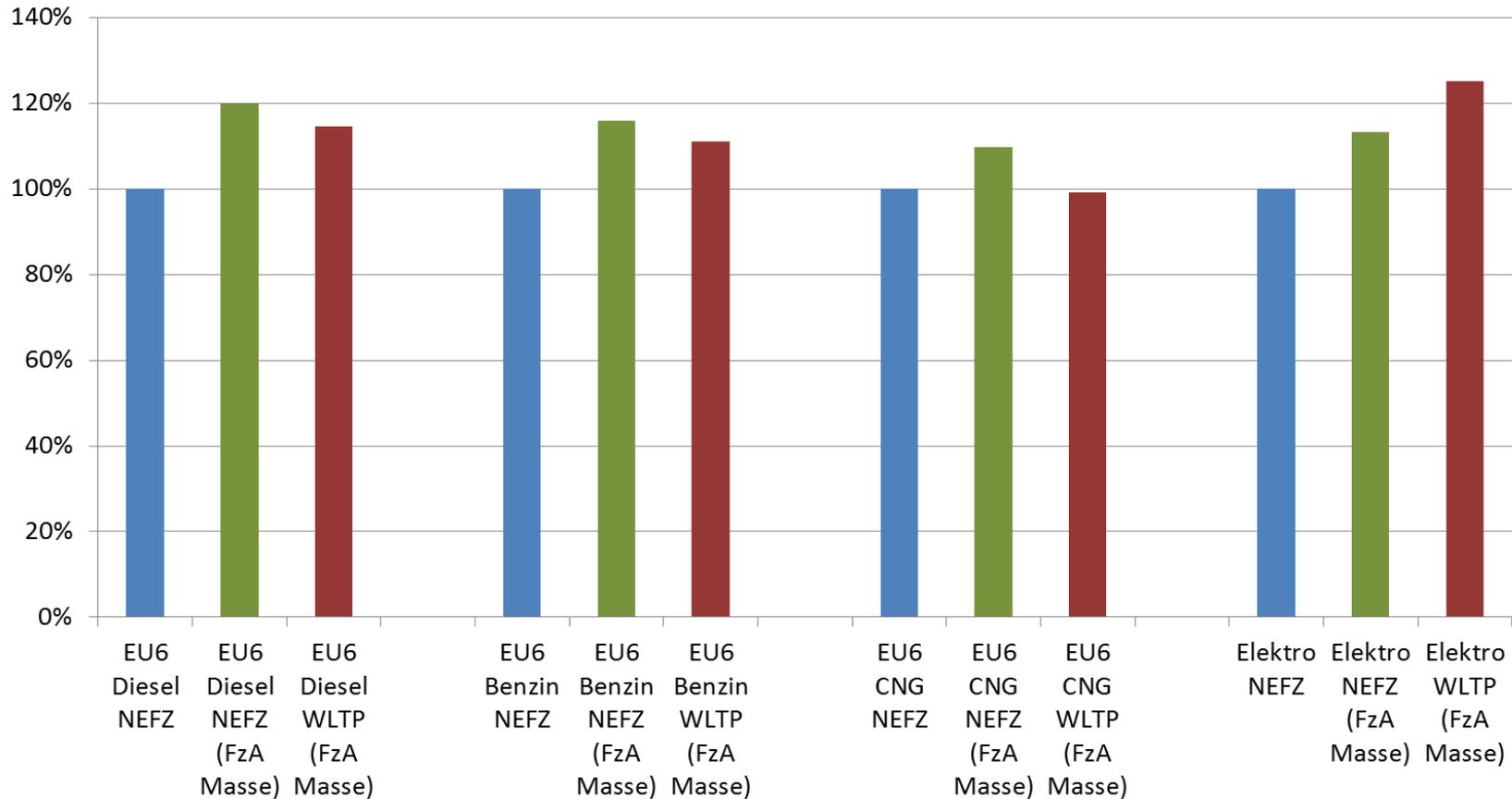


Ergebnis: das Fahrprofil des WLTP führt bei Verbrennungsmotoren im Schnitt zu tieferen Verbräuchen als NEFZ!

Grund: Bei höheren Lasten steigt der Wirkungsgrad von Verbrennungsmotoren

Gesetzgebung/Fahrzyklus

Vergleich Fahrzyklen / Fahrzeugmassen



Ergebnis: die «wahre» Masse im Test wird zu einer Verbrauchserhöhung führen, nicht der neue Zyklus (Ausnahme: E-Fahrzeuge)

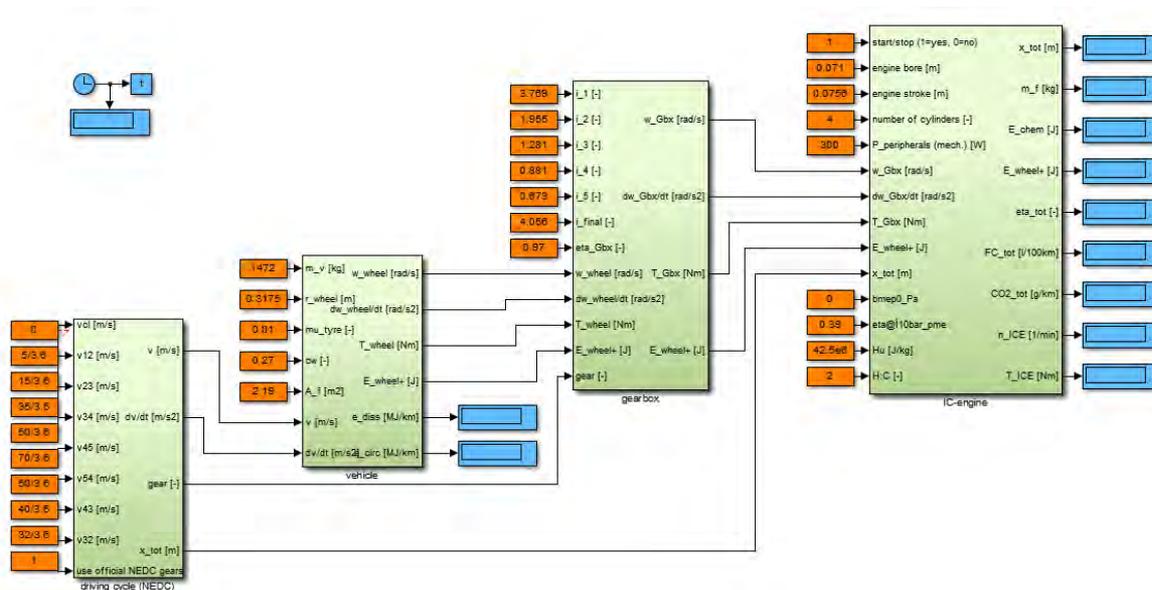
Inhalt

- «Mega-Trends» in der PW Welt
- Gesetzgebung / Fahrzyklus
- **Fahrzeugantriebe der Zukunft**
- Treibstoffe der Zukunft
- Zusammenfassung

Fahrzeugantriebe der Zukunft

Potenzialabschätzung: Simulationen für ein «Standardfahrzeug»

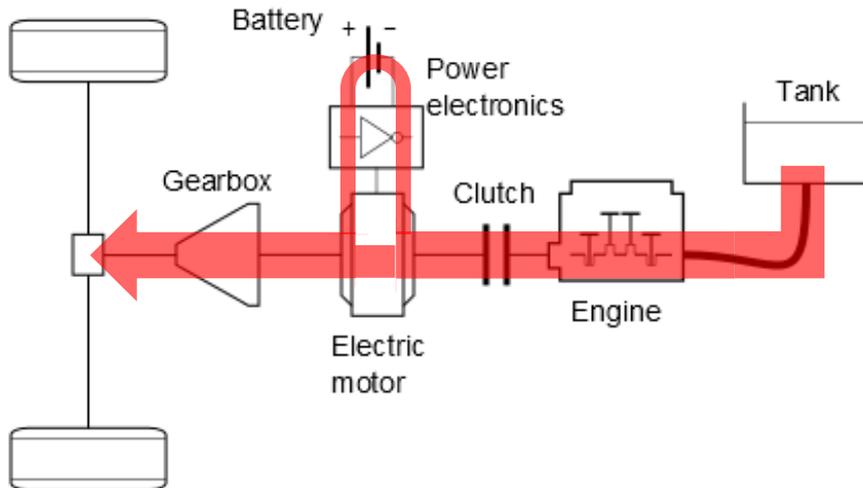
- Masse: 1372 kg (in Basisausführung)
- Benzinmotor, Schaltgetriebe
- Simulationen im NEFZ mit verschiedenen «perfekten» Ottomotoren
- Simulationen im NEFZ mit verschiedenen «perfekten» Hybridantrieben (unter Berücksichtigung 100 kg Mehrmasse für Hybridantrieb)



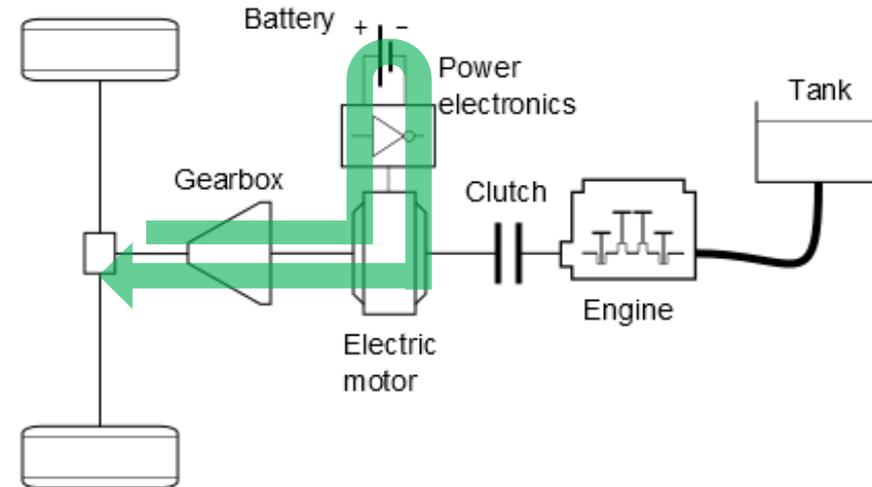
Fahrzeugantriebe der Zukunft

Definitionen für Hybridantriebe

«Fuel-to-Traction» Wirkungsgrad (η_{ft})



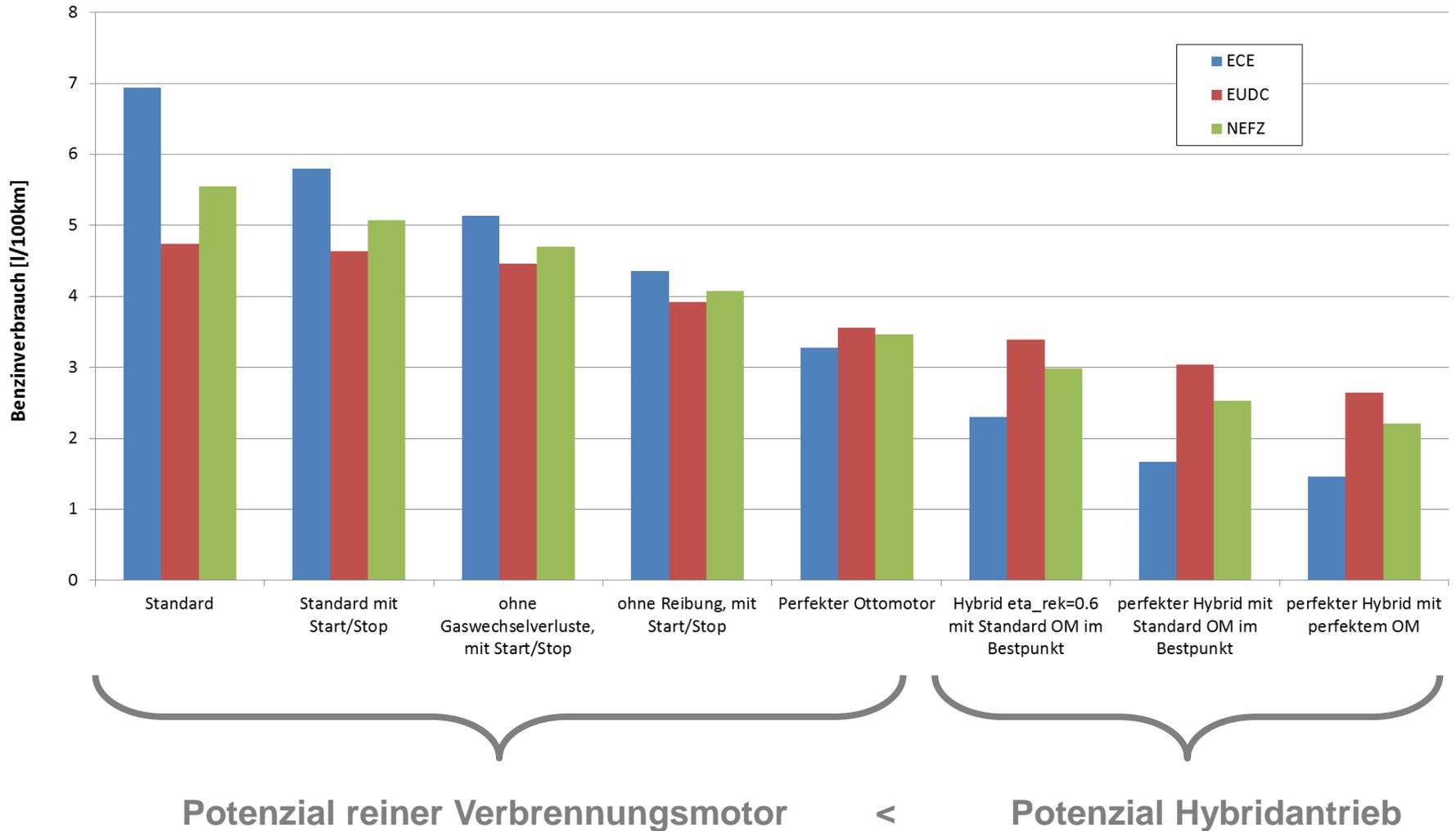
Rekuperationseffizienz (η_{rek})



Ref: Ott, Zurbruggen, Onder, Guzzella, Cycle Averaged Efficiency of Hybrid Electric Vehicles, Proc IMechE Part D: J Auto. Eng., 227(1) 78–86, 2012

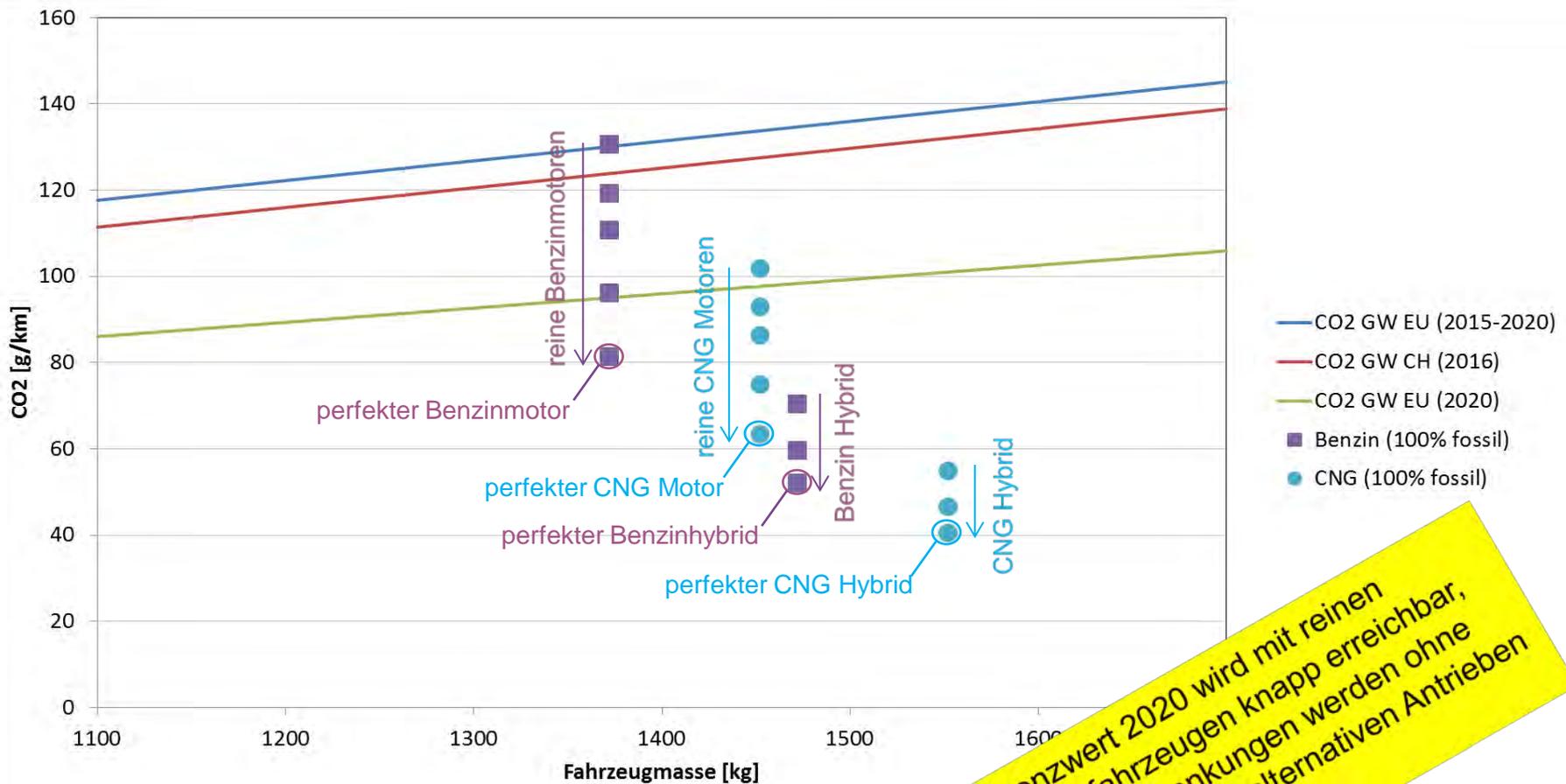
Fahrzeugantriebe der Zukunft

Potenzialabschätzung: Simulationen für ein «Standardfahrzeug»



Fahrzeugantriebe der Zukunft

Potenzialabschätzung: Simulationen für ein «Standardfahrzeug»



Grenzwert 2020 wird mit reinen Benzinfahrzeugen knapp erreichbar, weitere Absenkungen werden ohne Hybridisierung / alternativen Antrieben nicht machbar sein

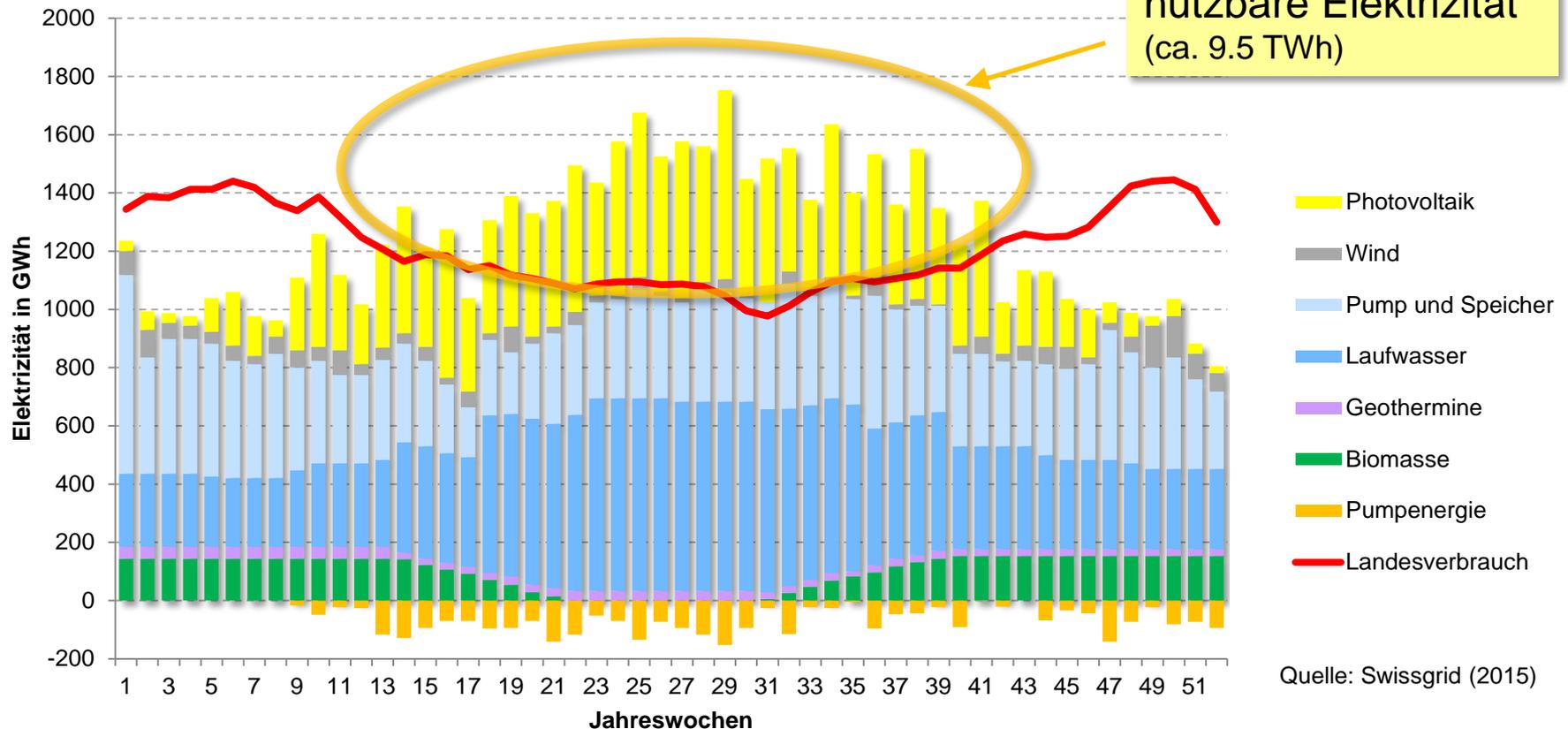
Inhalt

- «Mega-Trends» in der PW Welt
- Gesetzgebung / Fahrzyklus
- Fahrzeugantriebe der Zukunft
- **Treibstoffe der Zukunft**
- Zusammenfassung

Treibstoffe der Zukunft

Effekte des Ausbaus der Photovoltaik in der Schweiz

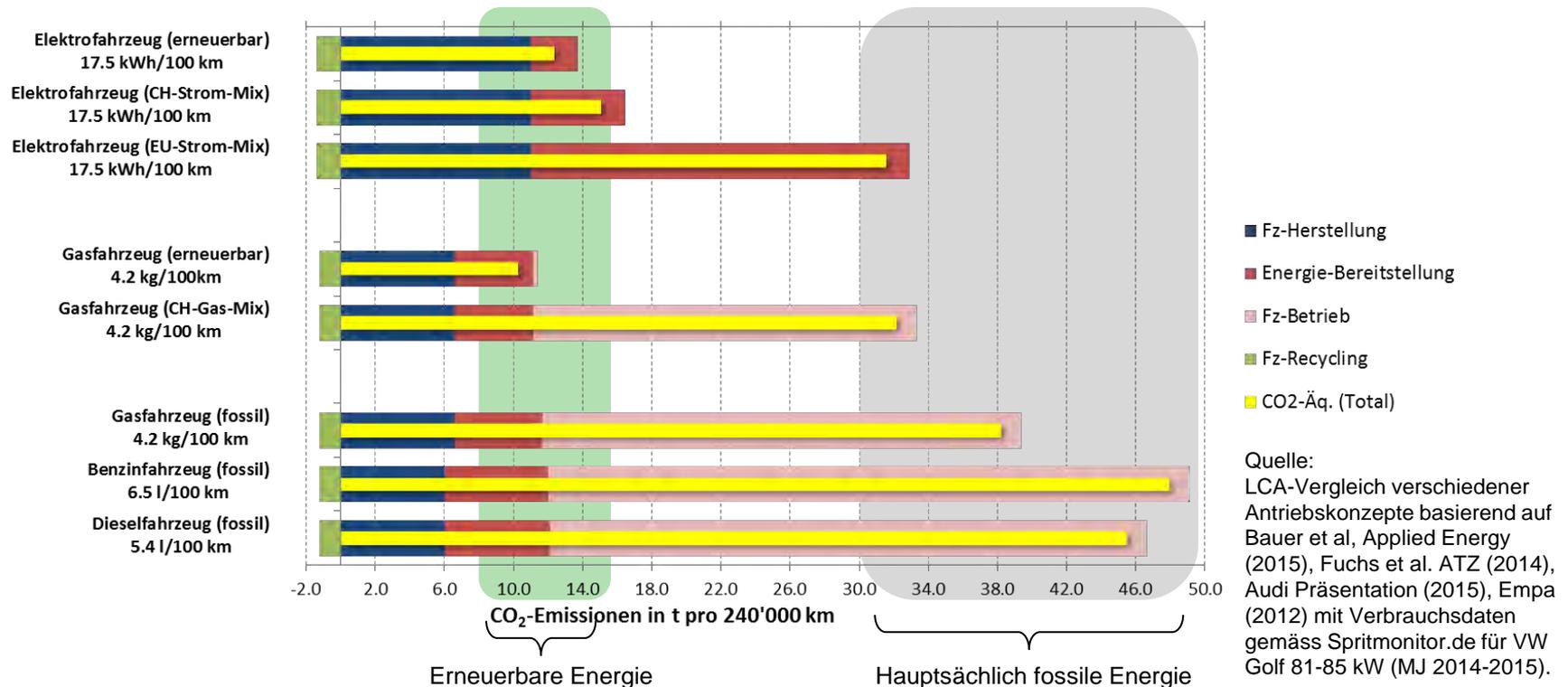
Swissgrid-Szenario «Sun2035»



Quelle: Swissgrid (2015)

Treibstoffe der Zukunft

Wie erreichen wir in Realität tiefe CO₂ Emissionen?

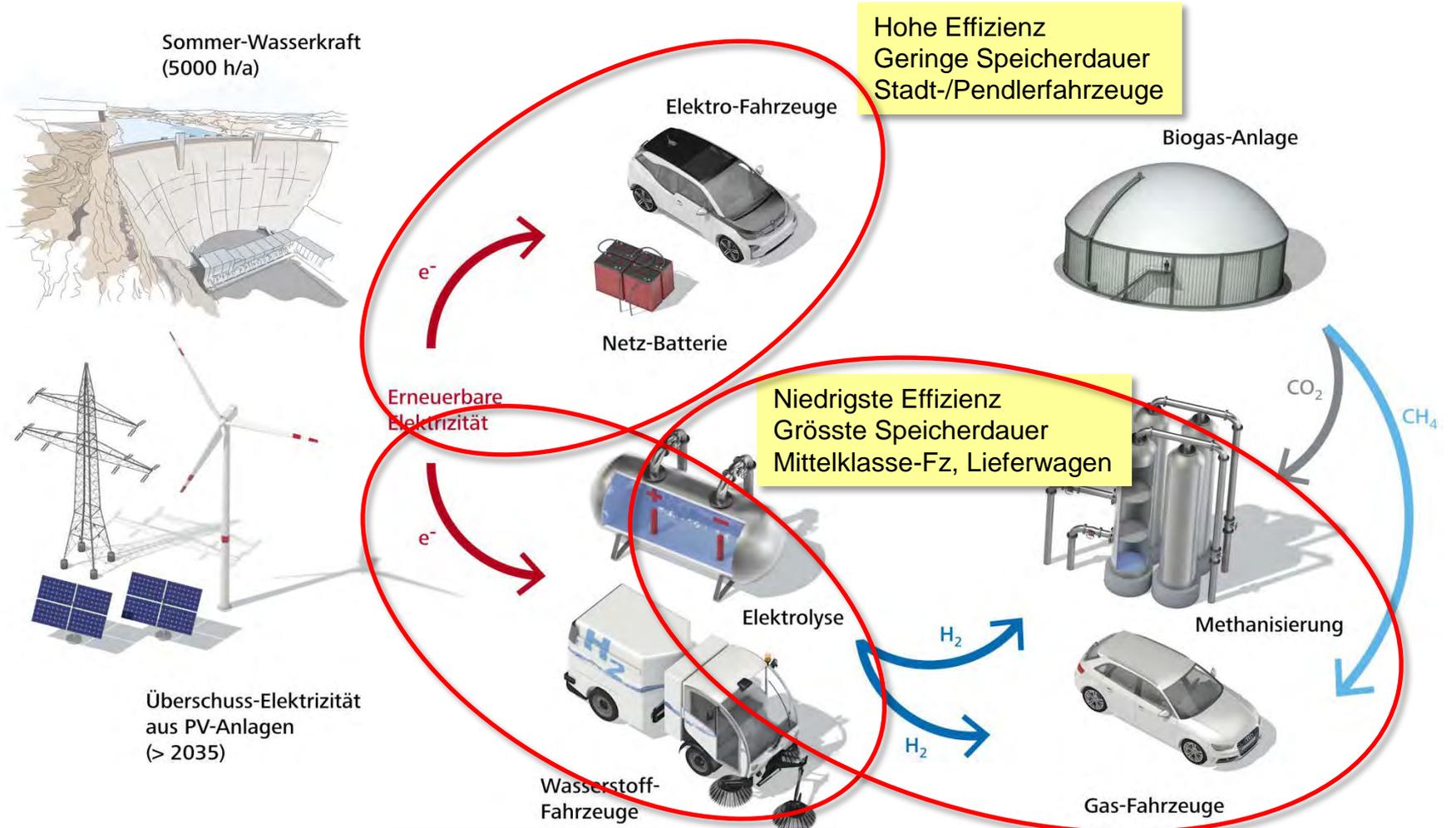


Mit fossiler Energie betrieben, weisen alle Antriebskonzepte hohe CO₂-Lebenszyklusemissionen auf.

Mit erneuerbarer Energie betrieben, weisen alle Antriebskonzepte niedrige CO₂-Lebenszyklusemissionen auf.

Treibstoffe der Zukunft

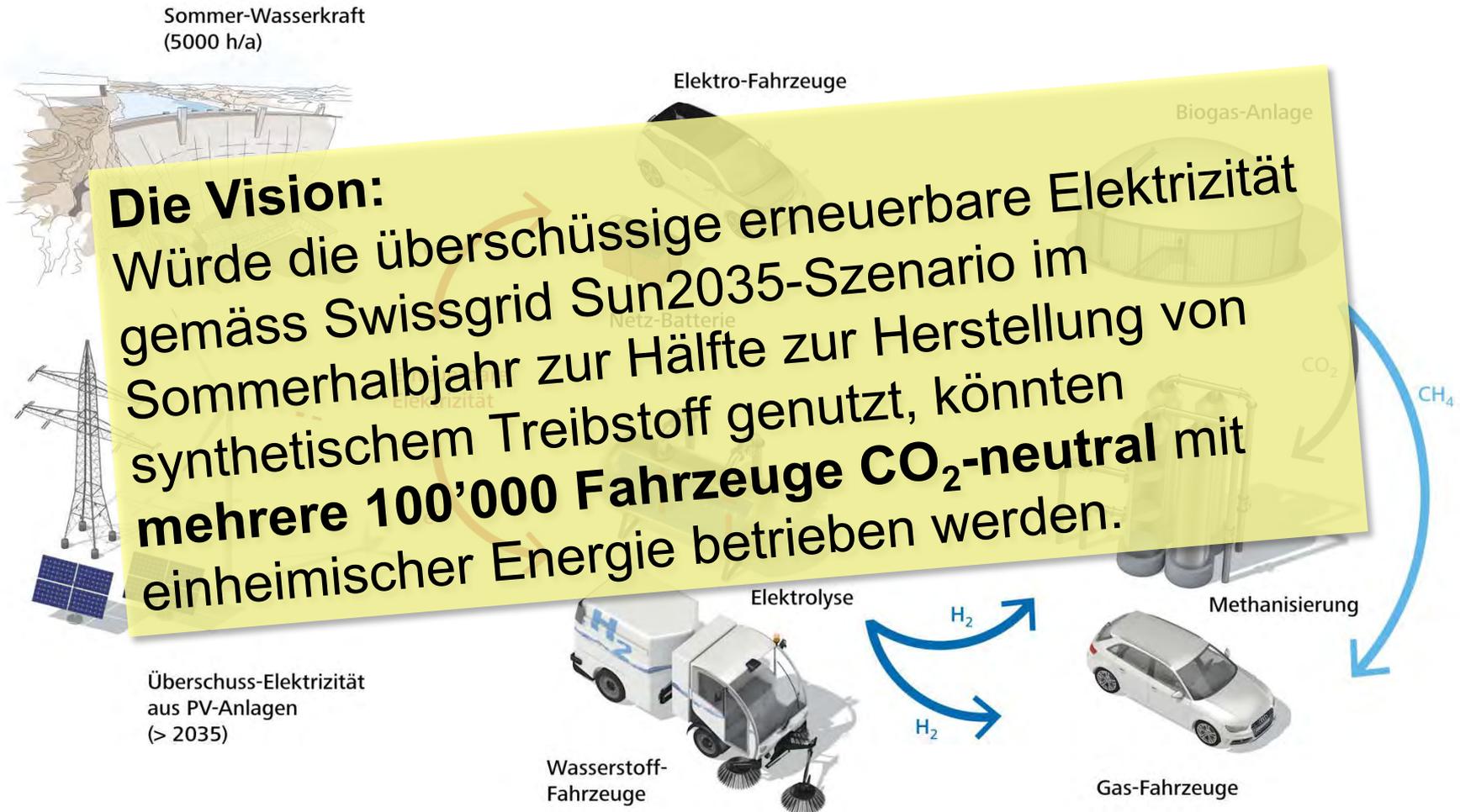
Nutzbarmachung der absehbaren Überschüsse



Mittlere Effizienz
Mittlere Speicherdauer
Busse, grössere, lokale Fahrzeuge

Treibstoffe der Zukunft

Nutzbarmachung der absehbaren Überschüsse



Treibstoffe der Zukunft

«move Empa» Plattform

move | Empa

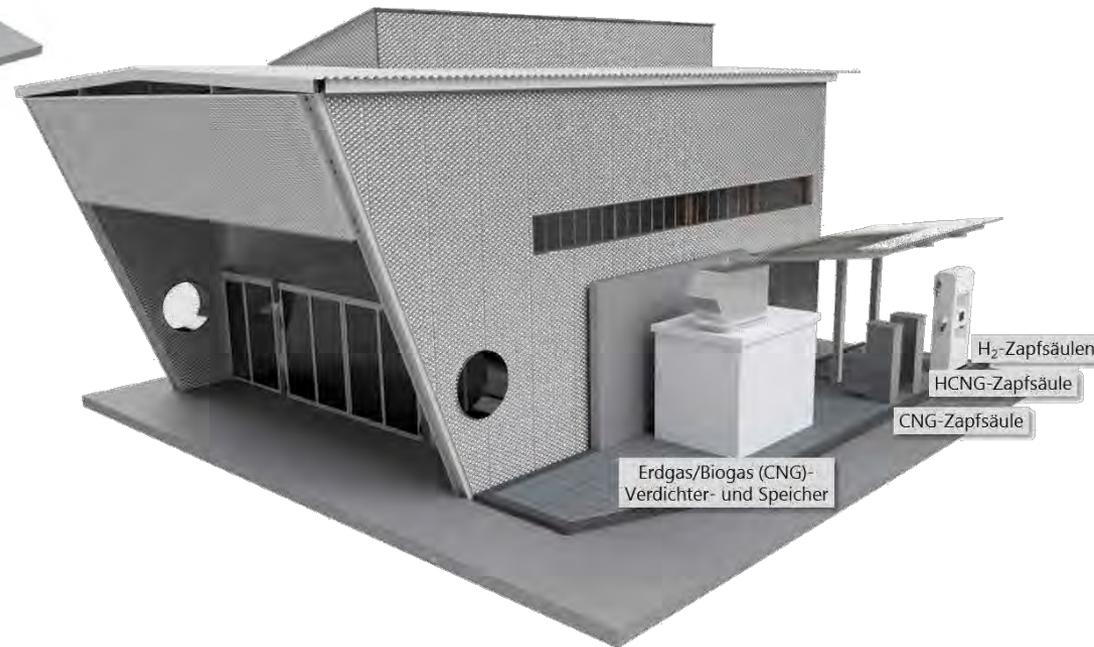


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE



3D-Visualisierung:
AtlasCopco Schweiz AG/Empa



Treibstoffe der Zukunft

«move Empa» Plattform

move | Empa



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

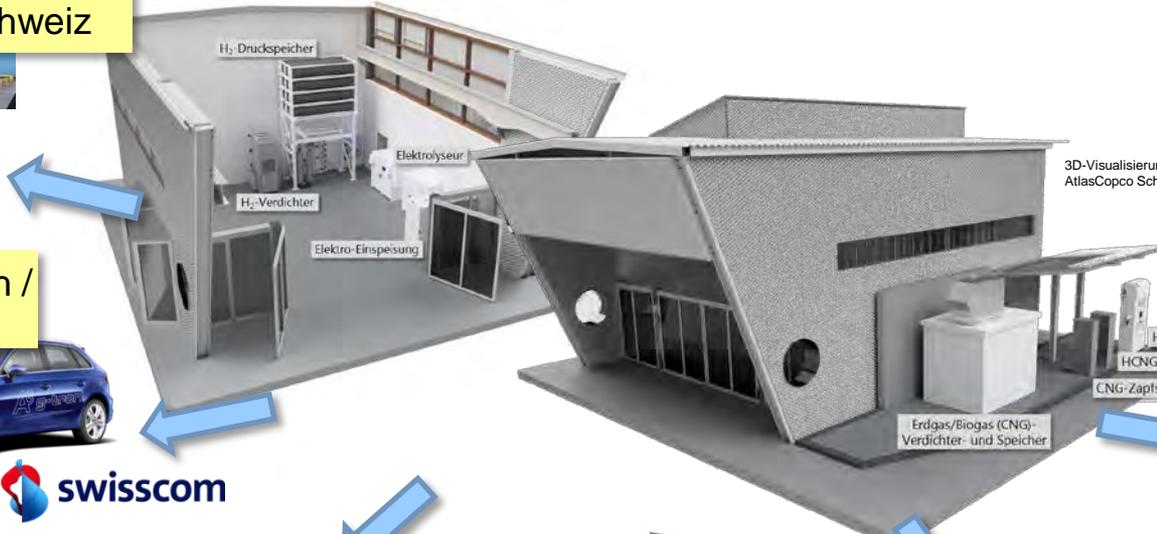


Bundesamt für Energie BFE



PtX-Studie
Schweiz

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Bundesamt für Umwelt BAFU



3D-Visualisierung:
AtlasCopco Schweiz AG/Empa

Realverbrauch /
Carsharing



350 bar HCNG-
Praxiserprobung



350 Bar H₂-
Kehrfahrzeug



700 Bar H₂-
Personenwagen



Batteriespeicher
für EVs



Treibstoffe der Zukunft

Film: http://tv.empa.ch/empa_tv_MOVE_Animation_EN_20160222.m4v

Inhalt

- **Mega-Trends in Energiestrategie**
- **Fahrzeugantriebe der Zukunft**
- **Erneuerbare Treibstoffe**
- **Der Future Mobility Demonstrator «move»**
- **Zusammenfassung**

Zusammenfassung

- Neuer Fahrzyklus wird etwas realistischere Verbrauchswerte ergeben, nicht aber wegen dem Zyklus sondern wegen der Berücksichtigung der realen Fahrzeugmasse (Nebenaggregate bleiben aber nach wie vor unberücksichtigt)
- Die Weiterentwicklung des Verbrennungsmotor für fossiles Benzin (und Diesel) wird für die Erfüllung der CO₂ Grenzwerte unter 95 g/km nicht genügen, Hybridisierung, Elektrifizierung und/oder alternative Treibstoffe werden notwendig sein
- Nicht der Energiewandler bestimmt die realen CO₂ Emissionen, sondern der Primärenergiepfad (mit fossilen Energien sind alle Konzepte «schmutzig», mit erneuerbaren alle «sauber»)
- Absehbare starke Fluktuationen in Stromnetz werden Stromspeicherung notwendig machen – Power-to-X bietet hier grosse Potenziale um grünen Strom nicht abregeln zu müssen, Betrachtung von «durchschnittlichen Strommischen» für CO₂ Betrachtungen von E-Fahrzeugen greifen zu kurz, die zeitliche Komponente (Tag/Nacht, Sommer/Winter) müssen bei Erzeugung und Verbrauch berücksichtigt werden

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:

patrik.soltic@empa.ch

Mit bestem Dank an meine Kollegen Christian Bach und Thomas Bütler.