

**Hochschule Osnabrück**  
University of Applied Sciences

---

# **Gülleunterfußdüngung zur Optimierung der Stickstoffnutzungseffizienz im Maisanbau**

---

**Prof. Dr. Hans-Werner Olf, Prof. Dr. Dieter Trautz,  
Carl-Philipp Federolf, Matthias Westerschulte**

Hochschule Osnabrück  
Am Krümpel 31, 49090 Osnabrück  
E-Mail: [M.Westerschulte@hs-osnabrueck.de](mailto:M.Westerschulte@hs-osnabrueck.de)

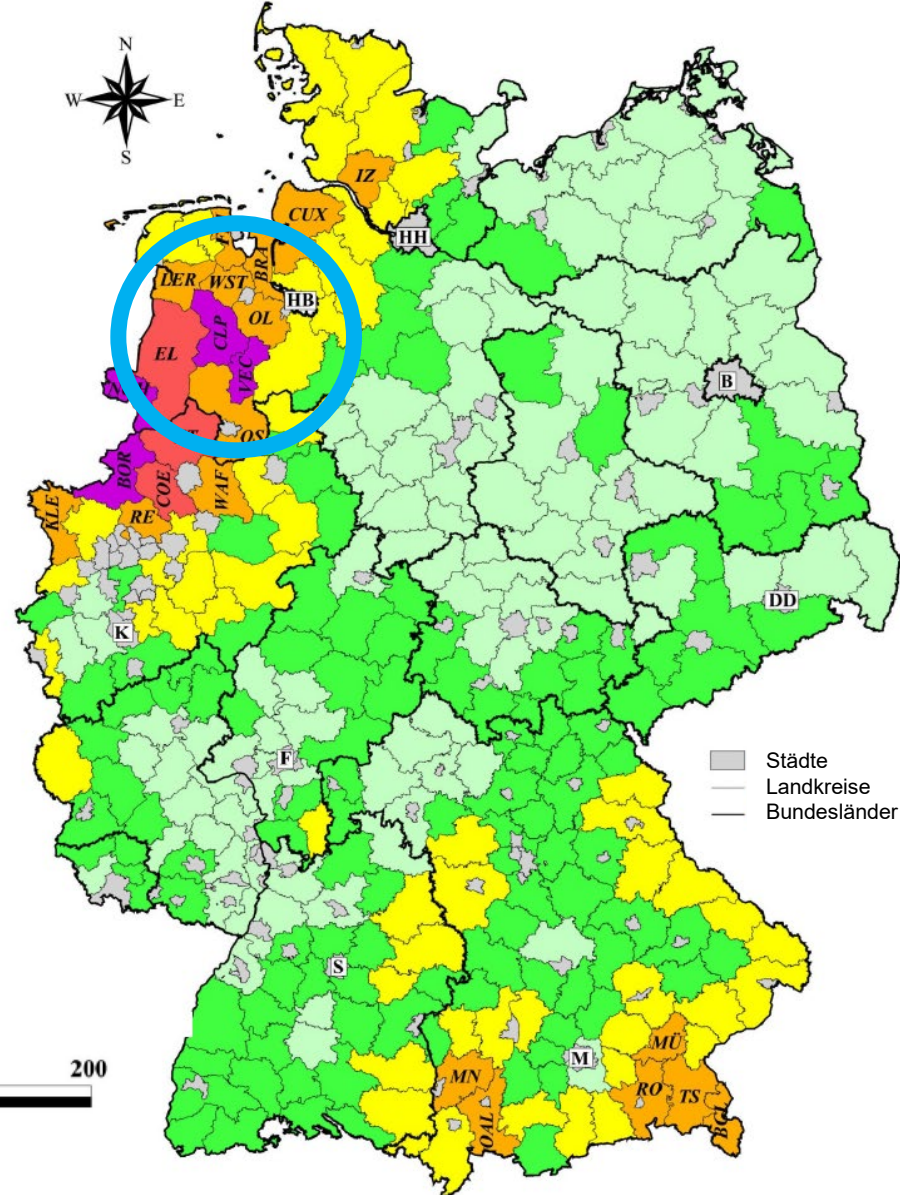
- Einleitung → Problemstellung & Zielsetzung
- Das Prinzip der „Gülledepot-Applikation“
- Versuchsserie mit Landwirtschaftskammern
- Stickstoffdynamik ...
  - Pflanze
  - Boden
  - N<sub>2</sub>O
- Gesamtfazit

- **Einleitung → Problemstellung & Zielsetzung**
- Das Prinzip der „Gülledepot-Applikation“
- Versuchsserie mit Landwirtschaftskammern
- Stickstoffdynamik ...
  - Pflanze
  - Boden
  - N<sub>2</sub>O
- Gesamtfazit

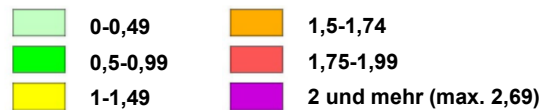
# Tierbesatzdichte in Deutschland



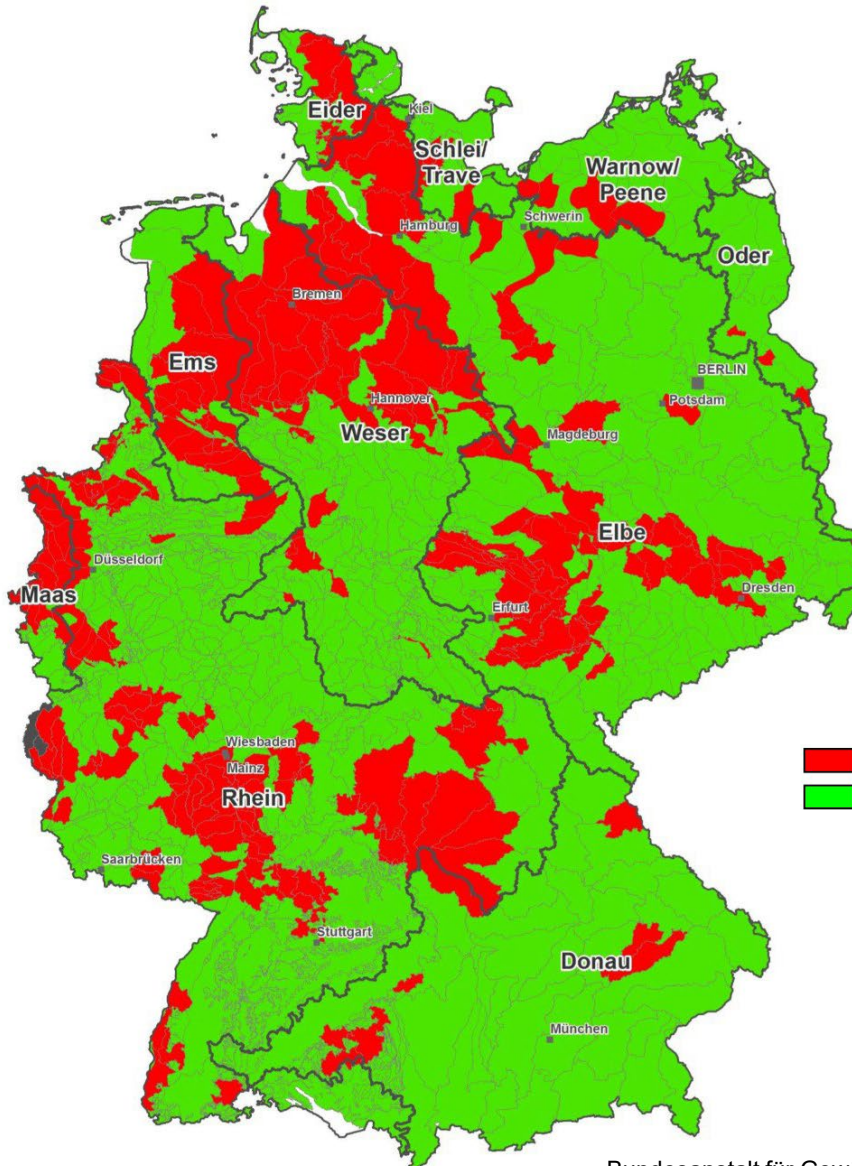
- org. Nährstoffanfall (kg N/ha)
- VEC → 316
- CLP → 261
- Nährstoffentzug → 200
  - (bei 50 t FM/ha)
- empfohlene Düngung → 180-N<sub>min</sub>
- Unterfußdüngung → 23



Großvieheinheiten pro Hektar



# Nitratbelastung des Grundwassers



- Grundwasserkörper im schlechten chemischen Zustand für Nitrat
- Grundwasserkörper im guten chemischen Zustand für Nitrat

Bundesanstalt für Gewässerkunde (2010)

## **Substitution der mineralischen Unterfußdüngung durch „Depot-Applikation“ von Gülle in den Boden**

- Minimierung von N-Verlusten
- Verbesserung der P-Aneignung

**Optimierung der Nährstoffnutzungseffizienz**



**Gleicher Ertrag bei reduzierter Umweltbelastung**

- Einleitung → Problemstellung & Zielsetzung
- **Das Prinzip der „Gülledepot-Applikation“**
- Versuchsserie mit Landwirtschaftskammern
- Stickstoffdynamik ...
  - Pflanze
  - Boden
  - N<sub>2</sub>O
- Gesamtfazit



# Prinzip „Gülledepot-Applikation“

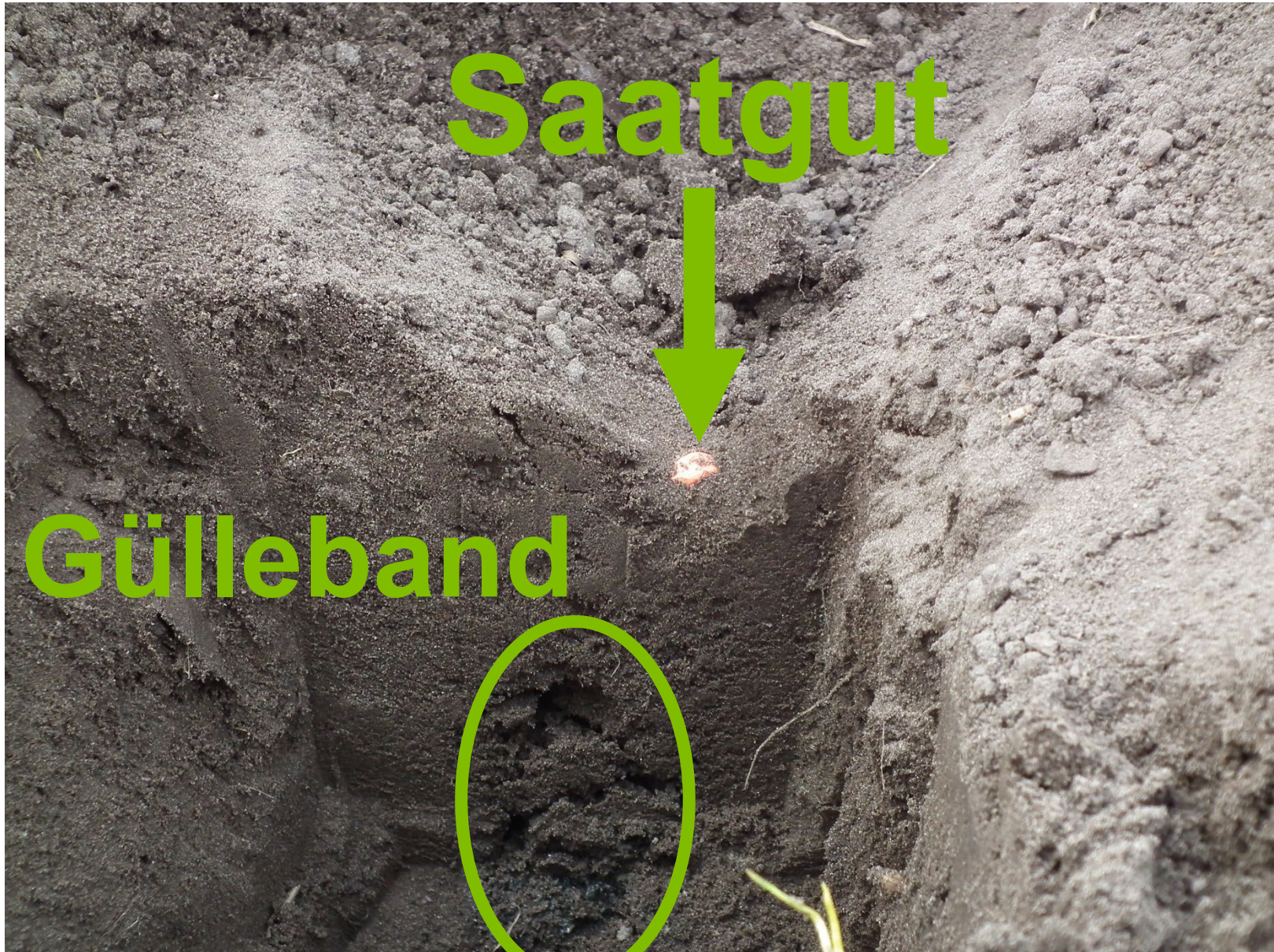


# Prinzip: Verteilung des Gülledepots



# Prinzip: Aussaat





# Prinzip: Erwurzelung des Depots

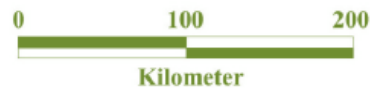


- Einleitung → Problemstellung & Zielsetzung
- Das Prinzip der „Gülledepot-Applikation“
- **Versuchsserie mit Landwirtschaftskammern**
- Stickstoffdynamik ...
  - Pflanze
  - Boden
  - N<sub>2</sub>O
- Gesamtfazit

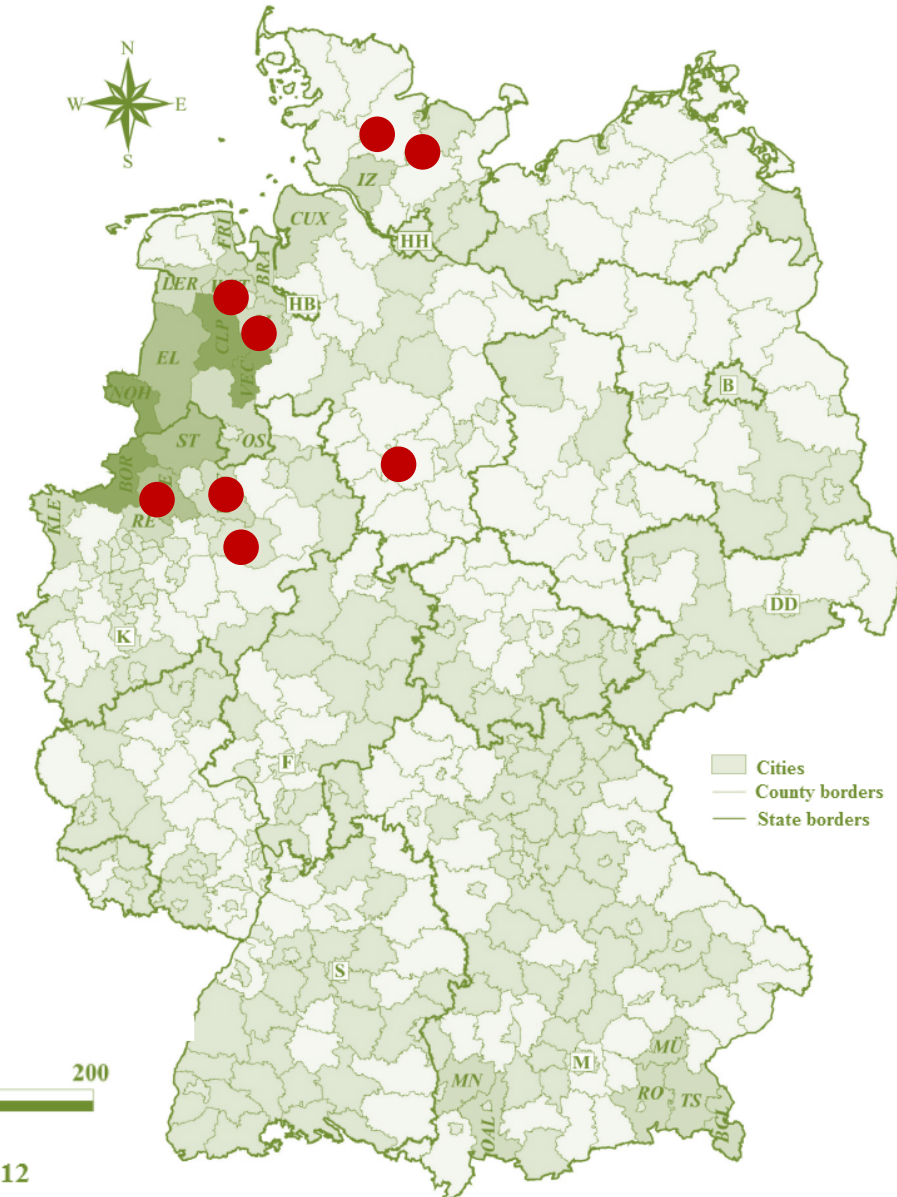
Bodenart: Podsole – Luvisole,  
Ackerzahlen 25 – 85

 Versuchsstandorte

Livestockunits (1 unit  $\approx$  500 kg) per hectare



Map by: Bäuerle, 2012





Bodenart: Podsole – Luvisole,  
Ackerzahlen 25 – 85

## F1: Gülledüngung

1. Kontrolle ohne Gülle
2. Schleppschlauch mit Einarbeitung
3. Depot
4. Depot + Piadin
5. Depot – Reduzierte Menge
6. Depot + Piadin – Reduzierte Menge

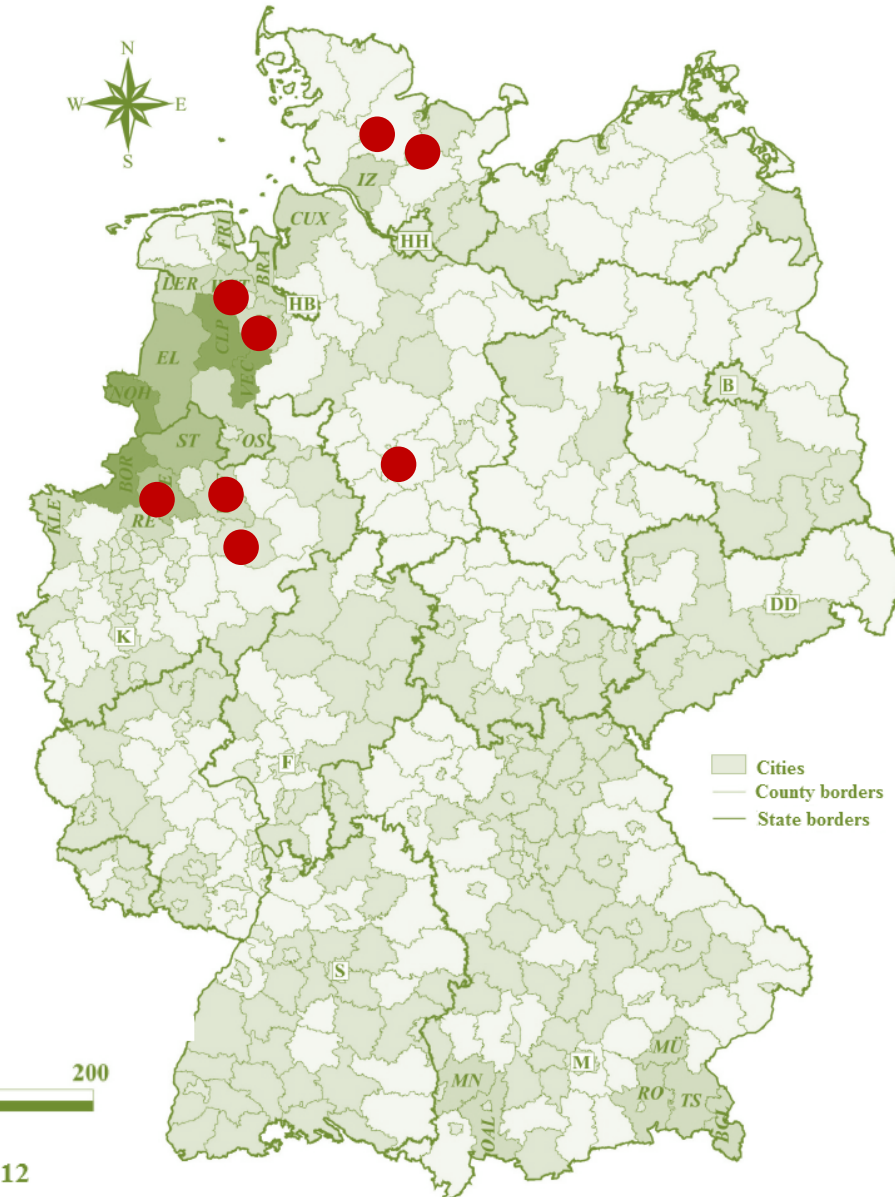
 Versuchsstandorte

Livestockunits (1 unit  $\approx$  500 kg) per hectare

 0 - 0,49	 1,5 - 1,74
 0,5 - 0,99	 1,75-1,99
 1 - 1,49	 2 and more (max: 2,96)



Map by: Bäuerle, 2012





Bodenart: Podsole – Luvisole,  
Ackerzahlen 25 – 85

## F1: Gülledüngung

1. Kontrolle ohne Gülle
2. Schleppschlauch mit Einarbeitung
3. Depot
4. Depot + Piadin
5. Depot – Reduzierte Menge
6. Depot + Piadin – Reduzierte Menge

## F2: Mineralische Unterfußdüngung

1. Ohne
2. Mit 23 kg N ha<sup>-1</sup> 10 kg P ha<sup>-1</sup>

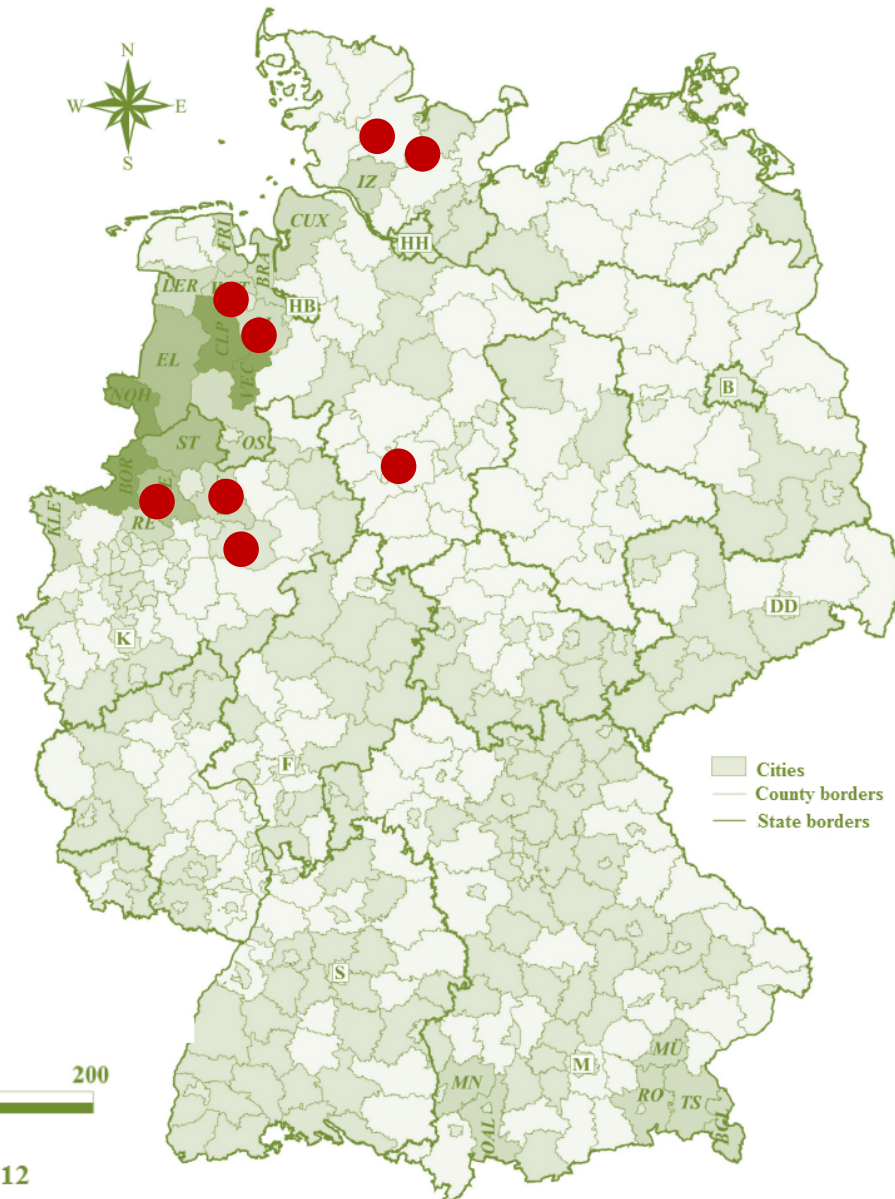
● Versuchsstandorte

Livestockunits (1 unit ≈ 500 kg) per hectare

0 - 0,49	1,5 - 1,74
0,5 - 0,99	1,75-1,99
1 - 1,49	2 and more (max: 2,96)

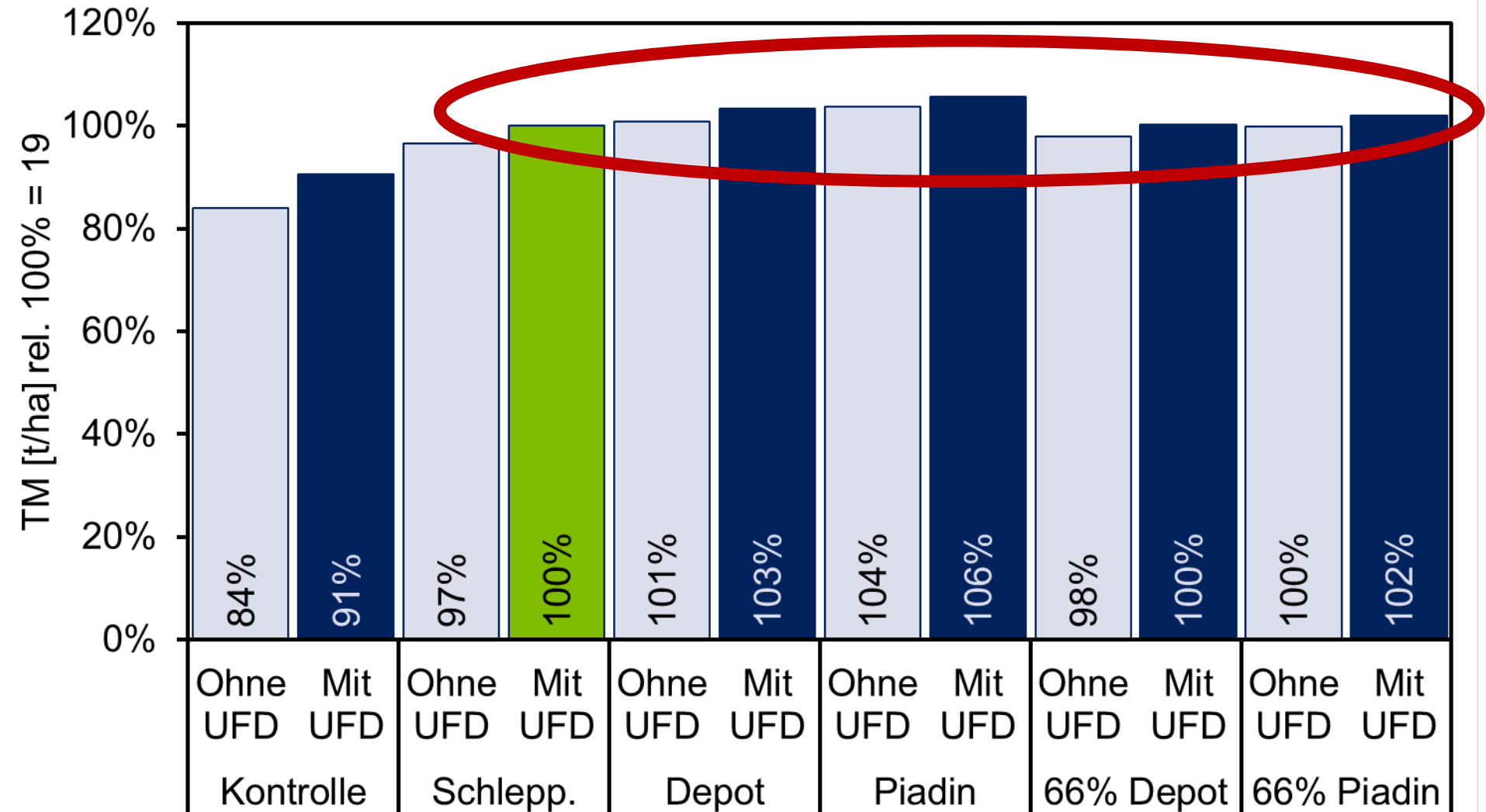


Map by: Bäuerle, 2012

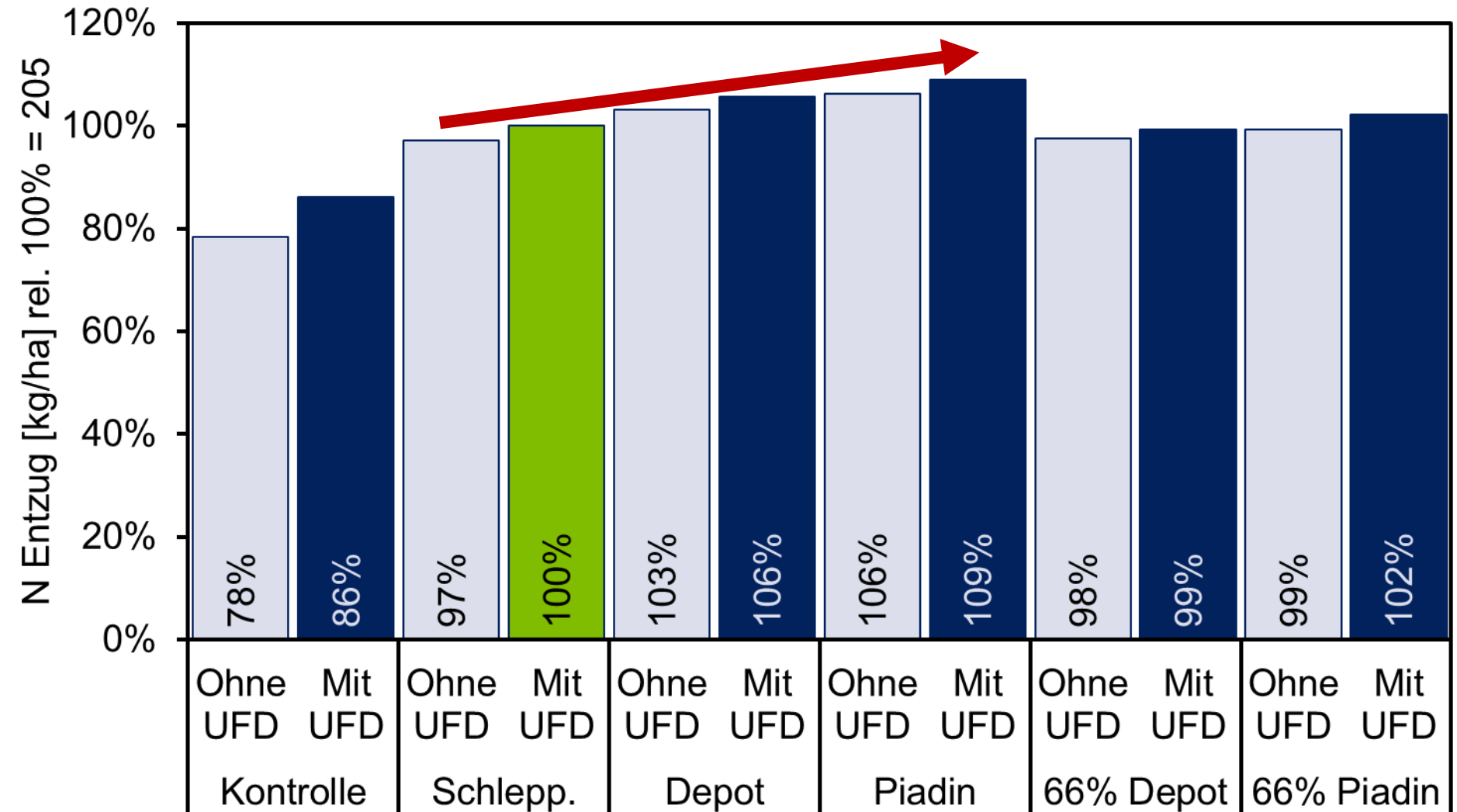








Ringversuch der Hochschule Osnabrück und der LWK Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein, finanziert durch die DBU

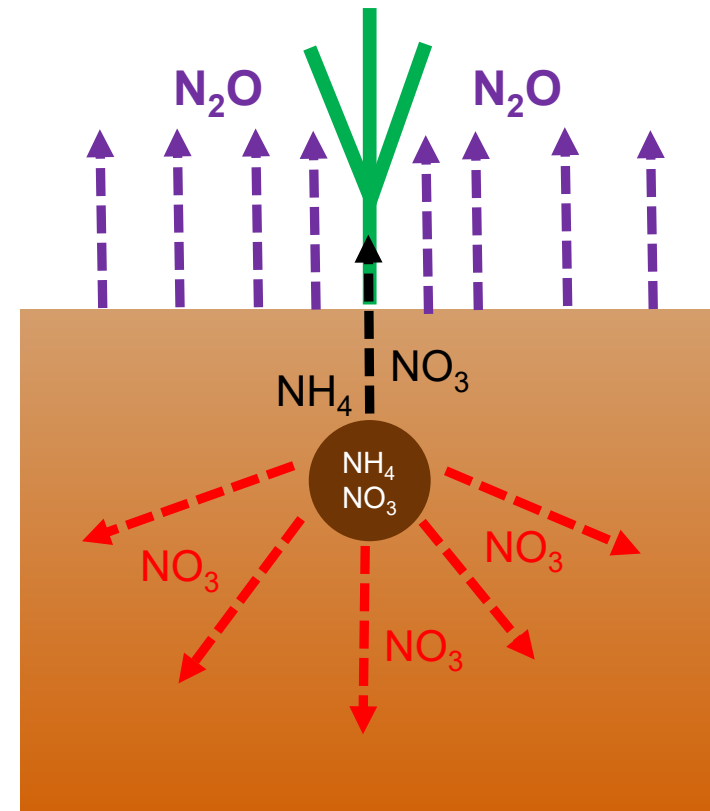


Ringversuch der Hochschule Osnabrück und der LWK Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein, finanziert durch die DBU

- Jugendentwicklung kann kritisch sein
- Erträge vergleichbar
- N-Effizienz besser

**→ Substitution möglich!!**

- Einleitung → Problemstellung & Zielsetzung
- Das Prinzip der „Gülledepot-Applikation“
- Versuchsserie mit Landwirtschaftskammern
- **Stickstoffdynamik ...**
  - Pflanze
  - Boden
  - N<sub>2</sub>O
- Gesamtfazit

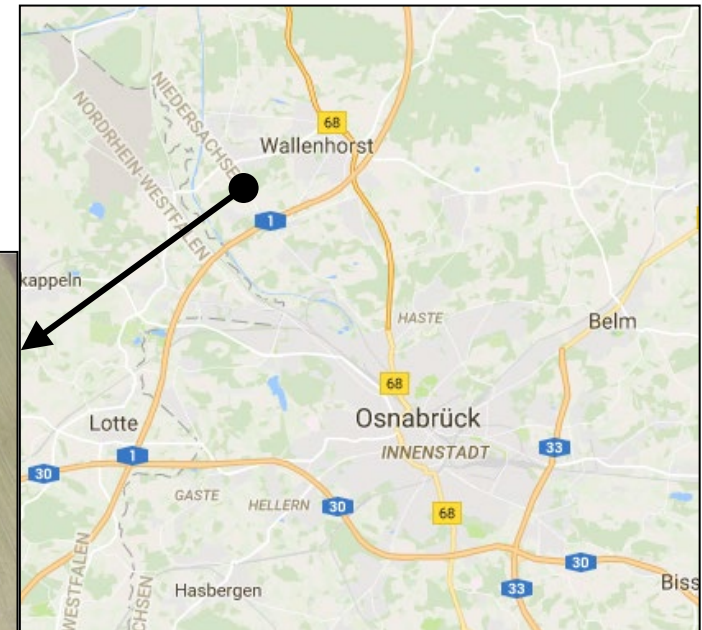


## 2014 & 2015



## Standort:

- Bodentyp: Plaggenesch-Podsol
- Bodenart: Sand
- Ackerzahl: 31-33



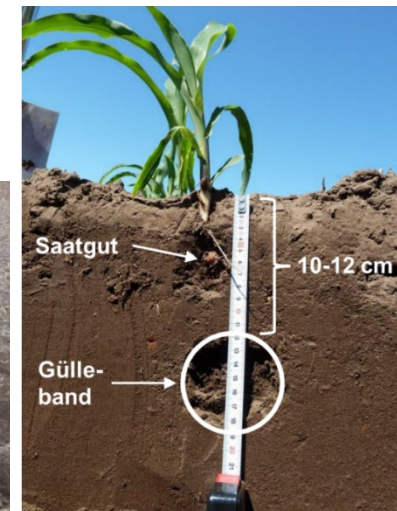
## Gülle: Mastschweinegülle

	Variante	Mineraldünger	Gülledüngung	Nitrifikationshemmstoff
1	Kontrolle	ohne	ohne	ohne
2	Standard	23 kg/ha N 10 kg/ha P	23/24 m <sup>3</sup> /ha (Schleppschlauch)	ohne
3	Depot	ohne	23/24 m <sup>3</sup> /ha	ohne
4	Piadin	ohne	23/24 m <sup>3</sup> /ha	3 l/ha Piadin

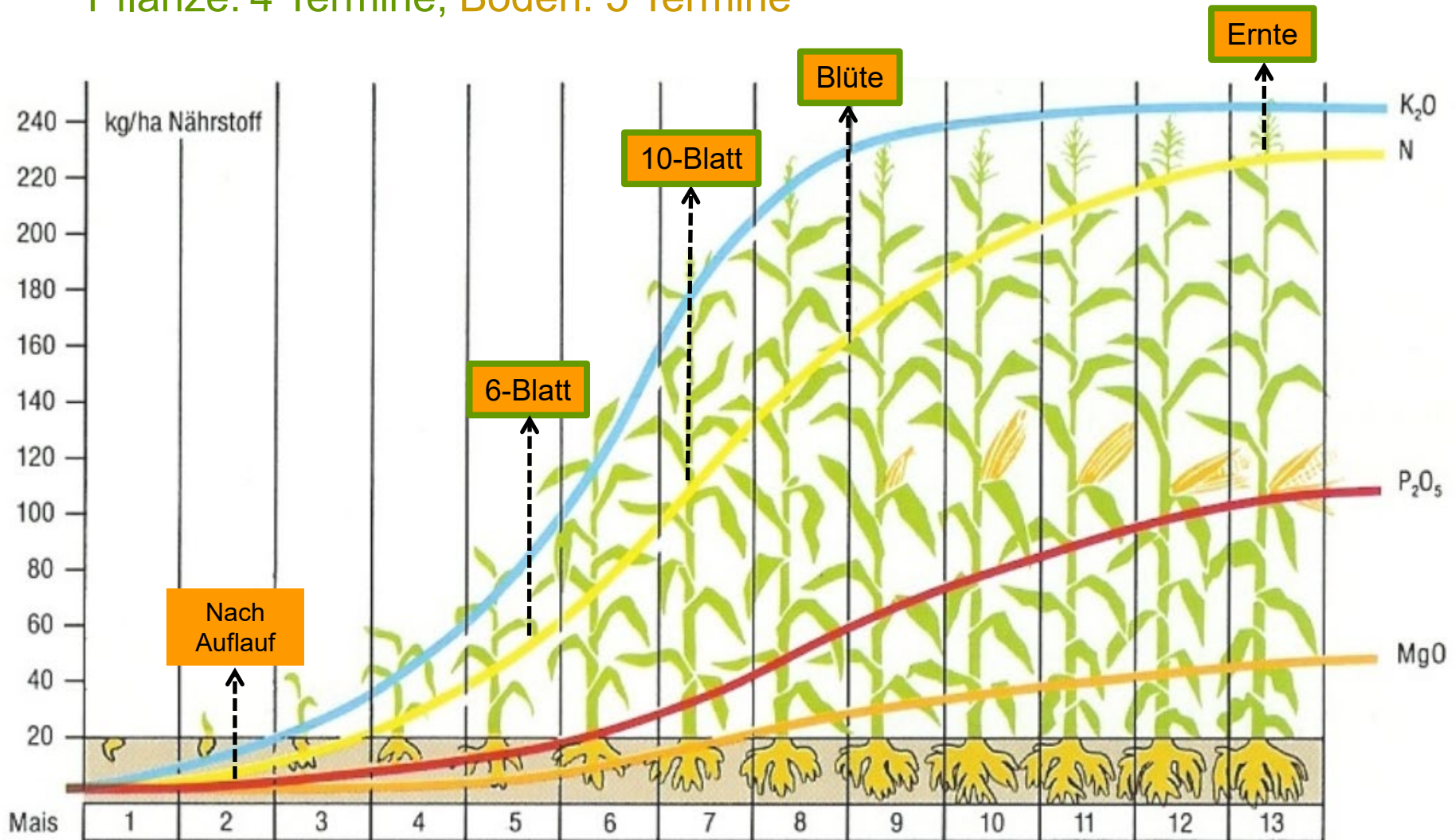
	Variante	Mineraldünger	Gülledüngung	Nitrifikationshemmstoff
1	Kontrolle	ohne	ohne	ohne
2	Standard	23 kg/ha N 10 kg/ha P	23/24 m <sup>3</sup> /ha (Schleppschlauch)	ohne
3	Depot	ohne	23/24 m <sup>3</sup> /ha	ohne
4	Piadin	ohne	23/24 m <sup>3</sup> /ha	3 l/ha Piadin

- Güllemenge nach N-Sollwertmethode
- Applikation: Mitte April
- Aussaat: ca. 1 Woche später

Vogelsang XTill

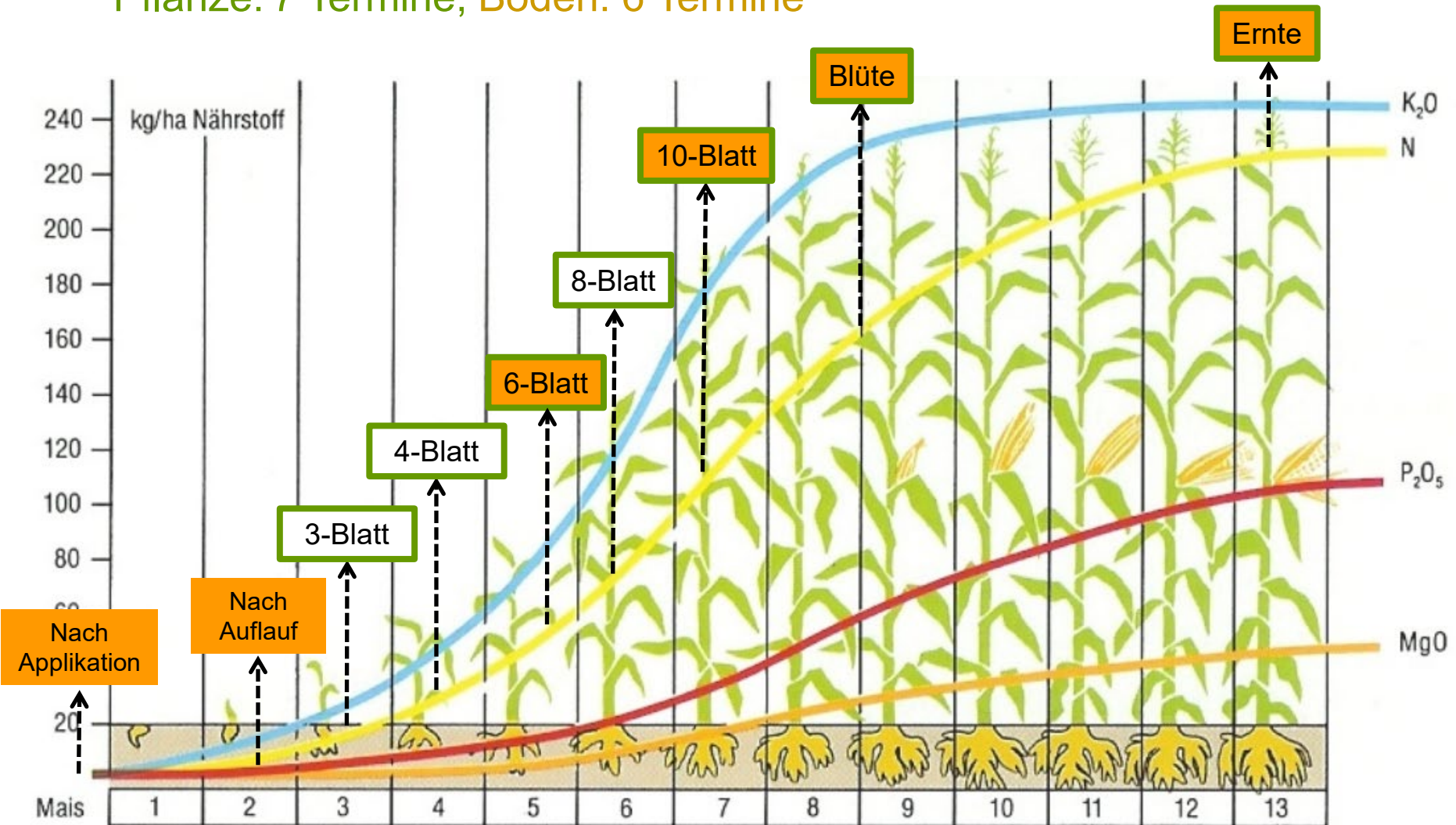


Pflanze: 4 Termine; Boden: 5 Termine



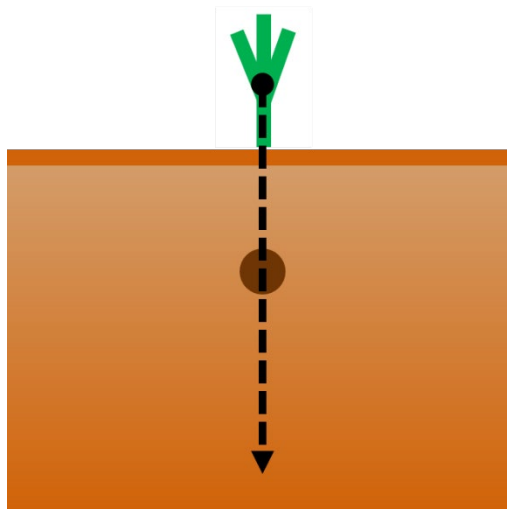
(verändert nach Buchner und Sturm 1980)

Pflanze: 7 Termine; Boden: 6 Termine

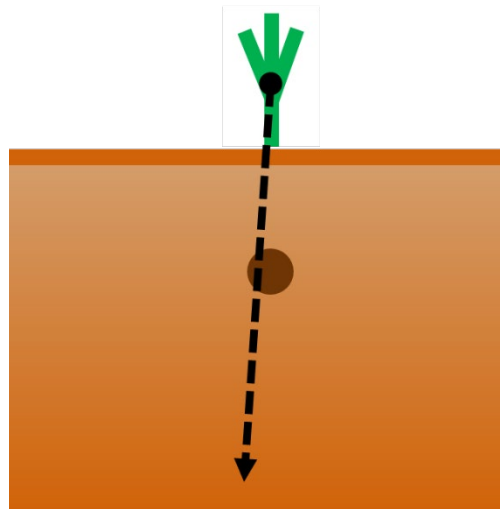


(verändert nach Buchner und Sturm 1980)

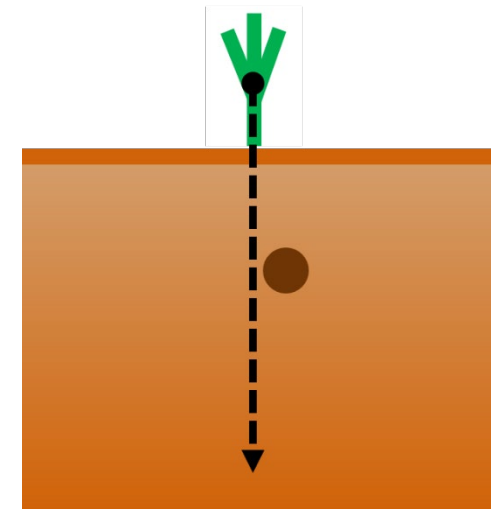
- hohe  $N_{\min}$ -Konzentrationsunterschiede zwischen Injektionsbereich und ungedüngtem Zwischenreihenbereich



optimal



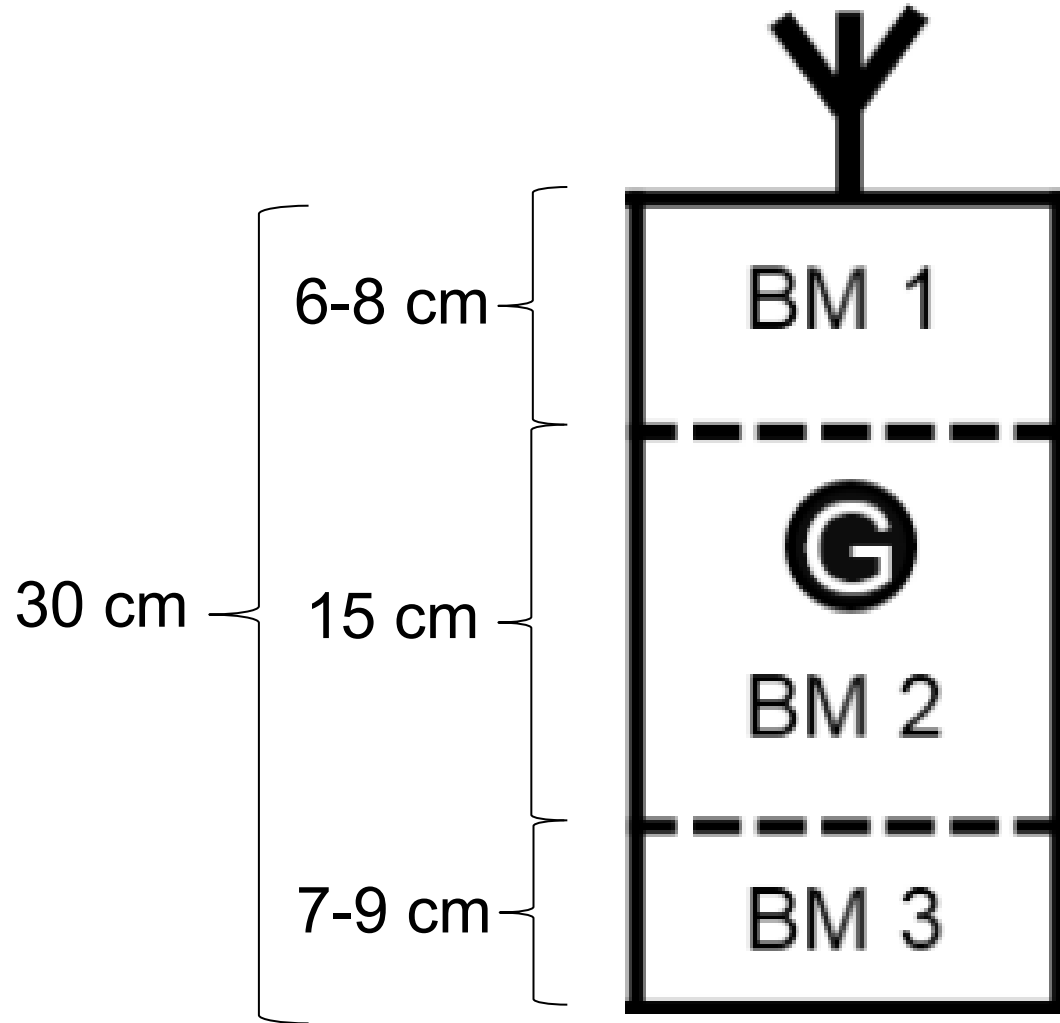
Bohrstock schräg



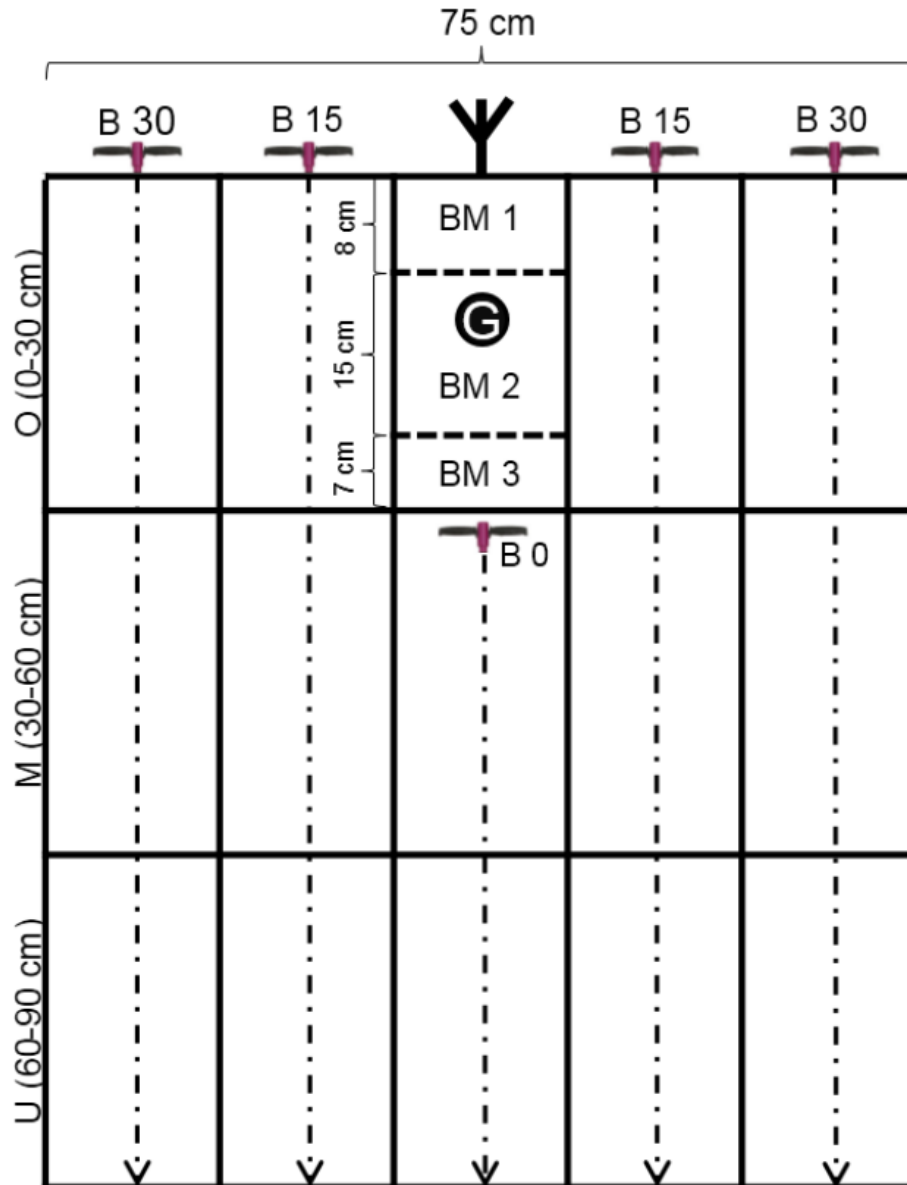
Gülleband nicht  
direkt unter der  
Maisreihe

→ **Standard-Bodenbeprobungsmethodik nicht geeignet**

# Neue Beprobungsmethode



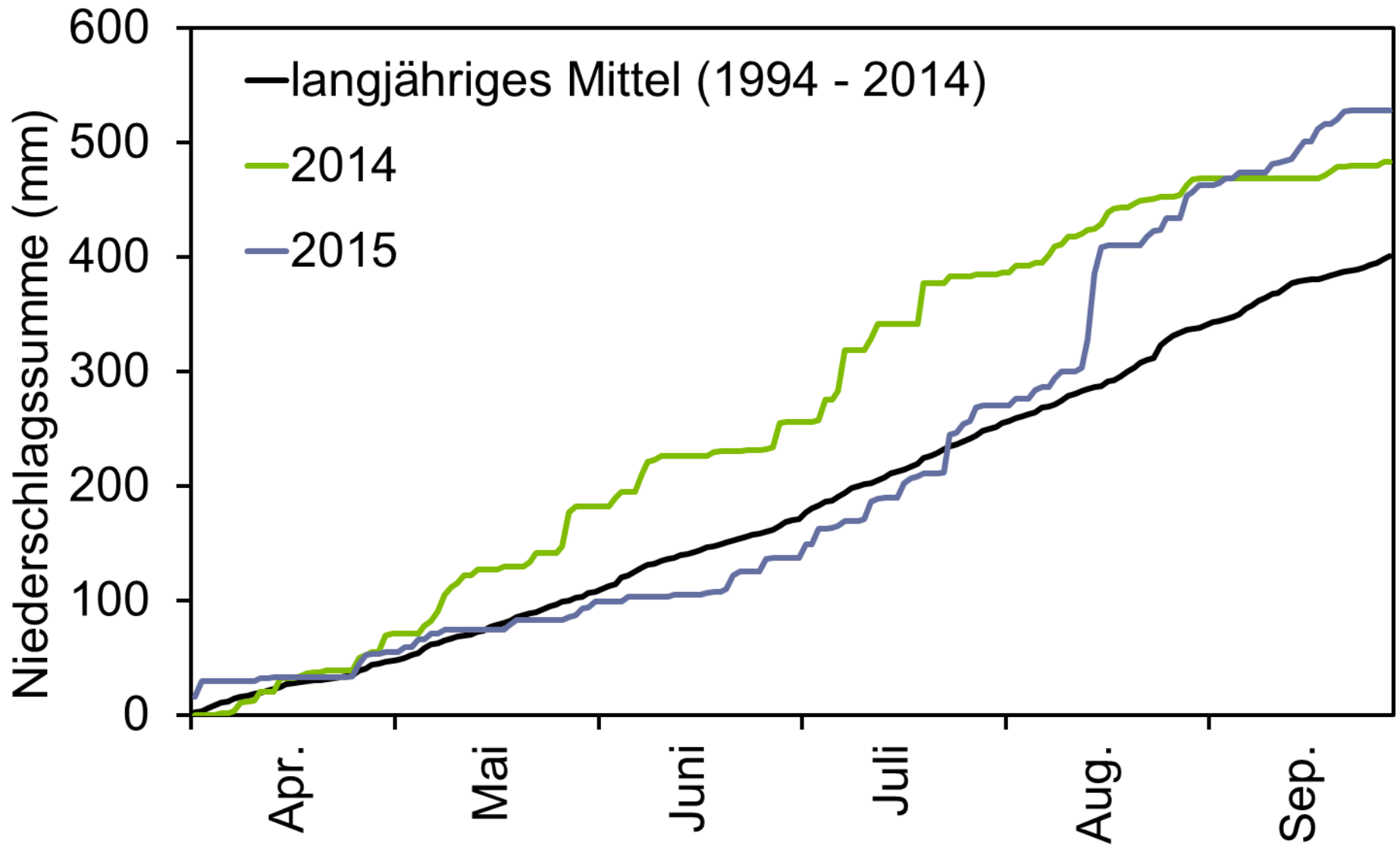
# Neue Beprobungsmethode





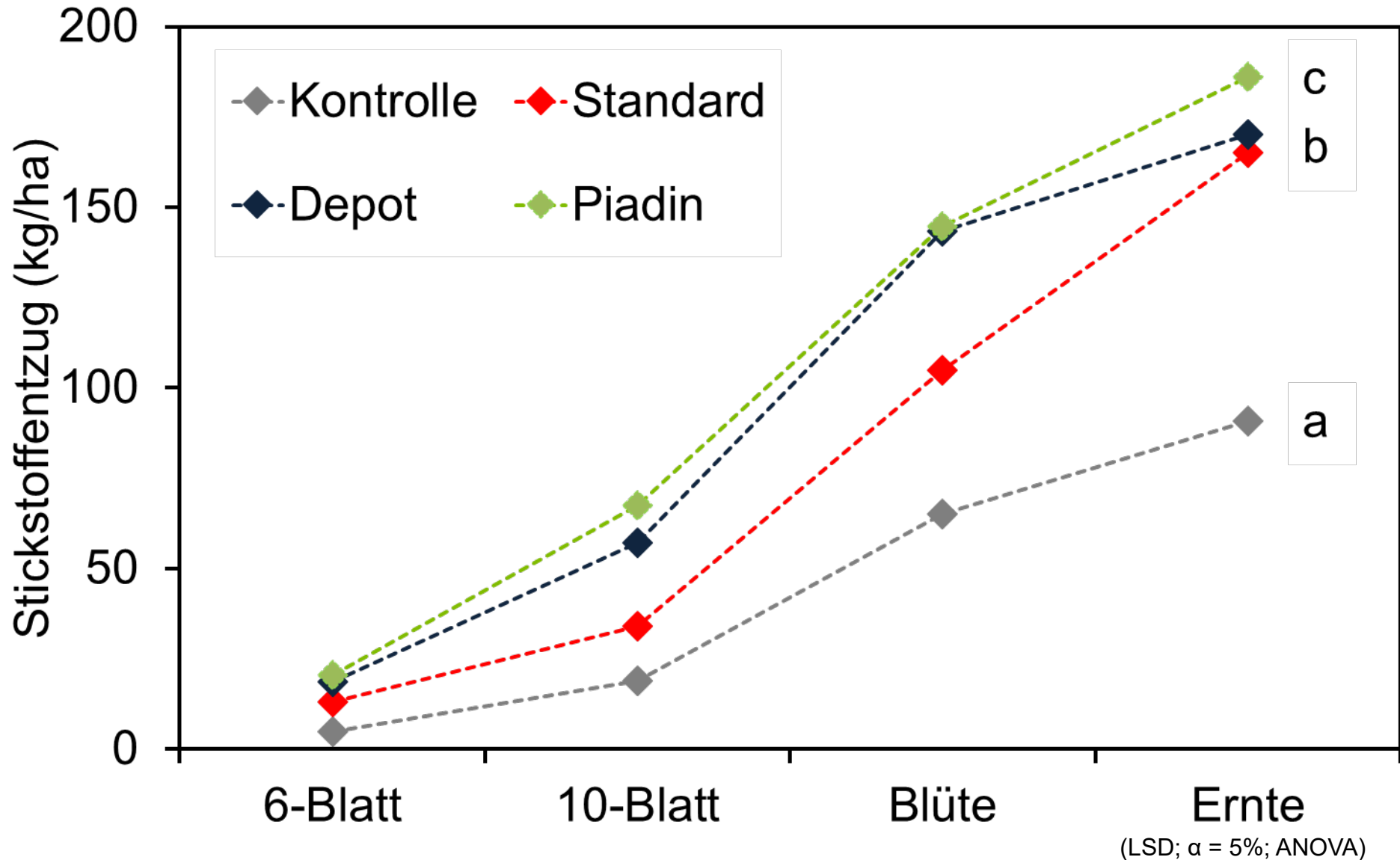
- **Niederschlagssumme**
- **2014**
  - N-Entzüge
  - Boden-N<sub>min</sub>-Dynamik
  - NH<sub>4</sub>-N Stabilisierung
- **2015**
  - N-Entzüge
  - Boden-N<sub>min</sub>-Dynamik
  - NH<sub>4</sub>-N Stabilisierung
- **Trockenmasseertrag und Stickstoffbilanz 2014 vs. 2015**
- **N<sub>2</sub>O-Emissionen**

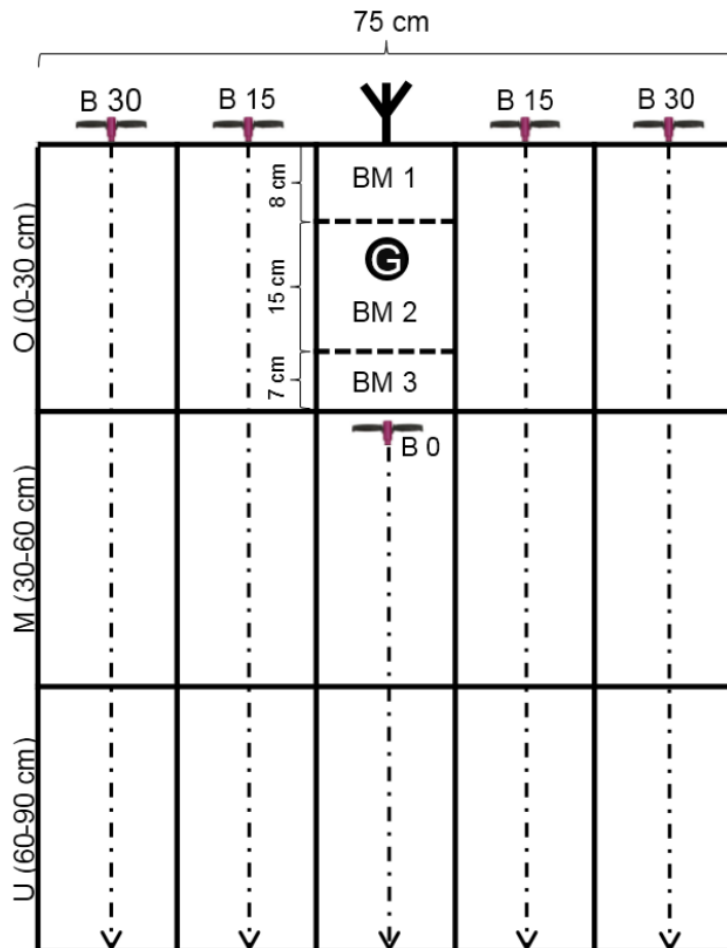
# Niederschlagssumme



- **Niederschlagssumme**
- **2014**
  - N-Entzüge
  - Boden-N<sub>min</sub>-Dynamik
  - NH<sub>4</sub>-N Stabilisierung
- **2015**
  - N-Entzüge
  - Boden-N<sub>min</sub>-Dynamik
  - NH<sub>4</sub>-N Stabilisierung
- **Trockenmasseertrag und Stickstoffbilanz 2014 vs. 2015**
- **N<sub>2</sub>O-Emissionen**

# Stickstoffentzüge 2014





**Bodenprobungsmethode**

N<sub>min</sub> Konzentration  
in mg/kg Boden

N-Entzug  
kg/ha



**Ergebnisdarstellung**

## Nach Auflauf (24 Tage nach Gülle-Applikation)

↓

		35		
19	19	45	19	19
		9,4		
3,1	3,1	4,1	3,1	3,1
1,7	1,5	1,6	1,5	1,7

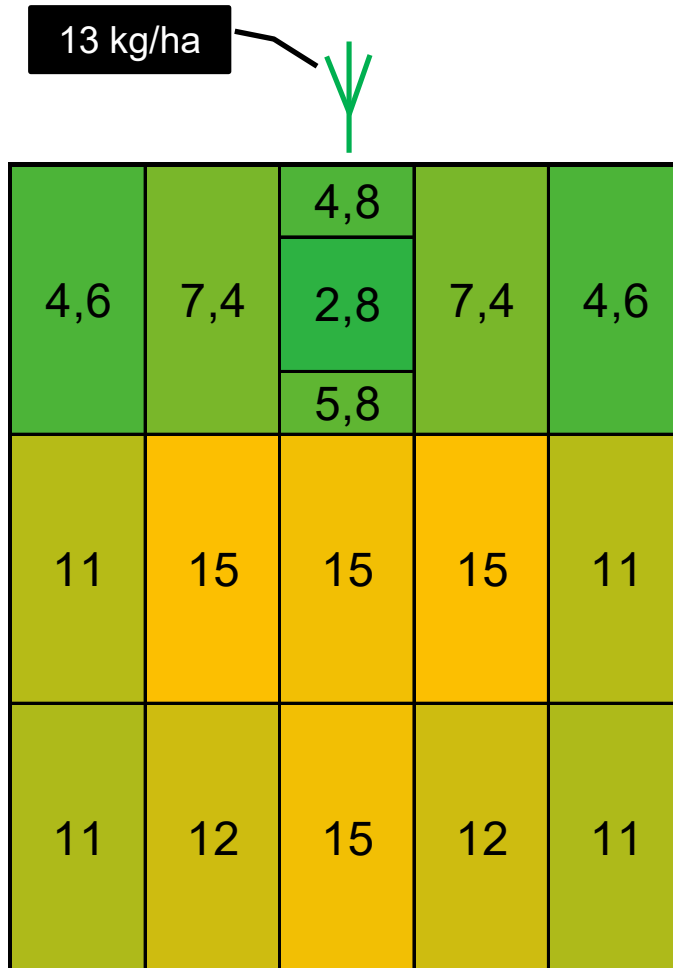
**Standard**

↓

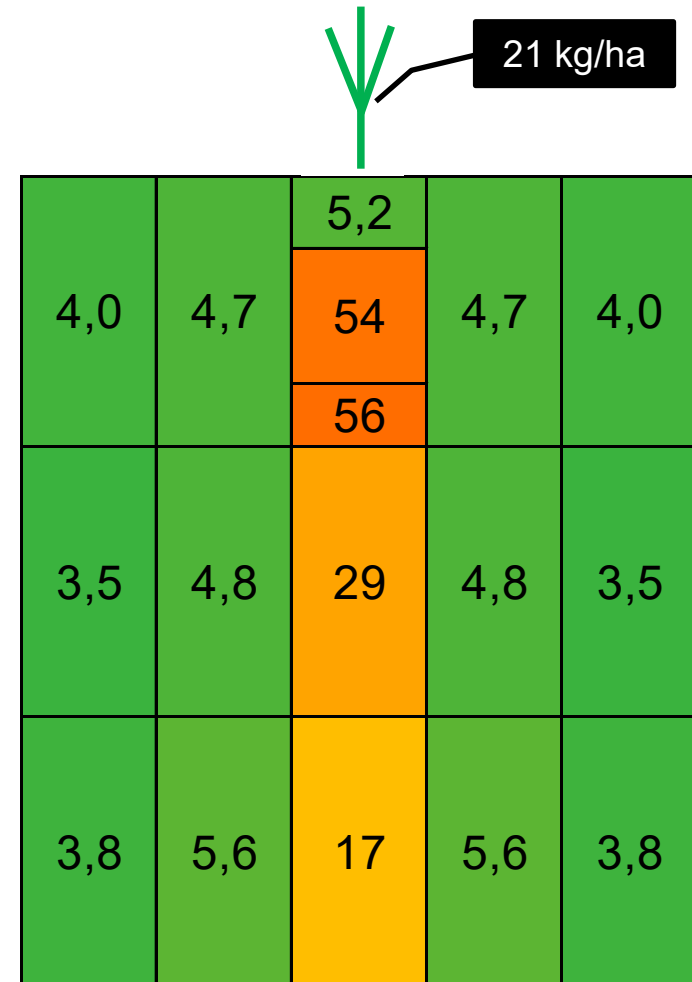
		10		
4,8	6,3	220	6,3	4,8
		29		
3,3	3,5	5,1	3,5	3,3
1,6	1,6	1,8	1,6	1,6

**Depot + Piadin**

## 6-Blatt (61 Tage nach Gülle- Applikation)

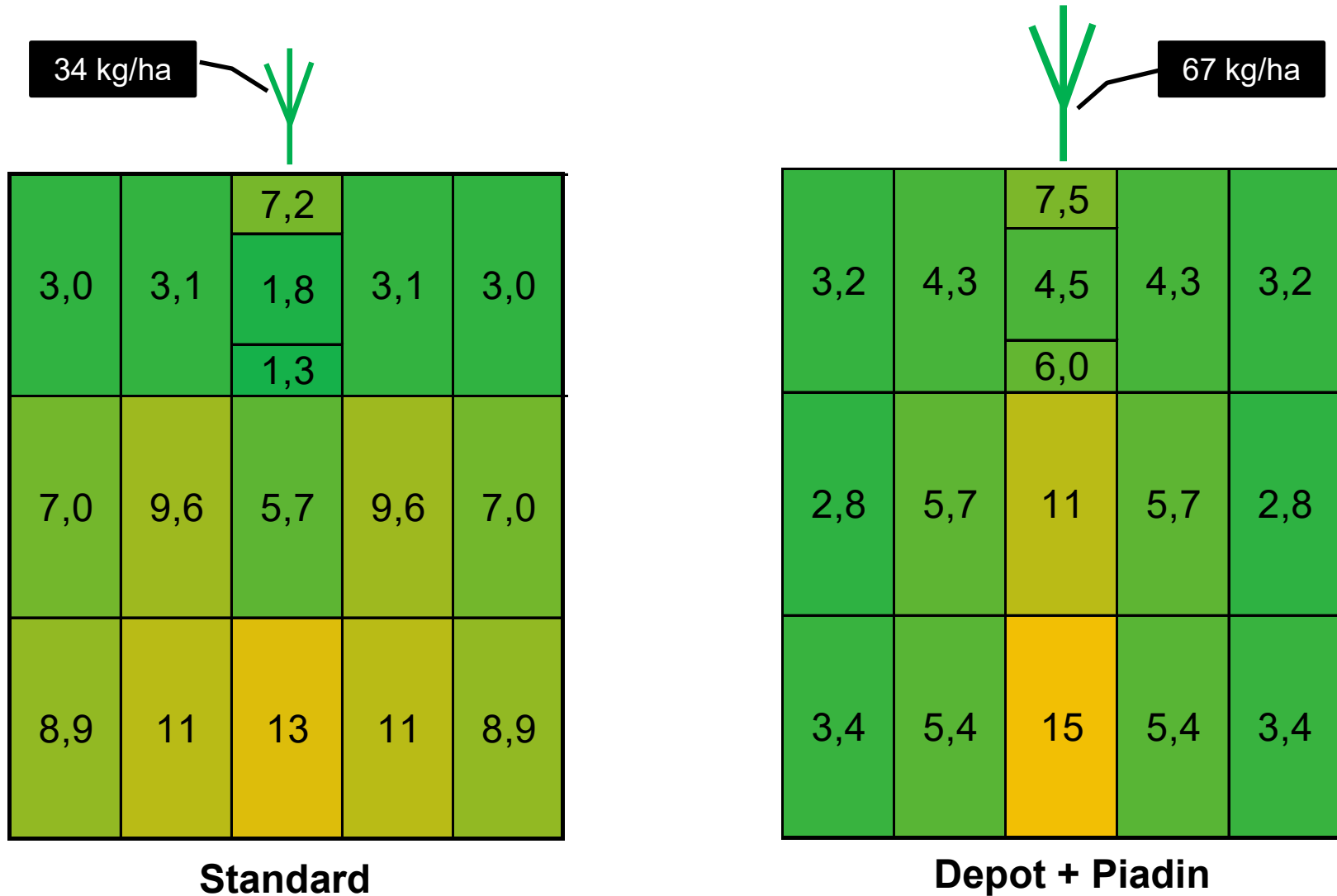


**Standard**



**Depot + Piadin**

## 10-Blatt (81 Tage nach Gülle-Applikation)

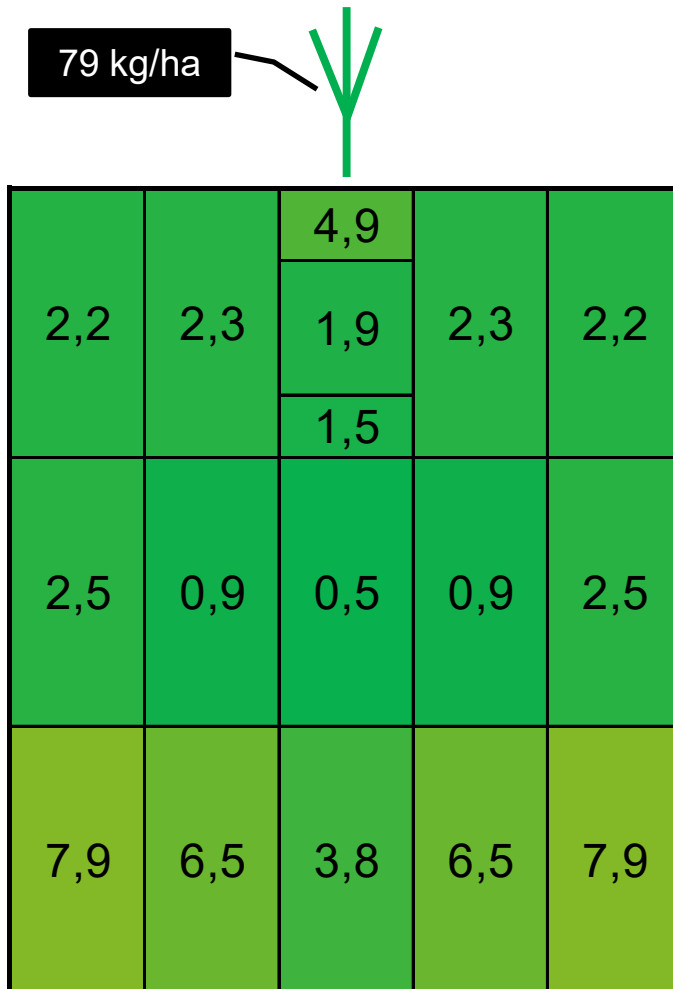




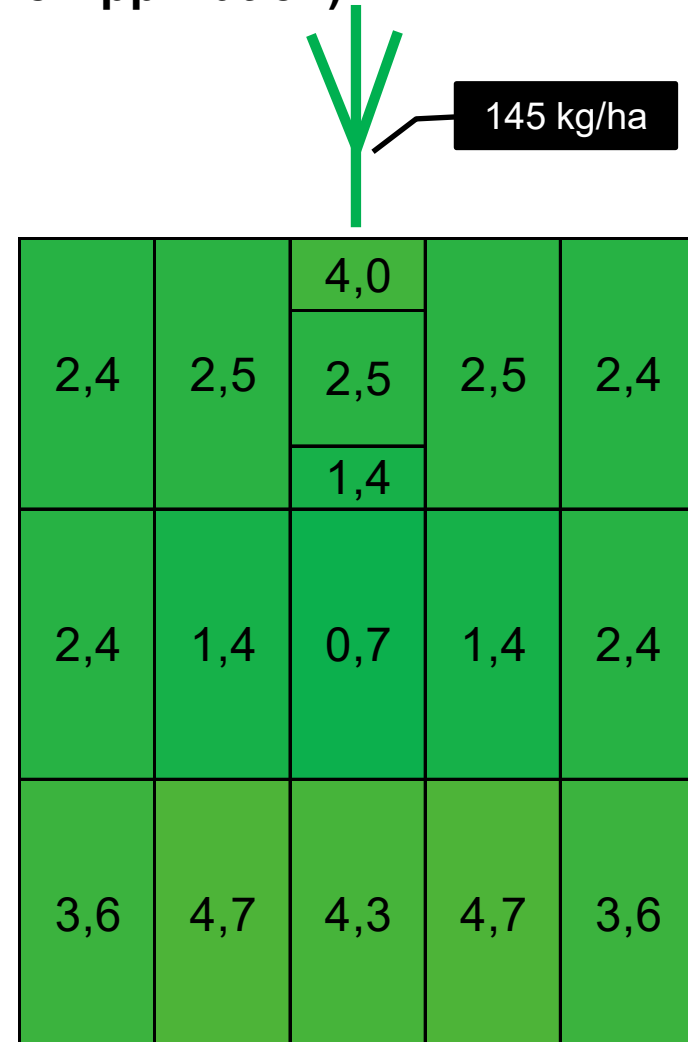
02.07.2014



## Blüte (102 Tage nach Gülle-Applikation)



**Standard**



**Depot + Piadin**

## Nach Ernte (185 Tage nach Gülle-Applikation)

165 kg/ha



		2,8		
5,9	6,2	2,9	6,2	5,9
		2,3		
1,6	1,6	1,3	1,6	1,6
1,6	1,0	1,0	1,0	1,6

**Standard**

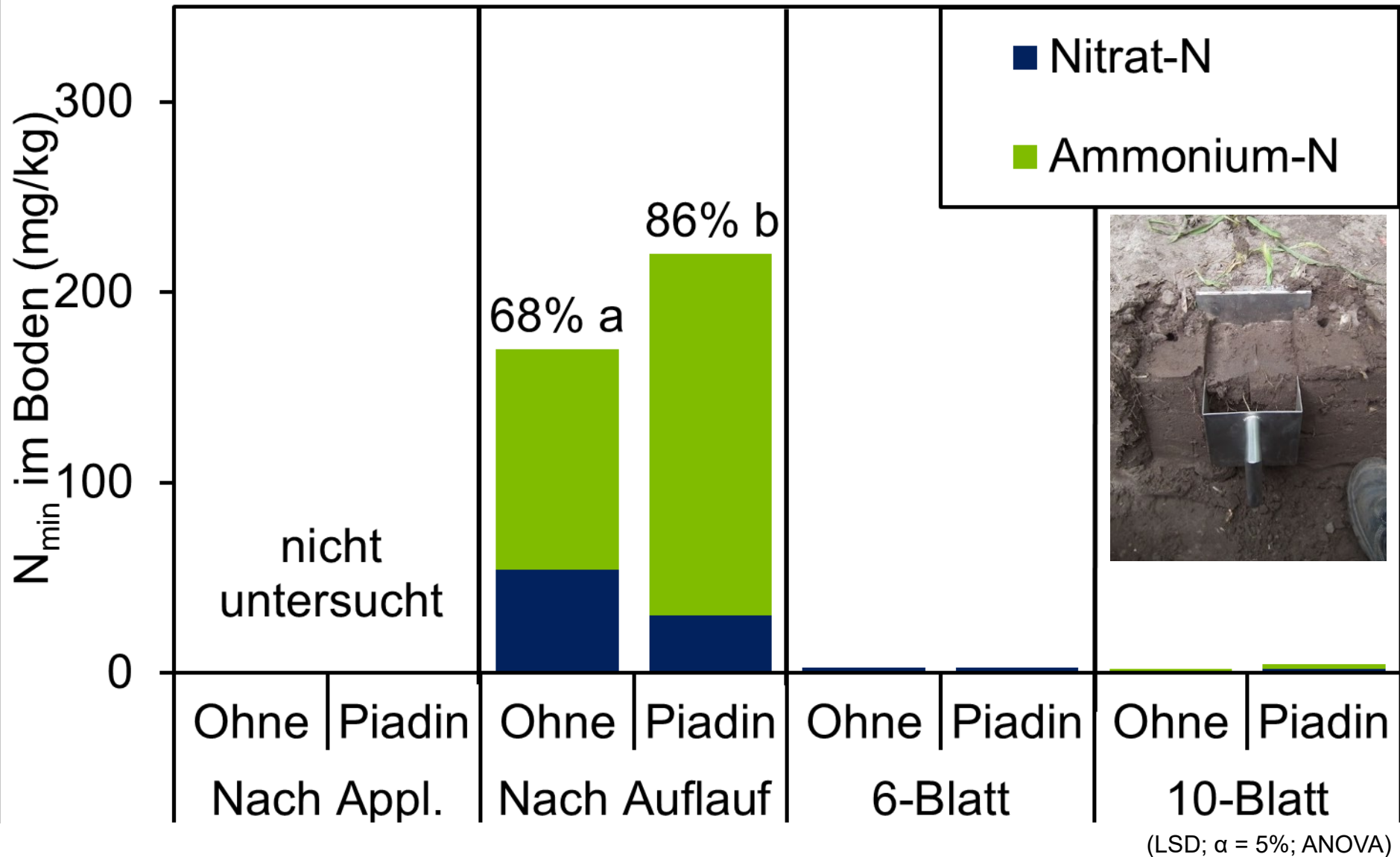
186 kg/ha



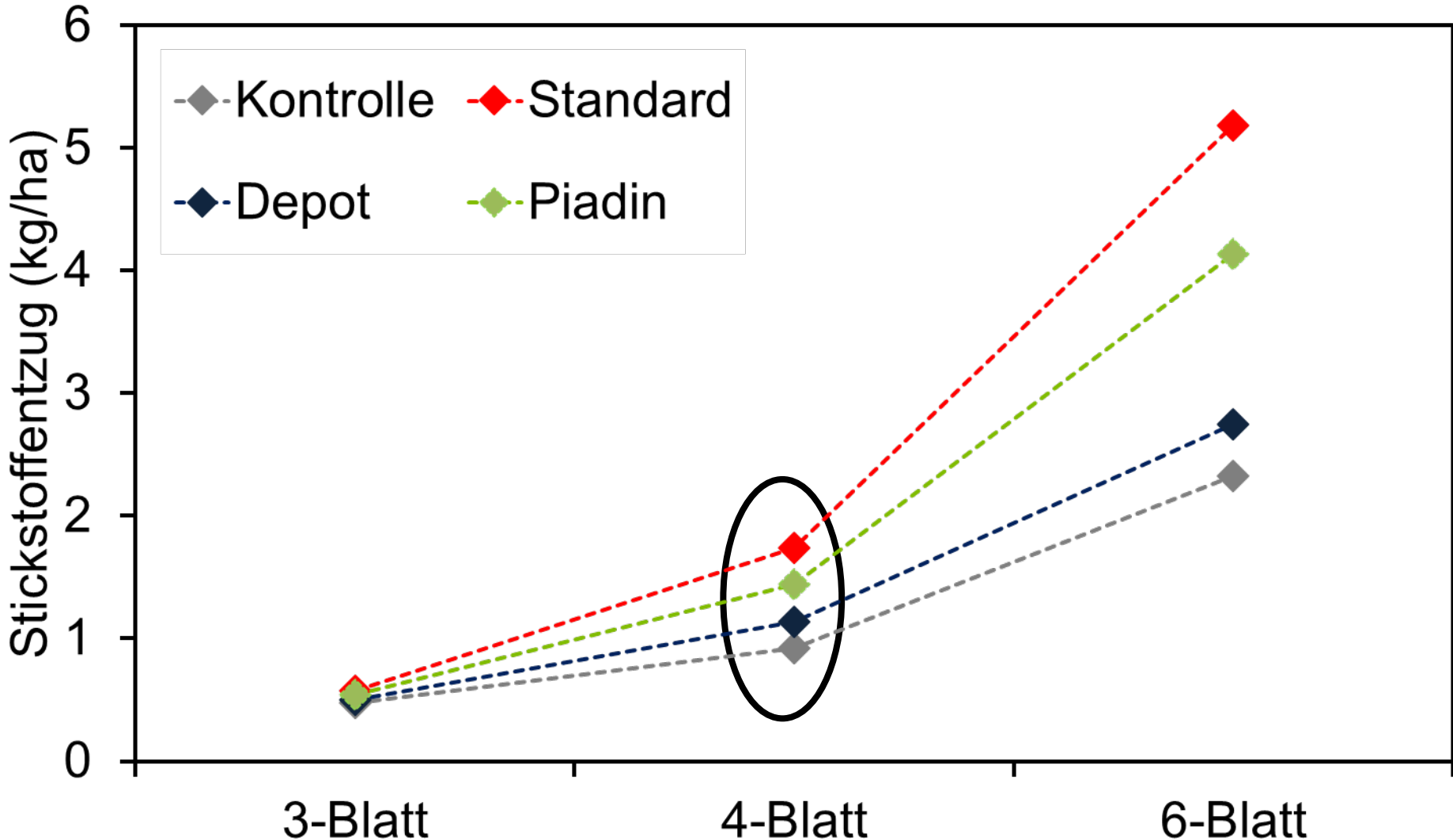
		2,9		
5,2	4,9	3,9	4,9	5,2
		2,8		
1,3	1,5	1,7	1,5	1,3
1,3	1,0	0,7	1,0	1,3

**Depot + Piadin**

# NH<sub>4</sub>-N-Stabilisierung 2014

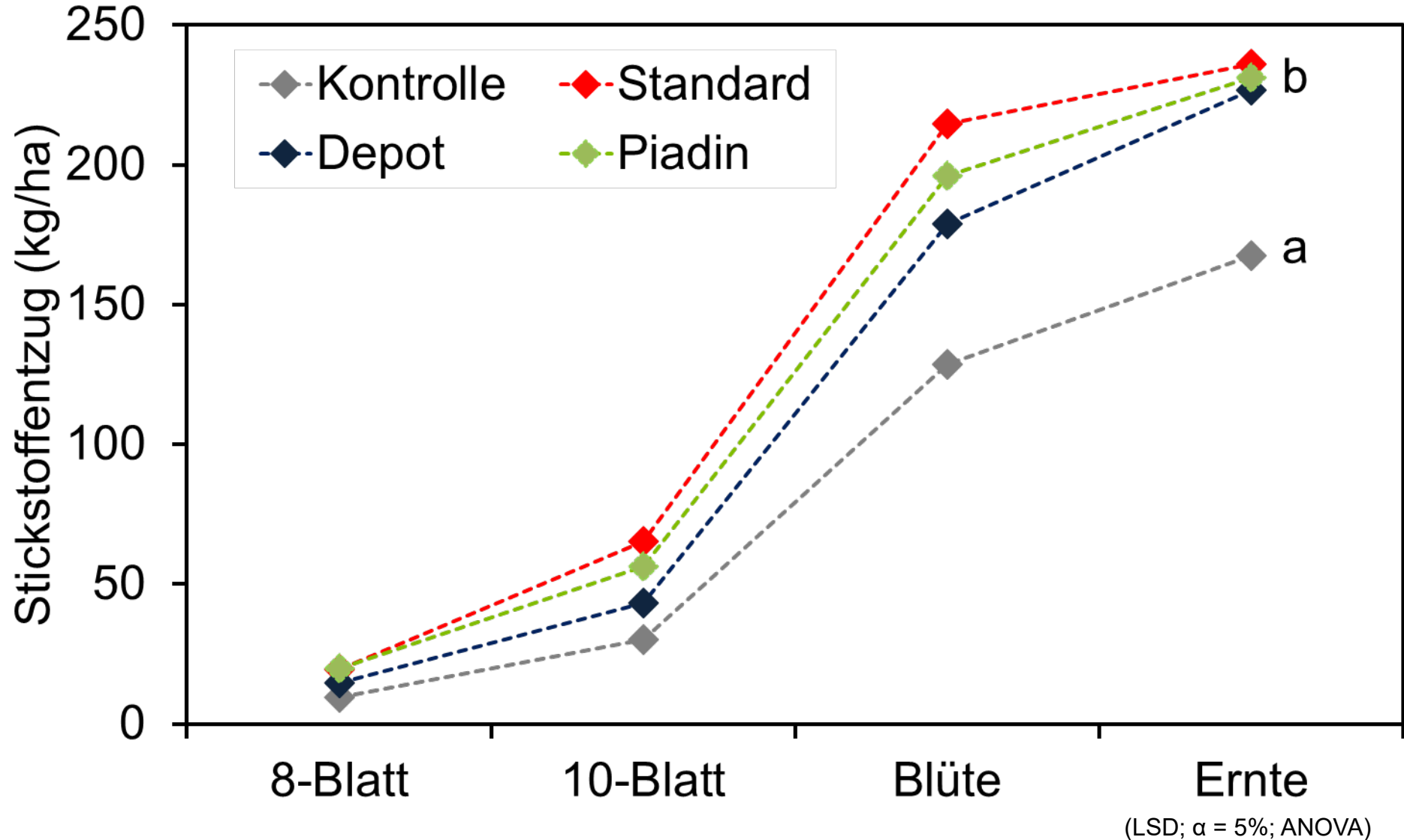


- **Niederschlagssumme**
- **2014**
  - N-Entzüge
  - Boden-N<sub>min</sub>-Dynamik
  - NH<sub>4</sub>-N Stabilisierung
- **2015**
  - N-Entzüge
  - Boden-N<sub>min</sub>-Dynamik
  - NH<sub>4</sub>-N Stabilisierung
- **Trockenmasseertrag und Stickstoffbilanz 2014 vs. 2015**
- **N<sub>2</sub>O-Emissionen**



(LSD;  $\alpha = 5\%$ ; ANOVA)

# Stickstoffentzüge 2015



## Nach Auflauf (22 Tage nach Gülle-Applikation)

ψ

		110		
25	27	54	27	25
		6,5		
2,7	2,8	3,0	2,8	2,7
2,4	2,4	2,3	2,4	2,4

**Standard**

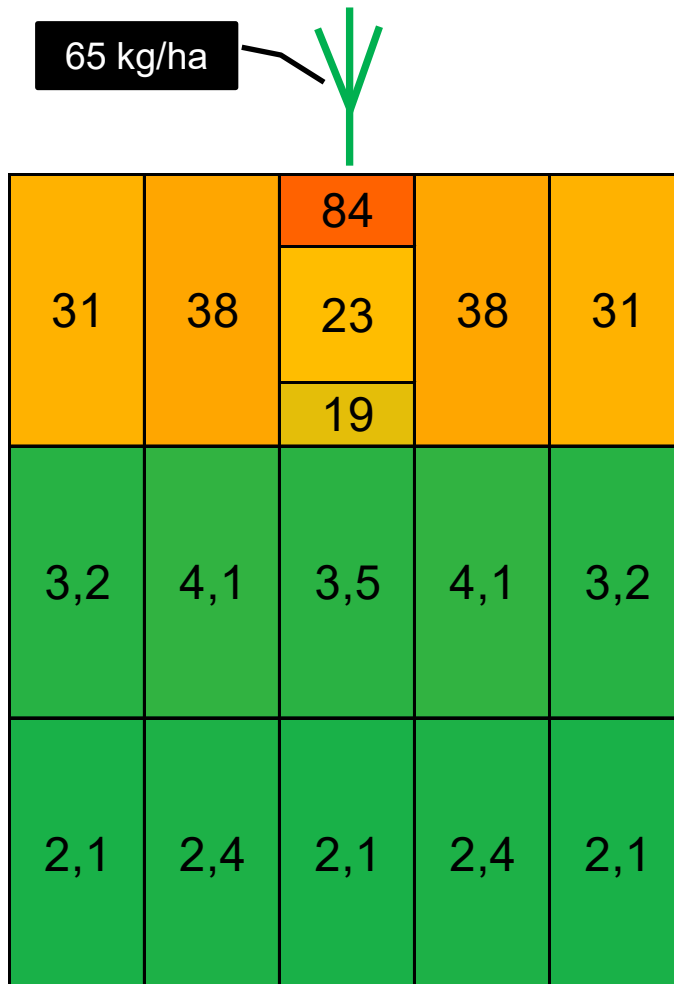
ψ

		28		
11	12	298	12	11
		12		
2,8	2,9	2,7	2,9	2,8
2,8	2,3	2,2	2,3	2,8

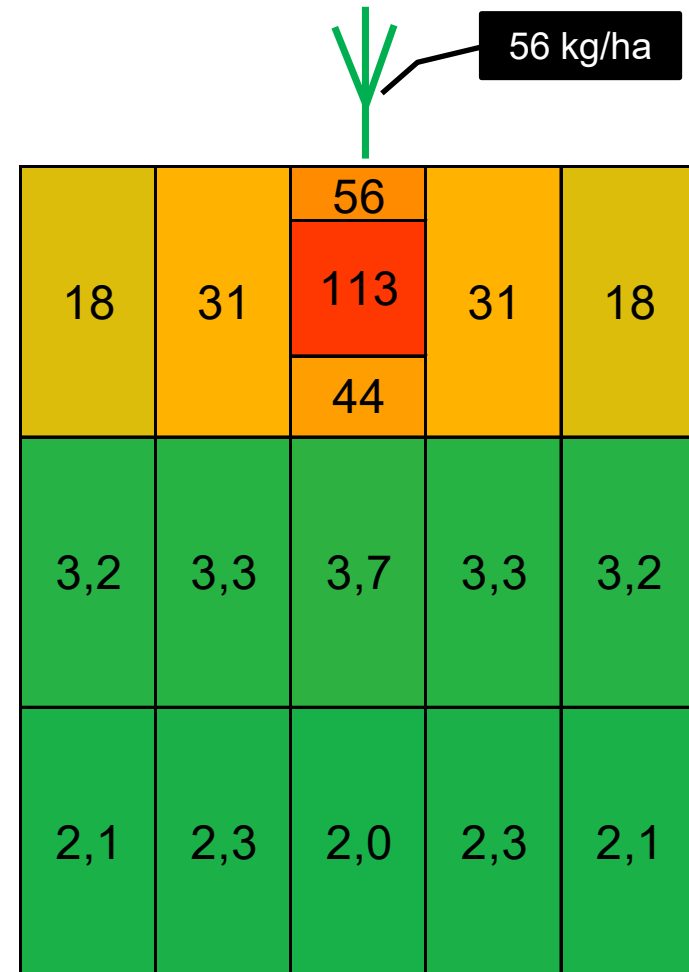
**Depot + Piadin**



## 10-Blatt (77 Tage nach Gülle-Applikation)

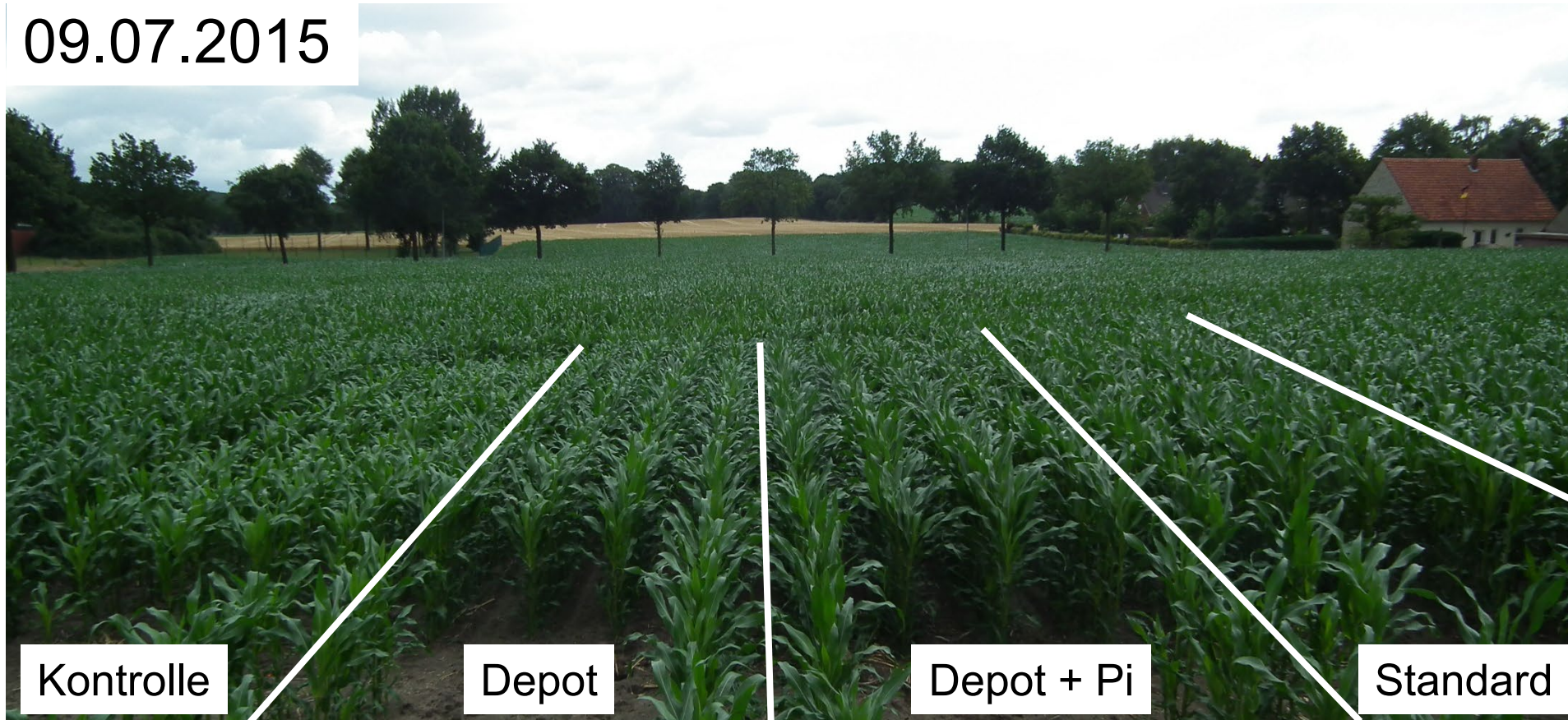


**Standard**



**Depot + Piadin**

09.07.2015



## Blüte (105 Tage nach Gülle-Applikation)

215 kg/ha



		13		
15	14	7,5	14	15
		5,1		
2,4	2,2	1,7	2,2	2,4
1,6	1,6	1,4	1,6	1,6

**Standard**

196 kg/ha



		9,4		
6,7	18	22	18	6,7
		11		
2,2	2,6	2,4	2,6	2,2
1,6	1,5	2,1	1,5	1,6

**Depot + Piadin**

Nach Ernte (169 Tage nach Gülle-Applikation)

236 kg/ha



		10		
13	6,7	3,2	6,7	13
		2,5		
6,2	1,8	0,8	1,8	6,2
2,7	1,0	0,7	1,0	2,7

**Standard**

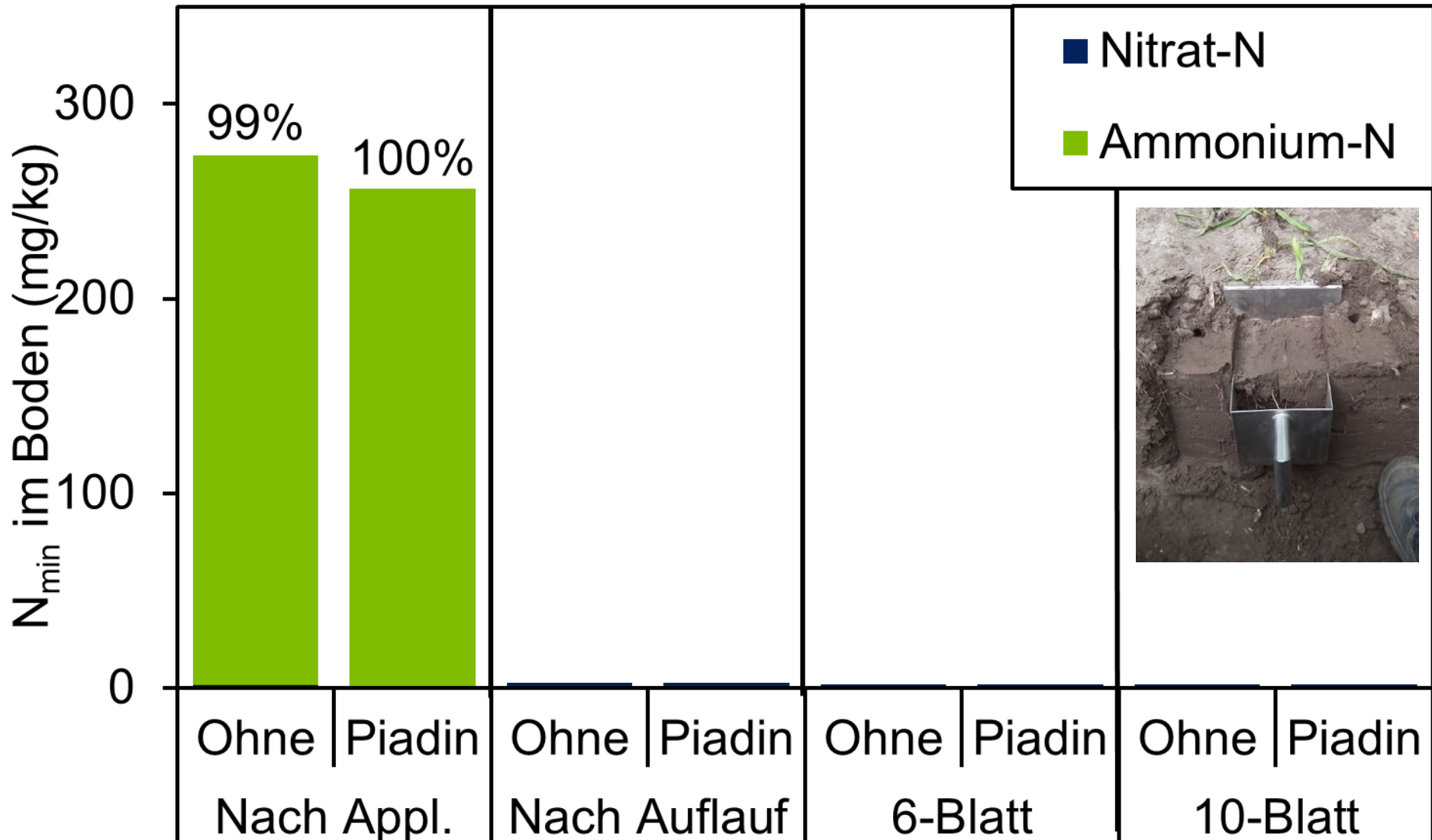
231 kg/ha



		3,1		
5,0	5,0	4,7	5,0	5,0
		2,5		
1,2	1,3	1,4	1,3	1,2
1,1	1,0	0,7	1,0	1,1

**Depot + Piadin**

# NH<sub>4</sub>-N-Stabilisierung 2015

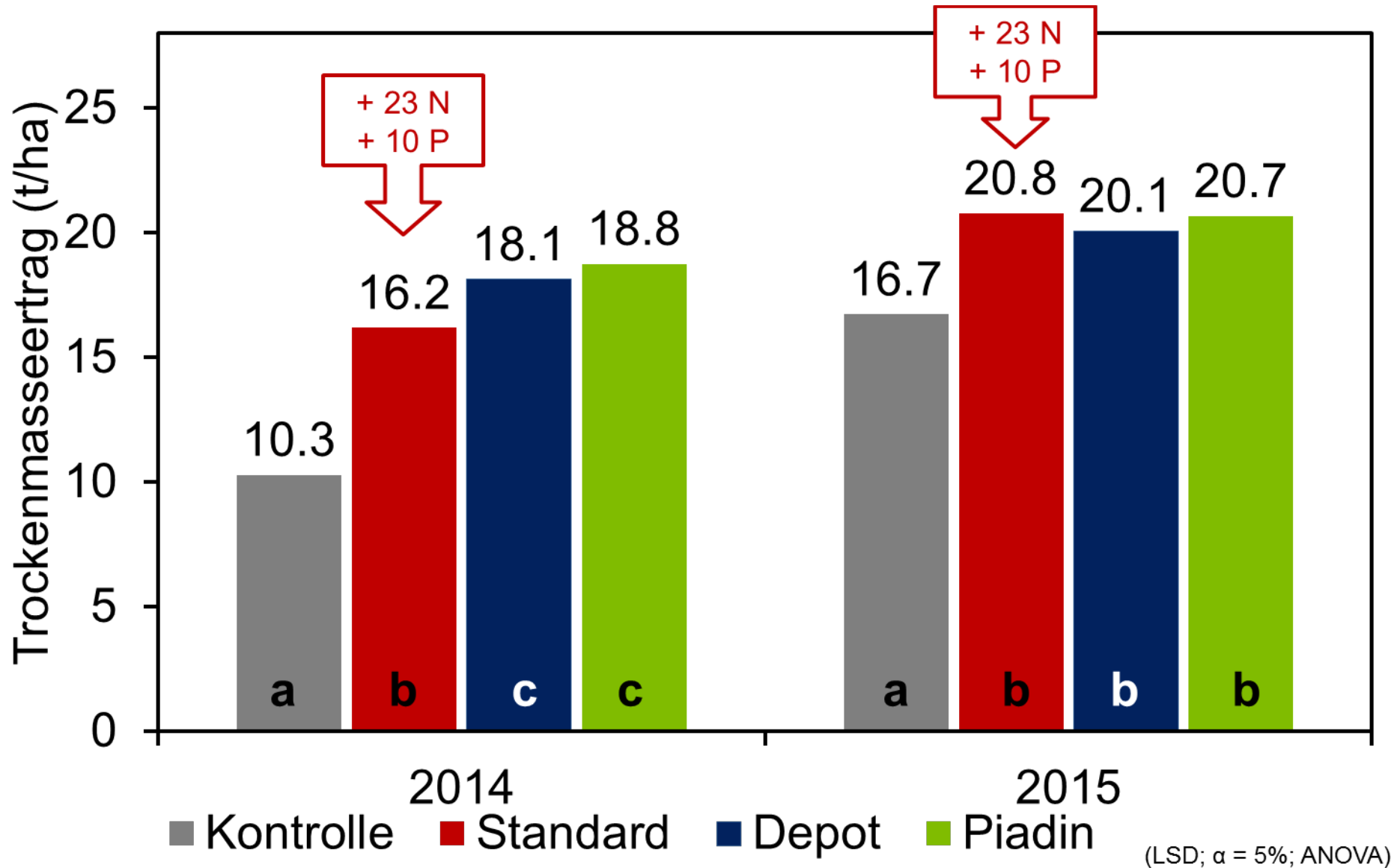


(LSD;  $\alpha = 5\%$ ; ANOVA)

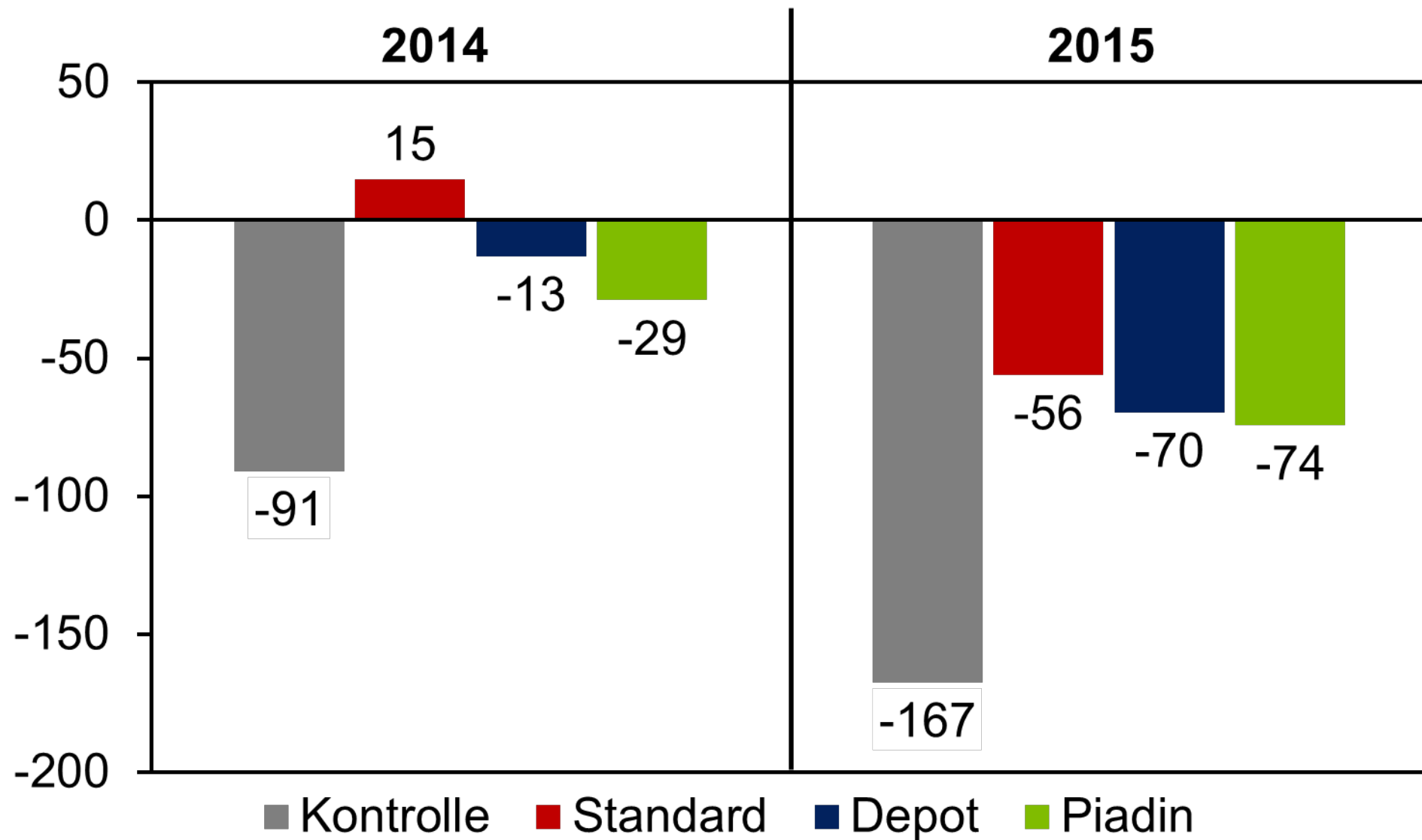
# Erwurzelung des Depots



- **Niederschlagssumme**
- **2014**
  - N-Entzüge
  - Boden-N<sub>min</sub>-Dynamik
  - NH<sub>4</sub>-N Stabilisierung
- **2015**
  - N-Entzüge
  - Boden-N<sub>min</sub>-Dynamik
  - NH<sub>4</sub>-N Stabilisierung
- **Trockenmasseertrag und Stickstoffbilanz 2014 vs. 2015**
- **N<sub>2</sub>O-Emissionen**





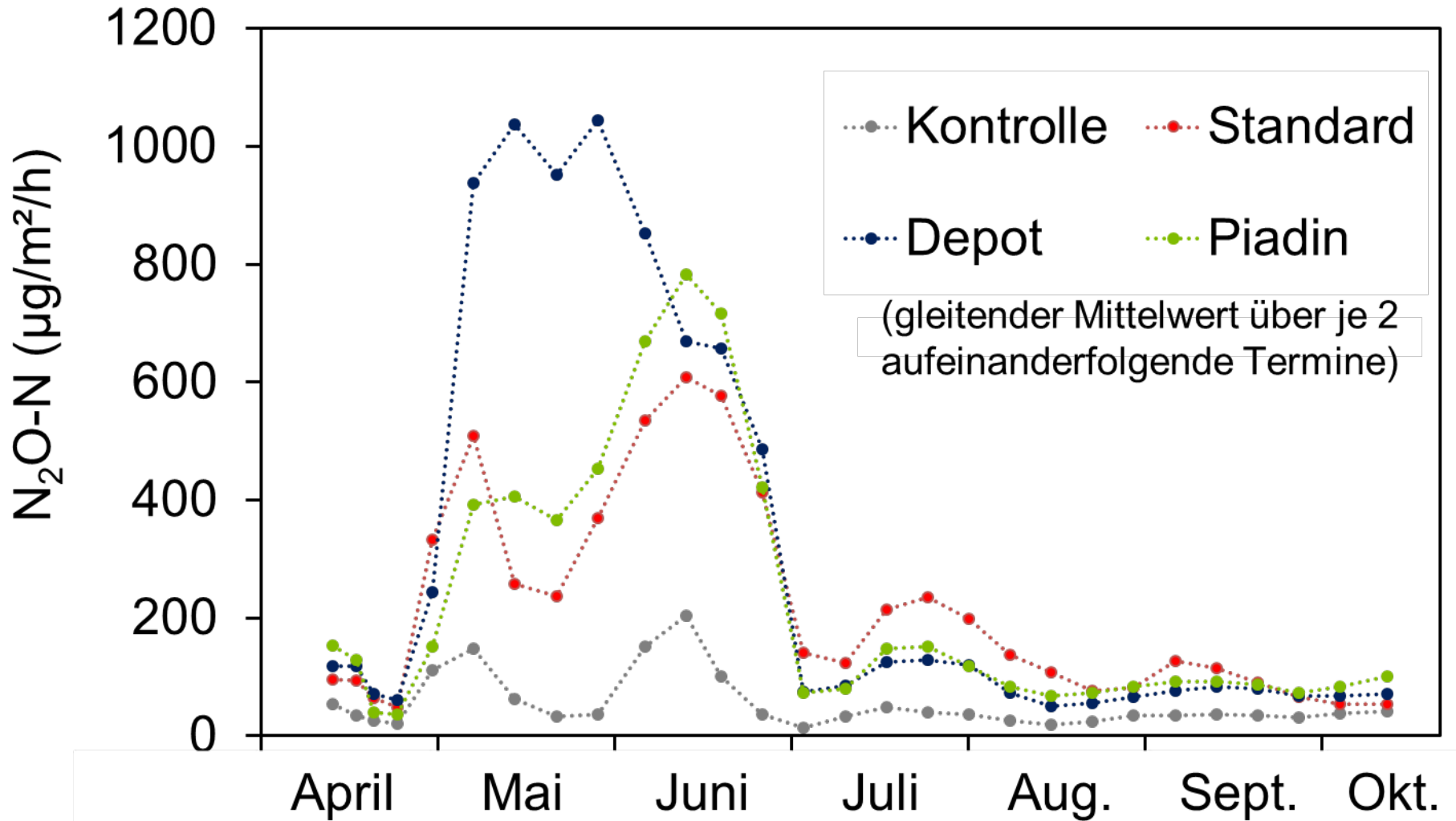


- **Niederschlagssumme**
- **2014**
  - N-Entzüge
  - Boden-N<sub>min</sub>-Dynamik
  - NH<sub>4</sub>-N Stabilisierung
- **2015**
  - N-Entzüge
  - Boden-N<sub>min</sub>-Dynamik
  - NH<sub>4</sub>-N Stabilisierung
- **Trockenmasseertrag und Stickstoffbilanz 2014 vs. 2015**
- **N<sub>2</sub>O-Emissionen**

- gleicher Versuchsaufbau wie zuvor
- wöchentlich von April 2016 bis März 2017
- Entwicklung „geteilter Messhauben“ zur Messung im hohen Bestand



# N<sub>2</sub>O-Messungen: erste Ergebnisse



- Zwei sehr unterschiedliche Jahre
- warmes & nasses Frühjahr
  - Vorteile durch Gülleinjektion
    - N-Verlagerung nur unter der Reihe & verzögert
    - N-Aufnahme höher
- trockenes & kühles Frühjahr
  - Vorteile durch mineralischen UFD in der Jugend
  - keine Unterschiede bei Ertrag und N-Entzug
- höhere N<sub>2</sub>O-Emissionen

**→ Bilanzentlastung und Ertragsabsicherung!!**

## → Zugabe von Piadin

- $\text{NH}_4$ -Stabilisierung bis ins 10-Blattstadium
- Vorteile bei N-Aneignung in der Jugendentwicklung
- bessere P & Mikronährstoffverfügbarkeit
- Nitratverlagerung verzögert
  - N länger im Wurzelraum
  - N eher in den Pflanzen „fixiert“
- $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen deutlich reduziert

- Gülledepot-Düngung mit vergleichbaren Erträgen
- Mineralische UFD kann ersetzt werden
- Piadin → Förderung der Jugendentwicklung und Reduktion der N-Verluste



**Entlastung der N-Bilanzen**

# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit



Hochschule Osnabrück  
University of Applied Sciences





# !!!Dankeschön!!!

gefördert durch



Deutsche  
Bundesstiftung Umwelt

[www.dbu.de](http://www.dbu.de)



Fachhochschule  
Südwestfalen  
University of Applied Sciences



**VOGELSANG**

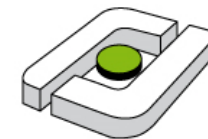


Landwirtschaftskammer  
Nordrhein-Westfalen

Landwirtschafts-  
kammer  
Schleswig-Holstein

Landwirtschaftskammer  
Niedersachsen

- Für vielfältige Unterstützung rund um die Versuche
  - allen Kollegen
  - Bachelor- und Masterabsolventen
  - den zahlreichen Hiwis



Hochschule Osnabrück  
University of Applied Sciences