

For our Environment

Umwelt 
Bundesamt

Düngemittelzusatzstoffe – Sachstand und Bedeutung für den Trinkwasserressourcenschutz

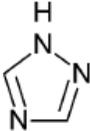
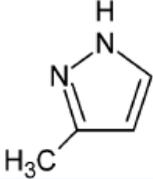
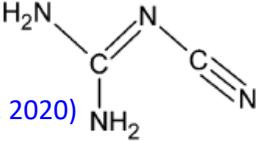
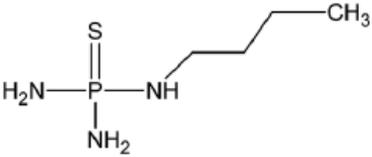
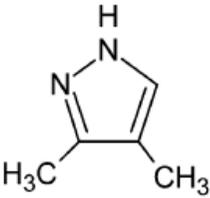
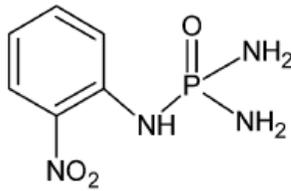
Sondra Klitzke

Fachgebiet II 3.1
Trinkwasserressourcenschutz

Inhalt

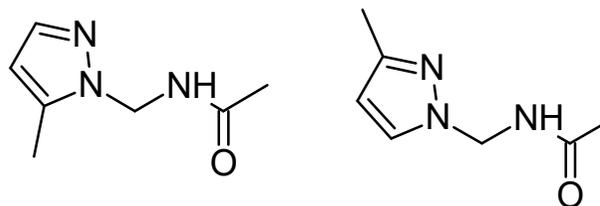
- Hintergrund
 - * Was sind Düngemittelzusatzstoffe (DMZ)?
 - * Wozu werden sie verwendet?
 - * Wie werden die Stoffe zugelassen?
- Ausgangssituation aus der Perspektive des Trinkwasserressourcenschutzes
- Eigenforschungsvorhaben “Düngemittelzusatzstoffe in Boden und Grundwasser”

Hintergrund: Düngemittelzusatzstoffe: Urease- und Nitrifikationsinhibitoren

Molecular weight (MW)	Chemical structure	Molecular weight (MW)	Chemical structure
<p>1H-1,2,4-Triazole 288-88-0 69.07 g mol⁻¹ reproduktionstoxisch (CLP-VO)</p>		<p>3-Methylpyrazole (3-MP) 1453-58-3 82.05 g mol⁻¹ reproduktionstoxisch (CLP-VO)</p>	
<p>Dicyandiamide (DCD) 461-58-5 84.08 g mol⁻¹ Stressor für aquat. Umwelt (Byrne et al., 2020)</p>		<p><i>N</i>-(<i>n</i>-Butyl)thio-phosphoric triamide (NBPT)* 94317-64-3 167.21 g mol⁻¹ reproduktionstoxisch (ECHA)</p>	
<p>3,4-Dimethylpyrazole (3,4-DMPP) 2820-37-3 96.13 g mol⁻¹ reproduktionstoxisch (ECHA)</p>		<p><i>N</i>-(2-Nitrophenyl) phosphoric triamide (2-NPT) 874819-71-3 216.13 g mol⁻¹ reproduktionstoxisch (CLP-VO)</p>	

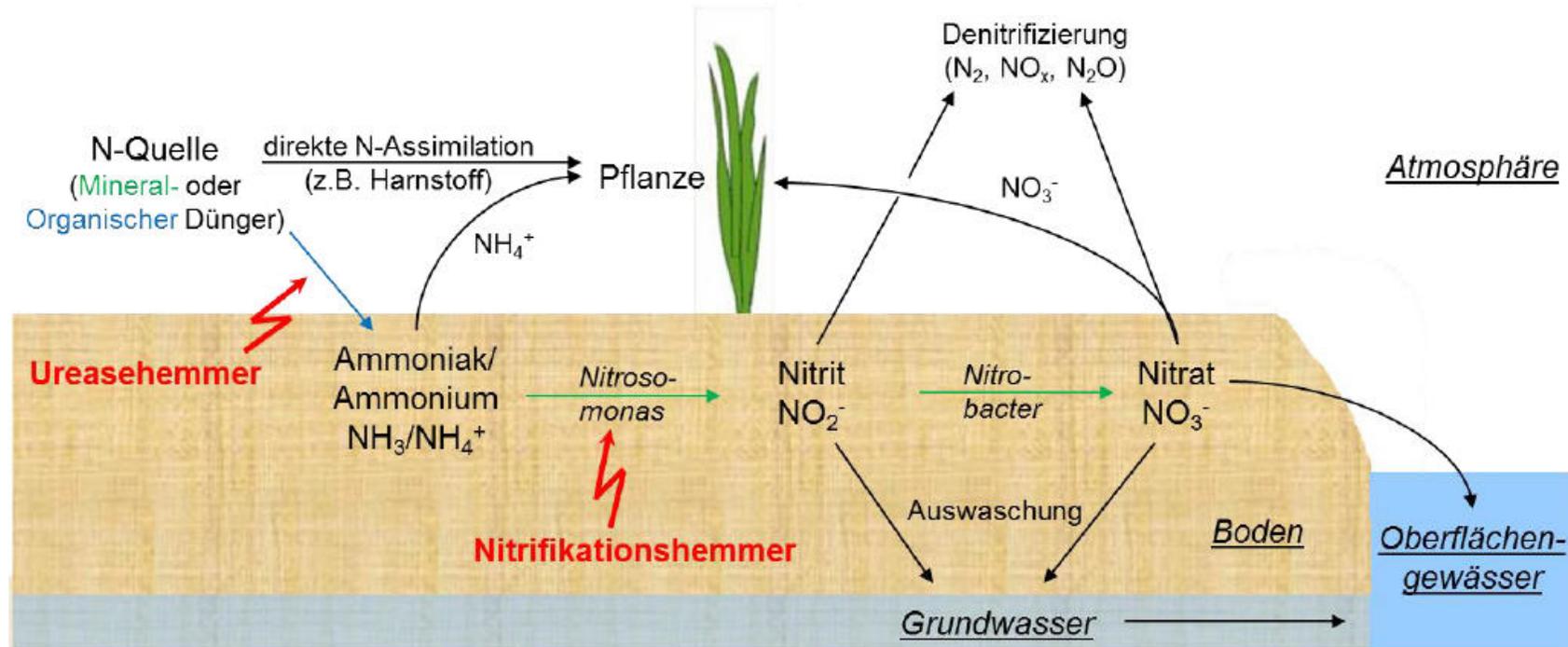
(Scheurer et al., 2016)

N-[(5-methyl-1H-pyrazol-1-yl)methyl]acetamid und N-[(3-methyl-1H-pyrazol-1-yl)methyl]acetamid



MPA reproduktionstoxisch (CLP-VO)

Hintergrund: Düngemittelzusatzstoffe – Einsatz in der Landwirtschaft



(Quelle: Untersuchungen zum Vorkommen von Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren in niedersächsischen Oberflächengewässern, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, 2019)

Ziel des Stoffeinsatzes: Erhöhung der N-Effizienz durch

- Verringerung von Nitratauswaschungen ins Grundwasser
- Verringerung von Ausgasungsverlusten => Klimaschutz
- Einsatz von Ureasehemmern ist in DüV (2017) seit 2020 verpflichtend vorgeschrieben

Hintergrund: Düngemittelzusatzstoffe – Weitere Einsatzgebiete

Stoff	Weitere Einsatzgebiete
DCD	- Papierindustrie; - Synthesegrundstoff von Kunststoffen, Düngemitteln und Pharmazeutika
3-MP	Synthesegrundstoff in Lacken
Triazol	- Abbauprodukt von Alzofungiziden – und -herbiciden - Pharmazeutika - Biozid für Holzkonservierung

=> Eintrag aus Industrie- und Kläranlagen in Gewässer möglich

Hintergrund: Zulassung der Stoffe

- **Nationale Zulassung gemäß Düngemittelverordnung (DüMV)**
- Mitglieder des wiss. Beirats für Düngungsfragen sind für Zulassung verantwortlich
- ABER: es gibt kein einheitliches Genehmigungs- und Zulassungsverfahren wie z. B. für Pflanzenschutzmittel
- in Deutschland sind 9 Nitrifikationsinhibitoren (NI) und 2 Ureaseinhibitoren (UI) zugelassen.
- Umweltauswirkungen für eine Zulassung in der DüMV müssen erst seit 2008 berücksichtigt werden.
- => vorher in Verkehr gebrachte Stoffe erfüllen diese Vorgaben nicht zwingend (6 von 9 NI)
- **Konformitätsprüfung über die EU-Düngeprodukteverordnung**
- Wirkstoffe, die in anderen Ländern zugelassen sind, können in BRD verkauft werden.

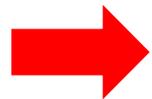
Hintergrund: Handelsprodukte und darin eingesetzte Wirkstoffe

Wirkstoff- gruppe	Handels- produkt	Produktart	Einzelwirk- stoff	Wirkstoffgemisch		Hersteller
				Wirkstoff A	Wirkstoff B	
NI	Entec special	NPK-Dünger mit NI	DMPP	-	-	Eurochem Agro GmbH
	Entec perfect div.	NPK-Dünger mit NI	DMPP			Eurochem Agro GmbH
	Entec 20+10+10	NPK-Dünger mit NI	DMPP			Eurochem Agro GmbH
	Entec 24+8+7	NPK-Dünger mit NI	DMPP			Eurochem Agro GmbH
	Entec 25+15	NP-Dünger mit NI	DMPP			Eurochem Agro GmbH
	Entec 26	ASS+S mit NI	DMPP			Eurochem Agro GmbH
	Entec FL	N-Stabilisator	DMPP	-	-	Eurochem Agro GmbH
	Alzon flüssig	AHL mit NI	-	TZ	3-MP	SKW Piesteritz
	Alzon flüssig-G 20/8	N-Düngerlösung mit NI	MPA	TZ	3-MP	SKW Piesteritz
	Alzon flüssig-S 22/4	N-Düngerlösung mit NI	MPA	TZ	3-MP	SKW Piesteritz
	Alzon flüssig-S 25/6	N-Düngerlösung mit NI	MPA	TZ	3-MP	SKW Piesteritz
	Optifert Power 39/6	N-Dünger aus ALZON® M-plus und PIAMON® 33 S	-	DCD	TZ	-
	Piadin ab ~2021	N-Stabilisator für org. Düngemittel		MPA (bis 2020 TZ)	3-MP	SKW Piesteritz
	Vizura	N-Stabilisator für org. Düngemittel und AHL	DMPP			BASF
UI	Limus AHL & Clear	UI zur Anwendung in AHL		NBPT	NPPT	BASF
	UTEC 46	Harnstoff mit UI	NBPT			Eurochem Agro GmbH
	Piagran pro	N-Dünger mit UI	2-NPT			SKW Piesteritz
NI + UI	Alzon neo N	N-Dünger mit NI + UI		2-NPT	MPA	SKW Piesteritz

Tabelle 3: Auswahl an Produkten mit Vertrieb am deutschen Markt; durchgestrichene Produkte markieren Produkte, die zum Zeitpunkt der Recherche nicht mehr erhältlich waren. NI = Nitrifikationshemmer, UI = Ureasehemmer (Web-Recherche unvollständig, Stand Januar 2022; Quelle: INHIBIT Abschlussbericht 2022).

Ausgangssituation aus der Perspektive des Gewässerschutzes und des Trinkwasserressourcenschutzes

- Nitrifikationshemmer bereits großflächig in niedersächsischen Oberflächengewässern vorhanden (Schaffer und Schmid, 2019)
- Triazol und DCD wurden mehrfach im Rhein nachgewiesen (Scheurer et al. 2016)
- Triazolfunde im Uferfiltrat des Rheins => geringe Retentionsleistung (Scheurer et al. 2016)
- Oberflächliche Auswaschung durch Regen nach dem Ausbringen der Dünger führte zu erhöhten Nitrapyrin-Konzentrationen in Flüssen (Woodward et al. 2016).
- Datenlage bezüglich Umweltverhalten und Ökotoxizität ist dünn, teilweise widersprüchlich und aufgrund der hohen Variabilität der Böden wenig vergleichbar (Kübeck et al. 2022)
- Mangel an Feldstudien



- Eintrag von DMZ über den Boden ins Grundwasser?
- Eintrag von DMZ in Oberflächengewässer und damit auch in Uferfiltration?



Eigenforschungsvorhaben

“Düngemittelzusatzstoffe in Boden und Grundwasser”

„Experimentelle Untersuchungen und modellbasierte Abschätzung des Transports und Verbleibs von Nitrifikations- und Ureasehemmstoffen in Boden, Grundwasser und Uferfiltrat“

Beginn: 01.04.2023

Laufzeit: 3,5 Jahre

Beteiligte UBA-Fachgebiete:

FG II 3.1 Trinkwasserressourcenschutz

Antonia Zieger, Lisa Michael, Silke Pabst, Marcus Matysek,
Eleonora Flores, Sondra Klitzke

FG IV 2.5 Spurenanalytik, Fließ- und Stillgewässersimulation

Steffen Schüler, Björn Kusebauch

FG II 2.6 Bodenschutz

Urs Dippon-Deißler

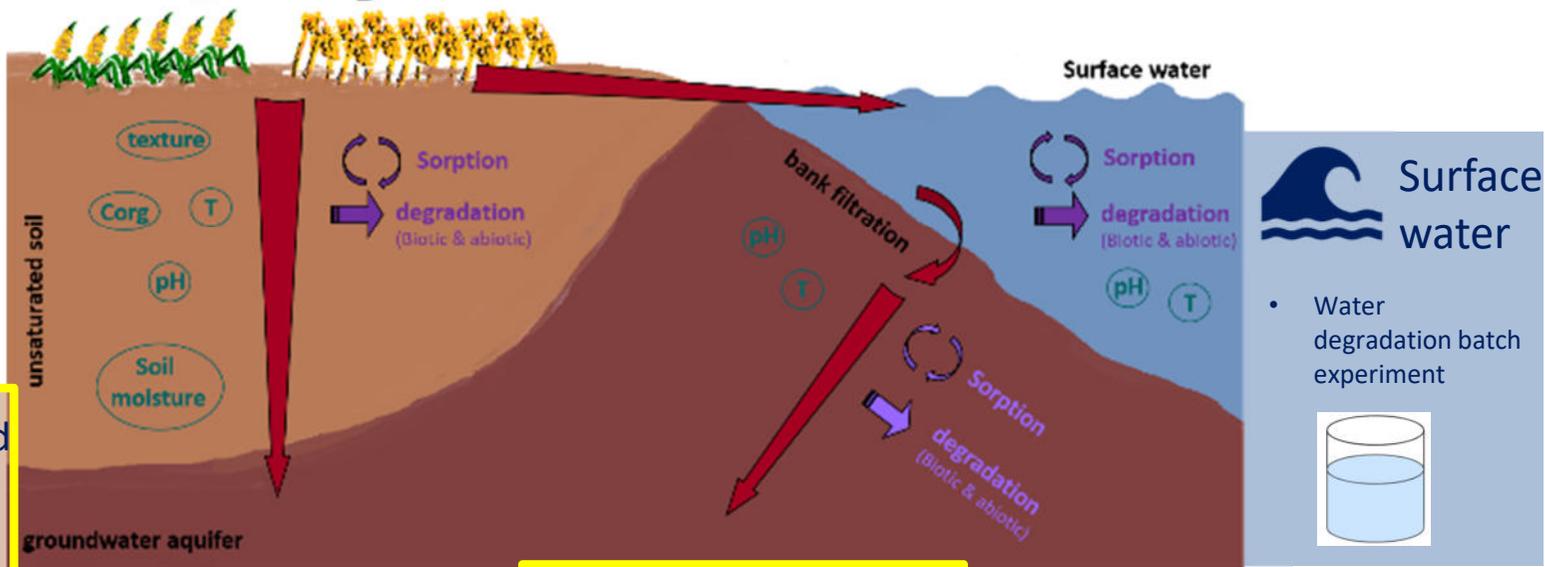
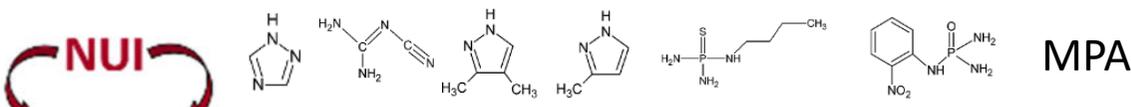


Laborversuche und Versuche im halbtechnischen Maßstab



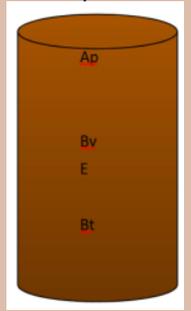
Literature Search

- Fate of NUI in Environment

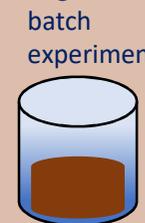
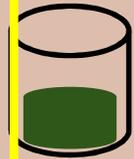


Unsaturated soil

- Lysimeter experiment

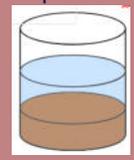


- Soil sorption batch experiment
- Soil moisture degradation batch experiment

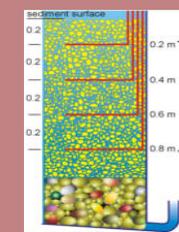


Bank filtration

- Water sediment degradation batch experiment

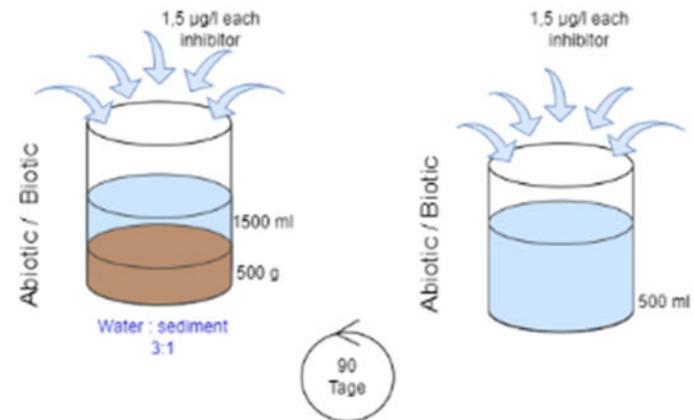


- Enclosure Experiment



NUI: Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren

Methode Batchversuch „Wasser-Sediment“



Untersuchte Inhibitoren:

Triazol	3-MP
2-NPT	DCD
MPA	DMPP

Ergebnisse Batchversuch „Wasser-Sediment“

WS: Wasser-Sediment, W: Wasser

Daten entfernt

=> Abbauverhalten in Wasser und Sediment stark variabel

Lysimeterversuch mit 2-NPT (und MPA): Gewinnung des Monolithen



„Ein Lysimeter (von griech. lysis = Lösung, Auflösung und metron = Maß) ist ein Gerät zur Ermittlung von Bodenwasserhaushaltsgrößen und zur Beprobung von Bodensickerwasser, um dessen Quantität und Qualität zu bestimmen.“

- Standort: Ackerfläche in Müncheberg (ZALF)
- Boden: Lehmunterlagerte Sandfahlerde
- Länge: 1,5 m
- Überwiegend sandiges Substrat im ersten Meter, danach tonig
- Instrumentierung mit Saugkerzen nach Ap- (40 cm), Bv- (60 cm) und vor Bt-Horizont (80 cm) für die Sickerwassergewinnung

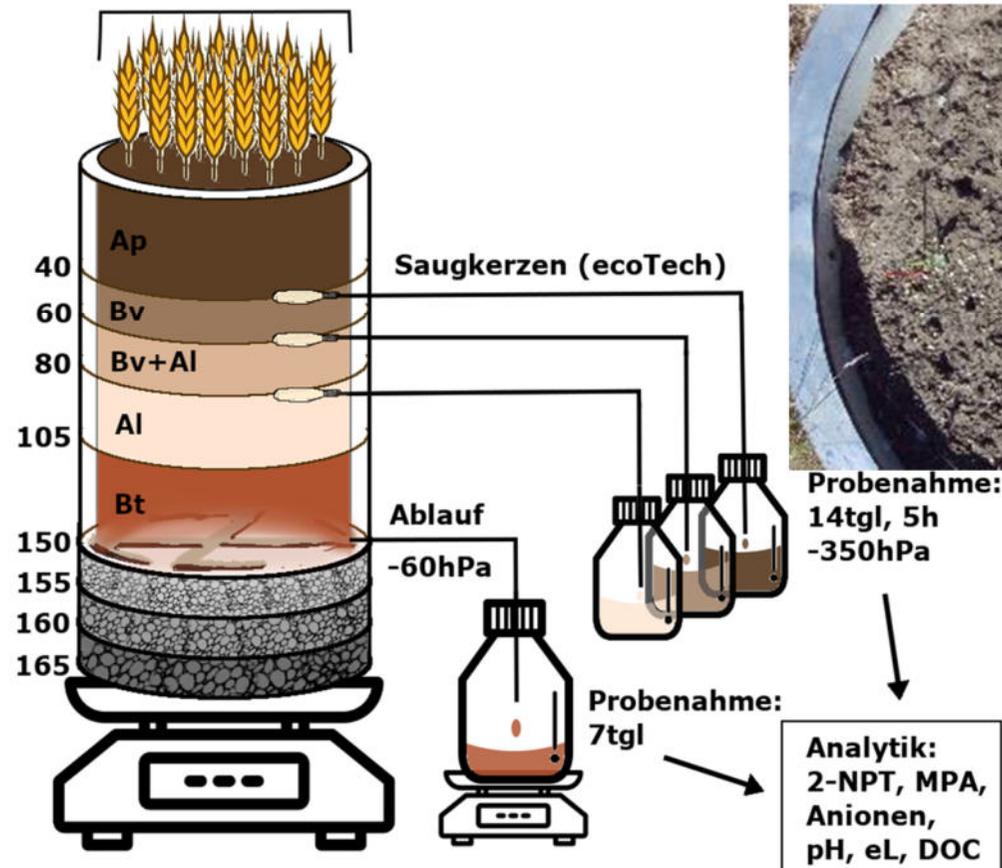
Lysimter: Einbau in die Anlage auf dem Versuchsfeld Marienfelde



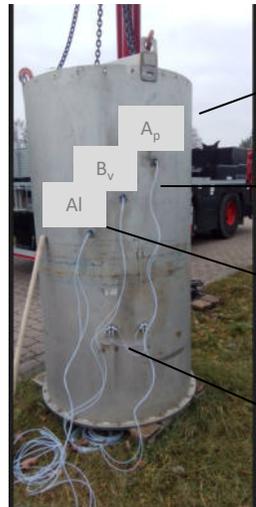
Methoden: Lysimeterversuch mit 2-NPT (und MPA)



- Mai 2023 bepflanzt mit Mais
- Düngung mit 22 g/m² ALZON neo-N (100 kg N/ha)
- Sickerwasserbeprobung in Saugkerzen und Ablauf



Ergebnis Lysimeterversuche: 2-NPT im Bodensickerwasser



Daten entfernt

- Stoffdurchbruch in geringen Konzentrationen, überwiegend zw. November und Januar
- Untersuchung weiterer Vegetationsperioden (Winterweizen, Wintergerste)

Take-Home Messages

- Stoffe sind unzureichend reguliert
- Erhöhter Eintrag von Ureasehemmern in die Umwelt zu erwarten
- Verbleib der Stoffe ist stark variabel und vom jeweiligen Umweltkompartiment abhängig:
 - * hohe Persistenz (z. B. Triazol)
 - * abiotischer Abbau (z. B. 2-NPT)
 - * mikrobieller Abbau (z. B. 2-NPT, MPA)
- Frage nach Metaboliten ist noch in der Klärung

Urease- und Nitrifikationsinhibitoren für Klima- und Umweltschutz: Chance oder Risiko?

von:

Anne Biewald, Urs Dippon-Deißler, Sondra Klitzke,
Lisa Noll
Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau

Andreas Pacholski
Thünen-Institut, Braunschweig

Unter Mitarbeit von Gesa Amelung, Franziska Kaßner,
Ivo Schliebner, Frauke Stock

Danksagung

- Fanny Kohn-Eberle, Rocco Mudra (UBA)
- Firma SKW Piesteritz
- Matthias Schwaiger (Wasser-, Boden- und Landschaftspflegeverband Hessen)



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Sondra Klitzke

FG II 3.1 Trinkwasserressourcenschutz

sondra.klitzke@uba.de

Tel. 030 8903 – 4247

www.uba.de/en