

# Perspektiven für die Nutzung von Biotreibstoffen – Kosten, Trends und politische Herausforderungen

SES-Fachtagung “Erdöl ... und danach?”, Zürich

**Dr. Reinhard Madlener**





# Überblick

1. Einleitung
2. Potential(begriff)e
3. Marktentwicklung (international)
4. Politische Rahmenbedingungen
5. Ökonomische Aspekte
6. Fazit

# 1. Einleitung

- Biotreibstoffe (Ethanol, Biodiesel etc.): Potential, signifikanten Anteil des weltweiten Treibstoffbedarfs zu decken
- Treibende Kräfte u.a.
  - Reduktion der (Auslands-)Abhängigkeit von fossilen Energieträgern
  - Reduktion der Treibhausgas-Emissionen
  - Landwirtschaft („Energiewirte“)
- Zunehmende Zahl ambitionierter politische Programme (USA, Brasilien, Schweden, Frankreich, BRD, ...)

# Vor- und Nachteile von Biotreibstoffen (potentielle)

+

- Reduktion Ölimporte, verbesserte Energieversorgungssicherheit
- Reduktion THG-Emissionen
- Reduktion Luftverschmutzung
- Verbesserte Fahrzeugleistung
- Einkommen/Beschäftigung in ländlichen/strukturschwachen Gegenden
- Reduktion fester Bio-Abfallmenge

—

- Höhere Produktionskosten
- Umrüstungen (Fahrzeuge, Logistik)
- Teilweise höhere Schadstoffemissionen
- Preisdruck auf Getreide und Getreideprodukte
- Sonstige Umwelteinflüsse (z.B. Düngemittel-Abflüsse)

Quelle: IEA

## Interessante Fakten (1)

### ■ Ethanol

- Beimischung problemlos bis 10% in OECD-Ländern, in Brasilien praktisch bis 25%
- Umrüstung von Fahrzeugen in Richtung Treibstoff-Flexibilität: EUR 100-200 pro Fahrzeug (in USA häufig)
- Geringe Beimischung von Ethanol reduziert die Emissionen der meisten Schadstoffe, einige können erhöht werden (z.B. Kohlenwasserstoffe, Aldehyde); Nettobilanz scheint positiv auszufallen

Quelle: IEA

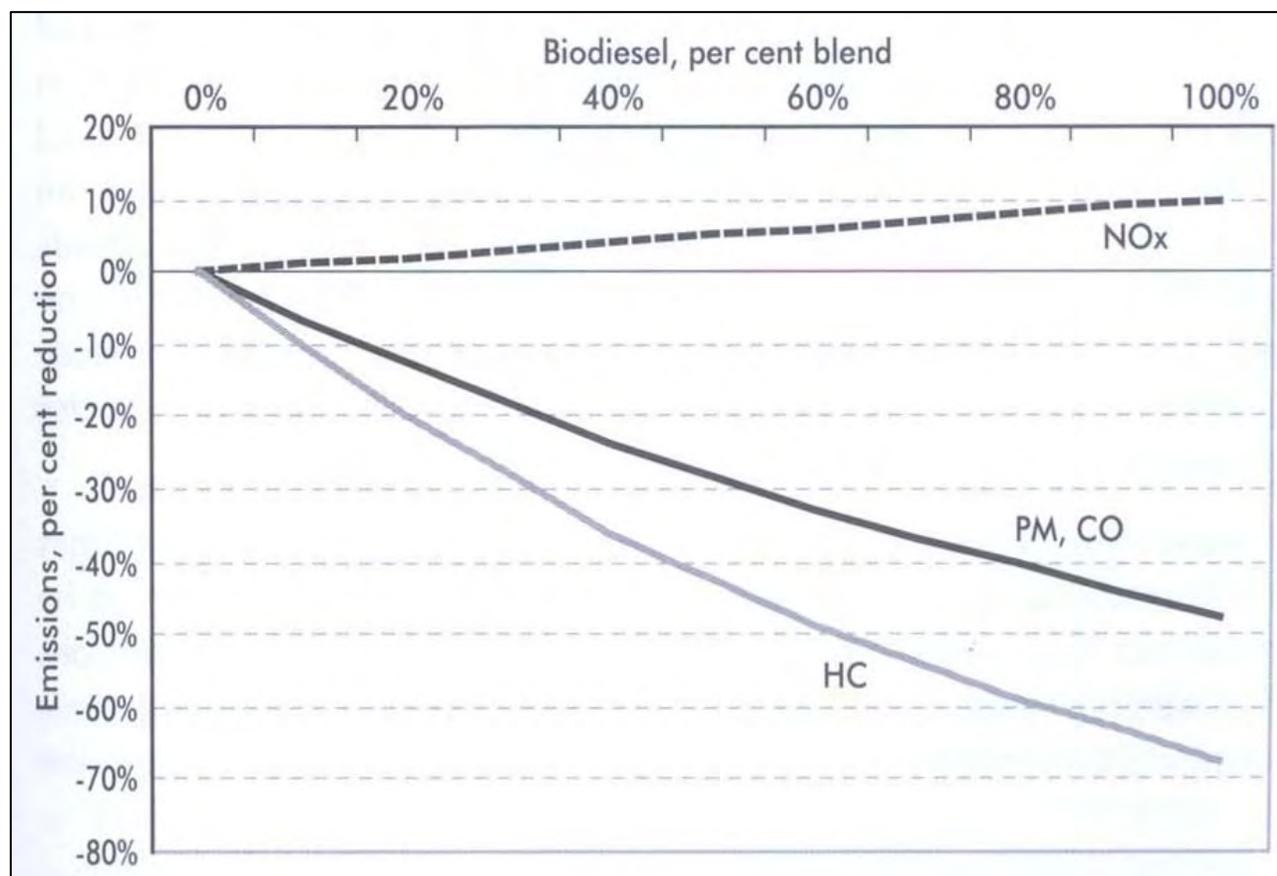
## Interessante Fakten (2)

### ■ Biodiesel

- Diesel-Beimischung bis zu 100% möglich bei den meisten Motoren (u.U. geringe Anpassungen nötig)
- Biodiesel-Beimischung reduziert die Emissionen der meisten Schadstoffe, verglichen mit normalem Diesel (höhere Reduktionen bei höherem Biodiesel-Anteil)

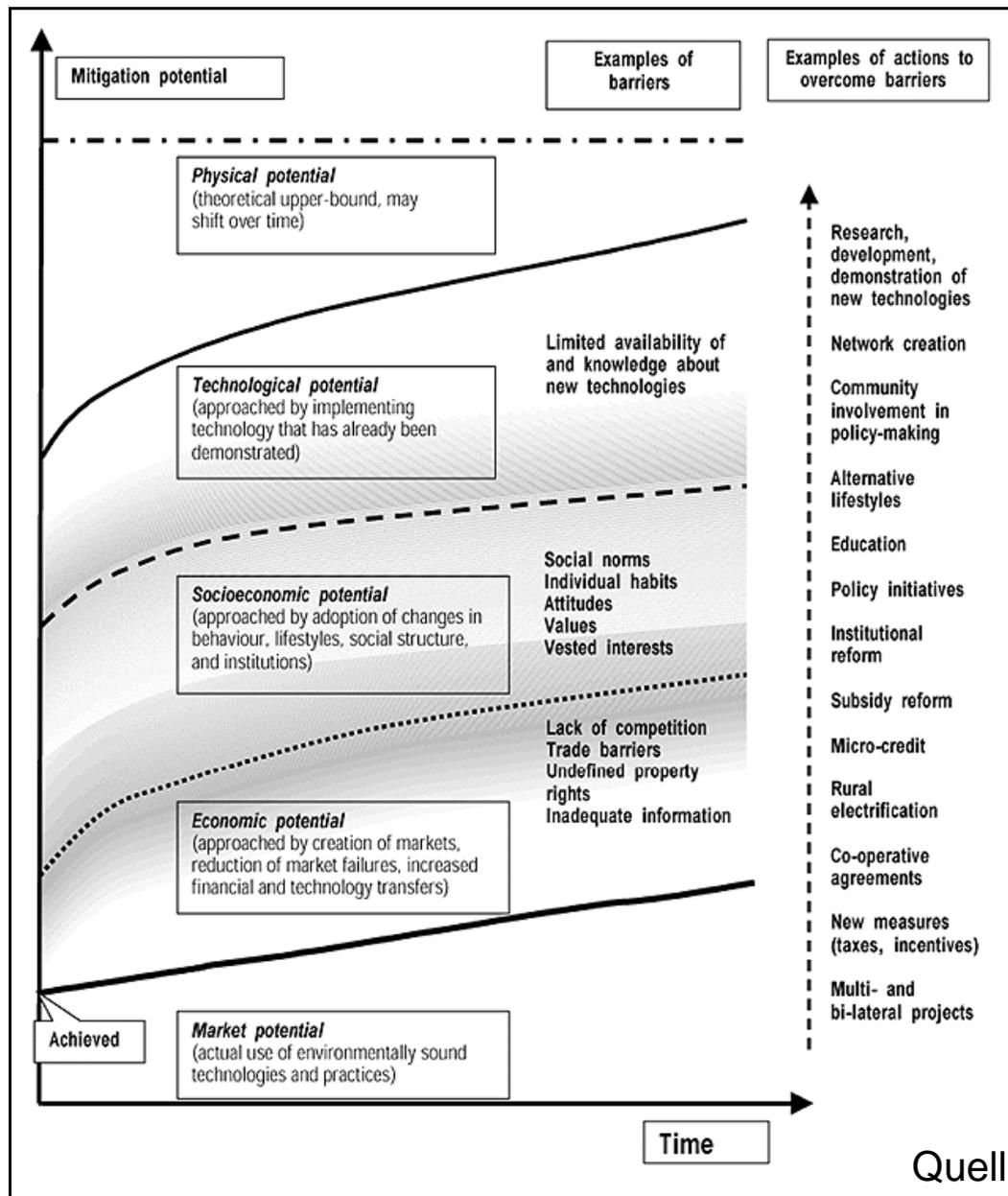
Quelle: IEA

# Potentielle Emissionsreduktionen durch Biodiesel-Beimischung



Quelle: IEA (2004)

# 2. Potentiale



Quelle: IPCC



# Globales technisches Potential für Biotreibstoffe im Vergleich zum Gesamt-Treibstoffbedarf, 2050

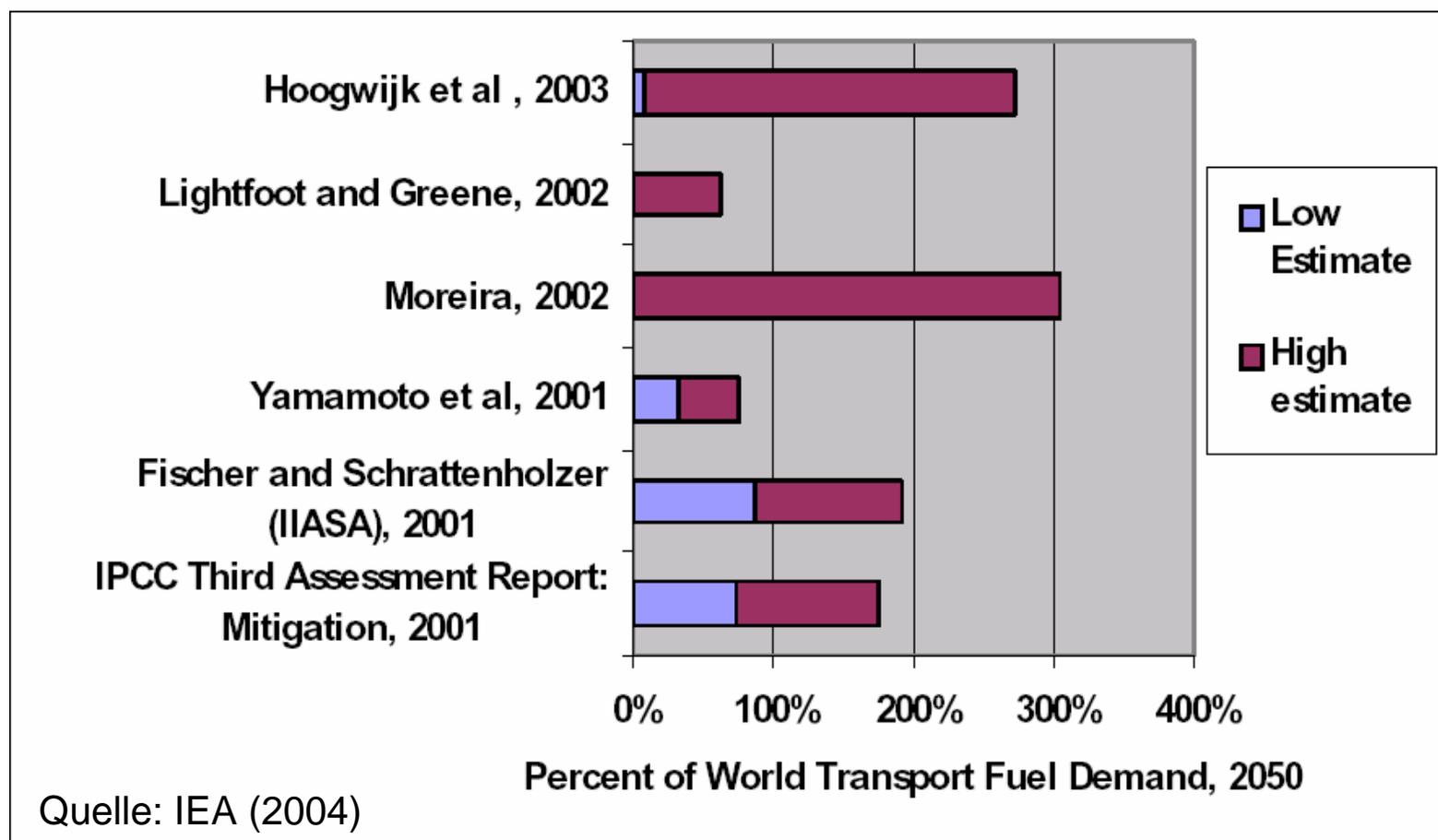


Table 6.8

## Estimates of Long-term World Biomass and Liquid Biofuels Production Potential

Study	Publication date	Time frame of estimates (and low / high for ranges)	Type of estimates (technical or economic potential, feedstock types included)	Raw biomass energy potential (exajoules per year)			Liquid biofuels energy potential after conversion (exajoules per year) <sup>a</sup>	Notes
				Crops (grains, sugars, cellulose)	Biomass wastes (agricultural, forest, other)	Total		
IPCC Third Assessment Report: Mitigation	2001	2050	technical	440	n/a	440	154	Declines due to increasing food requirements
		2100	technical	310	n/a	310	109	
Fischer and Schratzenholzer (IIASA)	2001	2050, low	technical	240	130	370	130	Economic estimate for 2050 assumes continued technology improvements, cost reductions to ethanol
		2050, high	technical	320	130	450	158	
		2050	economic	a/nr	a/nr	150	53	
Yamamoto <i>et al.</i>	2001	2050	"practical" (lower than technical)	110	72	182	64	Assumes declining land availability due to population pressure
		2100		22	114	136	48	
Moreira	2002	2100	technical (crop wastes included in total estimate)	1 301	n/a	1 301	455	Emphasises high efficiencies from co-production of liquid biofuels and electricity
Lightfoot and Greene	2002	2100	technical (just energy crops)	268	n/a	268	94	Looks only at dedicated energy crops, not food crops
Hoogwijk <i>et al.</i>	2003	2050, low	technical	0	33	33	12	Wide range of input assumptions used
		2050, high	technical	1 054	76	1 130	396	

<sup>a</sup> IEA estimates based on converting the biomass energy estimate in a particular study to liquid fuels at a 35% energy conversion rate. This is similar to the rate assumed by Moreira, Lightfoot and Greene and others when co-generating with electricity. A slight improvement is assumed for 2050. None of the liquid biofuels potential estimates account for the possibility that some biomass may be used for traditional purposes, which could require up to 50 exajoules.

Note: a/nr: assessed but not reported; n/a: not assessed.

Sources: As indicated in table. Full citations are in references.

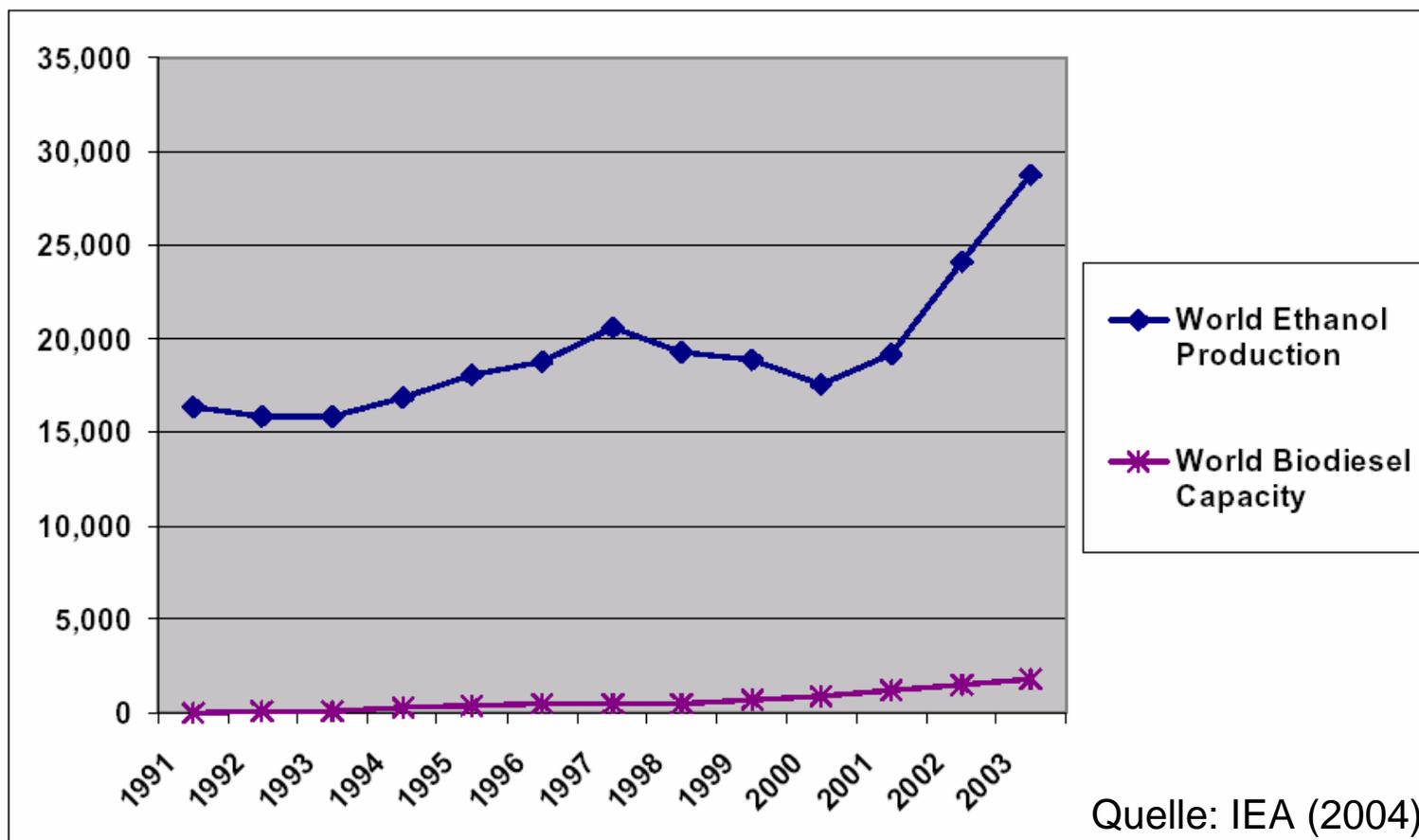
Quelle: IEA (2004)

### 3. Marktentwicklung (international)

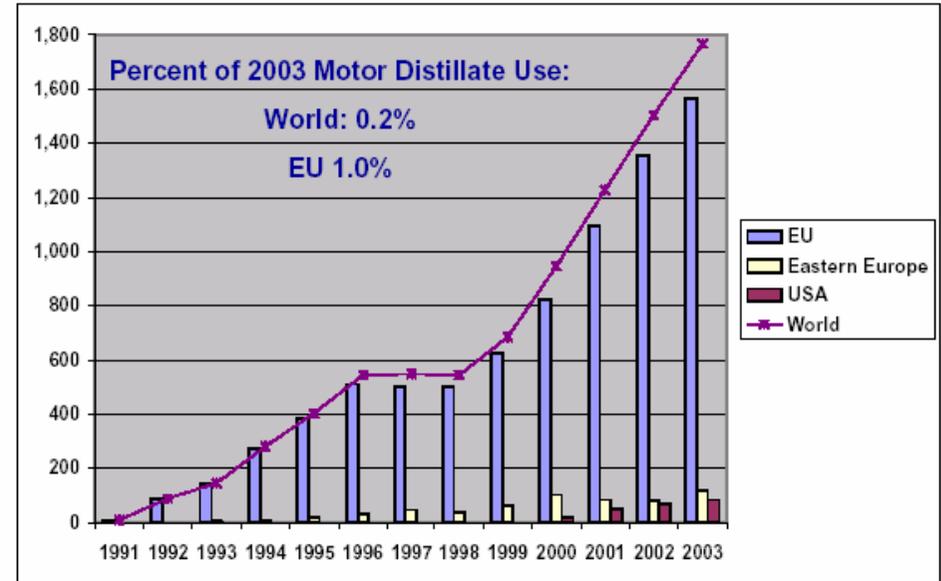
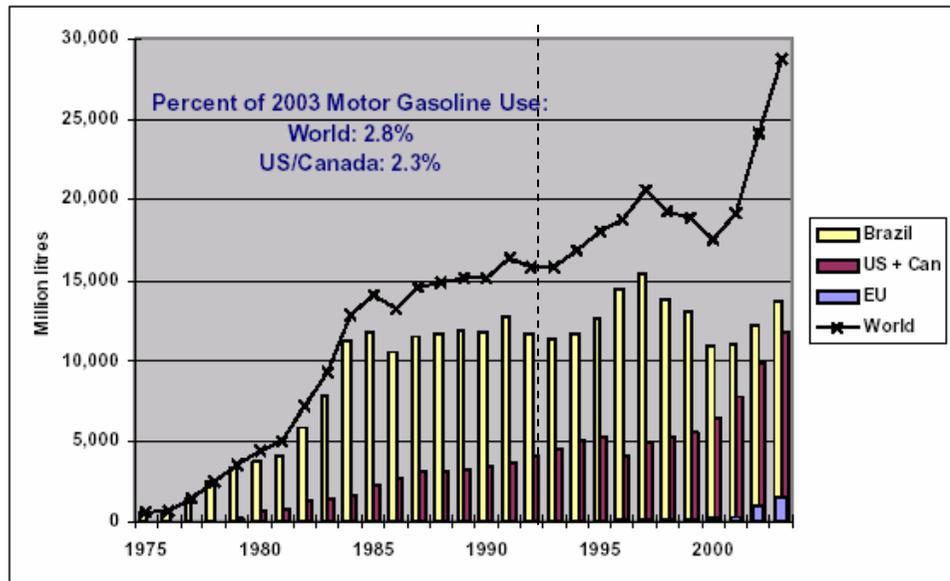
- USA erzeugen rd. 80% aller Biotreibstoffe in IEA-Ländern (v.a. Ethanol)
- Weitere wichtige Ethanol-Produzenten: Schweden und Spanien
- Wichtigste Biodiesel-Produzenten: Frankreich, Deutschland

# Weltweite Ethanolproduktion ist deutlich höher als weltweite Biodieselproduktion

Mio.  
Liter  
p.a.

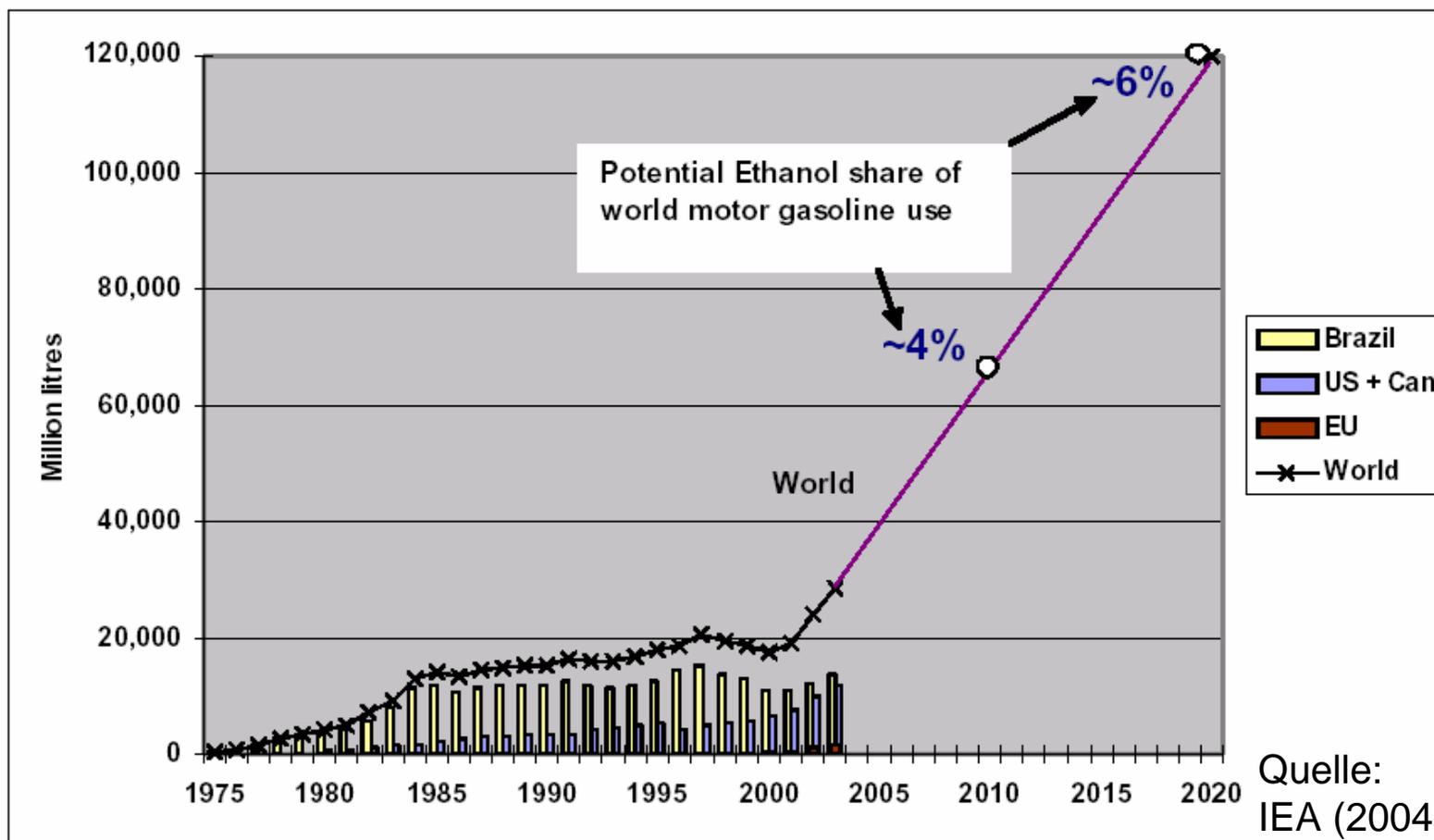


# Entwicklung der weltweiten Produktionskapazitäten für Ethanol und Biodiesel

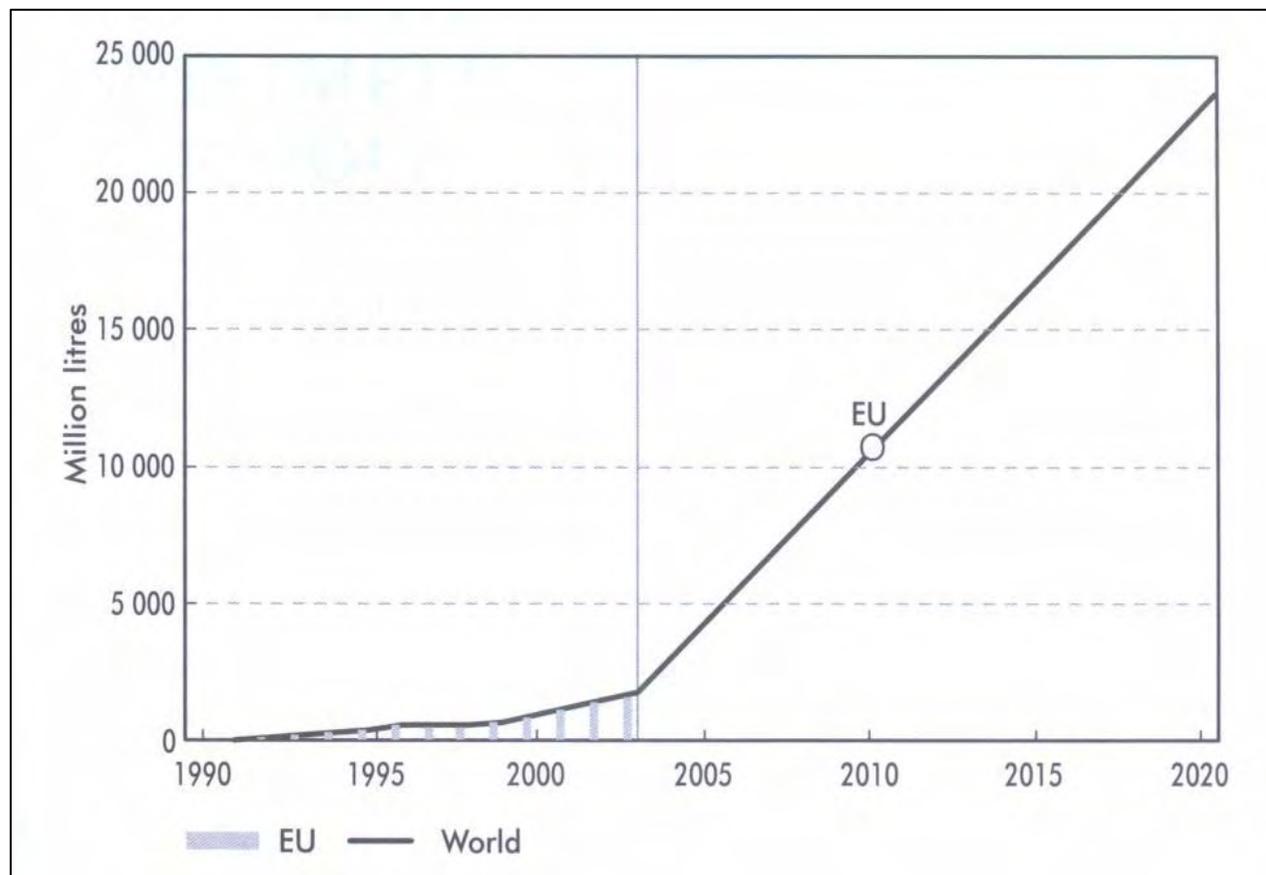


Quelle: IEA (2004)

# Prognose der weltweiten Entwicklung in der Ethanolproduktion bis 2020

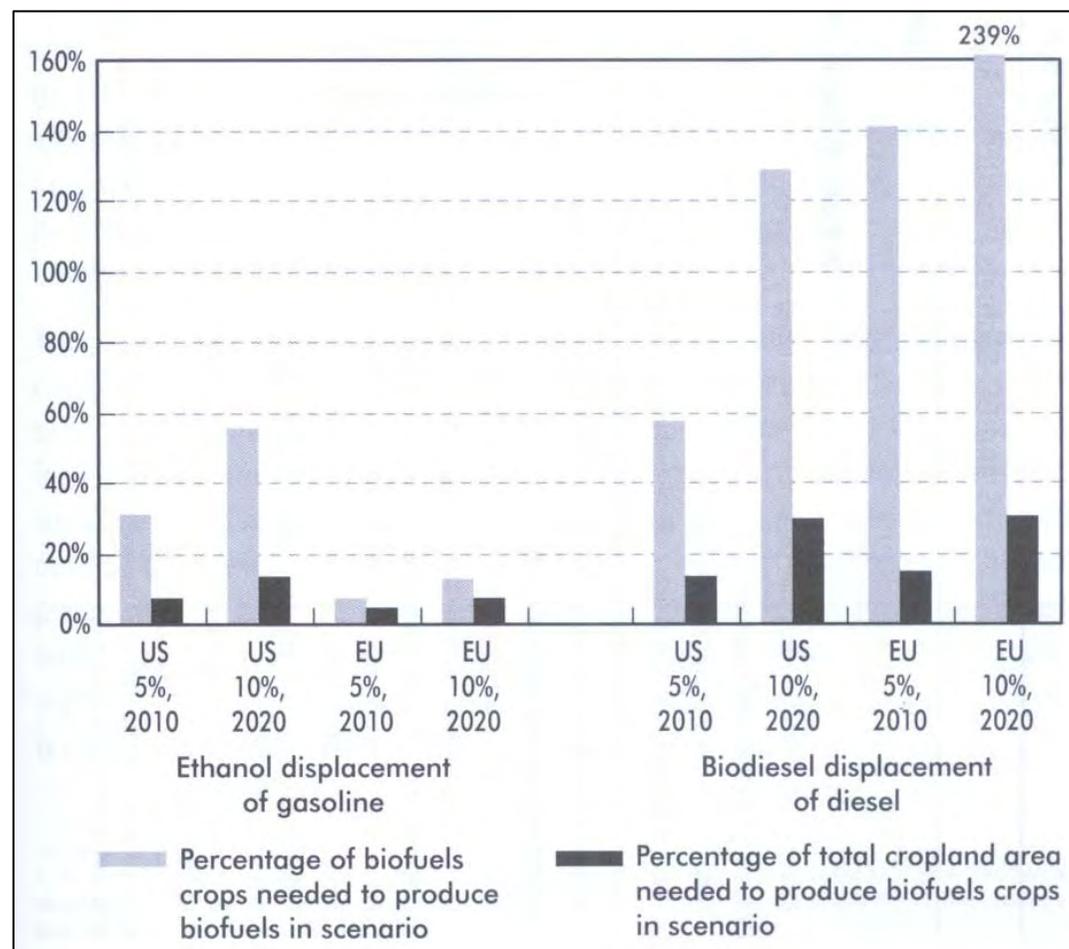


# Prognose der weltweiten Entwicklung in der Biodieselproduktion bis 2020



Quelle: IEA (2004)

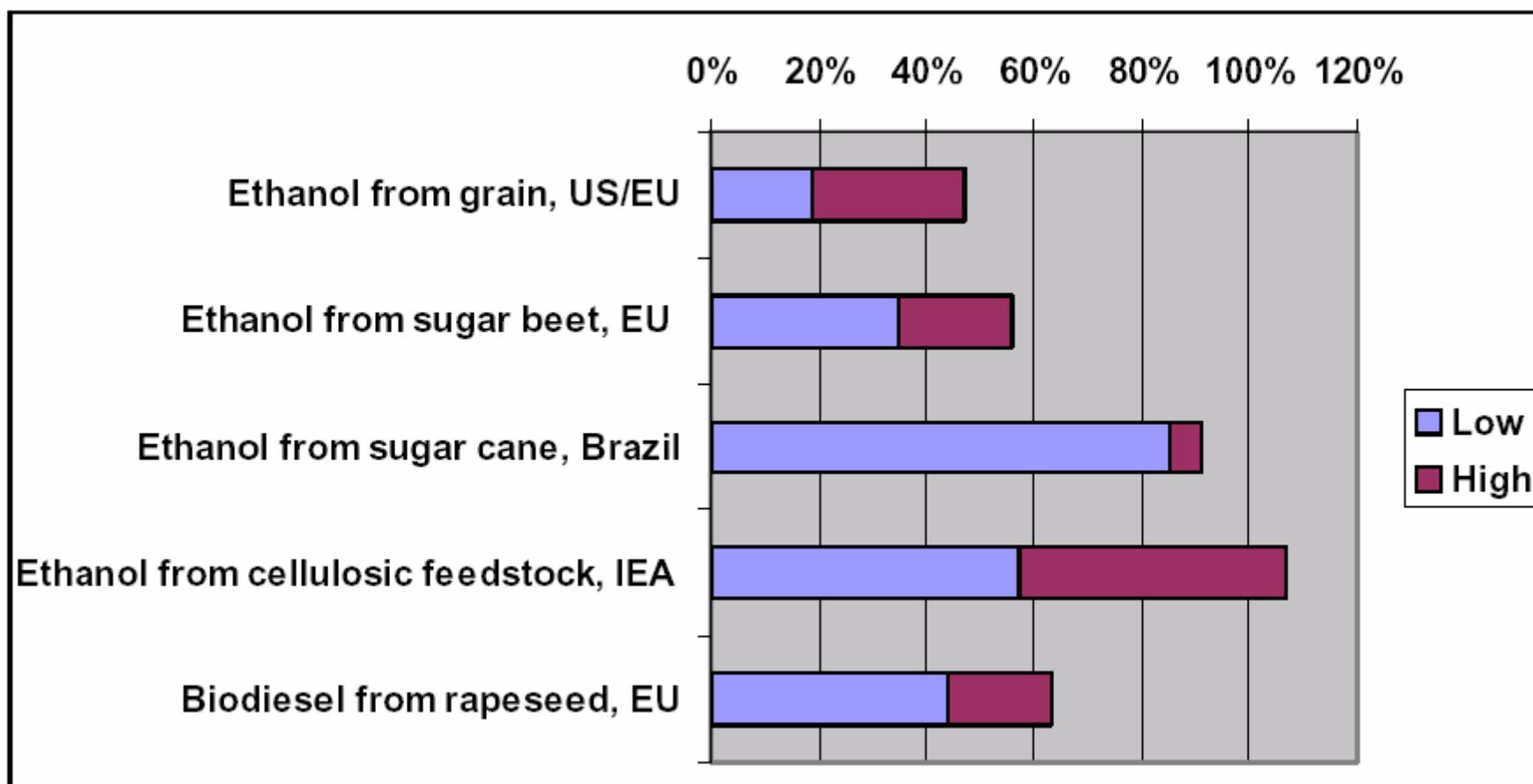
# Abschätzung des Energiepflanzenflächenbedarfs für Biotreibstoffe, 5%/2010, 10%/2020, USA u. EU



Quelle: IEA (2004)



# Treibhausgas-Reduktionen durch Biotreibstoffe



Quelle: IEA (2004)

## 4. Politische Rahmenbedingungen

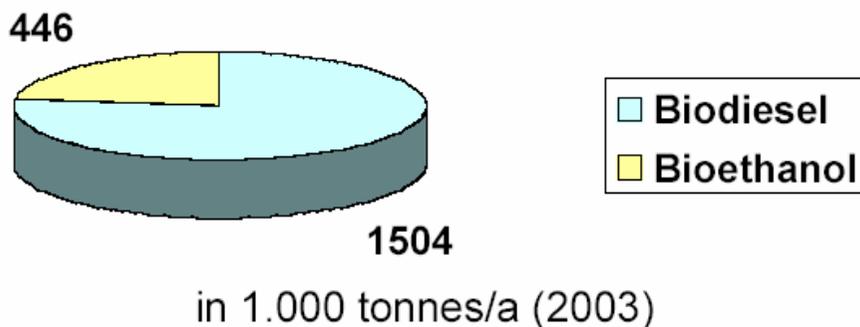
- Weltweit: Ethanol-lastig (v.a. USA/Kanada, Brasilien)
- EUropa: Richtlinien 2003/30/EC und 2003/96/EC
- Schweiz: Einnahmen aus dem Klimarappen sollen v.a. zur Förderung der Biotreibstoffe im Inland eingesetzt werden

# EUropa

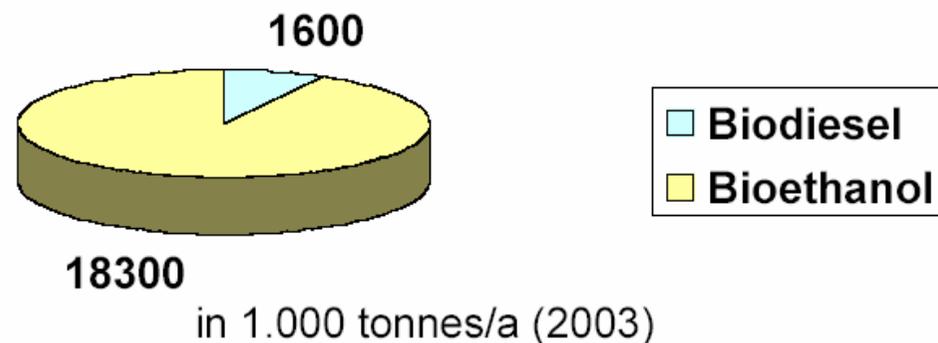
- Richtlinie 2003/30/EC
  - Bis 2005 national umzusetzen
  - (Indikative) Mindestziele für Anteil Biotreibstoffe - bis Ende 2005 mind. 2%, bis Ende 2010 mind. 5.75%
  - Teil eines Gesamtkonzeptes
- Richtlinie 2003/96/EC
  - Restrukturierung der Besteuerung von Energieerzeugnissen und elektrischem Strom

## EUropa – Biodiesel-lastig, sehr ungleiche Verteilung der Produktion auf Mitgliedsländer

**EU 25**



**World**

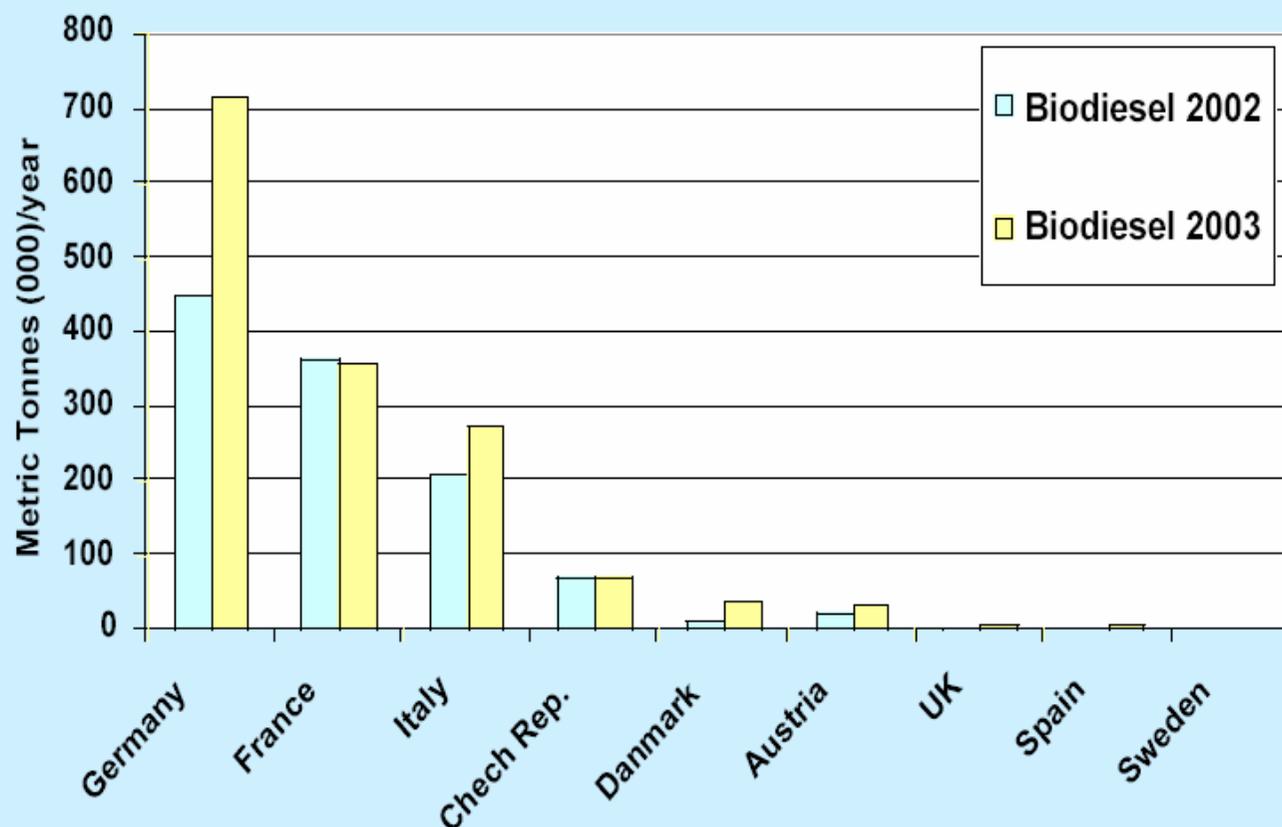


Quelle: CEC/Biofuels Barometer (2004)

## EUropa – Biodiesel-lastig, sehr ungleiche Verteilung der Produktion auf Mitgliedsländer

### 2003

- only **9 Member States** produce Biodiesel
- **D, F, I** provide 89 % of total EU 25 Biodiesel production

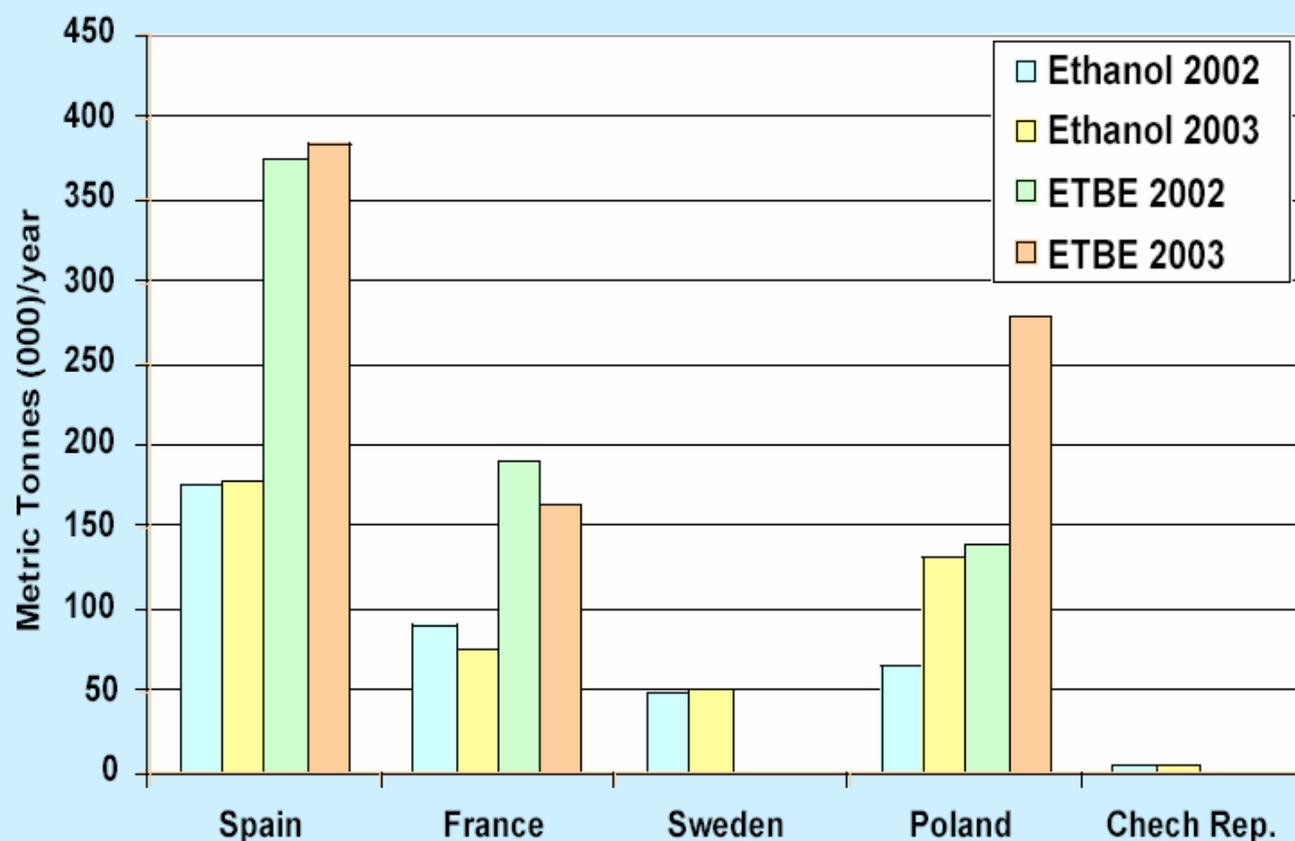


Quelle: CEC/Biofuels Barometer (2004)

## EUropa – Biodiesel-lastig, sehr ungleiche Verteilung der Produktion auf Mitgliedsländer

### 2003

- only **5 Member States** produce Bioethanol/  
BioETBE
- **S, F, P** provide 96 % of total EU  
25 Bioethanol/  
BioETBE  
production

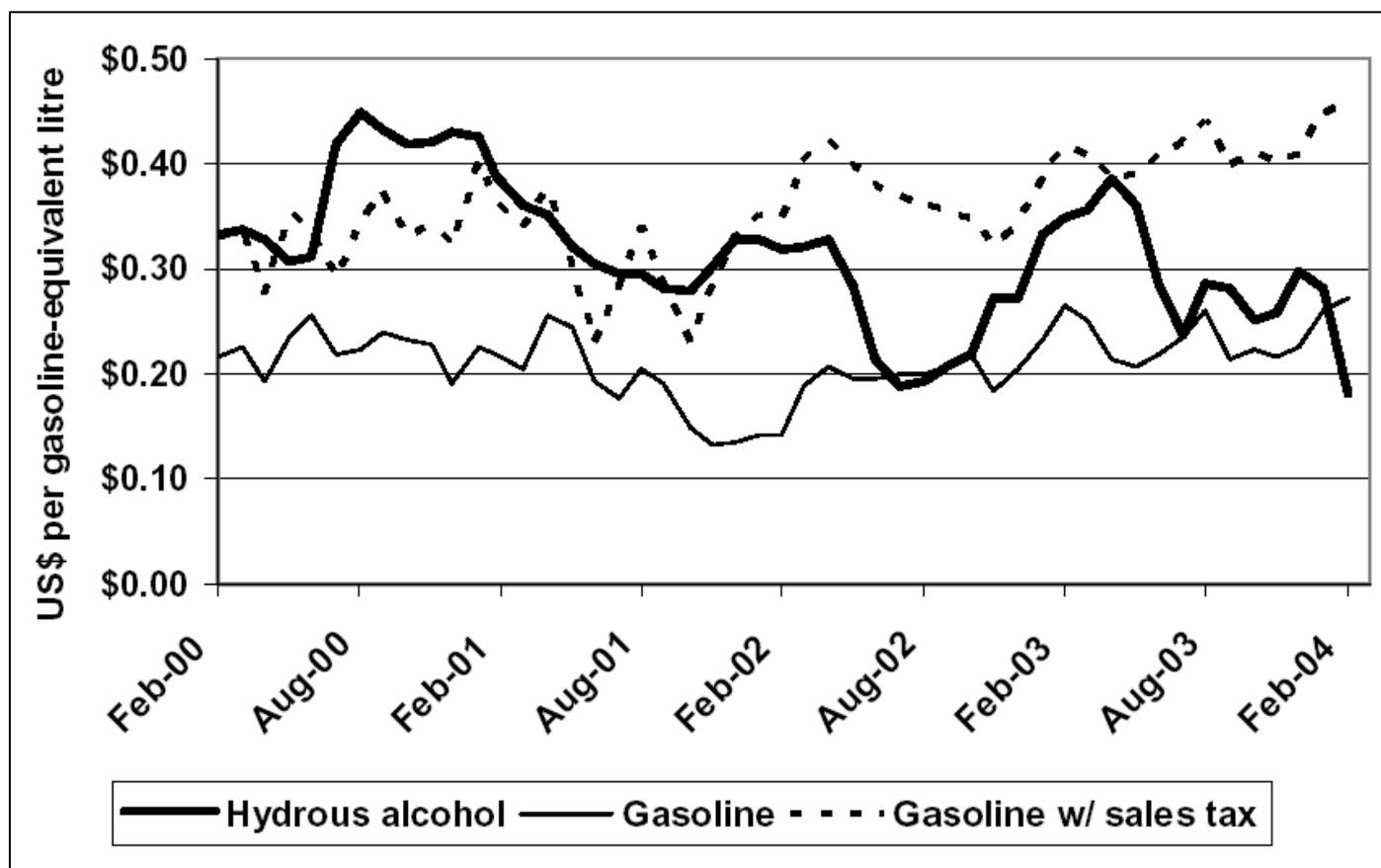


Quelle: CEC/Biofuels Barometer (2004)

## 5. Ökonomische Aspekte

- Relative Treibstoffpreis-Marktentwicklung
- Produktionskosten (Bandbreite)
- Skalenerträge
- Lernkurveneffekte
- CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten
- Internationaler Handel

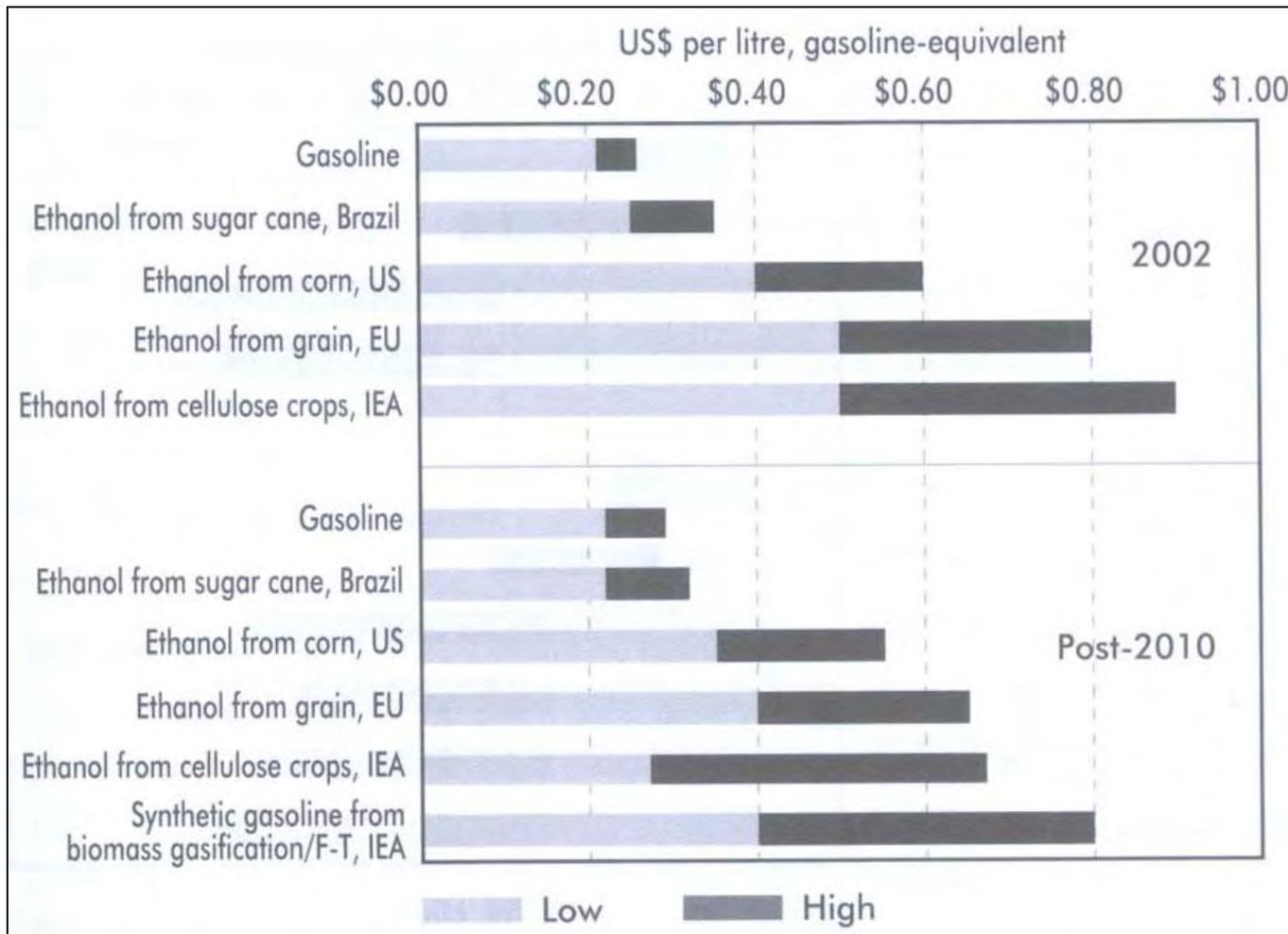
# Entwicklung der Preise für Ethanol und Benzin in Brasilien



Quelle: IEA (2004), nach Laydner (2003)

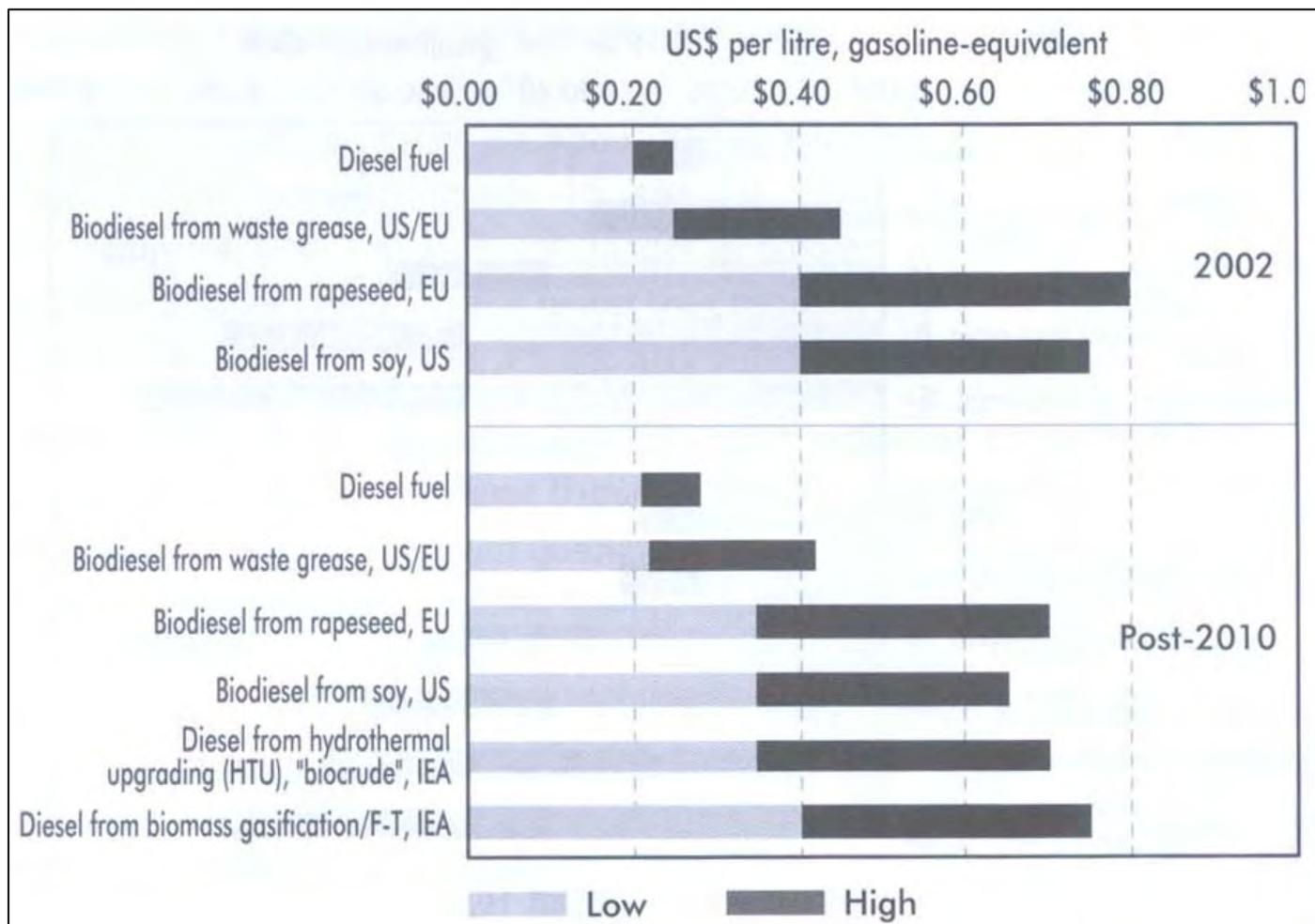


# Bandbreite der Produktionskosten für Ethanol



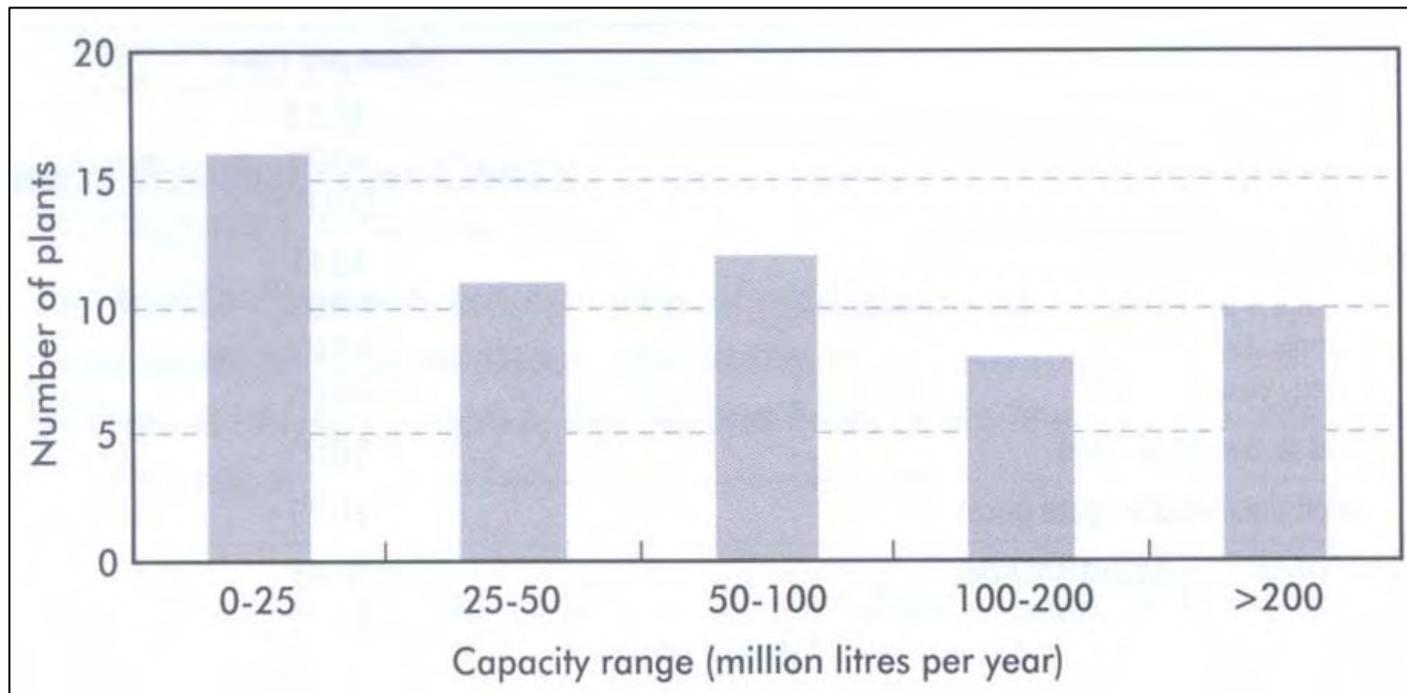
Quelle: IEA (2004)

## Bandbreite der Produktionskosten für Biodiesel



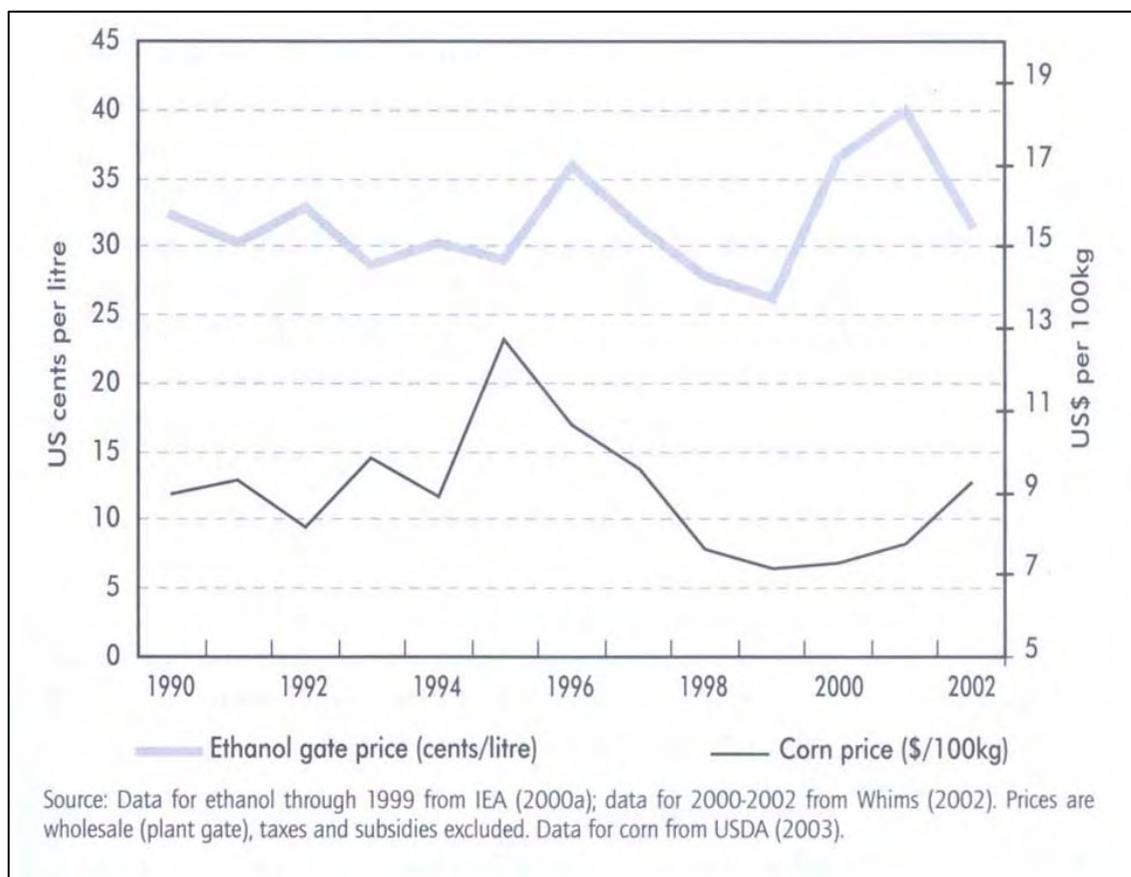
Quelle: IEA (2004)

# Häufigkeitsverteilung Ethanolanlagen nach Grössenklasse (USA)



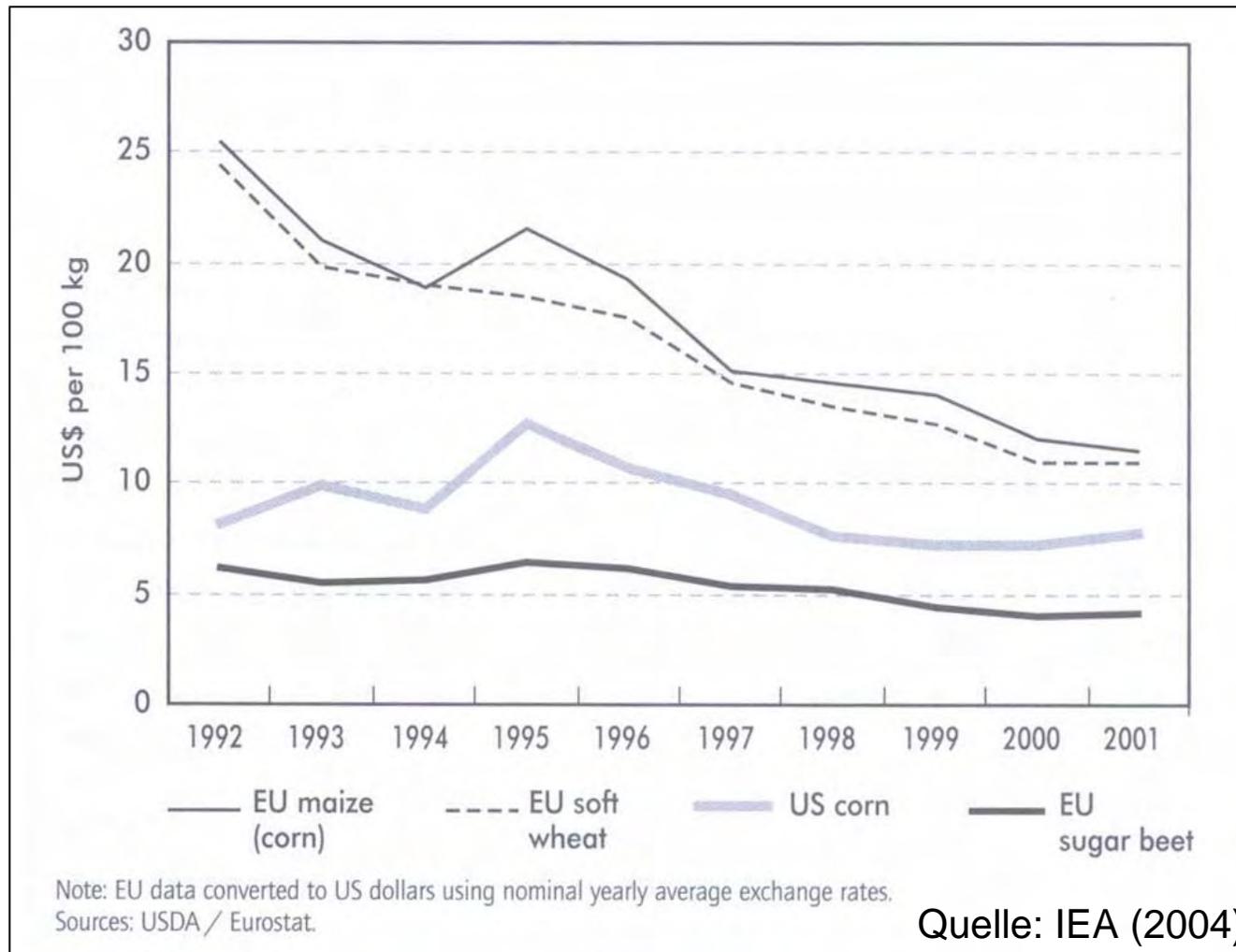
Quelle: IEA (2004)

# Vergleich der Durchschnittspreise für Ethanol und Getreide (USA)



Quelle: IEA (2004)

# Durchschnittspreise Ethanol

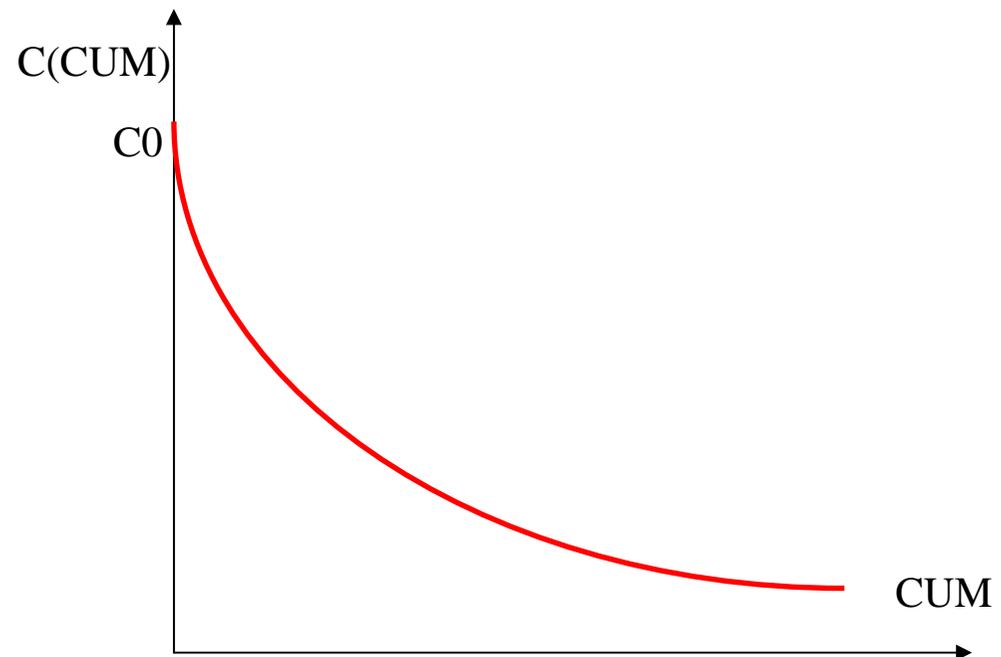


## Prinzip Lernkurve

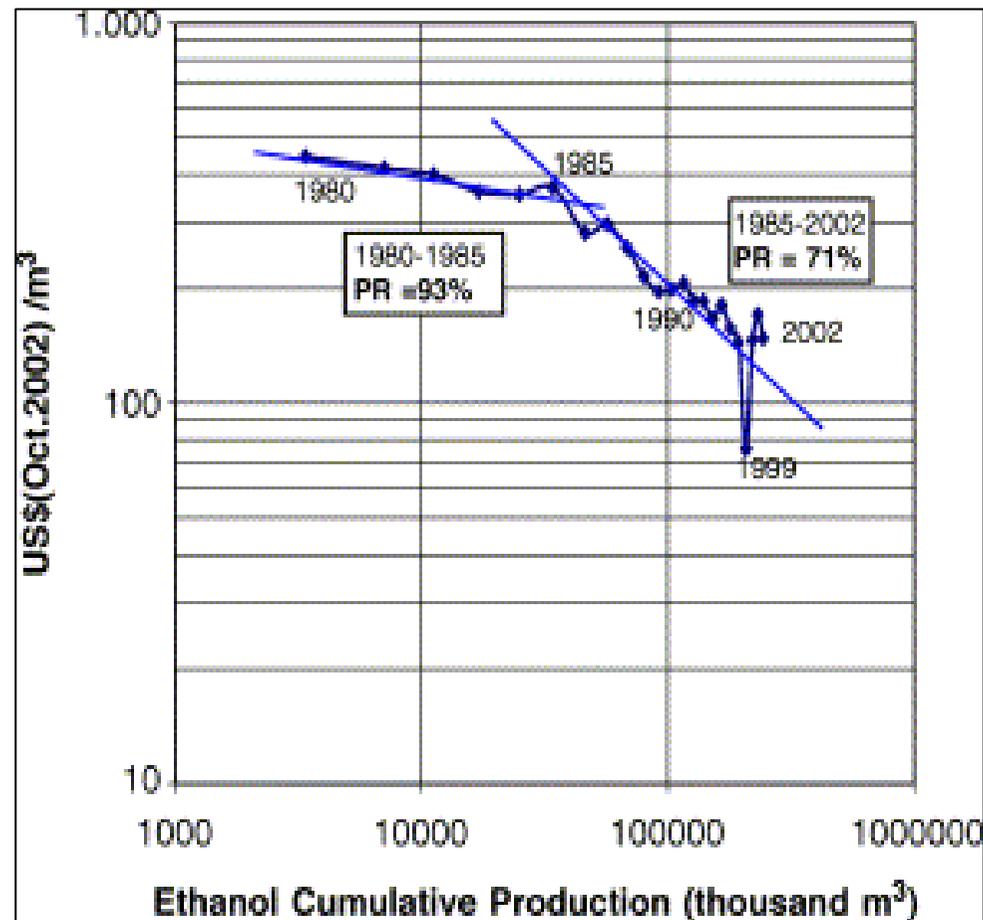
$$C(CUM) = C_0 \cdot CUM^b$$

$$\frac{C(CUM_1) - C(CUM_2)}{C(CUM_1)} = 1 - 2^b = 1 - PR$$

- $1 - PR$  ... Lernrate
- $PR$  ... Fortschrittsrate

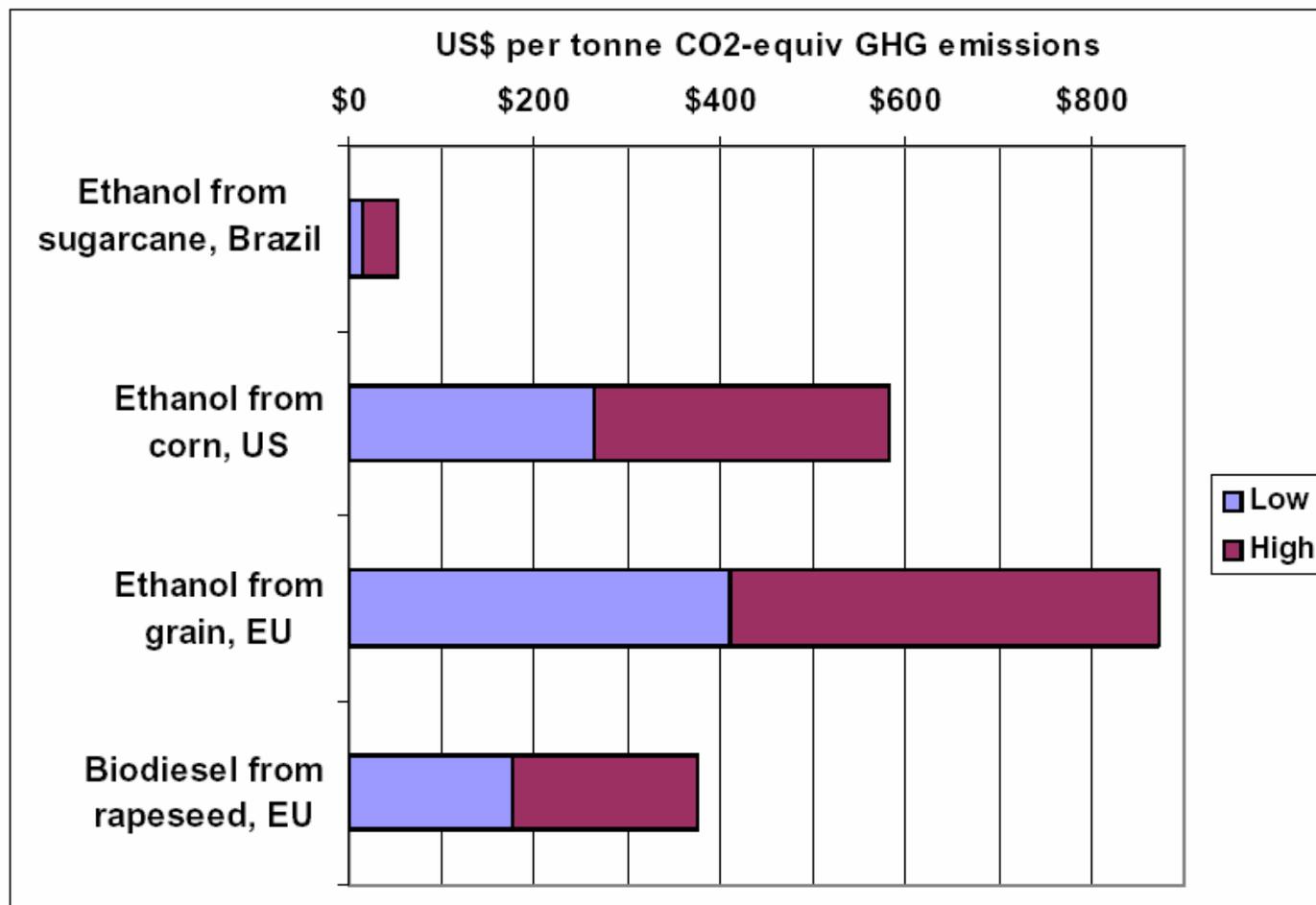


# Relevanz von Lernkurven-Effekten anhand der Ethanolproduktion in Brasilien



Quelle: Goldemberg et al. (2004)

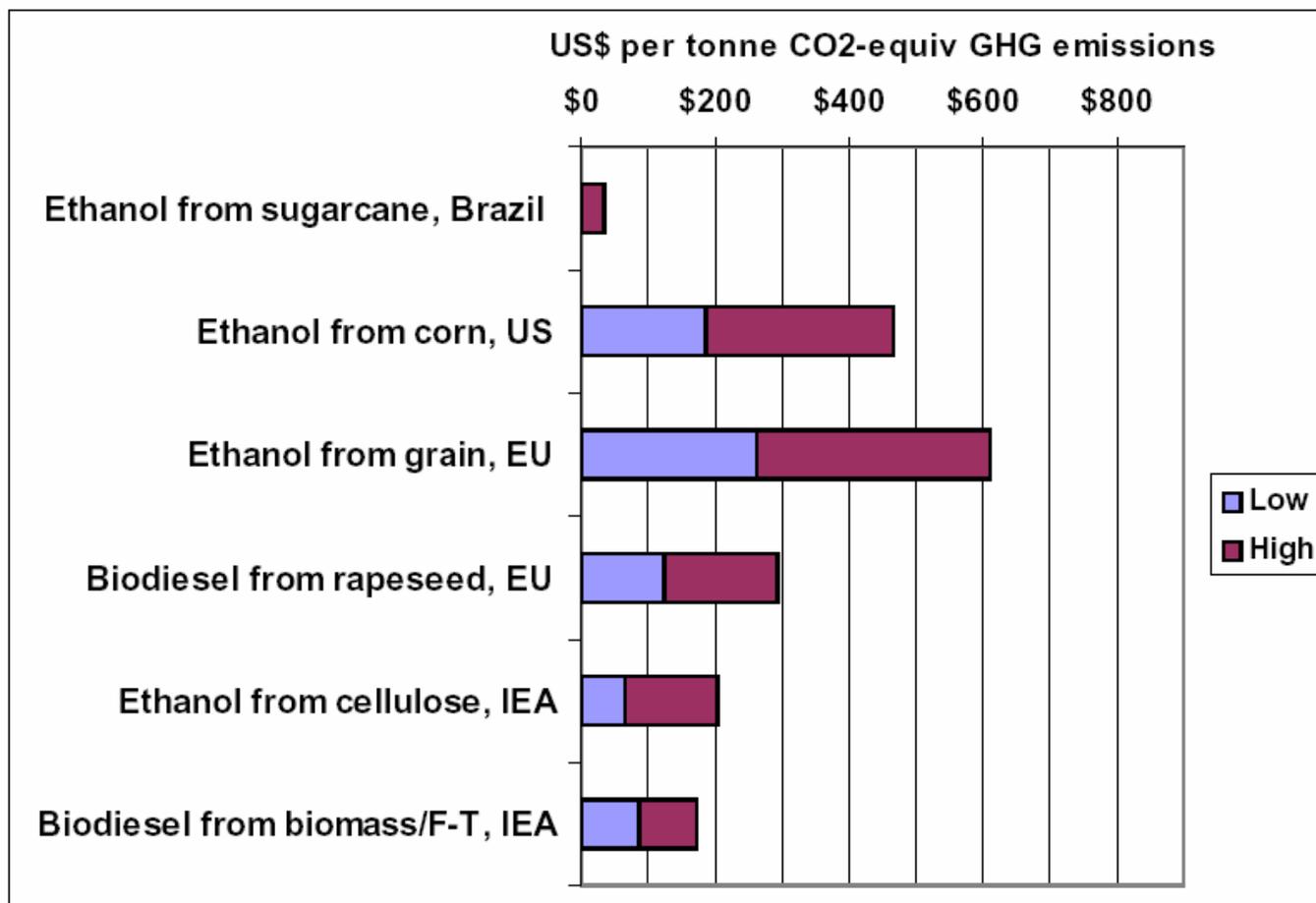
# CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten pro Tonne bei Ethanol: am niedrigsten in Brasilien, in IEA-Ländern hoch



Quelle: IEA (2004)

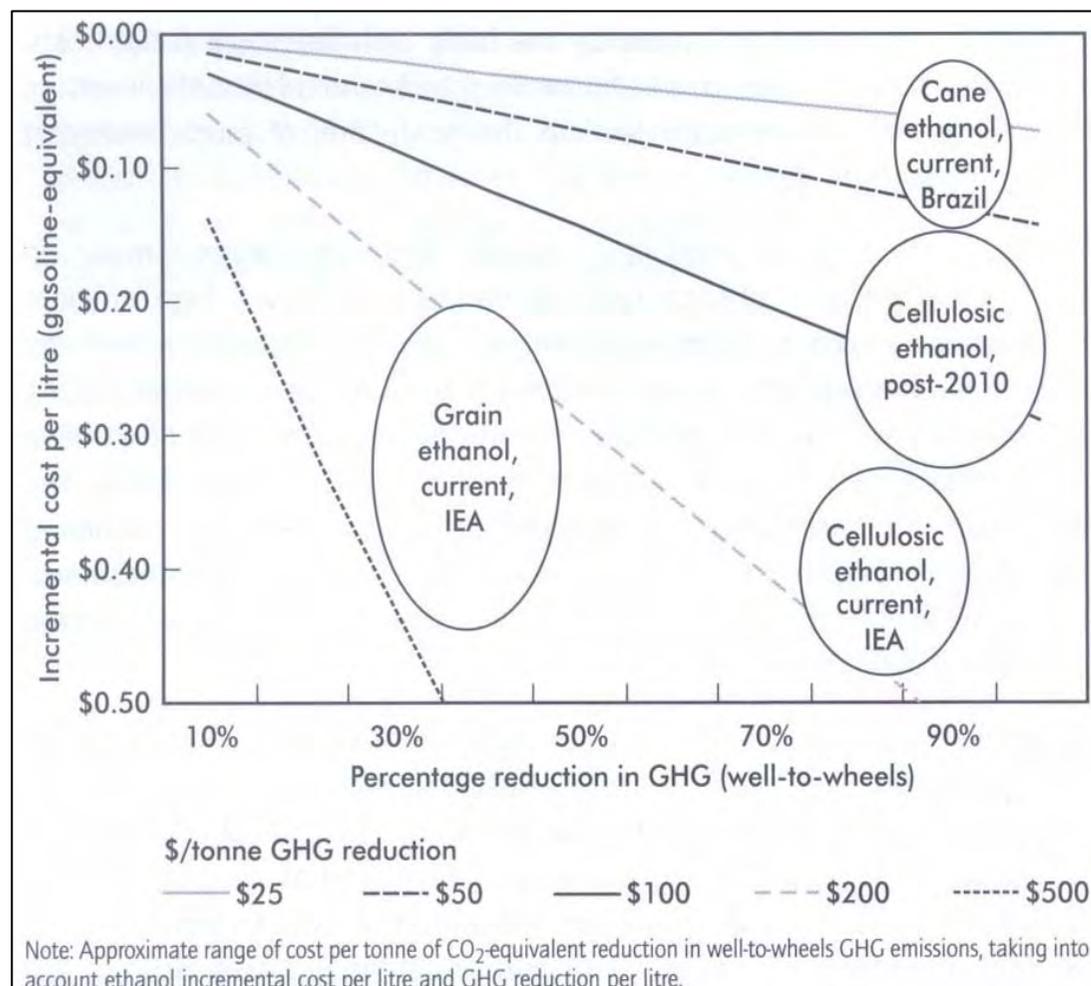


# CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten pro Tonne f. moderne Biotreibstoffe: ab 2010 möglicherweise bereits deutlich geringer



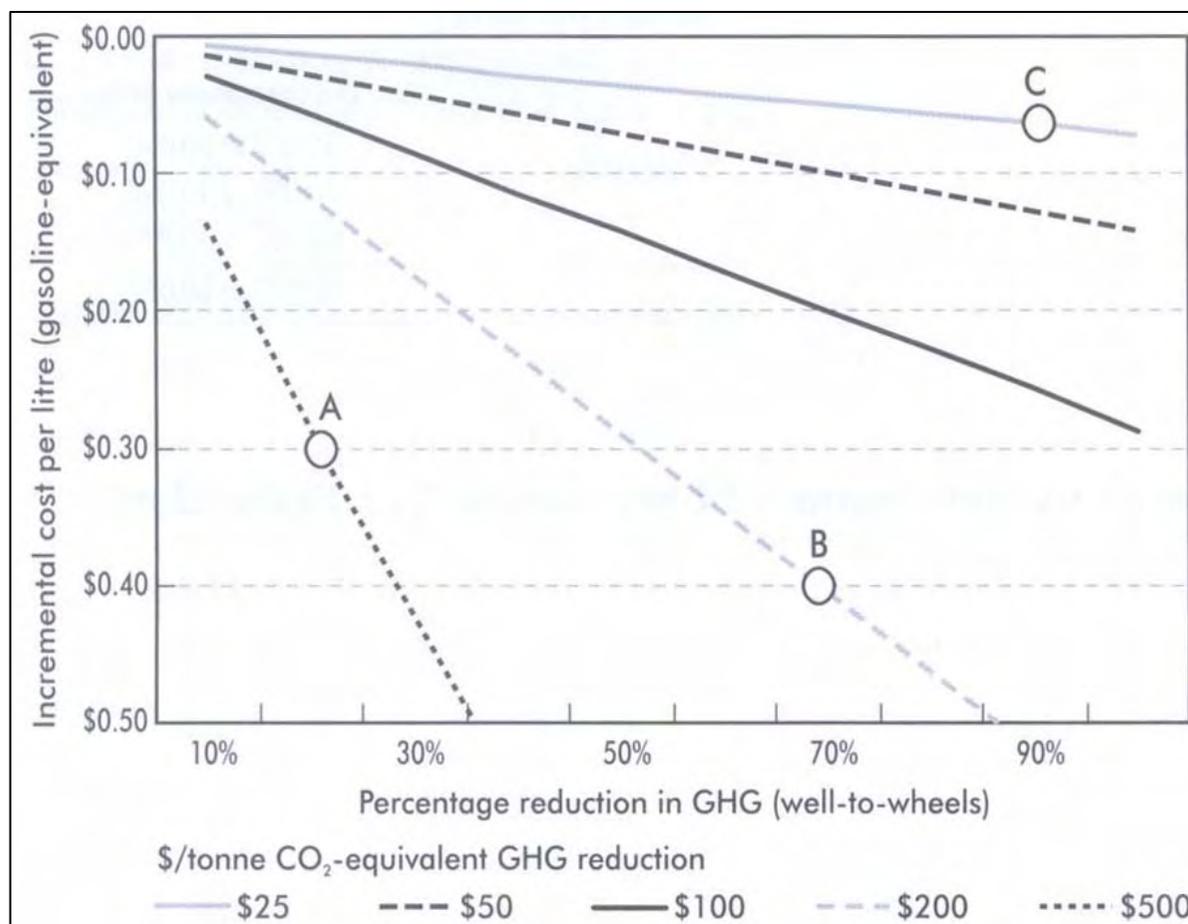
Quelle:  
IEA  
(2004)

# Kosten pro Tonne Treibhausgasreduktion für verschiedene Ethanol-Biotreibstoffe



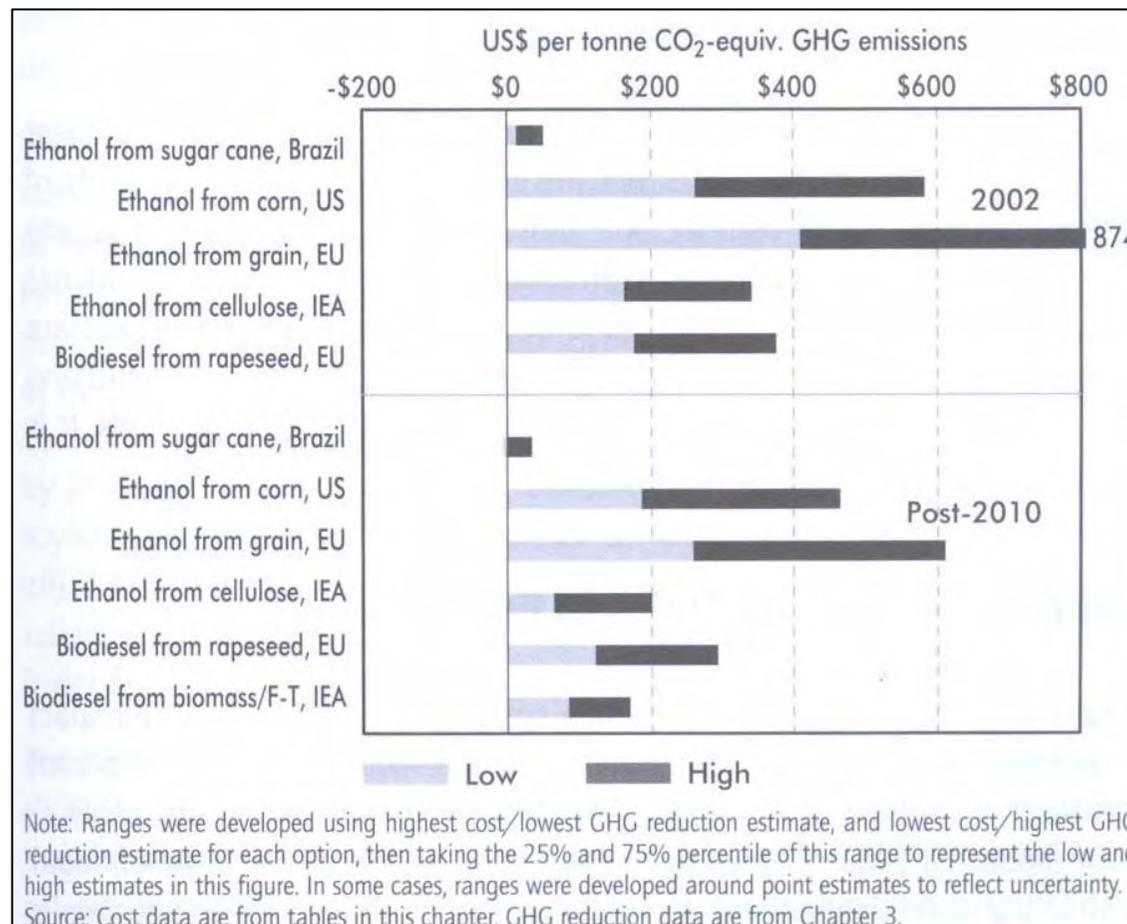
Quelle: IEA (2004)

# Kosten pro Tonne Treibhausgas-Reduktion für Biodiesel



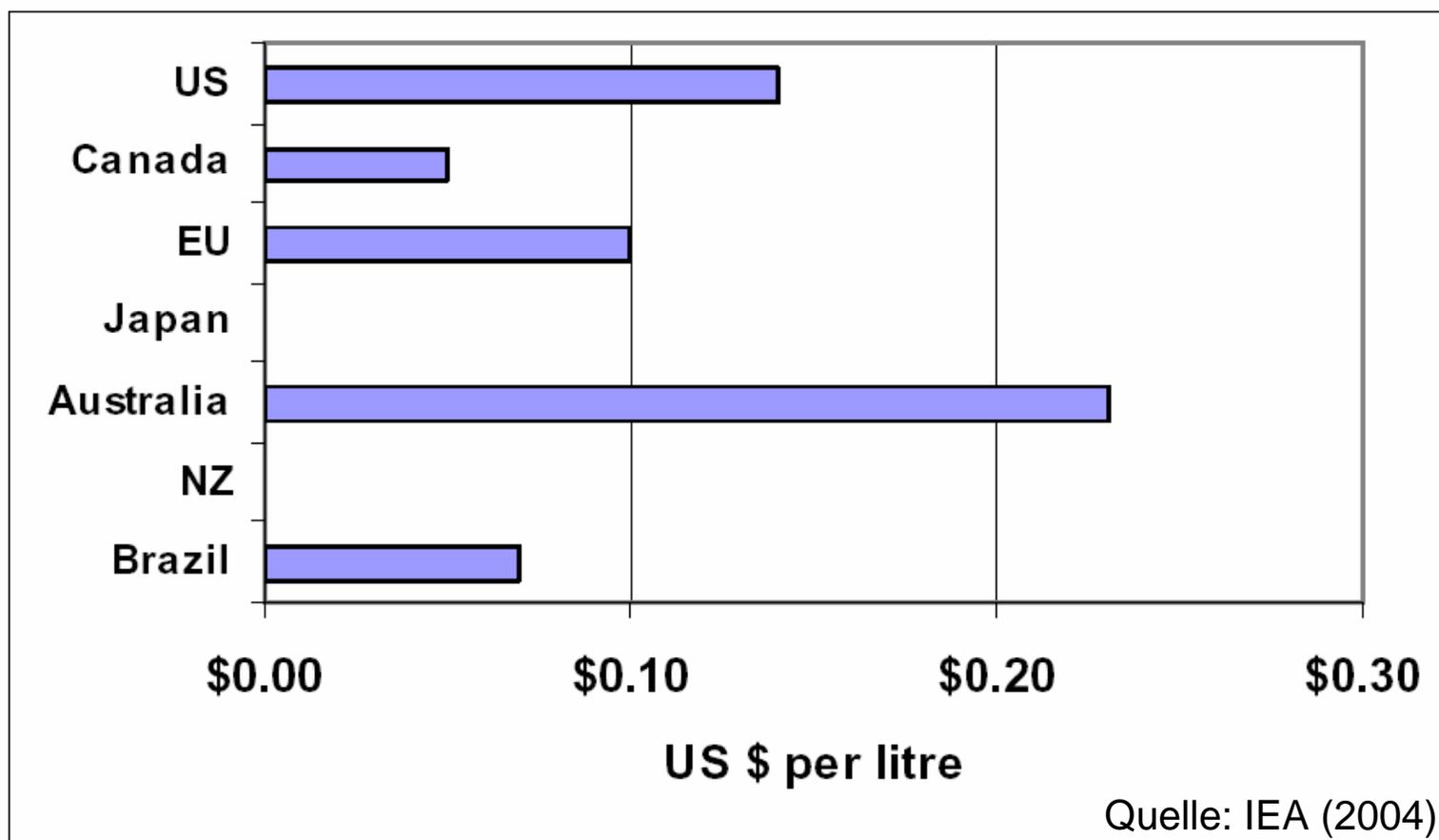
Quelle:  
IEA (2004)

# Kosten versch. Biotreibstoffe pro Tonne Treibhausgas-Emissionsreduktion



Quelle:  
IEA (2004)

# Internationaler Handel mit Biotreibstoffen: Vergleich Ethanol-Importzölle, diverse Staaten



## 6. Fazit

- Die Produktion von Biotreibstoffen hat weltweit stark zugenommen, v.a. dank ambitionierter Programme
- Produktionskosten nach wie vor hoch, allerdings ist auch das Ölpreisniveau deutlich gestiegen
- Treibhausgas-Vermeidungskosten durch Biotreibstoffe sind relativ hoch
- Bestimmung eines ökonomisch sinnvollen Niveaus der (langfristigen) Biotreibstoff-Förderung nicht trivial