



Block 1: LULUCF
Block 2: Strom

Klimavisionär:in Ausbildung Session 8

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 sowie 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



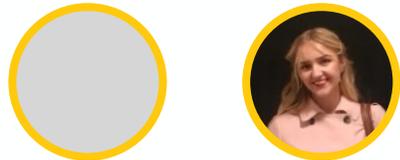
Norbert Kubesch Elias Singer

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 machst du heute Abend noch?

5 Minuten Warmup in 4er Breakouts

Highlight vom letzten Quiz zu Session 6

10. Wie nennt man das Phänomen, dass etwa alle 2 Jahre eine 2-wöchige Periode auftritt, in der zu wenig Wind weht und zu wenig Sonne scheint, sodass wir immense Wasserstoff-Reserven für die Rückverstromung vorhalten müssen? (1 point)

14% of respondents (1 of 7) answered this question correctly.

[More Details](#)

 Kalte Flaute	1	
 Dunkelwindflaute	1	
 ?	1	
 Dunkelflaute	1	
 Kalte Dunkelflaute	1	✓
 flaute	1	
 Wind Sonnen Flaute	1	
 0 other options	0	



Ohne groß Überlegen:

<https://forms.office.com/r/1PcYN1GvdM>

3 Minuten Quiz zu Session 7



German Zero

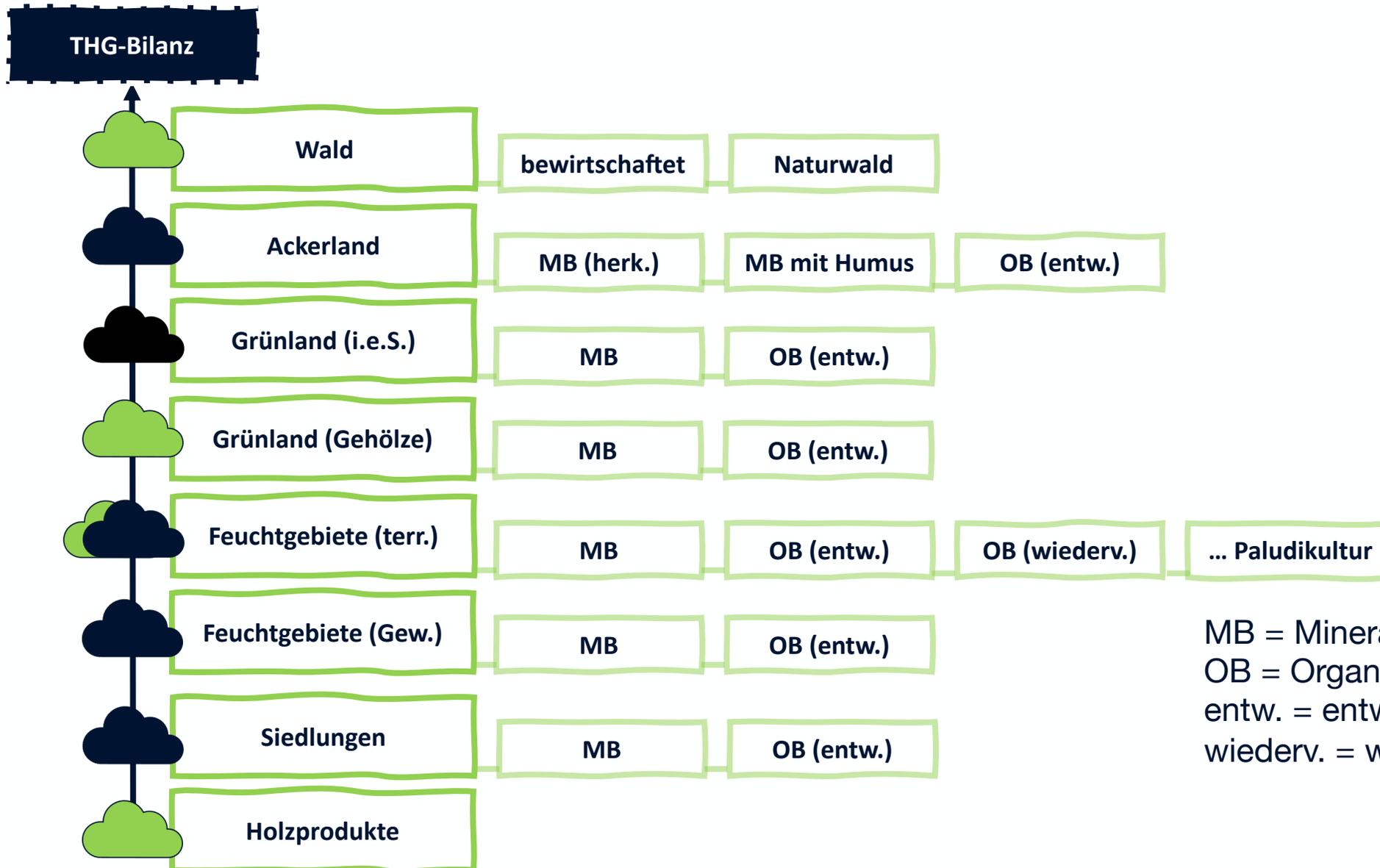
LULUCF

Emissionen 2018:

21 Mt CO₂e cb, -24 Mt CO₂e pb

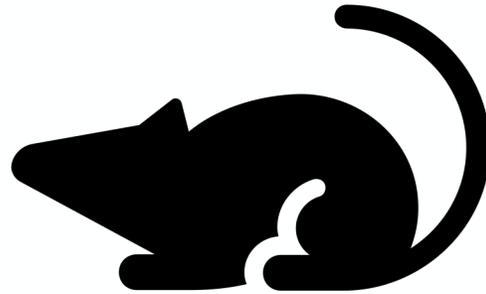
Block 2

Struktur LULUCF



MB = Mineralischer Boden
 OB = Organischer Boden
 entw. = entwässert
 wiederv. = wiedervernässt

Wie beginnen die Rechnungen in LULUCF?



Landwirtschaftliche
Flächen
Ackerland 10.000 ha

Beispiel organische Böden in Ackerland Bilanz 2018

- Von den 10.000 ha Ackerland sind im Schnitt 2,1% ehemaliges Niedermoor (entwässert) und 0,6% ehemaliges Hochmoor (entwässert), also **270 ha organischer Boden** (mind. 30% organisch)
- Durch die Grundspiegelabsenkung zur Bewirtschaftung zersetzt sich die Torfschicht mit einem Emissionsfaktor von 31,097 t CO₂e/(ha*a), also entstehen **8.396 t CO₂e/a**

Beispiel organische Böden in Ackerland Bilanz Zieljahr

- Von den 270 ha organischer Boden werden 80%, also 216 ha, wiedervernässt und als umgewandelte Fläche unter Feuchtgebiete (terrestrisch) in organischer Boden (wiedervernässt) gelistet
- Die 168 ha wiedervernässtes Niedermoor emittieren bei einem Emissionsfaktor von 10 t CO₂e/(ha*a) noch **1.680 t CO₂e/a**
- Die 48 ha wiedervernässtes Hochmoor emittieren bei einem Emissionsfaktor von 3 t CO₂e/(ha*a) noch **144 t CO₂e/a**
- Die nicht wiedervernässten 54 ha organischer Boden emittieren weiterhin mit einem Emissionsfaktor von 31,097 t CO₂e/(ha*a), also entstehen **1.679 t CO₂e/a**
- Insgesamt entstehen noch **3.503 t CO₂e/a (-58,3 %)**

Beispiel organische Böden in Grünland (Gehölz) Maßnahme, Investitionen und Personal

- Die entwässerten organischen Böden werden zu 80% wiedervernässt (Renaturierung durch Aufstauen und Abbau von Drainagesystemen), was 3.000€/ha kostet, also gesamt **712.800 €**
- Bei 8 Jahren Umsetzungszeitraum **89.100 €/a**
- Bei einem Personalkostenanteil von 42,7% und 53.000 €/a pro Stelle werden **0,7 Stellen** benötigt



Bodenfläche und Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger Weitere wichtige Quellen



Moore in Deutschland: Nutzung und Klimawirkung von Universität Greifswald (2012, 2 Seiten)

- Beispiel für Flächenproblematik: es gibt keine kommunenfein verfügbare Daten zu den Moorflächen bzw. organischen Bodenflächen, sodass auf bundesweite Zahlen zurückgegriffen wurde

VIP – Vorpommern Initiative Paludikultur

Moore in Deutschland: Nutzung und Klimawirkung

Universität Greifswald; BMBF Projekt VIP – Vorpommern Initiative Paludikultur; August 2012

Die **Moorverbreitung** in Deutschland beschränkt sich vorwiegend auf die norddeutsche Tiefebene (78 %) und das Alpenvorland (20 %) (Abb. 1). Moore haben sich dort gebildet, wo aufgrund dauerhafter Wassersättigung (Sauerstoffabschluss) die abgestorbenen Pflanzenteile nicht vollständig zersetzt wurden und sich als Torf akkumulierten. Der Gesamtbestand der Moore (Moorböden) in Deutschland wird auf 1.419.000 ha geschätzt. Davon gehören 336.000 ha zu den Regenmooren (Hochmoore) und 1.083.000 ha zu den Niedermooren. Über 910.000 ha (65 %) werden landwirtschaftlich genutzt.

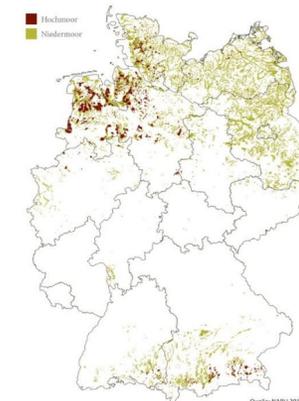


Abb. 1 Moorverbreitung in Deutschland
(Basis : GÜK 200; NABU 2012).

Die **herkömmliche landwirtschaftliche Nutzung auf Moorstandorten** wie die Grünfütter-, Silage- und Heugewinnung oder eine ackerbauliche Nutzung erfordert die Absenkung der Grundwasserstände. Insbesondere der Anbau von Mais auf Moor erfordert tiefe Grundwasserstände zur Bodenbearbeitung und eine hohe Düngung. Beides verstärkt die Emissionsprobleme (Abb. 2).

Infolge der Moorentwässerung wird der über Jahrtausende gebildete Torfkörper durch Mikroorganismen zersetzt was zu Bodendegradation und Sackung der Oberfläche führt (Abb. 3). Die Folgen sind steigende Entwässerungskosten, zunehmende Bewirtschaftungsprobleme sowie der Verlust landwirtschaftlicher Produktionsflächen.

Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger vom UBA (2019, 158 Seiten)



- Bestimmung der Emissionsfaktoren und Emissionen 2018 (CO₂, CH₄, N₂O) der erneuerbaren Energieträger nach Sektoren
- Wurde genutzt, um die jährlichen CO₂-Emissionen aus der Holzverbrennung in der Bilanzierung des Bereichs LULUCF von der jährlichen Sequestrierung von CO₂ in der Forstwirtschaft abzuziehen
- NIR S. 877 Fußnote 3 zu Biomasse-Brennstoffe: „Nennung für ausgewählte Brennstoffe, wobei errechnete CO₂-Emissionen nur **nachrichtlich** übermittelt werden und nicht in die Gesamtmengen des Inventars eingehen“

Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren	Einheit	1990	1995	2000	2005	2006
Biomasse-Brennstoffe 3)						
Ablaugen Zellstoffherstellung	t CO ₂ /TJ	121,1	121,1	110,3	104,8	99,2
Faser-/Deinking-Rückstände	t CO ₂ /TJ	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9
Brennholz naturbelassen	t CO ₂ /TJ	102,1	102,1	102,1	102,1	102,1
Holzabfälle, Resthölzer (Industrie)	t CO ₂ /TJ	107,8	107,8	107,8	107,8	107,8
Holzabfälle, Resthölzer (Kleinverbraucher)	t CO ₂ /TJ	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4
Rinde	t CO ₂ /TJ	80,6	80,6	80,6	80,6	80,6
Tiermehle und -fette	t CO ₂ /TJ	85,8	85,8	85,8	85,8	85,8
Biogas	t CO ₂ /TJ	90,6	90,6	90,6	90,6	90,6
Deponiegas	t CO ₂ /TJ	111,4	111,4	111,4	111,4	111,4
Klärgas	t CO ₂ /TJ	104,9	104,9	104,9	104,9	104,9
Bio-Ethanol	t CO ₂ /TJ	NO	NO	NO	71,6	71,6
Biodiesel 4)	t CO ₂ /TJ	NO	70,8	70,8	70,8	70,8
Sonstige Faktoren Einheit [kg/t]						
Rauchgasentschwefelung	kg/t	440,0	440,0	440,0	440,0	440,0
1)	Brennstoffe nach Definition der Inventardaten können bei den Bezeichnungen von anderen Normen abweichen					
2)	Jährliche Änderung des EF aufgrund der unterschiedlichen Anteile von Feuerungsanlagen und Betriebseigenen					
3)	Nennung für ausgewählte Brennstoffe, wobei errechnete CO ₂ -Emissionen nur nachrichtlich übermittelt werden. Sonderbrennstoffen (s.o.) sind nicht gesondert aufgeführt, weil die CO ₂ -EF nicht unterschieden werden.					
4)	Defaultwerte					
Anm.:	Bei der Verwendung von Stoffwerten aus dem NIR im Rahmen des ETS sind die Hinweise und Fußnoten zu berücksichtigen.					

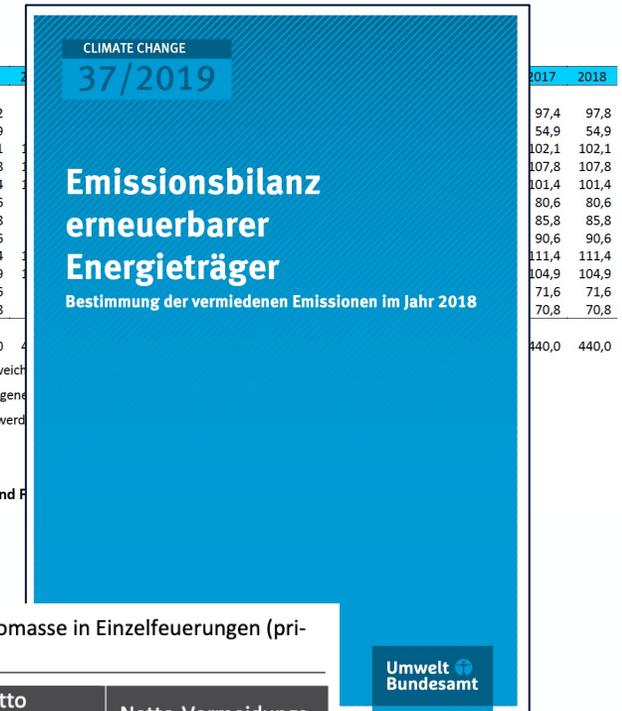


Tabelle 67: Emissionsbilanz der Wärmebereitstellung aus fester Biomasse in Einzelf Feuerungen (private Haushalte und GHD)

	brutto vermiedene Emissionen [t]	verursachte Emissionen [t]	netto vermiedene Emissionen [t]	Netto-Vermeidungsfaktor [g/kWh]
CO ₂ -Äq.	7.446.513	1.006.233	6.440.279	149,58
CO ₂	7.107.456	386.591	6.720.866	156,10
CH ₄	12.179	21.144	-8.965	-0,21
N ₂ O	116	305	-190	0,00

Was ist LULUCF?

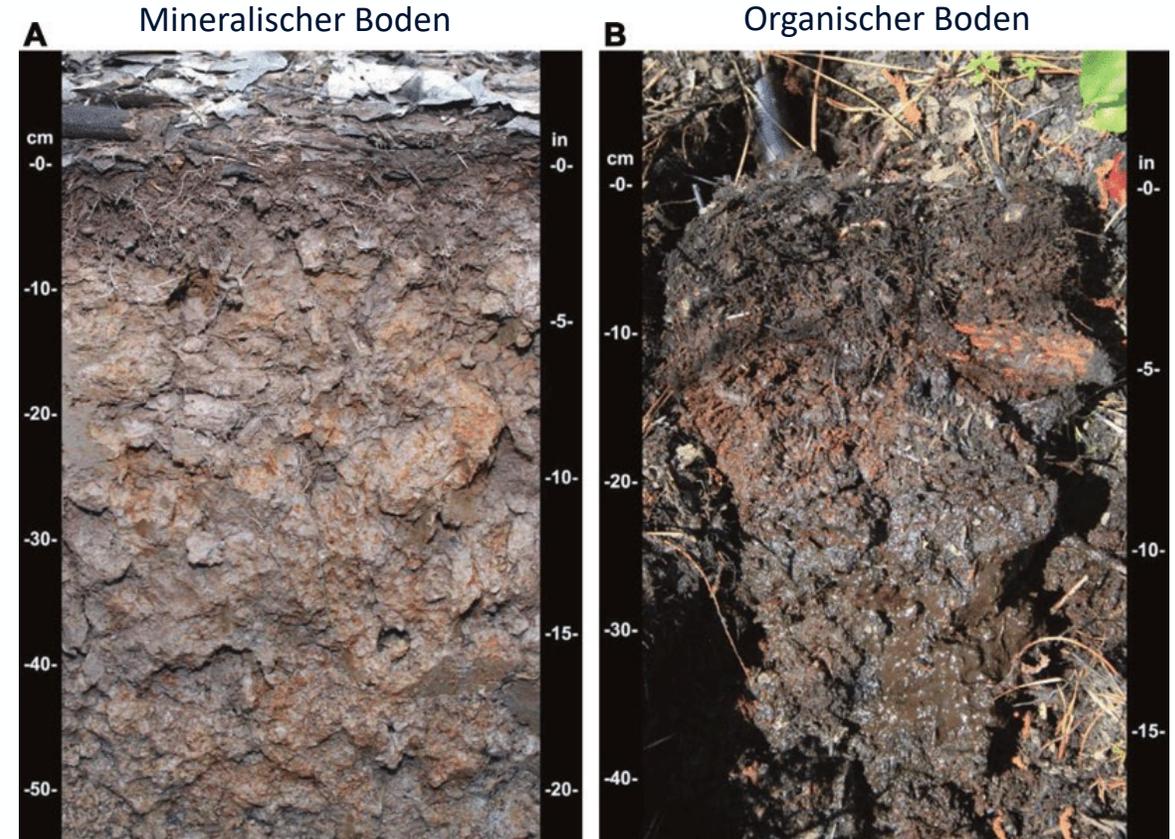
Kurze methodische Einführung



LULUCF = Land Use, Land Use Change and Forestry (CRF 3.B, AG EB -)

Land Use:

- Unterscheidung zwischen mineralischen und organischen Böden, da beide bei gleicher Bewirtschaftung sehr unterschiedliche Emissionsraten aufweisen. Bei organischem Boden sind 30 % oder mehr ihres Volumens organische Substanz, meist handelt es sich um (ehemalige) Moore.
- Bei **Mineralböden** der Landnutzungskategorien 4.B, 4.C, 4.D, 4.E und 4.F wird bei gleichbleibender, gleichnamiger Nutzung unterstellt, dass die Kohlenstoffein- und -austräge in die Böden gleich groß, die Systeme somit im Gleichgewicht sind.
- Bei **organischen Böden** führen natürliche Mineralisierungsprozesse zum Abbau der organischen Bodensubstanz und zur Freisetzung von den Treibhausgasen CO₂, Methan und Lachgas (siehe LW). Außerdem werden Methanemissionen aus Entwässerungsgräben erfasst sowie die Kohlenstoffverluste mit der gelösten organischen Substanz (DOC).



1 Examples of hydric soils: (a) Mineral soils have a characteristic mottling; (b) organic soils typically lack mottling but have a thick accumulation of organic matter that is also indicative of anaerobic conditions.
(Source: Vasilas et al. (2016): Field indicators of hydric soils in the United States)

LULUCF = Land Use, Land Use Change and Forestry (CRF 3.B, AG EB -)



Land Use Change:

- Grundidee: „Von Landnutzung betroffene Flächen verbleiben längstens 20 Jahre in einer Übergangskategorie. Dann haben sie den **Kohlenstoffvorrat** der Zielkategorie erreicht und werden in die entsprechende Verbleibkategorie überführt“
- D.h. Emissionen aus LUC entstehen durch Anpassung der Kohlenstoffvorräte

Forestry:

- Einbindung von Kohlenstoff durch die Pools Biomasse (56,0 %) (Aufbau von fester Biomasse), mineralische Böden (30,6 %) (jährliche positive Kohlenstoffvorratsänderung) und Totholz (7,2 %) (jährliche Kohlenstoffvorratsänderung)

Tabelle 354: Mittlere Kohlenstoffvorräte in Mineralböden Deutschlands in Abhängigkeit von der Landnutzung [t C ha⁻¹] sowie daraus abgeleitete Kohlenstoffvorratsunterschiede nach Landnutzungsänderung für das Jahr 2018

Mittlerer Kohlenstoffvorrat in Mineralböden Deutschlands im Jahre 2018													
	Wald	Acker _{annuell}	Hopfen	Obstanbau	Weinanbau	Sonstige Ackerkulturen _{perennierend}	Grünland i.e.S.	Gehölze	Terrestrische Feuchtgebiete	Gewässer	Torfabbau	Siedlungen	Sonstiges Land
[t C ha ⁻¹]	66,72	61,18	62,89	71,69	49,3	62,89	89,41	62,89	109,31			58,67	55,6
Kohlenstoffvorratsänderung in 20 Jahren [t C ha ⁻¹ (20 a) ⁻¹]													
Initial\Final	Wald	Acker _{annuell}	Hopfen	Obstanbau	Weinanbau	Sonstige Ackerkulturen _{perennierend}	Grünland i.e.S.	Gehölze	Terrestrische Feuchtgebiete	Gewässer	Torfabbau	Siedlungen	Sonstiges Land
Wald		-5,54	-3,83	4,97	-17,42	-3,83	22,69	-3,83	42,59	0	0	-8,05	NO
Acker	5,54		1,71	10,51	-11,88	1,17	28,23	1,17	48,13	0	0	-2,51	NO
Hopfen	3,83	-1,71		8,8	-13,59	0	26,52	0	46,42	0	0	-4,22	
Obstanbau	-4,97	10,51	-8,8		-22,39	-8,8	17,72	-8,8	37,62	0	0	-13,02	
Weinanbau	17,42	11,88	13,59	22,39		13,59	40,11	13,59	60,01	0	0	9,37	
Sonstige Ackerkulturen _{perennierend}	3,83	-1,71	0	8,8	-13,59		26,52	0	46,42	0	0	-4,22	
Grünland i.e.S.	-22,69	-28,23	-26,52	-17,72	-40,11	-26,52		-26,52	19,9	0	0	-30,74	NO
Gehölze	3,83	-1,71	0	8,8	-13,59	0	26,52		46,42	0	0	-4,22	NO
Terrestr. Feuchtgebiete	-42,59	-48,13	-46,42	-37,62	-60,01	-46,42	-19,9	-46,42		0	0	-15,32	NO
Gewässer	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	NO
Torfabbau	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	NO
Siedlungen	8,05	2,51	4,22	13,02	-9,37	4,22	30,74	4,22	50,64	-58,67	-58,67		NO
Sonstiges Land	11,12	5,58	7,29	16,09	-6,3	7,29	33,81	7,29	53,71	-55,6	-55,6	3,07	

Kursive Werte: von Jahr zu Jahr veränderlich

negativ: Kohlenstoffverluste; positiv: Kohlenstoffsequestrierung; NO: nicht auftretend

NIR S. 539, UBA 2020

<https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland/emissionen-der-landnutzung-aenderung#nachhaltige-landnutzung-und-forstwirtschaft-sowie-weitere-massnahmen>

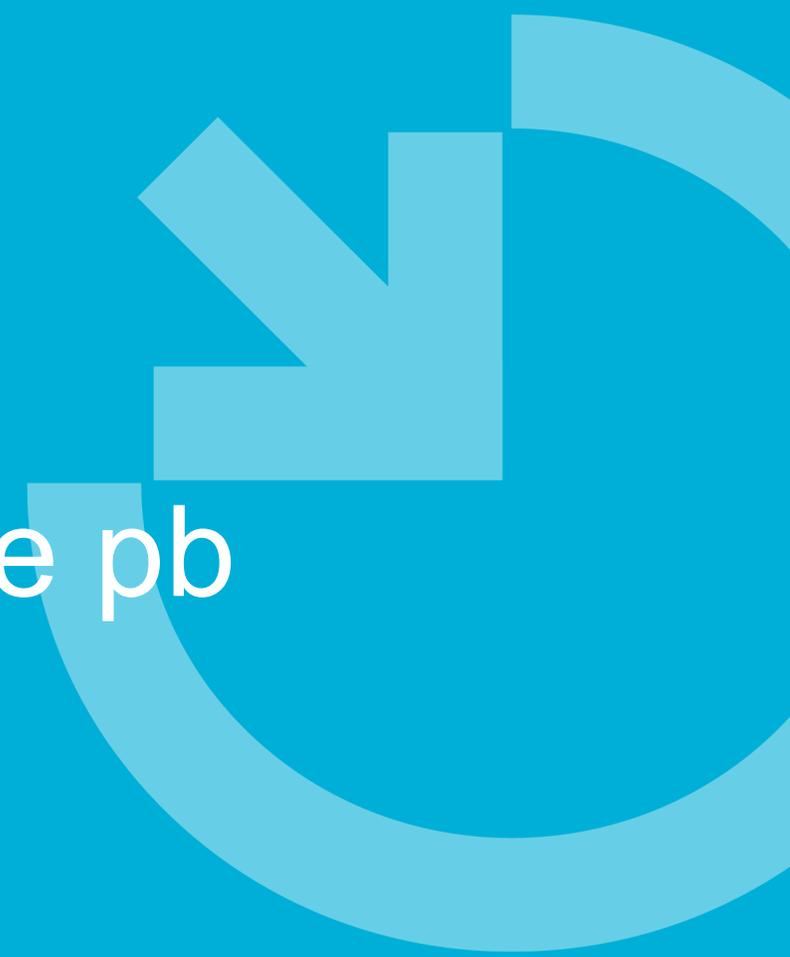
Sucht im NIR die Tabelle 354 und versucht, im Umfeld davon die Kapitel der 8 Flächenkategorien zu identifizieren.

5 Minuten in 2er Breakouts

LULUCF in 9 Kategorien

Emissionen 2018:

21 Mt CO₂e cb, -24 Mt CO₂e pb



Wälder (CRF 4.A, AG EB -)

pb Emissionen (-67 Mt CO₂e aus CO₂, CH₄ und N₂O):

- Entwässerte organische Böden (+3 Mt CO₂e)
- LUC zu mineralischen Böden (-16 Mt CO₂e)
- Dynamischer Kohlenstoffvorrat in Biomasse (-50 Mt CO₂e)
- Dynamischer Kohlenstoffvorrat in Streu/Totholz (-4 Mt CO₂e)
- Waldbrände (+0,0 Mt CO₂e)

Maßnahmen:

- Aufforstung des derzeit lichten oder toten Waldes (3,1% der Fläche)
- Stilllegung von derzeit bewirtschaftetem Wald und damit Erhöhung des Anteils von Naturwald von 2,8% auf 6,9%



Braunlage Wurmberg Reste des ehemaligen Waldsterbens,
Photo By Gottfried Hoffmann -..., CC BY 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=52369447>

Wälder (CRF -, Teil von AG EB Spalte AA)

cb Emissionen (21 Mt CO₂e aus CO₂):

- Dem Zuwachs an Wald-Biomasse (feste Biomasse) steht eine energetische Nutzung von fester Biomasse entgegen. Für diese wurden Negativemissionen bereits angerechnet, entweder in der Vergangenheit (Altholz, Restholz) oder in diesem Jahr (Teil des Zuwachses an Wald-Biomasse). Um entgegen der UBA/NIR-Bilanz diese energetische Nutzung von fester Biomasse gesamt gesehen neutral statt negativ zu werten, ziehen wir die Positivemissionen der energetischen Nutzung von fester Biomasse von den Negativemissionen in LULUCF ab (eigene Berechnung).
- Strom (+3 Mt CO₂e), Wärme (+0,8 Mt CO₂e), PH+GHD (+14 Mt CO₂e), Industrie (+3 Mt CO₂e)

Maßnahmen:

- Bleibt konstant, da Entnahme und energetische Nutzung fester Biomasse aus herkömmlichem Wald konstant bleibt



Industrierestholz, wie diese Schwarten, fallen bei der Holzbearbeitung an.,
Photo Von Wlodzimierz - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=35164163>

Ackerland (CRF 4.B, AG EB -)

pb Emissionen (16 Mt CO₂e aus CO₂, CH₄ und N₂O):

- Entwässerte organische Böden (+10 Mt CO₂e)
- LUC zu mineralischen Böden (+5 Mt CO₂e)
- Dynamischer Kohlenstoffvorrat in Biomasse (+1 Mt CO₂e)

Maßnahmen:

- Wiedervernässung von 80% der organischen Böden
- Humusaufbau auf 25% der mineralischen Böden durch Zwischenfruchtanbau, verbesserte Fruchtfolge, mehr Festmist und Kompost u.a.



Schwarzerde: Der mächtige humusreiche Oberbodenhorizont zeigt eine hohe Fruchtbarkeit des Bodens an (Schwarzerdeprofil Asel),
Photo Von Wulf Grube, hochgeladen von AxelHH - Wulf Grube, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=25192270>

Grünland (im engeren Sinne) (Teil von CRF 4.C, AG EB -)

pb Emissionen (18 Mt CO₂e aus CO₂, CH₄ und N₂O):

- Entwässerte organische Böden (+24 Mt CO₂e)
- LUC zu mineralischen Böden (-8 Mt CO₂e)
- Dynamischer Kohlenstoffvorrat in Biomasse (+2 Mt CO₂e)
- Dynamischer Kohlenstoffvorrat in Streu/Totholz (+0,0 Mt CO₂e)

Maßnahmen:

- Wiedervernässung von 80% der organischen Böden



Bison, Herde, Weide,
Photo By USFWS,

<https://pixnio.com/de/tiere/buffel/bison-herde-weide>

Grünland (Gehölze) (Teil von CRF 4.C, AG EB -)

pb Emissionen (-2 Mt CO₂e aus CO₂, CH₄ und N₂O):

- Entwässerte organische Böden (+0,7 Mt CO₂e)
- LUC zu mineralischen Böden (+0,2 Mt CO₂e)
- Dynamischer Kohlenstoffvorrat in Biomasse (-3 Mt CO₂e)
- Dynamischer Kohlenstoffvorrat in Streu/Totholz (+0,0 Mt CO₂e)

Maßnahmen:

- Wiedervernässung von 80% der organischen Böden



Gehölz als Gruppe verholzender Pflanzen,
Photo Von Gerold Rosenberg (talk) 16:37, 5 April 2014 (UTC) - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=32005368>

Feuchtgebiete (Gewässer) (Teil von CRF 4.D, AG EB -)

pb Emissionen (0,3 Mt CO₂e aus CO₂, CH₄ und N₂O):

- Dynamischer Kohlenstoffvorrat in Biomasse (+0,2 Mt CO₂e)
- Dynamischer Kohlenstoffvorrat in Streu/Totholz (+0,0 Mt CO₂e)

Maßnahmen:

- keine



Der größte See innerhalb Deutschlands ist die Müritz im Herzen der Mecklenburgischen Seenplatte. Blick auf den Hafen von Röbel, Photo Von Julian Nyča - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=43842809>

Feuchtgebiete (terrestrisch inkl. Torfabbau) (Teil von CRF 4.D, AG EB -)

pb Emissionen (4 Mt CO₂e aus CO₂, CH₄ und N₂O):

- Entwässerte organische Böden (+2 Mt CO₂e)
- Torfabbau organischer Böden (+2 Mt CO₂e)
- LUC zu mineralischen Böden (-0,0 Mt CO₂e)
- Dynamischer Kohlenstoffvorrat in Biomasse (-0,0 Mt CO₂e)
- Dynamischer Kohlenstoffvorrat in Streu/Totholz (+0,0 Mt CO₂e)

Maßnahmen:

- Wiedervernässung von 80% der organischen Böden



Peat exploitation in the nature reserve (!) "Ewiges Meer" ("Eternal lake"), a big moor lake in East Frisia, NW Germany.

Photo By Christian Fischer - Own work, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=171585>

Organischer Boden (wiedervernässt) (neue Kategorie in Feuchtgebiete (terrestrisch))

pb Emissionen (42 Mt CO₂e aus CO₂, CH₄ und N₂O) aller OB aller Flächenarten:

- Wiedervernässung und dadurch LUC zu Feuchtgebiete (terrestrisch)

Zusätzliche Maßnahmen:

- Paludikultur als landwirtschaftliche Neubewirtschaftung auf 65% von OB (wiedervernässt), bspw. Schilf, Rohrkolben, Sonnentau, Torfmoos, sorgt für zusätzliche Einbindung von 3 - 6 t C/ha/Jahr aus der Atmosphäre, also -16,5 t CO₂/ha/Jahr



Schilfernte bei Anklam (Mecklenburg-Vorpommern)
Photo By Tobias Dahms, lensescape.org
<https://www.praxis-agrar.de/umwelt/klima/paludikultur>

Siedlungen (CRF 4.E, AG EB -)

pb Emissionen (5 Mt CO₂e aus CO₂, CH₄ und N₂O):

- Entwässerte organische Böden (+3 Mt CO₂e)
- LUC zu mineralischen Böden (+3 Mt CO₂e)
- Dynamischer Kohlenstoffvorrat in Biomasse (+0,2 Mt CO₂e)
- Dynamischer Kohlenstoffvorrat in Streu/Totholz (+0,5 Mt CO₂e)
- Moorbrand (+0,6 Mt CO₂e)

Maßnahmen:

- Keine Neuversiegelung mehr, nur noch Emissionen aus Biomasse und Streu/Totholz



Bericht zum Moorbrand

Photo Von WTD 91 | Credit: Bundeswehr/WTD 91, Urheberrecht: Bundeswehr/WTD 91
<https://www.bmvg.de/de/aktuelles/bmvg-legt-bericht-zum-moorbrand-vor-30434>

Sonstiges Land (Unland, Vegetationslose) (CRF 4.F, AG EB -)

pb Emissionen (-):

- vom Menschen nicht bewirtschaftetes Land
- Sonstige Flächen werden nur als Ausgangskategorie von Landnutzungsänderungen zu anderen Kategorien in der Emissionsberechnung berücksichtigt. Rückumwandlungen zu Sonstigen Flächen finden nicht statt, da definitionsgemäß einmal genutztes Land nicht mehr in eine ungenutzte Landnutzungskategorie überführt werden kann.

Maßnahmen:

- Keine, bleibt konstant



Steinriegel im Gollachtal zwischen Aub und Bieberehren,
Photo By Schorle - Own work, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4038657>

Holzprodukte (CRF 4.G, AG EB -)

pb Emissionen (-3 Mt CO₂e aus CO₂):

- in Deutschland produzierte Holzprodukte, deren Holz aus heimischem Einschlag stammt und die stofflich genutzt werden

Maßnahmen:

- Keine, bleibt konstant



Kubb-Set mit einem König, vier Spielfeldbegrenzern, sechs Wurfhölzern und zehn Kubbs,
Photo Von Die silberlocke, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4361968>



Fragen?

Block 1



Magst du Gartenarbeit?

5 Minuten Pause in 4er Breakouts



Strom

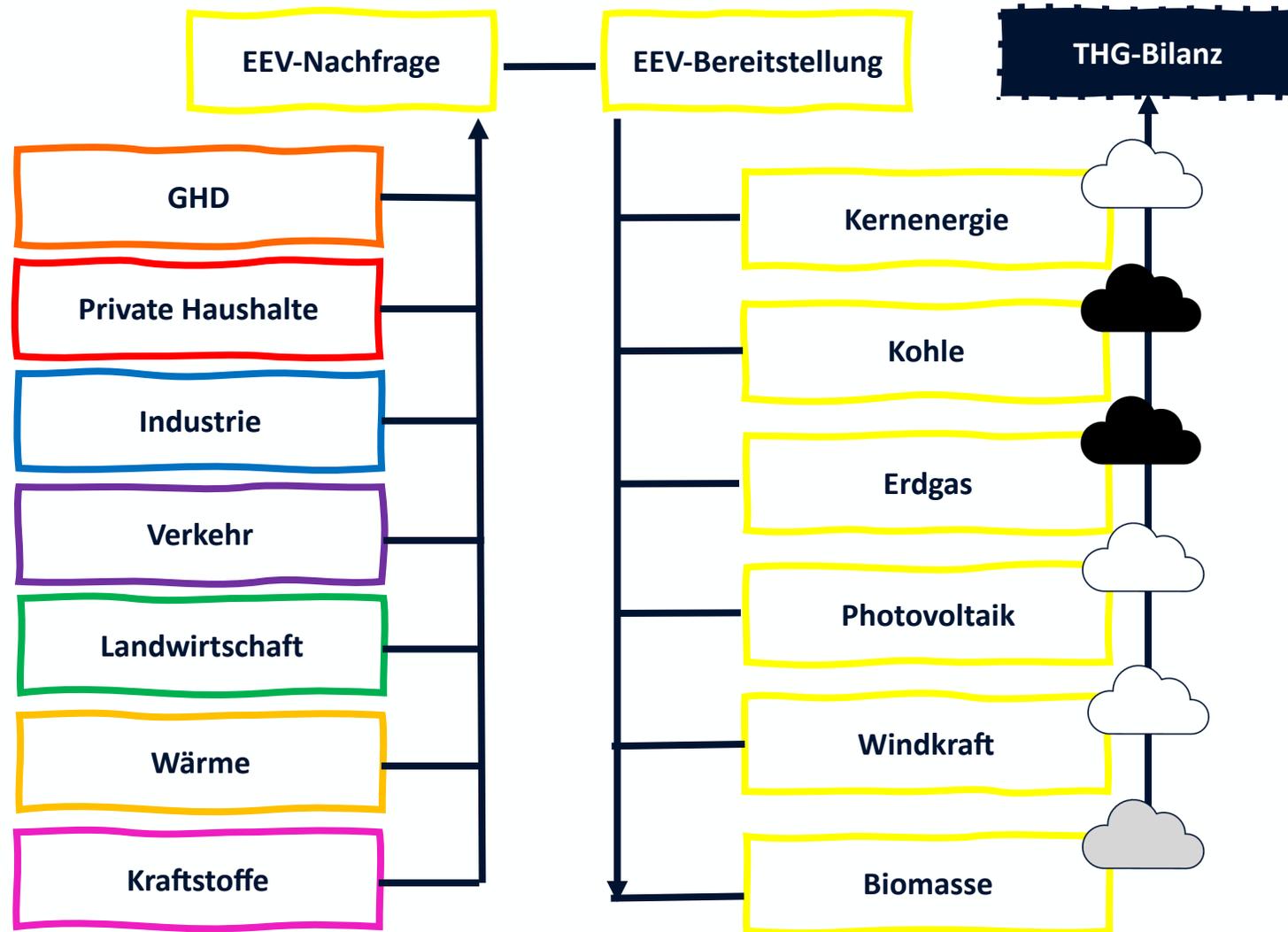
Emissionen 2018:

273 Mt CO₂e cb

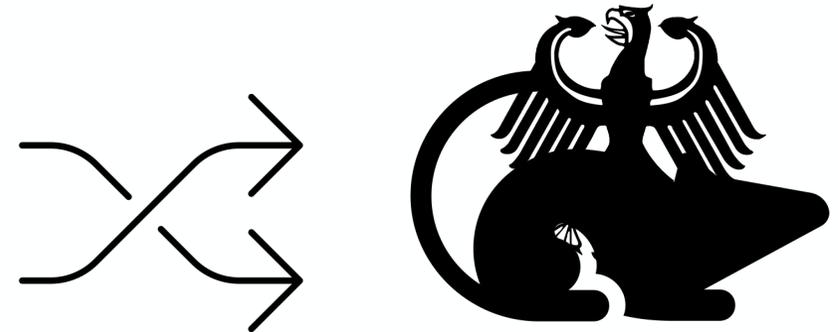
Block 1



Struktur Strom



Wie beginnen die Rechnungen in Strom?



Aggregierte geschätzte
EEV in der Kommune

Methodisch wichtig:
Strom ist neben Fernwärme der
einzige Endenergieträger, bei dem die
unterschiedlichen Erzeugungsarten
(Vorkette) getrennt aufgeführt werden.

Strom

1.000.000 MWh/a

Beispiel Strom > PV (Dach) Bilanz 2018

- Die bundesdeutsche Verteilung der Bruttostromerzeugung 2018 wird auch auf den EEV der Kommune angewandt, also z.B. 22,8 % aus Braunkohle und 7,3 % aus PV (bundesdeutscher Strommix)
- Die 228.000 MWh Strom aus Braunkohle verursachen 1,01 t CO₂e/MWh in der Bruttostromerzeugung (BSE) und 1,26 t CO₂e/MWh im EEV, also **287.280 t CO₂e/a** verbrennungsbedingte Emissionen
- Die 73.000 MWh Strom aus PV verursachen 0,00 t CO₂e/MWh in der BSE und 0,00 t CO₂e/MWh im EEV, also **0 t CO₂e/a** verbrennungsbedingte Emissionen (Anlagenherstellung in Industrie bilanziert)

Beispiel Strom > PV (Dach) Bilanz Zieljahr

- Der Strombedarf im Zieljahr ist abhängig von den anderen Sektoren, steigt i.d.R. aber stark, also z.B. auf **2.000.000 MWh/a**
- Nun wird zunächst das Potential für erneuerbaren Strom in der Kommune ermittelt; nur wenn dieses nicht ausreicht, um den Bedarf zu decken, wird die Lücke aus der Allgemeinen Versorgung (wie 2018 für den gesamten Bedarf angenommen) gedeckt, mit einem bundesdeutschen erneuerbaren Strommix
- Beispiel PV (Dach): Das Dachflächenbestand wird kommunenfein abgeschätzt (hier 1.000 ha), wovon 38% solar nutzbar sind. Pro ha Dachfläche sind 1,7 MW PV installierbar. Die Volllaststunden stehen bundeslandfein zur Verfügung, bleiben wir bei Niedersachsen mit 853 h/a. Damit sind 551.038 MWh/a installierbar, wovon standardmäßig 80% genutzt werden, also **440.830 MWh/a**.
- Die 440.830 MWh Strom aus PV (Dach) verursachen 0,00 t CO₂e/MWh im EEV, also **0 t CO₂e/a** (lediglich bei Strom aus Biomasse fallen im Zieljahr noch non-CO₂-THG aus der Verbrennung an)

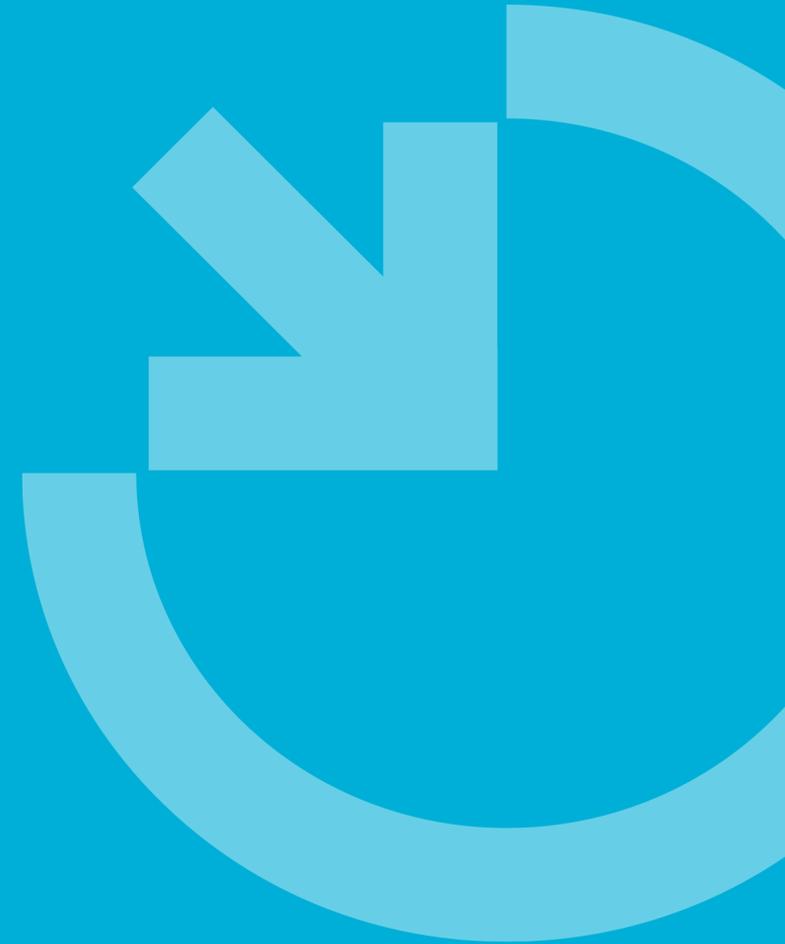
Beispiel Strom > PV (Dach) Maßnahme, Investitionen und Personal

- Von den 517 MW benötigte PV-Leistung sind 2021 bereits 67 MW existent (Marktstammdatenregister kommunenfein), sodass nur noch **450 MW** installiert werden müssen
- Bei durchschnittlichen Kosten von 701.286 €/MW werden **315.578.700 €** investiert
- Bei 8 Jahren Umsetzungszeitraum sind das **39.447.338 €/a**
- Bei einem Personalkostenanteil von 32,0 % und 39.240 €/a pro Stelle werden **321,7 Stellen** benötigt



Photo by [Bill Mead](#) on [Unsplash](#)

Foederal erneuerbar und Marktstammdatenregister Weitere wichtige Quellen



Bruttostromerzeugung in Deutschland von Destatis (Website)



- Beispiel für veraltende/sich erneuernde Websites
- Beruht auf AG Energiebilanzen, daher Zahlen auch aus „Bilanz 2018“ ableitbar

Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 2018 T Joule	Zeile	Steinkohlen				Braunkohlen				Mineralöle	
		Kohle	Briketts	Koks	Andere Steinkohlenprodukte	Kohle	Briketts	Andere Braunkohlenprodukte	Hartbraunkohle	Erdöl (roh)	Otto-kraftstoffe
Datenstand: 27. Februar 2020											
PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH IM INLAND = SUMME OBEN	8	1 382 636	3 360	42 160	-	1 512 963	-8 706	-24 113	395	3 731 743	-110 924
Kokereien	9	356 700	-	-	-	5 063	-	-	-	-	-
Stein- und Braunkohlenbrikettfabriken	10	-	-	-	-	135 836	-	-	-	-	-
Wärme- und KWK der allg. Versorgung	11	644 286	-	-	-	1 294 223	671	6 171	118	-	-
Industriewärme- und KWK (nur für Strom)	12	25 344	-	-	-	25 800	1 790	3 532	-	-	-
Kernkraftwerke	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wasser-, Windkraft-, Photovoltaik- u.a. Anlagen	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heizkraftwerke der allg. Versorgung	15	92 347	-	-	-	24 158	54	3 675	188	-	-
Fernheizwerke	16	7 501	-	-	-	133	-	3 085	59	-	-
Hochöfen	17	-	-	161 312	-	-	-	-	-	-	-
Mineralölverarbeitung	18	-	-	-	-	-	-	-	-	3 731 743	155 917
Sonstige Energieerzeuger	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umwandlungsseinsatz insgesamt = MINUS	20	1 126 178	-	161 312	-	1 485 213	2 515	16 464	365	3 731 743	155 917
Kokereien	21	-	-	269 026	-	-	-	4 741	-	-	-
Stein- und Braunkohlenbrikettfabriken	22	-	-	-	-	-	31 024	104 812	-	-	-
Wärme- und KWK der allg. Versorgung	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Industriewärme- und KWK (nur für Strom)	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kernkraftwerke	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wasser-, Windkraft-, Photovoltaik- u.a. Anlagen	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Heizkraftwerke der allg. Versorgung	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fernheizwerke	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hochöfen	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mineralölverarbeitung	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	868 001
Sonstige Energieerzeuger	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	142 091
Umwandlungsausstoß insgesamt = PLUS	32	-	-	269 026	-	-	31 024	109 553	-	-	1 010 092

STATIS
Statistisches Bundesamt

[Karriere](#)
[Online melden](#)
[Barrierefreiheit](#)
[Leichte Sprache](#)
[Gebärdensprache](#)
[English](#)

Startseite → Themen → Branchen und Unternehmen → Energie → Energieerzeugung → Bruttostromerzeugung in Deutschland

Erzeugung

Bruttostromerzeugung in Deutschland

Seite teilen

Bruttostromerzeugung¹ in Deutschland für 2019 bis 2021

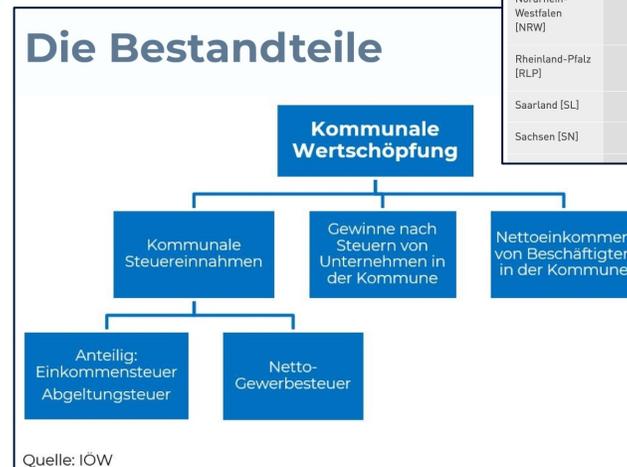
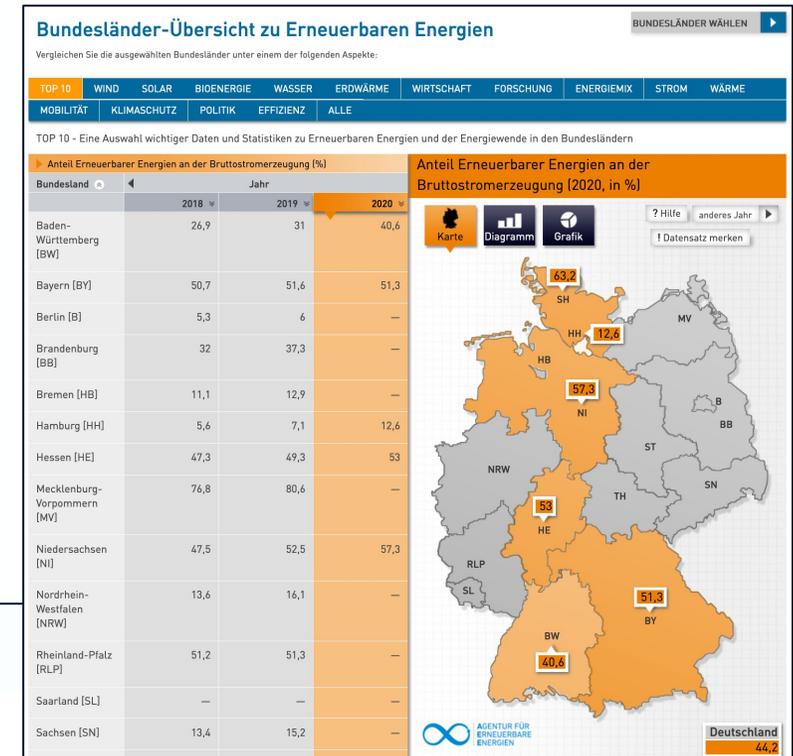
Energieträger	2019		2020		2021 ²	
	Mrd.kWh	%	Mrd.kWh	%	Mrd.kWh	%
Bruttostromerzeugung insgesamt	601,9	100	567,7	100	582,9	100
Braunkohle	114,0	18,9	91,7	16,2	110,3	18,8
Steinkohle	57,5	9,6	42,8	7,5	54,7	9,3
Kernenergie	75,1	12,5	64,4	11,3	69,1	11,8
Erdgas	90,0	15,0	94,7	16,7	89,7	15,2
Mineralölprodukte	4,8	0,8	4,7	0,8	4,7	0,8
Erneuerbare Energieträger	241,2	40,1	251,1	44,2	233,6	39,7
Windkraft	125,9	20,9	132,1	23,3	113,9	19,3
Wasserkraft ³	19,7	3,3	18,3	3,2	19,1	3,2
Biomasse	44,3	7,4	45,1	7,9	44,8	7,6
Photovoltaik	45,2	7,5	49,5	8,7	50,0	8,5
Hausmüll ⁴	5,8	1,0	5,8	1,0	5,6	1,0
Geothermie	0,2	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0
Übrige Energieträger	25,4	4,2	24,8	4,4	26,0	4,4

¹: Bruttostromerzeugung nach Eurostat Energiebilanz und Energiebilanz Deutschland, sofern bei der Energiebilanz Deutschland die Pumpspeicherezeugung aus dem Umwandlungsausstoß herausgerechnet wird bzw. Pumpspeicher als Speicher betrachtet werden.
²: Vorläufige Angaben.
³: Erzeugung in Lauf- und Speicherwasserkraftwerken sowie Erzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken.
⁴: Nur Erzeugung aus biogenem Anteil des Hausmülls (circa 50%).
 Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB). Stand: Juli 2022.

Stand 18. Juli 2022

von Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) (Website)

- Website mit Informationen und Daten zu Wind, Sonne, Biomasse, Wasser, Erd- und Umweltwärme nach Bundesländern, in KV genutzt für installierte Leistung und Potential von Biomasse und Geothermie
- Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) bietet auf www.unendlich-viel-energie.de Beratung, Vernetzung, gute Gründe für Energiewende
- Online Wertschöpfungsrechner könnte für Überzeugungsarbeit eingesetzt werden



Marktstammdatenregister (MaStR) seit 2019 von der Bundesnetzagentur (BNetzA)



- behördliches Register aller Einheiten und Anlagen (bestehen aus mehreren Einheiten) im deutschen Energiesystem
- 2019 eingeführt, mussten bis 2021 alle Anlagen eingetragen werden
- Enthält Erneuerbare Energien nach den Kategorien Wind, Solar, Biomasse, Wasser, Stromspeicher
- In KV wird kommunenfeiner EE-Anlagen-Bestand von 2021 verwendet, um Ausbaulücke zum Potential zu ermitteln

The screenshot shows the MaStR website interface. The main content area displays a table titled 'Aktuelle Einheitenübersicht' (Current Units Overview). The table lists various energy units with their MaStR numbers, names, operational status, commissioning dates, registration dates, and energy types.

MaStR-Nr. der Einheit	Anzeige-Name der Einheit	Betriebs-Status	Inbetriebnahmedatum der Einheit	Registrierungsdatum der Einheit	Energie
SEE938415604950	Scheune	In Betrieb	11.08.2009	19.10.2022	Solare S
SEE910799882773	BHKW Wohnhaus	In Betrieb	09.11.2010	19.10.2022	Erdgas
SEE976300669288	BHKW 1 Wohnhaus	In Betrieb	09.11.2010	19.10.2022	Erdgas
SEE913328167549	PV-Anlage Q1 Tankstelle Drensteinfurt, Heuweg	In Betrieb	22.04.2021	19.10.2022	Solare S
SEE974664653004	PV-Anlage Grundschule Hauptgebäude	In Betrieb	20.12.2021	19.10.2022	Solare S
SEE915173950253	Dach	In Betrieb	08.05.2008	19.10.2022	Solare S
SEE932090214046	Keller	In Planung		19.10.2022	Speiche
SEE994293267847	Ostertag Speicher	In Betrieb	23.09.2022	19.10.2022	Speiche
SEE958061721047	Speicher zur PV-Anlage	In Betrieb	19.07.2022	19.10.2022	Speiche
SEE907579453476	PV-Anlage	In Betrieb	19.07.2022	19.10.2022	Solare S

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)

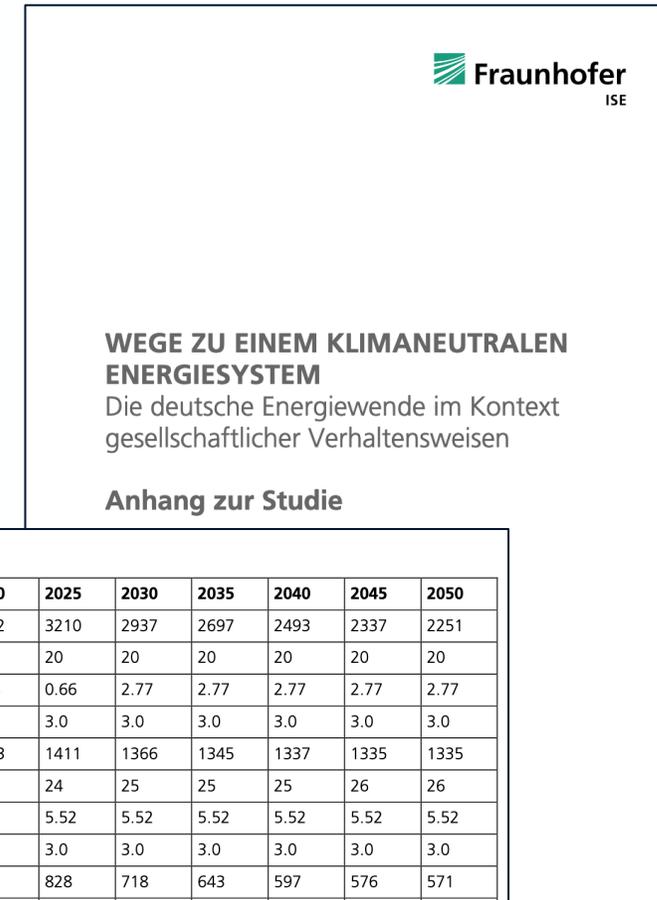


Tabelle 6 - Stromerzeuger

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

5 konventionelle Energieträger
Emissionen 2018:
269 Mt CO₂e cb für 65% Strom



Energieträger: Strom aus Kernenergie (Teil von CRF 1.A.1.a, AG EB Zeile 13)

cb Emissionen (-):

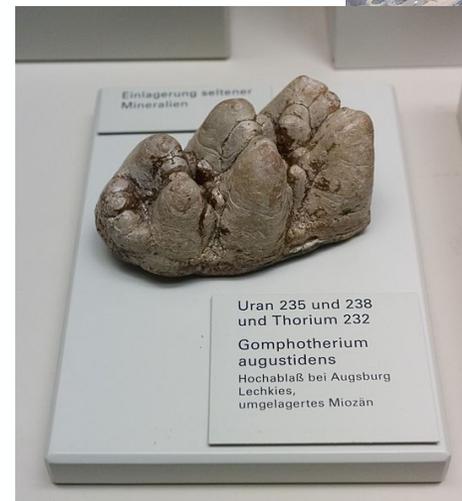
- Brennstoff: radioaktives Element wie Uran
- Prinzip: Von Neutron induzierte Uran-Kernspaltung setzt Wärmeenergie frei, die Wasser zu Wasserdampf verdampfen lässt, mit dem eine Dampfturbine angetrieben wird, die einen Strom-Generator betreibt
- Keine THG beim Betrieb, aber von Uranabbau bis Endlagerung fallen Emissionen in der Industrie an

Maßnahmen:

- -100% Produktion, da Ausstieg beschlossen



Luftbild des Kraftwerkstandorts Lingen (2018),
Photo Von Krd - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=68171855>



Einlagerung seltener Mineralien. Naturmuseum Augsburg,
Photo By Tobias "ToMar" Maier - Own work, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=56806562>

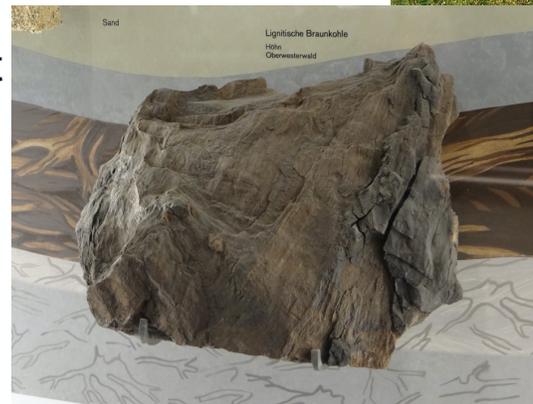
Energieträger: Strom aus Braunkohle (Teil von CRF 1.A.1.a+1.A.2.g viii, AG EB Zeile 11+12)

cb Emissionen (148 Mt CO₂e aus CO₂):

- Brennstoff: bräunlich-schwarzes, lockeres Sedimentgestein mit C-Gehalt 60-75%, entsteht durch Inkohlung von Torf
- Prinzip: Kohle wird zermahlen, in Brennerraum eingeblasen, verbrennt vollständig, setzt Wärmeenergie frei, die Wasser zu Wasserdampf verdampfen lässt, mit dem Dampfturbine angetrieben wird, die einen Strom-Generator betreibt
- 1,01 t CO₂/MWh in Bruttostromerzeugung (meist für Grundlast) durch die Verbrennung

Maßnahmen:

- -100% Produktion



Gesamtansicht Kraftwerk Neurath, Block F–G (links) und Block A–E (rechts), Ansicht von hinten aus Richtung Nordwest (2013),
Photo Von TelepermM - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=40677070>

Braunkohle (Exponat im Deutschen Bergbau-Museum Bochum)
Photo Von Saupreiß - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=21578195>

Energieträger: Strom aus Steinkohle (Teil von CRF 1.A.1.a+1.A.2.g viii, AG EB Zeile 11+12)

cb Emissionen (62 Mt CO₂e aus CO₂):

- Brennstoff: schwarzes, hartes Sedimentgestein mit C-Gehalt 78-90%, entsteht durch Inkohlung von Braunkohle
- Prinzip: Kohle wird zermahlen, in Brennerraum eingeblasen, verbrennt vollständig, setzt Wärmeenergie frei, die Wasser zu Wasserdampf verdampfen lässt, mit dem Dampfturbine angetrieben wird, die einen Strom-Generator betreibt
- 0,75 t CO₂/MWh in Bruttostromerzeugung (meist für Mittellast) durch die Verbrennung

Maßnahmen:

- -100% Produktion



Kraftwerk Datteln, Links die stillgelegten Altblöcke 1–3, rechts der neu gebaute Block 4 mit neuem Kühlturm (Höhe 180 Meter),
Photo Von Arnoldius - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=22656690>

Steinkohle, hier: Anthrazitkohle
Photo Von <http://resourcescommittee.house.gov/>, Gemeinfrei,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=123615>

Energieträger: Strom aus Erdgas (Teil von CRF 1.A.1.a+1.A.2.g viii, AG EB Zeile 11+12)

cb Emissionen (30 Mt CO₂e aus CO₂):

- Brennstoff: natürlich entstandenes Gasgemisch mit Methan-Gehalt 75-99%, entsteht zusammen mit Erdöl aus Faulschlamm
- 2 Prinzipien: Erdgas verbrennt vollständig, treibt 1) Verbrennungskraftmaschine oder 2) Dampfturbine an, die einen Strom-Generator betreibt – meist kombiniert zu Gas-und-Dampf-Kombikraftwerk (GuD)
- 0,37 t CO₂/MWh in Bruttostromerzeugung durch die Verbrennung

Maßnahmen:

- -100% Produktion



GuD-Kombikraftwerk Hamm-Uentrop (vorn die Abhitzeessel, im Hintergrund Maschinenhäuser mit Gas- und Dampfturbine), Photo Von Possi88 - Eigenes Werk, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=20139175>

Kugelgasbehälter, Photo Von de:User:Igelball - first upload: July 27, 2003 - de:Wikipedia, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=70192>

Energieträger: Strom aus Sonstige fossile Energieträger (Teil von CRF 1.A.1.a+1.A.2.g viii, AG EB Zeile 11+12)

cb Emissionen (29 Mt CO₂e aus CO₂):

- Brennstoff: Gichtgas, Erdölprodukte, nicht-biogener Müll, Industrieabfälle
- Prinzip Müllverbrennungsanlage: Müll wird sortiert, verbrennt unvollständig, setzt heiße Rauchgase frei, die Wasser zu Wasserdampf verdampfen lässt, mit dem Dampfturbine angetrieben wird, die einen Strom-Generator betreibt. Nachbehandlung von anfallender Schlacke, Rauchgas, Flugasche, Abwasser
- 1,12 t CO₂/MWh in Bruttostromerzeugung durch die Verbrennung

Maßnahmen:

- -100% Produktion, da kein Abfall mehr in Kreislaufwirtschaft



Würzburg-Ost, Müllverbrennungsanlage, MHKW Würzburg,
Photo By josef knecht, CC BY 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=53198024>



Müllverbrennung auf einem Treppenrost,
Photo Von Ole Poulsen, Gemeinfrei,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3889276>

6 erneuerbare Energieträger
Emissionen 2018:
4 Mt CO₂e cb für 35% Strom



Energieträger: Strom aus Sonnenenergie (Photovoltaik) (Teil von CRF 1.A.1.a, AG EB Zeile 14)

cb Emissionen (-):

- Prinzip: elektromagnetische Strahlung von der Sonne erzeugt freie Ladungsträger am p-n-Übergang einer Solarzelle
- Keine THG beim Betrieb, aber bei Produktion und Entsorgung der Photovoltaik-Anlagen fallen Emissionen in der Industrie an

Maßnahmen:

- +1.170% Produktion in Deutschland, lokal gemäß Bedarf und Potential der Kommune



Agri-Photovoltaic system Heggelbach in Baden-Württemberg,
Photo By Asurnipal - Own work, CC BY-SA 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=120969405>



Solarpark Flugplatz Fürstenwalde,
Photo By euroluftbild.de/Grahn - euroluftbild.de/Grahn, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=28024729>



Solarfassadensektor des Humboldt-Gymnasiums in Bad Homburg,
Photo Von Tilman Kluge in der Wikipedia auf Deutsch, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=12303556>



Photo by [Bill Mead](#) on [Unsplash](#)

Energieträger: Strom aus Windenergie (Teil von CRF 1.A.1.a, AG EB Zeile 14)

cb Emissionen (-):

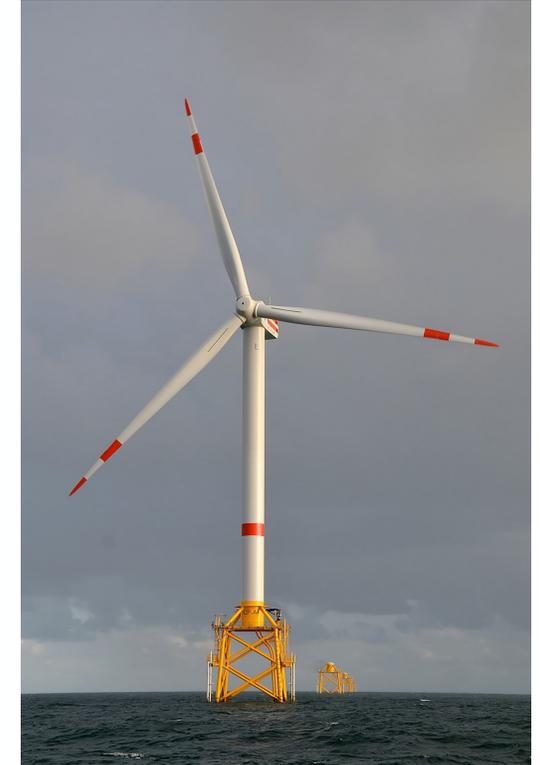
- Prinzip: Bewegungsenergie des Windes treibt über Strömungswiderstand Rotorblätter an, die einen Strom-Generator betreiben
- Keine THG beim Betrieb, aber bei Produktion und Entsorgung der Windenergie-Anlagen fallen Emissionen in der Industrie an

Maßnahmen:

- +517% Produktion in Deutschland, lokal gemäß Bedarf und Potential der Kommune



Drei Phasen des Anlagenbaus (August 2017),
Photo Von Corrado - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=61835510>



Windenergieanlage im Windpark Thorntonbank,
Photo Von © Hans Hillewaert, CC BY-SA 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=22390985>

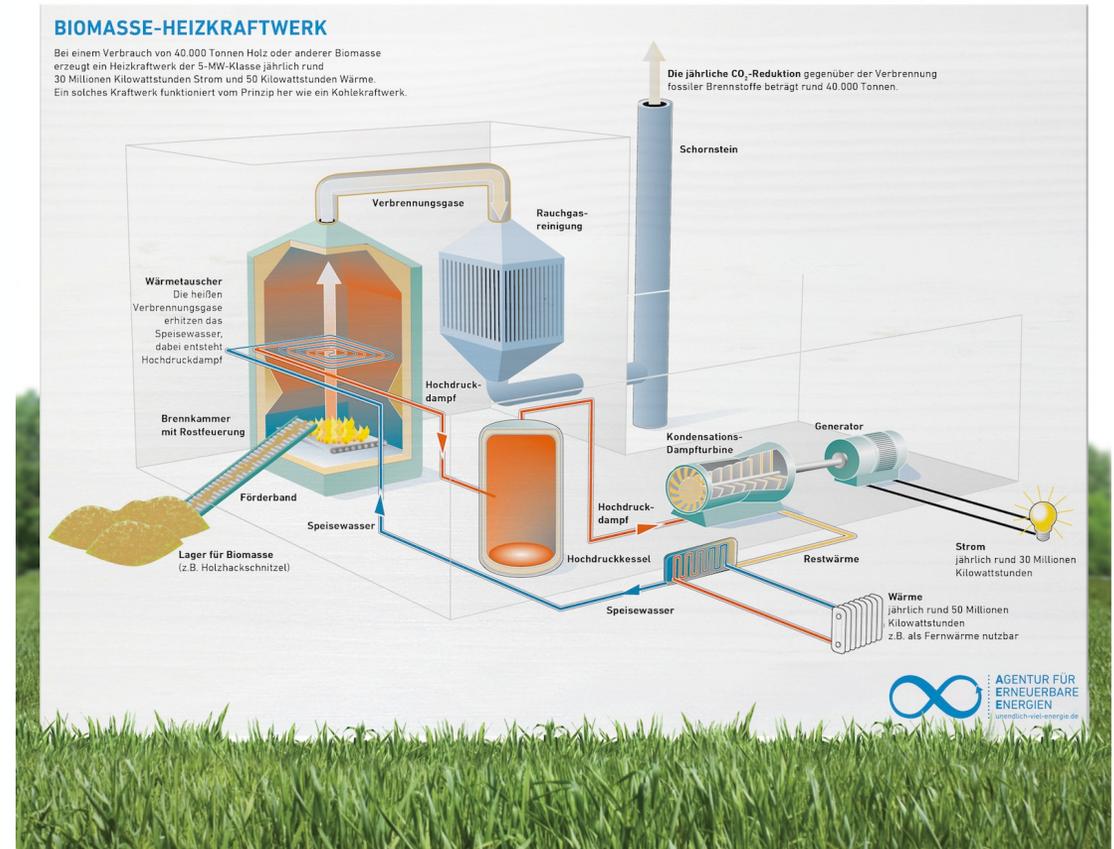
Energieträger: Strom aus Biomasse (Teil von CRF 1.A.1.a, AG EB Zeile 14)

cb Emissionen (4 Mt CO₂):

- Prinzip: Biomasse (fest, flüssig, gasförmig) verbrennt vollständig, setzt Wärmeenergie frei, die Wasser zu Wasserdampf verdampfen lässt, mit dem Dampfturbine angetrieben wird, die einen Strom-Generator betreibt
- 0,07 t CO₂e/ MWh in Brutto-Stromerzeugung für non-CO₂-THG durch die Verbrennung (CO₂ wird in LULUCF ausgewiesen)

Maßnahmen:

- +20% Produktion in Deutschland (ggü. 2018, ist 2021 bereits erfolgt, ab da konstant)



Phase 2 - Holzenergie & Strom aus Biomasse
Photo By Agentur für Erneuerbare Energie,
<https://holzenergie.info/phase-2/>

Energieträger: Strom aus Geothermie (Teil von CRF 1.A.1.a, AG EB Zeile 14)

cb Emissionen (-):

- Prinzip: in der Erdkruste (mehrere 100m tief) gespeicherte Wärme steigt nach Bohrung als heißes Wasser oder direkt als Wasserdampf an die Erdoberfläche, betreibt Dampfturbine, die einen Strom-Generator betreibt
- Keine THG beim Betrieb, aber bei Produktion und Entsorgung der Geothermiekraftwerke fallen Emissionen in der Industrie an

Maßnahmen:

- +10.443% Produktion in Deutschland, lokal gemäß Bedarf und Potential der Kommune



Geothermiekraftwerk Sauerlach, betrieben von den Stadtwerken München (SWM),
Photo By Gexi - Own work, CC BY-SA 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=41358710>

Energieträger: Strom aus Laufwasser (Teil von CRF 1.A.1.a, AG EB Zeile 14)

cb Emissionen (-):

- Prinzip: potentielle Energie von (aufgestautem) Wasser wird bei Abfließen in kinetische und dann mittels einer Wasserturbine in mechanische Energie umgewandelt, die einen Strom-Generator betreibt
- Laufwasserkraftwerk für Grundlast, Speicherkraftwerke für Spitzenlast
- Keine THG beim Betrieb, aber bei Produktion und Entsorgung der Wasserkraftwerke fallen Emissionen in der Industrie an

Maßnahmen:

- +20% Produktion in Deutschland (ggü. 2018, ist 2021 bereits erfolgt, ab da konstant)



Laufwasserkraftwerk in Pullach (Auslaufseite) Photo Von Richard Bartz - Eigenes Werk, CC BY-SA 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7315626>

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

cb Emissionen (-):

- Brennstoff: grüner Wasserstoff aus Wasserelektrolyse mit grünem Strom
- Prinzip: H₂ verbrennt in Gas-und-Dampf-Kombikraftwerk (GuD), treibt Dampfturbine an, die einen Strom-Generator betreibt
- Keine THG beim Betrieb, aber bei Produktion und Entsorgung der GuD-Kraftwerke fallen Emissionen in der Industrie an

Maßnahmen:

- Ggf. Zubau GuD-Kraftwerke zur Deckung von 4,2% des deutschen Strombedarfs (nicht in KV, Umnutzung der Erdgas-GuD-Kraftwerke)



GuD-Kombikraftwerk Hamm-Uentrop (vorn die Abhitzeessel, im Hintergrund Maschinenhäuser mit Gas- und Dampfturbine), Photo Von Possi88 - Eigenes Werk, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=20139175>

Air Liquide 700 bar Wasserstoff-Tankstelle in Düsseldorf, Photo By Dr. Artur Braun (Arturbraun) - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=76321249>



German Zero

Fragen?

Block 2



**Sektorwoche:
Sektor durchgehen und Fragen
vorbereiten, gerne vorher senden.**

5 Minuten Puffer und Hausaufgabe

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

Danke und schönen Abend 😊

Hauke Schmülling, Projektmanager LocalZero