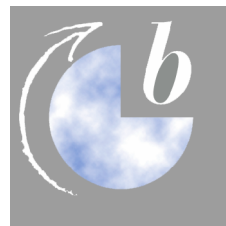




Block II: Verfügbarkeit von Biomasse zur Kraftstoffproduktion

Jörg Schindler
(schindler@lbt.de)



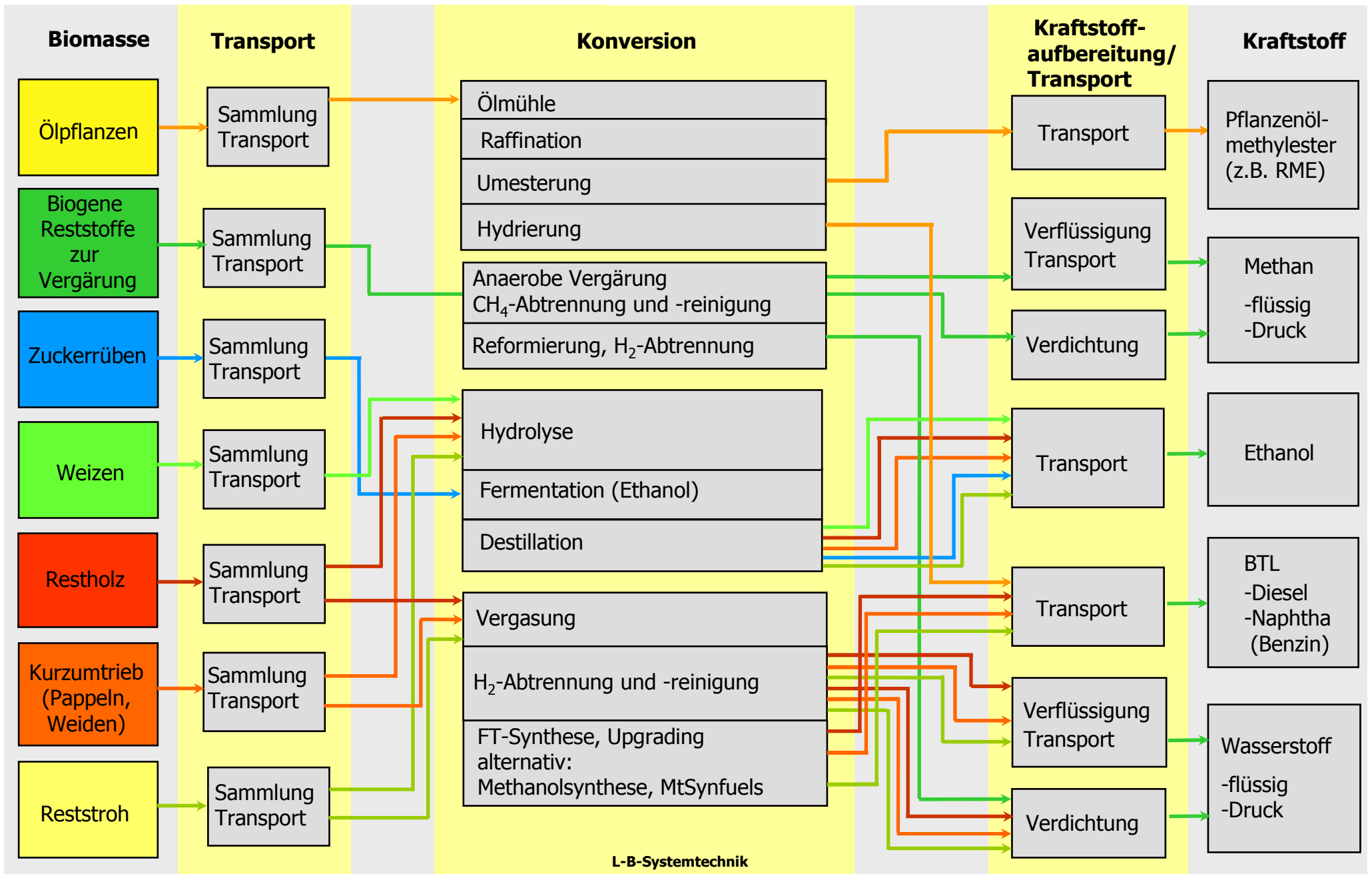
L-B-Systemtechnik GmbH
Ottobrunn



- Biokraftstoffpotenziale in Deutschland
- Nutzungskonkurrenzen
- Preise/Kosten von Biokraftstoffen
- Internationaler Handel mit Biokraftstoffen



Biokraftstoffpotenziale in Deutschland





Verfügbare Flächen für Energiepflanzen:

- Untere Grenze: 1,1 Mio. ha
(entspricht einer Stilllegungsfläche von 10% der Ackerfläche im Jahr 2000)
- Obere Grenze: 3,9 Mio. ha
(nach Szenario „Biomasse“ für das Jahr 2030 gemäß der Studie „Fritsche et al.: Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse, 2004“)
- Anbau von Ölpflanzen: obere Grenze 3,0 Mio. ha
(aufgrund von Fruchtfolgerestriktionen)

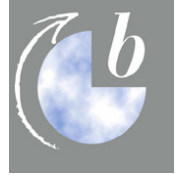


Betrachtete Kraftstoffe und eingesetzte Biomassen:

- Biodiesel (RME): Raps
- Ethanol: Weizen, Lignocellulose (über SSCF-Prozess¹⁾)
- Biomethan (CMG): Biomüll, Klärschlamm, Mist und Gülle, Anbau von Gräsern
- BTL (Biomass-to-Liquids): Lignocellulose
- Wasserstoff (CGH₂, LH₂): Biomethan, Lignocellulose

¹⁾ Simultaneous Saccharification and Co-Fermentation

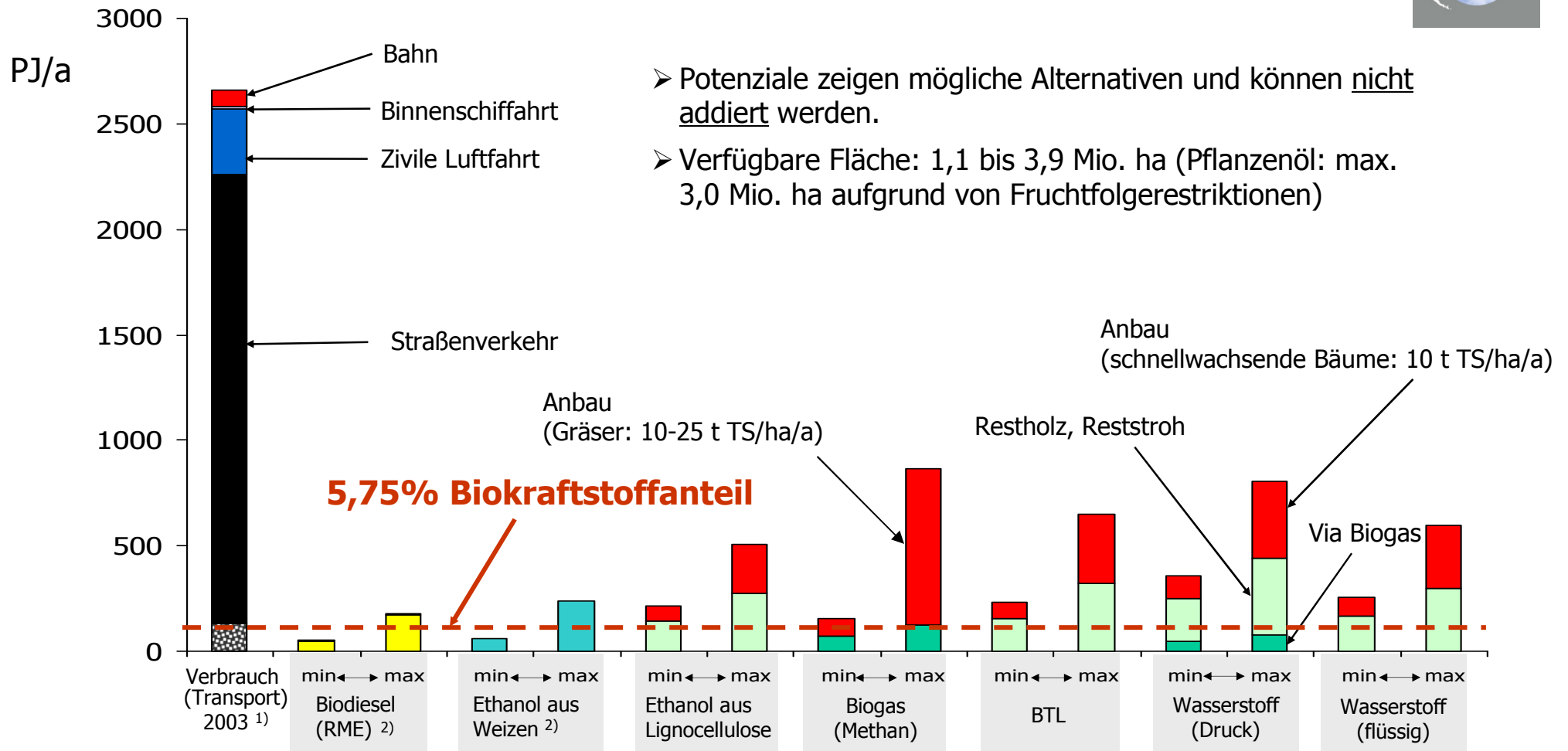
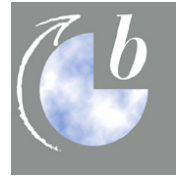
Grundannahmen für die Potenzialermittlung (3)



Bei den lignocellulosehaltigen Biomassen wurden betrachtet:

- Restholz
- Reststroh
- Anbau von schnellwachsenden Bäumen (Kurzumtrieb):
Pappeln, Weiden

Technische Kraftstofferzeugungspotenziale Deutschland



➤ Potenziale zeigen mögliche Alternativen und können nicht addiert werden.

➤ Verfügbare Fläche: 1,1 bis 3,9 Mio. ha (Pflanzenöl: max. 3,0 Mio. ha aufgrund von Fruchtfolgerestriktionen)

¹⁾ Quelle: IEA-Statistics, Energy Balances of OECD Countries; 2005 Edition

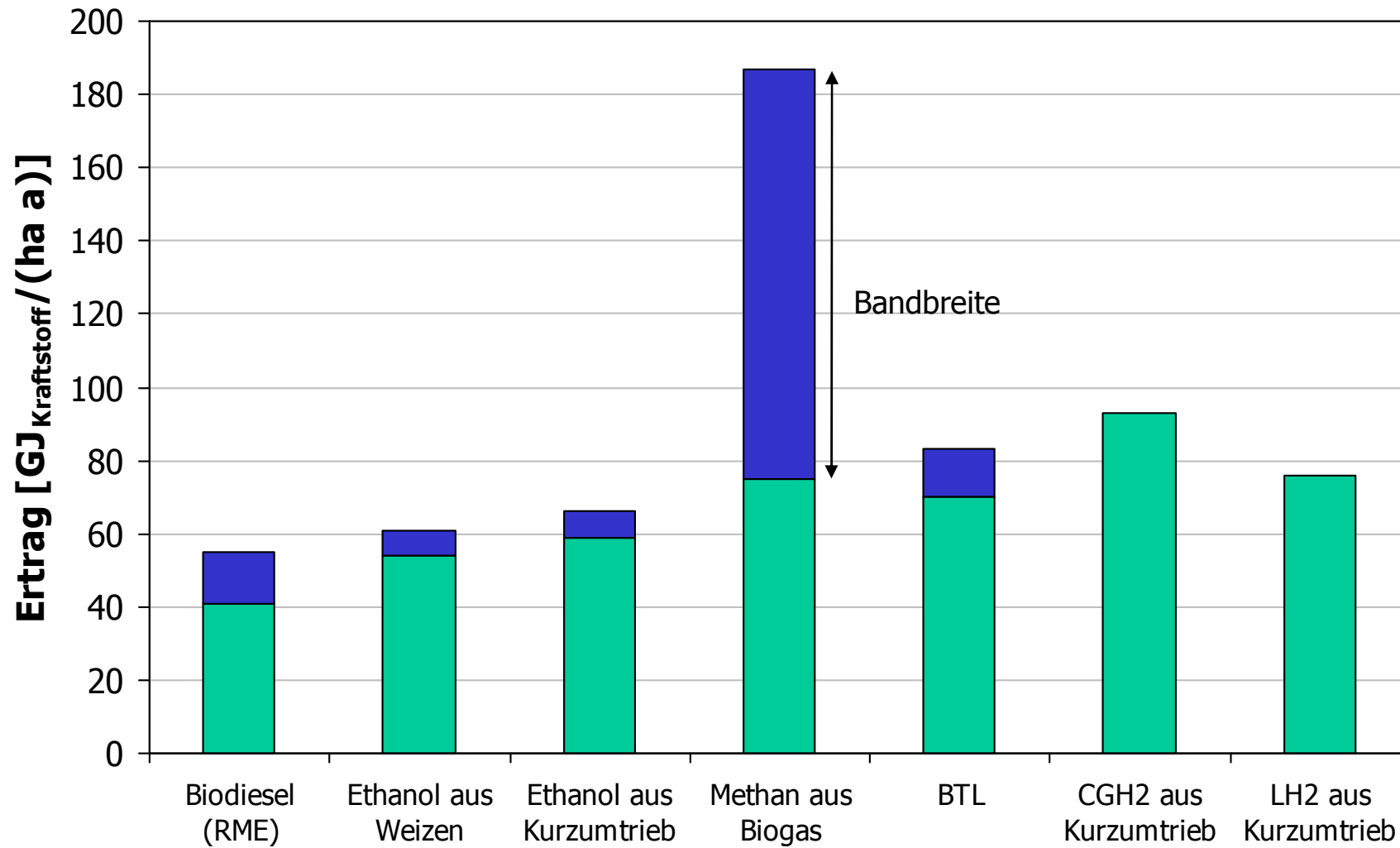
²⁾ Brutto (ohne Berücksichtigung des Energieaufwandes für die Bereitstellung)



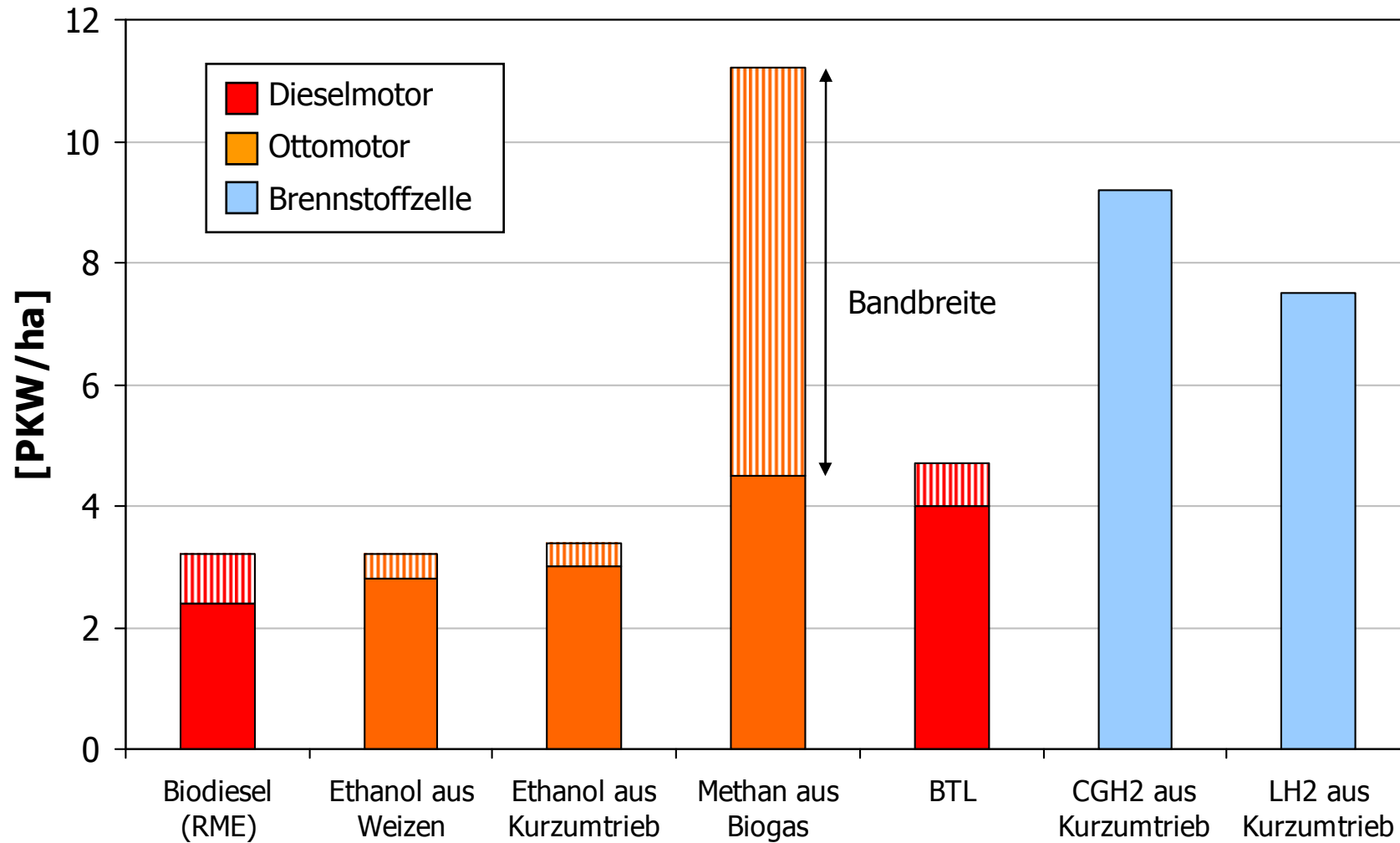
Bandbreiten entstehen durch die Überlagerung von Annahmen bezüglich oberer und unterer Grenzwerte:

- Flächen für den Anbau von Energiepflanzen
- Spezifische Hektarerträge der verschiedenen Energiepflanzen
- Umwandlungswirkungsgrade bei der Kraftstoffherstellung

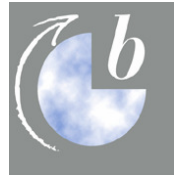
Flächenerträge für verschiedenen Biokraftstoffe



Anzahl PKW (hybrid), die pro ha versorgt werden können



Schlussfolgerungen



- Die größten Potenziale haben die folgenden Kraftstoffe: Wasserstoff, Methan und BTL.
- Das Ethanolpotenzial ist bereits geringer.
- Biodiesel (RME) hat das niedrigste Potenzial.
- BTL könnte theoretisch maximal ca. 10% bis 30% des heutigen Kraftstoffbedarfs decken. (Existierende Nutzungskonkurrenzen reduzieren diese Werte.)
- Höhere Deckungsbeiträge sind langfristig möglich durch:
 - Senkung des durchschnittlichen Verbrauchs der PKW-Flotte.
 - Übergang zu PKW mit Brennstoffzellenantrieb und Wasserstoff als Kraftstoff.



Nutzungskonkurrenzen

Nutzungskonkurrenzen



Flächenkonkurrenz

- Flächenbedarf für den Anbau von Lebensmitteln (inkl. Wiesen, Weiden).
Im Jahr 2010 ca. 15,0 bis 16,2 ha, 2030 ca. 12,6 bis 13,9 Mio. ha
- Naturschutz
Im Jahr 2010 ca. 0,16 bis 0,65 Mio. ha, 2030 ca. 0,32 bis 0,65 Mio. ha
- Siedlungs- und Verkehrsflächen inkl. der damit verbundenen Kompensationsflächen
Im Jahr 2010 ca. 4,7 bis 5,0 Mio. ha, 2030 ca. 4,8 bis 5,8 Mio. ha
- Anbau von Biomasse für die stoffliche Nutzung (z.B. Hanf für Wärmedämmstoffe, Pflanzenöl für Schmieröle, etc.)
Im Jahr 2010 ca. 0,15 Mio. ha, 2030 ca. 0,25 Mio. ha.
- Anbau von Biomasse für die energetische Nutzung

Quellen:

- Fritsche et al., 2004
- IFEU 2004

Nutzungskonkurrenzen für die energetische Nutzung

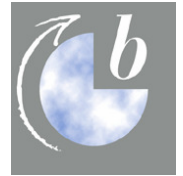


(1) Biomasse für die Wärme- und Stromerzeugung:

- Biomasseheizkraftwerke, Biomasseheizwerke
- Pelletsheizungen
- Biogasanlagen zur Erzeugung von Strom und Wärme

(2) Biomasse für die Kraftstofferzeugung

Strom und Wärme aus fester Biomasse



| | Potenzial [PJ/a] | Nur Wärme [PJ _{Bio} /a] | | Kraft-Wärme-Kopplung [PJ _{Bio} /a] | |
|-------------------|---------------------|-------------------------------------|---------|--|---------|
| | | 2005 ¹⁾ | Zukunft | 2005 | Zukunft |
| Min | | | | | |
| - Restholz | 279 | 117 | | 97 | |
| - Reststroh | 132 | 3 | ? | 0 | ? |
| - Energiepflanzen | 209 | 0 | | 0 | |
| Max | | | | | |
| - Restholz | 444 | 117 | | 97 | |
| - Reststroh | 278 | 3 | ? | 0 | ? |
| - Energiepflanzen | 729 | 0 | | 0 | |

1) LBST-Schätzung aufgrund verschiedener statistischer Quellen

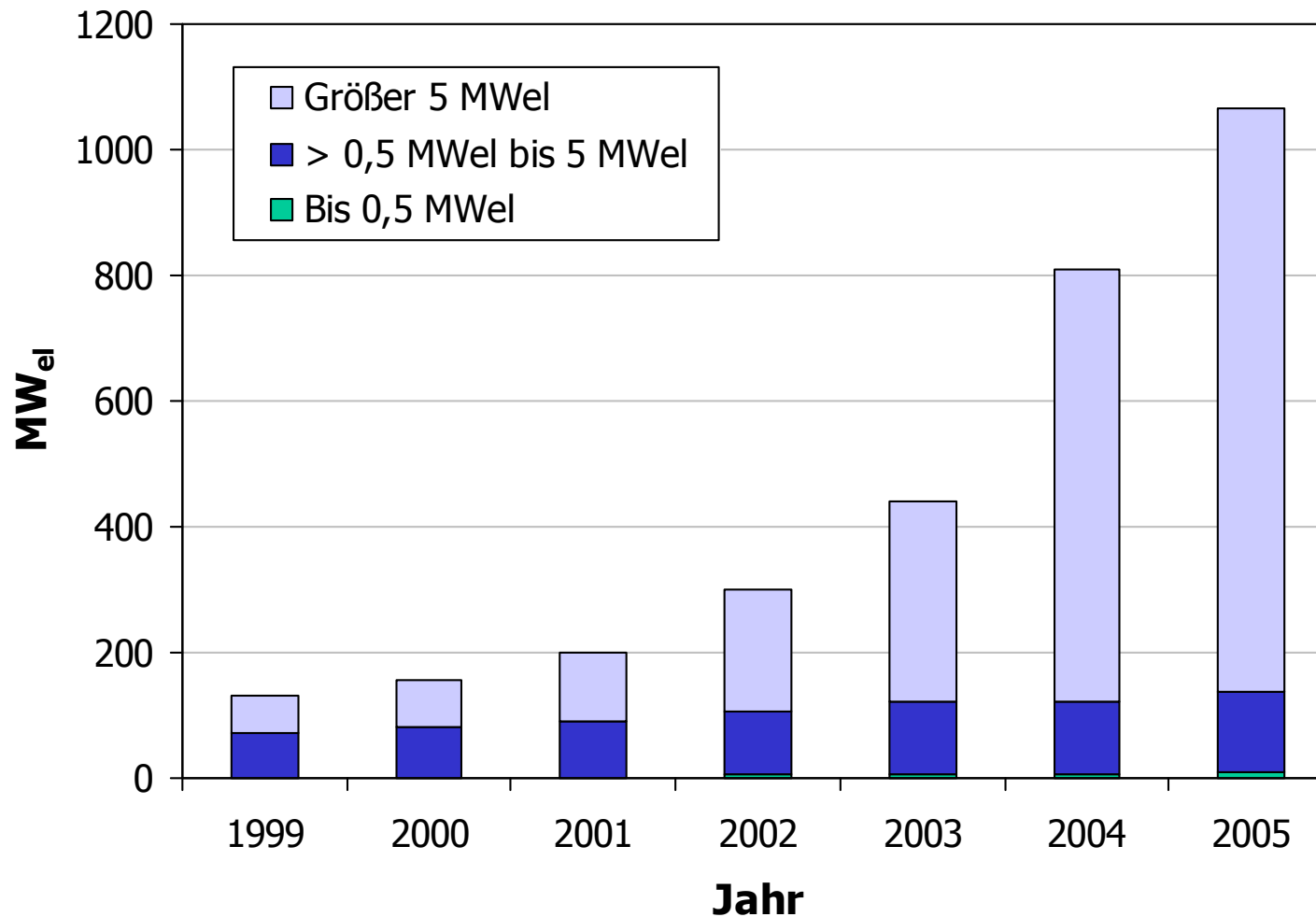
Quellen:

- IEA-Statistics, Energy Balances of OECD Countries; 2005 Edition
- Thrän et al, Institut für Energetik & Umwelt gGmbH (IE), Leipzig, 2003, 2004, 2005
- Bundesverband der Entsorgungswirtschaft e.V. (BDE), 2005
- Neue Energie, 2004
- Kohlbach, 2006
- Bezirksregierung Arnsberg, 2003

Installierte elektrische Leistung von Biomasse-KWK



Feste Biomasse (hauptsächlich Holz)



Strom aus Biogas



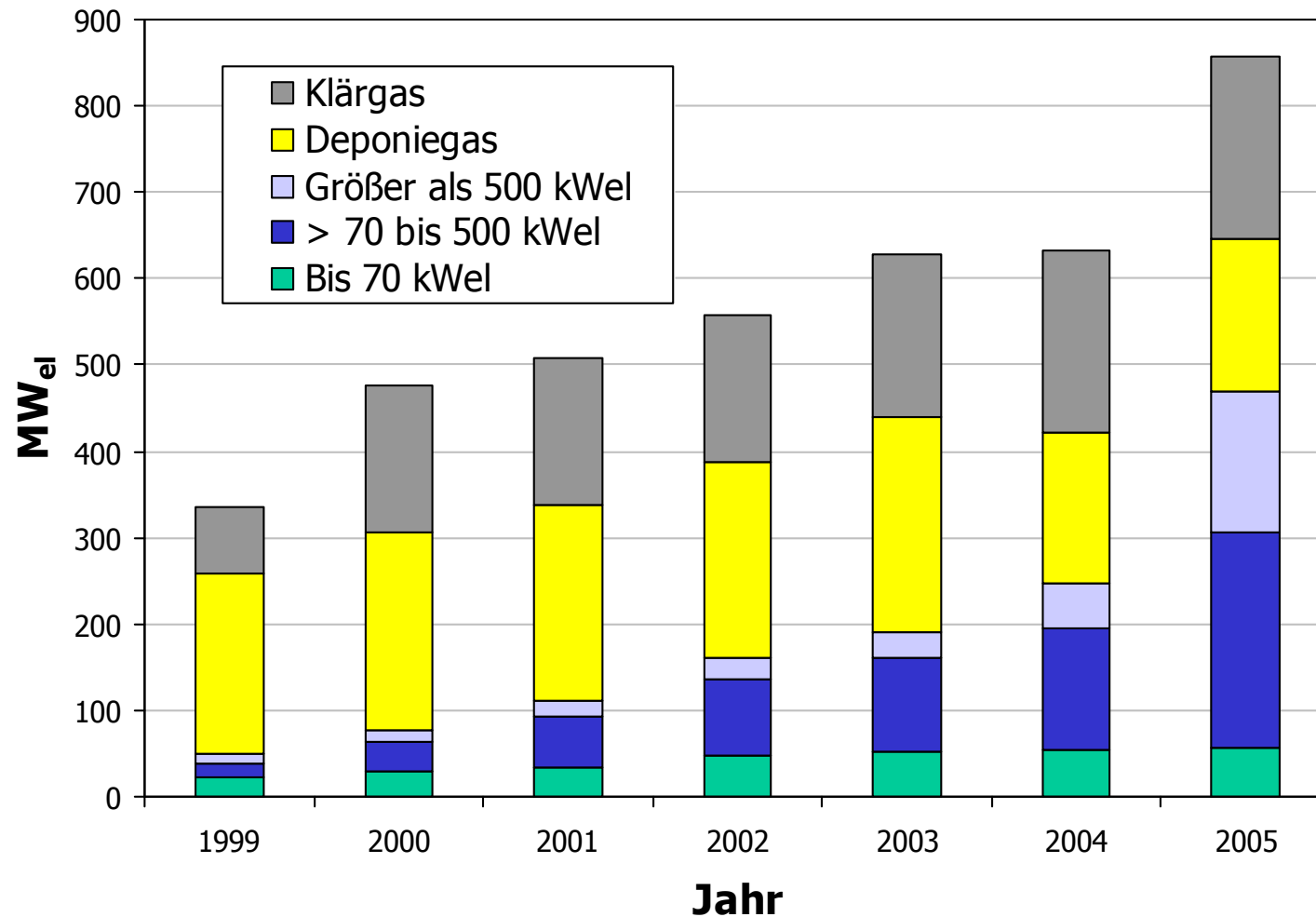
| | Potenzial PJ/a] | Nutzung [PJ _{Biogas} /a] | |
|-------------------|-----------------|-----------------------------------|---------|
| | | 2005 | Zukunft |
| Min | | | |
| - Deponiegas | - 1) | 11 | |
| - Biomüll | 11 | | |
| - Klärgas | 27 | 9 | ? |
| - Gülle, Mist | 67 | 33 | |
| - Energiepflanzen | 119 | | |
| Max | | | |
| - Deponiegas | - 1) | 11 | |
| - Biomüll | 11 | | |
| - Klärgas | 27 | 9 | ? |
| - Gülle, Mist | 140 | 33 | |
| - Energiepflanzen | 1037 | | |

1) in Zukunft keine Ablagerung von organischem Abfall (wird in Bioabfallvergärungsanlagen behandelt)

Installierte elektrische Leistung von Biogasanlagen

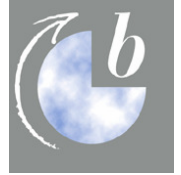


Landwirtschaftliche Anlagen, Klär- und Deponiegas



Quellen: BMU, 2004, 2005; IE, 2003, 2004, 2005; Jahrbuch Erneuerbare Energien 2003;

Schlussfolgerungen zur energetischen Nutzungskonkurrenz



Biomasse für die Wärme- und Stromerzeugung:

- Anteil fester Biomasse für die stationäre Nutzung: 15 bis 35% des technischen Potenzials (Reststoffe, Energiepflanzen)
- Der Anteil von Biogas für die stationäre Nutzung: 5 bis 25% des technischen Potentials (Reststoffe, Energiepflanzen)

Kraftstoffe

- Anteil Biodiesel an der Fläche 2005: 1,06 Mio. ha Raps für die Produktion von Biodiesel (ca. 9% der Ackerfläche)
- Anteil Ethanol an der Fläche 2005: 0,185 Mio. ha Getreide, 0,094 Mio. ha Zuckerrüben

Noch erschließbares Potenzial (zusätzlich zu bereits für Kraftstoffe genutzten Flächen)

- Flächen für Energiepflanzen: 0 bis ca. 2,6 Mio. ha



Preise/Kosten von Biokraftstoffen

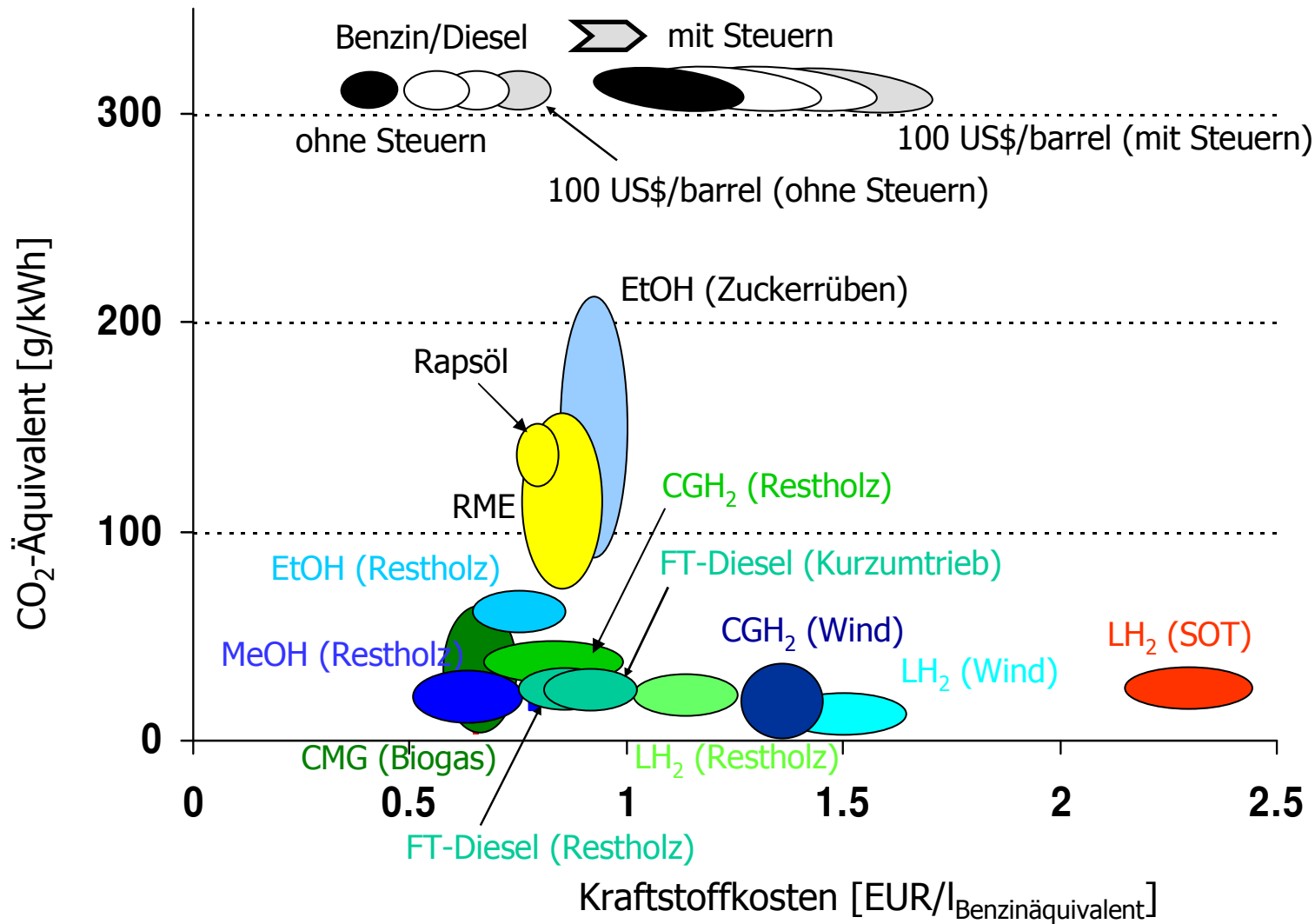


Kosten verschiedener Biomassetypen ohne Transport zur Konversionsanlage

| | | |
|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Holzhackschnitzel aus Waldrestholz | 3,9 €/GJ _{Biomasse} | 51 €/t _{30% H2O} |
| Holzhackschnitzel aus Kurzumtrieb | 5,2 €/GJ _{Biomasse} | 67 €/t _{30% H2O} |
| Zuckerrüben | 9,2 €/GJ _{Zuckerrüben} | 35 €/t _{76% H2O} |
| Raps | 16,7 €/GJ _{Rapskörner} | 396 €/t _{10% H2O} |

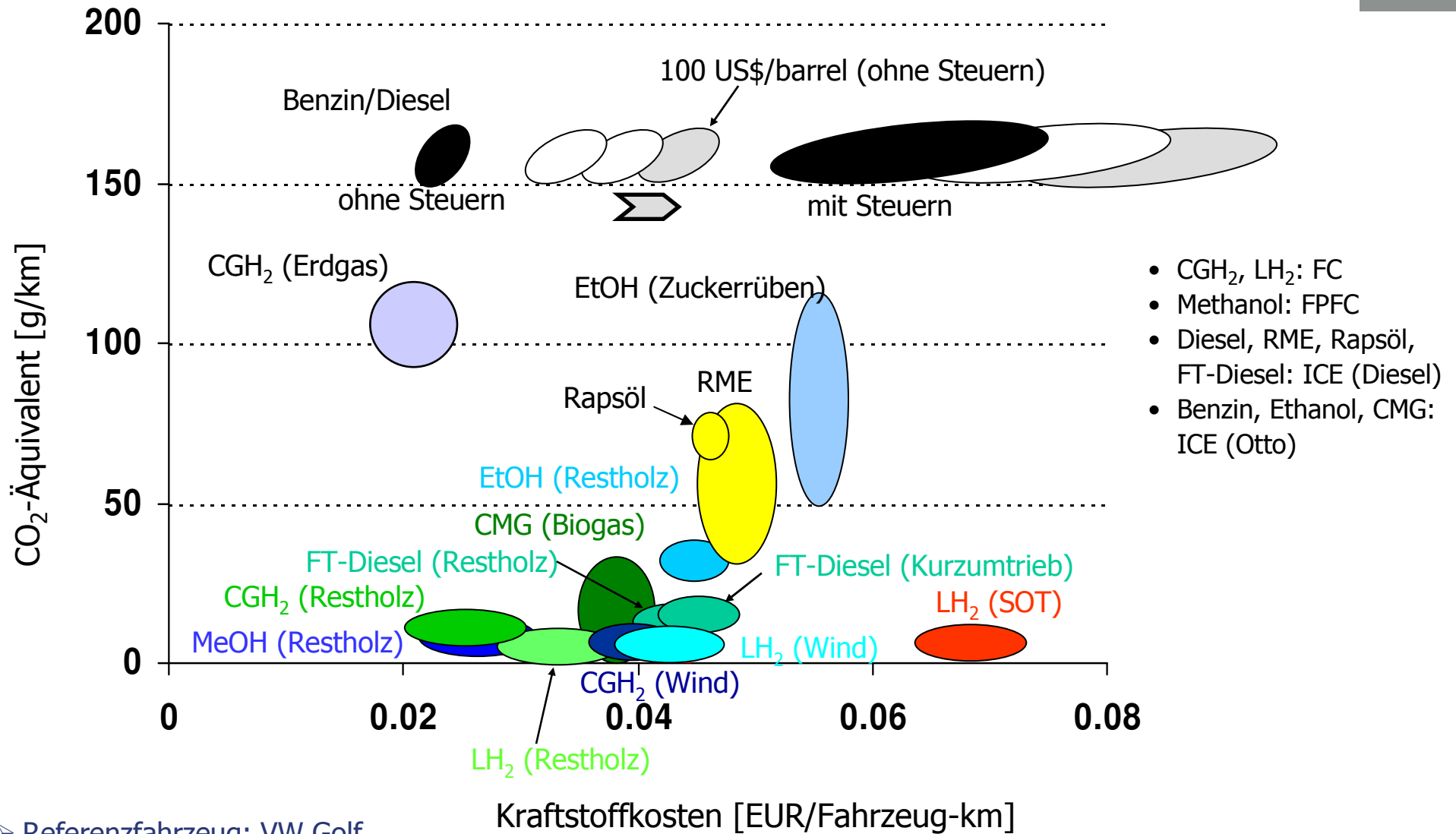
Quellen: Dreier et al., 1998; Vetter, 2005

Preisstruktur: Kraftstoffkosten „Well-to-Tank“



CGH₂ aus Erdgas
(onsite SMR):
380 - 440 g/kWh
0,71 EUR/l_{GE}

Preisstruktur: Kraftstoffkosten „Well-to-Wheel“



- Referenzfahrzeug: VW Golf
- Nicht hybrid



Internationaler Handel mit Biokraftstoffen



Einige Aspekte:

- Differenzierung nach Biomassearten
 - Zucker- und Stärkepflanzen
 - Ölsaaten
 - Lignocellulose

- Potenziale in der EU-25
 - Bei gleicher wirtschaftlicher Entwicklung kein zusätzliches Potenzial

- Rückwirkungen auf die Entwicklungsländer
 - Beispiel: Ölsaaten/Palmöl

Import von Palmöl für die Produktion von Biodiesel



Biodieselanlage in Emden

Import von Palmöl aus Indonesien und Malaysia:

- 0,43 Mio. t Ende 2006
- 0,63 Mio. t Ende 2007

Quelle: Neue Energie 03/2006

Zum Vergleich:

- Biodieselabsatz 2005: 1,98 Mio. t
- Biodieselproduktion 2005: 1,47 Mio. t
- Biodieselabsatz 2006 (Prognose): 2,50 Mio. t
- Biodieselproduktion 2006 (Prognose): 2,2 Mio. t

Quelle: Evers, D., Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie e.V. (VDB), November 2005

Webseiten der L-B-Systemtechnik



L-B-Systemtechnik Webseite:
www.lbst.de

Informationen zu Wasserstoff und Brennstoffzellen:
www.HyWeb.de

Informationen zu fossilen Energiequellen:
www.energiekrise.de

Übersicht über Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Fahrzeuge:
www.h2mobility.org

Übersicht über Wasserstofftankstellen:
www.h2stations.org