

18 August 2008

Öl, Gas und Kohle – immer knapper, immer teurer?

Vortrag beim Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie

Dr.-Ing. Ulrich Bünger
Dr. Werner Zittel



Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (LBST)

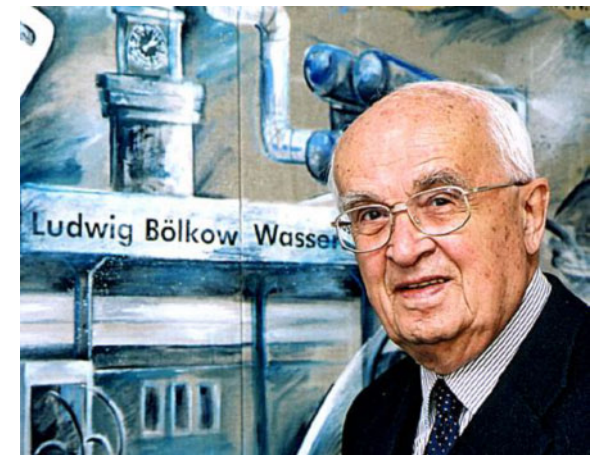
Munich-Ottobrunn · Germany

buenger@LBST.de, zittel@LBST.de



Strategie- und Technologie-Consulting für eine nachhaltige Energieversorgung und Mobilität

- ▶ Gegründet 1982
25 Jahre Erfahrung in Nachhaltigkeitsthemen
20 Jahre Brennstoffzellen, Wasserstoff und Infrastruktur
10 Jahre fossile Ressourcenanalysen
- ▶ Globale, langfristige und Systemperspektive
- ▶ Fokus auf Nachhaltigkeitstechnologien
- ▶ Kunden aus Industrie, Politik und NGOs
- ▶ Interdisziplinäres Team mit hoher Kontinuität
- ▶ Gesellschafter: TÜV SÜD (47%), LBST Mitarbeiter (29%), Ludwig Bölkow Stiftung (12%), Privatperson (12%)



Dr. Ludwig Bölkow, † 2003
Gründer LBST und MBB (heute EADS)



1. Werner Zittel

Die „Feinstruktur“ der Ölförderung und was kommt danach?

2. Ulrich Bünger

Auf welchen technologischen Pfaden können wir die Fossilen ersetzen?



ludwig bolkow
systemtechnik

- Energieversorgung heute
- Treibende Kräfte für einen Wandel
- Fünf Thesen zur künftigen Energieversorgung
- Der Strukturwandel hat bereits begonnen



- Die Weltölförderung ist am Fördermaximum
 - Kein anderer fossiler oder nuklearer Energieträger wird das ausgleichen können
- ⇒ Das Fördermaximum wird einen Strukturbruch einleiten, der unsere Wirtschaft zur Umorientierung zwingen wird
 - ⇒ Steigende Energiepreise werden neue Marktbedingungen (=Anreize) schaffen
 - ⇒ Der breite Einsatz neuer Ressourcen sparender Technologien wird schnell an Bedeutung gewinnen
 - ⇒ Nachhaltigkeit fängt bei der Stadtplanung an
 - ⇒ Krise bedeutet auch Chance!!!



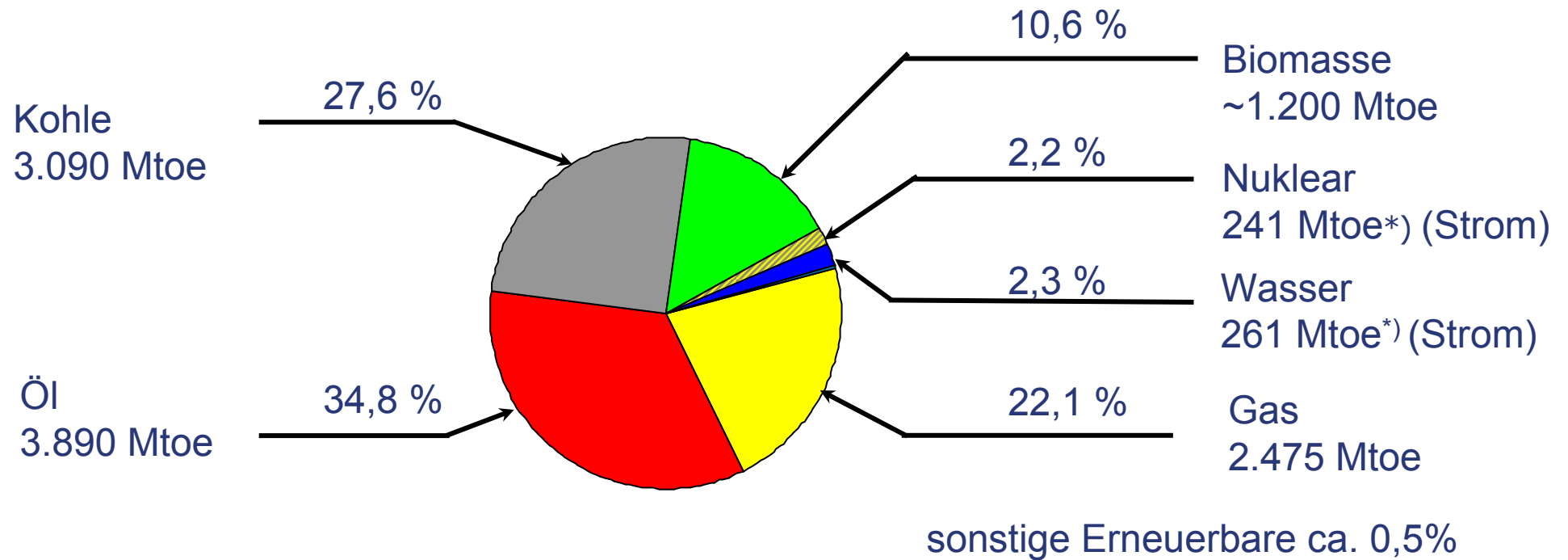
ludwig bolkow
systemtechnik

- **Energieversorgung heute**
- Treibende Kräfte für einen Wandel
- Fünf Thesen zur künftigen Energieversorgung
- Der Strukturwandel hat bereits begonnen

Weltenergieverbrauch 2006



ludwig bolkow
systemtechnik



*) bei Umrechnung in Primärenergie erhöht sich der Beitrag von Kernenergie auf 635 Mtoe und von Wasserkraft auf 688 Mtoe

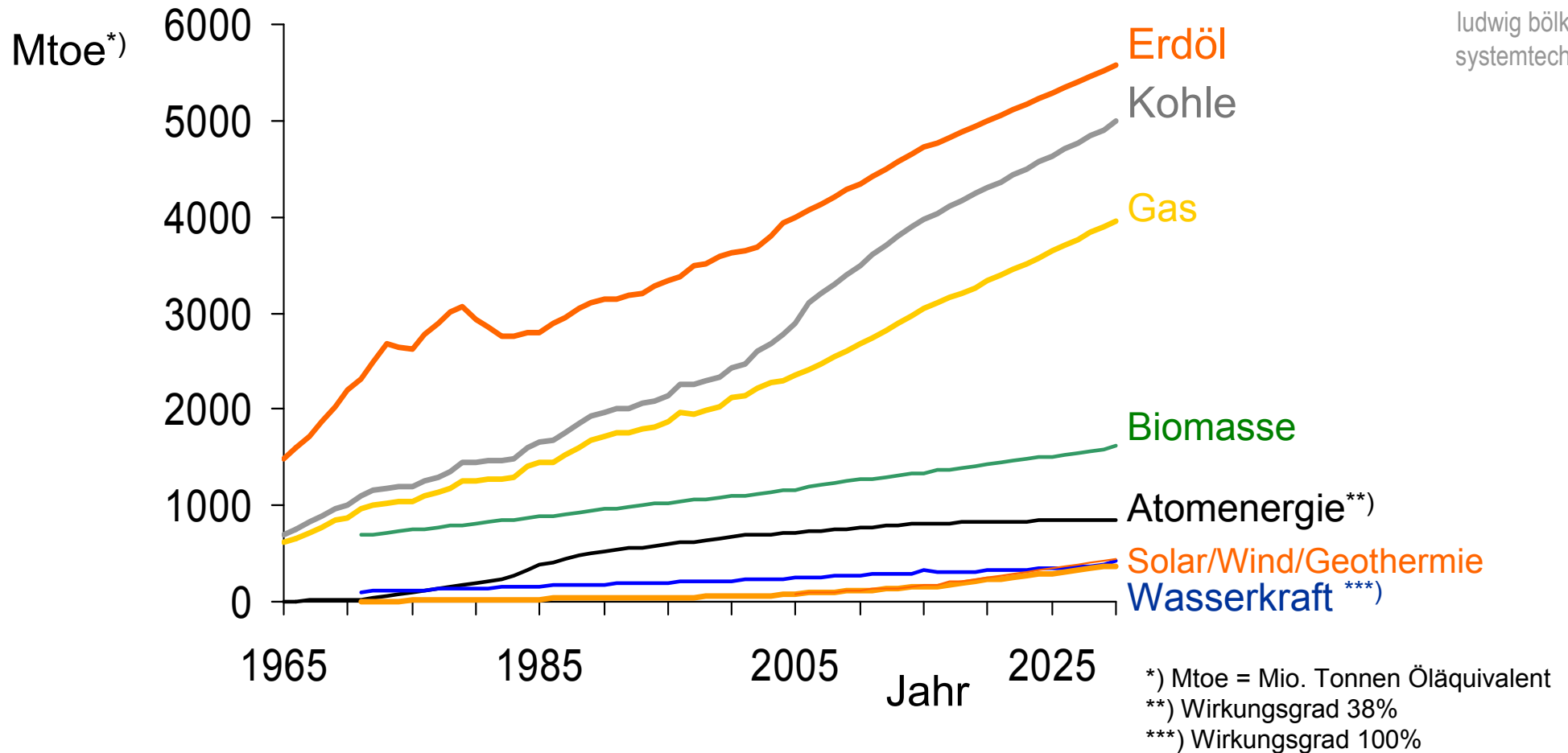
1 Mtoe = 1 Mio. Tonnen Öläquivalent

Quelle: BP Statistical Review of World Energy 2007
Renewables: WEO 2006

Prognose des Weltenergieverbrauchs (Internationale Energieagentur)



Ludwig Bolkow
systemtechnik



Der Energieverbrauch ist

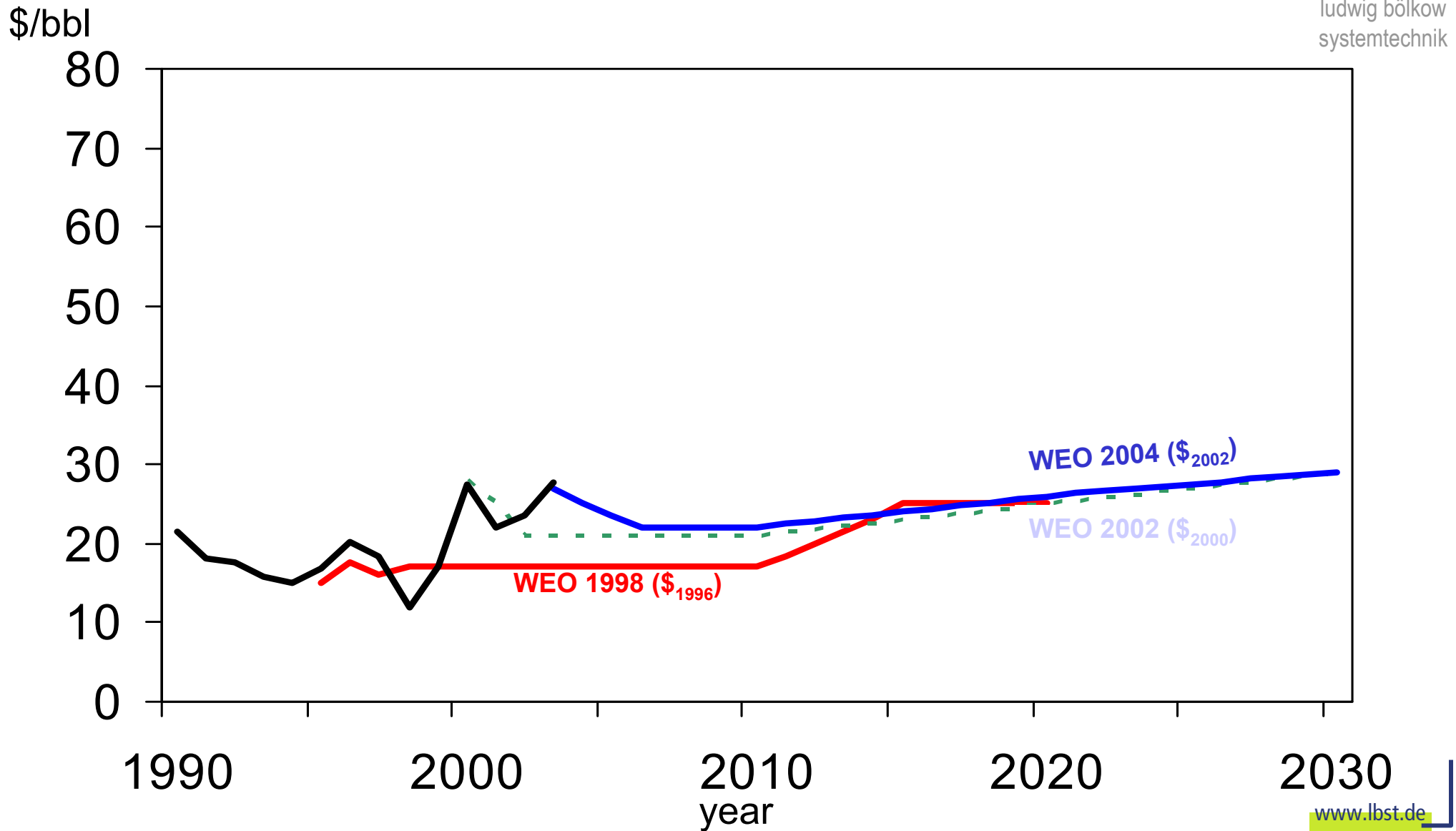
- fossil dominiert
- räumlich und zeitlich ungerecht verteilt
- lässt keinen Spielraum für künftige Entwicklung benachteiligter Regionen

Quelle: Historische Daten - BP Statistical Review of World Energy
Outlook - International Energy Agency 2007

IEA Preisprognosen für Importöl



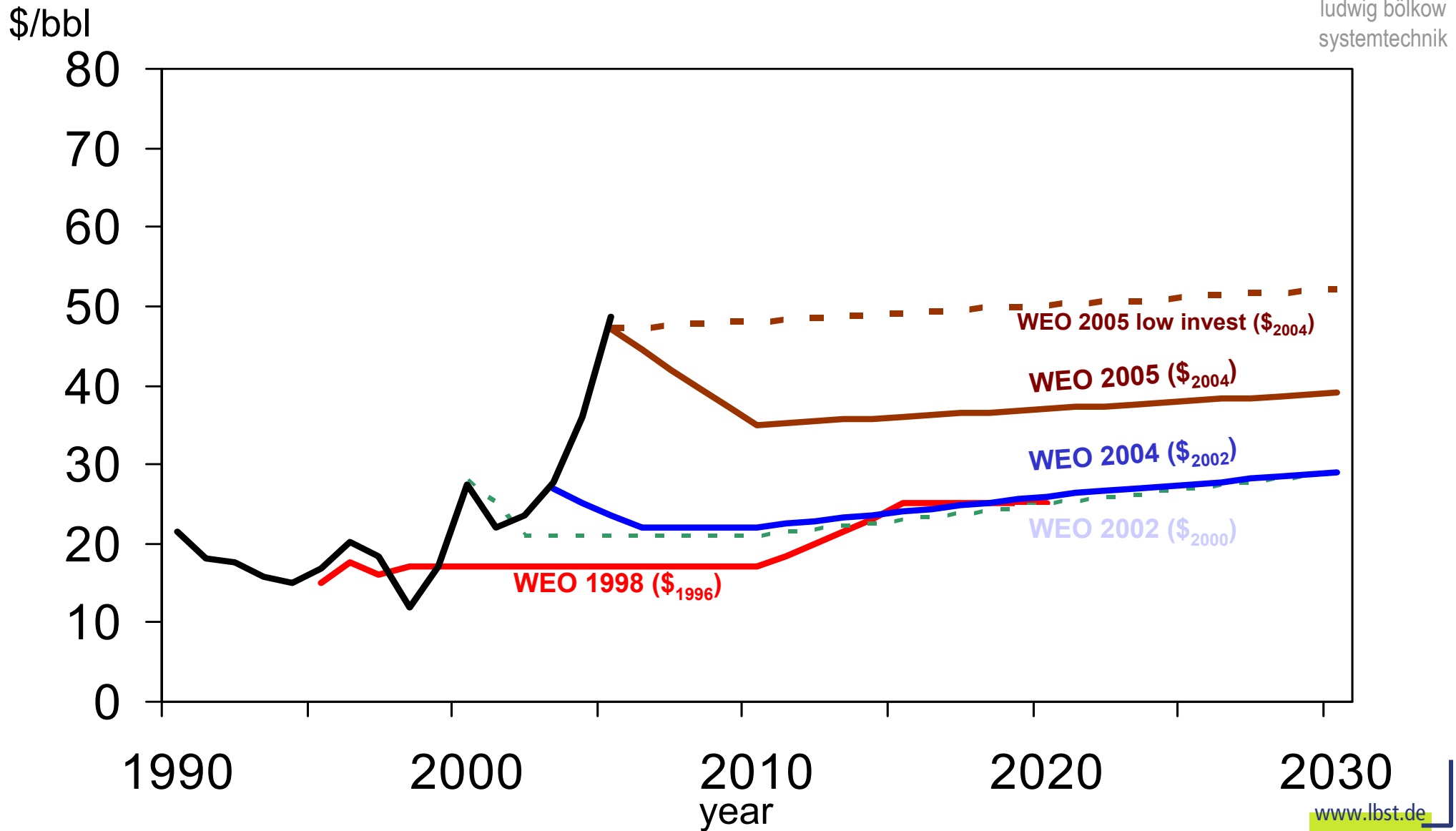
Ludwig Bolkow
Systemtechnik



IEA Preisprognosen für Importöl



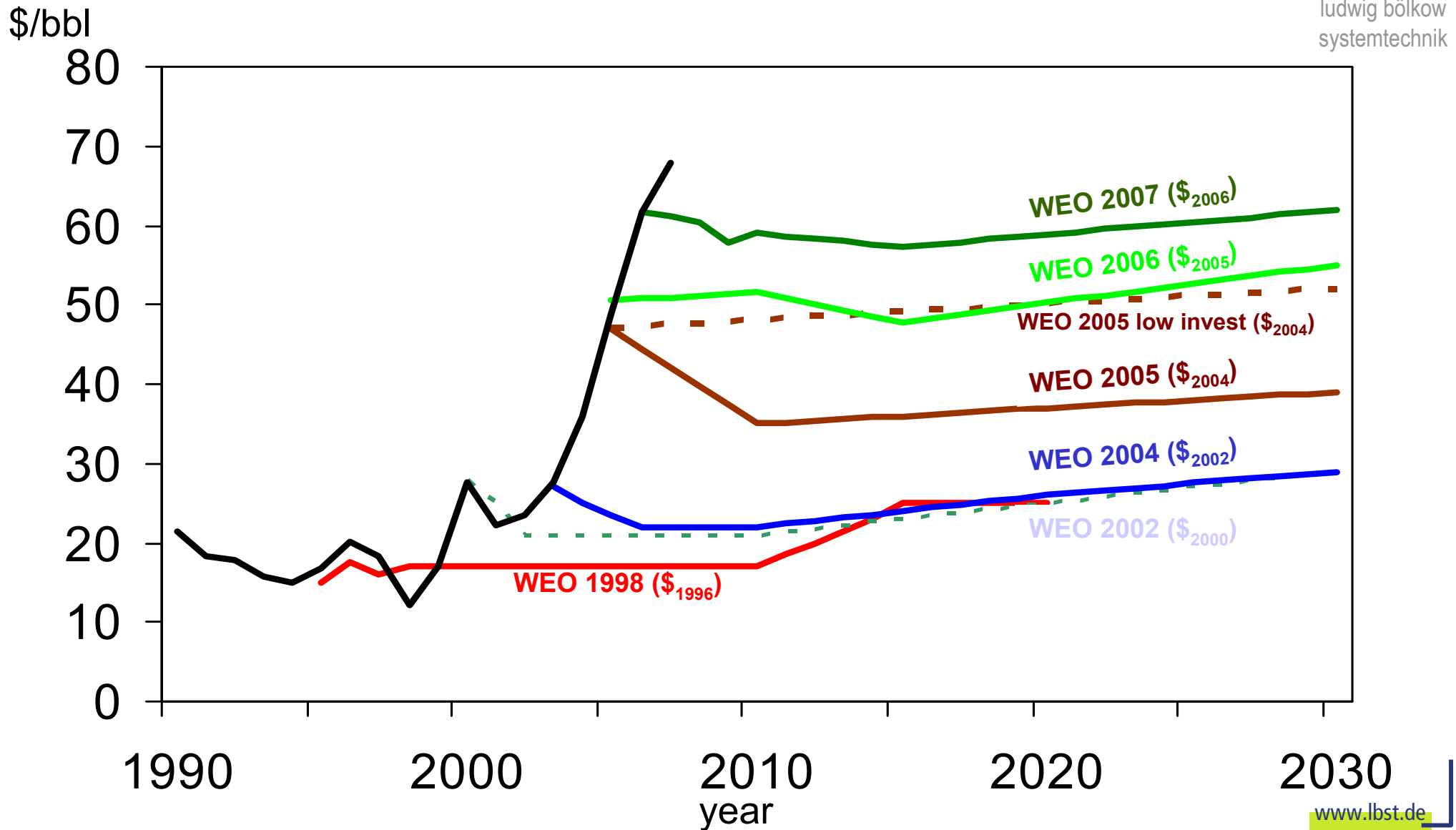
Ludwig Bolkow
Systemtechnik



IEA Preisprognosen für Importöl



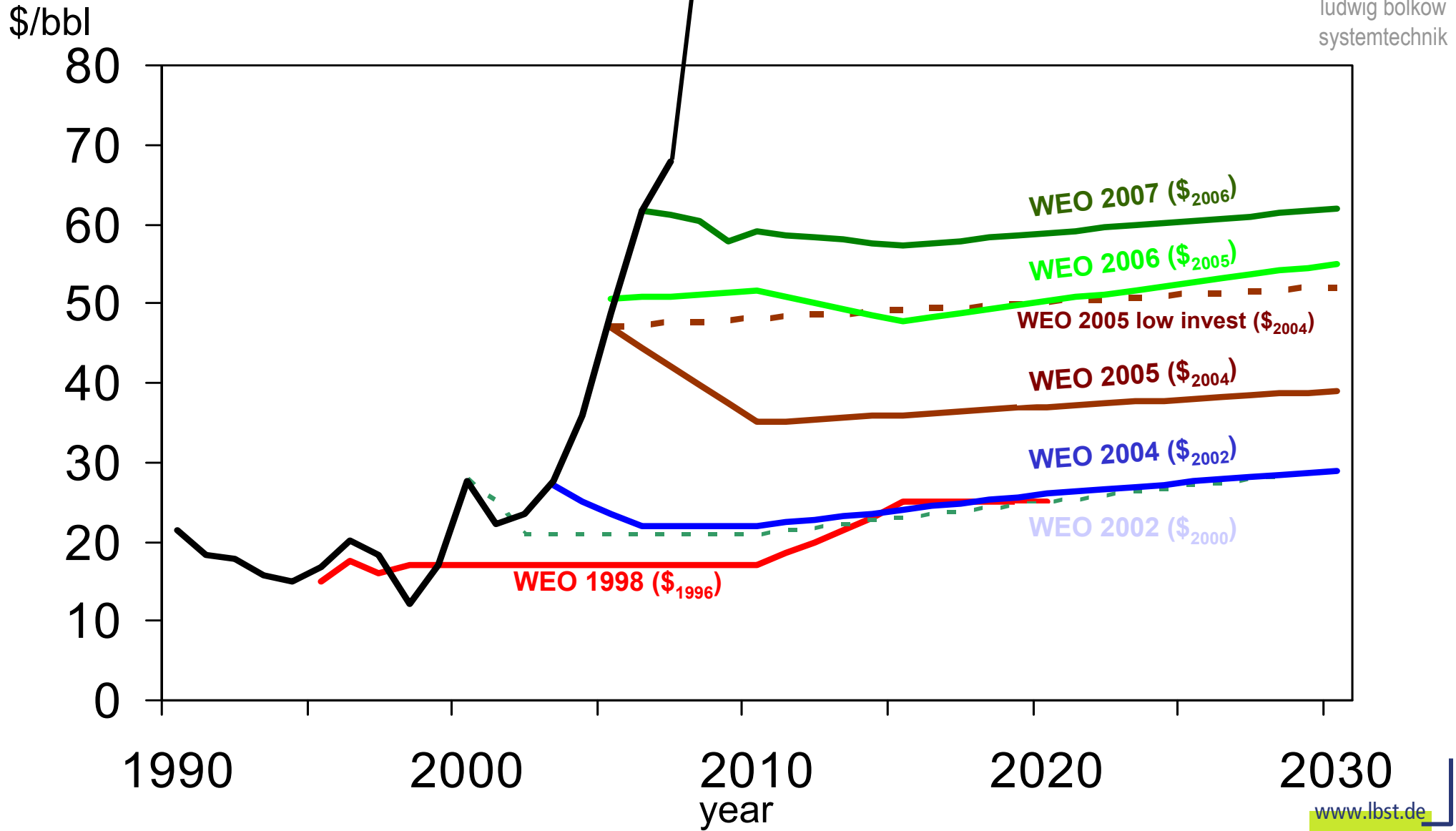
Ludwig Bolkow
Systemtechnik



IEA Preisprognosen für Importöl



Ludwig Bolkow
systemtechnik



Annahme der Bundesregierung für den Ölpreis im Jahr 2020!



ludwig bolkow
systemtechnik

 Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

Herrn
Hans-Josef Fell, MdB
Sprecher für Energie und Technologie
Bundtagsfraktion Bündnis 90/Die Grünen
Platz der Republik 1
11011 Berlin

Dagmar G. Wöhrl
Parlamentarische Staatssekretärin
Maritime Koordinatorin der Bundesregierung

HAUSANSCHRIFT Schamhorststraße 34-37, 10115 Berlin
POSTANSCHRIFT 11019 Berlin
TEL +49 30 18615 6114
FAX +49 30 18615 5103
E-MAIL dagmar.woehrl@bmiwi.bund.de
DATUM Berlin, 28. Mai 2008

Frage:

Mit welchen Erdölpreisen rechnet die Bundesregierung
Für 2010 und 2020?

Fragestunde des Deutschen Bundestages am 28. Mai 2008
Fragen Nr. 1 und 2

Sehr geehrter Herr Kollege,

namens der Bundesregierung beantworte ich Ihre Fragen wie folgt:

Frage Nr. 1

Welche Erdölpreise für 2010 und 2020 werden für die aktuelle Energiestrategie der Bundesregierung und der ihr zugrunde liegenden Studien zugrunde gelegt und mit welchen Erdölpreisen rechnet die Bundesregierung für 2010 und 2020?

Antwort:

Für das Maßnahmenpaket im Rahmen des Energie- und Klimaprogramms der Bundesregierung wurde eine Vielzahl von Studien ausgewertet, bei deren Berechnungen unterschiedliche Annahmen und Voraussetzungen zugrunde gelegt wurden. Soweit sich einzelne Elemente des Maßnahmenpakets auf die Energieszenarien für den Energiegipfel im Sommer 2007 bezogen, hatten die Gutachter (PROGNOS/EWI) für 2010 und 2020 reale Ölpreise in Höhe von 53 bzw. 49 \$/bbl unterstellt. In nominalen Werten entspricht dies einem Preis von 59 bzw. 65 \$/bbl.

Die Bundesregierung macht keine eigenen Prognosen hinsichtlich der künftigen Ölpreisentwicklung.

Antwort am 28. Mai 2008:

Die Gutachter Prognos/EWI hatten für 2010 und 2020 reale Ölpreise in Höhe von 53 bzw. 49 \$/bbl unterstellt. In nominalen Werten entspricht dies einem Preis von 59 bzw. 65\$/bbl.

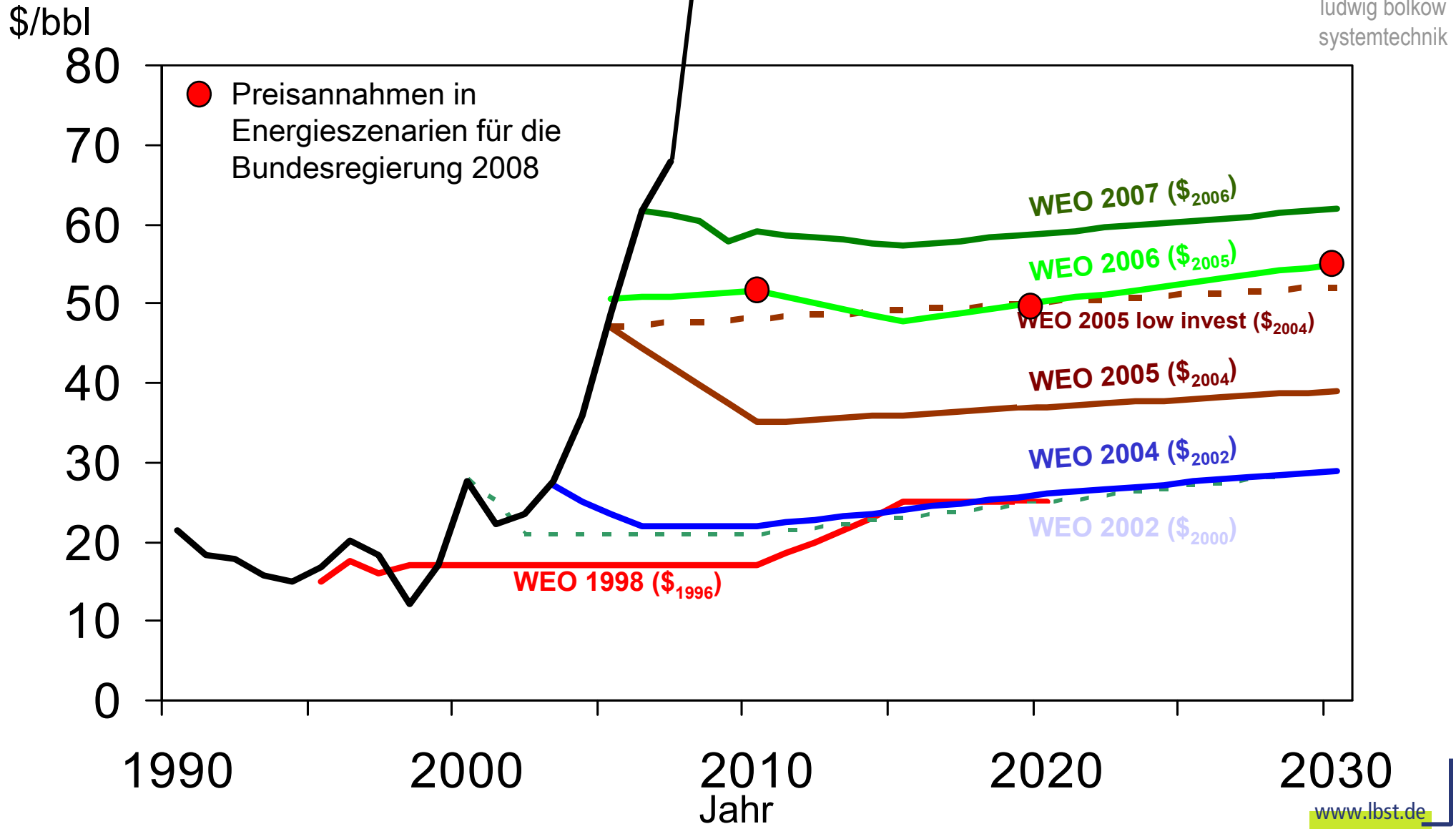
**Das ist die Grundlage für die
Energierstrategie der Bundesregierung!!!**

www.lbst.de

IEA Preisprognosen für Importöl



Ludwig Bolkow
Systemtechnik





ludwig bolkow
systemtechnik

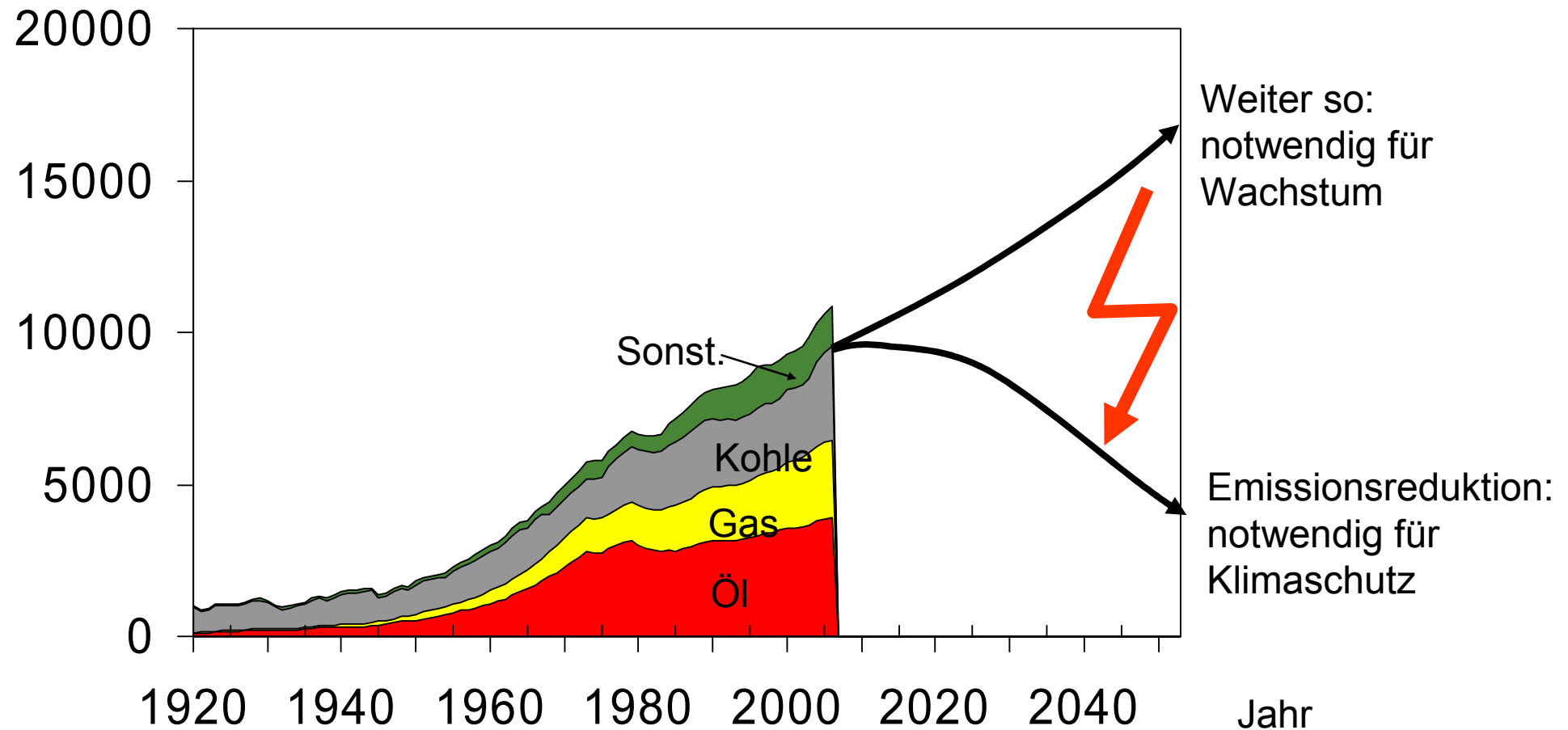
-
- Energieversorgung heute
 - **Treibende Kräfte für einen Wandel**
 - **limitierte Senken (Treibhauseffekt)**
 - limitierte Quellen (Öl, Kohle, Gas, Uran)
 - innovative Energietechnologien
(Regenerative Energien, Effizienz)
 - Fünf Thesen zur künftigen Energieversorgung
 - Der Strukturwandel hat bereits begonnen

Unaufgelöster Widerspruch der Industriegesellschaft bezüglich einer klimaneutralen Energiepolitik



ludwig bolkow
systemtechnik

Mtoe/a (Mio Tonnen Öläquivalent/Jahr)



Datenquelle: BP Statistical Review of World Energy

www.lbst.de



ludwig bolkow
systemtechnik

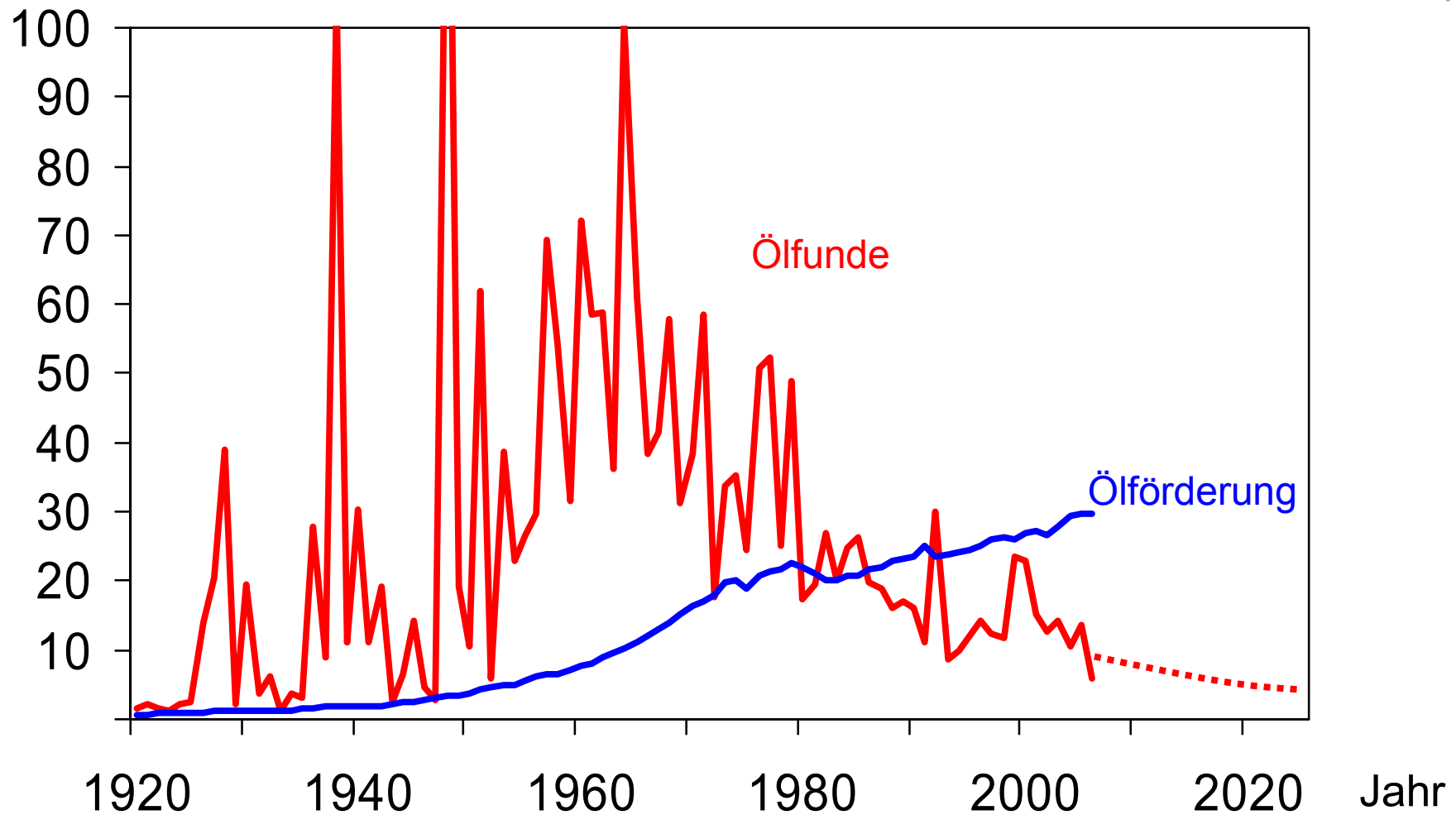
-
- Energieversorgung heute
 - Treibende Kräfte für einen Wandel
 - limitierte Senken (Treibhauseffekt)
 - **limitierte Quellen (Öl, Kohle, Gas, Uran)**
 - innovative Energietechnologien
(Regenerative Energien, Effizienz)
 - Fünf Thesen zur künftigen
Energieversorgung

Ölfunde und Ölförderung (1920-2005)



Ludwig Bolkow
Systemtechnik

Mrd. Barrel/a



Quelle: IHS Energy/ASPO

Warum wachsen die Reserven mit der Zeit?



ludwig bolkow
systemtechnik

Schätzung des Explorateurs:

so groß wie vertretbar

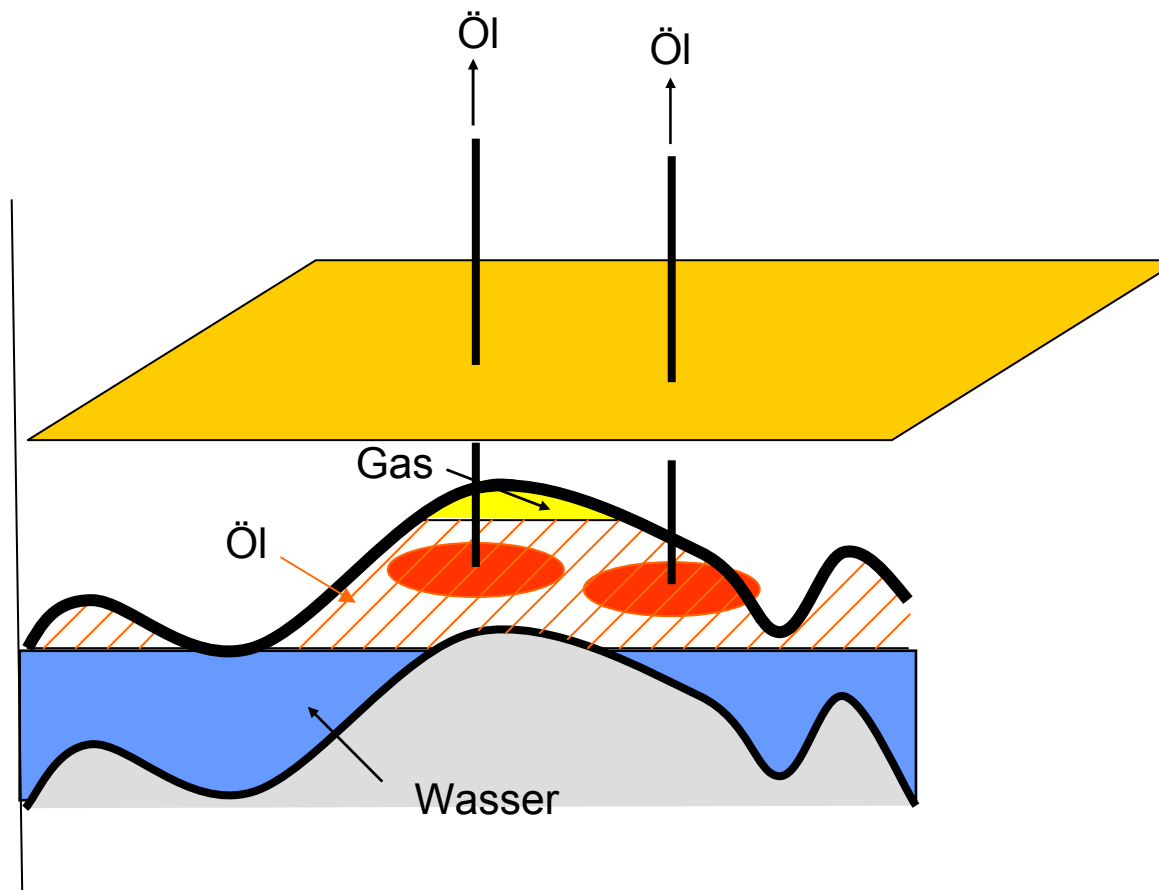
Schätzung des Ökonomen:

so vorsichtig wie vertretbar

Angabe in Jahresberichten:

Was sicher mit getätigten Bohrungen förderbar ist

=> Zunahme der Fördersonden lässt Reserven wachsen

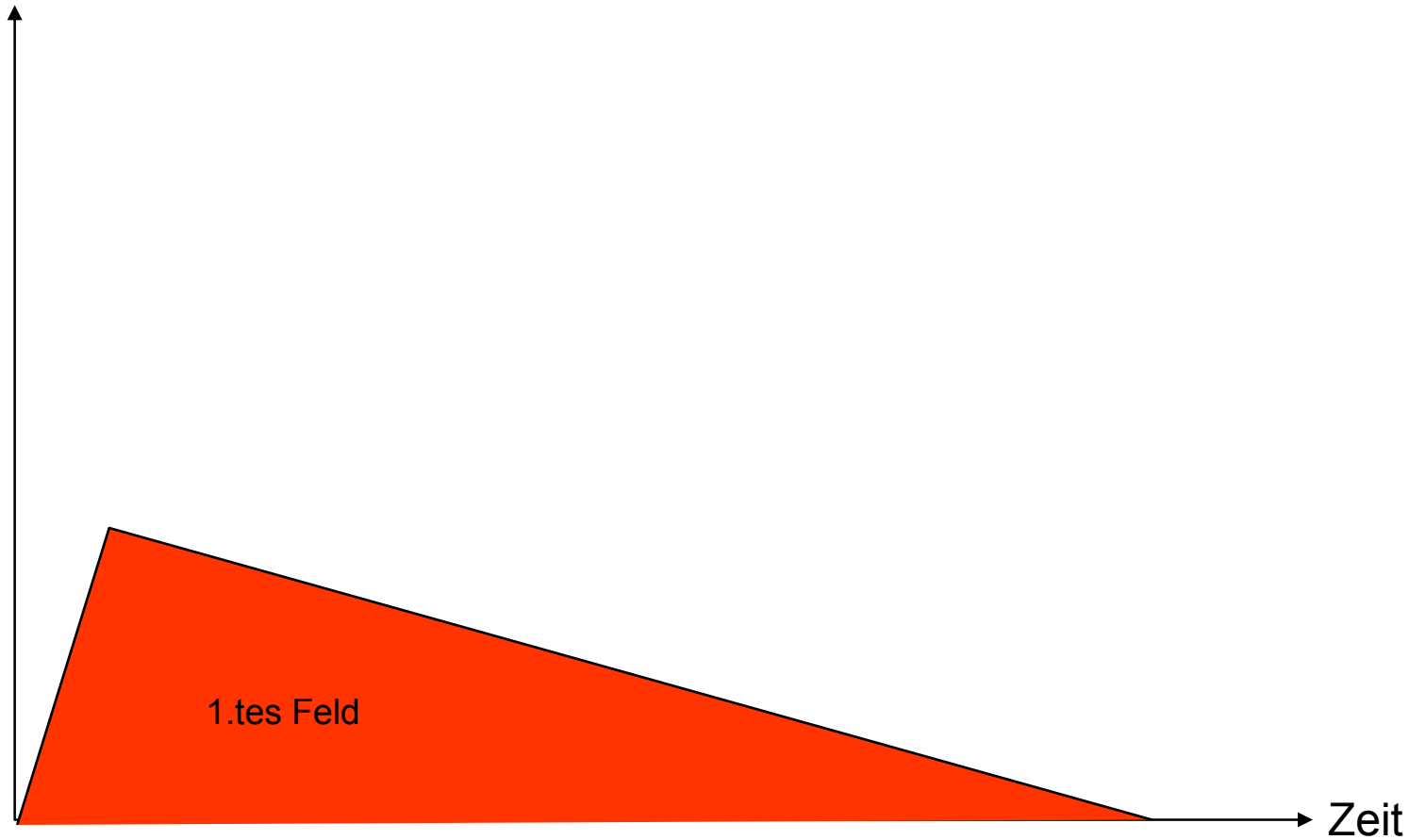


Entwicklung der Ölförderung: Typisches Förderprofil eines Ölfeldes



ludwig bolkow
systemtechnik

Ölförderung

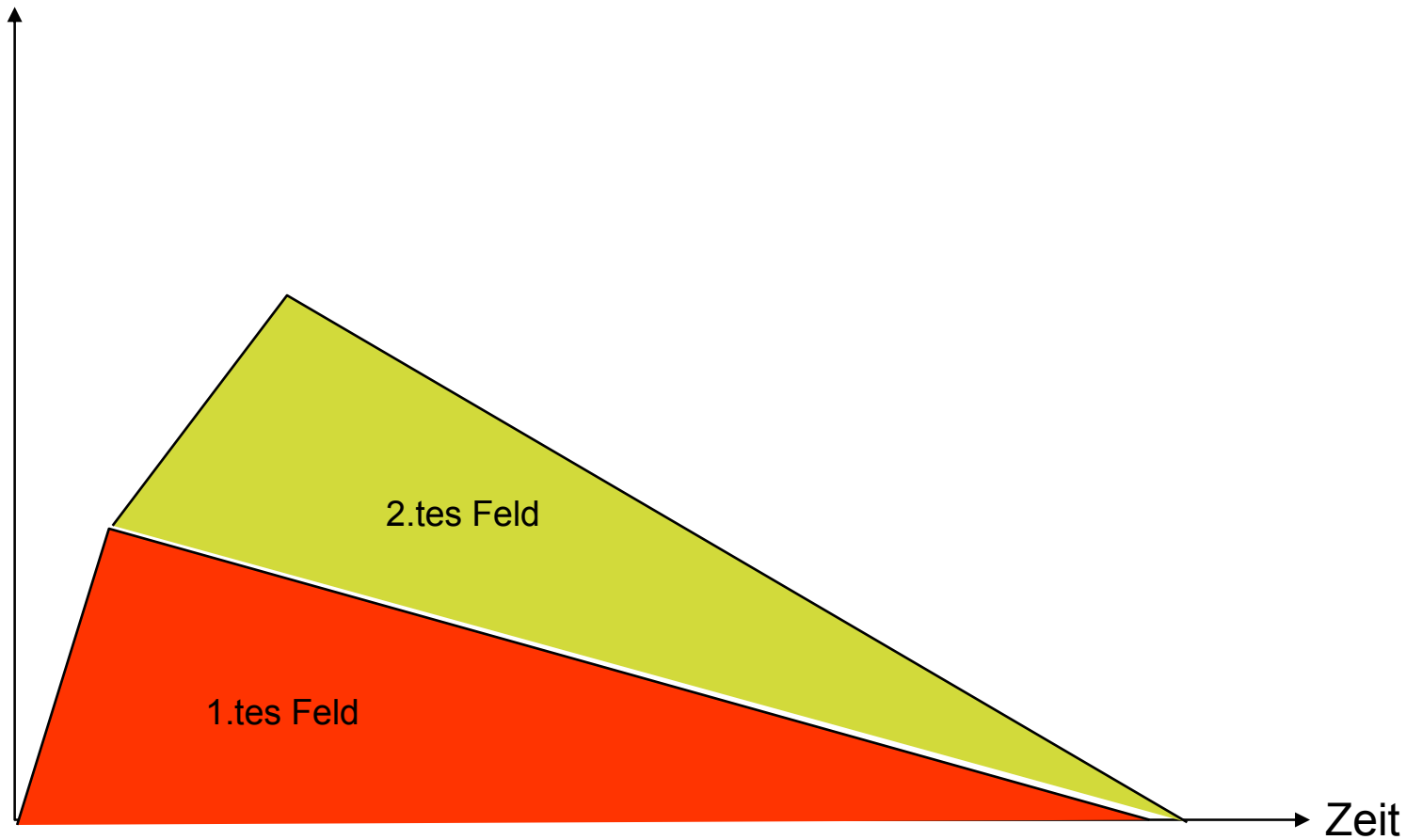


Entwicklung der Ölförderung: Ausweitung der Förderung



ludwig bolkow
systemtechnik

Ölförderung

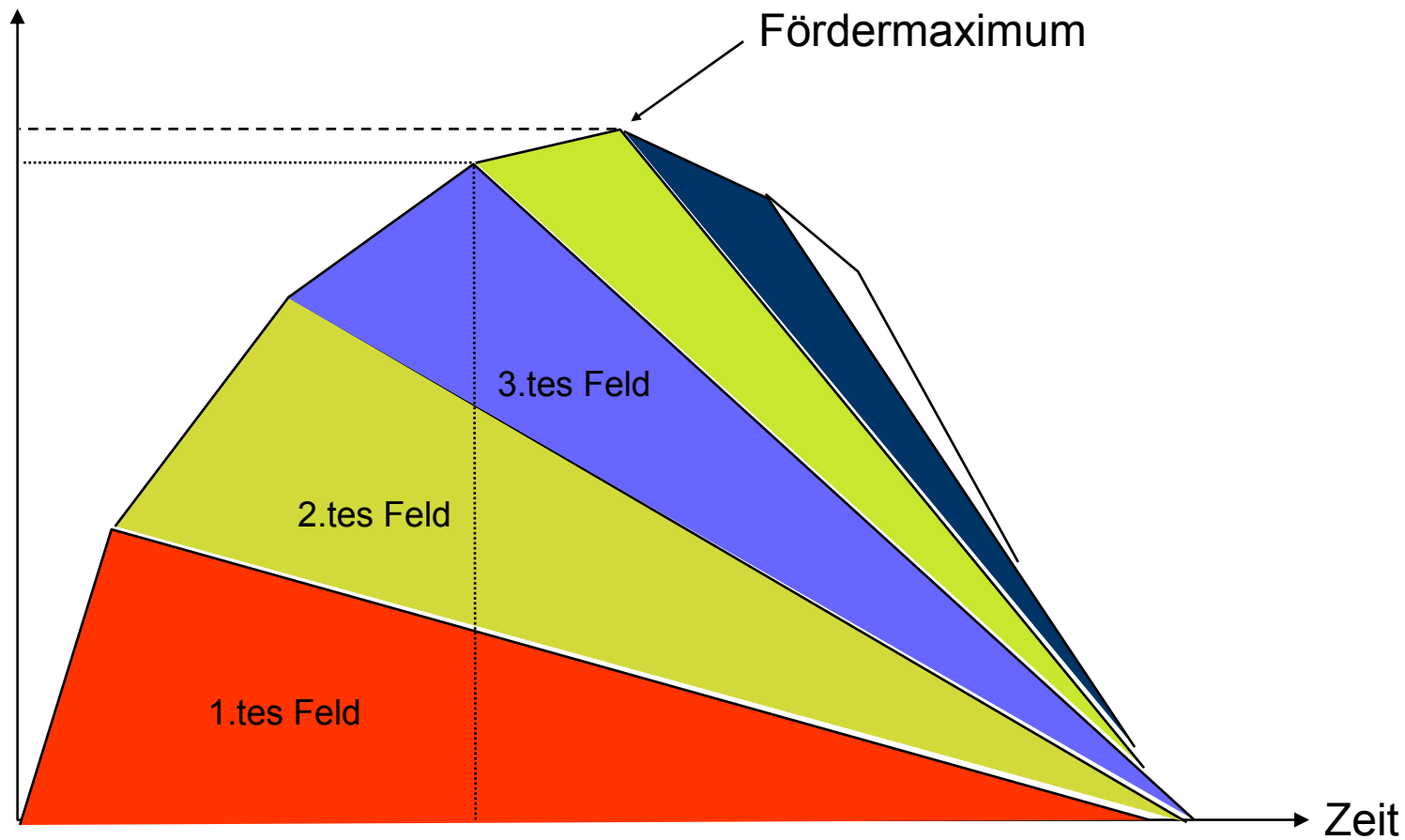


Entwicklung der Ölförderung: Regionales Fördermaximum



ludwig bolkow
systemtechnik

Ölförderung

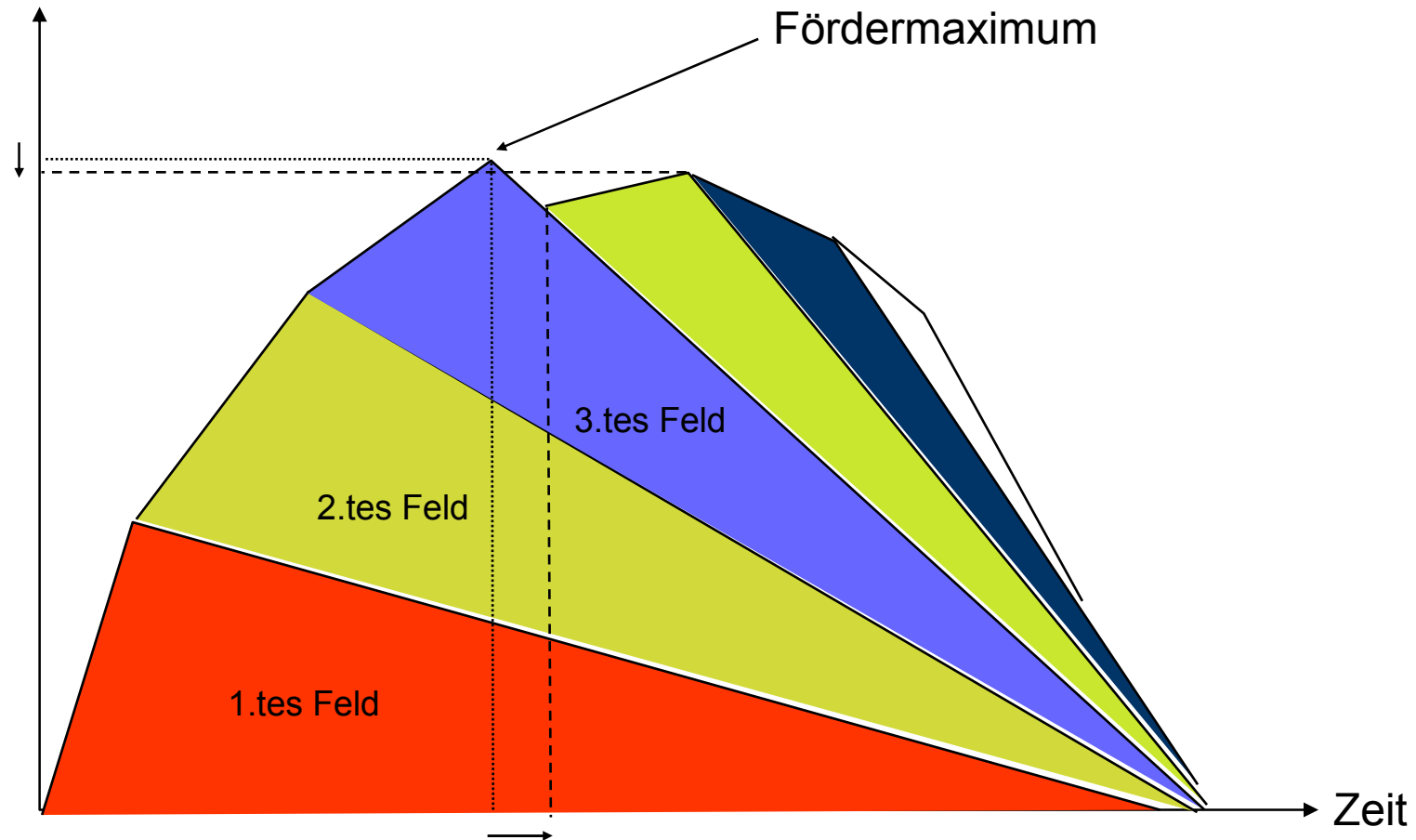


Entwicklung der Ölförderung: Verzögerung bei neuen Feldern



ludwig bolkow
systemtechnik

Ölförderung

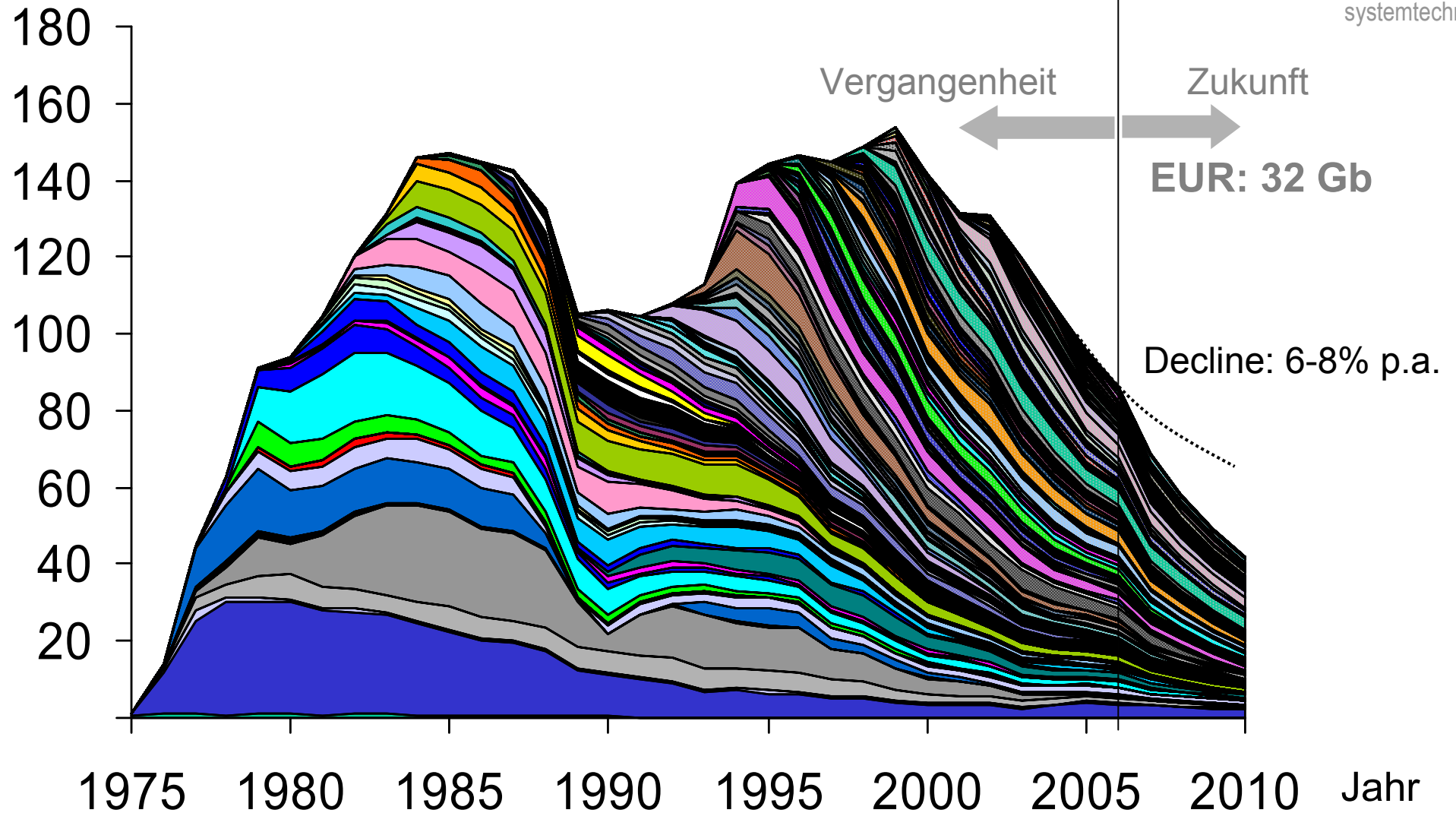


UK - Rohölproduktion aller bis Ende 2006 angeschlossenen Felder



ludwig bolkow
systemtechnik

Förderrate [Mio m³]



Datenquelle: DTI April 2007

www.lbst.de

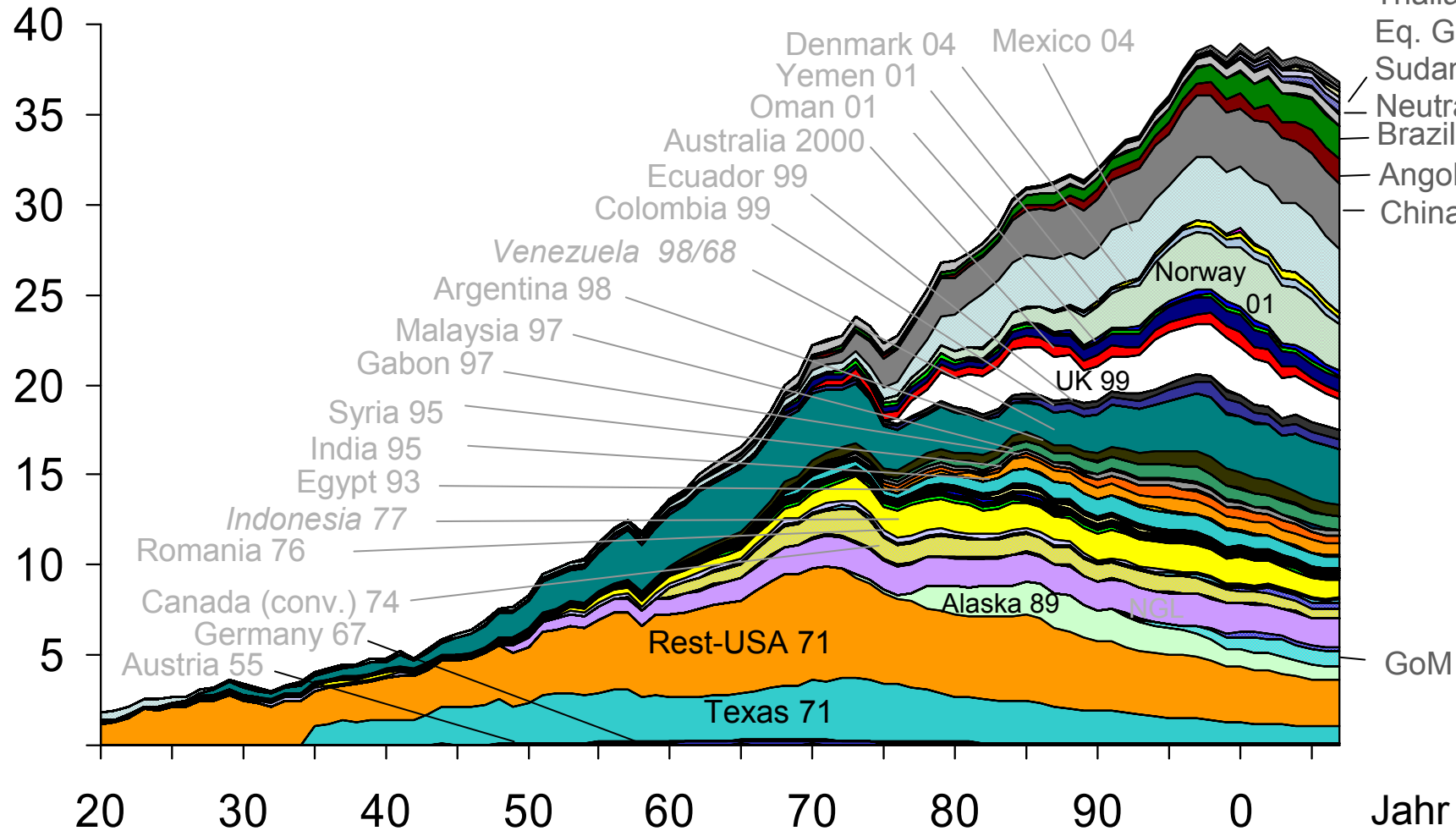
Die Ölförderung außerhalb GUS und der OPEC*)



Ludwig Bolkow
systemtechnik

*) inkl. Indonesien und Venezuela

Mb/Tag



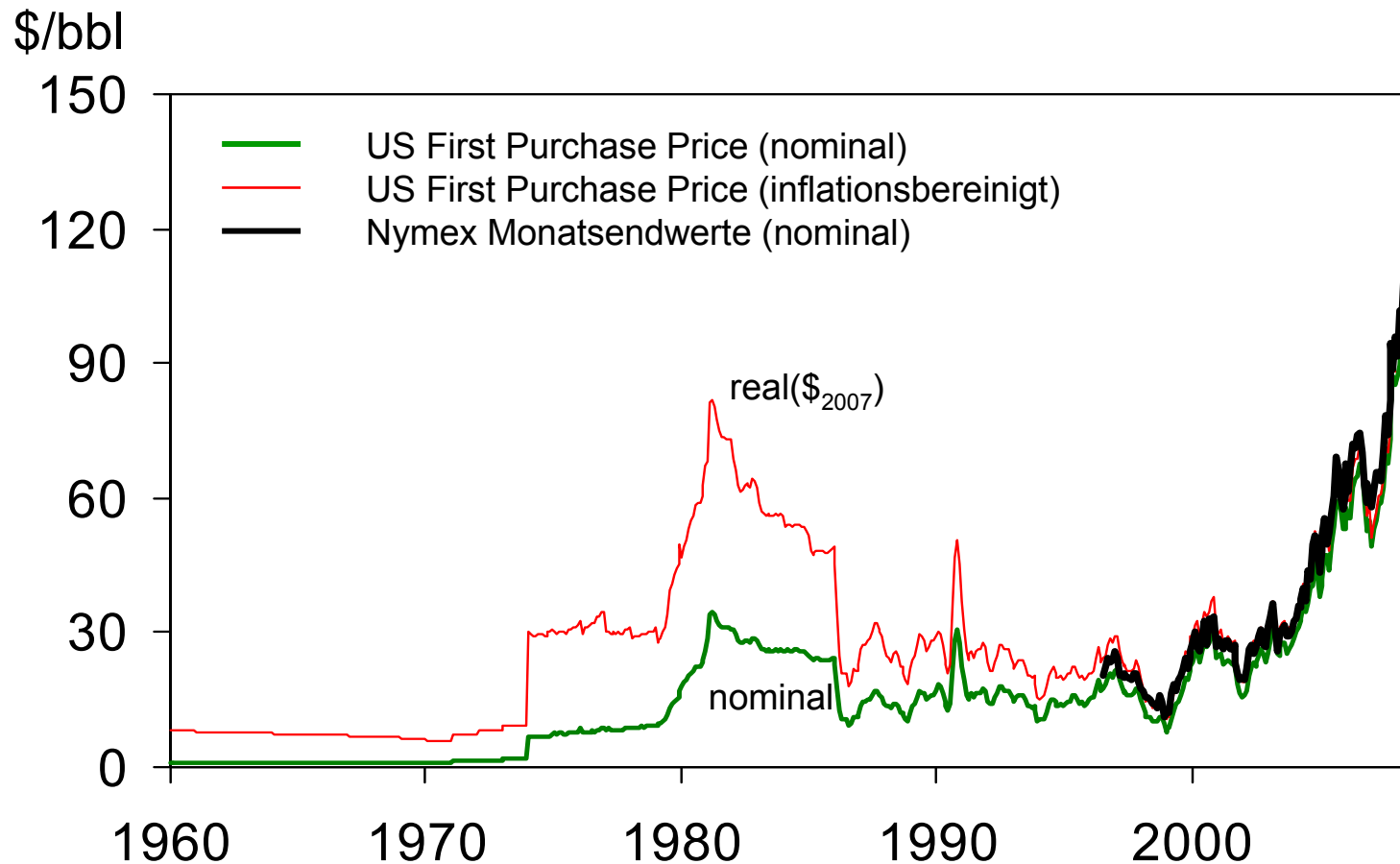
Datenquelle: IHS 2006; PEMEX, petrobras; NPD, DTI, ENS(Dk), NEB, RRC, US-EIA, January 2008
Analysis and 2007 estimate: LBST

www.lbst.de

Entwicklung des Rohölpreises



ludwig bolkow
systemtechnik



Quelle: Die Monatswerte des „US First Purchase Price“ wurde den Internetseiten des US DoE entnommen. Die Daten vor 1974 wurden durch Anpassung der Datensätze für 1974 aus BP Statistical Review of World Energy errechnet.

Die näherungsweise Umrechnung in reale Preise erfolgte durch die LBST anhand von jährlichen US-Inflationsraten aus <http://inflationdata.com>

Die Nymex Monatsendwerte wurden

http://futures.tradingcharts.com/chart/CO/M/?saveprefs=t&xshowdata=t&xCharttype=b&xhide_specs=f&xhide_analysis=f&xhide_survey=t&xhide_news=f entnommen

Die langfristigen Entwicklungen sprechen für sich



ludwig bolkow
systemtechnik

- ▶ Bis heute sind mehr als 47.500 Ölfelder bekannt, aber die 400 größten Ölfelder (1%) enthalten mehr als 75% allen bis heute gefundenen Öls.
- ▶ Die größten Ölfelder der Welt wurden alle vor mehr als 50 Jahren gefunden.
- ▶ Seit den 1960er Jahren nehmen die jährlichen Ölfunde tendenziell ab.
- ▶ Seit 1980 übersteigt der jährliche Verbrauch die jährlichen Neufunde.
- ▶ Dem historischen Maximum der Ölfunde muss ein Maximum der Ölförderung folgen.

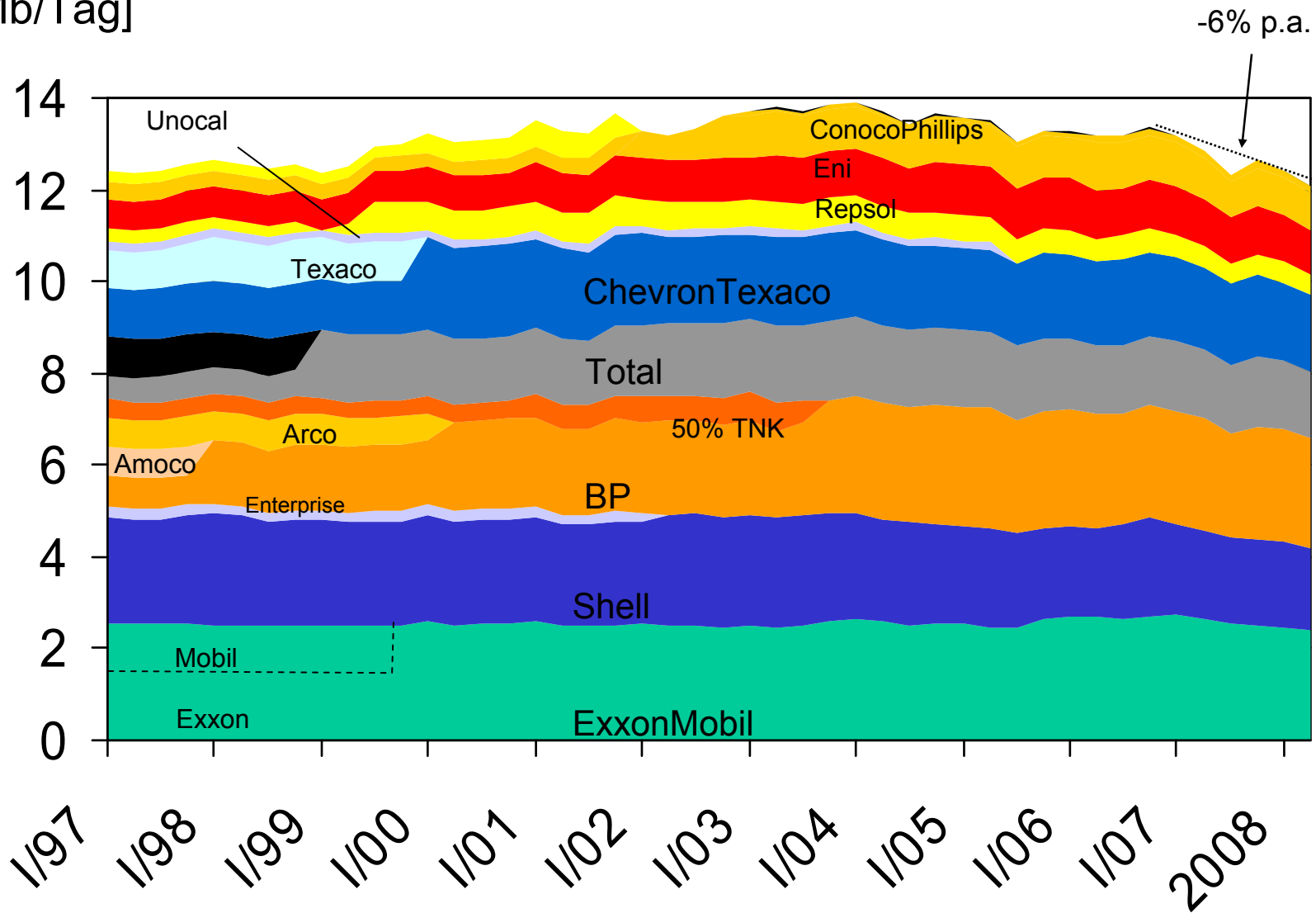
Wie nahe sind wir am Fördermaximum?

Ölförderung der acht größten westlichen Ölkonzerne



Ludwig Bolkow
systemtechnik

[Mb/Tag]

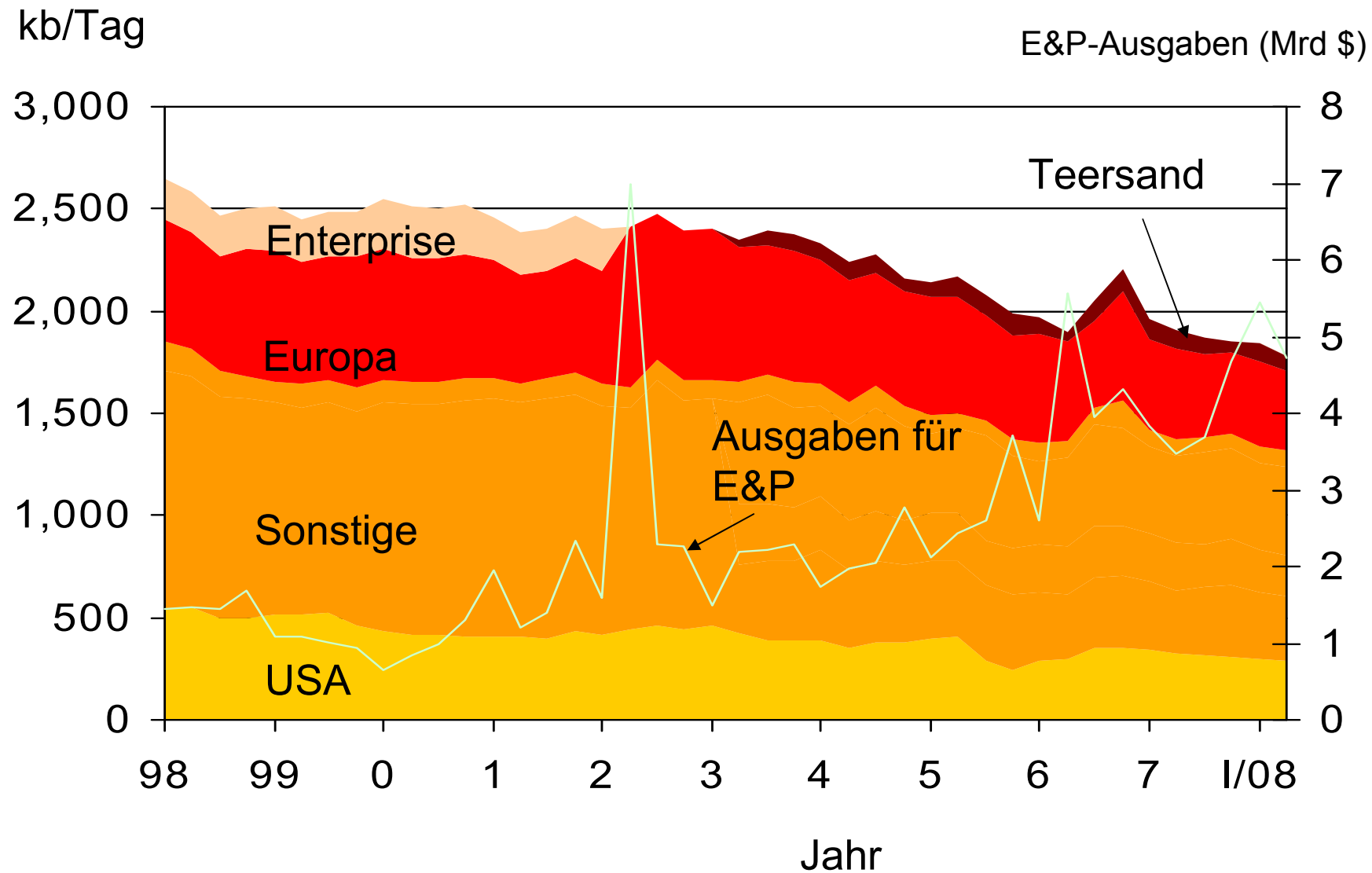


Quelle: Quartalsberichte der Firmen, August 2008

Shell: Ölförderung und Ausgaben für Exploration und Förderung



Ludwig bölkow
systemtechnik



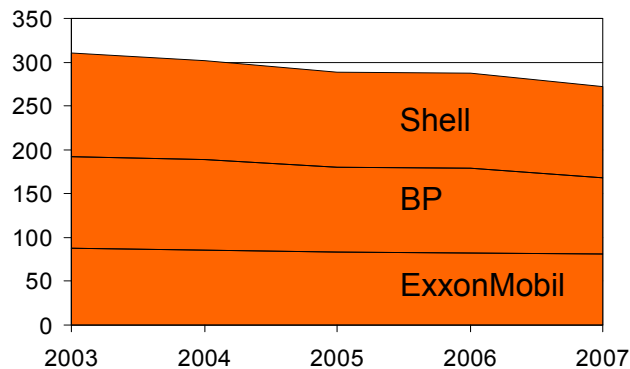
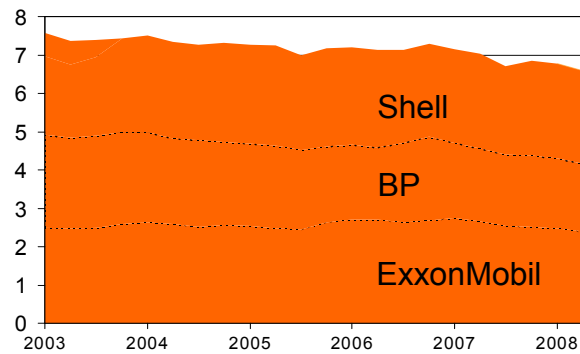
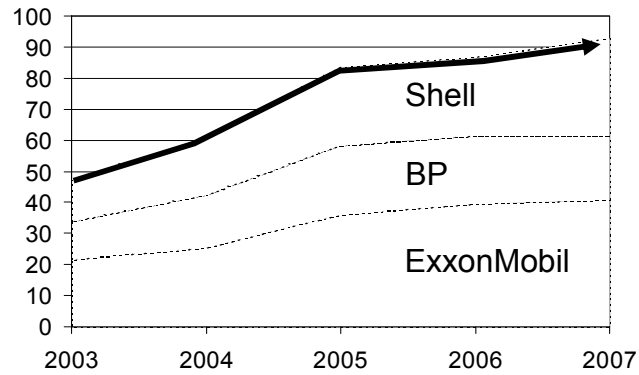
Quelle: Quartalsberichte, Shell

Die Umstrukturierung der Wirtschaft hat bereits begonnen



ludwig bolkow
systemtechnik

Mineralölindustrie



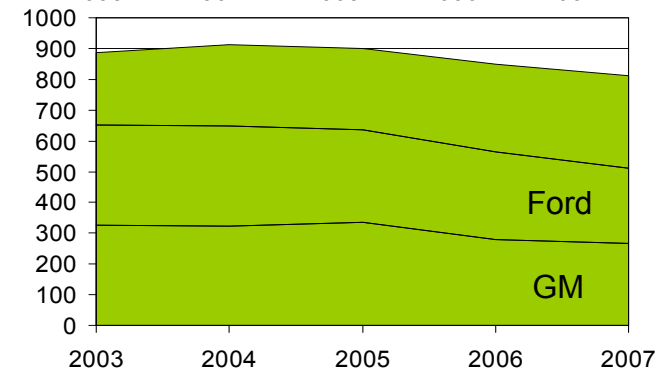
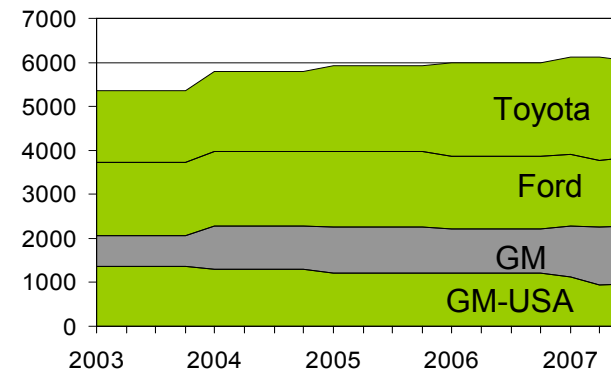
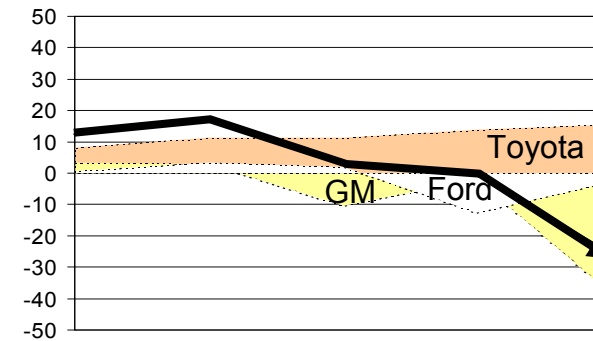
Gewinne
(Mrd \$)

Produktion

←(Mb/Tag)
(1000 Fz
Pro Quartal)→

Mitarbeiter
(1000)

Fahrzeugindustrie



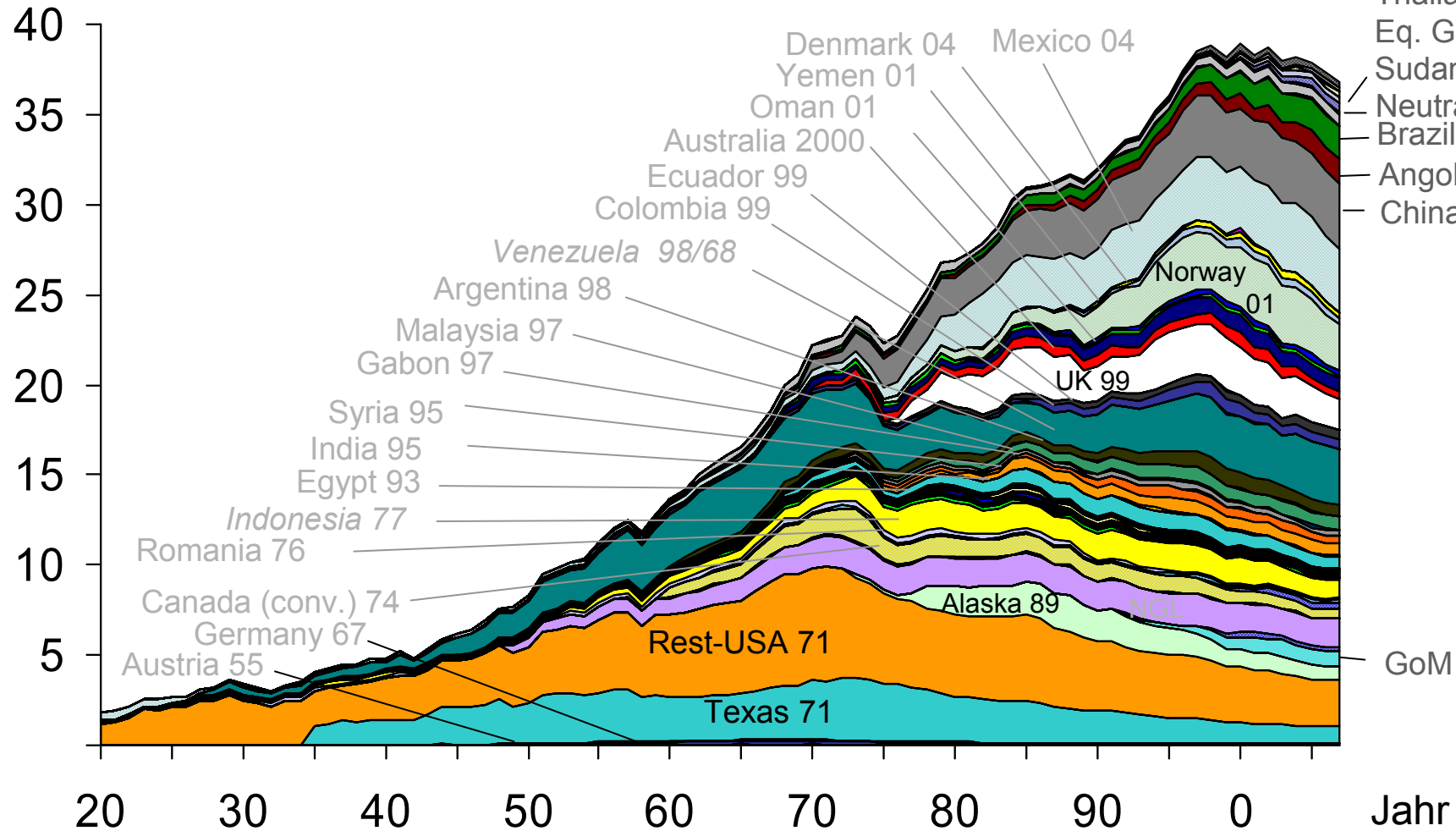
Die Ölförderung außerhalb GUS und der OPEC*)



Ludwig Bolkow
systemtechnik

*) inkl. Indonesien und Venezuela

Mb/Tag



Datenquelle: IHS 2006; PEMEX, petrobras; NPD, DTI, ENS(Dk), NEB, RRC, US-EIA, January 2008
Analysis and 2007 estimate: LBST

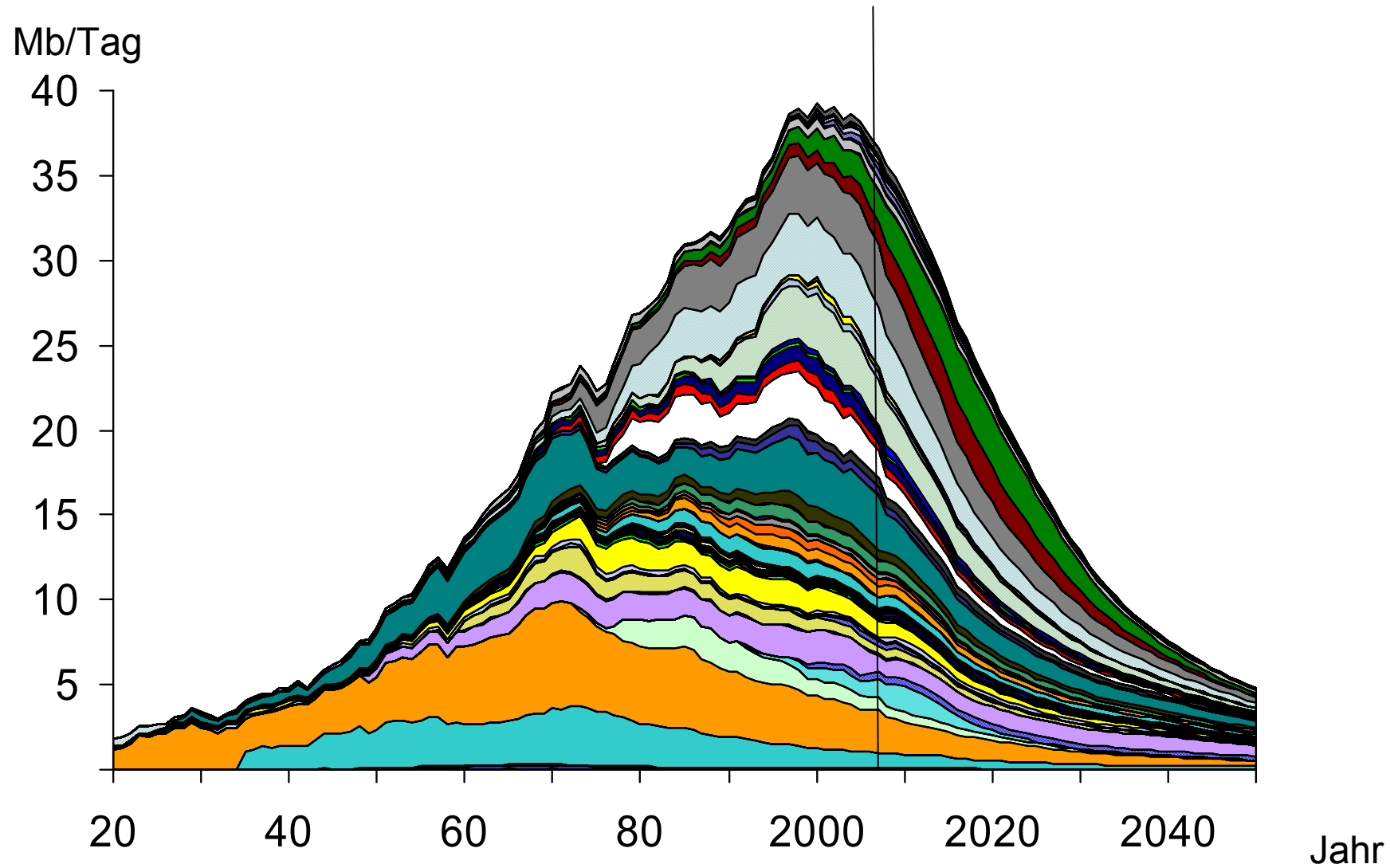
www.lbst.de

Die Ölförderung außerhalb GUS und der OPEC*)

*) inkl. Indonesien und Venezuela



ludwig bolkow
systemtechnik



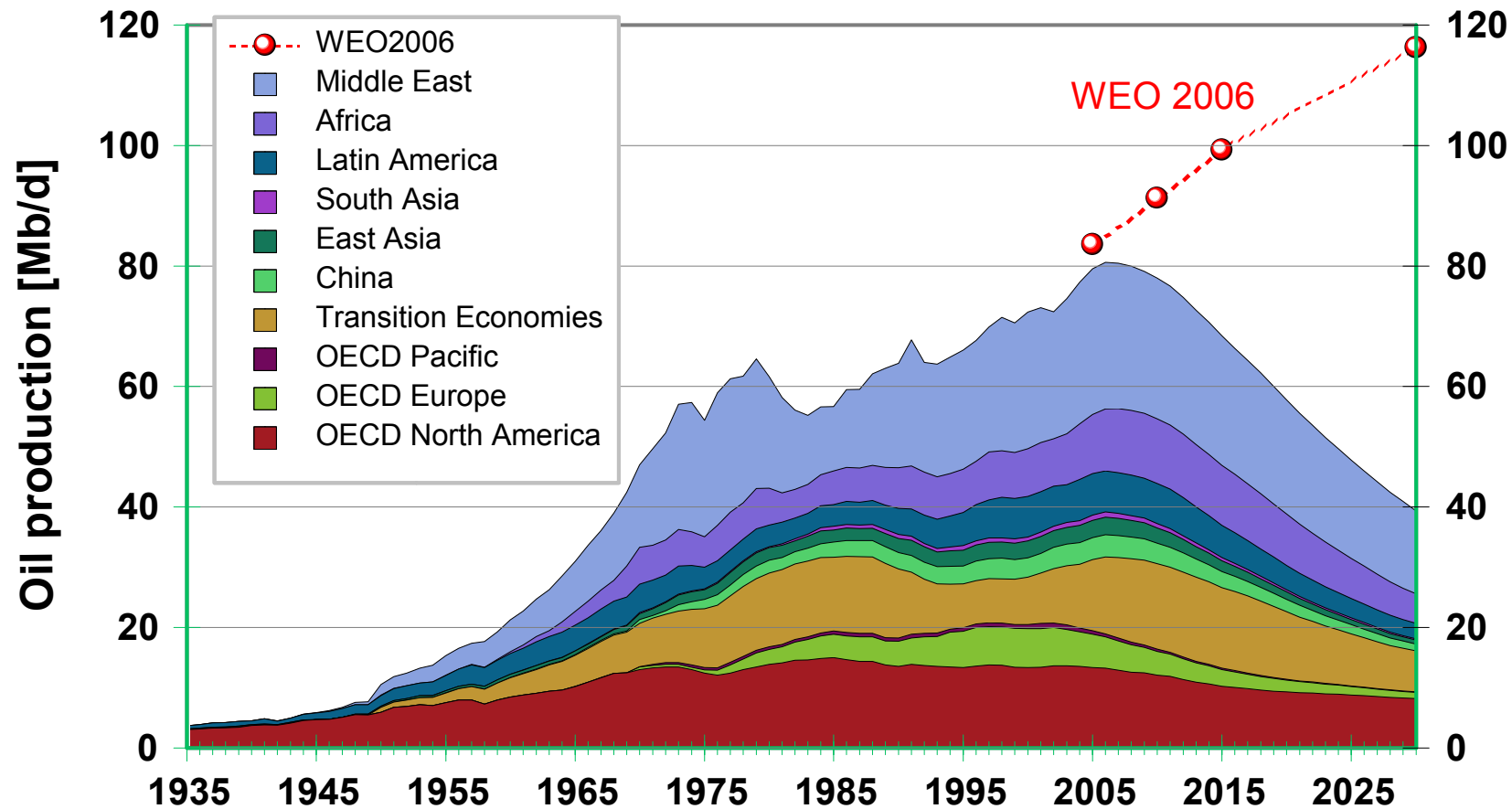
Datenquelle: IHS 2006; PEMEX, Petrobras; NPD, DTI, ENS(Dk), NEB, RRC, US-EIA, January 2008
Forecast: LBST estimate, 18 January 2008

www.lbst.de

Weltölproduktion nach Regionen – der Peak ist „jetzt“



Ludwig Bolkow
Systemtechnik



Source: Energy Watch Group, "Crude Oil – The Supply Outlook", October 2007
www.energywatchgroup.org



ludwig bolkow
systemtechnik

Die Hoffnungen:

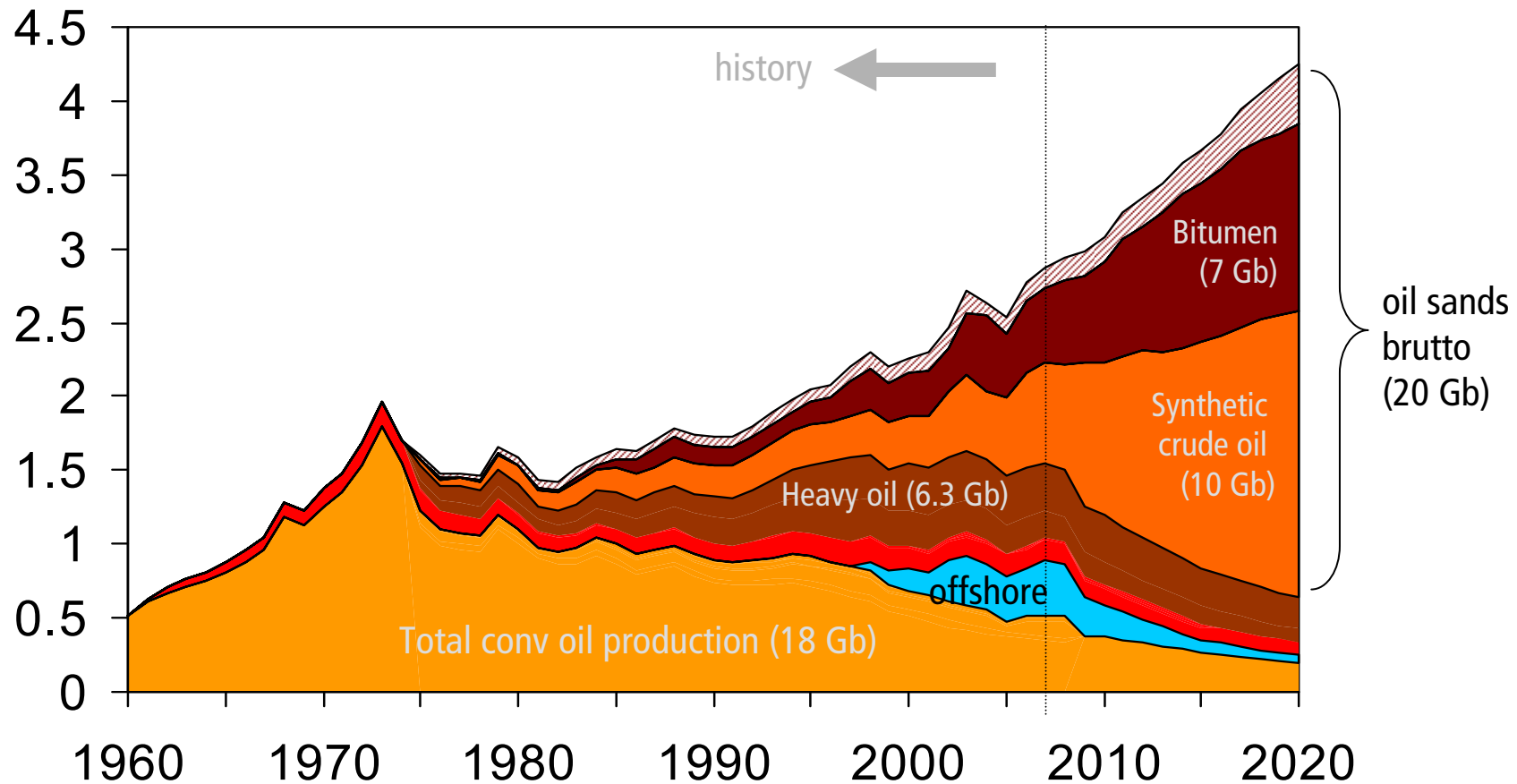
- Ölförderung in den Transitionsstaaten (Rußland, Kasachstan, Aserbaidshan)
- Ölförderung im Tiefen Meer (Golf von Mexiko, Mexiko, Brasilien, Nigeria, Angola)
- Ölförderung in den OPEC Staaten (v.a. Saudi Arabien, Irak)
- Ölförderung aus Teersanden (v.a. Kanada, Venezuela)
- Ölförderung aus neuen Regionen (vor der Küste Grönlands, Arktis)

Kanadische Ölförderung 1960-2020



ludwig bolkow
systemtechnik

Mb/Tag



Source, 1975-2005 data National Energy Board, CDA
1960-1974 data US-DoE-Energy Information Administration
2007: Estimate by NEB, April 2008
2008-2020 Forecast, tar sands based on CERI-study, October 2005,
conventional and heavy oil based on LBST estimate



ludwig bolkow
systemtechnik

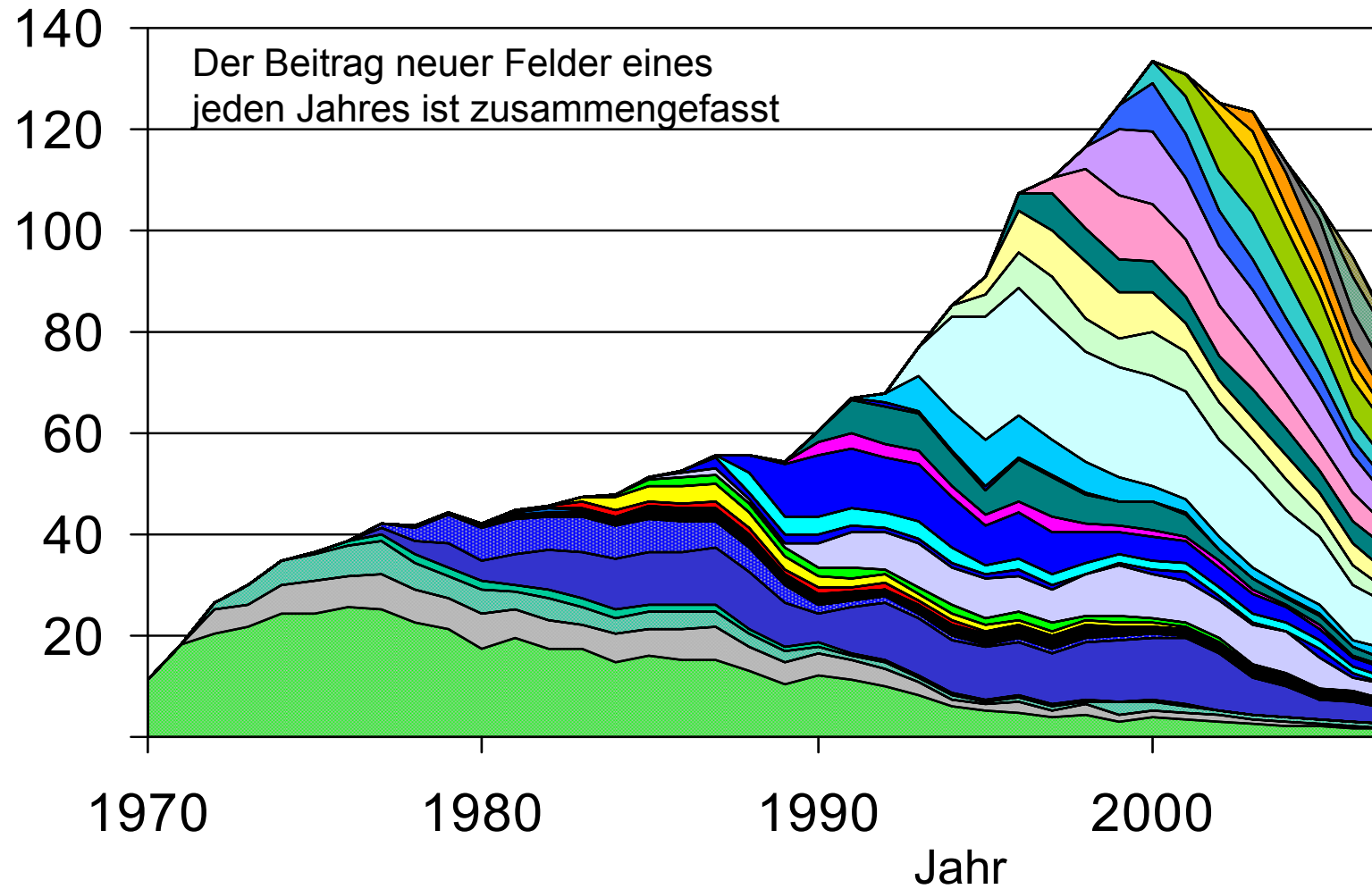
-
- Energieversorgung heute
 - Treibende Kräfte für einen Wandel
 - limitierte Senken (Treibhauseffekt)
 - **limitierte Quellen** (Öl, Kohle, **Gas**, Uran)
 - innovative Energietechnologien
(Regenerative Energien, Effizienz)
 - Fünf Thesen zur künftigen Energieversorgung

UK – Gas Förderung



ludwig bolkow
systemtechnik

[Mrd. m³]

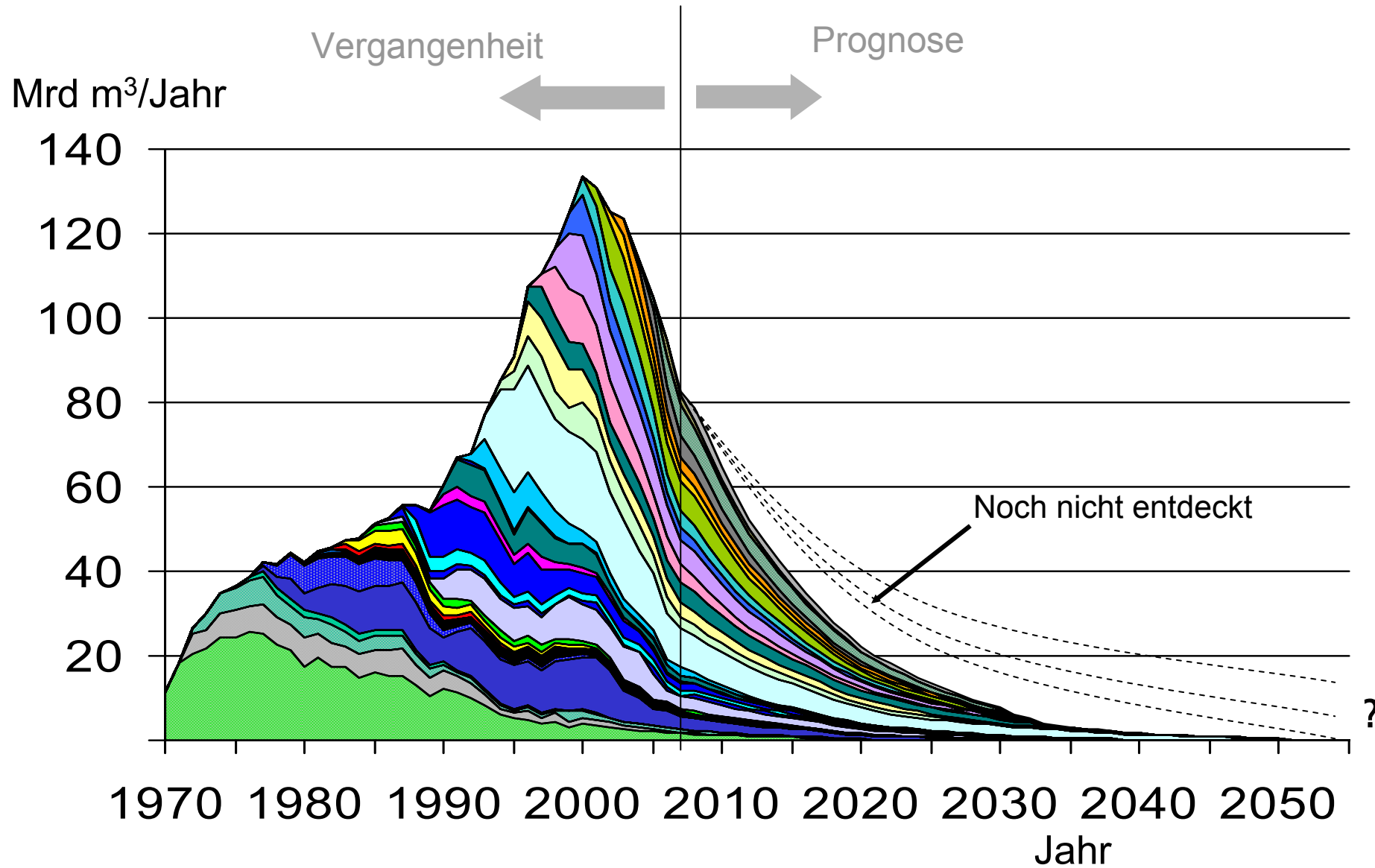


Quelle: DTI Januar 2008

Uk – Gas Förderung



Ludwig Bolkow
Systemtechnik

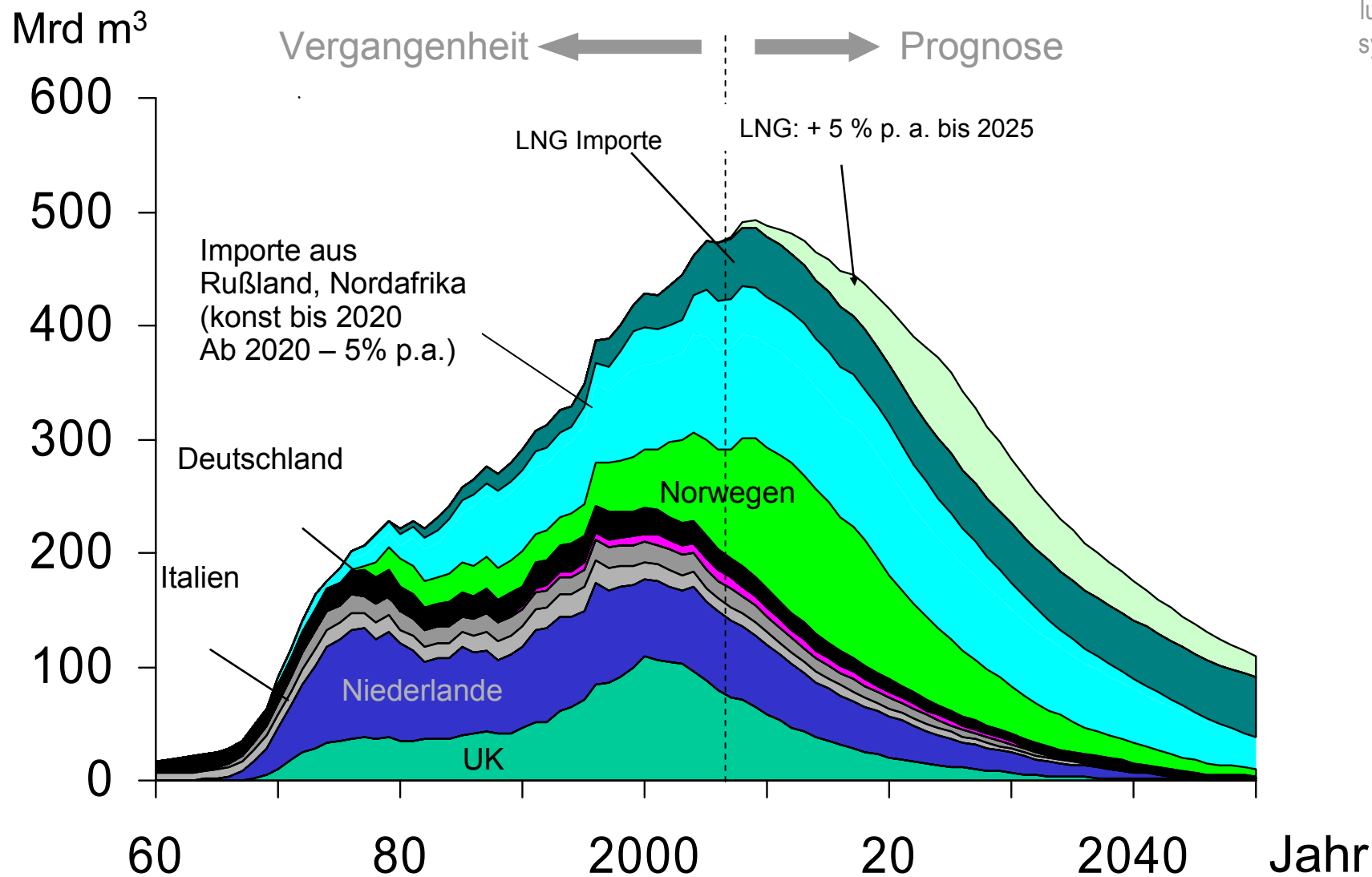


Quelle: DTI, Januar;2008; Prognose: LBST

Europäische Gasversorgung



ludwig bolkow
systemtechnik



Quelle: OECD 2004, DTI 2007, NPD 2007, BP 2007; Prognose: LBST 2007



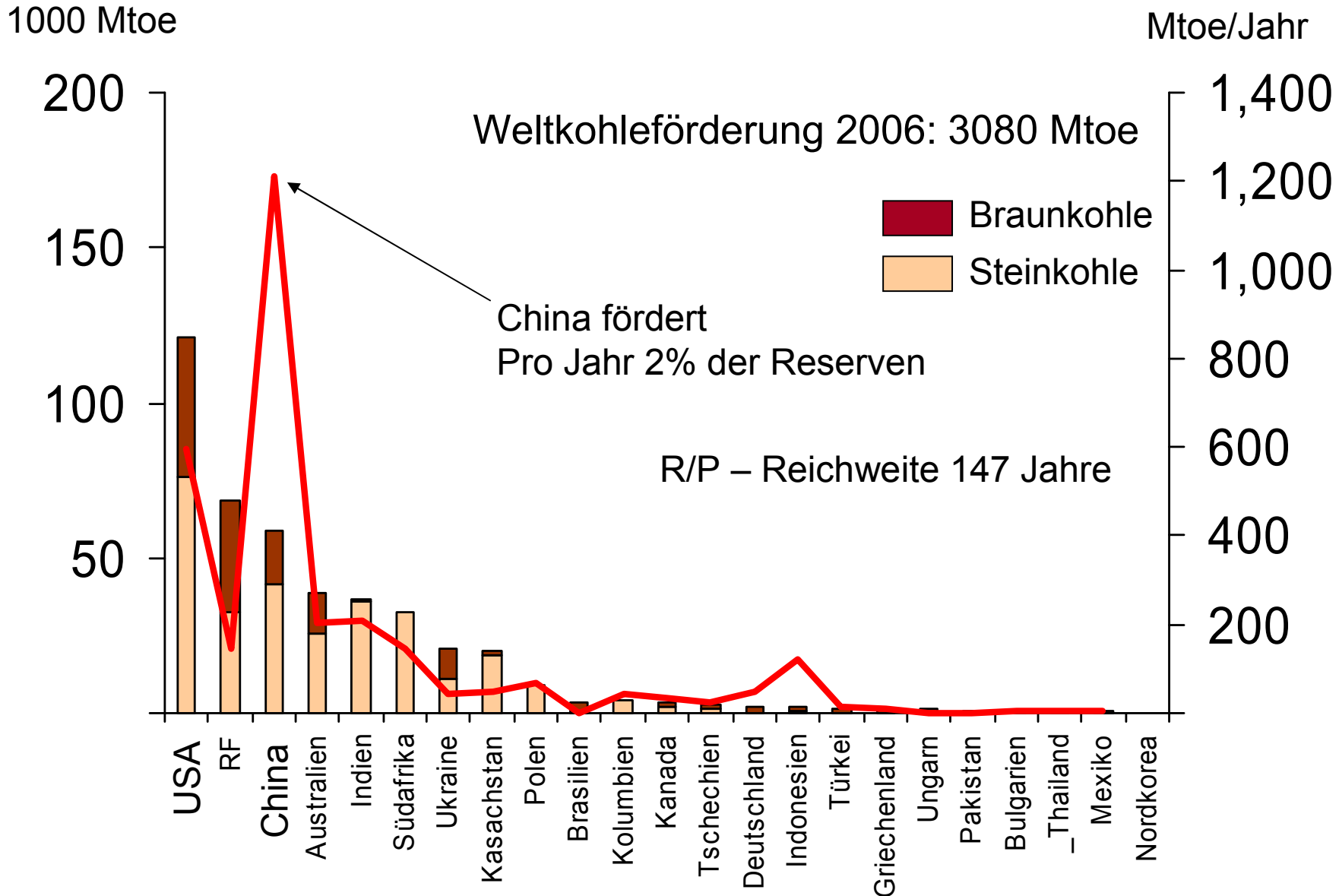
ludwig bolkow
systemtechnik

-
- Energieversorgung heute
 - Treibende Kräfte für einen Wandel
 - limitierte Senken (Treibhauseffekt)
 - **limitierte Quellen (Öl, Kohle, Gas, Uran)**
 - innovative Energietechnologien
(Regenerative Energien, Effizienz)
 - Vier Thesen zur künftigen
Energieversorgung

Kohlereserven und Förderung



Ludwig Bolkow
systemtechnik



Source: BP Statistical Review of World Energy 2007/WEC 2007
Analyse LBST 2007

Weltkohlehandel 2006



ludwig bolkow
systemtechnik

Größte Förderstaaten:		Exporteure		Importeure	
	Mrd. t		Mrd. t		Mrd. t
China	2381	Australien	235	Japan	178
USA	999	Indonesien	160	Korea	80
Indien	399	Rußland	92-26	Taiwan	64
Australien	305	Südafrika	69	UK	51
Südafrika	247	China	63-38	BRD	42
Russland	233	Kolumbien	59	Indien	41
Indonesien	200	USA	45-33	China	38
Rest	408	Kanada	28-13	Rest	339
		Vietnam	25		
		Rest	63		
Welt	5356	Welt	839	Welt	834

Weltkohlehandel 2006 (und 2007)



Ludwig Bolkow
systemtechnik

Größte Förderstaaten:		Exporteure		Importeure	
	Mrd. t		Mrd. t		Mrd. t
China	2381	Australien	235*)	Japan	178
USA	999	Indonesien	160**)	Korea	80
Indien	399	Rußland	92-26	Taiwan	64
Australien	305	Südafrika	69 ***)	UK	51
Südafrika	247	China	63-38	BRD	42
Russland	233	Kolumbien	59	Indien	41
Indonesien	200	USA	45-33	China	38
Rest	408	Kanada	28-13	Rest	339
		Vietnam	25		
		Rest	63		

*) Infrastrukturlimit erreicht (Hafen; Eisenbahn)

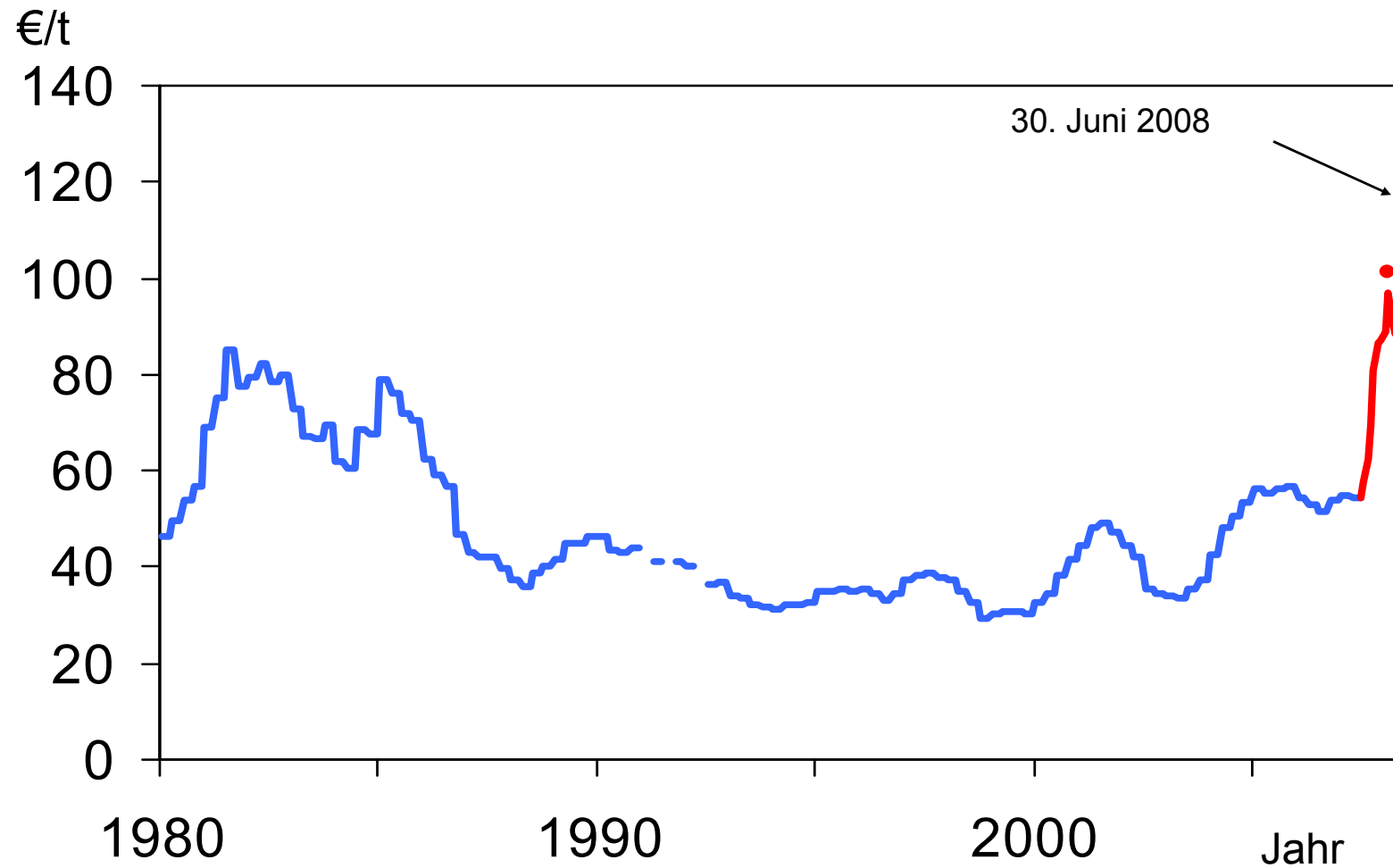
***) weitere Erhöhung kaum möglich (Erhöhter Eigenbedarf als Substitut für fehlendes Erdöl; Grenze beim Ausbau der Minenkapazität bald erreicht)

***) Kohleverknappung im Lande, Exporte in 2008 um 20% gefallen

Steinkohleimportpreise frei deutsche Grenze (bzw. in Rotterdam)



ludwig bolkow
systemtechnik



Quelle: BAFA/Global Coal, Juli 2008

www.lbst.de



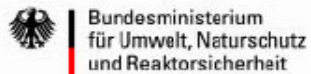
ludwig bolkow
systemtechnik

-
- Energieversorgung heute
 - Treibende Kräfte für einen Wandel
 - limitierte Senken (Treibhauseffekt)
 - limitierte Quellen (Öl, Kohle, Gas, Uran)
 - **innovative Energietechnologien**
(Regenerative Energien, Effizienz)
 - Vier Thesen zur künftigen Energieversorgung

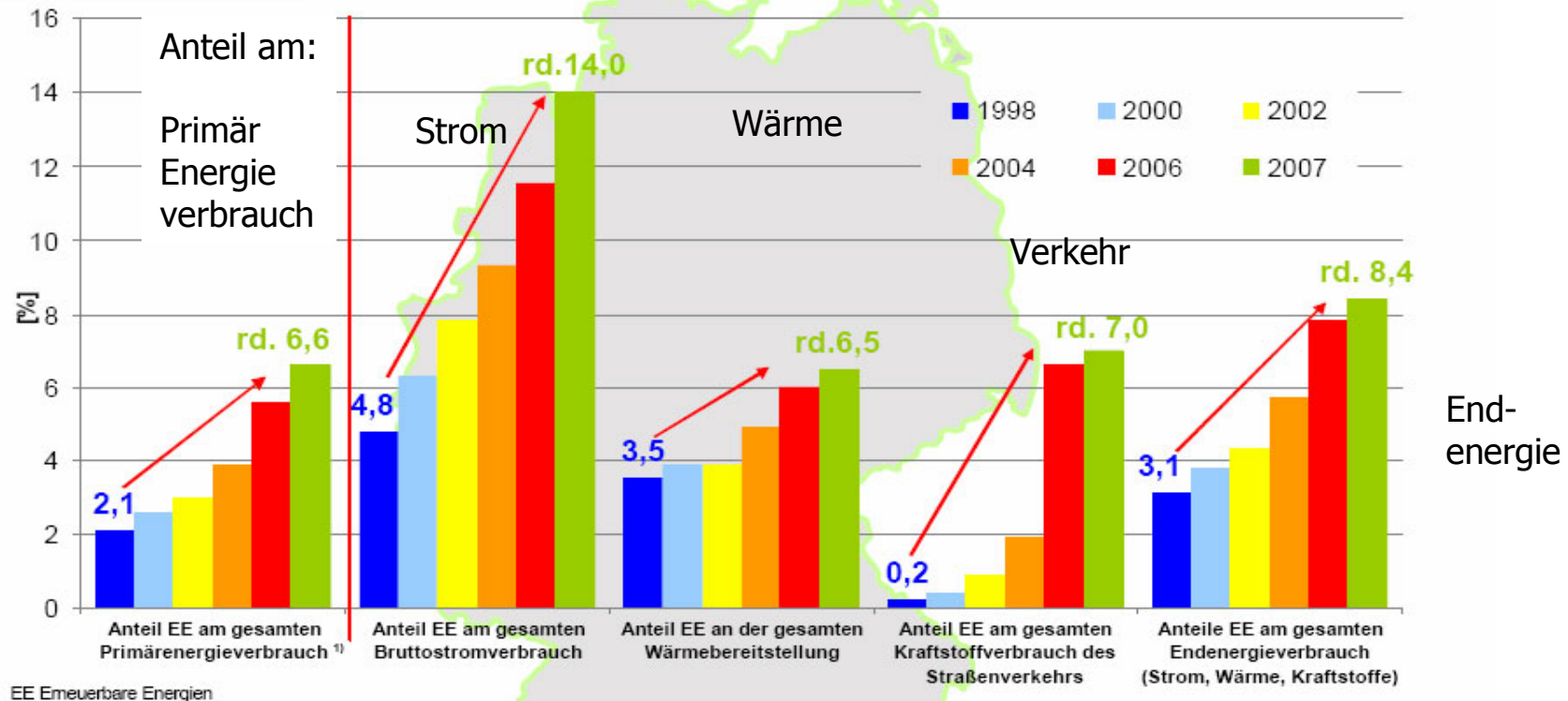
Innovative Energiewandlungstechnologien (Regenerative Energien)



Ludwig Bolkow
systemtechnik



Beitrag der erneuerbaren Energien in Deutschland zur Energieversorgung 1998 - 2007



EE Erneuerbare Energien

¹⁾ Anteil PEV berechnet nach (der offiziellen) Wirkgradmethode; Berechnung nach Substitutionsmethode führt zu einem rd. 2 % höheren Anteil der EE

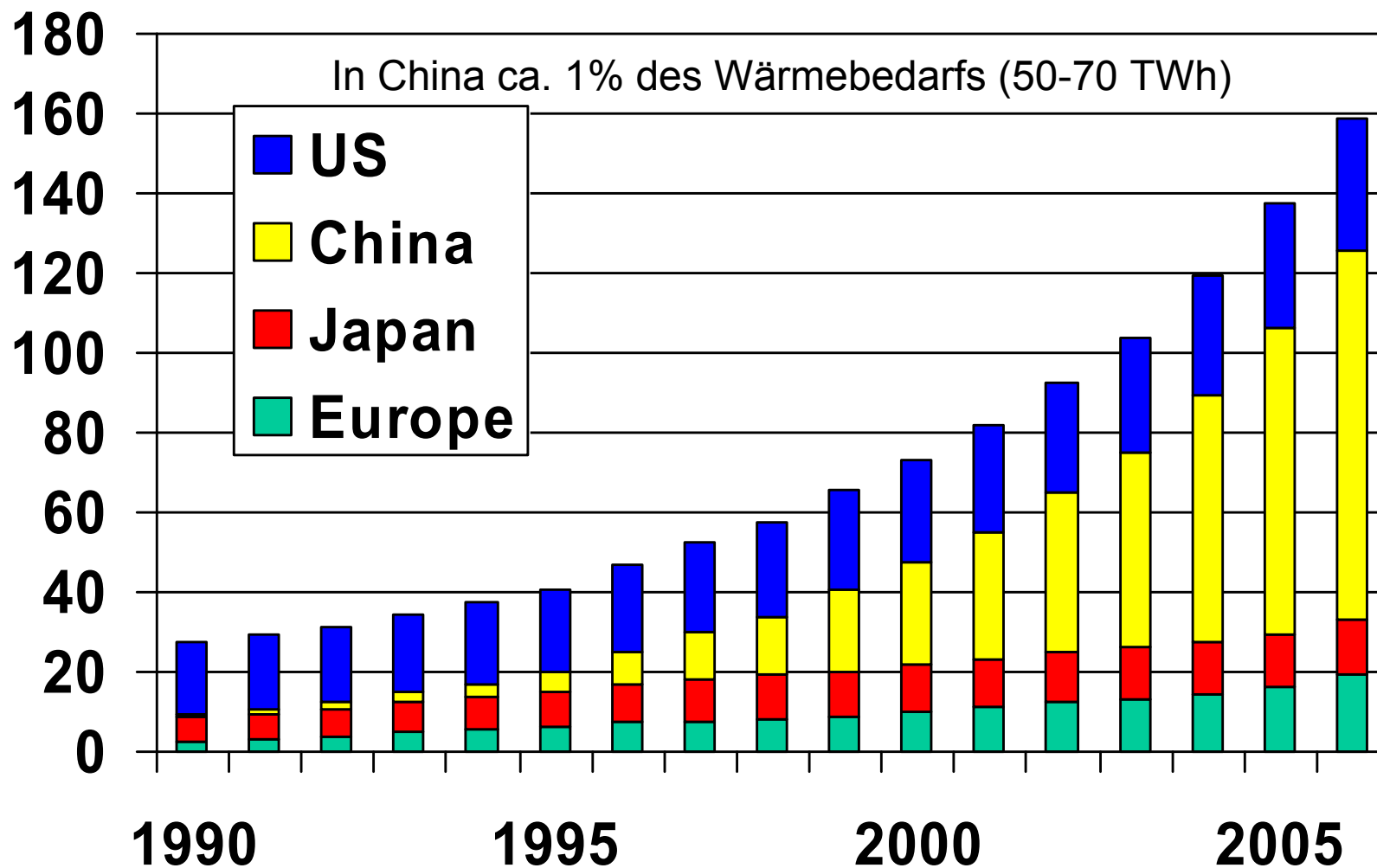
Quelle: BMU nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien - Statistik (AGEE-Stat); Angaben vorläufig

Weltweit installierte Solarkollektorfläche



Ludwig Bolkow
Systemtechnik

Mio m²



Quelle: Datenbasis LBST 2007



- Ein Umbau unserer Energieversorgung ist unvermeidlich
- Unser heutiges System ist weder effizient noch intelligent
- Energiedienstleistungen intelligenter organisieren
- Postfossile Mobilität
- Gestaltung des Wandels statt Verlängerung des Status Quo



ludwig bolkow
systemtechnik

-
- Energieversorgung heute
 - Treibende Kräfte für einen Wandel
 - limitierte Senken (Treibhauseffekt)
 - limitierte Quellen (Öl, Kohle, Gas, Uran)
 - Innovative Energietechnologien
(Regenerative Energien, Effizienz)
 - **Fünf Thesen zur künftigen
Energieversorgung**

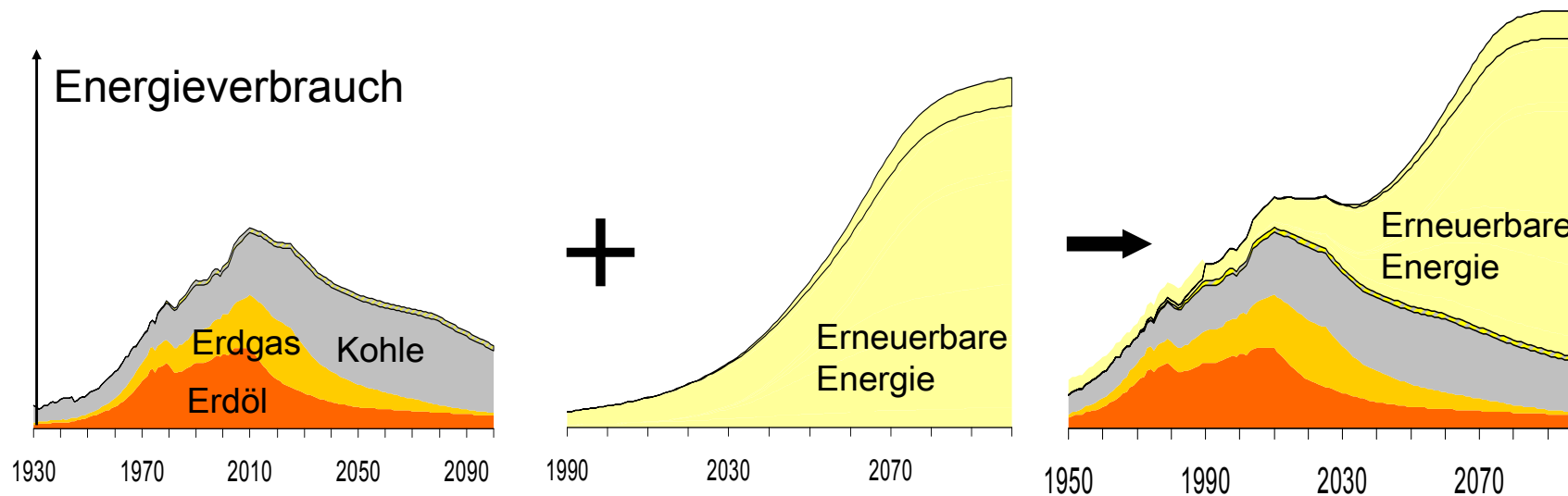
Fünf Thesen zur künftigen Energieversorgung



Ludwig Bolkow
systemtechnik

These 1:

Wir stehen am Beginn eines Strukturwandels der Energieversorgung, der zu einer Neuorientierung der gesamten Wirtschaft führen wird



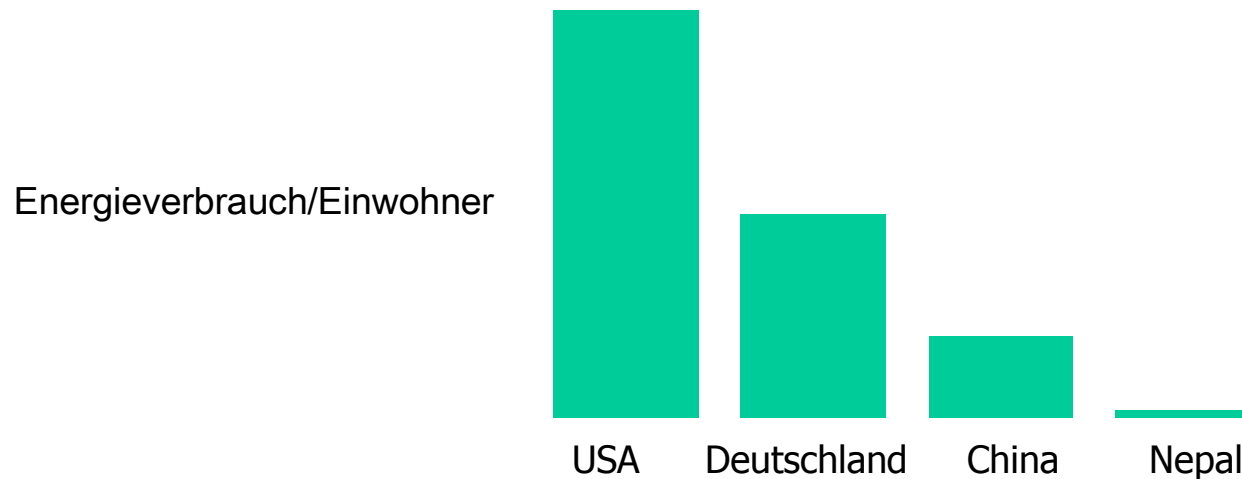
Quelle: AWEO 2006, LBST

- nach der Neujustierung des „Energiekompasses“ wird jede Investition in „richtige“ Technologie gehen
- Energieeffizienz wird wichtig



These 2:

Der energieintensive Lebensstil der Bewohner der Industrienationen ist nicht auf alle Menschen übertragbar



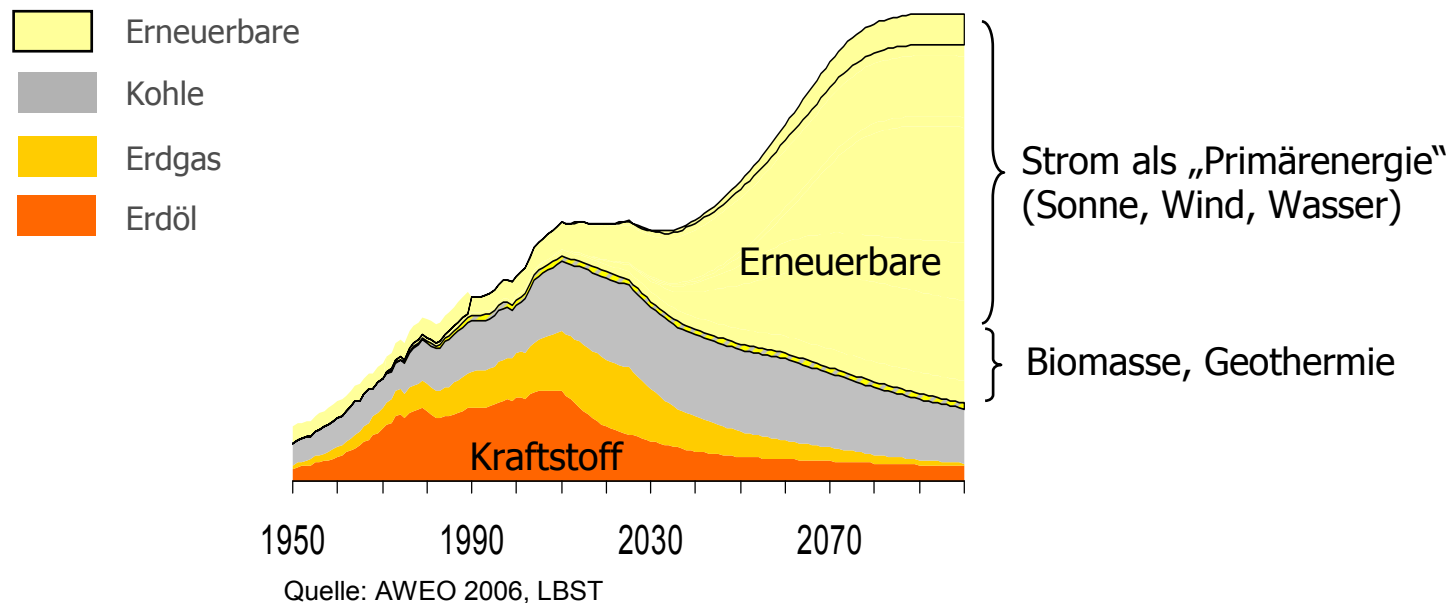
Quelle: LBST 2007

Konsequenz: Nachdenken über gerechtere Verteilung /effizientere Nutzung der Ressourcen

⇒ Bedarf an effizienten Technologien wird schnell zunehmen
(Effizient auf allen Ebenen von Energieerzeugung, Transport,
Verteilung, Endanwendung / Verkehr / Industrie / Gebäude)



These 3: Die Energiezukunft ist Strom dominiert



Regenerativer Strom hat andere Eigenschaften als fossile Energieträger:

- schwerer speicherbar
- starrere Kopplung zwischen Erzeugung und Verbrauch



1. Werner Zittel

Die „Feinstruktur“ der Ölförderung und was kommt danach?

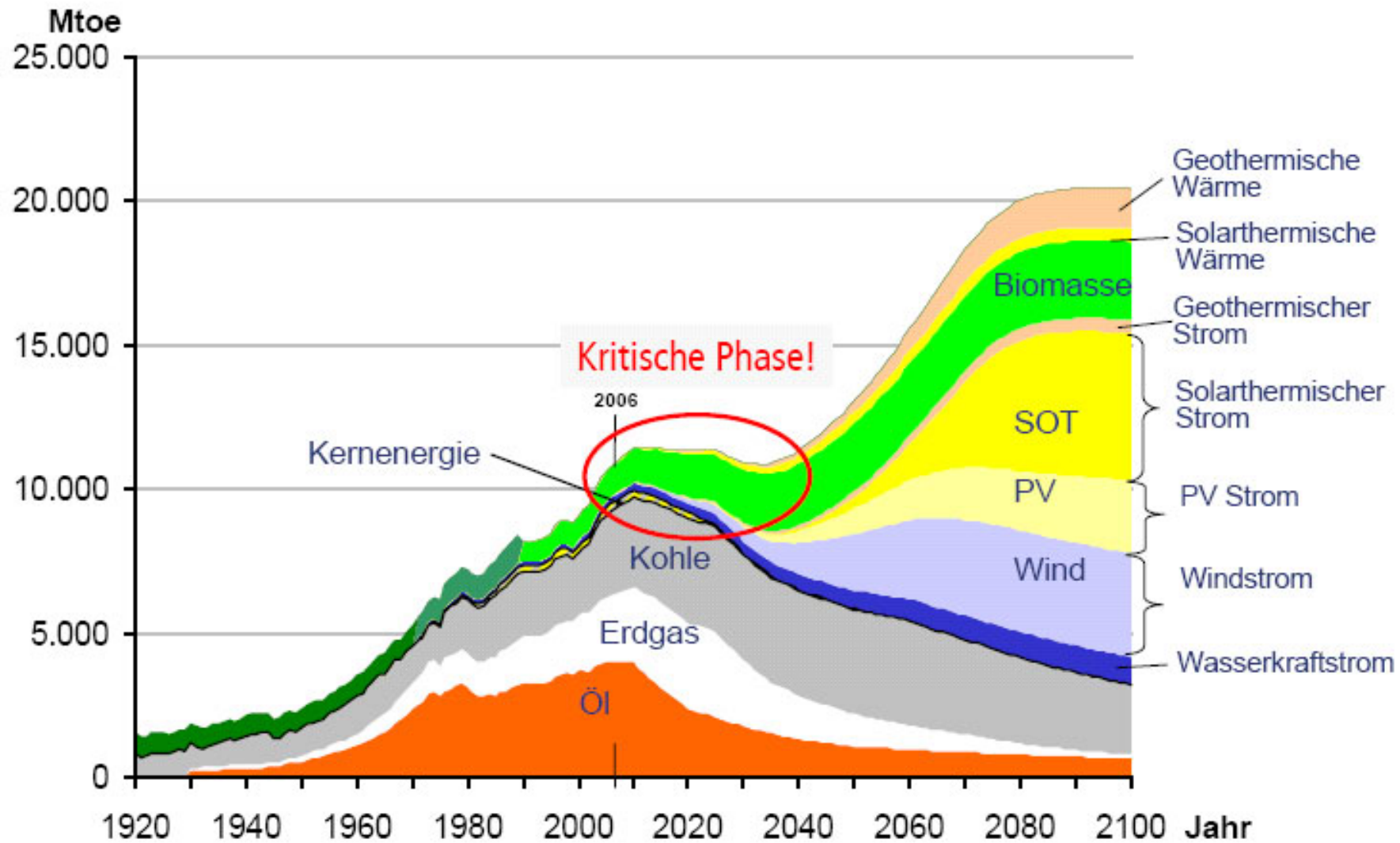
2. Ulrich Bünger

Auf welchen technologischen Pfaden können wir die Fossilen ersetzen?

Versorgungsproblematik



Iwig bölkow
stemtechnik



Quelle: LBST Alternative World Energy Outlook 2005

Herausforderungen – einige wichtige Aspekte



ludwig bolkow
systemtechnik

- ▶ Quantitatives Wachstum ist konstruktiv, Verknappung destruktiv → Abfall Energieverfügbarkeit schneller als Anstieg
- ▶ Unser Wirtschaftssystem baut auf quantitatives Wachstum → Alternativen nicht in Sicht
- ▶ Energie einsparen als erste Maßnahme gilt als anrüchig → Bewußtseinswandel tut Not
- ▶ Sektorale Lösungen können unterschiedlich aussehen → Sektoren treten miteinander in Wettbewerb: „Wer hat Anrecht auf Erneuerbare?“
- ▶ Energieverknappung ist internationales Phänomen – Welche Rolle spielt Deutschland?
- ▶ Menschliches Beharrungsvermögen trotz flexibler marktwirtschaftlicher Mechanismen sehr groß → Erkenntniszuwachs zu spät zum Wandel ohne Brüche
- ▶ Im Augenblick der öffentlichen Erkenntnis verläuft öffentlicher Wissenszuwachs exponentiell – Einfluß auf öffentliche Presse kann entscheidend sein
- ▶ IEA hat Recht der Vorhersage der Energiezukunft legitimiert gepachtet → Wissenschaftliche Instrumente und Basisdaten zur Modellierung nicht verfügbar
- ▶ Zunehmend mit Komplexität einer Technologie erfordern technologische Innovationen lange Vorlaufzeiten – einfache Lösungen werden häufig bevorzugt, bzgl. Investitionsverhalten (Trend zu dezentralen Ansätzen)
- ▶ Plötzliche Erkenntnisse führen zu Kurzschlußreaktionen → Hypes lösen einander ab statt mit Bedacht eine langfristig tragfähige Lösung zu verfolgen

Erforderlicher Ansatz



ludwig bolkow
systemtechnik

- ▶ Umgehend neue Szenariolandschaft und Basisdaten erforderlich, um Wirkung verschiedener Maßnahmen auf die künftige Energieversorgung aus technisch-wirtschaftlicher und auf GHG-Emissionen zu untersuchen
- ▶ Szenarien müssen breit, d.h. extrem angelegt sein
- ▶ Um Wirkungen erkennbar zu machen, muß ein BaU-Szenario mitgeführt werden (Basis: aktuelle Politik)
- ▶ Isolation einzelner Effekte (hier: Verkehrssektor, Wasserstoff-BZ-Fahrzeuge) obwohl Verknüpfungen zwischen Annahmen und Strukturen eng sind
- ▶ Einfachst mögliche Modellierung für „quick-and-dirty“ Ergebnisse, da hohe Komplexität die Sicht auf wesentliche Einflußfaktoren verstellt
- ▶ Die Ergänzung eines bottom-up Modells (technologiebasiert, energiewirtschaftlich) mit einem top-down Modell (Gleichgewichtsmodell, volkswirtschaftlich) ist gewünscht

Pilotprojekte

- ▶ Alternative World Energy Outlook (AWE0) 2007
- ▶ Deutsche Wasserstoff-Roadmap “Woher kommt der Wasserstoff bis 2050?” (GermanHy) 2007/2008



ludwig bolkow
systemtechnik

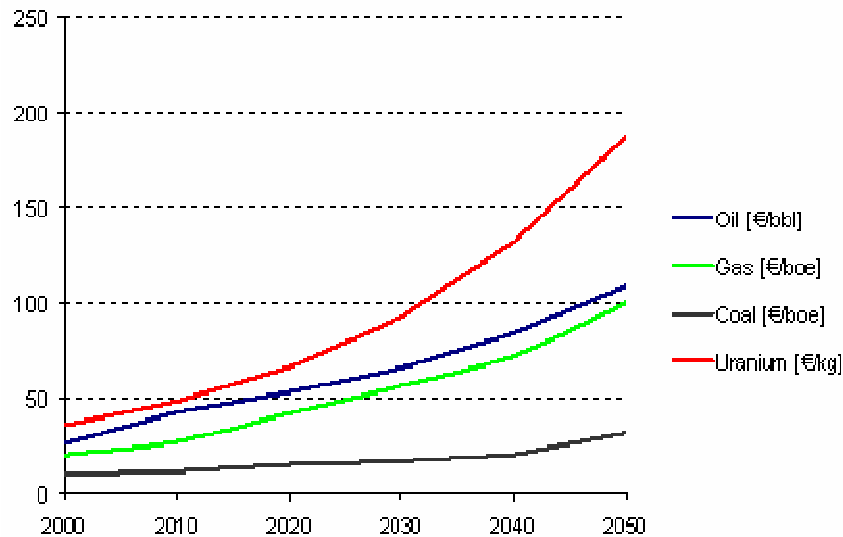
GermanHy - Methodik



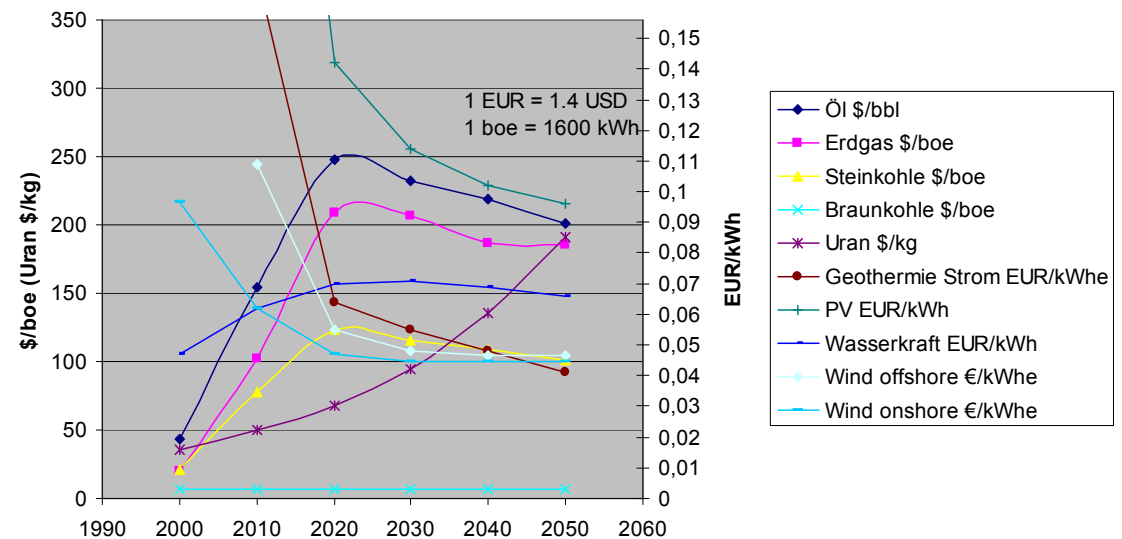
Ludwig Bolkow
systemtechnik

- ▶ Formulierung extremer Szenarien insbesondere bzgl. "Ressourcenverknappung" (Energiepreise) bzw. "ambitionierte Klimapolitik" für Deutschland
- ▶ Fokussierung auf Verkehrssektor (Straßenverkehr ohne schwere NFZ, Rolle H₂)
- ▶ Berücksichtigung von Einsparmaßnahmen
- ▶ Auswirkungen auf Minderung GHG-Emissionen, Energieimportabhängigkeit, Einsatz, Kosten und Wirkungen von H₂

*Energiepreisentwicklung
Basisszenario [EC, 2006]*



*Energiepreisentwicklung
„Begrenzte Ressourcenverfügbarkeit“ [LBST, 2008]*

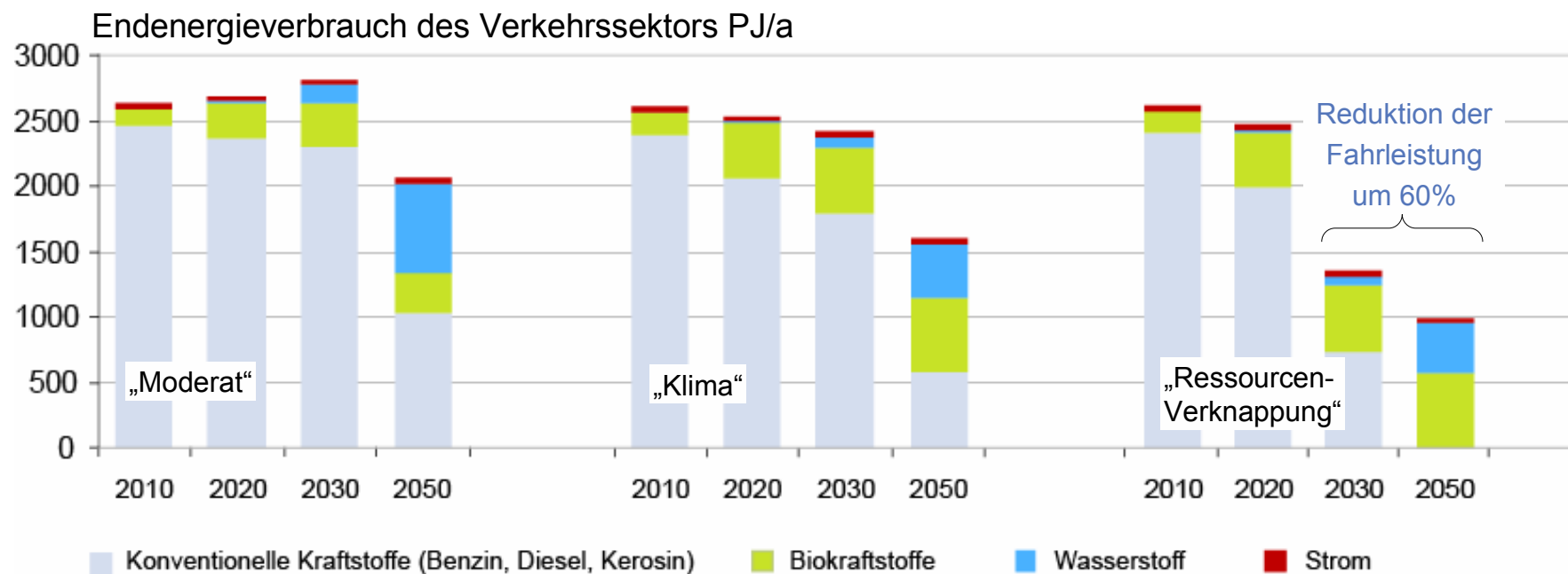


GermanHy - Ergebnisse



Ludwig Bolkow
systemtechnik

- ▶ Fokus Verkehrssektor ergibt nur Teilergebnisse "Verkehr"
- ▶ Im moderaten Szenario kann Wasserstoff eine tragende Säule der Kraftstoffversorgung für den Straßenverkehr in Deutschland werden
- ▶ Unter „Klimaprämissen“ kann Technik das Problem des Straßenverkehrs lösen
- ▶ Unter „Ressourcenbeschränkungen“ müssen strukturelle Maßnahmen greifen (Reduktion der Fahrleistung, Umstieg auf andere Verkehrsträger)



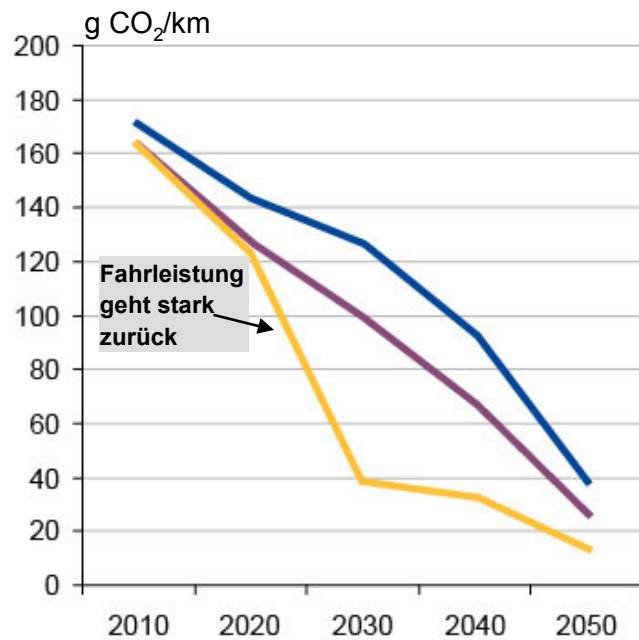
GermanHy - Ergebnisse



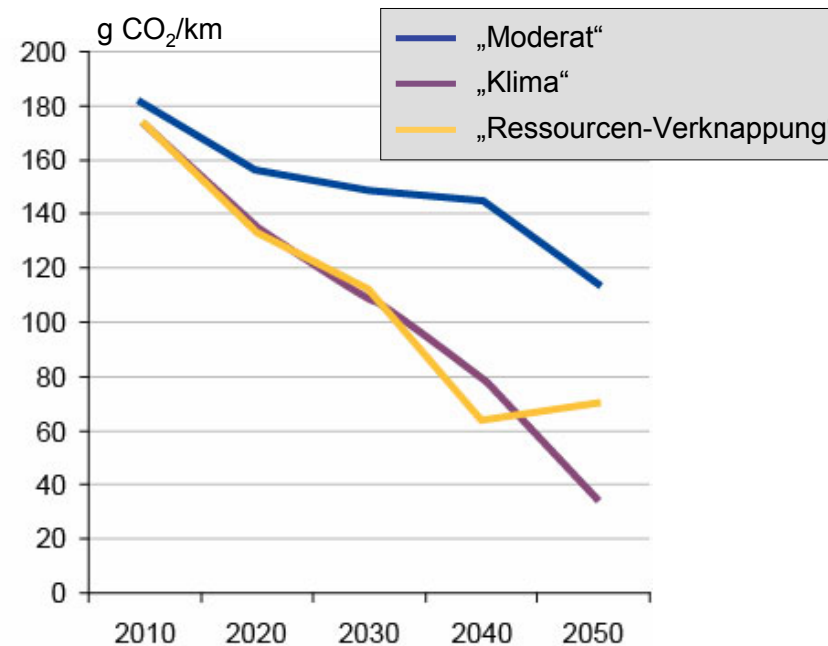
Ludwig Bolkow
systemtechnik

- ▶ Die Energie-Ressourcenverknappung wird das Problem der Treibhausgasemissionen “mit lösen” ...

Ohne Vorkette (Tank-to-Wheel)



Mit Vorkette (Well-to-Wheel)



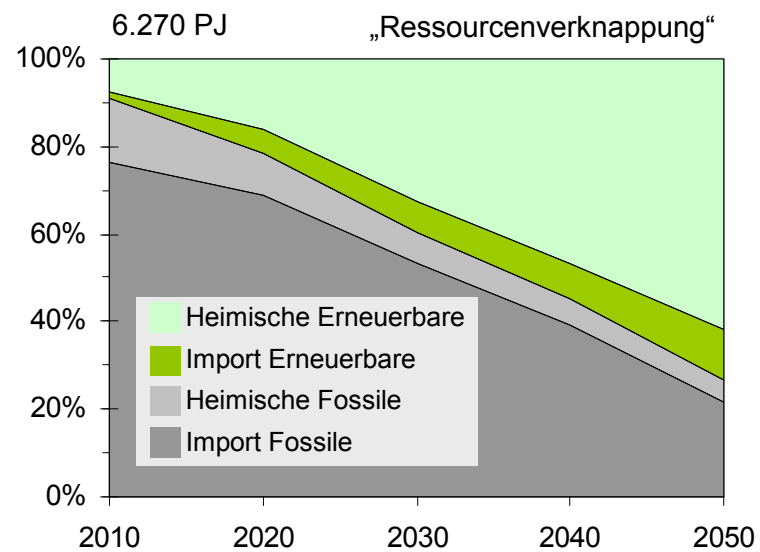
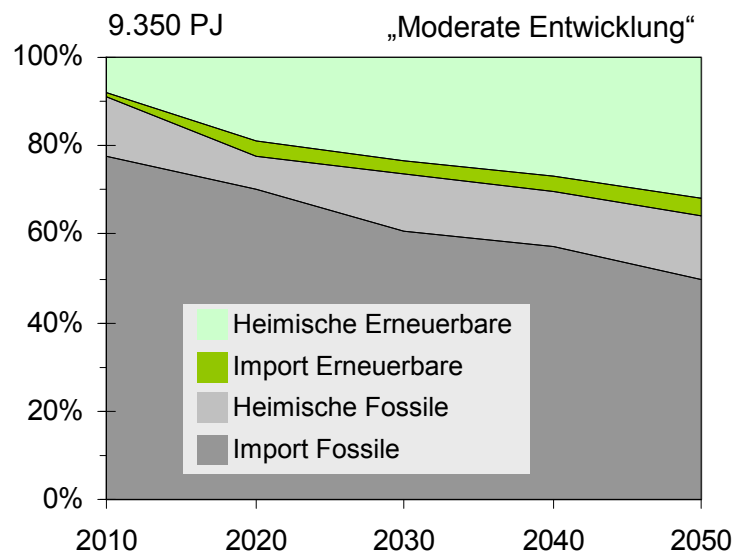
GermanHy - Ergebnisse



ludwig bolkow
systemtechnik

► ... und ebenfalls das der Energieimportabhängigkeit

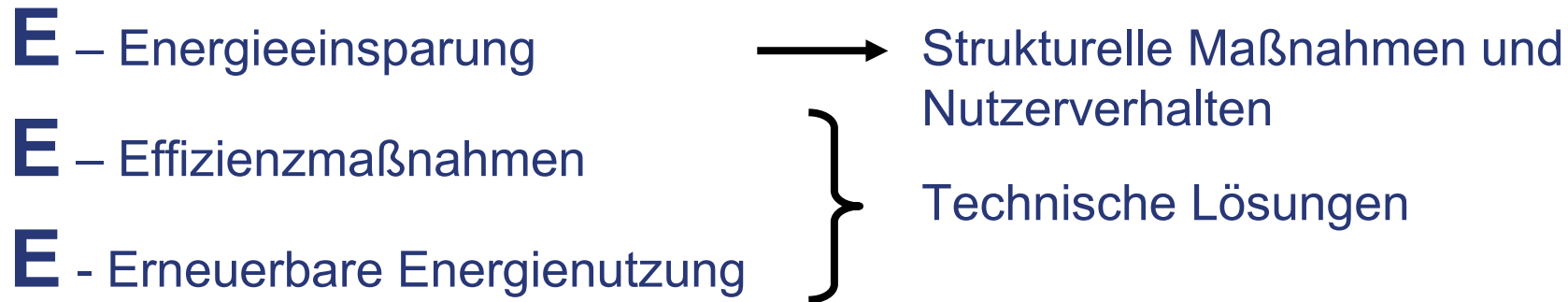
Primärenergieversorgung in Deutschland



GermanHy – (Teilweise berücksichtigte) Maßnahmen



ludwig bolkow
systemtechnik



Stationärer Sektor (Haushalte, Industrie) Verkehrssektor (Straßenverkehr, u.a.)

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">▶ Wärmedämmung▶ Effiziente Geräte (Wärme, Strom, Kälte)▶ Sparsamere Nutzung▶ Kraft-Wärme-Kopplung▶ Effiziente Wandlungstechnologien▶ Demand-side-management▶ Smart grids (Speicherung) | <ul style="list-style-type: none">▶ Weniger Fahrleistung▶ Effizientere Antriebe (Elektrisch)▶ Kleinere Fahrzeuge▶ Leichtbau▶ Nutzung erneuerbaren Kraftstoffes▶ (Mehr öffentlicher Verkehr) |
|--|--|

GermanHy – Nächste Schritte

- ▶ Identifikation weitere Energieeinsparmöglichkeiten im Straßenverkehr und anderen Verkehrssektoren
- ▶ Ergänzung der Betrachtung der Energieressourcenverknappung um Auswirkung der Ressourcenverknappung an kritischen Materialien
- ▶ Einbettung sektoraler Erkenntnisse in Gesamtenergieschau, die ebenfalls drastische Annahmen zuläßt



ludwig bolkow
systemtechnik

LBST Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Informationen online



ludwig bolkow
systemtechnik



[H2stations.org](https://www.h2stations.org)

Alle Wasserstofftankstellen weltweit



[H2mobility.org](https://www.h2mobility.org)

Alle Wasserstoff PKW, Busse, Nutzfahrzeuge, Schiffe, Luftfahrt und Spezialfahrzeuge



[HyWeb.de](https://www.hyweb.de)

Nachrichten, Veranstaltungskalender



[LBST.de](https://www.lbst.de)

Projekte, Berichte, Vorträge



ludwig bolkow
systemtechnik

Vielen Dank!



Corresponding contact:

Matthias Altmann · Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH · Daimlerstr. 15 · 85521 Munich-Ottobrunn · Germany
altmann@LBST.de

www.lbst.de