

Warum forschen wir über Energie?

JuLab Forscherwoche:

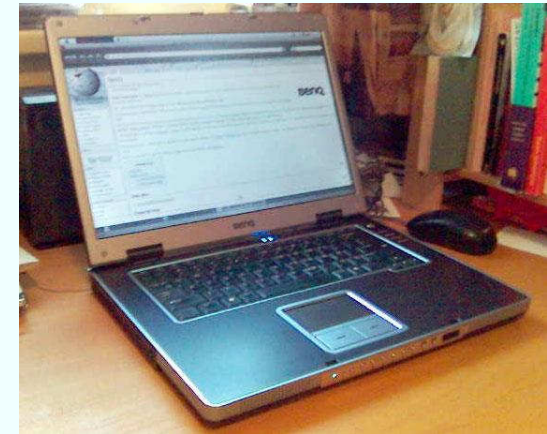
Energie – Forschen für die Zukunft

21. März 2016 | Thomas Ketelaer, IEK-STE

Vorstellung

- Thomas Ketelaer, Diplom Wirtschaftsingenieur
- Studium am Karlsruher Institut für Technologie (KIT): 2006 – 2012
- Auslandsjahr Grenoble INP: 2009/2010
- Diplomarbeit: Elektromobilitätspotenziale im Wirtschaftsverkehr
- Seit Dezember 2012 Doktorand am Institut für Energie- und Klimaforschung – Systemanalyse und technologische Entwicklung, kurz IEK-STE (Forschungszentrum Jülich GmbH)
 - Erforschung und Bewertung einzelner Technologien und ihr Zusammenspiel im Energiesystem in Hinblick auf Nachhaltigkeit, Wirtschaftlichkeit und Sicherheit
 - Ca. 40 Mitarbeiter, davon 35 Wissenschaftler
 - Naturwissenschaftler, Ingenieure, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler

Wann benutzen wir Energie?



Outline

Globale Energiesituation



Energiesituation in Deutschland



Energieforschung



Persönliche Motivation

Outline

Globale Energiesituation



Energiesituation in Deutschland

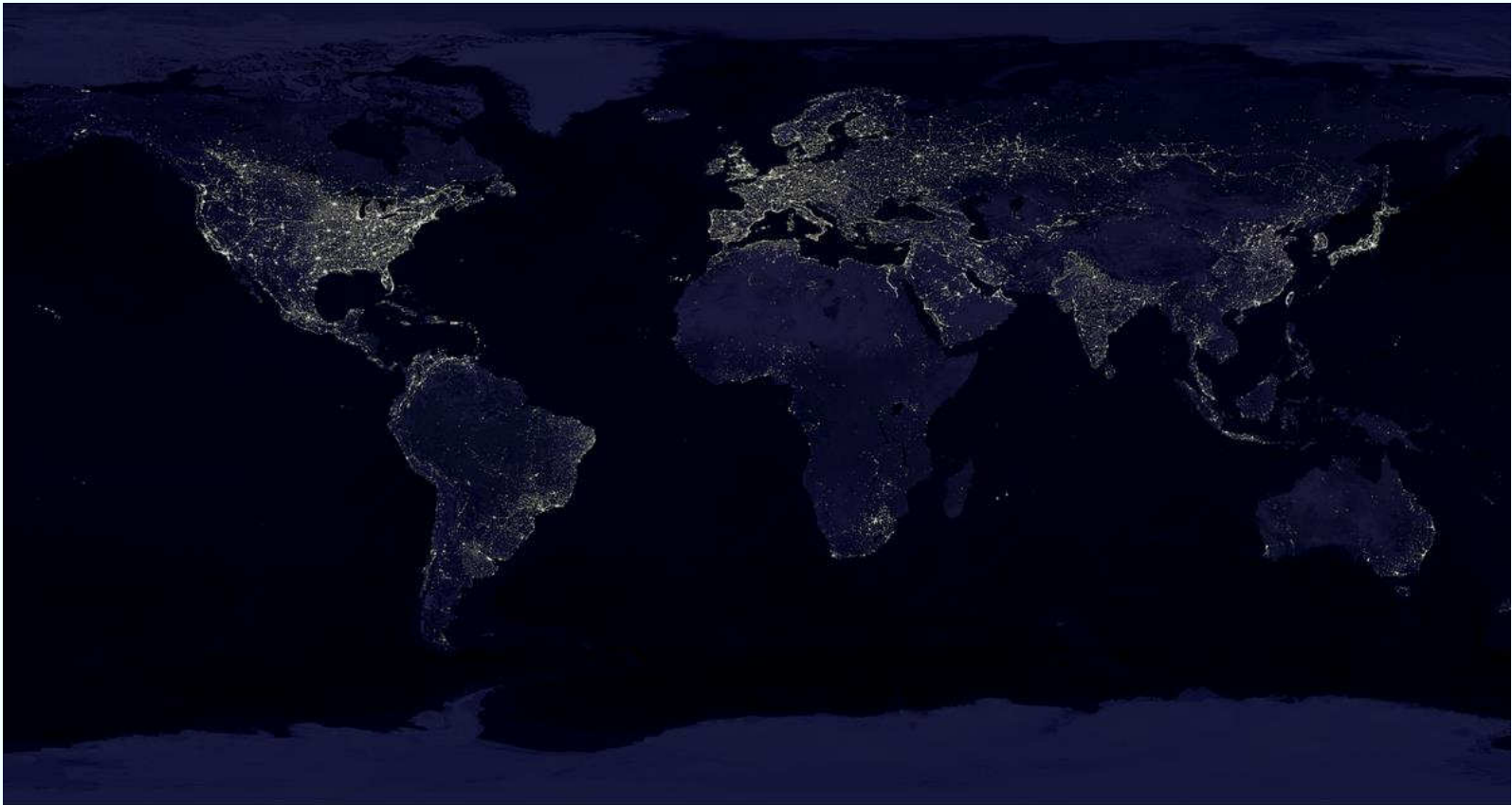


Energieforschung



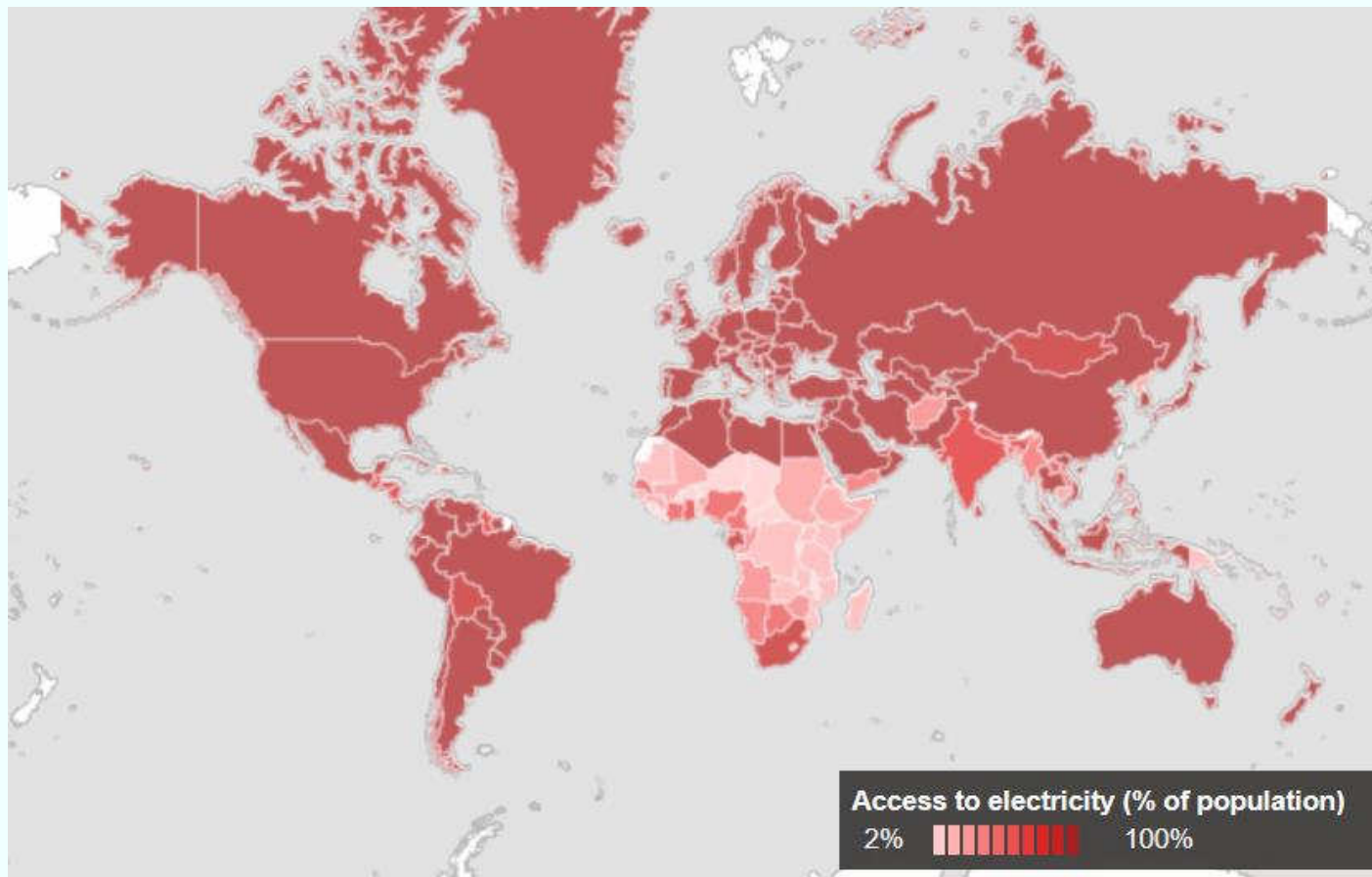
Persönliche Motivation

Die Welt bei Nacht



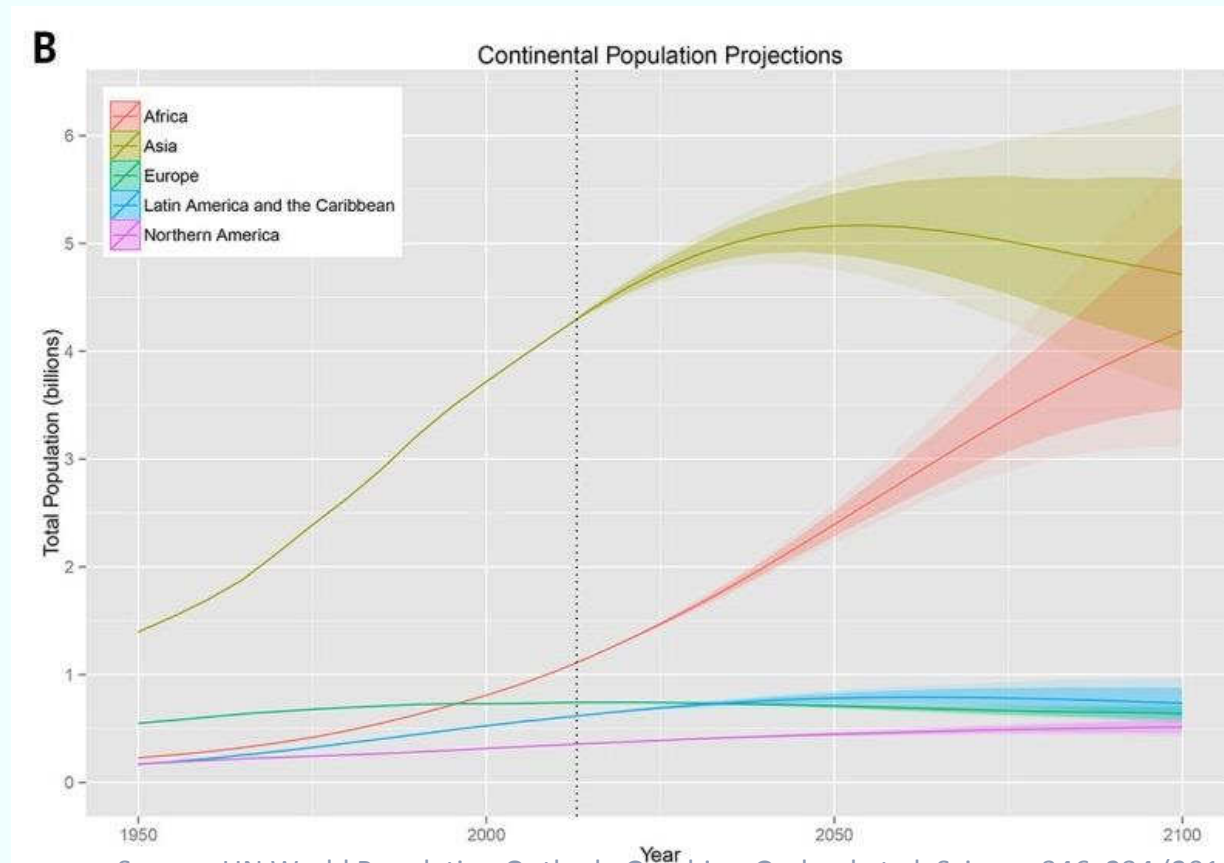
Source: NASA, <http://svs.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/details.cgi?aid=2276>

Zugang zu Elektrizität weltweit



Source: The World Bank, <http://data.worldbank.org>

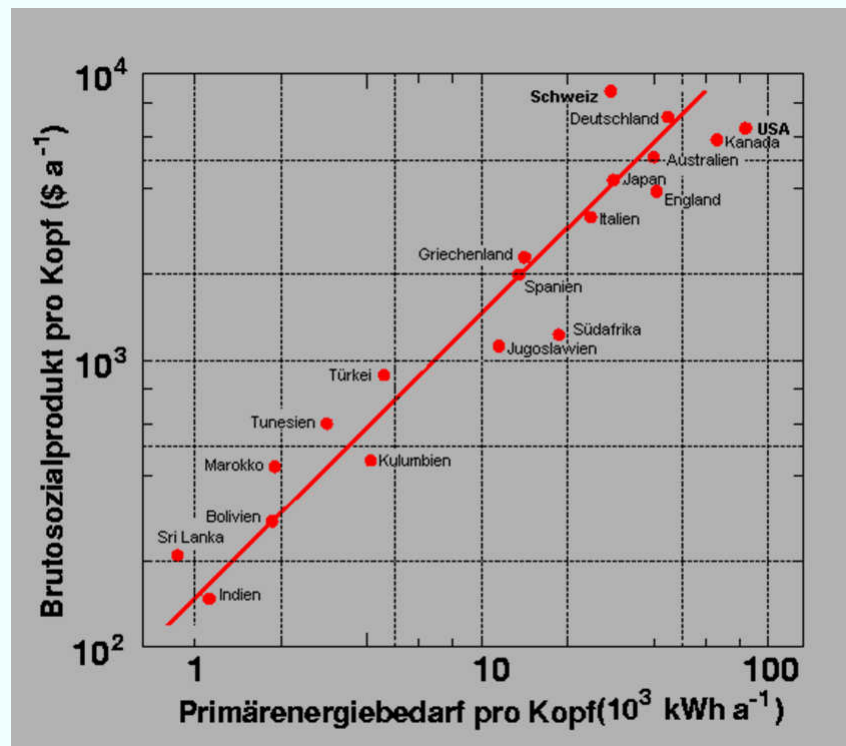
Entwicklung Weltbevölkerung



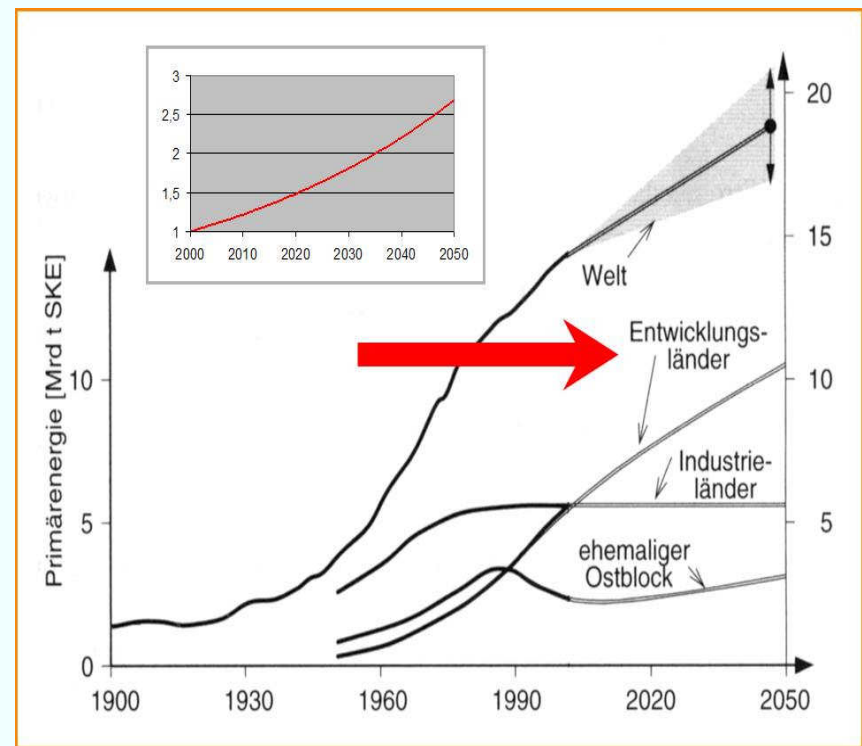
Source: UN World Population Outlook, Graphics: Gerland et al, Science 346, 234 (2014)

Entwicklung des weltweiten Energiebedarfs

Energieverbrauch steigt mit dem Wohlstand



Entwicklung der Schwellenländer treibt globalen Energiebedarf

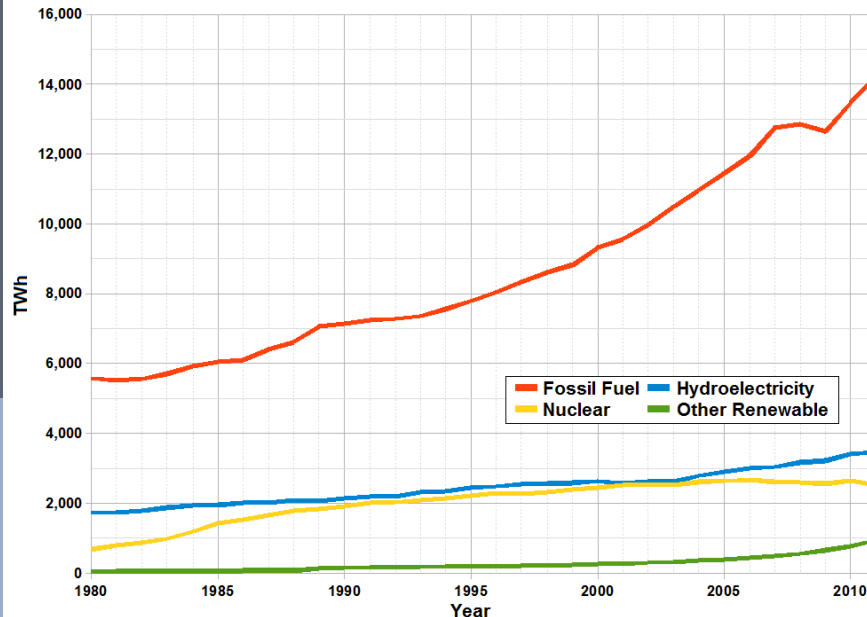


Mögliche Auswirkungen

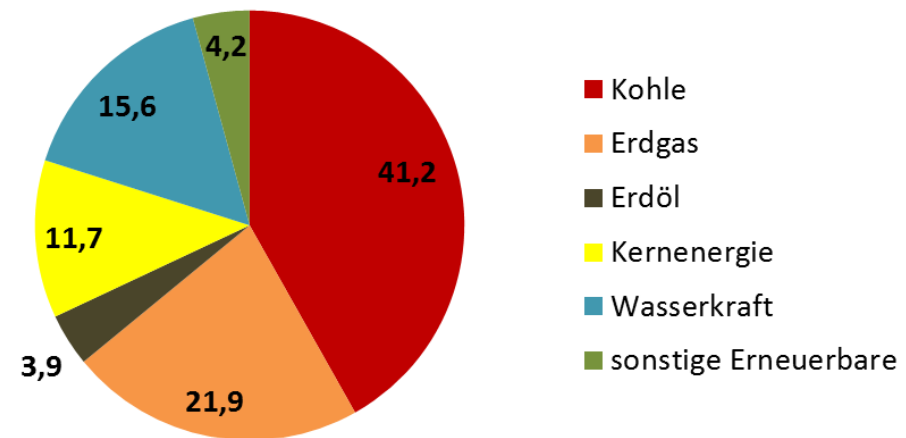


Energieträger Stromerzeugung, weltweit

World Electricity Generation by Source



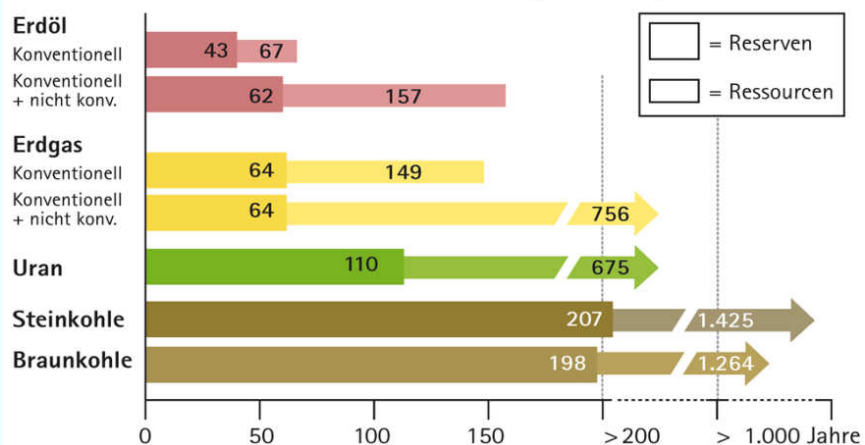
Anteil der Energieträger an der weltweiten Produktion in 2011 [%]



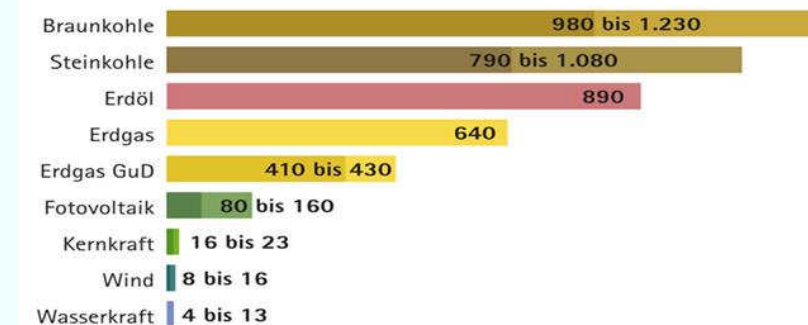
Quelle: Weltbank 2014

Reichweiten und CO₂-Intensität fossiler Rohstoffe

Statische Reichweite verschiedener Energieträger weltweit sowie Reserven und Ressourcen (in Jahren)



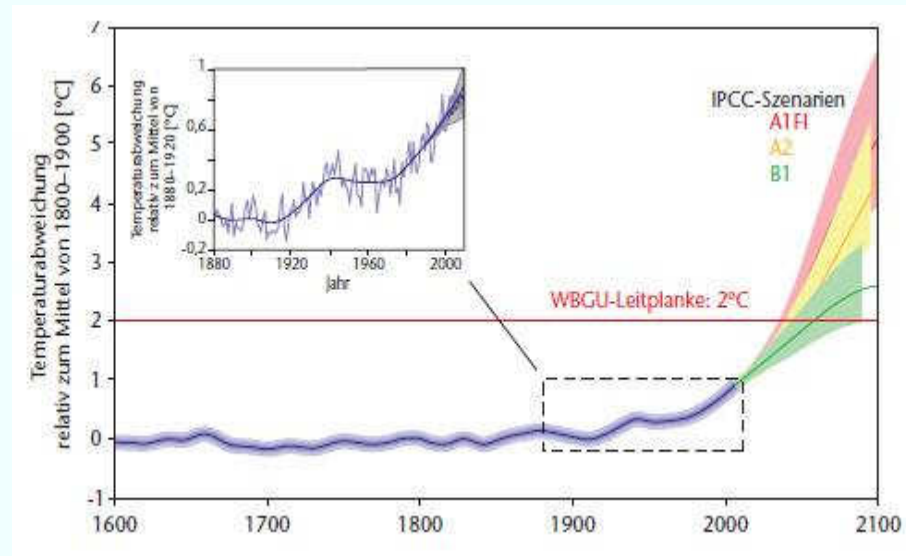
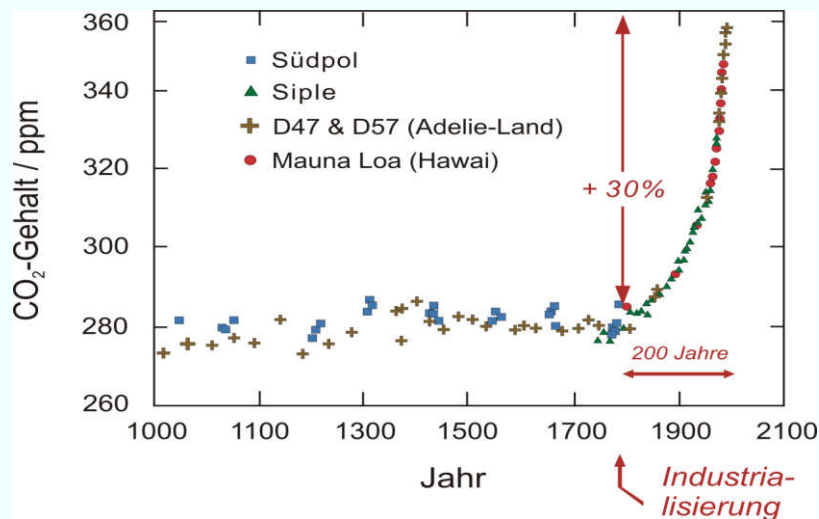
CO₂-Ausstoß bei der Stromerzeugung
Gramm Kohlendioxidäquivalent pro kWh Strom, berechnet über den Lebenszyklus des Kraftwerks



Schwankungsbreiten entstehen durch unterschiedliche Berechnungsmethoden und Standorte der Kraftwerke.

Zusatzproblem: Rohstoffe auf wenige Länder begrenzt.

Globale CO₂-Emissionen und Temperaturanstieg



UN-Klimaschutzkonferenz in Paris 2015 (COP 21)

- mehr als 190 Staaten haben teilgenommen
- Ziel: verbindliches weltweites Klimaschutzabkommen, Nachfolge Kyoto-Abkommen
- **Ergebnisse:**
 - Begrenzung der Klimaerwärmung deutlich unter 2°C am besten auf 1,5°C
 - Überprüfung der Klimaziele alle 5 Jahre
 - Unterstützung vom Klimawandel bedrohter Länder mit 100 Mrd. € ab 2020 jährlich
 - Abkehr von fossilen Brennstoffen

Outline

Globale Energiesituation



Energiesituation in Deutschland



Energieforschung



Persönliche Motivation

Energiekonzept Bundesregierung

- THG-Emissionen:
 - Bis 2020: - 40 % (ggü. 1990)
 - Bis 2050: - 80 % (ggü. 1990)
- Erneuerbare Energien:
 - Bis 2020: 35 % Anteil Strom
 - Bis 2050: 80 % Anteil Strom
- Gebäude:
 - Bis 2020: Wärmebedarf - 20 %
 - Bis 2050: - 80 %
- Primärenergieverbrauch:
 - Bis 2020: - 20 % (ggü. 2008)
 - Bis 2050: - 50 % (ggü. 2008)

(Quelle: Bundesregierung 2010)



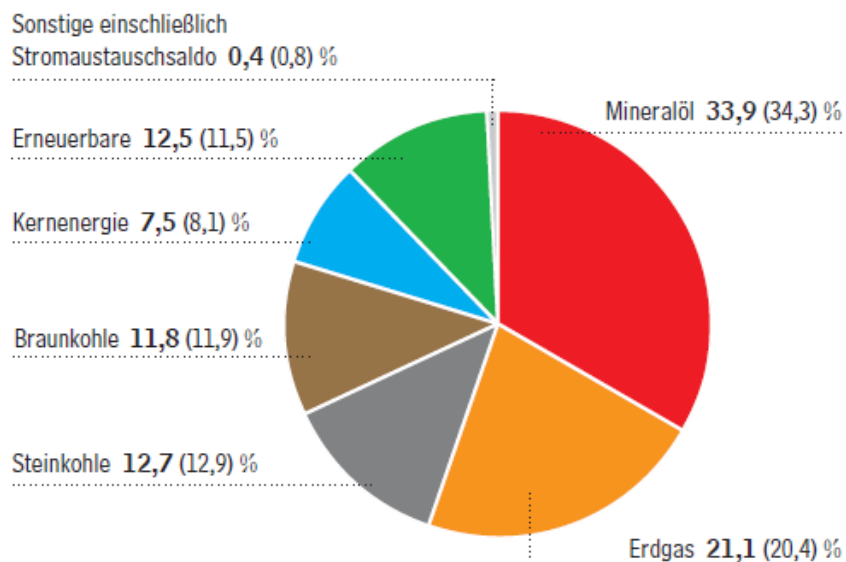
Ausgewogener Energiemix

Anteile der Energieträger am Primärenergieverbrauch in Deutschland

2015 - gesamt 13.306 PJ oder 454 Mio. t SKE

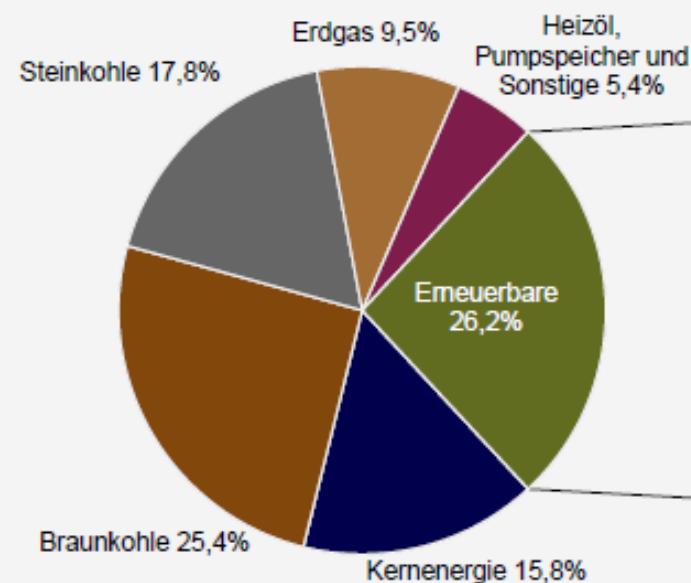
Anteile in Prozent (Vorjahreszeitraum in Klammern)

AGEB
AG Energiebilanzen e.V.



Brutto-Stromerzeugung nach Energieträgern 2014

Brutto-Stromerzeugung 2014 in Deutschland:

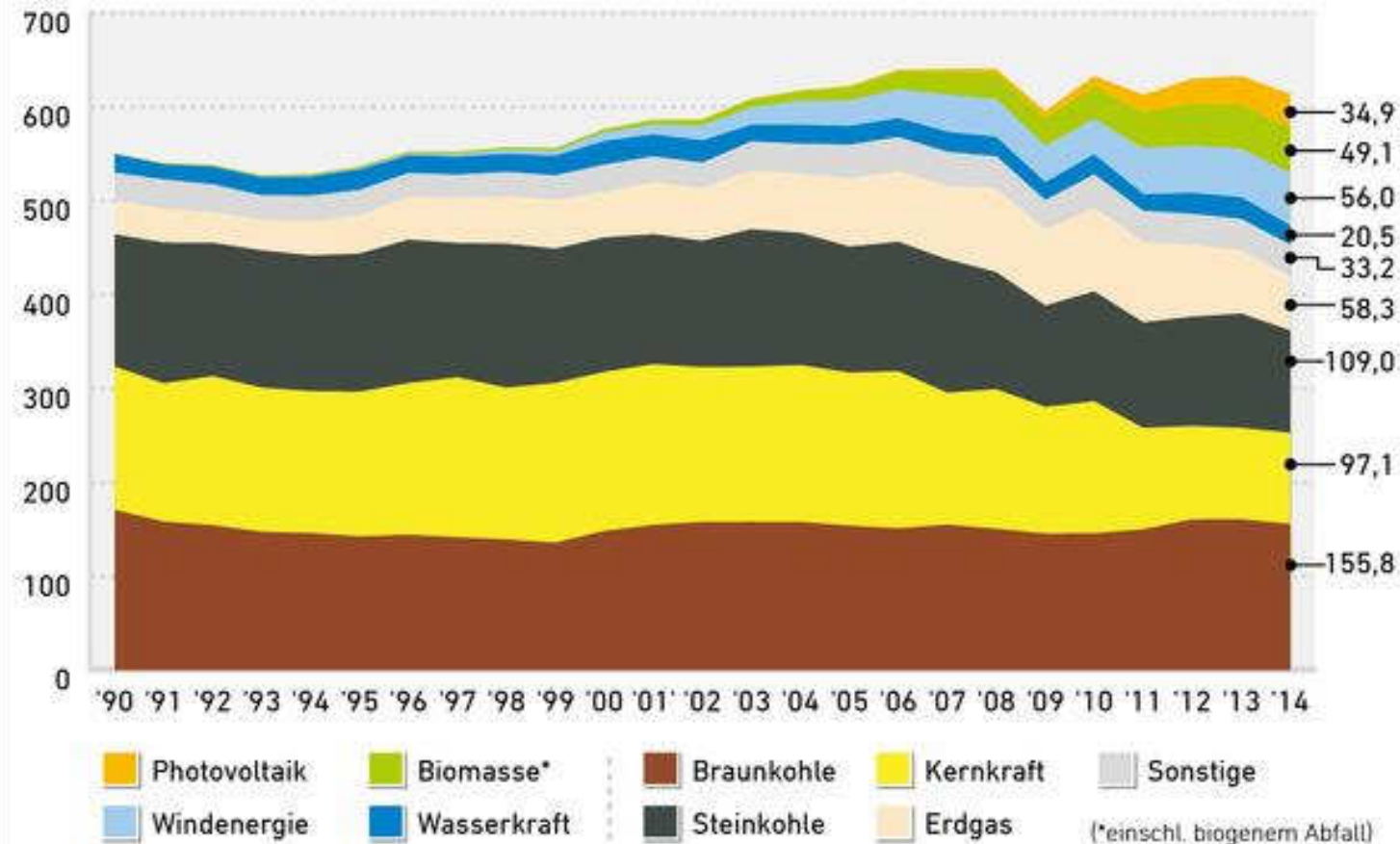


Quellen: BDEW, AG Energiebilanzen Stand: 02/2015

BDEW Bundesverband der
Energie- und Wasserwirtschaft e.V.

Stromerzeugung in Deutschland 1990-2014

Bruttostromerzeugung nach Energieträgern in Milliarden Kilowattstunden



Quelle: AGEB
Stand: 2/2015

Energiewende in Deutschland

- Welche Herausforderungen ergeben sich?
- Existieren noch ungelöste Probleme?
- Wie wird den Herausforderungen begegnet?
- Welche zukünftigen Forschungsfelder ergeben sich?
- Reicht eine Forschung, die nur auf Technologien ausgelegt ist?

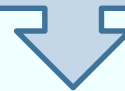
→ Herausforderungen müssen gesamtheitlich angegangen werden: Berücksichtigung technologischer, ökonomischer und sozialer Aspekte

Outline

Globale Energiesituation



Energiesituation in Deutschland



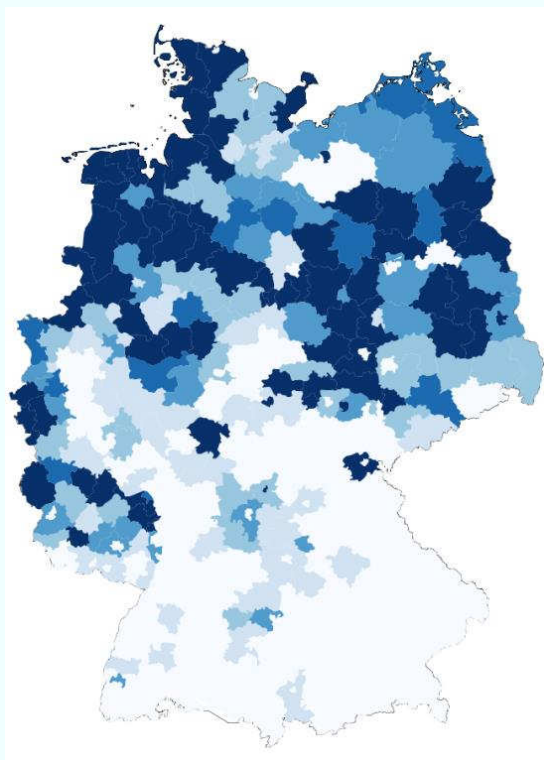
Energiesystemforschung



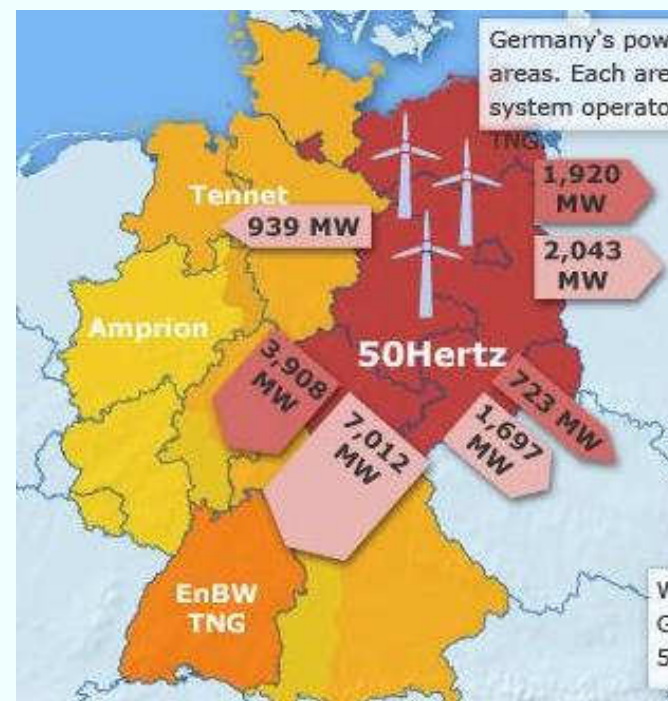
Persönliche Motivation

Neue Leitungen für die Energiewende

Windkraftanlagen hauptsächlich in Nord- und Ostdeutschland:



Windenergie muss zu den Verbrauchern transportiert werden:



- Quelle: T. Pesch et al, Europ. Phys. J. ST (2014)

- Quelle: 50hertz, Grafik: Deutsche Welle (dw.de)

Neue Leitungen für die Energiewende

Neue Leitungen nach
Netzentwicklungsplan und
Bundesbedarfsplangesetz



- Quelle: netzausbau.de; netzentwicklungsplan.de; Grafik: wikipedia.de

Neue Leitungen für die Energiewende

Ist also alles klar für die Energiewende?



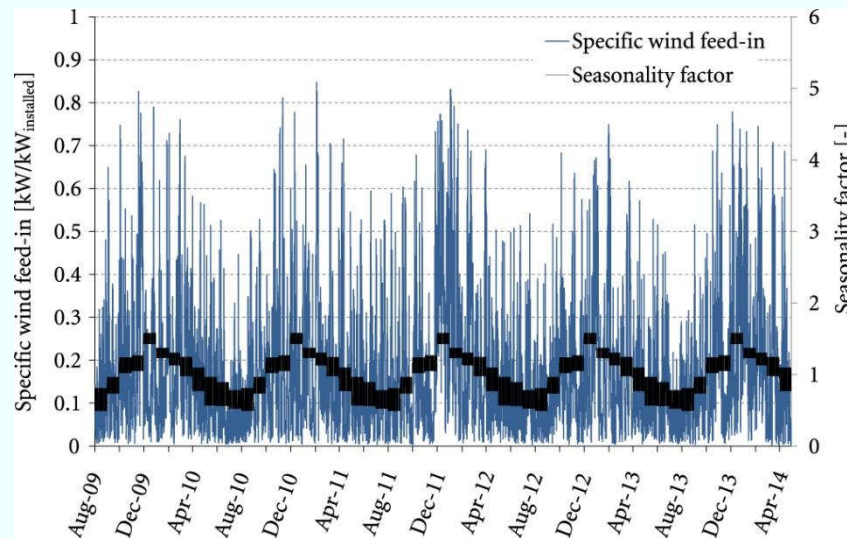
Süddeutsche Zeitung (29.1.2014):
"Sie fühlen sich betrogen: 1000 wütende
Bürger kommen in Kulmbach zur ersten
Informationsveranstaltung ..."



Horst Seehofer (März 2014)
zur Süd-Ost-Trasse:
"Da sehe ich kaum noch
Realisierungschancen, weil
wir sie nicht brauchen"

Fluktuierende Windenergieeinspeisung

- Stromerzeugung aus Wind und PV hängt vom Wetter ab
- Beispiel: Windeinspeisung Deutschland 2009-2014:



Source: T. Pesch et al, New J. Phys. 17, 055001 (2015)

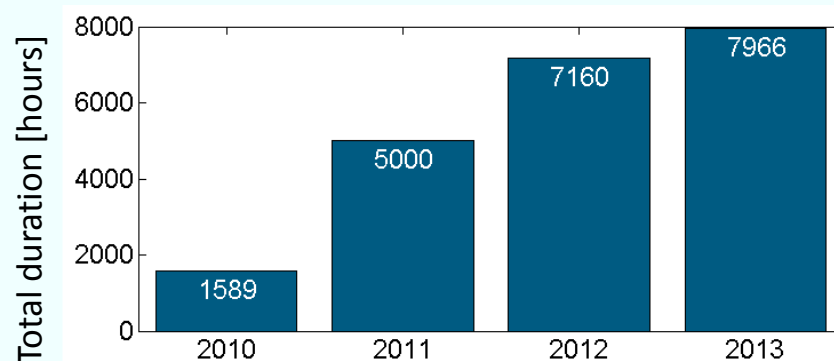
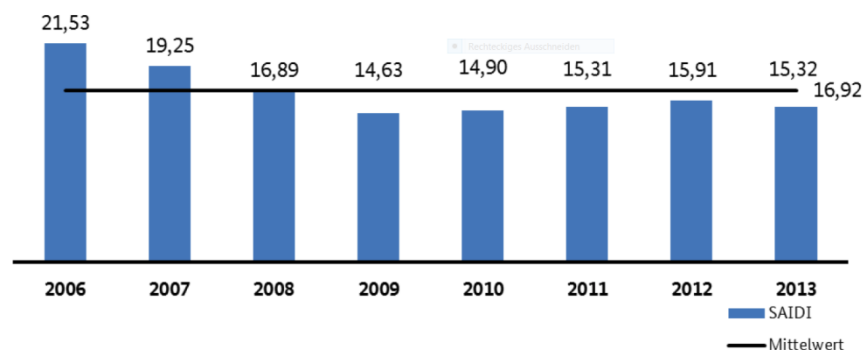
➤ Speicheroptionen und/oder flexible Kraftwerke notwendig

Sicherheit der Stromversorgung

Entwicklung in Deutschland

- Keine Erhöhung des SAIDI trotz Energiewende
- ABER: Enormer Anstieg von Redispatchmaßnahmen
→ kostet Geld!

Versorgungsstörungen nach § 52 EnWG (Elektrizität)
in Minuten



Source: Bundesnetzagentur und Bundeskartellamt, Monitoringbericht 2014

Energiesicherheit

Stromausfall am 4. November 2006



Abschaltung einer Leitung
über die Ems für die
Durchfahrt eines Schiffes

Stromausfall in Europa



Energiesicherheit

Unterstellt man das Szenario eines mindestens zweiwöchigen und auf das Gebiet mehrerer Bundesländer übergreifenden Stromausfalls, kämen die Folgen einer Katastrophe nahe:

Telekommunikations- und Datendienste fallen teils sofort, spätestens aber nach wenigen Tagen aus.

... fallen die elektrisch betriebenen Elemente der Verkehrsträger Straße, Schiene, Luft und Wasser sofort oder nach wenigen Stunden aus.

Fallen diese (Pumpen) aus, ist die Grundwasserförderung nicht mehr möglich (...) die hygienischen Zustände werden prekär.

Alten- und Pflegeheime aber müssen zumindest teilweise geräumt werden (...) Die meisten Arztpraxen und Apotheken (...) werden geschlossen.

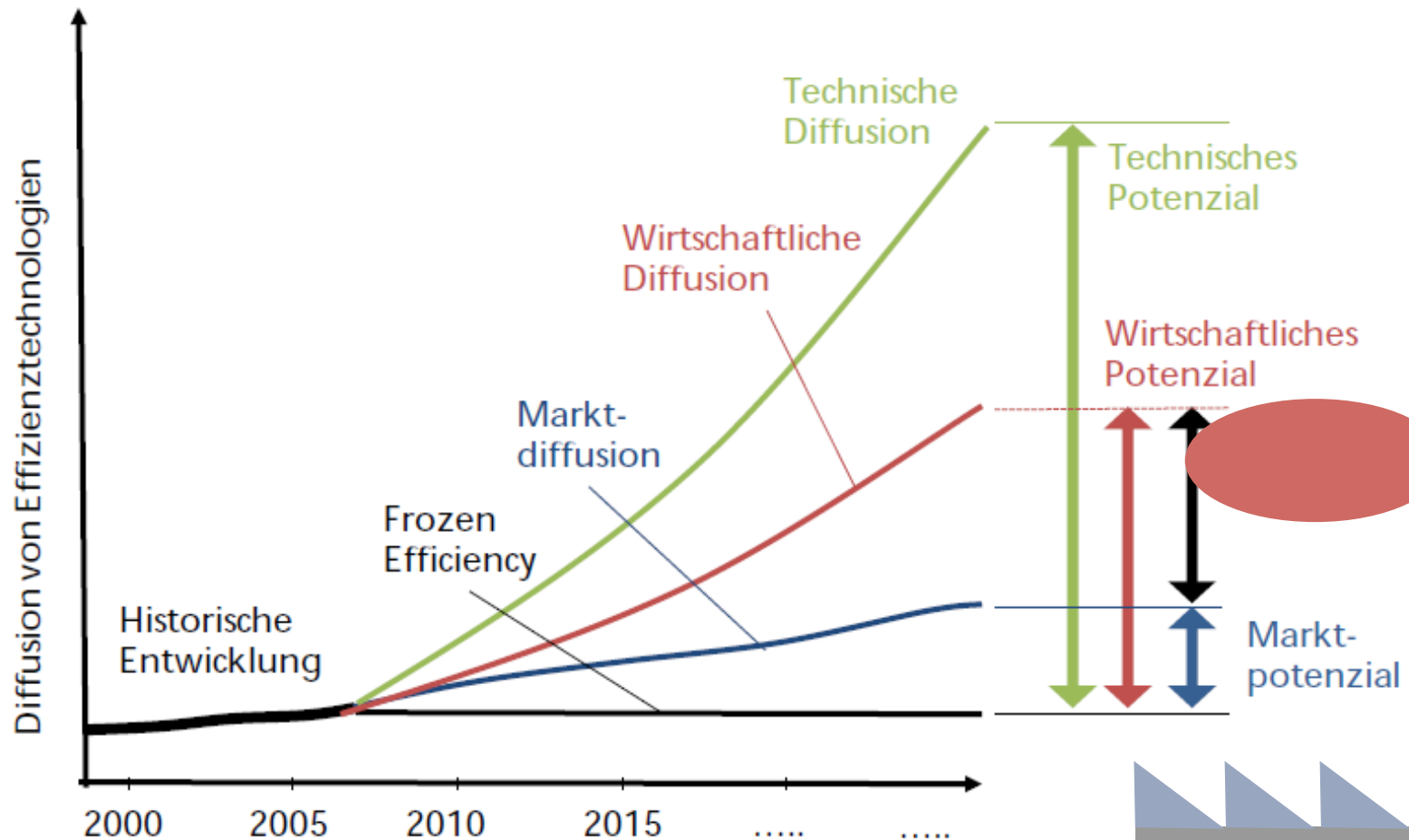
Arzneimittel werden im Verlauf der ersten Woche zunehmend knapper (...)

Als Folge des Stromausfalls ist die Versorgung mit Lebensmitteln erheblich gestört (...)

data: [RWI 2013]

energy
carbon dioxide
heat
paper
industry
competition
measures
electricity
behaviour
cement
fuel
barriers
regulation
production
efficiency
glass
environment
pulp
decision
foundry
conservation
saving
aluminium
steel
iron
ressources

Energieeffizienz in der Industrie



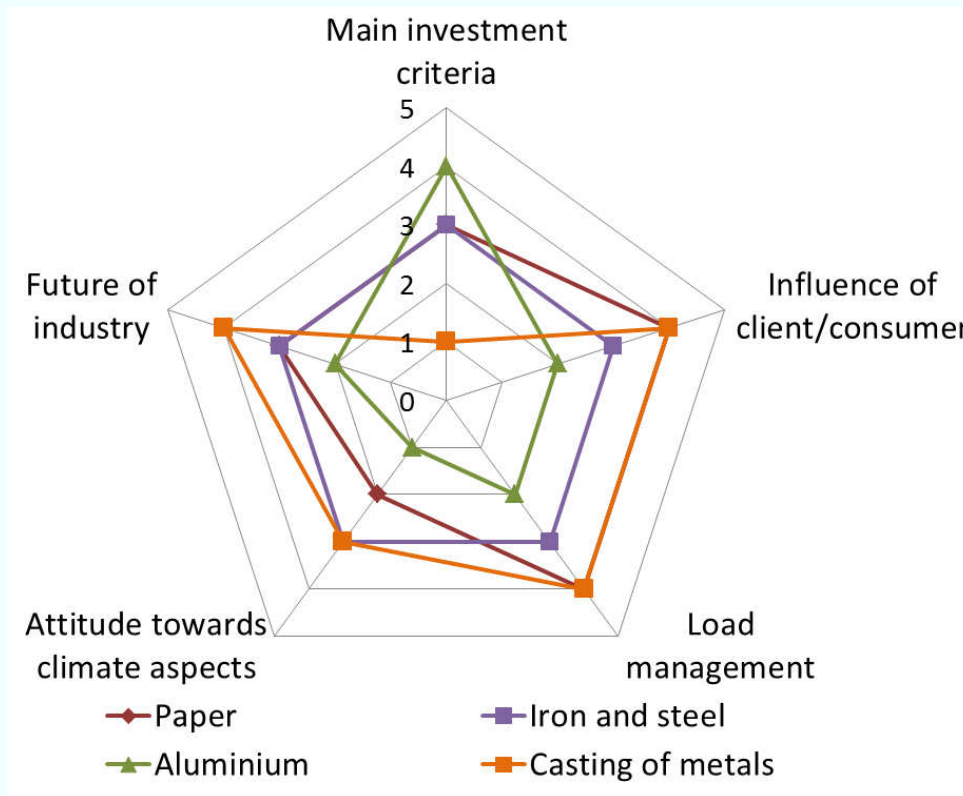
Quelle: Fleiter et al. 2013



Energieeffizienz in der Industrie

Forschungsfrage: Warum werden Energieeffizienzmaßnahmen nicht umgesetzt, obwohl diese wirtschaftlich sind?

Methode: Unternehmensbefragung, dann agentenbasierte Simulation



- **Investment criteria:**
1: monetary, 2: monetary + image, 3: monetary + quality, 4: environment + monetary, 5: environment + image
- **Influence:**
1: very high, ..., 5: very low
- **Load management:**
1: very high potential, ..., 5: very low potential
- **Attitude and future:**
1: very positive, ..., 5: very negative

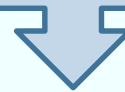


Outline

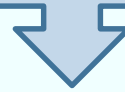
Globale Energiesituation



Energiesituation in Deutschland



Energieforschung



Persönliche Motivation

Warum Energieforschung?

- Leistungskurse Mathe und Physik
- Studium Wirtschaftsingenieurwesen in Karlsruhe (KIT)
 - 2006 - 2012
- Schwerpunkt: Energietechnik und Energiewirtschaft
- Energiewende als großes Projekt für die nächsten Jahre/Jahrzehnte → Generationenaufgabe!
- Enormer Forschungsbedarf
- Gesellschaftliche Diskussionen
- Energie ist überall!

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Fragen?!

Dank an Dirk Witthaut für die Bereitstellung einiger Folien!