

# **„Möglichkeiten und Grenzen des Klimaschutzes in der Landnutzung“**

**A. Heißenhuber**

**TU München - Weihenstephan**

**Braunschweig, den 29. August 2012**

# Gliederung

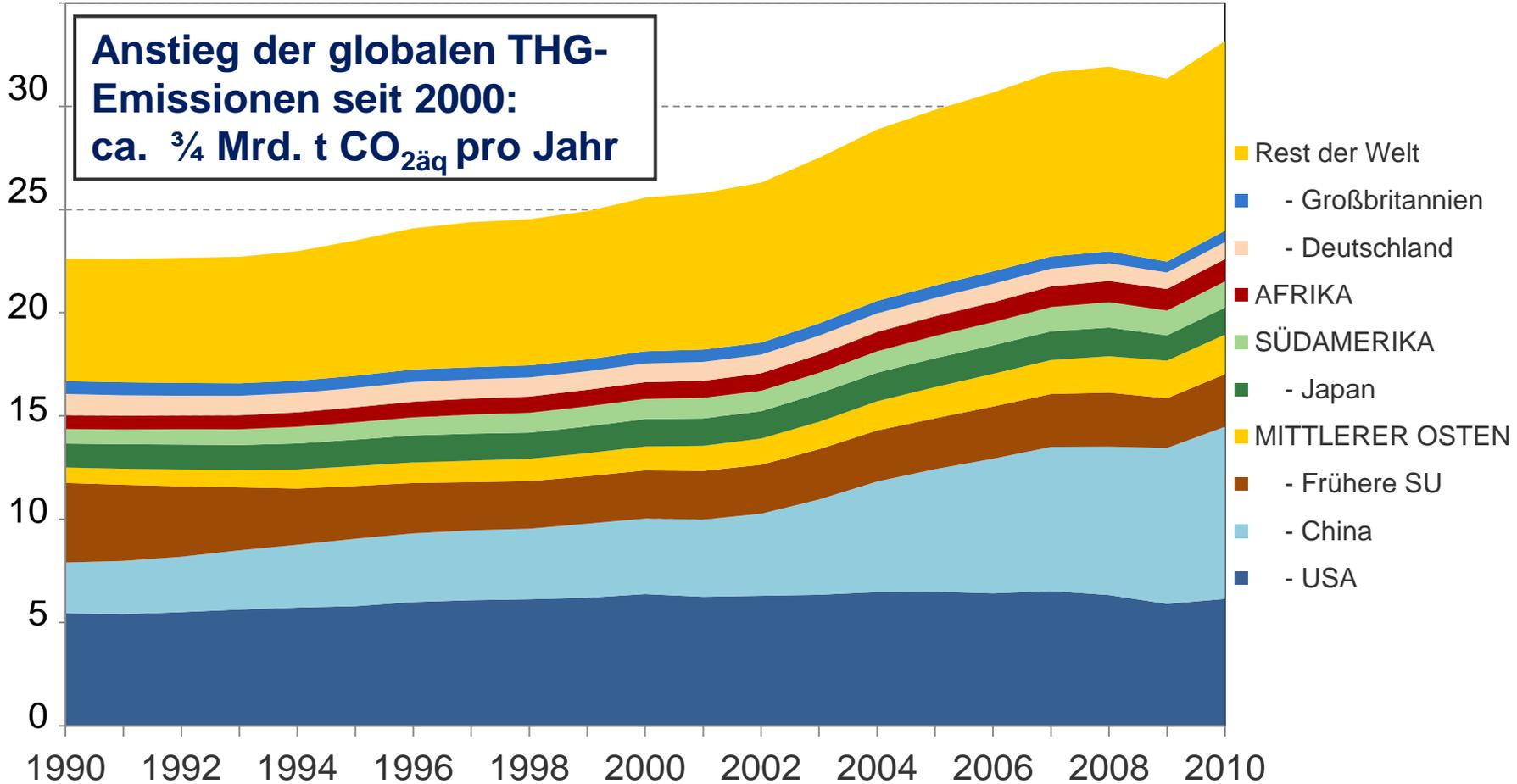
- **Allgemeines**
- **Bioenergie**
- **Rebound-Effekt**
- **Leakage-Effekt**
- **Systembeurteilung**
- **Fazit**



# Entwicklung der CO<sub>2</sub> - Emissionen

35 Mrd. t

**Anstieg der globalen THG-Emissionen seit 2000: ca. ¾ Mrd. t CO<sub>2</sub>äq pro Jahr**

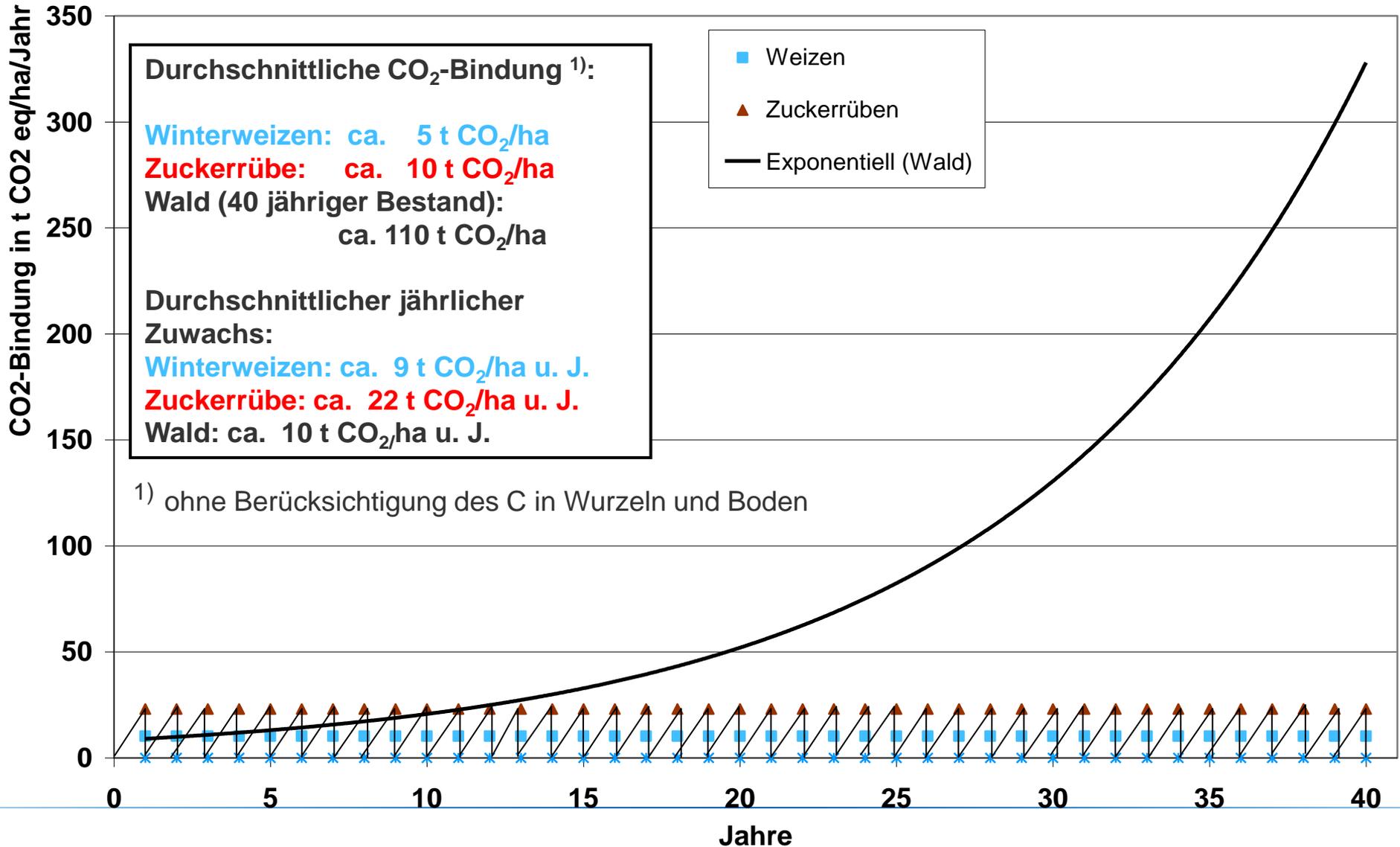


Datengrundlage: BMWi; BP

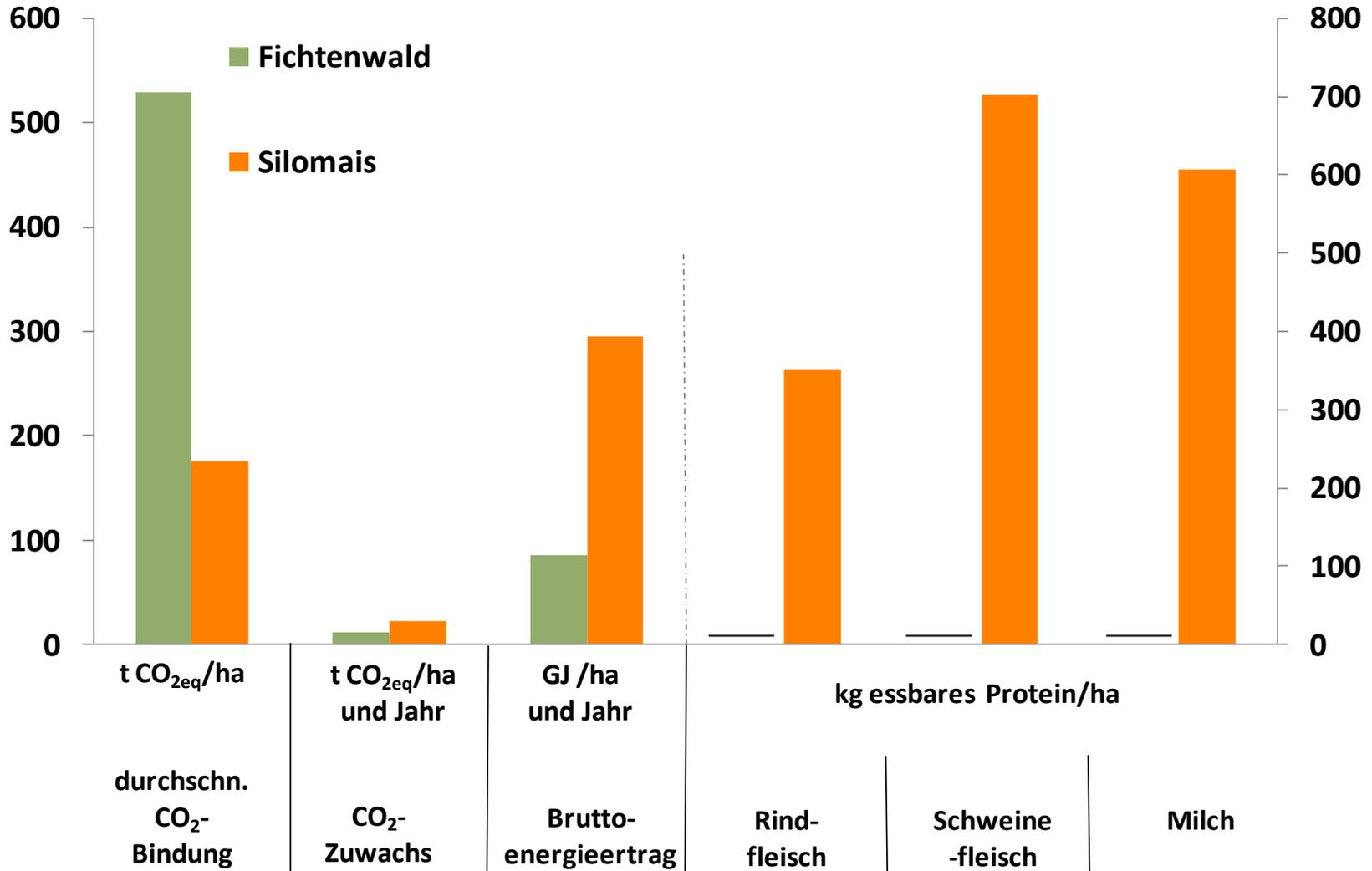
## **Trivalente Rolle der Landwirtschaft**

- **Versorger und Bewahrer**
  - **Nahrungsmittel, Kulturlandschaft, Kohlenstoffsenke**
- **Verursacher**
  - **Erosion, Eutrophierung, Methan, Lachgas**
- **Betroffener**
  - **Ertragsschwankung, Produktionsrisiko**

# Durchschnittliche und jährliche C-Bindung



# Vergleich von Acker und Wald



HÄ: Heizöläquivalent; SG: Schlachtgewicht

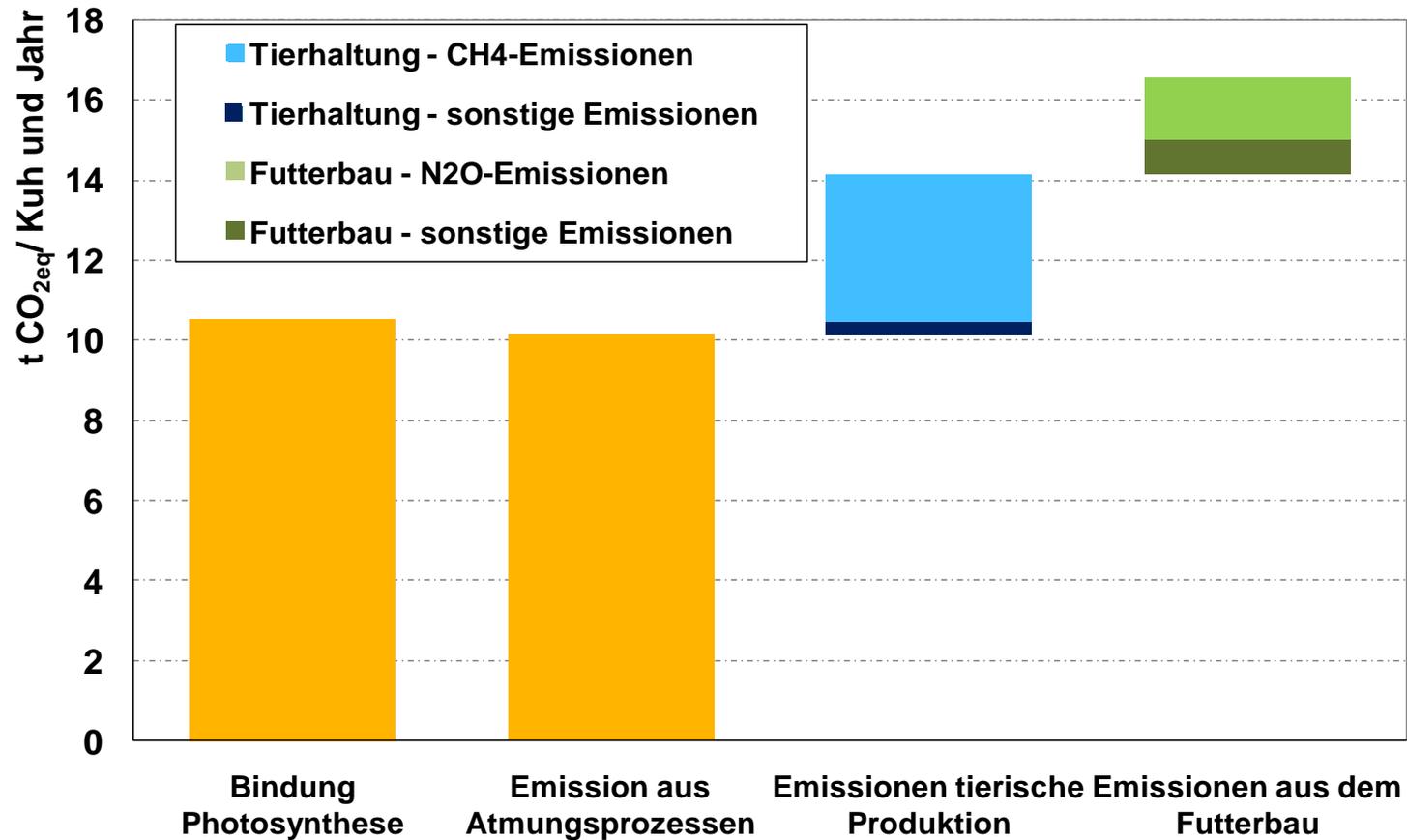
Berechnungsgrundlage:

Wald: 40 jähriger Fichtenwald, 12 m<sup>3</sup> durchschnittl. jährl. Zuwachs, 480 Vorratsfm pro ha im 40 jährigen Bestand, C-Speicherung Boden: 100 t C, 1 t CO<sub>2eq</sub>/m<sup>3</sup> Zuwachs, Raumdichte: 377 kg TM/Volumeneinheit gequollenes Rohholz, Energie: 18,8 MJ/kg TM, 85 GJ/ha und Jahr, 5,2 kWh/kg TM, 2350 l HÄ/ha und Jahr

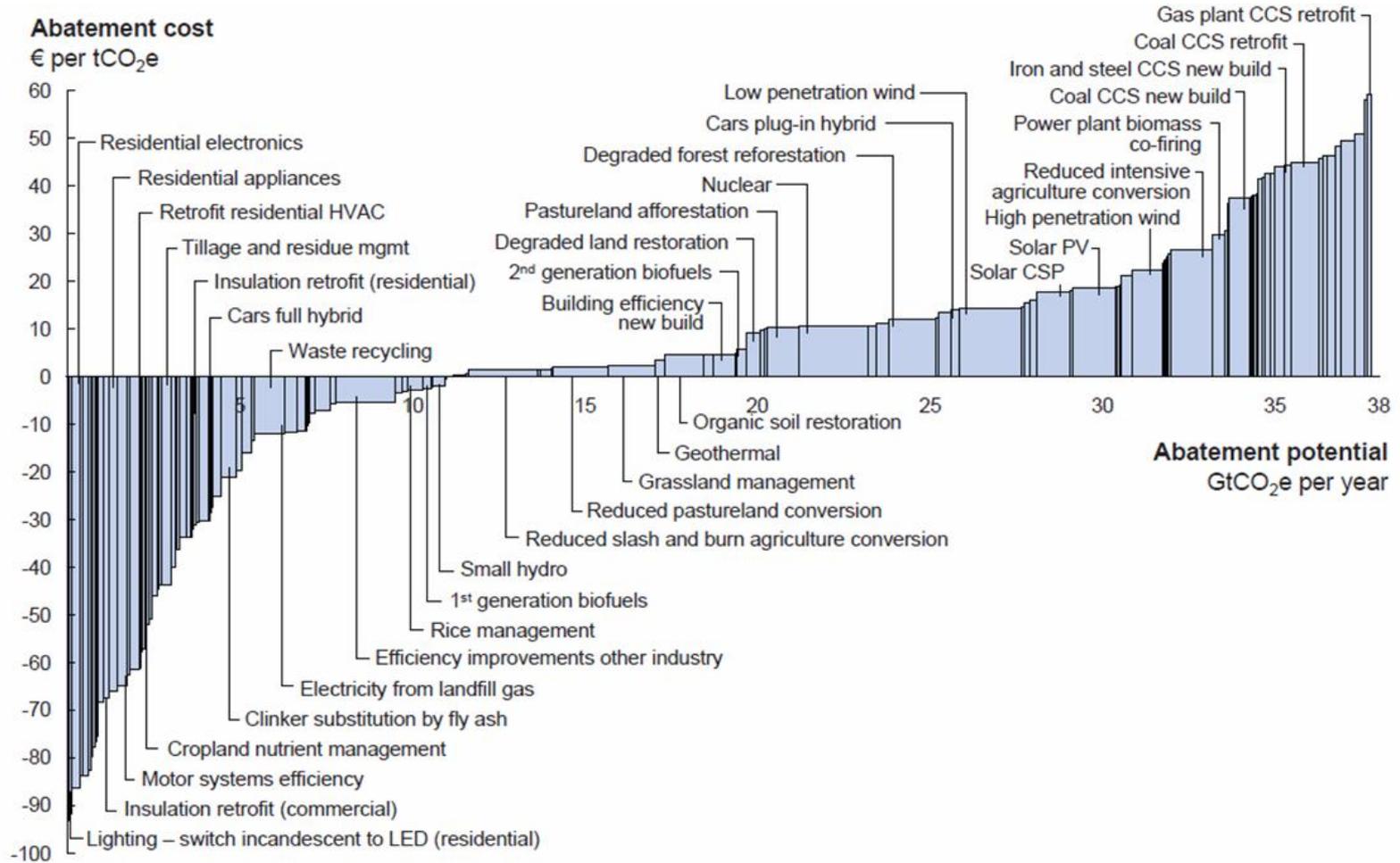
Silomais: Ertrag: 505 dt/ha, C-Speicherung: 1,29 kg CO<sub>2eq</sub>/kg TM, C-Speicherung im Boden 45 t C, Energie: 296 GJ/ha, 171 GJ ME/ha, 103 GJ NEL/ha; Umrechnungsfaktor C in CO<sub>2eq</sub>: 3,66, 49000 kWh Methan/ha, 4900 l HÄ

Quelle: Lfl, 2010; KTBL 2010, Böswald, 1996; Wittkopf, 2005; Paul, 2009; Klein, 2010; Schmidt, 2010, Flachowsky, 2009

# Bindung und Emissionen von Treibhausgasen in der Milchkuhhaltung



# Global GHG abatement cost curve beyond business-as-usual

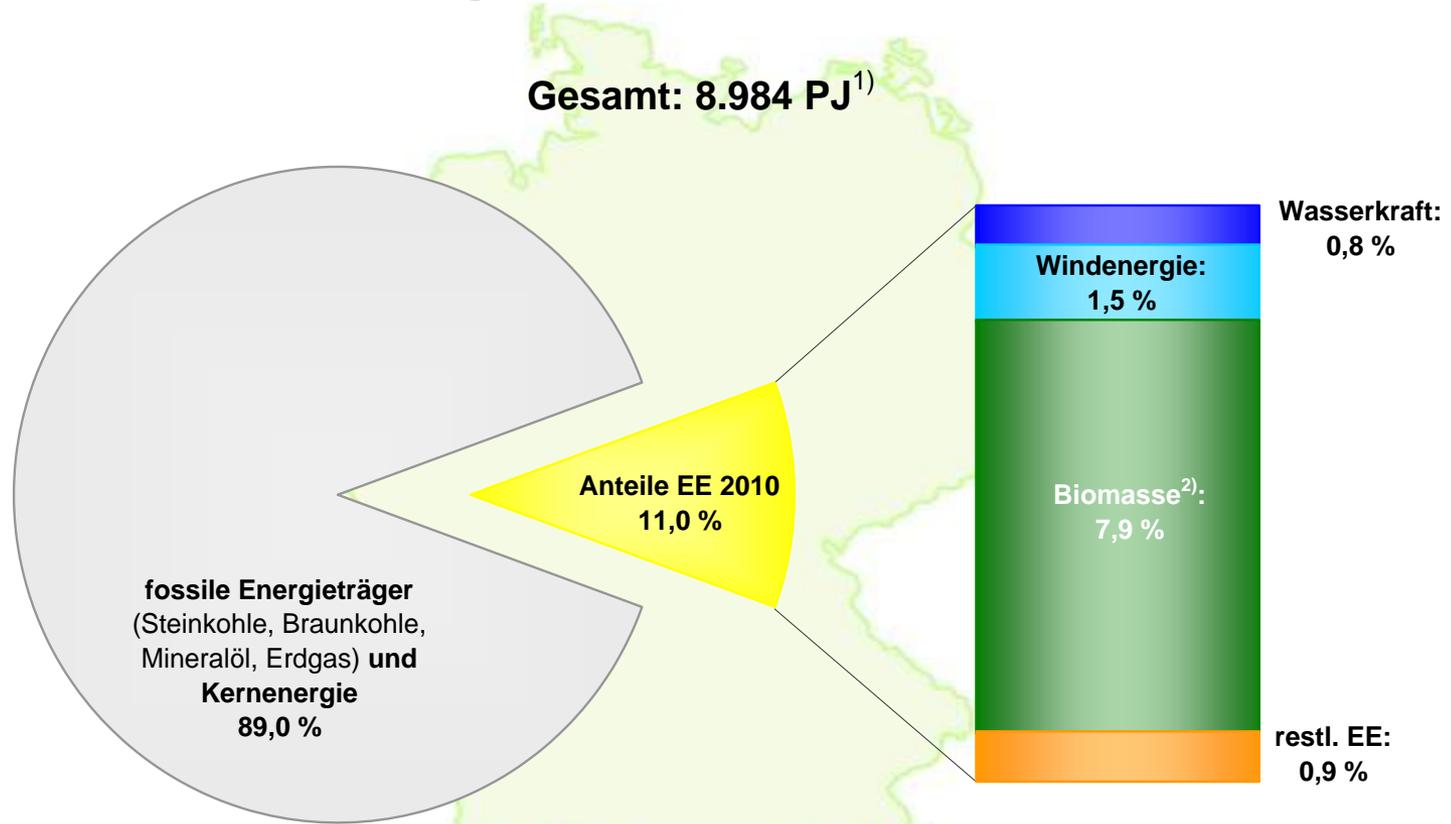


Note: The curve presents an estimate of the maximum potential of all technical GHG abatement measures below €60 per tCO<sub>2</sub>e if each lever was pursued aggressively. It is not a forecast of what role different abatement measures and technologies will play.  
 Source: Global GHG Abatement Cost Curve v2.0

# Gliederung

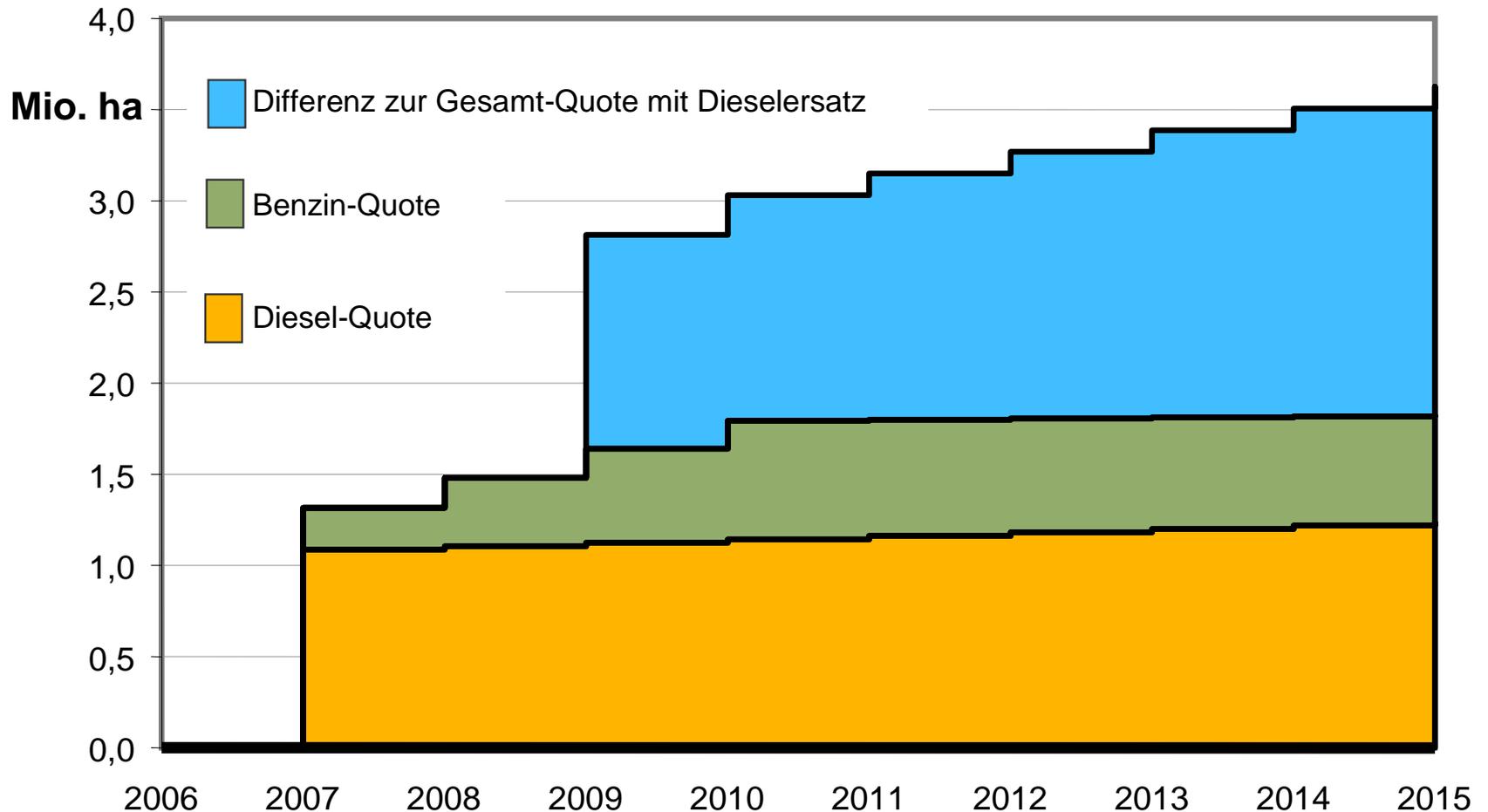
- **Allgemeines**
- **Bioenergie**
- **Rebound-Effekt**
- **Leakage-Effekt**
- **Systembeurteilung**
- **Fazit**

# Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch in Deutschland



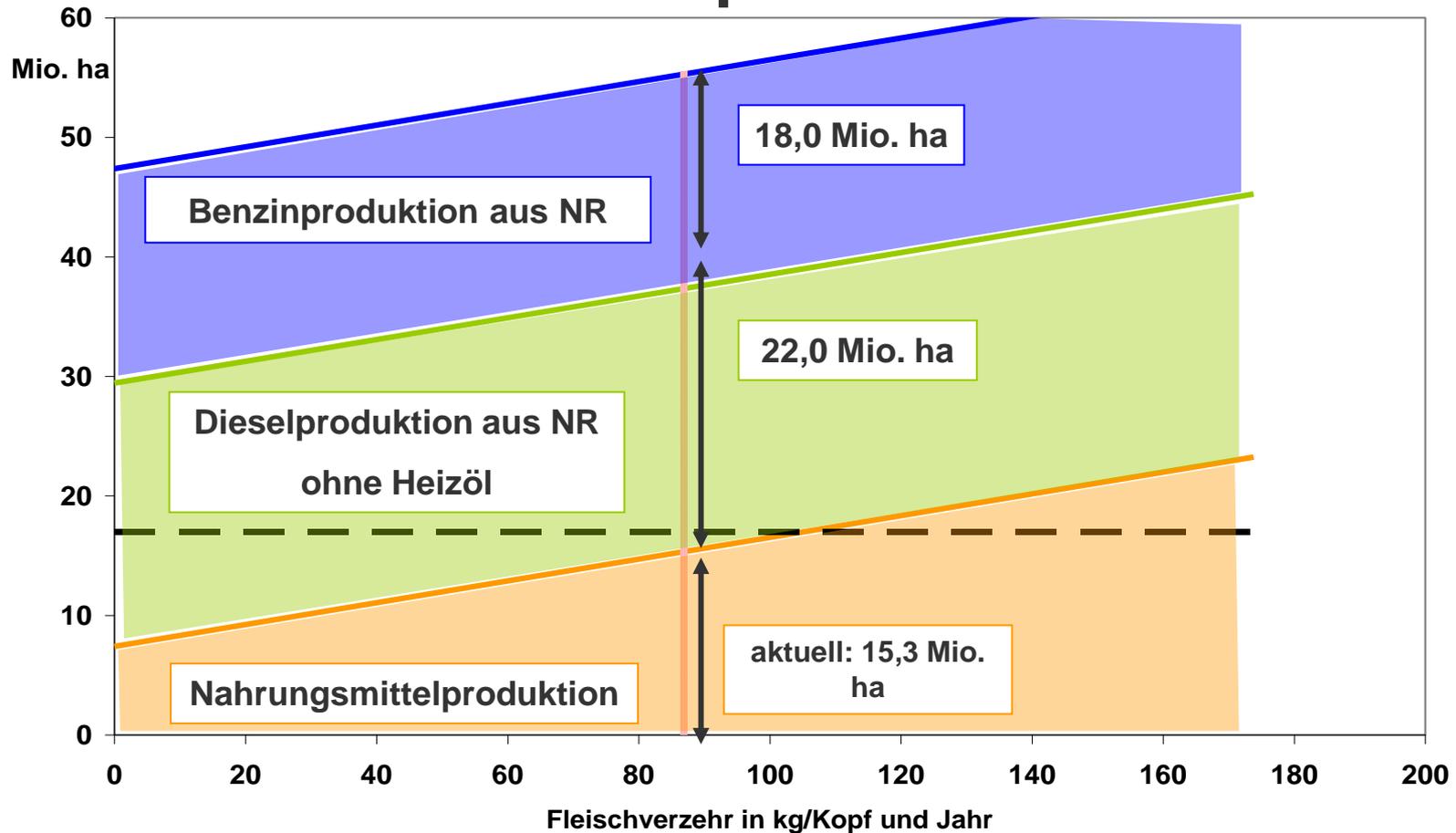
1) Quelle: Energy Environment Forecast Analysis (EEFA) GmbH & Co KG; 2) Feste und flüssige Biomasse, Biogas, Deponie- und Klärgas, biogener Anteil des Abfalls, Biokraftstoffe;  
 Quelle: BMU-KI III 1 nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) und ZSW, unter Verwendung von Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB);  
 EE: Erneuerbare Energien; 1 PJ = 10<sup>15</sup> Joule; Abweichungen in den Summen durch Rundungen; Stand: März 2011; Angaben vorläufig

# Flächen für Biotreibstoffe entsprechend der Beimischungsverpflichtung



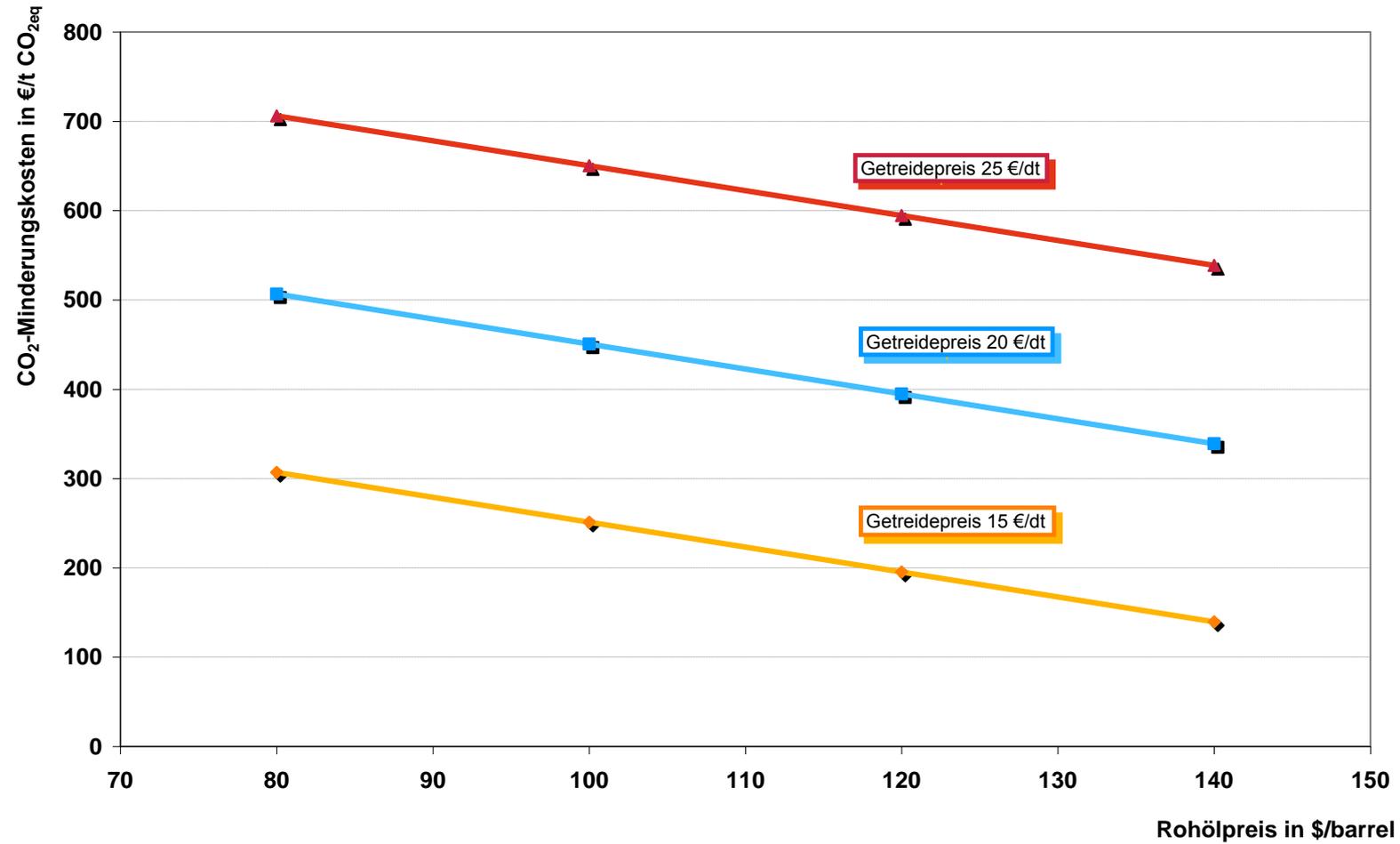
lineare Fortschreibung der Verbräuche von Diesel und Benzin in Deutschland von 1990 bis 2015  
Dieselquote: Raps zu RME (1.400 l DÄ/ha); Benzinquote: Weizen zu Ethanol (1.950 l BÄ/ha);  
Differenz zur Gesamtquote: Raps zu RME (1.400 l DÄ/ha)

# Flächenbedarf zur Nahrungsmittel- und Kraftstoffproduktion



Anmerkungen: Dieselproduktion: 24,8 Mio. ha Raps zu RME (1.575 l DÄ/ha) oder 14,9 Mio. ha KuP zu BtL (2.330 l DÄ/ha); Benzin Produktion: 7,3 Mio. ha Zuckerrüben zu Ethanol (4.030 l BÄ/ha) oder 15,2 Mio. ha Getreide zu Ethanol (1.650 l BÄ/ha); Wärmeproduktion: 6,0 Mio. ha Kup zu Brennstoff (5.220 l HÄ/ha)

# CO<sub>2</sub>-Minderungskosten von Ethanol in Abhängigkeit von Getreide- und Rohölpreis



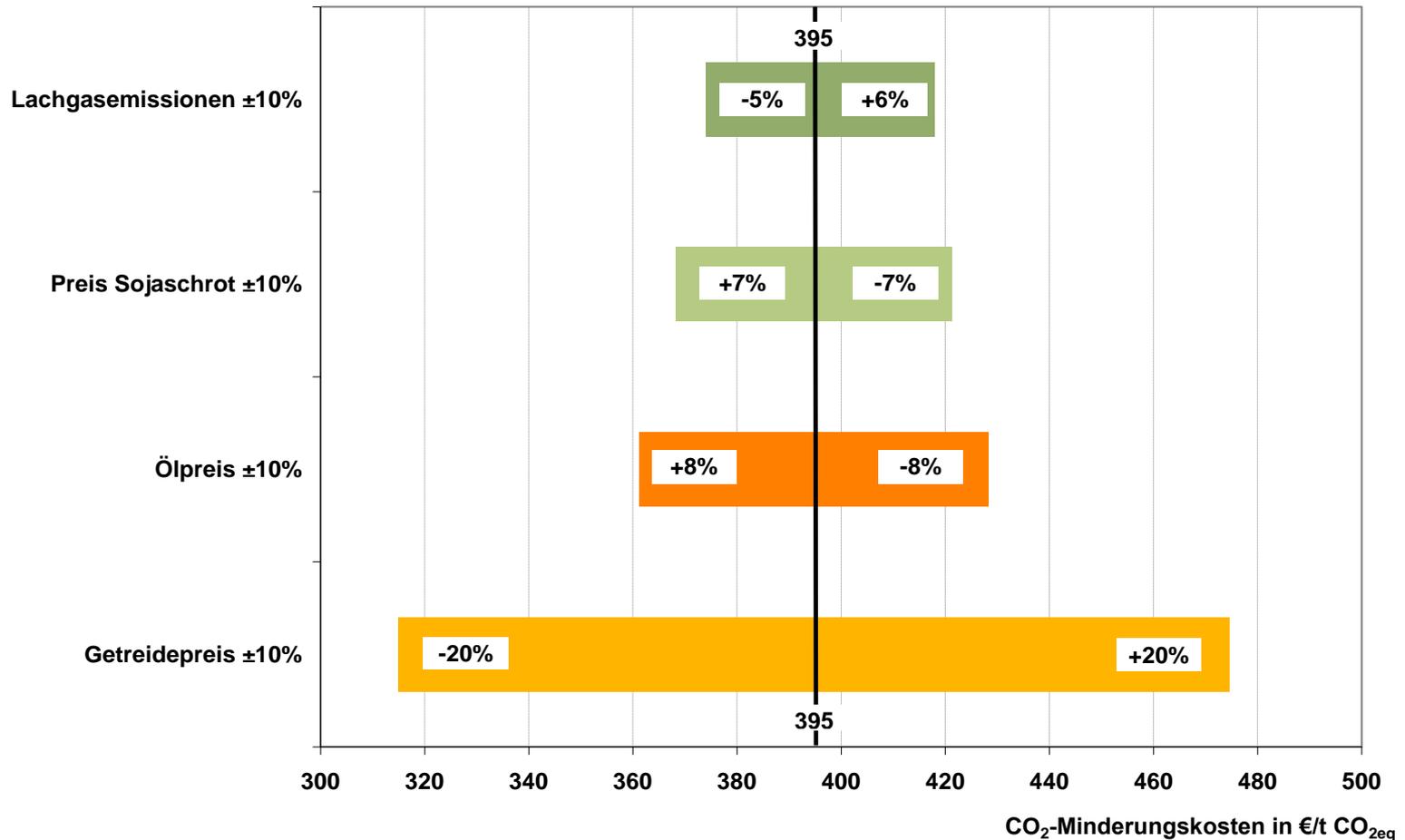
Quelle: eigene Berechnungen nach Berenz 2008; Rauh 2008

Erstellt von  
Dipl.-Ing. agr. Stefan

Rauh

am 29.08.2012

# Sensitivität der CO<sub>2</sub>-Minderungskosten der Ethanolproduktion



Quelle: eigene Berechnungen nach Berenz 2008; Rauh 2008

Erstellt von

Dipl.-Ing. agr. Stefan

Rauh

am 29.08.2012

## Preise der CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikate



# Gliederung

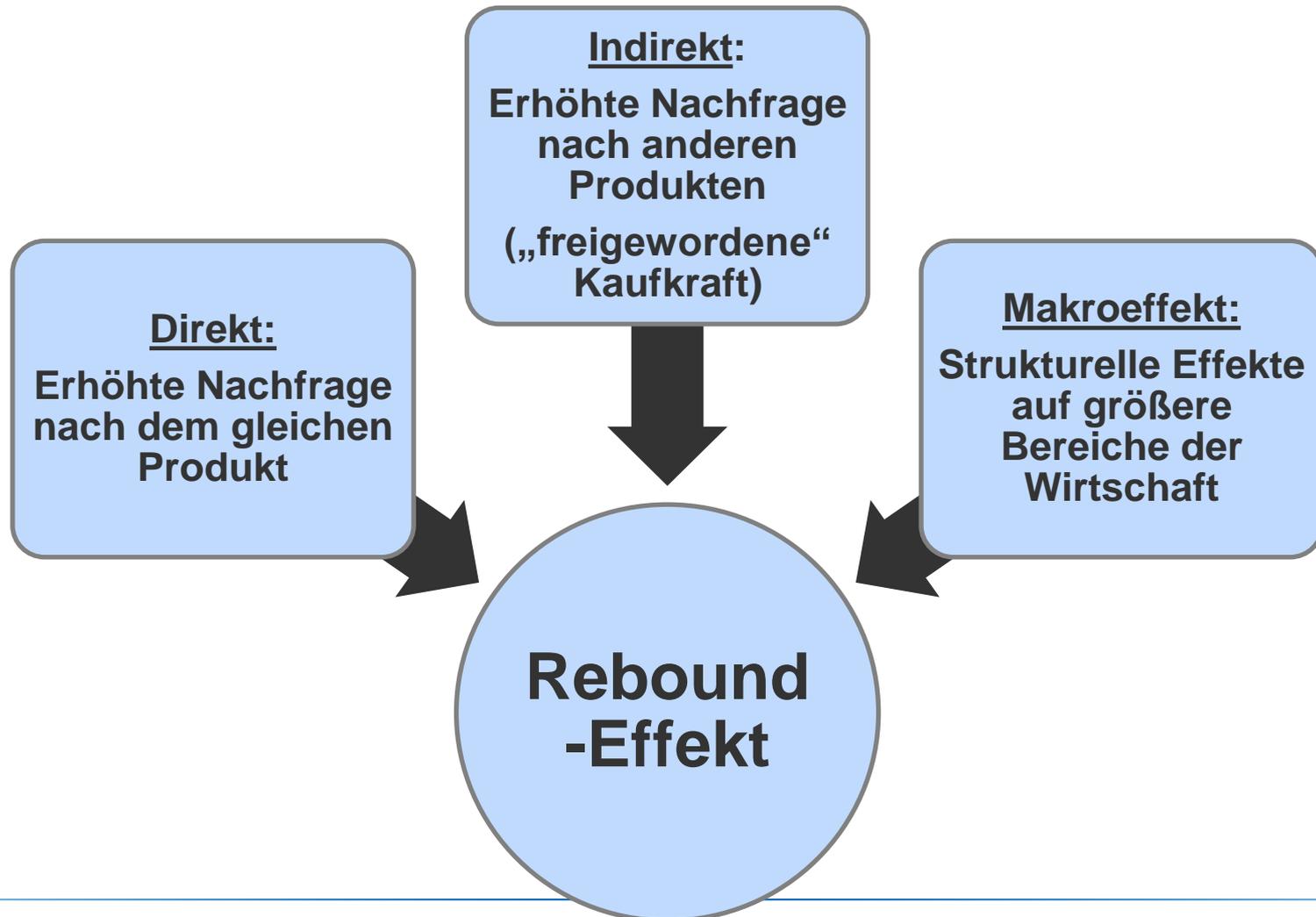
- **Allgemeines**
- **Bioenergie**
- **Rebound-Effekt**
- **Leakage-Effekt**
- **Systembeurteilung**
- **Fazit**

## Rebound – Effekt <sup>1)</sup>

**Effizienzsteigerung ermöglicht Einsparungen, diese können durch erhöhten Verbrauch kompensiert werden.**

**<sup>1)</sup> vgl. auch Jevons' Paradoxon**

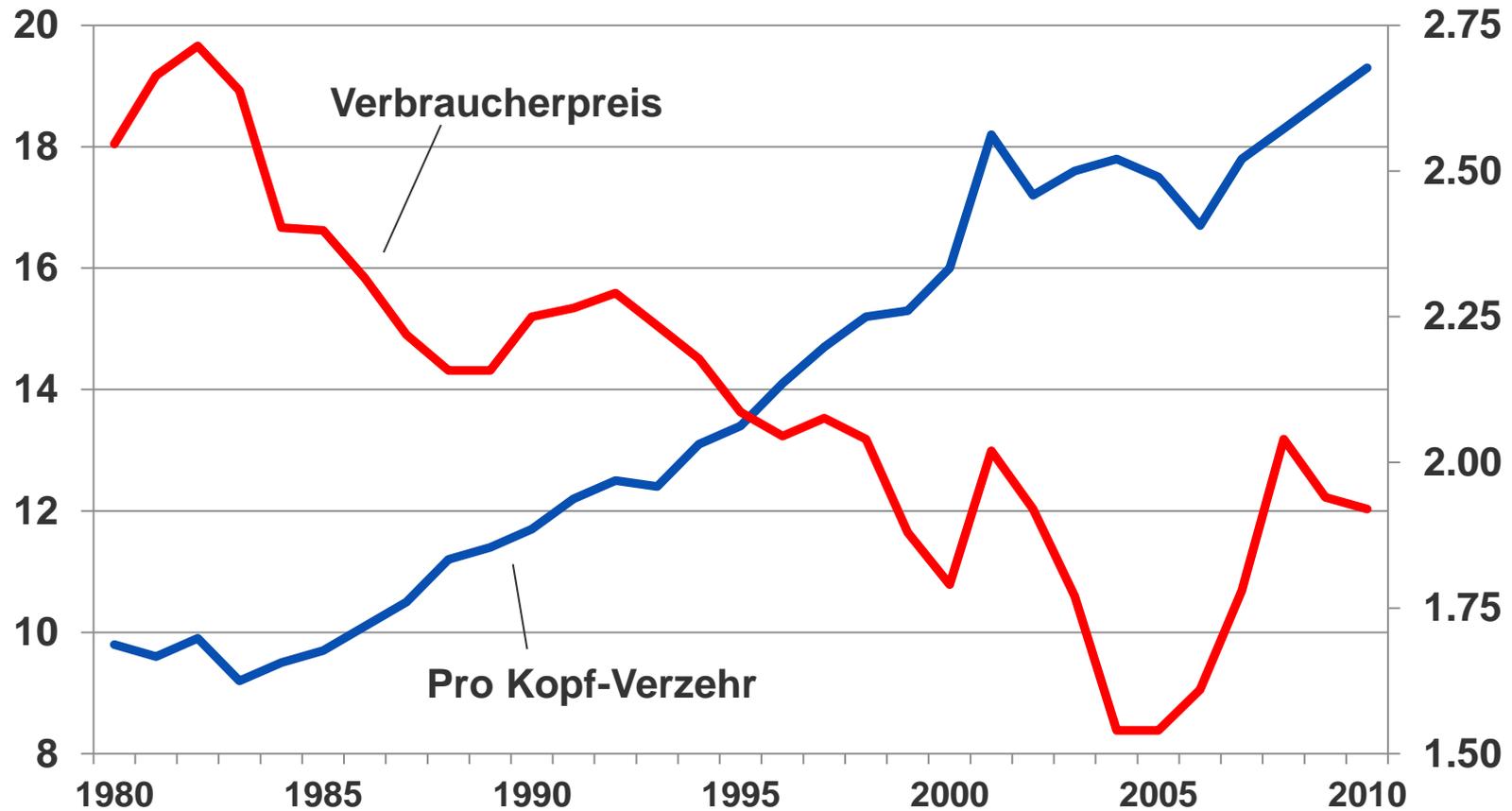
# Rebound – Effekt: Wirkungen



# Mengen- und Preisentwicklung im Geflügelfleischsektor

kg/Kopf

€/kg



Anmerkung: Verbraucherpreis für Hähnchen, gefroren

Datengrundlage: ZMP, AMI

# Gliederung

- **Allgemeines**
- **Bioenergie**
- **Rebound-Effekt**
- **Leakage-Effekt**
- **Systembeurteilung**
- **Fazit**

## **Leakage - Effekt**

**Auswirkung der Produktionsverlagerung**

**z.B.**

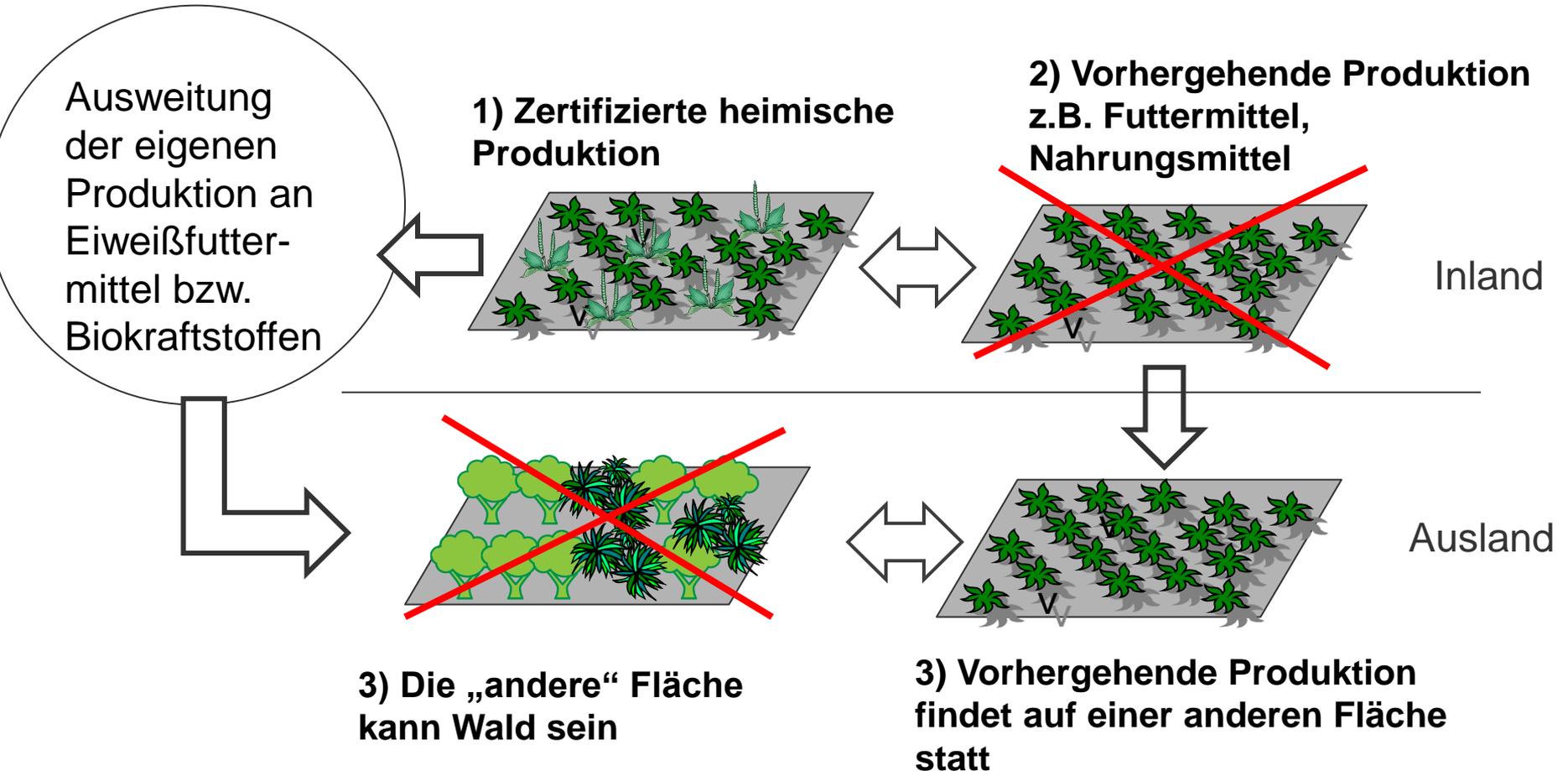
**Einsparung an einem Ort und**

**Ausdehnung an einem anderen Ort**

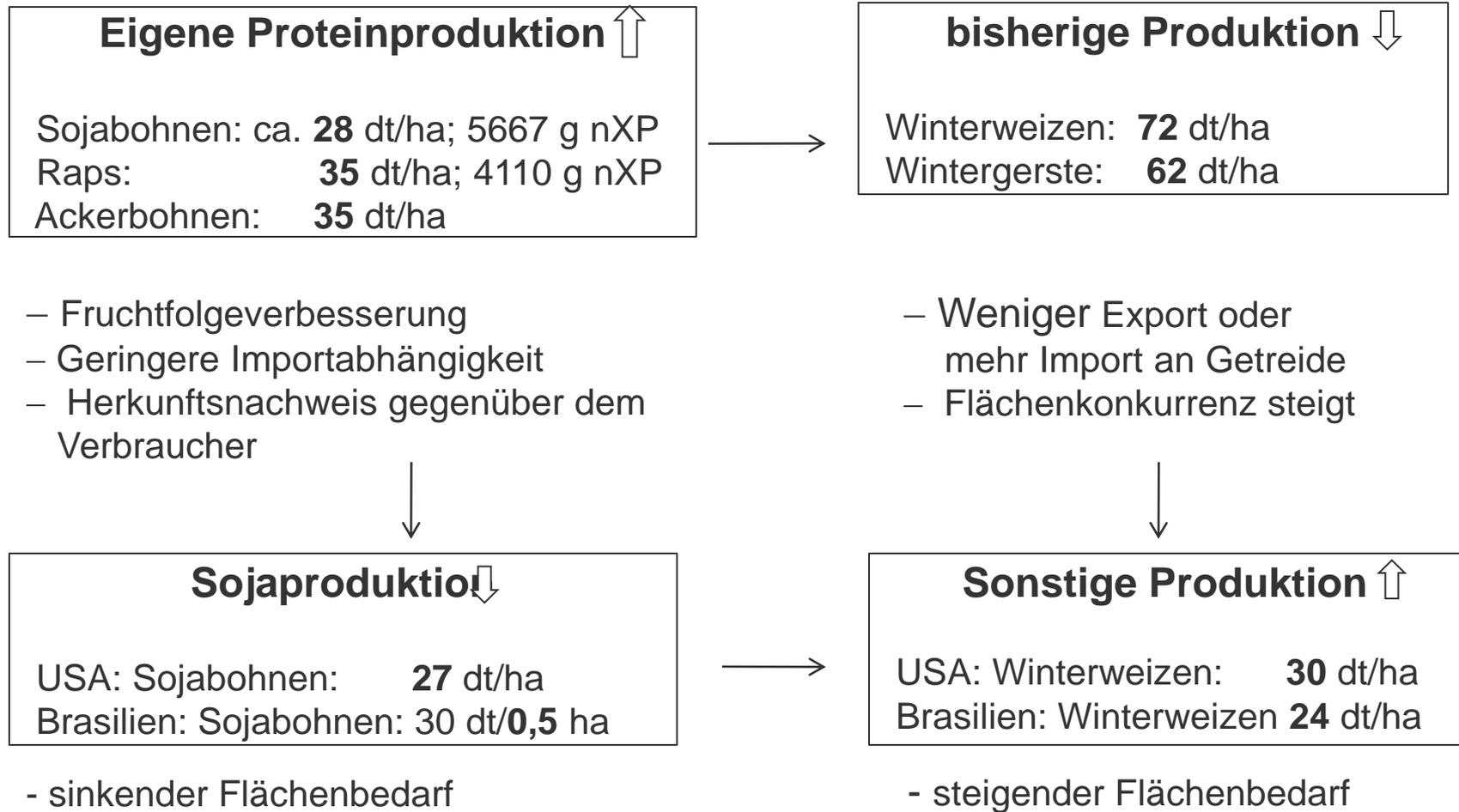
# EEG und Zertifikatehandel – ein Widerspruch?

		CO <sub>2</sub> -Bilanz
Durch EEG: Stromerzeugung aus EE	↑	
↳ Stromerzeugung aus fossiler Energie	↓	
↳ CO <sub>2</sub> -Ausstoß	↓	- 1 t CO <sub>2</sub>
<b>aber</b> ↳ Bedarf an CO <sub>2</sub> -Zertifikaten	↓	
↳ Verkauf CO <sub>2</sub> -Zertifikate z.B. an Industrieunternehmen		
↳ Produktion	↑	
↳ CO <sub>2</sub> - Ausstoß	↑	+ 1 t CO <sub>2</sub>
<b>→</b> CO <sub>2</sub> -Bilanz ist unverändert		+/- 0 t CO <sub>2</sub>

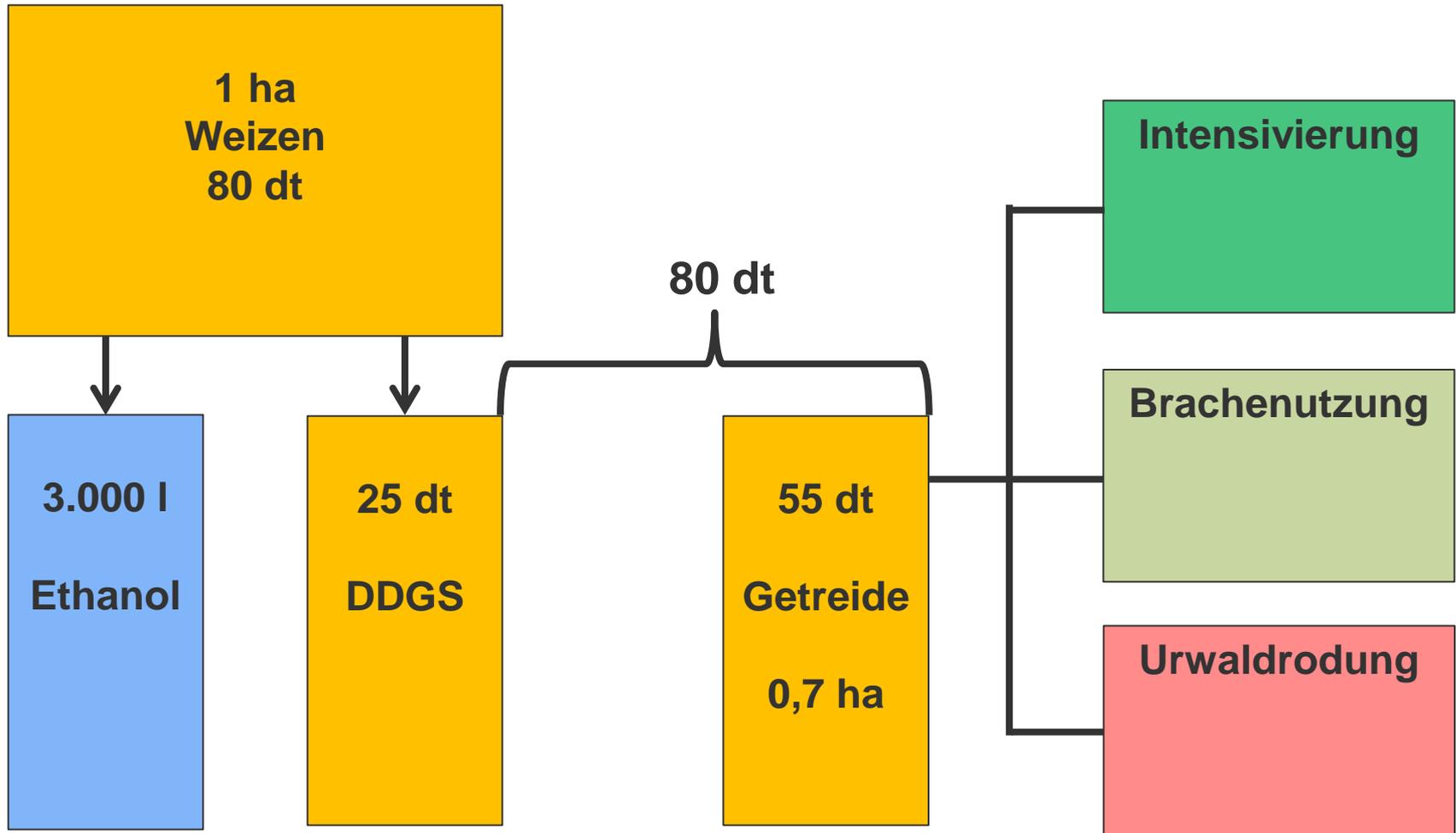
# Schematische Darstellung einer indirekten Landnutzungsänderung



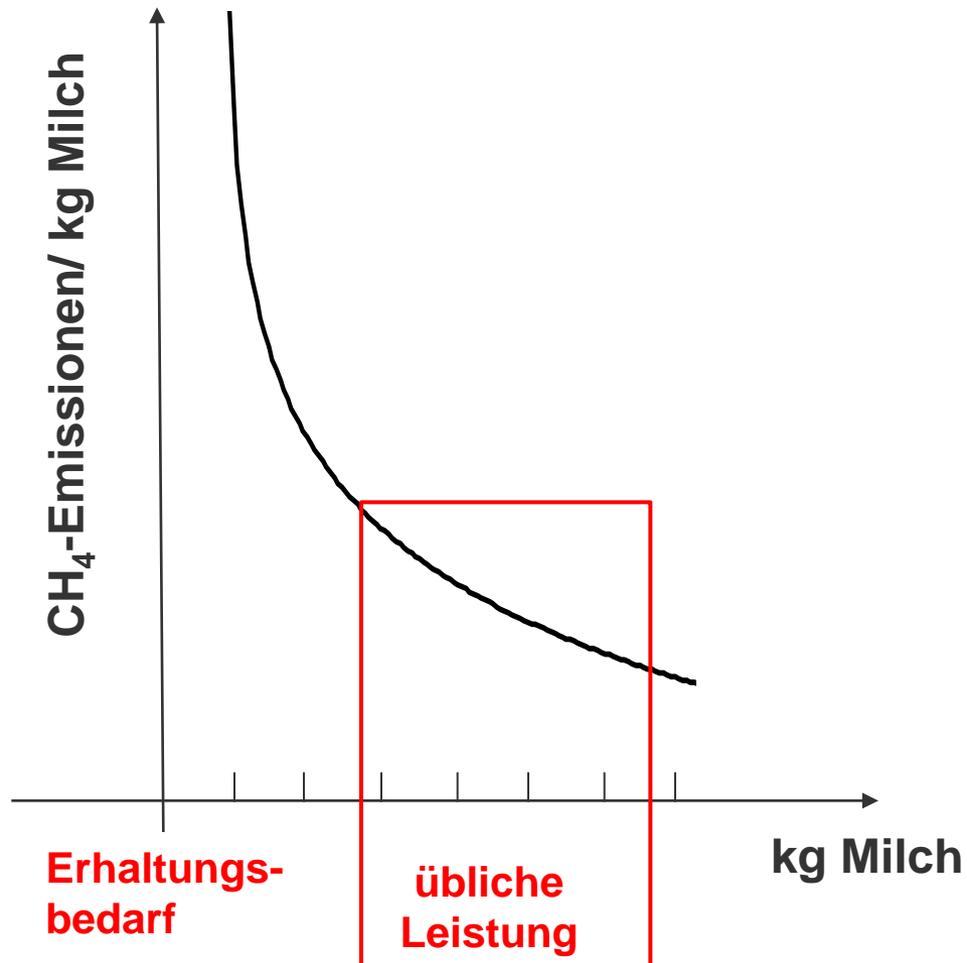
# Ausweitung heimischer Eiweißproduktion



# Indirekte Landnutzungsänderung (iLUC)



# Milchleistung und Methanemissionen - Schema



# Carbon Footprints im LEH



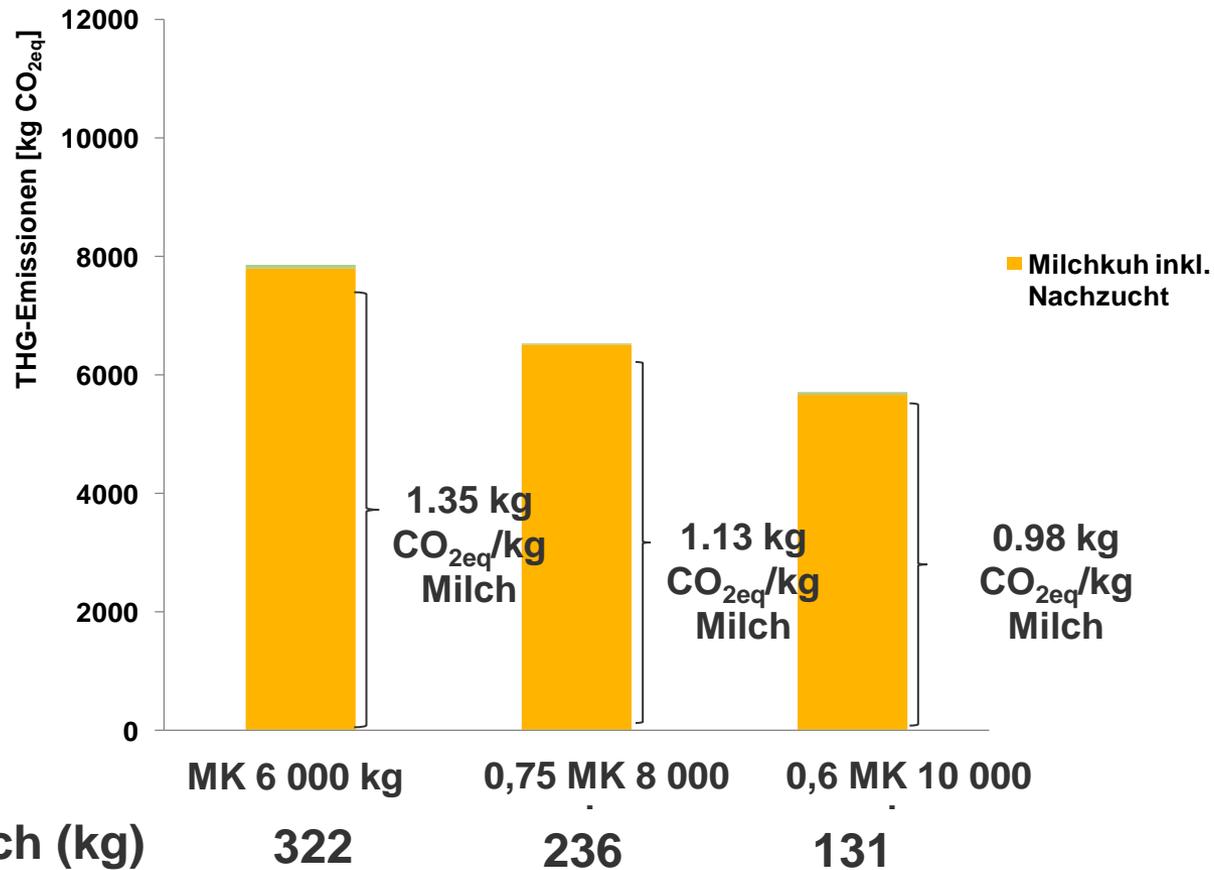
# Neuseeland - Integration landwirtschaftlicher Produkte in den Emissionshandel



### WHAT HAPPENS NEXT?

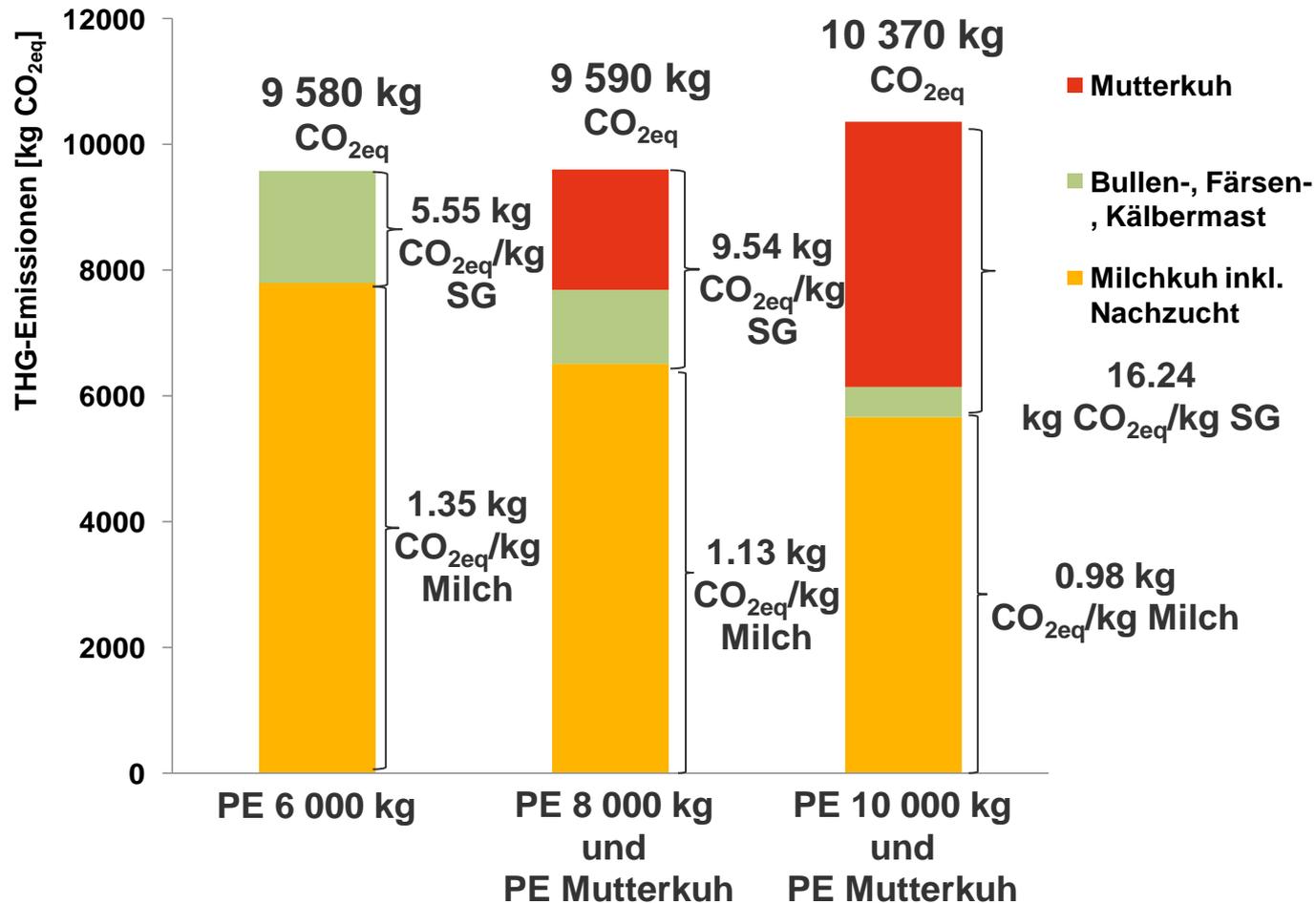
- |                      |                                                                                                                                                                                              |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>2011:</b>         | Voluntary reporting for agriculture begins. MAF will begin work on regulations for unique emission factors and removal activities. The NZ ETS will also be reviewed by an independent panel. |
| <b>2012 to 2014:</b> | Mandatory reporting for agriculture participants begins. MAF will develop and consult on regulations on the details for the emission unit allocation.                                        |
| <b>2015:</b>         | Full participation for agriculture in the NZ ETS begins.                                                                                                                                     |

# THG-Emissionen und Leistungsniveau Milchproduktion

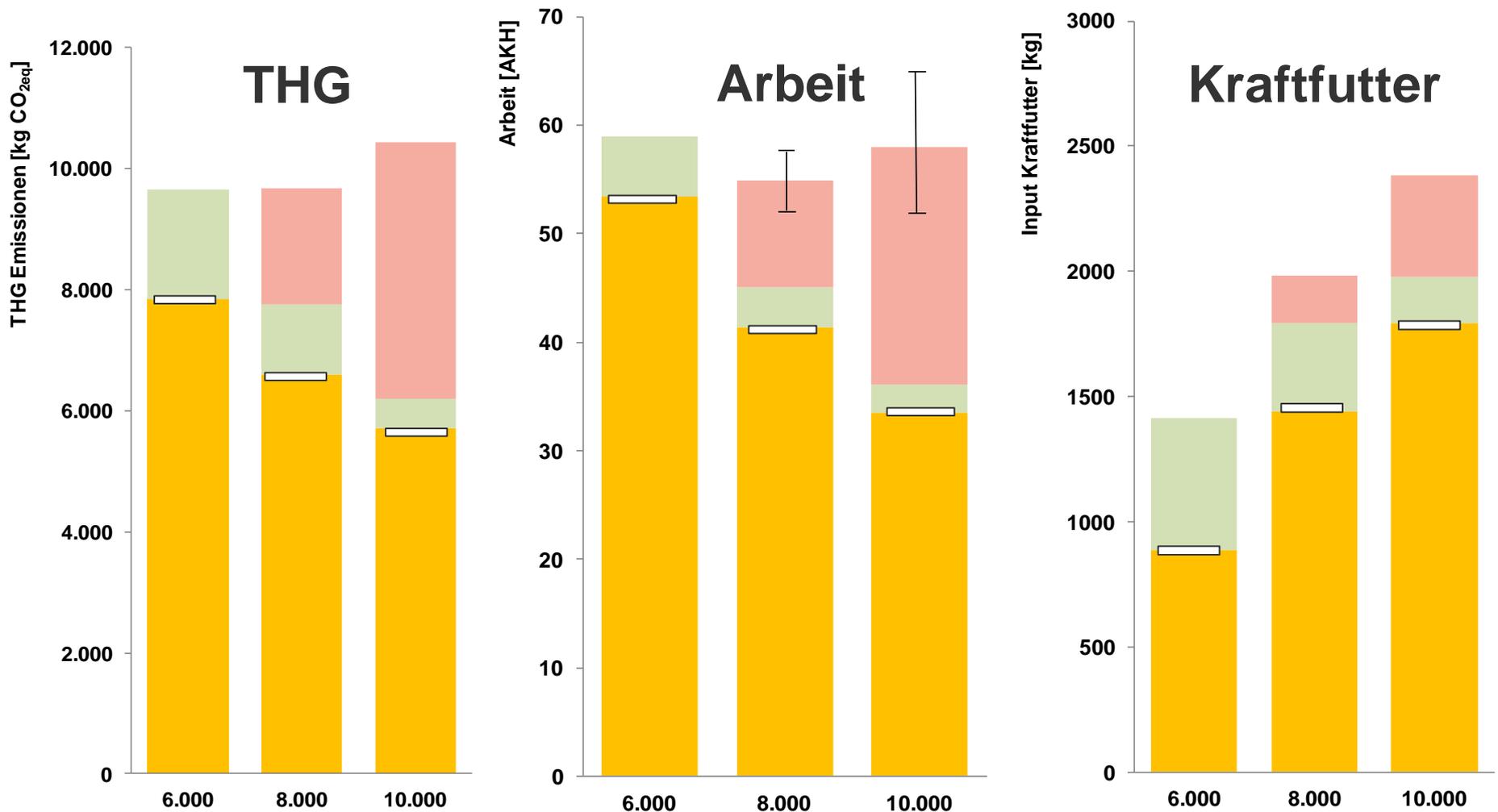


Anmerkungen: Rindfleisch aus Altkuhfleisch und Mastverfahren

# THG-Emissionen und Leistungsniveau Milchproduktion (konstant Milch und Fleisch)



# Kennzeichen unterschiedlicher Leistungsklassen

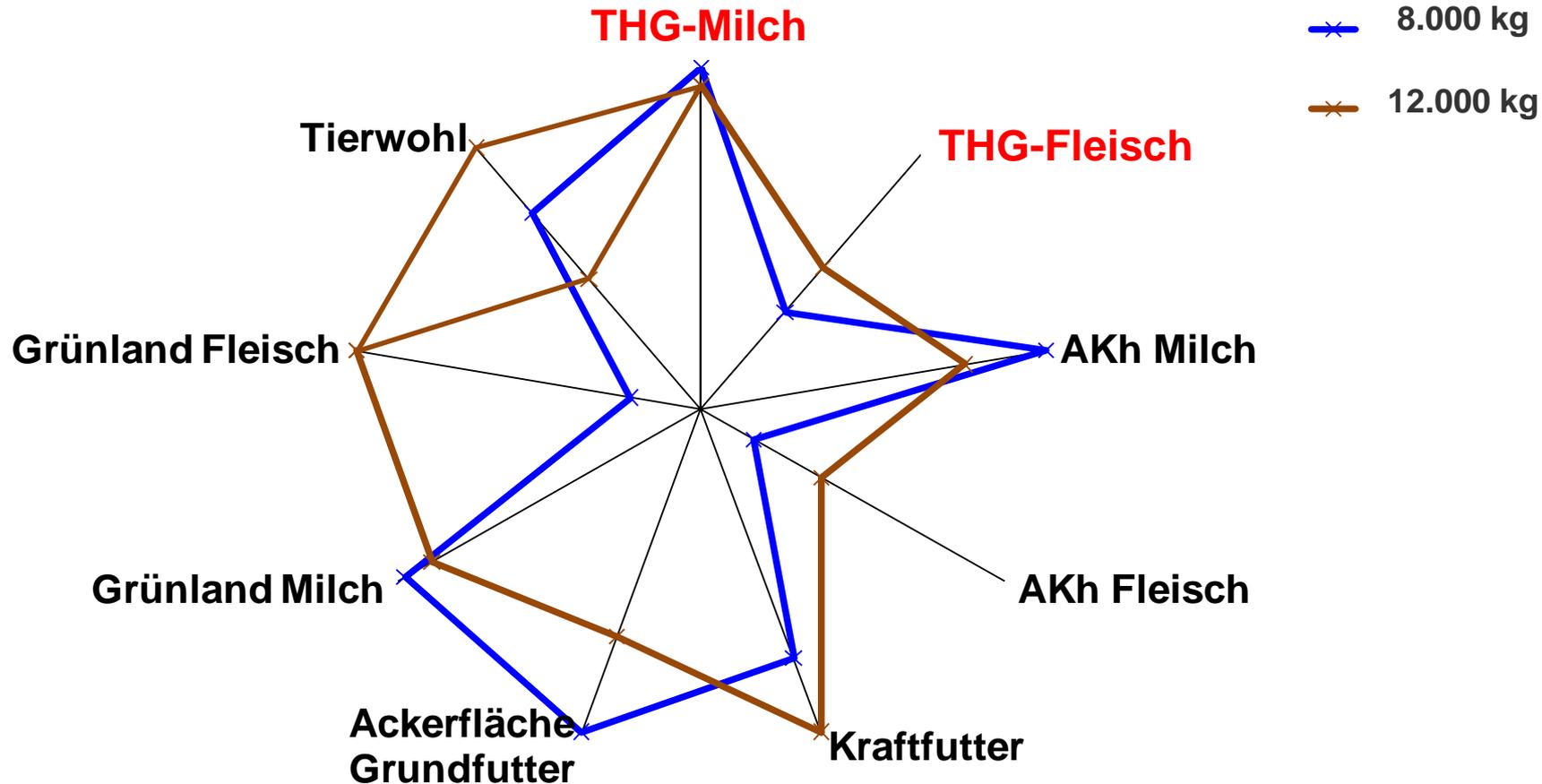


Unterster Balken: Milchvieh inkl. Nachzucht  
 Mittlerer Balken: Bullen-, Färsen und Kälbermast  
 Oberster Balken: Mutterkuh inkl. Ausmastverfahren der Absetzer

# Gliederung

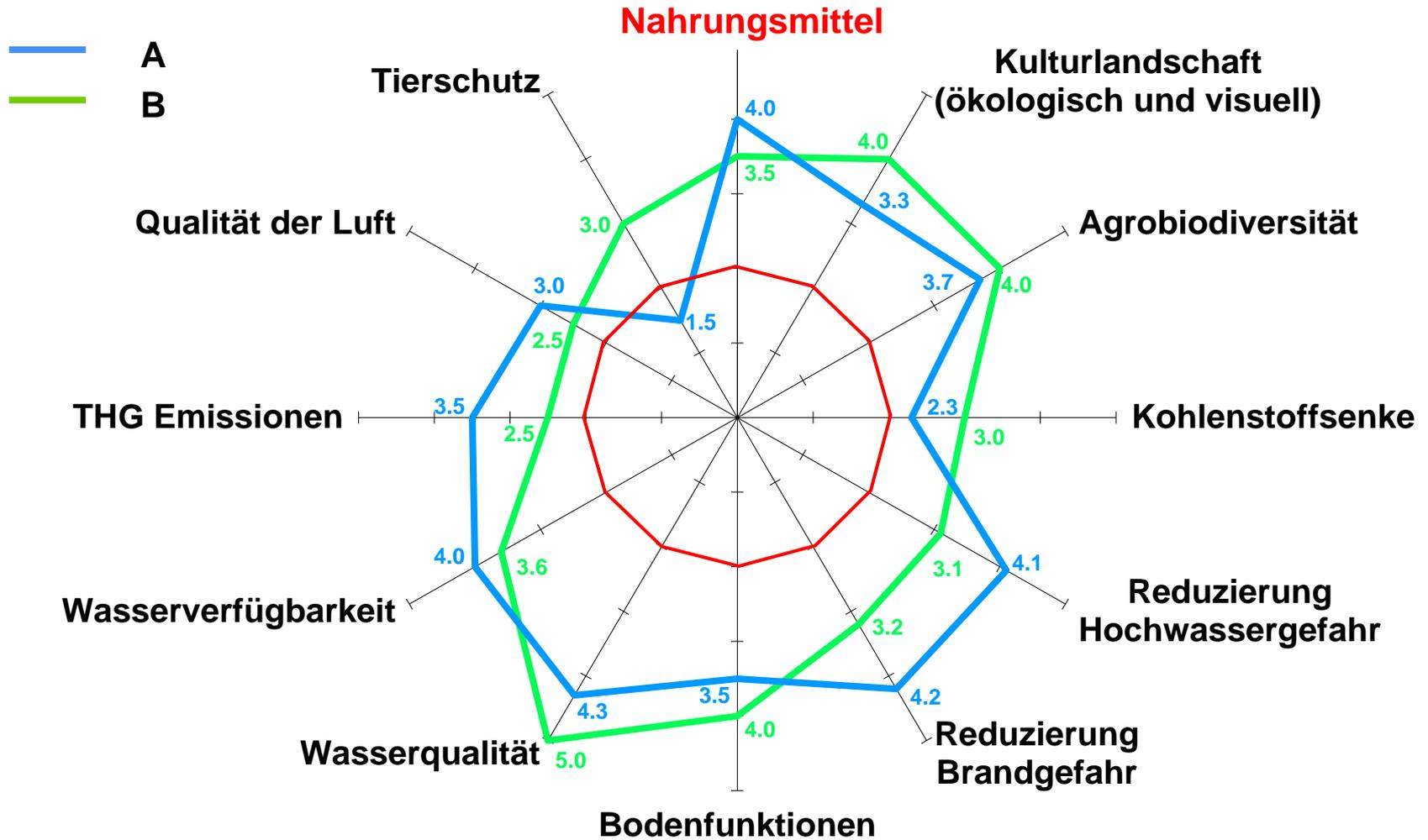
- **Allgemeines**
- **Bioenergie**
- **Rebound-Effekt**
- **Leakage-Effekt**
- **Systembeurteilung**
- **Fazit**

# Verfahrensvergleich - ein komplexer Vorgang



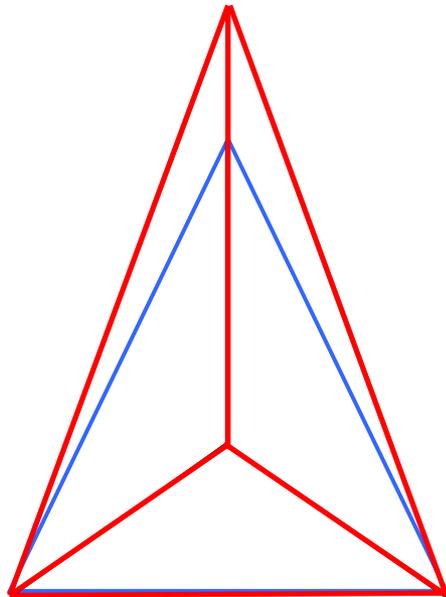
Erklärung: eingezeichnet sind zwei Systeme zur Erzeugung gleicher Mengen an von Milch und Rindfleisch  
 Je weiter nach außen, desto mehr wird von dem Faktor verbraucht, d.h. desto ungünstiger ist die Einstufung.

# Beurteilung von Produktionsverfahren A und B

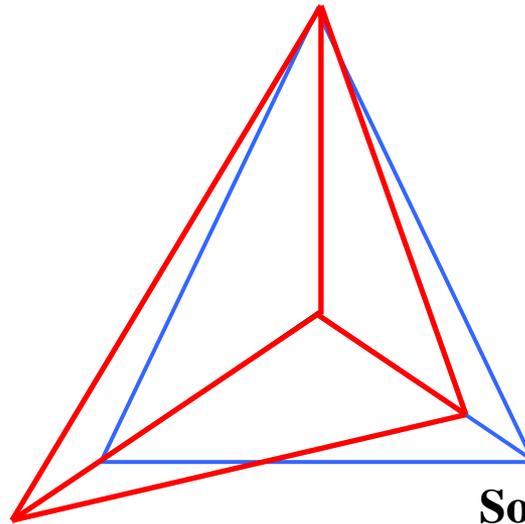


# Wirkung des technischen Fortschritts

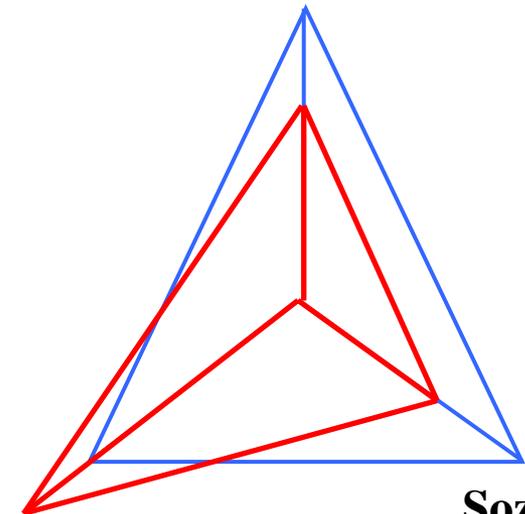
**Ökologisch**



**Ökologisch**



**Ökologisch**



**Ökonomisch**

**Sozial**

**Ökonomisch**

**Sozial**

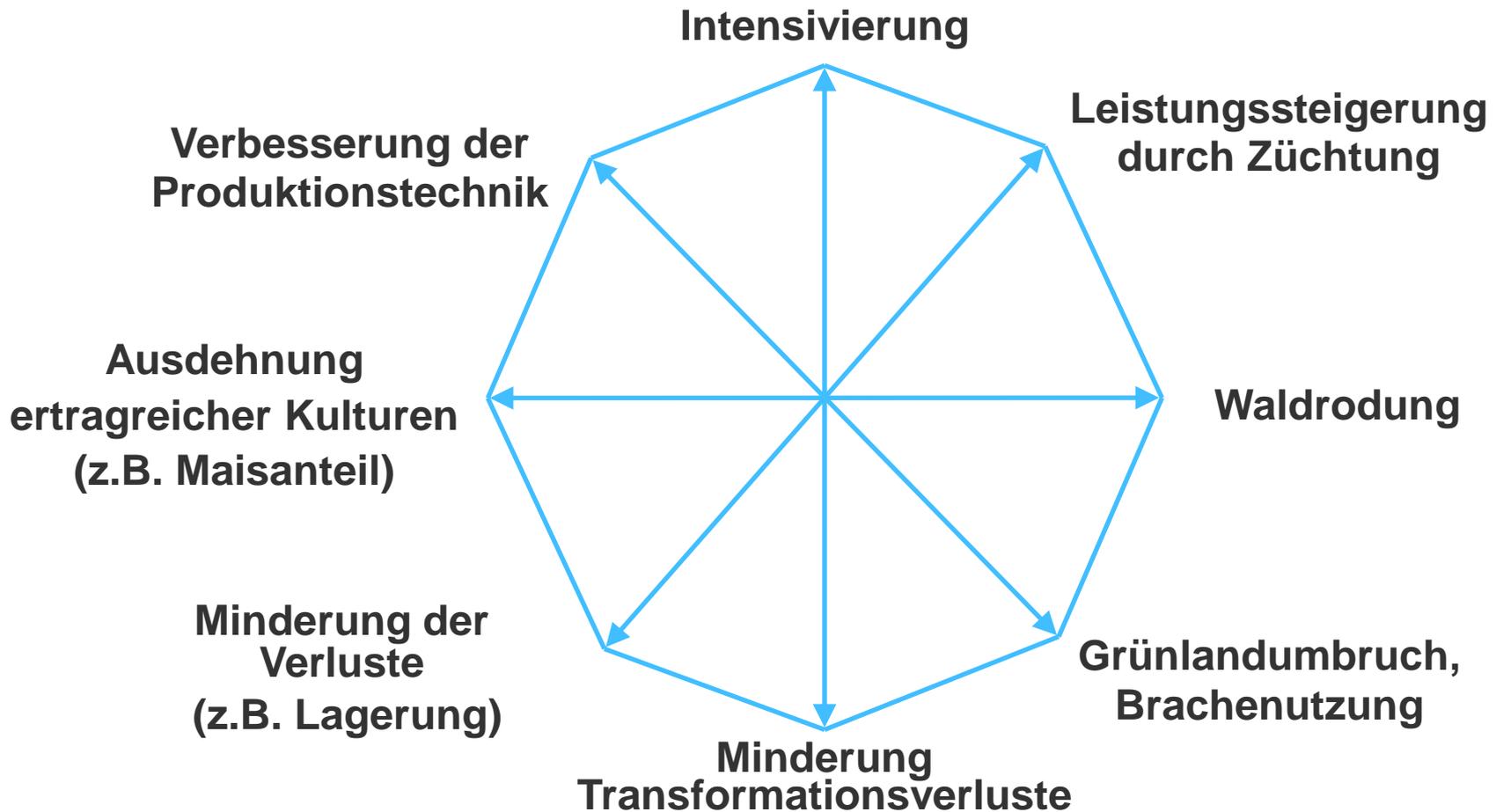
**Ökonomisch**

**Sozial**

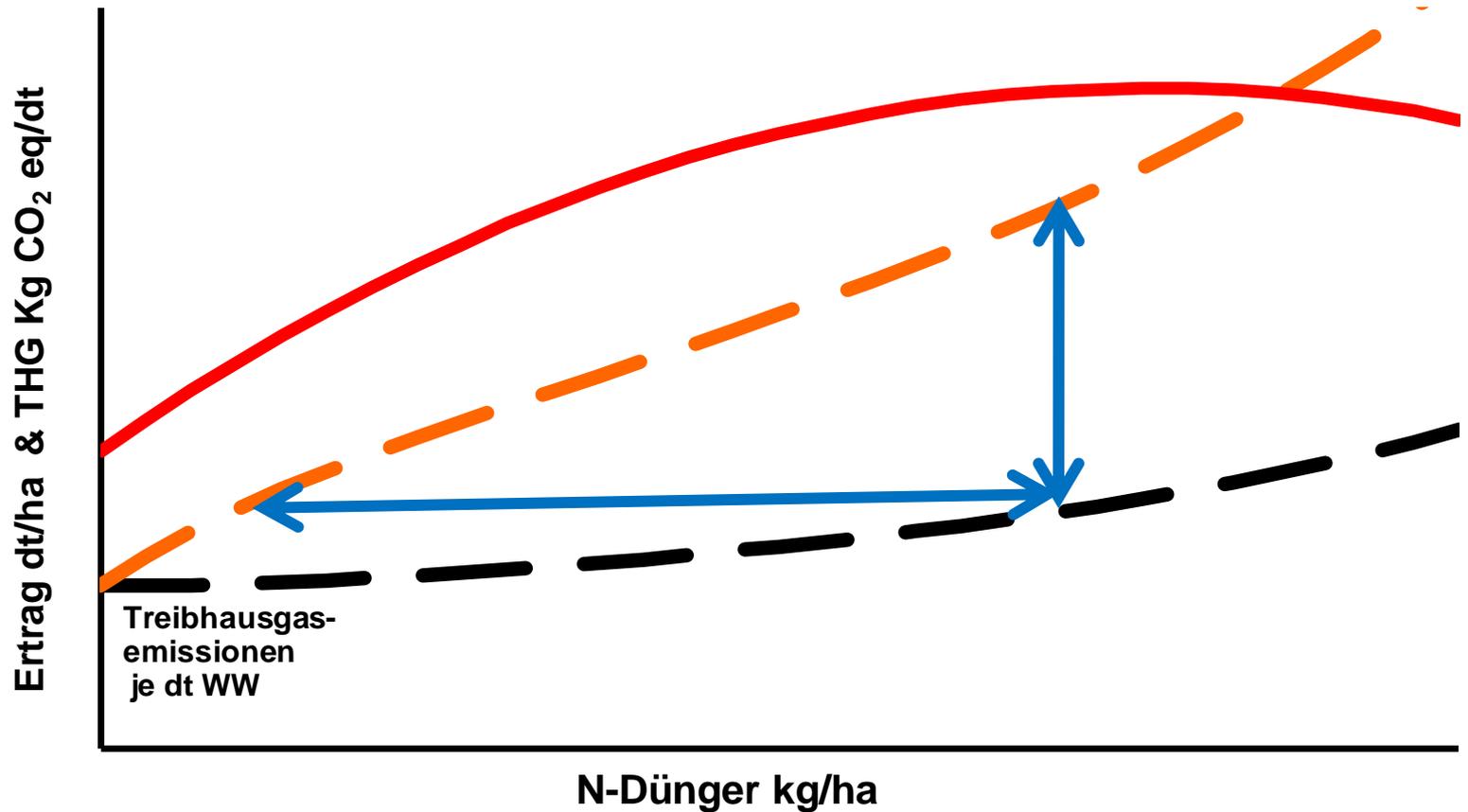
**ethisch konfliktfrei**

**ethisch problematisch:  
Abwägungsprozeß erforderlich**

# Möglichkeiten zur Ausweitung der Nahrungsmittelversorgung der Bevölkerung

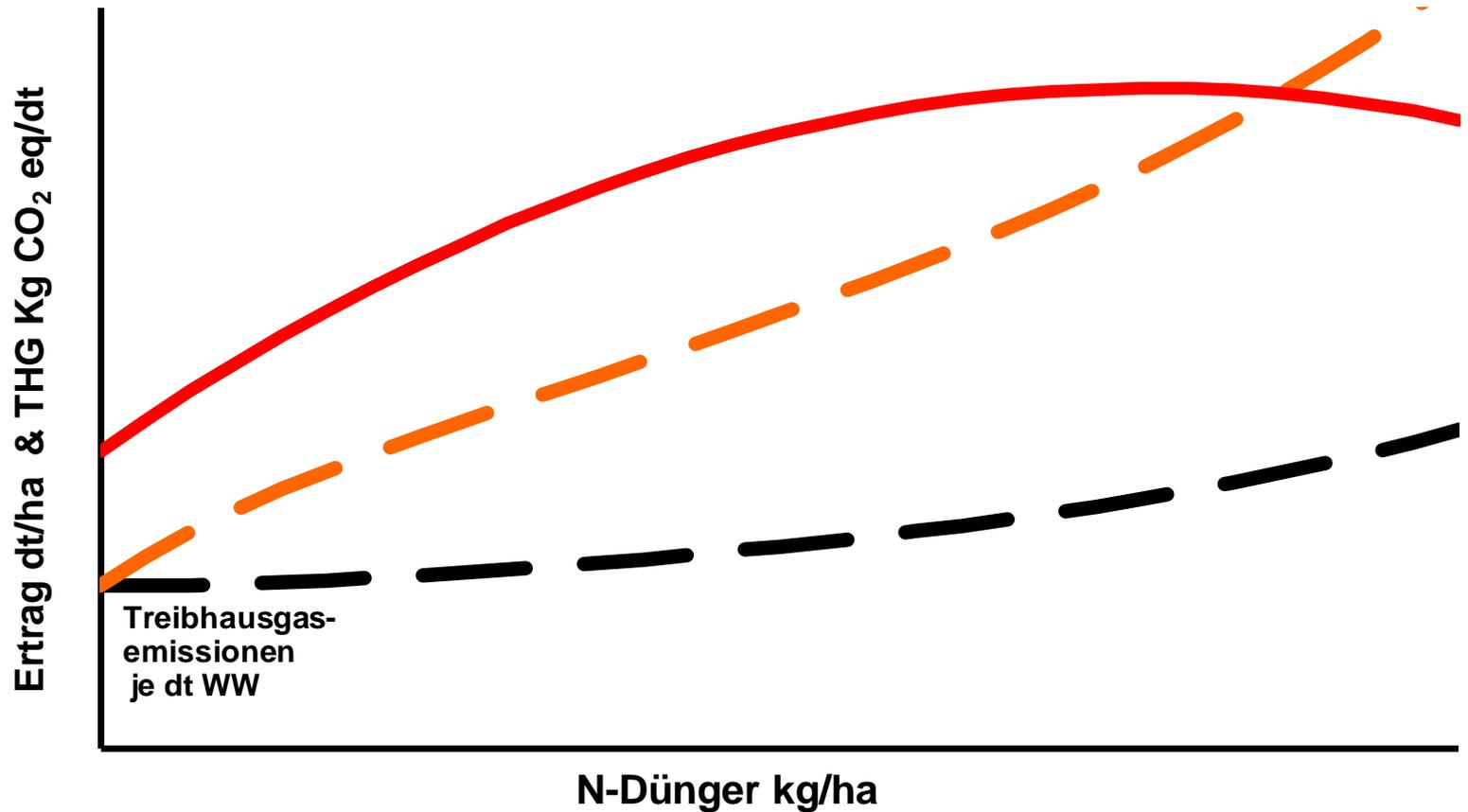


# Auswirkungen steigender Intensität



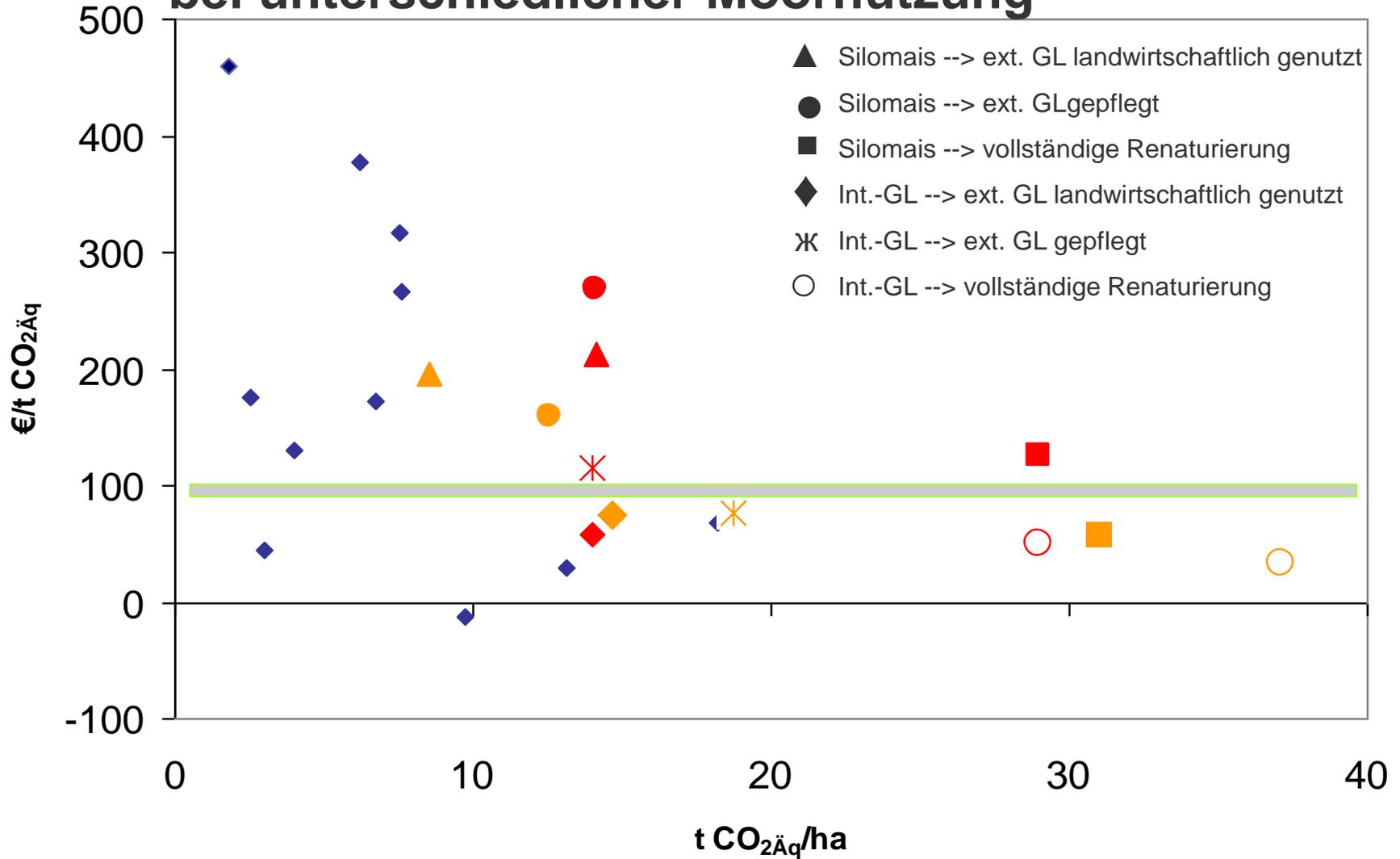
THG 0%N als N<sub>2</sub>O in kg CO<sub>2</sub>eq
  THG 2.5%N als N<sub>2</sub>O in kg CO<sub>2</sub>eq
  Ertrag dt/ha

# Auswirkungen steigender Intensität



THG 0%N als N<sub>2</sub>O in kg CO<sub>2</sub>eq
  THG 2.5%N als N<sub>2</sub>O in kg CO<sub>2</sub>eq
  Ertrag dt/ha

# CO<sub>2</sub> Vermeidung und Vermeidungskosten bei unterschiedlicher Moornutzung



■ Hochmoorstandort Niedersachsen, intensive Milchviehwirtschaft  
■ Niedermoorstandort Bayern

## **Fazit**

- **Klimaschutz auch ökonomisch betrachten**
- **Bioenergie nicht generell klimaschonend**
- **Rebound- und Leakage-Effekte vermeiden**
- **Leistungssteigerung – Nebenwirkungen beachten**
- **Systembeurteilung notwendig**