

The image shows a large industrial facility with concrete walls and a metal walkway. A truck with a large cylindrical tank is parked in the center. The sky is blue with some clouds. The overall scene is industrial and brightly lit.

BASF

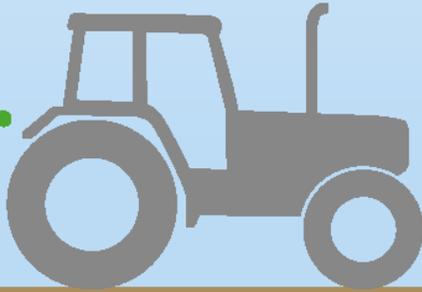
We create chemistry

DÜNGER STABILISIEREN

Theorie und Praxis

Martin Lorenz, BASF
29. November 2023

100% N



NH_3
Ammonia volatilization

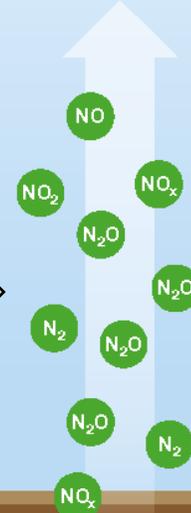


N_2O



50% N

N_2O NO NO_x N_2



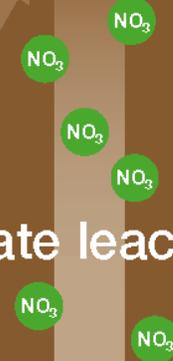
Urea → Hydrolysis → NH_4^+ → Nitrification → NO_3^- → Denitrification

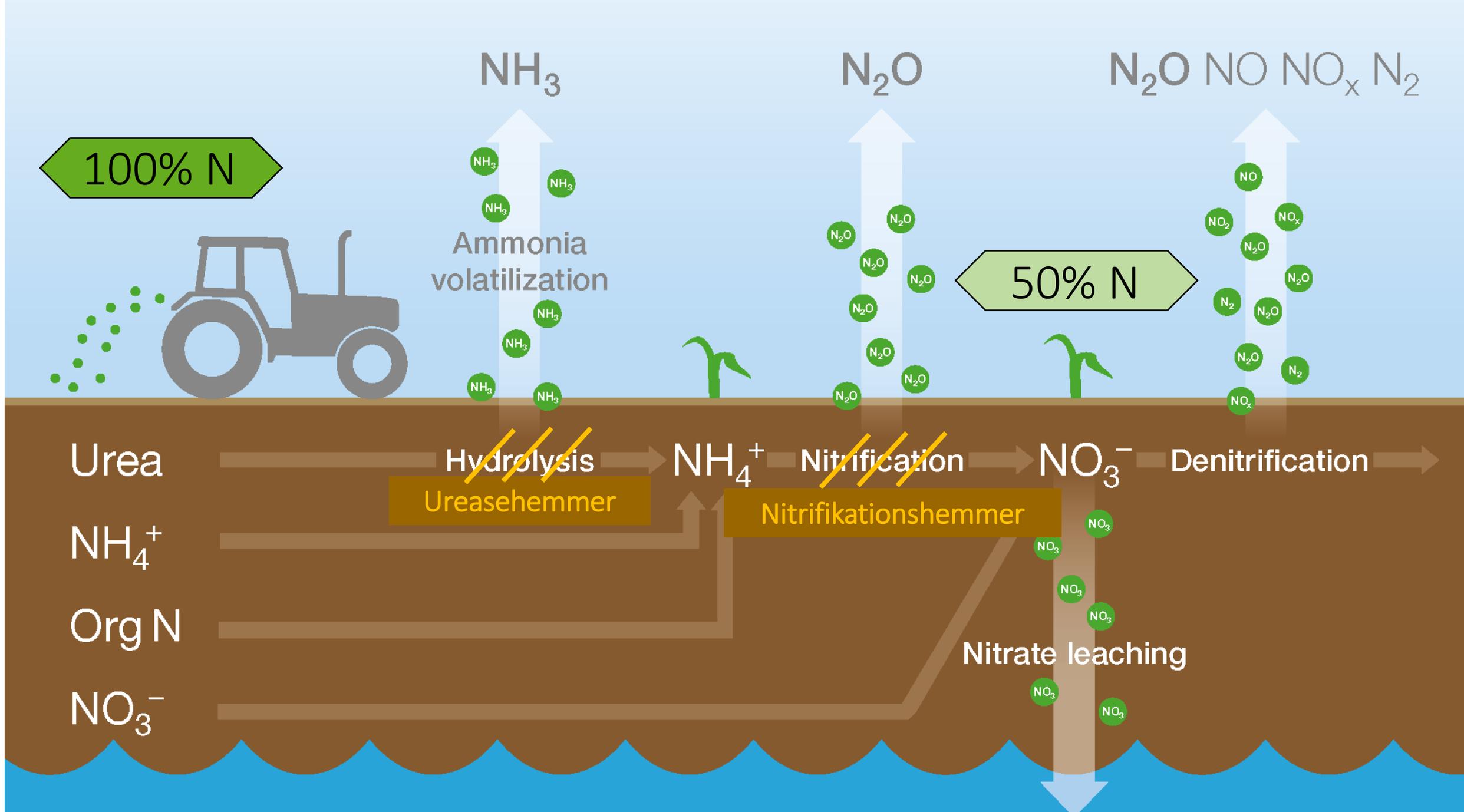
NH_4^+

Org N

NO_3^-

Nitrate leaching





Düngung mit Harnstoff

Düngung beachten

Auf einem Blick:

- Harnstoffdüngung vor dem Anbau: Einarbeitungspflicht innerhalb von 4 Stunden
- Harnstoffdüngung als Kopfdünger in den Bestand: Bis 30. Juni 2023 wie bisher möglich, ab 1. Juli 2023 nur noch stabilisierter Harnstoff (mit Ureasehemmer) als Bestandesdünger zulässig.



Foto: LFZ / Buchgraber

NAPV

Nitrat-Aktionsprogramm-Verordnung

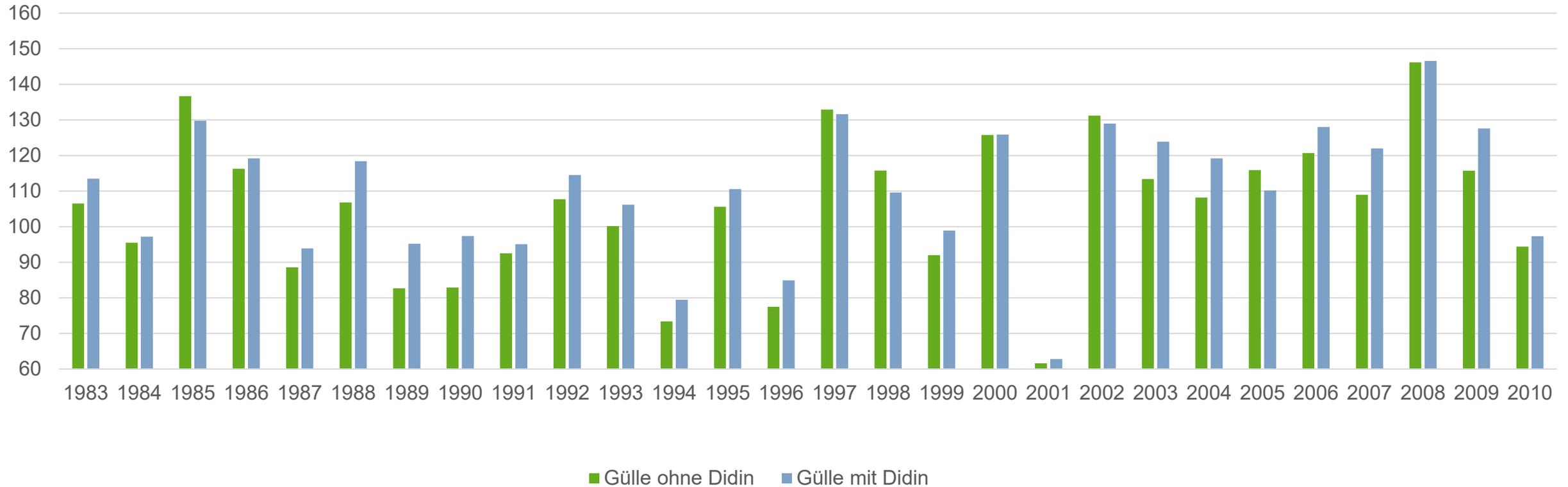
Verfahren für das Ausbringen von stickstoffhaltigen Düngemitteln auf landwirtschaftlichen Nutzflächen

§ 3. (1) Die Ausbringung von leichtlöslichen stickstoffhaltigen Düngemitteln darf nur auf einer lebenden Pflanzendecke oder unmittelbar vor dem Anbau erfolgen. Stickstoffgaben, die nach Abzug der Stall- und Lagerverluste mehr als **100 kg Nitrat-N, Ammonium-N oder Carbamid-N** je Hektar und Jahr enthalten, sind zu teilen. Die Berechnung des Ammonium-N aus Wirtschaftsdüngern und sonstigen organischen Düngern erfolgt gemäß Anlage 2. **Ausgenommen von der Gabenteilung sind stickstoffhaltige Düngemittel mit physikalisch oder chemisch verzögerter Stickstofffreisetzung** und Stickstoffgaben bei Hackfrüchten und Gemüsekulturen, wenn der Boden eine mittlere bis hohe Sorptionskraft – dh. einen mehr als 15%-igen Tonanteil – aufweist.



Höhere
Landbauschule
Rotthalmünster

Daueranbauversuch HLS Rotthalmünster ab 1983 – 2010 mit und ohne Nitrifikationshemmer in Gülle





Höhere
Landbauschule
Rotthalmünster

Daueranbauversuch HLS Rotthalmünster ab 1983 – 2010 mit und ohne Nitrifikationshemmer

Mehrertrag durch Nitrifikationshemmer in [t/ha]

Im Durchschnitt von 28 Jahren wurde ein Mehrertrag im Körnermais von ca. 4,45 % oder rund 4,7 dt/ha trocken erzielt.

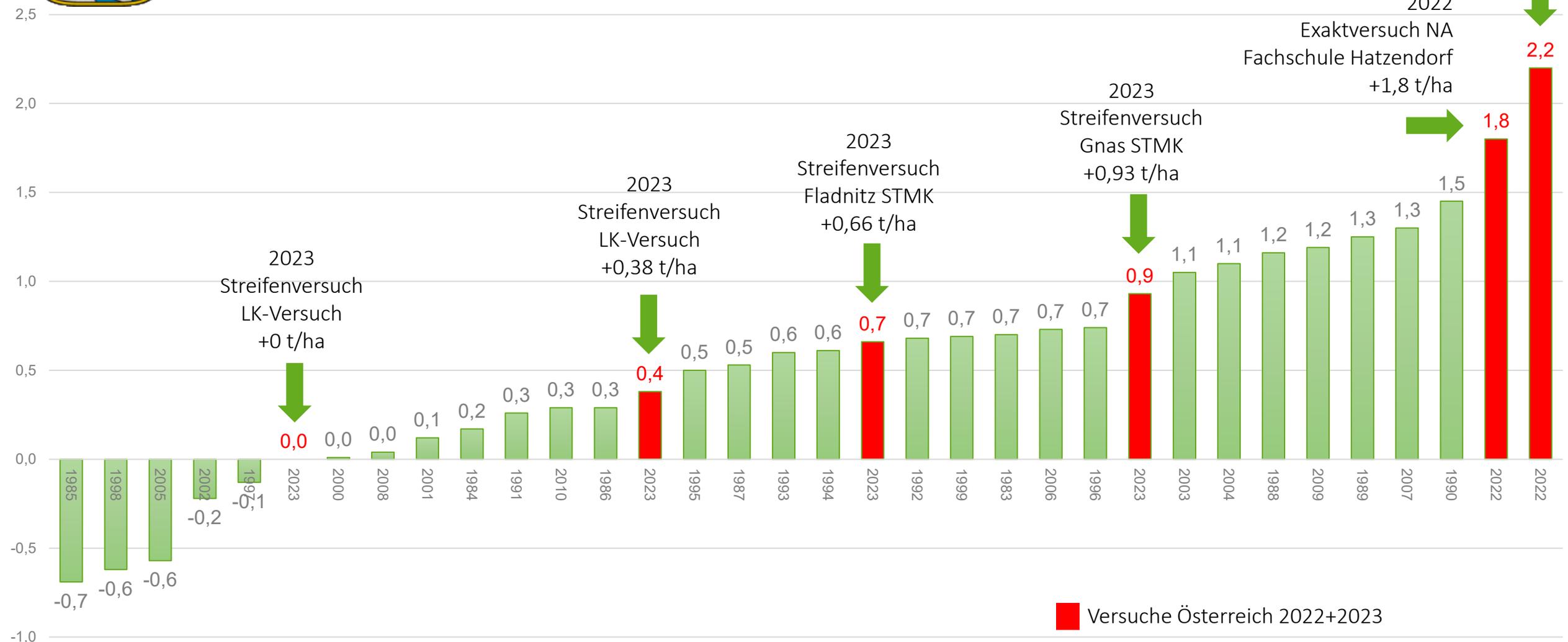




Höhere
Landbauschule
Rotthalmünster

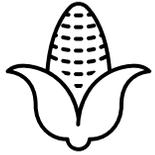
Daueranbauversuch HLS Rotthalmünster und Vergleich Ergebnisse Österreich 2022 u. 2023

Mehrertrag durch Nitrifikationshemmer in [t/ha]



■ Versuche Österreich 2022+2023

Nitrifikations- u. Ureasehemmer sind Baustein für



Mehrerträge



Reduktion Klimagase



Reduktion Nitrat im Grundwasser



Compliance mit Rechtsvorschriften

Welche Produkte zur Stabilisierung von Dünger?

LIMUS PERFORM

für Harnstoff flüssig

LIMUS CLEAR

für Harnstoff fest



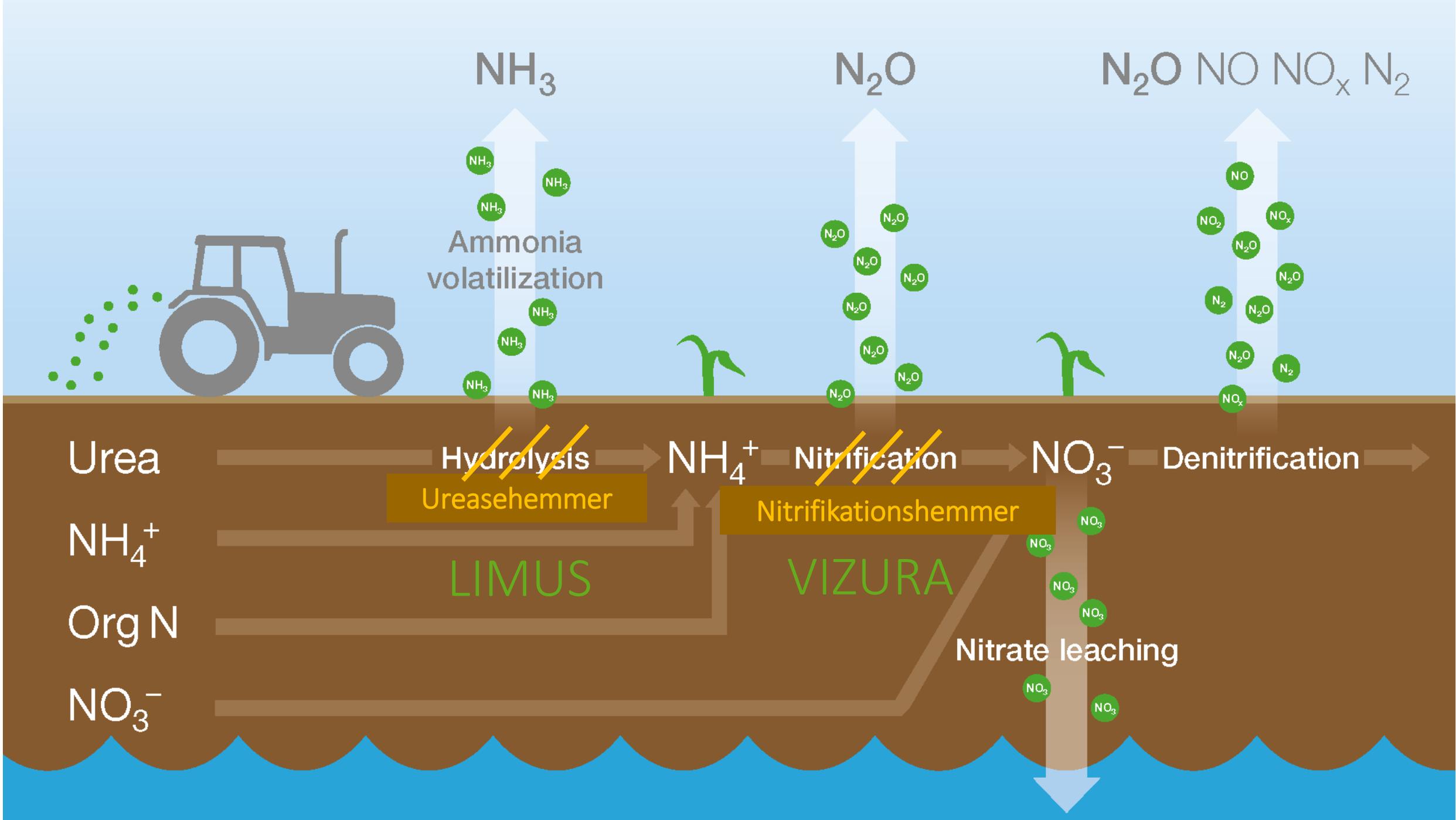
VIZURA

für Ammonium NH_4 in
Gülle

Biogasgärreste

AHL





Vizura® Produktprofil

Wirkstoff	DMPP (3,4-Dimethylpyrazolphosphat)
Wirkungstyp	Stickstoff-Stabilisator für Gülle, Gärreste und AHL
Formulierung	Wässrige Lösung
Aufwandmenge	2l/ha



Vizura[®] ist in allen Kulturen mit 2 Liter pro Hektar einsetzbar

- **Mais** vor der Saat
- **Getreide** im Frühjahr
- **Raps** kurz vor der Saat
im Herbst oder im Frühjahr
- **Rüben** vor der Saat
- **Kartoffeln** vor dem Legen
- **Grünland** zu Vegetationsbeginn



So dosiert man Vizura[®]:

Homogene Durchmischung notwendig

Möglichkeiten der Zugabe:

- Verrühren direkt in Güllegrube oder Biogasanlage
- Verrühren direkt im Güllefaß oder in AHL-Gebinde
- Zudosieren über Bypass
- Zudosieren direkt in Ansaugschlauch

So dosiert man Vizura®:

Zudosierung über Bypass



Vizura wirkt nicht in der Güllegrube, sondern am Feld!

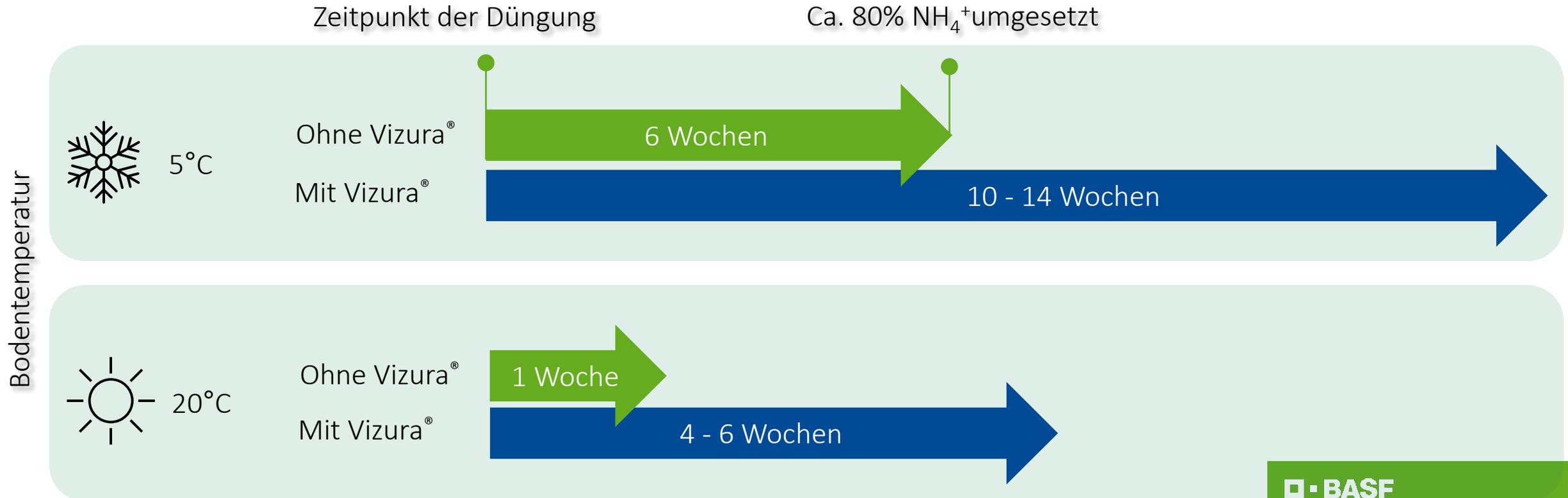
Vizura wirkt ausschließlich auf die Enzyme der Nitrosomonas Bakterien im Boden

Keine Wirkung in der Güllegrube auf:

- Schaumbildung
- Geruch
- Methanbildung
- Homogenisierung
- etc...

Wie lange wirkt Vizura®?

Der Zusatz von Vizura® verzögert die Umwandlung um mehrere Wochen



Zusammenfassung Vorteile von Vizura®

Vizura® bringt im Schnitt 4-5% Mehrertrag

Vizura® bringt ökologische Vorteile: weniger Emissionen und Auswaschung von wertvollem Ammonium

Vizura® bringt praktische Vorteile: keine Verpflichtung der Gabenteilung ab 80kg N/ha bzw. 100kg N/ha

Vizura® entschärft Beschränkungen für Düngermengen, da bessere Ausnutzung





We create chemistry

Offene Fragen zur Stabilisierung von Dünger?

- Welche Produkte für welchen Dünger?
- Welche Kulturen?
- Wie viel Aufwandmenge brauche ich?
- Wie dosiere ich?

Wie stabil ist Vizura[®] in der Güllegrube/Biogasanlage?

Typ	Temperatur [°C]	Wirksamkeit nach 105 Tagen [%]	Status DMPP
Rindergülle	5, 12, 20	>97	STABIL
Schweinegülle	5, 12, 20	>99	STABIL

Versuch zu Wirkstoffstabilität DMPP

Analyse des Wirkstoffgehalts nach 7, 14, 28, 56 und 107 Tagen

Welche Gebinde sind erhältlich?

10L, 50L und 1.000L



Wie viel kostet Vizura®?

Wie viel bringt Vizura®?

Berechnungsgrundlage:

Ø Ertrag Körnermais 2021 AT: 11,9t/ha
Preis Körnermais pro Tonne: 200€/t

Vizura W-preis 2023: ~27€/ha
Effekt Vizura® im Körnermais: 0,53t/ha
Mehrertrag: 127€/ha

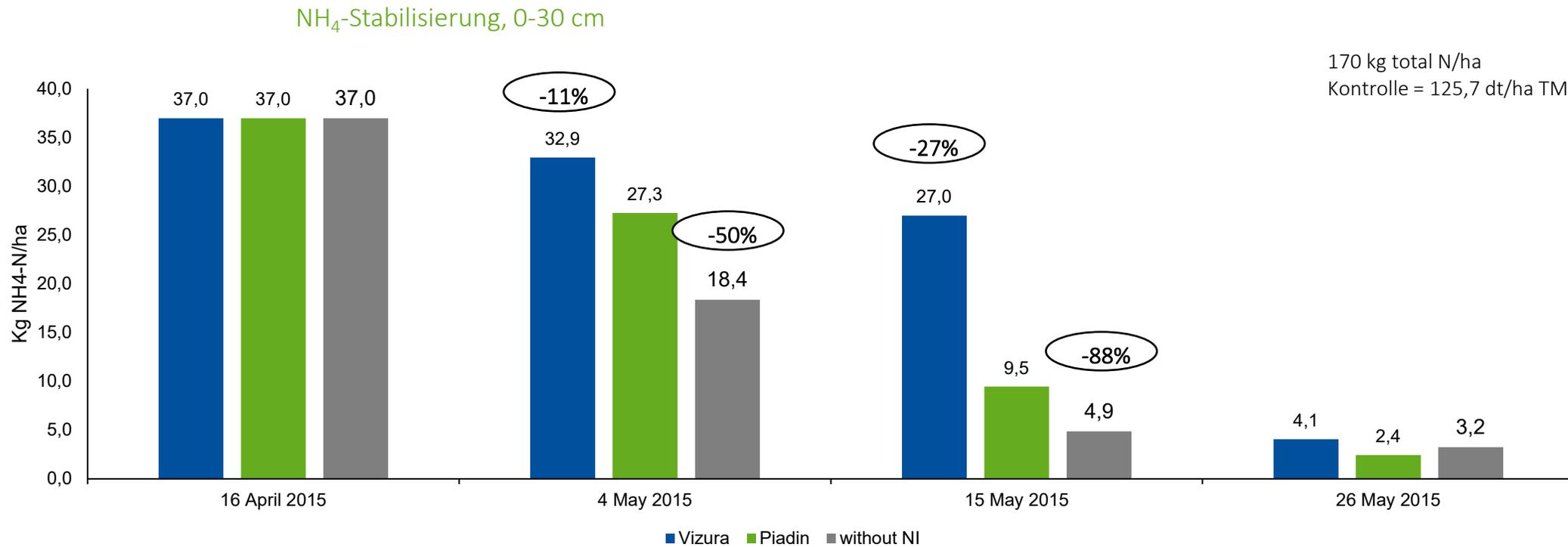
Mehrerlös: 60€/ha

Berechnungen:

13,5€/L x 2L/ha
11,9t/ha x 4,5%
240€/t x 0,53t/ha

127€/ha – 27,5€/ha

Ammonium Stabilisierung und positive Nebeneffekte



Nach Einarbeitung der Vizura® behandelten Gülle steht nach 4 Wochen 5,5x mehr Ammonium zur Verfügung als in der Kontrolle.

So funktioniert Vizura[®]:

Stabilisiertes Ammonium steht der Pflanze länger und bedarfsgerecht zur Verfügung

1

Gülle stabilisiert
mit 2 L/ha
Vizura



Ammonium

gelangt mit der Gülle in den
Boden

2

Vizura
Hemmt Umwandlung und
stabilisiert Ammonium

Nitrosomonas-Bakterien
wandeln NH_4^+ in NH_3 um



3

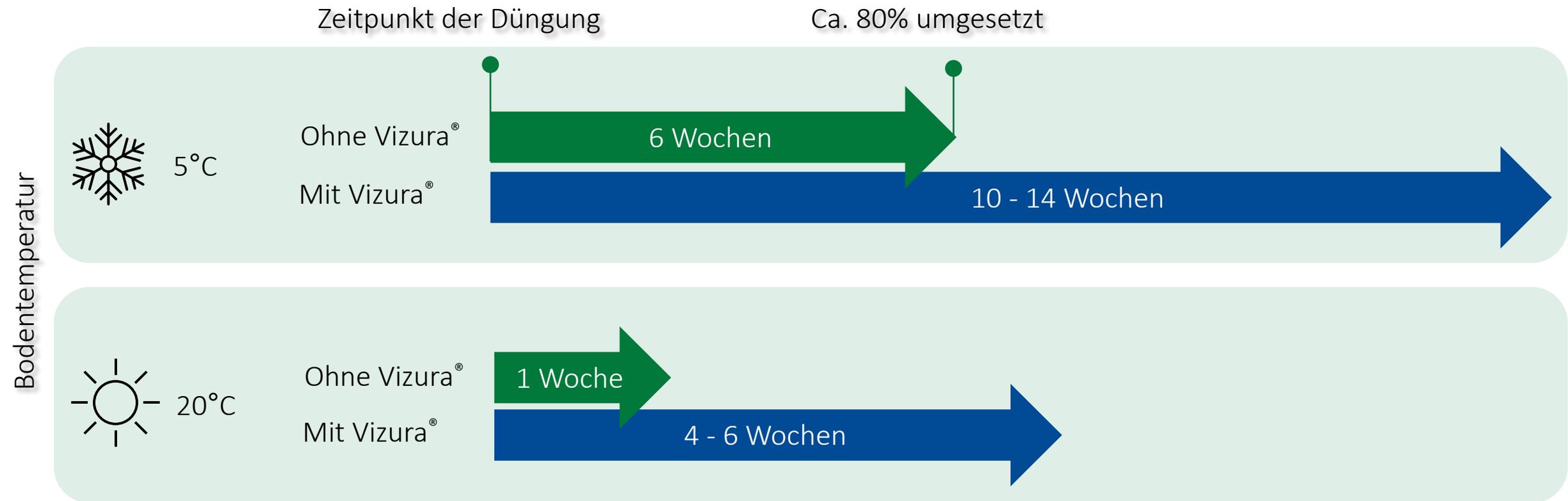
Wertvoller Stickstoff
geht nicht über Auswaschung und
Emission verloren



Ammoniak, Nitrit, Nitrat
Werden langsamer gebildet und
können besser von der Pflanze
aufgenommen werden

Wie lange wirkt Vizura®?

Der Zusatz von Vizura® verzögert die Umwandlung um mehrere Wochen



Für welchen Dünger funktioniert Vizura[®]?

Grundsätzlich für alle Dünger die Ammonium-N enthalten



Gülle
Biogasgärreste



AHL

Wieso hat Vizura viele Gefahrenzeichen?

Mitbewerberprodukte haben keine Gefahrenzeichen und Vizura schon. Ist Vizura gefährlicher?

Nein, bei anderen Produkten ist die Konzentration vieler Stoffe unter einem bestimmten Schwellenwert. Darum müssen diese nicht mit Gefahrenzeichen angegeben werden. Bei Vizura ist aus Effizienzgründen die Konzentration höher. Leider müssen deswegen gewisse Gefahrenzeichen auf das Etikett



Gilt der Vorteil bei der Ausbringung von Gülle auch für AHL bzw. Gärreste?

hier der Gesetzestext: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2022_II_386/BGBLA_2022_II_386.pdf](https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2022_II_386/BGBLA_2022_II_386.pdf)sig

„Verfahren für das Ausbringen von stickstoffhaltigen Düngemitteln auf landwirtschaftlichen Nutzflächen

§ 3. (1) Die Ausbringung von leichtlöslichen stickstoffhaltigen Düngemitteln darf nur auf einer lebenden Pflanzendecke oder unmittelbar vor dem Anbau erfolgen. Stickstoffgaben, die nach Abzug der Stall- und Lagerverluste mehr als 100 kg Nitrat-N, Ammonium-N oder Carbamid-N je Hektar und Jahr enthalten, sind zu teilen. Die Berechnung des Ammonium-N aus Wirtschaftsdüngern und sonstigen organischen Düngern erfolgt gemäß **Anlage 2**. Ausgenommen von der Gabenteilung sind stickstoffhaltige Düngemittel mit physikalisch oder chemisch verzögerter Stickstofffreisetzung und Stickstoffgaben bei Hackfrüchten und Gemüsekulturen, wenn der Boden eine mittlere bis hohe Sorptionskraft – dh. einen mehr als 15%-igen Tonanteil – aufweist.

„8. **leichtlösliche stickstoffhaltige Düngemittel:** Düngemittel, in denen der darin enthaltene Stickstoff einen Anteil von mehr als 20% in Form der leichtlöslichen Stickstoffverbindungen Nitrat-N, Ammonium-N oder Carbamid-N (= Harnstoff) aufweist. Zu diesen Düngemitteln zählen Mineraldünger (auch in flüssiger Form), flüssige Wirtschaftsdünger (Jauche, Gülle), Legehühnerfrischkot, der Feststoffanteil aus separierten Güllen, Biogasgüllen und Gärrückstände. Die für diese Düngemittel geltenden Regelungen sind auch für die Ausbringung von nicht entwässertem Klärschlamm anzuwenden.

Anlage 2

Ammoniumanteil von Wirtschaftsdüngern, sonstigen organischen Düngern oder Klärschlamm

	% NH ₄ -N
Stallmist	15
Rottemist	5
Stallmistkompost	< 1
Rindrjauche	90
Rindergülle	50
Schweinegülle	65
Legehühnergülle (verdünnter Kot)	60
Legehühnerkot (frisch)	30
Legehühnerrockkot, Jungkukenfrischkot, Putenmist	15

Der Ammoniumanteil für Biogasgülle und Gärrückstände mit überwiegendem Anteil aus tierischen Ausscheidungen entspricht dem Anteil der tierischen Ausscheidungen.

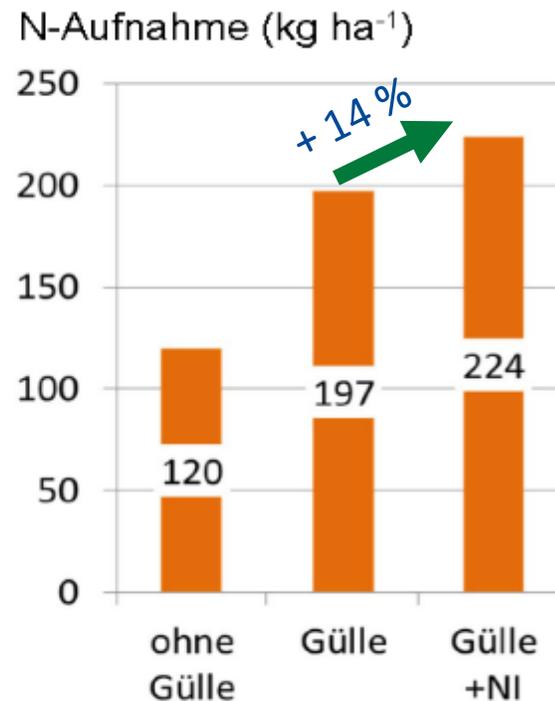
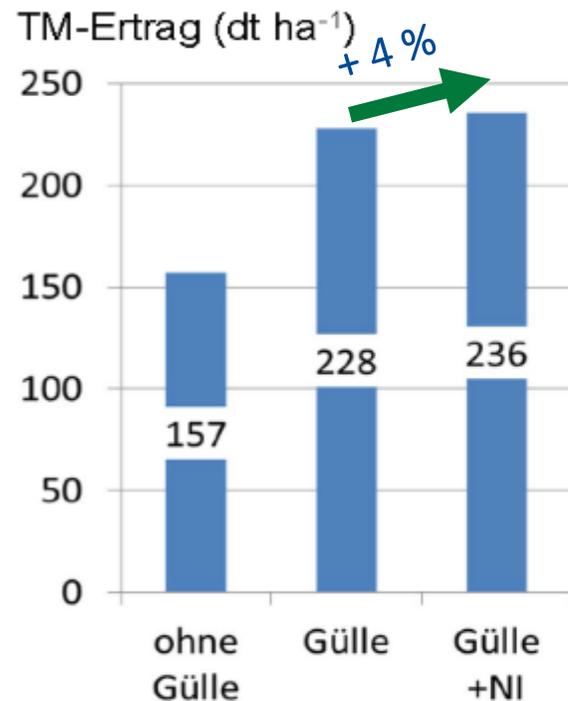
Für nicht angeführte Wirtschaftsdünger, sonstige organische Dünger und Klärschlamm sind Werte aus der einschlägigen Fachliteratur abzuleiten.

Wie viel N kann ich mir sparen?

Wirkung von Gülle ohne und mit Nitrifikationsinhibitor (NI) auf den Ertrag und die N-Aufnahme von Silomais

Gülle-Applikation: Injektion

Mittel aus 3 Jahren mit je 2 Applikationsterminen



Was bringt Vizura auf Harnstoff?

Ja – Beispiel ALZON neo-N

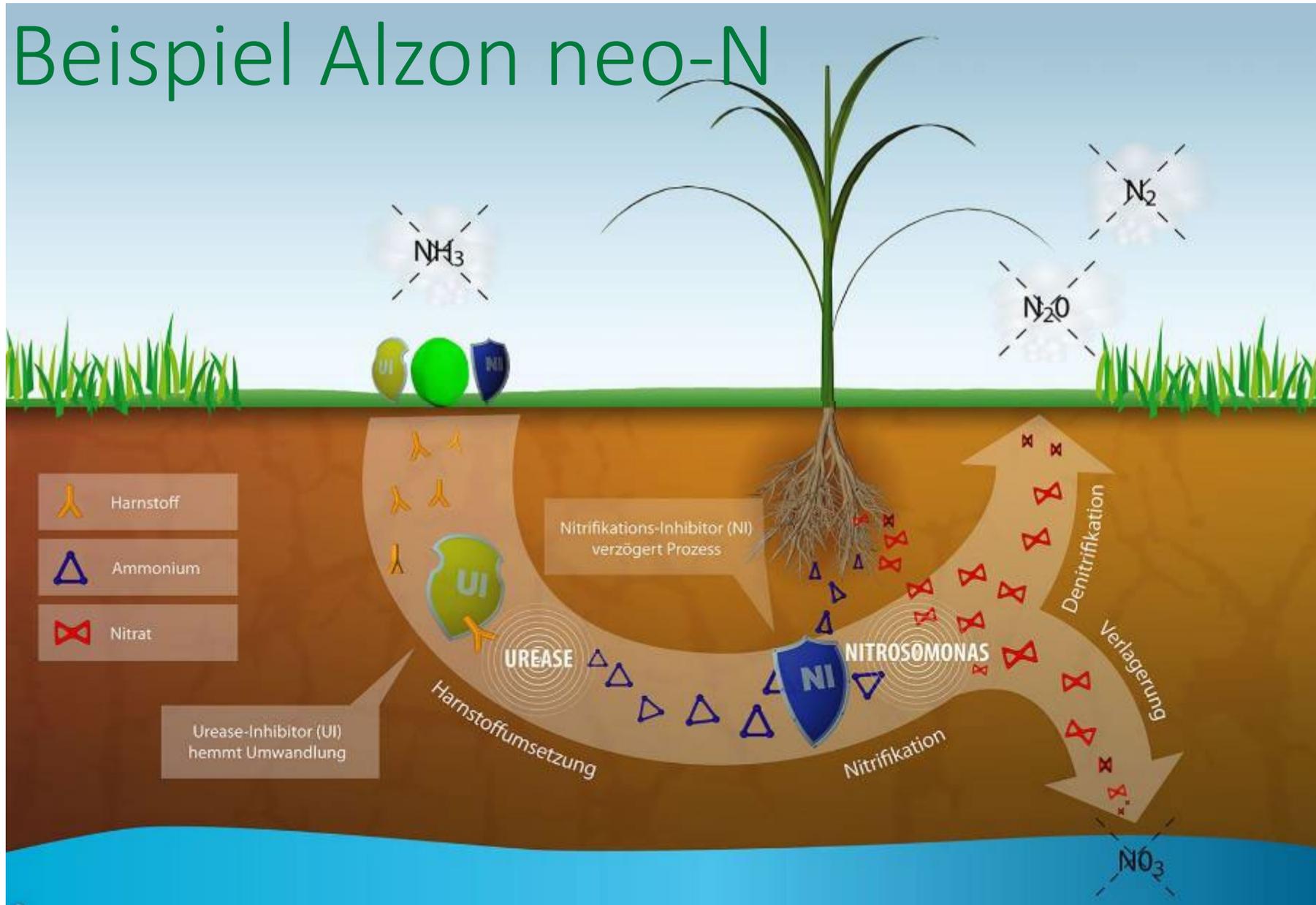
Produkteigenschaften ALZON[®] neo-N

Düngemitteltyp

Harnstoff mit Nitrifikationshemmstoff (MPA) und
Ureasehemmstoff (2-NPT) 46

46 % N Gesamtstickstoff als Carbamidstickstoff

Beispiel Alzon neo-N



Use of a novel nitrification inhibitor to reduce nitrous oxide emission from ^{15}N -labelled dairy slurry injected into soil[†]

Klaus Ditter^{1*}, Roland Bol², Rosalind King³, David Chadwick² and David Hatch²

¹Institute of Plant Nutrition and Soil Science, Kiel University, D-24118 Kiel, Germany

²Institute of Grassland and Environmental Research (IGER), North Wyke, Okehampton, Devon, UK

³Institute of Environmental and Natural Sciences, University of Lancaster, Lancaster LA1 4YQ, UK

Received 13 February 2001; Revised 7 May 2001; Accepted 8 May 2001; Published online 4 July 2001

Recent recommendations for environmentally sound use of liquid animal manure often include injection of slurry into soil. Two of the most important undesired side effects, ammonia (NH_3) volatilisation and odour emissions, are usually significantly reduced by slurry injection. On the other hand, because of the higher amount of nitrogen (N) remaining in soil, the risk of nitrate (NO_3^-) leaching and nitrous oxide (N_2O) emissions is increased. Thus, the reduction of local effects caused by NH_3 deposition, e.g. N enrichment and soil acidification, may be at the cost of large-scale effects such as ozone depletion and global warming as a result of emitted N_2O . In this context, nitrification inhibitors can contribute significantly to a reduction in NO_3^- leaching and N_2O production.

A field experiment was carried out at IGER, North Wyke, which aimed to evaluate the effect of the new nitrification inhibitor 3,4-dimethylpyrazole phosphate (DMPP/ENTEC[®]). For this experiment, ^{15}N enriched dairy slurry was used and the isotopic label in soil N as well as in N_2O were studied. After slurry injection into the grassland soil in August 2000, the major emissions of N_2O occurred during the first ten days. As expected, high N_2O emission rates and ^{15}N content of the emissions were concentrated on the slurry injection slots, showing a steep decrease towards the untreated centre-point between slurry injection slots. The nitrification inhibitor DMPP proved to be very efficient in reducing N_2O emissions. At a rate of 2 kg DMPP ha^{-1} , the total amount of N_2O emitted was reduced by 32%, when compared with slurry injection without DMPP. The isotopic label of the emitted N_2O showed that during the 22-day experimental period, emissions from the slurry N pool were strongly reduced by DMPP from 0.93 kg $\text{N}_2\text{O-N ha}^{-1}$ (–DMPP) to 0.50 kg $\text{N}_2\text{O-N ha}^{-1}$ (+DMPP), while only a minor effect on emissions from the soil N pool was observed (0.69 to 0.60 kg $\text{N}_2\text{O-N ha}^{-1}$; –DMPP, +DMPP, respectively). Copyright © 2001 John Wiley & Sons, Ltd.

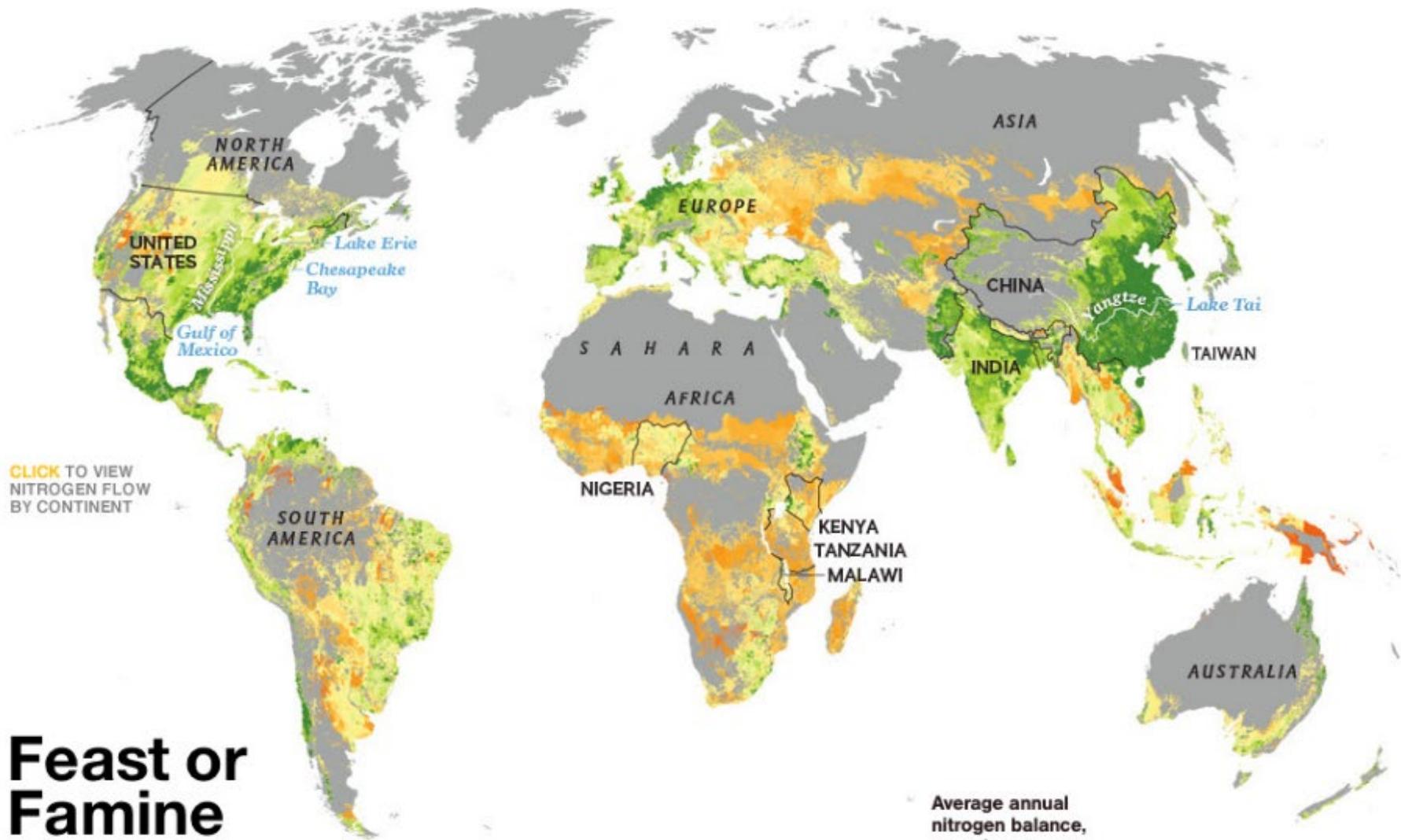
Currently, there is a strong conflict in the aims of recommendations for good agricultural practice with regard to nitrogen (N) fertiliser and animal manures. For two decades, the main targets were to place and keep all applied N in the plant's rooting zone for as long as possible, in order to reduce direct loss by ammonia (NH_3) volatilisation and the subsequent export to sensitive ecosystems,¹ and to protect groundwater from nitrate leaching. While techniques

both responsible for N_2O emissions. Under aerobic conditions, ammonium is biologically oxidised by heterotrophic or autotrophic nitrifying bacteria, the latter comprising the most important groups of *Nitrosomonas* spp. and *Nitrobacter* spp.^{9–11} Predominantly, during chemoautotrophic nitrification, N_2O is produced as a by-product,¹¹ and the rate of release depends widely on environmental conditions. The eco-physiological role of N_2O emission from nitrification,

Yield effects with DMPP in slurry

a compilation of data by Reinhardt Hähndel

Crop	Type of slurry	Yield effect with DMPP (100% = without DMPP)	Author(s)
Maize	Pig slurry	102	Pasda, 2003, unpubl. mean 2001-2002, n=6
Summer barley	Pig slurry	108	Pasda, 2005, unpubl. mean 2003-2005, n=6
Grassland	Pig Slurry	106	Pasda, 2003, unpubl. mean n=3; first cut
Maize	Pig slurry	106	Mokry, 2008; mean 2003-2005
Winter barley	Pig slurry (Nov. appl.)	137	Lorenz, 2003, unpubl.
Grassland	Pig slurry	153	Fangueiro, 2009
Winterwheat	Digestate, autumn Digestate, spring	100 98	Wendland, 2012, mean 2009-11
Wintertriticale	Digestate, autumn	104	Wendland, 2012, mean 2009-11
Silage Maize	Digestate	103	Wendland, 2012, mean 2009-11
Silage Maize	Pig slurry	107	Severin, 2014



Feast or Famine

Nearly half the people on the planet wouldn't be alive if not for the abundant food made possible by nitrogen fertilizer. Yet its benefits have not reached everyone. In sub-Saharan Africa, where 239 million people go hungry in a year, crops fail as soil is stripped of nutrients, and farmers can't afford to buy fertilizer. Elsewhere overuse pollutes waterways and releases greenhouse gases.

JEROME N. COOKSON AND LAWSON PARKER, NGM STAFF
 SOURCE: PAUL C. WEST, INSTITUTE ON THE ENVIRONMENT, UNIVERSITY OF MINNESOTA



Info über N-Düngermittel?

Zusammensetzung wichtiger N-Dünger

(Gehaltsangaben in Gewichts-% [= kg/dt] nach Herstellerangaben bzw. Volumen-% [= kg/100 Liter])

Dünger	Stickstoffgehalt*				Kalkwert (kg CaO je 100 kg N)	weitere Nährstoffe (Gew.-%) Bemerkungen
	Gewichts-% (kg/dt)		Vol.-% N (kg/100 l)			
	N	davon als				
Kalkammonsalpeter (KAS)	27	NO ₃ 13,5	NH ₄ 13,5	-	-55	bis 4 % MgO
KAS + S (z. B. YaraBela Sulfan)	24	12	12	-	-87	6 % S
KAS + Mg + S (YaraBela Optimag 24)	24	12	12	-	-92	8 % MgO, 6 S
Ammonsulfatsalpeter (ASS)	26	7	19	-	-196	13 % S
ASS stabilisiert (Entec 26)	26	7,5	18,5	-	-196	13 % S
Ammoniumsulfat (Schwefelsaures Ammoniak, SSA)	21	-	21	-	-299	24 % S
Harnstoff	46	-	-	46	-100	
Harnstoff stabilisiert (Alzon 46)	46	-	-	46	-100	
Harnstoff + Schwefel (YaraUreas)	38	-	6,6	31,4	-134	7,5 % S
Harnstoff-Ammoniumsulfat (Piamon 33 S)	33	-	10,4	22,6	-180	12 % S
Kalkstickstoff, gepulvert (Perika)	19,8	1,5	-	-	+152	18,3 % Cyanamid-N
Ammonitratharnstofflösung (AHL)	28	7	7	14	-100	1,28 kg/l
Ammonitratharnstofflösung (AHL)	30	7	8	15	-100	1,32 kg/l
AHL stabilisiert (Alizon flüssig)	28	7	7	14	-100	1,28 kg/l
AHL + Schwefel (Piasan-S 25/6)	25	5	9	11	-142	6 % S; 1,31 kg/l
AHL + Schwefel stabilisiert (Alzon flüssig S 25/6)	25	5	9	11	-142	6 % S; 1,31 kg/l
Ammoniumsulfatlösung (ASL)	8	-	8	-	-299	9 % S; 1,25 kg/l
AS-Düngerlösung (Lenasol)	15	3,5	8,6	2,9	-170	6 % S; 1,25 kg/l
Ammoniumsulfat-Harnstoff-Lösung (Domamon L26)	20	-	6	14	-153	6 % S; 1,25 kg/l
Ammoniumthiosulfat (ATS)	12	-	12	-	-480	26 % S; 1,32 kg/l

* Die Gehaltsangaben in Gewichts-% sind für die Ausbringung flüssiger Düngemittel wenig hilfreich, weil die Ausbringungsmengen sich auf Liter beziehen. Hier interessiert der Gehalt in Volumen-%, wie sie die Tabelle als gerundete Werte enthält. Die Umrechnung erfolgt über die Dichte in kg/l, die in der letzten Spalte angegeben ist. 28er AHL zum Beispiel enthält 36 Volumen-% N (28*1,28), was 36 kg N je 100 Liter entspricht.

Ammoniumsulfat-Lösung (ASL) ist ein zugelassenes Düngemittel, das bei verschiedenen technischen Verfahren anfällt. Das Verfahren z. B. Abgasreinigung, Abluftreinigung oder Herstellung von Blausäure muss deklariert werden. In der Regel enthält ASL 8 % Stickstoff und 9 % Schwefel. Der pH-Wert schwankt je nach Herkunft in weiten Grenzen (von unter 3 bis 7). Für die Blattdüngung sollten pH-Werte von 5,5 - 6,0 angestrebt werden, weil sonst ein hohes Risiko von Ätزشäden besteht. Bei pH-Werten unter 4 muss der Dünger mit dem Zusatz „Nicht zur Blattdüngung geeignet“ gekennzeichnet sein. Neben dem pH-Wert sollte man vom Abgeber auch das spezifische Gewicht erfragen, um eine genaue Mengenbemessung zu ermöglichen.

Das Einleiten von ASL in Güllelager ist **nicht erlaubt**, da die hohen Sulfatkonzentrationen eine Korrosion des Betons befürchten lassen.

Die Ursache für die teilweise schlechte Wirksamkeit von **Ammonitratharnstofflösung (AHL)** ist nicht die N-Form selbst, sondern die flüssige Formulierung des Düngers. Diese kann aufgrund des engeren Bodenkontaktes dazu führen, dass der gedüngte Stickstoff vorübergehend stärker festgelegt wird, was sich vor allem bei nachfolgender ungünstiger Witterungsbedingungen (Kälte, Trockenheit) negativ auswirkt. Das ist besonders nachteilig bei niedriger Dosierung auf Böden mit niedrigem Nachlieferungsvermögen. Entscheidend ist letztlich, wann je nach Witterung und Standort die Festlegung einsetzt, wie lange sie anhält und wann der festgelegte Stickstoff wieder freigesetzt wird. Die grobtropfige Ausbringung konzentrierter Lösungen mindert das Risiko.

In Versuchen der Landwirtschaftskammer NRW in den letzten Jahren wirkte AHL, mit Mehrlochdüse ausgebracht, vergleichbar wie KAS, Harnstoff und SSA. Demgegenüber fiel die AHL-Ausbringung mit Flachstrahldüse (zum ersten und zweiten Termin, Spätdüngung über Schleppschlauch) im Ertrag tendenziell ab. Die gleichen Unterschiede zwischen feintropfiger und grobtropfiger Ausbringung zeigten sich bei ASL.

Unter Berücksichtigung dieser Besonderheiten bei den flüssigen Düngern sind alle gängigen Stickstoffformen gleichermaßen geeignet. Voraussetzung ist, dass die Eigenschaften der Dünger beachtet werden (Ätzzisiko bei AHL und ASL, Wirkungsgeschwindigkeit, besondere Ansprüche an die Streutechnik und das höhere Verlustrisiko bei nachfolgender hohen Temperaturen und Trockenheit bei Harnstoff usw.). Entscheidungskriterium für eine bestimmte N-Form sollte daher neben der vorhandenen Technik und ggf. dem Schwefelgehalt vor allem der Preis je kg Stickstoff sein.

Eine Sonderform der N-Düngung stellt die **Injektionsdüngung** (Ammoniumdepotdüngung, CULTAN-Verfahren) dar. Hierbei werden bevorzugt ammoniumhaltige N-Düngerlösungen über spezielle Ausbringgeräte punktförmig in den Boden eingebracht. Das so entstehende Ammoniumdepot ist vor der Umwandlung zum Nitrat geschützt. Dadurch ist es möglich, N-Gaben zusammenzufassen, ohne dass Auswaschungsverluste oder Probleme mit zu starken N-Schüben auftreten. Außerdem verspricht man sich pflanzenphysiologische Vorteile durch ammoniumbetonte Ernährung der Pflanzen. In Versuchen der Landwirtschaftskammer zu Winterweizen und Wintergerste hat sich die Injektionsdüngung durchaus bewährt. Vorteilhaft scheint insbesondere die hohe Wirkungssicherheit der Düngungsmaßnahmen im Vergleich zur flächenhaften Düngung in Trockenphasen zu sein. Allerdings muss man sich schon relativ früh auf die zu düngende N-Menge festlegen, so dass man weniger flexibel auf die Mineralisationsbedingungen reagieren kann. Wo es auf hohe Proteingehalte ankommt, hat sich eine Ährendüngung mit ca. 40 kg/ha N ab EC 49 bewährt. Die hierfür vorgesehene N-Menge muss bei der zu injizierenden N-Menge berücksichtigt werden.

Stickstoffdüngemittel

Für die Stickstoffdüngung steht eine Vielzahl an Düngemitteln zur Verfügung, deren Wirkungsgeschwindigkeit sich in Abhängigkeit von der N-Form unterscheidet:

- **NO₃-N (Nitrat)** wird im Boden nicht gebunden, gelangt daher mit dem Wasser rasch zu den Pflanzenwurzeln. Nitrat wirkt sehr schnell, kann aber auch leicht verlagert werden.
- **NH₄-N (Ammonium)** kann zwar direkt von Pflanzen aufgenommen werden, gelangt aber wegen der festen Bindung im Boden erst nach der mikrobiellen Umwandlung zu Nitrat in größerem Umfang zu den Wurzeln. Ammonium wirkt langsamer als Nitrat.
- **Amid-N (Harnstoff)** kann in gewissem Umfang über die Blätter aufgenommen werden (z. B. bei AHL, gelöstem Harnstoff). Aufgrund der schnellen Umwandlung zu Ammonium wird nur wenig Harnstoff über die Wurzel aufgenommen.
- **Formaldehydharnstoff** ist Bestandteil einiger Düngemittel, die vom Handel zur Blattdüngung angeboten werden. Diesen sehr teuren Düngemitteln wird aufgrund der speziellen N-Form eine vierfach höhere N-Effizienz im Vergleich zu anderen N-Formen nachgesagt. Die Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen hat diese Aussage in insgesamt 13 Spätdüngungsversuchen zu Winterweizen bzw. Wintergerste überprüft. Eine höhere N-Effizienz konnte hierbei **nicht nachgewiesen** werden!
- **Cyanamid-N** ist die wesentliche N-Form im Kalkstickstoff. Nach dem Ausstreuen setzt sich **Kalkstickstoff** unter dem Einfluss von Bodenfeuchtigkeit über mehrere Zwischenstufen um. In der ersten Teilreaktion wird Kalkstickstoff (Ca-Cyanamid) zu Kalk und Cyanamid umgewandelt. Das Zwischenprodukt Cyanamid wird weiter über Harnstoff zu Ammonium umgewandelt. Die Cyanamidphase hält je nach Umsetzungsbedingungen 8 - 14 Tage lang im Boden an. Von diesem Zwischenprodukt gehen die zahlreichen Nebenwirkungen des Kalkstickstoffes (gegen Unkräuter, Pilzkrankheiten, Schädlinge, Parasiten) aus. Ein Teil des Cyanamids reagiert weiter zu Dicyandiamid (DCD). Dieses DCD hat nitrifikationshemmende Eigenschaften (s. unten). Diese Sonderwirkungen von Kalkstickstoff erfordern eine Wartezeit von 2 bis 3 Wochen zwischen der Düngung und der Beweidung bzw. Nachsaat/Neuansaat auf Grünland. Auf Ackerland sollte zwischen der Düngung und der Saat bzw. Pflanzung eine Wartezeit von 2 bis 3 Tagen pro dt/ha eingehalten werden. Die Kalklieferung durch Kalkstickstoff ist beachtlich (152 kg/ha CaO je 100 kg N).
- **Nitrifikationshemmer** hemmen die Bakterien, die Ammonium zu Nitrat umwandeln (Nitrifikation). Die Nitrifikationshemmer werden mit steigenden Bodentemperaturen zunehmend abgebaut. Dadurch stellen stabilisierte N-Dünger eine langsam fließende, gut an den N-Bedarf der Pflanzen angepasste N-Quelle dar. Solange der NH₄-N nicht zu NO₃-N umgewandelt worden ist, ist er vor Auswaschung geschützt.

Effekte mit stabilisiertem Dünger

+4%

höhere Trockenmasse in Silomais

3-jährige Versuchsreihe



WEIHENSTEPHAN · TRIESDORF
University of Applied Sciences

+4,5%

höhere Trockenmasse in Körnermais

28-jährige Versuchsreihe



Staatliche Höhere Landbauschule Rothalmünster

+25%

höhere Trockenmasse in Körnermais

4-fach wiederholt Exaktversuch Österreich

2022

11,2t mit Vizura

8,9t ohne Vizura



Landwirtschaftliche Fachschule Hatzenhof/Steiermark

LIMUS® Produktprofil

Wirkstoff	NBPT N-(n-butyl)-thiophosphoric-triamide NPPT N-(n-propyl)-thiophosphoric-triamide
Wirkungstyp	Urease-Inhibitor für harnstoffhaltige Düngemittel
Formulierung	Wässrige Lösung
Aufwandmenge	0,02% (Wirkstoffkonzentration) = 0,9 L/m ³ AHL

**Wenn Limus AHL in AHL 28 bei 10-15°C gelagert wird,
empfehlen wir pro 1000 Liter AHL28:**

1 Monat – 0,9 Liter Limus AHL

2-3 Monate – 1,0 Liter Limus AHL

4 Monate – 1,1 Liter Limus AHL

5 Monate – 1,4 Liter Limus AHL

6 Monate – 1,8 Liter Limus AHL

Obergrenzen Acker je Kultur in kg jahreswirksamer N/Ha

Tabelle 1: Obergrenzen Acker je Kultur in kg jahreswirksamer N/ha

Kultur	Niedrige Ertragslage		Mittlere Ertragslage		Ertragslage hoch1		Ertragslage hoch2		Ertragslage hoch3	
	Ertrag bis	N max.	Ertrag von bis	N Max.	Ertrag von bis	N max.	Ertrag	N max.	Ertrag	N max.
	[t/ha]	[kg/ha]	[t/ha]	[kg/ha]	[t/ha]	[kg/ha]	[t/ha]	[kg/ha]	[t/ha]	[kg/ha]
Getreide										
Weizen \geq 14% RP	<4	105	4-5,5	145	5,5-6,75	170	6,75-8	180	>8	195
Weizen < 14% RP	<5	105	5-6	145	6-7,5	170	7,5-9	180	>9	195
Durum-Weizen	<4	105	4-5,25	145	5,25-6,5	170	6,5-7,75	180	>7,75	195
Roggen	<4	80	4-5,5	110	5,5-7	130	7-8,5	140	>8,5	150
Dinkel (mit Spelzen)	<3,5	80	3,5-5,5	110	5,5-6,5	130	6,5-7,5	140	>7,5	150
Winterfuttergerste	<5	95	5-6	130	6-7,5	155	7,5-9	170	>9	180
Winterbraugerste	<4,5	70	4,5-5,5	100	5,5-7	115	7-8,5	125	>8,5	135
Triticale	<5	90	5-6	120	6-7,5	145	7,5-9	155	>9	165
Sommerfuttergerste	<4	80	4-5,5	110	5,5-7	130	7-8,5	140	>8,5	150
Sommerbraugerste	<3,5	65	3,5-5	80	5-6,5	95	6,5-8	105	>8	110
Hafer	<3,5	70	3,5-5	100	5-6,5	115	6,5-8	125	>8	135
Hackfrüchte										
Körnermais (incl. CCM)	<8,5	110	8,5-10,5	155	10,5-12	180	12-13,5	195	>13,5	210

Kultur	Niedrige Ertragslage		Mittlere Ertragslage		Ertragslage hoch1		Ertragslage hoch2		Ertragslage hoch3	
	Ertrag bis	N max.	Ertrag von bis	Max. N	Ertrag von bis	max. N	Ertrag	max. N	Ertrag	N max.
	[t/ha]	[kg/ha]	[t/ha]	[kg/ha]	[t/ha]	[kg/ha]	[t/ha]	[kg/ha]	[t/ha]	[kg/ha]
Silomais (FM)	<40	130	40-50	175	50-57,5	210	57,5-65	225	>65	240
Zuckerrübe	<55	110	55-75	155	75-85	180	85-95	195	>95	210
Futterrübe	<60	110	60-100	155	>100	180	---	---	---	---
Speise/Industriekartoffel	<33	120	33-45	165	45-55	195	55-65	210	>65	225
Früh-, Pflanzkartoffel	<15	90	15-20	120	>20	145	---	---	---	---
Körnerhirse/-sorghum	<6,5	110	6,5-8	155	8-9,5	180	9,5-10,5	195	>10,5	210
Silohirse/-sorghum (FM)	<55	130	55-68	175	68-77	210	77-86	225	>86	240
Öl- und Eiweißpflanzen										
Soja, Erbse, Bohne	0 (60 ^l)									
Körnerraps	<3	110	3-3,5	155	3,5-4,25	180	4,25-5	195	>5	210
Sonnenblume	<2	50	2-3	65	3-4	80	4-5	85	>5	90
Ölkürbis	<0,6	65	0,6-0,8	90	>0,8	105	---	---	---	---
Wein										
Triebwachstum: stark	<5	25 (40) ²	\geq 5	30 (50) ²	-	-	-	-	-	-
Triebwachstum: mittel	<5	40 (55) ²	\geq 5	50 (70) ²	-	-	-	-	-	-
Triebwachstum: schwach	<5	50 (65) ²	\geq 5	60 (80) ²	-	-	-	-	-	-
Zwischenfruchtanbau										
Zwischenfrucht-(futter)bau mit Leguminosen	40 ³⁾									
Zwischenfrucht-(futter)bau ohne Leguminosen	80 ³⁾									
Stilllegungen/Grünbrachen	0									