



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Biotreibstoffe

Überblick der verschiedenen Herstellungsverfahren

Ueli Wolfensberger

Informationstagung Landtechnik
Tänikon, 10./11. Oktober 2006



Gliederung

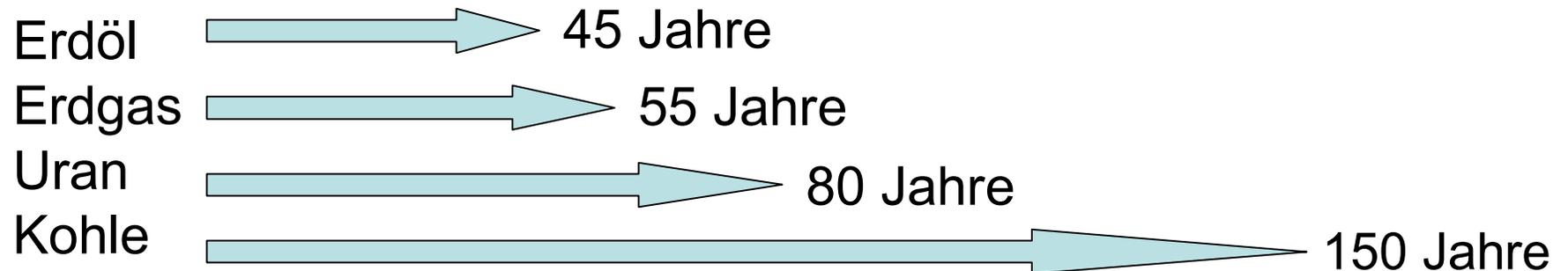
- Warum die neuerliche Euphorie für Biotreibstoffe?
- Damit wir vom Gleichen sprechen: Terminologie
- Herstellung und Anwendung von Biotreibstoffen:
 - Biogas
 - Bioethanol
 - Biodiesel
 - synthetische Biotreibstoffe

- Worüber ich nicht spreche:
 - Wirtschaftlichkeit
 - Ökologie



Fossile Energieträger: Vorräte

- Die Vorräte der fossilen Energieträger sind begrenzt
- Nach heutiger Kenntnis reichen die Vorräte an



Ihr Alter

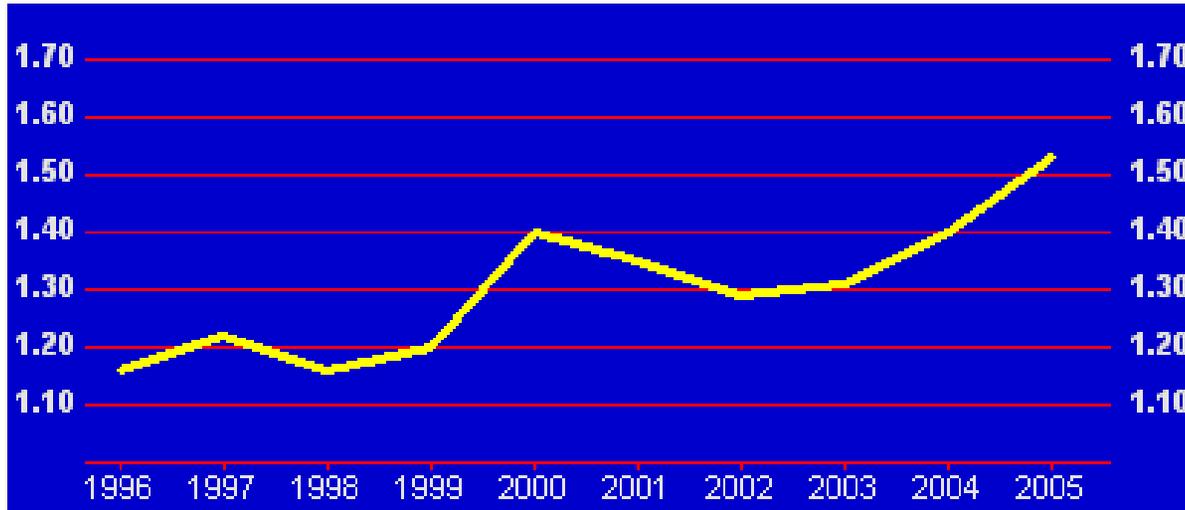


Ihr Kind

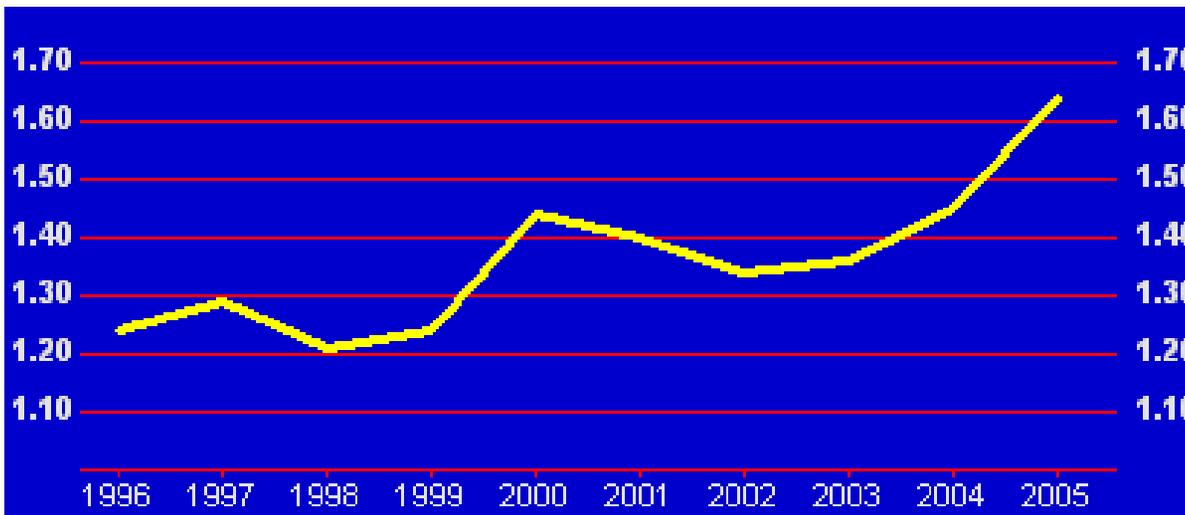




Entwicklung der Treibstoffpreise



Benzin bleifrei 95



Diesel

Quelle: Swissoil (EV)

Biotreibstoffe: Überblick der verschiedenen Herstellungsverfahren

Ueli Wolfensberger | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART



Rahmenbedingungen

Mineralölsteuer-Befreiung, haushaltneutral, vorgesehen
ab 01.07.2007

für Bioethanol, Biodiesel, Biogas, pflanzliche und tierische
Öle bzw. Altöle

(Steuersenkung für Erdgas und LPG)

Aufhebung der Kontingentierung

bisher: 5 Mio. Liter Dieselöläquivalent pro Anlage (Pilot- und
Demonstrationsanlagen) Gesamtmenge max. 20 Mio.
Liter Dieselöläquivalent

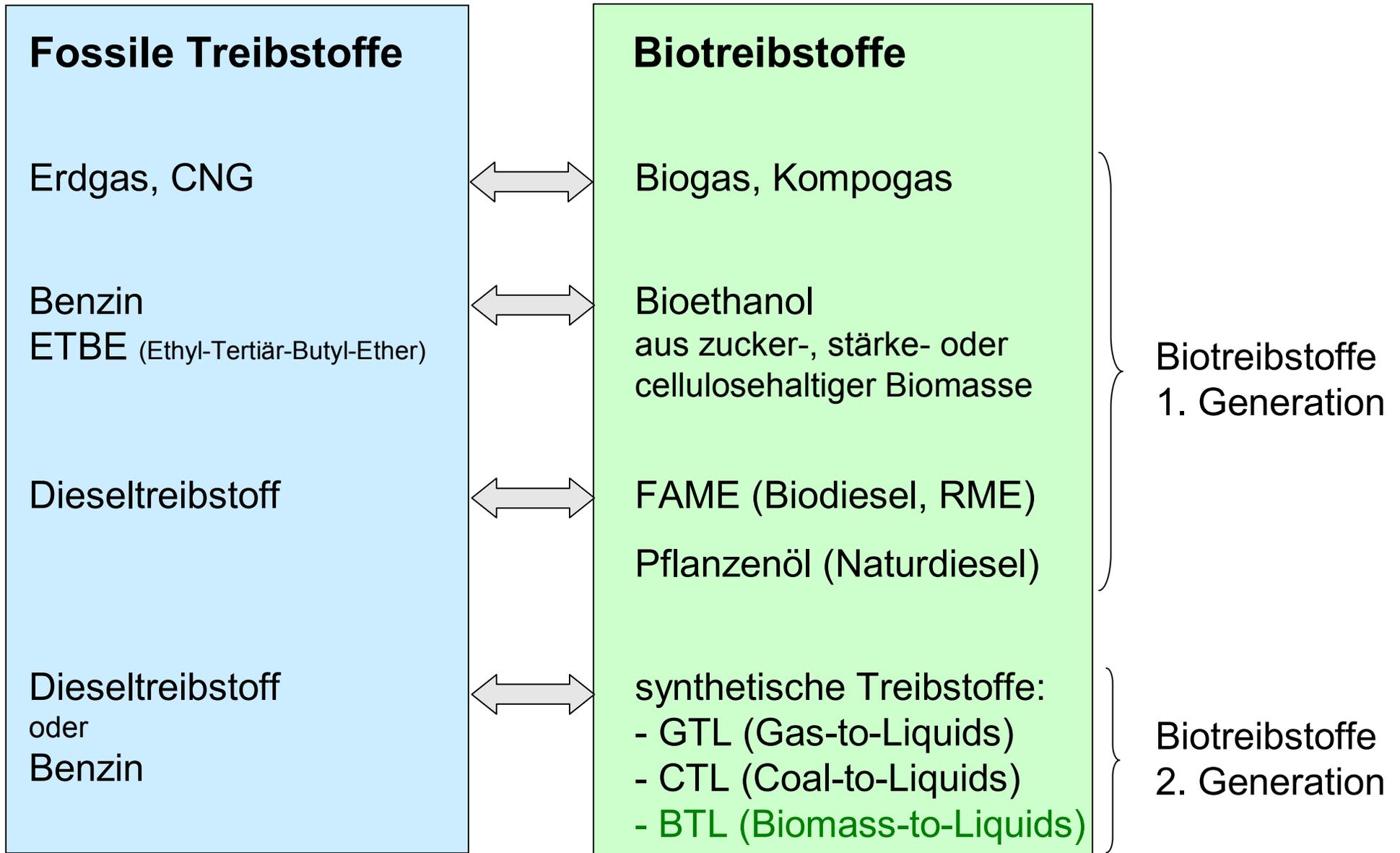
Beimischungsfreigabe gemäss Norm

5 % Bioethanol zu Benzin (SN 181162)

5 % FAME zu Dieseltreibstoff (SN 181160-1)



Terminologie, Übersicht

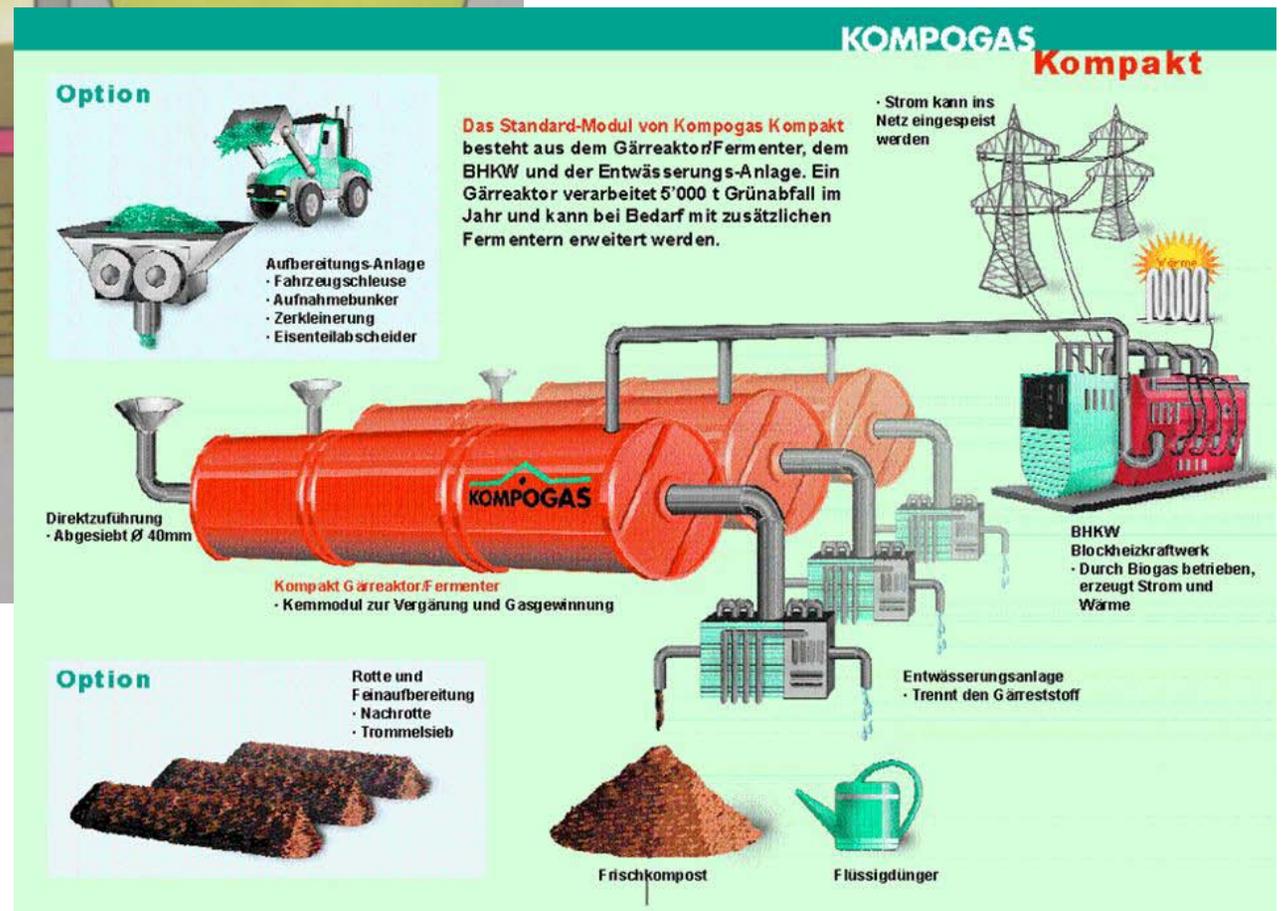
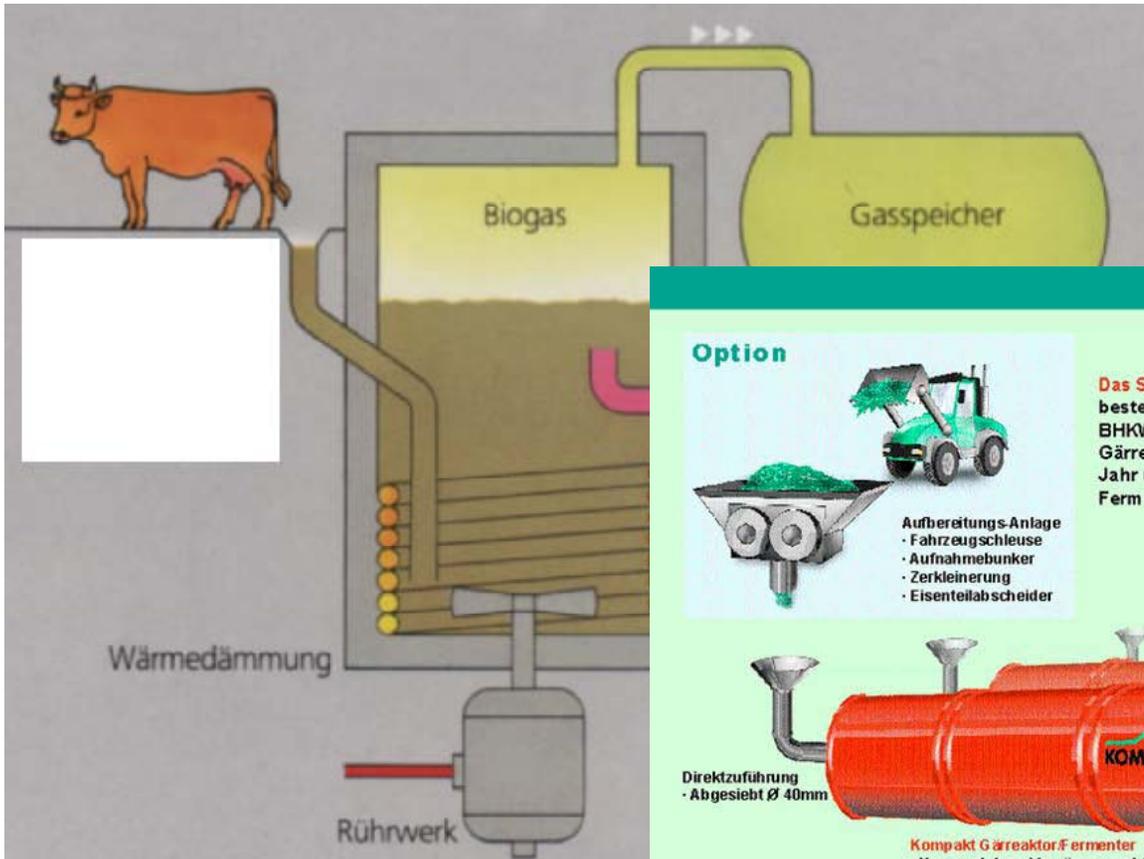


Biotreibstoffe: Überblick der verschiedenen Herstellungsverfahren

Ueli Wolfensberger | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART



Biogas bzw. Kompogas



Biotreibstoffe: Überblick der verschiedenen Herstellungsverfahren

Ueli Wolfensberger | © Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART



Biogas: Zusammensetzung und Potential

50-80 %	Methan
20-50 %	Kohlendioxid
0,01-6 %	Schwefelwasserstoff
1-6 %	Wasserdampf
Spuren	Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff

Eine **Biogasanlage** von 50 GVE liefert jährlich Gas, das gut 14 000 Liter Benzin ersetzen könnte. Mit 1000 solcher Anlagen könnte man rund **14 Mio. Liter Benzin** ersetzen.

Heute werden in der Schweiz zirka 150 000 Tonnen Biomüll zu knapp 20 Mio. m³ **Kompogas** verarbeitet. Damit kann man rund **10 Mio. Liter Benzin** ersetzen.

2005 verbrauchten wir in der Schweiz 4800 Mio. Liter Benzin.



Biogas / Kompogas als Treibstoff

Gasreinigung und aufbereitung zu Treibstoffqualität:

Methangehalt 93 %

- **Filtrierung** (Entfernung von festen Bestandteilen)
- **Gastrocknung** (Entwässerung durch Kondensation, Adsorption oder Absorption)
- **Entschwefelung**
- **Kohlendioxidabtrennung**
- **Entfernung von weiteren Gasbegleitstoffen**
(Halogenkohlenwasserstoffen, Silizium, Ammoniak)



Bioethanol: Rohstoffe

Zuckerhaltige Rohstoffe:

Zuckerrohr
Zuckerrübe



Zerkleinerung → Extraktion → **Glucose**

einfach

Stärkehaltige Rohstoffe:

Kartoffel
Getreide
Mais



Maischebereitung → Verflüssigung mit Enzymen (Abbau der hochmolekularen Stärke, > 65° C, ca. 1h) → Verzuckerung mit Enzymen (ca. 55° C, ca. 1h) → **Glucose**

aufwändig

Cellulosehaltige Rohstoffe:

Holz
Stroh
Altpapier / Karton



Celluloseaufschluss (kristalline Struktur der Cellulosekette nicht enzymatisch lösbar; sehr feines Vermahlen oder Hochdruck-Dampf-Verfahren → Hydrolisierung mit Säure oder Enzymen, (100-200° C, 1-3h) → Zuckertrennung von Säure (Säurerückgewinnung, Abwasserbehandlung)

→ **Glucose**

schwierig



Bioethanol: Herstellung

Von der Glucose zum Bioethanol:



Alkoholische Gärung (Hefe)

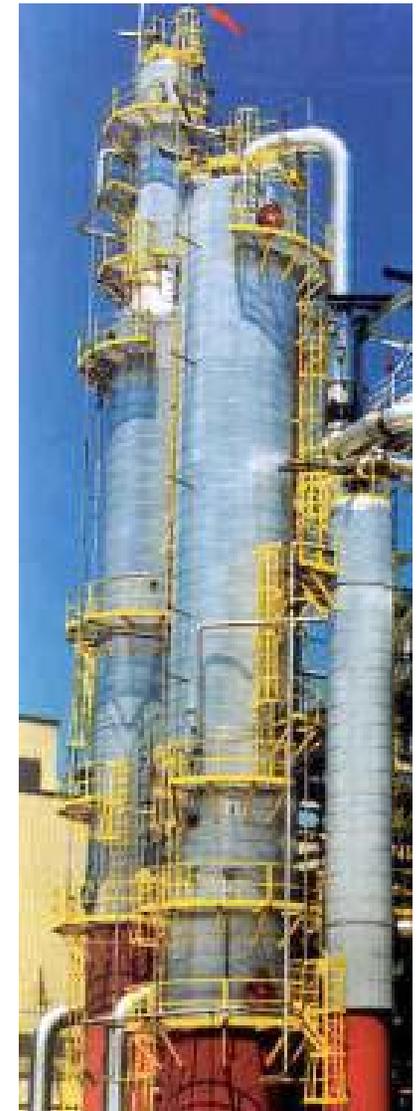
Fermentation bei 30-35° C während 36-72
Stunden

Destillation (Maischekolonnen)

thermische Abtrennung, Destillation zu 82-87 %
Alkohol

Rektifikation und Entwässerung

Aufkonzentrierung zu 99,9 %-igem Ethanol



Bioethanolanlage in
Nebraska, 925 l/Tag



Kennzahlen von Bioethanol

Dichte	0,8	kg/Liter
Heizwert	26,8	MJ/kg, bzw. 21,3 MJ/Liter
Benzinäquivalent	0,66	Liter
Oktanzahl	107	

Besonderes:

Dampfdruckanomalie bei tiefen Beimischungsanteilen zum Benzin. Zur Einhaltung der gesetzlichen Dampfdruckvorgaben ist ein **Basisbenzin** notwendig; **erhöhte Wasseraufnahme** in Benzin/Ethanol-Gemischen

Ausbeute

1 ha Getreide (5300 kg Ertrag)	1900 Liter Ethanol
1 ha Kartoffeln (34 000 kg Ertrag)	3400 Liter Ethanol
1 ha Zuckerrüben (70 000 kg Ertrag)	7500 Liter Ethanol

17 000 ha Zuckerrüben gibt 84 Mio. Liter Benzinäquivalent



Einsatz von Bioethanol

Als **Reintreibstoff** in Ottomotoren:

In angepassten Reineethanolmotoren, Einsatz von Benzin nicht mehr möglich.

Als **Mischtreibstoff** in Benzinmotoren:

Zumischung bis **5 %** Bioethanol zum Benzin nach Norm SN 181 162 möglich, keine Motormodifikation nötig

Zumischung bis **25 %** Bioethanol zum Benzin technisch möglich mit geringen Motormodifikationen (Gasohol)

Zumischung bis **85 %** Bioethanol zum Benzin möglich mit FFV-Fahrzeugen (Flexible Fuel Vehicles);
in „Erprobung“ (Ford, Saab)



Anwendung von Rapsöl als Treibstoff

Drei grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten:

Filtrierung	➤	Pflanzenöl, reines Rapsöl, Naturdiesel
Mischung	➤	RG4A, JuniorDiesel
Umesterung	➤	FAME

**Für die Beimischung zum fossilen Dieseltreibstoff ist
nur FAME geeignet!**



Anwendung von Pflanzenöl

Wegen hoher Viskosität **Motoranpassung notwendig:**

- **innermotorische Anpassung**
(ehemals „Elsbett“, „Mahler“:
keine Verbreitung)

- **periphere Anpassung**

⇒ **Zweitanksystem**

z.B. Fa. Biodrive AG, Lenzburg; www.biodrive.ch

⇒ **Eintanksystem**



Anwendung von Mischungen

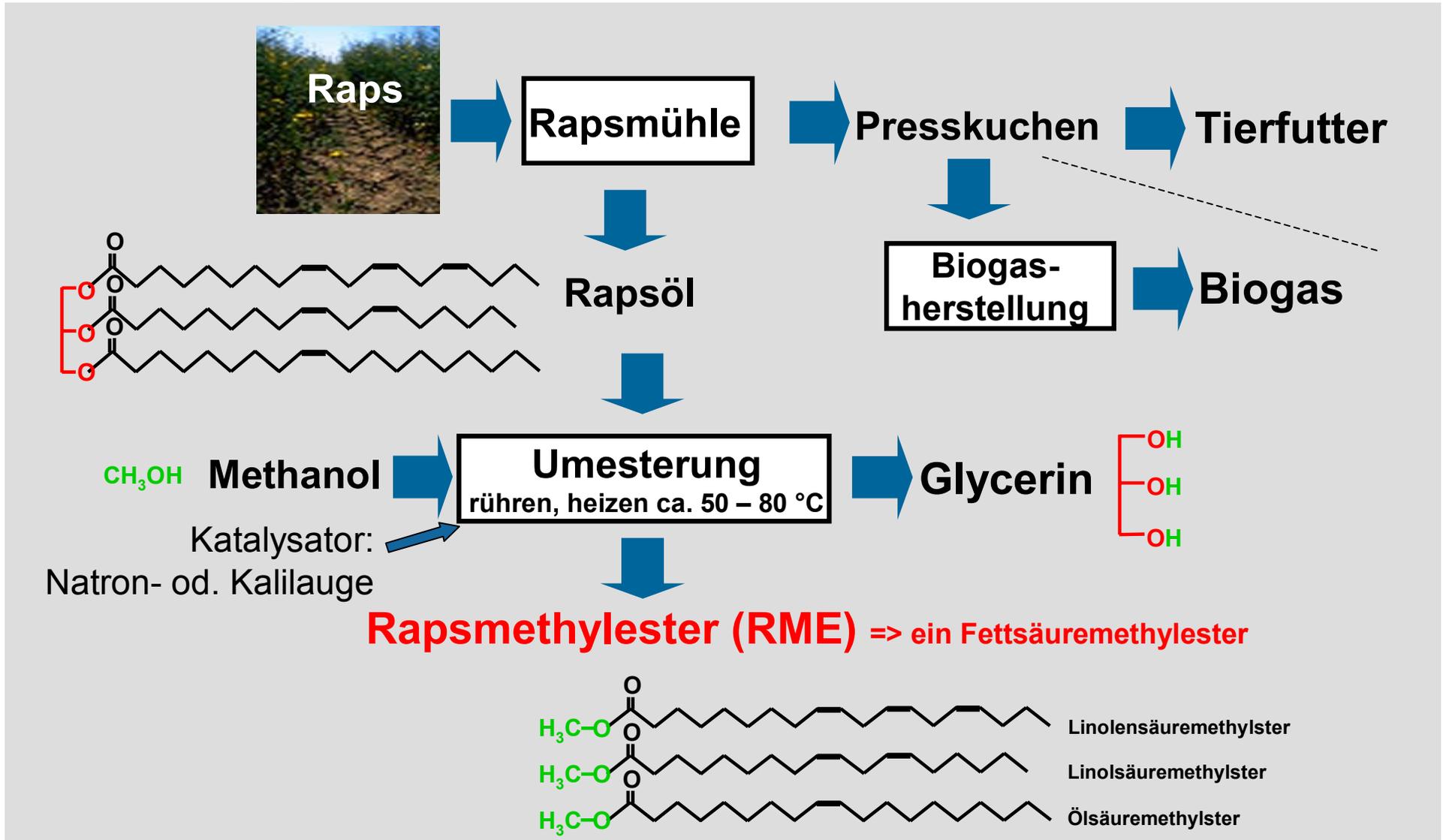
JuniorDiesel: 50 % Rapsöl
50 % Kerosin
0,1 % Additiv DK plus

AgroEnergie GmbH, Zell (LU), www.juniordiesel.ch

- ⇒ dieselähnliche Spezifikationen
- ⇒ keine Motoranpassung nötig
- ⇒ keine Langzeiterfahrung, keine Freigaben, keine Garantie!



Biodiesel: Herstellung aus Raps als Beispiel





Umesterung in der Anlage Etoy



Ölpresse



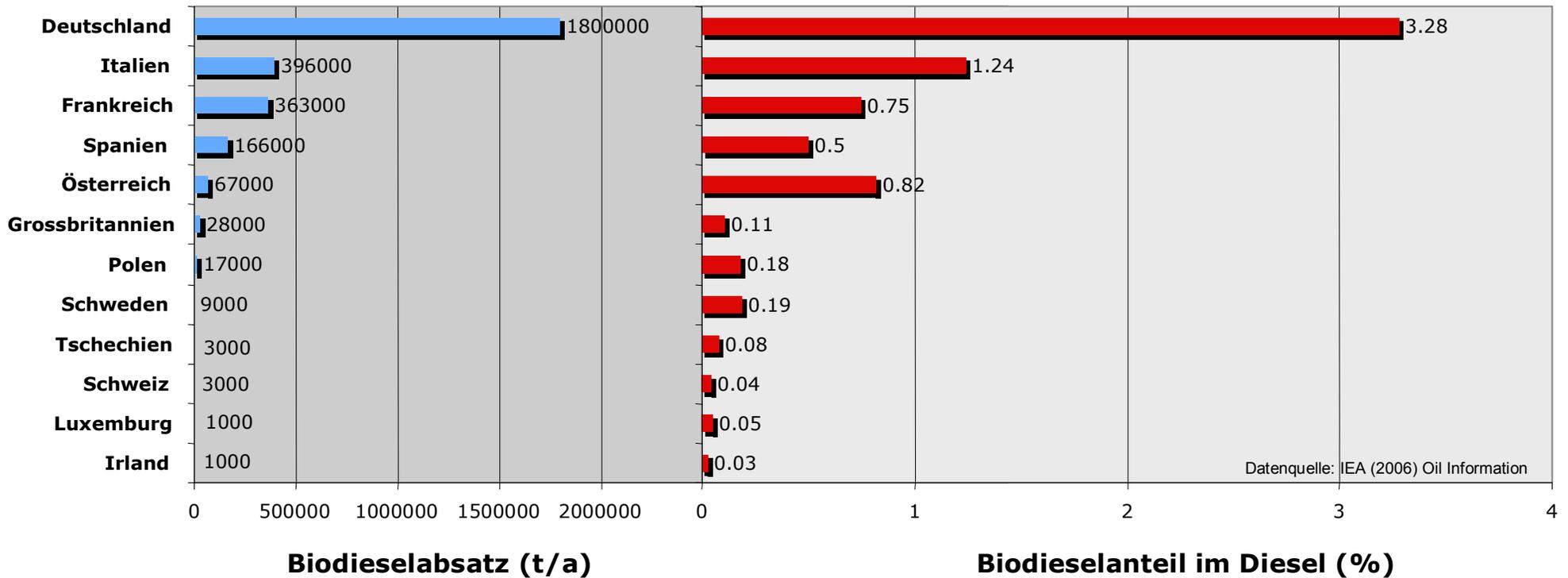
Filtrierung



Umesterung

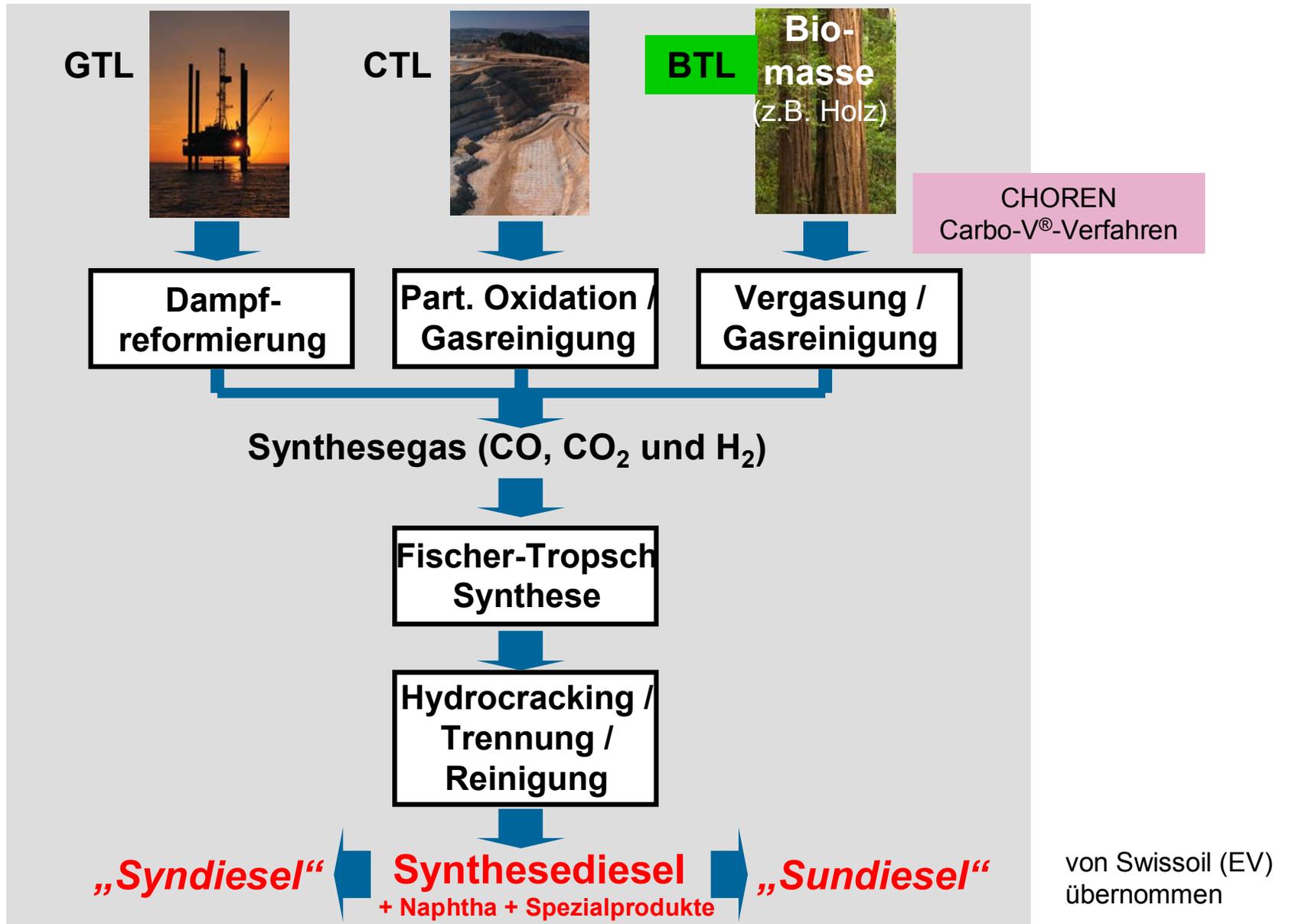


Biodiesel: Absatz und Anteil am fossilen Diesel in Europa im Jahr 2005





Synthesediesel (GTL, CTL, BTL): Herstellung





Synthesediesel: Einige Stichworte

Dichte: 0,78 kg/l (Diesel: 0,83 kg/l)

Unterer Heizwert: 44 MJ/kg
(Diesel: 42,8 MJ/kg)

Typische Produkte: z. Zt. als Beimischung zum Diesel
(Shell V-Power Diesel)

Besonderes: **Hohe Cetanzahl**, schwefel- und stickstofffrei, enthält keine Aromaten, einfache Beimischung zu fossilem Diesel





Mein Fazit

- Die Motorentwicklung zur Einhaltung der laufend verschärften Emissionsgrenzwerte richtet sich an den fossilen Treibstoffen, nicht an den Biotreibstoffen aus.
- Es wird zunehmend schwieriger, einen Biotreibstoff herzustellen, mit dem die zukünftigen Emissionsgrenzwerte eingehalten werden können.
- Nur professionelle Lösungen in industriellen Grossanlagen können qualitativ und wirtschaftlich Aussicht auf Erfolg haben. Kleingewerbliche Treibstoffproduktion wird ein Nischenprodukt bleiben.
- Es ist zu erwarten, dass sich längerfristig aus Qualitätsgründen die synthetischen Biotreibstoffe durchsetzen werden.
- Wegen des beschränkten Potenzials scheint kurz- und mittelfristig die Beimischung die sinnvollste Lösung zu sein, z.B.
 - 5 % RME zum Dieseltreibstoff
 - 5 % Bioethanol zum Benzin
 - 5 % Biogas / Kompogas zum Erdgas