



Peak Oil: Impuls für den unvermeidlichen Wandel vom fossilen zum solaren Zeitalter



Dr. Werner Zittel

Ludwig-Bolkow-Systemtechnik GmbH, Ottobrunn

zittel@lbst.de



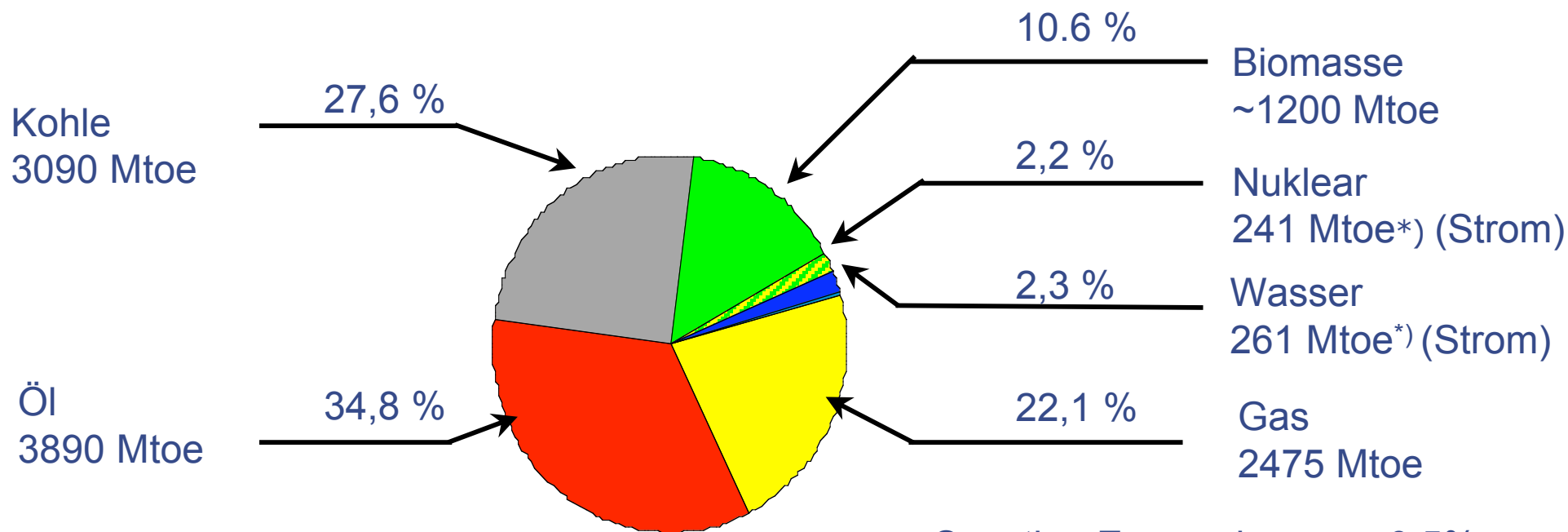
ludwig bolkow
systemtechnik

- Zur Weltenergieversorgung (allgemein)
- Erdöl
Entdeckung, Förderung, Prognosen
- Die Alternativen Erdgas, Kernenergie, Kohle
- Skizze einer möglichen Entwicklung bis 2100

Weltenergieverbrauch 2006



Ludwig Bolkow
systemtechnik



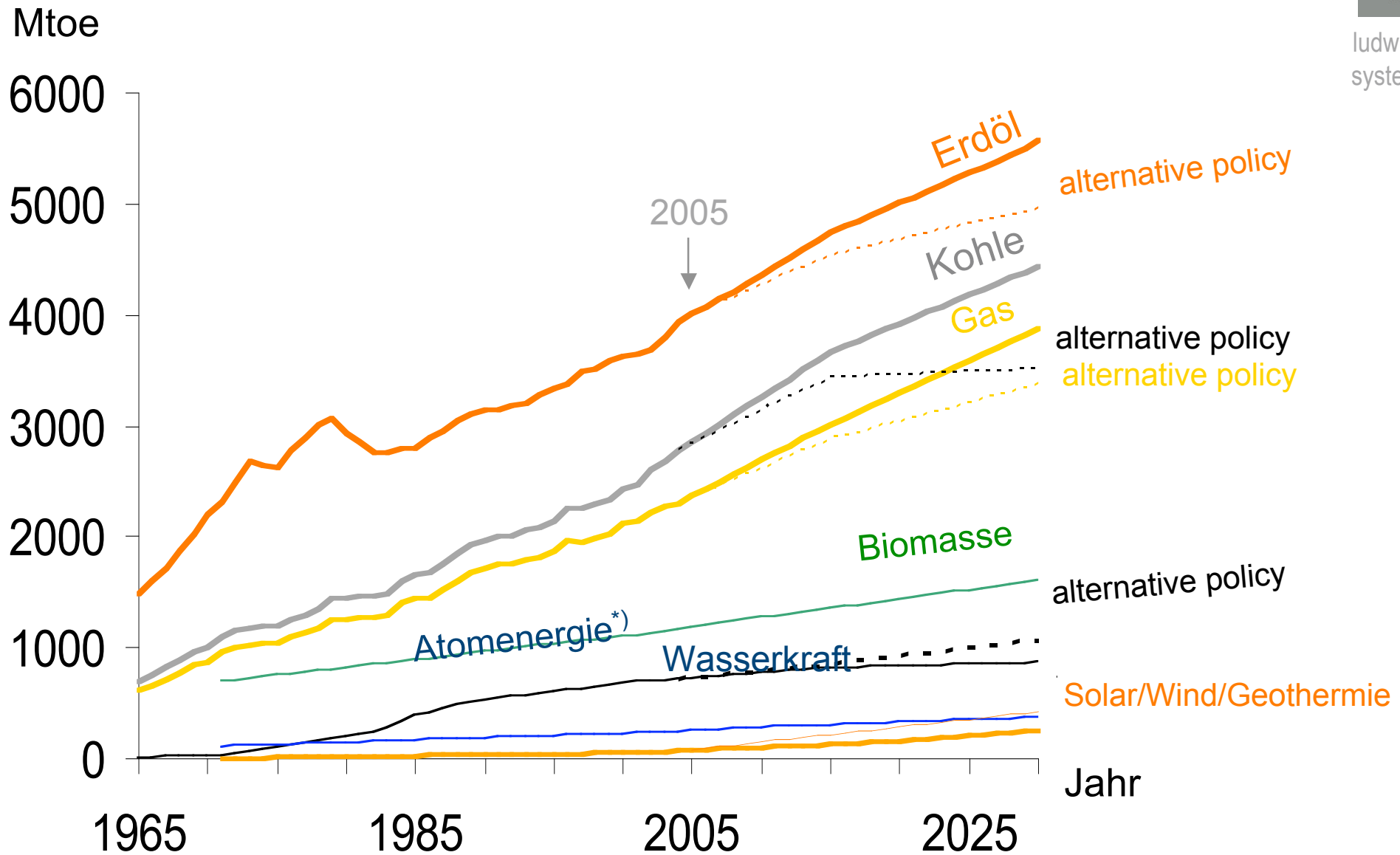
1 Mtoe = 1 Mio Tonnen Öläquivalent
 7,1 Mio Barrel Öläquivalent (Mboe)
 11,6 Terawattstunden (TWh)
 1,3 Gigawattjahre (GWa)
 41,8 Petajoule (PJ)

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

Prognose des Weltenergieverbrauchs (Internationale Energieagentur)



ludwig bolkow
systemtechnik



Quelle: Historical data - BP Statistical Review of World Energy
Outlook - International Energy Agency 2006

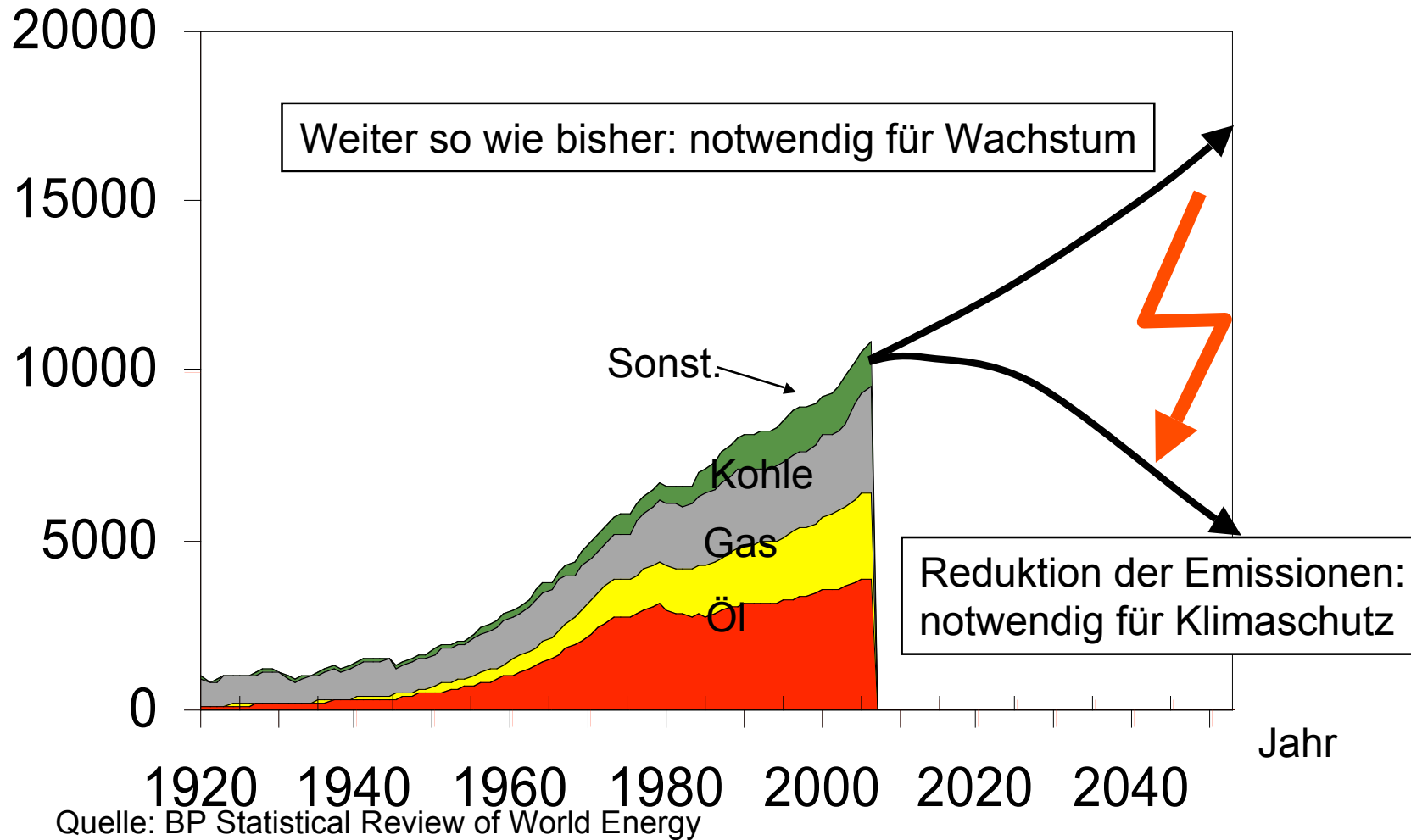
*) mit 38% Wirkungsgrad

Unaufgelöster Widerspruch der Industriegesellschaft



ludwig bolkow
systemtechnik

Mtoe/a (Mio Tonnen Öläquivalent/Jahr)





ludwig bolkow
systemtechnik

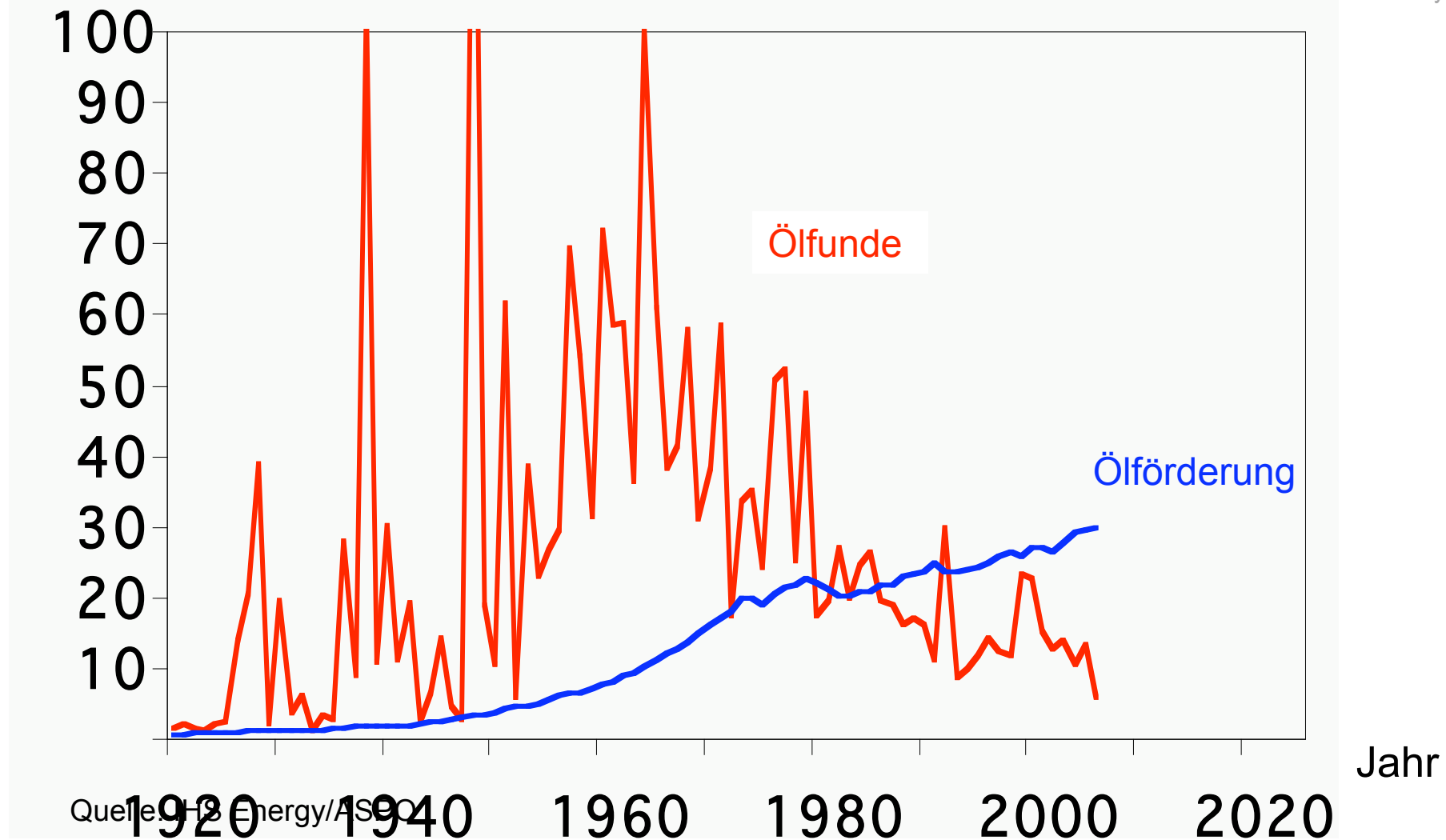
- Zur Weltenergieversorgung (allgemein)
- **Erdöl**
Entdeckung, Förderung, Prognosen
- Die Alternativen Erdgas, Kernenergie, Kohle
- Skizze einer möglichen Entwicklung bis 2100

Ölfunde und Ölförderung (1920-2005)



ludwig bölkow
systemtechnik

Mrd Barrel/a



Warum wachsen die Reserven mit der Zeit?



ludwig bolkow
systemtechnik

Schätzung des Explorateurs:

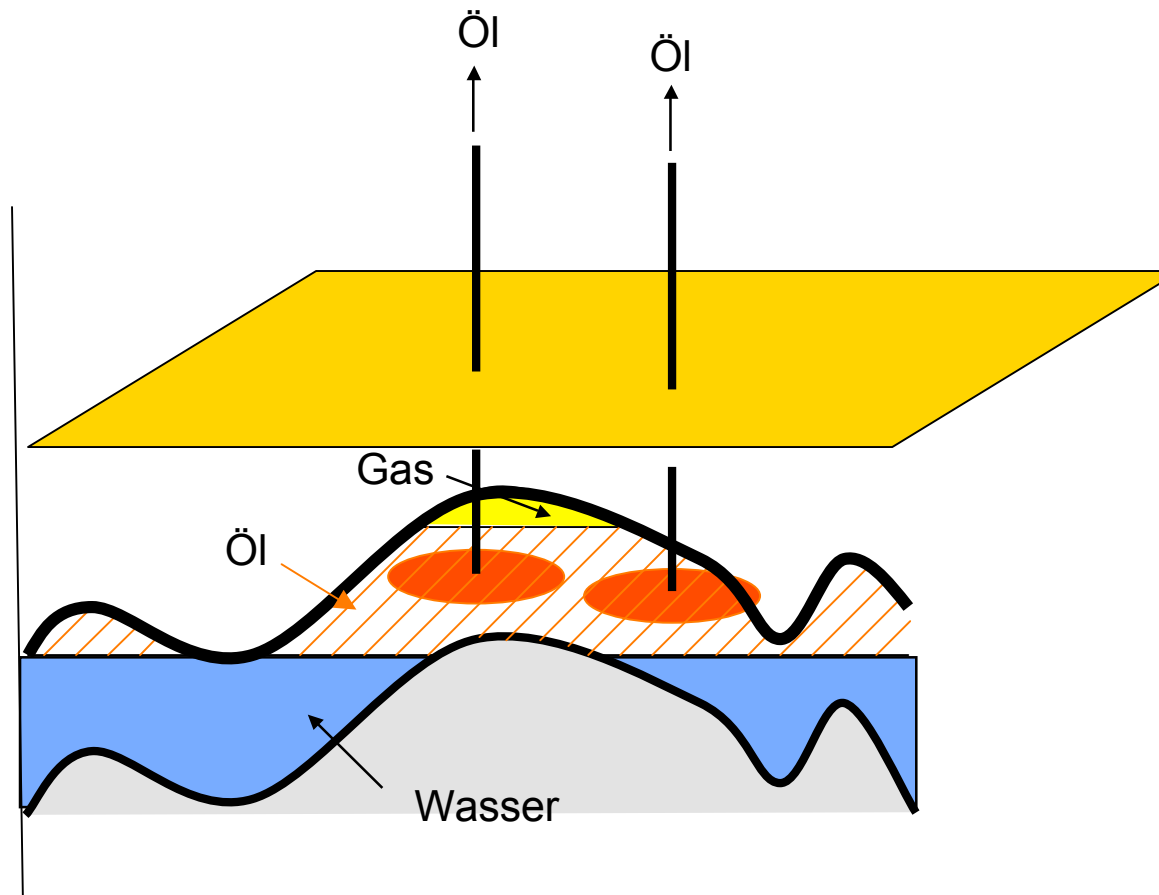
so groß wie vertretbar

Schätzung des Ökonomen:

so vorsichtig wie vertretbar

Angabe in Jahresberichten:

Was sicher mit getätigten Bohrungen förderbar ist

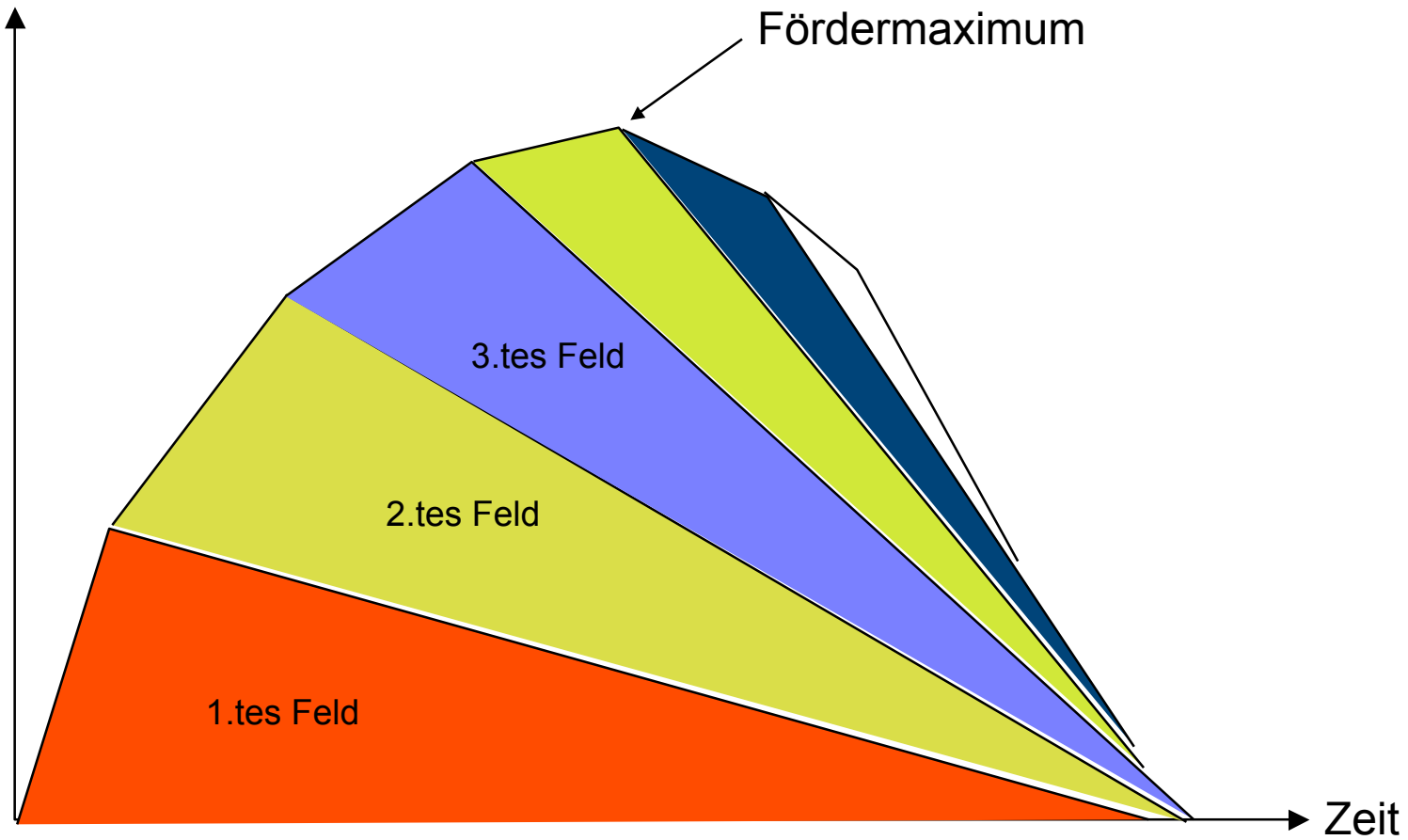


Entwicklung der Ölförderung: Verzögerung bei neuen Feldern



ludwig bolkow
systemtechnik

Ölförderung

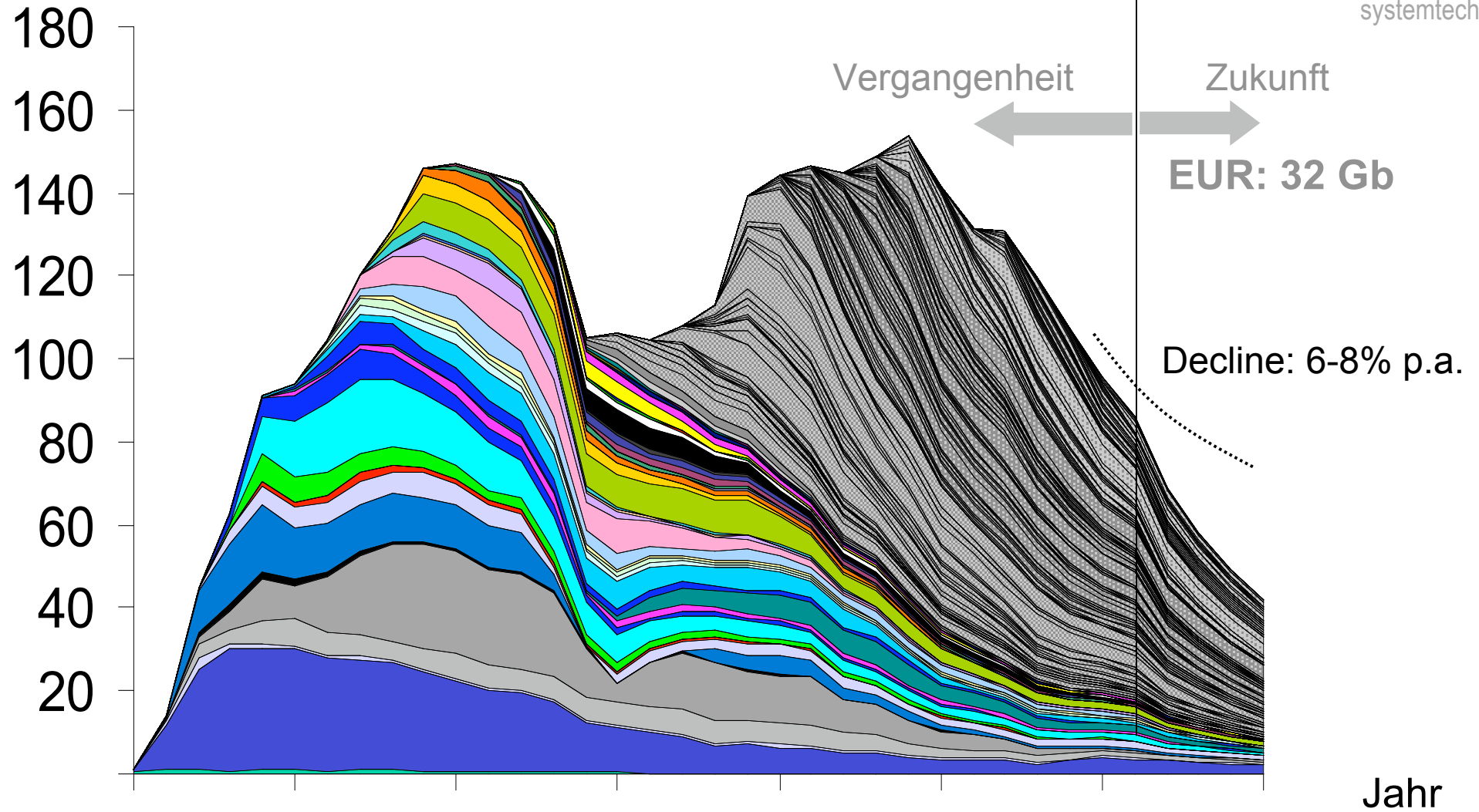


UK - Rohölproduktion aller bis Ende 2006 angeschlossenen Felder



ludwig bolkow
systemtechnik

Förderrate [Mio m³]



Die Ölförderung ausserhalb Russland und der OPEC*)

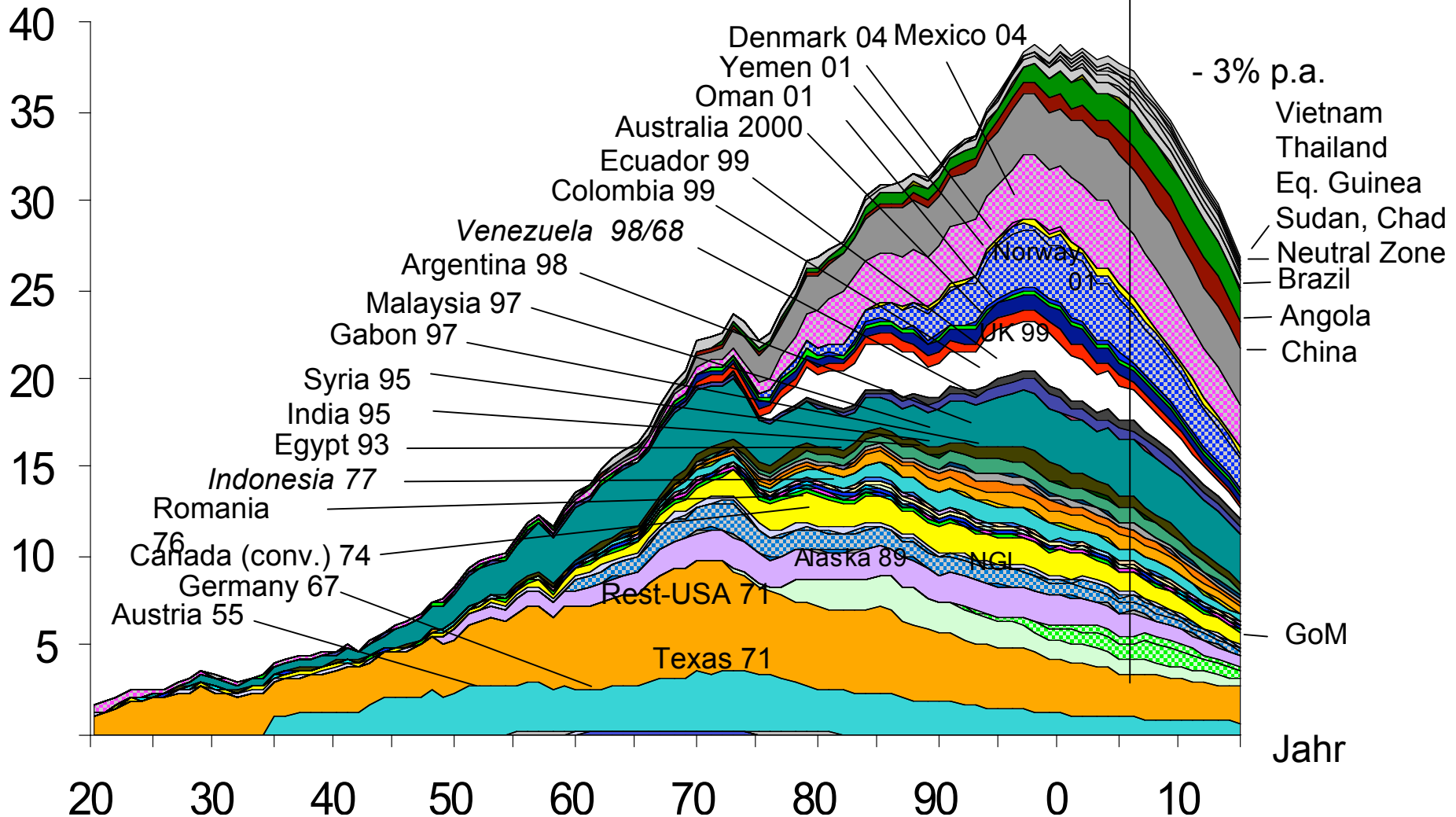


Ludwig Bolkow
systemtechnik

*) inkl. Indonesien und Venezuela

1000 Barrel pro Tag

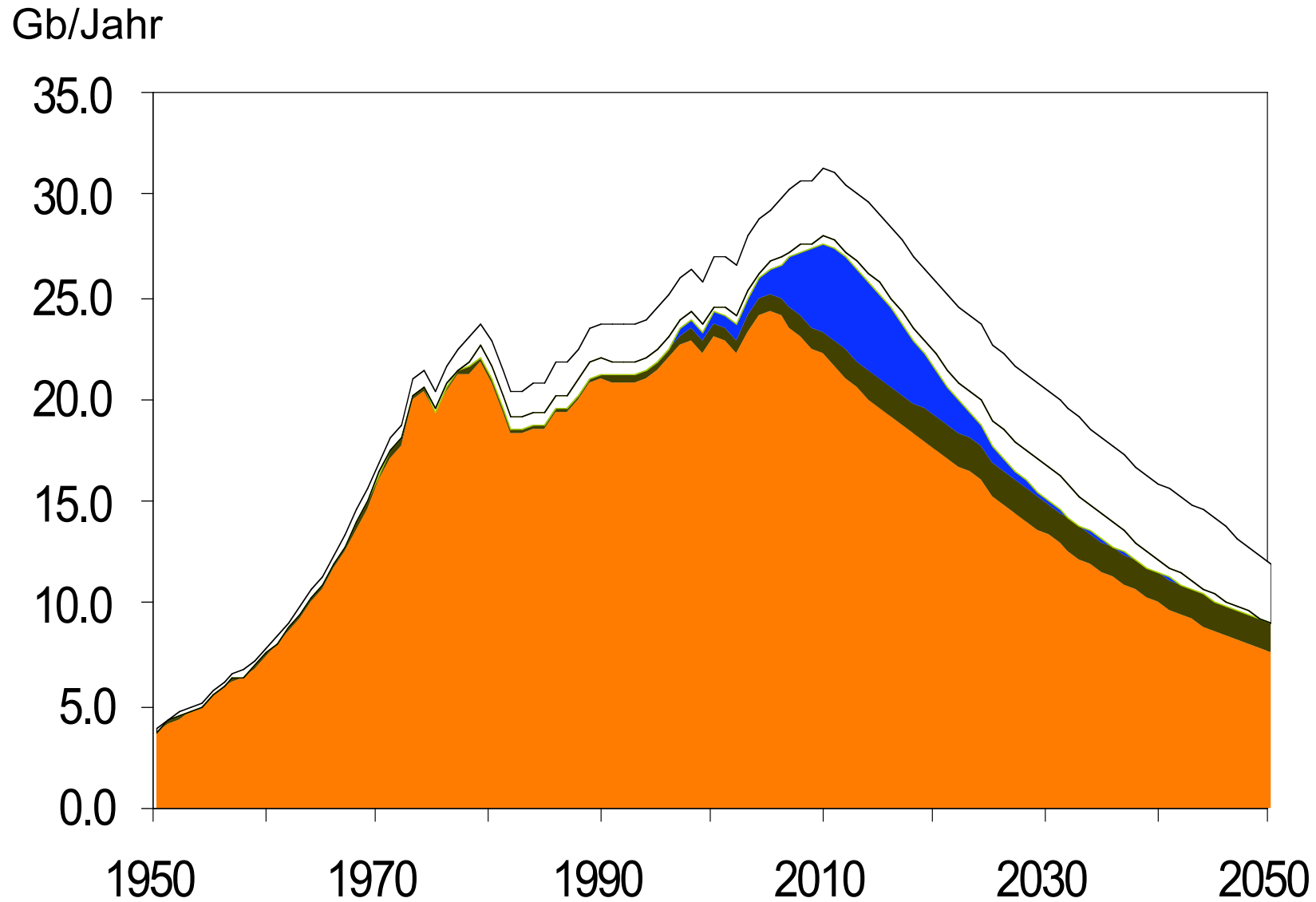
Vergangenheit ←



Weltölförderung



ludwig bölkow
systemtechnik

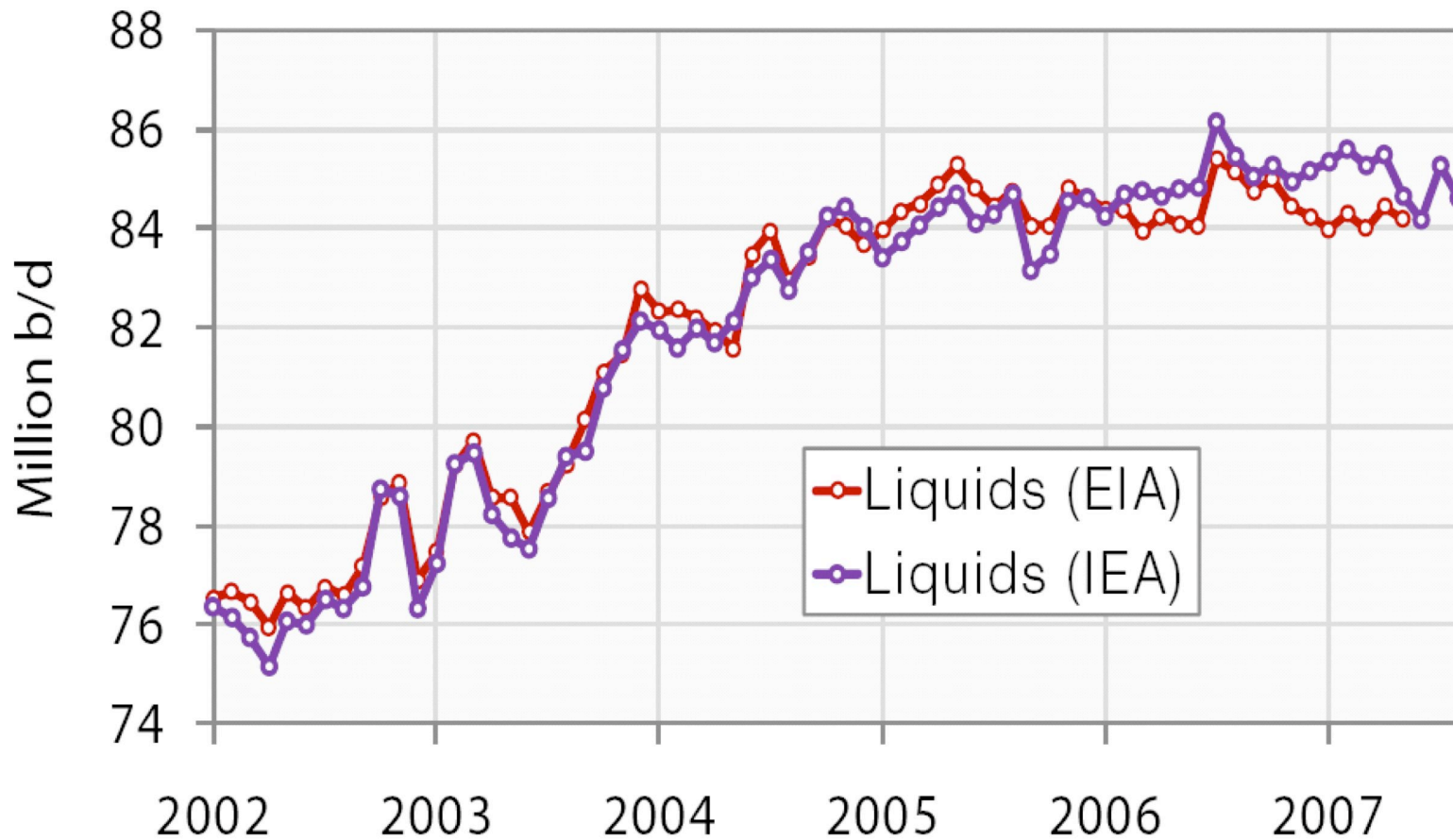


Quelle: Association for the Study of Peak Oil, 2006

Weltölförderung (Öl, NGL, Kondensate), Jan 2002 – Aug 2007



ludwig bolkow
systemtechnik



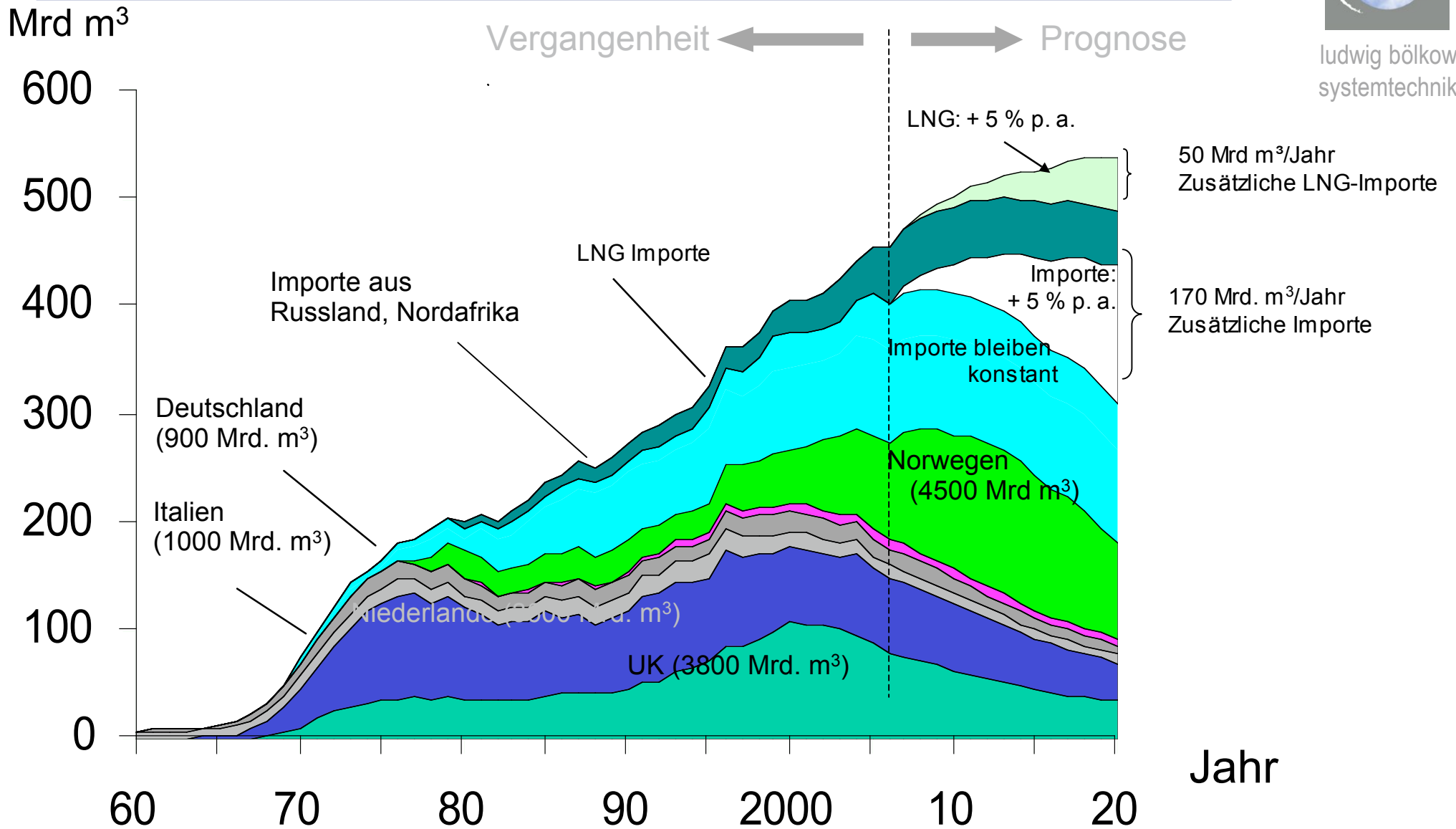
Source: Energy Information Administration, International Energy Agency

Grafik: ASPO Netherlands, Oil watch monthly, Sep 2007

Europäische Gasversorgung: Verdoppelung der Importe bis 2020!



ludwig bolkow
systemtechnik

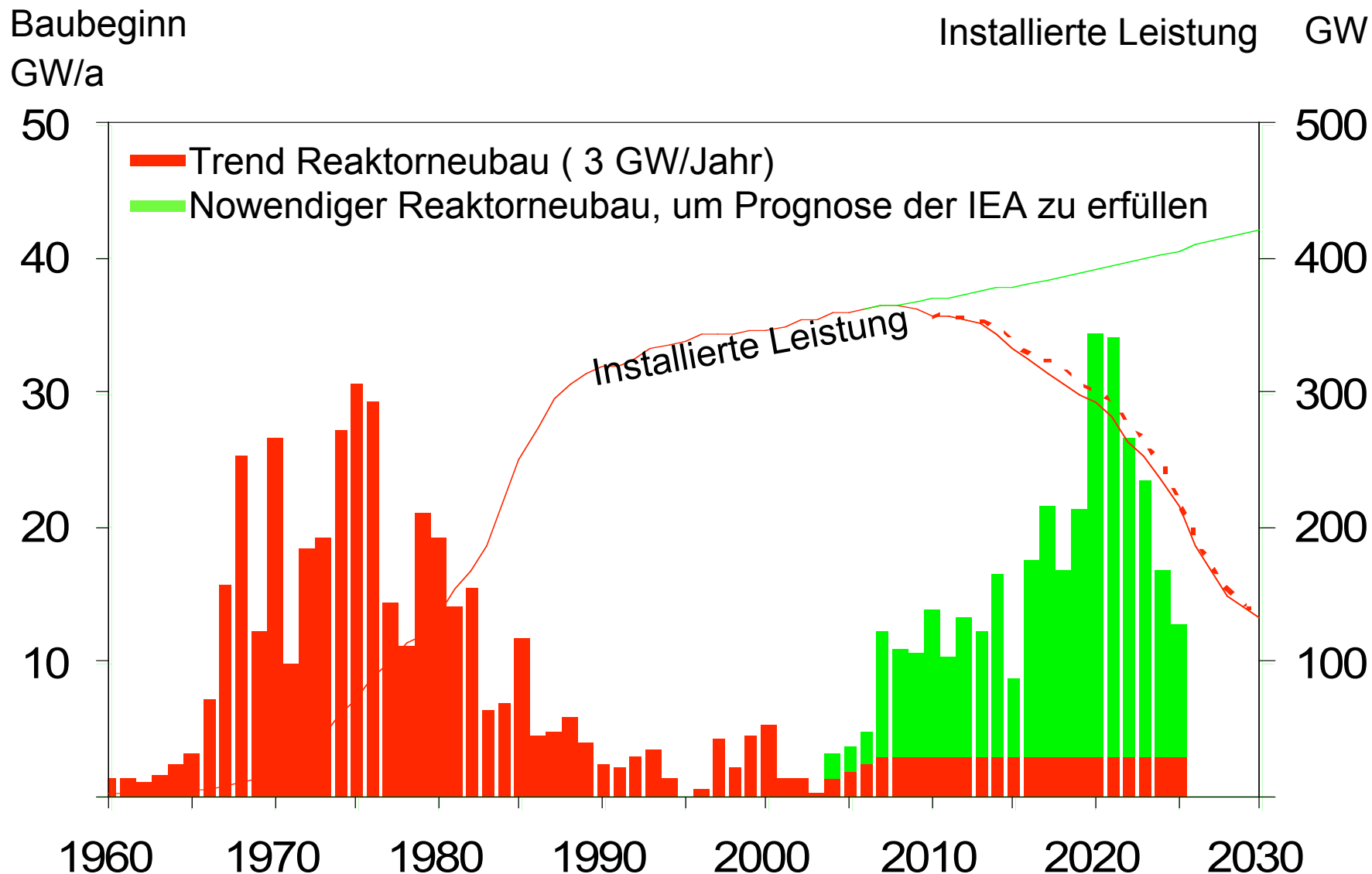


Quelle: OECD 2004, DTI 2007, NPD 2007, BP 2007; Prognose: LBST 2007

Neubau und Bestand von Kernkraftwerken – Historie und Szenarien



ludwig bolkow
systemtechnik



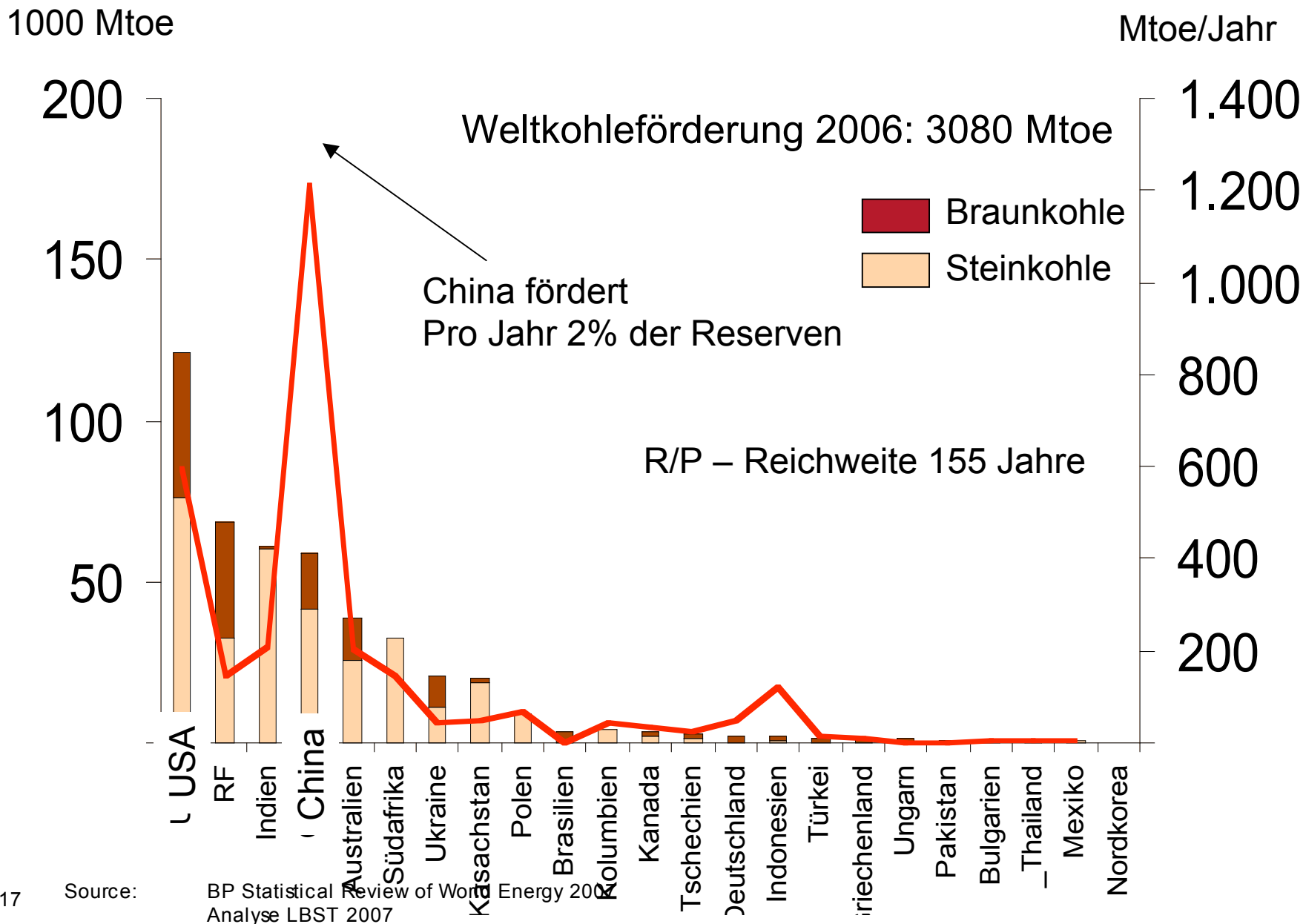
Data source: International Atomic Energy Agency, IEA 2006

16 Analysis: LBST 2006

Kohlereserven und Förderung



ludwig bolkow
systemtechnik





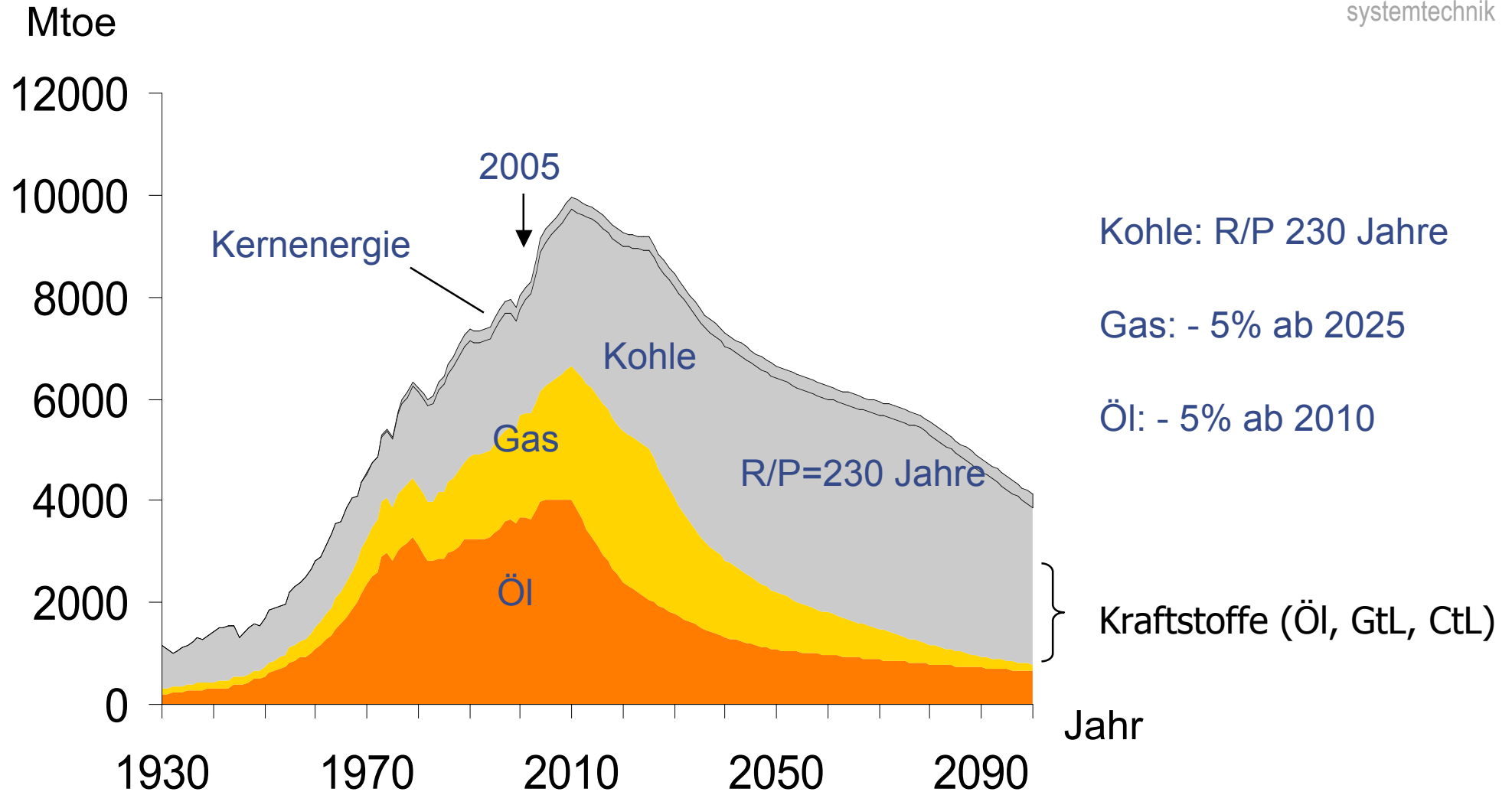
ludwig bolkow
systemtechnik

- Zur Weltenergieversorgung (allgemein)
- Erdöl
Entdeckung, Förderung, Prognosen
- Die Alternativen Erdgas, Kernenergie, Kohle
- **Skizze einer möglichen Entwicklung bis 2100**

Eine wahrscheinliche Entwicklung der fossilen Energieversorgung



ludwig bolkow
systemtechnik



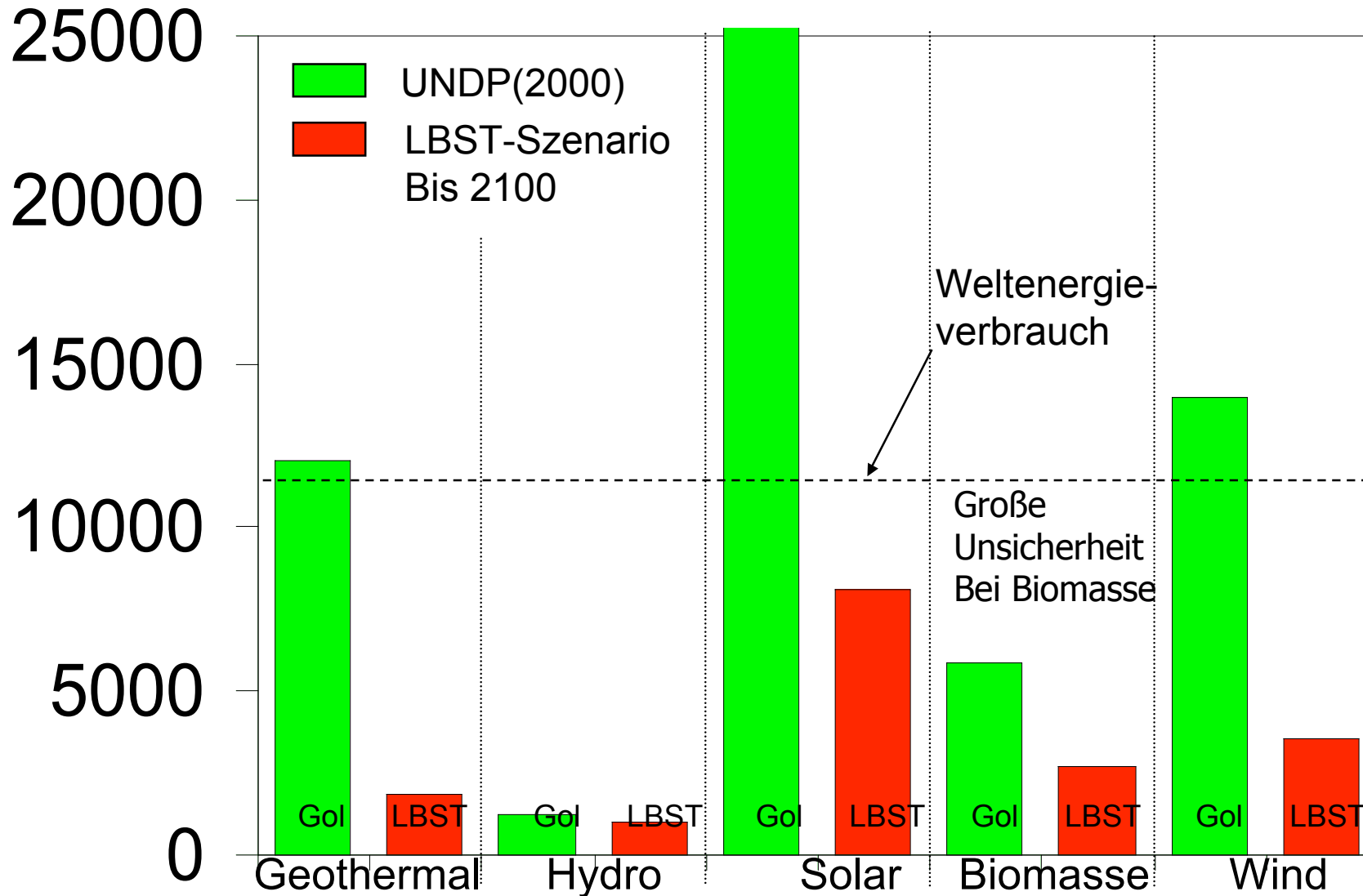
Datenquelle: Historie BP, Szenario LBST 2006

Technisches Potenzial für Erneuerbare Energien



ludwig bolkow
systemtechnik

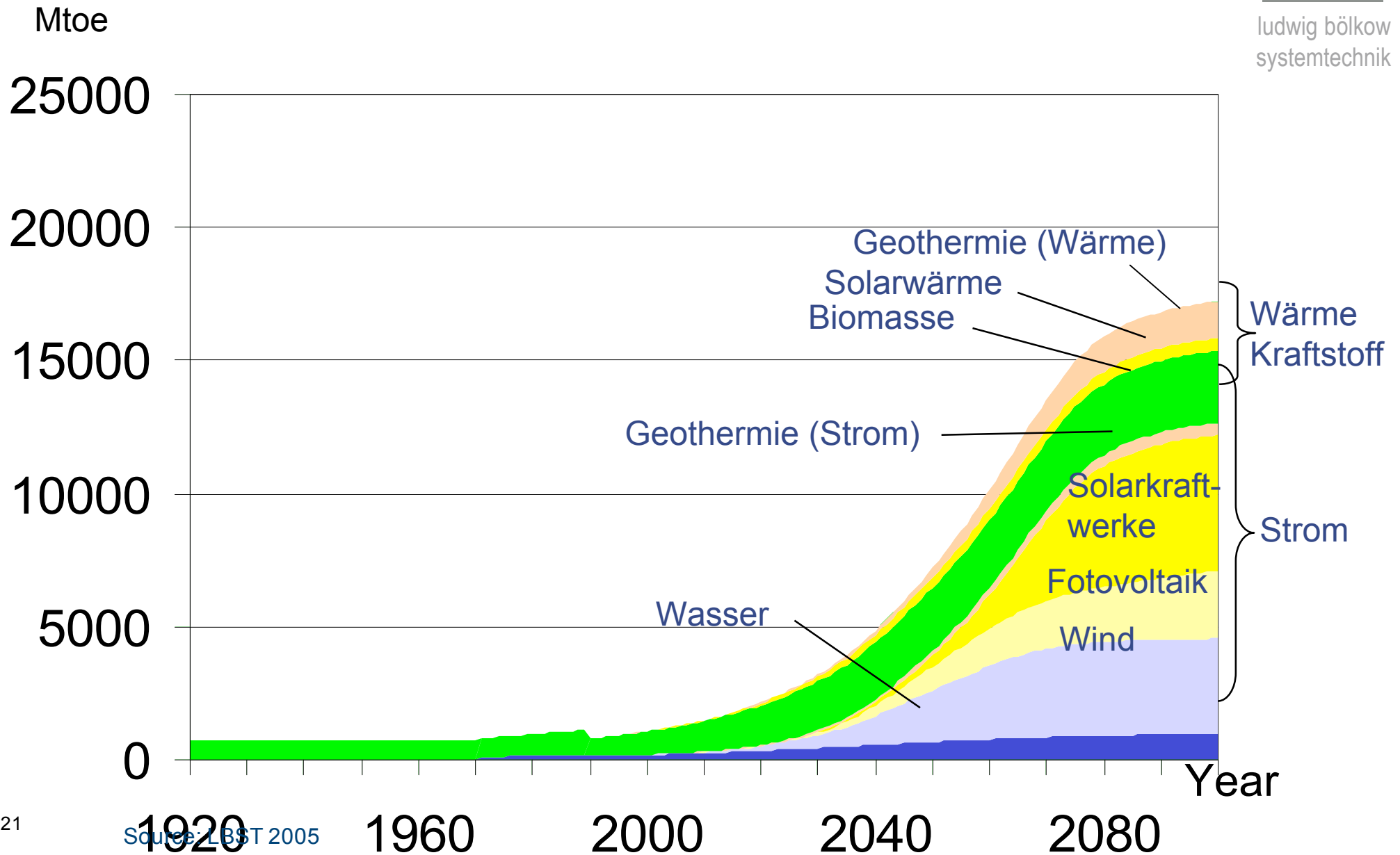
[Mtoe/Jahr]



Szenario Erneuerbare Energie



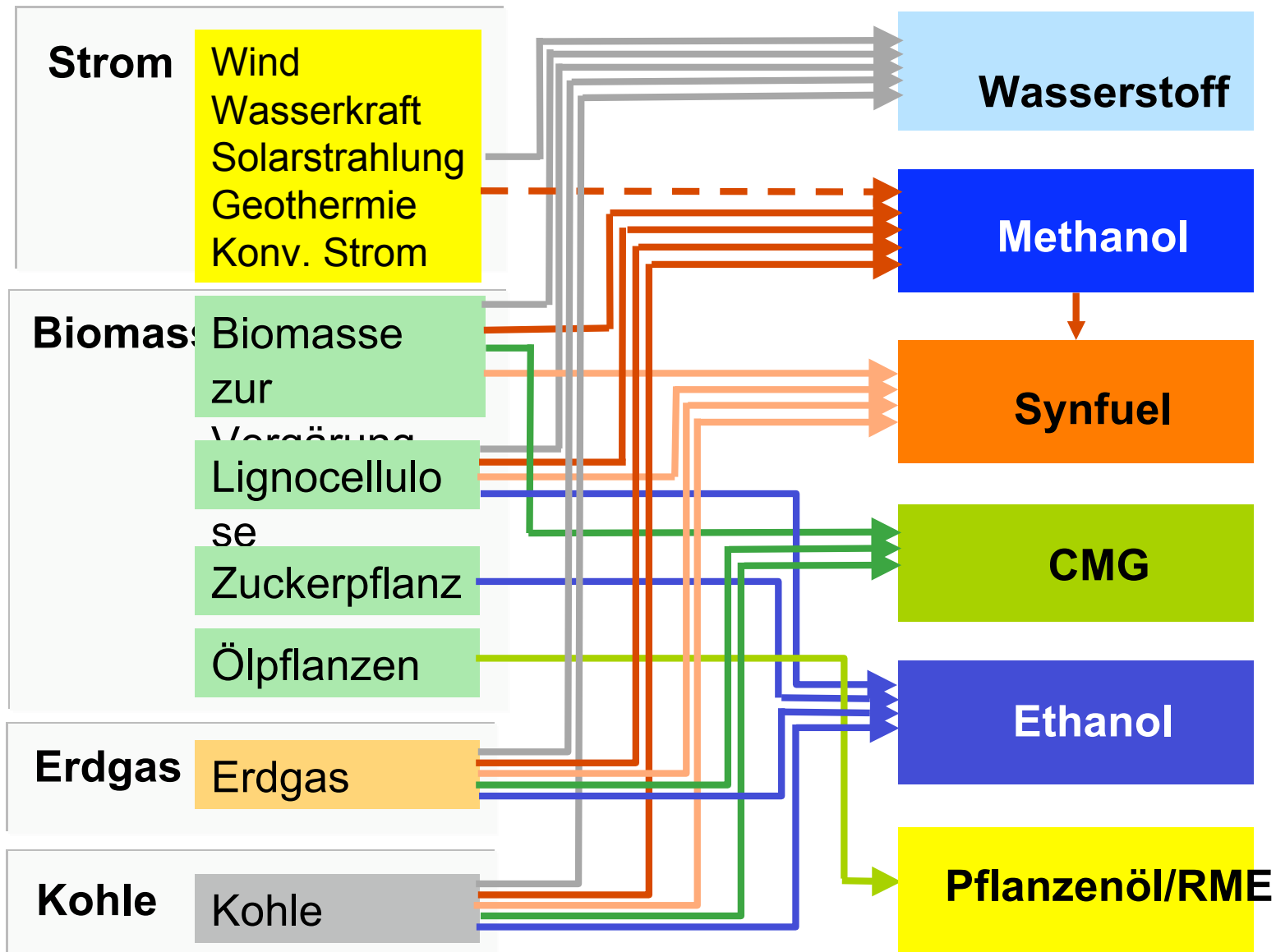
ludwig bolkow
systemtechnik



Kraftstoffe aus alternativen Energiequellen



Ludwig Bolkow
Systemtechnik

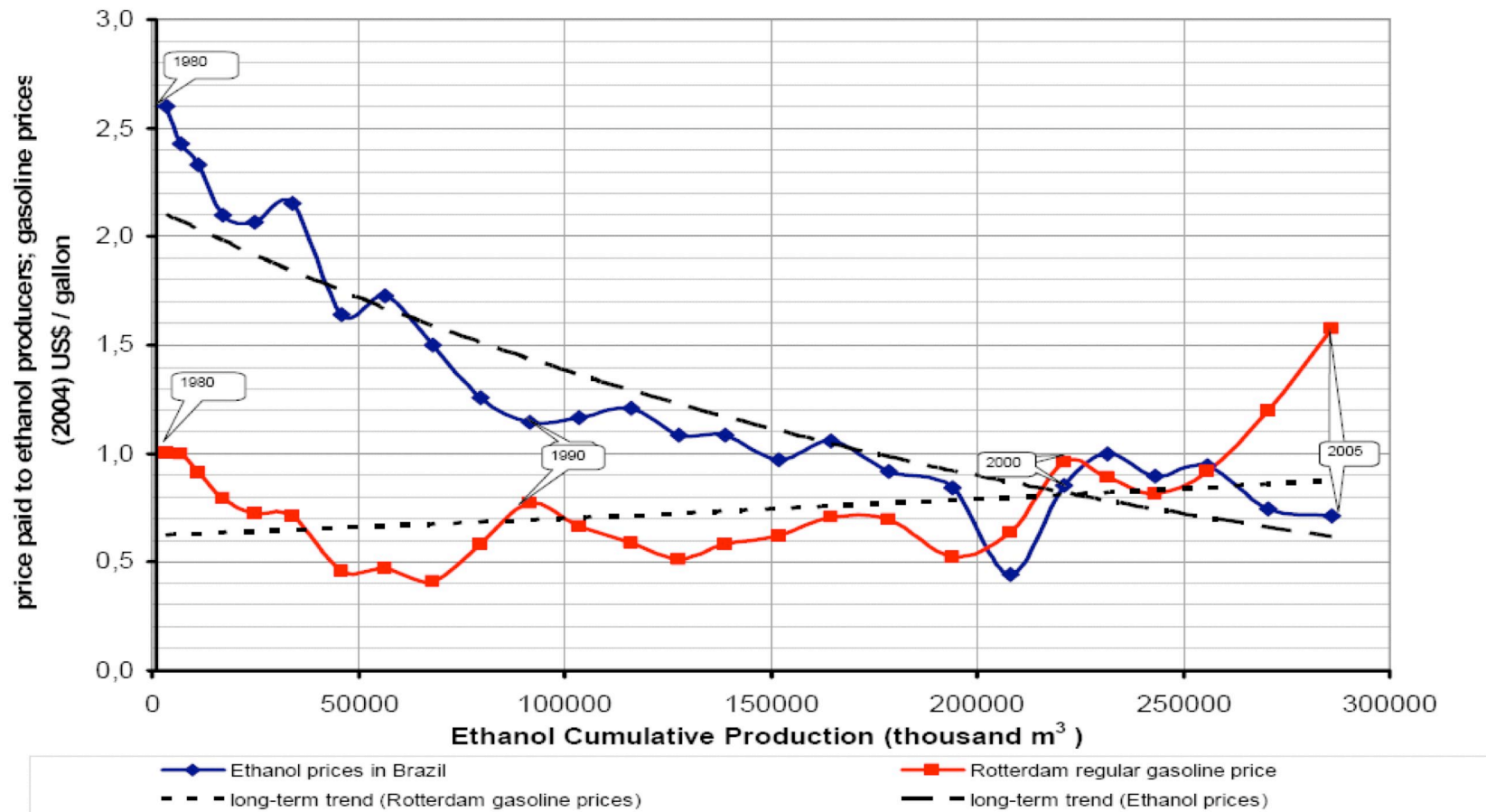


Kostenvergleich Ethanol Benzin in Brasilien (1980 – 2005)



Ludwig Bolkow
systemtechnik

Learning curve in volumes (gallons)

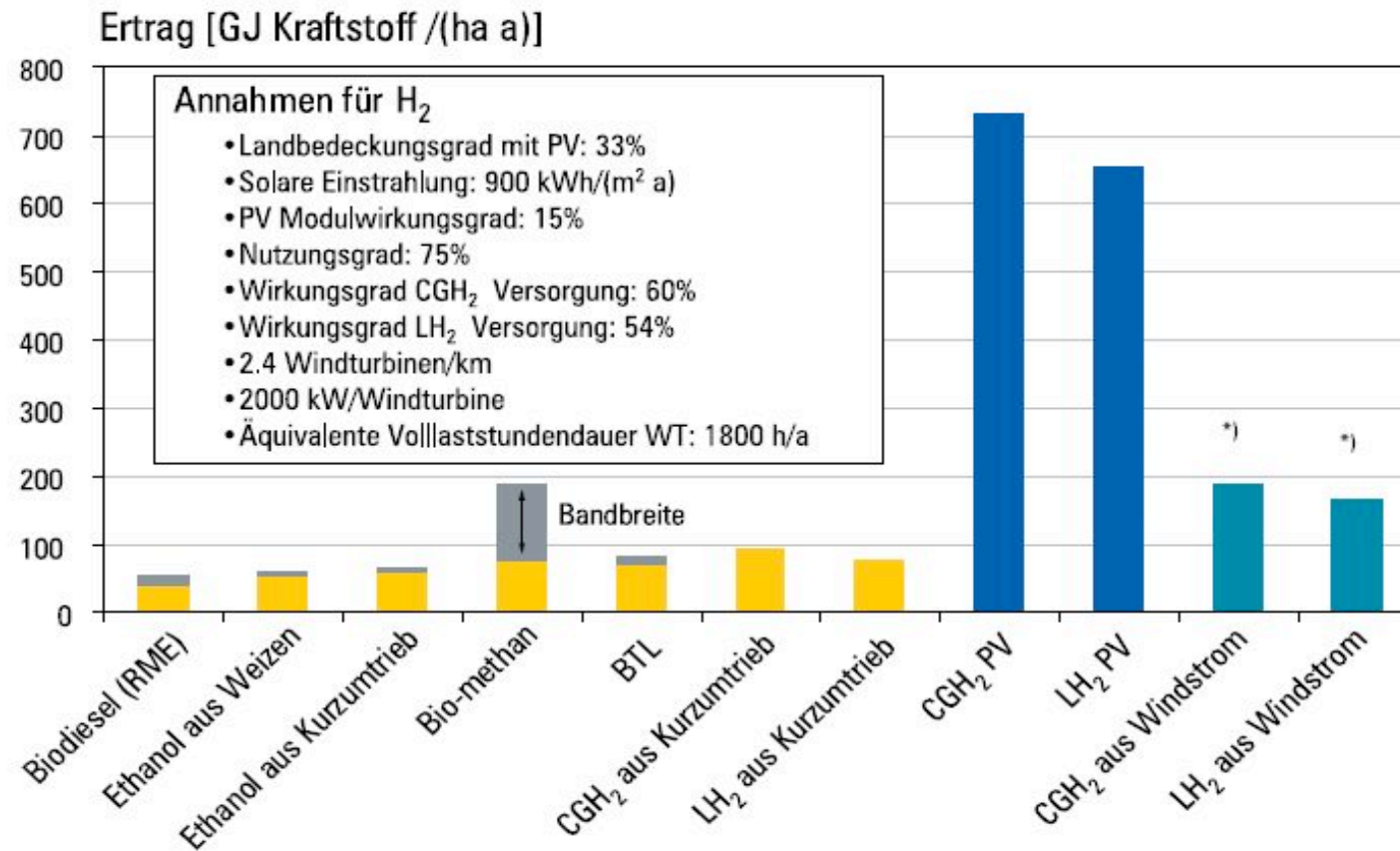


* 1 m³ = 1000 liters = 264.2 gallons

Spezifischer Energieertrag pro Hektar



Ludwig Bolkow
Systemtechnik

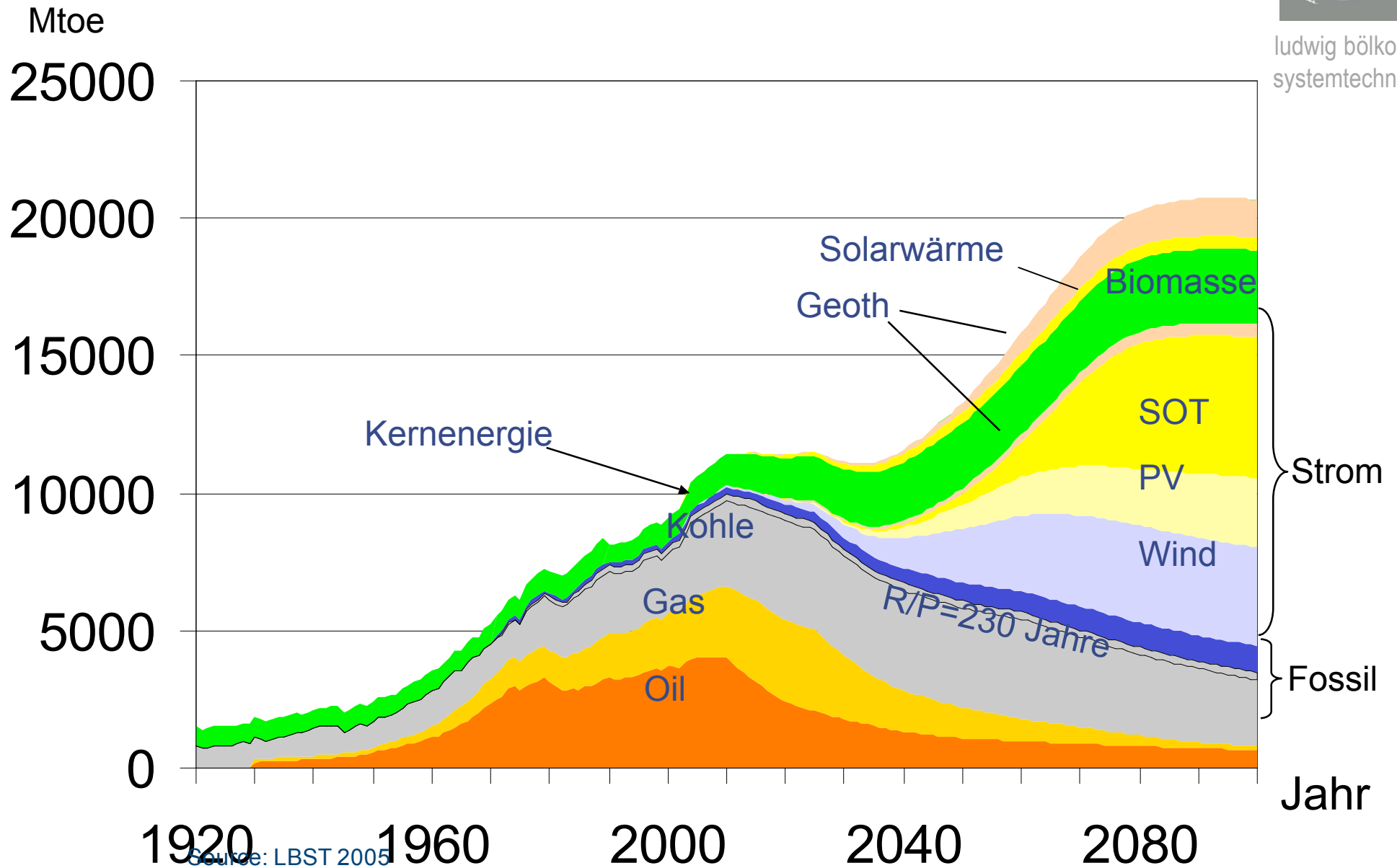


*) mehr als 99% der Landfläche können zusätzlich für andere Nutzungen, z. B. Ackerbau, verwendet werden

Szenario - Weltenergieversorgung



Ludwig Bolkow
systemtechnik





- Die ethischen Aspekte
 - räumliche und zeitliche Dimension

- Die Suche nach nachhaltigen Strukturen ist nicht länger aufschiebbar
 - Klimadiskussion verlangt vorausschauendes Handeln,
 - Peak Oil erzwingt Umorientierung unabhängig von der Wünschbarkeit

- Der forcierte Übergang zu erneuerbaren Energien.
 - heute: Kraftstoff ~ „Primärenergie“; Stromerzeugung mit großen Verlusten
 - morgen: Strom ~ „Primärenergie“; Kraftstoffherzeugung mit großen Verlusten

- Der Übergang zur „Postfossilen Mobilität“.
 - Der „Raumwiderstand“ wird zunehmen -> ökonomische Konsequenzen

- Bewusstseinswandel und politischer Rahmen.

- Die Krise ist auch eine Chance!



- Die Welt ist am Erdölfördermaximum
- Die Gasförderung wird bald danach zurückgehen
- Kohle kann das entstehende Defizit nicht ausgleichen
- Kernenergie ist fast irrelevant im globalen Kontext
- Langfristig werden Erneuerbare Energien 100% des Bedarfs abdecken müssen
- Übergang von Kraftstoff -> Strom auf Strom -> Kraftstoff

Die Übergangsphase 2000 - 2030 ist kritisch!

Das Maximum der Ölförderung wird einen Strukturbruch einleiten, der unsere gesamte Wirtschaft zur Neuorientierung zwingt