



Anthropogene Spurenstoffe in der aquatischen Umwelt

Franz-Peter Heidenreich
Referat „Wasserwirtschaft und Bodenschutz“

[DBU-Projektgruppen „Wasser“ und „Energie“]

Gliederung



1. Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)



2. Nachhaltige Entwicklungsziele SDG – Planetary boundaries



3. Spurenstoffstrategie des Bundes



4. Nachhaltige Pharmazie



5. Beispiele geförderter DBU-Projekte

Gründung

- Durch Gesetz vom 18. Juli 1990
- Stiftung bürgerlichen Rechts
- Etwa 2,2 Milliarden € Stiftungskapital
- Jährlich etwa 55 Mio. € Fördermittel



Wesentliche Förderkriterien

- Innovation
- Modellcharakter
- Umweltentlastung

Die Geschäftsstelle

- Etwa 700 Anträge und Skizzen pro Jahr
- Entscheidungsvorlagen für Kuratorium und Generalsekretär
- Verwaltung der Fördermittel und des Stiftungsvermögens
- Betreuung laufender Projekte und Stipendien
- Generalsekretär
Alexander Bonde



Förderung: Mittelstand ist Hauptförderklientel (idR. in Projektgemeinschaften)



Mittelstandsdefinition der **DBU** für **KMU** gemäß **EU-Kriterien**:

- Mitarbeiteranzahl bis zu 250
- Jahresumsatz bis zu 50 Mio. € oder Bilanzsumme bis zu 43 Mio. €
- Eigenständigkeit
- Grundsätzlich ist auch eine Förderung größerer Unternehmen möglich, wenn eine überschaubare Anzahl von natürlichen Personen der Geschäftsführung angehören und diese zusammen mindestens 50 % der stimmberechtigten Anteile des Unternehmens halten (Familienunternehmen, Einheit von Eigentum und Leitung).

Umweltpreisträger 2017



Inge Sielmann, Dr. Kai Frobel (I.) und Prof. Dr. Hubert Weiger



Bernhard und Johannes Oswald
OSWALD Elektromotoren



† Tony de Brum
Außenminister der
Marshall-Inseln

- Jährliche Vergabe seit 1993
- Dotierung: 500.000 €
- Ausgezeichnet werden Leistungen, die entscheidend und vorbildhaft zum Umweltschutz beitragen

Gliederung



1. Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)



**2. Nachhaltige Entwicklungsziele
SDG – Planetary boundaries**



3. Spurenstoffstrategie des Bundes

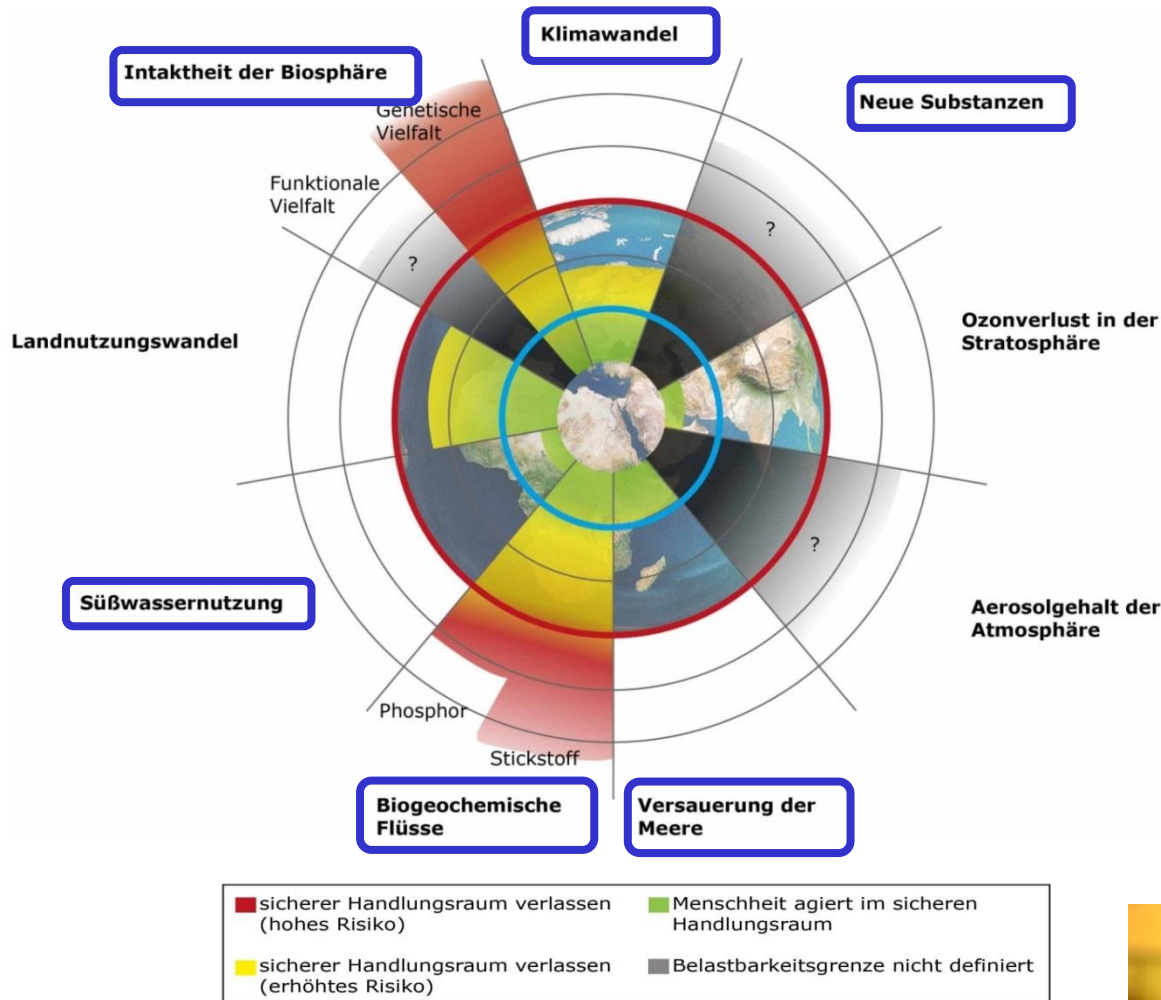


4. Nachhaltige Pharmazie



5. Beispiele geförderter DBU-Projekte

Planetare Leitplanken



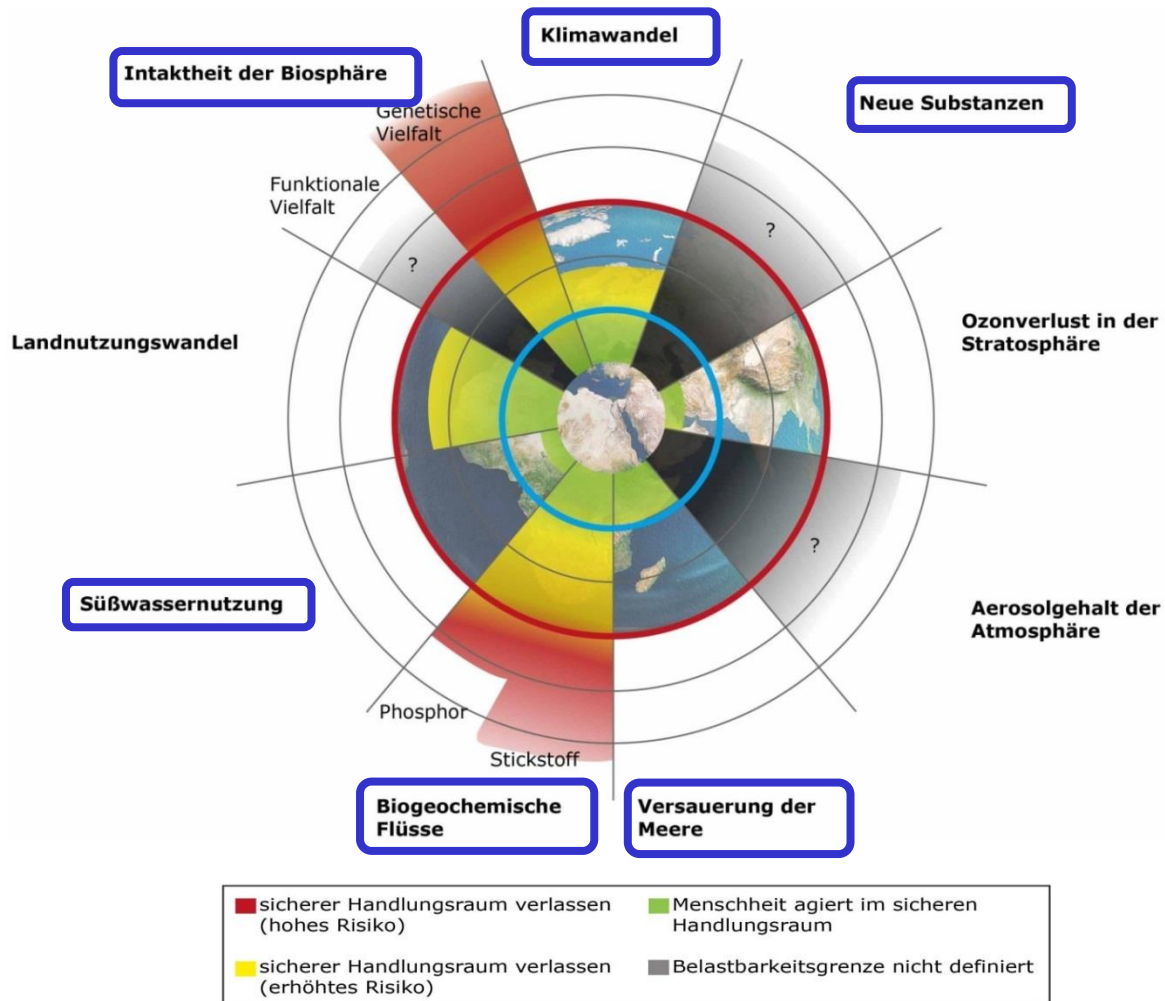
- Tragfähigkeit der Erdsysteme (Holozän)
- Zivilisatorische Entwicklung innerhalb der Leitplanken
- Erhalt der Tragfähigkeit der Erdsysteme erfordert aktives Gestalten
- Ein Erdsystem: Leitplanken eng miteinander vernetzt
- Regionen sind unterschiedlich betroffen



Prof. Johan Rockström

verändert nach Steffen, Will, et al. (2015), Science

Planetare Leitplanken



Vier von neun „planetaren Grenzen“ sind überschritten

- Regional sind Toleranzlimits noch häufiger überschritten
- Die Grenzen sind miteinander verwoben (z. B. Landnutzung und Wasserverbrauch)
- Schutzmaßnahmen benötigen Koordinierung

17 Sustainable Development Goals



United Nations Sustainable Development Summit 2015
25 - 27 September 2015, New York

Gliederung



1. Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)



**2. Nachhaltige Entwicklungsziele
SDG – Planetary boundaries**



3. Spurenstoffstrategie des Bundes



4. Nachhaltige Pharmazie



5. Beispiele geförderter DBU-Projekte

Spurenstoffstrategie des Bundes

Seit Jahren steigt die Konzentration von Spurenstoffen aus Medikamenten, Hormonen, Drogen, Röntgenkontrastmitteln und Pflanzenschutzmitteln im Abwasser, die durch die bisherigen Klärmethoden nicht herausgefiltert werden können.

Ziel ist es daher, den Eintrag von anthropogenen Spurenstoffen in die aquatische Umwelt zu vermeiden bzw. zu vermindern;

- > Entwicklung von Lösungsansätzen im Stakeholder-Dialog

Erste Phase (2016 - 2017): vier Stakeholder-Dialog-Workshops

- > Policy Paper zur Spurenstoffstrategie des Bundes

Ziel der zweiten Phase ab 2018 ist eine Konkretisierung der gemeinsam erarbeiteten Handlungsempfehlungen, die in dem Policy-Paper dokumentiert wurden.

BMUB/UBA (Hrsg.) (2017): Policy-Paper Empfehlungen des Stakeholder-Dialogs »Spurenstoffstrategie des Bundes« an die Politik zur Reduktion von Spurenstoffeinträgen in die Gewässer. Eds.: Hillenbrand, T.; Tettenborn, F.; Bloser, M.; Bonn: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit/Dessau: Umweltbundesamt

Überblick über die Themen der erarbeiteten Handlungsempfehlungen der ersten Phase

<i>quellenorientiert</i>	<i>anwendungsorientiert</i>	<i>nachgeschaltet</i>
1.: Festlegung relevanter Spurenstoffe		
2.1: Kommunikation der Ergebnisse der Umwelt-risikobewertung und schließen von Wissenslücken	3.1: Gemeinsame Info-Kampagnen zur Gewässerrelevanz von Spurenstoffen	4.1*: Orientierungsrahmen zur weitergehenden Abwasserbehandlung auf Kläranlagen
2.2: Handlungsempfehlungen der Hersteller zur Minderung des Gewässer-eintrags von Spurenstoffen	3.2: Aufnahme des Themas Gewässerrelevanz von Spurenstoffen in Aus-/Fortbildungs- und Beratungsprogrammen	4.2*: Untersuchung und ggf. Entwicklung von Maßnahmen bei Niederschlags-/Mischwassereinleitungen
2.3: Erfassung und ggf. Reduktion der Abwasser-einleitungen aus Produktion und Verarbeitung	3.3*: Zielgruppenorientierte Kennzeichnungen	4.3*: Informationsaustausch und F&E zum Ausbau der kommunalen Abwasserinfrastruktur
2.4*: Verringerung des Spurenstoff-Gehalts in Importprodukten	3.4: (Weiter-)Entwicklung konkreter Maßnahmen für die Anwendung	4.4: Sachgerechte Entsorgung von Rest- oder Abfallmengen
5.*: Kosten der Umsetzung der Spurenstoffstrategie		

Handlungsempfehlungen für nachgeschaltete Maßnahmen

Empfehlung 4.1*: „Für eine deutliche Reduzierung der Belastungen der Gewässer mit relevanten Spurenstoffen muss bereits an der Quelle bzw. bei der Anwendung deren Eintrag in die Gewässer vermieden bzw. reduziert werden. In begründeten Fällen ist eine weitergehende Behandlung auf Kläranlagen ein wichtiger Baustein zur Reduzierung relevanter Spurenstoffe. Kriterien für begründete Fälle sind bspw. Belastungssituation der Gewässer, Effizienzkriterien, Nutzungsanforderungen und Empfindlichkeit der Gewässer. Dafür ist ein bundeseinheitlicher Orientierungsrahmen mit ausreichendem Handlungsspielraum für die Länder zu schaffen.“

Empfehlung 4.2*: „Die Bedeutung von Niederschlags- und Mischwassereinleitungen für die Belastung der Gewässer mit relevanten Spurenstoffen ist zu untersuchen, um ggf. geeignete Maßnahmen entwickeln zu können. Zur Ermittlung der Wirkung von bestehenden und neuen Maßnahmen ist die Forschung zu intensivieren und zu fördern.“

Empfehlung 4.3*: „Zur Unterstützung des Ausbaus der kommunalen Abwasserinfrastruktur zur zielgerichteten Reduzierung von Spurenstoffen ist ein strukturierter Informations- und Erfahrungsaustausch zwischen allen Akteuren zu fördern. Begleitend sind für weitergehende Fragestellungen Forschungs- und Demonstrationsmaßnahmen durchzuführen.“

Empfehlung 4.4: „Für Produkte, die relevante Spurenstoffe enthalten und ein Risiko für Gewässer darstellen, ist eine sachgerechte Entsorgung von Rest- oder Abfallmengen sicherzustellen. Dazu sind Anwendungsinformationen zu intensivieren und die bestehenden Sammelsysteme bedarfsgerecht weiterzuentwickeln“

Kostenschätzung: Jahreskosten der 4. Reinigungsstufe in Mio. € pro Jahr

GK	EW	Spurenstoffstufe			Nachbehandlungsstufe
		PAC	GAC	Ozonung	
3	5.001–10.000	76	50	58	52
4	10.001–20.000	104	78	81	68
	20.001–50.000	174	152	140	142
	50.001–100.000	107	107	88	105
	10.001–100.000	385	336	309	315
5	100.001–200.000	62	71	53	46
	200.001–500.000	74	98	65	68
	500.001–1.000.000	31	47	28	35
	> 1.000.000	56	89	50	66
	> 100.001	223	305	196	215
Summe GK 3, 4 & 5		684	691	562	582
Nachbehandlung GK 3, 4 & 5		582	582	582	↙
Summe inkl. Nachbehandlung		1.267	1.274	1.145	

Berechnung: RUFIS

Seite 158 aus: UBA (Hrsg.) (2016): Maßnahmen zur Verminderung des Eintrages von Mikroschadstoffen in die Gewässer – Phase 2. Eds.: Hillenbrand, T. et al. ISSN 1862-4804 Dessau Umweltbundesamt

Situation in der Schweiz

- Seit 2016: neue GewässerschutzVO in Kraft
- Gefordert:
Reinigungsleistung von 80 % von Mikroverunreinigungen bezogen auf den Zulauf erforderlich in
 - Kläranlagen mit > 80.000 E angeschlossen
 - Kläranlagen mit > 24.000 E angeschlossen in Gewässereinzugsgebieten
 - Kläranlagen mit > 1.000 und 8.000 E angeschlossen unter besonderen Bedingungen
- Finanzierung durch eine Abwasserabgabe, die einen nationalen Fonds speist (jährlich max. 9 CHF/E angeschlossen)

Seite 185 aus: UBA (Hrsg.) (2016): Maßnahmen zur Verminderung des Eintrages von Mikroschadstoffen in die Gewässer – Phase 2. Eds.: Hillenbrand, T. et al. ISSN 1862-4804
Dessau Umweltbundesamt

Beispiel-Meinung: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Firk

Ehem. Vorstand des Wasserverbandes Eifel-Rur



Wirkungen dieser Mikroverunreinigungen in den Gewässern noch nicht in Gänze aufgeklärt, Frage nach potenziellen Risiken aus Abbauprodukten bei der Spurenstoffelimination auf Kläranlagen und deren Vermeidung

-> „Klar ist, es gibt nicht die Lösung“.

Einige Stoffe werden selbst durch den Einsatz der weitergehenden Abwasserreinigungsverfahren nur unwesentlich zurückgehalten; mit den Kläranlagenabläufen wird nur ein Teilspektrum des anthropogenen Spurenstoffeintrages in die Gewässer erfasst.

Die großtechnischen Anwendungen führten insbesondere zu Erkenntnissen über die zusätzlichen Kosten und den zusätzlichen Energie- und Ressourcenverbrauch.

- > Ist-Situation der verschiedenen Einträge sollte quantifiziert werden.
- > viele anthropogene Spurenstoffe sind weder in den europäischen noch in den deutschen rechtlichen Vorschriften angesprochen.
- > kann eine vierte Reinigungsstufe auf einer kommunalen Kläranlage überhaupt die ökologischen Parameter im aufnehmenden Gewässer verbessern?

Gliederung



1. Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)



**2. Nachhaltige Entwicklungsziele
SDG – Planetary boundaries**



3. Spurenstoffstrategie des Bundes

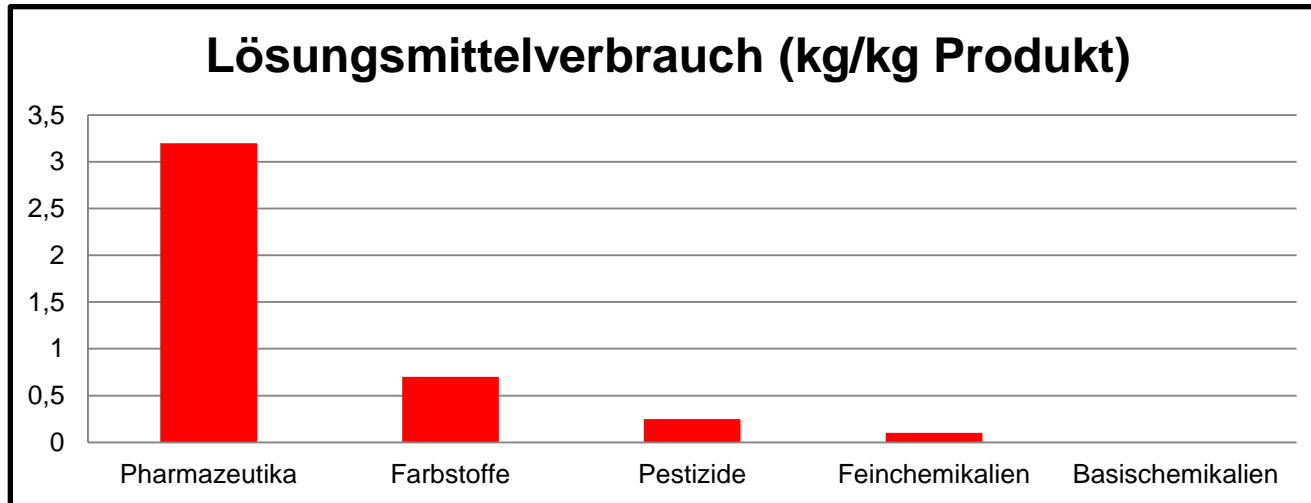


4. Nachhaltige Pharmazie

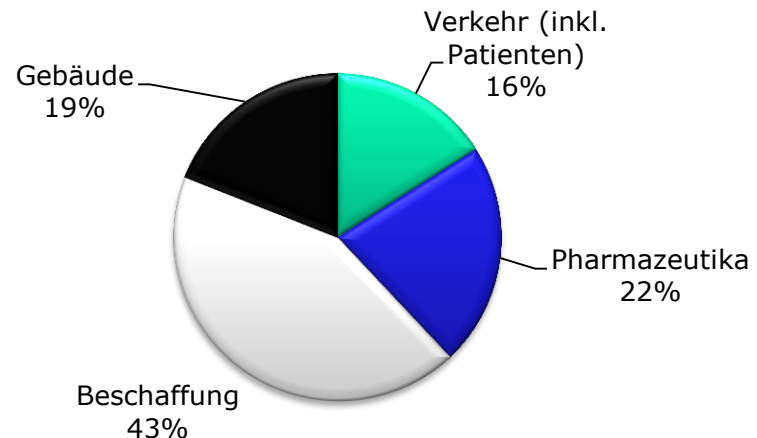


5. Beispiele geförderter DBU-Projekte

Ressourceneffizienz in der pharmazeutischen Industrie

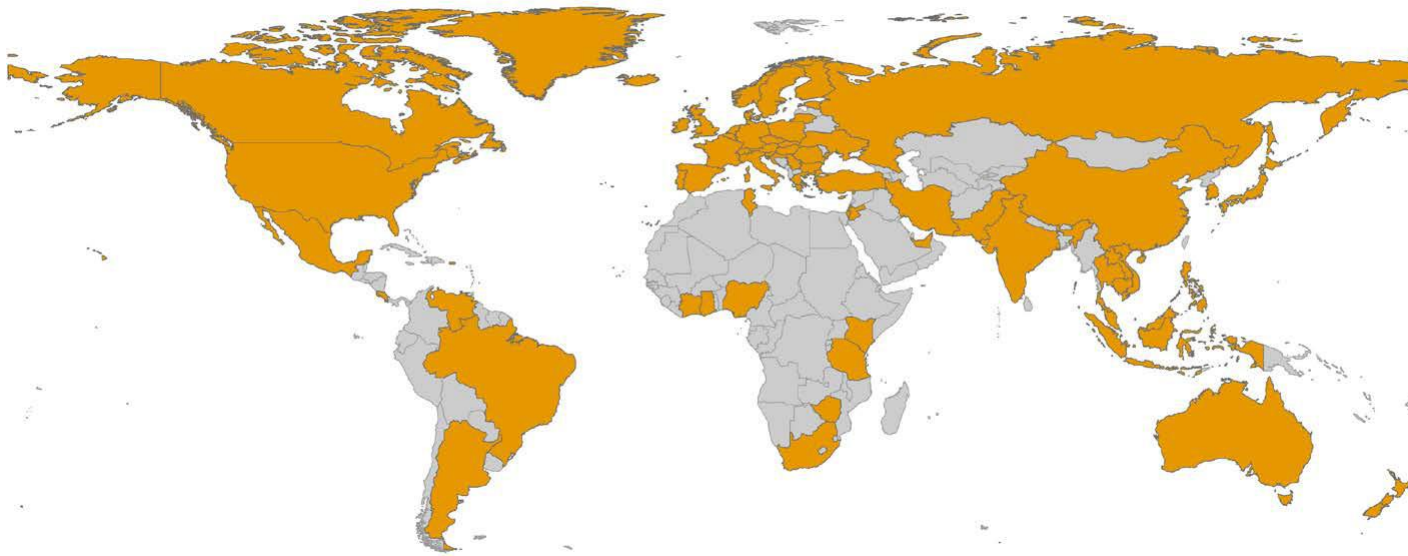


Anteil an CO₂-Emissionen im Gesundheitssektor



a) Steinbach, Winkenbach & Ehmsen (2011)
b) NHS England Carbon footprint 2010
(published 2012) (entspricht 4,38 Mt CO₂)
<http://www.sdu.nhs.uk/sustainable-health/r-and-d/international-pharmaceutical-guidelines.aspx>

Arzneimittel in der Umwelt

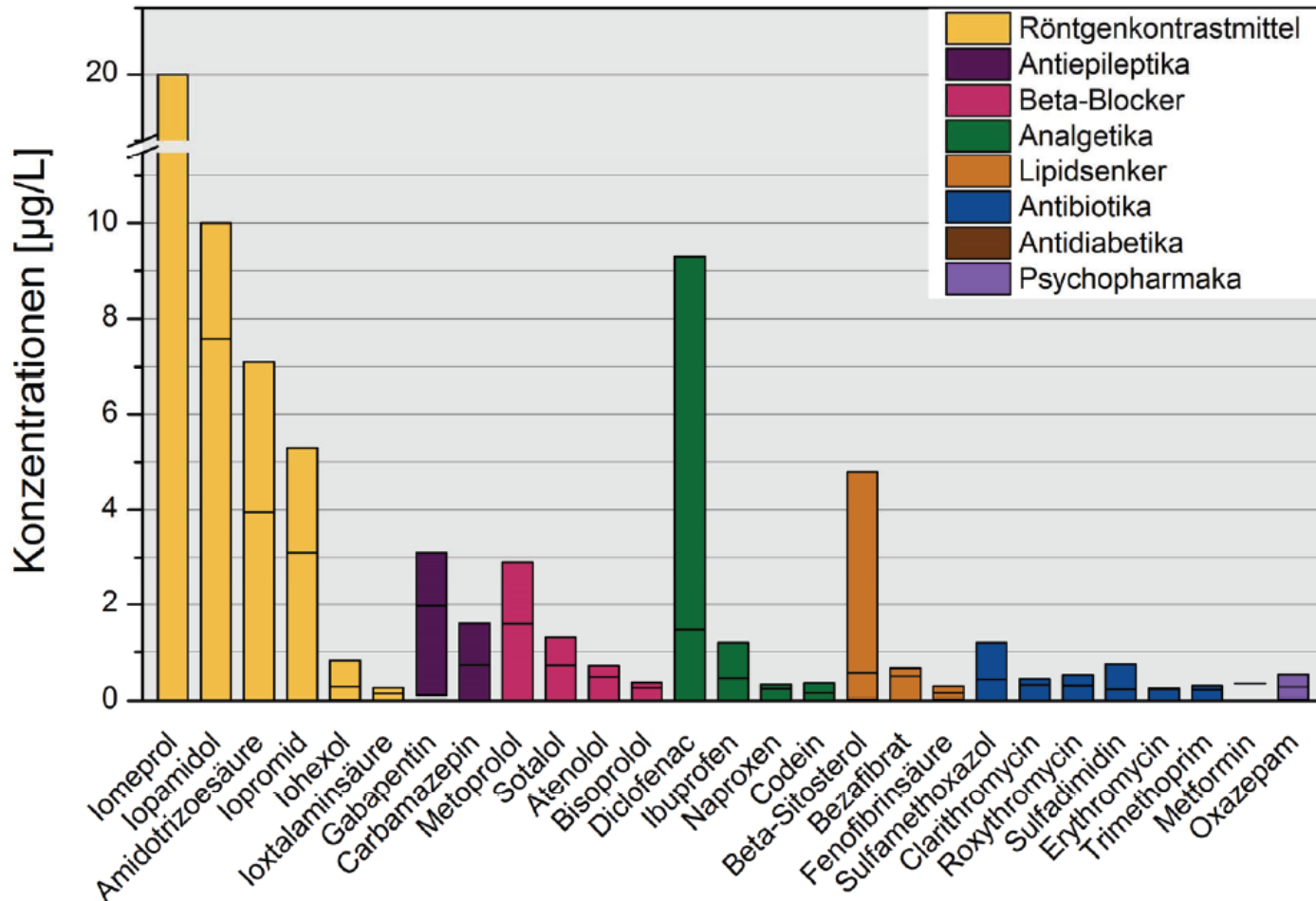


- Arzneimittel in der Umwelt in 71 Ländern
- Mehr als 600 unterschiedliche Arzneimittel und Metabolite
- Nachweis in Oberflächengewässern, Grundwasser, Trinkwasser, Böden, Sedimenten, Klärschlamm, Gülle

nach: aus der Beek, Weber, Bergmann (2014); aus der Beek (2016)

Arzneimittelrückstände in Oberflächengewässern

Konzentrationen größer als 0,1 µg/l



[Daten: Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser LAWA, Zusammenstellung: UBA, 2013]

Arzneimittel in der Umwelt



- Propranolol (Beta-Blocker) verhindert Fortpflanzung bei Fischen
- Oxazepam (Beruhigungsmittel) verändert das Verhalten von Barschen
- Ethinylöstradiol (Empfängnisverhütung) verändert Geschlechtsmerkmale bei Fischen
- Metformin (Antidiabetikum) verändert Geschlechtsmerkmale, Größe und Reproduktion bei Fischen

Eintragungspfade von Arzneimitteln in die Umwelt

Human-
arzneimittel



Entsorgung

Ausscheidung

Abwasser

Kläranlage

Klärschlamm

Boden

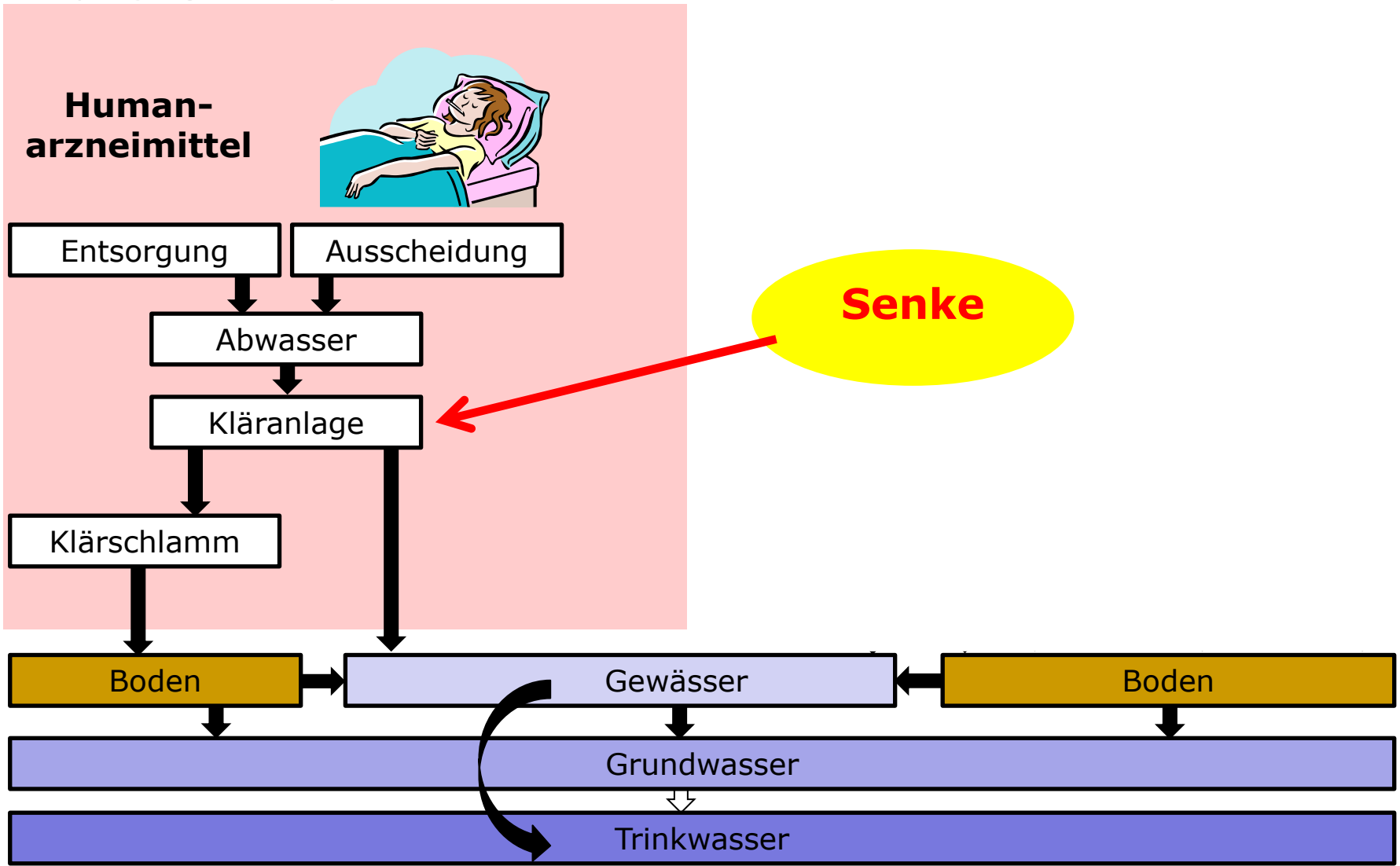
Gewässer

Boden

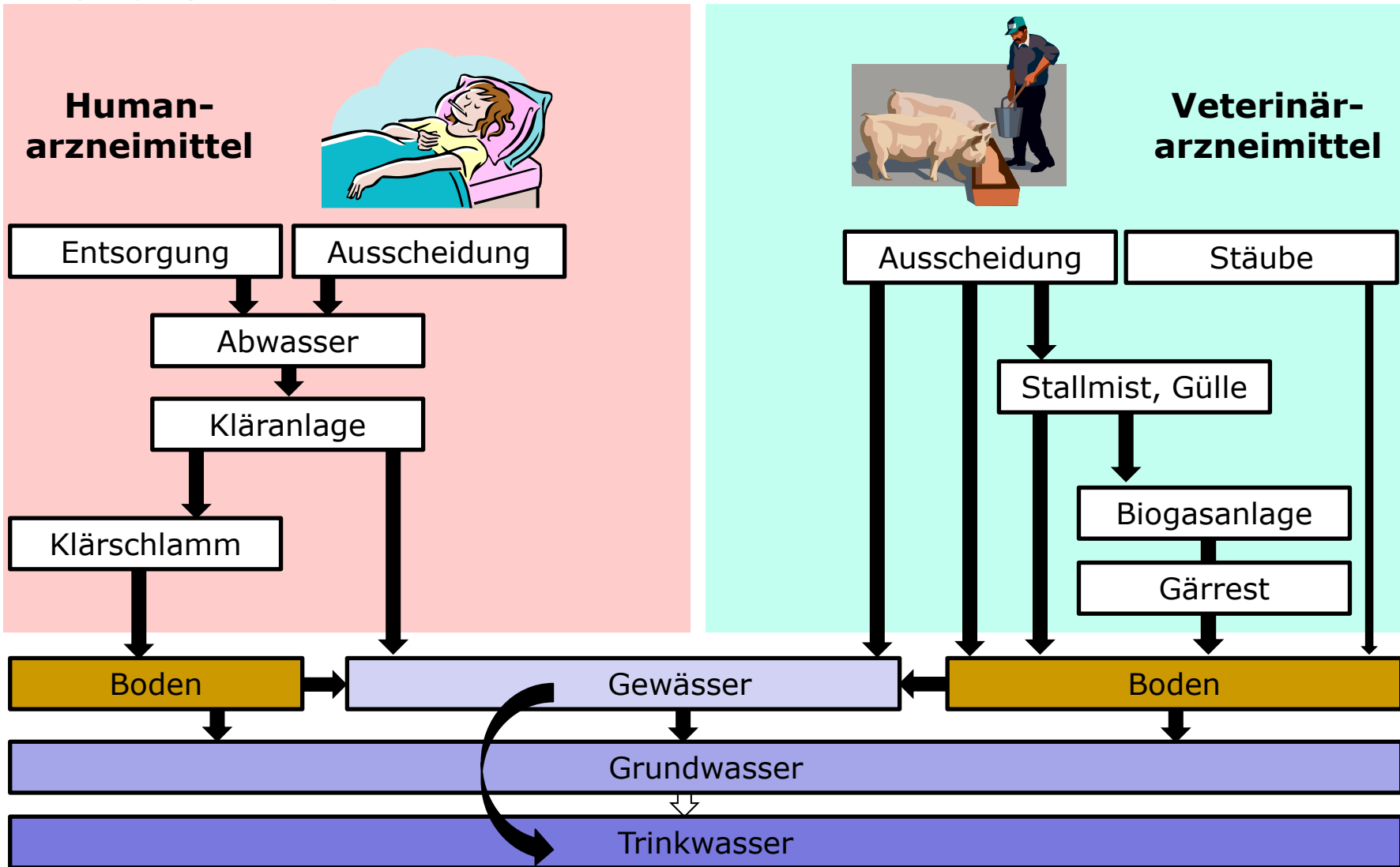
Grundwasser

Trinkwasser

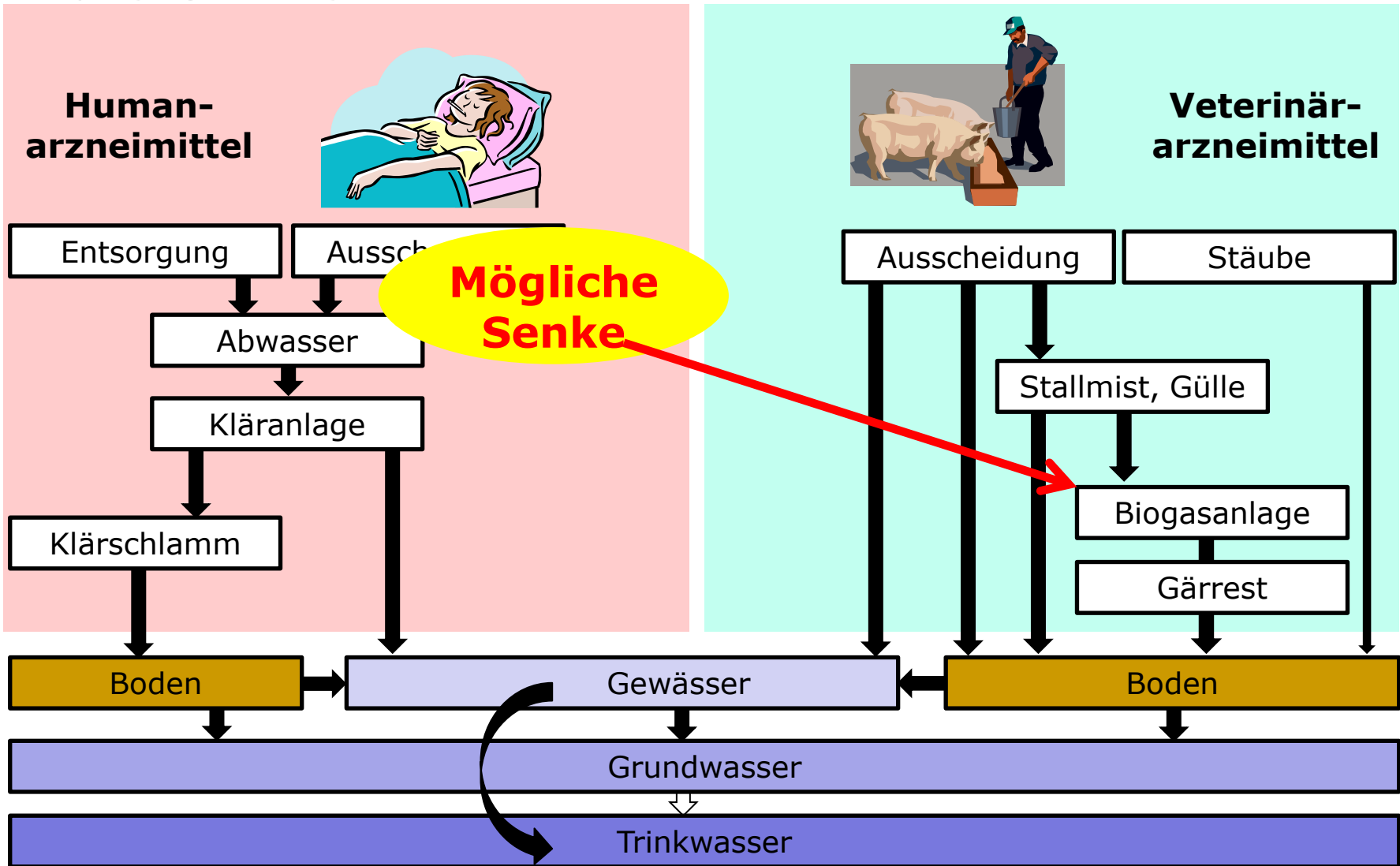
Eintragungspfade von Arzneimitteln in die Umwelt



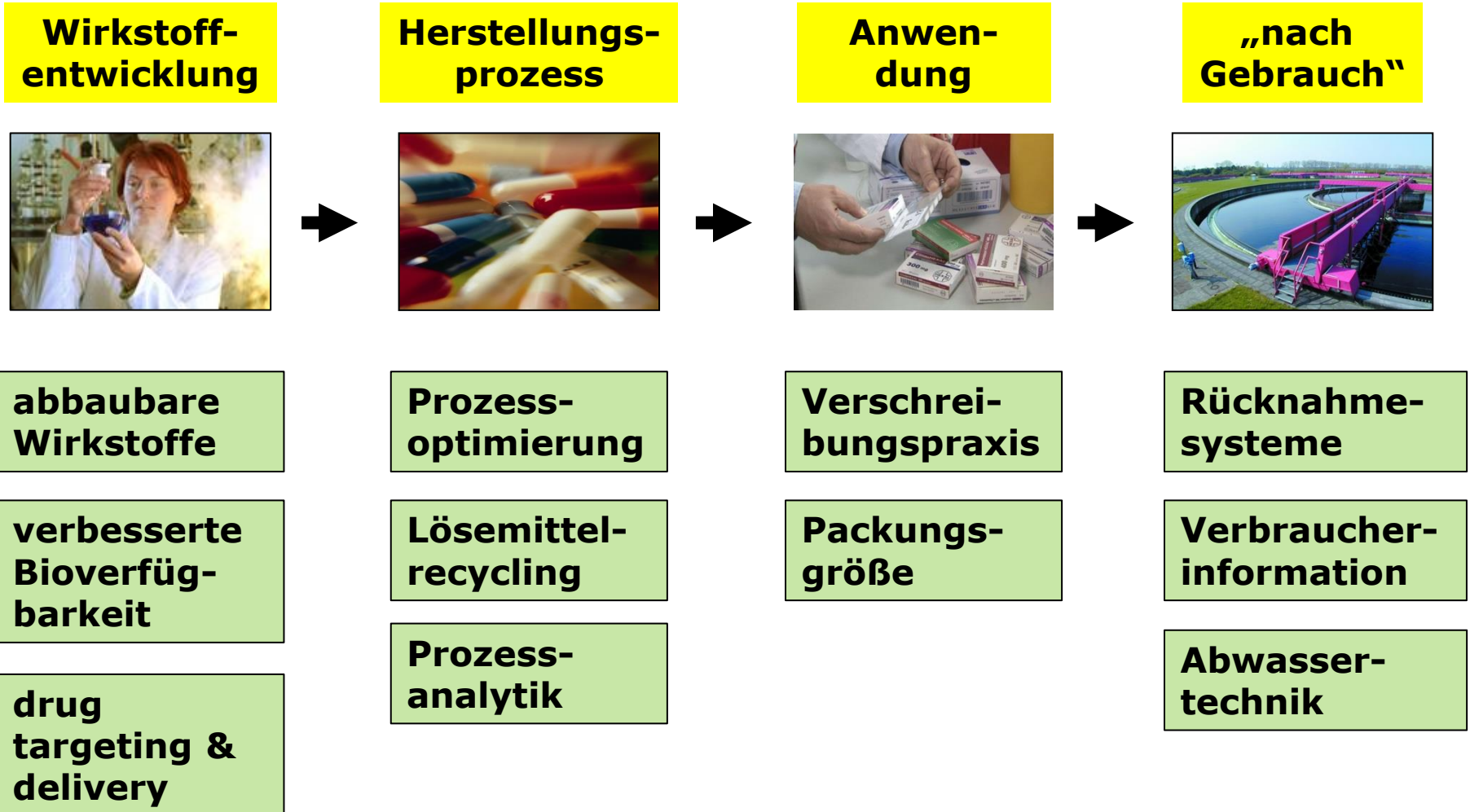
Eintragungspfade von Arzneimitteln in die Umwelt



Eintragungspfade von Arzneimitteln in die Umwelt



Ansätze zur Risikominderung bei Humanarzneimitteln



Ansätze zur Risikominderung bei Tierarzneimitteln

Wirkstoff-entwicklung



Herstellungs-prozess



Anwen-dung



„nach Gebrauch“



abbaubare Wirkstoffe

Prozess-optimierung

Verschreibungspraxis

Abbau in der Biogasanlage

verbesserte Bioverfügbarkeit

Lösemittel-recycling

Galenik

Applikations-technik

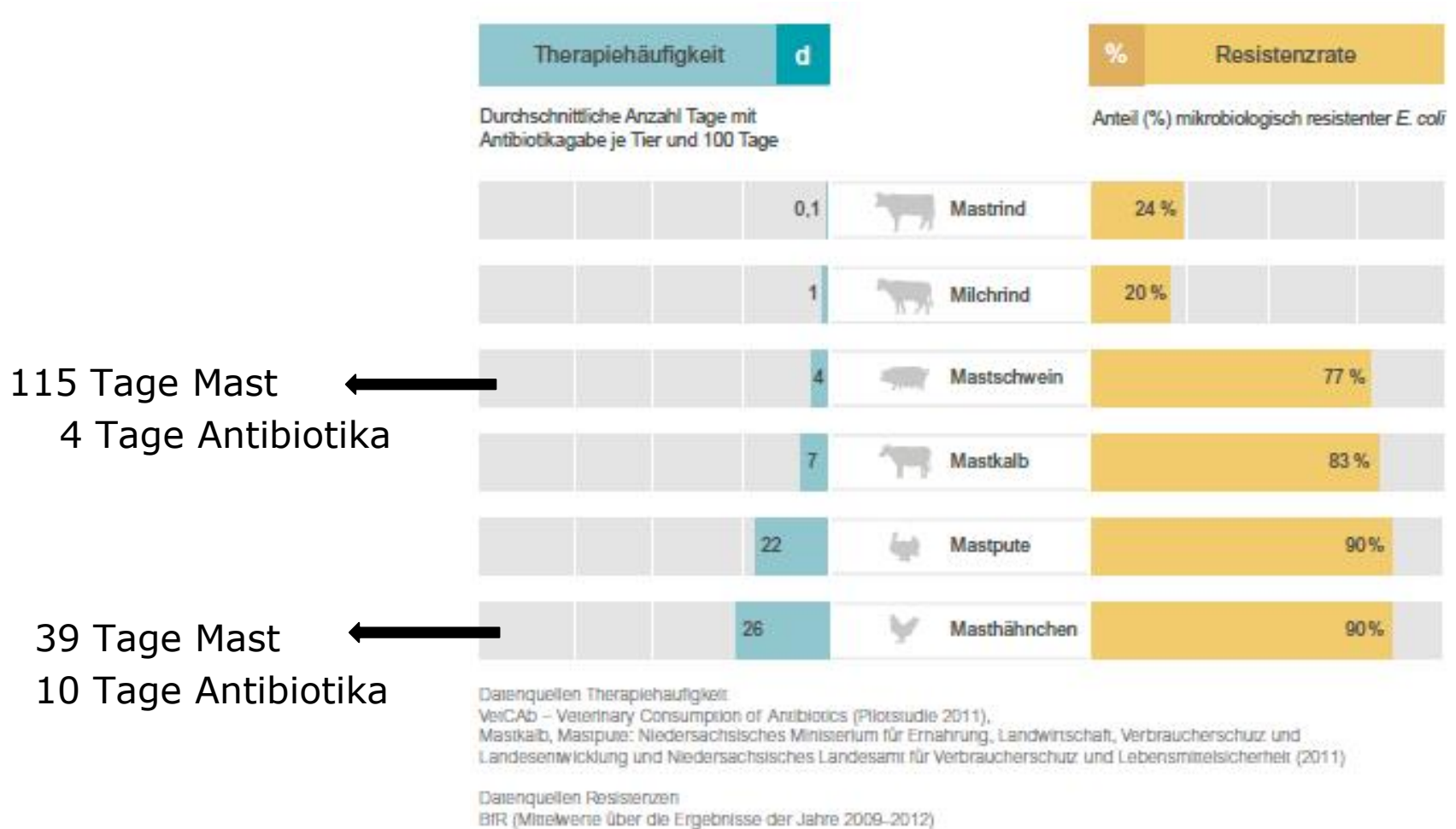
Prozess-analytik

Darreichungsform

Hygiene- & Stall-management

Resistenzbildung in der Tierhaltung

805 Tonnen Antibiotika in D in 2015 (99 % für Nutztiere, 1 % für Haustiere)

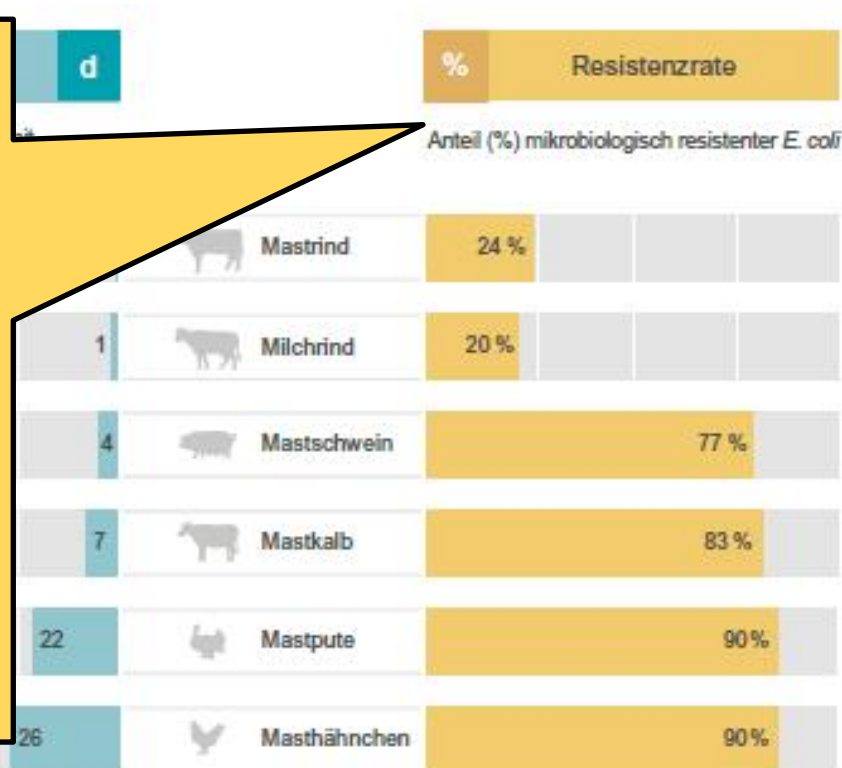


Resistenzbildung in der Tierhaltung

1.700 Tonnen Antibiotika in D (99 % für Nutztiere, 1 % für Haustiere)

Mögliche Gründe der Resistenzausbreitung

- Art der Antibiotika-Applikation
- Verschleppung in Tränkesystemen
- Arzneimittelstäube/Bioaerosole im Stall (Hautepithel, Atemluft, Kot, Urin)



Datenquellen Therapiehäufigkeit
VerCAB – Veterinary Consumption of Antibiotics (Pilotstudie 2011),
Mastkalb, Mastpute: Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung und Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2011)

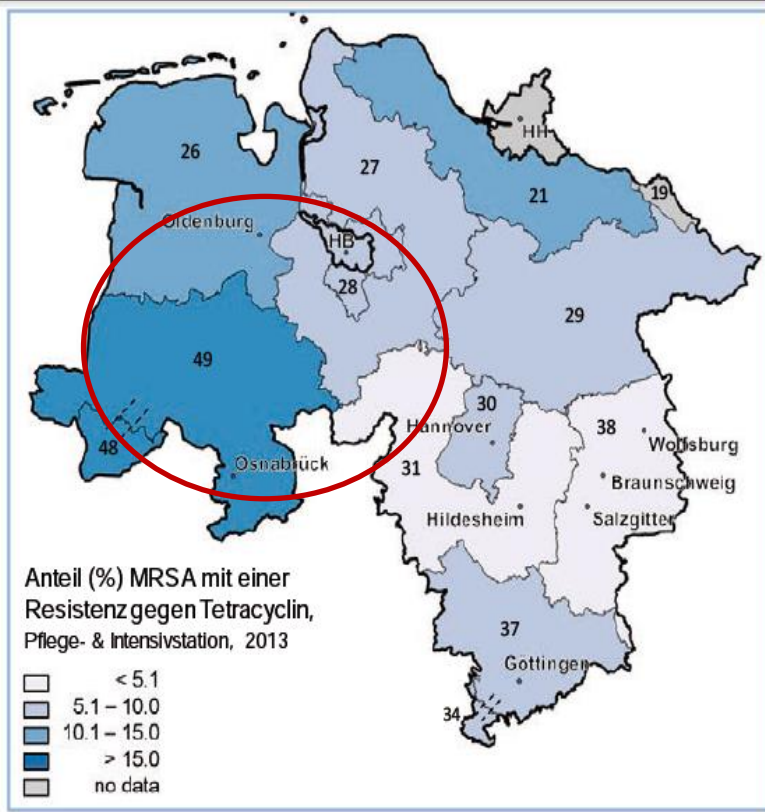
Datenquellen Resistenzen
BfR (Mittelwerte über die Ergebnisse der Jahre 2008–2012)

39 Tage Mast
10 Tage Antibiotika

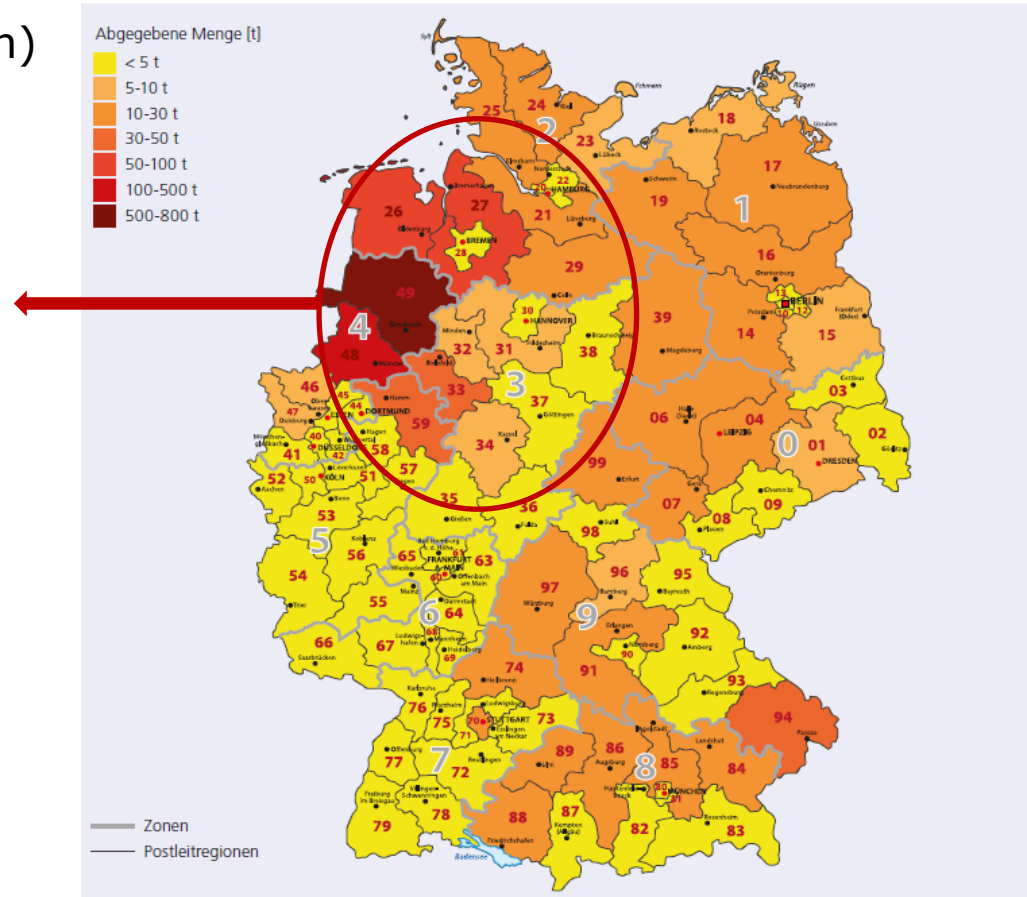
Besiedlung mit (Ia)-MRSA

Livestock-assoziierte Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus*

Anteil (Ia)-MRSA an allen MRSA (Isolate aus Pflege- und Intensivstation)



Antibiotika-Abgabe an Tierärzte (2012)



Internationale Aktivitäten



- Europäische Parlament forderte die EU-Kommission auf, einen strategischen Ansatz zum Problem „Arzneimittel im Wasser“ vorzulegen (bis 2015)



- SAICM hatte Arzneimittel in der Umwelt als „emerging policy issue“ eingestuft (2015)



- G7 Elmau Juni 2015: Maßnahmen zur Bekämpfung der Antibiotikaresistenzen wurden gefordert



- beim G20-Treffen am 7./8. Juli 2017 in Hamburg wurde Antibiotikaresistenz thematisiert

SAICM: strategic approach to international chemicals management, hosted by UNEP

Gliederung



1. Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)



**2. Nachhaltige Entwicklungsziele
SDG – Planetary boundaries**



3. Spurenstoffstrategie des Bundes



4. Nachhaltige Pharmazie



5. Beispiele geförderter DBU-Projekte

Strategien zur Umweltentlastung



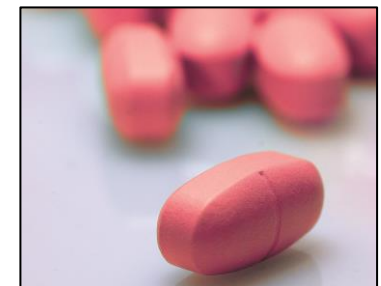
Vermeidung des Eintrags von Arzneimitteln in die Umwelt



Stärkung der Wirkungsforschung



Stärkung des Umweltmonitorings



Vermeidung fragwürdiger Verschreibungen



Verbesserung von Hygienemaßnahmen



Entwicklung umweltgerechter Arzneistoffe



Umweltentlastung

DBU-Förderinitiative „Nachhaltige Pharmazie“



Ziele:

- die Vermeidung und Verminderung von Arzneimittelrückständen in der Umwelt
- die ressourcenschonende und emissionsarme Herstellung von Arzneimitteln (so weit wie möglich tierversuchsfrei)
- 3 Ausschreibungen (20.8.2012, 5.11.2013, 15.1.2015)

Bewilligte Projekte:

Jahr	bewilligte Projekte (beantragte)	Fördermittel (Gesamtkosten)
2013	6 (31)	2,5 Mio. € (4,0 Mio. €)
2014	7 (31)	2,6 Mio. € (3,8 Mio. €)
2015	5 (23)	1,9 Mio. € (2,8 Mio. €)
2016	1	0,4 Mio. € (0,4 Mio. €)
total	19	7,4 Mio. € (11 Mio. €)

- Keine weiteren DBU-Ausschreibungen, aber innovative Projektansätze sind willkommen

Prozessanalytische Technologie für die Hormon-Granulierung

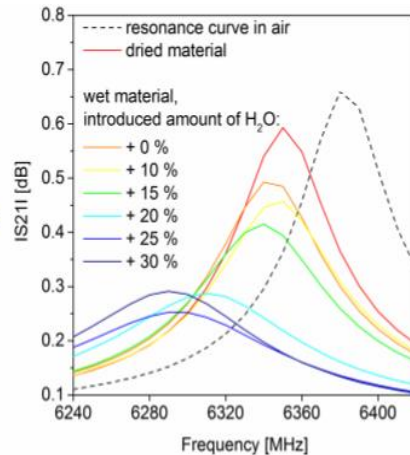
Projektziele

- Trocknungszeiten und Energieverbrauch bei Hormongranulierung reduzieren
- Entwicklung eines Feuchtigkeitssensors auf Basis der Mikrowellenresonanztechnologie

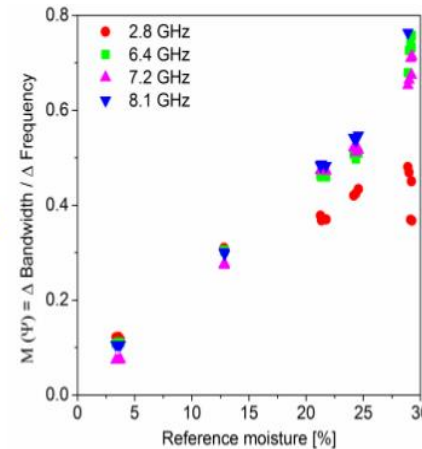
Peters et al., *Anal. Chim. Acta* (submitted)



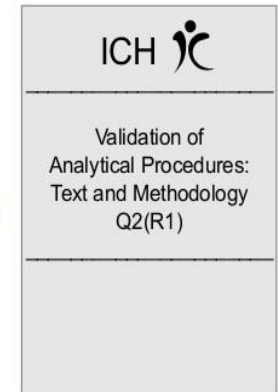
Novel sensor set-up



Evaluation of resonance curves



Calibration using granule samples



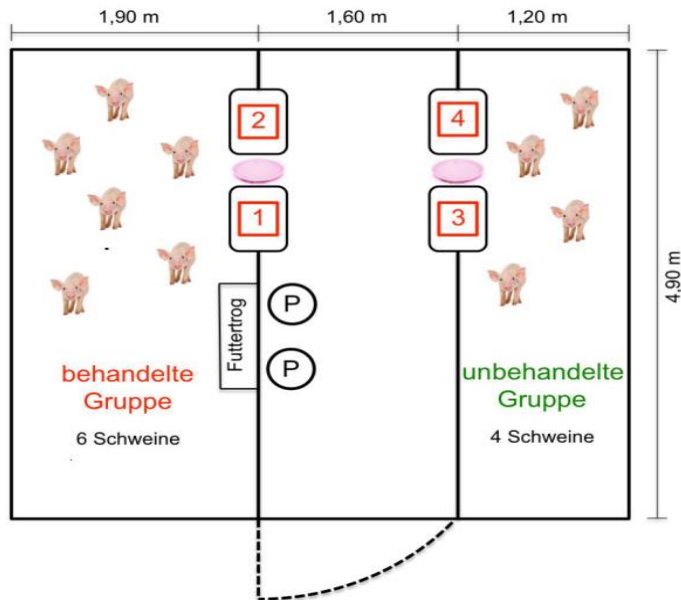
Method validation




AZ 30816; 2013 – 2016
Fördermittel: 399 T €, HHU Düsseldorf, Prof. Breitzkreutz

Kann die Veränderung der Galenik/ Medikation einen Beitrag leisten?

Projektziele:

- Verbesserte Formulierungen für die orale Medikation
- Minderung der Kontamination der Stallumgebung
- Vermeidung von Wirkstoffresten in Tränkewassersystem



-  Sammelstellen für Sedimentationsstaub
-  Luftprobennahmepumpe
-  Stallplatte

AZ 32732

„Minimierung des Umwelteintrages von Tierarzneimitteln und antibiotika-resistenten Mikroorganismen durch neue Technologien“

TiHo Hannover Prof. Kietzmann;

Fördermittel: 712 T €; Laufzeit: 2015 - 2018

Kann Mastitis ohne Antibiotika therapiert werden?

Projektziele:

- Entwicklung eines Therapeutikums mit lebenden Milchsäurebakterien als Alternative zu Antibiotika
- → Reduzierung der Anwendung von Antibiotika zur Mastitistherapie
- → Reduzierung der Milchverluste aufgrund von Wartezeiten
- → Vermeidung einer potenziellen Resistenzentstehung



AZ 31883

„Entwicklung eines innovativen Therapeutikums auf Basis von lebenden Mikroorganismen zur lokalen Anwendung bei Infektionen der bovinen Milchdrüse“; HS Hannover Prof. Krömker
Fördermittel: 281 T €; Laufzeit: 2014 - 2017

Abbaubare Arzneimittel

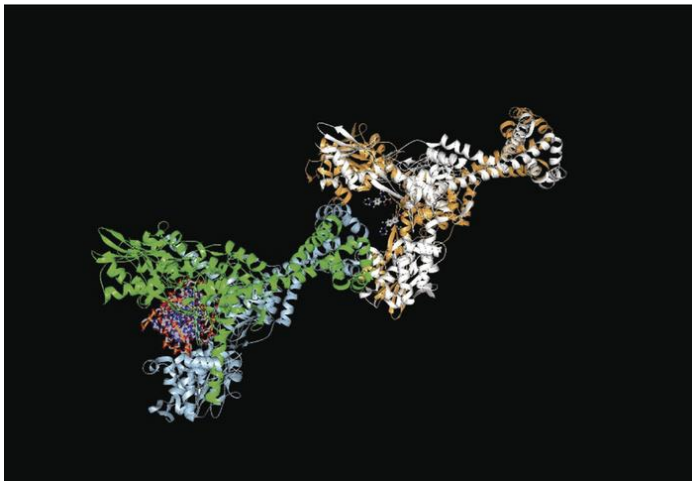


Problem:

- Arzneimittelrückstände in der Umwelt
- Cyprofloxacin ubiquitär in Gewässern nachweisbar

Ziel:

- Antibiotikum, das nach Verlassen des Körpers abbaubar ist



Vorgehen:

- „Benign by design“
- Struktur-Wirkungsbeziehungen für Vorhersage (QSAR)
- Verbesserung der Leitstruktur
- Synthese des neuen Antibiotikums und anschließend Abbautests

AZ 30839-31

Entwicklung eines umweltverträglichen Antibiotikums

Leuphana Universität Lüneburg

Fördermittel: 460 T €; Laufzeit: 2015-2018

DBU-Förderinitiative „Nachhaltige Pharmazie“



DBU-Fachinfo
Ausgewählte Förderthemen der Deutschen Bundesstiftung Umwelt

**Arzneimittelrückstände in der Umwelt:
Vom Erkennen zum vorsorgenden Handeln**

Bei dem ersten Nachweis eines Arzneimittelrückfalls in Oberflächengewässern, dem Befund von Dioxin, Polychlorierten Biphenylen (PCB) oder von Pestizidresten, sind Umweltbehörden verpflichtet, die Ursachen zu ermitteln. In Deutschland sind Arzneimittel als biologische Wirkstoffe und chemische Wirkstoffe für das Erkennen und Beseitigen von Krankheitserregern und Toxinen, können anderenfalls jedoch auch andere als die gewöhnlichen Wirkstoffe haben, wenn sie in die Umwelt gelangen.

Arzneimittel sind Arzneimittel in der Umwelt global und weitverbreitet. In mehr als 70 Ländern der Welt wurden in Umweltproben mehr als 500 verschiedene Arzneimittel und deren Metabolite (Stoffwechselabbauprodukte) nachgewiesen und zwar in Oberflächengewässern im Grundwasser, in Trinkwasser, in Samen, Böden, in Nahrungsmitteln und in Luft. In Deutschland wurden bereits mehr als 150 Wirkstoffe in den verschiedenen Umweltkompartimenten, wie Fließgewässern und Grundwasser, nachgewiesen. Die Bundesländer überwachen in Deutschland Gewässer und sind sie inzwischen nahezu flächendeckend zu finden. Die Konzentrationen liegen aber im Bereich von 1 bis 10 µg/l, zum Vergleich: für Dioxine sind Risikogrenzwerte in Grund- und Trinkwasser gibt es die EU ein allgemeiner, stoffunabhängiger Grenzwert von 0,1 µg/l. Auffallend hohe Konzentrationen zeigen Ringelblumenpollen und die häufig angewendeten Schwammkugeln (Biosorbent). Biosorbent kann Schadstoffe durch das Vorhandensein von hormonellen Wirkstoffen, die schon in

geringen Konzentrationen die Entwicklung von Organismen beeinflussen. Darüber hinaus gibt es Hinweise, dass Wirkstoffe auch durch Hochlagen der Luft in die Ernährung von resistenten Krankheitserregern gelangen und damit auch schon in geringen Konzentrationen Gesundheitsrisiken bergen können (s. S. 6).

DBU Engagement für eine nachhaltige Pharmazie: Arzneimittelrückstände belasten unsere Umwelt und können gesundheitliche Risiken verursachen. Durch die Herstellung von Arzneimitteln ist mit einem hohen Verbrauch an Ressourcen, insbesondere Wasser, Energie und Flächen verbunden. Die DBU fördert die Entwicklung nachhaltiger Pharmazie, die die Umwelt und die Gesundheit des Menschen schützt. Die DBU fördert die Entwicklung von nachhaltigen Pharmazie, die die Umwelt und die Gesundheit des Menschen schützt.

Unter dem Titel „Green & Sustainable Chemistry“ veranstaltet die DBU am 14. bis 17. Mai 2017 in Berlin eine Konferenz, die sich mit den Themen Green & Sustainable Chemistry, Health und Waterwirtschaft beschäftigt. Die Konferenz wird von der DBU und der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) organisiert. Die Konferenz wird von der DBU und der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) organisiert.

DBU-Fachinfo „Arzneimittel in der Umwelt“ Juni 2015



Special issue „Current research and issues in sustainable pharmacy“ in 2017



Session „Green and Sustainable Pharmacy“ 16th of May 2017, 14:10 – 18:10

Stoffflussmodell für Pharmastoffe sowie Leitfaden zur Emissionsminderung in urbanen Siedlungsgebieten



Projektziele:

Stoffflussmodell für die drei Referenzgebiete
Dresden, Chemnitz, Plauen

Abgrenzung der Standorte anhand eines
Gewässer- und Kläranlagenmonitorings

Ökonomische Bewertung der angestrebten
Maßnahmen gegenüber des IST-Zustandes

Rechtliche Handlungswege im Umgang mit
Mikroschadstoffen

Gezielte Öffentlichkeitsarbeit gegenüber
Bürgerinnen/Bürger und Emittenten

Die drei Standorte

KA Chemnitz-Heinersdorf
280.000 EW (CSB)



FG: Chemnitz, MNQ = 0,67 m³/s

KA Plauen
110.000 EW (CSB)

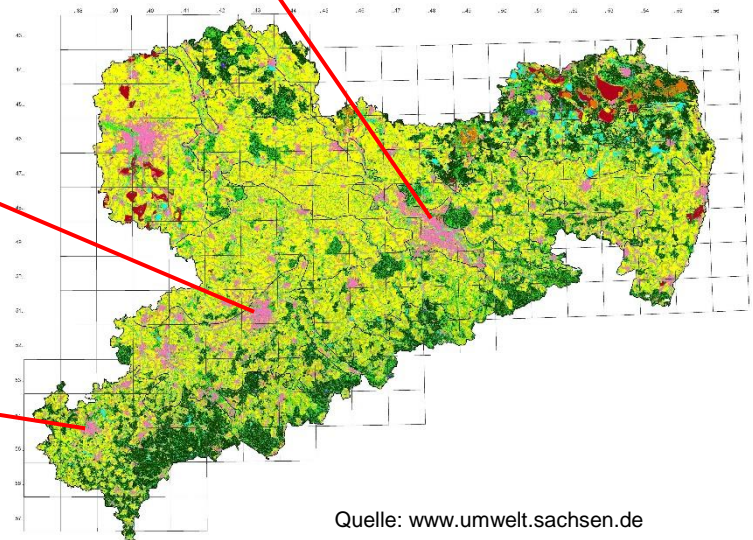


FG: Weiße Elster, MNQ = 1,8 m³/s

KA Dresden-Kaditz
770.000 EW (CSB)



FG: Elbe, MNQ = 106 m³/s



Quelle: www.umwelt.sachsen.de

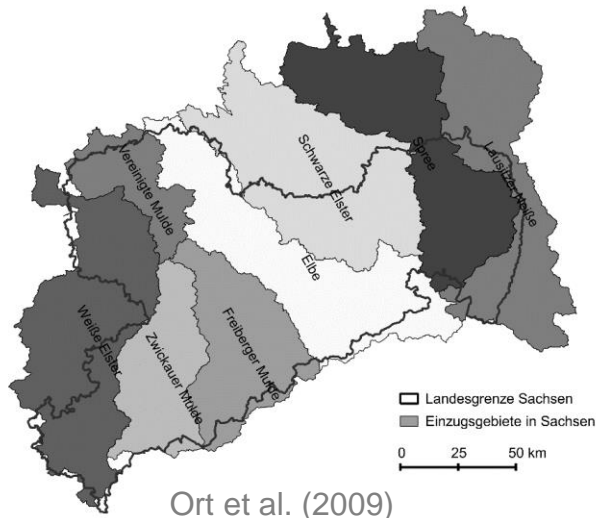
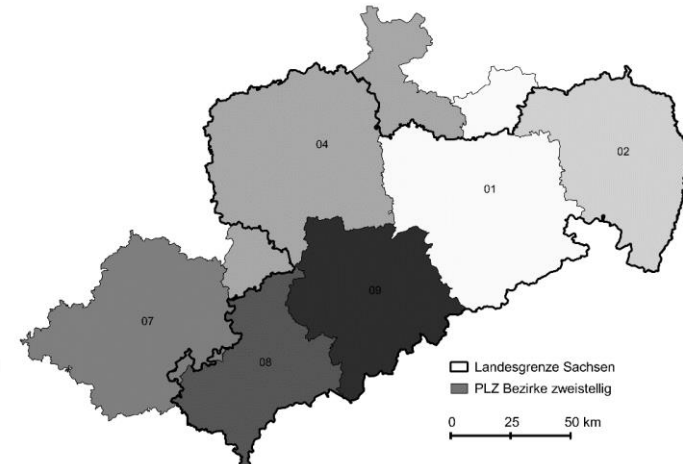
Projektkoordination: Institut für Siedlungswasserwirtschaft, TU Dresden

Beispiel TU Dresden
Fördermittel: 600.000 €; DBU AZ 32446/01-23

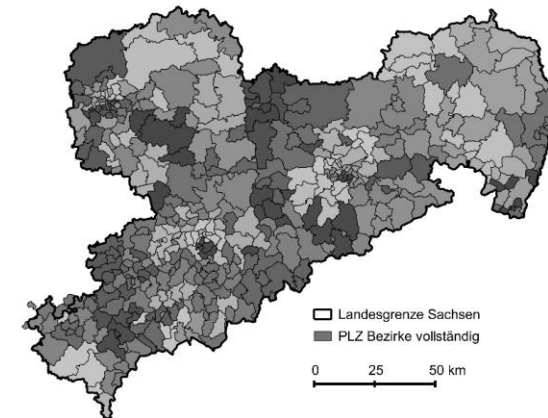
Stoffflussmodell für Pharmastoffe

- Sachsenweite Betrachtung und höher aufgelöst für die 3 Standorte
- Modellgrundlage nach Ort et. al
- Gebietsabgrenzung nach PLZ (Verschreibungsdaten Pharmaka) und Einzugsgebiete der Fließgewässer

- Ziele:
- räumliche-zeitliche Auflösung
 - schlanke Parametrisierung
 - gute Identifizierung von Eintragsquellen u. Prozessen
 - Etablierung einer Anwenderoberfläche



Ort et al. (2009)

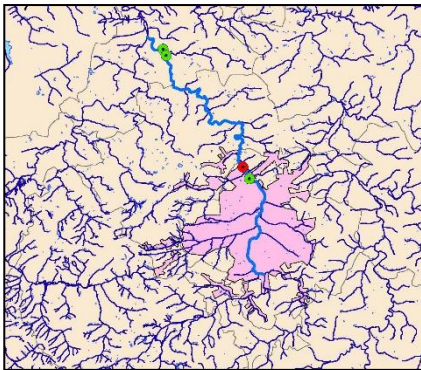


Zuständig: Institut für Siedlungswasserwirtschaft, TU Dresden

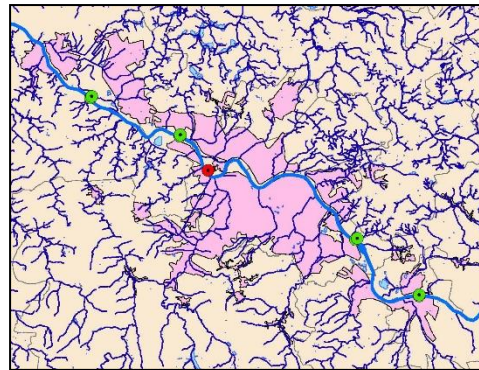
Beispiel TU Dresden
Fördermittel: 600.000 €; DBU AZ 32446/01-23

Chemisches und ökotoxikologisches Monitoring

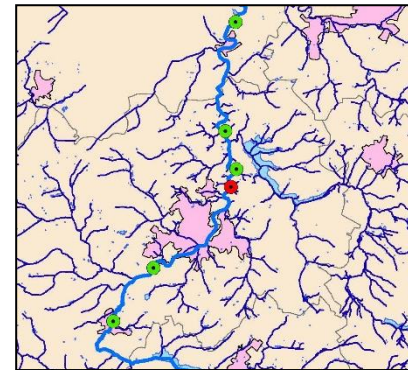
- Auswertung der Fließgewässerbelastung (2008 – 2014) anhand Routinemonitoring des Landesamtes für Umwelt (LfULG) an den 3 Standorten



EZG Chemnitz



EZG Dresden



EZG Plauen

- Im Ergebnis Analysen auf 53 Einzelsubstanzen im eigenen Monitoring
- Zu- und Ablauf der Kläranlagen
- Fließgewässer im Ober- und Unterlauf der Kläranlagen
- Ökotoxikologische Bewertung der Kläranlagenausläufe:
 - o Zelltoxizität
 - o Hormonelle und dioxinähnliche Aktivität
 - o Gentoxizität auf Punktmutationen
 - o Gentoxizität auf Chromosomenschäden
- Ökotoxikologisches Verhalten der Mischwasserabschläge

Zuständig:

Institut für Siedlungswasserwirtschaft, TU Dresden

Institut für Wasserchemie, TU Dresden

Institut für Hydrobiologie, TU Dresden

Charakterisierung der Kläranlagen und Einzugsgebiete

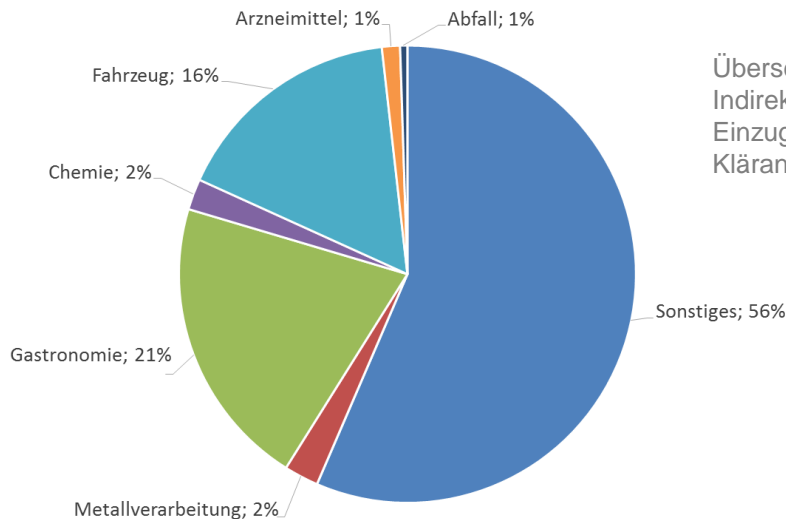
Anlagencharakterisierung

- Anlagenkonfiguration
- Betriebsweise (Sommer/Winter)
- Belastungszustand
- Abwasserbelastung Fließgewässer (Q_{KA}/Q_{FG})



Indirekteinleiterkataster

- Emissionen durch Industrie und Krankenhäuser



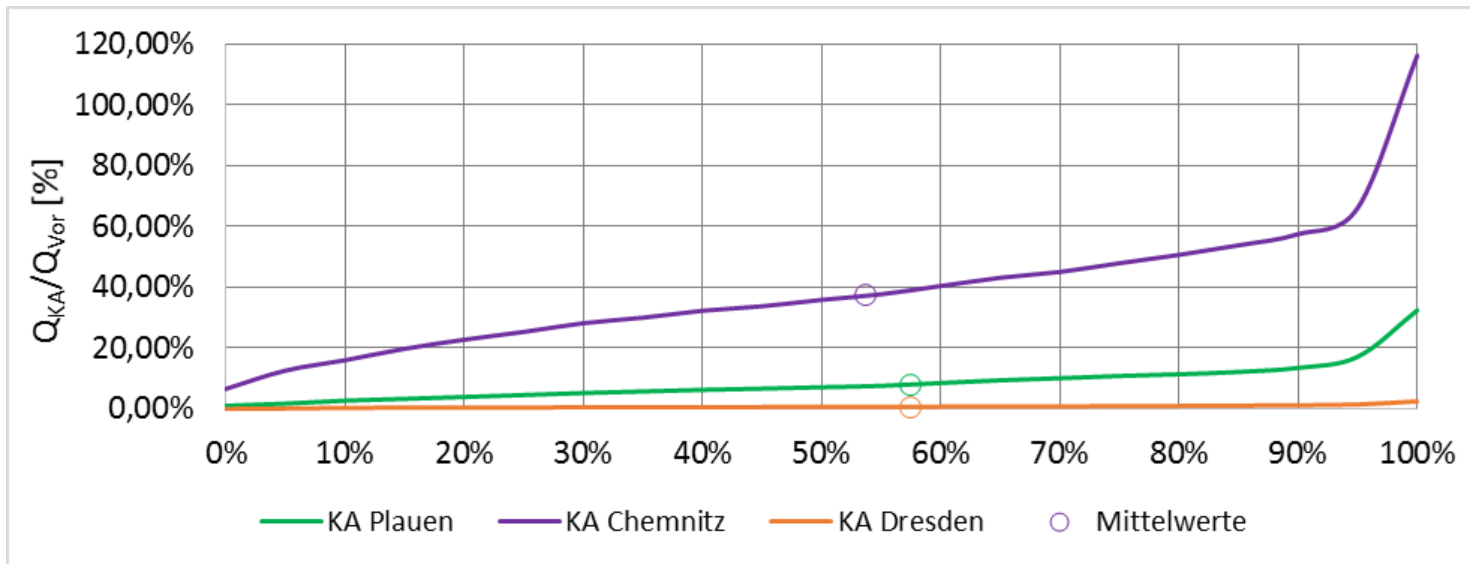
Überschlägige Auswahl von Indirekteinleitern im Einzugsgebiet der Kläranlage Dresden-Kaditz



Zuständig: Institut für Siedlungswasserwirtschaft, TU Dresden

Differenzierte Gewässersituation

Gewässerbelastung mit Abwasser (2013 bis 2015)

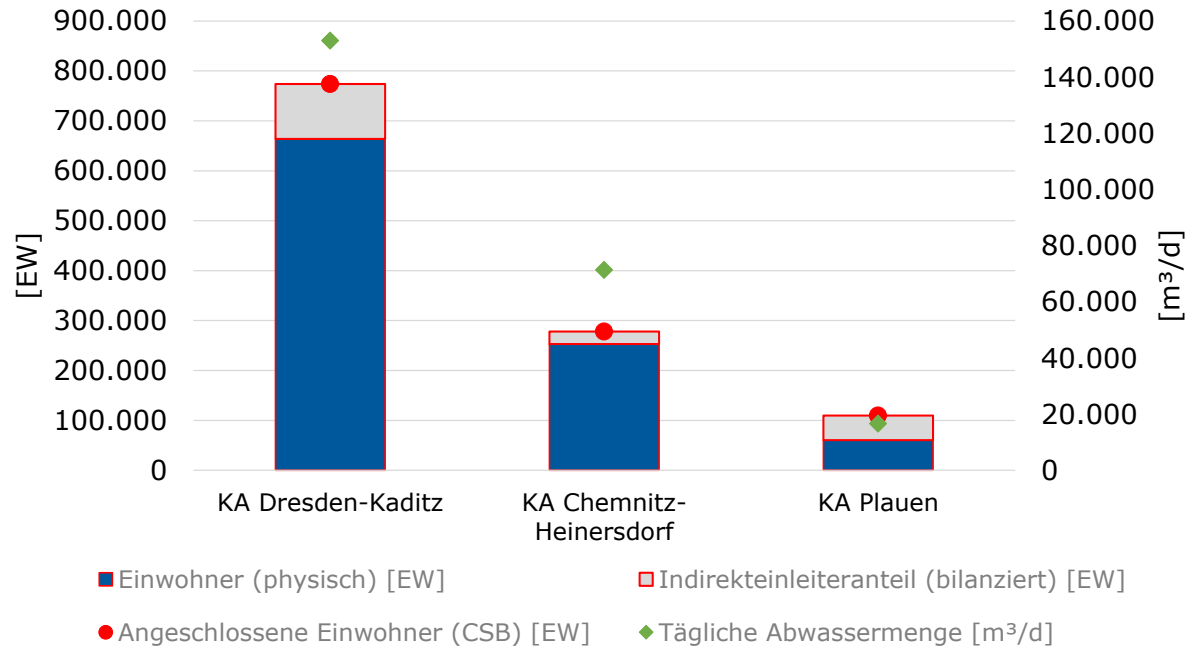


Extremfallbetrachtung Q_T/MNQ

- Chemnitz 145 %
 - Dresden 2 %
 - Plauen 13 %
- hohe Gewässerkonzentration und Frachtbelastung in Chemnitz

Differenzierte Kläranlagensituation

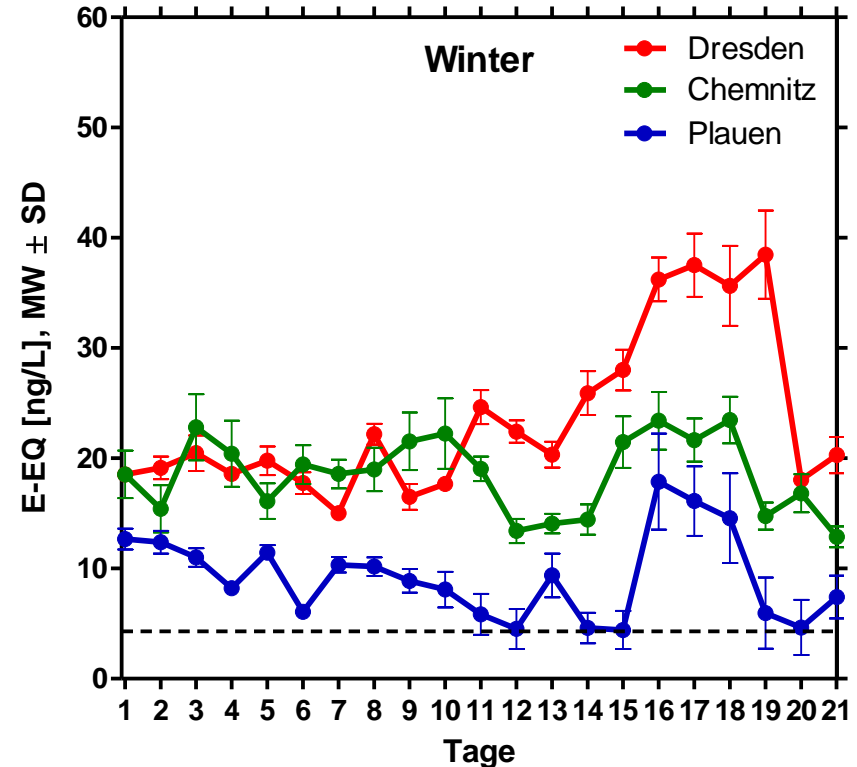
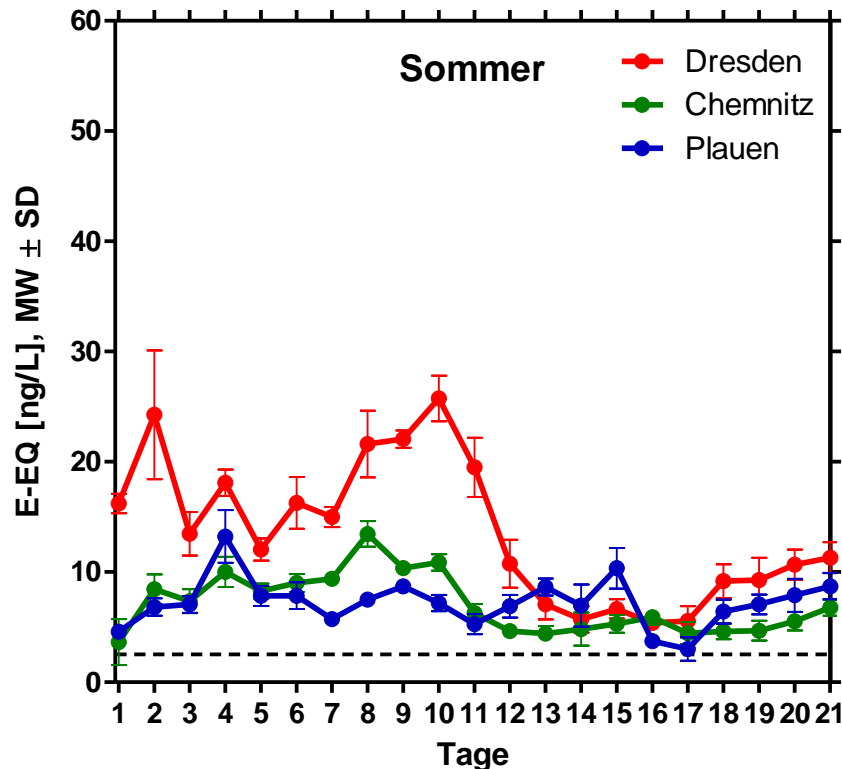
Kläranlagenbelastung (2013 bis 2015)



- Kläranlagenbelastung in Plauen nur ca. 50 % häuslichen Ursprungs (CSB-Bilanzierung)
- Einstufige Belebungsanlagen mit mesophiler Schlammstabilisierung
- Schlammalter t_{TS} : 12 Tage, 18 Tage und 28 Tage
- Hydraulische Verweilzeit (Q_d): 1,1 Tage, 1,7 Tage und 2 Tage

Ökotoxikologisches Monitoring

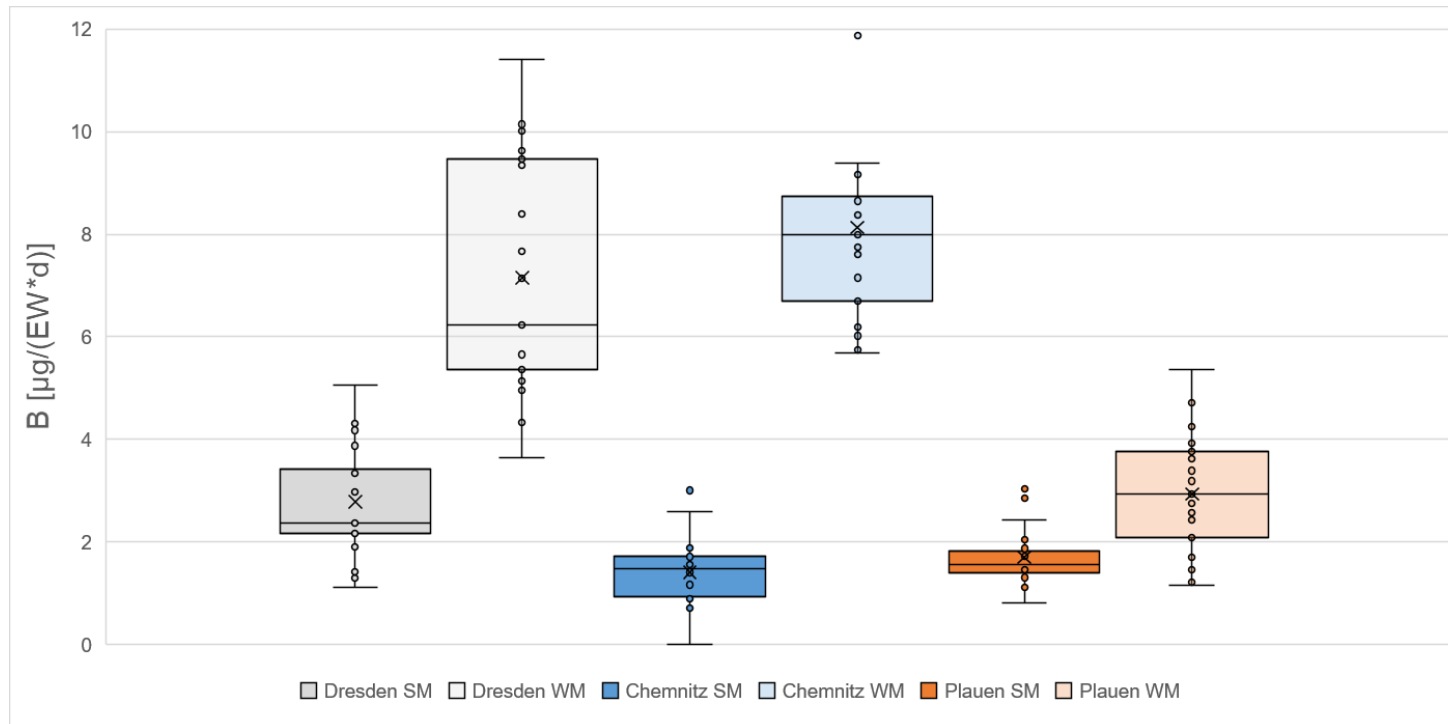
Variabilität der östrogenen Aktivität im Zulauf der Kläranlagen



- kein konstanter Verlauf über den Betrachtungszeitraum
- Signifikante Unterschiede im Konzentrationsprofil zwischen Kläranlagen / Jahreszeit
- Notwendigkeit eines 21-Tage Monitorings

Ökotoxikologisches Monitoring

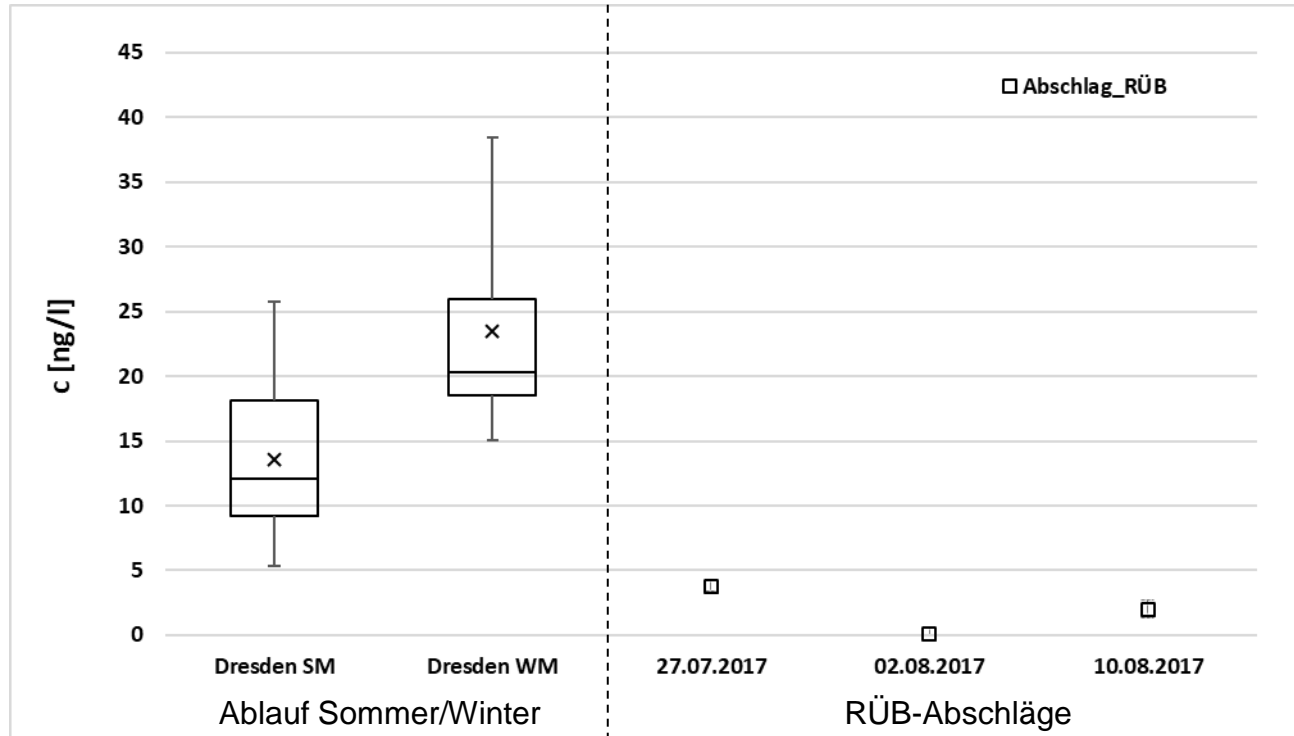
Einwohnerspezifische östrogene Ablauffracht



- physisch angeschlossene Einwohner
- Unterschiede Sommer- und Wintermonitoring, f(Temperatur)?
- Standortspezifische Unterschiede, f(Altersverteilung)?, f(Indirekteinleiter)?

Ökotoxikologisches Monitoring

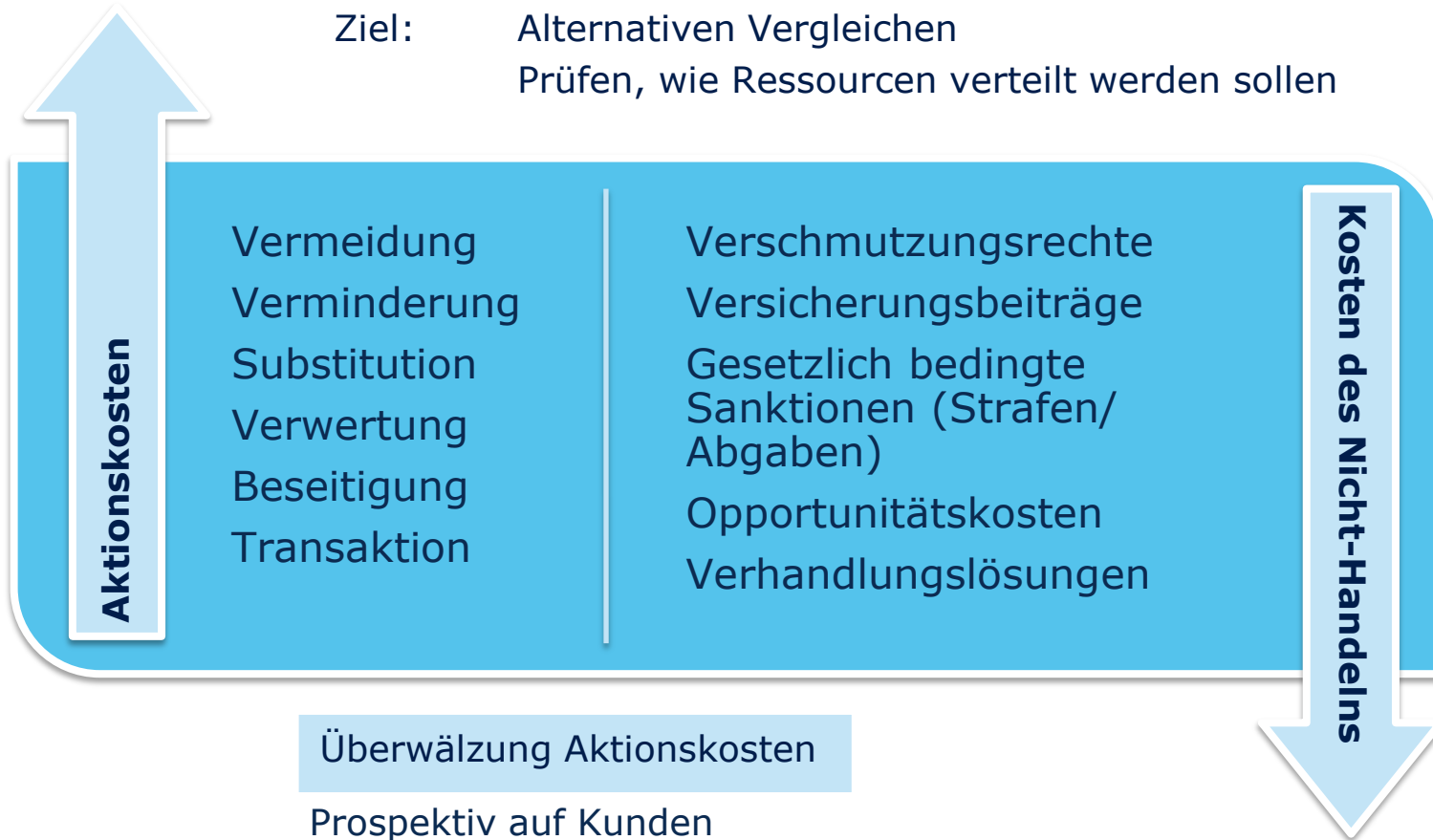
Bewertung von Mischwassereignissen / Vgl. Ablaufsituation



- Erste Untersuchungen/Erfahrungen zu separaten Mischwasserereignissen
- Keine Konzentrationsstöße durch Mischwasserabschläge
- Herausforderung der Probenahme bei Ereignissen (Vorhersage und Stabilität)

Ökonomisch-ökologischer Nettoeffekt

Ziel: Alternativen Vergleichen
Prüfen, wie Ressourcen verteilt werden sollen



Überwälzung Aktionskosten

Prospektiv auf Kunden
Retrospektiv auf Lieferanten
Subventionen, Finanzierungshilfen

Zuständig: Betriebliche Umweltökonomie, TU Dresden

Ansatzpunkte rechtliche Regulierung – Grundlegende Prinzipien des Umweltrechts

Vorsorgeprinzip	Verursacherprinzip
<ul style="list-style-type: none">Umweltbelastungen sind <u>prioritär mit präventiven Maßnahmen</u> zu begegnen, so dass Umweltschäden schon zu verhindern und nicht erst zu bekämpfen sind	<ul style="list-style-type: none">derjenige, der Umweltbelastungen (potentiell) <u>verursacht</u>, soll grundsätzlich die <u>Kosten</u> ihrer Vermeidung, Verringerung oder Beseitigung <u>tragen</u>gleichzeitig Anregung zur Verringerung oder gar Vermeidung von UmweltbelastungenHeranziehung Verschmutzer nicht nur für bereits eingetretene Umweltschäden, sondern auch zur Übernahme der Aufwendungen für die Vermeidung von Umweltbelastungen, die von ihm ausgehen

Zuständig: Professur für öffentliches Recht, insbesondere Technik- und Umweltrecht, TU Bergakademie Freiberg

Öffentlichkeitsarbeit

Ziel: Problembewusstsein bei Bevölkerung und Akteuren/Stakeholdern stärken

- Informationskampagnen
- Lehrerfortbildungen, Unterrichtsmaterialien
- Workshop mit Uniklinik Dresden zur Information für Ärzte und Klinikapotheker
- Imagefilm

zu „Medizin trifft Kläranlage“ am 23.4.2018



-> Offensive Öffentlichkeitsarbeit empfehlenswert

Veranstaltung "Medizin trifft Kläranlage" am 23.04.2018 in Dresden: „überwältigender Zuspruch“ mit 130 Teilnehmern, rege Diskussion mit Apothekern, Ärzten, der Politik und der Wissenschaft zu weiteren Maßnahmen, um den Eintrag von Arzneimittelreststoffen in den Gewässern zu vermindern

- Pressespiegel verfügbar

Minimierung von Röntgenkontrastmitteln im Einzugsgebiet der Ruhr (RKM-Ruhr)

Situation

- In der modernsten medizinischen Diagnostik werden 360 – 500 t Röntgenkontrastmittel (RKM) pro Jahr bei ambulanten und stationären radiologischen Untersuchungen eingesetzt. RKM werden von Patienten idR. innerhalb von 24 Stunden mit dem Urin ausgeschieden und über Klinikabwässer und häusliche Abwässer in das Abwassersystem eingetragen.

Belastung mit persistentem Stoff:

- RKM in Oberflächengewässern > 20 µg/l (> Qualitätsziele für Gewässer)
- in der Ruhr > 2 µg/l



Minimierung von Röntgenkontrastmitteln im Einzugsgebiet der Ruhr (RKM-Ruhr)

Maßnahmen:

- Sorption der RKM aus dem Urin radiologisch untersuchter Patienten
- Zusammenarbeit mit Kliniken, Arztpraxen, Stadt Mülheim, Ruhrverband;
- Patient erhält Urinbeutel & Informationen; „Feedback-Bogen“ der Patientin/ des Patienten
- Urinbeutel enthält Superadsorber, der über den Restmüll entsorgt werden kann
- An einem Messpunkt konnte in nur noch drei von 14 Proben RKM nachgewiesen werden.



Projekte zur Gewässeranalytik



DBU-Projekt AZ 33566/01-33/2 (07/2017 bis 06/2020)

„Analyse der Effekte von Mikroschadstoffeinleitungen auf Makrozoobenthosorganismen in Gewässern:

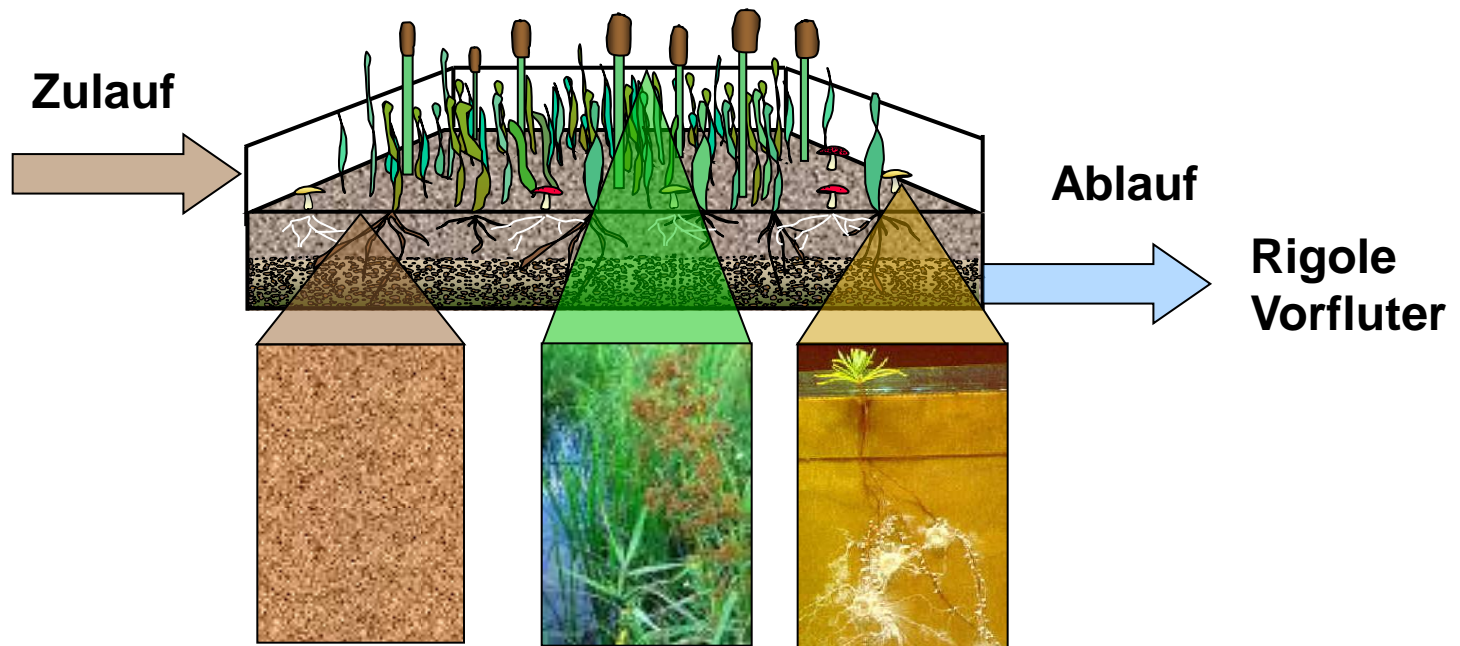
biochemische Marker, in situ Untersuchungen und LimCo Biosensor-System (LBS)® für eine integrierte ökologisch relevante Bewertung“
der Universität Duisburg-Essen und des Ruhrverbandes

Geplantes Vorhaben:

Entwicklung einer reproduzierbaren Probenextraktion und Auswerte-Software für die schnelle und sichere Analytik von Kunststoffen (Mikroplastik) im Grund-, und Oberflächengewässern sowie von Wässern aus Behandlungsanlagen

Pflanzenfilter zur Behandlung von Klärwerksabläufen

Vertikalversickerung durch einen Filterkörper von ca. 100 cm Mächtigkeit



Maximale Beaufschlagung mit konventionell geklärtem Abwasser:
100-120 Liter je qm Filterfläche täglich

Anwendungsgebiete für bepflanzte Bodenfilter

Das Verfahren ist als Anwendung in Nachschaltung einer biologischen Reinigung vorgesehen!

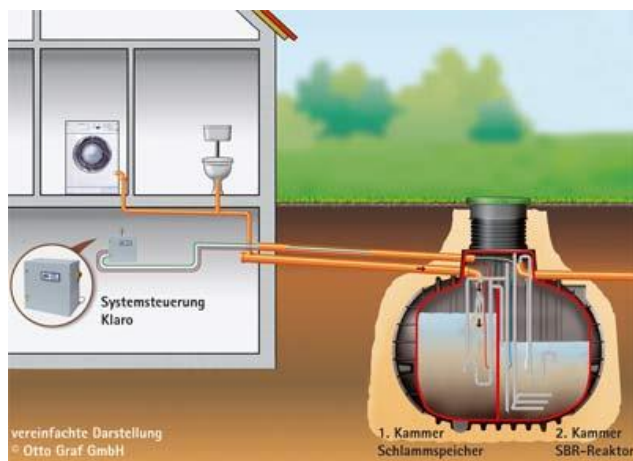
dezentrale Kleinkläranlagen

ca. 1,7 Millionen Anlagen in Deutschland
(Kapazität bis 50 EW)

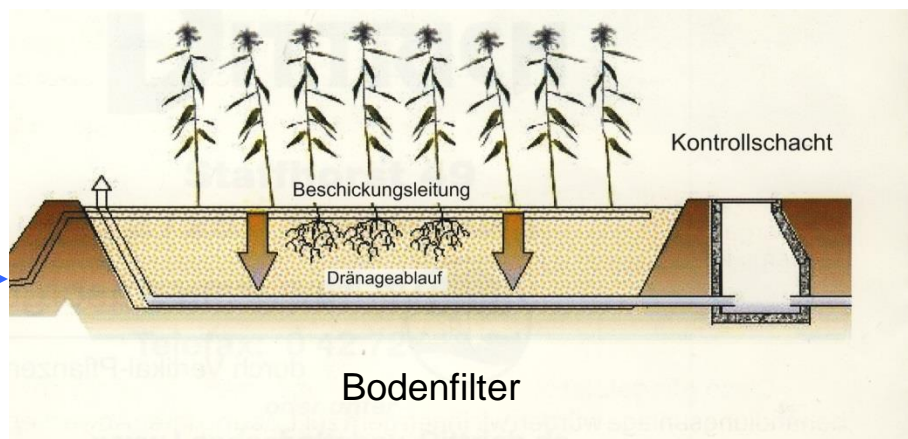
ca. 5% der Bevölkerung



kleinere kommunale Kläranlagen (GK 1 und 2),
evtl. auch größer



www.baulinks.de



Vorfluter

Phase I: Versuche mit Testlysimetern zur Identifizierung leistungsfähiger Varianten!



Versuche mit 5 Varianten unterschiedlicher Substratausstattung und Bepflanzung von März – Dezember 2012



Beaufschlagung ca. 100 Liter tägl. je qm



Das Untersuchungsspektrum umfasste Wasser- und Substratproben

Projektphase II: favorisierte Variante mit idealer Sand-Pflanzenkohlemischung wurde ca. 20 Monate im Praxisversuch getestet



Wirkstoffkonzentrationen im Zu- und Ablauf der Filteranlage

Probennahme	CBZ		CBZ-10-11		Dic		4'Hydro-Dic	
	Z	A	Z	A	Z	A	Z	A
Okt. 2013	0,471	0,043	0,040	< 0,025	8,591	0,663	0,930	< 0,025
Nov. 2013	0,582	0,062	0,080	< 0,025	10,116	0,148	1,486	< 0,025
Dez. 2013	0,510	0,090	0,036	< 0,025	7,525	0,693	6,084	0,067
Jan. 2014	0,442	0,077	0,151	< 0,025	10,626	0,212	1,797	< 0,025
Feb. 2014	0,630	0,070	0,080	< 0,025	3,690	0,420	0,620	0,081
März 2014	0,505	0,080	0,069	< 0,025	2,170	0,567	0,475	0,193
April 2014	0,570	0,060	0,099	0,025	1,850	0,380	0,550	0,193
Juni 2014	2,75	1,30	0,22	0,09	4,05	0,58	< 0,025	< 0,025
Juli 2014	0,78	0,35	0,22	< 0,025	4,15	0,18	< 0,025	< 0,025
Aug. 2014	0,608	0,222	0,263	< 0,025	1,893	0,441	< 0,025	< 0,025
Sept. 2014	0,709	0,169	0,185	< 0,025	4,297	0,186	< 0,025	< 0,025
Konz. in µg/l, Bestimmungsgrenze 0,025 µg/l, Z = Zulauf, A = Ablauf								

Wirkstoffkonzentrationen im Zu- und Ablauf der Filteranlage

Probennahme	SMX		N4-A-SMX		Cipro	
	Z	A	Z	A	Z	A
Okt. 2013	0,525	0,058	< 0,025	< 0,025	0,120	< 0,025
Nov. 2013	0,830	0,148	< 0,025	< 0,025	0,173	< 0,025
Dez. 2013	0,516	0,158	< 0,025	< 0,025	0,138	< 0,025
Jan. 2014	0,216	0,145	< 0,025	< 0,025	0,120	< 0,025
Feb. 2014	0,660	0,082	< 0,025	< 0,025	0,140	< 0,025
März 2014	0,839	0,042	< 0,025	< 0,025	0,117	< 0,025
April 2014	0,745	0,090	< 0,025	< 0,025	0,098	< 0,025
Juni 2014	0,49	0,09	0,09	< 0,025	0,081	< 0,025
Juli 2014	0,12	0,07	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
Aug. 2014	0,221	0,060	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
Sept. 2014	0,127	0,037	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025

Konz. in µg/l, Bestimmungsgrenze 0,025 µg/l, Z = Zulauf, A = Ablauf

Veränderung typischer Abwasserparameter

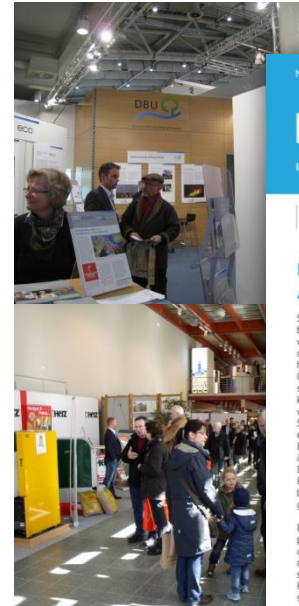
Parameter	Zulauf	Ablauf
pH-Wert	6,9	7,3
O ₂ -Gehalt mg/l	3	7
Temp. °C	15	13
AFS mg/l	6	1
TOC mg/l	10,9	- 40%
CSB mg/l	32	- 40%
BSB ₅ mg/l	2,6	- 50%
Ammonium-N mg/l	0,2	- 70%
Nitrat-N mg/l	3,5	- 60%
Phosphat-P mg/l	0,5	- 60 %

Unterstützung für Projektpartner



Kommunikationsangebote:

- Messepräsentationen als Mitaussteller der DBU
- Veranstaltungen und Workshops im ZUK, Osnabrück
- Pressearbeit
- unterstützende Öffentlichkeitsarbeit wie Newsletter, Internet, Printmedien



Nr. 12 | Dezember 2013

DBUaktuell

Informationen aus der Förderfähigkeit der Deutschen Bundesstiftung Umwelt

Einblaskohle im Hochofenbetrieb

Botanische Gärten stärken Artenvielfalt

Darwinium: Reise durch die Evolution

DBU-Neues, Termine, Publikationen

Messe boot 2014: DBU zeigt umweltfreundliche Alternativen für Bewuchsschutz

Sportboote werden immer noch regelmäßig mit giftigen, biozidalen «Antifouling» gestrichen, um sie vor Bewuchs zu schützen. Zwar ist die Anwendungsmenge verglichen mit der Berufsschiffahrt gering, dennoch geht von den hochwirksamen Farbanstrichen eine ernst zu nehmende Gefahr für den Anwender und die Umwelt aus. Viele Biozide schädigen Wasserorganismen und stehen im Verdacht, krebserregend zu sein oder auf das Hormonsystem zu wirken. Die Anwendung von biozidalen «Antifouling» für Sportboote ist in verschiedenen Revieren regional bereits eingeschränkt oder verboten. Zu erwarten ist, dass der Biozideinsatz im Süßwasser in einigen Ländern der Europäischen Union (EU) weiter beschränkt werden wird. Ziel der DBU-Förderarbeit ist es daher, ungiftige Beschichtungs-, Reinigungssysteme und -techniken für Yachten und Sportboote zu entwickeln, die Bewuchs verhindern und so beseitigen, dass die Umwelt möglichst wenig belastet wird.

Bei der Messe boot 2014 in Düsseldorf vom 18.–26. Januar präsentiert die DBU gemeinsam mit Projektpartnern neue, umweltfreundliche Alternativen für den Bewuchsschutz und die chemische Trinkwasserdesinfektion. Am DBU-Gemeinschaftsstand in Halle 11 (Stand Nr. A 30) demonstriert die Firma IPT (Bremerhaven) in Zusammenarbeit mit der Hochschule Bremerhaven eine innovative Kombination aus Bootswaschanlage und biozidfreier Beschichtung. MARECOAT stellt

ein neu entwickeltes, umweltfreundliches Antifoulingssystem für Sportboote vor. Am Montag, 20. Januar 2014 (12 Uhr), veranstaltet die DBU das Podiumsgespräch «Biozidfreie Sportschiffahrt» mit Experten (Treffpunkt: DBU-Stand).

Umweltfreundliche Antifouling-Anstriche für Sportboote präsentiert die DBU am Montag der Messe boot 2014 in Düsseldorf.

DBU und ihre »Töchter«: neues einheitliches Corporate Design

Von heute an präsentiert sich DBU aktuell in einem neuen, frischen Layout, das im Rahmen eines umfassenden Redesign-Prozesses erarbeitet wurde. Hauptgrund für die Überarbeitung war die Entwicklung eines einheitlichen Corporate Designs (CD) für die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) und ihre »Töchter« DBU Naturerbe GmbH und DBU Zentrum für Umweltkommunikation.

Das Dach der gesamten Markenfamilie bildet das neue Logo der DBU, das in einen zeitgemäßen Auftritt überführt wurde, sich insgesamt aber durch große Wiedererkennbarkeit auszeichnet. Nach und nach werden im neuen Jahr alle DBU-Medien vom Flyer über Broschüren, Bücher und Briefbögen bis

hin zur DBU-Internetseite im neuen Erscheinungsbild gestaltet. Bei der Vielzahl der DBU-Medien bedeutet das jedoch, dass altes und neues Layout für eine gewisse Übergangszeit nebeneinander existieren werden. Auch darauf wurde bei der Erarbeitung des CD durch die beauftragte Agentur Concept X (Rheinier/Köln/Berlin) geachtet.

Komplett neu gestaltet wurden auch die Materialien zum DBU-Deutschen Umweltpreis. Insgesamt gelingt es mit der neuen frischen und klaren Gestaltung der Materialien noch besser als bisher, die zu vermittelnden Inhalte übersichtlich und einprägsam für die Zielgruppen der DBU aufzubereiten und zu kommunizieren.

Das Bild zeigt die neue (frisch)gestaltung der Broschüre.

Visionen brauchen Chancen - Stipendienprogramme der DBU

1. Promotionsstipendien:

- ca. 60 Stipendien / Jahr
- alle Fachrichtungen
- 36 Monate maximale Laufzeit
- 1.500,- € Stipendium
- Fristen: 15.01. und 15.06.



2. MOE-Austauschstipendienprogramm

3. Stipendien für Geflüchtete





Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Franz-Peter Heidenreich
fp.heidenreich@dbu.de
www.dbu.de