Wir steigern Effizienz
Die Zukunft der Düngung

Michael Fuchs
SKW Stickstoffwerke Piesteritz GmbH
Landwirtschaftliche Anwendungsforschung Cunnersdorf 2017

Geht es ohne Mineraldünger?

ca. 40% der Welterzeugung an Nahrungsprotein haben ihren Ursprung in der Haber-Bosch Ammoniaksynthese

1900 konnte die Landwirtschaft nahezu ohne Mineraldünger auf einer Fläche von 850 Mio. ha 1,625 Mrd. Menschen ernähren

mit gleicher Wirtschaftsweise könnten heute von 1,5 Mrd. ha Ackerfläche nur ca. 2,9 Mrd. Menschen leben → es sind aber aktuell 7,6 Mrd. und 2050 9,7 Mrd.

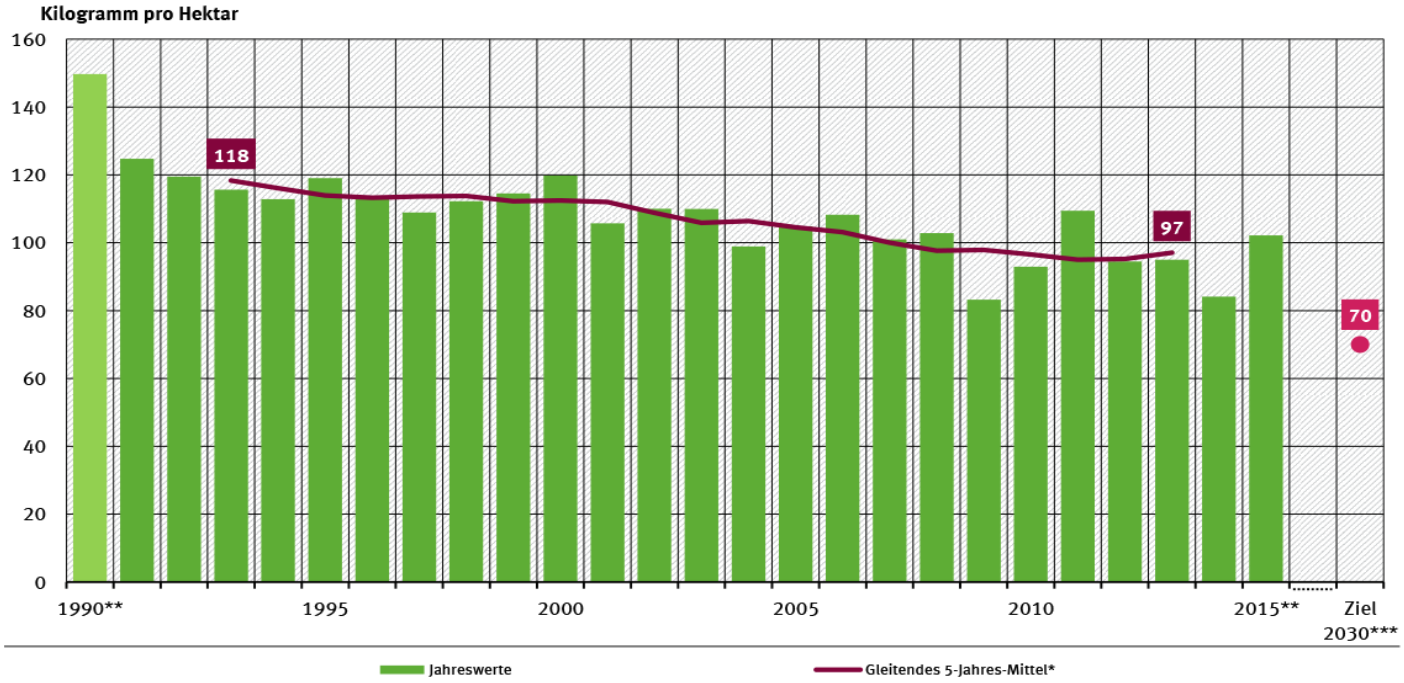
Fazit: ohne Mineraldüngung könnte die Weltbevölkerung nicht ausreichend mit Nahrungsmitteln versorgt werden

Quelle: Smil 1999, University of Manitoba, Kanada

Steigerung der Stickstoffeffizienz notwendig

Saldo der Stickstoff-Gesamtbilanz in Deutschland kg/ha

Saldo der landwirtschaftlichen Stickstoff-Gesamtbilanz in Bezug auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche*



* jährlicher Überschuss bezogen auf das mittlere Jahr des 5-Jahres-Zeitraums
** 1990: Daten zum Teil unsicher, nur eingeschränkt vergleichbar mit Folgejahren, 2015: vorläufige Daten
*** Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung, bezogen auf das 5-Jahres-Mittel, d.h. auf den Zeitraum 2028 bis 2032

Quelle: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) 2017, Statistischer Monatsbericht Kap. A Nährstoffbilanzen und Düngemittel, Nährstoffbilanz insgesamt von 1990 bis 2015 (MBT-0111260-0000)

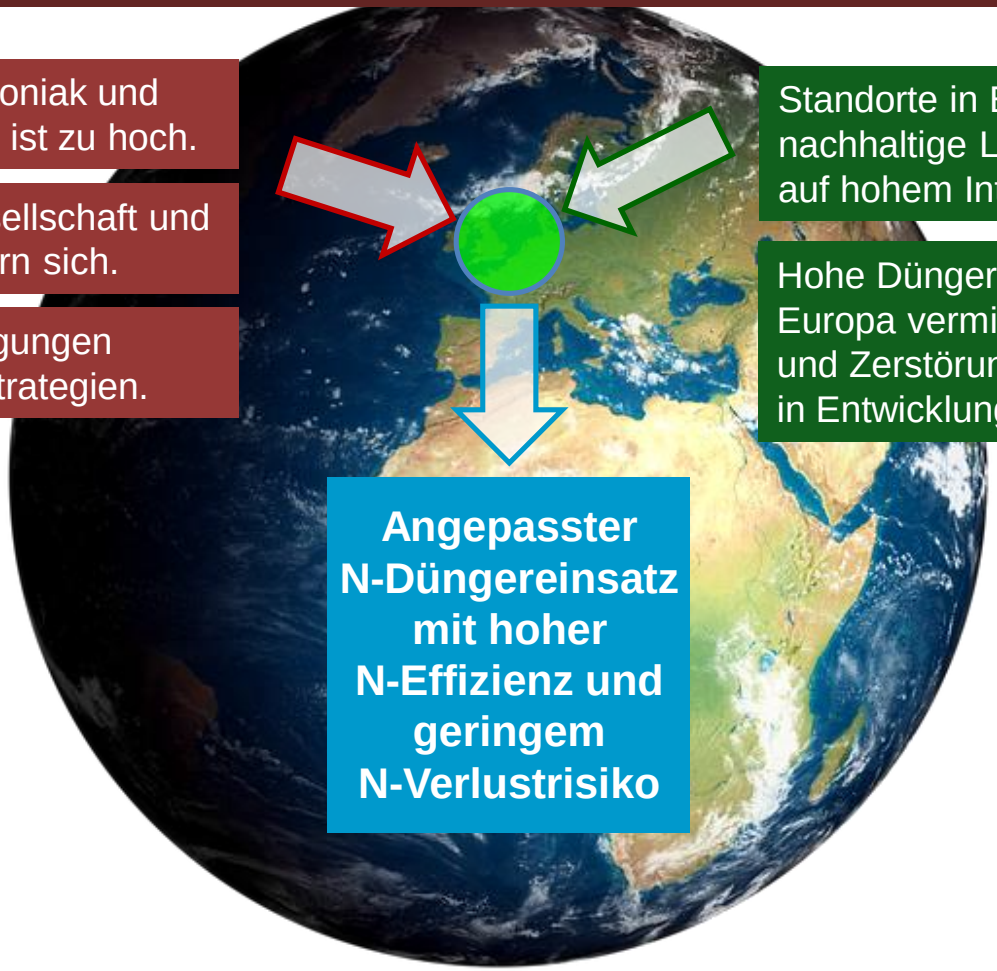
Anforderungen an die N-Düngung

Anstieg der Weltbevölkerung erfordert Ernährungs- und Rohstoffsicherung, aber auch Ressourcenschutz.

N-Austrag (Nitrat, Ammoniak und Lachgas) in die Umwelt ist zu hoch.

Anforderungen der Gesellschaft und Gesetzgebung verändern sich.

Veränderte Klimabedingungen erfordern neue Düngestrategien.



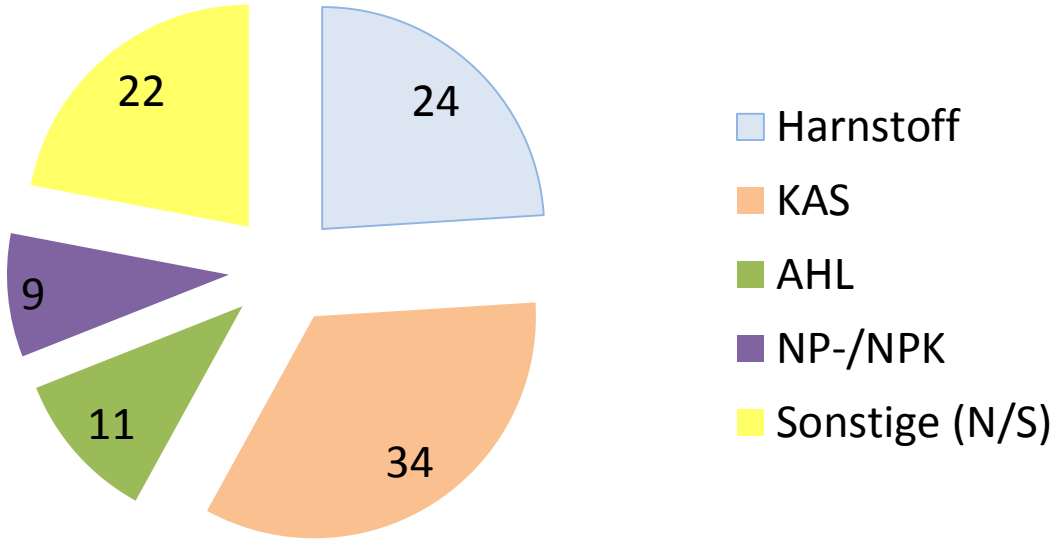
Standorte in Europa erlauben nachhaltige Landwirtschaft auf hohem Intensitätsniveau.

Hohe Dünger-N-Ausnutzung in Europa vermindert Landverbrauch und Zerstörung von Ökosystemen in Entwicklungsländern.

Angepasster N-Düngereinsatz mit hoher N-Effizienz und geringem N-Verlustrisiko

Absatz von N-Düngern in Deutschland

Stickstoffdünger 2016/17,
Arten in Prozent

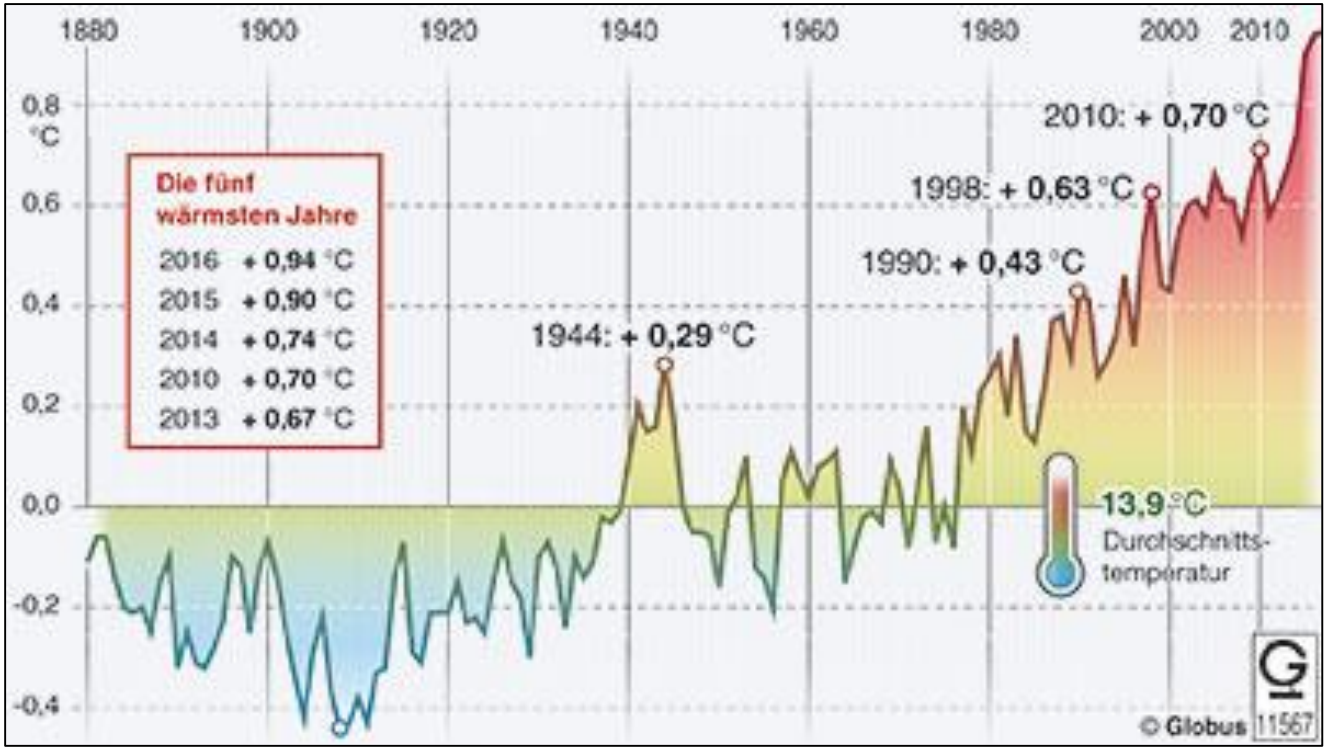


1,6 Mio. t N (2016/17)
835.000 t Harnstoff
2.015.000 t KAS
630.000 t AHL

Erwarteter Mengenrückgang N-Mineraldünger (DüV):
5 bis 10%

Quelle: Statistisches Bundesamt

Klimatische Veränderungen



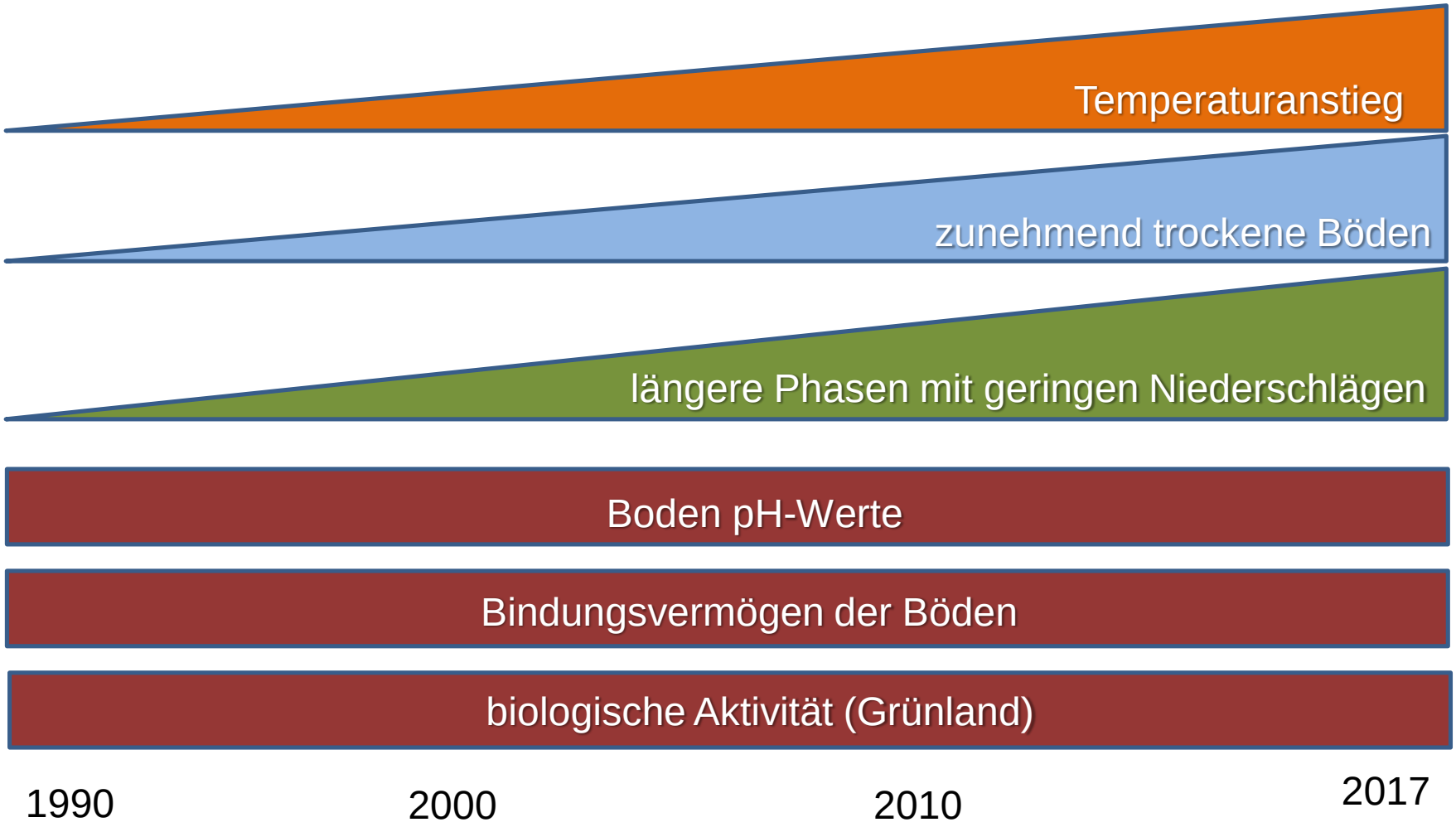
Quelle: Wetteronline 07.11.2017

Eigene Messungen:
Veg.-periode
Febr.-Juni (1969-2016)

NS: -60mm
Temp.: +2°C

Extreme Änderungen in den letzten 10 Jahren

Bedingungen für Ammoniakverluste nehmen zu



Trockenheit und hohe Temperaturen = Ammoniakverlustbedingungen

Foto: Dr. Erhard Albert

Weltneuheit ALZON® neo-N

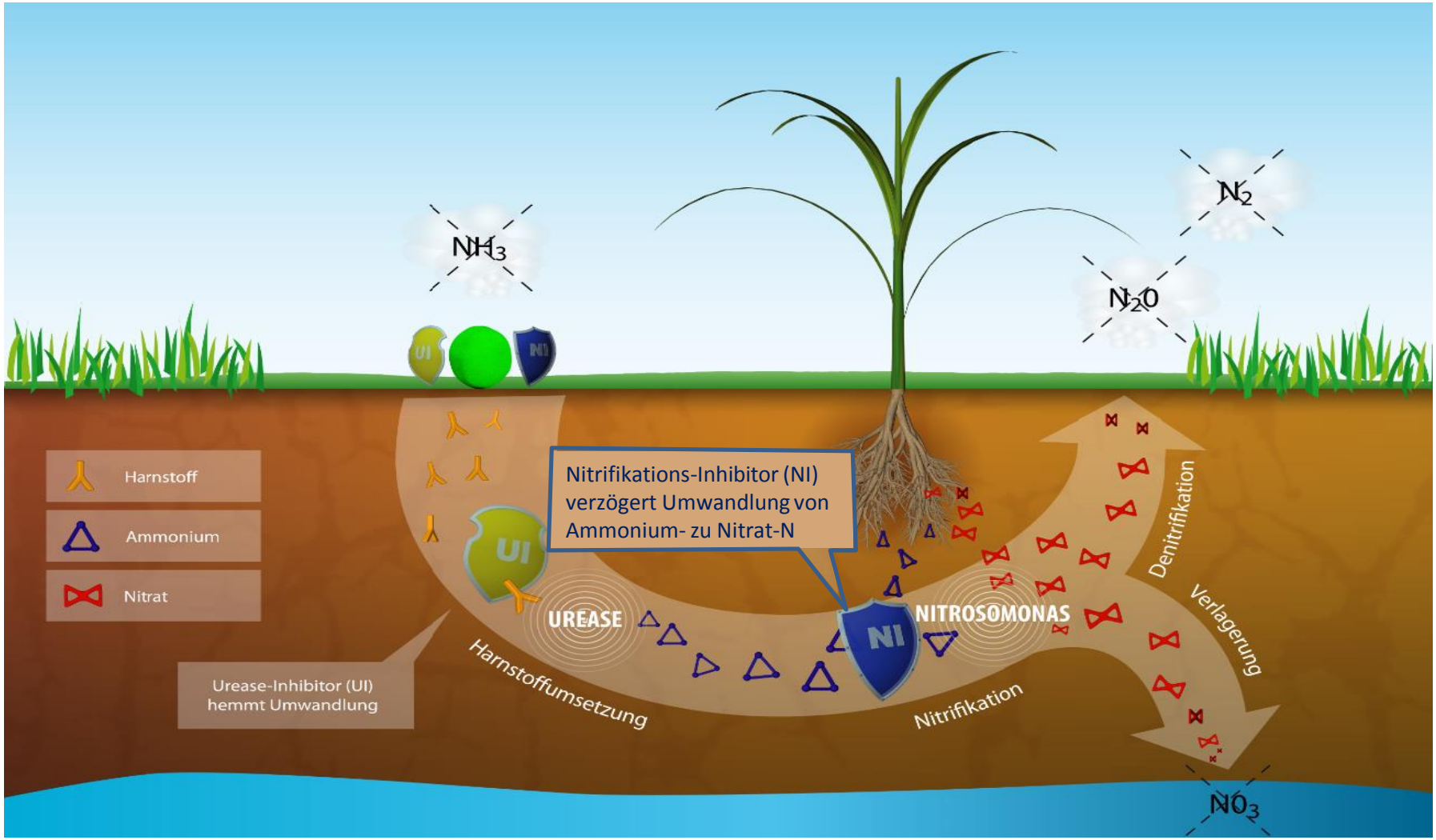
ALZON®
neo-N

PIAGRAN® 46
+
Nitrifikationsinhibitor (NI)
+
Ureaseinhibitor (UI)

2-NPT

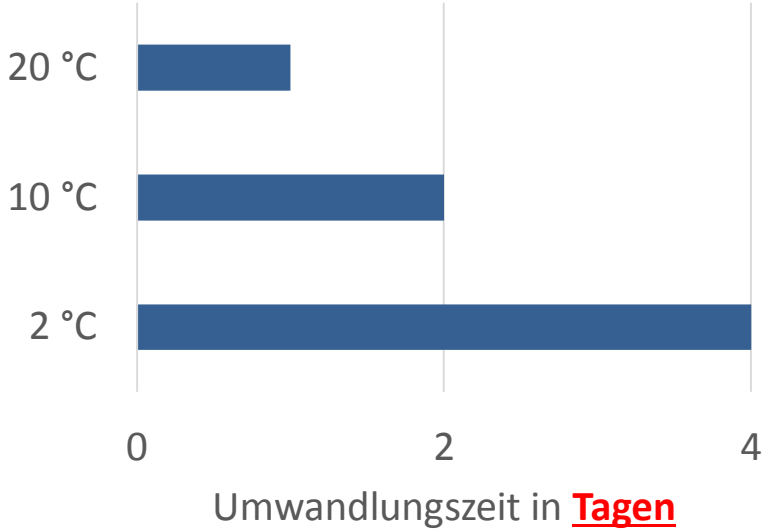
MPA

Wirkprinzip Urease- und Nitrifikationsinhibitor



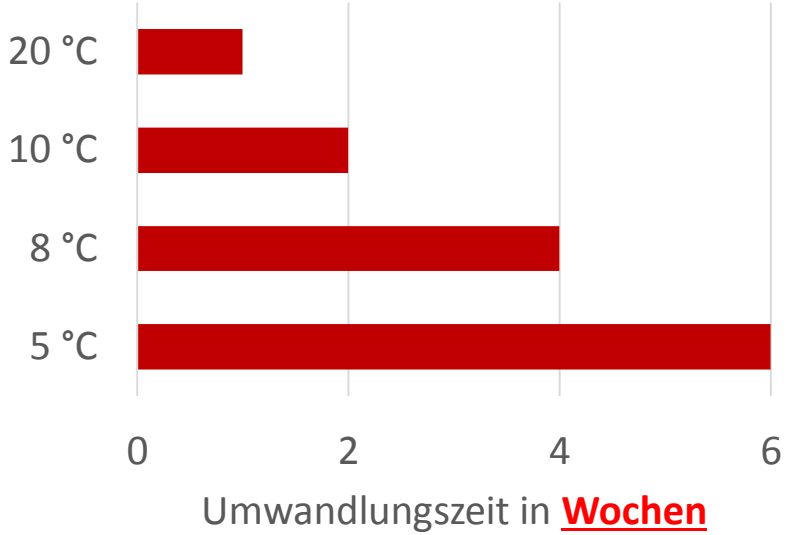
Zeitlich differenzierte N-Umsetzung

$CO(NH_2)_2 + 2\ H_2O \rightarrow 2\ NH_4^+ + CO_3^{2-}$



Harnstoffhydrolyse

$NH_4^+ \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_3^-$



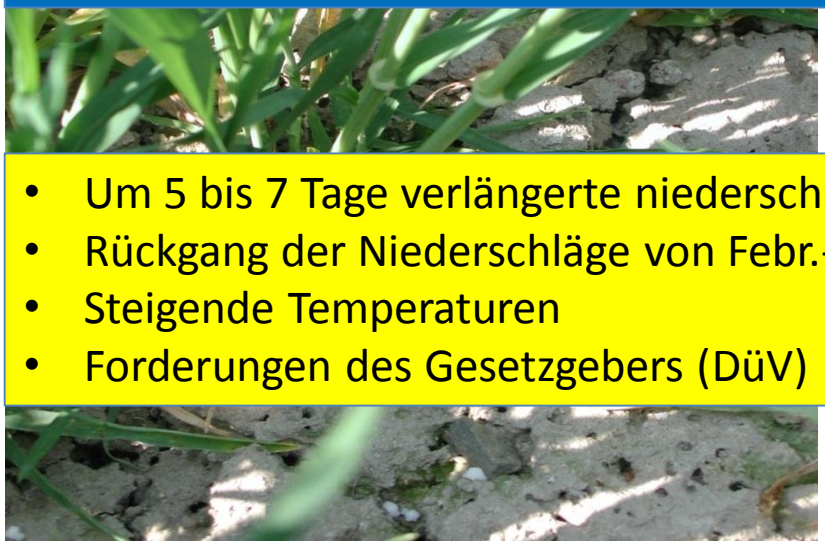
Nitrifikation

https://www.ocinitrogen.com/fertilizers/

Inhibitoren mindern Auswirkungen von Witterungsextremen

Der Klimawandel *stellt die Düngungspraxis vor große Herausforderungen.*

- Hohe Wassersättigung des Bodens nach Winter
- Starkniederschlagsereignisse nach der N-Düngung
- Nutzung feucht-kühler Bedingungen
- Forderung des Gesetzgebers nach weniger Nitrateinträgen in Gewässer

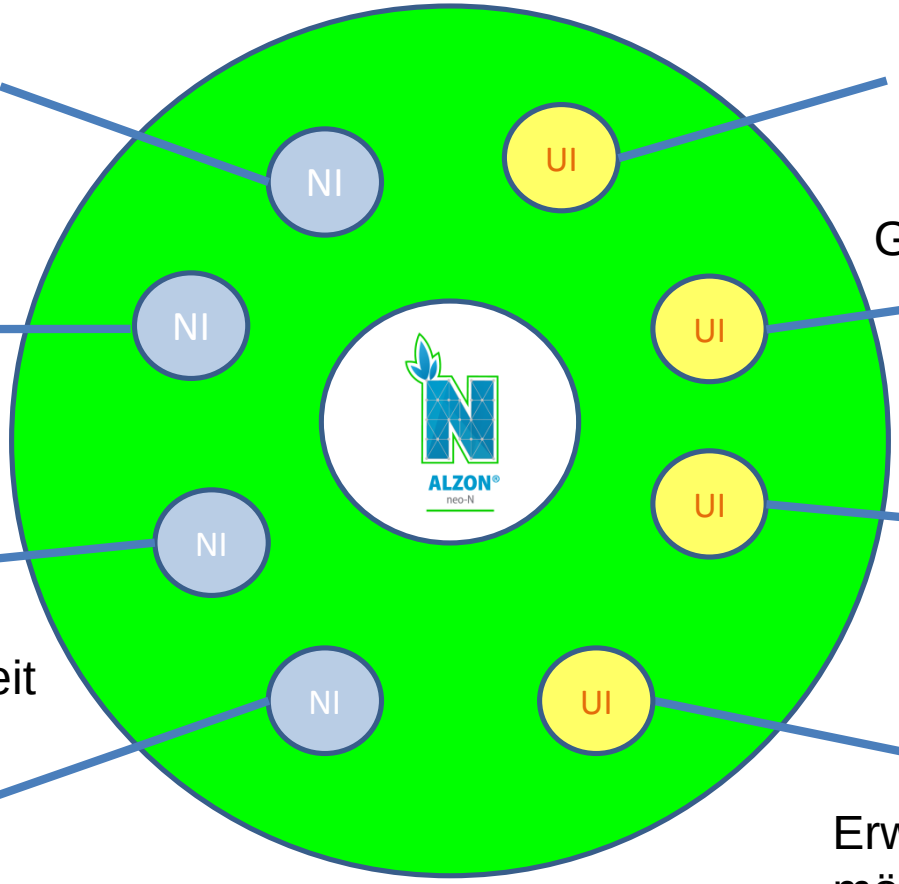


6-12 Wochen

- Um 5 bis 7 Tage verlängerte niederschlagsfreie Zeiten
- Rückgang der Niederschläge von Febr.- Juni
- Steigende Temperaturen
- Forderungen des Gesetzgebers (DüV)

1-2 Wochen

ALZON neo-N - viele Vorteile in einem Korn



Ammoniumbetonte Pflanzenernährung

Größere Witterungs-unabhängigkeit

Geringere Verluste NO_3, N_2O, N_2

Geringere NH_3-Verluste

Bessere N-Ausnutzung

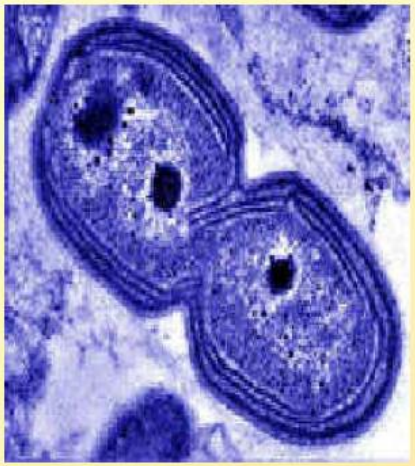
Frühere Düngung
Bessere N-Verfügbarkeit

Erweiterte Anwendungs-möglichkeiten

Gabenzusammenlegung
Arbeitswirtschaft

Nitrifikation und deren Beeinflussung

Nitrifikation – aerobe Umwandlung von Ammonium in Nitrat



- erfolgt in 2 Stufen:

Nitrosomonas (Bild) und/oder Nitrococcus:
Oxidation von Ammonium zu Nitrit:

$$2\ NH_4^+ + 3\ O_2 + 2\ H_2O \longrightarrow 2\ NO_2^- + 4\ H_3O^+$$

ohne NI
ca. 50% in
1 Woche (20°C)
6 Wochen (5°C)

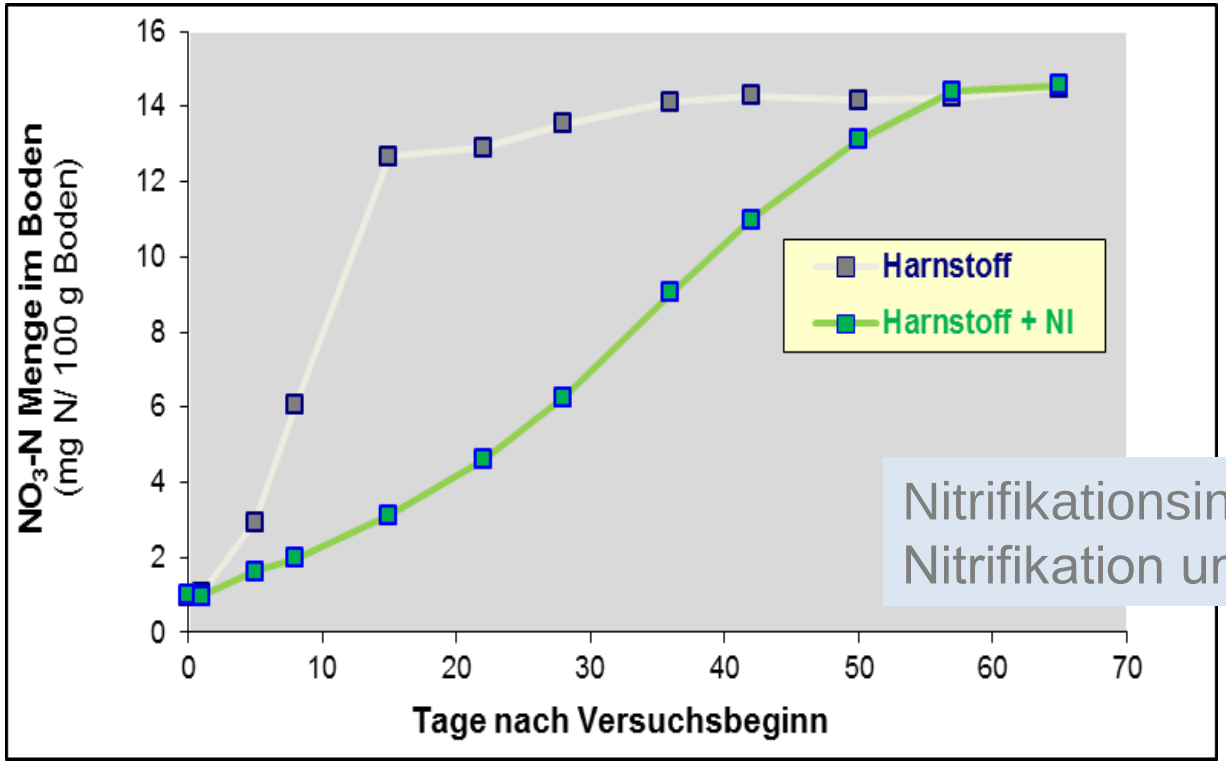
mit NI
5-8 Wochen (20°C)
10-14 Wochen (5°C)

Nitrobacter:
Oxidation von Nitrit zu Nitrat:

$$2\ NO_2^- + O_2 \longrightarrow 2\ NO_3^-$$

Zusammen etwa 10% gasförmige (N_2, N_2O) Verluste durch unvollständige Prozesse

Potential eines Nitrifikationsinhibitors (NI)

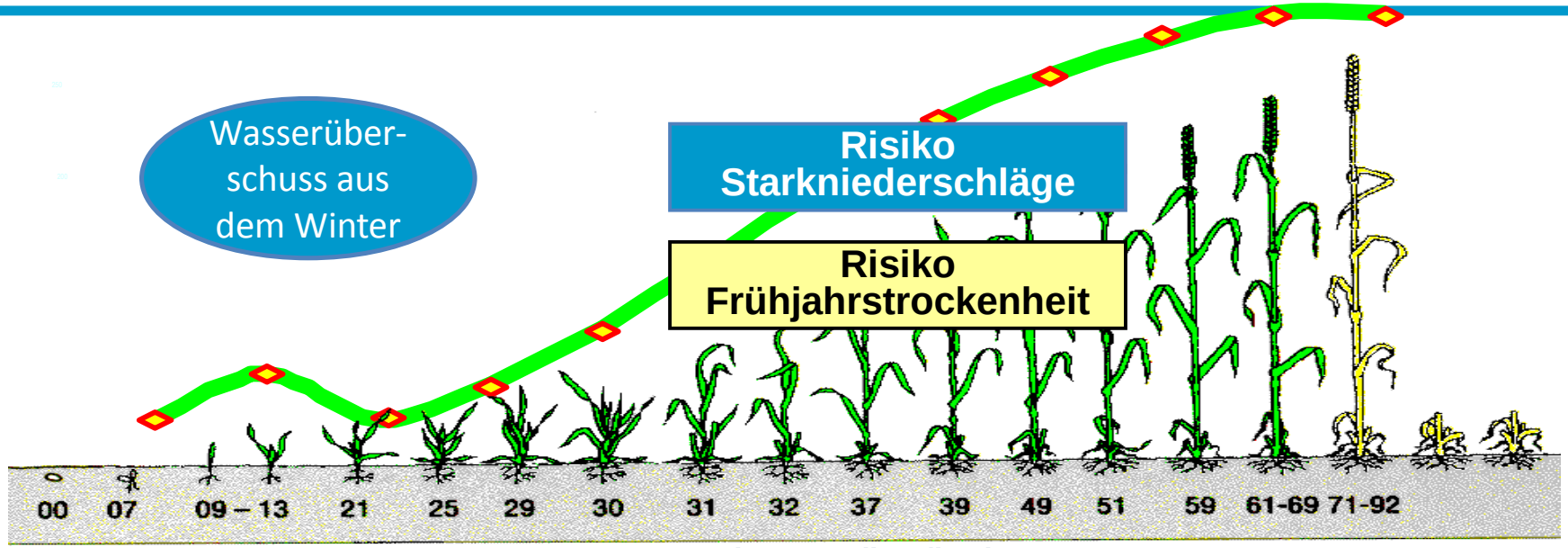


Bodenmodelltest

Optimale Feuchte und Temperatur
N-Menge an Modellsystem und Analytik angepasst

Nitrifikationsinhibitoren verzögern Nitrifikation um 4…12 Wochen

NI-Anwendung: veränderte Düngungssysteme



N – G a b e n (kg/ha)

traditionelle N-Düngung

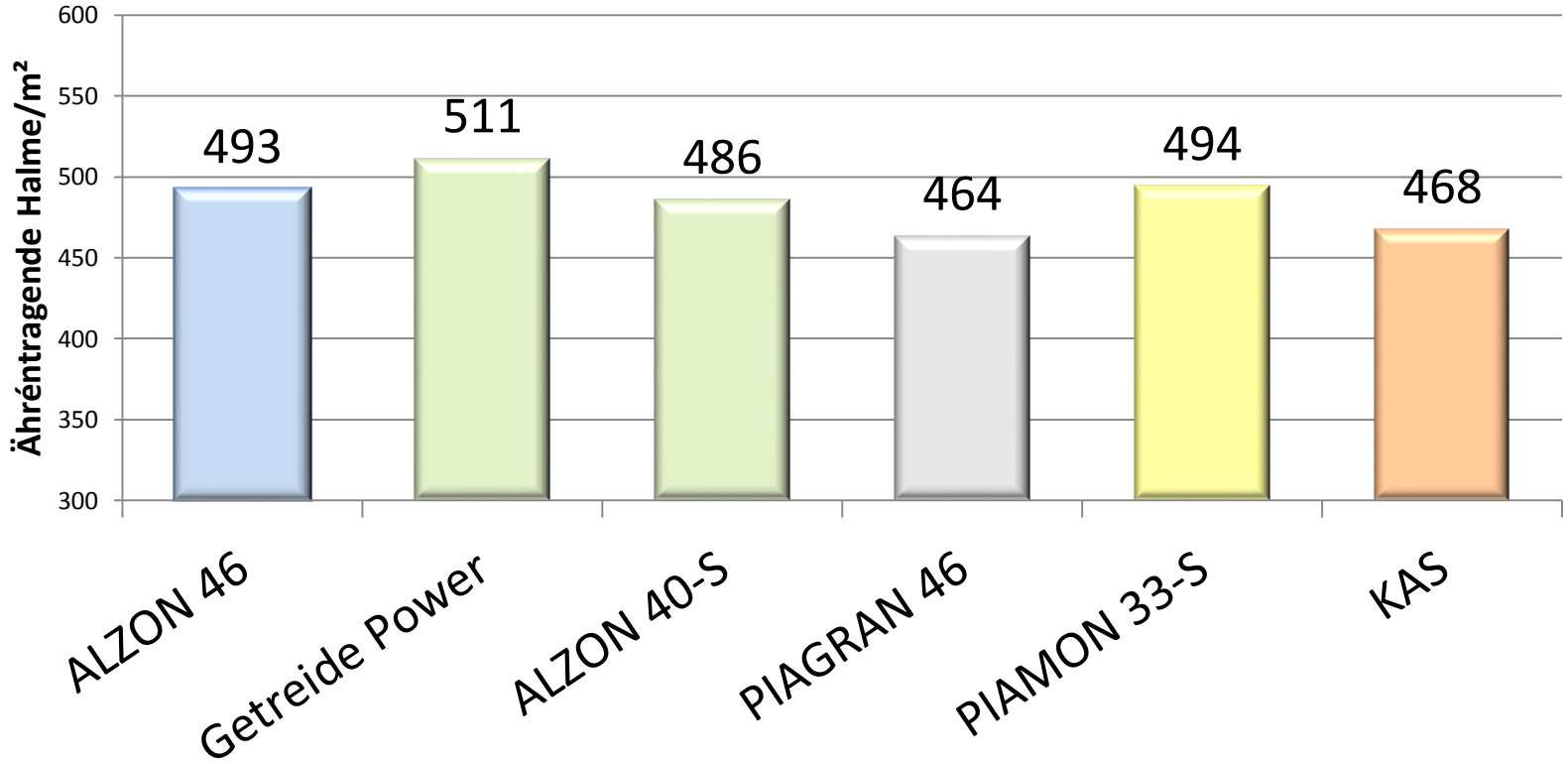
60 | 60 | 50

N-stab. Dünger

90 | 80 — Winterweizen

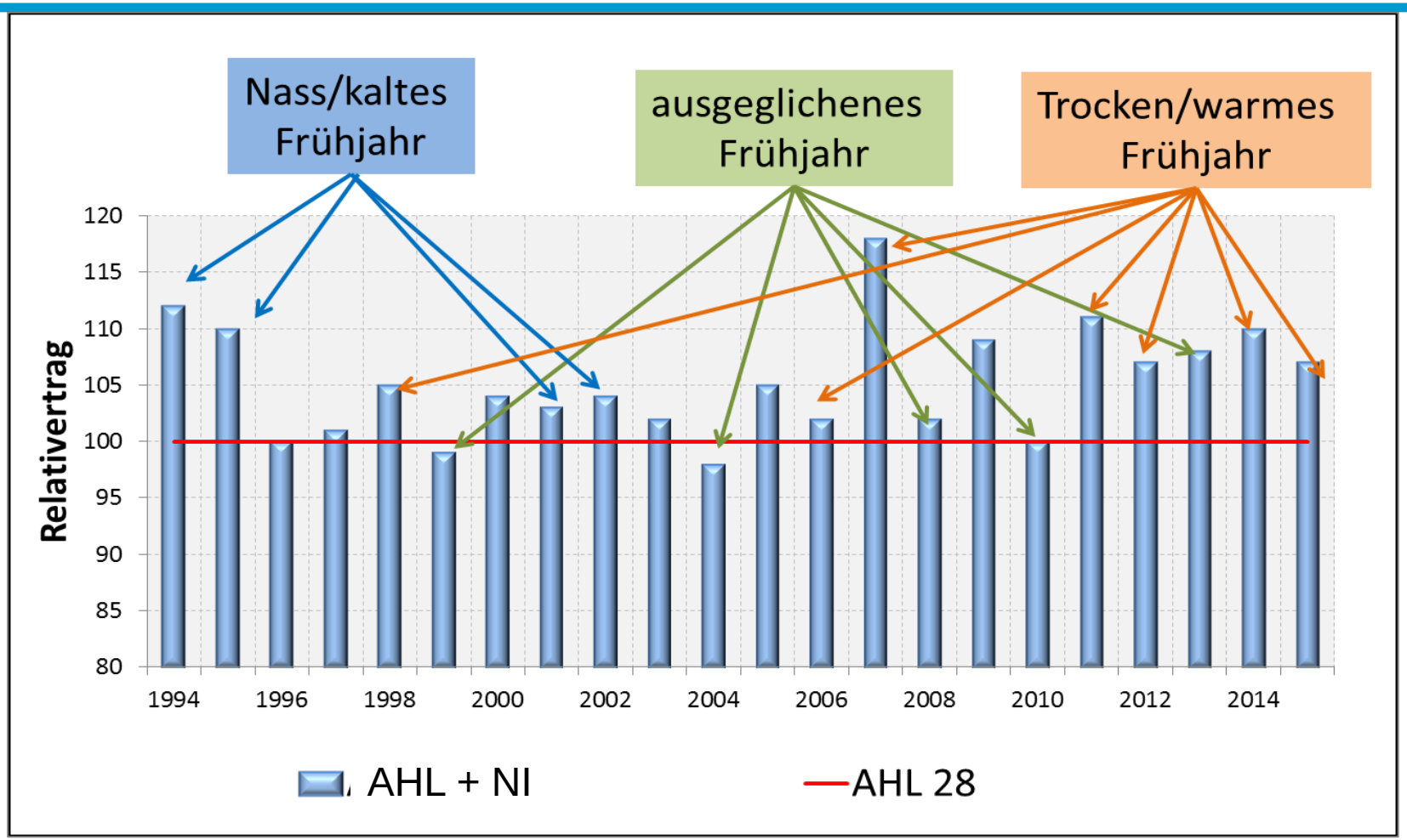
60 .. 180 — übrige Kulturen

Einfluss des Düngemittels/-systems auf die Bestockung



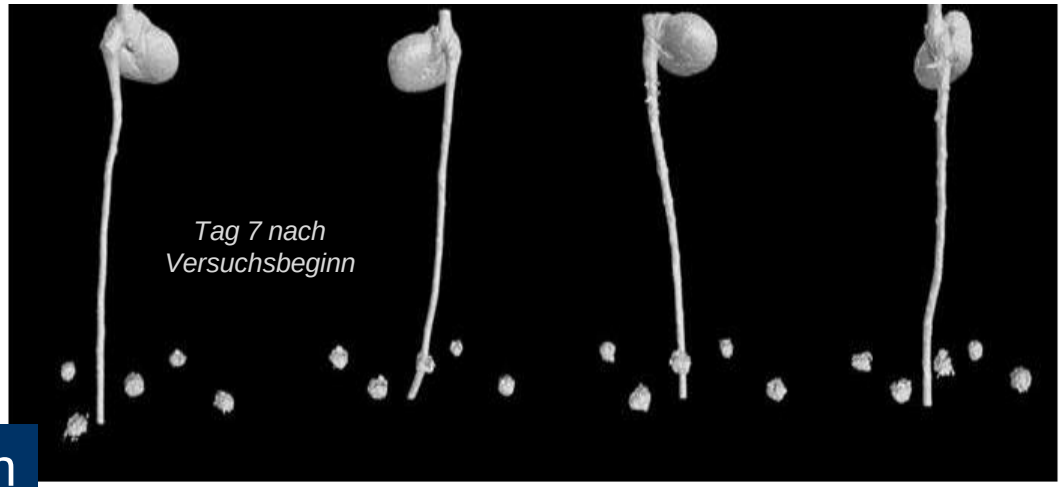
n=	36	27	11	30	32	27

NI – Ertragssteigerung unter kritischen Bedingungen im Dauerversuch



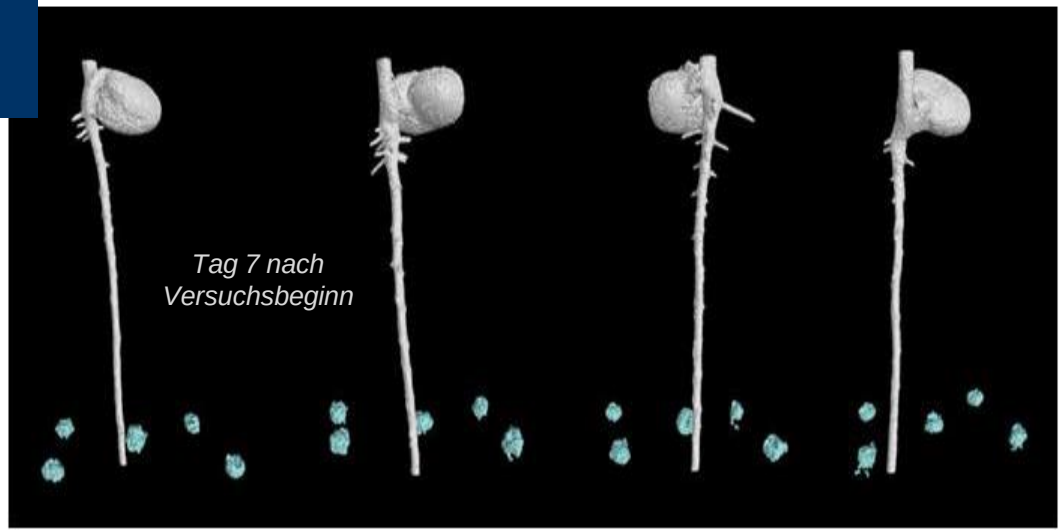
Wurzelwachstum und ammoniumbetonte Pflanzenernährung

Harnstoff:



Wurzeluntersuchungen

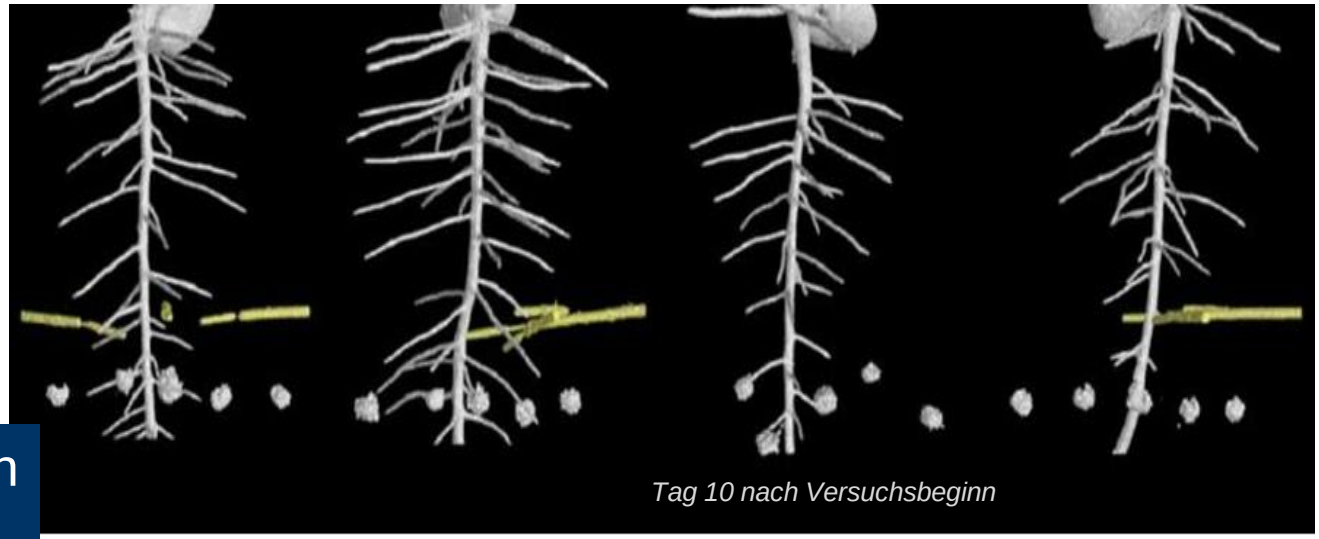
am Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle (UFZ)



Harnstoff + NI:

Wurzelwachstum und ammoniumbetonte Pflanzenernährung

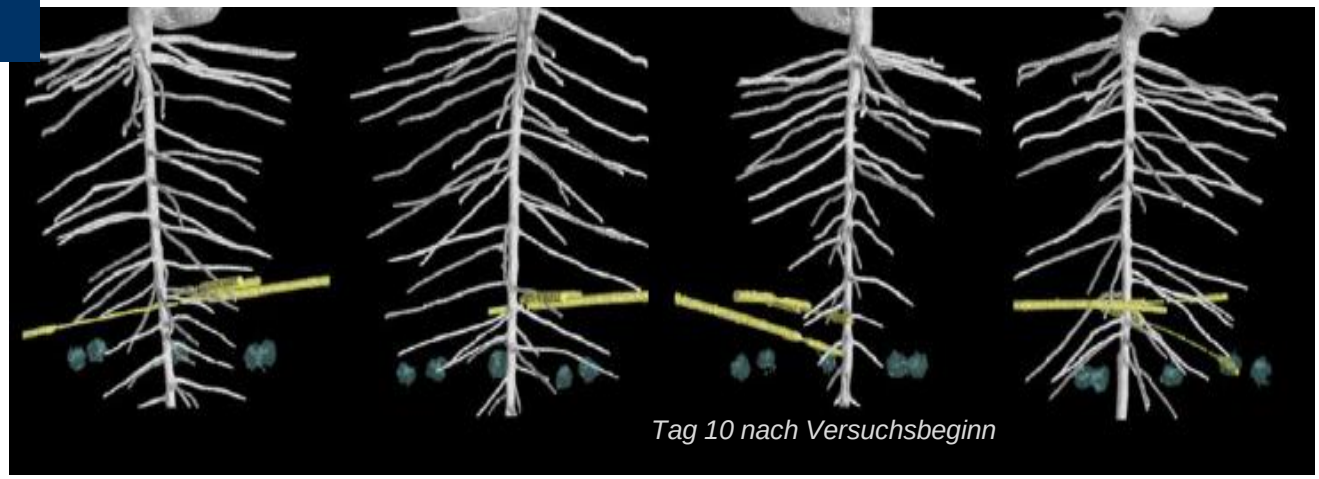
Harnstoff:



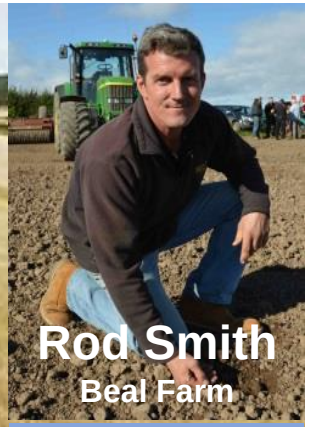
Wurzeluntersuchungen

am Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle (UFZ)

Harnstoff + NI:



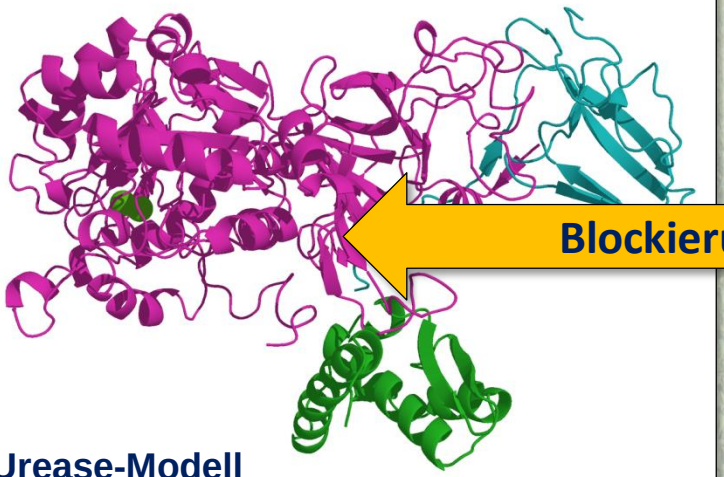
Weltrekord mit ALZON® 46 und PIAMON® 33-S



Die Düngestrategie fürs Guinessbuch:

BBCH 23: 80 kg/ha N mit **PIAMON® 33-S**
BBCH 30: 102 kg/ha N mit **ALZON® 46**
BBCH 31/32: 68 kg/ha N mit **ALZON® 46**
Spätgabe/Qualitätsgabe: 60 kg/ha mit Ammoniumnitrat

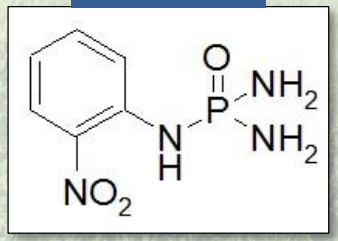
Hemmung der Urease – Wirkung von 2-NPT



Urease-Modell

Blockierung des aktiven Zentrums

2-NPT



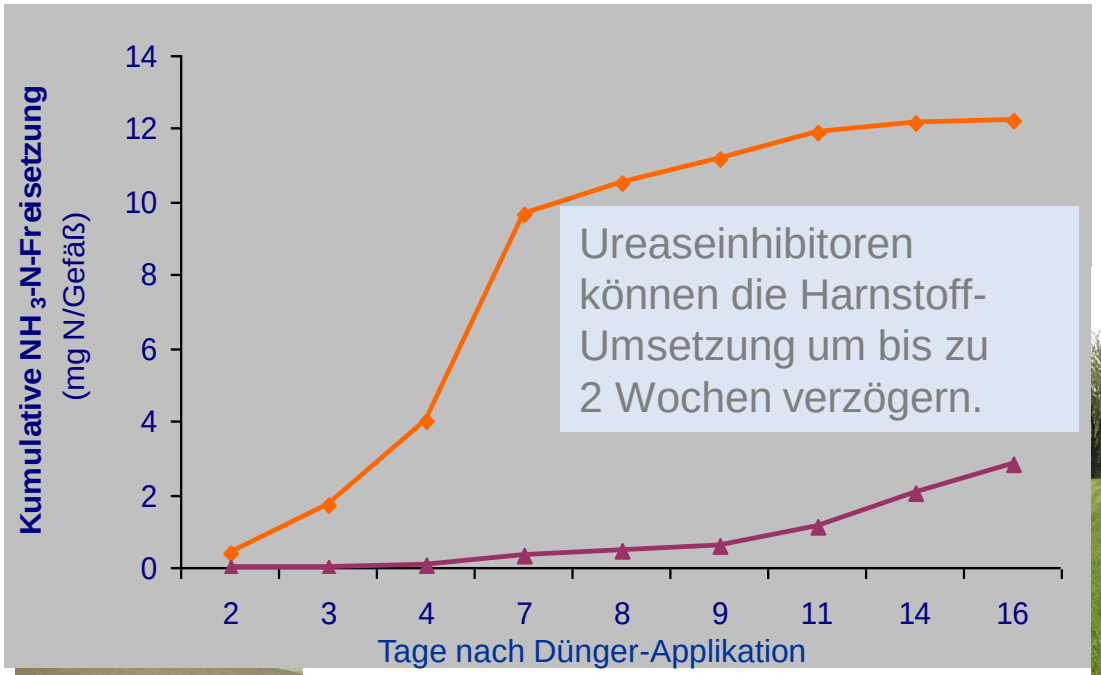
Wirkungsvorrausetzung:

geringe Harnstoff-Verteilung im Boden (enges Mengenverhältnis Enzym ↔ Inhibitor)

→ Minderung der Ammoniakemissionen bis zu 90%

Potential eines Ureaseinhibitors (UI)

Ammoniakverflüchtigungstest im Labor



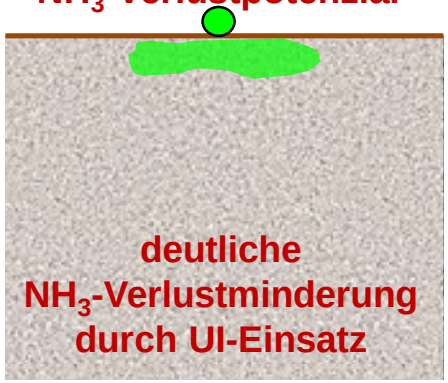
Eigene Messungen zu Ammoniakverlusten aus Harnstoff im praxisnahen Feldversuch → **6,5% des gedüngten HS-N**

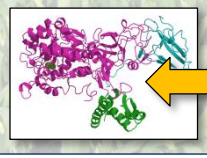
Wirkstoffkombination UI +NI in ALZON® neo-N

Harnstoffabbau mit UI – Auflösung an der Bodenoberfläche

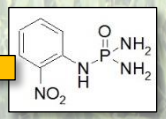
Überwiegend Trocken

Auflösung der HS-Granalie lokal an der Bodenoberfläch
NH_3-Verlustpotenzial

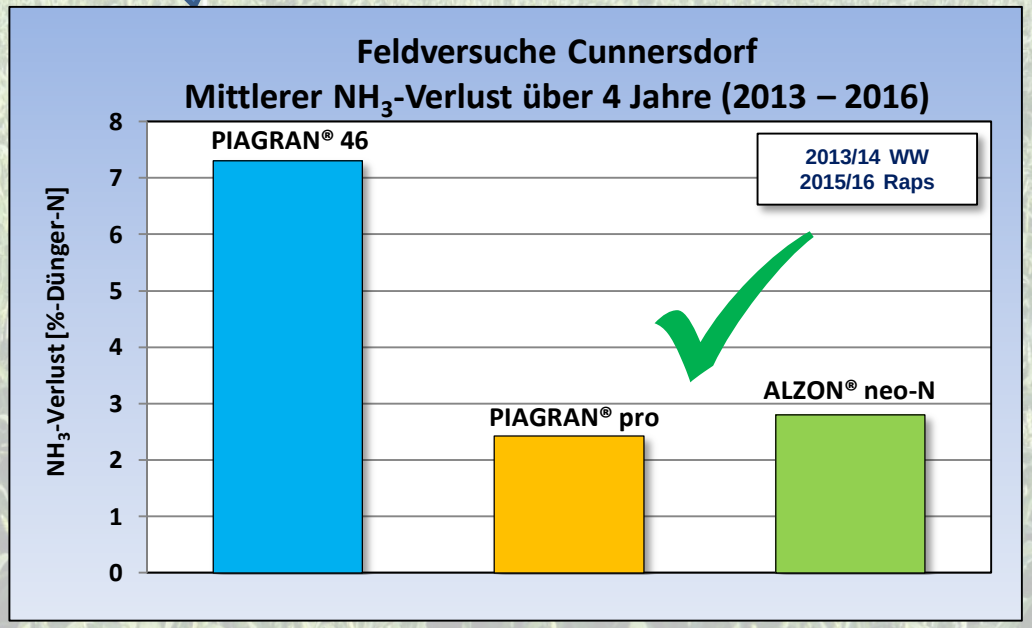




Inhibierung



„enges“ Urease-Inhibitor-Verhältnis

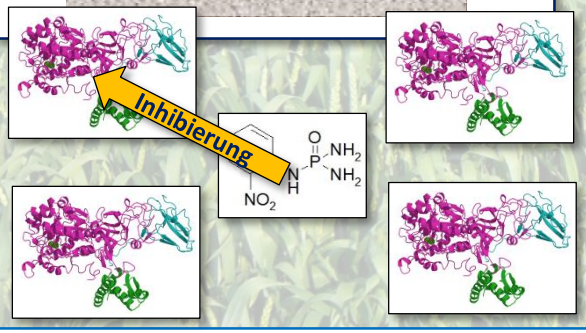


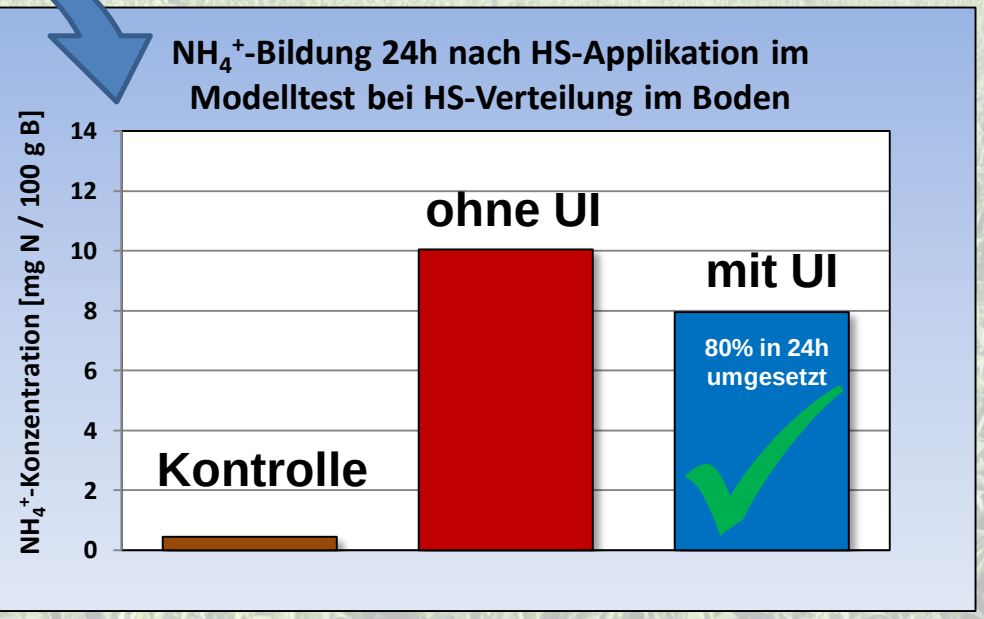
Wirkstoffkombination UI +NI in ALZON® neo-N

Harnstoffabbau mit UI – Verteilung in den Boden

Überwiegend Feucht

Verteilung des hochlöslichen HS-N im Boden.
KEIN NH_3-Verlustpotential





„weites“ Urease-Inhibitor-Verhältnis

N-Aufnahme von Winterweizen

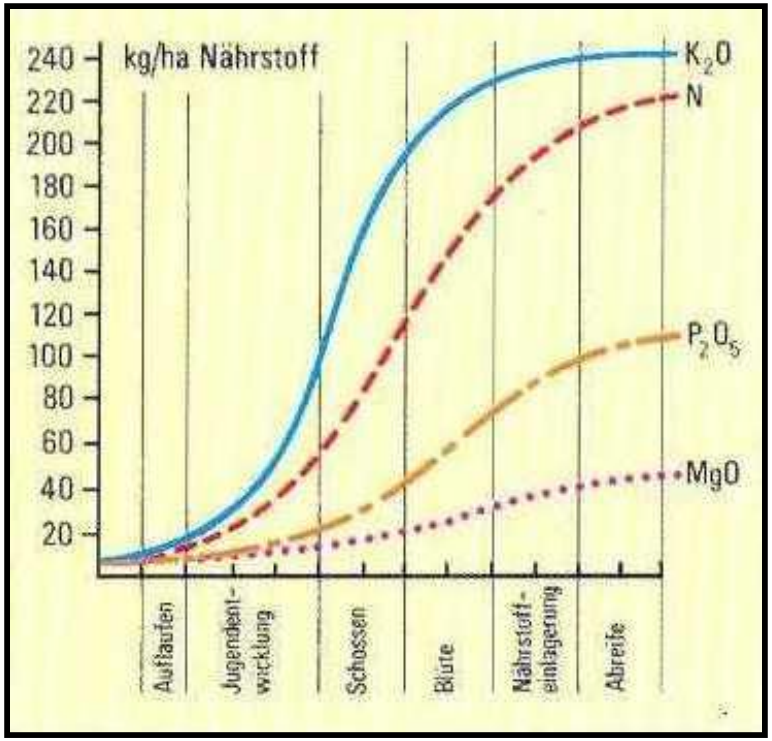
(nach Dennert, Fischbeck und züchtereigenen Versuchen)

Produktionsziel		**100 dt/ha 11,5% RP**			**100 dt/ha 13,5% RP**		
Stadium	*Tage*	*kg N/ha*	*%*	***kg N/ d*ha***	*kg N/ ha*	*%*	***kg N/ d*ha***
BBCH 13-32	80	75	30	**0,94**	75	26	**0,94**
BBCH 32-49	25	75	30	**3**	75	26	**3**
BBCH 49-75	30	60	24	**2**	70	24	**2,33**
BBCH 75-91	35	40	16	**1,14**	70	24	**2**

Nährstoffaufnahme von Mais

Verteilung der Nährstoffaufnahme in %

Stadium	N	P_2O_5	K_2O	MgO
Bis zum 4.Blatt	2	1	4	3
4. Blatt bis Eintrocknen der Narbenfäden	**85**	**73**	**96**	**78**
Kolbenbildung und später	13	26	0	19

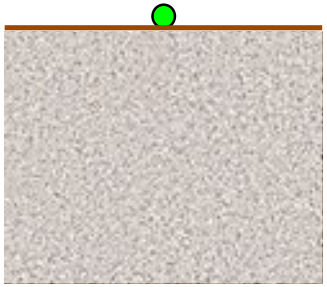


Harnstoffabbau im Boden mit UI

Wirkungsweise des UI * NI unter Praxisbedingungen

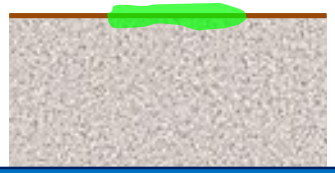
Der Dünger fällt

Granalie nach Ausbringung



Überwiegend Trocken

Auflösung der HS-Granalie lokal an der Bodenoberfläche.



- ✓ NH_3-Verlustbedingungen
- ✓ Verzögerter HS-Abbau durch UI
- ✓ starke NH_3-Minderung
- ✓ Ausreichend Zeit für NH_4^+-Bindung
- ✓ hohe N-Effizienz

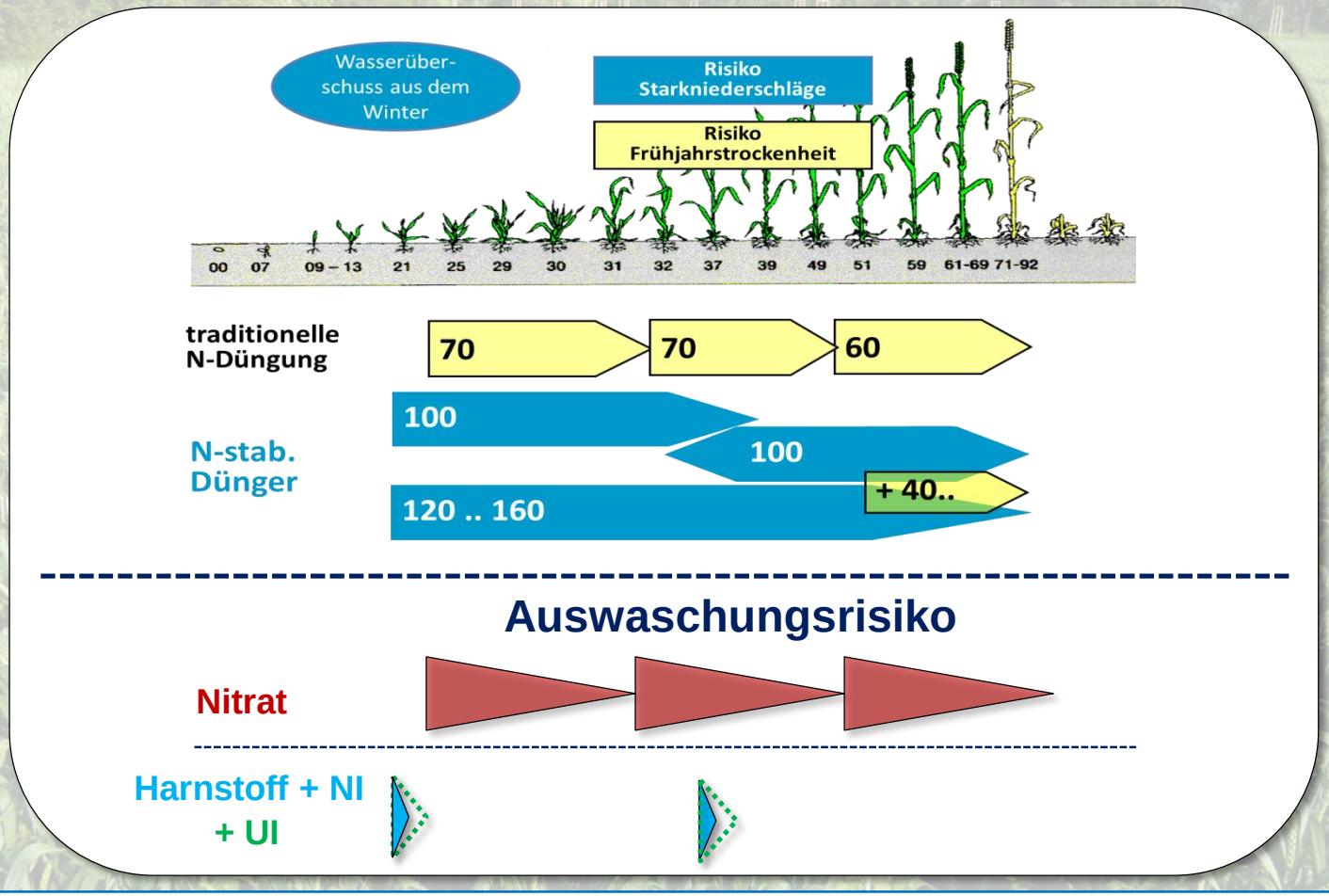
Überwiegend Feucht

Optimale Verteilung des hochlöslichen HS-N im Boden.

- ✓ keine NH_3- Verlustbedingungen!
- ✓ schneller HS-Abbau trotz UI
- ✓ schnelle N-Verfügbarkeit
- ✓ Schutz vor Auswaschung durch NI
- ✓ hohe N-Effizienz

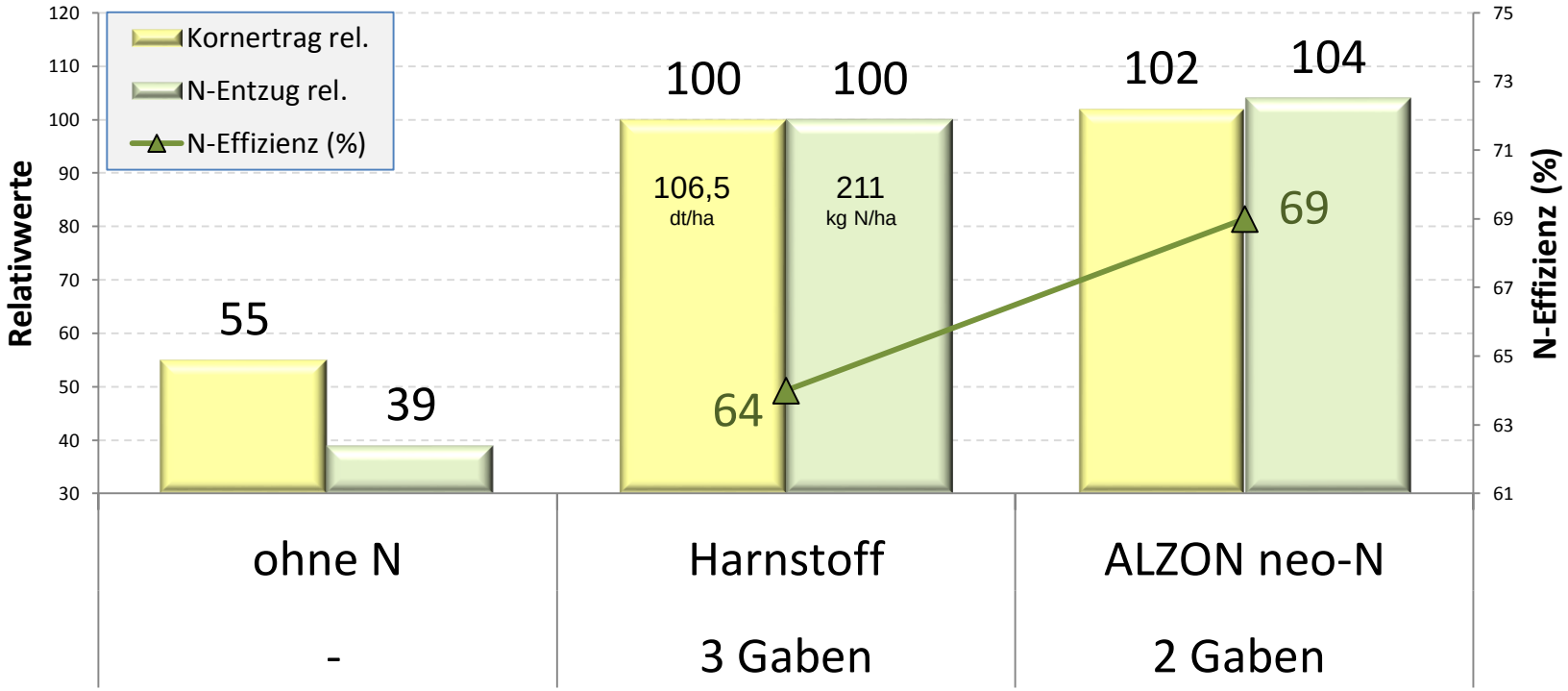
Wirkstoffkombination UI +NI in ALZON® neo-N

Kein N-Verlustrisiko durch Verlagerung oder Auswaschung von HS!



ALZON® neo-N in Feldversuchen Winterweizen

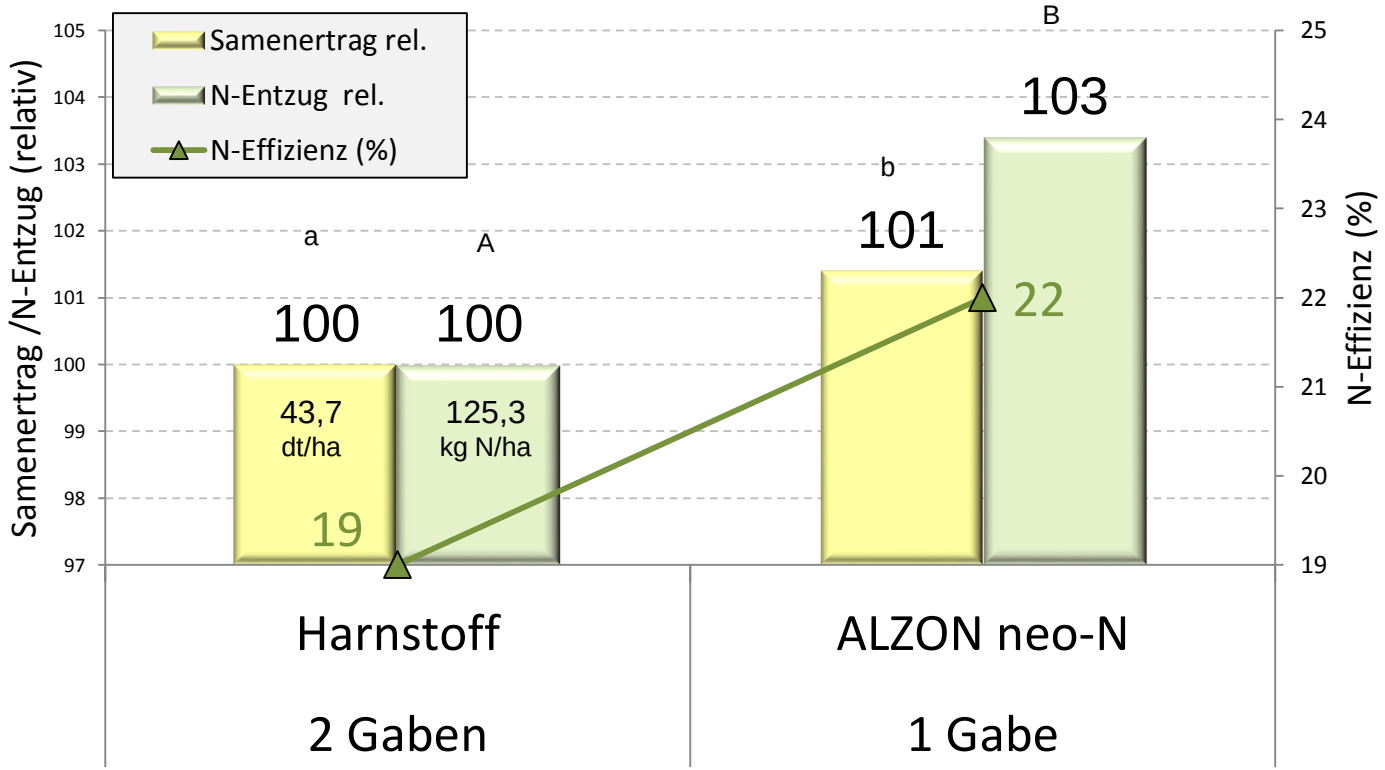
Kornertrag, N-Entzug und N-Effizienz von ALZON® neo-N im Vergleich zu HS in Winterweizen 2013-2016 (Mittel aus 15 Versuchen)



t-Test; α = 0.05 relativ:
Ertrag 2,25
N-Entzug 2,4

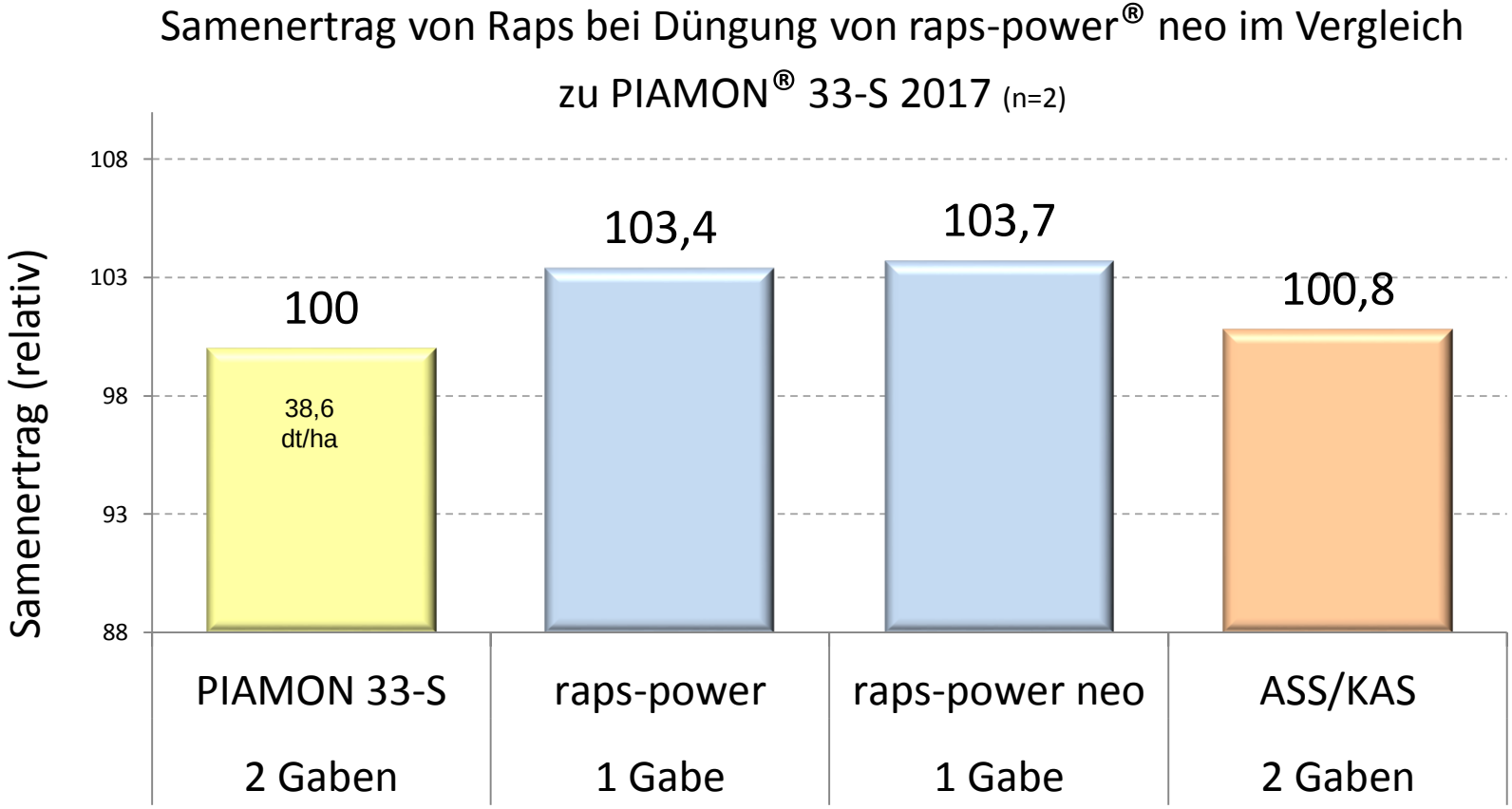
ALZON® neo-N in Feldversuchen Winterraps

Samenertrag und N-Entzug ALZON® neo-N im Vergleich zu HS in Winterraps 2013 – 2016 (Mittel aus 13 Versuchen)



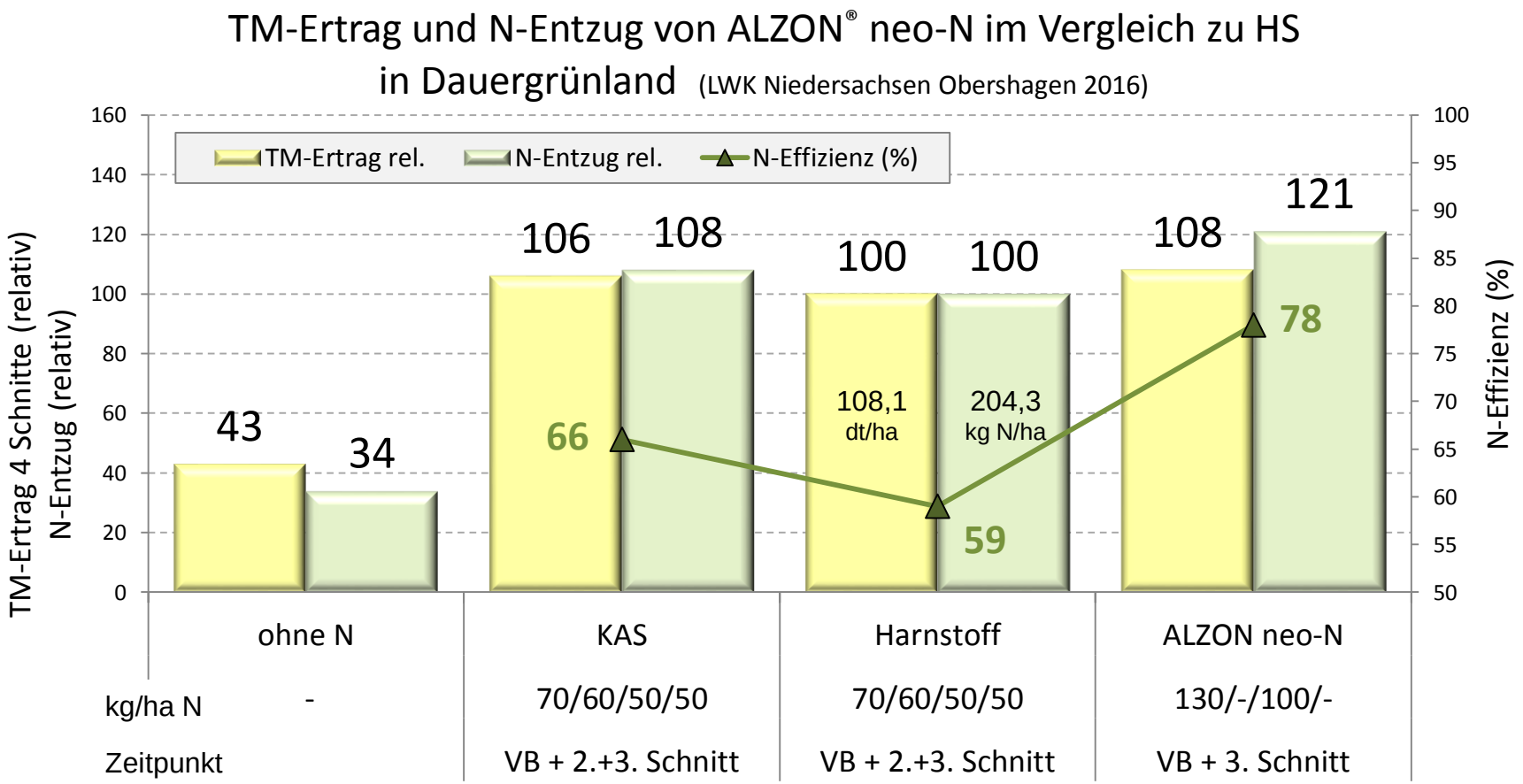
t-Test; α = 0.05 = 1,15 (Ertrag); 3,04 (N-Entzug)

raps-power® – Samenertrag Wi-Raps 2017



t-Test; α = 0.05 = 7,9
Raps-power neo = Mischdünger aus 30% ALZON neo-M-plus und 70% PIAMON 33-S (37% N, 8% S)

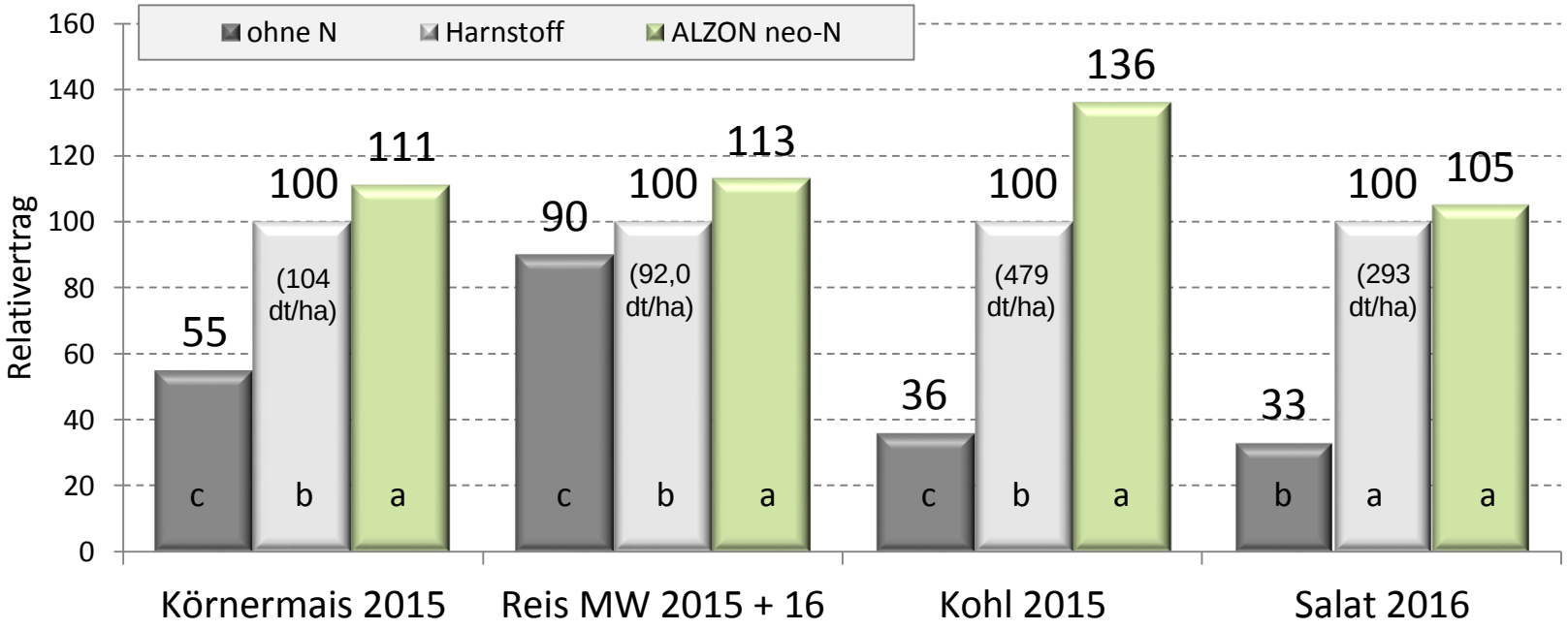
ALZON® neo-N in Grünland



t-Test; α = 0.05 = 6,5 (Ertrag); 9,6 (N-Entzug)

Erträge unter mediterranen Bedingungen

Ertragsvergleich von **ALZON® neo-N** im Vergleich zu HS in verschiedenen Kulturen unter mediterranen Bedingungen



unterschiedliche Buchstaben = signifikante Unterschiede t-Test; α = 0.05)
Körnermais = 10,1
Reis = 4,7
Kohl = 9,0
Salat = 8,2

Fazit

- N-Mineraldünger sind verschiedenen Verlustrisiken ausgesetzt
- Veränderte Witterungsbedingungen steigern die Verlustgefahr
- Inhibitoren zu Harnstoff als
  - Nitrifikationsinhibitoren (NI) mindern Nitratauswaschung und Lachgasverluste
  - Ureaseinhibitoren (UI) mindern Verluste als Ammoniak
- Kombination HS + UI+NI (ALZON® neo-N) verbessert die N-Effizienz um 3 bis 19%
- Vermiedene Verluste führen zu höherer N-Ausnutzung und besseren N-Bilanzen von im Mittel 5..10 kg N/ha in Ackerkulturen in Deutschland
- Stärkste Effekte bei erhöhten Verlustbedingungen (Grünland, Extremwetter)
- Mit gleicher N-Menge werden höhere Erträge und N-Entzüge erzielt
- Zielstellungen der DüV für eine wirtschaftliche und umweltgerechte Landnutzung lassen sich einfacher erfüllen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Unsere Wünsche für Sie:

eine gute Ernte 2018

bei guten Preisen !