



Leitfaden

Arzneistoffeintragsreduktion durch Gesundheitseinrichtungen

Reduktion von Arzneistoffeinträgen in die Umwelt durch Gesundheitseinrichtungen

**Leitfaden für Gesundheitseinrichtungen und Behörden zur Abschätzung
des Eintragsrisikos allgemeiner und standortspezifischer Arzneistoffe
und zur Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen**

Inhaltsverzeichnis



Leitfaden	06
Zusammenfassung und Zielsetzung	07
Hintergrund und Geltungsbereich des Leitfadens	08
Begriffsdefinitionen: Arzneistoffe, Spurenstoffe, Mikroverunreinigungen	10
Relevante Akteure und rechtliche Grundlagen in Bezug auf Spurenstoffeinträge in die Gewässer	12
Abschätzung der Relevanz von Einträgen	14
Handlungsmöglichkeiten zur Eintragsreduktion	16
Unterstützung bei der Maßnahmenauswahl	20
Einzubindende Zielgruppen bei organisatorischen und informatorischen Maßnahmen.	21
Maßnahmensteckbriefe	24
Dezentrale nicht-technische Maßnahmen vor Ort	26
Dezentrale technische Maßnahmen vor Ort:	
Sammlung und Erfassung am Standort der Gesundheitseinrichtung	29
Dezentrale technische Maßnahmen vor Ort:	
Behandlung am Standort der Gesundheitseinrichtung	32
Übergeordnete Maßnahmen (außerhalb der Gesundheitseinrichtungen)	36
Anhang	38
Weiterführende Informationen	39
Ausgewählte Umsetzungsbeispiele	42
Fragenkatalog als Umsetzungshilfe	44

Leitfaden



Zusammenfassung und Zielsetzung

Arzneimittel sind ein essenzielles Element unseres Gesundheitswesens. Sie tragen wesentlich zur Verhütung und Heilung menschlicher Krankheiten bei und ermöglichen medizinische Diagnosen.

Gleichzeitig werden Arzneistoffe vielfach in Gewässern nachgewiesen und können sich bereits in niedrigen Konzentrationen nachteilig auf aquatische Ökosysteme auswirken. Der Begriff »Arzneistoffe« meint hierbei die pharmazeutischen Wirkstoffe in Arzneimitteln. Die Einträge von Arzneistoffen in Gewässer stammen unter anderem aus ihrem Einsatz in Gesundheitseinrichtungen. Je nach Größe, fachlicher Ausrichtung und weiteren Merkmalen der Gesundheitseinrichtungen ergeben sich lokal erhöhte Einträge und Umweltbelastungen. In solchen Fällen kann die Umsetzung von standortspezifischen Maßnahmen zur Eintragsreduktion einen wichtigen Beitrag zum Umweltschutz leisten.

Grundsätzlich sind auf Ebene der Gesundheitseinrichtungen verschiedene Maßnahmen denkbar:

- Sensibilisierungsmaßnahmen für Personal und Patient:innen,
- Reduktion des Arzneimittel Einsatzes bzw. Verwendung alternativer Arzneistoffe,
- umweltgerechte Entsorgung von Arzneimittelresten,
- technische Maßnahmen vor Ort zur Sammlung und

Erfassung von besonders Arzneistoff-belasteten Teilströmen,

- technische Maßnahmen vor Ort zur Vorbehandlung von Abwasserteilströmen und
- bei Standorten mit einer eigenen Abwasserbehandlung der Einsatz von Technologien der weitergehenden Abwasserbehandlung.

Eine mögliche Umsetzung dieser Maßnahmen ist ggf. mit übergeordneten und nachgeschalteten Maßnahmen¹ abzustimmen, die außerhalb des Einflussbereichs der Gesundheitseinrichtung liegen.

Der vorliegende Leitfaden soll Gesundheitseinrichtungen und Behörden dabei unterstützen, unter Berücksichtigung von Verursacher- und Vorsorgeprinzip die Relevanz lokaler Einträge abzuschätzen und konkrete Standort-spezifische Maßnahmen zur Eintragsreduktion zu entwickeln und umzusetzen.

Grundlage des Leitfadens ist das vom Regierungspräsidium Karlsruhe beauftragte und begleitete, aus Mitteln des Umweltministeriums Baden-Württemberg geförderte und vom Fraunhofer ISI, Karlsruhe, durchgeführte Vorhaben »Reduzierung der Gewässerbelastungen mit Rückständen von Arzneistoffen in ausgewählten Pilotgebieten (ReAs)«.

¹ Bspw. Planung und Umsetzung einer 4. Reinigungsstufe in der kommunalen Kläranlage; Informationskampagnen auf Landesebene

Arzneistoffeinträge reduzieren – Schritt für Schritt

Am Ende jedes Kapitels erfahren Sie, wie Sie Schritt für Schritt dazu beitragen können, Einträge von Arzneistoffen aus Gesundheitseinrichtungen in Gewässer zu reduzieren. Auf den Seiten 44-45 finden Sie zudem eine Checkliste, die Ihnen bei der Abschätzung des Eintragsrisikos sowie bei der Auswahl und Umsetzung von Maßnahmen helfen soll.



Hintergrund und Geltungsbereich des Leitfadens

Die Umsetzung von Maßnahmen zur Verringerung der Belastungen der Gewässer durch Spurenstoffeinträge wird auf verschiedenen Ebenen diskutiert. Arzneistoffe spielen dabei sowohl auf nationaler wie auch auf EU-Ebene eine wichtige Rolle.

In Deutschland gibt es bereits seit einigen Jahren Anstrengungen, bestehende Belastungen der Gewässer mit Arzneistoffen zu reduzieren. Hierbei können dezentrale Maßnahmen vor Ort, die bei einer Reduktion von Arzneistoffeinträgen aus Gesundheitseinrichtungen ansetzen, einen wichtigen Beitrag leisten.

Zielgruppe dieses Leitfadens

Der vorliegende Leitfaden richtet sich an die Gesundheitseinrichtungen und die zuständigen Behörden in Baden-Württemberg, um insbesondere über organisatorische und informatorische Maßnahmen in den Gesundheitseinrichtungen zu einer Reduktion von Arzneistoffeinträgen in die Gewässer beizutragen. Angesprochen sind zunächst die Entscheidungsebenen, insbesondere Betreiber und Leitungen von Gesundheitseinrichtungen. In einem ersten Schritt sind Bedarf und Möglichkeit von Maßnahmen zur Verringerung der Belastungen durch Spurenstoffeinträge aus Gesundheitseinrichtungen von den jeweiligen Betreibern und den zuständigen Behörden zu erörtern.

Auf lokaler und regionaler Ebene gibt es verschiedene mögliche Ansatzpunkte mit unterschiedlichen Wirkungen und Kosten. Daher ist es im Einzelfall notwendig, die möglichen Maßnahmen sowie deren Verknüpfungen genauer zu betrachten. Die gewonnenen Erkenntnisse können dann zu sinnvollen, ausreichend effektiven und effizienten Gesamtkonzepten verdichtet werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass selbst kleine organisatorische Verbesserungen sowie eine Erhöhung der Sensibilität in allen Bereichen insbesondere aufgrund der vergleichsweise guten Umsetzbarkeit und der Reichweite elementare Bausteine sind, um Arzneistoffeinträge in die Gewässer zu reduzieren.

Im Rahmen der Relevanzabschätzung, der Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen ist anschließend das jeweilige Fachpersonal (insb. Ärzteschaft, Pfleger:innen, Haustechnik, Apotheke, Nachhaltigkeits-/Umwelt-/Abfallbeauftragte) einzubinden. Ein Überblick über die verschiedenen relevanten Akteure folgt ab Seite 12.

Ausgangssituation: Spurenstoffe in Gewässern

Arzneistoffe werden vielfach in Oberflächengewässern und zum Teil auch im Grundwasser oder gar Trinkwasser nachgewiesen. Da die Stoffe in den Gewässern in sehr geringen Konzentrationen vorkommen, werden sie zusammen mit anderen Stoffen (bspw. Stoffe aus der Herstellung und Anwendung von Bioziden, Pflanzenschutzmitteln, Industrie-/Haushaltschemikalien oder Körperpflege- und Waschmitteln) als Spurenstoffe oder auch Mikroschadstoffe bezeichnet. Aufgrund der vielen und sehr unterschiedlichen Herkunfts- und Anwendungsbereiche ergibt sich in den Gewässern ein Mix aus zum Teil sehr unterschiedlichen Stoffen. Einige dieser Stoffe können bereits in niedrigen Konzentrationen nachteilig auf aquatische Ökosysteme wirken und deren ökologischen Zustand beeinträchtigen. Aufgrund von Antibiotikaeinträgen können Resistenzen entstehen. Andere Stoffe wie z. B. Röntgenkontrastmittel können die Aufbereitung zu Trinkwasser beeinträchtigen. Hinsichtlich der verursachten Kombinationswirkungen der verschiedenen Stoffe besteht noch erheblicher Forschungsbedarf.

Herkunft von Arzneistoffeinträgen

Die Einträge von Arzneistoffen in Gewässer stammen im Wesentlichen aus der human- und veterinärmedizinischen Anwendung, weil sie im Körper nicht oder nur unvollständig abgebaut werden. Ein geringerer Teil stammt aus einer unsachgemäßen Entsorgung von Restmengen sowie aus der Herstellung von Arzneistoffen und Arzneimitteln. Unter bestimmten Rahmenbedingungen kann der Anteil von Arzneistoffeinträgen aus einer Gesundheitseinrichtung an der Gesamtbelastung innerhalb eines kommunalen Abwassernetzes erheblich sein². Somit können sich lokal erhöhte Einträge ergeben. Sofern kein

² Details hierzu finden sich unter anderem in Tettenborn, F.; Hillenbrand, T. (2017): *Reduzierung der Gewässerbelastungen mit Rückständen von Arzneistoffen in ausgewählten Pilotgebieten (»ReAs«)*. Abschlussbericht. (fraunhofer.de)

Anschluss an das kommunale Abwassernetz besteht, erfolgt in der Regel eine Direkteinleitung nach Behandlung durch eine lokale Abwasserreinigung.

Bedarf und Grenzen von Rückhaltemaßnahmen

Einige der Stoffe werden von kommunalen Kläranlagen nicht oder nur teilweise zurückgehalten, da die Anlagen unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit auf eine Vielzahl von sehr unterschiedlichen Anforderungen ausgelegt sein müssen. Entsprechend sind ergänzende Maßnahmen notwendig, um zu einer Reduktion der Spurenstoffbelastung in den Gewässern beizutragen. Auch eine weitergehende Abwasserreinigung über eine sogenannte vierte Reinigungsstufe mittels Ozonbehandlung oder Aktivkohlereinigung kann nicht alle Stoffe vollständig entfernen.

Aus Umweltschutzaspekten sind daher zur Verringerung des Eintrags von Arzneistoffen in die Gewässer weitere Maßnahmen an unterschiedlichen Stellen einzusetzen. Die Umsetzbarkeit, die Effektivität und die Effizienz der verschiedenen Maßnahmen können sich deutlich unterscheiden. Vielfach können sich diese Maßnahmen sinnvoll ergänzen. Bei Diskussion, Planung und Entwicklung von konkreten Standort-spezifischen Maßnahmen sind neben Wirtschaftlichkeitsaspekten auch grundlegende Prinzipien der Umweltpolitik wie das Verursacher- und das Vorsorgeprinzip zu berücksichtigen.

Grund zum Handeln

Gute Gründe, sich mit dem Eintragsrisiko von Arzneistoffen in die Umwelt und mit der Entwicklung und Umsetzung von standortspezifischen Maßnahmen zur Reduktion von Arzneistoffeinträgen in die Umwelt zu beschäftigen und diese in die Umsetzung zu bringen, sind:

- Schutz der Umwelt und der öffentlichen Gesundheit: Reduktion des Risikos von negativen Auswirkungen auf Ökosysteme und die Gesundheit von Mensch und Tier durch Verminderung von Stoffeinträgen.
- Reduktion des Risikos der Entwicklung und Verbreitung von Antibiotikaresistenzen in der Umwelt.

- Umsetzung des Vorsorgeprinzips als Vorbildwirkung von Gesundheitseinrichtungen und Umweltbehörden für die Gesellschaft und andere Organisationen und Institutionen.
- Ggf. Erfüllung von Umweltauflagen bei (nachfolgenden) Einleitungen in sensible Umweltkompartimente (bspw. sensible Gewässer, Trinkwasserschutzgebiete).
- Erfüllung von Nachhaltigkeitszielen: Die Reduktion von Arzneistoffeinträgen in die Umwelt ist ein wichtiger Schritt zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen wie z.B. dem Schutz der Biodiversität und der Erhaltung natürlicher Ressourcen.
- Langfristige Reduktion von Kosten, indem die Belastung der Umwelt und die damit verbundenen negativen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier verringert werden.

So werden Sie aktiv

Definieren Sie die Reduktion von Arzneistoffeinträgen in die Umwelt als ein gemeinschaftliches Ziel für Ihre Gesundheitseinrichtung. Benennen Sie ggf. Beauftragte für das Thema und entwickeln Sie ein Zielbild, wie Ihre Gesundheitseinrichtung zur Reduktion von Arzneistoffeinträgen in die Umwelt beitragen soll.



Begriffsdefinitionen: Arzneistoffe, Spurenstoffe, Mikroverunreinigungen

Spurenstoffe sind Stoffe, die in sehr geringen Konzentrationen (Nano- bis maximal Mikrogramm pro Liter) durch anthropogene Einflüsse in Gewässern vorkommen. Sie stammen aus unterschiedlichen Bereichen und Produkten wie z. B. Bioziden, Human- und Tierarzneimitteln, Süßstoffen, Pflanzenschutzmitteln, Industriechemikalien oder Körperpflege- und Waschmitteln.

Spurenstoffe werden als **relevante Spurenstoffe** bezeichnet, wenn sie bereits in sehr niedrigen Konzentrationen nachteilige Wirkungen auf aquatische Ökosysteme haben und/oder die Gewinnung von Trinkwasser aus dem Rohwasser negativ beeinflussen³. In der aquatischen Umwelt führen sie zu sogenannten **Mikroverunreinigungen**. Zum Teil sind diese Stoffe als prioritäre Stoffe⁴ oder flussgebietspezifische Schadstoffe⁵ geregelt.

Besondere umwelt- bzw. gesundheitsrelevanten Eigenschaften sind bspw.:

- Persistenz,
- bioakkumulierende Eigenschaften,
- Ökotoxizität und Humantoxizität,
- endokrine Wirksamkeit oder
- Mobilität.

Die ökologischen und gesundheitlichen Auswirkungen sind bei vielen Stoffen nur unzureichend bekannt. Informationen zu möglichen Mischungseffekten liegen häufig nicht vor.

Als Ergebnis des Dialogprozesses zur Spurenstoffstrategie des Bundes wurde ein Gremium zur Bewertung der Relevanz von Spurenstoffen geschaffen. Auf Grundlage von Vorschlägen des Spurenstoffzentrums des Bundes (SZB) werden Spurenstoffe auf ihre Umweltrelevanz für die Gewässer bewertet⁶, um dann

seitens des Bundesumweltministeriums (BMUV) konkrete Maßnahmen anstoßen zu können.

Eine Stoffgruppe, die häufig in Oberflächengewässern nachgewiesen und in der Regel über das kommunale Abwasser in die Gewässer eingetragen wird, sind die als Arzneistoffe bezeichneten Wirkstoffe aus Arzneimitteln.

Arzneistoffe helfen im Human- und Veterinärbereich dabei, Krankheiten zu heilen, Leiden zu lindern und Wohlbefinden wiederherzustellen.

Viele Arzneistoffe sind verhältnismäßig stabil und werden bspw. bei der Anwendung im menschlichen Körper nur unvollständig metabolisiert oder abgebaut. Entsprechend gelangt der größte Anteil der Arzneistoffe durch menschliche Ausscheidungen in die Kanalisation. Äußerlich bspw. über Cremes oder Salben aufgetragene Arzneimittel gelangen beim Händewaschen oder Duschen ins Abwasser. Insbesondere flüssige Arzneimittelreste werden teilweise über Spülbecken oder Toiletten entsorgt, obwohl Hinweise auf den Packungsbeilagen und Aufklärungsmaßnahmen dies verhindern sollen. In Abwasserreinigungsanlagen werden Arzneistoffe teilweise gar nicht oder nicht vollständig zurückgehalten.

Auch der Einsatz einer weitergehenden Spurenstoffelimination in der kommunalen Kläranlage kann nicht alle Einträge in die Umwelt vermeiden. Eine im menschlichen Körper beabsichtigte Wirkung von Arzneistoffen kann aufgrund der hohen Stabilität der Stoffe auch in der Umwelt bestehen bleiben.

Um welche Stoffe es geht

Etwa 1200 Arzneistoffe auf dem deutschen Markt werden vom Umweltbundesamt als potenziell umweltrelevant eingeschätzt. Mindestens 414 Arzneistoffe und deren

³ Vergleiche Präambel des Policy-Paper Empfehlungen des Stakeholder-Dialogs »Spurenstoffstrategie des Bundes« an die Politik zur Reduktion von Spurenstoffeinträgen in die Gewässer. BMUB/UBA (Hrsg.) (2017)

⁴ Anlage 8 OGWV - Einzelnorm (gesetze-im-internet.de)

⁵ Anlage 6 OGWV - Einzelnorm (gesetze-im-internet.de)

⁶ Informationen des Spurenstoffzentrum des Bundes zur Stoffbewertung | Umweltbundesamt

Umweltrelevante Arzneistoffe in der eigenen Einrichtung identifizieren

Erstellen Sie eine Übersicht, in welchen Abteilungen Ihrer Gesundheitseinrichtung Stoffe zum Einsatz kommen, die potenziell umweltrelevant sind. Informationen hierzu bieten bspw. die unten bzw. ab Seite 39 aufgeführten Online-Datenbanken. Bei der Bewertung können die zuständigen Behörden unterstützen, bei weitergehenden Fragestellungen ggf. unter Einbeziehung des Spurenstoffzentrums des Bundes (SZB) bzw. des Kompetenzzentrums Spurenstoffe-Baden-Württemberg (KomS).



Abbauprodukte wurden laut Bericht des Umweltbundesamts bereits in Umweltproben in Deutschland nachgewiesen, darunter Antiepileptika, Schmerzmittel, Antibiotika, Mittel gegen Diabetes und Röntgenkontrastmittel. Auch wenn die Konzentrationen im Gewässer weit unterhalb der für den Menschen erforderlichen therapeutischen Dosis liegen, können die Stoffe nachteilige Wirkungen auf Gewässerlebewesen haben und unter anderem zu Veränderungen im Fortpflanzungsverhalten von Fischen führen oder die Bildung von Antibiotikaresistenzen fördern.

Zu den **umweltrelevanten Arzneistoffen** gehören unter anderem

- Antimikrobielle Wirkstoffe, einschließlich Antibiotika, Virostatika, Antimykotika und Antiparasitika, darunter Clarithromycin, Azithromycin, Erythromycin,
- Schmerzmittel, darunter Diclofenac und Ibuprofen,
- Röntgenkontrastmittel, bspw. Iopamidol,
- weitere Arzneistoffe, wie Oxipurinol,

sowie zum Teil deren **Abbauprodukte**, wie bspw.

- Valsartansäure als Transformationsprodukt der Sartane (Behandlung von Bluthochdruck oder Herzinsuffizienz), bspw. Valsartan, Irbesartan, Candesartan und Olmesartan oder
- Guanylharnstoff als Abbauprodukt von Metformin (Antidiabetikum).

Informationen zur Umweltrelevanz von Arzneistoffen lassen sich der [Datenbank Pharmaceuticals and Environment – Janusinfo.se](#) entnehmen. Weitere Informationen sind in der Datenbank der [Initiatives on Pharmaceuticals in the Environment – Communications Materials – Pharma Environment](#) zu finden.

Zudem kann das [Spurenstoffzentrum des Bundes \(SZB\)](#) Hilfeleistung leisten, um einrichtungsspezifische umweltrelevante Arzneistoffe zu benennen. Informationen zu typischen Konzentrationen im kommunalen Abwasser oder zur Eliminationsraten von Arzneistoffen bei der Abwasserreinigung sind auf den Seiten des [Kompetenzzentrums Spurenstoffe-Baden-Württemberg \(KomS\)](#) zu finden.

Hintergrundinformation zu den genannten Quellen, zum Beispiel über die enthaltenen Daten, deren Herkunft, mögliche Anwendungsfälle und die Betreiber der Datenbanken, finden sich auf den Seiten 39-41.

Relevante Akteure und rechtliche Grundlagen in Bezug auf Spurenstoff-einträge in die Gewässer

Die Entwicklung und Umsetzung standortspezifischer Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen zur Reduktion von Arzneistoffeinträgen in die Gewässer betreffen eine Vielzahl von Akteuren direkt und/oder indirekt. Die nachfolgenden Kapitel geben Hinweise zur konkreten Einbindung dieser Akteure.

Zusammenstellung relevanter Akteure

Diese Liste skizziert die verschiedenen Akteure und ihre jeweiligen Kompetenzen im Kontext Spurenstoffe:

Behörden

- Fachbehörden der Wasser- und Abfallwirtschaft:
 - Wissen bzgl. Arzneistoffvorkommen in Gewässern,
 - Wissen bzgl. übergeordneter Maßnahmen (bspw. nachfolgende Abwasserreinigungsstufen).

Gesundheitseinrichtungen

- Betreiber von Krankenhäusern und medizinischen Einrichtungen:
 - Wissen bzgl. Größe und spezifische Fachausrichtungen der Einrichtung.
- Fachpersonal (Ärztenschaft, Pflegepersonal; Umweltbeauftragte, Abfallbeauftragte, Hygienebeauftragte, Haustechnik):
 - Wissen bzgl. der eingesetzten Arzneistoffe und ggf. Mengen sowie des Einsatzortes (fachl. Abteilung),
 - Wissen bzgl. der entsorgten Mengen und der richtigen Entsorgungspfade,
 - Wissen bzgl. der technischen Infrastruktur.
- Patient:innen.
- Apotheken:
 - Wissen bzgl. der eingesetzten Arzneistoffe und ggf. Mengen.
 - Wissen bzgl. der richtigen Entsorgung von Arzneimittelresten.

Weitere

- Arzneimittelanbieter: z.T. mit eigenen Rücknahmesystemen von nicht vollständig verbrauchten Arzneimittelpackungen.
- Ingenieurbüros: ggf. zuständig für technische Infrastruktur.
- Kanalnetz- und Kläranlagenbetreiber.
- Sonstige in der Praxis stehende betroffene Fachleute.
- Verbände der Pharmaindustrie bzw. Wasserwirtschaft.

Regelwerk bzgl. Spurenstoffen aus abwassertechnischer Sicht

Für die Einleitung von Abwasser in die Kanalisation gelten in Deutschland die rechtlichen Vorgaben des **Wasserhaushaltsgesetzes (WHG)** und der **Abwasserverordnung (AbwV)** sowie die Regelungen der kommunalen Abwassersatzung – auch für Gesundheitseinrichtungen, die somit nicht anders behandelt werden als private Haushalte und öffentliche Einrichtungen.

Demnach muss Abwasser, das in ein Gewässer oder in die öffentliche Kanalisation eingeleitet wird, bestimmte Anforderungen für verschiedene Schadstoffe wie Schwermetalle, organische Verbindungen und Krankheitserreger erfüllen. Hierfür müssen Gesundheitseinrichtungen gegebenenfalls über eine abwassertechnische Anlage verfügen, die eine Vorbehandlung des Abwassers ermöglicht, um geforderte Werte einzuhalten.

Die Anforderungen können je nach Bundesland und örtlichen Vorgaben variieren. In der Regel bestehen bislang keine Vorgaben bzgl. eines Rückhalts von Arzneistoffen. Da Spurenstoffeinträge in die Gewässer zunehmend Anlass zur Besorgnis geben, stehen diese und mögliche Rückhaltmaßnahmen im Rahmen des im Oktober 2022 veröffentlichten **Vorschlags für eine Richtlinie des Europäischen Parlamentes und des Rates über die Behandlung von kommunalem Abwasser**⁷ verstärkt im Fokus, sodass mittelfristig verschärfte Anforderungen zu erwarten sind.

⁷ Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Behandlung von kommunalem Abwasser (Stand 26.10.2022) – Spurenstoffe werden hier als Mikroschadstoffe bezeichnet

Gemäß **Infektionsschutzgesetz (IfSG)** ist durch abwasserbeseitigungspflichtige Einrichtungen sicherzustellen, dass durch die Abwasserbeseitigung keine Gefahren für die menschliche Gesundheit durch Krankheitserreger entstehen. Die infektiionshygienische Überwachung liegt bei den zuständigen Behörden (bspw. Gesundheitsamt). Die Landesregierungen können Gebote und Verbote zur Verhütung von übertragbaren Krankheiten erlassen bzw. diese Ermächtigung auf andere Stellen übertragen.

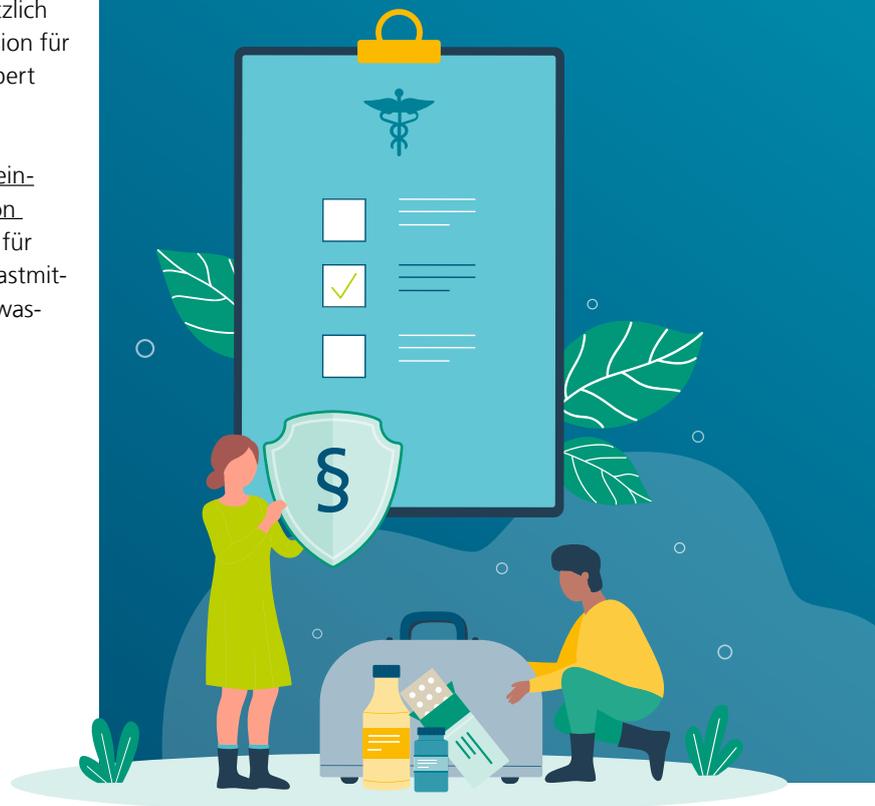
Hinweise zu den verschiedenen Abwasseranfallstellen, zu spezifischen Abwasserinhaltsstoffen der verschiedenen Abwasserteilströme in Krankenhausabwasser und Festlegungen zur Abwasserbeseitigung im medizinischen Bereich wurden im **Merkblatt M 775 »Abwasser aus Krankenhäusern und anderen medizinischen Einrichtungen«** (Dezember 2010) der DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.) aufgeführt. Das DWA-Merkblatt führt ergänzend Strategien und Maßnahmen auf, die zur Vorbehandlung der Abwässer und bei der Entsorgung von Abfällen und Reststoffen eingesetzt werden können. Zudem wurden Anleitungen und Hilfen zur Bewertung des Abwassers und zur Abschätzung eventueller Gefährdungspotenziale aufgezeigt. Das Merkblatt wird zurzeit aktualisiert und wird in Kürze wieder verfügbar sein.

Bezüglich der hygienischen Anforderungen an abwasserführende Systeme in medizinischen Einrichtungen sind zusätzlich unter anderem die **Empfehlung der KRINKO** (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention) beim Robert Koch-Institut⁸ zu beachten.

Im Rahmen der Mitteilung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 18 »Vollzugshilfe zur Entsorgung von Abfällen aus Einrichtungen des Gesundheitsdienstes« ist für Arzneimittel einschließlich unverbrauchter Röntgenkontrastmittel geregelt, dass Flüssigkeiten nicht der öffentlichen Abwasserkanalisation zugeführt werden dürfen.

Klare Kompetenzen und Kommunikation

Stellen Sie sicher, dass die jeweils zuständigen Personen mit den aktuellen rechtlichen Vorgaben und neusten Entwicklungen rund um Arzneimittel, Spurenstoffe und Abwasser/Gewässerschutz vertraut sind. Machen Sie Informationen zugänglich und schaffen Sie Plattformen und Kanäle für die interne Kommunikation, zum Beispiel einen individuellen Leitfaden für Ihre Gesundheitseinrichtung, ein Wiki oder einen internen Newsletter.



Abschätzung der Relevanz von Einträgen

Je nach Größe und fachlicher Ausrichtung stellen Gesundheitseinrichtungen eine relevante Quelle von Arzneistoffeinträgen in Abwassersysteme oder Gewässer dar. Die Relevanz einzelner Standorte ist hierbei von verschiedenen Faktoren abhängig, darunter Zusammensetzung der eingesetzten Arzneistoffe, Fallaufkommen, Anteil von stationären zu ambulanten Patient:innen, Abwassermengen und Lage bzw. Anschluss der Gesundheitseinrichtung an das kommunale Abwassernetz.

Größe

Einen groben Hinweis kann die Anzahl der behandelten Fälle pro Jahr im Vergleich zur Einwohner:innenzahl der Kommune bieten, in welche die Gesundheitseinrichtung eingebunden ist⁹. In den meisten Kommunen liegt die Anzahl der behandelten Fälle pro Jahr deutlich unter dieser Zahl. Sofern die Anzahl der behandelten Fälle pro Jahr im Bereich der Einwohner:innenzahlen oder sogar darüber liegt, ist davon auszugehen, dass die Gesundheitseinrichtung einen erheblichen Anteil an der Gesamtbelastung des Abwassers beiträgt, und Maßnahmen zur Minderung von Arzneistoffeinträgen in der Gesundheitseinrichtung eine sehr hohe Relevanz haben.

Ein weiterer grober Hinweis kann das Verhältnis »Betten zu Einwohner:innen« liefern. Beim Großteil der Standorte von Gesundheitseinrichtungen in Baden-Württemberg liegt die Bettenzahl in einem Bereich von fünf Prozent der Einwohner:innenzahl bzw. darunter. In wenigen Fällen liegt die Anzahl der Betten der Gesundheitseinrichtungen über 10 bis hin zu 20 Prozent der Einwohner:innenzahlen. In diesen Fällen ist davon auszugehen, dass die Gesundheitseinrichtung einen erheblichen Anteil an der Gesamtbelastung des Abwassers beiträgt, und Maßnahmen zur Minderung von Arzneistoffeinträgen in der Gesundheitseinrichtung eine sehr hohe Relevanz haben. Ergänzend zur Anzahl von Betten und Fällen ist der Anteil von stationären zu ambulanten Patient:innen zu berücksichtigen.

Fachliche Ausrichtung

Fachliche Abteilungen mit einem hohen Einsatz von Arzneistoffen oder einem Einsatz von hochwirksamen oder sehr speziellen Arzneistoffen haben eine besondere Relevanz für Stoffeinträge. Dazu gehören insbesondere die Innere Medizin,

Geriatrie, Kardiologie, Onkologie, Endokrinologie, Pneumologie/Lungenheilkunde, Rheumatologie, Chirurgie, Intensivmedizin und die Psychiatrie. Zu den hochwirksamen bzw. umweltrelevanten Arzneistoffen gehören Antibiotika, Zytostatika und Psychopharmaka/Neuroleptika wie Chlorpromazin, Clozapin oder Quetiapin.

Röntgenkontrastmittel werden im Unterschied zu therapeutischen Arzneimitteln als biologisch inaktive Substanzen entwickelt und angewendet. Aufgrund ihres verbreiteten Einsatzes, ihrer Löslichkeit, Polarität und Stabilität werden sie inzwischen in vielen Oberflächengewässern in vergleichsweise hohen Konzentrationen und teilweise auch im Trinkwasser in Spuren nachgewiesen und besitzen deshalb eine besondere Umweltrelevanz.

Bei gleichen fachlichen Ausrichtungen kann es aufgrund von unterschiedlichen Einsatzmengen und -arten, sowie abhängig vom Patient:innenaufkommen zu Unterschieden bei den Stoffeinträgen kommen.

Einleitungen

Wie auf den Seiten 10-11 aufgeführt, erfolgen Einträge von Arzneistoffen aus Gesundheitseinrichtungen in die Gewässer nahezu ausschließlich über das Abwassersystem: durch Ausscheidung nach erfolgter Verabreichung und Metabolisierung oder beim Händewaschen oder Duschen durch das Abwaschen von Cremes oder Salben. Flüssige Arzneimittelreste werden teilweise über Spülbecken oder Toiletten entsorgt, obwohl Hinweise auf den Packungsbeilagen und Aufklärungsmaßnahmen dies verhindern sollen.

Gesundheitseinrichtungen, die ihr Abwasser nicht in das kommunale Abwassernetz einleiten (Direkteinleiter), haben eine eigene Abwasserbehandlung vor der Einleitung ins Gewässer. Daher kann bei der Abschätzung von Einträgen nicht auf Durchschnittswerte von kommunalen Anlagen zurückgegriffen werden. Die Einträge können nur aufgrund von eigenen Daten, z.B. Verbrauchsmengen und Messwerten im Abwasser bzw. Gewässer, bewertet werden.

⁹ Bei indirekteinleitenden Gesundheitseinrichtungen spielt die Größe der kommunalen Kläranlage, an die die Einrichtung angeschlossen ist, eine wichtige Rolle. Je nach den lokalen Verhältnisse kann diese z.T. deutlich von der Größe der Kommunen abweichen.

Relevanz der Arzneistoffeinträge bewerten

Ermitteln Sie anhand der in Tabelle 1 aufgeführten Aspekte die Relevanz, die die Arzneimittelinträge aus Ihrer Gesundheitseinrichtung innerhalb des Gesamtsystems darstellen, und stimmen sich hierzu mit der für Ihre Gesundheitseinrichtung zuständigen Behörde ab. Schaffen Sie einen Modus für die turnusgemäße Überprüfung und Aktualisierung dieser Bewertung (z.B. alle zwei Jahre).



Sensible Standorte

Sofern das aufbereitete Abwasser in sensible Gewässer eingeleitet wird, bspw. in Bereiche, die zur Trinkwassergewinnung genutzt werden, bzw. oberhalb davon liegende Bereiche, haben Einträge und Eintragsminderungen eine besondere Relevanz.

Bewertung der Relevanz von Einträgen im Ausland

Beispiele aus dem benachbarten Ausland (u.a. Schweiz, Niederlande, Dänemark) zeigen vergleichbare Ansätze. So gelten bspw. nach Nielsen (2014) in Dänemark Krankenhäuser unter anderem dann als prioritäre Punktquellen, an denen Minderungsmaßnahmen zu ergreifen sind, wenn sie zwei Prozent oder mehr des Gesamteintrags problematischer Arzneistoffe in die kommunale Kläranlage einleiten, oder wenn Zytostatika oder Röntgenkontrastmittel verwendet werden.

Zusammenfassung relevanter Standortcharakteristika

- In der Regel ist das Abwasser von Gesundheitseinrichtungen stärker durch Arzneistoffe belastet als durchschnittliches Haushaltsabwasser.
- Bei einer großen Gesundheitseinrichtung in einem kleinen kommunalen Abwassernetz ergibt sich ein hoher Beitrag der Gesundheitseinrichtung am Gesamtabwasservolumen.
- Fachliche Abteilungen mit einem hohen Einsatz von Arzneistoffen oder einem Einsatz von hochwirksamen oder sehr speziellen Arzneistoffen haben eine besondere Relevanz für Stoffeinträge.
- Gesundheitseinrichtungen ohne Anbindung an das kommunale Abwassernetz stellen eine besondere Quelle für Arzneistoffeinträge in die Gewässer dar.

Charakteristika	Zu betrachtende Aspekte
Größe der Einrichtung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verhältnis behandelter Fälle pro Jahr bzw. der Betten der Gesundheitseinrichtung zur Zahl der Einwohner:innen, deren Abwasser von der Kläranlage behandelt wird ▪ Anteil von stationären zu ambulanten Patient:innen
Fachliche Ausrichtung der Einrichtung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wirksamkeit der eingesetzten Arzneistoffe (Entscheidend ist letztlich die Umweltrelevanz. Sofern diese Information nicht vorliegt, kann die Wirksamkeit der eingesetzten Stoffe erste Hinweise geben.) ▪ Menge der eingesetzten Arzneistoffe
Standort: Anschluss ans Abwassernetz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einbettung im kommunalen Abwassernetz oder Direkteinleiter ▪ Umfang von Mischwasserüberläufen im Abwassernetz nach der Einleitung des Abwassers aus der Gesundheitseinrichtung
Standort: Lage der Einleitung des behandelten Abwassers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Berücksichtigung möglicher sensibler Gewässer (z.B. umliegende oder nachgelagerte Gebiete, die für die Trinkwassergewinnung relevant sind, ökologisch besonders sensible Gebiete)

Tabelle 1: Bei der Relevanzbetrachtung zu betrachtende Aspekte

Handlungsmöglichkeiten zur Eintragsreduktion

Um Einträge von Arzneistoffen in die Gewässer zu verringern, stehen neben zentralen nachgeschalteten Maßnahmen in der jeweiligen kommunalen Kläranlage sowohl quellenorientierte Maßnahmen (bspw. bei der Stoffentwicklung, bei der Verschreibung von Arzneimitteln, bei der Anwendung und der Entsorgung von Arzneimitteln) als auch dezentrale technische Maßnahmen vor Ort zur Erfassung und Behandlung von Abwässern aus Gesundheitseinrichtungen zur Verfügung. Die Handlungsebenen lassen sich hierbei wie folgt unterteilen:

- Übergeordnete Maßnahmen,
- Maßnahmen vor Ort mit Bezug zum Gesundheitssystem: Information und organisatorische Aspekte,
- technische Maßnahmen vor Ort: Sammlung und Erfassung,
- technische Maßnahmen vor Ort: weitergehende Spurenstoffbehandlung von Abwasser(teil)strömen und
- nachgeschaltete Maßnahmen: vierte Reinigungsstufe in der Kläranlage.

In Gesundheitseinrichtungen sind dezentrale Maßnahmen vor Ort in der Regel gut umsetzbar. Die Umsetzungen sind immer im Zusammenhang mit übergeordneten und nachgeschalteten Maßnahmen zu betrachten bzw. ggf. auf diese abzustimmen.

Konkrete Ansatzpunkte für Maßnahmen zielen auf den Bezug und die Verabreichung von Arzneistoffen, sowie auf den Umgang mit Ausscheidungen, abgewaschenen Stoffen und Restmengen. Anders als technische Maßnahmen sind sie direkt von der Umsetzung durch jeweils beteiligte Akteure abhängig.

Maßnahmen in Gesundheitseinrichtungen zur Stoffeintragsreduktion

Im Einzelnen können für den Einsatz in Gesundheitseinrichtungen folgende Maßnahmenbereiche betrachtet werden:

- Maßnahmen vor Ort mit Bezug zum Gesundheitssystem:
 - Schulung von Fachpersonal,
 - Informationen für Patient:innen,
 - Reduktion der Medikation,

- Förderung von nicht-medikamentösen Therapieformen,
- Verwendung alternativer Wirkstoffe.

- Technische Maßnahmen vor Ort: Sammlung und Erfassung/ Teilstromerfassung
 - Urinbeutel,
 - Trenntoiletten,
 - Vakuumtoiletten,
 - Verbrennungstoiletten,
 - abwasserlose (mobile) Toilettensysteme,
 - sachgemäße Entsorgung nicht verabreichter Arzneimittel.
- Technische Maßnahmen vor Ort: Abwasserbehandlung
 - Membranverfahren,
 - Aktivkohle,
 - Ozonung,
 - erweiterte Oxidation mit H₂O₂ bzw. UV-Bestrahlung,
 - bewachsener Bodenfilter,
 - Verfahrenskombinationen.

Nachfolgend ist in Tabelle 2 eine Übersicht der Maßnahmen mit deren Potenzialen, möglichen Einschränkungen sowie Besonderheiten aufgeführt. Eine kurze Beschreibung der Maßnahmen, ihrer Wirkung und möglicher Sekundärwirkungen sowie grobe Angaben zu Kosten bzw. Aufwand, der zu erwartenden Akzeptanz und eine Einschätzung des Umsetzungspotenzials finden sich in den Maßnahmensteckbriefen ab Seite 24. Weitere Informationen und Quellenverweise finden sich im Abschlussbericht des ReAs-Vorhabens¹⁰.

Standortspezifisches Gesamtkonzept

Aus den zur Verfügung stehenden Handlungsoptionen können entsprechend der jeweiligen Randbedingungen Gesamtkonzepte mit einer oder mehreren Maßnahmen aus unterschiedlichen Bereichen gebildet werden. Hierbei sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- durch die Maßnahmen erreichbare Emissionsminderungen,
- mögliche sekundäre Umwelteffekte,

¹⁰ Tettenborn, F.; Hillenbrand, T. (2017): Reduzierung der Gewässerbelastungen mit Rückständen von Arzneistoffen in ausgewählten Pilotgebieten (»ReAs«). Abschlussbericht. (fraunhofer.de)

Überblick über Handlungsoptionen verschaffen

Stellen Sie eine Liste derjenigen Maßnahmen zusammen, die für Ihre Gesundheitseinrichtung grundsätzlich passend und sinnvoll erscheinen bzw. sortieren Sie diejenigen Maßnahmen aus, die aufgrund der örtlichen (bspw. hinsichtlich der in der Einrichtung eingesetzten Arzneistoffe) oder äußeren (bspw. Art der nachfolgenden kommunalen Abwasserreinigung) Gegebenheiten nicht für Sie infrage kommen. Stimmen Sie sich hierzu ggf. mit den für Ihre Einrichtung zuständigen Behörden ab bzw. tauschen sich mit diesen hierzu aus.



- Abschätzung der jeweiligen Kosten,
- Umsetzbarkeit und technische Einsatzfähigkeit (u. a. Reifegrad, Zuverlässigkeit und Anpassbarkeit) der Maßnahmen,
- zu erwartende Akzeptanz der Maßnahmen sowie
- Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Maßnahmen.

Nicht-technische Maßnahmen

Nicht-technische Maßnahmen auf informativer und organisatorischer Ebene sind wichtiger Bestandteil eines Gesamtkonzepts. Sie haben eine unterstützende Wirkung für die Umsetzung anderer Maßnahmen, können Umweltbelastungen bereits an der Quelle vermeiden und tragen zu einer Sensibilisierung bei wichtigen Akteuren bei. Dies kann eine langfristige Problemlösung unterstützen.

Technische Maßnahmen

Die technischen Maßnahmen lassen sich unterteilen in eine Abwasserteilstromerfassung und eine Abwasserbehandlung, wobei für erstere ebenfalls eine Entsorgung oder Behandlung des erfassten Abwassers vorgenommen werden muss. Eine Teilstromerfassung sollte auf besonders belastete Teilströme (z. B. Abwasser aus der Radiologie) abzielen, sodass Einzelstoff- bzw. Arzneigruppen-spezifische Eintragungsspitzen gekappt werden können. Weniger belastete Teilströme können mit dem restlichen Abwasser abgeleitet oder behandelt werden. Dieses Konzept ist für Standorte sinnvoll, an denen hohe Konzentrationen von Röntgenkontrastmitteln im Kläranlagenablauf nachgewiesen wurden. Aber auch für einige Antibiotika sowie weitere Arzneistoffe sind durch eine Teilstromerfassung hohe Reduktionen der Einträge möglich.

Für den Ausbau einer spezifischen Abwasserbehandlung/Krankenhauskläranlage mit einer weitergehenden Spurenstoffelimination, bzw. für den Aufbau einer entsprechenden dezentralen Reinigungsstufe bieten sich Membranbehandlung, Ozonung und Aktivkohlefiltration an. Gegebenenfalls können auch verschiedene Einzelverfahren sinnvoll miteinander kombiniert werden. Die Verfahren haben eine hohe Wirksamkeit und einen großen Breitbandeffekt. Die Reinigungsleistung ist von den Einsatzmengen der Betriebsmittel abhängig. Die Eliminationsraten sind stoffspezifisch, d.h. unterschiedliche Substanzen werden unterschiedlich gut abgebaut.

Daher hat sich die Kombination verschiedener Behandlungsverfahren für Krankenhausabwasser bewährt. Eine

Implementierung ist mit baulichem Aufwand und mit Betriebsaufwand (Personal und Betriebsmittel) verbunden, wodurch verhältnismäßig hohe Kosten entstehen, die stark von den individuellen Randbedingungen (u.a. Größe und Lage der Einrichtungen, auch im Hinblick auf den ggf. besonderen Schutz von möglichen umliegenden Trinkwasserschutzgebieten) der jeweiligen Standorte abhängen. Daher ist vorab eine tiefere Betrachtung der verschiedenen, in Frage kommenden Verfahren notwendig.

Effektivität

Der Effekt der verschiedenen Maßnahmen ist unterschiedlich. Insbesondere bei nicht-technischen dezentral umsetzbaren Maßnahmen vor Ort mit Bezug zum Gesundheitssystem (bspw. Informations-/organisatorische Maßnahmen) kann das Reduktionspotenzial nicht genau benannt werden. In der Breite ist hier von einem eher geringen, oft stark Einzelstoff-bezogenen direkten Effekt auszugehen, z. B. beim Einsatz von Alternativsubstanzen bei bestimmten Indikationen. Grundsätzlich sind diese Maßnahmen aber im Sinne eines ganzheitlichen Ansatzes eine elementare Grundlage für weitere Maßnahmen und wichtige Teilbausteine, die die Aufmerksamkeit gegenüber der Problematik von Arzneistoffeinträgen deutlich erhöhen. Durch Sensibilisierung können diese Maßnahmen insgesamt unterstützend wirken und auch auf andere Bereiche (bspw. Umgang mit Reinigungsstoffen, Korrosionshemmern oder Bioziden) ausstrahlen. Ein weiterer Vorteil der nicht-technischen Maßnahmen ist, dass sie in der Regel deutlich schneller umsetzbar und mit deutlich niedrigeren Kosten verbunden sind als technische Lösungen.

Vorgelagerte/übergeordnete und nachgeschaltete Maßnahmen

Ergänzend zu den Gesundheitseinrichtung-spezifischen Maßnahmen ist zu prüfen, inwieweit diese mit den nachfolgend aufgeführten vorgelagerten/übergeordneten und nachgeschalteten Maßnahmen interagieren und die Gesamtwirkung dieser Maßnahmen zum Schutz der Umwelt verstärken können:

- Vorgelagerte/übergeordnete Maßnahmen:
 - allgemeine Problemsensibilisierung;
 - Aufbau und Nutzung von Umweltinformations-/klassifikationssystemen;
- nachgeschaltete Maßnahmen:
 - verbesserte kommunale Abwasserreinigung.

Nicht-technische Maßnahmen

Maßnahmen	Potenzial	Einschränkungen	Besonderheiten
Schulung von Fachpersonal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ vergleichsweise kostengünstig ▪ ggf. anknüpfend an interne Weiterbildungsangebote ▪ Maßnahme wirkt unterstützend 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ eher geringes direktes Potenzial zur Reduktion von Arzneistoffeinträgen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ wichtig für den Erfolg weiterer Maßnahmen
Information von Patient:innen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Problemsensibilisierung ▪ Maßnahme wirkt unterstützend 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Effekt nur begrenzt und evtl. nur temporär ▪ Zeitaufwand im medizinischen Alltag 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Steigerung der Akzeptanz für weitere Maßnahmen
Reduktion der Medikation / Einsatz umwelt-freundlicher Arzneistoffe	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduktionspotenzial unterschiedlich 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recherchebedarf bzgl. Umweltinformationen zu Arzneimitteln 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maßnahmenbewertung ist mit medizinischem Fachpersonal abzustimmen
Förderung nichtmedikamentöser Behandlungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduktionspotenzial unterschiedlich ▪ langfristige Krankheitsprävention 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ greift nicht soweit keine nichtmedikamentöse Alternative vorhanden (z.B. Diagnostika o. Zytostatika) ▪ in Gesundheitsreinrichtung ist Krankheitsprävention weniger relevant 	
Sachgemäße Entsorgung von Arzneimitteln	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduktionspotenzial unterschiedlich; ▪ insbesondere für flüssige Arzneistoffreste relevant, darunter auch Röntgenkontrastmittel und Betäubungsmittel 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ geringer Anteil an gesamtem Arzneistoffeintrag 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ grundsätzliche Vorgaben zur Entsorgung der Arzneimittel sind vorhanden (u.a. LAGA 2021) ▪ standortspezifische Prüfung der richtigen Handhabung von Vorgaben sowie der Möglichkeit von Verbesserungen sinnvoll

Tabelle 2: Maßnahmenoptionen

Technische Maßnahmen

Maßnahmen	Potenzial	Einschränkungen	Besonderheiten
Urinsammlung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ besonders belastete Abwasserteilströme können erfasst werden ▪ einfache Entsorgung von Urinsammelbeuteln als Abfall ▪ grundsätzlich können wesentliche Anteile der (stationär verwendeten) Arzneistoffe erfasst werden ▪ bei Toilettensystemen Behandlung oder separate Entsorgung des erfassten Abwassers notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ unsachgemäß entsorgte Arzneistoffe sowie andere Mikroschadstoffe werden ggf. nicht erfasst ▪ Urinsammlung bei langfristigen Behandlungen aufwändig ▪ Organisatorischer Aufwand und Platzbedarf für Bereithaltung und Entsorgung Sammelbehälter ▪ Konstruktiver Aufwand bei Eingriff in Ableitungssystem -> bei Neubau zu berücksichtigen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Urinsammlung besonders geeignet für Röntgenkontrastmittel, die nur kurzzeitig eingenommen und innerhalb von 24 Stunden fast vollständig ausgeschieden werden ▪ Eine für das medizinische Personal kontaminationsfreie Entsorgung ist sicherzustellen ▪ Maßnahmen sind mit zuständigen Krankenhaushygieniker:innen abzustimmen
Abwasserfreie (mobile) Toilettensysteme			
Separate Erfassung von bestimmten Abteilungen, bspw. über Vakuumsystem			
Ozonierung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erfassung von Hotspots ▪ Erfassung weiterer Mikroschadstoffe neben Arzneistoffen ▪ Eliminationsraten sind einzelstoffspezifisch 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prüfung der Anwendbarkeit des Verfahrens auf das spezifische Abwasser ▪ bauliche Maßnahmen erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorbehandlung des abwassers
Erweiterte Oxidation			
Aktivkohle			
Membranverfahren			
Kombinationsverfahren			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Systeme speziell für Elimination von Arzneistoffen aus Gesundheitseinrichtung vorhanden

Unterstützung bei der Maßnahmenauswahl

Mögliche Entscheidungskriterien

Die nachfolgenden Aspekte sollen bei der Diskussion und Auswahl von standortspezifischen Maßnahmen helfen, Aufwand und Nutzen abschätzen zu können:

Wirkung

Hierbei spielt sowohl der Anteil des betroffenen Einzugs-pfads als auch der Wirkungsgrad der Maßnahme eine Rolle. Neben der Gesamtwirkung bzw. des Gesamtminderungspotenzials einer Maßnahme sind auch die räumliche Verteilung sowie der zeitliche Ablauf der Minderung relevant.

Sekundäre Umwelteffekte

Neben den direkten Auswirkungen auf die Belastung der Gewässer mit den betrachteten Arzneistoffen sollen weitergehende ökologische Effekte aufgezeigt werden. Dies betrifft bspw. den mit den Maßnahmen verbundenen Energieverbrauch, aber auch die mögliche zusätzliche Verbesserung der Gewässerqualität durch die Rückhaltung oder Elimination weiterer Schadstoffe (z. B. zusätzlicher Rückhalt von Feinstpartikeln und damit verbundene weitergehende Elimination von Schadstoffen und Phosphor).

Kosten

Bei der Betrachtung der Maßnahmenkosten sind Informationen zu Investitions- und Betriebskosten zu erheben. Transaktionskosten wie z. B. Informationskosten, Kontrollkosten bei Behörden, Aushandlungskosten zwischen verschiedenen Akteuren können bei der Umsetzung von Maßnahmen ebenfalls von Bedeutung sein. Dazu liegen in der Regel jedoch keine konkreten Erfahrungswerte vor.

Akzeptanz

Die Akzeptanz der betroffenen Akteure (bspw. Klinikpersonal, Patient:innen) ist von unterschiedlichen Randbedingungen abhängig. Hierzu gehört unter anderem der Informationsstand oder die Möglichkeit der Integration der Maßnahme in den Arbeitsalltag.

Umsetzbarkeit am Standort

Vor dem Hintergrund der lokalen Randbedingungen (Belastungssituation; Abwasserableitung und -behandlung; örtliche Gegebenheiten) sowie des Reifegrades, der Zuverlässigkeit oder auch der Anpassbarkeit eine Maßnahme an verschiedene Rahmenbedingungen ist die Realisierbarkeit und Praktikabilität von Maßnahmen zu berücksichtigen.

Zusammenhänge bedenken

Die folgenden Grundsätze sind bei der Diskussion zu Maßnahmen zu berücksichtigen:

- Maßnahmen dürfen nicht zu einem Qualitätsverlust bei Prävention und Therapie führen.
- Die Akzeptanz der Maßnahme bei Patient:innen und Personal ist häufig Voraussetzung für den Erfolg.
- Maßnahmen sollten sich in den komplexen beruflichen Alltag von Ärzt:innen und Apotheker:innen möglichst gut integrieren lassen.
- Maßnahmen sollten idealerweise mit Reformvorhaben im Gesundheitssystem zusammenwirken.

Maßnahmen für die Umsetzung auswählen

Erstellen Sie mithilfe der obenstehenden Entscheidungskriterien sowie unter Einbeziehung der relevanten Akteure einen konkreten Plan, welche Maßnahmen Sie in welcher Form und zu welchem Zeitpunkt umsetzen können, und wie Sie die Umsetzung angehen.



Einzubindende Zielgruppen bei organisatorischen und informatorischen Maßnahmen

Insbesondere bei den nicht-technischen Maßnahmen werden sehr unterschiedliche Zielgruppen mit unterschiedlichem Kenntnisstand adressiert. Zur Zielerreichung können jeweils verschiedene Anknüpfungspunkte und Medien genutzt werden.

In diesem Zusammenhang einzubindende Beschäftigtengruppen sind insbesondere die **Ärzt:innen** und das **Pflegepersonal**. Diese Beschäftigtengruppen sind primär der Heilung verpflichtet, das Thematisieren von »Umweltproblemen« stand bislang nicht im Fokus. Um eine mögliche Abwehr der Auseinandersetzung mit der Problematik oder eine Distanzierung bzw. Relativierung der Problematik zu vermeiden, die aufgrund des hohen Druck im Gesundheitswesen hinsichtlich Kostenreduzierung und dadurch begrenzter Zeit entstehen können, ist es wichtig, durch gute Kommunikation und aktive Einbindung eine Offenheit für die Problematik und Bereitschaft zur Auseinandersetzung zu erreichen. Unterstützend kann eine diskursive Selbstaufklärung durch fachjournalistische Artikel zur Situation der Gewässerbelastung und ihrer Folgen wirken, beispielsweise auch im Zusammenhang mit der Wahrscheinlichkeit der Bildung von Antibiotikaresistenzen.

Mögliche Informationsvermittler sollten grundsätzlich sehr gute Kenntnisse vom Klinikalltag haben. Synergien – wie etwa Kostensenkung und Eintragsreduktion z. B. bei geringeren Verschreibungsmengen und Verordnung von gesundheitsfördernden Maßnahmen im Sinne eines Gesamtheilungsplans (Aspekte Bewegung, Ernährung) – können die Akzeptanz von Maßnahmen unterstützen.

Auch die Gruppe der **Patient:innen** ist besonders zu berücksichtigen. Die Tatsache, dass Arzneistoffe über Ausscheidungen in die Umwelt eingetragen werden können und dort möglicherweise negative Folgen haben, kann mit Ängsten und Tabus verbunden sein. Insbesondere chronisch Kranken ist die Angst zu nehmen, dass eine Medikamentenversorgung und dadurch ihre Heilung bzw. Behandlung in Gefahr geraten könnten. Zu berücksichtigen ist im Zusammenspiel Ärzt:in-Patient:in, dass der Medikamentenverbrauch zum Teil ein

emotional behaftetes Thema ist, das unterschiedlich wahrgenommen wird. Gegebenenfalls können nicht-medikamentöse Behandlungsalternativen unterstützen, Ängste zu nehmen.

Zu den weiteren einzubindenden Gruppen gehören **Apotheker:innen**, deren Handlungsspielraum in der Regel beschränkt ist. Diese können beispielsweise durch übergeordnete Gremien eingebunden werden.

Eine wichtige Rolle können in diesem Zusammenhang die **Umweltbeauftragten, Abfallbeauftragten** und **Hygienebeauftragten** innerhalb der Gesundheitseinrichtung einnehmen, die z.B. Entsorgungswege und -praktiken überprüfen und optimieren können.

Eine Übersicht der verschiedenen Zielgruppen, des zu erwartenden Kenntnisstands, möglicher Anknüpfungspunkte sowie möglicher erster Schritte findet sich in Tabelle 3.

Zielgruppen festlegen

Definieren Sie Zielgruppen und konkrete Adressat:innen für informatorische und organisatorische Maßnahmen vor Ort und schaffen Sie Strukturen, über die Sie diese Personen erreichen und einbinden können (z.B. Schulungsplan, Botschafter:innen in einzelnen Abteilungen ...).



Zielgruppe	Fachpersonal Ärzt:innen	Fachpersonal Pflege	
Erwarteter vorhandener Kenntnisstand & Ausgangssituation	<ul style="list-style-type: none"> ■ Problematik meist unbekannt bzw. keine Relevanz in Arbeitsalltag ■ Fehlende Informationen ■ Befürchtung, dass Heilung in den Hintergrund rückt und Handlungsspielräume eingeengt werden 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Problematik überwiegend unbekannt 	
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> ■ Umweltbewusstsein & Beratungskompetenz steigern, Vereinbarkeit Umweltbewusstsein und Heilung 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Verwendung umweltfreundlicher Arzneistoffe 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Umweltbewusstsein & Handlungsspielraum ■ Initiativen zur sachgerechten Entsorgung von Altarzneien und belasteten Ausscheidungen fördern
Anknüpfungspunkte	<ul style="list-style-type: none"> ■ Arzt:in-Patient:in-Verhältnis (z. B. Missverständnisse, Erwartung einer Rezeptaussstellung) ■ Faktenübermittlung: Gewässer-ökologische Auswirkungen, von Arzneistoffen aufgrund höherer Sensibilität der Gewässerlebewesen ■ Vorsorgeprinzip insbesondere bei persistenten Stoffen wie RKM 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Abstimmung mit Fachpersonal zu Grenzen und Möglichkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Methoden zur gesonderten Sammlung von belasteten Ausscheidungen betroffener Patient:innen ■ Informationsübermittlung an Patient:innen
Medium	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kongresse, Tagungen, Weiterbildungen ■ Anerkannte Print- und Online-medien (z.B. Deutsches Ärzteblatt) ■ Autoritätspersonen als Vermittler:innen (top-down-approach) ■ Insb. bei Neueinstellungen und im Rahmen der Weiterbildung 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Antibiotikascreening statt Substitution, um Einsatz von Breitbandantibiotika zu reduzieren 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ansprechpartner:innen installieren
Mögliche Schritte	<ul style="list-style-type: none"> ■ Umweltmediziner:innen einbeziehen ■ Informationsplattform organisieren ■ Workshops und interne Besprechungen ■ Etablieren von »Rezepten zur gesunden Lebensweise« ■ Schulungen im Rahmen des Qualitätsmanagementprogramms ■ Einbeziehung Hygienefachkraft 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Einbeziehung Arzneimittelkommission ■ Einbeziehung Krankenkassen (Kosten für Screening) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Interne Schulungen ■ Möglichkeiten von Methoden zur gesonderten Sammlung von belasteten Ausscheidungen in Betracht ziehen und in Klinikalltag integrieren

Tabelle 3: Zielgruppen, erwarteter Kenntnisstand, Anknüpfungspunkte sowie mögliche erste Schritte

Fachpersonal besondere Gruppen: Umwelt-, Abfall- und Hygienebeauftragte	Patient:innen	Fachpersonal Pharmazie	Standort Klinik/Krankenhaus
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Problematik tendenziell unbekannt; gemischte Reaktionen zu erwarten (interessiert und handlungsgewillt bis hin zu ablehnend) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Problematik eher bekannt ■ fühlen sich verantwortlich, aber in Handlungsspielraum eingeschränkt 	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Unterstützung bei den verschiedenen Maßnahmen ■ Relevanz korrekter Entsorgung von Altarznei vermitteln 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Umweltbewusstsein schärfen ■ Angst vor Zweitrangigkeit ihrer Krankheit nehmen ■ Vereinbarkeit Umweltbewusstsein und Heilung 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Umweltbewusstsein schärfen ■ Relevanz ihrer Position vergrößern 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Wissensvermittlung zur Problematik ■ Erhöhung der Relevanz von Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekten im Klinikalltag
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sachgemäße Entsorgung von Altarznei 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Entsorgung von Altarznei als fester Bestandteil der Beratung 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Poster an relevanten Stützpunkten anbringen (z.B. Aufenthaltsräume, Kaffeeküchen)
<ul style="list-style-type: none"> ■ Informationsplattform ■ Flyer 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Informationsplattform ■ Flyer 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Workshop/Vortrag ■ Magazinbeiträge 	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Infomaterial designen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Infomaterial designen ■ Einbindung von Umweltkommission o.ä. Gremien 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ärzt:innen-Apotheker:innen-Verhältnis optimieren ■ Informationen zu Entsorgung von Altarznei bereitstellen ■ Artikel zu Problem in Fachzeitschriften 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Absprachen mit Klinikpersonal ■ Plakatgestaltung

Maßnahmensteckbriefe

In den Maßnahmensteckbriefen erfolgt eine kurze Beschreibung der Maßnahmen, ihrer Wirkung und möglicher Sekundärwirkungen, sowie grobe Angaben zu Kosten bzw. Aufwand, der zu erwartenden Akzeptanz und eine Einschätzung des Umsetzungspotenzials. Weitere Informationen und Quellenverweise zu den nachfolgenden Maßnahmen finden sich im Abschlussbericht des ReAS-Vorhabens¹¹.

¹¹ Tettenborn, F.; Hillenbrand, T. (2017): [Reduzierung der Gewässerbelastungen mit Rückständen von Arzneistoffen in ausgewählten Pilotgebieten \(»ReAs«\). Abschlussbericht. \(fraunhofer.de\)](#)

Dezentrale nicht-technische Maßnahmen vor Ort	26
Schulung des Fachpersonals	26
Informationen für Patient:innen	26
Reduktion der Medikation	27
Förderung nicht medikamentöser Therapieformen	27
Verwendung alternativer Wirkstoffe	28
Dezentrale technische Maßnahmen vor Ort:	
Sammlung und Erfassung am Standort der Gesundheitseinrichtung.	29
Abwasserteilstromerfassung	29
Vakuumtoilette	29
Urinbeutel	30
Abwasserlose (mobile) Toilettensysteme	30
Sachgemäße Entsorgung nicht verabreichter Arzneimittel	31
Dezentrale technische Maßnahmen vor Ort:	
Behandlung am Standort der Gesundheitseinrichtung	32
Membranverfahren zur Abwasserbehandlung	32
Einsatz von Aktivkohle zur Abwasserbehandlung	32
Ozonung zur Abwasserbehandlung.	33
Erweiterte Oxidation mit H ₂ O ₂ bzw. UV-Bestrahlung	33
Bewachsener Bodenfilter zur Abwasserbehandlung.	34
Verfahrenskombinationen zur Abwasserbehandlung	34
Übergeordnete Maßnahmen (außerhalb der Gesundheitseinrichtungen).	36
Steigerung der Sensibilisierung in der Bevölkerung	36
Übergreifende Instrumente	36
Nachgeschaltete Maßnahmen	37

Dezentrale nicht-technische Maßnahmen vor Ort

Dezentrale nicht-technische Maßnahmen vor Ort ermöglichen es, Arzneistoffemissionen am Standort zu verringern, indem sie beispielsweise auf informativer und/oder organisatorischer Ebene der Gesundheitseinrichtungen eine Veränderung schaffen.

Schulung des Fachpersonals

Beschreibung: Empirische Untersuchungen haben gezeigt, dass sich Ärzt:innen und Apotheker:innen bisher kaum mit den Folgen der Einnahme und Entsorgung von Arzneimitteln für die Gewässerqualität auseinandersetzen. Gleichzeitig besteht für die explizite Schulung von Fachpersonal bezüglich der Umweltrelevanz von Arzneistoffen neben dem Bedarf auch Interesse.

Eine Umsetzung der Maßnahme kann bspw. durch Integration der Themen »Mikroschadstoffe und Gewässerschutz, insb. Einträge von Arzneistoffen in die Gewässer vor dem Hintergrund des Gewässerschutzes« und »nachhaltige Pharmazie« in Weiterbildungsprogramme sowie in die Ausbildung von Pflegepersonal oder in das Medizinstudium erfolgen. Um das Fachpersonal zu erreichen, das sich bereits im Beruf befindet, ist eine Aufnahme des Themas in Fachmedien, die als Print- oder auch Onlinepublikationen erscheinen, erstrebenswert. Auch Beiträge auf Kongressen, Seminaren, Tagungen sowie Fortbildungen können als Schulungsmedium dienen.

Hygieneschulungen von Ärzteschaft und Pflegepersonal zur Reduzierung nosokomialer Infektionen sind ein Beispiel, durch das bspw. der Antibiotikaverbrauch gesenkt werden kann.

Wirkung: Die Ärzteschaft hat eine Schlüsselrolle im Aufklärungsprozess über die Umweltrelevanz von Arzneimitteln inne. Ärzt:innen wirken als Multiplikatoren für Pflegepersonal und Patient:innen. Negative sekundäre Umwelteffekte sind nicht zu erwarten.

Kosten/Aufwand: Die Implementierung eines neuen Themas in die Schulungsprogramme ist mit einem initiativen Aufwand

verbunden. Die Schulungen selber sollten in die vorhandenen Weiterbildungsprogramme integriert werden, sodass zusätzliche Aufwände geringgehalten werden können.

Zu erwartende Akzeptanz: Da der berufliche Alltag des medizinischen Fachpersonals komplex ist und in der Regel starken zeitlichen Restriktionen unterliegt, ist eine Akzeptanz des Fachpersonals nur zu erwarten, wenn Rahmenbedingungen, wie der Qualitätserhalt jeder Behandlung, die unkomplizierte Integration der Thematik in den Arbeitsalltag sowie das Einhergehen mit Reformvorhaben im Gesundheitssystem, erfüllt werden.

Des Weiteren ist eine Akzeptanzsteigerung des Personals erzielbar, indem vom Personal als relevant eingeordnete Themen mit dem Problem der Arzneistoffe in der Umwelt verknüpft werden, bspw. über eine Verknüpfung des von Mediziner:innen als relevant angesehenen Themas der Antibiotikaresistenzen mit der Problematik von Arzneimittlrückständen im Abwasser. Engagement im Umweltbereich kann positiv zum Klinik-Image beitragen.

Umsetzbarkeit: Grundsätzlich ist diese Maßnahme in jeder Gesundheitseinrichtung umsetzbar. Gesundheitseinrichtungen verfügen in der Regel über eine/n Beauftragte:n für innerbetriebliche Fort- und Weiterbildung, um Qualitätsstandards zu sichern, oder über eigene Bildungseinrichtungen. Alternativ können Weiterbildungsangebote der Kammern genutzt oder initiiert werden.

Informationen für Patient:innen

Beschreibung: Die Information von Patient:innen bezüglich der Umweltrelevanz von Arzneistoffen ist dann relevant, wenn ihr Mitwirken erforderlich ist oder ihr Verständnis für Alternativen bzgl. der Behandlungsform (bspw. nichtmedikamentöse Therapie) eingeworben werden soll. Die Ärzteschaft bildet hierbei eine wichtige kommunikative Schnittstelle. Voraussetzung ist eine vorhandene Sensibilisierung bei der Ärzteschaft. Mit entsprechendem Hintergrundwissen können Ärzte und Ärztinnen die Akzeptanz der Patient:innen für

nichtmedikamentöse therapeutische Maßnahmen steigern, oder deren Mitwirkung an weiteren Maßnahmen erzeugen (bspw. getrennte Erfassung von belastetem Urin). Die erfolgreiche Behandlung hat jedoch Priorität und die Erzeugung von Schuldgefühlen aufgrund der Umweltbelastungen durch Arzneistoffausscheidungen ist zu vermeiden. Vielmehr kann den Patient:innen das positive Gefühl vermittelt werden, trotz eigener Einschränkungen durch eine Krankheit durch ihr/sein Mitwirken etwas Gutes für die Umwelt tun zu können.

Wirkung: Eine signifikante Reduktion des Arzneimitteleinsatzes in der Klinik ist durch diese Maßnahme nicht direkt zu erwarten. Die Informationsweitergabe dient vorwiegend der Unterstützung weiterer Maßnahmen, evtl. auch Auswirkungen auf das Verhalten der Patient:innen zu Hause. Es sind keine negativen sekundären Umwelteffekte zu erwarten.

Kosten/Aufwand: Patient:innenaufklärung ist zeitintensiv und daher ggf. schwer in den medizinischen Alltag zu integrieren. Hierdurch entstehen indirekte Kosten. Zur Reduktion des notwendigen Zeitaufwands sollte die Informationsweitergabe daher durch Informationsmaterial (bspw. Flyer) unterstützt werden.

Zu erwartende Akzeptanz: Eine Akzeptanz seitens des Personals sowie der Patient:innen ist vor allem dann zu erwarten, wenn die Gesundheitsversorgung sowie der medizinische Alltag nicht negativ von der Maßnahme beeinflusst werden.

Umsetzbarkeit: Das Aushängen von Informationsplakaten sowie die Auslage von Flyern ist in der Regel gut umsetzbar. Die Patient:inneninformation durch das medizinische Personal sollte in eine Routine aufgenommen werden, in der kurz darauf hingewiesen wird, dass in der Gesundheitseinrichtung darauf geachtet wird und welche Möglichkeiten zur Verfügung stehen. Außerdem könnten entsprechende Informationen in den sonstigen Informationsmaterialien der Einrichtungen zumindest in kurzer Form aufgenommen werden (bspw. auf den jeweiligen Internet-Auftritten).

Reduktion der Medikation

Beschreibung: Eine Reduktion der Medikation kann neben dem Einsatz nichtmedikamentöser Therapieformen durch eine auf die zu behandelnde Person personalisierte Verschreibung erfolgen. Insbesondere bei geriatrischen Patient:innen mit Multimorbidität können Unverträglichkeiten bei Polypharmazie reduziert werden. Zudem können ggf. durch alternative Applikationsformen gleiche Wirkungen bei geringerem Wirkstoffeinsatz und geringeren Ausscheidungsraten erzielt werden. Die

Zielgruppe für eine Umsetzung dieser Maßnahme sind Ärzte und Ärztinnen, die über den jeweiligen Einsatz entscheiden.

Wirkung: Das Reduktionspotenzial durch eine Beschränkung der Verschreibung auf die tatsächliche Indikation wird teilweise recht hoch (bis 50 Prozent) geschätzt. Grundsätzlich hängt die Wirkung der Maßnahme von dem Verständnis ab, das Ärzt:innen und Patient:innen hierfür aufbringen. Oftmals gibt es allerdings wenig bis keinen Spielraum bei der Medikation. Die erfolgreiche Behandlung hat in jedem Fall Vorrang. Es sind keine sekundären Umwelteffekte zu erwarten.

Kosten/Aufwand: Im Rahmen der Patient:innenaufklärung kann ggf. ein erhöhter Aufklärungsaufwand nötig sein, um die Erwartungshaltung der Patient:innen mit einem alternativen Behandlungsansatz in Einklang zu bringen. Entsprechende Zusatzaufwendungen sollten über neu zu schaffende Abrechnungspauschalen für Umweltaufklärung abgedeckt werden.

Zu erwartende Akzeptanz: Die Medikamentenreduktion auf das Nötigste erfordert die Bereitschaft der Mediziner:innen zu einer veränderten Verschreibungspraxis. Gleichzeitig müssen die Patient:innen bereit sein, diese anzunehmen. Voraussetzung ist eine breite Aufklärung und Sensibilisierung für das Thema.

Umsetzbarkeit: Das Umsetzungspotenzial dieser Maßnahme ist in stationären Einrichtungen aufgrund des vorgegebenen Handlungsraums in der Regel verhältnismäßig gering. Eine Umsetzung kann beispielsweise durch die Vermeidung potenziell inadäquater Medikation multimorbider Patient:innen erfolgen.

Förderung nicht medikamentöser Therapieformen

Beschreibung: Der Bedarf an Medikamenten wird durch gezielte nichtmedikamentöse Krankheitsprävention und nichtmedikamentöse Therapieformen verringert. Teilweise besteht allerdings eine Erwartungshaltung für eine medikamentöse Verschreibung seitens der Patient:innen. Diesen Erwartungen kann entgegengetreten werden, indem ein Arzt gesundheitsfördernde Maßnahmen per Rezept, welches von Krankenkassen akzeptiert wird, verordnet.

Wirkung: In Gesundheitseinrichtungen können nichtmedikamentöse Therapieformen, wie Physio- oder Psychotherapie, zur Heilung beitragen und die medikamentöse Behandlung unterstützen. Medikamentengruppen wie Zytostatika und Diagnostika, zu denen bspw. Röntgenkontrastmittel gehören, können durch diese Maßnahme vermutlich nicht reduziert werden.

Effekte sind bspw. bei der Behandlung von Schmerzerkrankungen durch einen reduzierten Bedarf an Schmerzmitteln zu erwarten. Es sind keine sekundären Umwelteffekte zu erwarten.

Kosten/Aufwand: Die Verschreibung und Anwendung nicht-medikamentöser Therapieformen, wie zum Beispiel die Physiotherapie, verursacht ebenso wie die Verabreichung von Medikamenten Kosten. Aufgrund des langfristigen Beitrags zur Gesundheitsvorsorge können eventuelle Mehraufwendungen volkswirtschaftlich vermutlich neutral bewertet werden. Ein im Rahmen der Patient:innenaufklärung ggf. anfallender erhöhter Aufklärungsaufwand sollte über neu zu schaffende Abrechnungspauschalen für Umweltaufklärung abgedeckt werden.

Akzeptanz: Positivbeispiele aus Schweden bezüglich Verschreibungsanreizen von nichtmedikamentösen Therapieformen zeigen, dass der Ansatz sowohl von Ärzt:innen als auch von Patient:innen angenommen werden kann.

Umsetzbarkeit: Die Maßnahme zielt zum einen auf die Krankheitsprävention ab. Die Patient:innen in Gesundheitseinrichtungen sind in der Regel jedoch schon erkrankt, sodass eine Vorsorge nicht mehr greift. Nichtsdestotrotz kann die Verschreibung nichtmedikamentöser Behandlungen zukünftigen Erkrankungen vorbeugen oder die medikamentöse Behandlung unterstützen. Zum anderen können nicht medikamentöse Therapieformen bei chronischen Krankheiten, bspw. Schmerzerkrankungen eingesetzt werden.

Verwendung alternativer Wirkstoffe

Beschreibung: Das Umweltbundesamt benennt den Bereich der Arzneimittelentwicklung im Rahmen von »Green Pharmacy« als eine mögliche Maßnahme zur Minderung von Arzneistoffeinträgen in die Umwelt und auch auf europäischer Ebene gibt es klare Empfehlungen für die Entwicklung alternativer »umweltschonender« Medikamente. Der Hauptfokus bei der Arzneistoffentwicklung liegt auf einer hohen Wirksamkeit bei geringen Nebenwirkungen. Die biologische Abbaubarkeit der Stoffe in der Umwelt spielte bislang nahezu keine Rolle. Grundsätzlich können alternative Wirkstoffe eingesetzt werden, sofern die damit bewirkten spezifischen Effekte ausreichen.

Wirkung: Durch die Verwendung eines alternativen Wirkstoffs können die Emissionen eines umweltproblematischen Stoffes reduziert werden. Von den Substituten können allerdings ebenfalls Umweltwirkungen ausgehen, die ggf. zu berücksichtigen sind.

Kosten/Aufwand: Die Kosten sind nicht durch die Maßnahme determiniert, sondern abhängig von den Kosten der Substitute bzw. deren Entwicklung. Dementsprechend kann es sowohl zu Mehrkosten als auch zu Einsparungen kommen. Der seitens Arzt/Ärztin zu erbringende Abwägungsaufwand sollte mithilfe guter Zugriffsmöglichkeit auf Informationen zur Umweltrelevanz von Arzneistoffen geringgehalten werden.

Akzeptanz: Wichtig ist eine Information über die Umweltrelevanz der einzelnen Stoffe, damit entsprechende Entscheidungen getroffen werden können. Die Kenntnis von entsprechend verlässlichen Umweltinformationen bzw. -informationsangeboten (im Internet) ist eine wesentliche Voraussetzung.¹²

Umsetzbarkeit: Unter der Voraussetzung der Schulung des Fachpersonals sowie der Verfügbarkeit von Umweltinformationen ist eine Umsetzung grundsätzlich denkbar.



¹² Mögliche Ansatzpunkte zu weitergehenden Informationen werden ab Seite 39 aufgeführt.

Dezentrale technische Maßnahmen vor Ort: Sammlung und Erfassung am Standort der Gesundheitseinrichtung

Zu den dezentralen technischen Maßnahmen vor Ort zur Emissionsminderung gehören die Abwasserteilstromerfassung, die dezentrale Sammlung und anschließend fachgerechte Entsorgung über Urin-Sammelbehälter und Sammelsysteme für Restbestände von Arzneistoffen. Im Rahmen der Organisation der sachgerechte Entsorgung sollten zusätzlich zur Beachtung des Regelwerkes die zuständigen Krankenhaushygieniker:innen einbezogen werden.

Abwasserteilstromerfassung

Beschreibung: Die Abwasserteilstromerfassung zielt darauf ab, stark belastete Teilabwasserströme zu separieren und zu sammeln, um sie anschließend einer sachgemäßen Entsorgung bzw. Behandlung zuführen zu können. Nachfolgend werden drei Verfahren der Teilstromerfassung näher betrachtet.

Vakuumtoilette

Beschreibung: Der maßgebliche Unterschied zwischen einer herkömmlichen Toilette und einer Vakuumtoilette ist, dass bei der Vakuumtoilette Luft statt Wasser als Transportmittel genutzt wird. Lediglich eine relativ kleine Spülwassermenge (ca. ein Liter) wird benötigt. Eine zentral platzierte Vakuumstation erzeugt den notwendigen Unterdruck im System. Die Luft wird im System angesaugt und nimmt die »Abwasserpfropfen« mit. Das auf diese Weise volumenreduzierte, belastete Abwasser kann bspw. zentral gesammelt und entsorgt werden. In Krankenhäusern können über dieses System mit Arzneistoffen

belastete Abwasserteilströme separat erfasst und gezielt behandelt bzw. entsorgt werden.¹³

Wirkung: Der Einsatz von Vakuumtoiletten reduziert keine Arzneistoffeinträge. Mittels Vakuumtoiletten kann aber ein stark belasteter Abwasserteilstrom (Schwarzwasser) gezielt und gering verdünnt erfasst und einer Behandlung zugeführt werden. Aufgrund der geringeren Volumina können hierbei kleinere Behandlungsanlagen zum Einsatz kommen als bei einer Vollstrombehandlung.

Sekundäre Umwelteffekte: Für den Betrieb von Vakuumtoiletten wird Energie benötigt. Sofern das hochkonzentrierte Schwarzwasser einer Vergärung zugeführt wird, kann der Energiebedarf durch Biogasproduktion teilweise kompensiert werden.

Kosten: Jahreskosten über einen Abschreibungszeitraum von 50 Jahren werden von Oldenburg (2007) mit 18 Euro pro Vakuumtoilette angegeben. Hinzu kommen Jahreskosten für Vakuumleitungen im Bereich von 33 bis 93 Euro pro Gebäude (Hillenbrand 2009) und Jahreskosten für eine Vakuumstation für eine Klinik in Höhe von 3.333 Euro pro Anlage (Oldenburg 2007).

Zu erwartende Akzeptanz: Bisher hat keine Untersuchung zur Akzeptanz für Vakuumtoiletten im medizinischen Kontext stattgefunden. Sind die Vakuumtoiletten allerdings in Krankenhäusern etabliert, ist davon auszugehen, dass sie von den Patient:innen akzeptiert werden, da es bei der Verwendung keinen Unterschied zu herkömmlichen Toiletten gibt. Vakuumtoiletten stellen in Zügen und Flugzeug eine etablierte und akzeptierte Technik dar.

¹³ Ähnliche Systeme stellen die Trenntoilette sowie die Verbrennungstoilette dar. Bei ersterer können Urin und Fäzes getrennt erfasst und behandelt werden. Dies kann durch gezielte Behandlung zu einem guten Eliminationsergebnis führen; jedoch ergibt sich aus der getrennten Teilstrombehandlung ein höherer Aufwand. In einer Verbrennungstoilette werden alle menschlichen Ausscheidungen direkt verbrannt und in Asche sowie gasförmige Emissionen umgewandelt. Folglich ist kein Anschluss zum Abwassernetz nötig; es muss aber ein sicheres Entsorgungssystem für Abgas und Asche bereitgestellt werden. Weitere Informationen geben Londong 2009; Teschner 2015; Seidel et al. 2013 und die Internationale Kommission zum Schutz des Rheins 2010.

Umsetzbarkeit: Für den Einsatz von Vakuumtoiletten muss das bestehende Abwassersystem mit einem Vakuumsystem ersetzt bzw. ergänzt werden. Demzufolge müssten erhebliche bauliche Veränderungen vorgenommen werden, was die Umsetzbarkeit der Maßnahme einschränkt. Aufgrund der baulichen Maßnahmen, die bei dem Einsatz von Vakuumtoiletten vorgenommen werden müssen, ist das System besser für Neubauten oder für Sanierungsphasen von bestehenden Gebäuden geeignet.

Urinbeutel

Beschreibung: Im Mittel werden 60 bis 70 Prozent der nicht vom Körper absorbierten Arzneistoffe über den Urin ausgeschieden. Somit kann über eine Sammlung des Urins mittels Urinbeuteln, kombiniert mit einer entsprechenden sachgerechten Entsorgung, ein erheblicher Anteil der Arzneistoffausscheidungen erfasst werden. Diese Maßnahme kann insbesondere für punktuelle Arzneimittelverabreichungen und bei Arzneistoffen, die renal ausgeschieden werden, relevant sein. Dazu zählen Diagnostika wie Röntgenkontrastmittel, welche innerhalb eines überschaubaren Zeitrahmens zu 90 bis 100 Prozent über den Urin ausgeschieden werden. Die Maßnahme zeichnet sich dadurch aus, dass sie zeitlich und örtlich flexibel angewendet werden kann.

Wirkung: Der Anteil der Arzneistoffe, welcher über die Fäzes ausgeschieden wird, wird bei der Nutzung von Urinbeuteln nicht erfasst. Aus diesem Grund ist die Maßnahme ausschließlich für die Substanzen wirksam, die zu großen Teilen über den Urin ausgeschieden werden und die nur über einen sehr begrenzten Zeitraum verabreicht werden. Bei der Eintragsminderung von Röntgenkontrastmittel kann die Wirksamkeit hoch sein, sofern ein Großteil der betreffenden Patient:innen für bis zu 24 Stunden Urinbeutel verwendet. Ergebnisse aus bereits erfolgten Anwendungen haben gezeigt, dass die Nutzung von Urinbeuteln aufgrund körperlicher oder mentaler Verfassung etc. bei etwa 60 bis 70 Prozent aller Patient:innen potenziell möglich ist. In einer Pilotstudie konnten auf freiwilliger Basis etwa 2025 Prozent der mit Röntgenkontrastmitteln behandelten Patient:innen erreicht werden.

Sekundäre Umwelteffekte: Aufgrund der Entsorgung von Urinbeuteln entsteht eine erhöhte Abfallmenge, die verbrannt werden muss.

Kosten: Neben den Kosten für die Urinbeutel (etwa sechs Stück/Patient:in in 24 Stunden) entstehen auch erhöhte Abfallentsorgungskosten. Im Rahmen einer Pilotstudie (Niederste-Hollenberg et al. 2016b) lagen die Kosten pro Urinbeutel bei 1,16 Euro. Das kann sich bei der Abnahme großer Mengen oder in Zusammenarbeit mit Herstellern ggf. verringern.

Zu erwartende Akzeptanz: Die Ergebnisse aus Pilotprojekten lassen erwarten, dass man bereits auf freiwilliger Basis mit dieser Maßnahme etwa 20-25 Prozent der Patient:innen erreichen kann. Sie weisen außerdem darauf hin, dass eine einfache Umsetzbarkeit der Maßnahme aus Sicht der Patient:innen sowie des Personals eine wichtige Voraussetzung ist. Zentral erscheinen aber auch eine gute Information und Kommunikation, um Nutzen und Effektivität einer solchen Maßnahme erfolgreich zu vermitteln. Für die Bereitschaft der Patient:innen scheint es nicht zuletzt relevant, dass das Personal die Maßnahme unterstützt und als Norm kommuniziert. Für beide Gruppen sind die wahrgenommene Verhaltenskontrolle und die Erwartung des Arztes/der Ärztin von Bedeutung. Das ist möglicherweise ein Hinweis darauf, dass außerhalb einer Studie, bei weniger wahrgenommener Freiwilligkeit und größerer Selbstverständlichkeit, die Teilnahmebereitschaft weiter gesteigert werden kann.

Umsetzbarkeit: Die Nutzung von Urinbeuteln in Gesundheitseinrichtungen bedarf zu Beginn eines gewissen organisatorischen Aufwands, der mit dem Entstehen einer Routine abnimmt. Für den Erfolg der Maßnahme ist daher ihre Integration in den medizinischen Arbeitsalltag essenziell. So müsste das Verteilen der Urinbeutel an den Pilotstandorten in den organisatorisch-logistischen Alltag des Pflegepersonals integriert werden, ohne dass es zu einem großen Zusatzaufwand kommt.

Abwasserlose (mobile) Toilettensysteme

Beschreibung: Neben konventionellen Spültoiletten und Vakuumtoiletten sind auch verschiedene abwasserlose (mobile) Toilettensysteme verfügbar. Hier werden die Fäkalien zum Teil in einem Kunststoffbeutel aufgefangen, der direkt verschweißt wird und somit keinen Geruch absondert. Anschließend kann der Beutel entnommen und einer Verbrennung zugeführt werden (Verweise auf Produktbeispiele s. Fußnote¹⁴), sodass die mit Arzneistoffen belasteten Fäkalien nicht in den Abwasserstrom des Krankenhauses gelangen. Ein Einsatz kann lokal begrenzt erfolgen, z. B. bei erhöhtem Medikamenteneinsatz auf bestimmten Stationen. Insbesondere bei mobilen

¹⁴ https://www.clinicum.ch/images/getFile?t=ausgabe_artikel&f=dokument&id=1148; <https://clesana.com/>; <https://www.srf.ch/news/ostschweiz-im-praxistest-plumpsklo-gegen-nachttopf>

Toilettensystemen ist zu beachten, dass ein sicheres Umsetzen eines Menschen bspw. vom Rollstuhl möglich ist. Die Vorgaben entsprechend DGUV Information 207-016¹⁵, »Neu- und Umbauplanung im Krankenhaus unter Gesichtspunkten des Arbeitsschutzes«, sind zu berücksichtigen.

Wirkung: Benutzen alle Patient:innen, die medikamentös behandelt werden, diese wasserlose Toilette, ist eine hohe Wirksamkeit zu erwarten.

Sekundäre Umwelteffekte: Genau wie bei den Urinbeuteln entsteht mit dieser Maßnahme ein erhöhtes Abfallaufkommen. Zusätzlich besteht ein geringer Energiebedarf.

Kosten: Abwasserlose (mobile) Toilettensysteme können käuflich erworben oder gemietet werden. Zuzüglich zu den Anschaffungskosten fallen Stromkosten je nach Gebrauch an. Laut Hersteller sind die Gesamtkosten mit konventionellen heutigen Toiletten vergleichbar (CLOsac AG o. J.b). Zu erwartende Akzeptanz: Die Entwickler der abwasserlosen mobilen Toiletten haben Prototypen im Krankenhausbereich mit positiver Resonanz getestet. Hierbei wurden Hygieneverbesserungen, Patient:innenkomfort sowie vorteilhafte Arbeitsabläufe des Personals hervorgehoben (Meuli 2016).

Umsetzbarkeit: Eine Nutzung ist in der Regel problemlos möglich. Insbesondere bei gering immobil Patient:innen können mobile abwasserlose Toilettensysteme Vorteile bringen, da sie direkt an das Bett gefahren werden können, sodass möglicherweise der Bedarf für herkömmliche Steckbecken reduziert wird (CLOsac AG o. J.c).

Sachgemäße Entsorgung nicht verabreichter Arzneimittel

Beschreibung: Die Entsorgungswege für nicht verabreichte Arzneimittel sind in Gesundheitseinrichtungen in der Regel gut geregelt. Über Sammelsysteme werden nicht verbrauchte Restmengen der Krankenhausapotheke bzw. bei bestehenden Rücknahmevereinbarungen dem Zulieferer, oder dem Abfallsystem zugeführt. Insbesondere bei flüssigen Arzneistoffen und Diagnostika könnten aber im Sinne einer hier kontraproduktiven Mülltrennung (separate Sammlung der Behältnisse aus Glas oder Kunststoff) Restmengen über das Waschbecken o.ä. entsorgt werden. Für Betäubungsmittel, die nicht mehr verkehrsfähig sind, bspw. weil sie verfallen sind oder nicht mehr gebraucht werden, und die entsprechend sicher vernichtet werden müssen, wird zum Teil fälschlicherweise die

Entsorgung über die Toilette oder das Waschbecken als sicherer Entsorgungsweg angesehen.

Durch gekennzeichnete und ggf. angepasste Sammelbehälter, die dort aufgestellt werden, wo Arzneimittelreste entstehen, kann eine sachgemäße Entsorgung sichergestellt werden. Die Internetseite des Abfallmanager Medizins¹⁶ gibt Hinweise über die korrekte Vernichtung von Betäubungsmitteln. Der Handlungsbedarf kann im Rahmen von Schulungen vermittelt werden.

Wirkung: Anders als Arzneistoffe, die über menschliche Ausscheidungen in das Abwasser gelangen, kann der Eintrag von unsachgemäß entsorgten Arzneimitteln, auch wenn er verglichen mit dem Gesamteintrag vermutlich gering ist, durch geeignete Sammel- und Entsorgungskonzepte vollständig vermieden werden.

Sekundäre Umwelteffekte: Es sind keine nachteiligen sekundären Umwelteffekte zu erwarten.

Kosten: Für eine optimierte sachgemäße Entsorgung mit Hilfe von Sammelbehältern entstehen Kosten für die Anschaffung sowie Kennzeichnung. Außerdem muss die regelmäßige Leerung sowie Instandhaltung organisiert werden.

Zu erwartende Akzeptanz: Die Einführung eines einheitlichen Entsorgungssystems muss einhergehen mit Information und Aufklärung. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Entsorgung von flüssigen Substanzen über den Restmüll intuitiv als nicht verantwortungsvolle Entsorgung verstanden wird (Pinnekamp et al. 2015a). Es ist zu erwarten, dass in Gesundheitseinrichtungen zentrale Sammelbehälter für Restarzneimittel auf jeder Station die richtige Entsorgung fördern und diese, auf den ersten Blick möglicherweise unlogische, Handlung verringert.

Umsetzbarkeit: In der Regel bestehen Rücknahmesysteme bspw. über die Klinik-Apotheken. Die (demgegenüber vermutlich kleineren) Anteile an flüssigen Arzneistoffen, die möglicherweise noch über das Abwassersystem entsorgt werden, können – begleitet mit informatorischen Maßnahmen – mit geringem Aufwand zusätzlich erfasst werden.

¹⁵ <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/883>

¹⁶ <https://www.abfallmanager-medizin.de/abfall-abc/vernichtung-von-betaeubungsmitteln/>

Dezentrale technische Maßnahmen vor Ort: Behandlung am Standort der Gesundheitseinrichtung

Für die Reduktion der Einträge von Humanarzneistoffen, die über das Abwassersystem in die Umwelt gelangen, stehen Verfahren der weitergehenden Abwasserbehandlung zur Verfügung. Diese können in der kommunalen Kläranlage umgesetzt werden, oder in besonderen Fällen am Standort der Gesundheitseinrichtung, bspw. wenn die Gesundheitseinrichtung nicht an das kommunale Abwassernetz angeschlossen ist, oder wenn eine Behandlung (von Teilströmen) vor Einleitung in das kommunale Abwassernetz angestrebt wird.

Die hierfür überwiegend in Frage kommenden Verfahren, wie Membranverfahren, Ozonung und Aktivkohlebehandlung haben eine Breitbandwirkung auf verschiedene Mikroschadstoffe, die im Krankenhausabwasser in höheren Konzentrationen vorliegen als auf der zentralen Kläranlage, wo sie durch kommunales Abwasser »verdünnt« werden. Auch eine Kombination der verschiedenen weitergehenden Verfahren ist denkbar und wird zum Teil umgesetzt. Neben einer Vollstrombehandlung ist auch eine dezentrale Teilstrombehandlung bei Gesundheitseinrichtungen vor Ort vorstellbar, kombiniert mit einer Ableitung von geringer belasteten Abwasserströmen in das kommunale System. Beispiele für eine dezentrale Behandlung von Krankenhausabwässern vor Ort existieren in Deutschland, den Niederlanden, Dänemark und der Schweiz.

Membranverfahren zur Abwasserbehandlung

Beschreibung: Das Membranverfahren ist eine physikalische Methode der Abwasserbehandlung. Bei der Behandlung von Abwasser werden Membranverfahren meist in Kombination mit einem biologischen Reaktor eingesetzt.

Für die Entfernung von Spurenstoffen eignen sich die Verfahren Nanofiltration (NF) sowie Umkehrosmose (UO) aufgrund ihrer geringen Porengrößen.

Wirkung: Viele Arzneistoffe können mit der NF bis zu 70 Prozent oder mehr zurückgehalten werden. Bei der UO werden die meisten Arzneistoffe fast vollständig zurückgehalten.

Sekundäre Umwelteffekte: Bei den für die Spurenstoffelimination wirksamen Membranverfahren NF sowie UO entsteht ein relativ hoher Energieaufwand. Als positiver Sekundäreffekt ist die Elimination auch von anderen Spurenstoffen (z. B. Korrosionsschutzmittel, Biozide) anzuführen.

Kosten: Durch den hohen Energie- und Betriebsaufwand ist bei dieser Maßnahme mit vergleichsweise hohen laufenden Kosten zu rechnen. In der kommunalen Abwasserreinigung spielt die Membranreinigung mit NF und UO daher bisher keine bedeutende Rolle. Durch Optimierung, technologischen Fortschritt sowie sinkende Produktionspreise kann die Membrantechnologie jedoch an Wirtschaftlichkeit gewinnen.

Umsetzbarkeit: Für eine Abwasserreinigung mittels Membranverfahren ist eine wirkungsvolle Vorbehandlung unabdingbar. Eine sorgfältige Kostenabschätzung und ein Vergleich mit alternativen Ansätzen werden empfohlen.

Einsatz von Aktivkohle zur Abwasserbehandlung

Beschreibung: Die Aktivkohlebehandlung ist ein im Abwasserbereich erfolgreich erprobtes Adsorptionsverfahren. Die Spurenstoffe werden von der Aktivkohle adsorbiert. In der Abwasserreinigung werden in der Regel granuliert Aktivkohle (GAK) oder Pulveraktivkohle (PAK) eingesetzt. Die GAK wird als Filter eingesetzt, durch den das vorgereinigte Abwasser strömt. Die PAK wird dem zu reinigenden Wasser beigemischt, es entsteht ein Gemisch aus Flüssig- und Feststoffen, welches anschließend wieder getrennt wird. Aktivkohle besitzt eine limitierte Beladepazität. Ist diese erreicht, muss die Aktivkohle erneuert oder regeneriert werden.

Wirkung: Die Elimination von Spurenstoffen ist von der Adsorbierbarkeit eines Stoffes abhängig. Der Rückhalt verschiedener Arzneistoffe ist unterschiedlich, viele Arzneistoffe werden zu 80 Prozent oder mehr und somit gut bis sehr gut eliminiert¹⁷. Durch Faktoren wie Dauer der Kontaktzeit, Art bzw. Menge der Aktivkohle, Turbulenz im Kontaktreaktor (bei dem Einsatz von PAK) und DOC-Gehalt des zu behandelnden Wassers kann der Rückhalt beeinflusst werden.

Sekundäre Umwelteffekte: Wenn die Beladungskapazität erreicht ist, muss Aktivkohle regeneriert oder entsorgt und erneuert werden. Die Herstellung von Aktivkohle und die Regeneration sind energieintensive Prozesse. Als positiver Sekundäreffekt ist die Elimination anderer Spurenstoffe anzuführen.

Kosten: Die Kosten variieren stark je nach Größe und Betrieb der Anlage. Insbesondere für PAK-Anlagen kommen Kosten für eine Nachbehandlung (Filtration) hinzu, die sich auf einem ähnlichen Niveau bewegen kann wie die der eigentlichen Aktivkohlebehandlungsstufe. GAK-Filter erweisen sich bei einem Vergleich der technischen Optionen bei kleineren Kläranlagen oft als kostengünstigste Lösung.

Umsetzbarkeit: Für eine Spurenstoffreduktion mittels Aktivkohle ist eine wirkungsvolle Vorbehandlung (bspw. klinikeigene Kläranlage zur Abwasservorbehandlung) unabdingbar, da die Aktivkohle neben den Spurenstoffen auch andere organische Substanzen absorbiert.

Ozonung zur Abwasserbehandlung

Beschreibung: Die Ozonbehandlung ist ein ebenfalls erfolgreich erprobtes oxidatives Verfahren, bei dem Abwasser das Oxidationsmittel Ozon beigemischt wird. Die Oxidation kann direkt durch das Ozonmolekül ausgelöst werden oder durch stark reaktive Hydroxylradikale, die durch die Spaltung von Ozon entstehen. Bei der Oxidation können reaktive Produkte entstehen, weshalb eine nachgeschaltete Eliminationsstufe, zum Beispiel ein Sandfilter, installiert werden muss.

Wirkung: Die Höhe der Eliminationsrate einer Substanz wird im Wesentlichen von der Dosiermenge des Ozons, den jeweiligen Stoffeigenschaften sowie der gelösten Restorganik des Abwassers bestimmt. Das Verfahren ist relativ einfach und kann an örtliche Randbedingungen angepasst werden kann. Laut Abegglen und Siegrist (2012) kann durch Ozonung für viele Mikroverunreinigungen eine Elimination von 80 Prozent

oder mehr bewirkt werden. Ein weiterer Vorteil ist die gleichzeitige Hygienisierung des Abwassers.

Sekundäre Umwelteffekte: Durch eine Ozonung können außer Arzneistoffen auch weitere Spurenstoffe sowie weitere organische und anorganische Verbindungen (z. B. DOC und Nitrit) aus dem Abwasser eliminiert werden (Abegglen und Siegrist 2012). Bei der Ozonung können aber auch Oxidationsprodukte entstehen, deren Eigenschaften und Toxizität u. U. nicht bekannt sind (Hillenbrand et al. 2014b). Für die Herstellung von Ozon muss Energie aufgewendet werden.

Kosten: Die Kosten variieren stark je nach Größe und Betrieb der Anlage. Hinzu kommen Kosten für eine Nachbehandlung.

Umsetzbarkeit: Für eine Spurenstoffreduktion mittels Ozon ist eine wirkungsvolle Vorbehandlung (bspw. klinikeigene Kläranlage zur Abwasservorbehandlung) unabdingbar, da durch das Ozon neben den Spurenstoffen auch andere organische Substanzen oxidiert werden. In Einzelfällen gibt es Ausschlusskriterien für die Anwendung von Ozon, die Eignung des Abwassers für das Ozonverfahren muss daher vorab untersucht werden.

Erweiterte Oxidation mit H₂O₂ bzw. UV-Bestrahlung

Beschreibung: Erweiterte Oxidationsverfahren (Advance Oxidation Process, AOP) können mit verschiedenen Oxidantien durchgeführt werden, bspw. mit Wasserstoffperoxid (H₂O₂) oder UV-Bestrahlung. Mittels UV-Bestrahlung können H₂O₂-Moleküle gespalten werden. Es entstehen stark reaktive Hydroxylradikale, welche eine Oxidation der Abwasserinhaltsstoffe verursachen.

Wirkung, sekundäre Umwelteffekte: Diese stellen sich ähnlich wie bei der Ozonung dar. Zum Einsatz als weitergehende Spurenstoffelimination liegen im Vergleich zur Ozonung oder Aktivkohlebehandlung kaum Erfahrungen vor.

Kosten: Abegglen und Siegrist (2012) gehen von höheren Kosten für AOP-Verfahren aus als für die Ozonung sowie die Aktivkohlebehandlung.

Umsetzbarkeit: Die erweiterte Oxidation mittels UV-Strahlung und H₂O₂ ist ohne eine Vorbehandlung des Abwassers nicht effizient (s. o.). Sofern in Gesundheitseinrichtungen bereits eine UV-Behandlung zur Hygienisierung des Abwassers eingesetzt wird, wäre die Prüfung einer Aufrüstung zur weitergehenden Spurenstoffelimination denkbar. Eine genauere Betrachtung der gegenwärtigen Anlage, deren Eliminationsleistung bzw. -potentials sowie des Platzangebotes wären dazu notwendig.

¹⁷ Informationen zu dem Verfahren und zu Eliminationsraten von ausgewählten Arzneistoffen finden sich auf dem Internetauftritt des Kompetenzzentrums [Spurenstoffe Baden-Württemberg](#), bspw. im [Leitfaden Machbarkeitsstudien](#)

Bewachsener Bodenfilter zur Abwasserbehandlung

Auch für naturnahe Verfahren wie z. B. bewachsene Bodenfilter wurden Eliminationsraten bei Arzneistoffen und anderen Mikroschadstoffen nachgewiesen.

Beschreibung: Der bewachsene Bodenfilter ist ein naturnahes Verfahren für die Arzneimittelelimination aus vorbehandeltem Abwasser. Er kann sich bei Einsatz von neuartigen, hydraulisch gut durchlässigen Filtersubstraten mit hoher Stoffbindungskapazität (bspw. durch Beimengung von Pflanzenkohle) in Kombination mit einer schadstoffresistenten, robusten Pflanzengesellschaft und ggf. einer gezielten Beimpfung der Pflanzen für die Nachklärung kleiner Anlagen eignen.

Wirkung: Aus Forschungsvorhaben liegen Informationen zum Rückhalt einzelner Arzneistoffe vor. Anzumerken ist, dass u. U. eine Zeit von mehreren Monaten bis hin zu einer ganzen Vegetationsperiode nötig ist, bis der Bodenfilter seine volle Leistungsfähigkeit entwickelt hat.

Sekundäre Umwelteffekte: Neben dem Rückhalt von Arzneimitteln ist ein Rückhalt von weiteren Spurenstoffen anzunehmen. Für bewachsene Bodenfilter entsteht ein verhältnismäßig geringer Energieaufwand bspw. für Pumpen. Der vergleichsweise hohe Platzaufwand für eine entsprechende Anlage kann im Sinne des Ressourcenverbrauchs an Fläche als sekundärer Umwelteffekt angesehen werden.

Kosten: Nach Dobner et al. (2016) belaufen sich die Investitionskosten für eine Anlage mit 32 m² auf etwa 180 Euro pro Quadratmeter Filterfläche. Bei einer prognostizierten Anlagenlaufzeit von 20 Jahren entspricht dies 18 Euro pro Jahr und Einwohnerwert. Die Autoren nehmen allerdings an, dass sich die Investitionskosten bei größeren Anlagen mit mehr Anschlusswerten verringern werden. Die Betriebskosten belaufen sich für die 32 m²-Anlage auf jährliche 180 Euro (Dobner et al. 2016).

Umsetzbarkeit: Der bewachsene Bodenfilter ist eine Maßnahme, die sich aufgrund ihrer Platzintensität eher für die Nachbehandlung von kleinen Kläranlagen eignet.

Verfahrenskombinationen zur Abwasserbehandlung

Da unterschiedliche Stoffe von den verschiedenen Verfahren unterschiedlich gut oder zum Teil auch gar nicht zurückgehalten werden, können die aufgeführten Verfahren mit Blick

auf einen optimierten Rückhalt von Spurenstoffen aus einer Gesundheitseinrichtung miteinander kombiniert werden.

Umfassende Konzepte für eine integrierte Abfall- und Abwasserentsorgung wurden bereits erprobt und die verschiedenen Erfahrungen veröffentlicht, bspw. aus Deutschland (vgl. Pilotprojekt Kreiskrankenhaus Waldbröl¹⁸), den Niederlanden (vgl. Umsetzung am Reinier de Graaf Krankenhaus in Delft, siehe Seite 43) und Dänemark (vgl. Umsetzung am Herlev Hospital, siehe Seite 43).

Die Kombinationsverfahren können beispielsweise folgende Verfahrensschritte beinhalten:

- Membranreaktoren
- Ozonung oder andere erweiterte Oxidationsverfahren (bspw. H₂O₂, UV)
- Behandlungsstufen mit Aktivkohle

Ergänzende Prozessstufen, wie

- Schredder, in denen sowohl das Krankenhausabwasser als auch Essensreste sowie kompostierbare Einmalprodukte (zum Beispiel kompostierbare Bettpfannen) zerkleinert werden.
- Fest-/Flüssigtrennung mit nachfolgender Behandlung der Feststoffe in einem Faulbehälter mit Biogas-Produktion, aus dem ein Teil der Energie für den Betrieb der Anlage gewonnen wird.

Wirkung: Aufgrund gezielter Kombination der verschiedenen Verfahren hinsichtlich des Spurenstoffrückhalts aus einer spezifischen Gesundheitseinrichtung kann insgesamt ein sehr hoher Rückhalt bzw. Elimination erreicht werden.

Sofern bspw. kompostierbare Bettpfannen und Urinbeutel mit einbezogen werden, kann hierdurch ggf. der Zeitaufwand für das Pflegepersonal verringert und Krankenhaushygiene effizienter betrieben werden.

Sekundäre Umwelteffekte: Aufgrund der sehr hohen Breitbandwirkung werden neben Arzneistoffen auch andere Verunreinigungen zurückgehalten.

Der Energiebedarf der verschiedenen Verfahrensschritte ist zu berücksichtigen. Durch Biogaserzeugung kann ggf. ein Teil des erhöhten Energiebedarfs der Spurenstoffelimination kompensiert werden. Sofern Reststoffe verbleiben, ist eine sichere Entsorgung bspw. des organischen Restmaterials, das in der Biogasanlage nicht abgebaut wird, sicherzustellen.

¹⁸ Pinnekamp, J. (2009): Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben: »Eliminierung von Spurenstoffen aus Krankenhausabwässern mit Membrantechnik und weitergehenden Behandlungsverfahren – Pilotprojekt Kreiskrankenhaus Waldbröl« AZ IV – 9 – 042 1B4 0020. www.lanuv.nrw.de/wasser/abwasser/forschung/pdf/Abschlussberichtpilotprojektw.pdf

Kosten: Die Kosten hängen von der jeweiligen Zielsetzung ab und sind den Kosten alternativer Ansätze gegenüberzustellen.

Umsetzbarkeit: Umfassende Lösungen kommen insbesondere bei Neubauten oder größeren Umplanungen im Krankenhaus in Betracht. Die Kombinationsverfahren bieten einer Gesundheitseinrichtung eine hohe Autonomie im Bereich Abwasser- und Abfallentsorgung. Dies kann aufgrund besonderer geografischer Lagen mit geringer Anbindung an kommunale Entsorgungsstrukturen interessant sein.



Übergeordnete Maßnahmen (außerhalb der Gesundheitseinrichtungen)

Steigerung der Sensibilisierung in der Bevölkerung

Beschreibung: Die Relevanz von Arzneistoffen in der Umwelt ist in Fachkreisen ein viel diskutiertes Thema. Die Diskussion ist aber noch nicht in weiten Teilen der Bevölkerung angekommen. Eine Sensibilisierung kann an zwei Handlungsfeldern ansetzen: dem bewussten Arzneimittelkonsum sowie der Vermeidung von Medikamentenabfällen, die in das Abwasser gelangen (Keil 2008). Für die Kommunikation der Thematik können verschiedene Medien und gezielte Informationskampagnen, zum Beispiel seitens BMUV (2020)¹⁹ oder dem Land Baden-Württemberg,²⁰ genutzt werden.

Wirkung: Eine Vorhersage über die konkrete Wirkung einer Kampagne ist nicht zu treffen, da der Erfolg der beschriebenen Sensibilisierung von umfangreichen Faktoren abhängt und damit eine Wirksamkeit nicht unmittelbar quantifizierbar ist. Auf längere Sicht sind aber z.B. abnehmende Trends im Gewässer nachweisbar²¹. Positive Effekte haben sich auch beispielsweise in Schweden nach der Einführung eines Umweltinformations-/klassifikationssystems für Arzneimittel gezeigt, nach dem ein erheblicher Rückgang unsachgemäß entsorgter Medikamente zu verzeichnen war (Persson et al. 2009). Auch im Rahmen des Pilotprojektes »Den Spurenstoffen auf der Spur« (DSADS)²² konnte das Wissen über Gewässerbelastungen durch Arzneimittel erheblich gesteigert werden. Zudem ist die Sensibilisierung auch eine bedeutende Grundlage für den Erfolg anderer Maßnahmen und somit für einen ganzheitlichen Ansatz der Problemlösung von großer Relevanz.

Sekundäre Umwelteffekte: Werden mögliche Konsequenzen, die durch Arzneistoffe in der Umwelt entstehen, in der Bevölkerung bekannt, ist anzunehmen, dass auch die Sensibilisierung für andere Schadstoffe in der Umwelt wächst.

Kosten/Aufwand: Die Aufbereitung der bereits vielfach vorhandenen Informationen für Informationskampagnen ist ebenso wie die Umsetzung von Informationskampagnen mit einem gewissen organisatorischen Aufwand verbunden. Verglichen mit den für nachgeschaltete technische Maßnahmen anzusetzenden Kosten sind die hierbei entstehenden Kosten jedoch deutlich geringer einzuschätzen.

Zu erwartende Akzeptanz: Generell kann ein nachhaltiger Umgang mit Arzneimitteln sowie dessen Akzeptanz gesteigert werden, indem die Thematik in einem öffentlichen Diskurs steht.

Umsetzbarkeit: Die Maßnahme der Sensibilisierung ist eine großskalierte Methode. Gesundheitseinrichtungen können zur Sensibilisierung beitragen, indem sie aktiv an Informationskampagnen teilnehmen bzw. dauerhaft entsprechende Informationen plakativ bereithalten.

Übergreifende Instrumente

Beschreibung: Durch übergreifende regulative Vorgaben kann die Notwendigkeit zur Umsetzung von Maßnahmen geschaffen werden. So gelten beispielsweise Einrichtungen nach einem Leitfadentwurf des Dänischen Umweltministeriums 2013 als prioritäre Punktquellen (Nielsen 2014), wenn sie

- zwei Prozent oder mehr des Gesamteintrags umweltrelevanter Arzneistoffe in die kommunale Kläranlage einleiten
- Zytostatika oder Röntgenkontrastmittel verwenden
- mehr als 1.000 Fälle im Jahr behandeln
- mehr als 500 Operationen jährlich durchführen
- eine psychiatrische Klinik mit mehr als 500 Betten sind.

¹⁹ BMUV: Richtige Arzneimittel-Entsorgung

²⁰ Arzneimittel: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (baden-wuerttemberg.de)

²¹ Im [Spurenstoffinventar der Fließgewässer in Baden-Württemberg 2023](#) sind abnehmende Trends aufgrund abnehmender Verbrauchsmengen z.B. für Diclofenac beschrieben.

²² [Den Spurenstoffen auf der Spur – das Pilotprojekt in Dülmen - Essen-Machts-Klar](#)

Für diese Fälle sind Maßnahmen vorzusehen, um definierte Parameter einer Abwassereinleiterlaubnis zu erfüllen. Auf dieser Basis wurde bspw. das Herlev Hospital in Kopenhagen (siehe Seite 43, Umsetzungsbeispiele) im Rahmen eines Pilotprojekts mit einer Anlage zum Rückhalt von Mikroschadstoffen ausgestattet, bevor eine Direkteinleitung erfolgt (Krarup et al. o. J.; Nielsen 2014).

Wirkung: Die Ergebnisse aus Dänemark zeigen, dass mit entsprechenden regulativen Vorgaben, die Maßnahmenumsetzungen einfordern, eine hohe Wirksamkeit erreicht werden kann.

Sekundäre Umwelteffekte: keine Angaben

Kosten: keine Angaben

Umsetzbarkeit: keine Angaben

Nachgeschaltete Maßnahmen

Beschreibung: Die kommunale Abwasserentsorgung in Deutschland ist ein wichtiger Baustein für den Gewässerschutz. Die meisten heutigen Kläranlagen entsprechen zwar rechtlichen Anforderungen oder reinigen das Abwasser sogar über diese Anforderungen hinaus, sind allerdings nicht speziell darauf ausgelegt, Spurenstoffe aus dem Abwasser zu entfernen. Um Spurenstoffe in hohem Maße aus dem Abwasser zu entfernen, bedarf es ergänzender gesonderter Verfahrenstechniken, die der Terminologie der Reinigungsstufen auf kommunalen Kläranlagen folgend als »4. Reinigungsstufe« oder auch als »Verfahren der weitergehenden Spurenstoffelimination« bezeichnet werden. Hierzu gehören oxidative (bspw. Ozon), adsorptive (bspw. Aktivkohle) und physikalische (bspw. Membranen) Verfahren. Die Anwendung von Ozon und der Einsatz von (granulierter oder pulverförmiger) Aktivkohle haben sich als praxistaugliche Verfahren zur gezielten Spurenstoffelimination erwiesen²³.

Wirkung: Mit den Verfahren der 4. Reinigungsstufe kann eine große Bandbreite von Spurenstoffen eliminiert bzw. zurückgehalten werden. Der Umfang der erreichbaren Reinigungsleistung hängt von Faktoren wie den jeweiligen Stoffeigenschaften, der Dosiermenge des eingesetzten Hilfsstoffs (Ozon oder Aktivkohle) sowie der Konzentration von konkurrierenden Stoffen (bspw. gelöste Restorganik) in dem zu behandelten Abwasser ab. In der Regel ist eine Nachbehandlung (Filtration) zum Abbau möglicher Transformationsprodukte aus der Ozonung bzw. zum Partikelrückhalt bei der Aktivkohlebehandlung notwendig.

Welche Verfahrenstechnik für den Ausbau einer Kläranlage geeignet ist, muss im Einzelfall u.a. unter Berücksichtigung der Abwasserzusammensetzung festgelegt werden. Neben den ökologischen und ökonomischen Aspekten spielen dabei auch die spezifischen baulichen und technischen Rahmenbedingungen der Anlagen eine wichtige Rolle.

Sekundäre Umwelteffekte: Mit den Verfahren zu weitergehenden Spurenstoffelimination kann ein breites Spektrum an Mikroschadstoffen eliminiert bzw. zurückgehalten werden. Darüber hinaus ist je nach Verfahren eine Absenkung des chemischen Sauerstoffbedarfs (CSB), eine Verringerung des Gesamtposphorgehaltes des behandelten Abwassers (Metzger und Kapp 2008), oder eine Keimreduzierung im Kläranlagenablauf zu verzeichnen (Abegglen 2009). Zusätzliche positive Reinigungseffekte ergeben sich durch die Notwendigkeit einer Nachbehandlung, wodurch ein verbesserter Rückhalt von Feinstpartikeln erzielt wird. Darüber hinaus wird in der Regel auch eine Geruchsminderung des Abwassers (Metzger et al. unveröffentlicht) sowie eine Entfärbung des Abwassers (Abegglen 2009) erreicht.

Kosten: Unter bestimmten Voraussetzungen wird der Ausbau der 4. Reinigungsstufe auf kommunalen Kläranlagen in Baden-Württemberg gefördert. Es ist davon auszugehen, dass sich hierdurch die Abwassergebühren um etwa vier bis zehn Prozent erhöhen²⁴.

Zu erwartende Akzeptanz: Der Ausbau der kommunalen Kläranlage mit einer erweiterten Spurenstoffstufe ist für die Abwassergebührenzahler:innen in der Regel mit Mehrbelastungen verbunden, die in der Höhe von sechs bis 16 Euro pro Jahr und Person liegen können, was einer Erhöhung der mittleren Gebührenbelastung um rund fünf Prozent entsprechen würde.

Umsetzbarkeit: Eine Erweiterung der kommunalen Kläranlagen um eine Stufe zur weitergehenden Spurenstoffelimination muss von den Kläranlagenbetreibern bzw. den zuständigen Behörden jeweils lokal geprüft werden.

²³ Spurenstoffe im Abwasser – Eine Handlungsempfehlung für Kommunen, KomS (koms-bw.de)

²⁴ Hillenbrand et al. (2016): Maßnahmen zur Verminderung des Eintrages von Mikroschadstoffen in die Gewässer – Phase 2. UBA-Texte 60/2016

Anhang



Weiterführende Informationen

Datenbank mit Umweltinformationen zu Arzneimitteln

a) Datenbank PharmaEnvironment

Die Datenbank PharmaEnvironment enthält Informationen zu Umweltbelastungen durch Arzneimittel, Empfehlungen für Interessengruppen und gibt einen Überblick über die wichtigsten rechtlichen Entwicklungen in der EU. Zudem werden Initiativen zur Reduktion von Arzneimitteln in die Umwelt aufgeführt.

Die Datenbank wird von Health Care Without Harm (HCWH) Europe betrieben, einem gemeinnützigen Netzwerk von europäischen Krankenhäusern und Gesundheitsdienstleistern, Gesundheitssystemen, lokalen Behörden, Forschungs- und Hochschuleinrichtungen sowie Umwelt- und Gesundheitsorganisationen, um Hilfestellung zu geben, den europäischen Gesundheitssektor so umzugestalten, dass er seinen ökologischen Fußabdruck verringert, zu einem gesellschaftlichen Anker für Nachhaltigkeit wird und eine führende Rolle in der globalen Bewegung für Umweltgesundheit und -gerechtigkeit übernimmt.

- [Website PharmaEnvironment: Pharma Environment – Safer medicine for a safer world](#)
- [Datenbank PharmaEnvironment: Initiatives on Pharmaceuticals in the Environment – Communications Materials – Pharma Environment](#)

b) Datenbank Janusinfo

In der Datenbank lassen sich Informationen über die Umweltauswirkungen von Arzneimitteln finden. Es kann nach einem Stoffnamen gesucht werden. Die Wissensdatenbank stützt sich auf drei Quellen:

1. Umweltinformationen aus den europäischen öffentlichen Beurteilungsberichten (EPARs) der Europäischen Arzneimittelagentur (EMA)

2. Umweltinformationen auf [Fass.se](#)

3. Umweltrisikobewertungen für bestimmte Stoffe auf der Grundlage von in der Umwelt in Schweden gemessenen Konzentrationen und Wirkungsstudien.

- [Pharmaceuticals and Environment - Janusinfo.se](#)

Spurenstoffzentrum des Bundes

Das Spurenstoffzentrum des Bundes (SZB) wurde als ein Ergebnis der Spurenstoffstrategie des Bundes im Jahr 2021 am Umweltbundesamt gegründet. Es soll zukünftig eine koordinierende und integrierende Funktion im Themenbereich »Spurenstoffe in Gewässern« übernehmen. Hauptziel des Spurenstoffzentrums ist es, in Zusammenarbeit mit allen Akteuren und Betroffenen Gewässer und das Rohwasser für die Trinkwassergewinnung in Deutschland umfassend und vorsorgend zu schützen.

Zu den Hauptaufgaben des SZB zählen die Bewertung der toxikologischen und ökotoxikologischen Relevanz von Spurenstoffen, die Koordination des Stakeholderdialogs und die Führung der Geschäftsstelle für das Gremium zur Bewertung der Relevanz von Spurenstoffen.

- [Das Spurenstoffzentrum des Bundes | Umweltbundesamt](#)

Dialog zur Spurenstoffstrategie des Bundes

Im Rahmen eines Dialogprozesses wurden mit den relevanten Stakeholdern freiwillige und herstellerverantwortliche Minderungsmaßnahmen für Spurenstoffe in Gewässern erarbeitet.

- [Dialog Spurenstoffe 2022-2025 | Umweltbundesamt](#)

- [Stakeholder-Dialog Spurenstoffstrategie des Bundes \(dialog-spurenstoffstrategie.de\)](#)

Ausgewählte Ergebnisse des Dialogs zur Spurenstoffstrategie des Bundes

Zum Arzneistoff **Diclofenac** wurden im Rahmen eines Runden Tisches unter Beteiligung von Expertinnen und Experten des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV), des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG), des Umweltbundesamtes (UBA), der Verbände der Wasserwirtschaft, der Umweltverbände (BUND) und Vertreterinnen und Vertretern der pharmazeutischen Industrie initiiert.

Die grundsätzliche Aufgabenstellung und Zielsetzung war die Erarbeitung von Lösungen, um den Eintrag von Spurenstoffen in die Gewässer durch gemeinsam entwickelte individuelle Maßnahmen für die Phasen der Herstellung, Anwendung und Beseitigung zu verringern. Trotz unterschiedlicher Interessen und Mandate wurden konstruktive Lösungen erarbeitet:

- [Gemeinsame Abschlusserklärung Diclofenac \(dialog-spurenstoffstrategie.de\)](https://www.dialog-spurenstoffstrategie.de)

Zur Stoffgruppe der **Röntgenkontrastmittel** wurden von Stakeholdern der Pharmaindustrie (Verbände und Hersteller), der Ärzteschaft, der Krankenkasseninstitutionen, der Deutschen Krankenhausgesellschaft, der Wasserwirtschaft und der Umweltverbände sowie des UBA ein Maßnahmenkatalog zur Verringerung des Eintrages von Röntgenkontrastmitteln in die Gewässer erarbeitet. Ziel des »Runden Tisches« war es, sich auf ein wirkungsvolles Maßnahmenpaket zur Verminderung der Einträge von Röntgenkontrastmittel auf der Basis einer erweiterten Herstellerverantwortung und der Verantwortung aller Beteiligten zu verständigen.

Als Ergebnis wurden Informationen und Vorschläge zur Umsetzung verschiedener Maßnahmen gesammelt, diskutiert und konkretisiert. Die Urinsammlung wurde in einer umfassenden Konzeptionsstudie²⁵ näher untersucht. Die Ergebnisse des Runden Tisches Röntgenkontrastmittel wurden in einem gemeinsamen Ergebnisbericht²⁶ veröffentlicht:

- [Abschlusserklärung Röntgenkontrastmittel \(dialog-spurenstoffstrategie.de\)](https://www.dialog-spurenstoffstrategie.de)

Hinweise des Umweltministeriums Baden-Württemberg zur richtigen Entsorgung von Arzneimitteln

Das Umweltministerium Baden-Württemberg informiert über die richtige Entsorgung von Arzneimitteln, um die Belastung von Gewässern mit Arzneimittelwirkstoffen und deren Abbauprodukten zu verringern:

- [Webseite: Arzneimittel: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg \(baden-wuerttemberg.de\)](https://www.baden-wuerttemberg.de)

Über ein Faltblatt wird anschaulich über die richtige Entsorgung von Arzneimittelresten zum Schutz unserer Gewässer und der aquatischen Lebensgemeinschaften informiert. Das Faltblatt ist auch in türkischer Sprache erhältlich:

- [Faltblatt: Arzneimittel richtig entsorgen: Gewässerschützen \(deutsch\): Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg \(baden-wuerttemberg.de\)](https://www.baden-wuerttemberg.de)

Informationskampagne des BMUV zur richtigen Entsorgung von Arzneimitteln

- [BMUV: »Gib der Natur nicht den Rest« – Eine Kampagne aus dem Jahr 2020](https://www.bmuv.de)

UBA Handbuch

Das UBA Handbuch »Die Apotheke als zentraler Ort für den (umwelt-)bewussten Umgang mit Arzneimitteln« gibt konkrete Beispiele zu Ablaufplänen bereits stattgefundenen bzw. möglicher Fortbildungsveranstaltungen zur Sensibilisierung von Apotheker:innen:

- [Die Apotheke als zentraler Ort für den \(umwelt-\)bewussten Umgang mit Arzneimitteln \(umweltbundesamt.de\)](https://www.umweltbundesamt.de)

²⁵ Konzeptstudie für Auffangsysteme, abrufbar unter https://www.dialog-spurenstoffstrategie.de/spurenstoffewAssets/docs/Konzeptionsstudie_RT-RKM.pdf

²⁶ [Ergebnisbericht_Runder-Tisch-RKM \(dialog-spurenstoffstrategie.de\)](https://www.dialog-spurenstoffstrategie.de)

Handlungsempfehlungen des Kompetenzzentrums für klimaresiliente Medizin und Gesundheitseinrichtungen

Das Kompetenzzentrum für klimaresiliente Medizin und Gesundheitseinrichtungen (KliMeG) informiert mit Hintergrundwissen und Daten und gibt Empfehlungen für konkrete Maßnahmen, die bei der Planung und Umsetzung einer Nachhaltigkeitsstrategie helfen, um im Sinne der ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit aktiv zu werden. Die Handlungsfelder thematisieren unter anderem die Bereiche Medikamente und Wasser:

- [Handlungsfelder – KliMeG](#)

Plattform für den Informations- und Erfahrungsaustausch bei verfahrenstechnischen Lösungen zur Spurenstoffelimination

Das Kompetenzzentrum Spurenstoffe Baden-Württemberg widmet sich dem Wissensaufbau und -transfer rund um das Thema Spurenstoffe und deren Elimination aus dem Abwasser. Es versteht sich darüber hinaus als Plattform für den Informations- und Erfahrungsaustausch bei der verfahrenstechnischen Umsetzung. Das KomS ist eine Kooperation zwischen der Universität Stuttgart, der Hochschule Biberach und dem DWA-Landesverband Baden-Württemberg und wird gefördert durch das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg.

- [KomS – Kompetenzzentrum Spurenstoffe \(koms-bw.de\)](#)



Ausgewählte Umsetzungsbeispiele

»Essen macht's klar«

Die Initiative »Essen macht's klar – Weniger Medikamente im Abwasser« sensibilisiert Essens Bürger:innen, Ärzt:innen sowie Apotheker:innen für den verantwortungsbewussten Umgang mit Medikamenten: mit Informationsmaterialien und -veranstaltungen, Aufklärungsmaßnahmen und Bildungsangeboten für Bürger:innen, Kooperationen mit Ärzt:innen sowie Apotheker:innen:

- [Altmedikamente entsorgen \(essen.de\)](https://www.essen.de)

MindER

MindER1 untersucht in einer breit angelegten Studie die Handhabbarkeit und Effektivität der getrennten Sammlung und Entsorgung des Patient:innenurins der ersten 24 Stunden sowie die Akzeptanz bei Patient:innen und medizinischem Personal für eine solche Maßnahme.

MindER2 erweitert die bisherigen Arbeiten und untersucht insbesondere die Machbarkeit eines breiteren Ansatzes durch die Kombination von separaten Toiletten und Urinalen in der Gesundheitseinrichtung mit der Nutzung mobiler Urinbeutel für zuhause.

- [MindER | rkm-minder \(minder-rkm.de\)](https://www.rkm-minder.de)



Pharmafilter

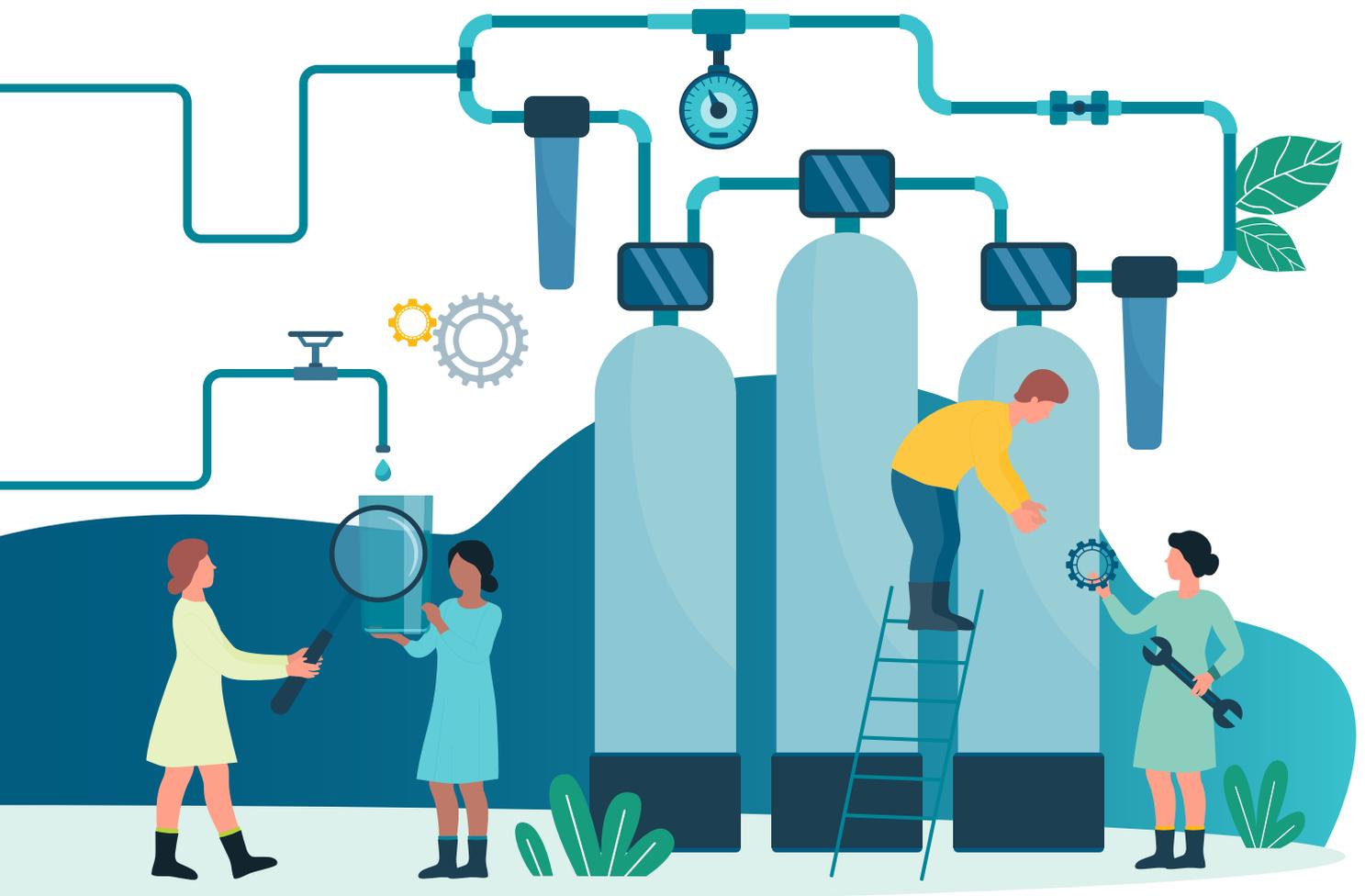
Die Pharmafilter-Plattform bietet ein innovatives, modulares Abwasser- und Abfallbehandlungssystem. Es besteht aus einer Abwasserbehandlungsanlage und – optional – Abfallzerkleinerern vor Ort, die über das interne Abwassersystem mit der Abwasserbehandlungsanlage verbunden sind.

- [Pharmafilter.nl](https://pharmafilter.nl)

Krankenhaus in Herlev

Das Krankenhaus von Herlev in der dänischen Hauptstadtregion betreibt eine eigene Kläranlage zur Elimination von Arzneistoffen aus dem Abwasser. Hiermit wird die Einleitung von Zytotoxinen und antibiotikaresistenten Bakterien ins Meer vermieden:

- [State-of-the-art treatment plant for hospital wastewater \(stateofgreen.com\)](https://stateofgreen.com)



Fragenkatalog als Umsetzungshilfe

■ **Gibt es einen Austausch der Gesundheitseinrichtung mit den zuständigen Behörden zum Thema Reduktion von Spurenstoffeinträgen in die Umwelt/Gewässer?**

- Findet ein entsprechender Austausch bereits regelmäßig statt?
- Kann ein entsprechender Austausch organisiert werden?

■ **Finden aus »meiner« Gesundheitseinrichtung relevante Einträge von Spurenstoffen in die Umwelt/Gewässer statt?**

- Welche Größe hat die Gesundheitseinrichtung?
 - Wie viele Fälle werden pro Jahr behandelt?
 - Wie viele Betten sind pro Jahr belegt?
 - Welche fachlichen Ausrichtungen hat die Gesundheitseinrichtung?
 - Welche Arzneistoffe / Arzneistoffgruppen werden eingesetzt?
 - Gibt es darunter besonders wirksame/potente Arzneistoffe?
 - Welche Mengen von Arzneistoffen / Arzneistoffgruppen werden eingesetzt?
 - Liegen ausreichend Informationen vor, welche Arzneistoffe umweltrelevant sein können?
 - Hat die Gesundheitseinrichtung eine eigene Abwasserbehandlung mit Einleitung in ein Gewässer?
 - Ist die Gesundheitseinrichtung an eine kleine Kommune mit einer kleinen kommunalen Kläranlage angeschlossen?
 - Ist die Gesundheitseinrichtung an eine große Kommune mit einer großen kommunalen Kläranlage ohne weitergehende Spurenstoffelimination angeschlossen?
 - Ist die Gesundheitseinrichtung an eine Kommune mit einer kommunalen Kläranlage mit weitergehende Spurenstoffelimination angeschlossen?
 - Wird das aufbereitete Abwasser in sensible Gewässer eingeleitet?
bspw. in Bereiche, die zur Trinkwassergewinnung genutzt werden, bzw. oberhalb davon liegende Bereiche
 - Gibt es aus dem kommunalen Abwassernetz relevante Mengen von Mischwasserüberläufen?
-

■ **Welche organisatorischen und informativen Maßnahmen können ergriffen werden, um Einträge von umweltrelevanten Arzneistoffen in die Gewässer zu reduzieren?**

- Findet eine ausreichende Schulung von Fachpersonal hinsichtlich der Umweltrelevanz von Arzneistoffen statt?
- Gibt es Informationen für Patient:innen, bei denen die Umweltrelevanz von Arzneistoffen mit berücksichtigt wird?
- Gibt es Möglichkeiten die Medikation zu reduzieren?
- Gibt es Möglichkeiten nicht-medikamentösen Therapieformen zu fördern?
- Gibt es Möglichkeiten, Wirkstoffe mit einer geringeren Umweltrelevanz einzusetzen?

■ **Können technische Maßnahmen bzgl. Sammlung und Erfassung von Teilströmen ergriffen werden, um Einträge von umweltrelevanten Arzneistoffen in die Gewässer zu reduzieren?**

- Können Urinbeutel in Bereichen eingesetzt werden, in denen große Mengen an umweltrelevanten Arzneistoffen eingesetzt werden?
- Können ggf. im Rahmen von Umbau-/Sanierungsarbeiten Trenntoiletten eingesetzt werden?
- Können ggf. im Rahmen von Umbau-/Sanierungsarbeiten ein Vakuumtoilettensystem eingesetzt werden?
- Können ggf. im Rahmen von Umbau-/Sanierungsarbeiten andere abwasserlose (mobile) Toilettensysteme eingesetzt werden?
- Findet eine sachgemäße Entsorgung von nicht verabreichten Arzneimitteln statt?
Besonderer Blick auf flüssige Arzneimittel und Diagnostika sowie auf Betäubungsmittel.

■ **Müssen bzw. können technische Vor-Ort-Maßnahmen zur Abwasserbehandlung ergriffen werden?**

- Welche Akteure müssen hierfür eingebunden werden?

■ **Können übergeordnete Maßnahmen unterstützt werden?**

- Gibt es übergeordnete Informationsmaßnahmen zur Sensibilisierung bzgl. Arzneistoffeinträge in die Gewässer?
 - Kann die Gesundheitseinrichtung sich in diese übergeordneten Informationsmaßnahmen zur Sensibilisierung bzgl. Arzneistoffeinträge in die Gewässer einbringen?
-

Impressum

Reduktion von Arzneistoffeinträgen in die Umwelt durch Gesundheitseinrichtungen –

Leitfaden für Gesundheitseinrichtungen und Behörden zur Abschätzung des Eintragsrisikos allgemeiner und standortspezifischer Arzneistoffe und zur Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen

Erstellt durch

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI
Breslauer Straße 48
76139 Karlsruhe

Dr. Felix Tettenborn
felix.tettenborn@isi.fraunhofer.de

Dr. Thomas Hillenbrand
Dr. Jutta Niederste-Hollenberg

Der Leitfaden ist ein Ergebnis des Vorhabens

Reduzierung der Gewässerbelastungen mit Rückständen von Arzneistoffen in ausgewählten Pilotgebieten (ReAs)

Verfasst im Auftrag von

Regierungspräsidium Karlsruhe
Ref. 52, Gewässer und Boden
76247 Karlsruhe

Gefördert durch Mittel des

Umweltministeriums Baden-Württemberg
Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft
Baden-Württemberg, Referat 53 Gewässerreinigung,
stehende Gewässer, Bodensee, Stuttgart

Redaktion

Julia Weller

Grafik

Alice Rensland

Bildnachweise

shutterstock.com/Flash Vector

Veröffentlicht

Mai 2024

Hinweise

Dieser Bericht einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Die Informationen wurden nach bestem Wissen und Gewissen unter Beachtung der Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis zusammengestellt.

Die Autorinnen und Autoren gehen davon aus, dass die Angaben in diesem Bericht korrekt, vollständig und aktuell sind, übernehmen jedoch für etwaige Fehler, ausdrücklich oder implizit, keine Gewähr.

Die Darstellungen in diesem Dokument spiegeln nicht notwendigerweise die Meinung des Auftraggebers wider.

