22.11.2025, Grüner Umweltkongress 2025, Landtag NRW, Düsseldorf

Landschaft am Limit: Flächenpuzzle zum Leben und Wirtschaften innerhalb planetarer Grenzen

Andreas Pfennig
Products, Environment, and Processes (PEPs)
Department of Chemical Engineering
Université de Liège
www.chemeng.uliege.be/pfennig
andreas.pfennig@uliege.be

aktiv bei:

1

Copyright, Zitierung, Kontakt

- **Copyright:** © Andreas Pfennig, 2025, CC BY-SA 4.0, wo nicht anders angegeben
- **Kontakt:** Falls Sie Kontakt mit mir aufnehmen möchten oder Interesse an einem Vortrag von mir haben, schreiben Sie mir bitte an: andreas.pfennig@uliege.be

2

weiterführende Quellen

Sustainability and Future Human Development
www.youtube.com playlist

A. Pfennig:
Sustainable Bio- or CO_2 Economy:
Chances, Risks, and Systems Perspective
ChemBioEng Reviews 2019, 6(3)
doi.org/10.1002/cben.201900006

2019
Books on Demand
Norderstedt, 15€

© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

über mich

Andreas Pfennig

1979 bis 1984	Studium der Verfahrenstechnik an der RWTH Aachen
1984 bis 1985	Forschung bei J.M. Prausnitz, UC Berkeley, California
1985 bis 1987	Promotion im Bereich Verfahrenstechnik an der RWTH Aachen
1988 bis 1995	Habilitation an der TU Darmstadt
1995 bis 2011	Universitätsprofessor, RWTH Aachen
2011 bis 2014	Universitätsprofessor, TU Graz, Österreich
seit 2014	Universitätsprofessor, Department of Chemical Engineering, University of Liège, Belgien
seit 2019	aktiv bei Scientists4Future, Aachen Fachkollegiums-Mitglied Scientists4Future, D

© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

Ablauf

- Vorstellung
- Impulsvortrag
- Flächenpuzzle
- Gruppenarbeit
- Zusammenfassung der Ergebnisse

© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

5

© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

6

UN-Nachhaltigkeitsziele, SDGs

© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

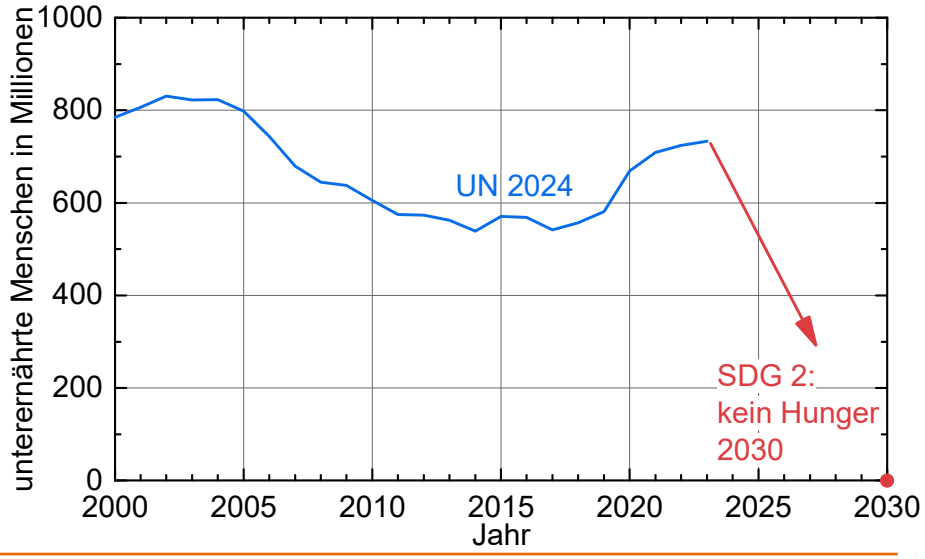
7

Brandrodung des Regenwaldes in Brasilien

© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

8

Welt-Hunger: Etwa jeder zehnte Mensch ist unterernährt!



© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

Quelle: United Nations, Food and Agriculture Organization
http://www.fao.org/faostat/en/#data/FS, food security, number of people undernourishment

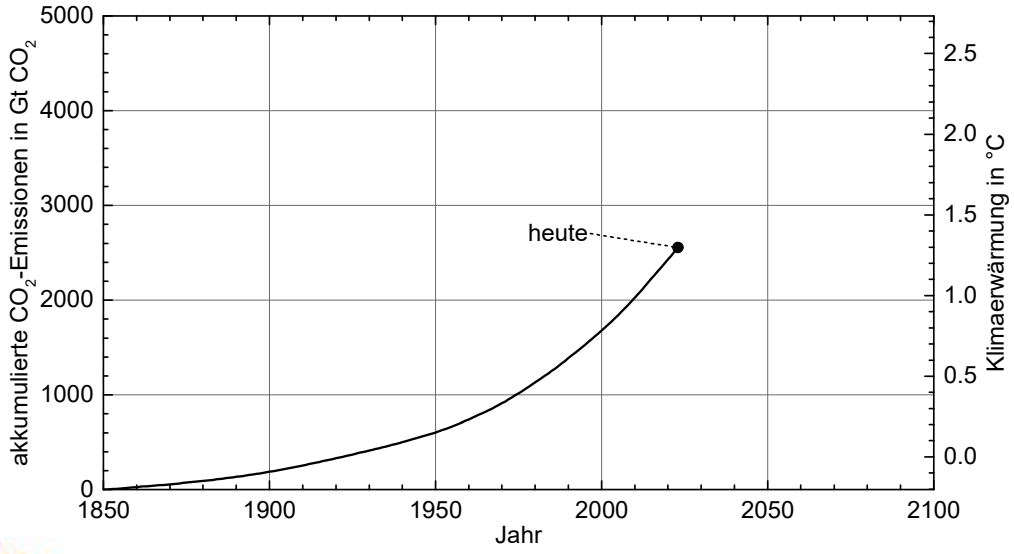
Planetare Grenzen

© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

https://www.deutschlandfunk.de/studie-planetare-grenzen-ueberschritten-lebensgrundlage-mensch-100.html
nach Richardson et al. 2023 Earth beyond six of nine planetary boundaries.
Sci. Adv. 9, eadh2458, doi: 10.1126/sciadv.adh2458

11

insgesamt emittiertes CO_2 seit Industrialisierung



© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

1 Gt = 1 Milliarde Tonnen = 1 000 000 000 Tonnen

12

12

13

erneuerbare Energie

© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

PEPs CHEMICAL ENGINEERING

14

LIÈGE université

14

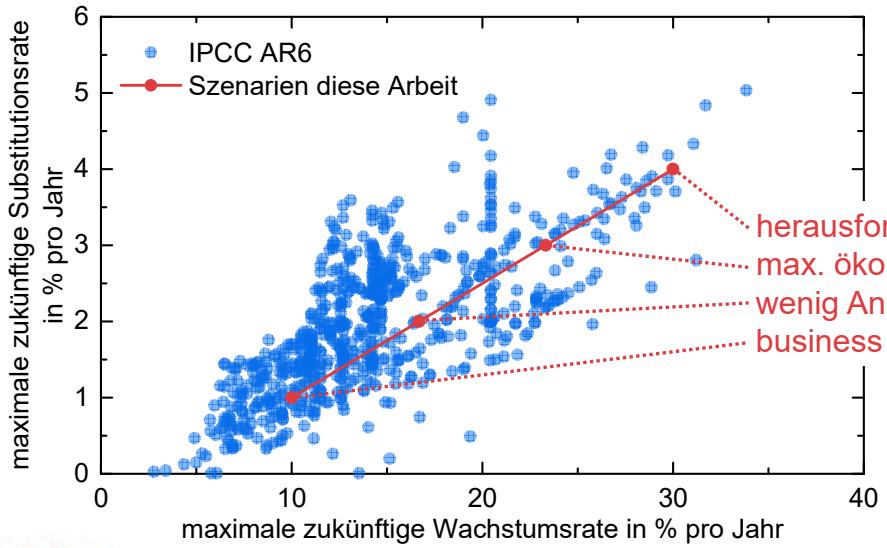
Definitionen

- **Wachstumsrate**: relatives Wachstum der weltweit eingesetzten Technologien für erneuerbare Energien
- **Substitutionsrate**: Prozentsatz des gesamten Energiesystems, der pro Jahr dekarbonisiert wird

© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

15

Wahl der maximalen Wachstums- und Substitutionsraten

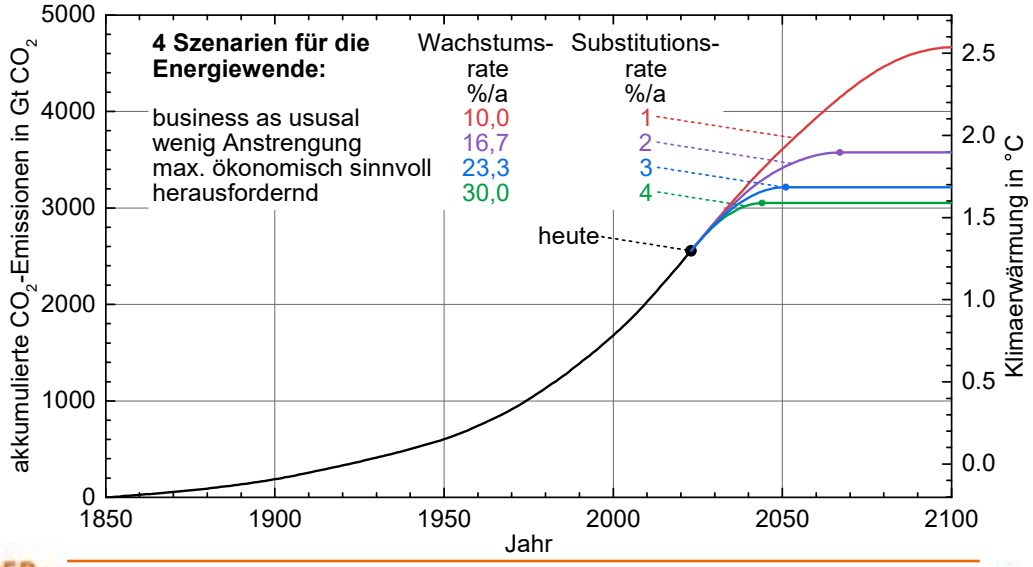


https://data.ece.iiasa.ac.at/ar6/

© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

16

Wie schnell geht die Energiewende?

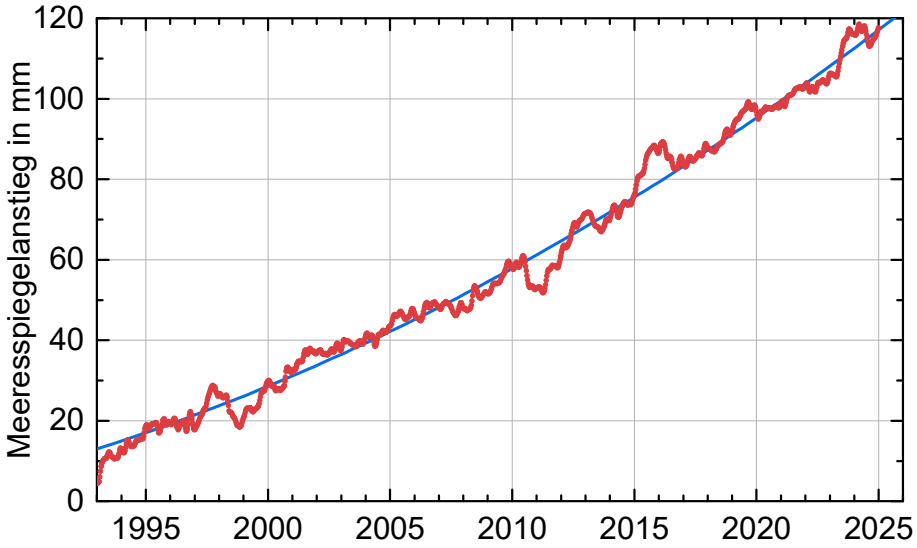


© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

1 Gt = 1 Milliarde Tonnen = 1 000 000 000 Tonnen

17

globaler Anstieg des Meeresspiegels



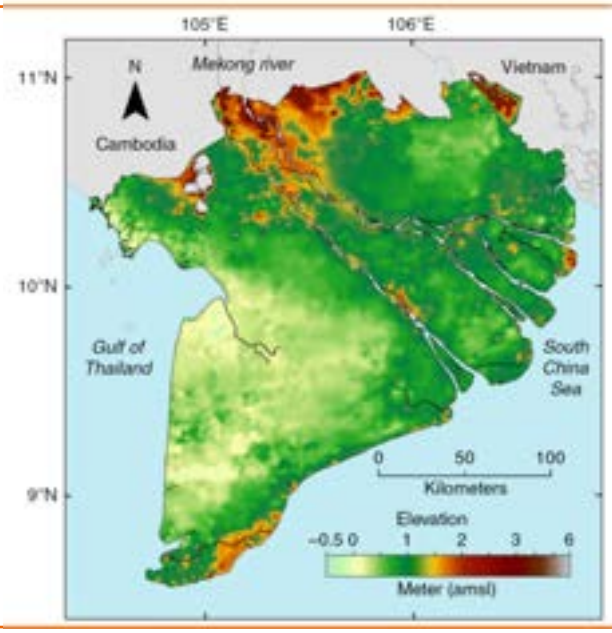
© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

GSFC. 2025. Global Mean Sea Level Trend from Integrated Multi-Mission Ocean Altimeters TOPEX/Poseidon, Jason-1, OSTM/Jason-2, Jason-3, and Sentinel-6A Version 5.2. Ver. 5.2 PO.DAAC, CA, USA. Dataset accessed [15.03.2025] at https://doi.org/10.5067/GMSLM-TJ152

18

Mekong-Delta

im Mittel:
80 cm über N.N.



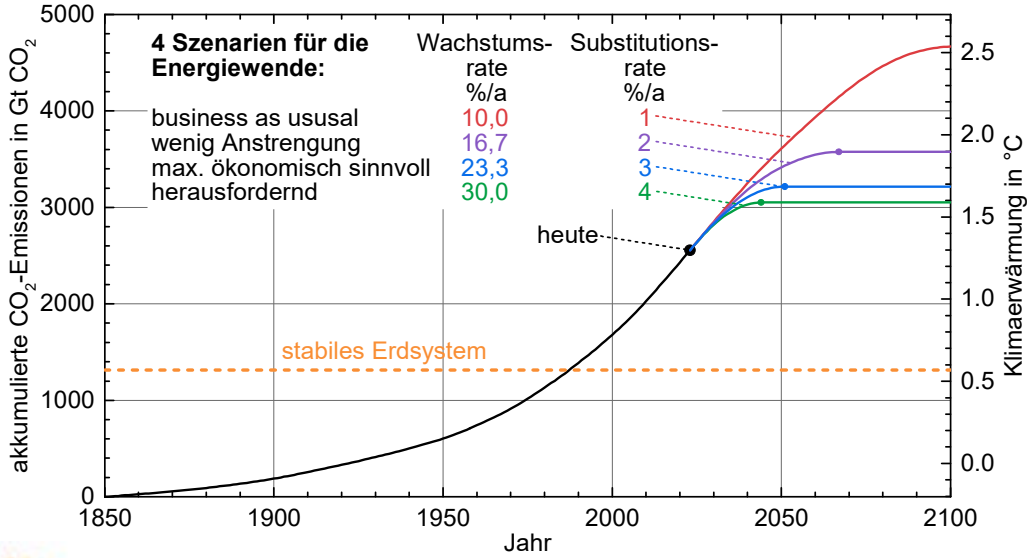
© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

Minderhoud, Coumou, Erkens, Middelkoop, Stouthamer 2019 Mekong delta much lower than previously assumed in sea-level rise impact assessments. nature communications 10:3847, https://doi.org/10.1038/s41467-019-11602-1

19

19

Wo müssen wir hin?



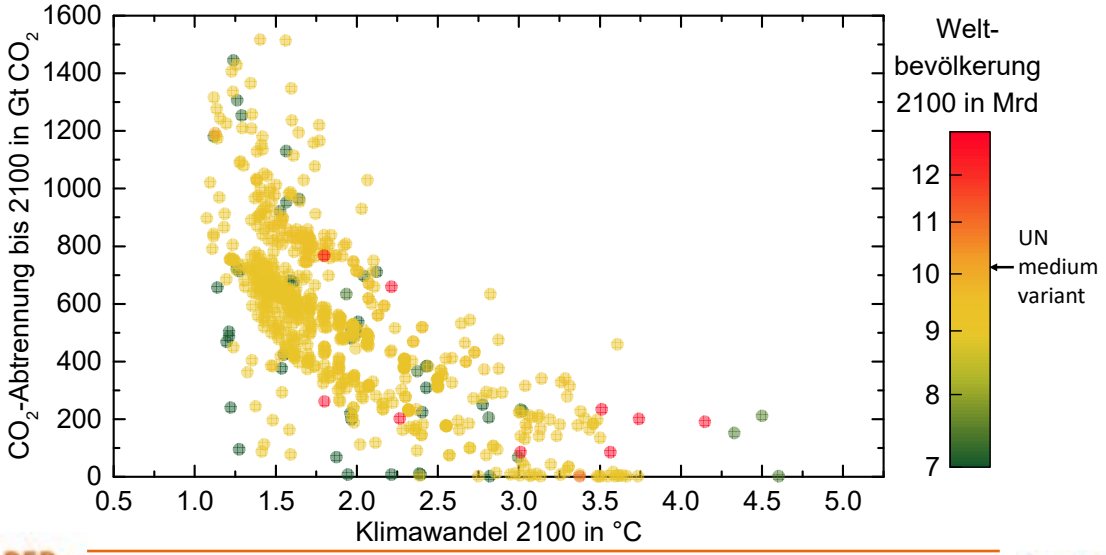
© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

1 Gt = 1 Milliarde Tonnen = 1 000 000 000 Tonnen

20

20

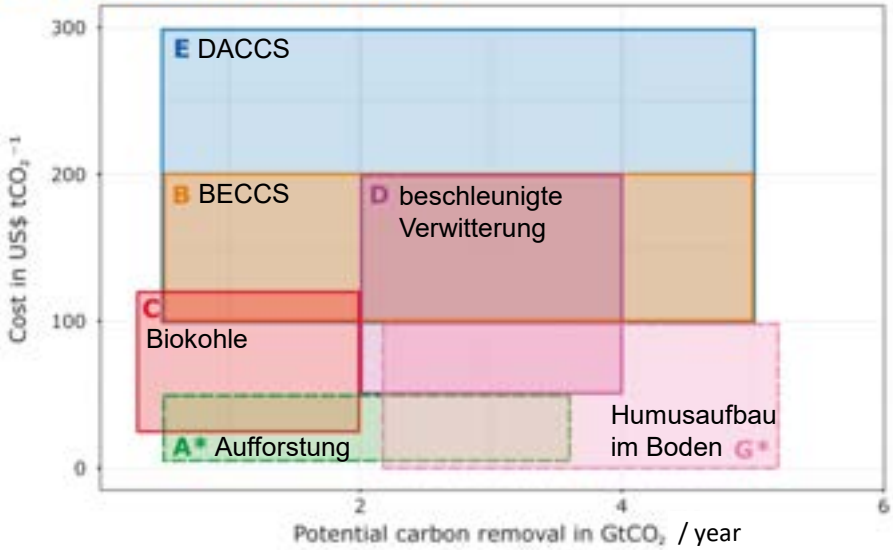
carbon dioxide removal (CDR) nach IPCC AR6



© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

https://data.ece.iiasa.ac.at/ar6/

Kosten vs. Potenzial in 2050



© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabf9b

Bioenergie, BECCS (bioenergy, carbon capture and storage)

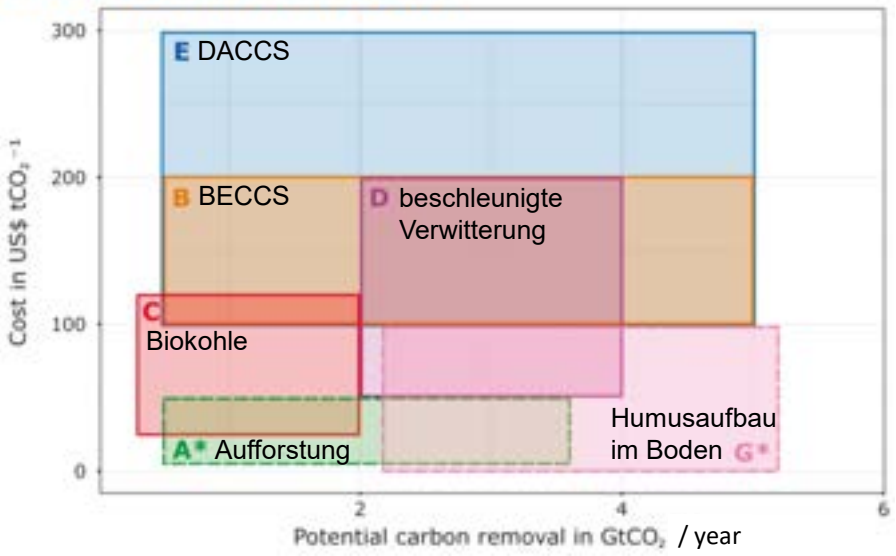
© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

DACCS/U direct air carbon capture & storage/utilization

https://carbonengineering.com
https://www.climeworks.com
https://globalthermostat.com
etc.

© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

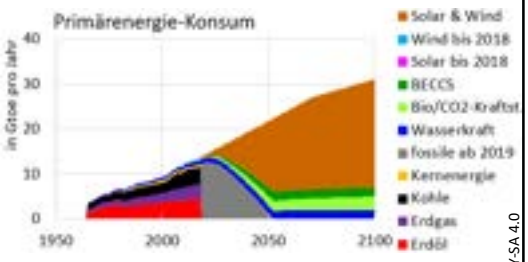
Kosten vs. Potenzial in 2050

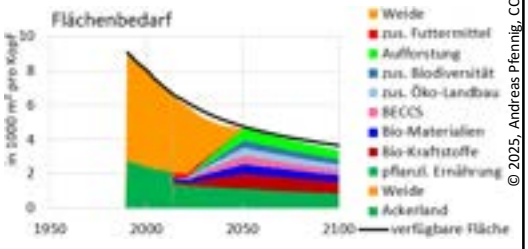


© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabf9b

Szenarien-Explorer, https://hdl.handle.net/2268/292941





Warnung: Es gibt nicht genügen Landfläche, um alle Menschen ausreichend zu ernähren. Entweder muss mehr Wald gerodet werden oder mehr Menschen sind unterernährt!

© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

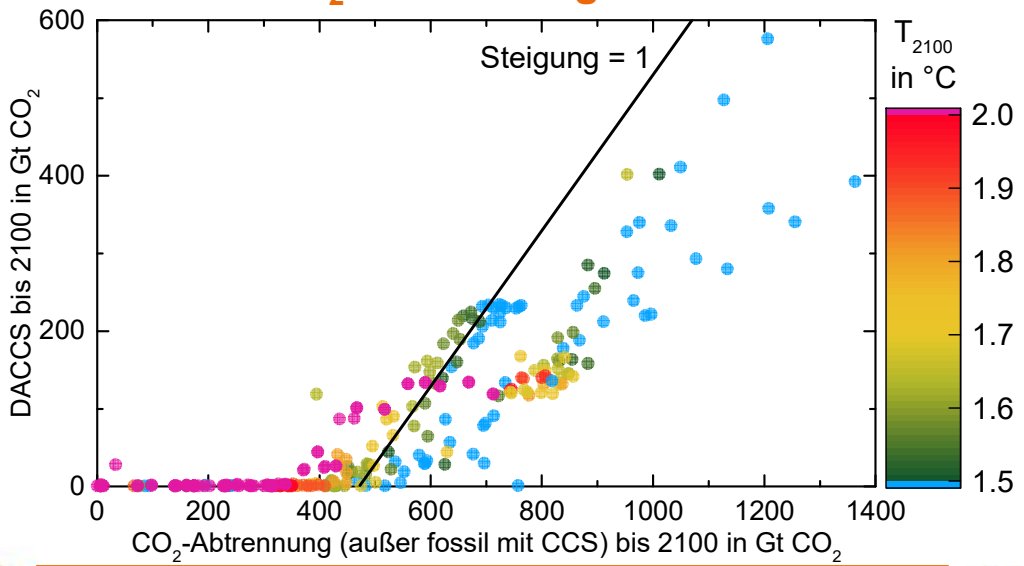
CO_2-Ökonomie und globales Energiesystem

Prozess, Quelle	T€ / a
DACC für Materialien und Kraftstoffe	1
Strom für Materialien und Kraftstoffe	5
DACCS	2
heutiges Energiesystem	13
globales BIP	100

8 T€/a

© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

DACCS vs. Netto-CO_2-Abtrennung



https://data.ece.iiasa.ac.at/ar6/

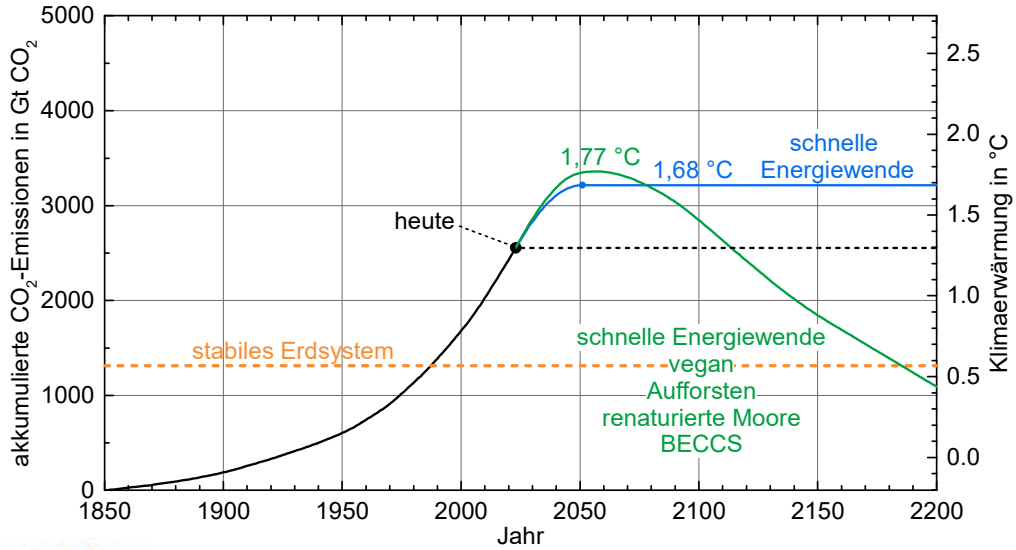
© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

Sommerblut-Festival: Das Erdreich

© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

Realisierung: Christoph Steć, Jens Mühlhoff

So kann es gelingen!



© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

1 Gt = 1 Milliarde Tonnen = 1 000 000 000 Tonnen

individuell zustehenden Anteil kreativ und nachhaltig nutzen!

© 2024, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

Fazit

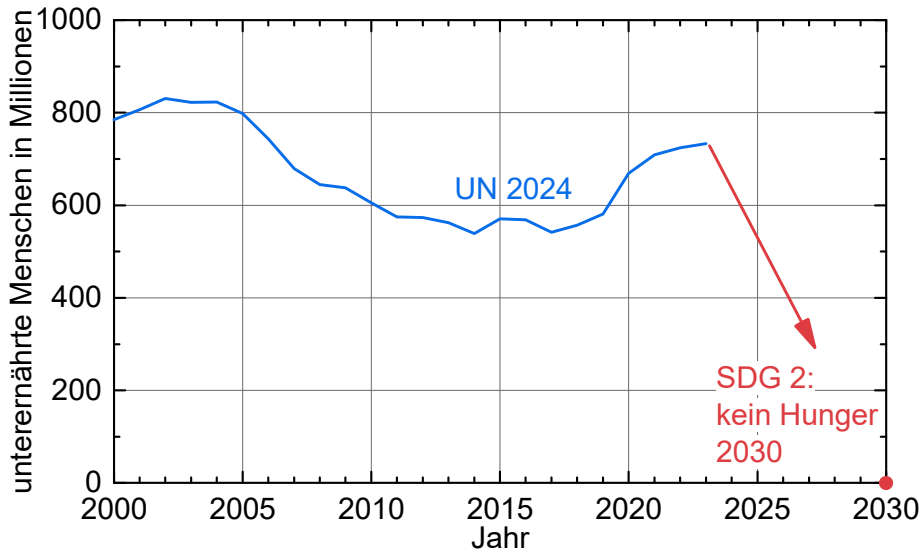
- Energiewende bis 2040
- Flächenwende ab 2040

Fragen für die Gruppenphase

- Gruppe Gesellschaft:
  - Wie können wir unsere Mitbürgeris sensibilisieren und gewinnen für die Flächenwende?
  - Was bedeutet die Flächenwende für Politik(eris) und unser tägliches Leben?
  - Wie wird die Flächenwende konkret umgesetzt?
- Gruppe Landwirtschaft:
  - Wie gewinnen wir Landwirtis für die Flächenwende?
  - Wie kann ein Interessenausgleich zwischen Landwirtis und Gesellschaft ausgehandelt und organisiert werden?
  - Wie können wir Landwirtis für Nachhaltigkeitsleistungen vergüten?

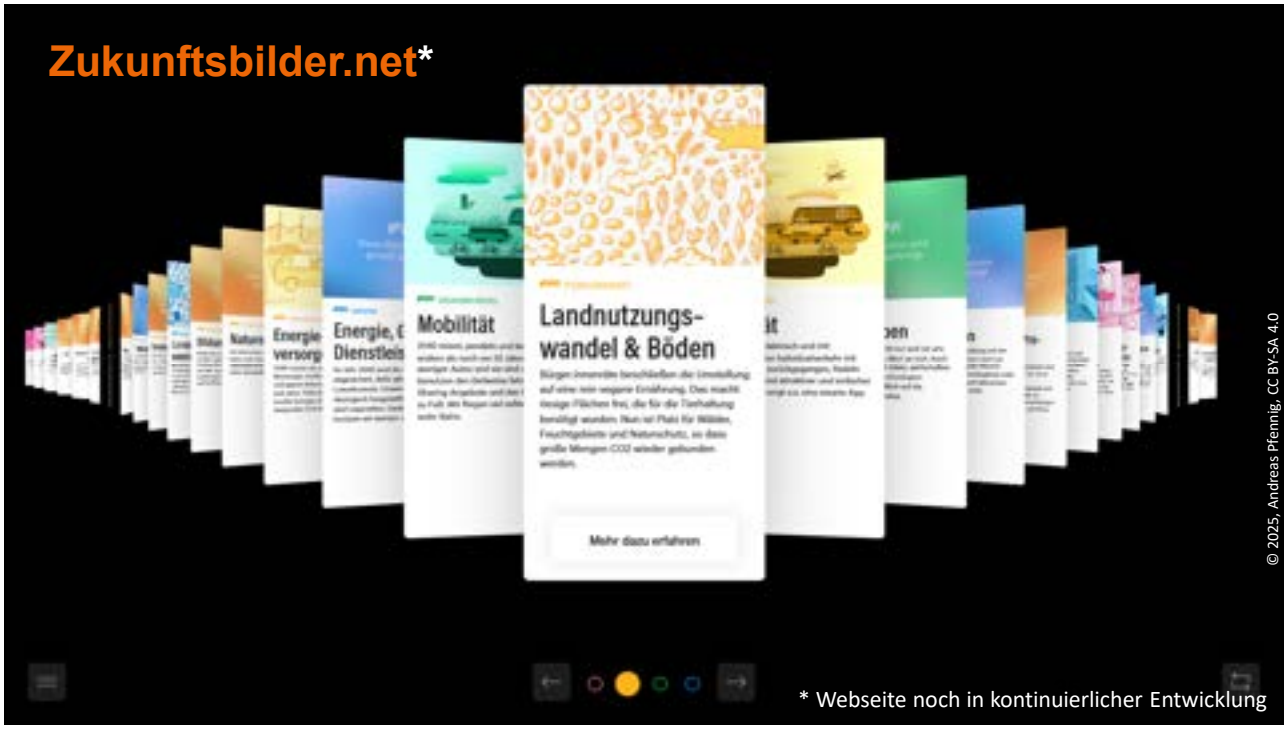
© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

Welt-Hunger: Etwa jeder zehnte Mensch ist unterernährt!



Quelle: United Nations, Food and Agriculture Organization
http://www.fao.org/faostat/en/#data/FS, food security, number of people undernourishment

© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0


Zukunftsbilder.net*
Mobilität
Landnutzungs-
wandel & Böden
Mehr dazu erfahren
* Webseite noch in kontinuierlicher Entwicklung
© 2025, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0

35

FOKUSSIERT
Fokussieren wir uns gezielt auf die relevantesten Maßnahmen!
© 2024, Andreas Pfennig, CC BY-SA 4.0
PEPs
36
LIÈGE université

36

Fazit

- Energiewende bis 2040 - Flächenwende ab 2040
- muss frühzeitig angegangen werden
  unter Einbeziehung aller beteiligten Gruppen
- Rahmen für zukünftige Arbeit in Politik, Gesprächen, Beratung:
  sensibilisieren, positive Bereitschaft
- Für die Grünen:
  Überwinden des Veggieday-Traumas!
- https://dox.uliege.be/index.php/s/XudZDf2k1WaRhtZ

möchte jemand das Flächenpuzzle mitnehmen?

37

22.11.2025, Grüner Umweltkongress 2025, Landtag NRW, Düsseldorf

Landschaft am Limit:
Flächenpuzzle zum Leben und Wirtschaften innerhalb planetarer Grenzen

Andreas Pfennig
Products, Environment, and Processes (PEPs)
Department of Chemical Engineering
Université de Liège
www.chemeng.uliege.be/pfennig
andreas.pfennig@uliege.be

aktiv bei: