



N-Dünger: Fluch oder Segen

Mit intelligenten Düngungssystemen für die Zukunft gerüstet

22. Fachtagungen Düngung der SKW Piesteritz 2016

Michael Fuchs
SKW Stickstoffwerke Piesteritz GmbH
Landwirtschaftliche Anwendungsforschung Cunnersdorf

- » Fluch oder Segen –
 - die beiden Gesichter der Stickstoffdüngung

- » N-Stabilisierung
 - Funktionsweise und Umweltwirkungen

- » Neue Düngeverordnung
 - wesentliche Änderungen
 - Lösungsmöglichkeiten mit N-stabilisierten Düngungssystemen

Europa düngt sich mit zu viel Stickstoff ins Unglück

Immer mehr Stickstoff und kein Ende: Die Landwirtschaft verursacht einen riesigen Nährstoffüberschuss. Sie düngt unentwegt, um immer mehr Menschen satt zu bekommen.

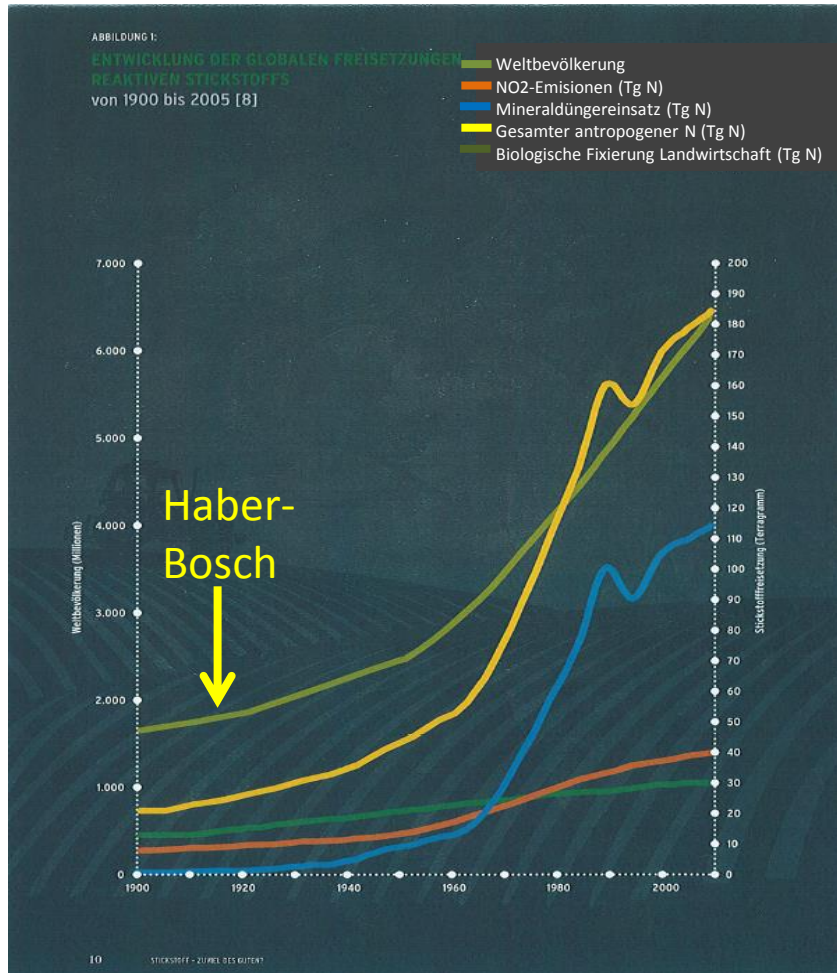


FOTO: PICTURE ALLIANCE / DPADPA

Pflanzen- und Viehproduktion sollten besser aufeinander abgestimmt werden - etwa durch den Einsatz von Gülle.



Zwei Gesichter des Stickstoffs



Sicherung der Ernährung der wachsenden Weltbevölkerung



Steigerung der Nahrungsmittelproduktion auf nahezu gleichbleibender Ackerfläche

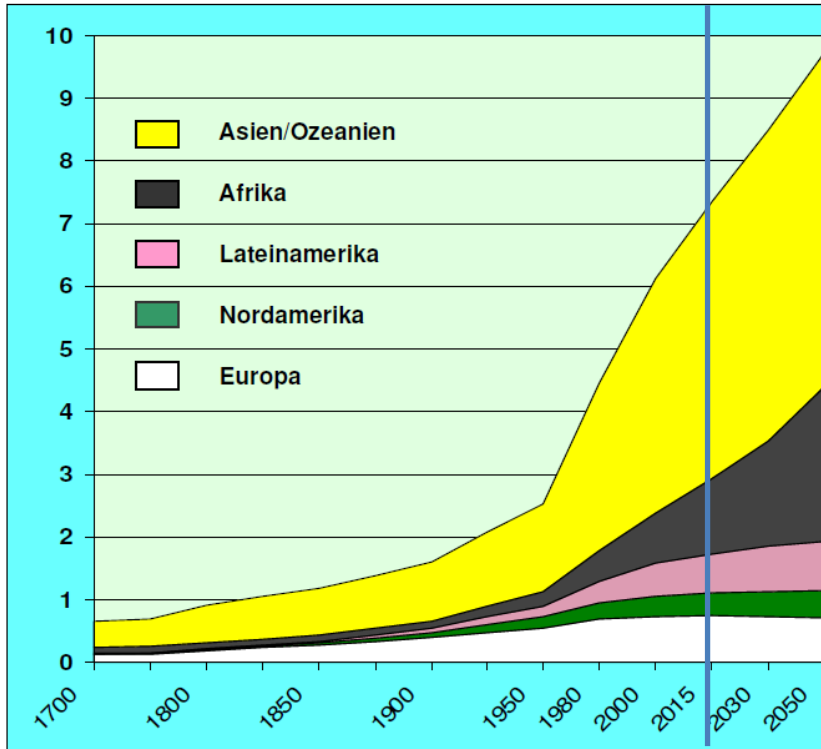
Steigerung der Menge reaktiven Stickstoffs in der Umwelt



Umweltschädliche N-Wirkungen (Emissionen, Austrag in Gewässer)

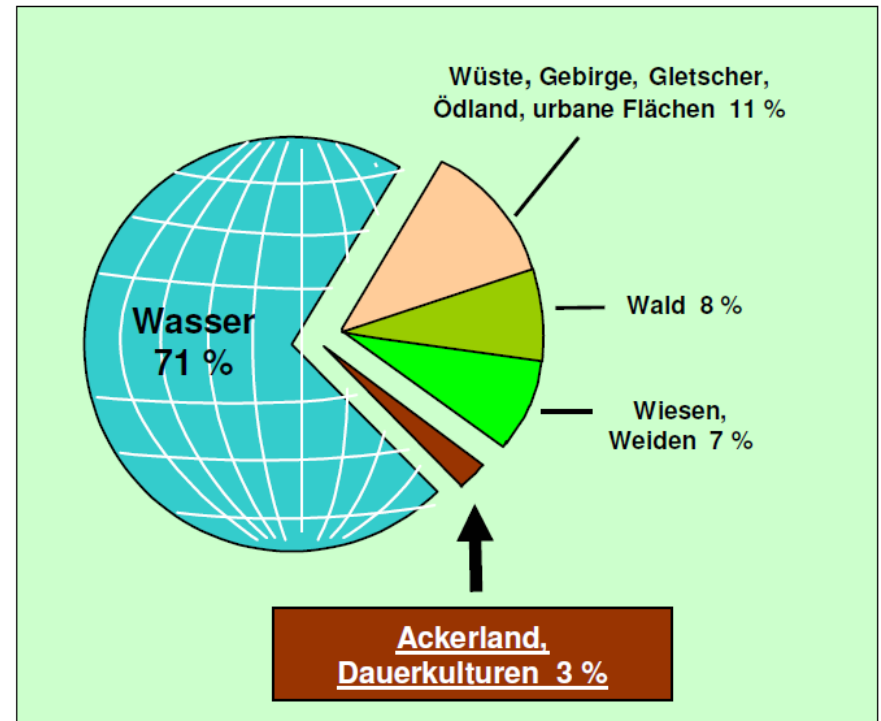
Quelle: Stickstoff – Zuviel des Guten?, UBA 2010

Bevölkerungswachstum (in Mrd.)



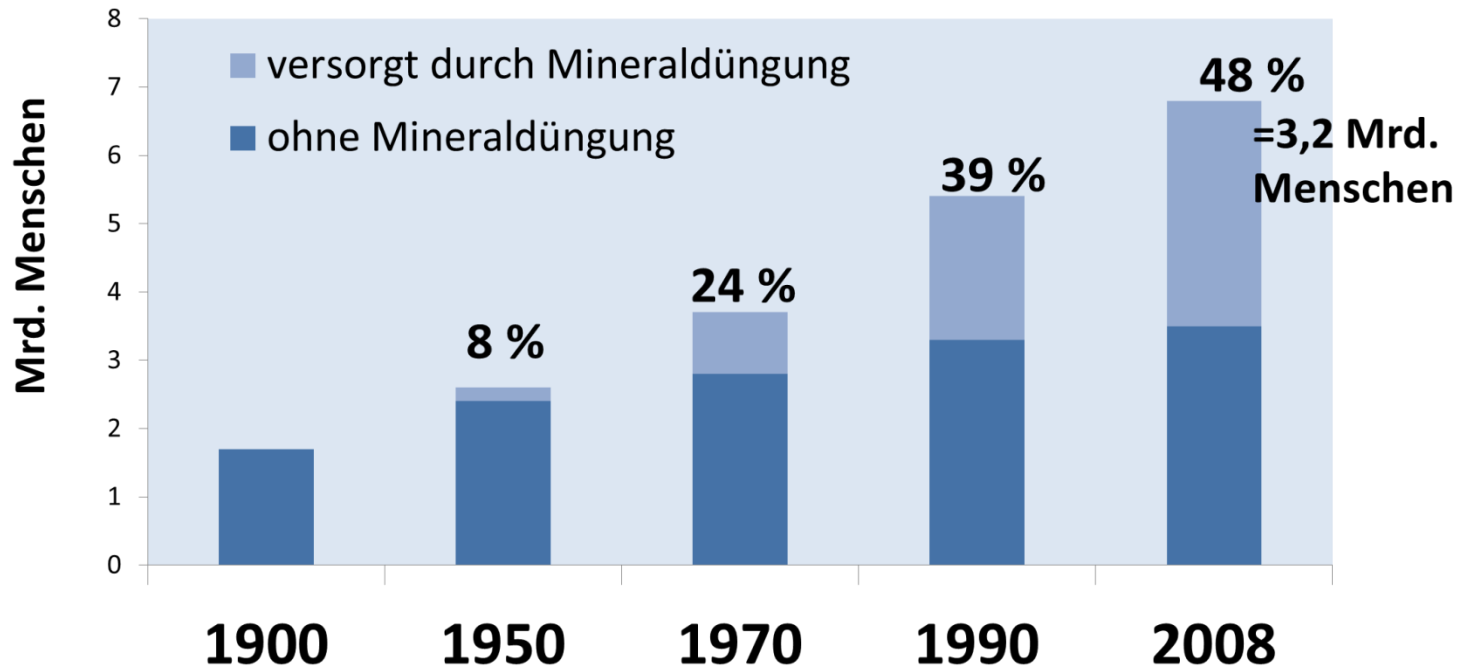
Quelle: UN – World Population Prospects: The 2015 Revision (Medium variant)

Unsere Erde - verfügbare landwirtschaftliche Nutzfläche



Quelle: IVA-Broschüre „wichtige Zahlen 2014-15“

Die Mineraldüngung ernährt heute bereits etwa 50 % der Weltbevölkerung



Quelle: Erismann et al.; Nature Geoscience 2008, in IVA-Broschüre „wichtige Zahlen 2014-15“

Züchtung

- Ertragspotenzial
- Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge
- Anpassung an Standorte
- Qualitätsverbesserung/-eigenschaften
- Nährstoffeffizienz

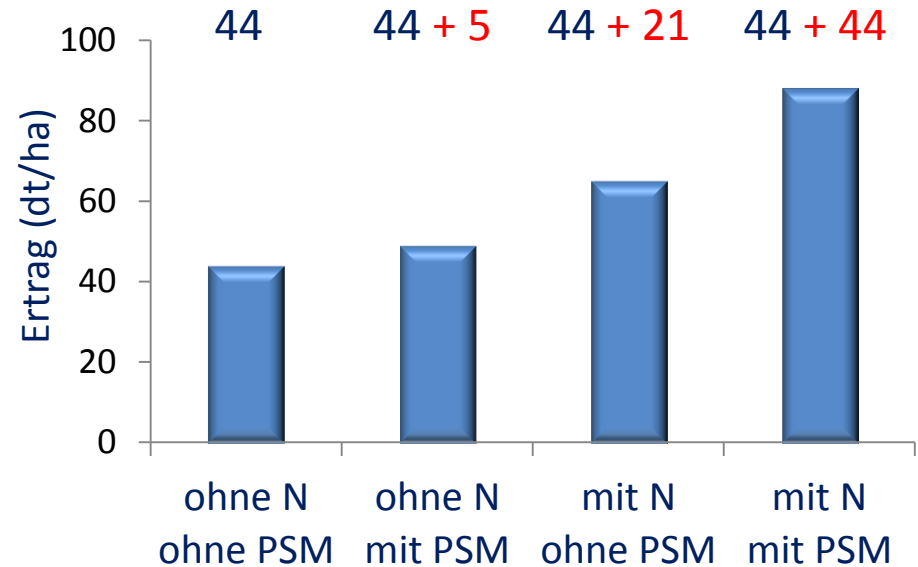
Landtechnik

- erhöhte Leistungsfähigkeit
- innovative Techniken
- verbesserte Arbeitsqualität

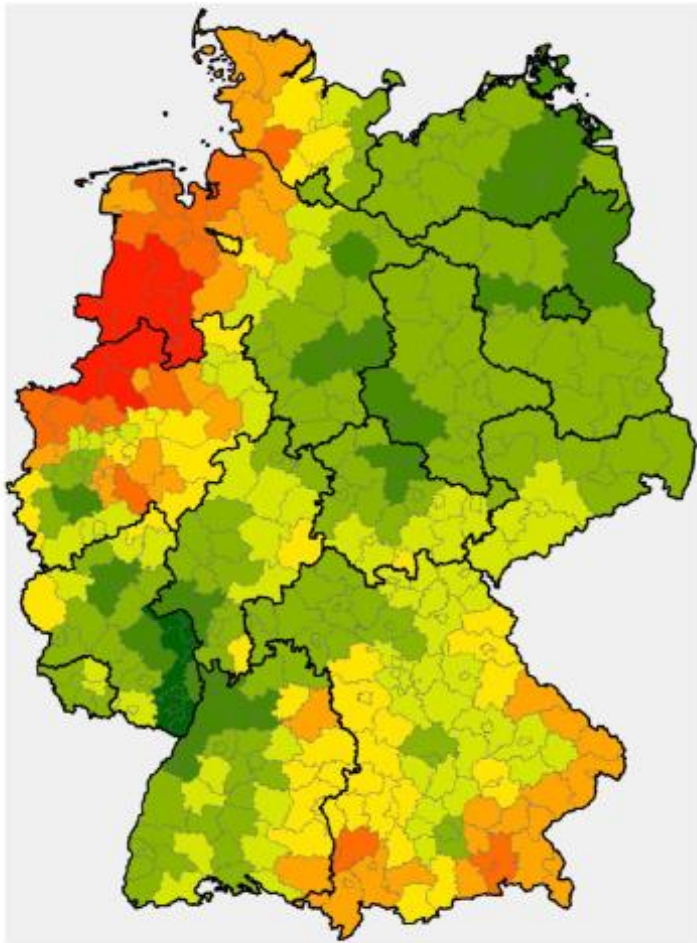
Pflanzenschutz

angepasste Nährstoffversorgung

Ø Roggen-Ertrag (dt/ha),
1989-2005



Quelle: Deike, Palut, Christen, 2007



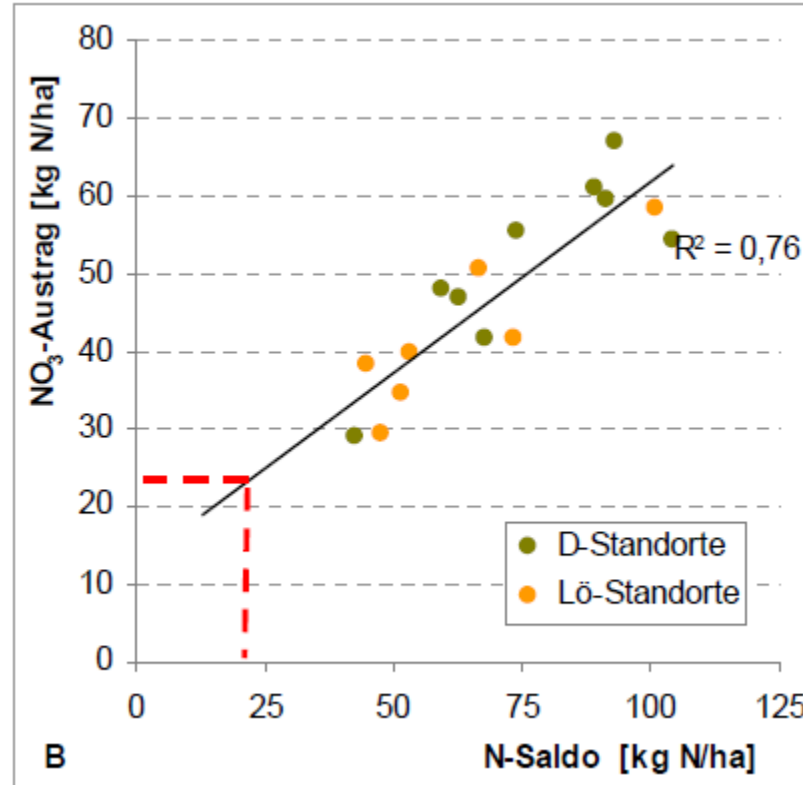
**N-Überschuss
Flächenbilanz
(kg N/ha LF)**



N-Bilanz
(60 kg/ha N,
50 kg/ha N ab 2018)

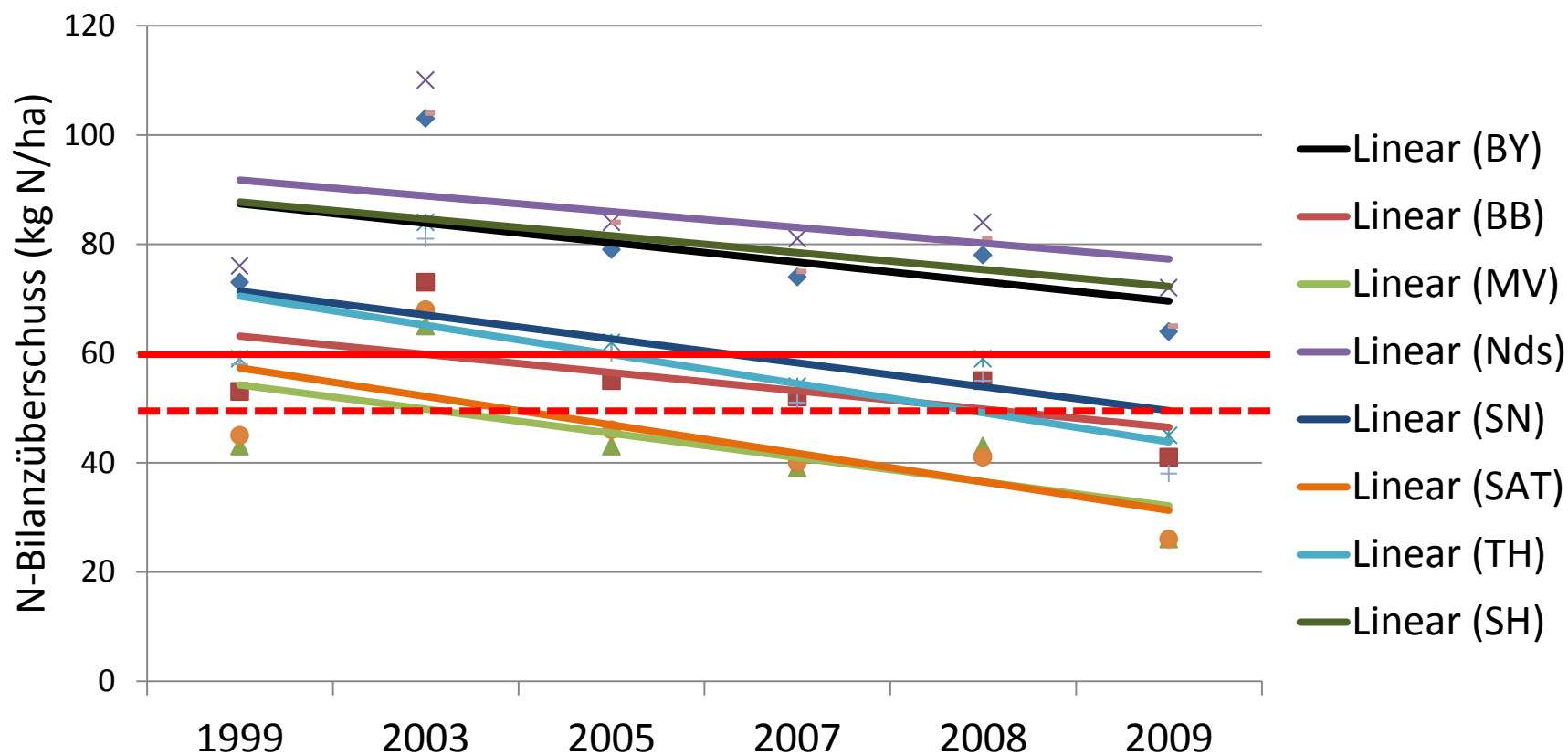
Deutschland, Mittel 2007 – 2010
(Frede 2014)

Zusammenhang N-Saldo und Nitrataustrag



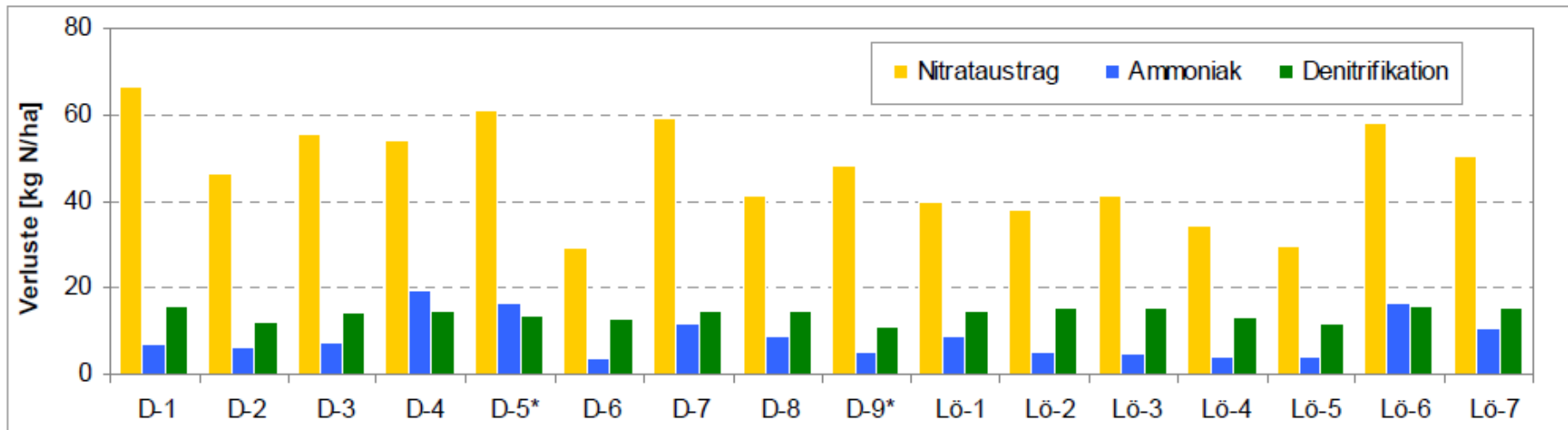
Optimierung N-Management, Schriftenreihe des LfULG, Heft 25/2010
 Tolerabler Nitrataustrag 23 kg N/ha

N-Bilanzflächenüberschüsse –Trend 1999-2009



Quelle: Nitratbericht 2012

N-Verluste nach REPRO



Nitratauswaschung 29...67 kg N ha⁻¹

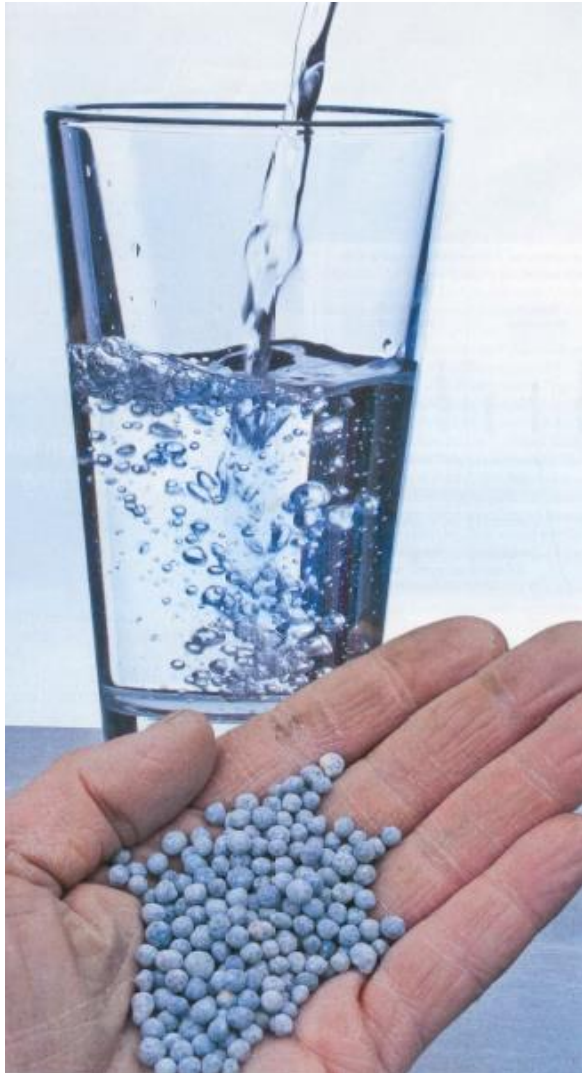
Ammoniakemissionen 4...20 kg N ha⁻¹

Denitrifikation 11...16 kg N ha⁻¹

Problem Klimawandel:

- Milde, nasse Winter
 - Stetige Mineralisation
 - Geringe Pflanzenaufnahme
- ↓ ↓ ↓
- Zunahme Nitrat- und Denitrifikationsverluste

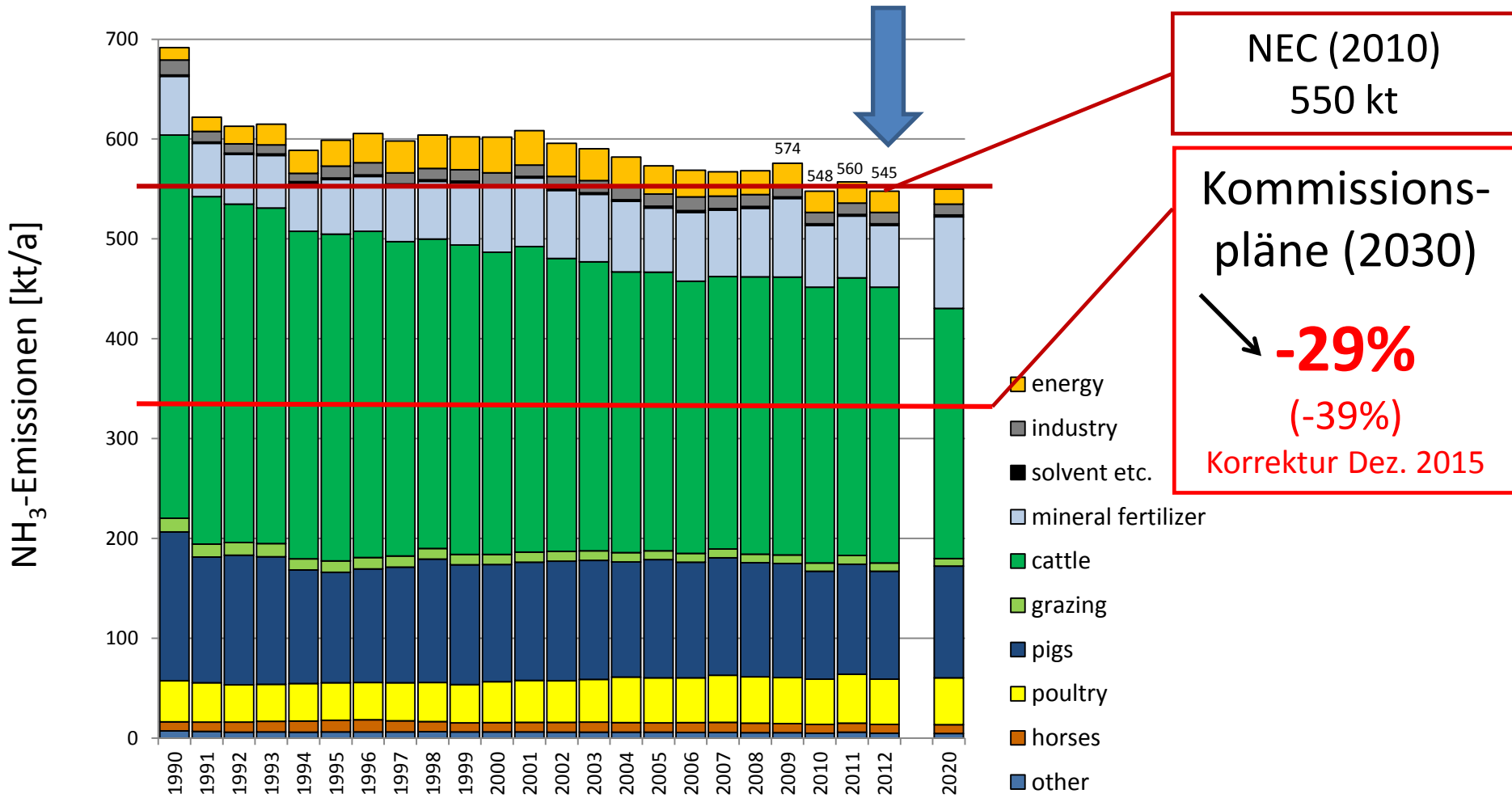
Optimierung N-Management, Schriftenreihe des LfULG, Heft 25/2010
 Berechnungen nach REPRO der teilnehmenden Betriebe (n=16)



N-Dünger und sauberes Wasser

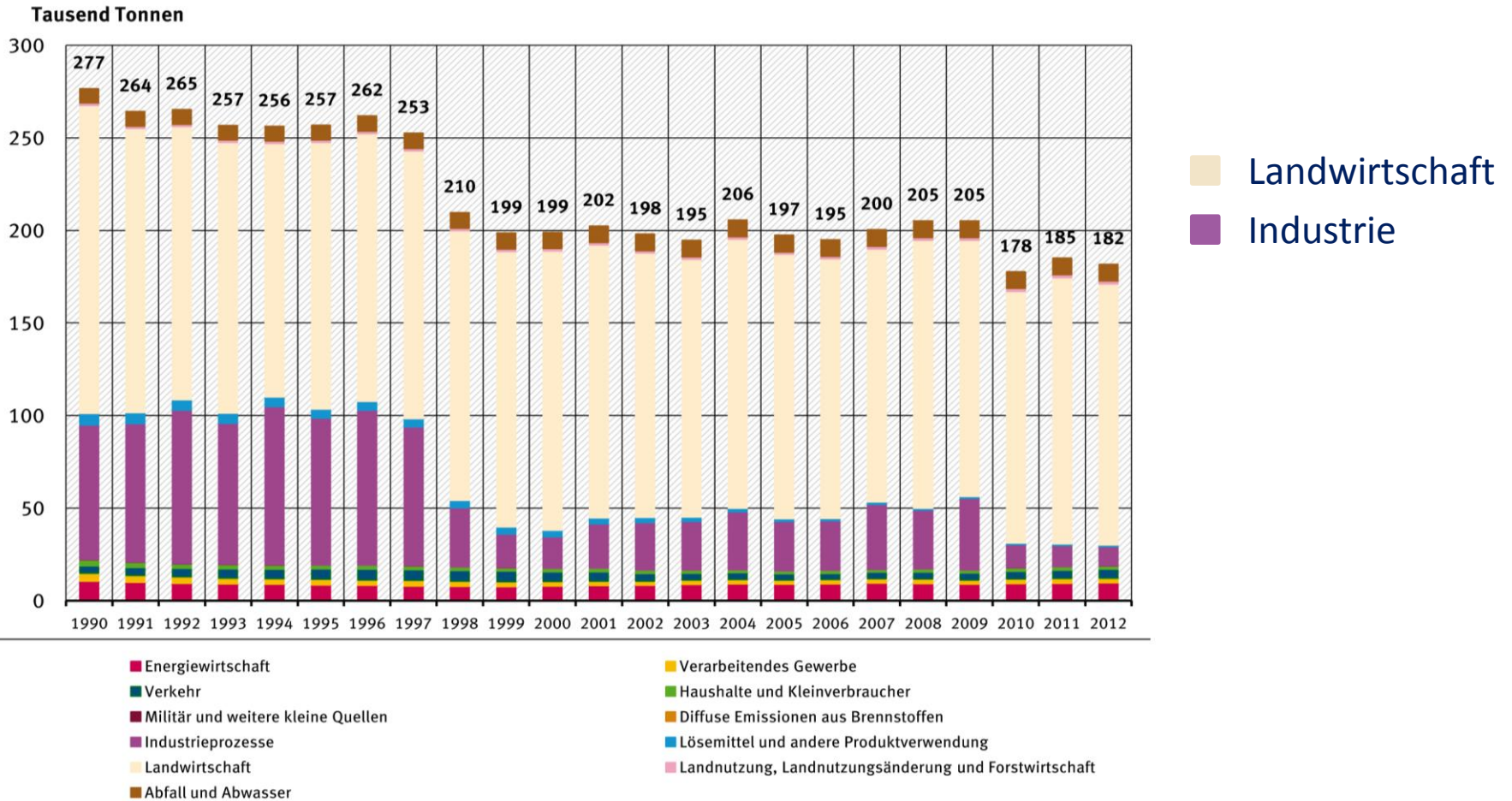
Beides soll bzw. muss
erhalten bleiben !!!

Politische Vorgaben Ammoniak-Emissionen



Quelle: in Anlehnung an Döhler, H. 2014, UBA 2014

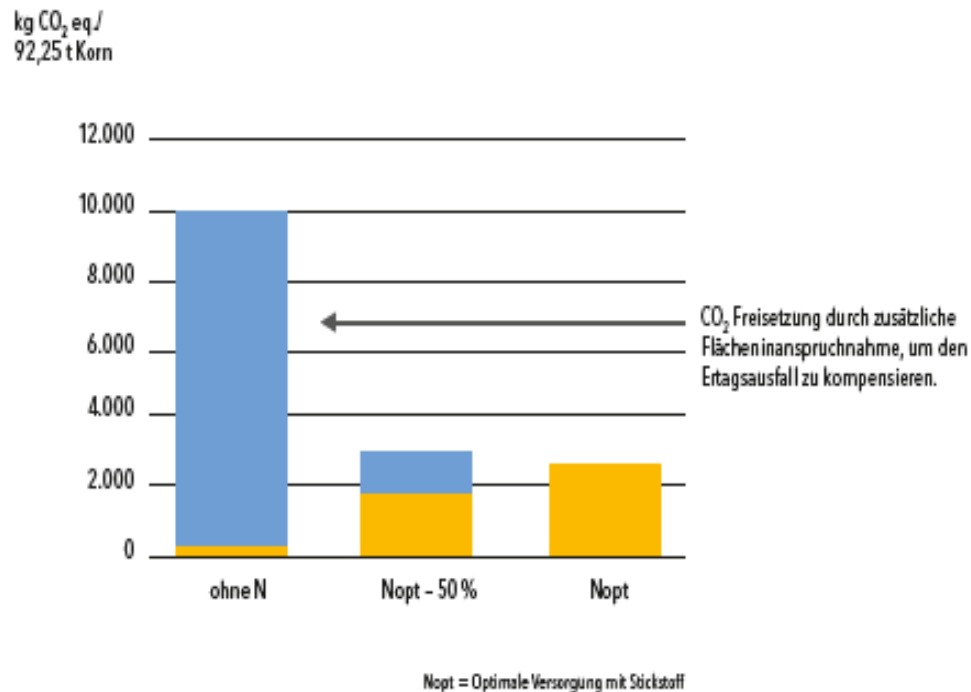
Entwicklung N₂O-Emissionen - Deutschland



Verkehr: ohne land- und forstwirtschaftlichen Verkehr
 Haushalte und Kleinverbraucher: mit Militär und weiteren kleinen Quellen
 (u.a. land- und forstwirtschaftlichem Verkehr)

Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen
 seit 1990, Emissionsentwicklung 1990 bis 2012 (Stand 15.04.2014)

Treibhausgasemissionen durch die Erzeugung von 10 t Weizen



Treibhausgas-Emissionen in der **Gesamtbilanz** bei optimaler N-Düngung am geringsten

Quelle: Informationsserie Pflanzenernährung, Fonds der Chemischen Industrie im VCI e.V., 2012

Gesetzliche Grundlagen

Freistaat Thüringen  Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft



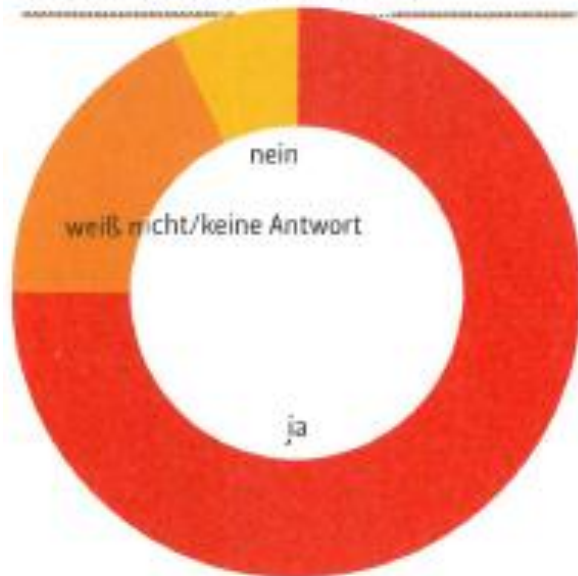
TMIL, Abteilung 6

2

Quelle: P. Ritschel, Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung 2015

Genug Fluch → Für Segen/Aufklärung sorgen

Angst vor dem Unbekannten



1998 stellte der französische Ernährungsspezialist Prof. Marian Apfelbaum Verbrauchern die Frage: „Sollte die Verwendung von Dihydrogenmonoxid in der EU verboten oder reglementiert werden?“

Die Verbraucher waren dringend dafür und machten sich nicht die Mühe, nachzudenken oder nachzufragen. Dihydrogenmonoxid klingt aber auch viel gefährlicher als Wasser ...

Quelle: BfR

Verbraucherumfrage:
Sollte die Verwendung von Dihydrogenmonoxid in der EU verboten oder reglementiert werden?

Ergebnis:
ca. 75% waren dafür und nur ca. 10% dagegen

Dihydrogenmonoxid klingt aber auch viel gefährlicher als Wasser

- » Fluch oder Segen –
 - die beiden Gesichter der Stickstoffdüngung

- » N-Stabilisierung
 - Funktionsweise und Umweltwirkungen

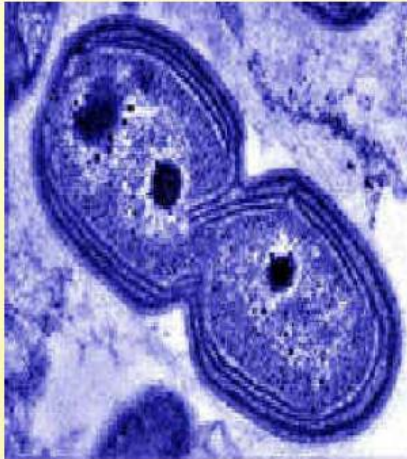
- » Neue Düngeverordnung
 - wesentliche Änderungen
 - Lösungsmöglichkeiten mit N-stabilisierten Düngungssystemen

Nitrifikation und deren Beeinflussung

Nitrifikation – aerobe Umwandlung von Ammonium in Nitrat

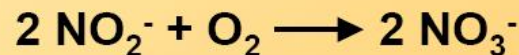
- erfolgt in 2 Stufen:

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



Nitrobacter:

Oxidation von Nitrit zu Nitrat:



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)

Zusammen etwa 10% gasförmige (N₂, N₂O) Verluste durch unvollständige Prozesse

Ammoniumhaltige Mineraldünger (>50%)

organische Dünger (Gülle, Gärrückstände)

Geeignete
Nitrifikations-
inhibitoren

- selektive Wirksamkeit (Enzymaktivität der Nitrosomonas)
- toxikologische und ökotoxikologische Unbedenklichkeit
- Abbauverhalten
- Formulierbarkeit am Düngemittel
- Pflanzenverträglichkeit
- keine Resistenzprobleme

Zulassung per Gesetz

HINWEIS

§§§ Aus dem Nähkästchen der Juristen §§§

Mineraldünger müssen wirksam und unbedenklich sein

Welche Mineraldünger in Verkehr gebracht werden dürfen, wird durch die EU-Verordnung (EG) Nr. 2003/2003 über Düngemittel und die nationalen Vorschriften der Mitgliedsstaaten (Düngemittelverordnung) geregelt. Düngemittel sind generell nur zulässig, wenn sie wirksam sind und bei sachgerechter Anwendung keine schädlichen Wirkungen auf Menschen, Tiere, Pflanzen und Umwelt haben.

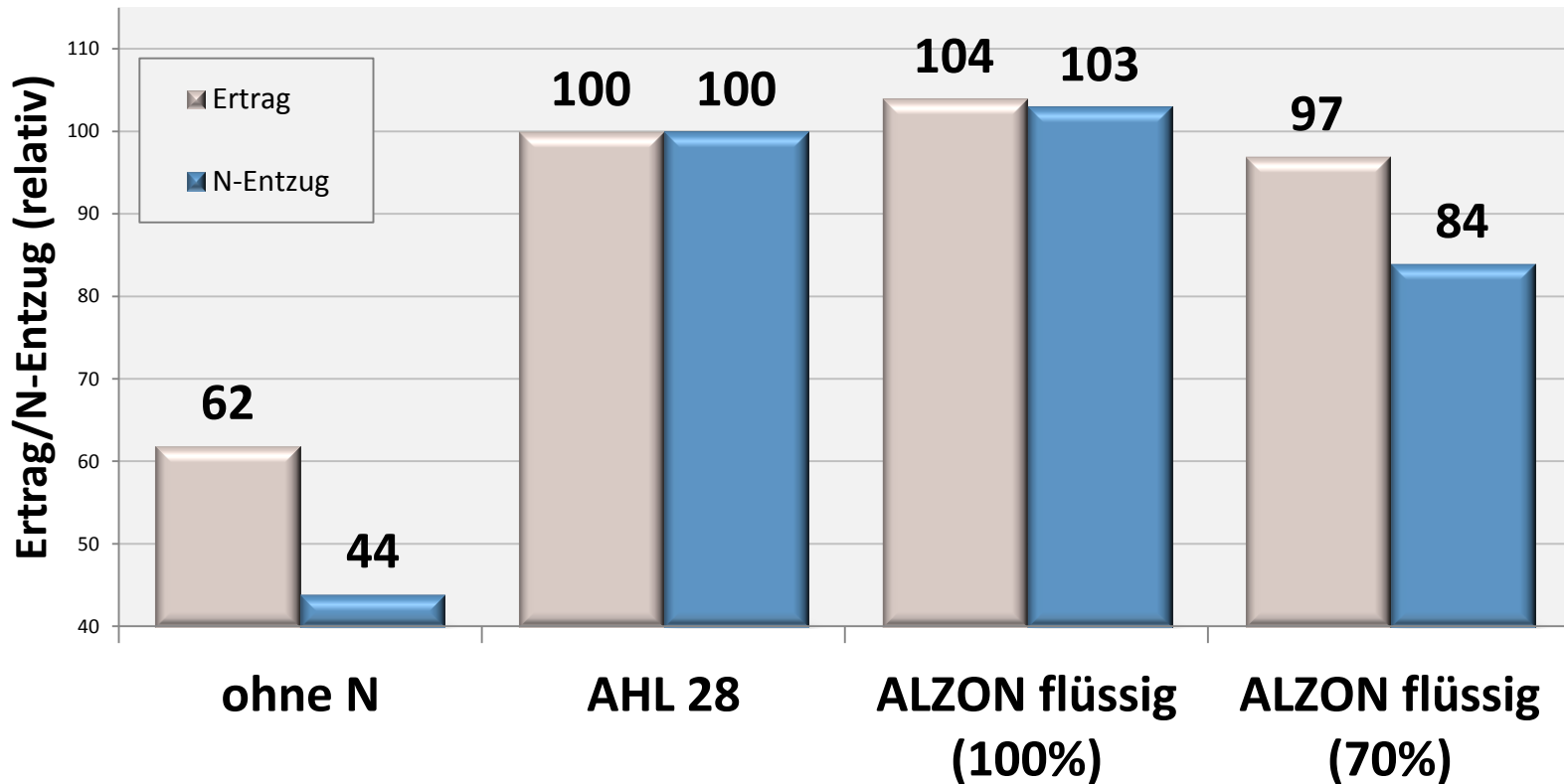
- Dünger mit Nitrifikationsinhibitoren
Nitrifikationsinhibitoren sind chemische Verbindungen, die die bakterielle Oxidation (Nitrifikation) von Ammoniumstickstoff verzögern, indem sie die Enzymaktivität der Nitrosomonas-Bakterien im Boden hemmen. So bleibt der gedüngte Stickstoff länger in der weniger auswaschungsgefährdeten Ammoniumform erhalten.

IVA

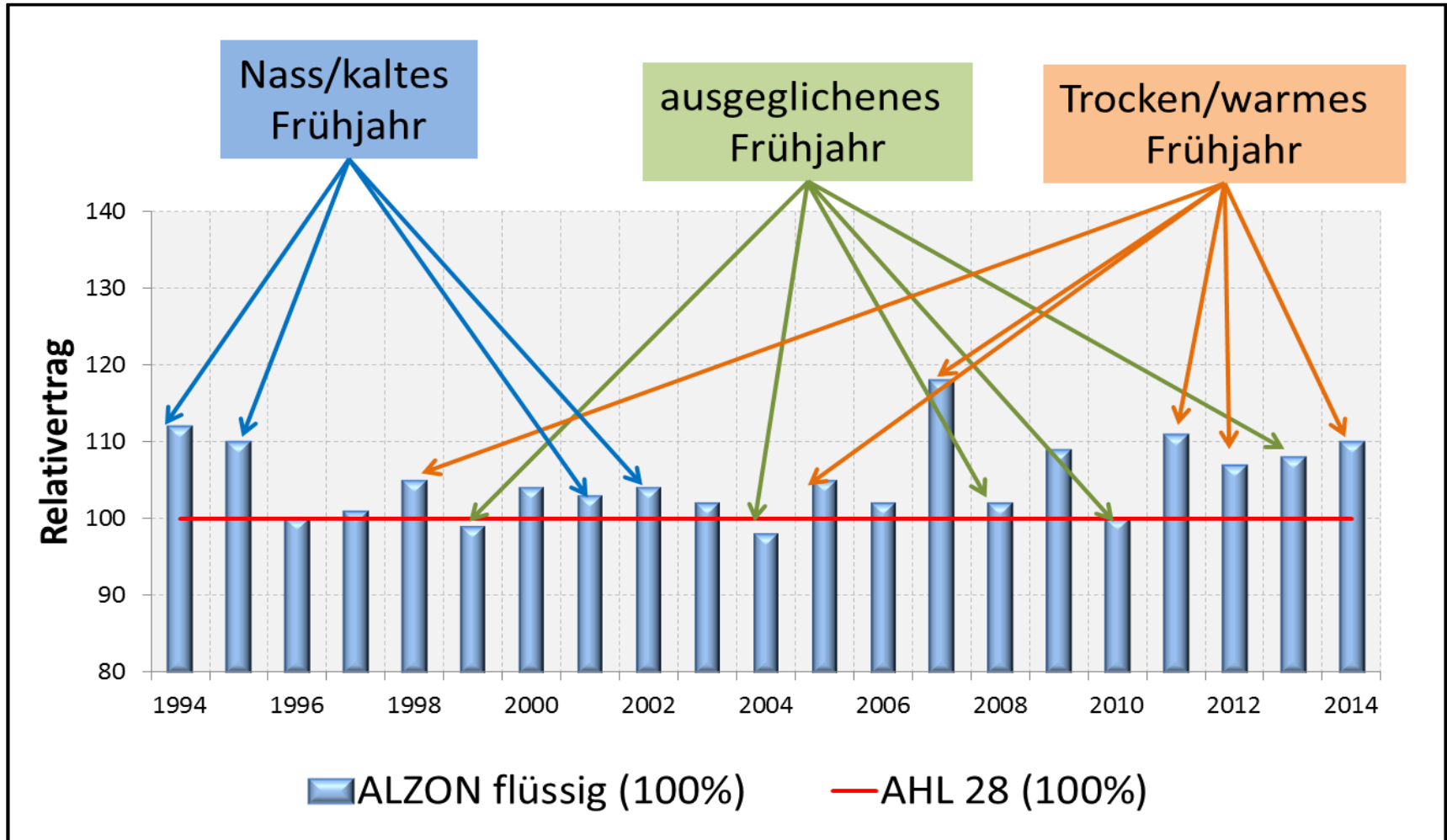
Informationsserie Pflanzenernährung
Ernährung - Wachstum - Ernte

Einfluss der Düngung mit ALZON flüssig auf Ertrag und N-Entzug

(Mittelwerte statischer Dauerversuch 2 Standorte, 1994-2014, n=34)



LSD 0,05 rel. = 2,9 (Ertrag), 4,0 (N-Entzug)



Lysimeter-Untersuchungen

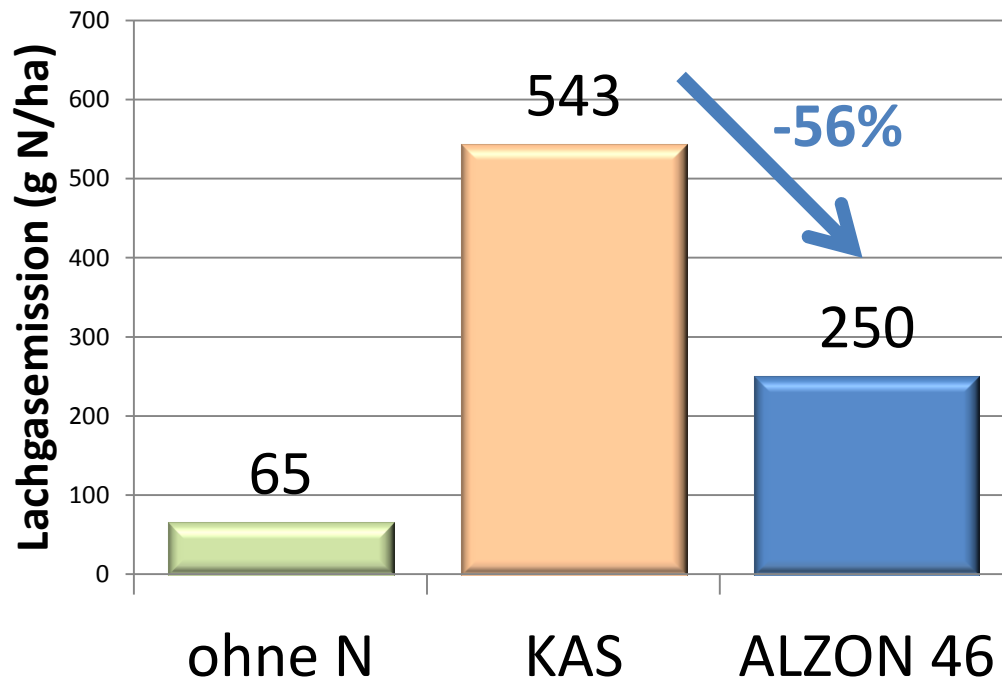
Fruchtfolge: WW – WG – Weidelgras – Kartoffeln – WW – Kartoffeln
 N-Düngung: Ø 122 kg N/ha, Harnstoff

Bodentyp	Nitrifikationsinhibitor	N-Austrag mit dem Sickerwasser	
		kg N/ha	% Minderung
erodierte Braunerde	ohne	50,8	
	mit	30,9	39
Bleichstaugley	ohne	19,4	
	mit	9,2	51
Braunerde Parabraunerde	ohne	33,0	
	mit	21,3	35

Lysimeter Blösien 1982-87

Kummulative Lachgasemissionen

LAF Cunnersdorf 2011-14 (n=4)



Düngung: 100 kg N/ha

Frisch eingearbeitete org. Substanz

Hohe Wassersättigung im Boden

Quelle: Thiel et al.; Effekte der Nitrifikationsinhibierung auf die N₂O-Freisetzung nach Mineraldüngung auf einem sandigen Lehm-Standort: Versuchsergebnisse 2011-2014, Jahrestagung DBG 2015

Minderung durch:

- verlangsamte Nitratbildung
- weniger Nitrat im Boden

Lachgas extrem klimaschädigend

Minderungsmaßnahmen sind zu erwarten !



- » Fluch oder Segen –
 - die beiden Gesichter der Stickstoffdüngung

- » N-Stabilisierung
 - Funktionsweise und Umweltwirkungen

- » Neue Düngeverordnung
 - wesentliche Änderungen
 - Lösungsmöglichkeiten mit N-stabilisierten Düngungssystemen

- » Bundeseinheitliche Regelung Düngebedarfsermittlung
(Dokumentation und Umsetzung → Nichteinhaltung bußgeldbewehrt)
- » Präzisierung Beschränkungen bei der Düngerausbringung
- » Verlängerung Sperrfristen
- » Ausweitung Abstände zu Gewässern
- » Bis 2018 max. N-Bilanzüberschuss bis 60 kg N/ha (Ø 3 Jahre)
- » Ab 2018 Absenkung auf **50 kg N/ha**
- » Bundeseinheitliche Vorgaben Fassungsvermögen für Lagerung von Wirtschaftsdüngern

- » + **N-Sollwert ertragsabhängig (Ø Ertrag letzte 3 Jahre)**
- » - N_{\min}
- » - Humusgehaltskorrektur (>4,5% → Abschlag 20 kg N/ha)
- » - Vorfrucht (Raps -10, Leguminosen -20, Getreide, Mais, Kartoffel ± 0 kg N/ha)
- » - Nachlieferung org. Düngung
- » = **mögliche/notwendige Düngung**
- » ! Mindestwerte MDÄ org. Dünger
- » ! Keine Strohausgleichsdüngung
- » ! Stark eingeschränkte Herbsdüngung

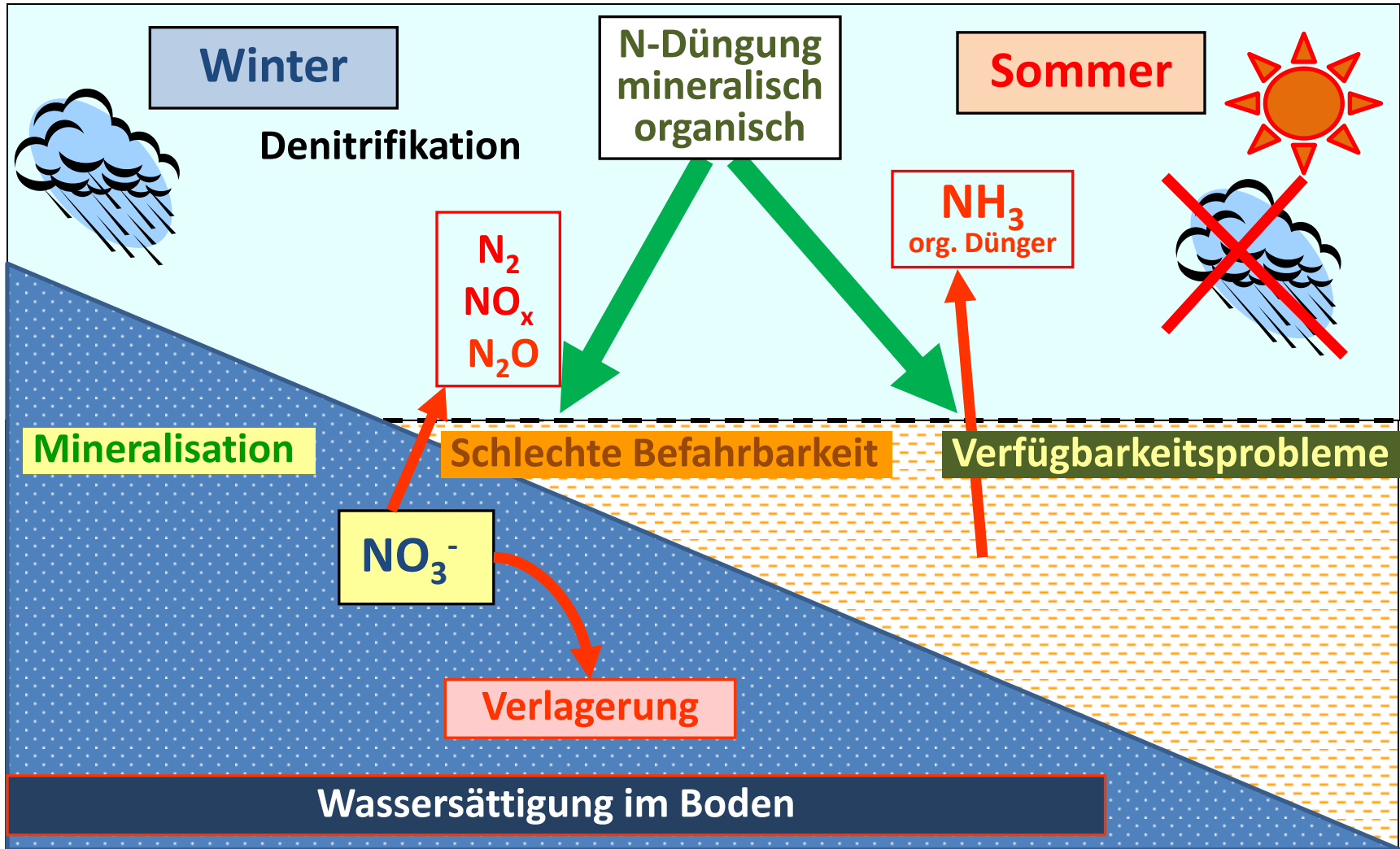
Stickstoffbedarfswerte/Sollwerte Ackerkulturen

Kultur	Ertragsniveau in dt/ha	N-Bedarfswert in kg/ha	Zu-/Abschlag
Winterraps	40	200	(5 dt) 10/15
Winterweizen A,B	80	230	(10 dt) 10/15
Winterweizen C	80	210	(10 dt) 10/15
Winterweizen E	80	260	(10 dt) 10/15
Wintergerste	70	180	(10 dt) 10/15
Sommergerste	50	140	(10 dt) 10/15
Körnermais	90	200	(10 dt) 10/15
Silomais	450	200	(50 dt) 10/15
Zuckerrübe	650	170	(100 dt) 10/15
Kartoffel	400	180	(50 dt) 10/10

Basis = Ertragsniveau der letzten 3 Jahre, Zuschläge max. 40 kg N/ha, Kart. max. 30 kg N/ha

Düngemittel	Mindestwirksamkeit im Jahr des Aufbringens in % des Gesamtstickstoffgehaltes
Rindergülle	50
Schweinegülle	60
Rinder-, Schaf- und Ziegenfestmist	25
Schweinefestmist	30
Hühnertrockenkot	60
Rinderjauche	90
Schweinejauche	90
Grünschnittkompost	3
Sonstige Komposte	5
Biogasanlagengärrückstand flüssig	50
Biogasanlagengärrückstand fest	30

N-Verluste und -Verfügbarkeitsprobleme



- » N-Menge und Ertragsziel nach DüV
- » Wetter → verstärkter Trend zu trockenen Vegetationsperioden
- » Aufteilung in mehrere Gaben ? (Wirksamkeit, Abschätzung Ertragspotential)
- » Möglichst frühe und hohe Gaben ? (N-Verlustrisiko, N-Verfügbarkeit)
- » Bestandesdichten nicht zu hoch (Förderung Hauptähren, Reduzierung unproduktiver Triebe, Minderung Transpirationsfläche, geringerer Wasserverbr.)
- » Wurzelwachstum fördern (Trockenperioden, Nährstoffaufnahme)
- » Gülle/Gärrückstand früh und hohe Mengen einarbeiten/einschlitzten

Positiver Einfluss von NH_4 auf das Wurzelwachstum

Nitrat



Ammonium



Gerendas et al. 1997



N-stabilisierte Düngung Winterweizen 2007

N 10B-07-C
25.04.2007

ohne N

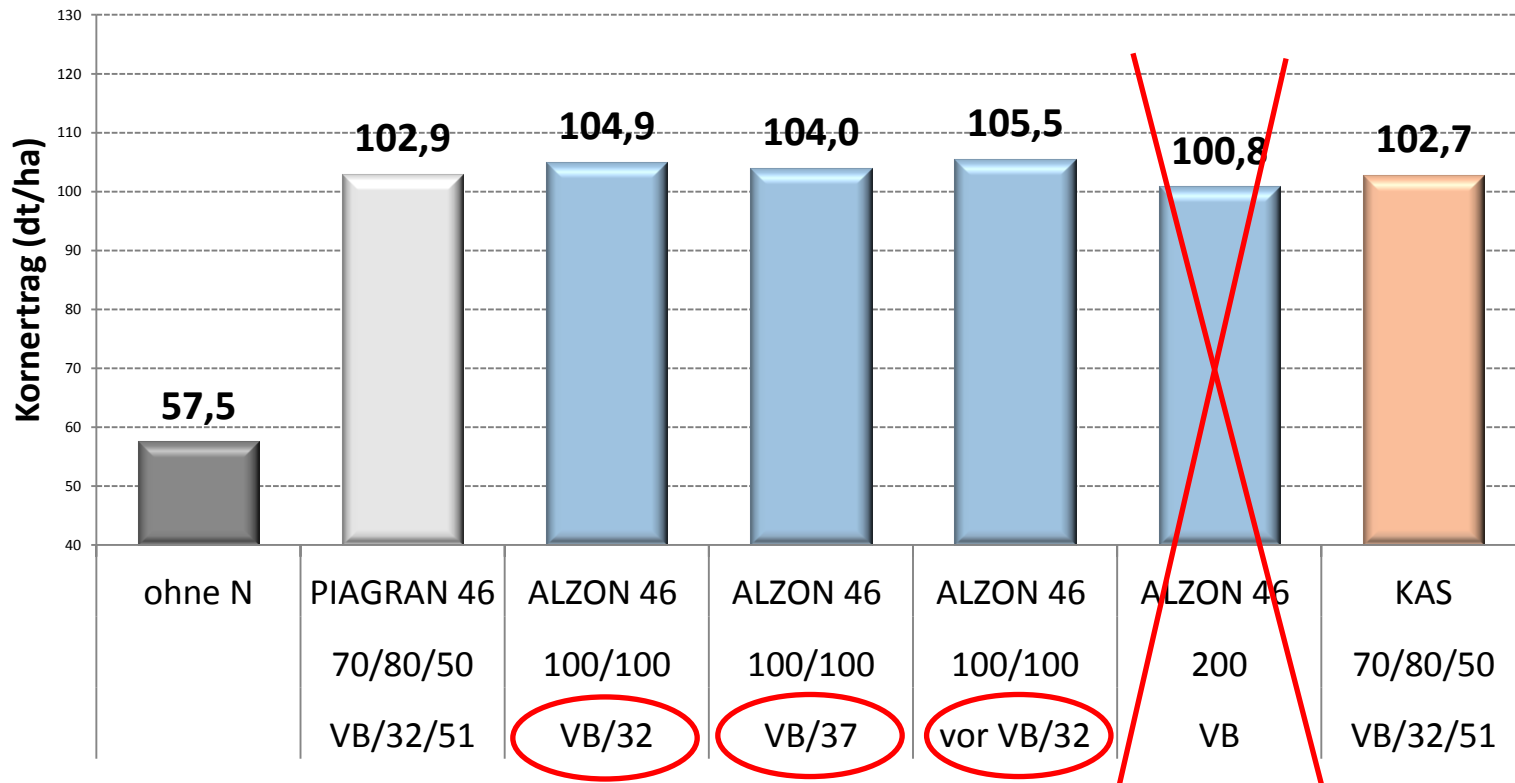
konv. N-Dünger

60 VB
70 ES 32
50 ES 49/51

ALZON

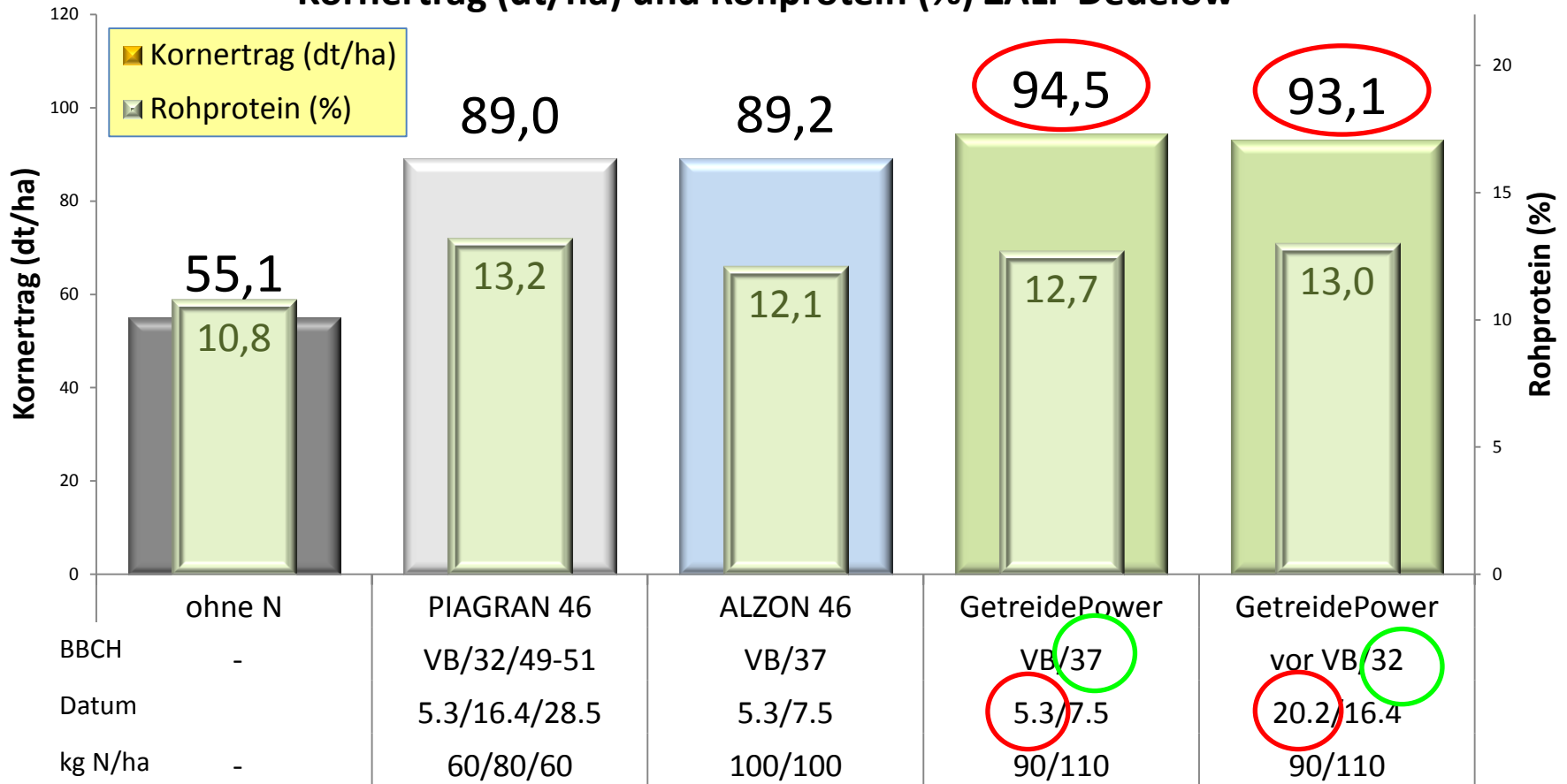
100 VB
80 ES 37

Kornertrag [dt/ha] von Winterweizen bei Anwendung verschiedener N-stabilerer Düngungssysteme im Mittel aus 5 Jahren (Cunnersdorf 2009-2013)



LSD 0,05 = 2,9 dt/ha)

Kornertrag (dt/ha) und Rohprotein (%) ZALF Dedelow



GP = GetreidePower = Mischdünger aus 58% ALZON M-plus + 42% PIAMON 33-S (40% N; 5% S)

Sorte: Opal
 Aussaat: 19.9.2014
 GD_{5%} Ertrag = 6,6 dt/ha
 GD_{5%} Rohprotein = 0,76%

Obergrenze organische Düngung

- Wirtschaftsdünger nur bis zu 170 kg Gesamt-N je ha und Jahr im Durchschnitt der landwirtschaftlich genutzten Flächen
- Einbeziehung Gärrückstände pflanzlicher Herkunft
- Unverzögliche Einarbeitung (4 Std.)



<http://www.allmystery.de/>

Sperrfristen und N-Mengen im Herbst

- Ackerland nach der Ernte der letzten Hauptfrucht bis 31. Januar
- Winterraps, Zwischenfrüchte, Feldfutter (Aussaat bis 15. 09.)
Wintergerste nach Getreide 60 kg Gesamtstickstoff/ha bzw.
30 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ /ha bis zum 01. Oktober
- Grünland und Ackerland mit mehrjährigen Feldfutterbau
(Aussaat bis 15. Mai) vom 01. November bis 31. Januar

Forderung der EU: 1. September (z.B. Holland)

Sperrfristen organische Düngung

Monate												
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
Ackerland	Red	Red	Red	Red	Red	Red						
Grünland*				Red	Red	Red						
Festmist**					Red	Red						

* Grünland und Ackerland mit mehrjährigem Feldfutteranbau

** Festmist von Huf- und Klautentieren, Komposte, feste Gärrückstände

Keine Strohausgleichsdüngung mehr möglich !!!

Konsequenzen für die organische Düngung

- » Weniger Ausbringung im Herbst
- » Verschiebung in das Frühjahr (Verlustrisiko, Schlagkraft, Befahrbarkeit?)
- » Mehr Lagerraumbedarf
- » Umgestaltung der Fruchtfolgen (Stoppelweizen, Raps, Mais)
- » Verstärkter Zwischenfruchtanbau

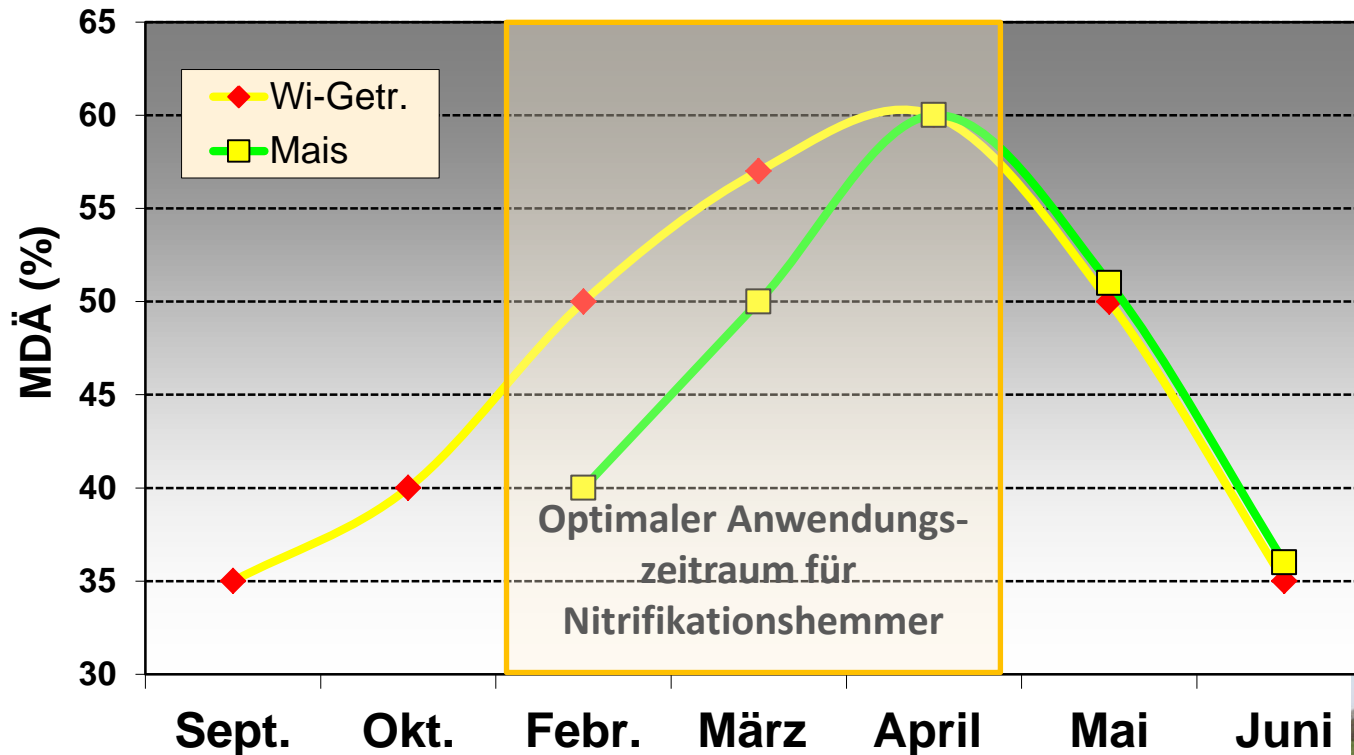


Fotos: NQ-Anlagentechnik GmbH, LWK NRW

N-Wirksamkeit von Gülle/Gärrest

Mittlere pflanzenbauliche N-Wirksamkeit (MDÄ) von Gülle im Ausbringungsjahr

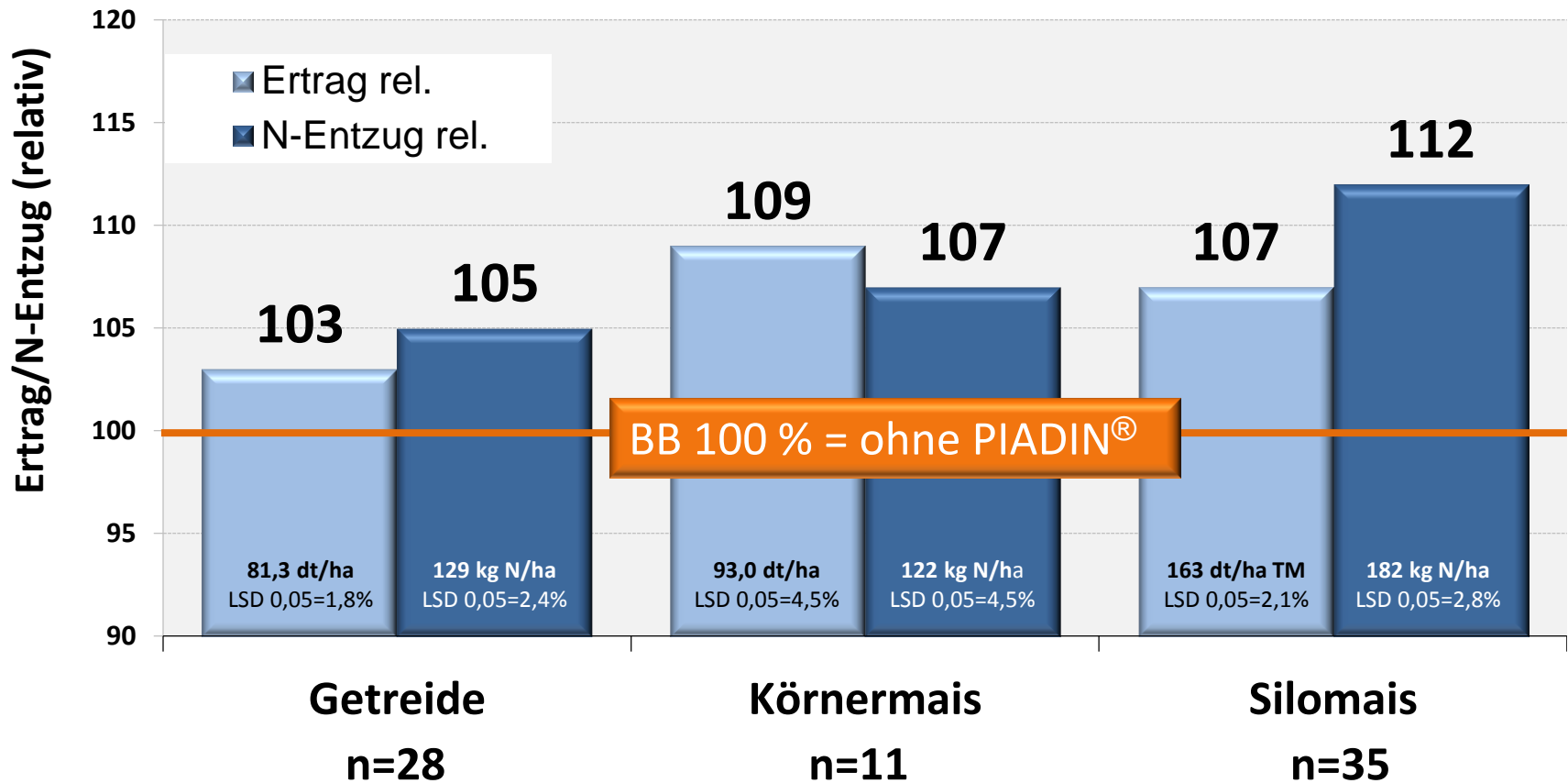
(in Anlehnung an Werte aus „Umsetzung der Düngeverordnung“,
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft 2007 und eigene Ermittlungen)

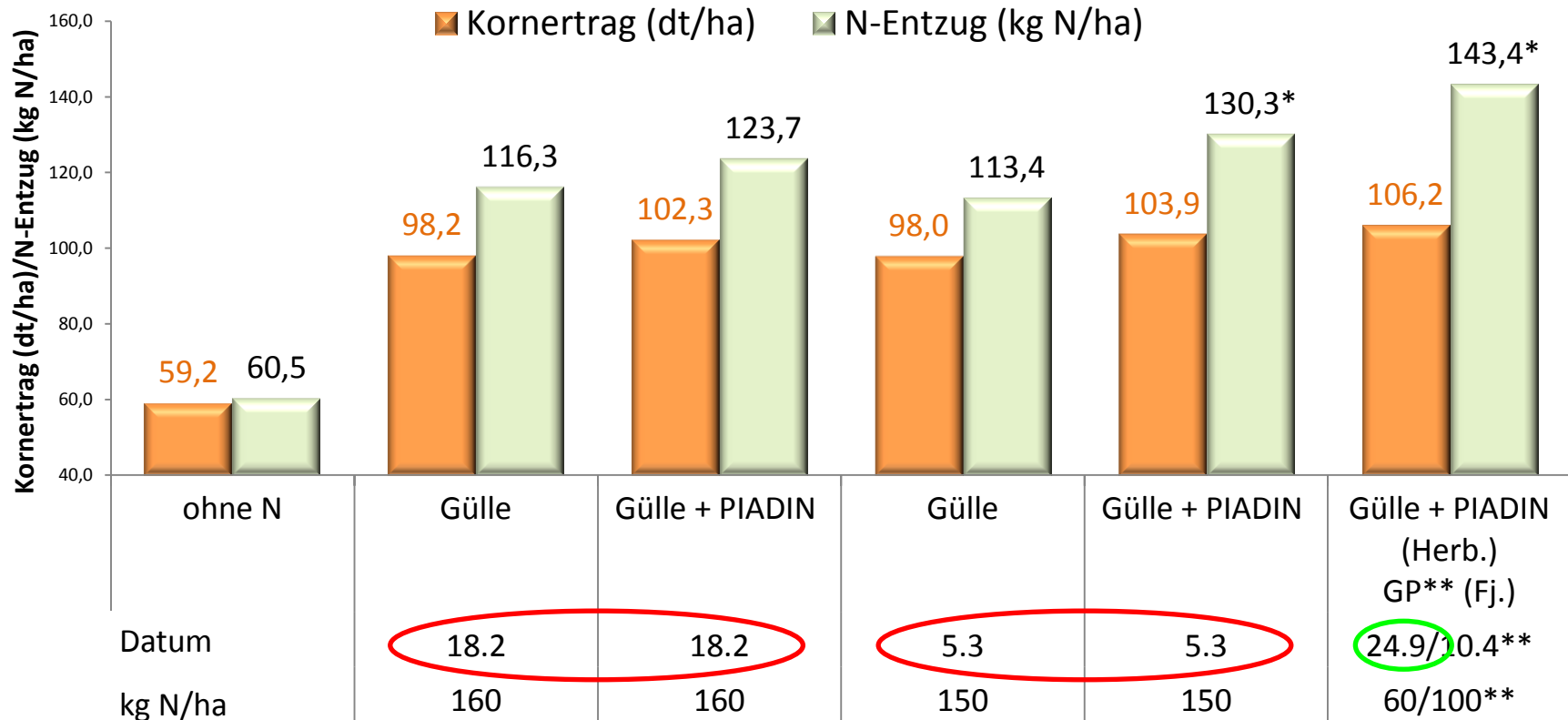


Gefahr von
Ammoniakverlusten
bei später
Ausbringung
ist groß
(keine Einarbeitung,
hohe Temperaturen)

Einfluss von PIADIN® auf Ertrag und N-Entzug

(Mittel der Jahre 2003 bis 2014)



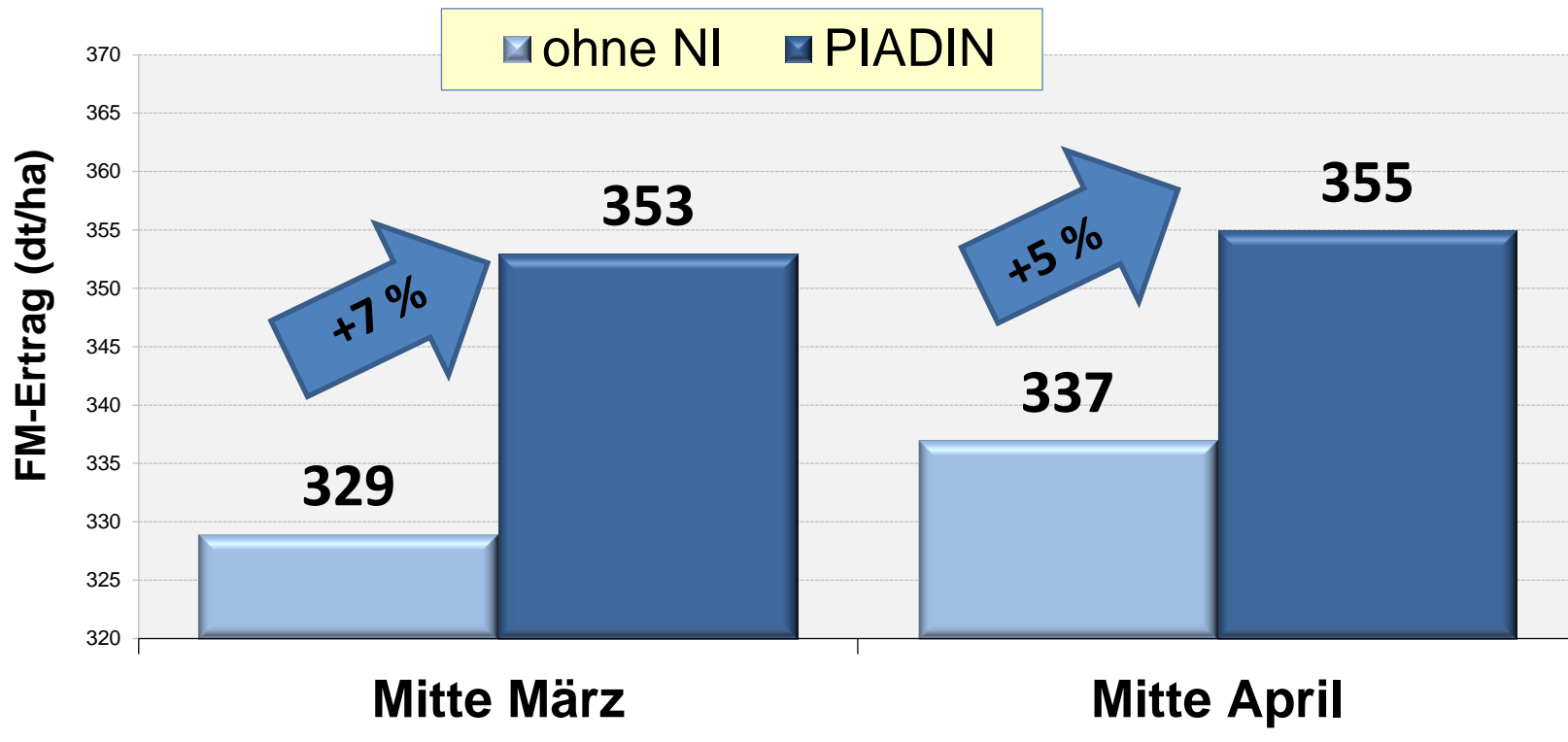


Gülleausbringung: eingeschlitzt

Sorte: Anja
 Aussaat: 27.9
 GD_{5%} Ertrag = 9,3 dt/ha
 GD_{5%} N-Entzug= 13,9 kg N/ha
 GP-GetreidePower (58% ALZ Mplus + 42% PIAMON 33-S)
 ** = sign.. Effekt

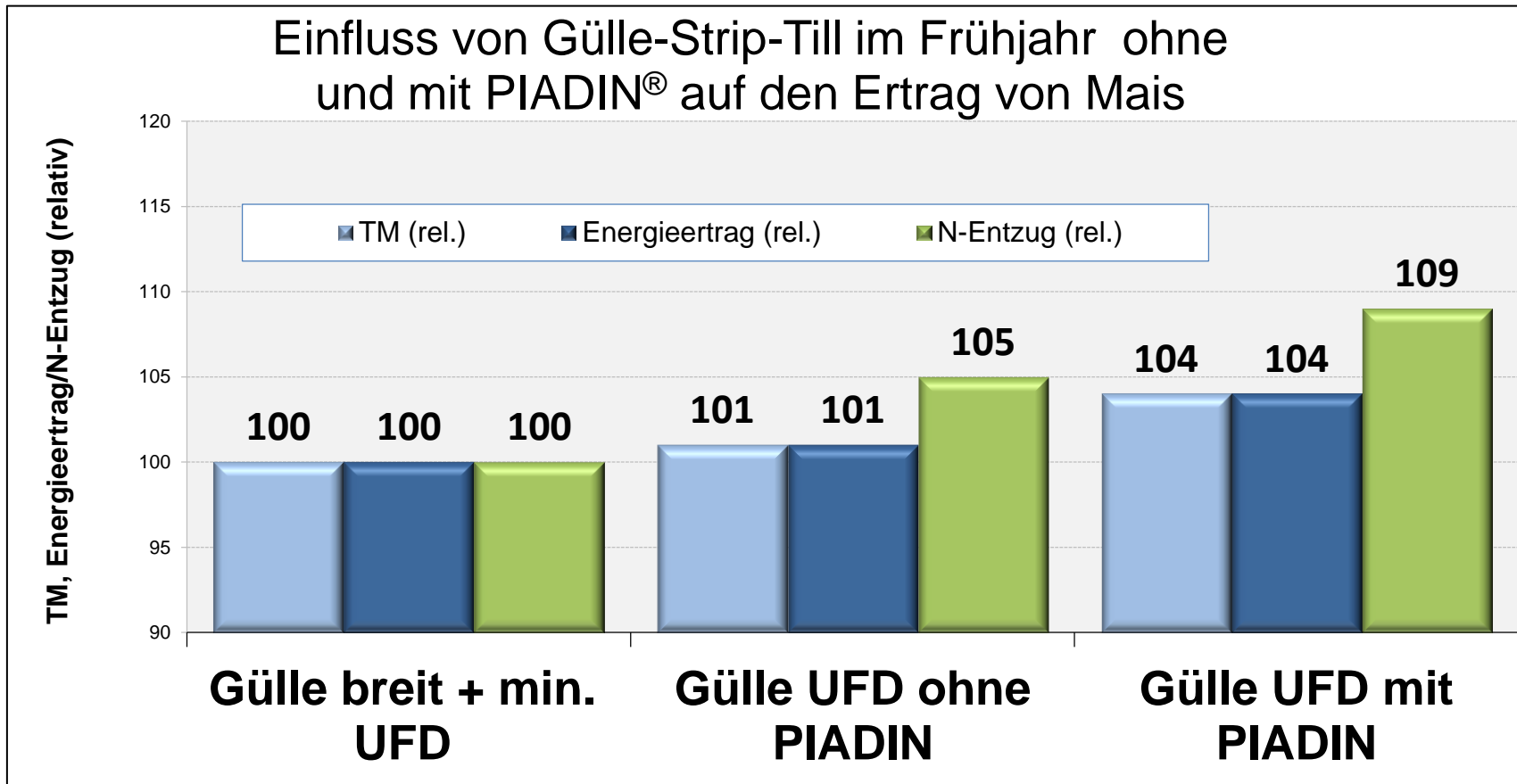
Gülle + PIADIN® frühe – späte Ausbringung

Frischmasseertrag von Mais bei Gülleausbringung
4 Wochen vor und kurz vor der Maissaat (2015)



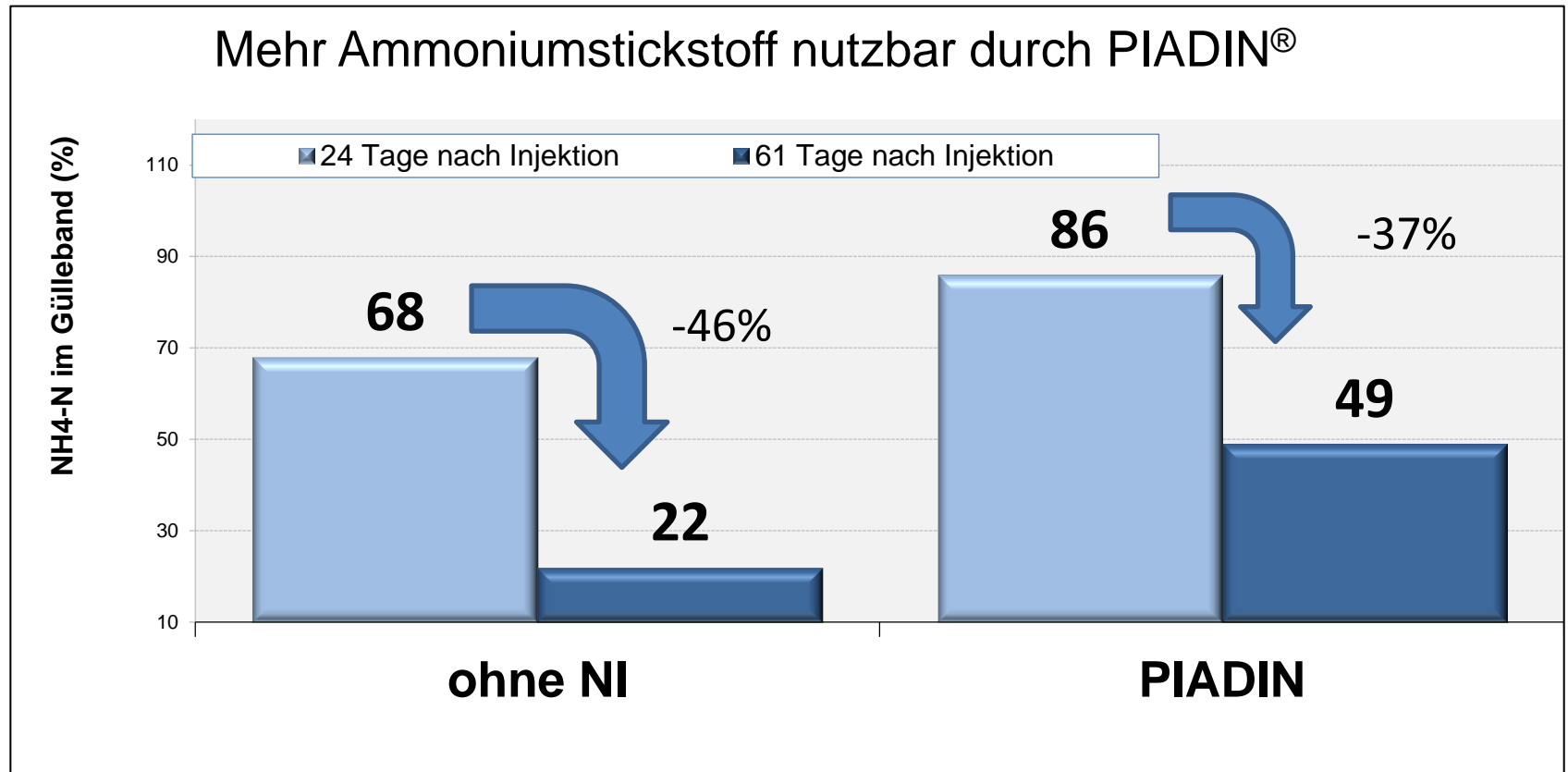
135 kg anrechenbarer Gülle-N/ha = 55m³/ha

Gülle + PIADIN® im Strip-Till-Verfahren



Quelle: HARMS, K.G., LWK Niedersachsen, Innovation 1/2013

Gülle + PIADIN® im Strip-Till-Verfahren



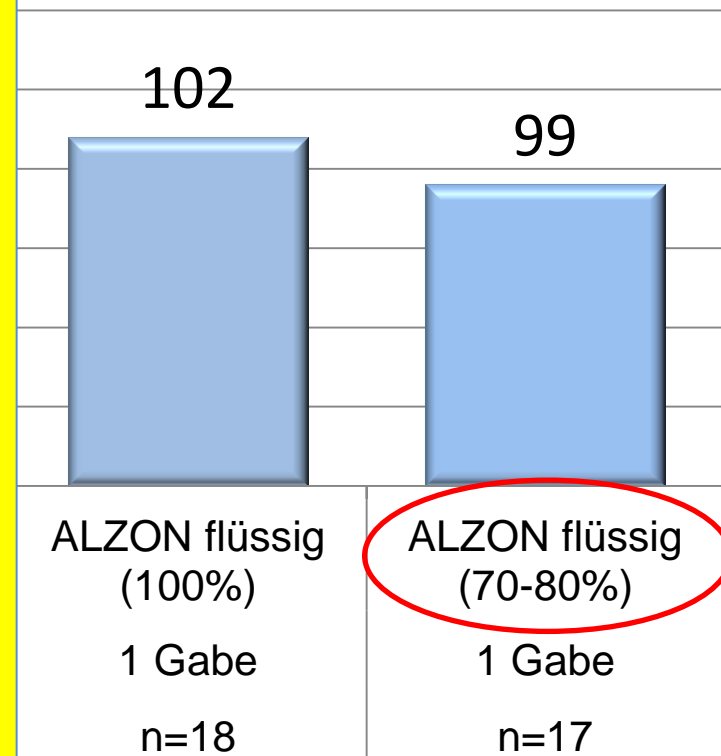
Quelle: OLFS et al., dlz Special Gülledüngung 2015

ALZON[®] flüssig zu Mais 2000-2014

Mit ALZON[®] lassen sich N-Bilanzüberschüsse wirksam begrenzen!

Mais erzielt mit ALZON[®]-Düngemitteln bei um 10..max.20% verminderter N-Düngung das annähernd gleiche Ertragsniveau wie mit 100% traditionell gedüngt. Gleichfalls kann die N-Ausnutzung von Gülle/Gärrückstand mittels PIADIN[®] um 5% (Getreide) bis 12% (Mais) verbessert werden.

Ertrag (relativ)



- » **Fluch** = Entweichen von reaktivem N in die Umwelt
- » Nitrat
- » Lachgas (+N₂)
- » Ammoniak
- » Vermeidbare Verluste
- » Unvermeidbare Verluste
- » N-Verluste auch ohne N-Dg.
- » N-Verluste auch im Ökolandbau

- » **Segen** = höhere Erträge
- » Ernährungssicherung
- » Geringerer Landverbrauch
- » Bessere Ressourcennutzung

- » **Zusätzlicher Segen NI**
- » Weniger Nitrat und Lachgas
- » Helfen bei der Umsetzung der Forderungen der neuen DüV
- » Mehr N in der Pflanze – weniger in der Umwelt
- » Positiv für den Klimawandel
- » Mehr Ertrag – weniger Arbeit

Fluch relativieren → für Segen sorgen



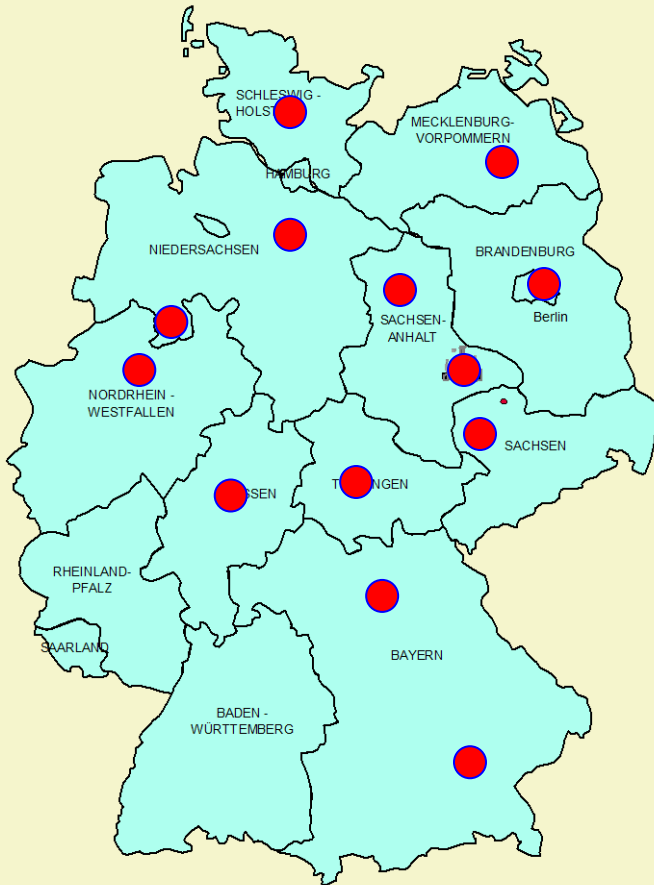
Quelle: agrarmanager 02/2015

Termine und Orte

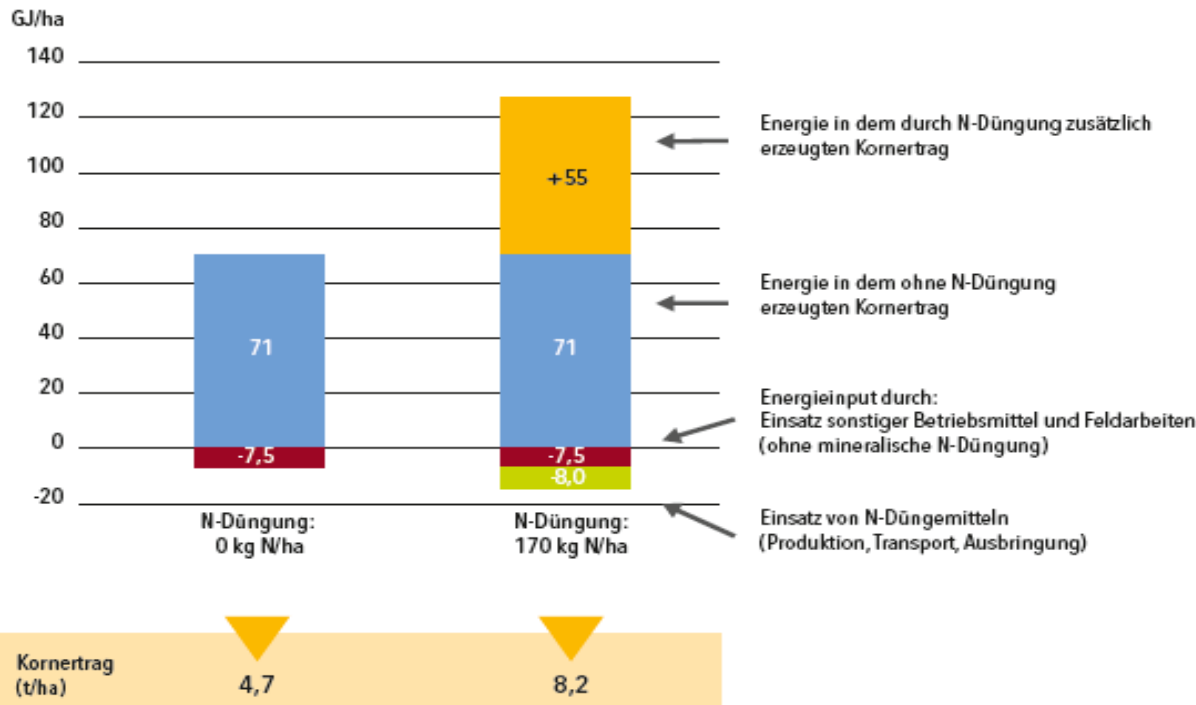
- 18.01.2017 Ziegenhagen (ST)
- 19.01.2017 Wittenberg (ST)
- 25.01.2017 Cdf./Machern (SN)
- 26.01.2017 Böslben (TH)
- 01.02.2017 Strausberg (BB)
- 02.02.2017 Linstow (MV)

22. SKW-Feldtag

- 8.06.2016 Cunnersdorf (SN)



Energieproduktion auf 1 ha Weizen (Kornertrag)



Energieeinsatz der N-Düngung durch Energiegewinn des Mehrertrages mehr als gerechtfertigt

Quelle: Informationsserie Pflanzenernährung, Fonds der Chemischen Industrie im VCI e.V., 2012

Quelle: Daten von Küsters und Lammel 1999