

# Ist die Energiewende zu Ende gedacht?!

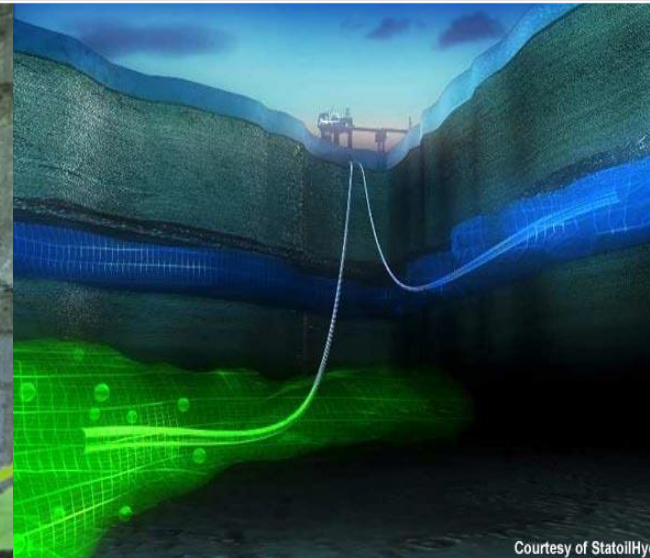
**Frank R. Schilling and Teams**

frank.schilling@kit.edu

Technische Petrophysik

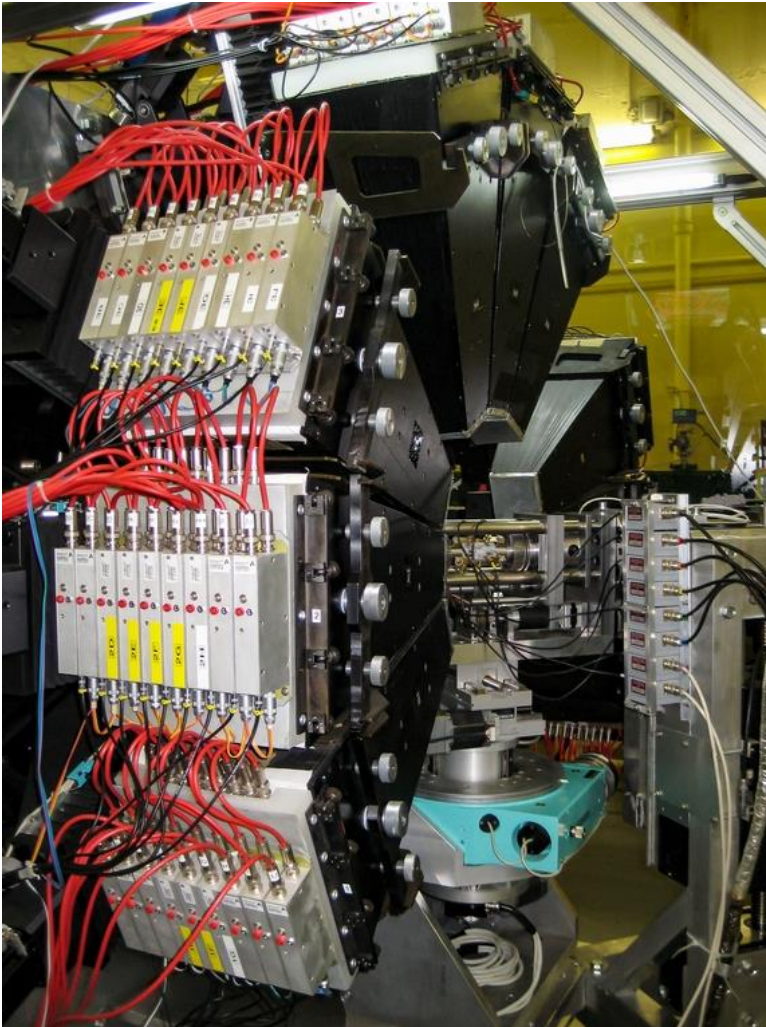
Leiter des Landesforschungszentrum Geothermie

Institut für Angewandte Geowissenschaften, Fakultät für Bau-, Geo-, Umweltwissenschaften, Petrophysik



Courtesy of StatoilHydro

# Betroffenheit



**20 Jahre Forschung enden abrupt.**  
Intrakristalline Strain- und Textur-  
Untersuchungen mittels  
Neutronenbeugung am IBR II Reaktor @  
DUBNA (FLNP JINR)





Streit über Endlager

## Abschied vom Millionen-Jahre-Konzept

Strahlender Atommüll stapelt sich in Deutschland in kaum gesicherten Hallen. Die Suche nach einem Endlager, das Schutz für Millionen Jahre garantieren soll, bleibt seit Jahrzehnten ohne Ergebnis. Jetzt fordert ein Geo-Forscher ein Paradox: Endlager auf Zeit. Die zuständige Regierungsbehörde reagiert überrascht.

Von **Axel Bojanowski**  
10.05.2011, 12.39 Uhr

Umweltforscher Schilling nennt drei Gründe für seine Forderung nach einem Kurzzeit-Endlager für hochradioaktiven Müll:

- Sicherheit: ...
- Dauer der Endlagersuche: ...
- Technologischer Fortschritt: ...



Gorleben: Stockende Erkundungen im Salzbergwerk Foto: Kay Nietfeld/ dpa

# Hintergrund

Als Opa, Papa und Wissenschaftler frage ich mich, wie kann/soll die Zukunft meiner Enkel, Kinder und meiner Studierenden aussehen.

- **Was darf die Energieversorgung in Zukunft kosten,** damit nicht nur die reichen Länder, sondern auch die

Für mich war es ein Schlüssel, das Thema vom Ende her zu denken. Ich musste altes und liebgewordenes

- Denken über Bord werfen und mich auf neue Gedanken einlassen.
- Gerne lade ich Sie ein, mit mir einige Fragen gemeinsam zu durchdenken, auch wenn manche provozierende Aussage eine Zumutung sein könnte.



# Vorbemerkung

- Fakten Fakten Fakten
- Postfaktisch – Postmoderne?!
- Alternative Fakten
  
- Was wissen wir? Was wissen wir wirklich?
- Was ist wahr? Was ist wirklich wahr?
  
- Realität – Modell – Theorie?
- Abbild und Wirklichkeit

# Wie gut können wir uns auf unsere eigene Ratio verlassen?

## ■ Was war bei der industriellen Revolution entscheidend?

**Nahezu unausrottbar ist die populäre Vorstellung, die Dampfmaschine habe die Industrielle Revolution ausgelöst.** Dampfmaschinen gab es seit dem frühen 18. Jahrhundert, ohne dass das die gewerbliche Produktion revolutioniert hätte. Und als Antrieb in der britischen Industrie dominierten sie erst seit der Mitte des 19. Jahrhunderts, als die Industrielle Revolution ihren Schwung schon längst entfaltet hatte. **Die wichtigsten mechanischen Antriebe der Industriellen Revolution waren neben Menschen Tiere und Wasserräder.**

**James Watt wusste sehr gut**, dass seine verbesserte Dampfmaschine nur Tiere beim Antrieb der sehr viel wichtigeren Arbeitsmaschinen ersetzte. Darum gab er ihre **Leistung in Pferdestärken** an.“ Wengenroth 2015

Christian Zumbrägel 2018

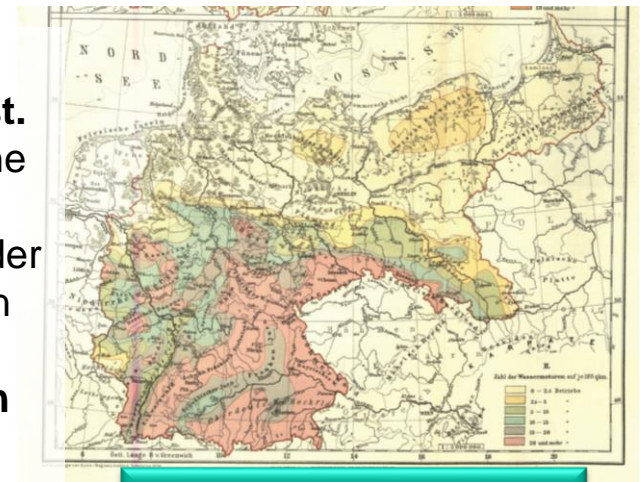


Abb. 3: D  
Wassermotoren  
vom 14. Jun  
nord-deutsche

“Viele Wenige  
machen ein Viel”

r  
fählung  
der  
nahm.

Effizienzsteigerung

Hypothese eines Geowissenschaftlers

**Energiewende:**

Alles eine Frage der Ressourcen





bi-bigben.de

Eine politische Hypothese?

# Deutschland besitzt keine Rohstoffe – außer Bildung.



<http://img.fotocommunity.com/photos/4823985.jpg>

Ein Geofakt

**In Deutschland werden mehr Rohstoffe abgebaut als importiert (versorgungssicher und kostengünstig)**

# Kupfermine - Chuquicamata Chile





Hypothese eines Naturwissenschaftlers

**Energiewende:**

**Besser nach Entropie fragen**

# Wert der Umwelt?

- Unsere Umwelt oder die der Nachbarn?
- Hypothese: Deutschland ist Exportweltmeister für Umweltschäden.



Ein Farmer mit  
ölverschmutzter  
Hand im Ogoniland  
in Nigeria.  
DW.com 2021

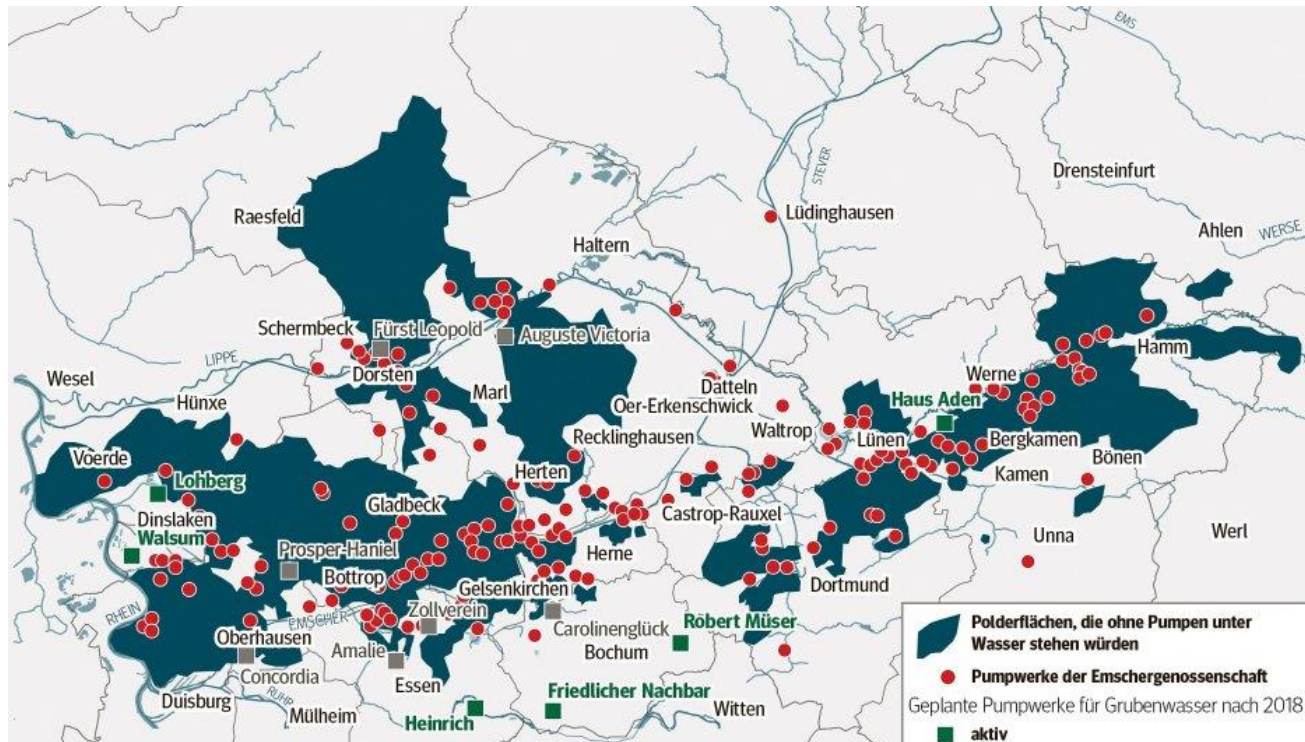
# Umweltschäden durch Kohleverstromung



Wenn sich vor dem Haus plötzlich die Erde auftut – Welt 11.07.2014



# Kohle - Ewigkeitskosten



WAZ abgerufen 2020

# Umweltschäden durch Windkraft



13.12.2014

**LAUSITZER RUNDSCHAU**



# Chance und Risiko





# Blick eines Geowissenschaftlers auf Windkraft: Rohstoffe (hier Seltene Erden)





Tesero-Dammbruch, Val di Stava, Trentino, Italien 19. Juli 1985 mit ca. 300 Toten



[www.damast-caucasus.de](http://www.damast-caucasus.de)

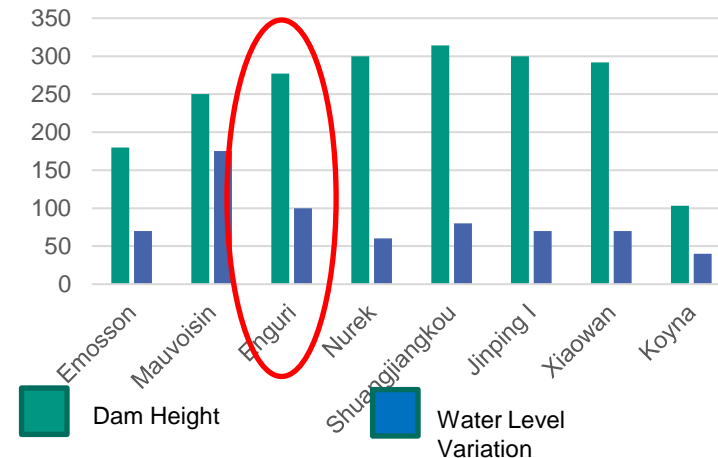
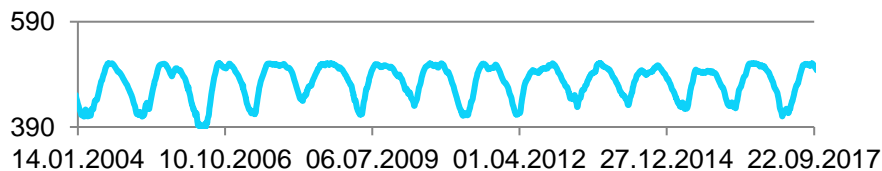
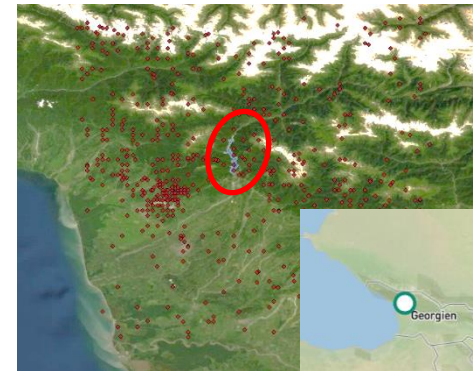
# DAMAST

**Dams and Induced Seismicity – Technologies for Risk Reduction**  
**Technologien für den sicheren und effizienten Betrieb von Wasserreservoiren**



# Natural Lab Enguri High Dam Modellregion

- Seismic Active Region
- Has shown induced seismicity during impoundment
- Seasonal Water Level Variation 100 m
- High Sediment Inflow





# Monitoring of the Dam



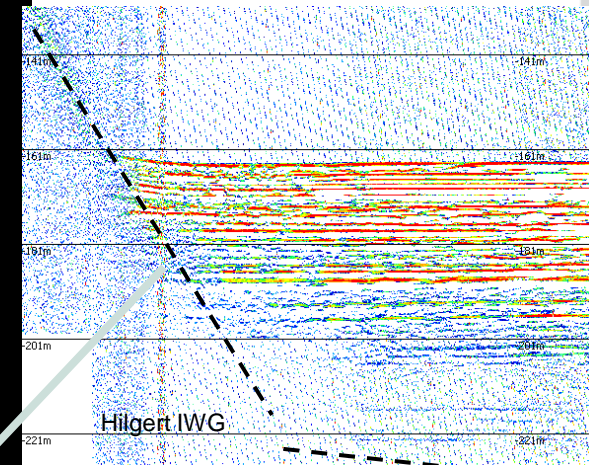
# Sedimentation

~105 m depth

~145 m depth

Hilgert IWG

Sediment layers at the dam



60 m signal penetration



DEBATTE

## Tabu im Untergrund

Der Widerstand gegen Fracking, Geothermie und CCS-Speicher schadet dem Forschungsstandort Deutschland - drei Geowissenschaftler warnen vor dem Aus für Pilotprojekte.

03.03.2013, 13.00 Uhr • aus [DER SPIEGEL 10/2013](#)



In der öffentlichen Wahrnehmung werden die Gutachten ins Gegenteil verkehrt



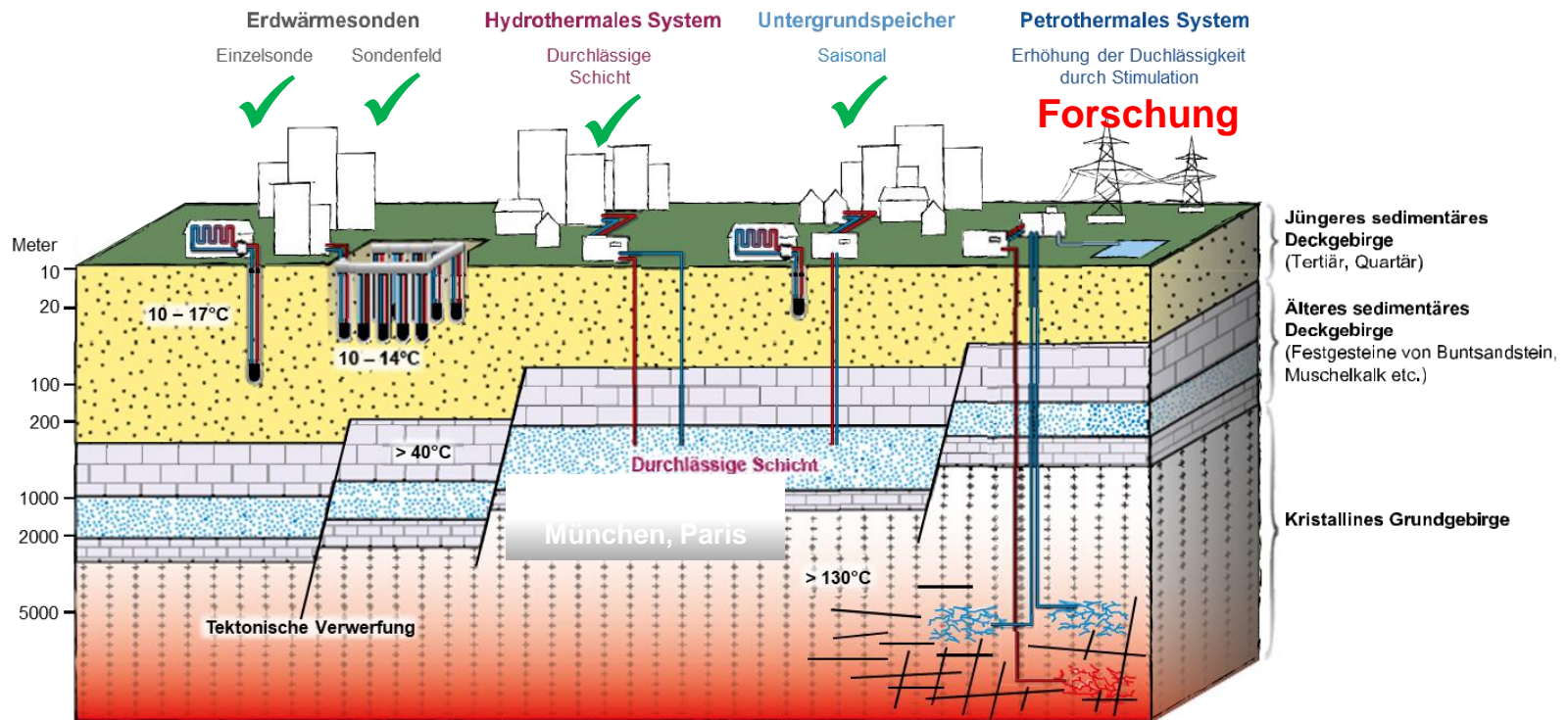
Protestschild gegen Fracking in Nordrhein-Westfalen Foto: TIMUR EMEK / DAPD

# Risiko Erneuerbare Energien

## – Bsp. Landau / Pfalz → Kurzschluss PV



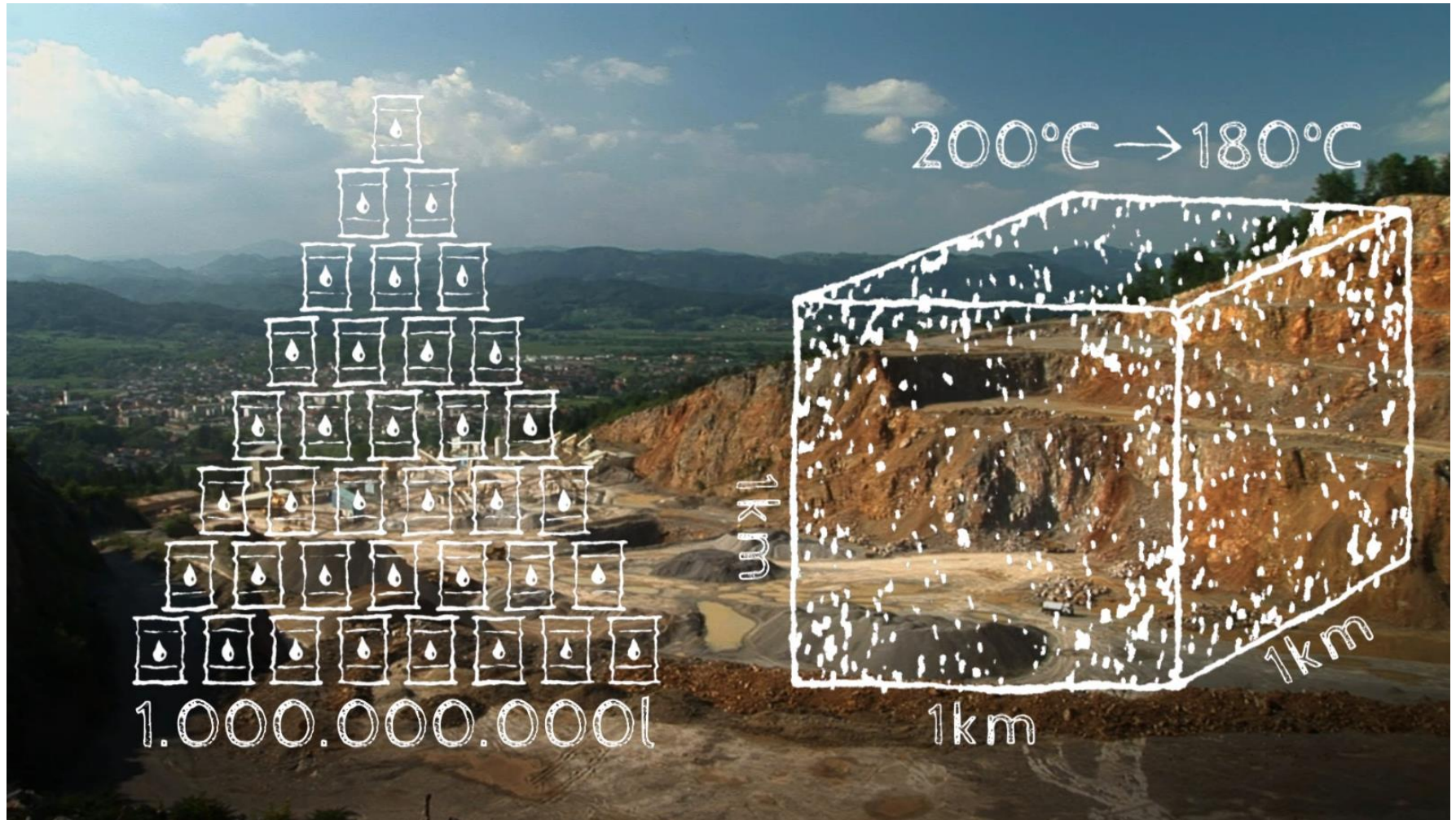
# Geothermie – Chancen lokal nutzen





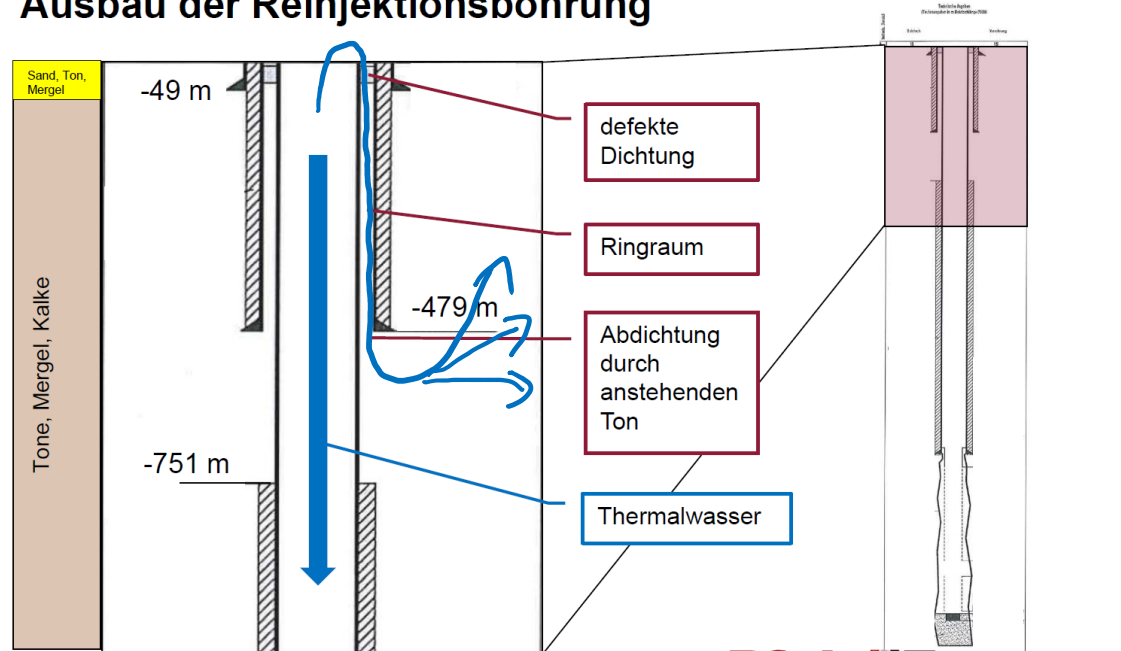
# Energie sinnvoll nutzen

## Energie und Entropie berücksichtigen



# Schutz des Grundwassers: Aus Fehlern lernen (Landau), bzw. Stand der Technik anwenden

## Schematische Darstellung Ausbau der Reinjektionsbohrung



Pressegespräch UM RP 2014

**Pfalz** PER **Express**



2014



# Schon jetzt sparen die 34 000 Erdwärmesonden in BW jährlich ca. 40 Mio l Heizöl

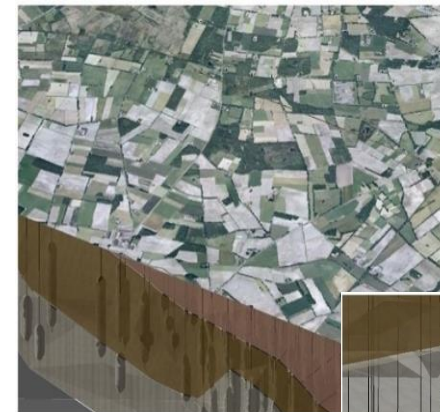
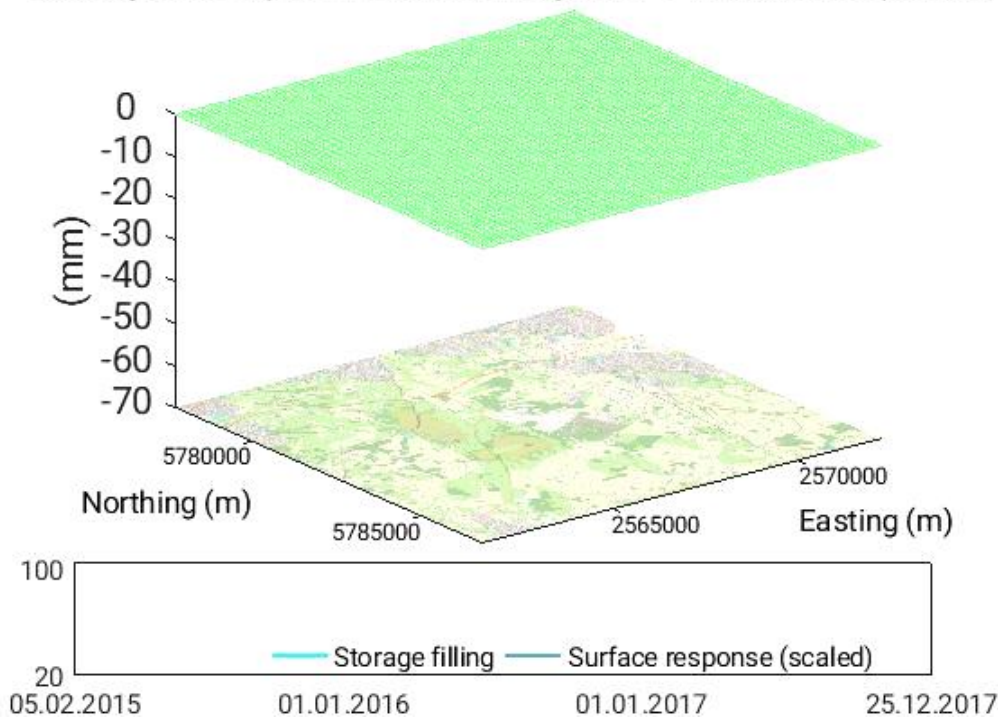


[www.lfzg.de](http://www.lfzg.de)  
Informationen zur Geothermie

# Gasspeicherung

## Speicherfeld Epe: Oberflächenbewegung

Storage site Epe: Linear convergence + Surface response



Even, Simon, Westerhaus 2021

SGW 2021 Stefan Meyer

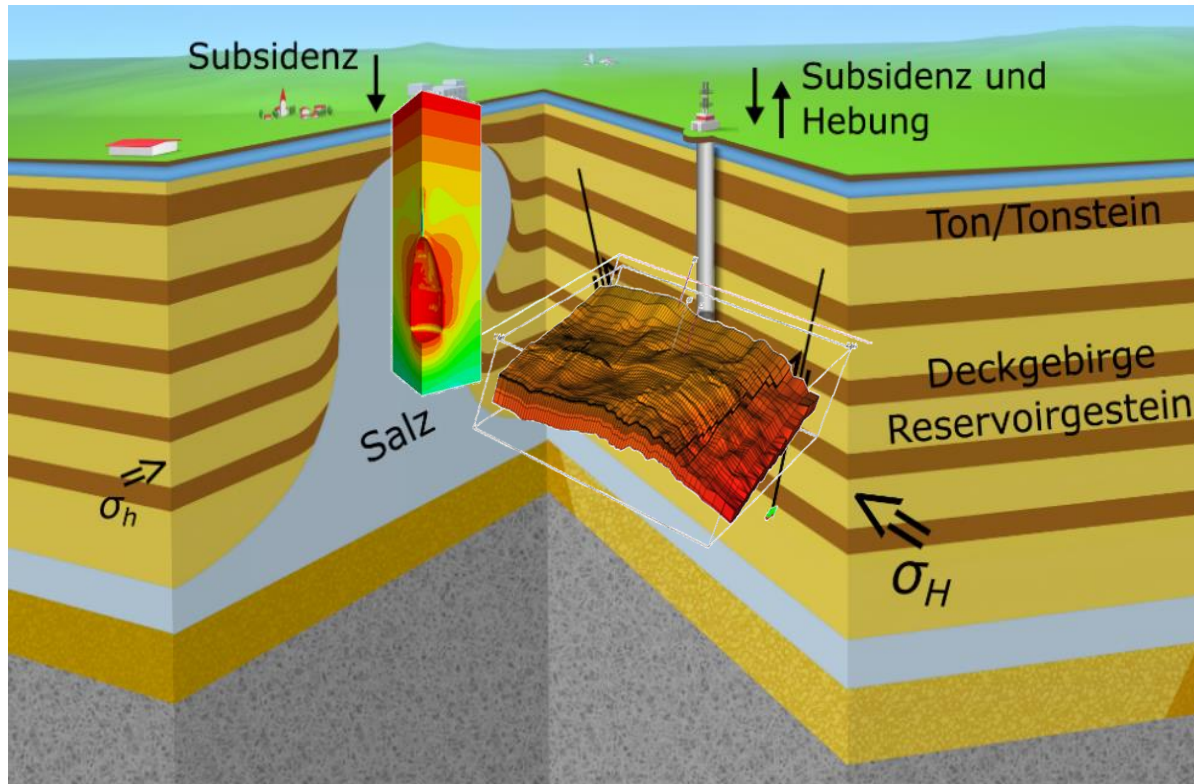


Geotechniklabor Dr. Eberhard Jähns





# Fit für Wasserstoff (H<sub>2</sub>)?



Geosteinlabor Dr. Eberhard Jähns



**PIEWAK & PARTNER GmbH**  
INGENIEURBÜRO FÜR  
HYDROGEOLOGIE  
UND UMWELTSCHUTZ



**HOME**  
HOCHSCHULE  
MITTWEIDEN  
University of Applied Sciences



MARTIN-LUTHER  
UNIVERSITÄT  
HALLE-WITTENBERG



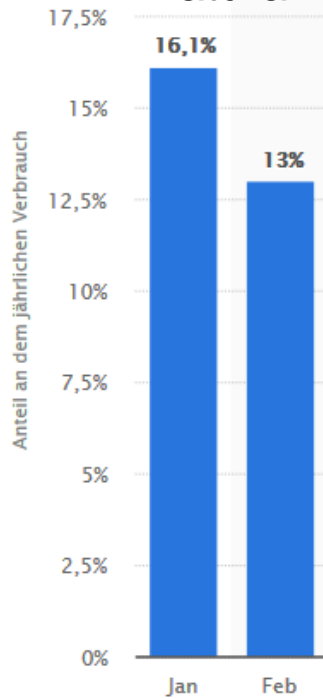
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



Karlsruher Institut für Technologie

# The challenge of energy demand: are balance sheets poor advisors?

Natural Gas Consumption Private Households



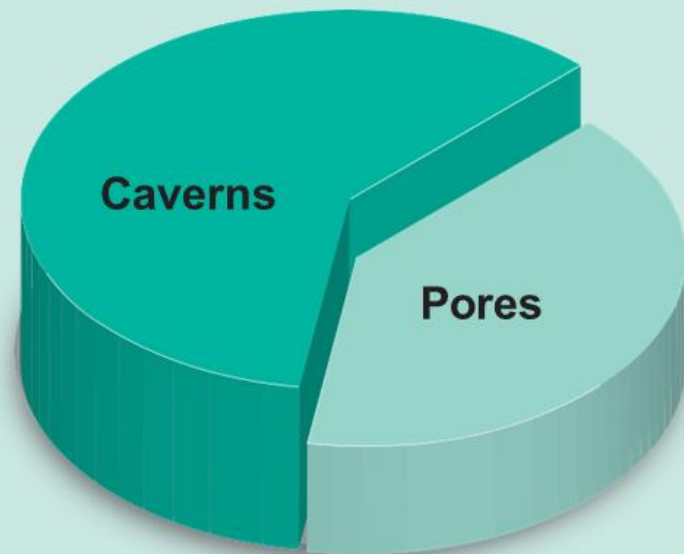
15,5%

Capacity German  
Electrical Storage  
(Water/Battery)

Capacity German  
Gas Storage




Magnification  
100 times



0,04 TWh

227 TWh

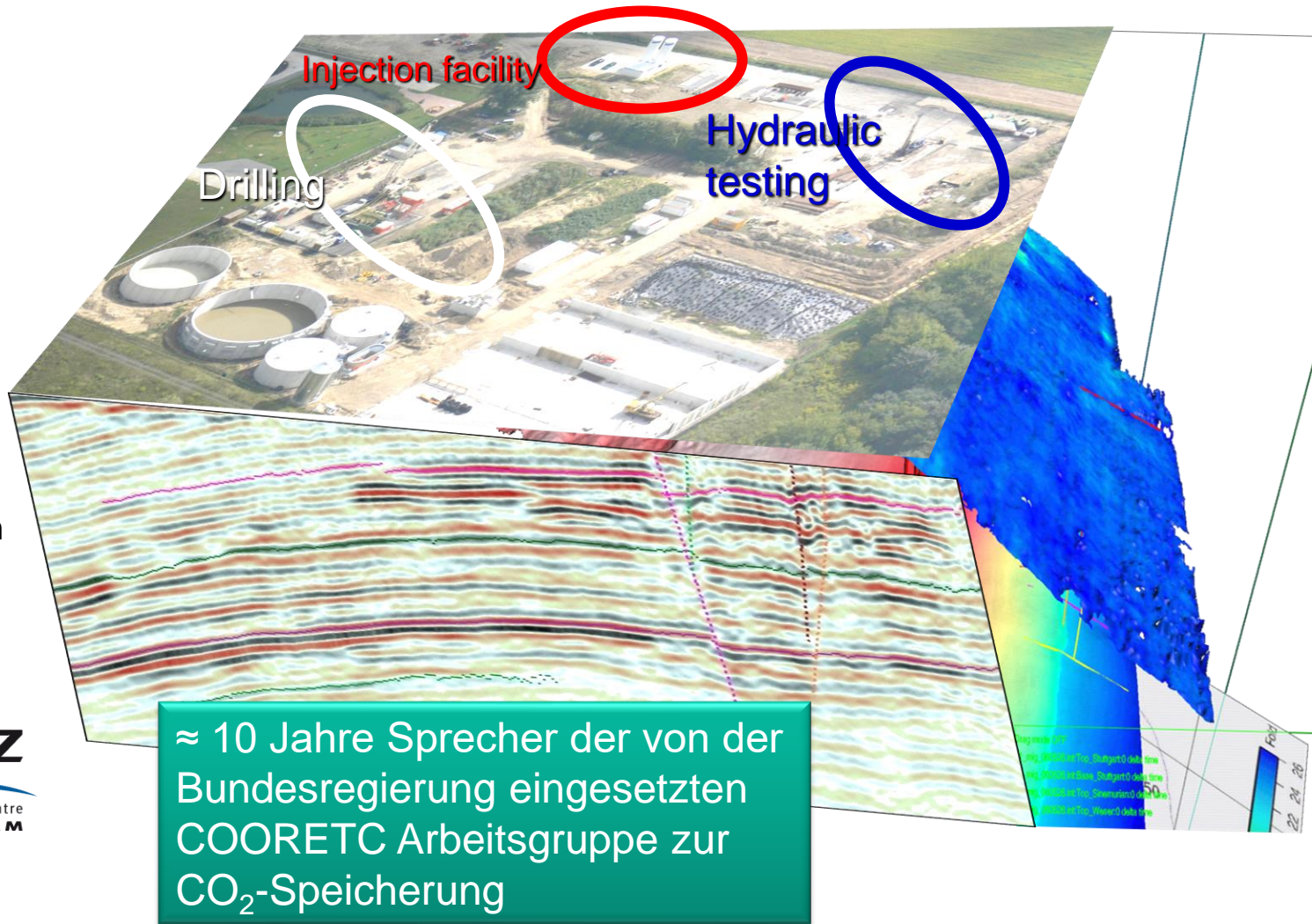
Ihre Daten visualisiert  + a  
[Details zur Statistik](#)

# BECCS CO<sub>2</sub>SINK @ Ketzin



CO<sub>2</sub> Speicherung  
erfolgreich

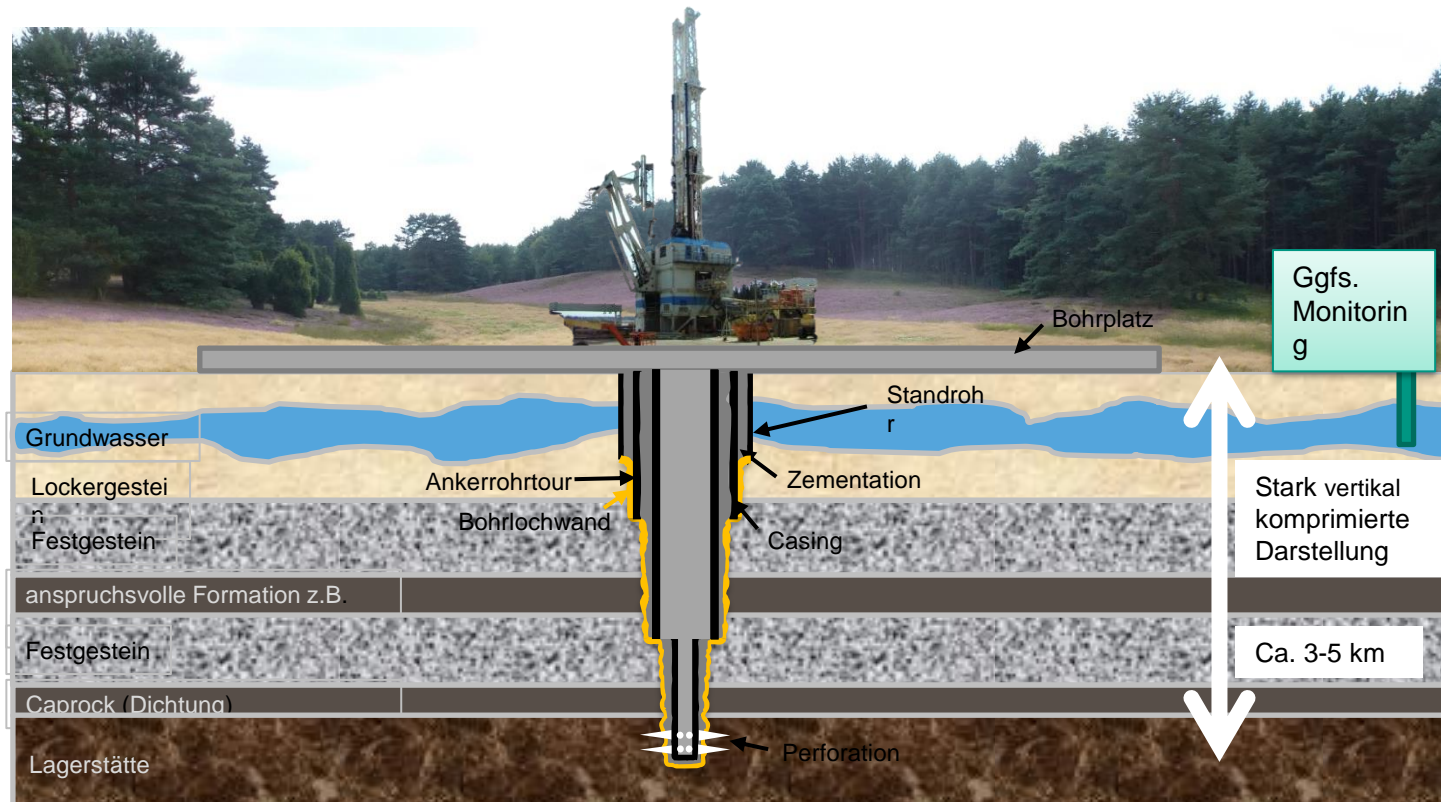
Keine besonderen  
Vorkommnisse



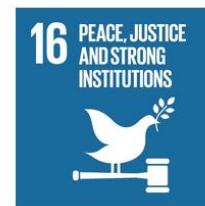
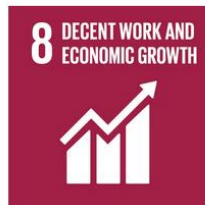


# Tiefbohrung - Bohrlochbergbau

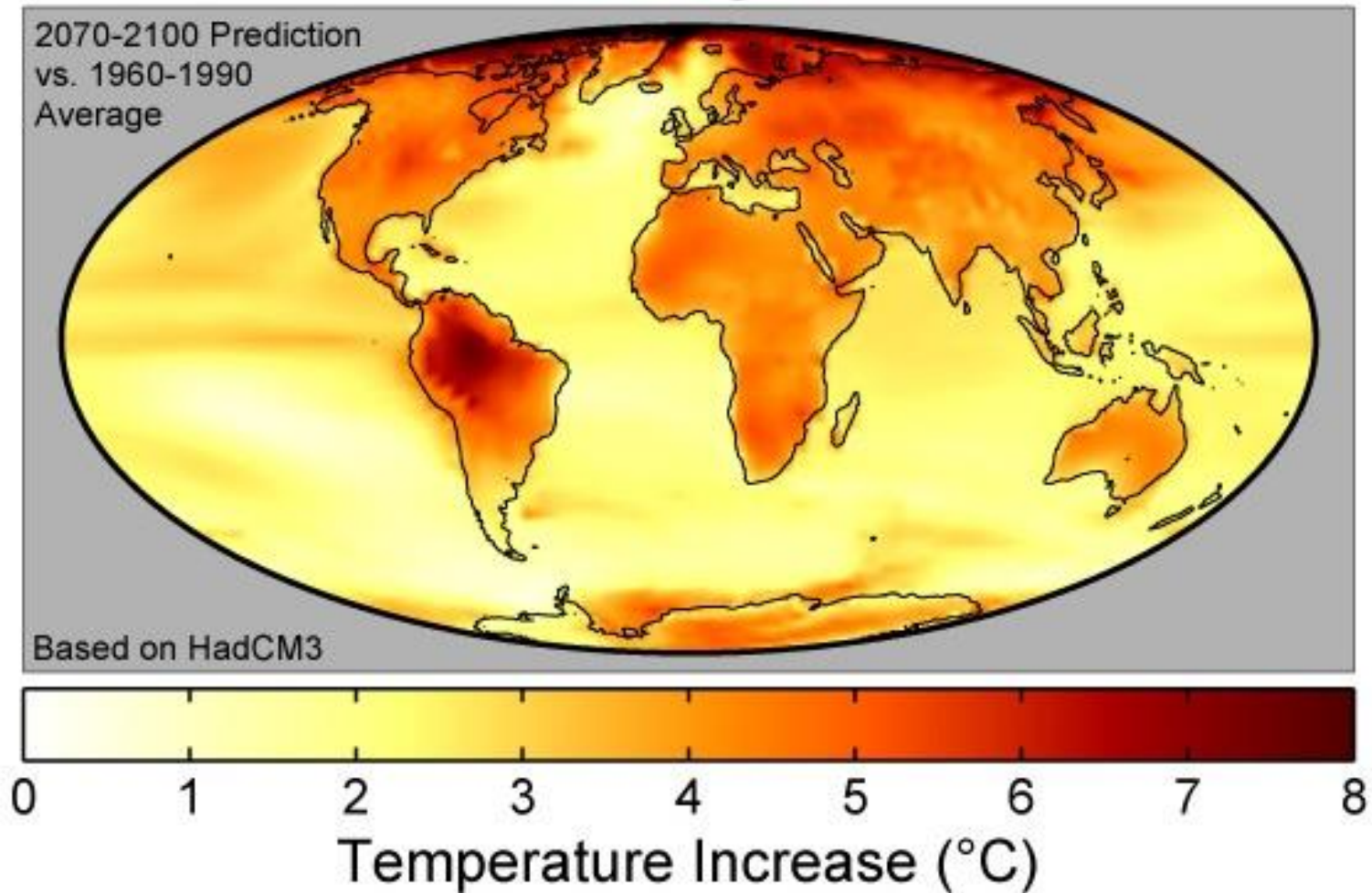
## Schutz der verschiedenen Grundwässer



# One goal among others (United Nations)



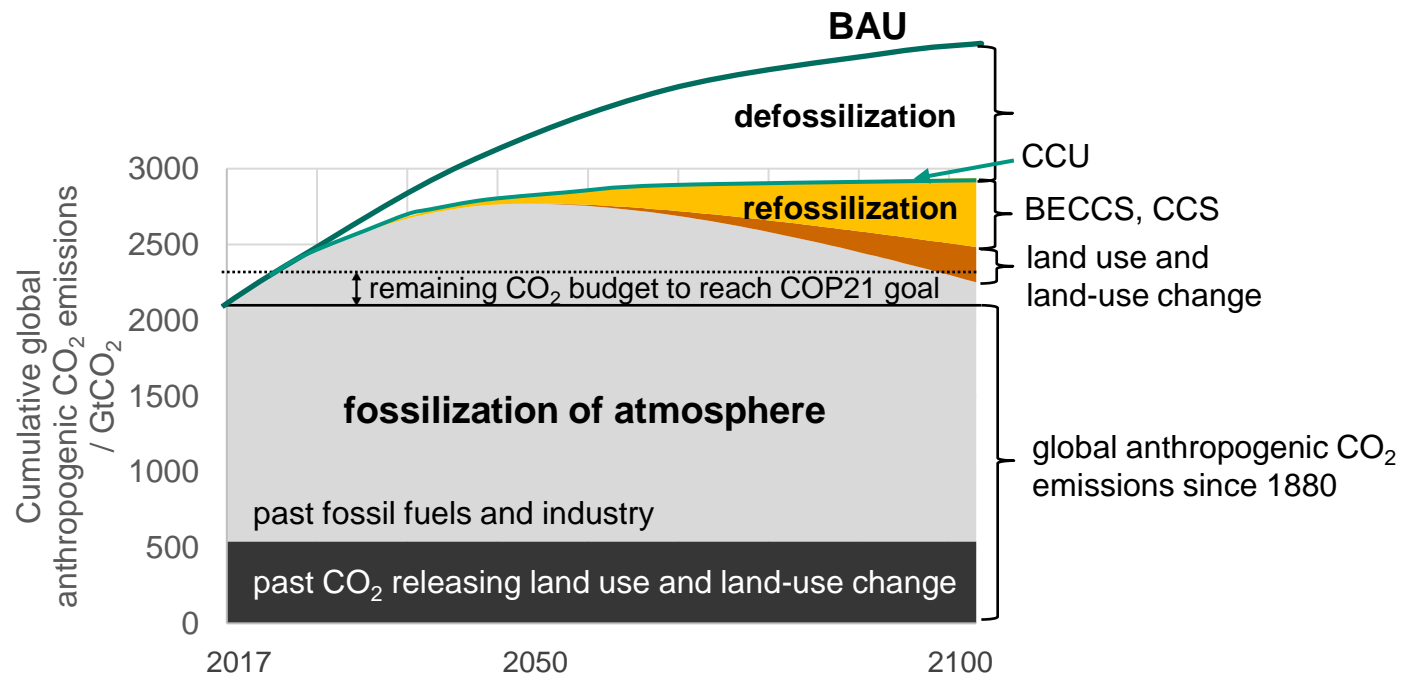
# Introduction: Global Warming Prediction





# Negativ CO<sub>2</sub>-Emissions

Global Challenge: at least 400 Gt CO<sub>2</sub> equivalent are required



Based on Rockström *et al.*, 2017

**Reduce** GHG emissions → as fast as possible, otherwise the amount to be stored will significantly increase

**Reuse** → has a nearly negligible effect (no game changer, a nice to have)

# Energiewende – so gut wie geschafft?

<https://www.wind-energie.de/presse/pressemitteilung>



[Startseite](#) ▶ [Presse](#) ▶ [Pressemitteilungen](#) ▶ [Windenergie wird](#)

## Windenergie wird 2019 erstn Deutschlands – Zahlen dürfen

13.12.2019

Im Jahr 2019 wird Windenergie Energiemix und Braunkohle so stellt das Jahr 2019 einen neue Dezember noch nie.

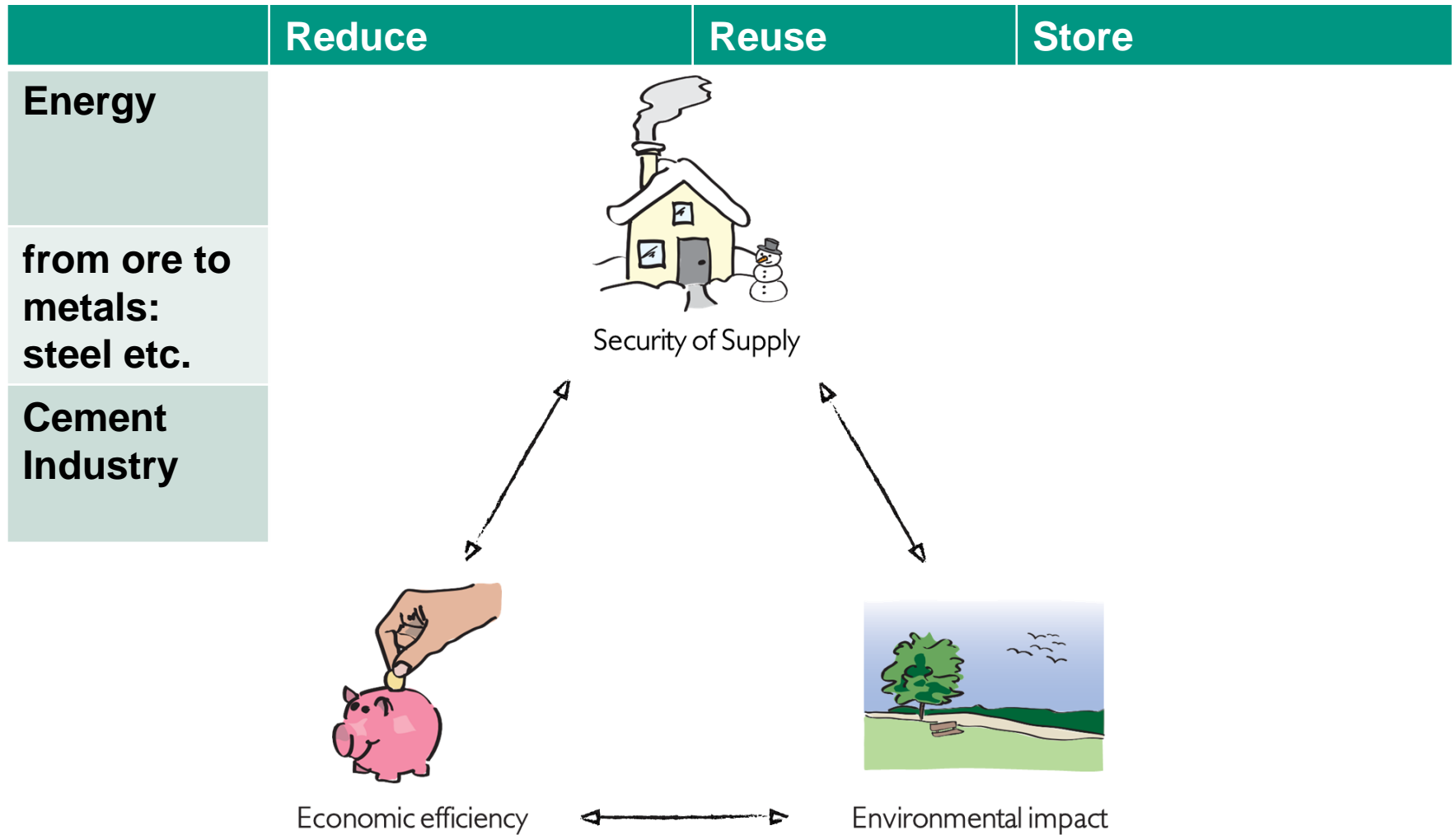


# Cartoon or Reality?





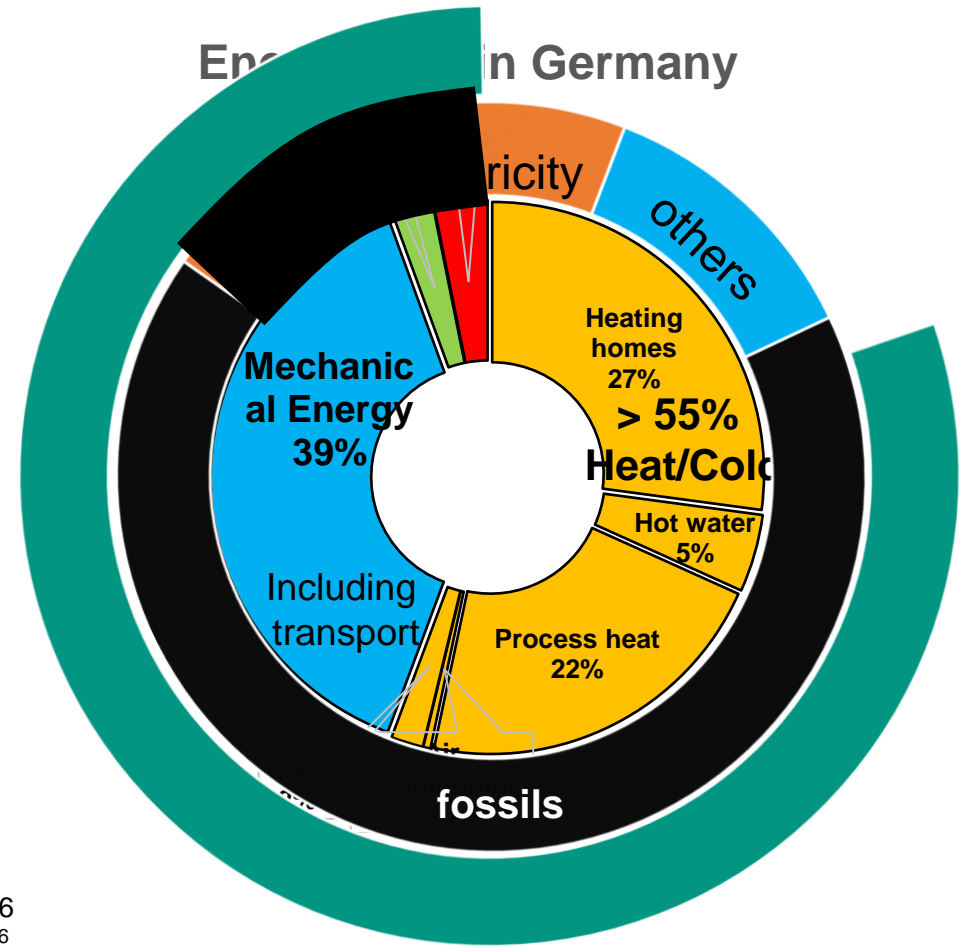
# Options to reduce GHG emissions?



# Transformation unserer Energiesysteme

- Und dann fehlen noch die prozessbedingten Emissionen (z.B. Verhüttung, Zement)

- schnell
- bezahlbar
- versorgungssicher
- umweltfreundlich



**Need to be replaced or reduced**

Datenbasis BMWi 2016  
ARBEITSGEMEINSCHAFT ENERGIEBILANZEN, STAND: MÄRZ 2016

# Usage of the Geological Underground

- Construction
  - Foundations
  - Tunnels
- Coal, Oil and Gas Production
- Ore Deposits
- Rocks (e.g. cement industry, sand,...)
  
- **Storage**
  - **(Nuclear) Waste Disposal**
  - **Gas-Storage (CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>... but also gasoline)**
  - **Heat (using heat capacity)**



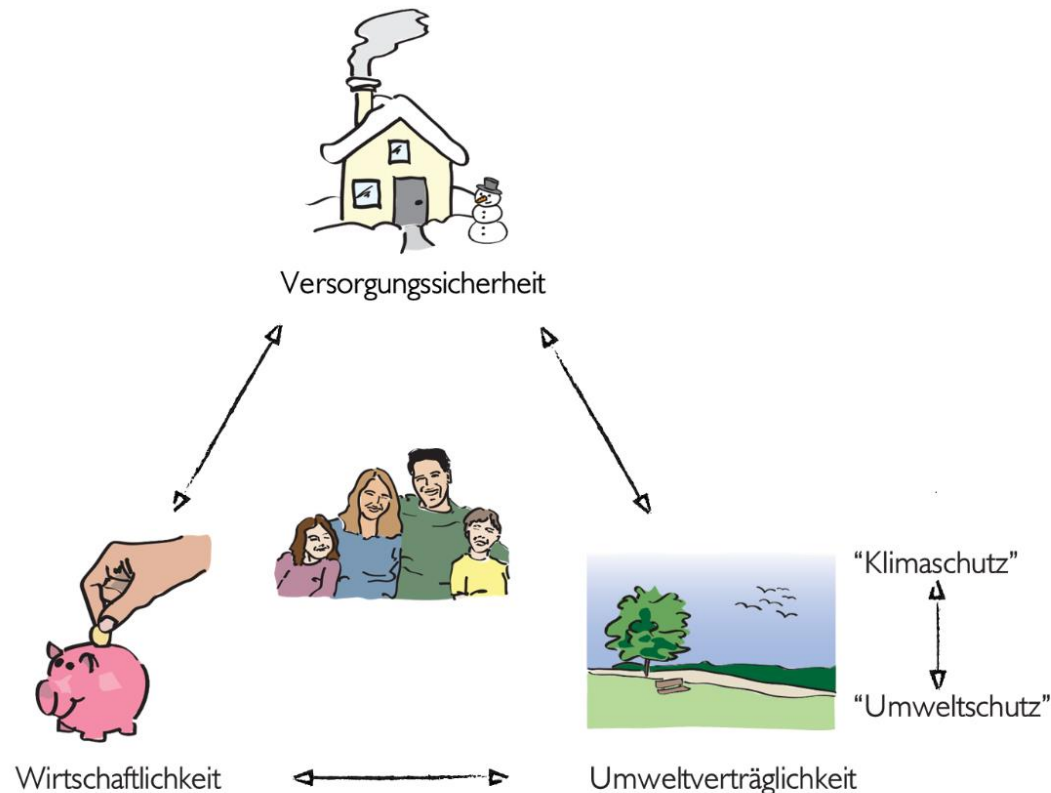
# Priorisierung

Thema	Aktuelle* Priorisierung	Meine Priorisierung	Ihre Priorisierung
Menschenleben / Gesundheit wie viele Menschen dürfen durch die Energiewende sterben? so wenig wie möglich – 10; ist irrelevant 1.	2	10	
Versorgungssicherheit  Energie steht - jederzeit unterbrechungsfrei – 10; - in der Summe ausreichend, aber nicht immer – 5; - auch große Lieferengpässe sind zu tolerieren – 1;	4	9	
Wirtschaftlichkeit  Günstigster Preis in Europa – 10, Europäisches Mittelfeld – 5, egal wie teuer – 1,	3	6	
Umweltschutz (so viel wie möglich – 10)	6	8	
Landschaftsverbrauch (so wenig wie möglich – 10)	4	7	
Grundwasserschutz (keine Beeinflussung – 10)	9	9	
Artenschutz (keine Beeinflussung – 10)	8	9	
Treibhausgasbilanz (negativ – 10, neutral 5, egal 1)	4	8	
Energie muss zu 100% „erneuerbar“ <sup>***</sup> sein (10 Ja, 1 Nein)	10	1  für mich keine relevante Kategorie	

# Wege zum Ziel

Wenn ein hoher Gipfel erklommen werden soll, lohnt es sich die Tour gut zu planen und einen Weg zu suchen, der zur eigenen Konstitution und Fähigkeit passt. Meist ist der erste Schritt sehr einfach, die letzten Schritte entscheiden jedoch, ob man den Gipfel erreicht oder verfehlt.

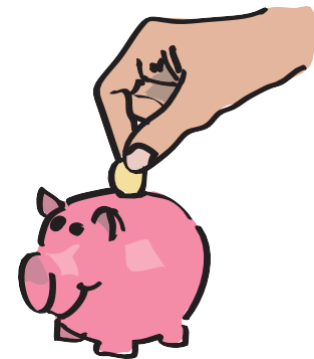
## ■ Kompass?



# 1. Wirtschaftlichkeit

These:

Wenn wir unseren Wohlstand erhalten wollen, muss unsere Energieversorgung auch in Zukunft bezahlbar sein, für die Haushalte und die Industrie.





## 2. Versorgungssicherheit

### These:

Wir sind eine sichere und unterbrechungsfreie Energieversorgung gewohnt. Ohne zwingende Notwendigkeit dies zu verschlechtern, führt zu einer Ablehnung einer Energiewende und führt nicht nur in kalten Winternächten zu ernsthaften Problemen.

#### Anekdote

Auf dem Flur eines Umwelt-Ministerium.

Herr Schilling, sie reden viel zu oft von Versorgungssicherheit und unterbrechungsfreier Energieversorgung. Das Wort "*Versorgungssicherheit*" haben wir aus unserem Vokabular gestrichen.

Durch den Angriff Russlands auf die Ukraine ist es hier zu einer Neubewertung gekommen.



### 3. Umweltschutz

These:

Wenn wir Nachhaltigkeit als generationengerechtes Handeln verstehen, muss der Verbrauch von Wäldern und Grünflächen für die Energieversorgung minimiert werden.

*These:*

*Dass ein grün regiertes Land wie Baden-Württemberg sich mit dem Ausbau der Windenergie besonders schwertut, hängt am Widerspruch zwischen Klima- und Umweltschutz.*



# Stromgestehungskosten

Stromgestehungskosten	erste kWh
<b>konventionell</b>	€Cent / kWh
Braunkohle	8,46
Steinkohle	7,83
Gas	6,32
Nuklear (Neubau)	6,14
Nuklear Laufzeitverlängerung	2,85
<b>"Erneuerbar"</b>	
Wind am Land	5,79
Windenergie Meer	7,83
Solar (Photovoltaik)	4,98
Wasserkraft	6,41
Geothermie	8,81
Biogas	10,50
<b>Konventionell mit CO<sub>2</sub> Abscheidung und Speicherung</b>	
Braunkohle mit CCS	10,32
Steinkohle mit CCS	10,32
Gas mit CCS	8,10

## Letzte kWh





# Stromgestehungskosten

Stromgestehungskosten	erste kWh	letzte kWh		Ausbaufähig
<b>konventionell</b>	€Cent / kWh	€Cent / kWh		
Braunkohle	8,46	8,46		ja
Steinkohle	7,83	7,83		ja
Gas	6,32	6,32		ja
Nuklear (Neubau)	6,14	6,14		ja
Nuklear Laufzeitverlängerung	2,85	2,85		ja
<b>"Erneuerbar"</b>				
Wind am Land	5,79	35,78	*	ja
Windenergie Meer	7,83	43,97	*	ja
Solar (Photovoltaik)	4,98	32,57	*	ja
Wasserkraft	6,41	6,41		kaum
Geothermie	8,81	8,81		ja
Biogas	10,50	10,50		kaum
<b>Konventionell mit CO<sub>2</sub> Abscheidung und Speicherung</b>				
Braunkohle mit CCS	10,32	10,32		ja
Steinkohle mit CCS	10,32	10,32		ja
Gas mit CCS	8,10	8,10		ja

## Letzte kWh



# These: Windenergie war 2019 kein relevanter Energieträger in Deutschland

https://www.wind-energie.de/presse/pressemitteilungen/detail/windenergie-wird-2019-erstmal-zum-wichtigsten-energietraeger-deutschland

[f](#) [t](#) [v](#) [i](#) [in](#) Kontakt Mitglieder Login



AKTUELLES THEMEN PRESSE SERVICE VERBAND EN [Q](#)

Startseite ▶ Presse ▶ Pressemitteilungen ▶ Windenergie wird 2019 erstmals zum wichtigsten...

## Windenergie wird 2019 erstmals zum wichtigsten Energieträger Deutschlands – Zahlen dürfen nicht über aktuelle Krise hinwegtäuschen

13.12.2019

Im Jahr 2019 wird Windenergie erstmals mehr Strom erzeugen als alle anderen Energieträger im deutschen Energiemix und Braunkohle somit von Platz 1 der deutschen Stromerzeugung ablösen. Auch in der Erzeugung stellt das Jahr 2019 einen neuen Rekord dar. 118 TWh Stromerzeugung aus Windenergie – das gab es Mitte Dezember noch nie.

abgerufen 17.11.2021

## 2. Versorgungssicherheit durch Windkraft

- An wie vielen Tagen wäre in Deutschland 2019 der Strom unterbrechungsfrei in den Haushalten angekommen, wenn wir uns alleine auf Wind (& PV) verlassen hätten?
- An wie vielen Tagen hätten wir im Winter mit Windkraft (& PV) heizen können,
- an wie vielen Tagen hätten wir mit Windkraft (& PV) Autofahren können?

Die einfache Antwort ist hier: an keinem Tag.

Ergebnis: Bezüglich der Versorgungssicherheit war die Windenergie 2019 irrelevant.





### 3. Umweltschutz durch Windkraft

Wir haben Wälder abgeholzt – für Kohlebergbau und für Windräder. Vögel wurden durch Windräder getötet, Nistmöglichkeiten durch Kohlebergbau reduziert. In der Gesamtbilanz ist hier vermutlich die Windenergie etwas günstiger, denn die Zahl der toten Vögel durch Windkraftanlagen wird deutlich überschätzt,

Beim Umweltschutz hat die Windenergie keinen erheblichen Fortschritt gebracht.

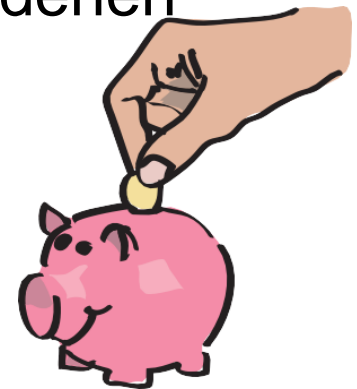


# 1. Wirtschaftlichkeit

Deutschland hat im Europäischen Vergleich die höchsten Strompreise für die Haushalte (und auch Gewerbe ).

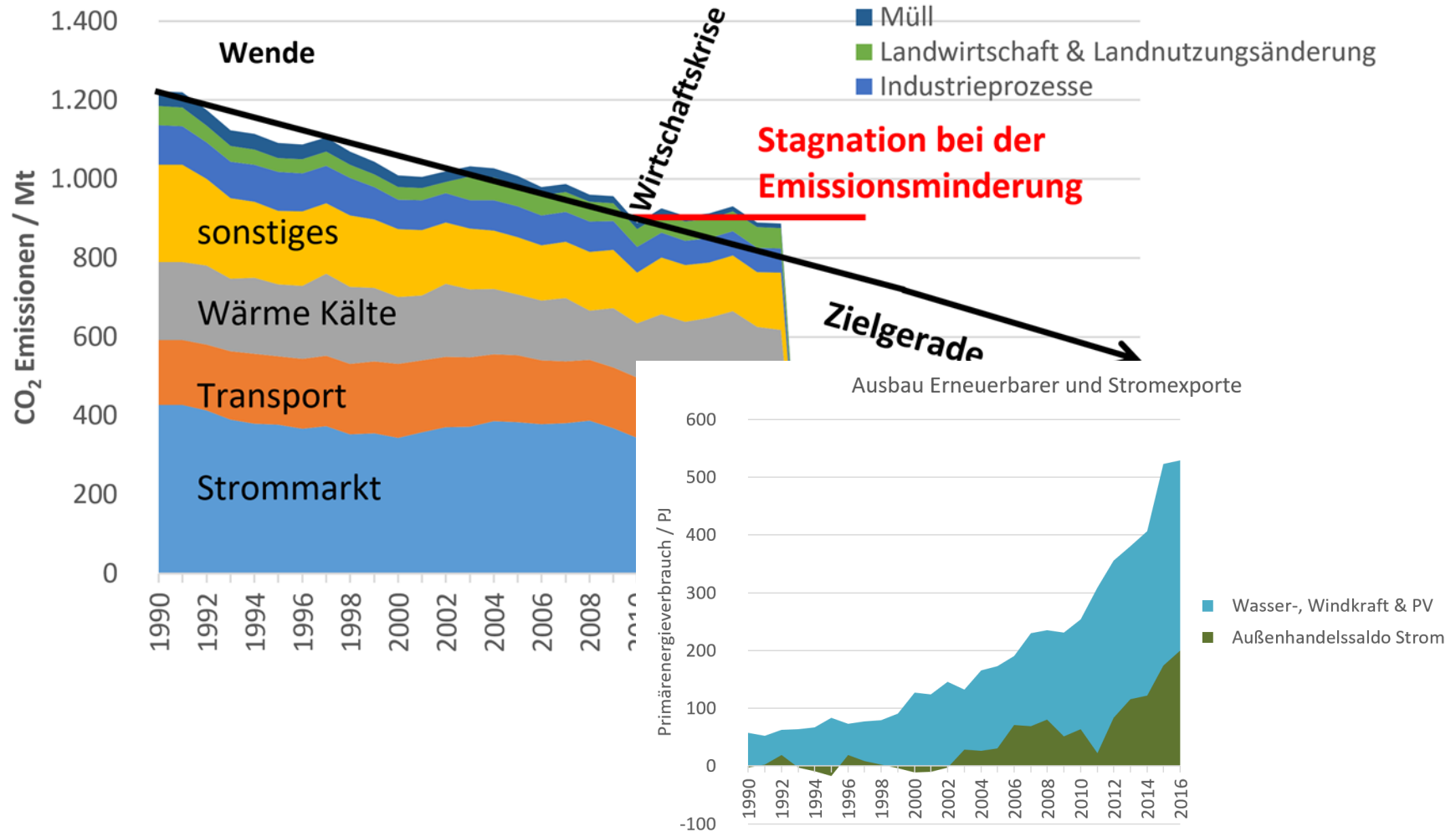
Erneuerbaren Energien-Abgabe (EEG) für Windkraft nicht unerheblich.

Vergleichen wir die CO<sub>2</sub>-Emissionen in verschiedenen Ländern Europas (siehe z.B. tagesaktuell [www.electricitymap.org](http://www.electricitymap.org)) schneiden wir trotz erheblicher Investitionen hier schlecht ab.



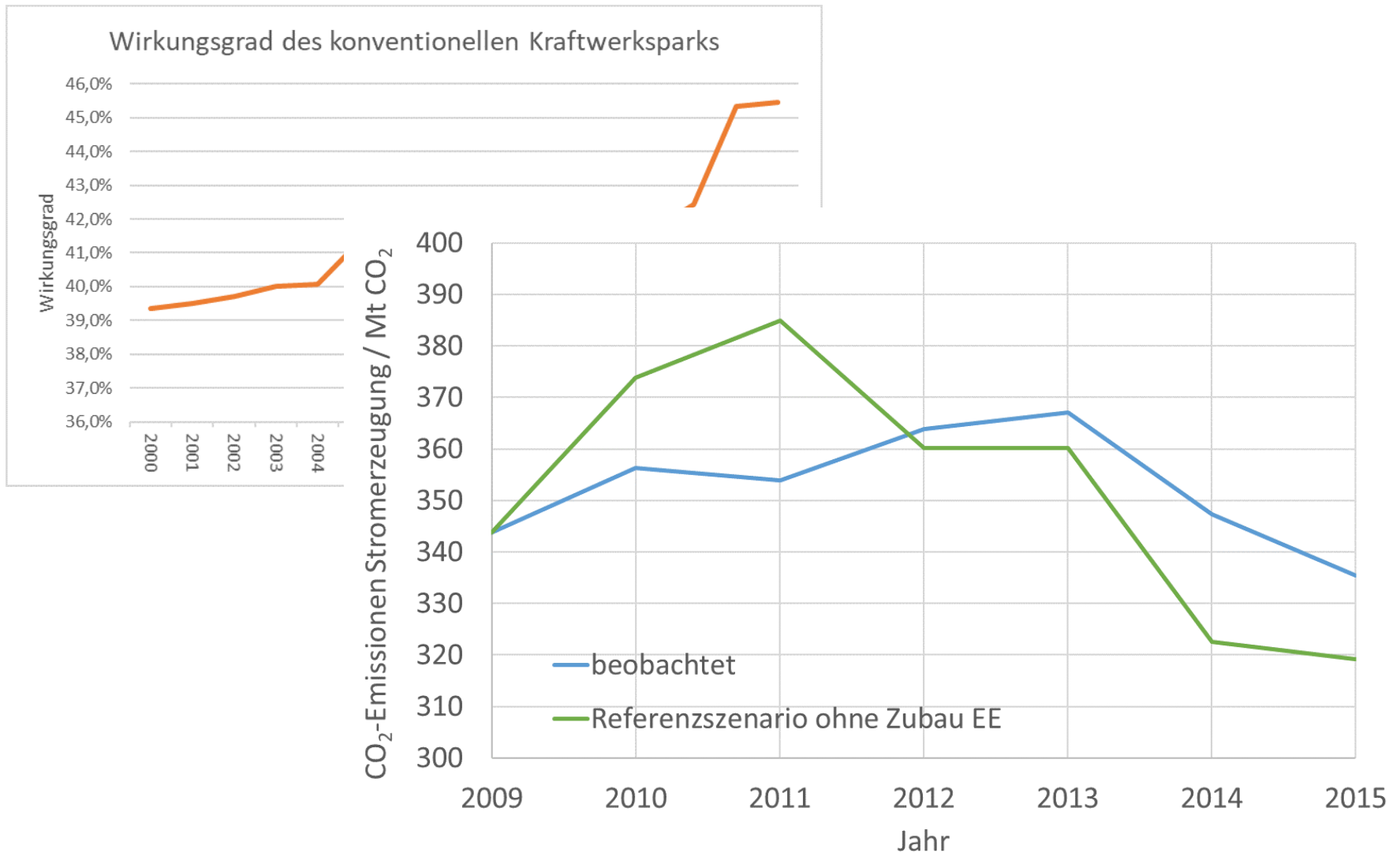
**Höchste Stromkosten** und gleichzeitig mit die **höchsten CO<sub>2</sub>-Emissionen**.

# 4. Klimaschutz durch Windkraft





# Was wäre wenn?



# Optionen für die Energiewende

1. **Menschenleben sind sehr wertvoll** – die Vermeidung von Todesfällen hat hohe Priorität!
2. **Energieversorgung muss bezahlbar sein** (sozialverträglich)
3. **Umweltschutz ernst nehmen** (Nachhaltigkeit)
  - a) *Landschaftsverbrauch minimieren*
  - b) *Biodiversität erhöhen*
  - c) *Grundwasserschutz ernst nehmen (auch Nitratbelastung im Boden bedenken, Stickoxidbelastung in der Atmosphäre reduzieren)*

**Die Klimaerwärmung minimieren**

*Konsequenz für mich:*

  - a) *Die Energiewende muss rasch zu einer signifikanten Reduktion der Treibhausgasemissionen führen*
4. **Akzeptanz für die Energiewende**, auch für die letzte kWh emissionsarmer Stromerzeugung
  - a) *Versorgungssicherheit – unterbrechungsfreie bezahlbare Stromversorgung*
  - b) *Landschaftsverbrauch minimieren*
  - c) *Bezahlbarkeit*

# Wir haben (noch) die Wahl!

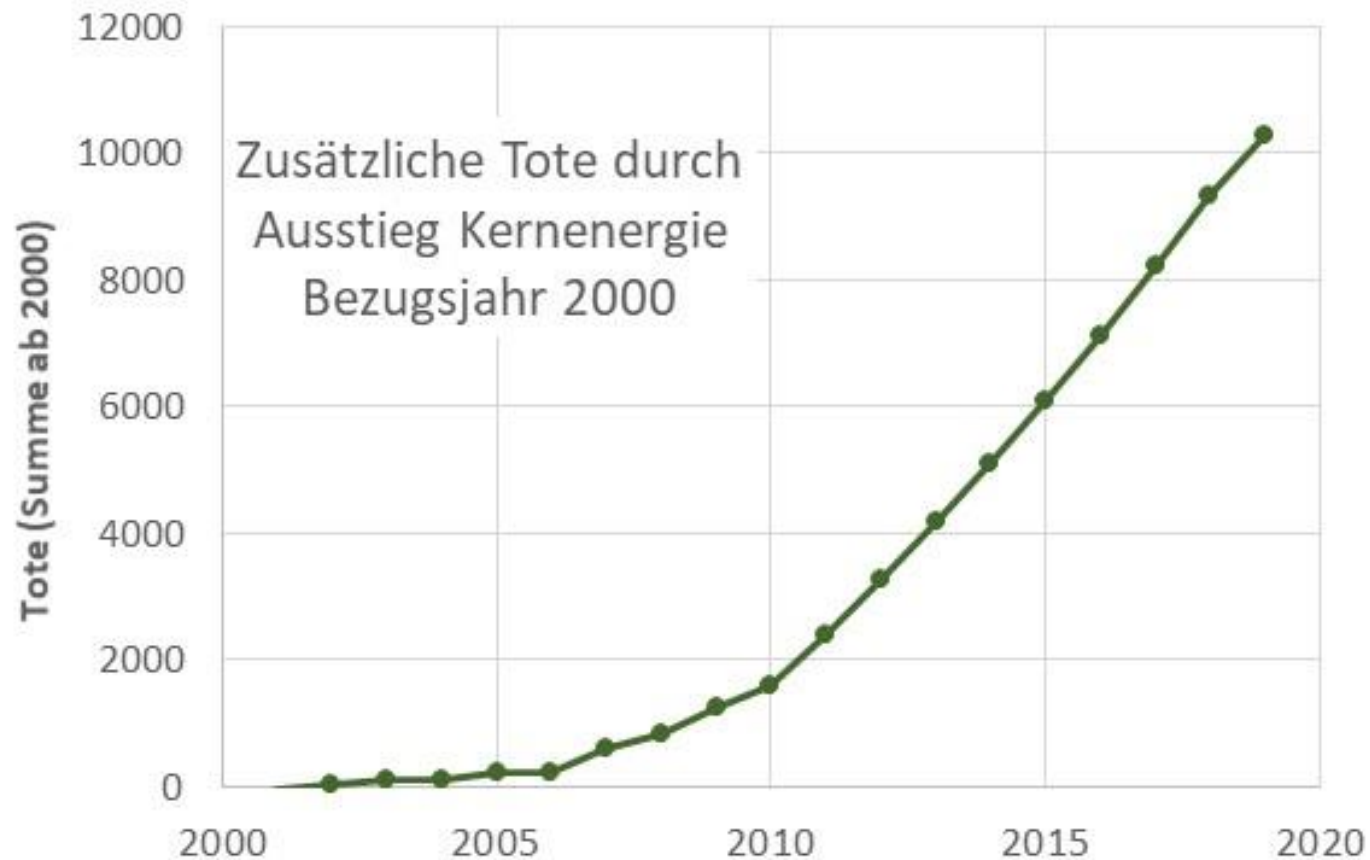
- Wir können ganz auf Erneuerbare Energien setzen, oder auf einen Energiemix.
- Wir können in Zukunft Häuser mit Wasserstoff heizen, oder über Wärmepumpen (mit Strom).
- Wir können mehr Wärmenetze aufbauen, oder keine zusätzlichen.
- Wir können Luftwärmepumpen nutzen oder Wärmepumpen in Verbindung mit Geothermie nutzen.



# Menschenleben

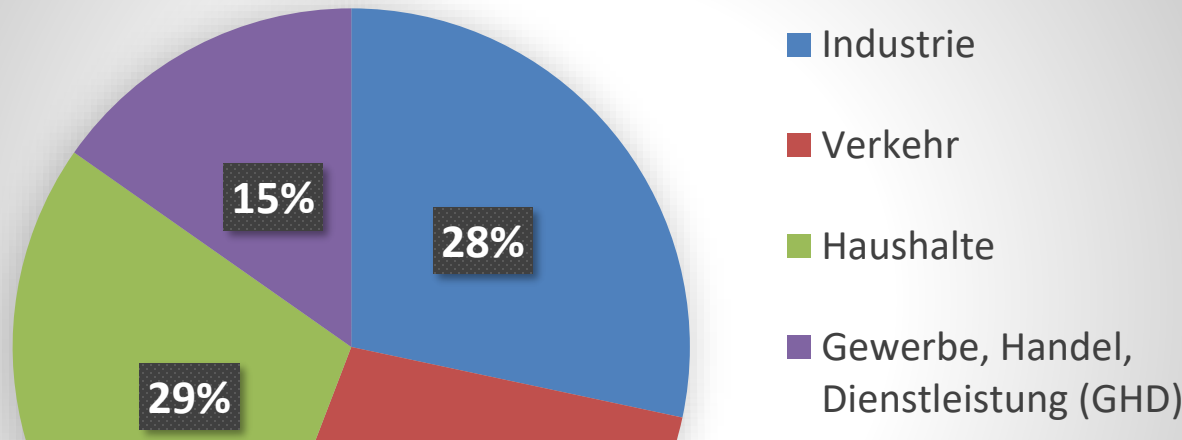
	Tote direkt / TWh*	Tote / TWh** erste kWh	Tote / TWh** letzte kWh	Bemerkung
<b>Braunkohle</b>	0,12	32,6	32,6	inkl. Feinstaub
<b>Steinkohle</b>	0,12	24,5	24,5	inkl. Feinstaub
<b>Erdgas</b>	0,021	0,7	0,7	inkl. Feinstaub
<b>Öl</b>	0,03	4,6	4,6	inkl. Feinstaub
<b>Biomasse</b>	0	1,16	1,16	inkl. Feinstaub
<b>Kernenergie</b>	0,022	0,054	0,054	inkl. Tschernobyl
<b>Photovoltaik/Sonne</b>	0,019	0,019	1,438	<i>Bau, Betrieb</i>
<b>Wind</b>	0,035	0,035	1,47	<i>Bau, Betrieb</i>
<b>Wasserkraft</b>	0,024	0,024	0,024	<i>ohne z.B. Henan 1970</i>

# „Kosten“ Ausstieg AKW



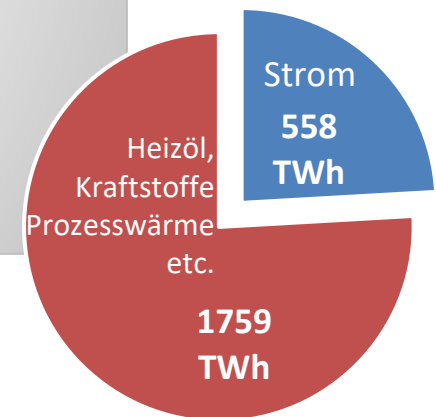
# Szenarien zum selberrechnen: Energiewende zu Ende denken!

## Energienutzung in Deutschland



In allen zur Zeit für Deutschland diskutierten Energieszenarien (auch solche die angeblich zu 100% „Erneuerbare Energien“ enthalten) wird mit Atomstrom und konventionellen Kraftwerken (Kohle, Erdgas) gerechnet (Reservekraftwerke). Damit die Systemkosten nicht zu hoch werden, sind wir auf Strom-Importe angewiesen. Bei den Importen ist z.B. auch der Atomstrom aus Frankreich versteckt. CO<sub>2</sub>-emittierende Kohleverstromung wird gerne als „Reservekraftwerke“ verschleiert.

## Energienutzung in Deutschland



# Wieviele Windräder würden wir benötigen, wenn wir dem fraunhofer ISE 80:20 Szenario folgen?

## ■ Verkehrswende

Verkehr	Jahresenergie / TWh bzw. %	davon Windanteil (80%) / TWh	Kosten / Person in €
Stand heute / TWh	636,8		
Anteil Langzeitspeicher	10%		
langzeit Speicherung	63,7		
Erzeugung für Langzeitspeicher	127,4	101,9	490,07 €
Erzeugung für zeitnahe Nutzung	573,1	458,5	661,59 €
Anzahl 4 MW Windkraftanlagen		ca. 67 000 Anlagen	
Kosten Summe pro Person			ca. 1.150,- €



# Nutzung von Effizienzsteigerungen für die Verkehrswende

- Da *E*-Motoren effizienter als Verbrennungsmotoren sind, wird überall dort wo Diesel, Benzin und Erdgas (Autos, LKW, Bahn) durch Strom ersetzt wird, Energie eingespart. Wird die Bremsenergie zusätzlich zum Wiederaufladen der Batterien genutzt (Rekuperation) werden zusätzliche Energiemengen gegenüber heutigen Verbrennungsmotoren eingespart.

Verkehr Zukunft	Jahresenergie / TWh bzw. %	davon Windanteil (80%) / TWh	Kosten / Person in €
Stand Zukunft / TWh	139,0		
Anteil Langzeitspeicher	10%		
langzeit Speicherung	13,9		
Erzeugung für Langzeitspeicher	55,6	44,5	213,95 €
Erzeugung für zeitnahe Nutzung	125,1	100,1	144,41 €
Anzahl 4 MW Windkraftanlagen		ca. 17 000 Anlagen	
Kosten Summe pro Person			ca. 360,- €

# Raumwärme und warmes Wasser

Raumwärme und Warmwasser	Jahresenergie / TWh bzw. %	davon Windanteil (80%) / TWh	Kosten / Person in €
Stand Zukunft / TWh	773,0		
Anteil Langzeitspeicher	70%		
langzeit Speicherung	541,1		
Erzeugung für Langzeitspeicher	2164,5	1731,6	8.328,75 €
Erzeugung für zeitnahe Nutzung	231,9	185,5	267,71 €
Anzahl 4 MW Windkraftanlagen		ca. 230 000	
Kosten Summe pro Person			ca. 8.600,-€

# Nutzung von Effizienzsteigerungen für die Wärmewende

- Herausforderung: Bestandsimmobilien.  
Sinnvoll Dämmen, wo immer möglich Erdgebundene Wärmepumpensysteme einsetzen

Zukunft Raumwärme und Warmwasser	Jahresenergie / TWh bzw. %	davon Windanteil (80%) / TWh	Kosten / Person in €
Stand Zukunft / TWh	77,3		
Anteil Langzeitspeicher	50%		
langzeit Speicherung	38,7		
Erzeugung für Langzeitspeicher	154,6	123,7	594,91 €
Erzeugung für zeitnahe Nutzung	38,7	30,9	44,62 €
Anzahl 4 MW Windkraftanlagen		ca. 18 000 Anlagen	
Kosten Summe pro Person			ca. 650,- €

# Gesamtbetrachtung (80% der Energie)

Übersicht	ohne Effizienzsteigerung	mit Effizienzsteigerung
Anzahl 4 MW Windkraftanlagen	530 000	160 000
Kosten pro Person /pro Jahr Alleine für Windkraft	ca. 18.000 €	ca. 5.000 €

Bedeutet 20% Energie-Import in den Szenarien vielleicht einen Energieexport im Sommer und im Winter bis zu 80 % Import? Wer liefert uns dann die Energie in so großen Mengen? Wird so Versorgungssicherheit gelingen?



# Referenzszenario 2040

Referenzszenario für 2040	Erneuerbare Energie	Kernreaktoren 3. Generation
Energiebereitstellung /TWh	500	221
Kosten pro Person /pro Jahr	ca. 720,- €	ca. 160,- €

Mit diesem Referenzszenario sollen Optionen für die Energiewende aufgezeigt werden und es kann als Benchmark für andere mögliche Szenarien genutzt werden. Dies würde den Bau von ca. 30 – 40 GW<sub>elektrisch</sub> modernen Kernreaktoren erfordern (bei maximaler Verfügbarkeit wenn Hauptbedarf (hier könnte im Winter auch Kraft-Wärmekopplung genutzt werden) – Herstellungskosten entsprechen etwa 10 Jahren EEG und andere Subventionen in Erneuerbare Energien.

**Wie mehrmals betont, dies ist ein erster Blick auf die letzte kWh, zeigt vielleicht einen Weg, die Energiewende zu Ende zu denken.**

# Vielen Dank!

## Zusammenfassung:

### **Eine gute Nachricht!**

Wir können ohne großen zusätzlichen Landschaftsverbrauch ein bezahlbares und damit sozialverträgliches Energiesystem aufbauen.

Wir können Menschenleben schützen und die Umwelt. Dazu sind nicht einmal Einschränkungen unserer Lebensqualität notwendig.

Mit diesem Beitrag will ich zeigen, dass es gelingen kann, Umwelt und Klimaschutz zusammen zu realisieren. Es gibt aber eine Herausforderung dabei. Wir müssen mutig sein, bereit sein uns selber zu hinterfragen und jetzt die Weichen sinnvoll stellen. Dann können wir als Gesellschaft beruhigt die Energiewende zu Ende gehen und den vor uns liegenden Gipfel bezwingen – alle zusammen.

Und für mich als Schwaben besonders wichtig – auch noch Geld Sparen.