

Wie gelingt effektiver Klimaschutz?

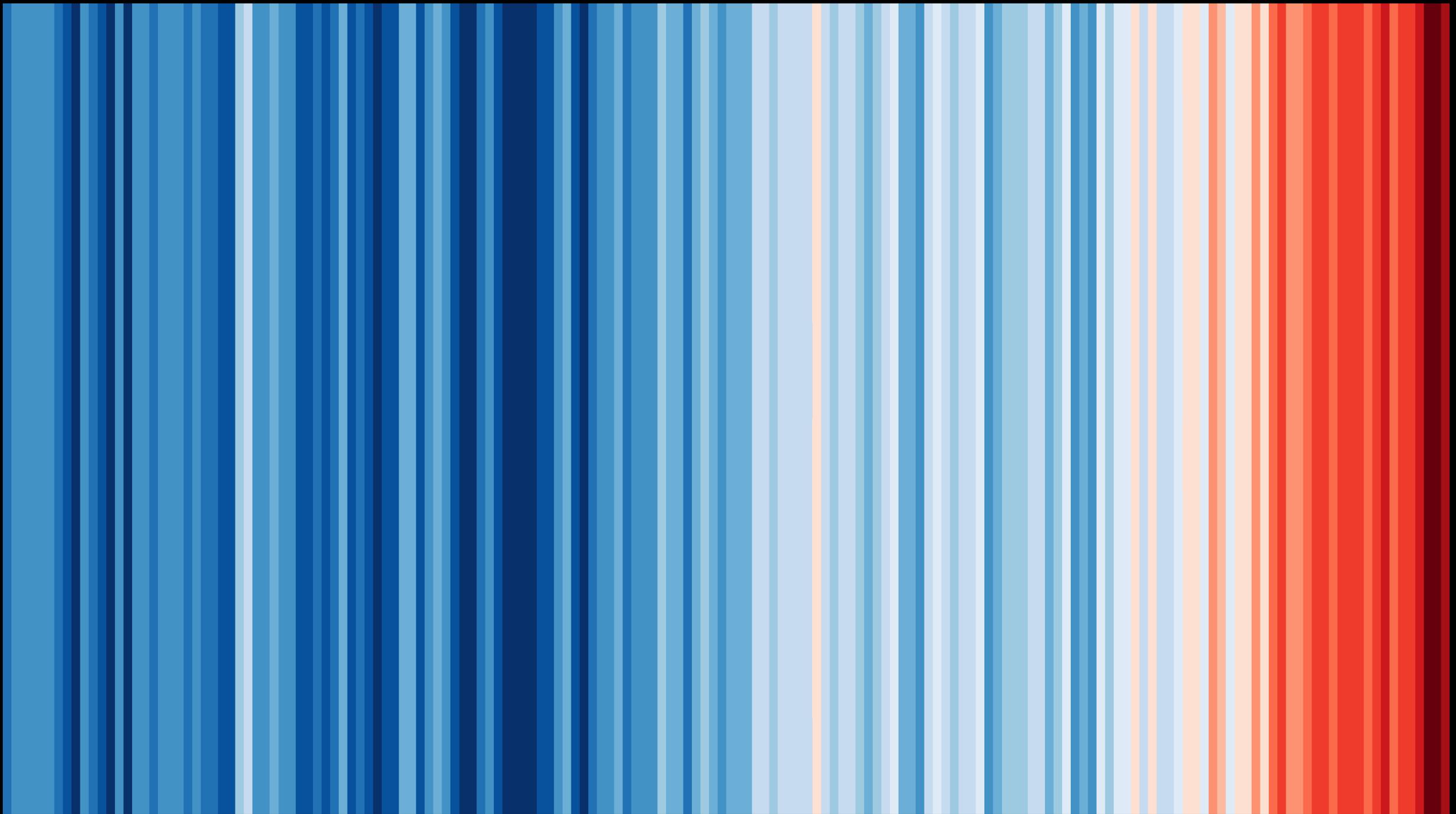


Stefan Pauliuk

Professor für nachhaltiges Energie- und Stoffstrommanagement

Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Universität Freiburg







<https://www.oxfam.de/blog/globale-ungleichheit-dramatisch-nimmt-antwort-methodenkritik>

<https://www.oxfam.de/blog/oxfams-zahlen-sozialer-ungleichheit-so-haben-gerechnet>

Die Klimakrise erfordert einen Umbau und tiefgreifenden Wandel von Wirtschaft, Städten, Infrastruktur und Konsum

Aus dem Urteil des Bundesverfassungsgerichtes zum Klimaschutzgesetz vom März 2021:

„**In allen Lebensbereichen** – etwa Produktion, Dienstleistung, Infrastruktur, Verwaltung, Kultur und Konsum, letztlich bezüglich aller heute noch CO₂-relevanten Vorgänge – **müssen Entwicklungen einsetzen**, die ermöglichen, dass von grundrechtlicher Freiheit auch später noch, dann auf der Grundlage CO₂-freier Verhaltensalternativen, gehaltvoll Gebrauch gemacht werden kann.“

„**Ein schneller Verbrauch des CO₂-Budgets schon bis 2030 verschärft das Risiko schwerwiegender Freiheitseinbußen**, weil damit die Zeitspanne für technische und soziale Entwicklungen knapper wird, mit deren Hilfe die Umstellung von der heute noch umfassend mit CO₂-Emissionen verbundenen Lebensweise auf klimaneutrale Verhaltensweisen freiheitsschonend vollzogen werden könnte.“

Inhalt



Übersicht zu Klimaschutzstrategien



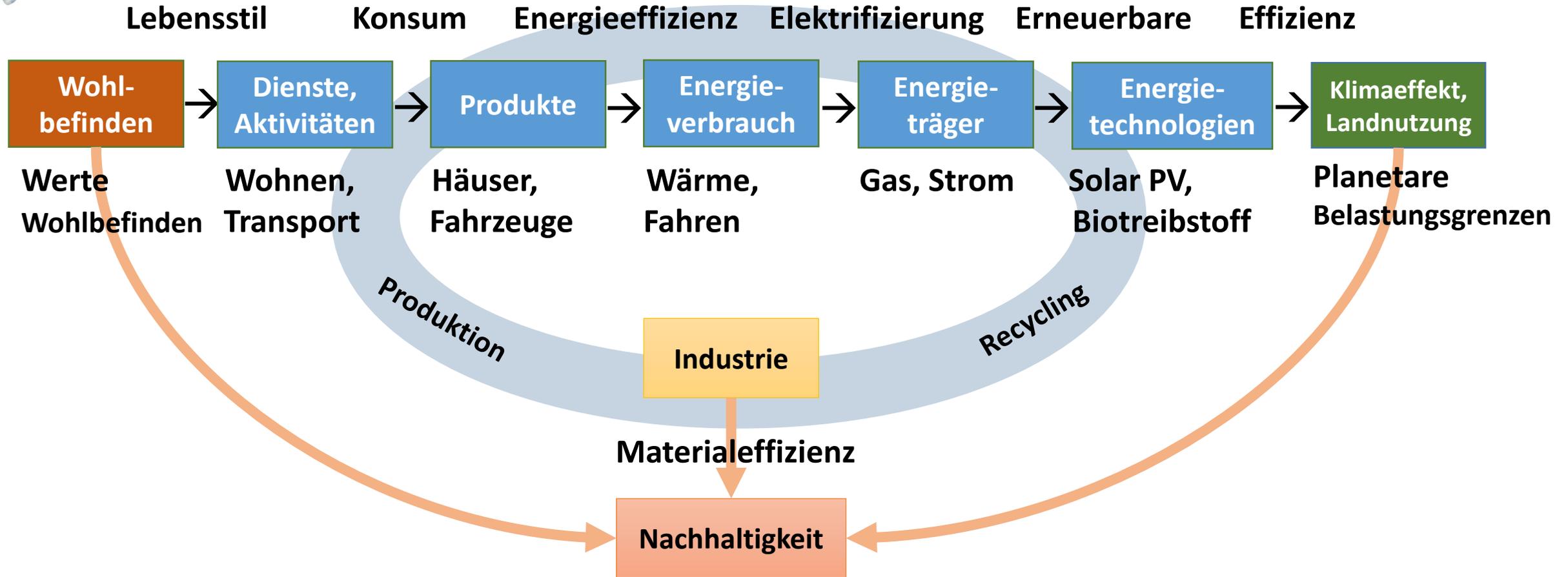
Effektiver Klimaschutz im Alltag und in der Politik



Ausblick: Immer nur Klima?



Nachhaltigkeit: Soziale, Umwelt-, und ökonomische Komponenten



Verbesserung eines einzelnen Schrittes der Kaskade: ‚Grüne‘ Lösung
 Betrachtung des Gesamtsystems: ‚ehrliche‘ Nachhaltigkeit



Mechanismen der Entkopplung



Technologischer Fortschritt



Einstellung und Verhalten



Gesellschaftliche und ökonomische Anreize



Vorschriften



Übersicht zu Strategien und Maßnahmen zum Klimaschutz



	Genügsamkeit	Wechsel Verkehrsmittel, Gebäudetyp	Energieeffizienz	Wechsel Energieträger	Erneuerbare Energien	Flächen-/CO ₂ -Effizienz
Technologie		Elektro-Fahrräder, Videokonferenzen,	Energiesparlampen, LED, Wärmedämmung	E-Autos, Wärmepumpen, Oberleitungs-LKW	Photovoltaik, Windenergie, Wasserkraft	Neue PV-Module, höhere Windräder
Verhalten	Klimafreundline Lebensstile: weniger Fleisch, m ²	Weniger PKW auf Kurzstrecken, Bahnfahrten	Auf Energielabel achten (Waschmaschinen, ...)	Heizung wechseln, E-Auto kaufen	Eigene PV kaufen, Ökostrom fördern	
Preise	CO ₂ -Steuer,	Parkraumbewirtschaftung, Grundsteuer	Energiesteuer, Stromsteuer	Kaufprämien,	Einspeisevergütung	
Vorschriften	Kleinere Autos Raumplanung (Einfamilienhäuser)	Raumplanung (Einfamilienhäuser), Stellplatzverordn.	Mindeststandards (z.B. für Recycling, Glühlampenverbot)	Verbote (z.B. Ölheizungen)	Mindestausbauziele, vorrang. Einspeisung	Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung



Was kennzeichnet eine effektive Klimaschutzstrategie?

Effektiv:

- Relevant: Führt zu spürbaren Reduktion von CO₂-Emissionen
- Vermindert soziale Ungleichheit (bzw. wird entsprechend flankiert)
- Ist für eine große Zahl von Menschen akzeptabel/durchführbar

Nicht effektiv:

- Das Gegenteil von oben, sowie
- Reine Ersatzhandlungen und Fühl-Dich-Gut-Lösungen

Wissenschaftliche Forschung:

- Welche Maßnahmen, wie kombiniert, haben welchen Effekt?
- Welche Zielkonflikte bestehen? (z.B. Landnutzung, Materialbedarf)

Effektive Klimaschutzstrategien: Relevanz

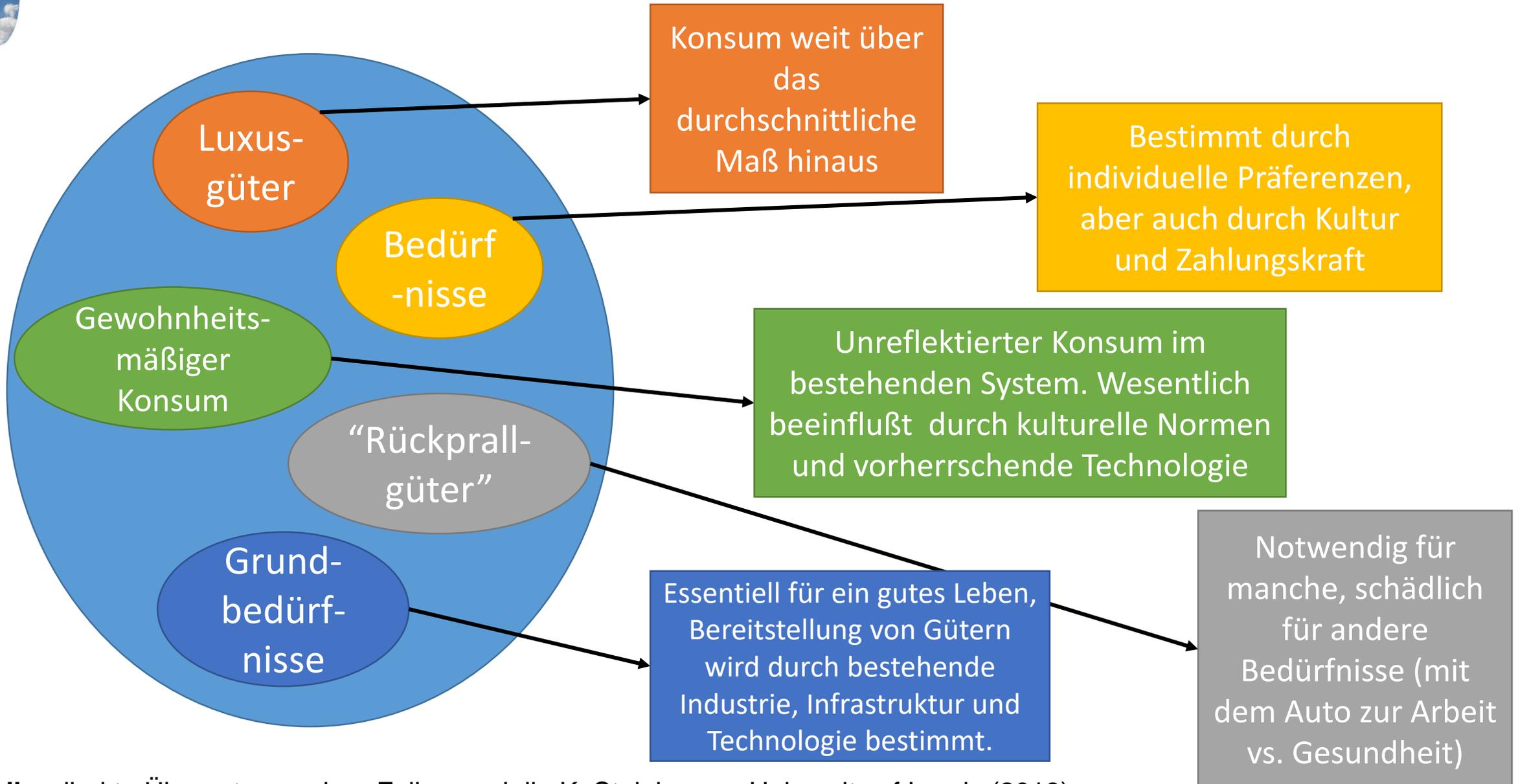
Treibhausgas-Ausstoß eines deutschen Durchschnittsbürgers (in CO₂-Äquivalenten)



Grafik: NDR / Quelle: Bundesumweltministerium, *Z.B. Bekleidung, Haushaltsgeräte, Freizeitaktivitäten, **Z.B. Wasserver- und -entsorgung, Abfallbeseitigung



Effektive Klimaschutzstrategien: Warum konsumieren wir?



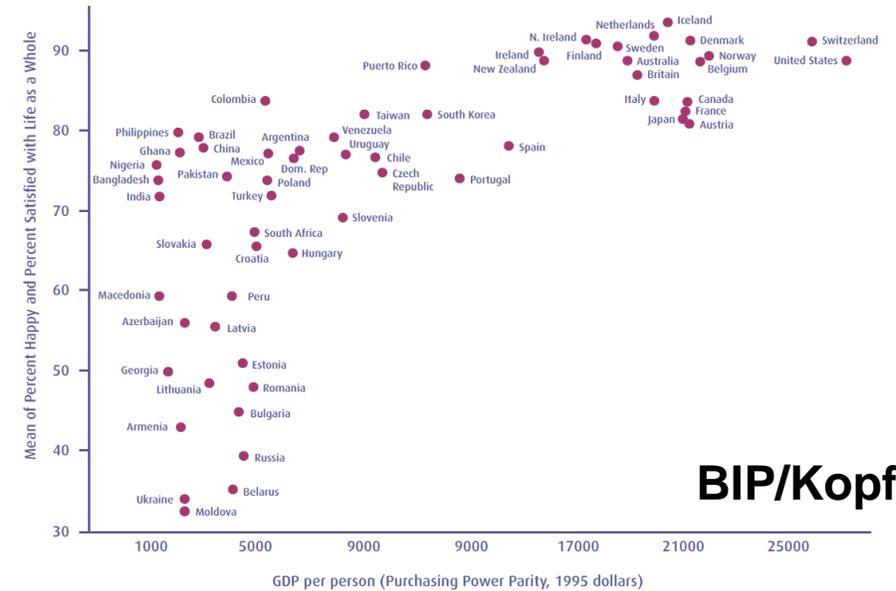
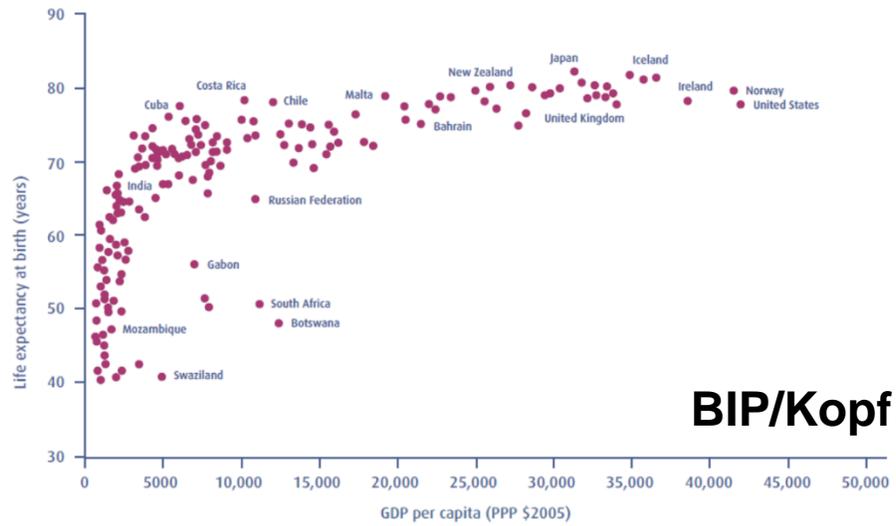
Quelle: direkte Übersetzung einer Folie von Julia K. Steinberger, University of Leeds (2018).

Entkopplung von Wachstum und Wohlbefinden

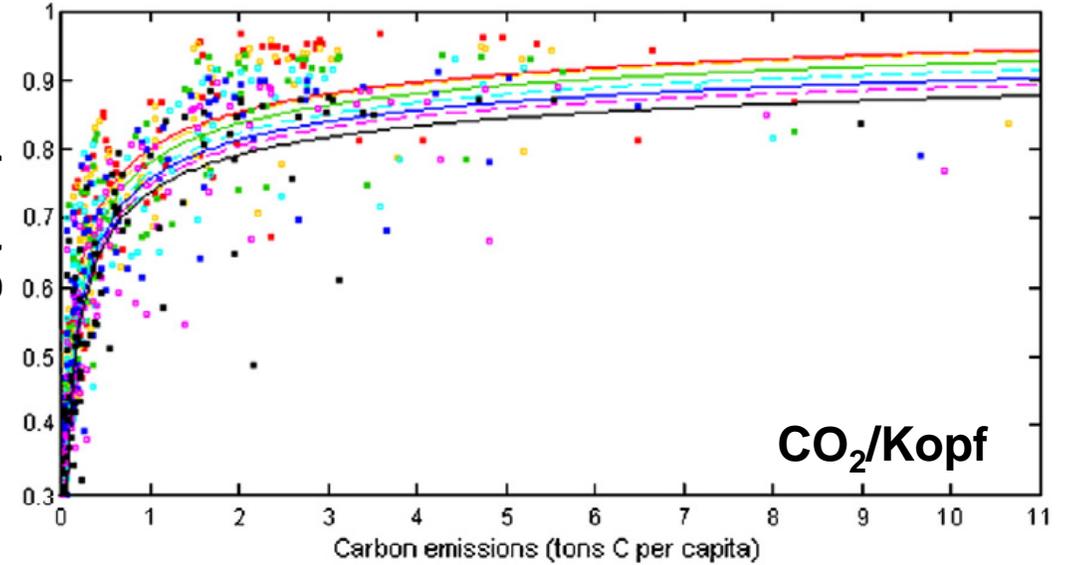


Allg. Lebenszufriedenheit Lebenserwartung

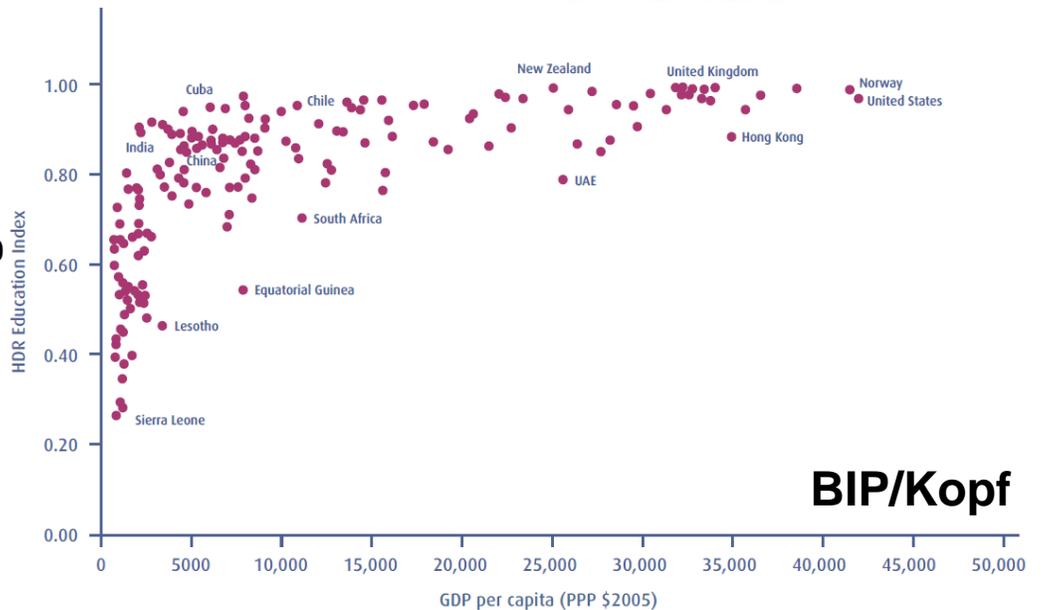
Figure 8 Life expectancy at birth vs average annual income¹⁶



Index der menschlichen Entwicklung (HDI)



HDR Bildungsindex



Abbildungen aus: Jackson, 'Prosperity without growth':

<http://www.sd-commission.org.uk/publications.php?id=914>, Steinberger et al. (2011) <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.09.014>

Ernährung



	Klimaeffekt	Sonstige Nachhaltigkeitseffekte
Weniger tierische Produkte (v.a. Fleisch)	(+) Sehr groß	(+) Tierwohl (-) Regionale Landwirtschaft
Mehr Bio-Produkte	(-) Geringere Flächenerträge, v.a. Fleisch (+) manche Feldfrüchte, weniger Dünger Insgesamt: Gering, sehr unsicher, nur relevant bei veganer Ernährungsweise	(+) Biodiversität (+) Überdüngung, Grundwasser (-) Mehr Land nötig
Mehr regionale Produkte	(+) Sehr groß bei Verzicht auf Flugtransport Sonst: Gemischt	(+) Regionale Wertschöpfung
Mehr saisonale Produkte	(+) Mittel bis groß, da Verzicht auf beheizte Gewächshäuser und Kühllager	(-) Zielkonflikt mit mehr regionalen Produkten

Fazit: Zunächst weniger tierische Produkte, das nimmt Druck raus aus der Landnutzung, dann Platz für mehr Bio-Produkte. Außerdem saisonale Produkte bevorzugen, und keine mit dem Flugzeug transportierten Nahrungsmittel kaufen.

<https://www.nature.com/articles/s41586-018-0757-z>

<https://www.ecotopten.de/lebensmittel/bio-fair/mehr-wissen-zu-lebensmitteln>

<https://li.hamburg.de/contentblob/4497364/9c8ad95f640f71758ff88dd5cb9b8bcb/data/download-pdf-10-02-praesentation-ernaehrung.pdf>



Bringt es überhaupt etwas, wenn ich meinen Verbrauch hinterfrage?

☰ Menü

ZEIT  ONLINE

Abo testen



Fleisch

Fleischkonsum in Deutschland geht um vier Kilogramm pro Kopf zurück

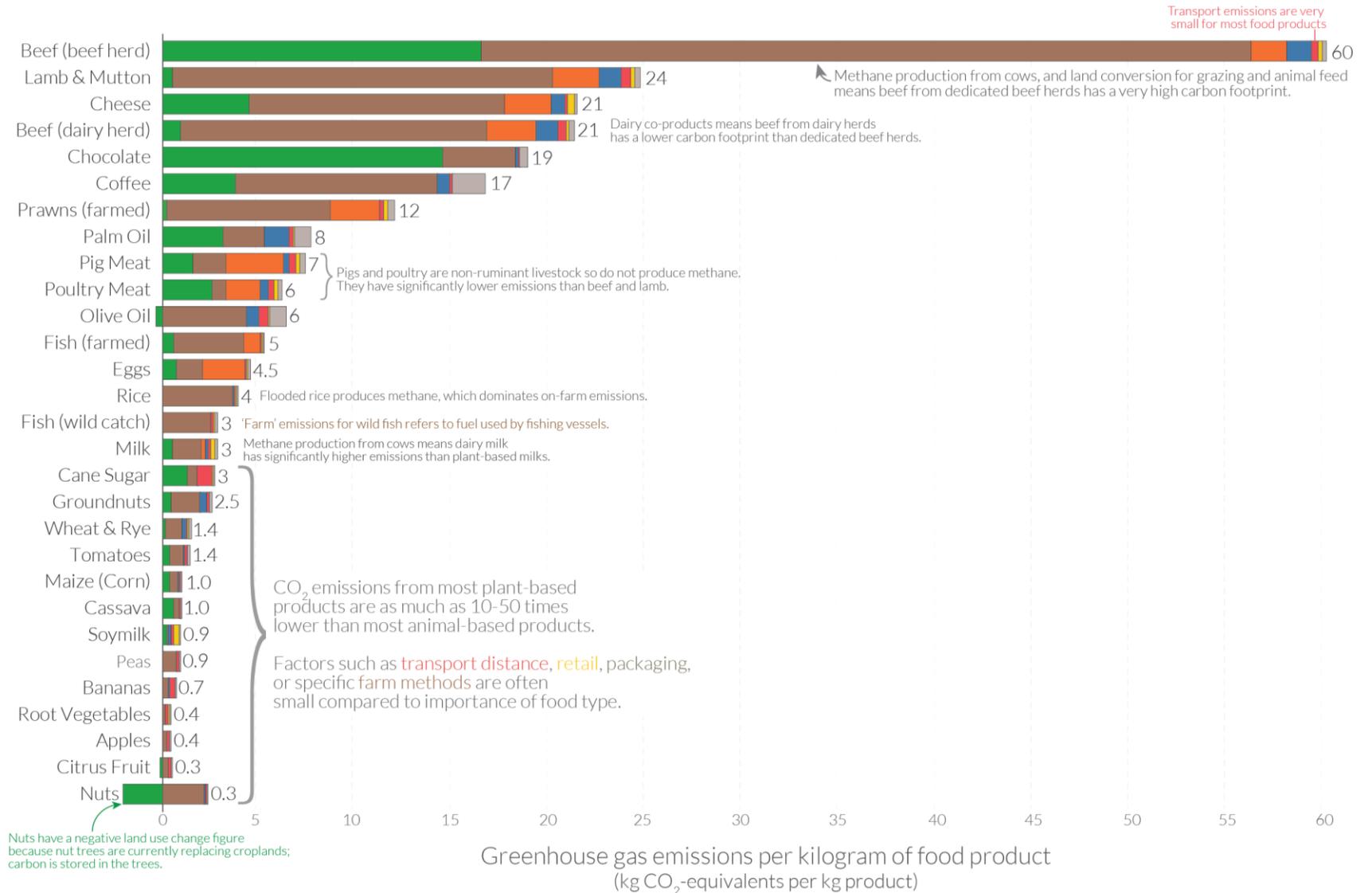
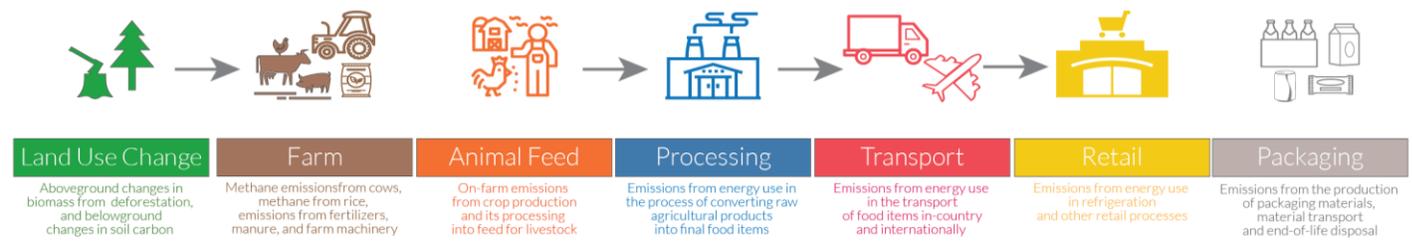
52 Kilo im Jahr: Der Fleischkonsum der Deutschen sank 2022 auf das niedrigste Niveau seit Aufzeichnungsbeginn. Ein Grund könnte der wachsende Markt an Alternativen sein.

Aktualisiert am 3. April 2023, 13:42 Uhr ⓘ / Quelle: ZEIT ONLINE, AFP, KNA, [kzi](#) /

[1.002 Kommentare](#) / 



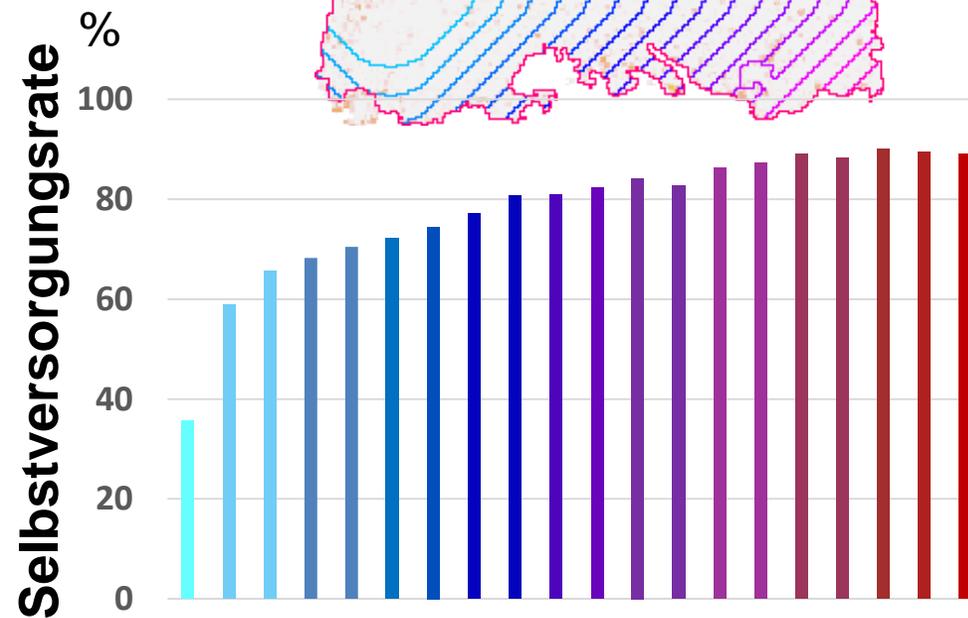
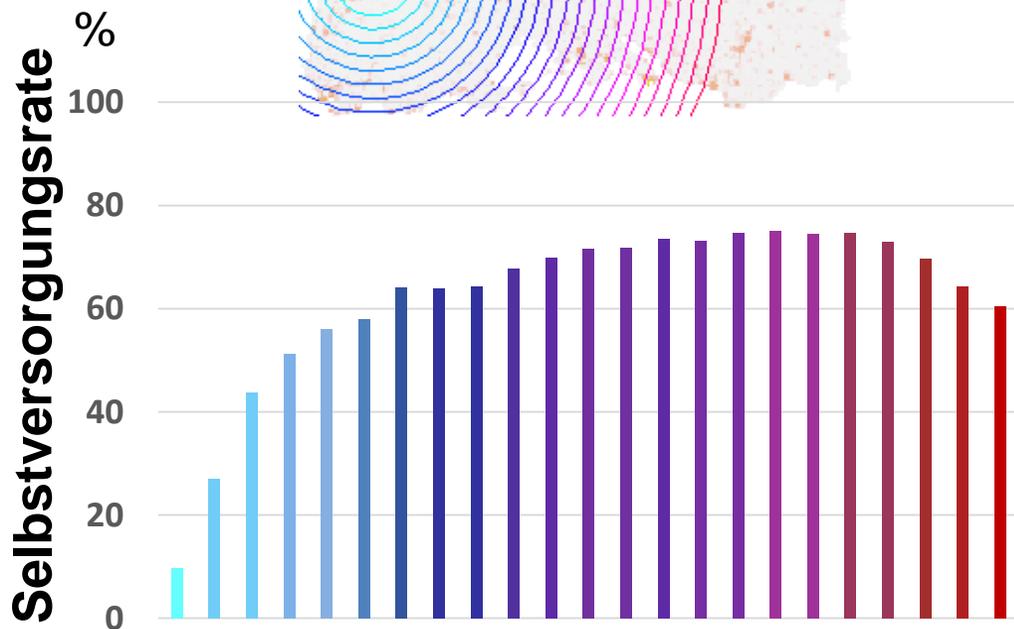
Klimabilanz einzelner Nahrungsmittel





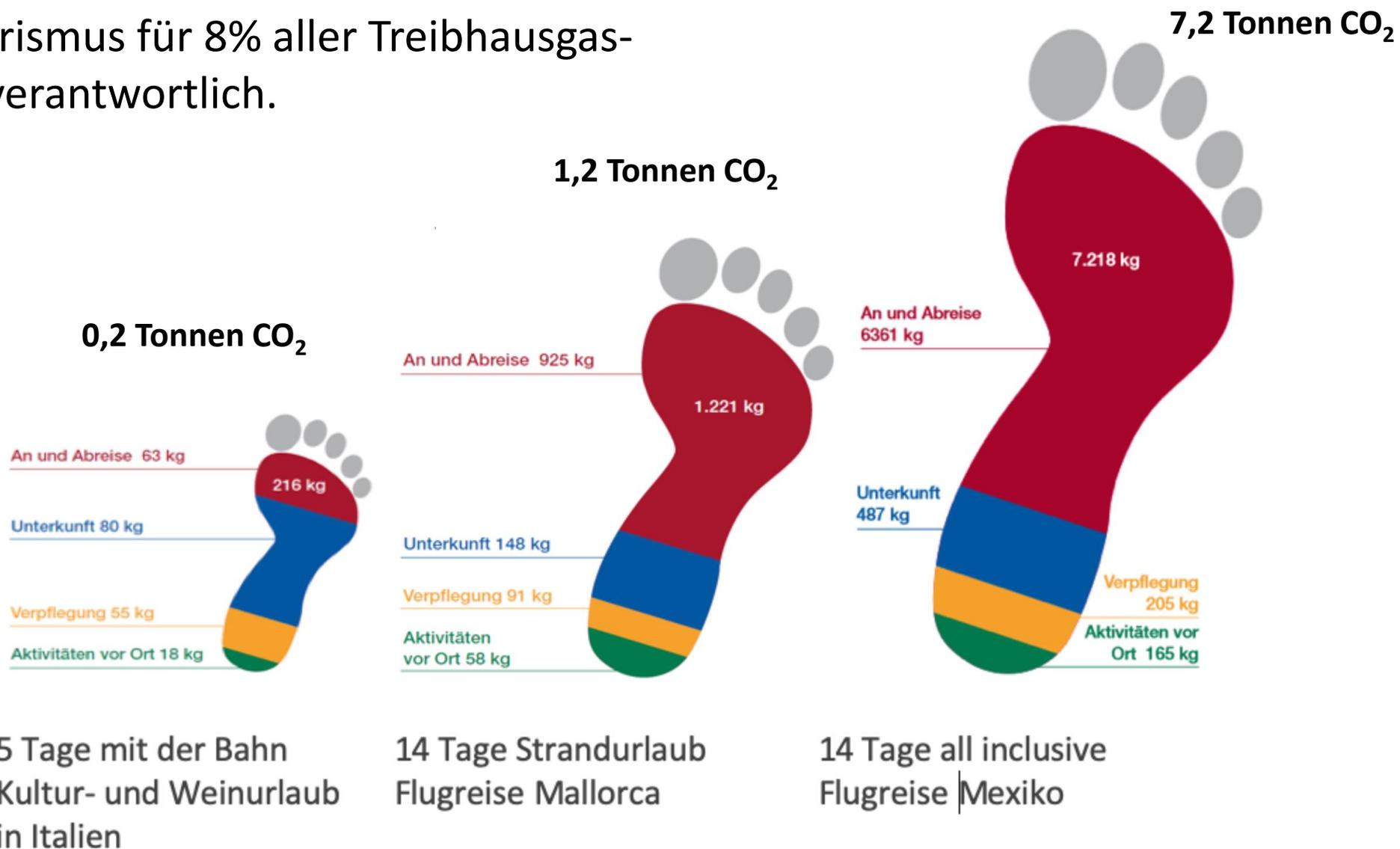
Skalierbarkeit regionale Landwirtschaft: Maximale Selbstversorgungsrate der Region mit landwirtschaftlichen Produkten, in % des Gesamtbedarfs, Standard-Warenkorb

**BW-Ø:
55%**



Reisen

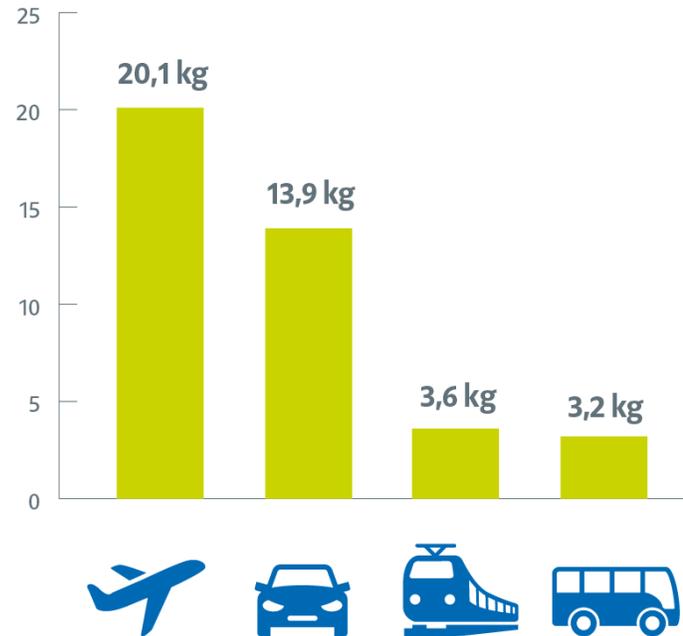
Globaler Tourismus für 8% aller Treibhausgasemissionen verantwortlich.



Mobilität

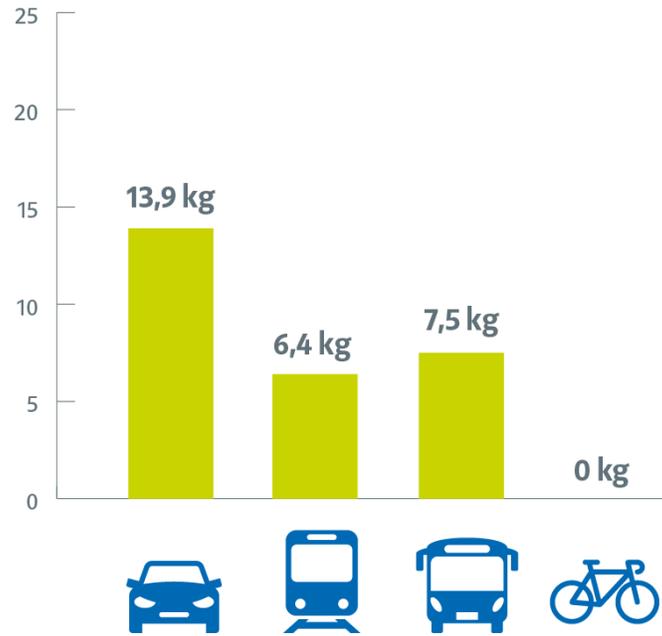
Mobilität: CO₂-Ausstoß auf 100 Kilometer

FERNVERKEHR



Diese Grafik zeigt, wie viel Gramm CO₂ pro Person entsteht, wenn ein Verkehrsmittel 100 Kilometer zurücklegt.

NAHVERKEHR



Busse und Bahnen im Nahverkehr sind nicht so voll wie im Fernverkehr. Deshalb ist der CO₂-Ausstoß pro Kopf höher.

Elektro-Autos:

„Klimabilanz von VW:
ab 125.000 km ist der E-Golf ‚sauber‘ “

CO₂-Einsparung E-Auto heute:
30%-50% im Vergleich zum Verbrenner

Strommix wesentlich für CO₂-Bilanz
Emissionen aus Fahrzeugherstellung
Erheblich (mehr als die Hälfte des
Gesamt-CO₂ bei heutigem Strommix)

Quelle: Umweltbundesamt: Emissionsdaten (2017), www.umweltbundesamt.de

Bekel and Pauliuk, 2019, DOI 10.1007/s11367-019-01640-8

<https://www.nachhaltiger-warenkorb.de/themen/bewusst-mobil-sein/>

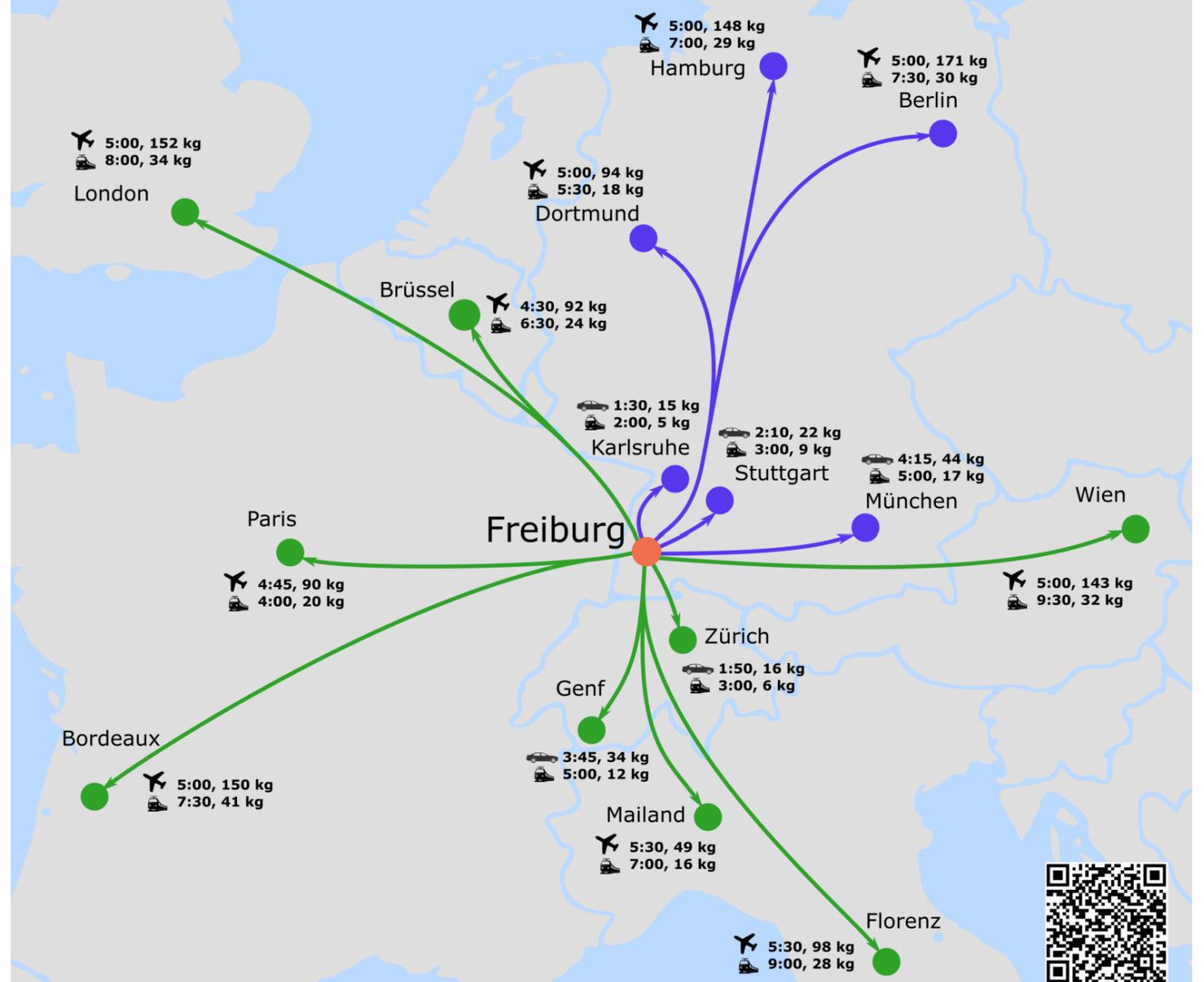
<https://www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/klimabilanz-von-elektroautos/>

<https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/elektroauto-studie-vw-ifo-institut-klimabilanz-c02/>



Urlaubs- und Dienstreisen:

Bis zu 80% Einsparung bei Zugreisen im Vergleich zum Flugzeug!

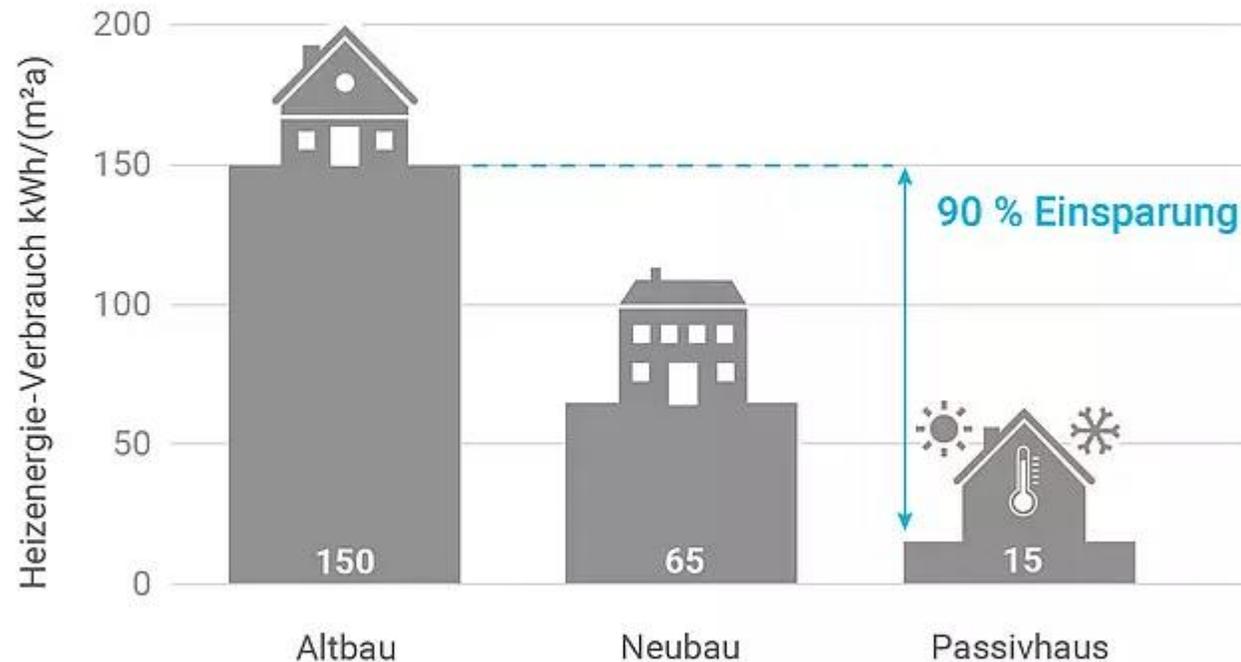


Typische CO₂-Emissionen je Richtung / typical CO₂ emissions per direction
 Inkl. Flug +1,5 h, Zug +1h für Anreise / incl. flights 1.5 hr, train 1 h for local transp.
 Auto: für 2 Insassen / cars: for 2 passengers
 Bus: Niedrigste CO₂-Emiss., aber keine für Dienstreisen brauchbaren Verbindungen
 Bus: Lowest CO₂-Emissions, but no convenient connection for any of the destinations
 Details: www.blog.industrialecology.uni-freiburg.de or scan QR code



Gebäude

Heizenergie-Einsparung im Passivhaus



Werte für durchschnittliches Einfamilienhaus | Altbau-Baujahr: 1980 | Neubau-Baujahr: 2003 bis 2006



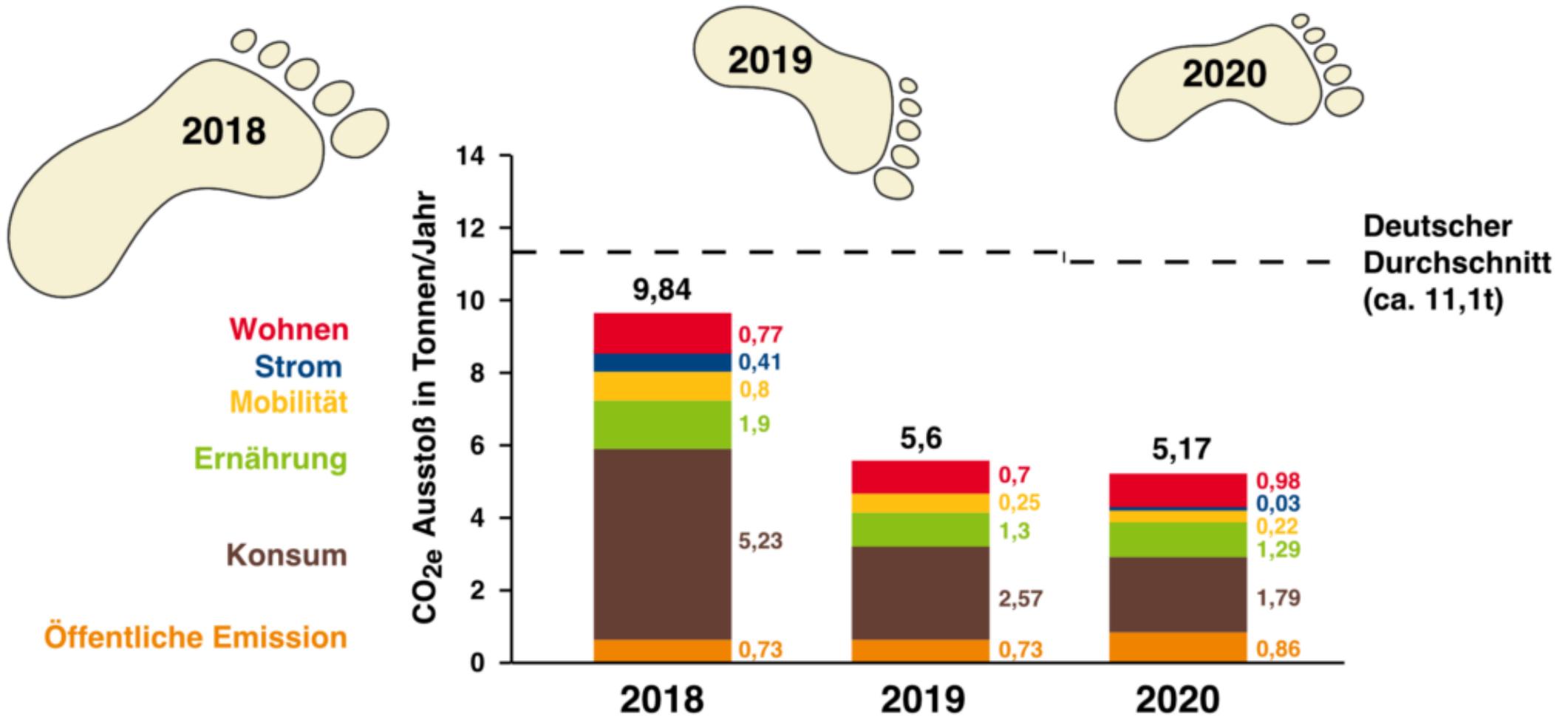
Stand 11/2017 | Daten: www.co2online.de, www.passiv.de | Grafik: www.co2online.de

co2online

Vielzahl von Strategien:

- **Neubau**
- **Wärmedämmung**
- **Wärmepumpe**
- **Lüftungsanlage**
- **Heizungsanlagen**
- **Solarthermie**
- **Neue Wohnformen**

Entkopplung im Alltag: Beispiel





Systemische Ansätze:

- **Nationale und EU-Standards für Öko-Design: Energieverbrauch, Materialwahl, Recyclierbarkeit**
 - Wirken oft im Hintergrund und können sehr effektiv sein!
- **EU-Emissionshandel für die Industrie: Zielmenge an CO₂ vorgegeben, Preis bildet sich am Markt**
 - Effektiver Klimaschutz, aber unklare Folgen für Industrie und Haushalte → Risiko
- **CO₂-Steuer für Brennstoffe und Treibstoffe: Preis vorgegeben, Menge bildet sich am Markt**
 - Folgen für Haushalte und Industrie bedacht, aber unklare Wirksamkeit
- **Flächennutzungsplanung**
 - Wohndichte, Transportmuster, lokaler Zugang zu Dienstleistungen

Immer nur Klima? Ja, schon...

- 
-  **Biodiversitätsverluste nicht mehr durch direkte Eingriffe getrieben, sondern durch Klimawandel. Befürchtungen, dass bis 2100 bis zu 1 Mio Arten verschwinden.**
 -  **Massive Veränderung des Wasserhaushaltes einzelner Regionen (Überschwemmung, Dürre)**
 -  **Weiterhin steigende Ressourcenentnahme (Baustoffe, Erze, Biomasse, ...) und damit verbundene Umweltauswirkungen.
Energiewende führt zu MEHR Ressourcenverbrauch!**
 -  **Deutschlands Anteil an den Gesamt-THG-Emissionen bisher (seit 1750): ca. 6%
Anteil an der globalen Bevölkerung: 1%**



Können wir uns Wirtschaftswachstum in Zukunft noch erlauben?

Heute: Fokus auf „Grünes Wachstum“: Technikbasierter Klimaschutz: Innovation, Jobs, Wachstum
Wird das reichen? → Darüber streitet die Wissenschaft!

Zukunft: Neudefinition Wohlstand durch neuen Freiheitsbegriff
Neudefinition von Wachstum durch fortschreitende Digitalisierung/Internetnutzung



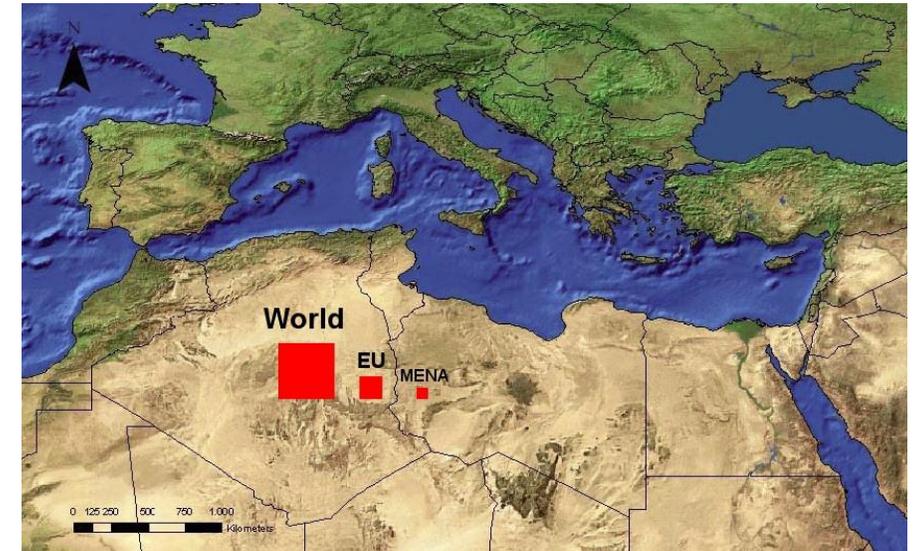
Auslaufmodelle?



Zugang zu Ressourcen (Land, Wasser, Materialien): langfristig ein immer größeres Problem!

Aktuell: Energiekrise, Rohstoffe sind verfügbar

Zukünftig: Es könnte umgekehrt sein!



Flächenbedarf für die globale
Energieversorgung
mit Photovoltaik

Zusammenfassung



Übersicht zu Klimaschutzstrategien: Entkopplung zwischen allen Systemebenen!



Effektiver Klimaschutz im Alltag: Die großen Vier: Fleisch, Fliegen, Auto, Wohnung



Immer nur Klima? Gekoppelt an Verluste von Artenvielfalt, Ressourcenverbrauch und soziales Elend



Brauchen funktionierende ‚Arbeitsteilung‘ zwischen individueller Verantwortung/ Änderung von Konsumgewohnheiten und Systemwandel. Beide sind gefragt!



Für ambitionierten Klimaschutz müssen wir Umwelt- und Sozialpolitik zusammendenken und aufeinander abstimmen!

Vielen Dank für Ihr Interesse und Ihre Aufmerksamkeit!



Weiterführende Info:

Klimaschutz in Denzlingen:

<https://www.denzlingen.de/eip/pages/klimaschutz.php>

**Info zu ökologischen Spitzenprodukten u.
Klimaschutzmaßnahmen, Öko-Institut, RENN,
Klimaschutz im Bundestag e.V.**

<https://www.ecotopten.de>

<https://www.nachhaltiger-warenkorb.de/>

<https://klimaschutz-im-bundestag.de/>

Blog Stefan Pauliuk:

<http://www.blog.industrialecology.uni-freiburg.de>

Anhang



“Entkopplung” in der Energie-Dienstleistungs-Kaskade: ‘Grüne’ Lösungen



Energieeffizienz: Weniger Energie zum Heizen von Häusern oder Betrieb von Staubsaugern etc.

Wechsel des Energieträgers: z.B. Solarthermie statt Gasheizung, Elektro-Autos

Erneuerbare Energien: Photovoltaik, Wind, Bioenergie statt Kohle- und Erdgas

Flächeneffizienz: Wirkungsgrad von Photovoltaik, Wind, Bioenergie

Wechsel Verkehrsmittel, Gebäudetyp: Öffentlicher Verkehr statt PKW, Wohnblöcke statt Einfamilienhäusern

Genügsamkeit (Suffizienz): Weniger Transport, Konsum, Wohnfläche: Klimafreundliche Lebensstile

Nachhaltigkeit: Entkopplung zwischen ALLEN Systemebenen nötig!



Entkopplung: Mehr Ergebnis pro Ressourceneinsatz auf allen Stufen möglich

Entkopplung auf mehreren Stufen wirken zusammen.

Aber auch: Wachstum/stärkere Kopplung an einer Stelle vergrößert

Herausforderung anderswo

→ “Herausforderungen sind so massiv, dass wir Entkopplung zwischen ALLEN Systemebenen in Betracht ziehen müssen”

Nachhaltiger Konsum – Was ist damit gemeint?

Nachhaltiger Konsum bezeichnet den Verbrauch von Gütern und Dienstleistungen im Rahmen der planetaren Belastungsgrenzen sowie ein aktiver Beitrag zur Reduktion lokaler Hotspots unter Zuhilfenahme verschiedener Strategien zur Entkopplung von Umweltauswirkungen und Wachstum.

Suffizienzstrategien

Transportmittel
Nahrungsmittel
Innentemperatur
Saisonale Lebensmittel
Videokonferenzen
...

Effizienzstrategien

Wärmedämmung
Wärmepumpen
Weniger Nahrungsabfälle
Effiziente Geräte
...

Systemstrategien

Emissionsrechtehandel,
CO₂-Steuer
Energiewende
Globalisierung
Regionalisierung
...

Suffizienz und Effizienz – leichter gesagt als getan

- **Wohnung**
- **Transport**
- **Ernährung**
- **Müllvermeidung**
- **Arbeitszeit-
verkürzung**

Ökologischer Fußabdruck: 5 einfache Tipps, seinen Footprint zu ...

<https://vebu.de/.../oekologischer-fussabdruck-5-einfache-tipps-seinen-footprint-zu-ver...> ▼

Wie man seinen ökologischen Fußabdruck verringern kann. Den eigenen Footprint reduzieren zu wollen, hat laut Mathis Wackernagel unter anderem ganz ...

Der ökologische Fußabdruck - Und wie man ihn verkleinert

<https://www.gesundheitsfundament.de/.../der-oekologische-fussabdruck-und-wie-man...> ▼

29.10.2013 - Die Erklärung ist aber relativ einfach: Als ökologischen Fußabdruck Stundenanzahl der Benutzung von elektrischen Geräten reduzieren ...

Deinen ökologischen Fußabdruck reduzieren – wikiHow

<https://de.wikihow.com/Deinen-ökologischen-Fußabdruck-reduzieren> ▼

Deinen ökologischen Fußabdruck reduzieren. Jedes Mal wenn du mit dem Auto fährst, Essen kaufst, das nicht lokal angebaut wurde, oder das Licht brennen ...

10 Wege, die deinen ökologischen Fußabdruck verringern

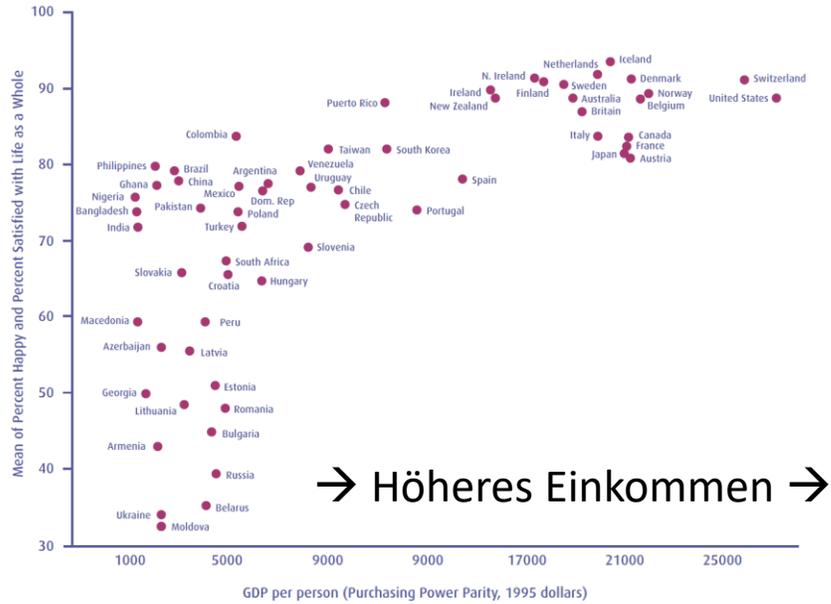
<https://www.umweltgedanken.de/oekologischen-fussabdruck-verringern/> ▼

06.06.2016 - Ökologischen Fußabdruck berechnen. Carbon Footprint. Berechne deinen virtuellen Wasserverbrauch. Tipps.

Einkommen, Lebensstandard und Lebenszufriedenheit

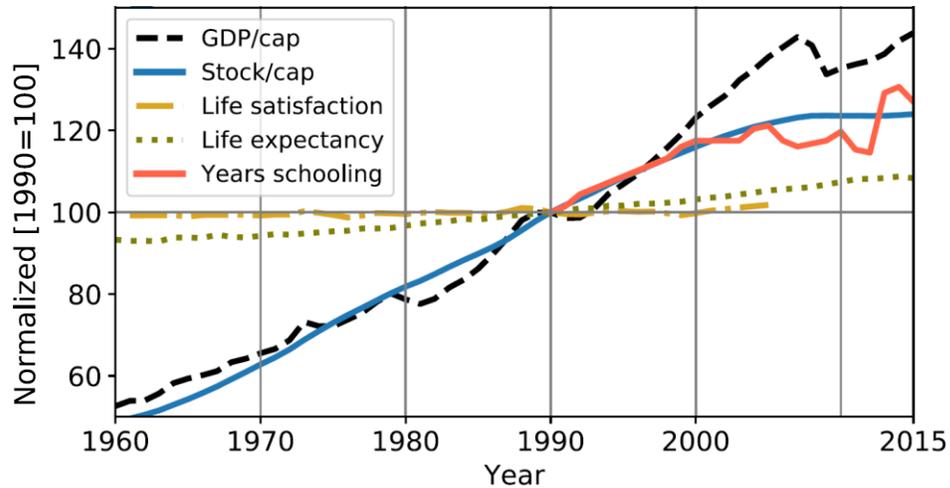
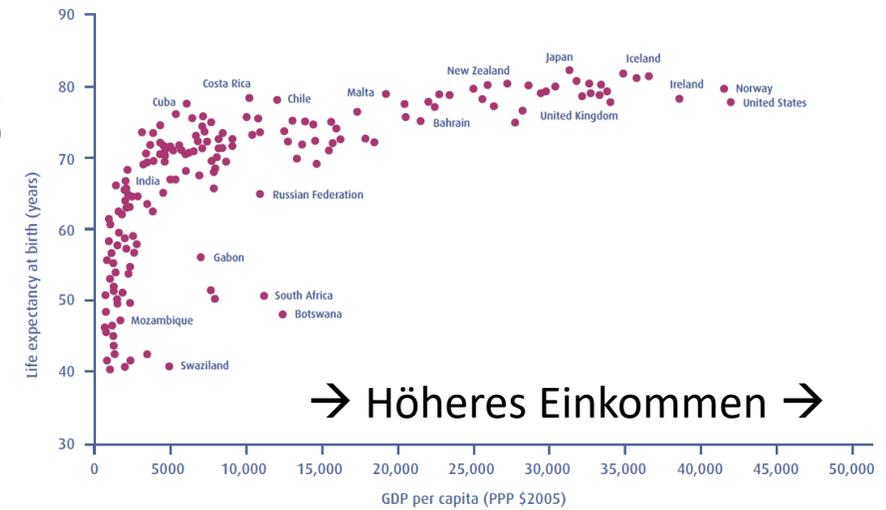


Allg. Lebenszufriedenheit (%)



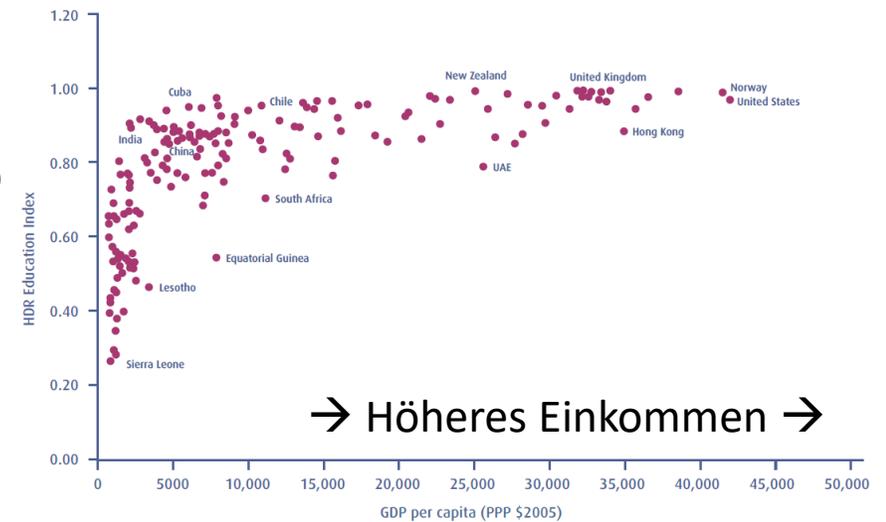
Lebenserwartung (Jahre)

Figure 8 Life expectancy at birth vs average annual income¹⁶



HDR Bildungsindex

Figure 10 Participation in education vs income per capita¹⁸





Beispiel einer Systemlösung: Energiesteuer.

Energieträger	Energiesteuer (% Preis)	Energiesteuer pro CO ₂	Preisänderung für 100 EUR/Tonne CO ₂
Benzin	48%	280 EUR/t	13%
Diesel	51%	170 EUR/t	24%
Strom (privat)	7%	42 EUR/t	9%
Strom (Industrie)	0-7%	0-42 EUR/t	9-39%
Erdgas (privat)	9%	30 EUR/t	20%
Erdgas (Industrie)	21%	30 EUR/t	48%
Kerosin (Flugzeuge)	0%	0	70%

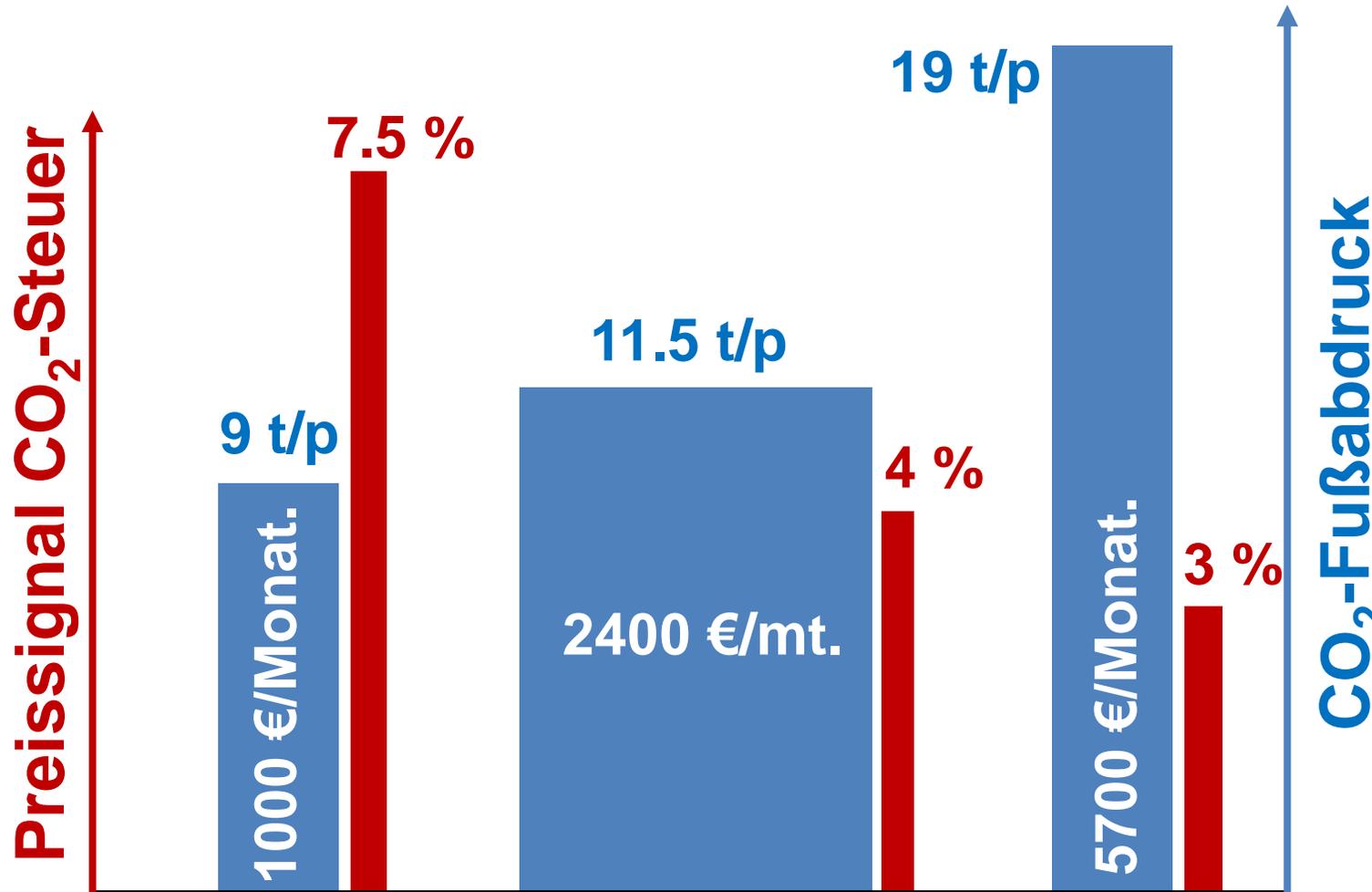
Notwendig, aber nicht ausreichend:

- Preisanstiege teilweise zu gering
- Soziale Auswirkungen nicht berücksichtigt

Wirtschaftliche Auswirkungen des Klimaschutzes

CO₂-Fußabdruck nach Einkommensgruppe (in Tonnen pro Person, t/p)

Preissignal (% des Einkommens) für 100 €/t CO₂-Steuer



- Grundbedürfnisse sind besonders CO₂-intensiv!
- Je geringer das monatliche Einkommen, desto höher der Anteil CO₂-intensiver Güter im persönlichen Verbrauch.