
Nitrifikations- und Ureasehemmer (Fokus: Ökotoxikologie)



Fraunhofer
IME

Kerstin Hund-Rinke

Dessau, 27. – 28. September 2021

Regulation von Stoffen

- Je nach Verwendung eines Stoffes - verschiedene gesetzliche Regelwerke.

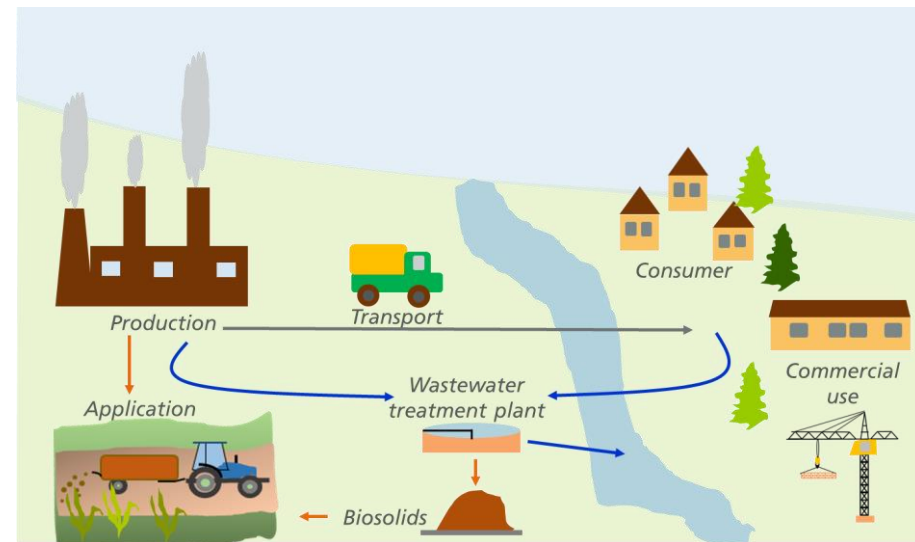
- **Allgemeinchemikalien – Regelung nach REACH**

➔ ihr Vorkommen in der Umwelt ist die Folge ihrer Verwendung in anderen Bereichen; kein gezielter Eintrag in die Umwelt.

- **Substanzen**, die hinsichtlich einer **bestimmten Wirkung** hergestellt wurden, **gezielter Einsatz** (z.B. Pflanzenschutzmittel, Biozide - Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 und PflSchG).

- Betrachtung der Umweltwirkungen
→ negative Auswirkungen vermeiden.

- Einsatzbereich / Anwendungsart bei Untersuchungsstrategie berücksichtigt. Betrachtung von **Bodenorganismen** bei **REACH** nur bei **höheren jährlichen Tonnagemengen**.



Regulation von Stoffen

■ Nitrifikations- und Ureasehemmer – Regelung in DüMV:

■ Zugabe zu Düngemitteln

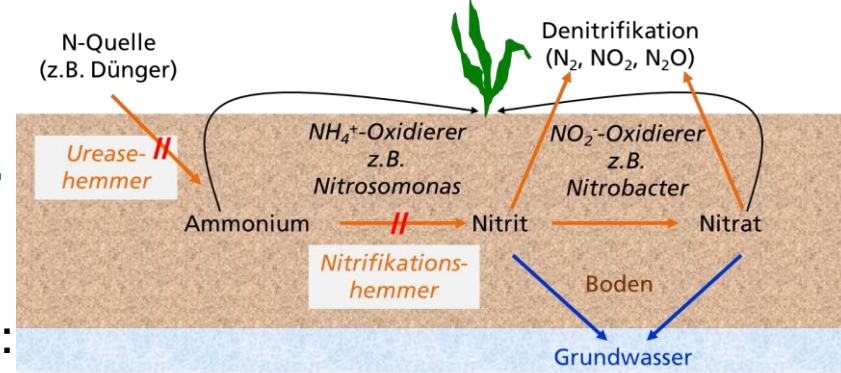
Mindestanteil in %, bezogen auf den Gesamtgehalt an Ammonium-, Carbamid- und Cyanamidstickstoff in Abhängigkeit der Substanz / des Substanzgemisches.

■ Fokus bei Regelung auf Hemmwirkung

- Reduktion der N-Austräge in Grundwasser und Atmosphäre
- Längere Verfügbarkeit von N für Pflanzen

■ Umweltschutz durch Düngegesetz:

keine Schädigung von Menschen und Tieren sowie Gefährdung des Naturhaushalts.



Regulation von Stoffen

■ Nitrifikations- und Ureasehemmer – Regelung in DüMV:

■ Zugabe zu Düngemitteln

Mindestanteil in %, bezogen auf den Gesamtgehalt an Ammonium-, Carbamid- und Cyanamidstickstoff in Abhängigkeit der Substanz / des Substanzgemisches.

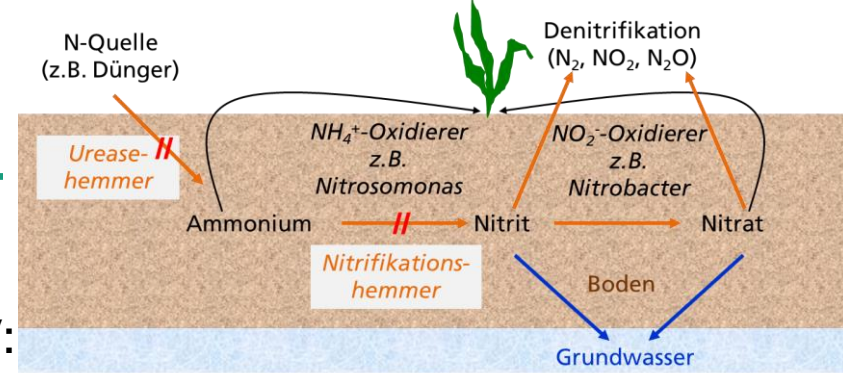
■ Fokus bei Regelung auf Hemmwirkung

- Reduktion der N-Austräge in Grundwasser und Atmosphäre
- Längere Verfügbarkeit von N für Pflanzen

■ Umweltschutz durch Düngegesetz:

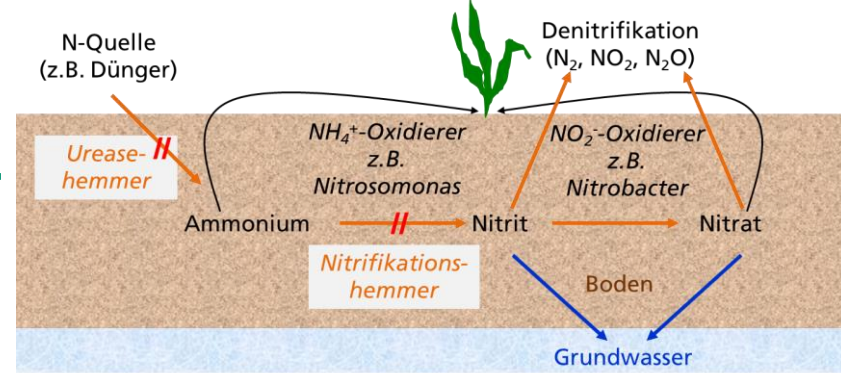
keine Schädigung von Menschen und Tieren sowie Gefährdung des Naturhaushalts.

■ Systematische Berücksichtigung der Umweltauswirkungen bei neu in DüMV aufzunehmende Düngemittel incl. der Nebenbestandteile seit ~15 Jahren (WBD; in Anlehnung an PSM, Allgemieinchemikalien). Viele Düngemittel mit NI / UI vor diesem Zeitpunkt in DüMV aufgenommen.



Regulation von Stoffen

- Nitrifikations- und Ureasehemmer –
Regelung in EU:
- Regelungen nach noch geltender Verordnung (EG) 2003/2003 prinzipiell
vergleichbar mit nationaler Düngemittelverordnung
- Neue EU-Düngemittelverordnung (ab 16.07.2022): Anforderung an
Hemmstoffe:
 - Vorgaben an Wirksamkeit, allgemeine Risikoklausel
 - Anforderungen nach REACH (Anhang VI, VII und VIII,
Stoffsicherheitsbericht nach Art. 14 für die Anwendung als
Düngemittelprodukt)
 - Hersteller muss Bewertung von einer akkreditierten
Konformitätsbewertungsstelle vornehmen lassen



Publikationen zu NI / UI (Auswahl)

Aussagen zum Umweltverhalten

- DVGW (2014): Studie zur Bedeutung von Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren für die Roh- und Trinkwasserbeschaffenheit in Deutschland.
 - Mobilität und Persistenz → Verlagerung aus Boden heraus
 - Auftreten in Oberflächenwasser nicht auszuschließen.

- NLWKN (2019): Untersuchungen zum Vorkommen von Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren in niedersächsischen Oberflächengewässern.
 - großflächig vorhandene Verbreitung einiger Nitrifikationshemmstoffe in niedersächsischen Oberflächengewässern
 - ➔ Aufnahme von Nitrifikationshemmern seit 2020 in das landesweite Grundwassermonitoringprogramm.

Publikationen zu NI / UI (Auswahl)

Aussagen zur Ökotoxikologie

(aus „Steckbrief der NI und UI, erarbeitet in INHIBIT)

DCD, Triazol, 3-MP, DMPP, MPA, DMPSA, Nitrapyrin, NBPT, NPPT, 2-NPT

PNEC: predicted non effect concentration

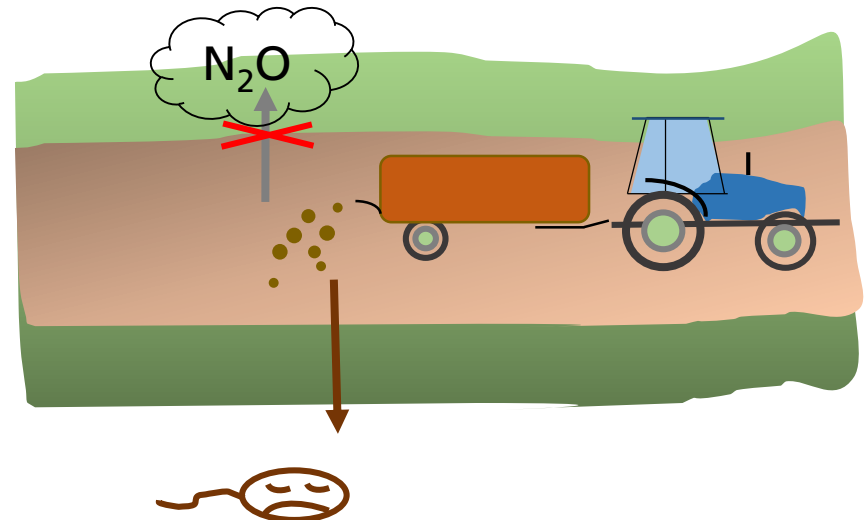
Substanzklasse	PNEC Wasser [mg/L]	PNEC Sediment [mg/kg]	PNEC Boden [mg/kg]
NI (7 Substanzen)	0,01 – 2,5	0,51 – 5,83	0,01 - 10
UI (3 Substanzen)	0,05 – 0,28	0,8 – 1,51	0,01 – 0,94

➔ Deutliche Unterschiede zwischen verschiedenen Substanzen
aber: Informationen limitiert

- eingeschränkte Auswahl an Testorganismen
- Organismen / Endpunkte für Wirkmechanismus geeignet?

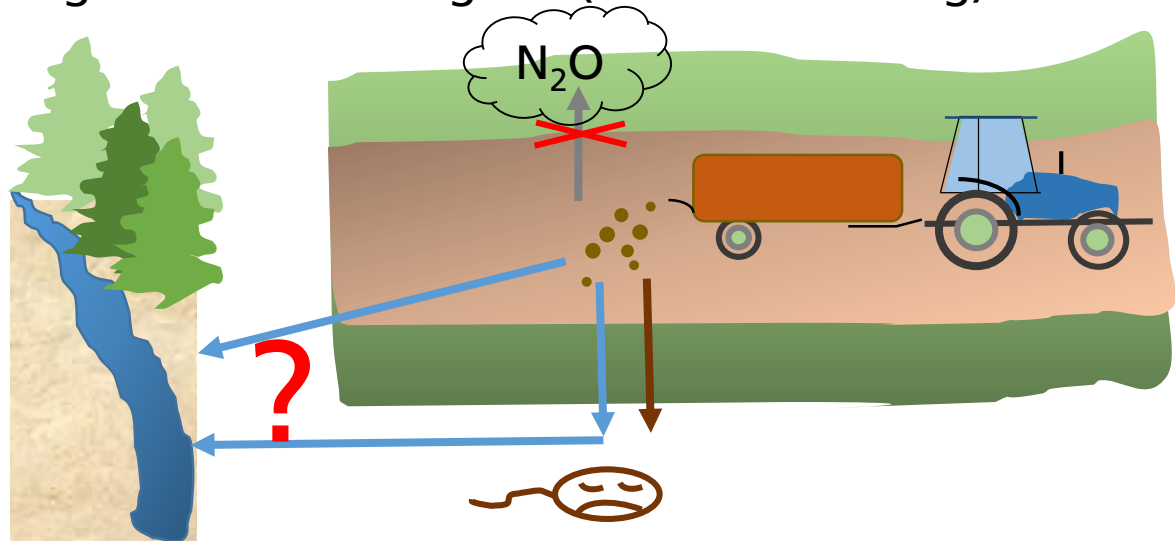
Publikationen zu NI / UI (Auswahl)

- RESCUE Studie 36/2019 (Umweltbundesamt) - Nitrifikationshemmer
 - Einsatz aus Klimasicht positiv zu bewerten.



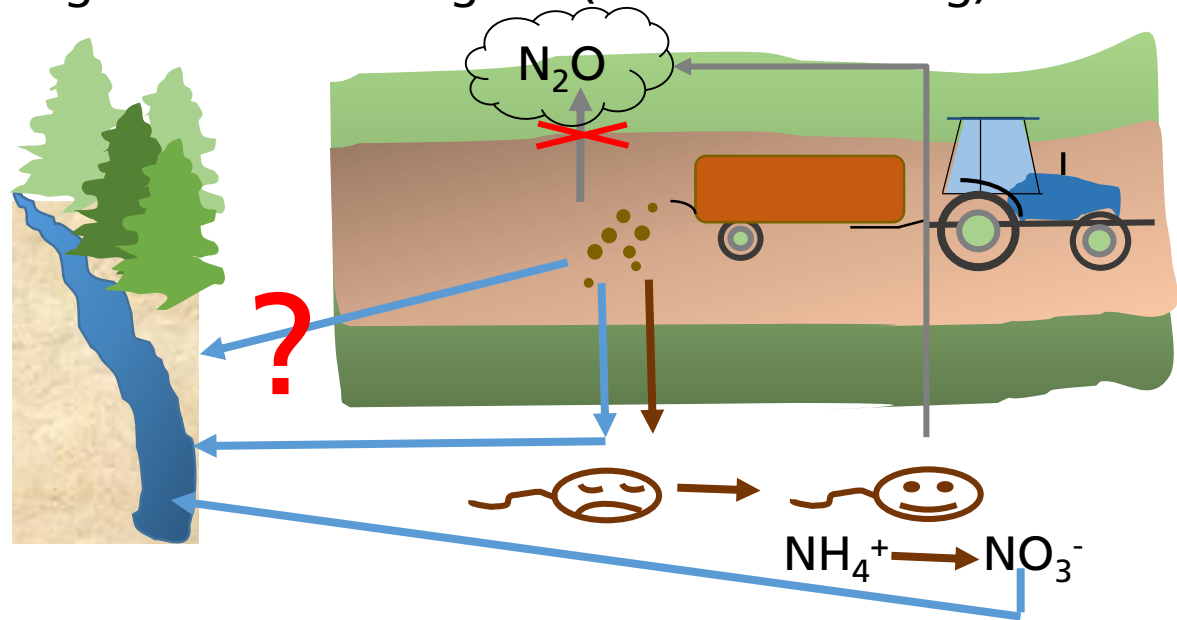
Publikationen zu NI / UI (Auswahl)

- RESCUE Studie 36/2019 (Umweltbundesamt) - Nitrifikationshemmer
 - Einsatz aus Klimasicht positiv zu bewerten.
 - Unsicherheiten in Bezug auf
 - Umweltauswirkung (z. B. Gewässer und Gewässerqualität)
 - Minderungswirkung und Dauerhaftigkeit (Resistenzbildung).

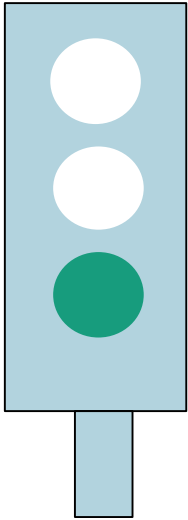


Publikationen zu NI / UI (Auswahl)

- RESCUE Studie 36/2019 (Umweltbundesamt) - Nitrifikationshemmer
 - Einsatz aus Klimasicht positiv zu bewerten.
 - Unsicherheiten in Bezug auf
 - Umweltauswirkung (z. B. Gewässer und Gewässerqualität)
 - Minderungswirkung und Dauerhaftigkeit (Resistenzbildung).



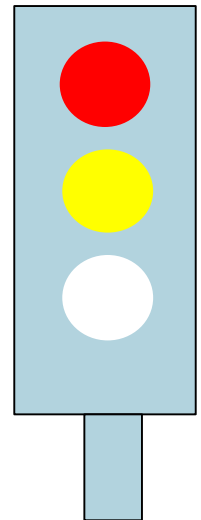
Fazit: Nitrifikations-/Ureasehemmer - Umwelt



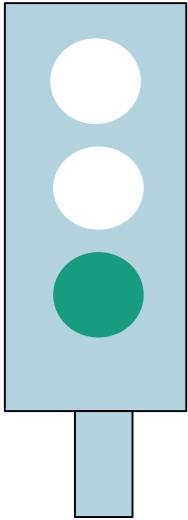
■ Klimaschutz

Aber:

- Mobilität und Persistenz nachgewiesen
- Beurteilung der ökotoxikologischen Wirkung limitiert (eingeschränktes Untersuchungsspektrum)



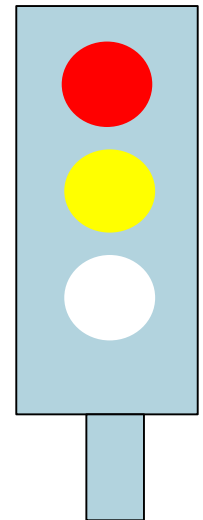
Fazit: Nitrifikations-/Ureasehemmer - Umwelt



- Schaffung einer ökotoxikologisch begründeten Bewertungsgrundlage (Oberflächengewässer, Boden)
 - Testsysteme / Testdesign
- Risikoabschätzung
(= Umweltkonz. / Wirkung); ggfs. Minderungsstrategie
- Festlegung von Schwellenwerten
- Bewertung auch von „Altstoffen“



- Mobilität und Persistenz nachgewiesen
- Beurteilung der ökotoxikologischen Wirkung limitiert (eingeschränktes Untersuchungsspektrum)



Ausblick

Ökotoxikologisch begründeten Bewertungsgrundlage (I)

■ Testdesign

- Freiland

- Laborversuche

✓ Standardisierbarkeit und Vergleichbarkeit

Ausblick

Ökotoxikologisch begründeten Bewertungsgrundlage (II)

■ Testsysteme

repräsentative Testorganismen (OECD-Richtlinien)

■ Einsatz in Boden – **Terrestrische Testsysteme**

Reproduktionstest mit Enchytraea, Regenwürmern, Collembolen (OECD 220, 222, 232)

■ Pflanzenwachstumstest (OECD 208)

■ Hohe Mobilität (Verlagerung aus Boden) – **Aquatische Testsysteme**

■ Chronische Tests mit Algen und Daphnien (OECD 201, 211)

■ Fische (z.B. FET OECD 236, 210)

➔ Welche sind geeignet?

➔ Andere Organismen / Endpunkte aufgrund von Wirkmechanismus?

Urease enthalten in

vielen Bakterien, Pilzen, **Algen, Pflanzen und einigen Invertebraten**

Ausblick

Ökotoxikologisch begründeten Bewertungsgrundlage (III)

Sonderfall Zielgruppe Mikroorganismen: Muss Wirkung untersucht werden?

- Mikroorganismen-Test: C-, N-Transformation (OECD 216, 217)
 - Eignung der Testsysteme generell in Diskussion
 - Aktuelles UBA-Forschungsprojekt: *„Identifikation aussagekräftiger Endpunkte für Mikroorganismen unter freilandrelevanten Pestizid-, Biozid- und Arzneimittelbelastungen“* (incl. Resistenzbildung)
- Unterschied ob Nitrifikations- oder Ureasehemmer erwartet
 - Nitrifikationshemmer - Nitrifikanten nur kleine, aber diverse Gruppe der Gesamtpopulation (Bakterien, Archaeobakterien, Pilze: unterschiedlichen Stoffwechsel und unterschiedliche Ansprüche an Umgebung, z.B. pH – nicht gleichermaßen aktiv)
 - kein Einfluss auf Aktivität von mikrobieller Gesamtpopulation zu erwarten
 - Ureasehemmer - Urease in vielen Bakterien und Pilzen vertreten
 - Einfluss auf Aktivität von Gesamtpopulation nicht auszuschließen

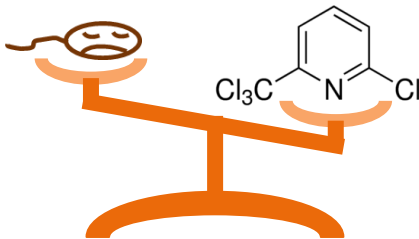
Ausblick

Ökotoxikologisch begründeten Bewertungsgrundlage (IV)

■ Testkonzentrationen

- PSM: Einsatzkonzentration + höhere Testkonzentration
- Allgemeinchemikalien: Konzentrationsreihen
 - NOEC / ECx-Werte (Konzentrationen, die x % Effekt hervorrufen)
 - Berechnung eines PNEC (Konzentration, die keine Wirkung hervorruft, unter Berücksichtigung von Sicherheitsfaktoren) oder Art-Empfindlichkeitsverteilung

✓ Zu bevorzugen, wenn ein Inhibitor in der Praxis in unterschiedlichen Konzentrationen verwendet wird.



Erweiterung der Wissensbasis für fundierte Entscheidungen: Systematische Laborversuche

1. Auswahl von unterschiedlichen Inhibitoren
(unterschiedliche Wirkweisen; Wirkstoffe und Formulierungen)

2. Testung

Terrestrische Tests

*Sandige Böden nach Richtlinie
(geringe Sorption, „worst-case“)*

- Breite Palette an Testorganismen; evt. alternative Testsysteme / Endpunkte
- Konzentrationsreihen

Aquatische Tests

3a. Auswahl geeigneter
Testorganismen / Endpunkte
*Standardauswahl oder Anpassung
aufgrund spezifischer Wirkung*

*Festlegung einer angepassten
Testbatterie*

→ *Kostenoptimierung*

3b. Risikoabschätzung
*Berechnung von PNEC-Werten,
Vergleich mit Umweltkonzentrationen
(simuliert, modelliert, gemessen
Hinweis, dass Eintrag nicht nur durch
Landwirtschaft)*

Umweltgefährdung gegeben?

→ *ggfs. weitere Untersuchungen,*

3c. Ableitung von Schwellenwerten – Unabhängig von Nutzung

