
REDUZIERUNG DER GEWÄSSERBELASTUNGEN MIT RÜCKSTÄNDEN VON ARZNEISTOFFEN IN AUSGEWÄHLTEN PILOTGEBIETEN

*Vollzugsforum
Anlagenbezogener Gewässerschutz
Bildungsforum Kloster Untermarchtal
12./13.06.2018*

Dr.-Ing. Felix Tettenborn
Dr.-Ing. Thomas Hillenbrand
Lara Wöhler
*Fraunhofer Institut für System-
und Innovationsforschung ISI*

ReAs

Gefördert und begleitet durch:



Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM KARLSRUHE



Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

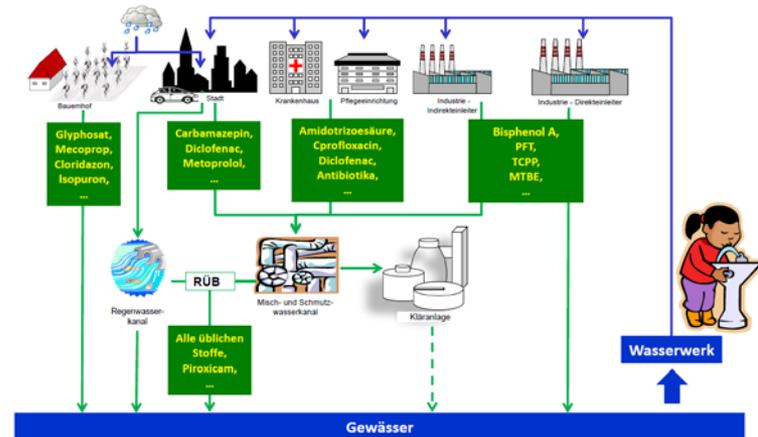
Agenda

- Hintergrund
 - Umweltfunde von Arzneistoffen
 - Anforderungen und Aktivitäten seitens EU, Bund und Länder
- Ergebnisse aus ReAs
 - Vorgehen
 - Relevanz von Gesundheitseinrichtungen
 - Mögliche Ansatzpunkte für Maßnahmen zur Reduktion von Stoffeinträgen
- Fazit und Ausblick

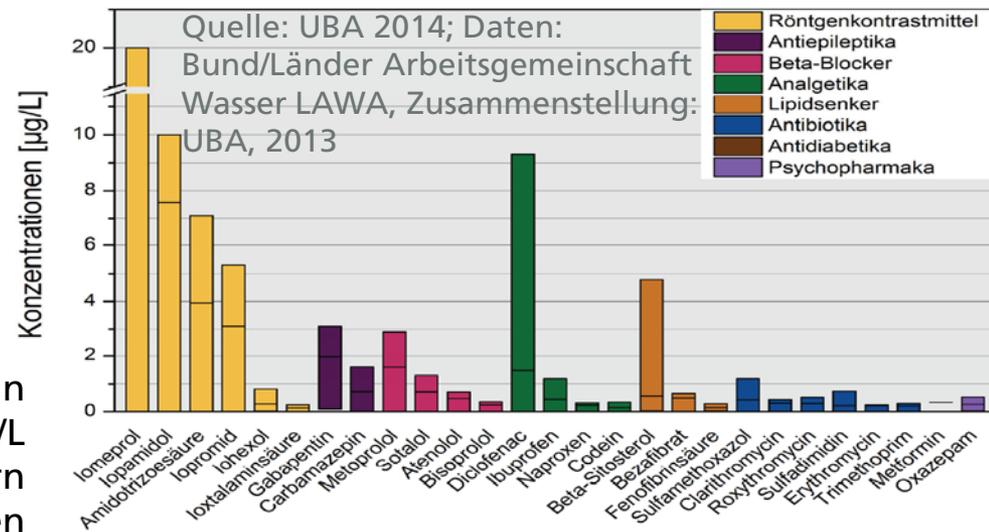
Hintergrund Umweltfunde (Auswahl)

- Zunehmende Gewässerbelastung durch Spurenstoffe bspw. aus
 - landwirtschaftlicher und privater Nutzung von Pestiziden
 - Nutzung von Algiziden in Fassadenanstrichen
 - Haushaltschemikalien
 - Industrieabwässern
 - Nutzung von Arzneistoffen in der Landwirtschaft
 - **Arzneistoffen aus der Humanmedizin**

Arzneimittelwirkstoffe, die in Konzentrationen über 0,1 µg/L in Oberflächengewässern gefunden wurden



Quelle:
Kompetenzzentrum
Mikroschadstoffe.NRW



Hintergrund

Anforderungen und Aktivitäten (Auswahl)

- Europäische Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG)
- Richtlinie zu Umweltqualitätsnormen (2013/39/EG)
- EU-Watch-List (Durchführungsbeschluss 2015/495)
- EU Strategy to minimize the emission of pharmaceuticals into the environment (EU Roadmap Ares(2017)2210630)

- Spurenstoffstrategie des Bundes, Website zum Stakeholder-Dialog: www.dialog-spurenstoffstrategie.de

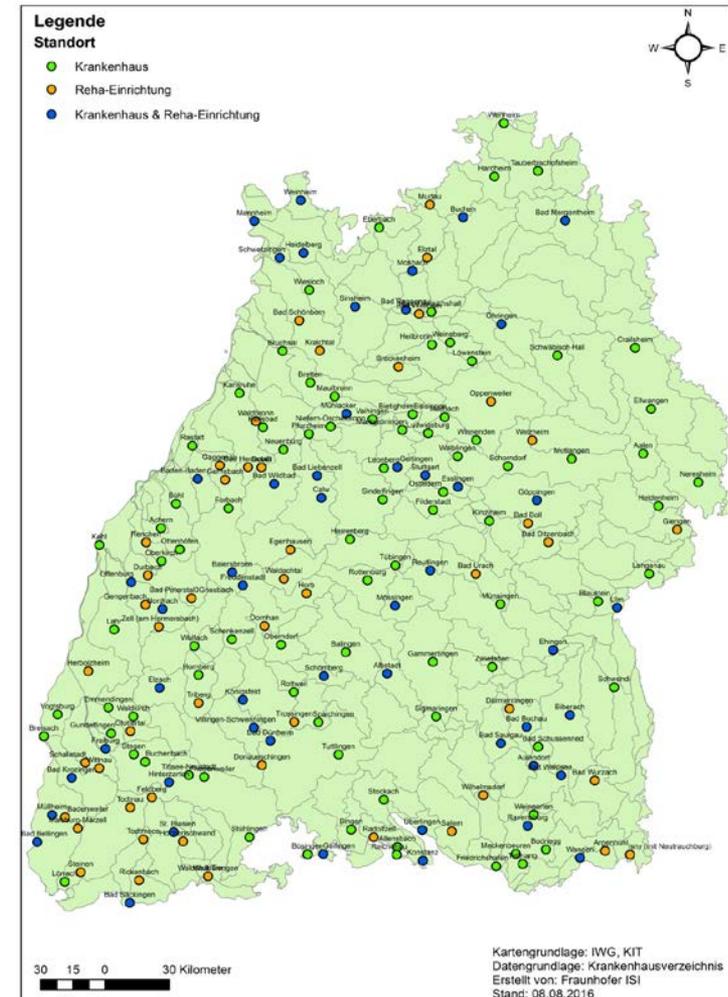
- Workshops zu Arzneimittelwirkstoffe in der aquatischen Umwelt in Baden-Württemberg



ReAs: Vorgehen

Phase 1

- Abschätzung der Relevanz von "Hot-Spots" in Baden-Württemberg; Überprüfung anhand weniger Fallanalysen
- Analyse der Ist-Situation ausgewählter Pilotstandorte
- Ableitung eines generellen Maßnahmenkataloges zur Verminderung von Arzneistoffeinträgen aus Gesundheitseinrichtungen
- Erstellung und Bewertung spezifischer Gesamtkonzepte für Pilotstandorte

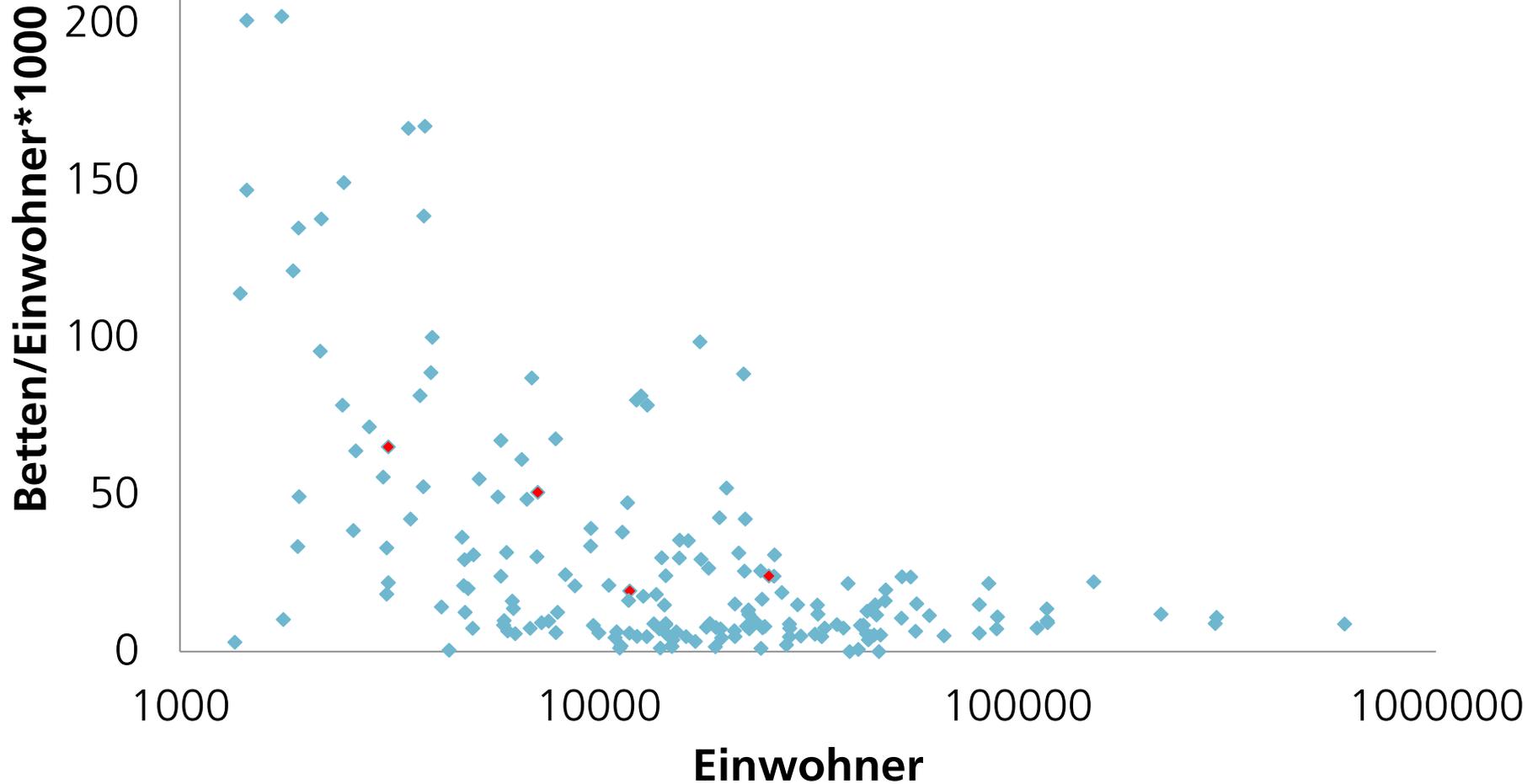


- **Auswertung mittels Abgleich von Standortinformationen zu Gesundheitseinrichtungen (insb. Krankenhäusern) und Einwohnerzahlen sowie hydrologischen Informationen**
 - Aussage bzgl. Anteil der Gesundheitseinrichtung an der jeweiligen Gesamtbelastung der Belastung von Abwasser und Gewässer durch Arzneistoffe,
 - anschließend Bilanzierung der jeweiligen zusätzlichen Gewässerbelastung anhand von Beispielsubstanzen.

Informations-/Datenbasis

- [1] DKTIG (2015): Deutsches Krankenhaus Verzeichnis (DKV). Leipzig. Online verfügbar unter www.deutsches-krankenhaus-verzeichnis.de
- [2] Destatis (2014): Verzeichnis der Krankenhäuser und Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen (Krankenhausverzeichnis). Stand: 31.12.2013. Wiesbaden. Online verfügbar unter www.statistikportal.de
- [3] Destatis (2015): Fortschreibung des Bevölkerungsstandes, Ergebnisse auf Grundlage des Zensus 2011. Wiesbaden
- [4] RP KA (2015): Datenabfrage aus Berichtssystem zu Angeschlossene KLA je Einrichtung, Ausbaugröße in EW-Werten, JAWM nach Wasserrechtsbescheid (Bemessungswassermenge); Abflüsse in den jeweiligen Gewässern MNQ bzw. MQ)

Krankenhäuser und Reha-Einrichtungen in BaWü

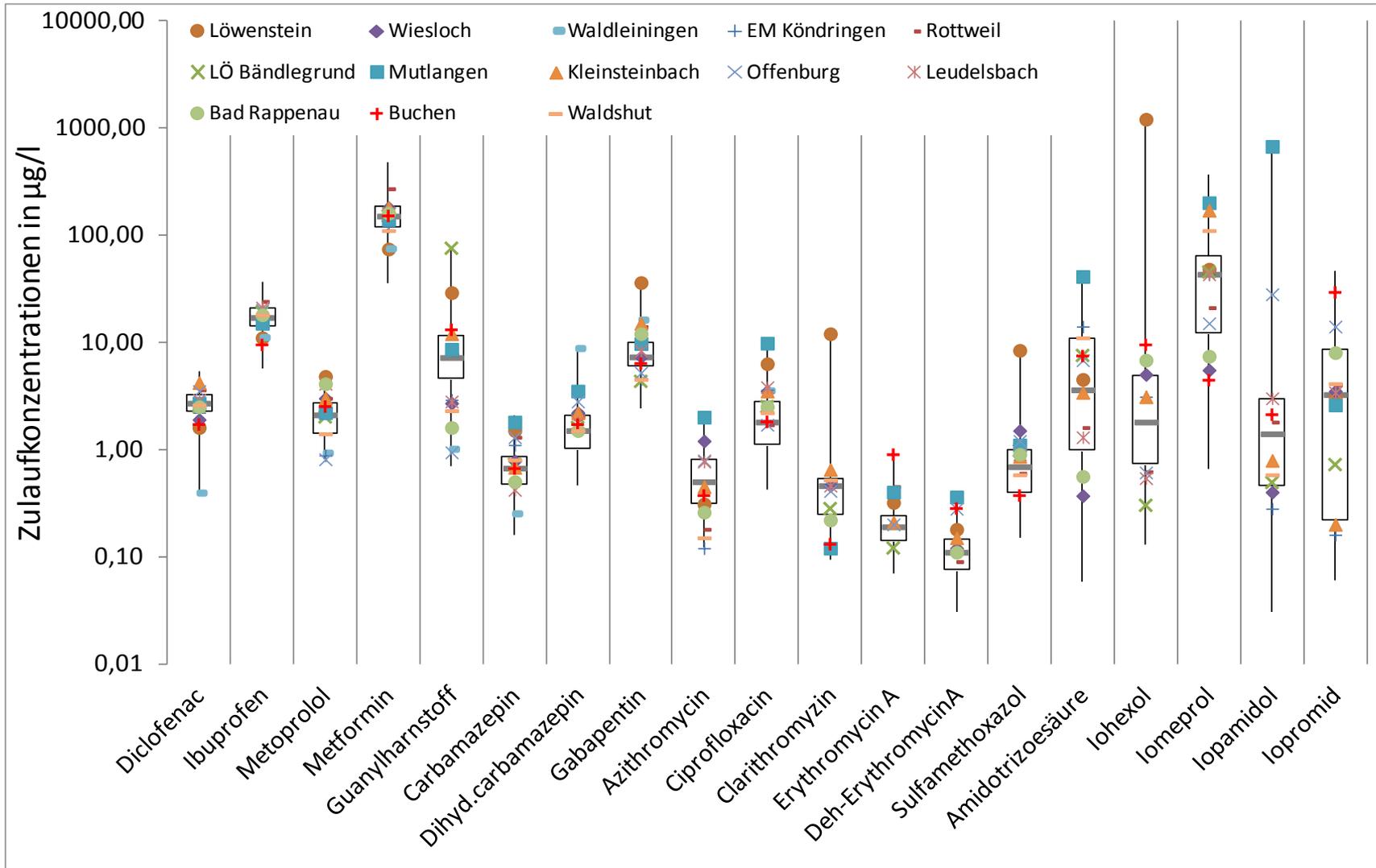


Standorte für ReAs Beprobungs- und Analyseprogramme

Standort	Ausbau- größe Kläran- lage in EW	Anzahl angeschl. Gesundheits- einrichtungen	Anzahl angeschl. Betten	Betten je 1000 Einwohner	Geschätzter Abwasseranteil der Gesundheits- einrichtung an Gesamtbelastung	Verhältnis Abwasser- einleitung KA zu Vorfluter MQ in %	Verhältnis Abwasser- einleitung KA zu Vorfluter MNQ in %
Waldleiningen	300	1	102	k.A.*	k.A.	k.A.	k.A.
Löwenstein	1.200	1	205	k.A.*	98 %	k.A.	k.A.
Mutlangen	6.000	1	401	61,2	k.A.	1,78	10,7
Bad Rappenau	20.000	1	135	6,7	1 %	20,7	62,2
Waldshut	23.000	1	270	11,8	1 %	31,2	63,7
Buchen	28.000	1	195	11,1	2 %	21,1	46,7
Leudelsbach	31.700	1	213	14,8	2 %	33,7	50,3
Kleinsteinbach	32.100	1	465	29,8	3 %	6,2	19,8
Rottweil	52.000	2	627	25,7	3 %	6,3	36,9
Emmend. Köndringen	91.700	2	811	30,9	3 %	40	86,3
Wiesloch	110.000	1	1.087	k.A.	2 %	23	38
Offenburg	200.000	2	834	14,5	3 %	47,9	78,6
Lörrach Bändlegrund	290.000	2	780	16,2	2 %	0,03	0,08

*An diesen Standorten befindet sich eine Klinikkläranlage, an die jeweils nur sehr wenige Haushalte angeschlossen sind.
Genauere Angaben bezüglich der Anzahl angeschlossener Haushalte liegen nicht vor.

Beprobte Standorte im baden-württembergischen Vergleich



Maßnahmenkatalog und Vorstellung ausgewählter Maßnahmen

Allgemeine Problemsensibilisierung

Schulung Fachpersonal

Informieren der Patienten

Sachgemäße Entsorgung

Nicht medikamentöse Behandlung

Medikation soweit möglich reduzieren

Verwendung umweltfreundlicher Arzneistoffe/
Umweltklassifikationssystem

organisatorisch,
informative
Maßnahmen

Abwasserteilstrom-
erfassung

Vakuumtoilette

Urinsammlung

Hightech-Nachttopf

Dezentrale Behandlung
von belasteten
Abwasserströmen
aus Krankenhäusern

Membranverfahren

Aktivkohle

Ozonung

Erweiterte Oxidation

Pharmafilter

Herlev

bewachsener Bodenfilter

technische
Maßnahmen

Vierte Reinigungsstufe
auf kommunalen
Kläranlagen

Membranverfahren

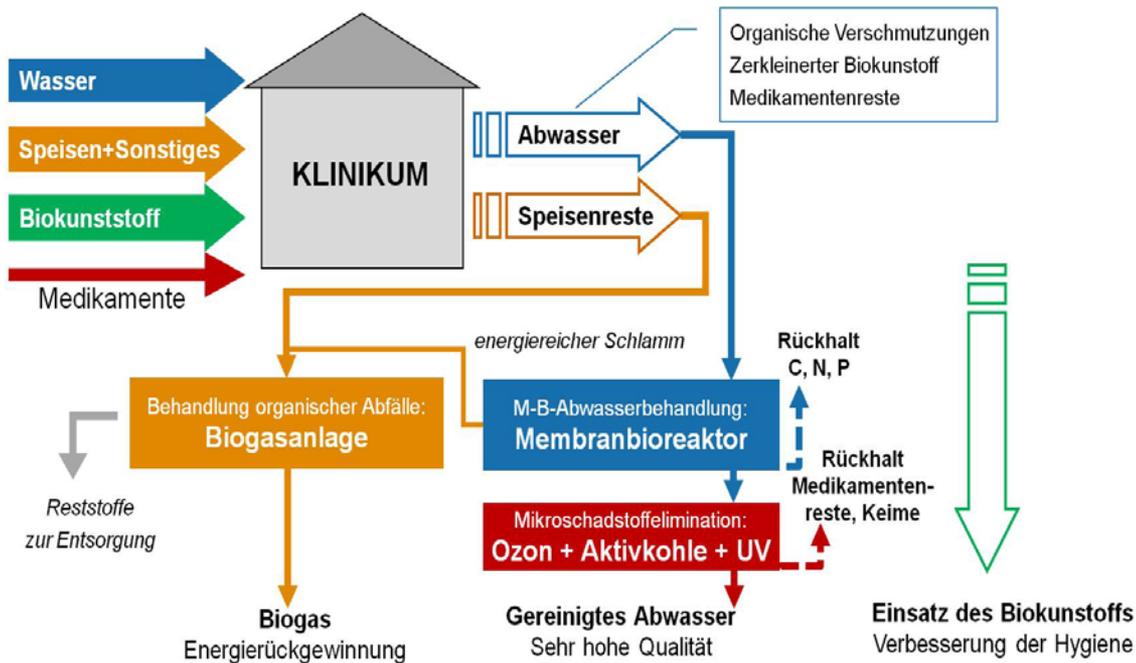
Aktivkohle

Ozonung

Erweiterte Oxidation

Erweiterung der KA um einen
nachgeschalteten Bodenfilter

Beispiel 1 - Technische Maßnahmen Verfahrenskombination Pharmafilter



- Steckbecken und Besteck aus kompostierbarem Biokunststoff werden nach dem Verbrauch gemeinsam mit Speisenresten in einer anaeroben Anlage vergärt
- Aus dem entstehenden Gas wird Bioenergie gewonnen
- nach einer biologischen Reinigung durchläuft das Abwasser eine gekoppelte Spurenstoffelimination
- Ziele des Verfahrens: Verbesserung der Patientenversorgung, Hygiene und Personalnutzung, Spurenstoffelimination, Risikominimierung bezüglich Antibiotika-Resistenzen, Verwertung organischer Feststoffe, Vereinfachung der Abfalllogistik

Quelle: Antakyali, Demet & Herbst, Heinrich (2016): Machbarkeitsanalyse dezentrale Behandlung der Krankenhausabwässer zur Mikroschadstoffelimination: Teilbericht zur Verfahrenstechnik.

Beispiel 2 - Technische Maßnahmen

Bewachsener Bodenfilter mit Filtersubstrat

- naturnahes Verfahren für die Arzneimittelelimination aus vorbehandeltem Abwasser
- eignet sich speziell für die Nachklärung kleiner Anlagen
- besonderes Filtersubstrat, welches 15% Pflanzenkohle beinhaltet
- schadstoffresistente, robuste Pflanzengesellschaft und gezielte Beimpfung der Pflanzen mit Mykorrhizapilzen
- Positive Erfahrung aus einer Versuchsanlage, deren täglicher Abwasserzufluss etwa 2.000 m³ beträgt, im Einzugsgebiet befinden sich ein Krankenhaus mit 133 Betten sowie mehrere Senioreneinrichtungen



Dobner et al. (2016): Entwicklung eines innovativen Pflanzenfilters zur Eliminierung von Arzneimittelrückständen im Ablauf kleiner Kläranlagen und dezentraler Kleinkläranlagen (Phase 2 u. 3). Abschlussbericht.UFT.

Maßnahmenwirkungen für Stoffe, die am Pilotstandort 1 (Ablauf Kläranlage) die PNEC überschreiten

Legende Maßnahmen	
Maßnahme	Kürzel
Schulung Fachpersonal	a
sachgemäße Entsorgung	b
Medikation auf Nötigstes reduzieren	c
nicht medikamentöse Behandlung	d
Rollac 1.0	g
Aktivkohle	h
Ozon	i
Pharmafilter	j
Pflanzenfilter	k

Wirkstoff mit PNEC-Überschreitung	Ausgangszustand	Zustand nach Maßnahmen /							
		a+b+c+d	g	h*	i*	j	k	a+b+i	a+b+h
Clarithromycin	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Green	k.A.	Orange	Orange
Diclofenac	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Yellow	Green	Orange
Erythromycin	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Green	k.A.	Green	Green
Metoprolol	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	k.A.	Green	Green
Primidon	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	k.A.	Orange	Orange
Sulfamethoxazol	Red	Red	Orange	Red	Green	Green	Orange	Green	Orange
17-β-Estradiol	Red	Red	Red	Red	Red	Orange	Orange	Red	Red
Ciprofloxacin	Red	Red	Red	Green	Orange	Green	Green	Green	Green

Legende Bewertung	
MEC/PNEC	Farbskala
< 1	Green
1 bis 2	Yellow
2 bis 10	Orange
> 10	Red

* Elimination abhängig von der Menge der eingesetzten Betriebsmittel

Angepasste Maßnahmenempfehlungen für Pilotstandort 1

- Nicht-technische Maßnahmen
 - unterstützende Wirkung und
 - einzelstoffbezogene Vermeidung von Belastungsspitzen
- Teilstromerfassung
 - unterstützende Wirkung und
 - Erfassung stark belasteter Teilströme am Standort besonders für RKM und Antibiotika relevant
- Dezentrale Abwasserbehandlung
 - Reduktion von Arzneistoffeinträgen in das Gewässer
 - Vermeidung von PNEC-Überschreitungen
 - aktuelle Randbedingungen:
 - bestehende Klinikkläranlage mit biologischer Reinigung
 - hohe Kosten für den Betrieb von Steckbeckenspülern, ggf. Bedarf an Investition in neue Steckbettenspüler

Angepasste Maßnahmenempfehlungen für Pilotstandort 1

Optionen für dezentrale Abwasserbehandlung am Pilotstandort 1

- Membranbelebung mit anschließender Spurenstoffelimination
- Pharmafilterverfahren

- Handlungsbedarf:
Analyse der Einsparungspotentiale der verschiedenen Optionen, u.a.
 - Einsparung von Abwasserabgabegebühren
 - Einsparung von Abfallentsorgungsgebühren (organischer Anteil)
 - Reduktion des Personalbedarfs zur Spülung der Steckbecken
 - Reduktion des Trinkwasserverbrauchs (10-40 %)
 - Reduktion von Kosten zu Sicherheitsmaßnahmen gegen Wiederverkeimungsrisiken

-
- Differenzierung der Relevanzabschätzung von Gesundheitseinrichtungen bzgl. der Belastung durch Spurenstoffe
 - Berücksichtigung der fachlichen Ausrichtungen
 - Evaluierung einrichtungsspezifischer Arzneistoffe
 - Konkretisierung der Emissionsminderungskonzepte, ggf. Analyse weiterer innovativer Ansätze (bspw. Diamantelektrode)
Aktualisierung der Bewertungen
 - Ausarbeitung eines Informationskonzeptes für
 - Personal und Patienten
 - Öffentlichkeit
 - Vorbereitung der Umsetzungen an drei bis vier ausgewählten Pilotstandorten (technische und nicht-technische Maßnahmen)
 - u.a. inkl. Planungsvorbereitung des Pharmafilterverfahrens und eines bewachsenen Bodenfilters zur Nachbehandlung
 - Begleitung der Umsetzungen, insb. nicht-technische Maßnahmen
 - Entwicklung von Handlungsempfehlungen
-

Fazit - Reduzierung der Gewässerbelastung durch Arzneistoffe

- Gesundheitseinrichtungen können unter bestimmten Randbedingungen stark zur Gewässerbelastung durch Arzneistoffe beitragen.
- Verschiedene Ansatzpunkte für Maßnahmen zur Reduktion von Arzneistoffeinträgen aus Gesundheitseinrichtungen in die Gewässer möglich.
- Kaum eine Maßnahme erfasst alle Eintragspfade oder reduziert alle Stoffeinträge; Maßnahmenwirkung z.T. erst zeitlich verzögert
-> Maßnahmenkombinationen sind im Sinne eines effektiven Gewässerschutzes sinnvoll, auch um Zeit- und Wirkeffekte auszugleichen.
- Anpassung an die spezifischen Randbedingungen ist erforderlich.
- Interesse an Umsetzungen bei Gesundheitseinrichtungen, Behörden und Entsorger vorhanden.
- Breite Sensibilisierung der Öffentlichkeit für die Spurenstoffproblematik ist notwendig.

Kontakt:

Fraunhofer-Institut für System-
und Innovationsforschung ISI

Breslauer Straße 48, 76139 Karlsruhe

felix.tettenborn@isi.fraunhofer.de

Gefördert und begleitet durch:



Baden-Württemberg

REGIERUNGSPRÄSIDIUM KARLSRUHE



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT