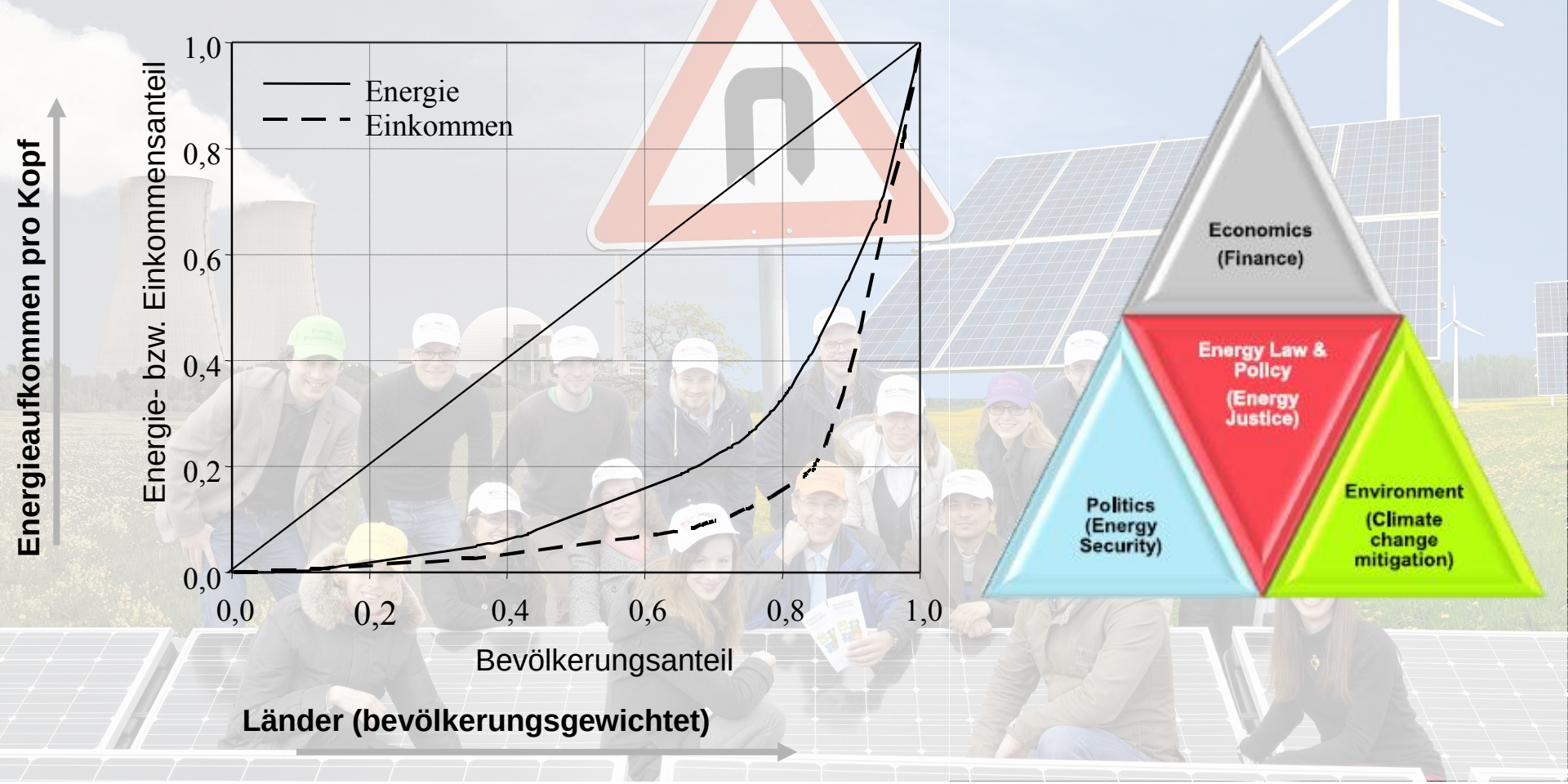


Zunehmende Ungleichheiten bei Einkommen und Energiekonsum in der Energiewende

Prof. Dr. rer. soc. oec. Reinhard Madlener

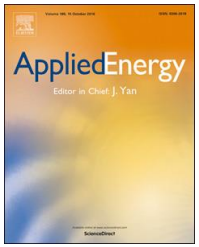
IEWT 2019, TU Wien, 13.-15. Februar 2019
Plenarsitzung 1

E.ON Energy Research Center | RWTH AACHEN UNIVERSITY

Agenda

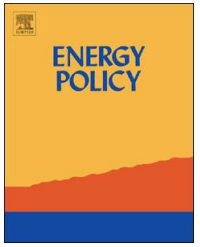
1. **Einleitung**
   - Stark gestiegenes Interesse in Politik und Forschung
   - Begriffe „Energiearmut“ vs. „Energiegerechtigkeit“
2. **Heterogenität des Energieverbrauchs**
   - Räumliche Dimension (national, (über-)regional, lokal usw.)
   - Zeitliche Dimension (Entwicklung, Konvergenz?)
3. **Die eine Ecke des „Energie-Trilemmas“**
4. **Ungleiche Verteilung von Einkommen und Energie**
   - Lorenzkurven und Gini-Koeffizienten
5. **Verteilungswirkungen der *Energiewende***
6. **Fazit**

1. Einleitung: Stark gestiegenes Interesse an Energiearmut und -gerechtigkeit in der Literatur (Auswahl)



- *Applied Energy* **Special Issue** on „Low Carbon Energy Systems and Energy Justice“
- David, M. (2018): The Role of organized publics in articulating the exnovation of fossil-fuel technologies for intra- and intergenerational energy justice in energy*, Applied Energy 228 (2018), 339-350*
- Heffron, R. J. et al. (2018): Balancing the energy trilemma through the Energy Justice Metric, *Applied Energy 229 (2018), 1191-1201*

- *Energy Policy* **Special Issue** on „Exploring the Energy Justice Nexus“
- Carnegie LaBelle, M. (2017): In Pursuit of Energy Justice, *Energy Policy 107 (2017), 625-620*
- Heffron, R. J., McCauley, D. (2017): The concept of energy justice across the disciplines, *Energy Policy 105 (2017), 658-667*



- *Energy Research & Social Science* **Special Issue** on „Energy demand for mobility and domestic life: new insights from energy justice”
- Jenkins, K. et al. (2016): Energy justice: A conceptual review*, Energy Research & Social Science 11 (2016), 174-182*
- Jenkins, K. (2018): Setting Energy Justice apart from the crowd: Lessons from environmental and climate justice, *Energy Research & Social Science 39 (2018), 117-121*

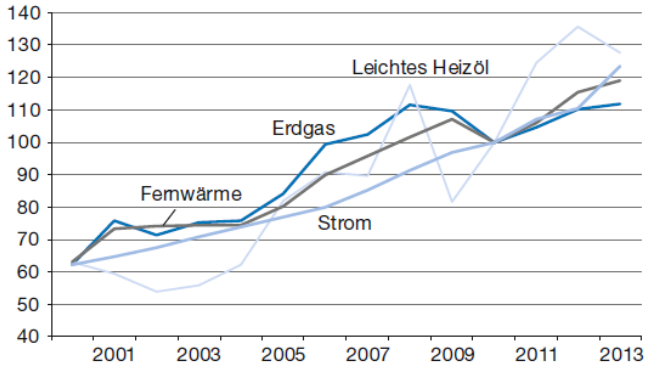
- Williams, S., Doyon, A.: Justice in energy transitions*, Environmental Innovation and Societal Transitions* (online Jan 2, 2019) *https://doi.org./10.1016/j.eist.2018.12.001*

u.v.a.m.

1. Einleitung: Was versteht man unter „Energiearmut“? (1/4)

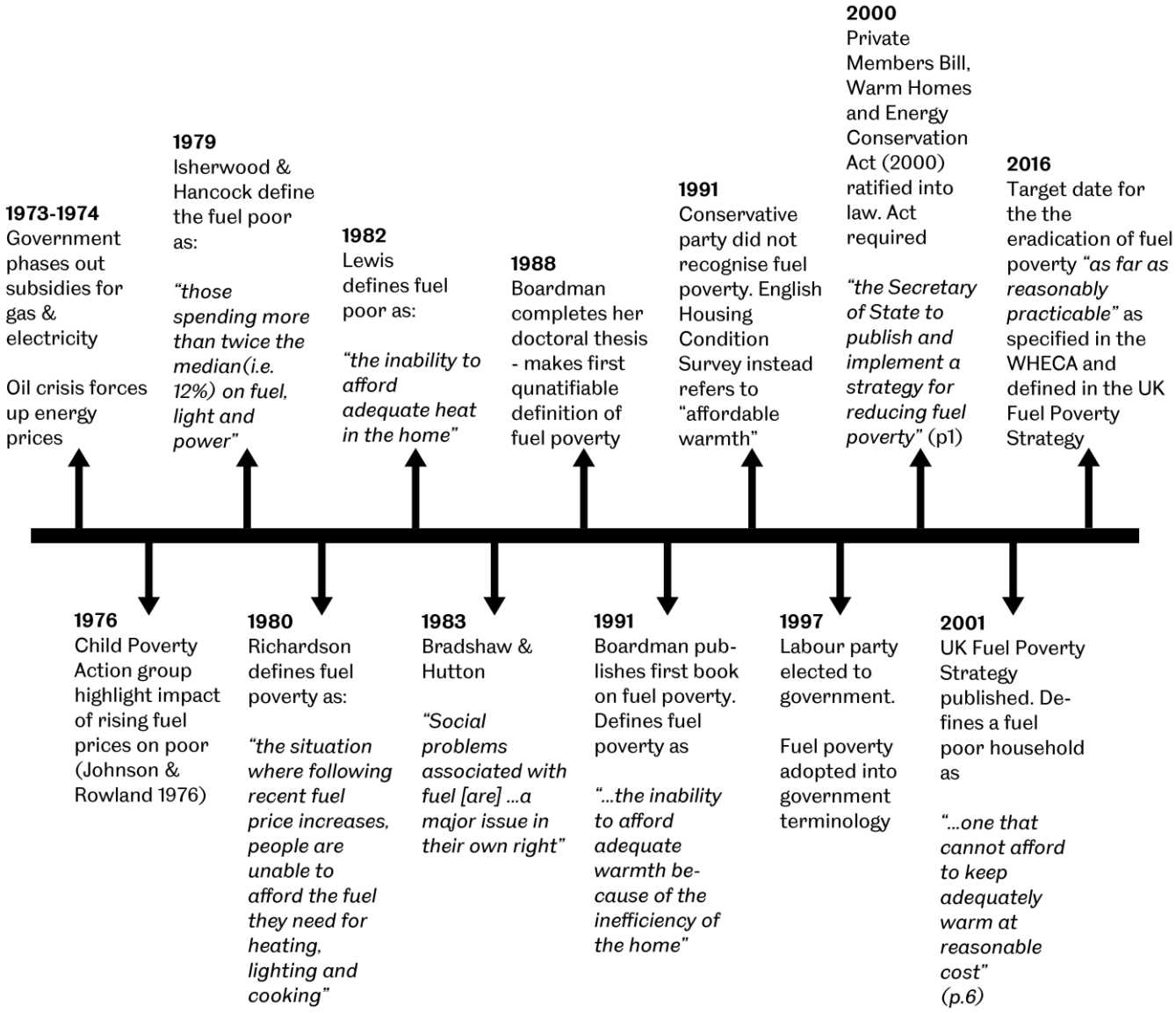
- **Elektrizität, Raumwärme- und Warmwasserbereitung** werden in entwickelten Volkswirtschaften als **essenzielle Güter** aufgefasst (→ geringe Elastizität der Nachfrage, zumindest bis zur Bedürfnis-Sättigung), wichtig für **individuelles Wohlbefinden** und **soziale Teilhabe**
- Wenn **große Anteile des Einkommens** für die Bereitstellung dieser Güter aufgewendet werden müssen, spricht man von „**Energiearmut“ (*engl.* ‚energy poverty‘, ‚fuel poverty‘)**, versch. Definitionen (→ später)
- Im **Vereinigten Königreich** bereits seit den 1970er Jahren wichtiges Thema in Politik + Forschung (u.a. wegen Ölkrise 1973/74, Abschaffung von Subventionen auf Strom und Gas); vgl. Boardman (1991)
- Wichtige **Einflussfaktoren**, u.a.
  - Geringe Einkommen
  - Relativ hoher Energiebedarf
  - Relativ geringe Energieeffizienz
  - Hohe Energiekosten

Preisentwicklung von Erdgas, leichtem Heizöl, Fernwärme und Strom (Deutschland)
Index der Verbraucherpreise, 2010 = 100,



Quelle: Destatis: Daten zur Energiepreisentwicklung, Lange Reihen von Januar 2000 bis Februar 2014, Wiesbaden 2014.

1. Einleitung: Historie der Energiearmuts-Diskussion in Ver. Königreich



: Koh et al. (2012)

1. Einleitung: Was versteht man unter „Energiearmut“? (2/4)

- Abgeleitet u.a. aus der **allgemeinen Armuts- und Gerechtigkeitsdiskussion** (Umweltthemen), zuletzt auch zunehmend im **Kontext der „Energiewende“**
- Abgrenzung **„Energiearmut“** – **„Energiegerechtigkeit“**
- Engl. „**Energy poverty**“ vs. „**fuel poverty**“ meist synonym verwendet
- Konzept der **„*Spatial energy justice*“** (Betonung der geographischen Dimension von Energiegerechtigkeit bzw. -ungleichheit)

- **Messung von Energiearmut** erfordert i.W. zwei Bestandteile (Heindl 2014):
  - Geeignete **Energiearmutsgrenze** (normativ!)
  - Passende **Metrik** (+ robuste Ergebnisse!)
- **Problem:** Bewertung des Ausmaßes an Energiearmut hängt u.U. von beiden stark ab

1. Einleitung: Was versteht man unter “Energiearmut”? (3/4)

- Viele verschiedene **Definitionen** in der Literatur:
  - **Ausgaben für Energie >10%** des Einkommens
  - (Anteil der) Ausgaben für Energie mehr als das 2-fache des Durchschnitts / Medians (des Anteils) der Kontroll-gruppe → zumeist **relativ definiert**

Table 2: Overview of fuel poverty lines and their properties

Type	Measurement	Properties	Equiv. Income
10%	Expenditure on energy services greater or equal to 10% of Income (or any other share).	HH specific poverty line dependent on HH income. Fuel poverty line.	No (optional)
2x median energy exp.	Expenditure on energy services greater or equal to 2x median expenditure (or any other factor).	Unique poverty line within sample, not dependent on income. Fuel poverty line.	Not applicable
2x median share	Share of energy expenditures relative to income greater or equal to 2x median share of expenditures in the sample	Unique poverty line within sample as ratio of median expenditures and income	Yes (optional no)
2x average energy exp.	Expenditure on energy services greater or equal to 2x average expenditure (or any other factor).	Unique poverty line within sample not dependent on income. Fuel poverty line.	Not applicable
2x average share	Share of energy expenditures relative to income greater or equal to 2x mean share of expenditures in the sample	Unique poverty line within sample as ratio of mean expenditures and income	Yes (optional no)
MIS based	Residual income after expenditure on energy services and housing costs less or equal the MIS (after housing costs and expenditure on energy services).	HH specific poverty line dependent on HH type and income. Income poverty line.	Yes
High cost / low income	Households that spend more than the median on all energy services and fall below the poverty line of 60% of median income after expenditures on energy services are subtracted from income.	HH specific poverty line dependent on HH type and income. Hybrid income and fuel poverty line.	Yes

Quelle: Heindl (2013)

1. Einleitung: Was versteht man unter “Energiearmut”? (4/4)

- **Energiearmut in Deutschland:** auf Basis unterschiedlicher Bemessungsgrundlagen Anteil der Betroffenen unterschiedlich hoch, jedoch immer vorhanden

➢ Energiearmut als **wichtiger Aspekt bei der Weiter-entwicklung** der Energie-versorgung zu berück-sichtigen

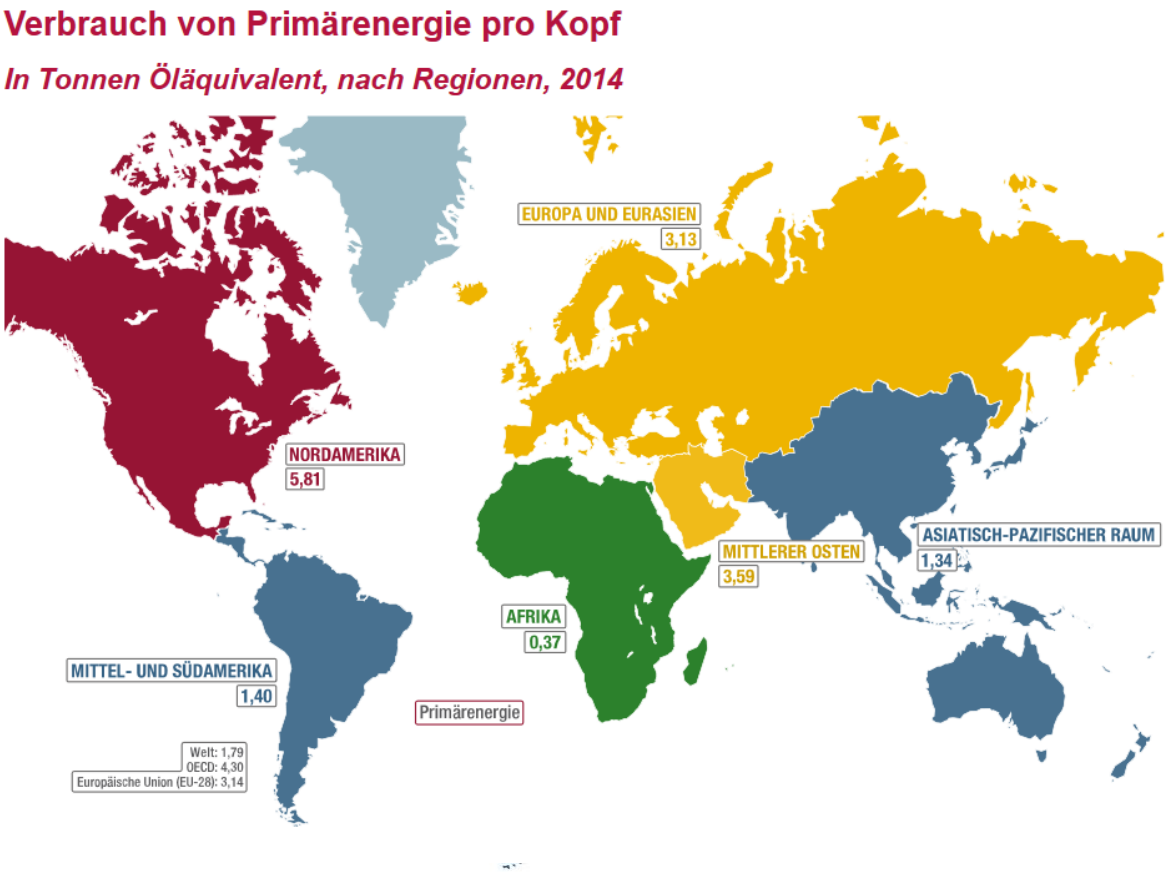
Table 3: Fuel poverty measures for Germany (2011)

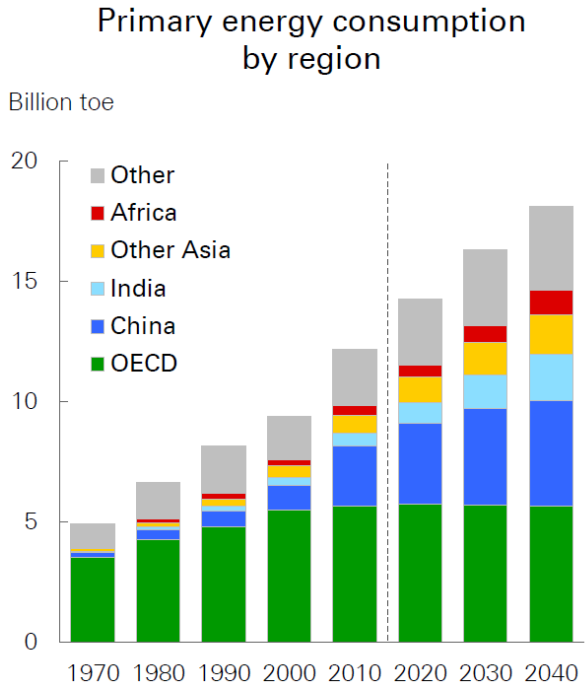
Type	Share fuel poor in sample	Share of fuel poor (population weights)	Average equivalised Income of fuel poor (BHC)	Share of fuel poor below poverty line (952 EUR)	Average exp. on energy services of fuel poor (equiv. income)
10% NE BHC	25.1%	29.8%	1,054	45.7%	20.3%
2x median expenditure	4.6%	4.1%	2,549	8.1%	21.5%
2x median share of exp.	11.2	12.0%	933	58.2%	28.2%
2x mean expenditure	2.9%	2.4%	2,648	7.9%	22.1%
2x mean share of exp.	4.9%	5.4%	779	74.8%	36.5%
MIS (SGBII)	8.8%	9.9%	721	89.2%	25.0%
HCLI EI BHC	10.5%	11.1%	907	52.2%	26.3%
HCLI EI AHC	12.6%	13.7%	998	43.5%	24.5%

AHC = After Housing Costs; BHC = Before Housing Costs;
HCLI = High Cost / Low Income; MIS = Min. Income Standard.

Quelle: Heindl (2013)

2. Heterogenität des Energieverbrauchs: Globale Entwicklung Primärenergie-Verbrauch (zeitlich und räumlich)





Quelle: BP World Energy Outlook 2018

Quelle: British Petroleum (BP): Statistical Review of World Energy 2015; United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD): Online-Datenbank: UNCTADstat (Stand: August 2015)
Lizenz: Creative Commons by-nc-nd/3.0/de
Bundeszentrale für politische Bildung 2016 | www.bpb.de

- **World Energy Council (WEC):**

  1,5 t.o.e. pro Kopf und Jahr als Minimum für angemessene wirtschaftliche und soziale Entwicklung für alle… ⇨ ca. 40 % höheres Primärenergieaufkommen als heute!

2. Heterogenität des Energieverbrauchs: Globale Entwicklung Primärenergie-Versorgung (China, USA und der Rest der Welt)

Primärenergie-Versorgung

In Mio. Tonnen Öläquivalent, Anteile an der weltweiten Gesamtversorgung in %, Primärenergie-Versorgung pro Kopf, ausgewählte Staaten, 2012

Quelle: International Energy Agency (IEA): Energy Statistics Division 10/2014, © OECD/IEA
Bundeszentrale für politische Bildung, 2014

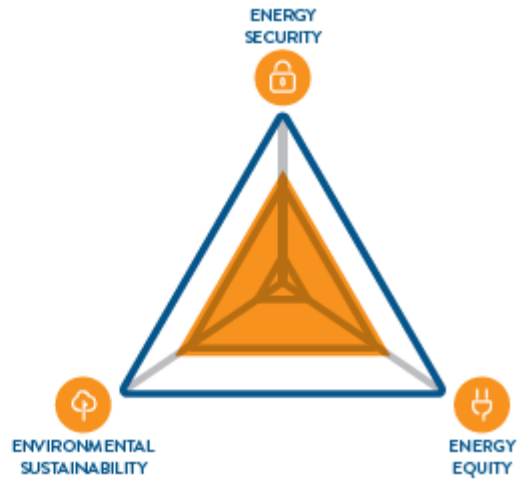
bpb: Bundeszentrale für politische Bildung

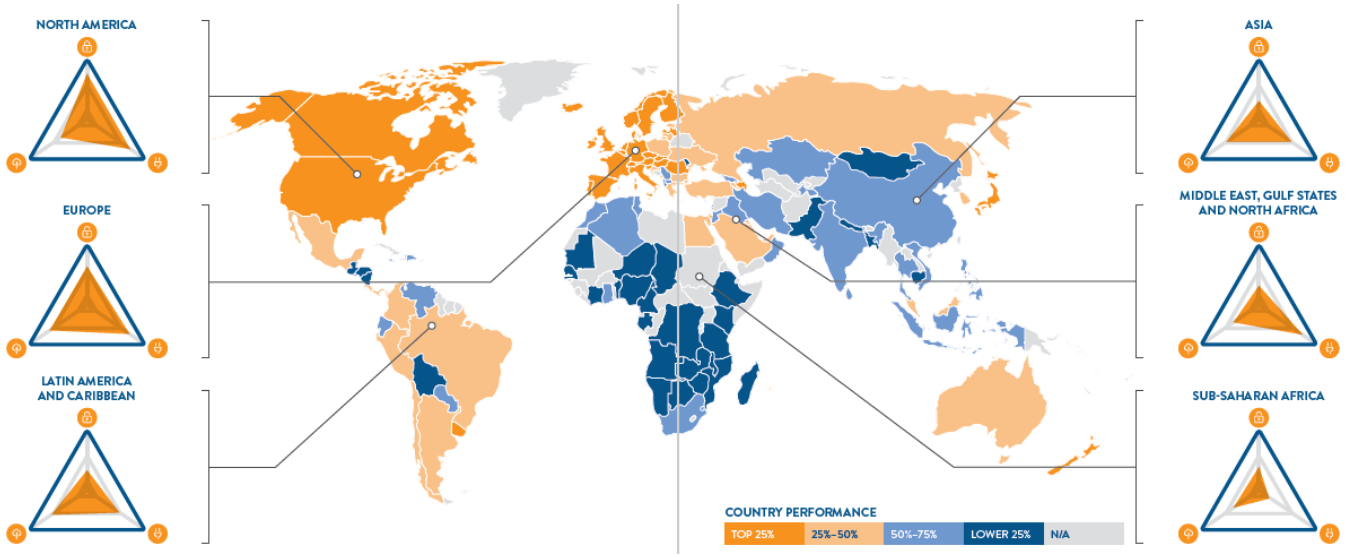
3. Die eine Ecke des “Energie-Trilemmas”: Der Energy Trilemma Index (World Energy Council) (1/3)

ENERGY SECURITY
Effective management of primary energy supply from domestic and external sources, reliability of energy infrastructure, and ability of energy providers to meet current and future demand.

ENERGY EQUITY
Accessibility and affordability of energy supply across the population.

ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY
Encompasses achievement of supply- and demand-side energy efficiencies and development of energy supply from renewable and other low-carbon sources.



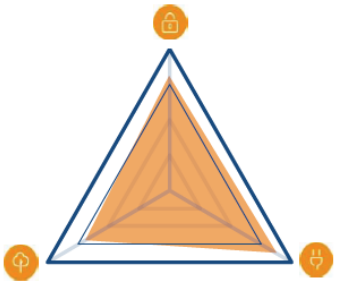


Quelle: WEC (2018)

3. Die eine Ecke des “Energie-Trilemmas”: Der Energy Trilemma Index (World Energy Council) (2/3)

RANK **11**

SCORE **AAB**



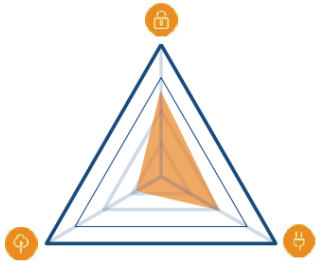
	2016	2017	2018	Trend	Score
Overall rank and balance score	**10**	**12**	**11**	▶	**AAB**
Energy performance					
Energy security	20	18	15	▶	A
Energy equity	6	8	13	▶	A
Environmental sustainability	23	30	37	▶	B
Contextual performance	16	22	22	▶	

Österreich

China

RANK **78**

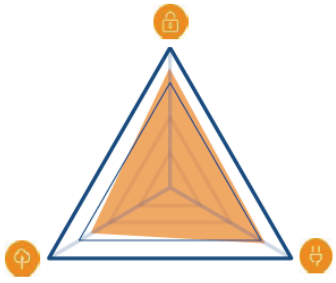
SCORE **BBD**



	2016	2017	2018	Trend	Score
Overall rank and balance score	**87**	**86**	**78**	▶	**BBD**
Energy performance					
Energy security	62	58	43	▶	B
Energy equity	77	76	81	▶	B
Environmental sustainability	117	117	104	▶	D
Contextual performance	62	47	45	▶	

RANK **7**

SCORE **AAB**

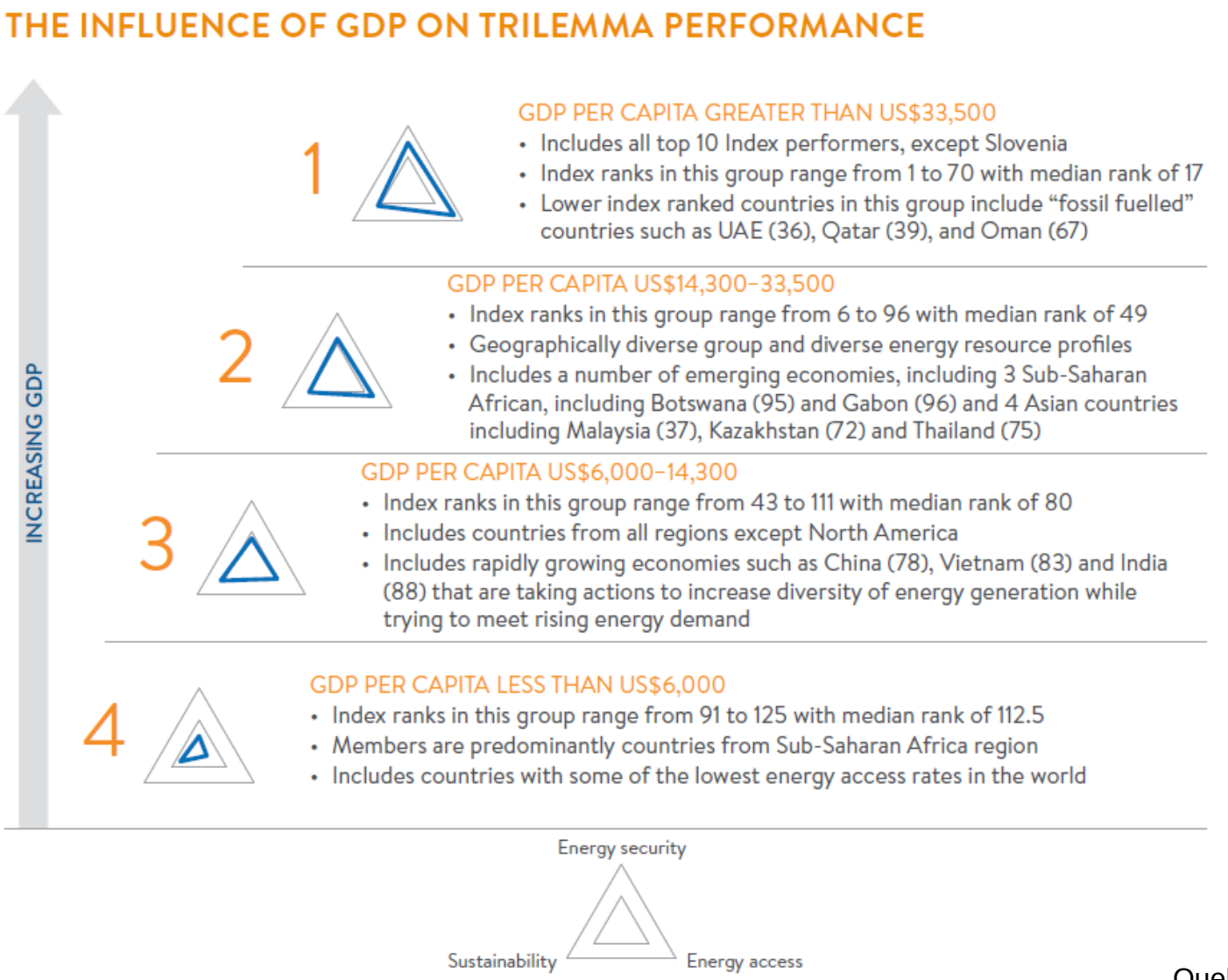


	2016	2017	2018	Trend	Score
Overall rank and balance score	**5**	**6**	**7**	▶	**AAB**
Energy performance					
Energy security	7	12	12	▶	A
Energy equity	15	17	29	▶	A
Environmental sustainability	31	32	40	▶	B
Contextual performance	15	16	16	▶	

Deutschland

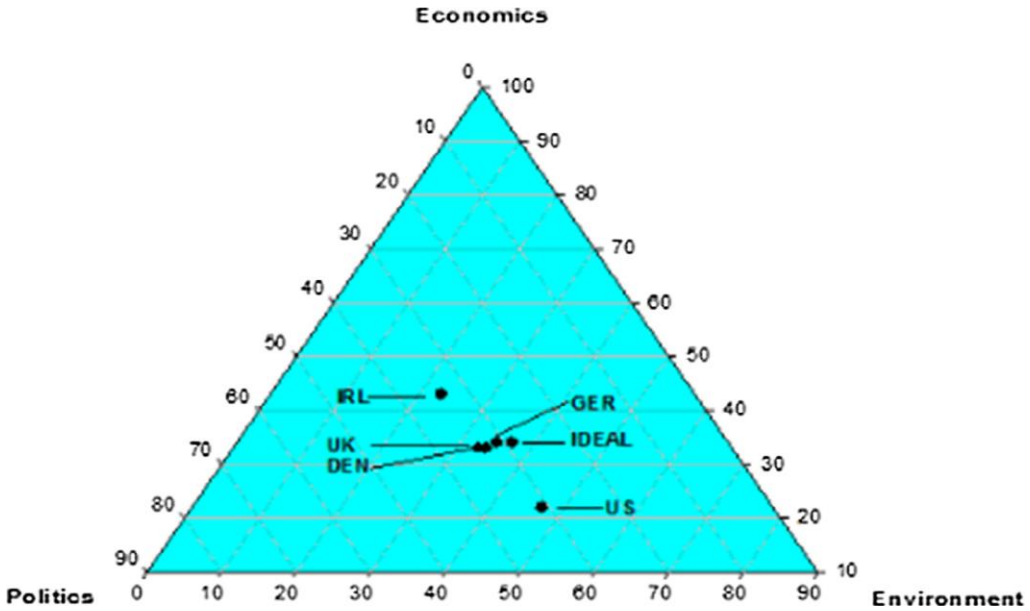
Quelle: WEC (2018)

3. Die eine Ecke des “Energie-Trilemmas”: Der Energy Trilemma Index (World Energy Council) (3/3)



Quelle: WEC (2018)

3. Die eine Ecke des “Energie-Trilemmas”: Die Energy Justice Metrics (Heffron et al. 2018)



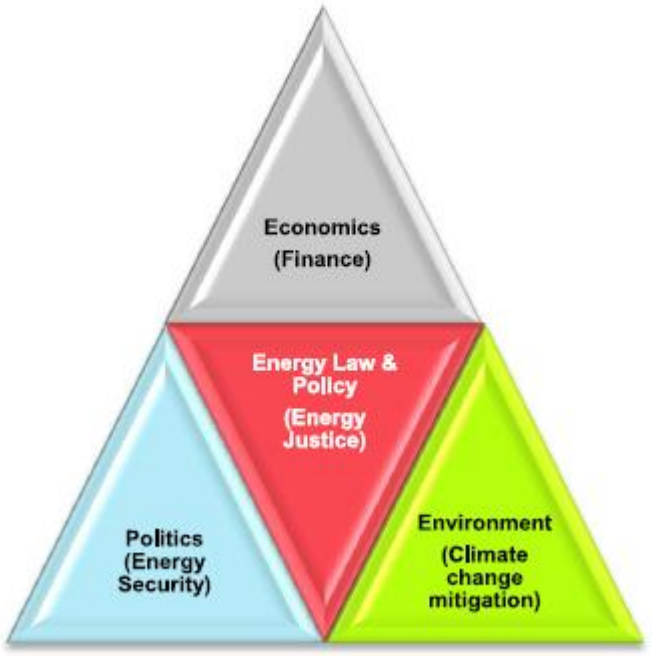


Table 3

Energy Justice Metric Index for each of the 3 ‘parts’ of the Trilemma for the US, the UK, Germany, Ireland and Denmark.

Energy Trilemma Issue	Ideal	US	UK	Ger	Ire	Den
Economics	100	93	86	83	83	93
Politics	100	46	92	89	62	95
Environment	100	65	97	97	47	100

Quelle: Heffron et al. (2018)

3. Die eine Ecke des "Energie-Trilemmas": Energie-Kreuzungen ('energy crossroads')

- Ergänzung des „Energie-Trillemmas" mit der **sozialen Akzeptanz** als vierte Dimension (kann auch von ökonomischen oder Kontextfaktoren abhängen, nicht nur von sozialer Gerechtigkeit!)
- **Politische Entscheidungen** von Regierung und Unternehmen oft zu wenig explizit berücksichtigt (Energie-Trilemma: lobenswert, aber naiv)
- Bsp.: Dichotomie zw. **Energie-Sicherheit** und **Umwelt-Gerechtigkeit**

- Die „**4 A**s" der Energie-Sicherheit:
  - *Availability,*
  - *Accessibility,*
  - *Affordability,*
  - *Acceptability*

  → Überbetonung von Versorgungssicherheit und ökonomischer Machbarkeit

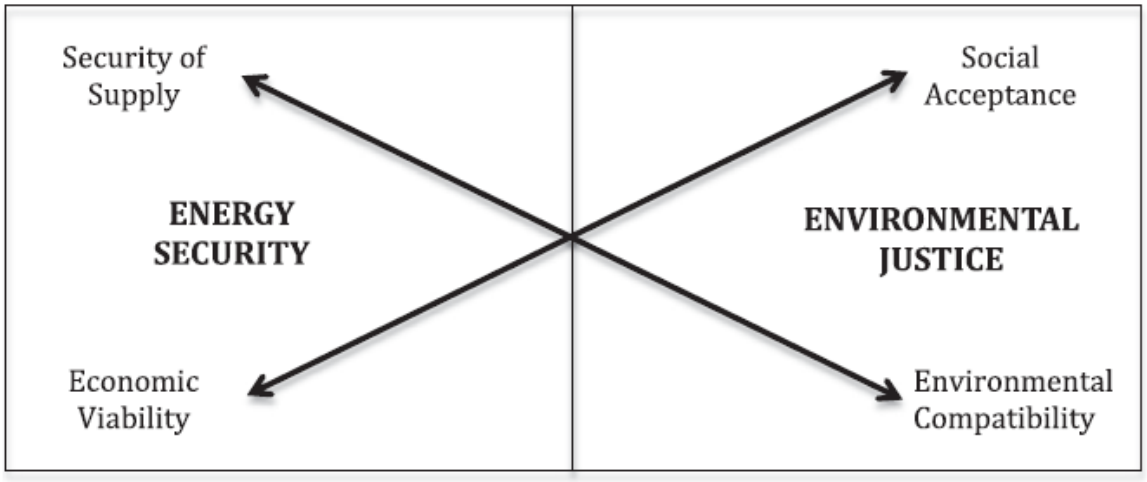


Fig. 2. The energy crossroads.

Quelle: Rehner und McCauley (2016)

4. Ungleiche Verteilung von Einkommen und Energie (Heterogenität des Energieverbrauches)

- Zeitlich
- Sektoral
- Intra- / International, Intra-/Interregional, kontinental
- Mengenmäßig, aber auch strukturell
- Relativ und absolut
- Abhängig u.a. von Einkommen / Wohlstand, aber auch von Produktions- und Konsumaktivitäten und Lebensstilen

- Teilweise auch **klimabedingt** (Heizung, Klimatisierung), oft aber Gebäudebestand darauf entsprechend ausgelegt
- Abhängig von (Verfügbarkeit) der **hauptsächlich genutzten Energieressourcen** (und welche Bevölkerungsteile Zugriff darauf haben)
- **Finanzielle Wirkungen** und **Exponiertheit bzgl. physischer Infrastruktur** (z.B. Windmühlen vs. Überlandleitungen); mehr Betroffene d. Dezentralisierung?

Quellen: Energy Primer, Heindl (2014)

4. Ungleiche Verteilung von Einkommen und Energie (LCA-Betrachtung)

- **Lebenszyklusanalyse-Betrachtung** (LCA; ‚well-to-wheel'; ‚cradle-to-grave') von Energiegerechtigkeit wichtig
  - **Energiewende** ist nicht unbedingt **"grün" oder „fair"** bei LCA-Betrachtung
  - Betrachtungsrahmen geht über den laufenden Energieverbrauch hinaus (graue Energie, seltene Erden, soziale Standards in rohstoffexportierenden Ländern usw.)
- Traditionell meist nur für die **ökologische und ökonomische Dimension** der Nachhaltigkeit, Vernachlässigung der **sozialen Dimension**

- Abhilfe: **Soziale Lebenszyklusanalysen** für die Energiewende (entlang der gesamten Materialfluss- bzw. Wertschöpfungskette):*
  - Rohstoff-Abbau, Produktion, Transport
  - Verteilung, Stromerzeugung und Abfallmanagement
- Auswirkungen auf (besonders stark) **betroffene Stakeholder-Gruppen**, u.a.:
  - Arbeiter, Stromkonsumenten, lokale Gemeinden, Gesellschaft als Ganzes

* Quelle: Fortier et al. (2019)

4. Ungleiche verteilung von Einkommen und Energie: (“Exnovation” vs. Innovation)

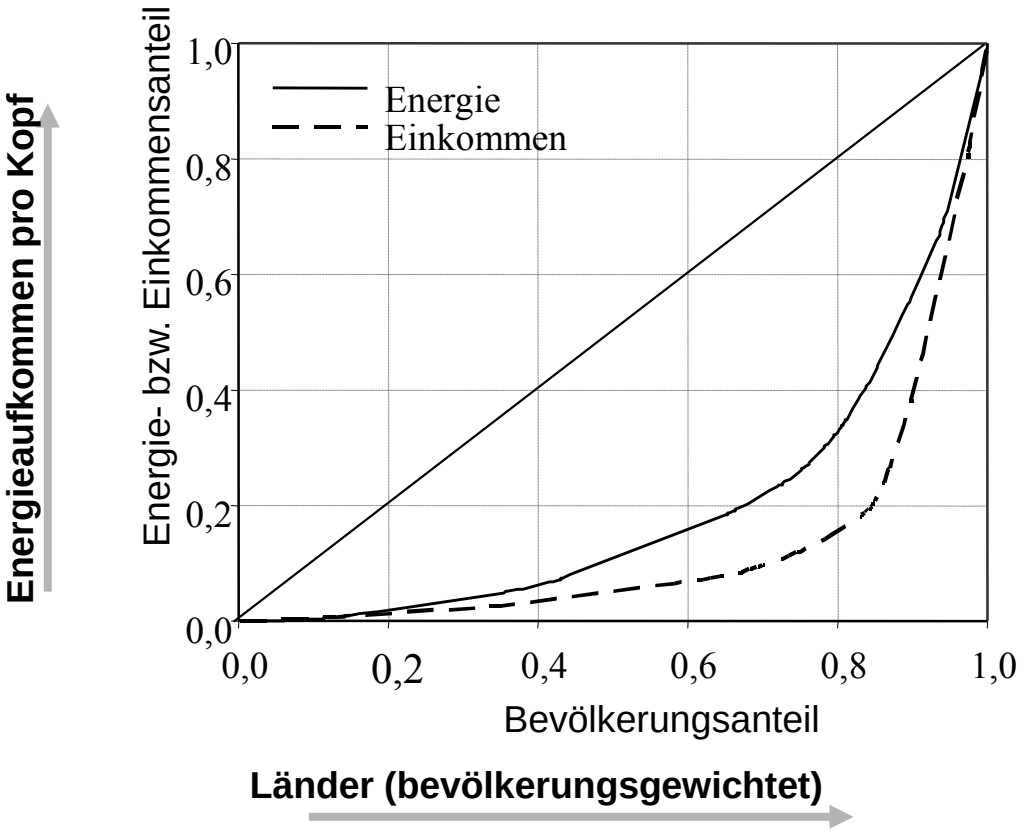
- Um Klimaziele und Nachhaltigkeit zu erreichen muss der **Anteil regenerativ erzeugter Energie steigen**, daher muss bei konstantem Bedarf die **Erzeugung aus konventionellen Energiequellen** reduziert werden („Energiewende“)
- Dies erfordert nicht nur die Förderung regenerativer Erzeugungstechnologien, sondern gleichzeitig **Konzepte zur Ablösung nicht-nachhaltiger Infrastruktur, Technologien, Produkten** und **Praktiken** (**Pfadabhängigkeiten**, Lock-in Situationen)

➢ **Prozess / Begriff der „Exnovation“** (Innovationsforschung)

- Bsp.: Atomausstieg, Kohleausstieg, Verbot der Glühlampe, …
- Dabei werden nicht nur einzelne Technologien, sondern gesamte damit **verbundene sozio-technische Systeme** beseitigt, was einige Probleme aufwirft:
  - Gerechtigkeitsaspekte → *Energy Justice*
  - Widerstand verschiedener Interessenvertreter: Von „Exnovation“ kann im Gegensatz zur Innovation nicht direkt profitiert werden
  - Politische Durchsetzbarkeit

Quelle: David (2018)

4. Ungleiche Verteilung von Einkommen und Energie: Lorenz-Kurven und Gini-Koeffizienten (Grundprinzip)



- Energie ist ein **essentielles Gut** - und wird daher von Menschen mit geringem Einkommen überproportional nachgefragt ⇨ Einkommensverteilung noch schiefer als Energieverteilung!

- Bei sehr geringem Einkommen greifen die Menschen auf **nicht kommerzielle** Energieträger zurück, um ihre Grundbedürfnisse zu decken (d.h. die Energienachfrage wächst unterproportional mit zunehmendem Einkommen)

Quelle: Erdmann, Zweifel (2007). S. 99

4. Ungleiche Verteilung von Einkommen und Energie: Lorenz-Kurven und Gini-Koeffizienten (Methodologie)

- Analog zu Lorenz-Kurven der Einkommensverteilung wird der **kumulierte Haushaltsenergie-Verbrauch** über den **kumulierten Bevölkerungsanteilen** aufgetragen, um eine ***Lorenz-Kurve für den Haushaltsenergieverbrauch*** zu erhalten
- Der **Gini -Koeffizient** ergibt sich dann als der **Quotient der von Lorenz-Kurve und 1. Winkelhalbierender** eingeschlossenen Fläche und der **gesamten Fläche unterhalb der 1. Winkelhalbierenden**, oder formal zu:

$$G_e = 1 - \sum_i (Y_{i+1} + Y_i)(X_{i+1} - X_i)$$

  - $\boldsymbol{X_i}$: Anteil der Energieverbraucher der Gruppe *i* an der Gesamtbevölkerung
  - $\boldsymbol{Y_i}$: Anteil des Energieverbrauchs der Gruppe *i* am Gesamtenergieverbrauch, aufsteigend nach Energieverbrauch geordnet

Quelle: Jacobsen, Milman, Kammen (2005)

4. Ungleiche Verteilung von Einkommen und Energie: Lorenz-Kurven und “Gini out of the bottle” (Jacobson et al. 2005)

- Energieverbrauch als **Indikator f. nationale Wirtschaftsleistung**, -wachstum **und** des menschlichen **Einflusses auf die Umwelt**
- **Lorenz Kurven und Gini-Koeffizienten:** bewährtes Mittel zur Schätzung von **Einkommens-Ungleichheiten**; auch nützlich für Analyse v. **Energiekonsum-Ungleichheit**

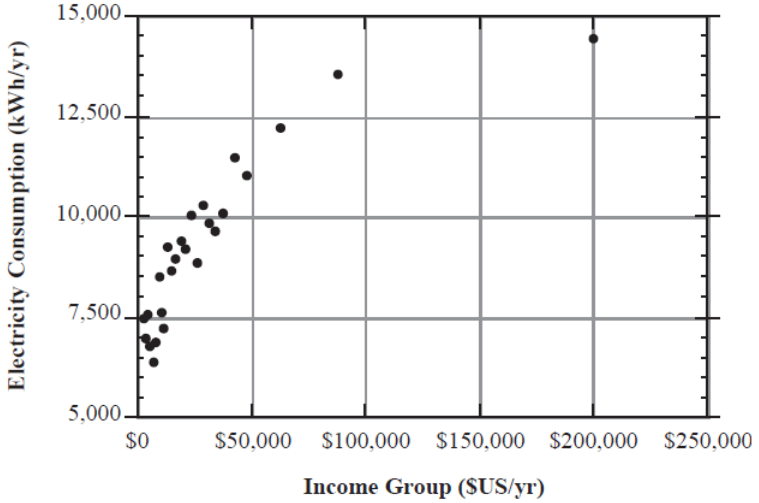
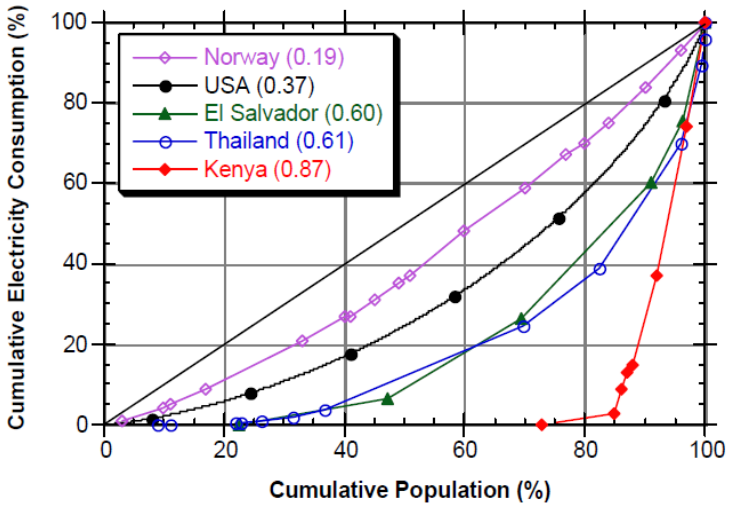


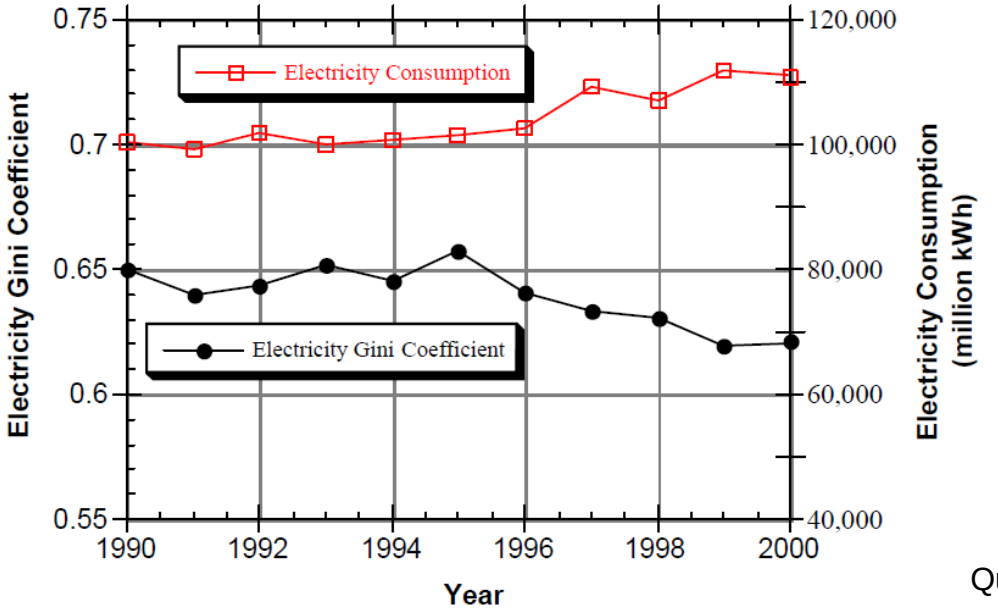
Fig. 1. Household electricity versus income for the US in 1997.

- Ermöglicht **inter- und intranationale Vergleiche** sowie **Trendanalysen**
- Mit näherungsweise linearer Korrelation zwischen Einkommen und Energieverbrauch (Bsp.: USA, 1997) lassen sich **Lorenz-Kurven und Gini-Koeffizienten für den Energieverbrauch der privaten Haushalte** ermitteln (~ konstante Grenzerlöse)



Quelle: Jacobsen et al. (2005)

4. Ungleiche Verteilung von Einkommen und Energie: Lorenz-Kurven und “Gini out of the bottle” (Jacobson et al. 2005)



Quelle: Jacobsen et al. (2005)

Fig. 5. Gini coefficients and total electricity consumption for commercial and industrial accounts in California from 1990 to 2000.

- Relativ **stabile Entwicklung 1990–1995**, danach steigt der Stromverbrauch rasch an und **fällt der Gini-Koeffizient** um 4 % auf 0,62
- Interpretation: Mögliches Anzeichen dafür, dass die **Bedeutung kleiner Unternehmen** zunahm, evtl. aufgrund zunehmend **arbeitsteiliger Wirtschaftsweise** (verschiedene Faktoren als mögliche Erklärung denkbar!)

4. Ungleiche Verteilung von Einkommen und Energie: Lorenz Flächen – Temporaler Verlauf der Ungleichheit

- Berücksichtigung der **Zeit als zusätzlicher Dimension** ergibt **Lorenz-Flächen** und macht den Verlauf der **Verteilung über die Jahre** nachvollziehbar

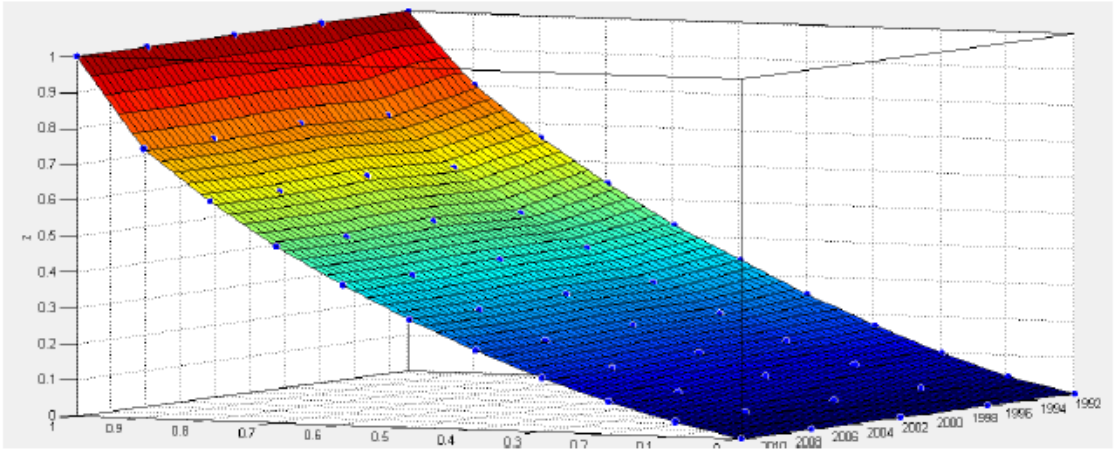


Figure 3.5 Germany income Lorenz Surface with marks of basis points, 1991-2010

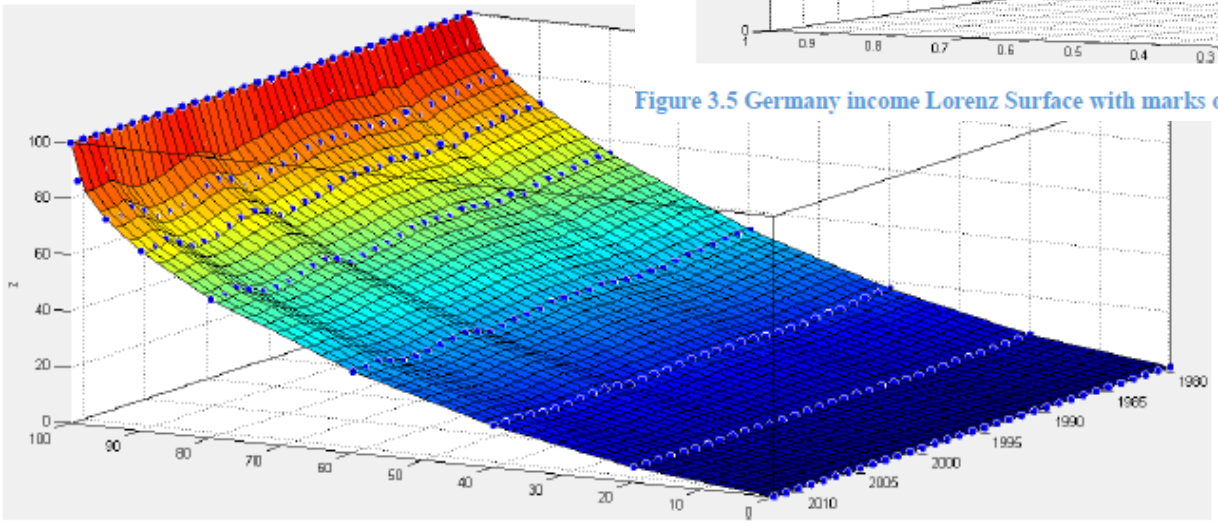


Figure 3.1 USA income Lorenz Surface with marks of basis points, 1979-2011

Quelle: Liang and Madlener (2018)

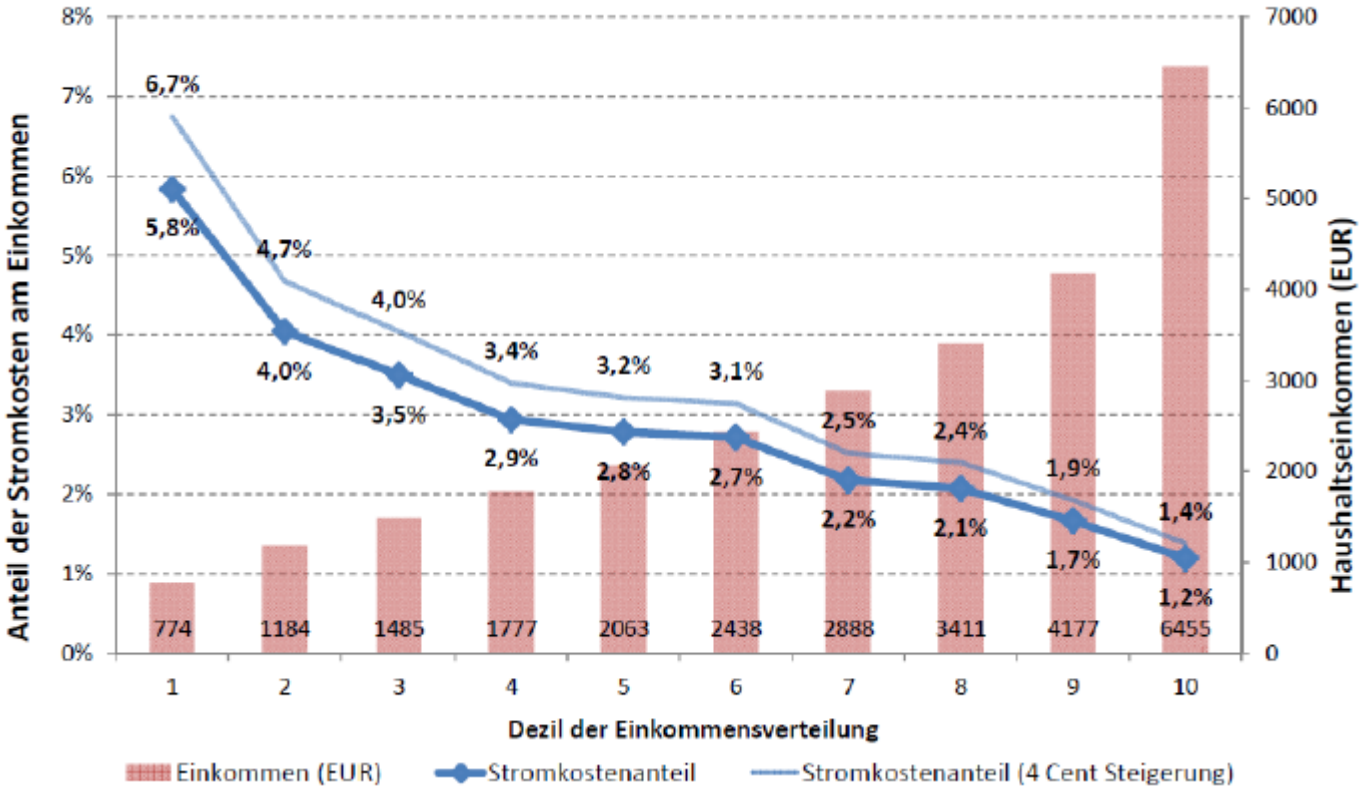
5. Verteilungswirkungen der *Energiewende*: Steuern und Umlagen

- **Steuern** haben, je nach Gut, unterschiedliche Wirkung
  - Mobilität → tendenziell progressiv
  - Wärme → eher neutral
  - Elektrizität → eher regressiv
- Alle Haushalte haben einen gewissen Grundbedarf an Strom, unabhängig vom Einkommen
- **Erhöhte Strompreise** wirken sich daher unterschiedlich stark und relativ gesehen stärker auf ärmere Haushalte aus
- **Verteilungseffekt der EEG-Umlage** macht manche Länder zu Netto-Zahlern (bspw. NRW) während andere stärker profitieren (bspw. Solarenergie in Bayern)
- Verteilungswirkung **auf Unternehmensebene**, wenn einige[1] Unternehmen vom Zahlen der Umlage befreit sind

[1] 2017: immerhin 2.092 Unternehmen bzw. selbständige Unternehmensteile (BAFA)

Quelle: Heindl (2014)

5. Verteilungswirkung der Energiewende

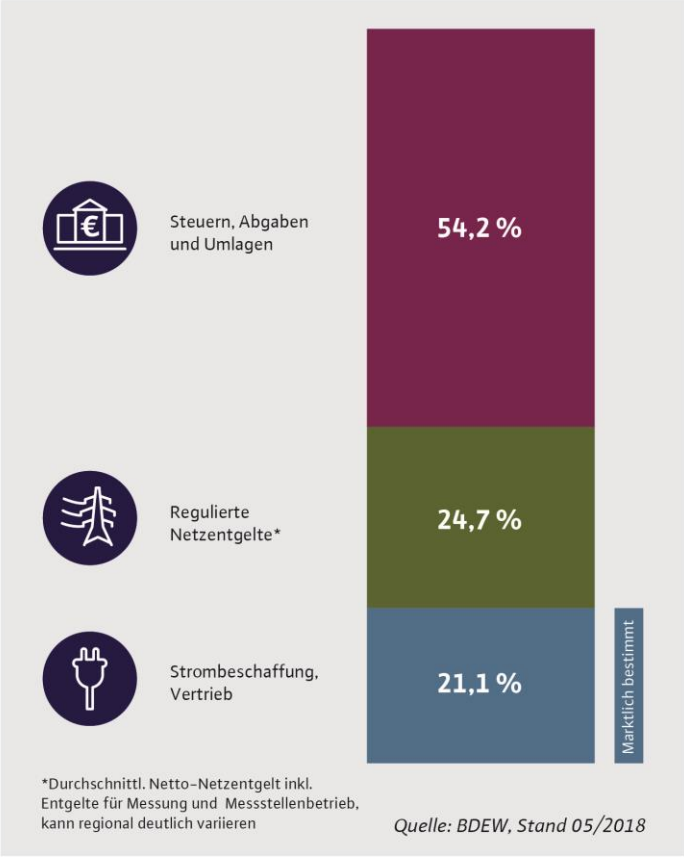


- Einkommensverteilung **in Deutschland** (2012): Der Anteil der Stromkosten am Haushaltseinkommen – für den Status Quo und einer Steigerung der Stromkosten um 4 €-ct/kWh – verdeutlicht die Mehrbelastung unterer Einkommensschichten

Quelle: Heindl (2014)

Entwicklung der Strompreise: Steuern, Abgaben und Umlagen um 110 Prozent gestiegen

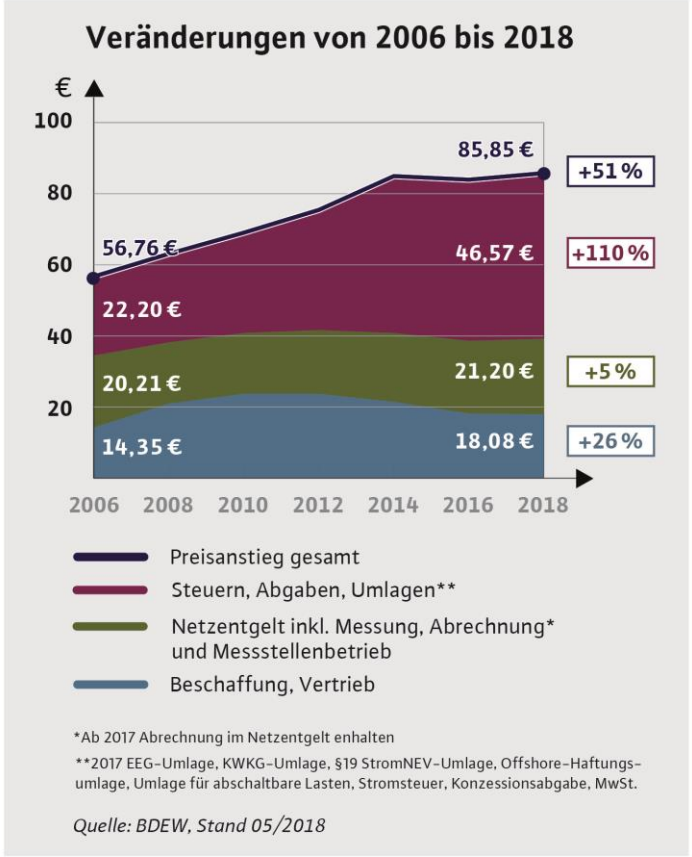
Durchschnittliche Zusammensetzung des Strompreises 2018 für einen Haushalt in Deutschland
(3.500 kWh Jahresverbrauch)



*Durchschnittl. Netto-Netzentgelt inkl. Entgelte für Messung und Messstellenbetrieb, kann regional deutlich variieren

Quelle: BDEW, Stand 05/2018

Entwicklung der durchschnittlichen monatlichen Stromrechnung für einen Haushalt in Deutschland
(3.500 kWh Jahresverbrauch)



*Ab 2017 Abrechnung im Netzentgelt enhalten

**2017 EEG-Umlage, KWKG-Umlage, §19 StromNEV-Umlage, Offshore-Haftungs-umlage, Umlage für abschaltbare Lasten, Stromsteuer, Konzessionsabgabe, MwSt.

Quelle: BDEW, Stand 05/2018

Fazit

1. Das **wissenschaftliche und politische Interesse** an den Themen **Energie-armut und Energiegerechtigkeit** hat in den letzten Jahren stark zugenommen
2. Der Ursprung der Debatte kommt aus der **Umweltgerechtigkeits-Literatur** und der relativ langen Historie der **Energiearmutsdebatte im Ver. Königreich**
3. Die Analyse von Energiearmut erfordert ein **Maß (Armutsschwelle) und** eine **Metrik**; die **zahlreichen existierenden Metriken** ergeben oft **unterschiedliche Resultate**; können nur beschränkt helfen gerechte Lösungen zu finden
4. **Soziale, ökonomische und ökologische Ungerechtigkeiten** (aber auch historisch/zeitlich und räumlich/geografisch); **Energie-Trilemma** nicht eindeutig
5. Berücksichtigung von **Energiearmut und Energiegerechtigkeit** ist auch für die **konkrete Ausgestaltung der „Energiewende“** von Relevanz, nicht zuletzt für die **Bewertung der oft „ulta-langlebigen“**[1] **Energieinfrastruktur** (neu + alt!)
6. **Systemische Betrachtungen** sind wichtig (u.a. **soziale LCA**; Bewertung supra-nationaler / überregionaler Auswirkungen); Schlussfolgerungen können ganz andere sein als bei Betrachtung einzelne Energieträger bzw. -bedarfe

[1] Research Area EME, Fak. WiWi, RWTH Aachen

Besten Dank für Ihre geschätzte Aufmerksamkeit! Fragen?

Kontakt

Institute for Futrue Energy Consumer Needs and Behavior (FCN)
E.ON Energy Research Center
Mathieustraße 10
D-52074 Aachen

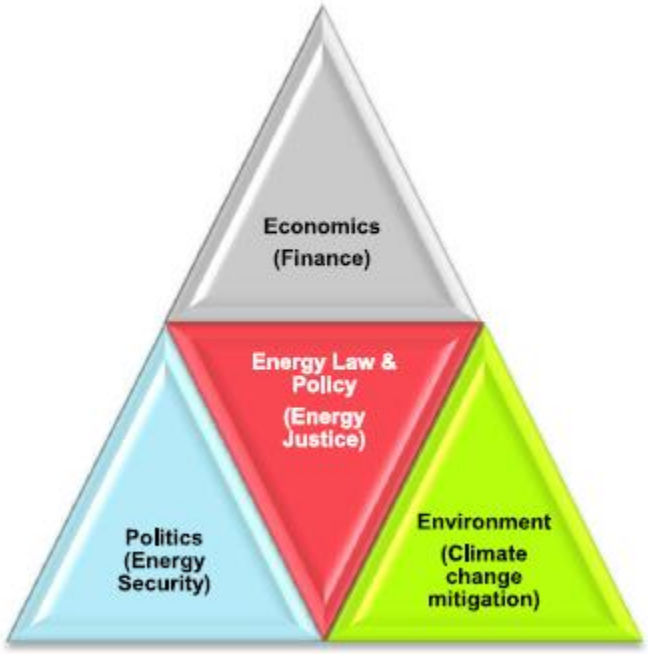
Prof. Dr. rer. soc. oec. Reinhard Madlener
Tel. + 49 241 80 49820
Tax. +49 241 80 49 829
RMadlener@eonerc.rwth-aachen.de
http://www.eonerc.rwth-aachen.de/FCN

Literatur (zusätzlich zu Folie 2)

- Boardman, B. (1991): Fuel poverty: from cold homes to affordable warmth*, London, United Kingdom: Belhaven Press.*
- Erdmann, G., Zweifel, P. (2007): Energieökonomik – Theorie und Anwendungen*, Springer Berlin Heidelberg, 2007*
- Grubler et al. (2012): GEA Energy Primer, Chapter 1.
- Heindl, P. (2013): Measuring Fuel Poverty: General Considerations and Application to German Household Data*, ZEW Discussion Paper* No. 13-046, Mannheim.
- Heindl, P. (2014): Ökonomische Aspekte der Lastenverteilung in der Umweltpolitik am Beispiel der Energiewende, *ZEW Discussion Paper* No. 14-061, Mannheim*.*
- Hills, J. (2012): Getting the Measure of Fuel Poverty: Final Report of the Fuel Poverty Review*, London*
- Jacobsen, A., Milman, A. D., Kammen, D. M. (2005): Letting the (energy) Gini out of the bottle: Lorenz curves of cumulative electricity consumption and Gini coefficients as metrics of energy distribution and equity, *Energy Policy* 33: 1825-1832.
- Koh, L., Marchand, R., Genovese, A., Brennan, A. (2012): Fuel Poverty – Perspectives from the front line, *The University of Sheffield; Centre for Energy, Environment and Sustainability.*
- Rehner, R., McCauley, D. (2016): Security, justice and the energy crossroads: Assessing the implications of the nuclear phase-out in Germany*, Energy Policy* 88: 289-298.
- Sen, A. (1976): Poverty: An Ordinal Approach to Measurement, *Econometrica* 44(2), 219–231.
- WEC (2018): Energy Trilemma Index, World Energy Council, London / UK.

5. Verteilungswirkungen der Energiewende: Das Konzept der Energiegerechtigkeit (‘*energy justice’)*

- Um die Klimaerwärmung auf 2 ºC zu beschränken sind in den kommenden 25 Jahren geschätzte **208 Milliarden US$** an Investitionen notwendig (Heffron et al., 2018)
- Vor diesem Hintergrund müssen bei Entscheidungen auch **Gerechtigkeitsaspekte** eine Rolle spielen



Lorenz Kurven – BIP, Endenergie, Elektrizität

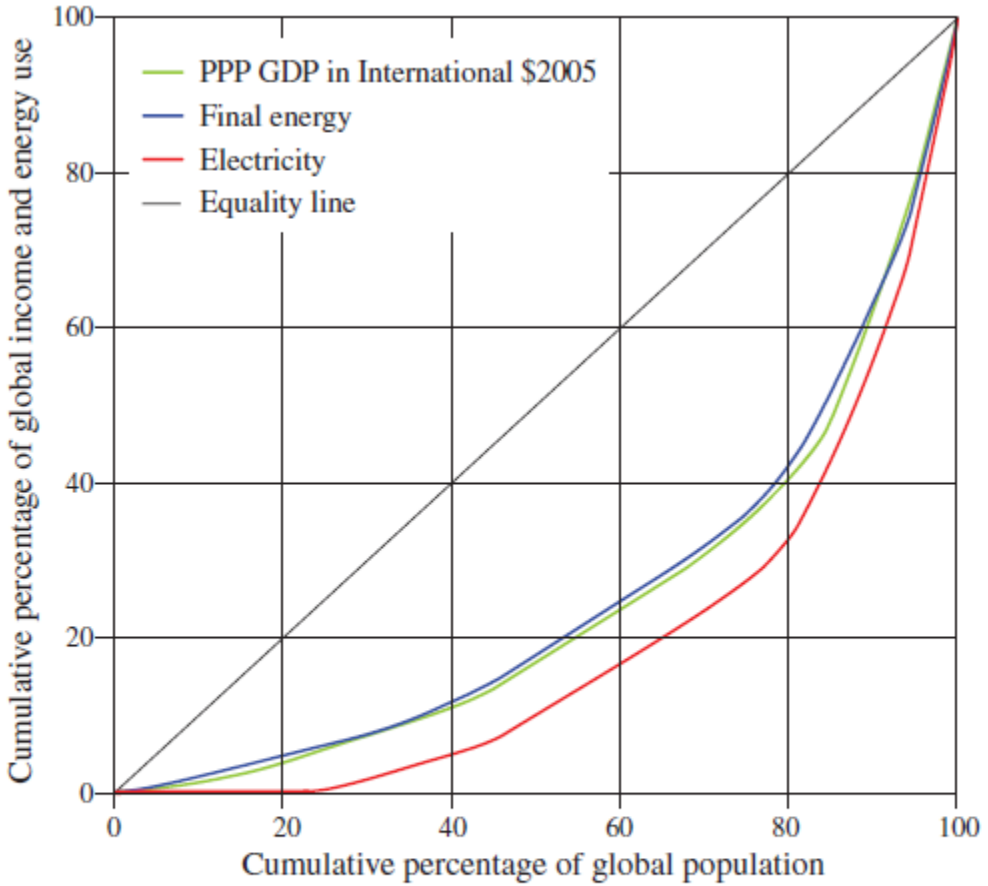


Figure 1.25 | Lorenz curves of energy inequality, measuring cumulative global population (in percent) disposing of corresponding fraction of cumulative income (in percent of PPP$ (green), final energy (blue), and electricity use (red) (in percent of Joules energy used) for the Year 2000. Source: IEA, 2010 and UNDP and WHO, 2009.

Quelle: Grubler et al. (2012)

Infrastruktur

- Idee, dass man nicht nur die Erzeugung und Nutzung von Energie betrachten sollte sondern auch die benötigte Infrastruktur

Quelle: Heindl (2014)