



Energie- und CO₂-Bilanzen von verschiedenen Bioenergiepflanzen und Bioenergieformen

**31. Kartoffel-Tagung
Detmold, 13.-14. Mai 2009**

**Dr. Jürgen Küsters und Dr. Frank Brentrup
Institut für Pflanzenernährung Hanninghof, Dülmen**

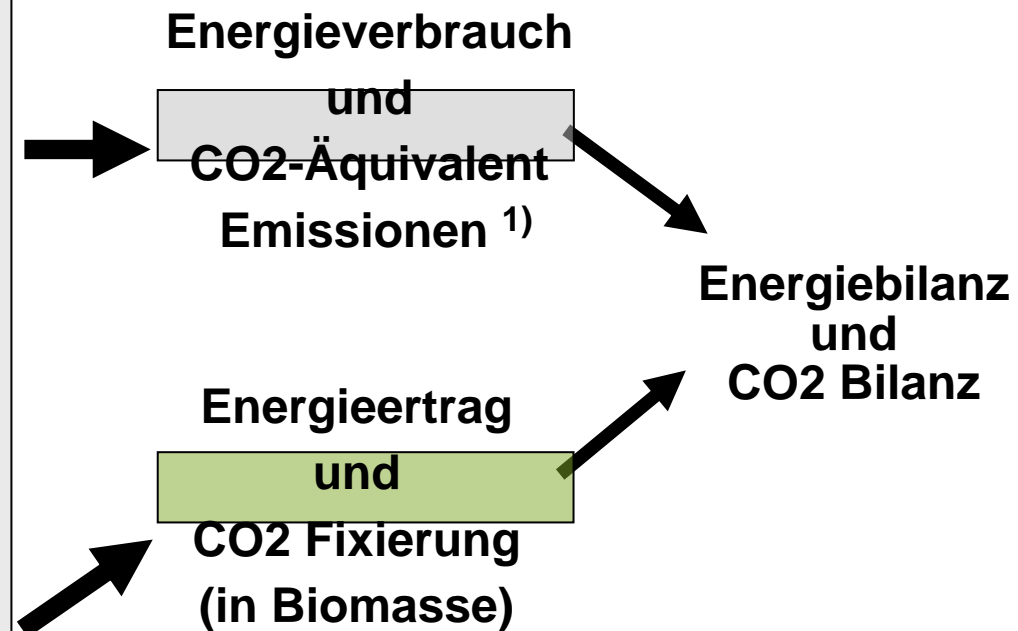
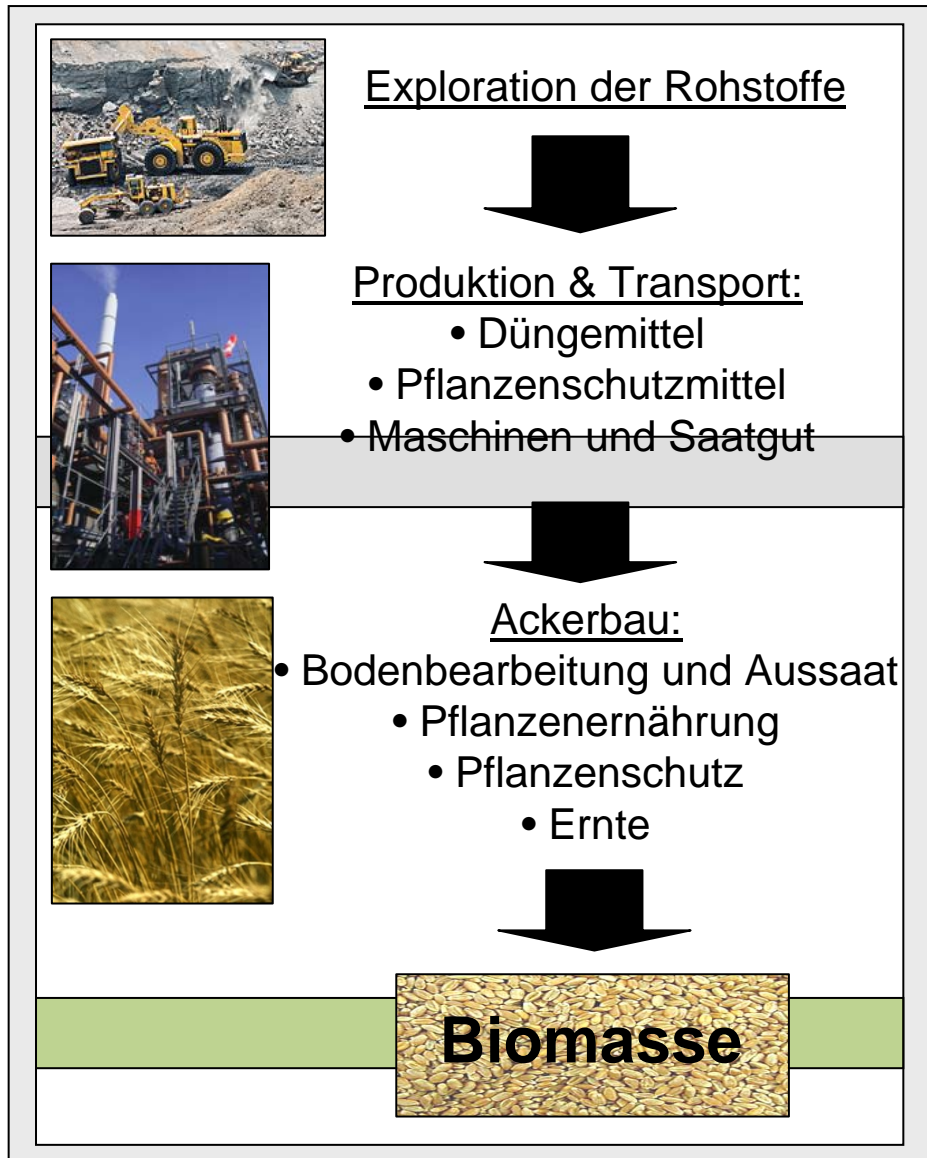
Gliederung

- Methodik der Bilanzierung
- Energie- und CO₂-Bilanz des Ackerbaus
(Grundlage der Bilanzierung: Feldversuche)
- Energie- und CO₂-Bilanz der Konversion
des Rohstoffs zum Bioenergieprodukt
(Literaturübersicht)



Energie- und CO₂-Bilanz im Ackerbau

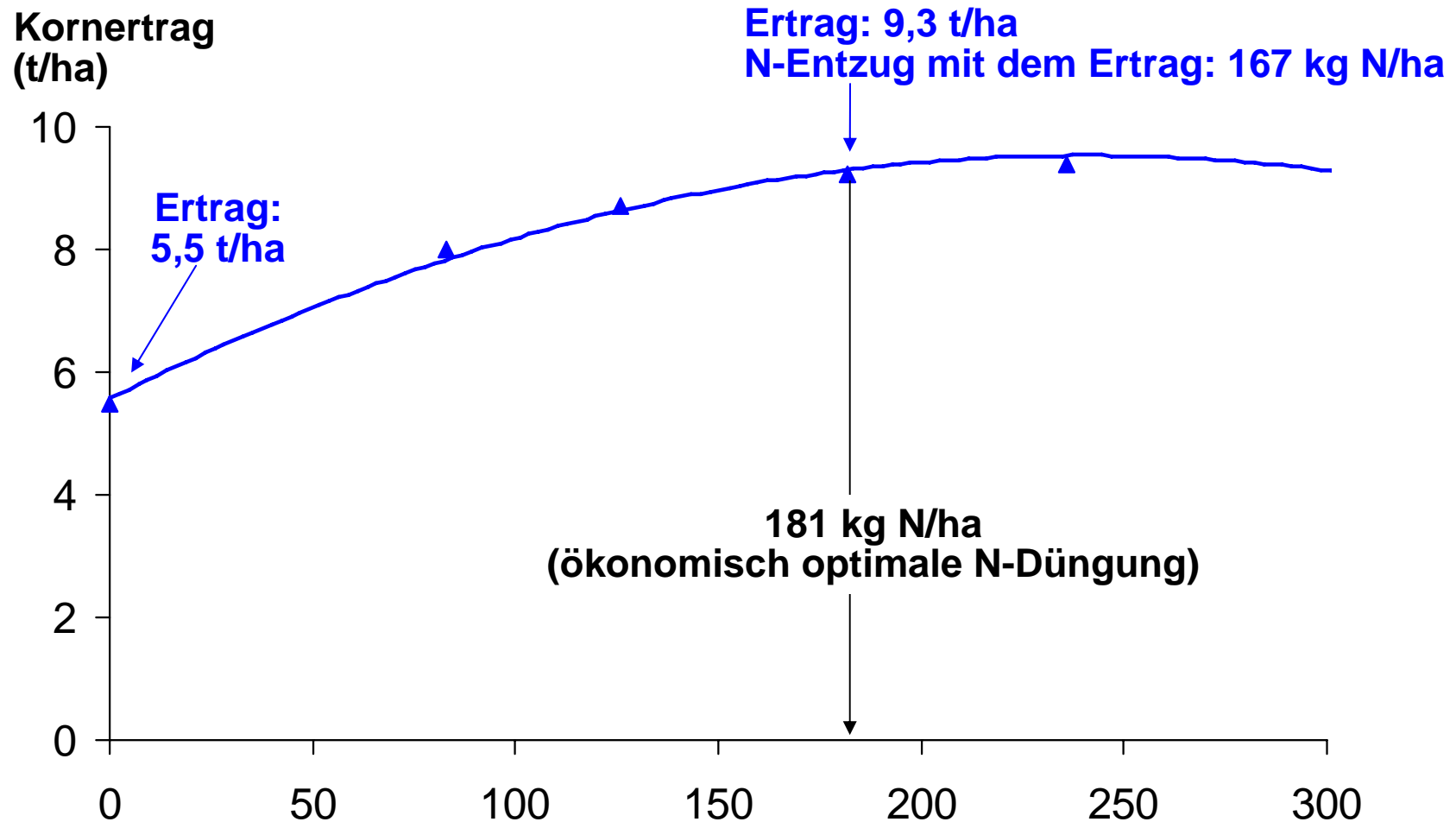
- Lebenszyklusanalyse (LCA): Systemdefinition und Systemgrenzen



¹⁾ 1 kg N₂O = 310 kg CO₂

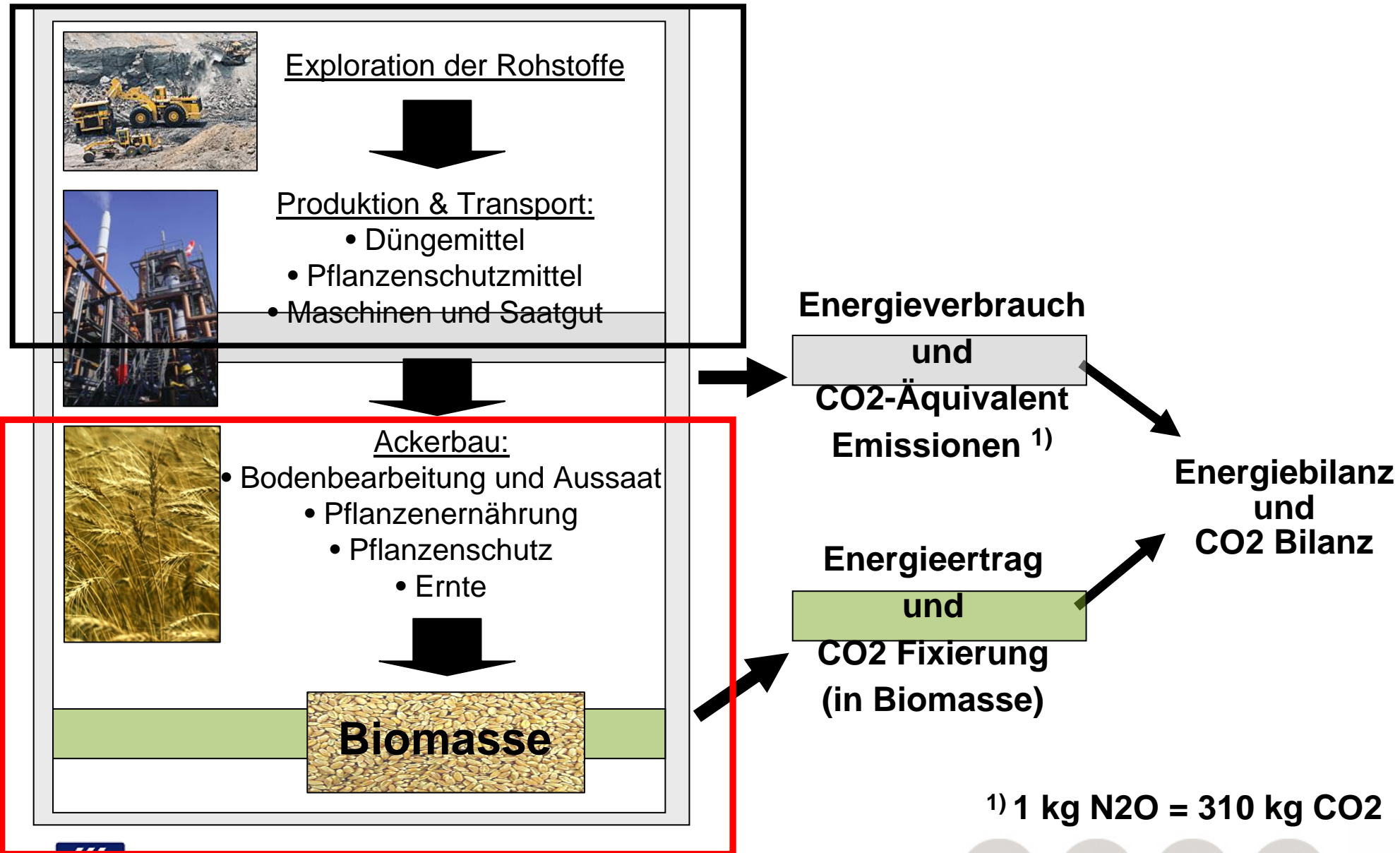
Ableitung von ökonomisch optimalem Kornertrag und N-Entzug von Weizen aus Feldversuchen

- Durchschnitt aus 139 einjährigen Feldversuchen, Yara 1996 - 2007



Energie- und CO2-Bilanz im Ackerbau

- Lebenszyklusanalyse (LCA): Systemdefinition und Systemgrenzen

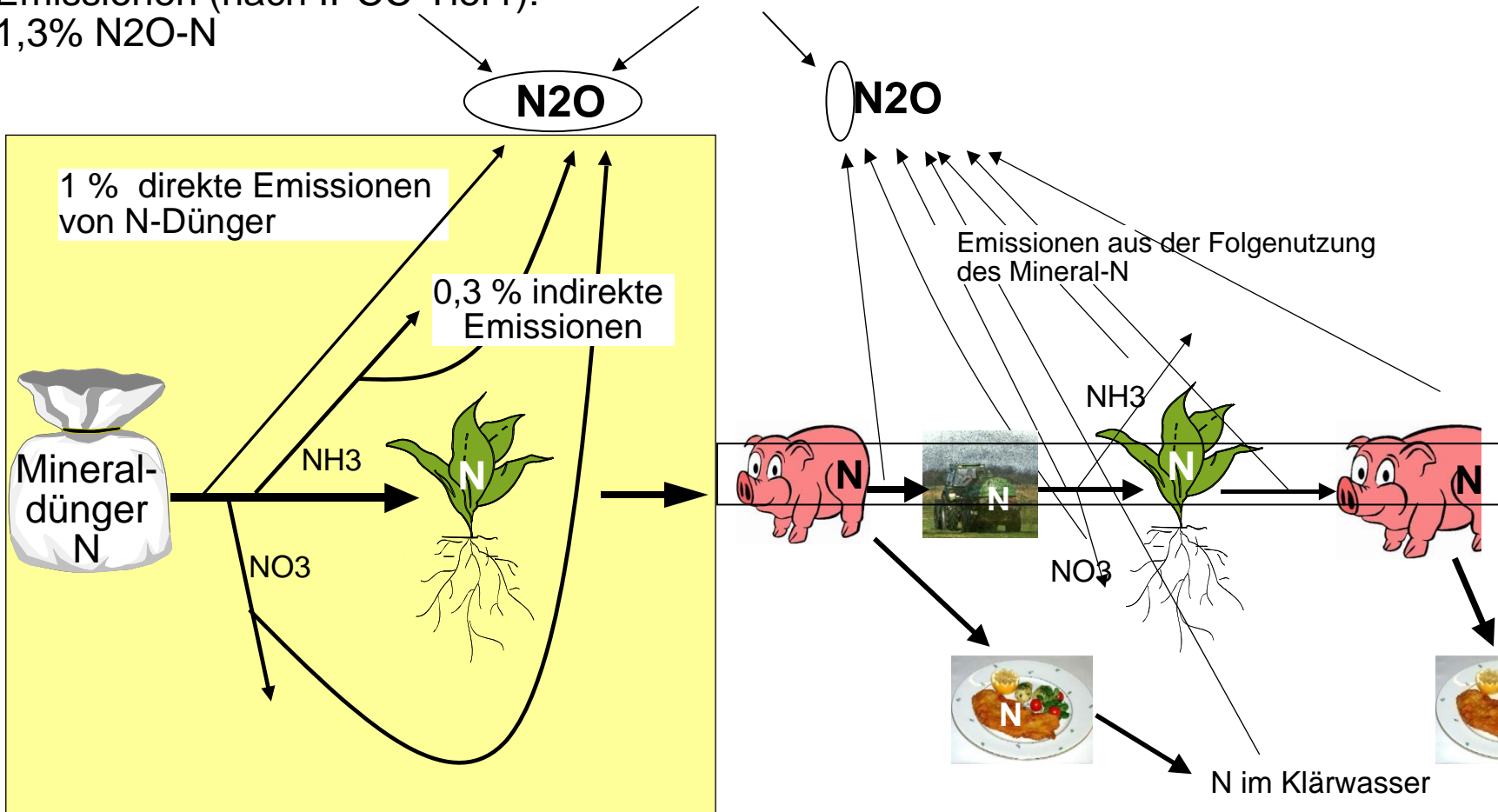


1) 1 kg N₂O = 310 kg CO₂

N₂O Emissionen ausgehend von der wiederholten Nutzung des Stickstoffs in landwirtschaftlichen Produktionssystemen

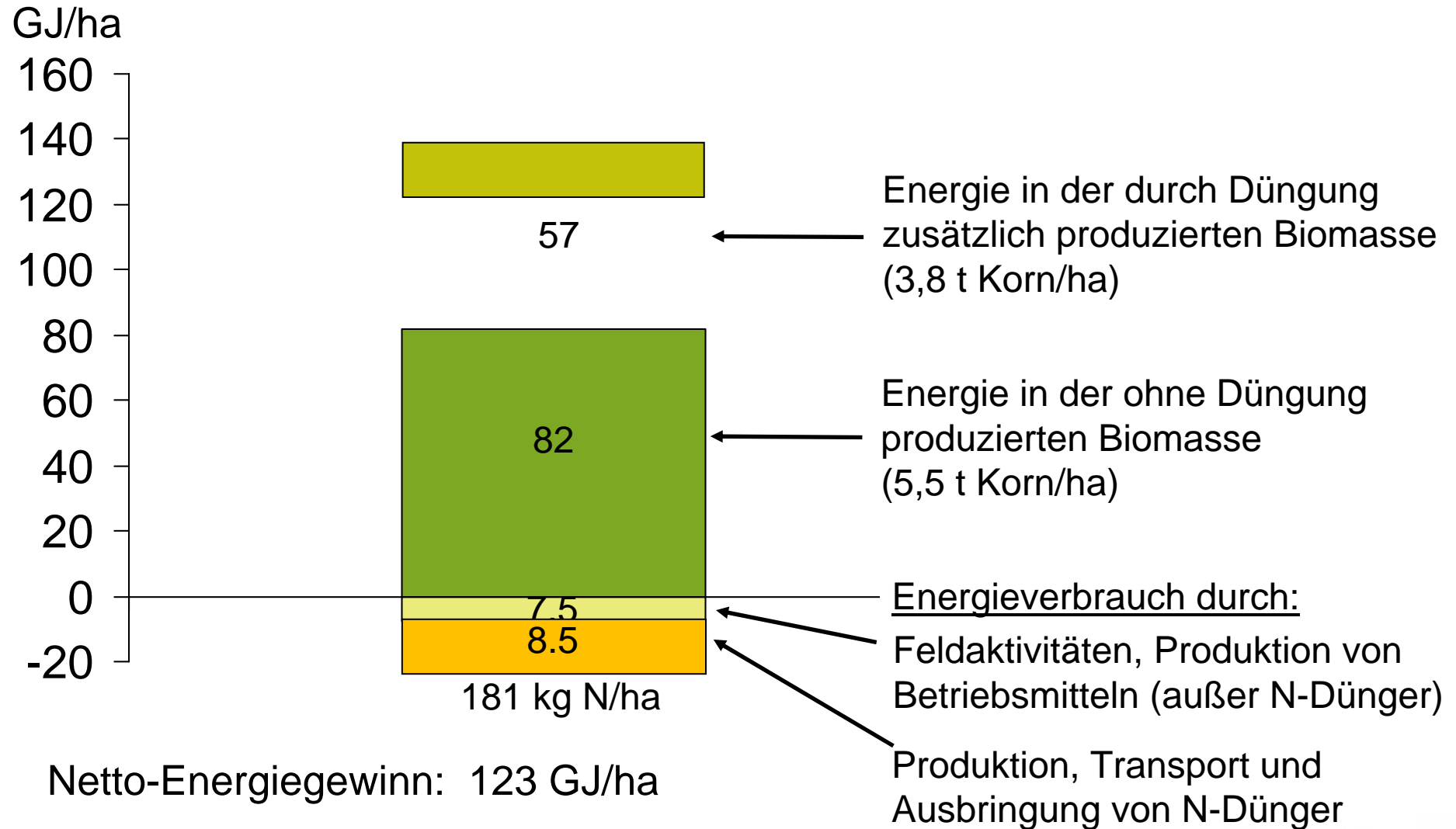
Dem Mineraldünger zugeschriebene Emissionen (nach IPCC-Tier1):
1,3% N₂O-N

Dem Mineraldünger zugeschriebene N₂O Emissionen nach Crutzen et al., 2008: 3-5% N₂O-N (berechnet über die atmosphärische Massenbilanz)



Energiebilanz der Weizenproduktion bei optimalem Mineraldüngereinsatz

- Ertrag: 9,3 t/ha, N-Form: KAS, Daten von 139 Yara Feldversuchen

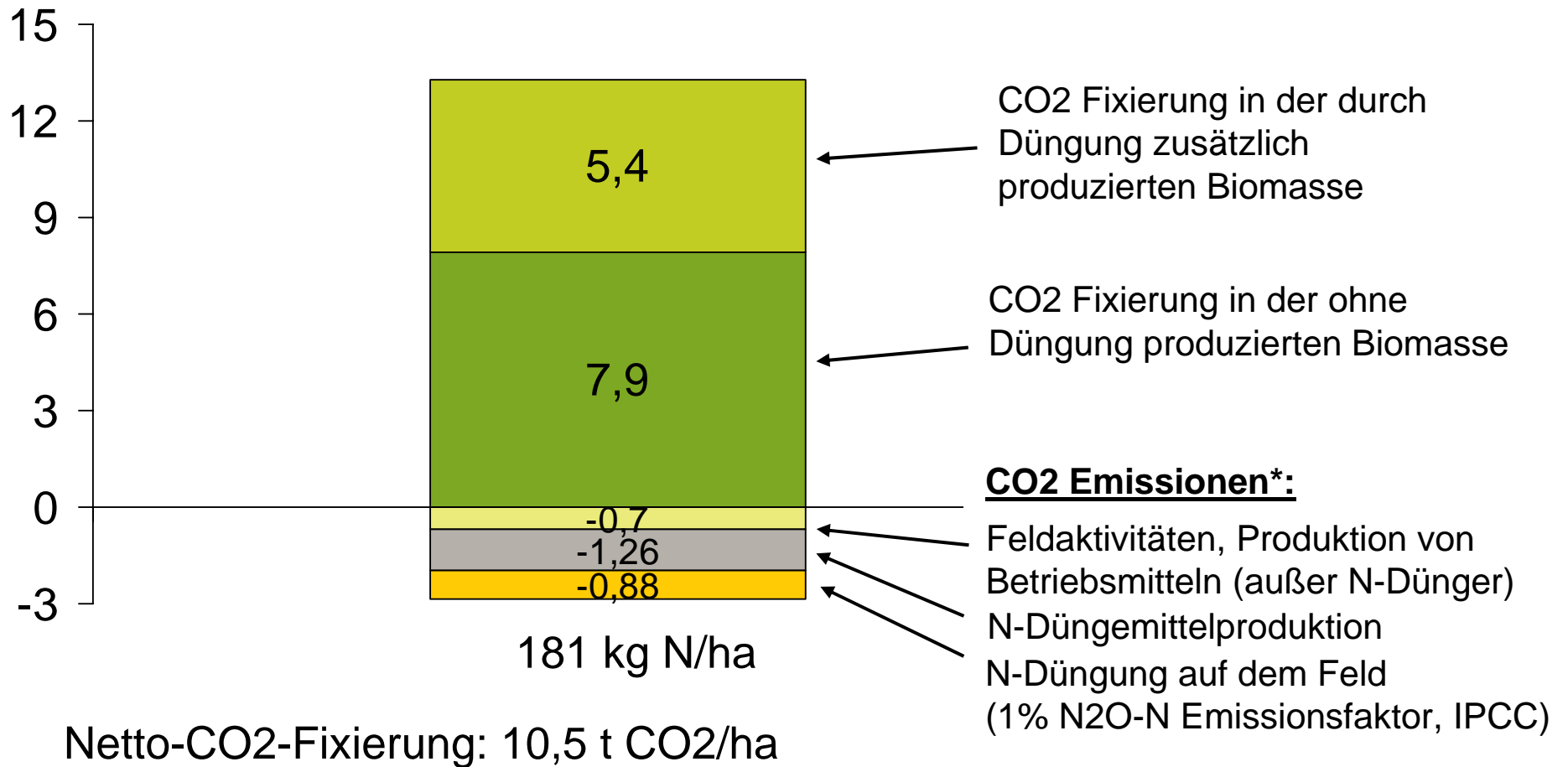


CO₂-Bilanz der Weizenproduktion bei optimalem Mineraldüngereinsatz

- Ertrag: 9,3 t/ha, N-Form: KAS, Daten von 139 Yara Feldversuchen,

Je Tonne Weizen (FM) werden ca. 1,42 Tonnen CO₂ fixiert.

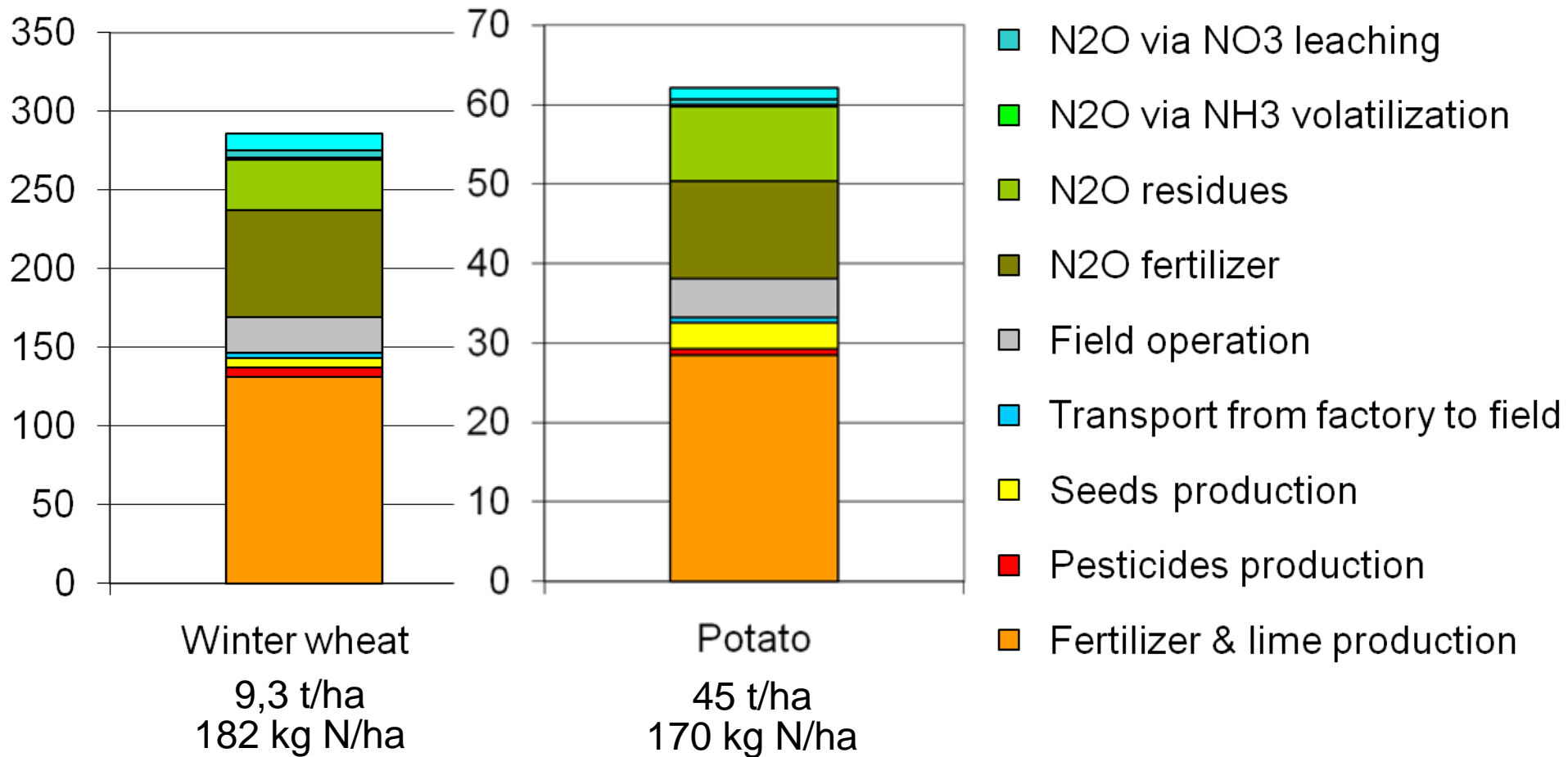
t CO₂/ha



* inkl. N₂O (1 kg N₂O = 310 kg CO₂)

„Carbon footprint“ von einer Tonne Winterweizen und einer Tonne Kartoffeln

kg CO2 eq./ t



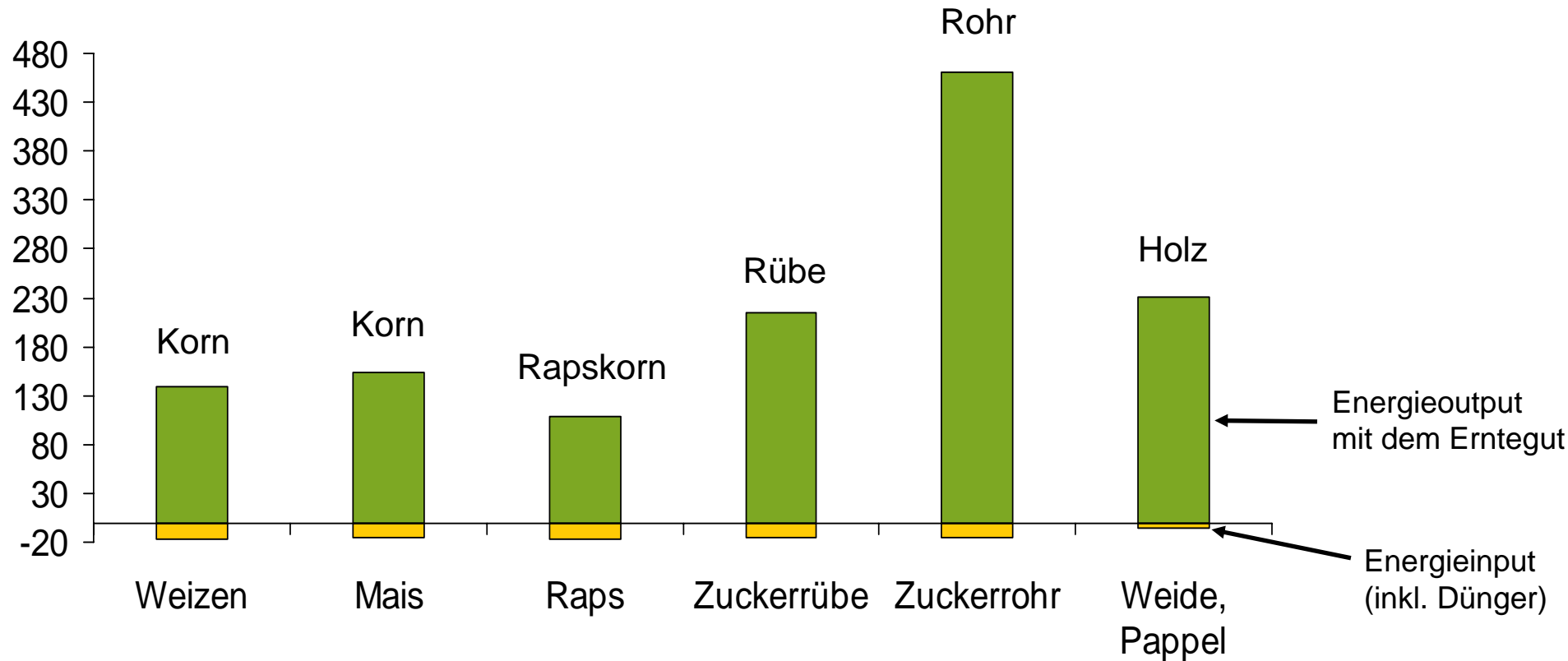
Gliederung

- Methodik der Bilanzierung
- Energie- und CO₂-Bilanz des Ackerbaus
(Grundlage der Bilanzierung: Feldversuche)
- Energie- und CO₂-Bilanz der Konversion
des Rohstoffs zum Bioenergieprodukt
(Literaturübersicht)



Energiebilanz der Pflanzenproduktion

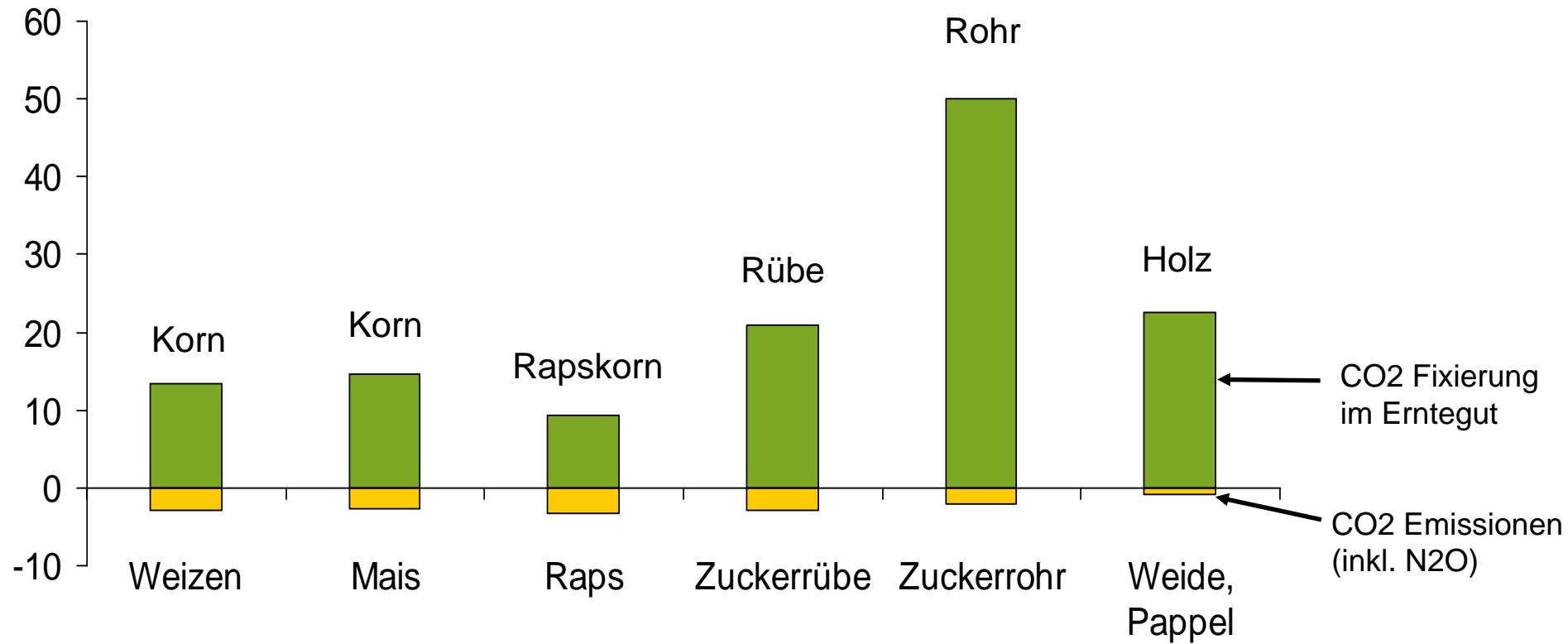
GJ/ha*a



Quelle: Kalkulationen auf der Basis von Feldversuchen

CO₂-Bilanz der Pflanzenproduktion

t CO₂/ha*a



(1 kg N₂O = 310 kg CO₂)

Quelle: Kalkulationen auf der Basis von Feldversuchen



Gliederung

- Methodik der Bilanzierung
- Energie- und CO₂-Bilanz des Ackerbaus
(Grundlage der Bilanzierung: Feldversuche)
- Energie- und CO₂-Bilanz der Konversion
des Rohstoffs zum Bioenergieprodukt
(Literaturübersicht)



Brutto-Bioenergieerträge von Biokraftstoffen - in l Kraftstoffäquivalente/ha

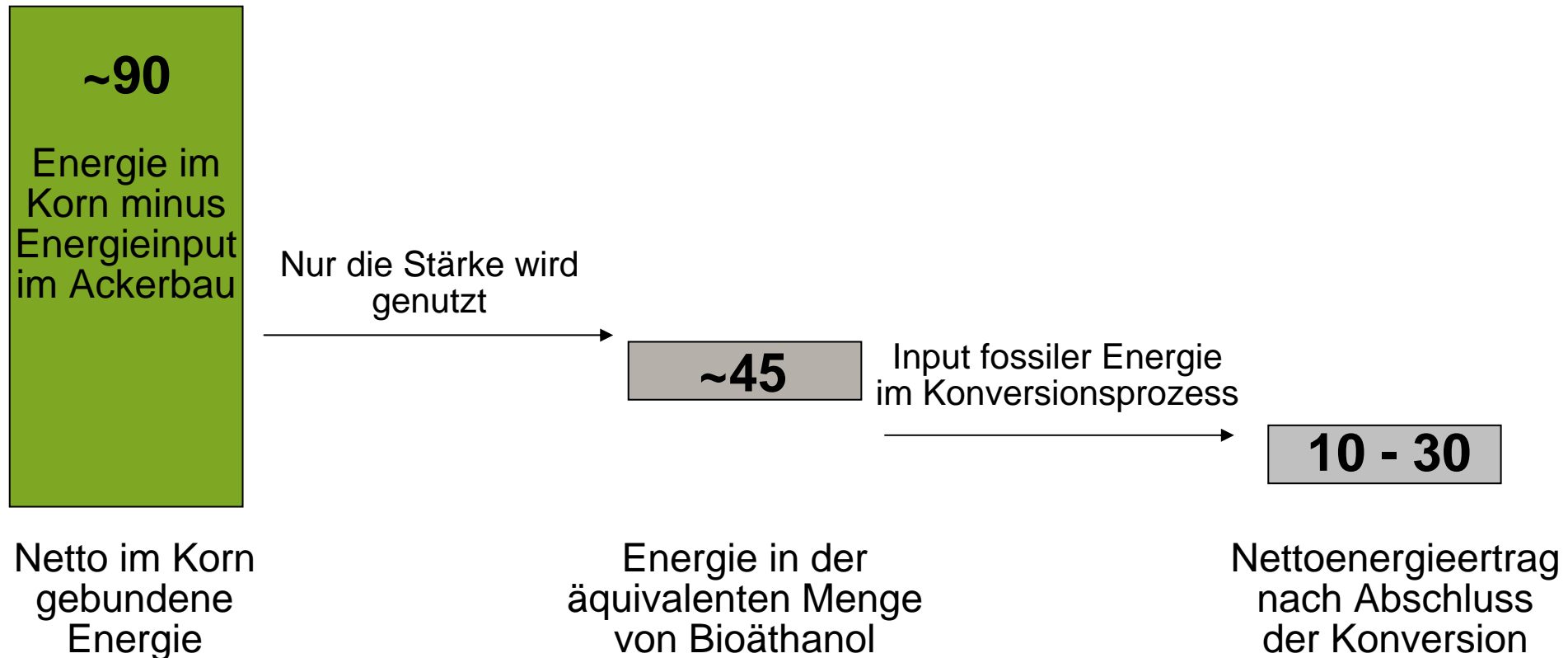
	Kraftstoffäquivalente (l/ha)	Ertrag (t/ha)
Biodiesel		
Raps	1250 – 2100	3 – 5 t Raps
Ölpalme	2500 – 4000	16 – 25 t FFB ¹⁾
Bioäthanol		
Getreide	1500 – 2500	6 – 10 t Korn
Zuckerrübe	3500 – 4900	50 – 70 t Rüben
Zuckerrohr	4000 – 6300	70 – 110 t Rohr
Lignocellulose	670 – 900	3 – 4 t Stroh
Biogas (Silomais)	4400 – 5500	40 – 50 t Mais
BtL (Holz) ²⁾	2600 - 3900	10 - 15 t Trockenmasse

1) FFB = Fresh fruit bunches

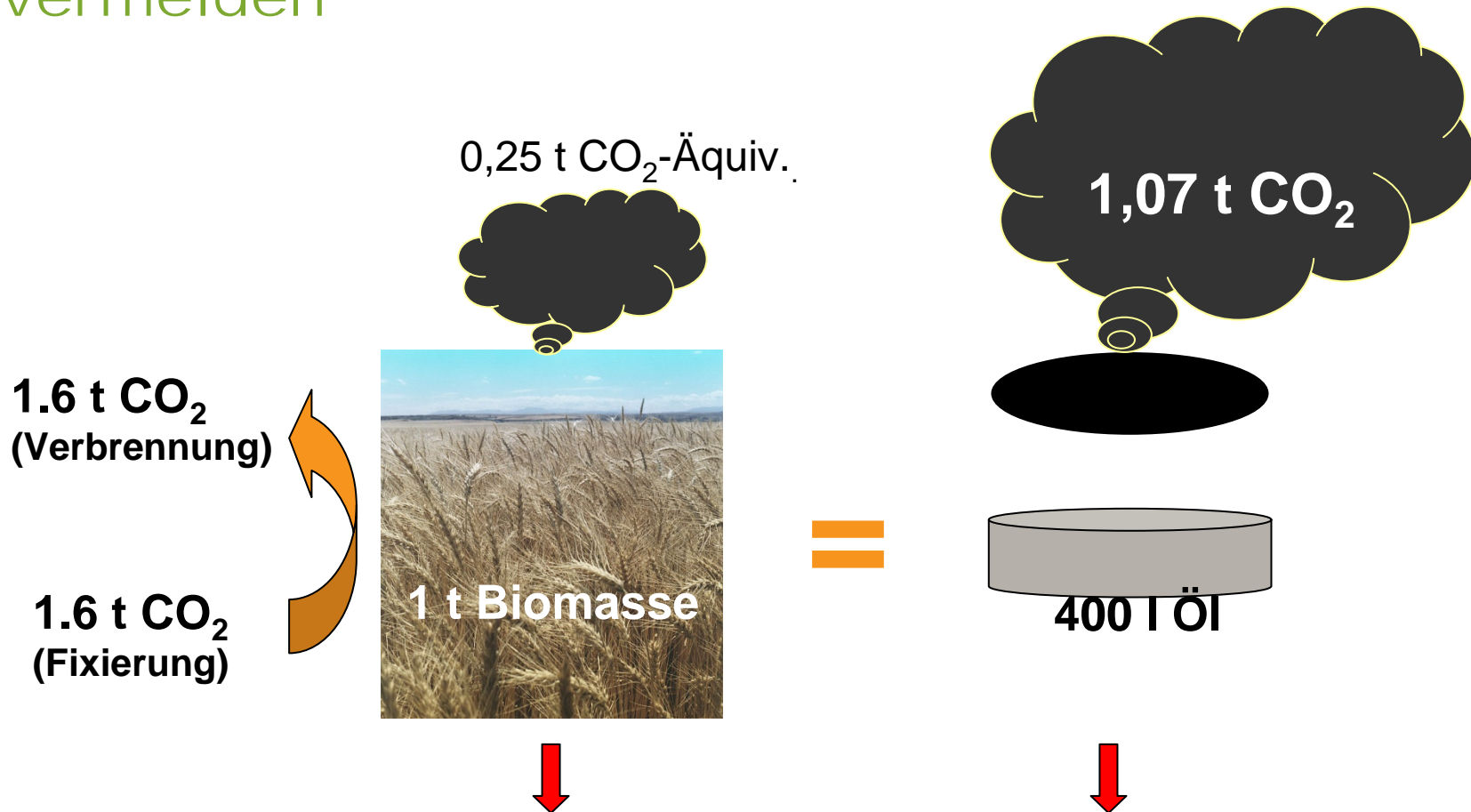
2) aus Kurzumtriebsplantage

Ergebnis der Energiebilanz bei der Produktion von Bioäthanol aus Weizen

- Nutzung der Nebenprodukte als Futtermittel nicht berücksichtigt
- relativ, Bruttoenergie im Korn = 100



CO₂ Bilanz des Einsatzes von Biomasse um fossile Energie zu ersetzen und CO₂ Emissionen zu vermeiden



Netto-Vermeidung: (1,07 minus 0,25) = 0,82 t CO₂ (76%) je t Biomasse

Potential zur Einsparung von fossiler Energie und zur CO2-Vermeidung unterschiedlicher Bioenergieformen

- indirekte Landnutzungsänderungen u. Nutzung von Nebenprodukten nicht berücksichtigt

	Energieeinsparung (in %, im Vgl. zum fossilen Energieträger)	Vermeidung von CO2 (in %, im Vgl. zum fossilen Energieträger)
Bioäthanol		
- Getreide (Mais, Weizen)	10 – 35 %	max. ~ 30 % ¹⁾
- Zuckerrohr	70 – 85 %	70 – 80 %
Biodiesel		
- Raps	40 - 60 %	30 – 50 %
- Ölpalme	55 - 75 %	50 – 70 %
Verbrennung (Biomasse)		
- Kraft-Wärme-Kopplung	70 – 85 %	70 – 80 %
Biogas (Maissilage, Gülle)		
- KWK, Gaseinspeisung	70 – 80 %	~ 70 %

1) Liska et al. (2009): CO2 Vermeidung von 48 – 60% bei Nutzung von neuester Technologie und von Nebenprodukten als Futtermittel (Mais, USA)



Zusammenfassung

- Die Produktion von Biomasse in der Landwirtschaft weist eine positive Energie- und CO₂-Bilanz auf, die durch den optimalen Einsatz von Mineraldüngern weiter verbessert wird.
- Die Energie- und CO₂-Bilanz der Biokraftstoffproduktion hängt von der Art und dem Entwicklungsstand der Konversionstechnologie ab.
- Bioäthanol aus Zuckerrohr oder die Gewinnung von Wärme und Strom aus der Verbrennung von Biomasse oder Biogas haben das größte Potential, fossile Energie einzusparen bzw. CO₂ Emissionen zu vermeiden.
- Direkte oder indirekte Landnutzungsänderungen (z.B. Rodung von Regenwald) und die Verwendung von Nebenprodukten (z.B. als Futtermittel) können die Bilanzen negativ bzw. positiv beeinflussen.

