

Erlanger KLIMASCHUTZWOCHE 2018,
22. September 2018

(K)eine Wende fürs Klima? – Erneuerbare Energien für den Klimaschutz

Jürgen Karl

Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik,
Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg



Energiewende

wie's weitergeht

was nicht hilft

was wir brauchen

Fazit

1. Warum Klimaschutz die wichtigste Aufgabe der Energiewirtschaft ist

- Faktencheck Energiewende
- Historisches zum Klimawandel

2. Warum die Energiewirtschaft die Klimaziele der Bundesregierung leicht erreichen wird

- Der Beitrag der Energiewirtschaft
- Die Zukunft unserer Stromversorgung

3. Warum wir trotzdem noch viel mehr Erneuerbare Energien brauchen

- Kilowatt sind keine Kilowatt-Stunden
- Sind hocheffiziente Gaskraftwerke die Lösung?

4. Die wirkliche Lösung: Speichertechnologien

- Warum hocheffiziente Gaskraftwerke keine Lösung sind
- Unser Beitrag



Energiewende

wie's weitergeht

was nicht hilft

was wir brauchen

Fazit

1. Warum Klimaschutz die wichtigste Aufgabe der Energiewirtschaft ist

- Faktencheck Energiewende
- Historisches zum Klimawandel



Folgen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG)

Energiewende

wie's weitergeht

was nicht hilft

was wir brauchen

Fazit

installierte
Leistung
(kW)

- EEG löste beispiellosen Boom der Erneuerbaren Energien aus
- Die mittlere Erzeugung betrug in 2017 **36,3%** der Stromerzeugung und **33,3%** des Bruttostromverbrauchs

8 x



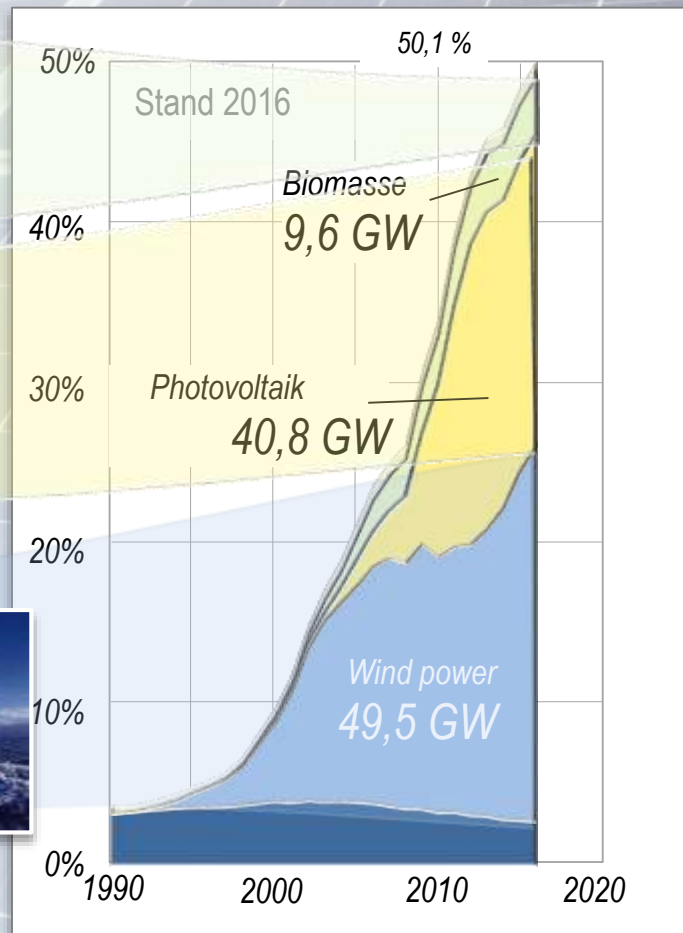
34 x



41 x



Installierte Leistung



Folgen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG)

Energiewende

wie's weitergeht

was nicht hilft

was wir brauchen

Fazit

- EEG löste beispiellosen Boom der Erneuerbaren Energien aus
- Die mittlere Erzeugung betrug in 2017 **36,3%** der Stromerzeugung und **33,3%** des Bruttostromverbrauchs

42,7 GW

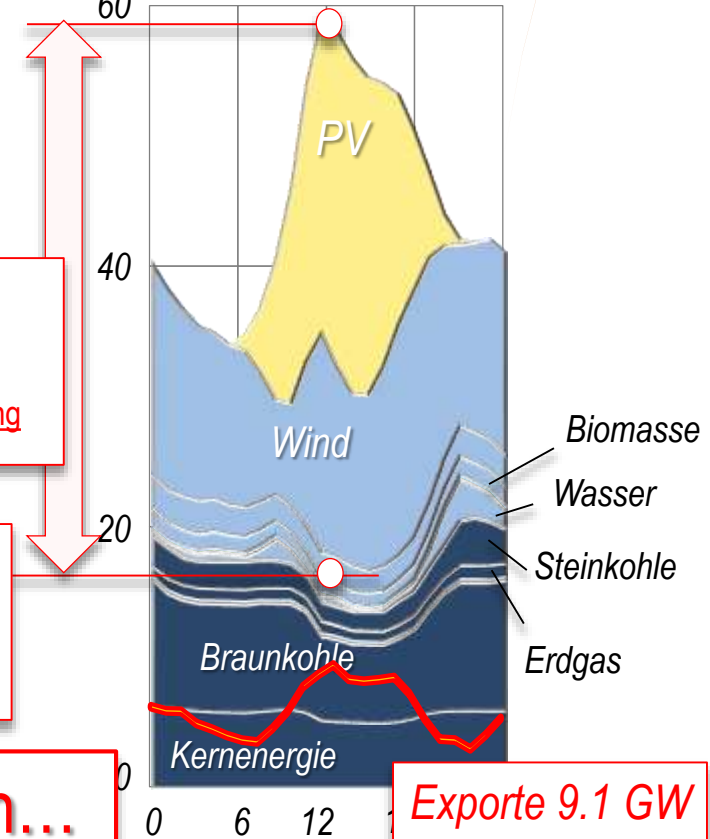
35,6x



- Wind und Sonne decken in Deutschland (theoretisch) bis zu **80% der maximal benötigten Leistung (kW)** ...
- ... und **fast 90% der tatsächlich benötigten Leistung**

Stromerzeugung
in GW

"Muttertag"
8.5.2016



71 %
Deutschlands
Stromerzeugung

88 %
Deutschlands
Stromverbrauch

Exporte 9.1 GW

EEG hat alle Erwartungen übertroffen...

Folgen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG)

Energiewende

wie's weitergeht

was nicht hilft

was wir brauchen

Fazit

- Das EEG war extrem erfolgreich...

aber:

„Die Energiewende
wird gemobbt“



Prof. Dr. Claudia Kemfert,
Deutsches Institut für
Wirtschaftsforschung (DIW Berlin)

Ludwig-Erhard-Symposium, Nürnberg, 6.11.2015



Seehofer bremst Energiewende

Statt Ausbau der erneuerbaren Energien steht Kostendämpfung im Blickpunkt
MÜNCHEN – Bei der Energie-wende setzt Ministerpräsident Horst Seehofer (CSU) neue Prioritäten.

Vorrang soll nach den rasanten wirtschritten der vergangenen Jahre nicht mehr der Ausbau der erneuerbaren Energien haben.

(SPD) auf, Vorschläge vorzulegen. Heute wird sich die Staatsregierung mit dem Thema befassen.

Bayern soll außerdem seine unabhängige Stromversorgung bewahren, obwohl...

anpacken.“ Thema im Kabinett auch der Streit um die von den Verlangten...

Teurer Verzicht auf Trassen?

Studie rechnet mit bis zu zehn Prozent höheren Stromkosten in Süddeutschland
VON PETER ABSPÄCHER

NÜRNBERG – Sollten die geplanten neuen Stromtrassen aus dem Norden nach Bayern nicht gebaut werden, könnte dies für den Freizeit- und Baden-Württemberg deutlich höhere Strompreise bedeuten.

Dies geht aus einer Studie im Auftrag der EU-Kommission hervor. Im bundesweiten Netzplan sind bisher eine Hochspannungstrasse von der Nordsee bis nach Garmisch-Partenkirchen (Unterfranken) und die Gleichstromtrasse Süd-Ost aus dem süddeutschen Bereich...

stand der Bevölkerung, wegen der gravierenden Eingriffe ins Landschaftsbild ist von „Ministertrasse“ die Rede. Ministerpräsident Horst Seehofer lehnt beide Trassen als unnötig ab, er schlägt stattdessen für die sichere Stromversorgung mehrere hochspannungs-Gleichstrom-Kraftwerke in Bayern vor. Sie sollen den Strom liefern, wenn Windkraft und Solaranlagen witterungsbedingt ausfallen und auch die letzten Atomkraftwerke 2020 abgeschaltet sind.

Die EU-Experten rechnen damit, dass Bayern vorschlagen wird, den deutschen Strommarkt in nördliche und eine südliche Preiszone zu trennen – falls die beiden...

das um bis zu zehn Prozent höhere Strompreise bedeuten.

Seehofer vorge-

Falsches Spiel

Bayerns Energiewende scheitert

Land fließen – und wie anders sollte das gelingen als über Stromautobahnen aus dem Norden in den Süden?

Die Antwort ist bitter. Sie wird allen sauer aufstoßen, die...

RP ONLINE

27. Februar 2017 | 15.18 Uhr

Zu wenig Wind und Sonne

Deutsches Stromnetz schrammt am Blackout





Will Germany face the
total desaster?

Kritikpunkte gegen die „Energiewende“

1. Erneuerbare Energien sind teuer

☐☐

2. Erneuerbare gefährden die Netzstabilität

☐☐

3. Erneuerbare kosten Arbeitsplätze

☐☐

4. Erneuerbare gefährden die Versorgungssicherheit

☐☐

facts

alternative facts

Entwicklung der Strompreise an der European Energy Exchange (EEX)

Energiewende

wie's weitergeht

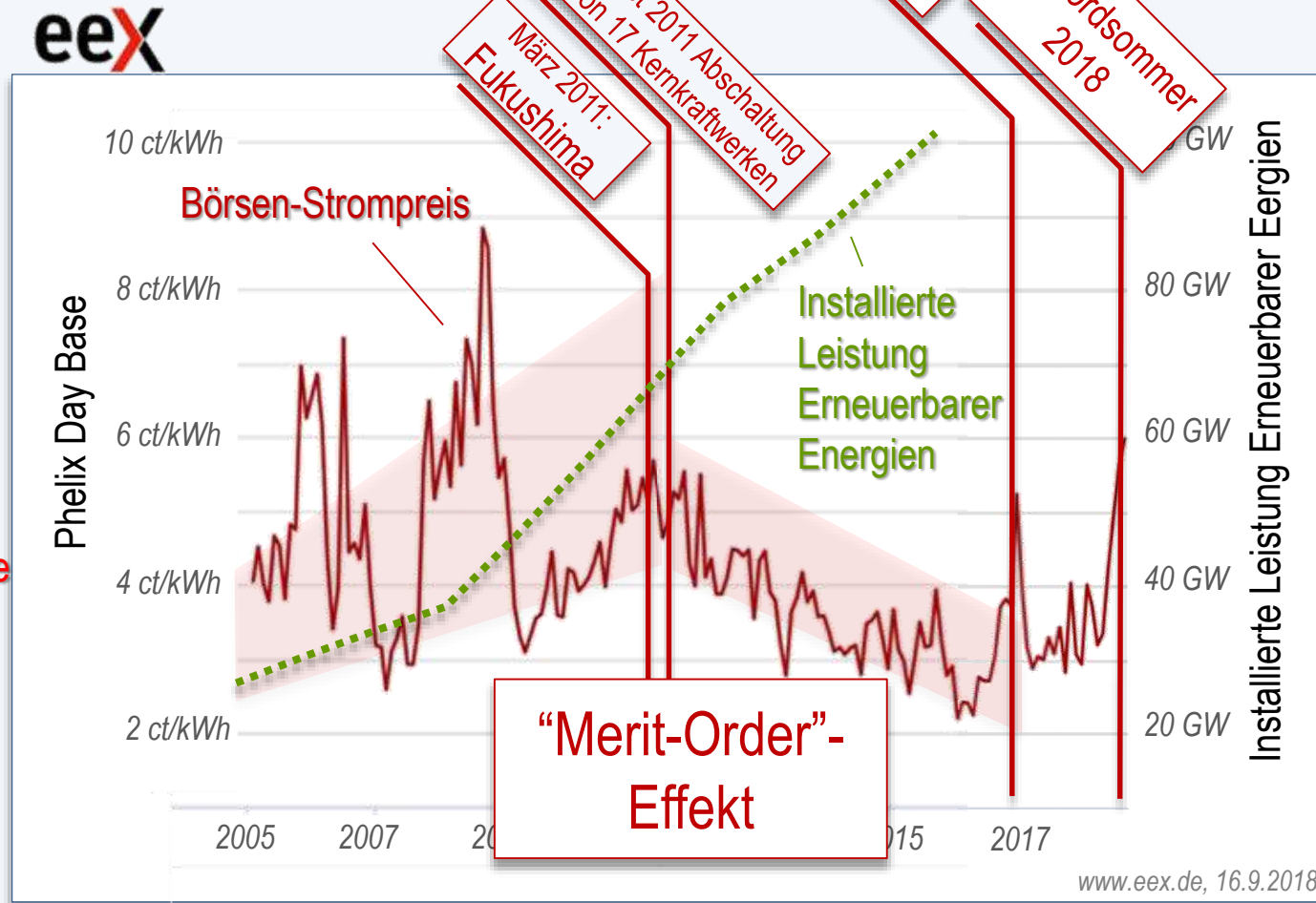
was nicht hilft

was wir brauchen

Fazit

- Überschuss an Erneuerbaren Energien ließ Strompreis **von 6 auf 2 ct/kWh** sinken
- Deutschlands „privilegierte Verbraucher“*) genossen die niedrigsten Strompreise Europas

*) ca. 25% des deutschen Stromverbrauchs



Kritikpunkte gegen die „Energiewende“

1. Erneuerbare Energien sind teuer



1,2

2. Erneuerbare gefährden die Netzstabilität



3. Erneuerbare kosten Arbeitsplätze



4. Erneuerbare gefährden die Versorgungssicherheit



facts

alternative facts

¹⁾ Nur für Privatkunden und Kleinverbraucher

²⁾ die Alternative wäre auch nicht billiger gewesen

Energiewende

wie's weitergeht

was nicht hilft

was wir brauchen

Fazit

System Average Interruption Duration – SAIDI Index

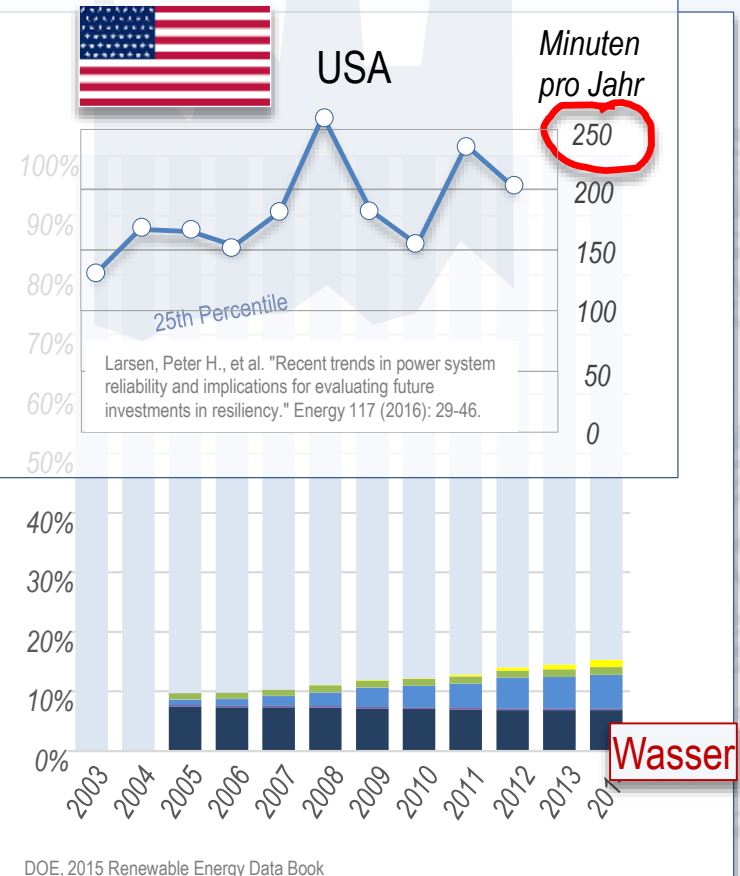
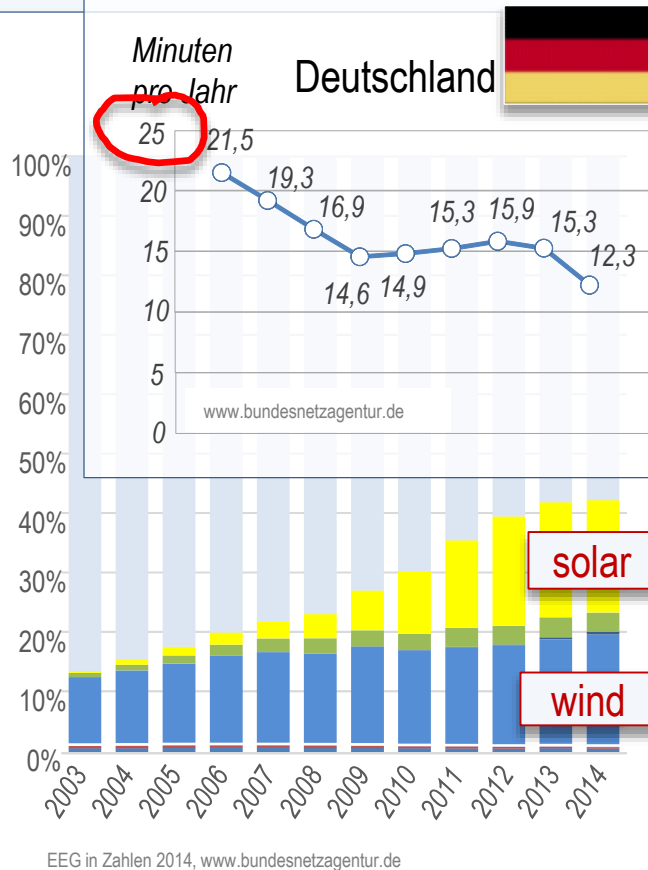
- der SAIDI/SAIFI Indizes beschreiben die Zuverlässigkeit der Stromversorgung
- der SAIDI Index beschreibt die durchschnittliche Dauer von Stromausfällen pro Jahr

$$\text{SAIDI} = \frac{\text{Gesamtdauer der Unterbrechung der Stromversorgung}}{\text{Gesamtdauer der Stromversorgung}}$$

System Average Interruption Duration – SAIDI Index

- der SAIDI/SAIFI Indizes beschreiben die Zuverlässigkeit der Stromversorgung

Anteil Erneuerbarer Energien
an der installierten Leistung in %



Energiewende

wie's weitergeht

was nicht

was wir brauchen

Fazit

Kritikpunkte gegen die „Energiewende“

1. Erneuerbare Energien sind teuer



1,2



2. Erneuerbare gefährden die Netzstabilität



3. Erneuerbare kosten Arbeitsplätze



4. Erneuerbare gefährden die Versorgungssicherheit



facts

alternative facts

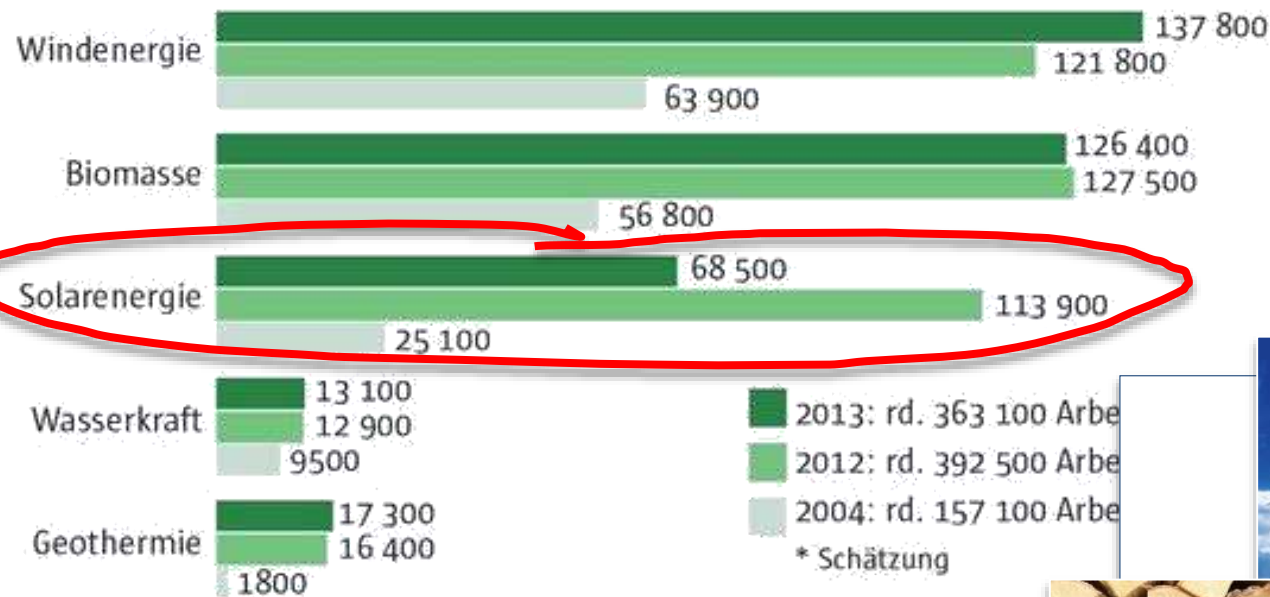
¹⁾ Nur für Privatkunden und Kleinverbraucher

²⁾ die Alternative wäre auch nicht billiger gewesen

Volkswirtschaftliche Auswirkungen des EEG: Arbeitsplätze

Energiewende

Entwicklung der Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland



Grafik: VDI nachrichten 23/2014, Gudrun Schmidt

- Die Erneuerbaren Energien beschäftigen in Deutschland bereits ähnlich viele Arbeitnehmer wie die Automobil-Industrie
- aber: volatile Märkte sorgen für **große Unsicherheiten...**



ca. 756.000
Beschäftigte

ca. 20.000
Beschäftigte



Stand 2014



ca. 363.100
Beschäftigte

Kritikpunkte gegen die „Energiewende“

1. Erneuerbare Energien sind teuer



1,2



2. Erneuerbare gefährden die Netzstabilität



3. Erneuerbare kosten Arbeitsplätze



4. Erneuerbare gefährden die Versorgungssicherheit



facts

alternative facts

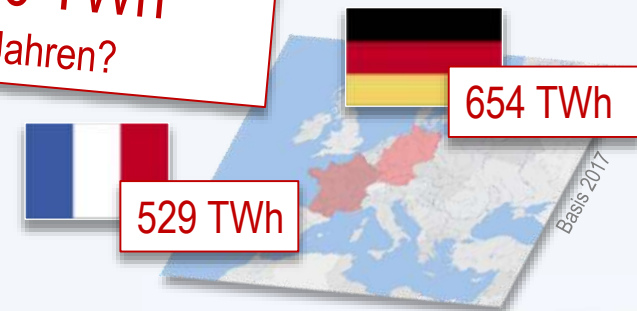
¹⁾ Nur für Privatkunden und Kleinverbraucher

²⁾ die Alternative wäre auch nicht billiger gewesen

Unsere

2. Herausforderung: Die Altersstruktur unseres Kraftwerksparks

geschätztes Defizit **350 TWh**
in den nächsten 10 Jahren?



Energiewende

wie's weitergeht

was nicht hilft

was wir brauchen

Fazit

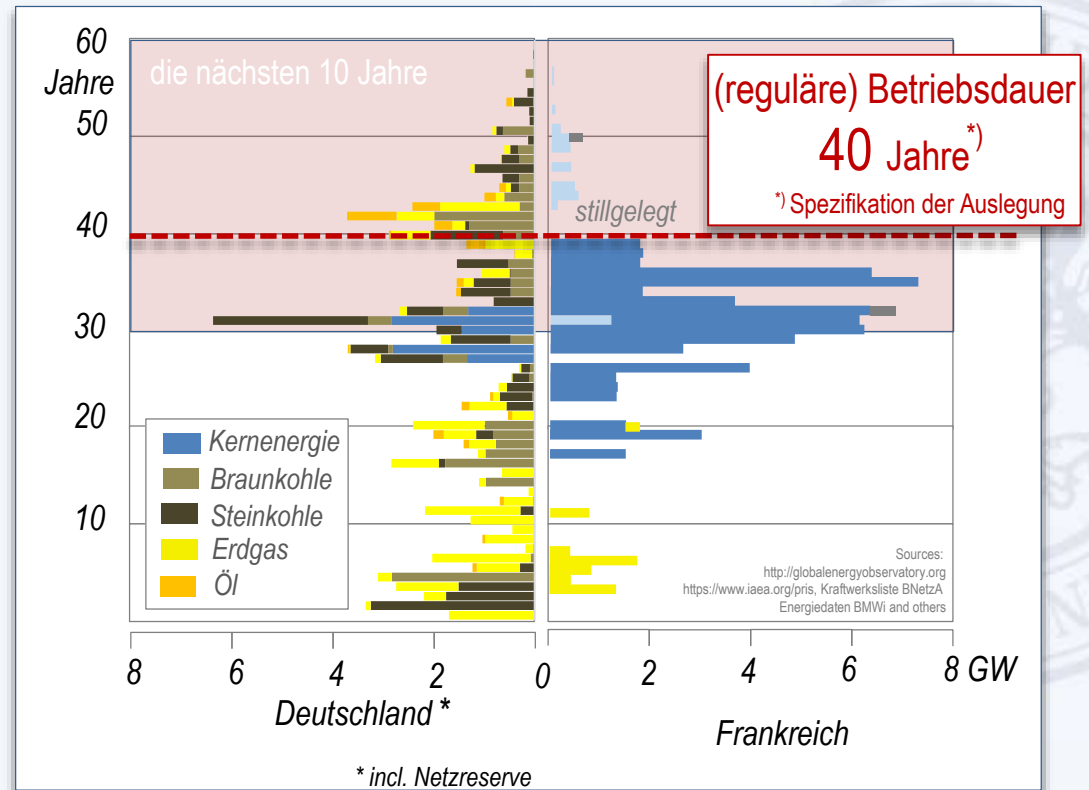
Defizite aufgrund von Stilllegungen in den nächsten 10 Jahren:

- Deutschland - 207 TWh (32%)
 - Frankreich - 280 TWh (53%)
- (bei 6000 Vollaststunden)

in Bau (Gas, Kohle, Kernenergie)

- Deutschland ca. + 9 TWh
 - Frankreich ca. + 10 TWh
- (bei 6000 Vollaststunden)
- „Ausbaukorridor“ erneuerbare Energien + 120 TWh (18%)

regulären
✓



Kritikpunkte gegen die „Energiewende“

1. Erneuerbare Energien sind teuer



1,2



2. Erneuerbare gefährden die Netzstabilität



3. Erneuerbare kosten Arbeitsplätze



4. Erneuerbare gefährden die Versorgungssicherheit

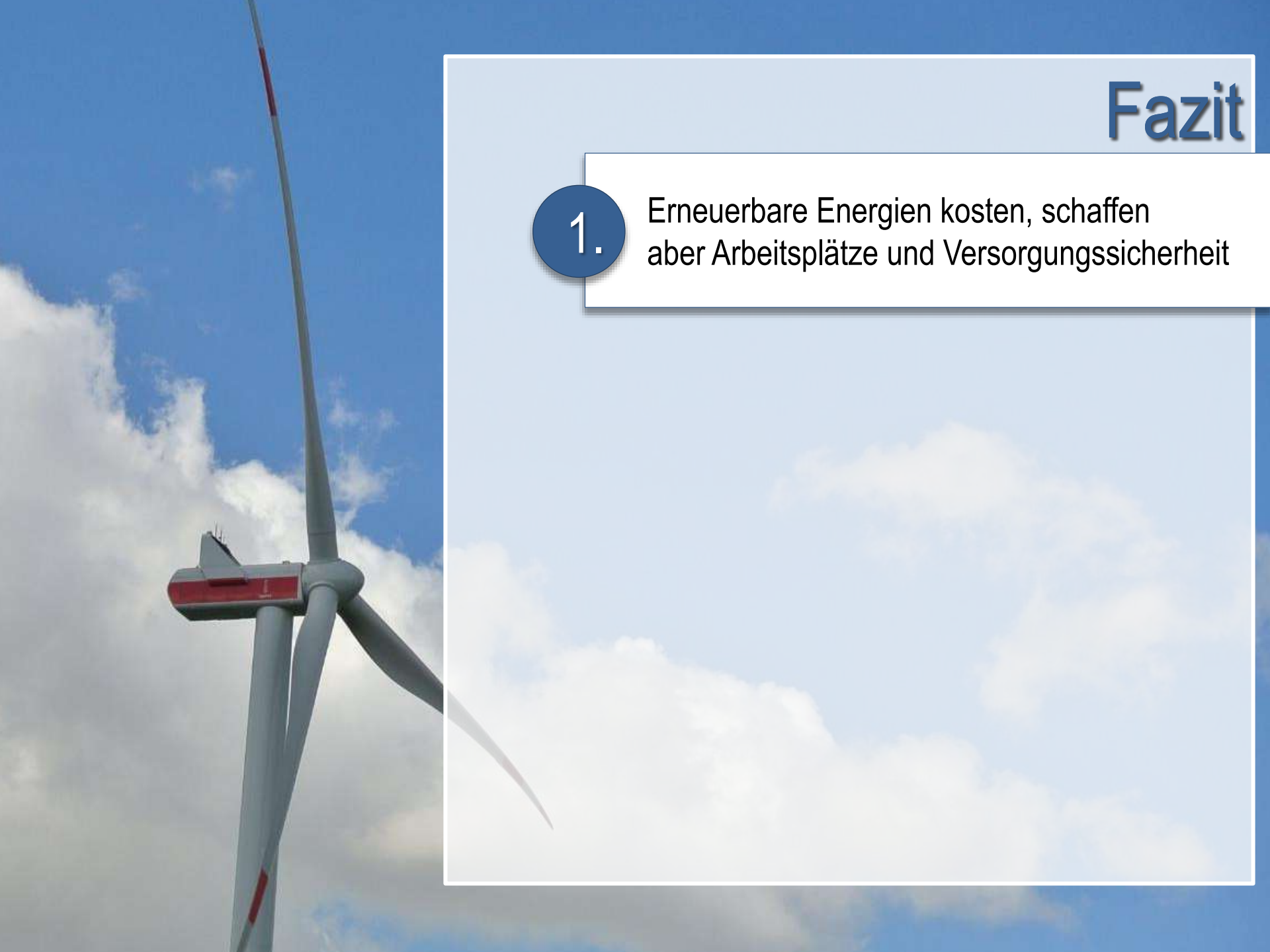


facts

alternative facts

¹⁾ Nur für Privatkunden und Kleinverbraucher

²⁾ die Alternative wäre auch nicht billiger gewesen

A low-angle shot of a white wind turbine with red accents on its blades and nacelle, set against a bright blue sky with scattered white clouds. The turbine is positioned on the left side of the frame, with its blades extending towards the top and right.

Fazit

1.

Erneuerbare Energien kosten, schaffen aber Arbeitsplätze und Versorgungssicherheit

THE
 LONDON, EDINBURGH, AND DUBLIN
PHILOSOPHICAL MAGAZINE
 AND
JOURNAL OF SCIENCE.

[FIFTH SERIES.]

APRIL 1896.

XXXI. *On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground.* By Prof. SVANTE ARRHENIUS*.

I. *Introduction: Observations of Langley on Atmospheric Absorption.*

A GREAT deal has been written on the influence of the absorption of the atmosphere upon the climate. Tyndall† in particular has pointed out the enormous importance of this question. To him it was chiefly the diurnal and annual variations of the temperature that were lessened by this circumstance. Another side of the question, that has long attracted the attention of physicists, is this: Is the mean temperature of the ground in any way influenced by the presence of heat-absorbing gases in the atmosphere? Fourier‡ maintained that the atmosphere acts like the glass of a hot-house, because it lets through the light rays of the sun but retains the dark rays from the ground. This idea was elaborated by Pouillet§; and Langley was by some of his researches led to the view, that "the temperature of the earth under direct sunshine, were present as now, would that atmosphere did not po

* Extract from a paper presented Sciences, 11th December, 1895. Cf. † 'Heat a Mode of Motion,' 2nd ed. (London, 1863). ‡ Mém. de l'Ac. R. d. Sci. de l'Inst. de France, t. vii. 1827. § Comptes rendus, t. vii. p. 41 (1838).



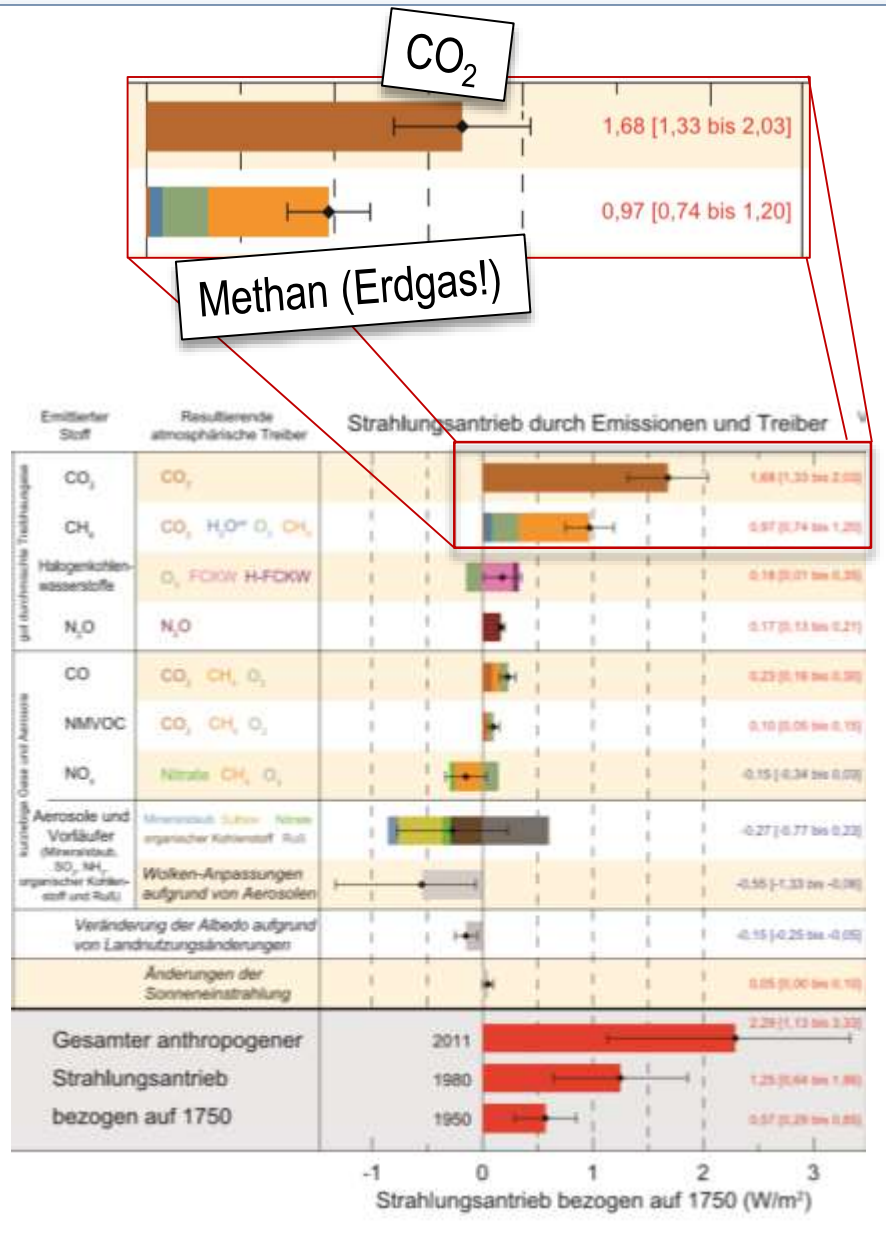
Jean-Baptiste-Joseph
 Fourier (1768 - 1830)
 französischer
 Mathematiker und
 Physiker



Svante August Arrhenius
 (1859 - 1927)
 schwedischer Physiker
 und Chemiker,
 1905 Nobelpreisträger
 für Chemie.

Brennpunkt: Klimawandel

GREAT deal has been written on the influence of the absorption of the atmosphere upon the climate.



Jean-Baptiste-Joseph Fourier (1768 - 1830)
 französischer
 Mathematiker und
 Physiker



Svante August Arrhenius (1859 - 1927)
 schwedischer Physiker
 und Chemiker,
 1905 Nobelpreisträger
 für Chemie.

IPCC-Teilbericht „Naturwissenschaftliche Grundlagen“

- „Radiative Forcing“ beschreibt die Erhöhung der Solar-konstante (1367 W/m²) seit 1750
- Alle wichtigen Einflüsse sind heute quantifiziert

Wichtigste Treibhausgase

- CO₂ und Methan



Das Medienecho:

„Klimaskeptiker“



Jean-Baptiste-Joseph Fourier (1768 - 1830)
französischer
Mathematiker und
Physiker



Svante August Arrhenius (1859 - 1927)
schwedischer Physiker
und Chemiker,
1905 Nobelpreisträger
für Chemie.



Donald J. Trump
45th president of
the Great States
of America

Energiewende

wie
wa
W



IPCC-Teilbericht „Naturwissenschaftliche Grundlagen“

- „Radiative Forcing“ beschreibt die Erhöhung der Solar-konstante (1367 W/m^2) seit 1750
- Alle wichtigen Einflüsse sind heute quantifiziert

Wichtigste Treibhausgase

- CO_2 und Methan

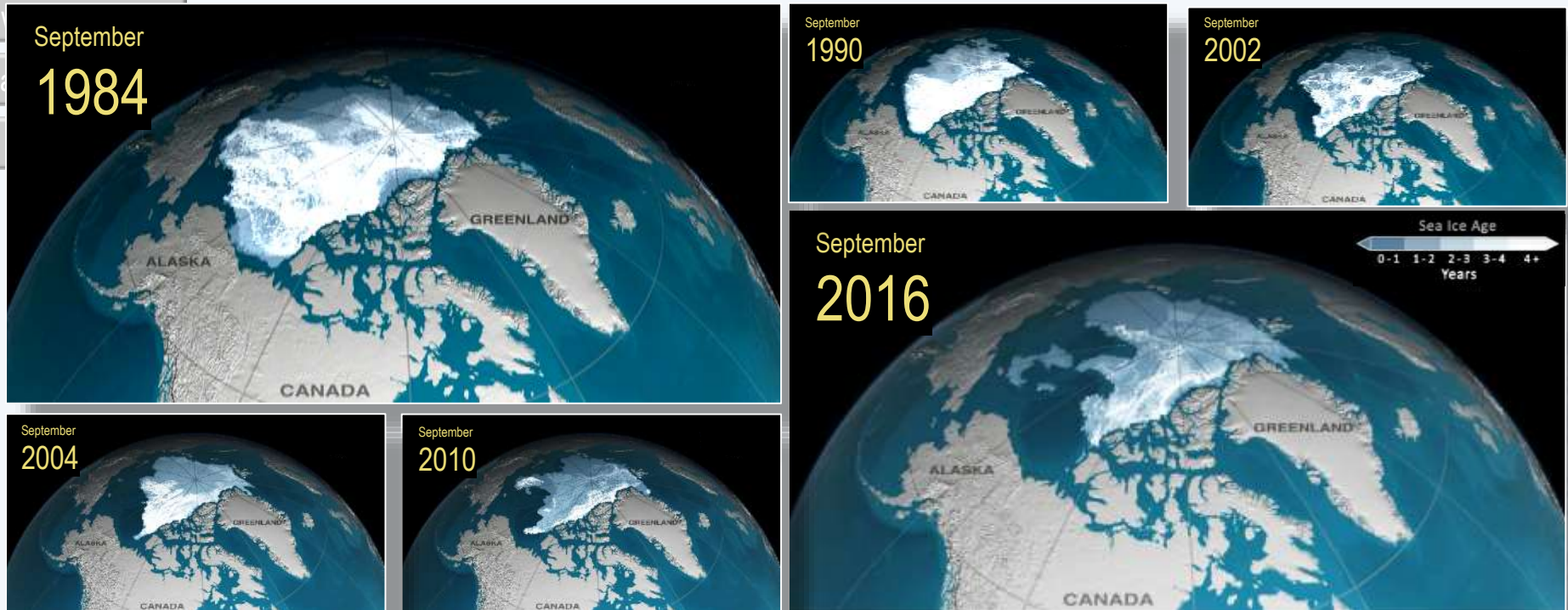


Unsere **wichtigste Herausforderung:**

Energiewende

wie's weitergeht

Folgen des weltweiten Ausbaus von Kohle- und Erdgaskraftwerken



Quelle: Nasa/Goddard Space Flight Center
<https://svs.gsfc.nasa.gov/4616>

- das Klima ändert sich tatsächlich...
- ... und offensichtlich ziemlich schnell!

A low-angle shot of a white wind turbine with red accents on its blades and nacelle, set against a bright blue sky with scattered white clouds. The turbine is positioned on the left side of the frame, with its blades extending towards the top and right.

Fazit

1.

Erneuerbare Energien kosten, schaffen aber Arbeitsplätze und Versorgungssicherheit

2.

Der Klimawandel ist und bleibt die wichtigste Herausforderung der Energiewirtschaft

Energiewende

wie's weitergeht

was nicht hilft

was wir brauchen

Fazit

2. Warum die Energiewirtschaft die Klimaziele der Bundesregierung leicht erreichen wird

- Der Beitrag der Energiewirtschaft
- Die Zukunft unserer Stromversorgung



Die CO₂-Emissionen der Energiewirtschaft

- Energiewirtschaft verursacht nach wie vor den höchsten Beitrag
- CO₂ Emissionen sind stark konjunkturabhängig

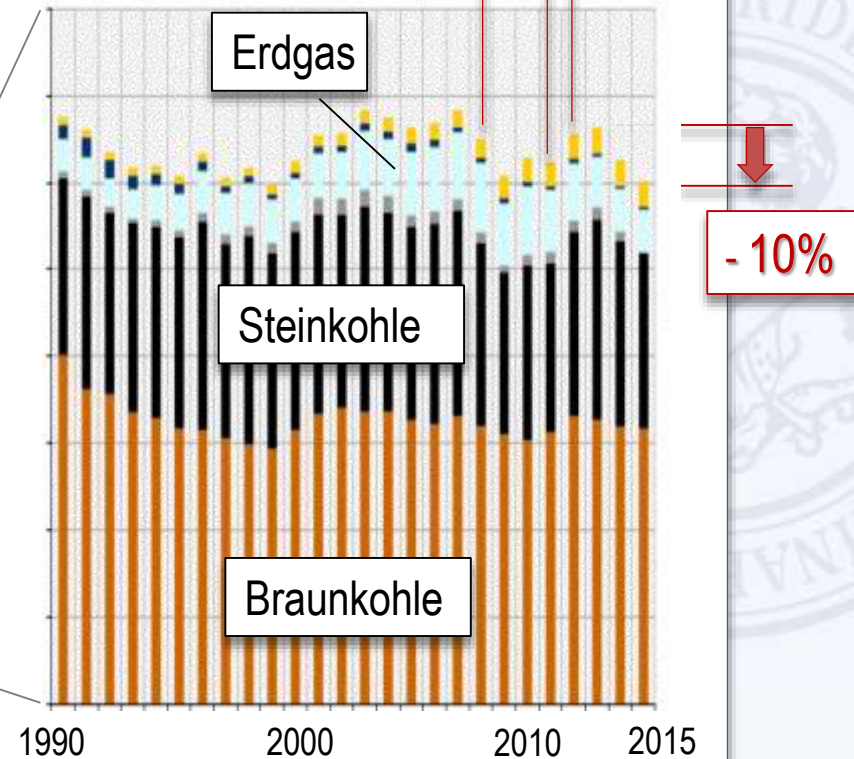
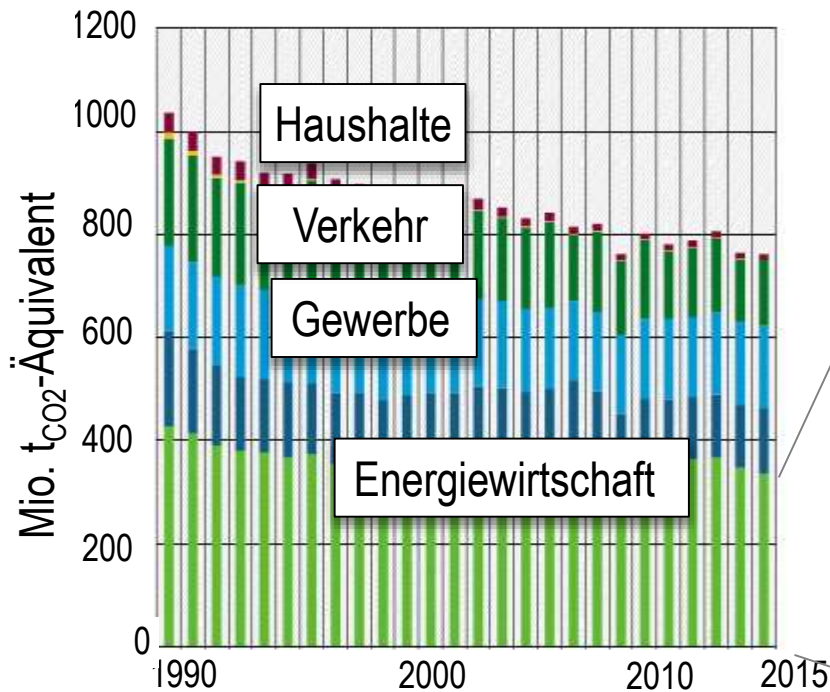
aber:

- von 2012 bis 2015 sanken die Emissionen immerhin um etwa 10%

2012 PV-Boom

**2011 Fukushima /
Abschaltung von 8 KKW**

2008 Bankenkrise



Quelle: Umweltbundesamt, Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2015

Prognose 2027

Energiewende

wie's weitergeht

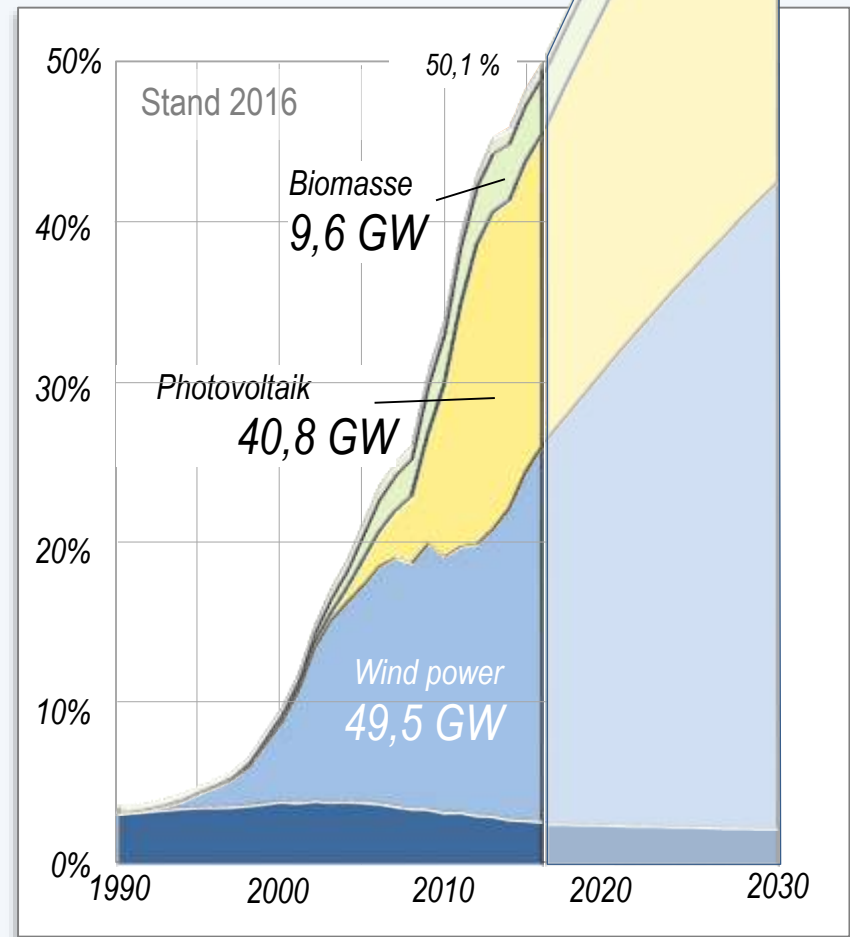
was nicht hilft

was wir brauchen

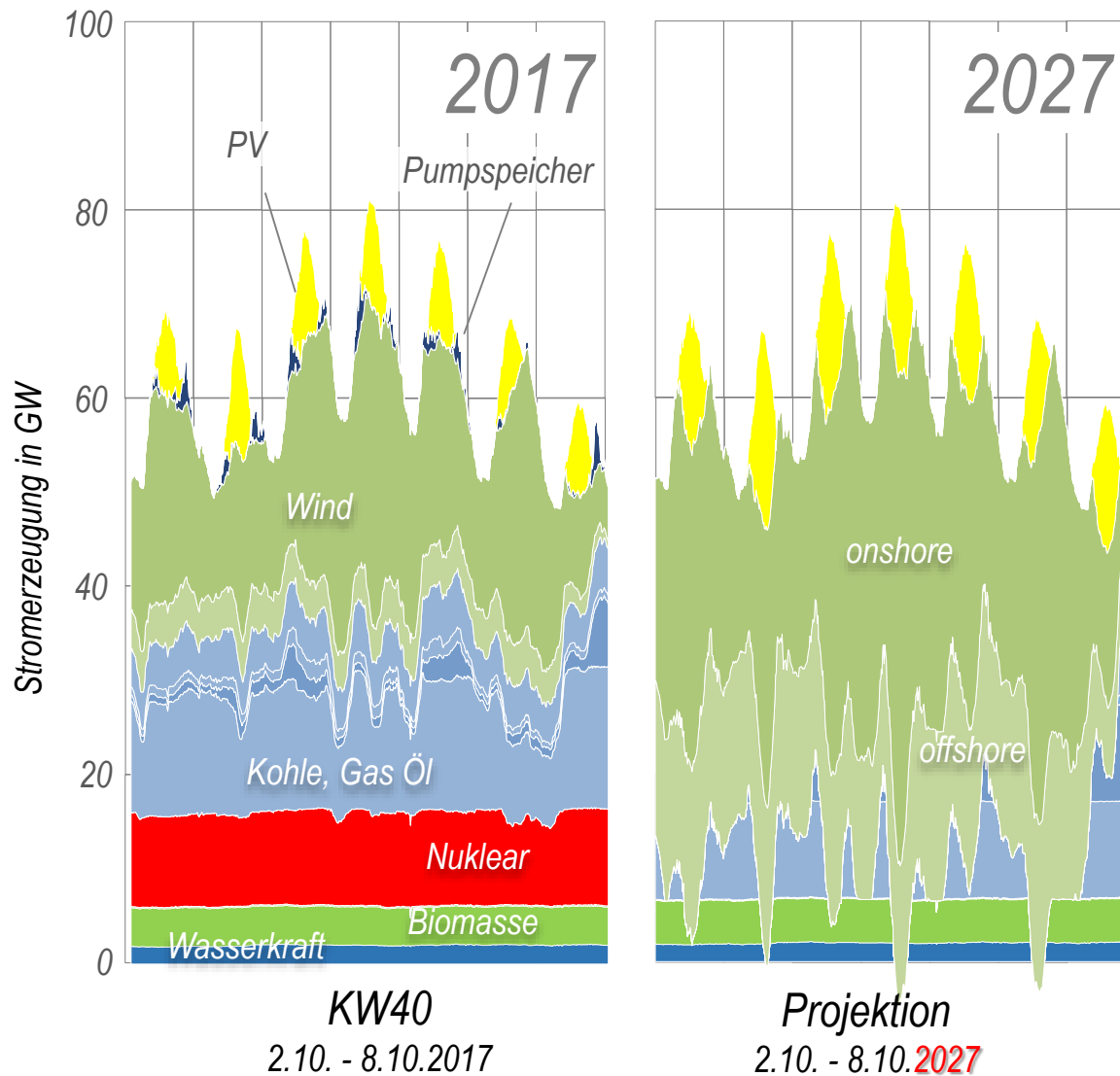
Fazit

- Im EEG 2017 definiert die Bundesregierung einen Ausbaupfad für Erneuerbare Energien
- Etwa die Hälfte unserer Kohle-Kraftwerke erreicht in den nächsten 10 Jahren das Rentenalter

Installierte Leistung



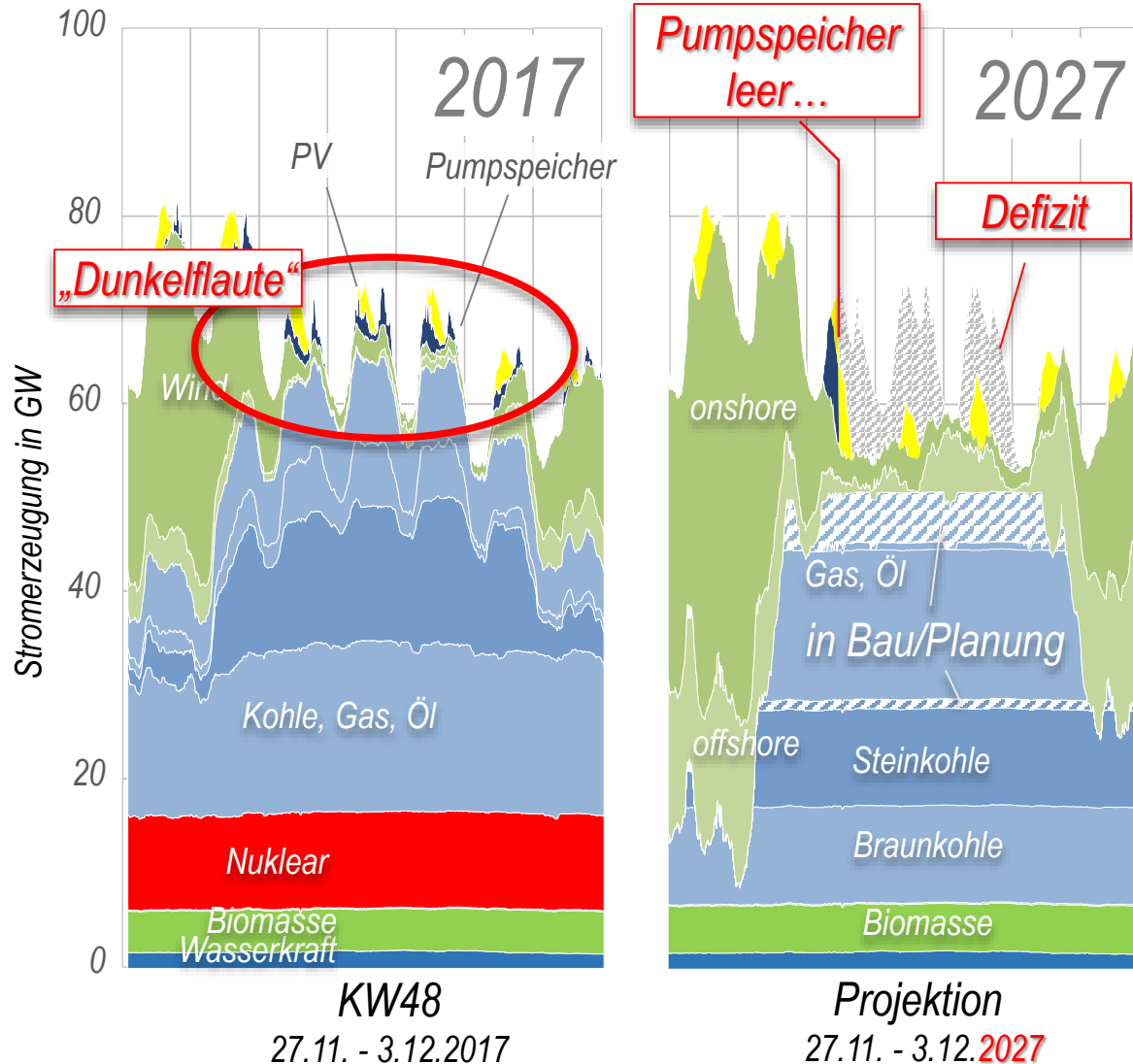
Unsere Stromerzeugung im Jahr 2027



Annahmen:

- Zubau Erneuerbare lt. "Ausbaukorridor" der Bundesregierung
- Zeitverfügbarkeit konventionelle Kraftwerke 90%
- „Rentenalter“ konventioneller Kraftwerke 40 Jahre
- „Merit-Order“ gilt weiter
- **Keine Steigerung des Stromverbrauchs**

Unsere Stromerzeugung im Jahr 2027



- Die noch verfügbaren konventionellen Kraftwerke laufen kontinuierlich in Volllast (Strompreise sind maximal)
- Strombedarf kann trotzdem nicht mehr gedeckt werden...

13,5x



max. Leistungsdefizit:
-16,5 GW

Arbeitsdefizit:
- 452 GWh^{*)}

^{*)} ca. 12 x alle dt. Pumpspeicherkraftwerke

www.evt.cbi.uni-erlangen.de

Jahres- lastgänge (Tagesmittelwerte)

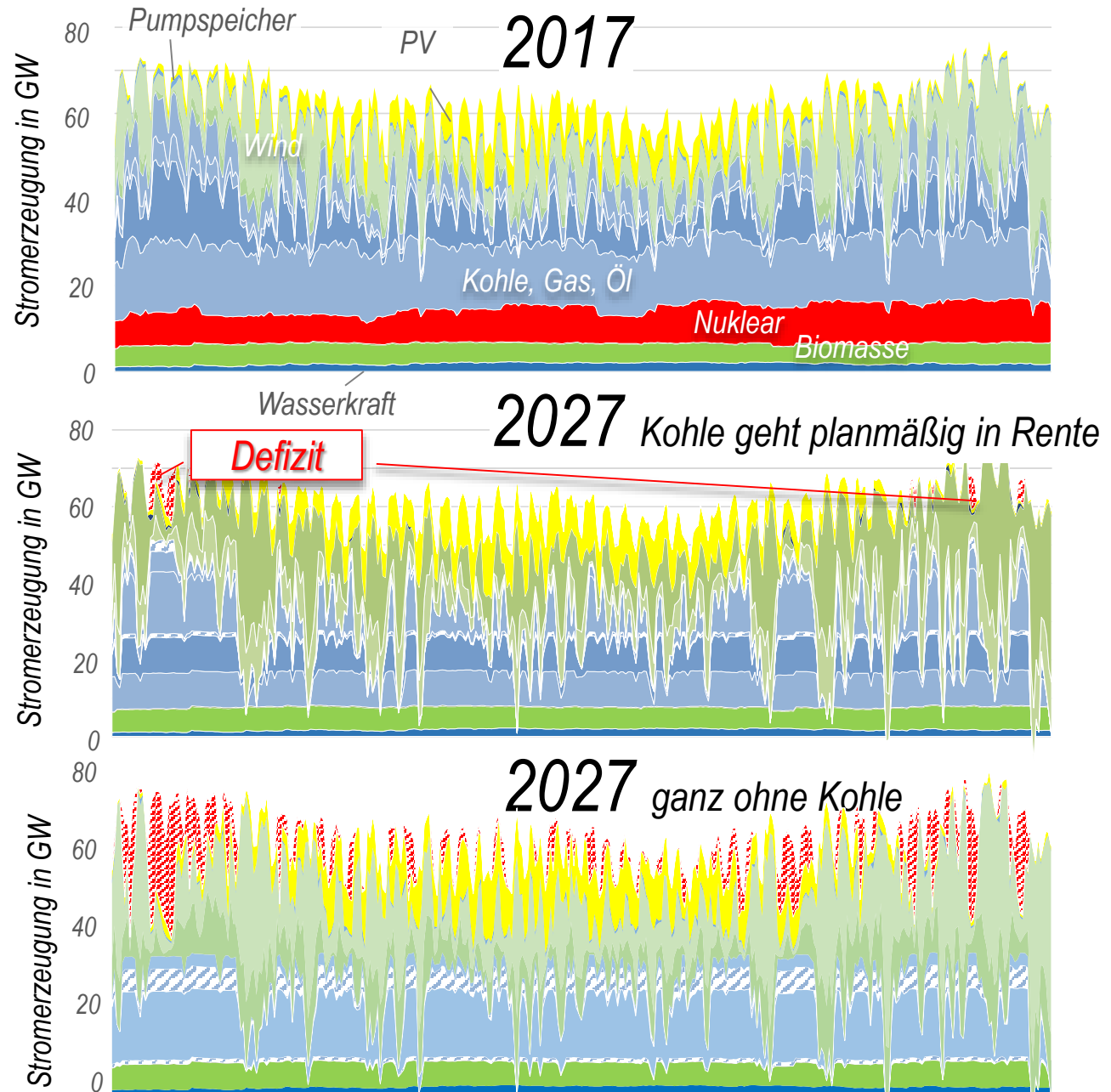
Szenario 1:

Rentenalter 40 Jahre
und Ausbaukorridor
der Bundesregierung

Kernenergie: - 100 %
Braunkohle: - 48,4 %
Steinkohle: - 49,4 %
Erdgas: - 26,0 %
Öl: - 79,4 %

Szenario 2:

ganz ohne Kohle
und Ausbaukorridor
der Bundesregierung



Prognose 2027

Energiewende

wie's weitergeht

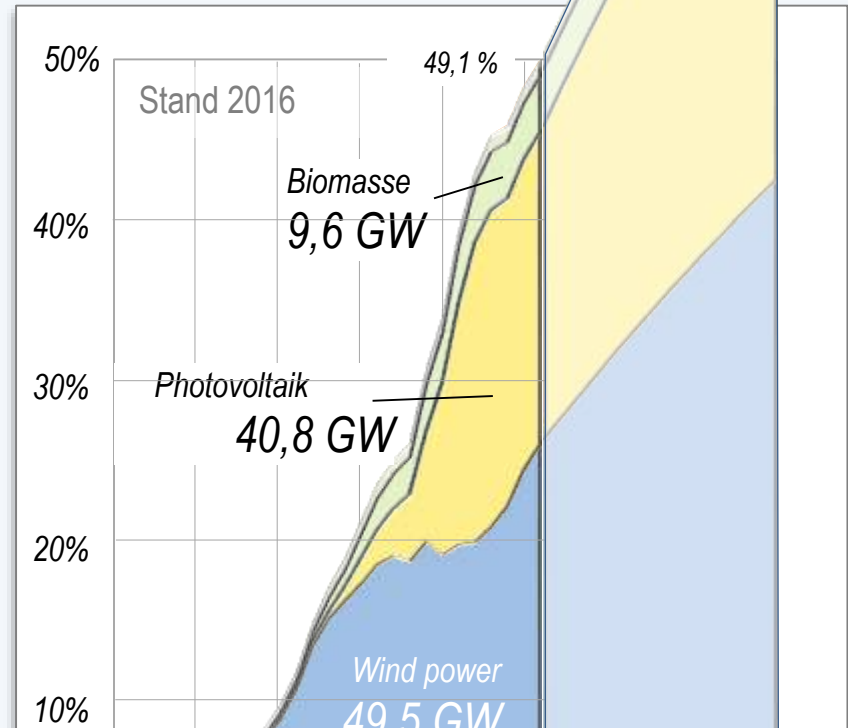
was nicht hilft

was wir brauchen

Fazit

- Im EEG 2017 definiert die Bundesregierung einen Ausbaupfad für Erneuerbare Energien
- Etwa die Hälfte unserer Kohle-Kraftwerke erreicht in den nächsten 10 Jahren das Rentenalter

Installierte Leistung



Der „Ausbaupfad“ der Bundesregierung reicht bei Weitem nicht aus!

Energiewende

wie's weitergeht

was nicht hilft

was wir brauchen

Fazit

3. Warum wir trotzdem noch viel mehr Erneuerbare Energien brauchen

- Kilowatt sind keine Kilowatt-Stunden
- Sind hocheffiziente Gaskraftwerke die Lösung?



Leistungsbilanz und Energiebilanz 2027

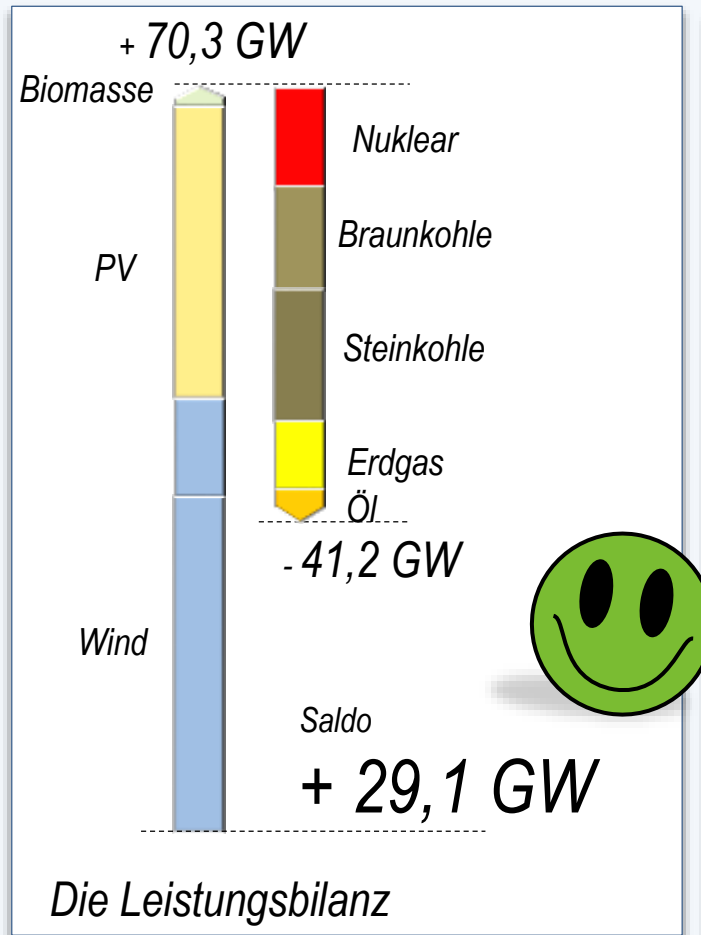
Energiewende

wie's weitergeht

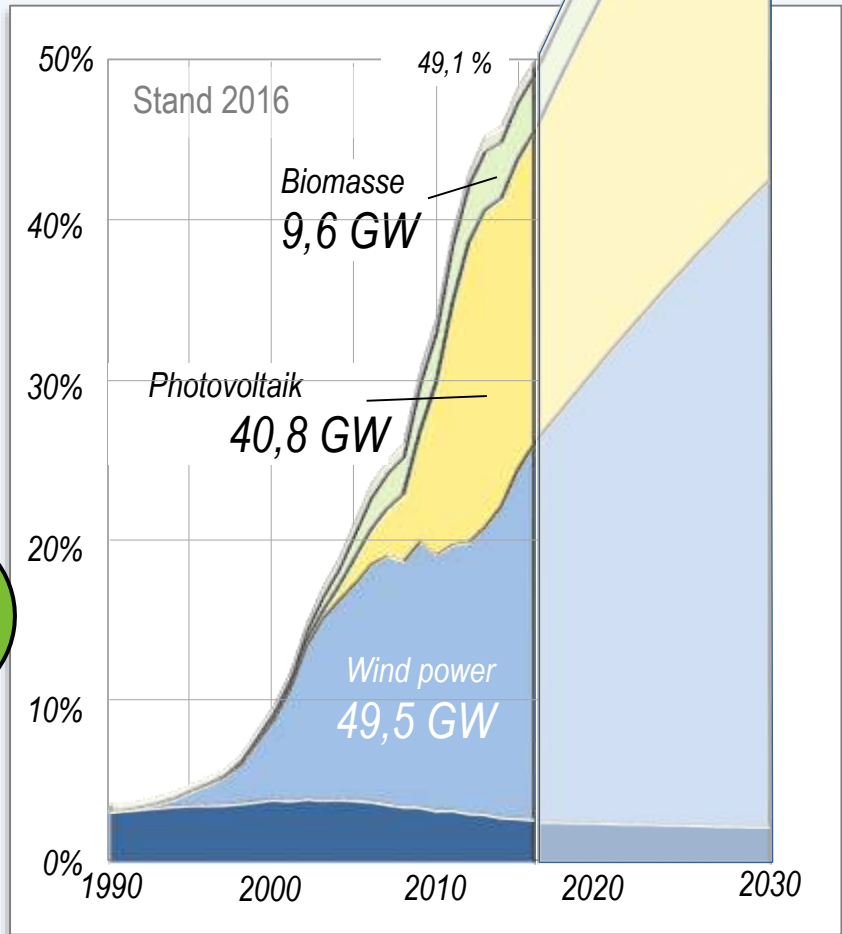
was nicht hilft

was wir brauchen

Fazit



Installierte Leistung



Leistungsbilanz und Energiebilanz 2027

Kilowattstunden

kWh

Energiewende

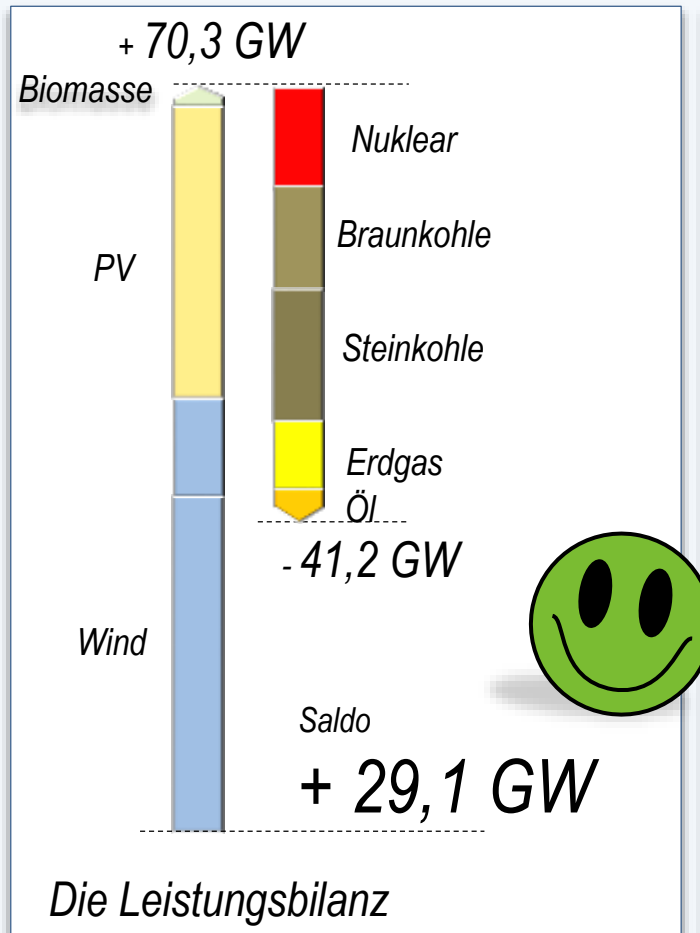
wie's weitergeht

was nicht hilft

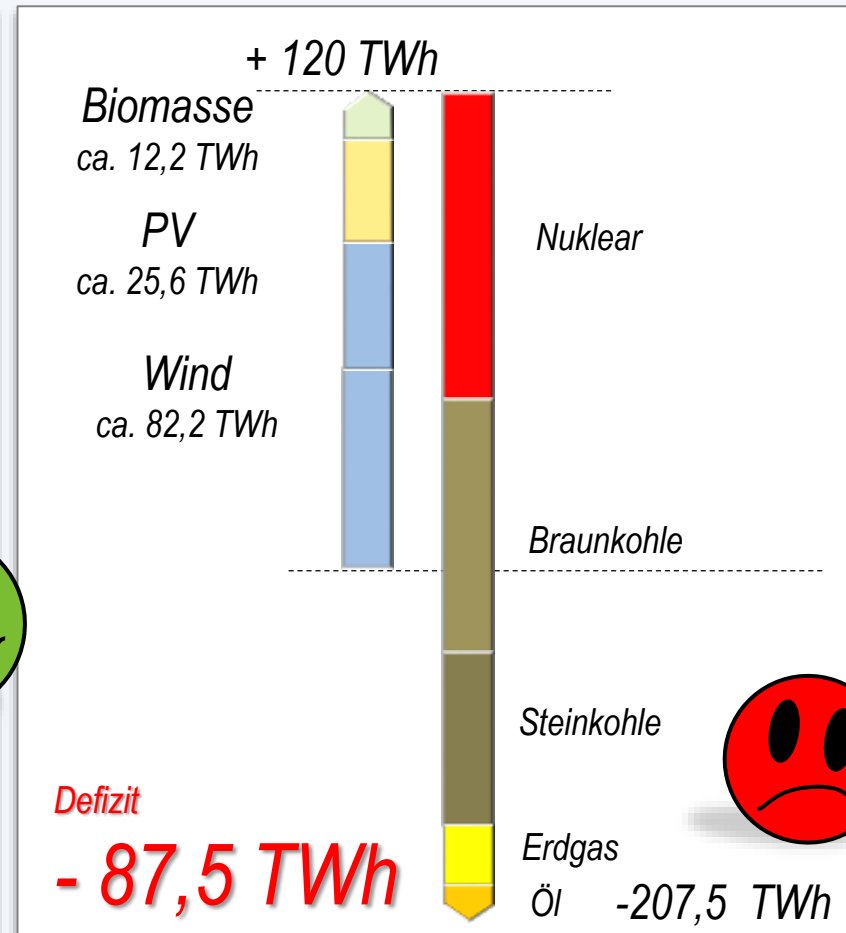
was wir brauchen

Fazit

Die **Energie**bilanz



Kilowatt
kW



Die Lösung: hocheffiziente Gaskraftwerke?

2011



„...Notwendig ist der Bau neuer Gaskraftwerke als Ersatz für wegfallende Kernkraftwerke, um eine **gesicherte, jederzeit verfügbare Leistung** bereitstellen zu können...“

Kabinettsbeschluss vom Mai 2011

Energiewende

wie's weitergeht

was

was w

Die Lösung: hocheffiziente Gaskraftwerke?

2011

manager magazin

Siemens-Gaskraftwerk bricht Weltrekord

2013

Frankfurter Rundschau

Staat hält unrentables Kraftwerk am Netz

2015

SPIEGEL ONLINE

WIRTSCHAFT

Verluste

Betreiber beschließen Aus für Gaskraftwerk Irsching

Das Gaskraftwerk Irsching schreibt Verluste, vor allem wegen der Energiewende. Die Anteilseigner haben daher nun beschlossen, es stillzulegen - und erhöhen den Druck auf die Politik.

dt stilllegen. Um
t nun der
ertrag als

Energiewende

wie's weitergeht

was

was w

Die Lösung: hocheffiziente Gaskraftwerke?

2017



*„...Wir fordern den Bund zudem auf,
im Frühjahr die Voraussetzungen für
den Bau neuer, jederzeit zur
Verfügung stehender Gaskraftwerke
in Bayern zu schaffen.*

Kabinettsitzung vom 21. Februar 2017

2013



2015



Unsere Strompreise

Energiewende

wie's weitergeht

was nicht hilft

was wir brauchen

Strombezugskosten der Verbraucher

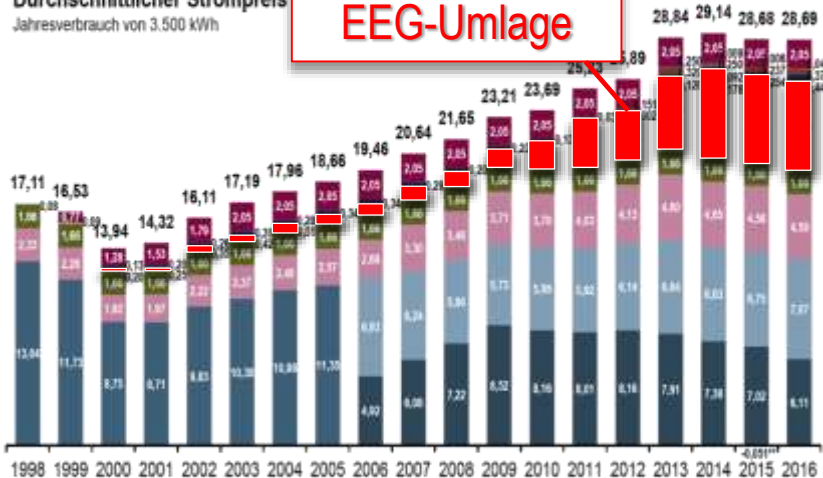
- ca. 21% Erzeugungskosten (-12%)
- ca. 25% Netzkosten (+5%)
- **ca. 54% staatliche Abgaben (+14%)** seit 2010

Strompreis für Haushalte

Durchschnittlicher Strompreis
Jahresverbrauch von 3.500 kWh

EEG-Umlage

bdeu
Energie. Wasser. Leben.



Stand 2016

\$19 StromNEV-Umlage
0,38 ct/kWh

Konzessionsabgabe
1,66 ct/kWh

KWK Umlage
0,44 ct/kWh

EEG Umlage
6,35 ct/kWh

Erzeugung und Vertrieb
6,11 ct/kWh

Netzentgelt;
7,07 ct/kWh

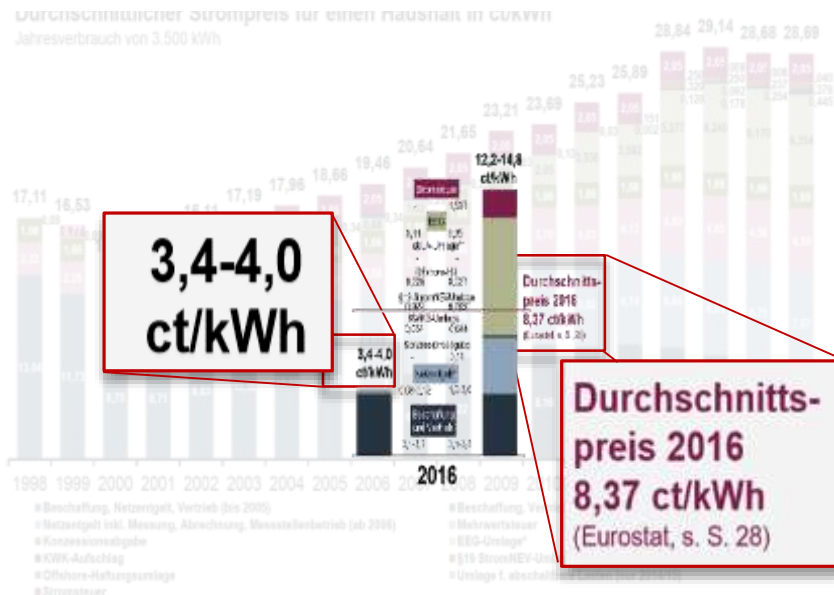
Stromsteuer
2,05 ct/kWh

Umsatzsteuer;
4,85 ct/kWh

was nicht hilft

was wir brauchen

- ca. 21% Erzeugungskosten (-12%)
- ca. 25% Netzkosten (+5%)
- **ca. 54% staatliche Abgaben (+14%)** seit 2010



§19 StromNEV-
Umlage
0,38 ct/kWh

Konzessions
abgabe —
1,66 ct/kWh

KWK Umlage
0,44 ct/kWh

EEG Umlage
6,35 ct/kWh

Erzeugung
und Vertrieb

Netzentgelt;

Stromsteuer
2,05 ct/kWh

Umsatzsteuer;
4,85 ct/kWh

Unsere Strompreise $\neq$ Stromkosten

Energiewende

wie's weitergeht

was nicht hilft

was wir brauchen

Fazit

ca. 30 ct
für Privathaushalte

ca. 4 ct
für Großverbraucher

2,88 ct

Börse: mittlerer Strompreis
Day-Ahead Handel 2016



Stromerzeugungskosten großer Kraftwerke

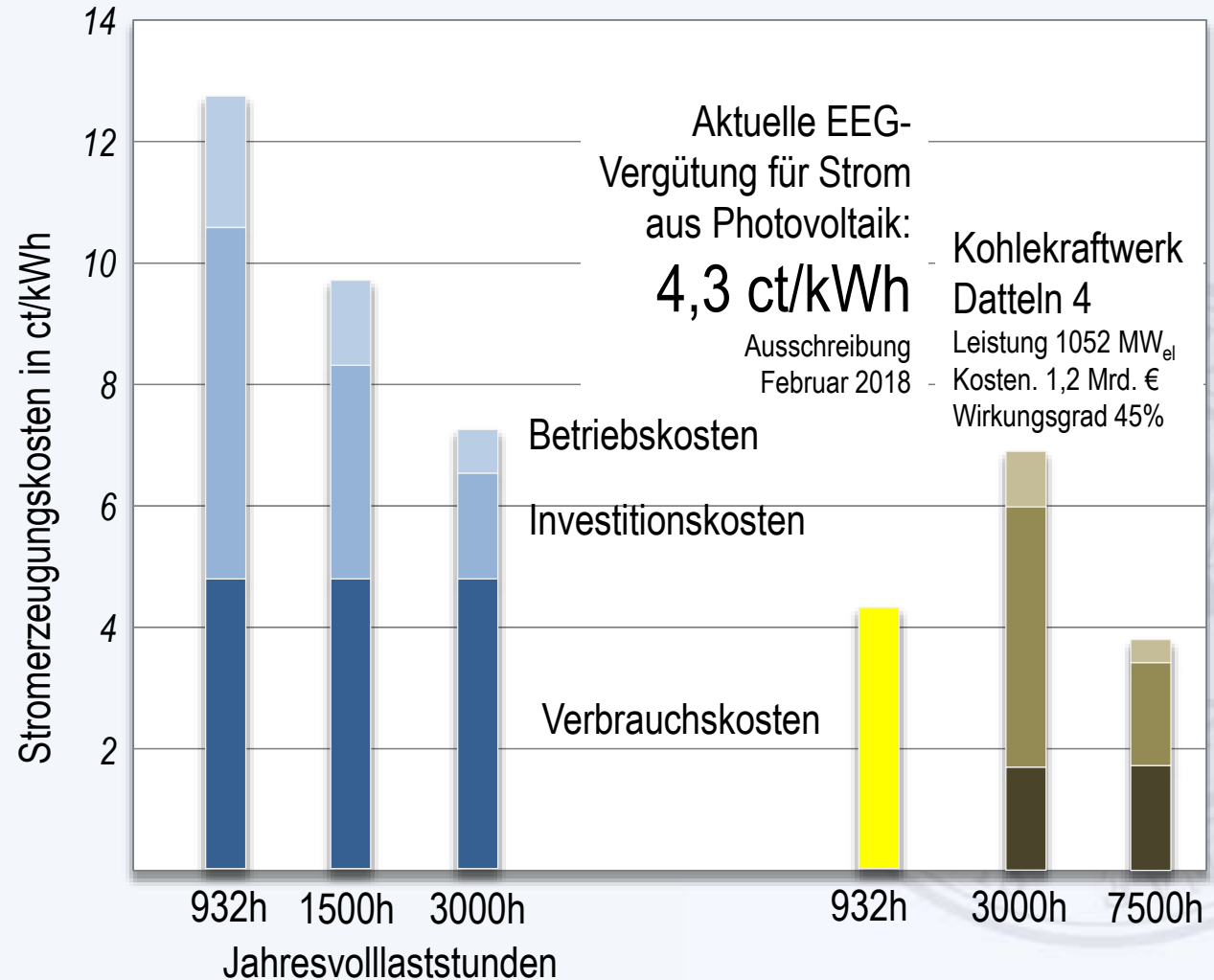
Energiewende

wie's weitergeht



Beispiel:

- GUD-Kraftwerk Irsching Block 5
- Investitionskosten 400 Mio. €
- Leistung 845 MW_{el}
- Wirkungsgrad 59,7%
- Gaspreis: 2,8 ct/kWh



Prinzip des „Merit Order“

- Erneuerbare Energien und einige KWK-Anlagen werden „privilegiert“ eingesetzt
- Einsatz der konventionellen Erzeugung orientiert sich nach den **variablen Stromgestehungskosten** (= verbrauchsgebundene Kosten + An- und Abfahrkosten)



Stromerzeugungskosten großer Kraftwerke

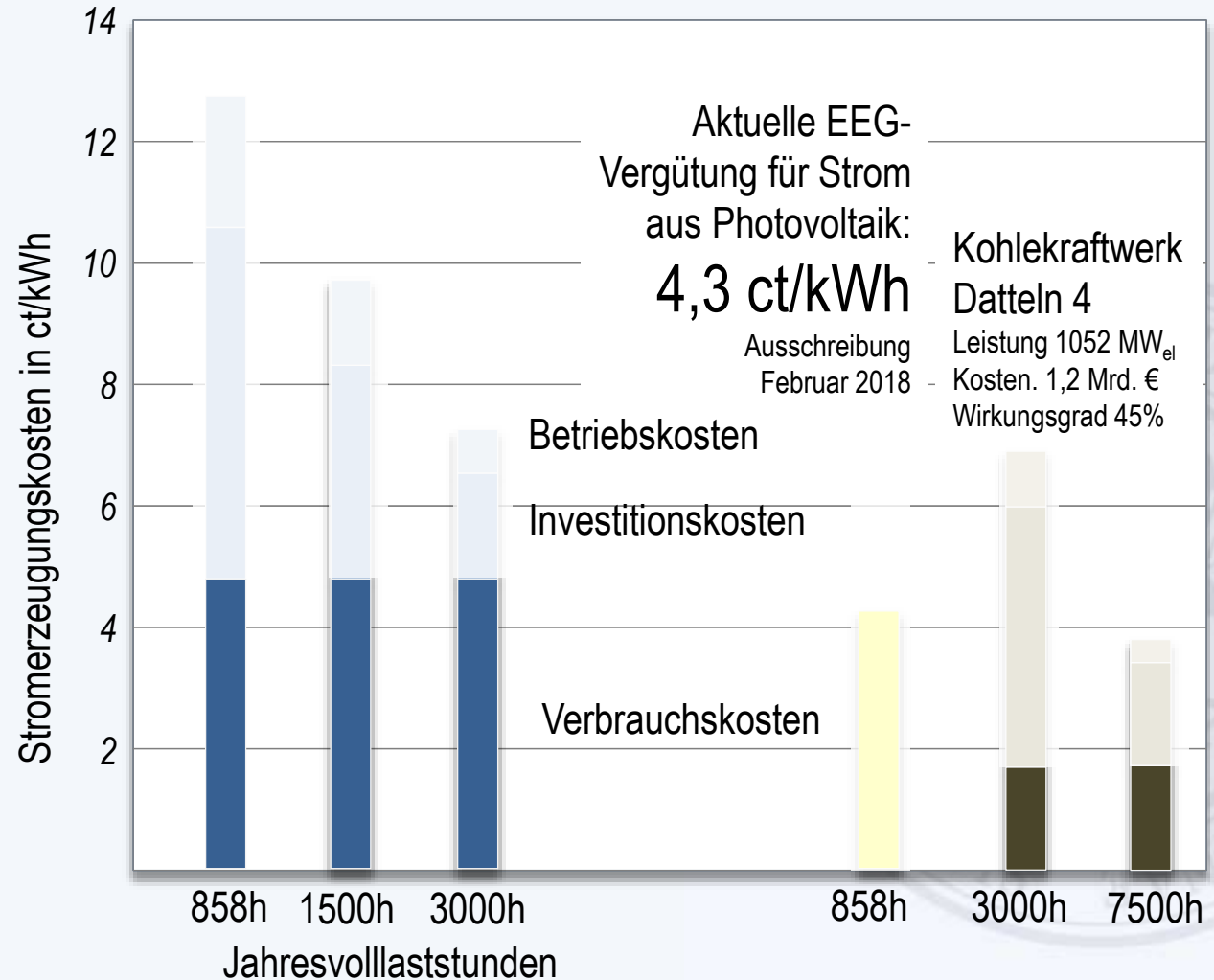
Energiewende

wie's weitergeht



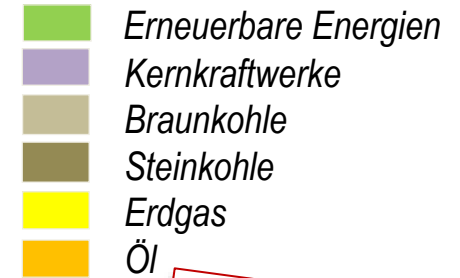
Beispiel:

- GUD-Kraftwerk Irsching Block 5
- Investitionskosten 400 Mio. €
- Leistung 845 MW_{el}
- Wirkungsgrad 59,7%
- Gaspreis: 2,8 ct/kWh

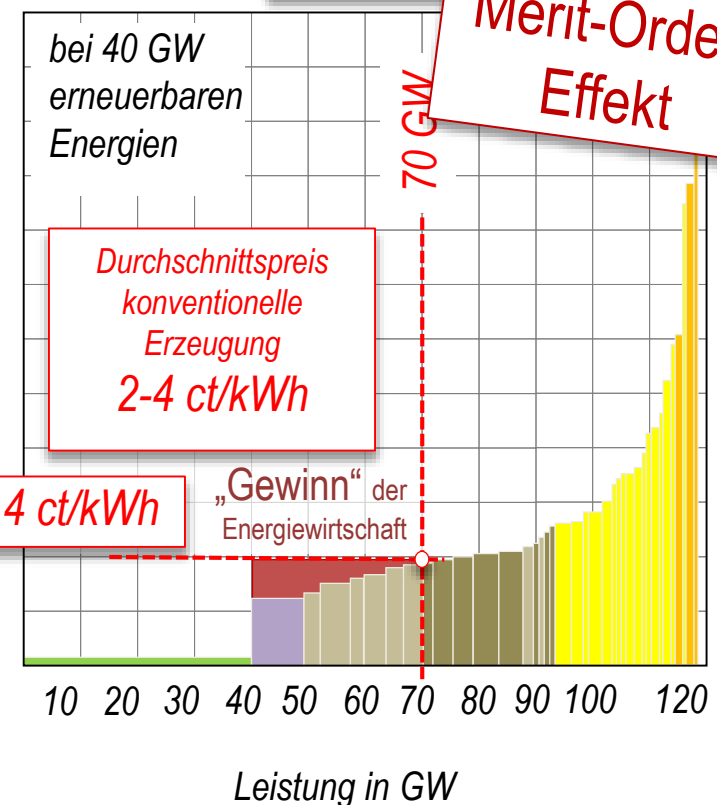
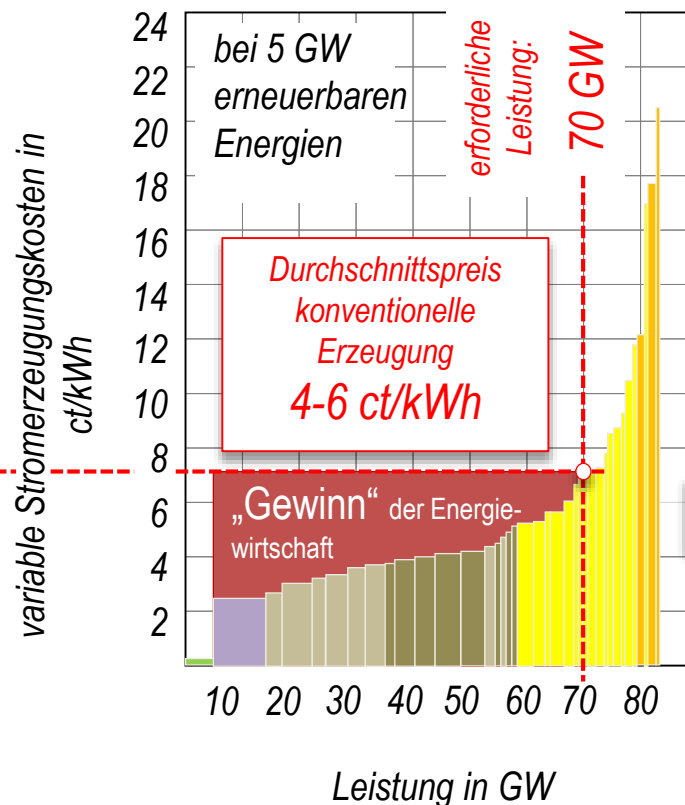


Prinzip des „Merit Order“

- Erneuerbare Energien und einige KWK-Anlagen werden „privilegiert“ eingesetzt
- Einsatz der konventionellen Erzeugung orientiert sich nach den **variablen Stromgestehungskosten** (= verbrauchsgebundene Kosten + An- und Abfahrkosten)



Erzielbarer
Strompreis
8 ct/kWh



„Merit-Order“-
Effekt

Preise / Kapazitäten Stand 2012
 Quelle: nach Kranner, *Energiewirtschaftliche
 Tagesfragen* 63. Jg. (2013) Heft 1/2

Warum in Europa (fast) keiner mehr Gaskraftwerke baut

Energiewende

wie's weitergeht

was nicht hilft

was wir brauchen

Fazit

- **Liberalisierung des Strommarktes** führte zum Kapazitätsabbau und zur Überalterung des Europäischen Kraftwerksparks
- Gründe waren die **fehlende Investitionssicherheit** aufgrund ...
 - ... steigender Erdgaspreise
 - ... des Zertifikatehandels
 - ... der politischen Randbedingungen
 - ... der **öffentlichen Akzeptanz**
- niemand baut mehr Kraftwerke...

aus unter-
nehmerischer
Sicht

... weil die Liberalisierung des Strommarktes
kaum noch Neuinvestitionen zulässt!

&

Erneuerbare Energien
kompensierten den fehlenden Zubau...

...und sind heute einfach viel billiger!



Fazit

1.

Erneuerbare Energien kosten, schaffen aber Arbeitsplätze und Versorgungssicherheit

2.

Der Klimawandel ist und bleibt die wichtigste Herausforderung der Energiewirtschaft

3.

Der Neubau von großen (Gas-)Kraftwerken ist heute auch aus unternehmerischer Sicht nicht sinnvoll

Energiewende

wie's weitergeht

was nicht hilft

was wir brauchen

Fazit

4. Die wirkliche Lösung: Speichertechnologien

- Warum hocheffiziente Gaskraftwerke keine Lösung sind
- Unser Beitrag



Warum in Europa ~~(fast)~~ keiner mehr Gaskraftwerke **bauen sollte**

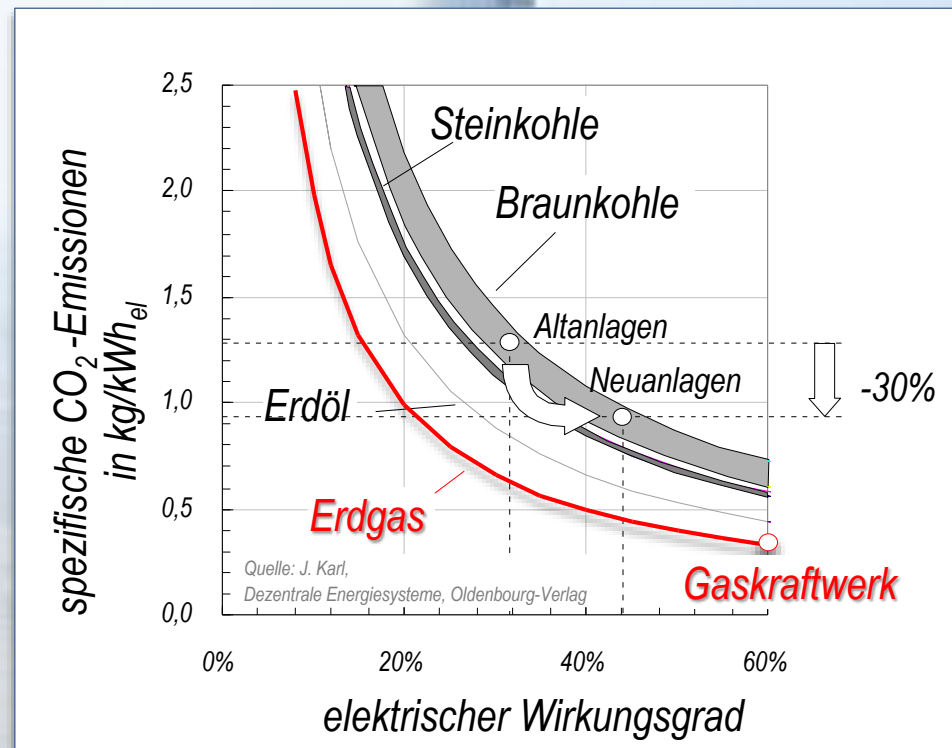
Energiewende

wie's weitergeht

was nicht hilft

was wir brauchen

Fazit



Klimawirksamkeit von Methan

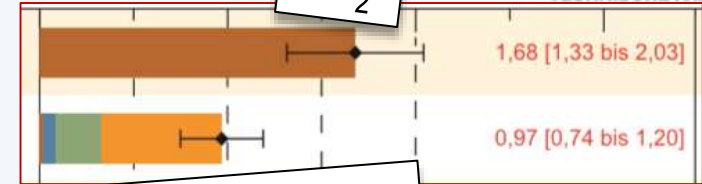
- Kernproblem sind Methanverluste bei der Förderung von Erdgas
- Methan ist **28¹⁾ bzw. 84²⁾ wirksamer** als CO₂

¹⁾ bezogen auf die nächsten 100 Jahre

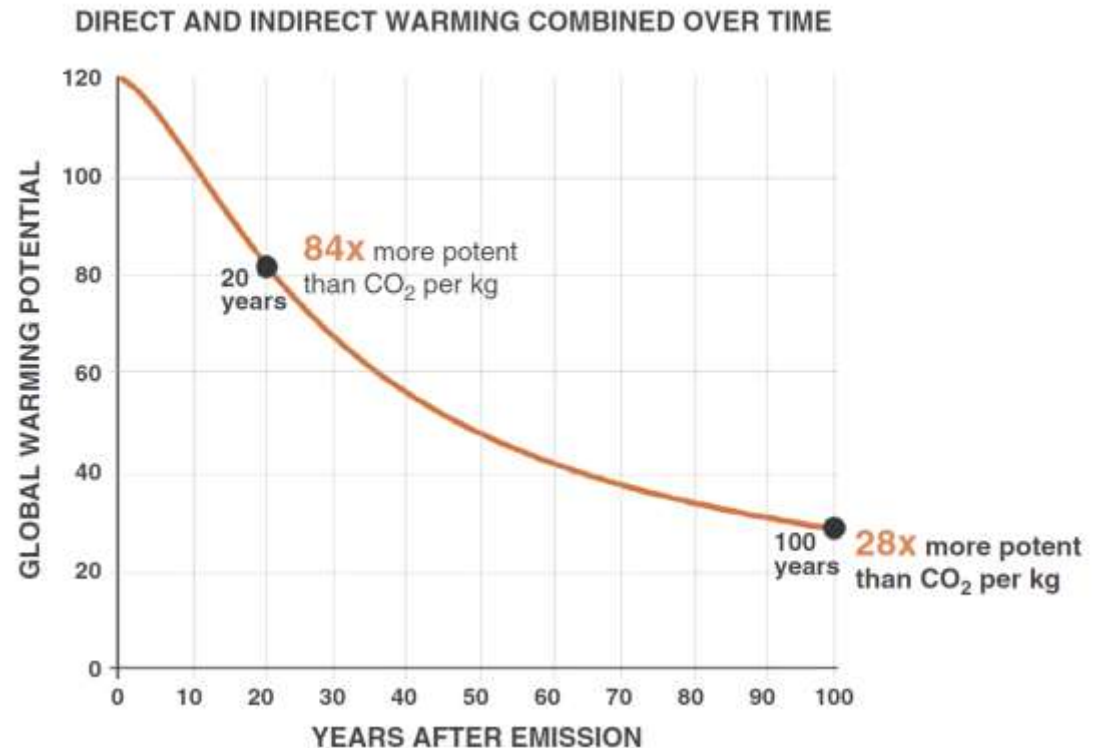
²⁾ bezogen auf die nächsten 20 Jahre

„Radiative Forcing“

CO₂



Methan (Erdgas!)



Allen, David T. "Methane emissions from natural gas production and use: reconciling bottom-up and top-down measurements." *Current Opinion in Chemical Engineering* 5 (2014): 78-83.

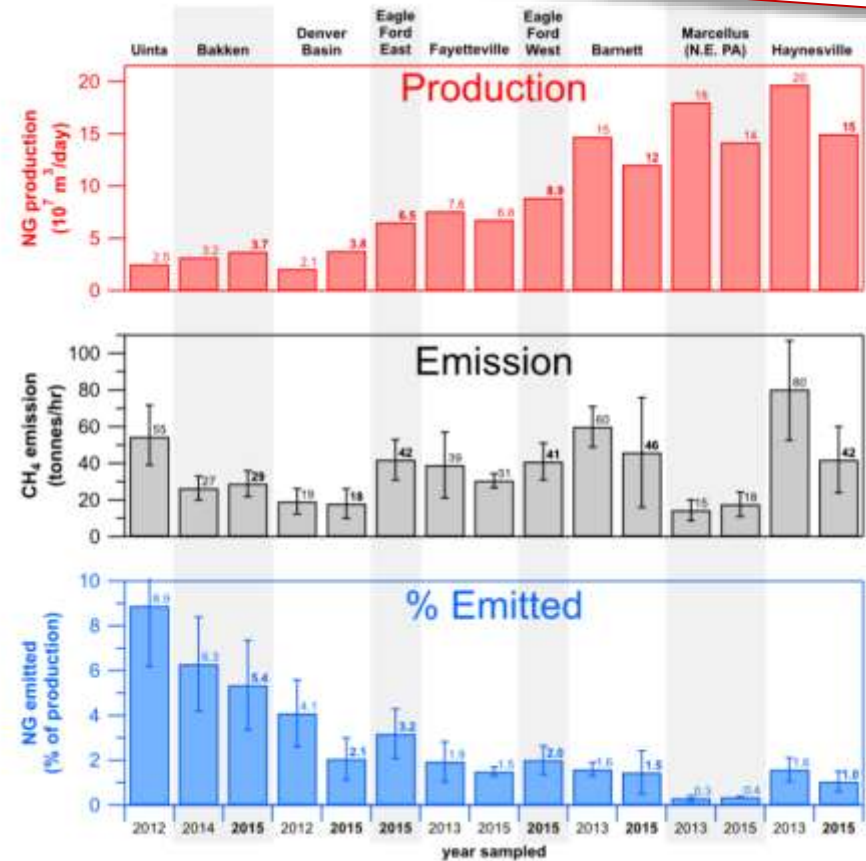
Klimawirksamkeit von Methan

- Kernproblem sind Methanverluste bei der Förderung von Erdgas
- Methan ist **28¹⁾ bzw. 84²⁾ wirksamer** als CO₂

¹⁾ bezogen auf die nächsten 100 Jahre

²⁾ bezogen auf die nächsten 20 Jahre

Ergebnis aktueller Emissionsmessungen in den USA
 1 – 5 % des geförderten Methans gehen
 an die Atmosphäre verloren



Peischl, J., et al. "Quantifying methane and ethane emissions to the atmosphere from central and western US oil and natural gas production regions." *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* (2018).

Warum in Europa ~~(fast)~~ keiner mehr Gaskraftwerke **bauen sollte**

Energiewende

wie's weitergeht

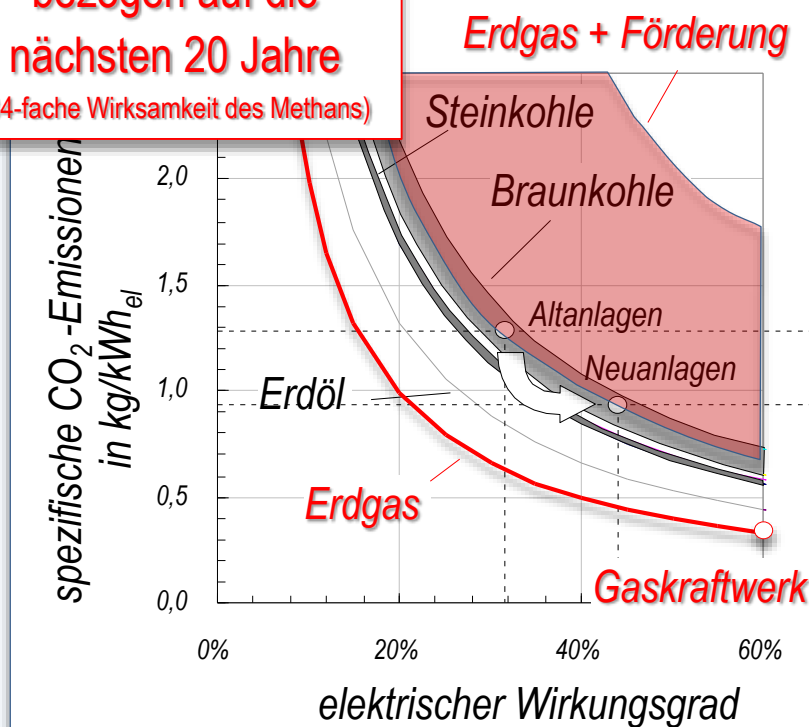
was nicht hilft

was wir brauchen

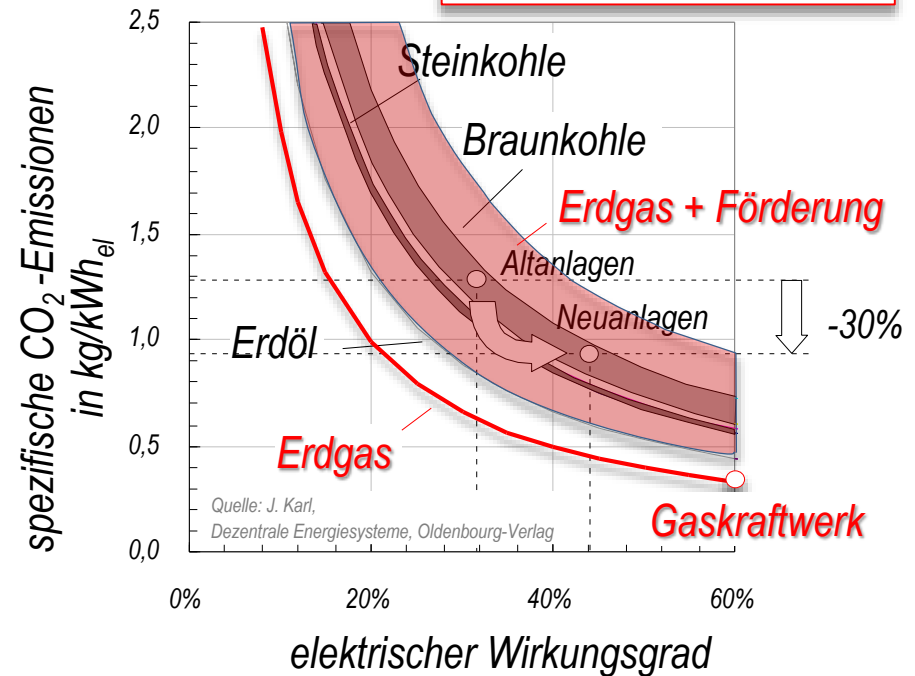
- Treibhausgasemissionen sind möglicherweise viel höher als bei der Nutzung von Braunkohle!

bezogen auf die nächsten 20 Jahre

(84-fache Wirksamkeit des Methans)



bezogen auf die nächsten 100 Jahre
(28-fache Wirksamkeit des Methans)



Erdgas aus Holz

Substitute Natural Gas
(SNG)

1. Step:
Thermal
gasification



CO



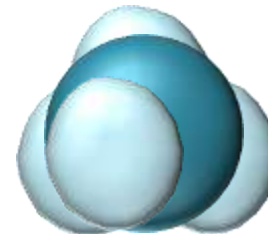
+ 3



hydrogen

hydrogenation

CH₄



+

H₂O,
CO₂, ...
heat

2. Step:
Methanation

- Production of synthetic „natural gas“ from biomass ("**Methanation**")

Die **echte** Lösung: Chemische Speicher

Power-to-Gas

Energiewende

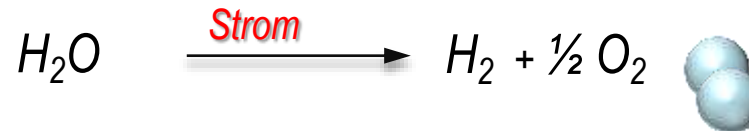
wie's weitergeht

was nicht hilft

was wir brauchen

Fazit

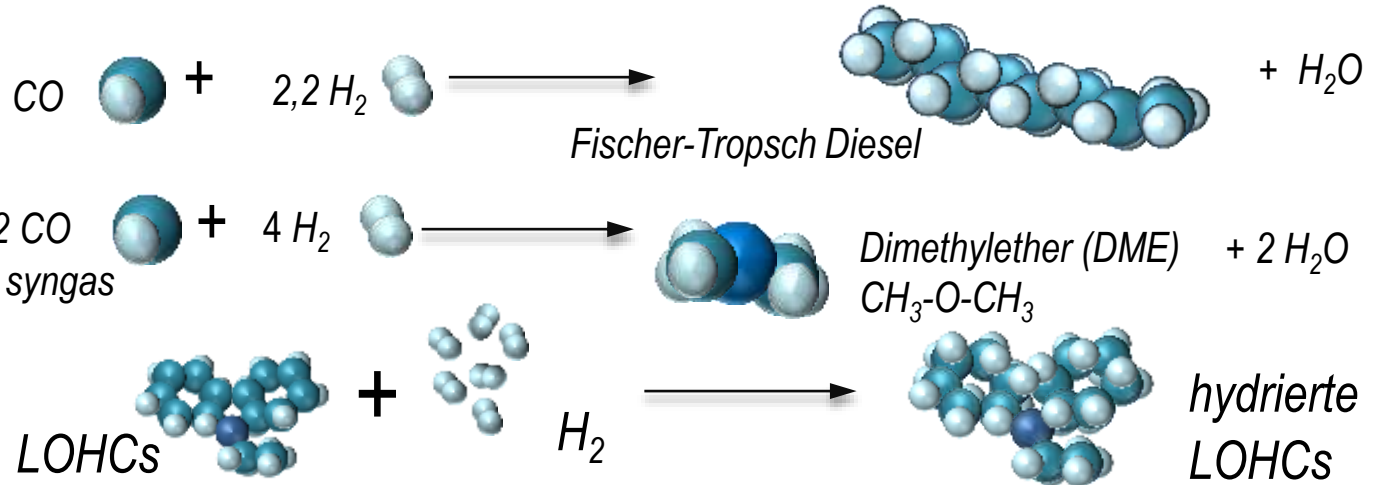
1. Step:
Elektrolysis



2. Step:
Sabatier-Reaktion



Power-to-Liquids





- Prof. Gilberto Jannuzzi, São Paulo
- iSEneC, RLS Session, Nürnberg 12.7.2016



Average annual sum, period 1994-2013



Average annual sum, period 1999-2013



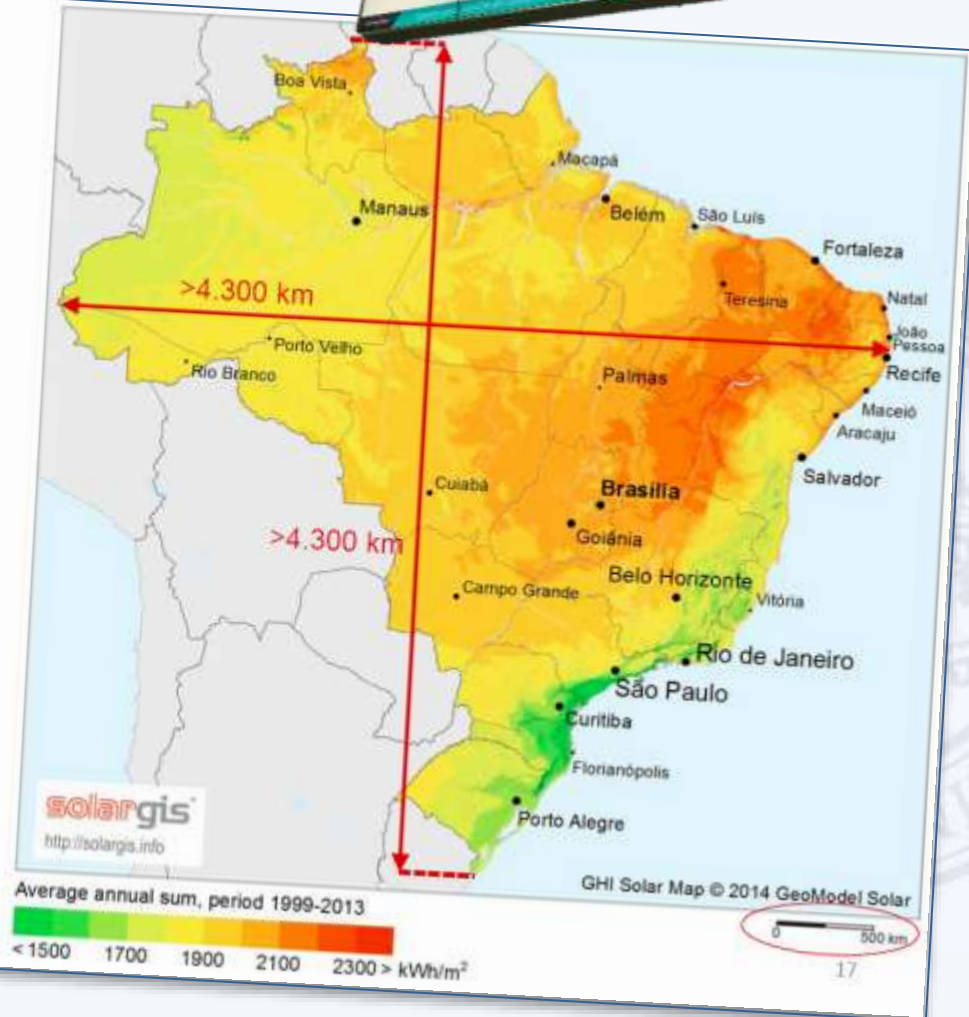


- Prof. Gilberto Jannuzzi, São Paulo
- iSEneC, RLS Session, Nürnberg 12.7.2017



Germany and Brazil

• Comparison



Die echte Lösung

Energiewende

wie's weitergeht

was nicht hilft

was wir brauchen

Fazit

... mit chemischen Speichern werden
Erneuerbare Energien transportierbar!



Fazit

1.

Erneuerbare Energien kosten, schaffen aber Arbeitsplätze und Versorgungssicherheit

2.

Der Klimawandel ist und bleibt die wichtigste Herausforderung der Energiewirtschaft

3.

Der Neubau von großen (Gas-)Kraftwerken ist heute auch aus unternehmerischer Sicht nicht sinnvoll

und:

4.

Notwendig für eine klimaneutrale und sichere Energiewirtschaft sind Speichertechnologien und eine **Globalisierung der Energiewende!**