



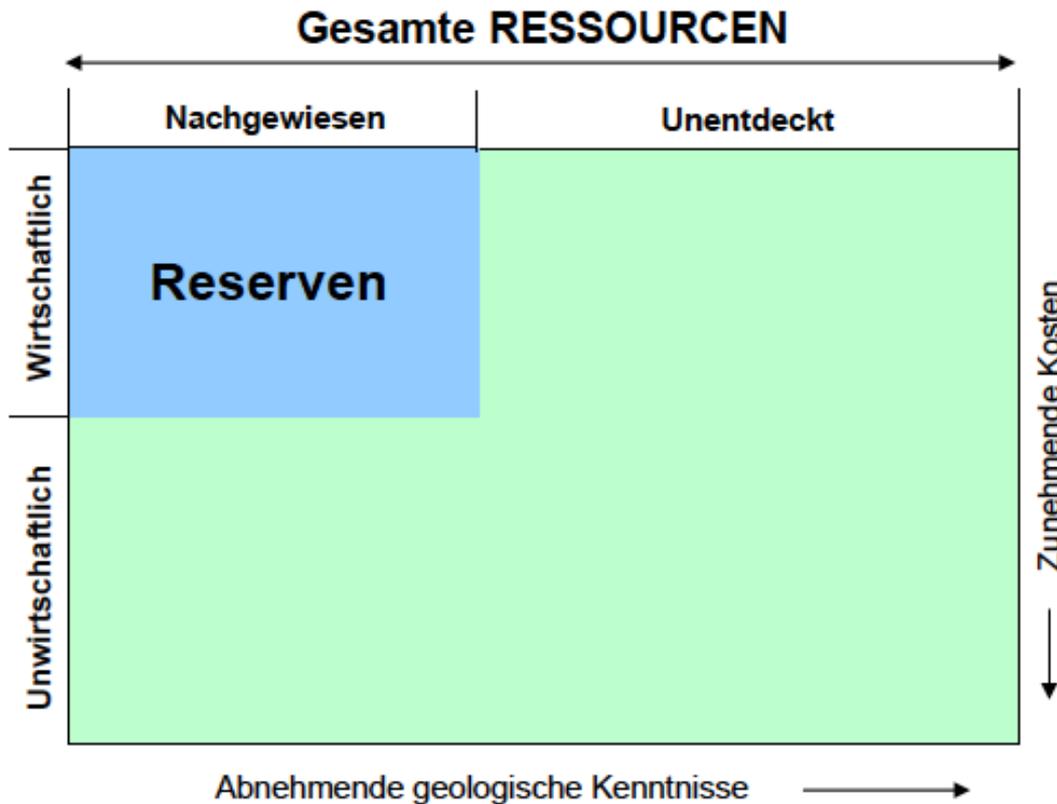
Rohstoffe als
Treiber und
Begrenzung der
Energiewende?



Kernfragen

- Wie weit reichen fossile Rohstoffe und Kernbrennstoffe?
- Wieviel können wir davon nutzen?
- Welche Potentiale erneuerbarer Energien haben wir in Deutschland?
- Welche neuen Rohstoffabhängigkeiten entstehen dadurch und schränken ggf. die Potentiale ein?

Reserven und Ressourcen



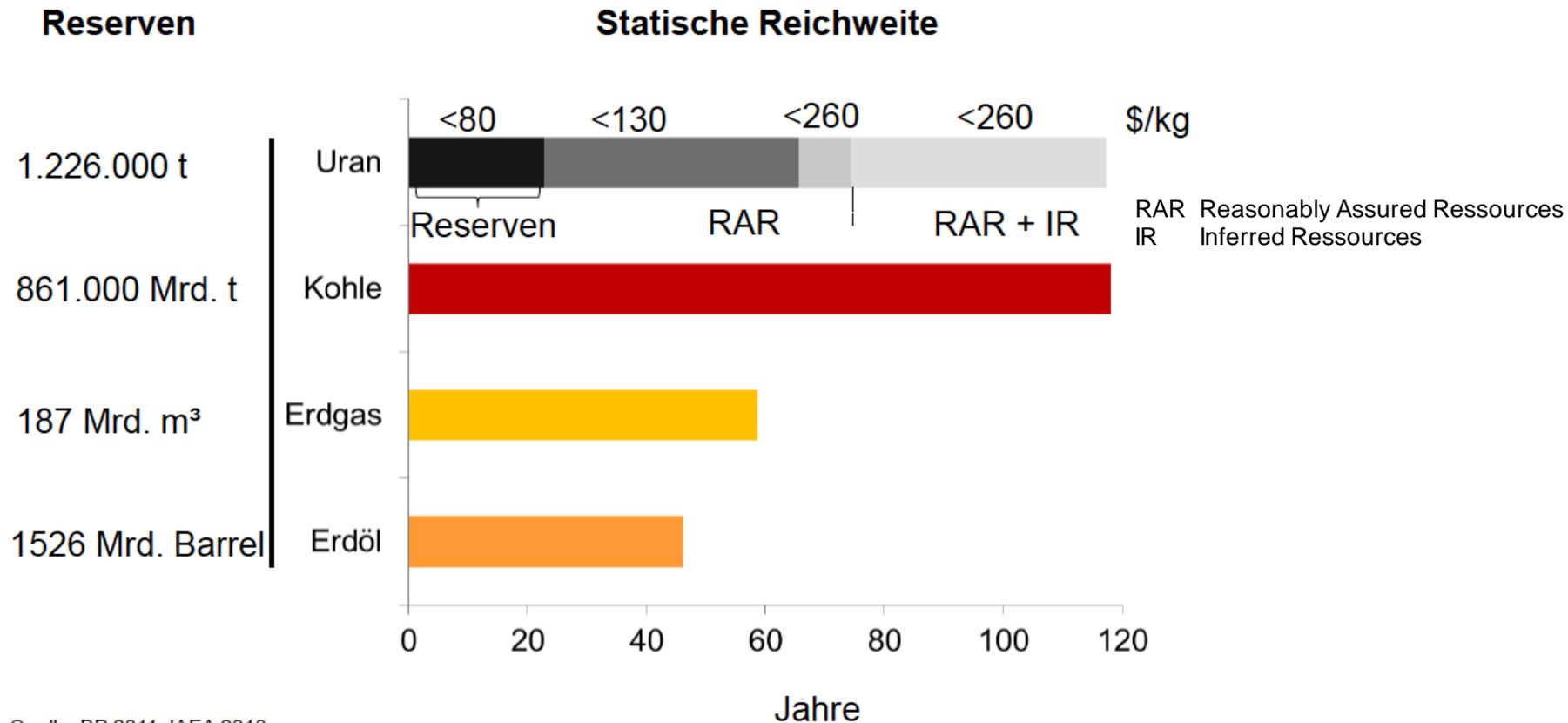
Reserven

Teil der Energie-ressourcen, der derzeit technisch und wirtschaftlich abbaubar ist (hinreichend geringe Förderkosten, zu kostendeckenden Preisen vermarktbar)

Ressourcen

Alle nachgewiesenen & vermuteten nutzbaren Energierohstoffe, auch wenn Sie heute noch nicht wirtschaftlich gewinnbar sind

Statische Reichweite (konstanter Verbrauch und Förderung bekannter Reserven mit bekannten wirtschaftlichen Technologien)

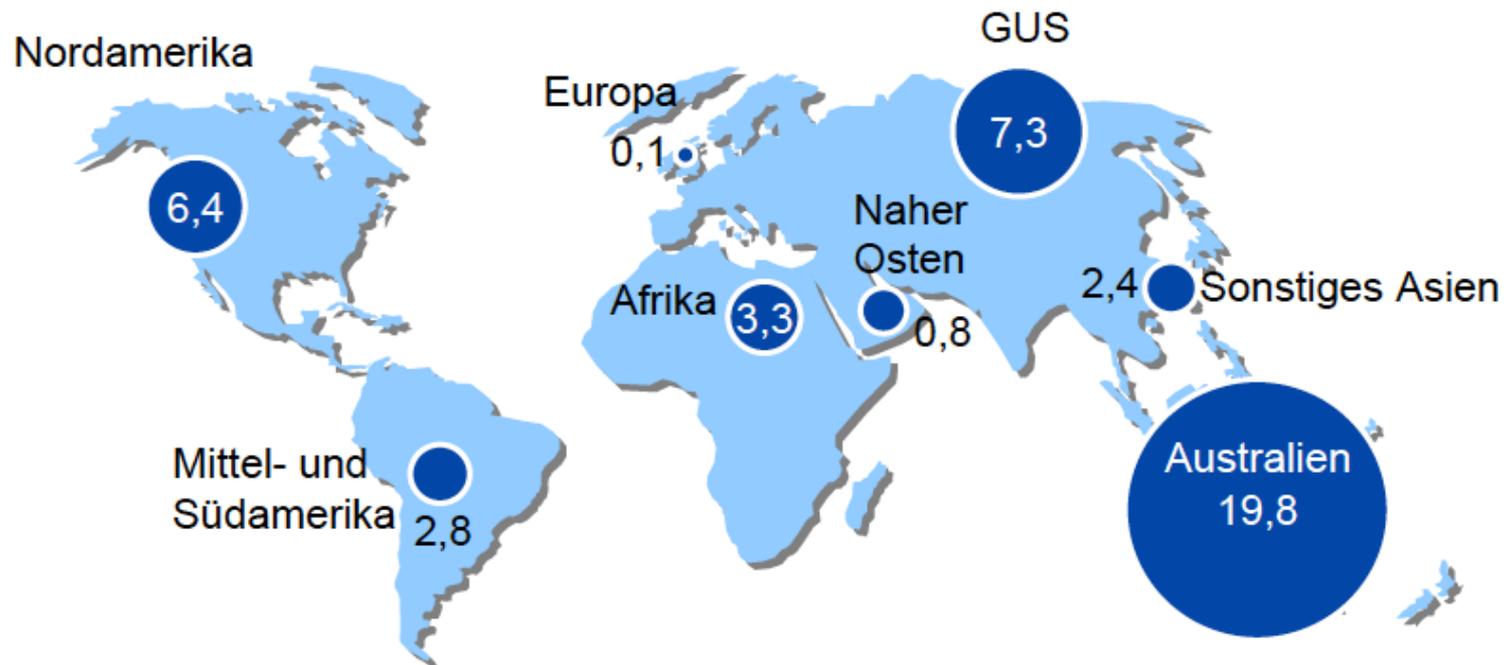


Quelle: BP 2011, IAEA 2010

Uran



Verteilung der Uranreserven (in Mrd. t SKE)



Insgesamt: 42,9 Mrd. t SKE

Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen, Hannover, 2010

Reichweite von Uran bis zu 400 Jahre

Beispiel:

(Quelle: H.M. Prasser, Prof. für Kernenergiesysteme, ETHZ, 2009)

Xiaolongtang Guodian Power, Flugasche aus 2 Steinkohlekesseln:

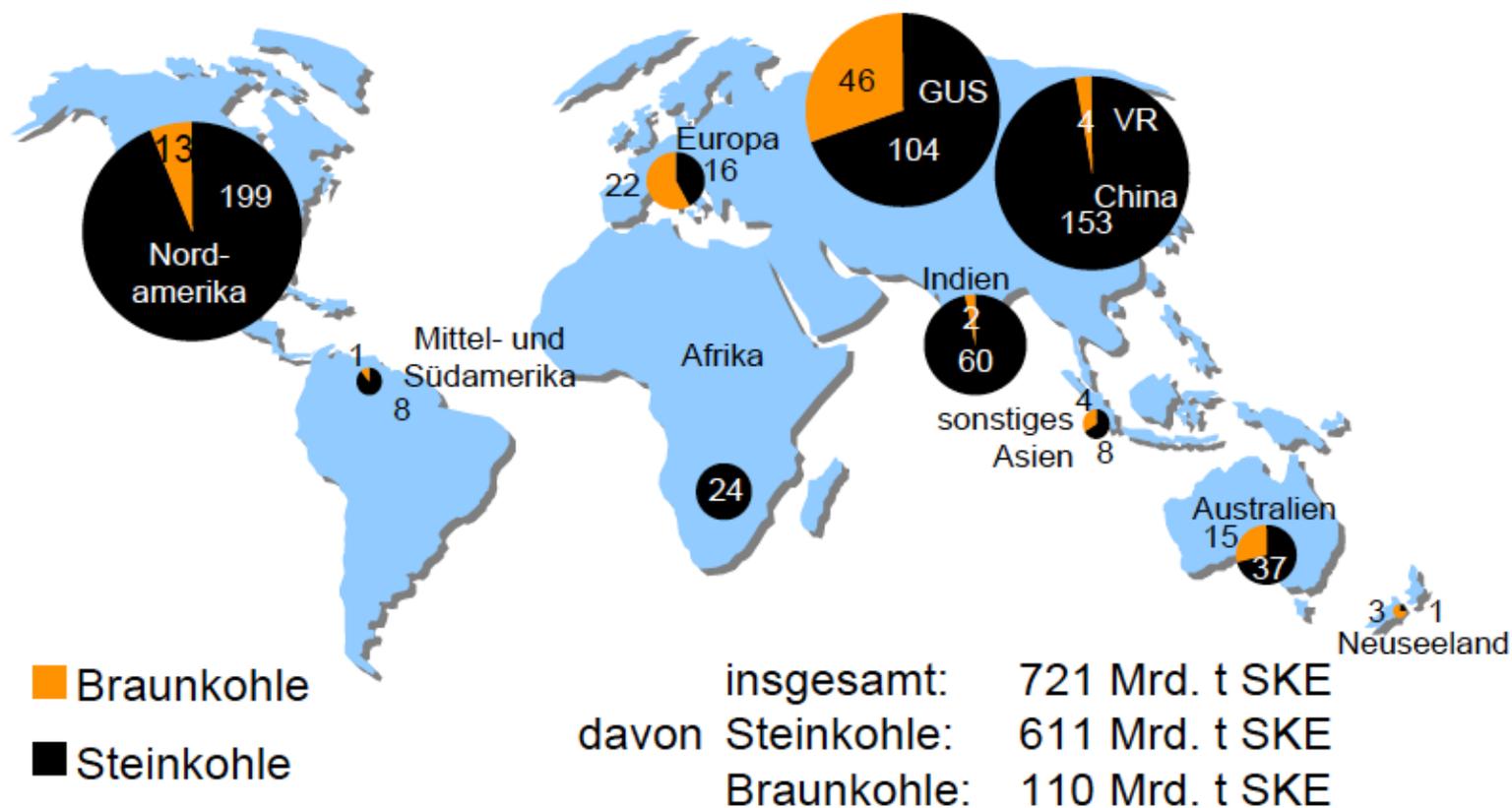
- Existierende Deponie: ca. 5,5 Mio. t Flugasche = 1.200 t Uran
- Umsatz: 600 kt/a Flugasche = 125 t/a Uran
- Reichweite der örtlichen Kohlevorkommen: 20 Jahre

- Zum Vergleich: Jahresverbrauch ca. 70.000 t Uran

Kohle



Verteilung der Kohlereserven (in Mrd. t SKE)



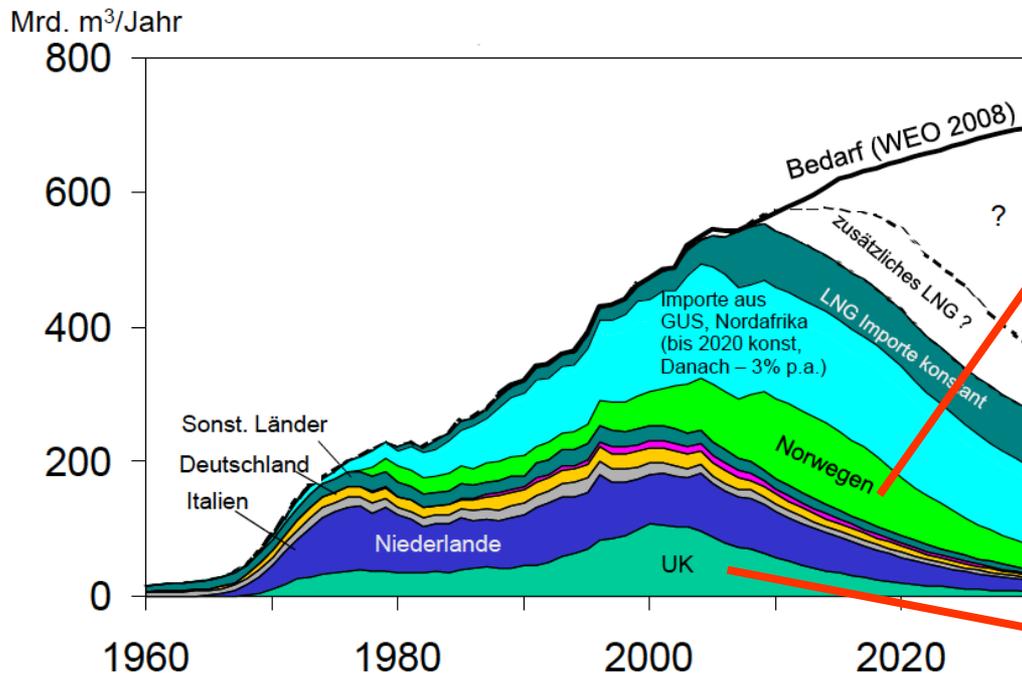
Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen, Hannover 2010

Erdgas

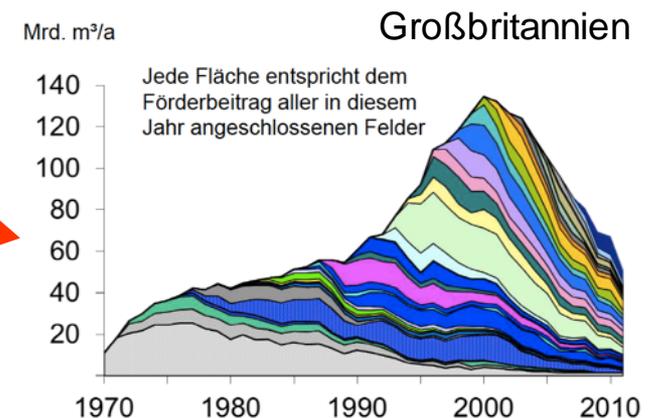
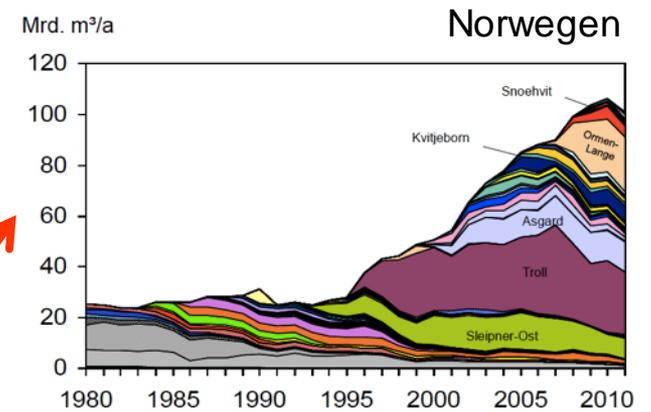


Tight Gas-Feld in USA

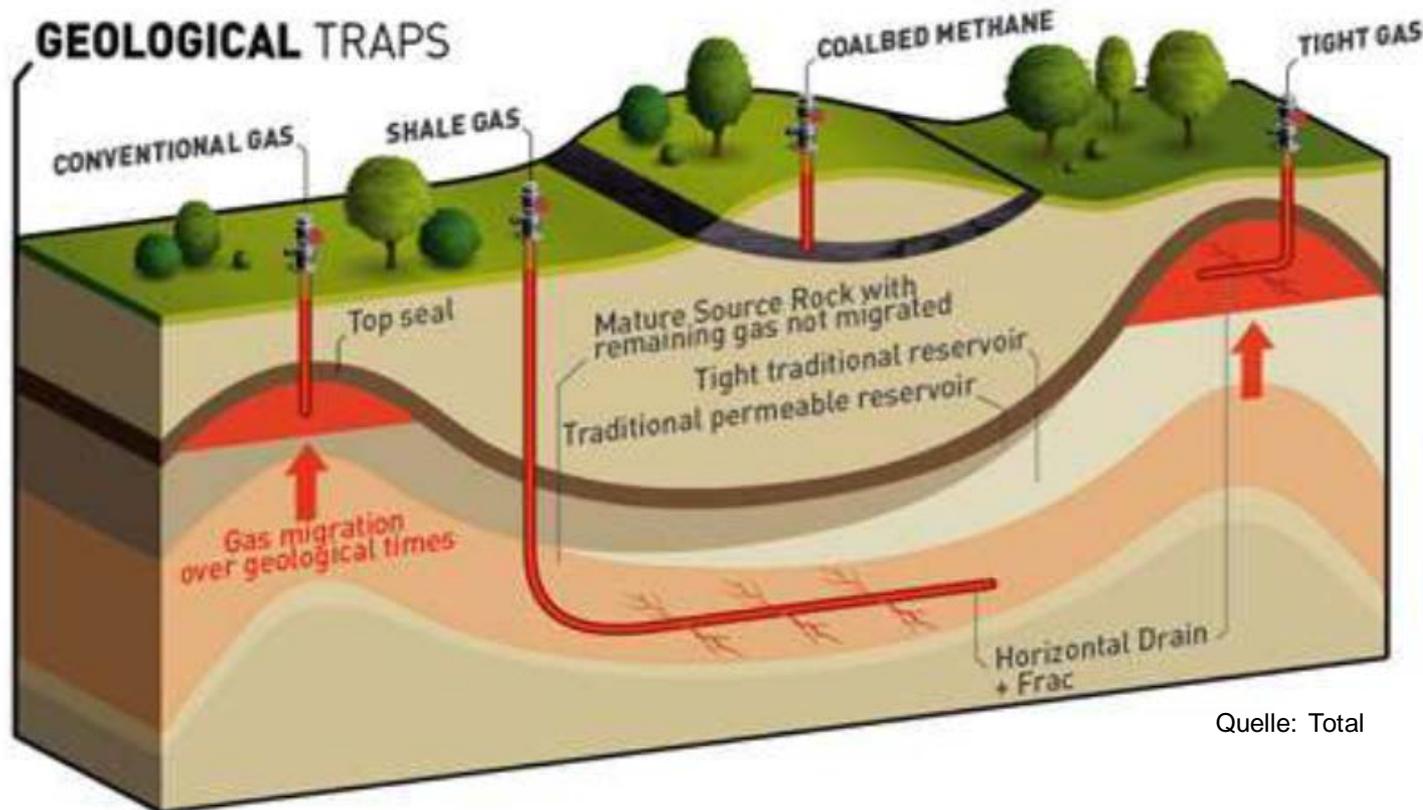
Gasbedarf für Europa und Förderung



Historical data: OECD 2008, DTI 2009, NPD 2009, BP 2008; Forecast: LBST 2009

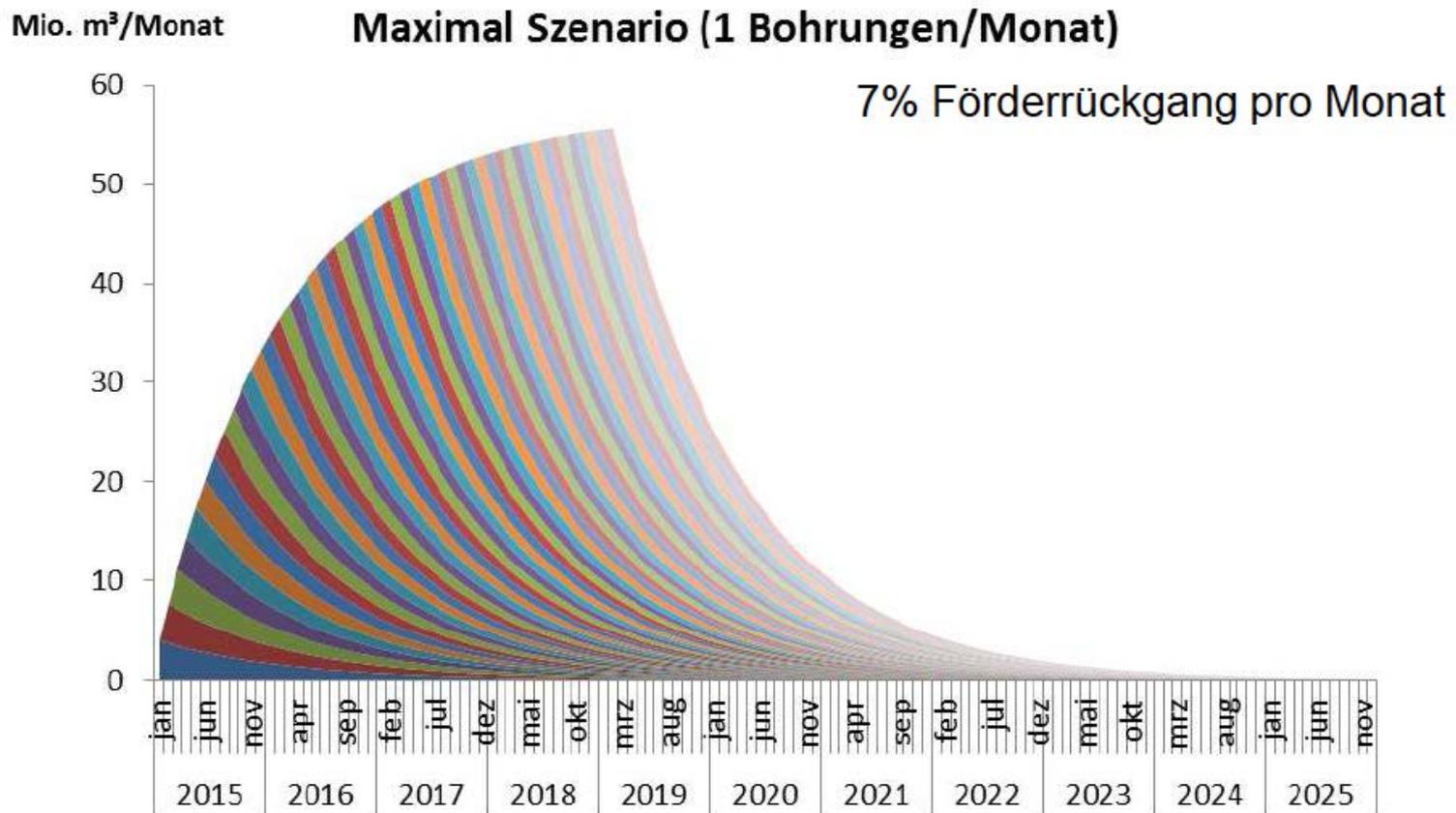


Arten der Gasförderung (konventionell und unkonventionell)



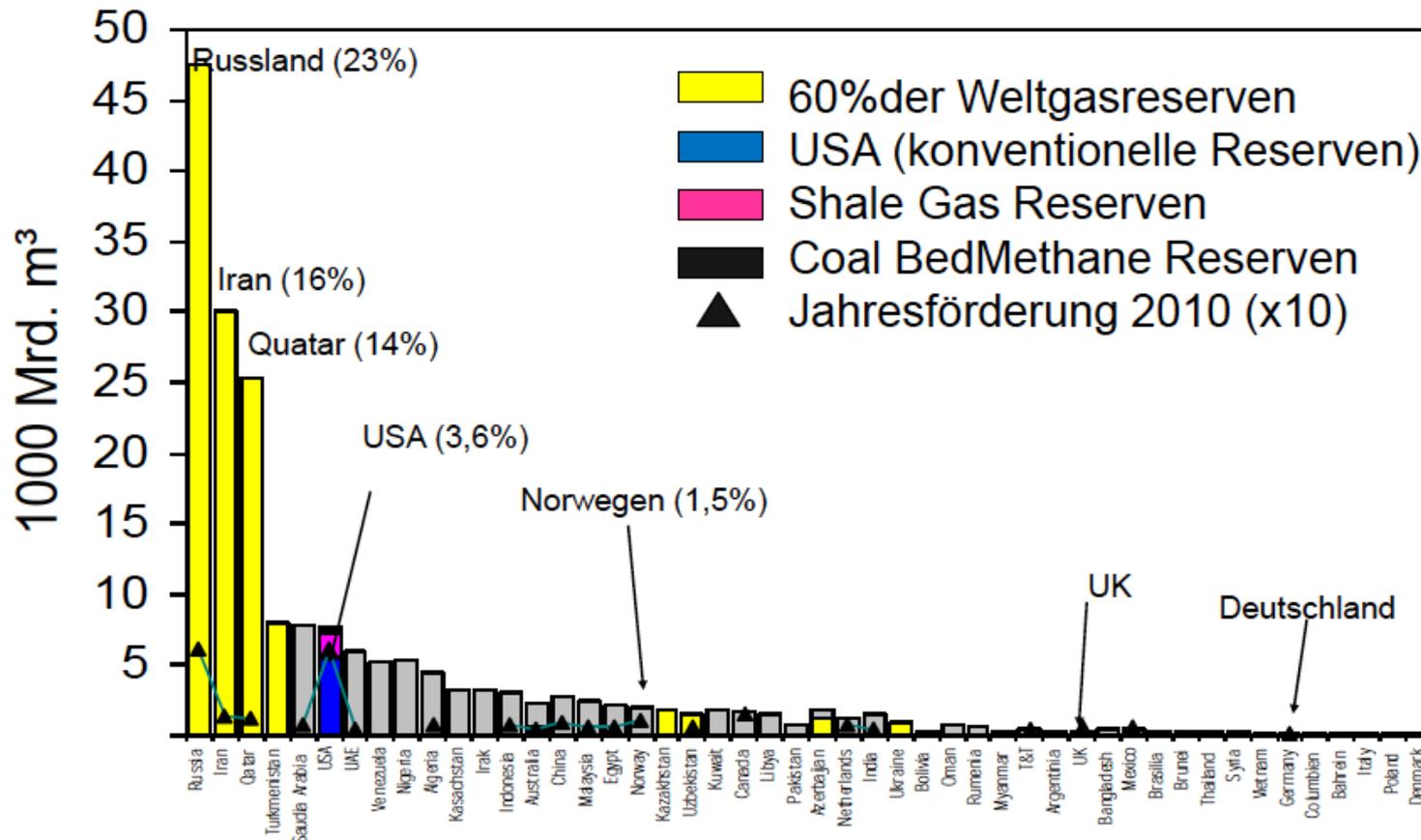
Quelle: Total

Simulation der Erschließung und Ausbeutung von Schiefergasfeldern



Quelle: Dr. Zittel, Ludwig Bölkow Systemtechnik

Gasreserven nach Staaten + Schiefergas in USA



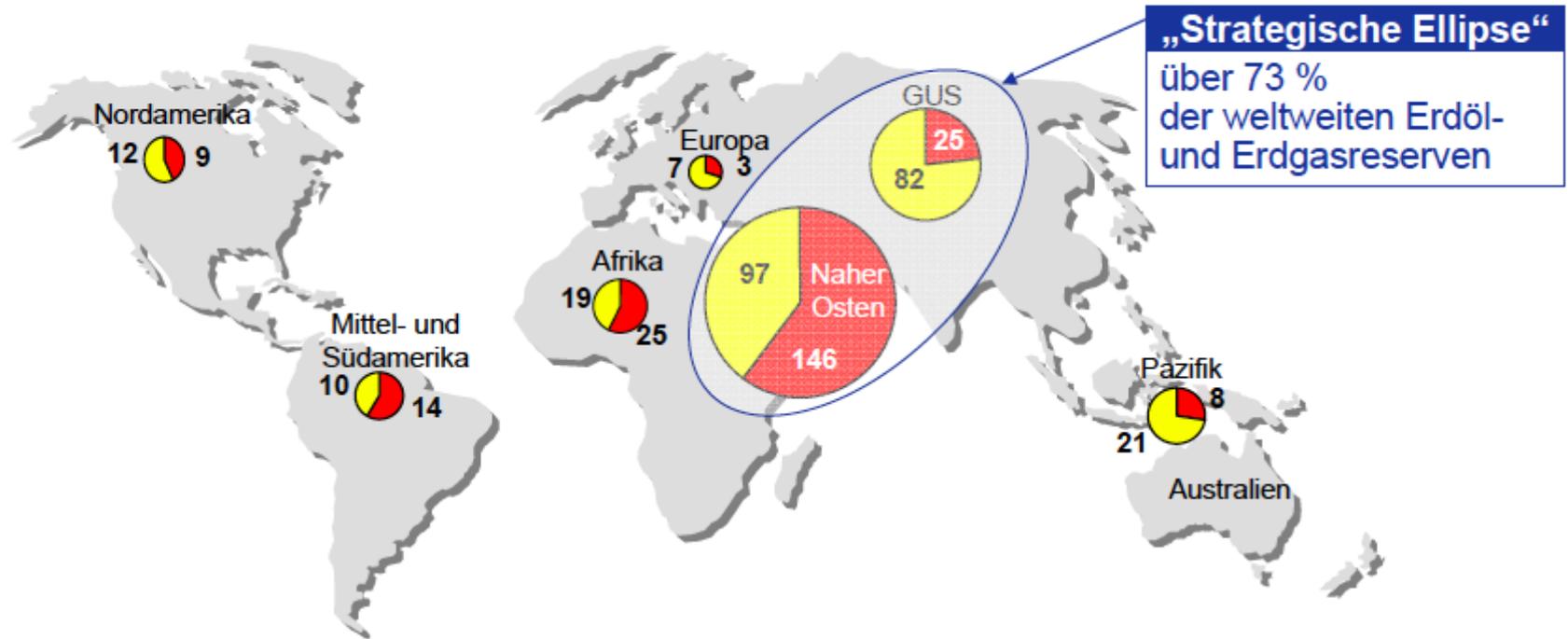
Quelle: DERA/BGR 2012

Erdöl



Quelle: Murray, J., King, D. in Nature, Vol. 481, 26. Jan. 2012

Verteilung der Reserven von Erdöl und Erdgas (in Mrd. t SKE)

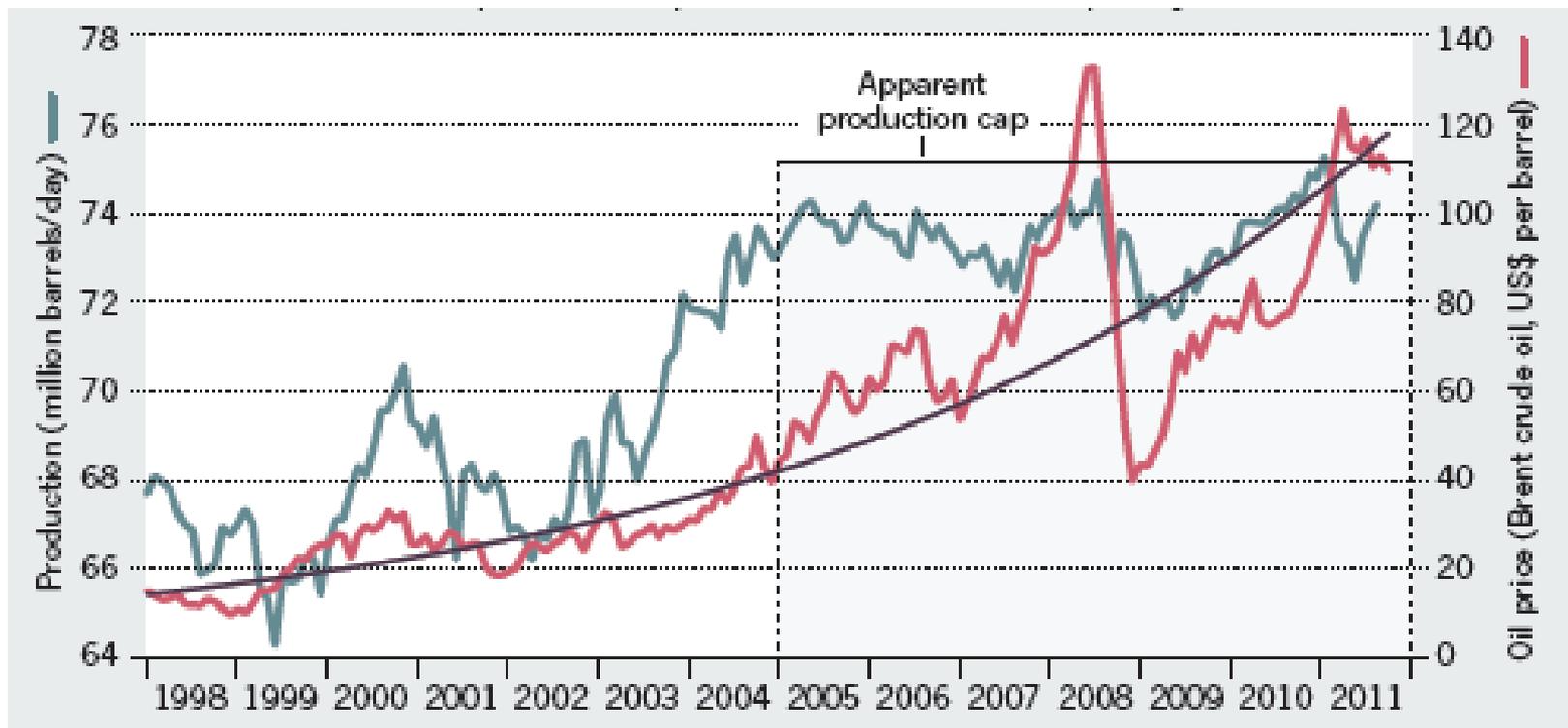


■ Erdöl insgesamt: 230 Mrd. t SKE

■ Erdgas insgesamt: 248 Mrd. t SKE

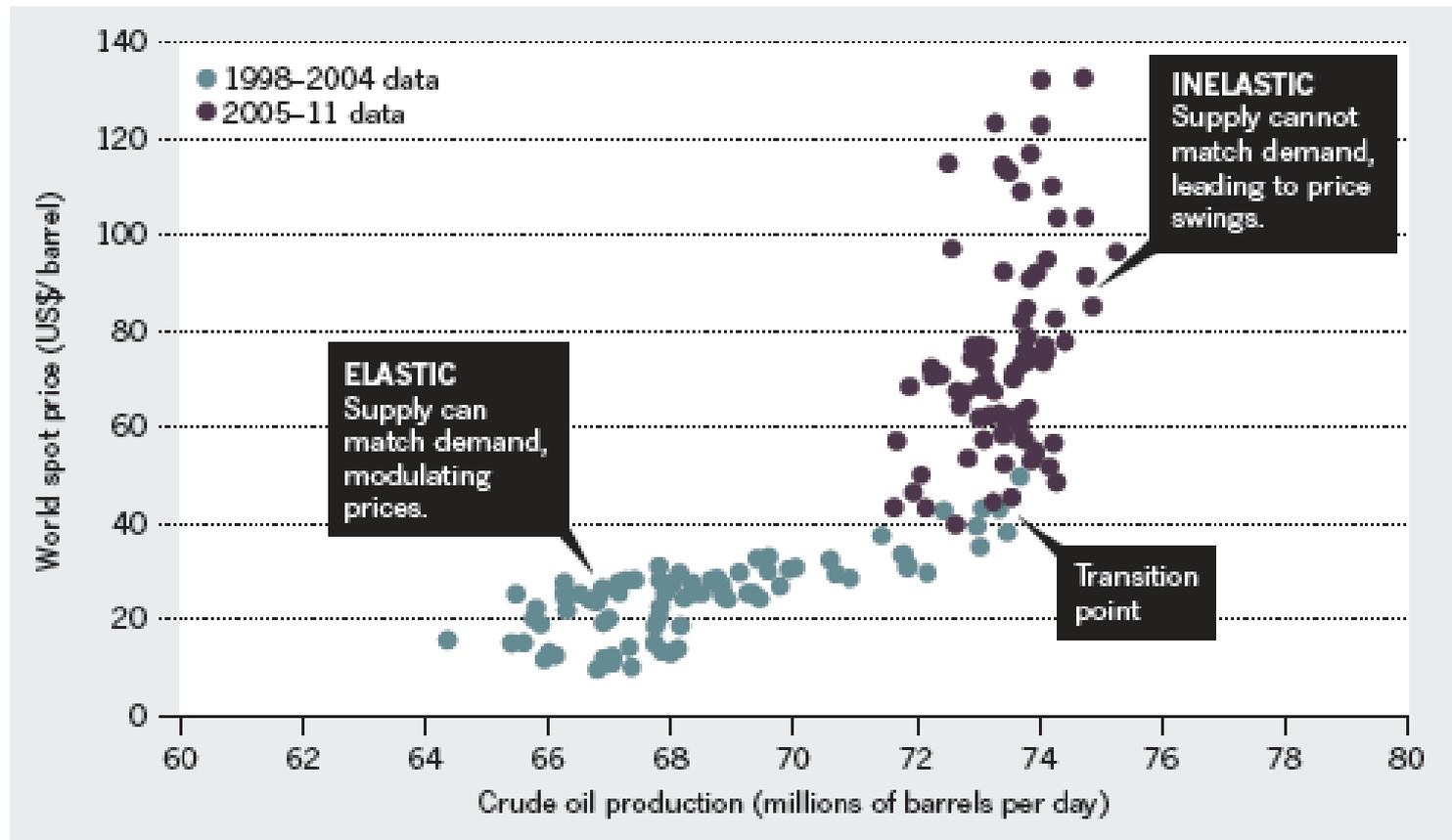
Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen, Hannover, 2010

Ölproduktion und Ölpreis seit 2005 Produktion auf Plateau bei starken Preisausschlägen



Quelle: Murray, J., King, D. in Nature, Vol. 481, 26. Jan. 2012

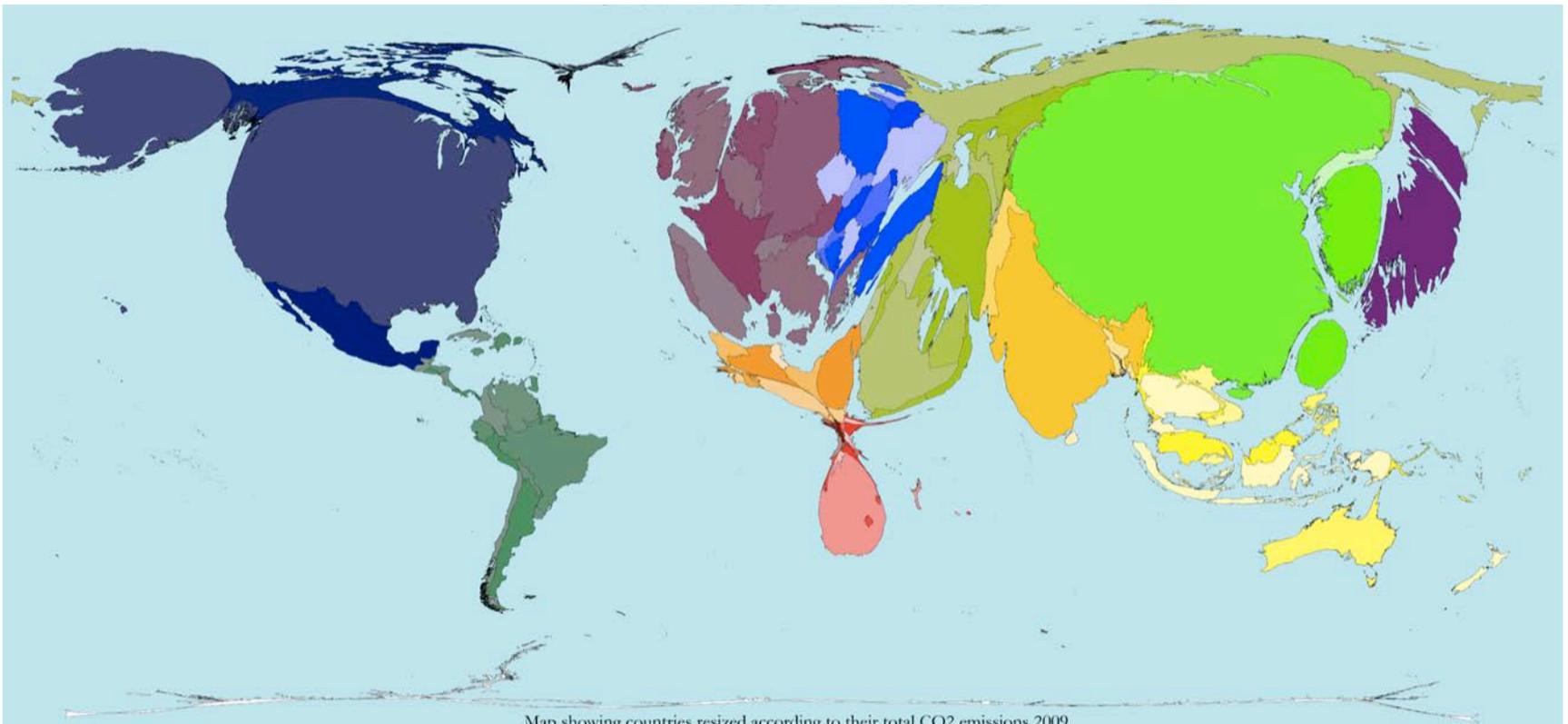
Zusammenhang zwischen Preis und Produktion ändert Verhalten



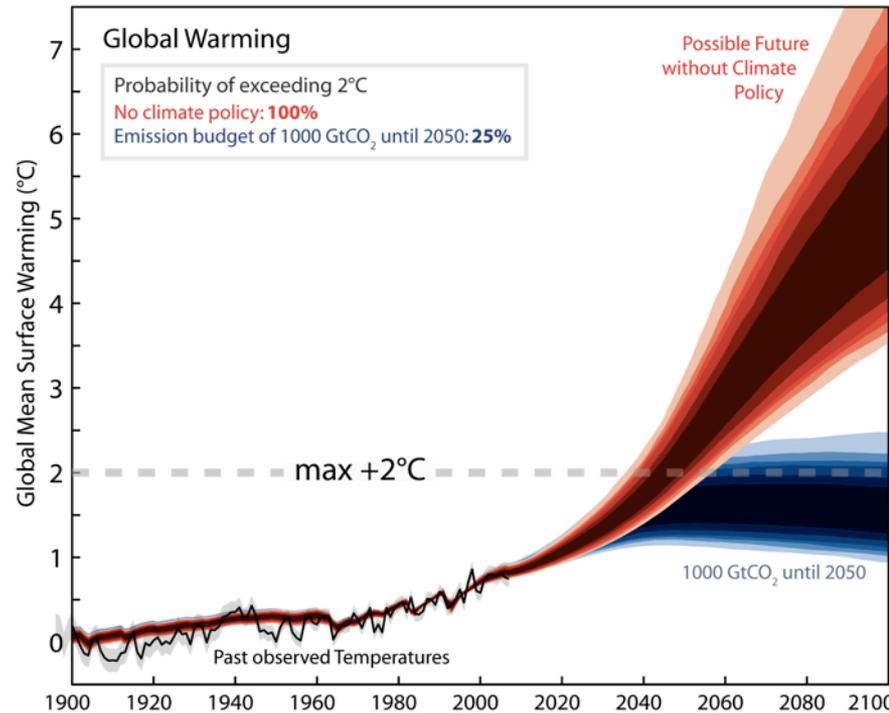
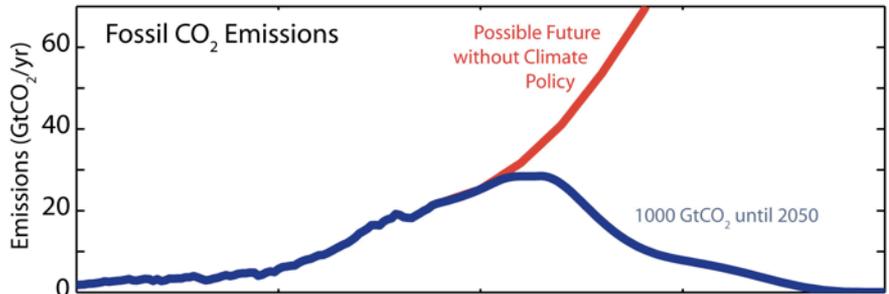
Kernfragen

- Wie weit reichen fossile Rohstoffe und Kernbrennstoffe?
- Wieviel können wir davon nutzen?
- Welche Potentiale erneuerbarer Energien haben wir in Deutschland?
- Welche neuen Rohstoffabhängigkeiten entstehen dadurch und schränken ggf. die Potentiale ein?

CO₂-Footprint – Ländergrößen im Verhältnis zur CO₂-Emission in 2009



Quelle: University of Sheffield

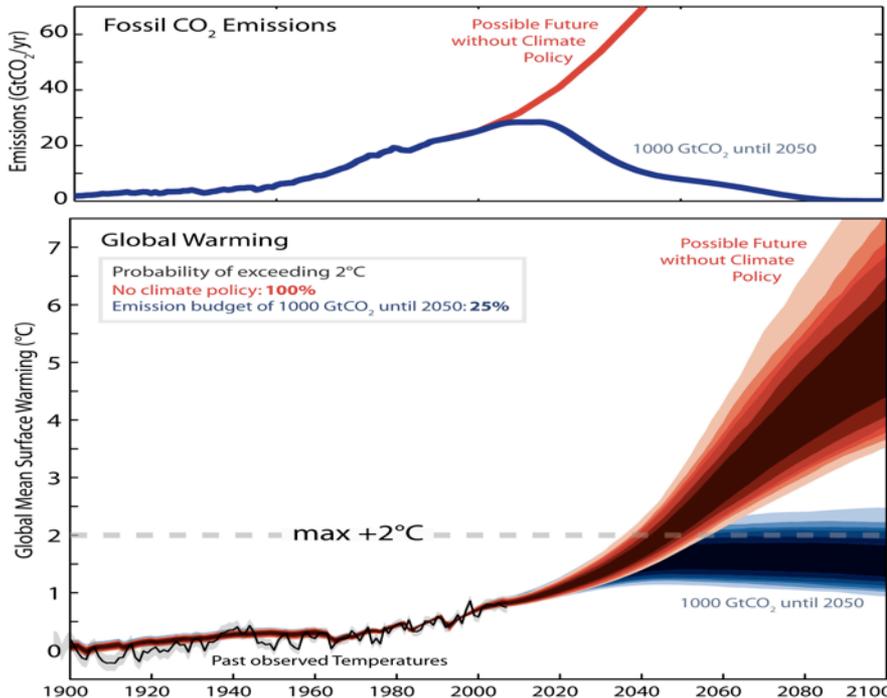


Quelle: M. Meinshausen et al. (2009)

Klimawandel und CO₂ Emission

- CO₂-Emission 2050
70% unter 1990
- 1000 Gt CO₂ von 2000-2050
- ca. 700 Gt CO₂ ab 2012



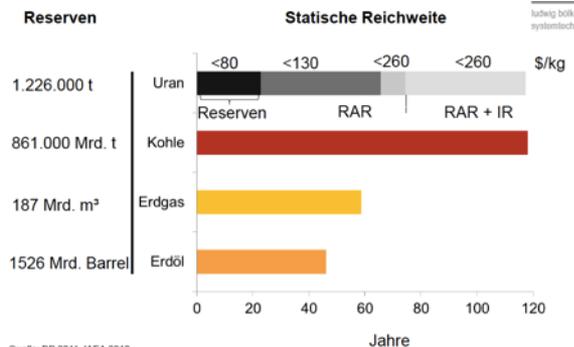


Klimawandel und CO₂ Emission

- CO₂-Emission 2050
70% unter 1990
- 1000 Gt CO₂ von 2000-2050
- ca. 700 Gt CO₂ ab 2012

x 4

2800 Gt CO₂ bei Verbrennung bekannter Reserven



Kernfragen

- Wie weit reichen fossile Rohstoffe und Kernbrennstoffe?
- Wieviel können wir davon nutzen?
- Welche Potentiale erneuerbarer Energien haben wir in Deutschland?
- Welche neuen Rohstoffabhängigkeiten entstehen dadurch und schränken ggf. die Potentiale ein?

Potential erneuerbarer Energien kann Energiebedarf decken

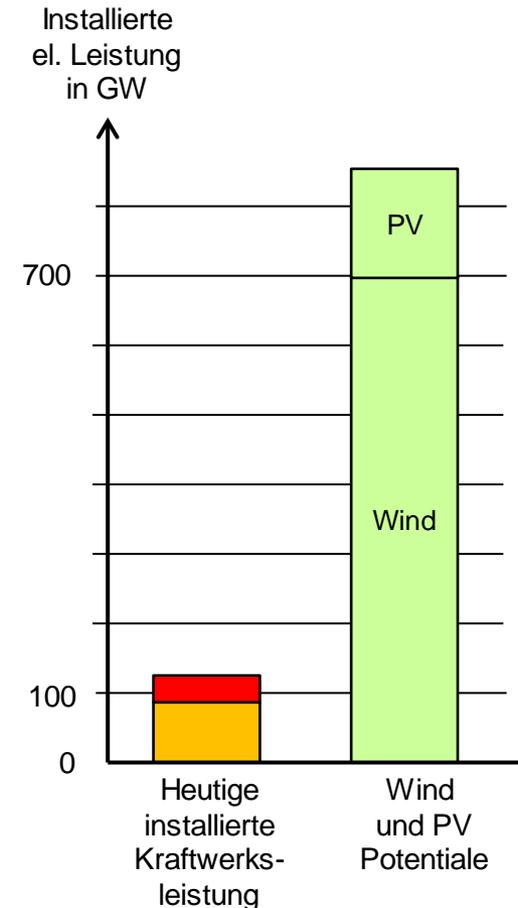
Windenergie

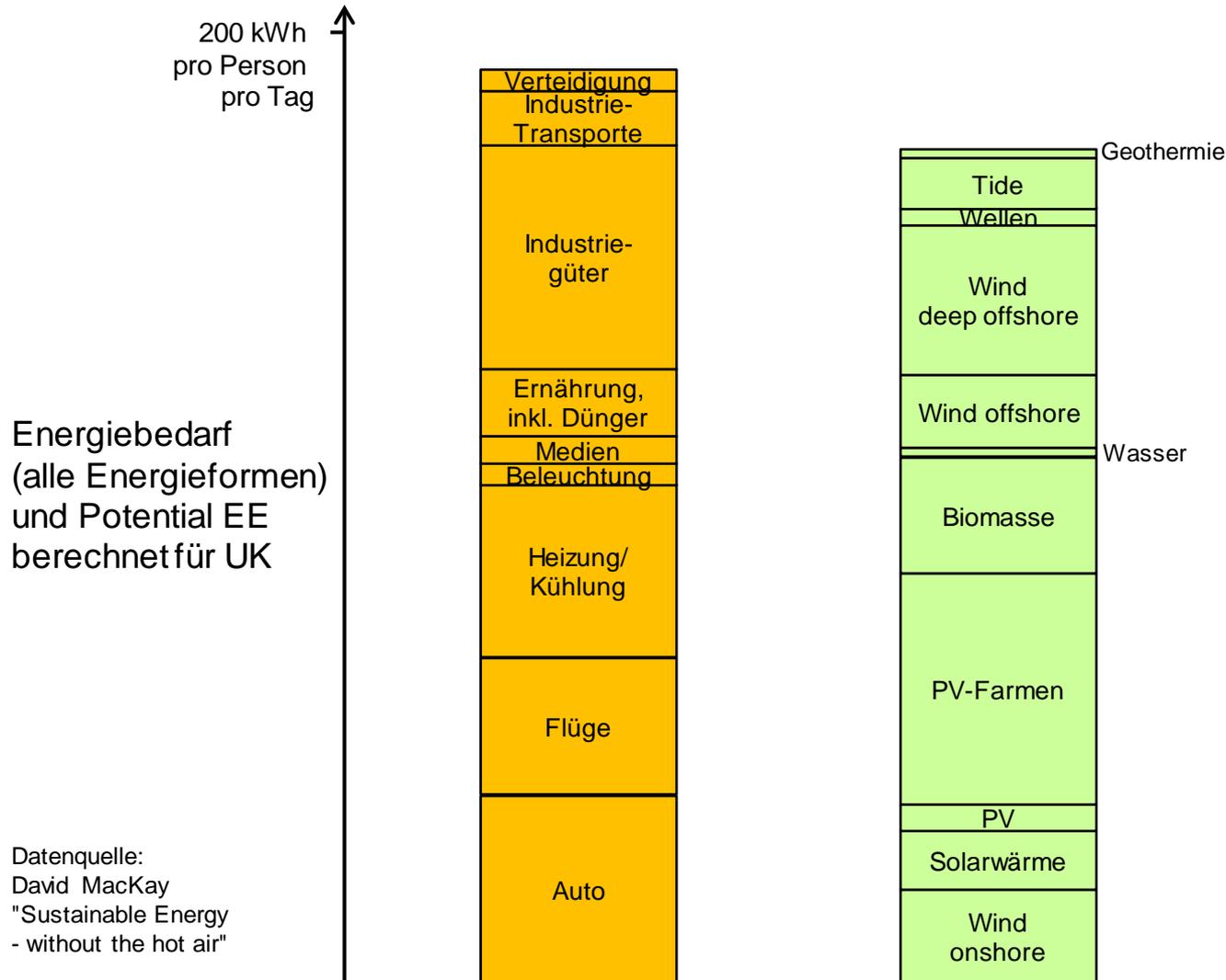
- ca. 8 % der (Onshore-)Fläche Deutschlands sind für Windenergienutzung geeignet.
- entspricht ca. 700 GW Leistung (5 mal heutige Kraftwerksleistung)

Photovoltaik

- Nutzung aller geeigneter Dachflächen abzüglich solarthermischer Nutzung
- 161 GW

+ Offshore Wind und PV-Großanlagen





Kernfragen

- Wie weit reichen fossile Rohstoffe und Kernbrennstoffe?
- Wieviel können wir davon nutzen?
- Welche Potentiale erneuerbarer Energien haben wir in Deutschland?
- Welche neuen Rohstoffabhängigkeiten entstehen dadurch und schränken ggf. die Potentiale ein?

Ausgewählte Zukunftstechnologien im Energiesektor

- Windenergieanlagen



Quelle: Enercon

- Neodym für Permanentmagnete

- Dünnschicht-Photovoltaik



- Gallium, Indium, Selen je nach Technologie

Ausgewählte Zukunftstechnologien im Energiesektor

- Brennstoffzellen



- Scandium, Platin je nach Technologie

- Elektromobilität und Speicher



- Kobalt für Lithium-Ionen-Akkus
- Kupfer, Neodym für Elektromotoren

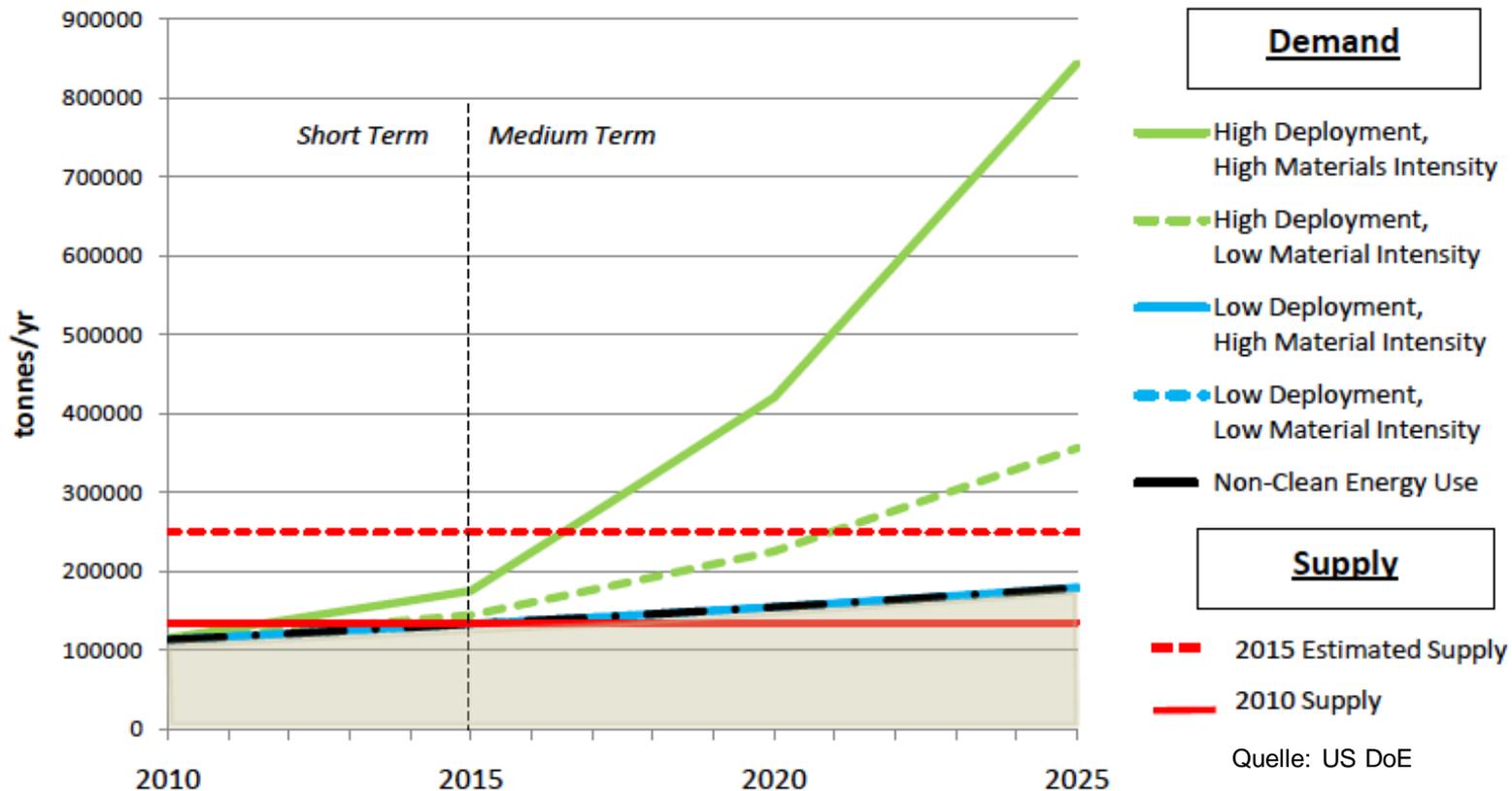
Globaler Rohstoffbedarf für ausgewählte Technologien in Prozent der gesamten heutigen Weltproduktionsmenge des jew. Rohstoffs

Rohstoff	2006	2030	Zukunftstechnologien	Ländervorkommen
Gallium	28%	609%	Dünnschicht-PV, IC, WLED	China, D, Kasachstan, JP, RU
Neodym	55%	382%	Permanentmagnete, Laser	China, RU, USA
Indium	40%	329%	Displays, Dünnschicht-PV	China, Südkorea, CA, JP
Scandium	Gerin g	228%	SOFC-Brennstoffzel., Al-Leg.	China, RU, USA
Platin	Gerin g	156%	Brennstoffzellen, Katalyse	Südafrika, RU, CA, Zimbabwe, USA
Kobalt	19%	40%	Lithium-Ionen-Akku	Kongo, Sambia, AU
Kupfer	9%	24%	Effiziente Elektromotoren	Chile, Peru, USA, AU, China, RU
Selen	Gerin g	11%	Dünnschicht-PV	JP, CA, Belgien

Quelle: Fraunhofer ISI, Rohstoffe für Zukunftstechnologien (2009)

Untersuchungen des US DoE mit zeitlicher Entwicklung

Lithium Carbonate Future Supply and Demand



Kernfragen

- Wie weit reichen fossile Rohstoffe und Kernbrennstoffe?
- Wieviel können wir davon nutzen?
- Welche Potentiale erneuerbarer Energien haben wir in Deutschland?
- Welche neuen Rohstoffabhängigkeiten entstehen dadurch und schränken ggf. die Potentiale ein?

Fazit

- Energie-Ressourcen haben kurz- und langfristigen Einfluss auf die Wirtschaft
- Langfristig dürfen nicht alle Reserven verbraucht werden
- Energie-Ressourcenverteilung macht Energiewende für Deutschland sinnvoll, es entstehen jedoch neue Rohstoffabhängigkeiten
- Neue Abhängigkeiten können teilweise technologisch gelöst werden und müssen bei Forschung berücksichtigt werden



Alles gut ... und jetzt das ...

**Extrem schädliches Treibhausgas NF₃
auf dem Vormarsch (RN 2.1.2013)**



- **BERLIN (DPA) Bei der Produktion von Solarzellen und Flachbildschirmen wird in immer größerer Menge eine Stickstoff-Substanz verwendet, die für das Klima 17 200 Mal so schädlich ist wie Kohlendioxid.**
- NF₃ ... hat eine Verweildauer in der Atmosphäre von bis zu 740 Jahren.
- Einsatz heute überwiegend in China
- Ersatz technisch möglich

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

