

TEXTE

41/2023

**Abschlussbericht**

# Fachtagung zur Umweltbewertung von Düngemittelzusatzstoffen

**Ausgangslage, Datengrundlagen, Methoden und  
Risikoregulierung**

**von:**

Ursula Karges, Dr. Christine Kübeck, Dr. Tim aus der Beek  
IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, Mülheim an der Ruhr

Theresa Seith, Dr. Richard Beisecker  
Ingenieurbüro für Ökologie und Landwirtschaft (IfÖL) GmbH, Kassel

**Herausgeber:**

Umweltbundesamt



TEXTE 41/2023

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt,  
Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3720 64 413 0

FB000983

Abschlussbericht

## **Fachtagung zur Umweltbewertung von Düngemittelzusatzstoffen**

Ausgangslage, Datengrundlagen, Methoden und  
Risikoregulierung

von

Ursula Karges, Dr. Christine Kübeck, Dr. Tim aus der Beek  
IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung  
gGmbH, Mülheim an der Ruhr

Theresa Seith, Dr. Richard Beisecker  
Ingenieurbüro für Ökologie und Landwirtschaft (IfÖL) GmbH,  
Kassel

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

## Impressum

### Herausgeber

Umweltbundesamt  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
Fax: +49 340-2103-2285  
[buergerservice@uba.de](mailto:buergerservice@uba.de)  
Internet: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

[facebook/umweltbundesamt.de](https://facebook.com/umweltbundesamt.de)  
[twitter/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

### Durchführung der Studie:

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH  
Moritzstr. 26  
45476 Mülheim a. d. Ruhr  
Ingenieurbüro für Ökologie und Landwirtschaft (IfÖL) GmbH  
Windhäuser Weg 8  
34123 Kassel

### Abschlussdatum:

Oktober 2022

### Redaktion:

Gesamtfachgebiet IV 1.3 Pflanzenschutzmittel  
Gesa Amelung und Lisa Noll PhD

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, März 2023

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

**Kurzbeschreibung: Fachtagung zur Umweltbewertung von Düngemittelzusatzstoffen: Ausgangslage, Datengrundlagen, Methoden und Risikoregulierung**

Änderungen im Düngerecht auf nationaler und europäischer Ebene rücken Düngemittelzusatzstoffe (DMZ) und Biostimulanzien verstärkt in den Fokus von Anwendern\*Anwenderinnen, Herstellern und Kontrollinstanzen. Die zunehmende Anzahl an Umweltfunden einzelner Stickstoffinhibitoren in Oberflächengewässern und mögliche Konflikte im regulatorischen Bereich, insbesondere für Biostimulanzien, waren Anlass, das Umweltverhalten und die Regulierung von Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren (NI und UI) sowie von Biostimulanzien vertiefend zu thematisieren und zu bewerten. Um die in diesen Bereichen bestehenden Kenntnislücken im Austausch mit relevanten Akteuren zu identifizieren und möglichen Handlungsbedarf sowie erste Lösungsansätze aufzuzeigen, veranstaltete das Umweltbundesamt im September 2021 eine Fachtagung zur Umweltbewertung von Düngemittelzusatzstoffen (Schwerpunkt NI/UI) und Biostimulanzien. Die Fachtagung wurde mit 60 eingeladenen Experten\*Expertinnen und weiteren 20 Zuhörern\*Zuhörerinnen vom Umweltbundesamt durchgeführt. Ziel der Veranstaltung war es, ein gemeinsames Verständnis zwischen den einzelnen Akteuren\*Akteurinnen zu schaffen und einen ersten Austausch über umweltfachliche und regulatorische Fragestellungen zu ermöglichen. Der vorliegende Bericht fasst die Erkenntnisse aus den Vorträgen, Diskussionen und Umfragen zusammen. Zu den Tagungsergebnissen zählen unter anderem: Der noch defizitäre Kenntnisstand und die Notwendigkeit der sicheren Zuordnung der Umwelteinträge von NI und UI zu Düngeanwendungen oder anderen Quellen, die als ein dringendes Handlungsfeld identifiziert wurde. Für die Inhibitoren und für Biostimulanzien wurde zudem Verbesserungsbedarf in der Transparenz des Zulassungsprozesses und der Einsatzszenarien formuliert. Erste konkrete Vorschläge für eine erweiterte, tonnageunabhängige ökotoxikologische Bewertungsgrundlage und für die Ableitung geeigneter Schwellenwerte wurden vorgestellt.

**Abstract: Symposium on the environmental assessment of fertiliser additives: Current situation, database, methods and regulatory risk management**

Amendments in fertiliser legislation at national and European level are increasingly drawing the attention of users, manufacturers and authorities on fertiliser additives and biostimulants. The increasing number of positive detections of certain nitrogen inhibitors in surface waters and possible conflicts in the regulatory field, especially for biostimulants, prompted a more in-depth discussion and assessment of the environmental behaviour and regulation of nitrification and urease inhibitors (NI and UI) as well as biostimulants. In order to identify the existing knowledge gaps prevailing in these areas in exchange with relevant stakeholders and to point out possible needs for action as well as initial approaches to solutions, the German Environment Agency hosted a symposium on the environmental assessment of fertiliser additives (focus on NI/UI) and biostimulants in September 2021. The conference was attended by 60 invited experts and a further 20 listeners from the German Environment Agency. The aim of the event was to create a common understanding between the individual stakeholders and to enable an initial exchange on environmental and regulatory issues. The present report summarises the results of the presentations, discussions and surveys. Based on these findings, next steps towards an improved environmental assessment and regulation of the use of fertilizer additives and biostimulants in Germany can be initiated. The conference results include: The currently insufficient level of knowledge and the necessity for reliable correlation of environmental emissions of NI and UI with fertiliser applications or other sources, which was identified as an urgent priority to be addressed. Improvements in the transparency of the approval procedure as well as in application scenarios were also suggested for inhibitors and biostimulants. The dependency of the authorisation requirements on tonnage was discussed and first concrete

proposals for an extended, tonnage-independent assessment framework for ecotoxicology and the deduction of suitable threshold values were presented.

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	9
Tabellenverzeichnis.....	9
Abkürzungsverzeichnis.....	10
Zusammenfassung.....	11
Summary.....	14
1 Einleitung.....	17
1.1 Ziel des Projekts.....	18
1.2 Themenwahl.....	18
1.3 Teilnehmerkreis und Referentenauswahl.....	18
1.3.1 Tagungsprogramm.....	19
2 Literaturrecherche.....	21
2.1 Hintergrund und rechtliche Einordnung der Düngemittelzusatzstoffe.....	21
2.2 Zulassung und Regulierung von DMZ.....	23
2.2.1 Zulassung auf EU-Ebene.....	23
2.2.2 Zulassung bestehender Düngemitteltypen auf nationaler Ebene.....	24
2.2.3 Zulassung neuer Düngemitteltypen.....	24
2.2.4 Unterscheidung von Pflanzenschutzmitteln und Düngemitteln im nationalen Recht.....	25
2.3 Schwerpunkt Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren.....	25
2.3.1 Definitionen, Einsatz und Wirkweise.....	26
2.3.2 Zugelassene Wirkstoffe.....	27
2.3.3 Umweltwirkung.....	28
2.4 Schwerpunkt Biostimulanzien.....	31
2.4.1 Definitionen.....	31
2.4.2 Klassifikationen der Biostimulanzien.....	31
2.4.3 Einsatz in der Landwirtschaft und Wirkweise.....	32
2.4.4 Umweltrisiken.....	32
3 Ergebnisse der Tagung.....	34
3.1 Zusammenfassung der Vorträge.....	34
3.2 Diskussionsrunden, Umfrageergebnisse.....	39
3.2.1 Ergebnisse der Diskussionsrunden.....	39
3.2.2 Ergebnisse der Umfragen.....	42
4 Fazit.....	45
5 Quellenverzeichnis.....	47

6	Verzeichnis der Rechtsgrundlagen .....	51
A	Anhang .....	52
A.1	Programm der Fachtagung .....	52



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schema zur rechtlichen Einordnung der Stoffgruppen von DMZ. Rot hervorgehoben sind die Stoffgruppen, die schwerpunktmäßig auf der Fachtagung behandelt werden, die orange und gelb eingefärbten Kästen beinhalten Stoffgruppen der DMZ.....	22
Abbildung 2: Relevante Institutionen und Regelwerke des Zulassungsprozesses und der Regulierung von Düngemitteln beziehungsweise Düngemittelzusatzstoffen .....	23
Abbildung 3: Wirkungsweise von Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren. ....	27
Abbildung 4: Ergebnisse der Umfragen.....	43

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Überblick über die nach den Verordnungen auf EU-Ebene sowie der nationalen DüMV (2019) zugelassenen NUI.....	28
---	----

## Abkürzungsverzeichnis

<b>2-NPT</b>	N-(2 Nitrophenyl)phosphorsäuretriamid
<b>3-MP</b>	3-Methylpyrazol
<b>BMEL</b>	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
<b>BMUV</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
<b>DCD</b>	Dicyandiamid
<b>DMPP</b>	3,4-Dimethylpyrazolphosphat
<b>DMPSA</b>	2-(3,4-Dimethyl-1H-pyrazol-1-yl)bernsteinsäure
<b>DMZ</b>	Düngemittelzusatzstoff
<b>DüMV</b>	Düngemittelverordnung
<b>DüngG</b>	Düngegesetz
<b>DüngMProbV</b>	Probenahme- und Analyseverordnung für Düngemittel
<b>DüV</b>	Düngeverordnung
<b>DVK</b>	Düngemittelverkehrskontrolle
<b>EG</b>	Europäische Gemeinschaft
<b>EU</b>	Europäische Union
<b>GOW</b>	Gesundheitlicher Orientierungswert
<b>IfÖL</b>	Ingenieurbüro für Ökologie und Landwirtschaft
<b>IVA</b>	Industrieverband Agrar
<b>IWW</b>	Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH
<b>KAS</b>	Kalkammonsalpeter
<b>MPA</b>	N-((3(5)-Methyl-1H-pyrazol-1-yl)methyl)acetamid
<b>NBPT</b>	N-Butyl-thiophosphortriamid
<b>N<sub>2</sub>O</b>	Distickstoffmonoxid - Lachgas
<b>NH<sub>3</sub></b>	Ammoniak
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	Ammoniumion
<b>NI</b>	Nitrifikationsinhibitor
<b>NUI</b>	Nitrifikations-/Ureaseinhibitoren (in Kombination)
<b>PFC</b>	Produktfunktionskategorie
<b>PflSchG</b>	Pflanzenschutzgesetz
<b>t</b>	Tonnen
<b>THG</b>	Treibhausgas
<b>UBA</b>	Umweltbundesamt
<b>UI</b>	Ureaseinhibitor
<b>WBD</b>	Wissenschaftlicher Beirat für Düngungsfragen

## Zusammenfassung

Änderungen im Düngerecht auf nationaler und europäischer Ebene rücken Düngemittelzusatzstoffe (DMZ) und Biostimulanzien verstärkt in den Fokus von Anwendern\*Anwenderinnen, Herstellern und Kontrollinstanzen. Den Düngemitteln zugesetzte Aufbereitungs- und Anwendungshilfsmittel sollen die Produktion oder Nutzung anwendungstechnisch unterstützen. Die Bandbreite der DMZ ist weit und reicht von Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren (NI, UI beziehungsweise bei Kombinationsprodukten NUI), Komplexbildnern oder Netzmitteln, die den Anwendungshilfsmitteln zugeordnet sind, bis zu Phosphiten und Pflanzenhilfs- und -stärkungsmitteln, die zu den Fremdbestandteilen in Düngemitteln zählen. Eine relativ neue und zunehmend bedeutsame Gruppe im Düngerecht sind die Biostimulanzien, zu denen Algenprodukte, Pilze, Bakterien und Mikroorganismen gehören.

So heterogen diese Stoffgruppen sind, so hoch ist die Anzahl der Einflussfaktoren, die ihr Umweltverhalten maßgeblich mitbestimmen. Entsprechend komplex sind die Abschätzungen ihrer Umweltwirkungen. Die zuletzt steigende Anzahl an Funden einzelner NI und UI in Oberflächengewässern, in Verbindung mit ihrer zunehmenden Anwendung in der Landwirtschaft, war Anlass, das Umweltverhalten und die -auswirkungen dieser Stoffe vertiefend zu thematisieren und zu bewerten.

Mit ihrer Aufnahme in die neue Düngeprodukteverordnung (2019) der Europäischen Union (EU) Nr. 2019/1009 unterliegen Biostimulanzien auf EU-Ebene prinzipiell dem Düngerecht. Im nationalen Rahmen sind sie, jeweils abhängig von ihrem Verwendungszweck, als Pflanzenstärkungsmittel dem Pflanzenschutzrecht oder als Bodenhilfsstoff oder Pflanzenhilfsmittel dem Düngerecht zugeordnet. Konflikte im regulatorischen Bereich ergeben sich somit aus der fehlenden Eindeutigkeit der Zuordnungen bestimmter Biostimulanzien zu diesen Gruppen und damit aus der Abgrenzung der Anwendungsbereiche beider Rechtsregime.

Um die in diesen Bereichen herrschenden Kenntnislücken und Konfliktpotenziale zu identifizieren und erste Lösungsansätze aufzuzeigen, veranstaltete das Umweltbundesamt vom 27. bis 28. September 2021 die „Fachtagung zur Umweltbewertung von Düngemittelzusatzstoffen – Ausgangslage, Datengrundlagen, Methoden und Risikoregulierung“. Pandemiebedingt wurde die Fachtagung im virtuellen Format mit insgesamt rund 80 teilnehmenden Personen durchgeführt. Um möglichen Handlungsbedarf zu identifizieren, wurde der aktuelle Sachstand zu Umweltrisiken, Wissenslücken und Regulierungsmöglichkeiten beim Einsatz von DMZ und Biostimulanzien im Austausch mit relevanten Akteuren\*Akteurinnen aus Wissenschaft, Industrie und Behörden diskutiert und bewertet.

Für die Gruppe der DMZ standen die NI und UI im Vordergrund, da mit ihrem zunehmenden landwirtschaftlichen Einsatz auch die Bedenken hinsichtlich ihrer Umweltverträglichkeit wachsen. Dies insbesondere, da einige Wirkstoffe der NI und UI bereits in deutschen Oberflächengewässern und vereinzelt im Grundwasser nachgewiesen wurden.

Die Unsicherheit der Zuordnung von Eintragungspfaden und Quellen zu den Umweltfunden der Wirkstoffe wurde im Kontext ihrer Umweltbewertung und ihres Umweltverhaltens als Kernpunkt eine Wissenslücke identifiziert, die es zu schließen gilt. Diskutiert wurde in diesem Zusammenhang, wie sich gezielt düngebürtige Gewässereinträge identifizieren beziehungsweise prognostizieren ließen. In ersten Lösungsansätzen für mögliche Prognosen wurde die Abschätzung über den Düngbedarf und Düngereinsatz verschiedener Kulturen und die damit verbundene Unsicherheit der Vorhersagen diskutiert. Gezieltes Monitoring von Kläranlageneinleitungen wurde als ein mögliches Mittel genannt, um Einträge aus industriellen Anwendungen abzuschätzen und von landwirtschaftlichen Einträgen abzugrenzen. Als

problematisch in diesem Zusammenhang wurde zudem die unzureichende Kenntnis über die tatsächlichen Aufwandmengen durch Flächenapplikationen und für Düngeprodukte limitiert zugänglichen Angaben zu Wirkstoffgehalten ermittelt. Die Diskussion der Lösungsansätze entspannt sich zum einen um die mögliche Offenlegung der Produktionszahlen von NI und UI durch die Hersteller und dem entgegenstehende kartellrechtliche Bedenken. Zum anderen wurde die Option diskutiert, die Gewässerschutzberatung in die Erfassung der Aufwandmengen einzubinden.

Ergänzend zu den Umweltbedenken dominierten vielfach rechtliche Fragen die Diskussionen. Vor dem Hintergrund der Umstellung der europäischen Düngegesetzgebung mit der Abkehr vom bewährten Typensystem und der Einführung umfangreicher neuer Vorschriften auf europäischer Ebene wurde die Forderung nach einer zeitnahen Einrichtung nationaler Konformitätsbewertungsstellen formuliert. Thematisiert wurden auch die Unübersichtlichkeit der rechtlichen Zuständigkeiten und die unterschiedlichen Zulassungskriterien für die im freien Warenverkehr des europäischen Binnenmarktes weiterhin dem einzelstaatlichen Recht unterliegenden Düngeprodukte. Lösungsansätze beinhalteten den Vorschlag nach einer Angleichung der nationalen an die europäischen Zulassungsanforderungen.

Hinsichtlich der Zulassung und Risikobewertung von NI und UI wurden die bereits in den Vorträgen thematisierten Bedenken zu Art und Umfang der Anforderungen an die ökotoxikologischen Studien wiederaufgenommen und diskutiert. Auch Mess- und Standardisierbarkeit von Wirksamkeitsstudien zu Emissionsminderungspotenzialen der Wirkstoffe und die Art und Weise, wie diese in Zulassungsverfahren eingehen, standen wiederholt zur Debatte. Weitestgehend Konsens herrschte darüber, dass die für eine Zulassung obligatorischen Wirksamkeitsstudien auf die klimatischen Bedingungen Mitteleuropas zugeschnitten sein sollten. Stärker umstritten war die Forderung nach vergleichenden Effektstudien in unterschiedlichen Anbausystemen.

Das unzureichende Monitoring von Metaboliten in den relevanten Umweltkompartimenten und die zeitliche Verzögerung, mit der neue Stoffe häufig Eingang in Monitoringprogramme finden, zählen zu den auf der Fachtagung diskutierten Bedenken bezüglich der Integrität bestehender behördlicher Überwachungskonzepte. Verbesserungsvorschläge zu Regulierungs- und Überwachungsmaßnahmen beinhalteten unter anderem, die Untersuchung von Metaboliten in den Zulassungsprozess zu integrieren, die Umweltrisikobewertung bereits zugelassener Wirkstoffe nach dem aktuellen Stand von Technik und Forschung zu überprüfen und bestehende Grundwassermonitorings auszuweiten.

Die Gruppe der Biostimulanzien war der zweite thematische Schwerpunkt der Tagung. Sie ist durch eine Vielfalt an Substanzen, zum Beispiel Huminstoffe, Algenextrakte und Mikroorganismen, von unterschiedlichster Herkunft und mit unterschiedlichsten Eigenschaften gekennzeichnet. Zwar sind in den letzten Jahren vermehrt wissenschaftliche Studien und Veröffentlichungen zur Anwendung und Wirkungsweise der verschiedenen Biostimulanzien erschienen, Untersuchungen zu möglichen Risiken für die Umwelt allerdings sind rar.

Als Erschwernis für die Risikobewertung von Biostimulanzien und das auf EU-Ebene laufende Verfahren zur Erstellung eines standardisierten Kriterienkatalogs zur Zulassung wurde die große Variabilität in dieser Produktgruppe identifiziert. Weitgehend Konsens herrschte in der hohen Bedeutung, die einer deutschen Beteiligung im Spezifikationsprozess zur Bewertung von Wirksamkeit, Qualität und Produktsicherheit der Biostimulanzien zukommt, wobei in der Frage der Notwendigkeit einer Erweiterung der Risikobewertung kein einheitliches Ergebnis erzielt wurde. Fragen ergaben sich bezüglich der Aussagekraft ökotoxikologischer Studien und herkömmlicher Monitorings.

Viel diskutiert wurden die Notwendigkeit und Durchführung von Wirksamkeitsnachweisen der Biostimulanzien im Rahmen von Zulassungen. Die gegensätzlichen Positionen beinhalteten beispielsweise die Entscheidung über die Wettbewerbsfähigkeit von Biostimulanzien gegenüber konventionellen Produkten dem Markt zu überlassen, oder dem entgegengesetzt, ein an der neuen EU-Düngeprodukteverordnung Nr. 2019/1009 orientiertes Mindestmaß an Tests verpflichtend zu machen.

Insgesamt bewertete die Mehrheit der Tagungsteilnehmer\*innen das von einem landwirtschaftlichen Einsatz der NI und UI ausgehende Umweltrisiko als potenziell durchaus relevant. Der Einsatz von Biostimulanzien wurde nach derzeitigem Kenntnisstand weniger kritisch bewertet, jedoch wurde gerade im Hinblick auf den vorsorgenden Umweltschutz ein Bedarf an (erweiterten) adäquaten Prüfvorschriften im Zulassungsverfahren solcher Produkte gesehen.

## Summary

Amendments in fertiliser legislation at national and European level are increasingly drawing the attention of users, manufacturers and authorities to fertiliser additives (DMZs) and biostimulants processing and application aids added to fertilisers are intended to support production or application. There is a wide range of DMZs, from nitrification and urease inhibitors (NI, UI or, in the case of combination products, NUI), chelating and wetting agents, which are classified as application aids, to phosphites and plant auxiliaries and strengtheners, that are foreign substances in fertilisers. Biostimulants, including algal products, fungi, bacteria and microorganisms, are a relatively novel and increasingly important group under fertiliser legislation.

As heterogeneous as these groups of substances are, as high is the number of influencing factors that have a significant impact on their environmental behaviour. Estimates of their environmental impacts are therefore quite complex. A recent increase in the number of individual detections of NI and UI in surface waters, in conjunction with their increasing use in agricultural applications, has prompted a more in-depth examination and assessment of the environmental behaviour and impact of these substances. Included in the new European Union Fertilising Products Regulation (EU) No 2019/1009, biostimulants are covered by fertiliser legislation at EU level. Whereas in the national framework, they are classified as plant strengtheners under plant protection legislation or as soil additives or plant aids under fertilizer legislation, depending on their intended use. Difficulties thus arise from the indeterminate assignment of certain biostimulants to these groups and thus from the delimitation of scopes of application of both legal regimes.

In order to identify the knowledge gaps and conflict potentials prevailing in these areas and to provide the first approaches towards a better regulation of DMZ, the German Environment Agency hosted the Symposium on the environmental assessment of fertiliser additives 2021 – Current situation, database, methods and regulatory risk management, from 27 to 28 September. Due to the COVID-19 pandemic, the symposium was successfully held in a virtual format with a total of about 80 participants. Discussions and assessments of the current situation regarding environmental risks, knowledge gaps and regulations in the use of fertiliser additives and biostimulants were conducted in a solution-oriented exchange with relevant actors from science, industry and authorities in order to identify possible needs for action.

For the group of DMZs, the focus was on NI and UI, since with their increasing agricultural use, concerns about their environmental impact are also growing. This is especially true since some inhibitors have already been detected in German surface waters and occasionally in groundwater.

Uncertainty in assigning entry pathways and sources to individual detections of active substances was identified as a key issue to be addressed in the context of environmental assessment and behaviour of NI and UI. In this context, discussions focused on how to systematically identify or forecast fertiliser-related emissions into water bodies. Initial approaches for such forecasts included the estimation of fertiliser demand and application rates for different crops and the associated uncertainty of the predictions. Targeted monitoring of wastewater treatment plant effluents was mentioned as a possible instrument for estimating discharges and carrying out exposure assessments. In addition, the insufficient knowledge about the actual application rates through agricultural practices and the limited access to information on active agents for fertiliser products were identified as critical in this context. The discussion of possible solutions focused, on the one hand, on the option of disclosure of the production quantities of NI and UI by the manufacturers and the opposing antitrust concerns. On the other

hand, the option of involving the water protection advisors into the recording of application rate data was discussed.

In addition to environmental concerns, legal aspects dominated the debate. In light of the changes in European fertiliser legislation, resulting in abandoning the established type system and the implementation of extensive new regulations at the European level, the demand for a timely establishment of national conformity assessment bodies was expressed. The complexity of legal responsibilities and different stipulations for the approval of fertiliser products, which are still subject to national law under the free movement of goods in the European internal market, were also discussed. Approaches to solutions included the proposal for an alignment of the national and European approval specifications.

In terms of the approval and risk assessment of NI and UI, the concerns already raised in the talks on the nature and scope of the requirements for ecotoxicological studies were subject of discussion. Furthermore, the measurability and potential for standardisation of efficacy studies on emission reduction potentials of inhibitors and the way in which these are covered in approval processes were repeatedly discussed. A broad consensus was reached that efficacy studies required for approval should be designed to represent the climatic conditions of Central Europe. The demand for comparative efficacy studies in different cultivation systems was discussed more controversially.

The insufficient monitoring of metabolites in the relevant environmental compartments and the time lag before new substances find their way into monitoring programs are among the concerns discussed at the symposium regarding the integrity of existing regulatory monitoring strategies. Proposals to improve regulatory and monitoring measures included calls to integrate studies on metabolites into the approval process, to review the environmental impact assessment of already approved substances in line with the current state of science and research, and to expand groundwater monitoring.

Biostimulants were the second key topic of the symposium. This group is characterised by a wide variety of substances, e.g. humic substances, algae extracts and microorganisms, of very different origin and with very different properties. Although an increasing number of scientific studies and publications on the application and mode of action of the various biostimulants have appeared in recent years, studies on possible environmental risks are rare.

The great variability in this product group was identified as an obstacle for the risk assessment of biostimulants and the ongoing procedure at EU level to draw up a standardised catalogue of criteria for regulatory approval. A broad consensus prevailed on the high importance of German participation in the specification process for the assessment of efficacy, quality and product safety of biostimulants, although no agreement was reached on the necessity of expanding the risk assessment. Questions arose regarding the suitability of common ecotoxicological and monitoring studies.

The necessity and implementation of efficacy tests for biostimulants in the context of approvals was the subject of repeated and controversial discussions. Opposing positions included either allowing the market to decide on the competitiveness of biostimulants against conventional products and opposingly, stipulating a minimum level of obligatory testing in accordance with the new Fertiliser Products Regulation No 2019/1009.

Overall, the majority of the conferees assessed the environmental risk from the agricultural use of NI and UI as potentially relevant. The use of biostimulants was assessed less critically according to current knowledge, but particularly with regard to precautionary environmental

protection, a need for (extended) adequate testing regulations in the approval procedure for such products was identified.



## 1 Einleitung

Im Wirtschaftsjahr 2020/21 wurden in Deutschland 4,7 Mio Tonnen (t) Nährstoff als Düngemittel verkauft (einschließlich Mehrnährstoffdünger). Davon entfallen allein 1,3 Mio t auf Stickstoffdünger (DESTATIS, 2021). Diesen Düngemitteln können weitere Stoffe oder Produkte zugesetzt werden, die selbst nicht als Pflanzennährstoff wirken, aber einen zusätzlichen Nutzen für die Aufbereitung oder die Anwendung generieren. Diese Nebenbestandteile unterscheidet die Düngemittelverordnung (DüMV, 2019) weiter in Aufbereitungs- und Anwendungshilfsmittel und Fremdbestandteile. Anwendungshilfsmittel wie NI und UI<sup>1</sup> dienen unter anderem dazu, die Anwendung zu erleichtern oder die Wirksamkeit zu beeinflussen.

Infolge der Nitratrichtlinie (1991) der Europäischen Gemeinschaft und ihrer Umsetzung in nationales Recht in der Düngeverordnung (DüV, 2021) haben Stickstoffstabilisatoren wie die NI und UI an Bedeutung gewonnen. Seit dem 1. Februar 2020 ist die Verwendung von UI in Harnstoffdüngern unter bestimmten Bedingungen vorgeschrieben, um gasförmige Ammoniak-Emissionen zu vermeiden (DüV, 2017, §6, Abs. 2)<sup>2</sup>. NI sollen die Nitratauswaschung aus dem Wurzelraum verringern.

Abseits der beabsichtigten Reduzierung der Stickstoffverluste durch die Anwendung von NI/UI verbleiben Unsicherheiten hinsichtlich möglicher Umweltauswirkungen der Stoffe selbst. Umweltfunde einzelner NI, insbesondere 1,2,4-Triazol und Dicyandiamid (DCD), in Oberflächengewässern untermauern diese Besorgnis und zeigen Kenntnislücken im Bereich ihres Umweltverhaltens auf (Scheurer et al., 2014; Schaffer und Schmid, 2019). Die flächenhafte Ausbringung von DMZ auf landwirtschaftliche Flächen kann daher ein erhebliches Risiko für die Trinkwassergewinnung darstellen. Zur Untersuchung dieses Sachverhaltes in Bezug auf NI und UI wird ein Forschungsprojekt im Auftrag des DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.) durchgeführt, in dem untersucht werden soll, inwiefern es zu einer Verlagerung der Wirkstoffe in das Grundwasser kommen kann. Das Projekt wird durch das IWW (Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH) geleitet. Die in diesem Projekt gewonnen Erkenntnisse gingen als wesentliche Inhalte in die Vorbereitungen der Fachtagung ein.

Mit der Aufnahme von Biostimulanzien in das europäische Düngemittelrecht 2019 ist noch eine weitere, sehr heterogene Gruppe an möglichen DMZ, die Biostimulanzien (wie beispielsweise Algen- und Pflanzenextrakte, Mikroorganismen, Huminstoffe oder anorganische Substanzen) hinzugekommen. Zudem führte die Aufnahme von Biostimulanzien in das Düngemittelrecht zu Überschneidungen mit dem Pflanzenschutzmittelrecht, sodass zum Beispiel Mikroorganismenpräparate sowohl über das Düngemittelrecht als auch über das Pflanzenschutzmittelrecht zugelassen werden können, ohne dass es hier eine eindeutige Trennlinie gibt. Dabei können sich die Anforderungen an den zur Bewertung erforderlichen Studienumfang deutlich unterscheiden.

Die beschriebenen Unsicherheiten und Kenntnislücken in den Umweltauswirkungen und im regulatorischen Kontext waren Anlass und Motivation für die Durchführung der „Fachtagung zur Umweltbewertung von Düngemittelzusatzstoffen – Ausgangslage, Datengrundlagen, Methoden und Risikoregulierung“, welche vom 27. bis 28. September 2021 ausgerichtet wurde.

<sup>1</sup> Die Begriffe Inhibitoren, Hemmer und Hemmstoffe werden synonym benutzt. Hier wird der Begriff Inhibitoren verwendet.

<sup>2</sup> DüV (2021): §6, Abs. 2: „Harnstoff als Düngemittel darf ab dem 1. Februar 2020 nur noch aufgebracht werden, soweit ihm ein Ureasehemmstoff zugegeben ist oder er unverzüglich, jedoch spätestens innerhalb von vier Stunden nach der Aufbringung eingearbeitet wird“.

## 1.1 Ziel des Projekts

Ziel des Projekts war es, bestehende Kenntnislücken in der Umweltrisikobewertung von DMZ, insbesondere der NI und UI sowie der Produktgruppe der Biostimulanzien aufzuzeigen oder zu schließen. Zu diesem Zweck sollte auf einer bundesweiten Fachtagung der aktuelle Sachstand zu möglichen Umweltrisiken, Wissenslücken und Regulierungsverfahren zum Einsatz von DMZ gemeinsam mit Akteuren\*Akteurinnen aus Wissenschaft, Industrie und den Behörden ermittelt werden. Darüber hinaus sollten Unsicherheiten in der aktuellen Umweltrisikobewertung und Stoffregulierung sowie mögliche Lösungsansätze mit den Teilnehmenden diskutiert, Defizite identifiziert und mögliche negative Auswirkungen beim Einsatz der DMZ aufgezeigt werden. Im fachlichen Gespräch sollten Zielkonflikte beim Einsatz, bei der Regulierung und potenzielle Umweltrisiken herausgearbeitet werden und wenn möglich konkrete Maßnahmen sowie Handlungsempfehlungen aufgezeigt werden. Im Hinblick auf ein zunächst zu erlangendes, gemeinsames Verständnis für die Eigenschaften dieser Stoffe und die Anforderungen an die Umweltbewertung sowie die Regulierungsverfahren, wurden unterschiedliche Akteure\*Akteurinnen aus den relevanten Bereichen zur Tagung eingeladen. Die auf der Tagung erarbeiteten Ergebnisse aus Vorträgen und Diskussionen werden in diesem Abschlussbericht zusammengefasst.

## 1.2 Themenwahl

Zwei Stoff- beziehungsweise Produktgruppen standen im Fokus der Tagung: einerseits die im Zuge der europäischen und nationalen Nitratminderungsstrategien (EG-Nitratrichtlinie (1991) oder UBA, 2009) sowie des nationalen Luftreinhalteprogramms (BMU, 2019) in steigendem Maße landwirtschaftlich eingesetzten NI sowie UI und andererseits Biostimulanzien, die unter anderem aufgrund der uneindeutigen rechtlichen Zuordnung ausgewählt wurden.

Bei beiden Schwerpunktthemen wurden mögliche Risiken des Eintrags von DMZ in die Umwelt, insbesondere in die Schutzgüter Boden und Wasser, diskutiert und bewertet. Zudem wurde erörtert, wie eine verbesserte Regulierung der DMZ aussehen könnte und welche Wissenslücken zu schließen sind, um zu fundierten Einschätzungen und Bewertungen zu kommen, damit eine umweltverträgliche Ausbringung von DMZ sichergestellt werden kann.

## 1.3 Teilnehmerkreis und Referentenauswahl

Um zielführende Diskussionen zu gewährleisten und Ergebnisse zu erhalten, auf denen aufbauend Maßnahmen- sowie Handlungsempfehlungen abgeleitet werden können, wurden zur Tagung gezielt Vertreter\*innen relevanter Bereiche eingeladen. Neben Vertretern\*Vertreterinnen des Umweltressorts des Bundes (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) und Umweltbundesamt (UBA)) wurden vorrangig Akteure\*Akteurinnen aus Institutionen und Einrichtungen gewonnen, die in der Herstellung, Prüfung und Regulierung von Düngemitteln und Düngemittelzusatzstoffen involviert sind beziehungsweise die von deren Umweltauswirkungen betroffen sein können. Dazu zählten Akteure\*Akteurinnen aus Bundes- und Landesbehörden, Vertreter\*innen von Unternehmen und Verbänden wie Zulassungsinhaber\*innen, Anwender\*innen, Trinkwasserversorger, Consultingunternehmen und Teilnehmende aus der Wissenschaft. Um einen zielführenden fachlichen Austausch zu gewährleisten, wurde die Teilnehmerzahl zunächst auf 50, aufgrund des großen Interesses schlussendlich auf 60 Personen festgelegt, die gezielt zur Fachtagung eingeladen wurden. Für interessierte Mitarbeiter\*innen des UBA, die aus organisatorischen Gründen nicht an den Gruppendiskussionen teilnehmen

konnten, bestand die Möglichkeit, ausschließlich an den Vortragsreihen beider Tage teilzunehmen. Insgesamt nahmen somit 89 Personen an der Tagung teil.

Den Anforderungen an Hintergrund und Fachkenntnissen entsprechend, wurden als Referenten\*Referentinnen gezielt fachkundige und relevante Personen aus den Bereichen der Schwerpunktthemen NI und UI, Biostimulanzien und Regulierung zunächst recherchiert und dann persönlich per E-Mail eingeladen.

Aufgrund der Ausnahmesituation durch die COVID-19-Pandemie war das endgültige Tagungsformat erst spät im Projektverlauf abzusehen. Die Planung zur Tagung verlief daher bis Juni 2021 in zwei parallelen Strängen: In der Vorbereitung einer Präsenzveranstaltung, die zur gleichen Zeit in den Räumlichkeiten des UBA in Dessau-Roßlau durchgeführt worden wäre und in der Planung der virtuellen Tagung. Ab der endgültigen Entscheidung für ein rein virtuelles Format Anfang Juli 2021 wurde die Tagung endgültig als Online-Tagung vorbereitet.

### 1.3.1 Tagungsprogramm

Die UBA Fachtagung zur *Umweltbewertung von Düngemittelzusatzstoffen – Ausgangslage, Datengrundlagen, Methoden, Risiken und Regulierung* wurde als virtuelles Lunch-to-Lunch Meeting mit der Software WebEx am 27. und 28. September 2021 durchgeführt. Der Flyer, der mit der Einladung verschickt wurde, ist im Anhang enthalten. Dort kann auch das Tagungsprogramm entnommen werden.

Beide Tagungstage wurden mit einer Vortragsreihe eingeleitet, gefolgt von moderierten Diskussionen zu den vorangegangenen Vorträgen in vier parallelen Untergruppen. Anschließend wurden die Ergebnisse aus den Untergruppen dem Plenum vorgestellt (siehe Kapitel 3.2.1). Eine Abstimmungsrunde (siehe Kapitel 3.2.2) schloss den Tag ab.

Am ersten Tag erfolgten die Begrüßung und Einführung in das Tagesprogramm durch Dr. Tim aus der Beek (IWW)) und eine Einführung in die Thematik und Zielsetzung von Frank Klingenstein (BMUV). Der Tag stand unter der Überschrift: „Gefährdungspotenziale und Risikoabschätzung der Düngemittelzusatzstoffe (DMZ)“.

#### Vortragsreihe Tag 1: Gefährdungspotenzial und Risikoabschätzung

- ▶ Dr. Christine Kübeck (IWW):  
Vorkommen und Belastungen von NI/UI in den Umweltmedien Boden und Wasser
- ▶ Dr. Kerstin Hund-Rinke (WBD/Fraunhofer IME):  
Nitrifikations- und Ureasehemmer - Fokus: Ökotoxikologie
- ▶ Dr. Andreas Pacholski (TI für Agrarklimaschutz):  
Auswirkungen der NI/UI auf die Emission klimarelevanter Spurengase
- ▶ Prof. Dr. Christel Baum (Universität Rostock):  
Mikroorganismenpräparate und Bodenmikrobiologie – Einsatz, Nutzen und mögliche Risiken

Abkürzungen:

IWW – IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH; WBD – wissenschaftlicher Beirat für Düngungsfragen; IME - Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie; TI – Thünen Institut

Für die anschließende moderierte Diskussion zu den vorangegangenen Vorträgen in den vier Untergruppen lautete die Leitfrage für den ersten Tag: *„Wie könnte eine verbesserte Risikobewertung von DMZ aussehen?“*

Am zweiten Tag erfolgten die Begrüßung und Einführung in das Tagesprogramm durch Dr. Richard Beisecker (Ingenieurbüro für Ökologie und Landwirtschaft (IfÖL) GmbH). Der Tag stand unter dem Schwerpunkt: „Regulierungsmöglichkeiten und Überwachungskonzepte von DMZ“.

### **Vortragsreihe Tag 2: Regulierungsmöglichkeiten und Überwachungskonzepte der DMZ**

- ▶ Peter Geiger (LfL Bayern):  
Qualitätskontrolle und Regulierungsmöglichkeiten im Rahmen der Düngemittelverkehrskontrolle
- ▶ Dr. Karl Severin (WBD)/ VDLUFA):  
Zulassungsverfahren – Konfliktpotenziale im Regulierungsprozess
- ▶ Dr. Sven Hartmann (IVA):  
Zulassung und Einsatz von DMZ aus Sicht der Industrie
- ▶ Rebekka Schmid (NLWKN):  
Untersuchung niedersächsischer Oberflächengewässer auf NI/UI

Abkürzungen:

VDLUFA - Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten e. V.;  
IVA – Industrieverband Agrar e. V; NLWKN - Niedersächsischer Landesbetrieb für  
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

Auf die Vorträge folgten wie auch am Vortag vier moderierte Diskussionsgruppen zu der Leitfrage des zweiten Tages: *„Wie könnten Regulierungen und Überwachungskonzepte von DMZ aussehen und verbessert werden?“*

Eine kurze Zusammenfassung der Vorträge erfolgt in Kapitel 3.1.

## 2 Literaturrecherche

Angesichts des heterogenen fachlichen Hintergrundes der Tagungsteilnehmenden wurde im Vorfeld der Tagung ein umfangreiches Vorbereitungspapier erarbeitet und allen Beteiligten als gemeinsame Daten- und Diskussionsgrundlage zur Verfügung gestellt. Die darin erarbeitete Ausgangslage wird, in Details um Ergebnisse der Fachtagung ergänzt, nachfolgend dargestellt.

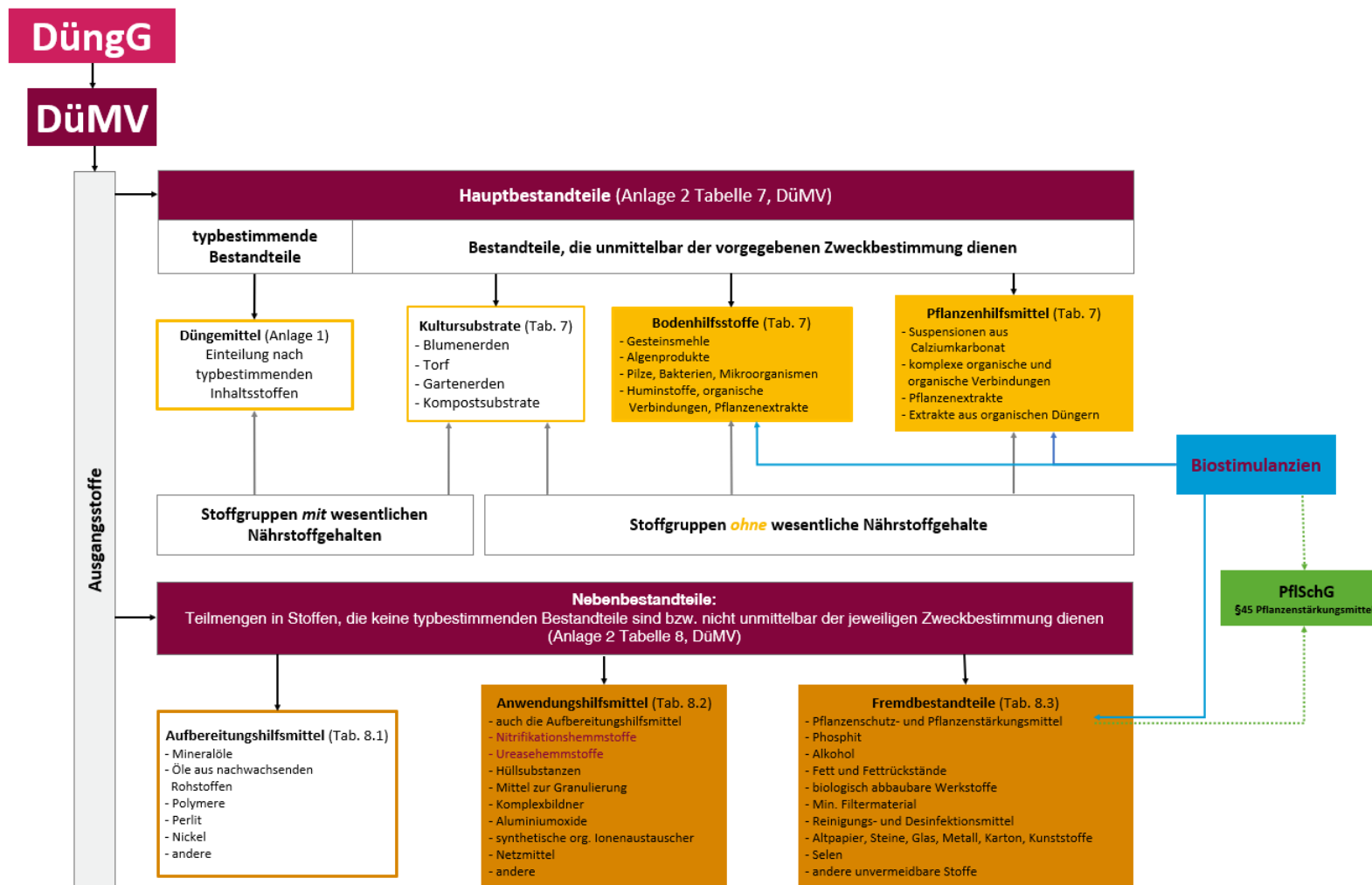
### 2.1 Hintergrund und rechtliche Einordnung der Düngemittelzusatzstoffe

Über das Düngegesetz (DüngG, 2021) und die DüMV (2019) ist die Zulassung und der Einsatz von Düngemitteln in Deutschland rechtlich geregelt. In der DüMV (2019) werden grundsätzlich die vier Produktkategorien Düngemittel, Kultursubstrate sowie Bodenhilfsstoffe und Pflanzenhilfsmittel, die in Abhängigkeit der typbestimmenden beziehungsweise zweckbestimmenden Hauptbestandteile definiert sind, unterschieden. Diesen können als Nebenbestandteile viele verschiedene Stoffe zugesetzt werden, die als Aufbereitungs- und Anwendungshilfsmittel die Produktion oder Nutzung anwendungstechnisch unterstützen. Diese so genannten DMZ können allen Stoffgruppen zugesetzt werden. In der DüMV (2019) wird zwischen den Stoffgruppen mit und ohne wesentliche Nährstoffgehalte unterschieden. Zur besseren Einordnung zeigt Abbildung 1 schematisch die Einteilung der oben aufgeführten Produktkategorien im rechtlichen Kontext. Die eigentlichen Düngemittel und zum Teil die Kultursubstrate zählen zu den Stoffgruppen mit wesentlichen Nährstoffgehalten und die Bodenhilfsstoffe und die Pflanzenhilfsmittel fallen in die Kategorie „ohne wesentliche Nährstoffgehalte“.

Die Nebenbestandteile sind in der DüMV (2019) in Anlage 2, Tabelle 8 gelistet und werden hier weiter in die Aufbereitungshilfsmittel, die Anwendungshilfsmittel und die Fremdbestandteile untergliedert. So werden NI und UI, Komplexbildner oder Netzmittel den Anwendungshilfsmitteln zugeordnet. Phosphite sowie Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmittel zählen zu den Fremdbestandteilen. Algenprodukte sowie Pilze, Bakterien und Mikroorganismen gehören in die Gruppe der Bodenhilfsstoffe.

Deutlich wird in Abbildung 1 auch die Problematik der rechtlichen Einordnung bei den Produkten, die als Biostimulanzen vermarktet werden. Je nachdem, ob sie als Pflanzenhilfsmittel oder als Bodenhilfsstoff kategorisiert werden oder aber zu den Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmitteln zählen, wird ihr Einsatz in Deutschland über das Düngemittel- oder das Pflanzenschutzrecht geregelt.

Abbildung 1: Schema zur rechtlichen Einordnung der Stoffgruppen von DMZ. Rot hervorgehoben sind die Stoffgruppen, die schwerpunktmäßig auf der Fachtagung behandelt werden, die orange und gelb eingefärbten Kästen beinhalten Stoffgruppen der DMZ.

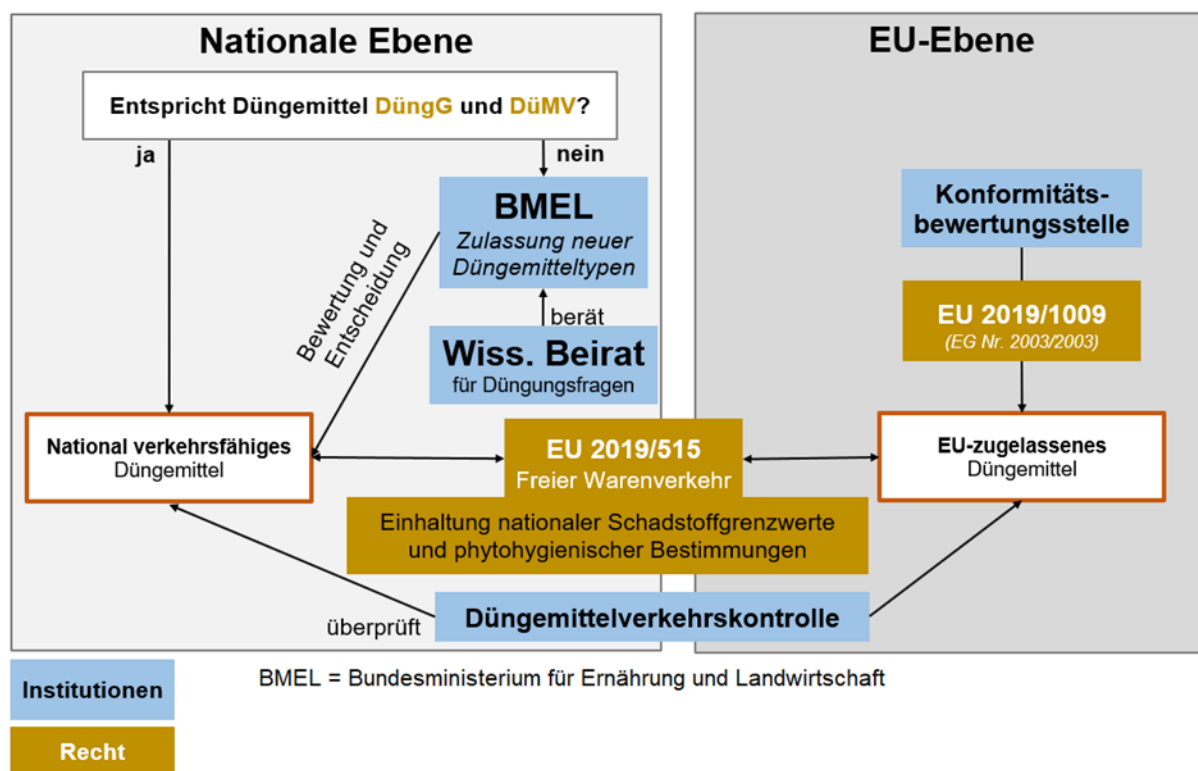


Quelle: Eigene Darstellung, IfÖL GmbH.

## 2.2 Zulassung und Regulierung von DMZ

Wie in Abbildung 2 deutlich wird, sind auf EU-Ebene oder, gemäß der gegenseitigen Anerkennung nach Verordnung (EU) 2019/515, in einem Mitgliedstaat rechtmäßig in Verkehr gebrachte beziehungsweise nach geltender Verordnung zugelassene Düngemittel in Deutschland unter der Berücksichtigung nationaler Grenzwerte und Vorgaben prinzipiell verkehrsfähig.

**Abbildung 2: Relevante Institutionen und Regelwerke des Zulassungsprozesses und der Regulierung von Düngemitteln beziehungsweise Düngemittelzusatzstoffen**



Quelle: Eigene Darstellung, IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH – erstellt im Rahmen des DVGW-Projektes „INHIBIT“.

### 2.2.1 Zulassung auf EU-Ebene

Auf EU-Ebene regelt die derzeit noch geltende Düngemittelverordnung (2003) Nr. 2003/2003 die Anforderungen an Düngemittel. Diese wird durch die am 05. Juni 2019 erlassene Düngeprodukteverordnung (2019) Nr. 2019/1009 „mit Vorschriften für die Bereitstellung von EU-Düngeprodukten auf dem Markt“ mit Wirkung zum 16. Juli 2022 aufgehoben. Mit der neuen Düngeprodukteverordnung (2019) wird auf europäischer Ebene das Zulassungssystem nach Düngemitteltypen durch eine CE-Kennzeichnung und durch Produktfunktionskategorien (PFC) ersetzt. Die Düngeprodukteverordnung (2019) legt gemeinsame Regeln für die Sicherheits-, Qualitäts- und Kennzeichnungsanforderungen für EU-Düngeprodukte fest. Zudem führt sie im Sinne des Boden-, Gesundheits- und Umweltschutzes erstmals auf europäischer Ebene Grenzwerte für einige Krankheitserreger und Schadstoffe ein. Zu letzteren zählen nach Anhang I Teil II beispielsweise anorganische Kontaminanten wie die Schwermetalle Cadmium, Arsen, Blei, Chrom, Nickel sowie weitere anorganische und organische Kontaminanten. Zudem sind in bestimmten Fällen für weitere enthaltene Stoffe Rückstandsgrenzwerte für Lebens- und für Futtermittel im Einklang mit weiteren EU-Bestimmungen einzuhalten (Düngeprodukteverordnung, 2019: Anhang I, Teil II). Die aktuelle, dreijährige Übergangszeit



dient auch der Schaffung der notwendigen Voraussetzungen, wie einheitlicher Standards, Analysemethoden und Kennzeichnungsvorschriften in den EU-Mitgliedsstaaten, sowie der Benennung und Einrichtung von Notifizierungs- und Konformitätsbewertungsstellen. Die Konformitätsbewertungsstellen sind für alle Konformitätsbewertungstätigkeiten (Prüfungen, Zertifizierungen und Inspektionen) zuständig. In Deutschland hat die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung die Aufgaben zur Bewertung und Notifizierung von Konformitätsbewertungsstellen und zur Überwachung der notifizierten Stellen einschließlich deren Zweigunternehmen übernommen.

Unter Befolgung der Regeln nach der Verordnung Nr. 2019/515 (2019) über die gegenseitige Anerkennung von Waren dürfen nach nationalem Recht hergestellte und zugelassene Düngemittel auch weiterhin in anderen Mitgliedsstaaten auf den Markt gebracht werden.

### **2.2.2 Zulassung bestehender Düngemitteltypen auf nationaler Ebene**

Auf nationaler Ebene regeln das DüngG (2021) und die aufgrund dieses Gesetzes erlassenen Verordnungen die Anforderungen an das Inverkehrbringen und die Anwendung von Düngemitteln und Düngemittelzusatzstoffen. Näheres zu den Anforderungen für die Zulassung und das Inverkehrbringen definiert die DüMV, die konkreten Anwendungskriterien sind in der DüV (2021) geregelt.

Um ein Düngemittel in Deutschland in Verkehr zu bringen, muss es einem zugelassenen Düngemitteltyp gemäß DüMV entsprechen. Die DüMV (2019) definiert Anforderungen an die Zusammensetzung, die Qualität und die Kennzeichnung von Düngemitteln und Zusatzstoffen. Grundsätzlich sind Düngemittel nur nach guter fachlicher Praxis anzuwenden. Produkte, die durch die DüMV (2019) abgedeckt sind, bedürfen im Allgemeinen keiner behördlichen Einzelzulassung. Ein Produkt, das bei sachgemäßer Anwendung zu einer Umwelt- oder Gesundheitsgefährdung führt, entspricht nicht dem DüngG (2021) und darf somit in Deutschland nicht in Verkehr gebracht werden. Details zu Grenzwerten, Mindestanteilen und Kennzeichnungen der nach geltendem Recht für den Verkehr zugelassenen Haupt- und Nebenbestandteile sind in der Anlage 1 und 2 der DüMV (2019) aufgeführt (insb. Tabelle 8: Nebenbestandteile). Mit der amtlichen Düngemittelverkehrskontrolle (DVK) liegen der Vollzug und die Überwachung der Einhaltung dieser Vorgaben bei den Länderbehörden. Für Düngemittel, die der nationalen DüMV unterliegen, gelten hier die in der Probenahme- und Analysenverordnung (DüngMProbV, 2009) festgelegten standardisierten Analyseverfahren.

### **2.2.3 Zulassung neuer Düngemitteltypen**

Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) ist die zuständige Behörde für die Zulassung neuer Düngemitteltypen, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate und Pflanzenhilfsmittel. Hier besteht kein formales Antragsverfahren. In Zulassungsfragen wird das BMEL vom wissenschaftlichen Beirat für Düngungsfragen (WBD) beraten. Empfiehlt der WBD auf Grundlage einer fachlichen Beurteilung die Aufnahme eines neuen Produktes in die Düngemittelverordnung, kann eine von der Zustimmung des Bundesrates abhängige Änderung der Düngemittelverordnung erfolgen. Die für die Prüfung der Konformität eines neuen Produktes, beziehungsweise Stoffes mit den Anforderungen der DüMV und des DüngG relevanten Informationen sind vom Antragsteller bereit zu stellen. Das Verfahren soll sicherstellen, dass ein sachgerechter Einsatz der Stoffe nicht zu einer Gefährdung des Naturhaushaltes oder zu einer Schädigung der Bodenfruchtbarkeit sowie der Gesundheit von Menschen, Tieren und Nutzpflanzen führen kann (§3 DüMV, 2019; Severin, 2021). Bereitzustellen sind daher unter anderem Informationen zur Wirksamkeit, zu toxikologischen und ökotoxikologischen Effekten und zur Abbaubarkeit im Boden. Der übergeordnete



Prüfrahmen ist somit gesetzlich geregelt. Jedoch sind Informationen zu den Details der Prüfanforderungen für die jeweiligen Stoffe, bedingt durch das informelle und einzelfallabhängige Verfahren, nicht öffentlich verfügbar, die Entscheidungsgrundlage im Einzelnen daher oft intransparent.

## **2.2.4 Unterscheidung von Pflanzenschutzmitteln und Düngemitteln im nationalen Recht**

Problematisch im nationalen Recht sind Überschneidungen bei der Gruppe der Biostimulanzien, die sich aus der unterschiedlichen Zuordnung als Bodenhilfsstoff beziehungsweise Pflanzenhilfsstoff oder als Pflanzenschutz- und Stärkungsmittel ergeben. Bei Letzteren können sich Überschneidungen mit dem Pflanzenschutzrecht ergeben (vgl. Abbildung 1). Abhängig vom Verwendungszweck ist ein Produkt entweder als „Pflanzenstärkungsmittel“ nach § 45 Pflanzenschutzgesetz (PflSchG, 2020) oder als "Bodenhilfsstoff" oder "Pflanzenhilfsmittel" nach der DüMV (2019) in Verkehr zu bringen. Die Schwierigkeit ergibt sich aus der fehlenden Eindeutigkeit der Zuordnungen der einzelnen Biostimulanzien zu den drei Gruppen und damit aus der Abgrenzung der Anwendungsbereiche der beiden Rechtsregime. Insbesondere die Unterscheidung zwischen Pflanzenhilfsmitteln und Pflanzenstärkungsmitteln kann im Zulassungsverfahren aufgrund der gegebenen Mehrdeutigkeit Auslegungssache sein und bietet Interpretationsspielraum, sowohl für den Antragsteller als auch die Behörden und Anwender\*innen. Um eine Umgehung der geltenden Normen des Pflanzenschutzgesetzes zu vermeiden, ist für die Zulassung neben dem Verwendungszweck auch die stoffliche Wirkung des Produktes relevant. Besteht ein Produkt beispielsweise aus zwei chemischen Wirkstoffen, von denen einer als Pflanzenschutzmittel und der andere als Pflanzendünger wirkt, erfordert das Produkt sowohl eine pflanzenschutzrechtliche Zulassung als auch die Konformität mit den Anforderungen des Düngemittelrechts. Besteht ein Produkt aus einem chemischen Wirkstoff, der sowohl als Pflanzenschutzmittel als auch als Düngemittel wirkt, sind der überwiegende Zweck und die genaue stoffliche Zusammensetzung des Produktes entscheidend für die Zulassung.

## **2.3 Schwerpunkt Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren**

Am 01. Mai 2020 trat die Novellierung der DüV in Kraft. Sie dient der verbesserten Umsetzung der europäischen Nitratrichtlinie (1991) und der Umsetzung der Richtlinie Nr. 2016/2284 (2016) über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe mit dem Ziel, Stickstoffeinträge aus der Landwirtschaft in die Umwelt zu verringern oder zu vermeiden. Seit 2020 wird in der DüV erstmals der Einsatz von UI bei der Anwendung von Harnstoffdüngern als übergeordnete Maßnahme eines effizienten Düngemiteleinsatzes zur Verminderung der Ammoniakemissionen bei der Ausbringung gesetzlich festgeschrieben. Nach § 6 Abs. 2 DüV (2020) darf Harnstoff als Düngemittel ab dem 01. Februar 2020 auf unbewachsenem Boden nur noch ausgebracht werden, wenn er unverzüglich (innerhalb von vier Stunden nach Ausbringung) eingearbeitet wird oder ihm ein UI beigemischt ist. In Deutschland liegen Harnstoffdünger beim Inlandsabsatz von Stickstoffdüngern mit einem Marktanteil von ca. 17 % auf Platz 2 nach Kalkammonsalpeter (KAS), welcher der bedeutendste mineralische Stickstoffdünger ist (IVA, 2020). Mit dem zunehmenden Einsatz von NI und UI in der Landwirtschaft wachsen die Bedenken hinsichtlich ihrer Umweltverträglichkeit, insbesondere, da einige Wirkstoffe der NI und UI bereits in deutschen Oberflächengewässern (Scheurer et al., 2016; Schaffer und Schmid, 2019) und vereinzelt im Grundwasser nachgewiesen wurden (Scheurer et al., 2014). Auch aufgrund dieser Bedenken arbeitet das UBA aktuell an der Ableitung und Festlegung gesundheitlicher Orientierungswerte (GOW) für die in Deutschland zugelassenen

Wirkstoffe der NI und UI. Das vom UBA entwickelte Konzept der GOW dient der Bewertung von bisher nicht oder nur teilweise bewerteten Stoffen in Trinkwässern (UBA, 2020).

### 2.3.1 Definitionen, Einsatz und Wirkweise

Die Einsatzmöglichkeiten der einzelnen NI und UI sind vielfältig und nicht alleine auf den landwirtschaftlichen Sektor beschränkt. UI werden auch im medizinischen Bereich zur Behandlung bakterieller Erkrankungen eingesetzt (Kafarski und Talma, 2018). Der NI DCD beispielsweise ist eine verbreitete Industriechemikalie und findet unter anderem Anwendung in der industriellen Epoxidharzsynthese (Gilbert et al., 1991).

In der Landwirtschaft dienen NI und UI der Vermeidung oder Verringerung von Stickstoffverlusten und der Verbesserung der Düngereffizienz durch die längere Verfügbarkeit im Boden. NI und UI unterscheiden sich in ihren Wirkungsmechanismen und ihren Effekten auf den Stickstoffkreislauf im Boden und daher hinsichtlich ihres Einsatzes. Nach DüV (2020) verpflichtend ist in Deutschland bislang einzig die Anwendung von UI unter den oben genannten Bedingungen. Konkret werden UI nur bei Harnstoffdüngern eingesetzt – vorrangig, um Ammoniakemissionen nach deren Ausbringung zu verringern. Sie blockieren zeitweise die Ureaseaktivität und verlangsamen dadurch die Hydrolyse von Harnstoff zu Ammonium und/oder gasförmigem Ammoniak. Dadurch können Ammoniakemissionen sehr effektiv vermindert werden (Gaßner, 2014; San Francisco et al., 2011; Pan et al., 2016; Castellano-Hinojosa et al., 2020). Die Wirkung ist dabei neben der Bodenfeuchte und der Bodenart vor allem vom pH-Wert des Bodens abhängig.

NI können allen ammoniumhaltigen Düngern zugesetzt werden. Sie wirken im ersten Teilschritt der Nitrifikation auf die Ammoniummonooxygenasen nitrifizierender Bakterien. Dabei wird die Oxidation von Ammonium zu Nitrit verzögert, so dass der Stickstoff längere Zeit in Form von Ammonium im Boden verbleibt. Sie können daher in Ammoniumdüngern und harnstoffhaltigen Düngern eingesetzt werden, um Stickstoffverluste durch Nitratauswaschung und Denitrifikation zu reduzieren. Mehrere Quellen belegen eine Reduzierung der Lachgasemissionen durch die Verzögerung der Nitrifikation nach dem Einsatz von NI bei ammoniumhaltigen Düngern während der Vegetationsperiode (Ruser und Schulz, 2015; Recio et al., 2019; Flessa et al., 2014; Pfab et al., 2012; Hu et al., 2020). In Abhängigkeit von Standort, der Düngerart und -form, der Versuchsdauer und Kulturart zeigt sich eine hohe Variabilität des Lachgasminderungspotenzials zwischen 0 – 97% im Vergleich zu Varianten ohne NI (Flessa et al., 2012). Nach einer Metaanalyse von Lam et al. (2017) von 18 Versuchen in Grünland und Ackerflächen weltweit liegt der Minderungseffekt der direkten Lachgas-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden zwischen 8 - 57 %.

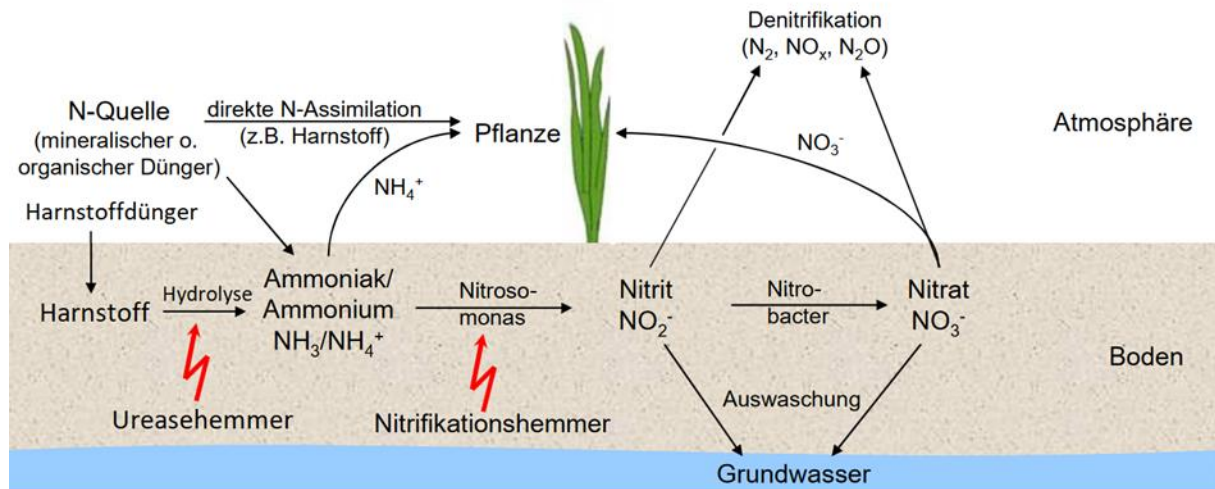
Aufgrund der völlig unterschiedlichen Wirkungsweise der UI und der NI ist zwischen beiden Wirkstoffgruppen klar zu differenzieren, um Missverständnisse und Fehlinterpretationen zu vermeiden. Abbildung 3 gibt einen Überblick über die Wirkweisen und unterschiedlichen Angriffspunkte der NI und UI.

Die Bedeutung der Stoffwirkungen im Einzelnen spiegelt sich auch in der neuen Düngeprodukteverordnung (2019) der EU. Hier sind NI und UI über ihre Wirkweise, nicht mehr über ihre Wirkstoffe definiert. Ein Inhibitor, in der Verordnung als Hemmstoff bezeichnet, ist hier definiert als:

*„... ein EU-Düngeprodukt, das dazu dient, die Freisetzung von Nährstoffen eines Produkts zu verbessern, das die Pflanzen mit Nährstoffen versorgt, indem die Aktivität bestimmter Gruppen von Mikroorganismen oder Enzymen verzögert oder gestoppt wird.“* (Düngeprodukteverordnung (2019))

Dabei unterscheidet die Verordnung entsprechend der Wirkweise zwischen den Inhibitorengruppen NI, UI und Denitrifikationsinhibitoren (siehe Tabelle 1).

**Abbildung 3: Wirkungsweise von Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren.**



Quelle: Scheurer et al (2014), angepasst für das DVGW-Projekt „INHIBIT“.

### 2.3.2 Zugelassene Wirkstoffe

Aktuell sind in Deutschland mehr NI und UI zugelassen als in der noch geltenden EU-Düngemittelverordnung (2003) genannt werden (Tabelle 1). So sind beispielsweise nach nationaler DüMV (2019) die NI N-((3(5)-Methyl-1H-pyrazol-1-yl)methyl)acetamid (MPA), 2-(3,4-Dimethyl-1H-pyrazol-1-yl)bernsteinsäure (DMPSA) und inzwischen auch Nitrapyrin zugelassen. In der EU-Düngemittelverordnung (2003) wiederum sind sie nicht aufgeführt. Nach der neuen Düngeprodukteverordnung (2019) der EU wird es künftig keine ausgewiesene Liste einzelner zugelassener Wirkstoffe mehr geben, vielmehr muss jeder unter dieser Verordnung als NI oder UI zugelassener Wirkstoff mit den Definitionen der Produktfunktionskategorie übereinstimmen (s. Tabelle 1).

**Tabelle 1: Überblick über die nach den Verordnungen auf EU-Ebene sowie der nationalen DüMV (2019) zugelassenen NUI.**

Wirkstoffart	EU-Düngeprodukteverordnung 2019/1009 (2019) <i>Keine Angabe von Wirkstoffen sondern Definitionen:</i>	EU-Düngemittelverordnung 2003/2003 (2003)	Düngemittelverordnung (DüMV, 2019)
Nitrifikationsinhibitoren	<u>Nitrifikationshemmstoff:</u> „muss die biologische Oxidation von Ammoniumstickstoff zu Nitritstickstoff hemmen“	DCD	DCD
		Erzeugnis mit TZ & 3-MP	Gemisch aus TZ & 3-MP
		DMPP	DMPP
		-	Gemisch aus DCD & 3-MP
		-	Gemisch aus DCD & Ammoniumthiosulfat
		Erzeugnis mit DCD & TZ	Gemisch aus DCD & TZ
		-	MPA
		-	DMPSA
Ureaseinhibitoren	<u>Ureasehemmstoff</u> „hemmt die hydrolytische Aktivität von Harnstoff durch das Ureaseenzym“	Gemisch aus NBPT & NPPT	Gemisch aus NBPT & NPPT
		2-NPT	2-NPT
		NBPT	-

Detailinformationen zu den Wirkstoffen sind dem Anhang zu entnehmen.

(Stoffbezeichnungen:

NI → Dicyandiamid = DCD; 1,2,4-Triazol = TZ; 3-Methylpyrazol = 3-MP; 3,4-Dimethylpyrazolphosphat = DMPP; N-((3(5)-Methyl-1H-pyrazol-1-yl)methyl)acetamid = MPA; Isomergemisch aus 2-(4,5-Dimethyl-1H-pyrazol-1-yl)bernsteinsäure und 2-(3,4-Dimethyl-1H-pyrazol-1-yl)bernsteinsäure = DMPSA; Nitrapyrin;

UI → N-Butyl-thiophosphortriamid = NBPT; N-Butyl-thiophosphortriamid = NPPT; N-(2 Nitrophenyl)phosphorsäuretriamid = 2-NPT)

### 2.3.3 Umweltwirkung

Hinsichtlich des vermehrten Einsatzes von NI und UI bestehen Bedenken bezüglich möglicher Umweltrisiken durch die Einträge in die verschiedenen Umweltkompartimente (Kösler et al., 2019). Die einzelnen Wirkstoffe der NI und UI und ihre Abbauprodukte konnten in Spuren in Gewässern nachgewiesen werden (Scheurer et al. 2014; Schaffer & Schmid, 2019). Die positiven Effekte für den Klima- und Gewässerschutz variieren stark in Abhängigkeit von den Umwelt-, Standort- und Bewirtschaftungsbedingungen und müssen unter Berücksichtigung des Vorsorgeprinzips gegen die potenziellen Risiken für die Umwelt abgewogen werden.

#### Ammoniak-Emissionen

NI führen durch die Hemmung der Nitrifikation dazu, dass Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) länger im Boden verbleibt und werden vor allem Güllen und Gärresten sowie mineralischen Düngern zugemischt. Je nach Standort- und Witterungsbedingungen kann dies zu höheren Ammoniak (NH<sub>3</sub>)-Verlusten führen, vor allem bei sandigen Böden, Böden mit geringer Kationenaustauschkapazität und Böden mit organischer Auflage. Entscheidend für die Ammoniak-Verluste ist, wie stark und lange das pH-Wert-abhängige Dissoziationsgleichgewicht zwischen Ammoniak/Ammonium in der Bodenlösung in Richtung Ammoniak verschoben wird (Lam et al., 2017; Gioacchini et al.,

2002; San Francisco et al., 2011; Cantarella et al., 2018; Castellano-Hinojosa et al., 2020; Ni et al., 2014; Kim et al., 2012). Bei geringen pH-Werten ist das Gleichgewicht mehr in Richtung Ammonium und bei hohen pH-Werten mehr in Richtung Ammoniak verschoben.

Bei einer kombinierten Anwendung von NI und NUI kann es durch die zusätzliche Verzögerung der Nitrifikation aufgrund des Einsatzes der NI zu einer Anreicherung von Ammonium im Boden kommen, wodurch je nach Standort- und Witterungsbedingungen die Gefahr von Ammoniakverlusten erhöht wird und die positiven Wirkungen der UI überkompensiert werden können (Castellano-Hinojosa et al., 2020; Kim et al., 2012). Allerdings sind die experimentellen Literaturergebnisse dazu uneinheitlich und zum Teil widersprüchlich, so dass hierzu noch weiterer Forschungsbedarf besteht (Ni et al., 2014).

### **Lachgas-Emissionen**

Wie schon in Kapitel 2.3.1 dargelegt, können NI die Lachgas-Emissionen reduzieren, allerdings liegen große Spannen vor. Werden die indirekten Lachgasemissionen durch die erhöhte Ammoniak-Deposition beim Einsatz von NI berücksichtigt, kann dieser Effekt abgeschwächt oder sogar umgekehrt werden (Lam et al. 2017). Eine Bewertung des Einsatzes von NI hinsichtlich ihrer Effekte auf klimatisch wirksame Emissionen ist folglich nur unter Berücksichtigung der direkten und indirekten Emissionen möglich.

### **Nitratauswaschung**

Durch Einsatz von NI soll die Zeitspanne, in der das weniger mobile und weniger auswaschungsgefährdete Ammonium den Pflanzen zur Verfügung steht, verlängert und damit die Nitratauswaschung ins Grundwasser verringert werden. Allerdings zeigen die Untersuchungen dazu ein heterogenes Bild. So bestätigen viele Studien die längere Verfügbarkeit von Ammonium und die daraus folgende geringere Nitratkonzentration im Boden nach der Applikation der Wirkstoffe (Barth et al., 2019; Gaßner, 2014; Zerulla et al., 2001). Andere Untersuchungen kommen zu dem Ergebnis, dass aufgrund zahlreicher anderer Einflussfaktoren auf die Stickstoff-Dynamik (Art und Menge des Wirkstoffs; Bodenparameter wie Bodenart, pH-Wert und Humusgehalt; klimatische Bedingungen wie Temperatur und Niederschlag sowie die jeweiligen Bewirtschaftungsmaßnahmen) und die Wirkungsweise der NI (und auch UI) deren Einsatz nicht zwingend zu geringeren Nitratauswaschungen führt (Corré und Zwart, 1995; Misselbrook et al., 2014; Gioacchini et al., 2002). So werden die NI im Boden relativ schnell mikrobiell abgebaut (Wirkungsdauer unter Feldbedingungen 2-6, maximal 8 Wochen; DVGW, 2020) und damit kann die für den Gewässerschutz entscheidende Nitratauswaschung während der winterlichen Sickerperiode kaum reduziert werden.

### **Mobilität der Inhibitoren**

Das Auswaschungsrisiko der einzelnen Wirkstoffe hängt sowohl von ihren physikochemischen Eigenschaften als auch von anderen Einflussfaktoren wie Witterung und Bodenbeschaffenheit ab. Eine generalisierte Aussage zum Auswaschungspotenzial einzelner Wirkstoffe ist deshalb problematisch und sollte zumindest die Ausbringungsbedingungen mitberücksichtigen. Ungewissheiten über die tatsächlichen Aufwandmengen der Wirkstoffe, auch mangels einer Deklarationspflicht auf den Produkten, erschweren die Risikoabschätzung. Bezüglich des Verlagerungspotenzials zeigen sich insbesondere bei den NI starke Unterschiede in der Mobilität, abhängig vom jeweiligen Wirkstoff und den Umweltbedingungen. So ist zum Beispiel DCD aufgrund seiner hohen Wasserlöslichkeit mobiler als 3,4-Dimethylpyrazolphosphat (DMPP). Auf Standorten mit geringen Flurabständen, sandigen Böden und hohen Niederschlagsmengen besteht für DCD das Risiko einer Auswaschung ins Grundwasser, zugleich kann es aber in Böden mit einer hohen mineralischen und organischen Substanz eine recht hohe Sorptionsfähigkeit zeigen (Corré und Zwart, 1995; Marsden et al., 2016). Das



Auswaschungsrisiko ist für UI generell geringer als für NI, bedingt durch den schnelleren hydrolytischen Abbau innerhalb weniger Tage, das sich insbesondere auf Böden mit niedrigen pH-Werten zeigt und auch aufgrund ihrer vergleichsweise geringeren Aufwandmengen. Die Halbwertszeiten von N-Butyl-thiophosphortriamid (NBPT) beispielsweise zeigen mit ~0,4 Tagen bei pH=4 und >400 Tagen bei pH=7,2 die starke pH-Wert Abhängigkeit der Hydrolyse (Engel et al., 2015). Seitens der Umweltfunde dominieren Nachweise der NI DCD und 1,2,4-Triazol in deutschen Gewässern. Scheurer et al. (2014) untersuchten deutsche Fließgewässer auf verschiedene NI/UI mittels einer flüssigchromatographischen Multimethode. In dieser Studie wurden DCD und 1,2,4-Triazol im Konzentrationsbereich von mehreren µg/L nachgewiesen, wenn auch mit Unterschieden in der Belastungssituation. Ist für 1,2,4-Triazol ein deutlicher regionaler wie saisonaler Trend erkennbar, so wurde DCD ubiquitär in den untersuchten Flussproben gefunden (Scheurer et al., 2014). Vereinzelt Nachweise in Grund- und Trinkwasserproben sprechen zudem dafür, die Mobilität und Persistenz dieser Analyten und damit ihr Potenzial zur Grund- und Trinkwassergängigkeit vertiefend zu betrachten und zu bewerten. 1,2,4-Triazol wird zudem pflanzenschutzrechtlich als relevanter Metabolit eingestuft, der von vielen Azolfungiziden gebildet wird und sehr mobil ist. Die Empfehlungsliste des UBA unterstreicht auch die quantitative Bedeutung von Düngeanwendungen als Eintragsquelle für 1,2,4-Triazol in Grundwasser (Banning et al., 2019). Eine Untersuchung des NLKWN (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz) der niedersächsischen Gewässer kam zu ähnlichen Ergebnissen wie die Arbeitsgruppe um Scheurer (Schaffer und Schmid, 2019). Auch auf Basis dieser Untersuchungen wurden 2020 NI in das niedersächsische Grundwassermonitoringprogramm aufgenommen. Zudem wurde von DVGW das Forschungsprojekt INHIBIT zur Untersuchung von Chancen und Risiken der NI/UI für den Gewässerschutz initiiert (DVGW, 2020).

### Ökotoxikologische Risiken

Publizierte Studien und Forschungsergebnisse, die sich mit realitätsnahen ökotoxikologischen Auswirkungen der NI und UI befassen, sind vergleichsweise rar. Entsprechend limitiert ist die Datenlage in Bezug auf mitteleuropäische Standortverhältnisse und die gewählten Testorganismen (Hund-Rinke, 2021). Ergebnisse einer Mesokosmosstudie in Neuseeland legen nahe, dass DCD in umweltrelevanten Konzentrationen allein einen geringen Stressor darstellt, aber negative ökotoxikologische Effekte auf Algengemeinschaften haben kann, die bereits anderen Stressoren ausgesetzt sind (Salis et al., 2019). Ein durchaus realistisches Szenario für landwirtschaftlich geprägte Fließgewässer.

In ökotoxikologischen Tests zeigten zwei getestete Präparate, von denen eines den Wirkstoff DMPP und eines die Wirkstoffe 1,2,4-Triazol und 3-Methylpyrazol (3-MP) enthielten, negative Effekte auf Wasserpflanzen, wobei die Effektkonzentrationen oberhalb der bisher in deutschen Oberflächengewässern gemessenen Wirkstoffkonzentrationen lagen (Kösler et al., 2020). Phytotoxische Effekte auf Klee wurden in einer Studie von Macadam et al. (2003) bei der empfohlenen Aufwandrate für DCD gemessen, jedoch nicht für DMPP. Die geringe Anzahl an ökotoxikologischen Studien mit NI und UI zeigt, dass noch große Wissenslücken bezüglich des Risikos, welches von NI und UI ausgeht, bestehen. Aufgrund ihrer unmittelbaren Ausbringung und Wirkung auf den Boden und die Bodenmikrobiologie, sowie aufgrund der hohen Mobilität einzelner Vertreter der NI sind insbesondere Effekte in den Kompartimenten Wasser und Boden mit geeigneten Teststrategien und -organismen zu untersuchen und auch Kombinationseffekte zu prüfen (Hund-Rinke, 2021, Kübeck, 2021).

## 2.4 Schwerpunkt Biostimulanzien

In den letzten Jahren haben die Forschung zu und die Anwendung von Biostimulanzien in der Landwirtschaft stark zugenommen. Dieser Stoffgruppe wird ein großes Potenzial zur Verbesserung der Nährstoffeffizienz und Resilienz in Stresssituationen (Trockenheit, Versalzung, Nährstoffmangel) bei gleichzeitiger Verbesserung der Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion zugeschrieben. Entsprechend intensiv werden Biostimulanzien als Bausteine für eine moderne und nachhaltige Landwirtschaft beworben. Der Industrieverband Agrar (IVA) berichtet von jährlichen Wachstumsraten im Marktsegment der Biostimulanzien zwischen 10-12 % (IVA, 2021).

### 2.4.1 Definitionen

Biostimulanzien ist der Oberbegriff für eine Klasse von Betriebsmitteln, die weder Pflanzenschutz- noch Düngemittel sind und in der neuen EU-Düngemittelverordnung eine eigenständige Produktfunktionskategorie bilden. Unter PFC 6 der Düngemittelprodukteverordnung (2019) ist ein Pflanzen-Biostimulans definiert als ein:

*„...EU-Düngemittelprodukt, das dazu dient, pflanzliche Ernährungsprozesse unabhängig vom Nährstoffgehalt des Produkts zu stimulieren wobei ausschließlich auf die Verbesserung eines oder mehrerer der folgenden Merkmale der Pflanze oder der Rhizosphäre der Pflanze abgezielt wird: a) Effizienz der Nährstoffverwertung b) Toleranz gegenüber abiotischem Stress c) Qualitätsmerkmale oder d) Verfügbarkeit von im Boden oder in der Rhizosphäre enthaltenen Nährstoffen“.*

Auf nationaler Ebene ergibt sich für Deutschland ein Zuordnungsproblem aufgrund der rechtlichen Einordnung zwischen dem Düngemittel- und dem Pflanzenschutzrecht (s. Kap. 1.1 und 2.4).

### 2.4.2 Klassifikationen der Biostimulanzien

Die Stoffgruppen und Substanzen, die als Biostimulanzien bezeichnet werden, sind sehr heterogen. Dabei werden folgende Hauptgruppen unterschieden (Rouphael und Colla, 2020; du Jardin, 2015):

- a) Huminstoffe wie Humine, Huminsäuren, Fulvosäuren
- b) Algen- und Pflanzenextrakte (Rot-, Grün- und vor allem Braunalgen)
- c) Aminosäuren und Peptide (zum Beispiel Proteinhydrolysate)
- d) Nützliche Mikroorganismen wie zum Beispiel Rhizobien, arbuskuläre Mykorrhizapilze, Stickstoff-fixierende Bakterien, Trichoderma
- e) anorganische Stoffe und Elemente wie beispielsweise Al, Co, Na, Se, Si, Ti, Ag sowie Phosphite und Biopolymere (Chitosan u.a.)

Die Definition von Rouphael & Colla (2020) unterscheidet dabei noch zwischen nicht-mikrobiellen Biostimulanzien wie tierischen und pflanzlichen Protein-Hydrolysaten und Algenextrakten sowie mikrobiellen Biostimulanzien wie arbuskulären Mykorrhizapilzen und wachstumsfördernden Rhizobakterien.

Somit zeigt sich für die Biostimulanzien eine schwer überschaubare Vielfalt an Substanzen und Mikroorganismen mit unterschiedlichsten Eigenschaften. Zwar sind in den letzten Jahren sehr viele wissenschaftliche Studien und Veröffentlichungen zur Anwendung und Wirkungsweise der verschiedenen Biostimulanzien erschienen, Untersuchungen zu möglichen Risiken für die Umwelt sind allerdings ausgesprochen selten. Insbesondere die Auswirkungen des Einsatzes

von Biostimulanzien auf die Bodenmikrobiologie sind noch weitgehend unbekannt und bedürfen intensiver Forschung (Castro-Sowinski et al., 2007).

### 2.4.3 Einsatz in der Landwirtschaft und Wirkweise

Biostimulanzien sollen das Bodenleben aktivieren, die Nährstoffeffizienz verbessern, Ertragssteigerungen und Verbesserungen der Pflanzenqualität bewirken und den abiotischen Stress bei ungünstigen Wachstumsbedingungen vermindern. Biostimulanzien unterstützen und stimulieren die Stoffwechselprozesse der Pflanze, unter anderem durch hormonelle Wirkungen und können die Nährstoffaufnahme verbessern durch pH-Wert-Veränderungen, Verminderung der Nährstofffestlegung, Chelatorwirkung und anderes mehr. Dabei wird generell betont, dass vor allem die synergistischen Wirkungen zu betrachten sind, weniger die Effekte der einzelnen Wirkstoffe (Neumann, 2017; Raupp, 2020), da Biostimulanzien mit Boden und Pflanzen interagieren und so die physiologischen Prozesse fördern.

Während die positiven Wirkungen von Protein-Hydrolysaten, Algenextrakten und wachstumsfördernder Rhizobakterien und Mykorrhizapilzen in Labor- und Gefäßversuchen sowie im Gartenbau unter Gewächshausbedingungen vielfach belegt sind (Neumann, 2017; Olivares et al., 2017; Roupheal und Colla, 2020), ist deren Anwendung in der Landwirtschaft unter Feldbedingungen mit großen Unsicherheiten verbunden. Die Effekte beim Einsatz verschiedener Biostimulanzien unter Freilandbedingungen reichen von völliger Wirkungslosigkeit bis hin zu Ertragssteigerungen im zweistelligen Prozent-Bereich (Hege et al., 2005; Wendland et al., 2006; Neumann, 2017; Raupp, 2020; Wiesler und Armbruster, 2021) und sind sehr stark von den jeweiligen Anwendungsbedingungen abhängig. Die besten Wirkungsgrade wurden bei einer Kombination von Biostimulanzien und Düngemitteln, insbesondere bei ammoniumbetonter Düngung oder zusätzlicher Düngung von Spurennährstoffen, erreicht, während die geringsten Wirkungen bei einer Saatgutbehandlung erzielt wurden (Neumann, 2017). Demgegenüber ist die ertragssteigernde und stimulierende Wirkung von Phosphit auf die Nitratreduktaseaktivität bei Raps und Winterweizen in Feldversuchen der Universität Kiel wissenschaftlich nachgewiesen (Verreet et al., 2019; Verreet et al., 2020).

Entscheidend für den zukünftigen Einsatz von Biostimulanzien in der Landwirtschaft wird sein, die Effekte und die Wirksamkeit von Biostimulanzien nach standardisierten Verfahren unter Freilandbedingungen nachzuweisen und einheitliche Standards bei der Regulierung und Zulassung der unterschiedlichen Produktgruppen festzulegen (zum Beispiel Barros-Rodríguez et al. 2020; Ricci et al. 2019).

### 2.4.4 Umweltrisiken

Zum derzeitigen Kenntnisstand gibt es noch keine ausreichenden Informationen bezüglich der Umweltrisiken, die gegebenenfalls von Biostimulanzien ausgehen können. Auch wurden keine Informationen zu Monitoringprogrammen im Zusammenhang mit Biostimulanzien gefunden. Nachfolgend wird beispielhaft die Biostimulanzien-Gruppe der Mikroorganismenpräparate hinsichtlich ihrer möglichen Umweltrisiken näher betrachtet:

Problematisch ist, dass für Mikroorganismenpräparate einerseits keine Absatz- und Verkaufsmengen bekannt sind und andererseits in den Handelsprodukten die Wirkstoffgehalte nur vereinzelt angegeben werden, weshalb absolute Ausbringungsmengen nicht beziffert werden können. Des Weiteren sind nicht immer Daten zur genauen Taxonomie der Mikroorganismen bekannt. Hierzu fordert allerdings die Düngemittelprodukteverordnung (2019) zukünftig *„Alle absichtlich zugesetzten Mikroorganismen sind anzugeben. Haben die Mikroorganismen mehrere Stämme, so sind die absichtlich zugesetzten Stämme anzugeben. Ihre*



*Konzentration ist als Zahl aktiver Einheiten je Volumen- oder Gewichtseinheit oder in einer anderen für den Mikroorganismus relevanten Weise, zum Beispiel als koloniebildende Einheiten pro Gramm (KBE/g), auszudrücken“.* Allerdings ist die auf taxonomischen Kriterien basierende Regulation und Risikobewertung von Biostimulanzien auf EU-Ebene nicht ausreichend (Barros-Rodríguez et al., 2020). Auf Grund der genetischen Vielfalt von Mikroorganismenstämmen können Pathogene nicht allein durch die taxonomische Einordnung ausgeschlossen werden (Barros-Rodríguez et al., 2020). Zudem stellt sich die Frage nach den Beeinflussungen und Wechselwirkungen zwischen den bodenbürtigen, autochthonen Mikroorganismen und den inokulierten Rhizobakterien und Mykorrhizapilzen (Castro-Sowinski et al., 2007). Zwar wurden bisher keine Arten mit möglichen Risiken für Umwelt und Lebewesen innerhalb der zugelassenen Gattungen gefunden, allerdings ist der diesbezügliche Forschungsstand noch weitgehend offen.

Nach aktuellem Kenntnisstand ist die Umweltgefährdung von Mikroorganismenpräparaten als gering einzustufen. Generell ist davon auszugehen, dass nach dem Einsatz zur behandelten Kultur die zugeführten Mikroorganismen von den autochthonen Bodenmikroorganismen wieder verdrängt werden. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Daten- und Untersuchungslage sehr dürftig ist und es dazu derzeit keine aussagekräftigen Quellen gibt, die ein potenzielles Risiko vermuten lassen.

## 3 Ergebnisse der Tagung

Nachfolgend werden die wichtigsten Ergebnisse der Fachtagung dokumentiert. Dazu zählen die Vorträge, die Erkenntnisse aus den Diskussionsrunden und aus den Befragungen zum Tagesabschluss.

### 3.1 Zusammenfassung der Vorträge

Die Vorträge stellten fachliche Inhalte aus den Schwerpunktthemen NI und UI, Biostimulanzien und Regulierung vor. Für das Projekt wesentliche Inhalte und Schlussfolgerungen der Präsentationen werden im Folgenden zusammenfassend wiedergegeben <sup>3</sup>.

#### **Vortrag 1: Vorkommen und Belastungen von NI/UI in den Umweltmedien Boden und Wasser**

Aufgrund ihrer Wirkungsweise werden UI zunehmend als Mittel zur Reduktion der Emissionen von Klimagasen angesehen. Seit 2020 ist ihr Einsatz gesetzlich in der DüV (2020) geregelt. Zudem werden UI wie auch NI vermehrt als potenziell bedeutsame Minderungsmaßnahmen in der Reduzierung (und Vorbeugung) des landwirtschaftlichen Nitratreintrags in Gewässer angesehen. Die sich aus einem flächenhaften Einsatz dieser Wirkstoffe für die Wasserversorgung und den Gewässerschutz ergebenden Chancen, wie die Reduktion von Nitratreinträgen und die dem entgegenstehenden Risiken, wie der mögliche Eintrag der Wirkstoffe in die aquatische Umwelt, sind Gegenstand der aktuellen DVGW-Forschungsarbeit. Im laufenden DVGW-Projekt INHIBIT werden diese Zusammenhänge für die in Deutschland zugelassenen, sieben NI und drei UI adressiert. Ziel ist die Schaffung einer konsistenten Datenbasis zur Identifikation von Anwendungsbedingungen und Risikofaktoren beim Einsatz der Wirkstoffe in der Landwirtschaft auf Basis einer umfassenden Literatur und Regelwerksrecherche sowie auf Basis von Elutionsversuchen in Feld und Labor. Fehlende Angaben zu Wirkstoffkonzentrationen und Verkaufsmengen der Handelsprodukte ließen dabei im Projekt eine Bilanzierung von Ausbringungsmengen nur über Näherungen mittels der nach den Regelwerken zugelassenen Wirkstoffgehalte zu. Unterschiedliche Studiendesigns, die Variabilität der exogenen Faktoren sowie die für einzelne Wirkstoffe gar nicht erst vorhandenen oder publizierten Daten verhindern pauschalierte Aussagen zum Einfluss von Umweltbedingungen auf das Umweltverhalten der NI und UI auf Basis der Literaturergebnisse. In Umweltmonitorings in deutschen Oberflächengewässern wurden in landwirtschaftlichen Einzugsgebieten vorrangig die NI DCD und 1,2,4-Triazol nachgewiesen. Bisher ist unklar, ob Negativbefunde anderer Wirkstoffe wie DMPP realistisch sind, oder an den noch hohen Bestimmungsgrenzen der Methodik liegen. Wenige Informationen liegen bisher zu Grundwasserkonzentrationen vor. In ersten Ergebnissen der Elutionsversuche zeigte sich, dass NI nach sachgerechter Applikation verschiedener Handelsprodukte noch sieben Tage nach Auftrag im Bodeneluat nachweisbar waren. UI zeigten aufgrund der geringen Auftragsmengen und raschen Hydrolyse bereits am Applikationstag sehr geringe Konzentrationen.

#### **Vortrag 2: Nitrifikations- und Ureasehemmer (Fokus: Ökotoxikologie)**

Die Regulation von Chemikalien richtet sich vorrangig nach der Verwendung der Stoffe. NI und UI sind auf europäischer Ebene in erster Linie als Allgemeinchemikalien nach REACH-Verordnung (2006) geregelt. Mit der Betrachtung der Umweltwirkungen nach REACH sollen negative Auswirkungen - als unbeabsichtigte Folgen ihrer Verwendung - vermieden werden, wobei der Einsatzbereich und die Anwendungsart zu berücksichtigen sind. Welche Umweltwirkungen betrachtet werden unterliegt nach REACH allerdings einer

---

<sup>3</sup> Einzelne Vorträge zum Download: UBA-Homepage: <https://www.umweltbundesamt.de/uba-fachtagung-zur-umweltbewertung-von>

tonnageabhängigen Staffelung. Bodenorganismen beispielsweise werden nur bei höheren jährlichen Tonnagemengen berücksichtigt. Nach der RESCUE Studie 36/2019 des UBA wurde der Einsatz der NI und UI für den Klimaschutz generell positiv bewertet, nichtsdestotrotz bestehen Unsicherheiten hinsichtlich ihrer Umweltauswirkungen, ihrer tatsächlichen Minderungswirkung und möglicher Resistenzbildungen. Als besonders kritisch wurden die für einige NI und UI nachgewiesene Mobilität und Persistenz herausgestrichen sowie die durch das eingeschränkte Untersuchungsspektrum limitierte Beurteilung der ökotoxikologischen Wirkung. Als Voraussetzung einer verbesserten Risikoabschätzung, der Ableitung von Schwellenwerten für die NI und UI und einer Bewertung von „Altstoffen“, müsse auch eine ökotoxikologisch begründete Bewertungsgrundlage geschaffen werden. Im Ausblick wurden konkrete Vorschläge zur Erweiterung der Wissensbasis und der Schaffung dieser Bewertungsgrundlage für fundierte Entscheidungen vorgestellt, die im Folgenden kurz skizziert werden. Laborversuche sind für diesen Ansatz aufgrund ihrer Standardisierbarkeit und der Vergleichbarkeit der Ergebnisse gut geeignet. Erforderlich sind zudem sowohl terrestrische Testsysteme, um dem Einsatz im Boden Rechnung zu tragen, als auch aquatische Testsysteme für mobile Wirkstoffe, die sich an worst-case-Szenarien orientieren. Die Auswahl geeigneter Testorganismen und Endpunkte zur Festlegung einer angepassten Testbatterie sollte in Anhängigkeit von der spezifischen Wirkung der jeweils untersuchten NI und UI erfolgen. Die abgeleiteten PNECs (prognostizierte Konzentration bei der noch keine negative Wirkung auftritt – predicted no effect concentration) stellen nutzungsunabhängige Schwellenwerte für Einzelsubstanzen dar. Daneben sollten gemessene oder berechnete Umweltkonzentrationen unter Berücksichtigung der Eintragspfade in die Ermittlung des Umweltrisikos eingehen.

### **Vortrag 3: Gefährdungspotenzial und Risikoabschätzung - Auswirkungen der NI/UI auf die Emission klimarelevanter Spurengase“**

Rund ein Drittel der klimarelevanten Treibhausgas (THG)-Emissionen aus der Landwirtschaft entfällt auf Lachgas ( $N_2O$ ). Starke Nitrifikations- und Denitrifikationsprozesse verursachen unmittelbar hohe Emissionen des Treibhausgases  $N_2O$ . Auch Ammoniak-Verluste und Nitrat-Auswaschungen können indirekt zur Lachgas Emission beitragen. Zusatzstoffe wie NI- und UI-behandelte Dünger sollen der besseren Kontrolle der N-Transformation und damit der Stickstoffemissionen dienen. Die Wirkungsweise der UIs beruht auf dem Verlangsamen der Harnstoffhydrolyse und resultiert idealerweise in geringeren Ammoniak-Verlusten. NI wiederum verlangsamen die mikrobielle Nitrifikation und sollen so zu einem verringerten Lachgas-Verlust und geringerer Nitrat-Auswaschung beitragen. Eine Auswertung der aktuellen Literatur zur THG-Minderung durch den Einsatz von Hemmstoffen zeigte Unsicherheiten in den Wirkungen, vor allem bei Wirkungsgrößen (numerische Werte des Emission Factor EF) und Berechnungsmethoden auf, zu denen die hohe Variation der Wirksamkeit aufgrund von Witterungsbedingungen zusätzlich beiträgt. In Metastudien der letzten 10 Jahre finden sich keine Ergebnisse zu THG-Effekten unter mitteleuropäischen Umweltbedingungen. Zusammengefasst führt der Einsatz von NI in den betrachteten Studien zu einer konsistenten mittleren Reduktion düngerbürtiger Lachgas Emissionen um ca. 35 % sowie zu einer verringerten Nitratauswaschung in der Vegetationsperiode. In Kombination mit Gülle und Harnstoff wurden für NI in den ausgewerteten Studien jedoch erhöhte Ammoniak-Emissionen gezeigt. Unsicherheiten bestehen insbesondere in den Ertrags- und Stickstoffeffizienzeffekten unter mitteleuropäischen Bedingungen. Für UI konnte eine mittlere Reduktion düngerbürtiger Ammoniak-Emissionen um ca. 60 % abgeleitet werden. Zudem sind trotz Unsicherheiten aufgrund der Studiendesigns die Erträge und die Stickstoffeffizienzwirkung bei UI Einsatz unter mitteleuropäischen Bedingungen (Getreide) wahrscheinlich signifikant erhöht. Die Wirkung der UI auf direkte Lachgasemissionen konnte aufgrund widersprüchlicher Metastudien nicht eingeschätzt werden. Erste Ergebnisse der wenigen Studien für Harnstoff mit Doppelinhibitoren

in Deutschland zeigten eine eher geringe Ertragswirkung und geringe Minderung direkter annualer THG-Emissionen. Bezüglich der THG-mindernden Wirkung des Einsatzes von Inhibitoren zeigte der Vortrag auch die noch offenen Fragen auf, die sich insbesondere für den Einsatz unter mitteleuropäischen Bedingungen ergeben. Sie lauten: (I) Wie hoch sind die Emissionsfaktoren für die annualen Lachgasemissionen und die Nitratauswaschung unter Berücksichtigung der ungedüngten Kontrolle? (II) Welchen Einfluss haben Kulturarten und Umweltbedingungen auf direkte und indirekte THG-Emissionen? (III) Ändert sich die Hemmstoffwirkung und die Wirkungsgröße nach mehrjähriger, kontinuierlicher Anwendung? (IV) Wie hoch ist die Reduktion von Lachgasemissionen durch den Einsatz von UI? (V) Wie ist die Klimaschutzwirkung der Hemmstoffe über Effekte auf Ertrag, N-Effizienz sowie auf die betriebswirtschaftliche Effizienz zu bewerten?

#### **Vortrag 4: Mikroorganismenpräparate und Bodenmikrobiologie – Einsatz, Nutzen und mögliche Risiken**

Die Entwicklung von Mikroorganismenpräparaten beinhaltet nach der Isolation der einzelnen Mikroorganismen die Selektion auf ökotoxikologisch unbedenkliche Organismen in der weiteren Kultivierung. In weiteren Schritten wird dann auch auf wachstumsfördernde Fähigkeiten wie die Phosphor-Mobilisierung oder die Siderophorproduktion selektiert. Typische Vertreter biostimulanter Mikroorganismen in Präparaten sind Pilzarten wie *Aspergillus oryzae* und *Saccharomyces cerevisiae* oder Bakterienarten wie *Bacillus mucilaginosus* und *Rhodopseudomonas palustris*. Ihr wachstumsfördernder Effekt beruht auf direkten Mechanismen wie der Mobilisierung von Phosphor und weiteren Nährstoffen bzw. im Falle von *Rhodopseudomonas palustris* unter anderem auf der Fixierung von Stickstoff. Der potenzielle Nutzen biostimulanter Mikroorganismenpräparate in der Pflanzenernährung liegt vorrangig in der verbesserten Ausnutzung der Nährstoffe des Bodenpools (insbesondere Phosphor, Stickstoff, Zink, Eisen und auch Wasser), wodurch im Idealfall der Düngebedarf reduziert wird. Zudem liegt ein potenzieller Nutzen in einer verbesserten Bodenfruchtbarkeit, etwa durch eine erhöhte, dem Erosionsschutz dienende Aggregatstabilität im Oberboden, oder in der reduzierten Auswaschungsfahr aufgrund der reversiblen Nährstoffspeicherung in der mikrobiellen Biomasse. Potenzielle ökologische Risiken können in einer erhöhten Sporenbelastung, im Phytoparasitismus, der Toxinbildung in der Pflanze oder in der Veränderung des Bodenmikrobioms bestehen. Bei sachgerechter Anwendung und sachgemäßer Selektion im Vorfeld sind diese allerdings eher gering. Die ökonomischen Risiken im Einsatz von Mikroorganismenpräparaten als Biostimulanzien sind hingegen vergleichsweise hoch, da ihre Wirksamkeit in hohem Maße dem Einfluss exogener Faktoren, wie der Witterung oder der Bodenbeschaffenheit, unterliegt.

#### **Vortrag 5: Düngemittelzusatzstoffe (DMZ) – Qualitätskontrolle und Regulierungsmöglichkeiten im Rahmen der Düngemittelverkehrskontrolle**

Das Düngemittelrecht ist ein teilharmonisierter Rechtsbereich, in dem das EU-Recht und das nationale Recht der Mitgliedsstaaten gleichrangig nebeneinanderstehen. Die von der Düngemittelverkehrskontrolle (DVK) überwachten Düngemittel auf dem deutschen Markt können aktuell entweder EU-weit als EG-Düngemittel gemäß Düngemittelverordnung (2003) oder auf Basis der gegenseitigen Anerkennung gemäß Verordnung 2019/515 (2019) nach nationalem Recht eines Mitgliedstaates des europäischen Binnenmarktes, zugelassen sein. Düngemittel werden risikoorientiert auf Basis des zugrunde liegenden Düngemittelrechts überwacht. Aus diesem Grund muss die Kennzeichnung des Düngemittels eine Deklaration des anzuwendenden nationalen Rechts enthalten. Prüfungen auf Typen-bestimmende wie auch auf nicht Typen-bestimmende Nährstoffe ist Bestandteil der DVK-Prüfungen, sowohl für die nach DüMV (2019) national zugelassenen wie auch für EG-Düngemittel. Im Vergleich umfasst der

Untersuchungsumfang für nach deutschem Recht zugelassene Düngemittel Prüfungen auf Schwermetalle, organische Schadstoffe, Hygiene, Fremdbestandteile und sonstige Parameter und somit ein wesentlich größeres Spektrum als für EG-Düngemittel. Zudem fallen die in Deutschland ebenfalls unter dem Düngerecht geregelten organischen Dünger und Wirtschaftsdünger sowie die Kultursubstrate, Bodenhilfsstoffe und Pflanzenhilfsmittel ebenfalls in den Zuständigkeitsbereich der DVK. Die Überwachung von „DMZ an sich“ hingegen ist keine DVK-Aufgabe, ebenso wenig wie ihre Umweltbewertung. Hingegen wurden Prüfungen auf die Gehalte von UI in mineralischen und Wirtschaftsdüngern bereits in Projekten der DVK adressiert, ohne ein vollständig einheitliches Bild zu zeigen. In Summe wird bisher keine Notwendigkeit für eine intensivere Überwachung von Düngemitteln, die DMZ enthalten, gesehen.

#### **Vortrag 6: Zulassungsverfahren von Düngemittelzusatzstoffen - Konfliktpotenziale im Regulierungsprozess**

Der Düngemittelverkehr in Deutschland unterliegt der DüMV (2019), den Düngerechten der anderen Mitgliedstaaten des EU-Binnenmarktes und künftig der Düngeprodukteverordnung (2019) der EU. Der Schutz von Anwendern, der Umwelt, von Nicht-Zielorganismen und Nutzpflanzen ist durch die Regelungen zur Zusammensetzung, Anwendung und Qualitätssicherung der Düngemittel sicherzustellen. Neben den Pflanzennährstoffen setzten sich Düngemittel aus wertgebenden Nebenbestandteilen wie den Aufbereitungs- und Anwendungshilfsmitteln zusammen. Zu letzteren zählen auch die NI und UI. Für Schadstoffe in Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln gelten Höchstwerte, die nach DüMV (2019) Tabelle 1.4 nicht überschritten werden dürfen. Krankheitserreger, Toxine oder Schaderreger, von denen Gefahren für die Gesundheit von Menschen, Tieren und Nutzpflanzen ausgehen, dürfen in diesen Produkten nicht enthalten sein. Es bestehen Unterschiede zwischen diesen Höchstwerten und denen der EU-Düngeprodukteverordnung (2019). Im Rahmen des nationalen Zulassungsverfahrens richten die Antragsteller eine Anfrage an das BMEL als zuständige Behörde und reichen die geforderten Informationen zum Nachweis der stofflichen Unbedenklichkeit ebenso wie Wirksamkeitsbelege und Informationen zum Wirkprinzip ein. Dies beinhaltet auch Informationen zur Zusammensetzung, Hygiene, Toxikologie, Ökotoxikologie, die nach anerkannten Methoden erhoben bzw. geprüft wurden. Der WBD beurteilt den Stoff auf Eignung als Stoff nach DüMV und gibt dem BMEL eine Empfehlung über die Aufnahme des Stoffes in die DüMV ab. Die finale Entscheidung über eine Aufnahme in die DüMV ist vom Bundesrat zu treffen. Konflikte zwischen dem nationalen und dem künftigen EU-Zulassungsverfahren können sich aufgrund unterschiedlicher Anforderungen etwa an Untersuchungsstandards, den Begrifflichkeiten und der Qualifikation der prüfenden Gremien ergeben sowie aus den daraus gegebenenfalls resultierenden abweichenden Anwendungsempfehlungen. Konfliktpotenziale bestehen auch im gesellschaftlichen oder politischen Anspruch an die Transparenz des Zulassungsverfahrens und der Beurteilung der Stoffe, die sich in Abhängigkeit der jeweiligen interessierten Parteien unterscheiden kann. Stärkere Transparenz durch die Einrichtung von für die Wissenschaft und die Öffentlichkeit zugänglichen Informationsportalen zu Stoffeigenschaften, gesundheitlichen und ökologischen Risiken sowie Ergebnissen aus Monitoring und Forschung könnten diesen Konflikten entgegenwirken.

#### **Vortrag 7: Zulassung und Einsatz von DMZ aus Sicht der Industrie**

Landwirtschaft und agrochemische Industrie sehen sich verstärkt der Herausforderung ausgesetzt, den hohen Produktionsstandard in Deutschland und Europa in der Erzeugung qualitativ sicherer Lebensmittel zu erhalten und zugleich schädliche Umweltauswirkungen der modernen Landwirtschaft durch Innovationen zu vermindern. Dazu zählen für den



agrochemischen Bereich auch NI und UI zur Minderung von Stickstoffemissionen oder Biostimulanzien für eine verbesserte pflanzliche Nährstoffaufnahme. Als Allgemeinchemikalien sind die Inhibitoren gemäß dem europäischen Chemikalienrecht nach REACH-Verordnung (2006) registriert. Im Registrierungsprozess nehmen die Anforderungen an Studien und Tests mit größerem Tonnageband deutlich zu (Anzahl Prüfungen Tox/Ötox: 1-10 Tonnen - 5/5; >1000 Tonnen 15/28). Die somit für die Hemmstoffe gestaffelt vorliegenden Informationen zur Umweltverträglichkeit gehen auch in das nationale Zulassungsverfahren ein. Sie sind dem WBD zur Prüfung vorzulegen, gegebenenfalls erweitert um zusätzliche, nach einer Checkliste angeforderte Informationen. 90 % der Düngemittel und Inhibitoren sind nach EU-Recht auf dem Markt gemäß der Düngemittelverordnung (2003). Diese wird ab dem 16. Juli 2022 durch die EU-Düngeprodukteverordnung (2019) abgelöst, wobei die nationalen Rechtsbestimmungen erhalten bleiben. Die Einführung von Produktfunktions- und Komponentenmaterialkategorien, die Integration von organischen Düngern, Biostimulanzien und weiteren Produkten und Substraten sowie die erstmalige Einführung von Schadstoffgrenzwerten in Düngemitteln auf EU-Ebene gehören zu den wesentlichen Neuerungen durch die Düngeprodukteverordnung. Die CE-Kennzeichnung und Verkehrsfähigkeit als EU-Düngeprodukte auf dem europäischen Binnenmarkt setzen eine Konformitätsbewertung der Düngeprodukte über eine externe Konformitätsbewertungsstelle voraus. Hierfür ist vom Hersteller eine technische Dokumentation vorzulegen, die unter anderem Informationen zur Verwendung der Produkte und Prüfberichte zu Umwelt-, Qualitäts-, und Sicherheitsanforderungen enthält, sowie die Normen und Standards, nach denen diese erhoben wurden. Dafür notwendige Standards und detaillierte Qualitäts- und Wirksamkeitsanforderungen mit technischen Spezifikationen, die den Anforderungen der Norm genügen, sind in der Entwicklung beim Europäischen Komitee für Normung. Dies gilt insbesondere für Biostimulanzien, für die die Zulassungsanforderungen noch konkretisiert werden müssen. Im Falle mikrobieller Biostimulanzien ist darüber hinaus auch die Abgrenzung zum biologischen Pflanzenschutz eine noch zu regelnde Frage.

#### **Vortrag 8: Untersuchung der Belastung niedersächsischer Oberflächengewässer mit Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren**

Anlass für Untersuchung der Belastung niedersächsischer Oberflächengewässer mit NI und UI waren der zunehmende Einsatz dieser Stoffe als Stickstoffstabilisatoren in Düngern in Niedersachsen, die Nachweise der Substanzen in deutschen Oberflächengewässern und die bis dato noch fehlenden, diesbezüglichen Informationen für niedersächsische Gewässer. Analytisch untersucht werden konnten die vier NI DCD, 3-MP, 1,2,4-Triazol, DMPP und die UI N-(2-Nitrophenyl)phosphorsäuretriamid (2-NPT) und NBPT. Die Bestimmungsgrenzen lagen für die meisten Stoffe zwischen 0,01-0,05 µg/L, allerdings für 3-MP mit 0,1 µg/L und DMPP mit beachtlichen 0,25 µg/L deutlich darüber. Mit dem Ziel, einen landesweiten Überblick zu schaffen, wurden insgesamt 56 Messstellen beprobt, die Mehrzahl doppelt in zwei Untersuchungskampagnen, jeweils eine im Mai und eine im November 2018. Das Monitoring offenbarte die weite Verbreitung der NI 1,2,4-Triazol und DCD in niedersächsischen Oberflächengewässern. Diese Beobachtung stimmt mit anderen Publikationen überein. Andere Stoffe wurden in Oberflächengewässern (und auch im Grundwasser) nicht, beziehungsweise im Falle des Einzelfundes von 3-MP (0,15 µg/L), kaum nachgewiesen. Die Einträge in die beprobten Gewässer Niedersachsens stammen (mit Ausnahme der Elbe) vermutlich aus der Landwirtschaft. Die Frage, ob die 1,2,4-Triazolfunde aus der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (Fungizide), von NI-Anwendungen oder gar aus nichtlandwirtschaftlichen Quellen stammen, konnte in dem vorgestellten Projekt nicht untersucht werden. Um die potenziellen Eintragsquellen aber weiter abgrenzen zu können, werden Beprobungen von Kläranlagenabläufen empfohlen. Zudem wird die weitere Beobachtung der Konzentrationsentwicklung als sinnvoll erachtet – auch, um potenziell

trinkwasserrelevante Stoffe (kleine, mobile und stabile Stoffe mit schlechter Entfernbarkeit bei der Wasseraufbereitung) verfolgen zu können.

## **3.2 Diskussionsrunden, Umfrageergebnisse**

Ziel der moderierten Diskussionsrunden war es, den größtmöglichen Kenntnisgewinn aus der Expertise der Teilnehmenden zu ziehen und festzuhalten.

Zu diesem Zweck wurden vier Diskussionsgruppen gebildet, in denen die Inhalte der Vorträge diskutiert werden sollten. Die Zuordnung der Tagungsteilnehmenden zu den einzelnen Gruppen erfolgte im Vorfeld. Jede Untergruppe bestand aus einer repräsentativen Anzahl von Vertretern\*Vertreterinnen aus den Bereichen Wissenschaft, Industrie und Behörden. Den Gruppen waren je ein\*e Referent\*in aus beiden Vortragsreihen als Experten\*Expertinnen zugeordnet. Geleitet wurden die Diskussionen durch eine\*einen Moderator\*in aus den Reihen der Tagungsorganisation, die abgestimmten Gruppenergebnisse wurden durch Rapporteur\*innen des UBA festgehalten, anschließend im Plenum vorgestellt und dort diskutiert. Um dem Anspruch ergebnisoffener Diskussionen adäquat zu begegnen, flexible und breitgefächerte Diskussionen zu ermöglichen und unnötige Redundanzen zu vermeiden, wurden die Gruppenmitglieder an beiden Tagen neu durchmischt, während die Moderationsteams beibehalten wurden. Die Diskussionen verliefen ergebnisoffen und weitgehend frei. Die zum Einstieg genutzten Leitfragen spiegelten den thematischen Schwerpunkt des jeweiligen Tagungstages und der Vortragsreihe wider.

Umfragen, die sich inhaltlich an den Tagungsschwerpunkten orientierten, wurden als weiteres Mittel genutzt, um das Meinungsbild der Teilnehmenden nach den Vorträgen und Diskussionen des jeweiligen Tages abzufragen und zu veranschaulichen.

Im Folgenden sind wesentliche Ergebnisse, die sich im Verlauf aus den Diskussionen im Plenum, den Gruppendiskussionen und den Umfragen ergaben, zusammenfassend dargestellt.

### **3.2.1 Ergebnisse der Diskussionsrunden**

Als besonders relevant wurden solche Ergebnisse und Erkenntnisse berücksichtigt, die im Konsens über die einzelnen Diskussionsgruppen hinaus in mehreren Gruppen festgehalten wurden.

#### **Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren**

Im Kontext der Umweltbewertung und des Umweltverhaltens von NI und UI erwies sich die Unsicherheit zu den Eintragspfaden und damit den Quellen der Wirkstoffe, insbesondere der bereits in Gewässern nachgewiesenen Stoffe, als besonders wichtiger und wiederholt aufgegriffener Kernpunkt der Diskussion über die verschiedenen Untergruppen hinweg. Diskussionsschwerpunkt war hierbei die Frage, inwieweit die in den Oberflächengewässern nachgewiesenen Substanzen zweifelsfrei mit (I) landwirtschaftlichen Anwendungen im Allgemeinen und (II) dem Einsatz von Düngemittelzusatzstoffen im Speziellen korrelieren, da dies in den für Deutschland vorliegenden Untersuchungen bislang wenig adressiert beziehungsweise belegt wurde. Diskutiert wurden in diesem Zusammenhang die Nutzung einiger NI im außerlandwirtschaftlichen Bereich beziehungsweise das Auftreten als Abbauprodukt von Substanzen aus anderen, teils ebenfalls landwirtschaftlichen Anwendungen (siehe zum Beispiel: DCD – industrielle Verwendung, 1,2,4-Triazol – relevanter Metabolit vieler Azolfungizide) und die Fragen, wie die Umweltfunde diesen unterschiedlichen potenziellen Eintragspfaden zugeordnet werden könnten. Umgekehrt stellt sich die Frage, wie sich gezielt düngebürtige Gewässereinträge identifizieren und prognostizieren ließen. In ersten Lösungsansätzen für mögliche Prognosen wurde die Abschätzung über den Düngebedarf und

Düngereinsatz verschiedener Kulturen als Worst-Case-Szenario diskutiert, aber auch die dafür nötigen, mit Unsicherheiten verbundenen Annahmen. Realitätsnahe Abschätzungen der ausgebrachten Wirkstoffmengen pro Hektar durch Wissenschaft oder Behörden sind über vorhandene Produktkennzeichnungen kaum realisierbar. **Unzureichende Transparenz bezüglich der tatsächlichen Aufwandmengen und Flächenapplikationen und der für die Düngeprodukte limitiert zugänglichen Angaben zu Wirkstoffen und/oder Wirkstoffgehalten** wurden wiederholt als Erschwernis in der Zuordnung möglicher Quellen zu Umweltfunden identifiziert. Die Diskussion der Lösungsansätze entspannt sich zum einen um die mögliche Offenlegung der NI- und UI-Produktionszahlen durch die Hersteller und die kartellrechtlichen Bedenken, die dem entgegenstehen. Zum anderen wurde die Option diskutiert, die Gewässerschutzberatung in die Erfassung der Aufwandmengen einzubinden.

Gezieltes Monitoring von Kläranlageneinleitungen, zur Abschätzung von Einträgen und Expositionsbewertungen zur Abschätzung der tatsächlichen Eintragsmengen zählen ebenfalls zu den andiskutierten Lösungswegen der Fachtagung, um den Unsicherheiten zu Quellen und Eintragspfaden zu begegnen. Es wurde dazu vorgeschlagen, einen „Runden Tisch“ mit einschlägigen Experten einzurichten, der die Datenlage und Situation hinsichtlich der verschiedenen Eintragspfade sichtet und fachlich einordnet sowie einen sich daraus ergebenden Handlungsbedarf an die entsprechenden Stakeholder adressiert. Die zu Tage getretenen Kenntnislücken in der **Identifizierung von Quellen und Eintragspfaden der NUI in Gewässer**, der Auftrag, diese künftig zu schließen, sowie erste aufgezeigte Lösungswege sind ein wesentliches Ergebnis der Fachtagung. Der weitestgehend herrschende Konsens darüber, dass die Identifikation von Quellen/Eintragspfaden für alle Seiten wünschenswert ist, sollte als Anstoß für eine weitere lösungsorientierte Zusammenarbeit der auf der Tagung vertretenen Akteure\*Akteurinnen gesehen und genutzt werden.

Ergänzend zu den Umweltbedenken dominierten vielfach rechtliche Fragen die Diskussionsrunden. Vor dem Hintergrund der Umstellung der europäischen Düngegesetzgebung mit der Abkehr vom bewährten Typensystem und der Einführung umfangreicher neuer Vorschriften bei Kennzeichnung und bei der Produktzulassung auf europäischer Ebene wurde die Forderung nach der **zeitnahen Einrichtung nationaler Konformitätsbewertungsstellen** klar formuliert. Diese sind unter anderem notwendig, um gegebenenfalls das Gefährdungspotenzial für Mensch und Umwelt durch Produkte aus anderen EU-Ländern abschätzen und überprüfen zu können. Wiederholt thematisiert wurde die **Unübersichtlichkeit der rechtlichen Zuständigkeiten und der unterschiedlichen Zulassungskriterien** für die in Deutschland verkehrsfähigen und im freien Warenverkehr des europäischen Binnenmarktes weiterhin dem einzelstaatlichen Recht unterliegenden Düngeprodukte (vgl. Abbildung 2 und Abschnitt 2.2). Lösungsansätze beinhalteten den Vorschlag nach einer Angleichung der nationalen an die europäischen Auflagen.

Hinsichtlich der Zulassung und Risikobewertung der NI und UI spiegeln sich in den Diskussionsergebnissen die unterschiedlichen Blickwinkel der Tagungsteilnehmenden wider. Die schon in den Vorträgen thematisierten **Bedenken zu Art und Umfang der Anforderungen an die ökotoxikologischen Studien** wurden mehrfach aufgegriffen und diskutiert. Besorgnis wurde geäußert, inwieweit die für REACH-Chemikalien geltenden und tonnageabhängig gestaffelten ökotoxikologischen Testanforderungen ausreichend sind für die Risikobewertung und Zulassung der NI und UI, oder ob für eine ausreichende Bewertung Nachforderungen erforderlich sind. NI und UI sind nach REACH-Verordnung (2006) als Industriechemikalien geregelt, bei denen von einer nicht-intendierten Umweltemission ausgegangen wird. Dies begründet auch die geringeren Datenanforderungen im Vergleich zu den Pflanzenschutzmitteln, welche intendiert in großem Maße in die Umwelt ausgebracht werden. Die geringen



Datenanforderungen für NI und UI stehen somit im Widerspruch zum Einsatzgebiet als DMZ, welche unmittelbar und großflächig in den Boden ausgebracht werden.

Zu den weiteren diskutierten Bedenken zählen die Unsicherheiten bezüglich möglicher Resistenzbildungen und die Frage nach dem Umweltverhalten von Metaboliten der NI und UI, die nach der aktuellen Regelung nicht untersucht werden müssen. Über alle Diskussionsgruppen hinweg stehen sich in den Ergebnissen sehr unterschiedliche Positionen gegenüber. In Konsistenz mit den Umfrageergebnissen (siehe Abschnitt 3.2.1) wurde in den Diskussionsgruppen überwiegend die Forderung nach erweiterten Anforderungen für die ökotoxikologischen Daten in der Zulassung und Risikobewertung, beispielsweise orientiert an der Risikobewertung für Pflanzenschutzmittel, gestellt. Demgegenüber steht die Position, dass die aktuelle Regelung auch im Sinne der Umweltbewertung ausreichend und ein deutlicher Fortschritt zu früheren Anforderungen sei. Zudem bestehen finanzielle Bedenken bei der Angleichung des Zulassungsverfahrens an das Pflanzenschutzmittelrecht.

Der Nachweis der **messbaren Wirksamkeit der Inhibitoren** stand wiederholt zur Debatte und damit einhergehend die Frage nach den unterschiedlichen Einsatzzielen und in welcher Art diese in den Zulassungsprozess eingehen. Weitestgehend Konsens herrschte darüber, dass entsprechende Studien auf die klimatischen Bedingungen Mitteleuropas zugeschnitten sein und mindestens einen Anbauzyklus umfassen sollten, um auch indirekte Effekte zu erfassen. Eine weitere, stärker umstrittene Forderung war die nach vergleichenden Effektstudien in unterschiedlichen Anbausystemen aufgrund der für deutsche Standortverhältnisse überschaubaren Anzahl an publizierten Wirksamkeitsstudien mit teils gegensätzlichen Ergebnissen.

**Unzureichendes Monitoring von Metaboliten** in den relevanten Umweltkompartimenten und die **zeitliche Verzögerung, mit der neue Stoffe häufig erst Eingang in Monitoringprogramme** finden, zählen zu den auf der Fachtagung diskutierten Bedenken bezüglich der Integrität bestehender behördlicher Überwachungskonzepte.

Verbesserungsvorschläge zu Regulierungs- und Überwachungsmaßnahmen beinhalteten unter anderem, die Untersuchung von Metaboliten in den Zulassungsprozess zu integrieren, die Umweltrisikobewertung bereits zugelassener Wirkstoffe unter Berücksichtigung des neuesten Stands von Technik und Forschung zu überprüfen und das Grundwassermonitoring auf Stoffe, von denen ein potenziell erhöhtes Umweltrisiko ausgeht, auszuweiten.

### **Biostimulanzen**

Für die Risikobewertung von Biostimulanzen und das auf EU-Ebene laufende Verfahren zur **Erstellung eines standardisierten Kriterienkatalogs zur Zulassung** wurde die große Variabilität in dieser Produktgruppe als Erschwernis identifiziert. Weitgehend Konsens herrschte in der hohen Bedeutung, die einer **deutschen Beteiligung im Spezifikationsprozess zur Bewertung von Wirksamkeit, Qualität und Produktsicherheit der Biostimulanzen** zukommt. Diskutiert wurden die Aussagekraft und Eignung ökotoxikologischer Studien und herkömmlicher Monitorings – insbesondere für Mikroorganismenpräparate - für eine verbesserte Risikobewertung. In der Frage der Notwendigkeit einer Erweiterung der Risikobewertung, wurde kein einheitliches Ergebnis erzielt. Das von den aktuell gängigen Biostimulanzen ausgehende Umweltrisiko wurde mehrheitlich als wenig besorgniserregend eingeschätzt.

Die Diskussionen zur Notwendigkeit und Durchführung von Wirksamkeitsnachweisen der Biostimulanzen zeigten zwei gegensätzliche Positionen auf, einerseits den Markt über die Konkurrenz mit herkömmlichen Produkten entscheiden zu lassen und andererseits ein an der Düngeprodukteverordnung (2019) orientiertes Mindestmaß an Tests verpflichtend zu machen.

Im Ergebnis stand die Erkenntnis, dass auch auf nationaler Ebene Bedarf an der **Entwicklung allgemeingültiger Teststrategien zum Nachweis der Wirksamkeit von Biostimulanzen und weiterer Anforderungskriterien zu ihrer Zulassung besteht**.

Weiterhin wurden **Bedenken zur Wettbewerbssituation kleiner und mittlerer deutscher Unternehmen** formuliert und die durch die unsichere Rechtslage in Deutschland und die formal anspruchsvolle EU-Zulassung erschwerten Innovationen auf diesem Gebiet. Im Ergebnis wurde auch in diesen Diskussionen die **Forderung nach nationalen Zulassungskriterien** formuliert, um den kleineren Unternehmen mit hohem Innovationspotenzial den Marktzugang nicht zu versperren.

### 3.2.2 Ergebnisse der Umfragen

Zum Abschluss der beiden Veranstaltungstage wurden Online-Umfragen mit den Teilnehmern durchgeführt. Ziel war es, Einschätzungen von den Teilnehmenden zu den Inhalten der Schwerpunktthemen zu erhalten. Diese Ergebnisse werden nachfolgend erläutert und sind in Abbildung 4 grafisch dargestellt.

Frage 1:

*„Wie beurteilen Sie das Risiko einer Umweltbelastung durch den Einsatz von NI/UI?“*

Mehr als 2/3 der Antwortenden gaben an, dass sie das Risiko einer Umweltbelastung durch den Einsatz von NI und UI als durchaus relevant einstufen. Etwa 17 % der Antworten gaben ein vernachlässigbares Risiko durch NUI wieder und 12 % schätzten das Risiko als kritisch ein.

Frage 2:

*„Wie beurteilen Sie das Risiko von negativen Veränderungen der Bodenmikrobiologie durch den Einsatz von Biostimulanzen?“*

Hier gaben 68 % an, dass das Risiko von Biostimulanzen auf die Bodenmikrobiologie vernachlässigbar ist. Ein mittleres Risiko gaben 20 % der Befragten an und ein hohes Risiko wurde von 12 % gesehen.

Frage 3:

*„Wie schätzen Sie den Nutzen durch die Verminderung der Emission klimarelevanter Spurengase beim Einsatz von NI/UI ein?“*

Hier waren die Antworten ausgeglichener: 38 % gaben einen hohen Nutzen von NI/UI für den Klimaschutz an, 34 % schätzten das Risiko und den Nutzen als ausgeglichen ein und 28 % bewerteten den Nutzen von NI/UI geringer als das Risiko.

Frage 4:

*„Sind die Qualitätskontrollen und Regulierungsmöglichkeiten der Düngemittelverkehrskontrolle für die Düngemittelzusatzstoffe ausreichend?“*

Hier war die Antwort bei 28 % der Befragten, dass sie keinen Handlungsbedarf sehen. Laut 58 % besteht Handlungsbedarf und von 15 % wurde ein dringender Handlungsbedarf gesehen.

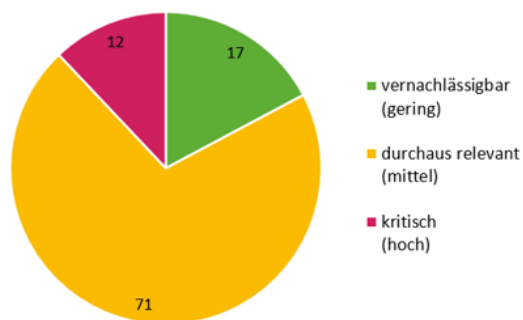
Frage 5:

*„Muss das Zulassungsverfahren der Düngemittelzusatzstoffe und der Biostimulanzen stärker reguliert werden?“*

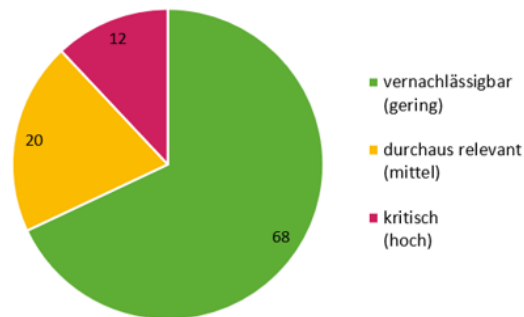
Von 27 % der Antwortenden wurde kein Handlungsbedarf gesehen. Die große Mehrheit gab an, dass das Zulassungsverfahren der Düngemittelzusatzstoffe und der Biostimulanzen verbessert werden sollte und 14 % sahen einen dringenden Handlungsbedarf.

### Abbildung 4: Ergebnisse der Umfragen

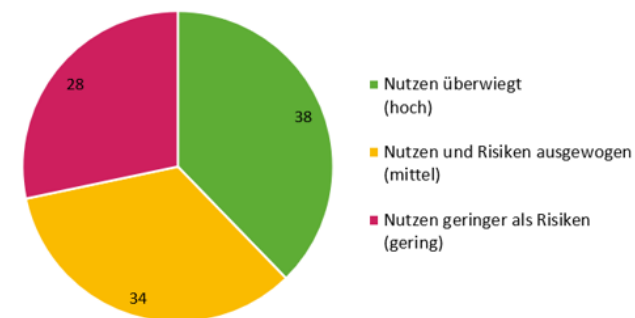
Frage 1: Wie beurteilen Sie das Risiko einer Umweltbelastung durch den Einsatz von NI/UI?



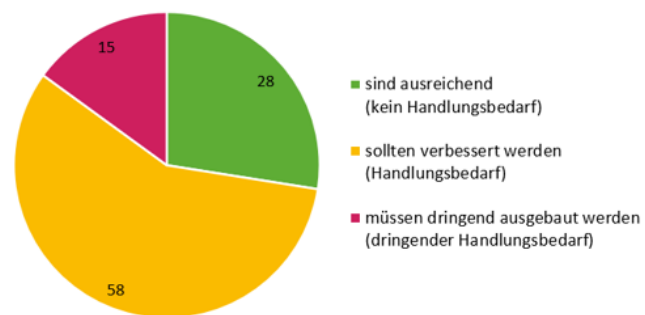
Frage 2: Wie beurteilen Sie das Risiko von negativen Veränderungen der Bodenmikrobiologie durch den Einsatz von Biostimulanzien?



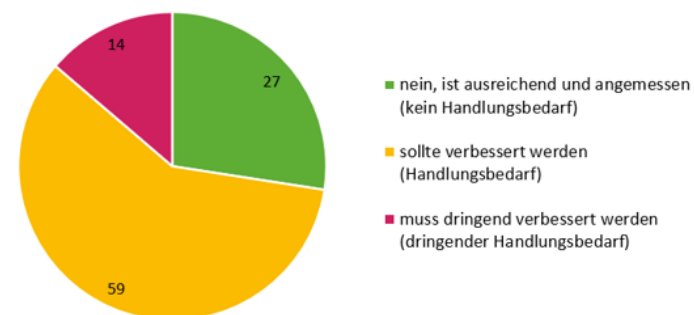
Frage 3: Wie schätzen Sie den Nutzen durch die Verminderung der Emission klimarelevanter Spurengase beim Einsatz von NI/UI ein?



Frage 4: Sind die Qualitätskontrollen und Regulierungsmöglichkeiten der Düngemittelverkehrskontrolle für die Düngemittelzusatzstoffe ausreichend?



Frage 5: Muss das Zulassungsverfahren der Düngemittelzusatzstoffe und der Biostimulanzien stärker reguliert werden?



Die Werte sind Prozentangaben.

Insgesamt spiegeln die Antworten auf die fünf Fragen gut die Diskussionen und unterschiedlichen Positionen der Teilnehmer der Fachtagung wider. Es ist hervorzuheben, dass bei über 70 % der Antwortenden ein nicht zu vernachlässigendes Umweltrisiko bei den NI und UI gesehen wird. Zusammenfassend wird auch in der Zulassung und Risikobewertung und den Qualitätskontrollen ein Handlungsbedarf gefordert. Dabei wird die Situation bei den Biostimulanzien weniger kritisch gesehen als bei den NI und UI. Auch eine stärkere Regulierung des Zulassungsverfahrens wird vor allem für die NI und die UI gefordert.

## 4 Fazit

Die Relevanz und Aktualität des Themas, insbesondere der Schwerpunkte „Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren“ und „Biostimulanzen“, wurden durch die Tagungsergebnisse und das große Interesse an der Fachtagung bestätigt.

Bei den NI und UI wurden einzelne Wirkstoffe beziehungsweise deren Abbauprodukte bereits in Oberflächengewässern nachgewiesen, allerdings bestehen noch Unklarheiten über die Herkunft und Eintragspfade der gefundenen Wirkstoffe. Das Umweltrisiko beim Einsatz von mikrobiologischen Biostimulanzen wird generell zwar als gering bis vernachlässigbar beurteilt, jedoch sind die dazu verfügbare Datengrundlage und die Studienergebnisse bisher noch zu lückenhaft für eine sichere Beurteilung unter deutschen Standortverhältnissen.

Wissenslücken bei den NI und UI wurden insbesondere in der Bedeutung und Abgrenzung der Eintragspfade (landwirtschaftliche versus nicht-landwirtschaftliche Quellen) und der Kenntnis der tatsächlichen Wirkstoffkonzentrationen in den Handelsprodukten und den daraus resultierenden Aufwandmengen identifiziert. Der unter den Tagungsteilnehmenden weitestgehend herrschende Konsens darüber, dass in der Identifikation von Quellen und Eintragspfaden dringender Handlungsbedarf besteht, sollte als Auftrag und Anstoß für eine weitere lösungsorientierte Zusammenarbeit der auf der Tagung vertretenen Akteure\*Akteurinnen gesehen und genutzt werden.

Zudem bestehen sowohl bei den NI/UI als auch bei den Biostimulanzen Unsicherheiten in der ökotoxikologischen Bewertung und im erforderlichen Untersuchungsumfang, vor allem bei den unterschiedlichen Anforderungen an die Umweltbewertung bei der Registrierung in Abhängigkeit des Tonnagebandes nach REACH-Verordnung (2006). Hier wird überwiegend Handlungsbedarf bezüglich einer erweiterten ökotoxikologischen Bewertungsgrundlage und der Ableitung geeigneter Schwellenwerte gesehen. Gegebenenfalls könnten andere etablierte Testsysteme, unter anderem aus dem Pflanzenschutzmittelvollzug, hierfür übernommen oder entsprechend angepasst werden.

Unsicherheiten bezüglich der rechtlichen Zuständigkeiten und Unübersichtlichkeit der unterschiedlichen Zulassungs- und Bewertungskriterien konnten nicht vollständig ausgeräumt werden. Die zeitnahe Einrichtung nationaler Konformitätsbewertungsstellen wurde deshalb als besonders dringlich beurteilt.

Mehrheitlich wurden Bedenken zur Wettbewerbssituation kleiner und mittlerer deutscher Düngemittelunternehmen formuliert und die durch die unsichere Rechtslage in Deutschland und die formal anspruchsvolle EU-Zulassung erschwerten Innovationen auf diesem Gebiet.

Handlungsbedarf besteht auch hinsichtlich weiterer wissenschaftlich abgesicherter und standardisierter Studien zur Wirksamkeit der NI und UI und Biostimulanzen unter mitteleuropäischen Standort- und Klimabedingungen. Aus Sicht des Umweltschutzes zeigen sich insbesondere Unsicherheiten über die Effekte von NI und UI auf THG- und Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft. Auch wenn die potenziellen Umweltrisiken bei den Biostimulanzen als überwiegend gering eingeschätzt werden, fehlen hier insbesondere umfassende und langjährige Studien zu deren Auswirkungen auf die Bodenmikrobiologie. Die Erstellung eines standardisierten Kriterienkatalogs zur Zulassung und die Entwicklung allgemeingültiger Teststrategien zum Wirksamkeitsnachweis von Biostimulanzen sind dabei vorrangige Handlungsfelder.

Ergänzend zum vorliegenden Abschlussbericht werden die wesentlichen Projektinhalte und -ergebnisse in einem „stand-alone-Papier“ zusammenfassend dargestellt und basierend auf aktuellen Forschungsergebnissen und legalen Anforderungen vertiefend eingeordnet.

## 5 Quellenverzeichnis

- Akiyama, H., Yan, X., Yagi, K. (2010): Evaluation of effectiveness of enhanced-efficiency fertilizers as mitigation options for N<sub>2</sub>O and NO emissions from agricultural soils: meta-analysis. *Global Change Biology*, 16(6), 1837-1846.
- Banning, H., Bialek, K., Czub, G., Müller, A., Pickl, C., Scheithauer, M., Straus, G., Tüting, W. (2019): Empfehlungsliste für das Monitoring von Pflanzenschutzmittel-Metaboliten in deutschen Grundwässern. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/362/dokumente/uba\\_empfehlungsliste\\_psm-metaboliten\\_apr2019.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/362/dokumente/uba_empfehlungsliste_psm-metaboliten_apr2019.pdf) (15.02.2022)
- Barros-Rodríguez, A., Rangseekaew, P., Lasudee, K., Pathom-aree, W., Manzanera, M. (2020): Regulatory risks associated with bacteria as biostimulants and biofertilizers in the frame of the European Regulation (EU) 2019/1009. *Science of the Total Environment*, 740, 140239.
- Barth, G., von Tucher, S., Schmidhalter, U., Otto, R., Motavalli, P., Ferraz-Almeida, R., Meinel Schmiedt Sattolo, T., Cantarella, H., Vitti, G. C. (2019): Performance of nitrification inhibitors with different nitrogen fertilizers and soil textures. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 182(5), 694-700.
- Cantarella, H., Otto R, Soares, J. R., Silva, A. G. d. B. (2018): Agronomic efficiency of NBPT as a urease inhibitor: A review. *Journal of Advanced Research*, 2018(13), 19-27.
- Castellano-Hinojosa, A., González-López, J., Vallejo, A., Bedmar, E. J. (2020): Effect of urease and nitrification inhibitors on ammonia volatilization and abundance of N-cycling genes in an agricultural soil. *Journal of plant nutrition and soil science*, 2020(1), 99-109.
- Castro-Sowinski, S., Herschkovitz, Y., Okon, Y., Jurkevitch, E. (2007): Effects of inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria on resident rhizosphere microorganisms. *FEMS Microbiology Letters*, 276(1), 1-11.
- Corré, W. J., Zwart, K. (1995): Effects of DCD addition to slurry on nitrate leaching in sandy soils. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 43(2), 195-204.
- DESTATIS - Statistisches Bundesamt (2022): Inlandsabsatz von Düngemitteln: Deutschland, Wirtschaftsjahr, Düngemittelsorten. <https://www-genesis.destatis.de/genesis//online?operation=table&code=42321-0001&bypass=true&levelindex=1&levelid=1642408613348#abreadcrumb> (09.02.2022)
- du Jardin, P. (2015): Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3-14.
- Engel, R. E., Towey, B. D., Gravens, E. (2015): Degradation of the urease inhibitor NBPT as affected by soil pH. *Soil Science Society of America Journal*, 79(6), 1674-1683.
- Flessa, H., Greef, J. M., Hofmeier, M., Dittert, K., Ruser, R., Poddey, E., Osterburg, B., Wulf, S., Pacholski, A. (2014): Minderung von Stickstoff-Emissionen aus der Landwirtschaft : Empfehlungen für die Praxis und aktuelle Fragen an die Wissenschaft. In: *Forschung*, (Hrsg.), Senat der Bundesforschungsinstitute des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft, Berlin.
- Gaßner, M. (2014): Ammoniak- und Lachgasemissionen nach Anwendung von Kalkammonsalpeter und Harnstoff in Kombination mit Urease- und Nitrifikationsinhibitoren bei Weizen. Dissertation an der Technischen Universität München (Betreuer: Schmidhalter U). München.
- Gilbert, M. D., Schneider, N. S., MacKnight, W. J. (1991): Mechanism of the dicyandiamide/epoxide reaction. *Macromolecules*, 24(2), 360-369.

- Gioacchini, P., Nastri, A., Marzadori, C., Giovannini, C., Vittori Antisari, L., Gessa, C. (2002): Influence of urease and nitrification inhibitors on N losses from soils fertilized with urea. *Biology and Fertility of Soils*, 36(2), 129-135.
- Hege, U., Schmidt, K., Offenberger, K. (2005): Versuchsergebnisse aus Bayern Ernte 2003 bis 2005 Wirkung von Bodenhilfsstoffen und Pflanzenhilfsmitteln. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Agrarökologie - Düngung, Freising.
- Hu, Y, Gaßner, M. P., Weber, A., Schraml, M., Schmidhalter, U. (2020): Direct and Indirect Effects of Urease and Nitrification Inhibitors on N<sub>2</sub>O-N Losses from Urea Fertilization to Winter Wheat in Southern Germany. *Atmosphere*, 11(8).
- Hund-Rinke, K. (Fraunhofer IME) (2021): Nitrifikations- und Ureasehemmer (Fokus: Ökotoxikologie). Konferenzbeitrag UBA Fachtagung zur Umweltbewertung von Düngemittelzusatzstoffen.
- IVA (2020): Presseinformation – Der Düngemittelmarkt 2018/19. [https://www.iva.de/sites/default/files/pdfs/der\\_duengemittelmarkt\\_2018-19\\_jpk\\_050520.pdf](https://www.iva.de/sites/default/files/pdfs/der_duengemittelmarkt_2018-19_jpk_050520.pdf) (15.12.2021)
- IVA (2021): Biostimulanzien – Bausteine für eine moderne und nachhaltige Landwirtschaft. [https://www.iva.de/sites/default/files/benutzer/%25uid/publikationen/flyer\\_biostimulanzien\\_layout\\_final\\_210304.pdf](https://www.iva.de/sites/default/files/benutzer/%25uid/publikationen/flyer_biostimulanzien_layout_final_210304.pdf) (15.12.2021).
- Kafarski, P., Talma, M. (2018): Recent advances in design of new urease inhibitors: A review. *Journal of Advanced Research*, 13, 101-112.
- Kim, D.-G., Saggar, S., Roudier, P. (2012): The effect of nitrification inhibitors on soil ammonia emissions in nitrogen managed soils: a meta-analysis. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 93(1), 51-64.
- Kösler, J. E., Calvo, O. C., Franzaring, J., & Fangmeier, A. (2020). Correction to: Evaluating the ecotoxicity of nitrification inhibitors using terrestrial and aquatic test organisms. *Environmental Sciences Europe*, 32(1), 1-1.
- Kübeck, C. (2021): Vorkommen und Belastungen von NI/UI in den Umweltmedien Boden und Wasser: Konferenzbeitrag UBA Tagung Umweltbewertung von Düngemittelzusatzstoffen
- Lam, S. K., Suter, H., Mosier, A. R., Chen, D. (2017): Using nitrification inhibitors to mitigate agricultural N<sub>2</sub>O emission: a double-edged sword? *Global Change Biology*, 23(2), 485-489.
- Macadam, X. M. B., del Prado, A., Merino, P., Estavillo, J. M., Pinto, M., & González-Murua, C. (2003). Dicyandiamide and 3, 4-dimethyl pyrazole phosphate decrease N<sub>2</sub>O emissions from grassland but dicyandiamide produces deleterious effects in clover. *Journal of plant physiology*, 160(12), 1517-1523.
- Marsden, K. A., Marín-Martínez, A. J., Vallejo, A., Hill, P. W., Jones, D. L., Chadwick, D. R. (2016): The mobility of nitrification inhibitors under simulated ruminant urine deposition and rainfall: a comparison between DCD and DMPP. *Biology and Fertility of Soils*, 52(4), 491-503.
- Misselbrook, T. H., Cardenas, L. M., Camp, V., Thorman, R. E., Williams, J. R., Rollett, A. J., Chambers, B. J. (2014): An assessment of nitrification inhibitors to reduce nitrous oxide emissions from UK agriculture. *Environmental Research Letters*, 9(11), 115006.
- Neumann, G. (2017): BIOEFFECTOR – Project Final Report (Resource Preservation by Application of BIOeffectORs in European Crop Production) <https://cordis.europa.eu/docs/results/312/312117/final1-bioeffector-finalreport-final-20171109.pdf> (20.07.2021)
- Ni, K., Pacholski, A., Kage, H. (2014): Ammonia volatilization after application of urea to winter wheat over 3 years affected by novel urease and nitrification inhibitors. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 197, 184-194.



Olivares, F. L., Busato, J. G., de Paula, A. M., da Silva Lima, L., Aguiar, N. O., Canellas, L. P. (2017): Plant growth promoting bacteria and humic substances: crop promotion and mechanisms of action. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 4(1), 30.

Pacholski, A. (2021): Gefährdungspotenzial und Risikoabschätzung: Auswirkungen der NI/UI auf die Emission klimarelevanter Spurengase Konferenzbeitrag UBA Tagung Umweltbewertung von Düngemittelzusatzstoffen

Pan, B., Lam, S. K., Mosier, A., Luo, Y., Chen, D. (2016): Ammonia volatilization from synthetic fertilizers and its mitigation strategies: A global synthesis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, (232), 283–289.

Pfab, H., Palmer, I., Buegger, F., Fiedler, S., Müller, T., Ruser, R. (2012): Influence of a nitrification inhibitor and of placed N-fertilization on N<sub>2</sub>O fluxes from a vegetable cropped loamy soil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 150, 91-101.

Raupp, M. G. (2020): The Use of Bio-Effectors for Crop Nutrition. madora gmbh, Lörrach.

Recio, J., Alvarez, J. M., Rodriguez-Quijano, M., Vallejo, A. (2019): Nitrification inhibitor DMPSA mitigated N<sub>2</sub>O emission and promoted NO sink in rainfed wheat. *Environmental Pollution*, 245, 199-207.

Ricci, M., Tilbury, L., Daridon, B., Sukalac, K. (2019): General Principles to Justify Plant Biostimulant Claims. *Frontiers in Plant Science*, 10, 494.

Rouphael, Y., Colla, G. (2020): Editorial: Biostimulants in Agriculture. *Frontiers in plant science*, 11, 40-40.

Ruser, R., Schulz, R. (2015): The effect of nitrification inhibitors on the nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) release from agricultural soils—a review. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 178(2), 171-188.

Salis, R. K., Bruder, A., Piggott, J. J., Summerfield, T. C., & Matthaei, C. D. (2019). Multiple-stressor effects of dicyandiamide (DCD) and agricultural stressors on trait-based responses of stream benthic algal communities. *Science of the Total Environment*, 693, 133305.

San Francisco, S., Urrutia, O., Martin, V., Peristeropoulos, A., Garcia-Mina, J. M. (2011): Efficiency of urease and nitrification inhibitors in reducing ammonia volatilization from diverse nitrogen fertilizers applied to different soil types and wheat straw mulching. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(9), 1569-1575.

Schaffer, M., Schmid, R. (2019): Untersuchungen zum Vorkommen von Nitrifikations- und Urease-Inhibitoren in niedersächsischen Oberflächengewässern Landesweiter Überblick und Identifikation von Belastungsschwerpunkten. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Hildesheim.

Scheurer, M., Brauch, H.-J., Schmidt, C. K., Sacher, F. (2016): Occurrence and fate of nitrification and urease inhibitors in the aquatic environment. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 18(8), 999-1010.

Scheurer, M., Sacher, F., Brauch, H.-J. (2014): Studie zur Bedeutung von Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren für die Roh- und Trinkwasserbeschaffenheit in Deutschland. DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruhe.

Severin, K. (2021): Zulassungsverfahren von Düngemittelzusatzstoffen -Konfliktpotentiale im Regulierungsprozess- Konferenzbeitrag UBA Tagung Umweltbewertung von Düngemittelzusatzstoffen

UBA (2009): Integrierte Strategie zur Minderung von Stickstoffemissionen  
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/integrierte-strategie-zur-minderung-von> (17.02.2020)

UBA (2020):<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/trinkwasser/trinkwasserqualitaet/toxikologie-des-trinkwassers/gesundheitlicher-orientierungswert-gow> (13.12.2021)

Verreet, J.-A., Birr, T., Prahl, K., Loof, S., Cai, D., Zhou, Z. (2020): Alternatives Produktionsmittel oder Hokuspokus? Einsatz von Biostimulanzien in der Landwirtschaft.

Verreet, J.-A., Klink, H., Birr, T., Prah, K. (2019): Phosphit. White paper prepared for BBSRC LINK grant partners. Universität Kiel (CAU), zuletzt geprüft am 13.01.2020, Kiel.

Wendland, M., Salzedo, G., Offenberger, K. (2006): Wirkung von Effektiven Mikroorganismen im ökologischen Landbau - Versuchsergebnisse aus Bayern 2004 bis 2006. Freising.

Wiesler, F., Armbruster, M. (2021): Biostimulanzien - ein Baustein für den integrierten Anbau? Eine neue Stoffgruppe in der EU-Düngeprodukteverordnung. Landwirtschaftliches Wochenblatt.

Zerulla, W., Barth, T., Dressel, J., Erhardt, K., Horchler von Locquenghien, K., Pasda, G., Rädle, M., Wissemeier, A. (2001): 3,4-Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) – a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. *Biology and Fertility of Soils*, 34(2), 79-84.

## 6 Verzeichnis der Rechtsgrundlagen

Deutschland:

DüMV (2019): Düngemittelverordnung vom 5. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2482), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 2. Oktober 2019 (BGBl. I S. 1414) geändert worden ist.

DüngG (2021): Düngegesetz vom 9. Januar 2009 (BGBl. I S. 54, 136), das zuletzt durch Artikel 96 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist.

DüngMProbV (2009): Düngemittel-Probenahme- und Analyseverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Juli 2006 (BGBl. I S. 1822), die durch Artikel 3 der Verordnung vom 6. Februar 2009 (BGBl. I S. 153) geändert worden ist.

DüV (2021): Düngeverordnung vom 26. Mai 2017 (BGBl. I S. 1305), die zuletzt durch Artikel 97 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist.

PflSchG (2020): Pflanzenschutzgesetz vom 6. Februar 2012 (BGBl. I S. 148, 1281), das zuletzt durch Artikel 278 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist.

EU:

Düngemittelverordnung (2003): Verordnung (EG) Nr. 2003/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 2003 über Düngemittel (Text von Bedeutung für den EWR).

Düngeprodukteverordnung (2019): Verordnung (EU) 2019/1009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 mit Vorschriften für die Bereitstellung von EU-Düngeprodukten auf dem Markt und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1069/2009 und (EG) Nr. 1107/2009 sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 2003/2003.

Nitratrichtlinie (1991): Richtlinie des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen (91/676/EWG).

REACH-Verordnung (2006): Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission.

Richtlinie 2016/2284 (2016): Richtlinie (EU) 2016/2284 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2016 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe, zur Änderung der Richtlinie 2003/35/EG und zur Aufhebung der Richtlinie 2001/81/EG.

Verordnung 2019/515 (2019): Verordnung (EU) 2019/515 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. März 2019 über die gegenseitige Anerkennung von Waren, die in einem anderen Mitgliedstaat rechtmäßig in Verkehr gebracht worden sind und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 764/2008.

## A Anhang

### A.1 Programm der Fachtagung

[Programm UBA Fachtagung Düngemittelzusatzstoffe \(umweltbundesamt.de\)](http://umweltbundesamt.de)