
SYMPOSIUM

„SPURENSTOFFE IN DEN GEWÄSSERN DES
HESSISCHEN RIEDS UND STRATEGIEN DER
ELIMINIERUNG“

Frankfurt, 16.03.2017

Strategien und Maßnahmen zur
Verminderung des Eintrags von
Spurenstoffen in die Gewässer

Dr. Thomas Hillenbrand
*Fraunhofer Institut für
System- und Innovationsforschung ISI,
Karlsruhe*

Inhalte

1. Hintergrund
2. Maßnahmen zur Verminderung des Eintrages von Spurenstoffen in die Gewässer
3. Stakeholder-Dialog zur Spurenstoffstrategie des Bundes
4. Fazit

1. Hintergrund

- z.T. hohe Belastungen der Gewässer mit einer Vielzahl unterschiedlicher Spurenstoffe aus verschiedenen Anwendungsbereichen (Pflanzenschutzmittel, Biozide, Arzneimittel, Haushalts- und Industriechemikalien)
 - Ansatzpunkte für Emissionsminderungsmaßnahmen entlang des Lebenswegs der betroffenen Stoffe:
 - an der Quelle (Stoffvermeidung / produktionsintegrierter Umweltschutz)
 - bei der Verwendung der Produkte
 - bei nachgelagerten Maßnahmen im Bereich der Entsorgung
- umfassende Strategie ist sinnvoll und notwendig

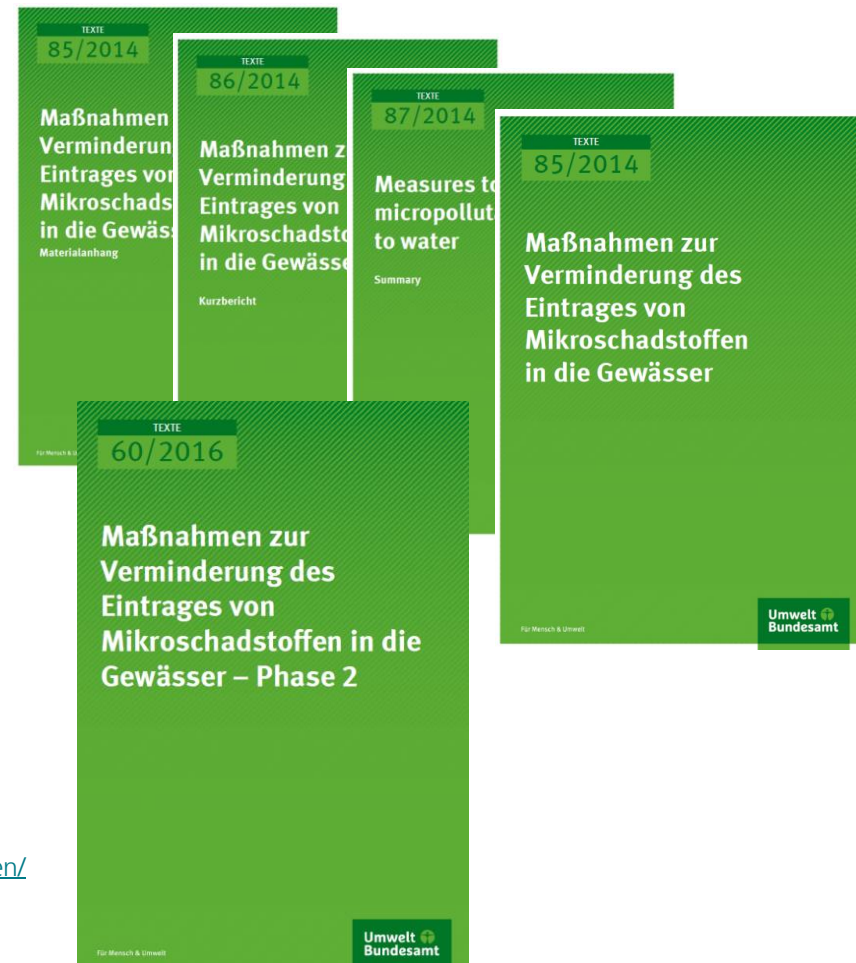
1. Hintergrund – Auswahl aktueller Projekte im Bereich Spurenstoffe am Fraunhofer ISI

- Projekt „ **Organisation, Durchführung und Auswertung eines Stakeholder-Dialogs zur deutschen Mikroschadstoffstrategie**“ (Umweltbundesamt / BMUB)
- Projekt „ **Wirksamkeit und Kosteneffizienz von produktbezogenen und nachgeschalteten Maßnahmen zur Verminderung des Eintrages von Mikroschadstoffen in die Gewässer**“ (Umweltbundesamt; Phase 1 bis Ende 2014, Phase 2 bis Juni 2016)
- Projekt „ **MindER**“: Pilotprojekt zur Minderung des Eintrags von Röntgenkontrastmitteln in die Umwelt (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg)
- Projekt „ **ReAs**“: Reduzierung der Gewässerbelastungen mit Rückständen von Arzneistoffen in ausgewählten Pilotgebieten (RP Karlsruhe, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg)
- Gutachten „ **Human- und tiermedizinische Wirkstoffe in Trinkwasser und Gewässern – Mengenanalyse und Vermeidungsstrategien**“ (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag - TAB)
- Beteiligung am Dialogprozess „Arzneimittelwirkstoffe in Gewässern“ in Baden-Württemberg

2. Maßnahmen zur Verminderung des Eintrages von Spurenstoffen in die Gewässer

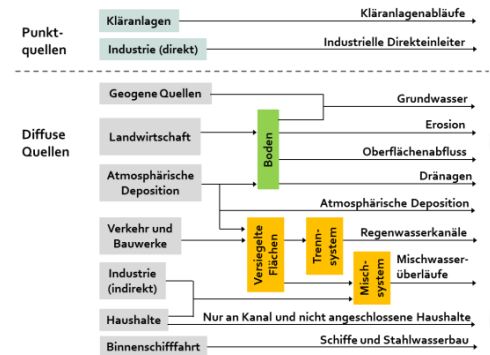
UBA-Forschungsvorhaben

- Projektleitung: Fraunhofer ISI
Projektpartner: KIT, KomS, FiW, RUFIS, VSA
 - Projektziel:
Vorschlag geeigneter und kosteneffizienter Maßnahmen bzw. Kombinationen von Maßnahmen und ihre Randbedingungen zur Verminderung des Eintrages von Mikroschadstoffen über das kommunale Abwassersystem
 - Abschlussberichte:
UBA-Berichte 60/2016,
85/2014 (mit zusätzlichem Materialienband),
86/2014, 87/2014
- online: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/massnahmen-zur-verminderung-des-eintrages-von-mikroschadstoffen-in-die-gewasser-phase-2>
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/mikroschadstoffen_in_die_gewasser-phase_2.pdf



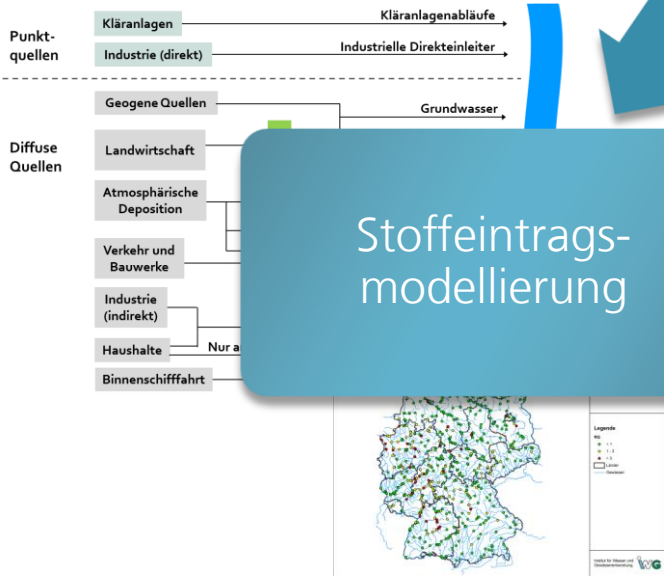
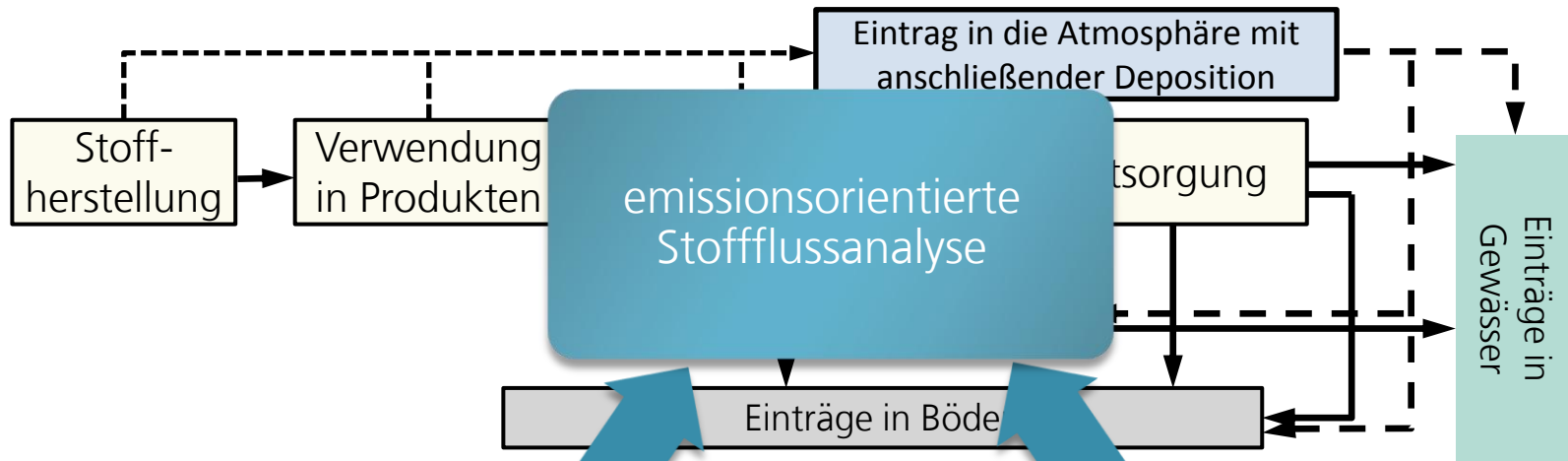
zu 2.: Schwerpunkte der Untersuchungen

- Erarbeitung emissionsorientierter **Stoffflussanalysen**
→ Input- und Output-Ströme Herstellungs-, Nutzungs- und Nachnutzungsphase
- **Modellierung des Stoffeintrags** in die Oberflächen-gewässer mit MoRE* (PAK16 , Nonylphenol, Diclofenac, Ibuprofen, Iomeprol, Sulfamethoxazol, Terbutryn, Triclosan)
- Analyse und Bewertung unterschiedlicher Emissionsminderungsmaßnahmen
→ **Maßnahmensteckbriefe**
- Aktualisierung und Erweiterung der **Kosten- und Effizienzdaten einer vierten Reinigungsstufe** (einschließlich Nachbehandlung)
- Erfahrungsaustausch hinsichtlich der **Entwicklungen in der Schweiz**
- Untersuchungen zu den Stoffen der **EU-Beobachtungsliste**
- Überlegungen zum **volkswirtschaftlichen Nutzen** von Emissionsminderungsmaßnahmen für Mikroschadstoffe
- **Kostenträgerschaft** hinsichtlich der Einführung einer 4. Reinigungsstufe



*MoRE: Modeling of Regionalized Emissions

Untersuchungsansatz zur Ableitung und Analyse von Emissionsminderungsmaßnahmen



This block features a central 'Maßnahmenanalyse' (Measures analysis) box. To its left is a circular logo for 'JURY UMWELTZEICHEN' (Environmental Jury Seal) with the motto 'SCHÜTZT MENSCH UND UMWELT' (Protects human and environment). Below this is a 'VERTRAUEN' (Trust) logo for 'Schadstoffgeprüfte Textilien nach Öko-Tex Standard 100 + Öko-Tex Standard 1000' (Harmful substance tested textiles according to Öko-Tex Standard 100 + Öko-Tex Standard 1000), with Prüf-Nr. 000000 and Institut. To the right is a photograph of a washing machine labeled 'ARA Neugut, Dübendorf'. Other smaller images include a child and a water tap.

Methodische Vorgehensweise: Maßnahmenbewertung

Wirkungsabschätzung:

- ❖ Stoffflussanalysen
- ❖ Stoffeintragsmodellierung

Kostenschätzungen

**Maßnahmen-
bewertung**

zusätzliche Aspekte:

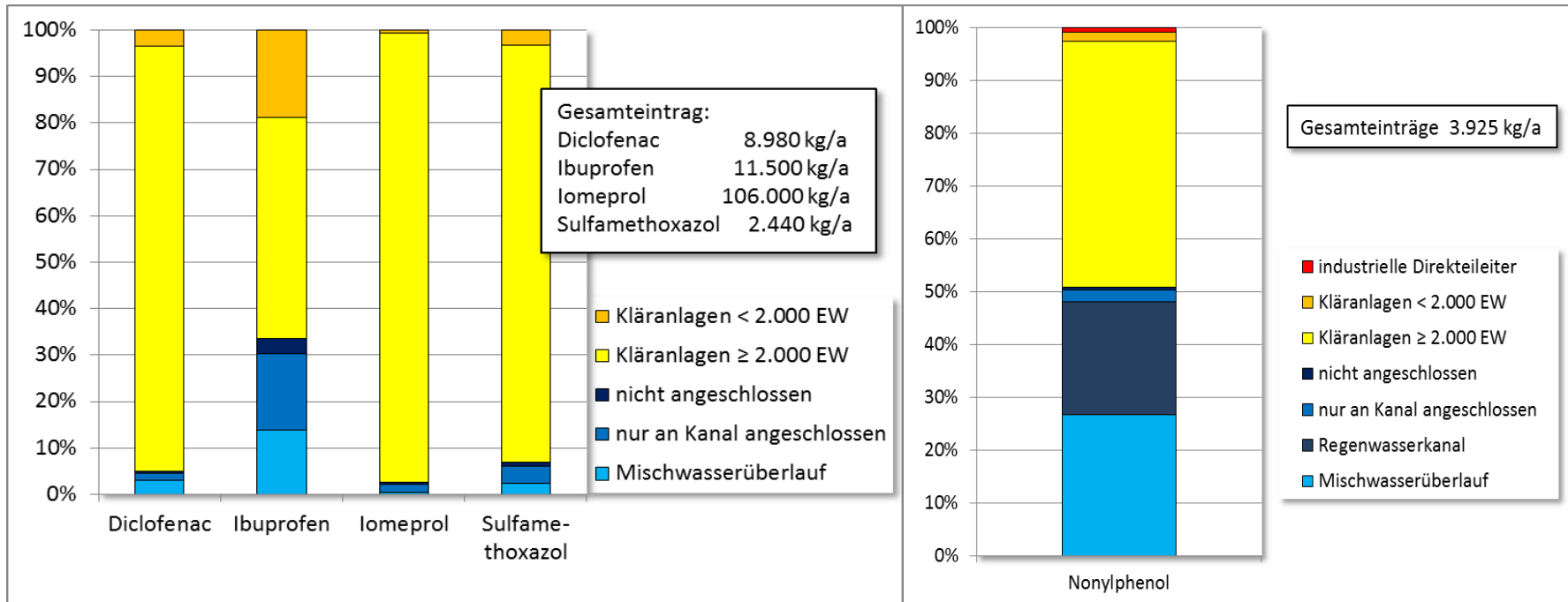
- ❖ Regionale und zeitliche Aspekte zur Wirkung der Maßnahmen
- ❖ Technische Einsatzfähigkeit: u.a. Reifegrad, Zuverlässigkeit und Anpassbarkeit an verschiedene Rahmenbedingungen
- ❖ Sekundäre Umwelteffekte (bspw. Energieverbrauch, zusätzliche Verbesserung der Gewässerqualität)

Ergebnisse der Stoffeintragsmodellierung

Relative Bedeutung der Eintragspfade an den Gesamteinträgen
(Zeitraum 2006 bis 2011)

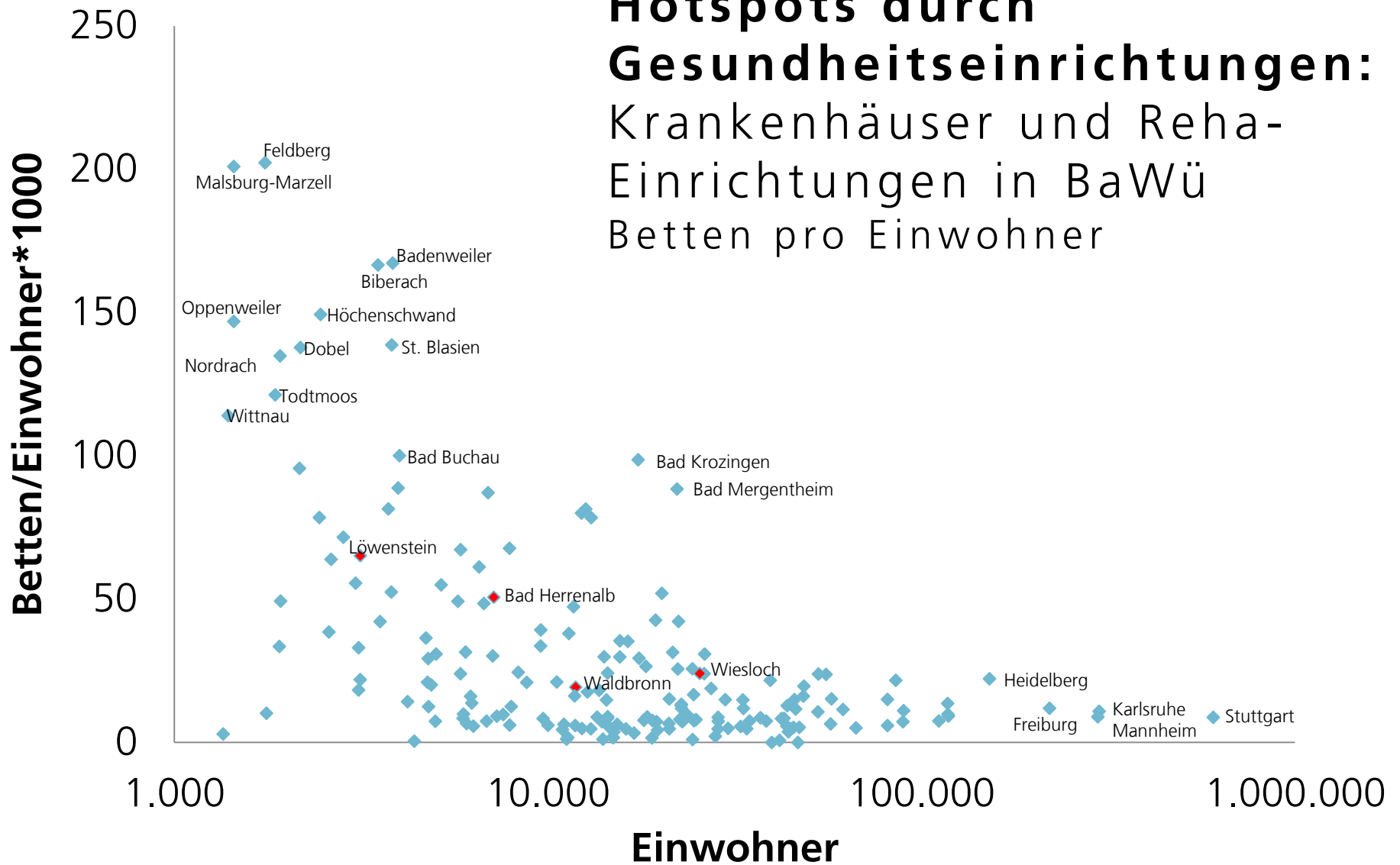
a) ausgewählte Arzneistoffe

b) Nonylphenol



Quelle: IWG in Hillenbrand et al, 2016
(https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/mikroschadstoffen_in_die_gewasser-phase_2.pdf)

Hotspots durch Gesundheitseinrichtungen: Krankenhäuser und Reha- Einrichtungen in BaWü Betten pro Einwohner



Quelle: Zwischenergebnisse Projekt ReAs, Fraunhofer ISI

Beispiel anwendungsorientierte Maßnahme: Pilotprojekt MindER

Pilotprojekt zur **Minderung** des **Eintrags** von **Röntgenkontrastmitteln** in die Umwelt (Fraunhofer ISI mit Uniklinikum Ulm und Radiologiezentrum Ulm als Praxispartner)

Ziel: Untersuchung der Machbarkeit und Effektivität dezentraler Sammelsysteme für über den Urin ausgeschiedene Röntgenkontrastmittel

- unterschiedliche Handlungsoptionen: quellenorientiert – dezentral – nachgeschaltet
- Sammlung mit Urinbeuteln als quellenorientierte Maßnahme:
 - kostengünstiger Ansatz
 - grundsätzlich nur geringe Bereitschaft bei den Patienten zur Mitarbeit, aber positives Fazit der Patienten, die mitgewirkt haben; erfordert unterstützende Maßnahmen zur Förderung der Akzeptanz (Patienten, Personal)
- Urinbeutel: für einen Teil der Patienten guter Ansatz: Abschätzung ca. 20-30 %, bei geänderten Randbedingungen ggf. (deutlich) höher
- ergänzende Maßnahmen: Bereitstellung separater Toiletten/Urinale zur getrennten Erfassung und Entsorgung des Urins, gezielte Behandlung des Krankenhausabwassers
- Sensibilisierung für Problematik der Arzneimittelrückstände in Gewässer!



Quelle: Fraunhofer ISI

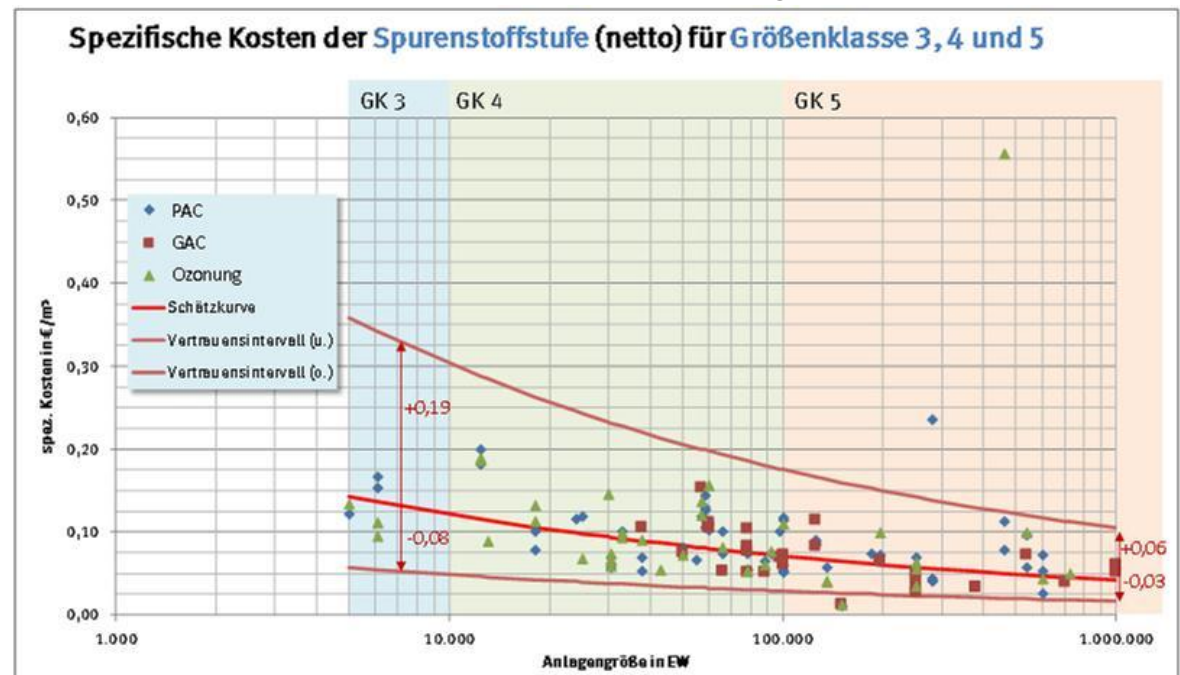


Quelle: Fischnetz; Liftag AG

Beispiel nachgeschaltete Maßnahme: 4. Reinigungsstufe

detaillierte Erfahrungen aus der Nachrüstung zahlreicher kommunaler Kläranlagen
(Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen, Schweiz):

- Ozonung und Aktivkohleverfahren als großtechnisch erprobte Verfahren
- Elimination einer großen Bandbreite von Spurenstoffen (abhängig von Stoffeigenschaften, Dosiermenge des eingesetzten Hilfsstoffs, Abwasserzusammensetzung, etc.)
- Auswertung der verfügbaren Kostendaten:



Quelle: KomS, RUFIS in Hillenbrand et al, 2016
(https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/mikroschadstoffen_in_die_gewasser-phase_2.pdf)

Bewertung quellenorientierter Maßnahmen: Eliminationspotenzial

		Biozide			Arzneistoffe					sonstige organische Stoffe				
		Terbutryn	Triclosan	TBT	Diclofenac	Ibuprofen	Metoprolol	lomeprol	Sulfametho.	PAK	Nonylphenol	PFOS	HBCDD	
Maßnahmen an der Quelle	Änderungen im Anwendungsbereich	!	-	-	!	!	-	+	-	+	-	!	!	
	Produktveränderungen	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	+	
	Stoffsubstitution / Ersatzstoffe	+	!	-	+	+	!	+	+	o	+	+	!	Bewertung der Ersatzstoffe notwendig
Informationsmaßnahmen	Information Bevölkerung	+	!	-	!	!	!	-	-	+	+	-	o	Dauerwirkung schwierig abzuschätzen; erhöht Akzeptanz
	Information Fachpersonal	+	!	!	o	o	o	o	o	-	-	o	o	

(+ hohes; o mittleres; - schwaches/kein Potenzial; ! positiver Effekt; ? unklarer Effekt

Quellenorientierte Maßnahmen: Vorteile und Grenzen

Vorteile quellenorientierter Maßnahmen:	<ul style="list-style-type: none">• Umsetzung des Verursacherprinzips• flächendeckende, Umweltmedien-übergreifende Minderung der Umweltbelastungen• Reduktion der Emissionen aus Eintragspfaden, die nicht oder nicht ausreichend über nachgeschaltete Maßnahmen erfasst werden können
Grenzen quellenorientierter Maßnahmen:	<ul style="list-style-type: none">• Emissionen aus bereits vorhandenen Anwendungen mit z.T. zeitlich verzögerten bzw. sehr lang anhaltenden Emissionen („Lager“ bzw. „Depots“)• schwer oder nur unvollständig zu begrenzende Anwendungen bzw. Emissionspfade (z. B. Importprodukte, Nischenprodukte, luftbürtige Ferntransporte)• sehr hochwertige, nicht oder kaum zu beschränkende Verwendungen

Bewertung der Maßnahmen: Eliminationspotenzial

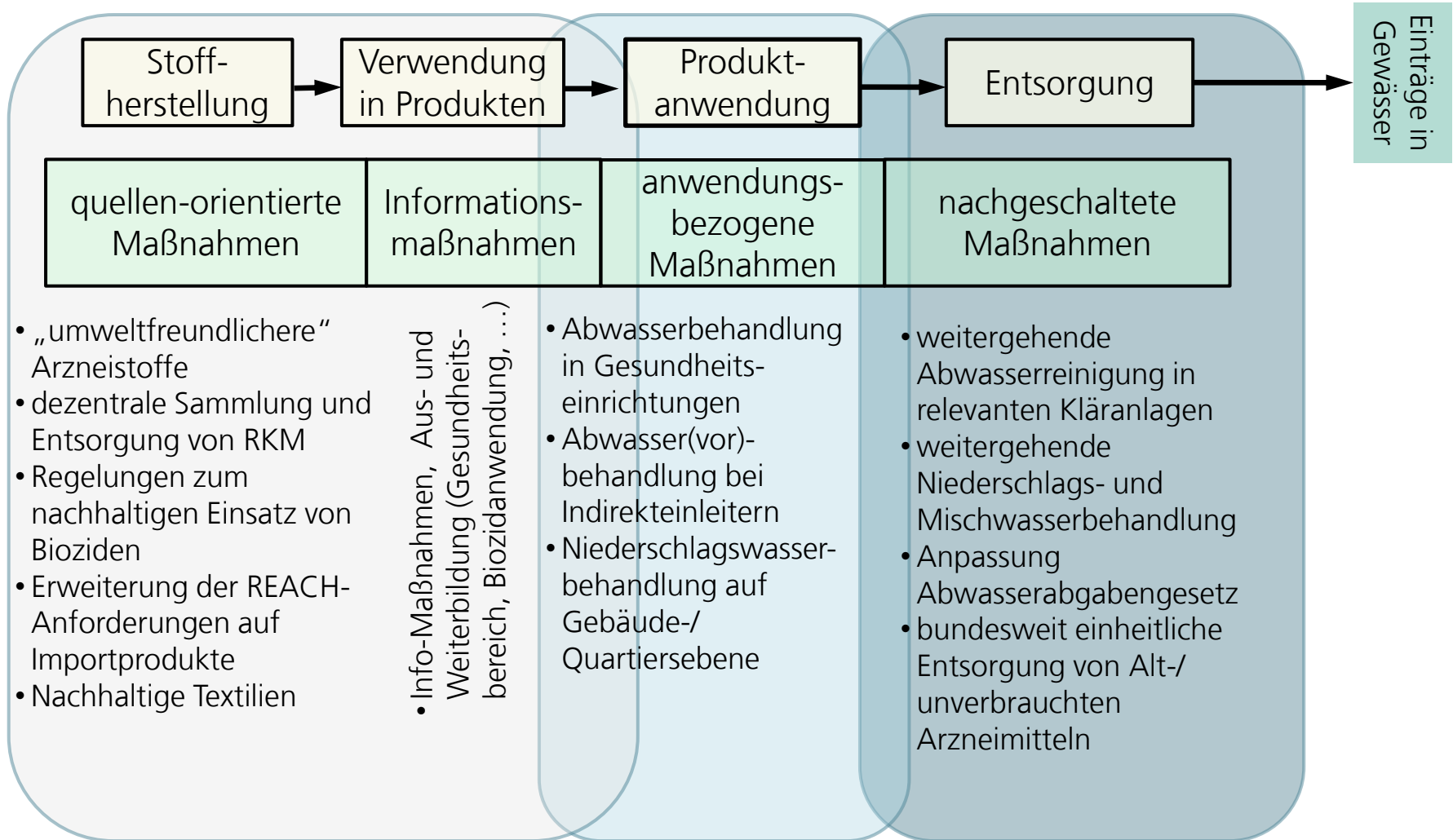
		Biozide			Arzneistoffe					sonstige organische Stoffe			
		Terbutryn	Triclosan	TBT	Diclofenac	Ibuprofen	Metoprolol	lomeprol	Sulfametho.	PAK	Nonylphenol	PFOS	HBCDD
Maßnahmen an der Quelle	Änderungen im Anwendungsbereich	!	-	-	!	!	-	+	-	+	-	!	!
	Produktveränderungen	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	+
	Stoffsubstitution / Ersatzstoffe	+	!	-	+	+	!	+	+	o	+	+	!
Informationsmaßnahmen	Information Bevölkerung	+	!	-	!	!	!	-	-	+	+	-	o
	Information Fachpersonal	+	!	!	o	o	o	o	o	-	-	o	o
Dezentrale Maßnahmen	Indirekteinleiter	n.r.	n.r.	n.r.	-	-	-	+	o	n.r.	n.r.	+	n.r.
	Niederschlagswasser (Gebäude-, Quartiersebene)	+	-	-	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	+	n.r.	n.r.	-
nachgeschaltete Maßnahmen	geregelte Entsorgung	-	-	!	!	!	!	!	!	-	-	!	!
	kommunale KA (konventionell)	-	+	-	°/+	+	+	°/+	o	+	+	!	!
	- Pulver-/Aktivkohle	+	+	+	+	+	+/-	+	+/-	!	+	+	+
	-Ozonung	?	+	o	+	-	-	-	+	!	!	-	+
	Behandlung Mischwasser	!	!	-	-	-	-	-	-	+	!	!	!
	Behandlung Niederschlagswasser	+	-	-	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	+	n.r.	n.r.	-

(+ hohes; o mittleres; - schwaches/kein Potenzial; ! positiver Effekt; ? unklarer Effekt; n. r. nicht relevant)

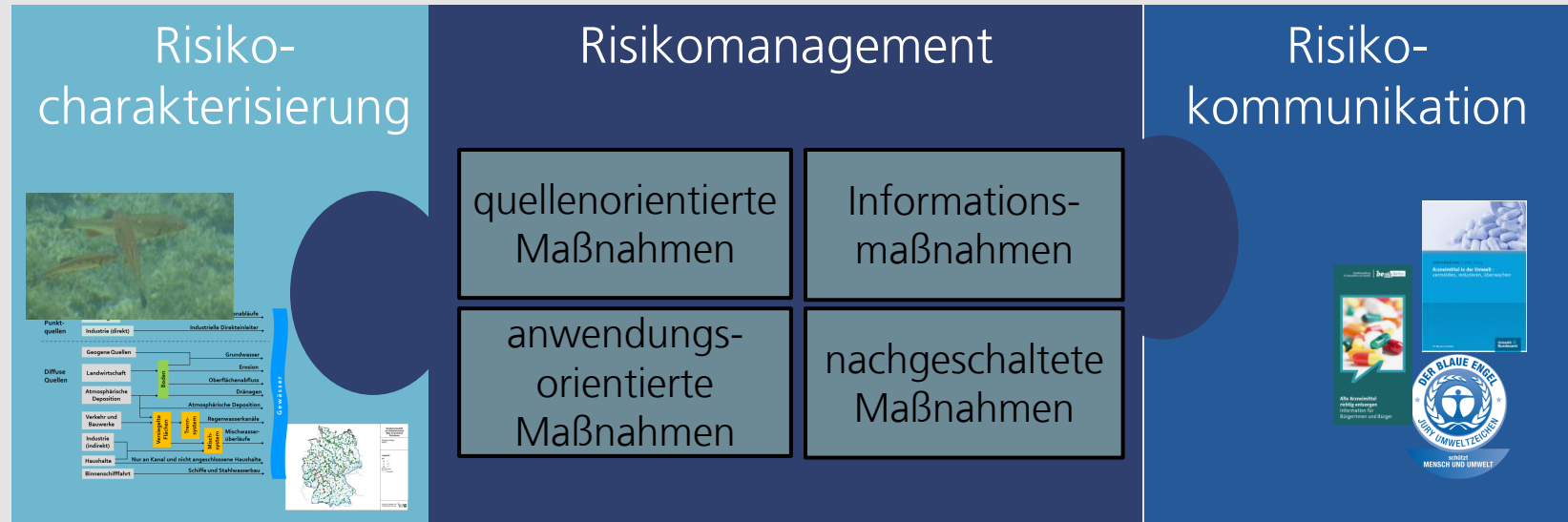
Nachgeschaltete Maßnahmen: Vorteile und Grenzen

<p>Vorteile nachgeschalteter Maßnahmen:</p>	<ul style="list-style-type: none">• erprobte Techniken stehen zur Verfügung• Breitbandwirkung• Techniken können in vorhandene Anlagen integriert und betrieben werden• 4. Reinigungsstufe in GK 5: kosteneffiziente Maßnahme zur Verringerung der Grundbelastung der Gewässer• positive Zusatzeffekte
<p>Grenzen nachgeschalteter Maßnahmen:</p>	<ul style="list-style-type: none">• bei speziellen Stoffen je nach Verfahrenstechnik nur geringe Eliminationswirkung• bei sensiblen Gewässern oder Schutz regionaler Trinkwasserreserven zusätzlich Einbindung von Anlagen <GK 5 (kombinierter Ansatz nach §57 WHG) sowie ggf. zusätzliche Maßnahmen notwendig

Maßnahmenmix Spurenstoffe



→ Empfehlung: Erarbeitung einer Strategie „Spurenstoffe“



begleitendes
Monitoringprogramm

weiterführende
Forschungsprogramme

Öffentlichkeitsarbeit

...

3. Stakeholder-Dialog zur Spurenstoffstrategie des Bundes

Projektrahmen:

„Organisation, Durchführung und Auswertung eines Stakeholder-Dialogs zur deutschen Mikroschadstoffstrategie“

Zielsetzung des Projekts

Entwicklung von Beiträgen aus einem Stakeholder-Dialog zu einer nationalen Spurenstoffstrategie des Bundes.

→ Vorbereitung, Durchführung und Auswertung des Stakeholder-Dialogs

Laufzeit

Juni 2016 – Juni 2018

Projektpartner

- Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe
- *Projektleitung, inhaltlich fachliche Arbeiten*
- IKU GmbH, Dortmund
- *Prozessgestaltung, Moderation*

3. Stakeholder-Dialog zur Spurenstoffstrategie des Bundes

1. Phase (bis Mitte 2017):

- vorbereitende Sondierungsgespräche
- Auftaktveranstaltung zur Spurenstoffstrategie
- Workshops zu Schwerpunktthemen:
 - Minderungsstrategien an den Quellen (Berlin, 19.01.2017)
 - Minderungsstrategien in der Anwendung (Bonn, 16.02.2017)
 - Möglichkeiten nachgeschalteter Maßnahmen (Berlin 21.03.2017)
 - 4. Workshop: Abstimmung des Policy-Papers (Berlin, 09.05.2017)
- Policy Paper:
Abstimmung und Verabschiedung gemeinsam entwickelter
Handlungsempfehlungen (bis Juli 2017)

2. Phase:

- Vertiefung, Zusatzanalysen (ab Mitte 2017)

3. Stakeholder-Dialog zur Spurenstoffstrategie des Bundes

- bisheriger Verlauf zeigt großes Interesse der Stakeholder an der gemeinsamen Erarbeitung einer Spurenstoffstrategie
 - bei allen 3 Handlungsfelder:
 - Ansätze für gemeinsam getragene Handlungsoptionen
 - deutliche Unterschiede bei der Setzung von Schwerpunkten
- gute Grundlagen für den Dialogprozess
- ab Mitte/Ende 2017 Detaillierung der Maßnahmen



4. Fazit

- Stoffflussanalysen und Stoffeintragsmodellierung zeigen relevante Eintragsquellen für Spurenstoffe auf
- gewässerrelevante Emissionen von Spurenstoffen stammen aus unterschiedlichen Anwendungen und Sektoren
- zur nachhaltigen Verminderung des Eintrags von Spurenstoffen ist Kombination unterschiedlicher Maßnahmen auf unterschiedlichen Ebenen notwendig
→ Maßnahmenmix
- Umsetzung der 4. Reinigungsstufe in kommunalen Kläranlagen ermöglicht ganz wesentliche Reduzierung der Grundlast an Spurenstoffen
- teilweise sind ergänzende Maßnahmen notwendig und sinnvoll
- national: ggf. Fortschritte durch Spurenstoffstrategie des Bundes

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr. Thomas Hillenbrand

Leiter Geschäftsfeld Wasserwirtschaft

*Fraunhofer-Institut für System und
Innovationsforschung ISI*

thomas.hillenbrand@isi.fraunhofer.de