

Arbeitsforum THG-Bilanzierung & Klimaschutz in der Landwirtschaft: THG-Minderung im Ackerbau durch Anpassung der N-Düngung



Freising, 11./12.10.2017

H. Heilmann, A. Gurgel; *Mitarbeit: Mareike Weirauch, Dörte Riemer*

LFA MV, Institut für Pflanzenproduktion und Betriebswirtschaft

„Es gilt das gesprochene Wort!“

Folgende Punkte möchte ich ansprechen:

Bedeutung der N-Düngung für THG-Emissionen

Bedeutung der N-Düngerform

erforderliche MDÄ org. Dünger für THG-neutrale Substitution

Lachgasemissionen und N-Düngung - neue Berechnungsvorschläge

Teilstandardwerte für Raps in NUTS2-Regionen

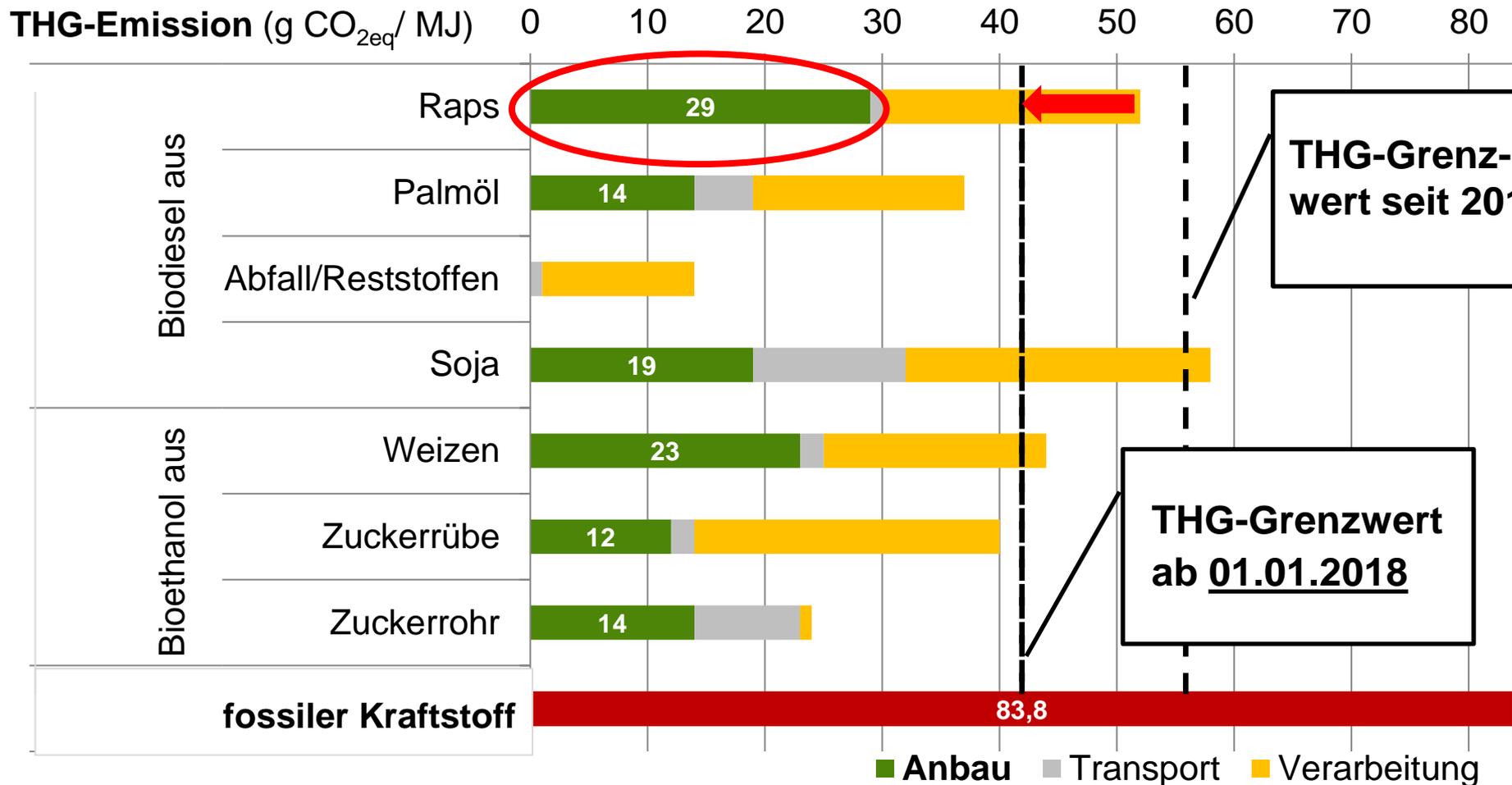
Richtwerte vs. Praxiswerte

THG-Emissionen und N-Saldo

Möglichkeiten für THG-Minderungen im Ackerbau

Ökonomie, sektorale Betrachtung

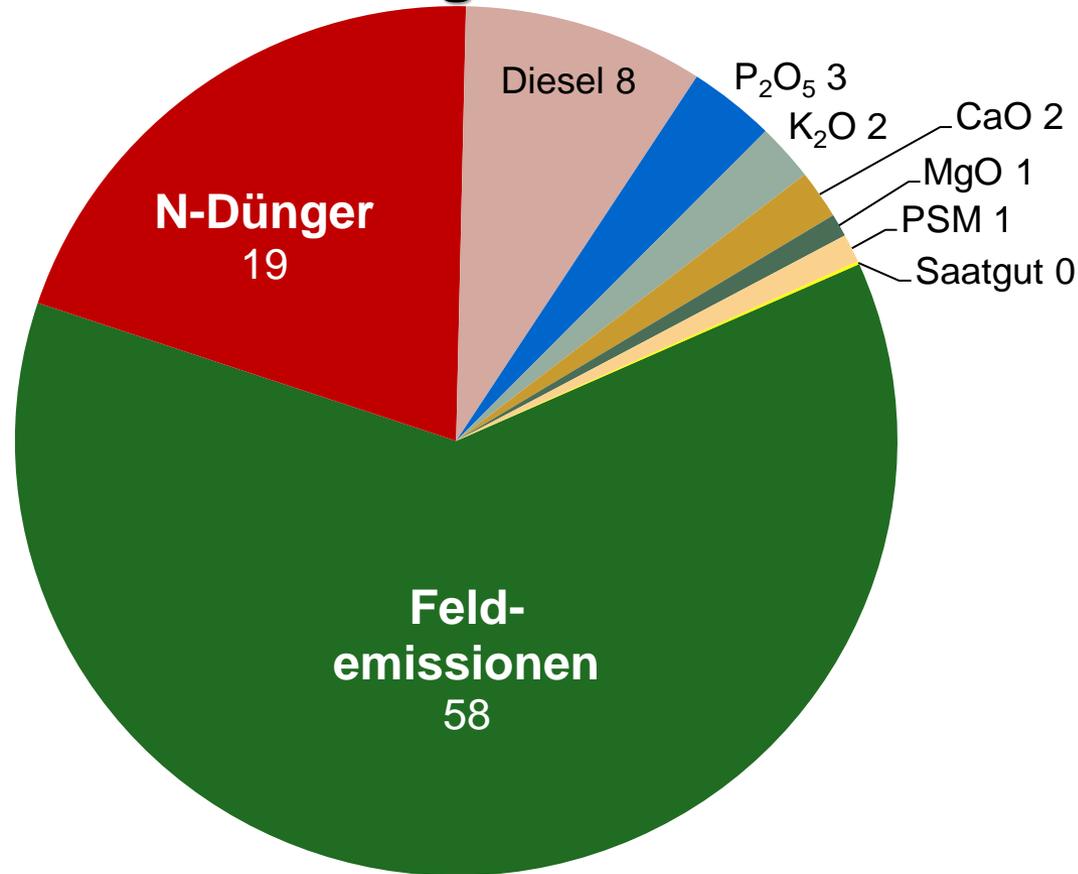
Standard-THG-Emissionen der Biokraftstoffe laut EU-RED



➤ seit 2013 → 29 g CO_{2eq}/MJ **Teil-Standardwert** für Raps

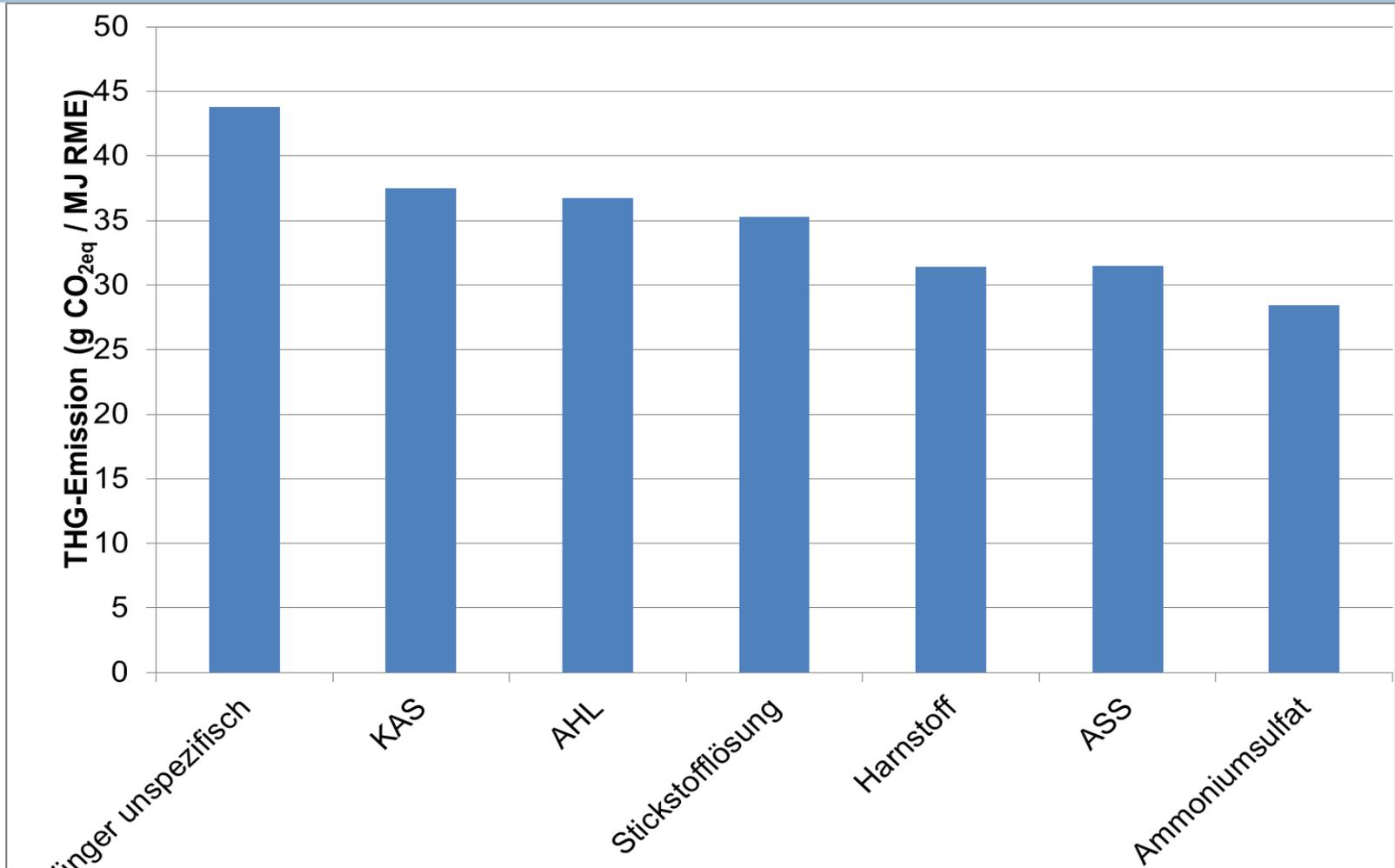
➤ ab 1.01.2018 weitere **Reduktion** erforderlich

prozentuale Aufteilung der THG-Emissionen



Höhe und Form der N-Düngung wichtigste Faktoren
zur THG-Reduktion > $\frac{3}{4}$ der THG-Emissionen

N-Düngerform



- THG-“Rucksack“ der verschiedenen Düngerformen beachtlich
- Anreiz zu energieeffizienter Düngerproduktion

Emissionsfaktoren für N-Dünger

ENZO₂ - THG-Berechnungsmodul

N-Düngerform	Version 1.5 (2016)
KAS	3.651,5
Harnstoff	3.509,7
AS/SSA	2.710,7
AHL	3.509,4
ASS	3.141,3
nicht spezifizierter N	5.880,6

Emissionsfaktoren nach BRENTRUP und PALLIERE (2014)

**organischer Dünger = 0, aber niedrigeres MDÄ bedeutet
höheres N_{gesamt}-Düngungsniveau für gleiches MDÄ
= höhere Lachgasemissionen**

Emissionsfaktoren für N-Dünger

ENZO₂ - THG-Berechnungsmodul

N-Düngerform	Version 1.5 (2016)
KAS	3.651,5
Harnstoff	3.509,7
AS/SSA	2.710,7
AHL	3.509,4
ASS	3.141,3
nicht spezifizierter N	5.880,6

**erforderliches MDÄ
organischer Dünger für
THG-neutrale Substitution**

MDÄ ≥
45%
46%
52%
46%
49%
34%

Emissionsfaktoren nach BRENTRUP und PALLIERE (2014)

eigene Berechnungen

IPCC (2006) = 1%

N₂O × 298

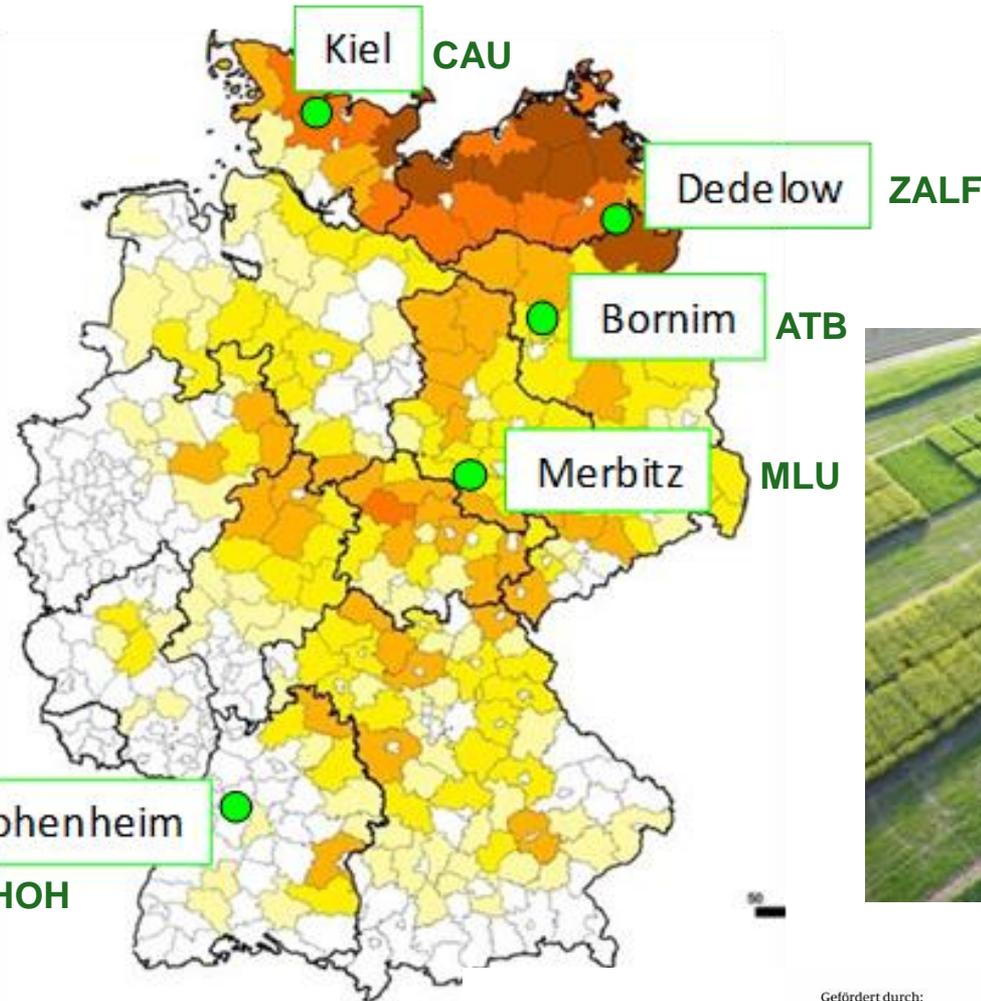
$$\text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}} \times \text{IPCC}$$

..

- hohe Effizienz der organischen Dünger ermöglicht „THG-effiziente“ Substitution von Mineraldünger
- Emissionsarme Ausbringung und optimaler Zeitpunkt

Lachgasmessungen

Landesforschungsanstalt für
Landwirtschaft und Fischerei



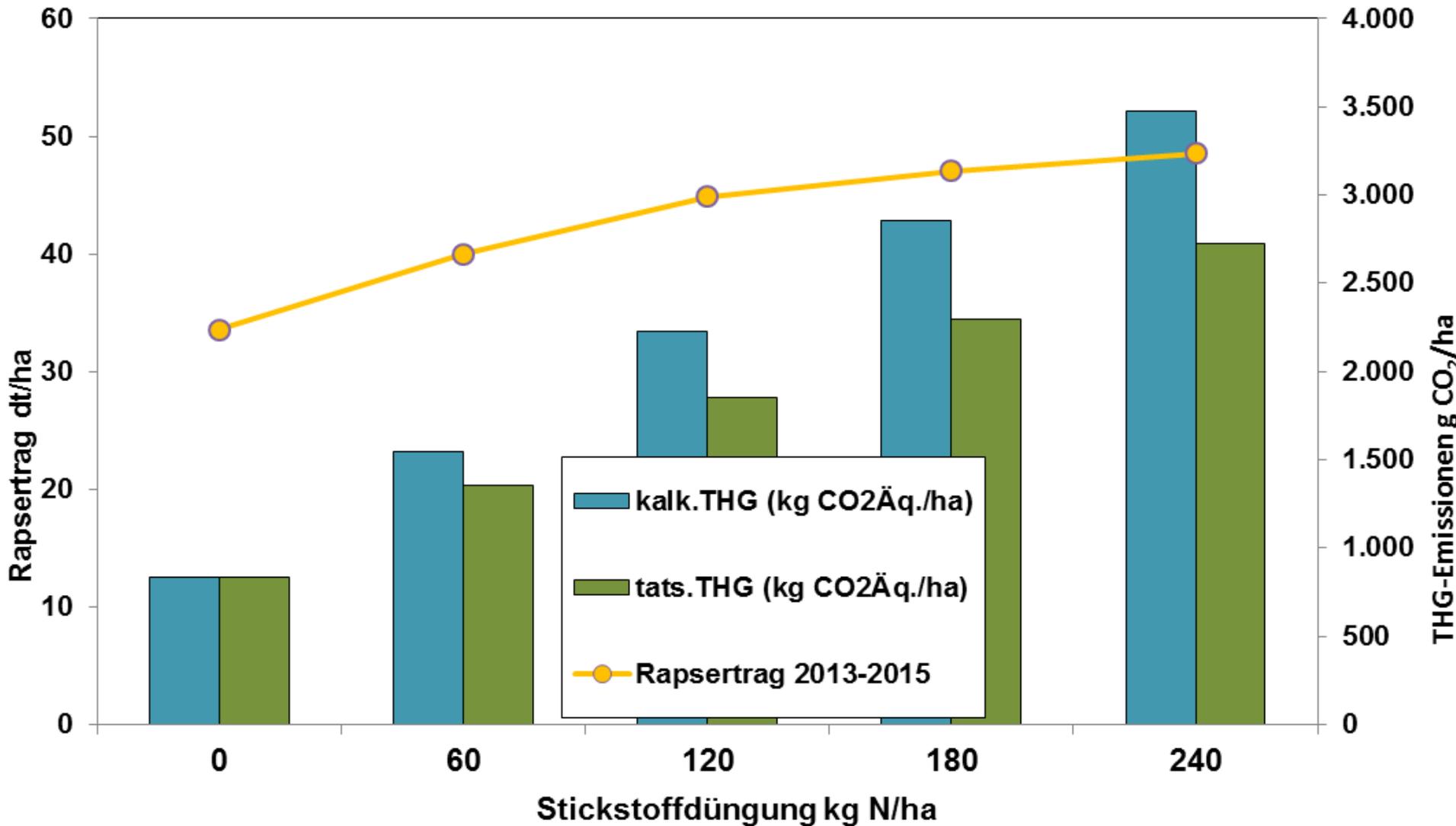
Thünen-Institut Braunschweig
Universität Kiel
ZALF Müncheberg
ATB Bornim
Universität Halle
Universität Hohenheim
LFA MV



5 Standorte über 3 Jahre
mit 5 + 2 Düngungsstufen

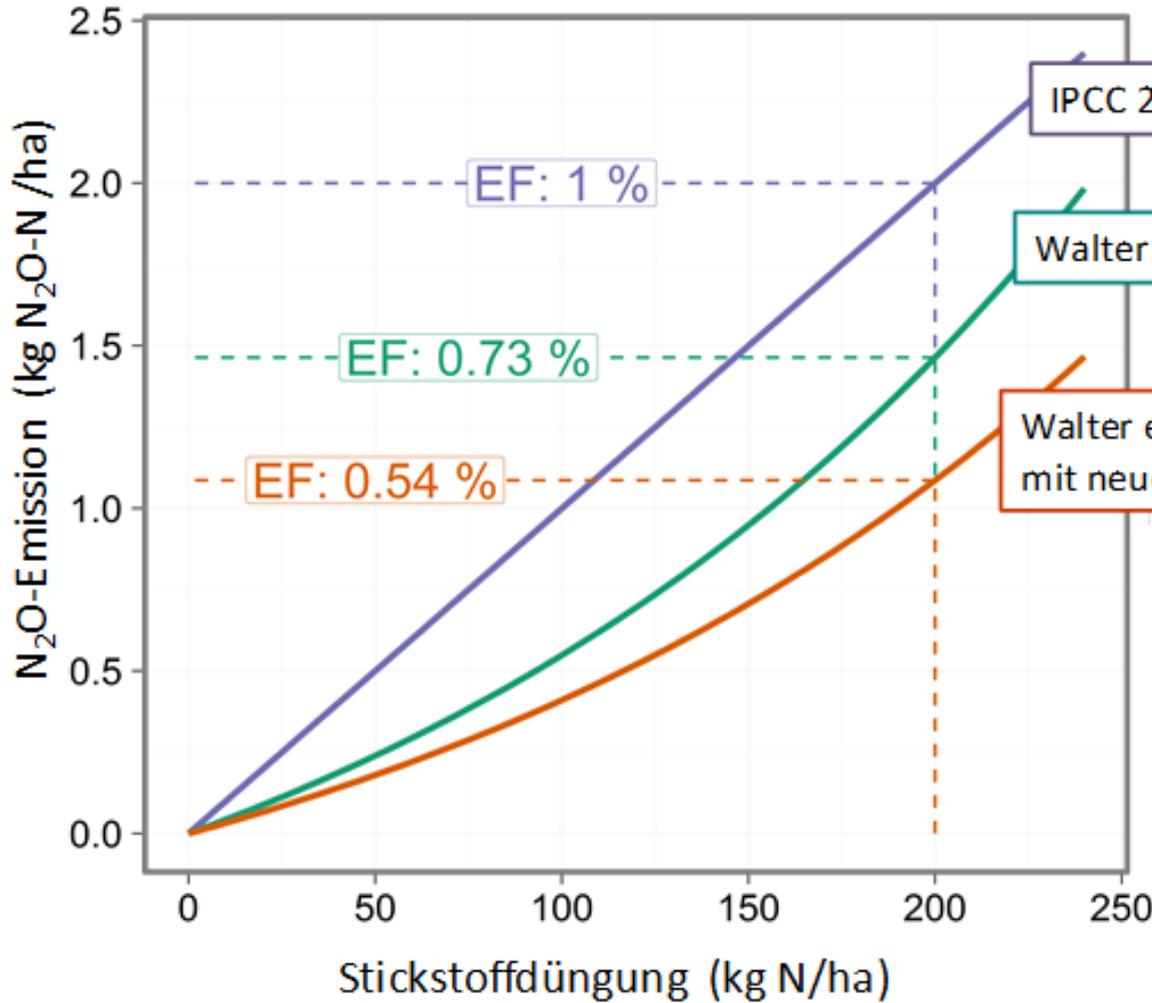
Feldversuche

Ergebnisse der Feldversuche, alle Standorte und Jahre



rapsspezifische Lachgas-Emissionen

→ neuer „IPCC-Algorithmus“



Emissionsfaktoren der einzelnen Standorte

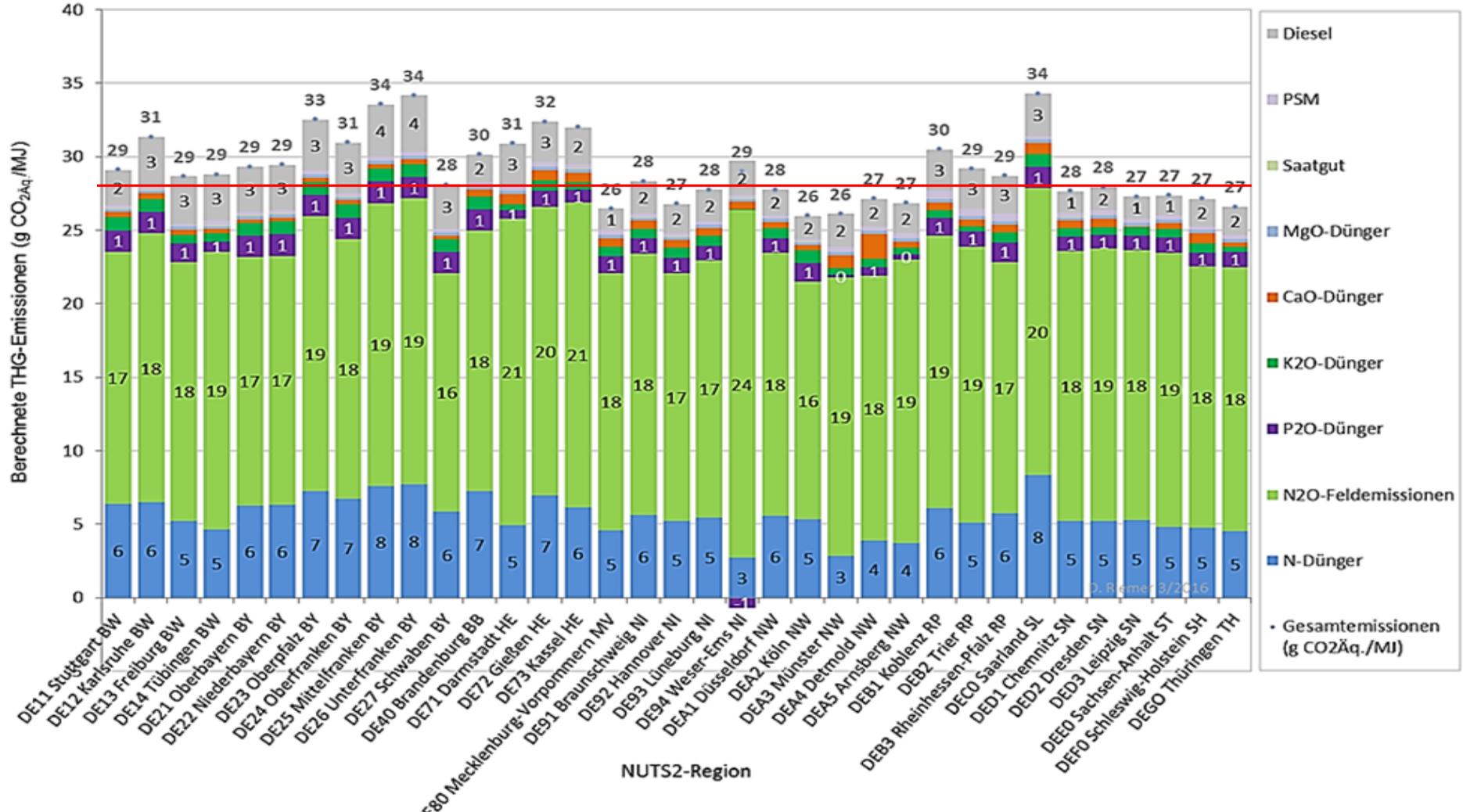
Bornim	0,15 %
Dedelow	0,31 %
Hohenheim	0,35 %
Hohenschulen	0,57 %
Merbitz	1,27 %

Neuer rapsspezifischer Emissionsfaktor

"Global"	0,61 %
(unabhängig von Standort und Jahr)	

Ø 0,61%, aber „Standortfaktor“ ist nicht zu unterschätzen

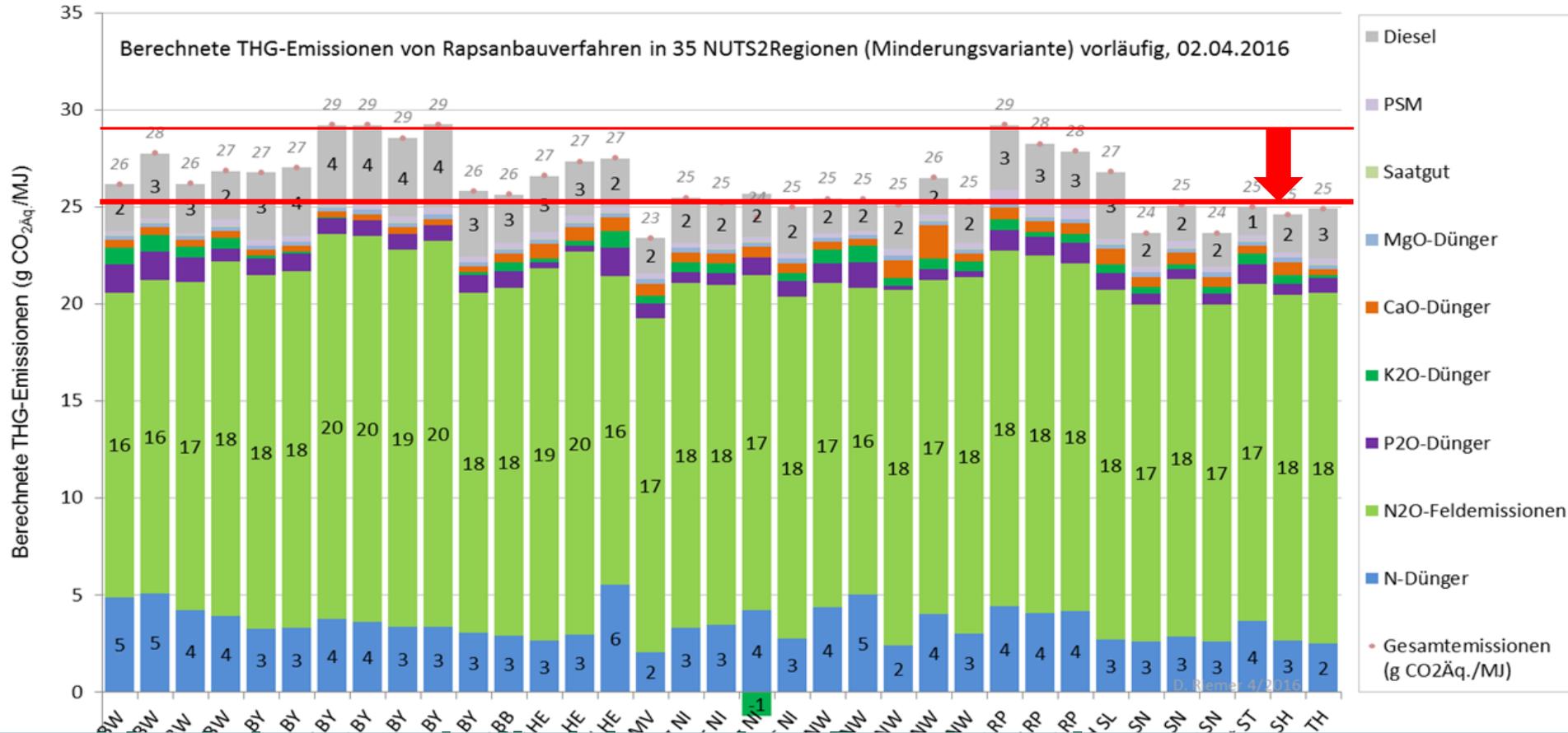
Status quo THG-Emissionen im Raps nach Regionen in D



Basis: regionale Anbaudaten der Landesanstalten und LWK

THG in 35 NUTS2-Regionen

- Minderungsmöglichkeiten -



einige Regionen halten die niedrigeren Richtwerte nach Expertenmeinung trotz Anpassung des Verfahrens nicht ein

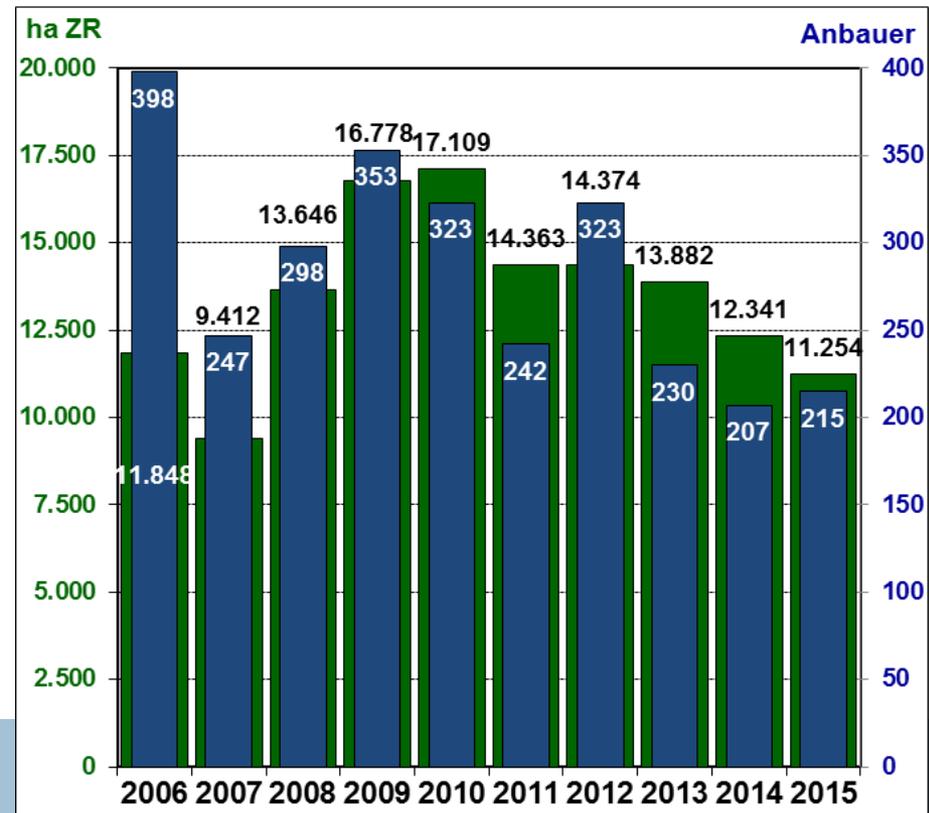
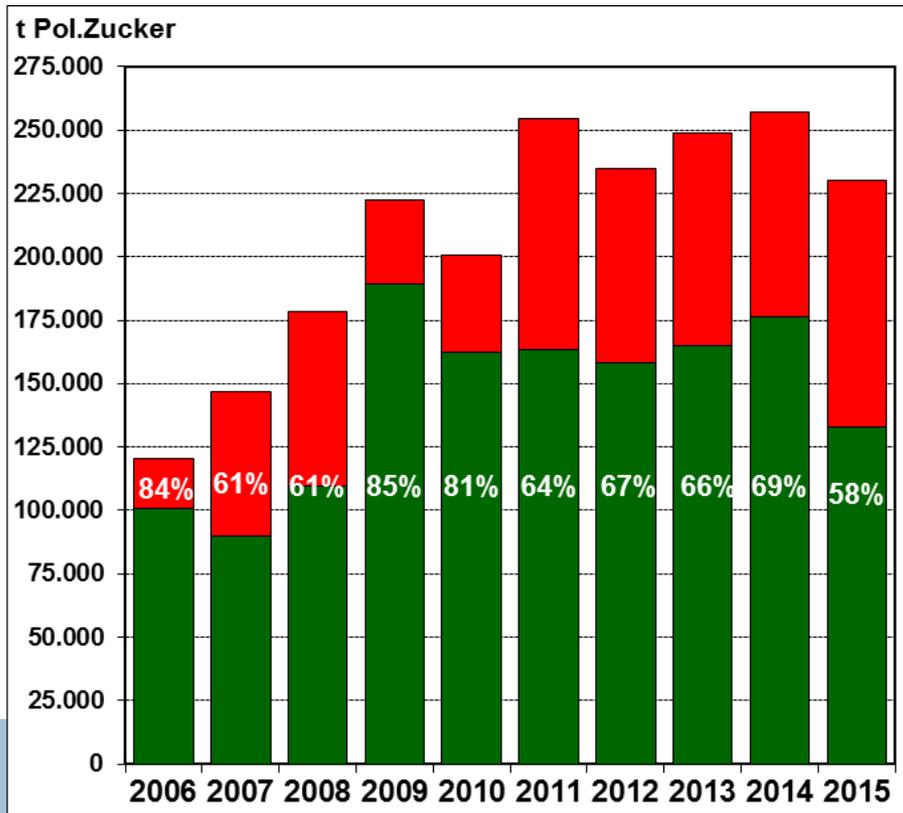
→ Ökonomie

Die Praxis ist das Kriterium der Wahrheit!

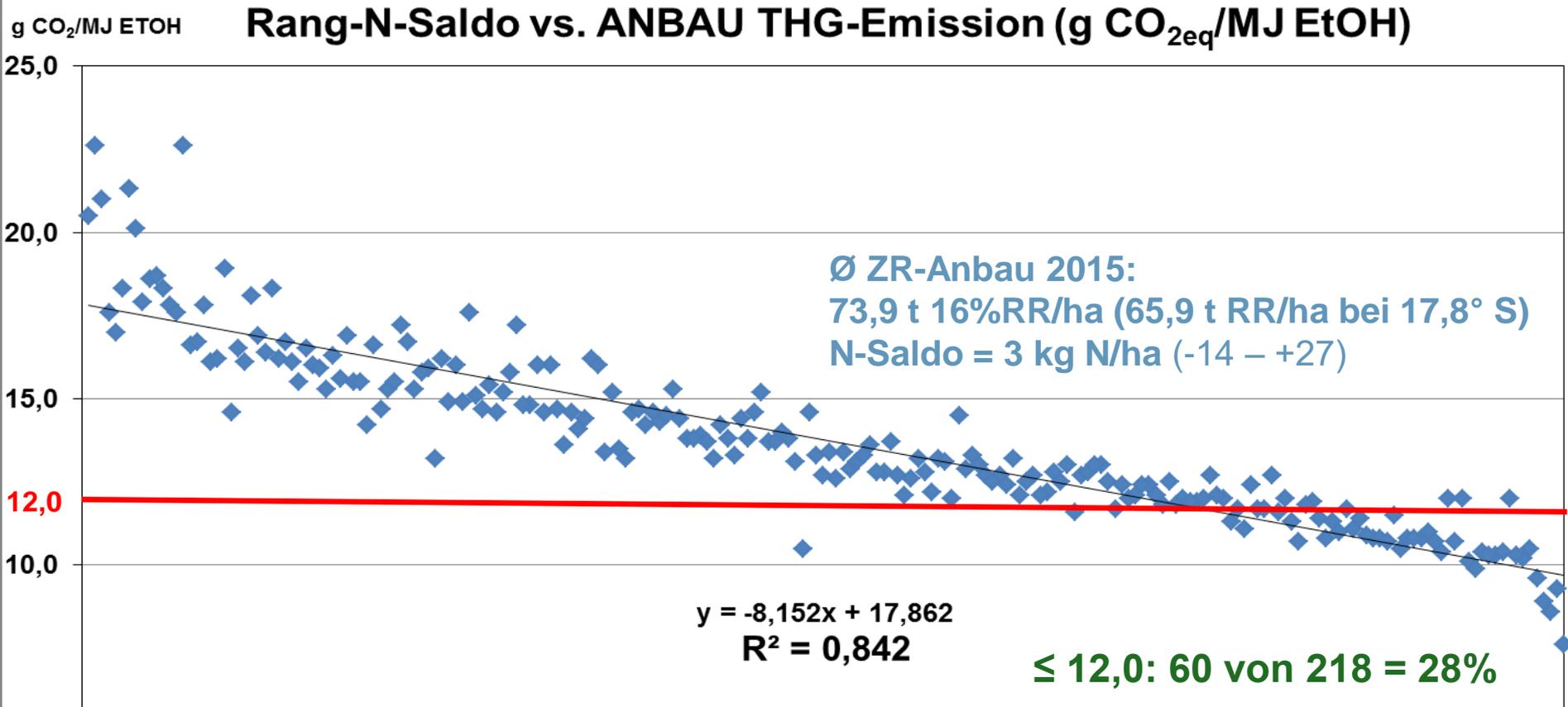
„Leitspruch“ der Produktionsforschung des Instituts für Pflanzenzüchtung Gülzow (ab 1970)

Treibhausgasemissionen und N-Salden

Zusammenhang zwischen N-Salden und THG-Emissionen am Beispiel der ZR

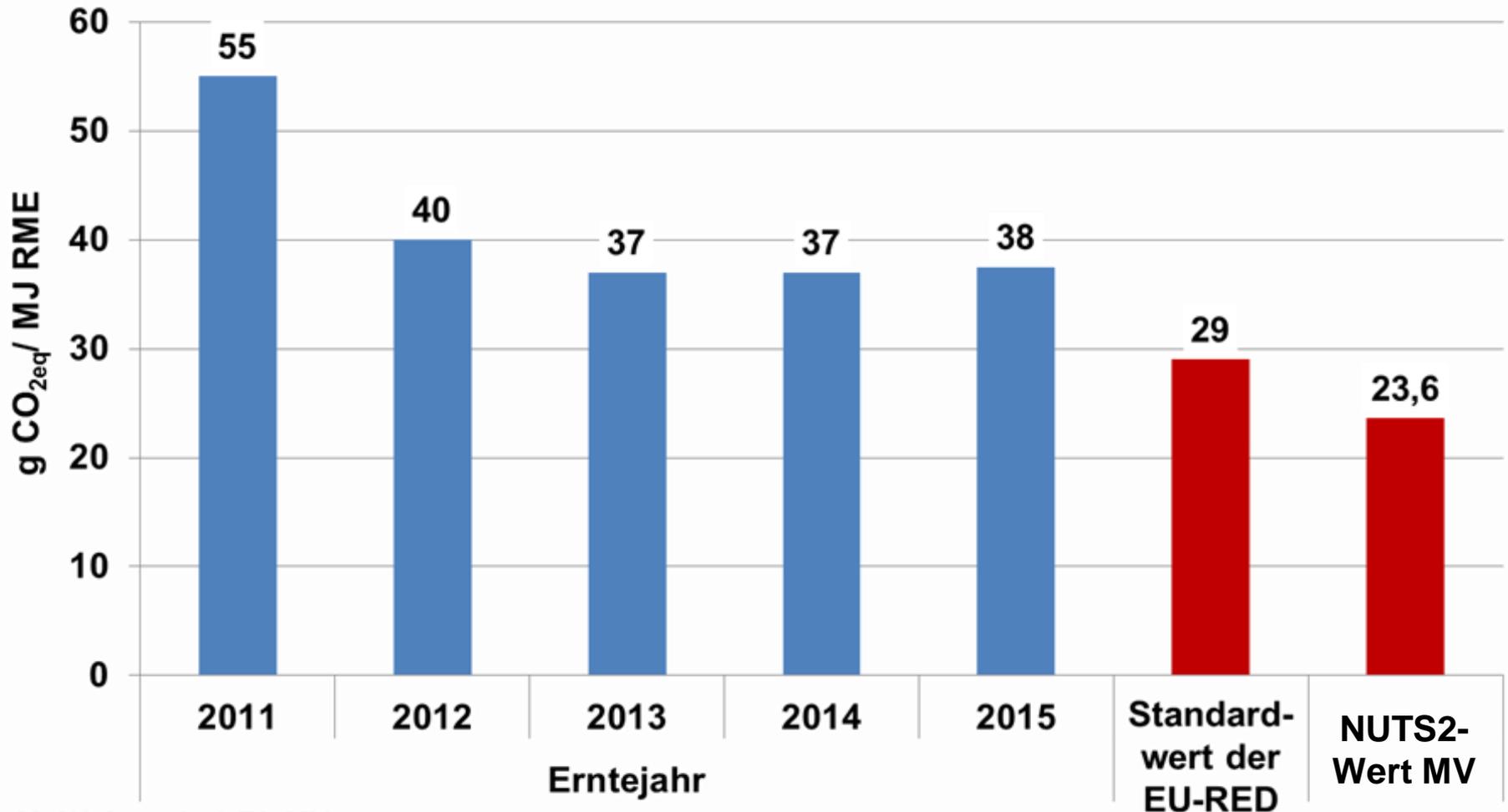


Zusammenhang: N-Saldo und THG-Emissionen bei Zuckerrüben



- Zielkonformität bei THG-Vermeidung und DüV & WRRL
- Praxis liegt meist über den geforderten THG-Werten
- je niedriger der N-Saldo, desto niedriger die THG-Emission

Praxisergebnisse Raps nach Jahren

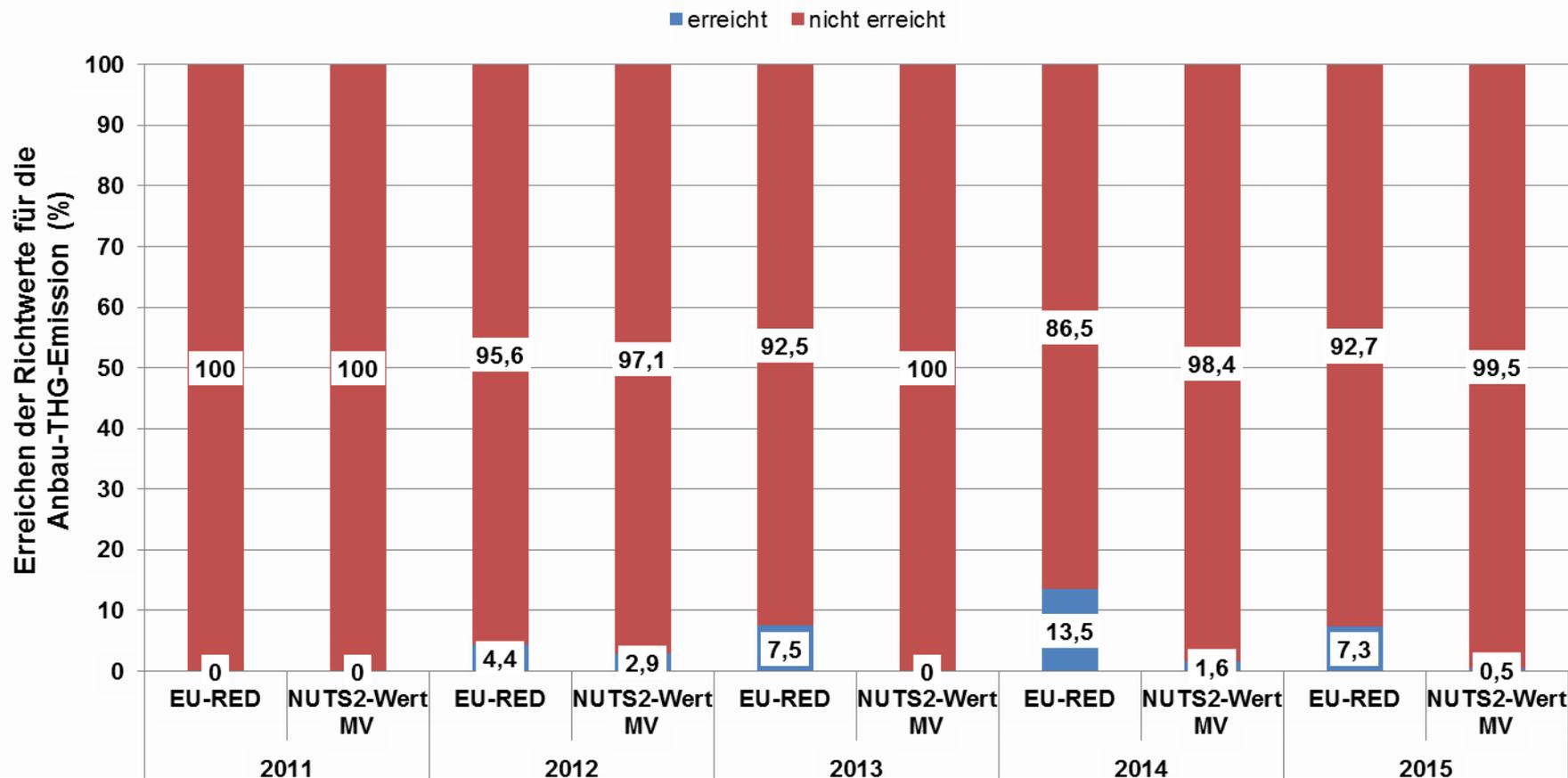


M. Weirauch, LFA MV

Jahreswitterungseinfluss ist nicht „beherrschbar“

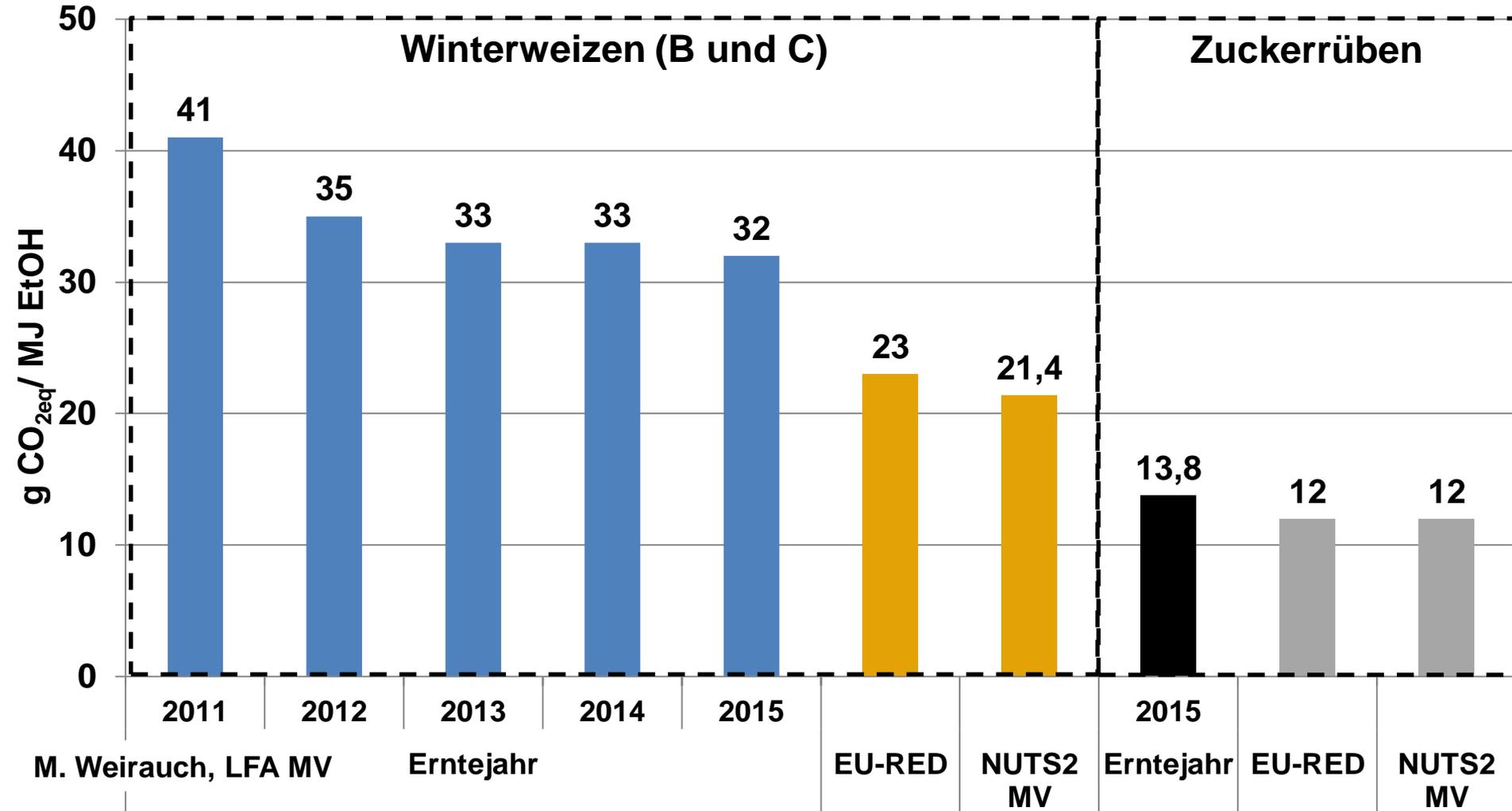
Raps: Praxiswerte ↔ Richtwerte

Richtwerte (g CO_{2eq}/MJ RME): EU-RED = 29, NUTS2-Wert MV = 23,6
bezogen auf die Erntemenge



**verlässliche Rohstoffversorgung = Basis für nachhaltige
Wertschöpfungsketten**

Praxisergebnisse WW und ZR nach Jahren



M. Weirauch, LFA MV

Erntejahr

EU-RED

NUTS2
MV

Erntejahr

EU-RED

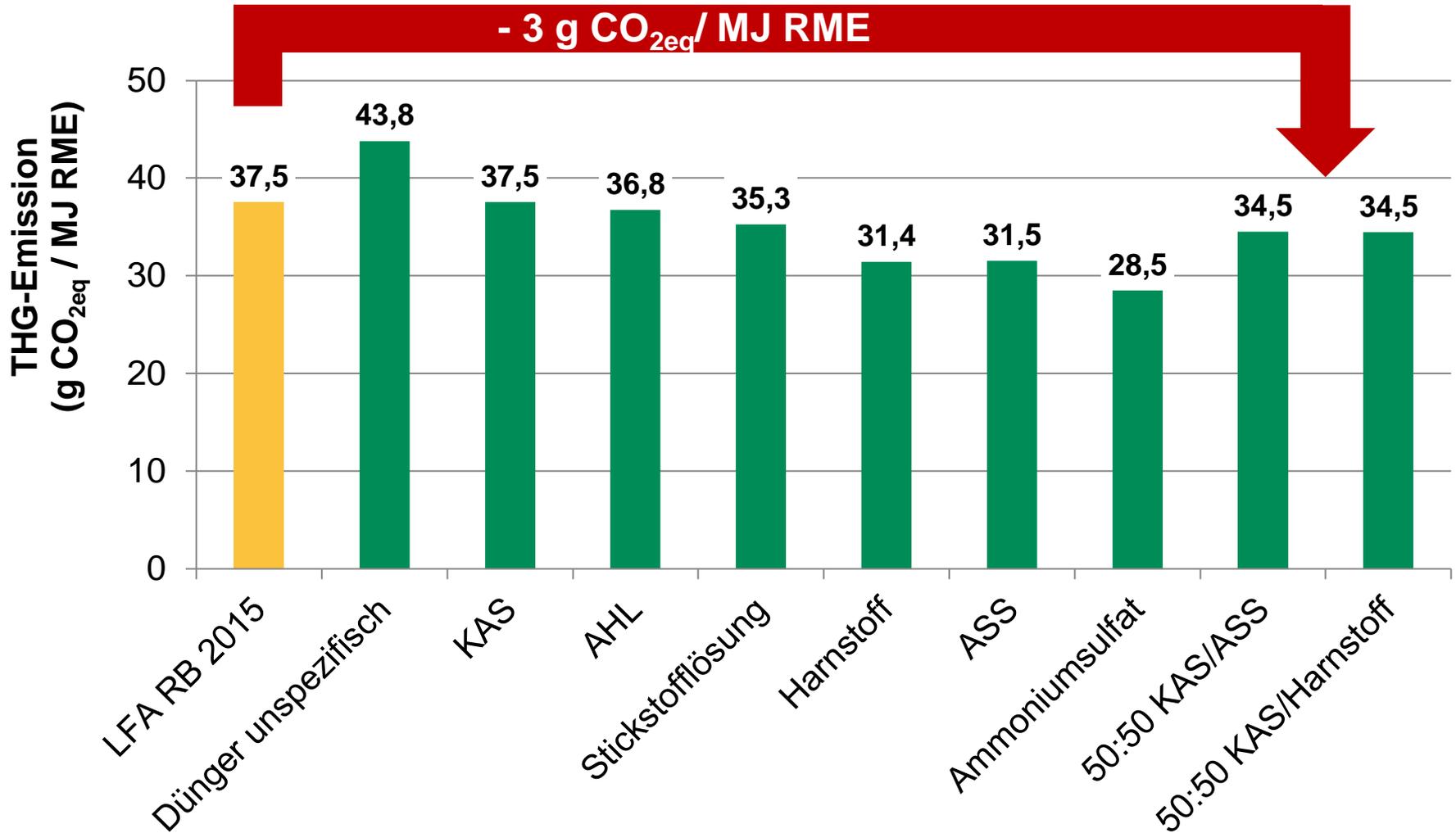
NUTS2
MV

kein spezielles Raps-“Problem“, sondern gilt auch für WW und ZR

Möglichkeiten der THG-Reduzierung

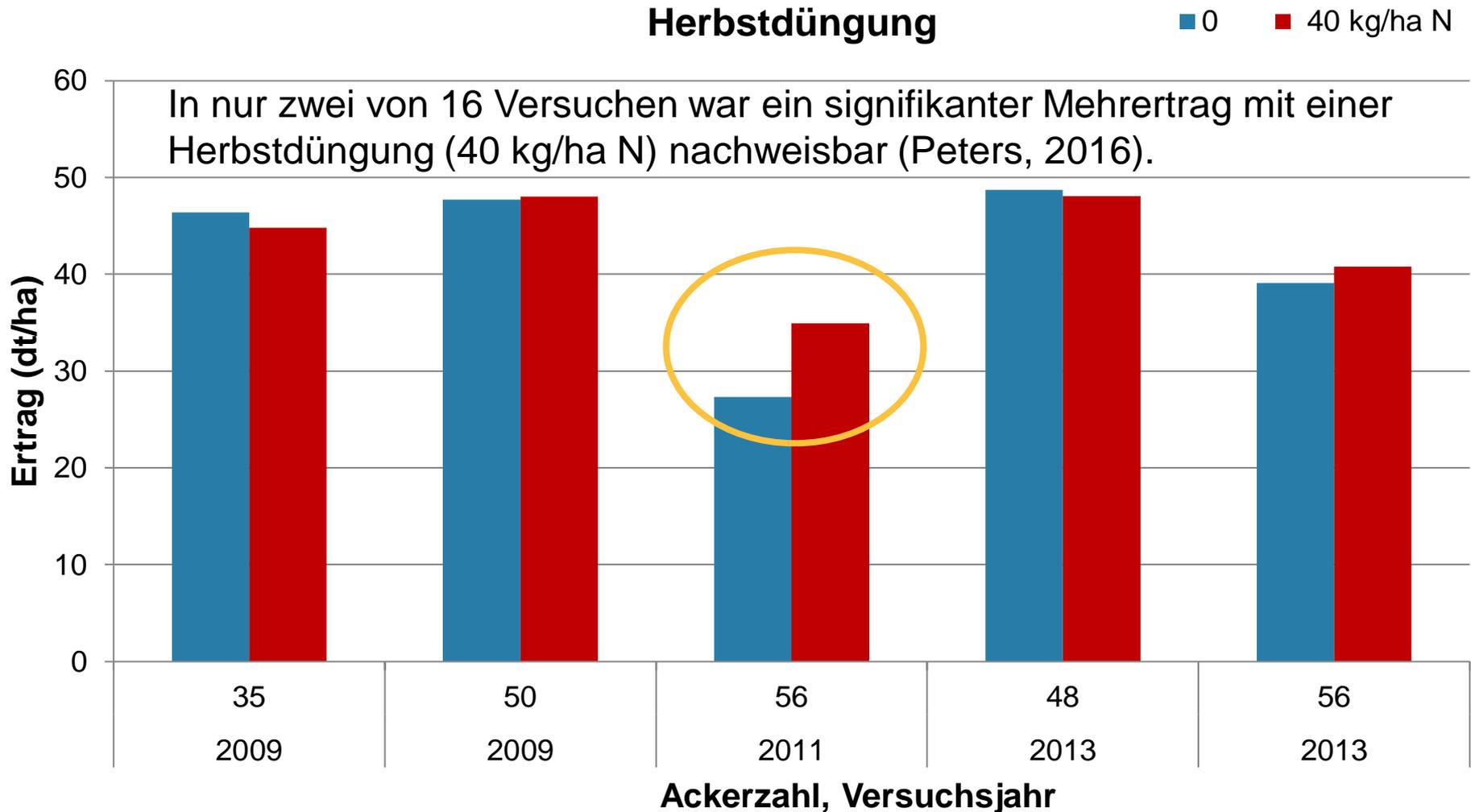
Beispiele

Dünger mit „geringem CO₂-Fußabdruck“ verwenden



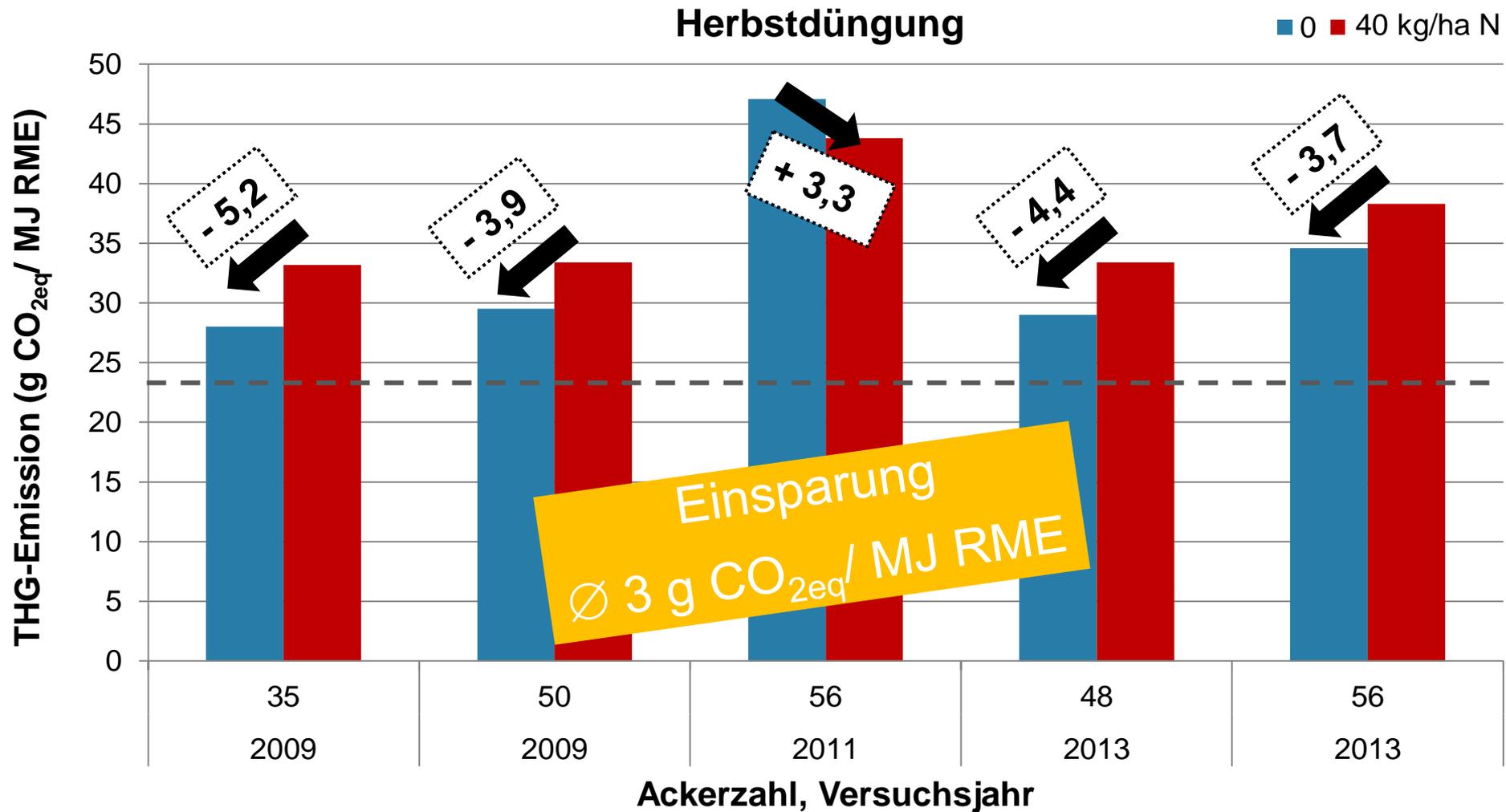
Basis Rapsanbau LFA RB 2015

Herbstdüngung im Raps weglassen



Datenquelle: Dr. Peters/ Dr. Schulz

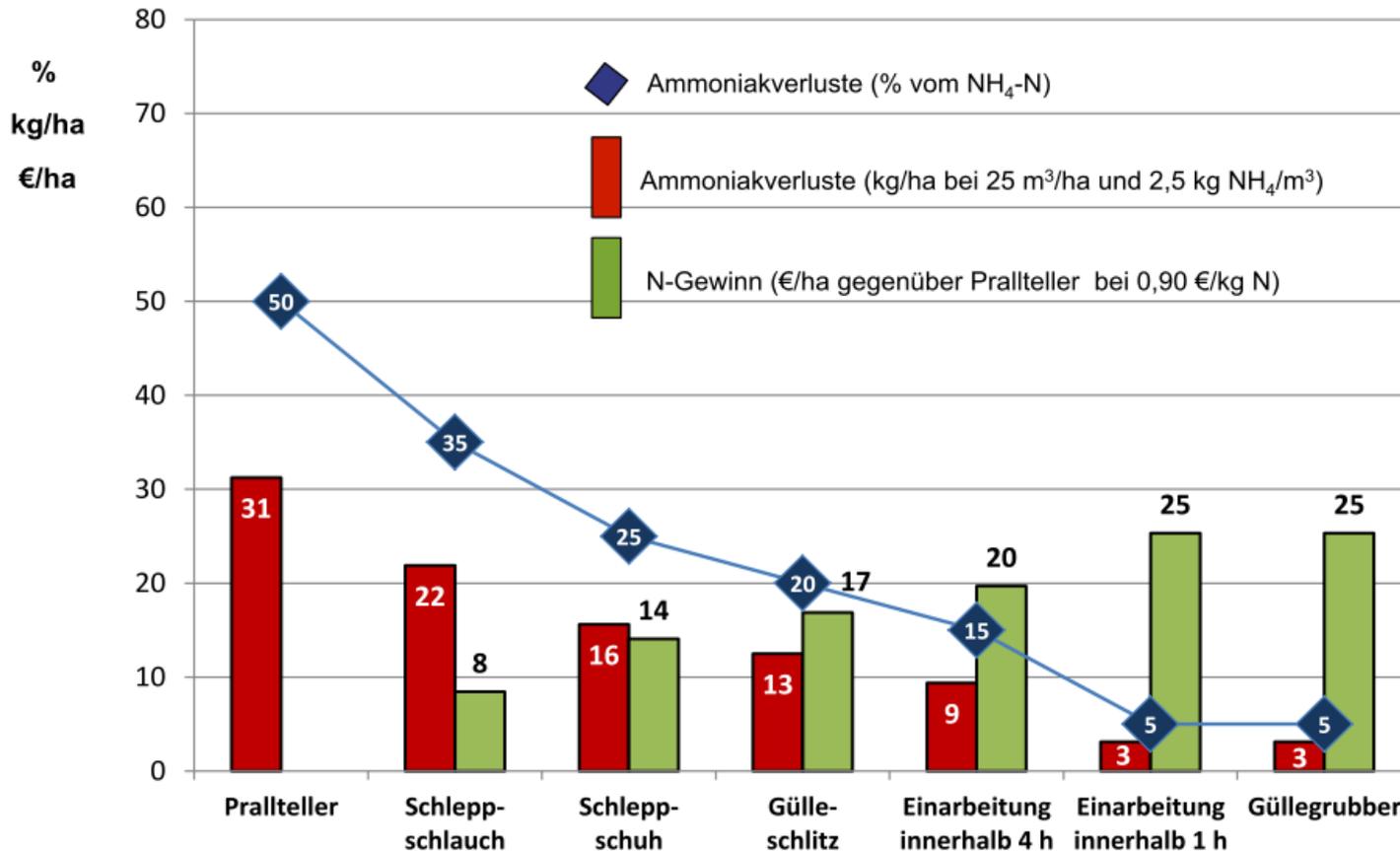
Herbstdüngung im Raps weglassen



Datenquelle: Dr. Peters/ Dr. Schulz

Techniken zur Minderung der Ammoniakverluste nach Gülle- bzw. Gärrestausbringung auf Ackerland

Durchschnittswerte nach Döhler, KTBL

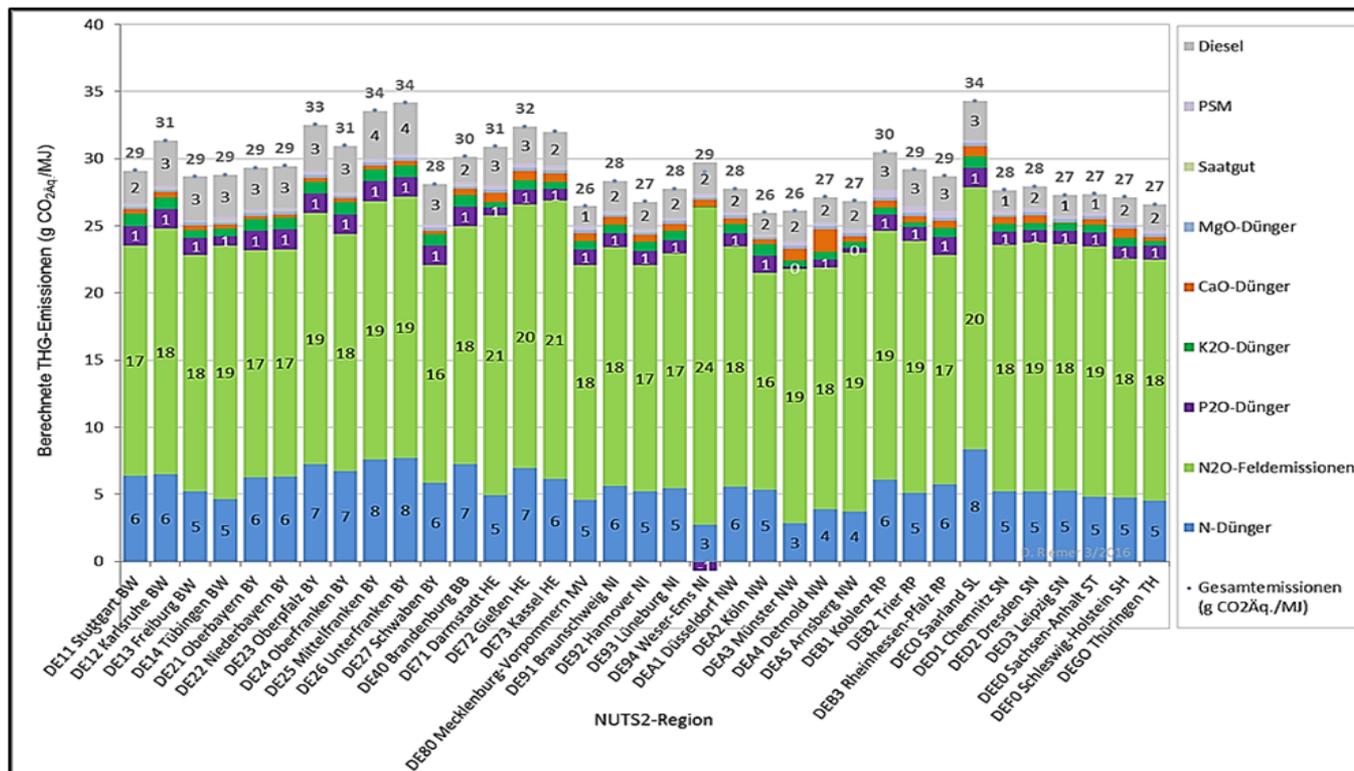


THG-
Einsparung ca.
95 kg CO₂/ha
rund -4%
Vermeidungs-
gewinn 260 €/t
CO₂-Äq.

Ökonomie, sektorale Betrachtung

THG-Vermeidungskosten := $\Delta \text{DB} / \text{THG-Reduktion}$ [€/t CO₂-Äq.]

Gleichgewichtspreis := $(\text{DB}_{\text{Basis}} + \text{variable Kosten}_{\text{Mind.}}) / \text{Ertrag}_{\text{Mind.}}$ [€/t Raps]



Ergebnisse - THG-Minderung

Gegenüberstellung der typischen, regionalen Rapsverfahren auf nationaler Ebene

Szenarien, Restriktionen	Basis- variante	Minderung	Δ
Regionen (n), Gewichtung (%)	35 100	35 100	
Ertrag (t/ha)	3,95	3,76	-5%
MDÄ-N ges. (kg N/ha)	168	140	-17%
Zufuhr (kg N/ha)	183	165	-10%
variable Kosten (€/ha)	1.234	1.230	
Deckungsbeitrag (€/ha)	341	270	-21%
THG-Emissionen (kg CO ₂ /ha)	2.553	2.187	-14%
Zielergebnis (g CO₂Äq./MJ)	28,1	25,2	
N-Saldo (kg N/ha)	36	14	
Vermeidungskosten (€/t CO₂)		231	
Gleichgewichtspreis (€/t Raps)	(398,8)	419	+5%

Basisvariante
:= optimal,
aber nicht
immer
praxisüblich

THG-Vermeidung ist (volkswirtschaftlich) **teuer < Pönale**,
aber für relativ **geringe Preisaufschläge (+5%)** sektoral machbar

Ergebnisse - THG-Minderung mit „gemessenen“ Feldemissionen (neu)

IPCC
2006

1%

0,61%

Szenarien, Restriktionen	Basis- variante	Basis neu	Minderung	Minderung neu
Regionen (n), Gewichtung (%)	35 100		35 100	
Ertrag (t/ha)	3,95		3,76	
MDÄ-N ges. (kg N/ha)	168		140	
Zufuhr (kg N/ha)	183		165	
variable Kosten (€/ha)	1.234		1.230	
Deckungsbeitrag (€/ha)	341		270	
Emissionen (kg CO ₂ /ha)	2.553	2.076	2.187	1.757
Zielergebnis (g CO₂Äq./MJ)	28,1 	22,9	25,2	20,4
N-Saldo (kg N/ha)	36		14	
Vermeidungskosten (€/t CO₂)			211	231
Gleichgewichtspreis (€/t Raps)	(398,8)		419	418

- mit gemessenen Feldemissionen erfüllt Basisvariante im Mittel bereits die Reduktionsvorgaben
- mit „neuem“ Faktor ändert sich an den ökonomischen Ergebnissen nichts

- **Zielkonformität THG ↔ N-Salden**
 - **Umsetzung $WRRL/DüV_{neu} = THG$ -Emissionssenkung**
 - ✓ **Reduzierung der N-Düngungshöhe**
 - ✓ **Steigerung der N-Effizienz, besonders bei org. Düngung**
 - ✓ **verstärkte Verwendung von THG-armen N-Düngerformen**

- Zielkonformität THG ↔ N-Salden
 - Umsetzung $WRRL/DüV_{neu} = \text{THG-Emissionssenkung}$
 - ✓ Reduzierung der N-Düngungshöhe
 - ✓ Steigerung der N-Effizienz, besonders bei org. Düngung
 - ✓ verstärkte Verwendung von THG-armen N-Düngerformen
- ~~Praxiswerte~~ ≠ **Richtwerte** ≠ ~~Messwerte~~ = Basis für funktionierende Wertschöpfungsketten

aber mit „überarbeitetem“ IPCC-Algorithmus (0,61%)
keine einzelbetriebliche THG-Bilanzierung, sondern regionale NUTS2-Richtwerte verwenden

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Ansicht: Neues und historisches Dienstgebäude der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern in Gülzow (2013)

gefördert durch FNR und UFOP

Dr. Hubert Heilmann, Andreas Gurgel,
Dörte Riemer, Mareike Weirauch

Institut für Pflanzenproduktion und
Betriebswirtschaft

E-Mail: h.heilmann@lfa.mvnet.de

Tel.: 03843 789-200

www.lfamv.de

Berechnungsmethodik nach EU-RED

(Biograce-Berechnungstool)

berücksichtigt

- Ertrag (Betriebe: tatsächliche Werte)
- N-, K₂O-, P₂O₅-Dünger (N nach Einsatz, K und P nach Entzug durch das Erntegut)
- Wirtschaftsdünger (nach Einsatz)
- Kalk (nach Standort)
- Saatgut (nach Einsatz)
- PSM (Pauschal je ha bzw. nach Applikation je kg/ha)
- Diesel (Feldarbeitsrechner von KTBL)
- Trocknungsenergie (Pauschal nach Ertrag)
- N₂O-Feldemissionen (direkte: 1 % von N-Aufwandmenge; indirekte: NH₃-/NO_x-Verflüchtigungen, NO₃⁻-Auswaschung laut IPCC 2006)
- Allokation (auf Basis des gewichtsspezifischen Energiegehaltes, für den Rapsverwendungspfad Biodieselherstellung aus zentraler Ölmühle mit Extraktion)

unberücksichtigt

MgO-, Mikronährstoff-Dünger Vor- sowie Nachfruchteffekte
Kalkung im Winterweizenanbau

Emissionsfaktoren für N-Dünger

ENZO₂ - THG-Berechnungsmodul

N-Düngerform	Version 1.5 (2016)
KAS	3.651,5
Harnstoff	3.509,7
AS/SSA	2.710,7
AHL	3.509,4
ASS	3.141,3
nicht spezifizierter N	5.880,6

Emissionsfaktoren nach BRENTRUP und PALLIERE (2014)

$$\text{MDÄ} = \frac{\text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}} \times \text{IPCC}}{\text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}} \times \text{IPCC} + \text{GWP}_{\text{N-Dünger}}}$$

erforderliches MDÄ für THG-neutrale Substitution

1,0 %	0,61%
42%	31%
43%	32%
49%	37%
43%	32%
46%	34%
31%	22%

eigene Berechnungen
IPCC (2006) = 1% bzw. 0,61%
 $\text{N}_2\text{O} \times 265$ ¹⁾

$\text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}} = 265$
 $\text{GWP}_{\text{N-Dünger}} = 3,6515 \dots$

N-Saldo vs. THG: Praxisergebnisse Raps und WW

Kultur	2011	2012	2013	2014	2015
Raps	n=177 R ² =0,222	n=238 R ² =0,575	n=309 R ² =0,556	n=362 R ² =0,341	n=303 R ² =0,520
B-/C-WW	n=58 R ² =0,616	n=54 R ² =0,547	n=43 R ² =0,538	n=63 R ² =0,635	n=88 R ² =0,611

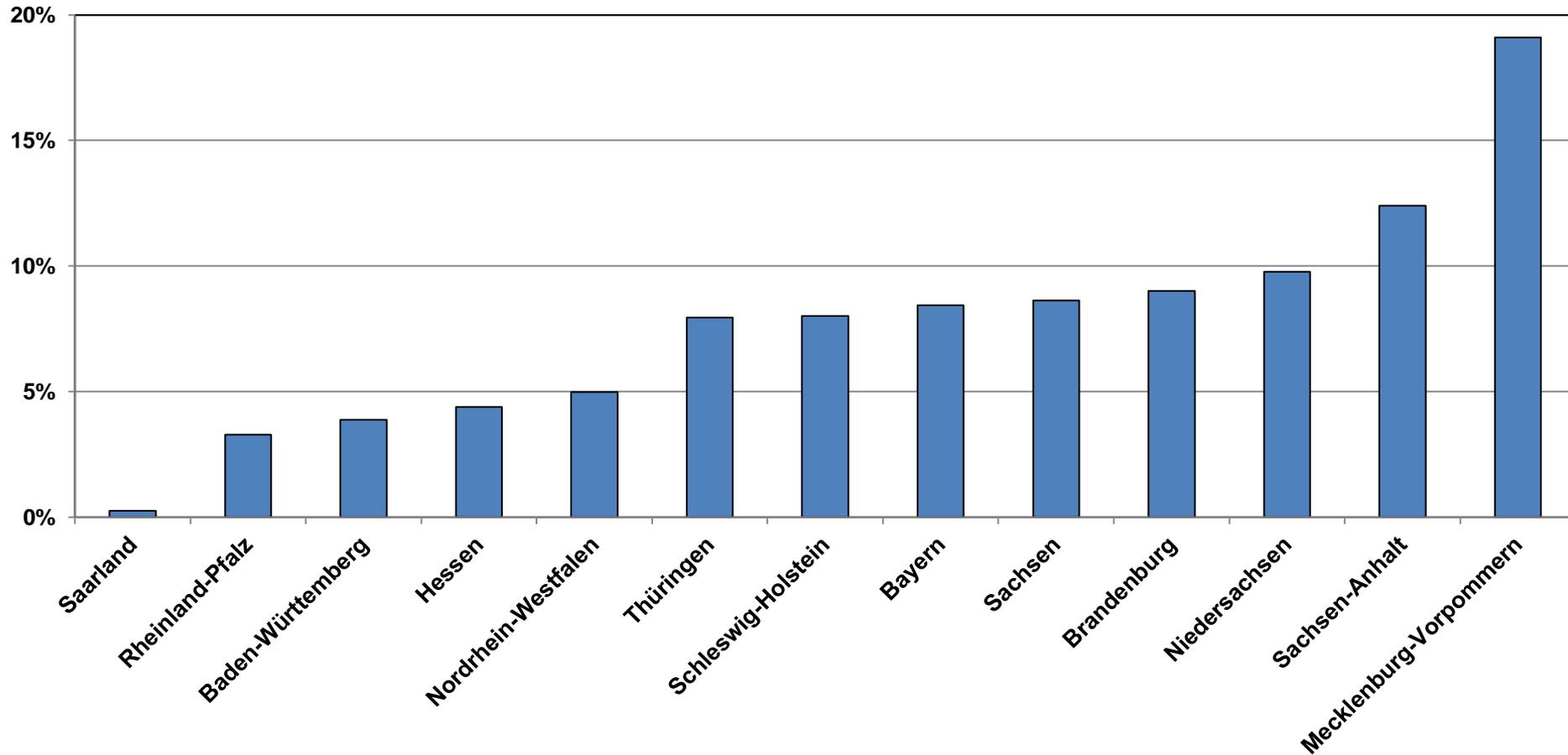
nach Berechnungen von M. Weirauch, LFA MV

- relativ hohes Bestimmtheitsmaß
- Jahreseinfluss „unkontrollierbar“
- ähnliche Verteilung bei Raps, Zuckerrüben und WW

je niedriger der N-Saldo, desto niedriger die THG-Emissionen

Ökonomie, sektorale Betrachtung

Gewichtungsfaktor := Anteil der regionalen an der nationalen Rapserzeugung (2013)

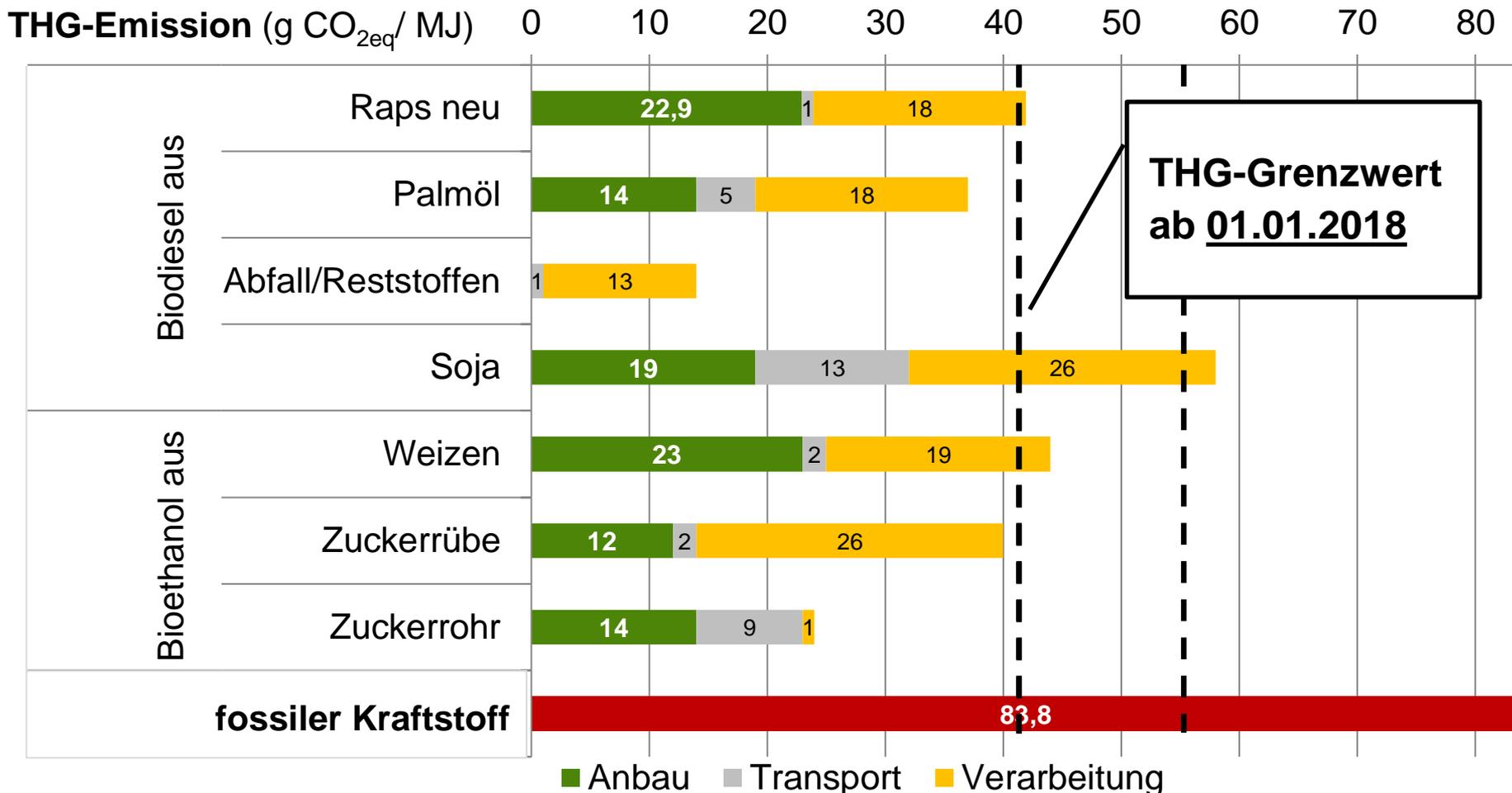


Ergebnisse - THG-Minderung

Szenarien, Restriktionen	Basis- variante	Minderung	≤ 25,0
Regionen (n), Gewichtung (%)	35 100	35 100	8 56
Ertrag (t/ha)	3,95	3,76	3,87
MDÄ-N ges. (kg N/ha)	168	140	141
Zufuhr (kg N/ha)	183	165	167
variable Kosten (€/ha)	1.234	1.230	1.198
Deckungsbeitrag (€/ha)	341	270	345
THG-Emissionen (kg CO ₂ /ha)	2.553	2.187	2.166
Zielergebnis (g CO₂Äq./MJ)	28,1	25,2	24,2
N-Saldo (kg N/ha)	36	14	11
Vermeidungskosten (€/t CO₂)		211	215
Gleichgewichtspreis (€/t Raps)	(398,8)	419	419

- „Raps-Gunstregionen“ bleiben beim Rapsanbau aufgrund hoher Vorfruchtwirkung und mangels ausreichender Alternativen
- Zielkonformität zwischen N-Saldo und THG-Vermeidung!
- N-Effizienzsteigerung besonders bei org. Düngung nötig

Standard-THG-Emissionen der Biokraftstoffe laut EU-RED

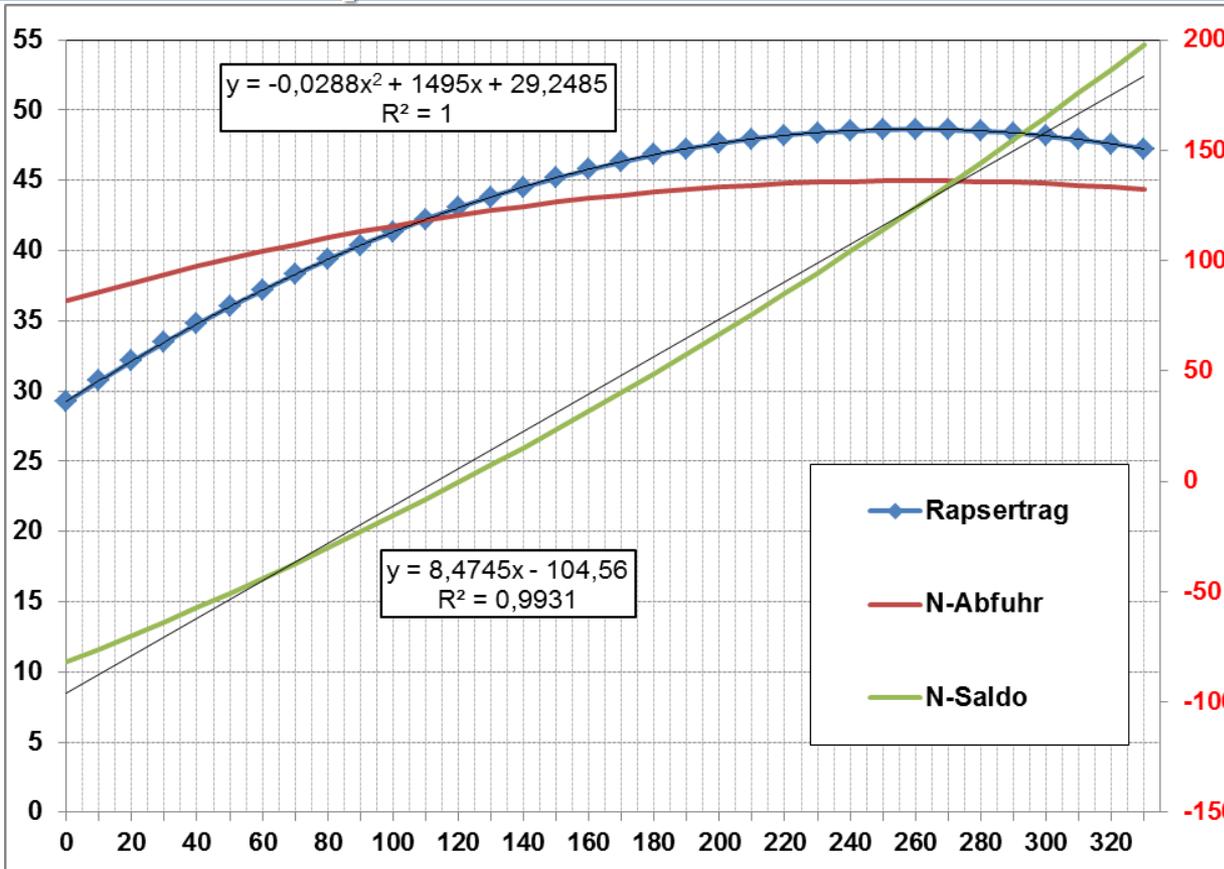


**THG-Grenzwert
ab 01.01.2018**

➤ mit neuen Feldemissionen sind 50% THG-Reduktion auch ohne Verfahrensänderung möglich

am Beispiel MV

Landesforschungsanstalt für
Landwirtschaft und Fischerei



Quantifizierung des
Ertragsverlustes
anhand regionaler
Produktionsfunktionen

Produktionsfunktionen:

kg N/ha	Ertrag
0	29,26
130	43,83
210	47,95
260	48,66

-38% (from 130 to 210 kg N/ha)
 -8,5% (from 210 to 260 kg N/ha)

Feldversuche

Erntejahre 2013 - 2015											
Prüfglied	Ertrag (dt/ha)	N- Zufuhr (kg N/ha)	MDÄ (kg N/ha)	N- Saldo (kg N/ha)	var. Kosten (€/ha)	DB (€/ha)	kalk.TH G (kg CO ₂ Äq./ ha)	tats.TH G (kg CO ₂ Äq./ ha)	kalk.TH G (g CO ₂ Äq./ MJ)	tats.TH G (g CO ₂ Äq./ MJ)	Diff.
N1	33,6	0	0	-112	824	515	835	835	11,1	11,0	0%
N2	40,0	60	60	-74	940	653	1.547	1.359	17,3	15,2	-12%
N3	44,8	120	120	-30	1.037	752	2.227	1.850	22,0	18,3	-17%
N4	47,1	180	180	22	1.117	759	2.858	2.293	26,9	21,6	-20%
N5	48,5	240	240	77	1.193	743	3.475	2.721	31,7	24,9	-22%
N6	42,7	179	134	-9	1.347	358	2.022	1.463	21,1	15,1	-28%
N7	42,3	179	136	-5	1.345	343	2.034	1.472	21,4	15,4	-28%

- ✓ analoge Vorgehensweise bei Feldversuchen wie bei typischen, regionalen Anbauverfahren der NUTS2-Regionen
- Vergleich der gemessenen und kalkulierten THG-Werte = **20% Reduktion**