

Schadstoffen auf der Spur: Möglichkeiten und Grenzen der Identifizierung von Verursachern



Prof. Dr. Tobias Licha
AG Hydrogeochemie
Ruhr-Universität Bochum

Wie viele Substanzen kennen wir überhaupt? ²

Juni 2019: **152.000.000** Substanzen bekannt

Produktionsmengen:

ca. 481 Verbindungen 1–10 t/a

ca. 2510 Verbindungen mit 1000 t/a

ca. **100.000** können in der aquatischen Umwelt vorkommen (angemeldet in REACH)

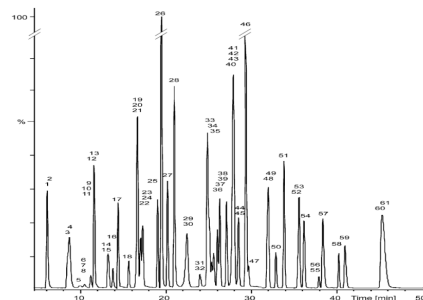
> 1000 sicher nachgewiesen (Schmidt, T.C. 2018)

echa.europa.eu und www.cas.de



Wie viele Substanzen können wir analysieren?

3



- 8000 Substanzen pro Stunde derzeit Rekord (100.000 können vorkommen)
- riesiger Kostenfaktor im Monitoring

Mögliche Lösungsansätze:

- **Non-target?**
- **zeitlich und örtlich höher aufgelöstes Monitoring?**
- **Indikatoren?**

RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM

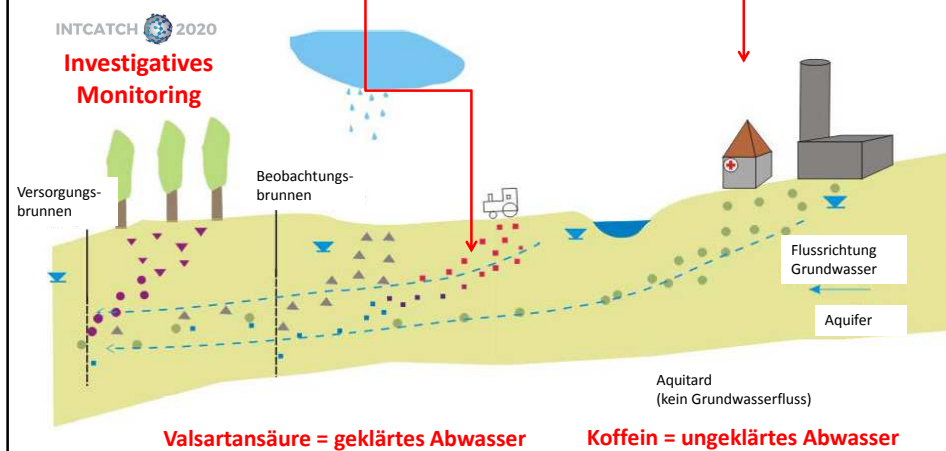
RUB Hydrogeochemie

Erfurt 20.11.2019

tobias.licha@rub.de

Mikroschadstoffe als Indikatoren für Prozesse und Quellen

4



RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM

RUB Hydrogeochemie

Erfurt 20.11.2019

tobias.licha@rub.de

Was sind Mikroschadstoffe ?

5

- **Organische Verbindungen** meist anthropogenen Ursprungs

Humanarzneimittel

- 2671 Wirk- und Zusatzstoffe in 9000 Arzneimitteln
- Verbrauch in Deutschland:

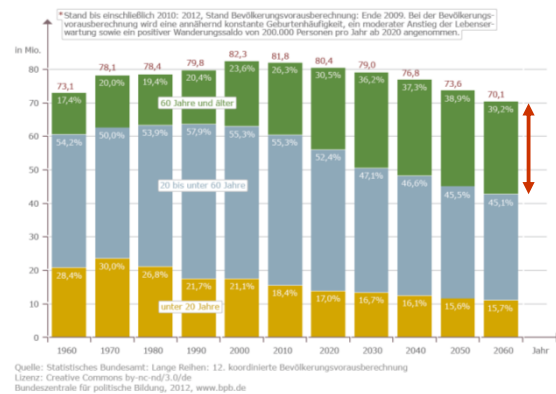
40.000 t/Jahr (2013) ↑

Quellen: Rote Liste, UBA

Genussmittel

- künstliche Süßstoffe
- Koffein, Nikotin...

Bevölkerung in absoluten Zahlen, Anteile der Altersgruppen in Prozent, 1960 bis 2060*



RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM

RUB Hydrogeochemie

Erfurt 20.11.2019

tobias.licha@rub.de

Was sind Mikroschadstoffe ?

6

Veterinärpharmaka

- Antibiotika in der Intensivtierhaltung

Pflanzenschutzmittel (PSM)

- rund 270 Wirkstoffe in Deutschland als PSM zugelassen
- in 753 Mitteln, ca. **35.000 t/Jahr** (2016, ohne inerte Gase)

<http://www.bvl.bund.de>

sonstige

- Korrosionsschutzmittel
- Körperpflegemittel
- Biozide:
ca. **55.000 t/Jahr**, 2016,
260 Wirkstoffe, 60 Pestizide, 75% Desinfektionsmittel
in >40.000 Produkten

<http://www.umweltrat.de>
Umweltgutachten 2016

Konzentrationsbereiche: ng/L–mg/L, je nach Wassertyp

RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM


RUB Hydrogeochemie


Erfurt 20.11.2019

tobias.licha@rub.de


Grenzwerte ? 7

Pestizide	35.000 t/Jahr		Grenzwert Summe PSM 500 ng/L (270 Wirkstoffe, 2 bis 100 ng/L einzeln)
Pharmaka	40.000 t/Jahr	}	GOW Empfehlung 100 ng/L bis 3000 ng/L (pro Einzelsubstanz, 2931 Wirkstoffe)
Biozide	55.000 t/Jahr		






©Jürgen Prieue - stock.adobe.com



Erfurt 20.11.2019 tobias.licha@rub.de

Mikroschadstoffe im Rohwasser 8 (Karsteinzugsgebiet)

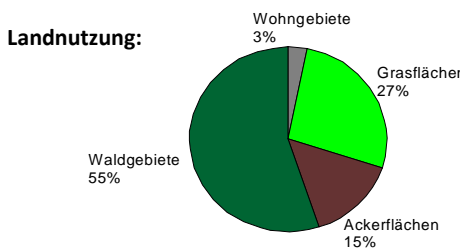
- Größe des Einzugsgebietes: 45 km²
- dünn besiedelt: ~ 4.000 EW
- Mischwasserkanalisation; Regenrückhaltebecken
- Gallusquelle $\varnothing Q = 500 \text{ L/s}$
- **Quelle dient zur Trinkwassergewinnung für 40.000 Einwohner**
- **wiederholt belastet mit coliformen Keimen**

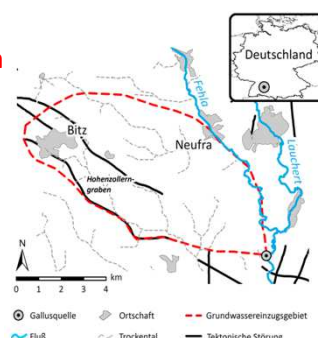



4 000 Menschen

40 000 Hühner

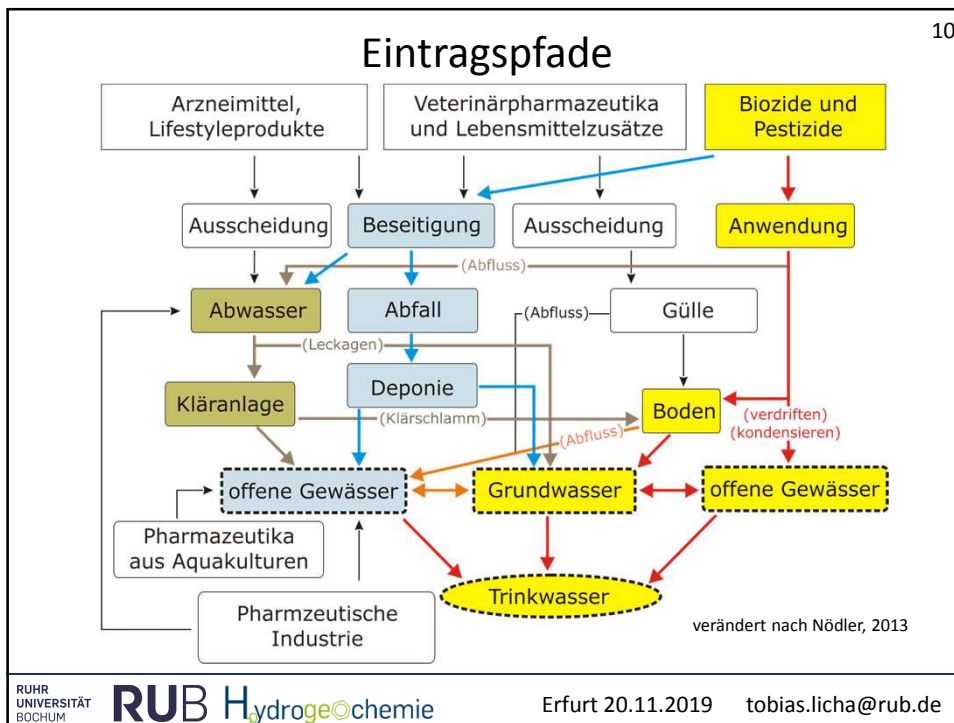
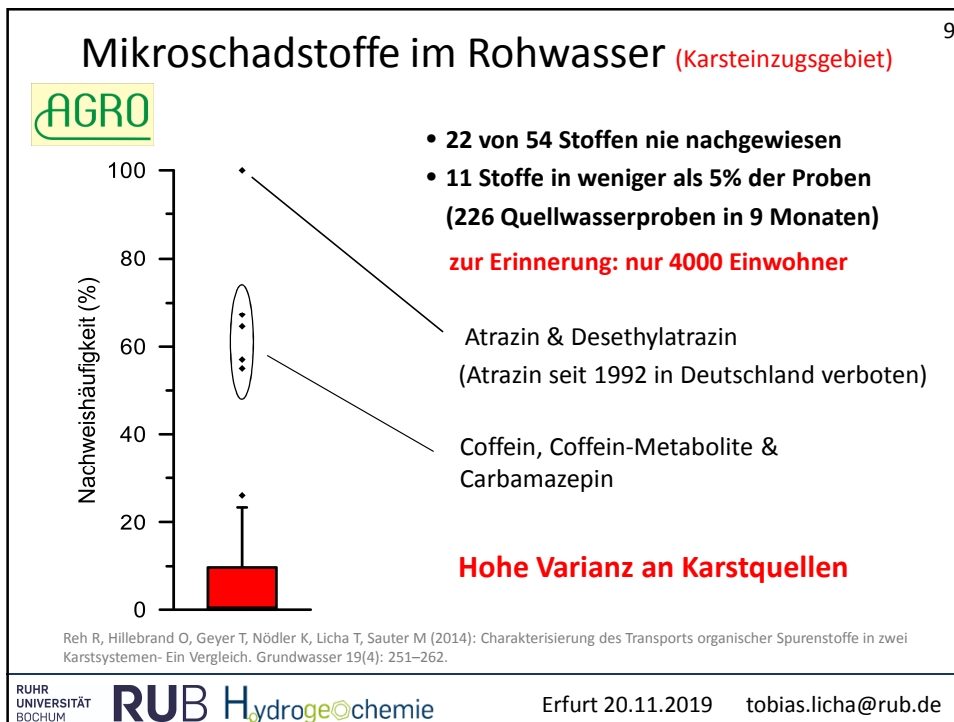
Landnutzung:

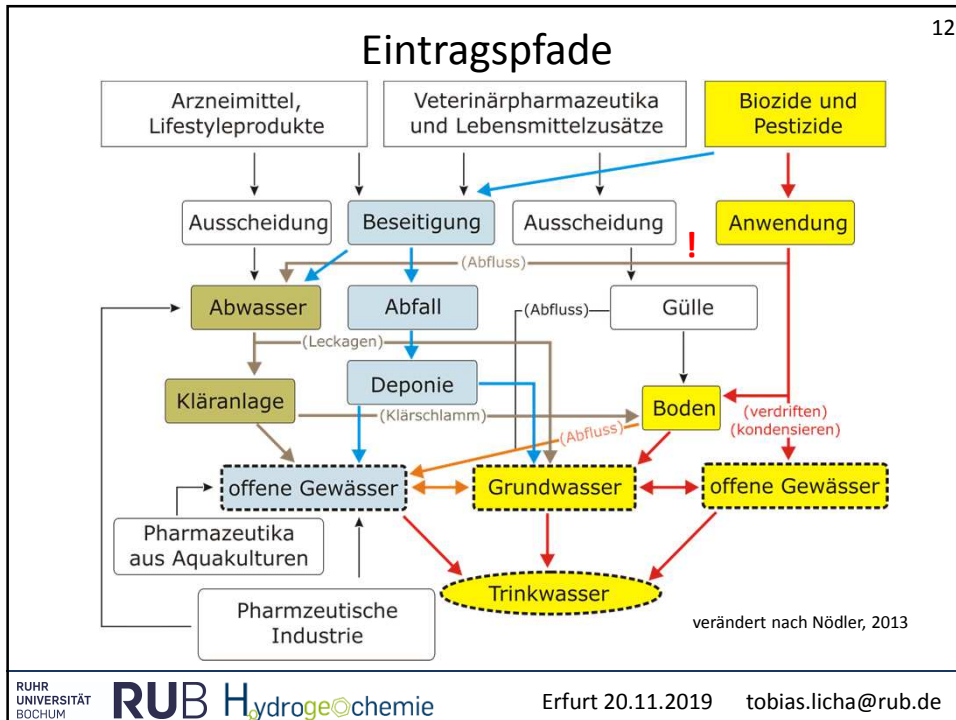
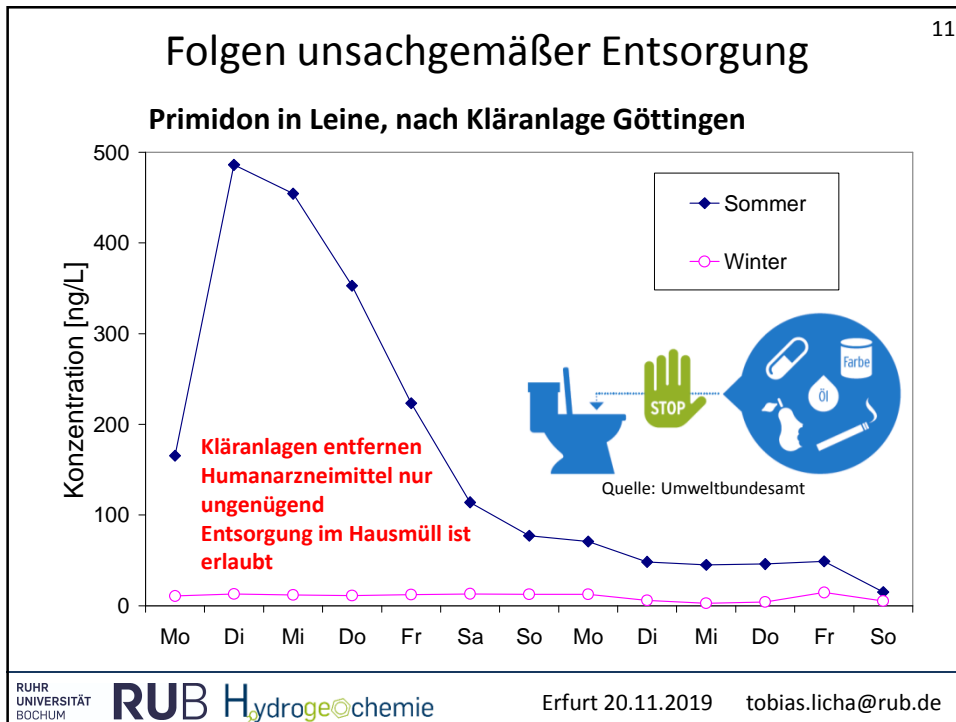






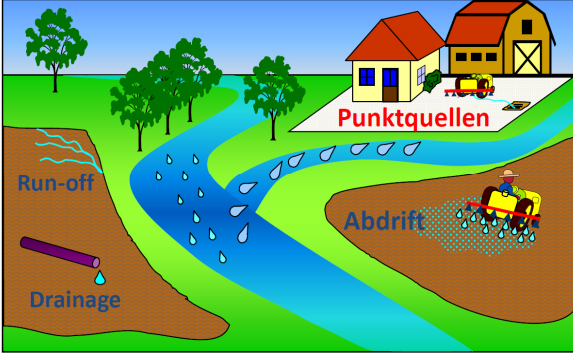
Erfurt 20.11.2019 tobias.licha@rub.de





Minimierung von Einträgen 13

- Einhaltung von Auflagen (z. B. Gewässerabstand, Windgeschwindigkeit, Regen)
- Vermeidung von Punkteinträgen



5 % Drift 30 % Run-off	vom Feld (Diffuse- einträge) Können reduziert werden
> 50 % Punkt- einträge	Punkteinträge vom Hof Können weit- gehend ver- mieden werden

RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM

RUB Hydrogeochemie

Erfurt 20.11.2019 tobias.licha@rub.de

Minimierung von Einträgen 14



So nicht!

LTZ Karlsruhe

RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM

RUB Hydrogeochemie

Erfurt 20.11.2019 tobias.licha@rub.de

15

Energetische Sanierung und Pestizide

oder: Vom Acker auf die Fassade

- Dämmung verhindert Feuchtigkeitsaustausch: Pestizideinsatz nötig gegen Algen und Schimmel
- 900 Mio. Quadratmeter bis 2012 im deutschsprachigen Raum verbaut (Fraunhofer IRB) entspricht 0,5% landwirtschaftlicher Flächen in Deutschland


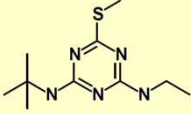


Foto: dpa/Armin Weigel

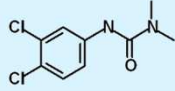
Terbutryn: als Herbizid in der Landwirtschaft seit 1997 verboten

- endokrin wirksamer Stoff
- gilt als wassergefährdend*
- pro Jahr, Geschoss und Hektar: 0,2 kg Terbutryn*



Diuron: zur Behandlung von Gleisen seit 1996 verboten

- gesundheitsschädlich, ökotoxisch und persistent
- gilt als stark wassergefährdend*
- pro Jahr, Geschoss und Hektar: 0,5 kg Diuron*



* Landwirtschaft Pestizidanwendung: 2,8 kg pro Hektar und Jahr
* Umweltbundesamt (UBA), Austrag findet hauptsächlich in den ersten 5-25 Jahren statt, je nach Material

RUHR UNIVERSITÄT BOCHUM **RUB Hydrogeochemie** Erfurt 20.11.2019 tobias.licha@rub.de

16

Energie Sanierung und Pestizide

oder: Vom Acker auf die Fassade

- Dämmung verhindert Feuchtigkeitsaustausch: Pestizideinsatz nötig gegen Algen und Schimmel
- 900 Mio. Quadratmeter bis 2012 im deutschsprachigen Raum verbaut (Fraunhofer IRB) entspricht 0,5% landwirtschaftlicher Flächen in Deutschland




Foto: dpa/Armin Weigel

Terbutryn: als Herbizid in der Landwirtschaft seit 1997 verboten

- endokrin wirksamer Stoff
- gilt als wassergefährdend*
- pro Jahr, Geschoss und Hektar: 0,2 kg Terbutryn*



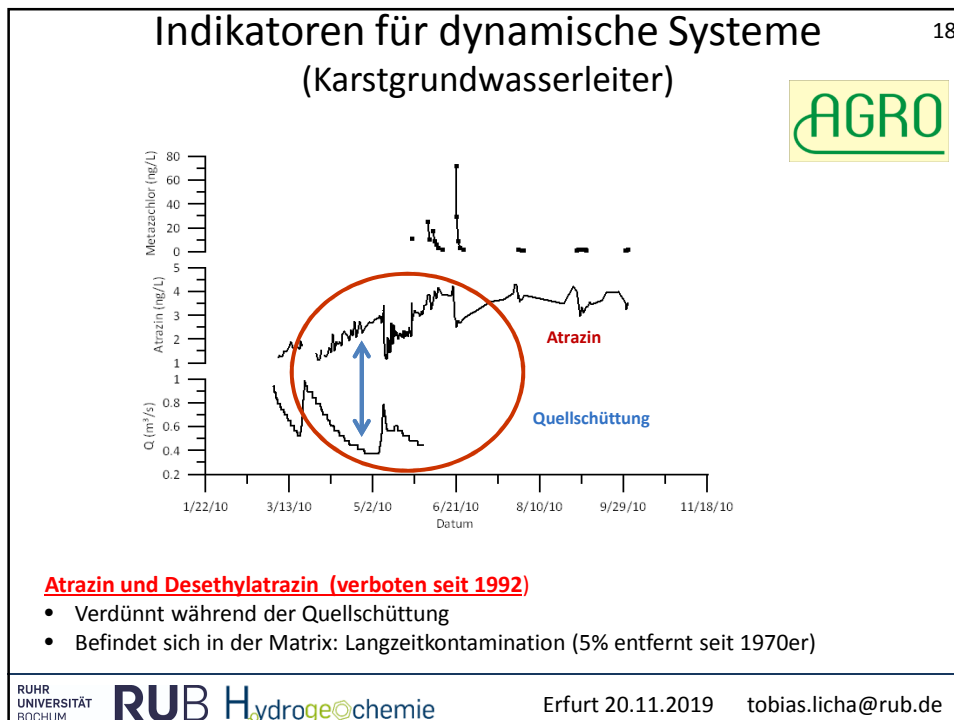
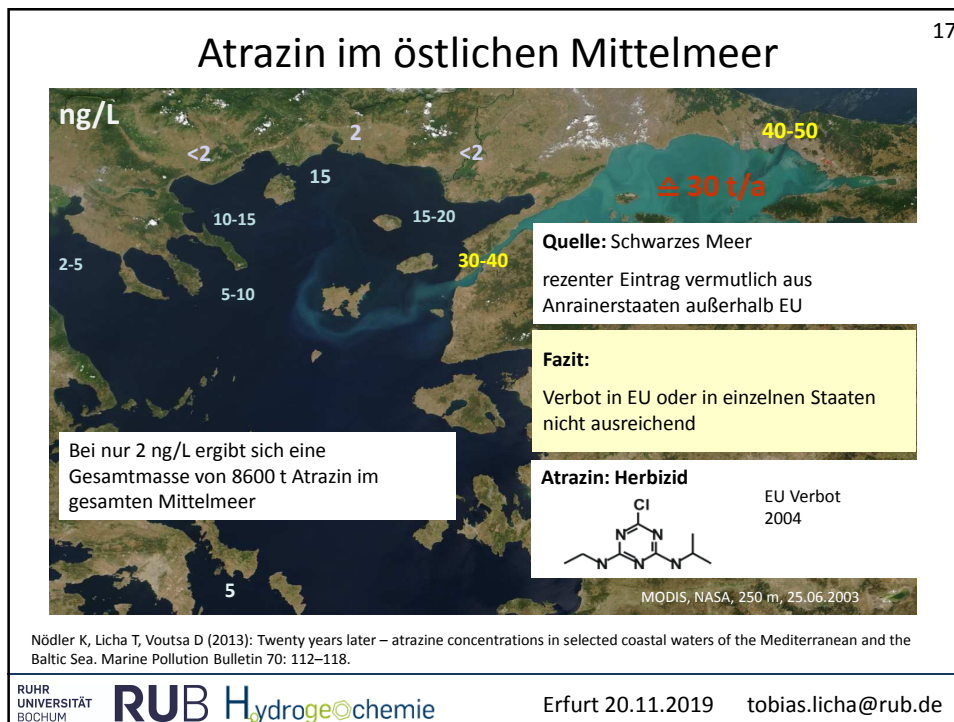
Diuron: zur Behandlung von Gleisen seit 1996 verboten

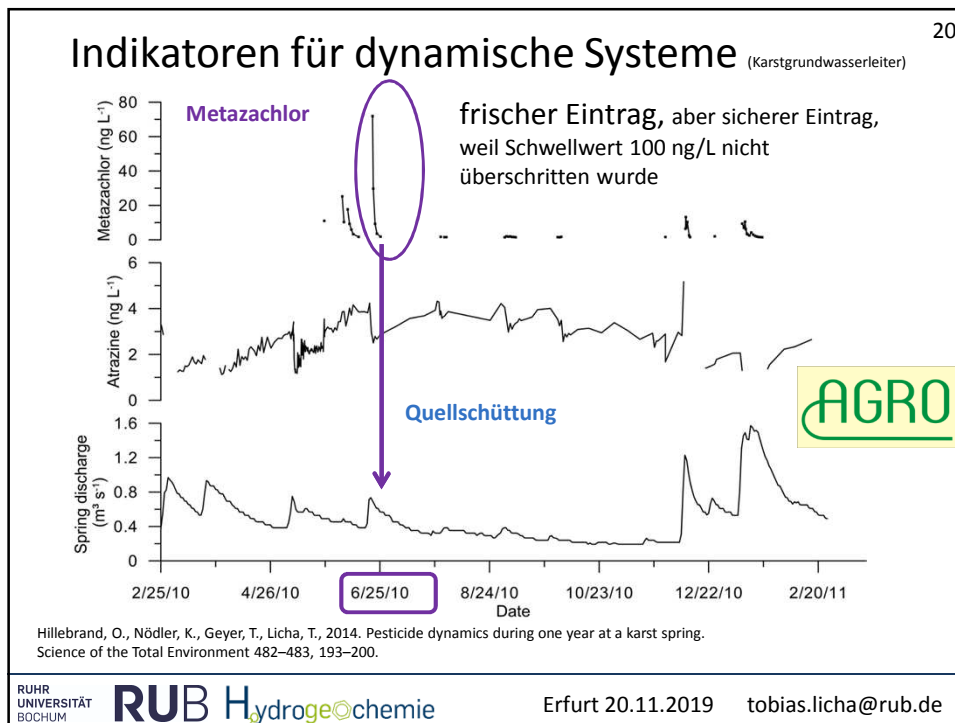
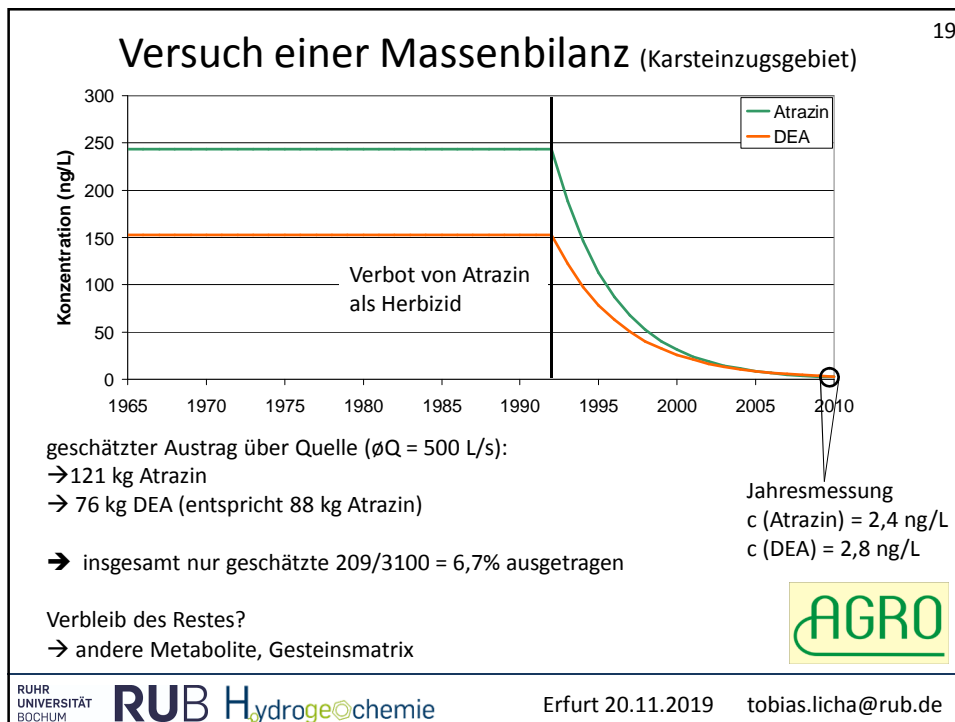
- gesundheitsschädlich, ökotoxisch und persistent
- gilt als stark wassergefährdend*
- pro Jahr, Geschoss und Hektar: 0,5 kg Diuron*



* Landwirtschaft Pestizidanwendung: 2,8 kg pro Hektar und Jahr
* Umweltbundesamt (UBA), Austrag findet hauptsächlich in den ersten 5-25 Jahren statt, je nach Material

RUHR UNIVERSITÄT BOCHUM **RUB Hydrogeochemie** Erfurt 20.11.2019 tobias.licha@rub.de





Gewässer: Woher kommen die Nährstoffe? ²¹



Foto: Harald Müller

Süßer See, 20 km westlich von Halle/Saale

Volumen:
11,5 Mio m³

Verweilzeit:
Ø1 Jahr

Ergebnisse Probenahme Mai 2013*

Im See befinden sich derzeit gesamt:

- 0,5 kg Antiepileptika
- 1 kg Rostschutzmittel
- 1 kg Schmerzmittel
- 3 kg Blutdrucksenker
- 15 kg künstliche Süßstoffe

seit 2003¹
keine Einleitung von geklärtem
Abwasser

¹laut Abwasserzweckverband Eisleben-Süßer See

→ **entspricht: 1600 kg Zucker!**

*basierend auf Stoffauswahl am GZG, 2013 unveröffentlicht



Erfurt 20.11.2019 tobias.lichta@rub.de

Gewässer: Woher kommen die Nährstoffe? ²²



Foto: Harald Müller

Süßer See, 20 km westlich von Halle/Saale

Volumen:
11,5 Mio m³

Verweilzeit:
Ø1 Jahr

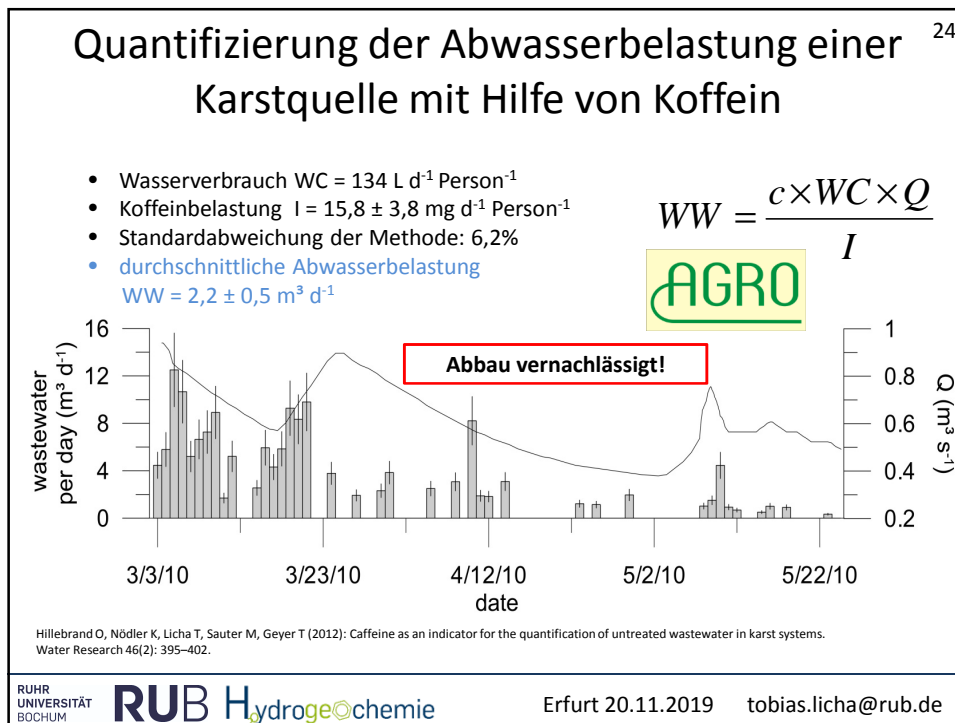
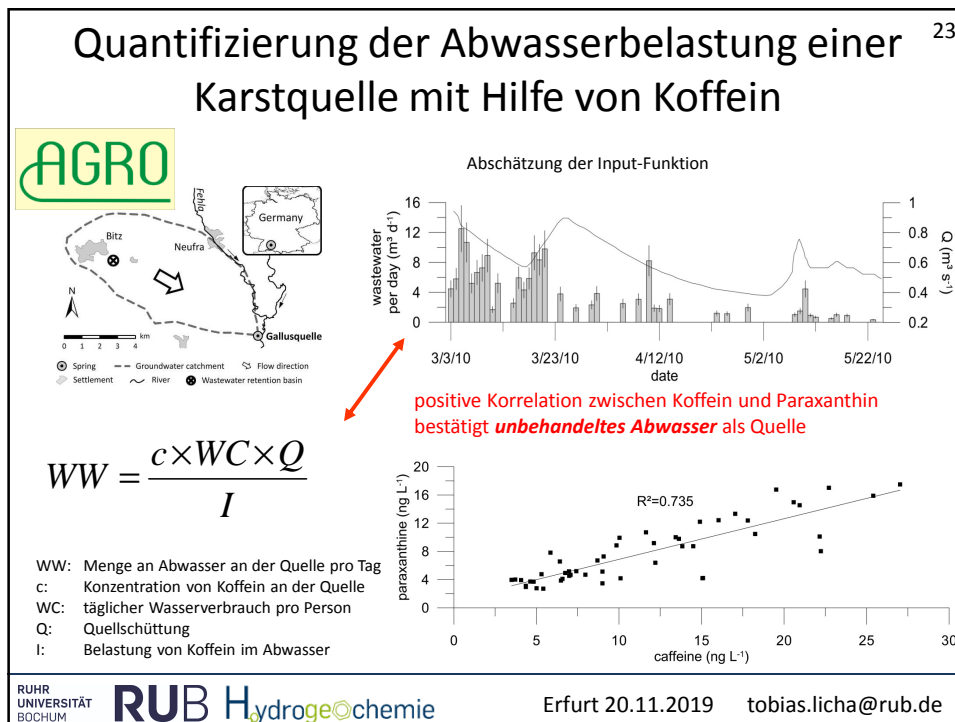
Fazit aus Massenbilanz:

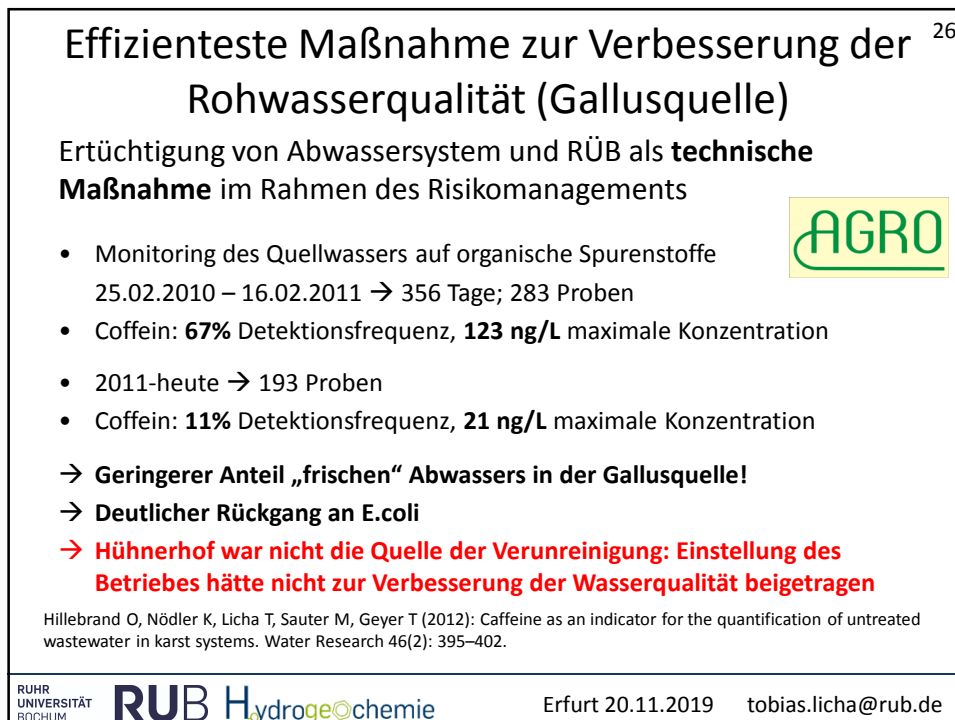
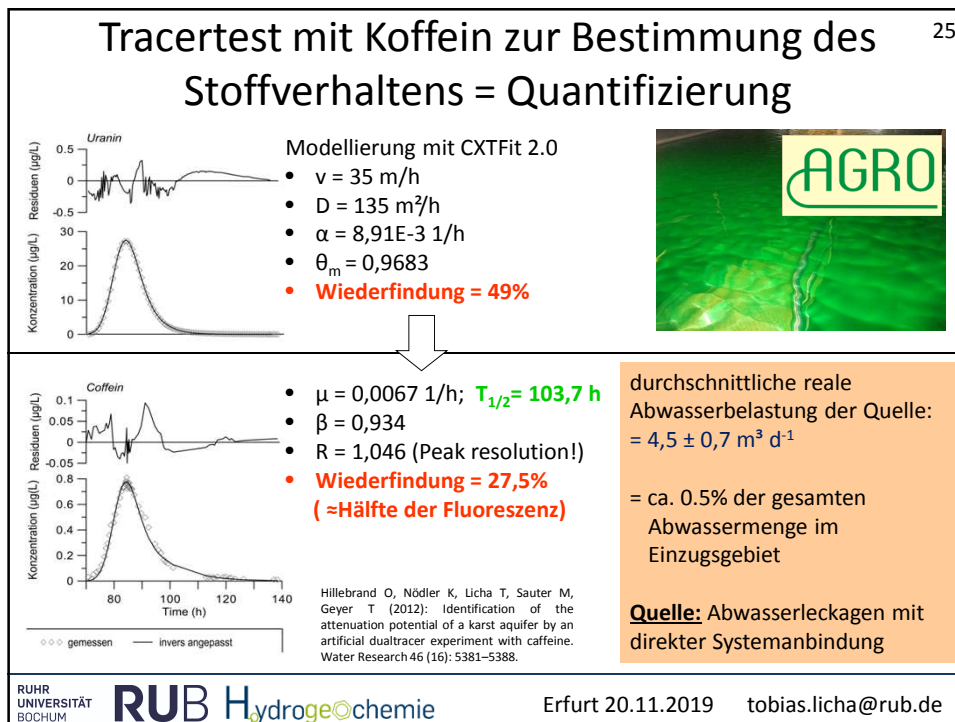
- Über 70% des Nährstoffeintrages weiter durch kommunale Abwässer bedingt, und zwar ungeklärte aus umliegenden Dörfern und Kleingärten
- d.h. Hauptquelle für Nährstoffe bislang nicht eliminiert
- Pauschale Verurteilung der Landwirtschaft aufgrund ungenügender Datenlage

Mikroschadstoffe helfen Herkunft von Nährstoffen aufzuklären und zu wichten



Erfurt 20.11.2019 tobias.lichta@rub.de





27

PSM-Metaboliten zur Verweilzeitbestimmung

- PSM und deren Metaboliten besitzen aufgrund Ihrer Zulassungs- und Einsatzzeiträume einen **zeitlichen Fingerabdruck**
- PSM Metaboliten müssen **eindeutige Metaboliten sein**, d.h. nur aus dem PSM stammen und keine anderen Quellen haben (AMPA entsteht auch als Abbauprodukt von stickstoffhaltigen organischen Aminopolyphosphonaten wie ATMP, EDTMP und DTPMP (z.B. als Enthärter in Waschmitteln etc.); Anteil AMPA Landwirtschaft gegenüber anderen Quellen derzeit nicht erfasst, aber vermutlich mindestens gleichwertig)
- Dieser **Fingerabdruck** lässt sich nutzen, um die **Verweilzeit des Nitrates** vom Boden bis ins Grundwasser unter einer Fläche abzuschätzen
- Dieser Wert ist wichtig, um zu wissen, wann und ob **Maßnahmen zur Verminderung** des Nitratreintrages greifen, bzw.. an welchen Stellen Maßnahmen besonders effizient sind
- Dazu reicht eine Palette aus ca. 30 PSM und deren nicht relevante Metaboliten schätzungsweise aus

28

Zusammenfassung

1. Landwirtschaft wird oft pauschal verurteilt, ohne dass es sich auf wissenschaftlich fundierte Fakten stützt
2. Kenntnis zur Herkunft von Kontaminationen ist wichtig zum Ergreifen und Bewerten von Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserqualität. Dazu eignen sich Mikroschadstoffe.
3. Mikroschadstoffe sind essentieller Bestandteil des investigativen Monitorings
4. Mehr Information über Systeme statt mehr Daten ist essentiell um Verursacher und Maßnahmen abzuleiten

**Umweltforensik ist wichtiger Baustein
in der Wassersicherheit**

großer Dank geht an:

29

- **TU Berlin/TU Freiberg**
 - *T. Scheytt*
- **Universität Oldenburg**
 - *V. Burke, A. Merthens*
- **CSIC/ UPC Barcelona, Spanien**
 - *M. Barbieri, S. Perez, C. Ayora, J. Carrera, C. Valhondo, H. Wang*
- **Aristoteles Universität Thessaloniki, Griechenland**
 - *D. Voutsas, C. Samara, E. Terzopoulou*
- **University of Verona, Italien**
 - *F. Fattone, A. Farinelli, J. Blum*
- **Ben Gurion Universität, Israel**
 - *S. Arnon, J. Laronne, N. Hillel*
- **BGR Hannover**
 - *M. Toll, A. Margane*
- **Zweckverband Wasserversorgung Zollernalb**
- **Volkswagen AG**
- **Geonik GmbH Kassel**
- **BASF AG**
- **EYATH Thessaloniki, Griechenland**
- **Environmental Sustainability Associates Ltd, UK**
- **Technital SpA, Italien**

RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM

RUB Hydrogeochemie

Erfurt 20.11.2019 tobias.lichta@rub.de

DLG Mitteilungen
10/2018

PANORAMA | Wasserqualität

Wer ist der Verursacher?

Diese Frage wird in Sachen Gewässerreinigung für die Landwirtschaft extrem wichtig. Denn nicht immer sind Landwirte die Verursacher von Nitrat oder Pflanzenschutzmitteln im Wasser. Tobias Lichta zeigt, wie man den wahren Verursacher finden kann.

Wollen Sie etwas für die Umwelt tun?
Nehmen Sie Ibuprofen statt Diclofenac !

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

