



**Leibniz Graduate School
Landwirtschaftliche Verfahren:
Potenziale und Kosten für die Treibhausgasminderung (LandPaKT)**

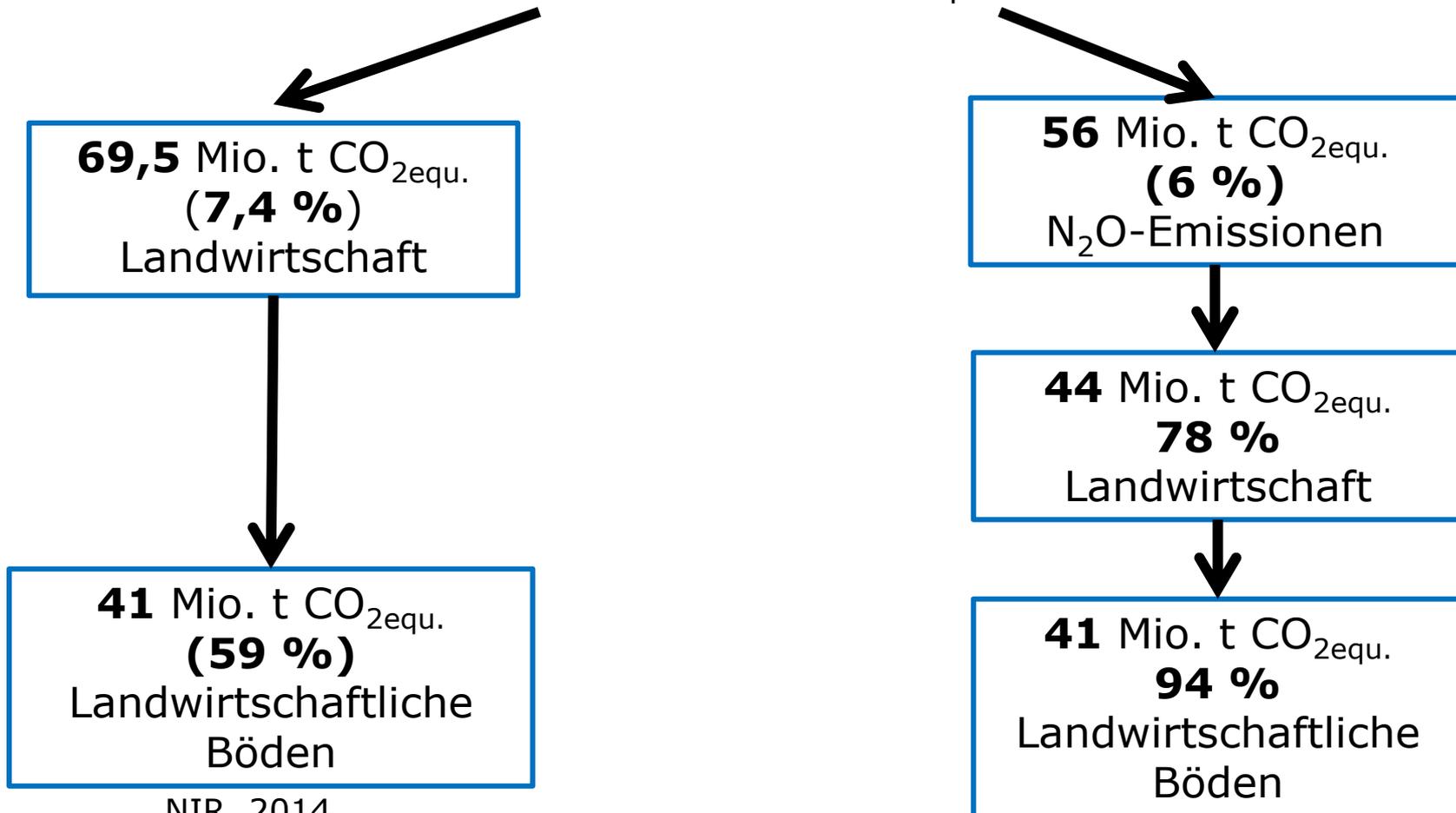
**Kohlenstoffvorräte und Treibhausgasbilanzen
sandiger Ackerstandorte**

Julian Klepatzki

Fachgebiet Acker- und Pflanzenbau

THG-Emissionen in Deutschland 2012

940 Mio. t CO_{2equ.}



NIR, 2014

1. Experimentelle Grundlage:

Dauerfeldversuch (M4) am Standort Groß Kreutz

(Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung)

Faktoren: Organische und mineralische N-Düngung

2. Übertragung der entwickelten Methode:

Dauerfeldversuch (DV) am Standort Thyrow

(Humboldt-Universität zu Berlin)

Faktoren: Fruchtfolge, mineralische N-Düngung und Strohdüngung

3. Untersuchungen in der landwirtschaftlichen Praxis

Fallbeispiel: Agrargenossenschaft Trebbin

(vergleichbare Bodenverhältnisse wie in Dauerfeldversuchen)

4100 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche

(Ackerbau; Grünland; Biogas; Rinderhaltung)

Ziele:

Bewertung unterschiedlicher Nutzungssysteme auf Sandböden hinsichtlich der Treibhausgas-Bilanz:

1. Wirkung der C-Speicherung
2. CO₂-Emissionen durch pflanzenbauliche Agrotechnik

Methodischer Ansatz:

- Analyse und Bewertung der Ergebnisse aus Dauerfeldversuchen
- Anpassung allgemeiner Emissionsfaktoren für Sandstandorte
- Berechnung von Netto-THG-Emissionen

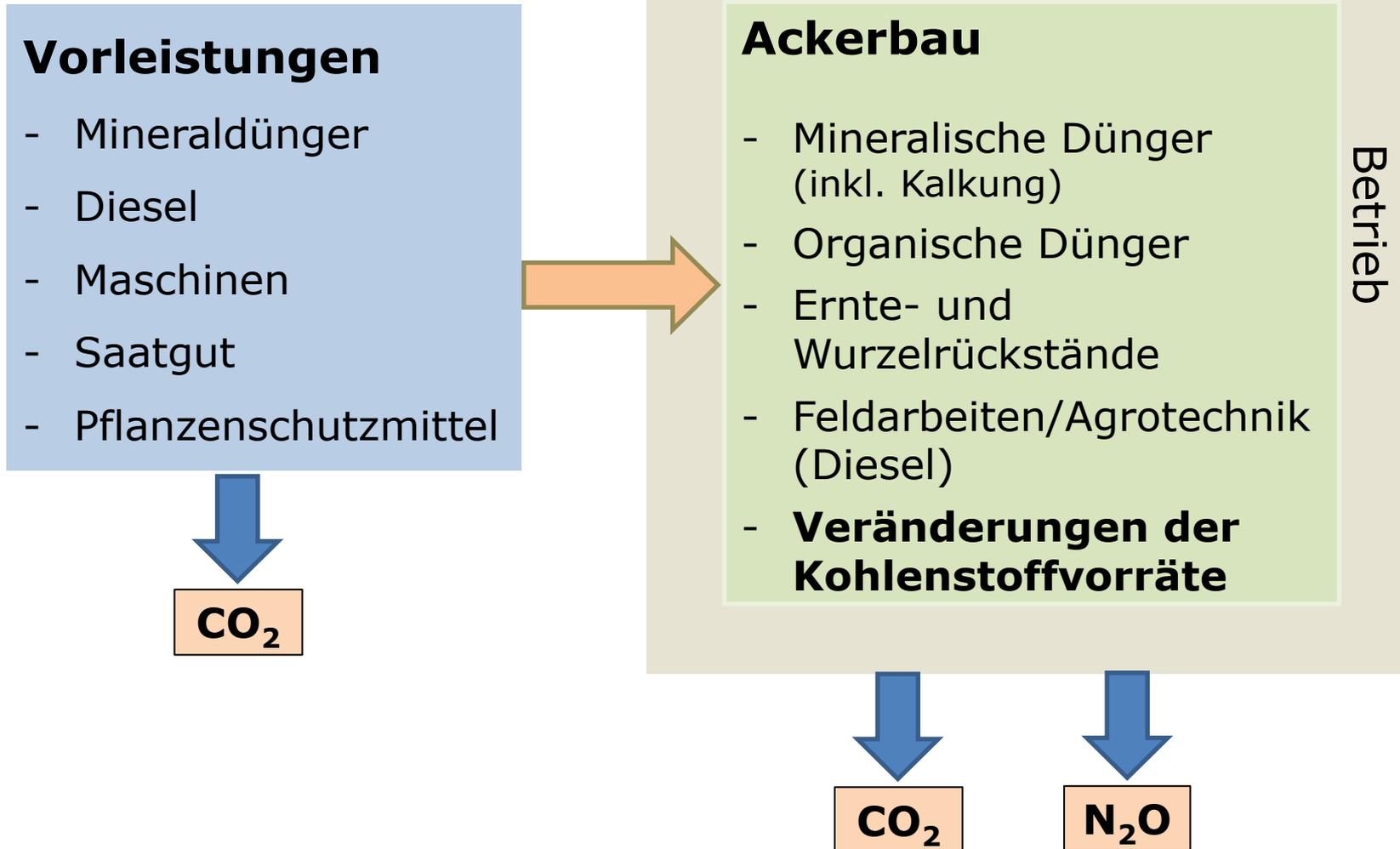
Datenmaterial

	Groß Kreutz (M4)	Thyrow (DV)
Ertragsdaten	Erntejahre 2001-2010	Erntejahre 2002-2013
Statistik	Auswertungen (LELF)	Eigene Berechnungen
C _{org} -Messungen	Seit 1967 alle 2-4 Jahre	seit 1973 jährlich

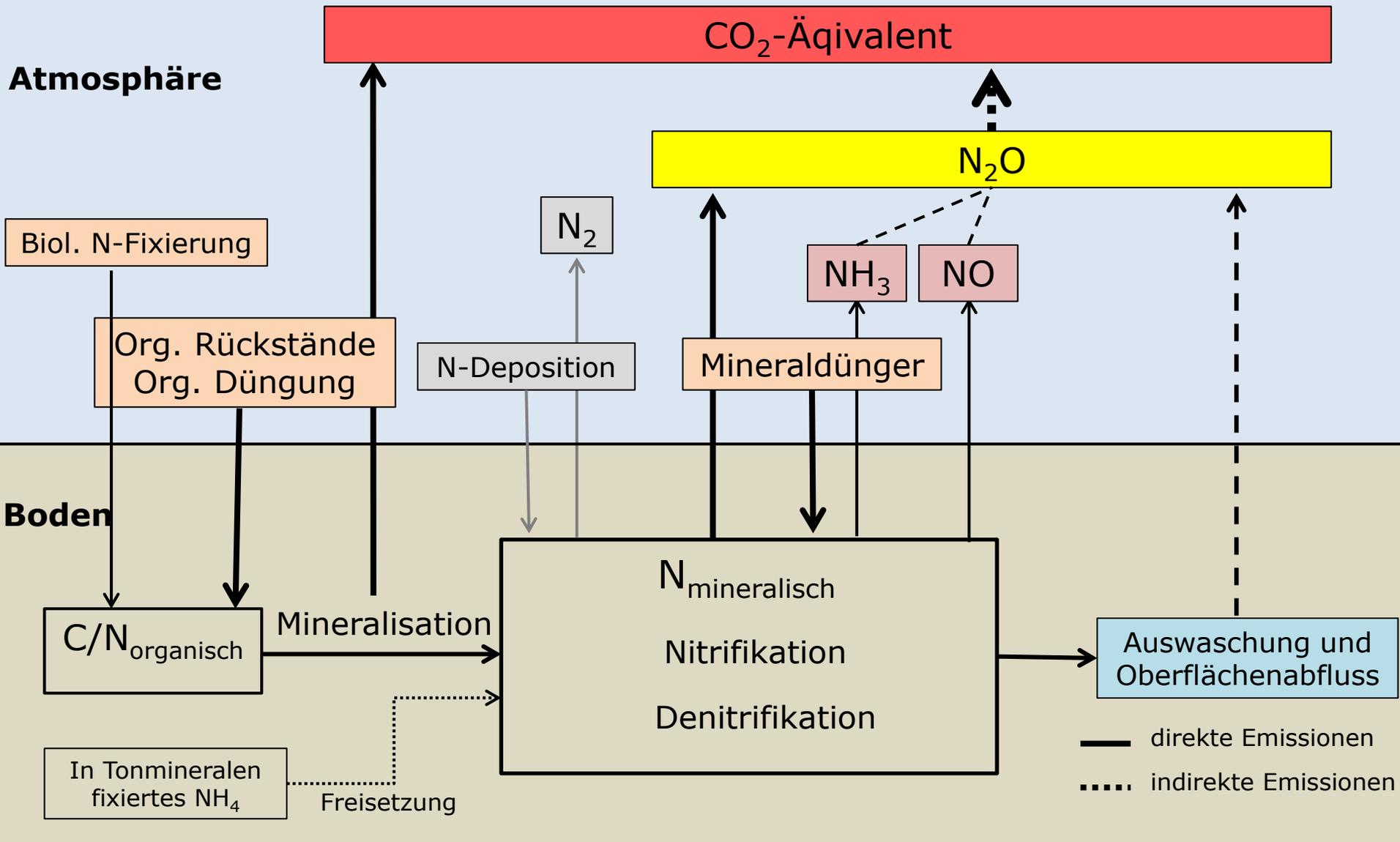
- Umrechnung der Erträge in Getreideeinheiten (BMEL 2010)
- Kalkulation der Emissionen aus Maschinen und Technikeinsatz mit Betriebsdatensammlung Brandenburg (MIL 2010)
- Vorleistungsemissionen aus Datenbank Ecoinvent (Version 3)

Methoden

- Berechnung der THG-Bilanz nach den Vorgaben des nationalen Treibhausgasinventars (GWP N₂O=298 kg CO_{2equ.}) (RÖSEMANN et al. 2015)
- direkte Lachgasemissionen nach TROST et al. 2014 auf Sandboden: 0,0037 kg kg⁻¹ N₂O-N
- Kalkulation der Kohlenstoffvorräte mit TRD=1,628e^{-0,084*Ct-Gehalt} (LBGR 2010) und Messzeitraum im Dauerfeldversuch



Emissionen landwirtschaftlich genutzter Böden





Statischer Stickstoff- Kombinationsversuch Groß Kreutz (LELF)

Stickstoff-Kombinationsversuch (M4) am Standort Groß Kreuz

Standort

Lage: Land Brandenburg (ca. 40 km westlich von Potsdam)

Bodenart: kryoturbater Lehmsand aus Geschiebedecksand (AZ 40/42)

Mittlere Jahresniederschläge: 537 mm

Jahresmitteltemperatur: 8,9 ° C

Dauerfeldversuch des Landesamtes für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung



Stickstoff-Kombinationsversuch (M4) am Standort Groß Kreuz

Versuchsbeschreibung:

Versuchsbeginn: 1967

Fruchtfolge: bis 2000 Hackfrucht-Halmfruchtwechsel
ab 2000 Silomais – Winterroggen

Prüffaktoren:

- A: Organische N-Düngung mit Staldung zur Hackfrucht (5 Stufen)
- B: Mineralische N-Düngung als Kalkammonsalpeter (5 Stufen)

Prüfglieder: 25

Anlage: Gitteranlage mit 4 Wiederholungen (100 Parzellen)

Bodenbearbeitung: Pflug

Stickstoff-Kombinationsversuch (M4)

Organisch-mineralische Düngung der Prüfglieder (Fruchtfolgemittel, $\text{kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$)

Prüffaktor A organische Düngung mit Stalldung ($\text{kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$)	Prüffaktor B Mineralische N-Düngung ($\text{kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$)				
	(0)	(50)	(100)	(150)	(200)
(0)	0	50	100	150	200
(50)	50	100	150	200	250
(100)	100	150	200	250	300
(150)	150	200	250	300	350
(200)	200	250	300	350	400

Stickstoff-Kombinationsversuch (M4) Kohlenstoffvorräte der Prüfglieder (t ha⁻¹ C_{org})

Prüffaktor A organische Düngung mit Stalldung (kg ha ⁻¹ a ⁻¹ N)	Prüffaktor B Mineralische N-Düngung (kg ha ⁻¹ a ⁻¹ N)				
	(0)	(50)	(100)	(150)	(200)
(0)	23,0	24,5	28,2	26,8	27,5
(50)	28,7	31,9	31,0	33,6	32,1
(100)	30,6	35,6	35,3	41,9	40,7
(150)	40,0	43,0	42,4	42,6	45,0
(200)	44,6	50,3	47,7	47,8	45,5

¹ Datenbasis: Parzellenmittelwerte der BU, n = 4, n_{BU} = 3 (27.08.2004, 08.08.2006, 12.09.2010)
ZIMMER, 2014

Ergebnisse



THG-Emissionen [$\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1} \text{CO}_{2\text{equ.}}$] und (Ertrag in Getreideeinheiten* [$\text{t ha}^{-1} \text{a}^{-1}$])

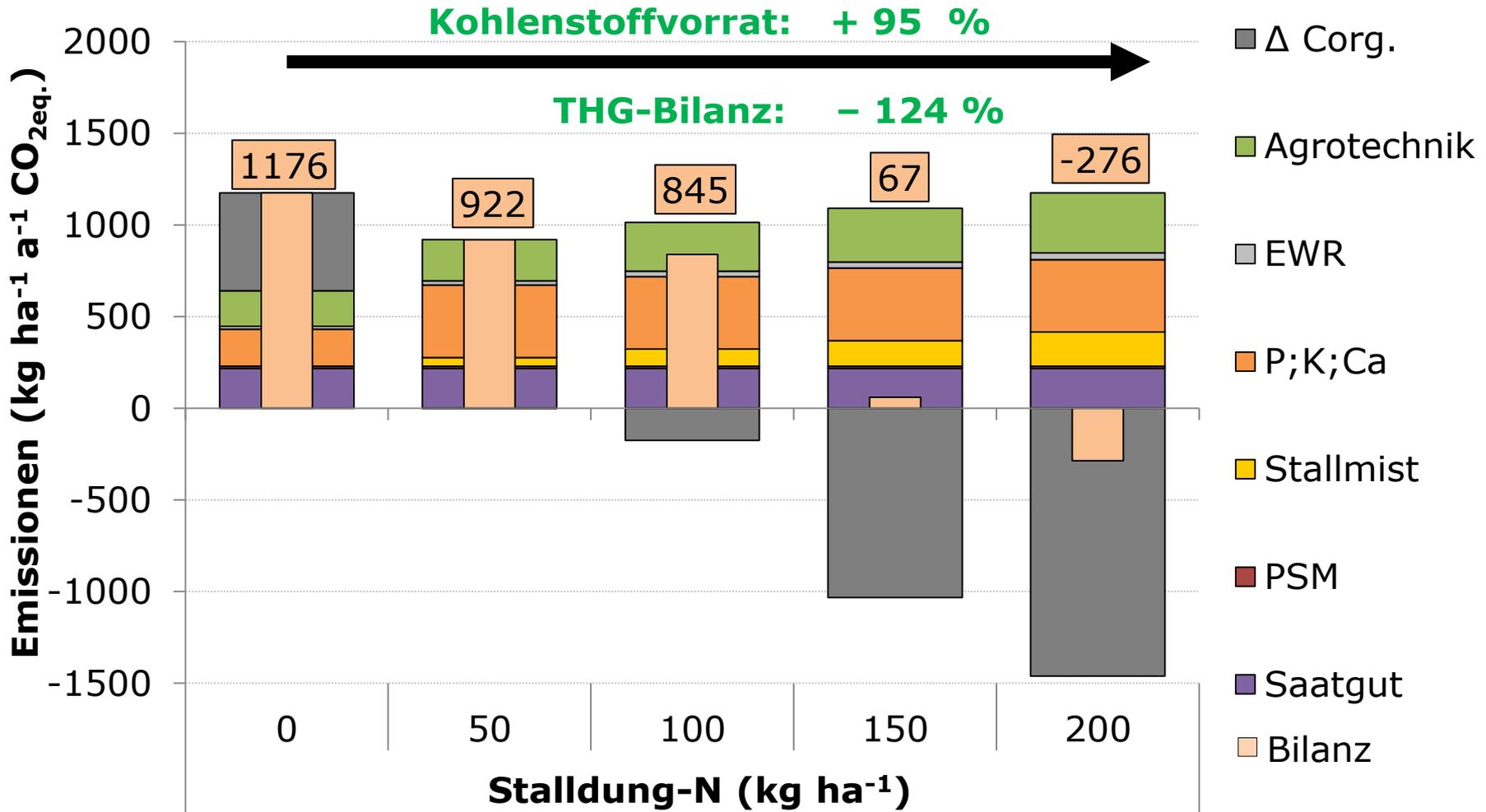
Stallmist ($\text{kg ha}^{-1} \text{N}$)	Mineral N ($\text{kg ha}^{-1} \text{N}$)									
	0		50		100		150		200	
0	1176	(4,0)	1857	(7,0)	2133	(9,4)	2841	(9,0)	3374	(9,4)
50	922	(5,9)	1256	(8,3)	1949	(9,5)	2300	(9,6)	3032	(9,8)
100	845	(7,5)	999	(9,1)	1631	(10,0)	1614	(9,8)	2313	(9,9)
150	67	(8,0)	400	(9,6)	1056	(10,1)	1622	(10,0)	1995	(9,9)
200	-276	(8,9)	-191	(9,7)	640	(9,9)	1219	(9,8)	2019	(10,0)

THG-Emissionen [%] und (GE-Ertrag [%])
relativ zum standortspezifisch optimalen Fruchtfolgeertrag

Stallmist ($\text{kg ha}^{-1} \text{N}$)	Mineral N ($\text{kg ha}^{-1} \text{N}$)									
	0		50		100		150		200	
0	-40	-(58)	-5	-(26)	9	-(2)	46	-(6)	73	-(2)
50	-53	-(38)	-36	-(13)	0	(0)	18	(1)	56	(3)
100	-57	-(21)	-49	-(5)	-16	(5)	-17	(3)	19	(4)
150	-97	-(17)	-79	(0)	-46	(6)	-17	(5)	2	(4)
200	-114	-(7)	-110	(2)	-67	(4)	-37	(2)	4	(5)

*Mittelwerte basierend auf den Erträgen der Erntejahre 2001-2010

THG-Emissionen nach Quellen – flächenbezogen ohne Mineral-N



Statischer Fruchtfolge-, Stroh- und Stickstoffdüngungsversuch Thyrow

Fruchtfolge-, Stroh- und Stickstoffdüngungsversuch am Standort Thyrow



Mittlere Lufttemperatur 2m (1981 - 2010) (°C)	9,2
Mittlerer Jahresniederschlag (1981 - 2010) (mm)	510
Ackerzahl	25
Bodenart	Schwach schluffiger Sand
nFK (Vol.-%)	11,3
C _{org} (mg 100 g Boden ⁻¹)	580
pH (0-30 cm)	5,4 - 5,8
P _{DL} (mg 100 g Boden ⁻¹)	5,6 - 8,0
K _{DL} (mg 100 g Boden ⁻¹)	6,0 - 9,0
Mg _{CaCl2} (mg 100 g Boden ⁻¹)	3,6 - 5,0

BAUMECKER & SCHWEITZER 2012

Fruchtfolge, Stroh- und Stickstoffdüngungsversuch

Anlage 1976 (1937)			
3 Fruchtfolgen	50 % Getreide (50 % Hackfrucht)	75 % Getreide 25 % Hackfrucht	100 % Getreide 0 % Hackfrucht)
6 Fruchtarten	FF 1: Silomais - Sommergerste - Kartoffeln - Winterroggen FF 2: Silomais - Sommergerste - Winterroggen - Winterroggen FF 3: Wintergerste - Sommergerste - Hafer - Winterroggen		
Strohdüngung 2 Stufen	mit Stroh nach Anfall (nach Sommergerste und Winterroggen) keine Strohdüngung		
Mineral-N-Düngung 4 Stufen	N1	0 kg ha⁻¹ N	(höhere N-Gabe zu Mais und Kartoffeln)
	N2	40 / 60 kg ha⁻¹ N KAS	
	N3	80 / 120 kg ha⁻¹ N KAS	
	N4	120 / 180 kg ha⁻¹ N KAS	
2 Wiederholungen			
2 Zusatzprüfglieder	ohne organische Düngung seit 1937 ohne organische Düngung seit 1972		
P/K-Düngung	200 kg ha ⁻¹ K, 48 kg ha ⁻¹ P (K40 / TSP)		
Kalkung	nach Bedarf (pH >5,5)		
Zwischenfrucht	FF1 vor Silomais und Kartoffeln FF2 vor Silomais FF3 vor Sommergerste und Hafer		

Fruchtfolge, Stroh- und Stickstoffdüngungsversuch (DV) Kohlenstoffvorräte der Prüfglieder (t ha⁻¹ C_{org})

Hackfrucht- anteil (%)	N1		N2		N3		N4		ZV1 seit 1972 ohne Org. Düng.	ZV2 seit 1937 ohne Org. Düng.		
	Strohdüngung											
	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit				
C _{org} ⁽¹⁾ 1973-1974	22,7	22,8	22,9	23,5	22,5	23,3	22,2	23,3	21,2	15,5		
0 ⁽²⁾	18,9	19,8	19,6	21,4	19,9	21,4	19,9	21,0	20,5	20,6		
25 ⁽²⁾	15,1	16,4	15,8	16,4	16,6	17,6	16,8	18,1	16,0	15,5		
50 ⁽²⁾	13,9	13,7	14,9	14,1	14,7	16,3	14,4	15,8	13,7	13,5		

¹ Datenbasis: Mittelwerte der BU und Prüfglieder aller Fruchtfolgen (Mittelwerte 1973-1974)

² Datenbasis: Parzellenmittelwerte der BU, n = 2, n_{BU} = 4 (2010-2013)

Ergebnisse



THG-Emissionen – flächenbezogen (kg ha⁻¹ a⁻¹ CO₂equ.)

Hackfrucht- anteil	N1		N2		N3		N4		ZV1 seit 1972 ohne Org. Düng.	ZV2 seit 1937 ohne Org. Düng.
	Strohdüngung									
	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit		
0 %	963	872	1682	1496	2133	1983	2603	2504	1897	1293
25 %	1497	1355	2273	2207	2743	2651	3269	3134	2714	2099
50 %	1781	1810	2733	2823	3363	3208	3987	3857	3169	2639

THG-Emissionen – produktbezogen (kg CO₂equ. dt⁻¹ GE)

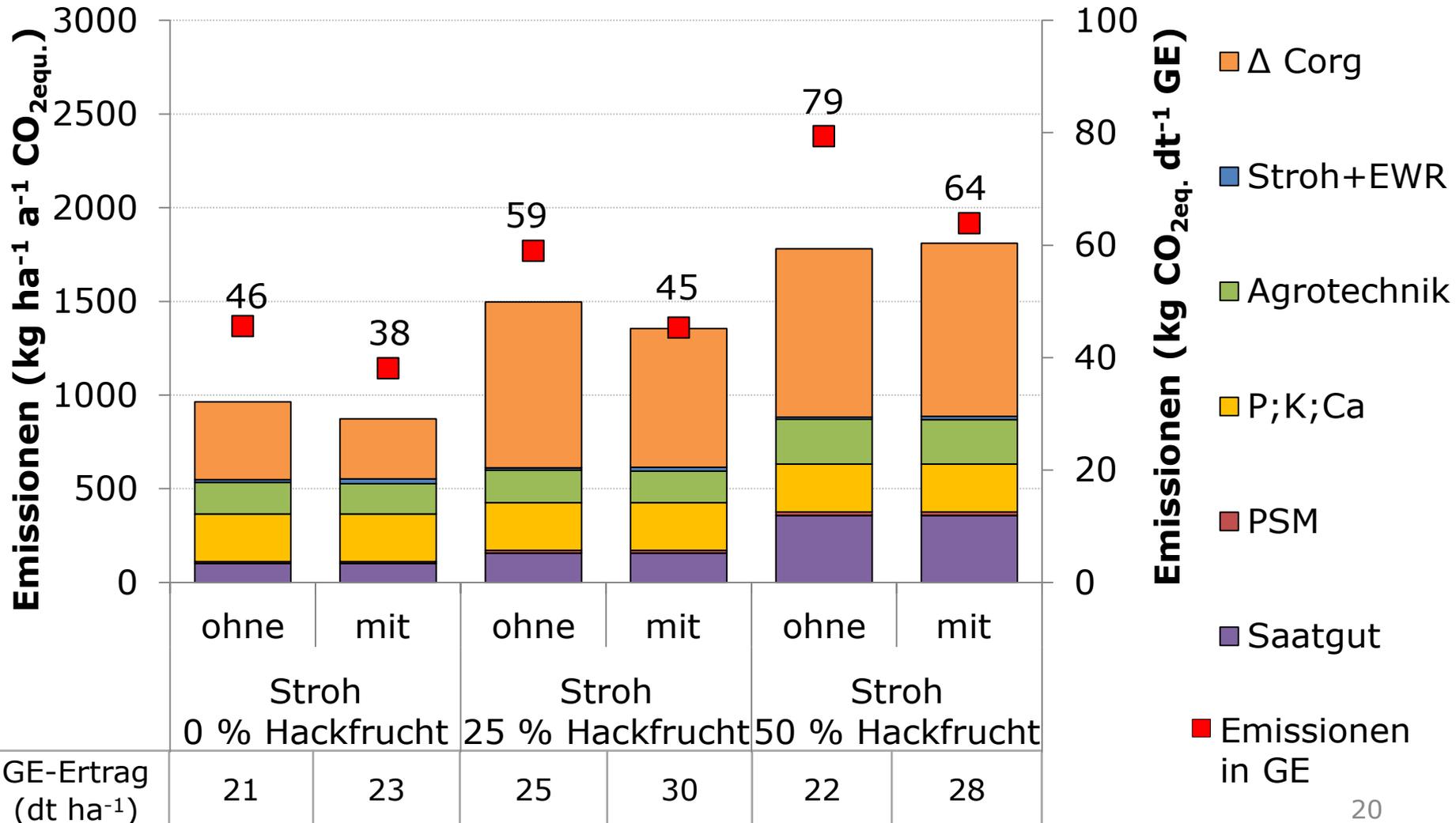
Hackfrucht- anteil	N1		N2		N3		N4		ZV1 seit 1972 ohne Org. Düng.	ZV2 seit 1937 ohne Org. Düng.
	Strohdüngung									
	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit		
0 %	46	38	45	40	50	45	59	57	44	30
25 %	59	45	42	42	42	36	41	44	38	33
50 %	79	64	53	54	53	49	59	51	51	43

*Mittelwerte basierend auf den Erträgen der Erntejahre 2002-2013

Ergebnisse



THG-Emissionen nach Quellen Prüfglieder ohne Mineral-N



Ergebnisse

Landwirtschaftliche Praxis

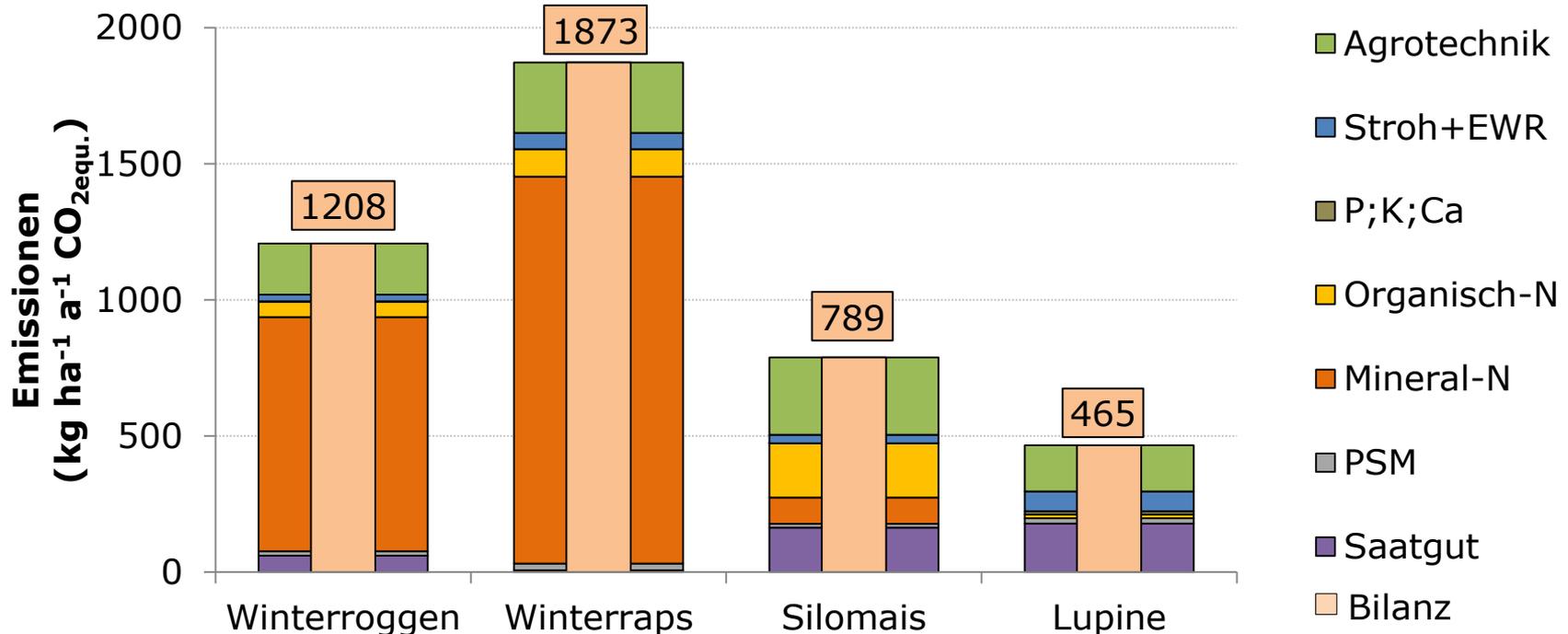
Agrargenossenschaft Trebbin

Ergebnisse (Agt)

Ackerbauliche Parameter untersuchter Fruchtarten im Mittel der Erntejahre 2010-2013

Parameter	Einheit	Winterroggen			Winterraps			Silomais			Lupine		
		Ø	Min	Max	Ø	Min	Max	Ø	Min	Max	Ø	Min	Max
Anbaufläche	ha	718	632	789	418	377	438	576	472	708	28	26	33
Min. N-Düngung	kg ha ⁻¹ N	74	68	81	122	107	137	10	5	14	0	0	0
Org.-N Düngung	kg ha ⁻¹ N	31	27	36	56	45	71	96	81	105	8	0	32
Ertrag	dt ha ⁻¹ GE	35	22	41	30	14	45	97	83	112	15	10	20

THG-Emissionen im Mittel der Erntejahre 2010-2013



Potenziale zur Treibhausgasreduzierung auf Sandböden in Brandenburg:

- Steigende organische Düngung (Stalldung, Stroh,...)
- Mineralische N-Düngung reduzieren und durch organische N-Quellen kompensieren (Wirtschaftsdünger, Leguminosen,...)
- Fruchtfolgen zur Erhöhung der Kohlenstoffvorräte

Gefördert aus Mitteln des Paktes
für Forschung und Entwicklung



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!