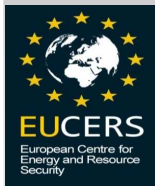


# Die Zukunft der Kohle

## Präsentation der Kohlestudie: "Kohle versus Klimaschutz?"

Rhein-Ruhr Power: Das Kraftwerk der Zukunft, 9. Mitgliederversammlung des Rhein-Ruhr Power e.V., Moers, 17. November 2015



### Dr. Frank Umbach

Forschungsdirektor bei EUCERS (London); Senior Associate, CESS GmbH (München) & Senior Fellow, U.S. Atlantic Council (Washington D.C.)

**E-Mail: [FraUmbach@AOL.COM](mailto:FraUmbach@AOL.COM)**

1

## Politische Aktualität, Erkenntnisinteresse und Leitfragen der Studie I

### Politische Aktualität: Divestment-Bewegung gegen Kohle versus globaler Verbrauch

- Kohle zur Energieerzeugung aufgrund internationalem Klimaschutz vor globalen Klimagipfel in Paris im Dezember in zunehmender Kritik.
- Internationale Energiemärkte: Kohle ist weltweit kostengünstig und steht langfristig zur vielfachen Verwendung auch zukünftig zur Verfügung;
- D, F, USA und internat. Entwicklungsbanken: verkündeten Verbote und Restriktionen von Exportkredithilfen für saubere Kohlekraftwerkstechnologien (*clean coal technologies*);
- Zunehmende Klimaschutzforderungen nach einem deutschen und europäischem Kohleausstieg;
- **Strategische Trends auf den globalen Energiemärkten**
  - auf dem Weg in eine kohlefreie Welt?;
  - Keine Relevanz für D und EU?

## Politische Aktualität, Erkenntnisinteresse und Leitfragen der Studie II

### ▪ **Divestment-Strategien bei künftigen Kohle-Projekten in USA und Europa:**

- Einstellung staatlicher Kredithilfen (USA, F, D, skandinav. Länder etc.)?;
- World Bank, Asian Development Bank (ADB), European Investment Bank und European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) gegen neue Kredithilfen, außer in "seltenen Ausnahmefällen";
- Westliche Stiftungen, Städte, Universitäten, Kirchen gegen neue Kohleprojekte, stattdessen größere Bemühungen für Umweltschutz und Ausbau der EE;
- Unterstützung von immer mehr internationalen Investoren, die inzwischen rund US\$2,6 Bill. US-Dollar an Total Assets kontrollieren.

### ▪ **Zweifache zunehmende Polarisierung der internationalen Debatte um die Zukunft der Kohle versus Klimaschutz:**

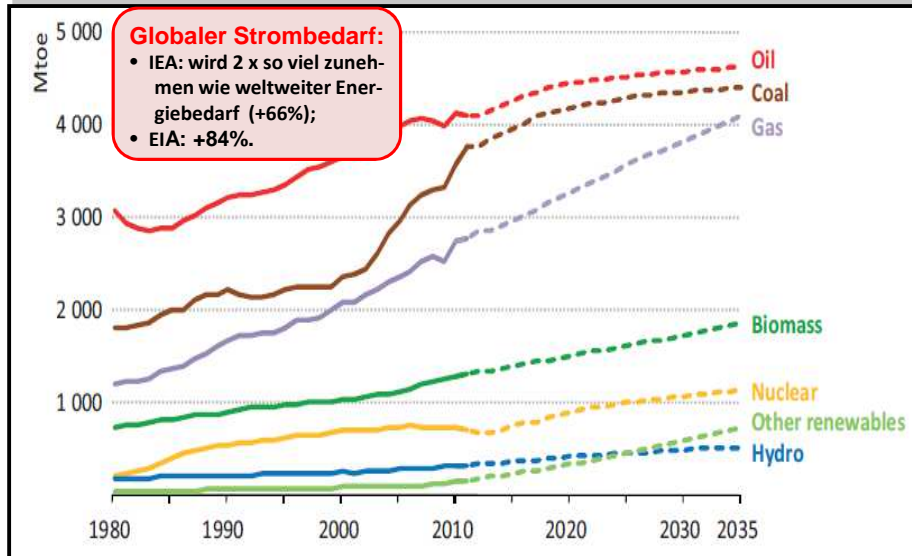
- Zwischen Klima- und vielen internationalen Energieexperten bezüglich eines schnellen Kohleausstiegs;
- Zwischen westlichen Regierungen und vielen Entwicklungsländern (vor allem in Asien).

## Politische Aktualität, Erkenntnisinteresse und Leitfragen der Studie II

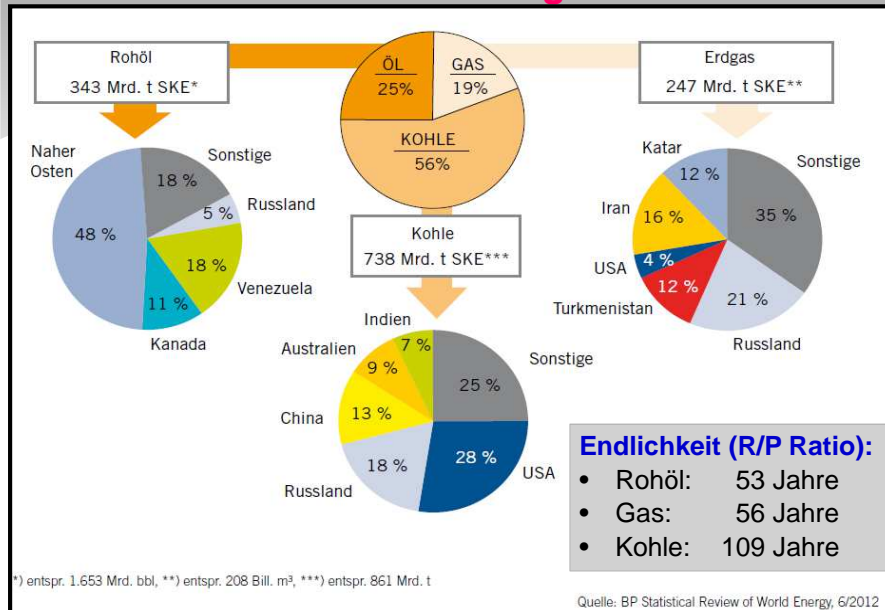
### ▪ **Klimaschutz-Krise in D:**

- Seit spätestens 2014 war die geplante Emissionsreduzierung bis 2020 nicht mehr realistisch;
- **Neuer Klimaschutzaktionsplan Ende 2014, mit dem die zunehmende Kluft von 5-8% gegenüber dem Reduzierungsziel von 40% bei THGE bis 2020 (gegenüber 1990) geschlossen werden soll:**
  - Im Kraftwerkssektor sollen rund ein Drittel oder weitere 22% von Emissionen bis 2020 verringert werden;
  - weitere acht Kohlekraftwerke könnten bis dahin vom Netz gehen;
  - könnte zum schrittweisen Ausstieg auch aus der Kohleförderung und des Betriebs von Kohlekraftwerken führen, welches in einem neuen Energiegesetz bis zum Sommer oder Herbst 2015 kodifiziert und angenommen würde.;
  - doch gleichzeitig verneinte das BMWi einen Plan zur Schließung veralteter Kohlekraftwerke, da die zu reduzierenden 22 Mio. t von insgesamt 431 Mio. t CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr keine Schließung erfordern würden.

## Globale Primärenergienachfrage nach Energieträgern (IEA-New Policy Scenario)

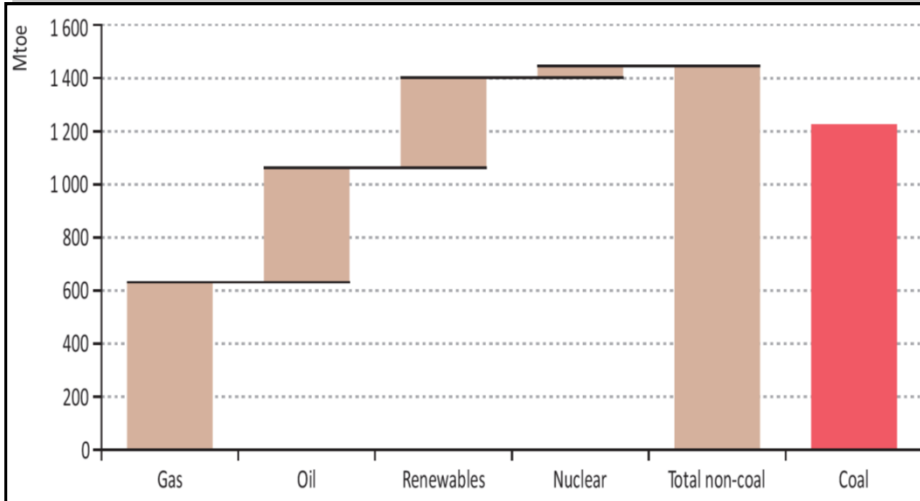


## Weltreserven von Energierohstoffen



Quelle: WEC-Deutschland, 2013

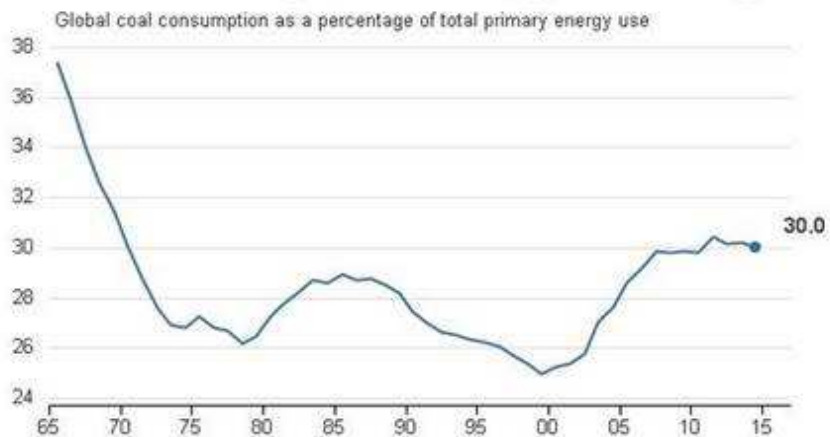
## Zuwachs von Kohle bei der Weltenergienachfrage 2000-2010



Quelle: IEA, WEO 2011

## Anteil der Kohle am globalen Energieverbrauch 1965-2015

### Coal share of global energy consumption

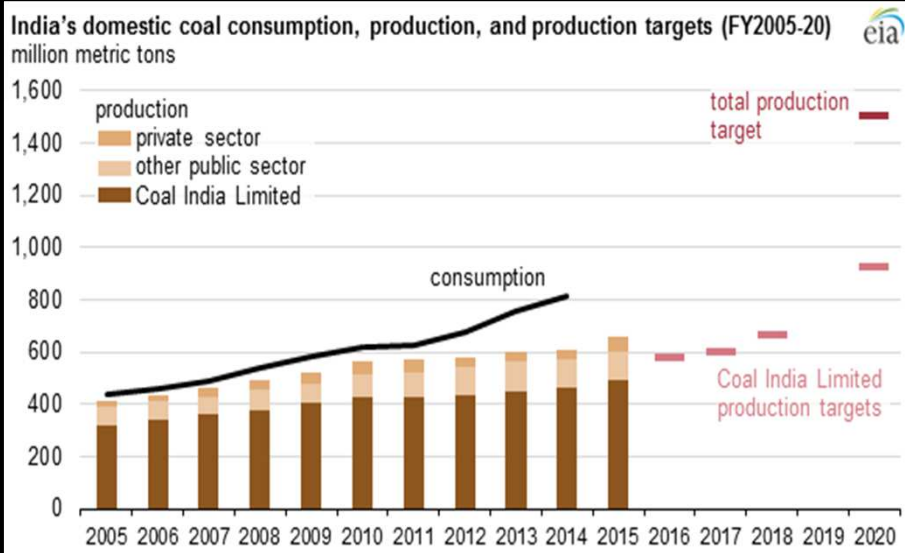


Source: Thomson Reuters Datastream, BP

Reuters graphic/Scott Barber 11/6/2015

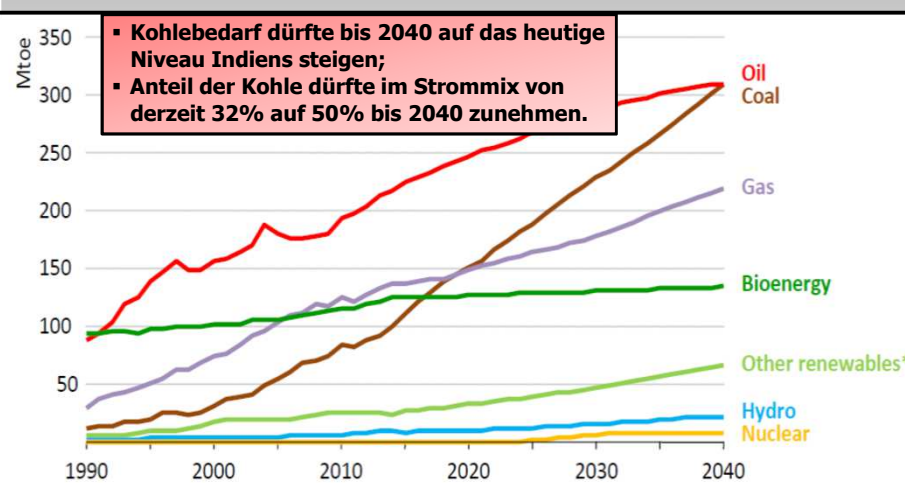
Source: Reuters 2015

## Indien: Verdoppelung der Kohlenförderung (2005-2020)



Source: EIA 2015

## Südostasien (ASEAN): Energiebedarf wird um 80% bis 2040



\*Includes solar PV, wind, and geothermal.

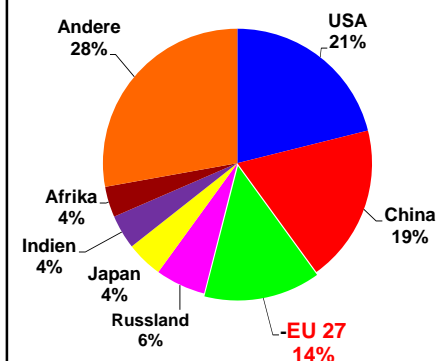
Source: EIA 2015

**Der deutsche Klimaökonom Ottmar Edenhofer in einer neuen Studie zu “Treibern der Renaissance von Kohle” vom Juli 2015:**

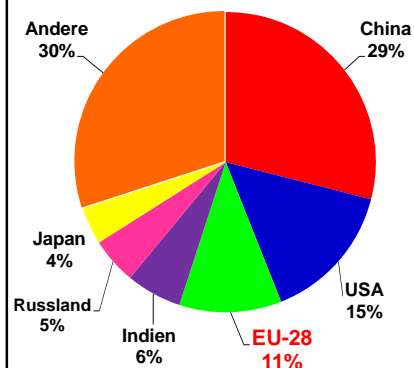
- **Ergebnis:** “die Renaissance der Kohle findet nicht nur in China und Indien statt, sondern in einer Vielzahl von Entwicklungsländern - besonders in den armen, schnell wachsenden Ländern vor allem in Asien - als Folge von (relativ) geringen Kohlepreisen”.
- **Schlussfolgerung:** “es werden realisierbare Alternativen zu billiger Kohle benötigt, um die Teilnahme der Entwicklungsländer bei der Abschwächung des Klimawandels zu gewährleisten”.

**EU-28: Global abnehmender Anteil der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen 2005-2012**

Die weltweit größten CO<sub>2</sub>-Emittenten in 2005 (Globale Anteile)



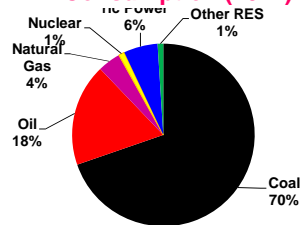
Die weltweit größten Emittenten von CO<sub>2</sub> in 2012 (Globale Anteile)



Sources: Dr. Frank Umbach based on European Commission, Joint Research Center.

## Rolle der Kohle in China und Indien

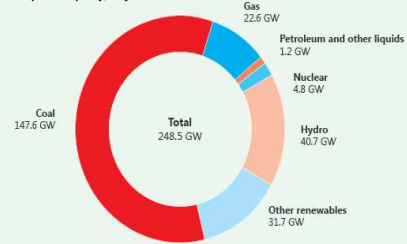
### China - Total Energy Consumption (2011)



**11/2015:** China emittierte in den letzten Jahren bis zu 17% mehr CO<sub>2</sub>-Emissionen auf der Basis von rund 1 Mrd. t höherem Kohleverbrauch (mehr als die gesamten Emissionen fossiler Energieträger in D).

Quelle: IEA 2014.

### India's installed power capacity, May 2014

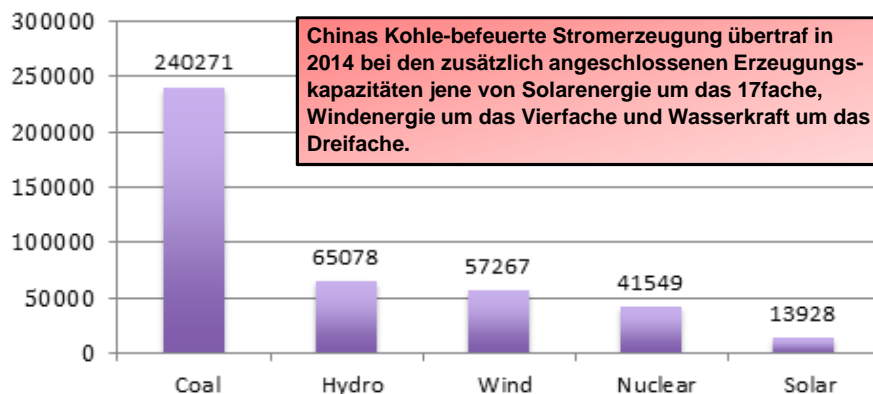


Sources: EIA, India's Central Electricity Authority

13

## China: Zuwachs der Stromerzeugung nach Energieträgern in 2014

### China electric generation capability additions 2014 (GWH)

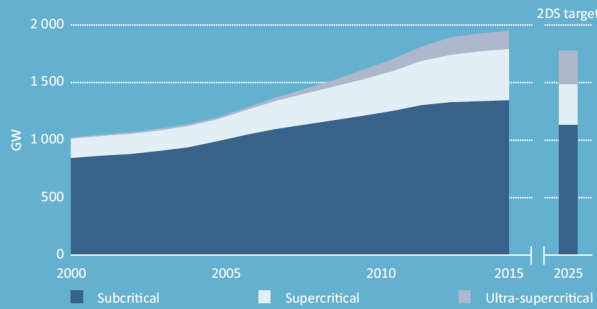


Chinas Kohle-befeuerte Stromerzeugung übertraf in 2014 bei den zusätzlich angeschlossenen Erzeugungskapazitäten jene von Solarenergie um das 17fache, Windenergie um das Vierfache und Wasserkraft um das Dreifache.

Source: CATF from China National Energy Administration website for GW, accessed 17 February 2014. Assumed capacity factors: fossil (58% per IEA WEO 2013); hydro (34% per IEA WEO 2013); wind (33%); solar (15%).

## Effizienzgradkapazitäten des weltweiten Kohlekraftwerksparks (2000-2015/25)

### 2.18 Coal capacity deployment

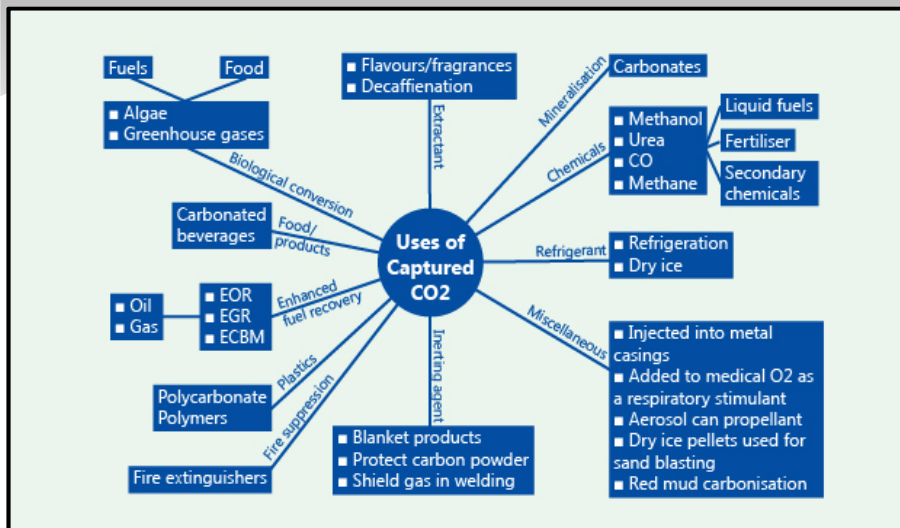


# 33%

GLOBAL FLEET  
AVERAGE  
EFFICIENCY,  
COMPARED  
TO 46%  
WITH ULTRA-  
SUPERCRITICAL

- **2012: Über die Hälfte aller neu gebauten Kohlekraftwerke in der Welt basierten auf ineffizienten subkritischen Kohletechnologien (<40%)!;**
- **Die modernsten Kohle-KW (>45%) produzieren 1/3 mehr Strom als jene mit durchschnittlichem Effizienzgrad (~33%);**
- **Würden alle weltweiten Kohlekraftwerke in 2040 mit einem optimalen Effizienzgrad von >45% im Betrieb sein, könnten die globalen Emissionen um 17% verringert werden!**

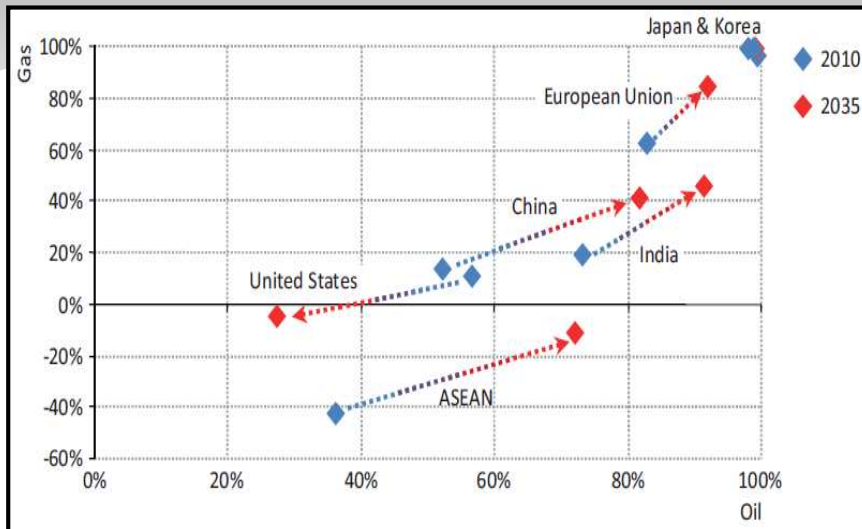
## Verwendungsmöglichkeiten von gespeichertem CO<sub>2</sub>



Source: Interfax/NGD 2014

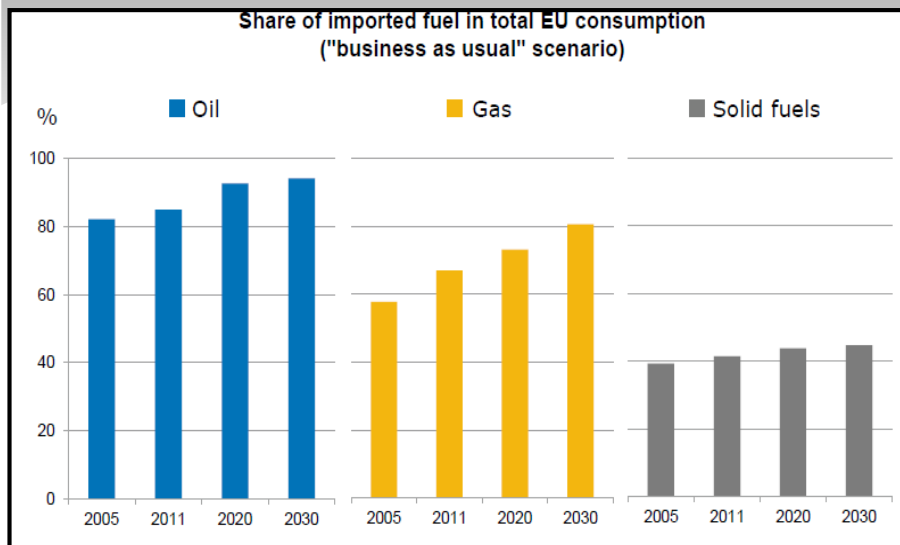


## Netto-Öl- und Gas Abhängigkeiten verschiedener Länder und Regionen 2010-2035



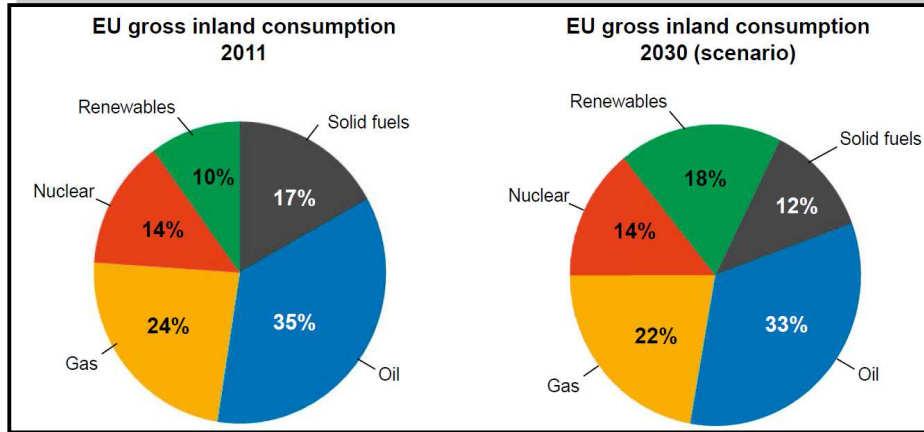
Quelle: IEA-WEO 2012

## Europas Energieimportabhängigkeiten



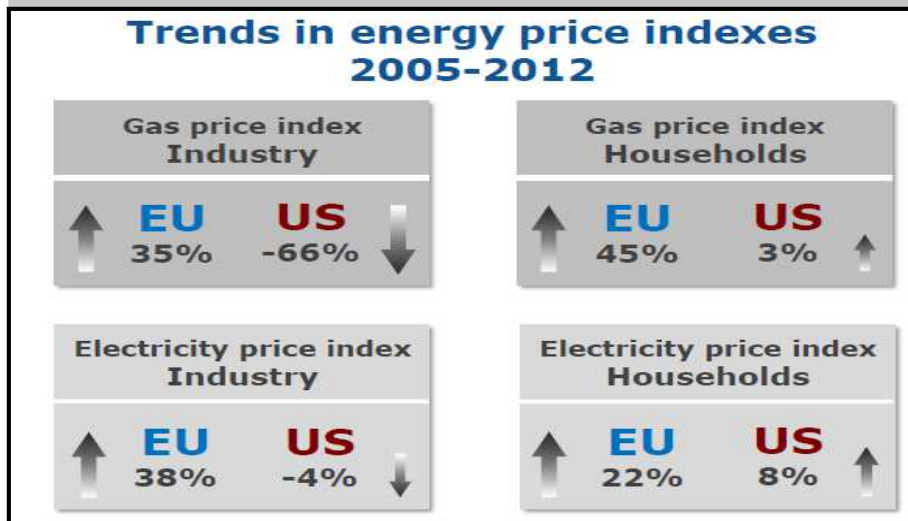
Quelle: European Commission 2013

## Europas sich wandelnder Energiemix



Quelle: European Commission 2013

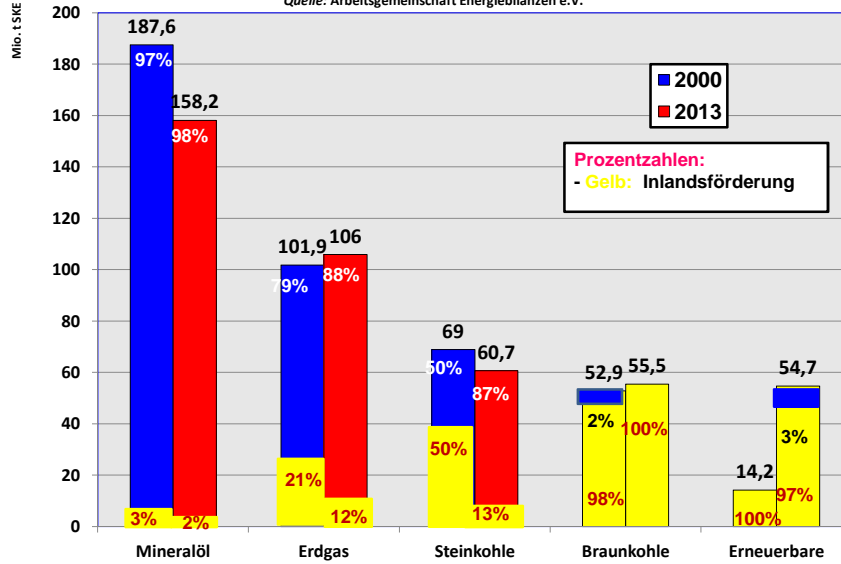
## Trends bei Energie-Preisindexe 2005-2012



Source: J.M. Barroso at the European Council, 22 May 20013

## Anteil der Inlandsförderung am Primärenergieverbrauch in Deutschland 2000 und 2013

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.

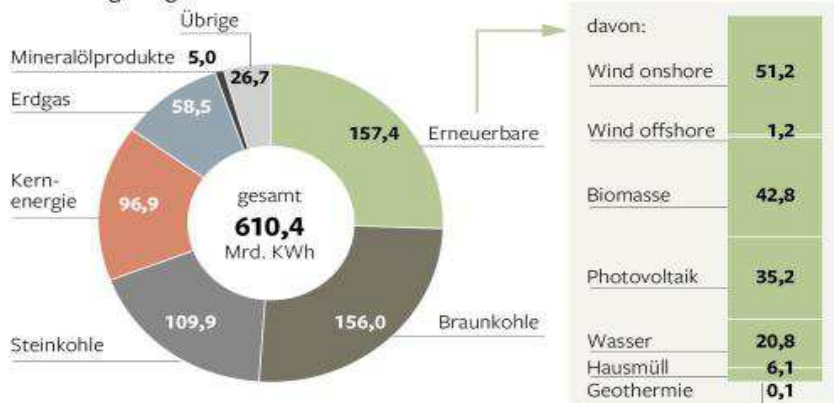


Quelle: FU, basierend auf AG Energiebilanzen e.V.

## Deutschland: Stromerzeugung 2014

### STROMERZEUGUNG IN DEUTSCHLAND 2014

nach Energieträgern in Milliarden Kilowattstunden



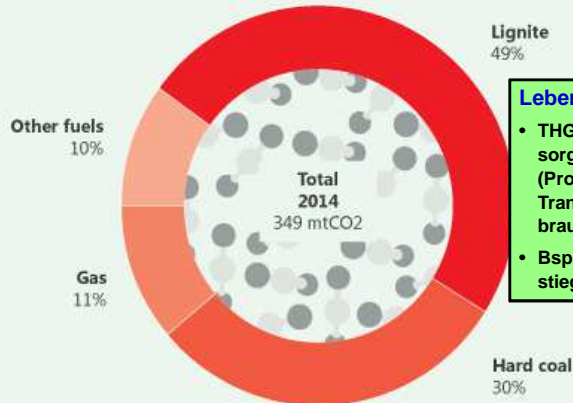
DIE WELT

QUELLE: BUNDESVERBAND DER ENERGIE- UND WASSERWIRTSCHAFT

Quelle: Die Welt 2015

## Deutschland: CO<sub>2</sub>-Emissionen im Kraftwerkssektor 2014

Carbon dioxide emissions from the German power sector in 2014



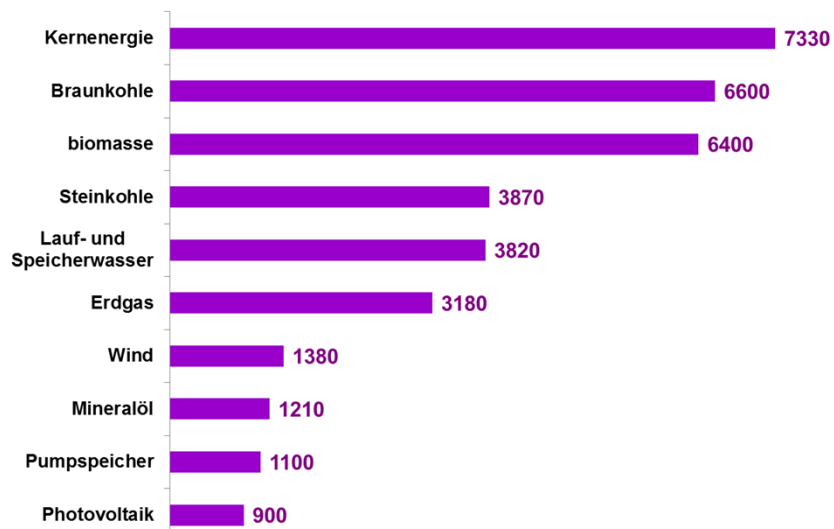
### Lebenszyklusanalysen:

- THGE in gesamter Versorgungskette beachten (Produktionsstandorte + Transportwege, Endverbrauch);
- Bsp.: Steinkohlenausstiegsentscheidung 2006

Source: Öko-Institut

Source: Interfaxenergy.com 2015

## Abbildung: Jahresvolllaststunden der deutschen Kraftwerke 2010



Quelle: BDEW

## Strategische Bedeutung der Kohle für die deutsche Chemie-Industrie

- **Enquete-Kommission des Landtags von Nordrhein-Westfalen (04/2015):**
  - Kohlechemie bietet innovative wirtschaftliche Perspektiven für Abbaureviere und eine verbesserte Klimabilanz von Kohle, da die Hälfte des Kohlenstoffs in Produkten gebunden wäre;
  - Abhängigkeit vieler Produktionsprozesse von importiertem Erdöl könnte vermindert werden;
  - Kohlechemie ließe sich auch mit EE und Wasserstoffprozessen koppeln;
  - In China und Indien existieren Chemieanlagen auf Steinkohlenbasis, die bei einem Ölpreis von 70 € pro Barrel und einem Steinkohlepreis von 50 € pro Tonne Steinkohleeinheit wirtschaftlich betrieben werden können;
  - Studien veranschlagen die Förderkosten der Braunkohle auf 10 bis 20 € je Tonne (in Steinkohleeinheiten umgerechnet sind dies 20 bis 40 € je Tonne). Damit läge die Braunkohle als Einsatzstoff der chemischen Industrie rein rechnerisch in einem wirtschaftlich realistischen Bereich;
  - Chemische Industrie in D verwendet derzeit 8,6 Mio. t Olefine, die sie zu Kunststoffen (Ethylen, Propylen) weiterverarbeitet. Dafür werden als Rohstoff heute 15 Mio. t Erdöl pro Jahr eingesetzt - dies entspricht einem energetischen Äquivalent von 71 Mio. Tonnen Braunkohle.

## Ergebnisse der Studie I

- **„Energietrilemma“:** Gleichgewicht zwischen Versorgungssicherheit, Umwelt-/Klimaschutz und Wettbewerbsfähigkeit muss gewahrt werden;
- Kohle hat nicht nur strategische Bedeutung für Energiesektor, sondern ist auch Grundstoff in der Chemie-Industrie u.a.;
- **Herausforderungen des globalen Klimaschutzes:**
  - Pragmatische Lösungen statt unilaterale Alleingänge notwendig;
  - Lösungen notwendig auch für bestehenden Kraftwerkspark (wie z.B. weltweite Kohlekraftwerke) notwendig: Modernisierung und Effizienzsteigerungen als aktiver Beitrag zum globalen Klimaschutz;
  - **Beachtung von „Carbon Leakage-Effekten“ (nur Verlagerung von THGE ins Ausland):**
    - Bsp. Ausstieg aus heimischer Steinkohlenförderung in 2006;
    - Brennstoffwechsel von Kohle zu Gas: USA als Vorbild?
    - *Carbon Leakage*: Reduzierung nationaler THGE, aber Zunahme globaler THGE.
  - **Entscheidend:** weltweite Kohleentwicklung und künftigen THGE vor allem in USA, China und Indien und vielen anderen Entwicklungsländern (vor allem in Asien);
- **Europa:** zusätzliche nationale Minderungen haben keinen Einfluss auf europäische Höchstmenge, da deutsche Emissionsreduzierungen Teil des Bilanzraums Europas sind.

## Ergebnisse der Studie II

- **Kohleausstieg (kurzfristig) abgewendet?**
  - Kapazitätsabbau von 2.7 GW (13% der deutschen Braunkohle-Kapazitäten) bei RWE, Vattenfall und Mibrag und Überführung in eine strategische Reserve bis zur endgültigen Schließung in 2020;
  - Soll die CO<sub>2</sub>-Emissionen um bis zu 12.5 Mio. t verringern;
  - Kritik an „teurer Abwrackprämie“ von 1,6 Mrd. Euro; (Versorgungssicherheit kostet aber Geld; Subventionen bei EE belaufen sich in 2016 auf rund 23 Mrd. Euro mit Ökostrom-Umlage auf neuem Rekordniveau);
- **Folge westlicher Exportverbote und Exportrestriktionen von sauberen Kohlekraftwerkstechnologien:** Anstieg von (Chinas) Exporten von weniger kostspieligen Kohlekraftwerken und –technologien mit geringeren Effizienzgraden → **global höhere THGE.**
- **Kohleexportkreditfinanzierung in USA und F:** soll nur noch in Ausnahmefällen und unter Voraussetzung der CCS/CCUS-Technologienutzung erfolgen;

27

## Ergebnisse der Studie III

- **„Deutschland – Exportmöglichkeiten für saubere Kohlekraftwerke- und –technologien (CCTs):**
  - Förderung der EE prioritär in Entwicklungsfinanzierung;
  - In Partnerländern der Entwicklungspolitik sollen künftig keinerlei Neubauten von Kohlekraftwerken sowie auch keine Ertüchtigung bereits stillgelegter Kohlekraftwerke mehr unterstützt werden;
  - **Einsatz modernster und effizientester Technologien in der internationalen Kohlefinanzierung prinzipiell nur in Ausnahmefällen und unter Voraussetzung zahlreicher Bedingungen möglich - wie:**
    - Länder müssen über eine nationale Klimaschutzpolitik- und –strategie verfügen;
    - In Partnerländern dürfen keine ausreichenden Alternativen im Bereich der EE zur Verfügung stehen und deren Mehrkosten können nicht gedeckt werden können;
    - Vorhaben müssen einen „signifikanten Beitrag zur Energieversorgungssicherheit“ leisten und besseren Zugang zu Energie für ärmere Bevölkerungsteile gewährleisten;
    - Die besten Technologien müssen genutzt werden und späteren Einsatz von CCS ermöglichen (Anlagen mit Blockgrößen von >500 MW: Wirkungsgrad bei Braunkohle-KW: >43% und Steinkohle-KW: >44%)

## Ergebnisse der Studie IV

### ➤ EU-28/Europa:

- 2013: Kohle sichert 18% des PEV und 27% der Stromerzeugung;
- gegenüber USA ohne Kohle kurz- und mittelfristig kaum konkurrenz-fähig, da die Kohlepreise sich mehr als verdoppeln müssten, damit Gas Kohle im Kraftwerkssektor ersetzen könnte;
- Beibehaltung der Kohle auf einem niedrigeren Niveau in einem breiten EU-Energiemix sichert Konkurrenz im Brennstoffmix als wirksamer Schutz gegen Preis-macht und Risiken oligopolistischer Strukturen in der Gasversorgung Europas.
- Ausstieg aus Kohle könnte nicht nur Kohleindustrie, sondern vollständige Wertschöpfungsketten bis hin zum integrierten Fertigungssektor betreffen;
- **Deutsche Energiewende ist keine Blaupause für Europa und die Welt, da sie zwei parallele, hochsubventionierte Energiesysteme schafft;**

### ➤ Saubere Kohletechnologien (CCTs) und CCS/CCUS:

- bleiben entscheidend für Klimastrategien und weltweiten Klimaschutz;
- Müssen nicht nur bei Kohle-, sondern auch bei Gas-, Öl-befeuerten Kraftwerken sowie der gesamten Energie-intensiven Wirtschaft eingeführt werden (sollen rund 20% der bis 2050 zu reduzierenden THGE gewährleisten – Alternative?);
- Technologieführerschaft bei CCTs liegt *noch* in Europa;
- Ohne Modernisierung und Effizienzsteigerung des bestehenden globalen Kohlekraftwerksparks durch europäische, westliche Technologiefirmen sind ambitionierte globale Klimaziele noch unrealistischer.

29

Vielen Dank für die  
Aufmerksamkeit!

30