



Block 1: Abfallwirtschaft

Klimavisionär:in Ausbildung Session 9

Themen der Ausbildung: Jede Session wird aus 2 Blöcken bestehen

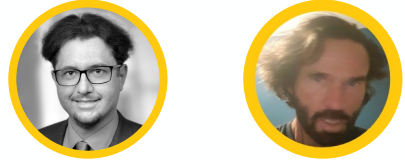
- Session 1: Generelle Einordnung Klimaneutralität sowie Geschichte der Klimavision
- Session 2: Produkte der Klimavision sowie Generelles Konzept der Klimavision
- Session 3: Territoriale THG-Bilanzierung sowie Bilanz 2018 und Bilanz 203X
- Session 4: Industrie sowie Wärme
- Session 5: Private Haushalte sowie GHD
- Session 6: Verkehr sowie Kraftstoffe
- Session 7: Landwirtschaft
- Session 8: LULUCF sowie Strom
- **Session 9: Abfallwirtschaft**
- Session 10: THG-Budget sowie Finanzierung
- Session 11: Abschlussprüfung
- Session 12: Zielgruppenspezifische Kommunikation sowie Ausblick
- Session 13: FAQ aufbauen sowie Basis-Workshop aufbauen

Anwesenheitspflicht 10/13 Sessions

Struktur der Klimavisionär:innen (Hauptexpert:in links)



Strom



Daniel Seiffert Norbert Kubesch

Gebäude (PH+GHD)



Wolfgang Teichert Alica Moni

Landwirtschaft



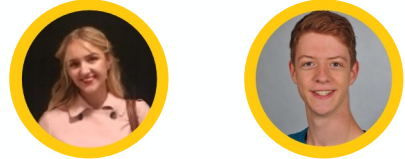
Johannes Hofmann Tobias Berger

THG-Bilanz



Vera Middendorf Leon Schomburg

Wärme



Alica Moni Marius Wehinger

Industrie



Norbert Kubesch Elias Singer

LULUCF



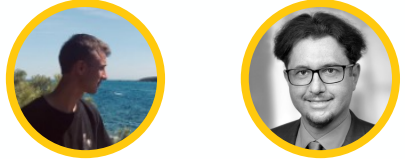
Maraike Geißelhart Johannes Hofmann

THG-Budget



Marius Wehinger Vera Middendorf

Kraftstoffe



Elias Singer Daniel Seiffert

Verkehr



Leon Schomburg Wolfgang Teichert

Abfallwirtschaft



Tobias Berger Maraike Geißelhart

Schaust du die WM in Katar?

5 Minuten Warmup in 4er Breakouts

Highlight vom letzten Quiz zu Session 7

10. Beschreibe kurz, wie man die Maßnahmen in der LW den Konsument:innen attraktiv machen könnte

9 Responses

ID ↑	Name	Responses
1	anonymous	Erhöhung der Fleischpreise, Senkung der Obst und Gemüsepreise
2	anonymous	qualitativ besseres Fleisch und gesündere Ernährung
3	anonymous	Das Ziel ist einfach notwendig
4	anonymous	Änderung im Konsumverhalten
5	anonymous	-
6	anonymous	Gesund weniger Fleisch zu konsumieren
7	anonymous	In dem man ihnen beschreibt, wie schön eine klimaneutrale Zukunft sein kann.
8	anonymous	Realpreise für Fleisch berechnen
9	anonymous	Mehr Platz für Gemüse, weniger für Tiere.

Ohne groß Überlegen:

<https://forms.office.com/r/exi1ceM>

M6p

3 Minuten Quiz zu Session 8

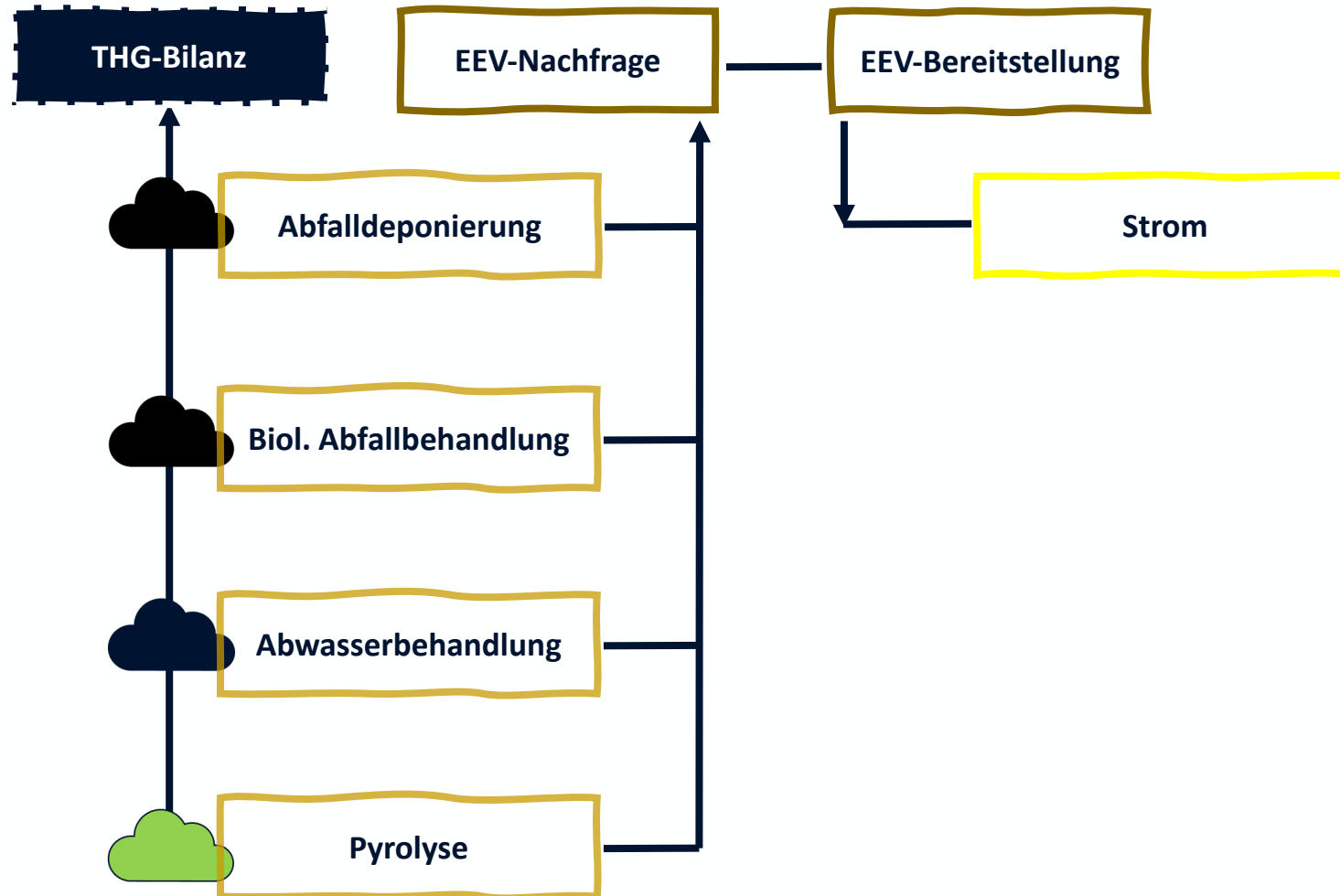


Abfallwirtschaft
Emissionen 2018:
10 Mt CO₂e pb

Block 1



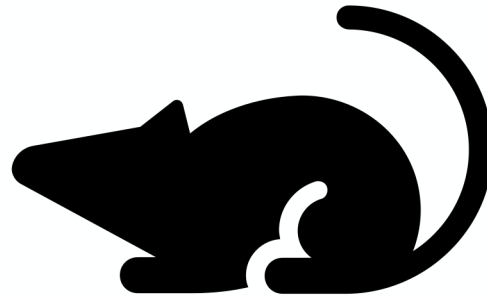
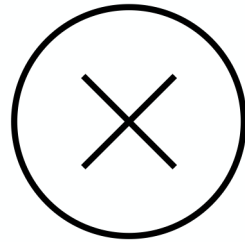
Struktur Abfallwirtschaft



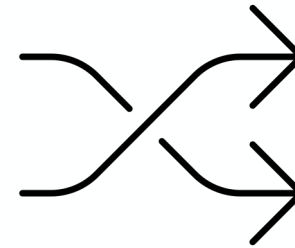
Wie beginnen die Rechnungen in der Industrie?



Produktionsmengen und
Endenergieverbrauch
(nur Strom) 3.593.289 MWh



Kommunenfeine
Einwohner:innenzahl
100.000



Geschätzte Produktion
2.100 t Klärschlamm/a
und EEV Kommune
4.404 MWh/a

Beispiel Abwasserbehandlung Bilanz 2018

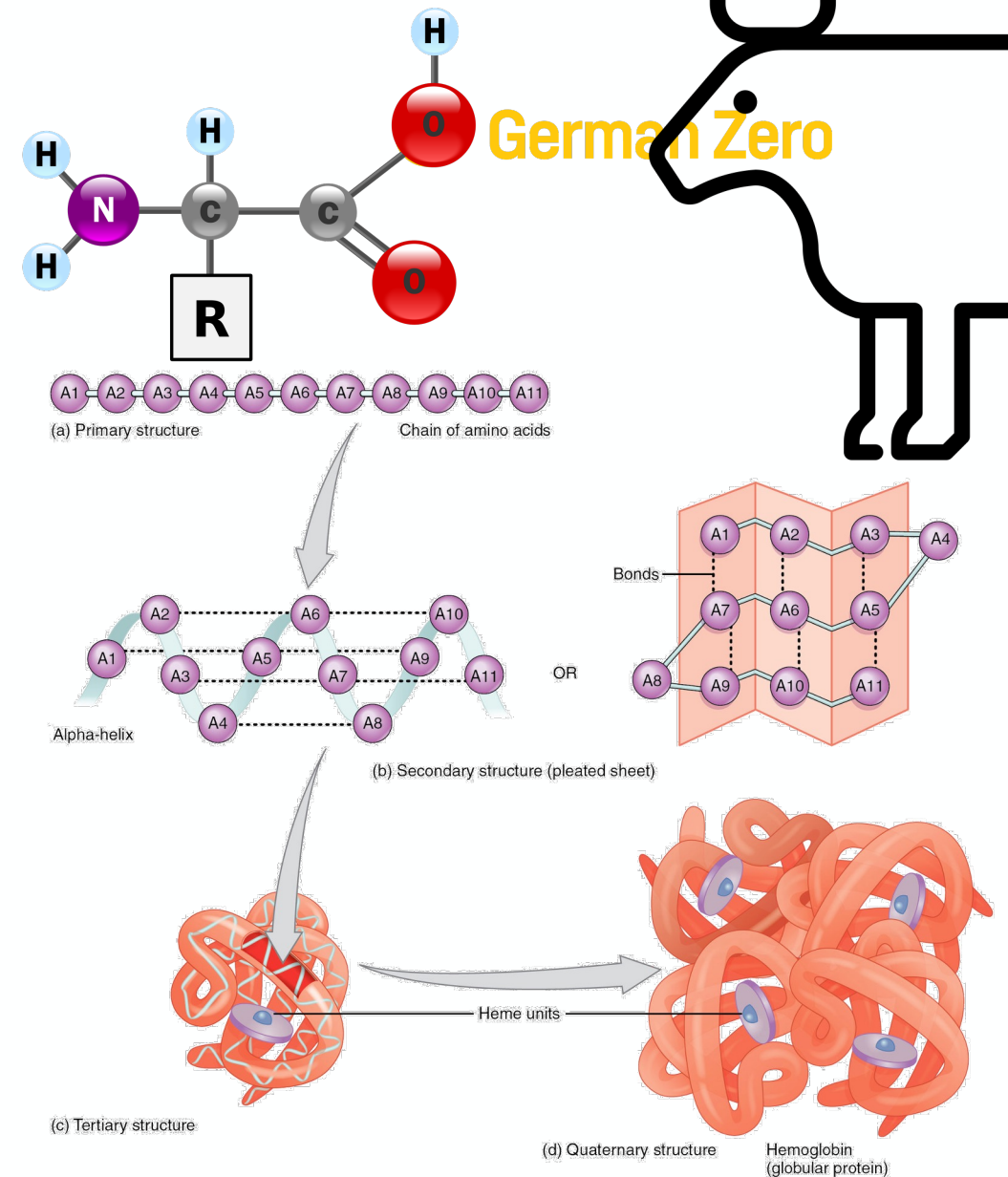
- Die kommunale jährliche Klärschlammproduktion (aus Abwassermenge) wird mit dem Faktor 0,021 t/Kopf errechnet, also **2.100 t/a**
- Der kommunale EEV (Strom) wird komplett der Abwasserbehandlung zugeschrieben, also **4.404 MWh/a**
- Die pb Emissionen werden mit dem Faktor 0,609 t CO₂e/t errechnet, also **1.279 t CO₂e/a**
- Die cb Emissionen werden mit dem Faktor 0,000 t CO₂e/MWh errechnet, also **0 t CO₂e/a**
- Die gesamten Emissionen betragen also **1.279 t CO₂e/a**

Beispiel Abwasserbehandlung Bilanz Zieljahr

- Die kommunale jährliche Abwassermenge verändert sich ggf. mit der Einwohner:innenzahl, außerdem halbiert sich die Anzahl der nicht an die Kanalisation angeschlossenen Personen (2018 0,7%), sodass die Abwassermenge um 0,352% steigt, ebenso die Klärschlammproduktion auf **2.107 t/a**
- Der kommunale EEV (Strom) der Abwasserbehandlung verändert sich proportional zu **4.420 MWh/a**
- Die pb Emissionen werden (dank verringerten Proteingehalts im Abwasser) mit dem Faktor 0,359 t CO₂e/t errechnet, also **756 t CO₂e/a**
- Die cb Emissionen werden mit dem Faktor 0,000 t CO₂e/t errechnet, also **0 t CO₂e/a**
- Die gesamten Emissionen betragen also **756 t CO₂e/a (-40,9 %)**

Beispiel Abwasserbehandlung Maßnahme, Investitionen und Personal

- Tierische Produkte enthalten Proteine, die aus Aminosäuren aufgebaut sind, die N enthalten, welches in Abwasserbehandlung zu N_2O wird
- RESCUE: „Der Fleischkonsum geht bis 2050 kontinuierlich zurück und orientiert sich ab 2050 an der Untergrenze der Empfehlungen der DGE (300 g / Woche)“ (heute 1.200 g / Woche) („Selbstversorgungsgrad in der Fleischproduktion auf 150 %“)
- RESCUE: „Die Treibhausgasemissionen der Kläranlagen werden durch die Ernährungsweise der Bevölkerung beeinflusst, so dass sich die szenarienspezifischen Annahmen hier widerspiegeln. Konkret führt die Reduzierung der Proteinzufuhr von heute 36 kg/E/a auf 23 kg/E/a in GreenSupreme zu sinkenden Emissionen von heute etwas über 2,2 Mio. t $CO_2\ddot{A}q$ auf rund 1,3 Mio. t $CO_2\ddot{A}q$ in 2050“
- Der Emissionsfaktor in der Abwasserbehandlung wird etwa um 41% gesenkt, ohne dass Klimaschutzbezogene Investitionen in den 9.100 Klärwerken vorgenommen werden müssen



Grundstruktur von α -Aminosäuren (Rest R ist im Fall von Glycin ein H-Atom)

Photo Von Diese W3C-unbestimmte Vektorgrafik wurde mit Inkscape erstellt . - Eigenes Werk, Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2551977>

Constituent amino-acids can be analyzed to predict secondary, tertiary and quaternary protein structure, in this case hemoglobin containing heme units

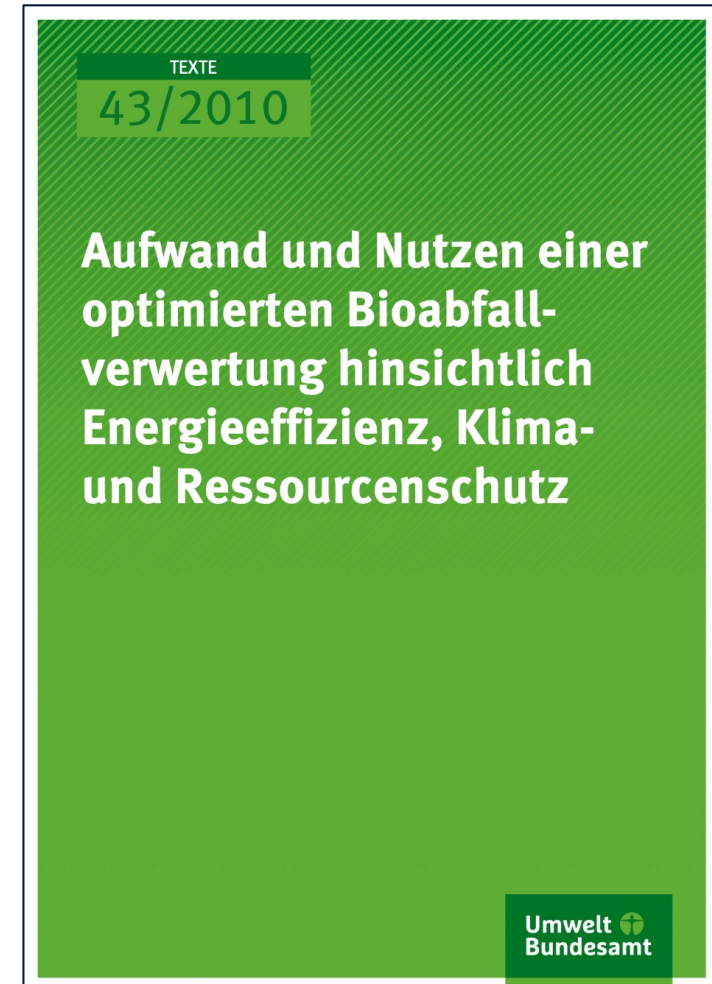
Photo By OpenStax College - Anatomy & Physiology, Connexions Web site. <http://cnx.org/content/col11496/1.6/>, Jun 19, 2013., CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=301311631tur>

Bioabfallverwertung und Abwasserbehandlung Weitere wichtige Quellen



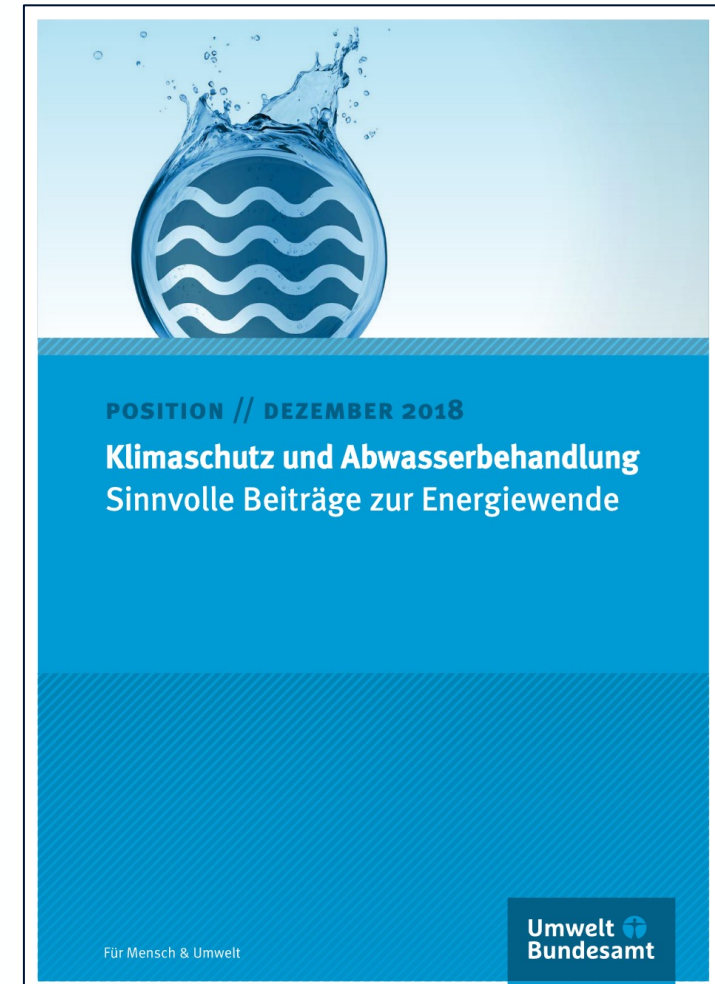
Aufwand und Nutzen einer optimierten Bioabfallverwertung hinsichtlich Energieeffizienz, Klima- und Ressourcenschutz vom UBA (2010, 197 Seiten)

- Enthält rechtliche Rahmenbedingungen, Aufkommen und Verwertung, ökonomische und ökologische Bewertung sowie Vergleich der Verwertungsverfahren der biologischen Abfallbehandlung
- Genutzt für Zahl der Kompostierungsanlagen, die zusätzliche Vergärungsstufe erhalten



Klimaschutz und Abwasserbehandlung Sinnvolle Beiträge zur Energiewende vom UBA (2018, 12 Seiten)

- Enthält Empfehlungen zur Nutzung von Klärgas aus der Abwasserbehandlung in Kläranlagen im Zuge der Dekarbonisierung des Energiesektors
- Genutzt für Aussage, dass keine zusätzlichen klimaschutzbezogenen Investitionen in Klärwerken vorgenommen werden müssen



Abfallwirtschaft in 3 Subsektoren

Emissionen 2018:

10 Mt CO₂e pb



Abwasserbehandlung (CRF 5.D, Teil von AG EB Zeile 67 Spalte AD)

pb Emissionen (1 Mt CO₂e aus CH₄ und N₂O):

- 5.D.1: Kommunale Abwasserbehandlung (1 Mt CO₂e)
- 5.D.2: Industrielle Abwasserbehandlung (0,1 Mt CO₂e)
- Abwasser wird mechanisch, chemisch, biologisch gereinigt und kommt wieder in Wasserkreislauf
- Entwässerung und Schlammstabilisierung: der Faulschlamm vergärt unter Produktion von Faulgas anaerob zu Klärschlamm, es entsteht CH₄
- In Nitrifikations- und Denitrifikationsstufe entstehen Nitrat und molekularem Stickstoff, es entsteht N₂O

Maßnahmen:

- Reduzierung der Proteinzufuhr von heute 36 kg/E/a auf 23 kg/E/a und damit -41% Emissionsfaktor



Kläranlage Kiel-Bülk mit 380.000 Einwohnerwerten (EW),
Photo Von Louis-F. Stahl, CC BY-SA 3.0 de,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=20913394>

Biologische Abfallbehandlung (CRF 5.B+5.E, AG EB -)

pb Emissionen (1 Mt CO₂e aus CH₄ und N₂O):

- 5.B: Kompostierung und Vergärung (1 Mt CO₂e)
- 5.E: Mechanisch-biologische Abfallbehandlung (MBA) von Restabfall (0,1 Mt CO₂e)
- Mikroorganismen zersetzen biologische Abfälle zu Kompost, es entsteht CH₄ und N₂O
- Bioabfälle werden in Biogasanlagen zu Biogas vergoren, es entsteht CH₄ und N₂O

Maßnahmen:

- Vergärungsstufe in Kompostierungsanlage und damit -30% Emissionsfaktor



Gelände mit Deponie und Kompostieranlage der Entsorgungswirtschaft Soest an der Scheidinger Straße 41 in Werl. Photo By Michael Kramer - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=33786875>

Abfalldeponierung (CRF 5.A, AG EB -)

pb Emissionen (8 Mt CO₂e aus CH₄):

- Siedlungsabfälle inkl. Biomüll wurden früher deponiert, aus Biomüll entsteht Deponiegas
- seit 1990 strengere Regeln, seit 2005 ist es verboten, unbehandelte Bioabfälle auf einer Mülldeponie zu entsorgen
- Heutige Emissionen stammen aus abklingender Deponiegasbildung früherer Biomüllablagerungen

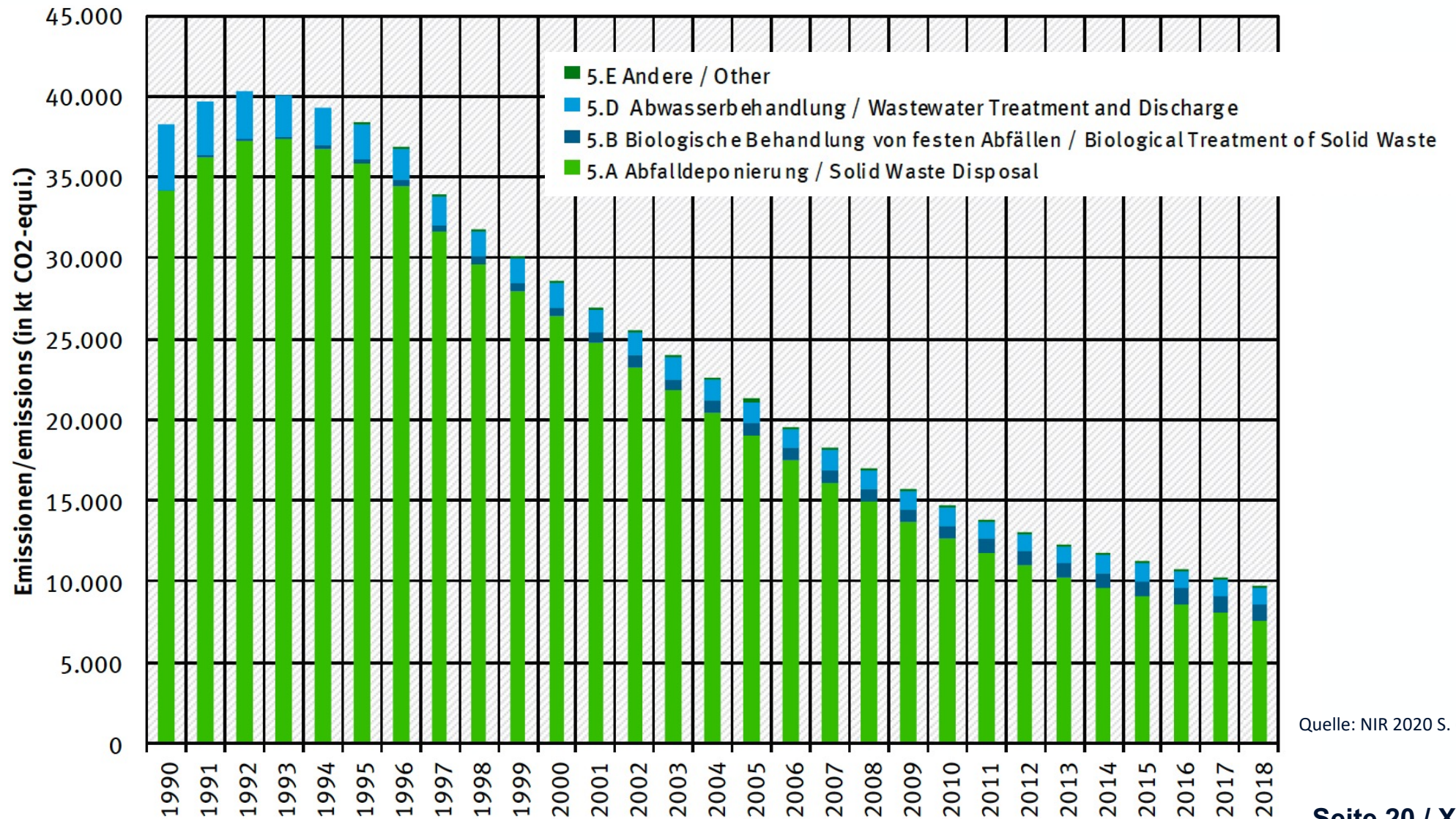
Maßnahmen:

- Keine, Emissionen werden sich auf niedrigem Niveau einpendeln (0,7 Mt CO₂e 2050), Zerfallszeit 12,82 y (auf 1/e, Trend seit 2005)



Luftaufnahme der Sondermülldeponie für Abfälle der Klasse 3 im bayerischen Raindorf bei Fürth (2020),
Photo Von HaSe - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=89131123>

Abfalldeponierung: -78% CO₂e seit 1990



Quelle: NIR 2020 S. 699

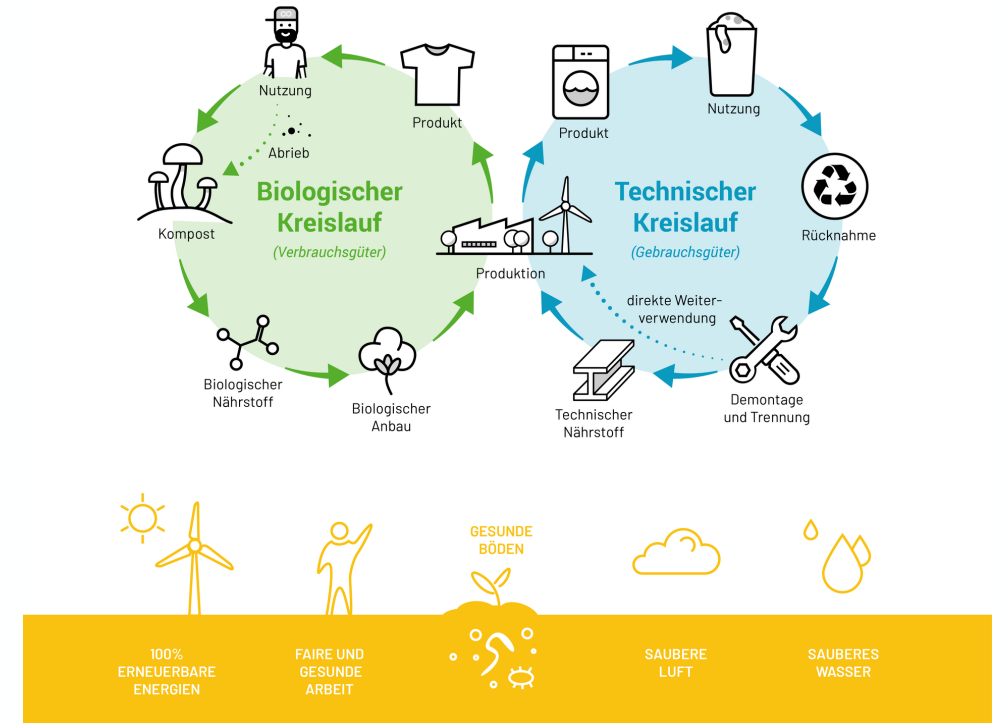
Kreislaufwirtschaft und Pyrolyse als Backup zur Erreichung der netto 0 Zukunftsbild der Abfallwirtschaft

Konsum der Zukunft: Nachhaltigkeit und lange Nutzbarkeit statt geplanter Obsoleszenz

- Kreislaufwirtschaft: Alle Produkte sind nach dem cradle-to-cradle-Prinzip konzipiert und lassen sich am Ende komplett trennen
- Abfall wird getrennt recycelt, nur noch biogene Reststoffe werden energetisch genutzt in Biogas- oder Pyrolyseanlagen
- Menge des Siedlungsabfalls sinkt von 50,3 Mt (2018) auf 3,7 Mt (2050 laut RESCUE)
- „Für das Jahr 2050 wird dagegen unterstellt, dass durch den Ersatz fossiler Stoffe in der nichtenergetischen Nutzung die Müllverbrennung CO₂-neutral ist.“ = Rohstoffe in chemischer Industrie müssen synthetisch hergestellt werden, daher in KV keine Müllverbrennung mehr

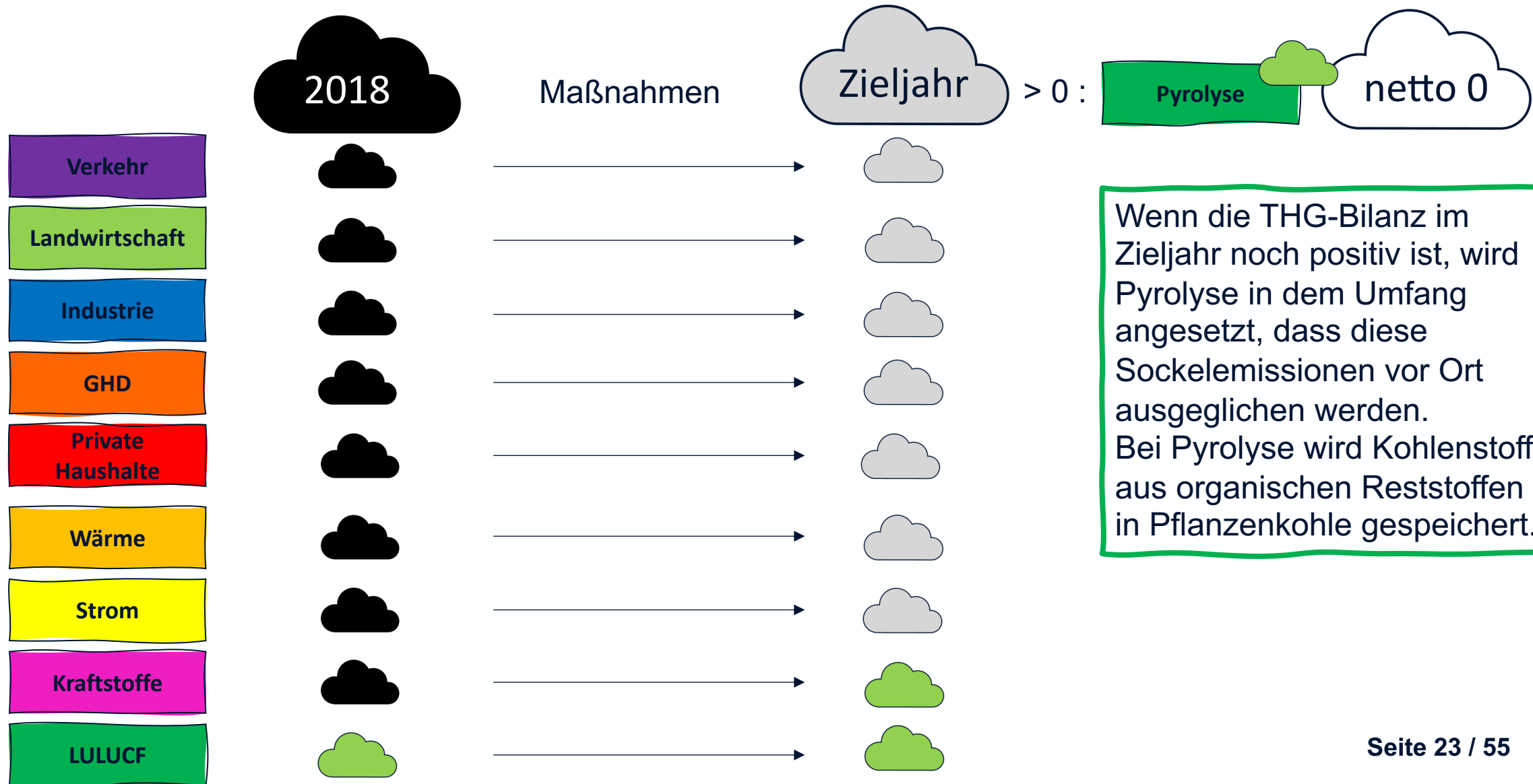
CRADLE TO CRADLE

nach Prof. Michael Braungart und Prof. William McDonough



CRADLE TO CRADLE - Funktionsprinzip nach Braungart und McDonough, Photo Von Felix Jörg Müller - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=121594742>

Wie erreichen wir das Klimaneutralitätsszenario?



Zukünftiger Subsektor: Pyrolyse (CRF -, AG EB -)

pb Emissionen (-2,328 t CO₂/t Pflanzenkohle):

- Pyrolyse ist ein technischer Prozess, bei dem konfektionierte (z.B. kleingehackte) Biomasse (Biomüll, Grünschnitt, Klärschlamm) unter Sauerstoffausschluss bei hohen Temperaturen verkohlt statt verbrannt wird.
- Ein großer Teil des enthaltenen Kohlenstoffs der Ausgangs-Biomasse wird so nicht wie bei der natürlichen Verrottung wieder als CO₂ freigesetzt, sondern als Pflanzenkohle (PK) konserviert.
- Bei der Produktion einer Tonne Pflanzenkohle mit einem C-Gehalt von 65% wird CO₂ mit dem CO₂-zu-C Faktor 42/12 eingespeichert und gilt als Senke (vgl. Biomasse)

Maßnahmen:

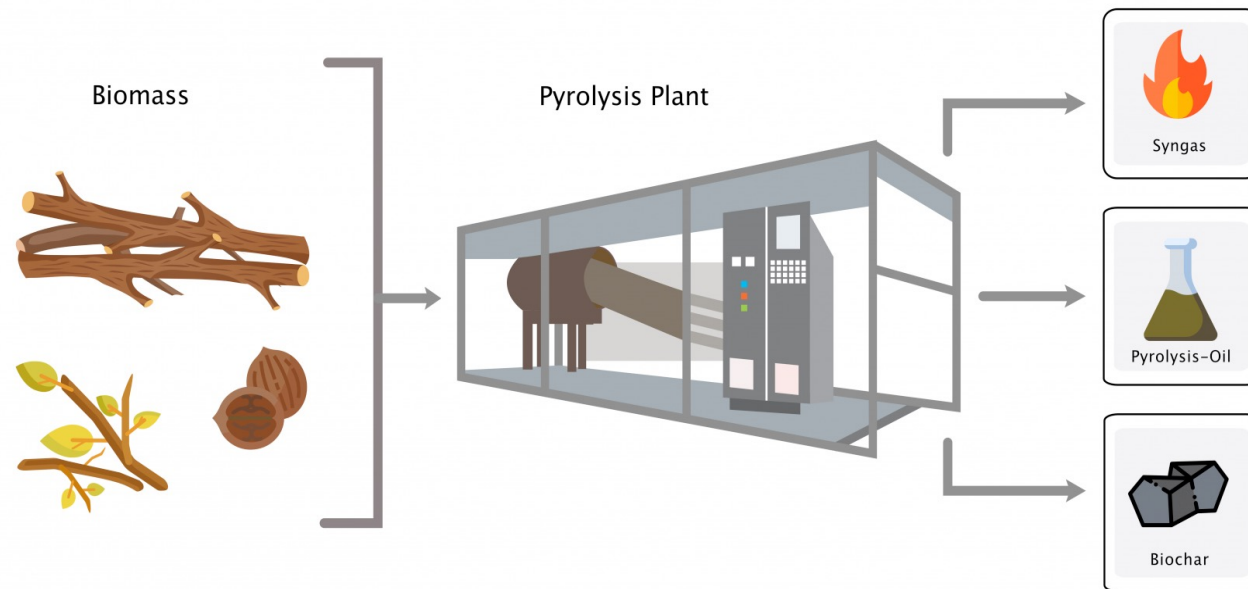
- Aufbau von Pyrolyseanlagen durch Abfallbetriebe im Umfang der auszugleichenden Sockelemissionen



Erste Pyrolyse-Anlage in Schweden bei Abfallentsorger NSR in Helsingborg produziert 1.500 t/a Pflanzenkohle und vermeidet 3.500 t CO₂/a, Photo By Hauke Schmüling

Zukünftiger Subsektor: Pyrolyse (CRF -, AG EB -)

Pyrolyse ist ein technischer Prozess zur Produktion von Pflanzenkohle.



Photos by [The European Biochar Industry Consortium](#)

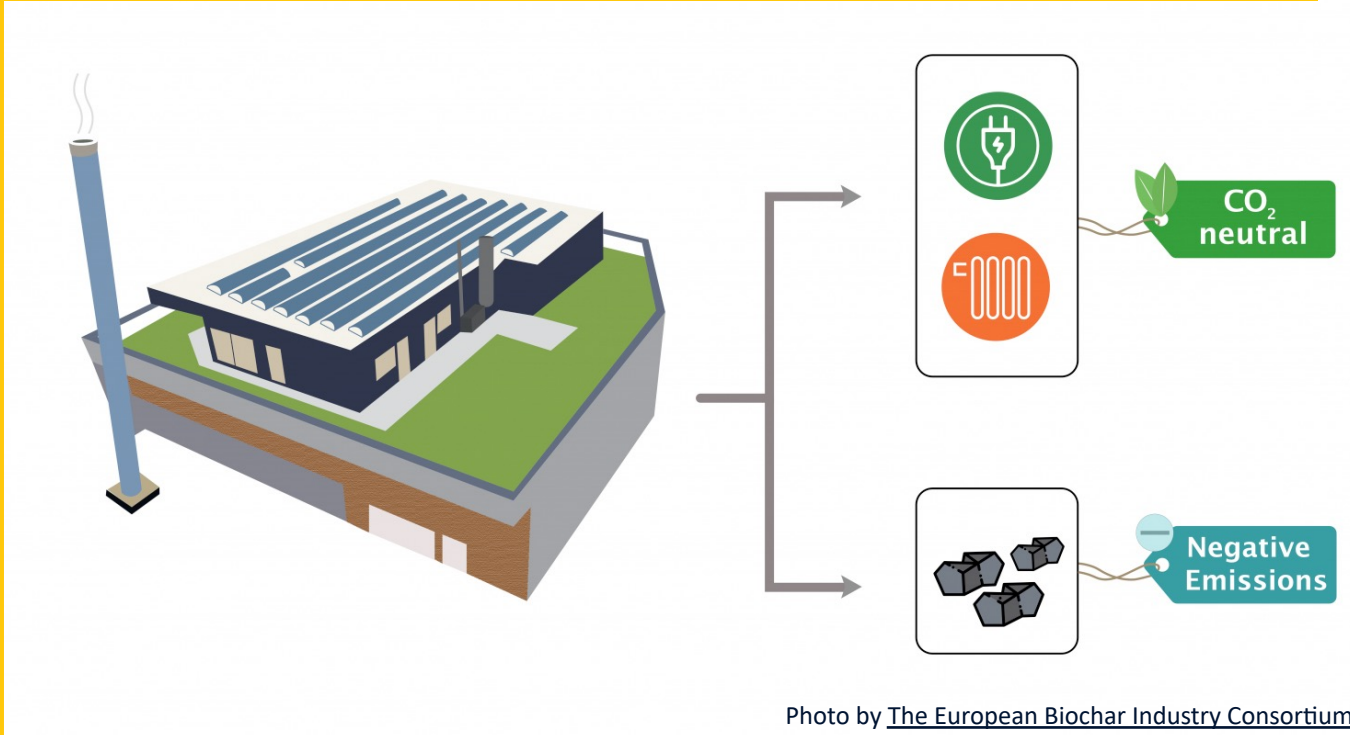
Biomasse wird strombasiert bei hohen Temperaturen in einer Metallschnecke verkohlt und zu Pflanzenkohle umgewandelt.



Pflanzenkohle ist ein begehrtes Produkt im Gartenbau, Bauindustrie, Landwirtschaft und anderen Bereichen.

Zukünftiger Subsektor: Pyrolyse (CRF -, AG EB -)

Pyrolyse-Gas und -Öl werden in Strom und Wärme umgewandelt.



Holzverstromungsanlage Diemelstadt

CO₂-Senke: Kohlenstoff aus Biomasse, die sonst kompostiert oder verbrannt wird, wird langfristig als Pflanzenkohle gespeichert.
Wirtschaftlich: Pflanzenkohle bringt >200€/t plus CO₂-Zertikate.

Klimaschutz: Restholz im Holzvergaser zu Strom, Wärme und Dünger machen,
Photo By <https://www.diemelstadt.de/aktuelles/2021/klimaschutz-restholz-im-holzvergaser-zu-strom-waerme-und-duenger-machen/>

**Recherchiert, wie viele
Müllverbrennungsanlagen und
Pyrolyseanlagen es in Deutschland
gibt.**

5 Minuten in 2er Breakouts



German Zero

Fragen?

Block 1



Klausur und Klassenfahrt: Fragen?

5 Minuten Puffer

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

Danke und schönen Abend 😊

Hauke Schmülling, Projektmanager LocalZero