

**„Biogene Kraftstoffe
– globale Entwicklungen und politische Ziele“**

Dr. Ludwig Leible

Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)

2. Statuskolloquium

„Sustainable BioEconomy – im Spannungsfeld von Umwelt und Energie“

Forschungszentrum Karlsruhe, 8.-9. Dezember 2008

Abb. 2: Zwei Schlagzeilen: Ein Schlaglicht auf die veränderte Situation! Wie viele Jahre liegen dazwischen? – Frage an das Publikum!

Antwort: Es sind 23 Jahre!



Weltbevölkerung in 1985: 4,9 Mrd. Menschen

Quelle: United Nations (2007); US Population Reference Bureau (2008)

Weltbevölkerung in 2008: 6,7 Mrd. Menschen

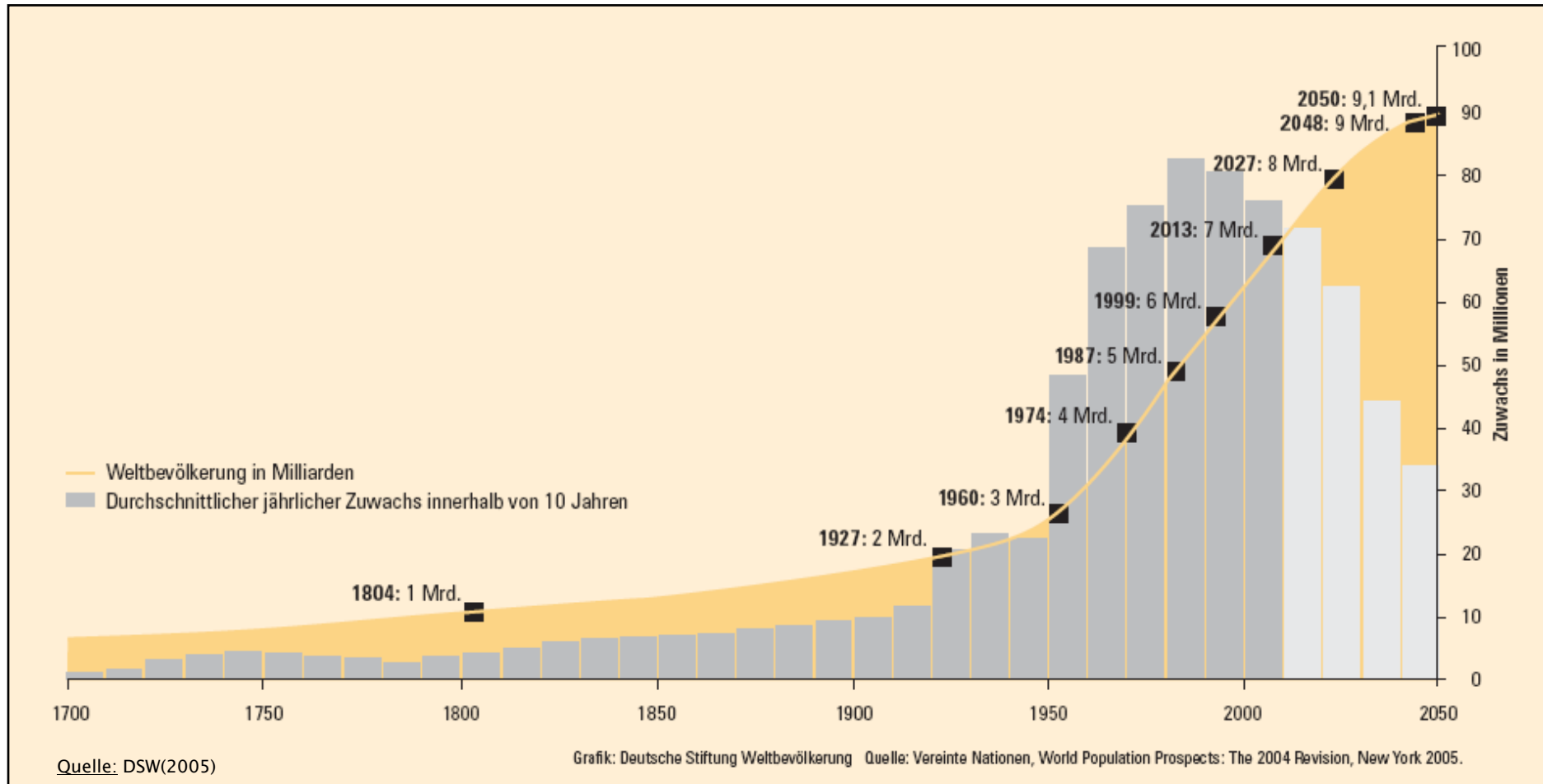
Zunahme seit 1985: 1,8 Mrd. Menschen

„Biogene Kraftstoffe – globale Entwicklungen und politische Ziele“

- (1) Globale Rahmenbedingungen und Entwicklungen
- (2) Zwischen-Fazit 1
- (3) Biogene Kraftstoffe: Erreichtes und politische Ziele in Deutschland, der EU und den USA
- (4) Zwischen-Fazit 2
- (5) Konsequenzen für systemanalytische Arbeiten:
Einige Ergebnisse aus ITAS
- (6) Fazit / Ausblick

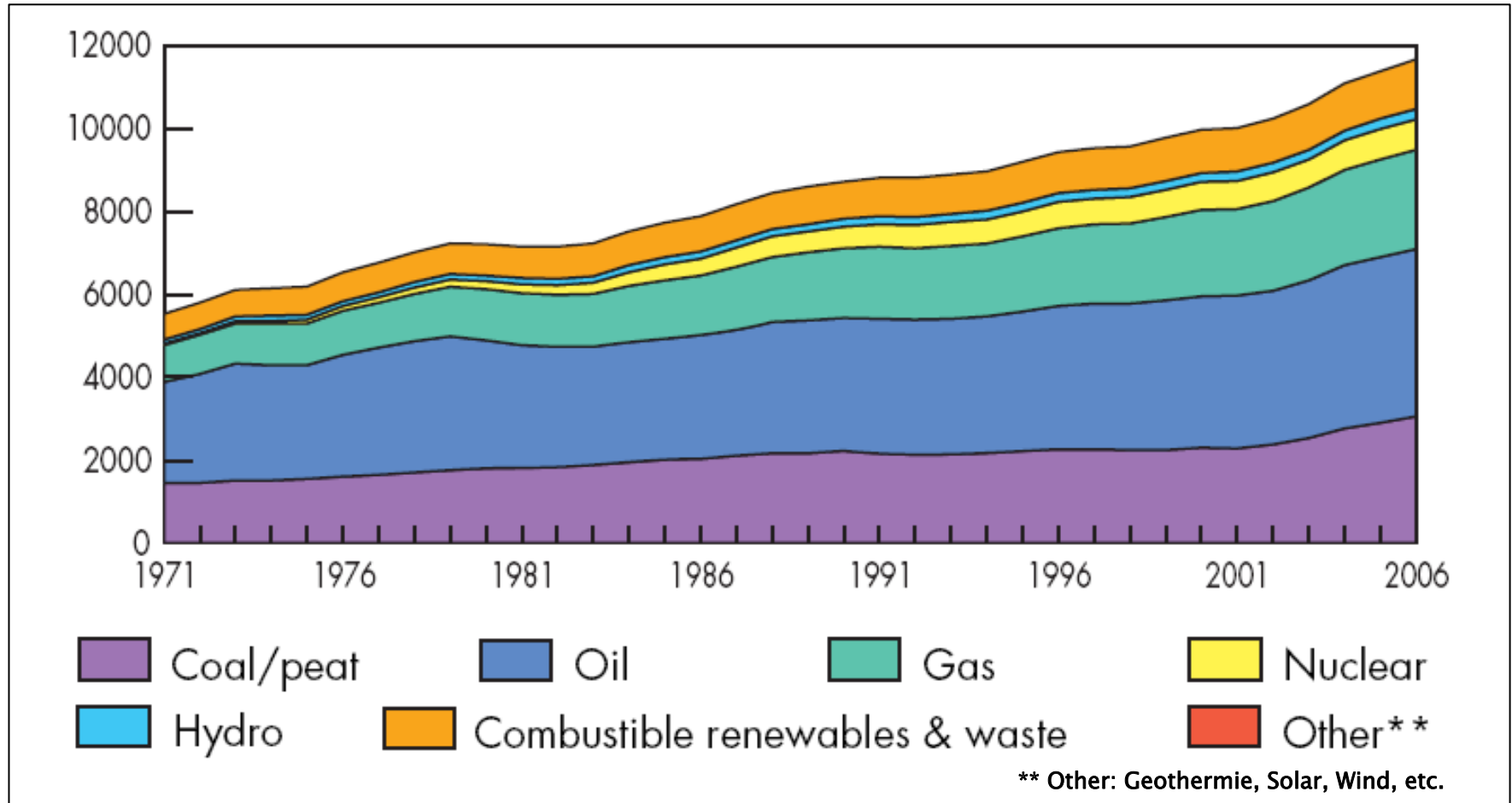
(1) Globale Rahmenbedingungen und Entwicklungen

Abb. 5: Entwicklung der Weltbevölkerung (1700 – 2050)



Fazit: Bis 2050 wird sich die Weltbevölkerung auf über 9 Mrd. erhöhen (2008: 6,7 Mrd.)

Abb. 6: Entwicklung des Welt-Primärenergieverbrauchs 1971–2006



Quelle: IEA (2008): http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2008/key_stats_2008.pdf (letzter Zugang: 29.11.2008)

Fazit: In 35 Jahren hat sich der Primärenergieverbrauch mehr als verdoppelt!

Abb. 7: Ausgewählte Länder und ihre „weltweite“ Bedeutung

	Welt-Primär- energieverbrauch (2007)	Welt-Brutto- sozialprodukt (2006)*	Welt- bevölkerung (2007)
	(Anteile in %)		
USA	21,3	22,4	4,5
China	16,8	10,3	19,9
Russland	6,2	3,0	2,1
Japan	4,7	7,1	1,9
Indien	3,6	4,6	17,1
Deutschland	2,8	4,6	1,2

Quelle: Die Zeit, Nr.44, 23. Okt. 2008, S.24
 (Zusammenstellung basierend auf: BP, US Department of Energy, BMU,
 Weltbank, Deutsche Stiftung Weltbevölkerung)

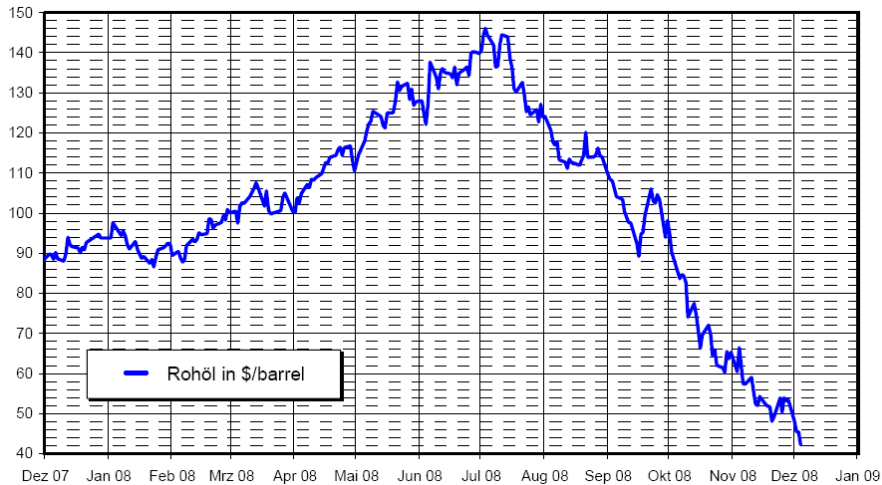
*auf Basis von Kaufkraftparitäten

Abb. 8: Verlauf der Rohölpreise Januar 2006 bis Dezember 2008



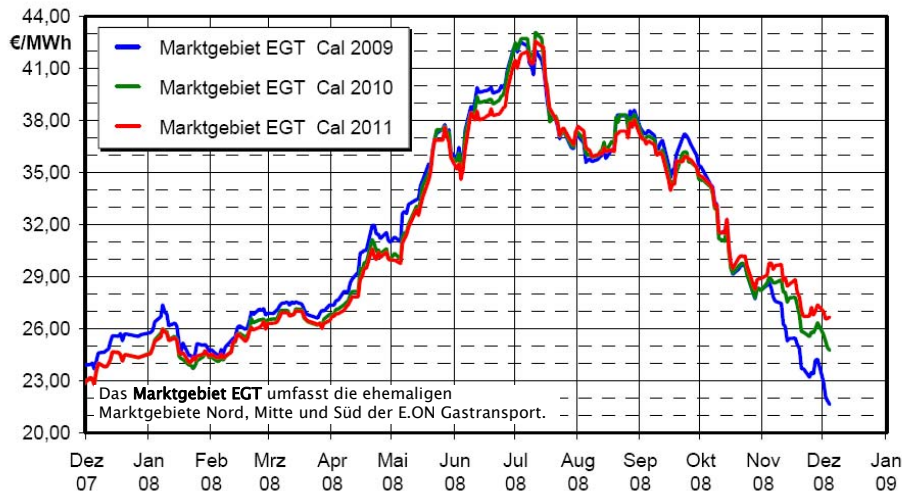
Abb. 9: Preisentwicklung für Rohöl, Erdgas und Steinkohle (Dez. 2007–Dez. 2008)

Rohölpreise

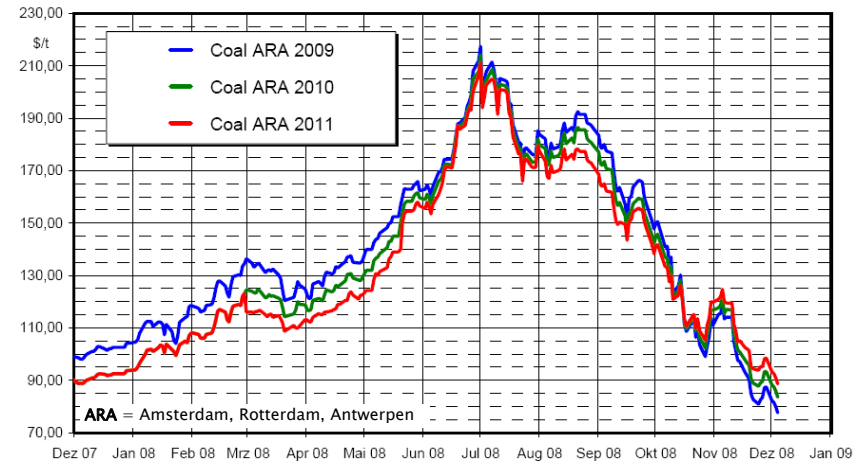


Fazit: Energiepreise sind aktuell zwar dramatisch eingebrochen, sie werden sich aber in absehbarer Zeit wieder „deutlich“ erholen!

Erdgaspreise

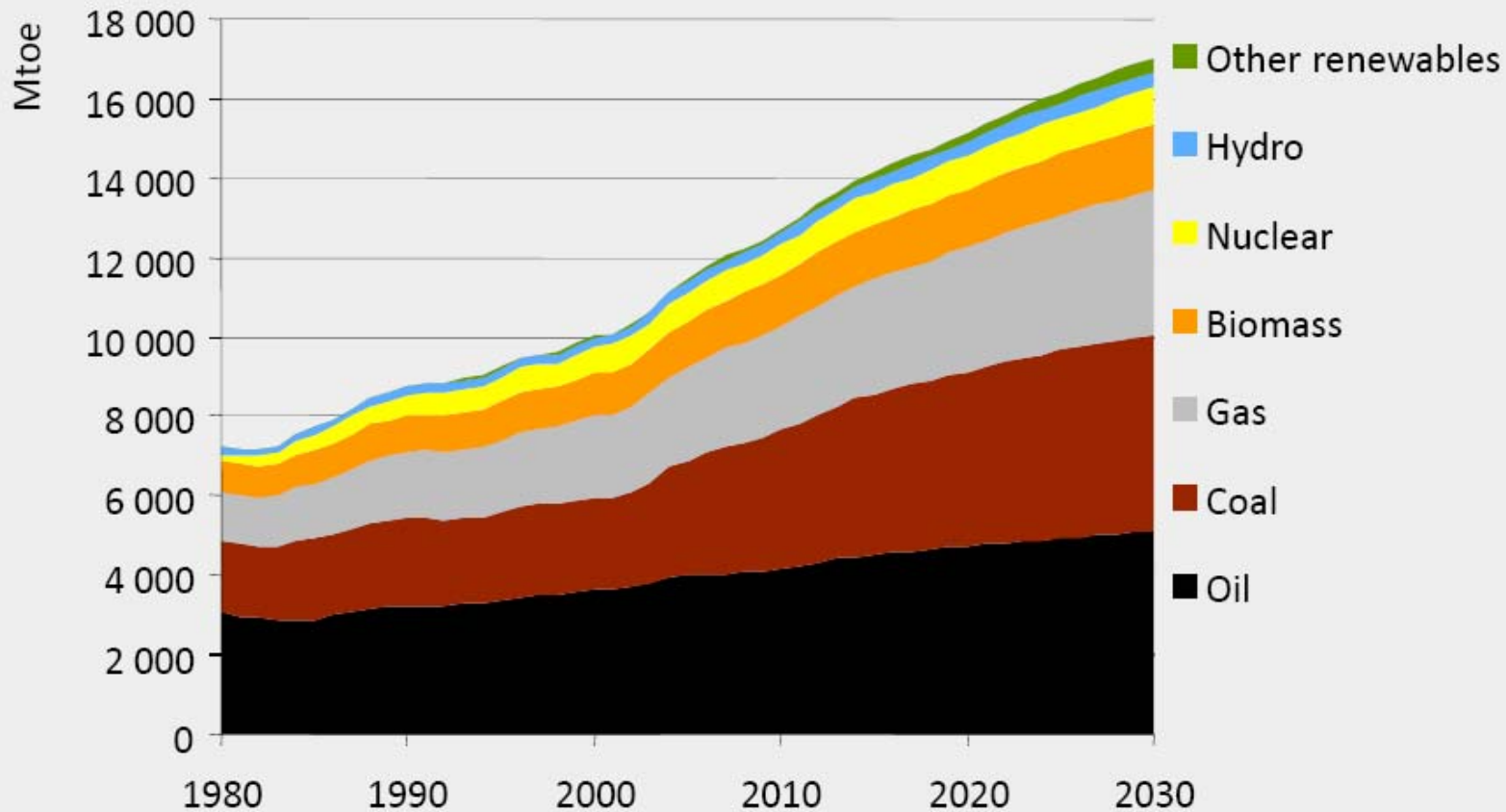


Steinkohlepreise



Quelle: VEA (08.12.2008), Newsletter

Abb. 10: Entwicklung des Welt-Primärenergieverbrauchs bis 2030
(IEA-Referenz-Szenario)

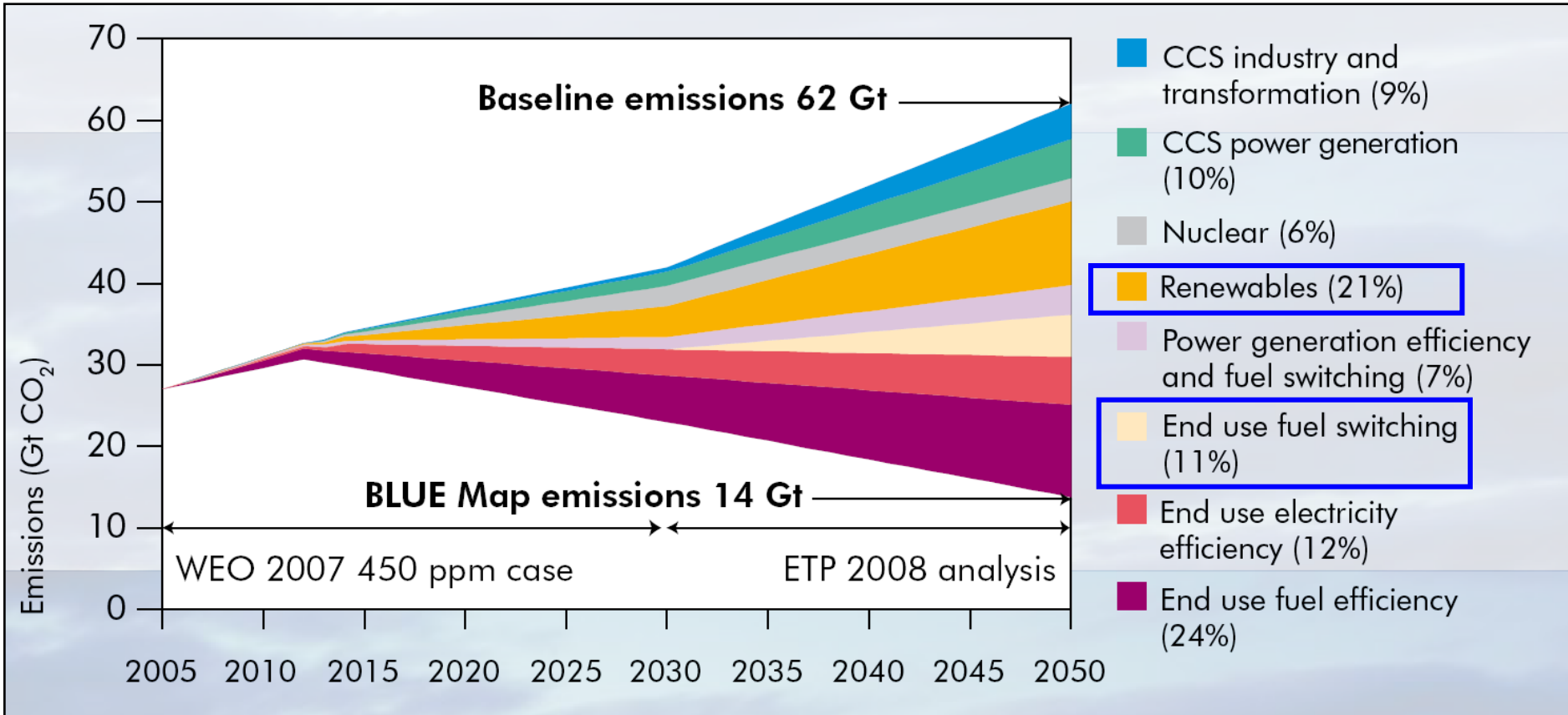


Quelle: IEA (17.11.2008): World Energy Outlook 2008, Key Graphs

Other renewables: Geothermie, Solar, Wind, etc.

Fazit: Bis 2030 wird sich der Primärenergieverbrauch um rd. 45 % erhöhen!

Abb. 11: Maßnahmen zur Reduzierung der globalen CO₂-Emissionen um 50 % (Basisjahr 2005) bis zum Jahr 2050

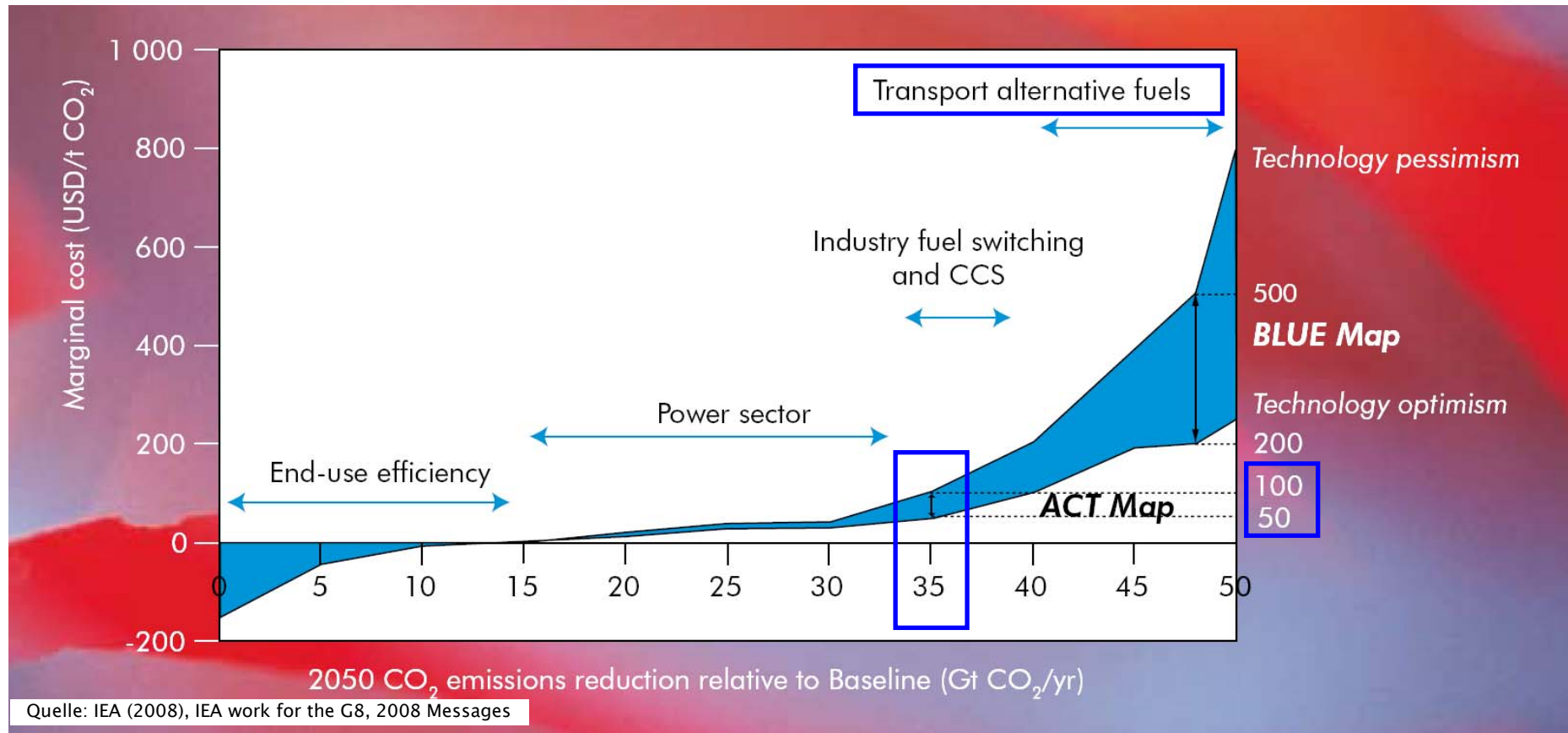


Quelle: IEA (2008), IEA Work for the G8, 2008 Messages, basierend auf: IEA (2008), Energy Technology Perspectives und IEA (2007), World Energy Outlook

Einschätzung der IEA (2008):

Um das 50%-Ziel zu erreichen, muss der Transportsektor revolutioniert werden!

Abb. 12: Grenzkosten der Minderung energierelevanter CO₂-Emissionen



Einschätzung der IEA (2008):

Um das CO₂-Emissionsniveau von 2005 zu halten, sind Grenzkosten von 50–100 US\$/t CO₂ nötig; bei dessen Halbierung auf 14 Mrd. t CO₂/a resultieren Grenzkosten von 200–500 US\$/t CO₂.

(2) Zwischen-Fazit 1

- (1) Ansteigende **Weltbevölkerung**
- (2) Ansteigender Nahrungsmittel-, Rohstoff- und **Energiebedarf**
- (3) Ansteigende Nahrungsmittel-, Rohstoff- und **Energiepreise**; die derzeit stark gefallen Energiepreise sind nur temporär
- (4) Ansteigende Emission **treibhausrelevanter Gase**
- (5) **Grenzkosten der CO₂-Minderung** von bis zu ca. **500 €/t CO₂** scheinen nicht unplausibel

(3) Biogene Kraftstoffe: Erreichtes und politische Ziele in **Deutschland**, in der **EU** und den **USA**

Abb. 16: Suche nach den alternativen Kraftstoffen: Synthesekraftstoffe sind eine Option!



Deutschland sucht den Antriebs-Star

Erdgas, Hybridantrieb und Biokraftstoffe – Alternativen zu herkömmlichen Otto- und Dieselmotoren gibt es viele. Doch auch in der konventionellen Technologie steckt noch reichlich Potenzial, um Sprit zu sparen.

Synthesekraftstoffe sind eine Option!

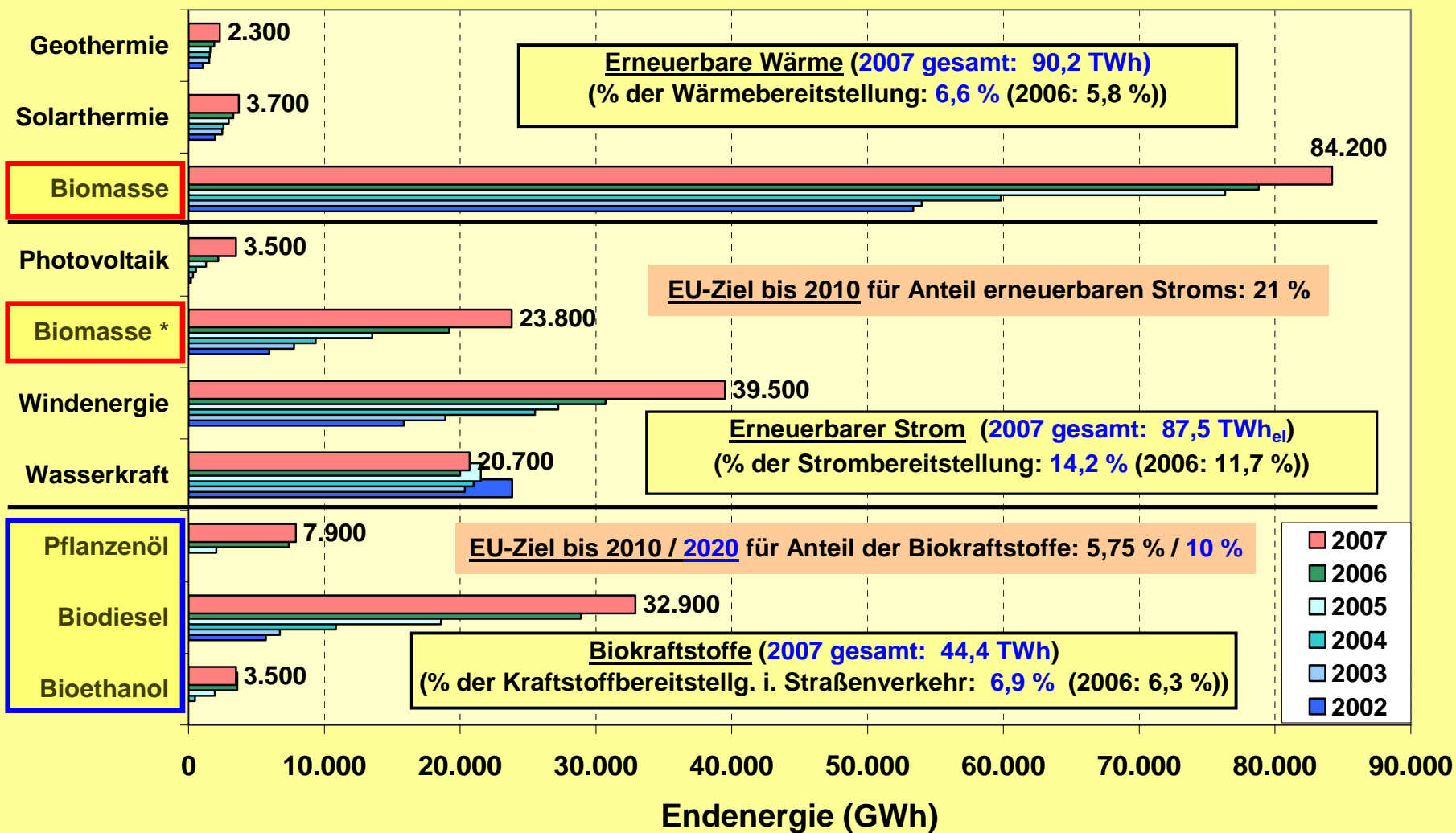


Technik & Kommunikation

Quelle: Bild der Wissenschaft 6/2007

Abb. 17: Wo stehen die biogenen Kraftstoffe?

Bedeutung erneuerbarer Energieträger in Deutschland 2002–2007



* einschließlich biogener Anteil des Abfalls in Höhe von 50 %

Quelle: BMU/AGEE, Stand: März 2008, Juni 2007

ITAS 11/2008

Abb. 18: Biokraftstoffverbrauch 2007 in der EU-27 und ausgewählten Mitgliedsstaaten – Beitrag zur Deckung des Kraftstoffbedarfs

Land	Verbrauch (2007) in t Öläquivalent*			Gesamt
	Bioethanol	Biodiesel	Andere**	
Deutschland	293.078	2.957.463	752.207	4.002.748
Frankreich	272.937	1.161.277	0	1.434.215
Österreich	21.883	367.140	0	389.023
Spanien	112.640	260.580	0	373.220
Großbritannien	78.030	270.660	0	348.690
Schweden	181.649	99.602	n.v.	281.251
Portugal	0	158.853	0	158.853
Italien	0	139.350	0	139.350
EU-27	1.166.243	5.774.207	753.617	7.694.067

EU-27	Kraftstoffverbrauch 2007: rd. 300 Mio. t OE	= rd. 2,5 %
--------------	--	--------------------

Quelle: EUROBSERV'ER (Juni 2008); EREC 2008

*) Schätzung

***) Pflanzliche Öle; Biogas (Schweden)

n.v. nicht verfügbar

1 t Öläquivalent (OE) entspricht: 41,868 GJ

1 t Bioethanol entspricht: 0,637 OE

1 t Biodiesel entspricht: 0,886 OE

Abb. 19: EU-Biokraftstoff-Ziele: **Diskussion noch nicht abgeschlossen!**

Zieljahr	Anteil (% Kraftstoff für Transport)	Erläuterungen	Quelle
2005	2,00 %	Anteil der Biokraftstoffe	(1)
2010	5,75 %	Anteil der Biokraftstoffe	(1)
2015 ^{*)}	4,00 % +1,00 %	Anteil traditionelle Biokraftstoffe neue alternative „Kraftstoffe“ (2. Generation Kraftstoffe, Elektrizität, H ₂)	(2)
2020 ^{**)}	6,00 % +4,00 %	Anteil traditionelle Biokraftstoffe neue alternative Kraftstoffe (s. oben)	(2)
2020 ^{**)}	10,00 %	Biokraftstoffe + mindestens 1/3 durch grünen Strom (Elektroautos, Züge)	(3)
Zur Orientierung			
2020	<i>Erneuerbare Energieträger sollen 20 % zur Deckung des Primärenergieverbrauchs beitragen</i>		(2)

- *) Review-Prozess in 2014: Konsequenzen für Nahrungsmittelsicherheit, Biodiversität, Verfügbarkeit von Strom/H₂ aus erneuerbaren Quellen oder Biogas u. Kraftstoffe aus Lignocellulose und Algen
- ***) Bis 2020 soll – gemessen an 2005 – die Energieeffizienz im Transportbereich um mindestens 20 % verbessert werden
- (1) EU-COM (2003), Biofuels directive (2) EU-Parlament (09.2008)
- (3) **EU-Parlament (05.12.2008)**

Abb. 20: Biokraftstoff-Ziele in den USA.

Aber: Was will Obama?

Jahr	Anteil (% Kraftstoff für Pkw-Bereich)	Erläuterungen	Quelle
2007	rd. 2,5 %	6,5 Mrd. Gal. Ethanol; 0,5 Mrd. Gal. Biodiesel	(1)
2017	15 %	Reduzierung des Benzinverbrauchs um 20 % im Pkw-Bereich durch: 15 % durch Produktion/Nutzung von 35 Mrd. Gal. alternativer Kraftstoffe 5 % durch effizientere Fahrzeuge	(2) (2)
2022		Produktion von 36 Mrd. Gal. Biokraftstoffe davon >21 Mrd. Gal. weiter entwickelte Biokraftstoffe (>16 Mrd. Gal. Ethanol aus Lignocellulose)	(2)
2030	30 %	Produktion von 60 Mrd. Gal. Biokraftstoffe ; hierdurch sollen 30 % des Benzinverbrauchs im Pkw-Bereich ersetzt werden.	(2)

(1) EIA (2008), Annual Energy review 2007; (2) McMillan, Department of Energy (14.05.2008)

Zur Orientierung: 1 Gallone entspricht 3,785 Liter

Zur Orientierung: 2007 trugen erneuerbare Energie **7 %** zur Deckung des Energiebedarfs bei

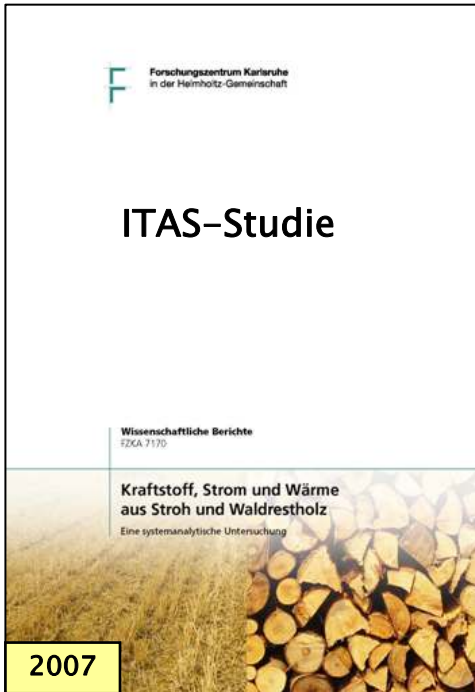
Fazit: In den USA wird auch in Zukunft in sehr starkem Maße auf Ethanol gesetzt!

(4) Zwischen-Fazit 2

- (1) Historisch gesehen haben v.a. **Agrarüberschüsse** (s. EU, USA, Brasilien) die Produktion von biogenen Kraftstoffen induziert.
- (2) Ländervergleiche sind ein Beleg für teilweise unterschiedlich „gewachsene“ **Strategien (s.o.)** für die Biokraftstoffproduktion.
- (3) **Fehlender Konsens** bei übergeordneten politischen Zielen
- (4) Teilweise **zu sektorale Betrachtungen** (z.B. Kraftstoff/Mobilität)
- (5) Zunehmende „**Orientierungs-Bedeutung**“ der „Öffentlichkeit“ für Forschung und Politik (s. **Diskussion „Tank oder Teller“**)
- (6) **Technologieentwicklungen** bei biogenen Kraftstoffen sind unter **Vorsorgegesichtspunkten** zu fördern; sie eröffnen darüber hinaus **Exportchancen**.

(5) Konsequenzen für systemanalytische Arbeiten:
Einige typische Fragestellungen und Ergebnisse

Abb. 24: ITAS-Studie (2007), zwei ITAS-Dissertationen 2008 (Kappler, Lange) Mitarbeit bei zwei Gutachten (BMELV, NBBW) in 2008



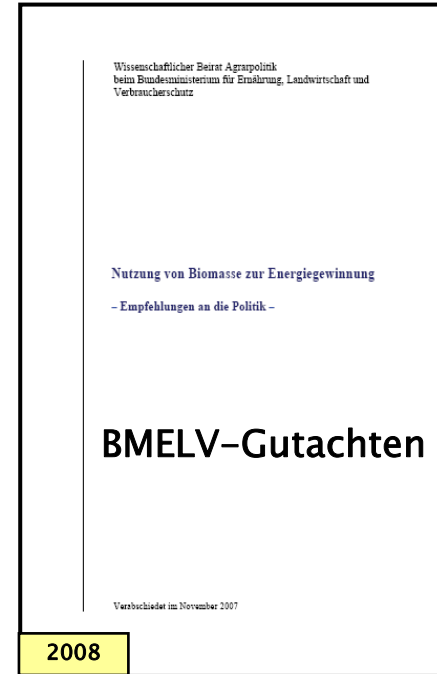
<http://www.itas.fzk.de/deu/lit/2007/leua07a.pdf>



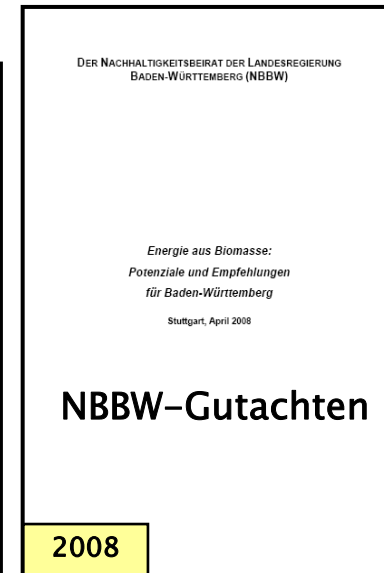
<http://www.itas.fzk.de/deu/lit/2008/kapp08a.pdf>



<http://www.itas.fzk.de/deu/lit/2008/lang08a.pdf>



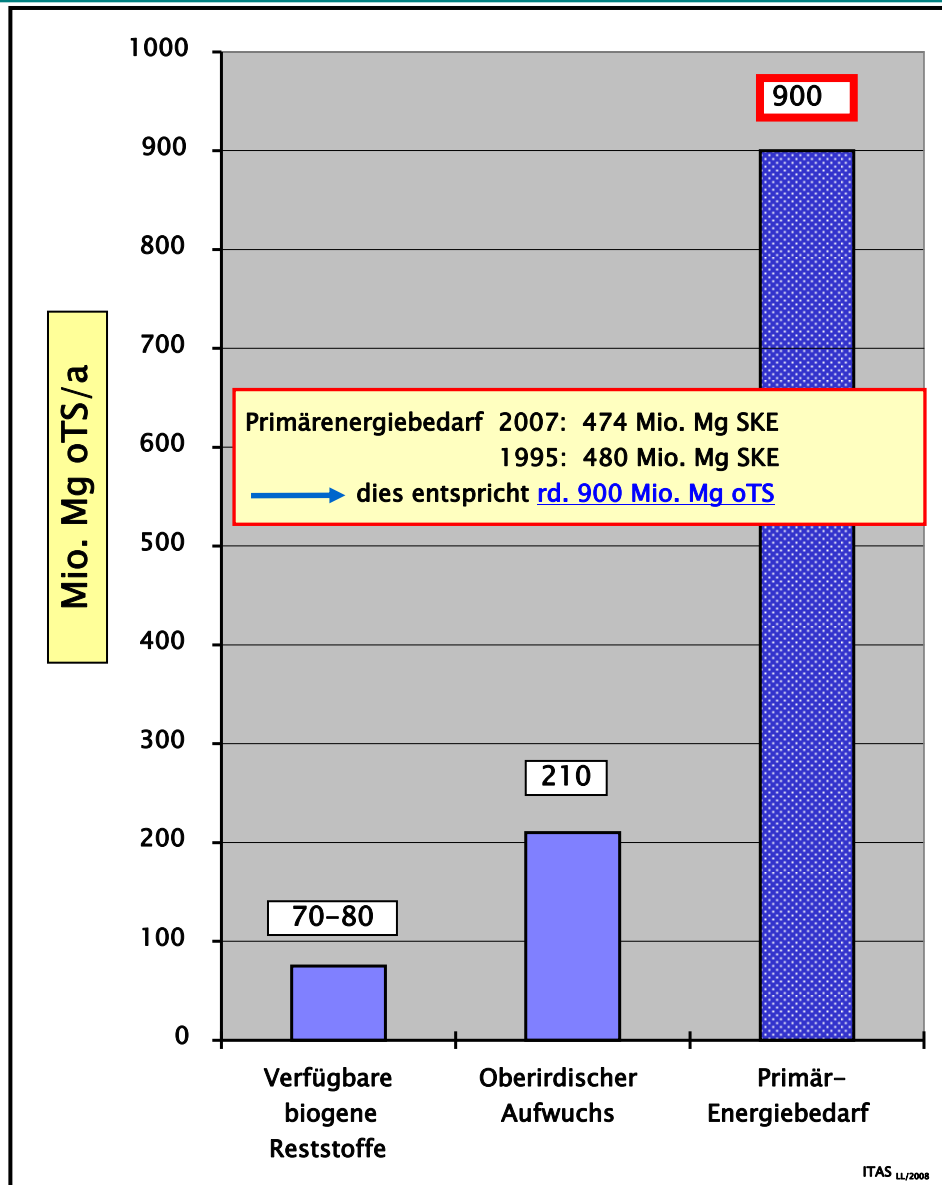
http://www.bmelv.de/cln_045/nn_751706/SharedDocs/downloads/14-WirUeberUns/Beiraete/Agrarpolitik/GutachtenWBA,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/GutachtenWBA.pdf



<http://www.nachhaltigkeitsbeirat-bw.de/mainDaten/dokumente/bioenergiegutachten.pdf>

Abb. 25: Was ist machbar?

Vergleich: Biomasseaufkommen und Energiebedarf in Deutschland



Fazit:

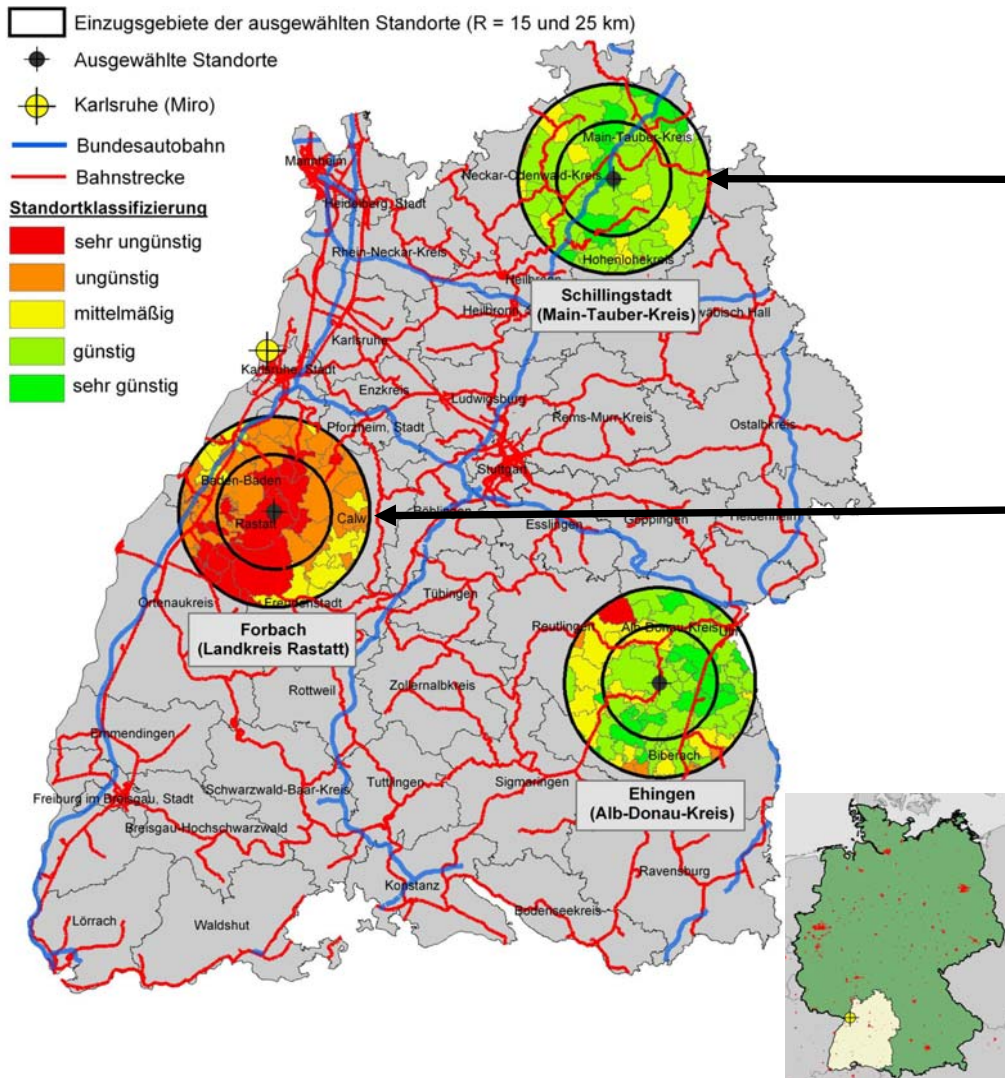
Bei optimistischer Sicht kann Biomasse **10-15 %** des derzeitigen Primärenergiebedarfs decken!

Zur Einordnung:

2007 deckte Biomasse (inkl. biog. Rest- und Abfallstoffe) rund **4,8 %** ab.

Abb. 26: Wo liegen günstige Standorte?

Bereitstellung von Stroh und Waldrestholz – Standortanalysen



Schillingstadt; bei R = 25 km

- **Aufkommen: 190.000 Mg TM** (dv. 71 % Stroh)
- **Erfassungskosten:**
50 €/Mg TM für Stroh;
80 €/Mg TM für Waldrestholz
- **Bereitstellungskosten, insgesamt: 80 €/Mg TM**

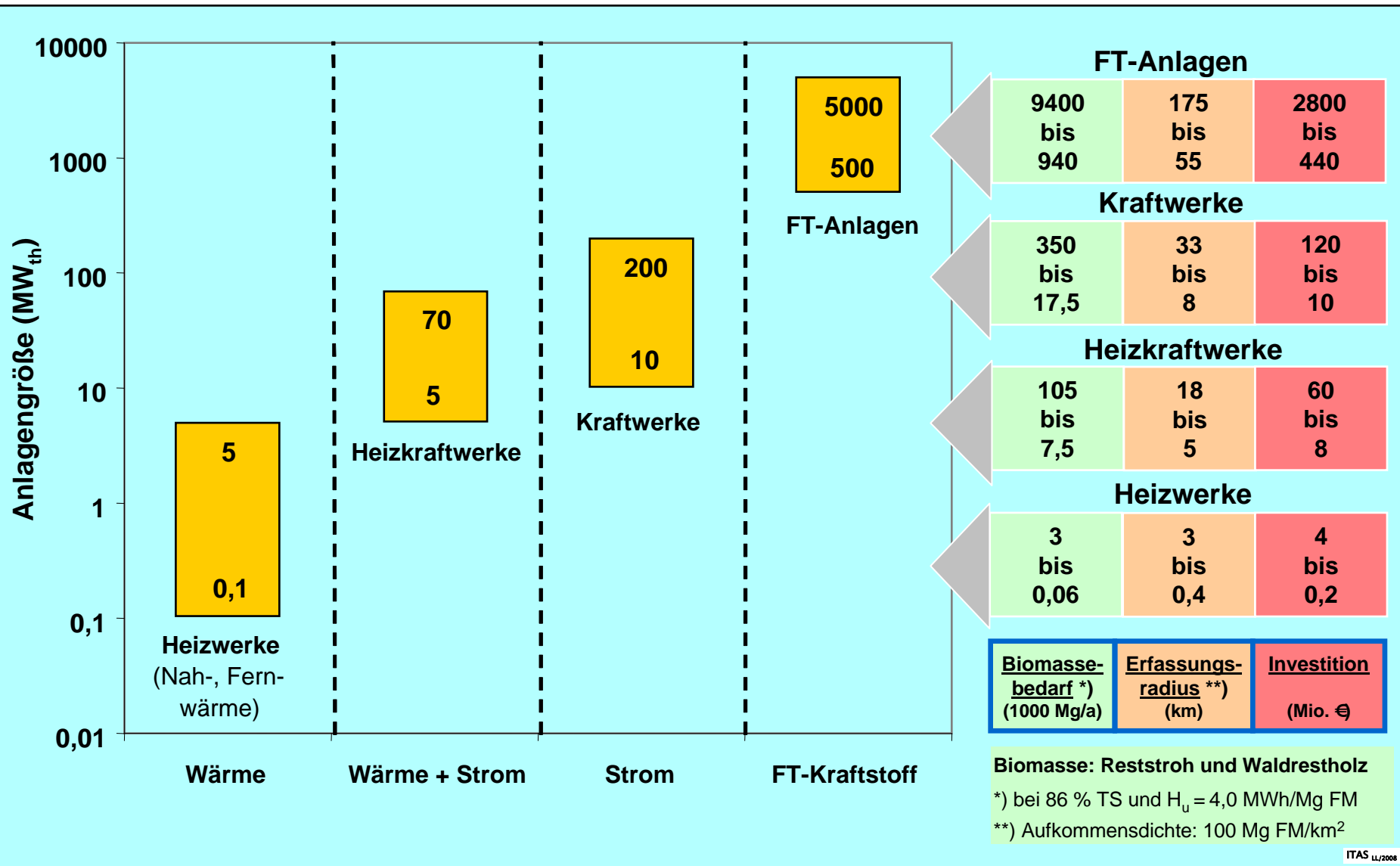
Forbach; bei R = 25 km

- **Aufkommen: 110.000 Mg TM** (dv. 10 % Stroh)
- **Erfassungskosten:**
70 €/Mg TM für Stroh;
90 €/Mg TM für Waldrestholz
- **Bereitstellungskosten, insgesamt: 100 €/Mg TM**

➤ **Nur sehr wenige Standorte sind geeignet; diese sind überwiegend strohdominiert**

Quelle: Gunnar Kappler, Dissertation (2008, Uni Freiburg)

Abb. 27: Welche Biomassenutzung: Wärme, Strom oder Kraftstoff?
 Stroh/Holz – Vielfalt/Konkurrenz bei der energetischen Nutzung



ITAS LL/2008

Abb. 28: Welche Biomasseträger und welche Kraftstoffe?
Verfahren zur Herstellung von Kraftstoff aus Biomasse

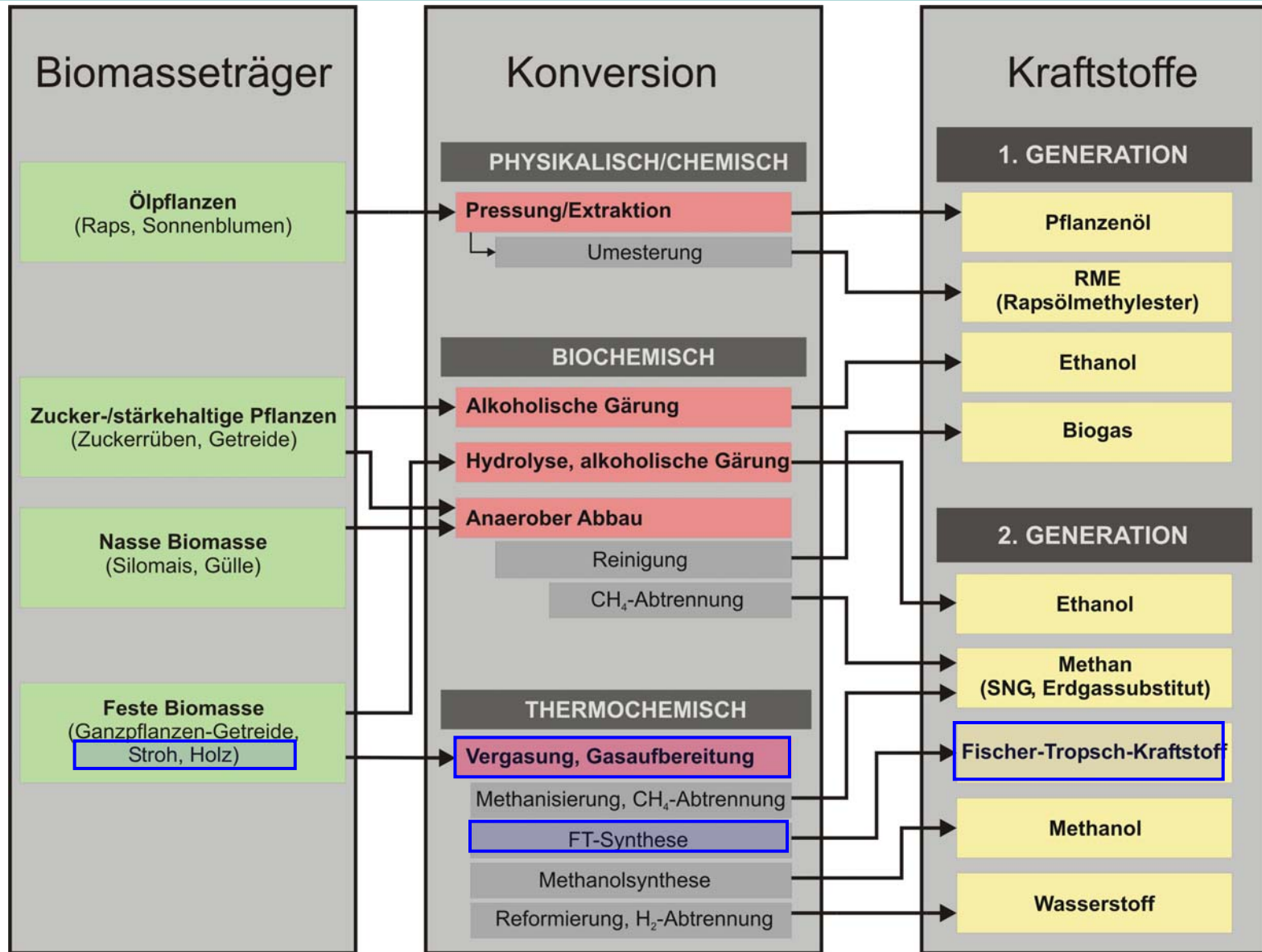
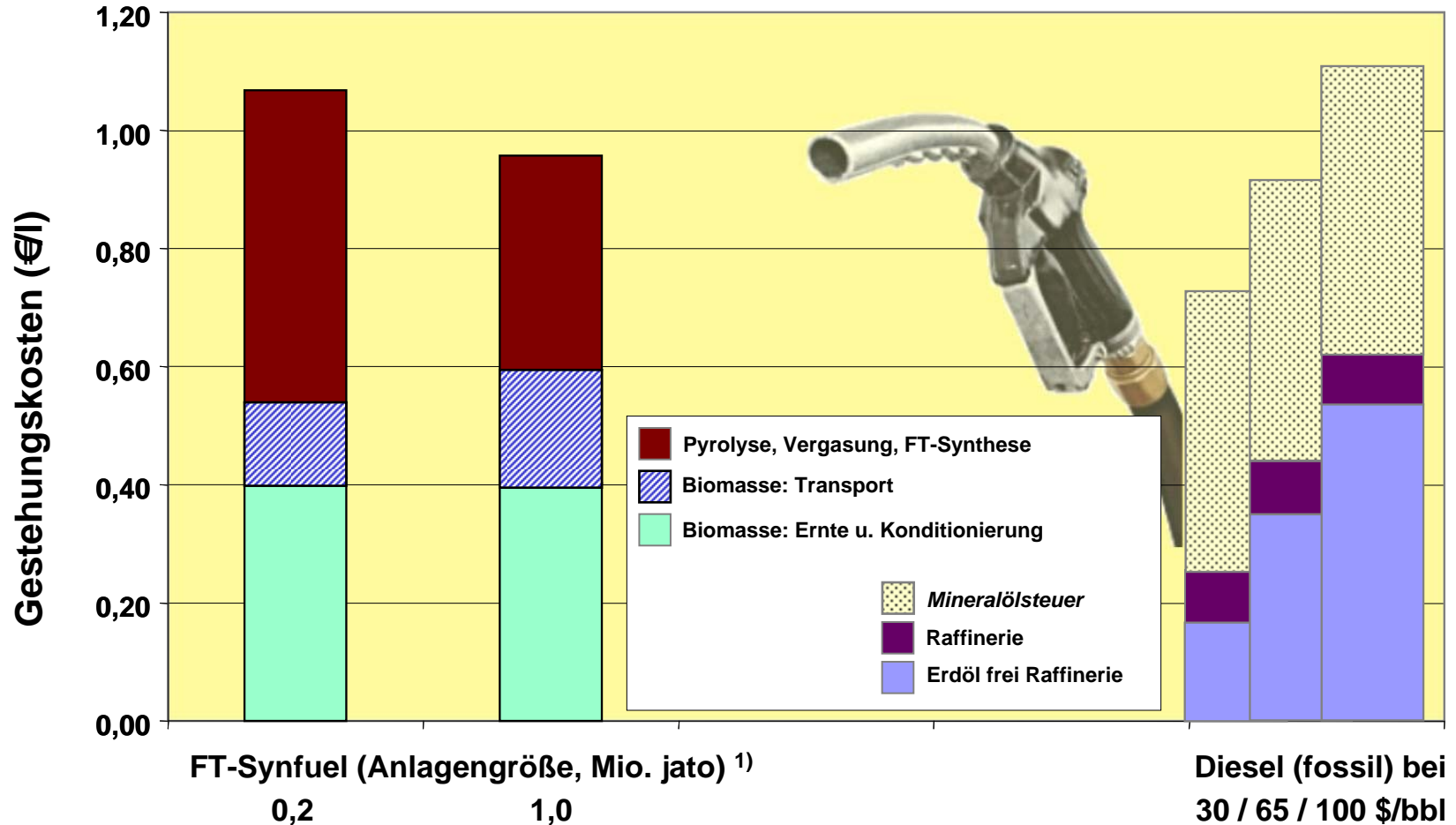


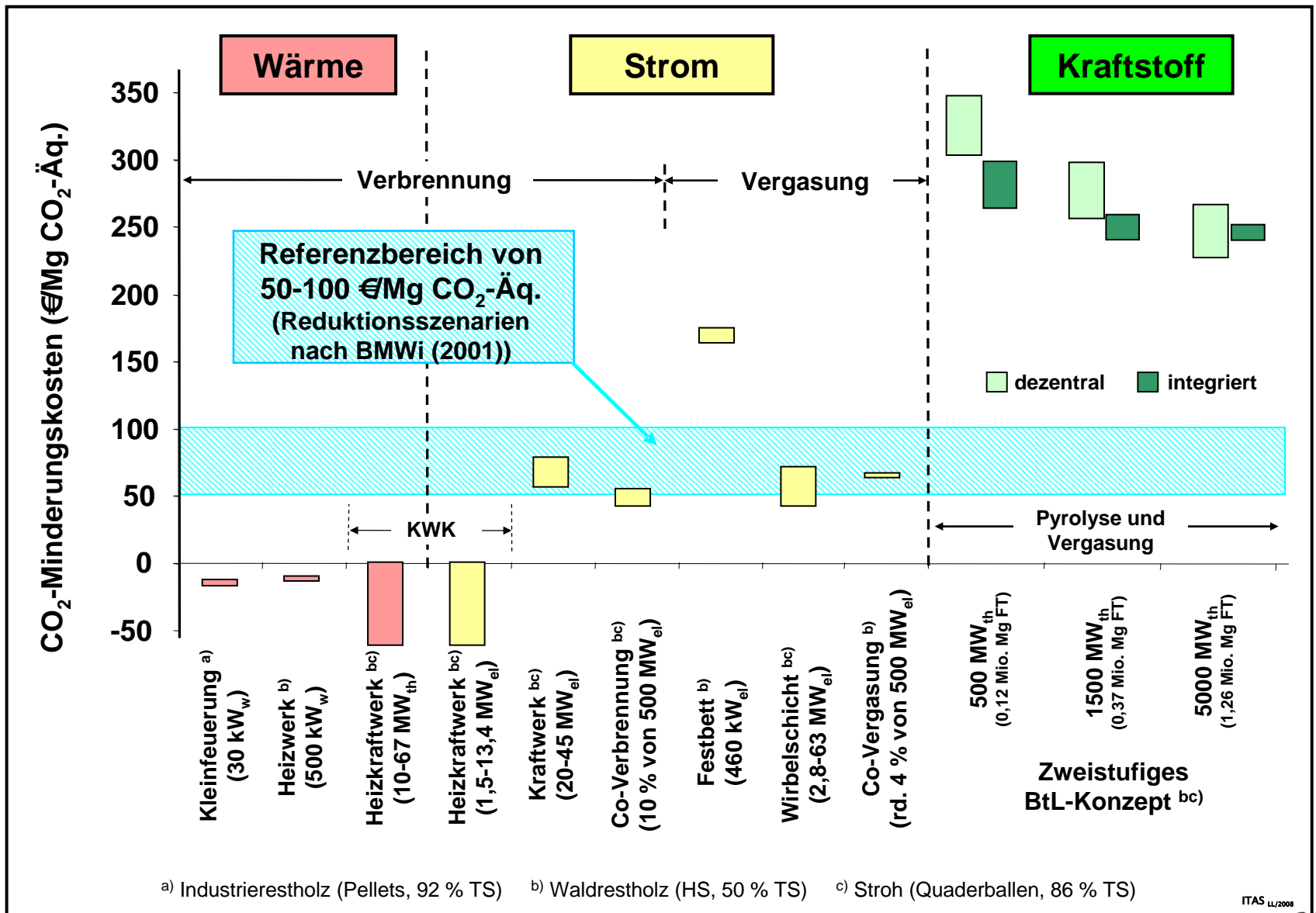
Abb. 29 : Wettbewerbsfähigkeit von biogenen Kraftstoffen?

Gestehungskosten von FT-Kraftstoff aus Stroh und Waldrestholz



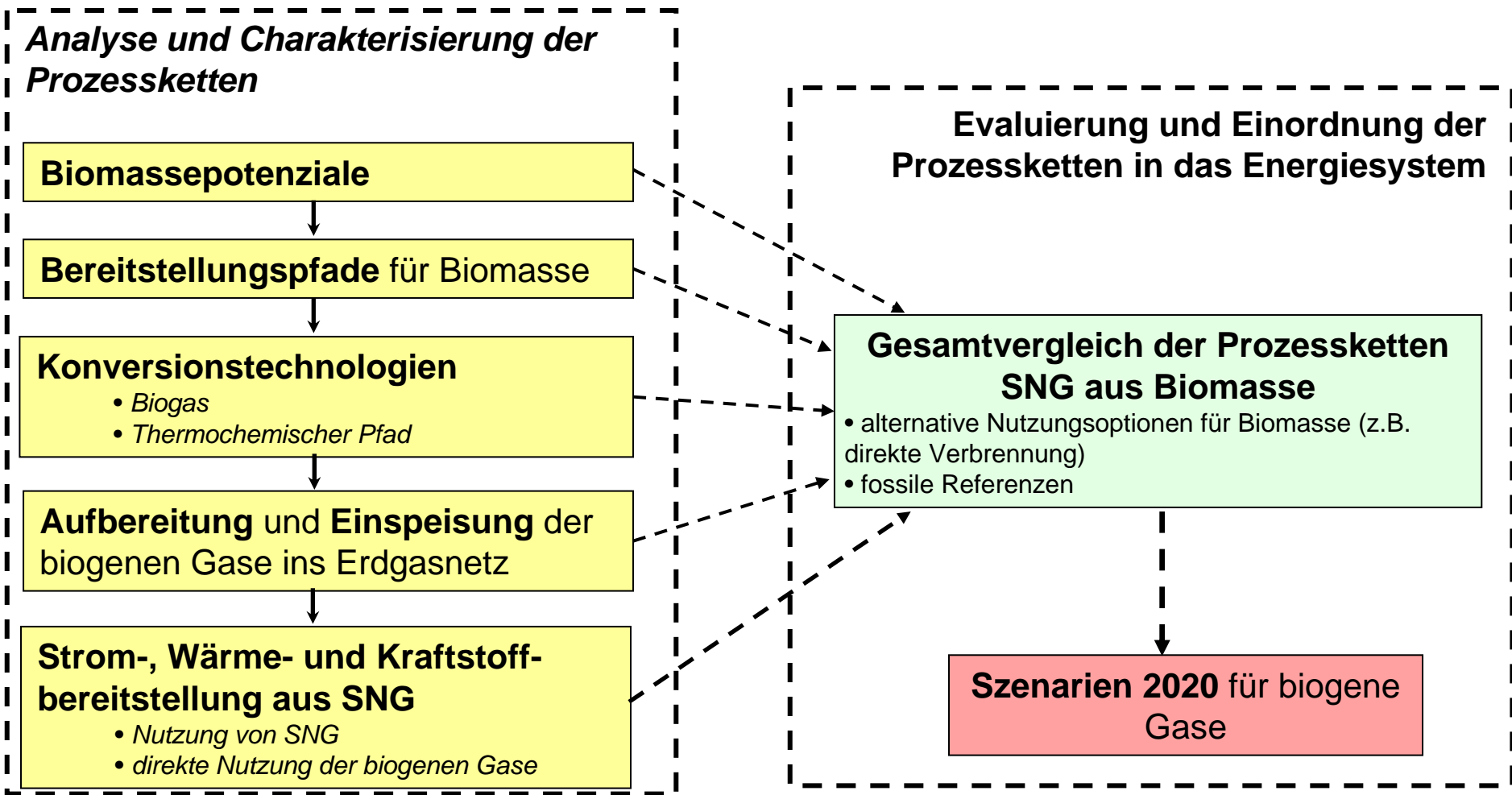
1) Abschätzungen für FT-Synfuel aus Stroh und Waldrestholz, zentrale Anlage; Kostenangaben frei Anlage, vor Steuern; Basis 2006

Abb. 30 : Wie teuer ist die CO₂-Minderung über Bioenergie?
Wärme, Strom und Kraftstoff aus Stroh und Waldrestholz



ITAS LU/2008

Abb. 31 : Ausblick: SNG – ein interessantes Arbeitsfeld für ITAS Neues Projekt bewilligt!



Kooperationspartner: Universitäten Stuttgart (Federführung), Hohenheim, Karlsruhe (EBI/DVGW), ZSW und FZK/ITAS
Laufzeit: 07/2008 bis 12/2011;
Geldgeber: MLR Baden-Württemberg

(6) Fazit / Ausblick

„Biogene Kraftstoffe – globale Entwicklungen und politische Ziele“

- Die Energieversorgung sollte **sicher, umweltverträglich und bezahlbar** sein.
- Biogene Kraftstoffe dürfen **nicht isoliert betrachtet** werden; sie sind Teil von Mobilitäts- und Transportkonzepten.
- Eine **übergeordnete Energiestrategie** ist essentiell – eine zu sektorale Betrachtungsweise sollte vermieden werden.
- Die Energieeffizienz sollte höchste Priorität erhalten.
- Zunehmende **Konkurrenz** um Biomasse; **Priorität:** Nahrungsmittel, Rohstoff, Energieträger
- Unter **Vorsorgeaspekten** ist Förderung von alternativen Kraftstoffen, Energien oder Antriebskonzepten sinnvoll.

Abb. 34: Kraftstoff aus Kohle (Biomasse) – (k)ein neues Thema in Deutschland?

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Quelle: Benzol-Verband, ARAL (Hrsg.), 1936, Bochum, 18 S.

ITAS
LL/2008