

04.10.2022, Bündnis 90/Die Grünen, Ortsverband 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)



## 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)



© 2021, Andreas Pfennig, [www.vision3000.eu](http://www.vision3000.eu), 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  
Beirats-Mitglied Scientists4Future, Deutschland



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

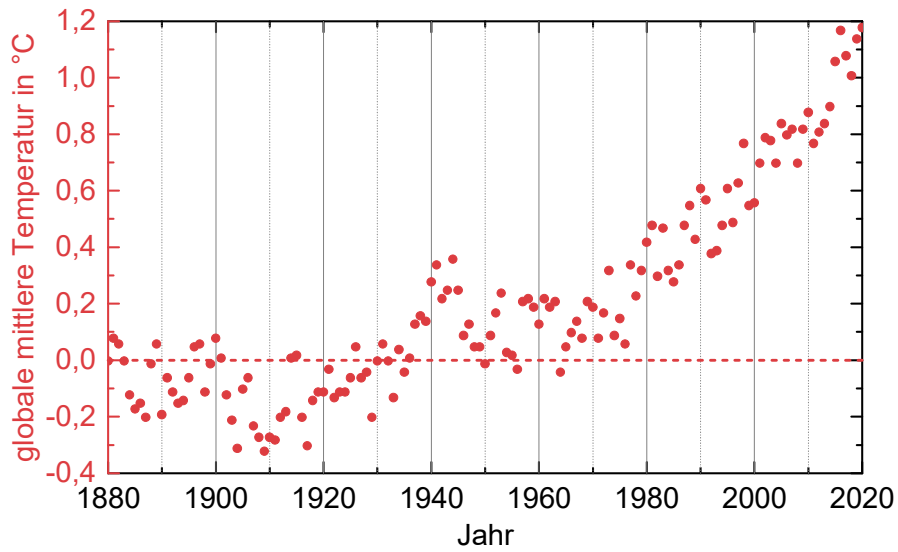




## IPCC AR6, 2021&2022

- Compared to 1850–1900, global surface temperature averaged over 2081–2100 is very likely to be higher
  - by 1.0°C to 1.8°C under the very low GHG emissions scenario considered,
  - by **2.1°C to 3.5°C in the intermediate scenario** and
  - by 3.3°C to 5.7°C under the very high GHG emissions scenario.
- In modelled pathways that report CDR and that limit warming to 1.5°C with no or limited overshoot,  
**global cumulative CDR during 2020-2100 ... is 30-1090 GtCO<sub>2</sub>.**  
In these modelled pathways, the  
**AFOLU sector contributes 20-400 GtCO<sub>2</sub>** net negative emissions.

## Ursache des Klimawandels



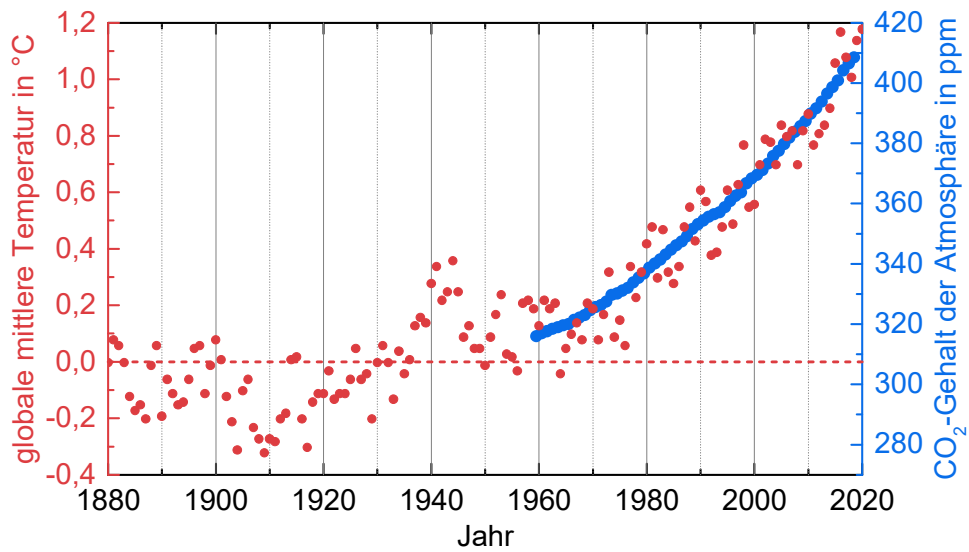
Referenzzeitraum für Temperatur: Zeitraum 1850 bis 1900

9



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

## Ursache des Klimawandels

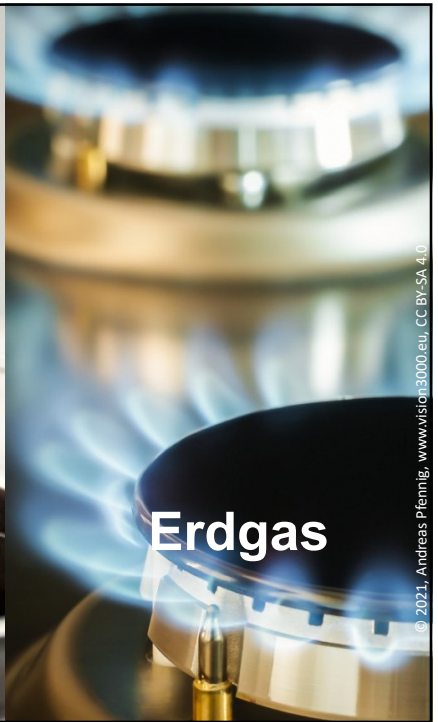
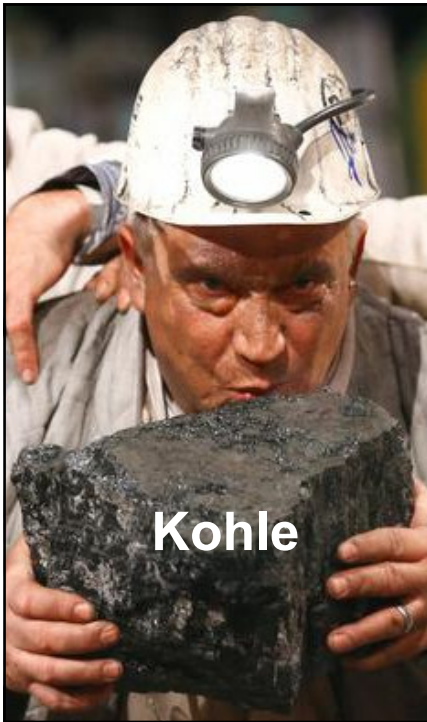


Referenzzeitraum für Temperatur: Zeitraum 1850 bis 1900

10



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



## erneuerbare Energie

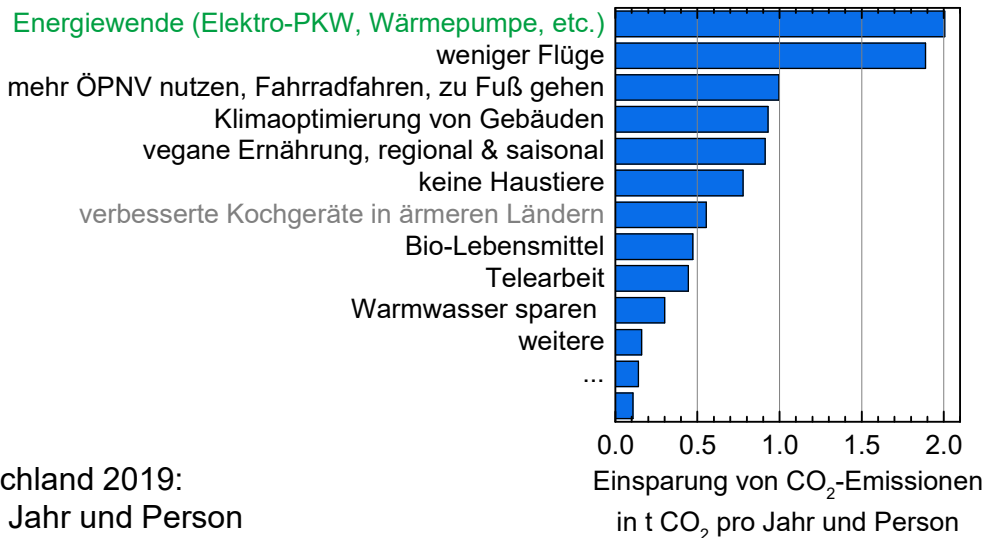


© 2021, Andreas Pfenning, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

## Was müssen wir tun?

- Maßnahmen fokussieren auf:
  - Energiewende
  - ⇒ Klima retten

## nur 8 weitere Maßnahmen mit wesentlichem Effekt bei uns



in Deutschland 2019:  
9,6 t pro Jahr und Person

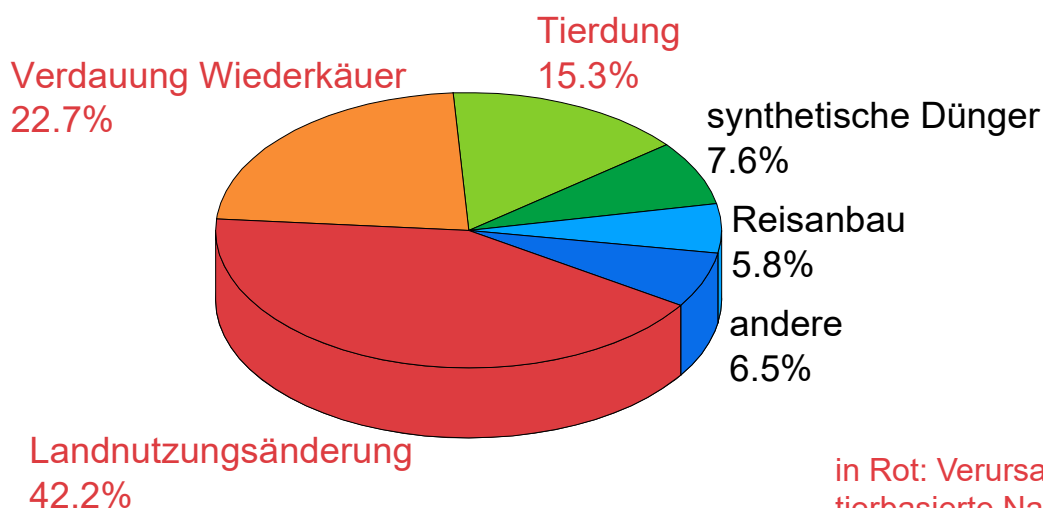


D. Ivanova et al. 2020: Quantifying the potential for climate change mitigation of consumption options. Environ. Res. Lett. 15, 093001

15



## Emissionen der Landwirtschaft weltweit: 24 bis 30 %



in Rot: Verursacht durch tierbasierte Nahrungsmittel



Quelle: FAO, 2021, Emissions due to agriculture

16



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



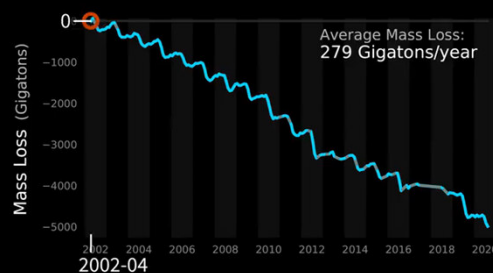
## Was müssen wir tun?

### ■ Maßnahmen fokussieren auf:

- **Energiewende**  
⇒ **Klima retten**
- **Emissionen reduzieren, Energiesparen wo besonders effizient,**  
⇒ **Energiewende einfacher, Klima besser, Unabhängigkeit**

## Abschmelzen des Grönlandeises

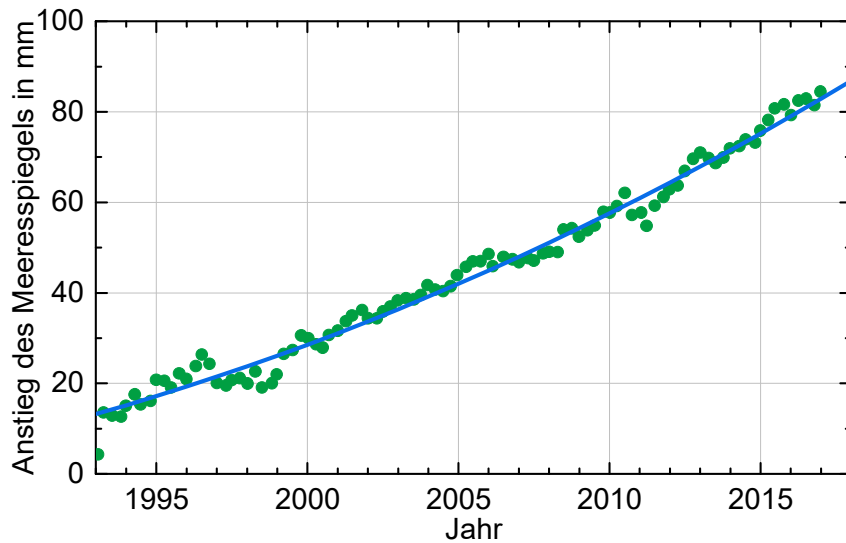
### GRACE AND GRACE-FO Observations of Greenland Ice Mass Changes



Greenland Ice Loss  
(meters water equivalent relative to 2002)

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

## Anstieg des Meeresspiegels



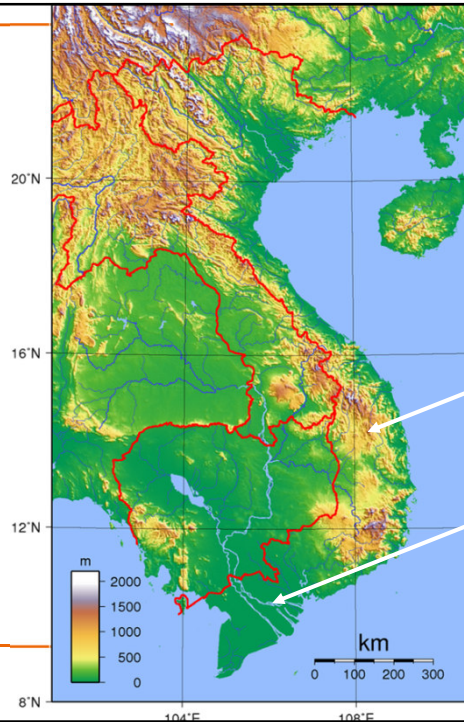
Nerem et al., 2018: Climate-change-driven accelerated sea-level rise detected in the altimeter era. PNAS 115(9), 2022–2025

19



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

## Vietnam



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>

Vietnam

Mekong-Delta  
im Mittel 80 cm über N.N.

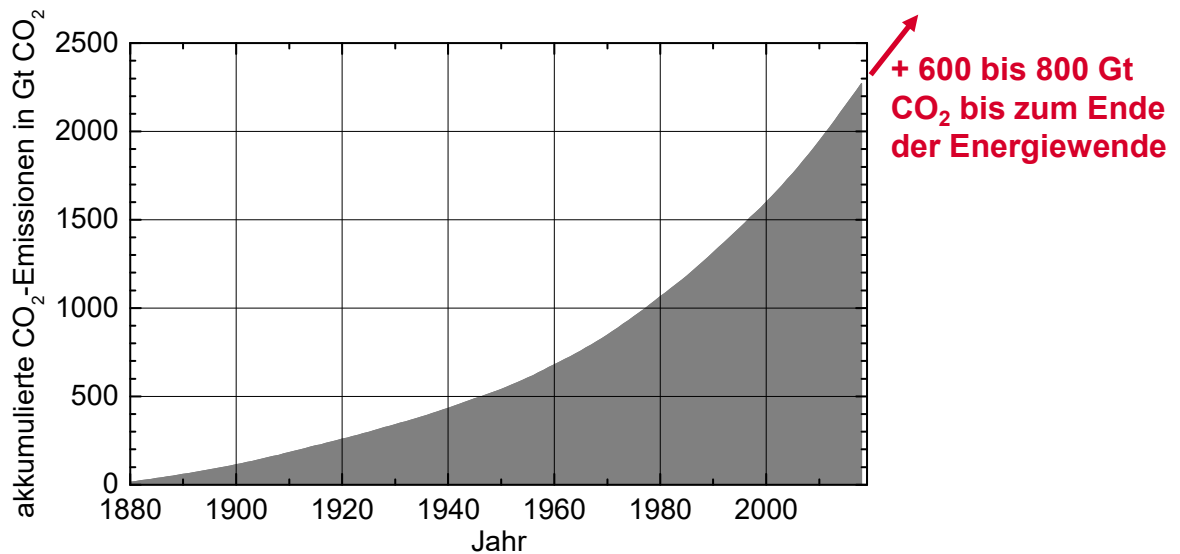


20

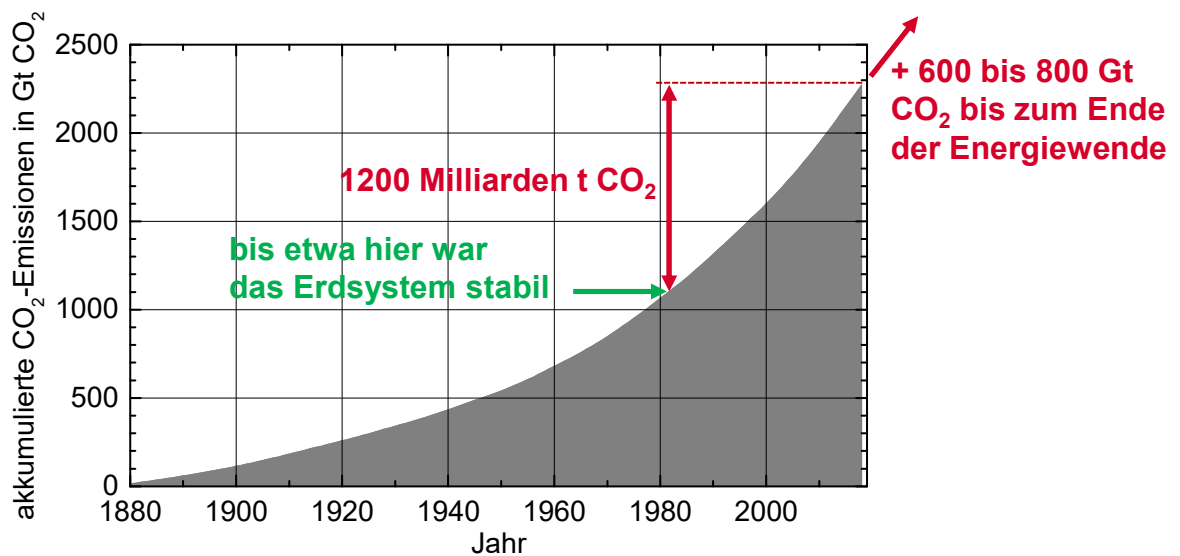


© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

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



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



## Aufforstung, Wiedervernässung von Mooren

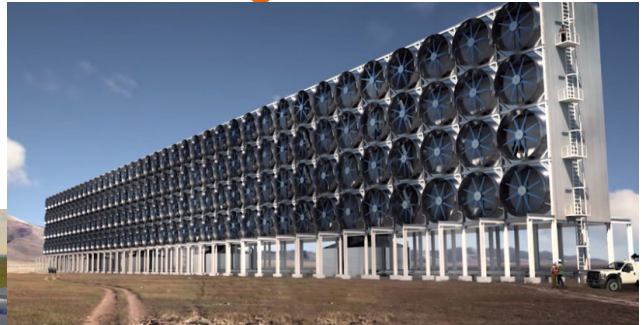
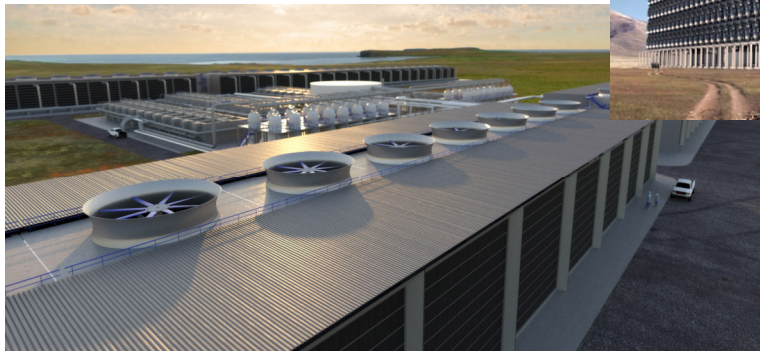


© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

## Erdsystem stabilisieren

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

## DACCS: direct air carbon capture & storage



<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  
Erzeugungskosten Strom: ca. 110 € pro t CO<sub>2</sub>

## 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

## Herausforderung: Brandrodung von Regenwäldern



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

## Herausforderung: Hunger



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

## 2050: nachhaltige Nutzung der fruchtbaren Landfläche

verfügbare fruchtbare Landfläche pro Person  
4800 m<sup>2</sup>

2022: 6100 m<sup>2</sup>

## pflanzliche Nahrungsmittel





## 2050: nachhaltige Nutzung der fruchtbaren Landfläche



## bio-basierte Materialien



## 2050: nachhaltige Nutzung der fruchtbaren Landfläche



## Aufforstung, Wiedervernässung von Mooren



## nachhaltige Landwirtschaft



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



37



## Bioenergie, BECCS



38



## 2050: nachhaltige Nutzung der fruchtbaren Landfläche



## Blühstreifen und Brachland für Biodiversität



## 2050: nachhaltige Nutzung der fruchtbaren Landfläche



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

## tierbasierte Nahrungsmittel



## 2050: nachhaltige Nutzung der fruchtbaren Landfläche



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

## 2050: nachhaltige Nutzung der fruchtbaren Landfläche



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

tierische Nahrungsmittel heute:

- 80 % der Landfläche für Nahrungsmittel
- 18 % Kalorien

pflanzliche Nahrungsmittel **20-fach** flächeneffizienter als tierische Nahrungsmittel

## 2050: nachhaltige Nutzung der fruchtbaren Landfläche



### optimistische Prognose:

kein Einfluss des Klimawandels auf landwirtschaftliche Erträge, etc.

**massive Umstrukturierung** der Flächennutzung

## Was müssen wir tun?

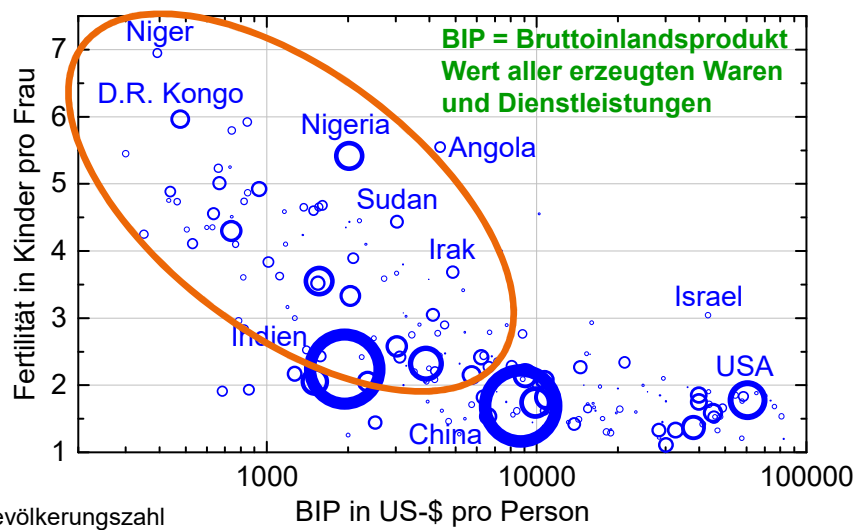
### ■ Maßnahmen fokussieren auf:

- **Energiewende**  
⇒ **Klima retten**
- **Emissionen reduzieren, Energiesparen wo besonders effizient,**  
⇒ **Energiewende einfacher, Klima besser, Unabhängigkeit**
- **vegane Ernährungswende**  
⇒ **fruchtbare Landfläche ⇒ Erdsystem stabil & kein Hunger**

## Herausforderung: Völkerwanderung



## starker Einfluss des BIP auf die Kinderzahl



Kreisgröße  
proportional zu Bevölkerungszahl



## Was müssen wir tun?

### ■ Maßnahmen fokussieren auf:

- **Energiewende**  
⇒ **Klima retten**
- **Emissionen reduzieren, Energiesparen wo besonders effizient,**  
⇒ **Energiewende einfacher, Klima besser, Unabhängigkeit**
- **vegane Ernährungswende**  
⇒ **fruchtbare Landfläche ⇒ Erdsystem stabil & kein Hunger**
- **Entwicklungs-Partnerschaften**  
⇒ **Bevölkerungswachstum stoppen**

## Was müssen wir tun?

### ■ Maßnahmen fokussieren auf:

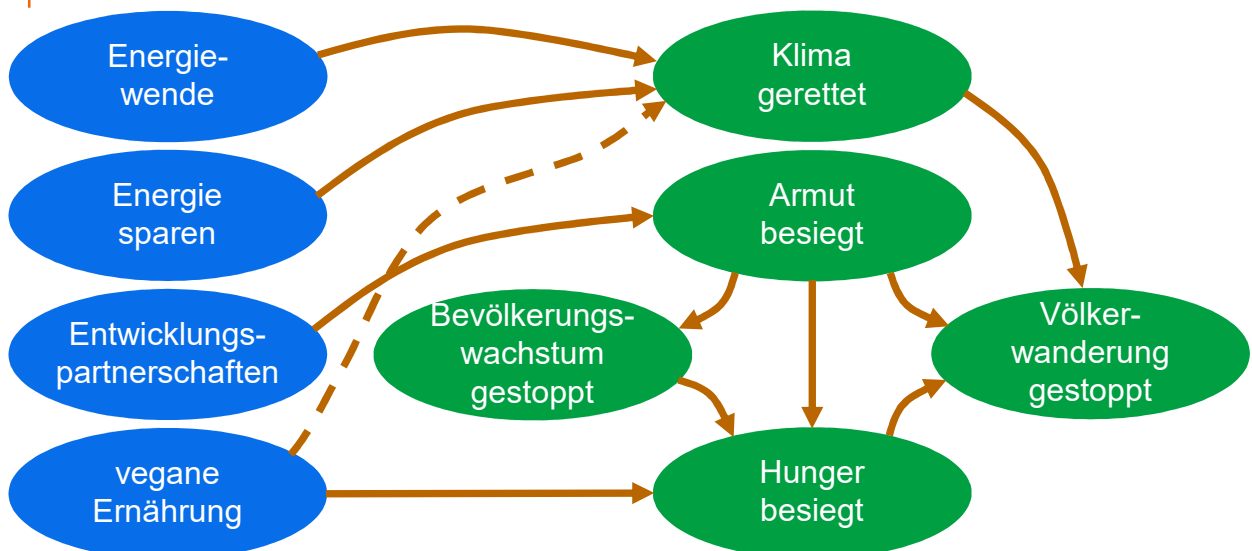
- **Energiewende**  
⇒ **Klima retten**
- **Emissionen reduzieren, Energiesparen wo besonders effizient,**  
⇒ **Energiewende einfacher, Klima besser, Unabhängigkeit**
- **vegane Ernährungswende**  
⇒ **fruchtbare Landfläche ⇒ Erdsystem stabil & kein Hunger**
- **Entwicklungs-Partnerschaften**  
⇒ **Bevölkerungswachstum stoppen**
- **erhebliche Kosten: trotz Corona & russischem Angriffskrieg**

## Was müssen wir tun?

### ■ Maßnahmen fokussieren auf:

- **Energiewende**  
⇒ **Klima retten**
- **Emissionen reduzieren, Energiesparen wo besonders effizient,**  
⇒ **Energiewende einfacher, Klima besser, Unabhängigkeit**
- **vegane Ernährungswende**  
⇒ **fruchtbare Landfläche ⇒ Erdsystem stabil & kein Hunger**
- **Entwicklungs-Partnerschaften**  
⇒ **Bevölkerungswachstum stoppen**
- **erhebliche Kosten:** trotz Corona & russischem Angriffskrieg
- **Maßnahmen:** global, regional, individuell

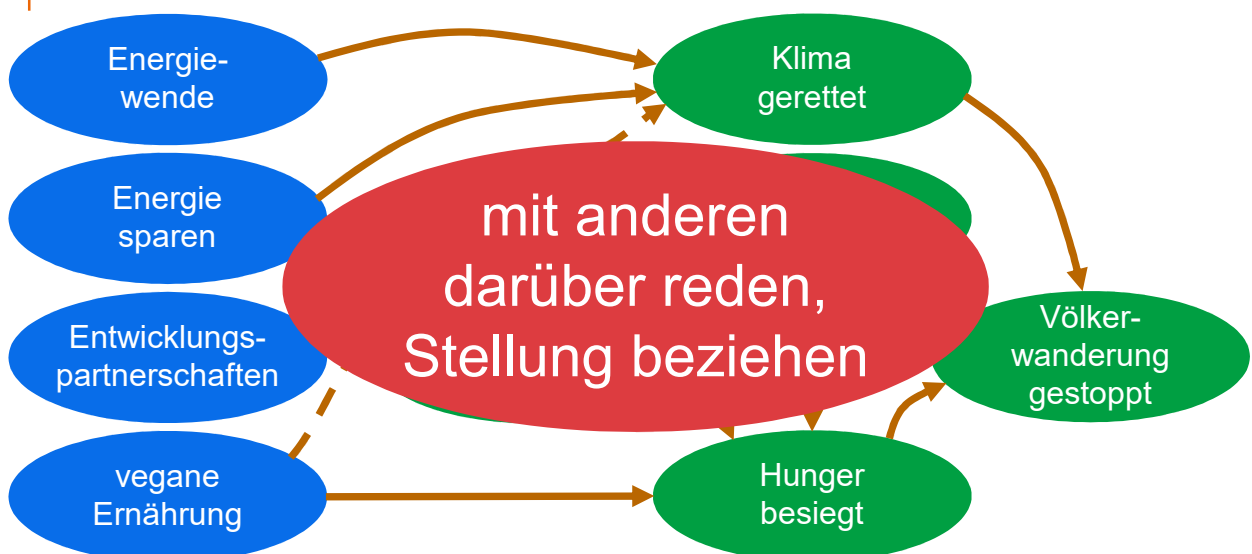
## Was müssen wir tun?



## Ziele nachhaltiger Entwicklung, SDGs



## Was müssen wir tun?



## Was müssen wir tun?

### ■ Maßnahmen fokussieren auf:

- **Energiewende**  
⇒ Klima retten
- **Emissionen**  
⇒ Energieeffizienz, Effizienz, Kreislaufwirtschaft
- **vegane Ernährung**  
⇒ Ernährungssicherheit, Bekämpfung von Hunger
- **Entwicklung**  
⇒ Bekämpfung von Hunger
- **erhebliche** ... & russischem Angriffskrieg
- **Maßnahmen: global, regional, individuell**

Diese Maßnahmen sind völlig ausreichend, um basierend auf vorhandenen Technologien nachhaltiges Wohlergehen für alle Menschen sicherzustellen!

## zustehenden Anteil kreativ und nachhaltig nutzen!



04.10.2022, Bündnis 90/Die Grünen, Ortsverband 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:

