

**„Kraftstoff aus Stroh und Waldrestholz
– ein Vergleich mit der Wärme- und Strombereitstellung“**

Ludwig Leible

Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)

**12. Fachkongress Zukunftsenergien, im Rahmen der E-world
Essen, 19. Februar 2008**

Abb. 2: Kraftstoff aus Kohle (Biomasse) – (k)ein neues Thema in Deutschland?



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

ITAS LL/2008

Abb. 3: Kraftstoff aus Biomasse, Beispiel „bioliq®“ (Biomass-to-Liquid, BtL) – beteiligte Institute im Forschungszentrum Karlsruhe



Abb. 4: Schnellpyrolyse-Anlage im Forschungszentrum Karlsruhe – erste Stufe des „bioliq®“ –Konzepts, Fertigstellung: Juli 2007



Abb. 5: Gliederung

„ Kraftstoff aus Stroh und Waldrestholz
– ein Vergleich mit der Wärme- und Strombereitstellung “

- (1) Einige Rahmenbedingungen auf EU- und nationaler Ebene
- (2) Biomasseaufkommen und Bereitstellung in Deutschland
- (3) Herstellung von FT-Kraftstoff aus Stroh und Waldrestholz
- (4) Vergleich: Wärme, Strom oder Kraftstoff
- (5) Fazit / Ausblick

(1) Einige Rahmenbedingungen auf EU- und nationaler Ebene

Abb. 7: Europäische Rahmenbedingungen für 2010 und 2020

Die europäische Energiepolitik

zielt auf eine nachhaltige, sichere und bezahlbare Energieversorgung

Die energiepolitischen **Ziele bis 2010/2020** sind hierbei insbesondere:

- Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien auf **12 %/20 %** des Primärenergieverbrauchs
- Erhöhung des Anteils der Elektrizität aus erneuerbaren Energiequellen auf **21 %** der Stromproduktion
- Erhöhung des Anteils der Biokraftstoffe auf **5,75 %/10 %** im Kraftstoffmarkt
- Reduzierung der Treibhausgasemissionen (Basis: 1990) um **8 %/20 %**

Hauptziele bei der Biomassenutzung sind u.a.:

- Senkung der Kosten für die Stromerzeugung aus Biomasse auf **0,05 €/kWh (2015–2020)**
- Senkung der Kosten für Biokraftstoffe auf **0,036 €/kWh (2020)**

Quelle: EU-Kommission 2004 (Arbeitsprogramm zu „Nachhaltige Energiesysteme“); EU-Rat 2007 (Aktionsplan „Eine Energiepolitik für Europa“)

Abb. 8: Die wichtigsten erneuerbaren Energieträger in Deutschland

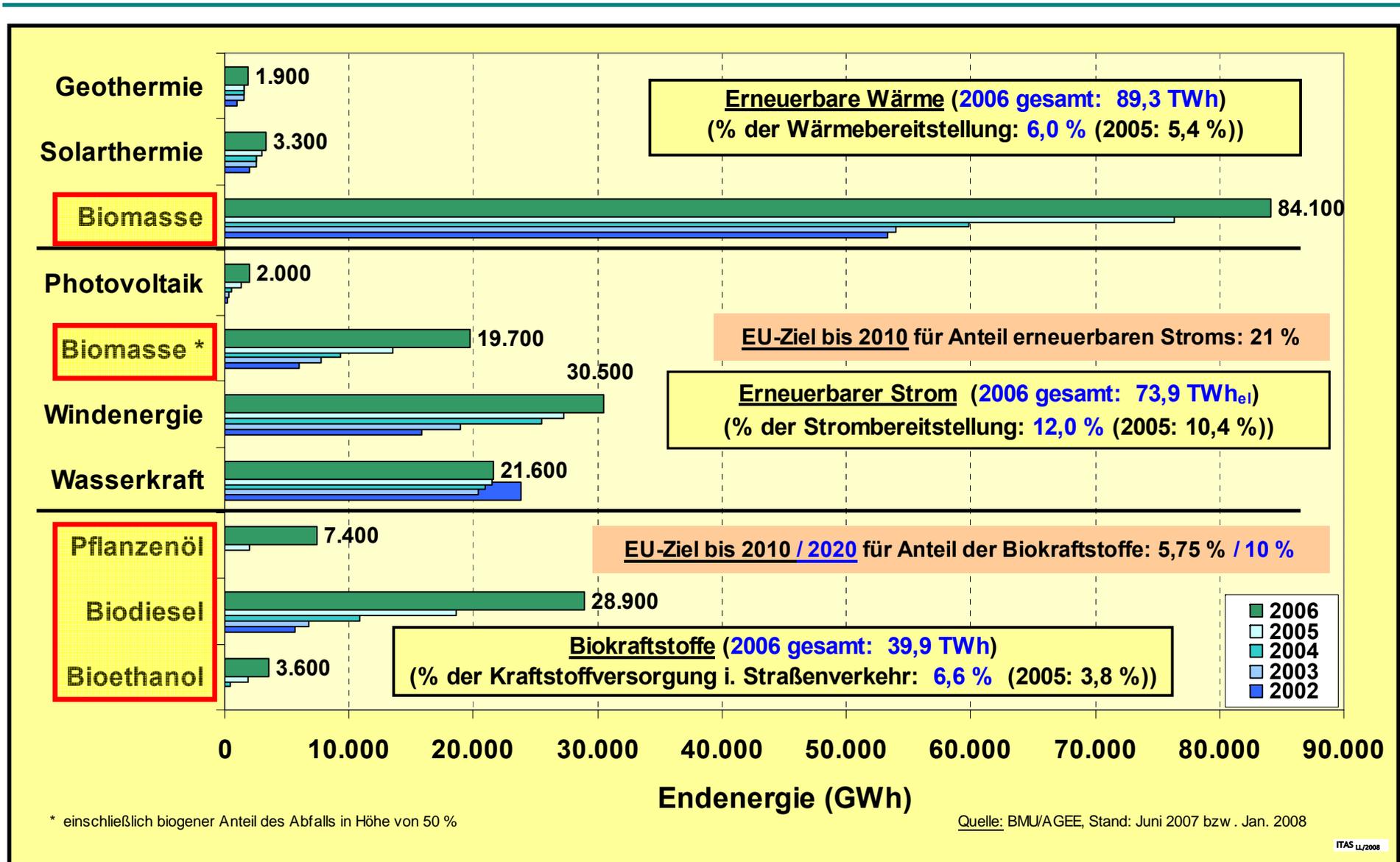
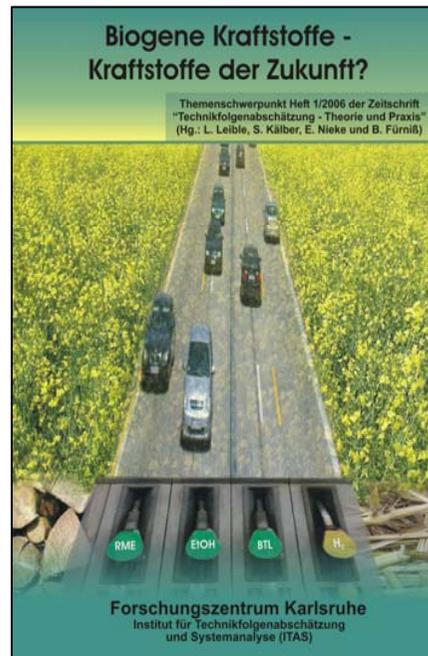


Abb. 9: ITAS–Studien zum Bereich „Biogene Kraftstoffe“ – nachfolgend einige Ergebnisse



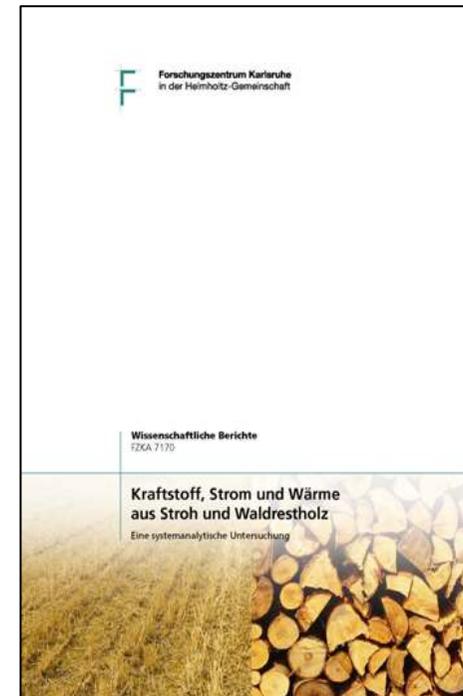
2005

<http://www.itas.fzk.de/deu/lit/2005/leua05a.pdf>



2006

<http://www.itas.fzk.de/deu/lit/2006/leua06c.pdf>



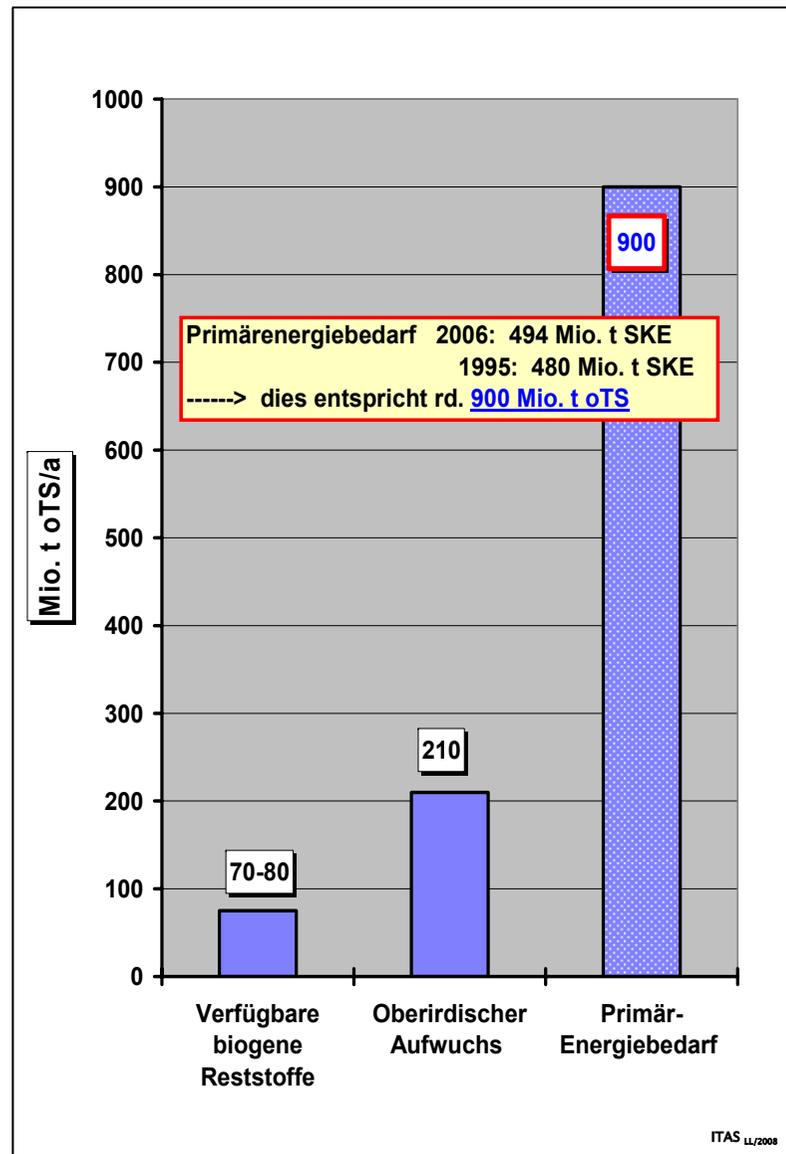
2007

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

Die Studien sind jeweils online verfügbar

(2) Biomasseaufkommen und Bereitstellung in Deutschland

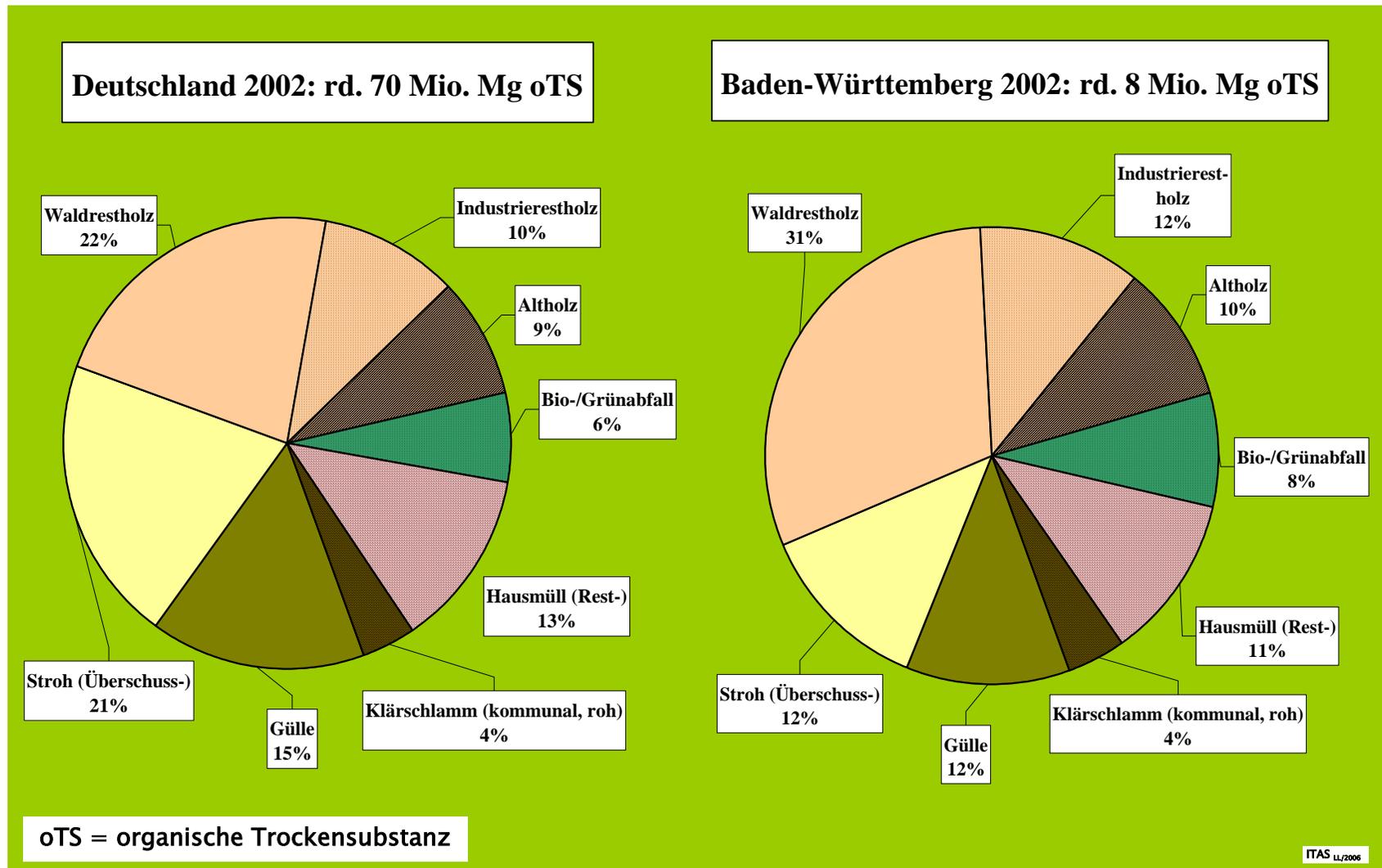
Abb. 11: Vergleich: Biomasseaufkommen und Energiebedarf in Deutschland



Fazit:

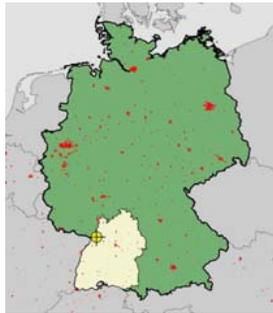
Bei sehr optimistischer Sicht kann Biomasse **nur 10-15 %** des **Primärenergiebedarfs** decken!

Abb. 12: Aufkommen **biogener Reststoffe und Abfälle** in Deutschland und Baden-Württemberg 2002

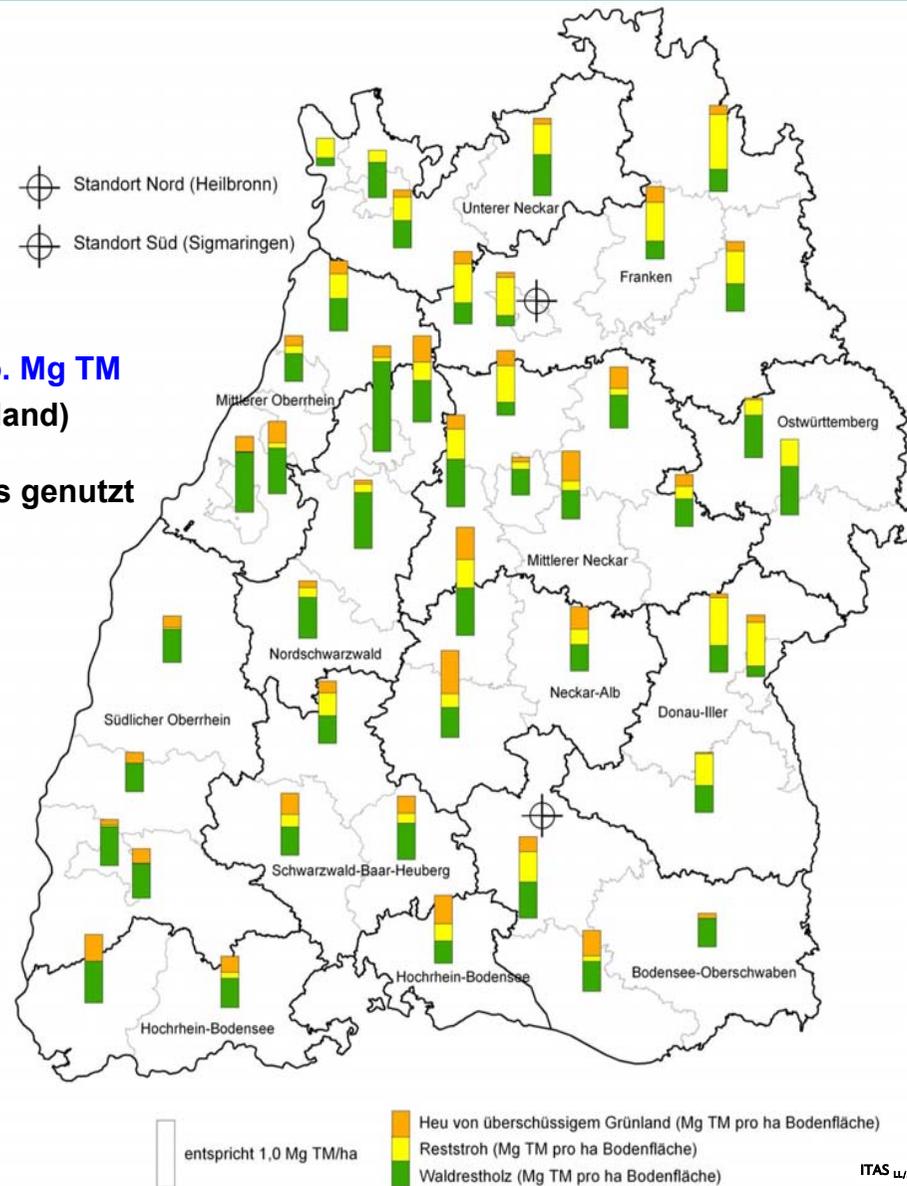


Eine vereinfachte Abschätzung ergibt: Dieses Aufkommen entspricht **rd. 9 %** des Primärenergiebedarfs in D und Ba-Wü.
Zur Einordnung: 2006 deckte **Biomasse** (inkl. biogene Rest- und Abfallstoffe) in D rund **3,7 %** ab.

Abb. 13: Aufkommensdichte (Mg TM/ha) an Heu, Reststroh und Waldrestholz in Baden-Württemberg

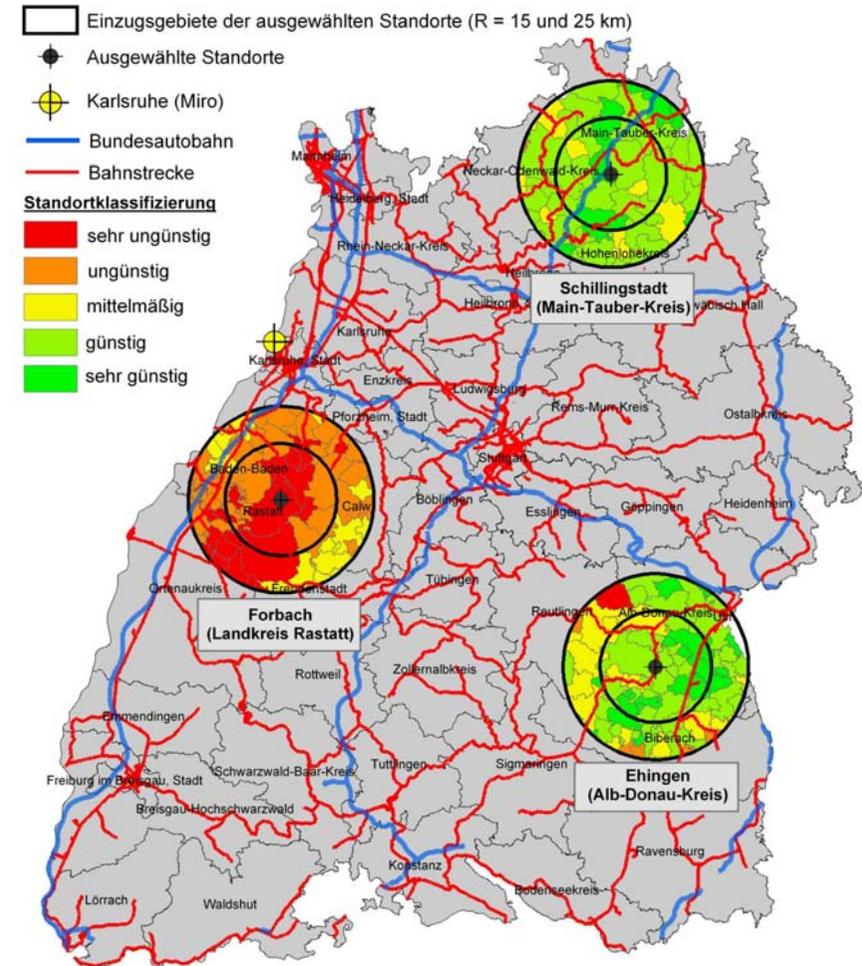
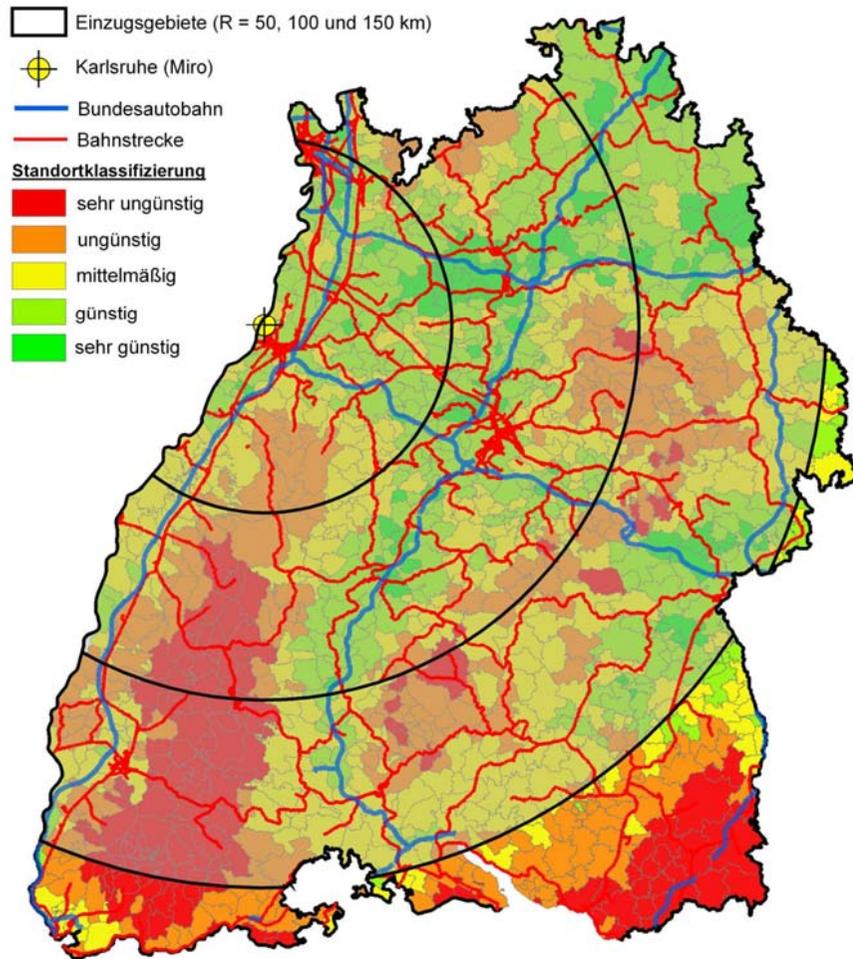


Jährlich potenziell insgesamt verfügbar: 3,4 Mio. Mg TM
0,7 Mio. Mg TM Heu (von überschüssigem Grünland)
1,0 Mio. Mg TM Reststroh
1,7 Mio. Mg TM Waldrestholz, dv. 0,5 Mio. bereits genutzt
TM = Trockenmasse



ITAS_{LL}/2007

Abb. 14: Bereitstellung von Stroh und Waldrestholz – Standortanalysen



Gewichtungskriterien: Biomasseaufkommensdichte, Erfassungskosten, Wegenetzdichte, Luftlinienentfernung

Quelle: Gunnar Kappler, Dissertation (verteidigt: am 14.02.2008, Uni Freiburg)

Abb. 15: **Logistische** Herausforderung für die Bioenergie: - Biomasse fällt **dezentral** an, **Energiedichte** ist gering!



Erdöl: spezifisches Gewicht: $0,8-0,9 \text{ Mg/m}^3$;
Energiedichte (H_u): $9-10 \text{ MWh/m}^3$

Abb. 16: Biomasse – **Transportkosten** für Stroh und Waldrestholz

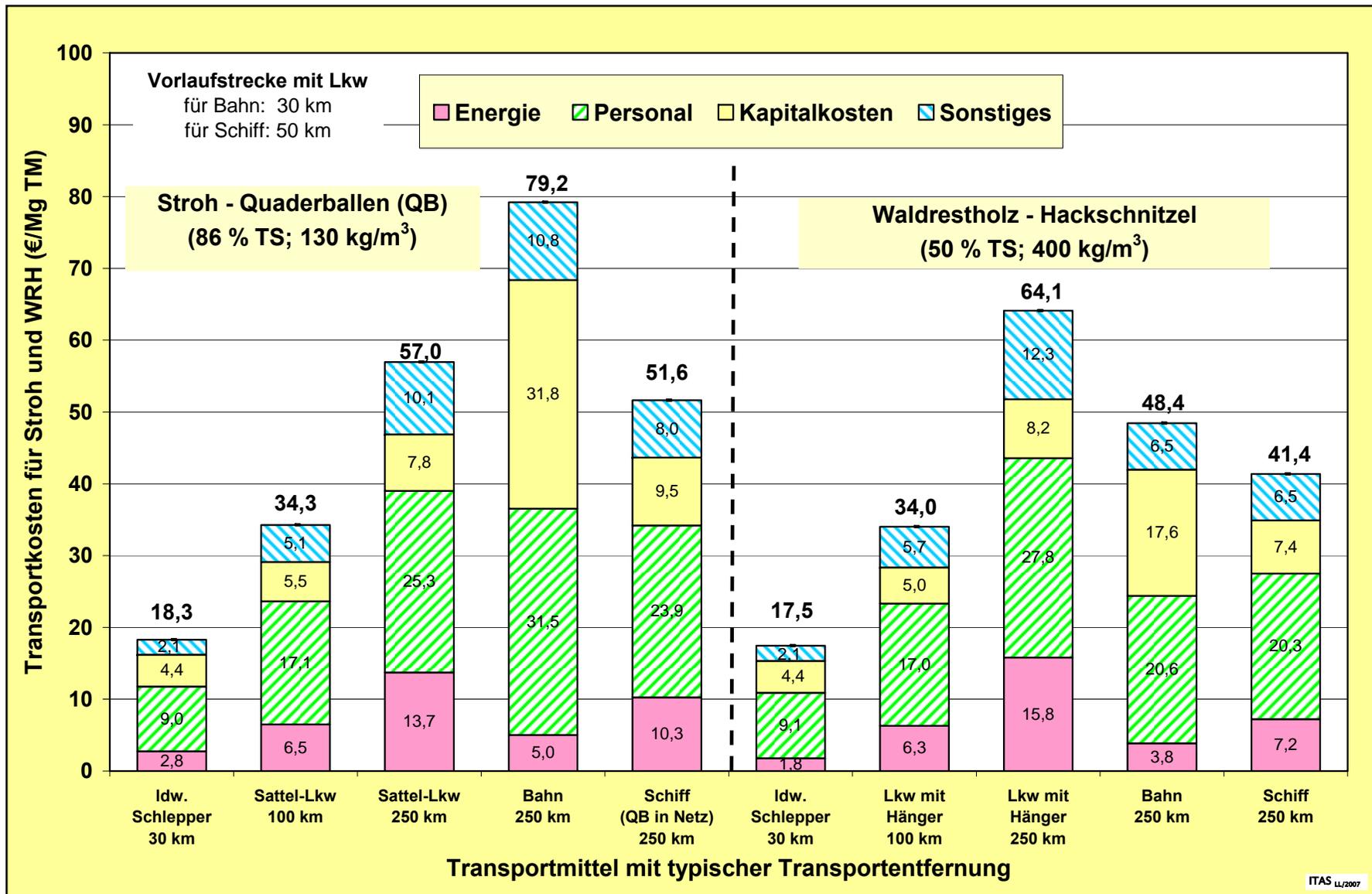
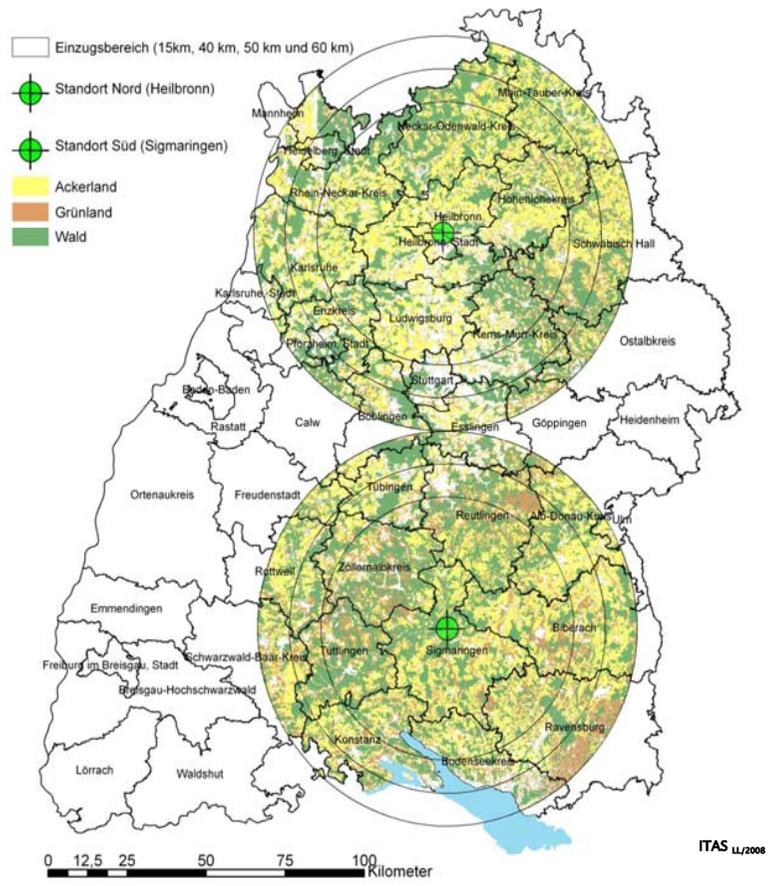


Abb. 17: Zwei Anlagenstandorte in Baden-Württemberg: **Aufkommen** und **Bereitstellungskosten** bei Stroh und Waldrestholz

**In Baden-Württemberg insgesamt verfügbar (in TM):
1,0 Mio. Mg Reststroh und 1,7 Mio. Mg Waldrestholz**



Standort Nord Radius	Biomasseaufkommen (Mg TM)			Bereitstellungskosten (gewichtet; €/Mg TM)
	Stroh	Waldrestholz	Summe	
15 km	43.000	18.000	61.000	72
40 km	235.000	192.000	427.000	82
50 km	334.000	335.000	669.000	84
60 km	469.000	500.000	969.000	86
Standort Süd Radius				
15 km	29.000	42.000	71.000	73
40 km	140.000	240.000	380.000	81
50 km	213.000	345.000	558.000	84
60 km	309.000	463.000	772.000	86

(3) Herstellung von FT-Kraftstoff aus Stroh und Waldrestholz

Abb. 19: Dezentrales, zweistufiges Konzept „bioliq®“ (Biomass-to-Liquid, BtL) zur Kraftstoffherzeugung aus Stroh und Waldrestholz

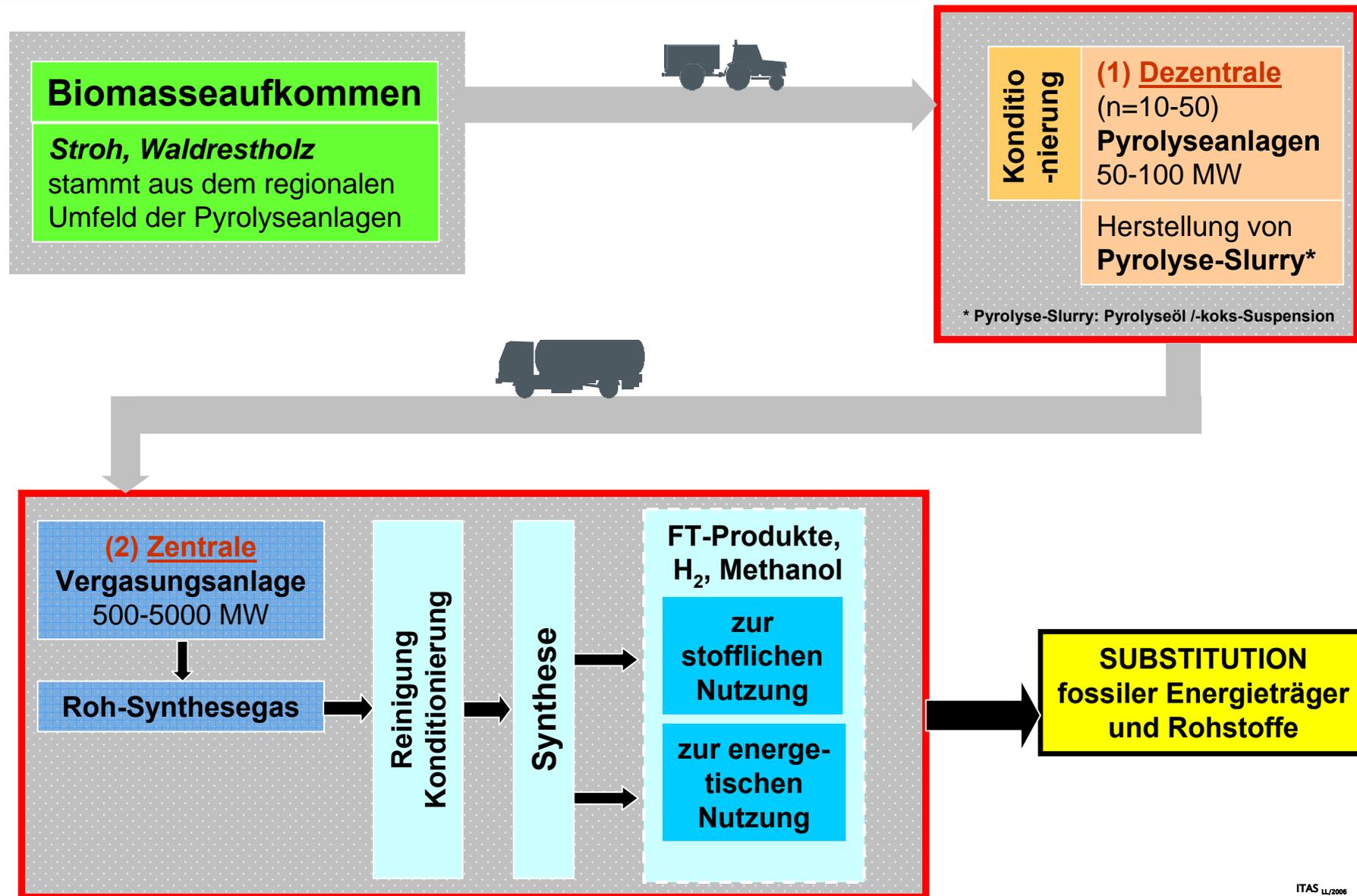


Abb. 20: Vielzahl technischer Herausforderungen für Kraftstoffe aus Biomasse – z.B.: Herstellung von Slurries aus Stroh (Biomasse) – warum?

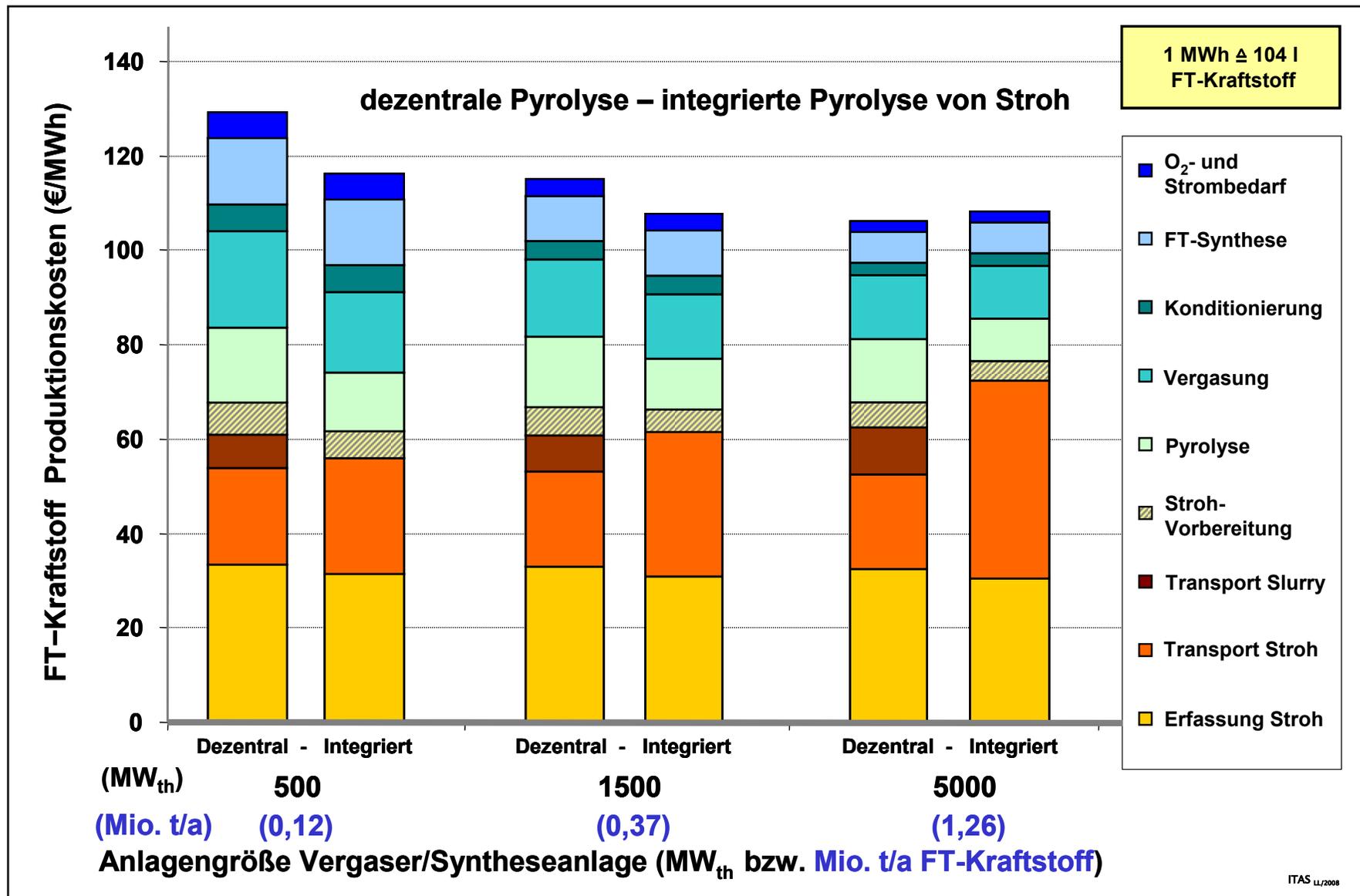


Strohballen: spezifisches Gewicht: $0,14 \text{ Mg/m}^3$
Energiedichte (H_u): $\approx 0,55 \text{ MWh/m}^3$

Stroh-Slurry: spezif. Gewicht: $1,3 \text{ Mg/m}^3$
Energiedichte (H_u): $\approx 5,0 \text{ MWh/m}^3$

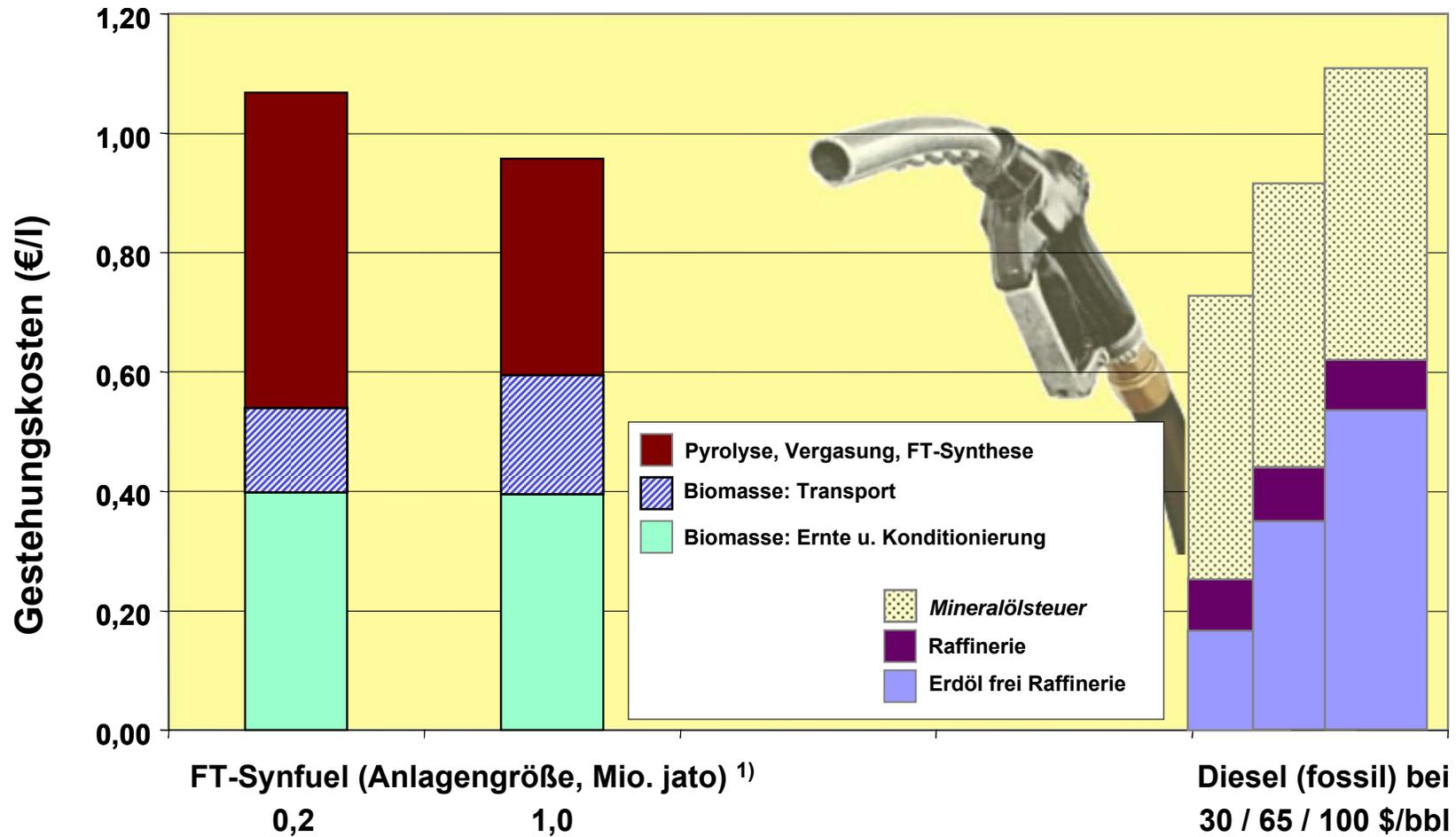
Erdöl: spezifisches Gewicht: $0,8\text{--}0,9 \text{ Mg/m}^3$; Energiedichte (H_u): $9\text{--}10 \text{ MWh/m}^3$

Abb. 21: Gestehungskosten von FT-Kraftstoff aus Stroh
(energieautarke Anlagen)



ITAS LL/2008

Abb. 22 : **Gestehungskosten** von FT-Kraftstoff aus Stroh und Waldrestholz - ein **Vergleich** mit fossilem Diesel



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

(4) Vergleich: Wärme, Strom oder Kraftstoff

Abb. 24: Stroh/Holz – Vielfalt / Konkurrenz bei der energetischen Nutzung

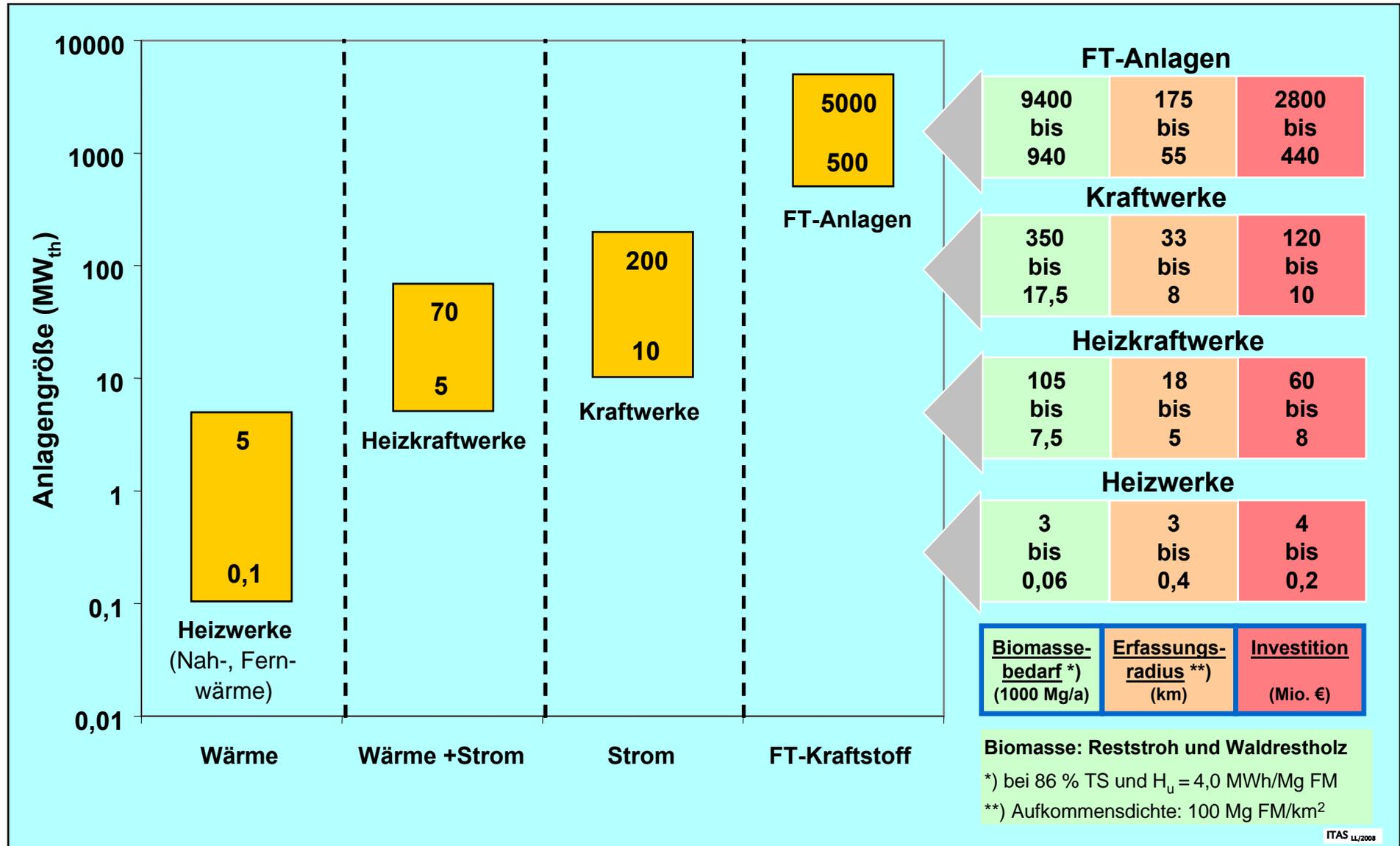


Abb. 25 : **Gestehungskosten bei Wärme, Strom und Kraftstoff**
aus Stroh und Waldrestholz

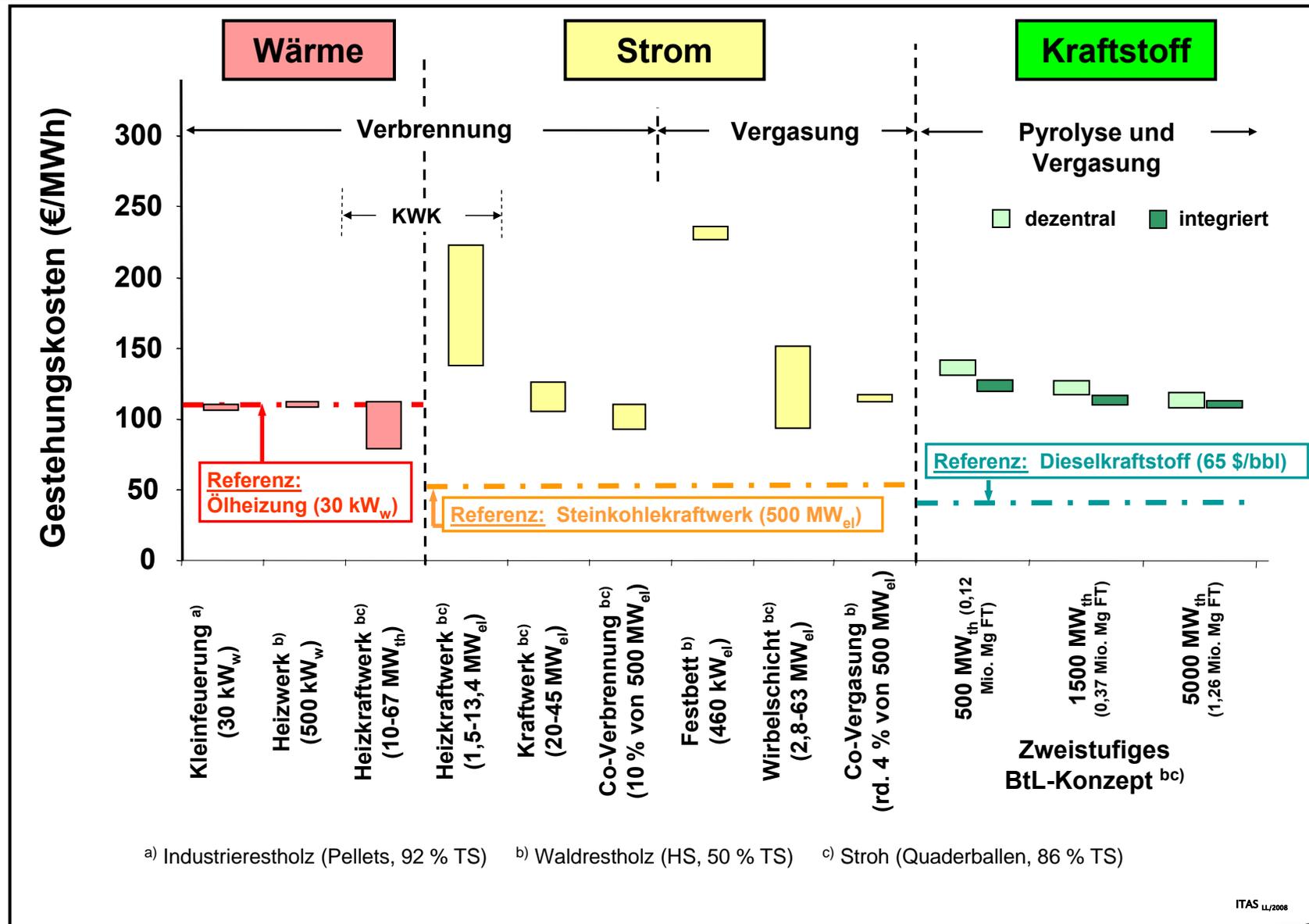


Abb. 26 : **CO₂-Minderungskosten** bei der Gewinnung von **Wärme, Strom und Kraftstoff** aus Stroh und Waldrestholz

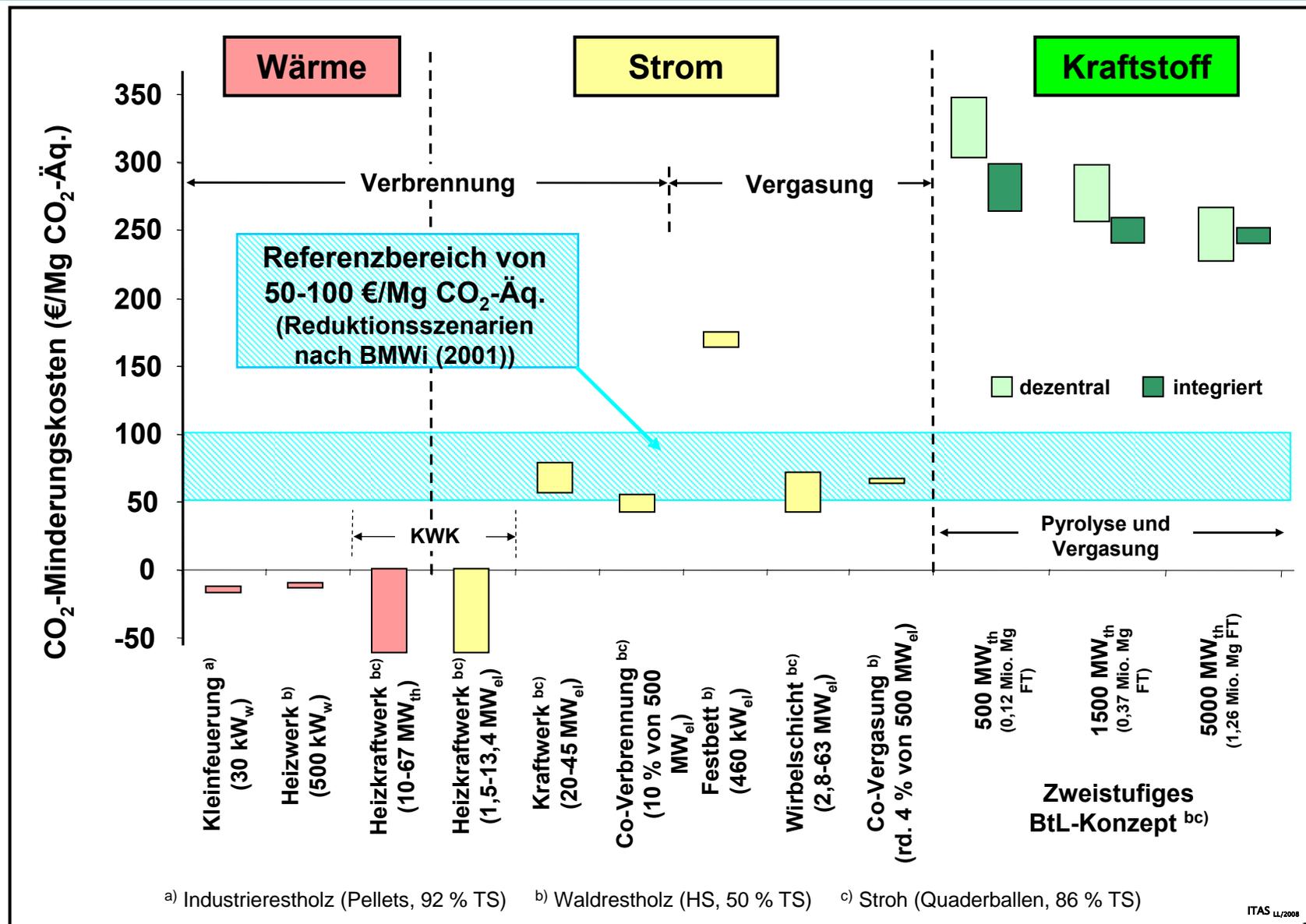
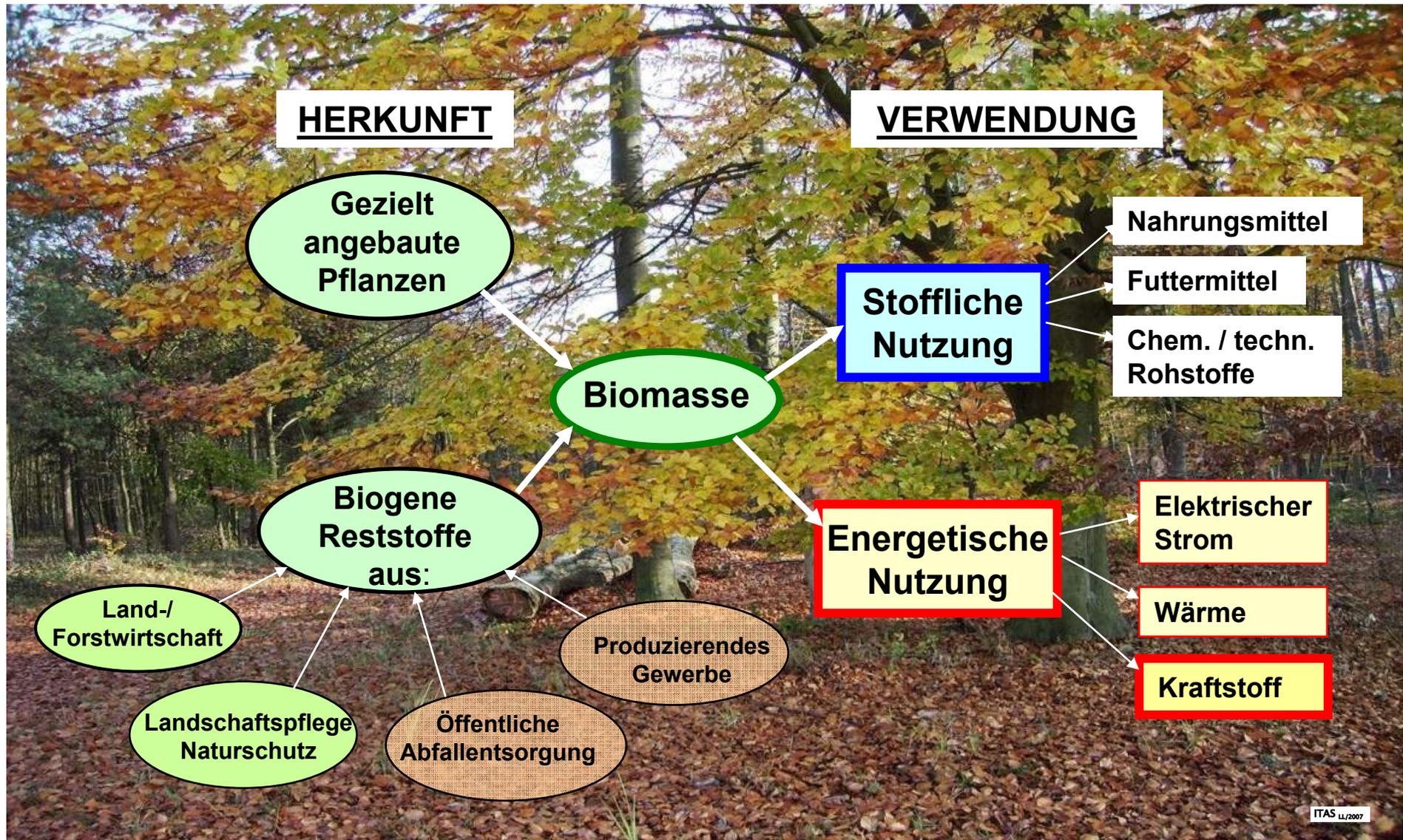


Abb. 27: **Fazit / Ausblick** zu den **längerfristigen Perspektiven** der Biomassenutzung



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!