

03. bis 06.11.2022, Rothenfelser Tagung zu nachhaltigem Leben und sozialer Gerechtigkeit

## 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)



3



© 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



4



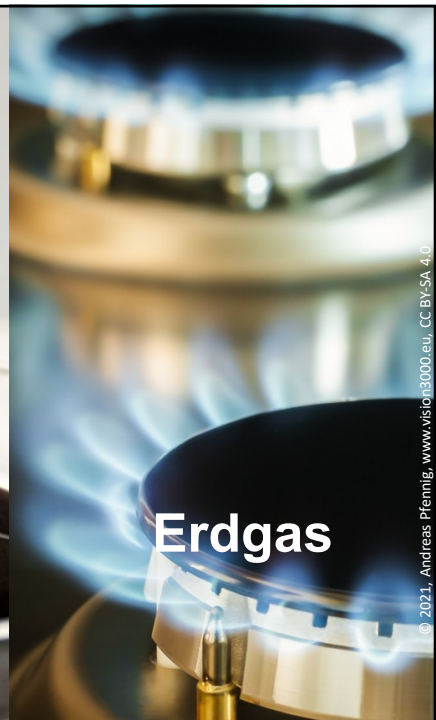
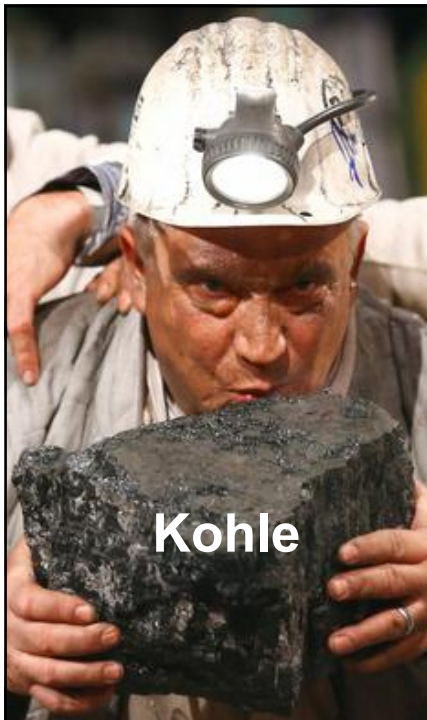
© 2021, Andreas Pfennig, [www.vision3000.eu](http://www.vision3000.eu), CC BY-SA 4.0

## Einwegbecher sind der Klima-Erzfeind.

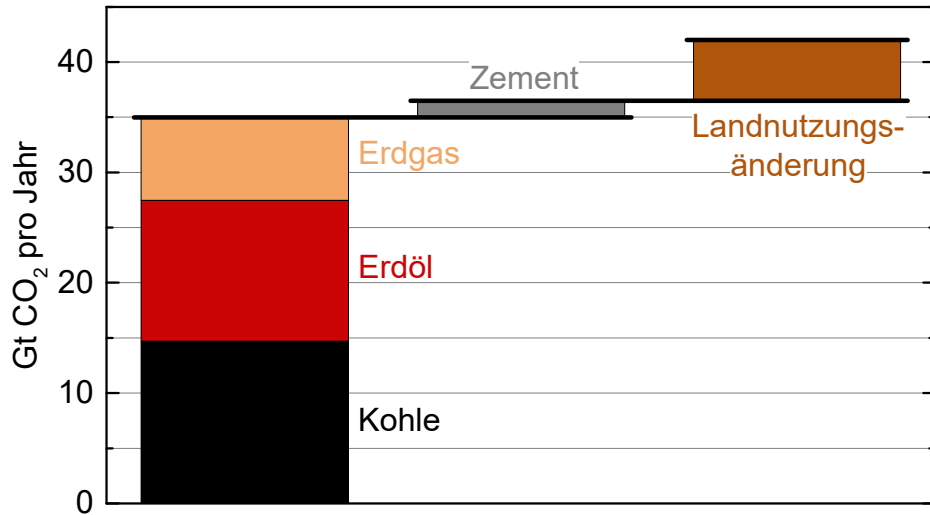
Galileo 2019: Kaffeebecher die am Baum wachsen? Wahrheit oder Fake News? ProSieben, Staffel 2019, Episode 258, 23.09.2019

Kommentar nach Vorträgen:

Es ist doch wichtig, das wir überhaupt etwas tun!



## aktuelle CO<sub>2</sub>-Emissionen (2018)



Quelle: Global Carbon Project. (2019, Version 1.0).  
Supplemental data, <https://doi.org/10.18160/gcp-2019>

7



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



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

## erneuerbare Energie

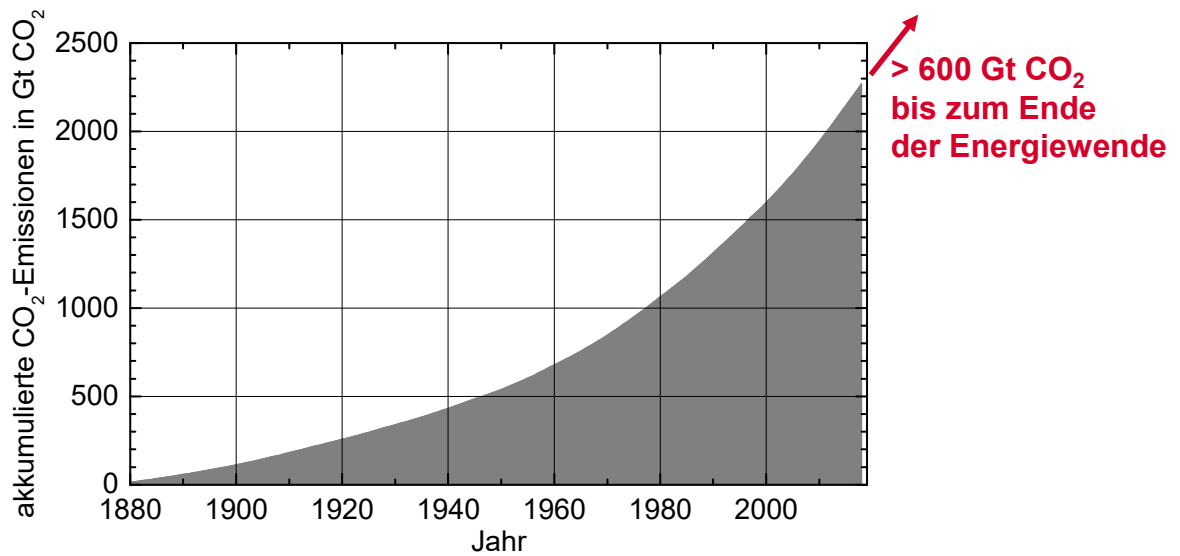


© 2021, Andreas Pfenning, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

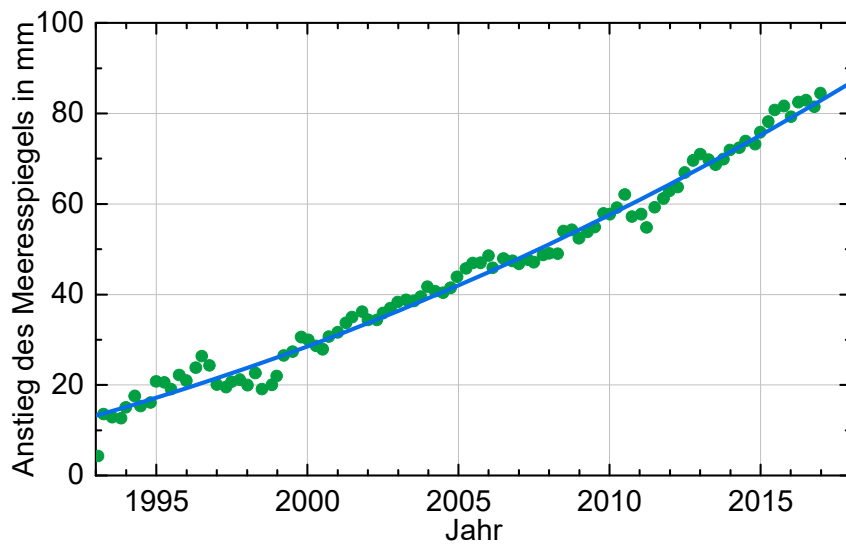
## IPCC AR6, 2021&2022

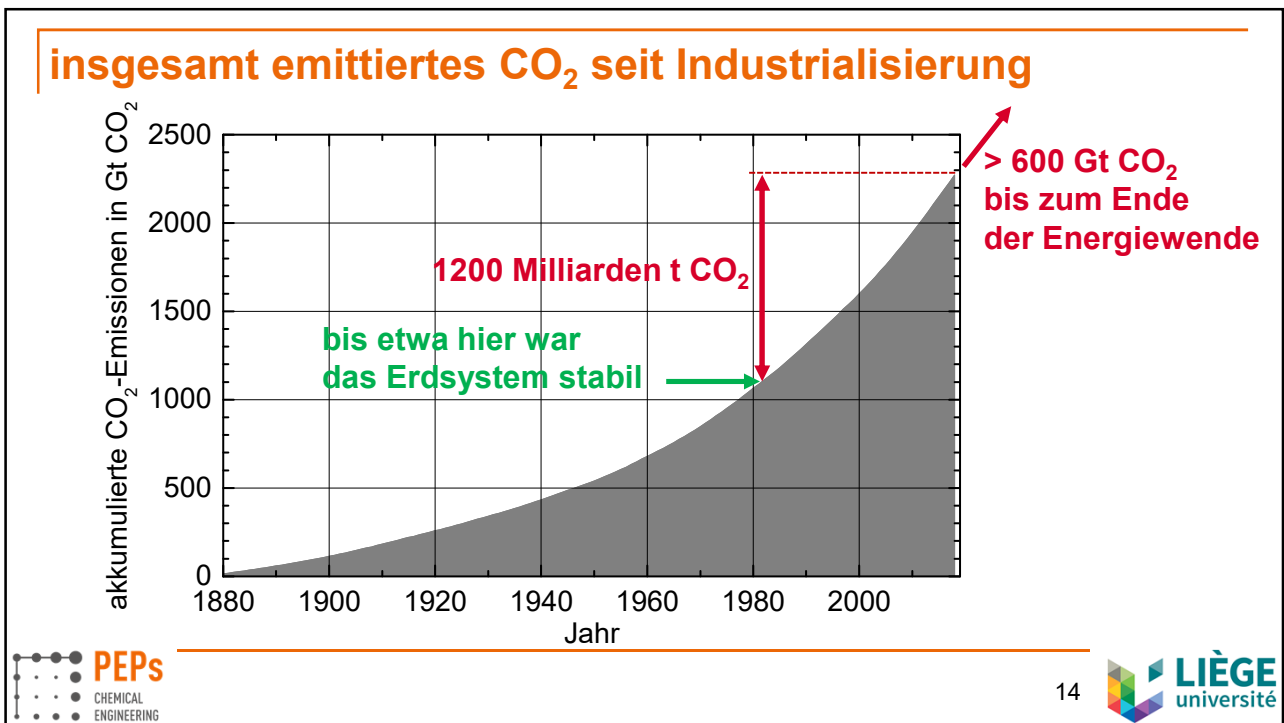
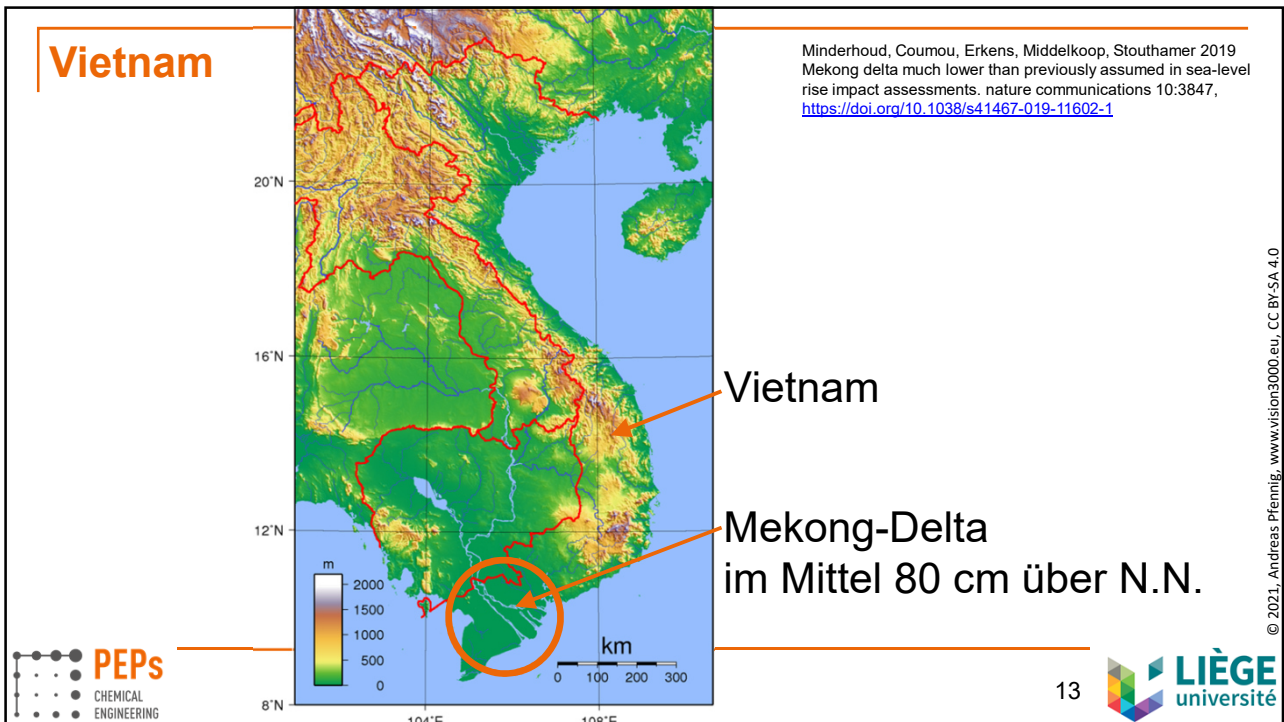
- Compared to 1850-1900, global surface temperature averaged over 2081-2100 is very likely to be higher by 2.1°C to 3.5°C in the intermediate scenario
  - In modelled pathways that report carbon dioxide removal (CDR) and that limit warming to 1.5°C with no or limited overshoot, global cumulative CDR during 2020-2100 ... is 30-1090 GtCO<sub>2</sub>.
- ⇒ Wir müssen unsere **Bemühungen wesentlich intensivieren**, sonst kippt das Klima.
- ⇒ Wir müssen **CO<sub>2</sub> in großem Maßstab aus der Atmosphäre wieder entfernen**, um das System Erde langfristig zu stabilisieren.

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

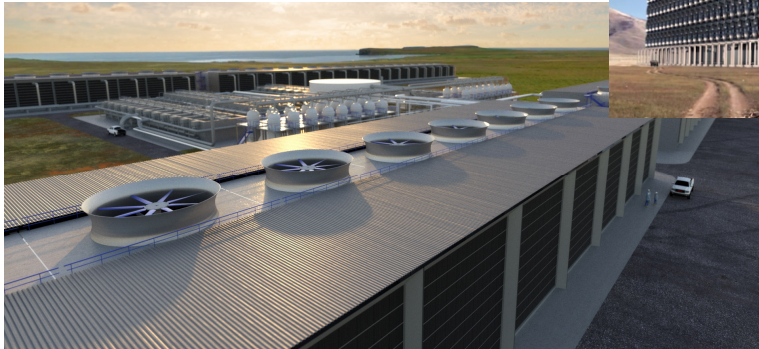


## Anstieg des Meeresspiegels





## DACCS direct air carbon capture & storage



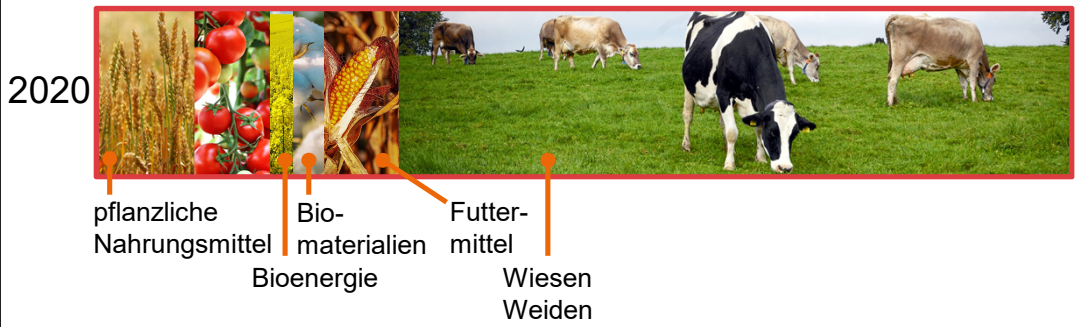
<https://carbonengineering.com>  
<https://www.climeworks.com>  
<https://globalthermostat.com>  
etc.

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

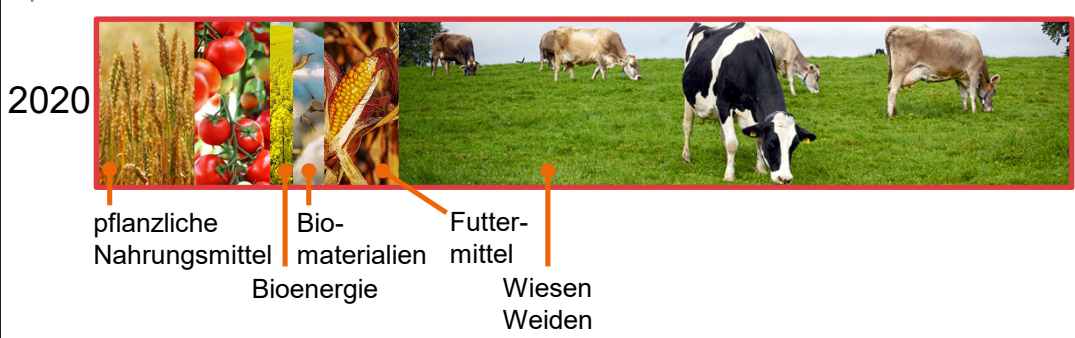




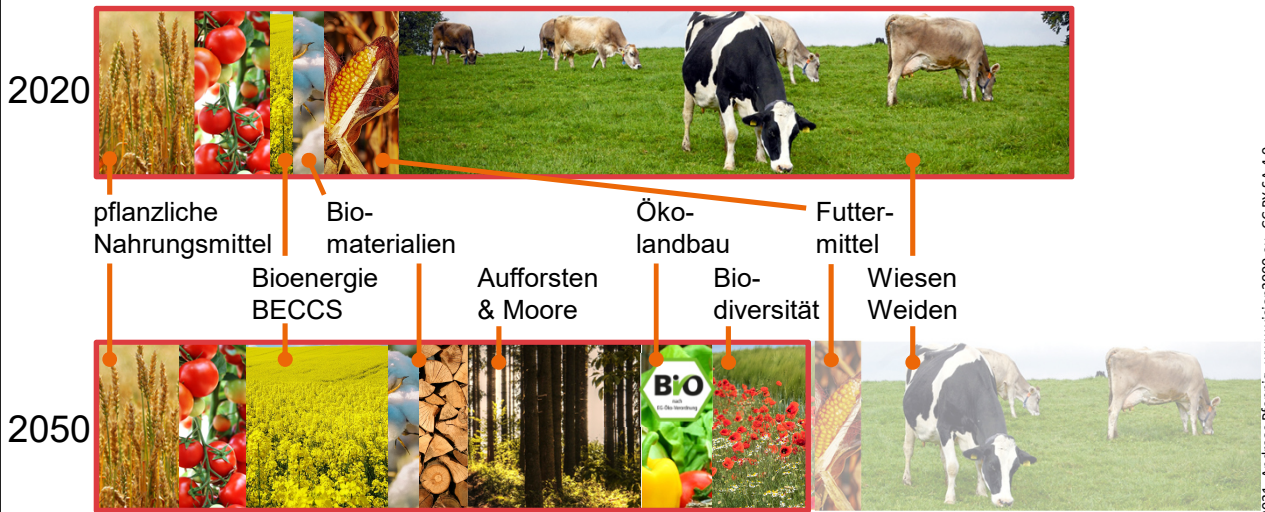
## Nutzung der Landfläche pro Person, global



## Nutzung der Landfläche pro Person, global



## Nutzung der Landfläche pro Person, global



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

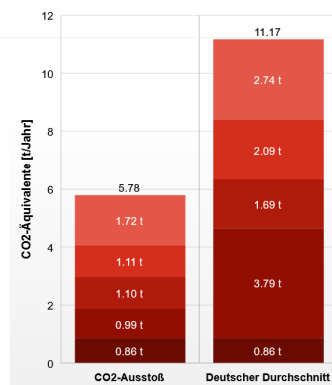
## CO<sub>2</sub>-Rechner des Umweltbundesamtes

Mein Ergebnis

<https://uba.co2-rechner.de>

im Vergleich mit Vermeidung

	CO <sub>2</sub> -Ausstoß	Deutscher Durchschnitt
Wohnen	1,37 t	2,04 t
Strom	0,35 t	0,70 t
Mobilität	1,11 t	2,09 t
Ernährung	1,10 t	1,69 t
Sonstiger Konsum	0,99 t	3,79 t
Öffentliche Emissionen	0,86 t	0,86 t
<b>Ergebnis</b>	<b>5,77 t</b>	<b>11,17 t</b>

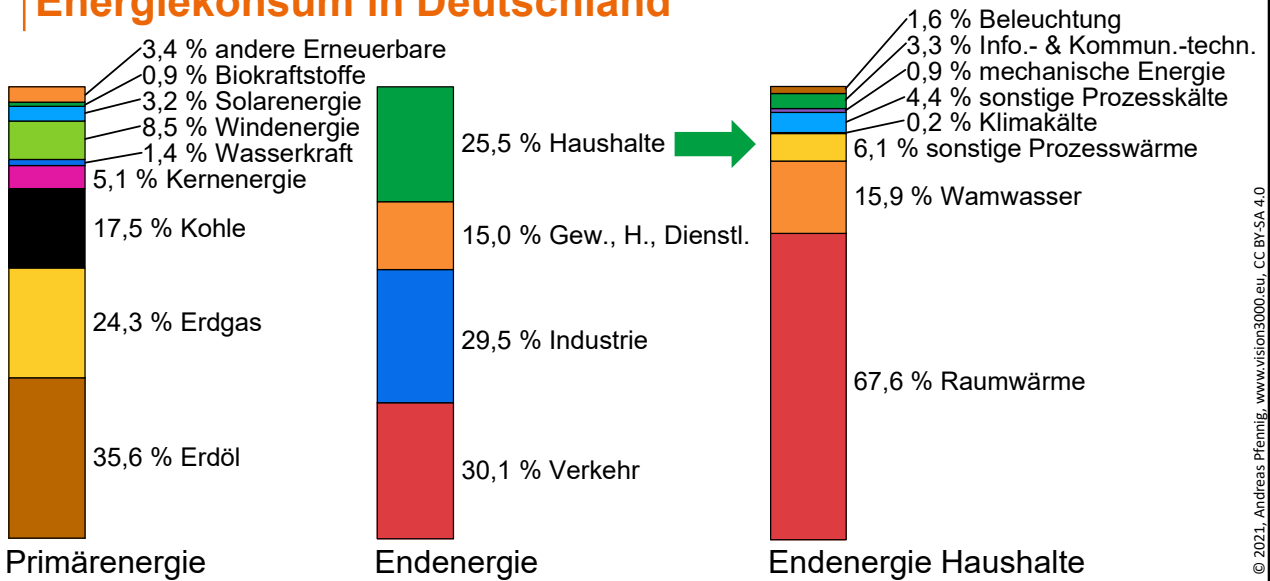


Wie Sie Ihre CO<sub>2</sub>-Bilanz für die Zukunft optimieren, erfahren Sie in [Mein CO<sub>2</sub>-Szenario](#).

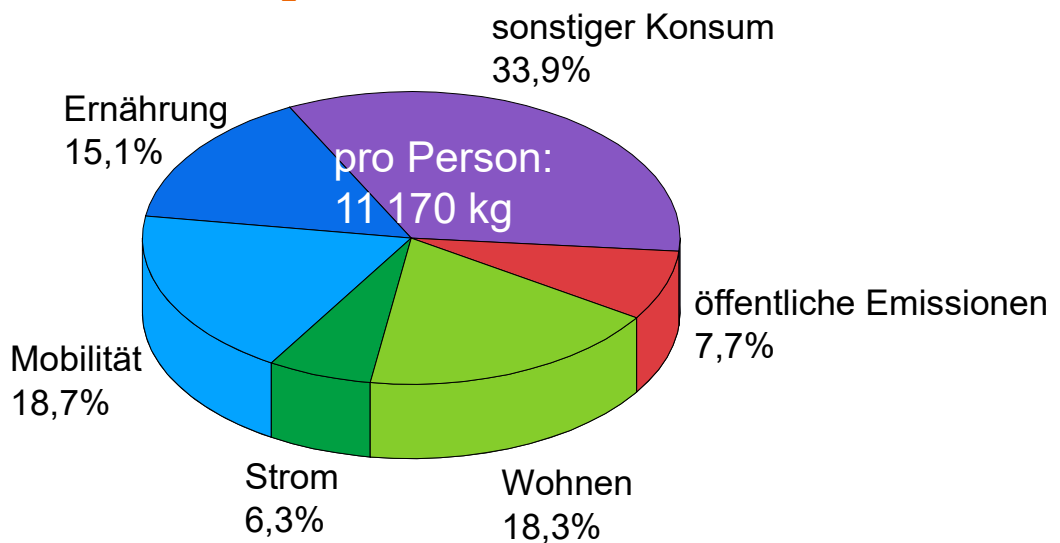
Weitere Ideen und Hinweise finden Sie im UBA-Portal [Umwelttipps für den Alltag](#).

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

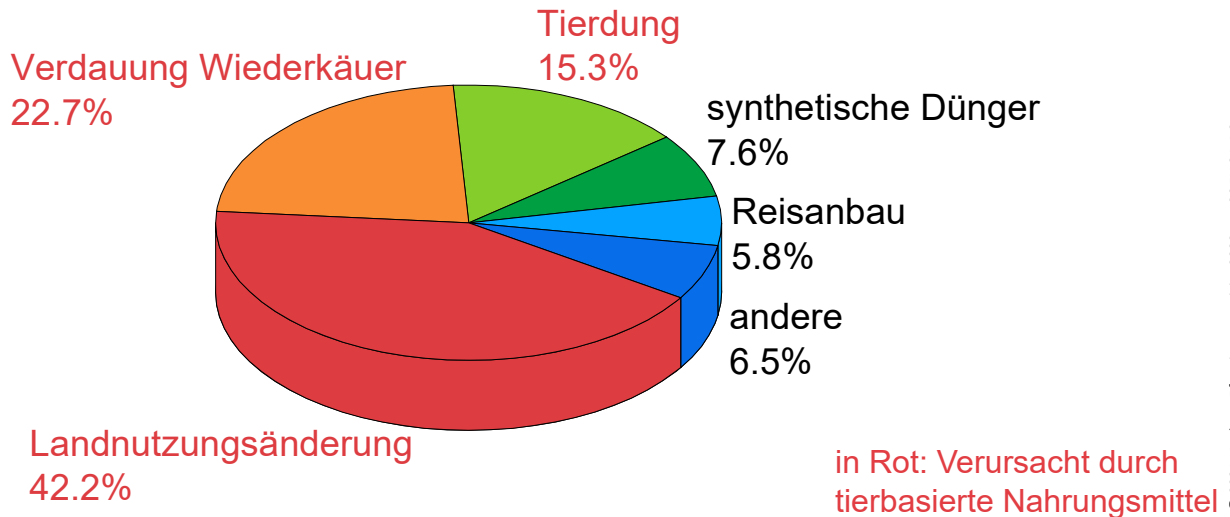
## Energiekonsum in Deutschland



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



## Emissionen der Landwirtschaft weltweit: 24 bis 30 %



Quelle: FAO, 2021, Emissions due to agriculture

23



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

## CO<sub>2</sub>e-Emissionen für Nahrungsmittel pro Kilo



<https://blog.gourmet.at/posts/wie-ih-r-in-6-schritten-das-klima-schon>

Achtung: Angaben pro Kilo und nicht pro Kalorien. Weizen enthält z.B. ca. doppelt so viele kcal wie Fleisch pro Kilo.

24

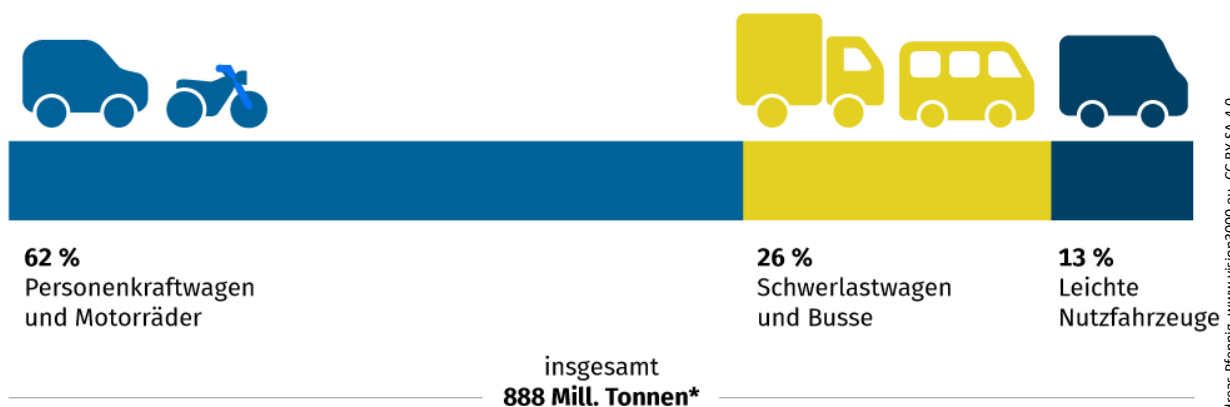


© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu, CC BY-SA 4.0

## CO<sub>2</sub>-Äquivalente in g pro kg Tomaten

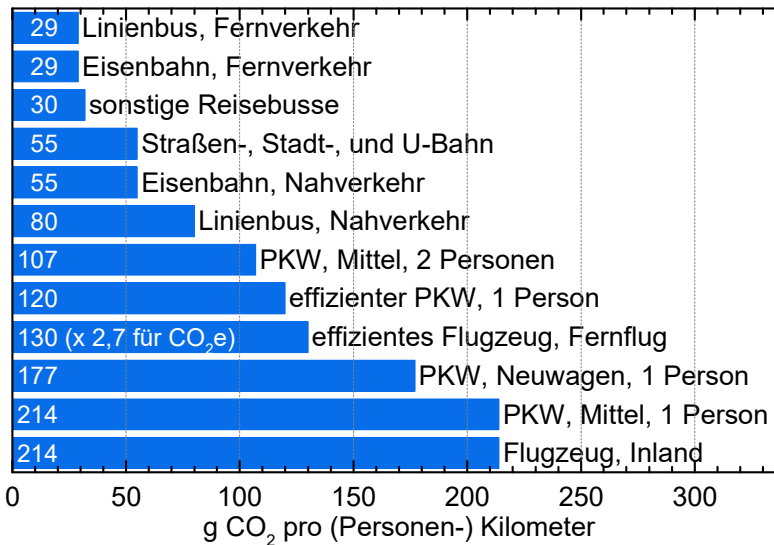
Konventioneller Anbau im heimischen beheizten Gewächshaus ausserhalb der Saison	9.300
Ökologischer Anbau im heimischen beheizten Gewächshaus ausserhalb der Saison	9.200
Flugware von den Kanaren	7.200
Konventioneller Anbau im nicht beheizten Gewächshaus	2.300
<b>Freilandtomaten saisonal aus Spanien</b>	<b>600</b>
Konventioneller Anbau in der Region während der Saison	85
Ökologischer Anbau in der Region während der Saison	35

## Kohlendioxidemissionen im Straßenverkehr, EU 2018



\* darunter 0,05% durch weitere Straßenverkehrsmittel. Summe der Anteile rundungsbedingt über 100%.

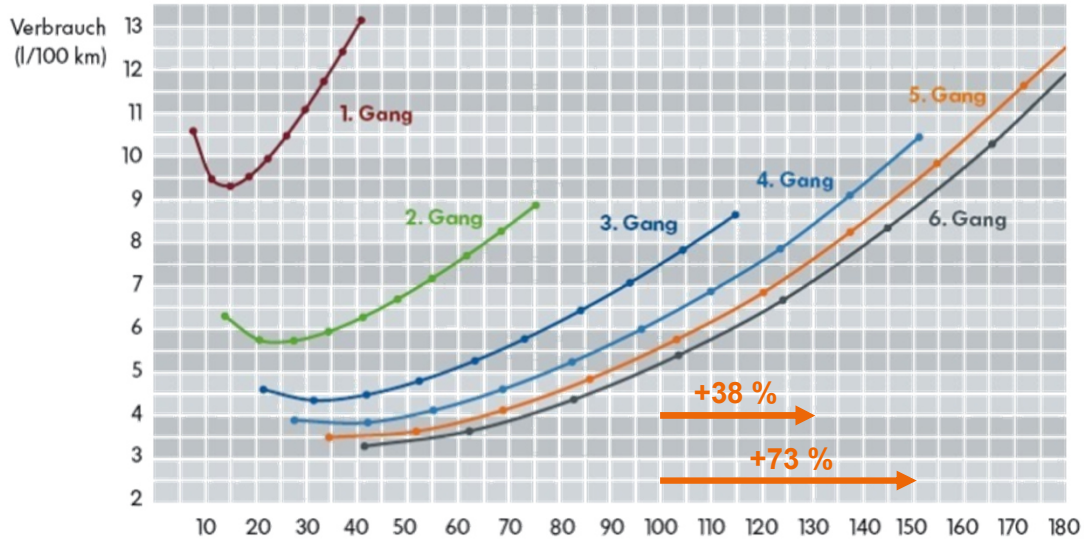
## CO<sub>2</sub>-Emissionen verschiedener Verkehrsmittel



## Sprit-Verbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen

Verbrauch	Benzin	Diesel
l / 100 km	g CO <sub>2</sub> / km	g CO <sub>2</sub> / km
1	23,5	26
3	70	78
4	94	105
5	117	131
7	164	183
10	235	262
15	352	392

# Benzinverbrauch Golf 1.4 TSI, 90 kW



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

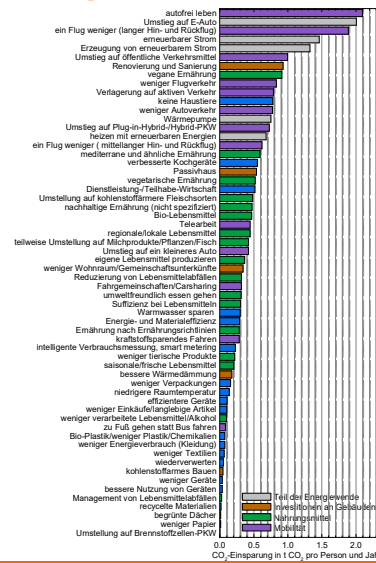


Quelle: <https://www.motor-talk.de/forum/motor-und-getriebediagramme-t3450560.html>

29



# wichtigste Einsparmöglichkeiten bei persönlichem Konsum

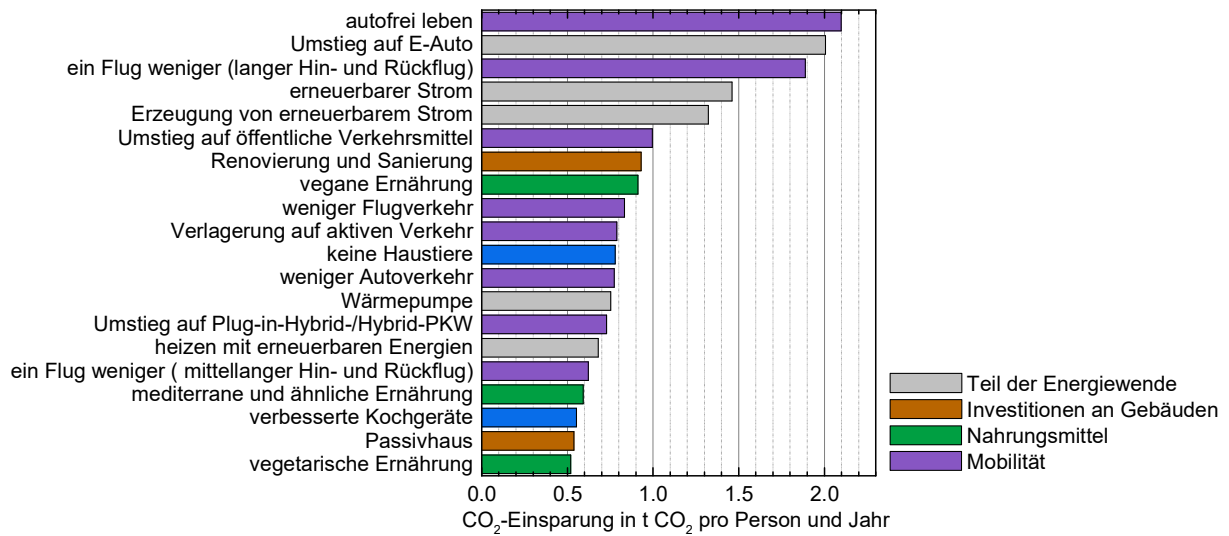


Ivanova et al. 2020: Quantifying the potential for climate change mitigation of consumption options. Environ. Res. Lett. 15, 093001, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab8589>

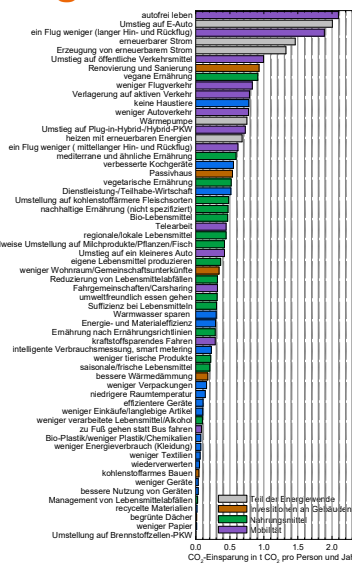
30



## wichtigste Einsparmöglichkeiten bei persönlichem Konsum



## wichtigste Einsparmöglichkeiten bei persönlichem Konsum





## Duschen

	Person 1	Person 2	Person 3	Person 4
Dauer	20 min	5 min	3 min	3 min
Wasserverbrauch	12 l/min	12 l/min	8.5 l/min	8.5 l/min
Duschwassertemperatur	40 °C	40 °C	38 °C	kalt
Duschtage pro Jahr	365 Tage	365 Tage	365 Tage	365 Tage
<b>Kosten pro Duschen</b>	<b>1.83 €</b>	<b>0.46 €</b>	<b>0.19 €</b>	<b>0.12 €</b>
<b>Kosten pro Jahr</b>	<b>668.86 €</b>	<b>167.21 €</b>	<b>69.16 €</b>	<b>42.54 €</b>
<b>Energie pro Jahr</b>	<b>4359 kWh</b>	<b>1090 kWh</b>	<b>432 kWh</b>	<b>0 kWh</b>
<b>CO<sub>2</sub> pro Jahr (Erdgas)</b>	<b>959 kg</b>	<b>240 kg</b>	<b>95 kg</b>	<b>0 kg</b>

3 Minuten Duschen genügt, wenn beim Einseifen das Wasser abgestellt wird.  
Emissionen ohne Wasserbereitstellung und Abwasserbehandlung.  
8,5 l/min erreicht man mit Sparmaturen.



## 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 ⇒ Nachhaltigkeit & kein Hunger**
- **Entwicklungs-Partnerschaften**  
⇒ **Armut besiegen, Bevölkerungswachstum stoppen**

### ■ mehr nicht!

## QR-Code zu den Folien



03. bis 06.11.2022, Rothenfelser Tagung zu nachhaltigem Leben und sozialer Gerechtigkeit

## 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:



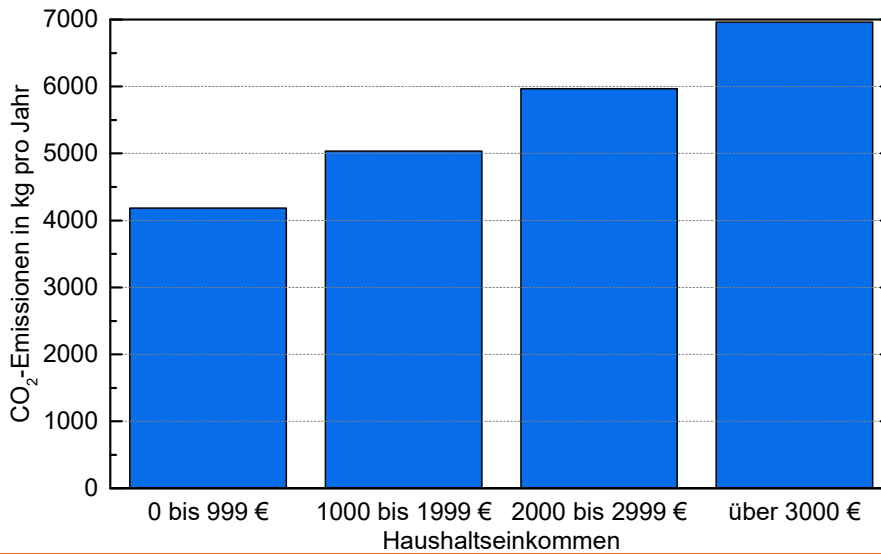
## Backup



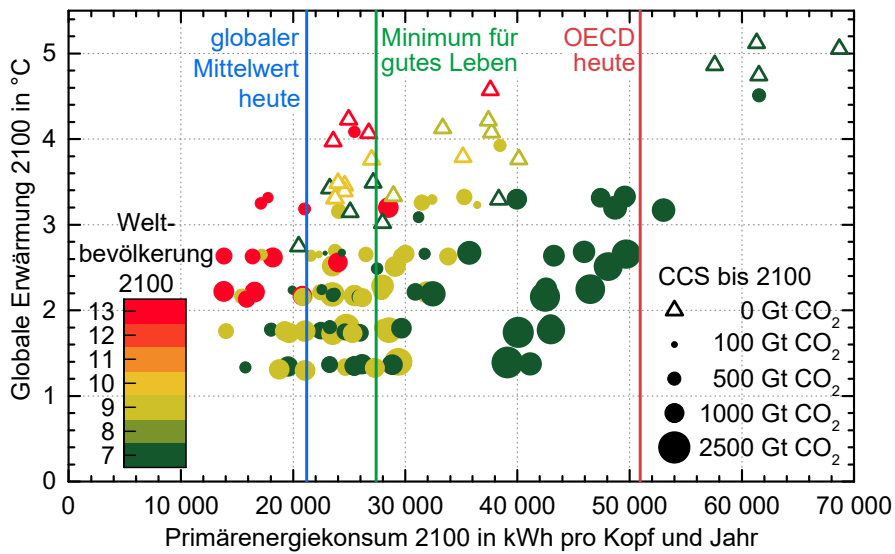
38



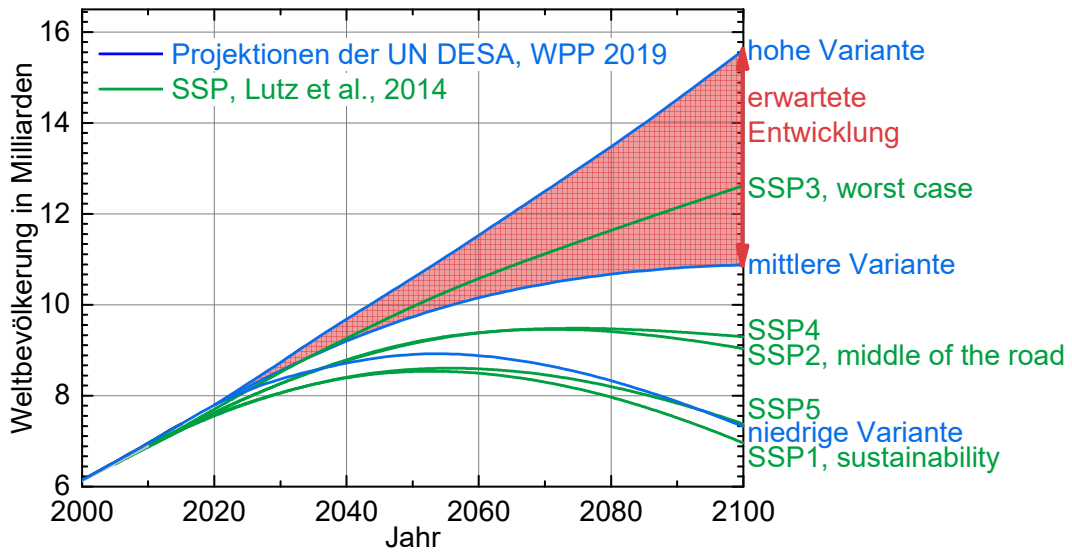
## CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Einkommen



Quelle: UBA, 2016: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/repräsentative-erhebung-von-pro-kopf-verbräuchen>, gewichtete Werte  
 Achtung: Dies umfasst nur ausgewählte Verbräuche! Daher die Unterschiede zur Gesamtbilanz.



## Szenarien in der Politikberatung



© 2021, Andreas Pfennig, www.vision3000.eu

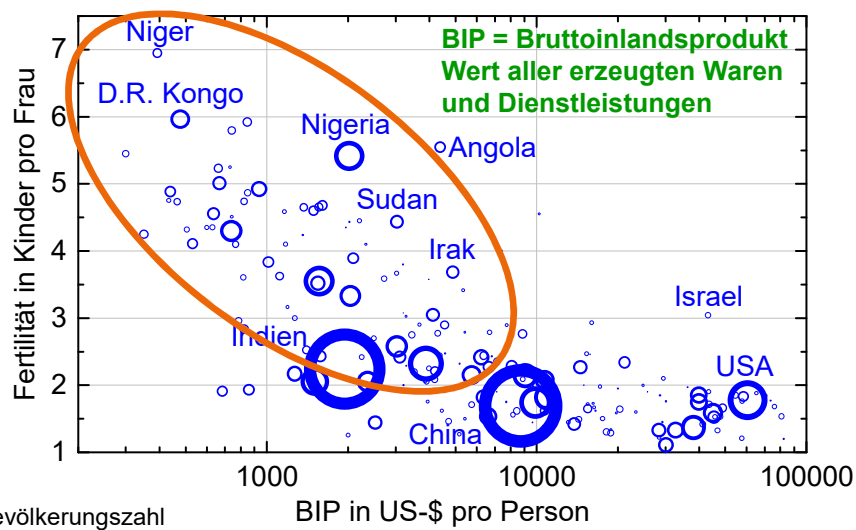


SSP - shared socio-economic pathway

41



## 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>

42



## tierbasierte Nahrungsmittel



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

## tierbasierte Nahrungsmittel: 95 % Flächen-Verschwendung



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

## CO<sub>2</sub>e-Emissionen unterschiedlicher Lebensmittel pro Kilo

Butter	23.800	Pflanzenöl	2.250
Rindfleisch	13.300	Obstsäfte	1.650
Käse	8.500	Margarine	1.350
Rohwurst	8.000	Teigwaren	900
Rahm	7.600	Mischbrot	750
Schweineschinken	4.800	Weizenmehl	600
Geflügel	3.500	Äpfel	550
Schweinefleisch	3.250	Tomaten (Saison)	350
Eier	1.950	Erdbeeren	300
Joghurt	1.250	Kartoffeln (frisch)	200
Milch	950	Gemüse (frisch)	150

## Reduktion von CO<sub>2</sub>e

	Reduktion kg CO <sub>2</sub> e pro Kopf und Jahr	
Bevorzugung regionaler Ware + Verzicht auf Flugimporte	7	-1%
Bevorzugung saisonaler Ware + Verzicht auf Gewächshausgemüse	83	-5%
Ernährung mit 100% Bio-Gemüse	99	-6%
Verringerung des Fleischkonsums (d.h. 2 mal wöchentlich vegetarisch)	99	-6%
Vegetarische Ernährung	429	-26%
Vegane Ernährung	495	-30%

## Reisen

Flug nach Bangkok oder San Francisco und zurück	1 650 kg CO <sub>2</sub> pro Person 4 400 kg CO <sub>2</sub> e pro Person
Flug nach Mallorca und zurück	300 kg CO <sub>2</sub> pro Person 850 kg CO <sub>2</sub> e pro Person
Flug Köln-Bonn - München und zurück	180 kg CO <sub>2</sub> pro Person
Autofahrt Köln - München und zurück, 1 Person	210 kg CO <sub>2</sub> pro Person
Autofahrt Köln - München und zurück, 4 Personen	53 kg CO <sub>2</sub> pro Person
Bahnfahrt Köln - München und zurück	35 kg CO <sub>2</sub> pro Person

Flugreisen: <https://www.arktik.de>