Scientists for Future
AT-Ost

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften
und Prozesstechnik

Nachhaltige Mobilität

Department für Materialwissenschaften und Prozesstechnik
Institut für Verfahrens- und Energietechnik
DI. Dr. David Wöss

Scientists for Future
AT-Ost

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften
und Prozesstechnik

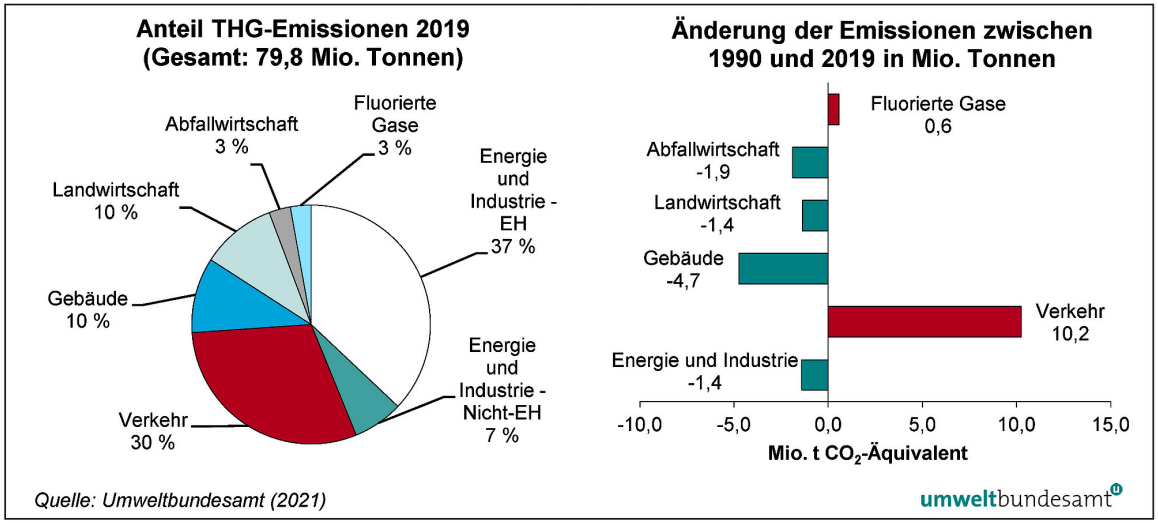
Nachhaltige Mobilität

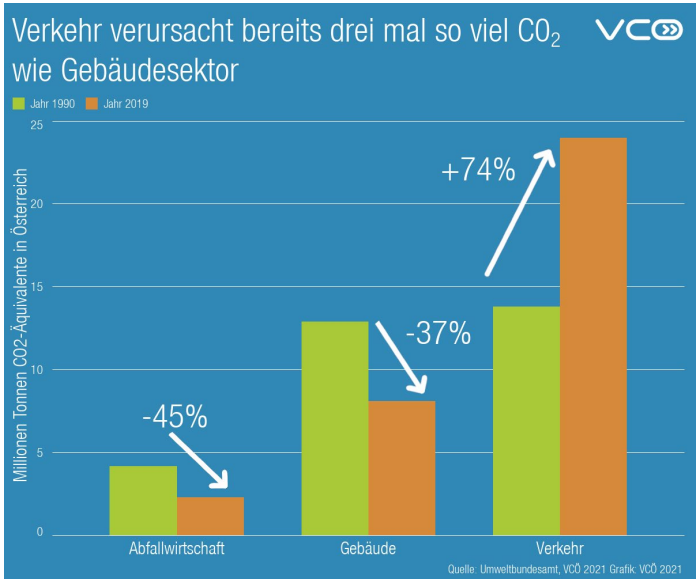
- Wieso ist nachhaltige Mobilität wichtig?
- Welche Möglichkeiten stehen derzeit zur Verfügung und welche Vor- und Nachteile haben diese?
- Was ändert sich beim Einsatz von e-Mobilität in der Praxis?

Scientists for Future AT-Ost

Wieso ist nachhaltige Mobilität wichtig?

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften und Prozesstechnik





Welche Möglichkeiten stehen derzeit zur Verfügung?

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften
und Prozesstechnik

- BEV- Batteriebetriebene Fahrzeuge
  - Vorteile: Hoher Wirkungsgrad, Fahrkomfort, geringe Betriebskosten, lokal Emissionsfrei
  - Nachteile: Hohes Gewicht, Umweltauswirkungen Akkumulator, Reichweite (Ladezeiten)

- FC- Wasserstoffbetriebene Fahrzeuge
  - Vorteile: Geringe Tankzeiten, lokal Emissionsfrei, gute Umweltbilanz (Herstellung)
  - Nachteile: Wirkungsgrad, hohe Betriebskosten

Welche Möglichkeiten stehen derzeit zur Verfügung?

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften
und Prozesstechnik

- Synthetische Fuels (e-Fuels)
  - Vorteil: keine technologische Umstellung,
  - Nachteil: Wirkungsgrad, lokale Emissionen (CO_2, NO_x,…), hohe Betriebskosten, (Flächenverbrauch)

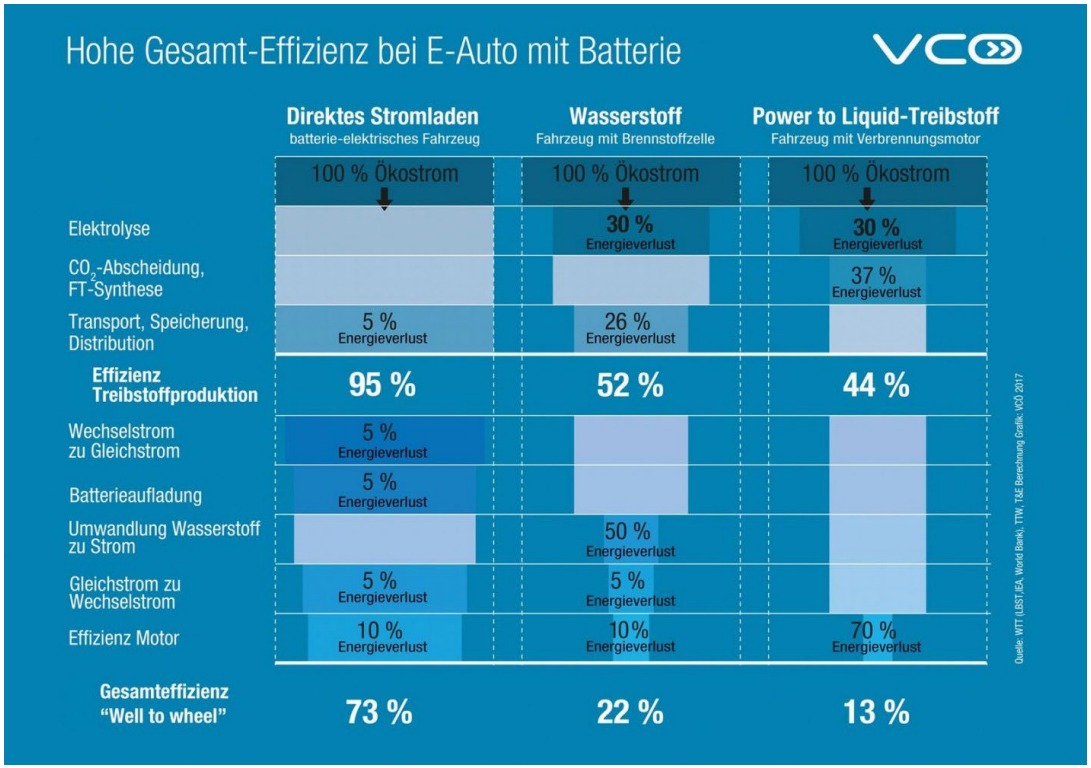
Vergleich der Technologien anhand von

- Wirkungsgrad
- Umweltauswirkung
- Wirtschaftlichkeit

Welche Möglichkeiten stehen derzeit zur Verfügung?

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften
und Prozesstechnik

Wirkungsgrade



Scientists for Future
AT-Ost

Welche Möglichkeiten stehen derzeit zur Verfügung?

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften
und Prozesstechnik

Akkuspeicher

Regenerative Stromproduktion → Transport & Spannungstransformation (Netzebene 5) → Wechselrichter AC/DC → Akku-Speicher → Elektromotor

$$\eta_{Ges,max} = \eta_{TT} * \eta_{WR} * \eta_{AKKU} = 0{,}99 * 0{,}98 * 0{,}99 = 0{,}96$$

$$\eta_{Ges,derzeit} = \eta_{TT} * \eta_{WR} * \eta_{AKKU} = 0{,}94 * 0{,}98 * 0{,}97 = 0{,}89$$

H_2-Technologie

Regenerative Stromproduktion → Elektrolyse Incl. AC/DC → Verdichtung/ Verflüssigung → Transport → Brennstoffzelle → Elektromotor

$$\eta_{Ges,max} = \eta_{EL} * \eta_{VV} * \eta_T * \eta_B = 0{,}80 * 0{,}80 * 0{,}99 * 0{,}85 = 0{,}54$$

$$\eta_{Ges,derzeit} = \eta_{EL} * \eta_{VV} * \eta_T * \eta_B = 0{,}665 * 0{,}72 * 0{,}97 * 0{,}43 = 0{,}1997$$

Scientists for Future
AT-Ost

Welche Möglichkeiten stehen derzeit zur Verfügung?

Universität für Bodenkultur Wien

	AKKU mit Speicher	AKKU ohne Speicher	H_2 aus Strom	H_2 aus Brennstoff
Energieträger	Strom	Strom	Strom	Gas, (Biomasse)
Wirkungsgrad Erzeugung Energieträger (Elektrolyse inkl. VV,…)	-	-	0.68[4]	0.54[7] aus Erdgas inkl. CCS
Wirkungsgrad Transport (Strom bzw. H_2)	0,93[1]	0,93[1]	0.98[5]	0.98[5]
Wirkungsgrad Wechselrichter	0.97-0.957[2]	0.97-0.957[2]	0.97-0.957[2]	0.97-0.957[2]
Wirkungsgrad Brennstoffzelle	-	-	0.44[6]	0.44[6]
Wirkungsgrad Speicher	0.88-089[2]	-	-	-
Wirkungsgrad Ladesäule	0.945[3]	0.945[3]	-	-
Wirkungsgrad AKKU	0.88-089[2]	0.88-089[2]	-	-
Gesamtwirkungsgrad	0.62	0.78	0.28	0.22

haften

Quellenangabe:
1 https://www.apg.at/de/markt/netzverluste **bis NE7**
2 aus Messdaten EVN
3 Leicht C.: „DC-Energiemessung im Bereich Elektromobilität“, Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig und Berlin, Nationales Metrologieinstitut, 2017
4 Andreas Bandi, Elektrolyseverfahren und -vorrichtung zur Synthese von Kohlenwasserstoffverbindungen mittels Kohlendioxid-Umwandlung, Offenlegungsschrift DE4126349 A1
5 J. L. Gillette, R. L. Kolpa: *Overview of Interstate Hydrogen Pipeline Systems.* ANL/EVS/TM/08-2. Argonne National Laboratory (ANL), 1. Februar 2008
6 *Brennstoffzellensysteme in der Entwicklung*. Infos des Instituts für Energie- und Klimaforschung (IEF) am Forschungszentrum Jülich auf der Website der scon-marketing GmbH. Archiviert vom Original am 18. Januar 2017.
7 Anton Karle: *Elektromobilität. Grundlagen und Praxis.* München 2017, S. 40f.

Welche Möglichkeiten stehen derzeit zur Verfügung?

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften
und Prozesstechnik

Umweltauswirkung:

Akkutechnologie:

- Derzeit im PKW-Bereich NMC bzw. LiFePo- Zellen im Einsatz
- Herstellung Akku ist energieintensiv → CO_2 Emissionen

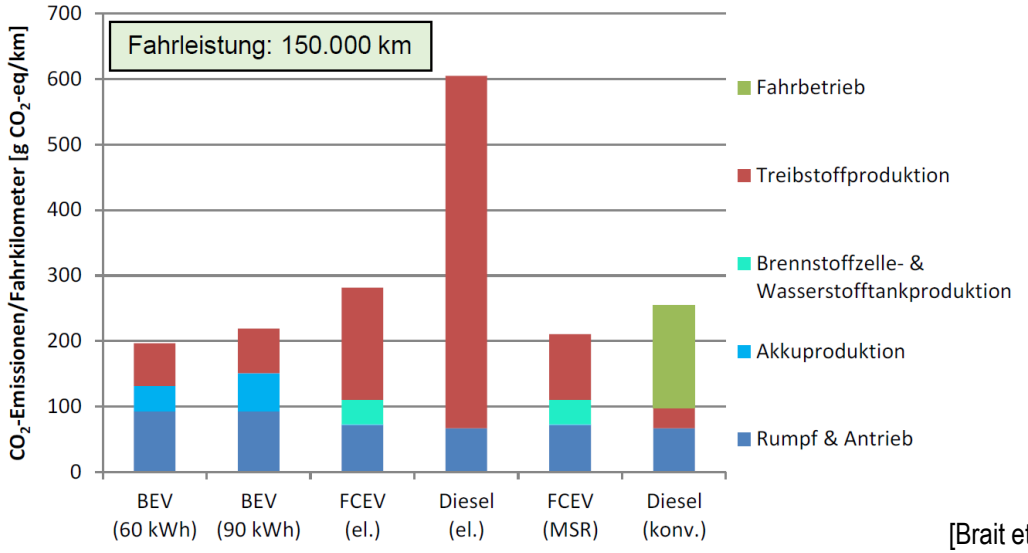
	[Emilsson & Dahllöf, 2019]	[Dai, et al., 2019]	[Kelly, et al., 2019]	[Recharge, 2018]	[Sternberg, et al., 2019]	[Agora Verkehrswende, 2019]
CO_2-Emissionen Akkuherstellung (kg CO_2-eq/kWh)	61–106	73	43–142	77	65–160	145

[Brait et al, 2019]

Welche Möglichkeiten stehen derzeit zur Verfügung?

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften
und Prozesstechnik

Umweltauswirkung:



[Brait et al, 2019]

- Alterung Akku:
  - Kalendarische Alterung: Nach ca. 8 Jahren, 80% Restleistung
  - Alterung durch Nutzung: erst relevant ab 3 Vollzyklen pro Tag

Welche Möglichkeiten stehen derzeit zur Verfügung?

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften
und Prozesstechnik

Umweltauswirkung:

Akkutechnologie:

- Sekundäre Nutzung (Energiespeicher) weitere 6 Jahre bis ca. 60%
- Recycling (intensive Forschungstätigkeiten - EU)
- Weitere Forschungsschwerpunkte: Verkürzung Ladezeiten, Reduktion von Kobald, Mangan, Lithium

Welche Möglichkeiten stehen derzeit zur Verfügung?

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften
und Prozesstechnik

Umweltauswirkung:

Wasserstoff:

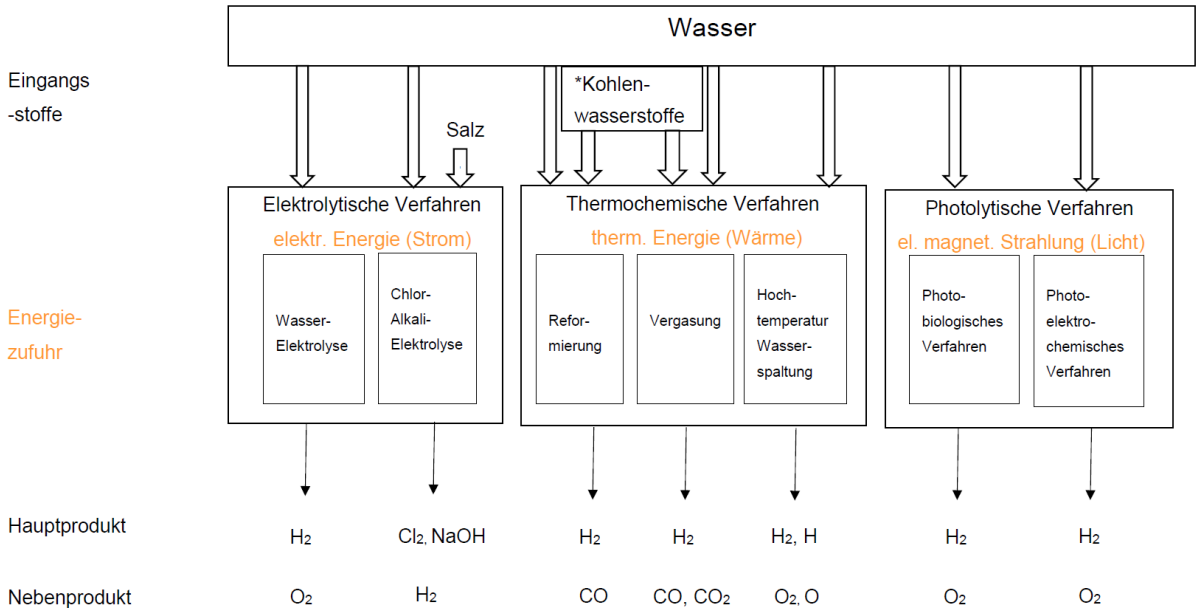


Abbildung 8: Verfahren zur Wasserstoffherstellung (nach Sterner 2017a, S. 335)

[Doberer et al, 2019]

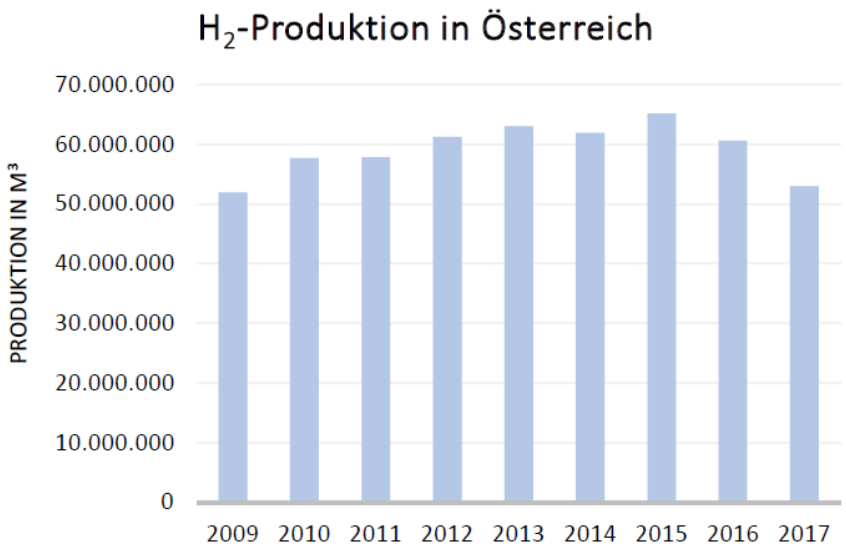
Welche Möglichkeiten stehen derzeit zur Verfügung?

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften
und Prozesstechnik

Wasserstoff Herstellung:

Aufgrund ökonomischer Rahmenbedingungen erfolgt die Herstellung von Wasserstoff derzeit hauptsächlich aus Dampfreformierung:

- Erdgas (48%)
- Flüssige Kohlenwasserstoffe (30%)
- Kohle (18%)
- Strom (4%)



[Doberer et al, 2019]

Scientists for Future
AT-Ost

Welche Möglichkeiten stehen derzeit zur Verfügung?

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften
und Prozesstechnik

Potentiale für Rohstoffe:

- weitere Verwendung von fossilen Energieträgern mit CCS (Carbon Capture and Storage)
- Biomasse: Konkurrenz zu Anbauflächen, Potential eher gering
- Elektrolyse aus Überschussstrom (erneuerbare Energie)

https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab6c2e

Welche Möglichkeiten stehen derzeit zur Verfügung?

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften
und Prozesstechnik

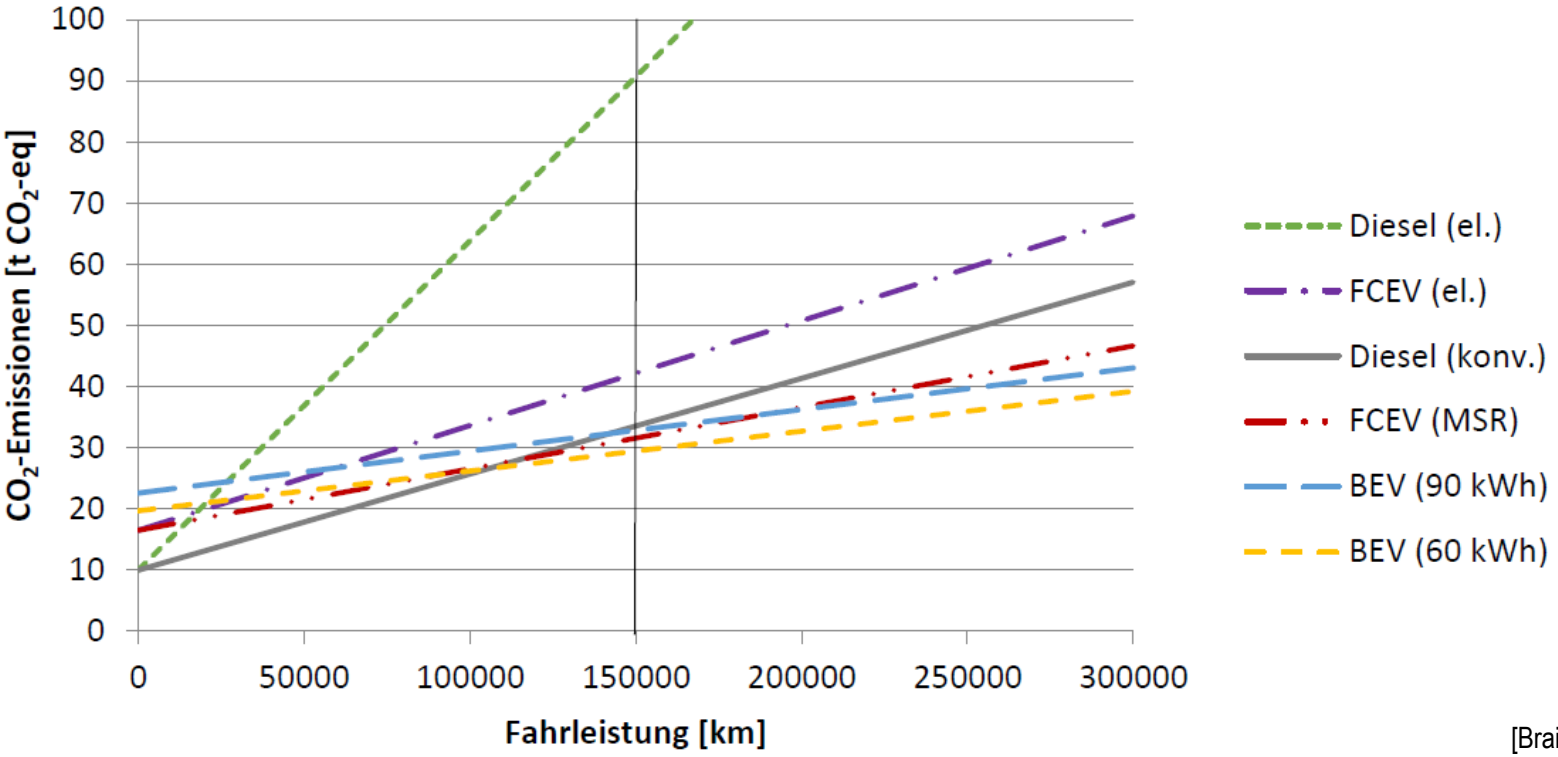
Synthetische Treibstoffe:

- Herstellung aus biogenen Stoffen: Fischer-Tropsch-Synthese
  - Problem: Flächenverbrauch
- Herstellung aus CO_2 und H_2:
  - Problem niedriger Wirkungsgrad

Welche Möglichkeiten stehen derzeit zur Verfügung?

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften
und Prozesstechnik

Umweltauswirkung (Österreich-Mix):



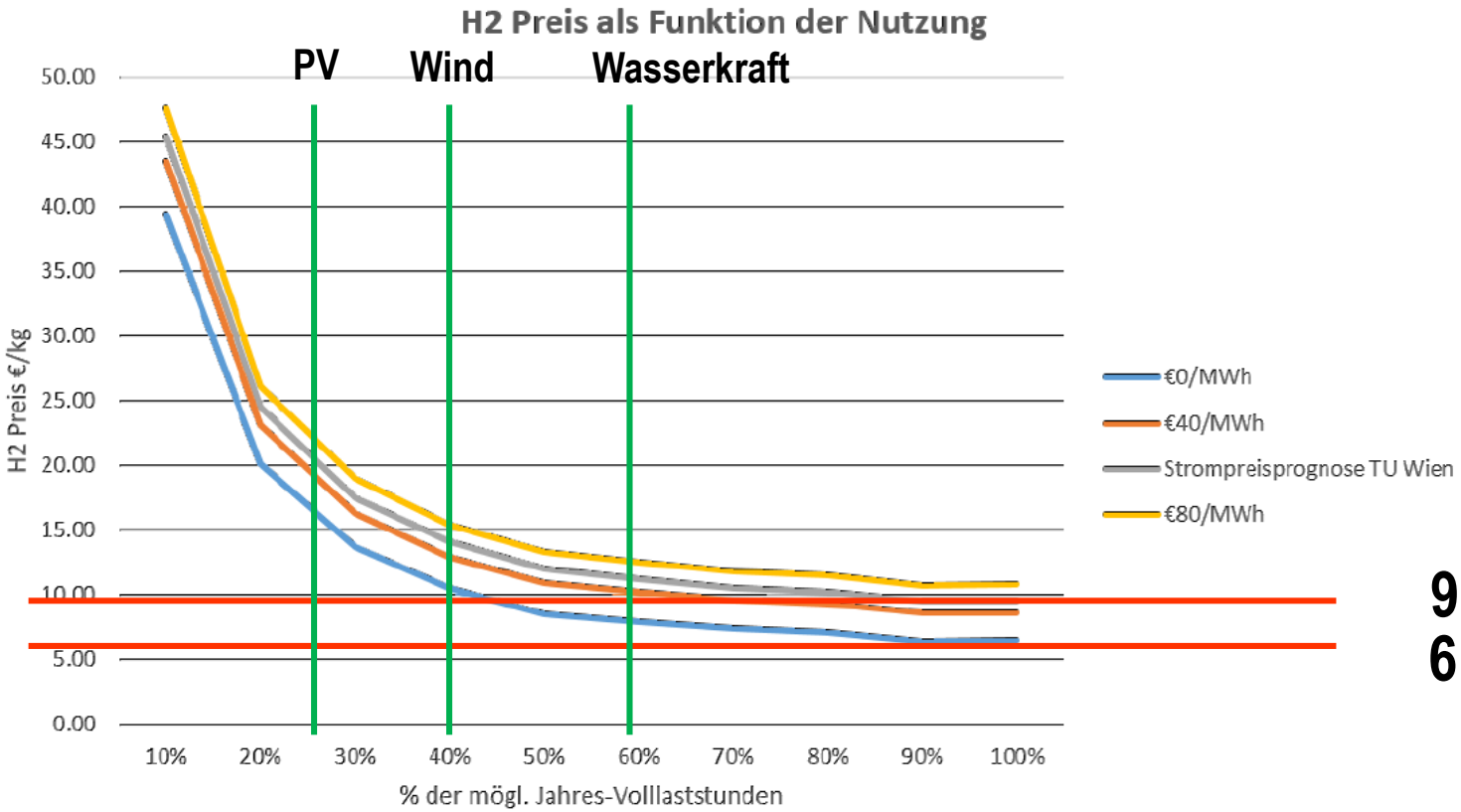
[Brait et al, 2019]

Scientists for Future
AT-Ost

Welche Möglichkeiten stehen derzeit zur Verfügung?

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften und Prozesstechnik

Kostenbetrachtung Wasserstoff Elektrolyse:



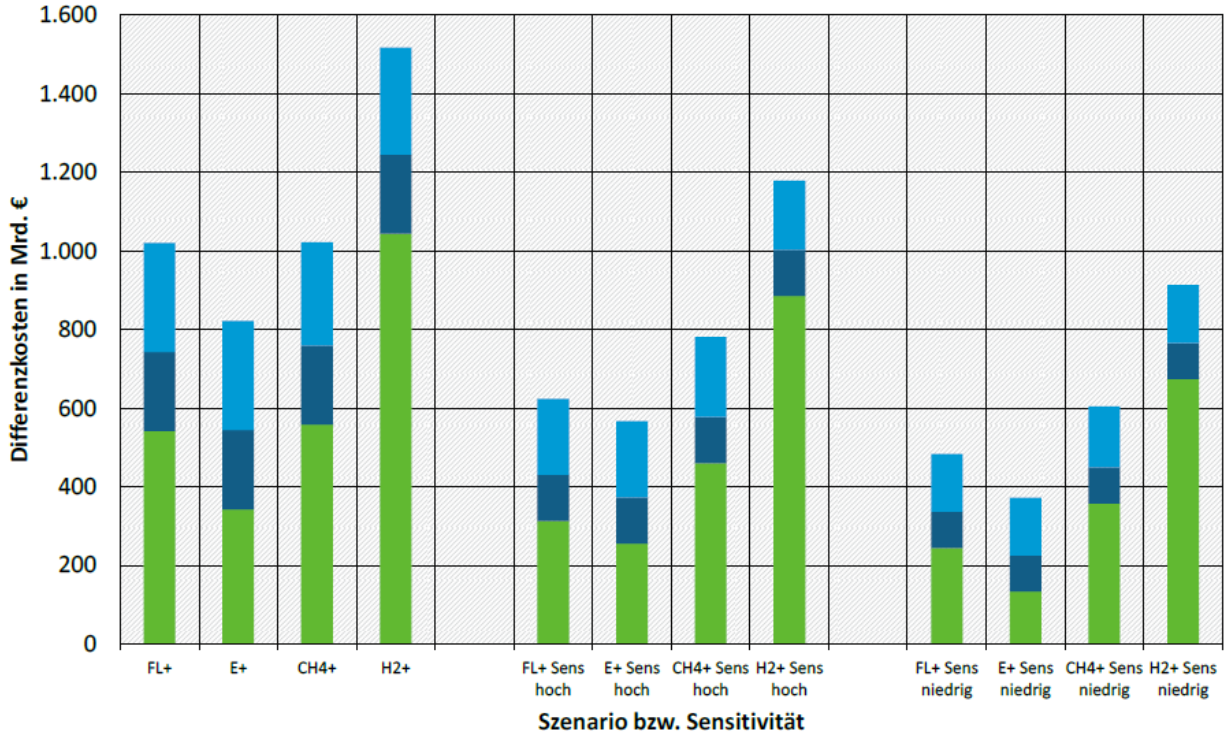
9,50 Euro
6 Euro

Scientists for Future
AT-Ost

Welche Möglichkeiten stehen derzeit zur Verfügung?

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften
und Prozesstechnik

Abbildung 14: Differenzkosten der Sensitivitätsbetrachtungen mit hohen und niedrigen Kosten und der Ausgangsszenarien (UBA 2016) im Vergleich zum jeweiligen Referenzszenario für den Zeitraum 2020 bis 2050 differenziert nach Verkehrsträger (positiv: Mehrkosten)

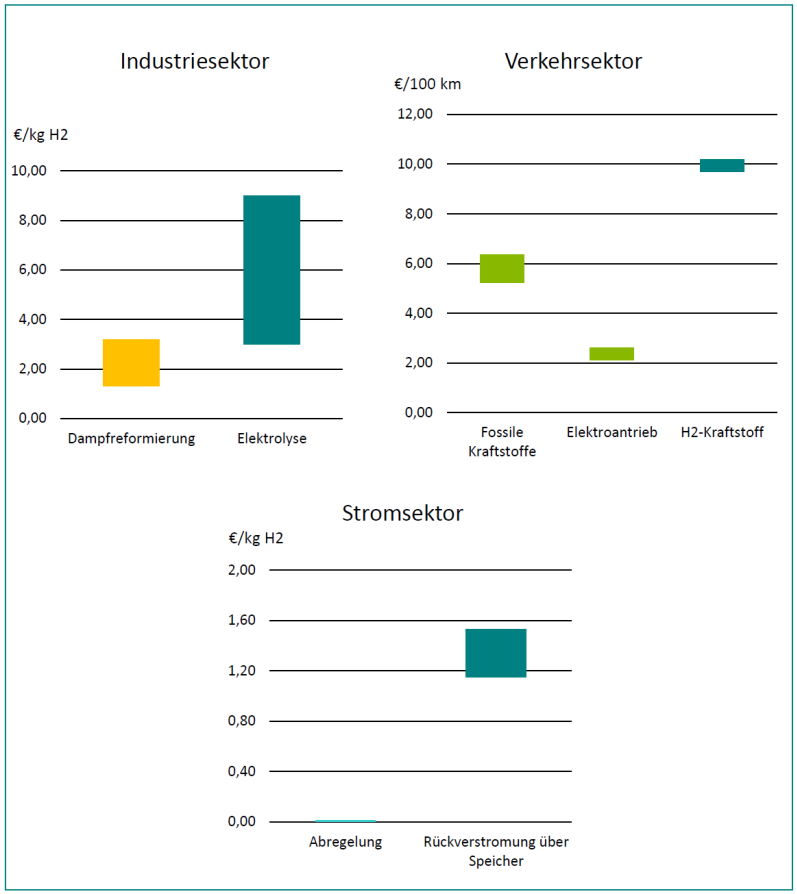


Scientists for Future AT-Ost

Welche Möglichkeiten stehen derzeit zur Verfügung?

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften und Prozesstechnik

Betriebskosten:



Doberer E., 2019, „Wasserstoff aus Überschussstrom- Potenziale & Einsatzmöglichkeiten in Österreich“, MA, BOKU-Wien

Was ändert sich beim Einsatz von e-Mobilität in der Praxis?

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften
und Prozesstechnik

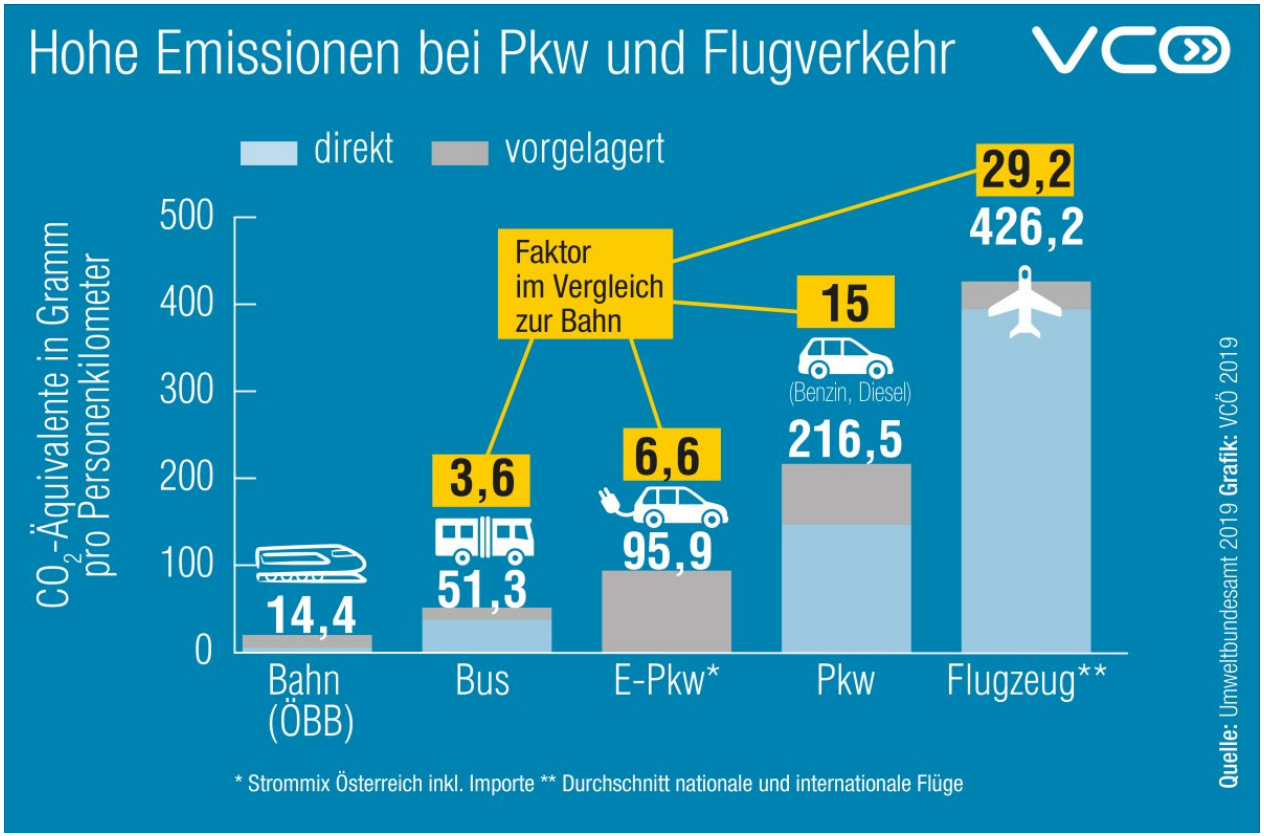
- Zusätzlich zu Fahrzeug weitere Infrastruktur notwendig (Wallbox)
- Anpassung der Akkugrößen an tatsächlichen Bedarf
  - Jahreskilometer z.B.: 20.000 km, bei 300 Einsatztagen, Durchschnitt 66 km
  - Für Langstrecken → Schnellladestationen (Asfinag, Flächendeckend auf Autobahnen)
  - Achtung! Kostenvorteil nur bei Stromladung zu Hause!!!
  - Infos über e-Fahrzeuge:

https://www.e-fahrzeuge.info/

Scientists for Future AT-Ost

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften und Prozesstechnik

Fazit für lange Strecken



Scientists for Future
AT-Ost

Ich freue mich schon auf eine spannende Diskussion!!!

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften
und Prozesstechnik

Weitere Infos:

https://bokubox.boku.ac.at/#5322ccc9250bd
a765c4f8bb355d29bd4

Universität für Bodenkultur Wien

Department für Materialwissenschaften und Prozesstechnik
Institut für Verfahrens- und Energietechnik

DI. Dr. David Wöss

Gregor Mendel-Straße 33, A-1180 Wien
Tel.: +43664/4214588
david.woess@boku.ac.at , www.boku.ac.at

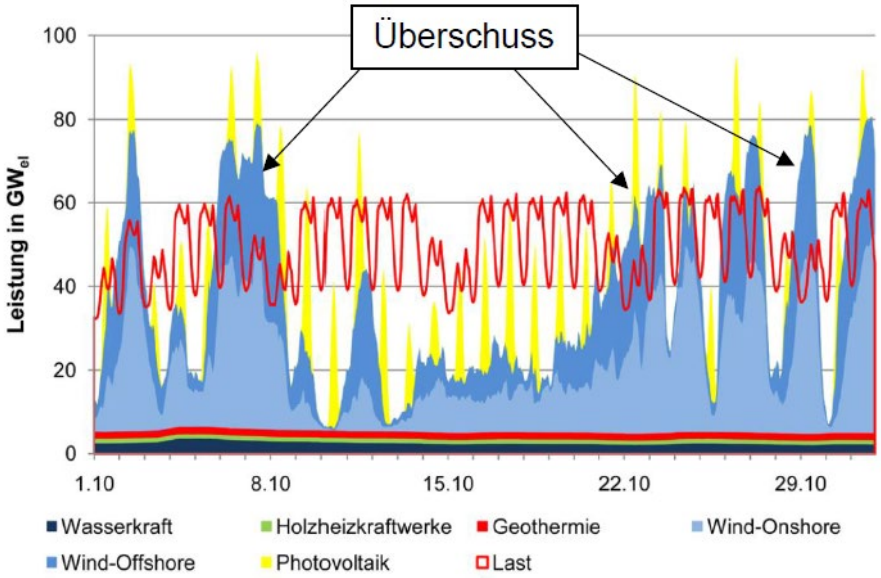
Scientists for Future
AT-Ost

Wo wird derzeit Wasserstoff verwendet und wie wird dieser hergestellt?

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften

Elektrolyse aus Überschussstrom:

- Integration von EE führt zu Überschussstrom
- In den Szenarien 2030, kann gerade einmal bereits benötigte H_2 in Teilmengen durch Überschussstrom erzeugt werden
- Für die weitere Produktion sind zusätzliche EE notwendig!!!



Energiebedarf:
55.000.000 Nm3/Jahr derzeitige Menge
2.500.000 kmol (285,85 kJ/mol) 714 625 000 MJ
6 TWh Strombedarf!!!

Doberer E., 2019, „Wasserstoff aus Überschussstrom- Potenziale & Einsatzmöglichkeiten in Österreich“, MA, BOKU-Wien

Scientists for Future
AT-Ost

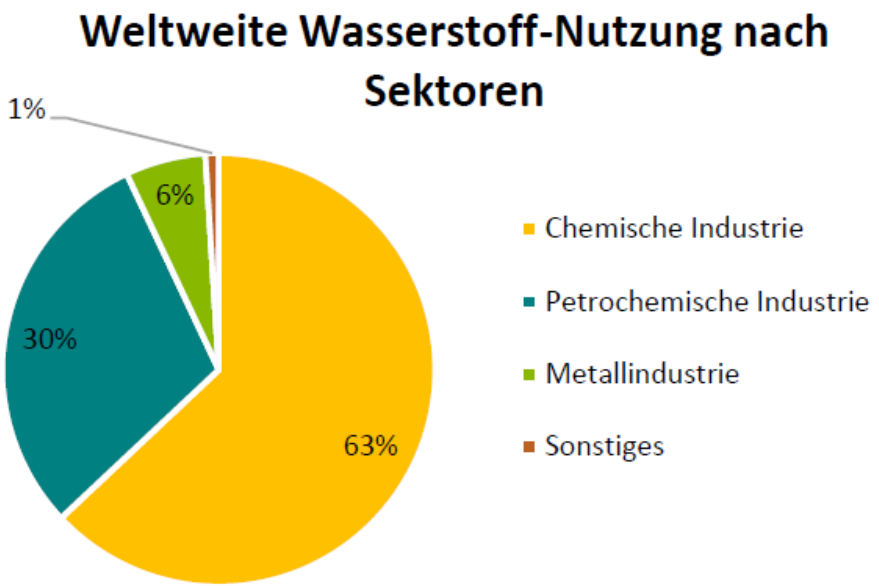
Wo wird derzeit Wasserstoff verwendet und wie wird dieser hergestellt?

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Materialwissenschaften und Prozesstechnik

Anwendungen:

Bereich	Anwendung	Bedeutung
Chemie	Haber-Bosch Verfahren	++
	Fischer-Tropsch Verfahren	+
	Methanolsynthese	++
	Halbleiterindustrie	+
	Lebensmittelindustrie	+
Raffinerie	Hydrocracking	++
	Hydrotreating	++
Metallurgie	Reduktion und Behandlung von Metallen	+
	Schweißen und Schneiden	+
Energietechnik	Nukleartechnik (Energiegewinnung)	+
	Kältetechnik	+
	Verbrennungskraftmaschinen	+
	Portable und stationäre Brennstoffzellen	+ **
	Chemische Speicher	**
Verkehrstechnik	Raumfahrt (Treibstoff)	+
	Luftfahrt (Treibstoff)	*
	Schifffahrt (Treibstoff)	+*
	Landfahrzeuge (Kraftstoff)	+**

Legende: ++ bereits sehr große Nachfrage + große Nachfrage
*** sehr großes Potenzial * großes Potenzial*



Add-on BEV

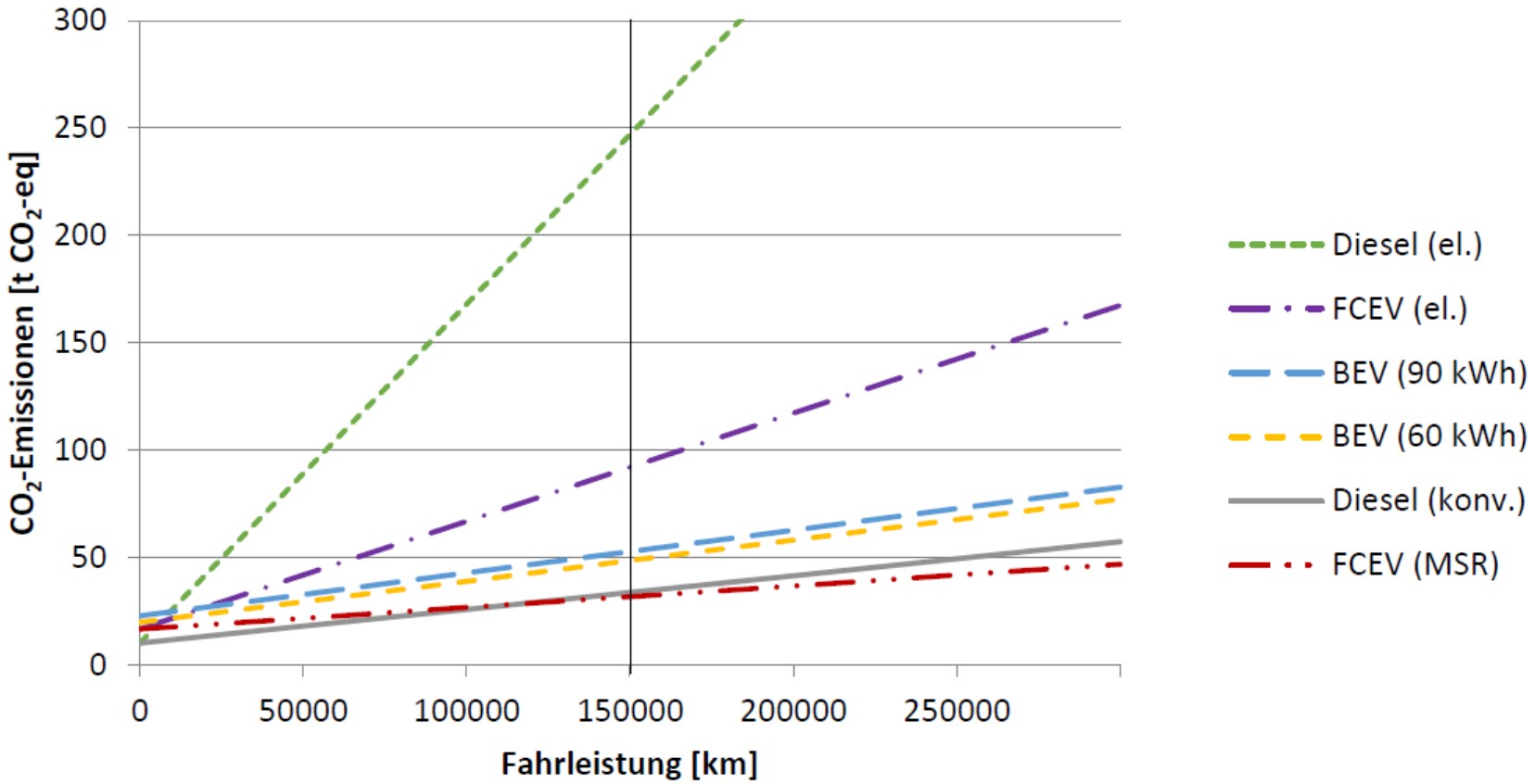


Abbildung 31: Klimabilanz verschiedener Antriebstechnologien in Polen (eigene Darstellung)