

Definitionen

Stoffgruppen

„Xenobiotika in landwirtschaftlich genutzten Böden“

Risiken

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

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover

Fallstudien

Schluss-
folgerungen

Definitionen

Xenobiotika

Griech.: dem Leben fremde Stoffe

Stoffgruppen

Mikro-Schadstoffe

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

Risiken

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)



Fallstudien

Schlussfolgerungen

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

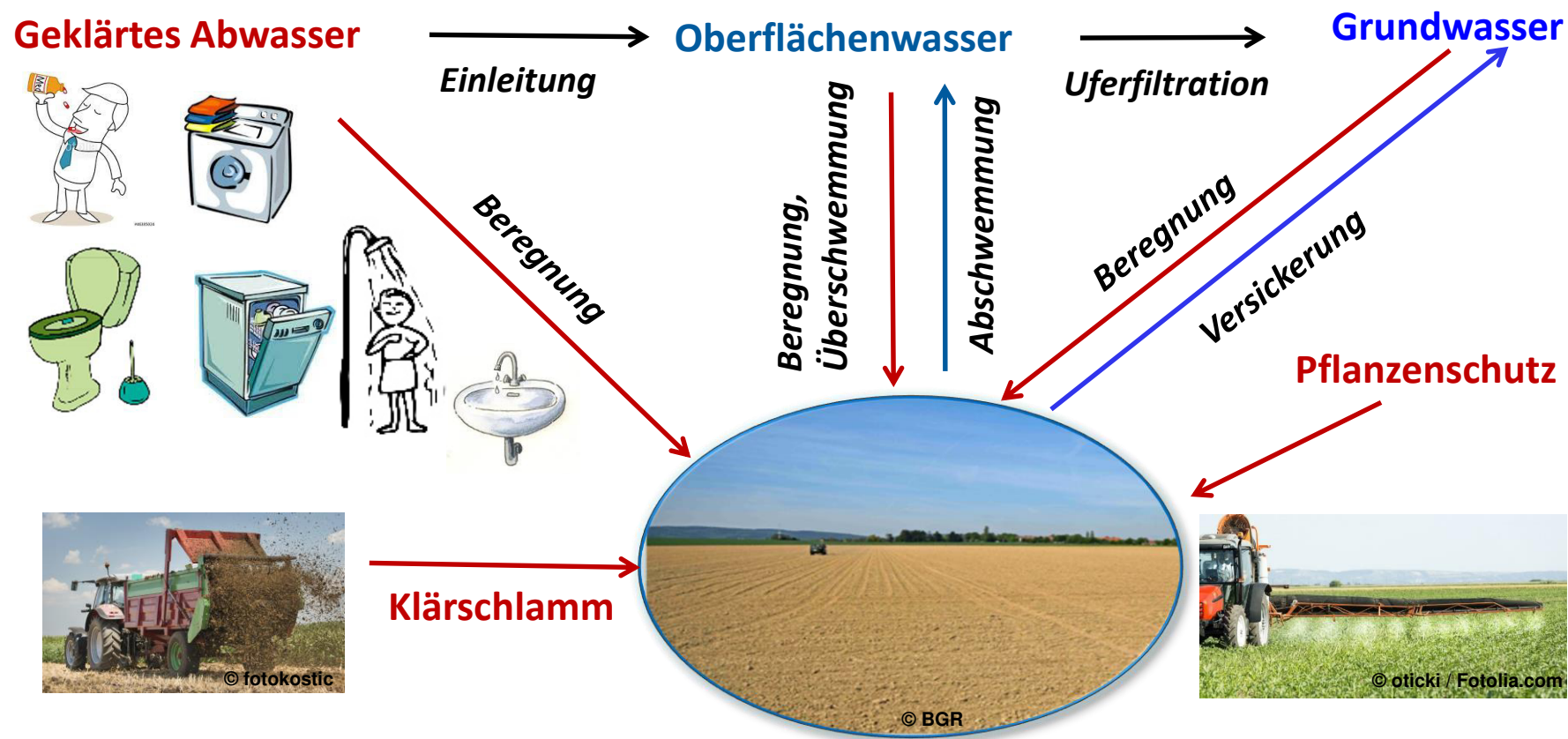
²Boxall, ABA (2012) *COM/TAD/CA/ENV/EPOC(2010)17/FINAL*, OECD.

Definitionen
Stoffgruppen
Risiken
Fallstudien
Schlussfolgerungen

Prominente Beispiele (Arzneimittel, Industriechemikalien)

(Wirk)stoffgruppe	Vertreter	Verwendung
Antibiotika	Sulfametoxazol	Tier- und Humanarzneimittel
Schmerzmittel	Ibuprofen, Diclophenac	Humanarzneimittel
Antiepileptika	Carbamazepin	Humanarzneimittel
Biozide	Triclosan, <i>Silbernanopartikel</i>	Reinigungsmittel, Farben, Kleidung, Kosmetik
Kunststoffadditive	Bisphenol A	Hartplastikartikel
Korrosionsinhibitoren	1H-Benzotriazol	Geschirrspültabs
Konservierungsmittel	Methylparaben, Propylparaben	Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika
Metaboliten	Chloridazon-desphenyl, 2-OH-Ibuprofene	Abbauprodukte von Pflanzenschutzmitteln und Arzneimitteln

Quellen und Eintragspfade



Risiken werden bestimmt durch...

1. Quellen

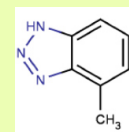
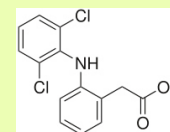
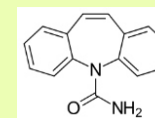
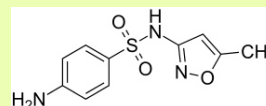
- Diffuse Quelle
- Punktquelle
- Quellstärke

2. Senken

- Boden
- Grundwasser
- Nahrungsmittel

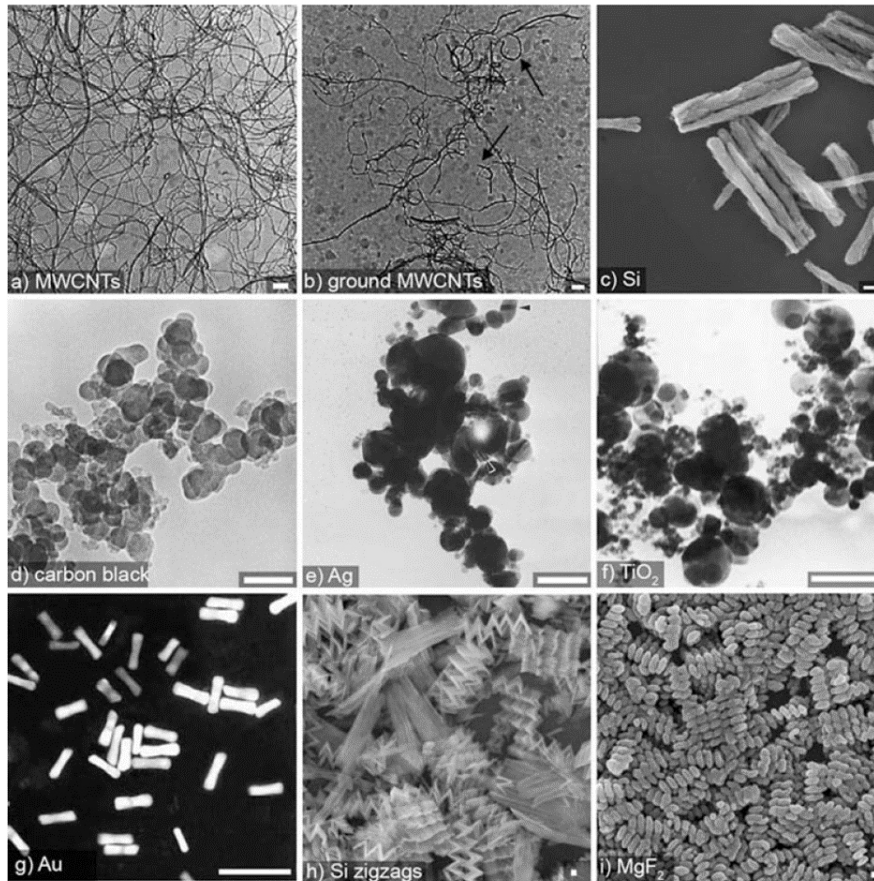
3. Stoffspezifische Eigenschaften

- Mobilität
- Persistenz
- Toxizität
- Endokrine Wirkung



1. Mobilität von Silbernanomaterialien in Böden

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

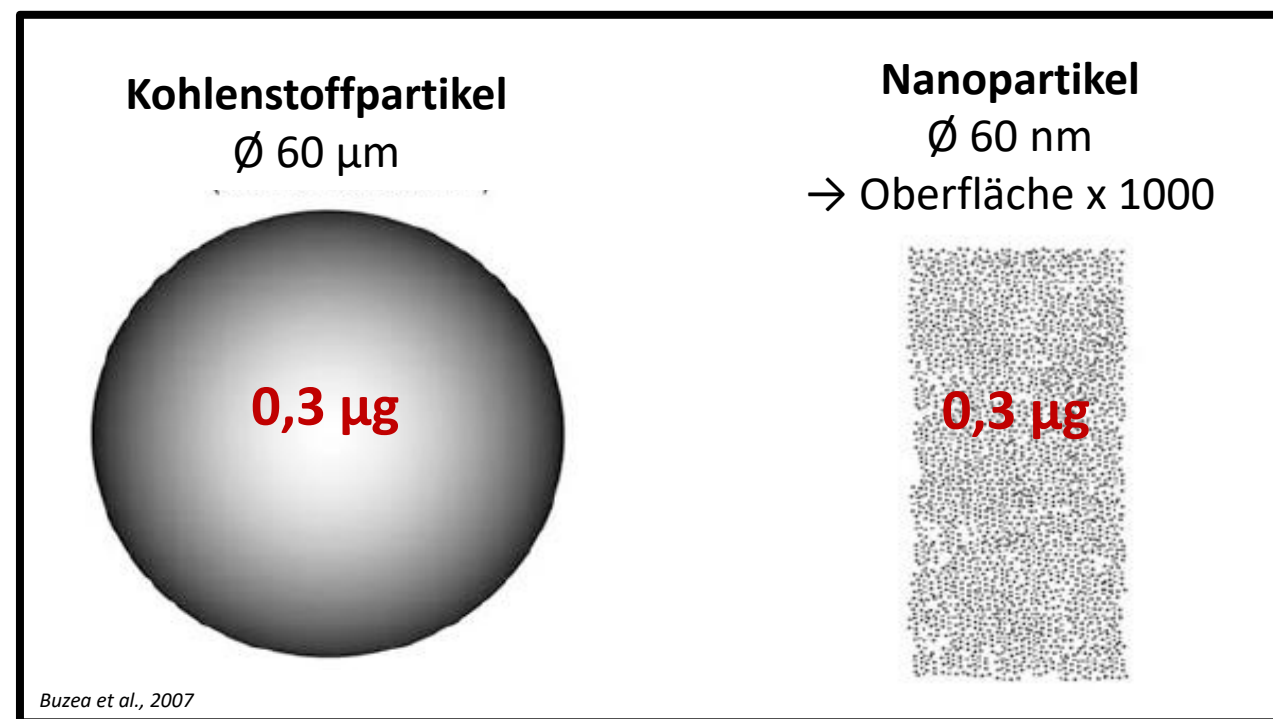
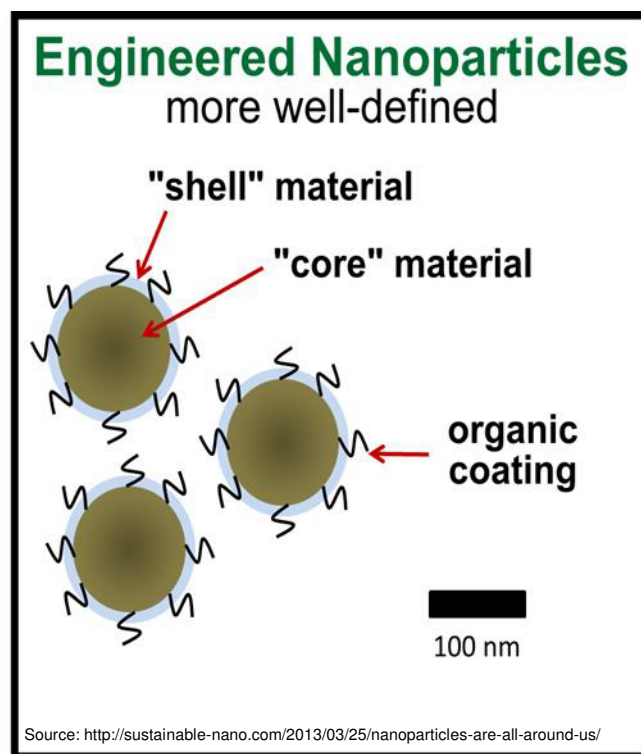


Buzea et al., (2007)

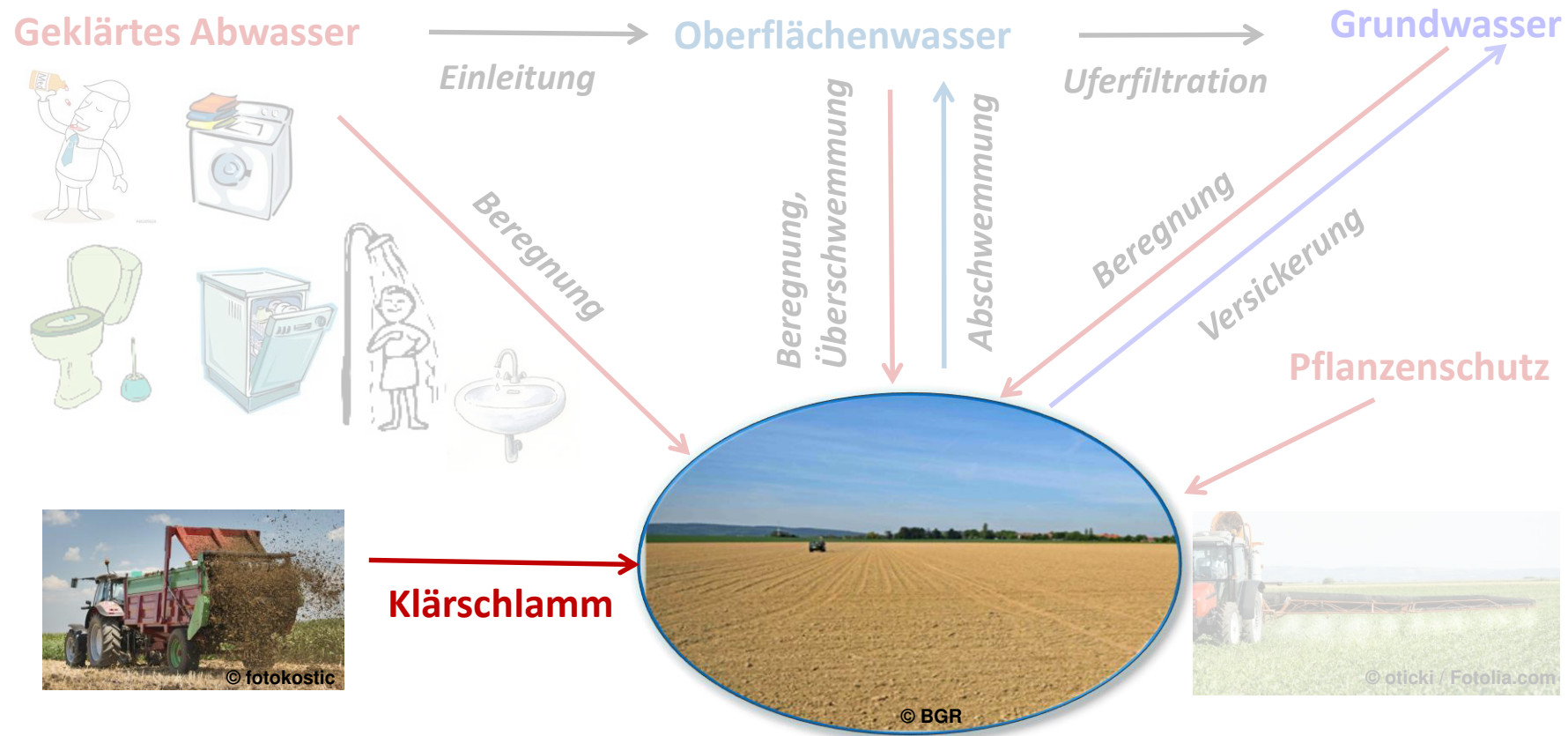
— 100 nm

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

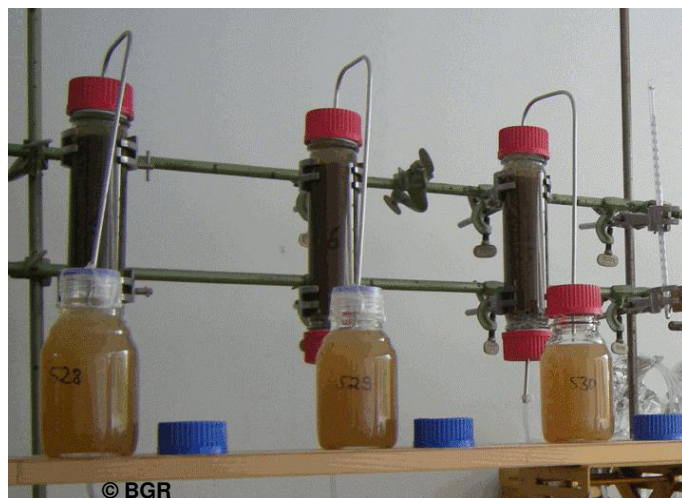


Quellen und Eintragspfade

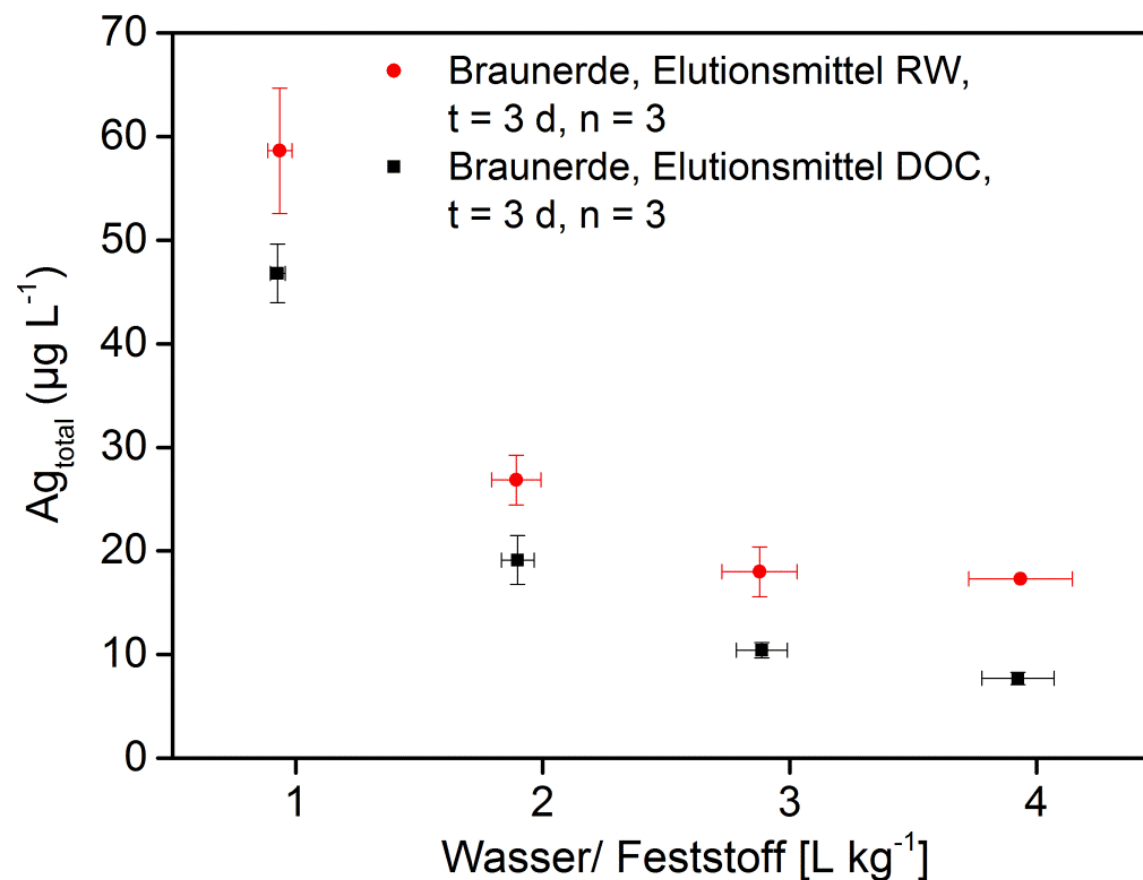


a) Säulenversuche nach DIN 19528 mit Silbernanomaterialien (Ag-NM)

Braunerde, geschüttet



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



Ergebnisse:

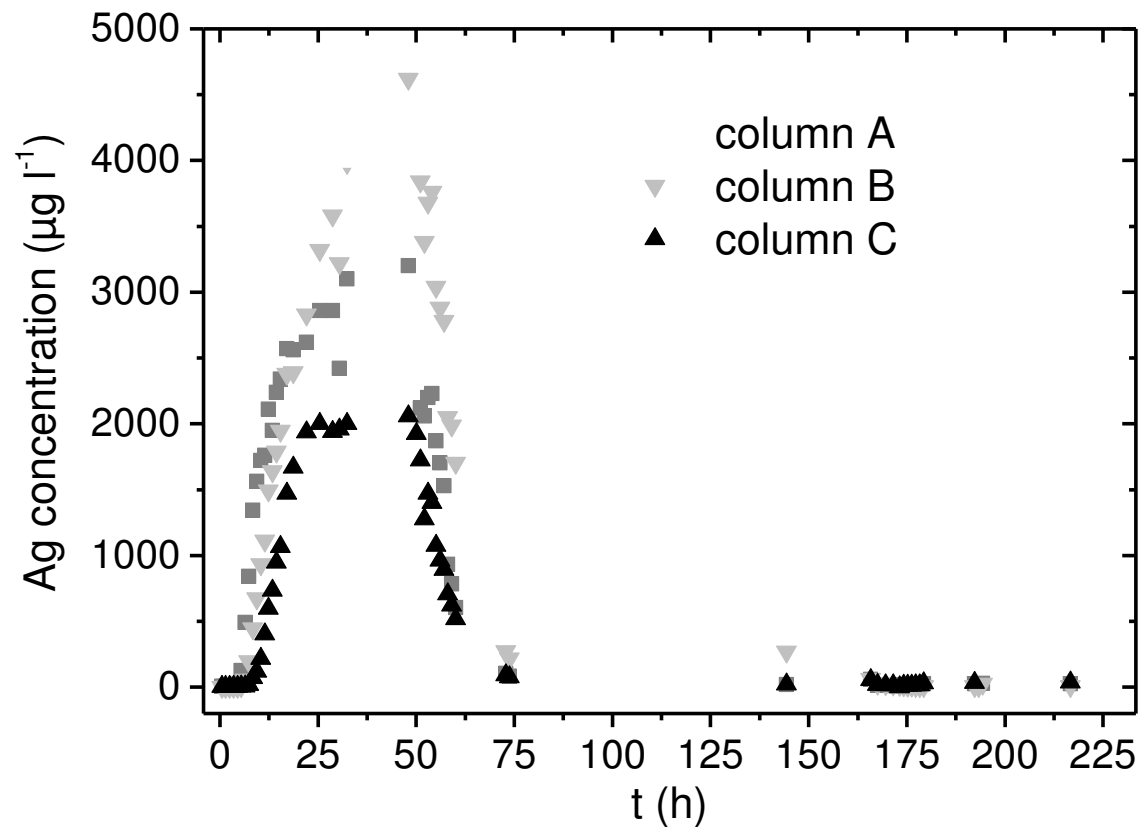
- Freisetzung von Ag-NM in das Sickerwasser mit <1% der Zugabe sehr gering
- Abhängig von den experimentellen Bedingungen (Elutionsmittel, Wasser/Feststoff, Inkubationszeit)

b) Versuche mit Ag-NM und strukturierter Bodensäule

Braunerde, gestochen



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



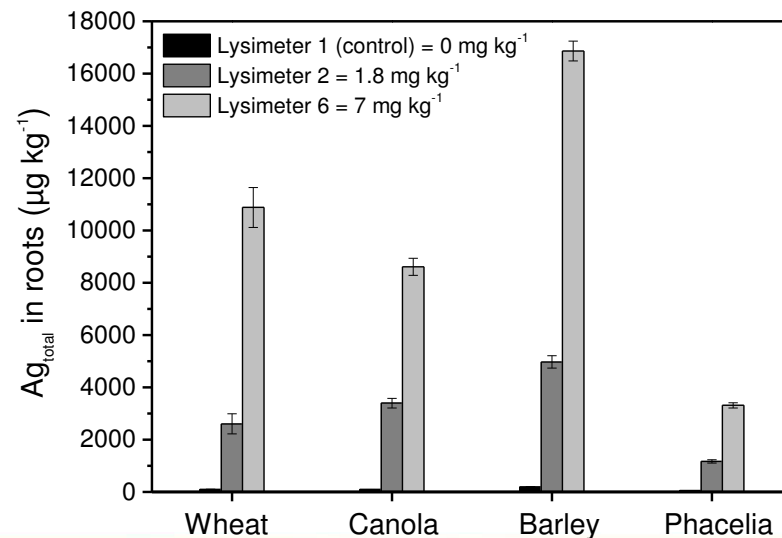
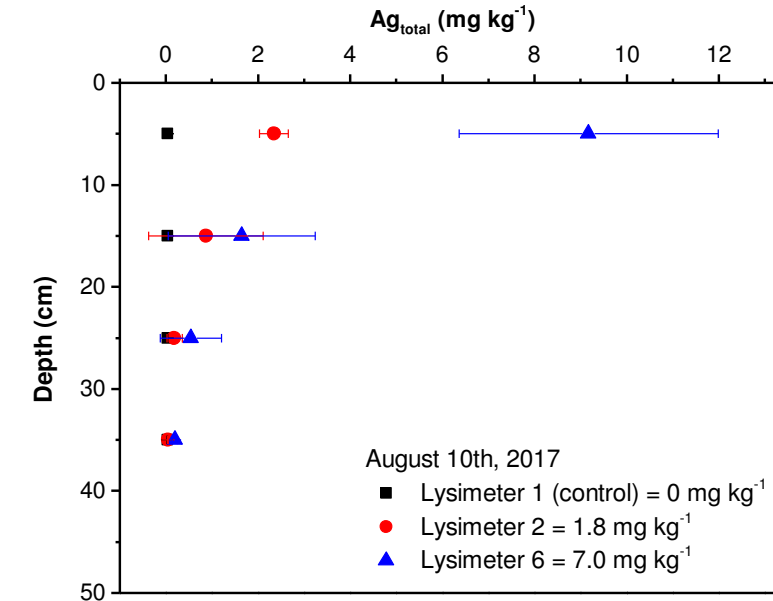
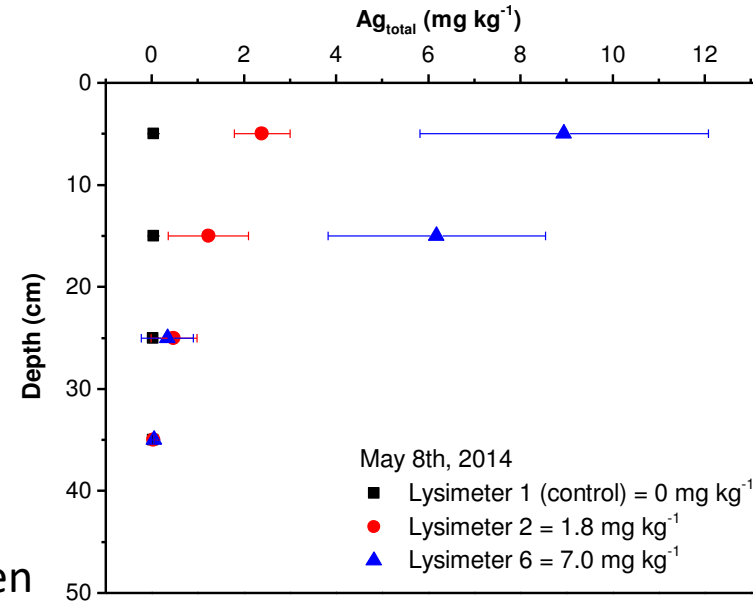
Ergebnisse:

- 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

Definitionen

Fazit

Stoffgruppen

Laborversuche:

Versuchsdesign führt zu unterschiedlichen Ergebnissen hinsichtlich der Mobilität von Nanomaterialien

→ Standardisierte Methoden und Verfahren notwendig

Risiken

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

Fallstudien
(1)

Schluss-
folgerungen

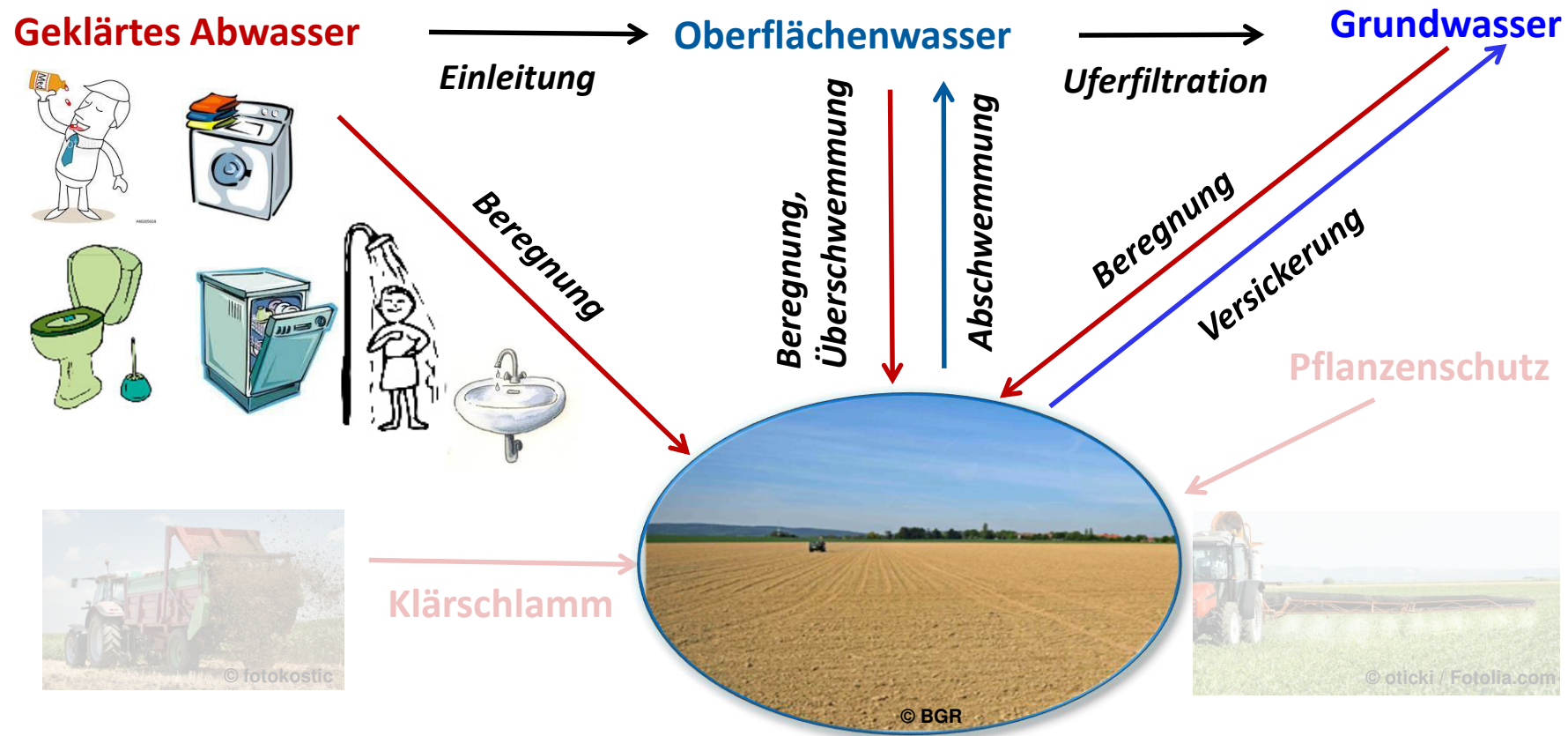
2. Eintrag und Verbleib von Arzneimitteln und Industriechemikalien bei der Beregnung



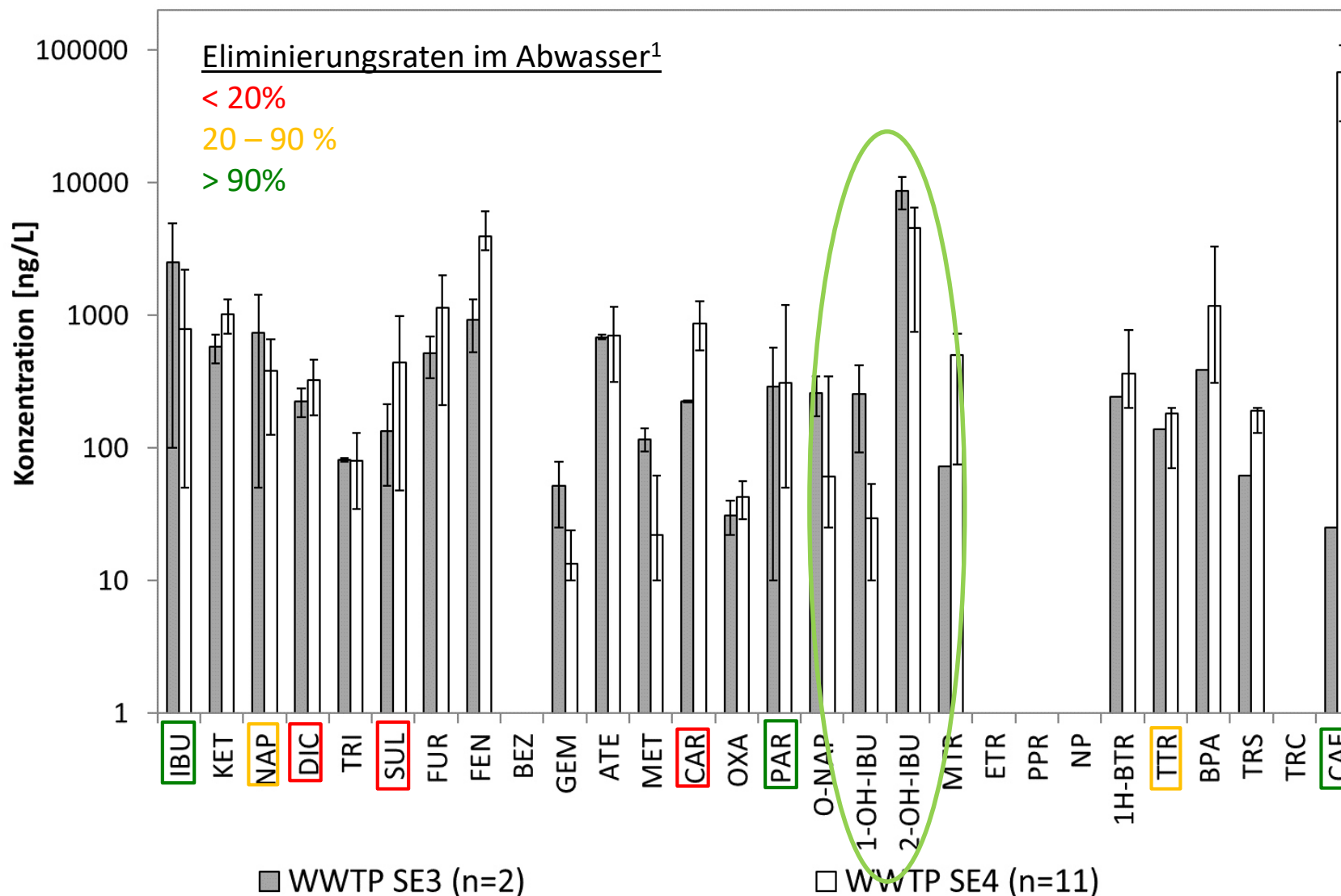
In Zusammenarbeit mit



Quellen und Eintragspfade



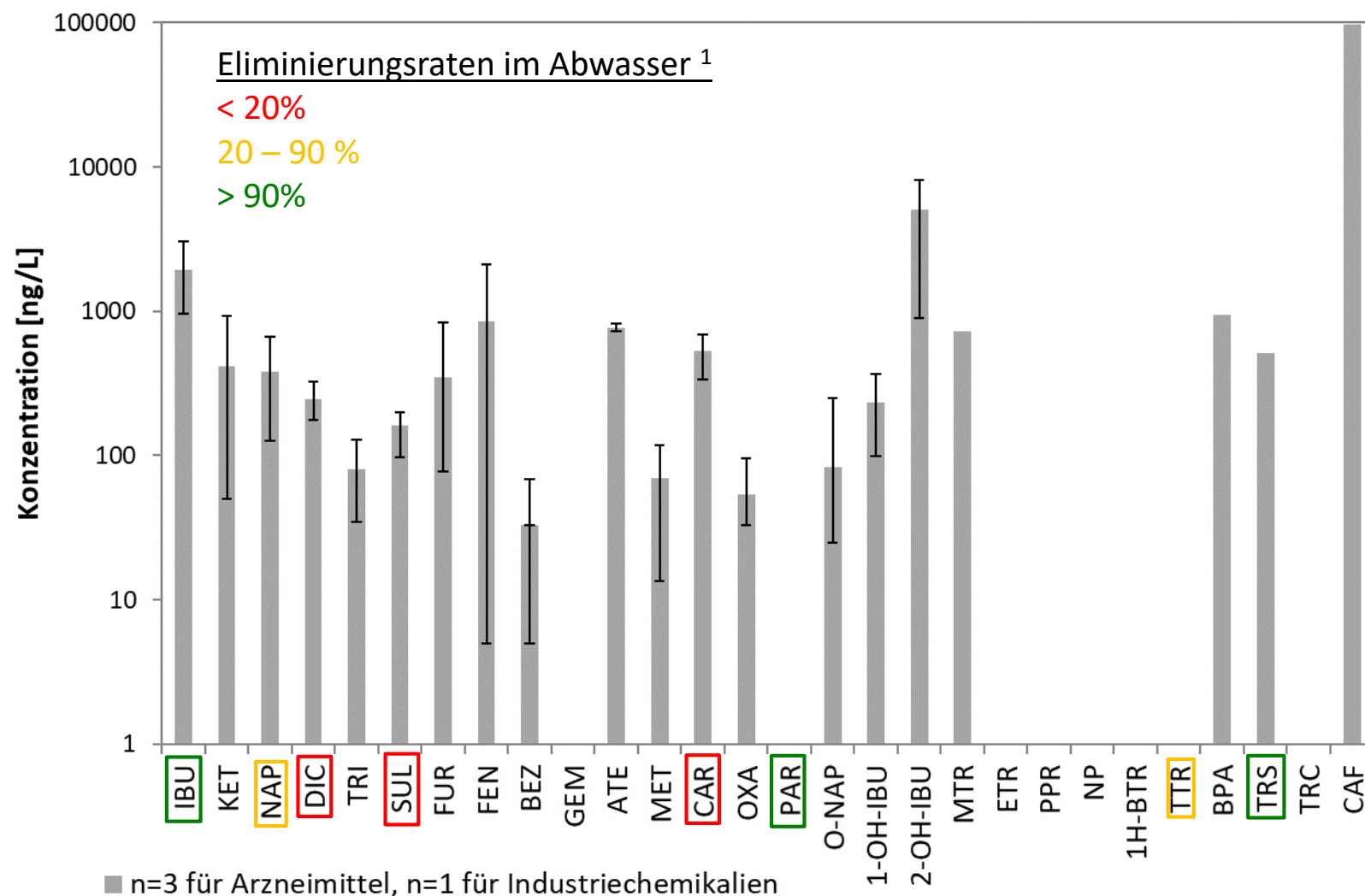
Konzentrationen im geklärten Abwasser der kommunale Kläranlagen



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
Tolyltriazoles	TTR
Triclocarban	TRC
Triclosan	TRS
Trimethoprim	TRI

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

Konzentrationen im geklärten Abwasser des Beregnungsbeckens



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
Methlyparabene	MTR
Metoprolol	MET
Naproxene	NAP
Nonylphenol	NP
O-desmethyl-naproxene	O-NAP
Oxazepam	OXA
Paracetamol	PAR
Propylparabene	PPR
Sulfamethoxazole	SUL
Tolyltriazoles	TTR
Triclocarban	TRC
Triclosan	TRS
Trimethoprim	TRI

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

Definitionen

Stoffgruppen

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

Risiken

Fallstudien
(2)Schluss-
folgerungen

Konzentrationen im Grundwasser

	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

Güleeintrag?

Antibiotika-
resistenzbildung

LOQ: Bestimmungsgrenze (10-400 ng/l)

Definitionen

Stoffgruppen

Risiken

Fallstudien
(2)

Schluss-
folgerungen

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

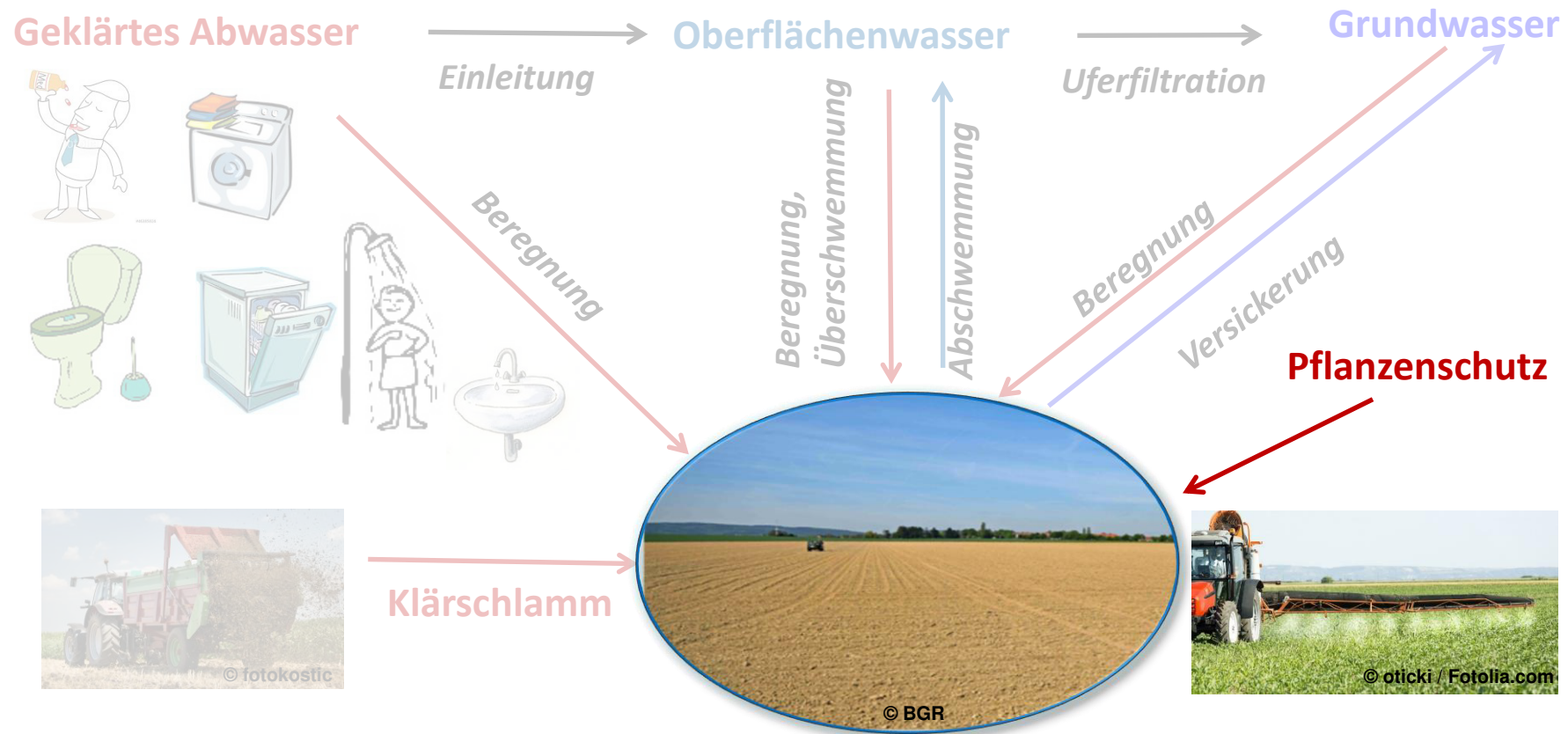


Hintergrund zu nrM:

- 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

Quellen und Eintragspfade



Definitionen

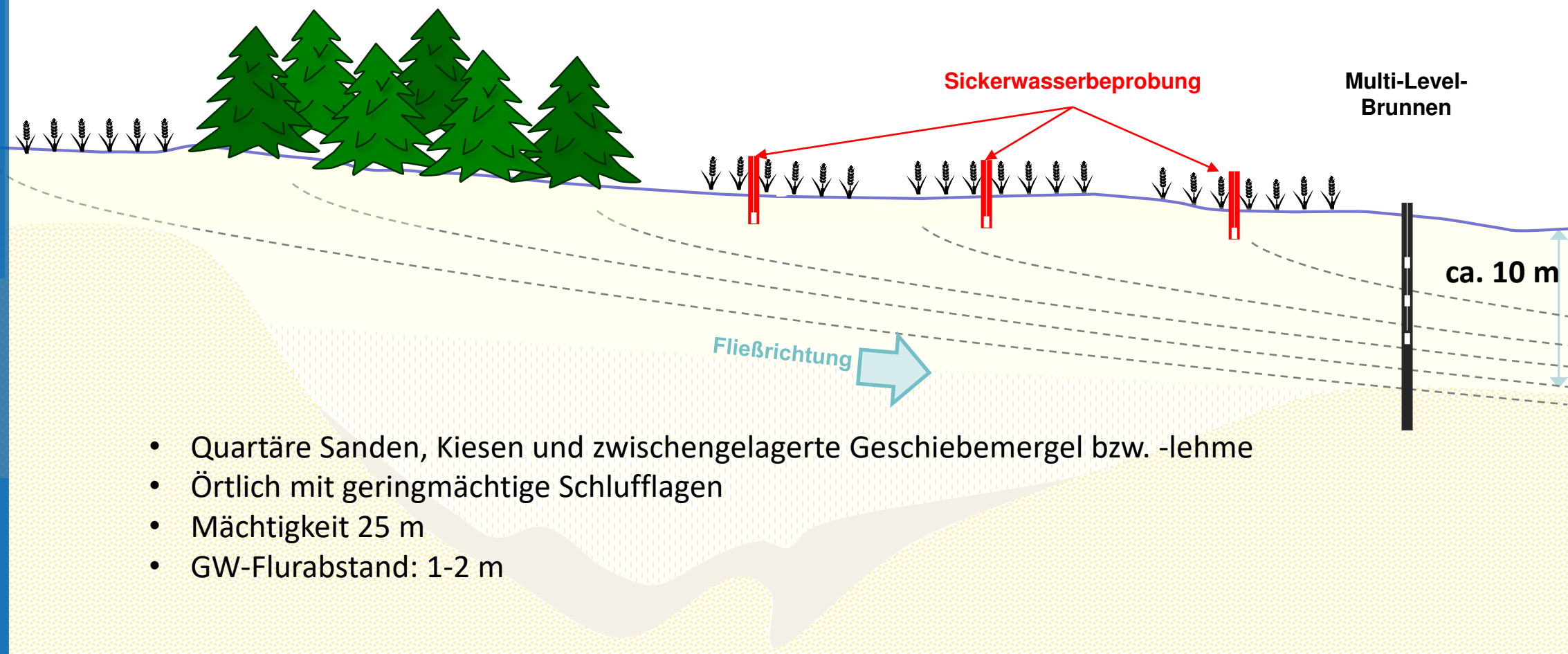
Stoffgruppen

Risiken

Fallstudien
(3)

Schluss-
folgerungen

Untersuchungsgebiet Fuhrberger Feld



Probennahme



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

Multilevel-
messstelle

C



Definitionen

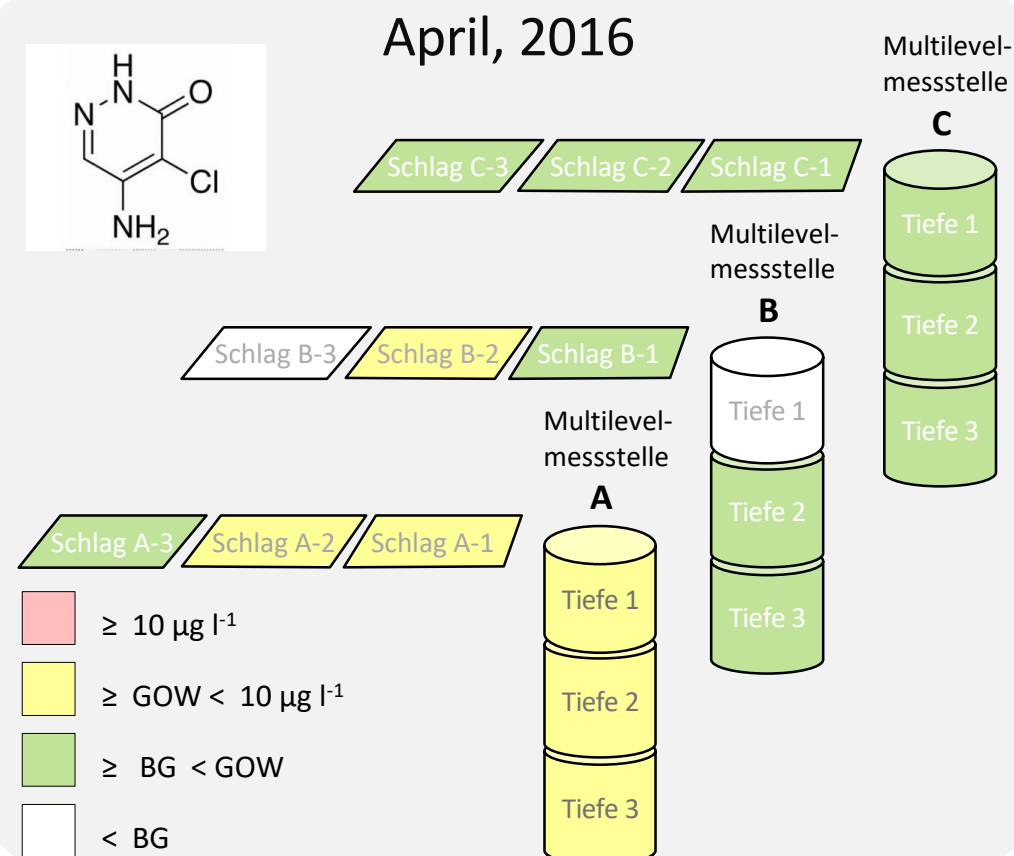
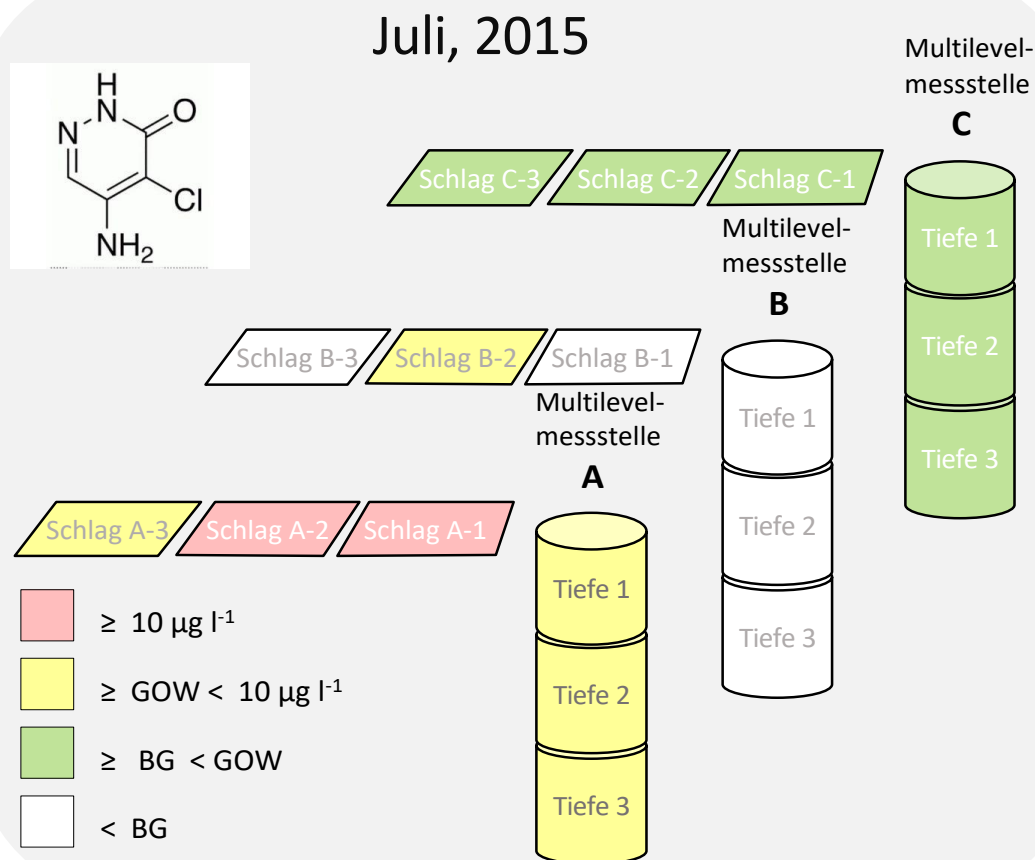
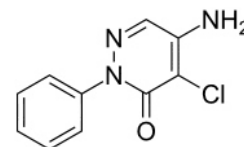
Stoffgruppen

Risiken

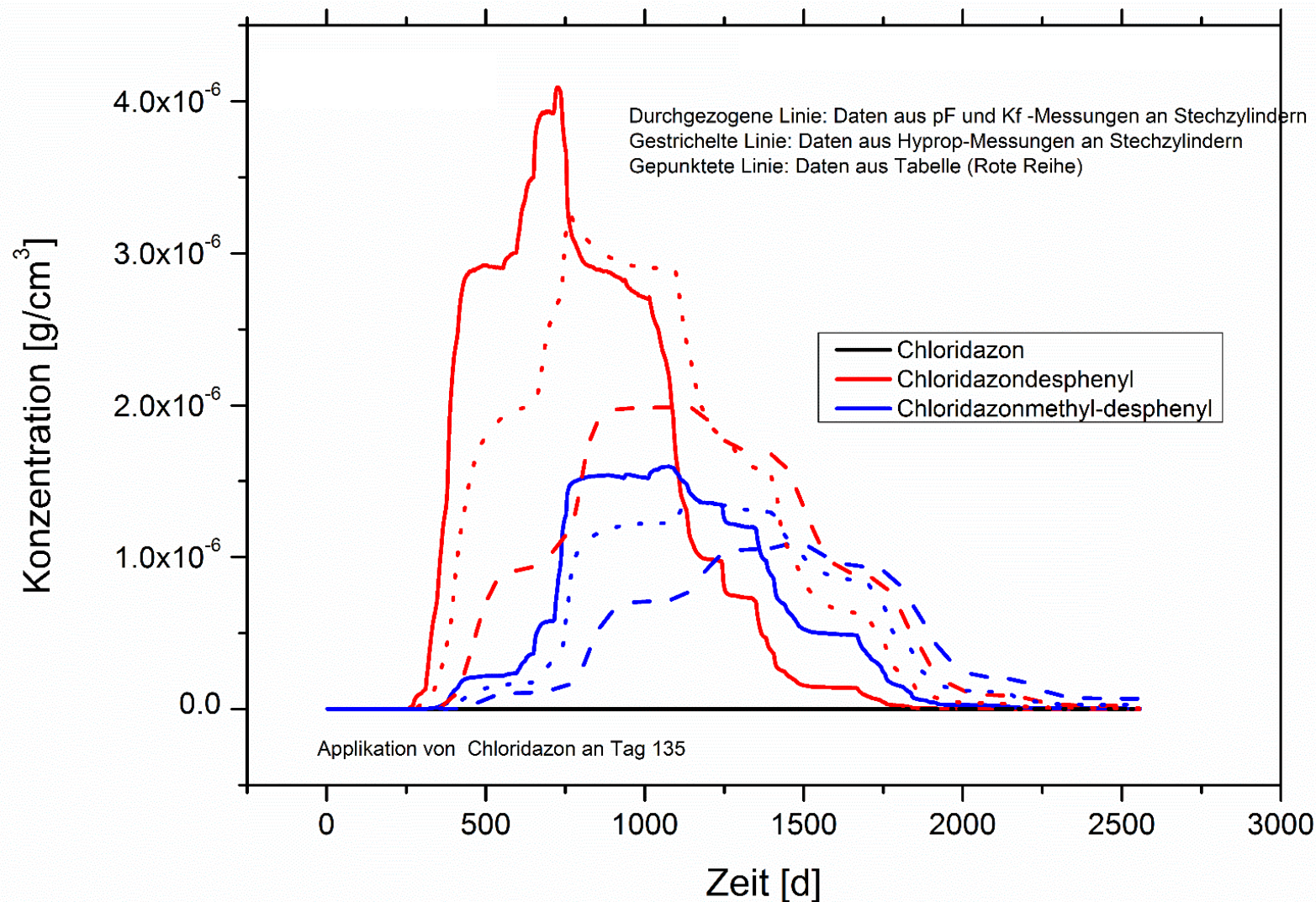
Fallstudien (3)

Schluss- folgerungen

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



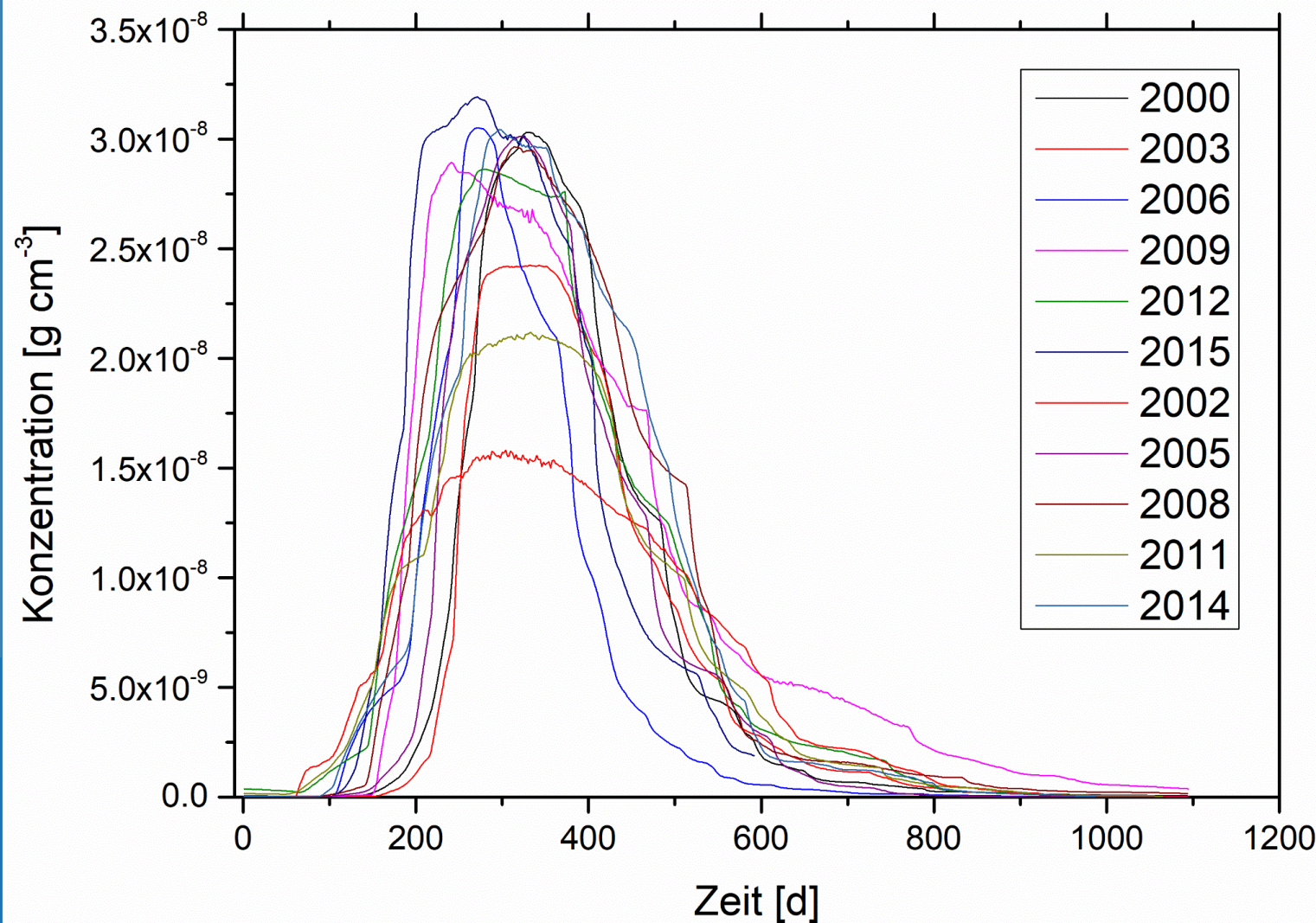
Simulationen von Chloridazon-desphenyl mit dem Programm HYDRUS-1D: a) Einfluss der bodenhydraulischen Parameter



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

Sauberes 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, Tunesien, August 2013