



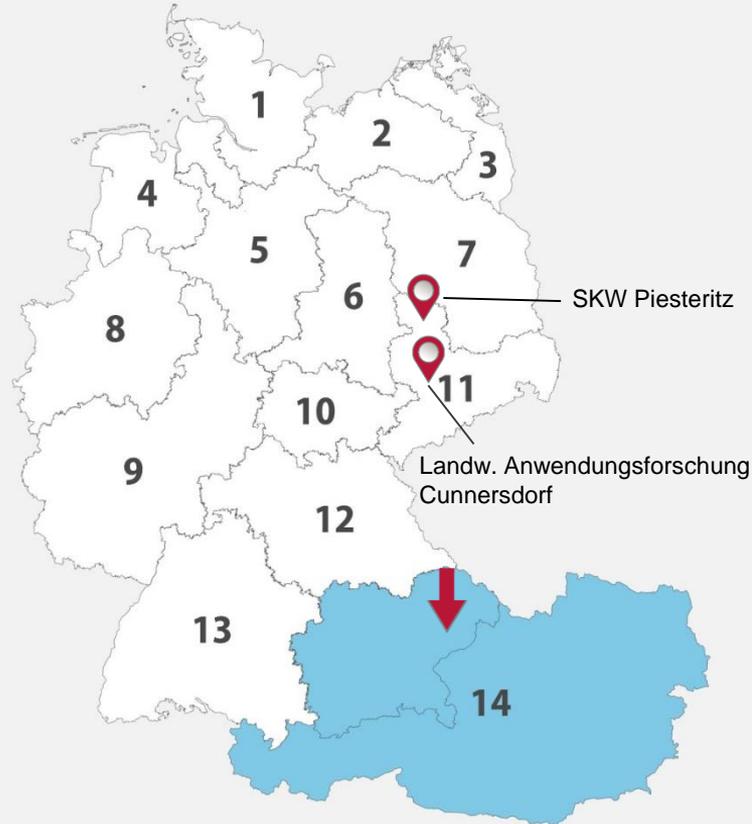
Wirkung von Stabilisatoren von unterschiedlichen Düngern

Der Einsatz von stabilisierten Düngern in der Praxis

Reinhard Lindinger Anwendungsberatung in Bayern und Österreich

skw.
PIESTERITZ

Die Zukunft der Düngung.



Reinhard Lindinger **SÜDLICHES BAYERN, ÖSTERREICH**

Tel.: +49 (0) 8542 919661

Mobil: +49 (0) 151 19568125

E-Mail: reinhard.lindinger@skwp.de



Ammoniak und Harnstoff – Schlüssel für die Wirtschaft



Lebensmittel – ohne Harnstoff deutlich reduzierte Ernteerträge, höhere Lebensmittelpreise bei weniger Lebensmitteln



Transportlogistik – ohne AdBlue **keine Transporte Waren, Dienst- und Sicherheitsleistungen**



E-Mobilität – ohne Ammoniak z. B. keine Batterieproduktion



Gas- und Kohlekraftwerken – ohne Ammoniak keine Entstickung – **Keine Energie, Fernwärme**



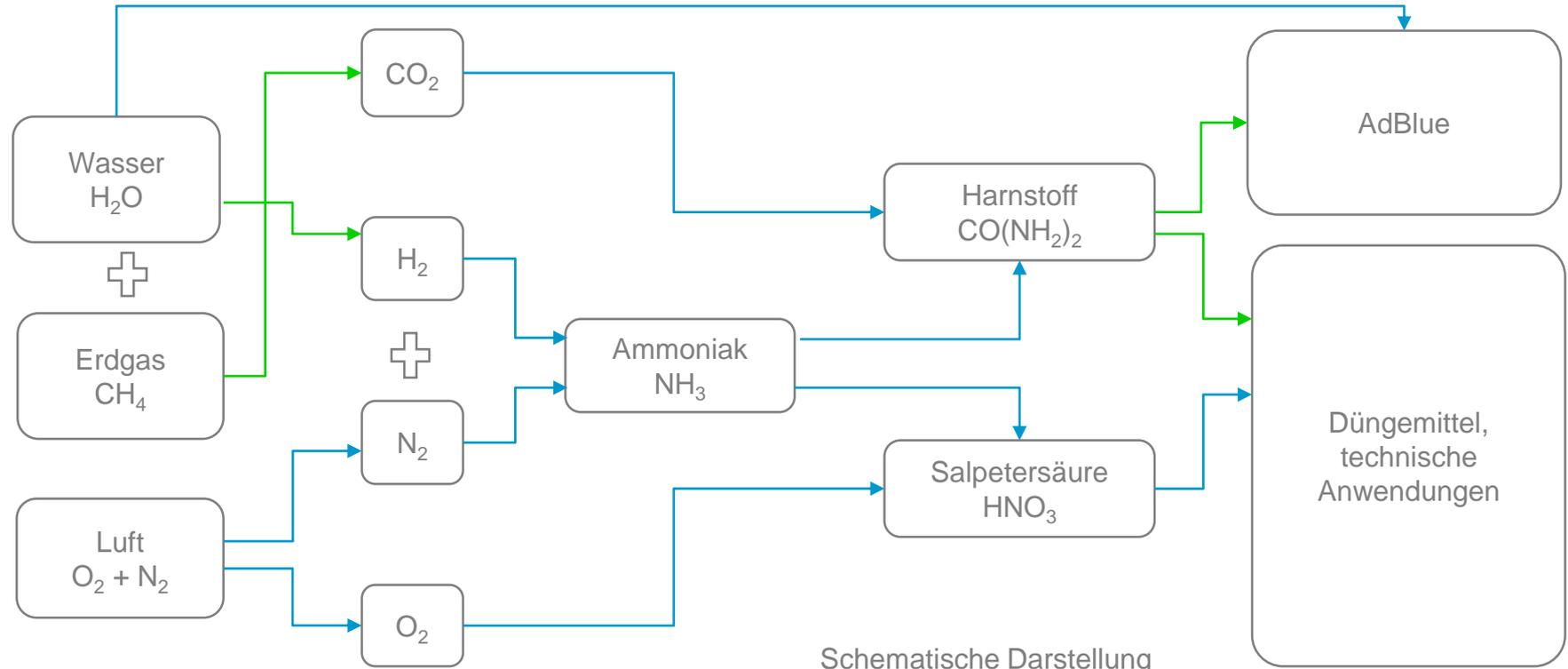
Kommunale Müllverbrennung – ohne Ammoniak keine Entstickung – **Keine Energie, Fern-/ Abwärme und Abfallentsorgung**



Bauwirtschaft – ohne Ammoniak/Harnstoff **Ausfall der Produktion** von Melamin, Harzen und Leimen



Vom Erdgas zu Dünger und AdBlue



- größter Ammoniakproduzent Deutschlands
- größter Harnstoffproduzent Deutschlands
- einer der größten industriellen Erdgasverbraucher Deutschlands 3 Mio. m³ täglich
- einer der innovativsten Mineraldüngerproduzenten Europas
- moderne Produktionsanlagen
- leistungsfähige Forschung Analytik und Entwicklung
- optimale Logistik



Sanktions-Lücke nützt Kreml-Oligarchen

Putins Blut-Dünger überschwemmt deutsche Äcker
Folge: Reichster Russe verdoppelt Vermögen, während
deutsche Hersteller vor dem Aus stehen

CO₂-Zertifikate und steigende LKW-Maut



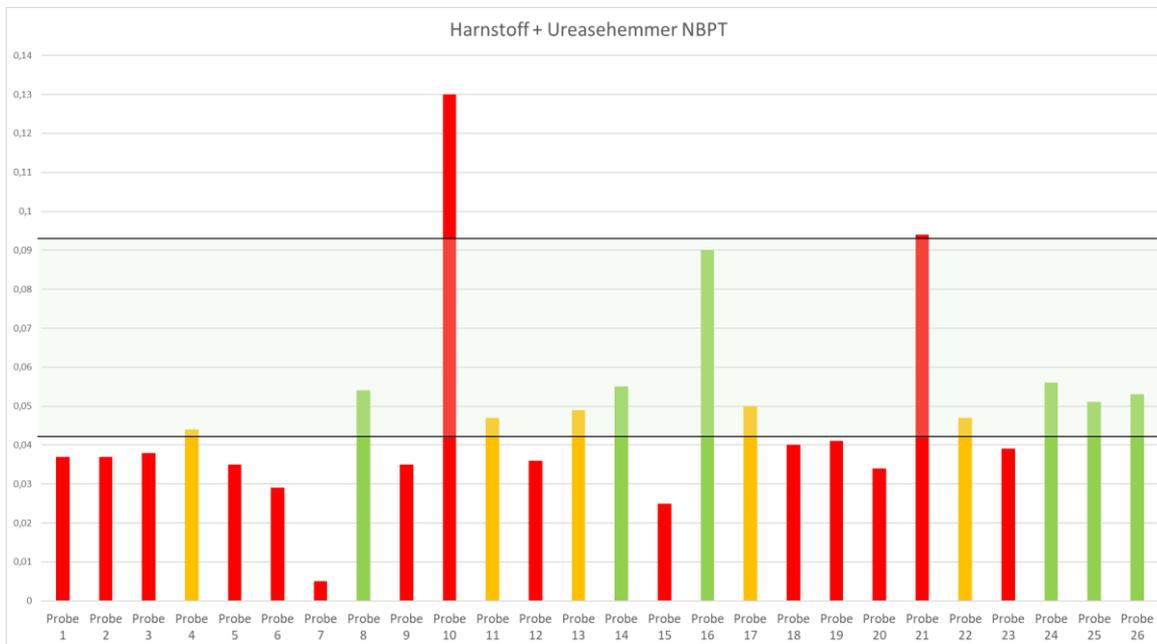
Quelle: Bild-Zeitung
Von: PETER TIEDE
20.08.2023 - 19:07 Uhr



In Not: Düngewerk in Piesteritz bei Wittenberg in Sachsen-Anhalt
Foto: Hendrik Schmidt/dpa



Import-Harnstoff mit aufgesprühtem Ureasehemmer



Nicht verkehrsfähig: 2 Proben

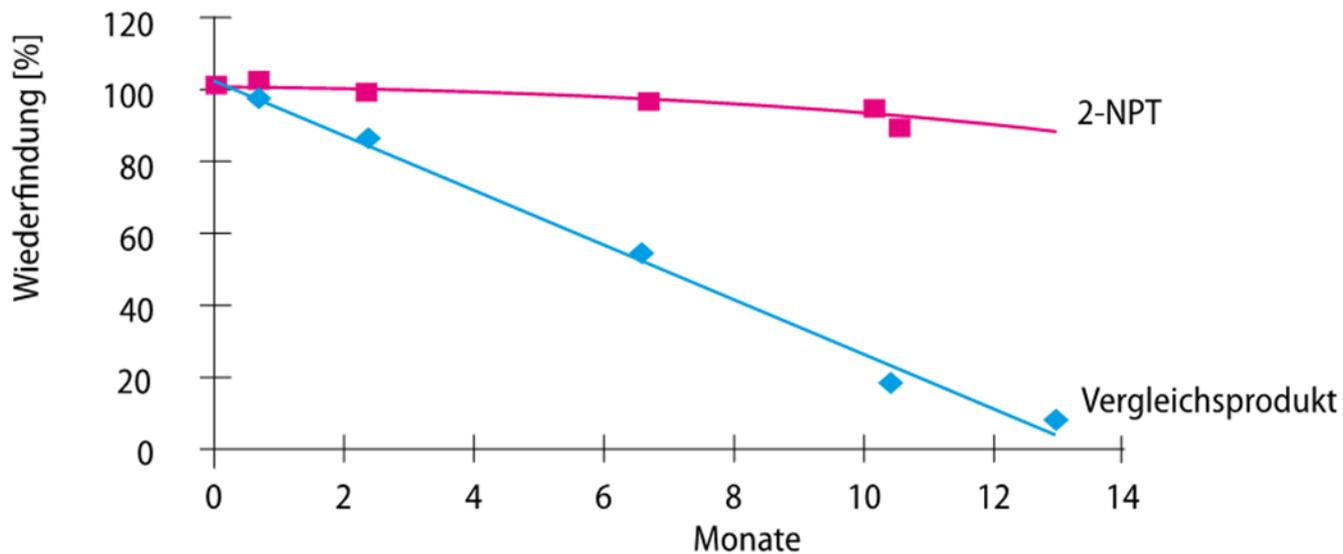
verkehrsfähig: 6 Proben

kritisch: 5 Proben

Nicht verkehrsfähig: 13 Proben

Ergebnis: Nicht verkehrsfähig + kritisch = 20 Proben = 77 % von insg. 26 Proben

Wer trägt die Verantwortung?



Die hohe Stabilität des Wirkstoffs 2-NPT auf den Düngergranalien garantiert eine optimale Wirksamkeit auch noch nach mehr als 10 Monaten Lagerdauer.



Produkteigenschaften ALZON® neo-N

EU-Düngeprodukt

PFC 7 – Düngeproduktmischung: Festes Anorganisches Einnährstoff-Makronährstoff Düngemittel mit Nitrifikations- und Ureasehemmstoff, Harnstoff mit Ureasehemmstoff (2-NPT) und Nitrifikationshemmstoff (MPA) N46

46 % N Gesamtstickstoff als Carbamidstickstoff
min. 0,046 % Nitrifikationshemmstoff
min. 0,035 % Ureasehemmstoff



Charakteristische Werte

Korngröße (95 % des Produkts): 1,6 – 5,0 mm

Mittlerer Korndurchmesser: 3,5 mm

Schüttdichte: ca. 730 kg/m³

Farbe: Neongrün

Biuretgehalt: max. 1,2 %





Mittlerer Korndurchmesser:
3,01 mm



Mittlerer Korndurchmesser:
4,12 mm







bis 25 % Nicht sichtbar

25 – 30 % Leichte Farbunterschiede

30 – 50 % Deutliche Farbunterschiede

Geringer Ertrag und Qualität

Lager-/Abreife-/Ernte-Erschwernis

- Auslaufen des BASF-Patentes auf DMPP (NI) in 2018
- seitdem Importe aus China als Billig-NI-Lösungen
- **Aufbringung** auf Harnstoff ist **problematisch**
 - gesetzliche **Mindestgehalte für DMPP** gemäß Düngemittelverordnung – DüMV: **0,8% DMPP** bezogen auf NH_4^+ bzw. Amid-N
 - **Aufbringmenge** für Mindestgehalt DMPP **auf Harnstoff**:
ca.12,3 kg/to = **ca.16 Liter/to Harnstoff** (bei 30%iger Stammlösung)
 - **Gefahr**: Verklumpung des Düngers, hoher Feuchtigkeitsgehalt des Düngers, ungleichmäßige Verteilung des Wirkstoffes, zusätzliche Trocknungskosten, etc.
- **Nicht erfüllt**: Pflicht zur Aufbringung eines Ureaseinhibitors auf Harnstoff bei Oberflächendüngung gemäß §6 Düngeverordnung – DüV

Die wichtigsten Dünger für meine Region

ALZON[®] neo-N //

PIAGRAN[®] pro //

ALZON[®] flüssig-S 25/6 //

ALZON[®] flüssig-S 22/4 //

PIADIN[®] //

PIAMON[®] 33-S

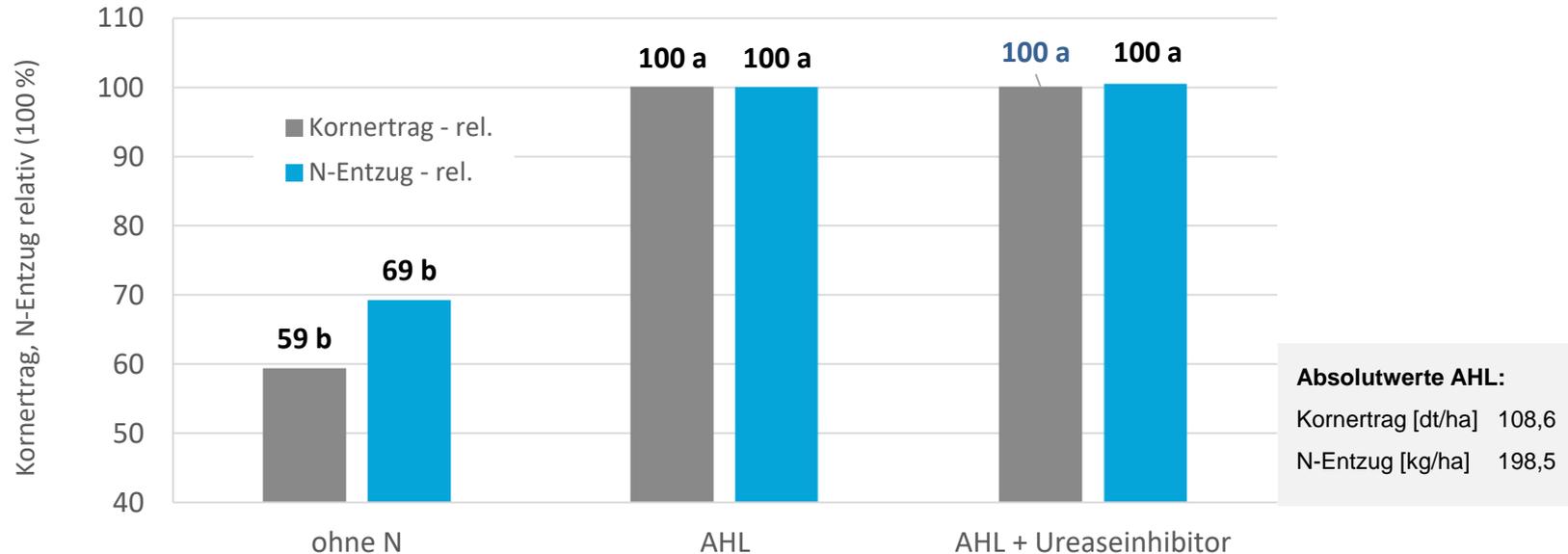
PIASAN[®] 28

PIASAN[®] -S 25/6

- Kein Verklumpen und kein Abrieb während der Lagerung
- Hervorragende Querverteilung auf dem Niveau einer PSM-Anwendung
- Weitgehend windunabhängig
- Kombination mit PSM möglich
- Ausdüngen des Randbereichs



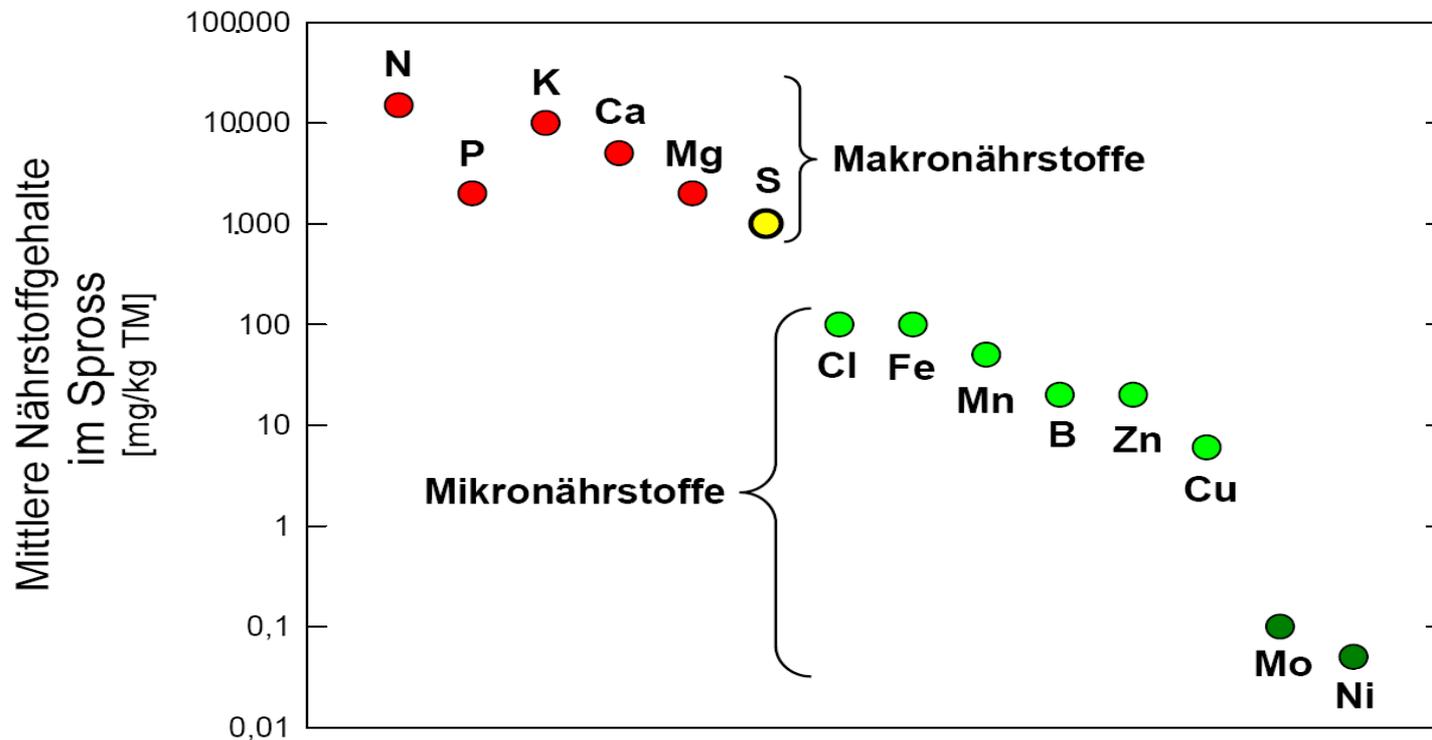
Mittel aus 10 Exaktversuchen in Winterweizen und Wintergerste (3 Jahre; 2 Standorte)



Kornertrag - relativ: GD_{5%} = 5,19 %

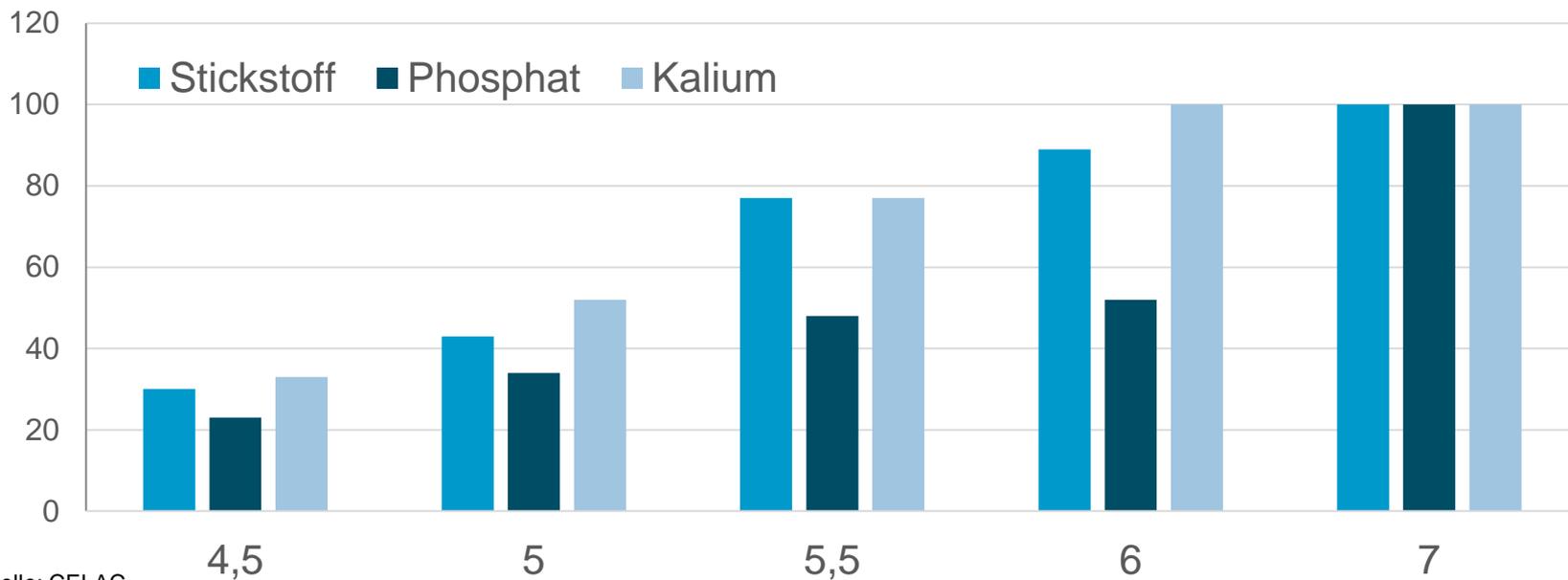
N-Entzug - relativ: GD_{5%} = 4,46 %

Die wichtigsten Nährstoffe im Boden



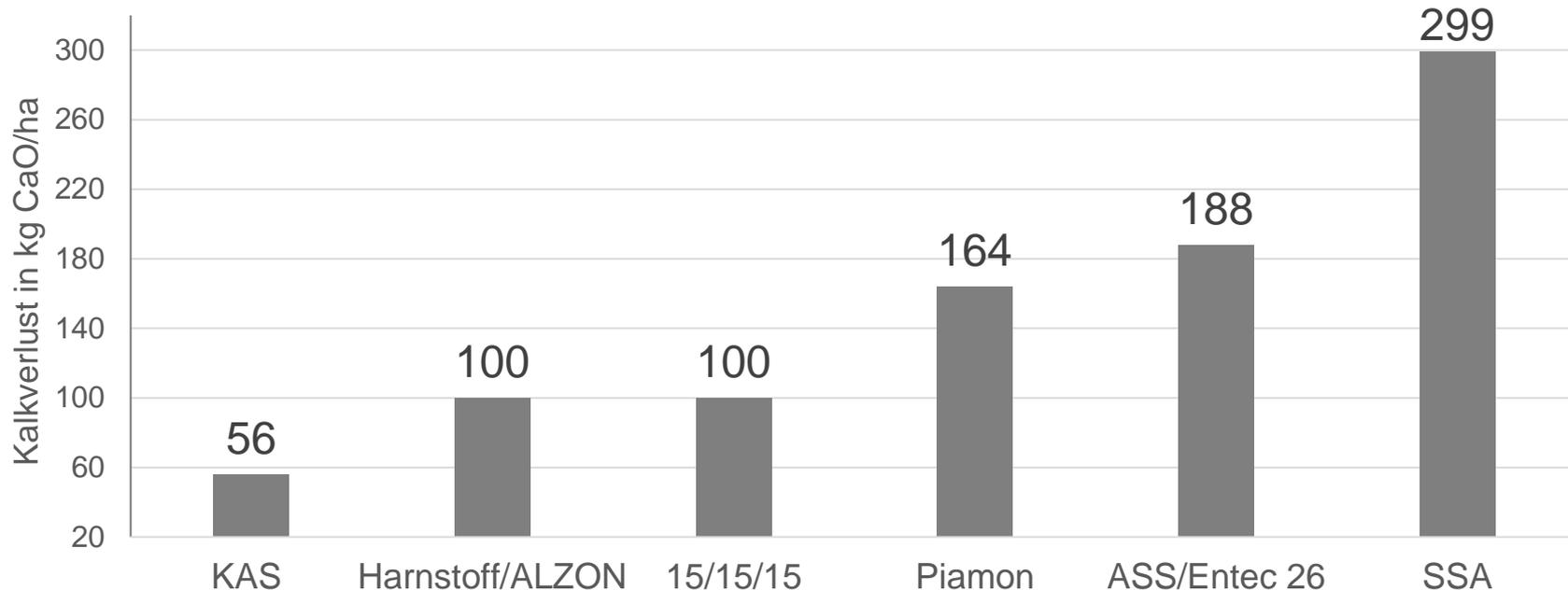
Quelle: K+S

Nährstoffverfügbarkeit in Abhängigkeit vom Boden-pH-Wert



Quelle: CELAC

Kalkverlust auf Ackerböden bei der Ausbringung von 100 kg Stickstoff



Quelle: LfL Bayern, Gelbes Heft, verändert

Schwefelmangel in Winterweizen



Foto: R. Lindinger

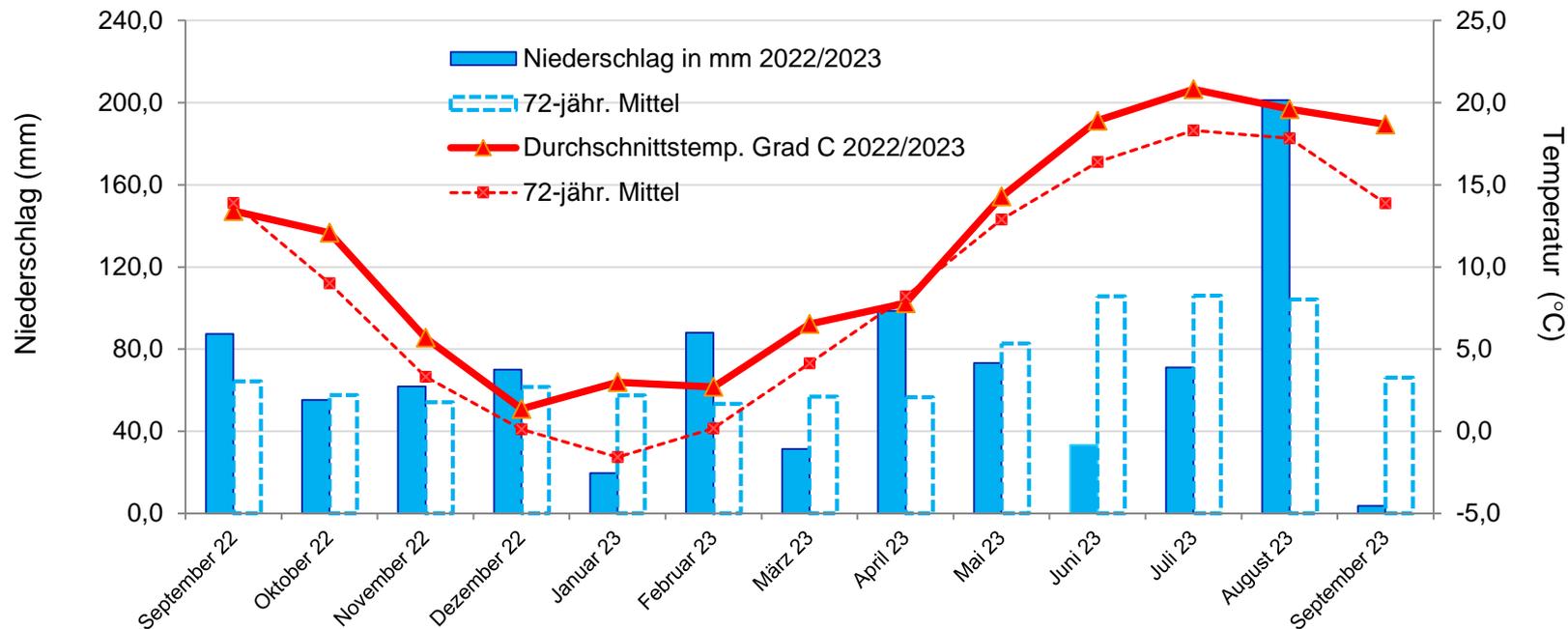


| S-Form | Eigenschaften |
|-----------------------------------|--|
| Sulfat SO_4 | direkt pflanzenverfügbar & mobil |
| Elementar S | erst nach 4-facher Oxidation pflanzenverfügbar, stark bodenversauernd, langsam wirkend, weniger Auswaschungsgefährdet, schwer kalkulierbar |
| Sulfit SO_3 | Erst nach Oxidation pflanzenverfügbar |
| Thiosulfat S_2O_3 | Zwischenprodukt der Oxidation von elementarem S, weitere Oxidation nötig zur Pflanzenverfügbarkeit |

Quelle: Schnug

**1 kg S im Mangel
beeinträchtigt die Aufnahme
von 10...15 kg N**

Niederschläge und Temperaturen 1. September 2022 bis 31. September 2023 und langj. Mittel





Große Herausforderungen für Düngungspraxis!

Mai 2016
Starkregen
140 l/m²

N_2O N_2O N_2O N_2O N_2O $N_2O = \text{Lachgas}$

Gefahr durch Auswaschung und
Denitrifikation besteht bei...

...erwärmten Böden im Frühjahr
+ Wassersättigung
+ Nitrat-N



Der Ureaseinhibitor (2-NPT)



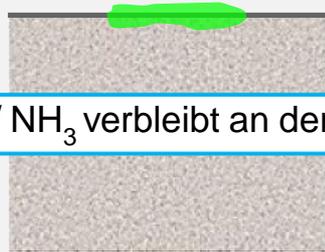
Der Nitrifikationsinhibitor (MPA)

| | Ureaseinhibitor | Nitrifikationsinhibitor |
|-------------|--|---|
| Effekt | verzögert die Umwandlung von Harnstoff zu Ammonium | verzögert die Umwandlung von Ammonium zu Nitrat |
| Verzögerung | um bis zu 2 Wochen (bei Trockenheit) | um das Zwei- bis Vierfache (über ca. 6 bis 10 Wochen) |
| reduziert | NH_3 | N_2O , NO_3 |

Wirkweise des Ureaseinhibitors

trocken

Auflösung der HS-Granalie lokal an der Bodenoberfläche.



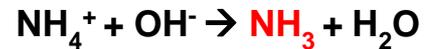
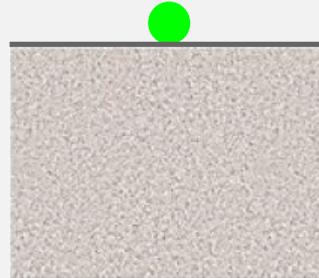
$\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$ verbleibt an der Oberfläche



Das NH_3 -Verlustpotenzial ist bei Trockenheit deutlich größer.

Der Dünger fällt

Granalie nach Ausbringung



feucht

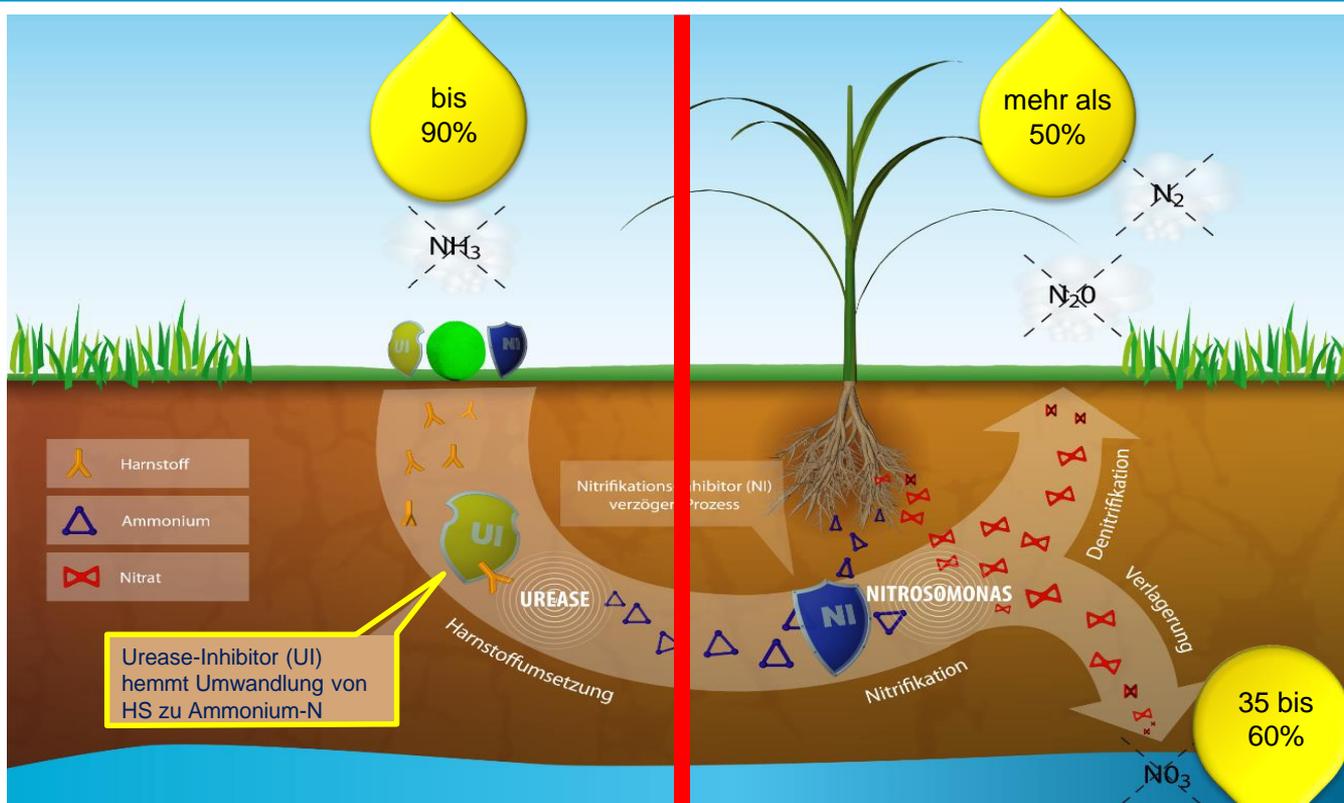
Optimale Verteilung des hochlöslichen HS-N im Boden.



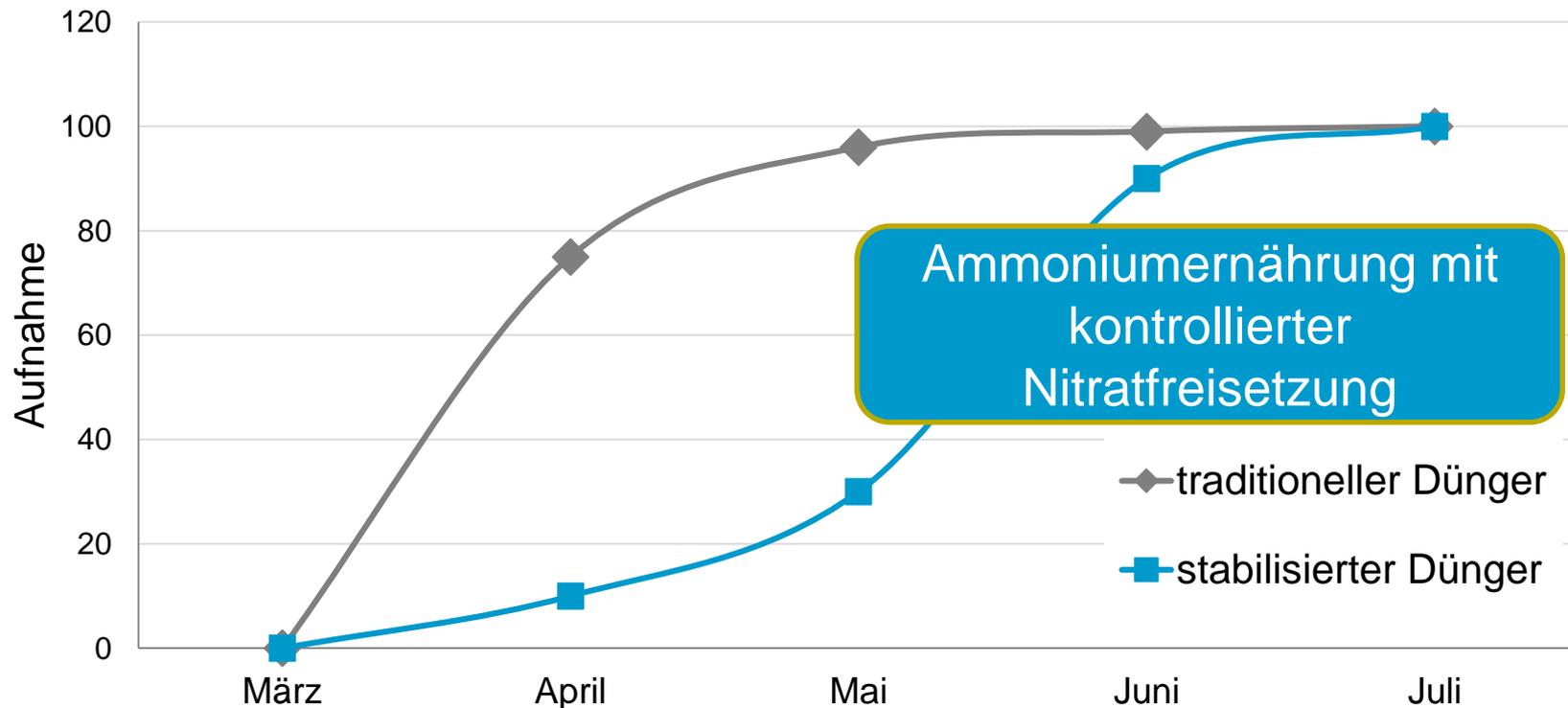
NH_4^+ -Fixierung am Austauscher

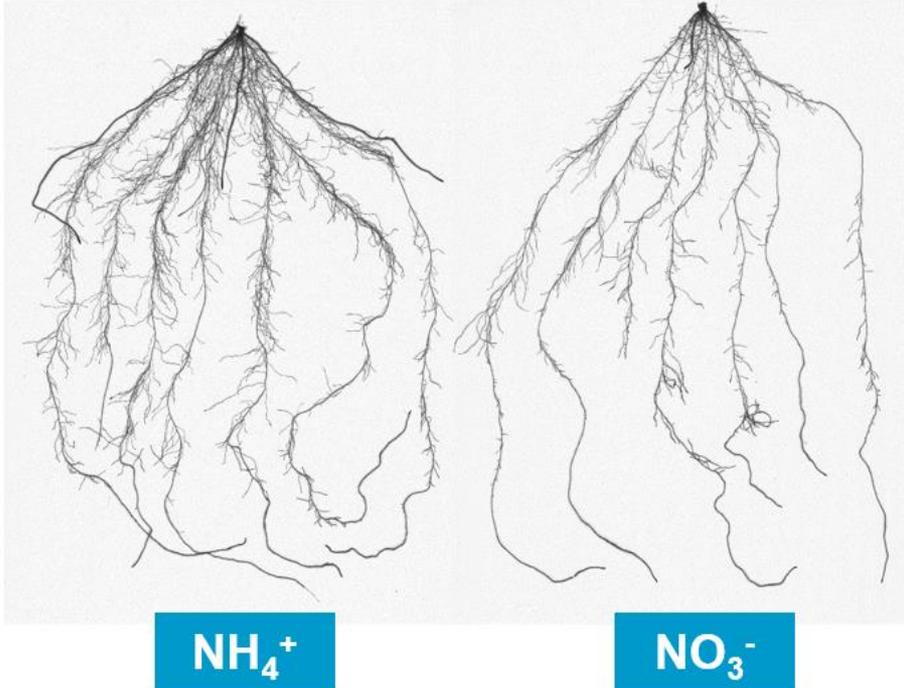


Wirkprinzip UI- und NI-Inhibitor im ALZON® neo-N



Nitrifikation im Boden





Effekte bei NH_4^+ -betonter Ernährung (im Vergleich zu NO_3^-):

- signifikant stärkeres Wurzelwachstum (Wurzel-TM, -Länge, -Verzweigung)
- dadurch mehr Rhizosphäre
- verbesserte Nährstoff- und Wasseraneignung

| N-Form | pH-Wert | | Nährstoffaufnahme [µg/m Wurzellänge] | | | | | |
|---------------|---------|-------------|---|-----|----|----|-----|------|
| | Wurzel | Rhizosphäre | P | Fe | Mn | Zn | Cu | K |
| Nitrat | 6,6 | 6,6 | 123 | 55 | 8 | 7 | 1,4 | 903 |
| Ammonium | 5,7 | 5,6 | 342 | 71 | 20 | 13 | 2 | 1127 |
| Ammonium + NI | 6,6 | 4,5 | 586 | 166 | 35 | 19 | 4,6 | 1080 |

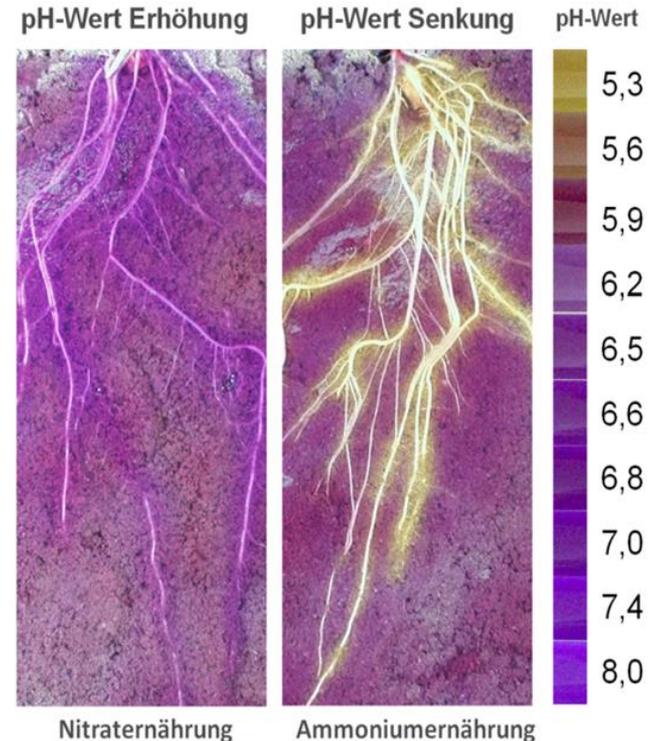
Quelle: Thomson et al., 1993

Lösung von anorganischem Phosphat durch Säuren

NH_4^+ -Aufnahme \rightarrow H^+ -Abgabe

Ca-Phosphate sind säurelöslich

Verbesserung der **Phosphor- und Mikronährstoffverfügbarkeit**



Umwelttoxikologie: Prüfung von MPA¹⁾ und 2-NPT²⁾

Testorganismus Fisch (*B. rerio*)¹⁾²⁾

Methode: OECD 203



Foto: Dieter Eberl



Foto: Frank Fox

Testorganismus Wasserfloh (*D. magna*)¹⁾²⁾

Methode: OECD 202 (limit test)



Testorganismus Algen (*D. subspicatus*)¹⁾²⁾

Methode: OECD 201



Testorganismus Regenwurm (*E. fetida*)¹⁾²⁾

Methode: OECD 207 (Mortalität)



Foto: Rob Hille

Mikrobielle Biomasse¹⁾²⁾

Methode: OECD 216 und OECD 217 (Kurzzeit- / Langzeiteffekte)
(geprüfter Wirkstoff-Input entspricht einer Düngung von >> 1.000 kg N pro Hektar)



Reproduktion - Testorganismus Regenwurm (*E. fetida*)¹⁾

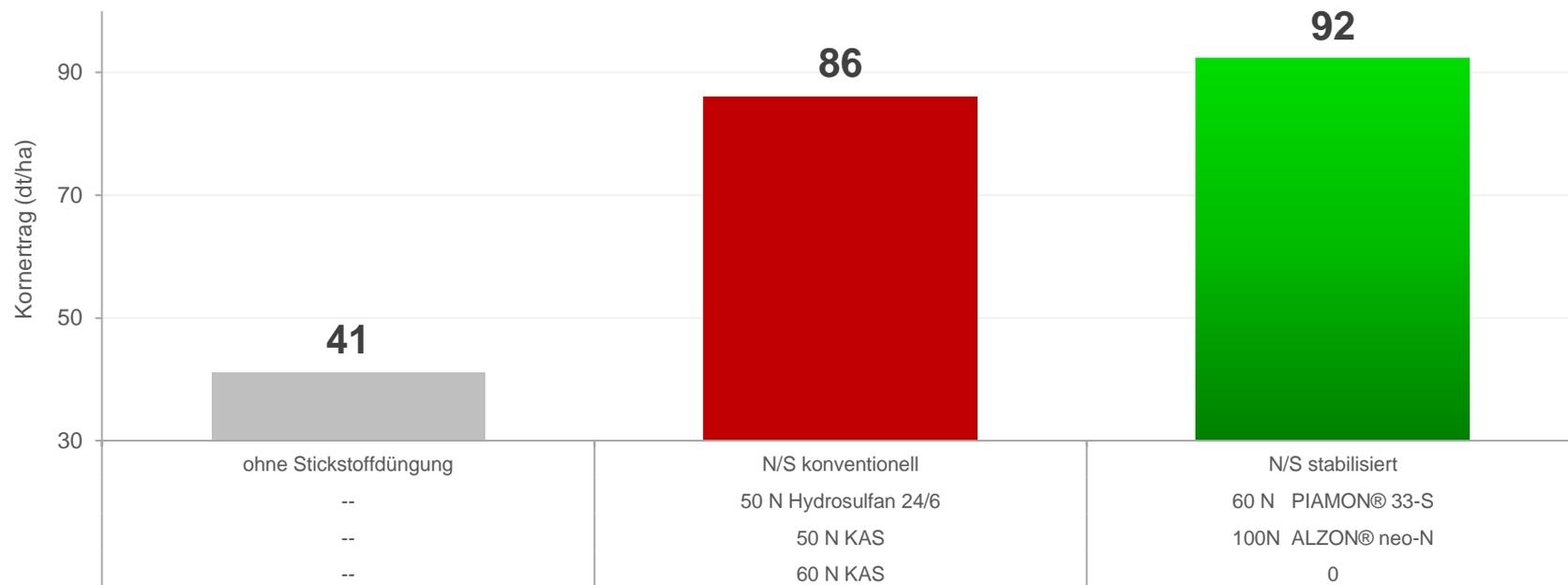
Methode: OECD 222 (Reproduktion)
(geprüfter Wirkstoff-Input entspricht einer Düngung von >> 100.000 kg N pro Hektar)



Reproduktion - Testorganismus Collembole (*F. candida*)¹⁾

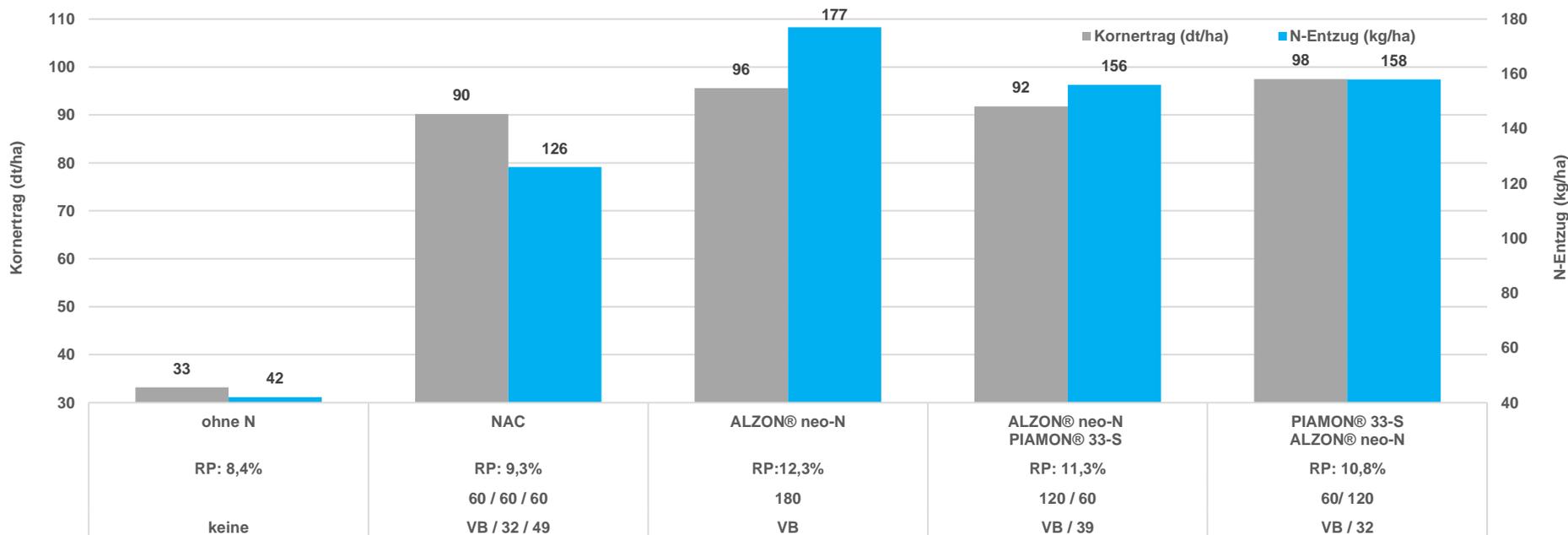
Methode: OECD 232
(geprüfter Wirkstoff-Input entspricht einer Düngung von >> 100.000 kg N pro Hektar)





Winterweizen Düngungsversuch HLS Rothalmünster 4-jähriges Mittel 2020 - 2023 Auszug
Ausgebrachte gesamt Stickstoffmenge 160 N

Winterweizen – Bad Wimsbach (OÖ) 2023



T1 VB:
T2 BBCH 32:
T3 BBCH 39:

Nmin: 0-30 cm: 30 kg/ha
30-60 cm: 37 kg/ha

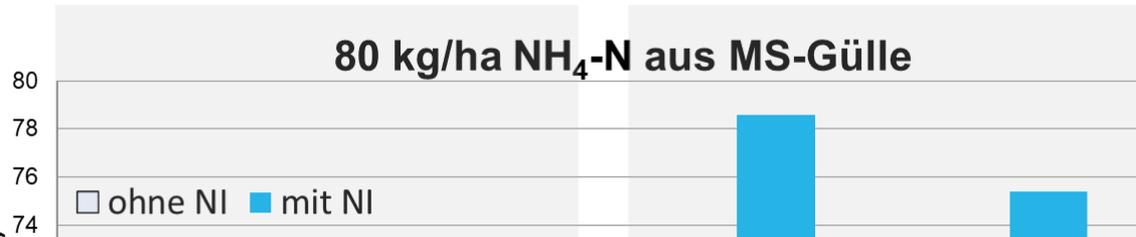
67 kg/ha

Ertragserwartung: 90 dt/ha
N-Sollwert: 240 kg/ha
N-Bedarf: 180 kg/ha

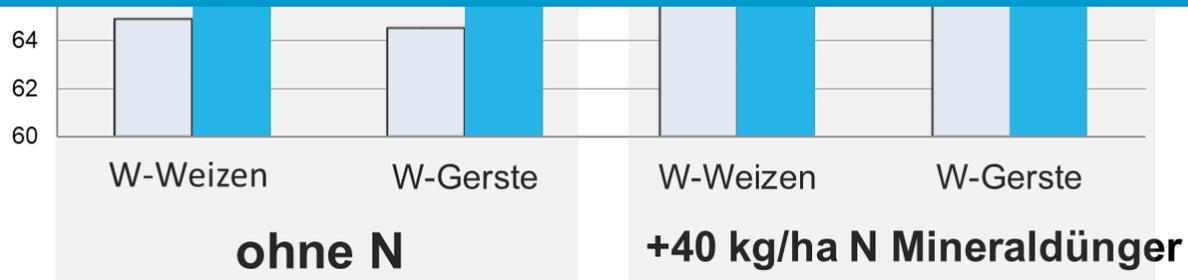
Sorte:
Aussaatdatum:
Aussaatstärke: Kö/m²
Vorfrucht: Körnermais

Vor-Vorfrucht:

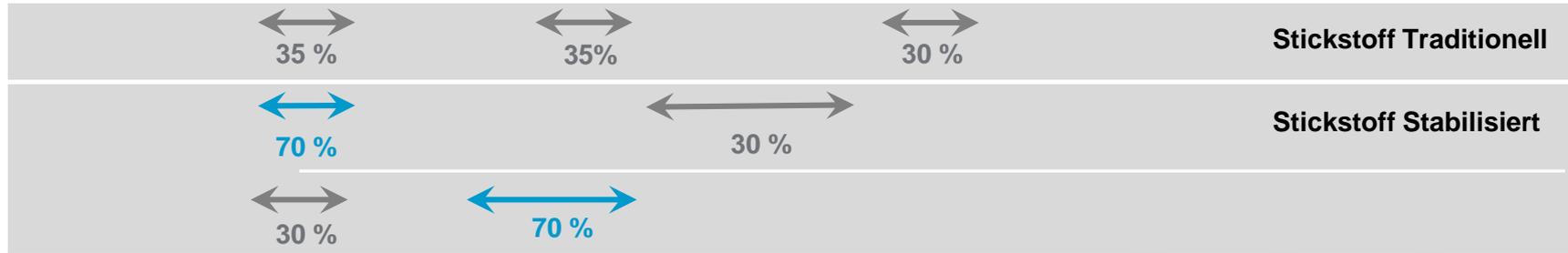
Mittelwerte: 11 Versuchsjahre, NRW: Merfeld, hS



Kombination Gülle + Mineraldünger bringt höchste Erträge und eine Stickstoffstabilisierung zeigt hier besondere Vorteile

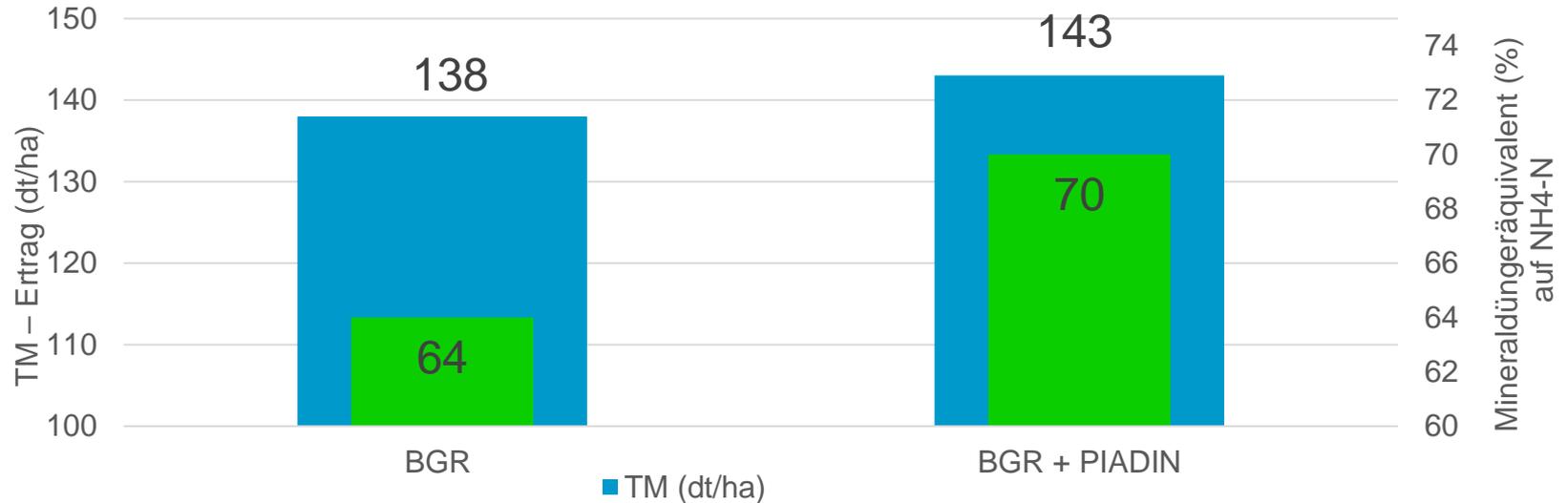


Düngempfehlung Getreide



| | | | | | | | | | | |
|----------------|----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| BBCH 09 | BBCH 13 | BBCH 21 bis 29 | BBCH 30 | BBCH 32 | BBCH 37 | BBCH 39 | BBCH 49/51 | BBCH 61 bis 69 | BBCH 70 bis 79 | BBCH 80 bis 90 |
| Auflaufen | 3. Laubblatt | Bestockung | Schossen | Schossen | Schossen | Schossen | Ährenschieben | Blüte | Fruchtentwicklung | Abreife |

Wirkung von PIADIN® auf TM-Ertrag und Mineraldüngeräquivalent (NH₄-N)

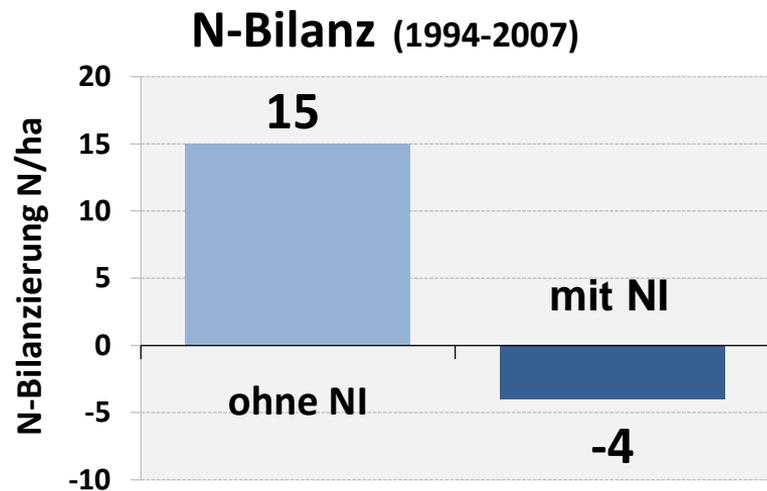
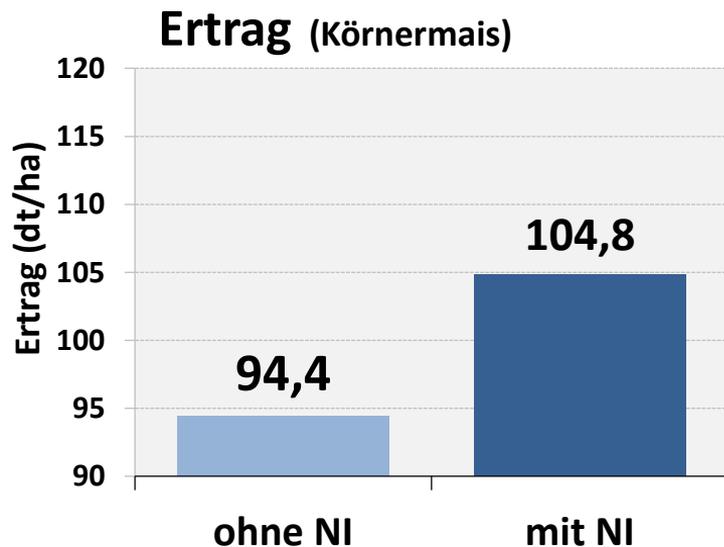


Versuchsansteller: LfL Bayern, Standort Steinach

Fruchtfolge: Silomais, Weidelgras, Silomais, Triticale (GPS), Silomais, Triticale (GPS)

Biogasgärrest 237 kg/ha Gesamt-N

Einfluss eines Nitrifikationshemmers auf Ertrag und N-Bilanz in einem Dauerversuch (HLS Rotthalmünster 1994 bis 2007, 1994-2005 DIDIN®, ab 2006 PIADIN®)

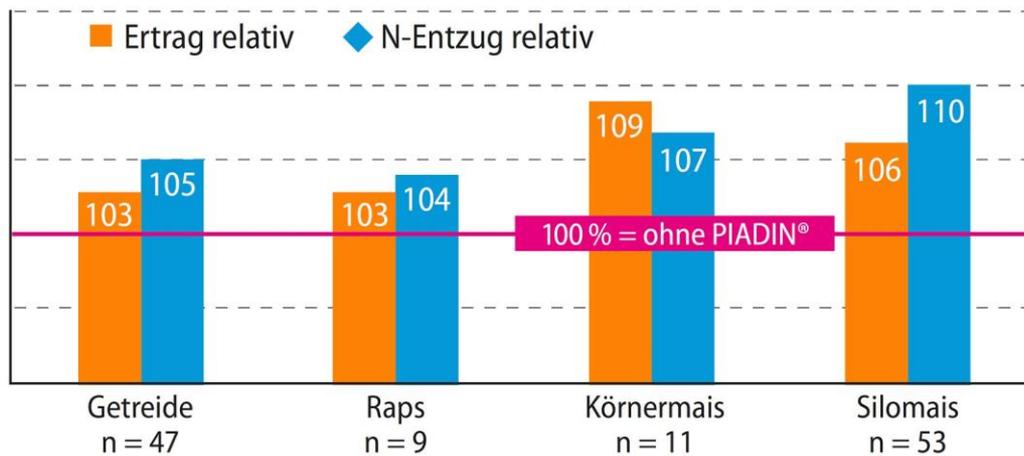


30 m³ Schweinegülle vor der Saat des Maises + 40 kg N/ha Unterfuß

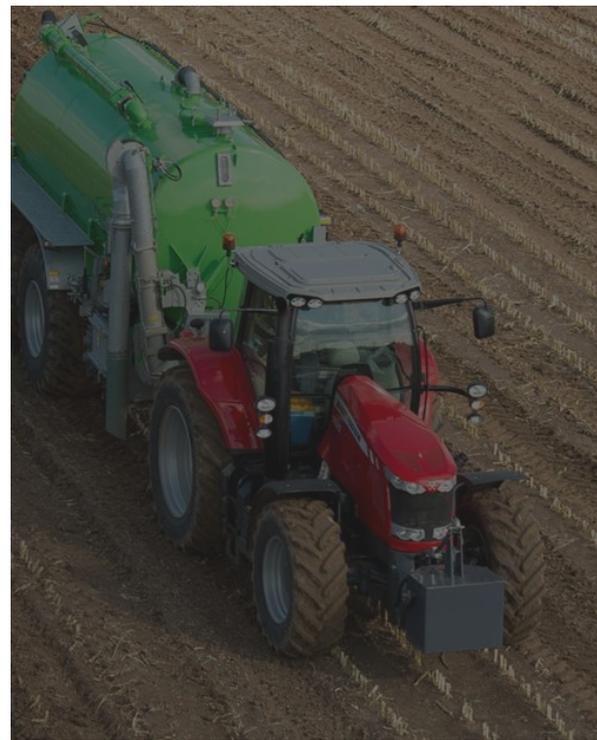
- »PIADIN®-Dosieranlage
- »Ausbringung per Pflanzenschutzspritze
- »Dosierung über Entlüftungshahn zu Beginn der Befüllung
- »Anwenderfreundliche Handhabung



PIADIN® erhöht den Ertrag und verbessert den N-Entzug (relativ)



Mittel der Jahre 2003 bis 2018, N-Entzug Getreide/Raps über Korn, Silomais TM-Ertrag; Gülleanwendung im zeitigen Frühjahr 120 – 150 kg N/ha (30 – 50 m³); Versuchsergebnisse von verschiedenen Standorten



Dosierung und Anwendungszeiten*:

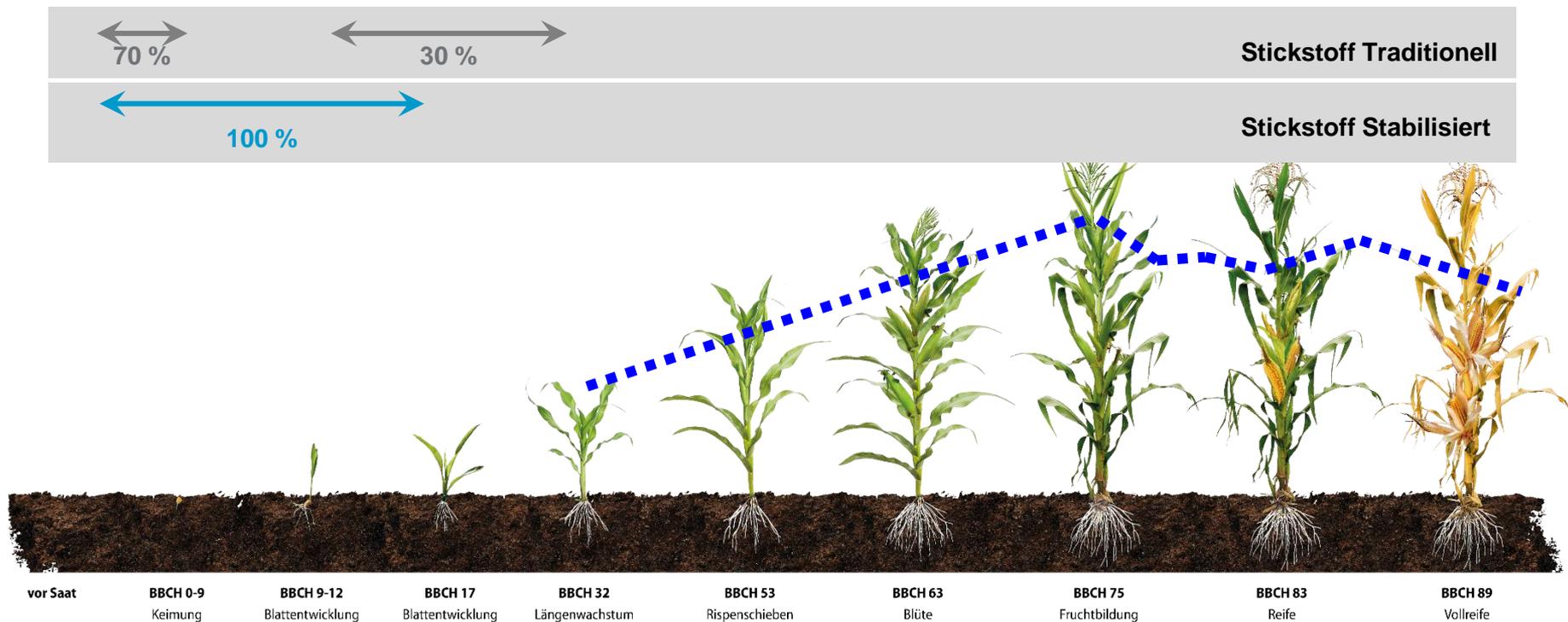
| Menge in l/ha | Februar | März | April |
|------------------------------------|---------|------|-------|
| Mais, Zuckerrüben, Kartoffeln | – | 6 ** | 5 ** |
| Grünland | 5 | 4 | – |
| W-Weizen, W-Roggen, W-Gerste, Raps | 6 | 5 | 4 |

Je geringer der zeitliche Abstand zwischen Anwendung und Haupt-N-Aufnahme der Pflanzen, desto niedriger ist die notwendige PIADIN®-Aufwandmenge.

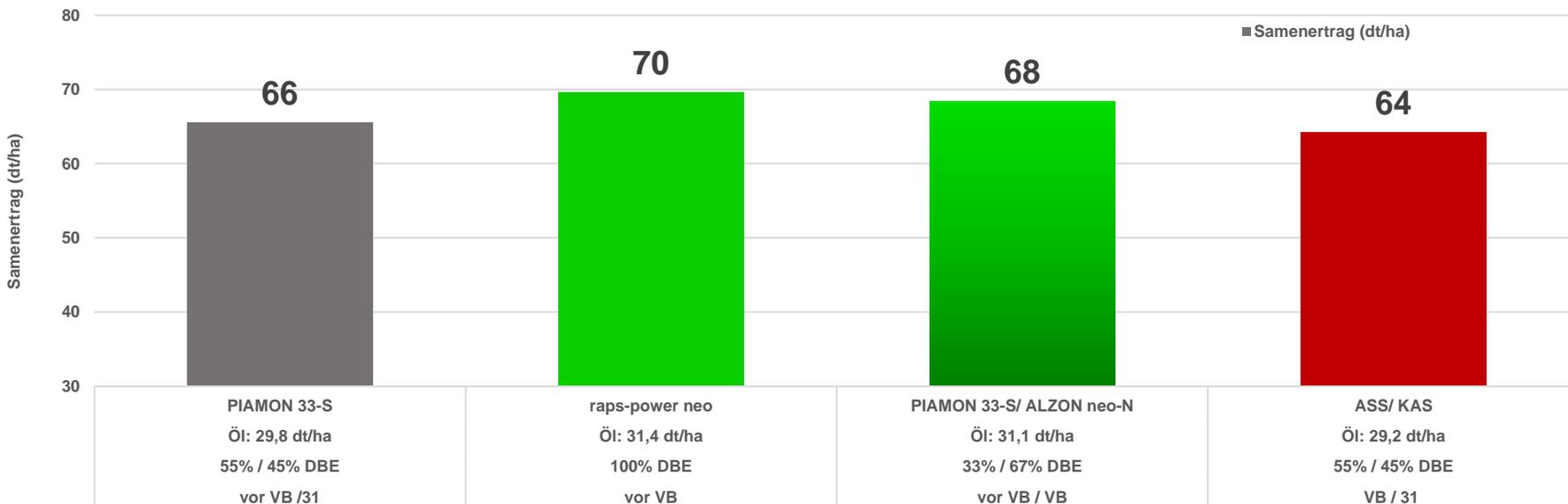
* Bei allen Anwendungen von PIADIN® ist nach der guten fachlichen Praxis die Stickstoffversorgung dem Pflanzenbedarf anzupassen.

** Bei Strip Till im Mais sind nur 3 l/ha PIADIN® nötig.

Düngempfehlung Silo- und Körnermais



Winterraps – Moosburg (BY) 2023



T1 vor VB: 20.02.2023
T2 VB: 16.03.2023
T3 BBCH 31/35: 28.03.2023

Nmin (0-60cm): 40 kg N /ha

N-Bedarf: 170 kg/ha

Sorte Ludger
Aussaatum: 25.08.2022
Aussaastärke: 50 Kö/m²

Vorfrucht: Winterweizen
Vor-Vorfrucht: Körnermais

LSD5% (Kornertrag) = 5,4 dt/ha

Düngerempfehlung Raps

60 %

40 %

Stickstoff Traditionell

100 %

Stickstoff Stabilisiert



BBCH 10

Keimung

BBCH 11

1. Laubblatt

BBCH 14

4. Laubblatt

BBCH 16

6. Laubblatt

BBCH 18

8. Laubblatt

BBCH 30 bis 39

Längenwachstum

BBCH 55

Blütenbildung

BBCH 60 bis 69

Blüte

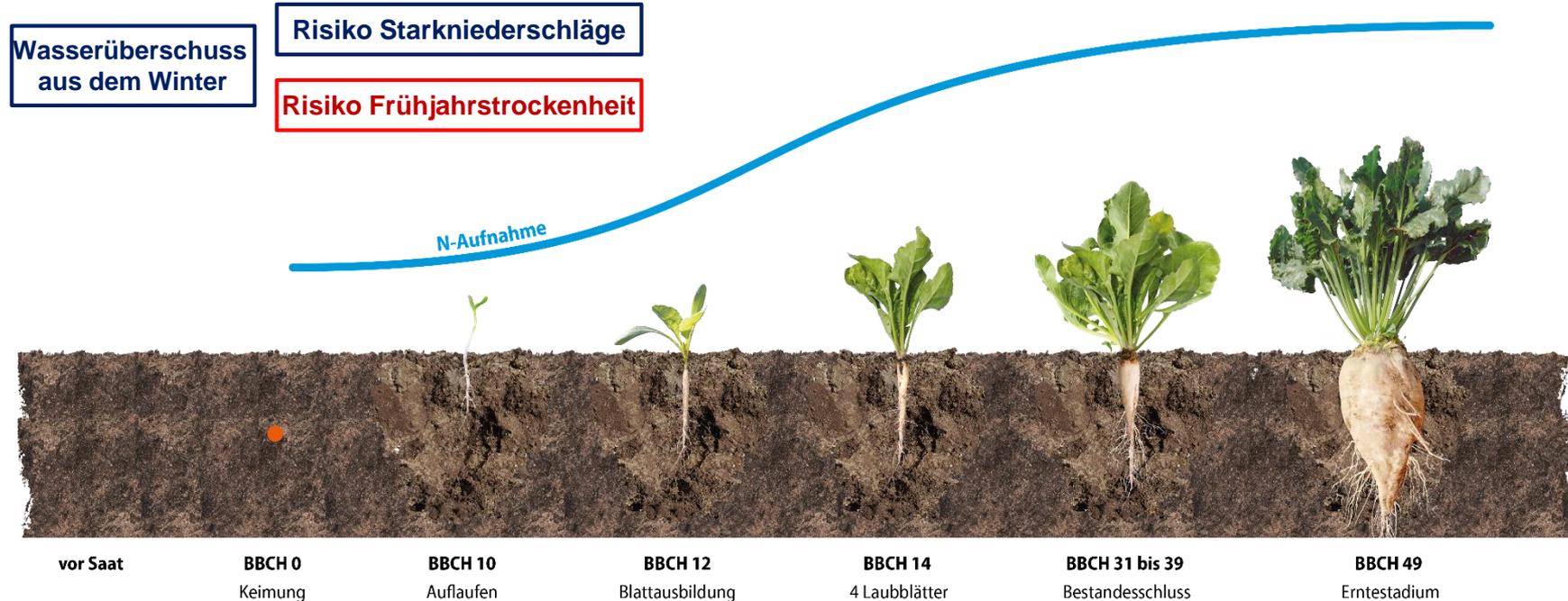
BBCH 71 bis 79

Schotenbildung

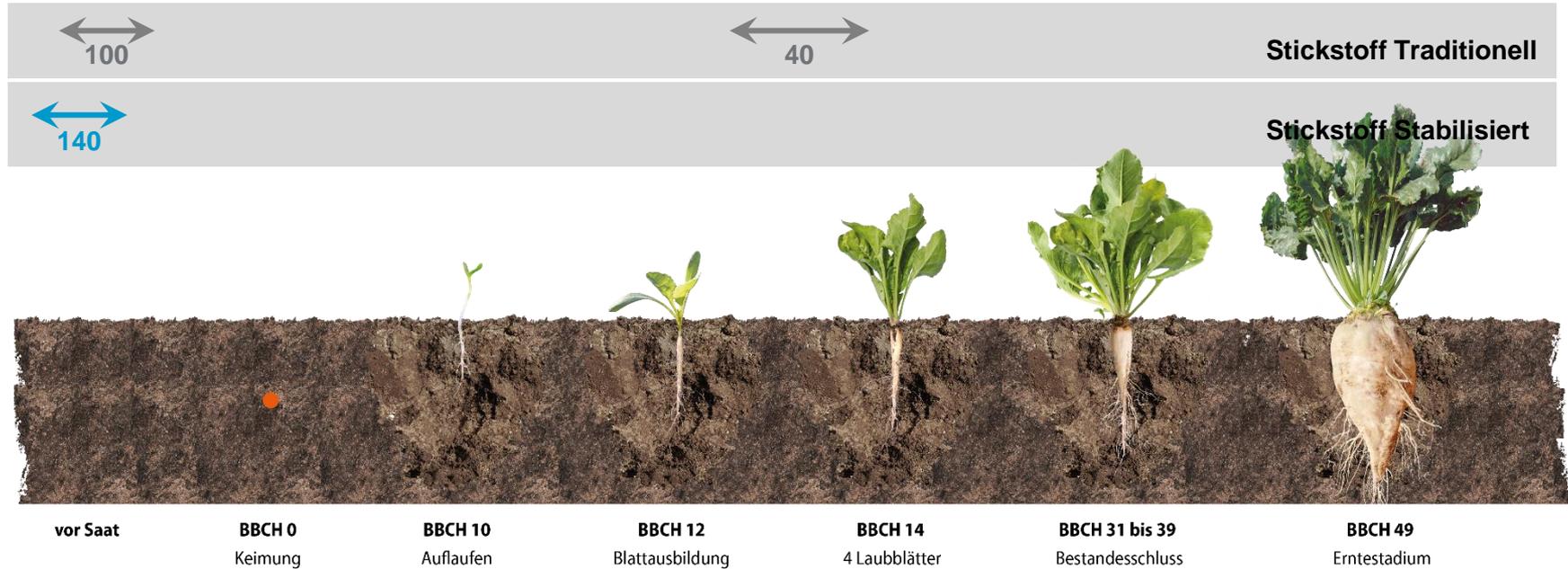
BBCH 80 bis 89

Abreife

Zuckerrübe Wassersituation



Zuckerrübe Düngestrategie



- Wissenswertes zur innovativen Pflanzenernährung
- Kontaktinformationen zu den Fachberatern
- Überblick zu den Düngestrategien



duengerfuchs.de
INNOVATIVE PFLANZENERNÄHRUNG



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

skw.
PIESTERITZ