

Kraftwerksforum Staudinger

---

Hainburg, 05. Dezember 2007



ludwig bölkow  
systemtechnik

# Zukünftige Verfügbarkeit von Kohle

Jörg Schindler

Ludwig-Bölkow-Systemtechnik, Ottobrunn

schindler@lbst.de [t.de](http://www.lbst.de)



Kohle: Zwei aktuelle Studien aus den letzten Monaten stellen die langfristige Verfügbarkeit und Preisstabilität von Kohle in Frage. Dies stellt die betriebswirtschaftlichen Voraussetzungen der Investition in neue Kohlekraftwerke in Frage.

Erdgas: In den letzten zwei Jahren ist deutlich geworden, dass die langfristige Sicherung der Erdgasversorgung Europas problematisch ist. Das hat möglicherweise Rückwirkungen auf den Einsatz von Erdgas im Verkehr, und auch im Kraftwerksbereich.



- Ø „South Africa could face a coal shortage should any one of the 20 coal-mine projects slip“ (Mining Weekly, 2 March 2007)
- Ø „China Asks Japan, South Korea to Pay More for Coal“ (Bloomberg, 24 May 2007)
- Ø „Indonesia, following China, may cut coal exports to meet demand“ (China Coal Resource, 4 June 2007)
- Ø „Newcastle Coal Rises to 2-Year High as China’s Demand Increases“ (Bloomberg News, 4 June 2007)
- Ø „Russia coal exports to start falling“ (Reuters, 6 June 2007)
- Ø „China considers halting coal-to-oil projects due to energy, expense worries“ (International Herald Tribune, 11 June 2007)



ludwig bolkow  
systemtechnik

# Zukünftige Verfügbarkeit von Kohle

## Verknappung der Kohle

---



ludwig bolkow  
systemtechnik

Neben Erdöl und Erdgas wird auch die Verfügbarkeit von Kohle absehbar der Nachfrageentwicklung auf dem Weltmarkt nicht folgen können. Preisrelevante Verknappungen sind die Folge. Der weltweit zunehmende Fokus auf Kohleverstromung verschärft die Situation.

Steigende Kohlepreise und CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikate können schon vor 2020 dazu führen, dass die Stromerzeugungs-kosten aus Kohle diejenigen aus Windkraft übersteigen und Windparks die kostengünstigste Stromerzeugungsoption werden.



- Weltsituation / Nationale Situation
- Ressourcen / Reserven
- Reserven / Fördermöglichkeiten
- Förderung / Exporte/Importe



**Reserven** Diejenige Kohlemenge, die gut erfasst wurde und mit derzeitigen Technischen Möglichkeiten wirtschaftlich gewonnen werden kann

[Bei WEC Unterscheidung von „Proved Reserves in Place“ und „Proved Reserves“  
Sowie Limitierung bis max. Tiefe und minimaler Flözdicke]

**Ressourcen** Diejenige Kohlemenge, die entweder nachgewiesen, aber derzeit nicht wirtschaftlich gewinnbar ist, oder aber die Menge, die auf Basis geologischer Indikatoren noch erwartet werden kann. Bei Kohle sind das „in-situ“-Mengen, d.h. die Gesamtmenge unabhängig von ihrer Gewinnbarkeit

[Bei WEC „EAR (estimated additional amount) in place“ and „recoverable EAR“]



### **World Energy Council**

- Erhebung alle drei Jahre (Aktuell September 2007 mit Basisjahr 2005)
- basiert auf Berichten der nationalen WEC Mitglieder
- basiert auf den Berichten der nationalen geologischen Behörden

### **Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)**

- übernimmt internationale Daten aus WEC-Berichten oder von nationalen Behörden anderer Staaten
- kooperiert mit anderen nationalen Behörden
- führt auch eigene Erhebungen durch (z.B. für Russland, China)

### **BP Statistical Review of World Energy**

- Führt keine originäre Datenerhebung durch
- übernimmt Daten von WEC Berichten
- > kann nicht aktuell sein (z.B. im Bericht für 2006 Datenbasis 2002)

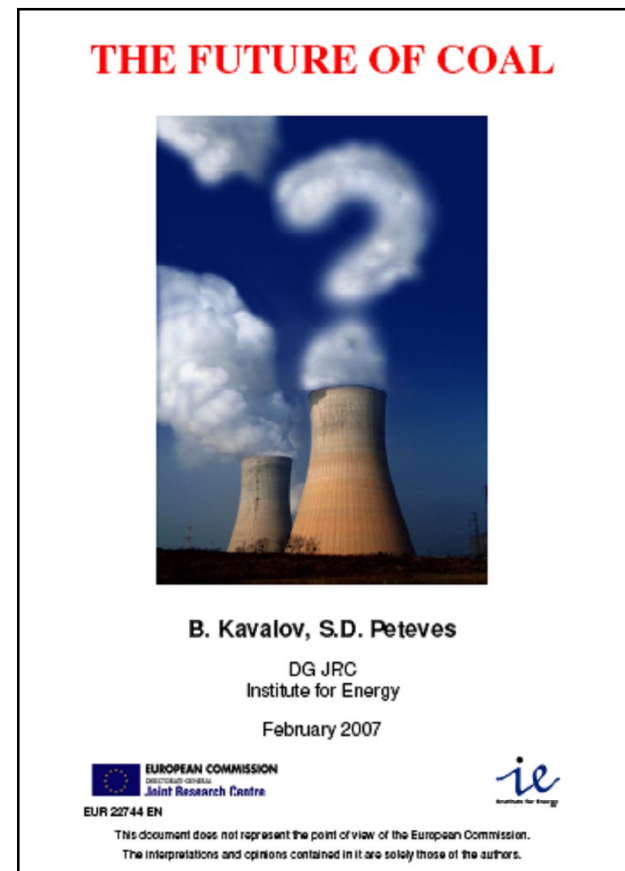
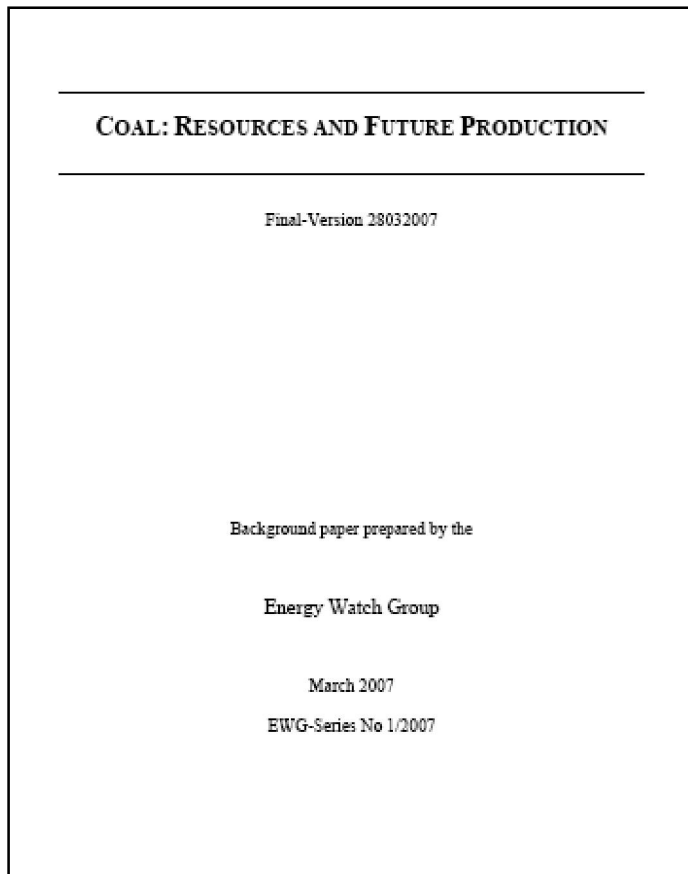


Ludwig Bolkow  
systemtechnik

## Zwei aktuelle Studien zur Kohleverfügbarkeit

Energy Watch Group:  
[www.energywatchgroup.org](http://www.energywatchgroup.org)

European Commission – Joint Research Centre (JRC)  
Institute for Energy:  
[ie.jrc.ec.eu.int/publications/scientific\\_publications/2007/EUR22744EN.pdf](http://ie.jrc.ec.eu.int/publications/scientific_publications/2007/EUR22744EN.pdf)





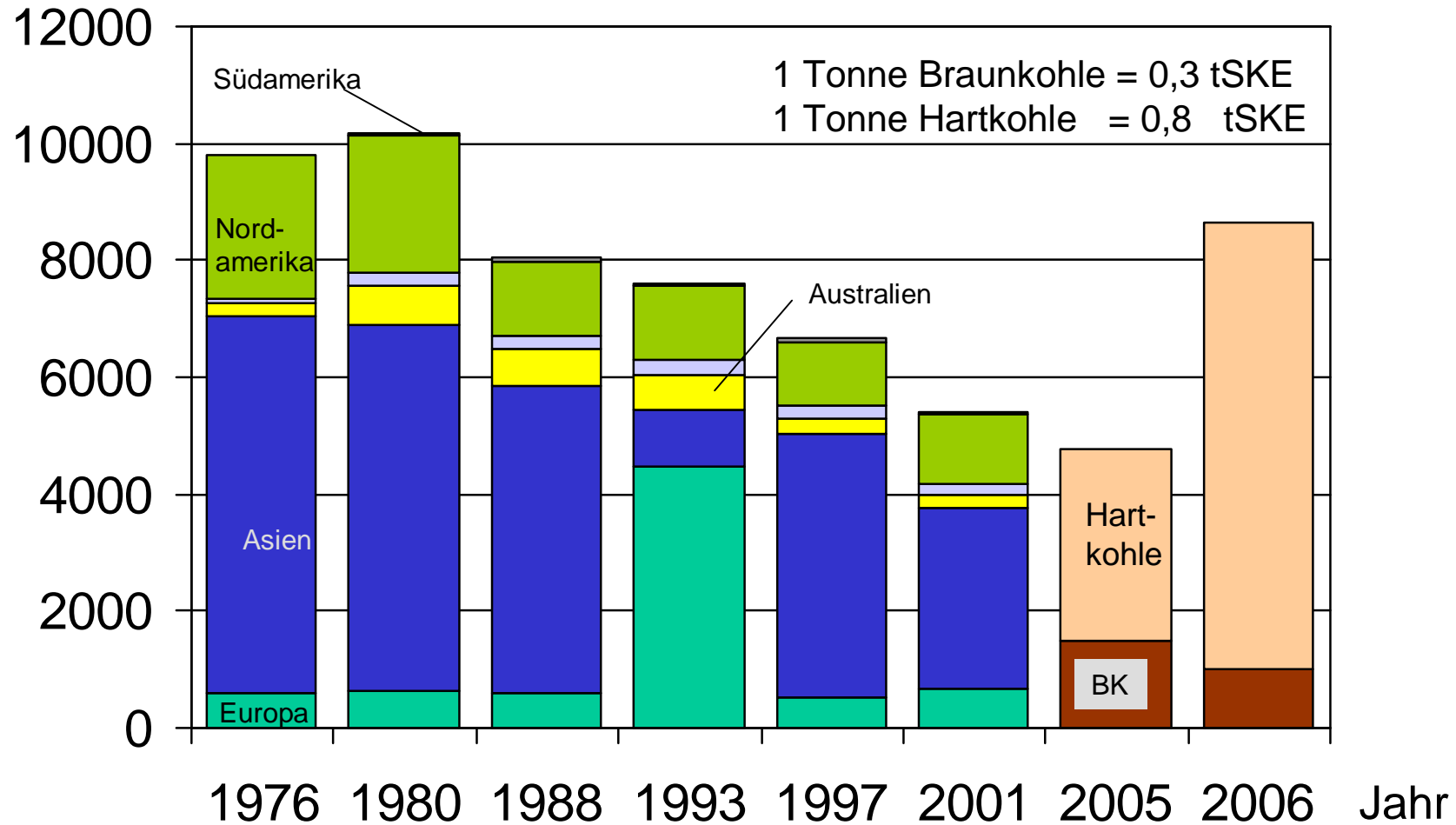
- „The supply base of coal is being continuously depleted.“
- „... Coal production and exports is getting concentrated within a few countries.“
- „Coal production costs are steadily rising all over the world...“
- „... a likely significant increase of world coal prices in the coming decades.“
- „While in the past coal has been traditionally perceived as an abundant widely available, cheap, affordable and reliable energy source, the coal of the future may look quite different.“

# Entwicklung der Kohleressourcen



Ludwig Bolkow  
Systemtechnik

Mrd. t SKE



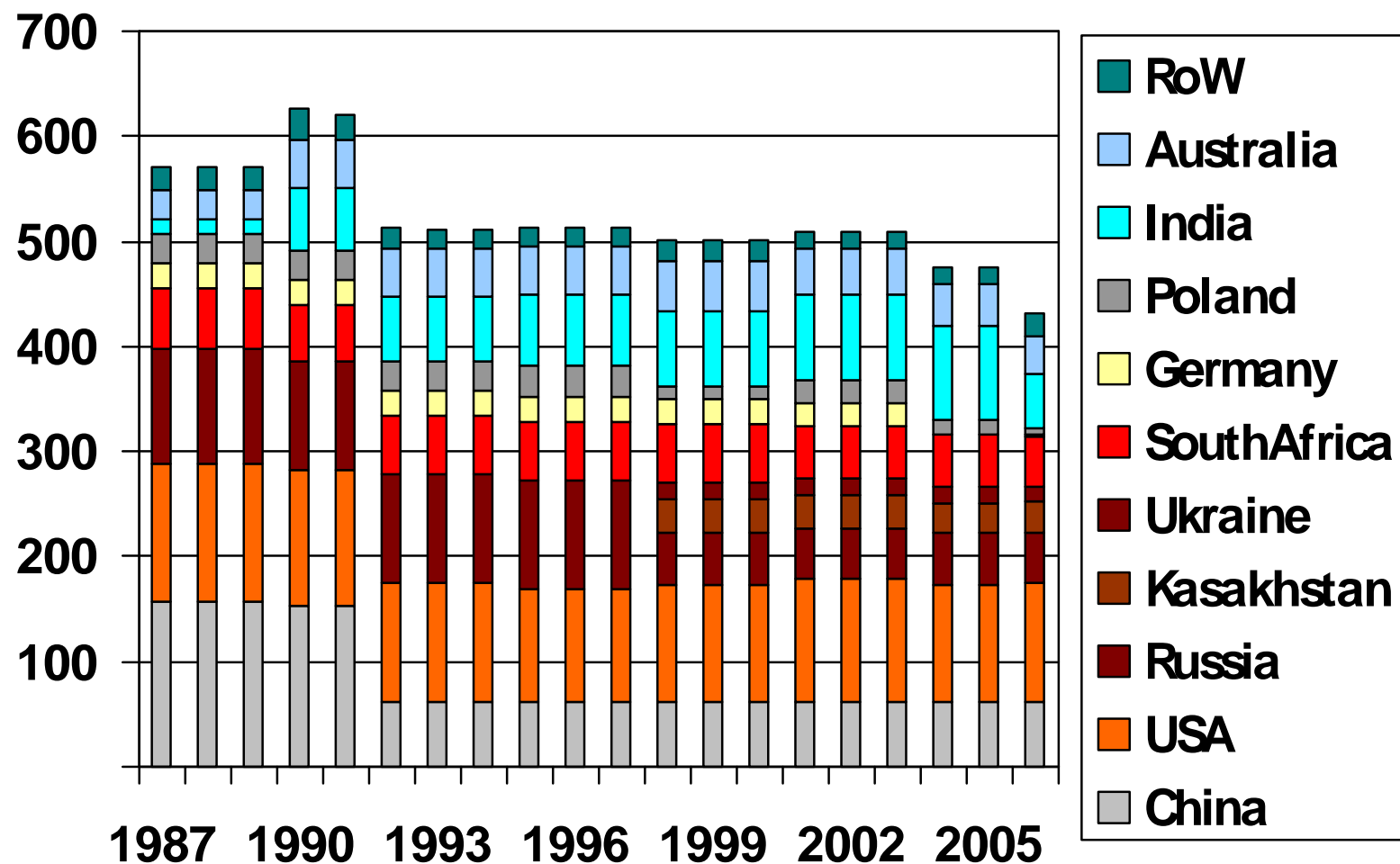
Quelle: BGR, 1995/1998/2002/2006/2007  
Analyse LBST



Ludwig Bolkow  
Systemtechnik

## Entwicklung der Steinkohlereserven (anthracite & bituminous)

Mrd. Tonnen



RoW includes: UK, Columbia, Canada, Czech,  
Mexico, Indonesia, Zimbabwe, Venezuela, Korea, Japan, Turkey, Spain,  
Hungary, (Data between 1987- 1997 are missing for Czech, North Korea, Hungary)

## Kohlereserven in Deutschland und Polen

---



ludwig bolkow  
systemtechnik

Die nachgewiesenen deutschen Steinkohlereserven wurden durch die zuständige Behörde der Bundesregierung im Jahr 2004 offiziell, jedoch ohne öffentliche Erklärung, um 99 Prozent von 23 Mrd. Tonnen auf 0,183 Mrd. Tonnen herabgestuft. (BGR für 2006: 0,099 Mrd. Tonnen.)

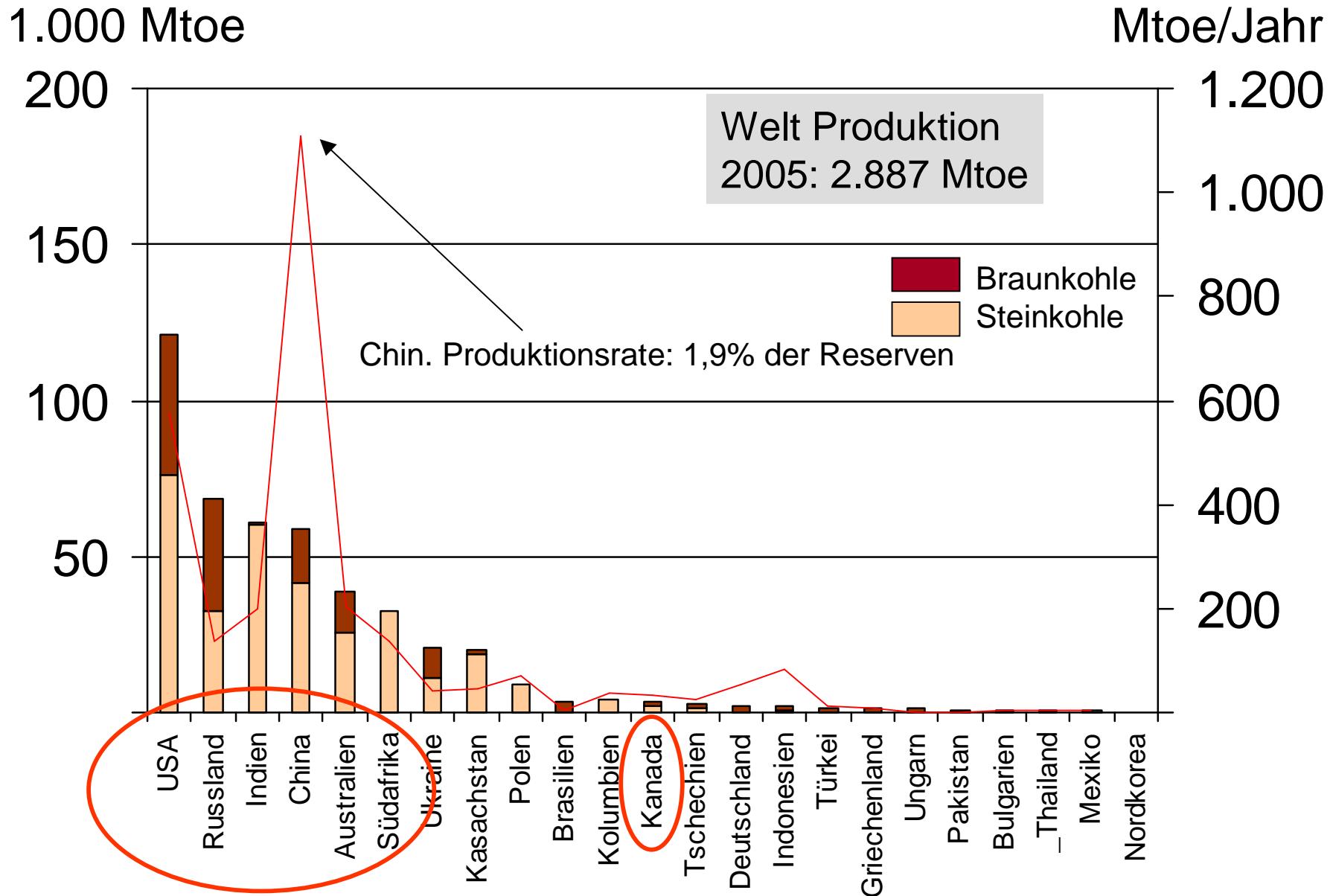
“Earlier assessments of German coal reserves (i.e. end-1996 and end-1999) contained large amounts of speculative resources which are no longer taken into account.” (World Energy Council 2004)

Polen hat seine Steinkohlereserven im Vergleich zu 1997 von 20 Mrd. Tonnen in mehreren Schritten auf auf 6 Mrd. Tonnen abgewertet (WEC 2007).

# Weltweite Kohlereserven und Kohleförderung



Ludwig Bolkow  
systemtechnik



Quelle: BP Statistical Review of World Energy 2006, Analyse: LBST 2006

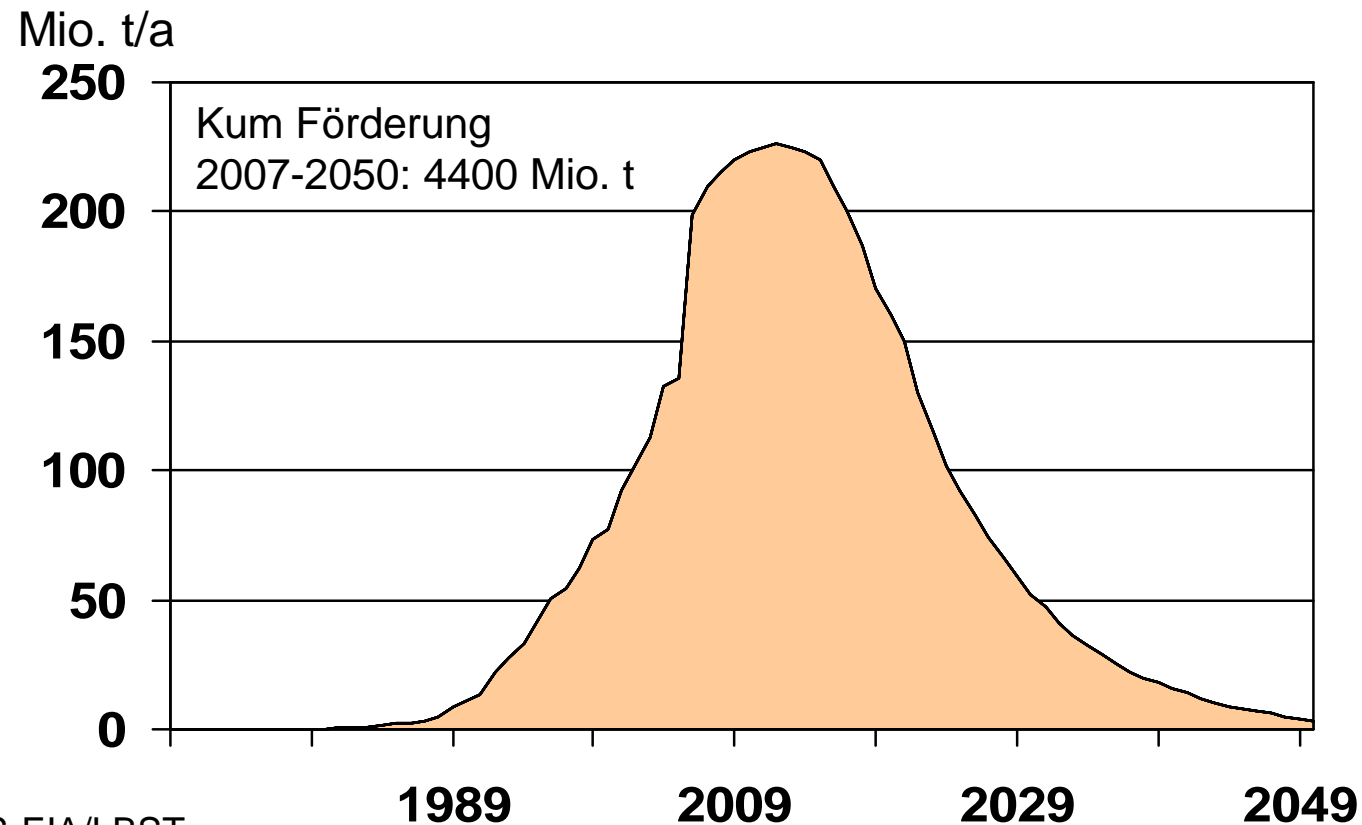
# Das Beispiel Indonesien



ludwig bolkow  
systemtechnik

Förderung 2006: 200 Mio. t/a  
Reserven: 3500 Mio. t (förderwürdige Ressourcen: 150 Mio. t)

Exporte: 160 Mio t  
Eigenverbrauch: 40 Mio t



Quelle: US-EIA/LBST

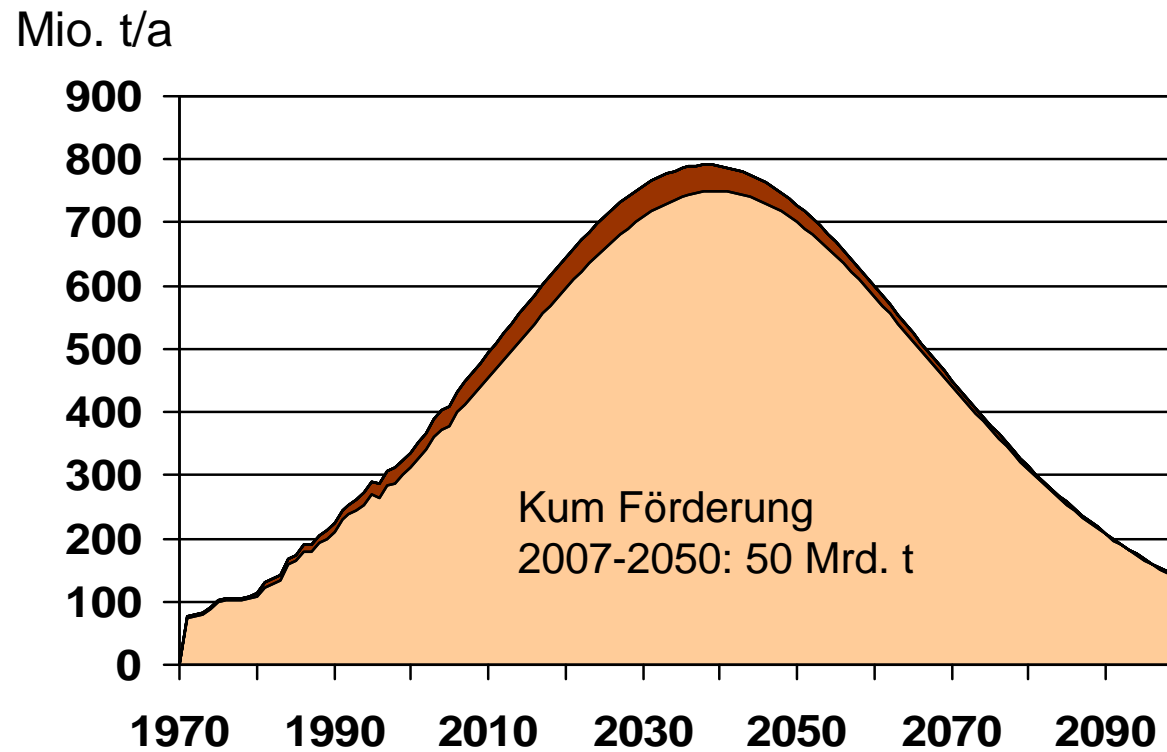
## Das Beispiel Indien



ludwig bolkow  
systemtechnik

Förderung 2006: 399 Mio. t/a  
Reserven: 52.000 Mio. t

Nettoexporte: 42 Mio t (2005: fast keine Nettoimporte)  
Eigenverbrauch: 438 Mio t



## Das Beispiel China

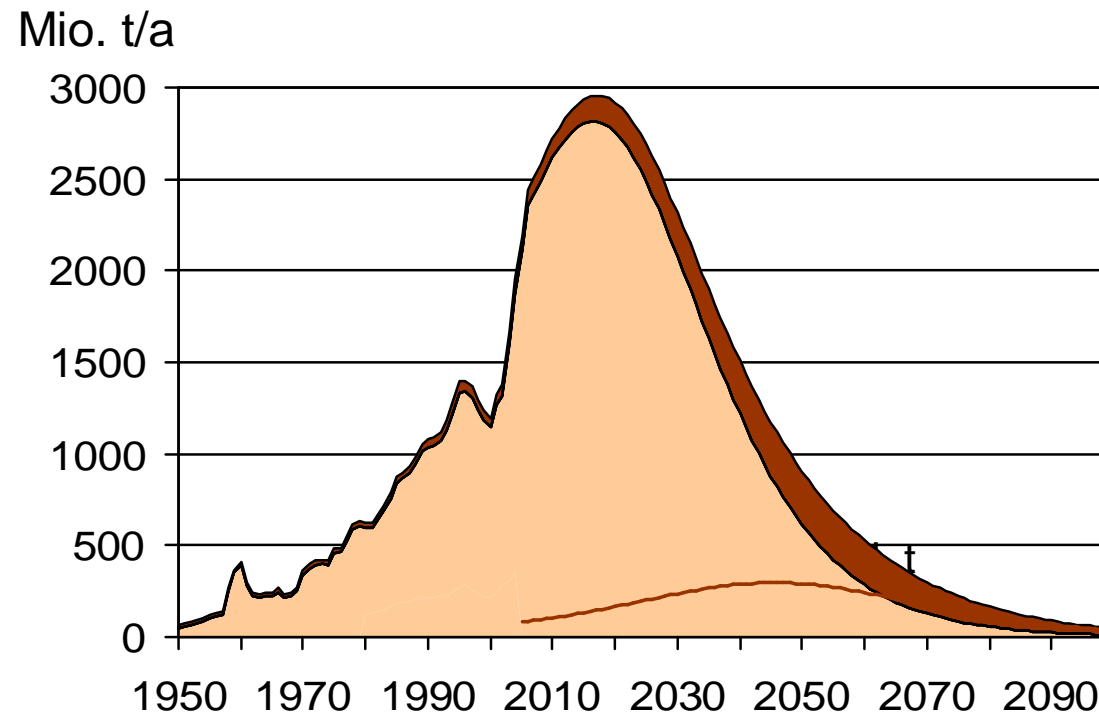
---



ludwig bolkow  
systemtechnik

Förderung 2006: 2381 Mio. t/a  
Reserven: 95900 Mio. t (Ressourcen bis 3200 Mrd. t geschätzt)

Nettoexporte: 25 Mio t (2007: vorr. 10 Mio. t Importe)  
Eigenverbrauch: 2356 Mio t

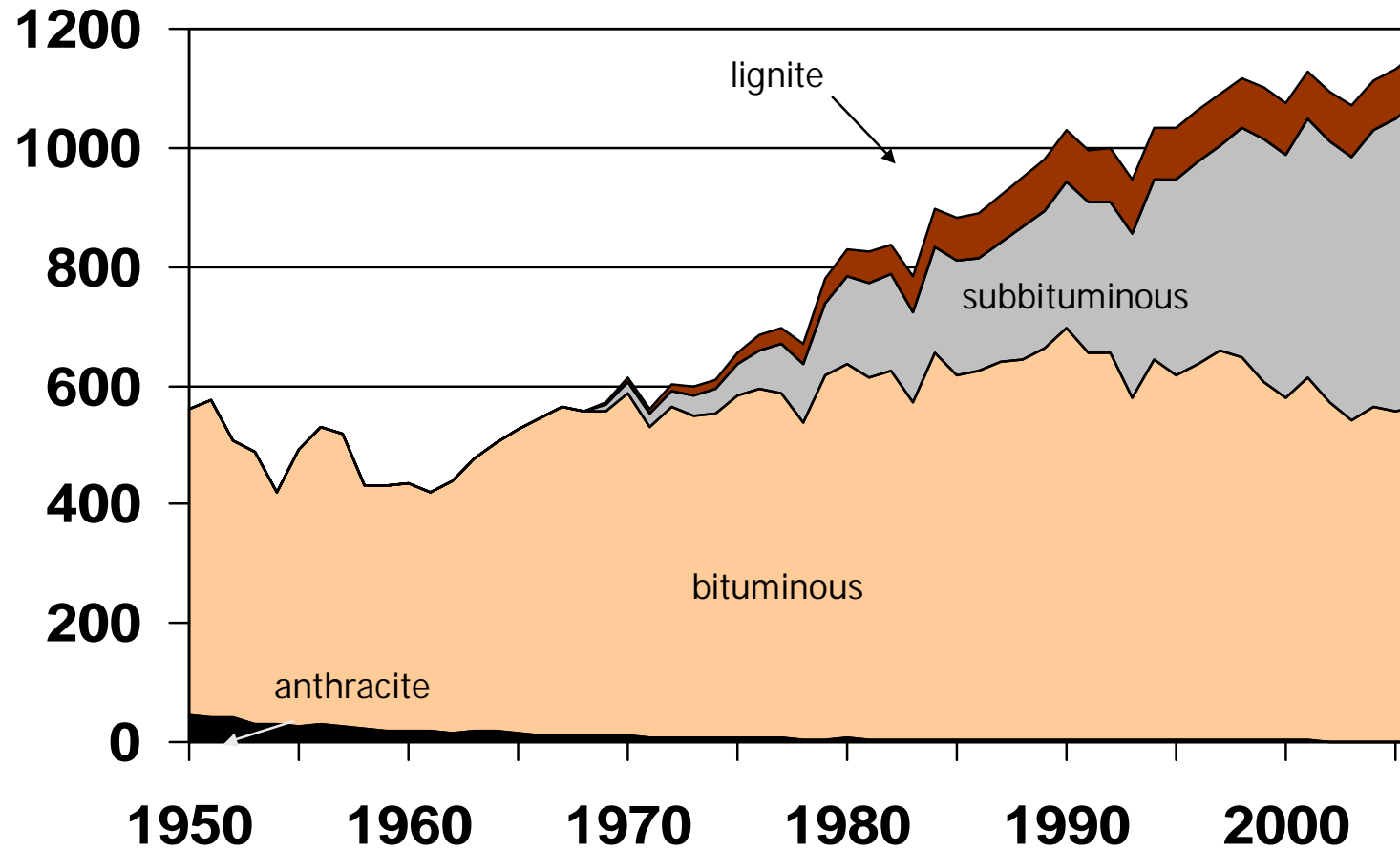


# Kohleförderung in USA 1950 - 2006



ludwig bölkow  
systemtechnik

M short tons

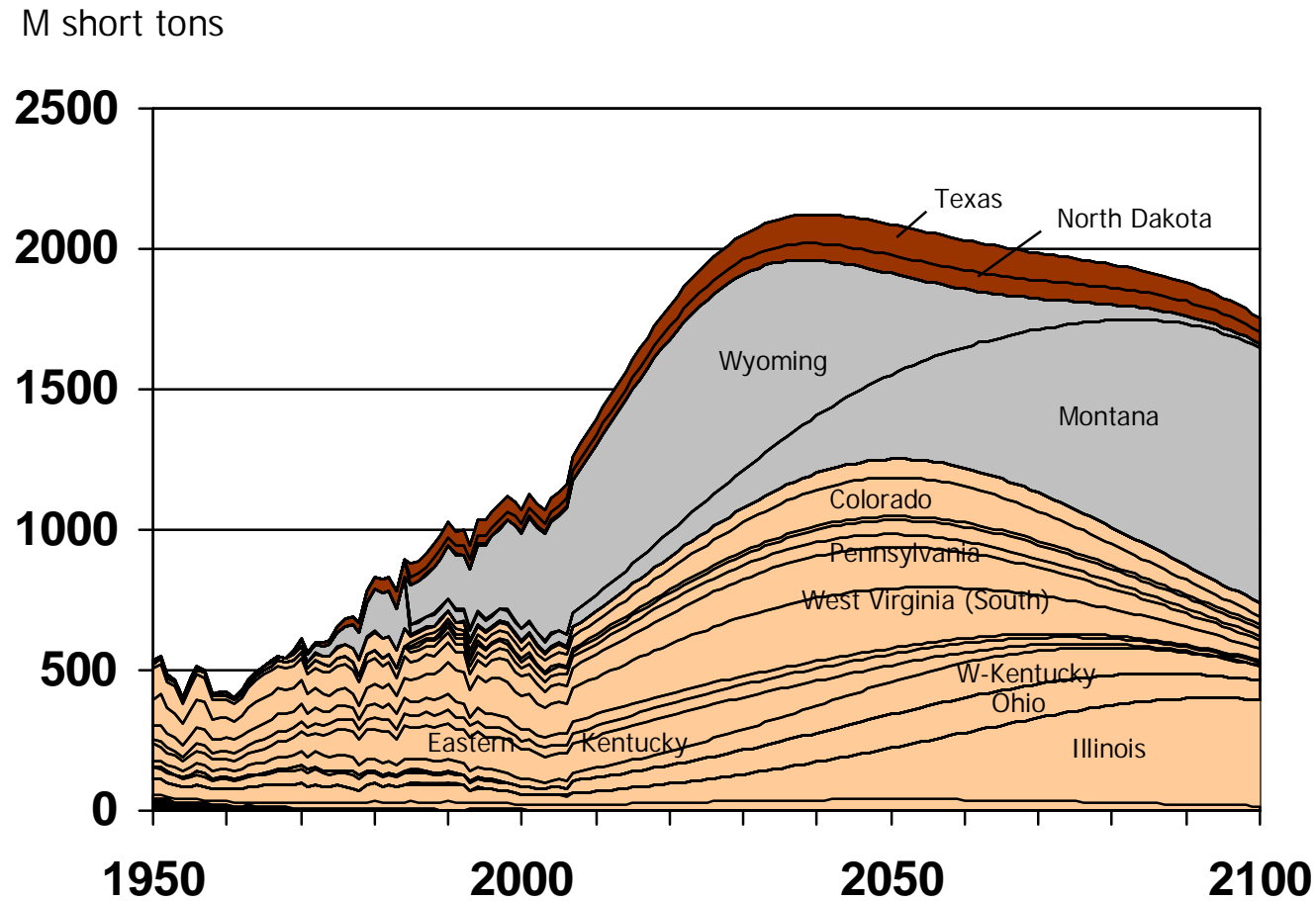


Quelle: US-EIA, 2007

# US Kohleförderung - Estimated Recoverable Reserves



Ludwig Bolkow  
systemtechnik

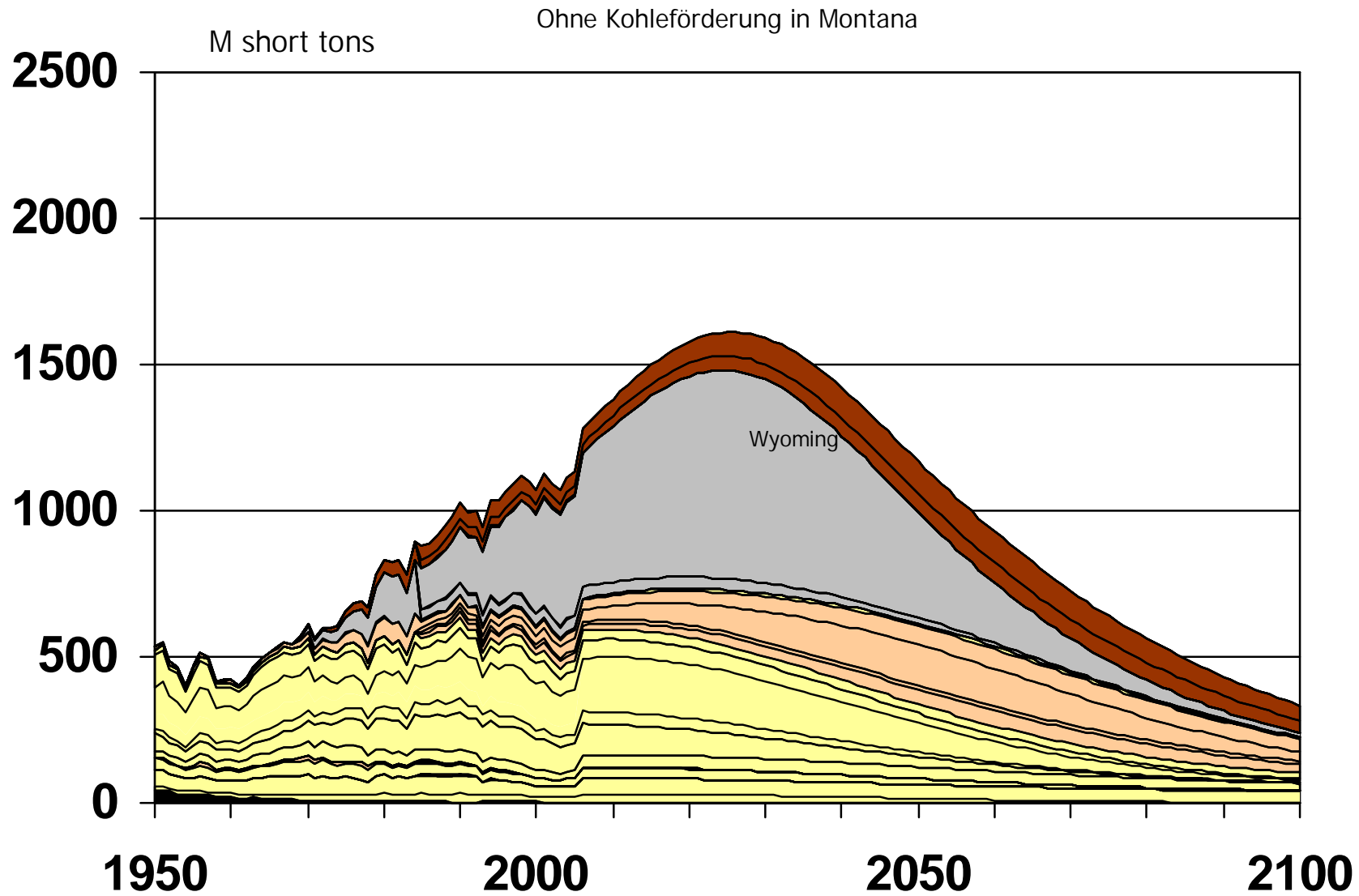


Including 2006 data from EIA, June 2007

# US coal production - Estimated Recoverable Reserves mit USGS Estimate



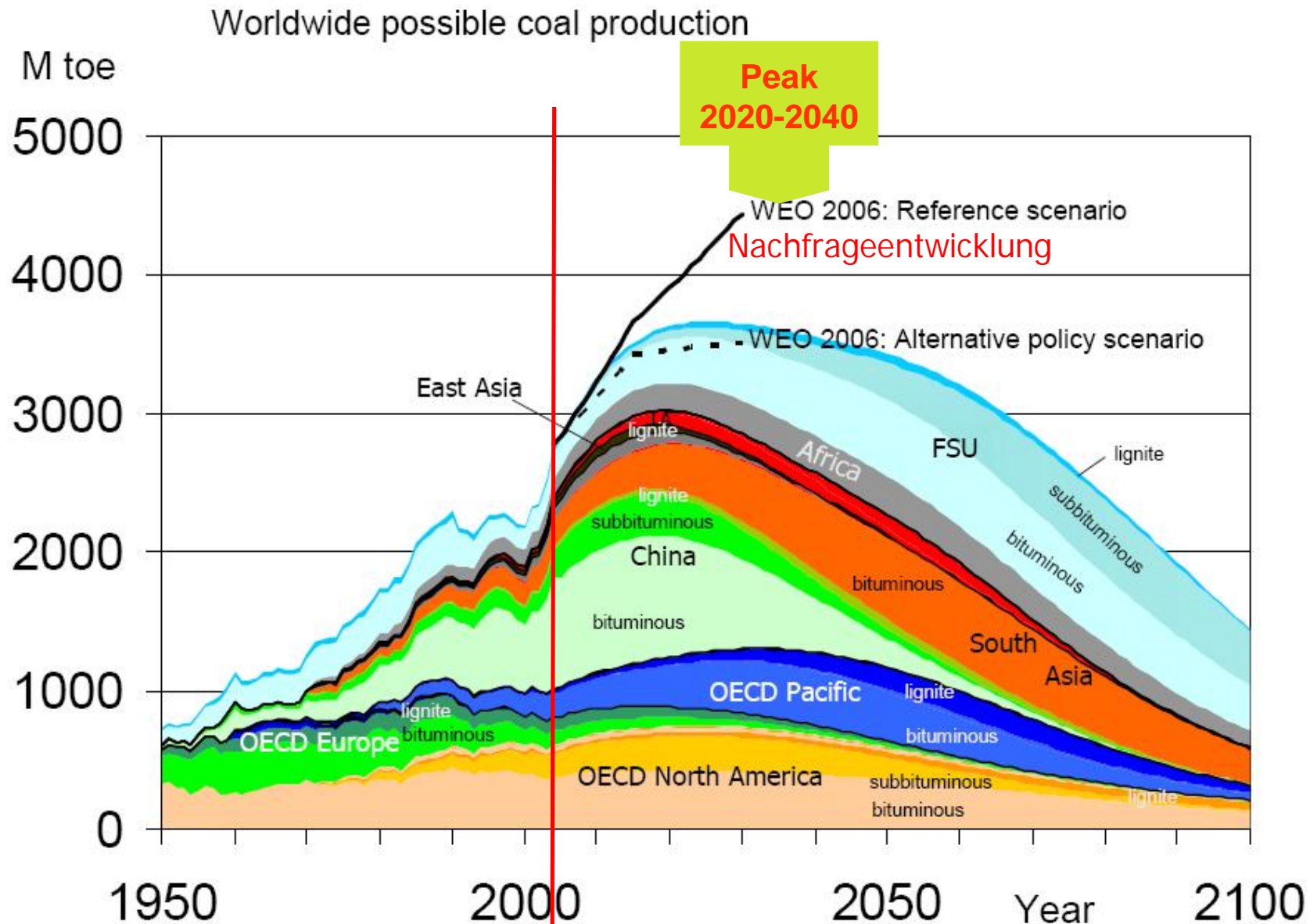
Ludwig Bolkow  
Systemtechnik





Ludwig Bolkow  
systemtechnik

# Weltweite Kohleförderung versus Nachfrage



Quelle: "COAL: RESOURCES AND FUTURE PRODUCTION", Energy Watch Group, March 2007



## Exportmarkt Kohle (Stand 2005)

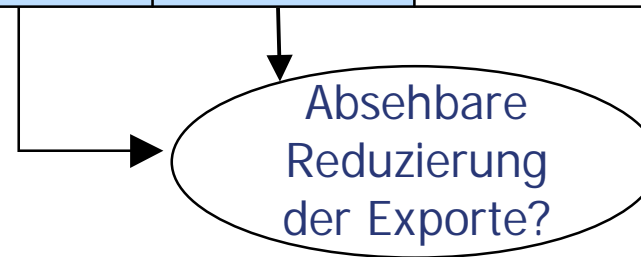


Ludwig Bolkow  
systemtechnik

- Ø Nur 15% der weltweit geförderten Kohle werden exportiert.
- Ø Nur wenige Länder exportieren Kohle, Tendenz abnehmend.
- Ø Von den 4 Ländern mit den größten Kohlereserven sind 2 keine Netto-Exporteure (Indien und China).

	<b>Largest</b>	<b>2<sup>nd</sup> largest</b>	<b>3<sup>rd</sup> largest</b>	<b>4<sup>th</sup> largest</b>	<b>Share top 6</b>
<b>Reserves 2005</b>	USA 120 Btoe	Russia 69 Btoe	India 61 Btoe	China 59 Btoe	85%
<b>Production 2005</b>	China 1,108 Mtoe/a	USA 576 Mtoe/a	<b>Australia 202 Mtoe/a</b>	India 200 Mtoe/a	>80%
<b>Export 2005</b>	<b>Australia 150 Mtoe/a</b>	Indonesia 60 Mtoe/a	South Africa 47 Mtoe/a	Colombia 36 Mtoe/a	85%

Deutschland 2005  
Steinkohle  
Verbrauch: 45 Mtoe  
Förderung: 17 Mtoe





## Größte Förderstaaten [Mio. t]

China	2381
USA	999
Indien	399
Australien	305
Südafrika	247
Russland	233
Indonesien	200
Rest	408

Welt 5356

## Exporteure [Mio. t]

Australien	235
Indonesien	160
Russland	92-26
Südafrika	69
China	63-38
Kolumbien	59
USA	45-33
Kanada	28-13
Vietnam	25
Rest	63

Welt 839

## Importeure [Mio. t]

Japan	178
Korea	80
Taiwan	64
UK	51
BRD	42
Indien	41
China	38
Rest	339

Welt 834

# Weltkohlehandel 2006 (und 2007)



ludwig bolkow  
systemtechnik

## Größte Förderstaaten [Mio. t]

China	2381
USA	999
Indien	399
Australien	305
Südafrika	247
Russland	233
Indonesien	200
Rest	408

## Exporteure [Mio. t]

Australien	235 <sup>*)</sup>
Indonesien	160 <sup>**)</sup>
Russland	92-26
Südafrika	69
<del>China</del>	<del>63-38</del>
Kolumbien	59
USA	45-33
Kanada	28-13
<del>Vietnam</del>	<del>25</del>
Rest	63

## Importeure [Mio. t]

Japan	178
Korea	80
Taiwan	64
UK	51
BRD	42
Indien	41
China	38
Rest	339

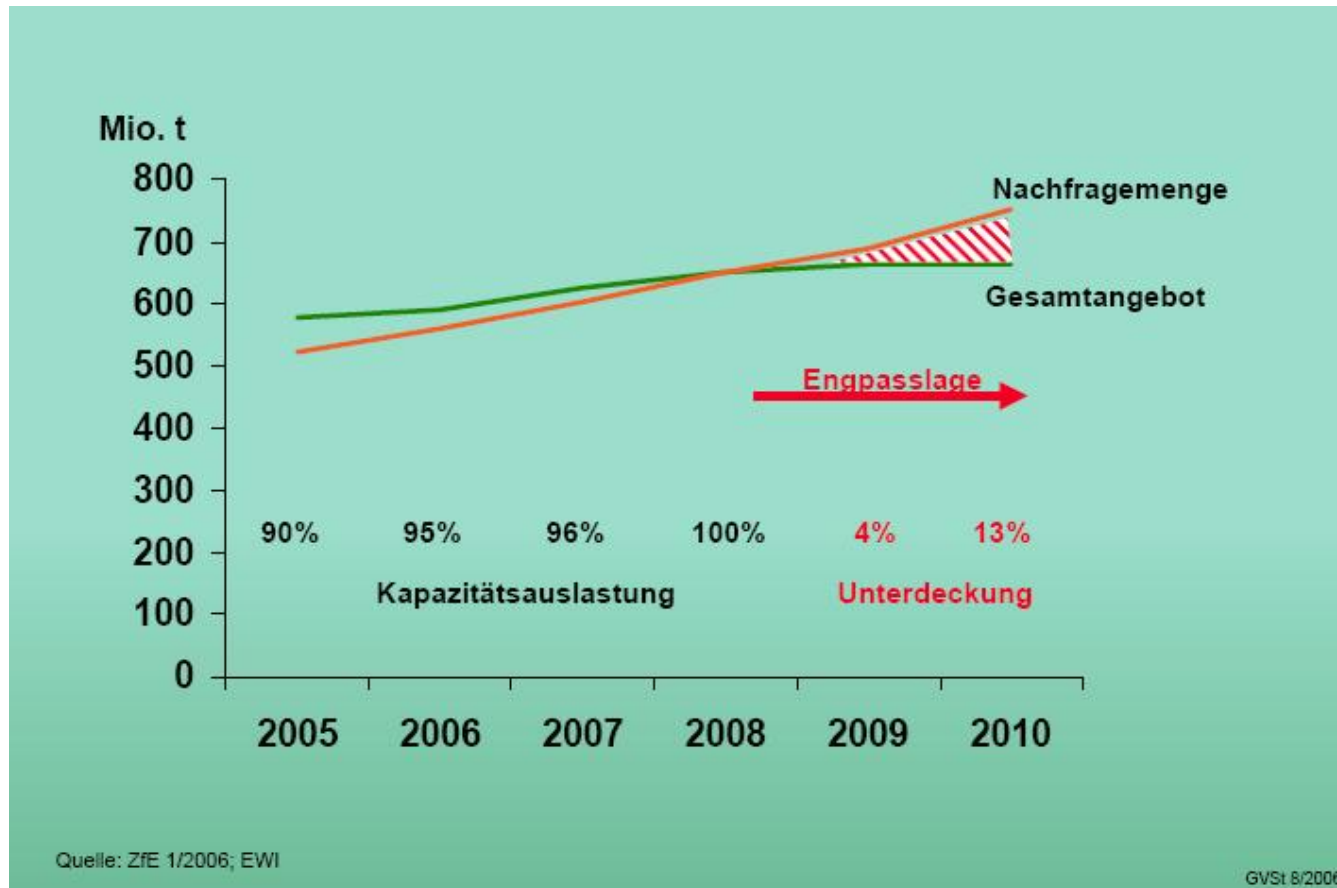
<sup>\*)</sup> Infrastrukturlimit erreicht (Hafen; Eisenbahn)

<sup>\*\*)</sup> weitere Erhöhung kaum möglich (Erhöhter Eigenbedarf als Substitut für fehlendes Erdöl; Grenze beim Ausbau der Minenkapazität bald erreicht)

# Angebot und Nachfrage am internationalen Kraftwerkskohlemarkt



Ludwig Bolkow  
Systemtechnik



Quelle: Gesamtverband des deutschen Steinkohlebergbaus (GVSt), 2006



- Die weltweite Nachfrage nach Steinkohle steigt.
- China und Indien haben trotz großer Reserven und steigender Produktion steigenden Importbedarf.
- Indien importierte 2006 ca. 40 Mio. t/a, fast soviel wie Deutschland.
- Die zwei größten Exporteure können die Produktion nicht ausweiten (Australien nicht vor 2012, Indonesien gar nicht).
- Vietnam ist vom Exporteur 2006 (25 Mio. t) in 2007 zum Importeur geworden.
- Der Weltmarkt wird zunehmend enger werden. Die Gewichte verschieben sich auf den pazifischen Markt (GVSt). Die Preise gehen nach oben.



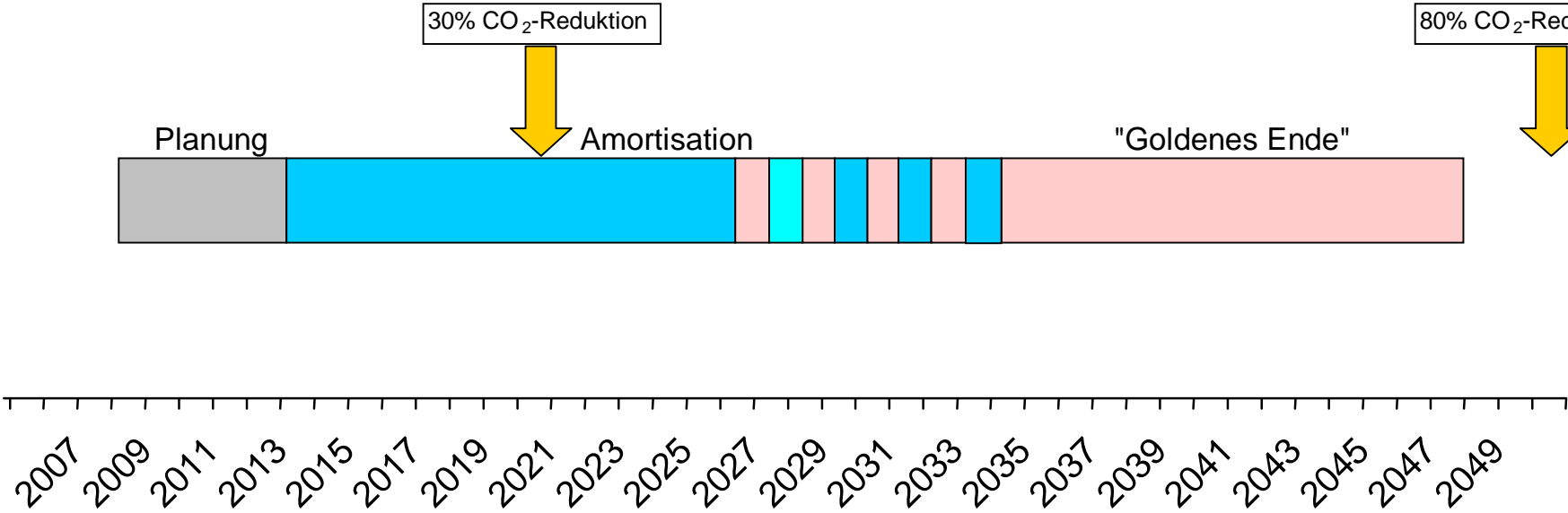
ludwig bolkow  
systemtechnik

# Wirtschaftliche Aspekte



Ludwig Bolkow  
Systemtechnik

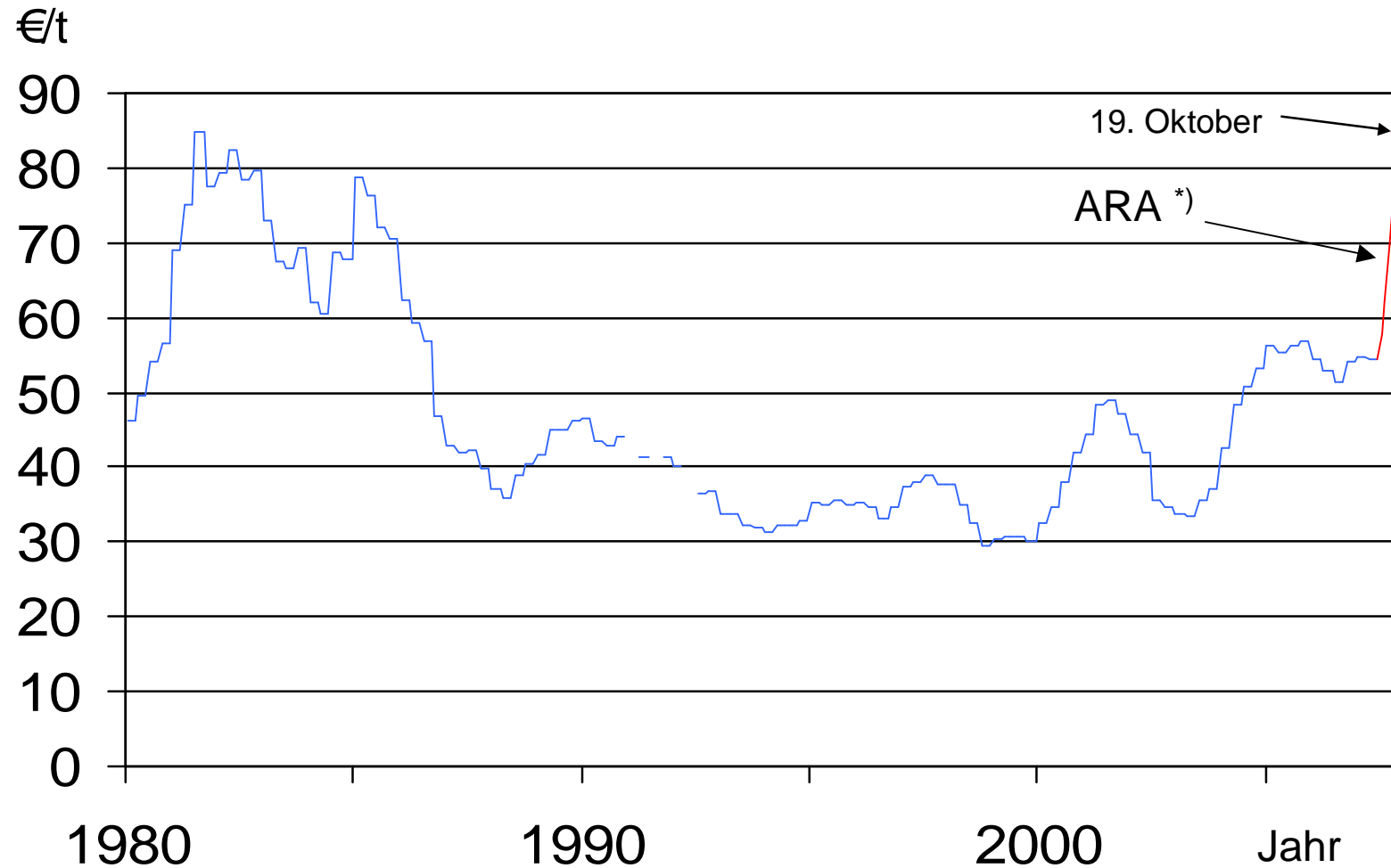
# Zeithorizont eines Kohlekraftwerks



# Steinkohleimportpreise frei deutsche Grenze



Ludwig Bolkow  
Systemtechnik

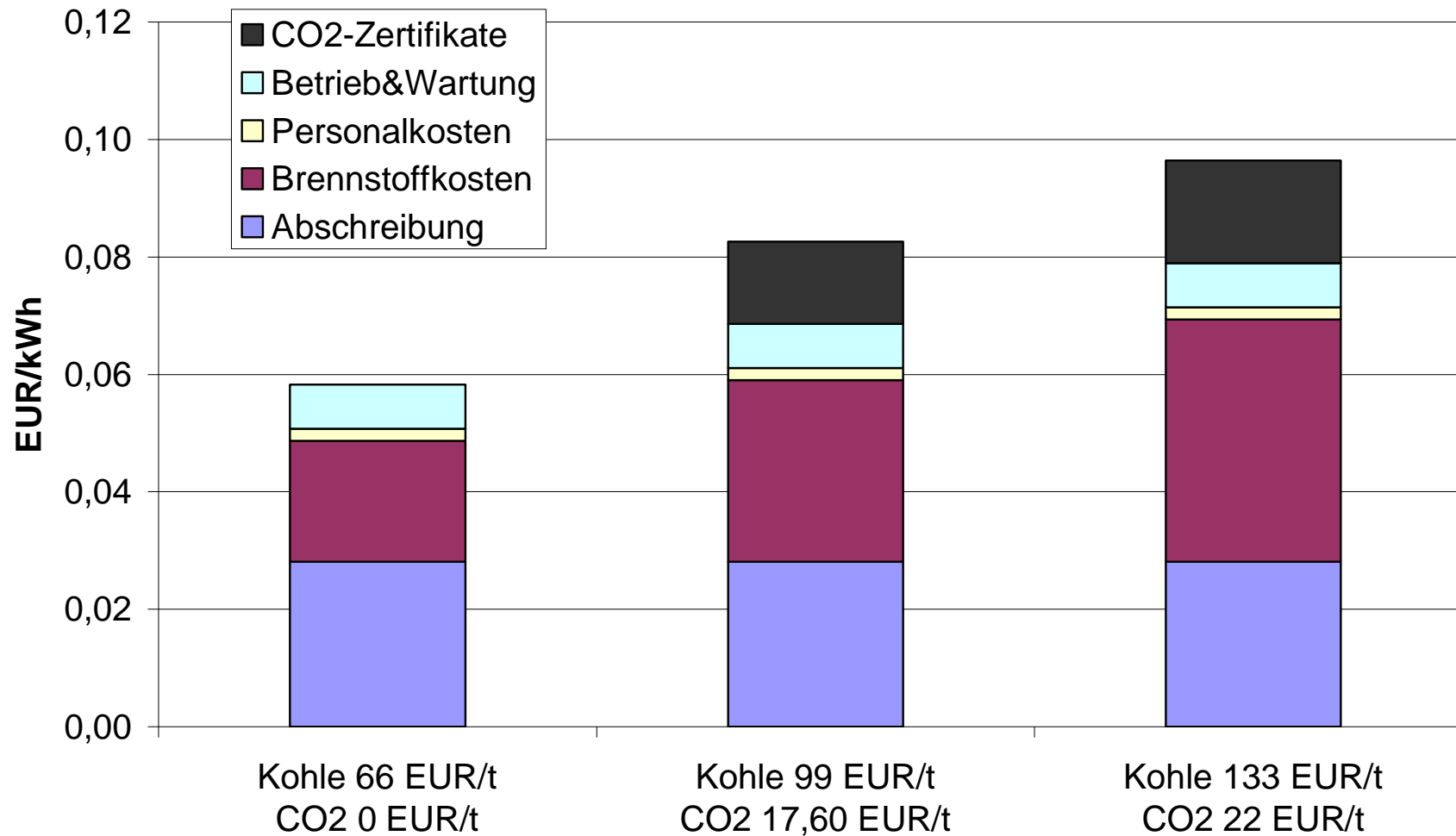


\*) mit 1€=1.38\$ US umgerechnet (bis 12. Okt 2007)

Quelle: BAFA 2007/Global Coal 2007

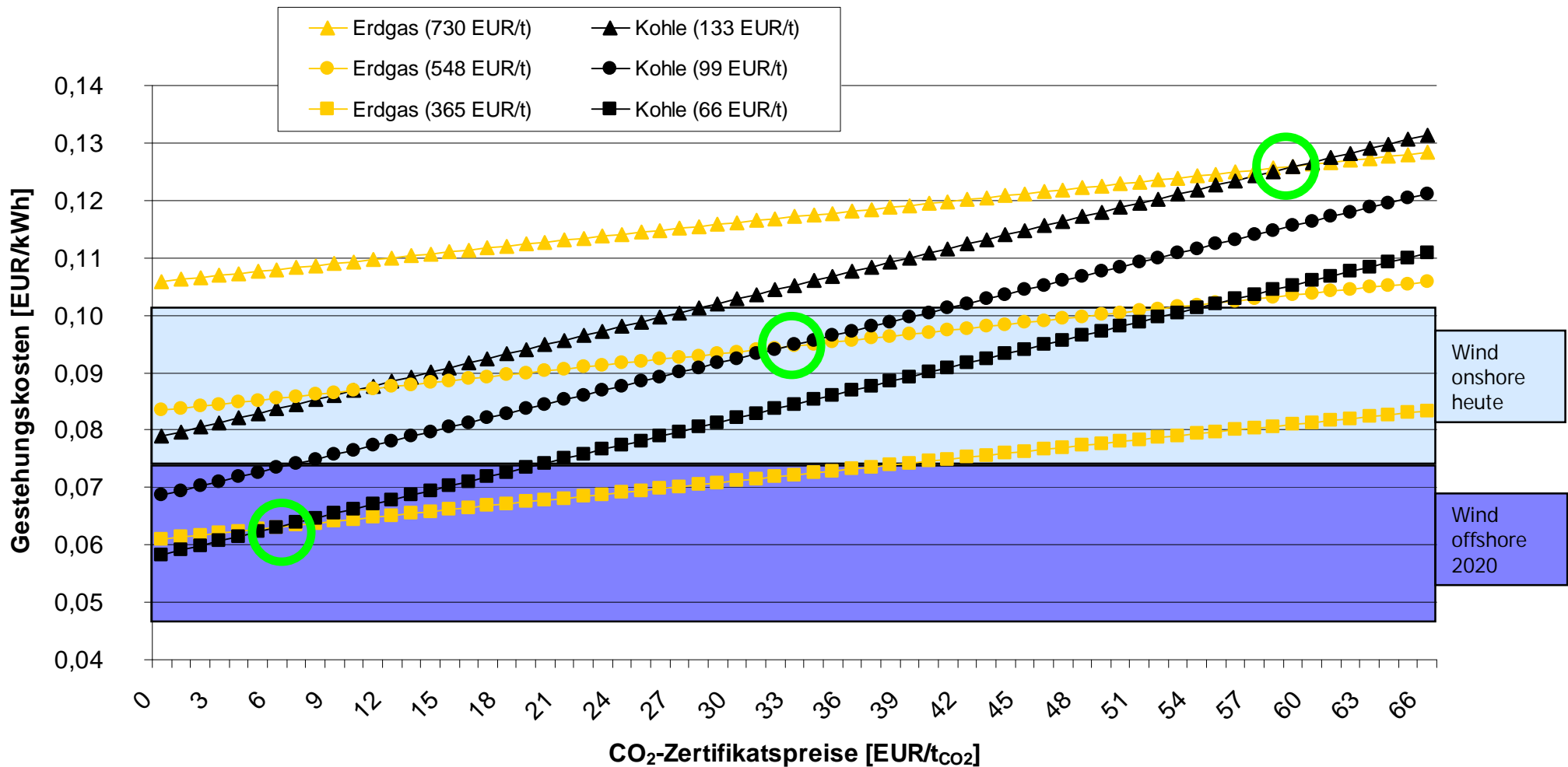


## Gestehungskosten Kohlestrom





## Abhängigkeit von CO<sub>2</sub>-Zertifikatspreisen





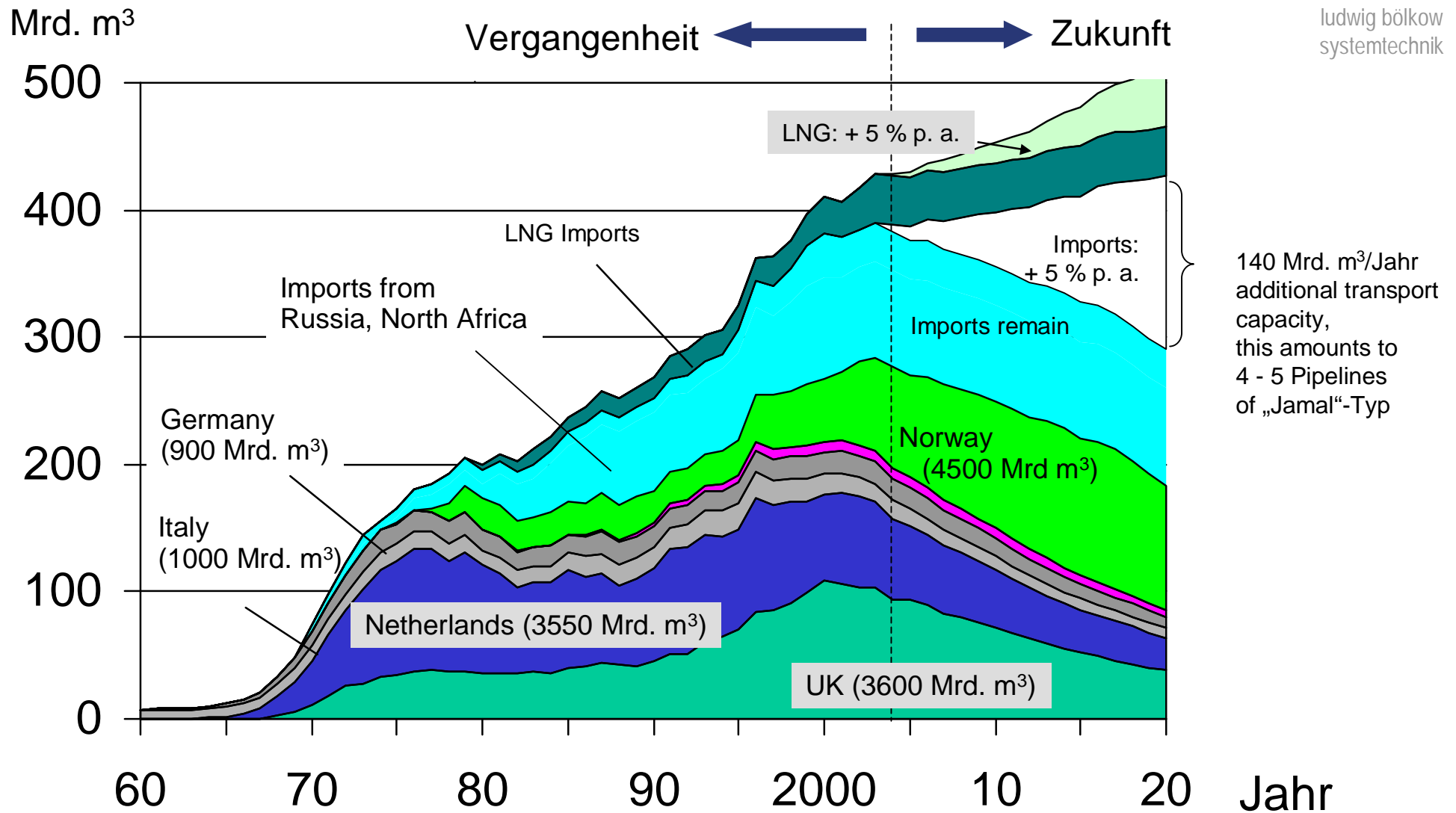
ludwig bolkow  
systemtechnik

# Zukünftige Verfügbarkeit von Erdgas

# Erdgasversorgung Europas



Ludwig Bolkow  
systemtechnik

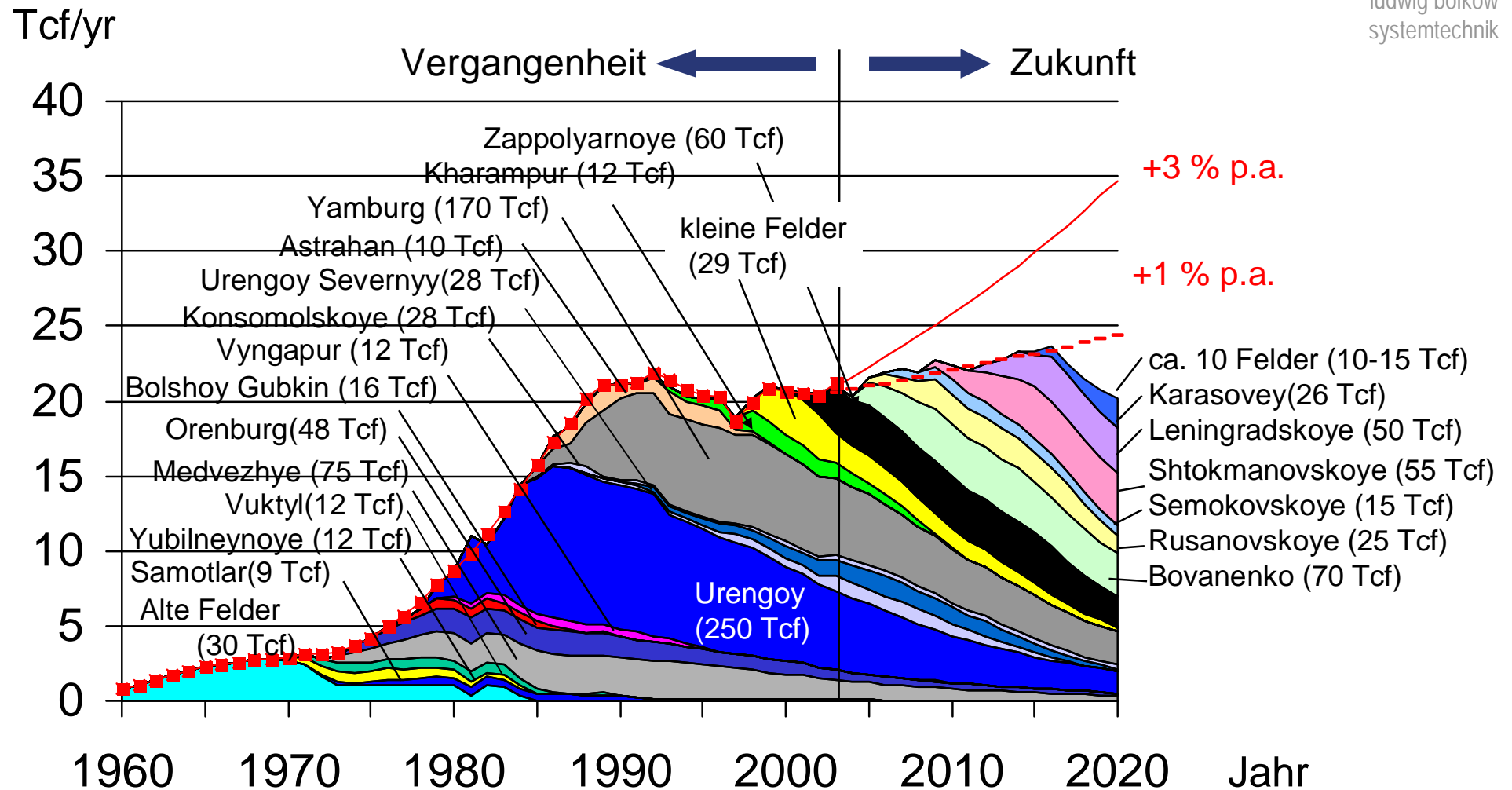


Quelle: OECD 2004, BP 2004; Prognose: LBST 2004

# Erdgasförderung in Russland



Ludwig bolkow  
systemtechnik

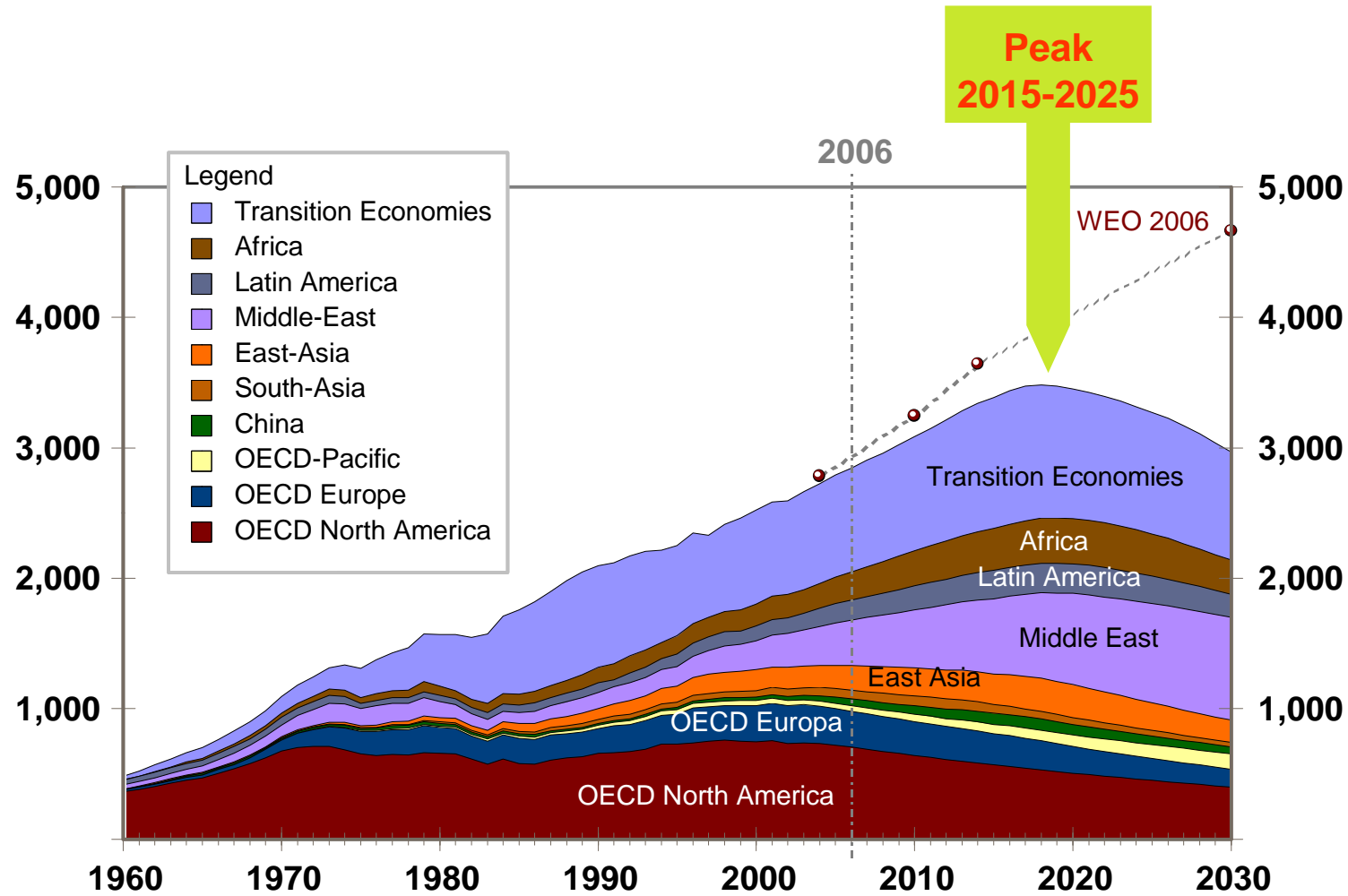


Quelle: Laherrere (unveröffentlicht), LBST Schätzung

# Weltweite Erdgasförderung



Ludwig Bolkow  
systemtechnik



Analyse: Ludwig-Bolkow-Systemtechnik



ludwig bolkow  
systemtechnik

# Anhang



### Stärken

- Bisher stabilste Stromgestehungskosten aller fossilen Optionen
- Derzeit niedrigste Stromgestehungskosten

### Schwächen

- Klimaschädlichste Option nach Braunkohle
- CO<sub>2</sub>-Zertifikatspreise treffen Kohle stärker als Erdgas und REG-Strom
- Kohlekraftwerke sind schlechter regelbar als Erdgaskraftwerke
- Lange Kapitalbindung (typisch 13-20 Jahre) in einem sich stark wandelnden Markt
- Windstrom wird mittelfristig die kostengünstigste Stromerzeugungsoption, günstiger als alle fossilen Optionen

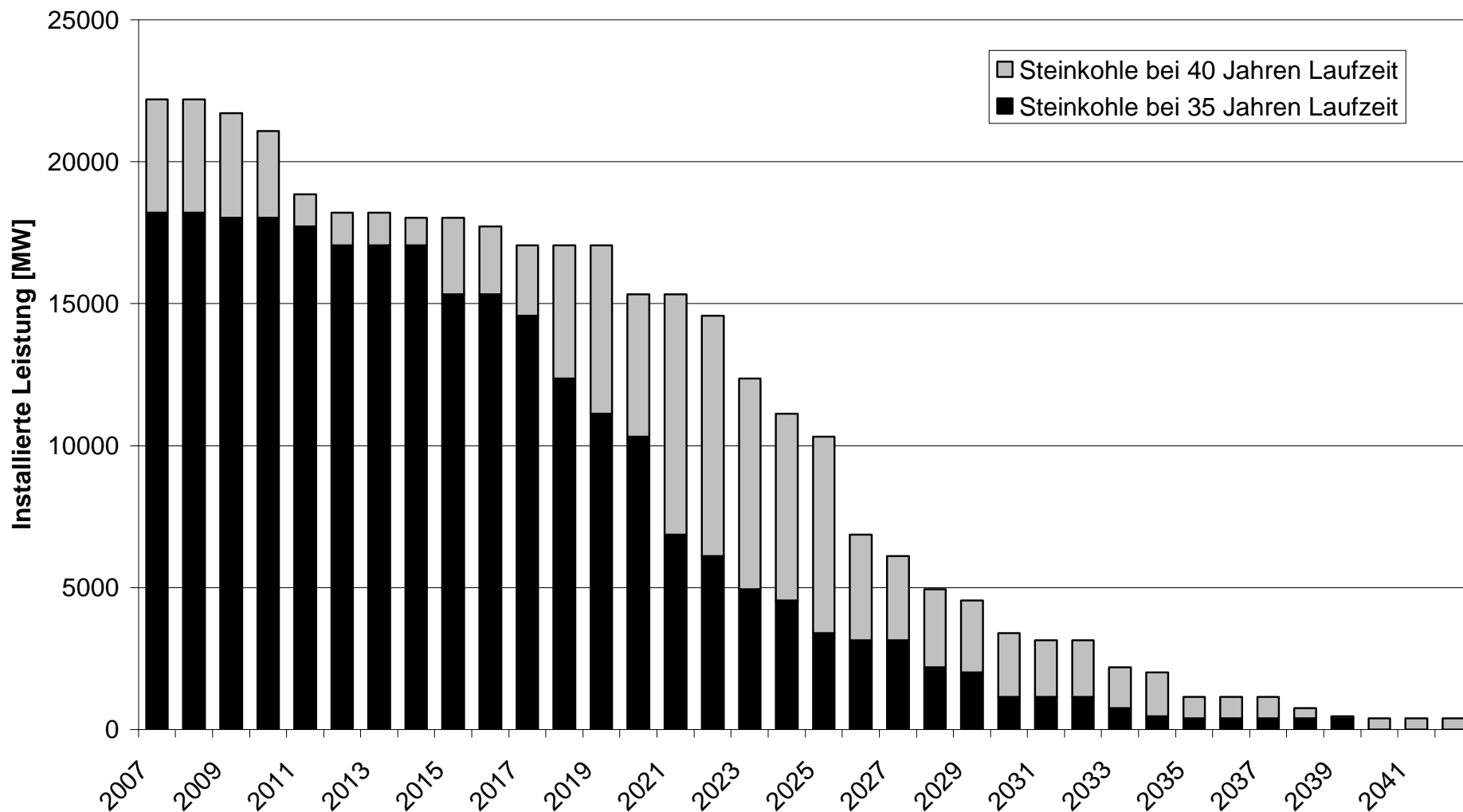
### Chancen

- Bisher geringere Preisschwankungen als bei Erdgas

### Risiken

- Abhängigkeit von wenigen Kohleexportländern
- Weltweite Kohlenachfrage steigt absehbar schneller als Förderung
- ⇒ Brennstoffpreise absehbar steigend
- „Alle“ setzen auf Kohle ⇒ Kleine Akteure sind am verletzlichsten
- Möglicherweise starker Imageschaden mit Kundenverlust
- Hoher REG-Anteil verdrängt Grundlast ⇒ Regelleistung verstärkt benötigt

## Außerdienststellung der heutigen Steinkohlekraftwerke in Deutschland

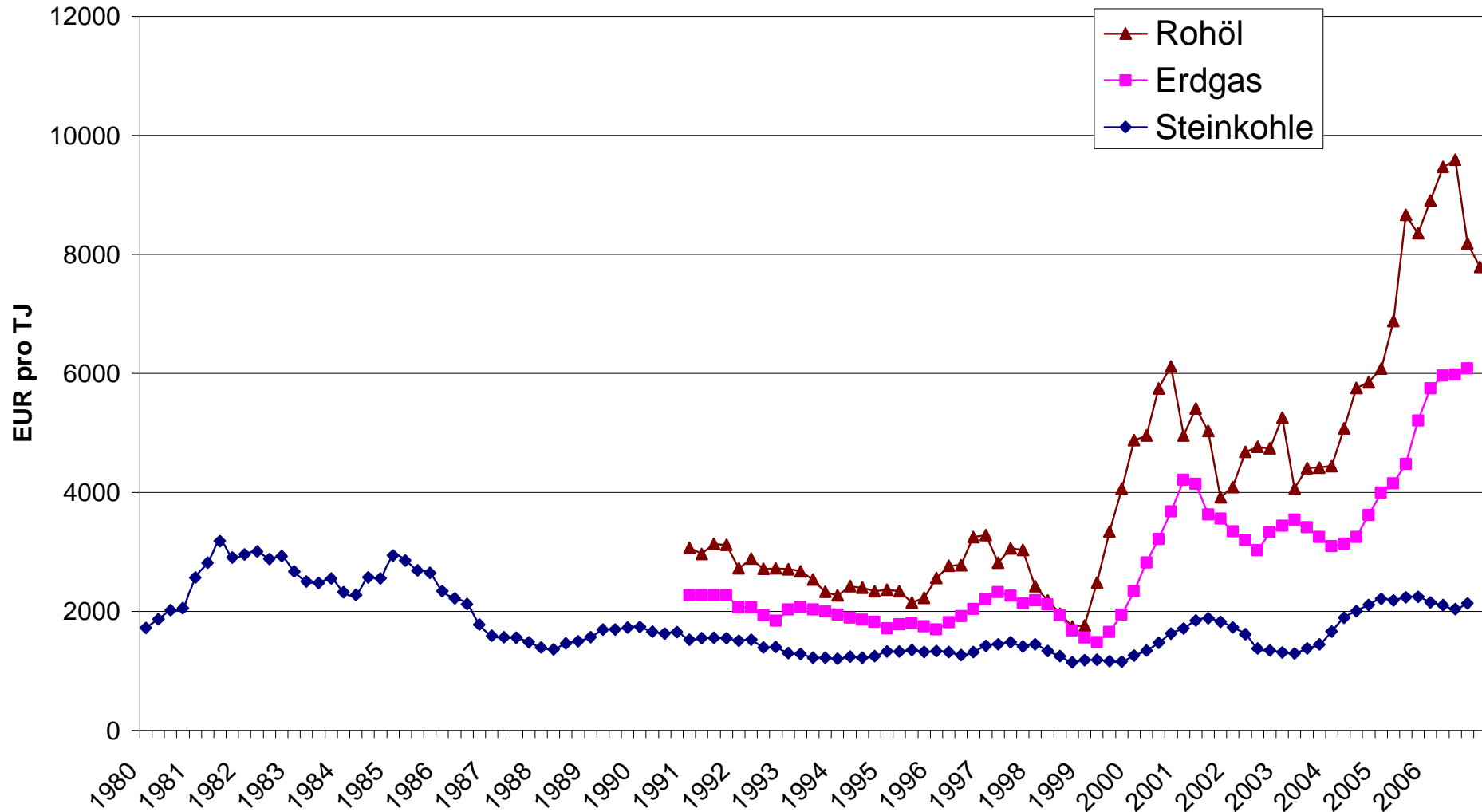


# Steinkohle-, Erdgas-, Rohölpreise in Deutschland



Ludwig Bolkow  
systemtechnik

## Grenzübertrittspreise Importsteinkohle für Kraftwerke, Erdgas, Rohöl Deutschland

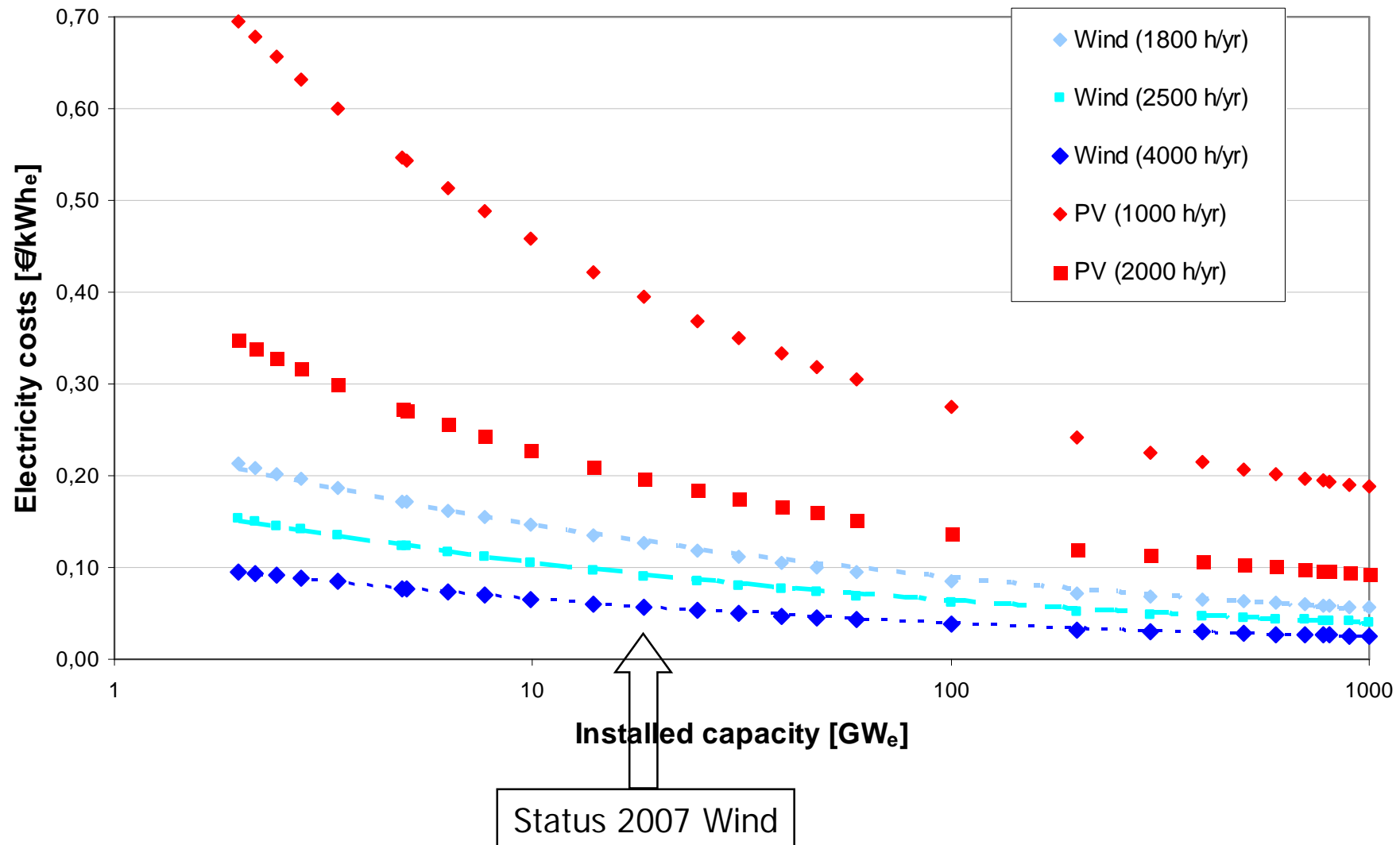


Quelle: BAFA, BMWi

# Kostenreduktion Wind und PV durch Lernkurven



Ludwig Bolkow  
Systemtechnik



# Bewertung der Zubauoptionen



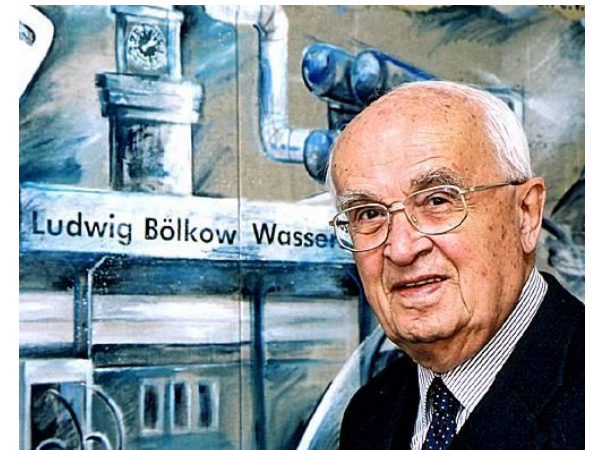
Ludwig Bolkow  
systemtechnik

	Kosten		Risiko		Gesicherte Leistung	
	heute	bis 2030				
<b>Kohle</b>	+	ì	ì	Preisvolatilität CO <sub>2</sub> -Zertifikatspreise	+	
<b>Erdgas</b>	o	ì	ì	Preisvolatilität CO <sub>2</sub> -Zertifikatspreise	++	
<b>Windkraft</b>	- (EEG)	î Wirtschaftlich	è		-	Vorhersagbarkeit steigt
<b>Feste Biomasse</b>	- (EEG)	ì	ì	Konkurrenz Raum- wärme, Kraftstoffe	+	
<b>Biogas</b>	- (EEG)	ì	ì	Konkurrenz Nahrungsmittel	++	
<b>Geothermie</b>	-- (EEG)	î	è		+	
<b>Klein-KWK</b>	- (KWKG)	ì	î	Risiko trägt Betreiber	(++)	„Smart Grid“



## Strategie- und Technologieberater für nachhaltige Energie- und Verkehrssysteme

- 4 Gegründet 1982
- 4 Globale Ausrichtung und Langzeitperspektive
- 4 Technologieausrichtung
- 4 Wasserstoff, Brennstoffzellen, nachhaltige Energie
- 4 Kunden: Industrie, Politik, NGOs weltweit
- 4 Interdisziplinäres Team mit hoher Kontinuität
- 4 Gesellschafter: TÜV SÜD (47%), Mitarbeiter der LBST (29%), Ludwig Bölkow Stiftung (12%), Herr Gerhard Jochum (12%)



Dr. Ludwig Bölkow, Gründer der LBST, † 2003

## Weiterführende Webseiten

---



ludwig bolkow  
systemtechnik

Ludwig-Bölkow-Systemtechnik Webseite:  
[www.lbst.de](http://www.lbst.de)

Webseite von ASPO Deutschland:  
[www.energiekrise.de](http://www.energiekrise.de)

Studien der Energy Watch Group:  
[www.energywatchgroup.org](http://www.energywatchgroup.org)