



Block 1: Verkehr
Block 2: Kraftstoffe

Klimavisionär:in Ausbildung Session 6

Themen der Ausbildung: Jede Session wird aus 2 Blöcken bestehen

- Session 1: Generelle Einordnung Klimaneutralität sowie Geschichte der Klimavision
- Session 2: Produkte der Klimavision sowie Generelles Konzept der Klimavision
- Session 3: Territoriale THG-Bilanzierung sowie Bilanz 2018 und Bilanz 203X
- Session 4: Industrie sowie Wärme
- Session 5: Private Haushalte sowie GHD
- **Session 6: Verkehr sowie Kraftstoffe**
- Session 7: Landwirtschaft und LULUCF
- Session 8: Strom sowie Abfallwirtschaft
- Session 9: THG-Budget sowie Finanzierung
- Session 10: Abschlussprüfung
- Session 11: Zielgruppenspezifische Kommunikation sowie Ausblick
- Session 12: FAQ aufbauen sowie Basis-Workshop aufbauen

Anwesenheitspflicht 10/12 Sessions

Struktur der Klimavisionär:innen (Hauptexpert:in links)



Strom



Daniel Seiffert Sascha Pfaffmann

Private Haushalte



Wolfgang Teichert Marius Wehinger

Industrie



Norbert Kubesch Elias Singer

Abfallwirtschaft



Tobias Berger Maraike Geißelhart

Wärme



Sascha Pfaffmann Alica Moni

GHD



Alica Moni Norbert Kubesch

Landwirtschaft



Johannes Hofmann Tobias Berger

THG-Bilanz



Vera Middendorf Leon Schomburg

Kraftstoffe



Elias Singer Daniel Seiffert

Verkehr



Leon Schomburg Wolfgang Teichert

LULUCF



Maraike Geißelhart Johannes Hofmann

THG-Budget



Marius Wehinger Vera Middendorf

Was hast du zuletzt gekocht?

5 Minuten Warmup in 4er Breakouts

Highlight vom letzten Quiz zu Session 4

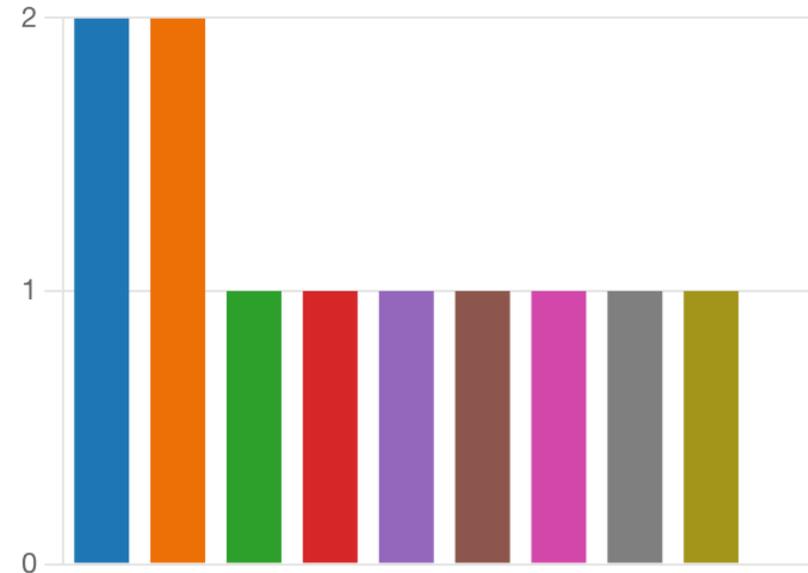
3. Wofür steht die Abkürzung WZ? (1 point)

9% of respondents (1 of 11) answered this question correctly.

[More Details](#)

Insights

?	2
WZ	2
-	1
kkk	1
Wärmesz	1
Wirtschaftszweig	1 ✓
Wirtschaftszweig?	1
Wirtschaftszweige	1
Wurzelnzwiebeln	1
0 other options	0



Ohne groß Überlegen:

<https://forms.office.com/r/nv54r48J>

GX

3 Minuten Quiz zu Session 5



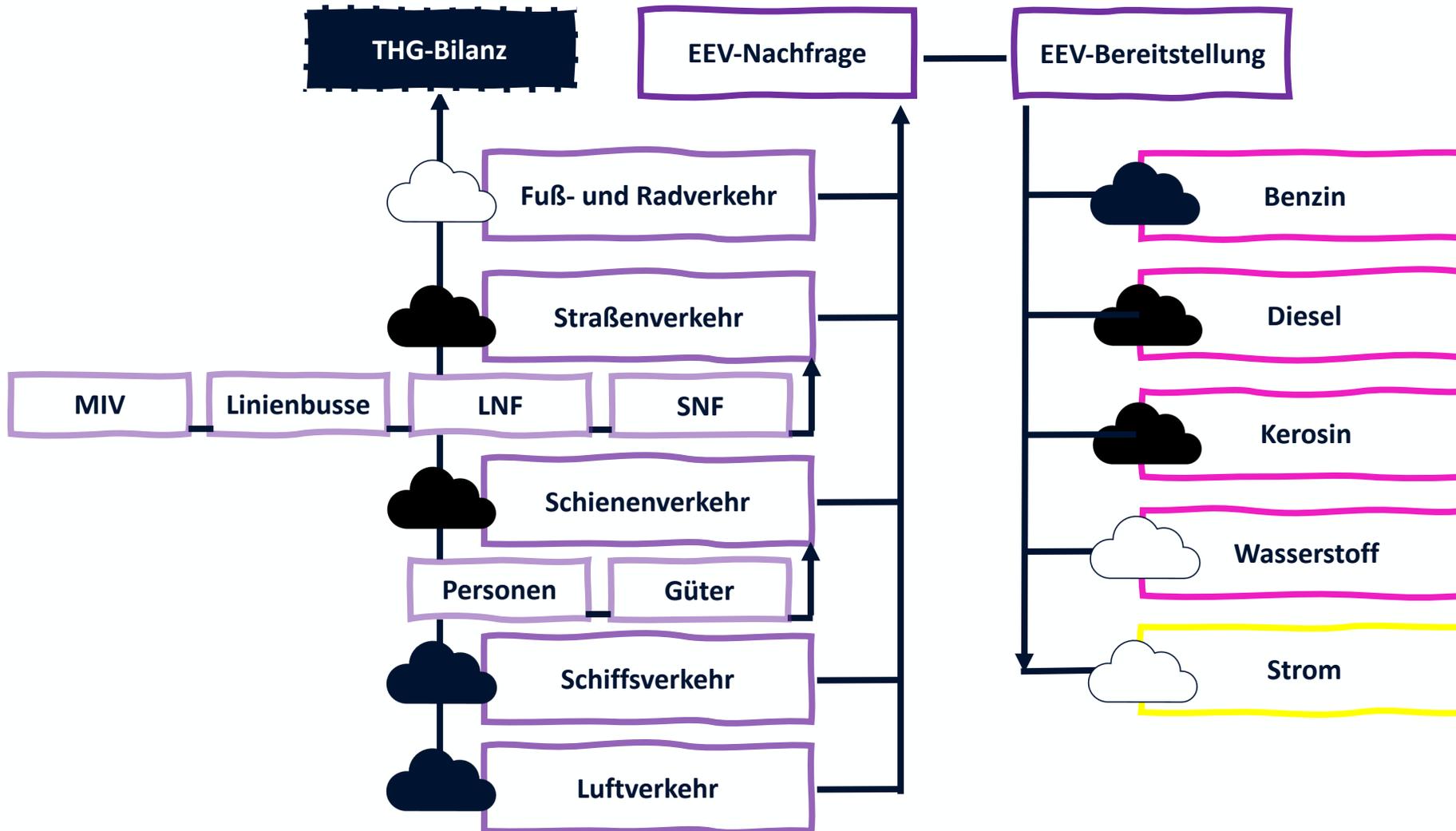
Verkehr

**Emissionen 2018:
215 Mt CO₂e cb**

Block 1



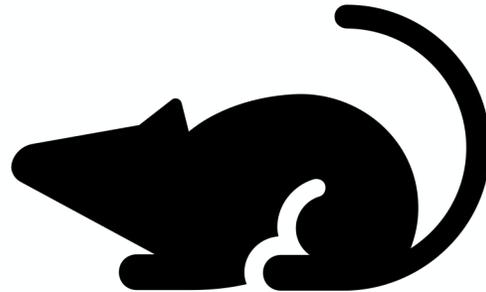
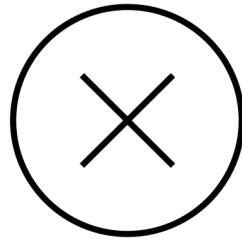
Struktur Verkehr



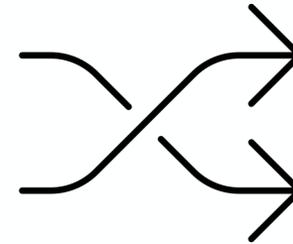
Wie beginnen die Rechnungen im Verkehr?



Verbrauchsfaktoren



Kommunen- oder kreisfeine
Fahr- (Fz km),
Beförderungs- (Pkm) und
Transportleistungen (Tkm)



Geschätzter EEV
in der Kommune

Liniense

1.000.000 Fz km/a

Beispiel Verkehr > Linienbusse Bilanz 2018

- 1.000.000 Fz km/a entsprechen bei 47.124 Fz km/a pro Bus etwa **21,2 Bussen**
- Aus 1.000.000 Fz km/a ergeben sich bei einer durchschnittlichen Auslastung von 15,192 Fahrgästen pro Bus **15.192.000 Pkm/a**
- Bei einem Diesel-Verbrauch von 0,0039 MWh/Fz km werden **3.900 MWh/a Diesel** verbraucht (etwas komplexer in den Berechnungen durch unterschiedliche Energieträger)
- Mit einem tank-to-wheel-Emissionsfaktor (also ohne die Vorkettenemissionen) von 0,266 t CO₂e/MWh für Diesel ergeben sich **1.037 t CO₂e/a**

Emissionen orientieren sich nicht an NIR-Zahlen, sondern immer an EEV*Emissionsfaktor:
Trotzdem meistens hohe Übereinstimmung, außer im Straßenverkehr (+18 Mt CO₂e in Klimavision)

Beispiel Verkehr > Linienbusse Bilanz Zieljahr

- Die gesamte Beförderungsleistung im Zieljahr ist abhängig von der Einwohner:innenzahl im Zieljahr sowie dem Siedlungstyp (ländlich bis städtisch), bleibt i.d.R. aber ähnlich wie 2018
- Der Modal Split im Zieljahr verschiebt die Beförderungsleistung vom Motorisierten Individualverkehr (MIV) zum ÖPNV, Sharing und Rad, sodass sich die Beförderungsleistung von Linienbussen im Zieljahr mindestens verdoppelt auf **30.384.000 Pkm/a**
- Mit den 15,192 Fahrgästen pro Bus ergeben sich so **2.000.000 Fz km/a**
- Die 100% elektrischen Busse (BEV) benötigen bei einem Stromverbrauch von 0,00166 MWh/Fz km insgesamt **3.320 MWh/a Strom**
- Die Emissionen werden mit dem Faktor 0 t CO₂e/t errechnet, also **0 t CO₂e/a (-100%)**

Beispiel Verkehr > Linienbusse Maßnahme, Investitionen und Personal

- Bei 2.000.000 Fz km/a und einer Fahrleistung von 47.124 Fz km/a pro Bus müssen **42,4 elektrische Busse (BEV)** angeschafft werden
- Mit dem durchschnittlichen Preis von 473.439 € pro Bus ergeben sich Gesamtinvestitionen von **20.073.813 €**, zudem **0,088 €/Pkm** für die Businfrastruktur, also **2.673.792 €**
- Bei 8 Jahren Umsetzungszeitraum **2.843.451 €/a**
- Hinzu kommen bei einer durchschnittlichen Fahrleistung von 24.699 Fz km/a pro Busfahrer:in **40,5 neue Stellen** (von 81,0 benötigten Stellen insgesamt) und bei einem jährlichen Salär von 40.320 €/a Gehälter i.H.v. **1.632.455 €/a**



Photo by [Phuoc Anh Dang](#) on [Unsplash](#)

Defaultwerte und TREMOD

Weitere wichtige Quellen



Gemeindefein abgeleitete Verkehrsdaten zur kommunalen THG-Bilanzierung für den Bereich Verkehr („Defaultwerte“) (ifeu 2021, nicht-öffentliche Excel)



- Datenbank der Fahrleistungen im Straßenverkehr (MIV, LNF, SNF) und des Endenergieverbrauchs im Schienenverkehr
- Begleitendes PDF zur Bereitstellung durch ifeu
- „Defaultwerte gemeindefeiner Verkehrsdaten sind aktuell für die Jahre 2010 bis 2018 für alle motorisierten Verkehrsmittel mit Ausnahme des öffentlichen Straßenpersonenverkehrs (Linienbus, Straßen-, Stadt- & U-Bahnen) verfügbar.“
- „3.000 automatische Dauerzählstellen von Bund und Ländern“ und „alle 5 Jahre deutschlandweit manuelle Straßenverkehrszählungen (SVZ)“
- „Die DB AG hat dem ifeu gemeindefeine Endenergieverbrauchswerte für den Zugbetrieb und den Rangierbetrieb für das Fahrplanjahr 2016 bereitgestellt.“



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	Fahrleistungen Straßenverkehr (Mio. Fz-km) auf dem Gemeindeterminium						Endenergieverbrauch Schienenverkehr (MWh) auf dem Gemeindeterminium			
																																AGS Zahl	AGS 8-stellig	Gemeinde	Kreissschlüssel	Bilanzjahr	MIV IO+AO	MIV AB	LNF IO+AO	LNF AB	SNF IO+AO
	DG	0500000	Deutschland		2018	456.061,50	200.879,20	36.749,90	14.549,30	30.773,60	35.937,90	6.297.809,70	3.348.788,40	4.015.517,60	1.053.365,00																										
		10100000	Schleswig-Holstein		2018	17.141,70	6.902,00	1.386,80	458,90	1.018,90	896,50	199.832,80	171.079,80	77.715,80	12.749,10																										
		1001000	Flensburg, Stadt	1001	2018	396,2	0	36,8	0	18,6	0	815,2	2.682,50	1.435,20	0																										
		1002000	Kiel, Landeshauptstadt	1002	2018	1.384,10	101,1	103,1	8,5	58,2	5,1	3.644,70	6.115,10	56,4	635,6																										
		1003000	Lübeck, Hansestadt	1003	2018	876,6	334,8	72,7	24,7	54,5	40,7	6.930,70	6.892,10	2.677,80	1.438,80																										
		1004000	Neumünster, Stadt	1004	2018	270,5	69,3	25,4	4,2	21	12,1	7.014,60	2.163,80	3.675,90	413,1																										
		1051001	Albersdorf	1051	2018	16,1	3,3	1,4	0,2	0,8	0,3	0	192	0	0																										
		1051002	Arkebek	1051	2018	1,6	6,7	0,1	0,4	0,1	0,5	0	77,6	0	0																										
		1051003	Averlak	1051	2018	2	0	0,2	0	0,1	0	0	0	0	0																										
		1051004	Bargenstedt	1051	2018	10,6	0	1	0	1	0	0	0	0	0																										
		1051005	Barkenholm	1051	2018	1,5	0	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0																										
		1051006	Barlt	1051	2018	11,7	0	0,8	0	0,7	0	296,1	229,7	0	54,8																										
		1051008	Bergewöhrden	1051	2018	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0																										
		1051010	Brickeln	1051	2018	1,6	0	0,1	0	0,1	0	815,3	632,4	0	99,3																										
		1051011	Brunsbüttel, Stadt	1051	2018	118,5	0	9	0	7,8	0	0	0	8,7	316,6																										
		1051012	Buchholz	1051	2018	1,9	0	0,2	0	0,1	0	234,6	182	0	28,6																										
		1051013	Büsum	1051	2018	15,6	0	1,5	0	0,7	0	0	199,8	0	0																										
		1051014	Büsumer Deichhausen	1051	2018	2,5	0	0,2	0	0,2	0	0	78	0	0																										
		1051015	Bunsloh	1051	2018	3,9	0	0,3	0	0,2	0	0	78	0	0																										
		1051016	Burg (Dithmarschen)	1051	2018	9,4	0	1	0	0,5	0	332,8	258,2	0	40,5																										
		1051017	Busenwurth	1051	2018	4	0	0,4	0	0,2	0	0	0	0	0																										
		1051019	Dellstedt	1051	2018	1,4	0	0,2	0	0,1	0	0	0	0	0																										
		1051020	Delve	1051	2018	1,8	0	0,2	0	0,1	0	0	0	0	0																										
		1051021	Diekhuzen-Fahrstedt	1051	2018	7,2	0	0,6	0	0,6	0	0	0	0	0																										
		1051022	Dingen	1051	2018	3,7	0	0,3	0	0,2	0	0	0	0	15,4																										
		1051023	Dörpling	1051	2018	1,4	0	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0																										
		1051024	Eddelak	1051	2018	4,9	0	0,4	0	0,3	0	0	0	0	22,4																										
		1051026	Eggestedt	1051	2018	2,9	0	0,3	0	0,1	0	0	0	0	0																										
		1051027	Elpersbüttel	1051	2018	9	0	0,9	0	0,5	0	693,1	537,7	0	128,2																										
		1051028	Epenwöhrden	1051	2018	27,9	0	1,9	0	1,3	0	598,8	464,5	0	110,7																										

Aktualisierung der Modelle TREMOD/TREMOD-MM für die Emissionsberichterstattung 2020 vom UBA (205 Seiten)



- „Das Emissionsberechnungsmodell „TREMOD“ (Transport Emission Model) bildet den motorisierten Verkehr in Deutschland hinsichtlich seiner Verkehrs- und Fahrleistungen, Energieverbräuche und den zugehörigen Luftschadstoffemissionen für den Zeitraum 1960 bis 2050 ab.“
- „Es wurde vom ifeu-Institut im Auftrag des Umweltbundesamtes entwickelt und wird seit mehreren Jahren kontinuierlich fortgeschrieben.“
- Enthält u.a. CO₂-Emissionsfaktoren, Verteilung der Antriebsarten in den Subsektoren

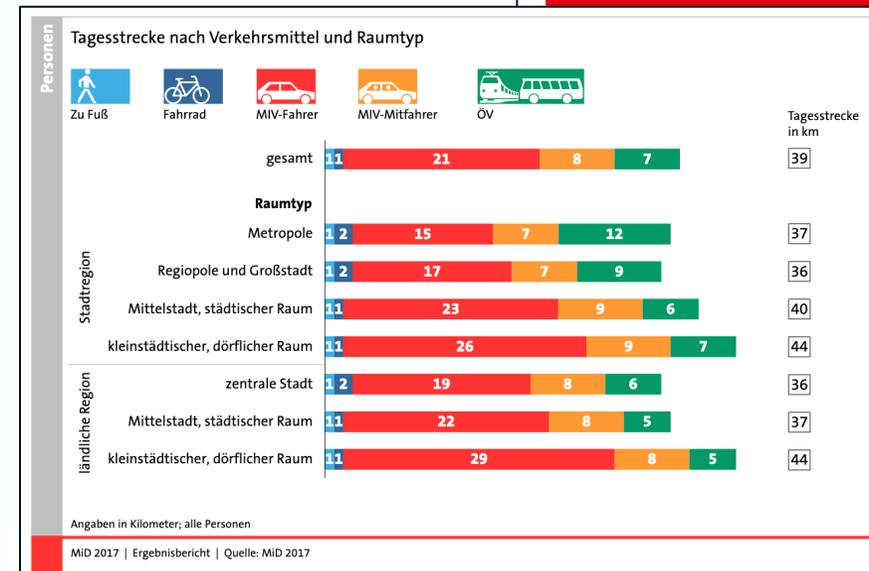
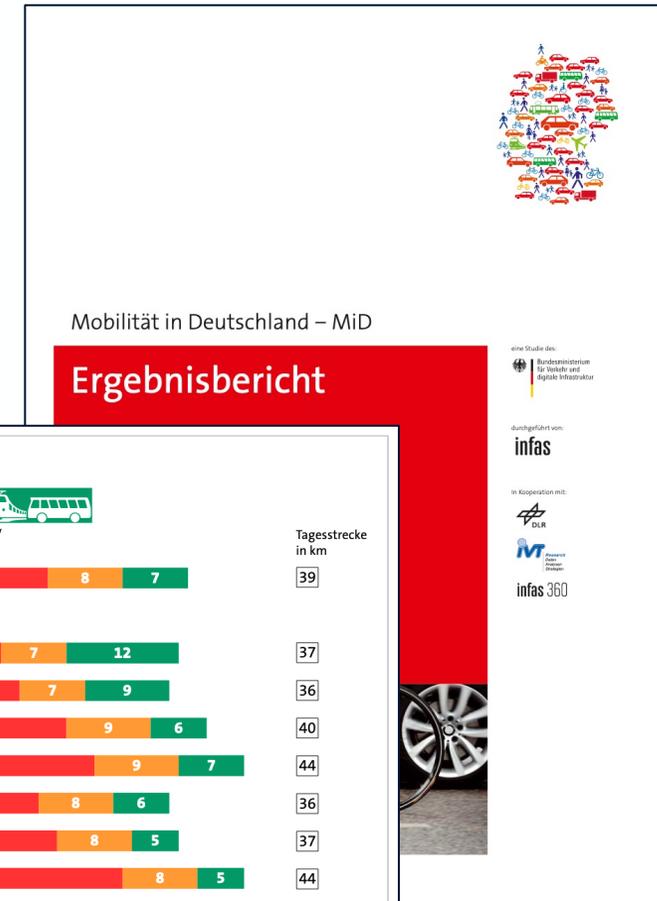


Tabelle 3: CO₂-Emissionsfaktoren für Kraftstoffe und Gase (in kg/TJ)

	Benzin	Diesel	Ethanol	Bio-diesel	Flüssig-gas	Erdgas	Biogas	Kerosin	Flug-benzin
1990		74.027			65.559		90.584	73.256	70.000
1991		74.027			65.557		90.584	73.256	70.000
1992		74.027			65.543		90.584	73.256	70.000
1993		74.027			65.368		90.584	73.256	70.000
1994	73.069	74.027			65.326		90.584	73.256	70.000
1995	73.075	74.027		70.800	65.334	55.759	90.584	73.256	70.000

Mobilität in Deutschland – MiD – Ergebnisbericht 2018 vom BMDV und Infas (136 Seiten)

- „repräsentative und verlässliche Informationen zur Soziodemographie von Personen und Haushalten und ihrem Alltagsverkehr (z.B. Wege nach Zwecken und Verkehrsarten)“
- „wurde bereits in den Jahren 2002, 2008 und 2017 erhoben. Die aktuelle Studie wird von Dezember 2022 bis voraussichtlich Anfang 2024 durchgeführt.“
- Enthält Daten zum Modal Split nach Raumtyp und zahlreiche weitere Statistiken



Synthese und Handlungsempfehlungen zu Beschäftigungseffekten nachhaltiger Mobilität von M-Five und Fraunhofer ISI (2020, 124 Seiten)

- Arbeitspapier zur Beschäftigungsentwicklung in zwei „Szenarien möglicher Zukünfte nachhaltiger Mobilität für das Jahr 2035“ basierend auf Referenzszenario 2015
- Enthält u.a. Investitionskosten für Infrastrukturmaßnahmen nach Subsektoren
- Daneben „Klimaneutrales Deutschland 2050“ von Agora Energiewende verwendet für Modal Split im Zieljahr nach Raumtyp und weitere Quellen für Effizienzsteigerung/Investitionen

Synthese und Handlungsempfehlungen zu Beschäftigungseffekten nachhaltiger Mobilität

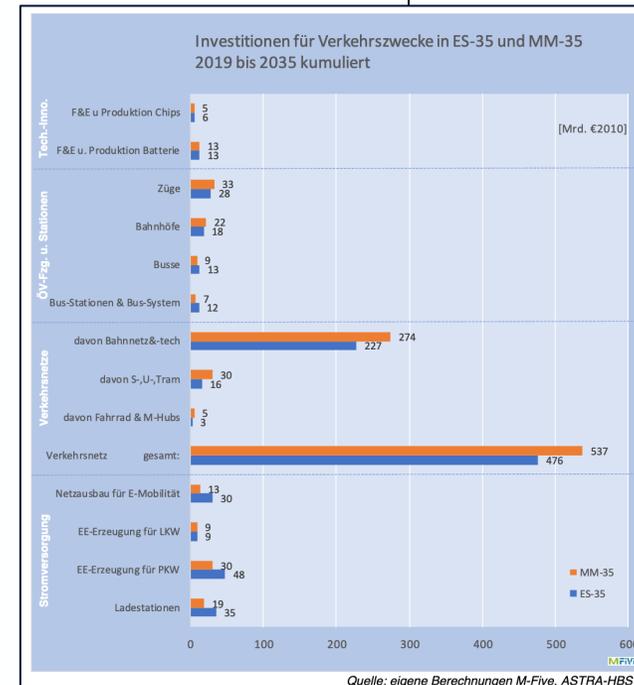
7 des Projektes:
haltiger Mobilität:
er Perspektiven in

Karlsruhe, 21.2.2020

M-Five GmbH
Mobility, Futures, Innovation, Economics
Bahnhofstr. 46, 76137 Karlsruhe

Dr. Wolfgang Schade
Wissenschaftliche Leitung
Tel: +49 721 82481890
wolfgang.schade@m-five.de
www.m-five.de

© M-Five 2020



Fuß- und Radverkehr
Emissionen 2018:
0 Mt CO₂e cb



Fuß- und Radverkehr (CRF -, AG EB -)

cb Emissionen (-):

- Beförderungsleistung ohne Emissionen

Maßnahmen:

- +27% Fußverkehr Beförderungsleistung (Pkm)
- +90% Radverkehr Beförderungsleistung (Pkm)
- Kauf von 4,2 Mio. Lastenrädern (heute etwa 0,5 Mio.)
- Fußgängerfreundliche Infrastruktur und Ausbau Radinfrastruktur



Theo macht Tempo in Tempelhof-Schöneberg, Photo By flotte Berlin,
<https://flotte-berlin.de/lastenrad-theo-schoeneberg/>

Straßenverkehr
Emissionen 2018:
175 Mt CO₂e cb



Straßenverkehr: Personenverkehr (CRF 1.A.3.b, AG EB 62)

Motorisierter Individualverkehr (MIV) (Pkw, Krafträder) (114 Mt CO₂e):

- Inner- und außerorts, Autobahn
- Benzin, Diesel, LPG, CNG, Biogas, Bioethanol, Biodiesel, Strom

Linienbusse (ÖPNV) (3 Mt CO₂e):

- Diesel, CNG, Biogas, Biodiesel, Strom

Maßnahmen:

- -58% Fahrleistung (Fz-km)
- Kauf von 27 Mio. E-Pkw statt 47 Mio. heute
- Kauf von 117 Tsd. E-Bussen statt 54 Tsd. heute
- Ausbau Ladesäulen und Businfrastruktur



Sono Motors Testfahrten mit Sion Prototyp in Passau,
Photo By Henry Kellner - Own work, CC BY-SA 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=73585197>

Straßenverkehr: Güterverkehr (CRF 1.A.3.b, AG EB 62)

Leichte Nutzfahrzeuge (LNF) (13 Mt CO₂e):

- Inner- und außerorts, Autobahn
- Benzin, Diesel, LPG, Bioethanol, Biodiesel, Strom

Schwere Nutzfahrzeuge (SNF) (46 Mt CO₂e):

- Inner- und außerorts, Autobahn
- Diesel, CNG, Biogas, Biodiesel, Strom

Maßnahmen:

- -39% Fahrleistung (Fz-km)
- Umstellung auf E-Diesel, Wasserstoff, Strom
- Kauf von 1,6 Mio. E-LNF statt 2,6 Mio. heute
- Kauf von 441 Tsd. elektrische Lkw (BEV/FCEV) statt 747 Tsd. heute
- Bau von Oberleitungsinfrastruktur



Kenworth T680 FCEV 6, Photo By TruckPR
<https://www.flickr.com/photos/truckpr/51232366808>

Schieneverkehr
Emissionen 2018:
1 Mt CO₂e cb



Straßenverkehr: Personenschienenverkehr (CRF 1.A.3.c, AG EB 61)

Schienennah- und -fernverkehr (S-Bahn, Regionalverkehr, IC/ICE) (0,8 Mt CO₂e):

- Diesel, Biodiesel, Strom

Straßen-, Stadt- und U-Bahn (SSU-Bahn) (-):

- Strom

Maßnahmen:

- +118% Fahrleistung (Fz-km)
- Umstellung auf Strom
- Kauf von 4293 neuen Zügen für SNFV zusätzlich zu den 3633 heutigen
- Kauf von 8459 neuen Bahnen für SSU zusätzlich zu den 7157 heutigen
- Ausbau Schienennetz und Bahnhöfe



Triebwagen der DBAG-Baureihe 481 der S-Bahn Berlin auf der Linie S 42,
Photo By Wikimedia-User Jivee Blau - Own work, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11135014>

Straßenverkehr: Güterschienenverkehr (CRF 1.A.3.c, AG EB 61)

Güterschienenverkehr (0,3 Mt CO₂e):

- Diesel, Biodiesel, Strom

Maßnahmen:

- +91% Fahrleistung (Fz-km)
- Umstellung auf Strom
- Kauf von 1334 neuen Zügen zusätzlich zu den 2611 heutigen
- Ausbau Schienennetz und Bahnhöfe



Güterzug-Lokomotive AL 41 der Augsburgener Localbahn und abgestellte Güterwagen im Bahnhof Schongau, Photo By Karl432 - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=31865127>

Schiffsverkehr
Emissionen 2018:
6 Mt CO₂e cb



Schiffverkehr: national und international (CRF 1.A.3.d, AG EB 64+6)

Küsten- und Binnenschifffahrt (national, CRF 1.A.3.d, AG EB 64) (0,8 Mt CO₂e):

- Diesel

Seeschifffahrt (international, CRF -, AG EB 6 (Hochseebunkerungen)) (5 Mt CO₂e):

- Heizöl

Maßnahmen:

- +51% Transportleistung (Tkm) national
- -49% Transportleistung (Tkm) international
- Umstellung auf E-Diesel
- Kauf von 3384 neuen deutschen Binnenschiffen zusätzlich zu 1980 heute (+4606 nicht-deutsch)
- Ausbau Bundeswasserstraßen



Inland navigation Europe on the Main-Danube Canal near Bamberg,
Photo By Ermell - Own work, CC BY-SA 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=60336552>

Luftverkehr
Emissionen 2018:
32 Mt CO₂e cb



Luftverkehr: national und international (CRF 1.A.3.a, AG EB 63)

Nationaler Luftverkehr (CRF 1.A.3.a, AG EB 63) (2 Mt CO₂e):

- Flugbenzin, Kerosin

Internationaler Luftverkehr (CRF -, AG EB -) (30 Mt CO₂e):

- Kerosin

Maßnahmen:

- -100% Leistung national
- -63% Beförderungsleistung (Pkm) und Transportleistung (Tkm) international
- Umstellung auf E-Kerosin



© Airbus 2020/IVS

Blended-Wing Body (BWB),
Photo By Airbus, 2020,

<https://www.airbus.com/en/innovation/zero-emission/hydrogen/zeroe>

Kommunenfeiner Luft- und Schiffverkehr Zuordnung gemäß Lage



Kommunenfeiner Luft- und Schiffverkehr: Zuordnung gemäß Lage

- Aktuell: Deutschlandweite Emissionen aus Luft- und Schiffverkehr werden nach Einwohner:innen verteilt, entspricht nicht der Einflussbilanz
- Ziel: Alle Emissionen aus dem Luftverkehr werden gemäß der Lage der Flughäfen zugeordnet, Emissionen aus der Schifffahrt nach Häfen und/oder Wasserstraßen
- Folgerung: Konsistenz mit anderen Sektoren gewährleistet, (Flug-)Häfen werden behandelt wie Industriestandorte gemäß Quellenbilanz
- Problematik: keine EEV/THG nach Flug-(Häfen) bekannt, insbesondere in der Schifffahrt schwierige Allokierung nach Wasserstraßen
- In Arbeit seit Oktober 2022, Ziel bis Ende 2022



Milena Lutter

STATIS
Statistisches Bundesamt
Fachserie 8 Reihe 6.2

wissen.nutzen.

Verkehr
Luftverkehr auf allen Flughäfen

Hinweis:
Diese Fachserie wird letztmalig mit Berichtsjahr 2019 veröffentlicht.
Die Inhalte finden Sie, nach Verfügbarkeit, in GIBES-Online im Themenbereich 464.21

Gewerblicher Luftverkehr im Jahr 2019 - 1.1.2 Luftverkehr nach Flughäfen	Einsteiger 2019 in k	Einsteiger Umrechnung in t	Einladung Fracht und Post in t	Summe Beförderung in t	Anteil an Gesamtleistung Bund
Hauptverkehrsflughäfen	124 444	12 444 400	2 480 394	14 924 794	100,0%
Berlin-Schönefeld	5 692	569 200	6 282	575 482	3,9%
Berlin-Tegel	12 049	1 204 900	13 845	1 218 745	8,2%
Bremen	1 148	114 800	161	114 961	0,8%
Dortmund	1 350	135 000	0	135 000	0,9%
Dresden	797	79 700	113	79 813	0,5%
Düsseldorf	12 711	1 271 100	35 289	1 306 389	8,8%
Erfurt	76	7 600	1 423	9 023	0,1%
Frankfurt/Main	34 991	3 499 100	1 065 980	4 565 080	30,6%
Friedrichshafen	234	23 400	0	23 400	0,2%
Hahn	688	68 800	77 542	146 342	1,0%
Hamburg	8 626	862 600	15 035	877 635	5,9%
Hannover	3 126	312 600	9 899	322 499	2,2%
Karlsruhe/Baden-Baden	668	66 800	1 075	67 875	0,5%
Köln/Bonn	6 183	618 300	392 241	1 010 541	6,8%
Leipzig/Halle	1 303	130 300	640 165	770 465	5,2%
Memmingen	852	85 200	7	85 207	0,6%
München	23 859	2 385 900	201 310	2 587 210	17,3%
Münster/Osnabrück	489	48 900	9	48 909	0,3%
Niederhein	614	61 400	0	61 400	0,4%
Nürnberg	2 042	204 200	2 808	207 008	1,4%
Paderborn/Lippstadt	344	34 400	143	34 543	0,2%
Rostock-Laage	63	6 300	0	6 300	0,0%
Saarbrücken	173	17 300	5	17 305	0,1%
Stuttgart	6 367	636 700	17 061	653 761	4,4%
	124 445		2 480 393	14 924 893	

https://germanzero.sharepoint.com/:w:/r/Files/200_Campaigning_Mobilisierung/10_Klimaentscheide/06_LocalZero/09_Ausbildung_Klimavision/02_Inhalt%20Ausbildung/22-10-21_Nomenclature_Klimavision.docx?d=webdb6009550fe4f458f2f4789dda8dad8&csf=1&web=1&e=LZoa0s

Füllt die Nomenklatur für Verkehr auf mithilfe der Excel Generator v2 in 7 Minuten in 2er Breakouts



Fragen?

Block 1



**Was hältst du von E-Scootern für die
berühmte letzte Meile?
5 Minuten Pause in 4er Breakouts**

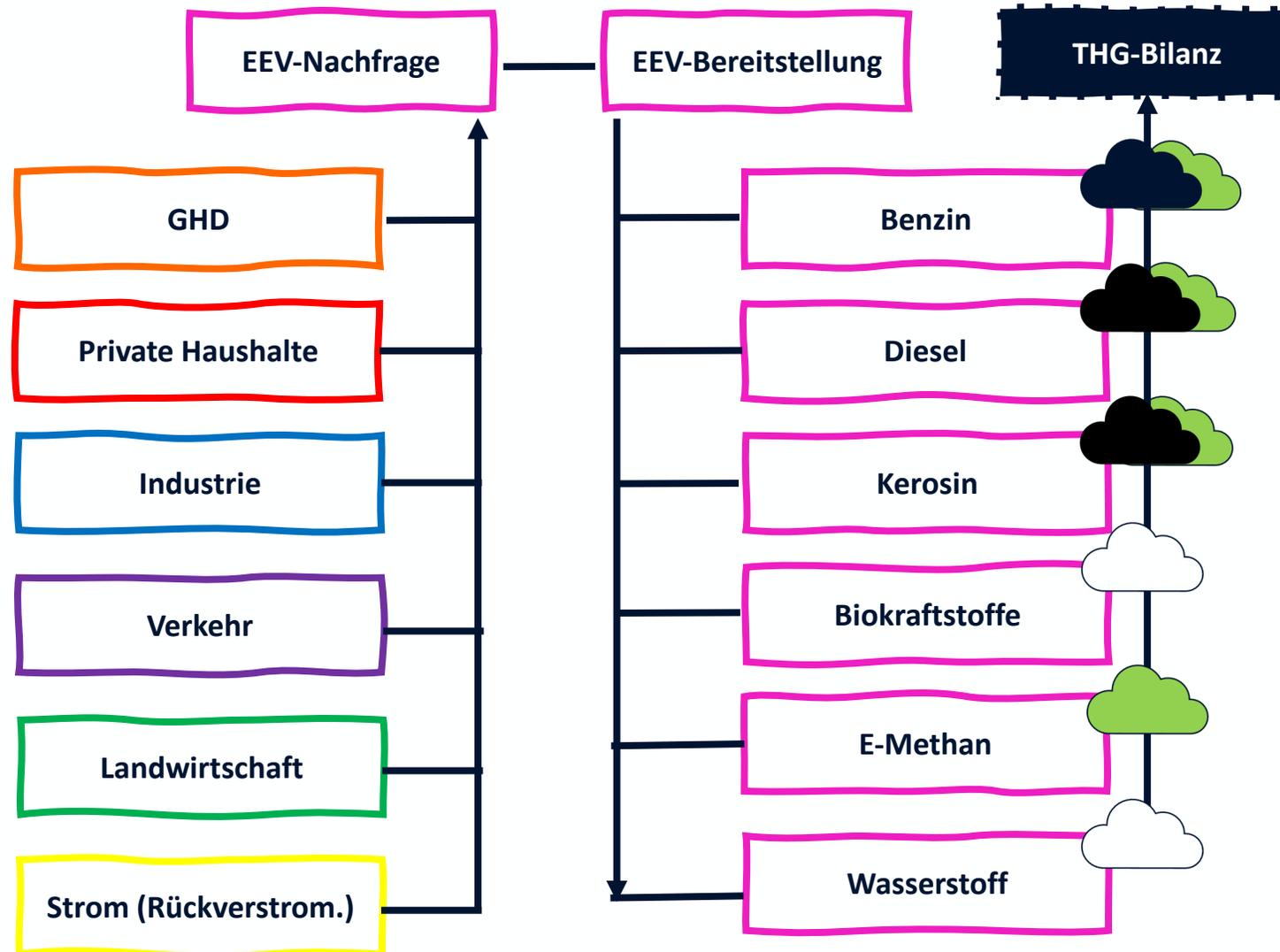


Kraftstoffe
Emissionen 2018:
12 Mt CO₂e cb

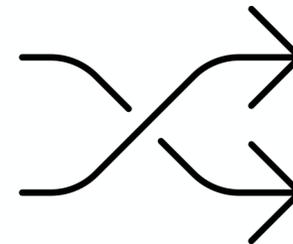
Block 2



Struktur Kraftstoffe



Wie beginnen die Rechnungen in Kraftstoffe?



Aggregierte geschätzte
EEV in der Kommune

Diesel

100.000 MWh/a

Beispiel Kraftstoffe > Diesel Bilanz 2018

- Mit einem well-to-tank-Emissionsfaktor (also nur die Vorkettenemissionen (die in Deutschland anfallen)) von 0,014 t CO₂e/MWh für Diesel ergeben sich **1.400 t CO₂e/a**

Beispiel Kraftstoffe > Diesel Bilanz Zieljahr

- Der Dieselbedarf im Zieljahr ist abhängig von den anderen Sektoren, verändert sich i.d.R. aber um die -90%, also auf 10.000 MWh/a
- Für die Produktion von E-Diesel muss die gleiche Menge CO₂, die bei dessen Verbrennung frei wird, via CO₂-Abscheidung (Carbon Capture) oder Direct Air Capture gewonnen und damit der Atmosphäre entzogen werden.
- Der Vorketten-Emissionsfaktor der E-Diesel-Produktion entspricht also dem tank-to-wheel-Faktor der Diesel-Verbrennung mit einem negativen Vorzeichen, sprich -0,266 t CO₂e/t, sodass eine CO₂-Senke mit **-2.660 t CO₂e/a (-1900%)** entsteht

Beispiel Kraftstoffe > Diesel Maßnahme, Investitionen und Personal

- Bei einer Betriebszeit von 2.500 h/a (Volllaststunden) müssen E-Diesel-Anlagen mit einer Leistung von **4 MW** aufgebaut werden
- Bei durchschnittlichen Kosten von 1.117.571 €/MW werden **4.470.284 €** investiert
- Bei 8 Jahren Umsetzungszeitraum sind das **558.786 €/a**
- Bei einem Personalkostenanteil von 25,5% und 47.195 €/a pro Stelle werden **3,0 Stellen** benötigt



By Lothargruppe - Own work, CC BY-SA 4.0

MWV Jahresbericht und E-Fuels im Verkehrssektor Weitere wichtige Quellen



Jahresbericht 2019 vom Mineralölwirtschaftsverband e.V. (106 Seiten)



- Mineralölwirtschaftsverband (MWV) heißt mittlerweile „en2x – Wirtschaftsverband Fuels & Energie“, daher ist die Quelle nicht mehr online zu finden
- Produktionsmengen Mineralölprodukte genutzt, um diesen anteilig Vorkettenemissionen (CRF 1.A.1) zuzuweisen

Gesamteinsatz und Erzeugung der Raffinerien nach Produkten 2012–2018¹⁾
in Tsd. t

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Rohöleinsatz	94.937	92.467	91.270	93.391	94.220	93.104	87.676
Produkteneinsatz	11.619	11.092	11.269	11.228	11.969	14.186	15.277
Gesamteinsatz	106.556	103.559	102.539	104.618	106.189	107.289	102.952
Erzeugung							
Rohbenzin	8.104	7.812	7.851	7.978	7.860	7.635	6.373
Ottokraftstoff	20.480	19.913	19.459	19.513	20.402	19.904	19.446
Benzinkomponenten	254	534	635	614	470	1.071	2.477
Dieselmotorkraftstoff	31.290	30.031	30.455	32.208	33.315	32.278	31.497
Heizöl, extra leicht	14.010	14.322	13.005	12.828	11.652	11.870	10.151
Mitteldestillatkomponenten	716	740	810	710	1.133	1.561	1.495
Heizöl, schwer	7.024	6.244	6.055	5.932	5.902	5.265	5.178
HS-Komponenten	1.296	1.533	1.641	2.021	1.471	2.110	2.118
Summe Hauptprodukte	83.173	81.128	79.910	81.804	82.205	81.695	78.736
Flüssiggas	2.624	2.645	2.518	2.656	2.744	3.419	3.224
Raffineriegas	3.795	3.763	3.646	3.839	3.937	4.051	3.742
Spezialbenzin	-	-	-	-	-	198	110
Testbenzin	22	10	9	2	1	61	64
Flugbenzin	-	-	-	-	-	-	-
Flugturbinenkraftstoff, leicht	-	-	-	-	-	-	-
Flugturbinenkraftstoff, schwer	5.216	4.757	4.862	5.178	5.317	5.347	5.101
Andere Leuchtöle (z. B. Petroleum)	3	4	1	-	9	9	2
Bitumen	3.595	3.410	3.461	3.525	4.065	4.289	4.083
Petrolkoks	1.743	1.858	1.764	1.886	1.887	1.911	1.715
Wachse, Paraffine, Vaseline etc.	139	137	154	142	122	94	219
Andere Rückstände	1.646	1.286	1.271	1.099	1.190	1.393	1.238
Summe Nebenprodukte	18.782	17.871	17.686	18.328	19.273	20.771	19.699
Summe Schmierstoffe	2.469	2.419	2.746	2.477	2.367	2.509	2.460
Bruttorefinerierzeugung ¹⁾	104.424	101.418	100.342	102.609	103.845	104.975	100.695
Sonstige Produkte	2.059	2.046	2.065	2.037	2.182	2.055	2.011
Statistische Differenzen	73	95	133	27	162	259	246
Durchschnittliche Rohölkapazität	104.030	104.730	102.968	103.080	102.055	102.155	102.655
Auslastung in v.H.	91,3	88,3	88,6	90,6	92,3	91,1	85,4

Summendifferenzen durch Rundungen bedingt
¹⁾ einschl. Schmierölblendung und Eigenverbrauch



E-Fuels im Verkehrssektor vom Öko-Institut (2020, 39 Seiten)

- „Kurzstudie über den Stand des Wissens und die mögliche Bedeutung von E-Fuels für den Klimaschutz im Verkehrssektor“
- Enthält u.a. Wirkungsgrade der Produktion von E-Fuels und E-Methan

 **Öko-Institut e.V.**
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

E-Fuels im Verkehrssektor

Kurzstudie über den Stand des Wissens und die mögliche Bedeutung von E-Fuels für den Klimaschutz im Verkehrssektor Berlin, 19.05.2020

Dieser Bericht ist im Auftrag der Klima-Allianz Deutschland entstanden.

Kontakt
info@oeko.de
www.oeko.de

Geschäftsstelle Freiburg
Postfach 17 71
79017 Freiburg

Hausadresse
Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg
Telefon +49 761 45295-0

Büro Berlin
Borkumstraße 2
13189 Berlin
Telefon +49 30 405085-0

Büro Darmstadt
Rheinstraße 95
64295 Darmstadt
Telefon +49 6151 8191-0

Tabelle 2-1: Annahmen zu Wirkungsgraden und technische Herausforderungen für Einzelprozesse und den Gesamtprozess der Herstellung von E-Fuels

Prozess	Wirkungsgrad Referenzfall	Wirkungsgrad best-case	Technische Herausforderungen (Schwerpunkte)
Elektrolyse	65%	75%	Weiterentwicklung der HT-Elektrolyse zu industrieller Reife und für dynamischen Betrieb ermöglicht ggf. höhere Wirkungsgrade
CO ₂ -Bereitstellung	Nach Fasihi et al. (2017)	Nach Fasihi et al. (2017)	Weiterentwicklung der CO ₂ -Abtrennung aus der Luft zu industrieller Reife
Kraftstoffsynthese	62%	72%	Weiterentwicklung der reversen Wassergas-Shift Reaktion zu industrieller Reife Weiterentwicklung des Post-Processing von Methanol in Kraftstoffe
Gesamtprozess	47%	63%	Wärmeintegration im dynamischen Betrieb

Quelle: Eigene Zusammenstellung

Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem – Anhang zur Studie, 2020 vom Fraunhofer ISE (19 Seiten)



- „Die Studie [...] untersucht Entwicklungspfade des deutschen Energiesystems, die zu einer Reduktion der energiebedingten CO₂-Emissionen zwischen 95 und 100 Prozent bis 2050 führen. Das Erreichen dieser Klimaschutzziele in der Energieversorgung auf Basis erneuerbarer Energien ist demnach aus technischer und systemischer Sicht machbar.“
- Anhang zur Studie enthält u.a. Investition, Lebensdauer, Potenzial, M/O-Kosten für Technologien in Strom, Wärme, Kraftstoffe, Gebäude, Verkehr, Industrie für die Jahre 2020-2050 (wurden gemittelt eingesetzt)

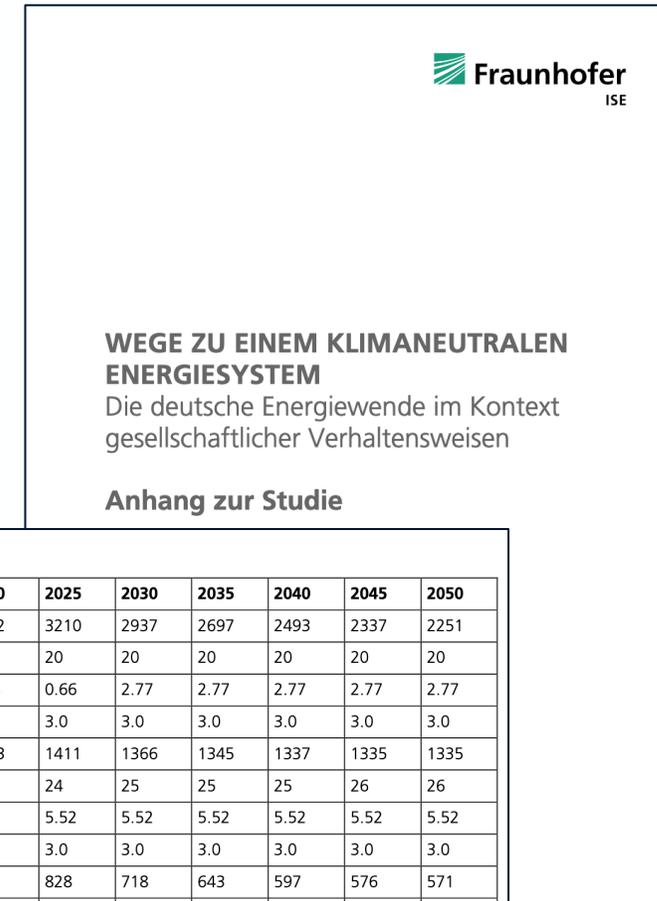


Tabelle 6 - Stromerzeuger

Komponente	Größe	Einheit	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Wind Offshore	Investition	€/kW _{el}	3512	3210	2937	2697	2493	2337	2251
	Lebensdauer	a	20	20	20	20	20	20	20
	Potenzial	GW	0.66	0.66	2.77	2.77	2.77	2.77	2.77
	M/O-Kosten	% Invest	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Wind Onshore	Investition	€/kW _{el}	1493	1411	1366	1345	1337	1335	1335
	Lebensdauer	a	24	24	25	25	25	26	26
	Potenzial	GW	5.52	5.52	5.52	5.52	5.52	5.52	5.52
	M/O-Kosten	% Invest	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Photovoltaik Dach Süd	Investition	€/kW _{el}	976	828	718	643	597	576	571
	Lebensdauer	a	26	26	27	27	28	28	29
	Potenzial	GW	1.90	4.00	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
	M/O-Kosten	% Invest	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

8 Energieträger
Emissionen 2018:
12 Mt CO₂e cb



Energieträger: Benzin (CRF 1.A.1.b, AG EB Spalte L, aggregiert in Zeile 45)

cb Emissionen (4 Mt CO₂):

- CO₂e aus CRF 1.A.1.b Mineralölraffinerien anteilig nach Produktionsmenge laut MWV
- Unterfeuerungen der Raffinerien sowie eigene Strom- und Wärmeerzeugung

pb Emissionen (-):

- keine

Maßnahmen:

- -100% fossile Produktion
- Aufbau von E-Benzin-Anlagen



Gunvar-Raffinerie Ingolstadt, Photo By Bayerische Vermessungsverwaltung –
www.geodaten.bayern.de - <http://vermessung.bayern.de/opendata>, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=26219668>

Energieträger: Diesel (CRF 1.A.1.b, AG EB Spalte O)

cb Emissionen (6 Mt CO₂):

- CO₂e aus CRF 1.A.1.b Mineralölraffinerien anteilig nach Produktionsmenge laut MWV
- Unterfeuerungen der Raffinerien sowie eigene Strom- und Wärmeerzeugung

pb Emissionen (-):

- keine

Maßnahmen:

- -100% fossile Produktion
- Aufbau von E-Diesel-Anlagen



Gunvar-Raffinerie Ingolstadt, Photo By Bayerische Vermessungsverwaltung –
www.geodaten.bayern.de - <http://vermessung.bayern.de/opendata>, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=26219668>

Energieträger: Kerosin (CRF 1.A.1.b, AG EB Spalte N)

cb Emissionen (1 Mt CO₂):

- CO₂e aus CRF 1.A.1.b Mineralölraffinerien anteilig nach Produktionsmenge laut MWV
- Unterfeuerungen der Raffinerien sowie eigene Strom- und Wärmeerzeugung

pb Emissionen (-):

- keine

Maßnahmen:

- -100% fossile Produktion
- Aufbau von E-Kerosin-Anlagen



Gunvar-Raffinerie Ingolstadt, Photo By Bayerische Vermessungsverwaltung –
www.geodaten.bayern.de - <http://vermessung.bayern.de/opendata>, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=26219668>

Energieträger: Bioethanol, Biodiesel, Biogas (Biomasse) (CRF -, AG EB Spalte AA, aggregiert in Zeile 72)

cb Emissionen (-):

- NIR weist die verbrennungsbedingten Emissionen der Biomasse nur nachrichtlich aus (NIR S. 877 Fußnote 3), was wir jedoch in LULUCF korrigieren

pb Emissionen (-):

- Die AG-EB-Energieträger-Klasse „Biomasse und erneuerbare Abfälle“ hat keine Entsprechung in NIR CRF 1. Wir gehen jedoch davon aus, dass die Emissionen der Erzeugung und Lagerung bereits in der ursprünglichen Produktion der Biomasse erfasst sind (also CRF 3 und 5)

Maßnahmen:

- -100% Produktion, da in keinem Zielszenario abgebildet



Biogasanlage mit Kompostierung Sundern, Photo By Thzorro77 - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=95525359>

Zukünftiger Energieträger: E-Methan (CH₄) (CRF -, AG EB -)

cb Emissionen (-):

- keine

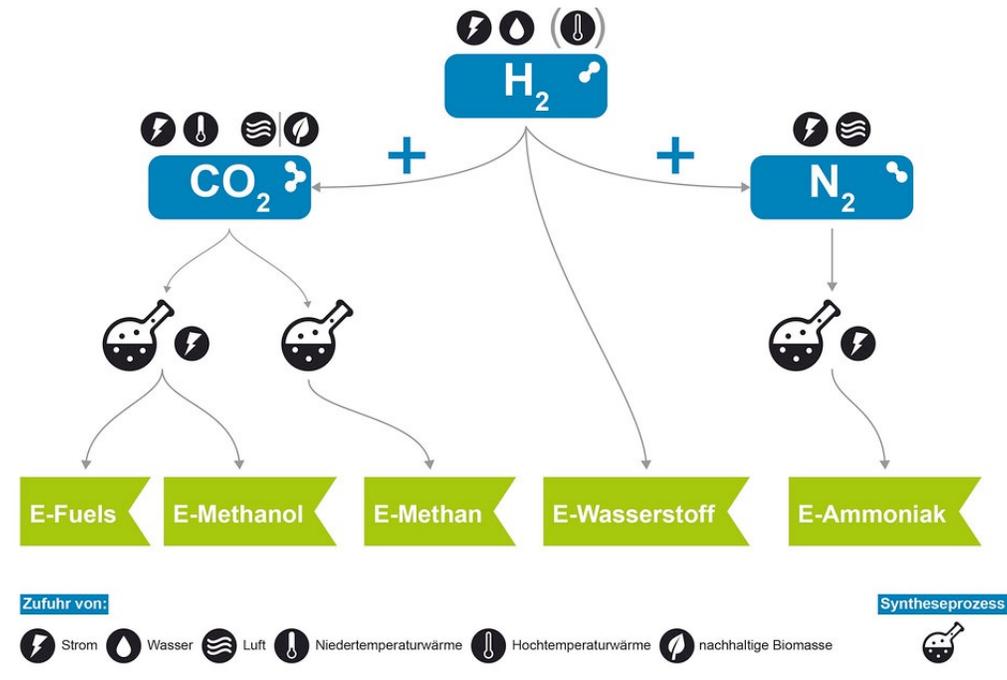
pb Emissionen (-0,197 t/MWh):

- Negativemissionen aus CO₂-Abscheidung (Carbon Capture = CC) z.B. mittels CO₂-Wäsche oder aus Direct Air Capture (DAC)
- Synthese: $4 \text{ H}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O} + \text{CH}_4$

Maßnahmen:

- Aufbau von E-Methan-Anlagen (wird in Kraftstoffe statt Wärme geführt aufgrund Ähnlichkeit zu E-Fuels)

Power-to-X: Überblick Ausgangsstoffe, Prozesse und PtX-Produkte
Wie aus Strom Brennstoffe und chemische Grundstoffe entstehen



QUELLE: ÖKO-INSTITUT 2019, CC BY-SA 2.0

Power-to-X: Überblick Ausgangsstoffe, Prozesse und PtX-Produkte, Photo By Oeko-Institut e.V.,
<https://www.flickr.com/photos/oekoinstitut/48378513216>

Zukünftiger Energieträger: Wasserstoff (H₂) (CRF -, AG EB -)

cb Emissionen (-):

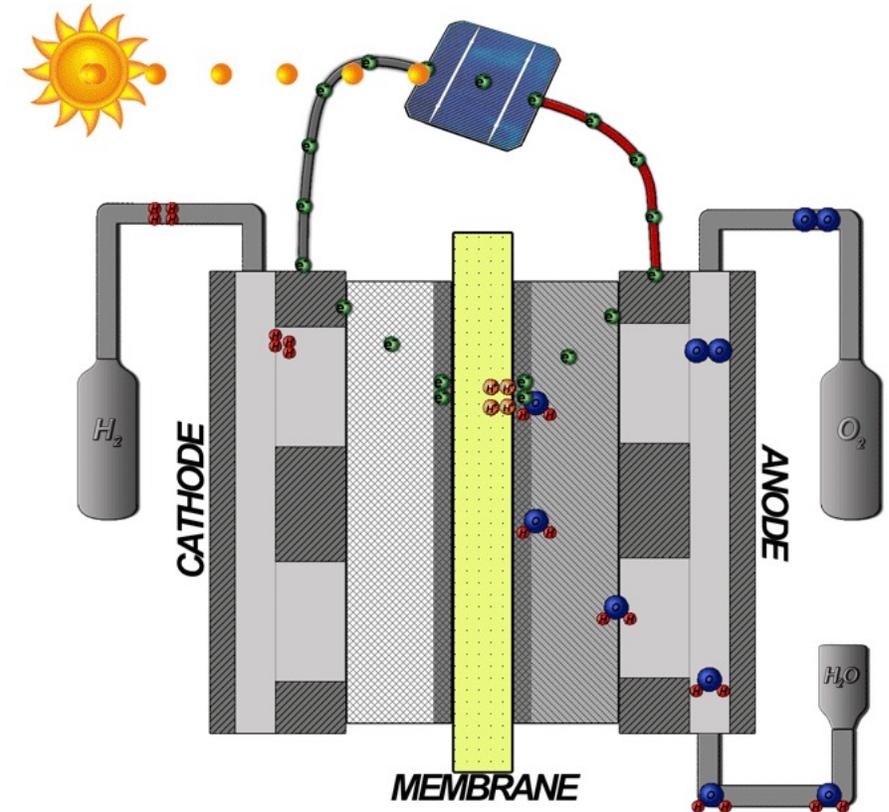
- keine

pb Emissionen (-):

- Wasserelektrolyse: (durch Salze leitfähigeres) Wasser wird in molekularen H₂ und O₂ getrennt, indem Spannung an Elektroden des Elektrolyseurs angelegt wird (ggf. mit Membran) (Wirkungsgrad 75%)
- Synthese: $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$

Maßnahmen:

- Aufbau von Elektrolyseuren



PEM electrolysis diagram, Photo By Davidlfritz - Own work, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=26251918>

Zukünftiger Energieträger: H₂ für Rückverstromung (CRF -, AG EB -)

Problematik:

- Etwa alle 2 Jahre tritt eine sogenannte kalte Dunkelflaute auf, in der etwa 2 Wochen lang zu wenig Wind weht und zu wenig Sonne scheint, um unseren Strombedarf zu decken („positive Residuallast“). Für diesen Fall müssen immense Mengen Wasserstoff z.B. in Kavernen zurückgehalten werden, die in diesem Notfall mit GuD-Kraftwerken „rückverstromt“ werden können
- Energetisch ist das problematisch, weil bei der doppelten Umwandlung von Strom in Wasserstoff und zurück etwa die Hälfte der Energie „verloren“ geht (Wirkungsgrad 45%).

Maßnahmen:

- Aufbau von Elektrolyseuren zur Deckung von 4,2% des deutschen Strombedarfs



Gaskavernenbaustelle an der Ems, Photo Von SteKruBe - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=19169467>



German Zero

Fragen?

Block 2



Onboarding in die Support-Orga am
07.11. um 18-19 Uhr

Sektorwochen: Absprache als Team
<https://nuudel.digitalcourage.de/J5tprKeG3pU1OZI4>

5 Minuten Puffer und Hausaufgabe

Super, du wirst Klimavisionär:in!
Feedback zur vierten Session?

Danke und schönen Abend 😊

Hauke Schmülling, Projektmanager LocalZero