

---

# Nitrifikations- und Ureasehemmer (Fokus: Ökotoxikologie)

---

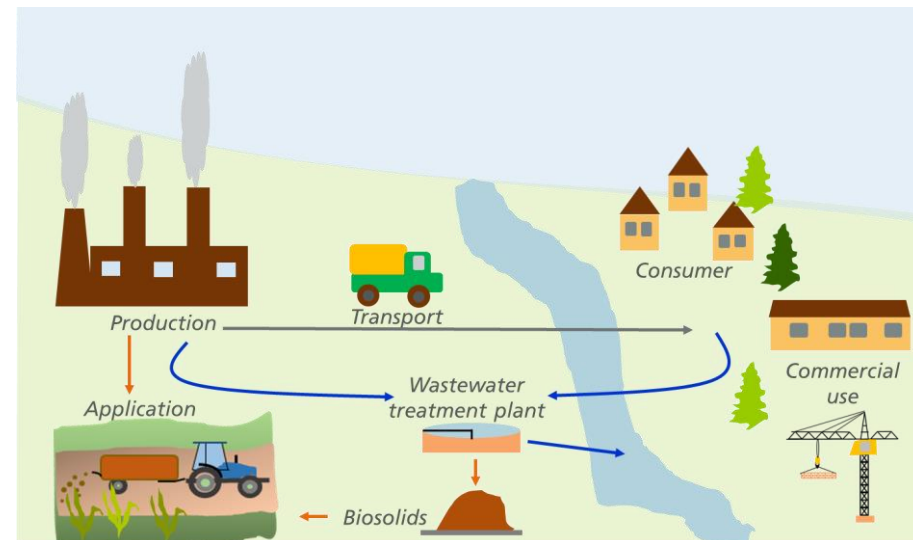


Kerstin Hund-Rinke

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

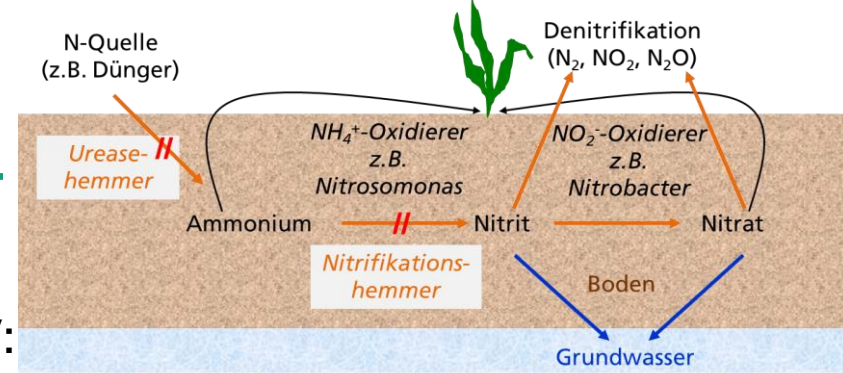
*Mindestanteil in %, bezogen auf den Gesamtgehalt an Ammonium-, Carbamid- und Cyanamidstickstoff in Abhängigkeit der Substanz / des Substanzgemisches.*

### ■ 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.*

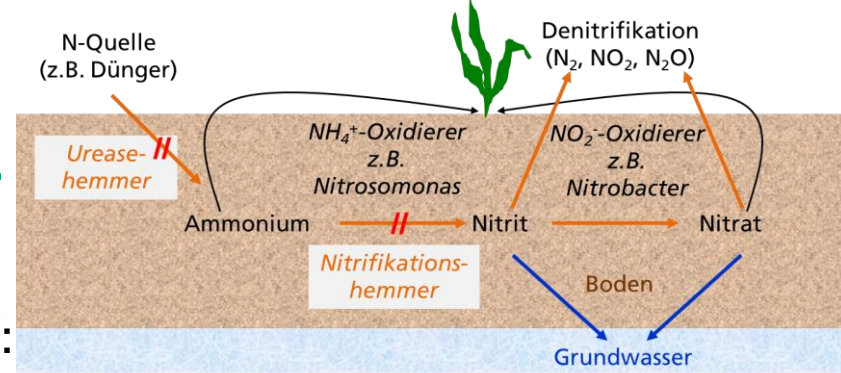
### ■ Fokus bei Regelung auf Hemmwirkung

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

### ■ Umweltschutz durch Düngegesetz:

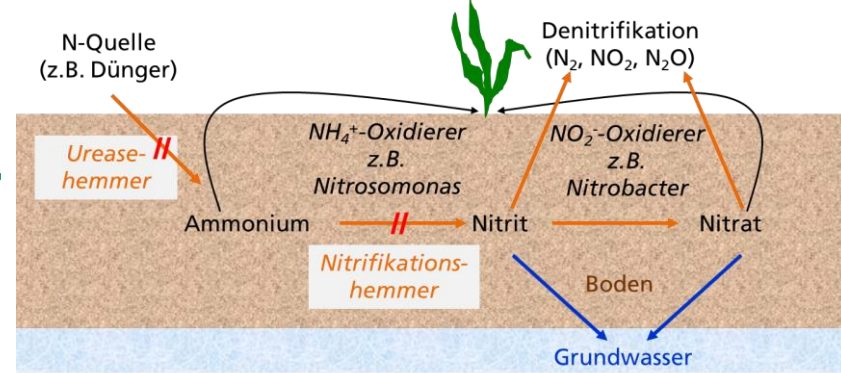
keine Schädigung von Menschen und Tieren sowie Gefährdung des Naturhaushalts.

### ■ Systematische Berücksichtigung der Umweltauswirkungen bei neu in DüMV aufzunehmende Düngemittel incl. der Nebenbestandteile seit ~15 Jahren (WBD; in Anlehnung an PSM, Allgemeinchemikalien). 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

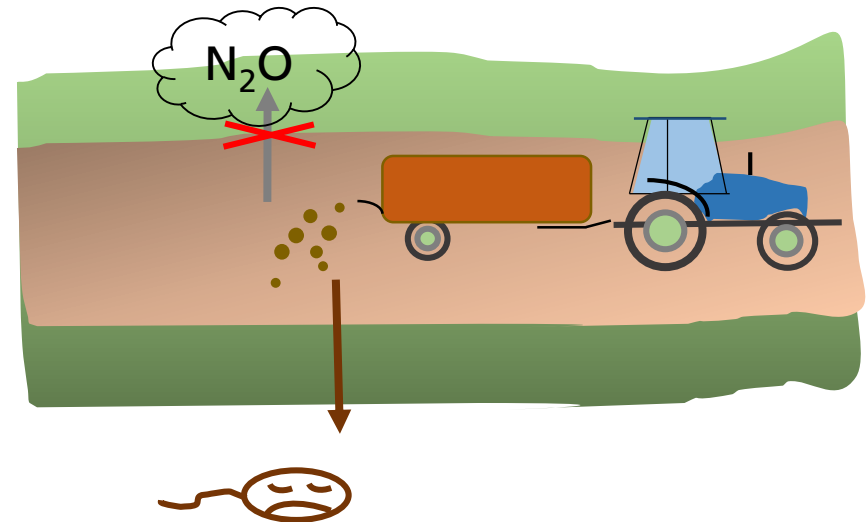
➔ Deutliche Unterschiede zwischen verschiedenen Substanzen  
aber: Informationen limitiert

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

# Publikationen zu NI / UI (Auswahl)

---

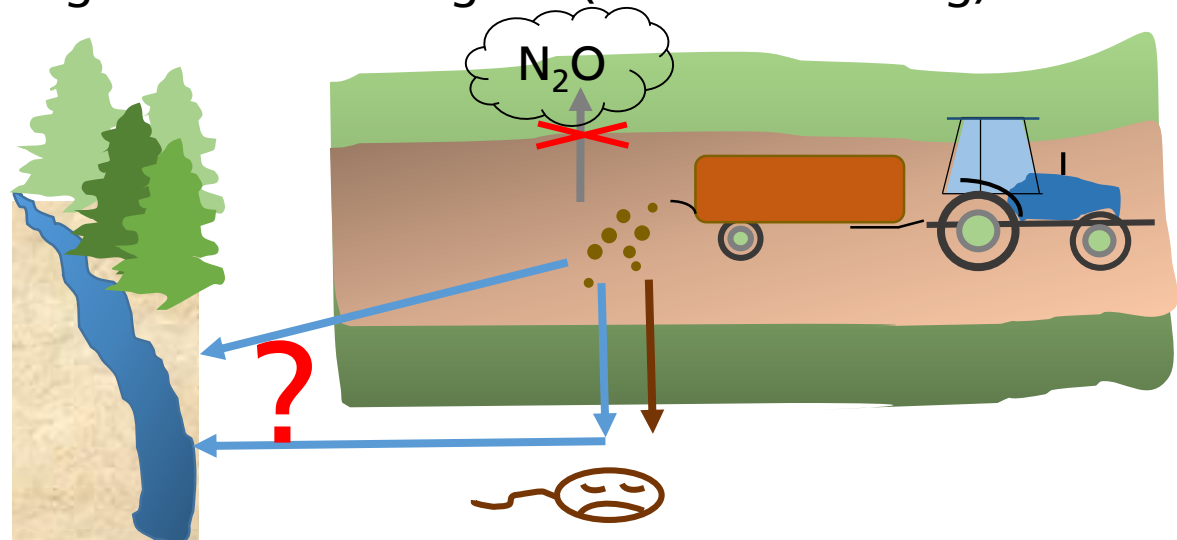
- RESCUE Studie 36/2019 (Umweltbundesamt) - Nitrifikationshemmer
  - Einsatz aus Klimasicht positiv zu bewerten.





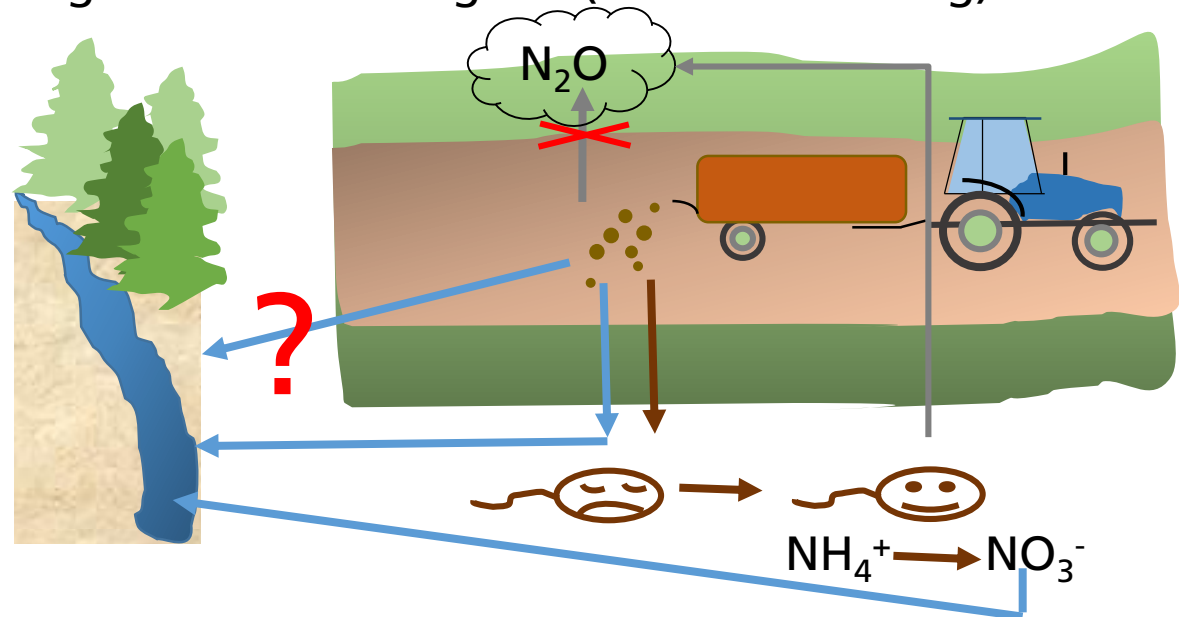
# Publikationen zu NI / UI (Auswahl)

- 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).



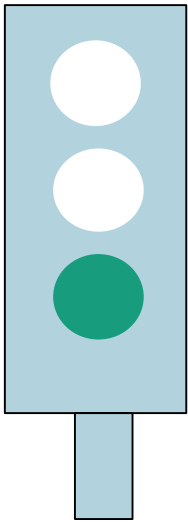
# Publikationen zu NI / UI (Auswahl)

- 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

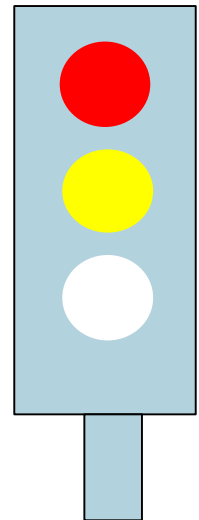
---



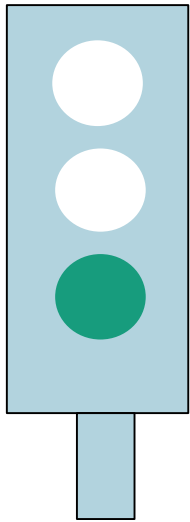
- Klimaschutz

Aber:

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



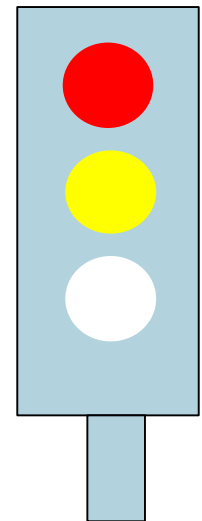
# Fazit: Nitrifikations-/Ureasehemmer - Umwelt



- 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

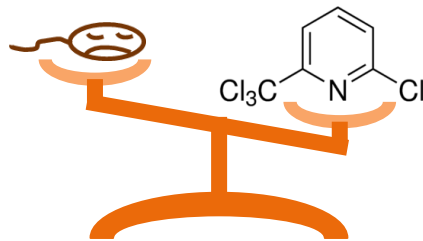
■ PSM: Einsatzkonzentration + höhere Testkonzentration

■ Allgemeinchemikalien: Konzentrationsreihen

→ NOEC / EC<sub>x</sub>-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

