

15.06.2022, Nachhaltigkeitstage 2022 der Asten der RWTH und der FH Aachen

## Klima- & Krisen-Wende-Zeit: Worauf kommt es wirklich an?



Andreas Pfennig  
Products, Environment, and Processes (PEPs)  
Department of Chemical Engineering  
Université de Liège  
[www.chemeng.uliege.be/pfennig](http://www.chemeng.uliege.be/pfennig)  
[www.vision3000.eu](http://www.vision3000.eu)  
[andreas.pfennig@uliege.be](mailto:andreas.pfennig@uliege.be)

aktiv bei:



### Copyright, Zitierung, Kontakt

- **Copyright:** © Andreas Pfennig, 2022, [www.vision3000.eu](http://www.vision3000.eu), 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](mailto:andreas.pfennig@uliege.be)



2



## 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  
Beirats-Mitglied Scientists4Future, Deutschland



3



© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

## aktuelle Herausforderungen

Folgen des Ukraine-Kriegs

### Welternährungsprogramm warnt vor Katastrophe

Stand: 30.03.2022 07:14 Uhr



heute ist alles 'Klima'

**GREENPEACE**  
Klassenstufe "Sek I" | 19.01.2018

**BUND**  
BUNDLE OF THE EARTH GERMANY  
Mitmachen | Tipps | Über uns | Jetzt unterstützen

**Energiesparen**  
Noch immer wird viel wertvolle Energie sinnlos verschwendet. Damit muss Schluss sein. Denn damit die Energieversorgung auf Basis der Erneuerbaren Energien vollständig gelingt, müssen wir mindestens die Hälfte des derzeitigen Energieverbrauchs einsparen.

**Schlüssel für Klimaschutz und Energiewende**

**welt hunger hilfe**  
03.11.2017 | Blog

**COP23: 6 GRÜNDE, WARUM DIE WELTHUNGERHILFE DABEI IST**  
Die Auswirkungen des Klimawandels sind zentrale Gründe für Hunger und Armut weltweit. Um das Ziel, Hunger bis zum Jahr 2030 zu beenden, zu erreichen, müssen Lösungen für den Klimawandel her.

**FLEISCH - UM JEDEN PREIS?**  
Wie viel Fleisch verbrauchen wir in Deutschland? Welche Auswirkungen hat die Fleischproduktion auf das Leben von Nutztieren? Und wie beeinflussen die Massentier- oder wachsende Anbau von Futtermitteln wie Soja das globale Klima?

**Berliner Morgenpost**  
KLIMAWANDEL  
**Klima-Studie: Warum Babys die größten Klima-Killer sind**

**PEPs**  
CHEMICAL ENGINEERING

© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

5



## Einwegbecher sind der Klima-Erzfeind.

Galileo 2019: Kaffeebecher die am Baum wachsen? Wahrheit oder Fake News? ProSieben, Staffel 2019, Episode 258, 23.09.2019

Es ist doch wichtig, das wir überhaupt etwas tun!

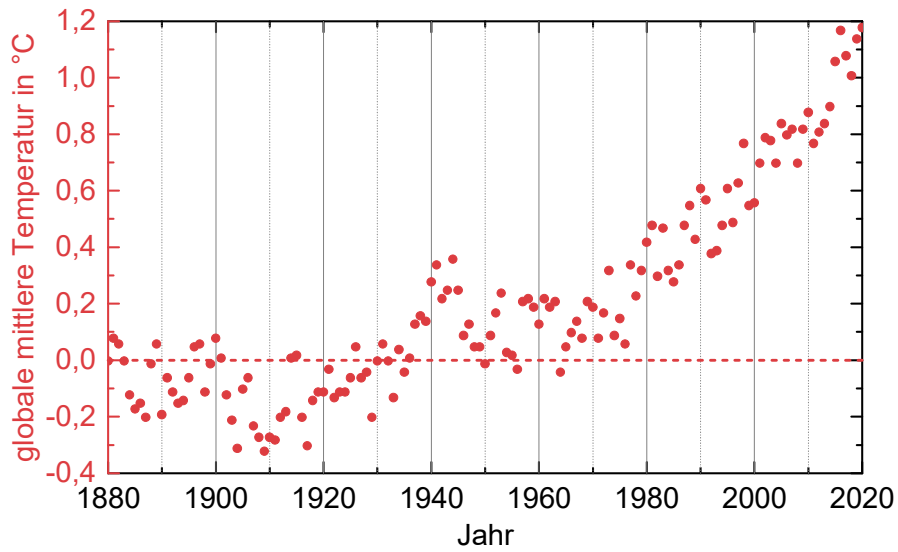


6





## Ursache des Klimawandels



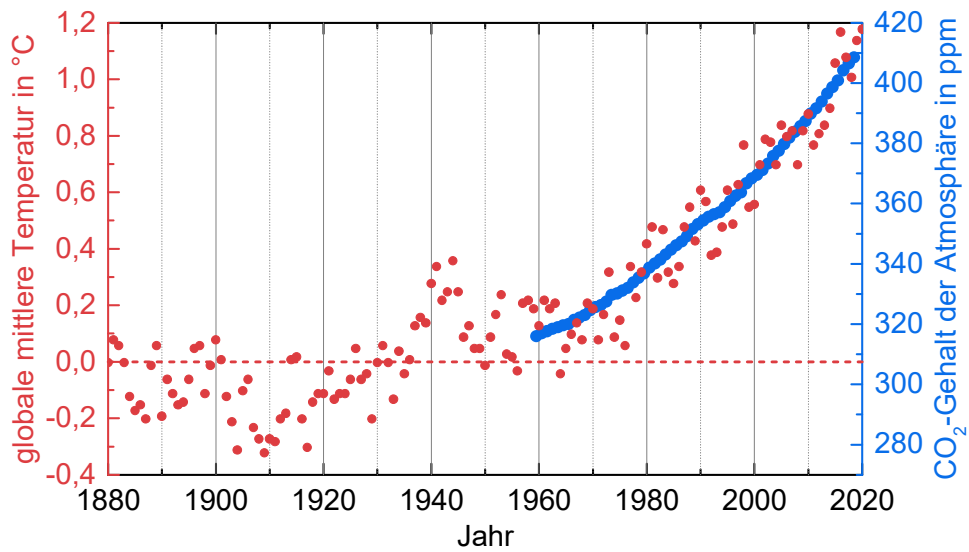
Referenzzeitraum für Temperatur: Zeitraum 1850 bis 1900

9



© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

## Ursache des Klimawandels

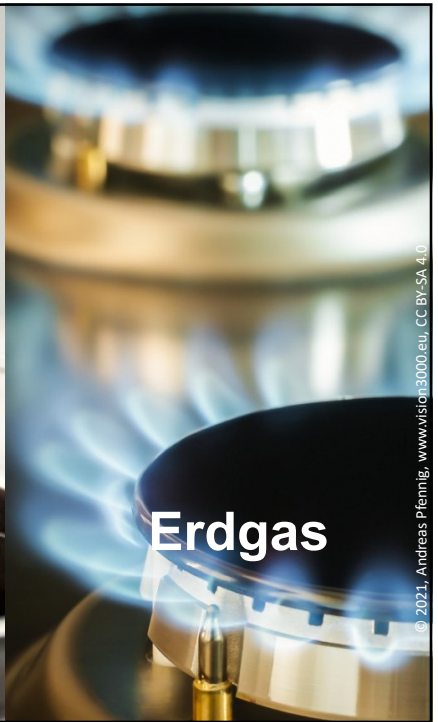
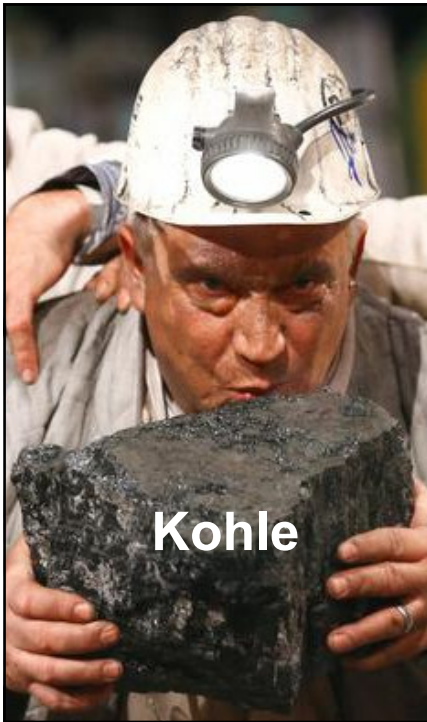


Referenzzeitraum für Temperatur: Zeitraum 1850 bis 1900

10



© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0



## erneuerbare Energie



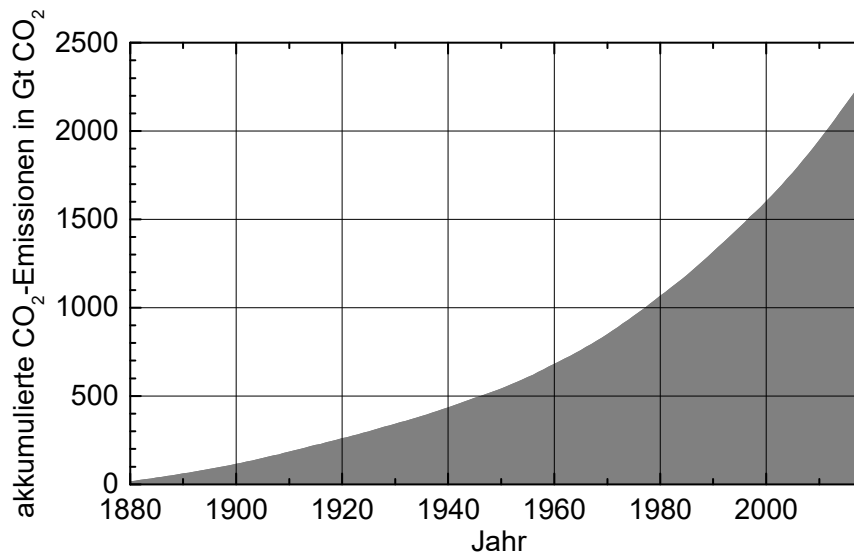
Pariser Klimaabkommen von der COP22, 2015:  
„... auf deutlich unter 2 °C“ zu begrenzen  
„Anstrengungen unternommen werden, um  
... auf 1,5 °C ... zu begrenzen“



## Was müssen wir tun?

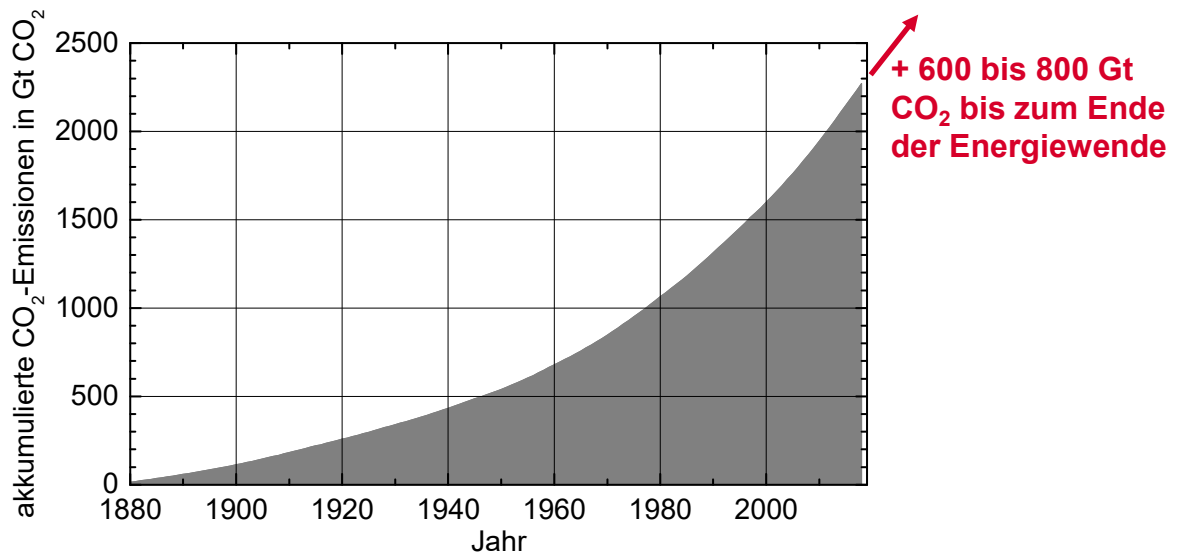
- Maßnahmen fokussieren auf:
  - **Energiewende**  
⇒ **Klima retten**

## insgesamt emittiertes CO<sub>2</sub> seit Industrialisierung

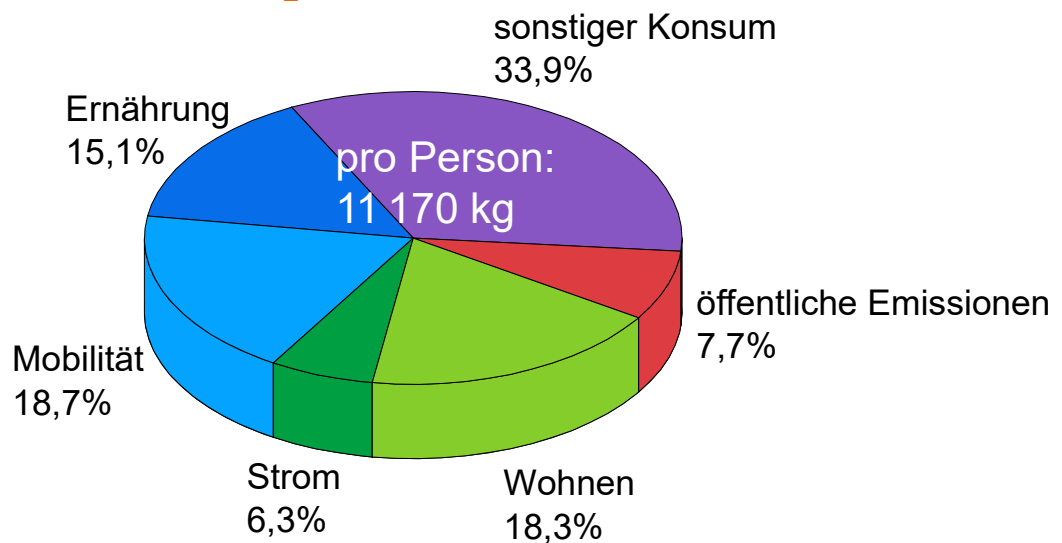




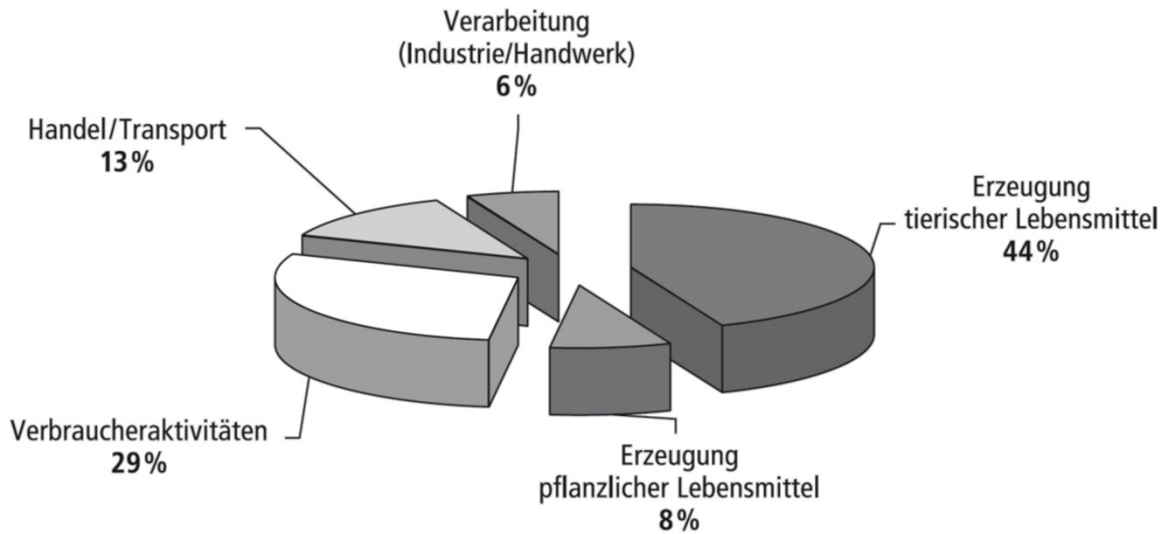
## insgesamt emittiertes CO<sub>2</sub> seit Industrialisierung



## durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland



# Zuordnung der Emissionen für Lebensmittel in Deutschland



© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0



[https://tier-im-fokus.ch/info-material/info-dossiers/bio\\_regio\\_oder\\_saison](https://tier-im-fokus.ch/info-material/info-dossiers/bio_regio_oder_saison)

19



# Einsparpotenziale



20



## Einsparpotenziale

- autofrei leben
- ÖPNV nutzen
- keine weiten Flüge (Bangkok & zurück: 4,5 tCO<sub>2</sub>e, Mallorca: 0,9 tCO<sub>2</sub>e)
- bio-vegane Ernährung
- Haus wärmedämmen
- keine Haustiere

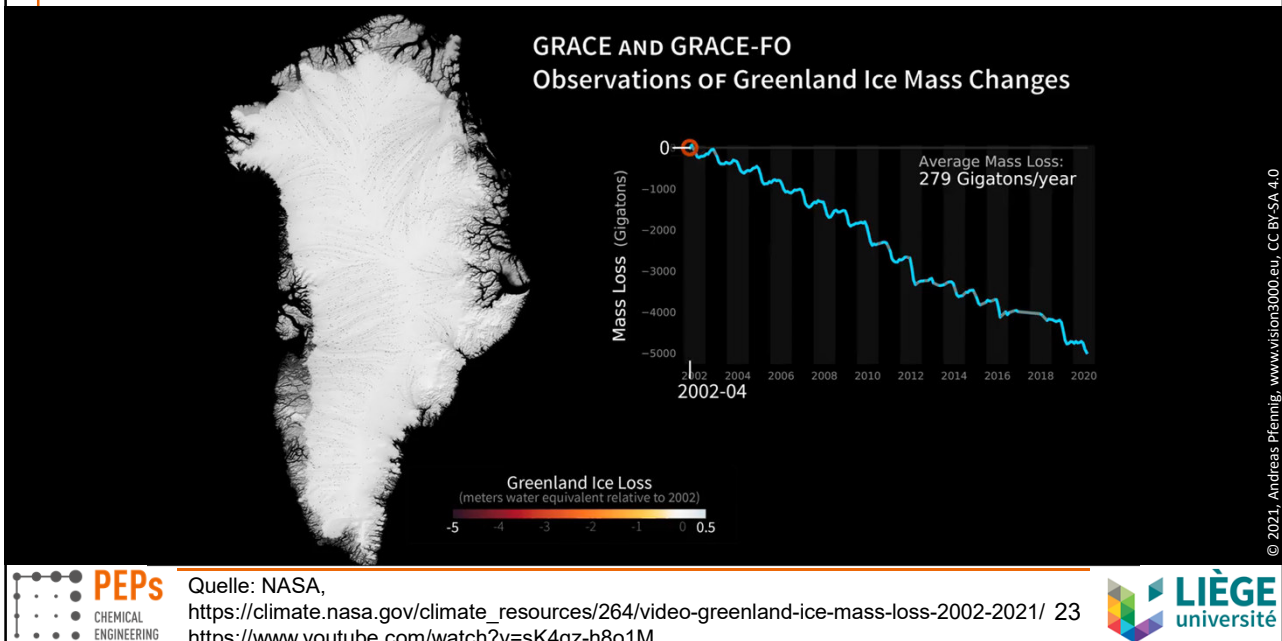
Aber:

- kann nicht beliebig reduziert werden!
- viele propagierte Maßnahmen bieten nur marginale Potenziale: Verpackung, Plastiktüten, Einwegbecher, Einwegflaschen, ...
- Wo möglich sparen, aber ohne extremen Aufwand

## Was müssen wir tun?

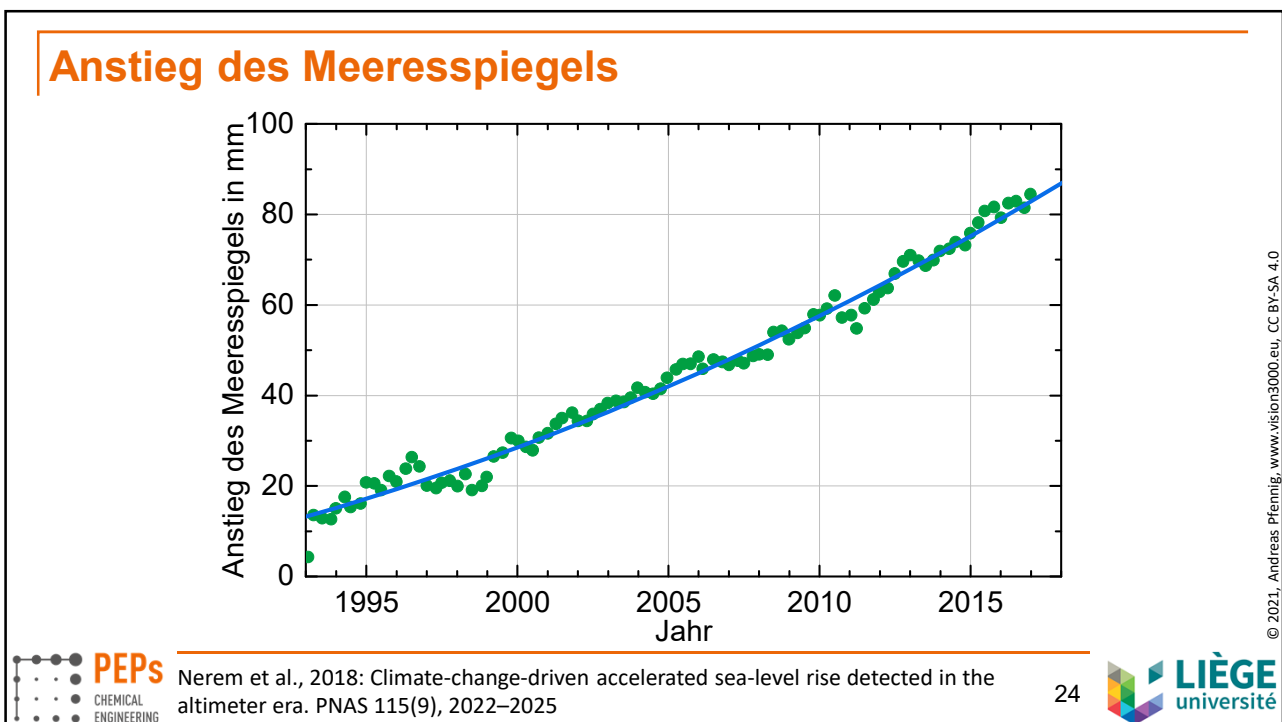
- **Maßnahmen fokussieren auf:**
  - **Energiewende**  
⇒ **Klima retten**
  - **Energiesparen wo besonders effizient**  
⇒ **Energiewende einfacher**

## Abschmelzen des Grönlandeises

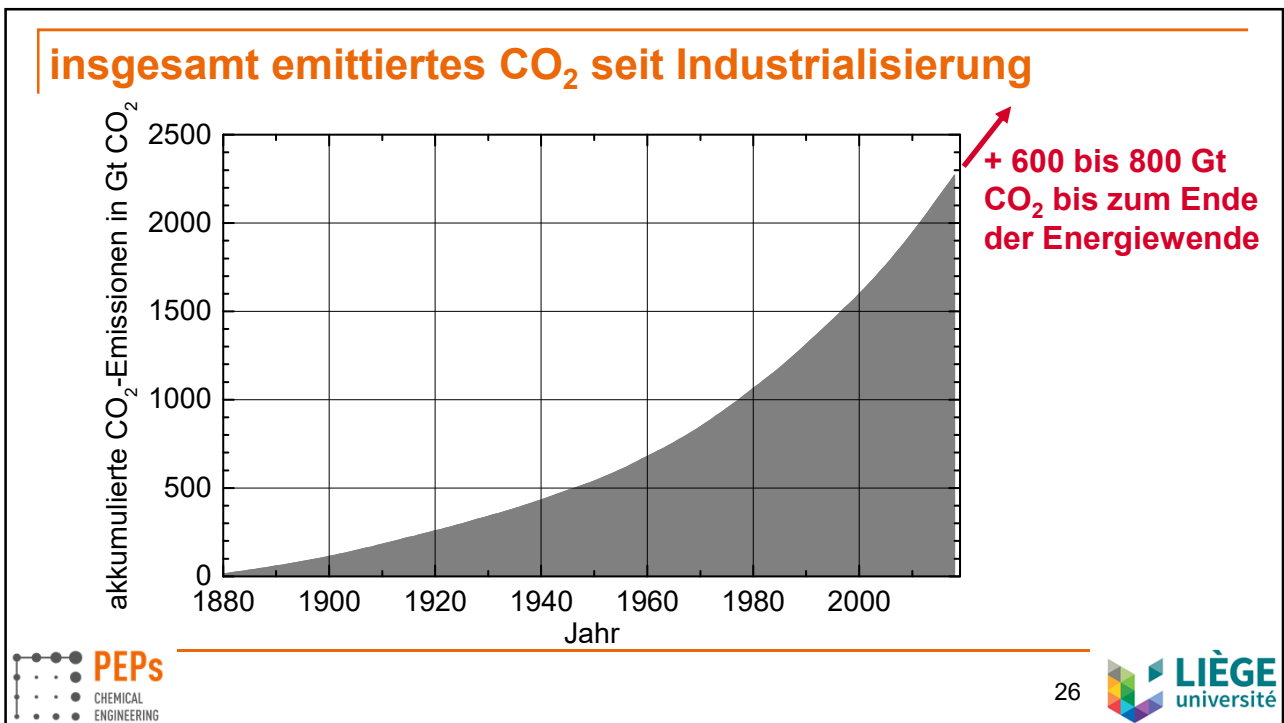
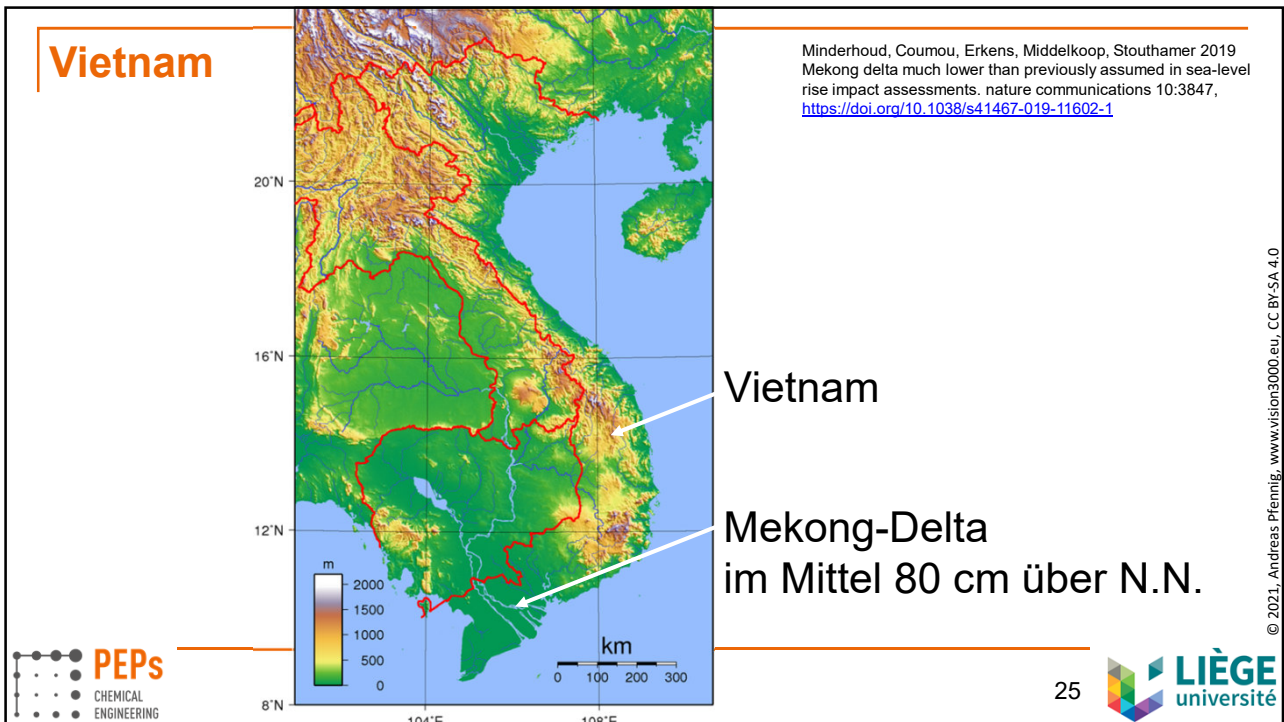


© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

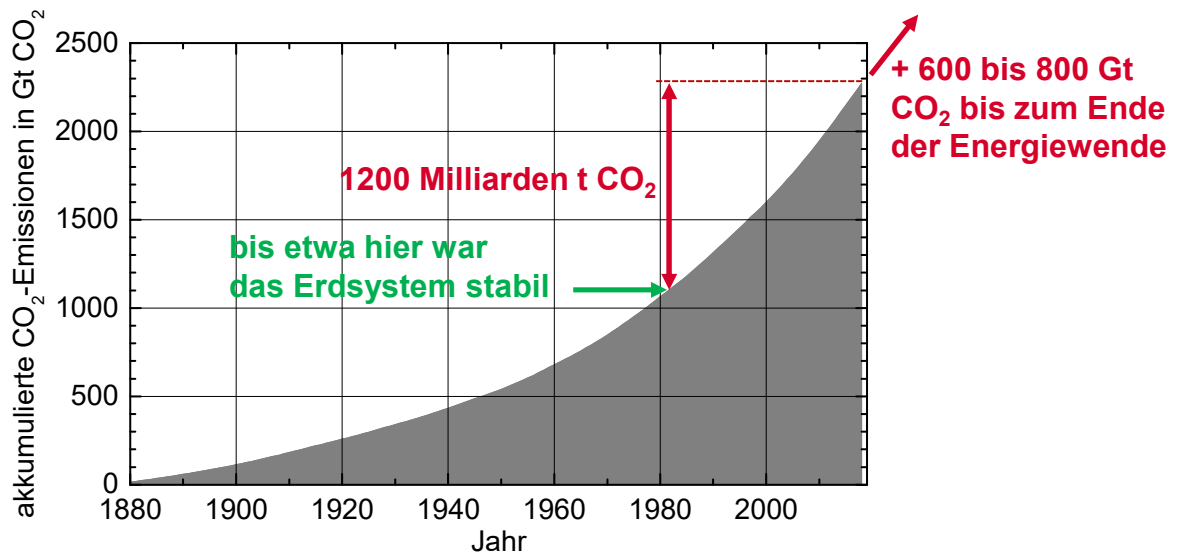
## Anstieg des Meeresspiegels



© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0



## insgesamt emittiertes CO<sub>2</sub> seit Industrialisierung



## Erdsystem stabilisieren

- Aufforsten, Moore wiedervernässen
- Humusbildung im Boden, nachhaltige Landwirtschaft

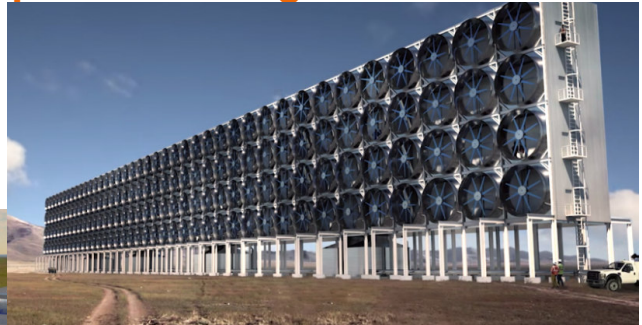
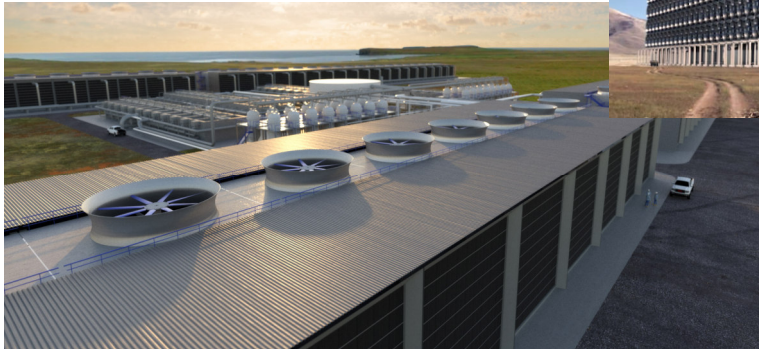
## Erdsystem stabilisieren

- Aufforsten, Moore wiedervernässen
- Humusbildung im Boden, nachhaltige Landwirtschaft
  - ⇒ einfach
  - ⇒ preiswert, 0 bis 100 € pro t CO<sub>2</sub>
  - ⇒ maximal etwa 650 Milliarden t CO<sub>2</sub>
  - ⇒ benötigt fruchtbare Landfläche

## Erdsystem stabilisieren

- Aufforsten, Moore wiedervernässen
- Humusbildung im Boden, nachhaltige Landwirtschaft
- DACCS (direct air carbon capture and storage)

## DACCS/U direct air carbon capture & storage/utilization



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

## Erdsystem stabilisieren

- Aufforsten, Moore wiedervernässen
- Humusbildung im Boden, nachhaltige Landwirtschaft
- DACCS (direct air carbon capture and storage)
  - ⇒ aufwändig
  - ⇒ teuer: 250 € pro t CO<sub>2</sub>

Kompensation CO<sub>2</sub>-Emissionen des Kraftwerks Weisweiler:  
Absorber 128 m x 7 000 m  
über 4,5 Mrd. € pro Jahr ≈ 6-fach die Einnahmen aus Strom



## Erdsystem stabilisieren

- Aufforsten, Moore wiedervernässen
- Humusbildung im Boden, nachhaltige Landwirtschaft
- DACCS (direct air carbon capture and storage)
- BECCS (bioenergy with carbon capture and storage)

## BECCS (bio-energy with carbon capture and storage)



## Erdsystem stabilisieren

- Aufforsten, Moore wiedervernässen
- Humusbildung im Boden, nachhaltige Landwirtschaft
- DACCS (direct air carbon capture and storage)
- BECCS (bioenergy with carbon capture and storage)
  - ⇒ preiswert, Erlös aus Bioenergie, < 100 € pro t CO<sub>2</sub>
  - ⇒ benötigt fruchtbare Landfläche

## Erdsystem stabilisieren

- Aufforsten, Moore wiedervernässen
- Humusbildung im Boden, nachhaltige Landwirtschaft
- DACCS (direct air carbon capture and storage)
- BECCS (bioenergy with carbon capture and storage)
- etc.

## Erdsystem stabilisieren

- DACCS ist teuer:  
Woher bekommen wir das Geld?
- BECCS braucht viel fruchtbare Landfläche:  
Woher bekommen wir die Fläche?

## Erdsystem stabilisieren

- DACCS ist teuer:  
Woher bekommen wir das Geld?  
pro Person in entwickelten Länder: ca. 1500 € pro Jahr  
4-köpfige Familie: 6000 € pro Jahr  $\approx$  2 Monatseinkommen
- BECCS braucht viel fruchtbare Landfläche:  
Woher bekommen wir die Fläche?

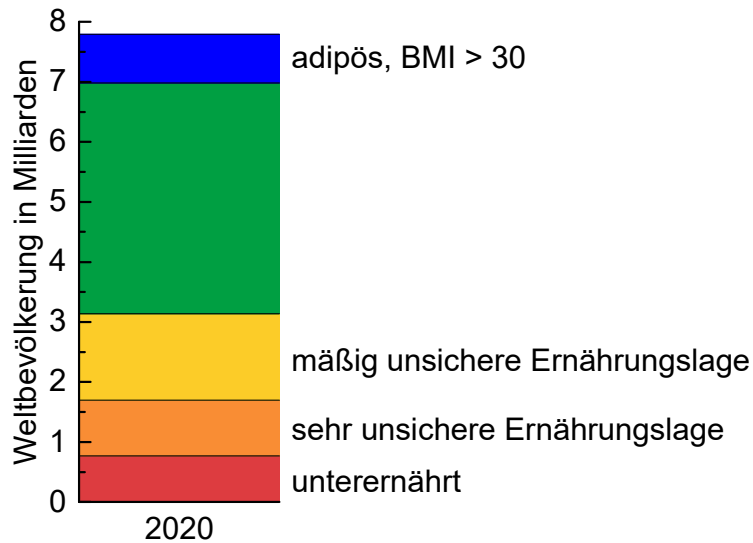
## Erdsystem stabilisieren

- ~~DACCS ist teuer:  
Woher bekommen wir das Geld?  
pro Person in entwickelten Länder: ca. 1500 € pro Jahr  
4-köpfige Familie: 6000 € pro Jahr  $\approx$  2 Monatseinkommen~~
- BECCS braucht viel fruchtbare Landfläche:  
Woher bekommen wir die Fläche?

## Herausforderung: Hunger



## Ernährungszustand der Weltbevölkerung



## Nutzung der Landfläche pro Person

2020

verfügbare fruchtbare Landfläche pro Person

## pflanzliche Nahrungsmittel



© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

## Bio-Kraftstoffe



© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

## bio-basierte Materialien



© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

## Nutzung der Landfläche pro Person

2020



© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

## Futtermittel



© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

## Weiden



© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0



## Nutzung der Landfläche pro Person

2020



## Nutzung der Landfläche pro Person

2050 ???

2020





© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

## Nutzung der Landfläche pro Person



© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

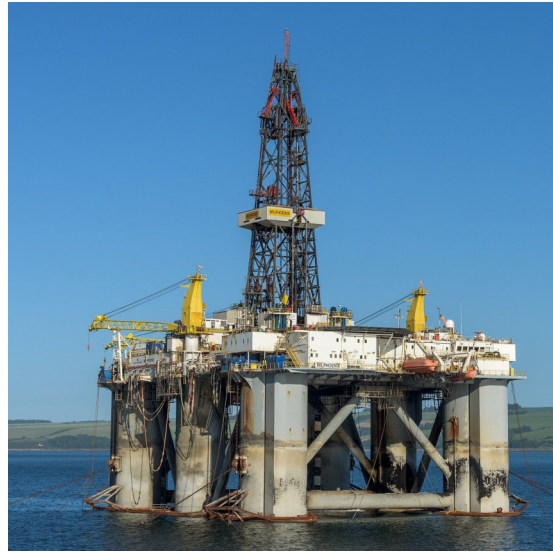
## Nutzung der Landfläche pro Person



## Aufforstung zur CO<sub>2</sub>-Bindung aus der Atmosphäre



## BECCS (bio-energy with carbon capture and storage)



© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

## nachhaltige Landwirtschaft



© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

## Blühstreifen und Brachland für Biodiversität



© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

## Nutzung der Landfläche pro Person



© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

## tierbasierte Nahrungsmittel



Landfläche

pflanzlich

tierbasiert

80 %

## tierbasierte Nahrungsmittel: 95 % Flächen-Verschwendung



Landfläche

Kalorien

pflanzlich

tierbasiert

80 %

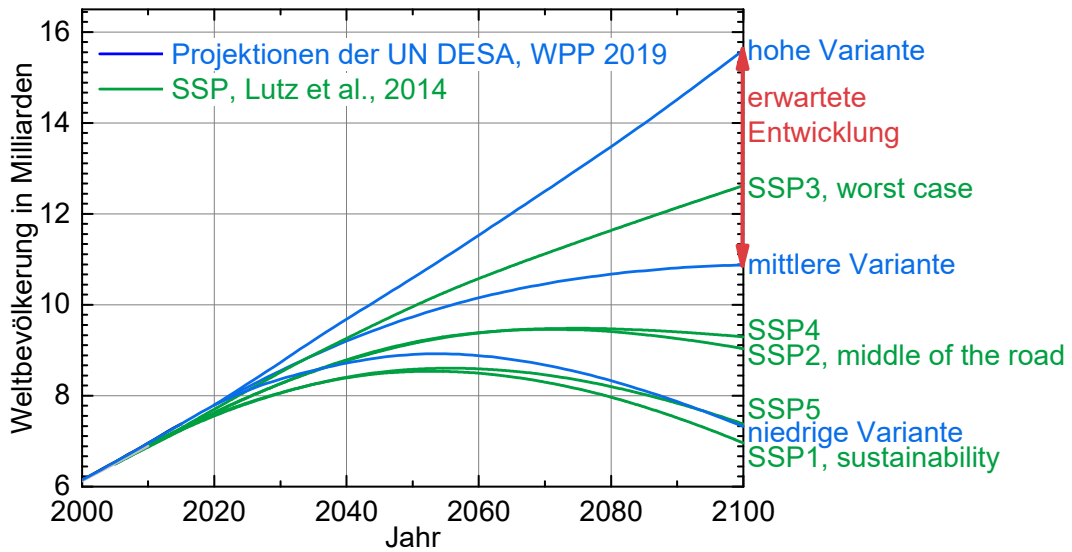
18%

## Was müssen wir tun?

- **Maßnahmen fokussieren auf:**
  - **Energiewende**  
⇒ **Klima retten**
  - **Energiesparen wo besonders effizient**  
⇒ **Energiewende einfacher**
  - **vegane Ernährungswende**  
⇒ **fruchtbare Landfläche ⇒ Nachhaltigkeit & kein Hunger**



## Szenarien in der Politikberatung



© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu

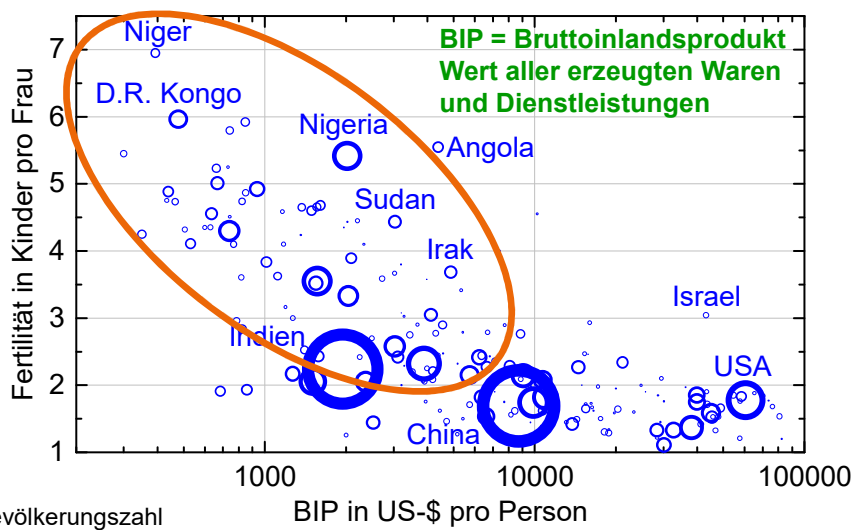


SSP - shared socio-economic pathway

63



## starker Einfluss des BIP auf die Kinderzahl



© 2020, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

Kreisgröße proportional zu Bevölkerungszahl



Quellen: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/>, macro indicators, <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Fertility>

64





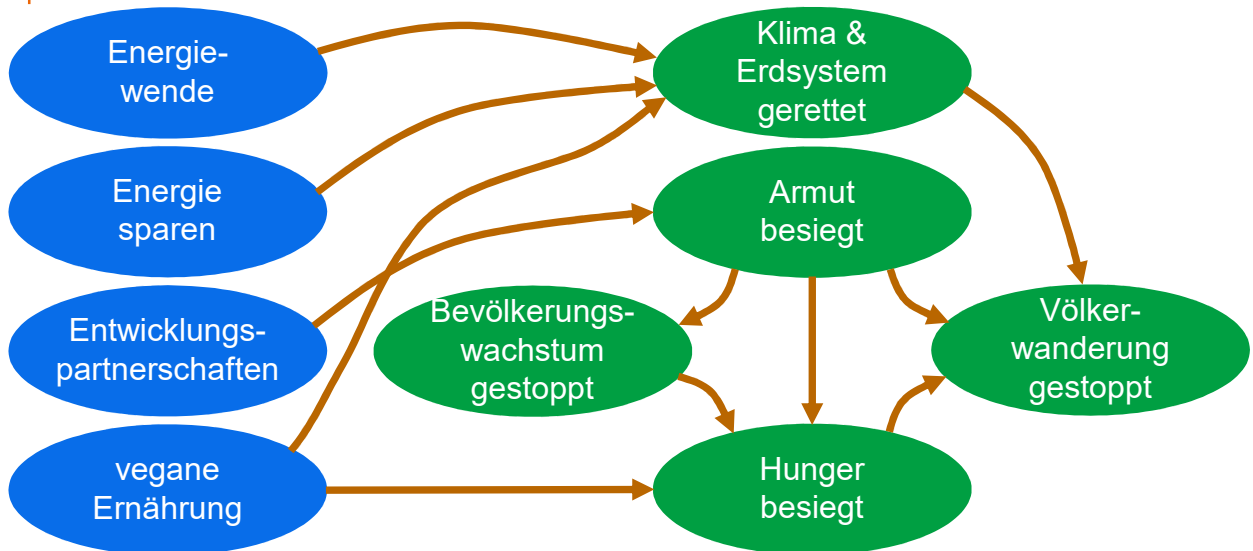
## Herausforderung: Völkerwanderung



## Was müssen wir tun?

- **Maßnahmen fokussieren auf:**
  - **Energiewende**  
⇒ **Klima retten**
  - **Energiesparen wo besonders effizient**  
⇒ **Energiewende einfacher**
  - **vegane Ernährungswende**  
⇒ **fruchtbare Landfläche ⇒ Nachhaltigkeit & kein Hunger**
  - **Entwicklungs-Partnerschaften**  
⇒ **Bevölkerungswachstum stoppen**

## Was müssen wir tun?



## Ziele nachhaltiger Entwicklung, SDGs

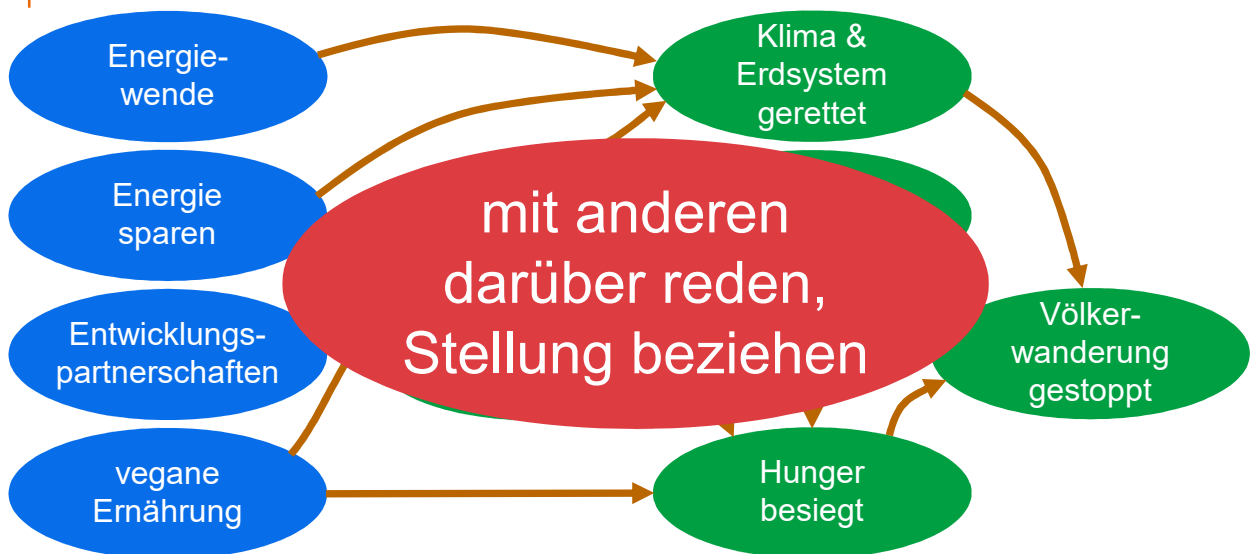


## Ziele nachhaltiger Entwicklung, SDGs



© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

## Was müssen wir tun?



## nicht nötig?!

- Kapitalismus abschaffen
- Postwachstums-Ökonomie
- Degrowth-Ökonomie
- Gemeinwohl-Ökonomie
- etc.

Aber: Weiterentwicklung von Gesellschaft und Wirtschaft zu mehr Nachhaltigkeit

## zustehenden Anteil kreativ und nachhaltig nutzen!



## weiterführende Quellen



Sustainability and Future  
Human Development  
[www.youtube.com  
playlist](https://www.youtube.com/playlist)



[www.vision3000.eu](http://www.vision3000.eu)  
inkl. Szenarien-Explorer



2019  
Books on Demand  
Norderstedt, 15€

**A. Pfennig:**  
**Sustainable Bio- or CO<sub>2</sub> Economy:**  
**Chances, Risks, and Systems Perspective**  
**ChemBioEng Reviews 2019, 6(3)**  
[doi.org/10.1002/cben.201900006](https://doi.org/10.1002/cben.201900006)



73



© 2021, Andreas Pfennig, [www.vision3000.eu](http://www.vision3000.eu), CC BY-SA 4.0

15.06.2022, Nachhaltigkeitstage 2022 der Asten der RWTH und der FH Aachen

## Klima- & Krisen-Wende-Zeit: Worauf kommt es wirklich an?

Andreas Pfennig  
Products, Environment, and Processes (PEPs)  
Department of Chemical Engineering  
Université de Liège  
[www.chemeng.uliege.be/pfennig](http://www.chemeng.uliege.be/pfennig)  
[www.vision3000.eu](http://www.vision3000.eu)  
[andreas.pfennig@uliege.be](mailto:andreas.pfennig@uliege.be)

aktiv bei:

