

**Hochschule Osnabrück**  
University of Applied Sciences

---

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

---

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

Hochschule Osnabrück  
Am Krümpel 31, 49090 Osnabrück  
E-Mail: M.Westerschulte@hs-osnabrueck.de

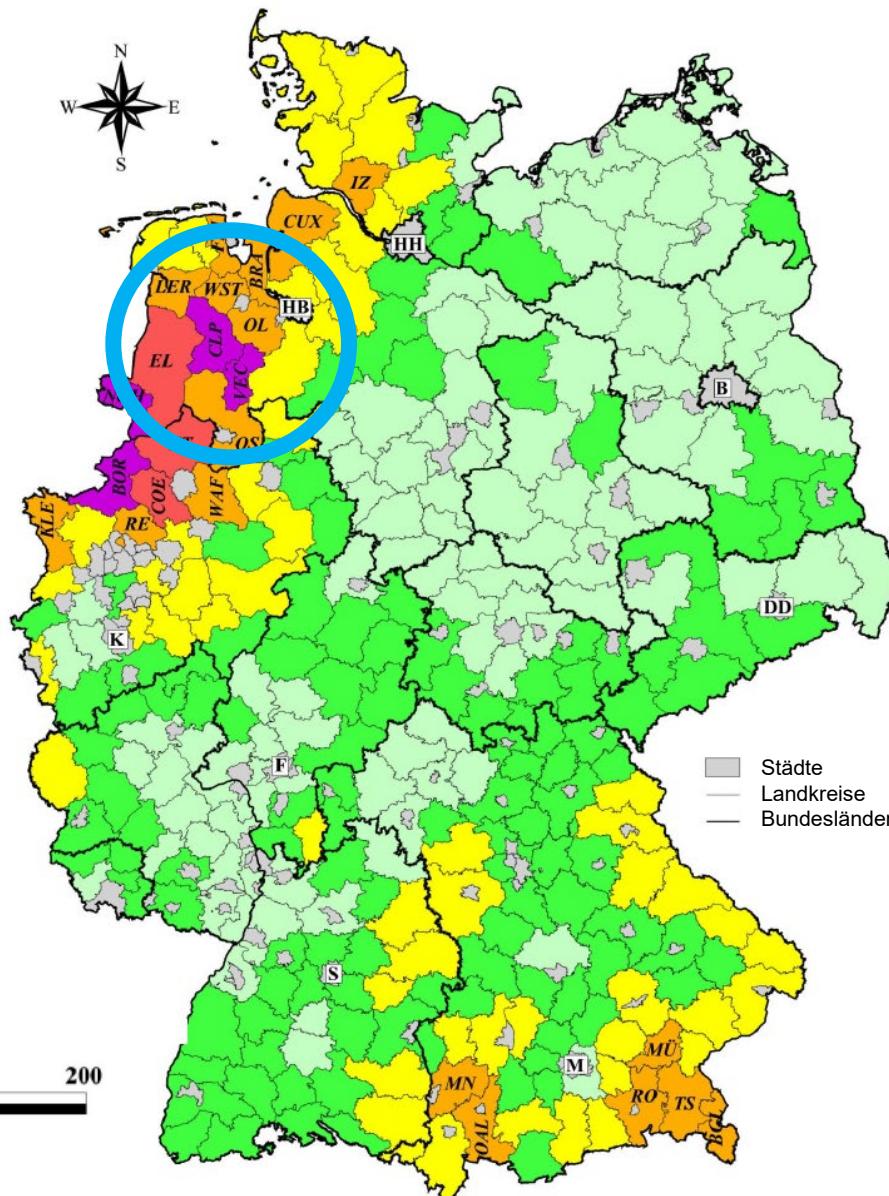
- Einleitung → Problemstellung & Zielsetzung
- Das Prinzip der „Gülledepot-Applikation“
- Versuchsserie mit Landwirtschaftskammern
- Stickstoffdynamik ...
  - Pflanze
  - Boden
  - $N_2O$
- Gesamtfazit

- **Einleitung → Problemstellung & Zielsetzung**
- Das Prinzip der „Gülledepot-Applikation“
- Versuchsserie mit Landwirtschaftskammern
- Stickstoffdynamik ...
  - Pflanze
  - Boden
  - $N_2O$
- Gesamtfazit

# Tierbesatzdichte in Deutschland



- org. Nährstoffanfall (kg N/ha)
- VEC → 316
- CLP → 261
- Nährstoffentzug → 200
  - (bei 50 t FM/ha)
- empfohlene Düngung →  $180 - N_{min}$
- Unterfußdüngung → 23



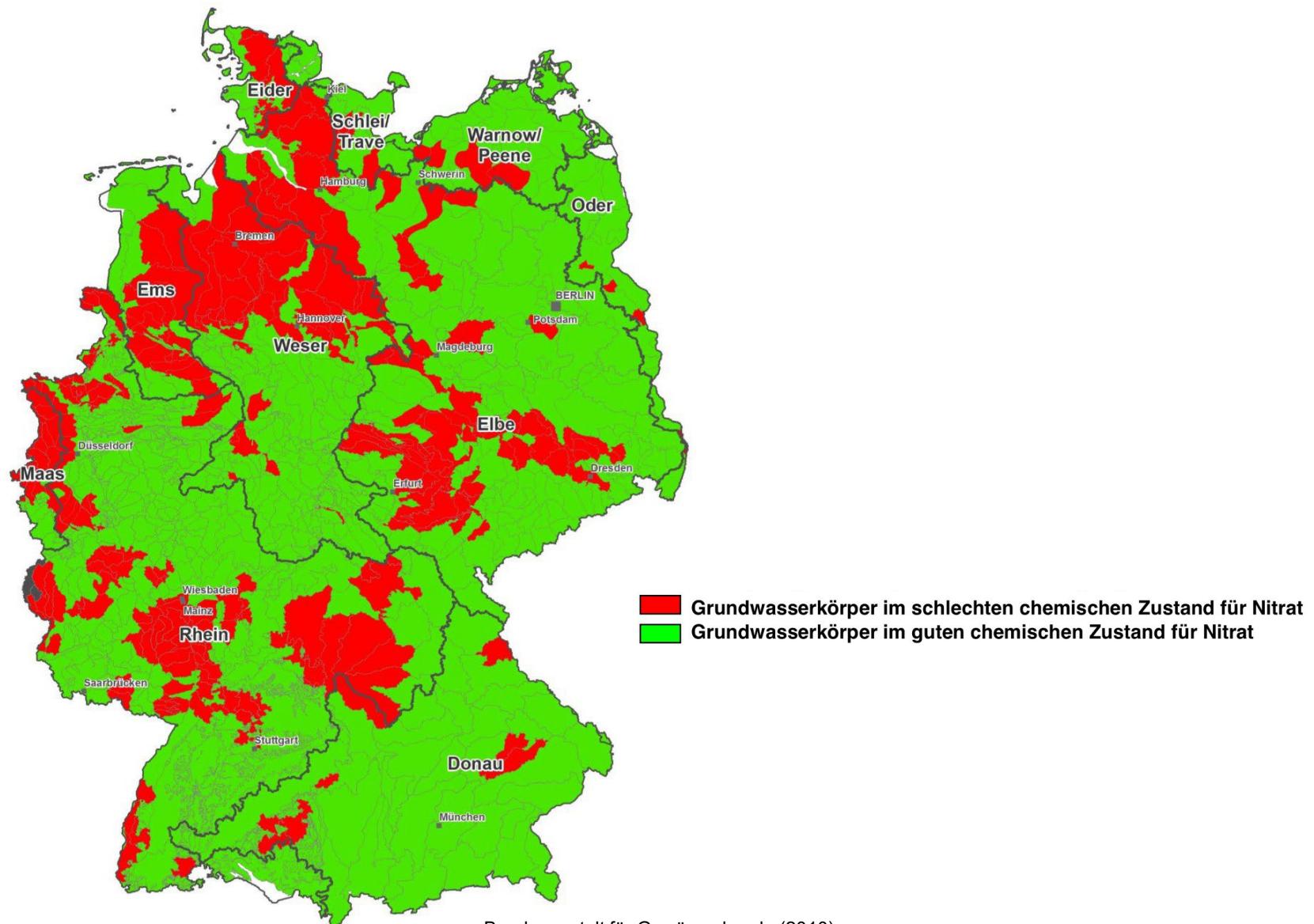
Großvieheinheiten pro Hektar

0-0,49	1,5-1,74
0,5-0,99	1,75-1,99
1-1,49	2 und mehr (max. 2,69)

0 100 200  
Kilometer

Bäuerle (2012)

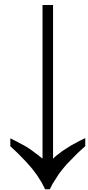
# Nitratbelastung des Grundwassers



## **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
  - $N_2O$
- Gesamtfazit

# Prinzip „Gülledepot-Applikation“



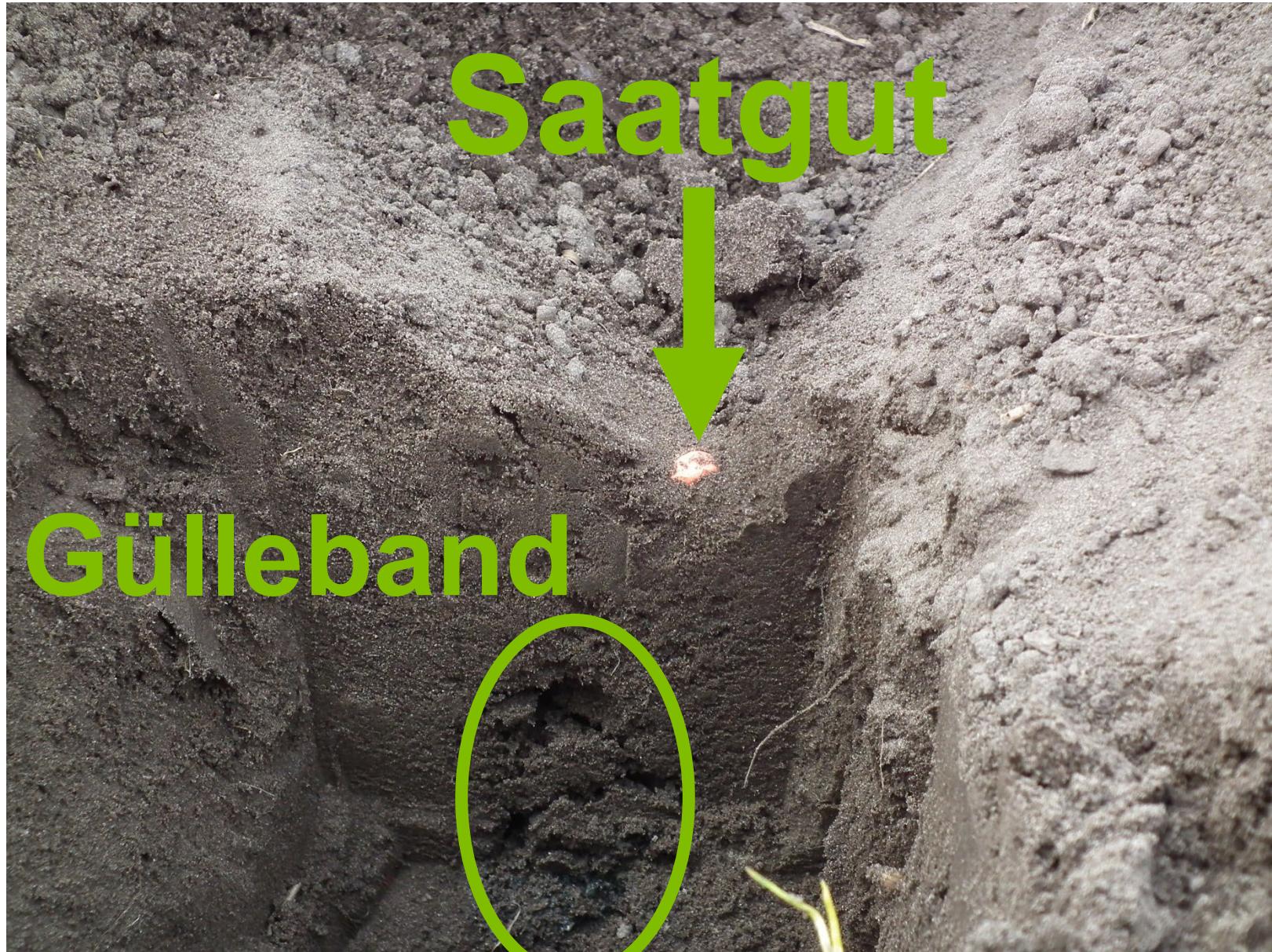
# Prinzip: Verteilung des Gölledepots



# Prinzip: Aussaat



# Prinzip: Position des Güttedepots



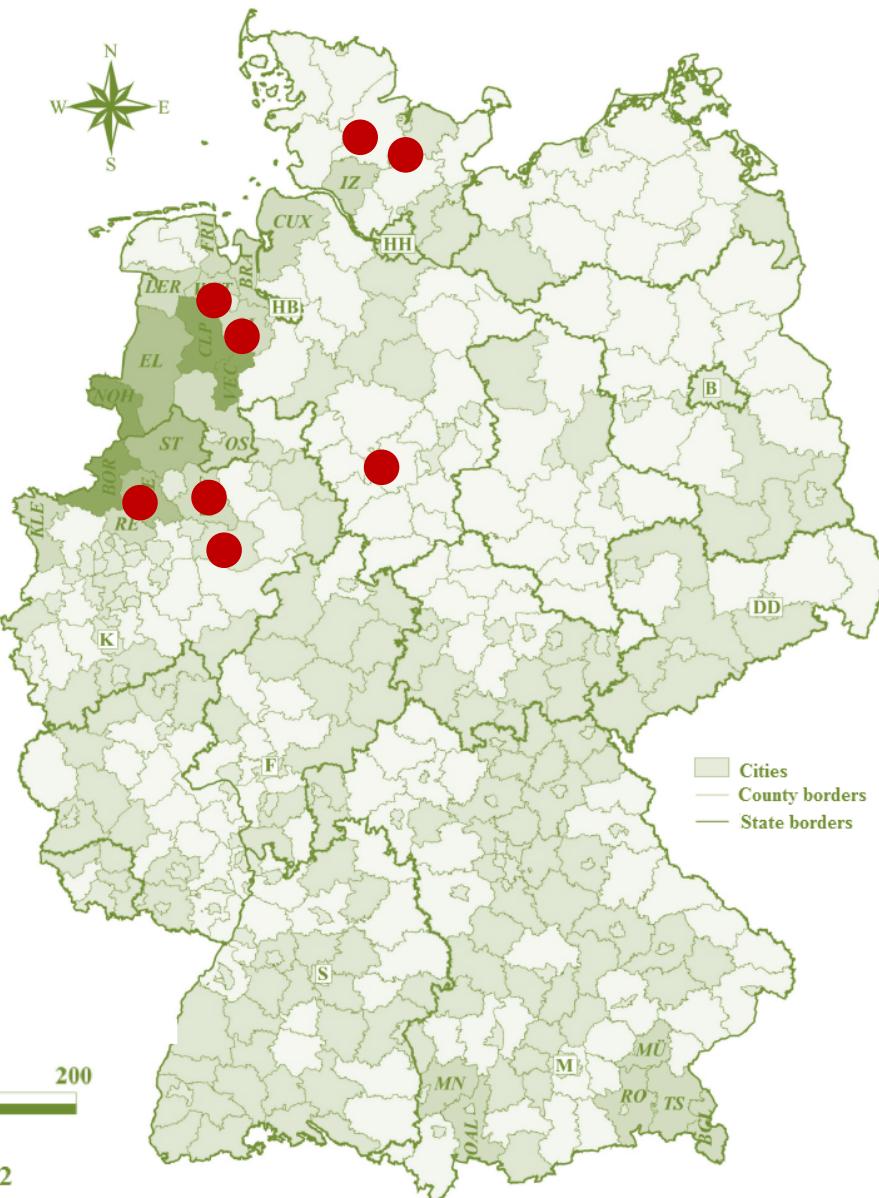
# Prinzip: Erwurzelung des Depots



- Einleitung → Problemstellung & Zielsetzung
- Das Prinzip der „Gülledepot-Applikation“
- **Versuchsserie mit Landwirtschaftskammern**
- Stickstoffdynamik ...
  - Pflanze
  - Boden
  - $N_2O$
- Gesamtfazit

# Versuchsserie 2013-2015

Bodenart: Podsole – Luvisole,  
Ackerzahlen 25 – 85



## ● Versuchsstandorte

Livestockunits (1 unit ≈ 500 kg) per hectare	
0 - 0,49	0 - 0,49
0,5 - 0,99	0,5 - 0,99
1 - 1,49	1 - 1,49
1,5 - 1,74	1,5 - 1,74
1,75-1,99	1,75-1,99
2 and more (max: 2,96)	2 and more (max: 2,96)

Map by: Bäuerle, 2012

# Versuchsserie 2013-2015

Bodenart: Podsole – Luvisole,  
Ackerzahlen 25 – 85

## F1: Güssedüngung

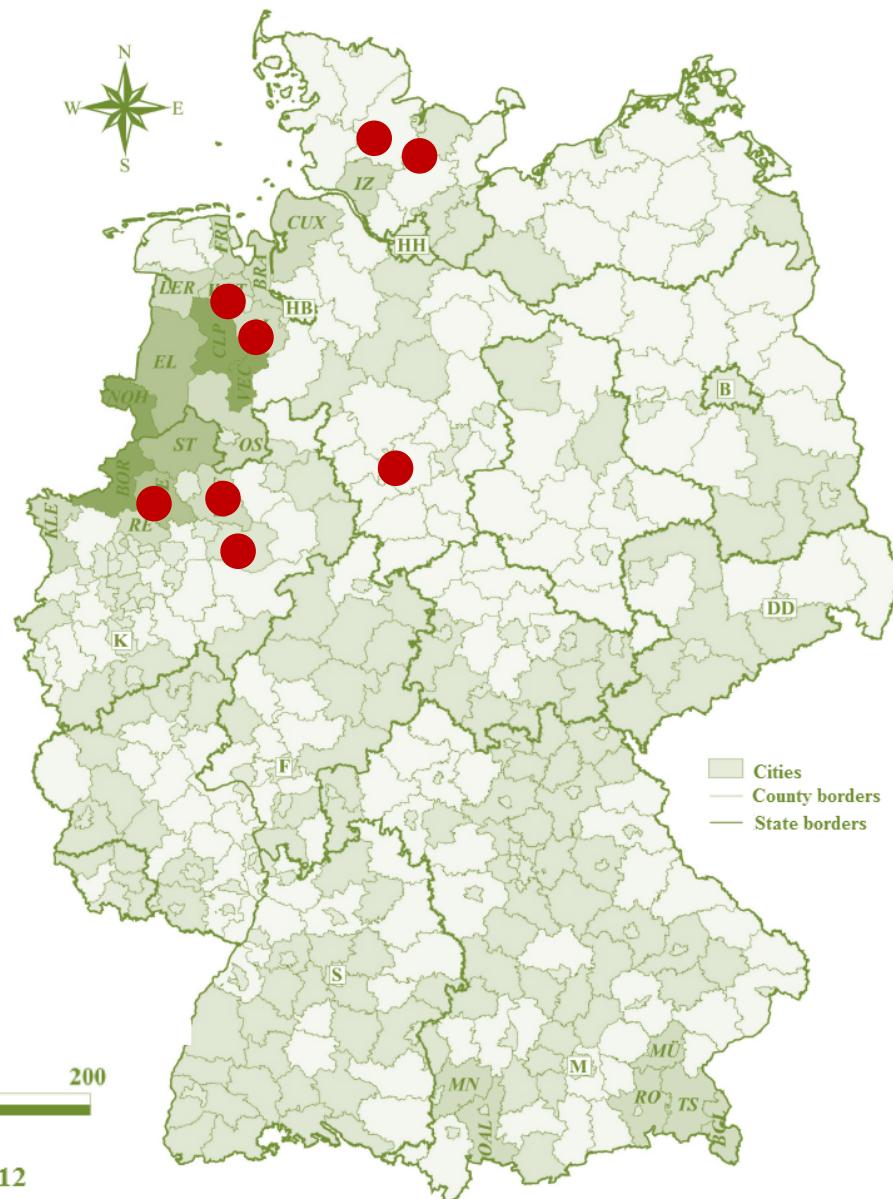
1. Kontrolle ohne Güssel
2. Schleppschlauch mit Einarbeitung
3. Depot
4. Depot + Piadin
5. Depot – Reduzierte Menge
6. Depot + Piadin – Reduzierte Menge

## ● 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



# Versuchsserie 2013-2015

Bodenart: Podsole – Luvisole,  
Ackerzahlen 25 – 85

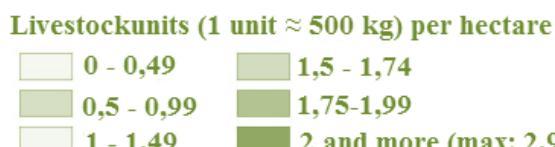
## F1: Güssedüngung

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

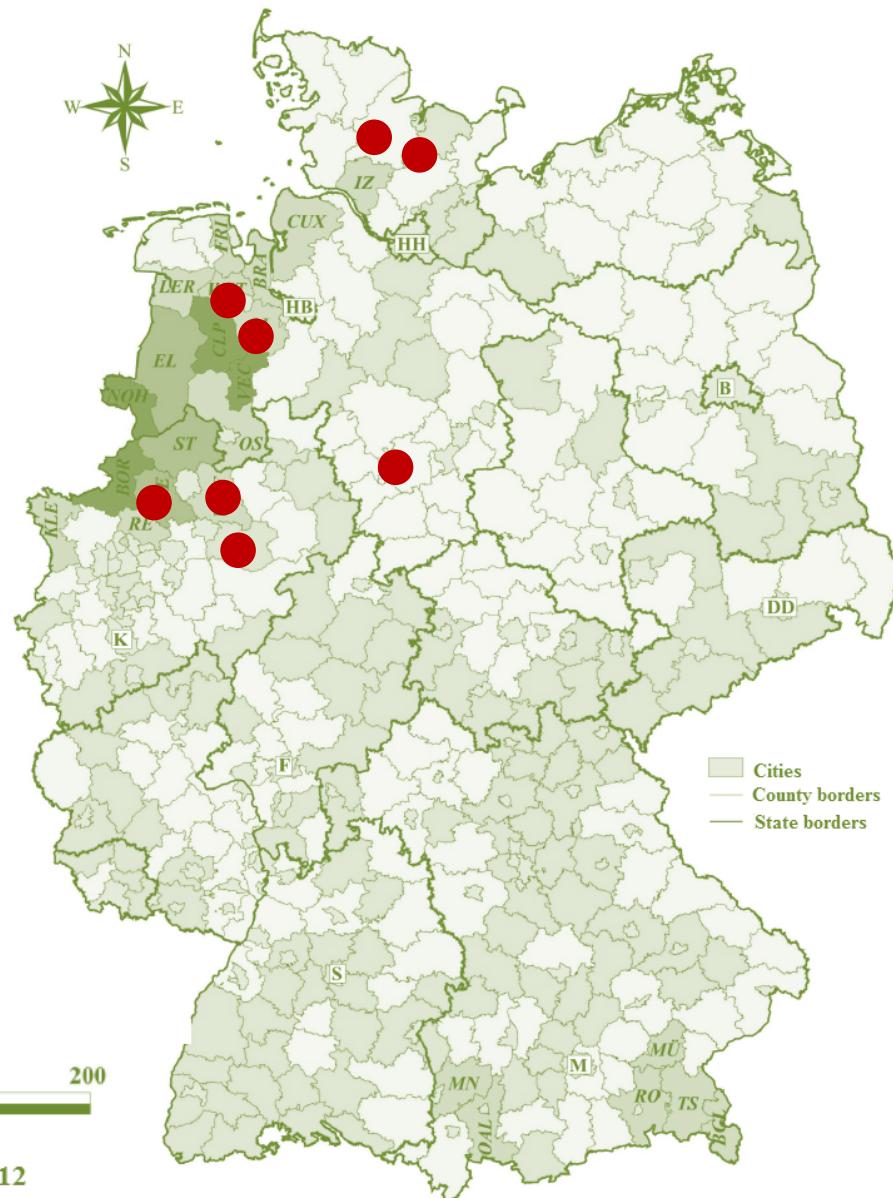
## F2: Mineralische Unterfußdüngung

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

## ● Versuchsstandorte



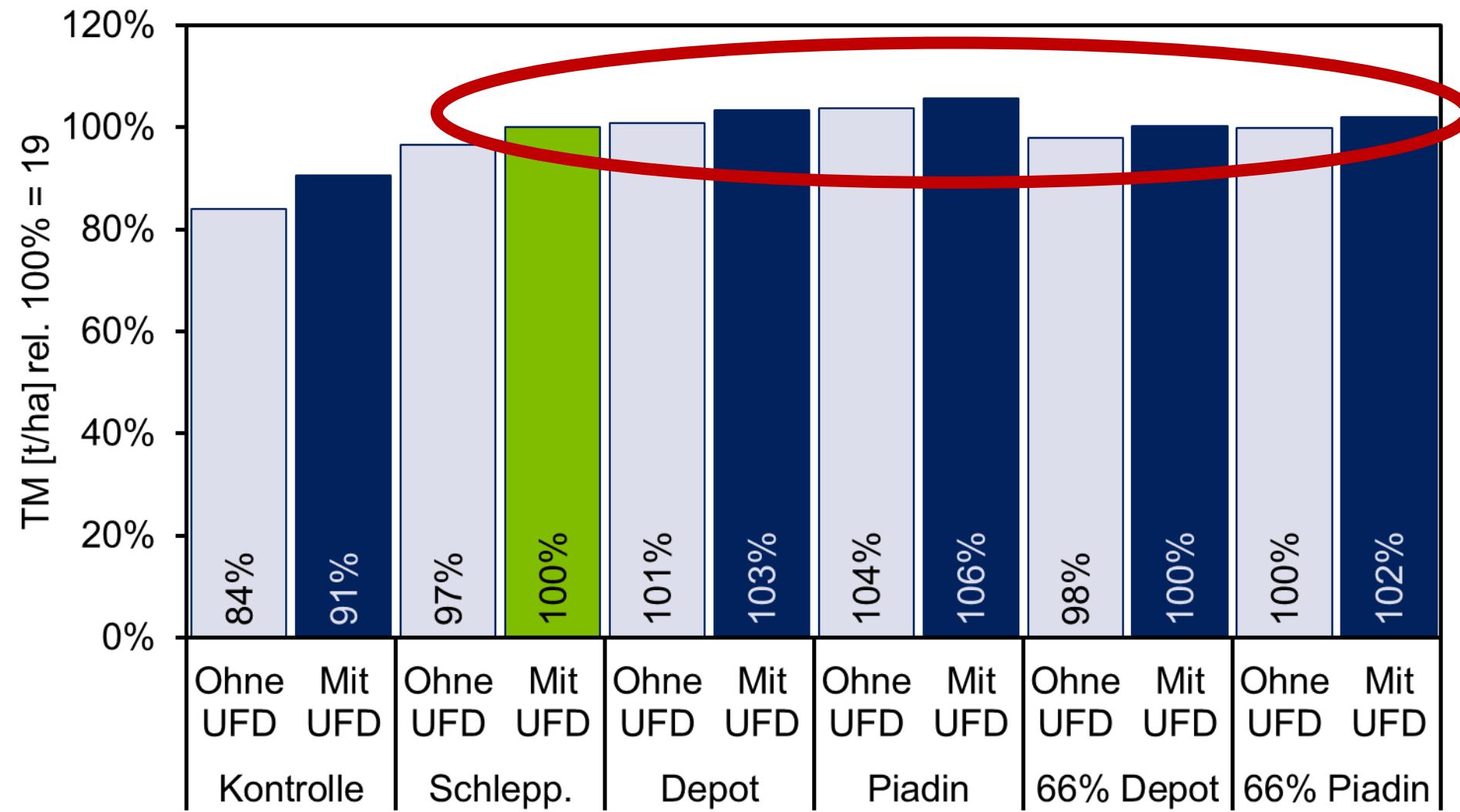
Map by: Bäuerle, 2012





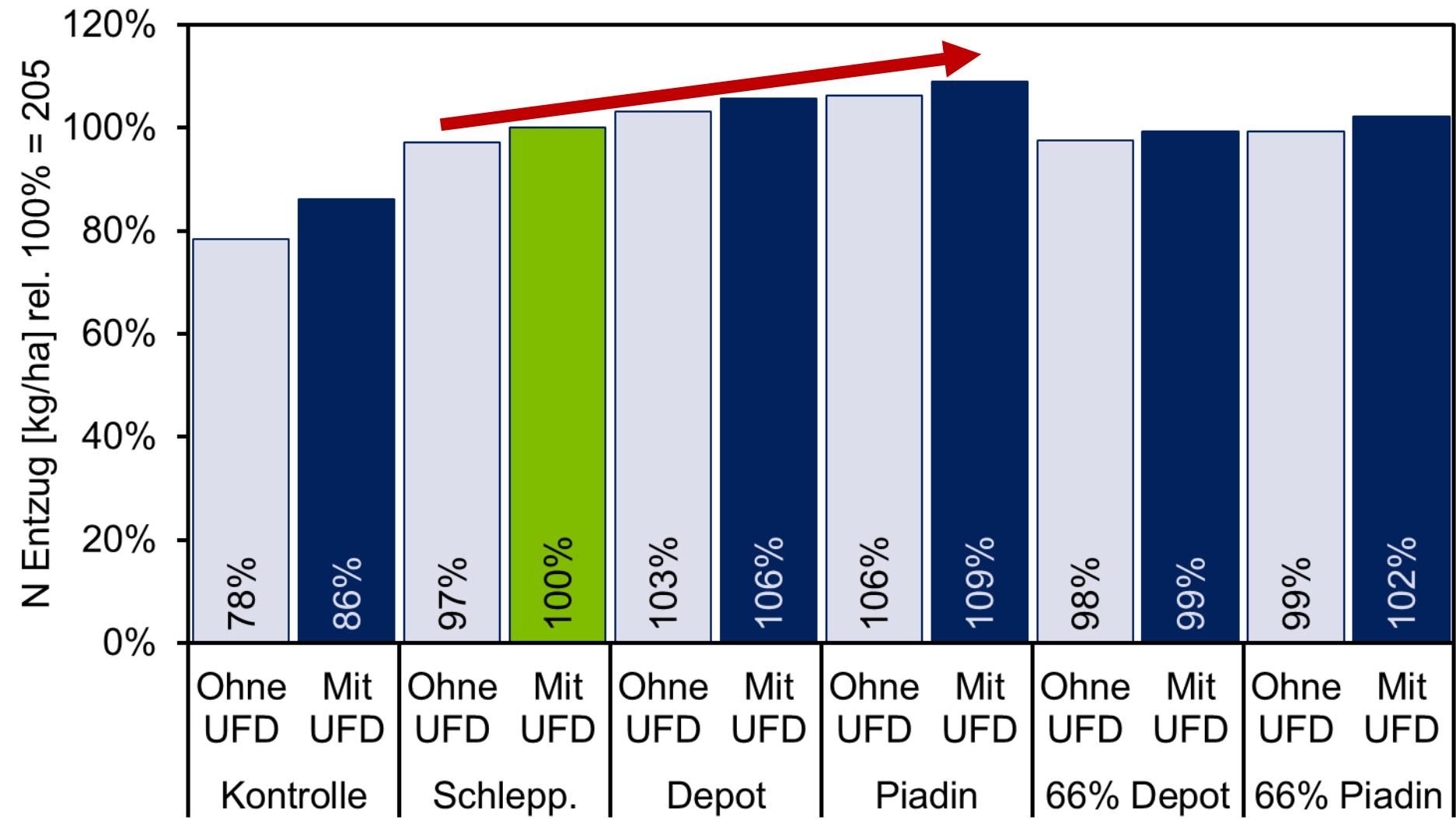


# Versuchsserie 2013-2015



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

# Versuchsserie 2013-2015



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

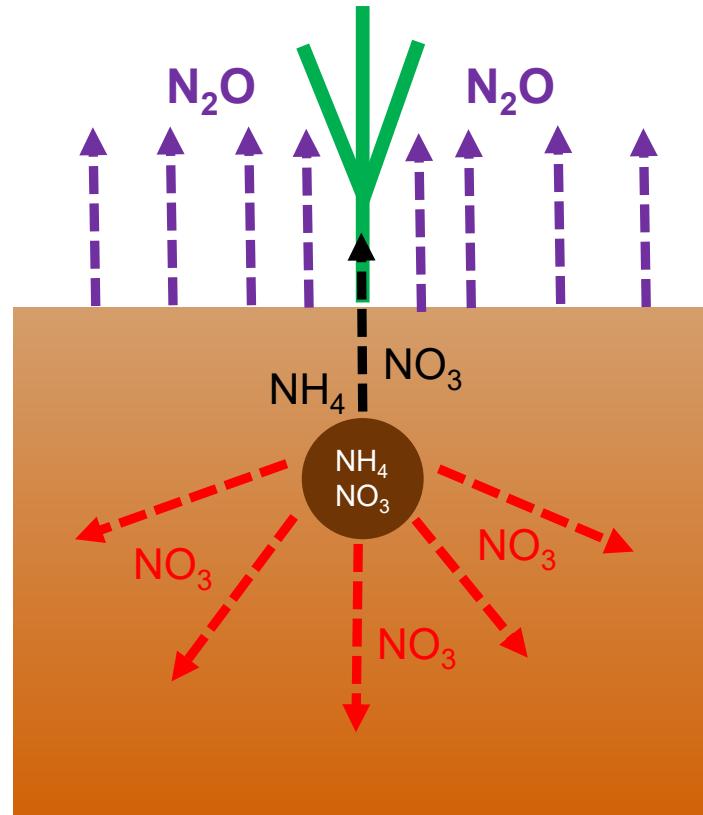
**→ Substitution möglich!!**

- Einleitung → Problemstellung & Zielsetzung
- Das Prinzip der „Gülledepot-Applikation“
- Versuchsserie mit Landwirtschaftskammern
- **Stickstoffdynamik ...**
  - Pflanze
  - Boden
  - $N_2O$
- Gesamtfazit

# Stickstoffdynamikversuch

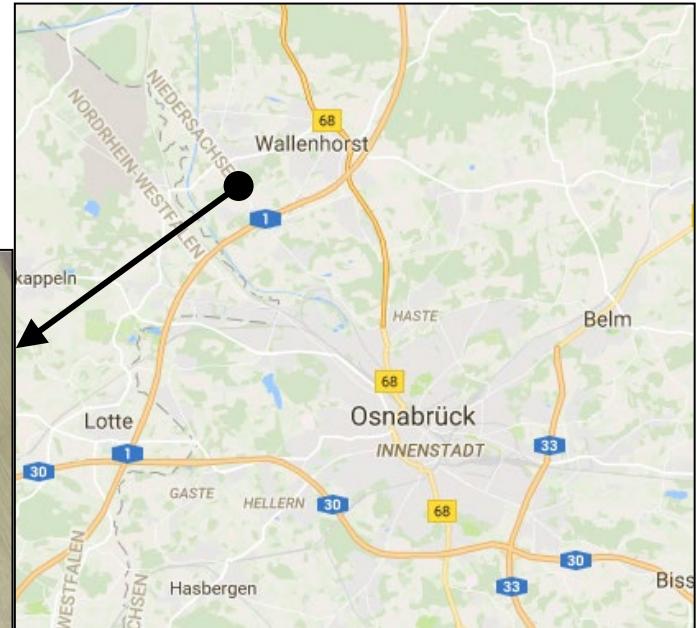


2014 & 2015



## Standort:

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



## Gülle: Mastschweinegülle

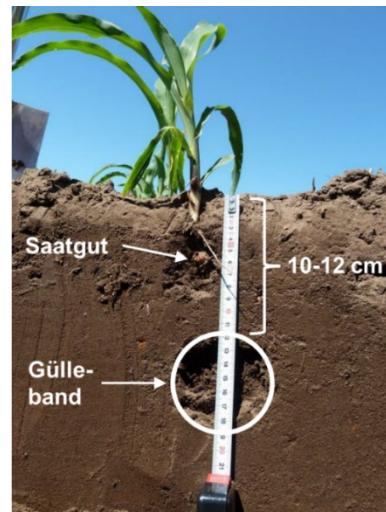
# Versuchsaufbau

	<b>Variante</b>	<b>Mineraldünger</b>	<b>Gülledüngung</b>	<b>Nitrifikationshemmstoff</b>
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

# Versuchsaufbau

	Variante	Mineraldünger	Gülledüngung	Nitrifikations-hemmstoff
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

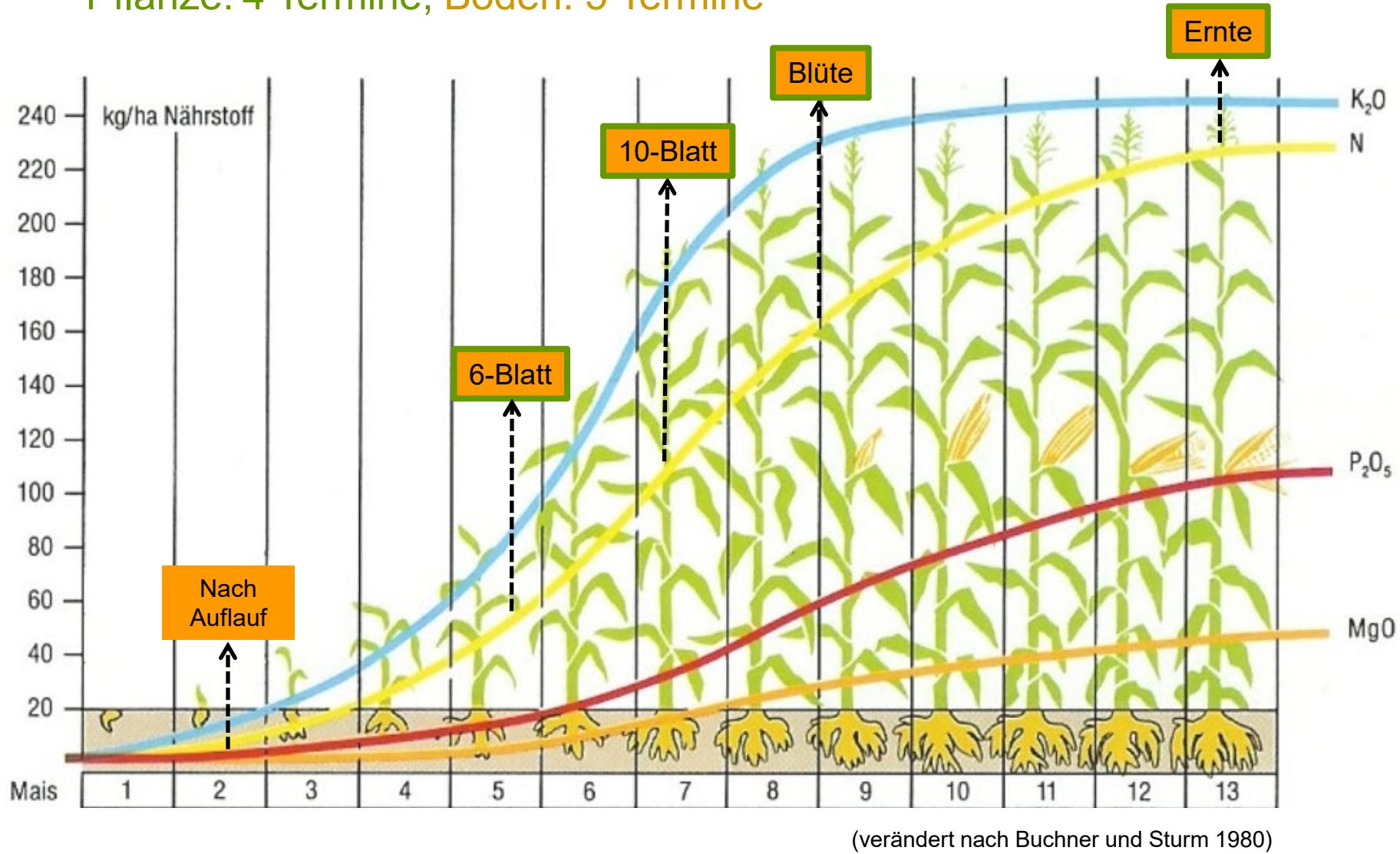
- Güllemenge nach N-Sollwertmethode



- Applikation: Mitte April
- Aussaat: ca. 1 Woche später

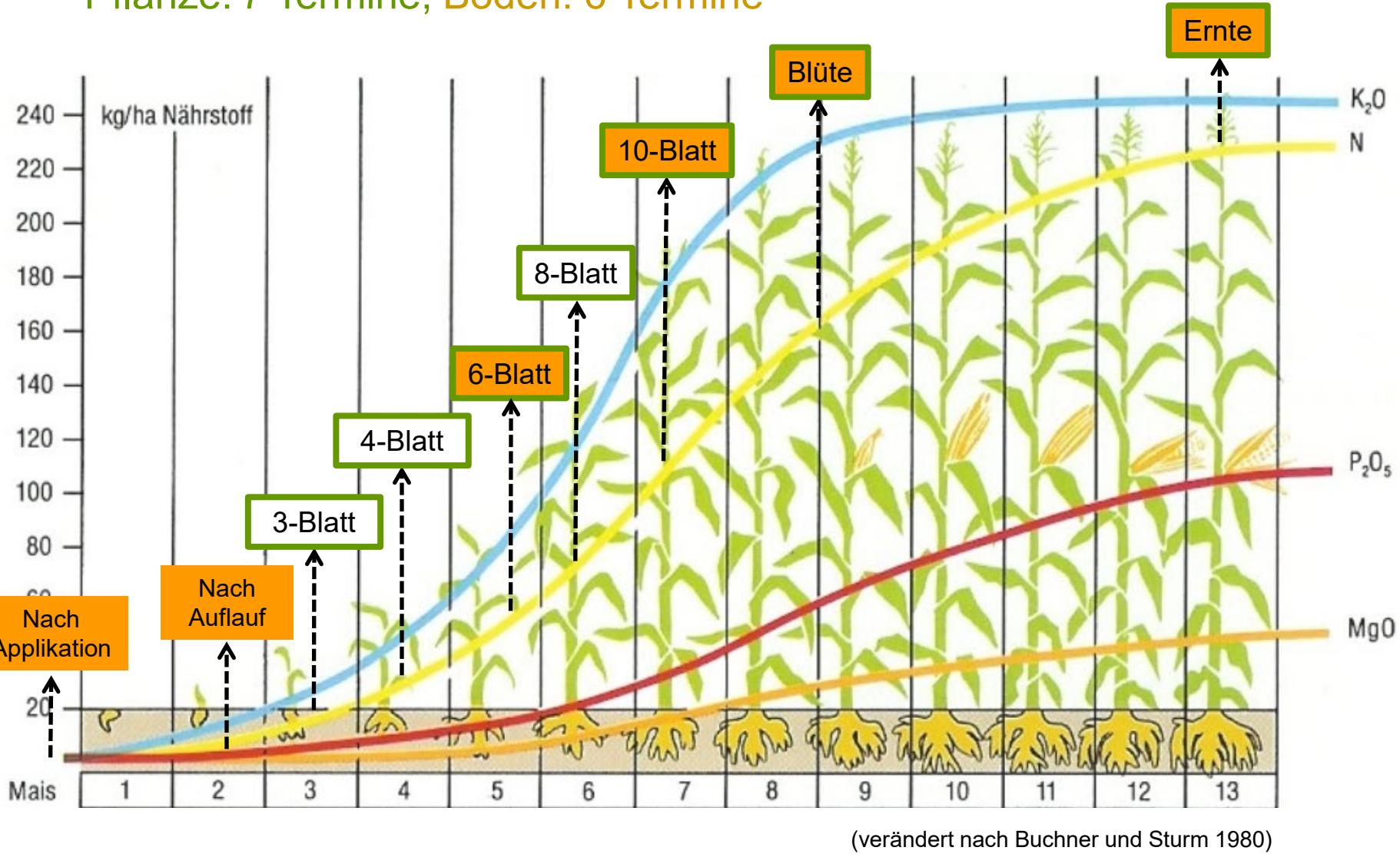
# Merkmalserhebung 2014

Pflanze: 4 Termine; Boden: 5 Termine



# Merkmalserhebung 2015

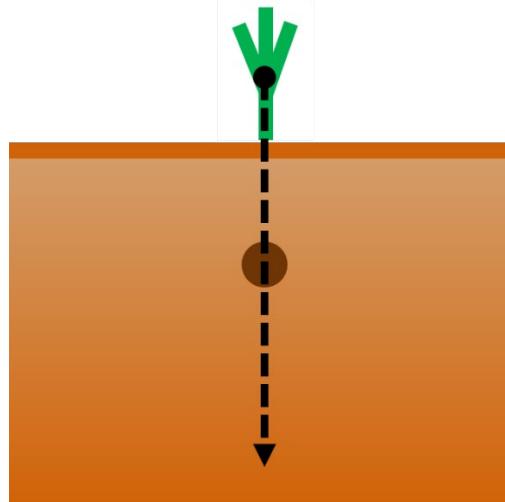
Pflanze: 7 Termine; Boden: 6 Termine



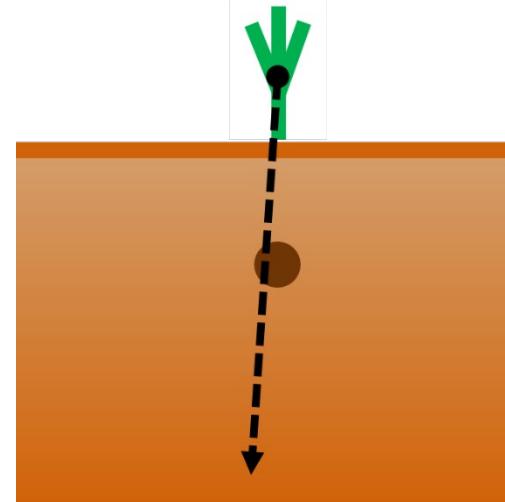
(verändert nach Buchner und Sturm 1980)

# Standard-Bodenbeprobung?

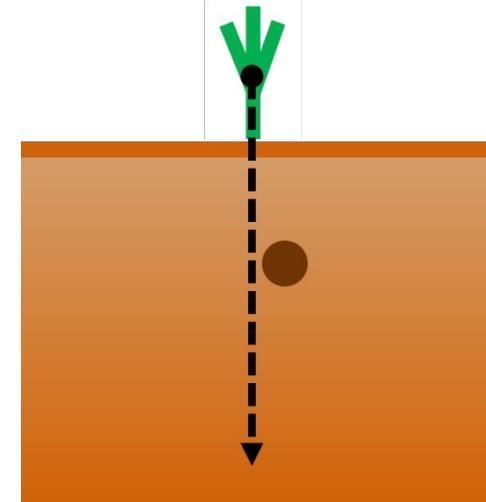
- hohe N<sub>min</sub>-Konzentrationsunterschiede zwischen Injektionsbereich und ungedüngtem Zwischenreihenbereich



optimal



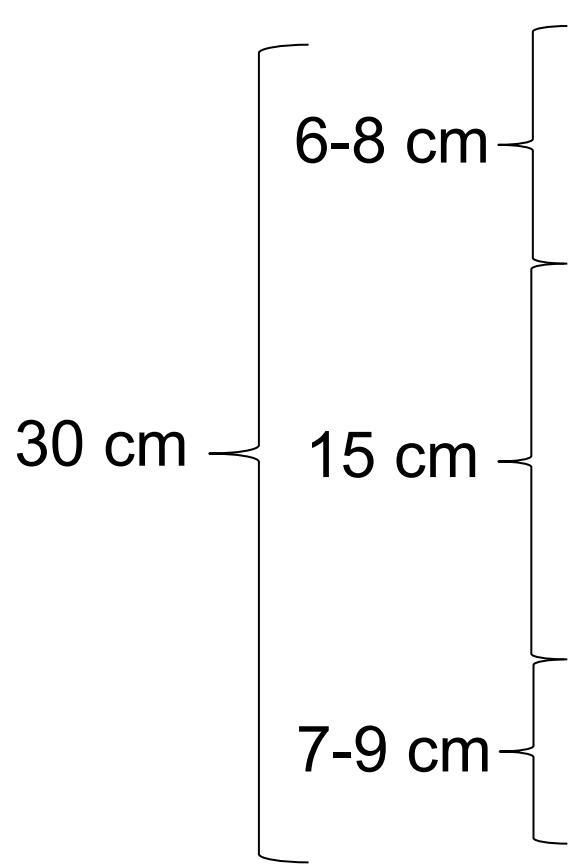
Bohrstock schräg



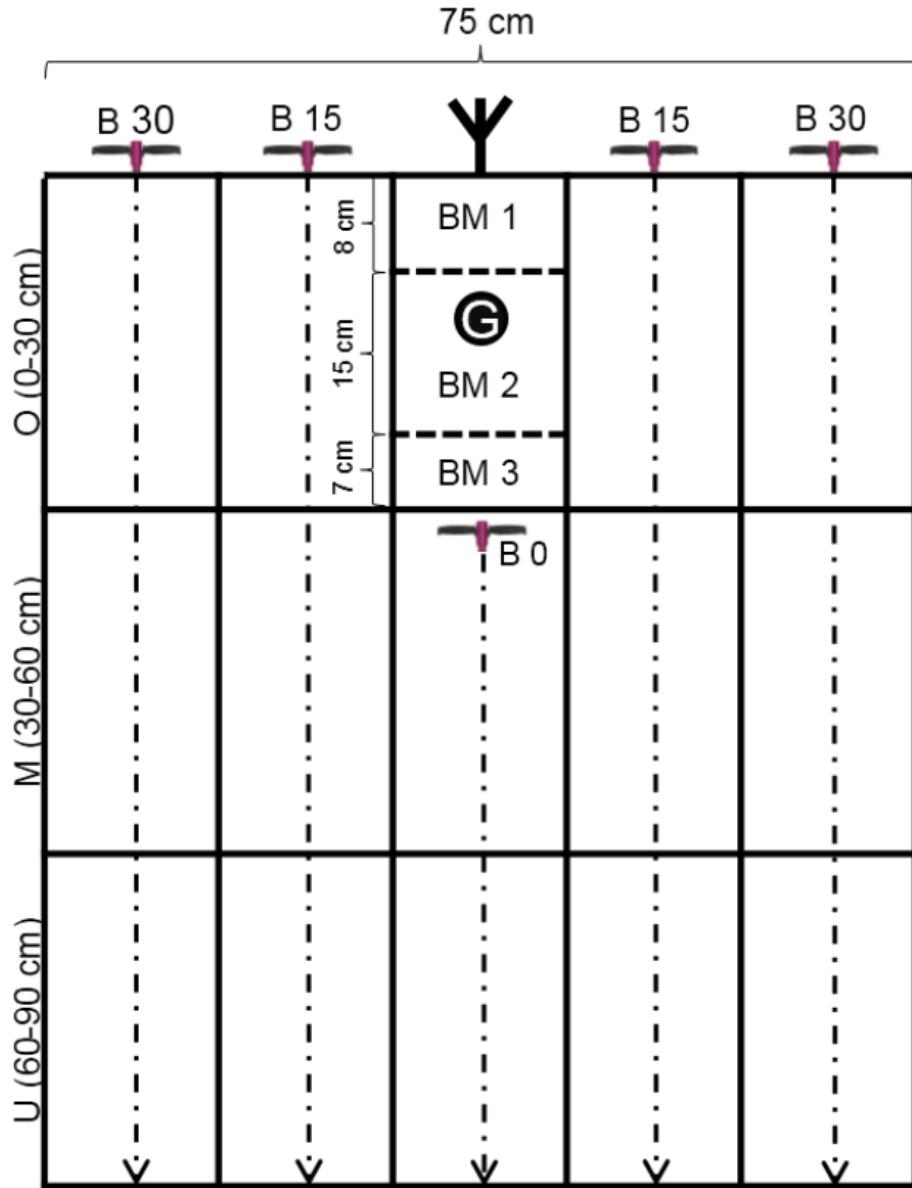
Gülleband nicht  
direkt unter der  
Maisreihe

→ Standard-Bodenbeprobungsmethodik nicht geeignet

# Neue Beprobungsmethode



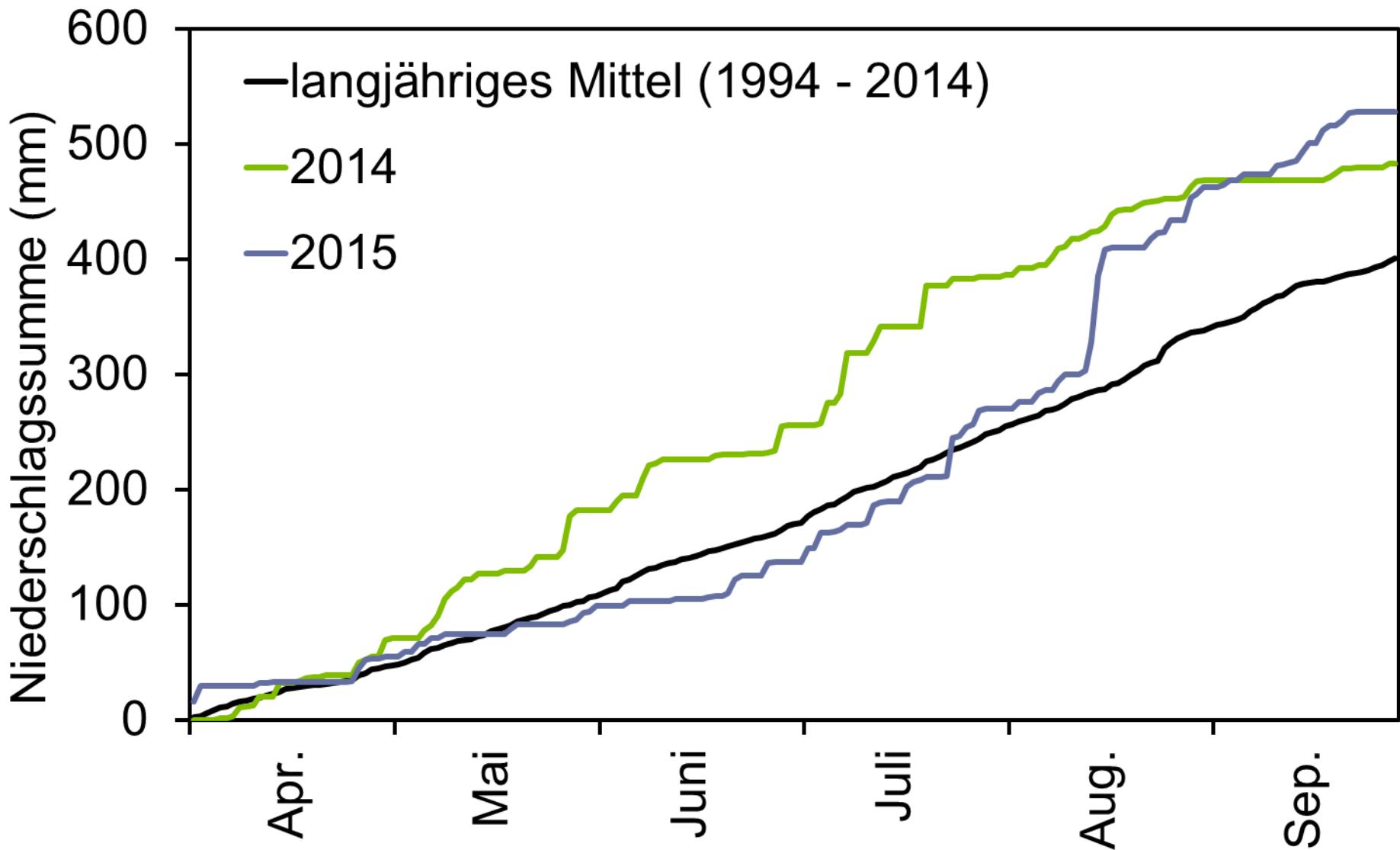
# Neue Beprobungsmethode



# Ergebnisse Stickstoffdynamikversuch

- **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**

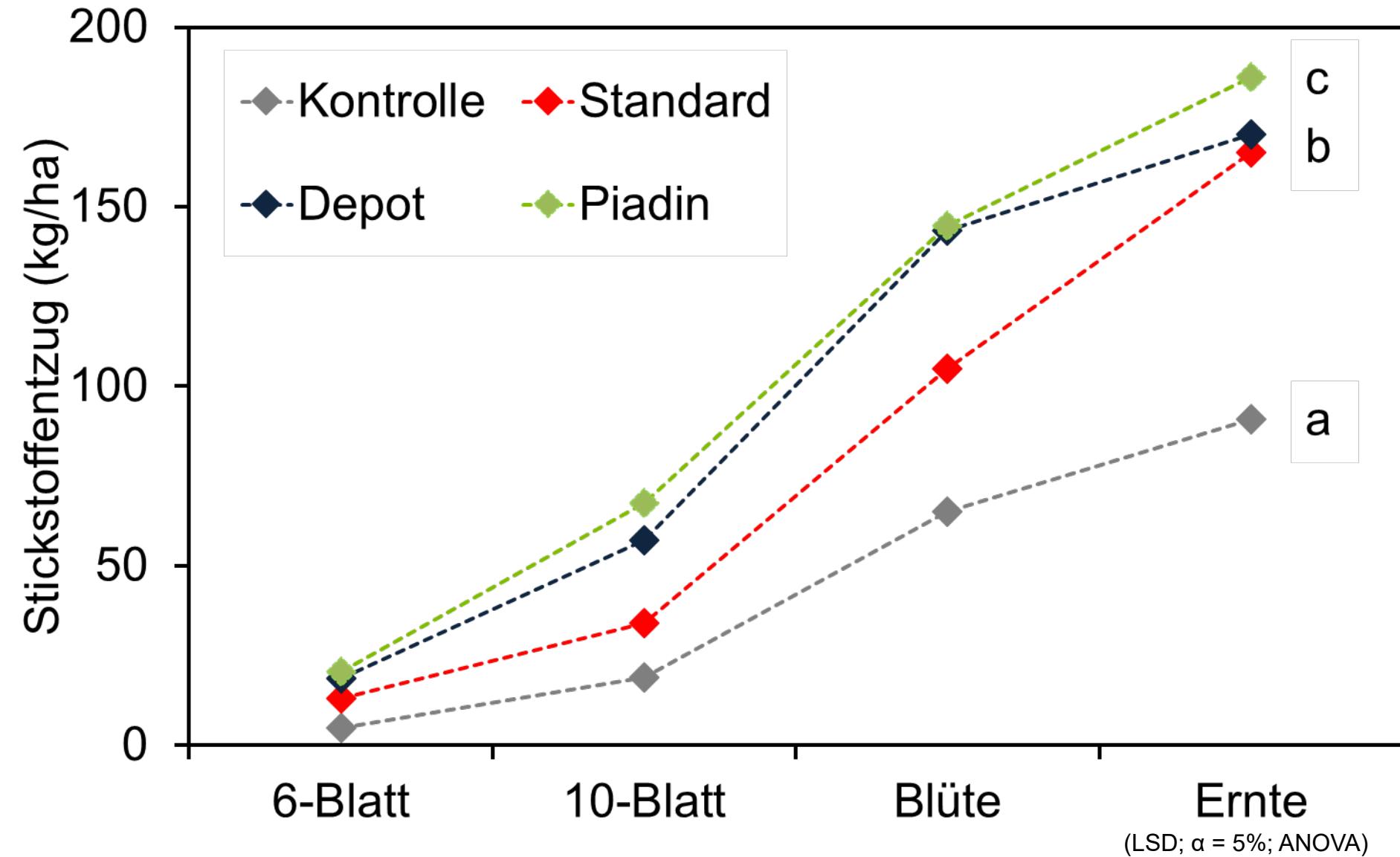
# Niederschlagssumme



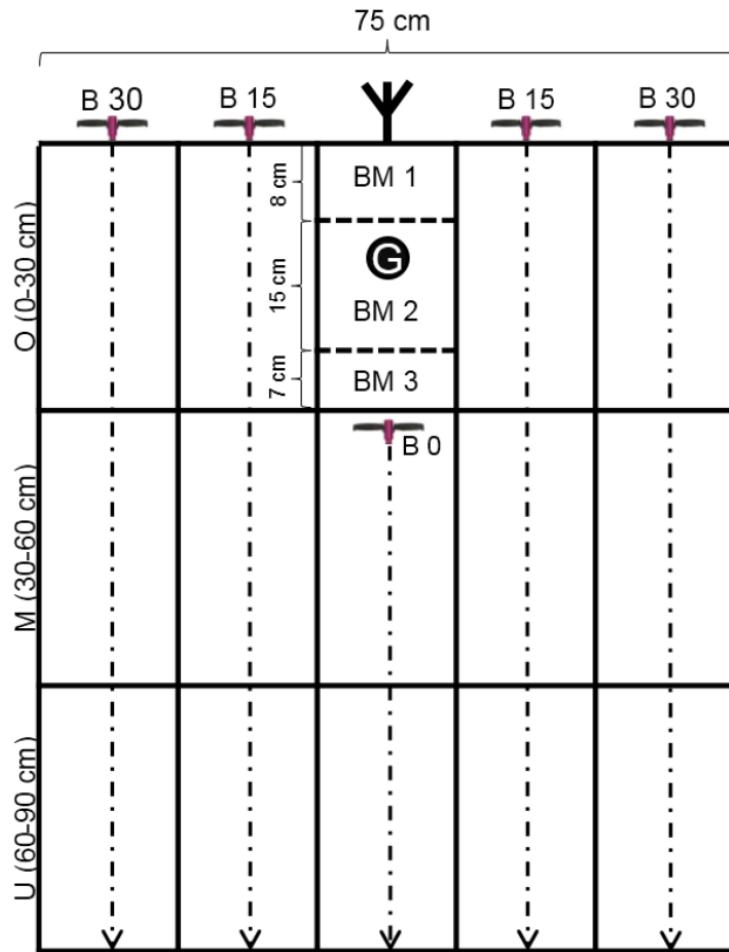
# Ergebnisse Stickstoffdynamikversuch

- 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



# Boden-N<sub>min</sub>-Dynamik



Bodenbeprobungsmethode

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

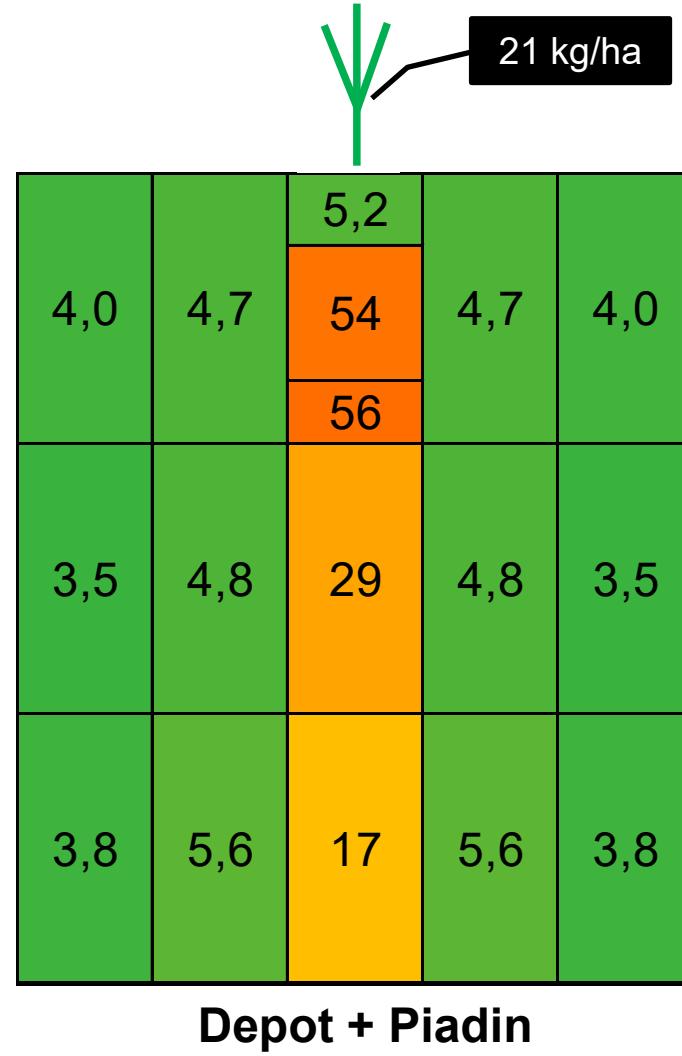
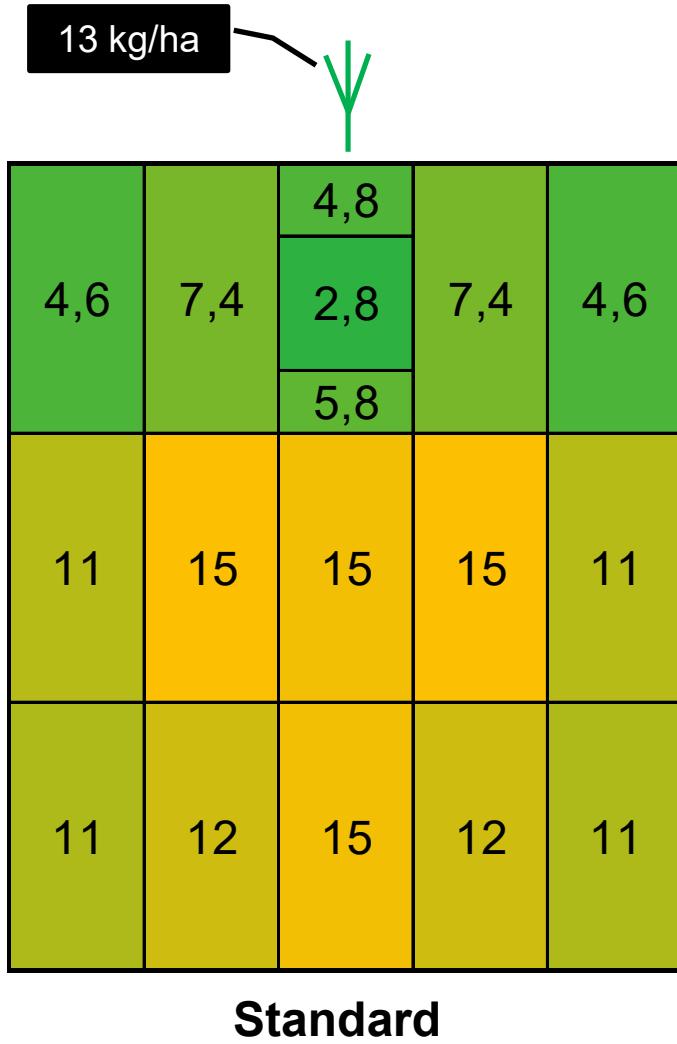
N-Entzug kg/ha				
4,8	6,3	10	6,3	4,8
220		29		
3,3	3,5	5,1	3,5	3,3
1,6	1,6	1,8	1,6	1,6

Ergebnisdarstellung

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



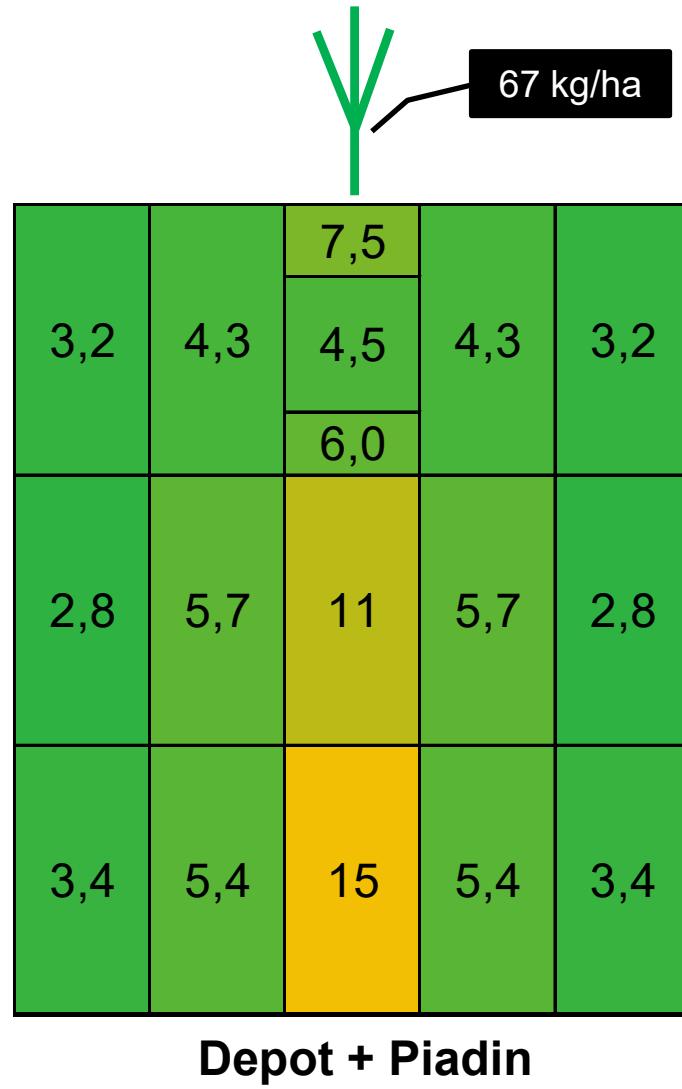
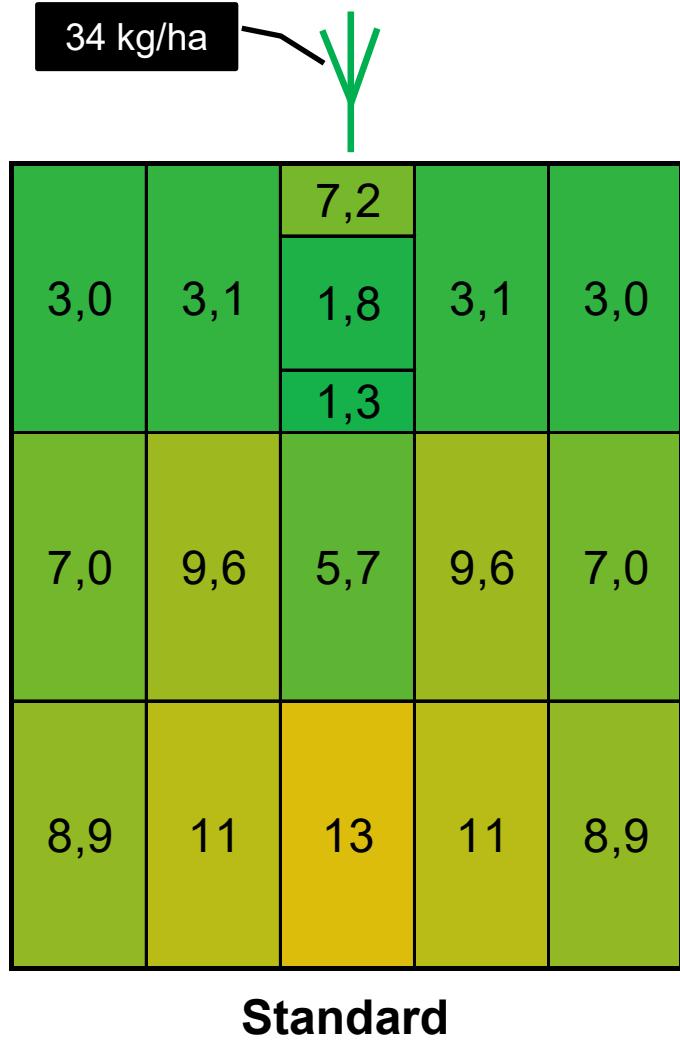
## 6-Blatt (61 Tage nach Gülle-Applikation)



# Boden-N<sub>min</sub>-Dynamik 2014



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

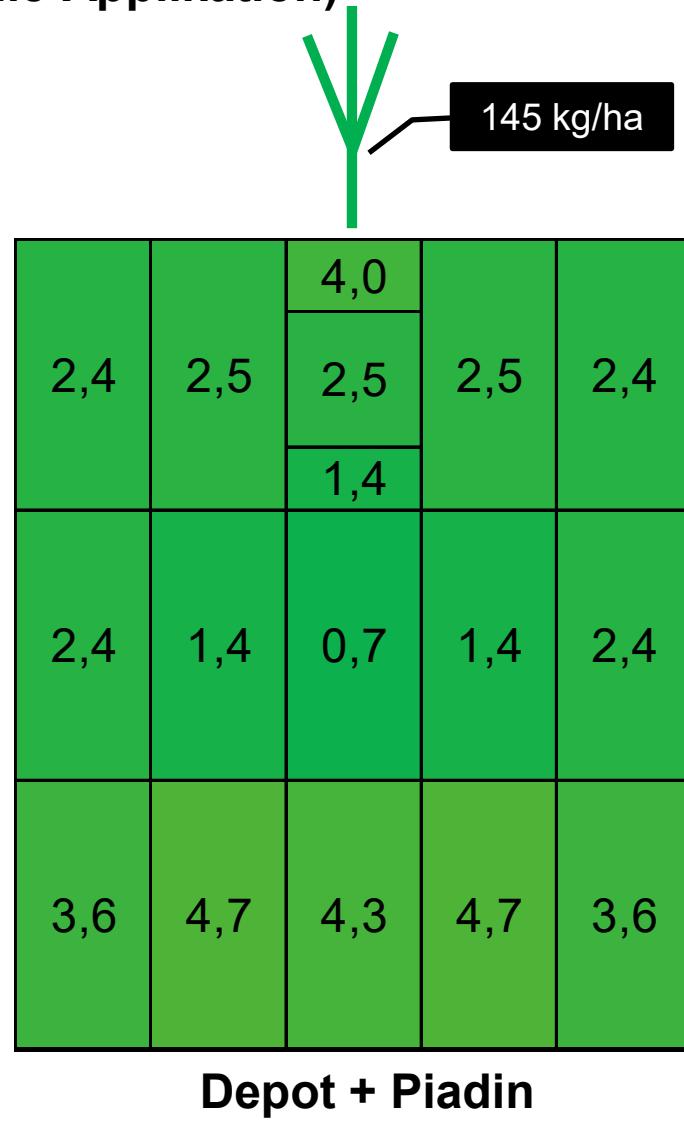
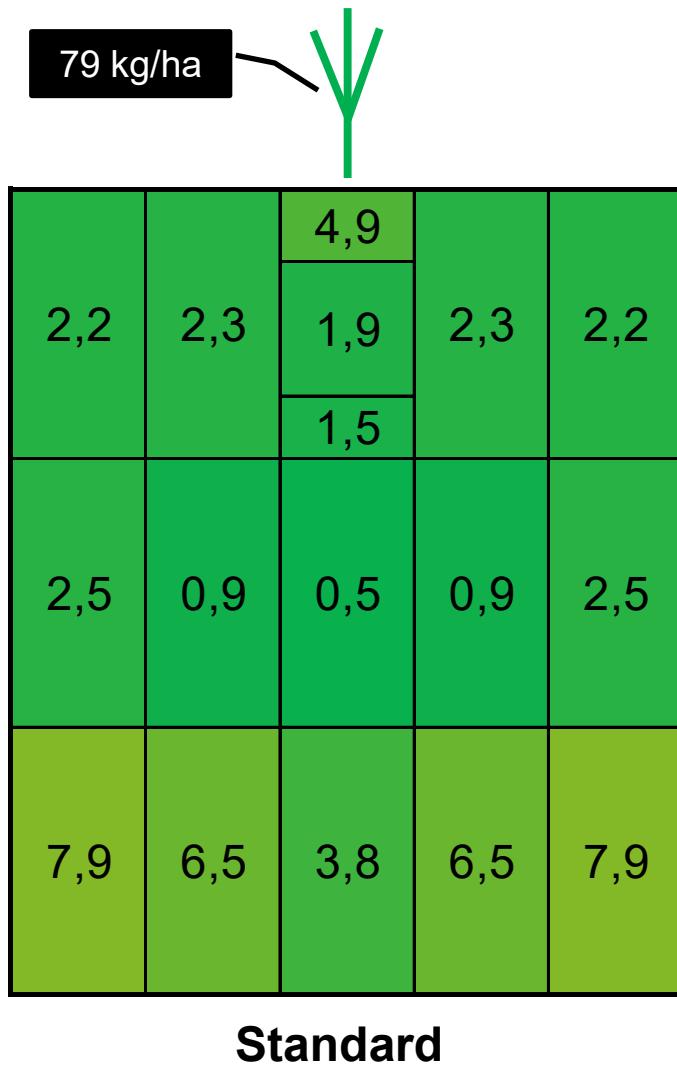


# Blick in den Bestand

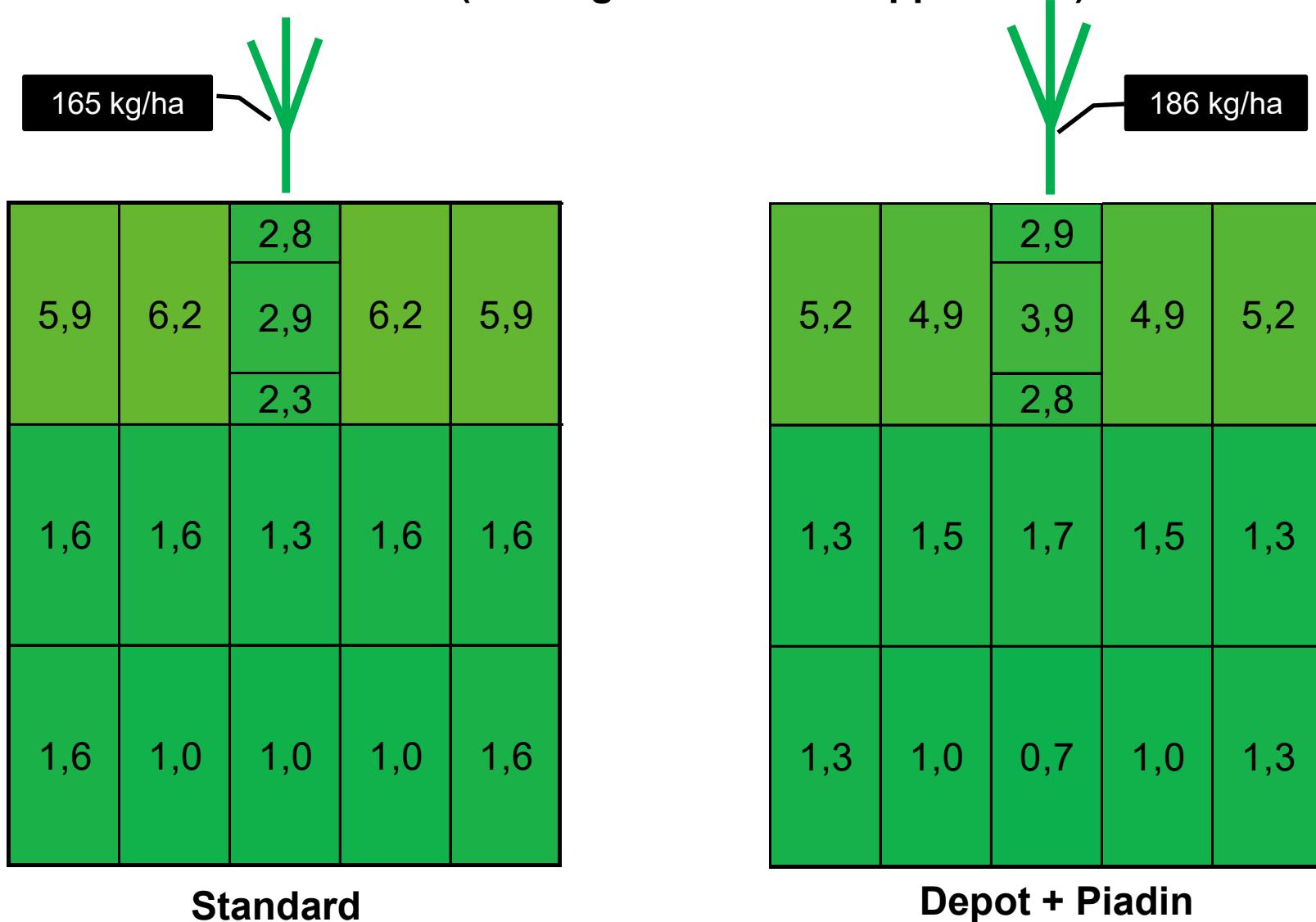
02.07.2014



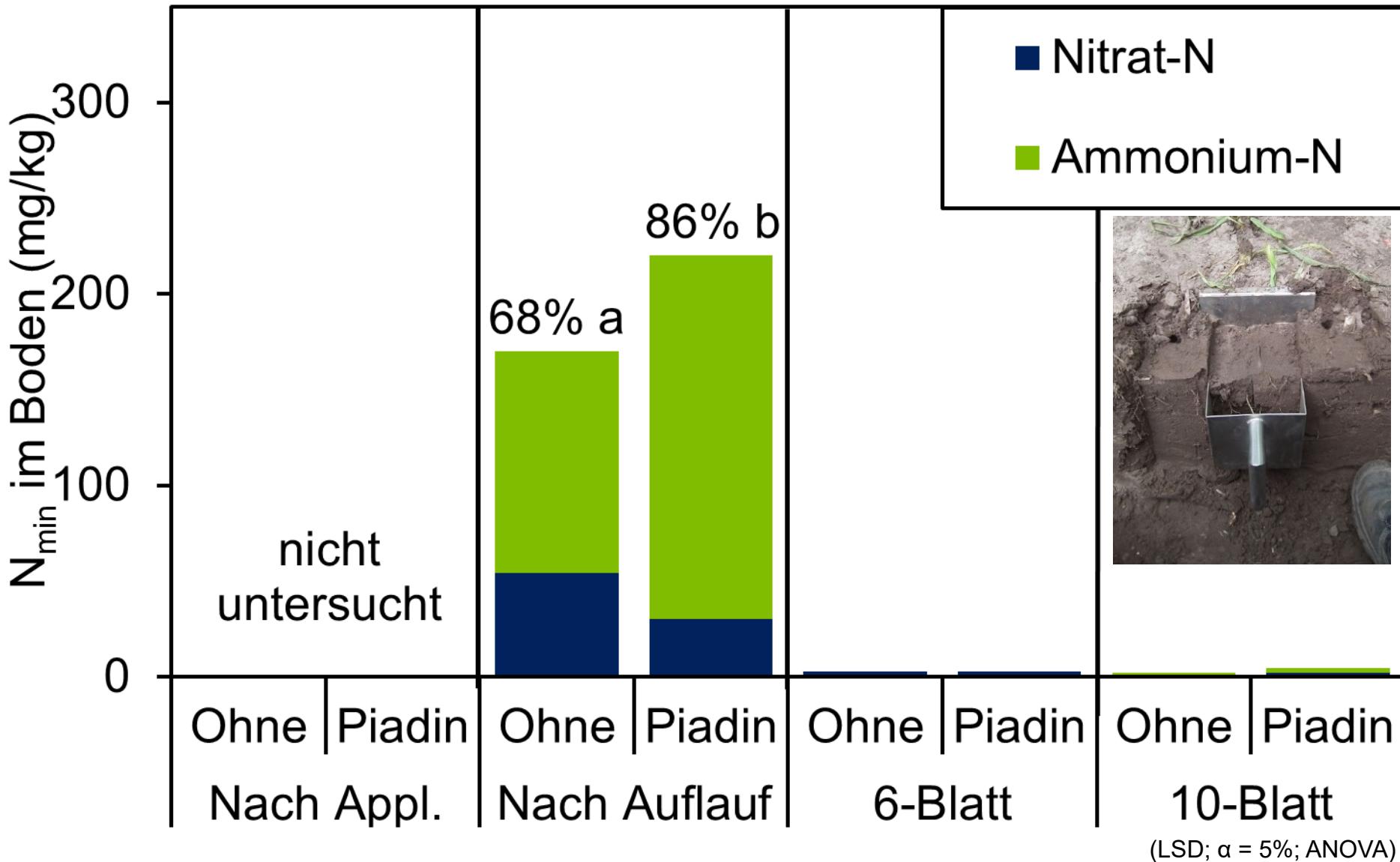
## Blüte (102 Tage nach Gülle-Applikation)



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



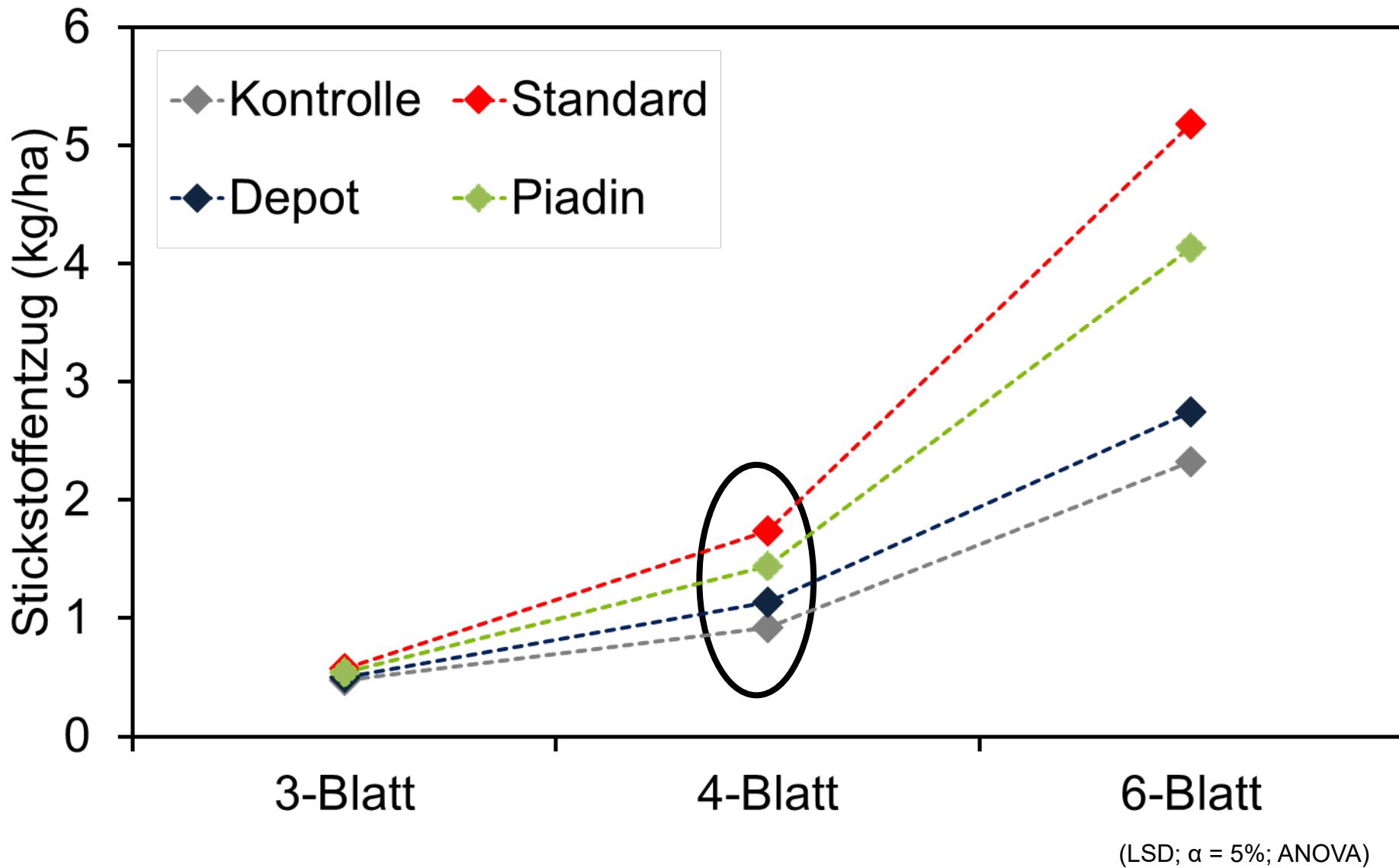
# NH<sub>4</sub>-N-Stabilisierung 2014



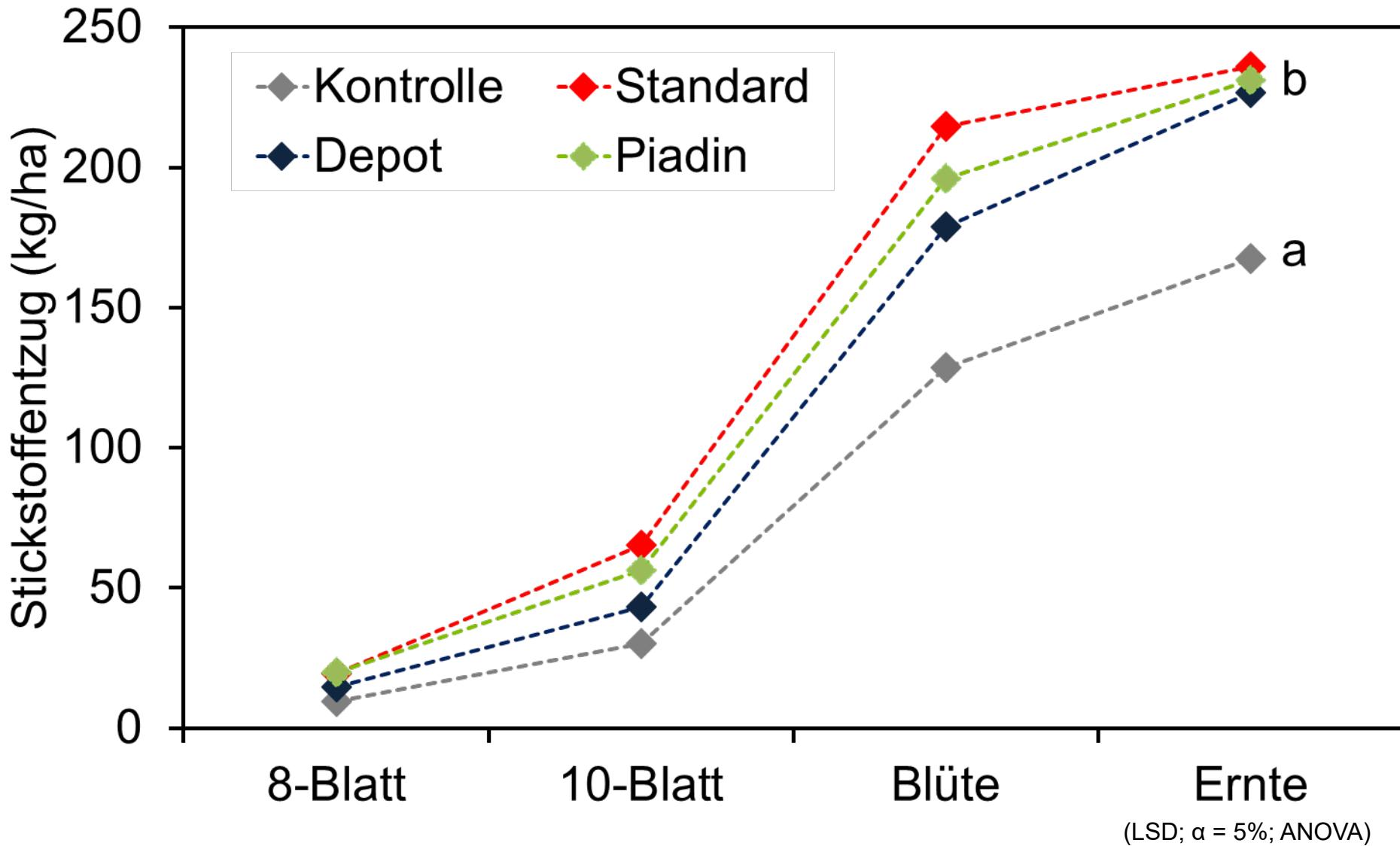
# Ergebnisse Stickstoffdynamikversuch

- **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**

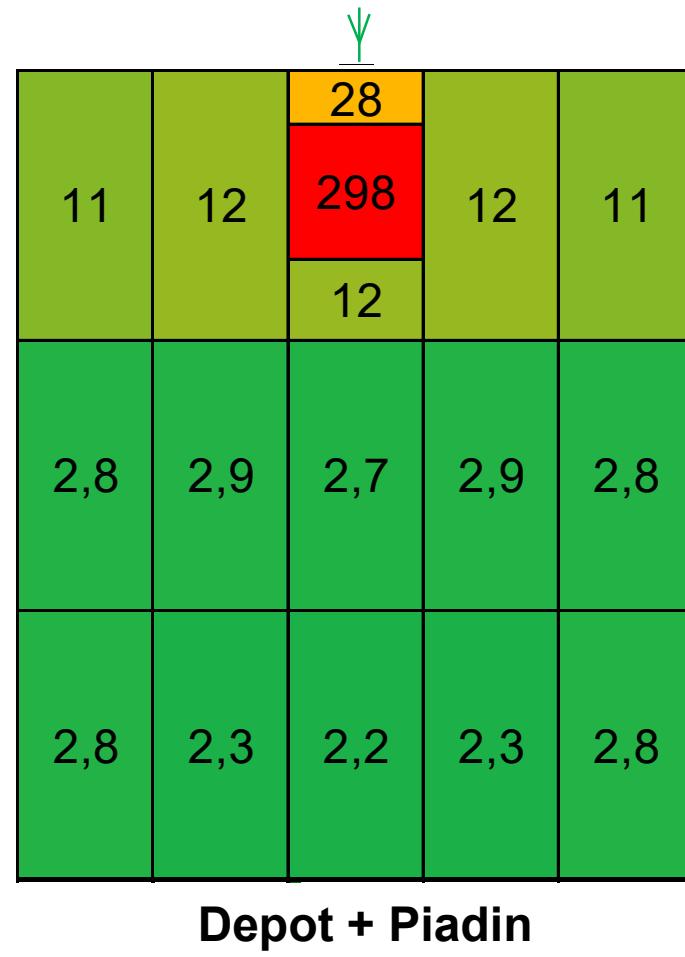
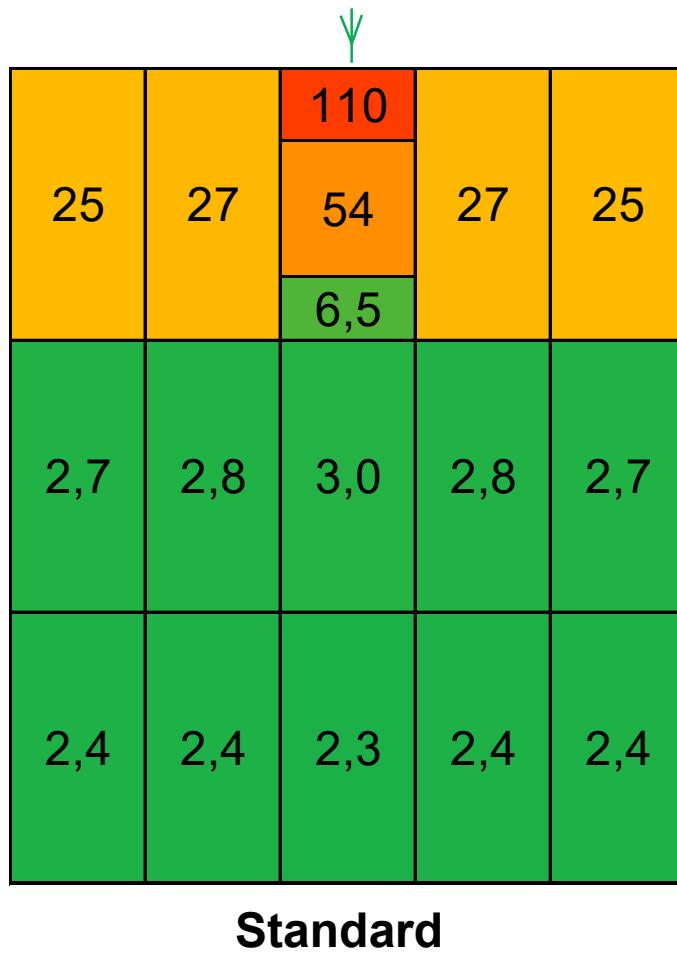
# Stickstoffentzüge 2015



# Stickstoffentzüge 2015

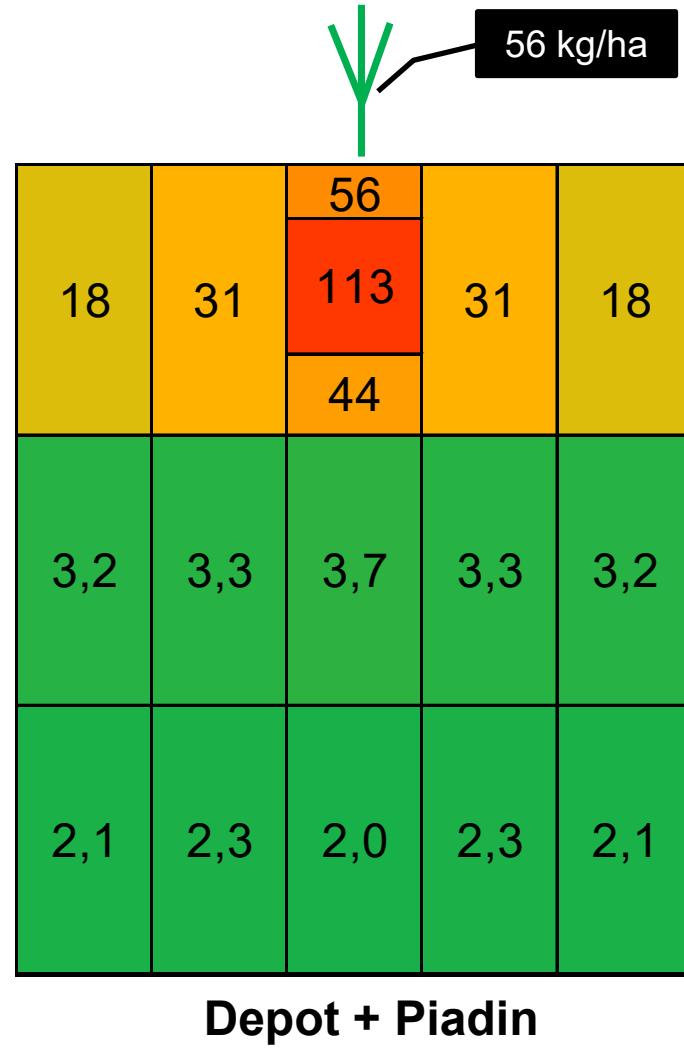
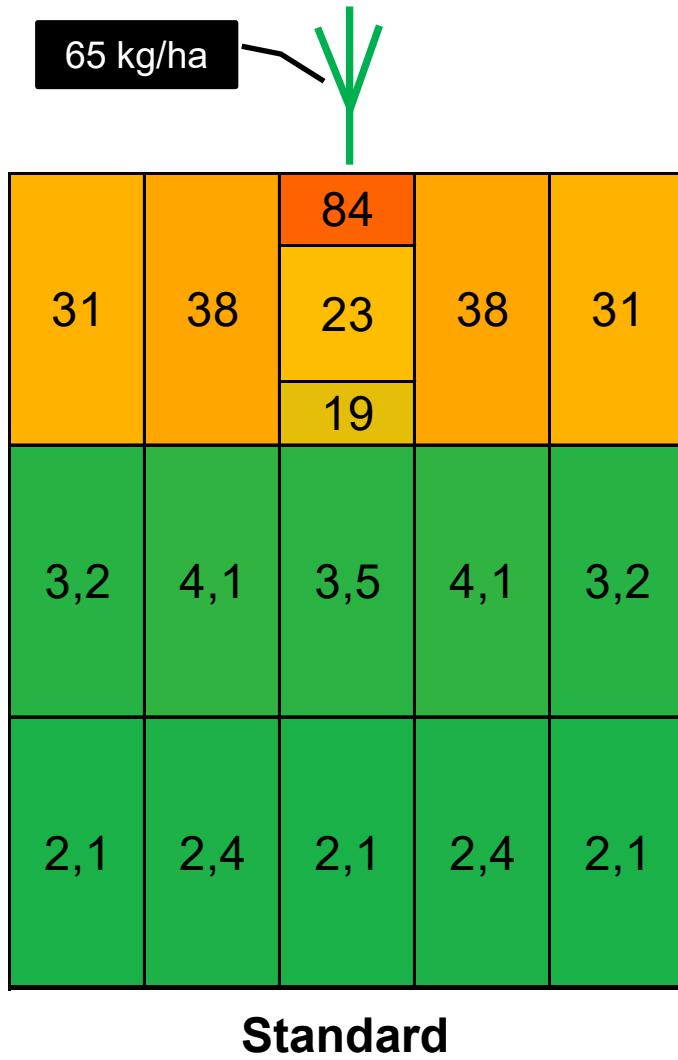


## Nach Auflauf (22 Tage nach Gülle-Applikation)



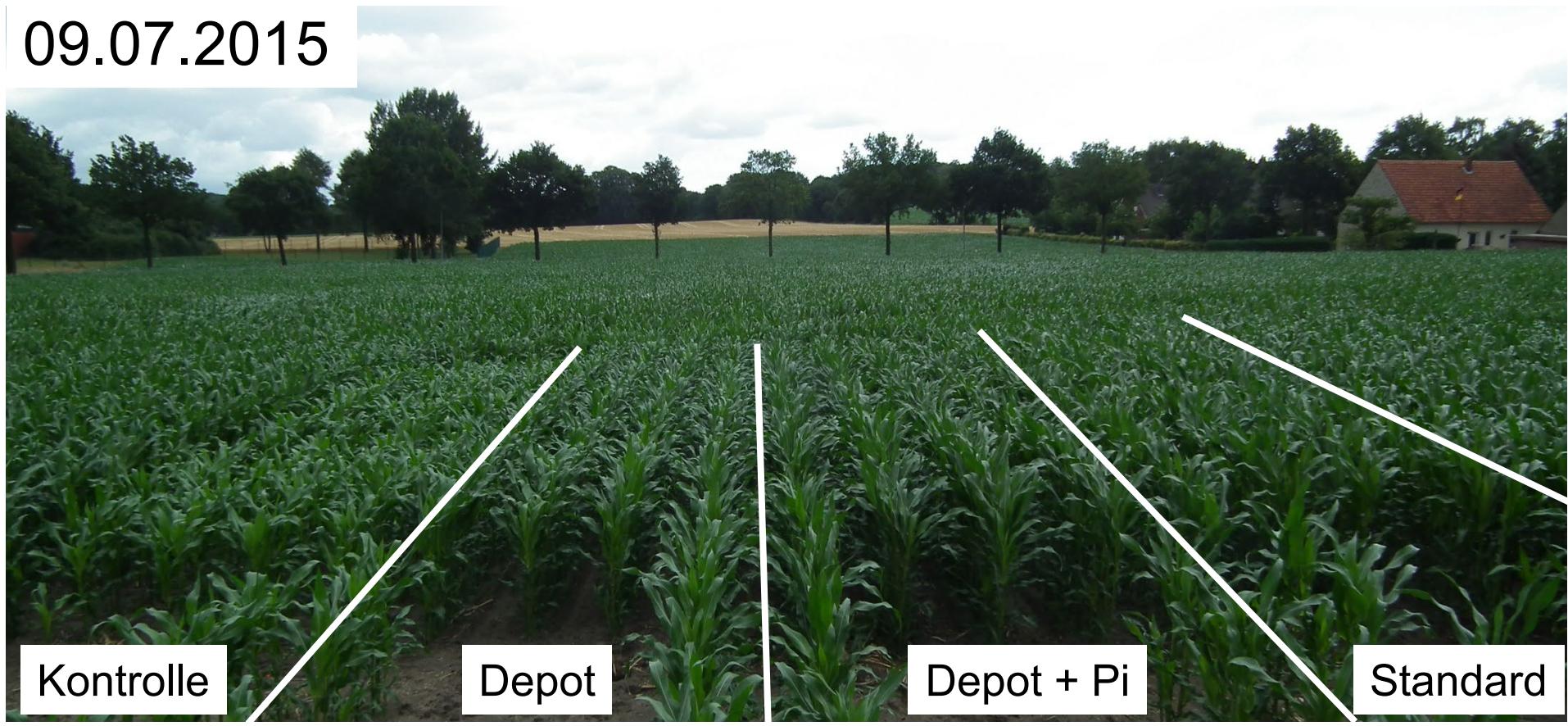
# Boden-N<sub>min</sub>-Dynamik 2015

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



# Blick in den Bestand

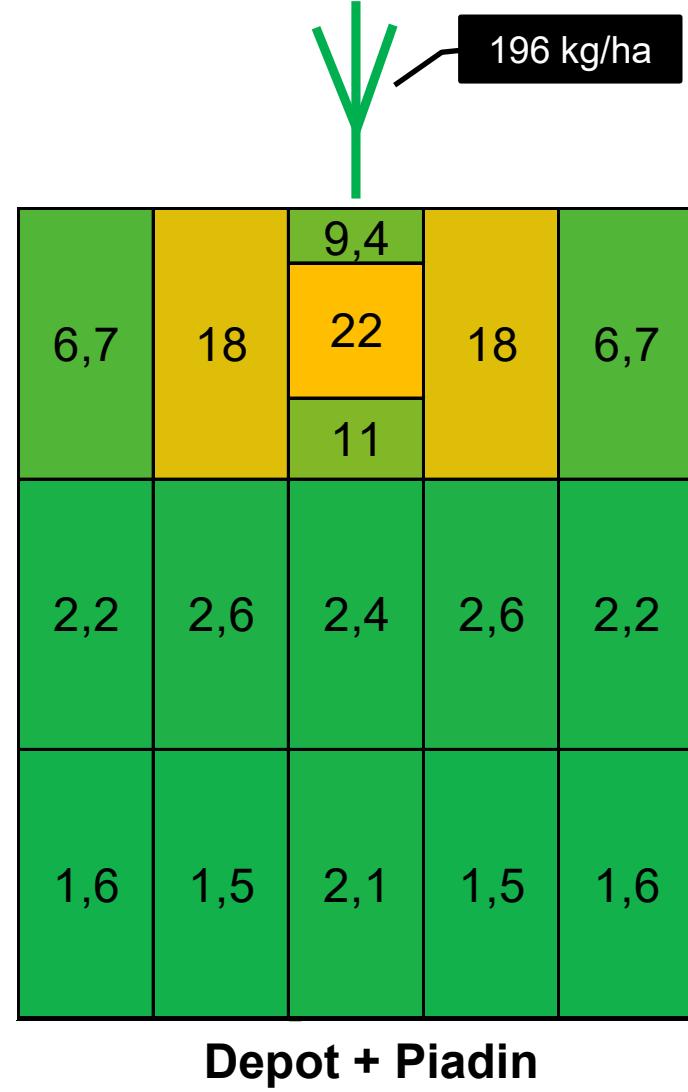
09.07.2015



# Boden-N<sub>min</sub>-Dynamik 2015

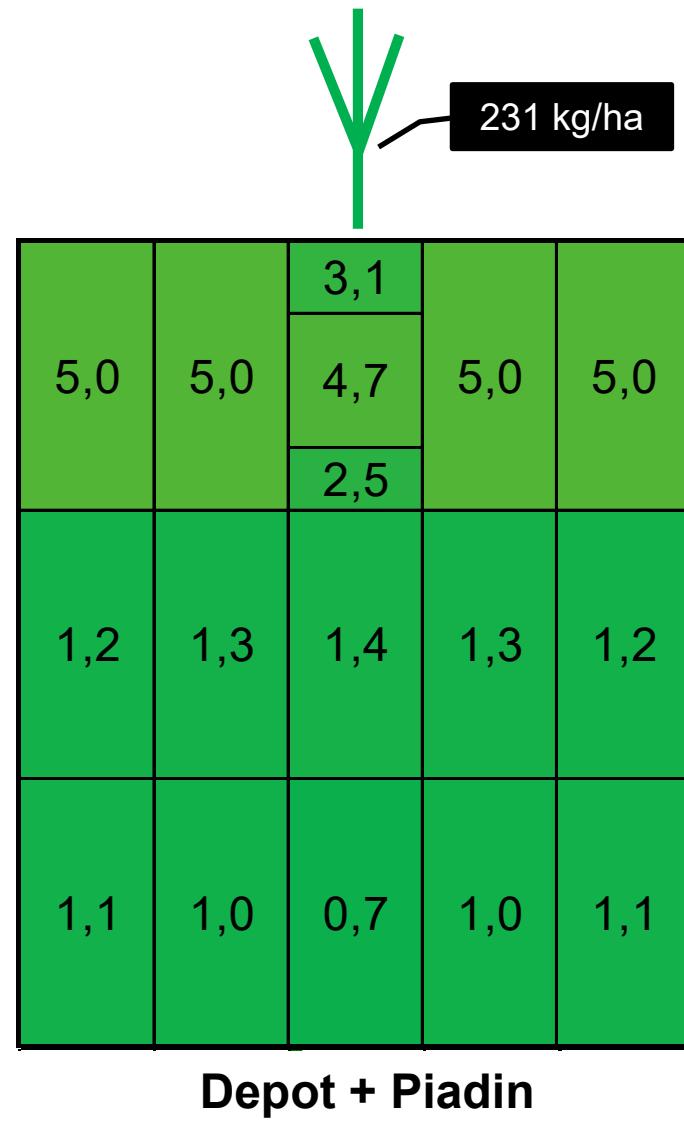
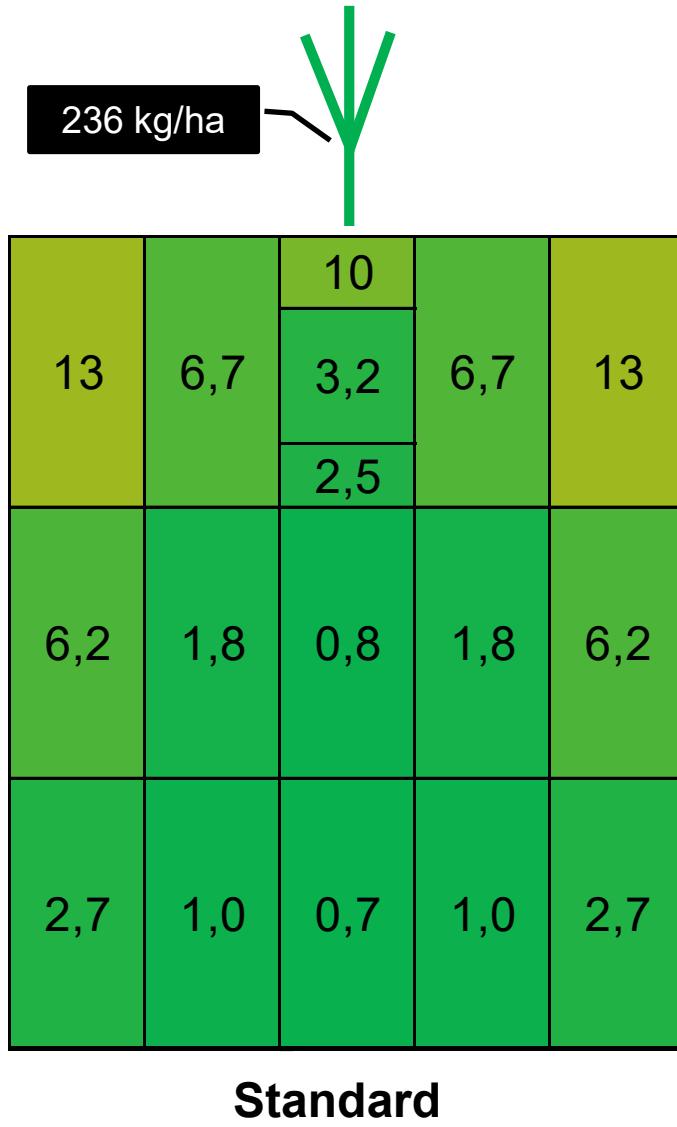


Blüte (105 Tage nach Gülle-Applikation)

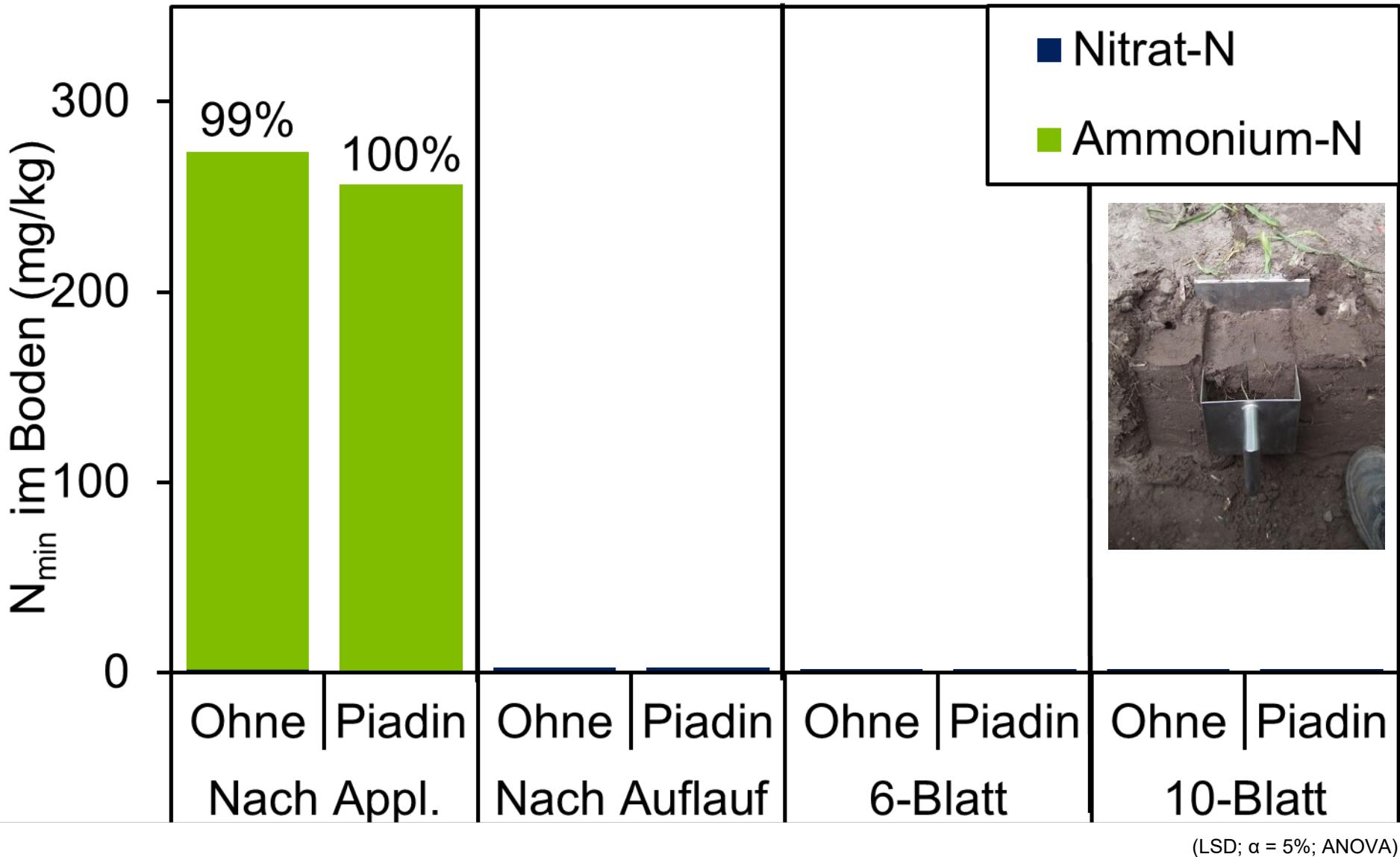


# Boden-N<sub>min</sub>-Dynamik 2015

Nach Ernte (169 Tage nach Gülle-Applikation)



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



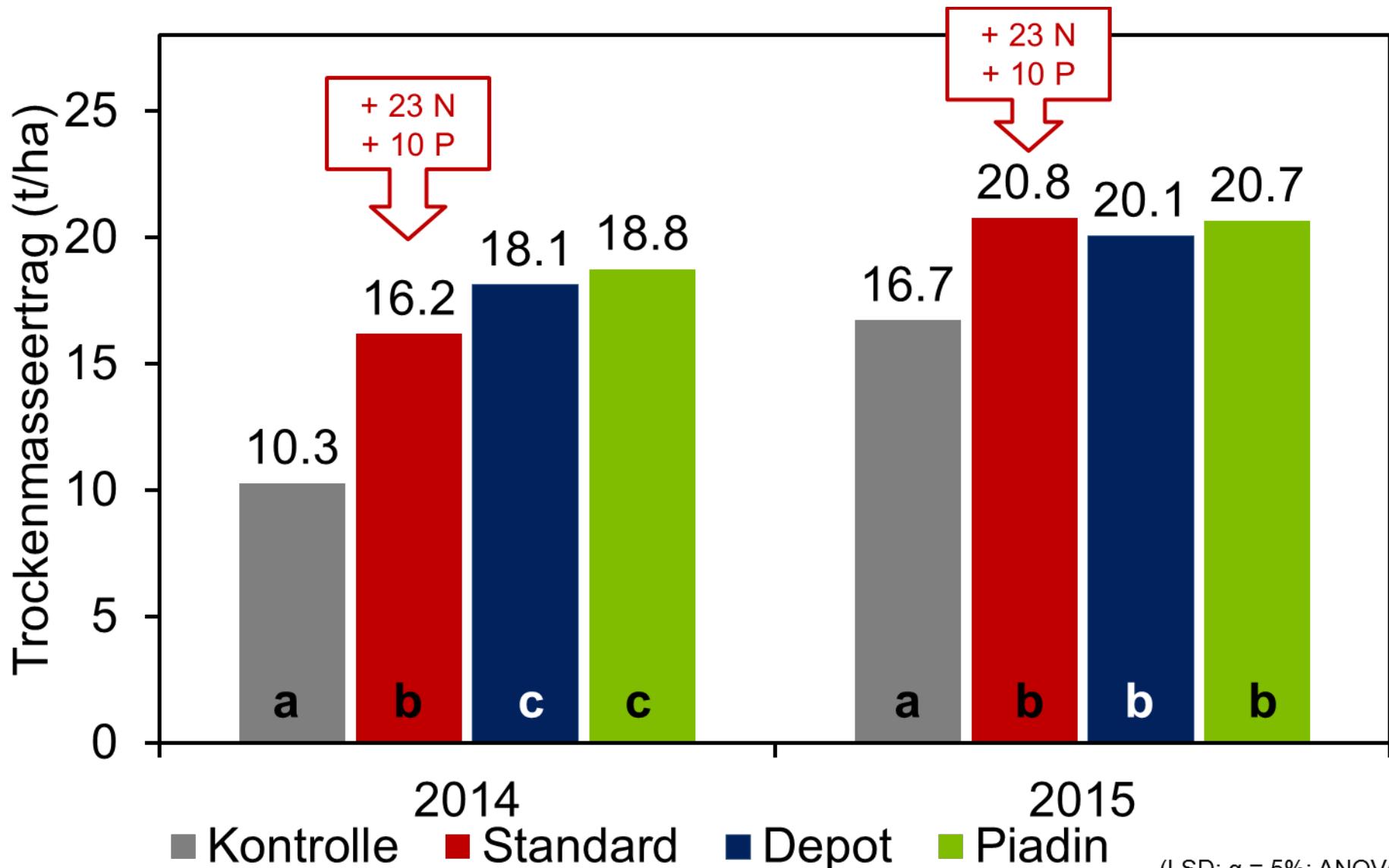
# Erwurzelung des Depots



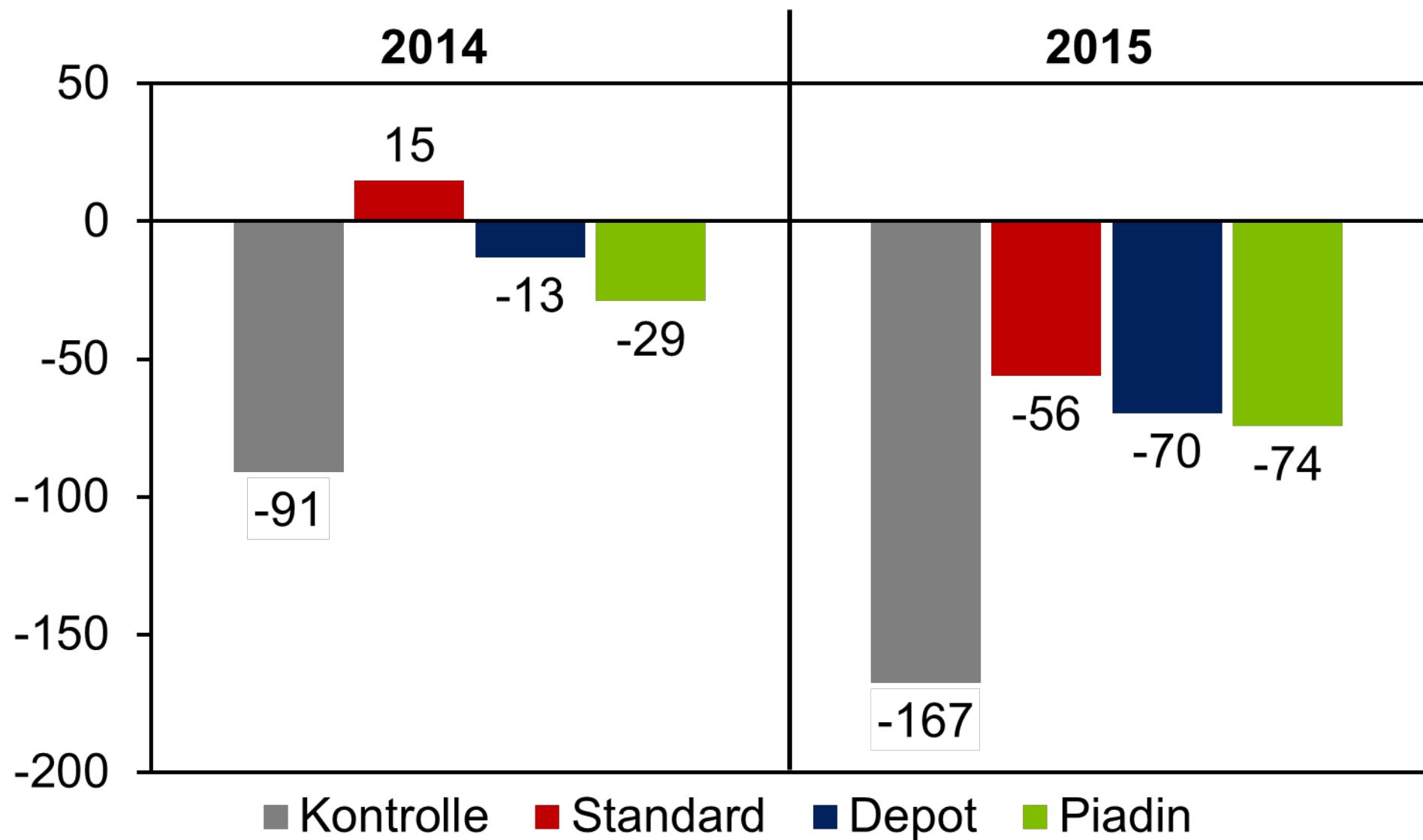
# Ergebnisse Stickstoffdynamikversuch

- 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**

# Trockenmasseerträge



# Stickstoffbilanz



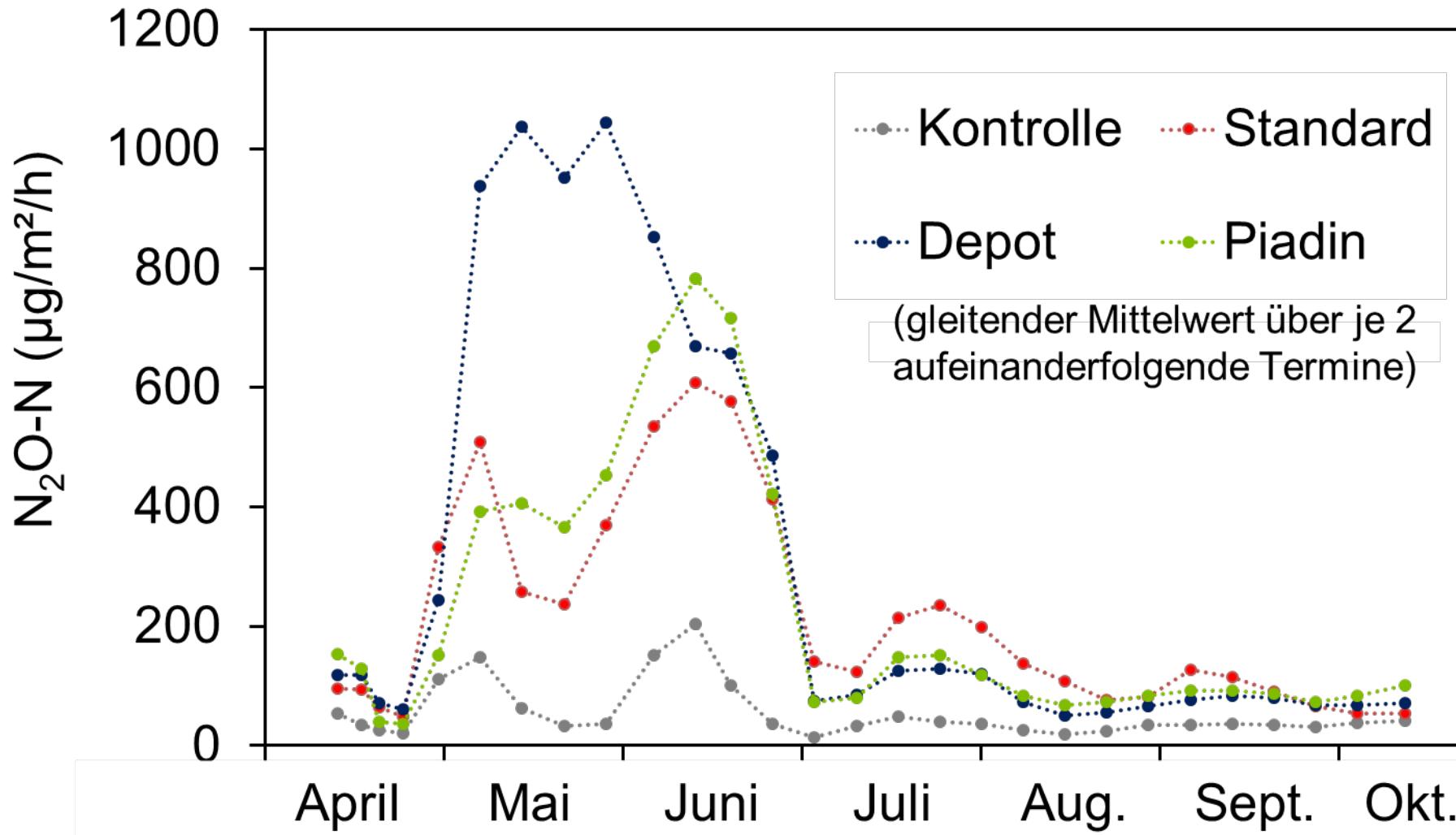
# Ergebnisse Stickstoffdynamikversuch

- **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



# Fazit - Verfahrensvergleich

- 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  $N_2O$ -Emissionen

**→ Bilanzentlastung und Ertragsabsicherung!!**

# Fazit - Nitrifikationshemmstoff

## → Zugabe von Piadin

- NH<sub>4</sub>-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“
- N<sub>2</sub>O-Emissionen deutlich reduziert

- Gölledepot-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



# !!!Dankeschön!!!

gefördert durch



Deutsche  
Bundesstiftung Umwelt

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



Fachhochschule  
Südwestfalen  
University of Applied Sciences



VOGELSANG



Landwirtschaftskammer  
**Nordrhein-Westfalen**

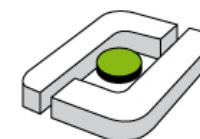


Landwirtschafts-  
kammer  
**Schleswig-Holstein**



Landwirtschaftskammer  
**Niedersachsen**

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



**Hochschule Osnabrück**  
University of Applied Sciences