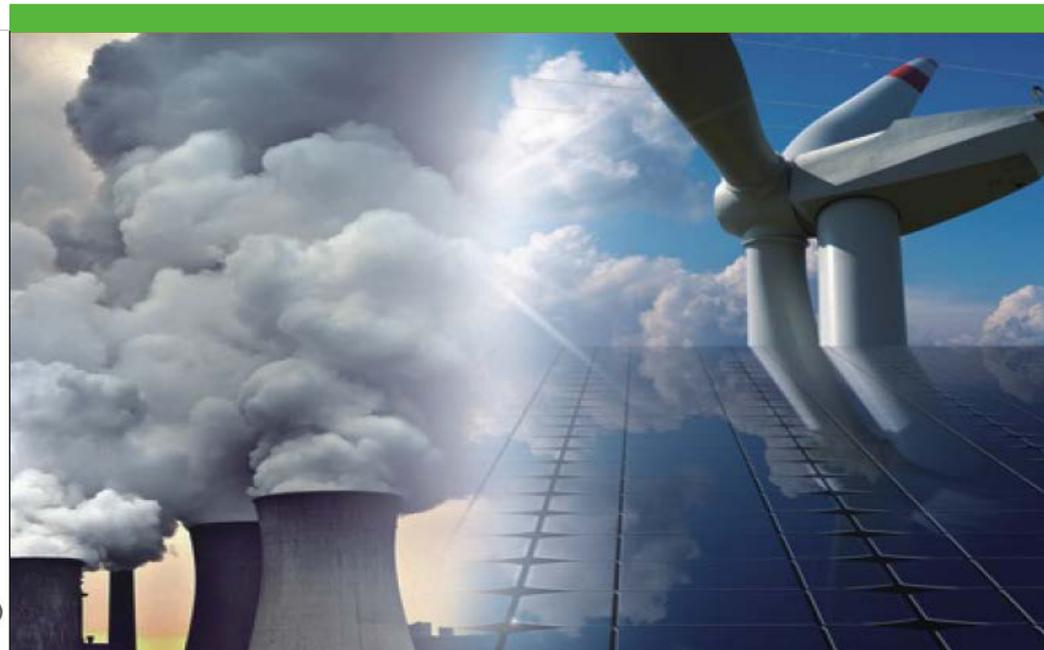
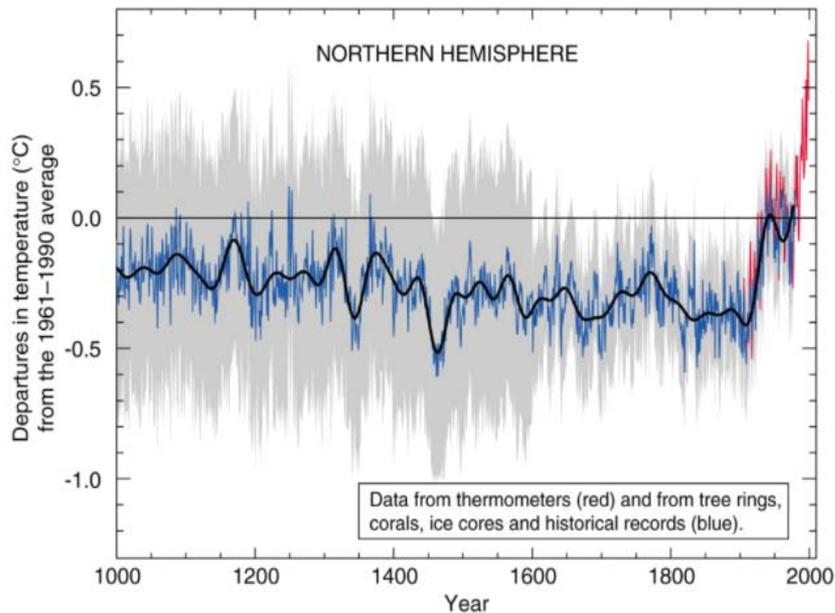


# Zusatzfolien zu Wandel und Nachhaltigkeit

## Intergenerationelle Verteilung der Klimakosten



Universität der Bundeswehr München  
WOW – Sektion Wandel und Nachhaltigkeit



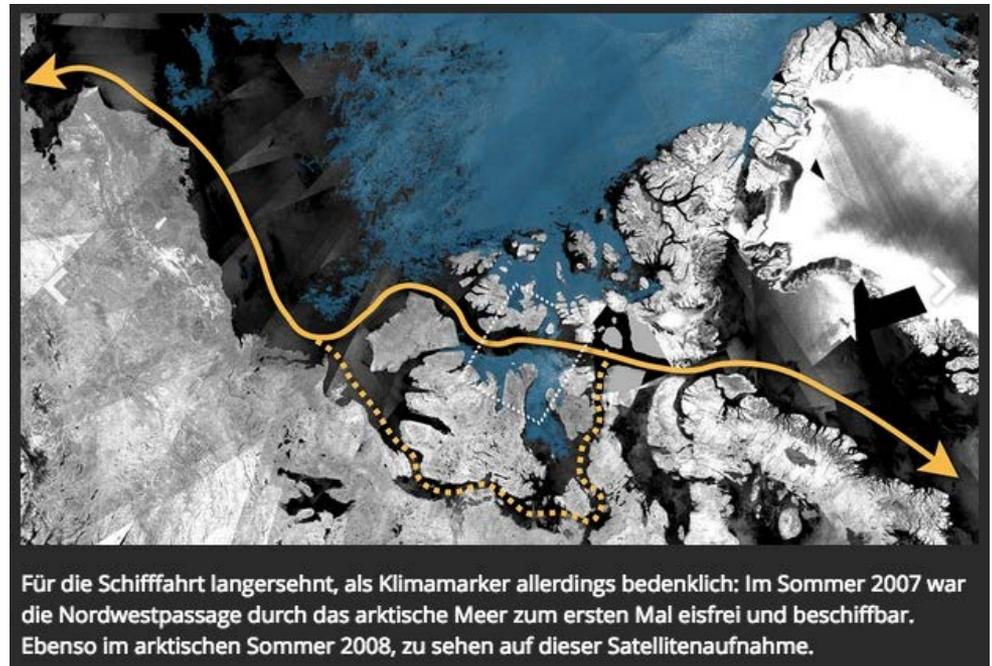
# Prolog



## Annahme

Klimawandel ist real und durch anthropogene Treibhausgase verursacht.

Eisfreie Nordwestpassage  
zwischen Atlantik und Pazifik  
Bild: BR 2017, ESA



Für die Schifffahrt langersehnt, als Klimamarker allerdings bedenklich: Im Sommer 2007 war die Nordwestpassage durch das arktische Meer zum ersten Mal eisfrei und beschiffbar. Ebenso im arktischen Sommer 2008, zu sehen auf dieser Satellitenaufnahme.

# Prolog



## Ökonomische Forschungsfragen

- Welche Kosten werden durch den Klimawandel verursacht?
- Wie sollen die Kosten über die Generationen verteilt werden?

# Gliederung



- Kosten des Klimawandels
- Distributive justice und Prinzipien der Fairness
- Modellaufbau und -ergebnisse
- Fazit

# Kosten des Klimawandels



## Schäden

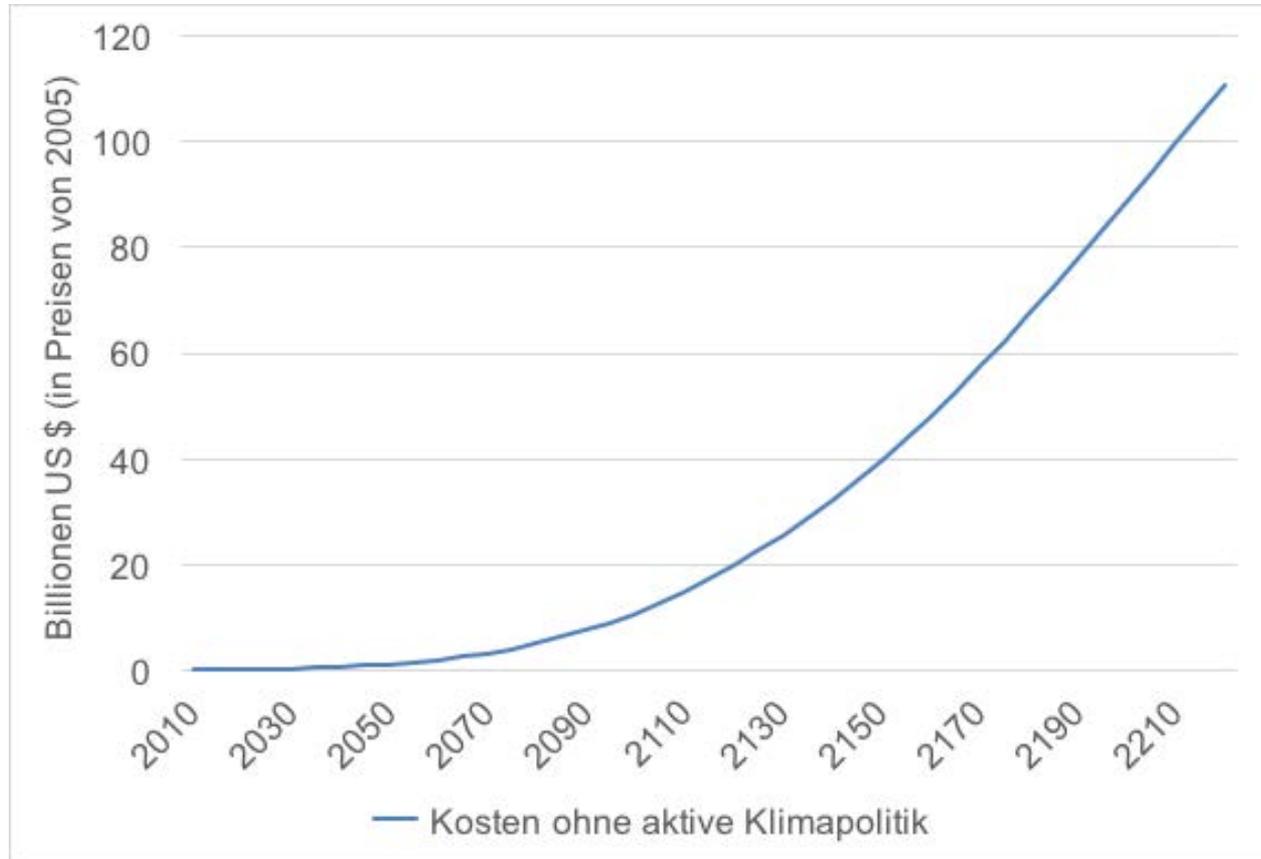
- Physikalische Systeme
  - Gletscher, Eis
  - Überschwemmungen, Dürren
  - Anstieg des Meeresspiegels
- Biologische Systeme
  - Terrestrische Ökosysteme
  - Wald- und Flächenbrände
  - Marine Ökosysteme
- Sozioökonomische Systeme
  - Landwirtschaft und Industrie
  - Gesundheit



# Kosten des Klimawandels



Kosten des Klimawandels ohne aktive Klimapolitik  
(Schäden und Anpassung) in Billionen US\$



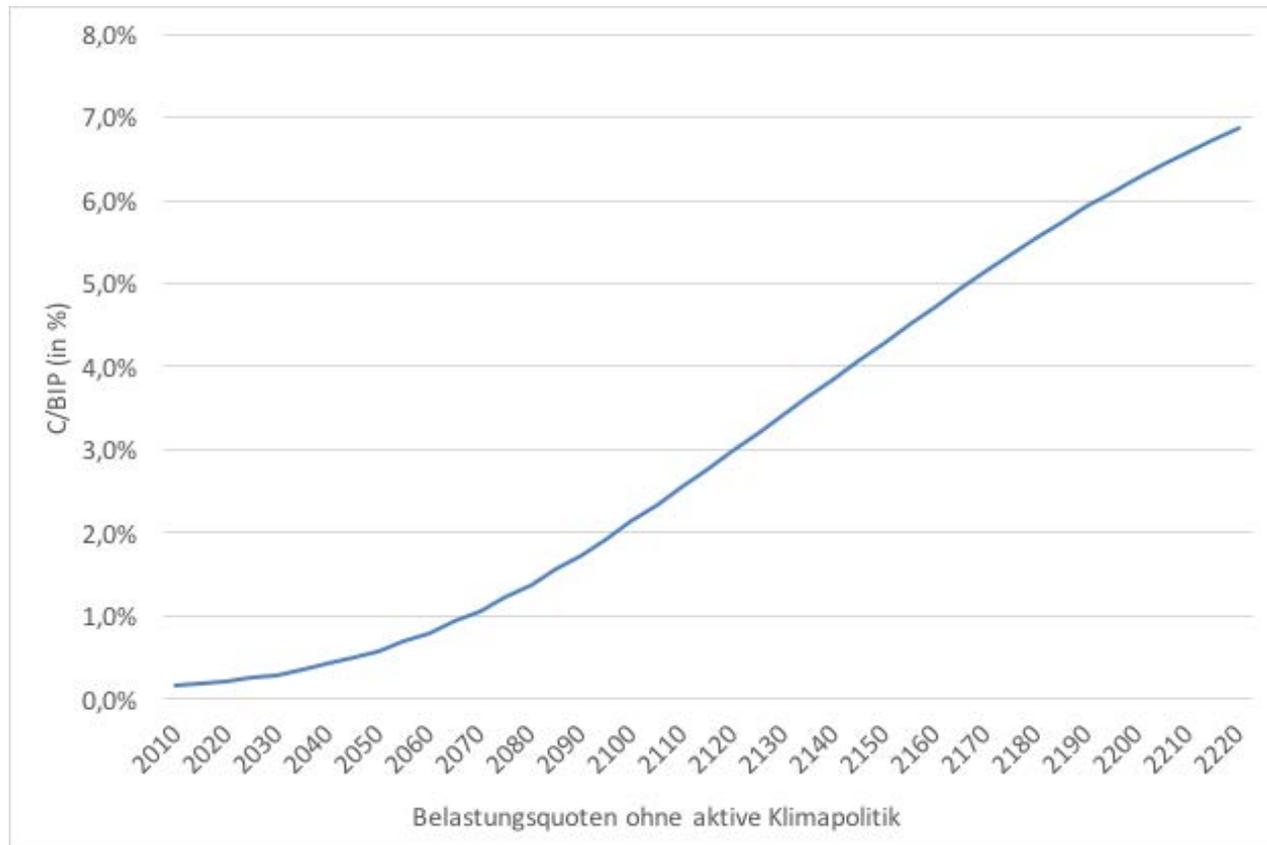
Eigene Berechnungen auf Basis des DICE 2013R Modells (Nordhaus 2013)

# Kosten des Klimawandels



## Belastungsquoten ohne aktive Klimapolitik

(Schadens- und Anpassungskosten in Prozent des BIPs)



Eigene Berechnungen auf Basis des DICE 2013R Modells (Nordhaus 2013)

# Kosten des Klimawandels



## Anmerkungen

- Schäden wachsen schneller als BIP
- Berechnungen liefern wahrscheinlichsten Wert
  - Kosten können geringer oder (viel) höher ausfallen
  - *Runaway* Szenarien denkbar
- Berechnungen liefern mittleren Wert über alle Regionen
  - Starke regionale Unterschiede
  - Hohe Betroffenheit der Entwicklungsländer

# Distributive justice und Prinzipien der Fairness



## Distributive justice

- Berücksichtigung distributiver Präferenzen, die sich vom Eigeninteresse unterscheiden können
  - Einbeziehung von Verteilungsfragen unter Berücksichtigung von Verdienst, Verantwortung, Umgebungsbedingungen, Produktivität oder Leistungsvermögen einer Gruppe (distributive preference)
  - Unterscheidung zu altruistischen Motiven (unconditional preference)

# Distributive justice und Prinzipien der Fairness



## Prinzipien der Fairness

- Effizienzprinzip
  - Möglichst effiziente Allokation aller verfügbaren Ressourcen
  - Zurückstellung des individuellen Nutzens zur Maximierung des gesamten Outputs
  - Methodische Umsetzung durch *Diskontierten Utilitarismus* (Maximierung der aggregierten und diskontierten individuellen Nutzen)

$$W = \int_{t=0}^{\infty} u(c) e^{-\delta t} dt$$

- Effizienz nicht als Mess-, sondern normative Zielgröße

# Distributive justice und Prinzipien der Fairness



## Prinzipien der Fairness

- Ability-to-pay Prinzip
  - Basierend auf den Bedürfnissen (Needs) und der Leistungsfähigkeit der beteiligten Akteure
  - Jeder Akteur muss in der Lage sein, seine Bedürfnisse (needs) zu erfüllen (in Abgrenzung zu seinen Wünschen (wants)) und zwar unabhängig von seiner ökonomischen Stärke
  - Dies führt in der Regel zu einer Verteilung der Kosten gemäß der Leistungsfähigkeit (ability-to-pay)

# Distributive justice und Prinzipien der Fairness



## Prinzipien der Fairness

- Polluter-pays Prinzip
  - Basierend auf den Konzepten der *Verhältnismäßigkeit* und *Verantwortung*.
  - Die Verteilung der Kosten gemäß dem zuordenbaren Anteil der Akteure (polluter-pays).
  - Alle Akteure werden jedoch nur für den Teil verantwortlich gemacht, den sie tatsächlich kontrollieren können.

# Distributive justice und Prinzipien der Fairness



## Prinzipien der Fairness

- No-envy Prinzip
  - Die Verteilung der Kosten erfolgt so, dass keine Generation einen Grund hat, mit einer vorherigen Generation tauschen zu wollen.
  - Dieses Prinzip stellt nicht notwendigerweise Gerechtigkeit her, aber es fügt keine neuen Ungerechtigkeiten hinzu.

# Modellaufbau und -ergebnisse



- Alle Prinzipien sollen nun für die Verteilung der Klimakosten über die Generationen in einem ökonomischen Modell angewandt werden

## Modellaufbau

- Ziel: Identifikation eines optimalen Emissionsvermeidungspfades über die Zeit
- Grundannahme: Die Vermeidung einer Tonne CO<sub>2</sub> wird in jeder Periode gerade so lange vorgenommen, bis die Grenzvermeidungskosten mit den akkumulierten und abdiskontierten Grenzschäden übereinstimmen.
- Die Schäden ergeben sich wiederum aus den Emissionen, bzw. der Emissionskonzentration (man-made climate change).

# Modellaufbau und -ergebnisse

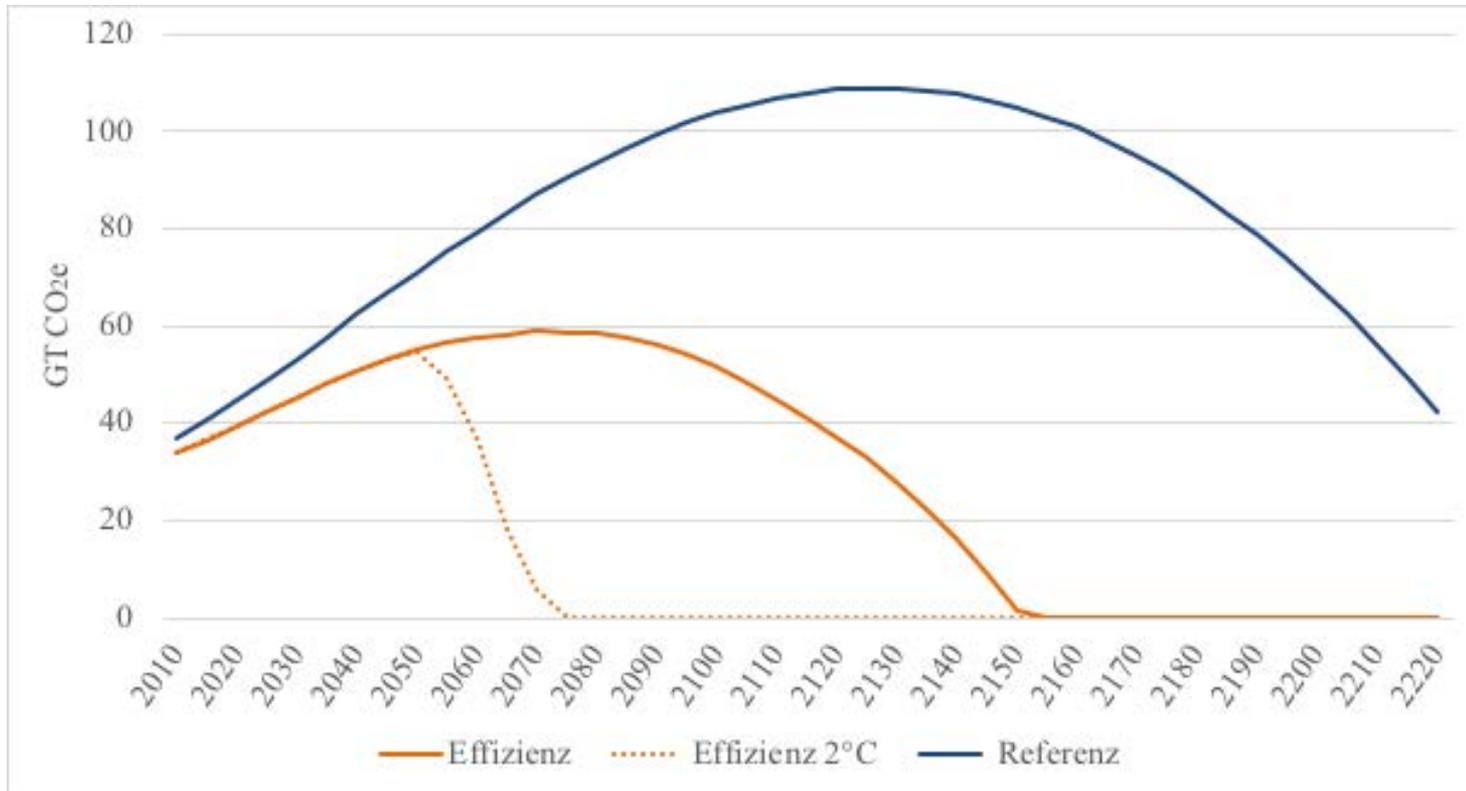


- Für ein Referenzszenario wird ein Verlauf der Emissionen angenommen, der sich an der zunehmenden Knappheit der fossilen Energieträger sowie der Preisentwicklung der erneuerbaren Energien orientiert (keine Optimierung).
- Das Effizienzprinzip dient als Benchmark für alle optimierten Pfade.
- Die sonstigen Fairnessprinzipien werden als Nebenbedingung der Optimierung berücksichtigt.
- Für alle optimierten Pfade wird zudem das 2° Ziel verbindlich vorgegeben.

# Modellaufbau und -ergebnisse



Emissionsverlauf ohne aktive Klimapolitik und bei effizienter Verteilung der Kosten



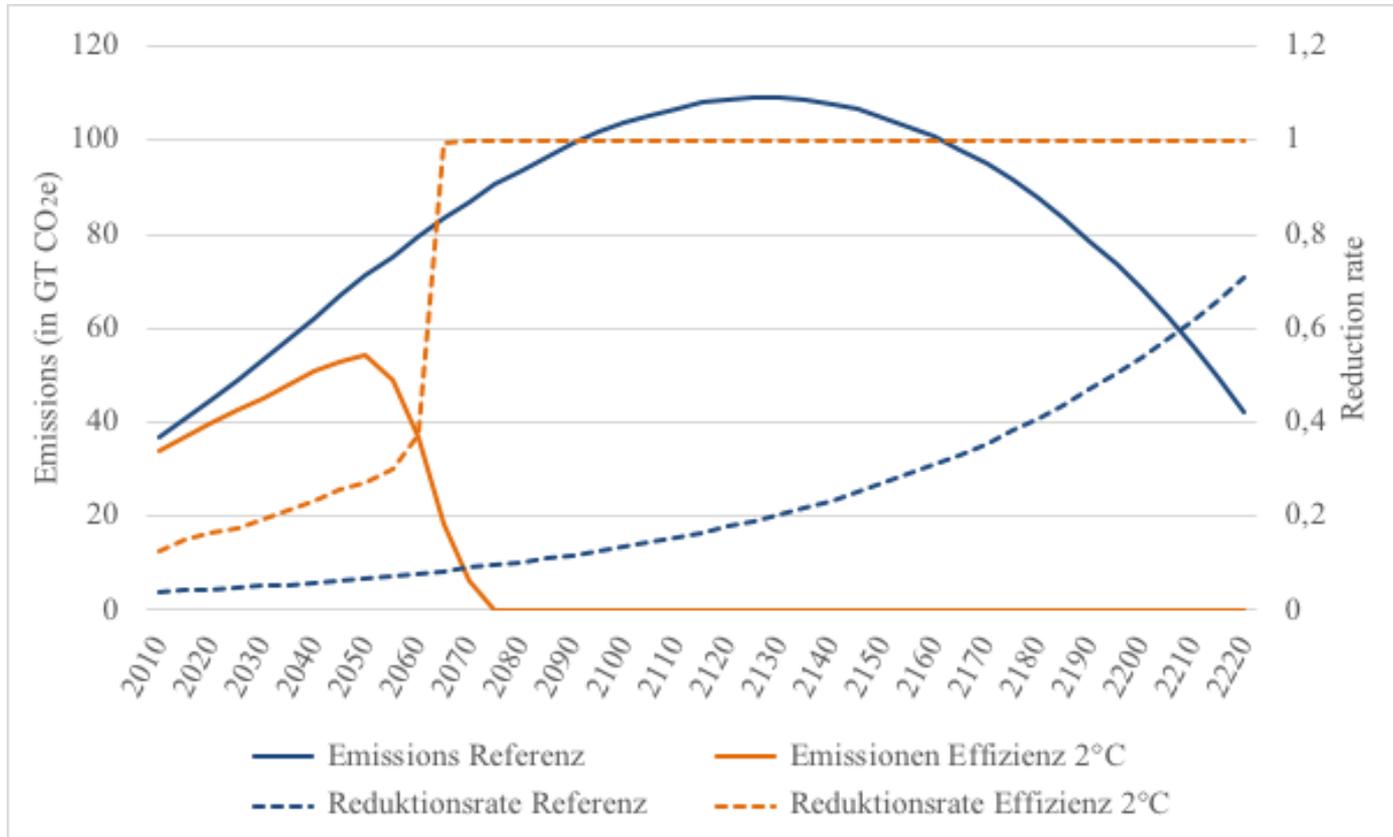
Eigene Berechnungen auf Basis des DICE 2013R Modells (Nordhaus 2013)



# Modellaufbau und -ergebnisse



## Reduktionsrate ohne aktive Klimapolitik und bei effizienter Verteilung der Kosten



Eigene Berechnungen auf Basis des DICE 2013R Modells (Nordhaus 2013)



## Zwischenfazit Effizienzprinzip

- Das Effizienzprinzip rechtfertigt den sogenannten **Rampenansatz**, der zwar kontinuierliche aber lange Zeit vergleichsweise geringe Vermeidungsanstrengungen vorsieht.
- Begründet wird die abwartende Haltung mit der Erwartung, dass die Kosten der Emissionsvermeidung aufgrund des technologischen Fortschritts in den nächsten Jahren deutlich sinken und Investitionen dann **deutlich effizienter** eingesetzt werden könnten.
- Eine zu frühe und zu teure Emissionsvermeidung könnte den **technologischen Fortschritt** (insgesamt und in diesem Bereich) **bremsen**.
- Der plötzliche Anstieg in sehr kurzer Zeit ist sicher unrealistisch. Dennoch dient das Modell als Benchmark einer Pareto-effizienten Verteilung.

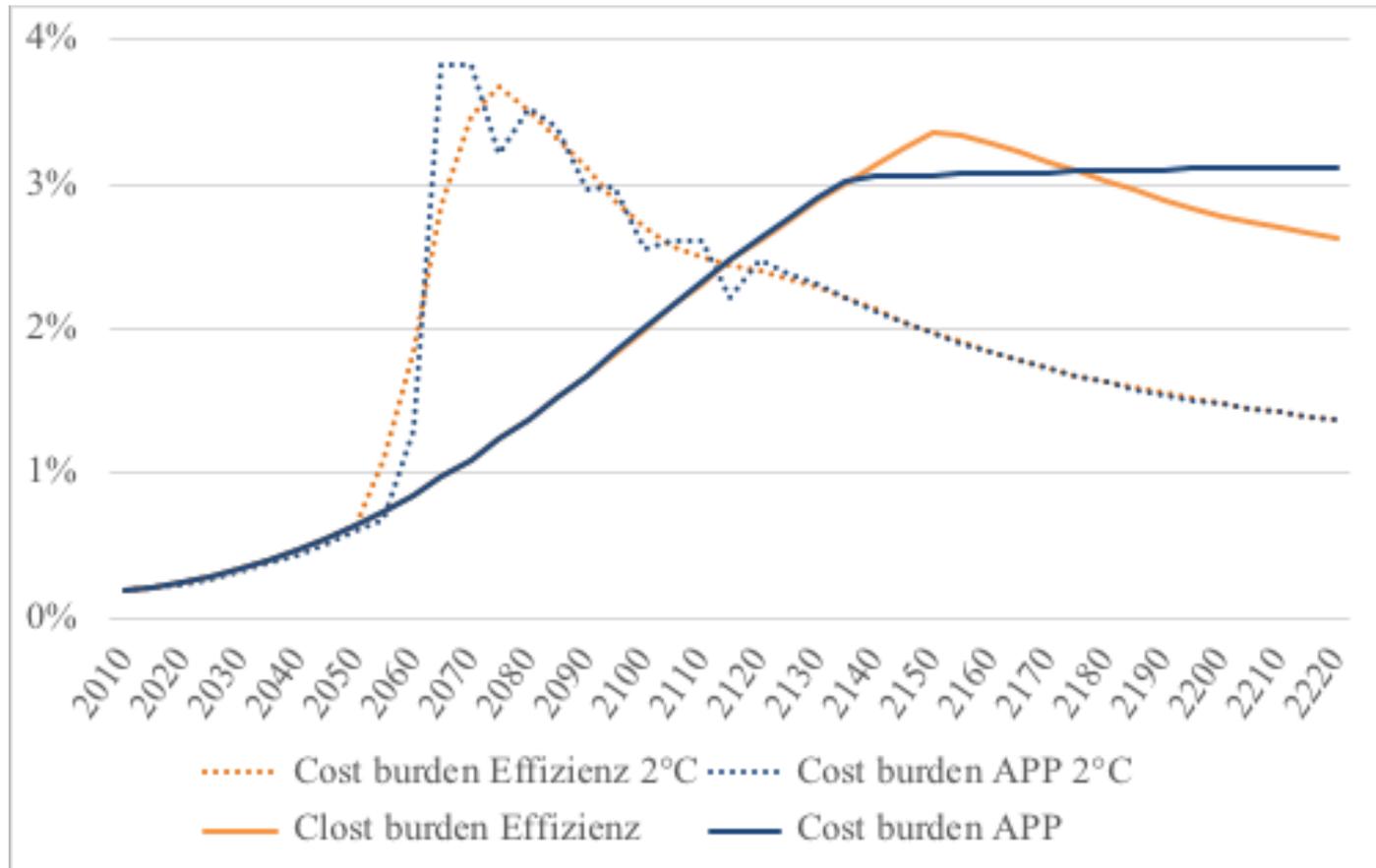
## Ability-to-pay Prinzip

- Bei einer potentiell pareto-effizienten Entwicklung, die Kosten (C) und Einkommen (BIP) generiert, sollen die Kosten gemäß dem Leistungsfähigkeitsprinzips verteilt werden.
- Wohlfahrtsoptimierung unter folgender Nebenbedingung
  - Bei einem unterstellten Anstieg der Einkommen über die Zeit müssen die Kosten wenigstens mit der gleichen Rate wie die Einkommen ansteigen
    - $C_{t+1}/BIP_{t+1} \geq C_t/BIP_t$  (für alle t)

# Modellaufbau und -ergebnisse



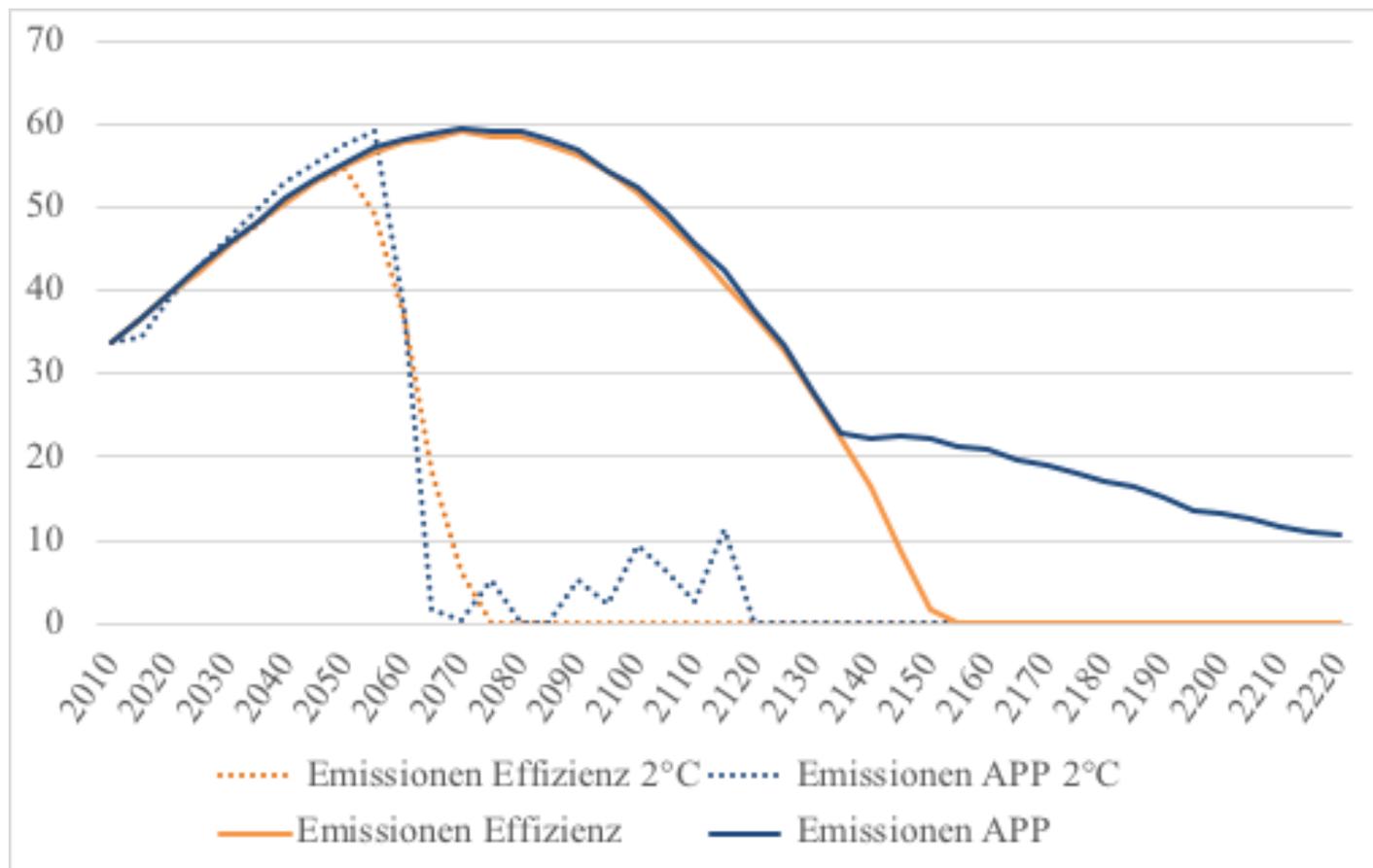
## Belastungsquoten (Kosten/BIP) gemäß ability-to-pay Prinzip



# Modellaufbau und -ergebnisse



## Emissionen gemäß ability-to-pay Prinzip



# Modellaufbau und -ergebnisse



## Zwischenfazit ability-to-pay Prinzip

- Bei wachsenden Einkommen können Belastungsquoten nur mit den Schadenskosten steigen (steigende Vermeidungskosten führen zu sinkenden Schadenskosten und Belastungsquoten)  
→ *Widerspruch zu erfolgreicher Klimapolitik!*

# Modellaufbau und -ergebnisse



## Polluter-pays Prinzip

- Jede Generation kann die Höhe der Emissionen frei bestimmen.
- Sie muss jedoch die Verantwortung für die Folgen tragen.
- Die Verantwortung ist nicht auf das gegenwartsbezogene Handeln begrenzt, sie kann aber auch nicht allumfassend sein:
  - Dabei ist Verantwortung nicht auf den ökonomischen Bereich begrenzt, sondern muss auch ökologische Systeme einbeziehen (Wahrung ökologischer Funktionen)
- Bei einer Verteilung der Kosten über die Zeit ist es aus heutiger Sicht jedoch nicht möglich, die Verantwortung für mögliche Schäden eindeutig zuzuordnen. Insbesondere ist nicht gewährleistet, dass höhere Emissionen auch zu mehr Schäden führen. Diese hängen maßgeblich von den akkumulierten historischen Emissionen ab.

# Modellaufbau und -ergebnisse



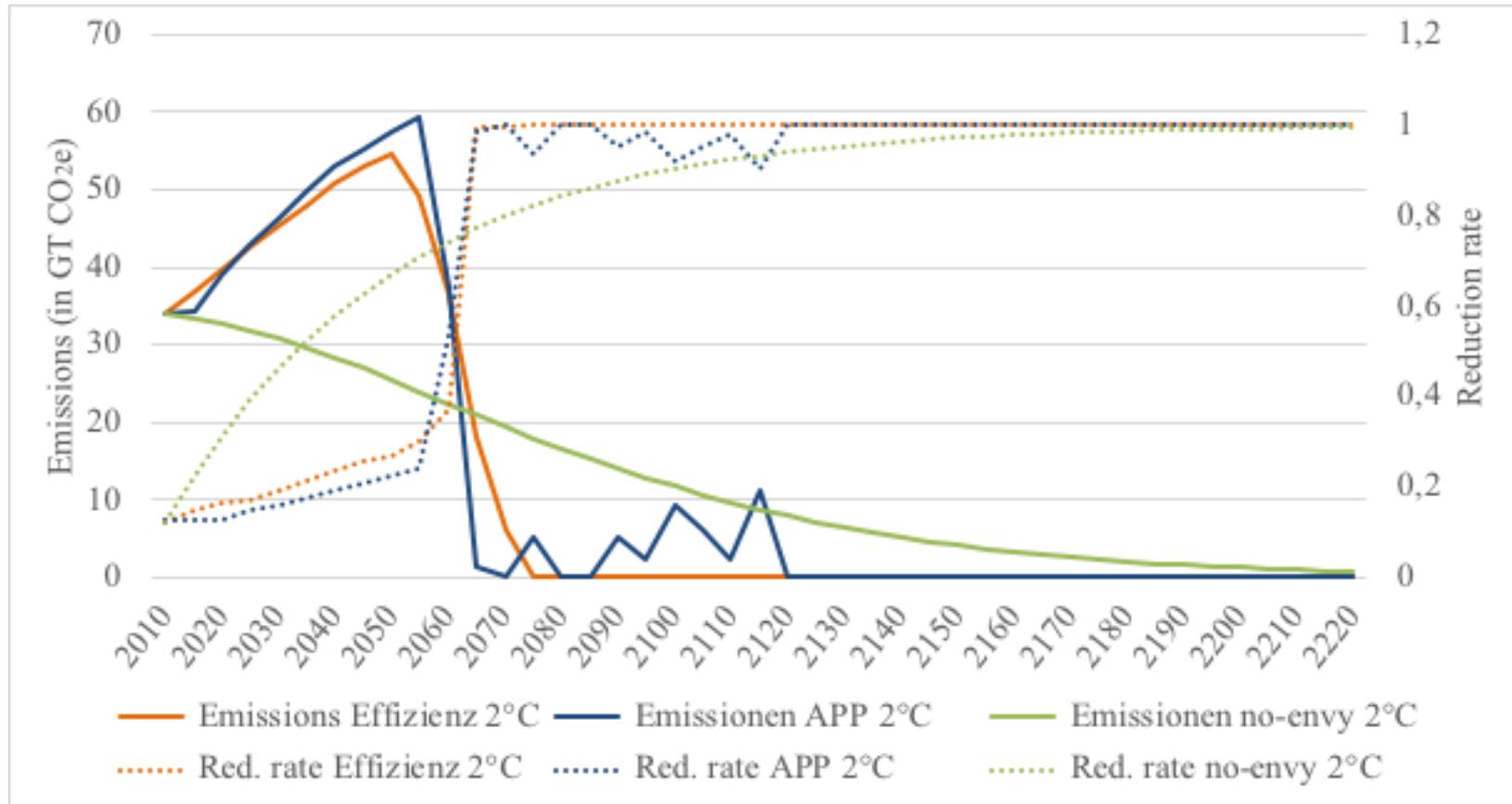
## No-envy Prinzip

- Das no-envy Prinzip fordert einen konstanten prozentualen Rückgang der Emissionsintensitäten ( $t \text{ CO}_2 / \text{Euro}$ ).
- Hierdurch ergibt sich ein degressiver Verlauf der Reduktionsrate.
- Ohne Temperaturbeschränkung könnte dies bei entsprechendem Wachstum für eine lange Zeit zu einer Steigerung der Emissionen (und nicht zu einer Vermeidung) führen.
- Mit dem 2° Ziel ist der Spielraum steigender absoluter Emissionen jedoch beschränkt.

# Modellaufbau und -ergebnisse



## Emissionen und Reduktionsrate gemäß dem no-envy Prinzip



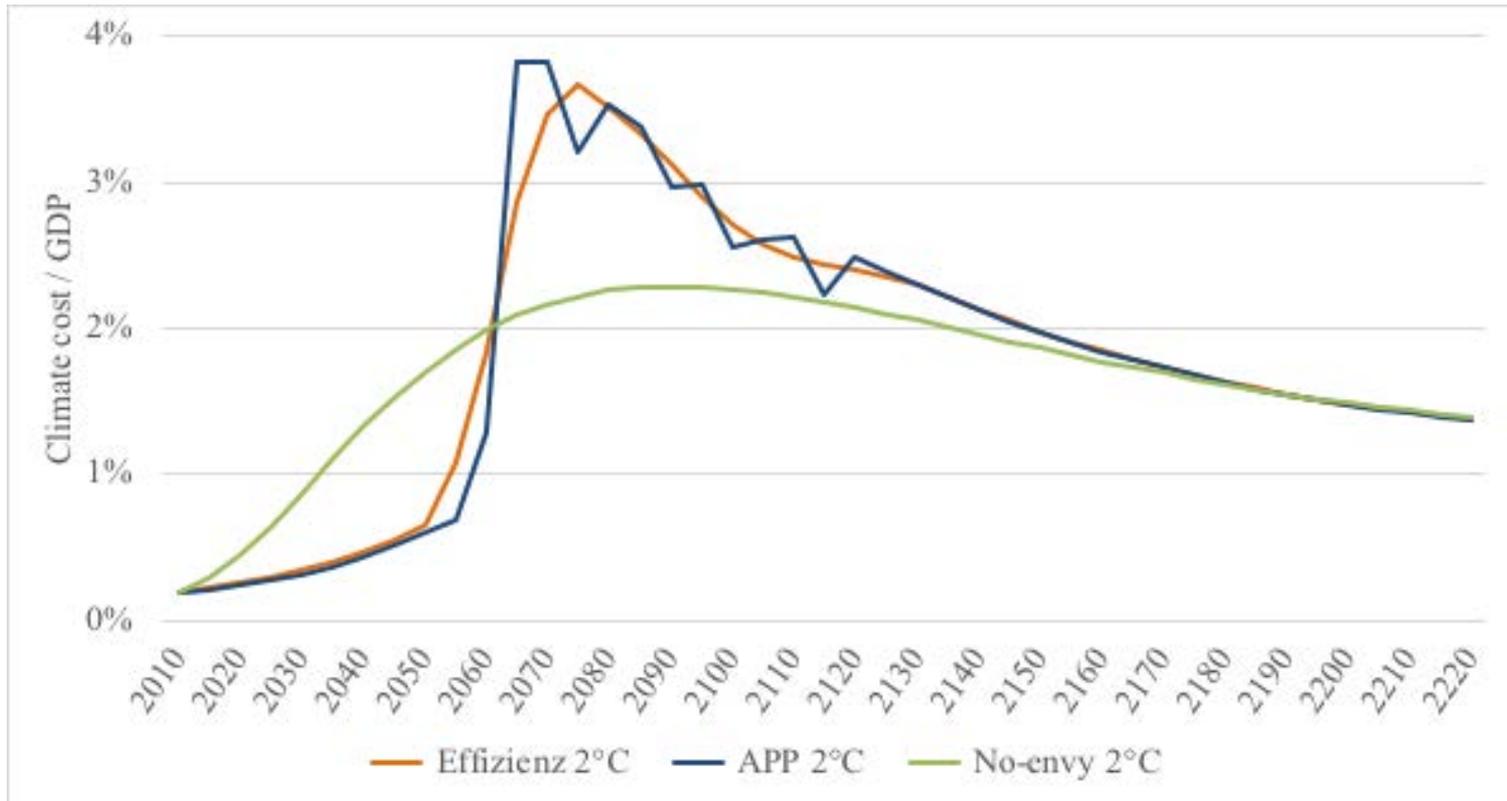
Eigene Berechnungen auf Basis des DICE 2013R Modells (Nordhaus 2013)



# Modellaufbau und -ergebnisse



## Belastungsquoten gemäß dem no-envy Prinzip



Eigene Berechnungen auf Basis des DICE 2013R Modells (Nordhaus 2013)



# Modellaufbau und -ergebnisse



## Zwischenfazit no-envy Prinzip

- Eine Kostenverteilung gemäß des no-envy Prinzips führt zu einer aus ökonomischer Sicht ineffizienten Allokation der Ressourcen.
- Da jedoch Vermeidungskosten nicht einfach mehr in die Zukunft verschoben werden können, erhöht sich die Akzeptanz bei den zukünftigen Generationen. Heutige Generationen können zustimmen, da sie noch immer am meisten Emissionen produzieren können.

- Die Verteilung der Klimakosten über die Generationen ist maßgeblich vom Verständnis von Fairness abhängig.
- Prinzipiell ist (u.a.) eine Verteilung gemäß Effizienz-, ability-to-pay und no-envy Prinzip vorstellbar.
- Sowohl bei einer Verteilung gemäß Effizienz- als auch progressivem Ability-to-pay Konzept scheint ein verbindliches Abkommen kaum durchsetzbar, vielmehr könnte sich eine weitere Verschiebung der Investitionen auf zukünftige Generationen aus der jeweiligen Sicht der betroffenen Generation lange als vorteilhaft erweisen.

# Fazit



- Im no-envy Prinzip wäre das 2° Ziel bei einem Anteil von etwa 2% des globalen BIPs zu erreichen.
- Die höheren Aufwendungen für die frühe Emissionsvermeidung hätten gegenüber dem Effizienzprinzip Konsumeinbußen von 2 bis 3% zur Folge – der Preis der Fairness!