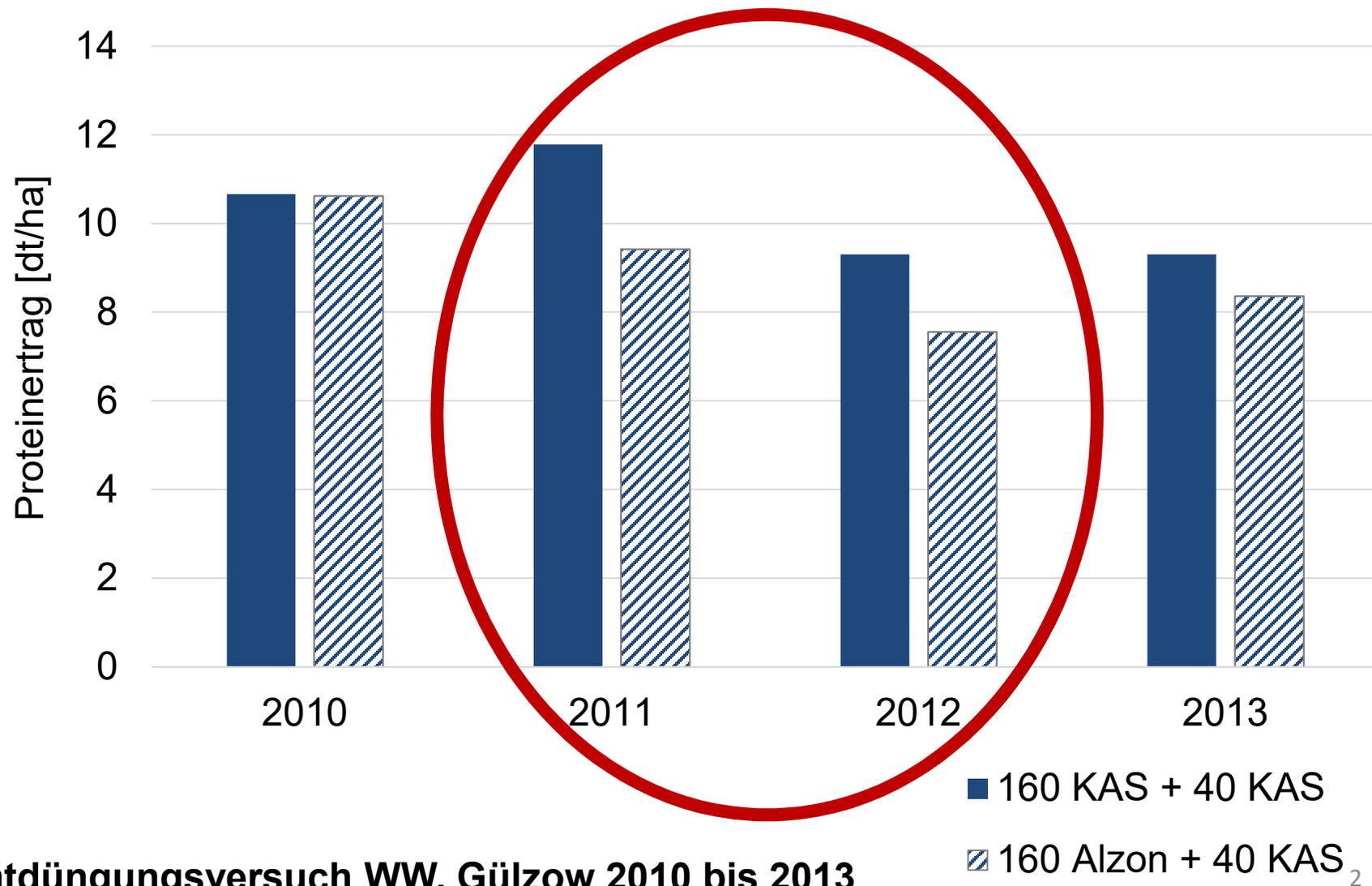




Harnstoff mit Urease-Inhibitor – müssen wir anders düngen?

Proteinertrag in Abhängigkeit von N-Form und Jahreswitterung

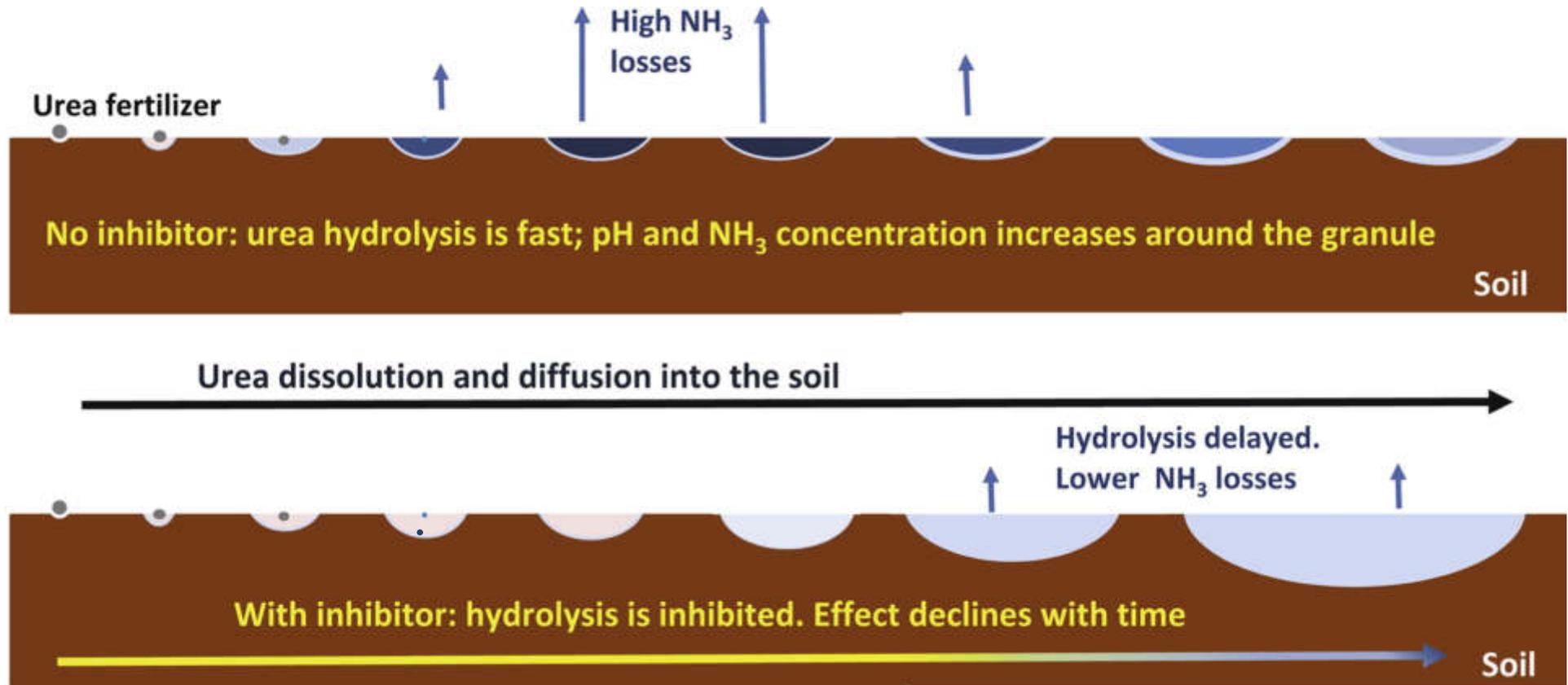


Spätdüngungsversuch WW, Gülzow 2010 bis 2013

Einflussfaktoren NH_3 -Verluste durch mineralische Düngung

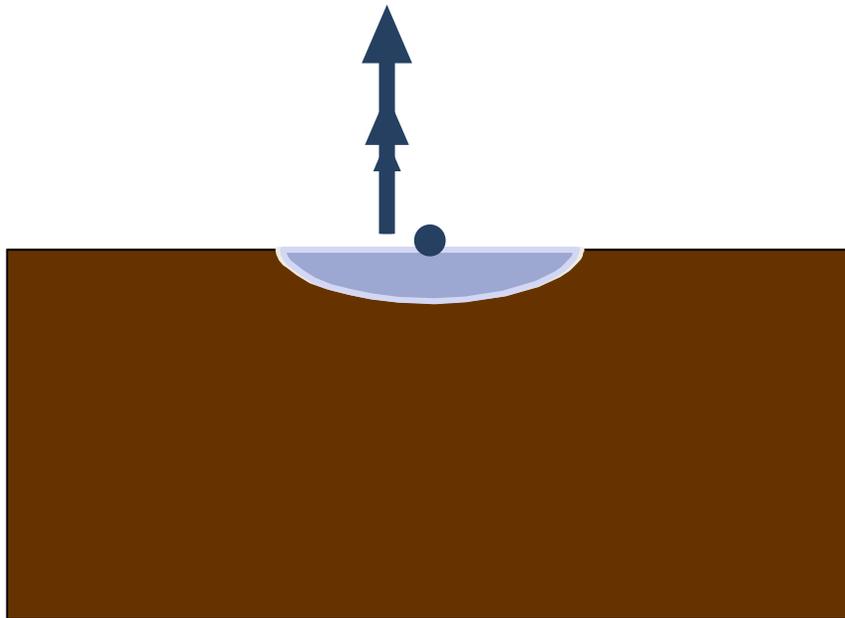
- Bodenart
- Ureaseaktivität des Bodens
- Temperatur
- pH-Wert des Bodens
- Bodenfeuchte
- Niederschlag nach Düngung
- Einarbeitung des Düngers

Lösung, Diffusion und Hydrolyse von Harnstoff – schematische Darstellung



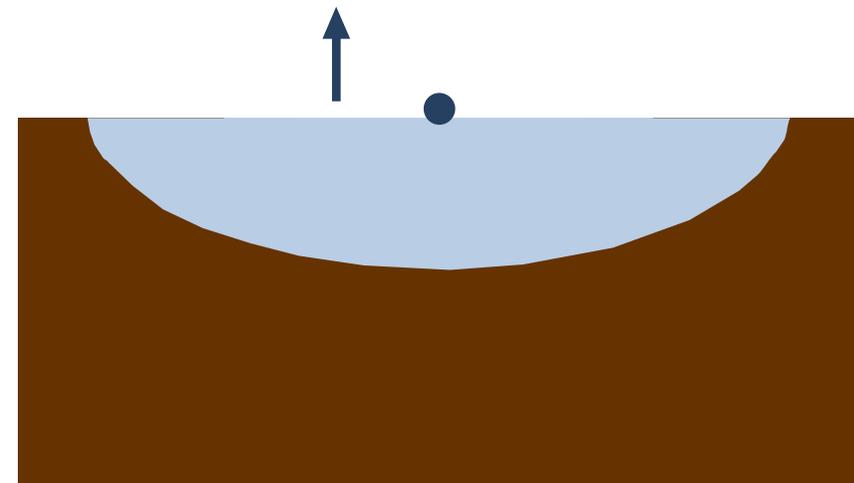
[Cantarella et al. 2018]

Lösung, Diffusion und Hydrolyse von Harnstoff – schematische Darstellung nach Cantarella et al. 2018



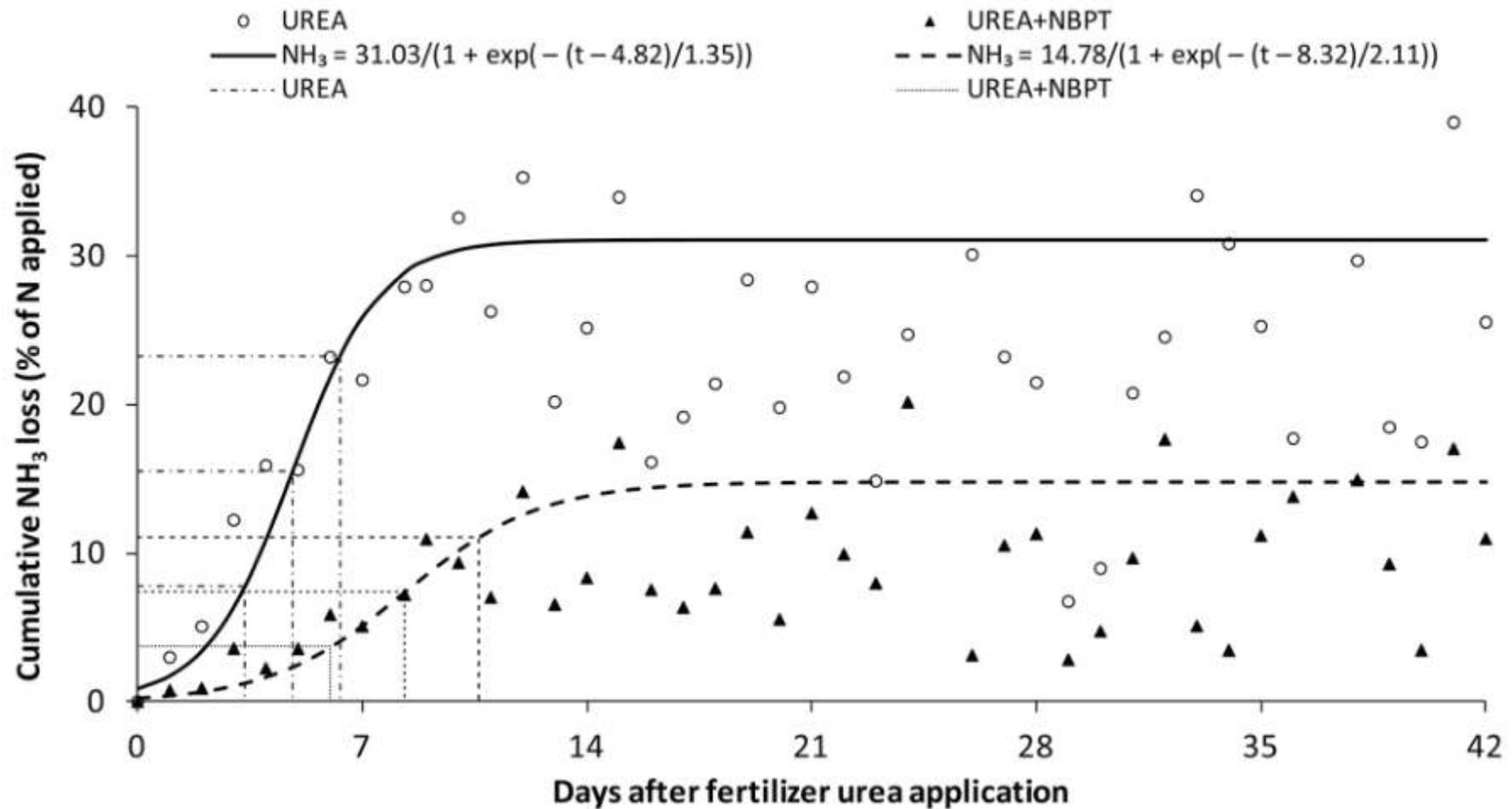
ohne Inhibitor

- schnelle Hydrolyse
- hoher pH-Wert
- hohe NH_4^+ -/ NH_3 -Konzentration
- geringere N-Eindringtiefe
- hohe NH_3 -Emission



mit Ureaseinhibitor

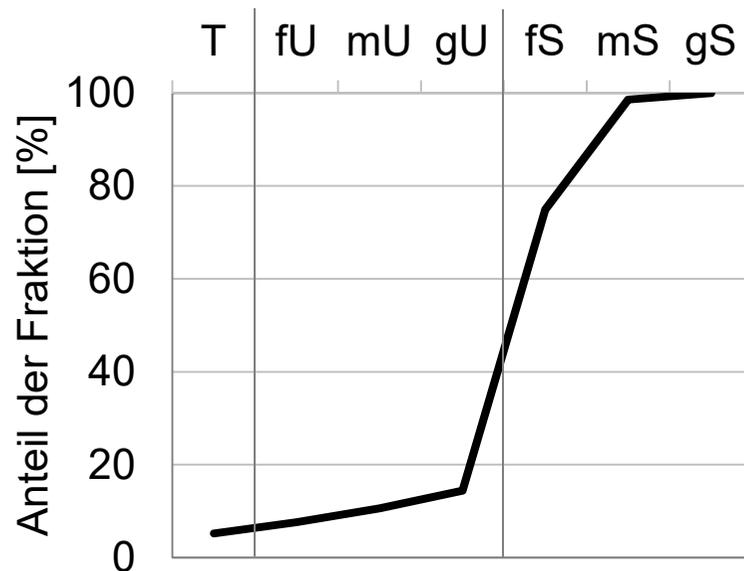
- Hydrolyse verzögert
- tieferes Eindringen des Harnstoff-N
- geringere pH- und langsame NH_4^+ -
Konzentrationssteigerung
- Geringere NH_3 -Emission



Kumulative NH_3 -Verluste nach Düngung mit Harnstoff und Harnstoff mit NBPT, Metastudie (35 Studien), [Silva et al. 2017]

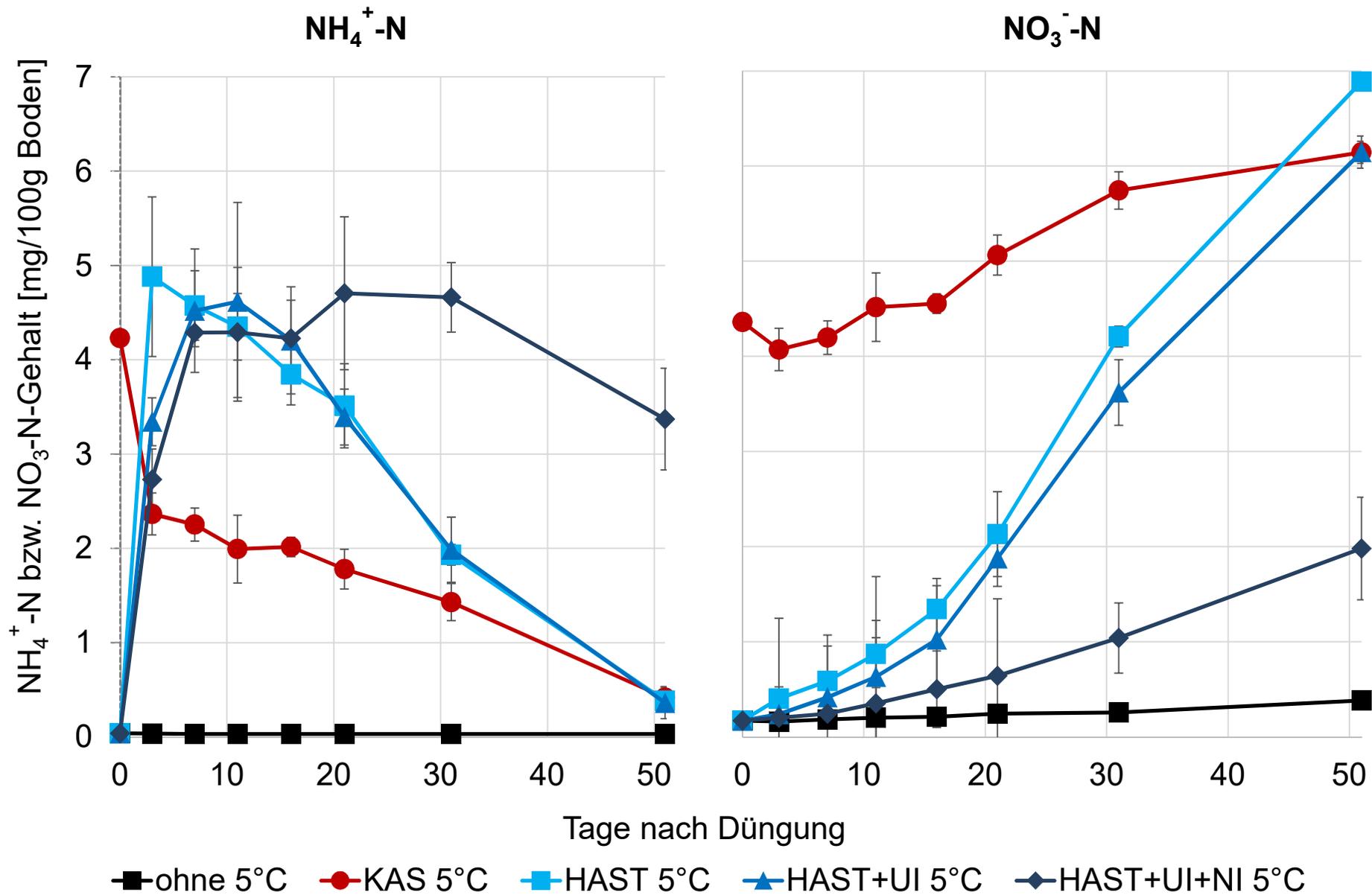
Versuchsbedingungen

- Oberboden 5-20 cm
- regelmäßig organisch gedüngt
- Bodenart: Su

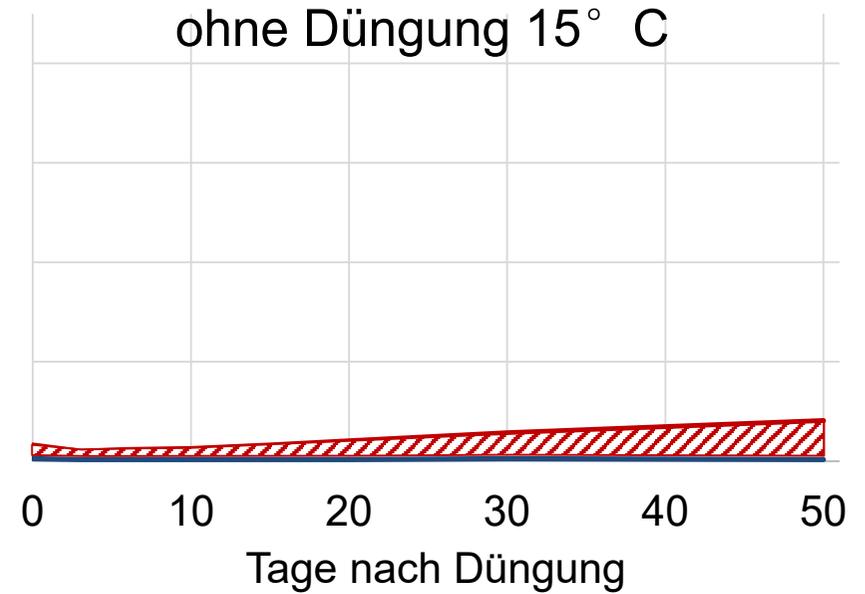
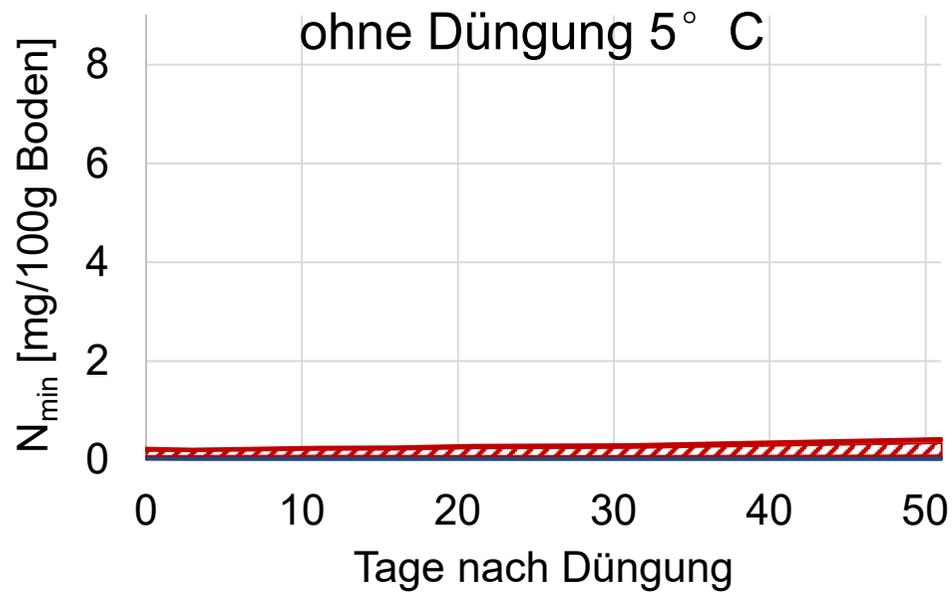


- pH-Wert: 6,1
- Corg: 0,73
- Nt: 0,08

- 500 g feldfrischer Boden im Becher
- ca. 60 % nFK gehalten
- Düngermenge = 200 kg N/ha
 - ohne
 - Kalkammonsalpeter
 - Harnstoff (Piagran 46)
 - Harnstoff mit Ureaseinhibitor (Piagran pro)
 - Harnstoff mit Urease- und Nitrifikationsinhibitor (Alzon neo-N)
- Dünger ca. 2 cm eingearbeitet
- gelochter Deckel
- 5° C, 15° C
- N_{min}-Analyse nach:
0, 3, 6, 10, 15, 20, 30, 50 Tagen ₇

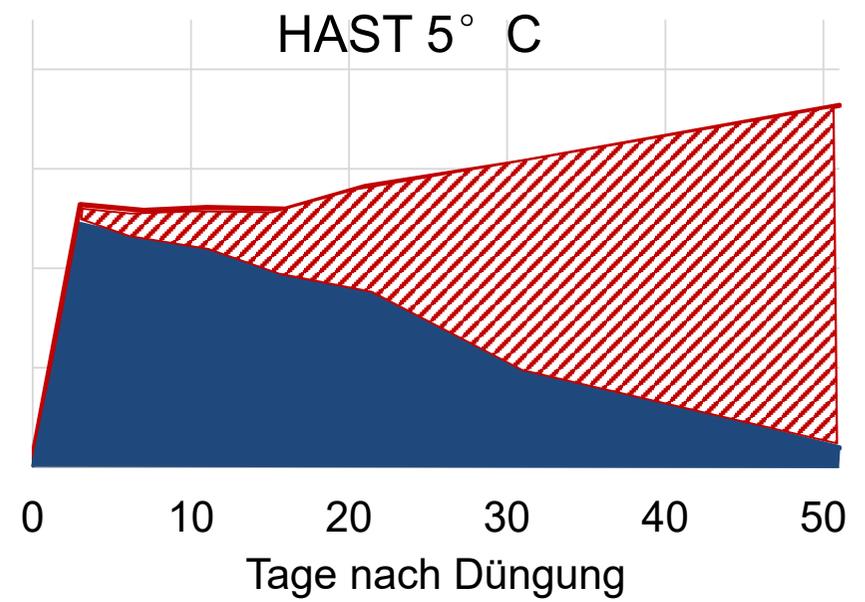
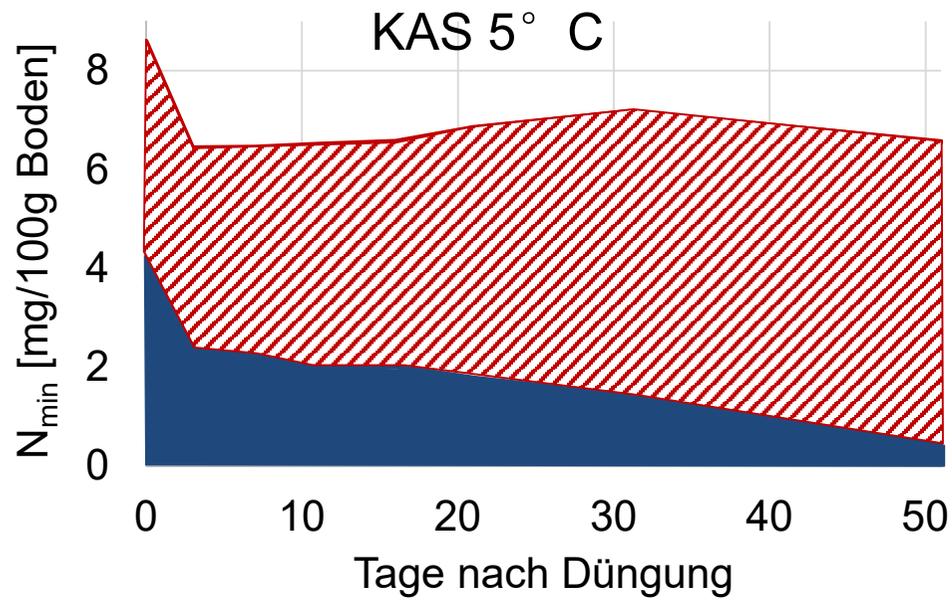


Nmin-Gehalte im Boden in Abhängigkeit von Düngerform und Zeit nach der Düngung



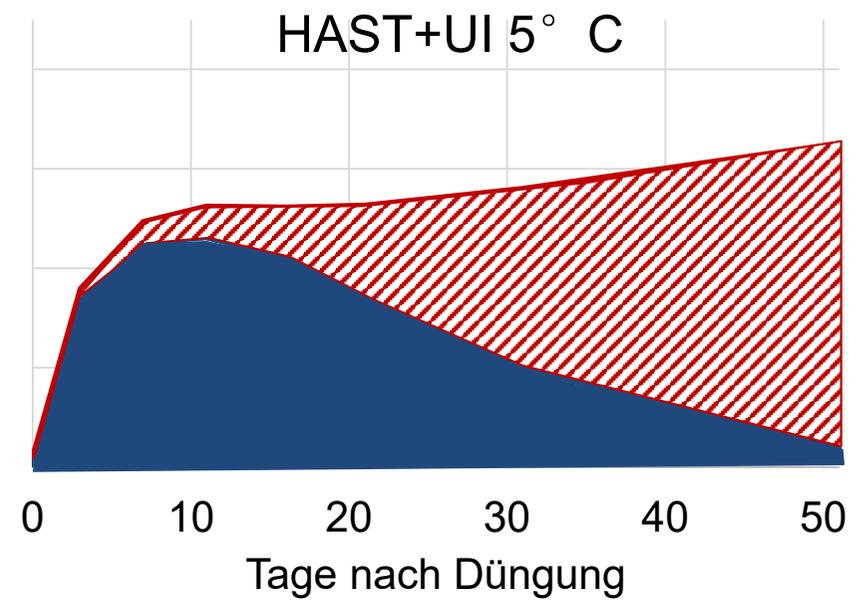
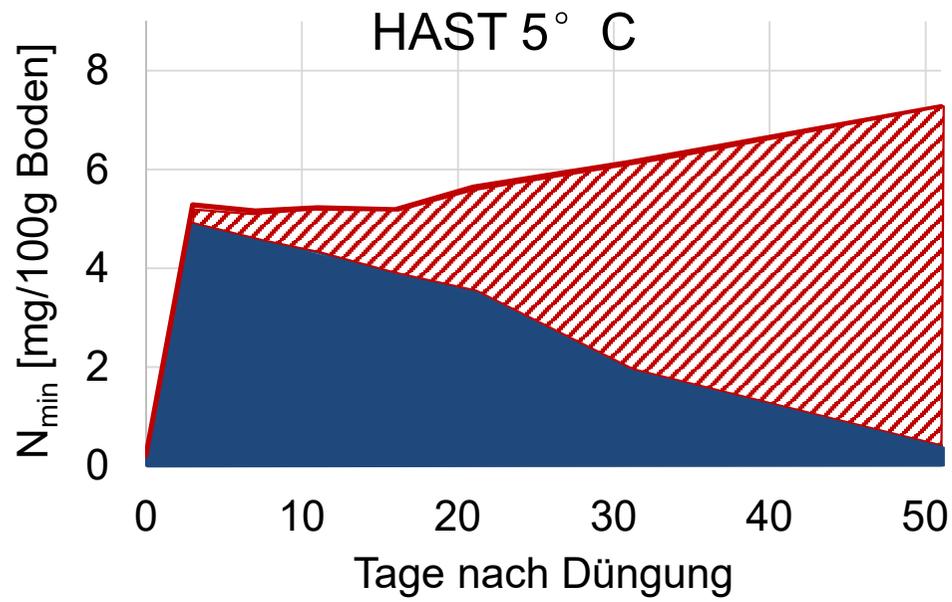
— NH₄-N — NO₃-N

Entwicklung von N_{min}-gehalten im Boden in Abhängigkeit vom Abstand zur Düngung



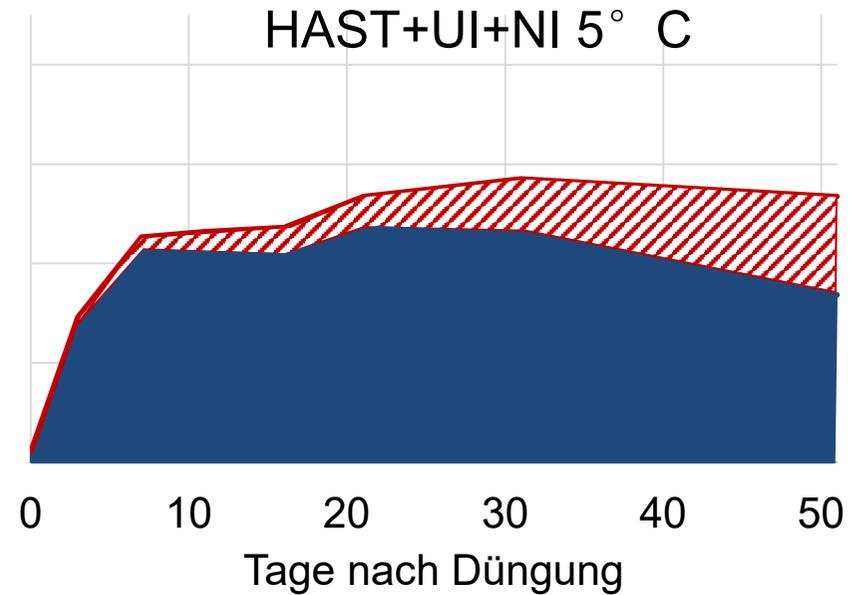
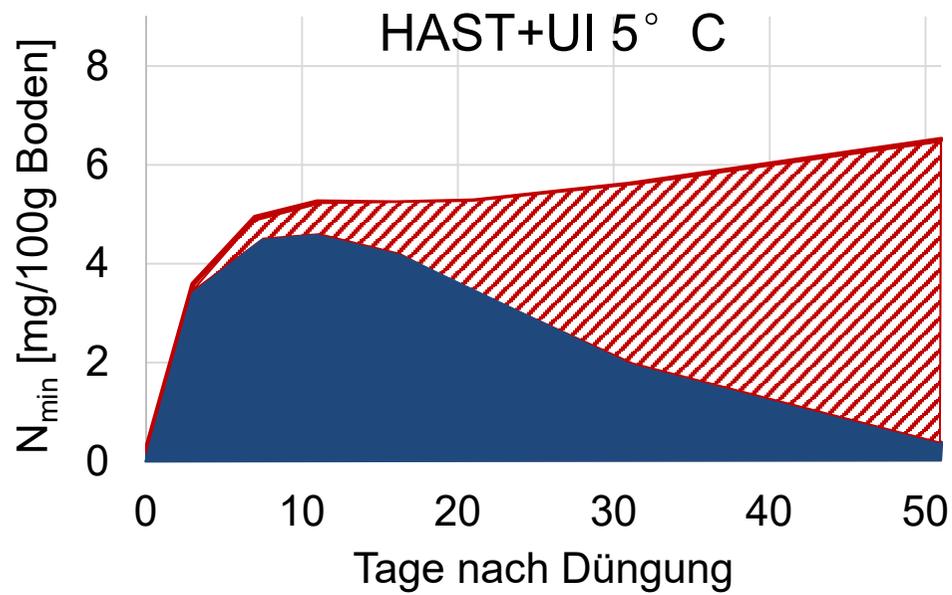
— NH4-N — NO3-N

Entwicklung von N_{min}-gehalten im Boden in Abhängigkeit vom Abstand zur Düngung



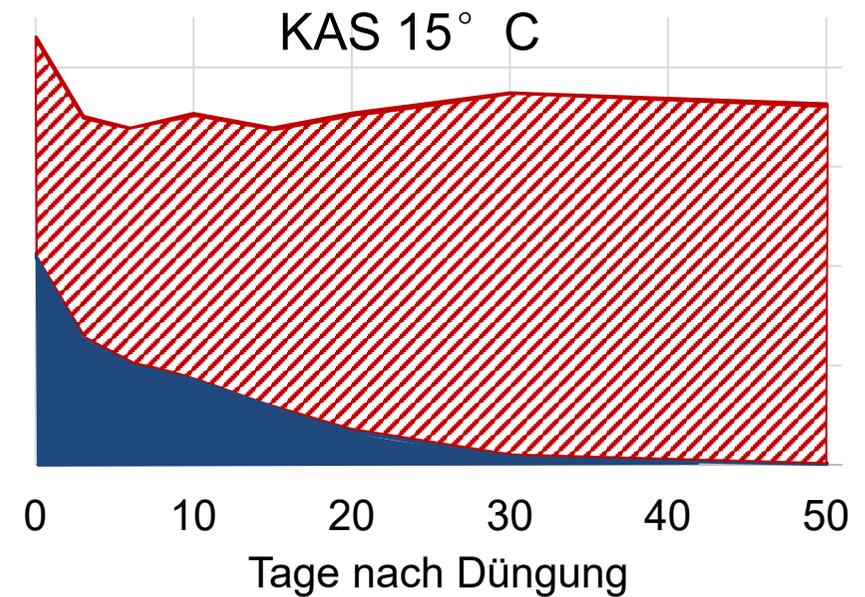
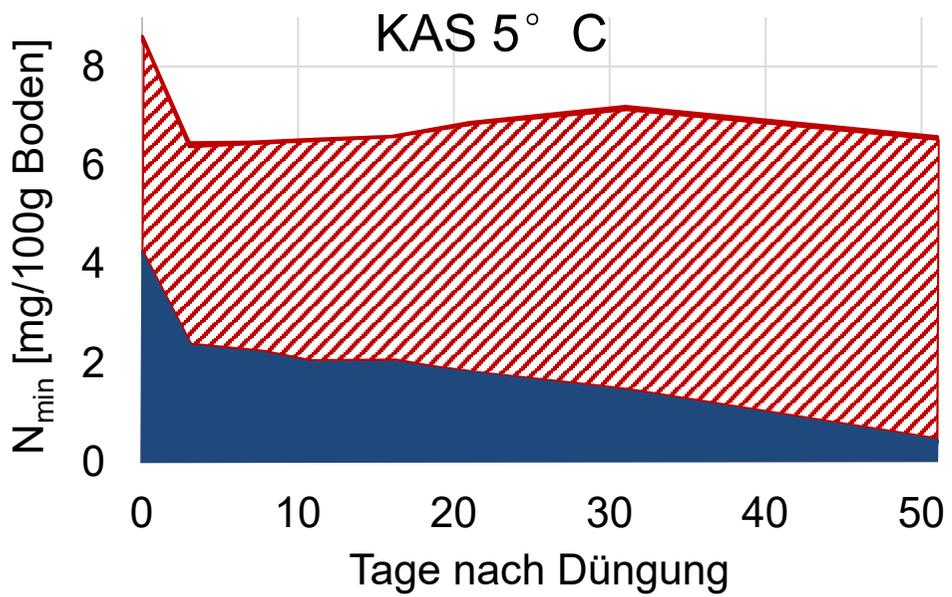
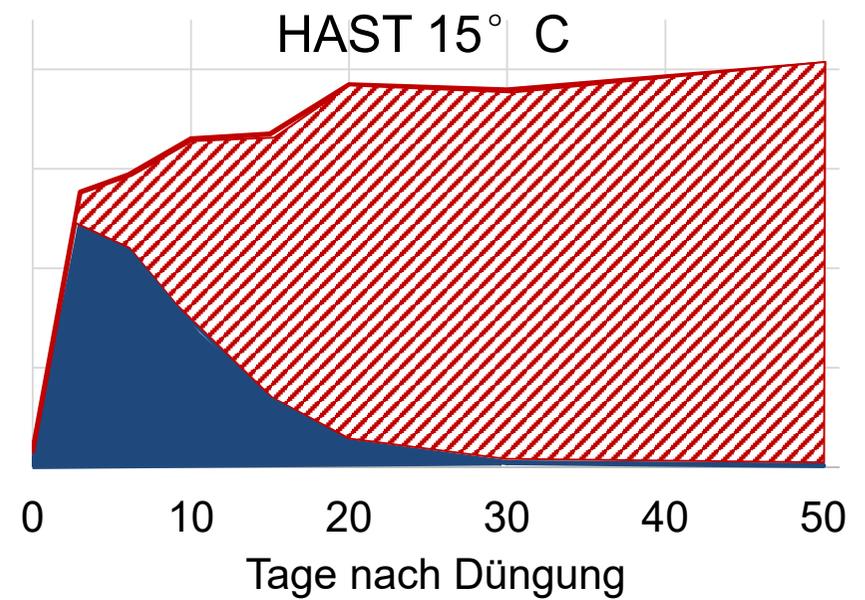
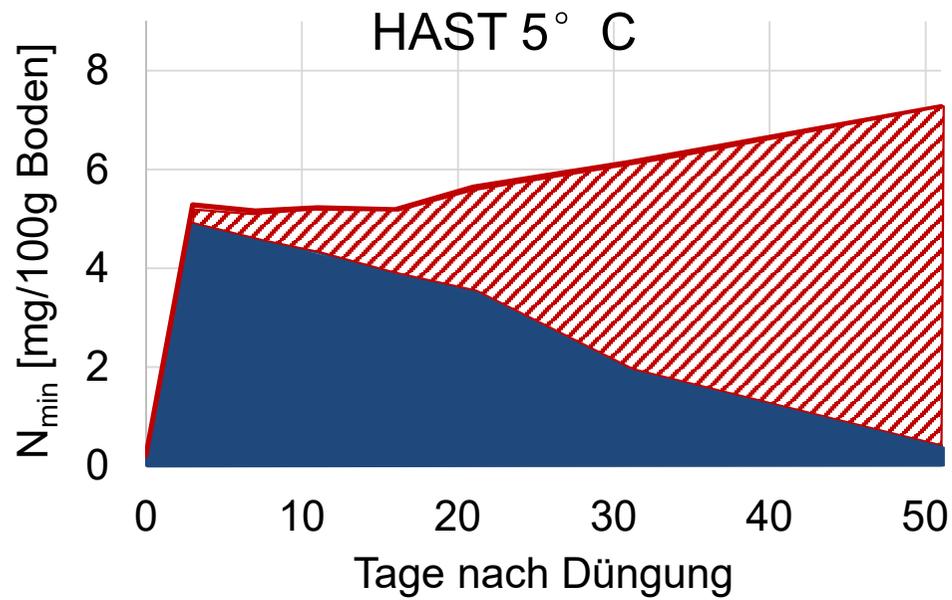
— NH4-N — NO3-N

Entwicklung von N_{min}-Gehalten im Boden in Abhängigkeit vom Abstand zur Düngung



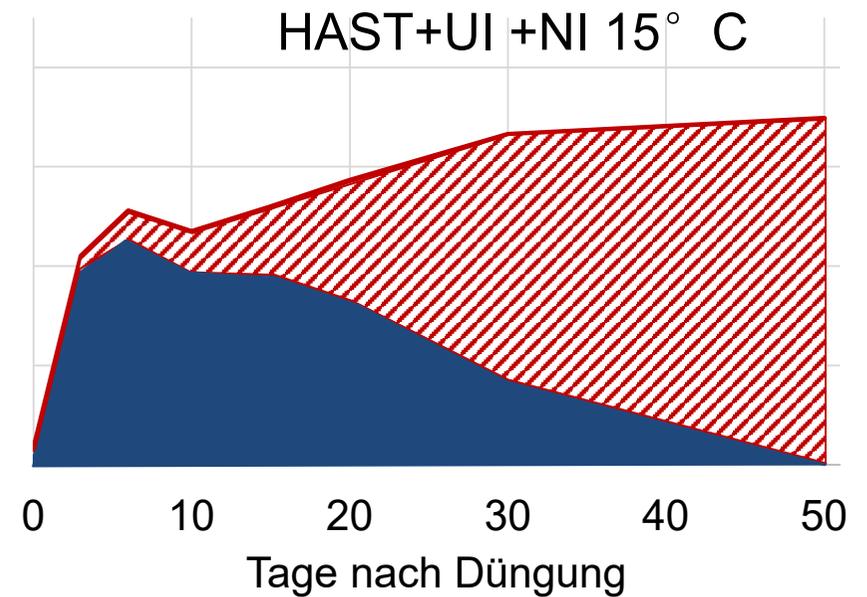
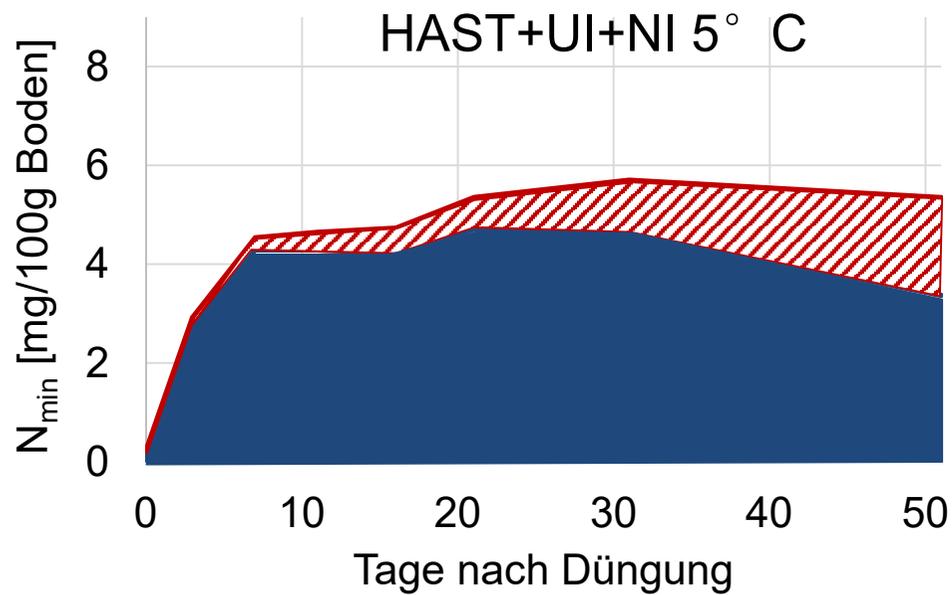
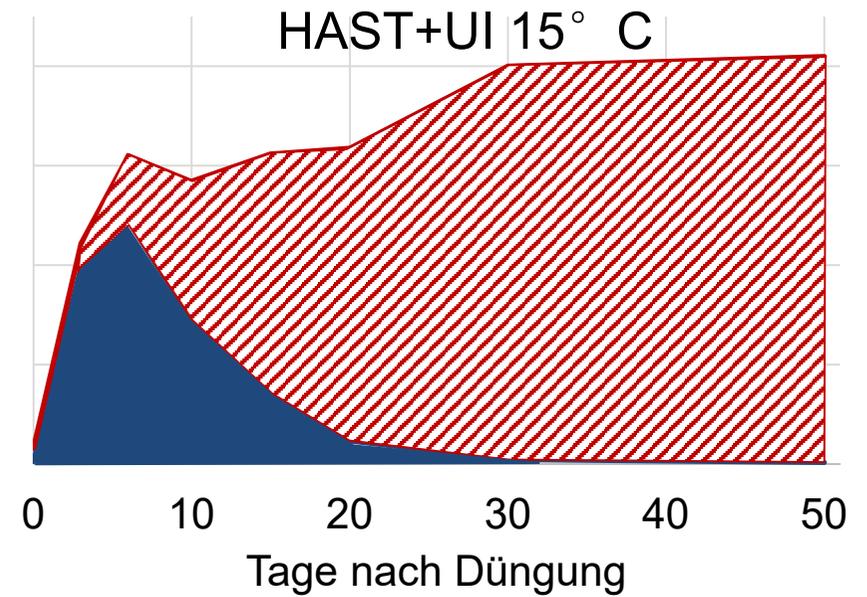
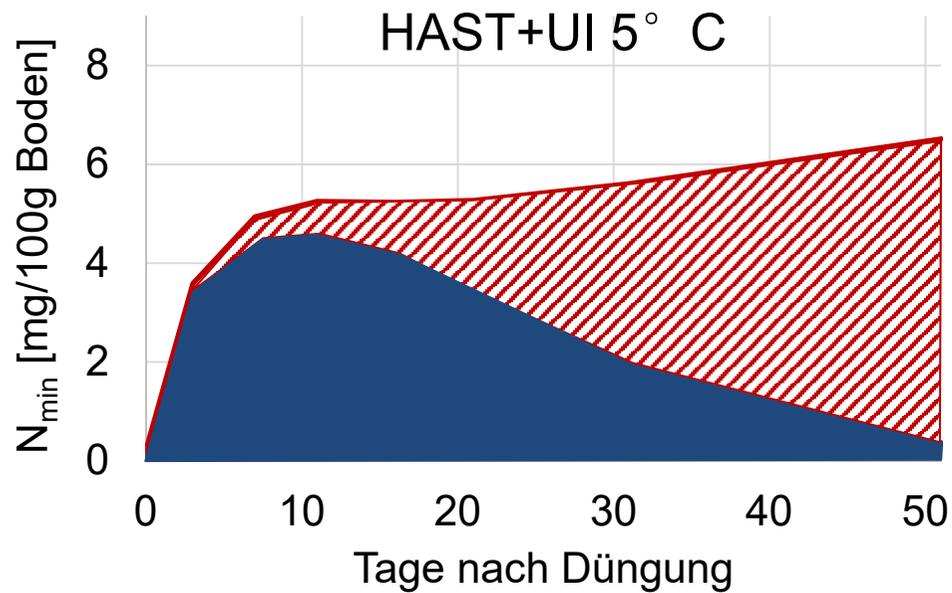
— NH₄-N — NO₃-N

Entwicklung von N_{min}-Gehalten im Boden in Abhängigkeit vom Abstand zur Düngung



— NH_4-N — NO_3-N

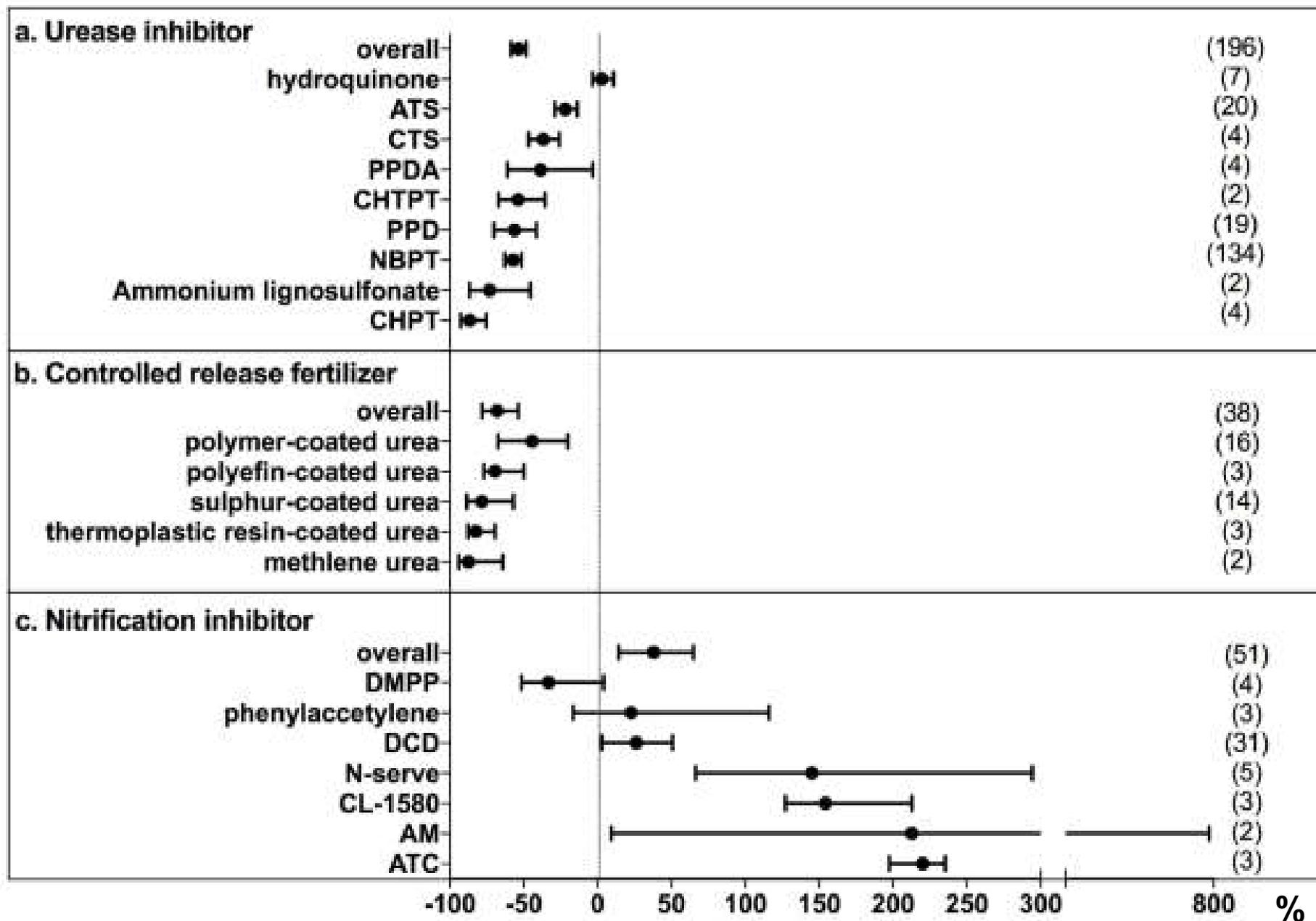
Entwicklung von N_{\min} -Gehalten im Boden in Abhängigkeit vom Abstand zur Düngung



— NH_4-N — NO_3-N

Entwicklung von N_{\min} -Gehalten im Boden in Abhängigkeit vom Abstand zur Düngung

Beeinflussung der Ammoniakemission [Pan et al. 2016]



NH₃-Emissionen

- langsames Einsickern von Harnstoff und NH₄⁺
- Schnelle NH₃-Bildung
- Geringe NH₄⁺-Bindung im Boden
- Verzögerte Nitrifikation
- Oberflächen-Düngung
- Kulturart
- Mulchauflage
- hohe Düngermengen
- hohe Ureaseaktivität des Bodens (Humus)
- geringe Kationenaustauschkapazität (Sand)
- hoher pH-Wert
- trocken/ warm
- hohe Evaporation/ abtrocknend
- Grobkörnige Böden

NO₃⁻-Auswaschung

- NO₃⁻ in der Bodenlösung
- hohe Niederschläge nach Düngung

- Ureaseinhibitoren verzögern die Hydrolyse von Harnstoff und können so NH_3 -Emissionen verringern.
- Im Boden werden Ureaseinhibitoren sehr schnell abgebaut. In der Bodenlösung angekommen, besteht in der Düngewirkung zwischen Harnstoff ohne und mit Ureaseinhibitor kein Unterschied.
- Nitrifikationsinhibitoren verzögern die Umwandlung von NH_4^+ zu NO_3^- und verringern das Risiko von N-Auswaschung. Nitrifikationsinhibitoren wirken im Boden länger als Ureaseinhibitoren.
- Unter ungünstigen Bedingungen (trockener Boden, aufsteigendes Bodenwasser, ...) können Nitrifikationsinhibitoren erhöhte NH_3 -Verluste verursachen.
- Die Wahl der N-Form sollte immer in Abhängigkeit der Standortbedingungen und der zu erwartenden Witterung erfolgen.
- Über den Düngungstermin kann Einfluss auf die witterungsbedingten N-Verluste genommen werden.

- Cantarella, Heitor; Otto, Rafael; Soares, Johnny Rodrigues; Silva, Aijânio Gomes de Brito (2018): Agronomic efficiency of NBPT as a urease inhibitor: A review. In: *Journal of advanced research* 13, S. 19–27.
- Herbst, F.; Gans, Wolfgang (2006): Einfluss eines Urease-Inhibitors bei Harnstoff-Düngung auf den Stickstoff-Umsatz im Boden, die Ammoniak-Verflüchtigung und die Verwertung des Stickstoffs durch Hafer. In: *Pflanzenbauwissenschaften : German journal of agronomy* 10 (1), S. 37–43.
- Pan, Baobao; Lam, Shu Kee; Mosier, Arvin; Luo, Yiqi; Chen, Deli (2016): Ammonia volatilization from synthetic fertilizers and its mitigation strategies: A global synthesis. In: *Agriculture, Ecosystems & Environment* 232, S. 283–289. DOI: 10.1016/j.agee.2016.08.019.
- Rawluk, C. D. L.; Grant, C. A.; Racz, G. J. (2001): Ammonia volatilization from soils fertilized with urea and varying rates of urease inhibitor NBPT. In: *Can. J. Soil. Sci.* 81 (2), S. 239–246. DOI: 10.4141/S00-052.
- Silva, Aijânio G. B.; Sequeira, Cleiton H.; Sermarini, Renata A.; Otto, Rafael (2017): Urease Inhibitor NBPT on Ammonia Volatilization and Crop Productivity: A Meta-Analysis. In: *Agronomy Journal* 109 (1), S. 1. DOI: 10.2134/agronj2016.04.0200.