



Regenerative Energie – Entwicklungen/Möglichkeiten

Dr. Werner Zittel, Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, Germany
(zittel@lbst.de)

1. Was machen wir eigentlich? Energieverbrauch und Wachstum
2. Der gegenwärtige Weltenergieverbrauch
3. Statistiken zu Erneuerbaren Energietechnologien
4. Statistiken zu Erneuerbaren Energietechnologien
5. Zusammenfassung





Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH

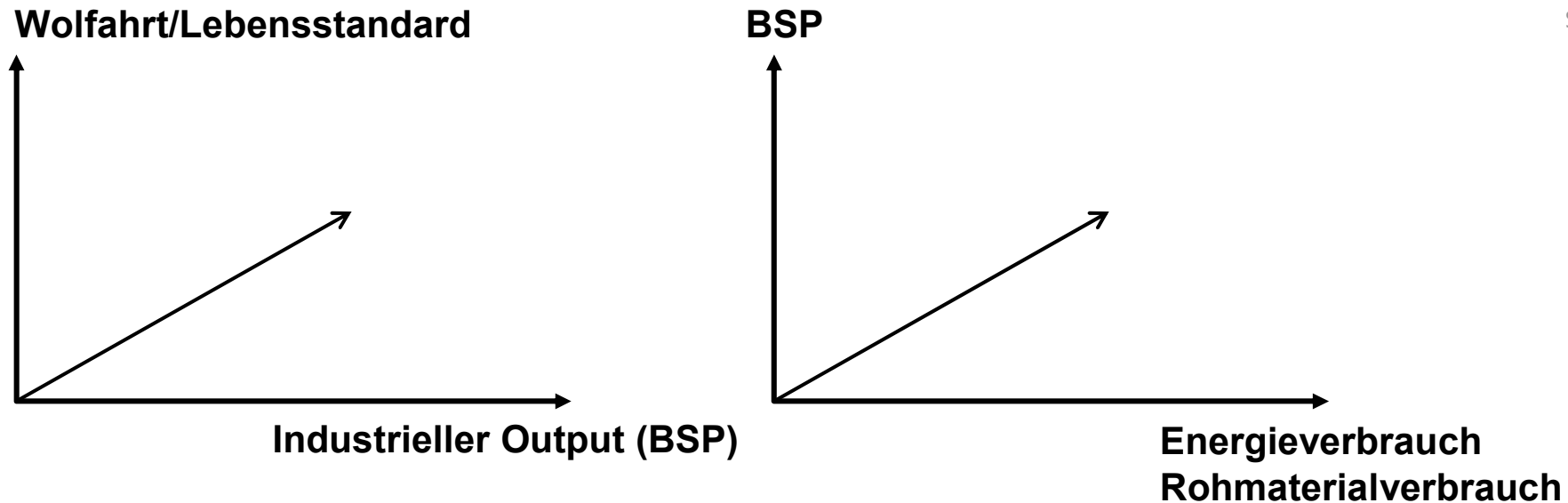
Energieverbrauch und Wachstum



Grundsätzliches Denkmuster unserer Gesellschaft



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH



- Die Entwicklung geht tendenziell nur in eine Richtung:
von unterentwickelt (nicht industrialisiert) zu wachsender Industrialisierung
- industrielles Wachstum ist fast identisch mit wachsendem Ressourcenverbrauch

Implizites Glaubensbekenntnis:

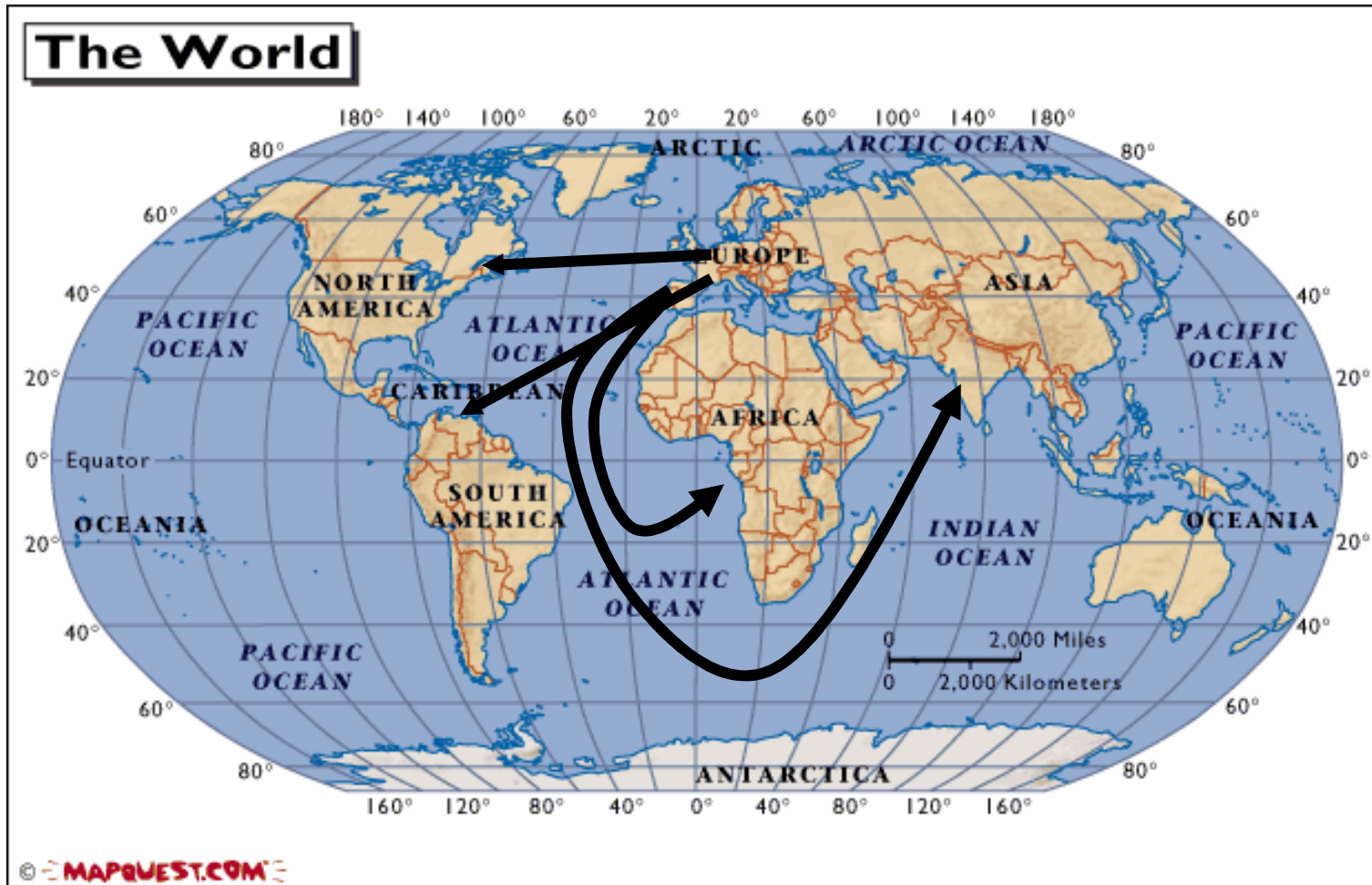
**Der einzige Weg zu besserem Lebensstandard führt
über steigenden Konsum (=steigender Ressourcenverbrauch)**



Wurzeln europäischer Industrialisierung ...Kolonialisierung



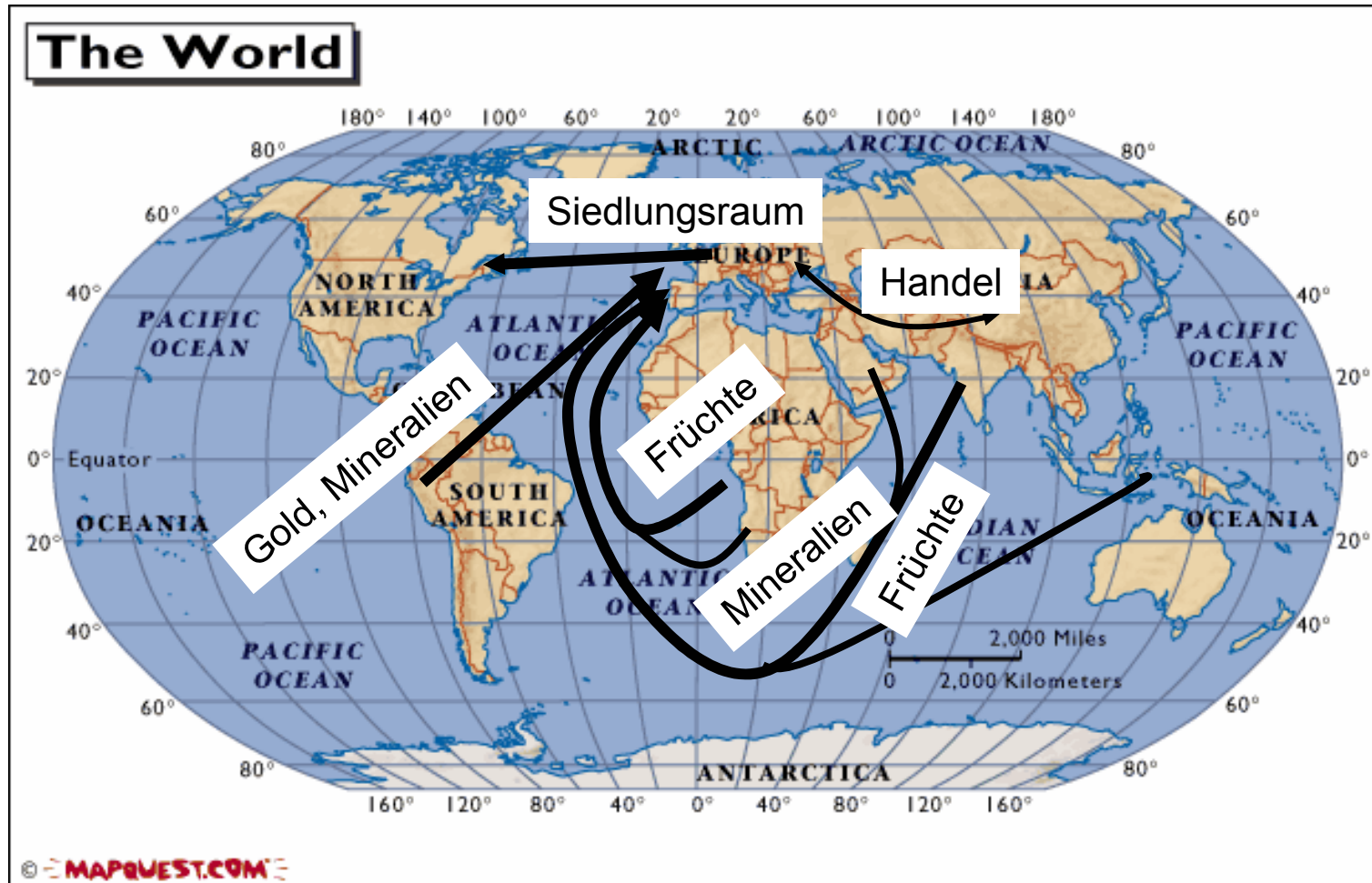
Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH



Wurzeln europäischer Industrialisierung ...Kolonialismus



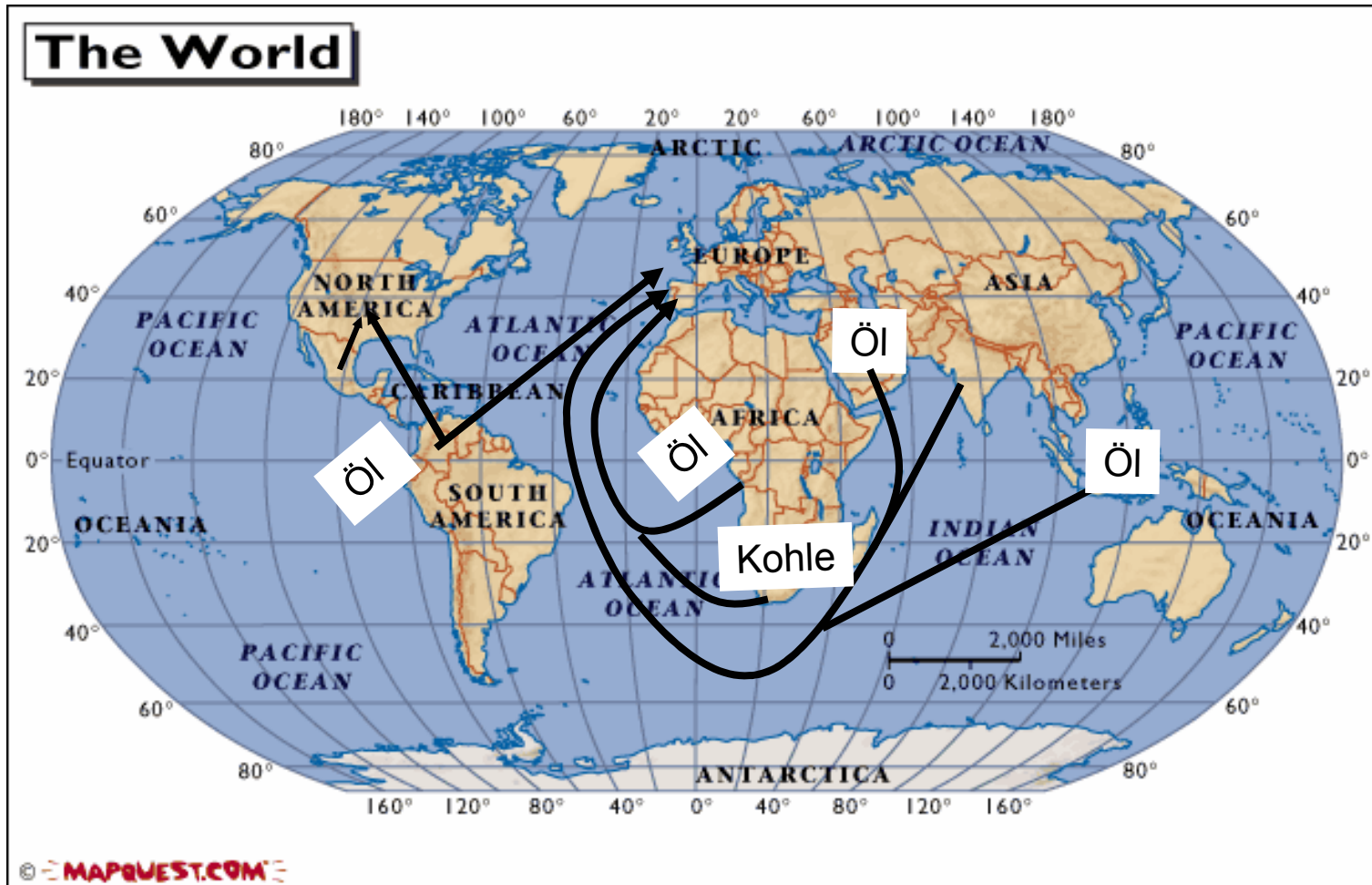
Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH



Basis europäischer Industrialisierung ...Energie



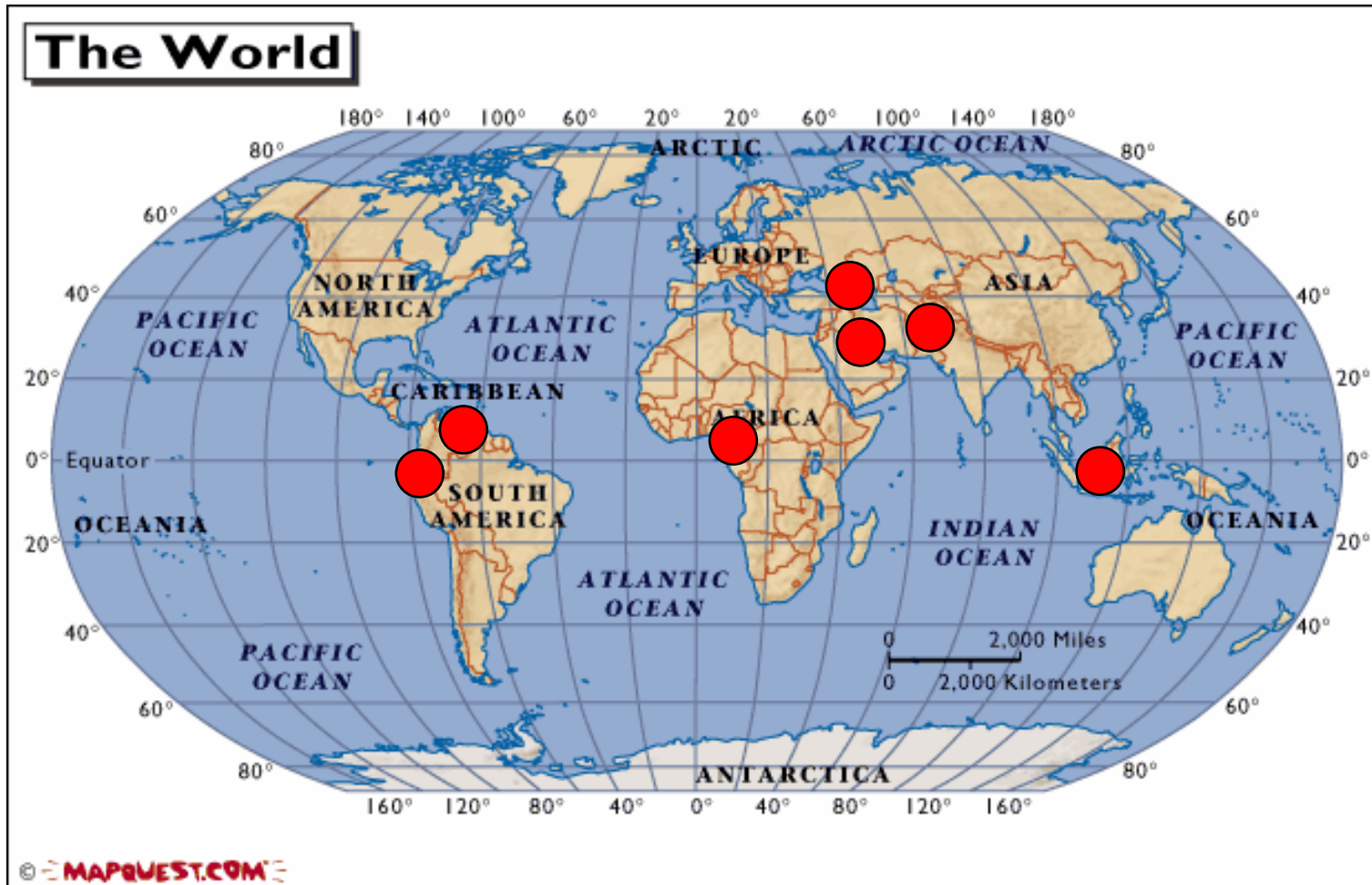
Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH



Folgen der Industrialisierung ...politische Instabilität



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH



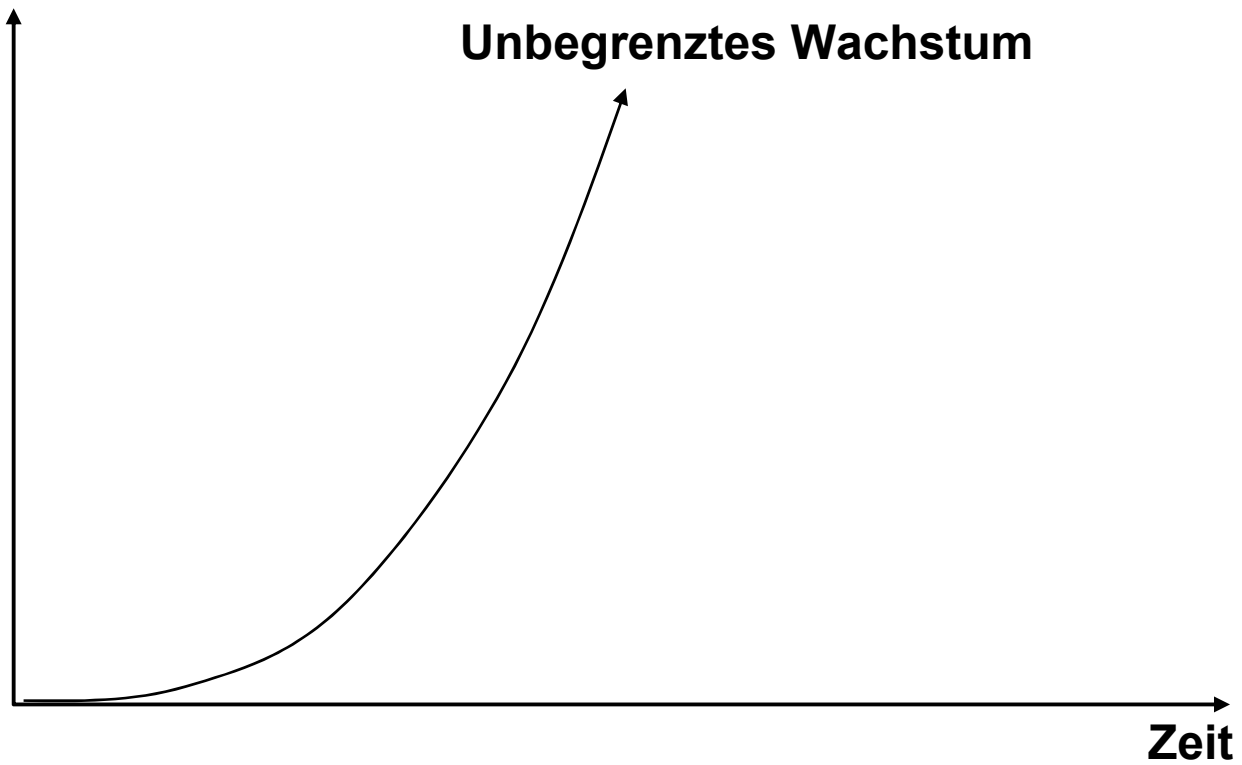
● Konflikttherde

Unterschiedliche Wachstumsszenarien



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH

Verbrauch
Wohlstand

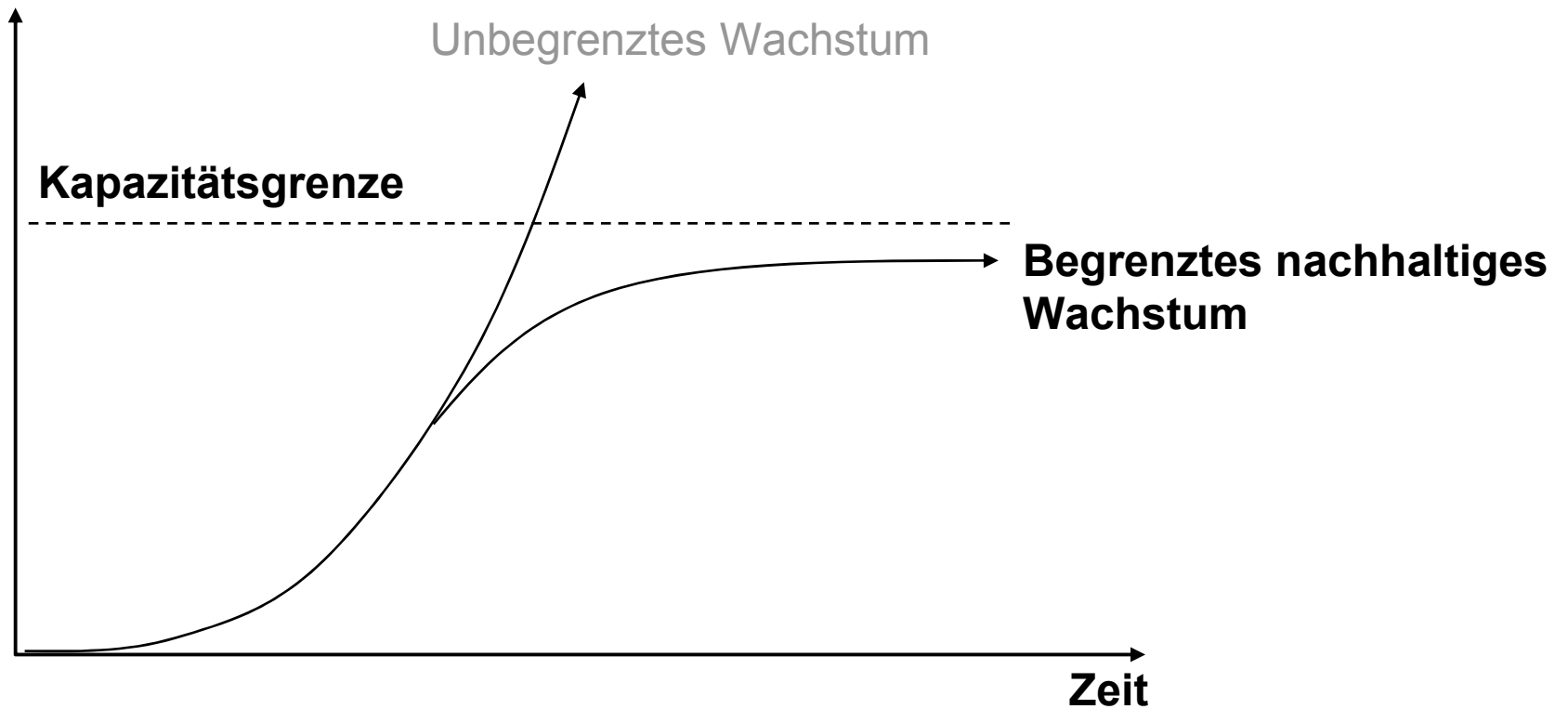


Unterschiedliche Wachstumsszenarien



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH

Verbrauch
Wohlstand

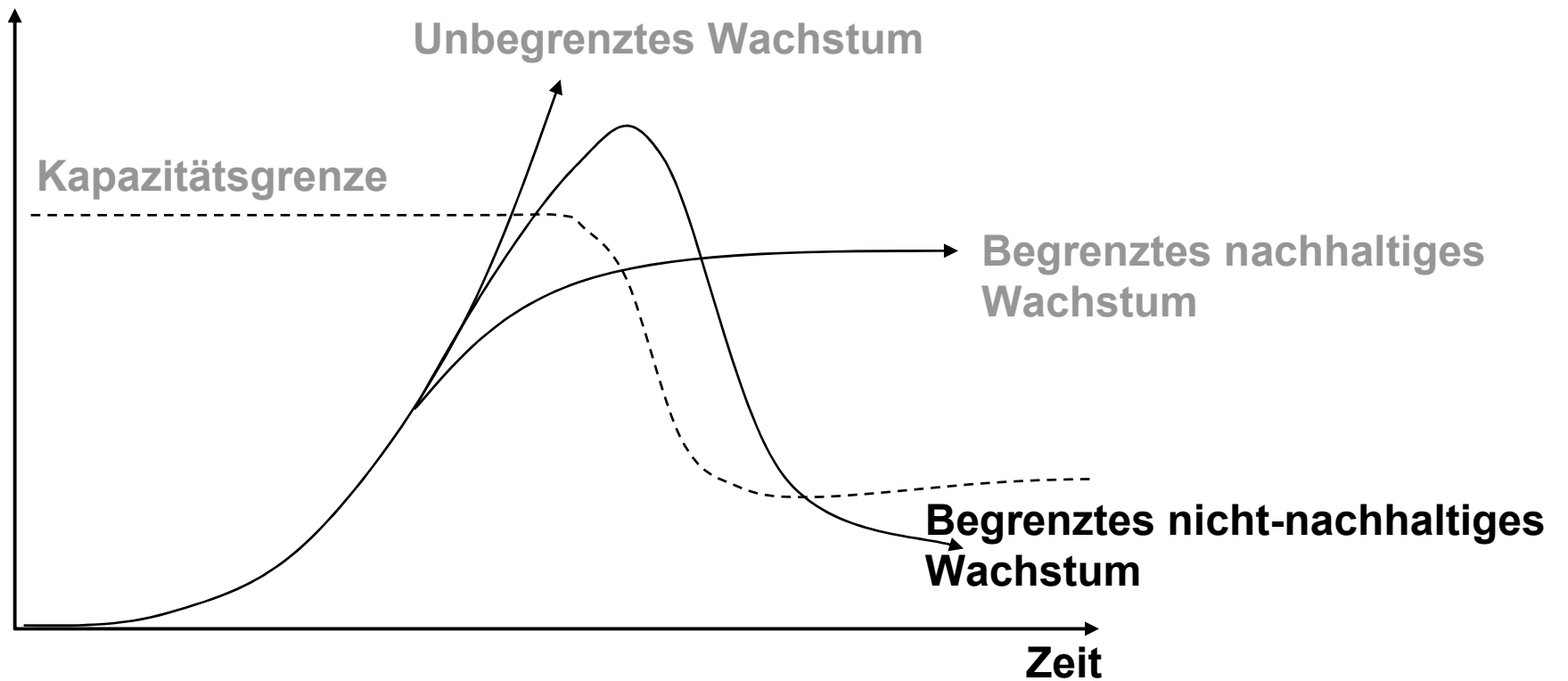


Unterschiedliche Wachstumsszenarien / Mißachtung der Grenzen



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH

Verbrauch
Wohlstand





Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH

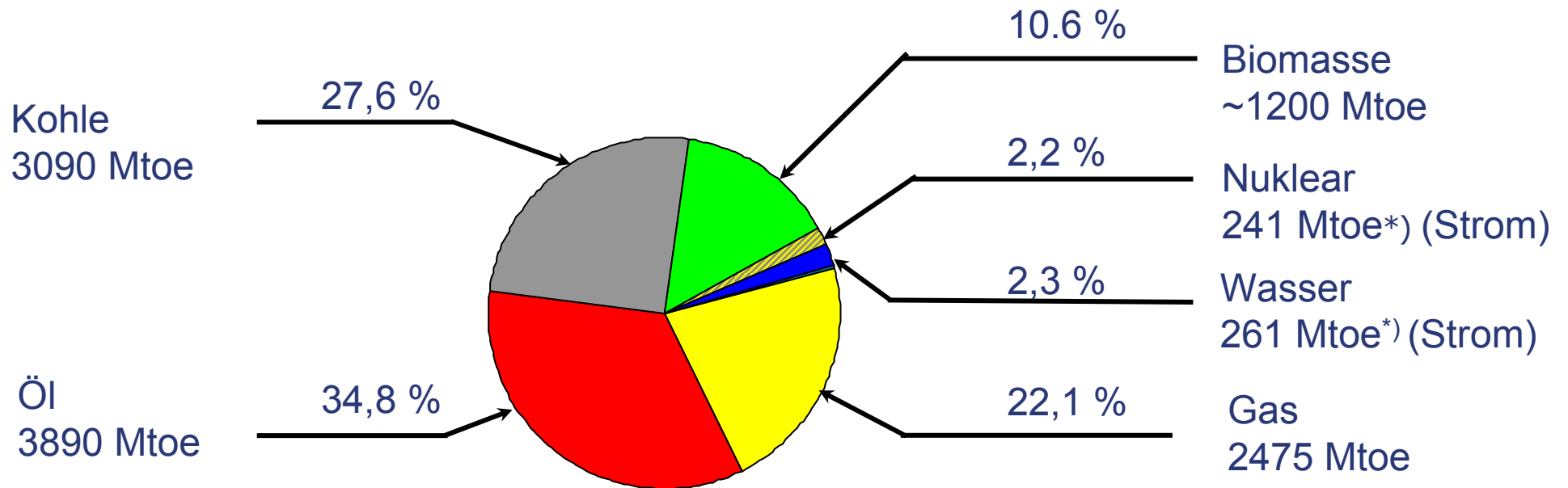
Weltenergieverbrauch



Weltenergieverbrauch 2006



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH



Sonstige Erneuerbare ca. 0.5%

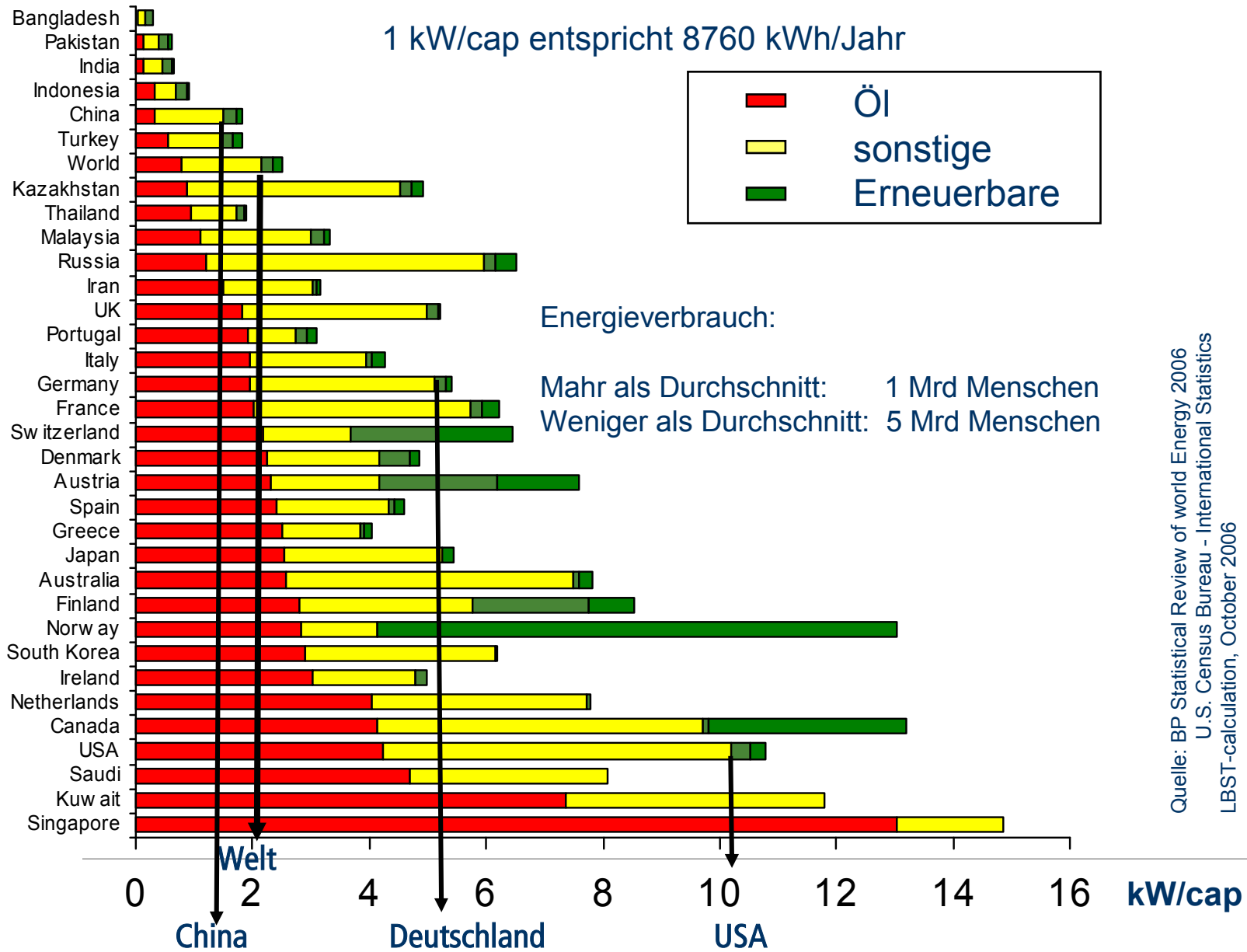
1 Mtoe = 1 Mio Tonnen Öläquivalent
7,1 Mio Barrel Öläquivalent (Mboe)
11,6 Terawattstunden (TWh)
1,3 Gigawattjahre (GWh)
41,8 Petajoule (PJ)

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

Pro Kopf Energieverbrauch 2005



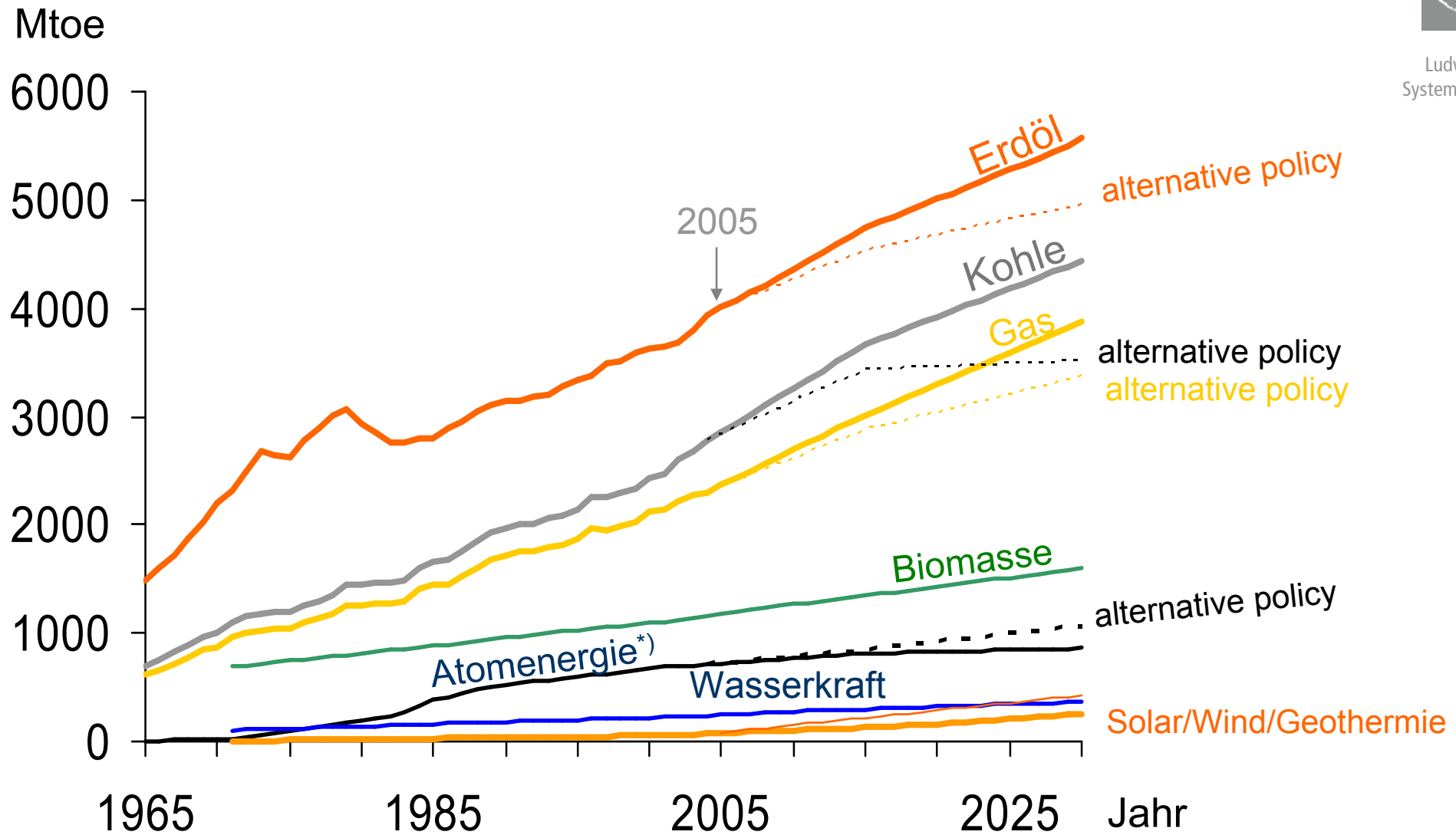
Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH



Prognose des Weltenergieverbrauchs (Internationale Energieagentur)



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH



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

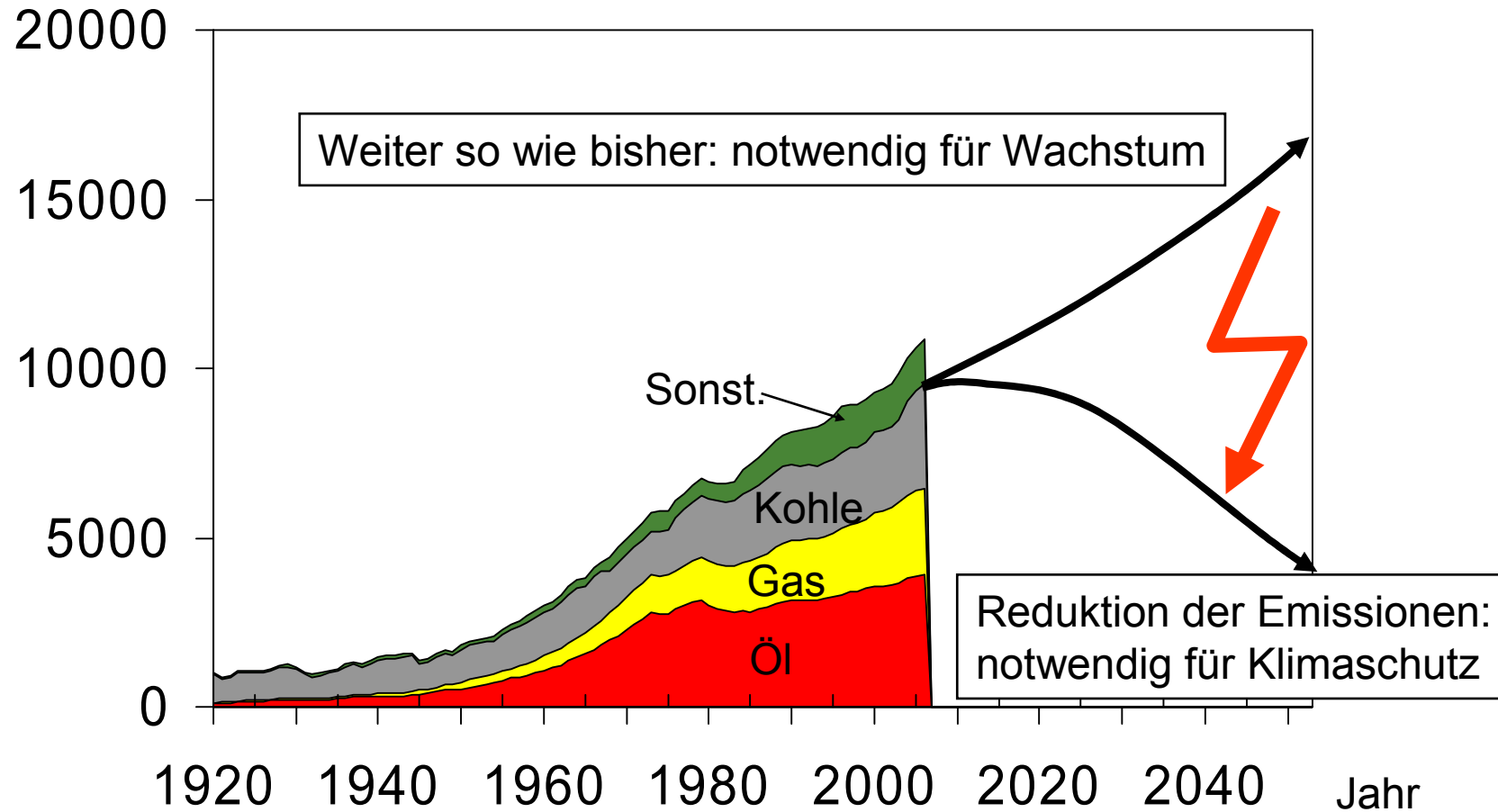
*) mit 38% Wirkungsgrad

Unaufgelöster Widerspruch der Industriegesellschaft



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH

Mtoe/a (Mio Tonnen Öläquivalent/Jahr)





Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH

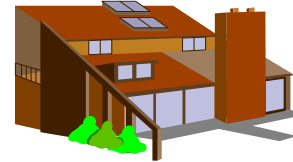
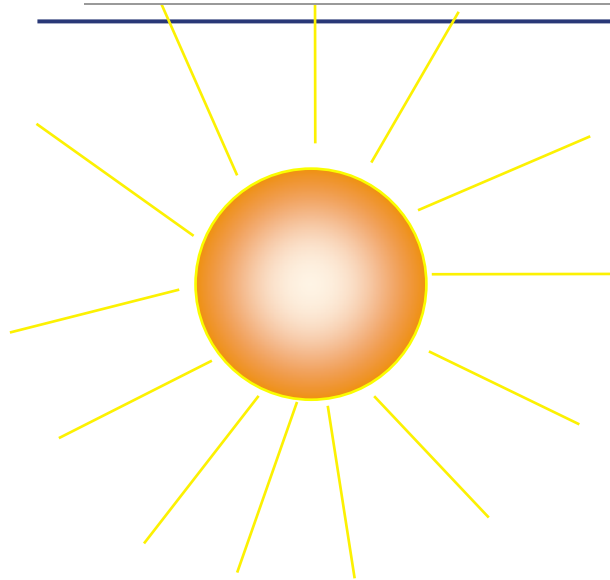
Regenerative Energienutzungstechnologien



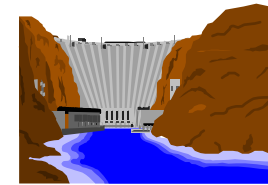
Solar gespeiste Energiewandlungstechnologien



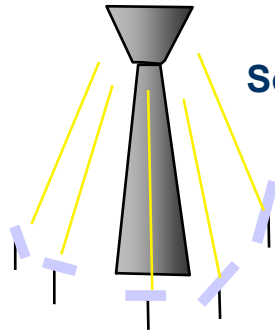
Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH



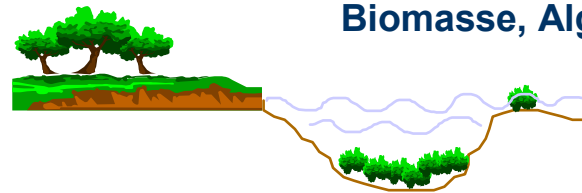
Solarwärme, Passivhäuser



Wasserkraft



Solarkraftwerke



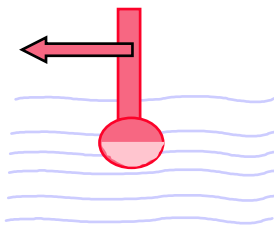
Biomasse, Algen



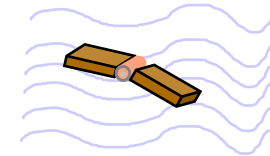
Fotovoltaik



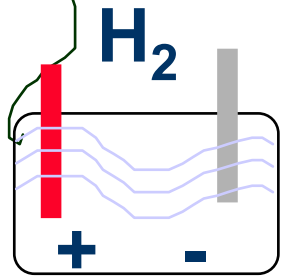
Windenergie



**Ocean thermal
energy conversion
(OTEC)**



Meeresenergie



Elektrolyseur



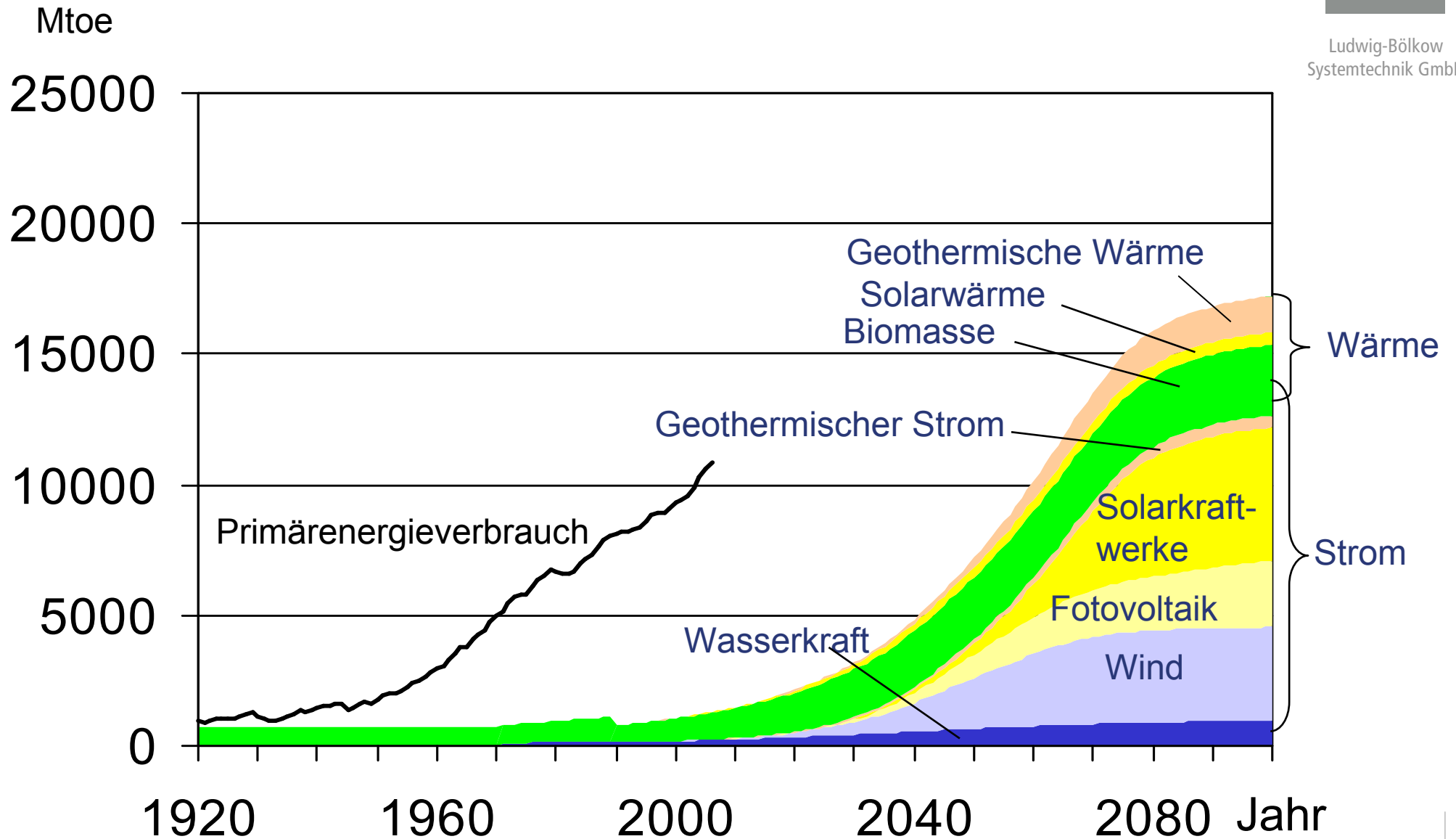
Strom	Fotovoltaik / Solarkraftwerke Windenergiekonverter Geothermiekraftwerke Biomassekraftwerke Wasserkraftwerke
Wärme	Kraft-Wärme-Kopplung Strom Geothermische Wärmenutzung Solarwärme Biomasse
Kraftstoffe	Strom Biokraftstoffe synthetische Flüssigkraftstoffe Wasserstoff



Szenario Erneuerbare Energie – Die „Vision“ bis 2100



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH



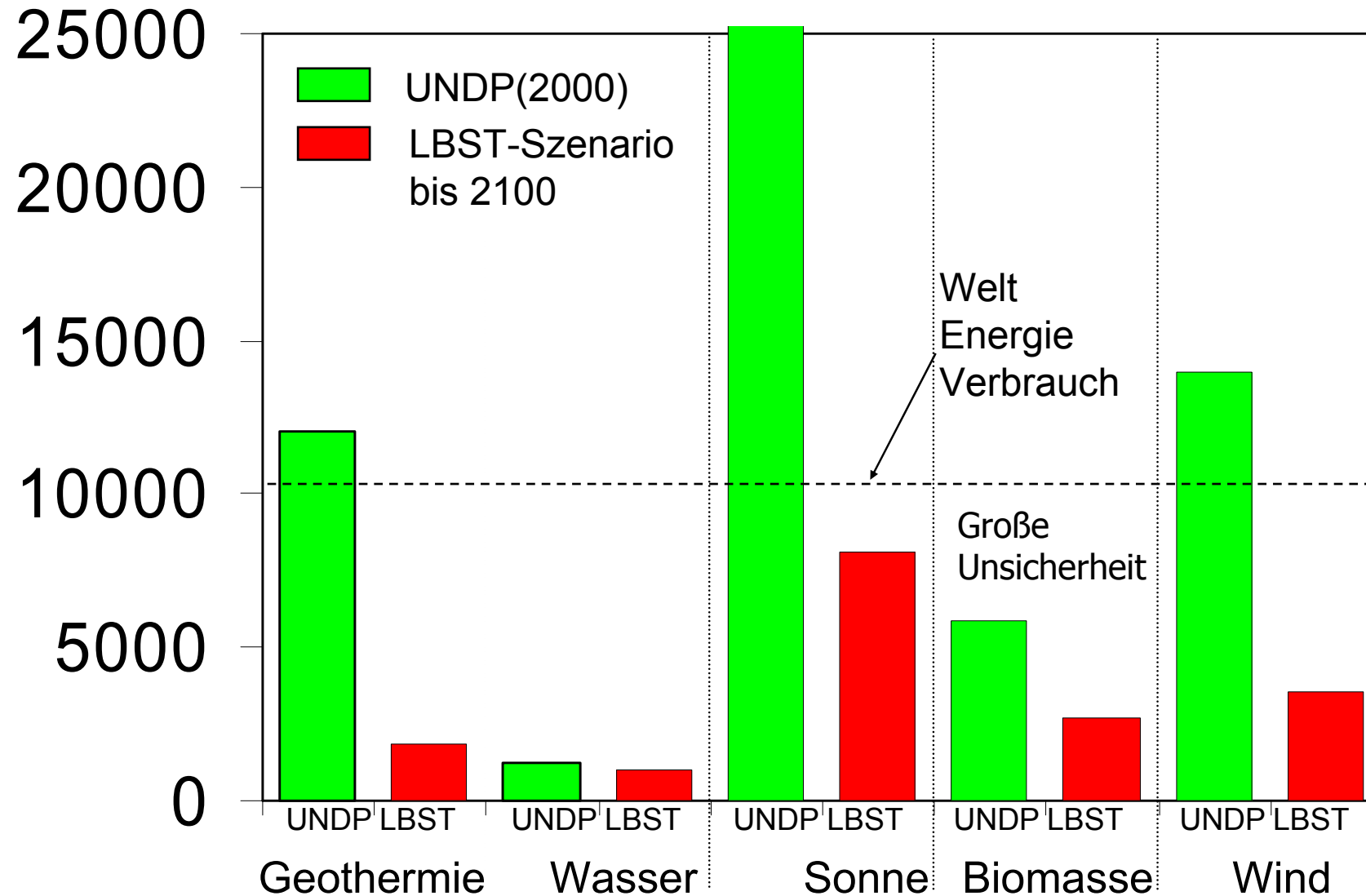
Quelle: LBST 2005

Erneuerbare Energietechnologien – Technische Potentiale und LBST Szenario



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH

[Mtoe/Jahr]

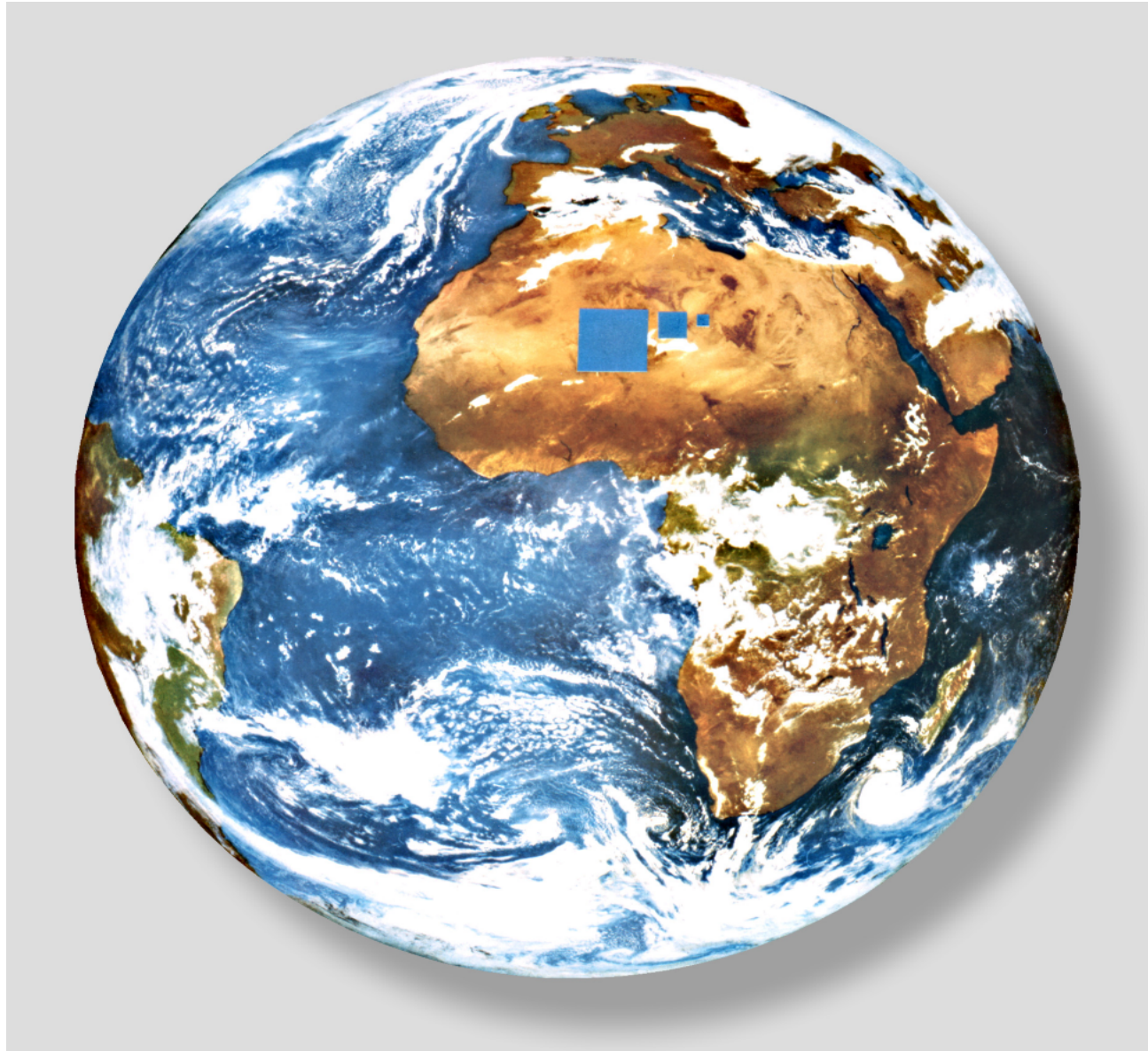


UNDP: Goldemberg, World Energy Assessment 2000

Notwendige Fläche um genügend Sonnenenergie bereitzustellen



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH



Benötigte Fläche
um die Endenergie für

- Die Welt
- Europa
- Deutschland

mit Solarkraftwerken
bereitzustellen





Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH

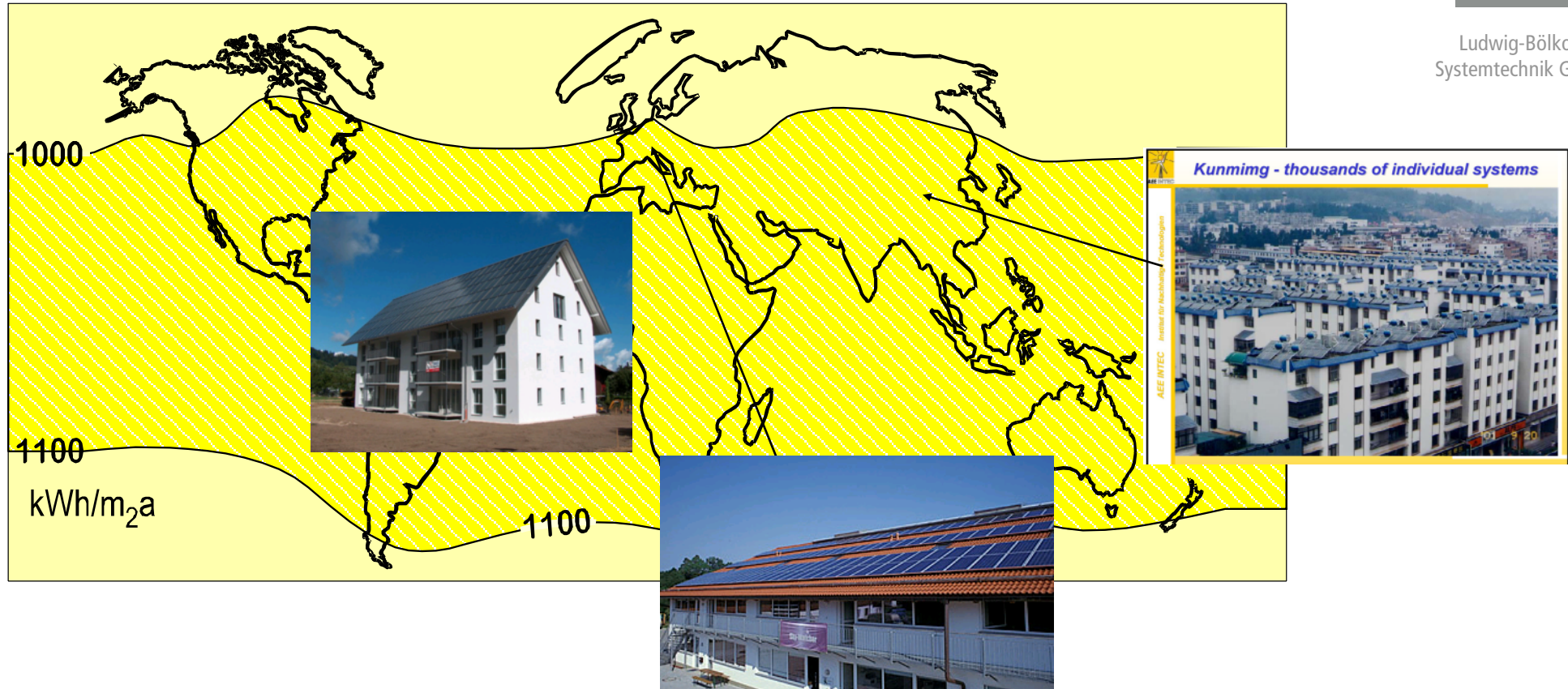
Solarwärme



Dezentrale Nutzung der Sonnenenergie



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH



- Die meisten Menschen leben in Gebieten mit mehr als 1000 kWh/m² Einstrahlung
- Diese Energie reicht aus um die Gebäude vollständig solar zu heizen
- Niedrigenergie- und Passivhäuser sind Stand der Technik

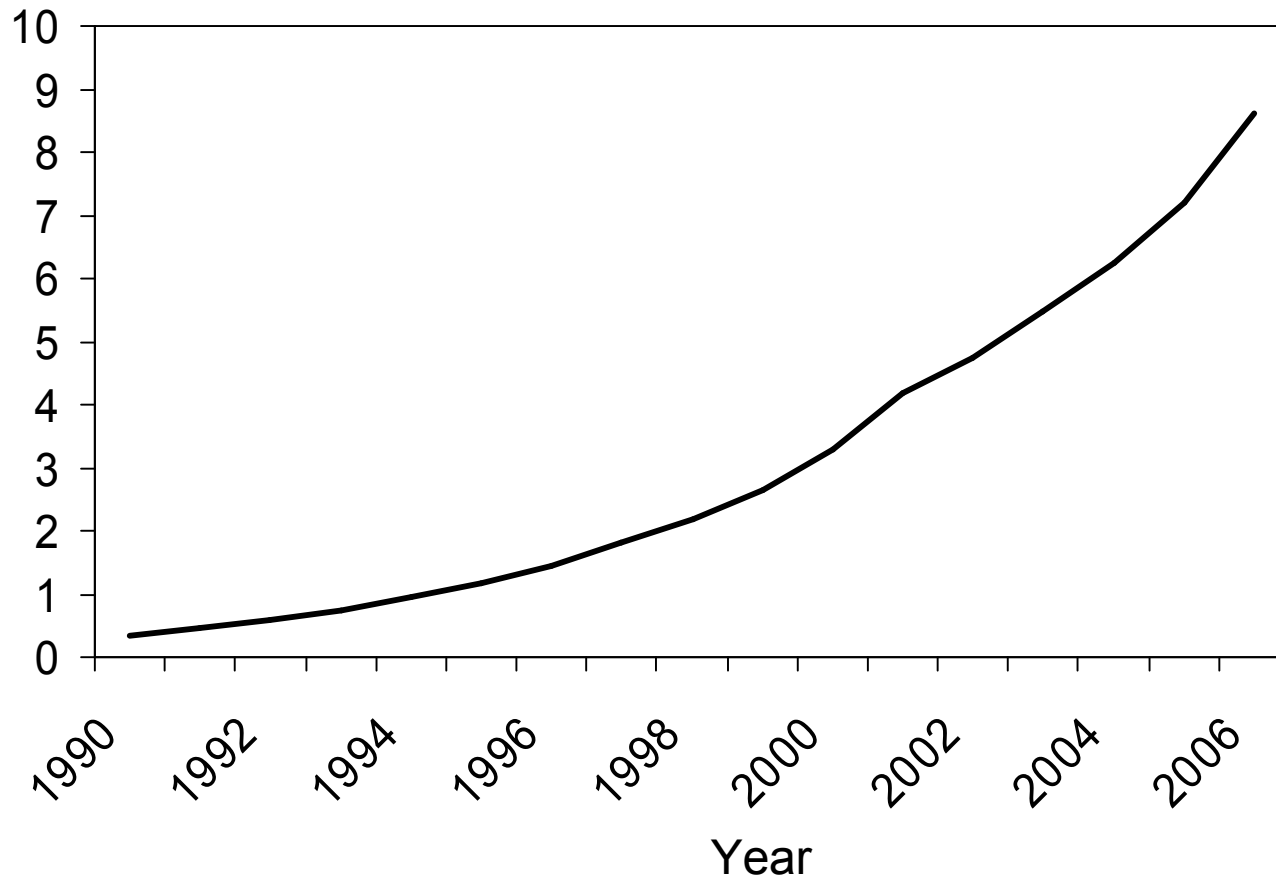
Solarkollektorfläche in Deutschland



Etwa 0.2% des deutschen Wärmebedarfs in 2006 (3.3 TWh)

Ludwig-Bölkow-
technik GmbH

Mio m²



	Solar collector area	
	Area 1000 m ²	Capacity MW
1990	340	238
1991	468	328
1992	590	413
1993	749	524
1994	946	662
1995	1.159	811
1996	1.457	1.020
1997	1.821	1.275
1998	2.194	1.536
1999	2.641	1.849
2000	3.284	2.299
2001	4.199	2.939
2002	4.749	3.324
2003	5.478	3.835
2004	6.235	4.365
2005	7.197	5.038
2006	8.610	6.027

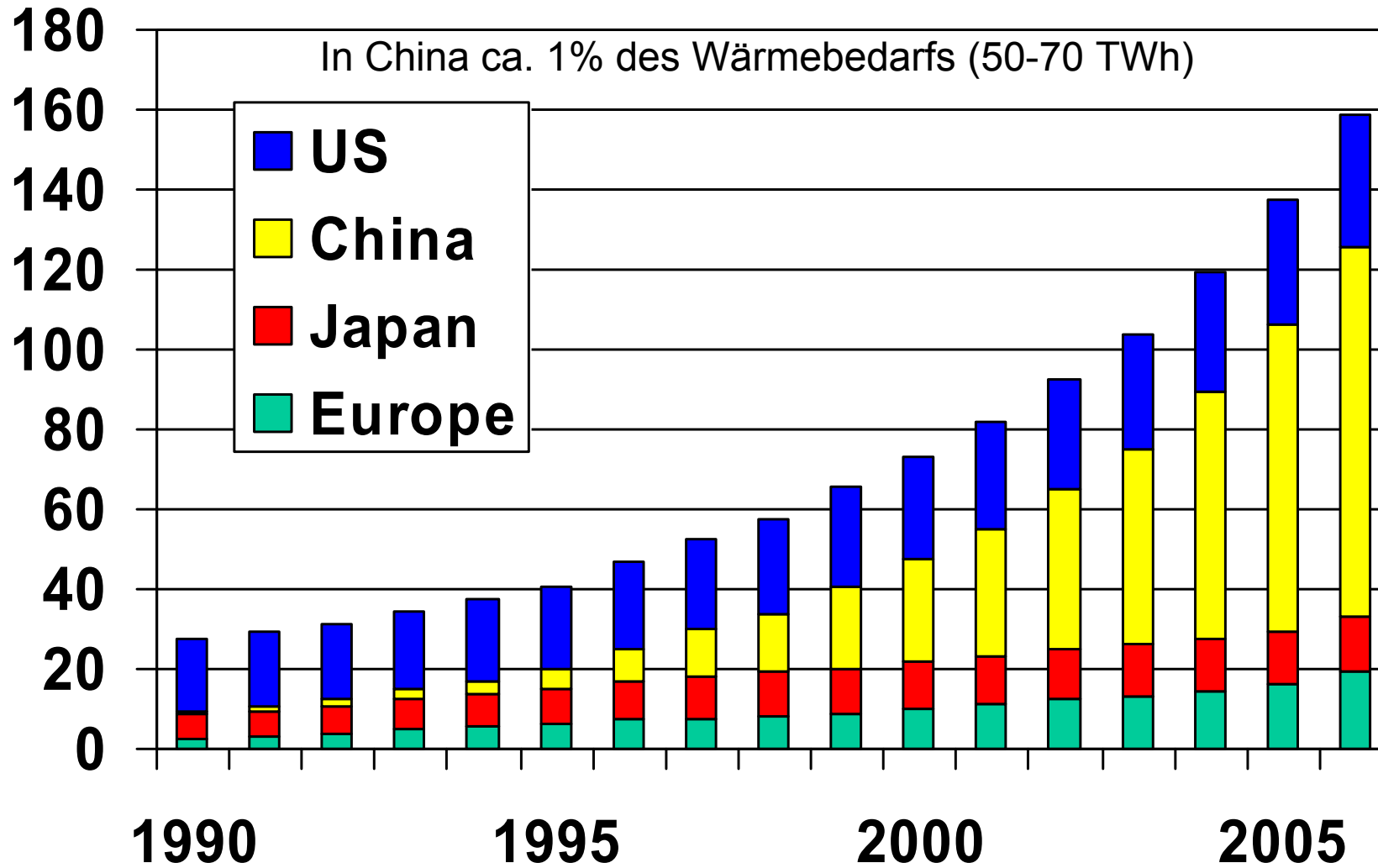
Quelle: BMU 2007

Weltweit installierte Solarkollektorfläche



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH

Mio m²





Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH



Kunming - thousands of individual systems

AEE INTEC Institut für Nachhaltige Technologien

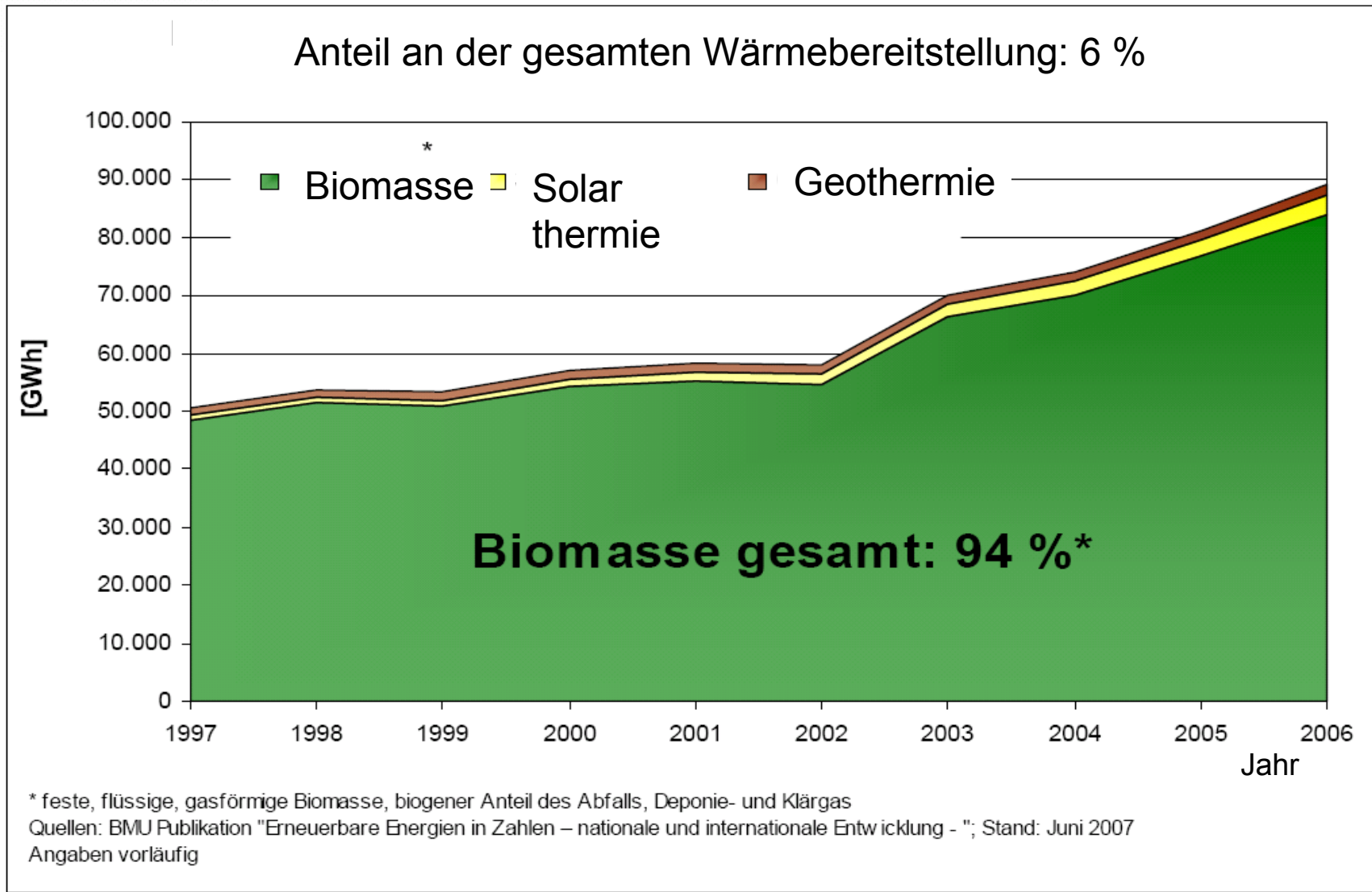


Quelle: Auer, AEE INTEC 2001

Beitrag Erneuerbarer Energie zur Wärmeversorgung in Deutschland



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH



Quelle: BMU 2007



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH

Stromerzeugung - Windenergie

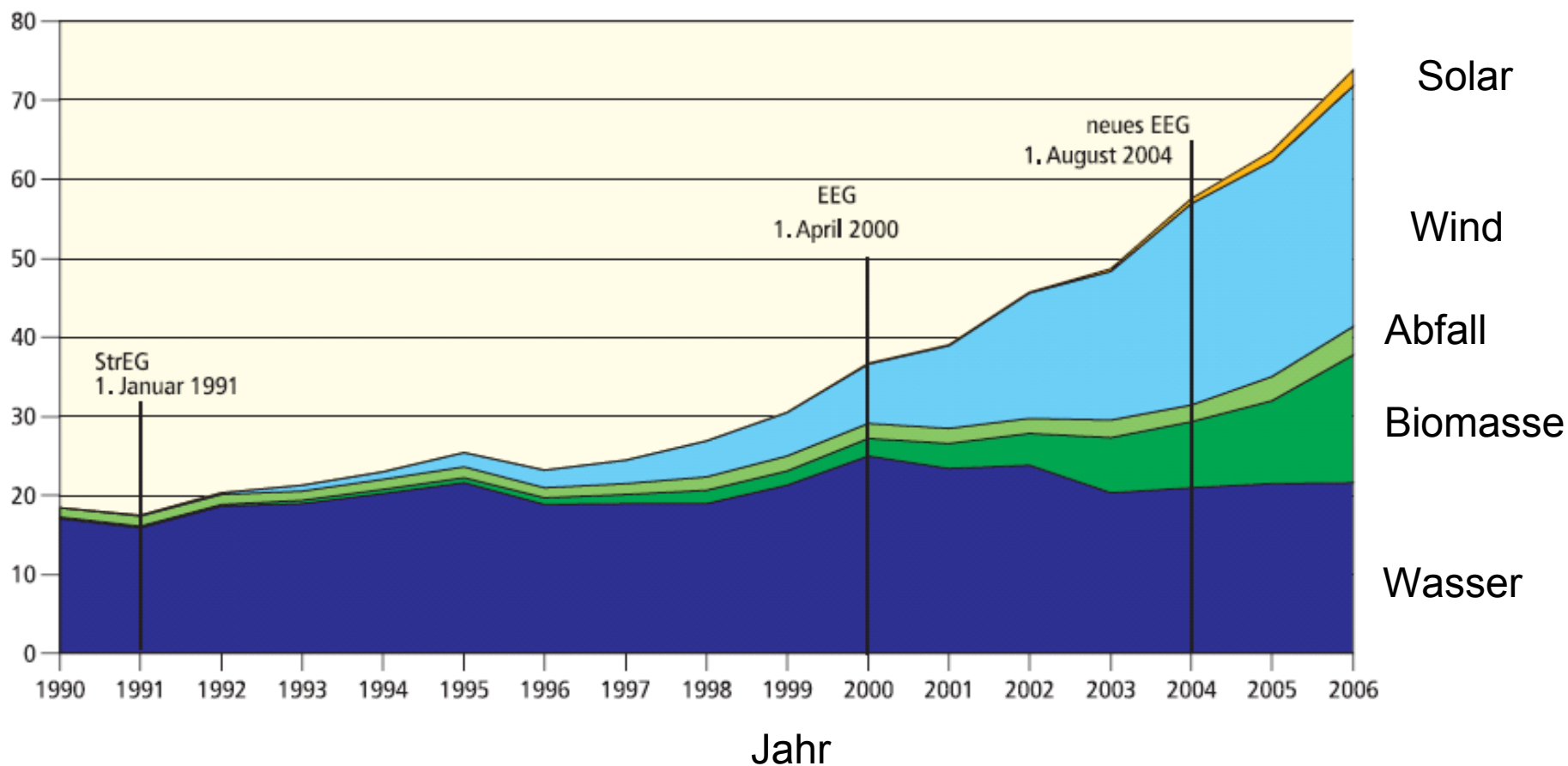


Entwicklung der regenerativen Stromerzeugung in Deutschland



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH

Im Jahr 2006 wurden etwa 12% des Stromes regenerativ erzeugt (75 TWh)
TWh/a

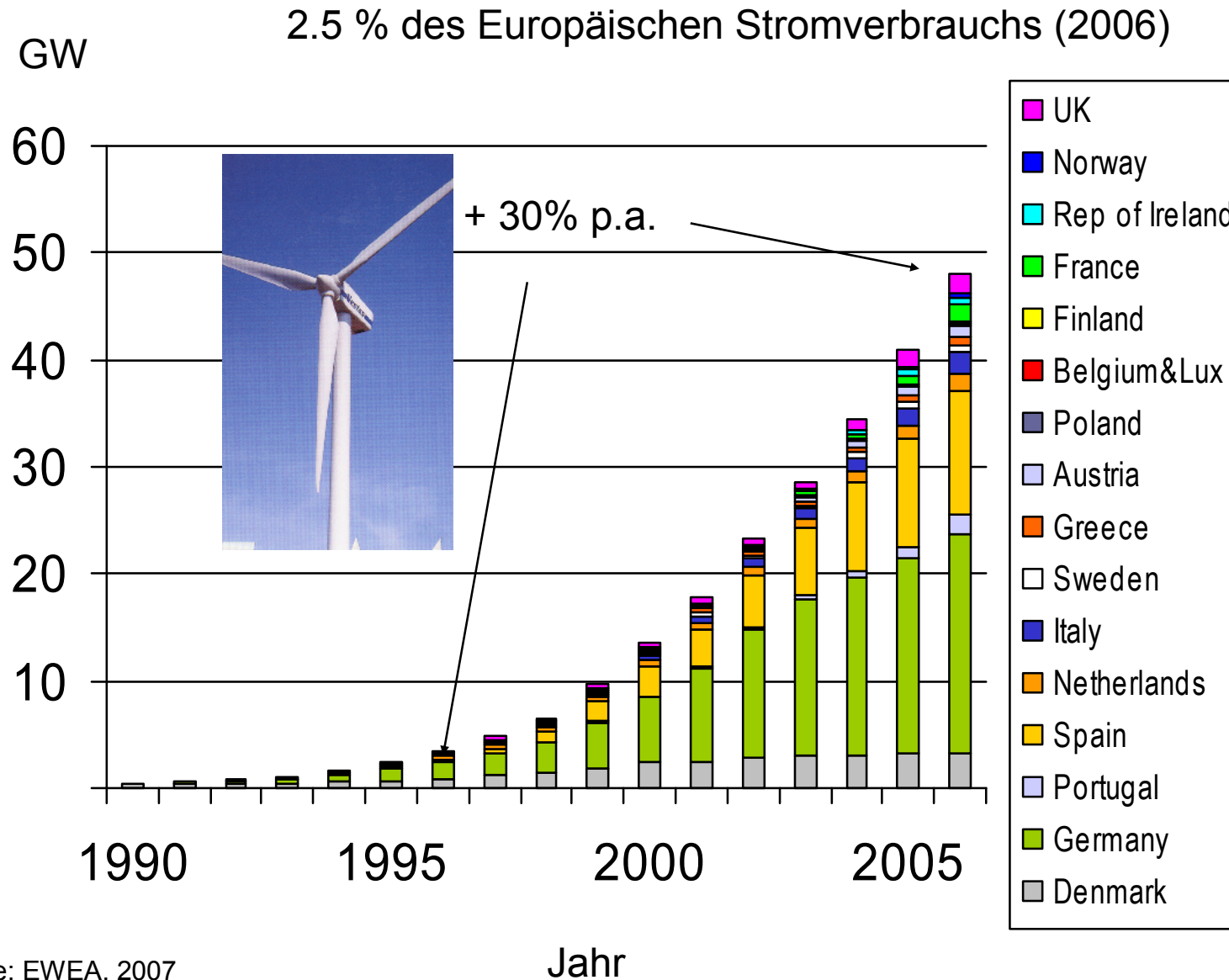


Quelle: Erneuerbare Energie in Zahlen, BMU, 2007

Installierte Windenergieleistung - Europa



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH

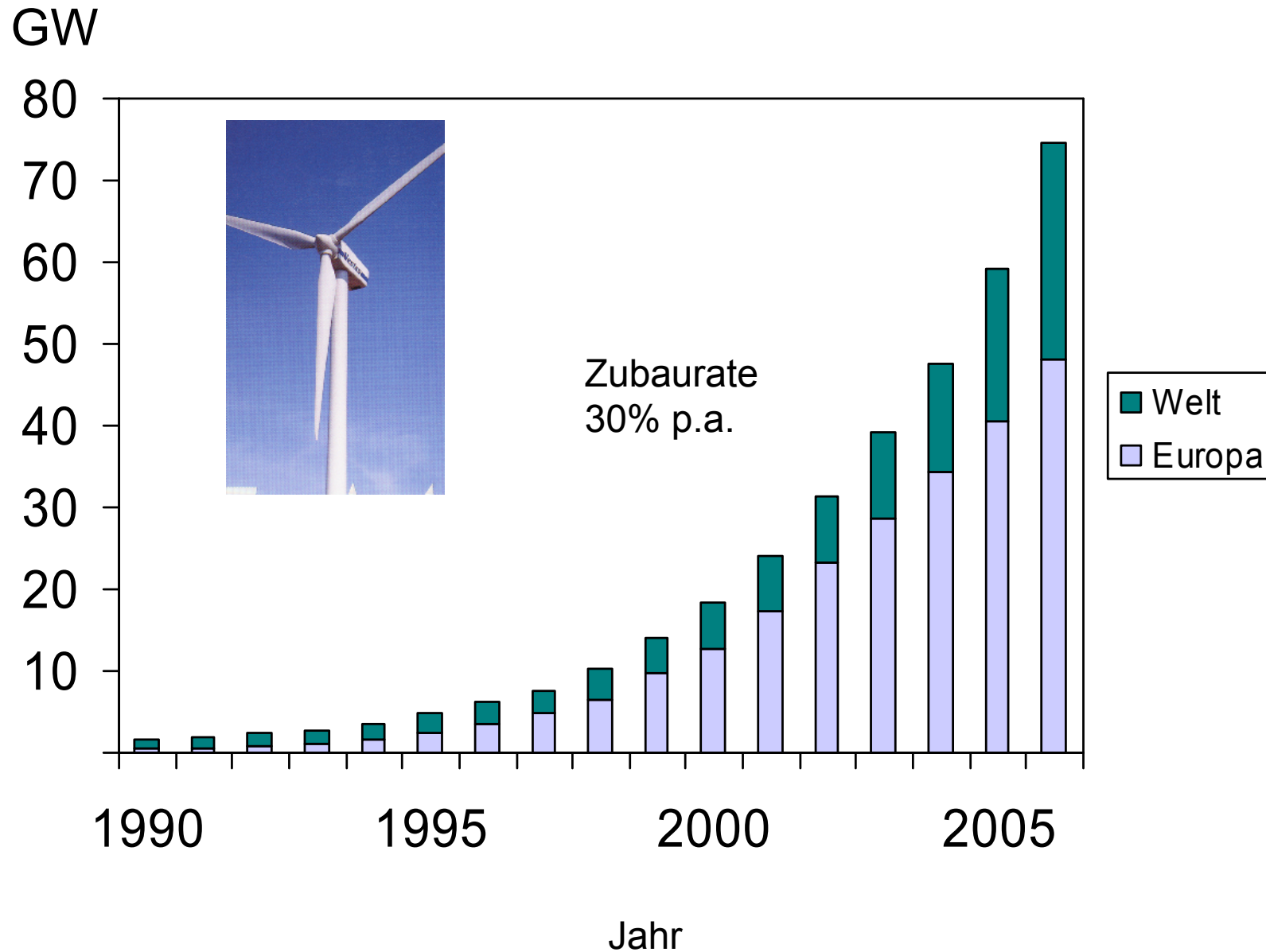


Quelle: EWEA, 2007

Installierte Windenergieleistung - Welt



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH

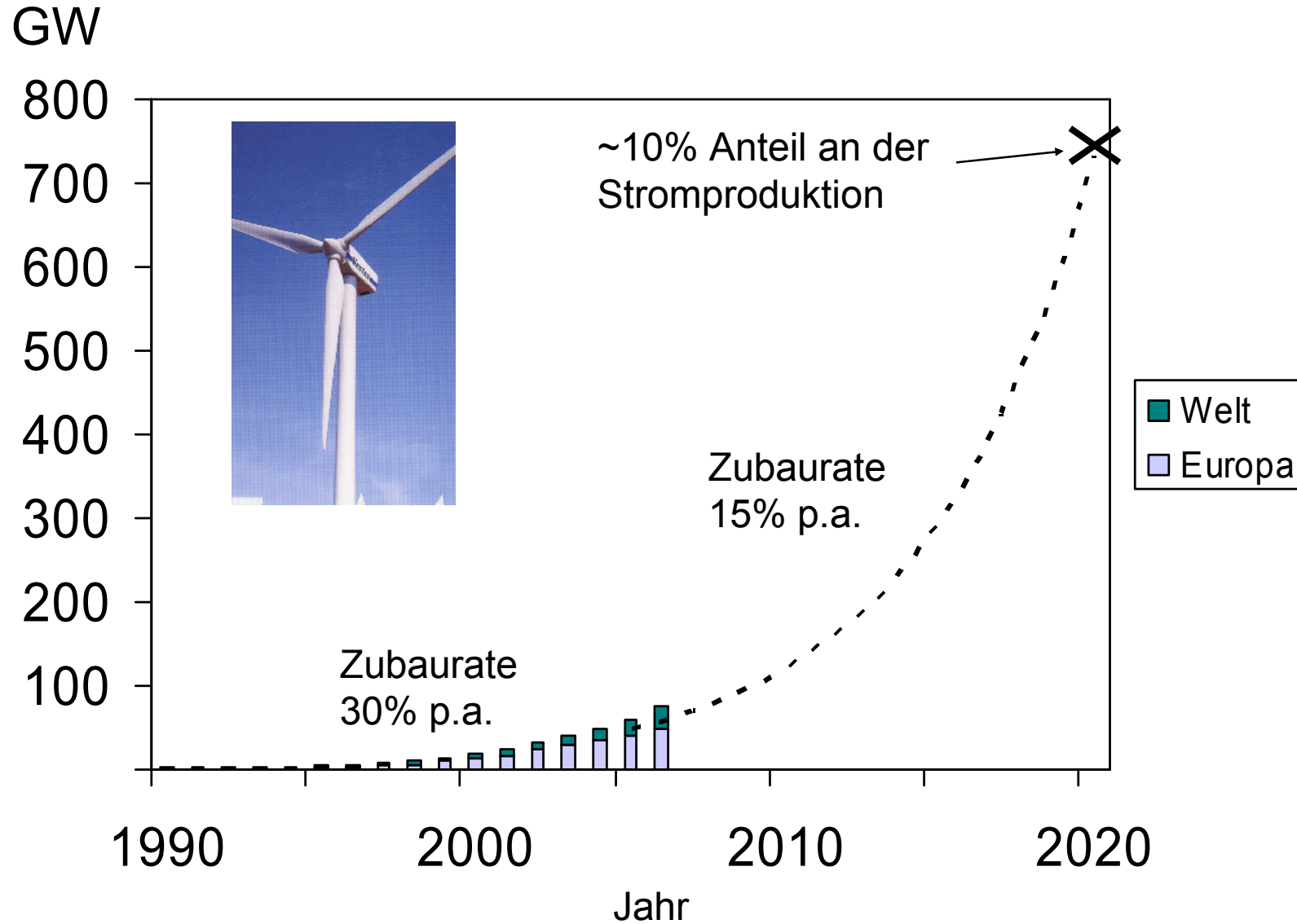


Quelle: EWEA 2007

Installierte Windenergieleistung - Welt



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH



Quelle: BMU 2007; WindForce 10, 2004



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH

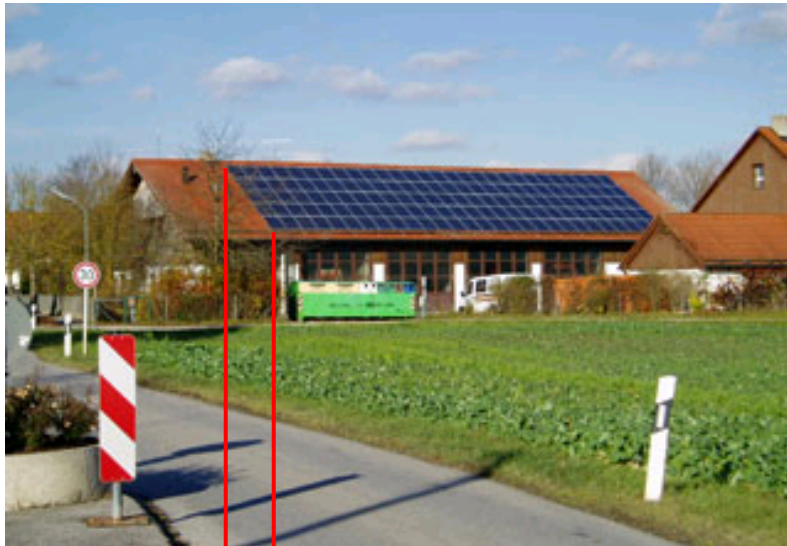
Stromerzeugung - Fotovoltaik



Solare Gemeinschaftsanlagen



29 kW_{el}



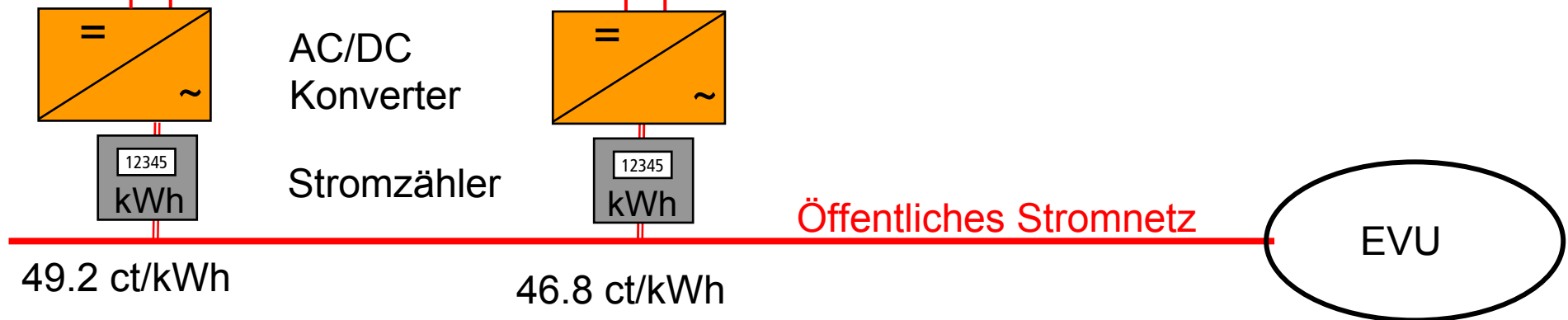
Quelle: SIMLA, 2007

57 kW_{el}



Quelle: SIMLA, 2007

ow
GmbH



Etwa die Hälfte des Strombedarfs könnte in Deutschland erzeugt werden

Einspeisetarifsystem (Erneuerbare Energien Gesetz)



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH

- Ziel:
- Kostensenkung von reg. Stromerzeugung
 - Erhöhung des Anteils reg. Stromerzeugung
 - Schaffung einer heimischen Industrie
 - Erhöhung der Energieunabhängigkeit

- Methode:
- => Anreiz für Massenproduktion schaffen
 - => Anreize für Kostenreduktion geben
 - => Kosten werden von Allgemeinheit getragen
(z.Z. monatlich etwa 2 € pro Haushalt)

- Umsetzung:
- Anlagenbetreiber erhält bis zu 54 cts/kWh (Fotovoltaik) über einen Zeitraum von 20 Jahren.
 - Jedes Jahr wird die Vergütung für neue Anlagen um 5% reduziert, um dem Hersteller Anreize zur Kostensenkung zu geben

Resultate:

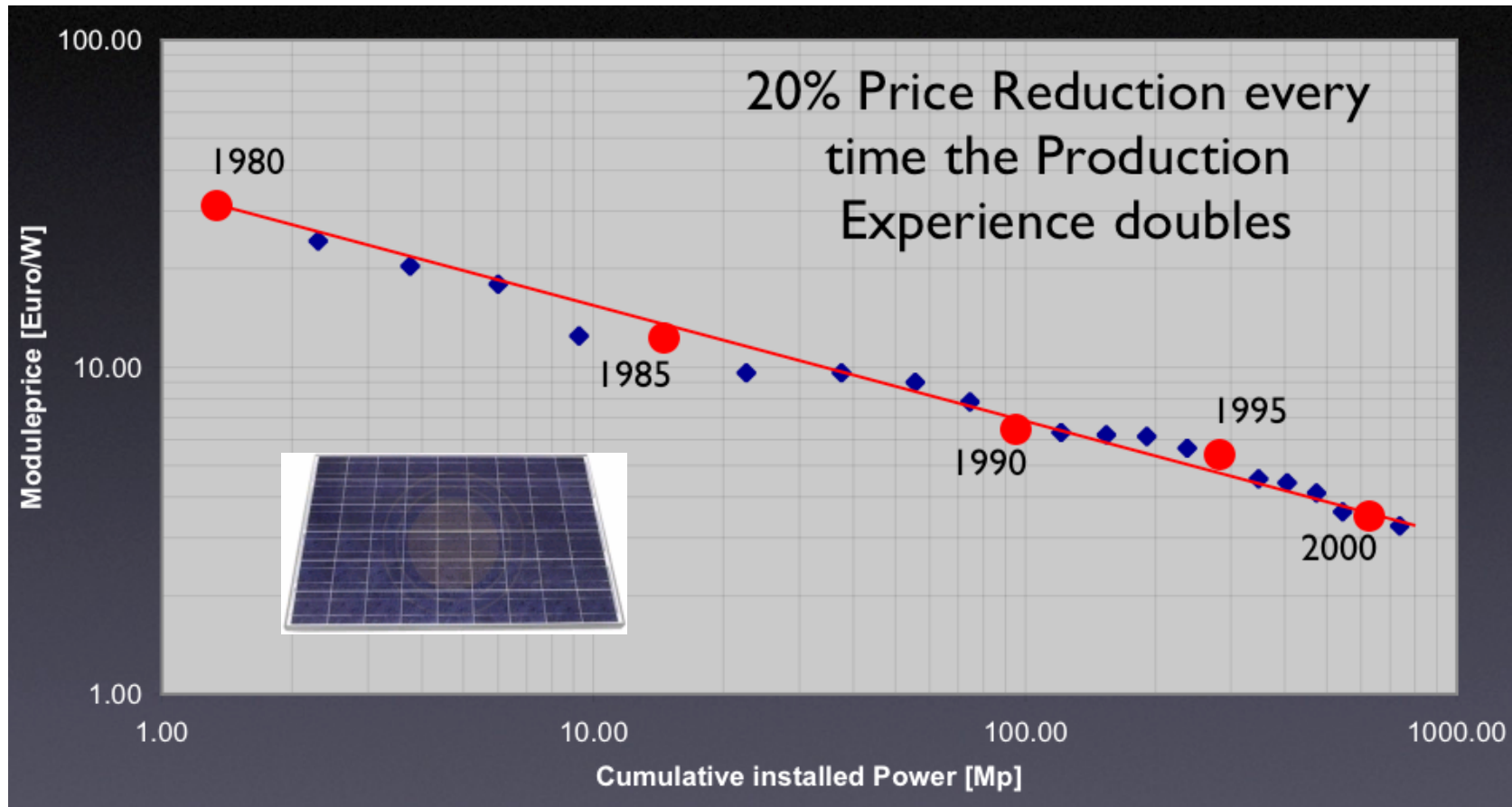
Der Strompreis wird während Spitzenlastzeiten stabilisiert
Kosten für regenerative Stromerzeugung fallen
Bedarf für konventionelle Stromerzeugung wird geringer
Etwa 250,000 Arbeitsplätze wurden bisher geschaffen



Kostendegression von PV-Modulen mit steigendem Produktionsvolumen



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH



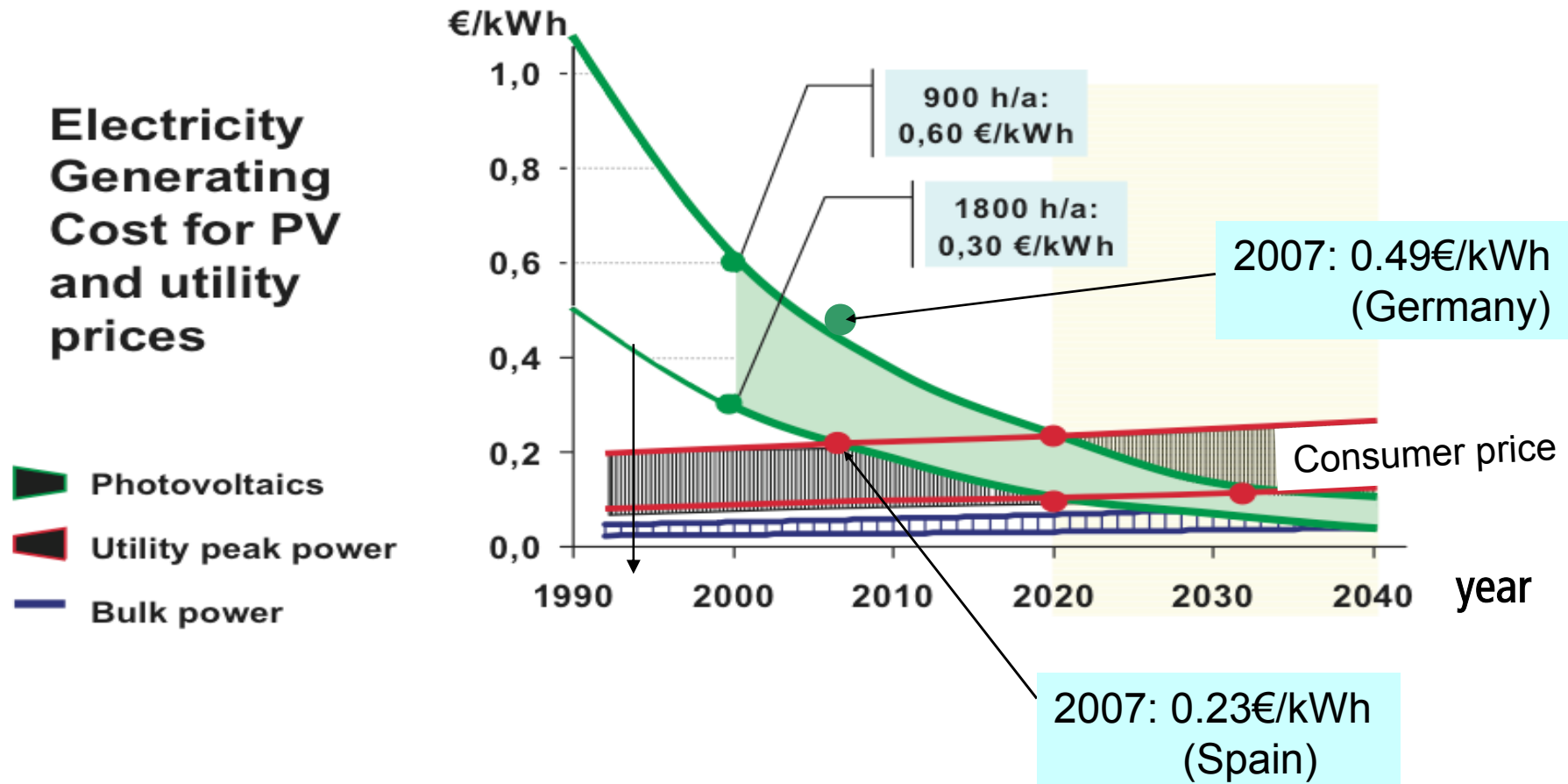
Quelle: Th. Nordmann, EPIA, 2005

Solarstromkosten versus Netzstromkosten



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH

Source: W. Hofmann CEO RWE Solar AG 2003

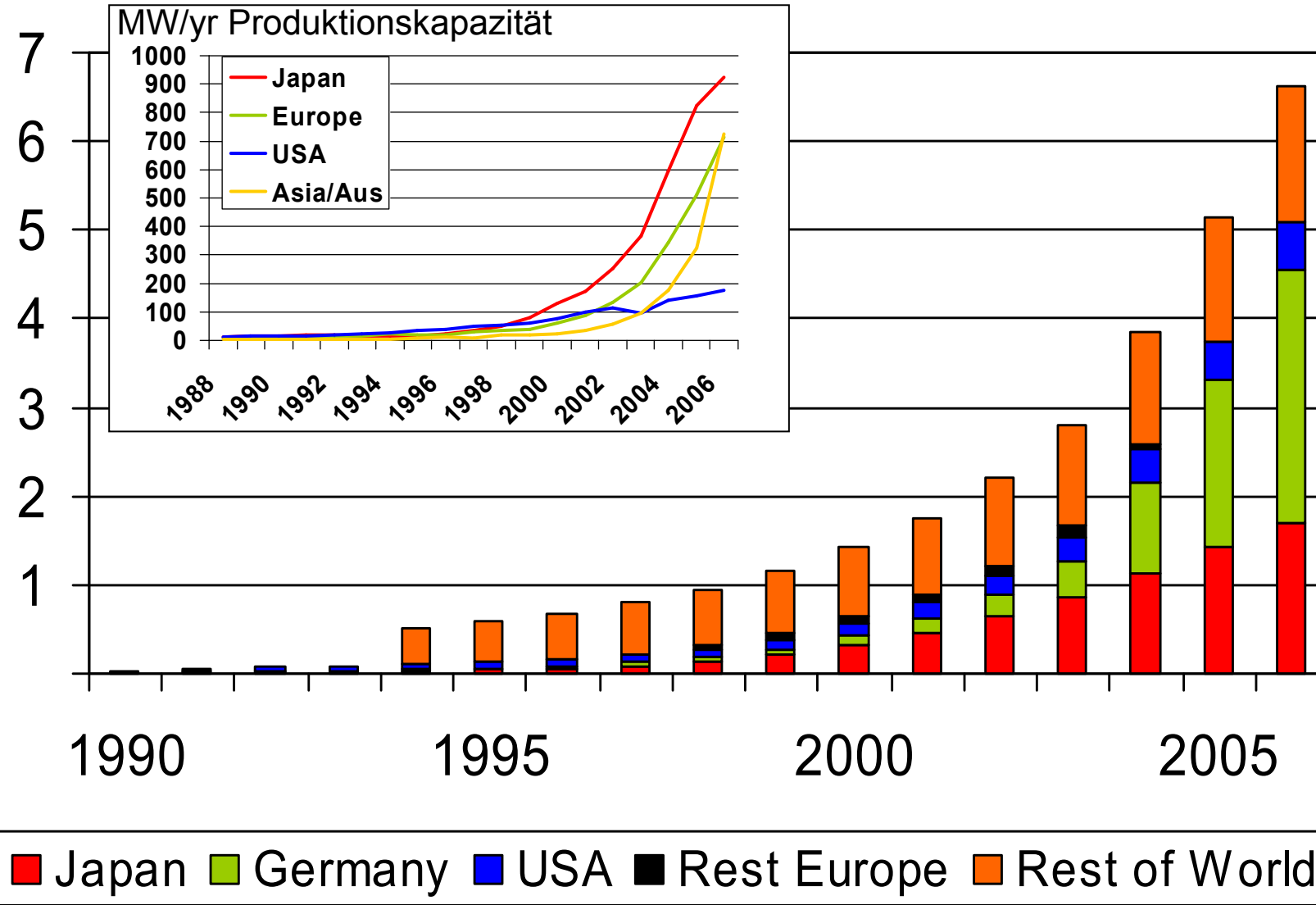


Installierte PV Leistung - Welt



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH

GW



Quelle: EPIA, Photon, 2007



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH

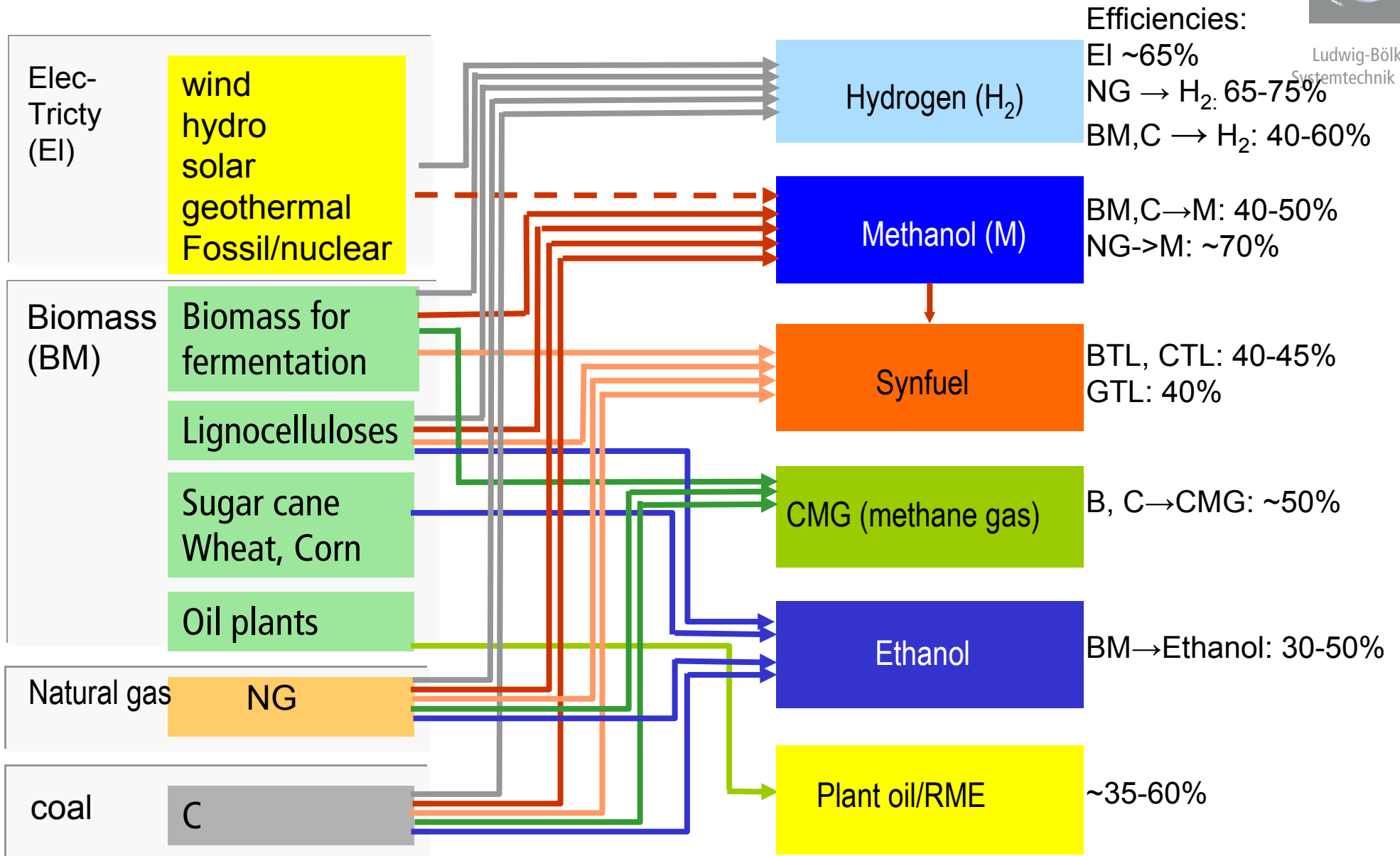
Das Problem – die Kraftstofferzeugung



Synthetic Fuels



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH

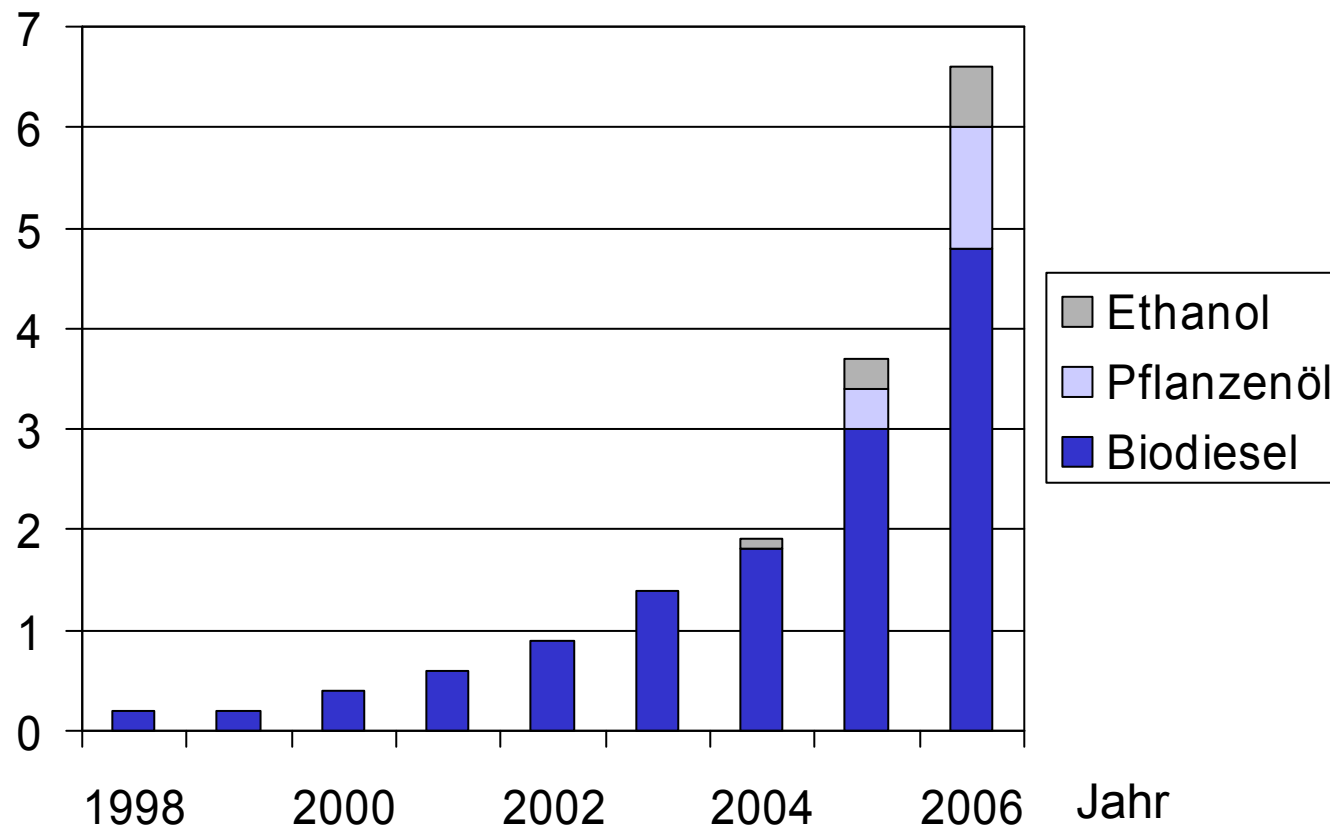


Biokraftstoffverbrauch in Deutschland



Ludwig-Bölkow
Systemtechnik GmbH

% Anteil am Kraftstoffverbrauch in Deutschland



Quelle: BMU, 2006, 2007





- Die Weltölförderung ist am Fördermaximum
- Kein anderer fossiler Energieträger wird das ausgleichen können
- Unsere Wirtschaft ist an steigenden (nicht sinkenden) Ressourcenverbrauch angepasst

- => Das Fördermaximum wird einen Strukturbruch einleiten
- => Je schneller wir beginnen, mit weniger Öl zu leben, desto besser werden wir diesen Übergang meistern
- => Erneuerbare Energie ist nach Energieeinsparung die einzige nachhaltige Lösung mit geringem „Konfliktpotential“

