

Super-Samstag, Ingenieure ohne Grenzen,  
Aachen, Germany, 02.11.2019

## Klima-Wende-Zeit

Warum wir auch bei Entwicklungshilfe  
und Ernährung umdenken müssen

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)



## kurzes CV

1979 bis 1984 Studium Verfahrenstechnik an der RWTH Aachen  
1984 bis 1985 Forschungsaufenthalt bei J.M. Prausnitz, Berkeley, USA  
1985 bis 1987 Promotion RWTH Aachen  
1988 bis 1995 Habilitation, TU Darmstadt  
1995 bis 2011 Professor, RWTH Aachen  
2011 bis 2014 Professor, TU Graz, Österreich  
seit 2014 Professor am Department of Chemical Engineering,  
University of Liège, Belgien  
seit 2019 aktiv bei Scientists4Future, Aachen



2



Die Grafiken wurden teilweise folgenden Publikationen entnommen:

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

A. Pfennig:  
Klima-Wende-Zeit:  
Warum wir auch bei Entwicklungshilfe und  
Ernährung umdenken müssen.  
Books on Demand, Norderstedt, 2019  
[https://www.bod.de/buchshop/  
klima-wende-zeit-andreas-pfennig-9783749478378](https://www.bod.de/buchshop/klima-wende-zeit-andreas-pfennig-9783749478378)



© Andreas Pfennig, 2019 (wo nicht anders angegeben)

## UN Climate Conference, COP21, 2015, Paris

Article 2.1:

This Agreement ... aims to strengthen the global response to the threat of climate change ... by:

Holding the increase in the global average temperature to **well below 2 °C** above pre-industrial levels and to **pursue efforts to limit** the temperature increase **to 1.5 °C** above pre-industrial levels, recognizing that this would significantly reduce the risks and impacts of climate change...

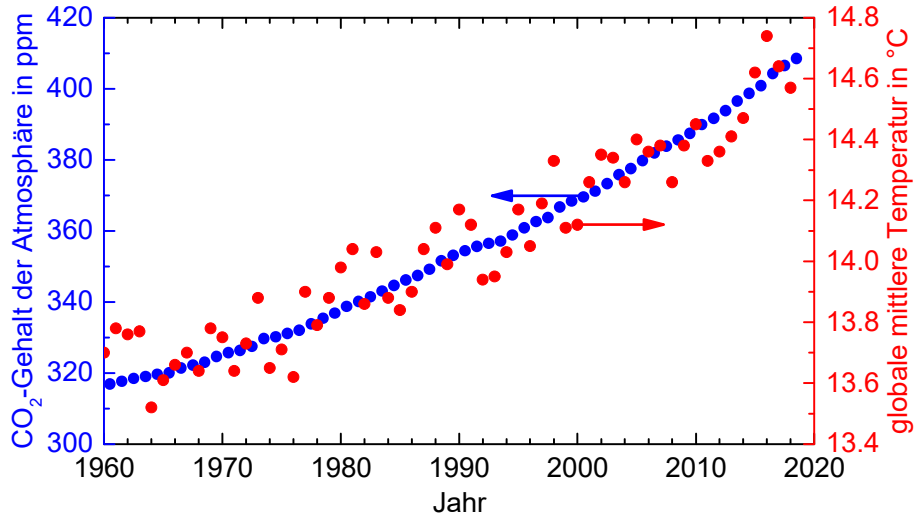
## Weltklimarat

- IPCC:  
Intergovernmental Panel on Climate Change
- 1988 gegründet
- Zusammenschluss aus 195 Regierungen
- beruft Tausende Wissenschaftler weltweit
- Arbeitsgruppen:
  - WG I: Physikalische Basis
  - WG II: Auswirkungen, Anpassungen und Schwachstellen
  - WG III: Maßnahmen, um Klimawandel zu begrenzen
  - TFI: Task Force on National Greenhouse Gas Inventories

## IPCC SR15 vom 6. Oktober 2018

- Folgen für Klima und Wohlbefinden:  
mit 1,5°C viel größer als heute bei rund 1,0°C  
viel größer bei 2,0°C als bei 1,5°C.
- Netto-Dekarbonisierung erforderlich bis  
2050 für 1,5°C: schneller und weitreichender Übergang  
2075 für 2,0°C
- Aktuelle Ambitionen der Länder gemäß COP21 erlauben es  
nicht, die Temperatur auf 1,5°C zu begrenzen, sondern auf  
3°C im Jahr 2100, die danach weiter steigt.
- Die negativen Folgen werden besonders schwache und  
gefährdete Bevölkerungsgruppen betreffen.

## Kohlendioxid und Klimawandel

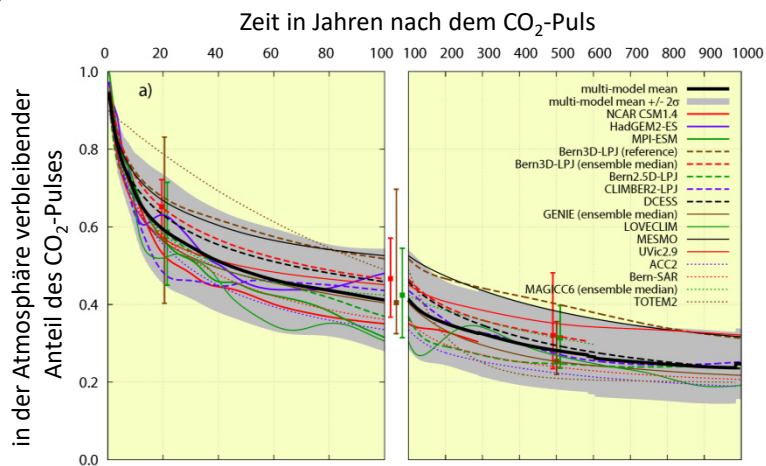


PEPs  
CHEMICAL  
ENGINEERING

10

LIÈGE université

## Ergebnis von 100Gt C-Emission (370Gt CO<sub>2</sub>)



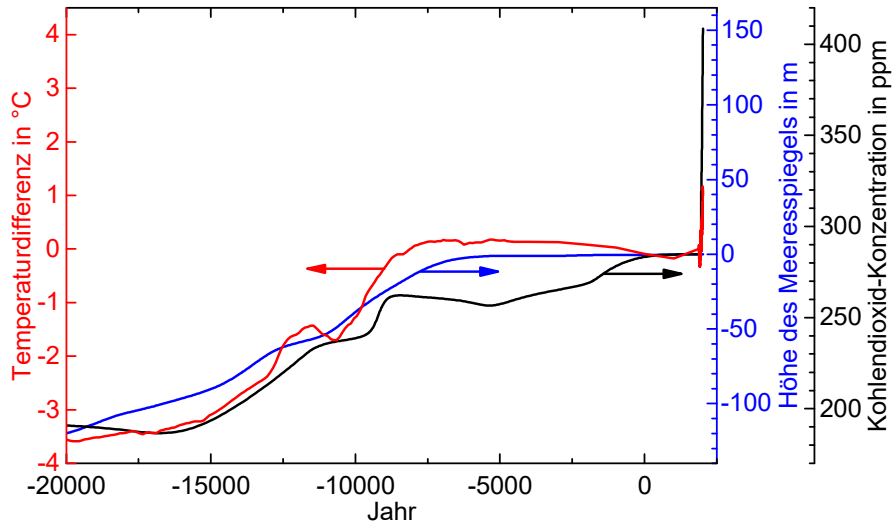
Quelle: Joos, F., et al.: Carbon dioxide and climate impulse response functions for the computation of greenhouse gas metrics: a multi-model analysis. Atmos. Chem. Phys., 13 (2013) 2793-2825.  
© Author(s) 2013. CC Attribution 3.0 License

PEPs  
CHEMICAL  
ENGINEERING

13

LIÈGE université

## Klima seit der letzten Eiszeit



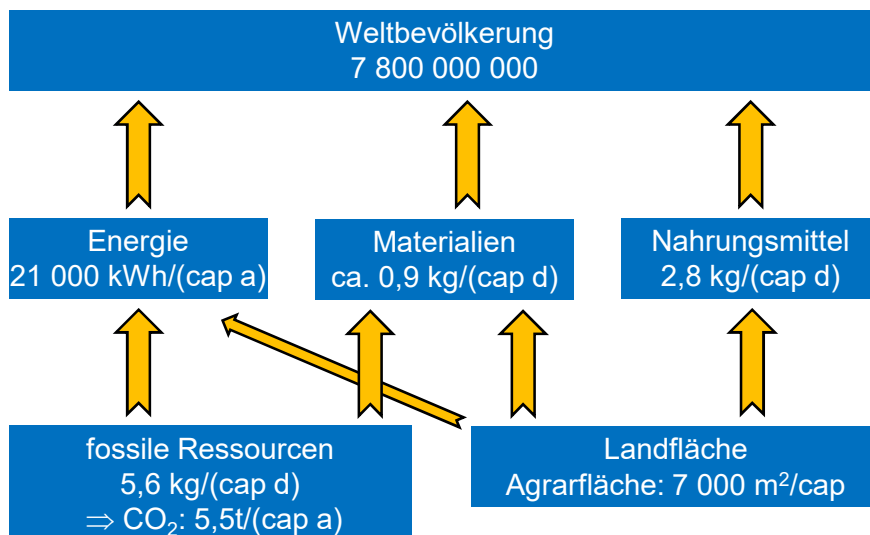
## Meeresspiegel-Anstieg um 70m



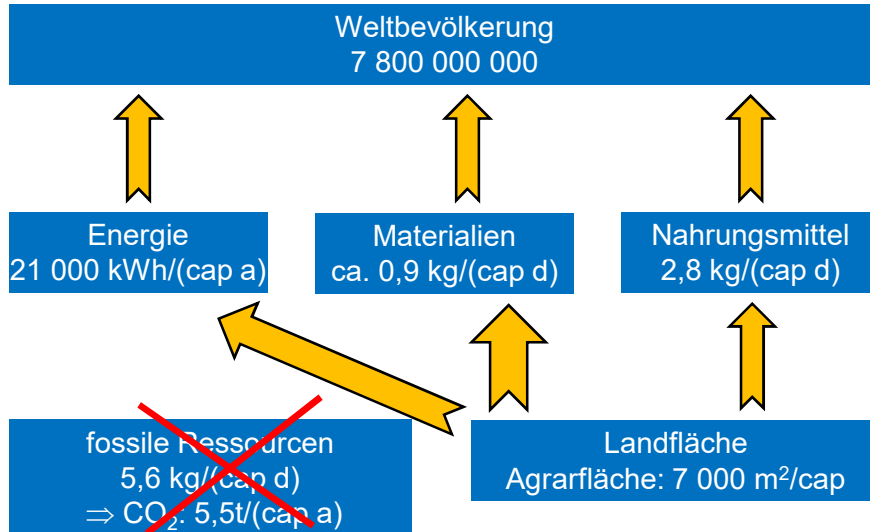
## Fazit Klima

- globale Temperatur steigt schnell
  - langfristiger Klimawandel ist um Faktor 1,5 bis 2 (oder mehr) größer als kurzfristiger bis 2100
  - wir müssen (fast) alles anthropogene CO<sub>2</sub> langfristig wieder aus der Atmosphäre entfernen
- ⇒ Energiewende so schnell wie möglich!
- ⇒ je mehr Energie wir sparen und je weniger CO<sub>2</sub> wir produzieren, desto weniger CO<sub>2</sub> müssen wir wieder zurückholen

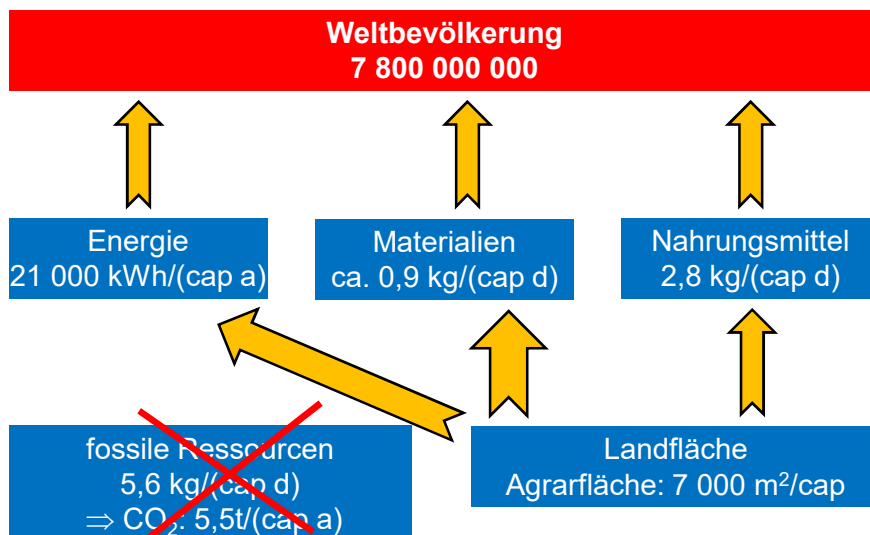
## einige Haupt-Triebkräfte



## einige Haupt-Triebkräfte



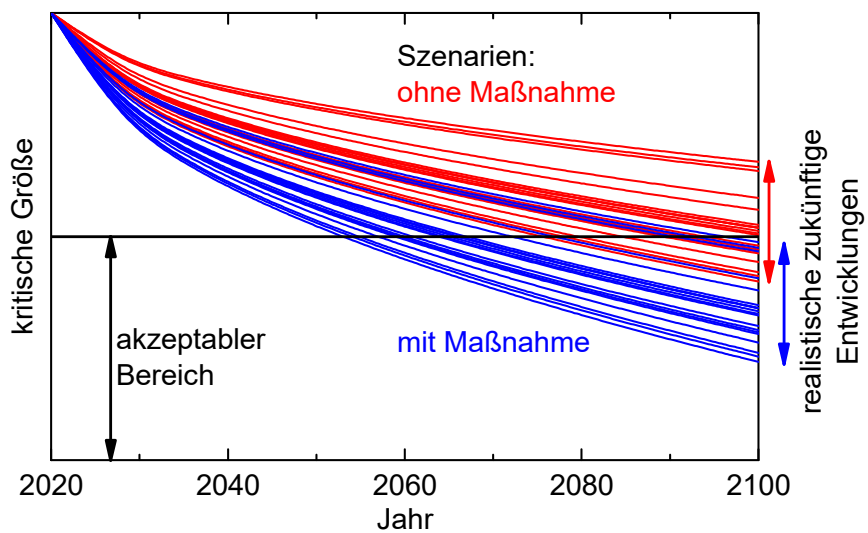
## DIE Haupttriebkraft



## Vorhersage zukünftiger Entwicklung

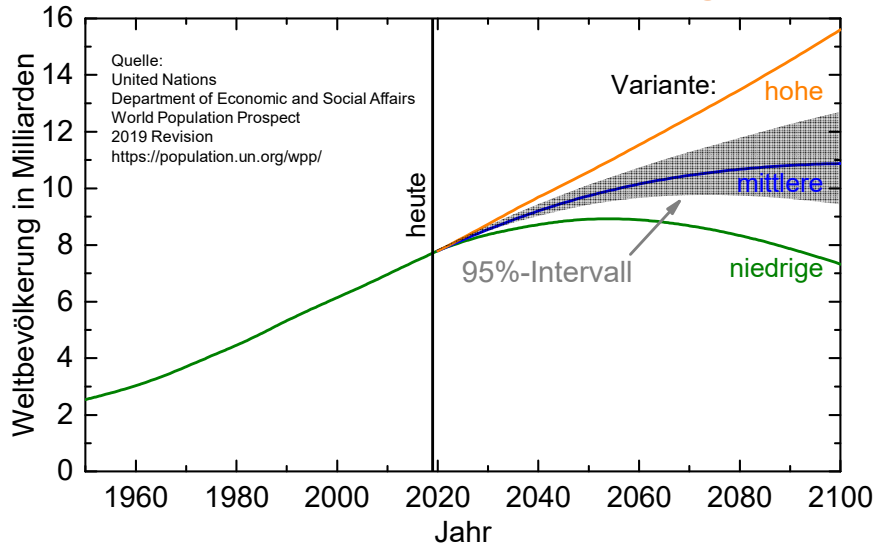


## Szenarien-Analyse schematisch

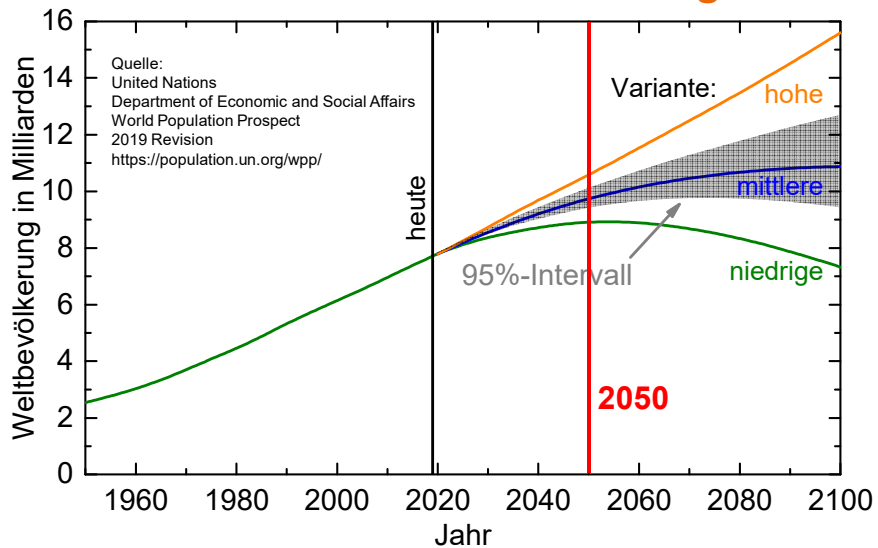




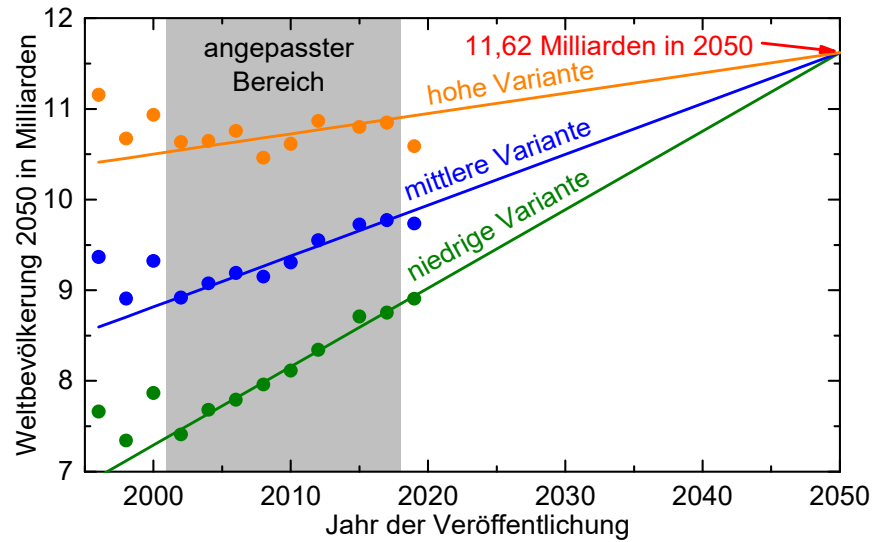
## UN-Szenarien zur Weltbevölkerung



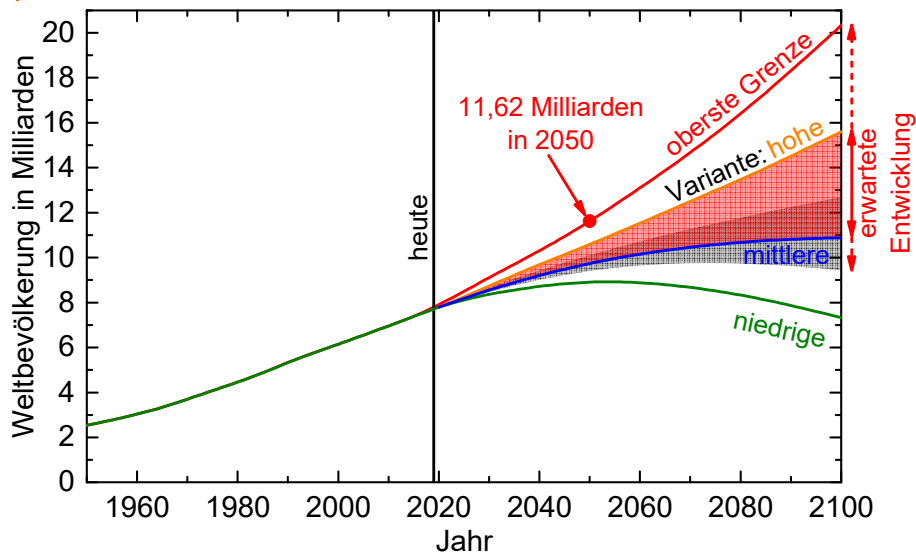
## UN-Szenarien zur Weltbevölkerung



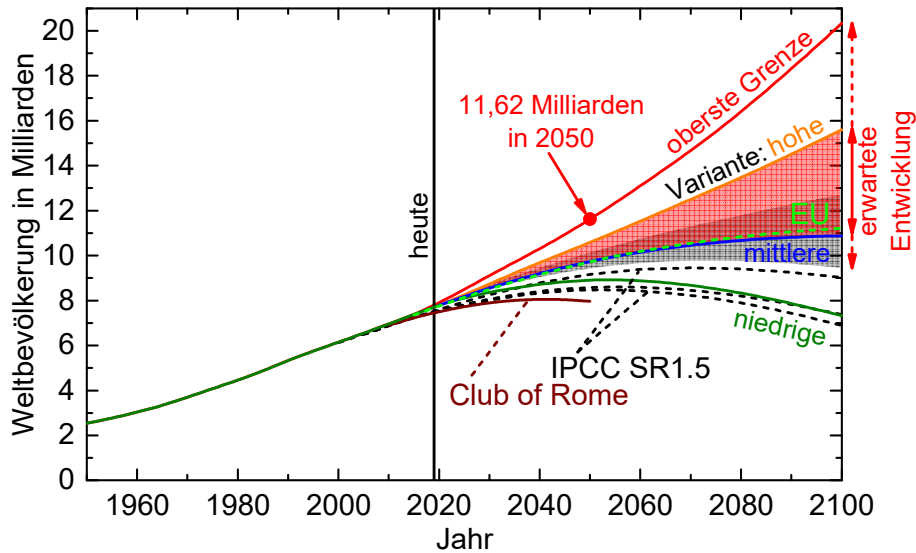
## Entwicklung der UN-Vorhersage für 2050



## Szenarien in der Politikberatung



## Szenarien in der Politikberatung



Europen Comission, 28.11.2018, A Clean Planet for all.  
 IPCC Special Report 6.10.2018 Global Warming of 1.5°C  
 Club of Rome: J. Randers (2012) 2052: A global forecast for the next 40 years.

39



## Fazit Weltbevölkerung

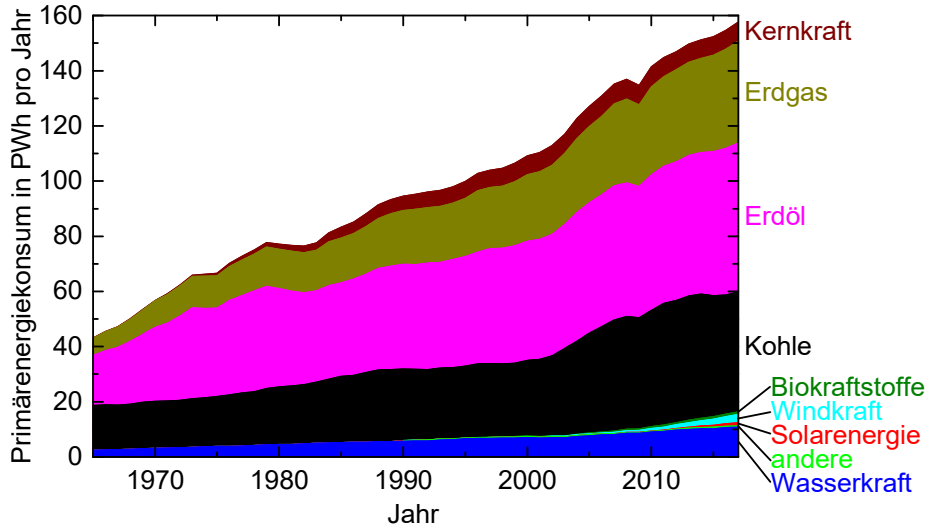
- **Bevölkerungswachstum voraussichtlich deutlich schneller als üblicherweise angenommen**
- ⇒ **starker Einfluss auf Ressourcen-Verbrauch und Abfall-Produktion**
- ⇒ **starker Einfluss auf Welt-Hunger**



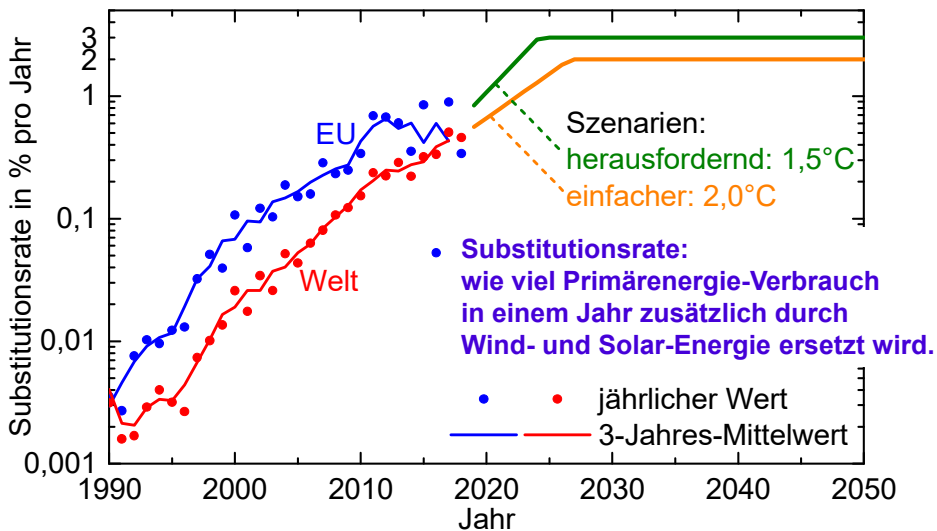
44



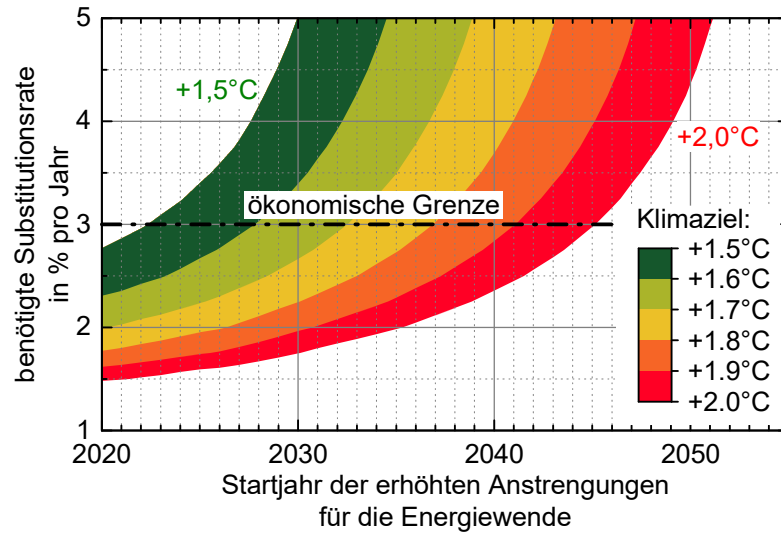
## globaler Primärenergie-Verbrauch



## Substitutionsrate Solar- & Windenergie



## Konsequenzen verzögerter Anstrengungen



## Fazit Energiewende

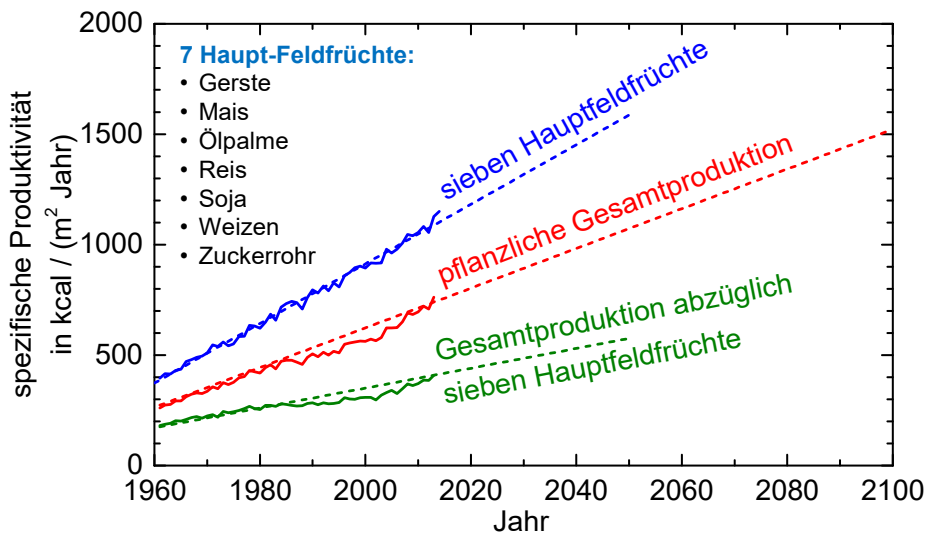
- **wir haben das 1,5°C-Klimaziell praktisch verschlafen!**
  - ⇒ **dringend konzentriertes globales Handeln nötig, selbst um 2,0°C einzuhalten**
  - ⇒ **für 1,5°C: Intensivierung der Geschwindigkeit des Ausbaus erneuerbarer Energie um Faktor 6 innerhalb von 5 Jahren, diese bis 2050 beibehalten**

## einfache Bilanzen

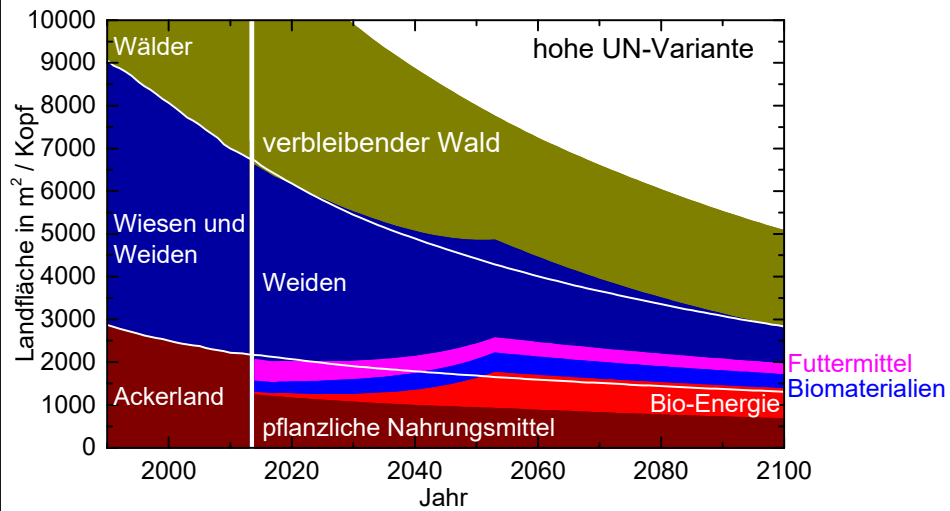
$$\begin{aligned} & \text{Landfläche} \times \text{Ertrag pro Fläche} \\ & \geq ? \\ & \text{Weltbevölkerung} \times \text{Kalorienbedarf} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Landfläche} \\ & \geq ? \\ & \frac{\text{Weltbevölkerung} \times \text{Kalorienbedarf}}{\text{Ertrag pro Fläche}} \end{aligned}$$

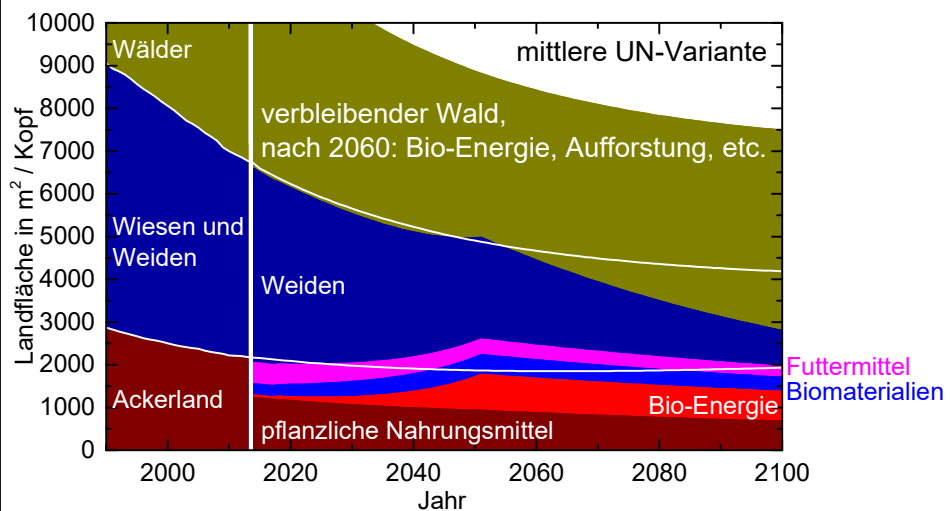
## Produktivität pro Ackerfläche



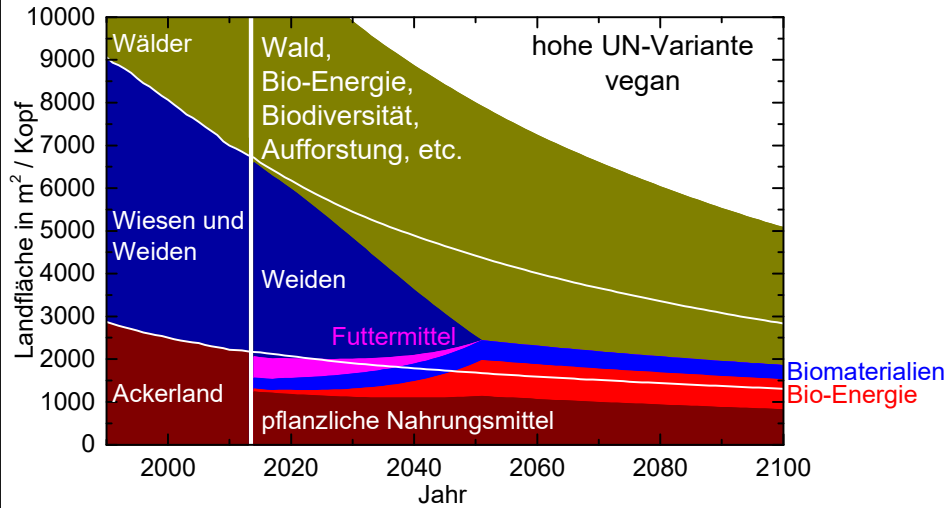
## Landfläche: hohe Bevölkerungsvariante



## Landfläche: mittlere Bevölkerungsvariante



## Landfläche: hohe Variante, vegan

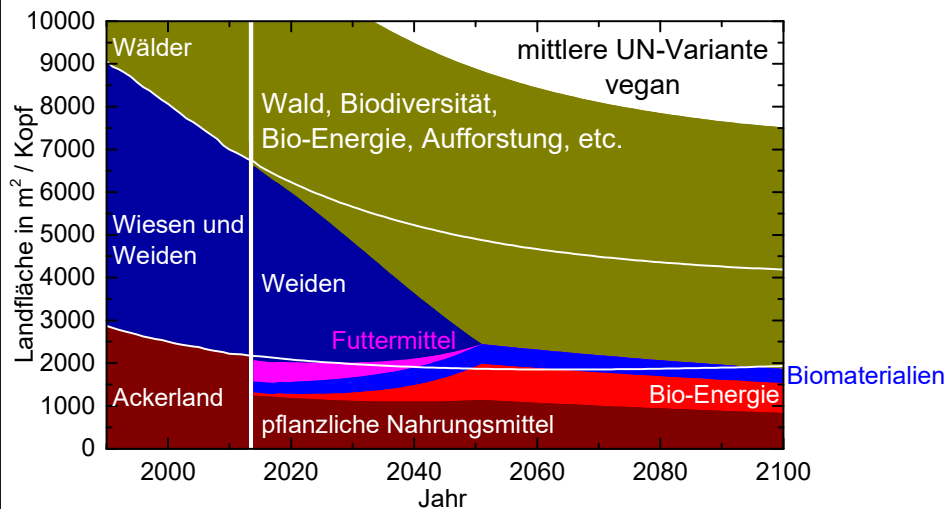


PEPs  
CHEMICAL  
ENGINEERING

77

LIÈGE  
université

## Landfläche: mittlere Variante, vegan



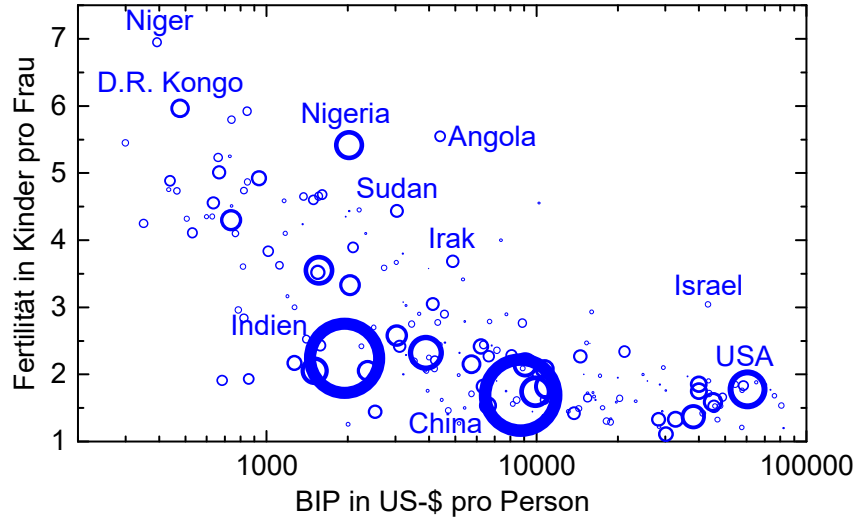
PEPs  
CHEMICAL  
ENGINEERING

78

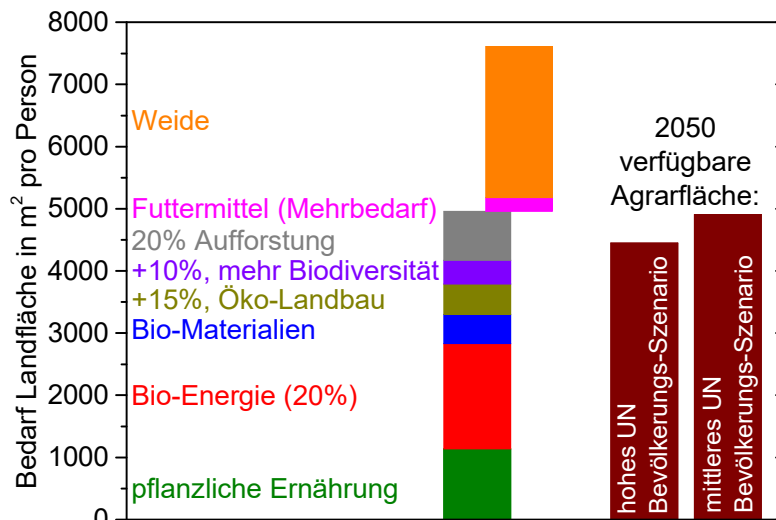
LIÈGE  
université



## starker Einfluss von BIP auf Kinderzahl



## Landflächennutzung in 2050



## Kosten CO<sub>2</sub>- vs. Bio-Ökonomie

	Kosten
	€ pro t Kohlenstoff
Abtrennung von CO <sub>2</sub> aus Luft	ca. 510
CO <sub>2</sub> → Methan (min. Energie)*	800
CO <sub>2</sub> → Methanol (min. Energie)*	610
Stärke aus Weizen oder Mais	560
Erdöl	380

\*: 2,5 €-Cent/kWh bei erneuerbarer Energie

## Fazit Ernährung, Landfläche

- keine Workarounds!
  - CO<sub>2</sub>-Ökonomie unsicher & teuer
  - mit Verhaltensänderung  
(maximal 2 Kinder, pflanzenbasierte Ernährung):  
vorhandene Technologie erlaubt nachhaltiges Wohlergehen
  - ohne Verhaltensänderung:
    - Technologien zu maximalem Fortschritt gezwungen
    - mehr Menschen unterernährt
    - mehr Wald wird abgeholzt
- ⇒ Bio-Ökonomie ist CO<sub>2</sub>-Ökonomie vorzuziehen
- ⇒ Wettbewerb Ernährung ↔ Bio-Ökonomie unausweichlich
- ⇒ vegane Ernährung für Hungerbekämpfung, mehr Biodiversität, mehr Bio-Energie, Aufforstung, etc.
- ⇒ schnellere Entwicklung ärmerer Länder
- ⇒ Verhalten entscheidet, ob CO<sub>2</sub>- oder Bio-Ökonomie ethisch

## Triebkraft für mehr Migration



Quelle: Joachim Seidler, 04.09.2015,  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/  
File:Refugee\\_march\\_Hungary\\_2015-09-04\\_02\\_B.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Refugee_march_Hungary_2015-09-04_02_B.jpg)

98



## Waldbrände August 2019

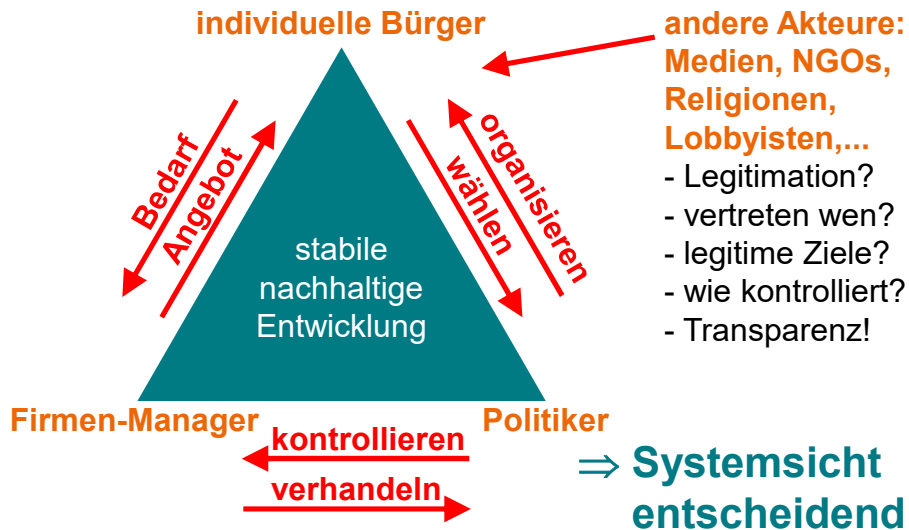


Quelle: ZDF, 29.08.2019  
Reportage aus Brasilien - Amazonas-Regenwald ein "Flickenteppich"

100



## individuelle Akteure



## das Richtige aus den richtigen Gründen tun

- **Energiewende**
  - Stabilisierung des Klimas
- **schnelle Energiewende**
  - geringere Klimaerwärmung
  - weniger CO<sub>2</sub> wieder zurückholen
- **Entwicklungshilfe forcieren**
  - Bevölkerungswachstum stoppen
  - Migration verhindern
- **Bevölkerungswachstum stoppen**
  - nur dann Ernährung ausreichend möglich
  - Energiewende einfacher
- **vegane Ernährung**
  - nur dann Hunger besiegbare
  - nur dann Bio-Energie, Aufforstung, extensivere Landwirtschaft,...
  - Energiewende einfacher
  - weniger Treibhausgase

## Fazit

- **Klima:**  
Klimawandel langfristig, CO<sub>2</sub> muss zurückgeholt werden
- **Bevölkerung:**  
Studien deutlich zu optimistisch
- **Energiewende:**  
Technologie möglichst schnell in großem Maßstab
- **Landfläche, Ernährung, Migration:**  
Verhaltensänderungen unausweichlich
- Nachhaltigkeit hängt von uns allen individuell ab  
⇒ nicht nur Politik sondern wir selbst sind entscheidend!
- wir können unsere Verantwortung nicht an die Politik delegieren
- es gibt kein Recht, nur Rechte zu haben  
⇒ Menschenpflichten in begrenzter Welt
- Werben für Systemsicht!

## 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)



**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)

2019  
Books on Demand  
Norderstedt



126



## Klima-Wende-Zeit

### Warum wir auch bei Entwicklungshilfe und Ernährung umdenken müssen

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)

