

Was kosten die Erneuerbaren tatsächlich?

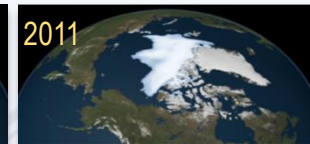
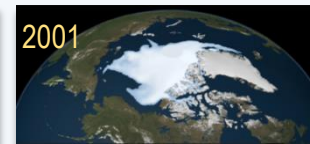
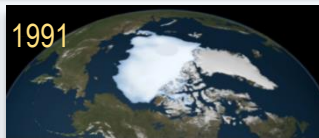
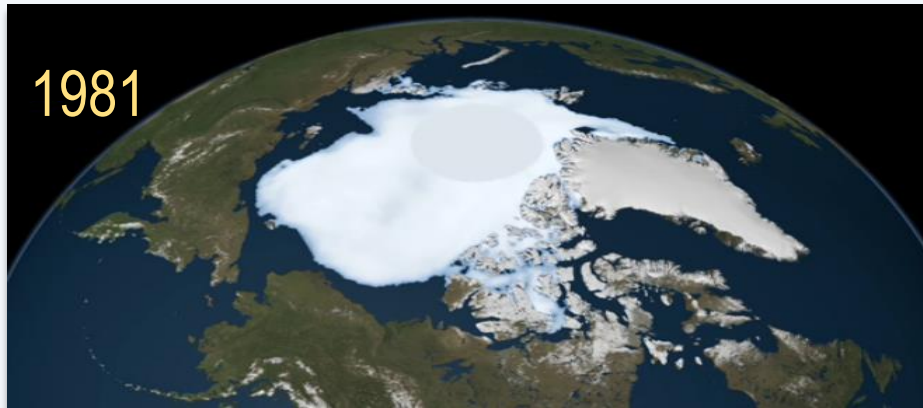
Energiewende paradox, Volkshochschule Erlangen, 6.10.2014

Prof. Dr. Jürgen Karl
Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik



Vorbemerkung

- das Weltklima ändert sich dramatisch
- Energiewirtschaft ist einer der Hauptverursacher
- die Ernährung der steigenden Weltbevölkerung wird zunehmend unsicher...



Quelle: Nasa/Goddard Space Flight Center

Wahrnehmung

Realität

Was wäre wenn?

Alternativen

Fazit

1. Wahrnehmung – die Energiewende in Politik und Medien

- Energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen der Energiewende
- Parteiübergreifende Wertung der Energiewende

2. Realität – Versorgungssicherheit und Kosten

- Bilanz der Energiewende
- Charakteristik Erneuerbarer Energien
- Kosten Erneuerbarer Energien

3. Was-wäre-wenn: Post-Fukushima ohne Wind und Sonne?

- Was kosten Erneuerbare Energien wirklich?
- Warum drohen bald Blackouts?
- Oder auch nicht?

4. Haben regenerative Energien auch weltweit eine Chance?

Fossile Alternativen zu regenerativen Energieträgern:

- Oilsands, Shale Gas, Underground Gasification

ca. 30 min

ad. lib.

ca. 15 min

Wahrnehmung

Realität

Was wäre wenn?

Alternativen

Fazit

1. Wahrnehmung – die Energiewende in Politik und Medien

- Energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen der Energiewende
- Parteiübergreifende Wertung der Energiewende



Seehofer bremst Energiewende

Statt Ausbau der erneuerbaren Energien steht Kostendämpfung im Blickpunkt

MÜNCHEN – Bei der Energiewende setzt Ministerpräsident Horst Seehofer (CSU) neue Prioritäten. (SPD) auf, Vorschläge vorzulegen. Heute wird sich die Staatsregierung mit dem Thema befassen. Bayern soll außerdem seine unabhängige Stromversorgung bewahren. Die Bundesnetzagentur empfiehlt, die Bundesnetzagentur hätte gern, dass wir Strom aus Tschechien oder Österreich beziehen, gewährleisten", sagte der CSU-Vize. "Das wollen wir so nicht: Wir packen." Thema im Kabinett wird auch der Streit um die von Seehofer verlangten größeren Abstände von Windrädern zu Wohnhäusern sein. Üblicher Abstand war bislang ein Kilometer. Seehofer will für große Windräder von 200 Metern Höhe zwei Kilometer Mindestabstand vorschreiben. Im 2011 beschlossenen Energiekonzept der Staatsregierung war noch der Bau von 1500 Windrädern in Bayern vorgesehen. Da der Bund die Einspeisevergütung kürzen will, ist die Idee in der CSU ohnehin hinfällig. Die Staatsregierung bereitet einen Stichtag vor, ab dem die größeren Abstände gelten sollen. Im Moment blockieren die Behörden etliche große Projekte, unter anderem in Langenzenn. dpa

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 Freistaat und Baden-Württemberg deutlich höhere Strompreise bedeuten. Dies geht aus einer Studie im Auftrag der EU-Kommission hervor. In eine Hochspannungsstrecke von der Nordseeküste bis nach Grafenau (Hinterland) und die Gleichstromtrasse bis nach Grafenau. Dies steht der Bevölkerung, wegen der gravierenden Eingriffe ins Landschaftsbild ist von „Monstertrasse“ die Rede. Ministerpräsident Horst Seehofer lehnt beide Trassen als unnötig ab, er schlägt stattdessen für die sichere Grundversorgung mehrere hochmoderne Gaskraftwerke-Kraftwerke in Bayern vor. Sie sollen den Strom liefern, wenn Windkraft und Solarenergie witterungsbedingt ausfallen. Die EU-Experten rechnen damit, dass dies um bis zu zehn Prozent höhere Strompreise bedeuten. Die für Bayern von Seehofer vorgeschlagenen Gaskraftwerke könnten kaum wirtschaftlich betrieben werden, weil sie zu wenige Betriebsstunden erreichen. Seehofer denkt an staatliche Subventionierung, um Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Die Freien Wähler unterstützen diesen Vorschlag. Deren Chef Hubert Aiwanger sagte, der Freistaat solle „bei Bedarf über ein neues Bayern-Stromnetz nachdenken.“ schwabacher-tagblatt.de

Wahrnehmung

Realität

Was wäre wenn?

Alternativen

Fazit

Die Wahrnehmung:

Parteiübergreifender Konsens:

Die Energiewende ist

- desaströs



*„...fangen wir
mal damit an,
dass es nach allgemeiner Expertenmeinung
das Management dieser **Energiewende ein
Desaster** ist in Deutschland.“* TV-Duell, 1.9.2013



Wahrnehmung

Realität

Was wäre wenn?

Alternativen

Fazit

Die Wahrnehmung: Parteiübergreifender Konsens:

Die Energiewende ist

- desaströs
- planlos



„...Bis heute gibt es
keinen nachvollziehbaren und **verlässlichen Plan** für die
Energiewende und keine Planbarkeit für die Unternehmen und
Investoren...“

Münchner Wochenendzeitung, 31.08.2013



Wahrnehmung

Realität

Was wäre wenn?

Alternativen

Fazit

Die Wahrnehmung:

Parteiübergreifender Konsens:

Die Energiewende ist

- desaströs
- planlos
- unangepasst



*„...wir müssen den Ausbau **erneuerbarer Energien anpassen** an den Ausbau von Leitungssystemen und anpassen natürlich auch an die notwendige Grundlastversorgung...“* TV-Duell, 1.9.2013

Wahrnehmung

Realität

Was wäre wenn?

Alternativen

Fazit

Die Wahrnehmung:

Parteiübergreifender

Konsens:

Die Energiewende ist

- desaströs
- planlos
- unangepasst
- unsicher



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

Wahrnehmung

Realität

Was wäre wenn?

Alternativen

Fazit

Die Wahrnehmung:

Parteiübergreifender Konsens:

Die Energiewende ist

- desaströs
- planlos
- unangepasst
- unsicher
- **zu teuer**

*„Wir wollen die Förderung der Erneuerbaren Energien. Aber der Ausbau muss **bezahlbar** bleiben. Das heißt, es muss doch im Rahmen der sozialen Marktwirtschaft ablaufen....“*



Wahrnehmung

Realität

Was wäre wenn?

Alternativen

Fazit

Die Wahrnehmung: Parteiübergreifender Konsens:

Die Energiewende ist

- desaströs
- planlos
- unangepasst
- unsicher
- **zu teuer**



Wahrnehmung

Realität

Was wäre wenn?

Alternativen

Fazit

2. Realität – Versorgungssicherheit und Kosten

- Bilanz der Energiewende
- Charakteristik Erneuerbarer Energien
- Kosten Erneuerbarer Energien





„... *Energiewende*
ein Desaster...“

Wahrnehmung

Realität

Was wäre wenn?

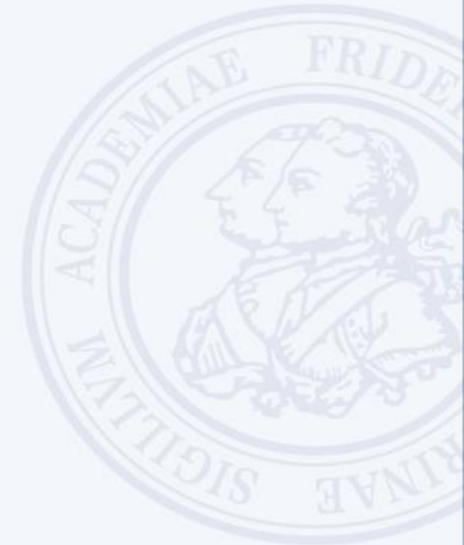
Alternativen

Fazit

Die Realität:

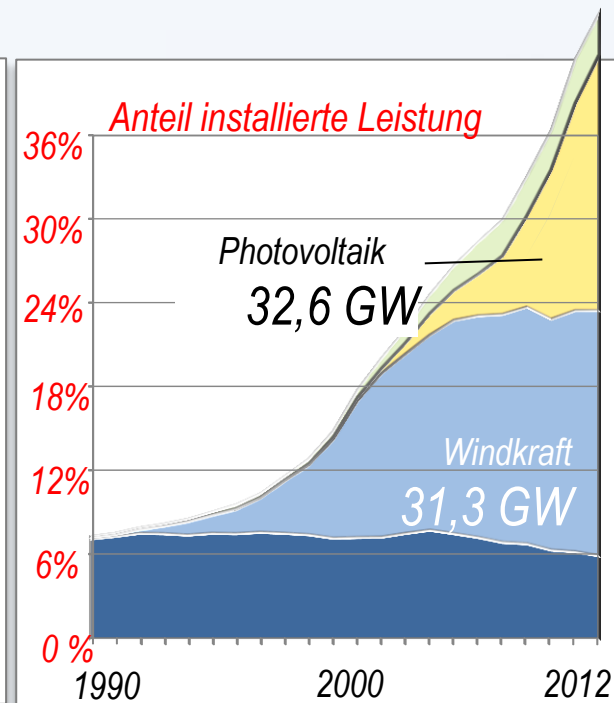
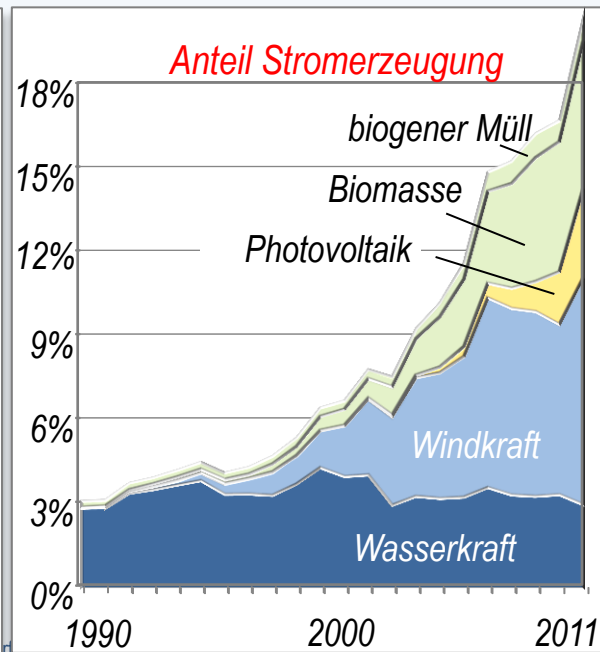
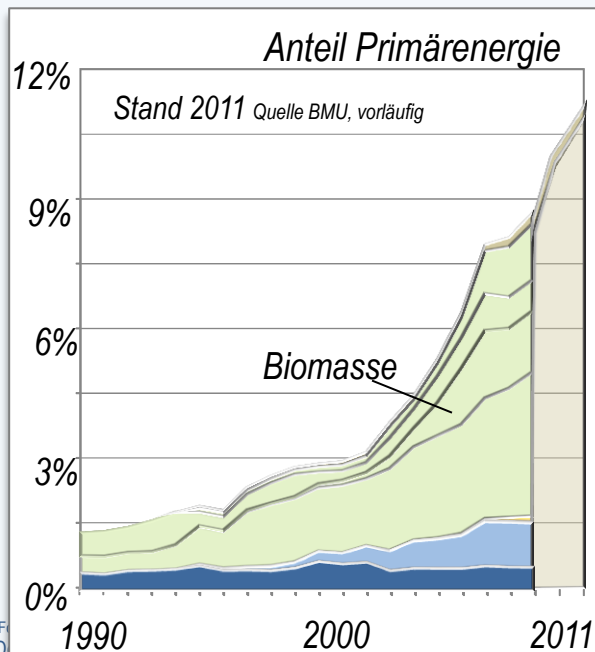
Die Energiewende ...

- ... ist ein Erfolgsmodell ohne Beispiel und wird derzeit in ganz Europa kopiert



Folgen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG)

- EEG löste beispiellosen Boom der Erneuerbaren Energien aus



Folgen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG)

- EEG löste beispiellosen Boom der Erneuerbaren Energien aus
- Wind und Sonne decken in Deutschland (theoretisch) bis zu **80% der maximal benötigten Leistung (kW)**

- Erneuerbare Energien deckten 2013 in Deutschland **25% des Stromverbrauchs (kWh)**

installierte Leistung (kW)

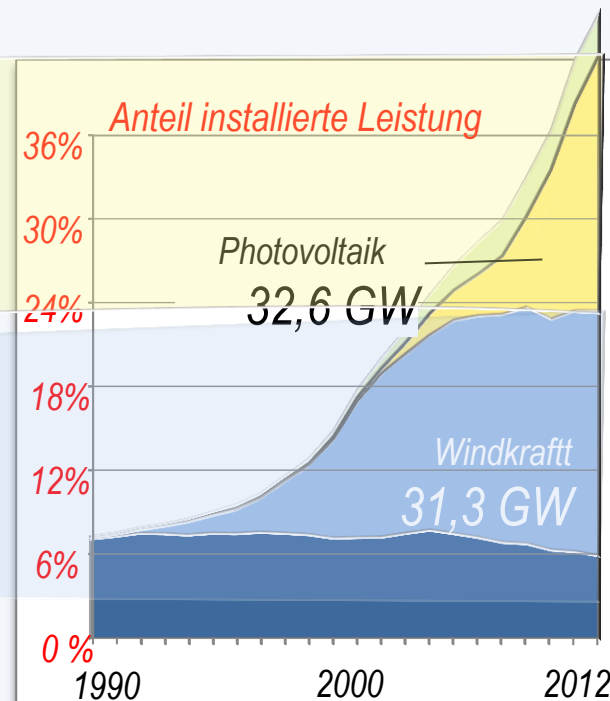
27 x



26 x



EEG hat alle Erwartungen übertroffen...



Wahrnehmung

Realität

Was wäre wenn?

Alternativen

Fazit

Die Realität:

Die Energiewende ...

- ... ist ein Erfolgsmodell ohne Beispiel und wird derzeit in ganz Europa kopiert
- ... ist erfolgreich, weil das EEG Planungssicherheit über 20 Jahre garantiert

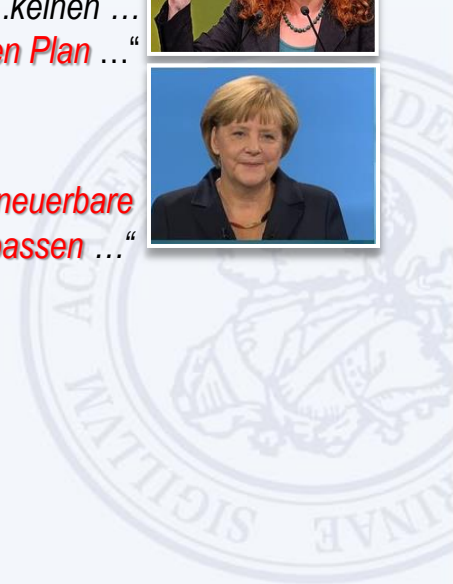
„... *Energiewende
ein Desaster*...“



„...*keinen ...
verlässlichen Plan*...“

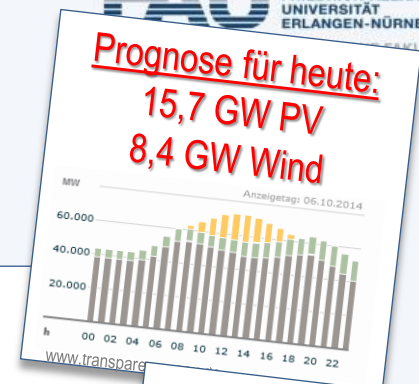
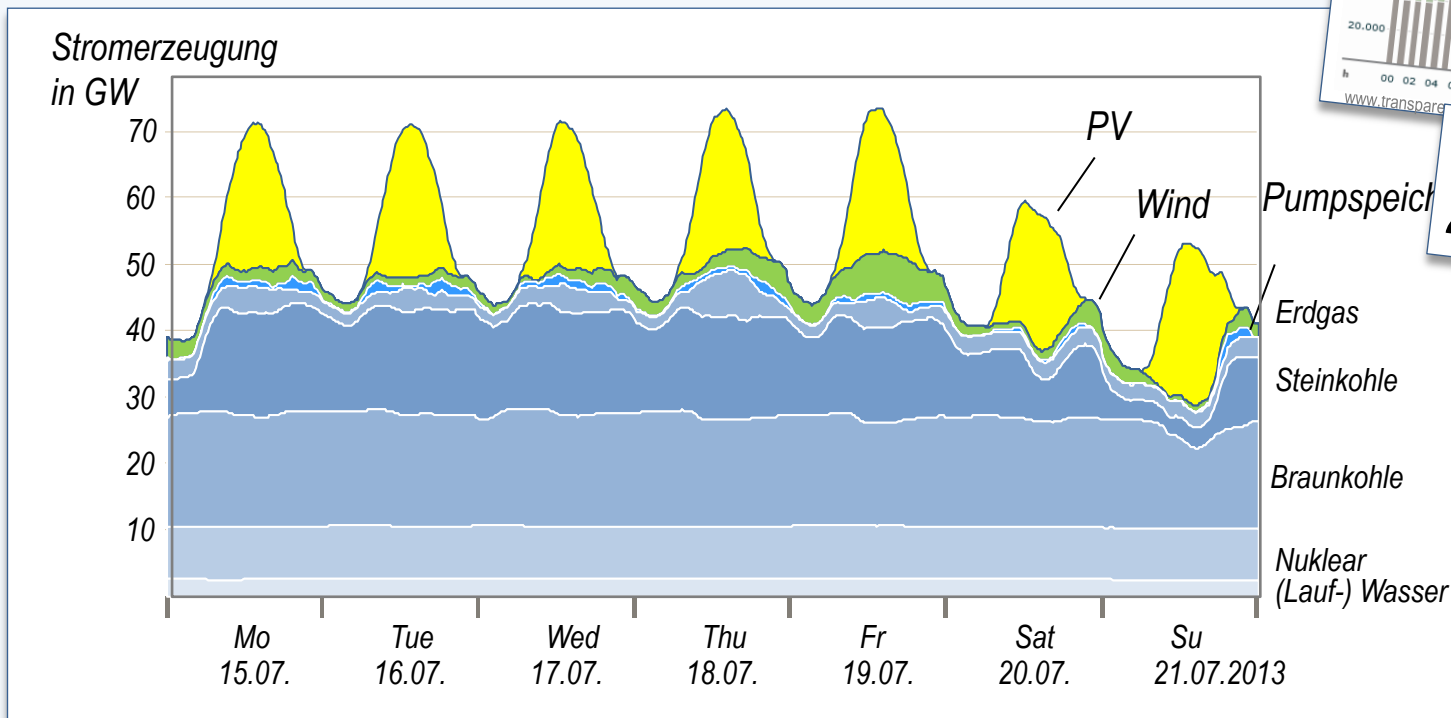


„...*müssen erneuerbare
Energien anpassen*...“



Stromerzeugung in Deutschland im Sommer

- „Fossiler Sockel“ wird auch die nächsten Jahre die Erneuerbaren ergänzen
- Aber: Erneuerbare Erzeugung passt gut zum Bedarf



20x



Wahrnehmung

Realität

Was wäre wenn?

Alternativen

Fazit

Die Realität:

Die Energiewende ...

- ... ist ein Erfolgsmodell ohne Beispiel und wird derzeit in ganz Europa kopiert
- ... ist erfolgreich, weil das EEG Planungssicherheit über 20 Jahre garantiert
- ... führt zu einer guten Übereinstimmung von Erzeugung und Verbrauch

„... **Energiewende**
ein Desaster...“



„...**keinen** ...
verlässlichen Plan ...“



„...**müssen erneuerbare**
Energien anpassen ...“



„...**Notwendig ist** ...
gesicherte ...**Leistung** ...“



Wahrnehmung

Realität

Was wäre wenn?

Alternativen

Fazit

Die Realität:

Die Energiewende ...

- ... ist ein Erfolgsmodell ohne Beispiel und wird derzeit in ganz Europa kopiert
- ... ist erfolgreich, weil das EEG Planungssicherheit über 20 Jahre garantiert
- ... führt zu einer guten Übereinstimmung von Erzeugung und Verbrauch
- ... **<dazu später...>**
- ... ist **nicht teurer als die Stromerzeugung mit fossilen Alternativen wäre**

„... **Energiewende ein Desaster**...“



„...**keinen verlässlichen Plan**...“



„...**müssen erneuerbare Energien anpassen**...“



„...**Notwendig ist gesicherte ...Leistung**...“



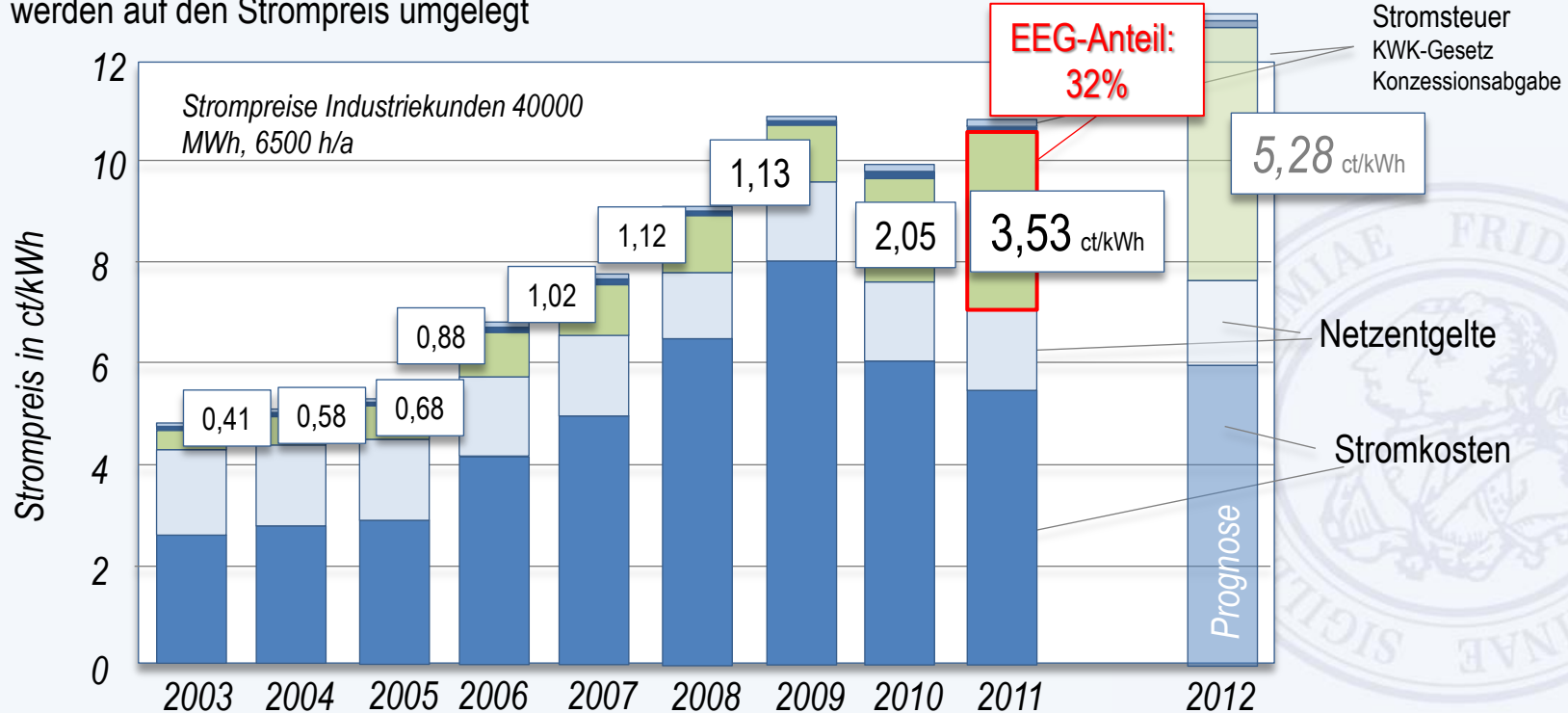
„...**muss bezahlbar** bleiben ...“



...

Entwicklung der Strompreise

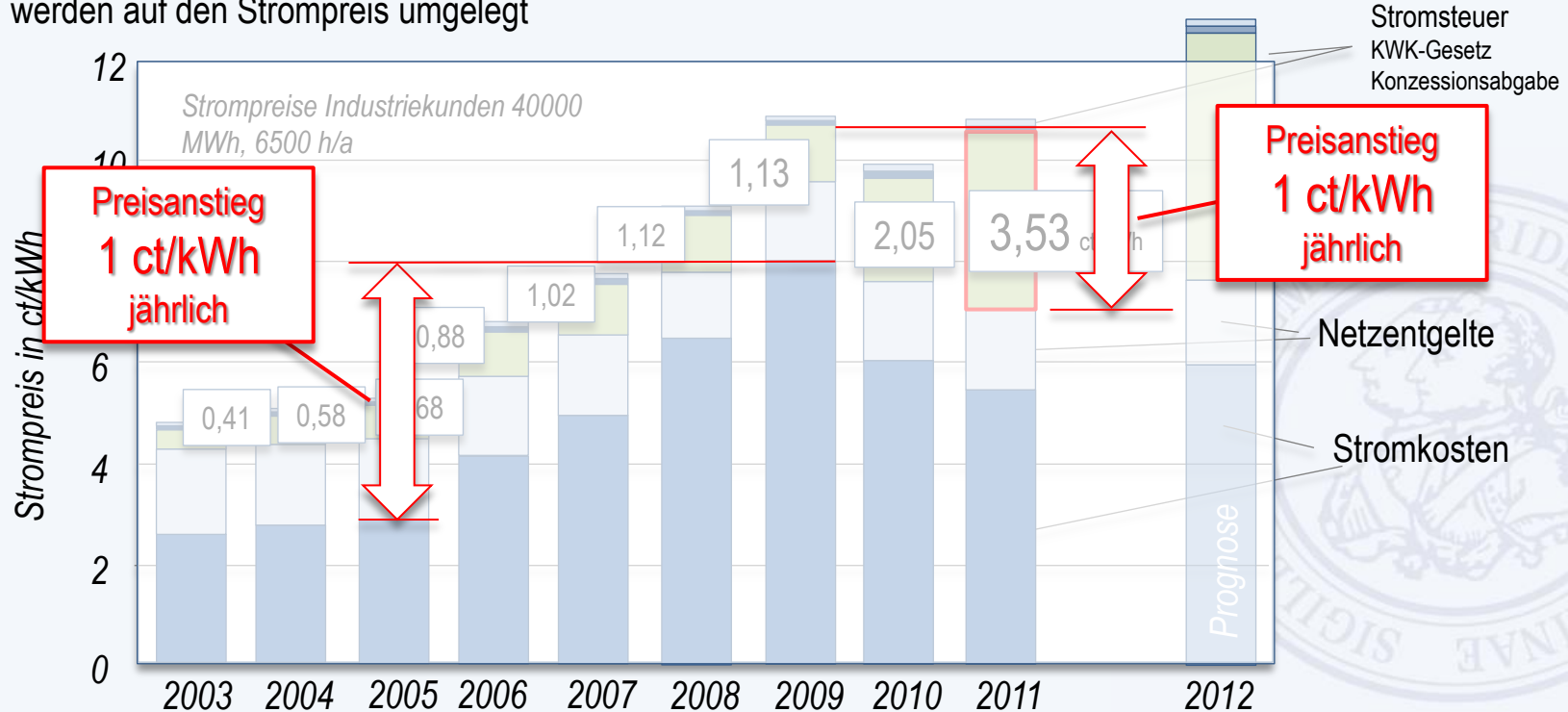
- EEG-Umlage errechnet sich aus Differenz zwischen Einspeisevergütung und Marktpreisen
- Kosten werden auf den Strompreis umgelegt



Quelle: BMU, Studie Einfluss der Umwelt- und Klimapolitik auf die Energiekosten der Industrie - mit Fokus auf die EEG-Umlage, 2011

Entwicklung der Strompreise

- EEG-Umlage errechnet sich aus Differenz zwischen Einspeisevergütung und Marktpreisen
- Kosten werden auf den Strompreis umgelegt



Quelle: BMU, Studie Einfluss der Umwelt- und Klimapolitik auf die Energiekosten der Industrie - mit Fokus auf die EEG-Umlage, 2011

Wahrnehmung

Realität

Was wäre wenn?

Alternativen

Fazit

3. Was-wäre-wenn: Post-Fukushima ohne Wind und Sonne?

- Was kosten Erneuerbare Energien wirklich?
- Warum drohen bald Blackouts?
- Oder auch nicht?



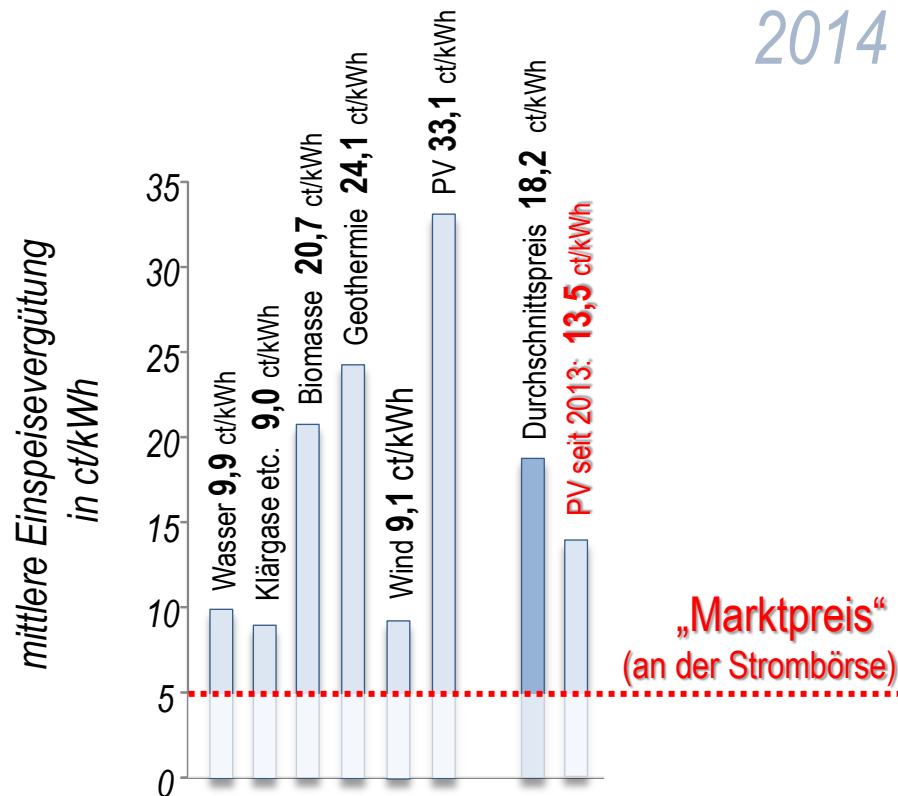
Wahrnehmung

Realität

Was wäre wenn

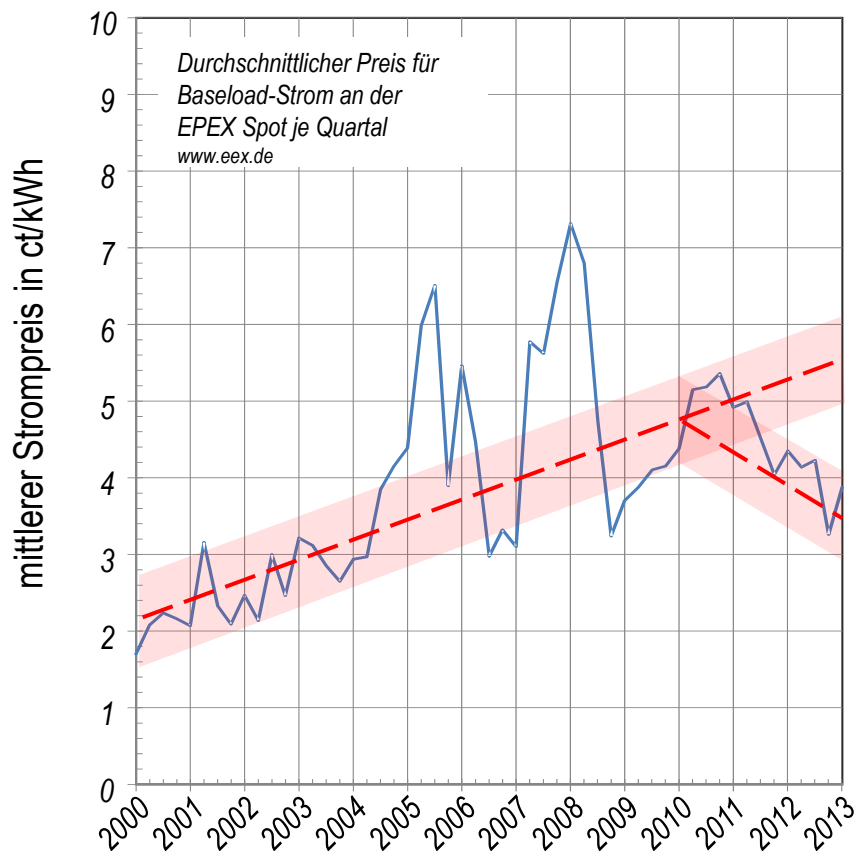
Alternativen

Fazit

 Prognose
 2014


Was ist die „EEG-Umlage“?

- Netzbetreiber muss Erneuerbare Energien zu erhöhten Kosten vergüten („Einspeisevergütung“ bzw. „Marktprämie“)
- „EEG-Umlage“ errechnet sich aus Differenz zwischen Einspeisevergütung und **Marktpreisen** und der Marktprämie
- Hinweis: Einspeisevergütung sinkt kontinuierlich
- „EEG-Umlage“ **wird auf (fast) alle Stromverbraucher umgelegt...**

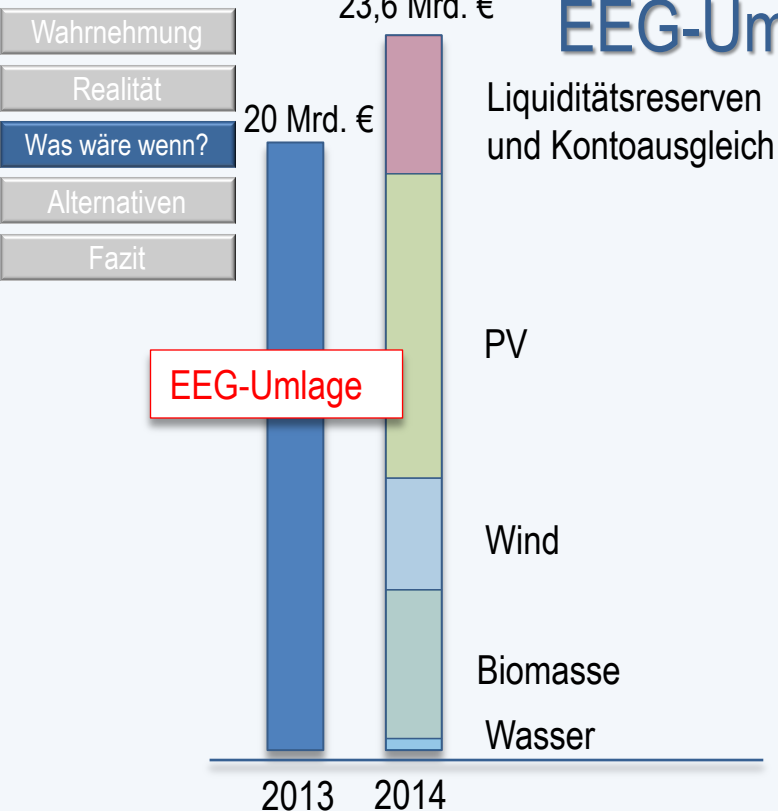


Strompreis an der Leipziger Strombörse

Minderung des mittleren
Strompreises an der
Leipziger Strombörse:
ca. 2 ct/kWh

- die mittlere Steigerung des Strompreises an der Leipziger Strombörse betrug **in den Jahren 2000-2010 14,2% p.a.**
- der Strompreis an der Leipziger Strombörse fiel aufgrund des Überangebots an Erneuerbaren Energien in **den letzten drei Jahren um 25%**

Fakten zur EEG-Umlage



Pressfoto www.siemens.de

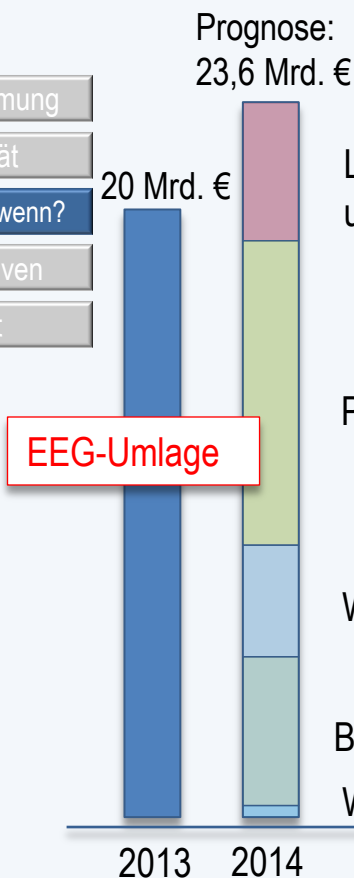
Dr. Michael Süß,
Vorstand Siemens AG, CEO Energy Sector
Vortrag Energie Innovativ, Nürnberg 18.4.2013

„... Deutschland hat bereits einen Standortnachteil im internationalen Vergleich. Das EEG ist der wesentliche Treiber. In diesem Jahr werden die Subventionen **mehr als 20 Mrd. €** betragen...”

- Für 2014 werden Kosten in Höhe von 23,6 Mrd. € erwartet

zum Vergleich:
Auslandsumsatz der deutschen
Automobilindustrie 2012:
228,7 Mrd. €

- Wahrnehmung
- Realität
- Was wäre wenn?
- Alternativen
- Fazit



Fakten zur EEG-Umlage

Liquiditätsreserven
und Kontoausgleich

„gefühlte“

EEG-Umlage 2014
6,24 ct/kWh

PV

EEG-Umlage 2014
ohne Privilegien
4,81 ct/kWh

Wind

reale

EEG-Umlage 2014 abzüglich
Ersparnis an der Strombörse
2,81 ct/kWh

Biomasse

Wasser

2013 2014

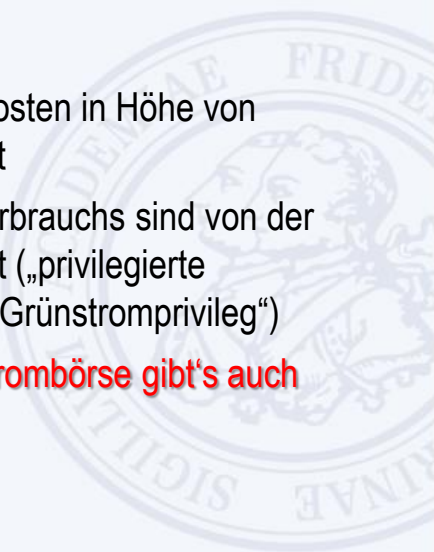


Pressfoto www.siemens.de

Dr. Michael Süß,
Vorstand Siemens AG, CEO Energy Sector
Vortrag Energie Innovativ, Nürnberg 18.4.2013

„... Deutschland hat bereits einen Standortnachteil im internationalen Vergleich. Das EEG ist der wesentliche Treiber. In diesem Jahr werden die Subventionen **mehr als 20 Mrd. €** betragen...“

- Für 2014 werden Kosten in Höhe von 23,6 Mrd. € erwartet
- 22,3% des Stromverbrauchs sind von der EEG-Umlage befreit („privilegierte Letztverbraucher“, „Grünstromprivileg“)
- Ersparnis an der Strombörse gibt's auch für fossilen Strom...



Fakten zur EEG-Umlage

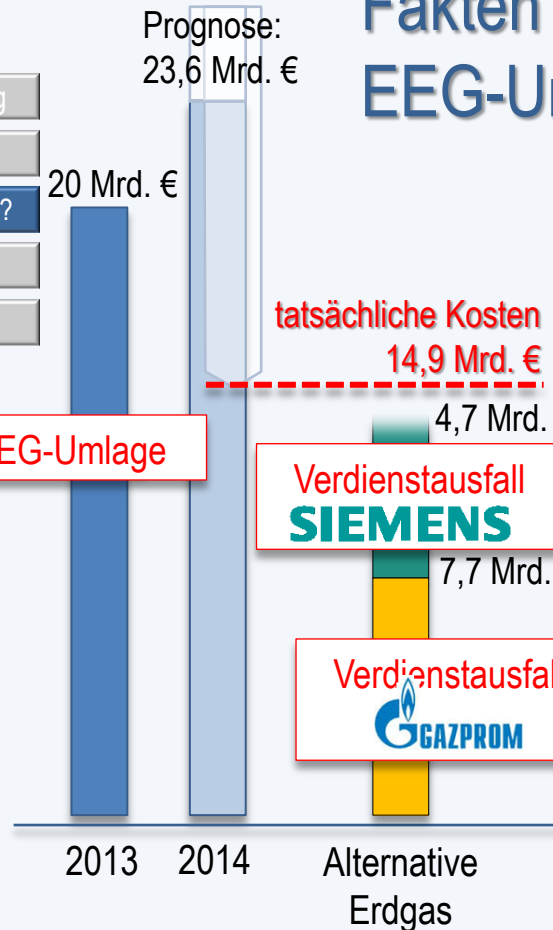


ehemaliger
 ✓

Dr. Michael Süß,
 Vorstand Siemens AG, CEO Energy Sector
 Vortrag Energie Innovativ, Nürnberg 18.4.2013

„... Deutschland hat bereits einen Standortnachteil im internationalen Vergleich. Das EEG ist der wesentliche Treiber. In diesem Jahr werden die Subventionen **mehr als 20 Mrd. €** betragen...”

- Wahrnehmung
- Realität
- Was wäre wenn?
- Alternativen
- Fazit



Kosten Erneuerbarer Energien

- Prognostizierte Erzeugung 2014: 149,2 TWh
- EEG Umlage + Marktpremie: 23,6 Mrd. €
- Direktvermarktung: 3,6 Mrd. €
- **Einsparungen Strombörse** (617 TWh á 2 ct/kWh): - 12,3 Mrd. €

Alternative: Strom aus Erdgas

- Zusätzlicher Erdgasverbrauch ($\eta_{\text{Erdgas}} = 55,4\%$): 269,6 TWh
- Grenzüberschreitungskosten Erdgas (Stand 12/2013: 2,85 ct/kWh): - 7,7 Mrd. €
- Investitions-Kosten für Zubau von 10 GW Gaskraftwerken pro Jahr (spez. Investitionskosten 470 €/kW_{el}): - 4,7 Mrd. €

steigert heutigen Verbrauch um 24%

heutiger Gaspreis

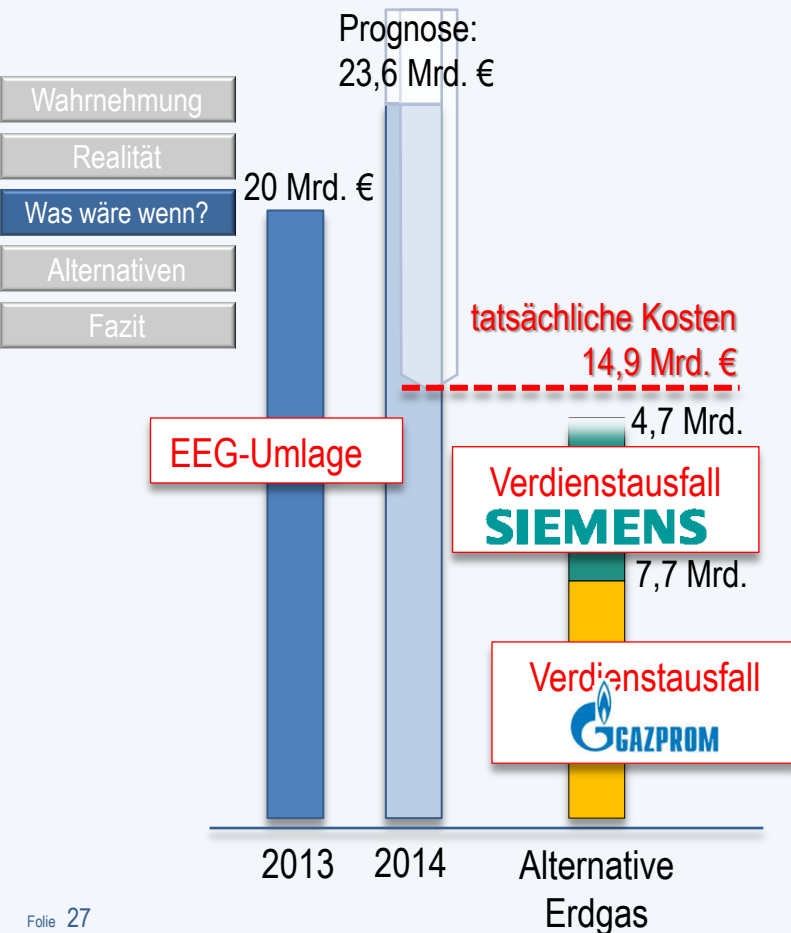
tatsächliche Mehrkosten für 2014

ohne Betriebskosten etc.

ca. 2,5 Mrd. €

(Quelle: http://www.eeg-kwk.net/de/file/Konzept_zur_Prognose_und_Berechnung_der_EEG-umlage_2014_nach_AusgIMechV.PDF)

www.evt.cbi.uni-erlangen.de



Zwischenfazit:

- Stromerzeugung mit Erdgas wäre auf Dauer nicht günstiger
- EEG-Umlage stieg auch deshalb, weil der Strompreis an der Strombörse fiel
- Stromkunden profitieren insgesamt vom fallenden Strompreis an der Strombörse
- „Wenn der Wind der Veränderung weht, bauen die einen Mauern und die anderen Windmühlen.“ Chin. Sprichwort

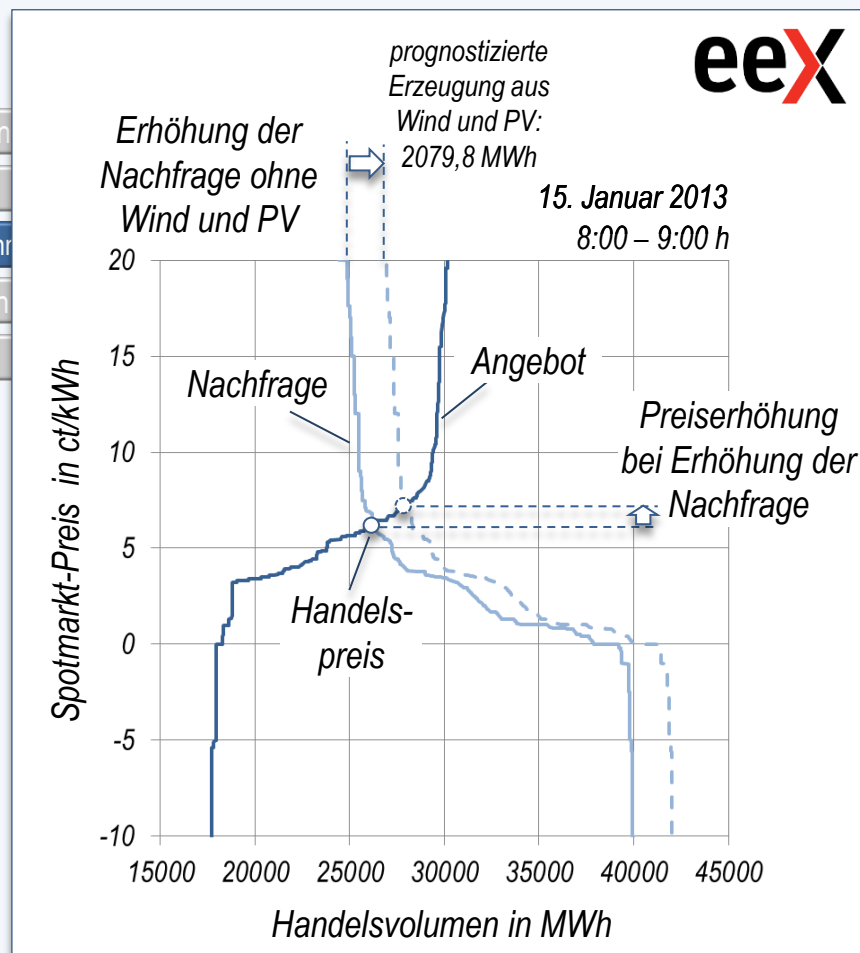
Neue Studie: Was kosteten Erneuerbare wirklich?

Inhalt der Studie:

- Rekonstruktion der Strompreise an der Strombörse EEX ohne Wind und Photovoltaik
- stündlicher Handelspreis ergibt sich aus Angebot und Nachfrage
- **Fehlen von Wind und PV hätte Nachfrage erhöht**



Bildung der Strompreise an der Leipziger Strombörse („European Energy Exchange“)
 Quelle: www.eex.de

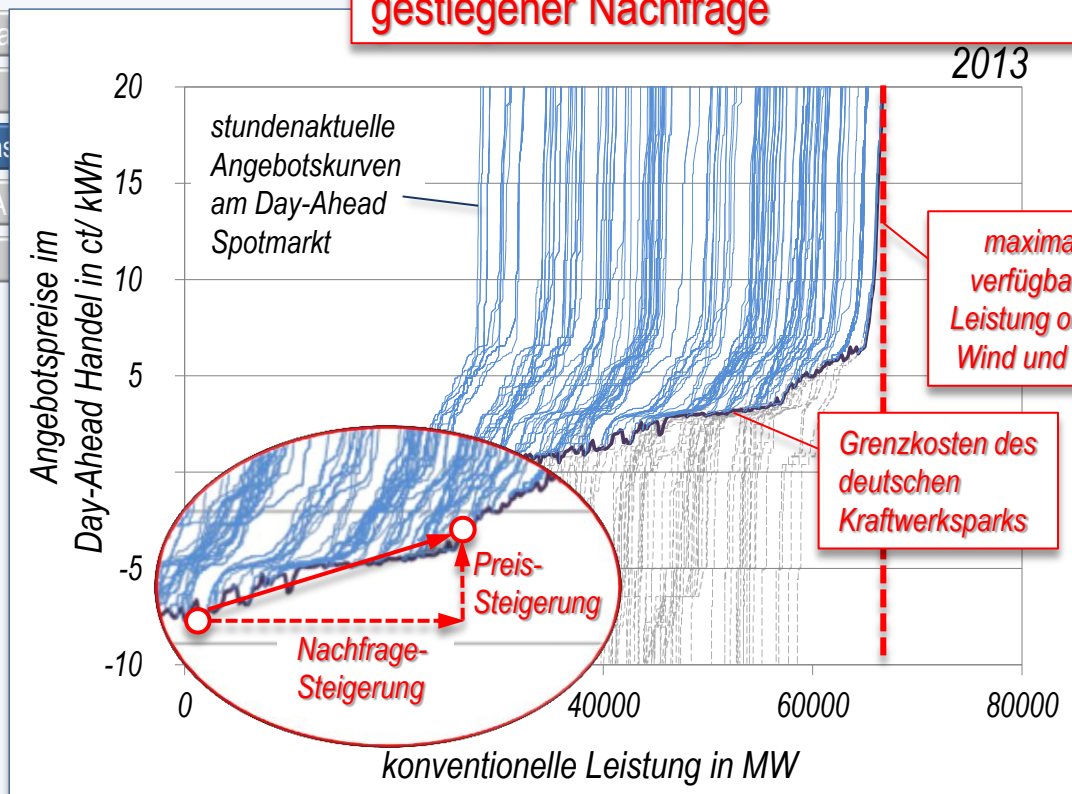

eex

Neue Studie: Was kosteten Erneuerbare wirklich?

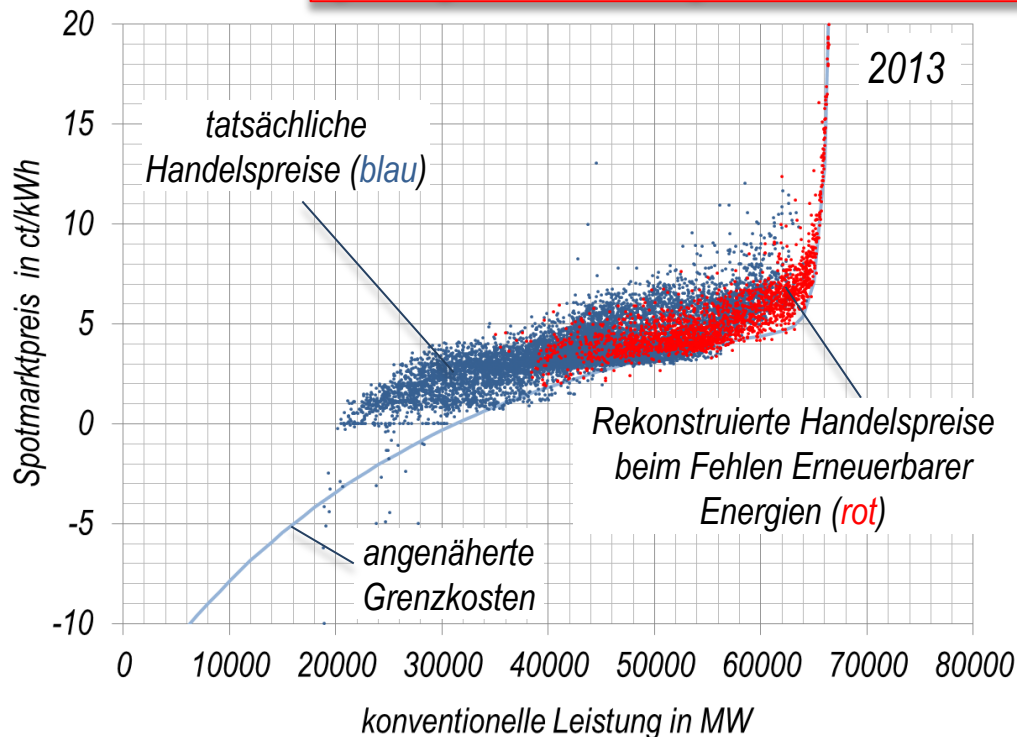
Ergebnisse

- Angebotskurven liefern die **Grenzkosten** und **maximale Kapazität** des deutschen Kraftwerksparks
- Beim Fehlen von Wind und PV hätte sich die „**Merit-Order**“ hin zu höheren Preisen verschoben

Grenzkosten-Kurve liefert Mehrkosten bei gesteigerter Nachfrage



Grenzkosten-Kurve liefert Mehrkosten bei gesteigerter Nachfrage



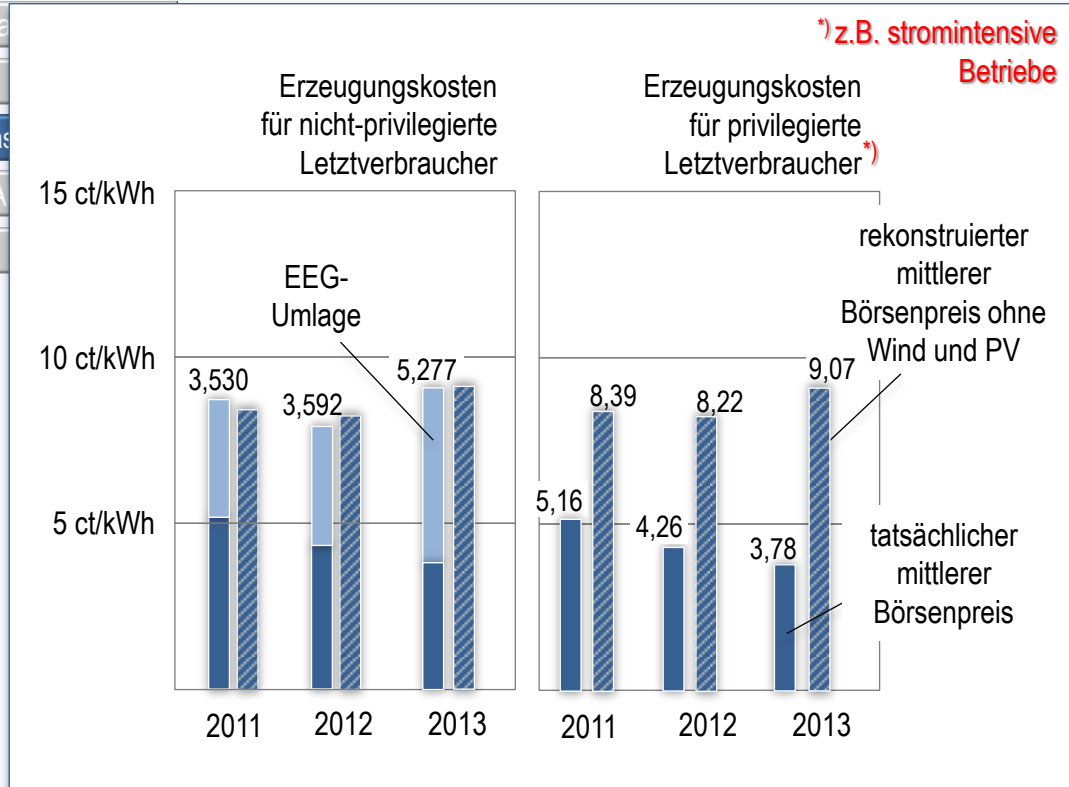
Neue Studie: Was kosteten Erneuerbare wirklich?

Ergebnisse

- Angebotskurven liefern die **Grenzkosten** und **maximale Kapazität** des deutschen Kraftwerksparks
- Beim Fehlen von Wind und PV hätte sich die „**Merit-Order**“ hin zu höheren Preisen verschoben

Neue Studie: Was kosteten Erneuerbare wirklich?

Ergebnisse

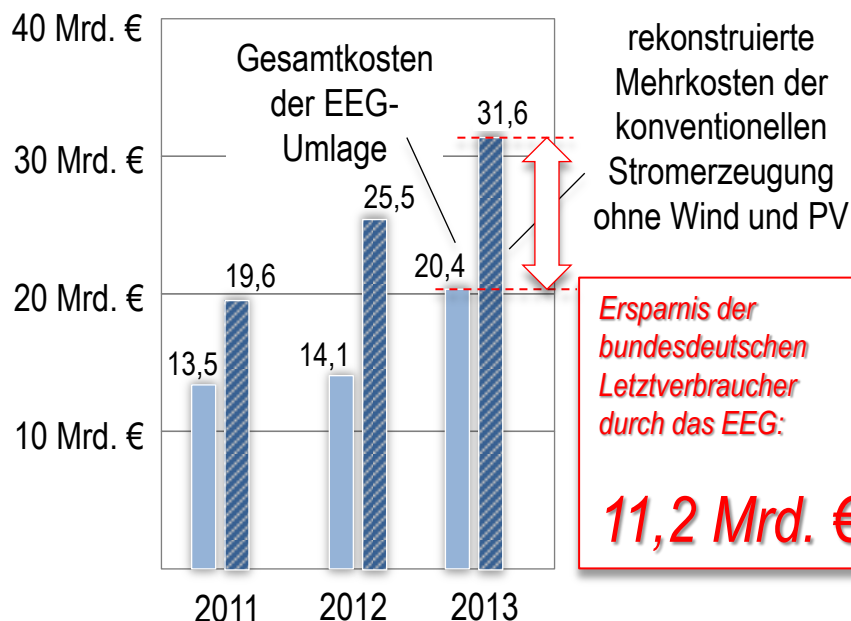


- Angebotskurven liefern die **Grenzkosten** und **maximale Kapazität** des deutschen Kraftwerksparks
- Beim Fehlen von Wind und PV hätte sich die „**Merit-Order**“ hin zu höheren Preisen verschoben
- Strompreis an der Börse hätte sich mehr als verdoppelt
- **Endverbraucher hätten ca 11,2 Mrd. Euro mehr zu bezahlen als heute**

Neue Studie: Was kosteten Erneuerbare wirklich?

Ergebnisse

Kernfrage: Hätte die Energiewirtschaft die fehlende Kraftwerkskapazität nicht einfach zugebaut?



- Angebotskurven liefern die **Grenzkosten** und **maximale Kapazität** des deutschen Kraftwerksparks
- Beim Fehlen von Wind und PV hätte sich die „**Merit-Order**“ hin zu höheren Preisen verschoben
- Strompreis an der Börse hätte sich mehr als verdoppelt
- **Endverbraucher hätten ca 11,2 Mrd. Euro mehr zu bezahlen als heute!**

Warum drohen Blackouts?

Wahrnehmung

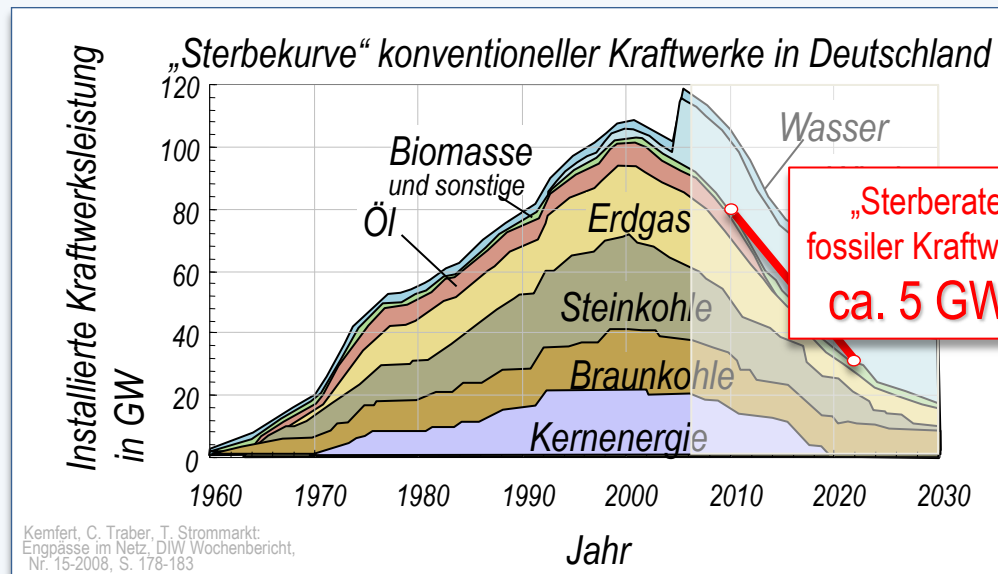
Realität

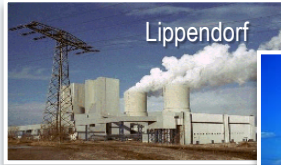
Was wäre wenn?

Alternativen

Fazit

- **Liberalisierung** des Strommarktes führte zum Kapazitätsabbau und zur Überalterung des Europäischen Kraftwerksparks
- In den nächsten Jahren bestünde erheblicher Ersatzbedarf an konventionellen Kraftwerken





tatsächliche Inbetriebnahmen Kohle

- 2001-2012: 0,3 GW/Jahr

Inbetriebnahmen Erdgas

- 2001-2012: 0,9 GW/Jahr

statt ca. **5 GW/a**

Kohle-Kraftwerks- Inbetriebnahmen in Deutschland:

1998 Schwarze Pumpe (2x800 MW, 41%)

1999 Cottbus (80 MW, 40%)

2000 Lippendorf (2 x 865 MW, 42,5%), Boxberg (900 MW, 41,8%)

2001

2002 Niederaußem (965 MW, 43%)



2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010 Köln-Merkenich (103 MW)

2011

2012 Neurath (2x1100 MW_{brutto} >43%), Boxberg (675 MW_{brutto}, 43,9%)

Hinweis:
**Neubau eines Großkraftwerks
dauert 5-10 Jahre...**
Beispiel Neurath:
• Genehmigungsantrag: 05/2004
• Grundsteinlegung: 08/2006
• Inbetriebnahme 08/2012



Warum drohen Blackouts?

Wahrnehmung

Realität

Was wäre wenn?

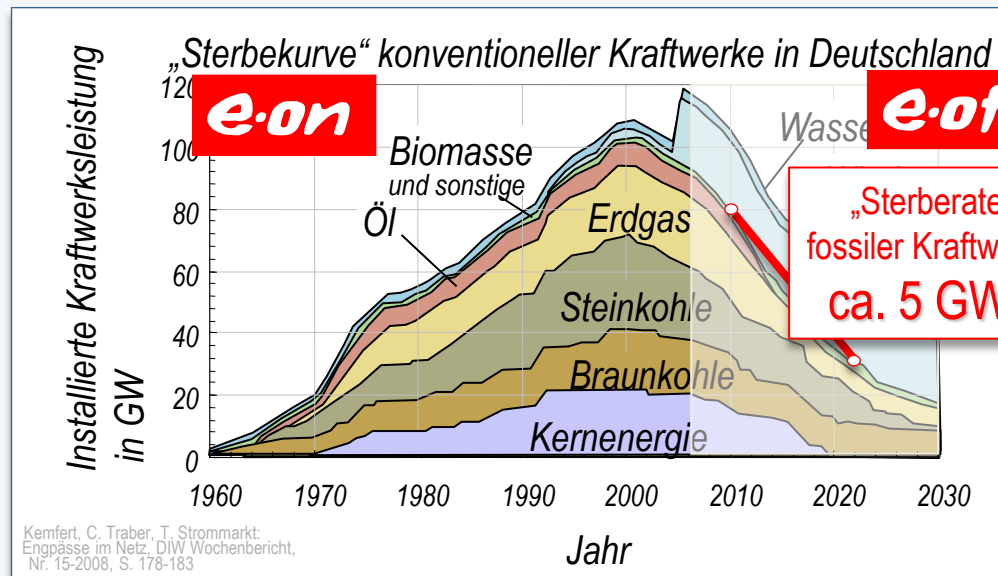
Alternativen

Fazit

- **Liberalisierung des Strommarktes** führte zum Kapazitätsabbau und zur Überalterung des Europäischen Kraftwerksparks
- In den nächsten Jahren bestünde erheblicher Ersatzbedarf an konventionellen Kraftwerken
- Einsatz konventioneller, fossil gefeuerter Großkraftwerke wird auch in Zukunft weiter zurückgehen...

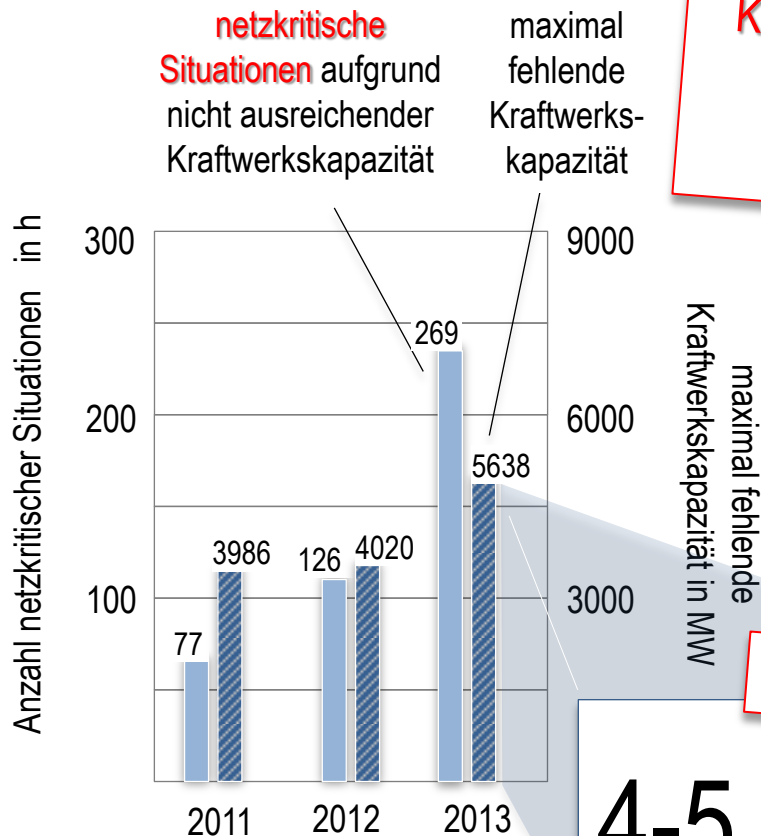
aus unter-
nehmerischer
Sicht

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



Neue Studie: Was kosteten Erneuerbare wirklich?

Ergebnisse



In 2013 hätte die verfügbare Kraftwerkskapazität über **269 Stunden** nicht ausgereicht

maximales Defizit:

4-5 x



- Angebotskurven liefern die **Grenzkosten** und **maximale Kapazität** des deutschen Kraftwerksparks
- Beim Fehlen von Wind und PV hätte sich die „**Merit-Order**“ hin zu höheren Preisen verschoben
- Strompreis an der Börse hätte sich mehr als verdoppelt
- **Endverbraucher hätten ca 11,2 Mrd. Euro mehr zu bezahlen als heute**

Warum drohen Blackouts?

Wahrnehmung

Realität

Was wäre wenn?

Alternativen

Fazit

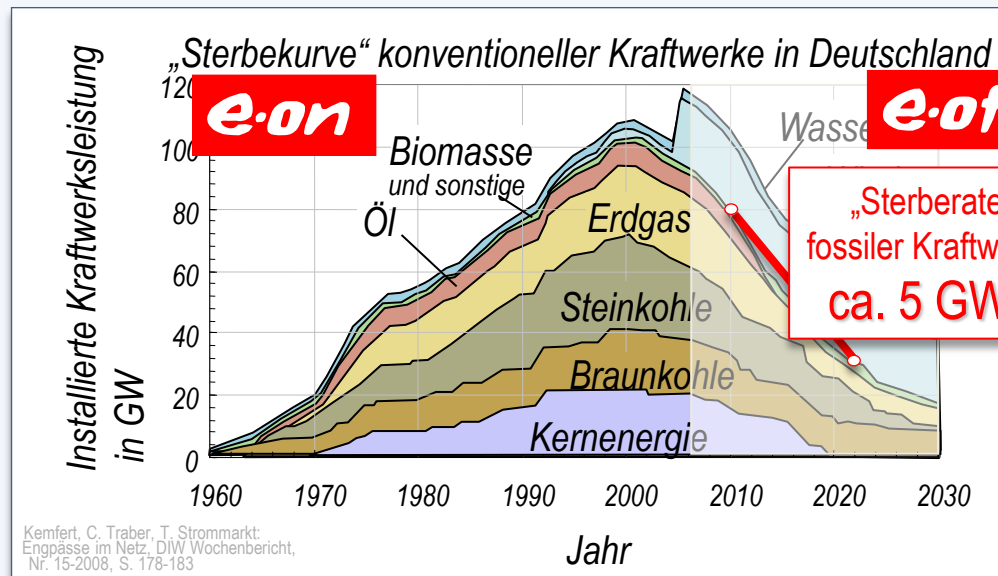
- **Liberalisierung des Strommarktes** führte zum Kapazitätsabbau und zur Überalterung des Europäischen Kraftwerksparks
- In den nächsten Jahren bestünde erheblicher Ersatzbedarf an konventionellen Kraftwerken
- Einsatz konventioneller, fossil gefeuerter Großkraftwerke wird auch in Zukunft weiter zurückgehen...

aus unter-
nehmerischer
Sicht

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

&

Erneuerbare Energien kompensieren
derzeit den fehlenden Zubau...



Warum drohen **keine** Blackouts?

- **Liberalisierung des Strommarktes** führte zum Kapazitätsabbau und zur Überalterung des Europäischen Kraftwerksparks
- In den nächsten Jahren bestünde erheblicher Ersatzbedarf an konventionellen Kraftwerken
- Einsatz konventioneller, fossil gefeuerter Großkraftwerke wird auch in Zukunft weiter zurückgehen...

aus unter-
nehmerischer
Sicht

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

Erneuerbare sichern unsere Energieversorgung!

„...Notwendig ist ...
gesicherte ...Leistung ...“



&

Erneuerbare Energien kompensieren
derzeit den fehlenden Zubau...

Kernfragen :

1. Werden Erneuerbare überhaupt weiterhin gebraucht?



Fracking wälzt die Energielandschaft um

Möglich wird die neue industrielle Revolution durch die so genannte Fracking-Technik. Dabei werden Wasser, Sand und Chemikalien ins Erdreich gepresst, um das Schiefergestein aufzubrechen und das darin gebundene Gas oder Öl zu lösen. Dann



2. Verpasst Deutschland den Anschluss an den Rest der Welt?

Wahrnehmung

Realität

Was wäre wenn?

Alternativen

Fazit

4. Haben regenerative Energien auch weltweit eine Chance?

Fossile Alternativen zu regenerativen Energieträgern:

- Oilsands
- Shale Gas
- Underground Gasification

ja

nein

ad. lib.
ca. 15 min?