

Möglichkeiten der Reduktion von THG-Emissionen beim Anbau von Energiepflanzen

Ina Fleischer, Christiane Peter, Dr. Andreas Gurgel



Foto: Peters

- 1 Methodik
- 2 Datenauswertung
- 3 Ergebnisse
 - 3.1 Ansatzpunkt Fruchtfolge
 - 3.2 Ansatzpunkt Verfahren
- 4 Zusammenfassung

„Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands“

Laufzeit seit 2005; 11 Standorte
Schwerpunkt: Untersuchung von **Fruchtfolgen** zur energetischen Nutzung

Gefördert durch:



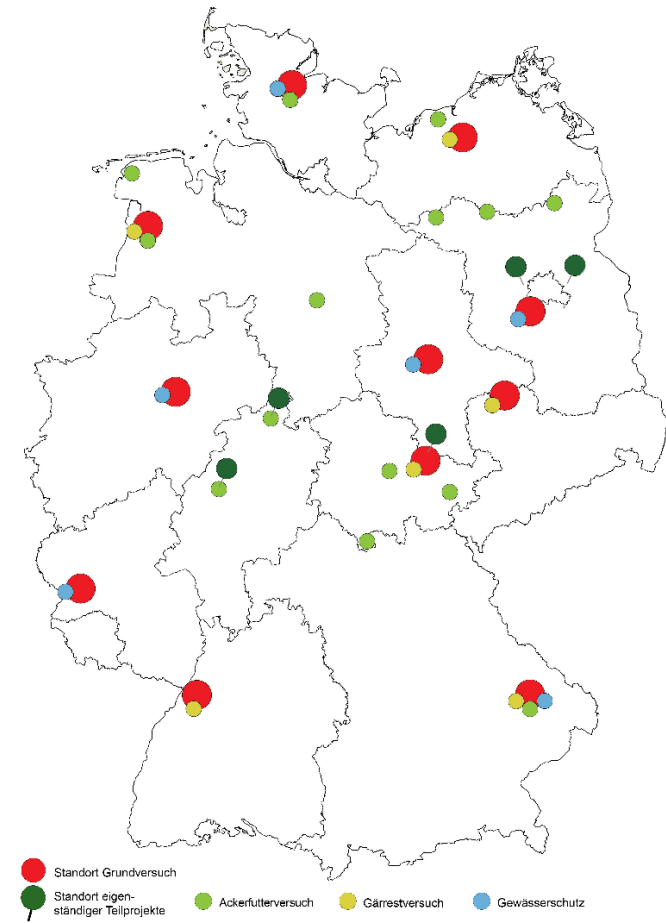
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

www.eva-verbund.de



Abb. 1: Versuchsstandorte
im EVA-Projekt

Versuchsstandorte



© Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 03/2014

1.2 Datenerhebung an der LFA MV

- norddeutsches Grund- und Endmoränengebiet der Weichselkaltzeit, mittl. D-Standort
- 10 m über NN
- stark lehmiger Sand
- Pseudogley-Parabraunerde
- maritim beeinflusstes Tieflandklima
- Mittlerer Jahresniederschlag:
559 mm
- häufig Frühjahrstrockenheit
- Jahresdurchschnittstemperatur
8,9°C

Abb. 2: Lage Versuchsstandort Gülzow



Versuchsanlage

- Langparzellenanlage á 4 WDH
- mit Standardausgleich

Bodenbearbeitung

- praxisüblich

Düngung

- ausschließlich mineralisch, KAS
- Getreide & Raps 1. N-Gabe über ASS

Pflanzenschutz

- praxisüblich, nach Schwellenwerten



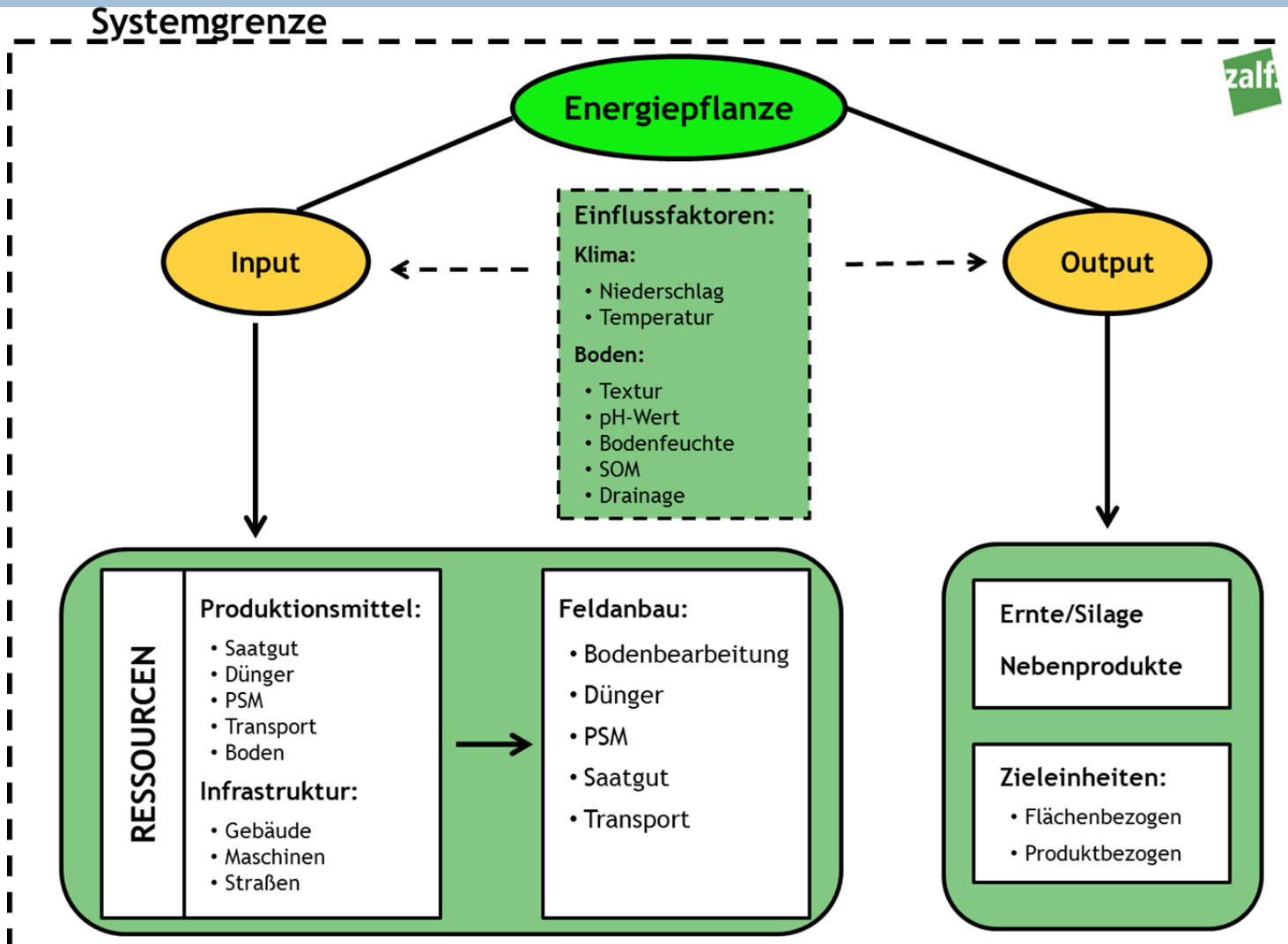
Abb. 3: Versuchsfeld Gülzow Foto: Peters

Ökologische Datenauswertung am ZALF, Müncheberg

„MiLA“
(Model for Integrated
Life Cycle Assessment in
Agriculture)

zeitlicher Rahmen:
EVA-Projektphase II
(2009-2013)

Abb. 4: Systemgrenzen für
die Bewertung des Anbaus
von Energiepflanzen



THG-Emissionen durch Düngerausbringung (Feldemissionen)

Mineraldünger

N_2O & NO

NH_3

CO_2

Beachtung der regionalen Bedingungen

→ Bodeneigenschaften

→ Management (Düngerform, Ausbringtechnik, ...)

Organischer Dünger (Gärrest)

NH_3

N_2O & NO

→ Umrechnung in CO_2 -Äq/ha bzw. CO_2 -Äq./GJ

Modellierung nach BOUWMAN et al 2002, IPCC, FAO/IFA und KTBL

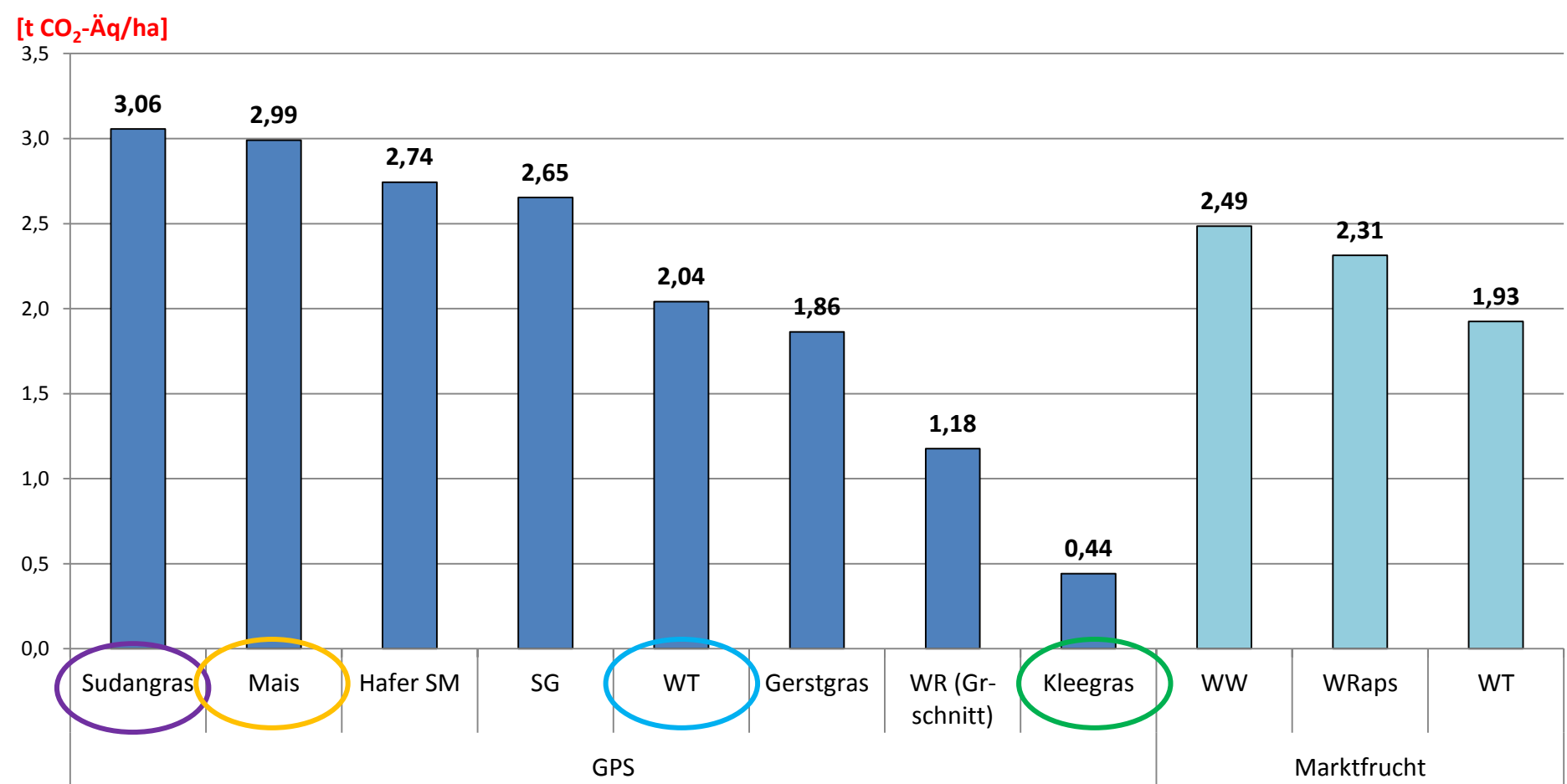


Abb. 5: THG-Emissionen (flächenbez.) von Energiepflanzen (Hauptfruchtstellung) und Marktfrüchten (nicht adjustiert)

[kg CO₂-Äq/GJ]

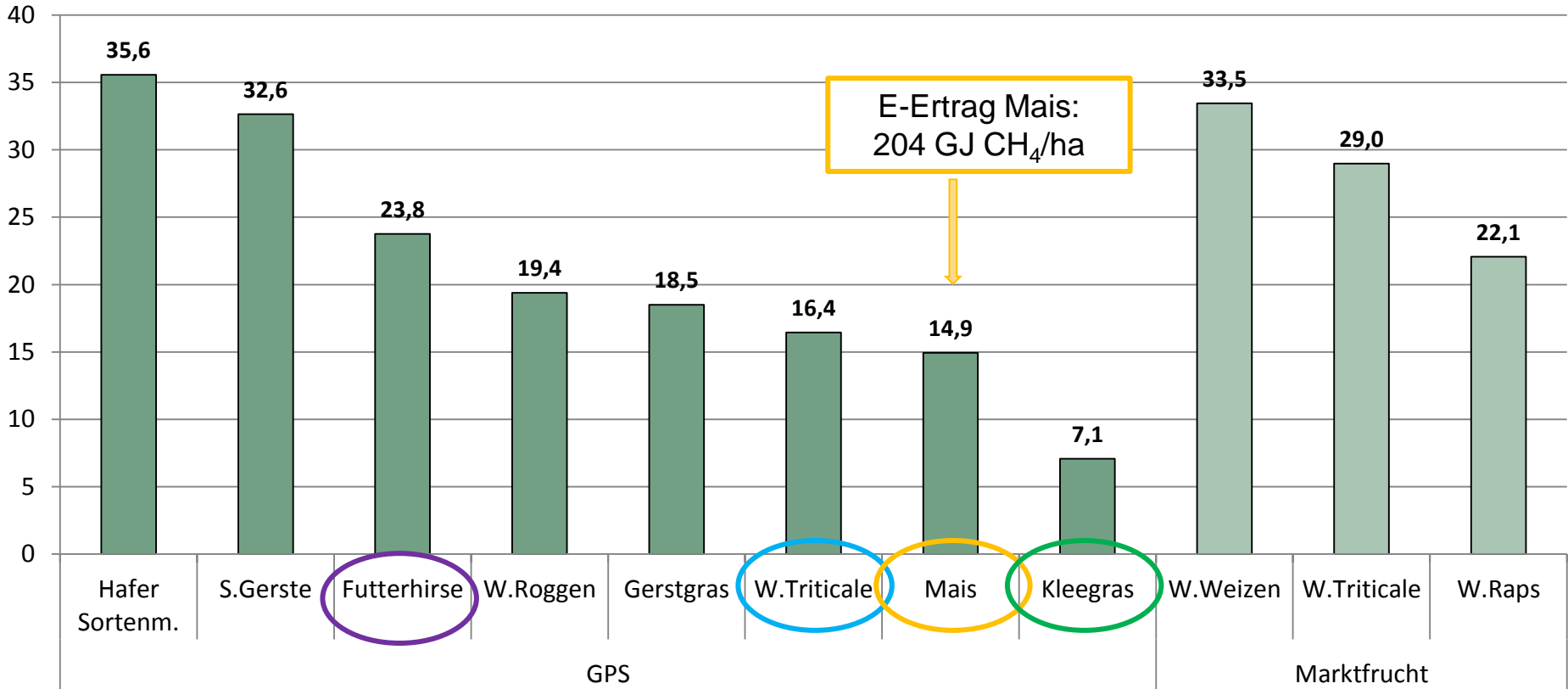


Abb. 6: THG-Emissionen (produktbez.) von Energiepflanzen (Hauptfruchtstellung) und Marktfrüchten (Bezugsbasis: CH₄; Ethanol; Rapsöl+Rapskuchen) (nicht adjustiert)

[kg CO₂-Äq/GJ]

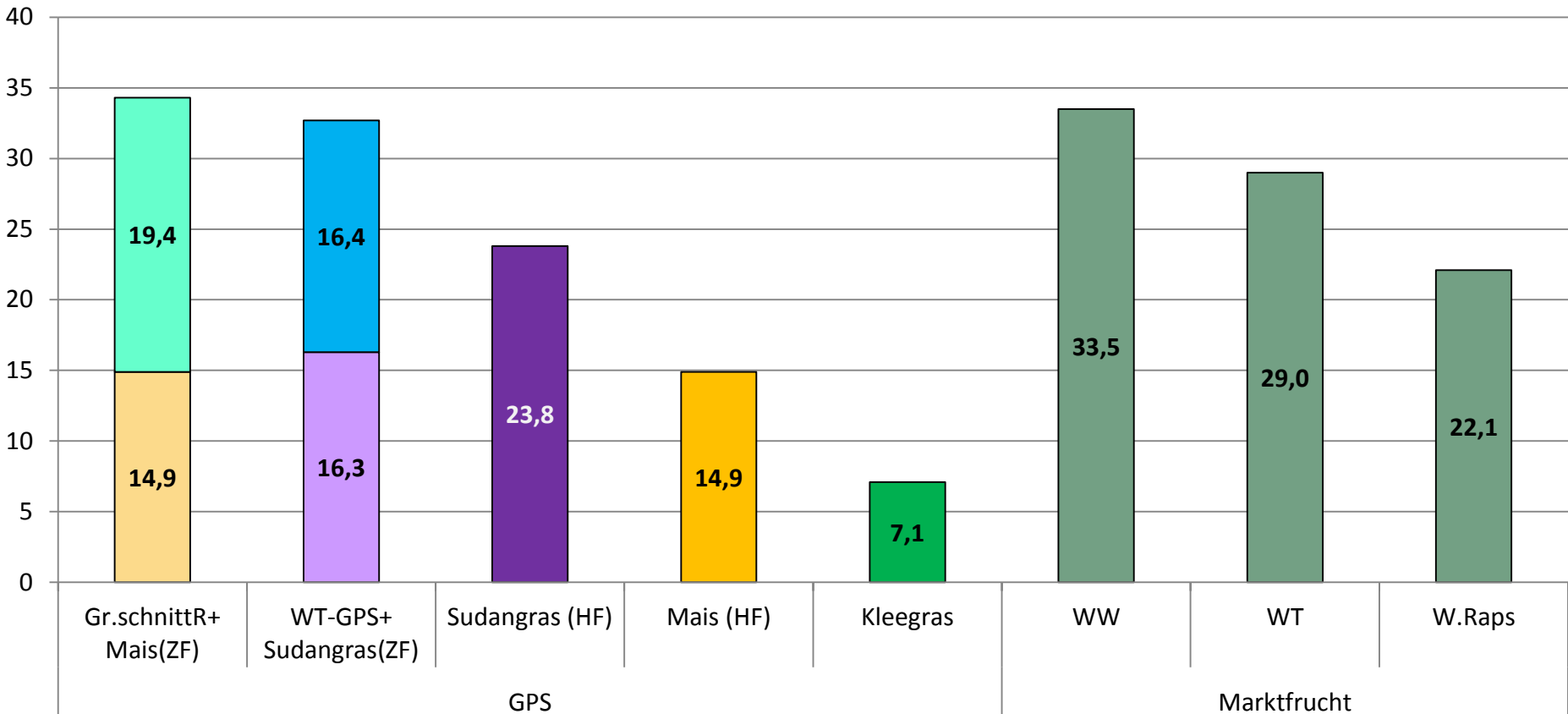


Abb. 7: THG-Emissionen (produktbez.) im Vergleich – Zweikulturnutzungssysteme, Energiepflanzen, Marktfrüchte (Bezugsbasis: CH₄; Ethanol; Rapsöl+Rapskuchen) (nicht adjustiert)

FF	1. Jahr	2. Jahr.	3. Jahr
Intensiv 1	W.Gerste (GPS) / Sorghum	Mais	W.Triticale (GPS) / Phacelia
Intensiv 3	Mais	Gr.Schn.Roggen/ Sorghum	W.Triticale (GPS) / Einj.Wdlgr.
Extensiv	S.Gerste (GPS) / Ackerfutter	Ackerfutter	Ackerfutter
Marktfrucht	W.Roggen/W.Triticale (GPS)	W.Raps	WW

Tab.1: Ausgewählte Energiepflanzen-Fruchtfolgen des EVA-Projektes (2009-2013)

THG-Emissionen	Energieertrag	Energieeffizienz	Behandlungsindex	Brutvogelhabitatindex
kg CO ₂ -Äq/GJ	GJ/ha	-	-	-
Intensiv 1		W.Gerste/Sorghum – Mais – W.Triticale/Phacelia		
17,51				
Intensiv 3		Mais – Grünschnitt-Roggen/Sorghum – W.Triticale/Weidelgras		
18,19				
Extensiv		S.Gerste/Ackerfutter – Ackerfutter – Ackerfutter		
14,36				
Marktfuchtbetont		W.Roggen-W.Triticale-GPS – W.Raps – W.Weizen		
26,32				

Werte gemittelt über 2 Anlagen

im Vgl. **am besten**, **im Mittelfeld**, **am schlechtesten**



Tab.2: Vergleich der Energiepflanzenfruchtfolgen anhand verschiedener Kriterien

MiLA-Modellierung

THG-Emissionen	Energieertrag	Energieeffizienz	Behandlungsindex	Brutvogelhabitatindex
kg CO ₂ -Äq/GJ	GJ/ha	-	-	-
Intensiv 1		W.Gerste/Sorghum – Mais – W.Triticale/Phacelia		
17,51	524,16			
Intensiv 3		Mais – Grünschnitt-Roggen/Sorghum – W.Triticale/Weidelgras		
18,19	498,52			
Extensiv		S.Gerste/Ackerfutter – Ackerfutter – Ackerfutter		
14,36	243,41			
Marktfuchtbetont		W.Roggen-W.Triticale-GPS – W.Raps – W.Weizen		
26,32	298,55			

Werte gemittelt über 2 Anlagen

im Vgl. **am besten**, **im Mittelfeld**, **am schlechtesten**



Tab.2: Vergleich der Energiepflanzenfruchtfolgen anhand verschiedener Kriterien

MiLA-Modellierung

THG-Emissionen	Energieertrag	Energieeffizienz	Behandlungsindex	Brutvogelhabitatindex
kg CO ₂ -Äq/GJ	GJ/ha	-	-	-
Intensiv 1		W.Gerste/Sorghum – Mais – W.Triticale/Phacelia		
17,51	524,16	6,91		
Intensiv 3		Mais – Grünschnitt-Roggen/Sorghum – W.Triticale/Weidelgras		
18,19	498,52	6,35		
Extensiv		S.Gerste/Ackerfutter – Ackerfutter – Ackerfutter		
14,36	243,41	7,20		
Marktf Fruchtbetont		W.Roggen-W.Triticale-GPS – W.Raps – W.Weizen		
26,32	298,55	5,20		

Werte gemittelt über 2 Anlagen

im Vgl. **am besten**, **im Mittelfeld**, **am schlechtesten**



Tab.2: Vergleich der Energiepflanzenfruchtfolgen anhand verschiedener Kriterien

MiLA-Modellierung

THG-Emissionen	Energieertrag	Energieeffizienz	Behandlungsindex	Brutvogelhabitatindex
kg CO ₂ -Äq/GJ	GJ/ha	-	-	-
Intensiv 1		W.Gerste/Sorghum – Mais – W.Triticale/Phacelia		
17,51	524,16	6,91	1,28	
Intensiv 3		Mais – Grünschnitt-Roggen/Sorghum – W.Triticale/Weidelgras		
18,19	498,52	6,35	0,68	
Extensiv		S.Gerste/Ackerfutter – Ackerfutter – Ackerfutter		
14,36	243,41	7,20	0	
Marktf Fruchtbetont		W.Roggen-W.Triticale-GPS – W.Raps – W.Weizen		
26,32	298,55	5,20	4	

Werte gemittelt über 2 Anlagen

im Vgl. **am besten**, **im Mittelfeld**, **am schlechtesten**



Tab.2: Vergleich der Energiepflanzenfruchtfolgen anhand verschiedener Kriterien

MiLA-Modellierung

THG-Emissionen	Energieertrag	Energieeffizienz	Behandlungsindex	Brutvogelhabitatindex
kg CO ₂ -Äq/GJ	GJ/ha	-	-	-
Intensiv 1		W.Gerste/Sorghum – Mais – W.Triticale/Phacelia		
17,51	524,16	6,91	1,28	1,59
Intensiv 3		Mais – Grünschnitt-Roggen/Sorghum – W.Triticale/Weidelgras		
18,19	498,52	6,35	0,68	1,11
Extensiv		S.Gerste/Ackerfutter – Ackerfutter – Ackerfutter		
14,36	243,41	7,20	0	1,77
Marktf Fruchtbetont		W.Roggen-W.Triticale-GPS – W.Raps – W.Weizen		
26,32	298,55	5,20	4	1,4

Werte gemittelt über 2 Anlagen

im Vgl. **am besten**, **im Mittelfeld**, **am schlechtesten**



Tab.2: Vergleich der Energiepflanzenfruchtfolgen anhand verschiedener Kriterien

MiLA-Modellierung

THG-Emissionen	Energieertrag	Energieeffizienz	Behandlungsindex	Brutvogelhabitatindex
kg CO ₂ -Äq/GJ	GJ/ha	-	-	-
Intensiv 1		W.Gerste/Sorghum – Mais – W.Triticale/Phacelia		
Orange	Green	Green	Orange	Orange
Intensiv 3		Mais – Grünschnitt-Roggen/Sorghum – W.Triticale/Weidelgras		
Orange	Green	Orange	Green	Red
Extensiv		S.Gerste/Ackerfutter – Ackerfutter – Ackerfutter		
Green	Red	Green	Green	Green
Marktfuchtbetont		W.Roggen-W.Triticale-GPS – W.Raps – W.Weizen		
Red	Orange	Red	Red	Orange

im Vgl. **am besten**, **im Mittelfeld**, **am schlechtesten**



Tab.3: Vergleich der Energiepflanzenfruchtfolgen anhand verschiedener Kriterien, gruppiert

- THG-Emissionen können durch Wahl+Kombination von Energie-Fruchtarten reduziert werden
- Mais und Klee gras mit geringsten THG-Emissionen (produktbezogen)
- FF-Vergleich und –Bewertung muss anhand vielfältiger Kriterien erfolgen

✓ **Ansatzpunkt Fruchtfolge**

Welche Möglichkeiten bestehen außerdem noch, wenn ich mich für eine FF entschieden habe?

→ **Ansatzpunkt Anbauverfahren**

[kg CO₂-Äq/GJ]

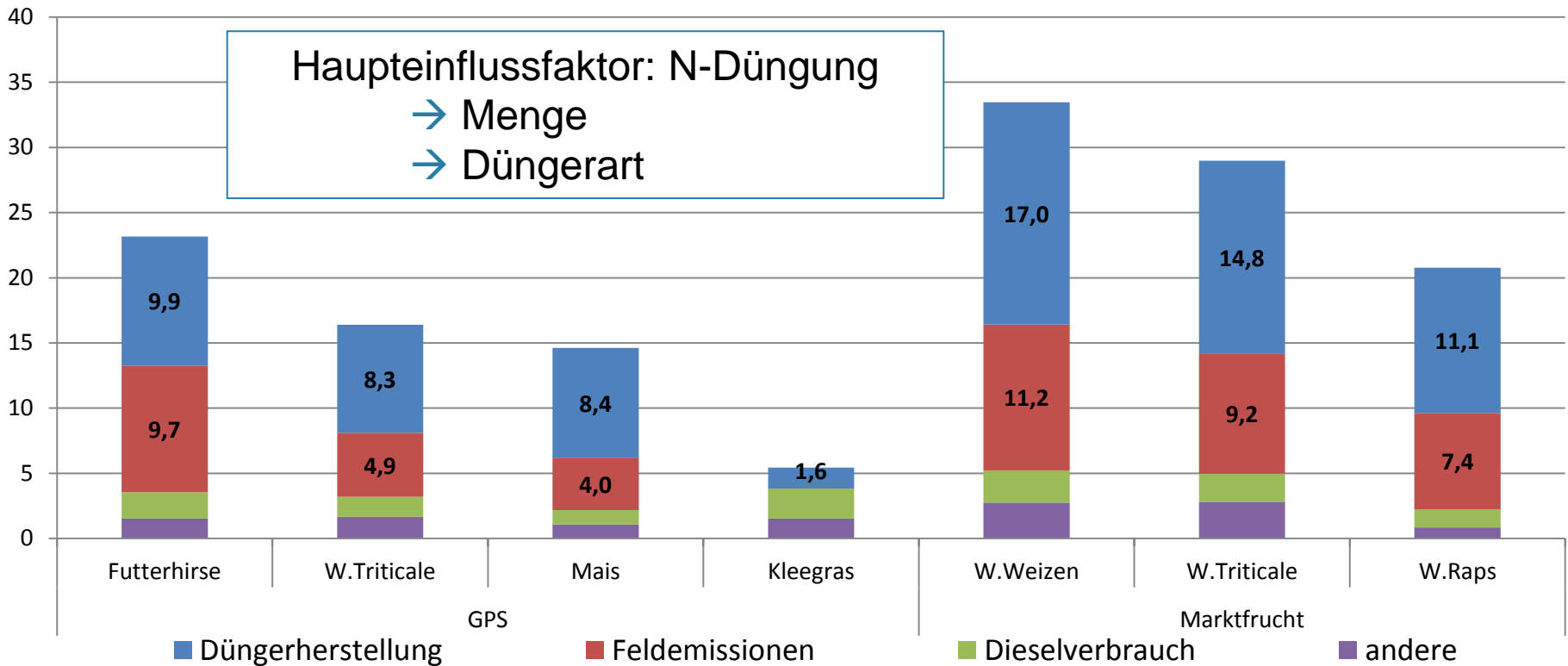


Abb. 8: Direkte und indirekte THG-Emissionen (flächenbez.) von Energiepflanzen und Marktfrüchten, aufgeteilt nach Emissionskategorien (nicht adjustiert)

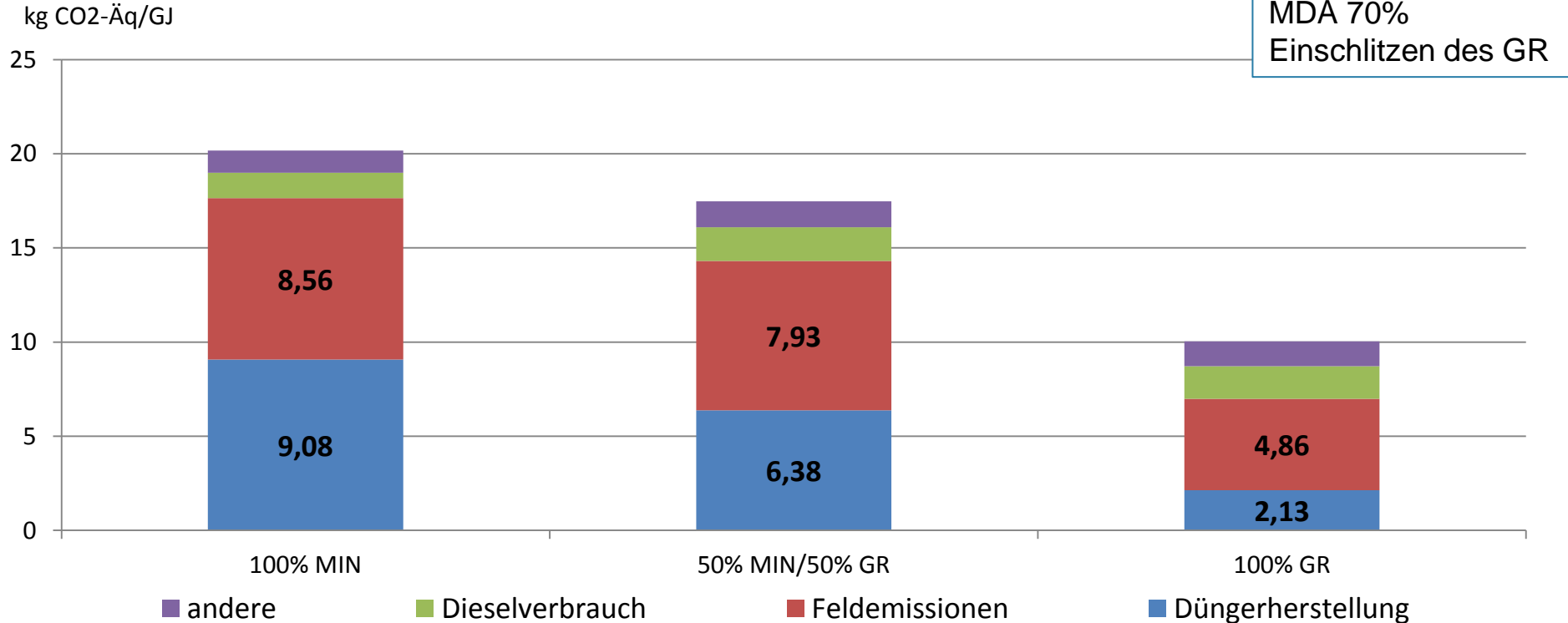


Abb. 9: THG-Emissionen von Mais (Fruchtfolge „Intensiv 3“) bei unterschiedlicher N-Düngung über Mineraldünger und Gärrest (GR), aufgeteilt nach Emissionskategorien (nicht adjustiert)

(FF „Intensiv 3“: Mais - Gr.Schn.Roggen/ Sorghum - W.Triticale (GPS) / Einj.Wdlgr.)

Welche Möglichkeiten bestehen, um THG-Emissionen beim Anbau von Energiepflanzen zu reduzieren?

Wahl + Kombination der Fruchtarten

- Biomassennutzung besser als Kornnutzung
- Mais und Klee gras produktbez. mit geringsten THG-Emissionen
- FF-Gestaltung nach wirtschaftlichen und ökologischen Kriterien

Höhe der N-Düngung und Düngerart

- indirekte Herstellungsemissionen (bei KAS 3 x so hoch wie bei ASS)
- direkte Feldemissionen
- GR-Einsatz kann die THG-Emissionen im Vergl. zu rein mineralischer Düngung senken (Mais, EVA FF03)
- Emissionssparende Ausbringtechnik wichtig

**Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit.**



Berechnung Energieertrag aus WW, WT und WRaps

WW

Kornertrag	82,3 dt/ha (86% TS)
Ethanolерtrag	3275 l/ha
Energieertrag	74,29 GJ/ha (22,7 MJ/l)

WT

Kornertrag	76,4 dt/ha (86% TS)
Ethanolерtrag	2929 l/ha
Energieertrag	66,43 GJ/ha (22,7 MJ/l)

WRaps

Kornertrag	45 dt/ha
Ertrag Öl (40%)	1806 kg/ha = 2053 l/ha
Ertrag Kuchen (60%)	2710 kg/ha
Energieertrag	104,8 GJ/ha
Energieertrag Öl	66,86 GJ/ha (37 MJ/l)
Energieertrag Kuchen	37,9 GJ/ha (14 MJ/kg)

$$BI = \frac{\text{angewandte Aufwandmenge}}{\text{höchste zugelassene Aufwandmenge}}$$

- Wirkungsbereiche**
- Herbizid
 - Fungizid
 - Insektizid
 - Wachstumsregler

pro Frucht: BI_H, BI_F, BI_I, BI_W

Σ

BI_{Frucht}

Berechnung BI_{FF}

Einzelindizes der Kulturen einer FF

BI1 BI2 BI3 BI4 BI5 BI6

$$BI(FF) = \frac{BI(\text{Frucht1}) + BI(\text{Frucht2}) + \dots}{\text{Anzahl Fruchtfolgeglieder}}$$

ohne WW!

BI_{FF}

BI_{FF} → durchschnittlicher BI der betrachteten FF während eines Zeitraumes von 3 Jahren

Eingangsgrößen in BHI-Berechnung

Charakteristische Vogelarten

Feldlerche, Grauammer, Kiebitz,
Braunkehlchen

Ackerkultur, Standort

Anbauzeitraum, Wachstumsverlauf, Unkraut,
Bestandesentwicklung,

Ansprüche
Zeitl.-strukt. Nutzung
Brutzeiten

Pot. Habitatqualität

Störung

Bewirtschaftung/Management

Bodenbearbeitung
Düngung
Pflanzenschutzmaßnahmen
Ernten/Schnitte

Habitateignung



BHI

	Dünger-herstellung	Feld-emissionen	Diesel-verbrauch	andere (Summe)	Maschinen-herstellung	Saatgut-herstellung	PSM-Herstellung	Strom-verbrauch
Futterhirse	9,9	9,7	2,0	1,5	1,1	0,2	0,1	0,1
W.Triticale	8,3	4,9	1,5	1,7	0,8	0,5	0,3	0,0
Mais	8,4	4,0	1,1	1,1	0,7	0,3	0,1	0,0
Kleegras	1,6	0,0	2,3	1,5	1,0	0,4	0,0	0,1
W.Weizen	17,0	11,2	2,5	2,8	0,7	1,1	1,0	0,1
W.Triticale	14,8	9,2	2,2	2,8	0,6	0,9	1,2	0,1
W.Raps	11,1	7,4	1,4	0,9	0,4	0,1	0,4	0,1

THG-Emissionen [kg CO₂-Äq/GJ] aufgeteilt nach Emissionskategorien
(GJ aus CH₄; Ethanol, Rapsöl+Rapskuchen)



	Dünger-herstellung	Feld-emissionen	Diesel-verbrauch	andere (Summe)	Saatgut-herstellung	PSM-Herstellung	Strom-verbrauch	Maschinen-herstellung
100MIN	9,08	8,56	1,35	1,17	0,28	0,08	0,04	0,77
50/50	6,38	7,93	1,79	1,38	0,30	0,13	0,04	0,90
100GR	2,13	4,86	1,73	1,32	0,28	0,13	0,04	0,88

THG-Emissionen [kg CO₂-Äq/GJ CH₄] von Mais (aus EVA-FF03) bei unterschiedlichem Einsatz von Mineraldünger und Gärrest (GR), aufgeteilt nach Emissionskategorien

