

Definitionen

Stoffgruppen

Risiken

Fallstudien

Schluss-
folgerungen

„Xenobiotika in landwirtschaftlich genutzten Böden“

E. Fries, M. Hoppe, A. Lamparter, C. F. Stange

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover

Xenobiotika

Griech.: dem Leben fremde Stoffe



©Pixers

Mikro-Schadstoffe

- Konzentrationen im (Ultra)Spurenbereich in der Umwelt ($< \mu\text{g/L}$)¹
- Meist Organika

Emerging Contaminants² (neue Problemstoffe)

- Wahrgenommene oder reale Bedrohung menschlicher Gesundheit, öffentlicher Sicherheit oder Umwelt
- Quellen, Umweltverhalten und (öko)toxikologische Auswirkungen nicht umfänglich charakterisiert
- Keine Grenzwerte
- Fehlende (routinemäßige) Überwachungsprogramme
- Präsenz in der Umwelt (noch) nicht nachweisbar (aber Emission bekannt)

¹Kümmerer, K. (2011) *Clean – Air, Water, Soil*, 39, 889-890.

² Boxall, ABA (2012) COM/TAD/CA/ENV/EPOC(2010)17/FINAL, OECD.

Definitionen**Prominente Beispiele** (Arzneimittel, Industriechemikalien)**Stoffgruppen**

(Wirk)stoffgruppe	Vertreter	Verwendung
Antibiotika	Sulfametoxazol	Tier- und Humanarzneimittel
Schmerzmittel	Ibuprofen, Diclophenac	Humanarzneimittel
Antiepileptika	Carbamazepin	Humanarzneimittel

Risiken

Biozide	Triclosan, <i>Silbernanopartikel</i>	Reinigungsmittel, Farben, Kleidung, Kosmetik
---------	---	--

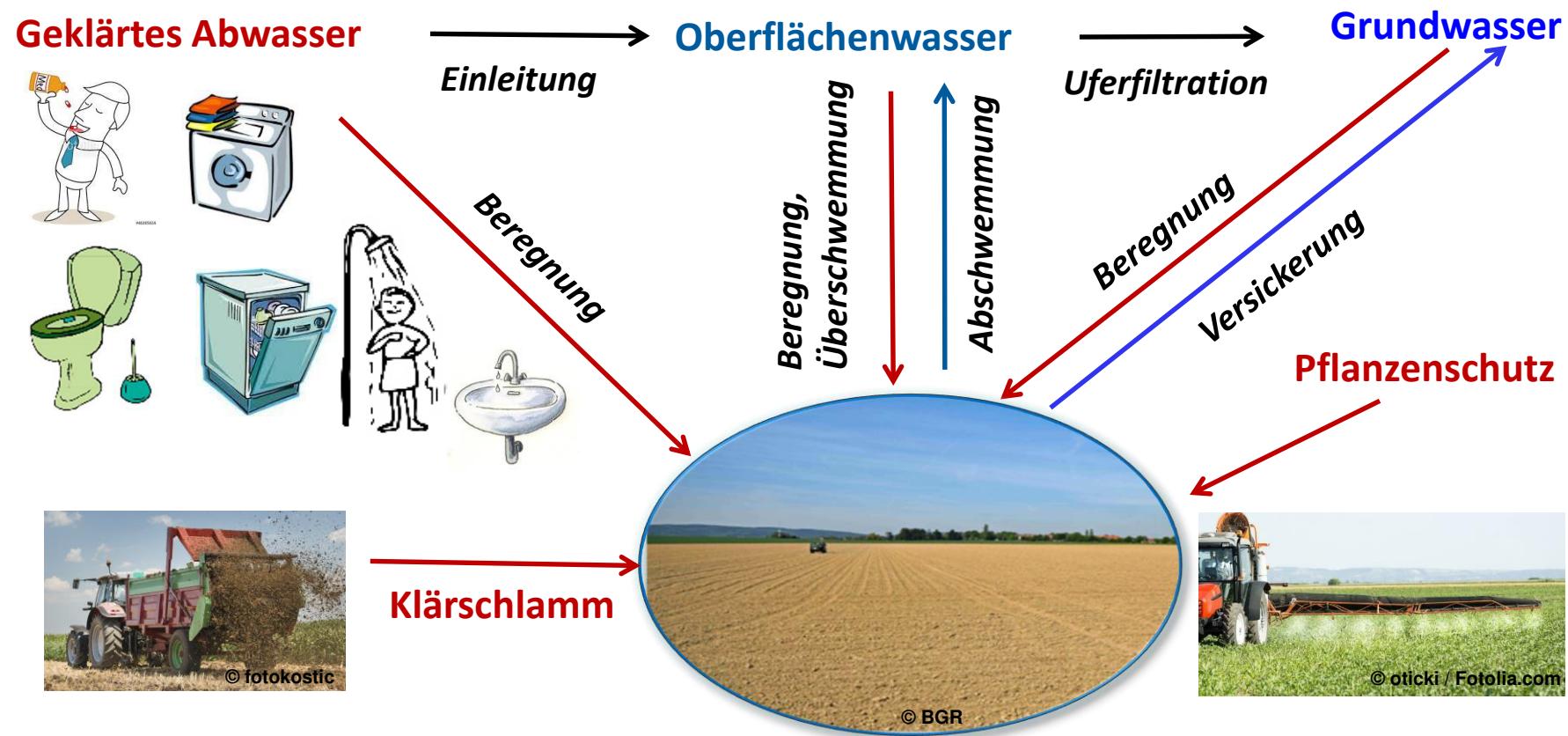
Fallstudien

Kunststoffadditive	Bisphenol A	Hartplastikartikel
Korrosionsinhibitoren	1H-Benzotriazol	Geschirrspültabletten

Schlussfolgerungen

Metaboliten	Chloridazon-desphenyl, 2-OH-Ibuprofene	Abbauprodukte von Pflanzenschutzmitteln und Arzneimitteln
-------------	---	---

Quellen und Eintragspfade



Risiken werden bestimmt durch...

1. Quellen

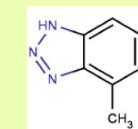
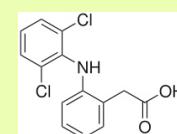
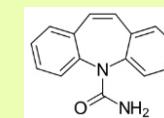
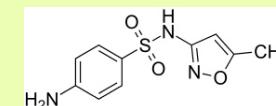
- Diffuse Quelle
- Punktquelle
- Quellstärke

2. Senken

- Boden
- Grundwasser
- Nahrungsmittel

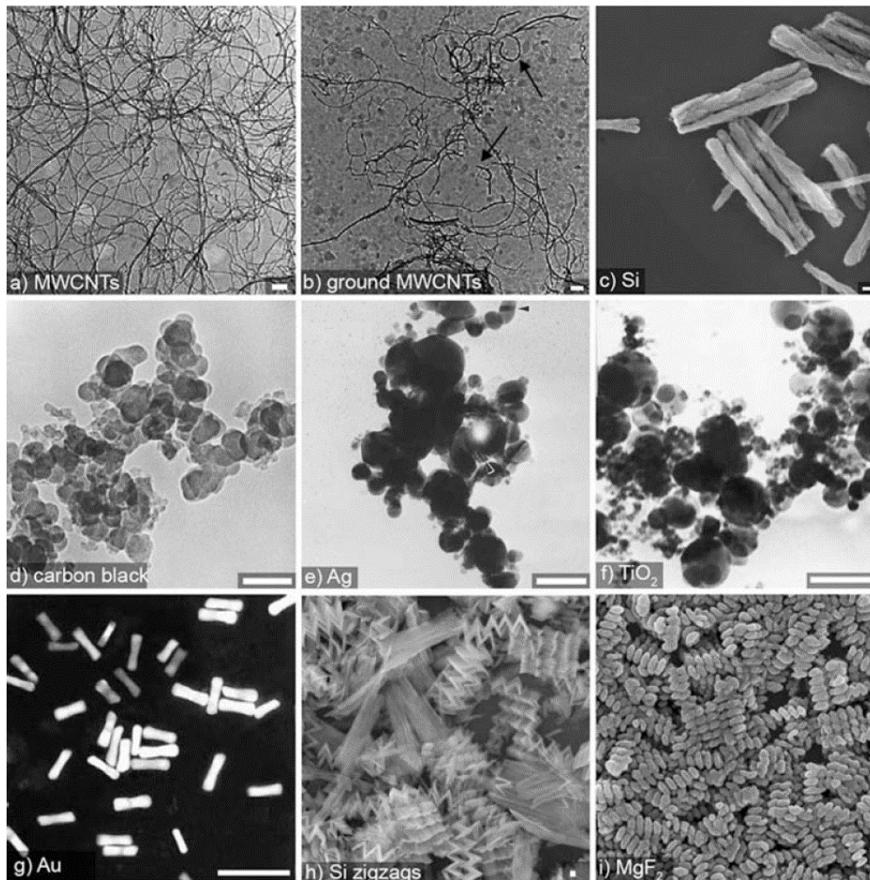
3. Stoffspezifische Eigenschaften

- Mobilität
- Persistenz
- Toxizität
- Endokrine Wirkung



1. Mobilität von Silbernanomaterialien in Böden

- Nanotechnologie ist eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts
- Zahlreiche industrielle Anwendungen („engineered nanoparticles“)

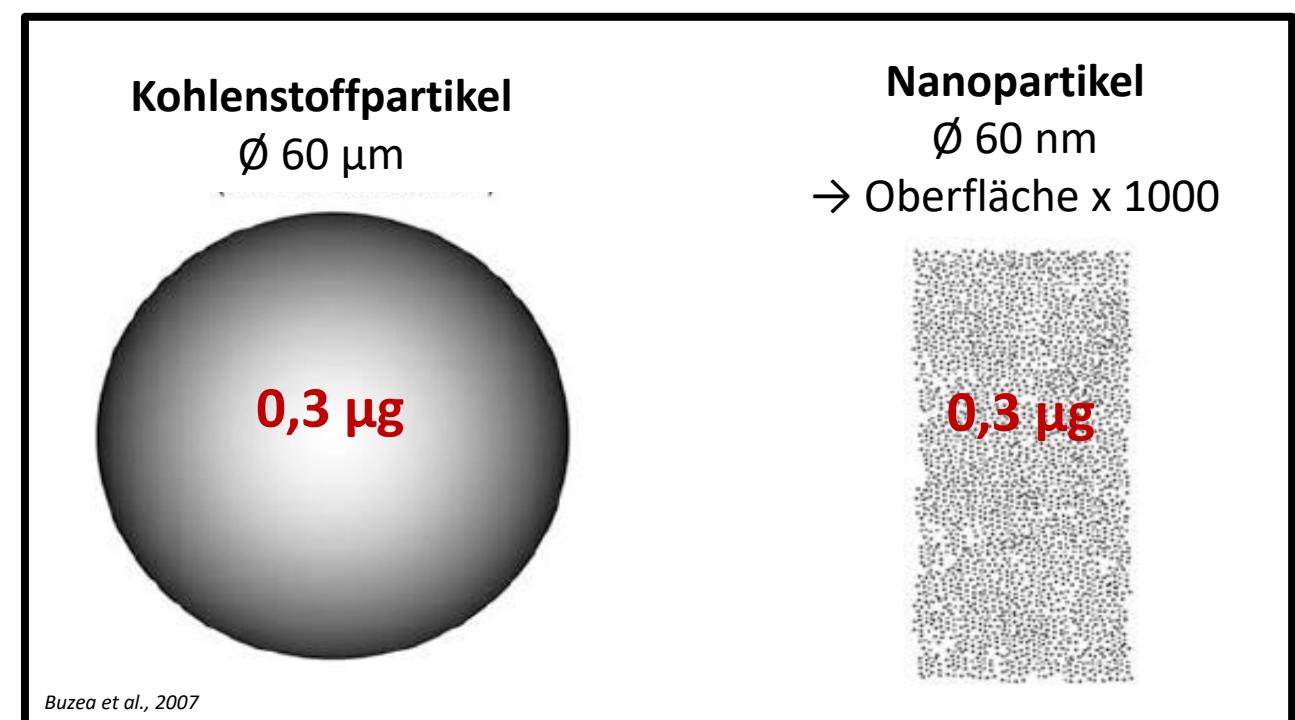
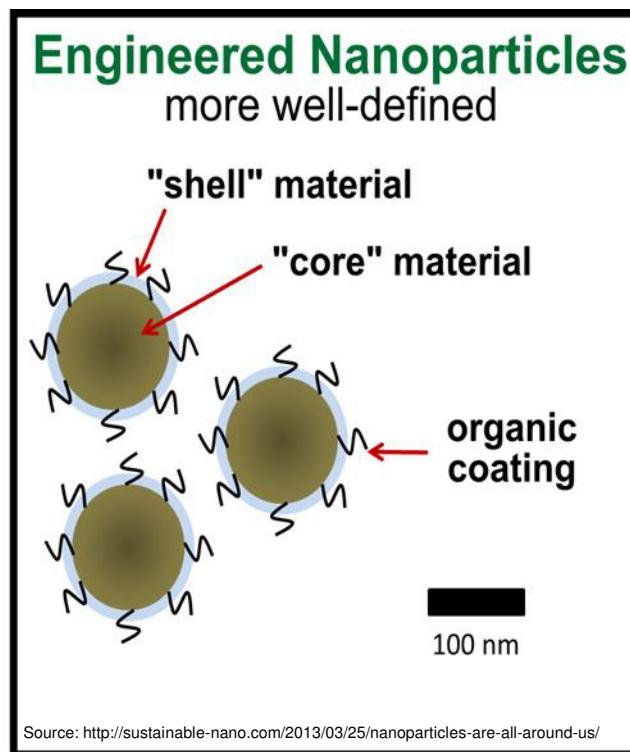


Buzea et al., (2007)

— 100 nm

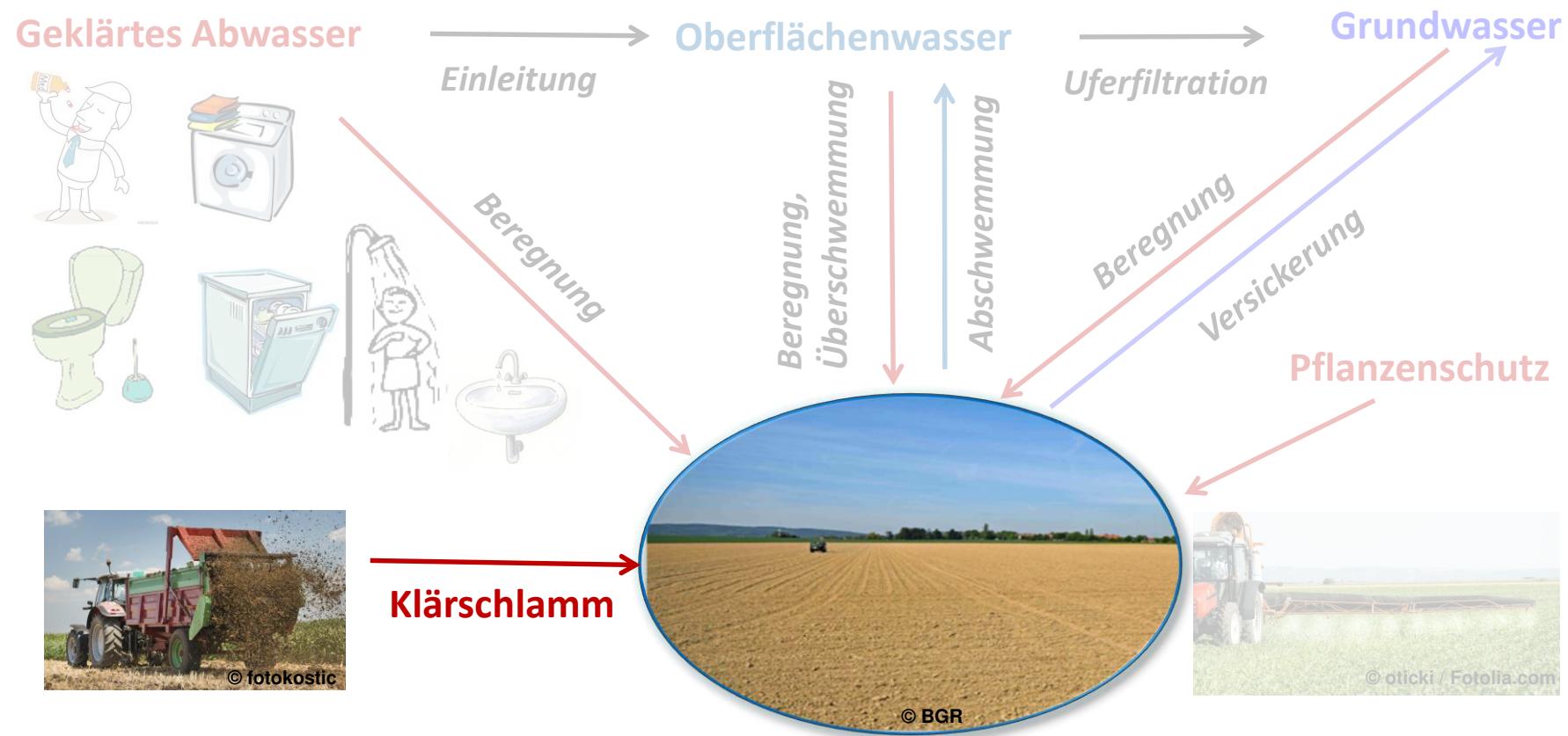
Definition und Eigenschaften

- Nanomaterialien: Objekte mit einer Größe von 1-100 nm in mindestens einer Raumrichtung¹
- Nanopartikel: Objekte mit einer Größe von 1-100 nm in allen Raumrichtungen² ($r_{\text{Ag-Atom}} = 0,15 \text{ nm}$)
- Verschiedene Formen und Stabilisatoren möglich
- Hohe chemische und biologische Aktivität, katalytische Eigenschaften, große Oberfläche



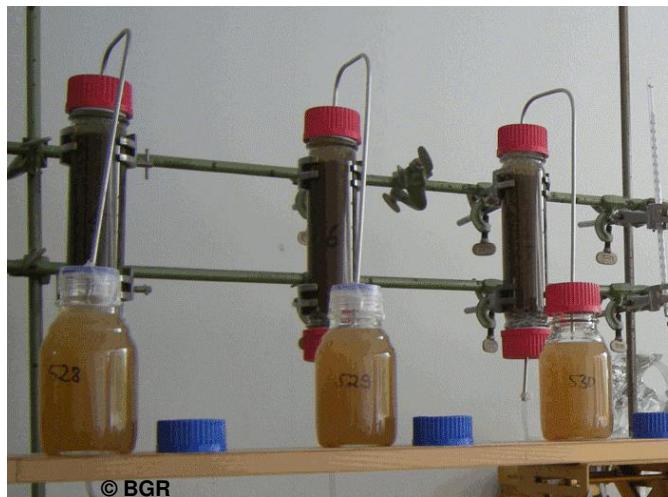
¹Official Journal of the European Union, 2011/696/EU, 18.10.2011 ²Klaine et al., 2012;

Quellen und Eintragspfade

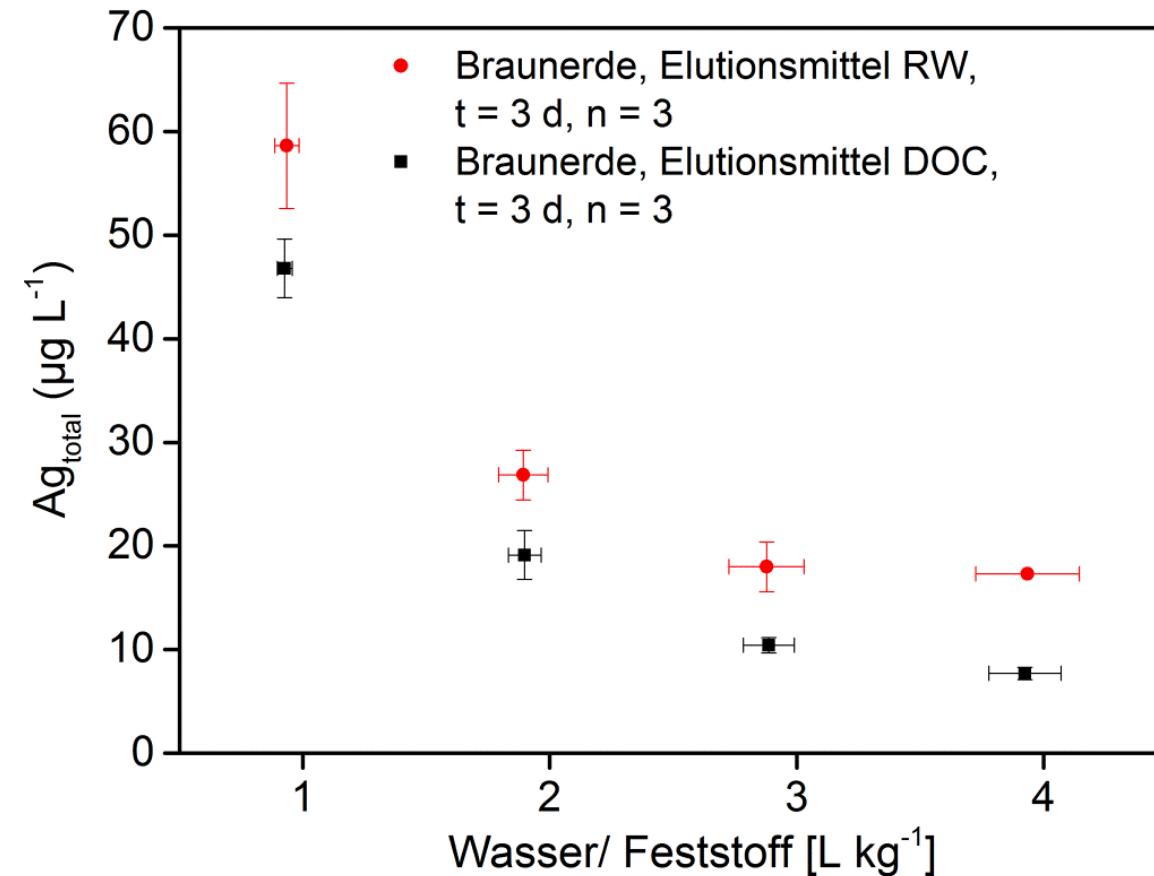


a) Säulenversuche nach DIN 19528 mit Silbernanomaterialien (Ag-NM)

Braunerde, geschüttet



Detektion als Ag_{Total} mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) im Sickerwasser



Ergebnisse:

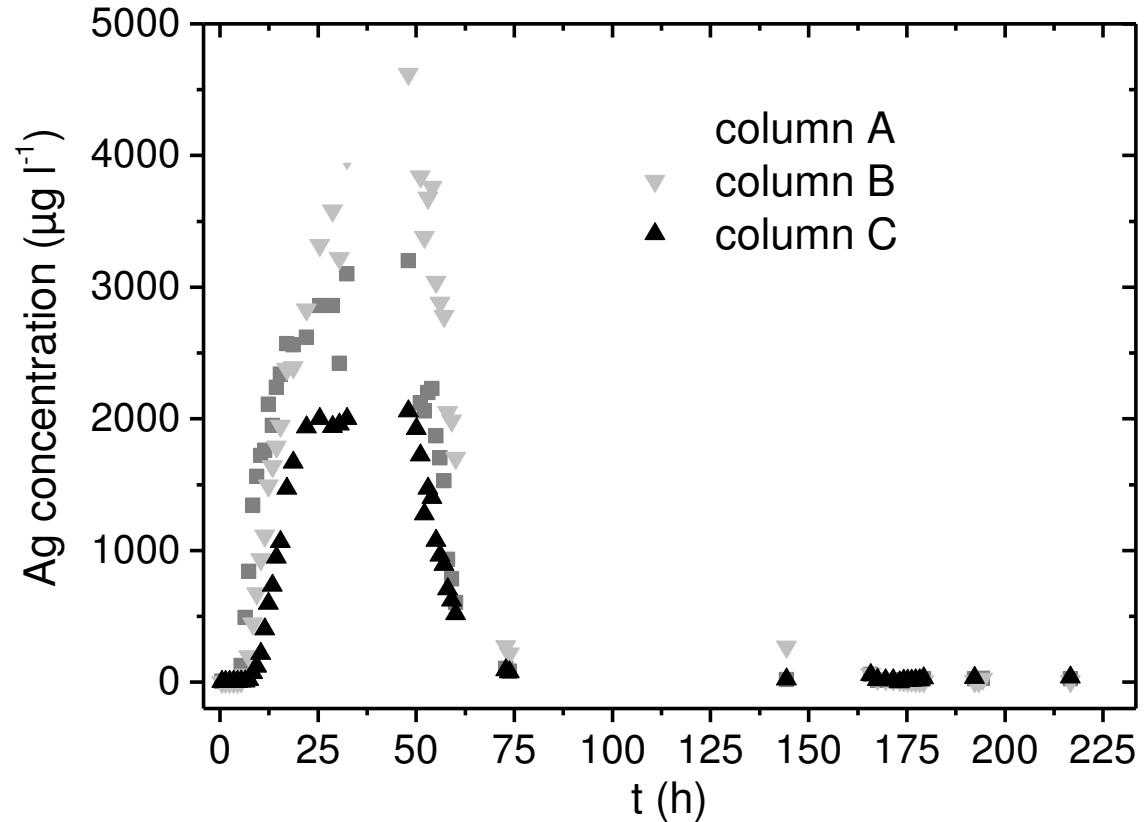
- Freisetzung von Ag-NM in das Sickerwasser mit <1% der Zugabe sehr gering
- Abhängig von den experimentellen Bedingungen (Elutionsmittel, Wasser/Feststoff, Inkubationszeit)

b) Versuche mit Ag-NM und strukturierter Bodensäule

Braunerde, gestochen



Detektion als Ag_{Total} mittels ICP-MS im Sickerwasser

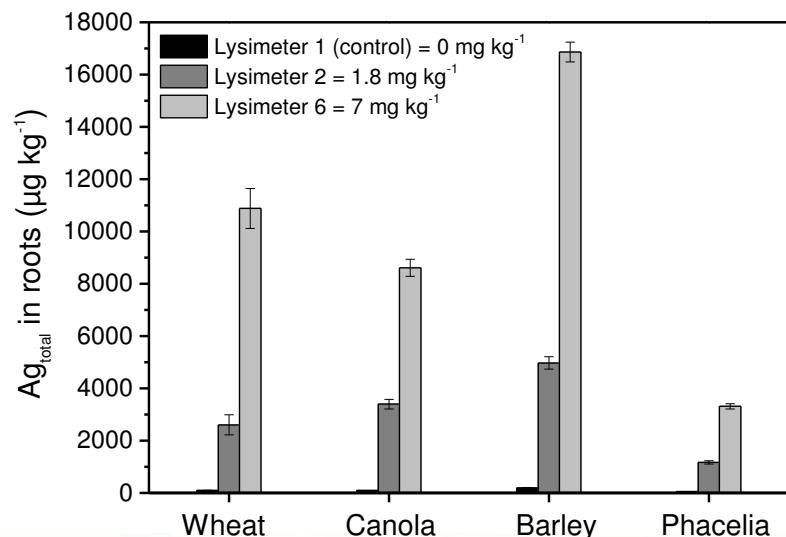
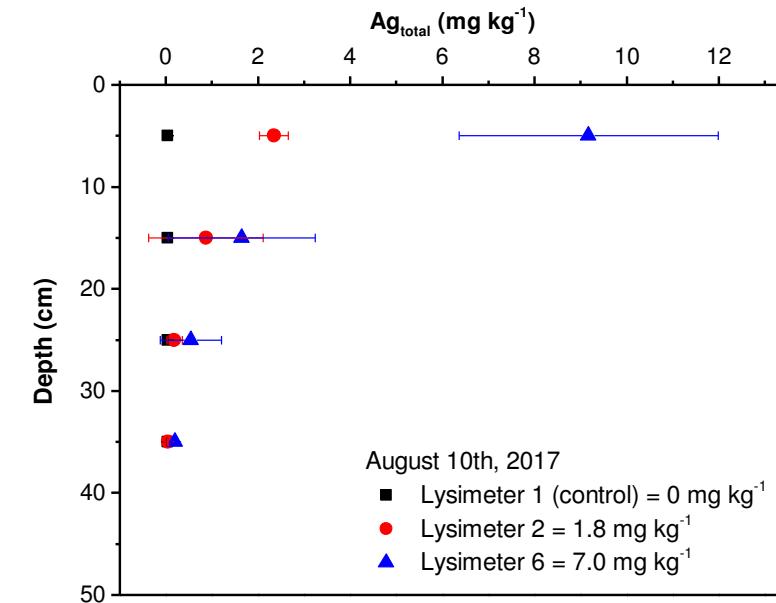
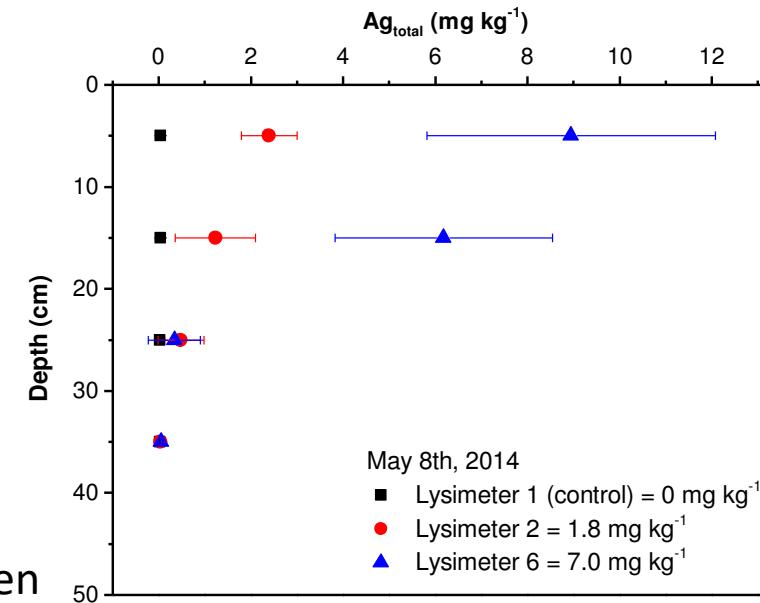


Ergebnisse:

- Ag-NM zeigen hohen Durchbruch in strukturierten Bodensäulen
- Heterogenität der Bodensäulen ist zu berücksichtigen

c) Lysimeterversuche mit Ag-NM

Dotierter Klärschlamm in 20 cm Tiefe eingebracht;
Detektion als Ag_{Total} mittels ICP-MS in Boden und Pflanzen

**Ergebnisse:**

- Keine vertikale Verlagerung von Ag-NM nach 3 Jahren messbar
- Minimale Ag-Freisetzung (ng/l) ins Sickerwasser konnte nachgewiesen werden
- Aufnahme in Pflanzenwurzeln, Zunahme mit Dotierungsmenge

Fazit

Laborversuche:

Versuchsdesign führt zu unterschiedlichen Ergebnissen hinsichtlich der Mobilität von Nanomaterialien
→ Standardisierte Methoden und Verfahren notwendig

Freilandversuche:

Keine vertikale Verlagerung von Ag-NM im Boden
→ Remobilisierung von Nanomaterialien im Boden ist unter umweltrelevanten Bedingungen eher unwahrscheinlich
→ Akkumulation von Ag-NM im Boden
→ Erhöhte Gehalte von Ag in Pflanzenwurzeln

Definitionen

Stoffgruppen

Risiken

Fallstudien
(2)

Schluss-
folgerungen

2. Eintrag und Verbleib von Arzneimitteln und Industriechemikalien bei der Berechnung



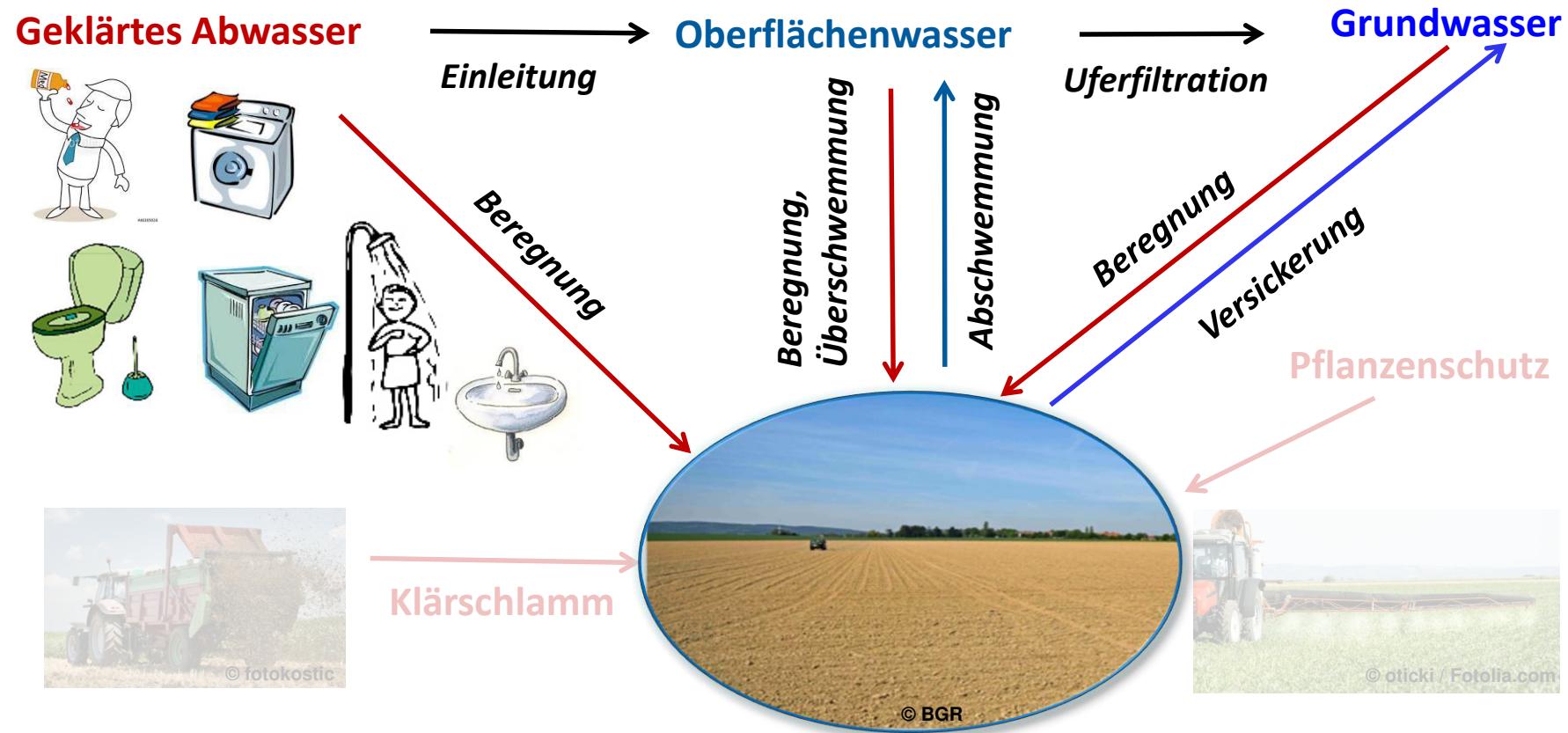
In Zusammenarbeit mit



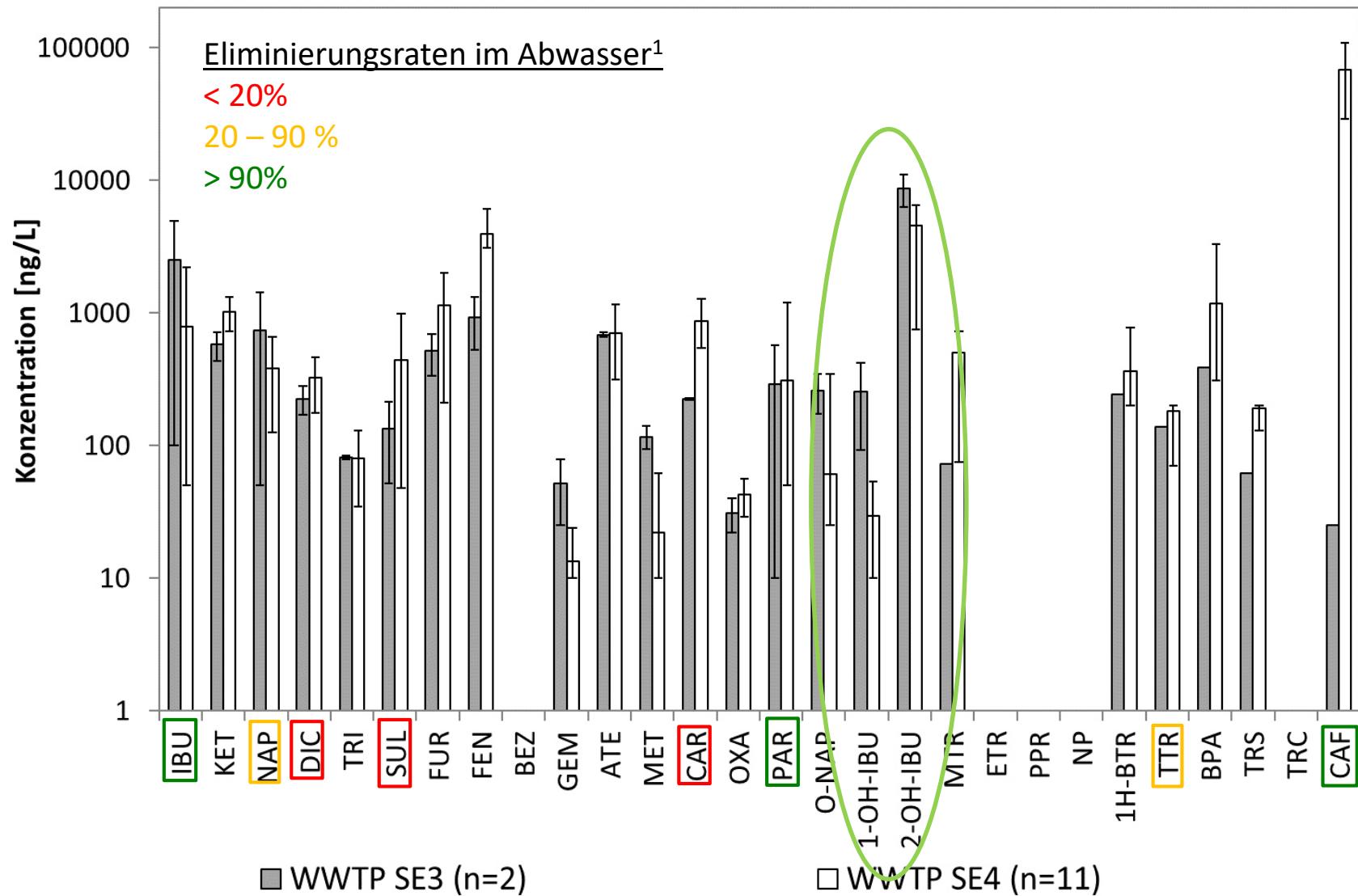
bgrm
Géosciences pour une Terre durable

BGR

Quellen und Eintragspfade



Konzentrationen im geklärten Abwasser der kommunale Kläranlagen



¹Voutsas et al., 2006, Joss et al., 2006, Luo et al., 2014

1-H-benzotriazole	1H-BTR
1-OH-ibuprofene	1-OH-IBU
2-OH-ibuprofene	2-OH-IBU
Atenolol	ATE
Benzafibrate	BEZ
Bisphenol A	BPA
Caffeine	CAF
Carbamazepine	CAR
Diclophenac	DIC
Ethylparabene	ETR
Fenofibric acid	FEN
Furosemide	FUR
Gemfibrozil	GEM
Ibuprofene	IBU
Ketoprofene	KET
Methylparabene	MTR
Metoprolol	MET
Naproxene	NAP
Nonylphenol	NP
O-desmethyl-naproxene	O-NAP
Oxazepam	OXA
Paracetamol	PAR
Propylparabene	PPR
Sulfamethoxazole	SUL
Tolytriazoles	TTR
Triclocarban	TRC
Triclosan	TRS
Trimethoprim	TRI

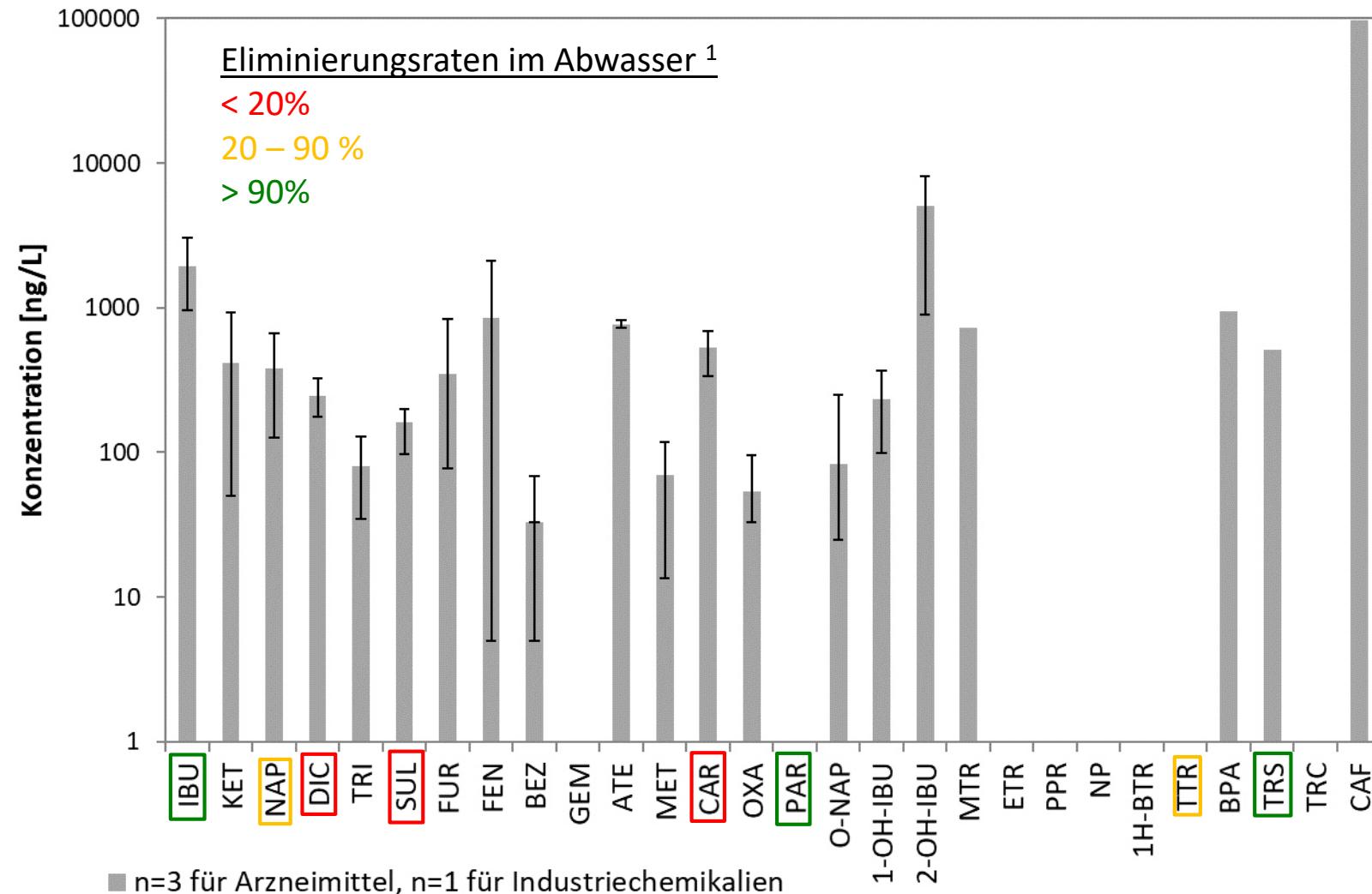
Definitionen

Stoffgruppen

Risiken

Fallstudien
(2)Schluss-
folgerungen

Konzentrationen im geklärten Abwasser des Beregnungsbeckens

¹Voutsas et al., 2006, Joss et al., 2006, Luo et al., 2014

1-H-benzotriazole	1H-BTR
1-OH-ibuprofene	1-OH-IBU
2-OH-ibuprofene	2-OH-IBU
Atenolol	ATE
Benzafibrate	BEZ
Bisphenol A	BPA
Caffeine	CAF
Carbamazepine	CAR
Diclophenac	DIC
Ethylparabene	ETR
Fenofibric acid	FEN
Furosemide	FUR
Gemfibrozil	GEM
Ibuprofene	IBU
Ketoprofene	KET
Methylparabene	MTR
Metoprolol	MET
Naproxene	NAP
Nonylphenol	NP
O-desmethyl-naproxene	O-NAP
Oxazepam	OXA
Paracetamol	PAR
Propylparabene	PPR
Sulfamethoxazole	SUL
Tolytriazoles	TTR
Triclocarban	TRC
Triclosan	TRS
Trimethoprim	TRI

Definitionen

Konzentrationen im Grundwasser

- SUL: Sulfamethoxazol
- CAR: Carbamazepin
- MTR: Methylparaben
- PPR: Propylparaben
- 1H-BTR: 1H-Benzotriazol
- BPA: Bisphenol A
- TRS: Triclosan

Stoffgruppen

	Well 1 AA	Well 2 RA	Well 3 NA	Well 2	Well 8	Control Well
Probenahme: 22.07.2014						
SUL	nd	<LOQ	<LOQ	<LOQ	46	29
CAR	nd	55	<LOQ	22	149	<LOQ
MTR	<LOQ	<LOQ	63	<LOQ	<LOQ	<LOQ
PPR	<LOQ	<LOQ	30	<LOQ	<LOQ	<LOQ
1H-BTR	<LOQ	45	24	25	40	<LOQ
BPA	<LOQ	<LOQ	189	<LOQ	24	<LOQ
TRS	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Probenahme: 26.08.2014						
SUL	nd	<LOQ	<LOQ	<LOQ	37	33
CAR	nd	74	<LOQ	<LOQ	155	<LOQ
MTR	109	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
PPR	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
1H-BTR	23	21	22	<LOQ	40	21
BPA	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
TRS	289	83	34	68	22	42



Antibiotika-resistenzbildung

LOQ: Bestimmungsgrenze (10-400 ng/l)

Fazit

- Auch gut abbaubare organische Xenobiotika wurden im geklärten Abwasser in Tunesien nachgewiesen
→ Beregnung im Zuge von Wasserrecycling = Eintragsquelle in Böden
- Organische Xenobiotika gelangen aus dem Boden ins Grundwasser
- Anzahl und Konzentrationen im Grundwasser sind geringer als im Abwasser
→ Reinigungsleistung des Bodens ist vorhanden, aber unvollständig
→ Risiko für Kulturpflanzen bei der Beregnung mit kontaminiertem Grundwasser

3. Austrag von nicht relevanten Metaboliten (nrM) von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln aus dem Boden

In Zusammenarbeit mit



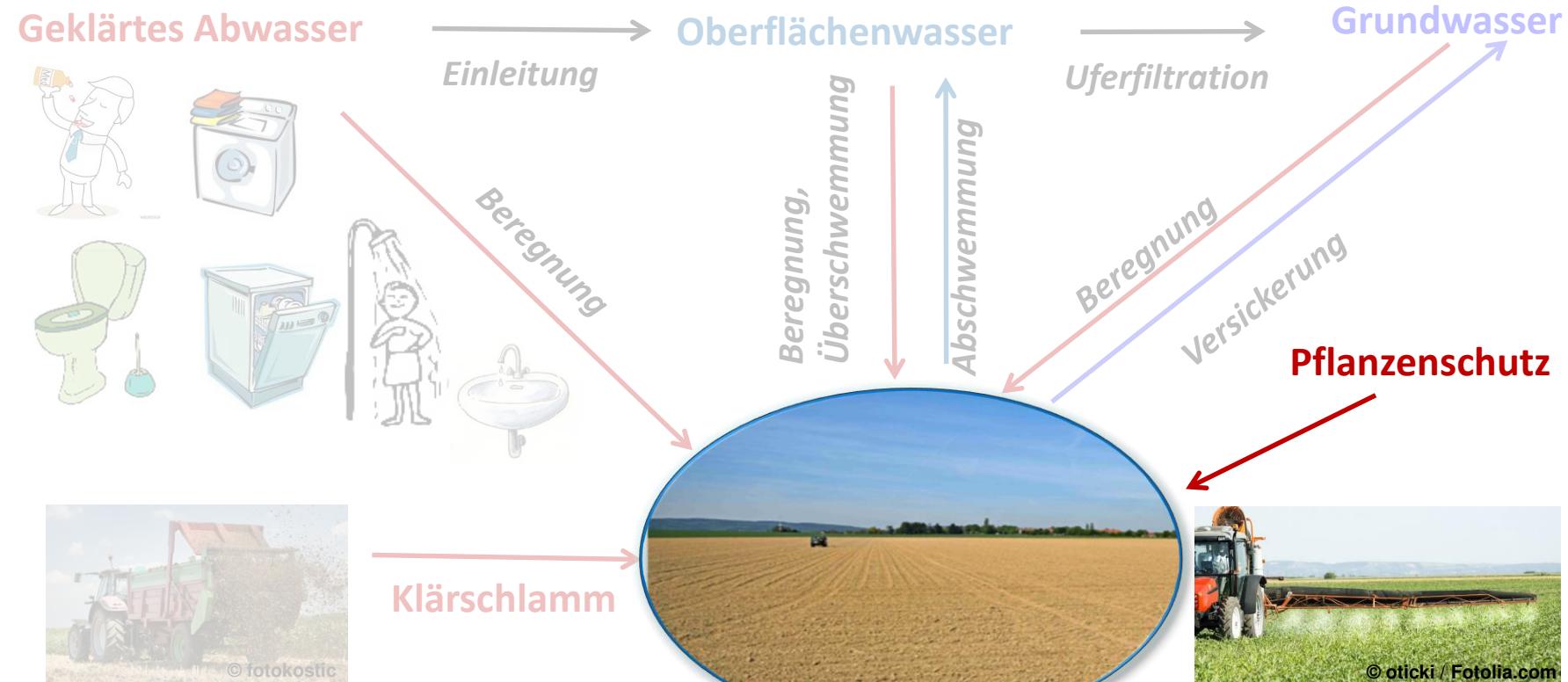
Hintergrund zu nrM:

- Werden häufig erst im Boden durch biologischen Abbau gebildet
- Keine definierte pestizide (Rest-)Aktivität, kein pflanzenschutzrechtlich relevantes humantoxisches oder ökotoxikologisches Wirkungspotenzial¹
- Bewertung erfolgt nach dem Vorsorgekonzept der gesundheitlichen Orientierungswerte für „nicht bewertbare“ Stoffe²

¹Michalski et al., 2004; ²Umweltbundesamt, 2008

Definitionen**Stoffgruppen****Risiken****Fallstudien
(3)****Schluss-
folgerungen**

Quellen und Eintragspfade



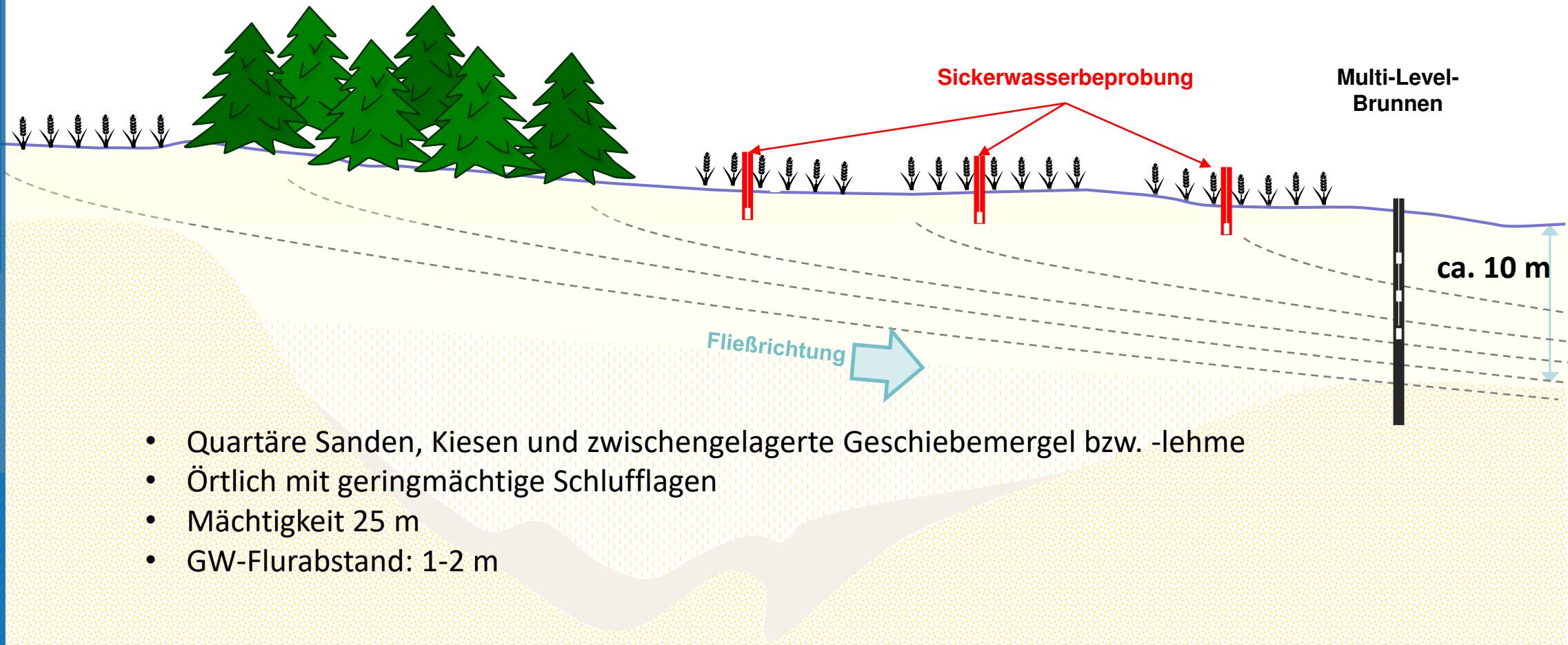
Definitionen

Stoffgruppen

Risiken

Fallstudien
(3)Schluss-
folgerungen

Untersuchungsgebiet Fuhrberger Feld



Definitionen

Stoffgruppen

Risiken

Fallstudien
(3)

Schluss-
folgerungen

Probennahme



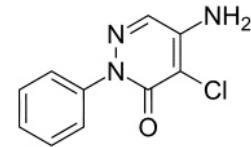
Schlag C-3 / Schlag C-2 / Schlag C-1

Multilevel-
messstelle

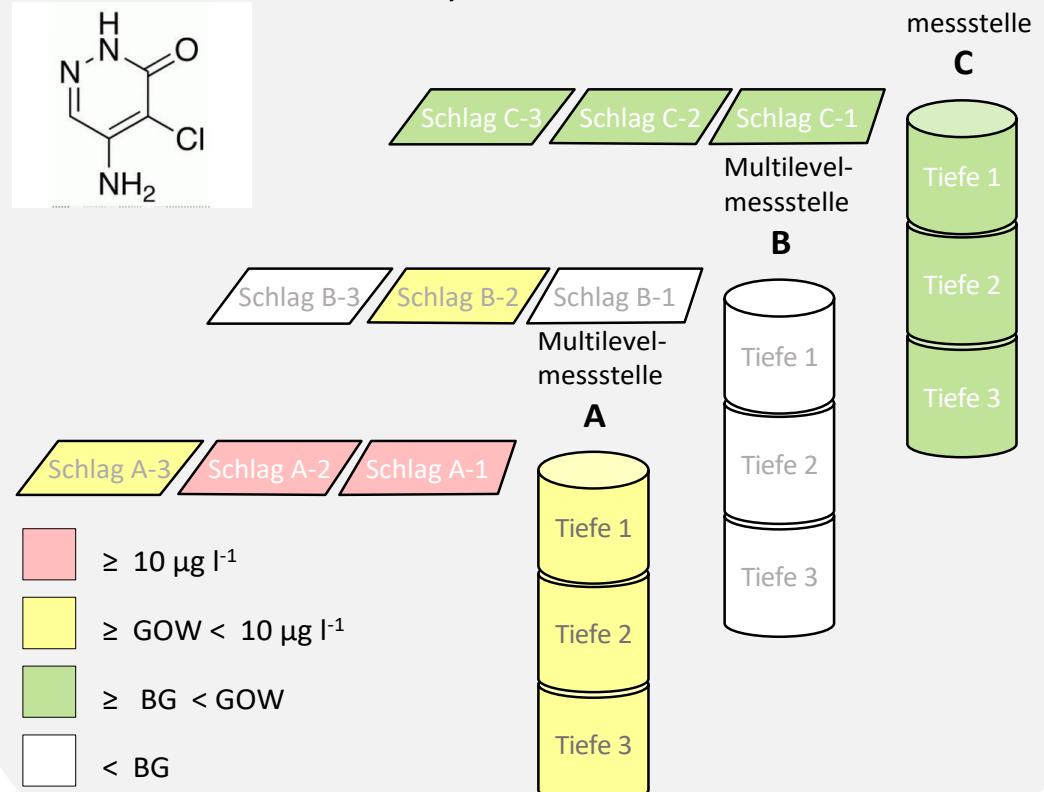
C



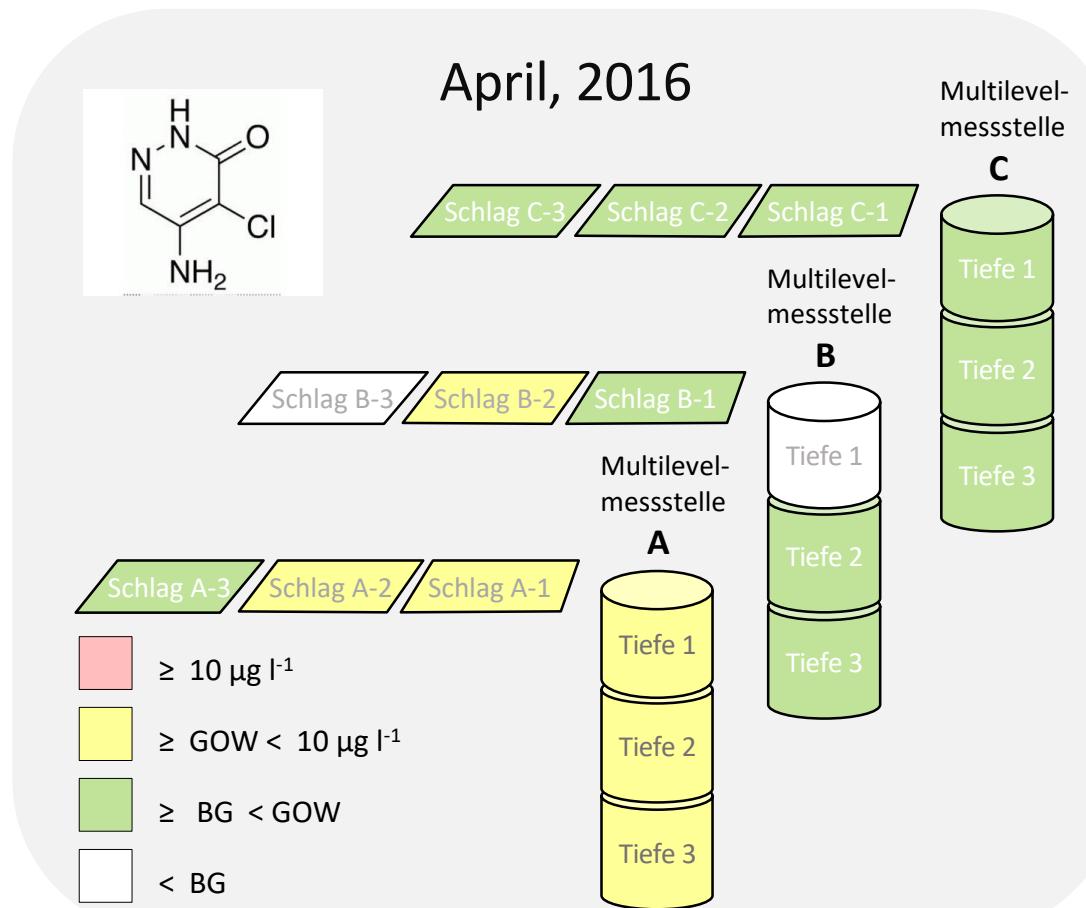
Chloridazon-desphenyl (Metabolit von Chloridazon, Herbizid im Rübenanbau)



Juli, 2015

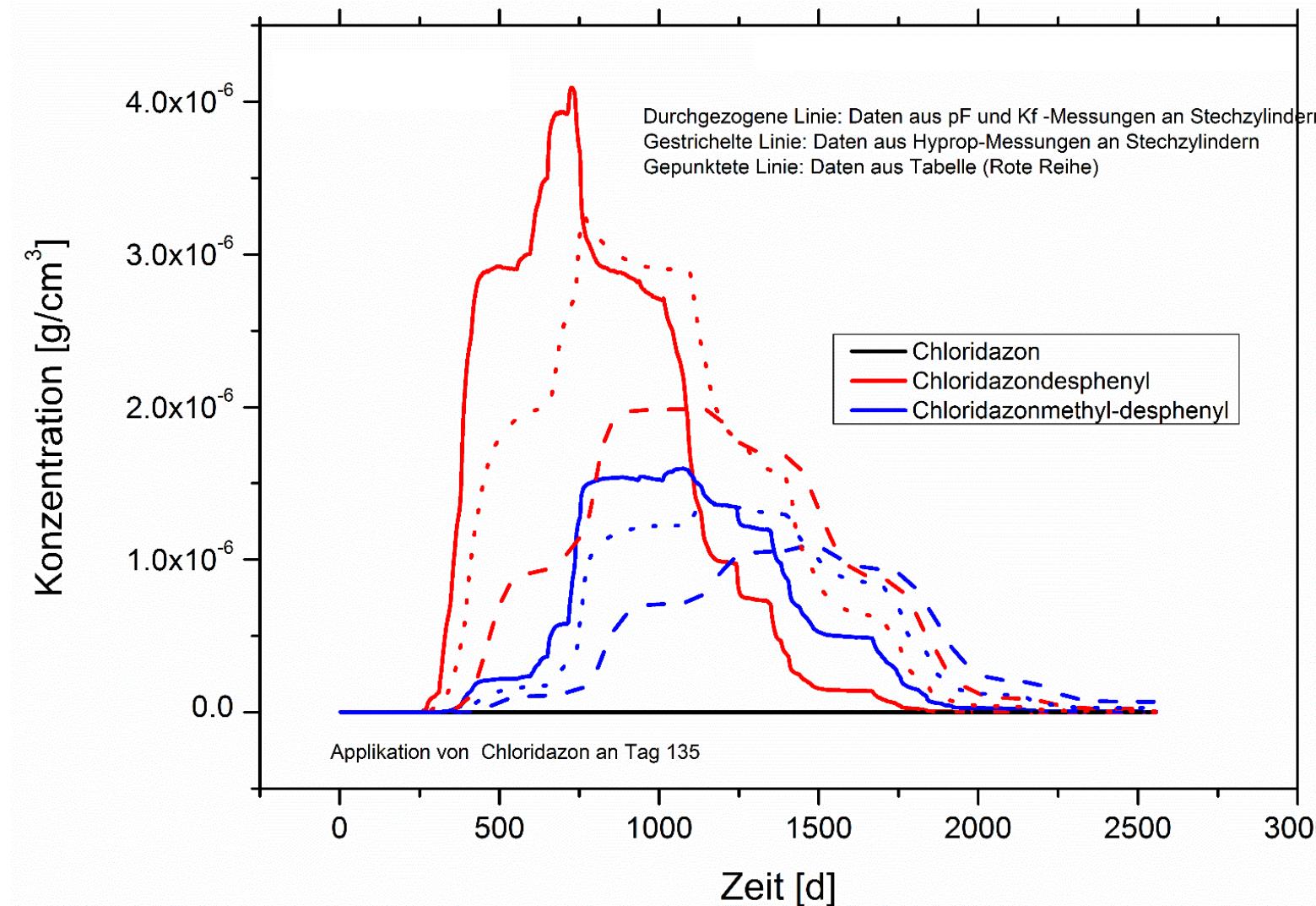


April, 2016



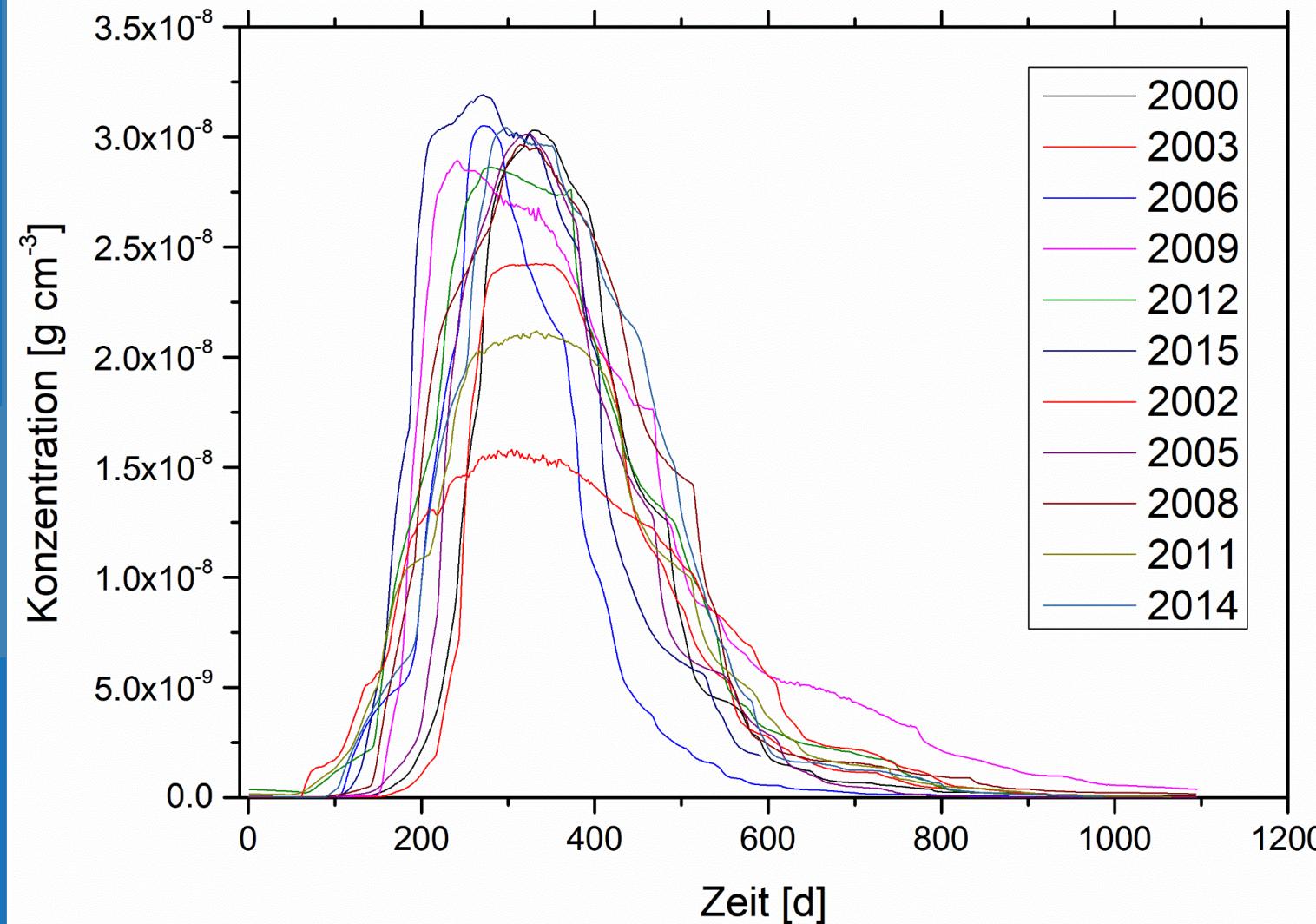
Simulationen von Chloridazon-desphenyl mit dem Programm HYDRUS-1D:

a) Einfluss der bodenhydraulischen Parameter



Fuhrberger Feld Standort T1-1

Ergebnis:
Änderung der hydraulischen Bodeneigenschaften wirkt sich deutlich auf die simulierte Konzentration aus!

b) Einfluss der klimatischen Randbedingungen**Fuhrberger Feld Standort T1-1**

Ergebnis:
Änderung der klimatischen
Randbedingungen wirken sich
deutlich auf die simulierte
Konzentration aus

Fazit

- Untersuchte Pflanzenschutzmittel konnten nicht im Grundwasser nachgewiesen werden
- Metaboliten treten im Grundwasser auf
→ Persistenz + Mobilität → Risiko für tiefere Grundwasserschichten
- Lösungsvorschläge:
 - Verbesserung PSM-Produktdesign
 - Alternative Pflanzenschutzpraktiken z.B. Robotertechnik oder Drohnen/GPS-Steuerung zur mechanischen/teilmechanischen Unkrautbekämpfung
 - Förderprogramme auf Bundes-, Landes- und ggf. auf Wasserschutzgebietsebene unter Beteiligung Pflanzenschutzberatung, Landwirtschaft und Wasserwirtschaft

Ansprechpartner: Dr. Florian Stange, florian.stange@bgr.de
Dr. Axel Lamparter, axel.lamparter@bgr.de



©trueffelpix.com

Ziel: Schutz der natürlichen Ressourcen Grundwasser und Boden durch nachhaltige Nutzung

Es fehlen:

- Langfristige Untersuchungen von Wirkung und Ausbreitung
- Umweltqualitätsstandards für ein sicheres Wasser- und Klärschlammrecycling
- Konzepte (partizipative Lösungen!) für Risikobewertung zur Verringerung der Nutzungskonflikte von Wasserwirtschaft und Landwirtschaft

Sauberer Trinkwasser und Sicherheit von Nahrungsmittelpflanzen sind gemeinsame wirtschaftliche und gesellschaftliche Interessen!

Definitionen

Stoffgruppen

Risiken

Fallstudien

Schluss-
folgerungen

**Danke für Ihre
Aufmerksamkeit!**



Dr. habil. Elke Fries
Leiterin Fachbereich Boden als Ressource – Stoffeigenschaften und Dynamik
in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)

+49 (0) 511 643 2814

Email: elke.fries@bgr.de

www.bgr.de

Sousse, Tunisien, August 2013