

BAG Energie 13-15. Juni 2008

Energie- und Treibhausgasbilanz sowie Flächenbedarf von erneuerbaren Kraftstoffen

Berlin, 13. Juni 2008



Werner Weindorf

Ludwig-Bölkow-Systemtechnik, Ottobrunn

weindorf@lbst.de



- Alternative Kraftstoffe
- Kriterien für die Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen
- Berücksichtigung von Nebenprodukten am Beispiel RME
- Ausgewählte Produktionsverfahren für Biokraftstoffe der 2. Generation
- Treibhausgasemissionen „Well-to-Wheel“
- CO₂-Emissionen aufgrund der Änderung der Landnutzung am Beispiel Palmöl
- Flächenbedarf verschiedener alternativer Kraftstoffe
- Zusammenfassung



ludwig bolkow
systemtechnik

Alternative Kraftstoffe



Heute verfügbare Alternativen

- Pflanzenölmethylester (Biodiesel)
- Natives Pflanzenöl
- Bioethanol aus Zuckerrüben, Zuckerrohr, Weizen, Mais
- Erdgas
- Strom [Leichtfahrzeuge, Zweiräder – eingeschränkte Reichweite]

Weitere, in Zukunft verfügbare Alternativen

- Synthetische Kohlenwasserstoffe aus Biomasse (BTL)
- Bioethanol aus Lignocellulose (Holz, Stroh)
- Aufbereitetes Biogas („Compressed Methane Gas“ aus Biogas)
- Wasserstoff (CGH₂, LH₂)



ludwig bolkow
systemtechnik

Kriterien für die Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen

Kriterien für die Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen

LBST certification nomenclature



ludwig bolkow
systemtechnik

Area	Theme	Subject
1. Environmental	1.1 Climate	1.1.1 GHG balance 1.1.2 Carbon sinks
	1.2 Biodiversity	1.2.1 Biodiversity
	1.3 Local environmental effects	1.3.1 Air quality 1.3.2 Soil quality, erosion 1.3.3 Water quality and resources management
2. Social	2.1 Social well-being	2.1.1 Social well-being of employees and local population
		2.1.2 Health and safety
		2.1.3 Pay and conditions for employees, trade unions
		2.1.4 No child employment
		2.1.5 No discrimination
		2.1.6 Women's rights
3. Economic	3.1 Local economic effects	3.1.1 Local prosperity
	3.2 Economic sustainability	3.2.1 Long-term economic and financial viability
4. Other	4.1 Competition with food/ other indirect effects of land use change	4.1.1 Food competition
		4.2.1 Transparency, stakeholder participation
	4.2 Governance	4.2.2 Compliance with applicable laws, regulations and customary rights
		4.2.3 Land use rights
		4.2.4 Documentation, implementation, monitoring
		4.2.5 Training
		4.2.6 Environmental and Social Impact Assessment for Planning and Implementation
		4.2.7 Continuous improvement in social and environmental aspects
		4.2.8 Criteria conformance and corrective action
		4.3 Good Agricultural Practice
4.3.2 Integrated pest management		
4.3.3 Use of agrochemicals		
4.4 Biotechnology	4.3.4 Waste reduction, recycling, re-use, disposal	
	4.4.1 Genetically modified organisms	



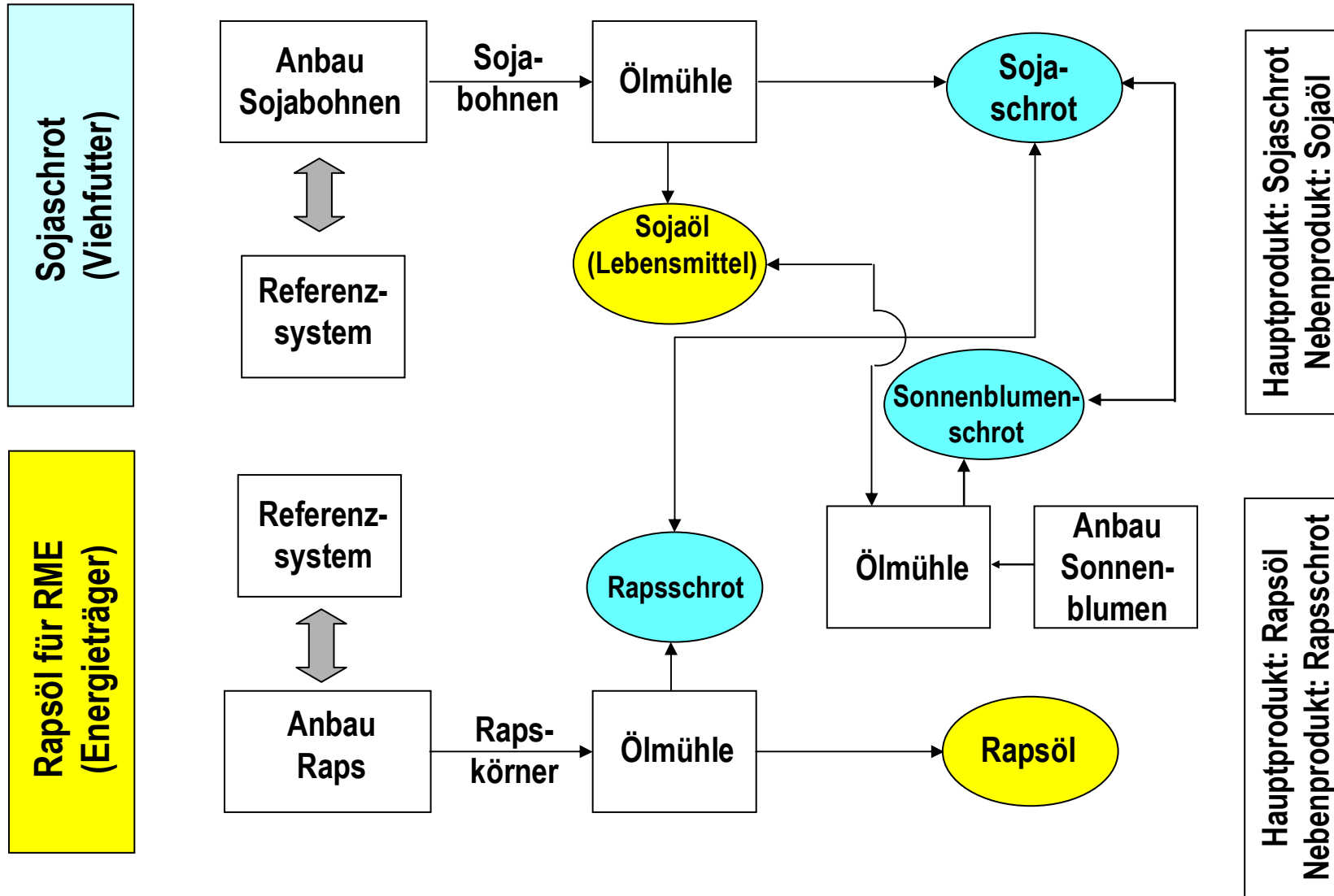
ludwig bölkow
systemtechnik

Berücksichtigung von Nebenprodukten

RME: Berücksichtigung des Nebenprodukts Rapsschrot



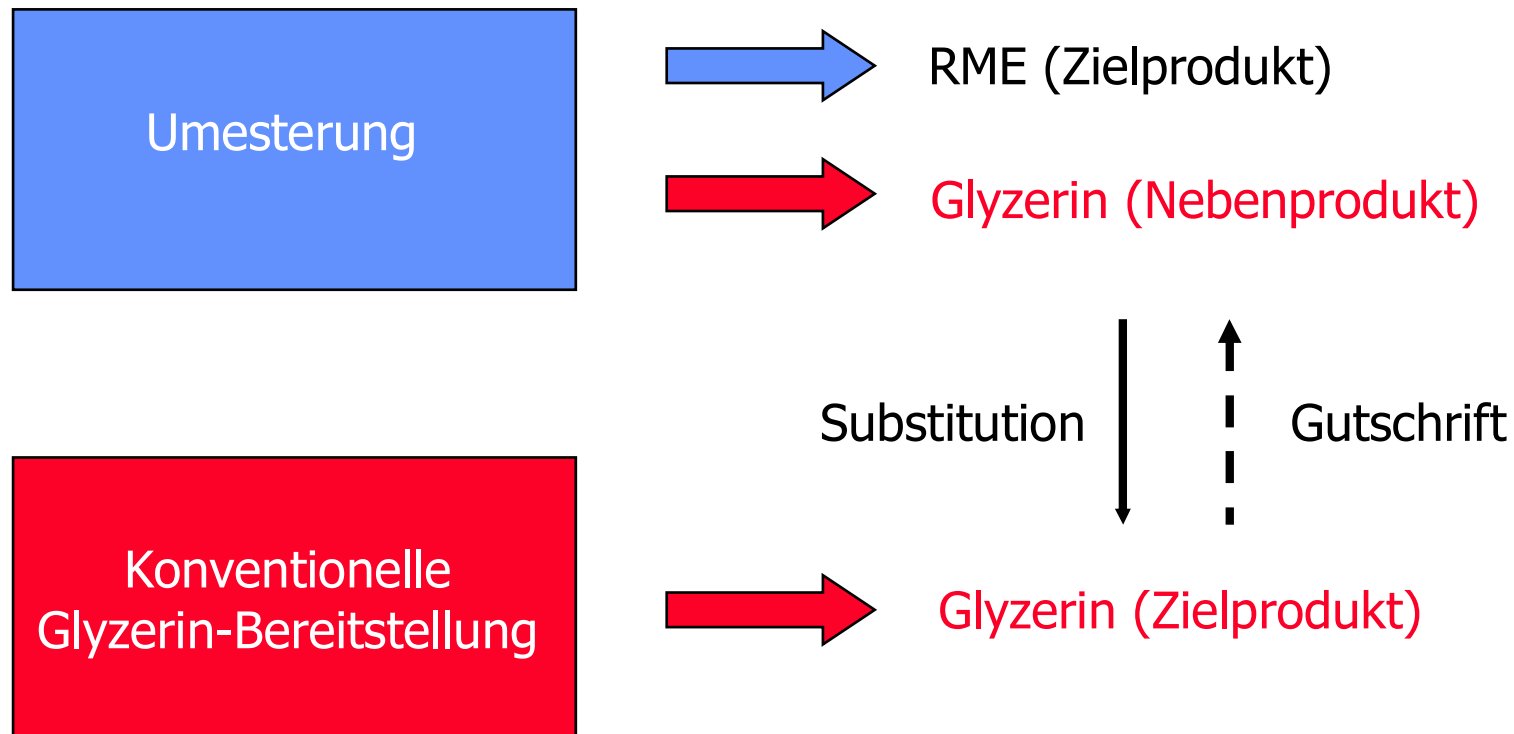
Ludwig Bolkow
Systemtechnik



RME: Berücksichtigung des Nebenprodukts Glycerin (1)



ludwig bolkow
systemtechnik

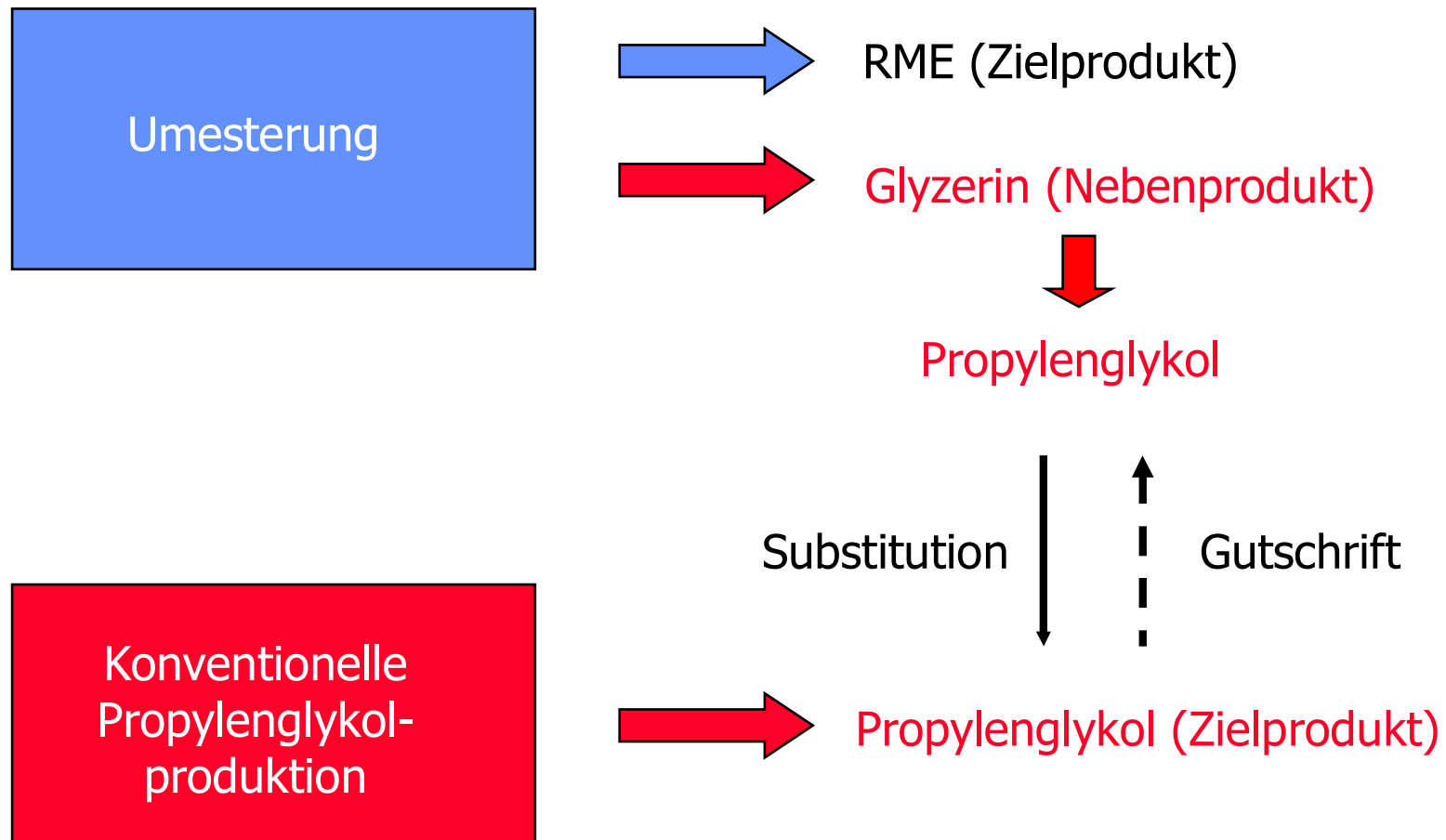


RME: Berücksichtigung des Nebenprodukts Glycerin (2)



ludwig bolkow
systemtechnik

Der Markt für Glycerin ist gesättigt, d.h. kein konventionelles Glycerin wird mehr produziert, das ersetzt werden könnte.





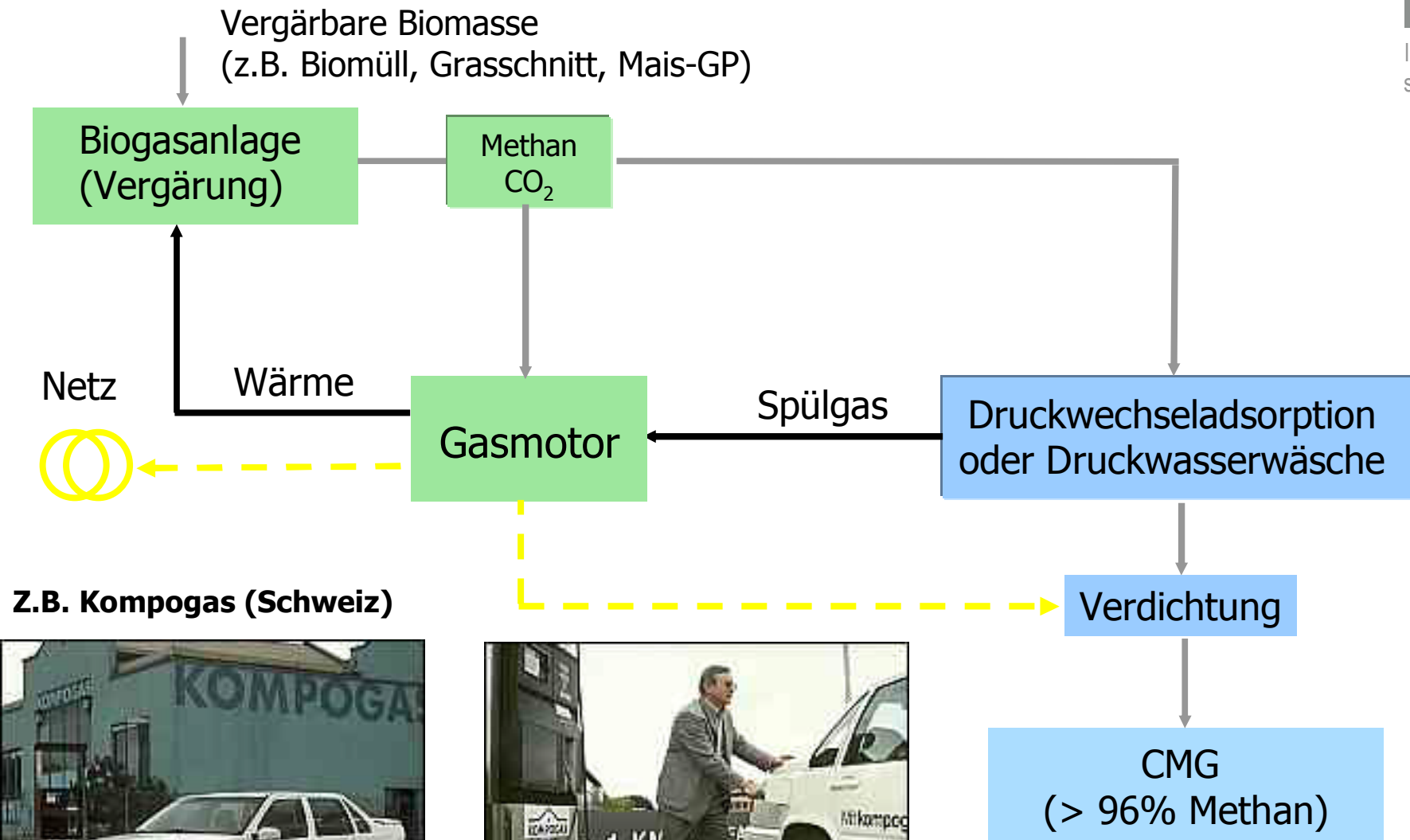
ludwig bolkow
systemtechnik

Ausgewählte Produktionspfade für Biokraftstoffe

Biokraftstoffe auf Basis komprimierten Methans



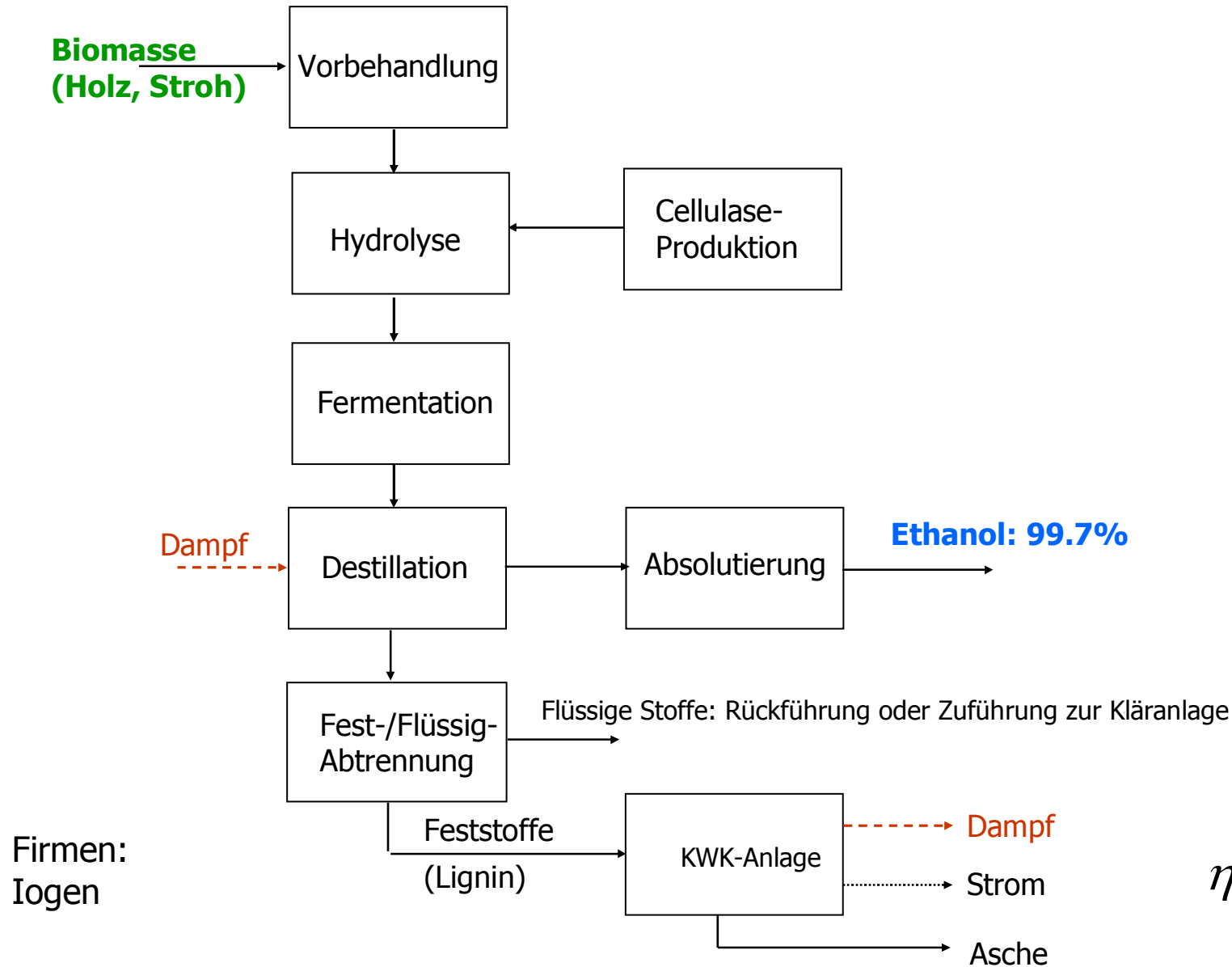
Ludwig Bolkow
Systemtechnik



Ethanol aus lignocellulosehaltiger Biomasse (z.B. Stroh)



Ludwig Bolkow
Systemtechnik



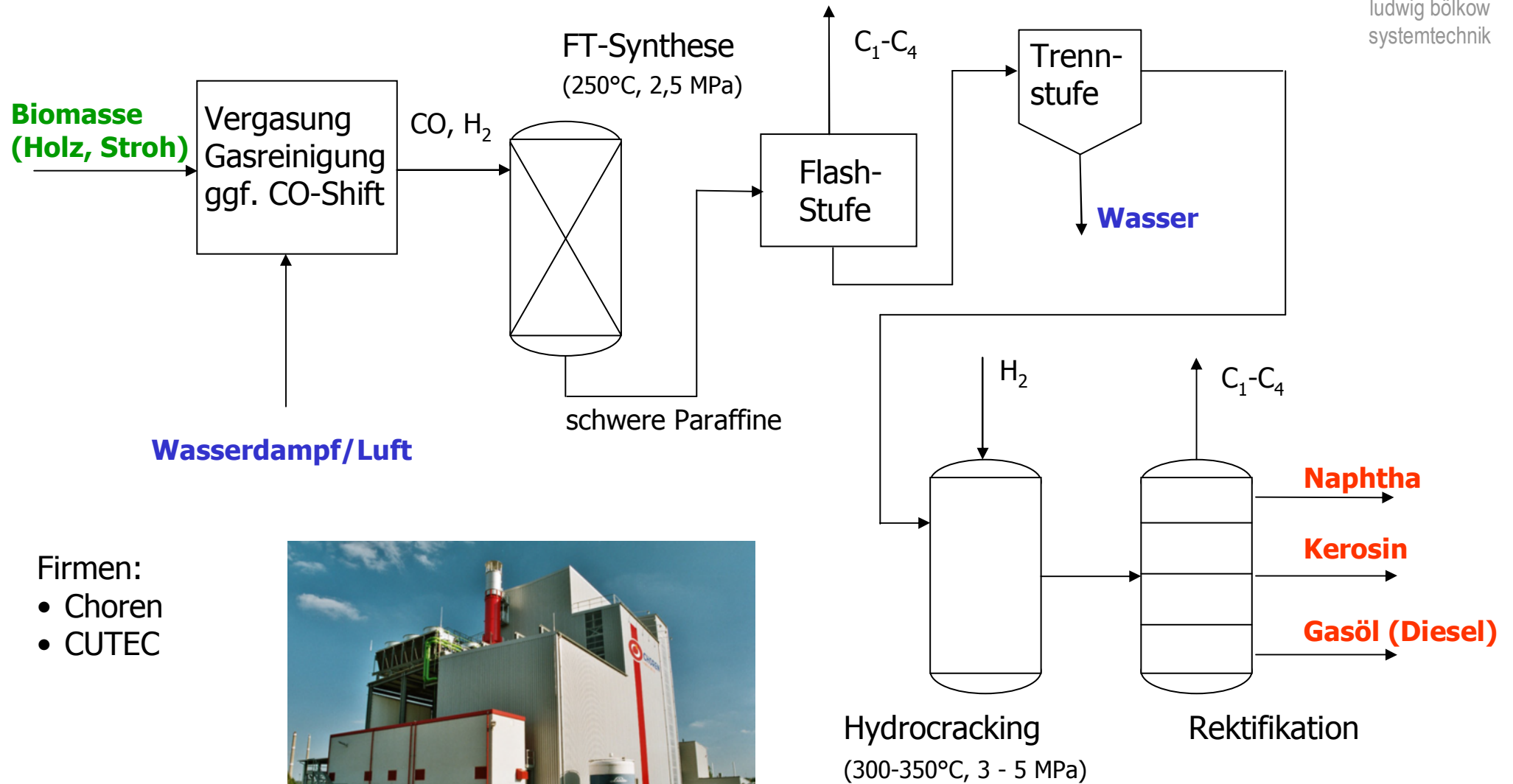
Firmen:
Iogen

$$\eta \approx 32-42 \%$$

„Biomass-to-Liquids“ (BTL) über Fischer-Tropsch-Synthese



Ludwig Bolkow
systemtechnik



- Firmen:
- Choren
 - CUTEC



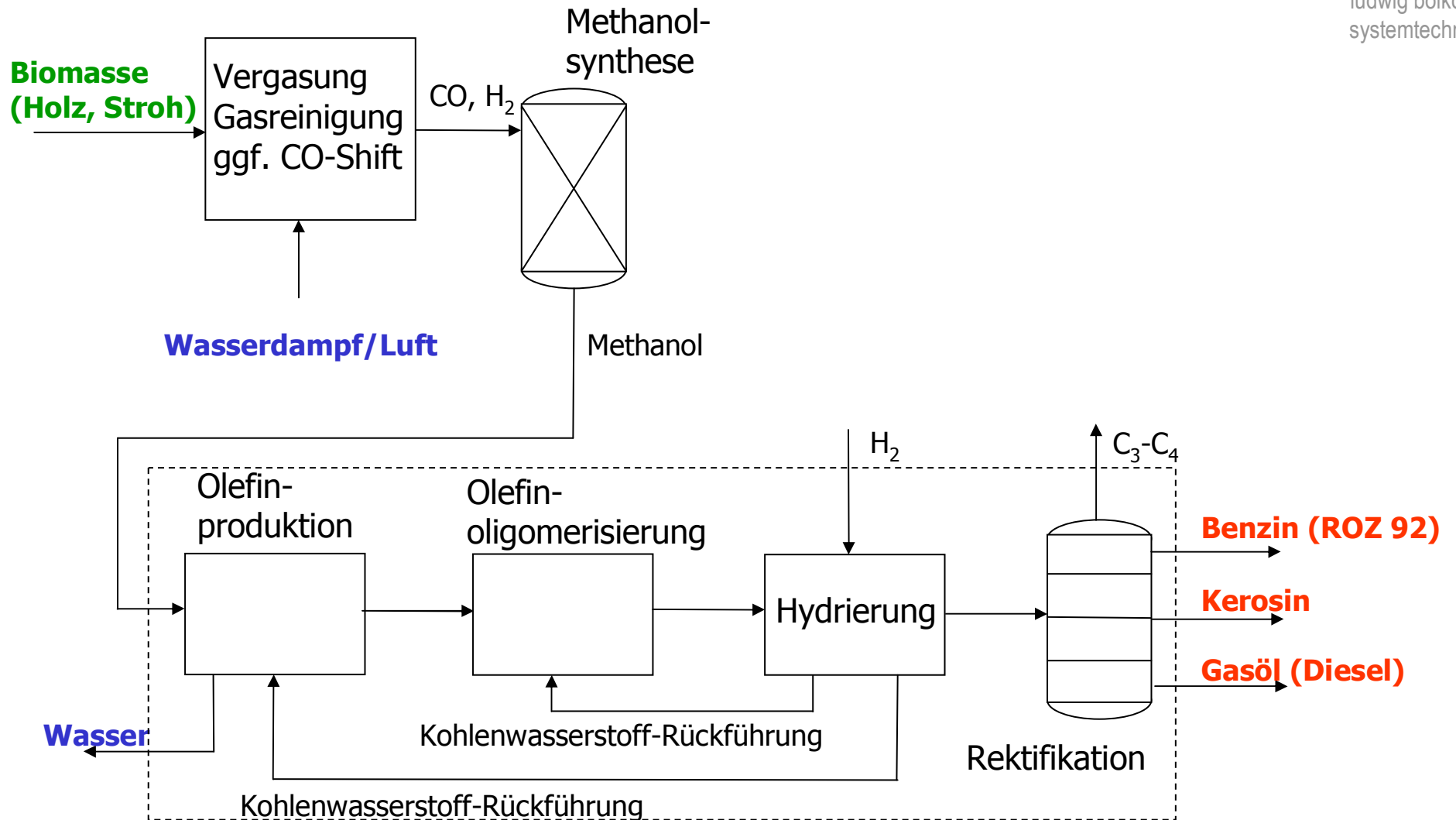
Bild: Shell

$$\eta \approx 42 \%$$

„Biomass-to-Liquids“ (BTL) über die Methanol-Route



Ludwig Bolkow
Systemtechnik



Firmen:
Lurgi

MtSynfuels-Prozess

$\eta \approx 42 \%$

H₂ aus Biomasse über Vergasung



Ludwig Bolkow
Systemtechnik

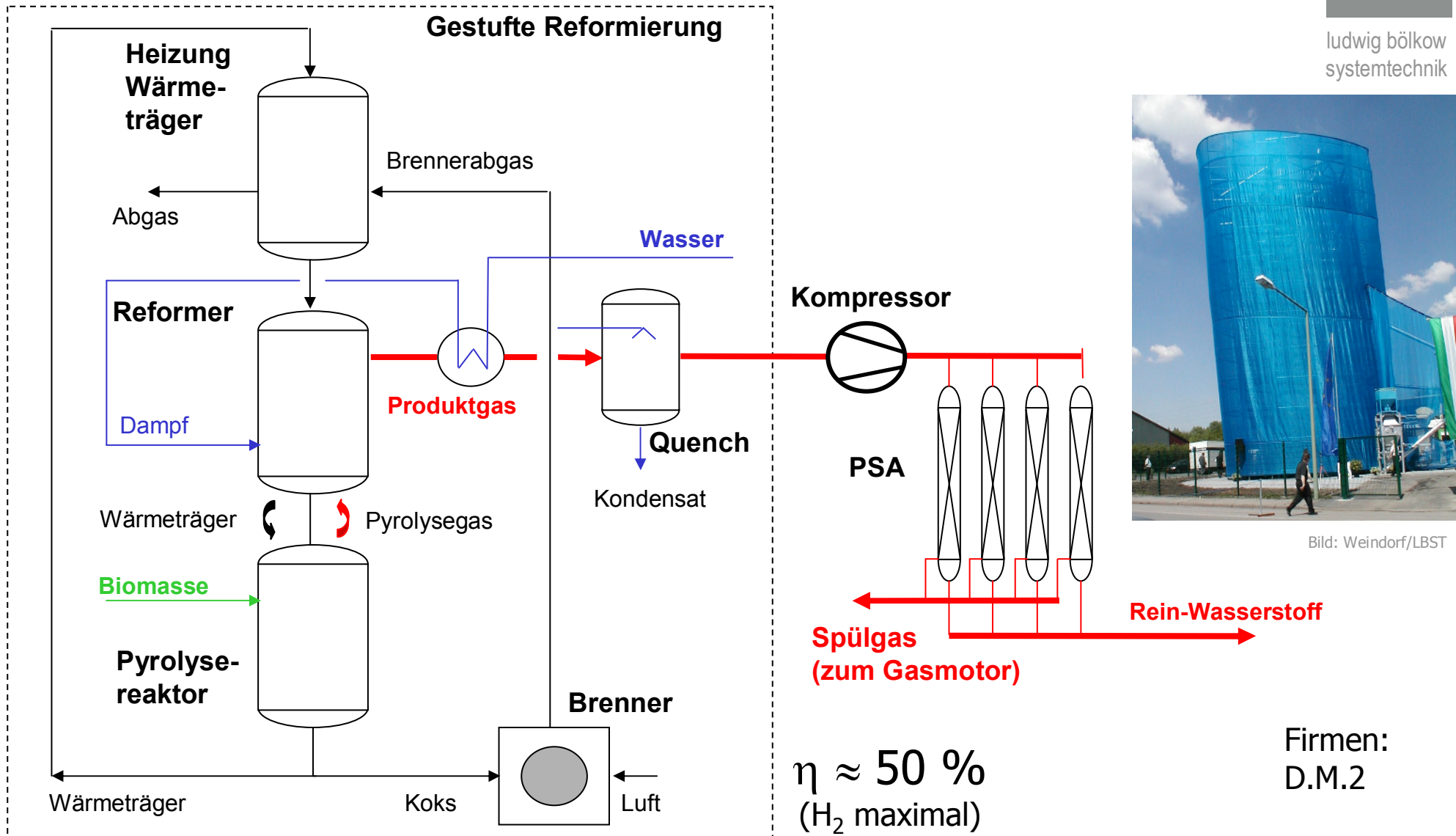


Bild: Weindorf/LBST

Firmen:
D.M.2



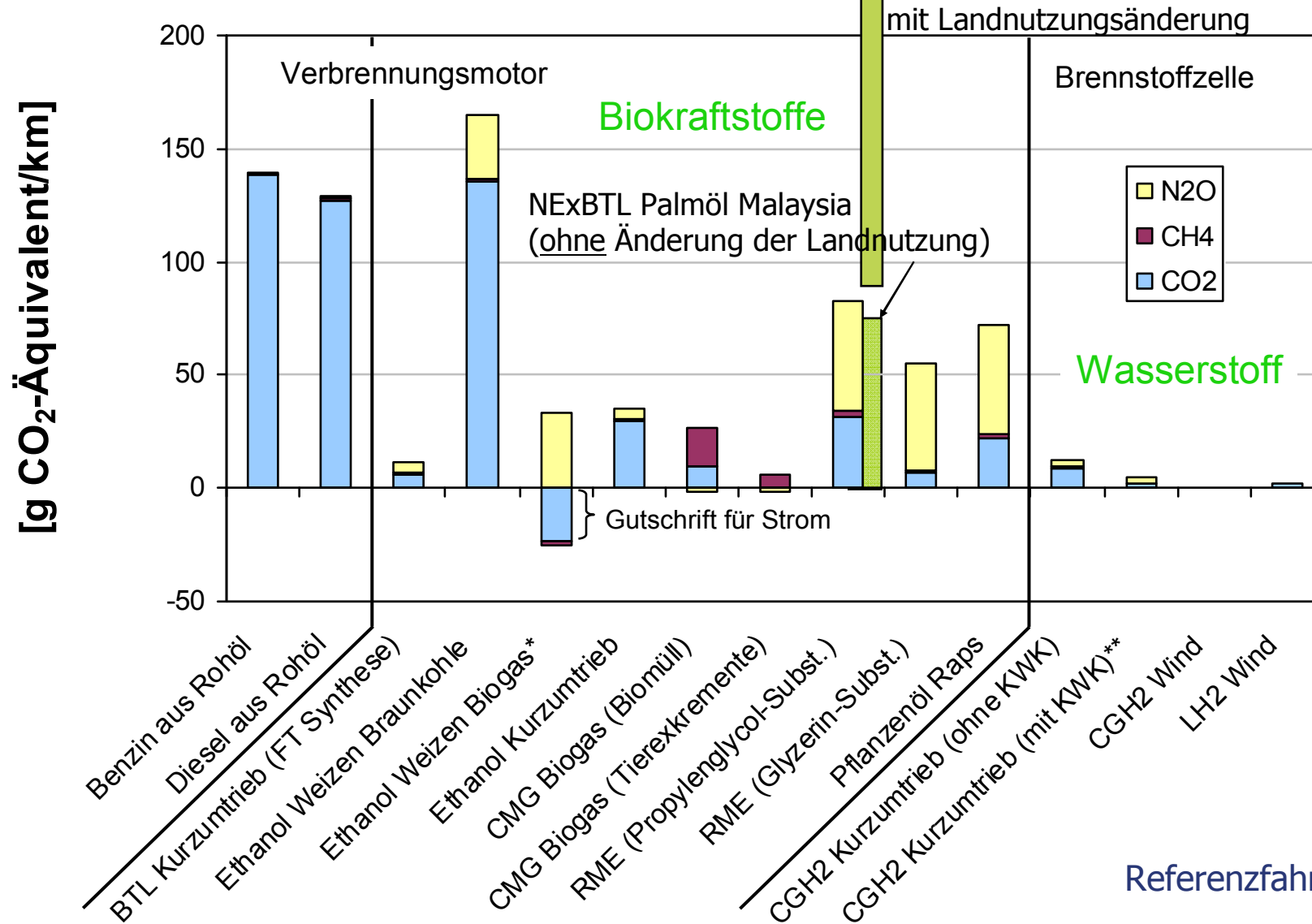
ludwig bolkow
systemtechnik

Treibhausgasemissionen „Well-to-Wheel“

Treibhausgasemissionen „Well-to-Wheel“ (hybrid)



Ludwig Bolkow
systemtechnik



* Ökologisches Gesamtkonzept mit Rückführung der Reststoffe auf die Ackerflächen
 ** Wärme aus Vergasungsanlage und Gasmotor wird in ein Nahwärmenetz eingespeist



ludwig bolkow
systemtechnik

CO₂-Emissionen aufgrund der Änderung der Landnutzung am Beispiel Palmöl



grain.org

Treibhausgasemissionen durch Ölpalm-Plantagen in Indonesien



ludwig bolkow
systemtechnik

Bereitstellung und -Nutzung von Palmöl aus Ölpalmplantagen auf Torfböden („Peatlands“):

- Durch Zersetzungs Vorgänge im Boden werden 70 bis 100 t CO₂ pro ha und Jahr emittiert ¹⁾.
- In Indonesien werden pro ha und Jahr im Mittel etwa 4,1 t Öl erzeugt ²⁾. Der untere Heizwert von Palmöl beträgt etwa 37 GJ/t
- Somit wird alleine durch Zersetzungs Vorgänge im Boden **5 bis 8 mal so viel CO₂** freigesetzt wie bei der Bereitstellung und Nutzung (Verbrennung) von Dieselkraftstoff aus Rohöl.
- Mit Berücksichtigung von Torfbränden ergeben bis zu **25 mal so hohe CO₂-Emissionen** wie bei der Bereitstellung und Nutzung von Dieselkraftstoff auf Basis von Rohöl ³⁾.

¹⁾ Hooijer, A., Silvius, M., Wösten, H. and Page, S. 2006. PEAT-CO₂, Assessment of CO₂ emissions from drained peatlands in SE Asia. Delft Hydraulics report Q3943 (2006); www.wetlands.org

²⁾ Ertrag in Indonesien nach FAO 2006: 18,5 t Fresh Fruit Bunches (FFB) pro ha und Jahr; 225 kg Ölt_{FFB}

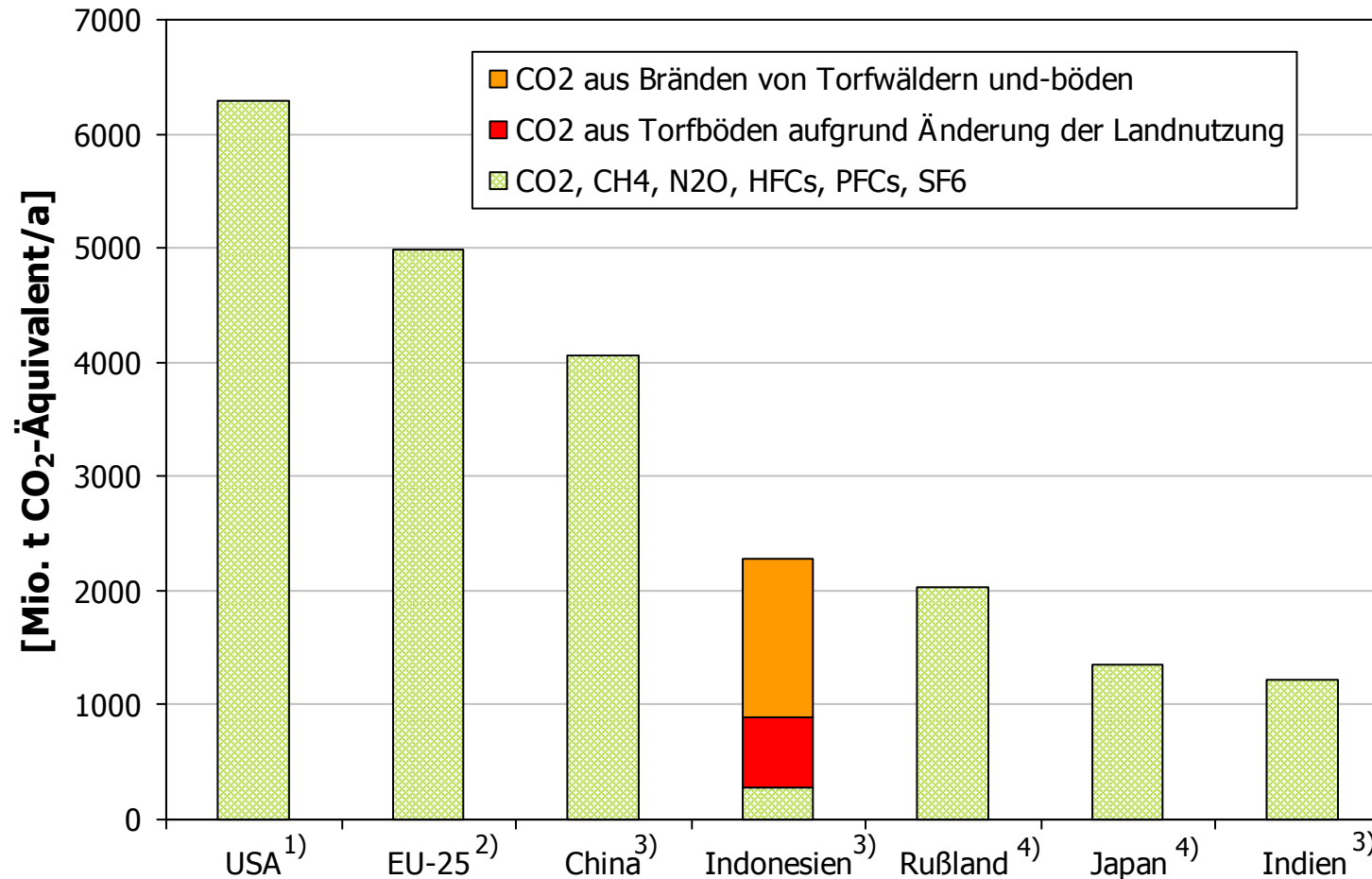
³⁾ Siegert, F., zitiert in Süddeutsche Zeitung, 11. April 2007

Treibhausgasemissionen durch Ölpalm-Plantagen in Indonesien



ludwig bolkow
systemtechnik

Treibhausgasemissionen 2004



Quellen:

¹⁾ U.S. Environment Protection Agency (EPA), April 2006

²⁾ European Environmental Agency (EEA), 2007

³⁾ www.wetlands.org, November 2006

⁴⁾ UNFCCC, 2006



ludwig bolkow
systemtechnik

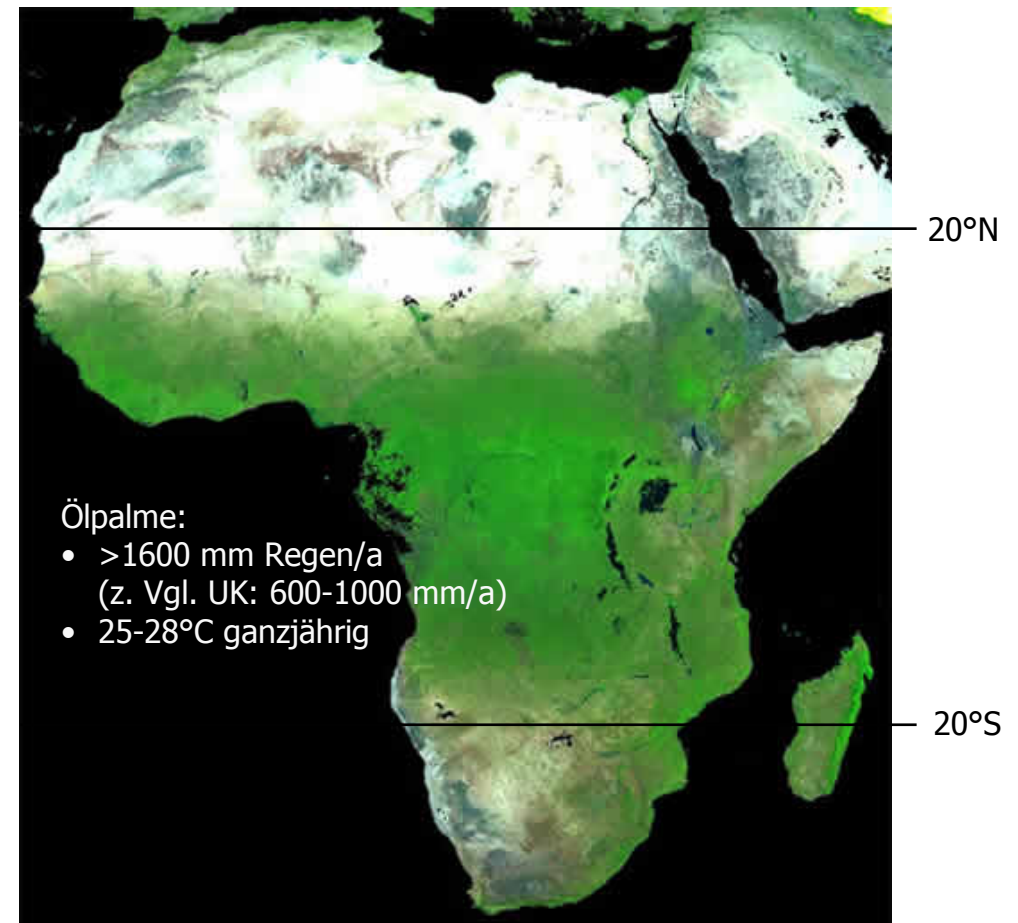
Flächenbedarf verschiedener alternativer Kraftstoffe

Substitution des Erdölverbrauchs der Welt durch Palmöl?



ludwig bolkow
systemtechnik

Quelle Ölertrag	Realität FAO 2006 ¹⁾ MPOC 2006 ²⁾	Schrimppff 2003
Ölertrag	3,0-3,7 t/(ha · a)	9,2 t / (ha · a)
Erdölverbrauch Welt 2004 ³⁾	4.024 Mtoe	4.024 Mtoe
Hu (Palmöl)	37 MJ/kg	37 MJ/kg
Hu (Erdöl)	42 MJ/kg	42 MJ/kg
Flächenbedarf	1.230-1.500 Mio. ha	500 Mio. ha
Landfläche Afrika	2954 Mio. ha	2954 Mio. ha
Anteil	42-51%	17%
Ackerfläche Afrika	206 Mio. ha	
Anteil Ackerfläche	7%	



Quelle Bild: RSS Remote Sensing Solutions, Potsdam, 2007

¹⁾ FAO 2006: 13,5 „Fresh Fruit Bunches (FFB)“ pro ha und Jahr, 225 kg Öl/(t FFB)

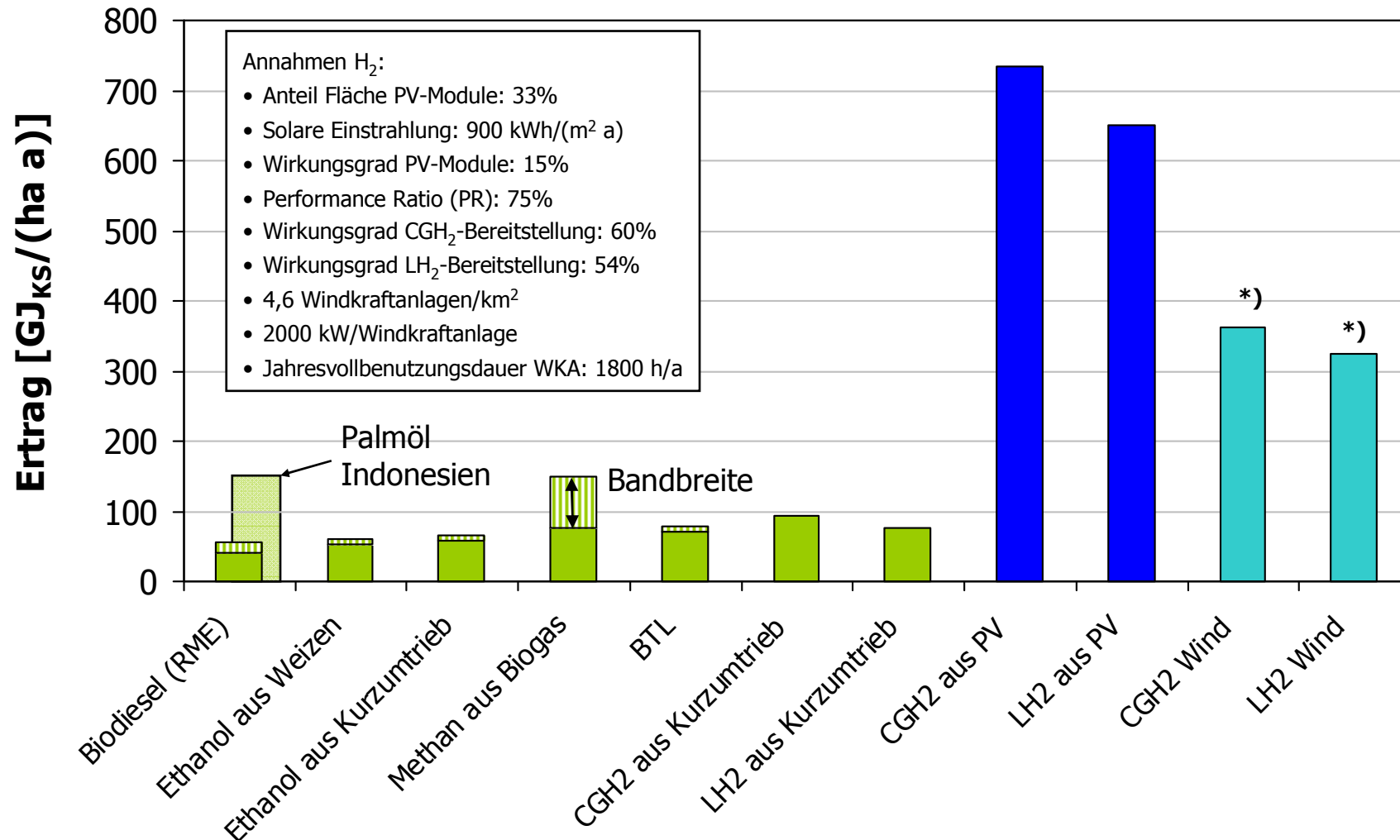
²⁾ Basiron, Y., MPOC, published in Global Oils & Fats Business Magazine Vol 3 Issue 2, 2006

³⁾ IEA Statistics Edition 2006

Flächenerträge für verschiedene erneuerbare Kraftstoffe



Ludwig Bolkow
systemtechnik



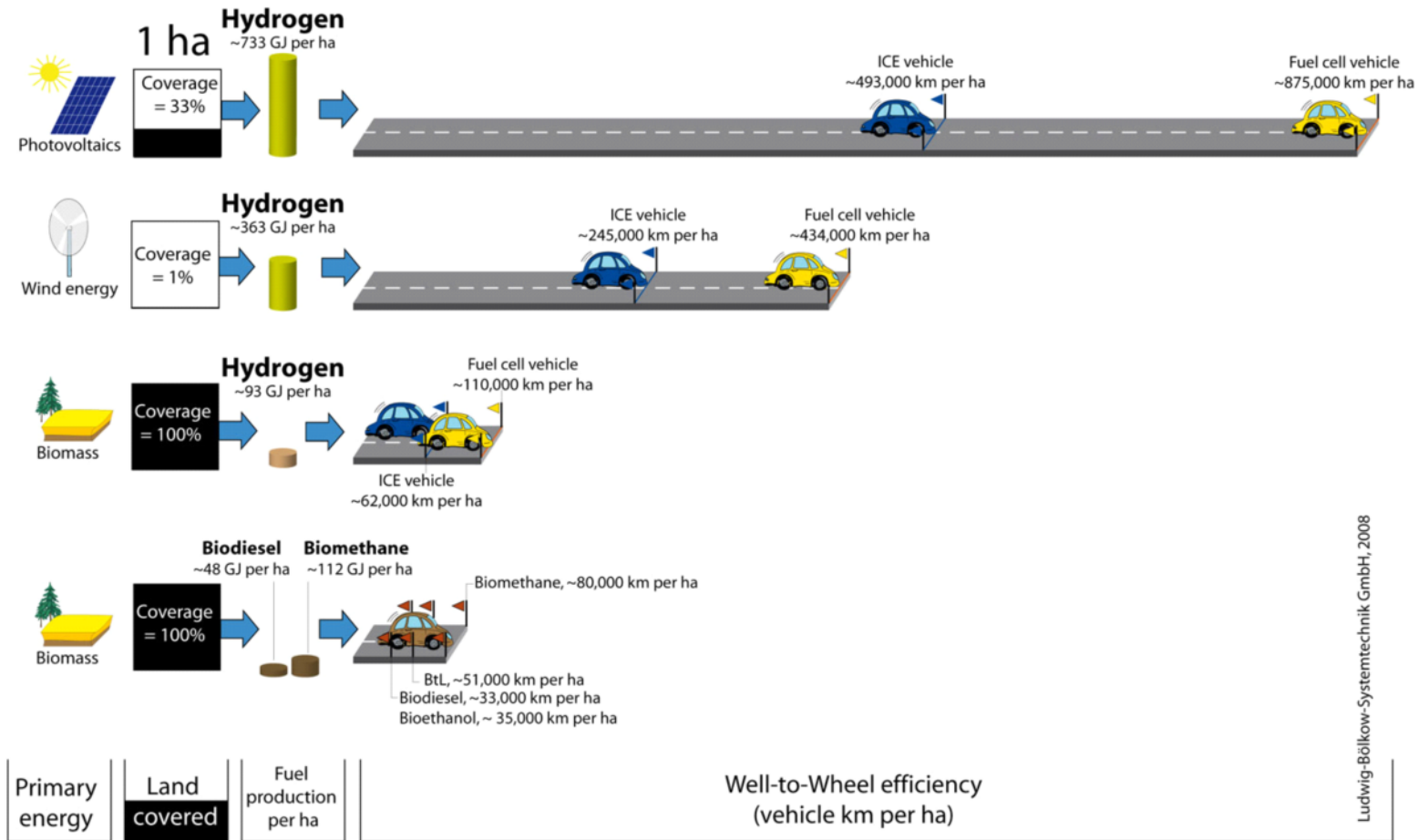
***) mehr als 99% der Landfläche steht weiterhin für andere Zwecke zur Verfügung (z.B. Landwirtschaft)**

Flächenausnutzung



Ludwig Bolkow Systemtechnik

Reichweite von einem Hektar Fläche



ha = hectare
ICE = internal combustion engine

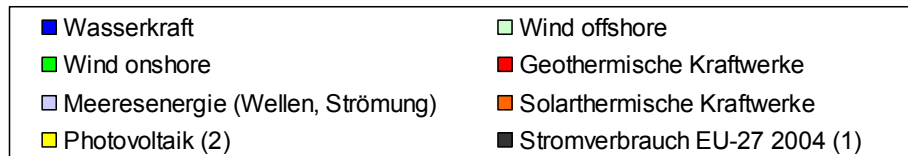
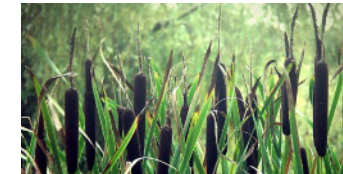
Reference vehicle: VW Golf [Concawe/EUCAR/JRC 2006], average driving performance = 12,500 km per year

Ludwig-Bolkow-Systemtechnik GmbH, 2008

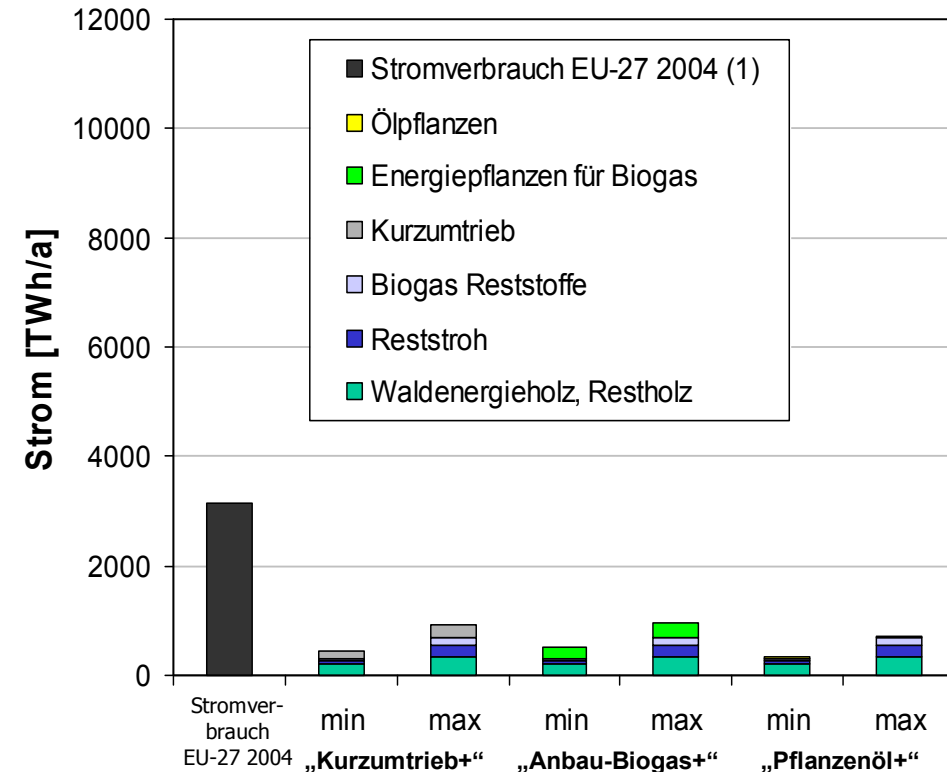
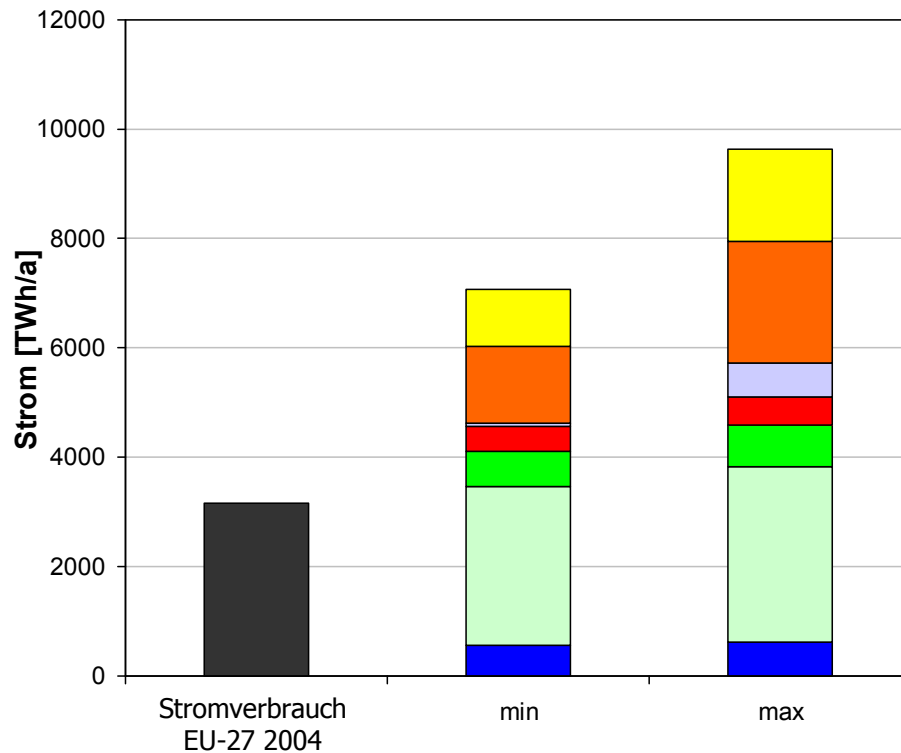
Potenzial REG-Strom EU-27



Ludwig Bolkow
Systemtechnik



100% des Biomassepotenzials wird für die Stromerzeugung verwendet (keine Biokraftstoffe, Wärme aus Bioenergie nur über KWK)



(1) IEA Statistics, 2006
 (2) Dachflächen (2/3 der geeigneten Dachfläche) und Freiflächen (0.1% der Landfläche)

Potenzial Mischkulturen (5-gliedrige Fruchtfolge)



Ludwig Bolkow
systemtechnik

	Ölertrag [kg/ha]	Kraftstoffbedarf [kg/ha]	Ölertrag (Überschuss) [kg/ha]
Klee ohne/mit Raps	0-240	120-140	
Winterweizen mit Leindotter	120	120	
Erbsen-Saflor	240	120	
Mais-Sonnenblume	200	140	
Öllein-Leindotter	300	120	
Fruchtfolge gesamt	860-1100	620-640	240-460
Fruchtfolge gesamt pro Jahr	172-220 (6,19-7,92 GJ/ha)	124-128 (4,46-4,61 GJ/ha)	48-92 (1,73-3,31 GJ/a)

Quelle:

Paulsen, H., M., Institut für ökologischen Landbau, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL): Fruchtfolgegestaltung im Ökobetrieb zur Erlangung einer Treibstoffautarkie; 2004

Ackerfläche Deutschland: 12 Mio. ha

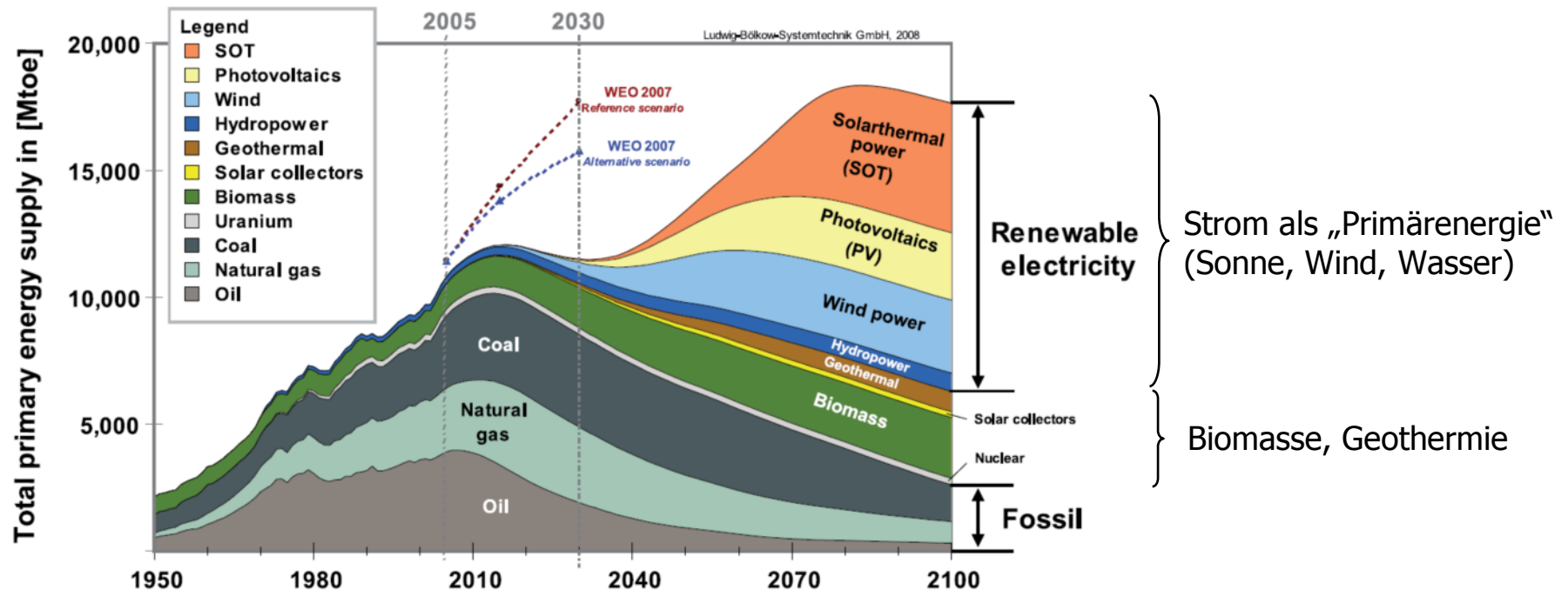
- 21 bis 40 PJ Pflanzenöl pro Jahr, wenn die gesamte Ackerfläche mit der oben angegebenen Fruchtfolge bebaut werden würde
- 1,0 bis 1,8% des derzeitigen Kraftstoffbedarfs (ca. 2200 PJ/a), ohne Berücksichtigung der derzeitigen stofflichen Nutzung und ohne des Bedarfs von Pflanzenölen für Lebensmittel

Strom wird zur Primärenergie



ludwig bolkow
systemtechnik

Die Energie-Zukunft ist Strom dominiert



Fossile
Energieträger



Strom

Regenerativer Strom hat andere Eigenschaften als fossile Energieträger:

- schwerer speicherbar
- starrere Kopplung zwischen Erzeugung und Verbrauch

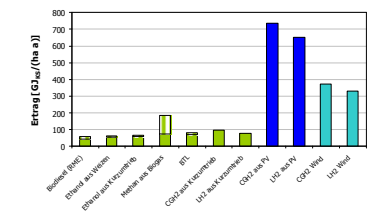
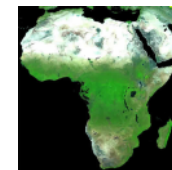
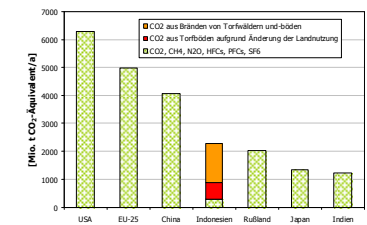
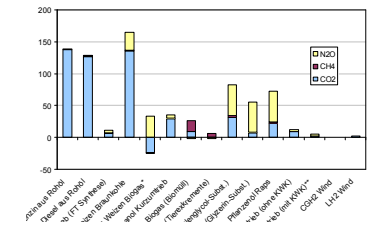


ludwig bolkow
systemtechnik

Zusammenfassung



- ❖ **Die Treibhausgasemissionen von Biokraftstoffen** variieren, je nach Produktionsverfahren, von Null bis über konventionellem Benzin oder Diesel
- ❖ Die Treibhausgasemissionen von **Palmöl** auf Torfböden (z.B. in Indonesien) sind bis zu **Faktor 25** höher als bei konventionellem Diesel
- ❖ Die Erträge und Potenziale von **Biokraftstoffen**, insbesondere von Palmöl, werden stark überschätzt
- ❖ Auf der gleichen Fläche können auf **Strom basierte Kraftstoffe** bis zu **Faktor 10** mehr Energie liefern als Biomasse basierte Kraftstoffe



Weiterführende Webseiten



ludwig bölkow
systemtechnik

Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH:
www.lbst.de



Webseite von ASPO Deutschland:
www.energiekrise.de



Studien der Energy Watch Group:
www.energywatchgroup.org



Wasserstoff- und Brennstoffzellen Info:
www.H2mobility.org (H2 Fahrzeuge)
www.H2stations.org (H2 Tankstellen)
www.HyWeb.de (H2 news)

