



Ökobilanzen von Biogas und anderen Bioenergien

Dr. Guido Reinhardt

22. Hülseberger Gespräche
Lübeck, 21. bis 23. Mai 2008

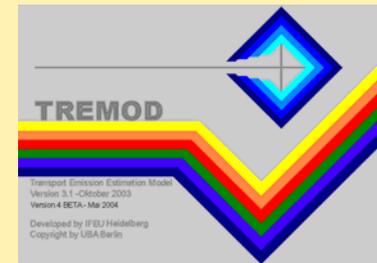


IFEU - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, seit 1978

- **Unabhängiges ökologisches Forschungsinstitut**
- **Gemeinnützige GmbH mit gegenwärtig ca. 40 Mitarbeitern**
- **Forschung / Beratung zu Umweltaspekten von**
 - **Energie (incl. Erneuerbare Energien)**
 - **Verkehr**
 - **Abfallwirtschaft**
 - **Ökobilanzen**
 - **Umweltverträglichkeitsprüfung**
 - **Nachwachsende Rohstoffe**
 - **Umweltbildung**

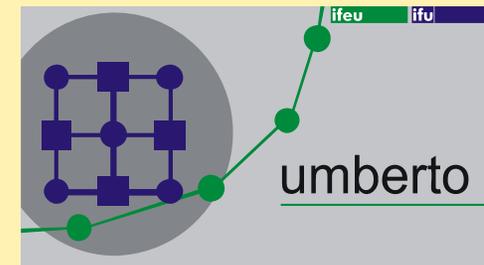
TREMOD: Transport Emission Model

- Modellierung der Emissionen von Fahrzeugen, Zügen, Schiffen und Flugzeugen
- Offizielle Datenbank der deutschen Ministerien für Emissionsberichte



Ökobilanzen und Technikfolgenabschätzung seit 1990:

- Bioenergieträger (alle Rohstoffe, alle Anwendungen)
- Alternative Nutzungskonzepte (Brennstoffzelle, FFV, Vergasung etc.)
- Erneuerbare Energien





**IFEU - Institut für Energie- und Umweltforschung
Heidelberg, seit 1978**

- **Unsere Fördermittel- und Auftraggeber
(Auswahl)**

- Weltbank
- UNEP, GTZ etc.
- Europäische Kommission
- Bundes- und Landesministerien und zugehörige Dienstbehörden (FNR, UBA etc.)
- Verbände
- Gemeinden
- WWF, Greenpeace etc.
- Unternehmen (Deutsche Telekom, Volkswagen, Shell etc.)
- Stiftungen (Deutsche Bundesstiftung Umwelt, British Foundation on Transport etc.)



Ökobilanzen von Biogas und anderen Bioenergien

Dr. Guido Reinhardt

22. Hülseberger Gespräche
Lübeck, 21. bis 23. Mai 2008

Hintergrund



WWF for a living planet®



ifeu - Institute for Energy
and Environmental
Research Heidelberg
Germany

Rai

CO₂ Mitigation

Nach
für d

Opti
für d

Dr. Gu
Andre
Sven
Nils R
Martin

Geför
Fachv
Verba

Heide

Weitere Publikationen (Auswahl):

- **VIEWLS-Project**, by SenterNovem et al., final report (2006)
- **WTW analysis of biofuels**, by JRC et al., final report (2006)
- **Optimierungen für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland**, by IFEU & partners (2008)

→ **Bioenergie versus fossile Energieträger**

- **Biokraftstoffe im Vergleich untereinander**
- **Biogas im Vergleich**
- **Bioenergie im Verkehr oder stationär ?**
- **Biomasse in Energie / Verkehr / Chemie ?**
- **Zusammenfassung**

Ökologische Vorteile und Nachteile:

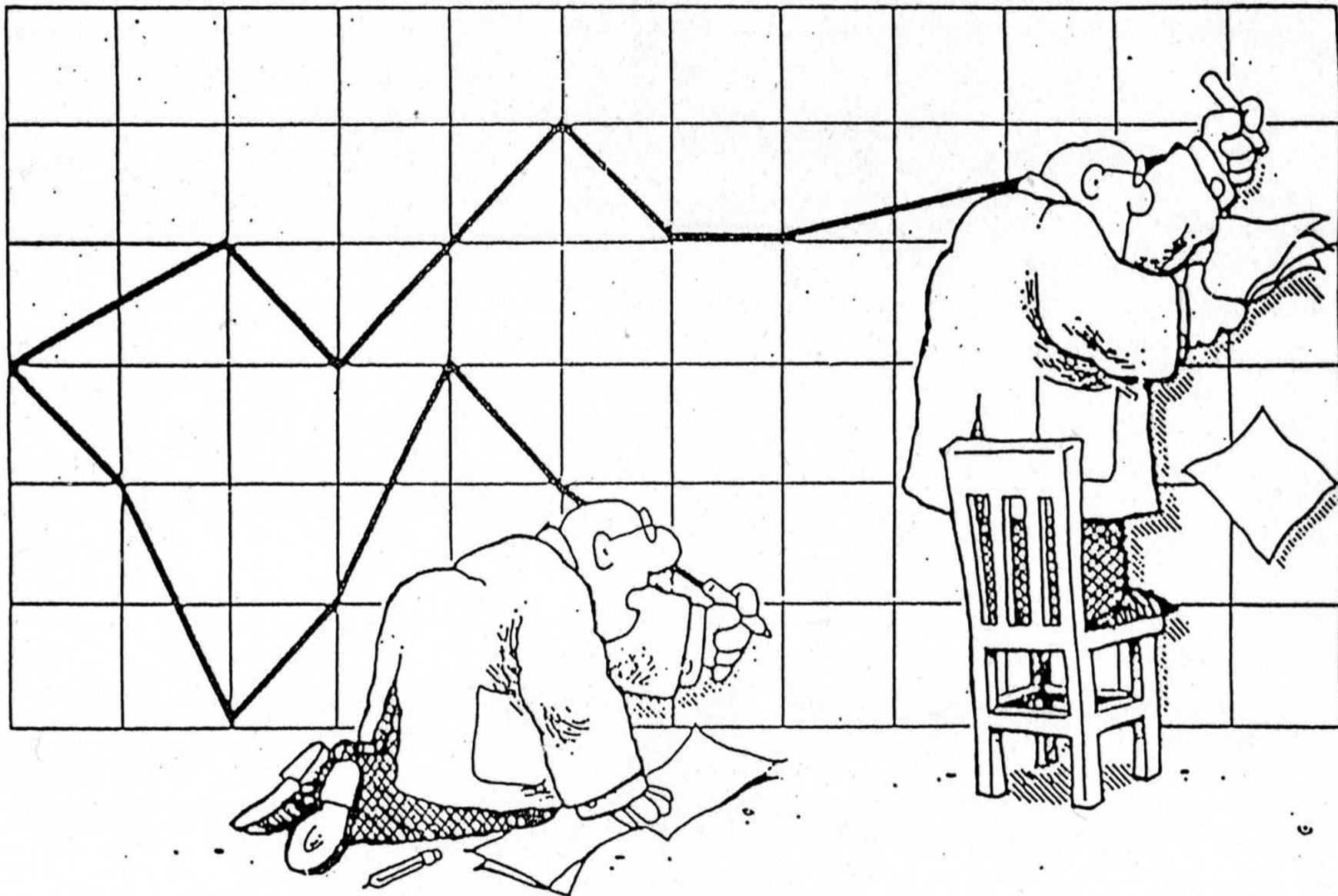


- **CO₂-neutral**
- **Einsparung energetischer Ressourcen**
- **Weniger toxisch**
- **Weniger Transporte**
- **etc.**

- **Flächenverbrauch**
- **Eutrophierung von Oberflächengewässern**
- **Wasserverschmutzung durch Pestizide**
- **Energieintensive Produktion**
- **etc.**



**Insgesamt:
Positiv oder Negativ
?**

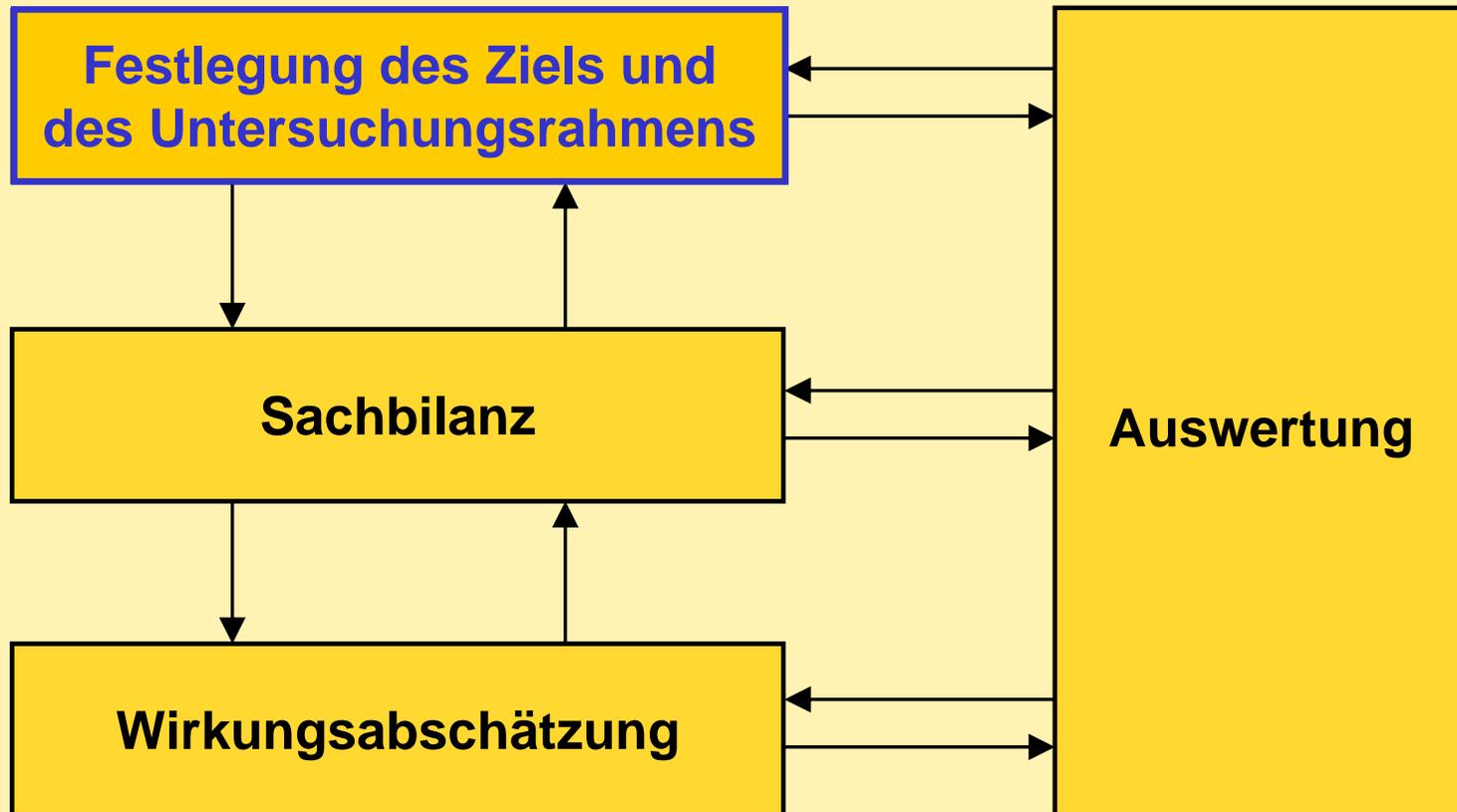


"HEY, I THOUGHT WE WERE WORKING WITH THE SAME DATA..."

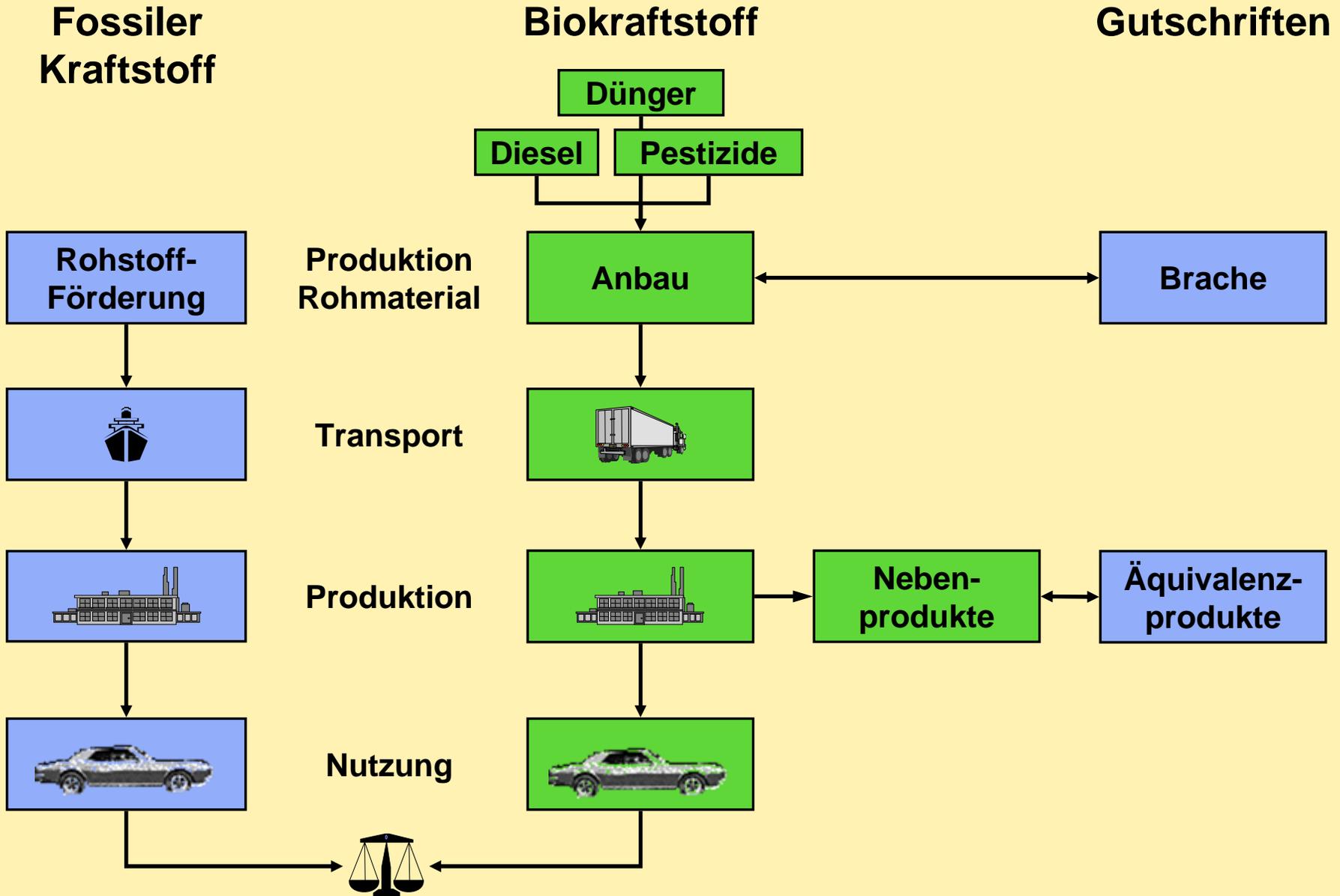
Bewertungsinstrument “Ökobilanz”



Struktur der Ökobilanz nach ISO 14040/44

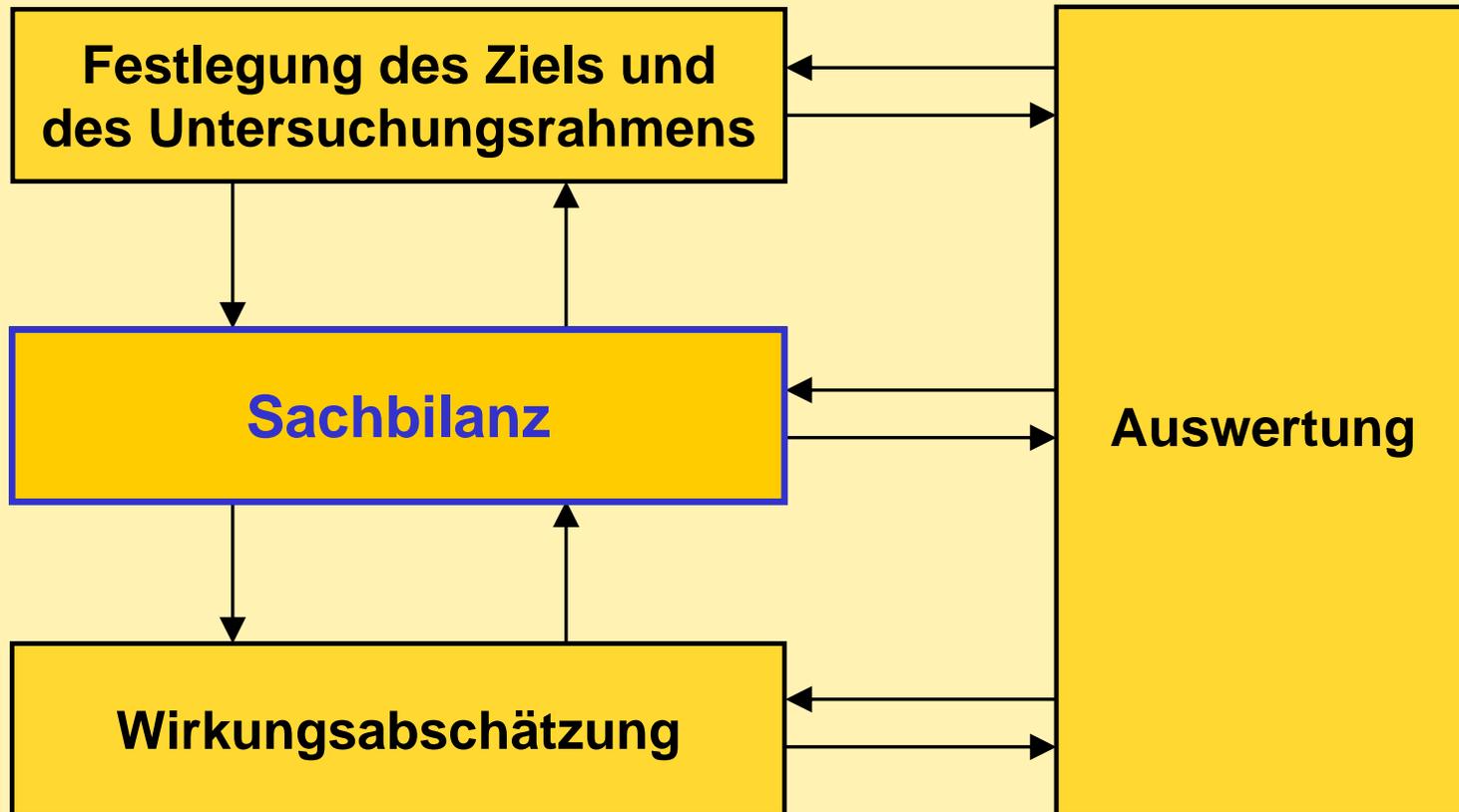


Lebenswegvergleich



Bewertungsinstrument “Ökobilanz”

Struktur der Ökobilanz nach ISO 14040/44

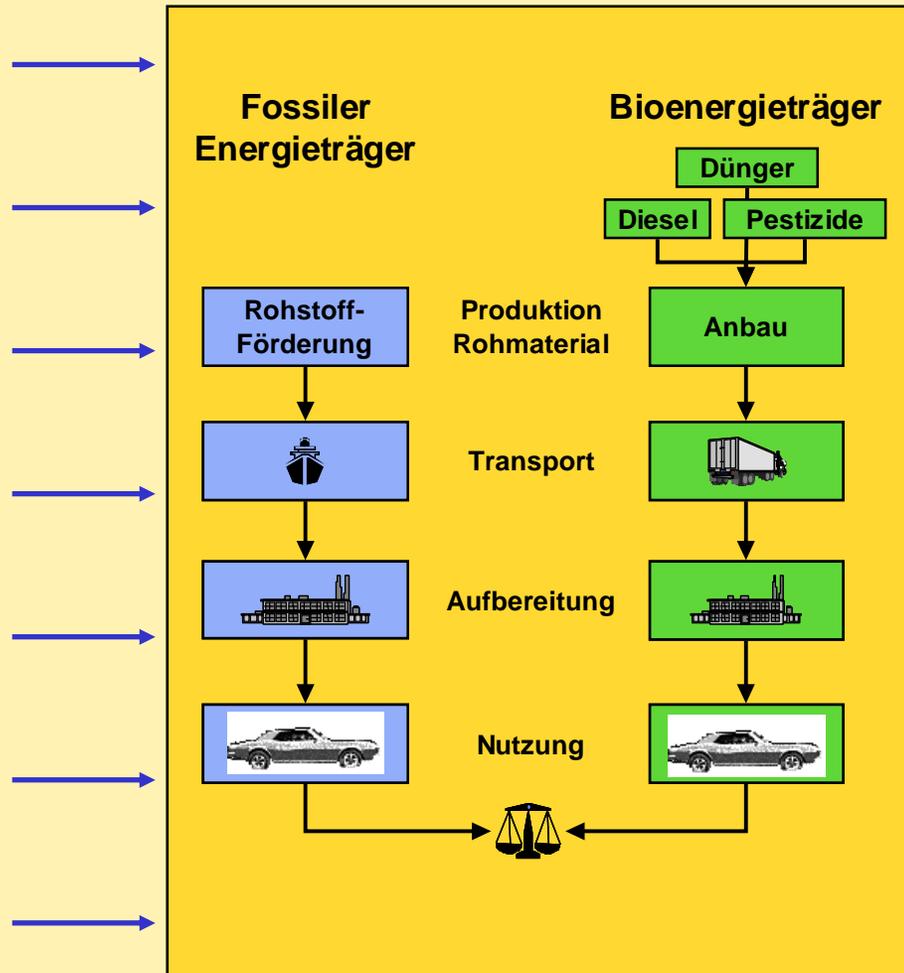


Sachbilanz

Inputs

z.B.:

- Erdgas
- Rohöl
- Braunkohle
- Steinkohle
- Uran
- Wasser



Outputs

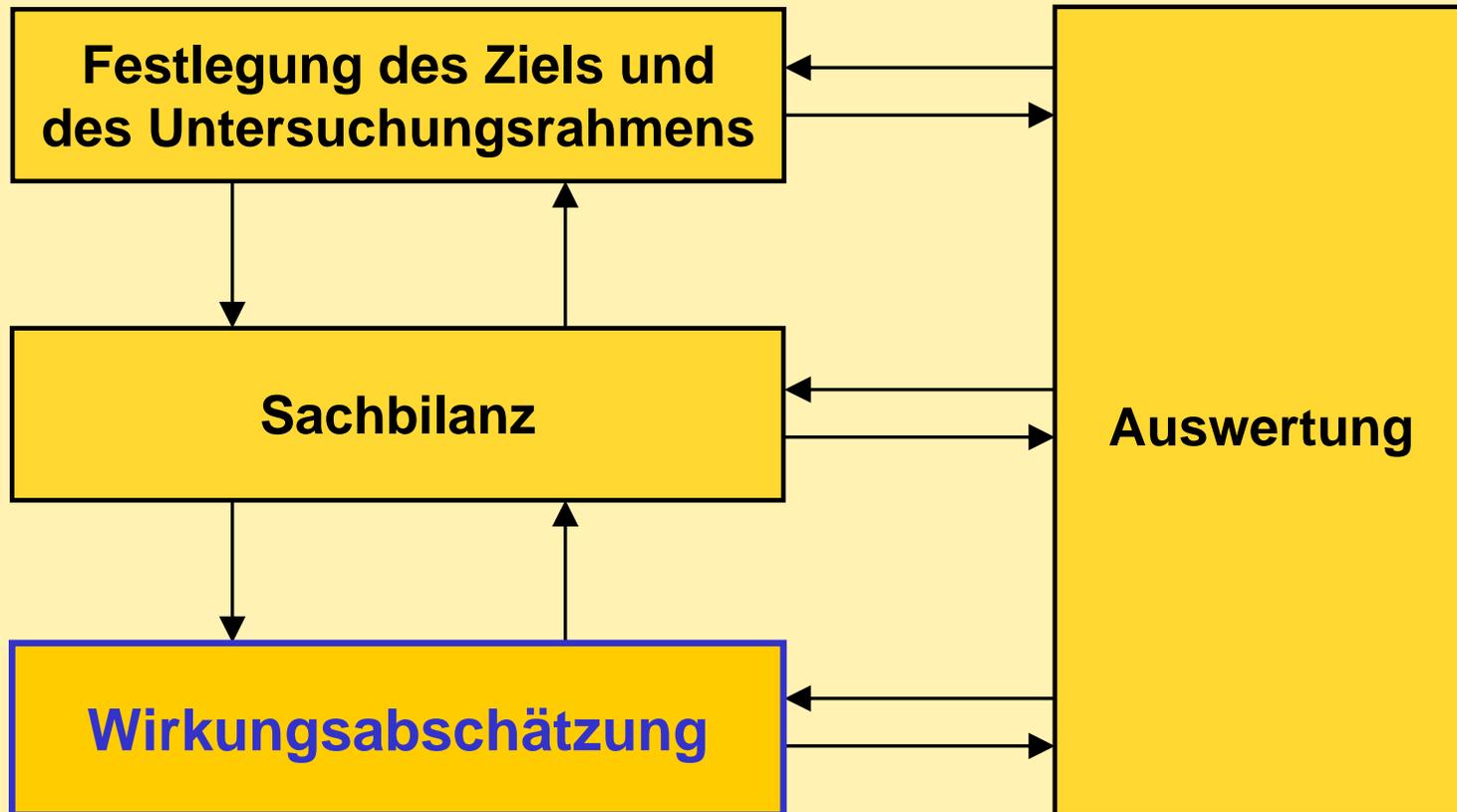
z.B.:

- CO₂
- SO₂
- CH₄
- NO_x
- NH₃
- N₂O
- HCl
- CO
- C₆H₆
- VOC

Bewertungsinstrument “Ökobilanz”



Struktur der Ökobilanz nach ISO 14040/44



Wirkungsabschätzung



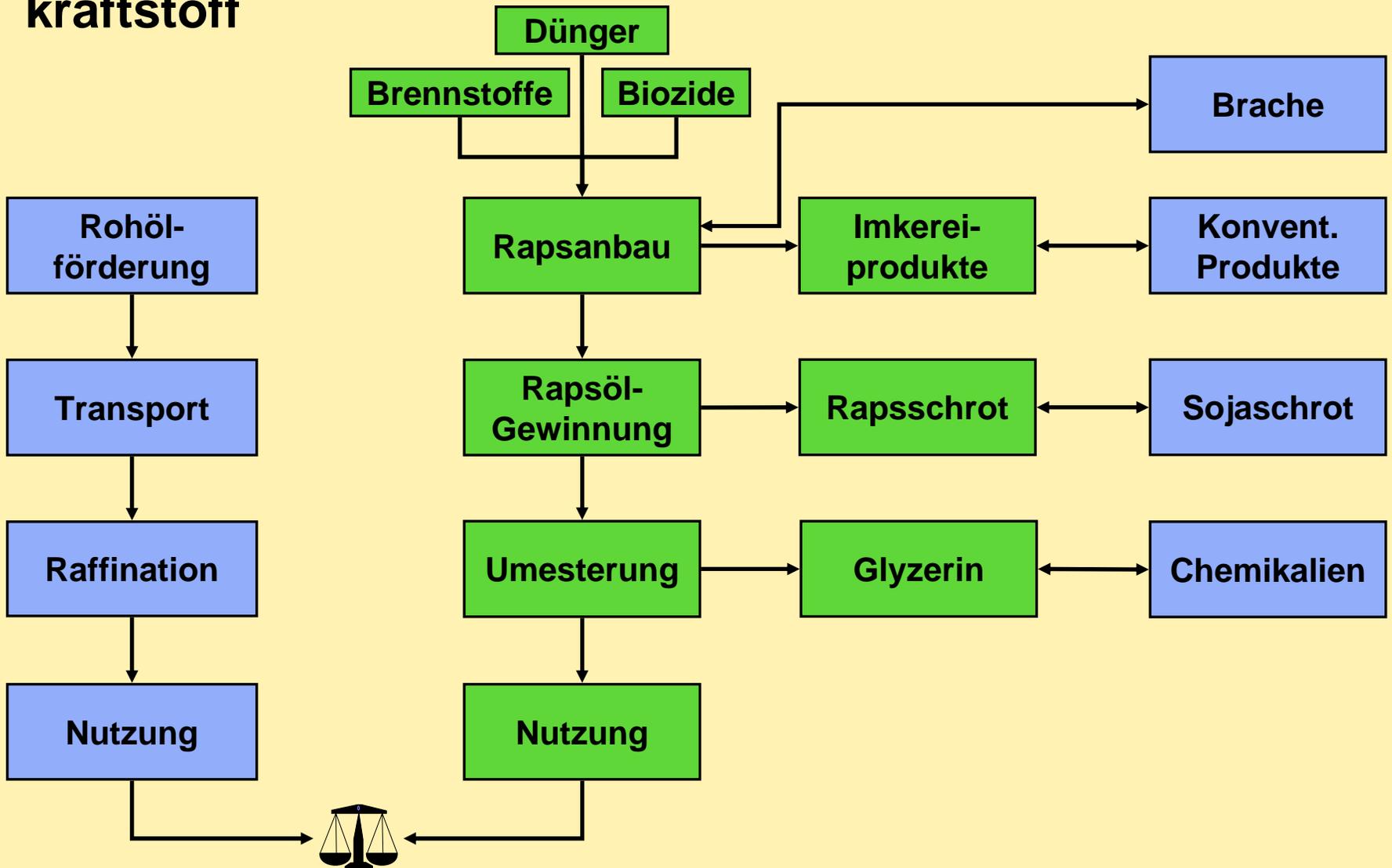
Wirkungskategorie	Parameter	Substanzen (Sachbilanz)
Ressourcenverbrauch	<p>Summe erschöpflicher Primärenergieträger</p> <p>Mineral. Ressourcen</p>	<p>Rohöl, Erdgas, Kohle, Uranerz, ...</p> <p>Kalkstein, Tonerde, Metallerze, Steinsalz, Pyrit, ...</p>
Treibhauseffekt	CO ₂ -Äquivalente	Kohlendioxid, Distickstoffoxid, Methan, voll- und teilhalogenierte Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe, Methylbromid, ...
Ozonabbau	F11-Äquivalente, (Distickstoffoxid)	Voll- und teilhalogenierte Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe, Halone, Methylbromid, ...
Versauerung	SO ₂ -Äquivalente	Schwefeldioxid, Salzsäure, Stickstoffoxid, Ammoniak, Flusssäure, ...
Eutrophierung	PO ₄ -Äquivalente	Stickoxide, Ammoniak, Phosphat, Nitrat
Photosmog	Ethen-Äquivalente	Kohlenwasserstoffe, Stickoxide, Kohlenmonoxid, Chlorkohlenwasserstoffe, ...
Human- und Ökotoxizität		Stickoxide, Kohlenmonoxid, Salzsäure, Dieselpartikel, Staub, Ammoniak, Benzol, Benzo(a)pyren, Schwefeldioxid, Dioxine (TCDD), ...

Beispiel: Raps-Biodiesel (RME)

Diesel- kraftstoff

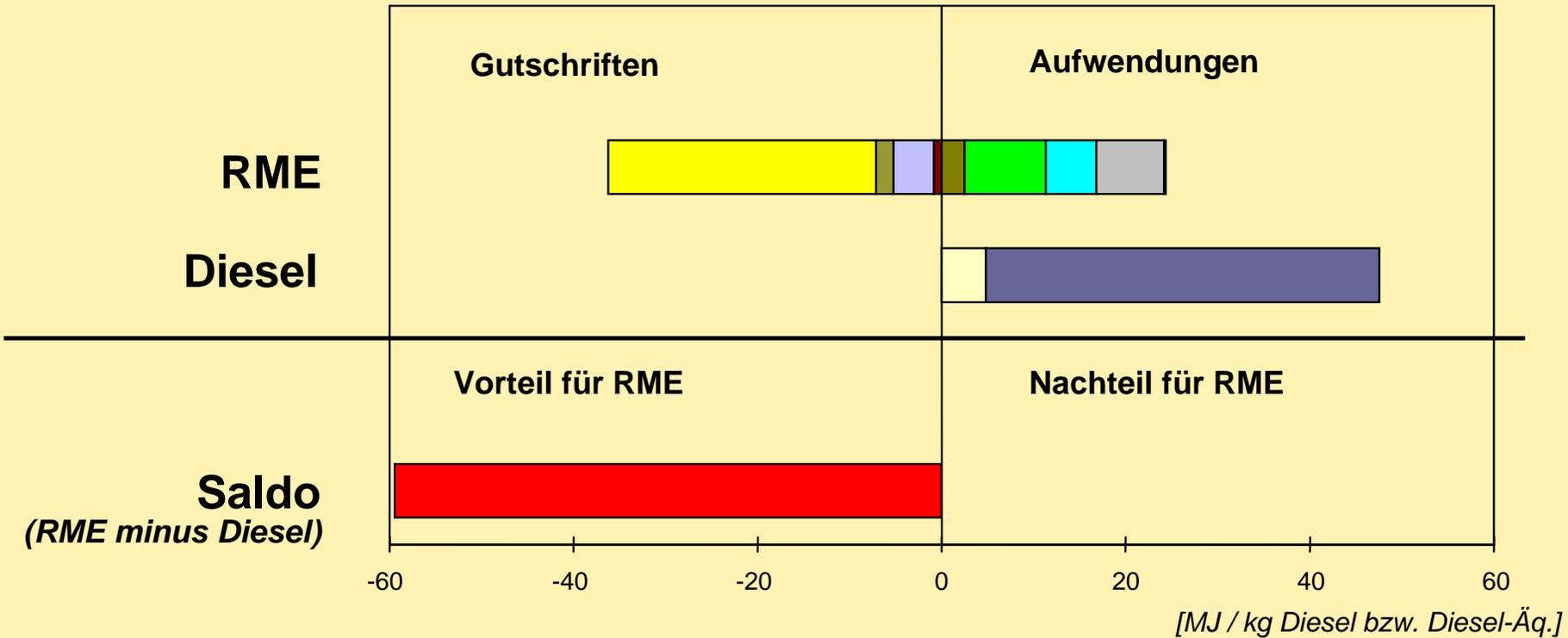
RME

Gutschriften



RME versus Dieselkraftstoff

Ressourcenverbrauch



RME

- Maschinelle Feldarbeit
- Stoffliche Inputs
- Ölmühle
- Umesterung
- Nutzung

Gutschriften

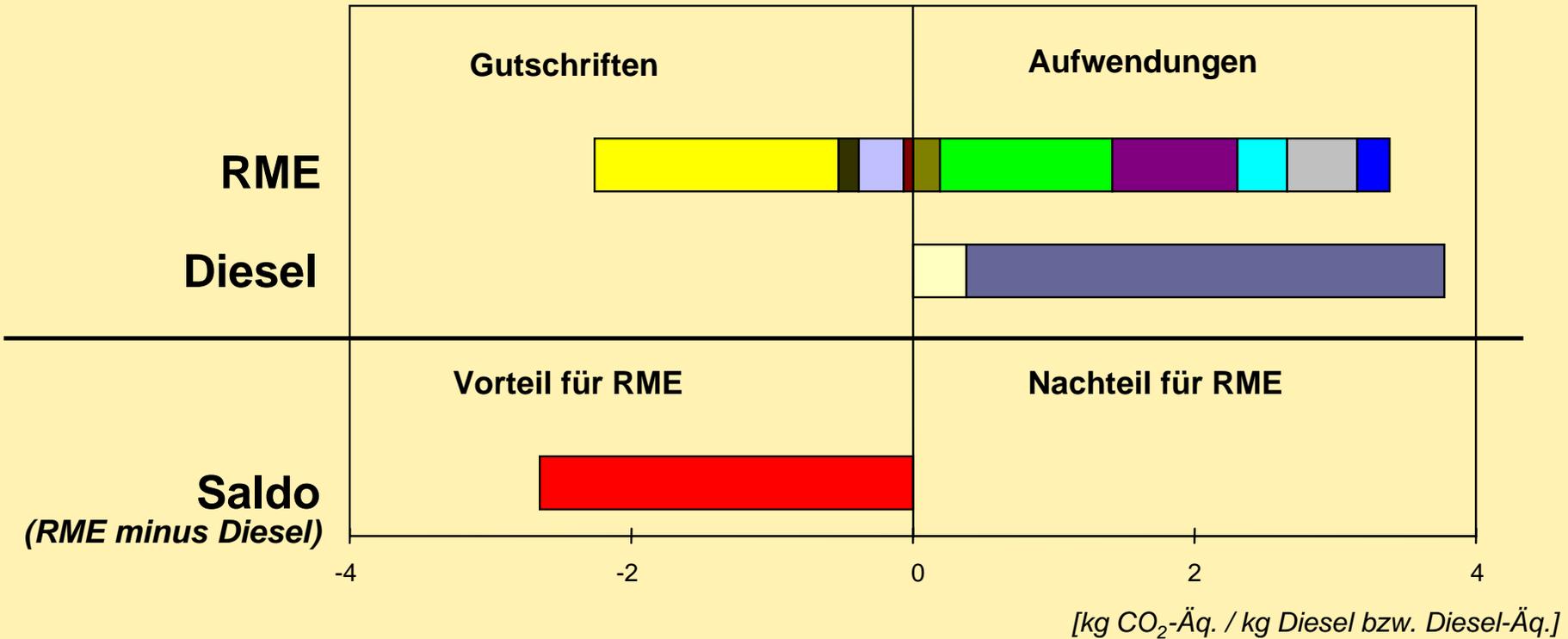
- Referenz-System
- Sojaschrot (Landw.)
- Sojaschrot (Trans.)
- Glyzerin

Diesel

- Bereitstellung
- Nutzung

RME versus Dieselkraftstoff

Treibhauseffekt



RME

- Maschinelle Feldarbeit
- Stoffliche Inputs
- Ölmühle
- Umesterung
- Nutzung

Gutschriften

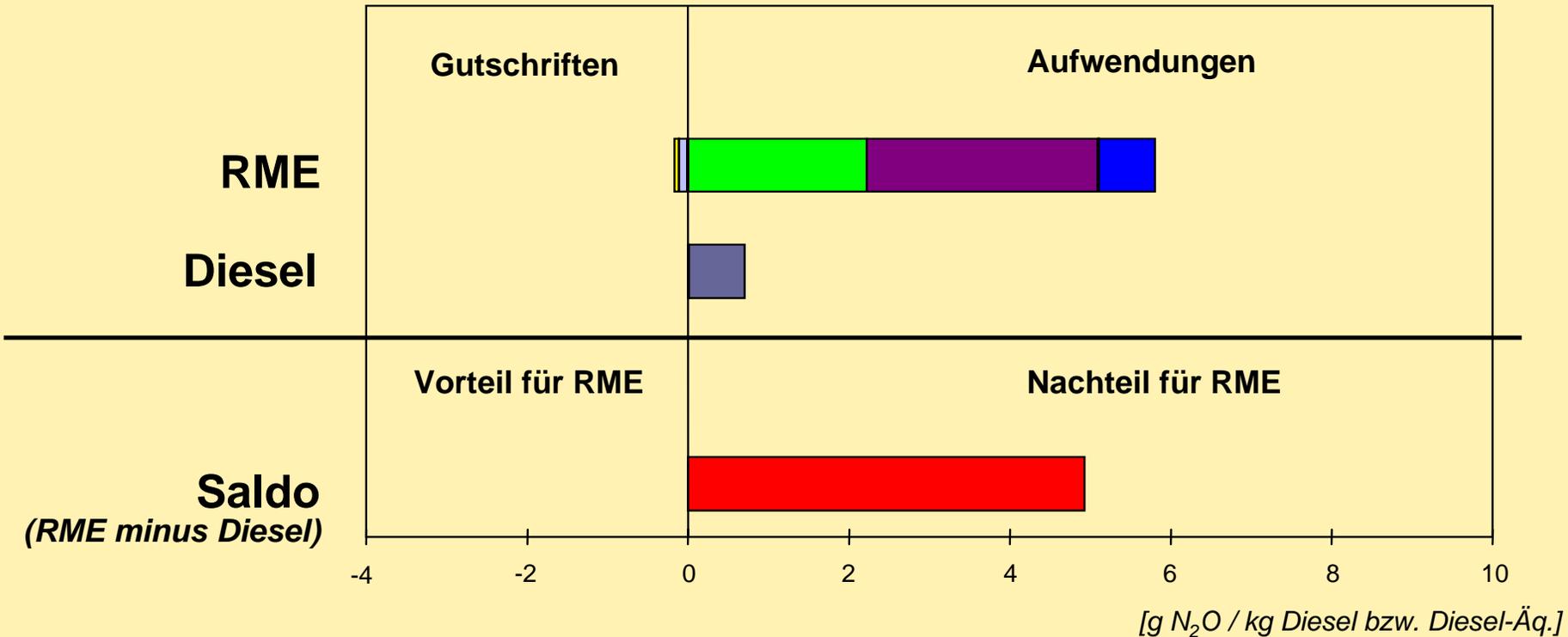
- Referenz-System
- Sojaschrot (Landw.)
- Sojaschrot (Trans.)
- Glycerin

Diesel

- Bereitstellung
- Nutzung

RME versus Dieselkraftstoff

Ozonabbau



RME

- Maschinelle Feldarbeit
- Stoffliche Inputs
- Ölmühle
- Umesterung
- Nutzung

Gutschriften

- Referenz-System
- Sojaschrot (Landw.)
- Sojaschrot (Trans.)
- Glycerin

Diesel

- Bereitstellung
- Nutzung

RME versus Dieselkraftstoff



Vorteile für RME

Nachteile für RME

Ressourcenverbrauch	Einsparung erschöpflicher Energieträger	Verbrauch mineralischer Ressourcen
Treibhauseffekt	geringere Klimagasemissionen	
Ozonabbau		höhere N ₂ O-Emissionen
Versauerung		höhere Versauerungswirkung
Eutrophierung		höhere Eutrophierung Risiko: Phosphateintrag in Gewässer
Human- und Ökotoxizität	geringere SO ₂ -Emissionen geringere Partikelemissionen in Innenstädten geringere Rohöleinträge in Meere durch Förderung und Transport von Rohöl Risiko: geringere Rohöleinträge durch Tankerunfälle Risiko: geringere Toxizität / höhere (Bio-)Abbaubarkeit	Risiko: Gewässerbelastung durch Biozide Risiko: Grundwasserbelastung durch Nitrat

Biokraftstoffe vs. fossile Kraftstoffe



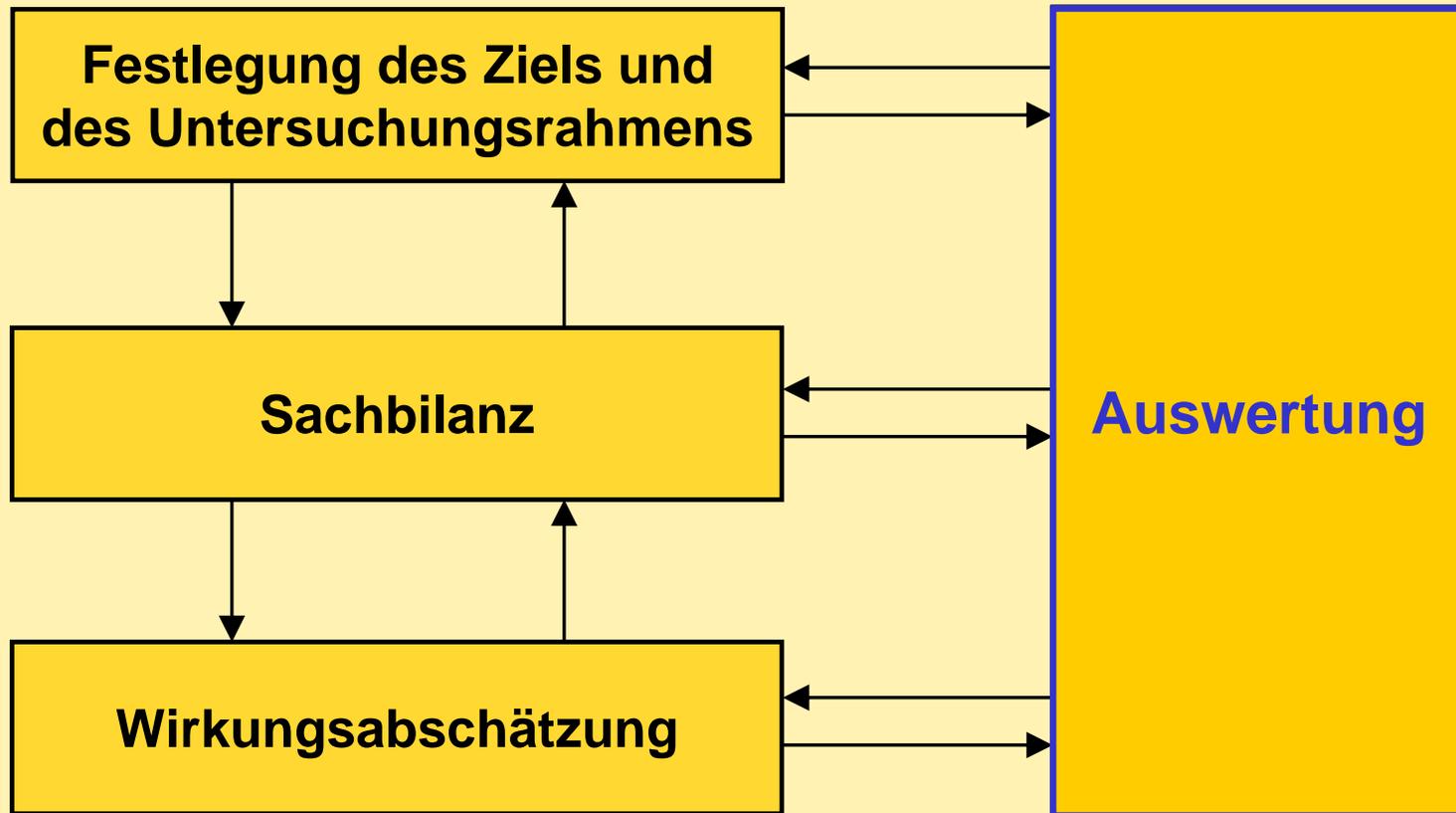
Biokraftstoff	Energiebedarf	Treibhaus-effekt	Ozonabbau	Ver-sauerung	Eutro-phierung	Photo-smog
SME	+	+	-	+/-	-	+/-
RME	+	+	-	-	-	+/-
Rapsöl	+	+	-	-	-	+/-
Rapsöl (dez)	+	+	-	-	-	+
Bio-Methanol	+	+	+/-	+	-	+
Bio-DME	+	+	+/-	+	+	-
EtOH Zuckerrübe	+	+	-	-	-	+
ETBE Zuckerrübe	+	+	-	-	-	+

- +** Vorteil für Biokraftstoff
- Vorteil für fossilen Kraftstoff
- + / -** Insignifikant oder unentschieden

Bewertungsinstrument “Ökobilanz”



Struktur der Ökobilanz nach ISO 14040/44



Statistik von Heidelberg

Einwohner	130.000
Schulgebäude (incl. Universität)	180
Brücken	5
Hunde (offiziell registriert)	220
Touristen pro Tag	5.500
<hr/>	
Summe	135.905

Ökobilanz: Bewertung



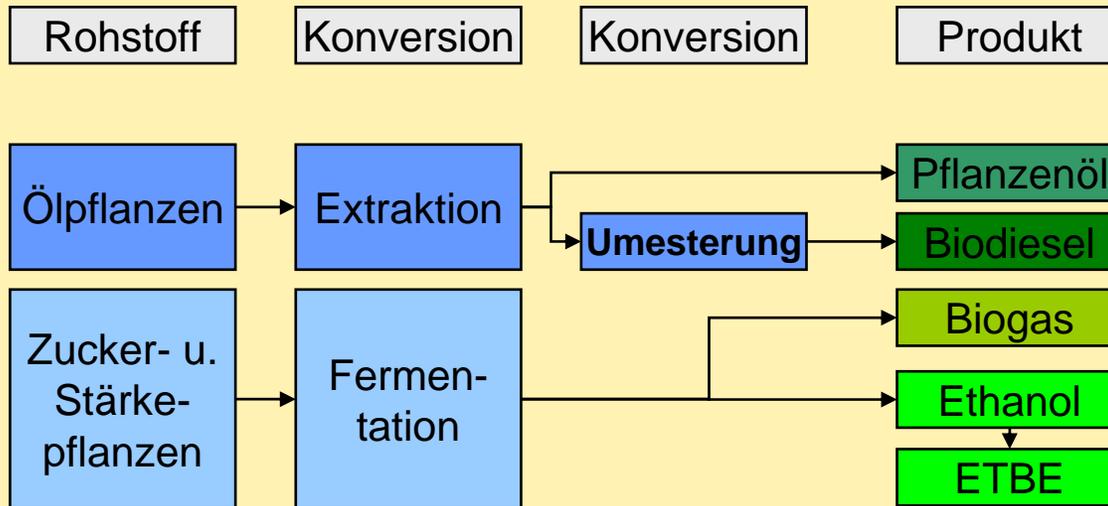
Wirkungskategorie	Parameter	Ökologische Bedeutung nach Umweltbundesamt
energetischer Ressourcenverbrauch	Summe fossiler Energieträger	groß
Treibhauseffekt	CO₂-Äquivalente	sehr groß
Stratosphärischer Ozonabbau	F11-Äquivalente	k.A.
Versauerung	SO₂-Äquivalente	mittel
Eutrophierung	PO₄- Äquivalente	mittel
Human- und Ökotoxizität	Stickoxide	mittel
Human- und Ökotoxizität	Dieselpartikel	groß

1. Alle betrachteten Biokraftstoffe weisen im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen **sowohl ökologische Vorteile wie auch Nachteile** auf.
2. In nahezu allen Fällen zeigen die Biokraftstoffe **Vorteile** bei der Ressourcenschonung erschöpflicher Energieträger und beim Treibhauseffekt.
3. Demgegenüber zeigen die Biokraftstoffe in nahezu allen Fällen **Nachteile** bei der Versauerung und der Eutrophierung.
4. Beim Photosmog, dem Ozonabbau und der Human- bzw. Ökotoxizität gibt es keine einheitlichen Ergebnisrichtungen.

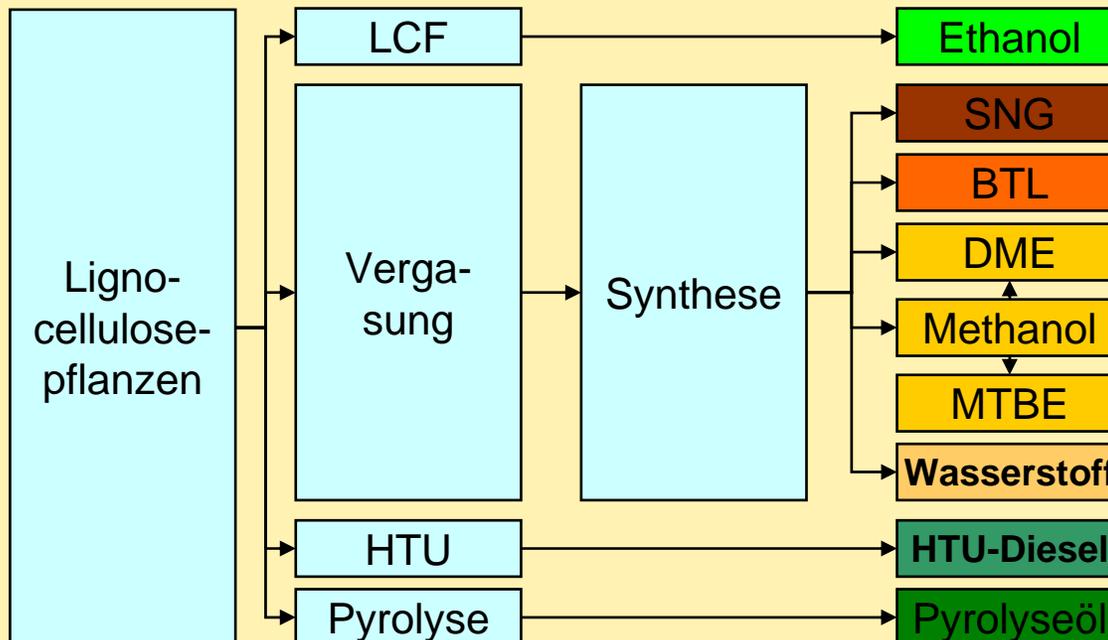
5. Eine **objektive Entscheidung** zugunsten eines Kraftstoffes **kann nicht gefällt werden**. Auf der Basis eines subjektiven Wertesystems ist dies jedoch möglich.
6. Wird z. B. der Energieeinsparung und dem Treibhauseffekt die höchste ökologische Priorität eingeräumt, schneiden alle untersuchten Biokraftstoffe besser ab als die fossilen Alternativen.

- **Bioenergie versus fossile Energieträger**
- ➔ **Biokraftstoffe im Vergleich untereinander**
- **Biogas im Vergleich**
- **Bioenergie im Verkehr oder stationär ?**
- **Biomasse in Energie / Verkehr / Chemie ?**
- **Zusammenfassung**

Kraftstoffe aus Biomasse



Biokraftstoffe 1. Generation



Biokraftstoffe 2. Generation

Biokraftstoff-Vergleiche



Biokraftstoff

Fossiler Kraftstoff

1. Generation

Bioethanol aus Zuckerrüben

Bioethanol aus Weizen

Bioethanol aus Kartoffeln

Bio-ETBE aus Zuckerrüben

Bio-ETBE aus Weizen

Bio-ETBE aus Kartoffeln

Sonnenblumenölmethylester (SME)

Rapsölmethylester (RME)

Rapsöl (zentrale Pressung)

Rapsöl (dezentrale Pressung)

Ottokraftstoff (E5/E85) – PKW

Ottokraftstoff (E5/E85) – PKW

Ottokraftstoff (E5/E85) – PKW

MTBE als Additiv in Ottokraftstoff

MTBE als Additiv in Ottokraftstoff

MTBE als Additiv in Ottokraftstoff

Diesel – PKW / LKW

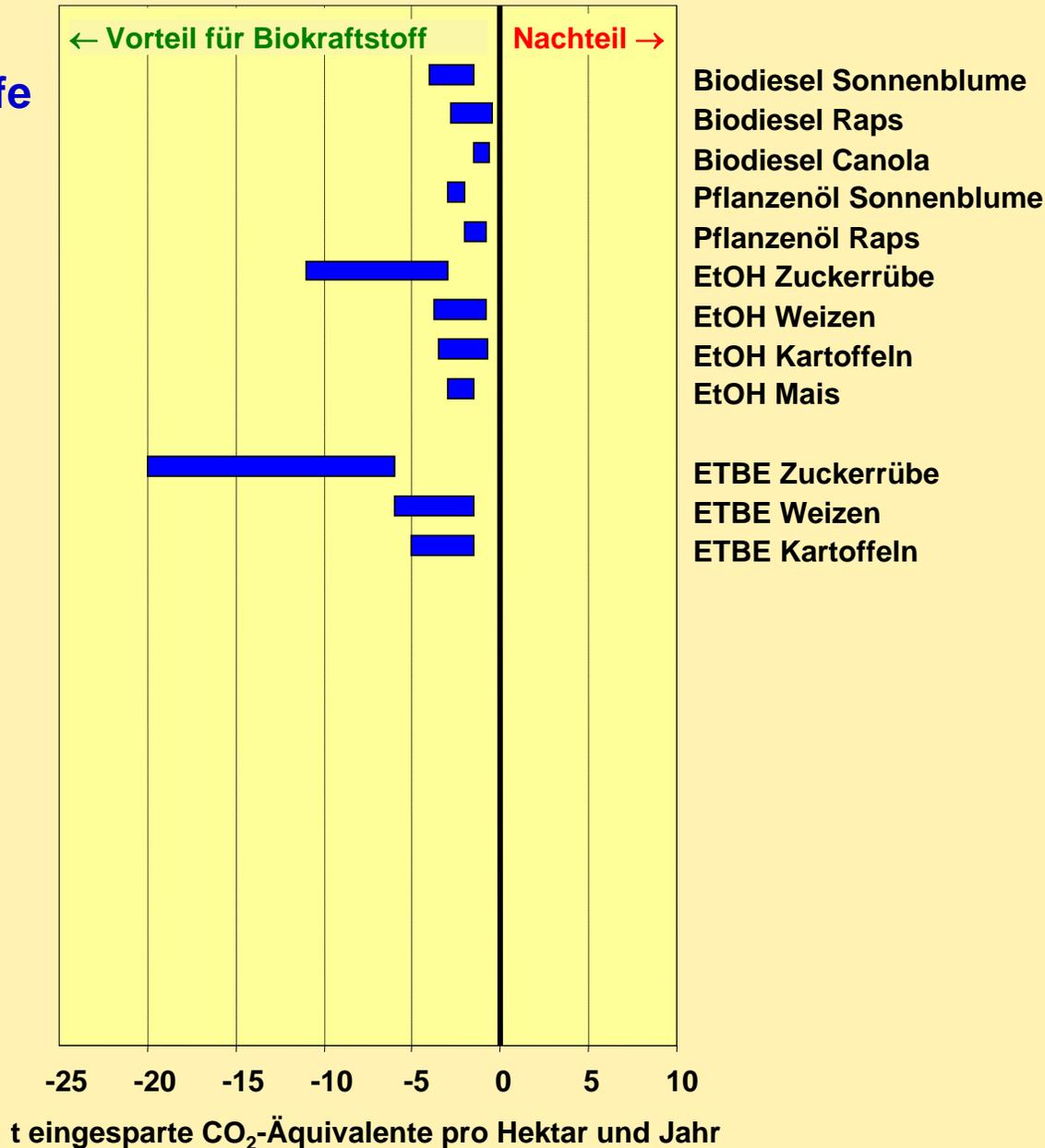
Diesel – PKW / LKW

Diesel – PKW / LKW

Diesel – Traktor

Biokraftstoffe: CO₂-Bilanzen

Biokraftstoffe
gemäßigte
Zonen



Biokraftstoffe heute und morgen

Biokraftstoffe der 1. Generation



→ **Biodiesel**



→ **Bioethanol**



Biokraftstoffe der 2. Generation



→ **Biomass-to-Liquid-Kraftstoffe (BTL)**

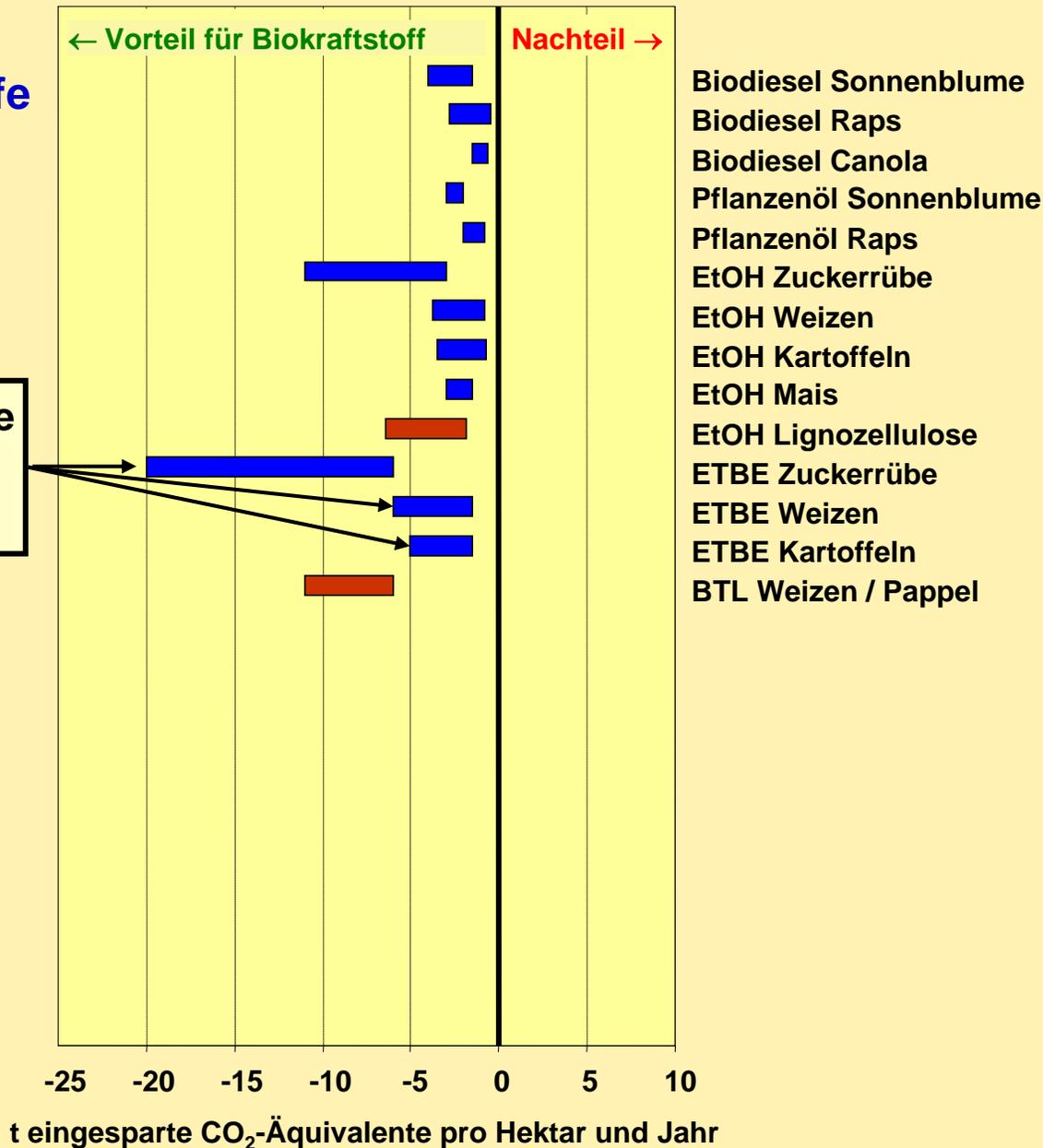


→ **Bioethanol aus Lignozellulose**

Biokraftstoffe: CO₂-Bilanzen

Biokraftstoffe
gemäßigte
Zonen

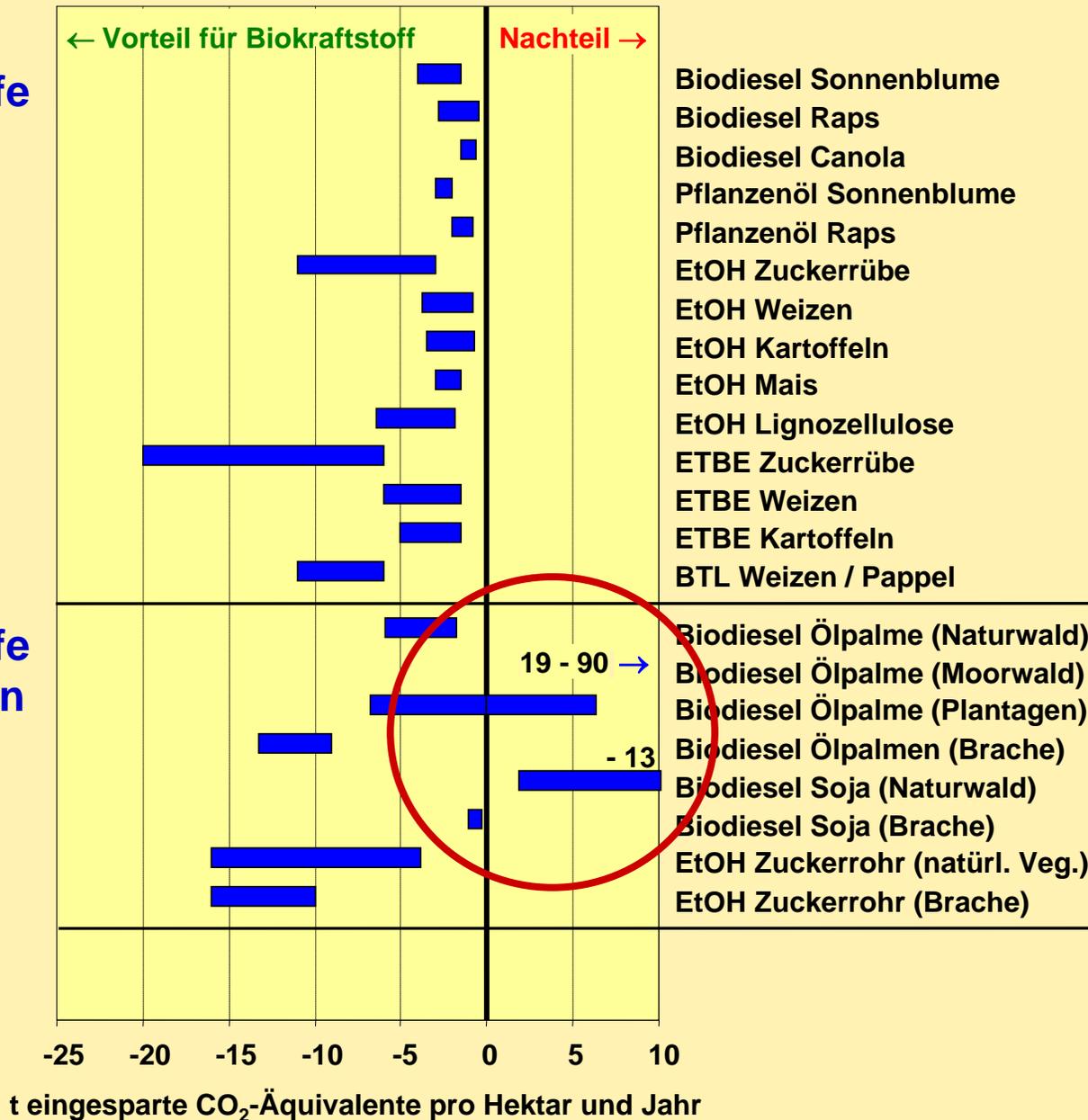
Eingeschränkte
technische
Potenziale



Biokraftstoffe: CO₂-Bilanzen

Biokraftstoffe
gemäßigte
Zonen

Biokraftstoffe
Feuchttropen







**Ölpalmenplantage durch
Rodung von Naturwald**





**Ölpalmenplantage durch
Umwidmung bestehender
Plantagen**

**Ölpalmenplantage durch
Umwidmung bestehender
Plantagen**

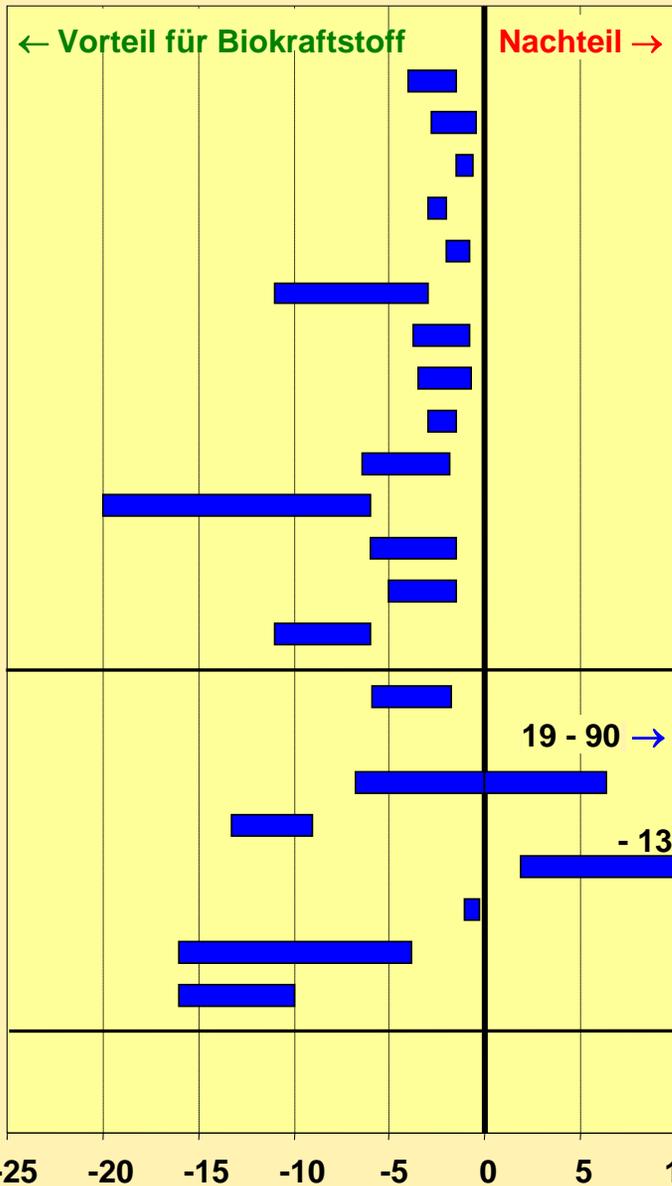




**Ölpalmenplantage durch
Bepflanzung degradierter /
devastierter Flächen**

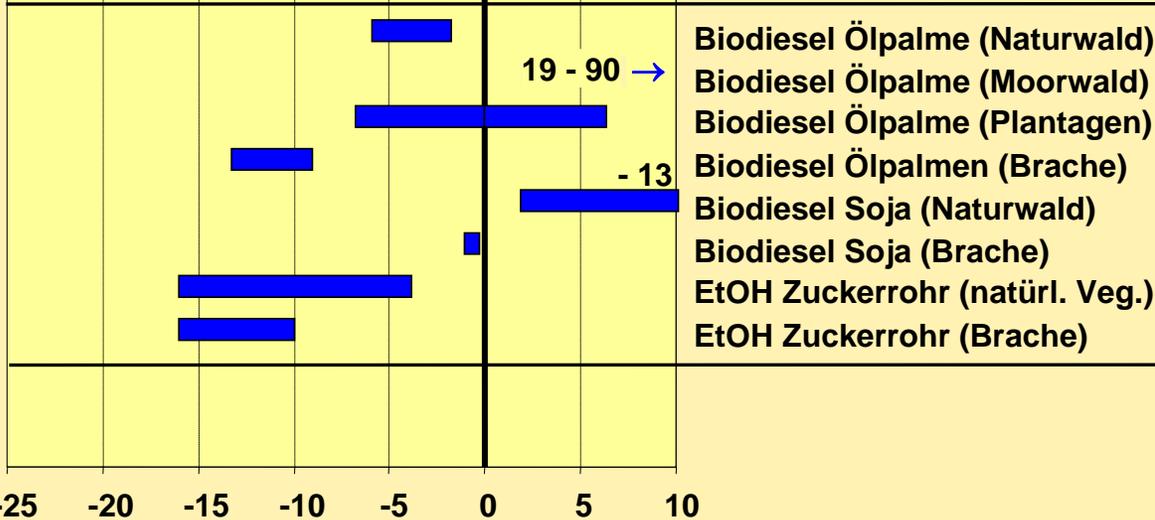
Biokraftstoffe: CO₂-Bilanzen

Biokraftstoffe
gemäßigte
Zonen



Biodiesel Sonnenblume
Biodiesel Raps
Biodiesel Canola
Pflanzenöl Sonnenblume
Pflanzenöl Raps
EtOH Zuckerrübe
EtOH Weizen
EtOH Kartoffeln
EtOH Mais
EtOH Lignozellulose
ETBE Zuckerrübe
ETBE Weizen
ETBE Kartoffeln
BTL Weizen / Pappel

Biokraftstoffe
Feuchttropen



Biodiesel Ölpalme (Naturwald)
Biodiesel Ölpalme (Moorwald)
Biodiesel Ölpalme (Plantagen)
Biodiesel Ölpalmen (Brache)
Biodiesel Soja (Naturwald)
Biodiesel Soja (Brache)
EtOH Zuckerrohr (natürl. Veg.)
EtOH Zuckerrohr (Brache)

t eingesparte CO₂-Äquivalente pro Hektar und Jahr

Kritik an Biokraftstoffen



Kritik an Biokraftstoffen

N₂O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels

P. J. Crutzen^{1,2,3}, A. R. Mosier⁴, K. A. Smith⁵, and W. Winiwarter^{3,6}

Biofuels in the European Context:
Facts, Uncertainties and Recommendations

JRC Working Paper
19/12/2007



Borneo is burning

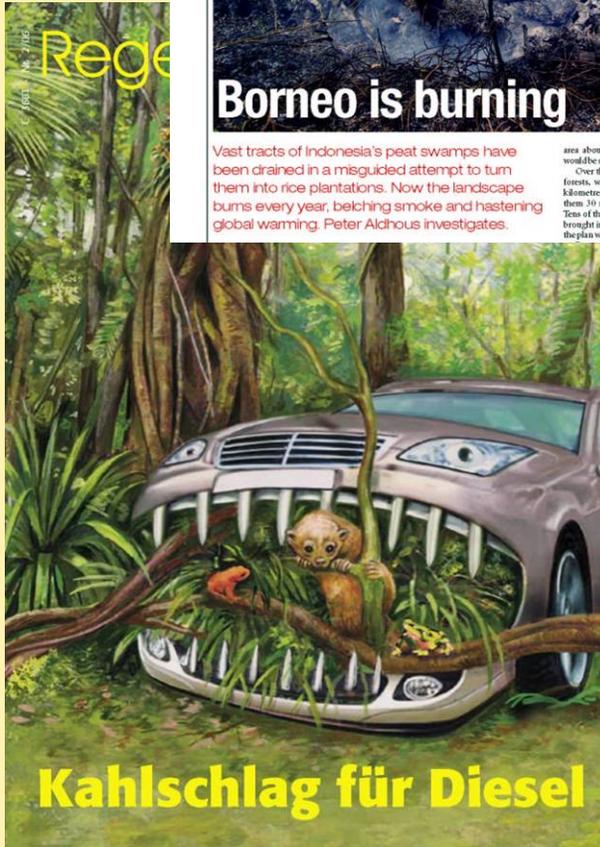
Vast tracts of Indonesia's peat swamps have been drained in a misguided attempt to turn them into rice plantations. Now the landscape burns every year, belching smoke and hastening global warming. Peter Alshous investigates.

area about a third the size of Belgium — would be switched to rice production. Over the next two years, loggers killed the forests, while contractors dug some 4,600 kilometres of drainage canals, the largest of them 30 metres wide (see Maps opposite). Tens of thousands of landless Javanese were brought in to tend the Mega Rice Project, as the plan was known.

www.regenwald.org



Süße Gefahr für die Wildnis Ethanol aus Zuckerrohr



Kahlschlag für Diesel



House of Commons
Environmental Audit
Committee

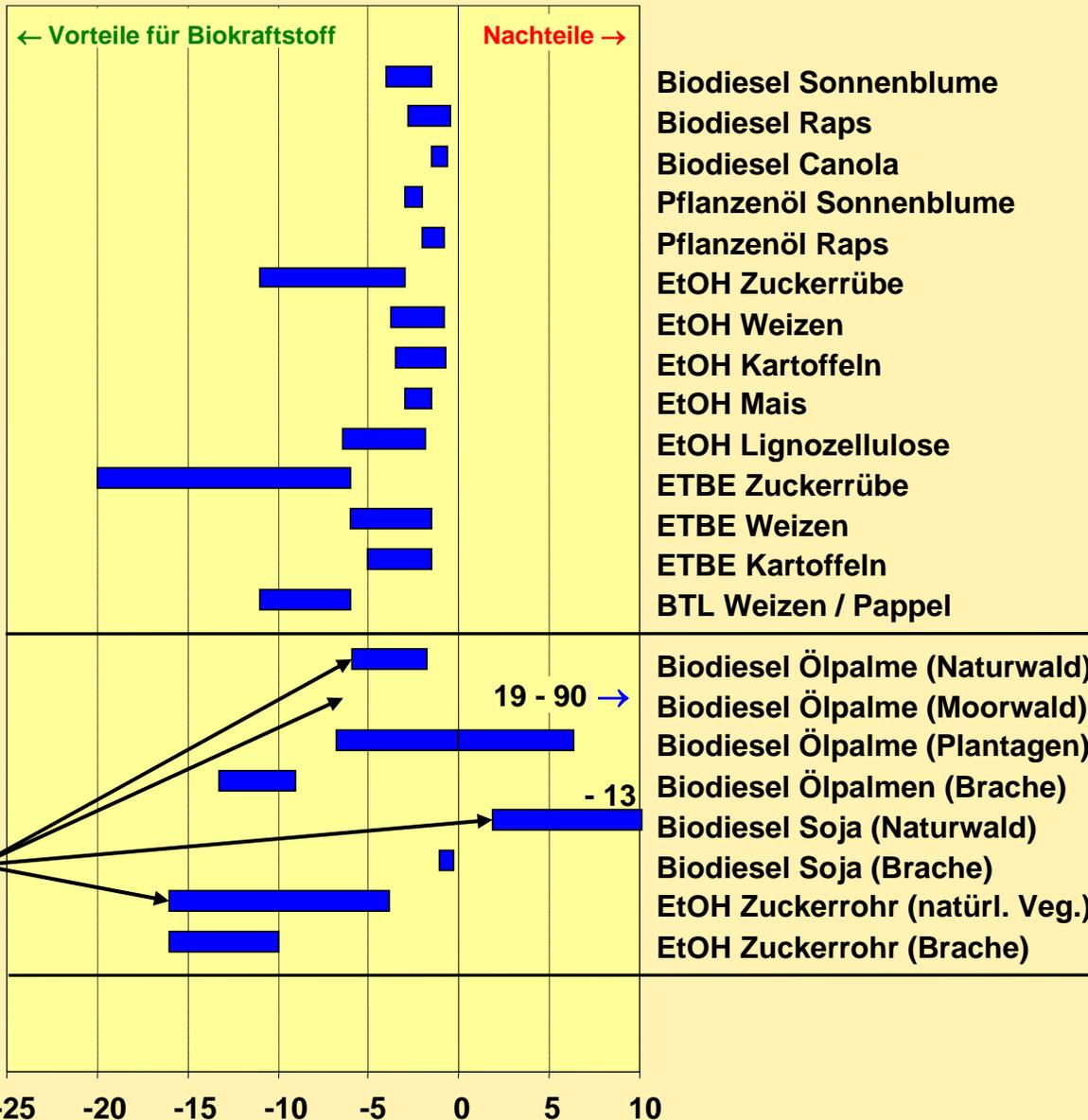
Are biofuels
sustainable?



Waldraub für Biosprit

Biokraftstoffe: CO₂-Bilanzen

Biokraftstoffe
gemäßigte Z.



Biokraftstoffe
Feuchttropen

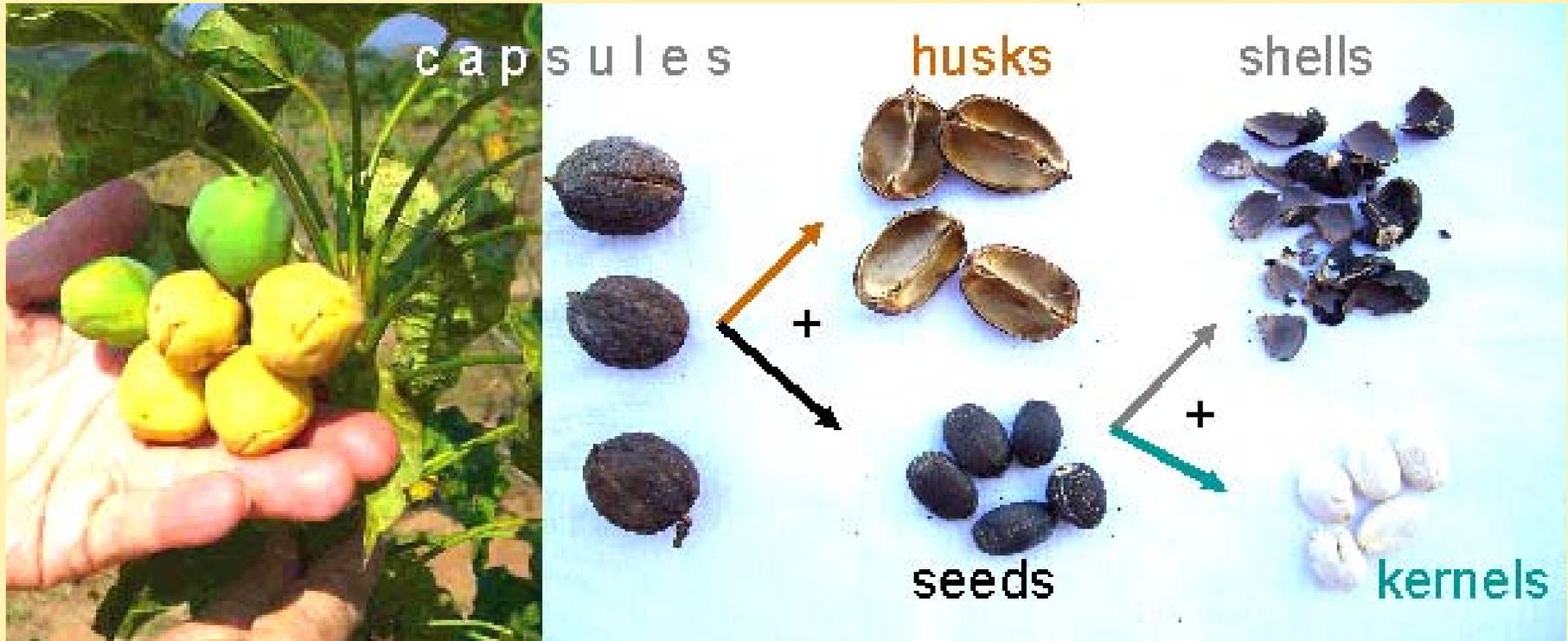
Zielkonflikt:
Schutz der
Biodiversität

t eingesparte CO₂-Äquivalente pro Hektar und Jahr

Biokraftstoffe aus ariden Gebieten



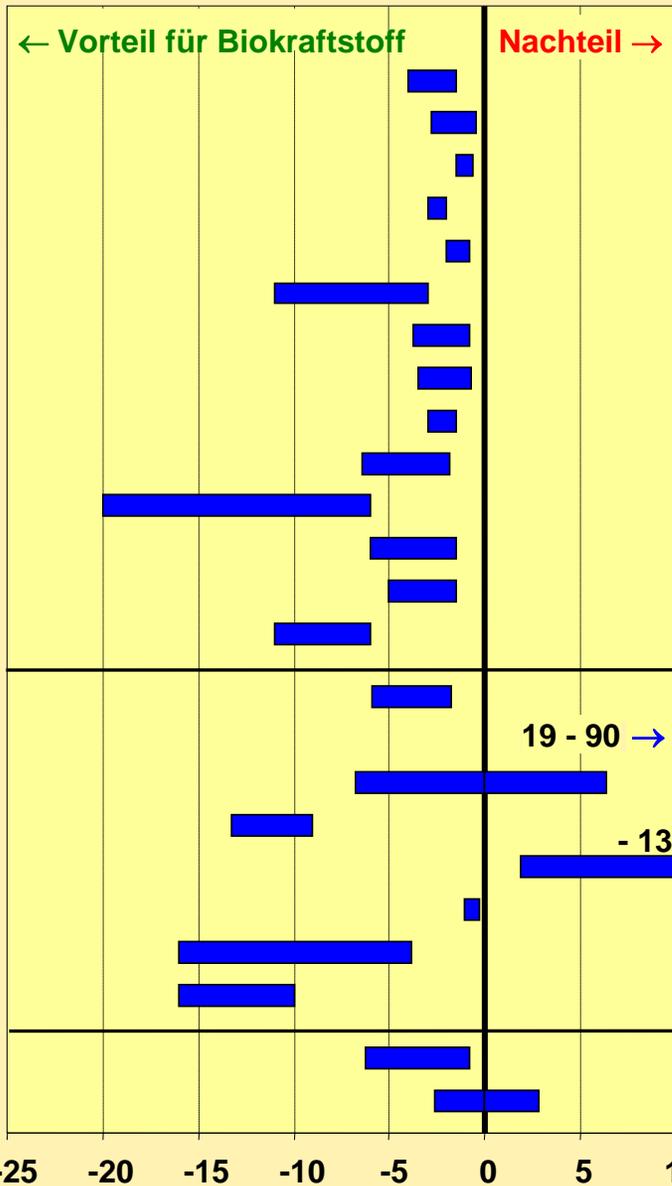
Jatropha: Miracle plant ?



Cultivation scenario	Yield fruits [kg / (ha*yr)]	Yield seeds [kg / (ha*yr)]	Yield oil [kg / (ha*yr)]
Today	2,270	1,418	402
Optimised	3,811	2,382	676
Best	6,572	4,436	1381

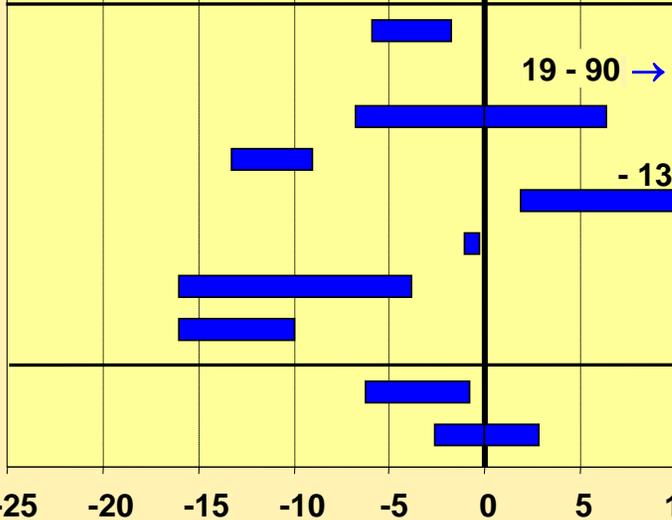
Biokraftstoffe: CO₂-Bilanzen

**Biokraftstoffe
gemäßigte
Zonen**



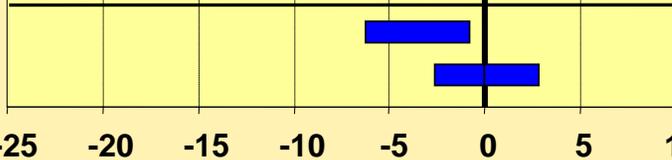
Biodiesel Sonnenblume
Biodiesel Raps
Biodiesel Canola
Pflanzenöl Sonnenblume
Pflanzenöl Raps
EtOH Zuckerrübe
EtOH Weizen
EtOH Kartoffeln
EtOH Mais
EtOH Lignozellulose
ETBE Zuckerrübe
ETBE Weizen
ETBE Kartoffeln
BTL Weizen / Pappel

**Biokraftstoffe
Feuchttropen**



Biodiesel Ölpalme (Naturwald)
Biodiesel Ölpalme (Moorwald)
Biodiesel Ölpalme (Plantagen)
Biodiesel Ölpalmen (Brache)
Biodiesel Soja (Naturwald)
Biodiesel Soja (Brache)
EtOH Zuckerrohr (natürl. Veg.)
EtOH Zuckerrohr (Brache)

**Biokraftstoffe
Aride Gebiete**

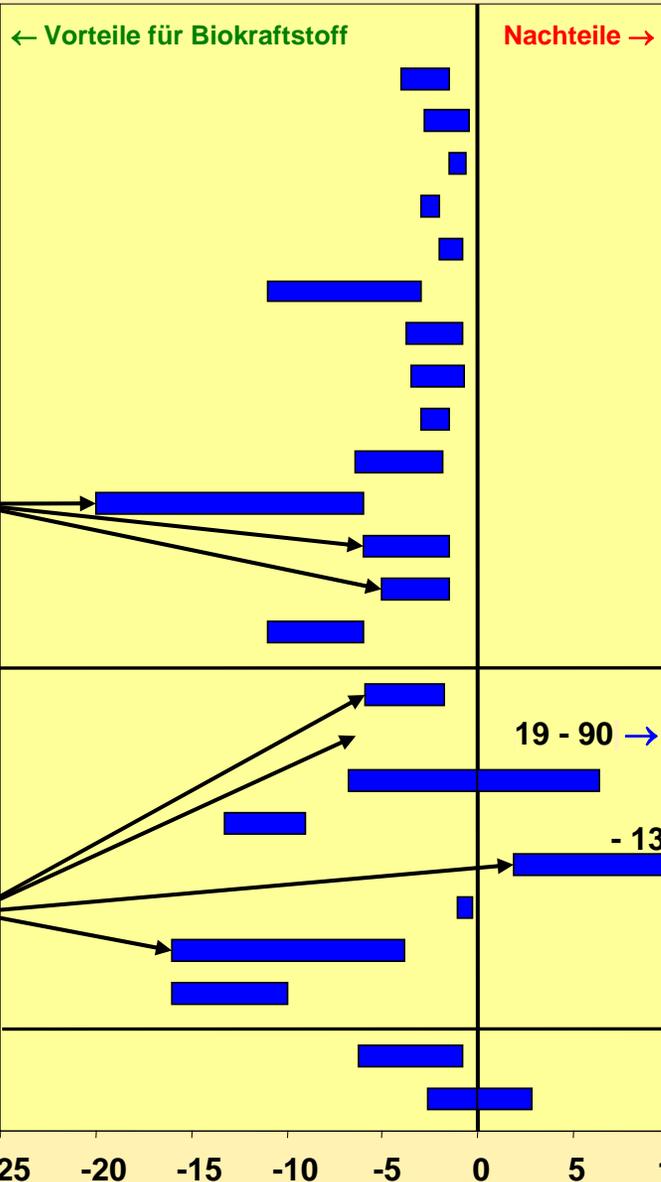


Biodiesel Jatropha (Brache)
Biodiesel Jatropha (Buschland)

t eingesparte CO₂-Äquivalente pro Hektar und Jahr

Biokraftstoffe: CO₂-Bilanzen

**Biokraftstoffe
gemäßigte Z.**



**Eingeschränkte
technische
Potenziale**

**Biokraftstoffe
Feuchttropen**

**Zielkonflikt:
Schutz der
Biodiversität**

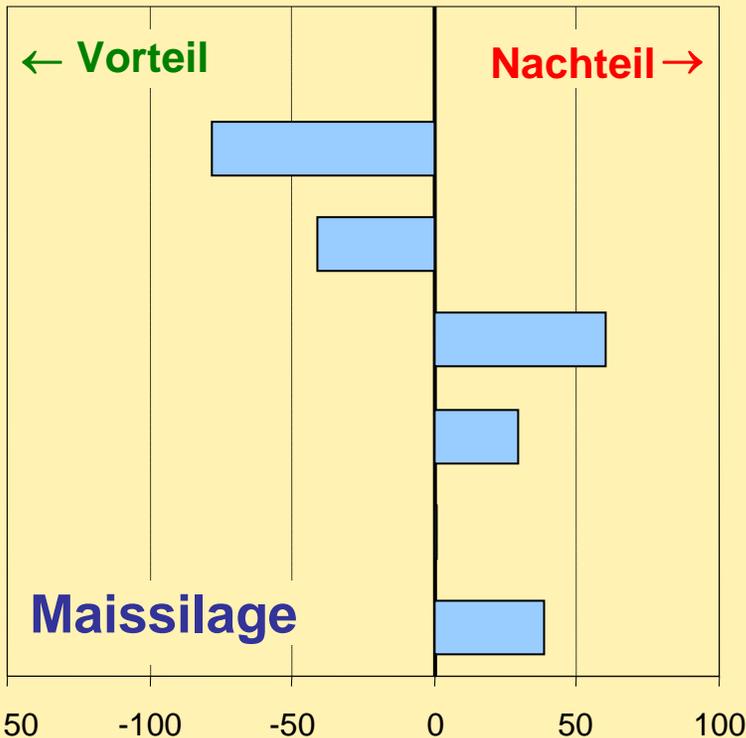
**Biokraftstoffe
Aride Gebiete**

t eingesparte CO₂-Äquivalente pro Hektar und Jahr

- **Bioenergie versus fossile Energieträger**
- **Biokraftstoffe im Vergleich untereinander**
- ➔ **Biogas im Vergleich**
- **Bioenergie im Verkehr oder stationär ?**
- **Biomasse in Energie / Verkehr / Chemie ?**
- **Zusammenfassung**

Biogas: Ökobilanzen

Verschiedene Umweltwirkungen



Energieeinsparung

10 MJ

Treibhauseffekt

kg CO₂-Äquiv.

Nährstoffeintrag

g PO₄-Äquiv.

Versauerung

10 g SO₂-Äquiv.

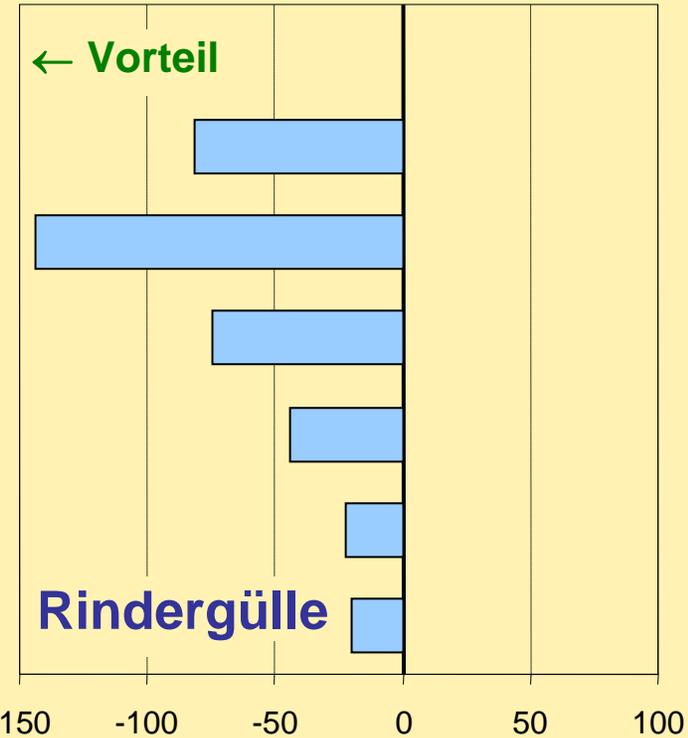
Fotosmog

g Ethen-Äquiv.

Lachgas

g N₂O

Einheit / GJ Biogas

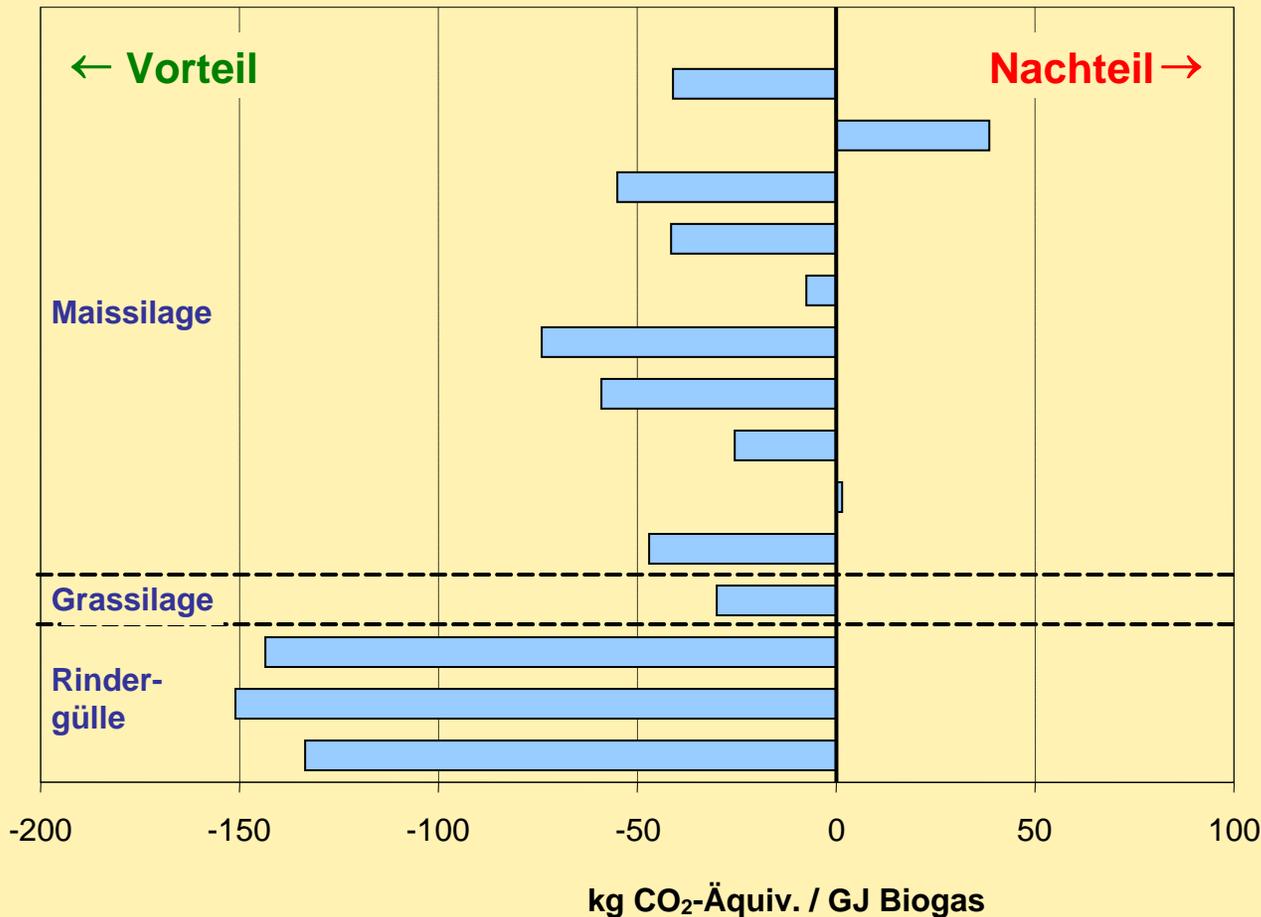


→ Biogas aus Anbaubiomasse: altbekanntes Muster

→ Biogas aus Gülle: eindeutig günstiger als aus Anbaubiomasse

Biogas: CO₂-Bilanzen

Treibhauseffekt

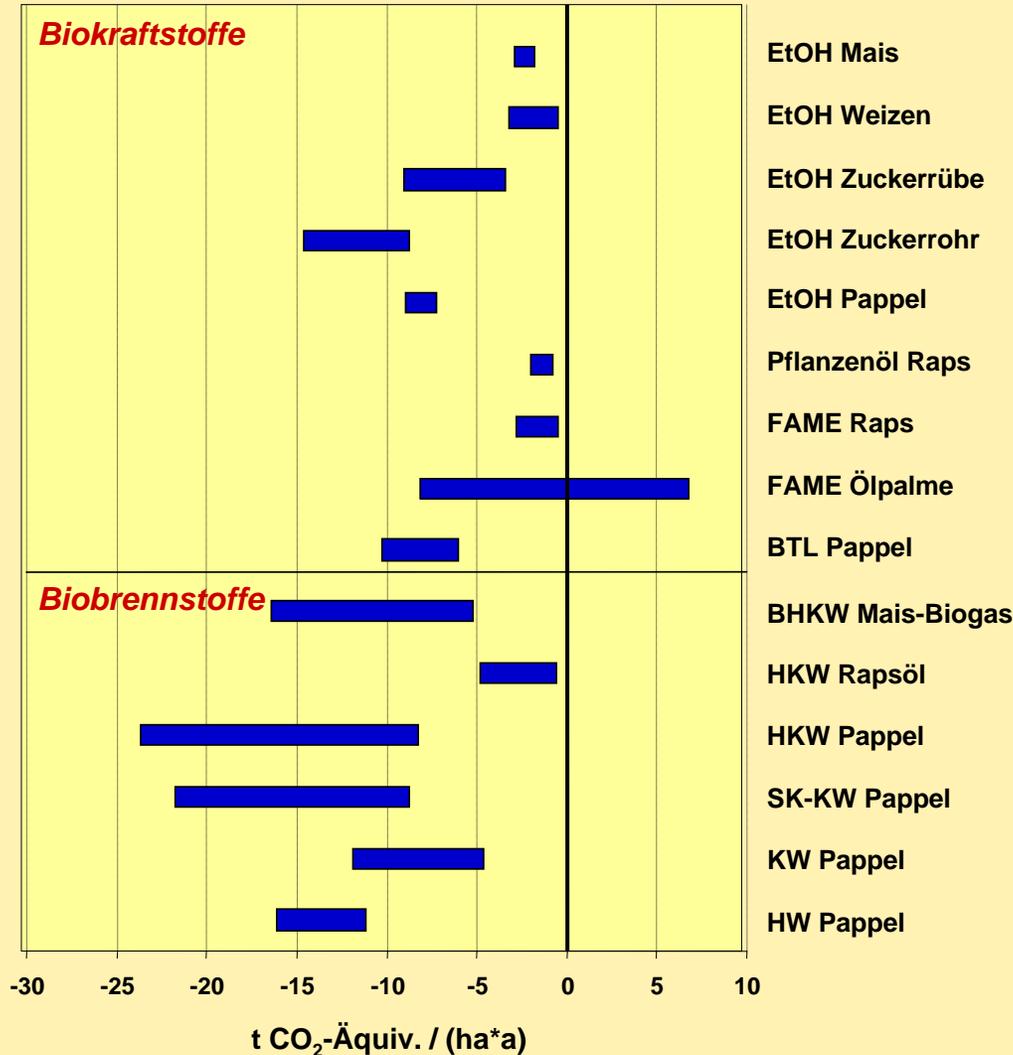


- Mais - Standard
- Gärrestlager offen
- Gärrestlager gasdicht
- Breitverteiler - nach 1 Std.
- Biomethan als Benzin-Ersatz
- Best practice - PSA
- 80% Wärme f. Schwimmbad
- Foss. Äquiv.: Durchschnittsmix
- Biomethan als Erdgasersatz
- Biomethan in GuD-KW
- Dauergrünland-Gras
- Rindergülle
- Breitverteiler - nach 1 Std.
- Einzelanlage Gülle

➔ **Biogas: Ergebnisse können pos. und neg. ausfallen**

- **Bioenergie versus fossile Energieträger**
- **Biokraftstoffe im Vergleich untereinander**
- **Biogas im Vergleich**
- **Bioenergie im Verkehr oder stationär ?**
 - **Biomasse in Energie / Verkehr / Chemie ?**
 - **Zusammenfassung**

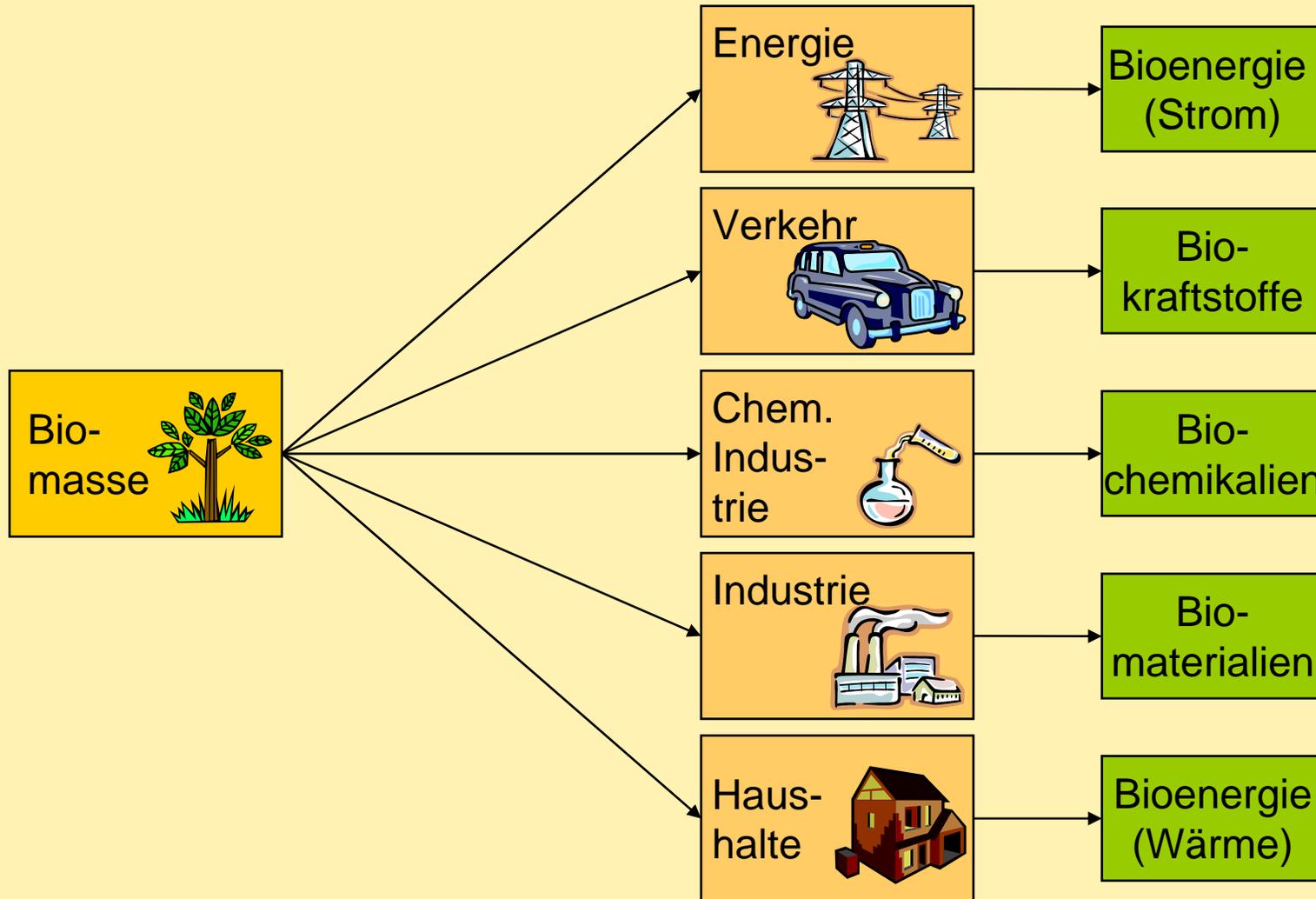
Biokraftstoffe oder -brennstoffe?



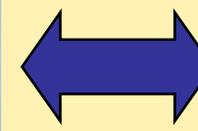
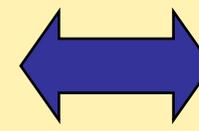
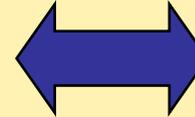
→ Die stationäre Nutzung der Bioenergie zeigt tendenziell ökologische Vorteile gegenüber der mobilen Nutzung

- **Bioenergie versus fossile Energieträger**
- **Biokraftstoffe im Vergleich untereinander**
- **Biogas im Vergleich**
- **Bioenergie im Verkehr oder stationär ?**
- ➔ **Biomasse in Energie / Verkehr / Chemie ?**
- **Zusammenfassung**

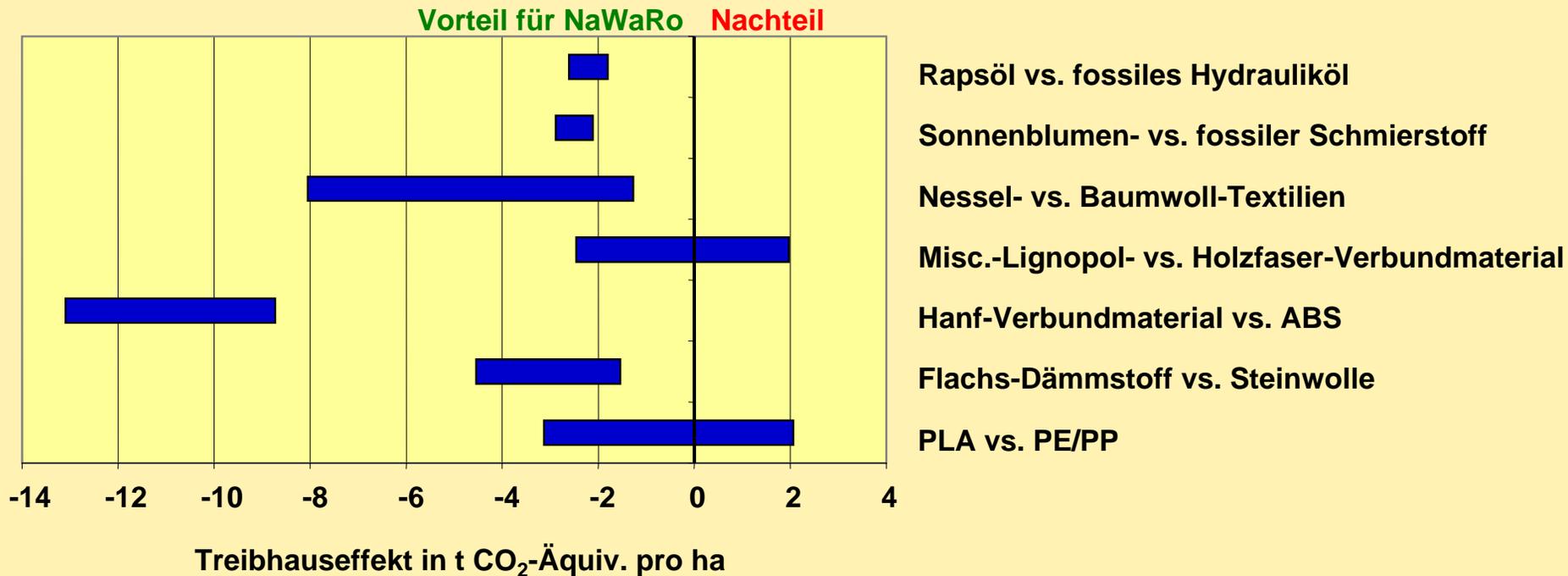
Biomassennutzungen



Biomaterialien für die Industrie

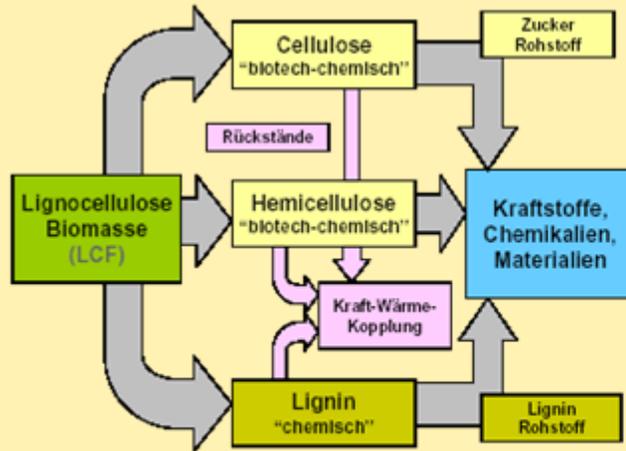


Biomaterialien für die Industrie

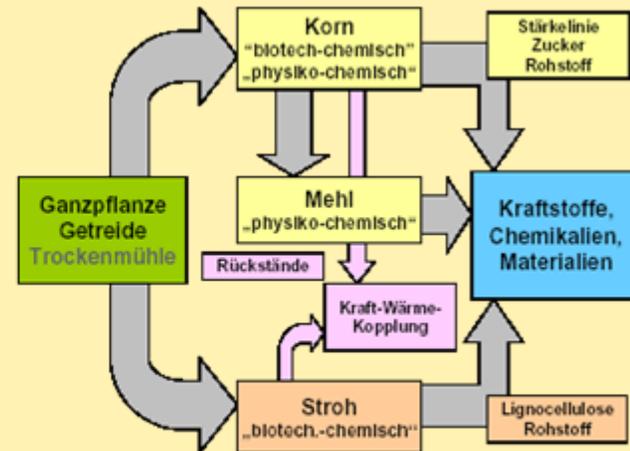


→ Auch bei den Biomaterialien können die Bilanzen günstig oder ungünstig ausfallen.

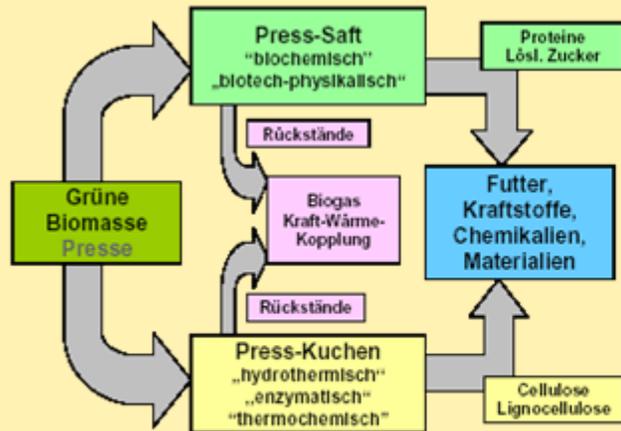
Biochemikalien: Bioraffinerien



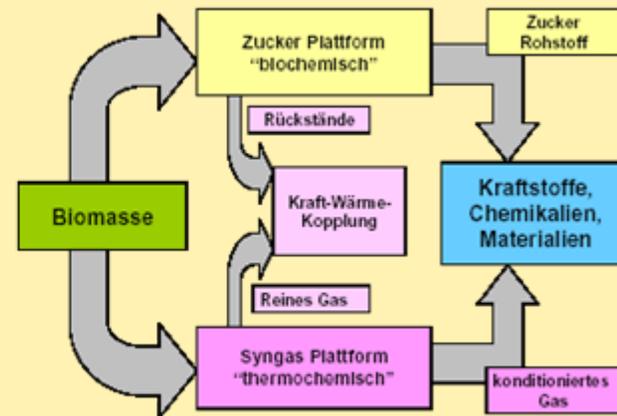
LCF-BIORAFFINERIE



GETREIDE-BIORAFFINERIE

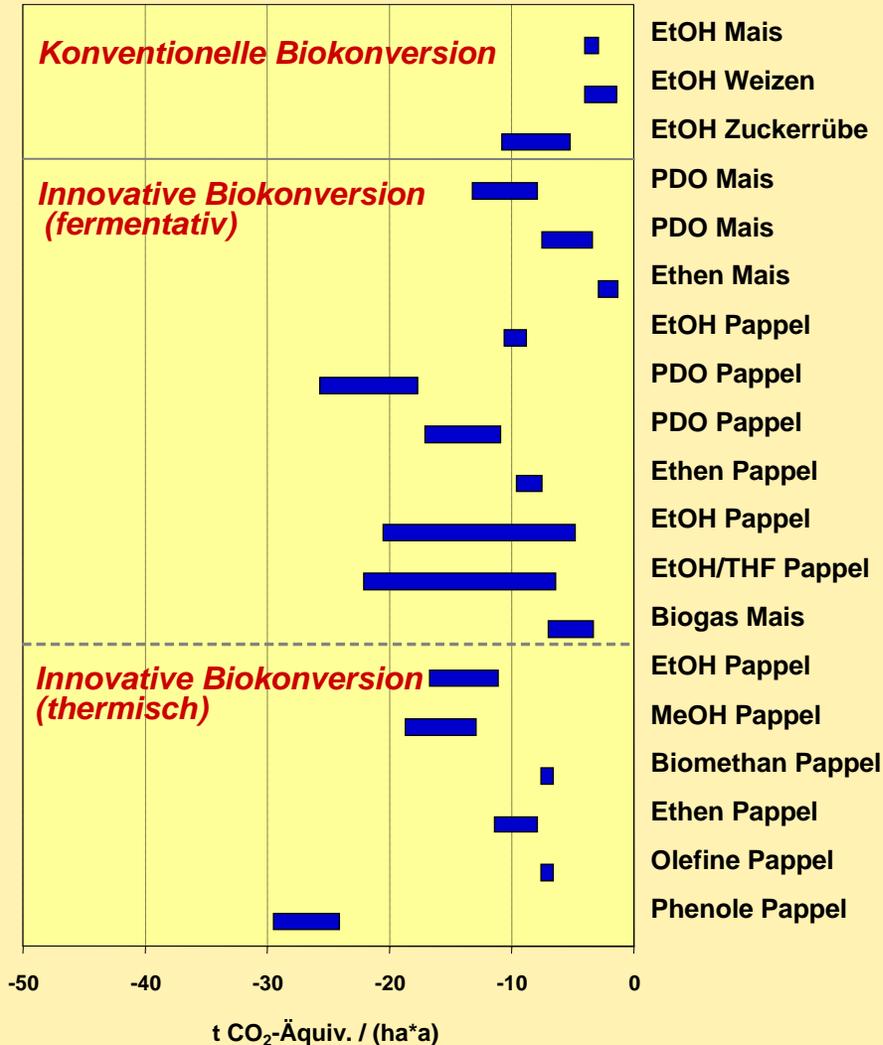


GRÜNE BIORAFFINERIE



ZWEI-PLATTFORM-KONZEPT

Biochemikalien: Pfade im Vergleich

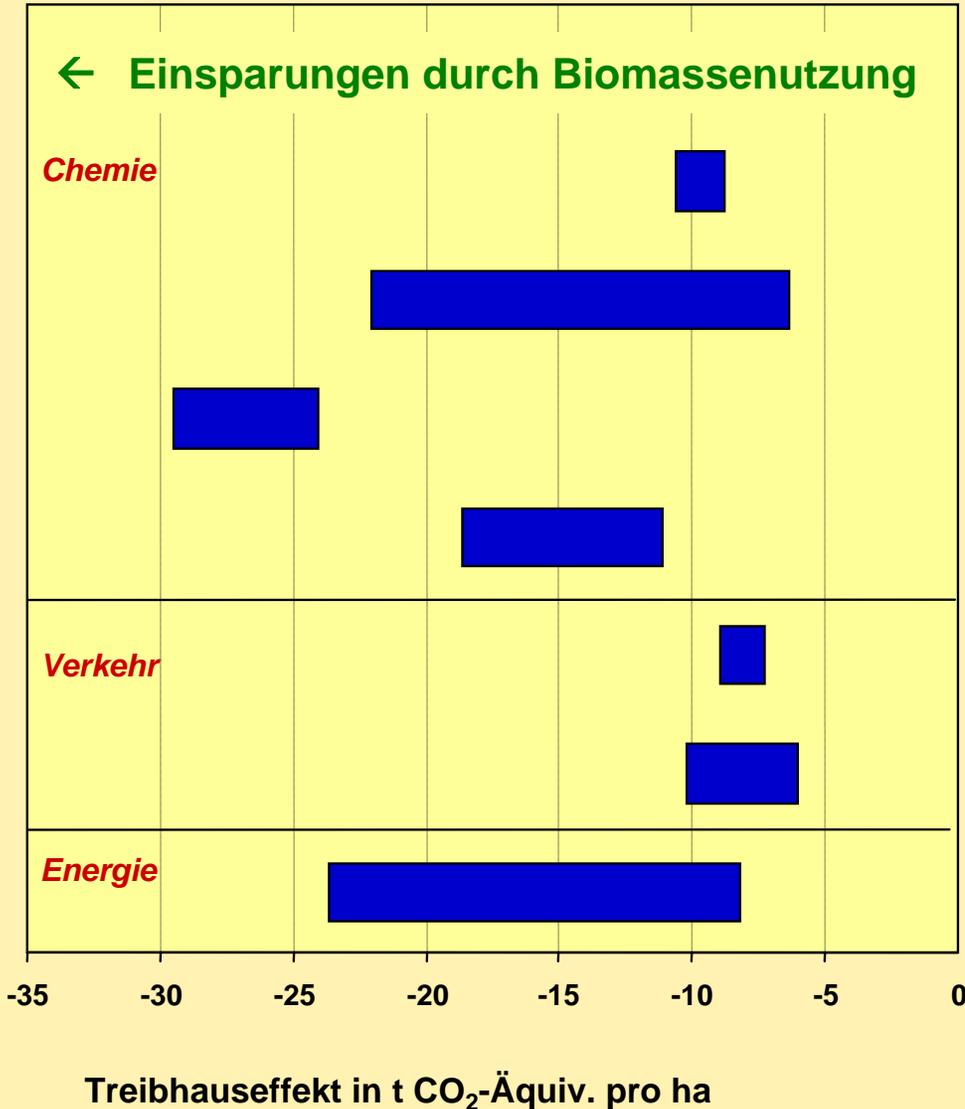


➔ Äußerst hohe ökologische Potenziale bei einem Einsatz von Biomasse in der Chemie vorhanden

Biomassennutzungen im Vergleich



Biomassebasis: Pappel



EtOH

EtOH, THF, Phenol (Bioraffinerie)

Phenol

EtOH / MeOH

EtOH

BTL

Strom / Wärme

- **Bioenergie versus fossile Energieträger**
 - **Biokraftstoffe im Vergleich untereinander**
 - **Biogas im Vergleich**
 - **Bioenergie im Verkehr oder stationär ?**
 - **Biomasse in Energie / Verkehr / Chemie ?**
- Zusammenfassung**

- **Ökologische Bewertung**

- Alle betrachteten Biokraftstoffe weisen im Vergleich zu fossilen Energieträgern **ökologische Vorteile** wie auch **Nachteile** auf.
- Eine objektive Entscheidung zugunsten eines Energieträgers kann nicht gefällt werden. Auf der Basis eines subjektiven Wertesystems ist dies jedoch möglich.
- Wird z. B. der Energieeinsparung und dem Treibhauseffekt die höchste ökologische Priorität eingeräumt, schneiden alle untersuchten Biokraftstoffe besser ab als die fossilen Alternativen.

- **Ökologische Bewertung**
 - **Besonders günstig fallen die Ergebnisse aus, wenn Biomasse auf degradierten Flächen gewonnen werden kann oder die Nutzung von organischen Reststoffen.**
 - **Ungünstig fallen die Ergebnisse aus, wenn kohlenstoffreiche Ökosysteme für die Produktion von Biomasse umgewandelt werden.**
 - **Die stationäre energetische Nutzung zeigt tendenziell ökologische Vorteile gegenüber einer mobilen Nutzung.**

- **Ökologische Bewertung**

- Heute auf dem Markt befindliche Biokraftstoffe zeigen gegenüber den so genannten Biokraftstoffen der zweiten Generation keine genuinen ökologischen Vor- oder Nachteile.
- Biogas weist beachtliche ökologische Potenziale auf, insbesondere bei Verwendung in KWK. Allerdings ist der Einsatz von Energiepflanzen als Substrat und Einspeisen des Erdgases nur unter bestimmten Randbedingungen vertretbar.

- **Für viele Bioenergieträger liegen aussagekräftige Ökobilanzen vor. Diese stellen eine ausreichende Basis für Entscheidungsträger dar – zumindest auf qualitativer bzw. halbquantitativer Ebene.**
- **Zur exakten Quantifizierung muss im Einzelfall eine entsprechende Bilanz angefertigt werden. Hierfür stellt die Ökobilanz ein geeignetes Instrument dar. Über Sensitivitäts- und Schwachstellenanalysen können positive Umweltwirkungen optimiert und negative minimiert werden.**
- **Wenn örtliche oder regionale Belange von Bedeutung sind, ist die Hinzunahme von UVP (Umweltverträglichkeitsprüfung) notwendig.**

- **Die hier dargestellten Erkenntnisse zeigen, dass die Biomasse ein durchaus beachtenswertes ökologisches Potenzial besitzt.**
- **Allerdings muss berücksichtigt werden, dass zukünftig auch alternative Einsatzmöglichkeiten wie insbesondere in der Chemie und der Industrie infrage kommen. Insofern müssen Strategien abgeleitet werden, die die Biomasse optimal in die Nachfragesegmente Biokraftstoffe, Grüner Strom und Grüner Dampf sowie Nachwachsende Rohstoffe für Industrie und Chemie platzieren.**

Unser Biomasse-Team



Sven Gärtner



Susanne Köppen



Guido Reinhardt



Regine Vogt



Horst Fehrenbach



Eva v. Falkenstein



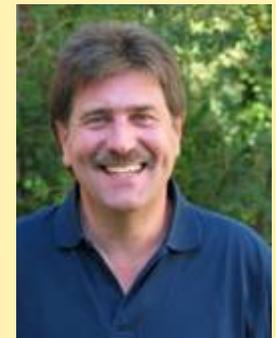
Nils Rettenmaier



Bernd Franke



Julia Münch



Jürgen Giegrich

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Dr. Guido Reinhardt



Kontakt:

Guido.reinhardt@ifeu.de
+ 49 - 6221 - 4767 - 0 / - 31
www.ifeu.de

Downloads: www.ifeu.de