

Mikroschadstoffe im Kommunalen Abwasser

Kritische Überprüfung der Folgenabschätzung zur EU-Richtlinie
über die Behandlung von kommunalem Abwasser (UWWTD)

Zusammenfassender Bericht

**Unverbindliche deutsche Übersetzung im Auftrag von
Pharma Deutschland**


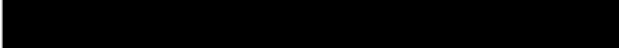

März 2023

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.

Mikroschadstoffe im kommunalen Abwasser

Kritische Überprüfung der Folgenabschätzung zur vorgeschlagenen Neufassung der EU-Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser

Projekt-Nr.	352004642
Empfänger	Bundesverband der Arzneimittel-Hersteller e.V., Bundesverband der Pharmazeutischen Industrie e.V., Pro Generika e.V. und Verband forschender Arzneimittelhersteller e.V.
Art des Dokuments	Zusammenfassender Bericht
Version	Final
Datum	17.04.2023
Erstellt von	
Geprüft von	
Genehmigt von	

Dieser Bericht wurde von Ramboll mit allen angemessenen Fähigkeiten, Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit und unter Berücksichtigung der Dienstleistungen und der zwischen Ramboll und dem Kunden vereinbarten Bedingungen erstellt. Dieser Bericht ist für den Kunden vertraulich, und Ramboll übernimmt keinerlei Verantwortung gegenüber Dritten, denen dieser Bericht oder ein Teil davon zur Kenntnis gebracht wird, es sei denn, Ramboll hat dies zuvor formell vereinbart. Jede solche Partei verlässt sich auf eigenes Risiko auf den Bericht. Ramboll lehnt jegliche Verantwortung gegenüber dem Kunden und anderen in Bezug auf Angelegenheiten ab, die außerhalb des vereinbarten Leistungsumfangs liegen.

Inhalt

Zusammenfassung	4
1. Einleitung	6
1.1 Hintergrund	6
1.2 Zweck und Ziele	6
1.3 Einschränkungen	6
2. Literaturrecherche	7
2.1 Herangehensweise	7
2.2 Rezension	7
3. Ergebnisse & Diskussion	8
3.1 Literaturrecherche	8
3.2 Von den Aufsichtsbehörden verwendete Datenquellen	9
3.3 Datenlücken	10
3.4 Erweiterte Herstellerverantwortung (EPR)	12
4. Schlussfolgerung	13

Anhänge

Anhang 1	II
Dokumentenliste	II
Anhang 2	III
Liste der Dokumentenprüfung inkl. Leitfragen	III

Zusammenfassung

ZIELE

Die Ramboll Deutschland GmbH (Ramboll) wurde vom Bundesverband der Arzneimittel-Hersteller e.V., dem Bundesverband der Pharmazeutischen Industrie e.V., Pro Generika e.V. und dem Verband forschender Arzneimittelhersteller e.V. beauftragt, die Datenqualität und die Annahmen im Bericht über die Folgenabschätzung (IA) der Europäischen Kommission vom 26. Oktober 2022 zu bewerten, auf dem die geplante Neufassung der EU-Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser (UWWTD) basiert. Der Folgenabschätzungsbericht kam zu dem Schluss, dass Stoffe aus Arzneimitteln den Großteil der Mikroschadstoffe ausmachen, die in Kläranlagen gelangen, d.h. 59% der Eintragsfracht und 66% der gesamten toxischen PNEC-Belastung.

Ramboll prüfte den Folgenabschätzungsbericht einschließlich der wichtigsten darin zitierten Quellen. Darüber hinaus führte Ramboll eine unabhängige Literaturrecherche durch und überprüfte relevante Studien und Veröffentlichungen zu Mikroschadstoffen im kommunalen Abwasser.

WESENTLICHE ERKENNTNISSE

- Abwasser besteht aus einer komplexen Mischung von Mikroschadstoffen wie pharmazeutischen und biozidalen Wirkstoffen, künstlichen Lebensmittelsüßstoffen und Industriechemikalien wie PFAS, Weichmachern und Mikroplastikresten.
- Die von Ramboll durchgeführte Literaturrecherche ergab eine beträchtliche Anzahl zusätzlicher Studien, die im IA-Bericht nicht berücksichtigt wurden. Ohne Berücksichtigung neuer Studien, die nach der Erstellung des Folgenabschätzungsberichts veröffentlicht wurden, wurden immer noch 22 relevante Studien identifiziert, die im Folgenabschätzungsbericht nicht berücksichtigt wurden.
- Der Folgenabschätzungsbericht konzentriert sich auf Studien zu pharmazeutischen Mikroschadstoffen, während die Berücksichtigung der zusätzlichen Studien das Bild ausgeglichen hätte, da sich diese auch auf andere Mikroschadstoffe wie Biozide, PFAS, Mikroplastik oder Kunststoffzusätze, Nanopartikel, Metalle oder Metalloide, Wasch- und Reinigungsmittel oder andere Haushalts- und Industriechemikalien konzentrieren.
- Die Zusammensetzung des kommunalen Abwassers spiegelt unsere derzeitige Lebensweise sowie die Wahl der Patienten/Kunden wider, und die Konzentration von Mikroschadstoffen variiert erheblich. Studien, die bei der von Ramboll durchgeführten Literaturrecherche identifiziert wurden, zeigen viel größere Konzentrationsbereiche von Mikroschadstoffen als im

IA-Bericht beschrieben. So zeigt eine aktuelle Peer-Review-Studie¹, dass Mikroschadstoffe aus pharmazeutischen Quellen nur 10% der gesamten Mikroschadstoffbelastung ausmachen. Dies unterstreicht, wie wichtig es ist, ganzheitliche Probenahmeansätze anzuwenden, um die Gesamtheit der Mikroschadstoffbelastung zu erfassen.

- Vergleicht man die Anzahl der bestehenden Studien zu Arzneimitteln mit der Gesamtzahl der Studien über Mikroschadstoffe, so zeigt sich, dass Arzneimittel die am besten untersuchte Gruppe von Mikroschadstoffen darstellen. Dies kann zu einer nicht repräsentativen Fokussierung auf pharmazeutische Mikroschadstoffe führen.
- Der Ansatz der IA zur Berechnung der Mikroschadstofffracht ist nicht transparent. Die wichtigsten Prozentsätze der Mikroschadstoffe stammen aus dem Bericht "Machbarkeit eines EPR-Systems für Mikroschadstoffe" (² EPR-Machbarkeitsbericht), der keine klare Beschreibung der Berechnung der Daten enthält. Darüber hinaus stammen die Daten teilweise aus nicht begutachteten und nicht öffentlich zugänglichen Datenquellen.
- Dem EPR-Machbarkeitsbericht zufolge wird erwartet, dass die Menge bestimmter in der EU verkaufter Analgetika in Zukunft weiter zurückgehen wird, wie dies in den letzten zehn Jahren der Fall war, was sich auf die Gesamtbelastung mit Mikroschadstoffen in der Pharmaindustrie auswirken wird.

SCHLUSSFOLGERUNG

Insgesamt stellt Ramboll fest, dass es dem Folgenabschätzungsbericht an Transparenz mangelt bezüglich der Berechnung des Anteils der verschiedenen Sektoren, die zur Mikroschadstofffracht beitragen. Zusätzliche Studien, die von Ramboll identifiziert wurden, zeigen, dass die Mikroschadstoffkonzentrationen im Zusammenhang mit der Pharmaindustrie in signifikant geringeren Verhältnissen liegen als die im IA-Bericht verwendeten Daten. Arzneimittel stellen die am besten untersuchte Gruppe von Mikroschadstoffen dar, so dass ihnen möglicherweise ein nicht repräsentativ hoher Anteil an der Verteilung der Schadstofffrachten zugewiesen wurde.

¹ Masoner et al., 2023, Contaminant Exposure and Transport from Three Potential Reuse Waters within a Single Watershed, Environmental Science & Technology 2023 57 (3), 1353-1365, DOI: 10.1021/acs.est.2c07372

² EPD: Erweiterte Herstellerverantwortung

1. Einleitung

1.1 Hintergrund

Die chemische Zusammensetzung des Flusswassers ist von der Quelle bis zur Mündung sehr unterschiedlich. Die Schadstoffbelastung von Flüssen und anderen Gewässern hängt im Wesentlichen von Stoffeinträgen aus ihrer Umgebung ab. Einen wesentlichen Einfluss haben die Oberflächenabflüsse von landwirtschaftlichen Flächen, Straßen und Städten, Regenwasserüberläufen aus Kläranlagen und die Einleitung von gereinigtem Abwasser. Spurenstoffe wie Pestizide, Pharmazeutika, PFAS oder Mikroplastik spielen eine immer wichtigere Rolle im öffentlichen Diskurs.

Die Richtlinie der Europäischen Union (EU) über die Behandlung von kommunalem Abwasser (UWWTD) wurde 1991 eingeführt und bildet die Rechtsgrundlage für die Anforderungen an die Sammlung, Behandlung und Einleitung von kommunalem Abwasser in der EU. Während die positiven Auswirkungen auf die Wasserqualität seit der Einführung der Richtlinie unbestritten sind, wurden (unter anderen) Mikroschadstoffe übersehen. Das Thema Mikroschadstoffe hat jedoch in den letzten Jahren an Wichtigkeit stark zugenommen und ist zu einem umstrittenen Thema geworden. Die von der EU im Jahr 2022 vorgeschlagene Überarbeitung der Richtlinie über kommunales Abwasser soll diese Lücke schließen.

1.2 Zweck und Ziele

Die Ramboll Deutschland GmbH (Ramboll) wurde vom Bundesverband der Arzneimittel-Hersteller e.V., dem Bundesverband der Pharmazeutischen Industrie e.V., Pro Generika e.V. und dem Verband forschender Arzneimittelhersteller e.V. (der "Auftraggeber") beauftragt, im Zuge der geplanten Neufassung der EU-Abwasser-richtlinie wissenschaftliche, technische, regulatorische und strategische Beratungsleistungen auf dem Gebiet der Datenerhebung und -

bewertung zu sogenannten Mikroschadstoffen im Abwasser zu erbringen. Laut der zugehörigen Folgenabschätzung (IA) sollen Arzneimittel und Körperpflegeprodukte für insgesamt 92% der schädlichen Mikroschadstoffe verantwortlich sein. Da Human-Arzneimittel für insgesamt 66% der schädlichen Mikroschadstoffe verantwortlich sein sollen, müssten deren Hersteller einen wesentlichen Beitrag zum Aufbau und Betrieb der vierten Behandlungsstufe in allen EU-Mitgliedsstaaten leisten.

Ramboll führte eine Literaturrecherche zu diesem Thema durch und überprüfte die IA und ihre Hauptquellen. Der Zweck dieser Datenüberprüfung bestand darin, die Datenqualität und die Annahmen im IA-Bericht zu bewerten und mögliche Datenlücken zu identifizieren, die für den Kunden relevant sein könnten.

1.3 Einschränkungen

Ramboll hat sich auf öffentlich zugängliche Informationen und Informationen des Kunden gestützt und seine eigenen Erfahrungen genutzt.

Aufgrund der großen Menge an vorhandenen Daten und Studien konzentrierte sich Ramboll auf Studien aus den letzten 5 Jahren. Öffentlich zugängliche Quellen wurden nach Rambolls eigenen Kriterien und persönlichem Urteil ausgewählt.

2. Literaturrecherche

2.1 Herangehensweise

Ramboll führte eine Literaturrecherche anhand der folgenden Datenbanken durch:

- [PubMed](#), von der National Library of Medicine des U.S. Department of Health and Human Services (HHS),
- [Europe PubMed Central](#) (Europe PMC) des European Molecular Biology Laboratory-European Bioinformatics Institute und
- [Google Scholar](#).

Folgende Suchbegriffe wurde verwendet:

("Mikroschadstoff" ODER "Mikro-Schadstoff*") UND ("Kommunales Abwasser" ODER "Häusliches Abwasser" ODER "Abwasser")*

Tabelle 2-1: Anzahl der Treffer für den definierten Suchbegriff pro Datenbank

	PubMed	Europe PMC	Google Scholar
Zugriffe gesamt	112	78	6.390
Treffer für Artikel, die seit 2018 veröffentlicht wurden	66	55	4.320

Die für die Begutachtungsaufgabe ausgewählten Publikationen wurden anhand ihres Titels ausgewählt. Die Liste der begutachteten Artikel kann in Anhang 1 eingesehen werden. Wie oben in Tabelle 2-1 dargestellt, ergab die Suche mit Google Scholar Tausende von Treffern. Beim Screening der ersten Treffer wurden nur wenige als relevant befunden, bei denen es sich ausschließlich um Duplikate mit Treffern handelte, die in den anderen Datenbanken gefunden

wurden. So wurden die restlichen Google-Treffer nicht weiter berücksichtigt.

Im Allgemeinen gab es eine große Überschneidung zwischen den Suchtreffern, die in den Datenbanken PubMed und Europe PMC identifiziert wurden. Die meisten Artikel konzentrierten sich auf verschiedene Behandlungstechnologien, die für die Überprüfung als irrelevant angesehen wurden.

Insgesamt wurden 37 Studienberichte begutachtet und als wesentliche Studien identifiziert. Darin enthalten sind auch fünf wesentlichen Studienberichte, die auch für die Folgenabschätzung verwendet werden.

2.2 Rezension

Ramboll überprüfte alle wesentlichen Studienberichte, d. h. relevante Datenbanktreffer sowie fünf Hauptberichte der Folgenabschätzung unter Berücksichtigung der folgenden Schlüsselfragen:

- Welche Mikroschadstoffe werden berücksichtigt?
- Gibt es eine Angabe von Mengenverhältnissen (Gesamtanteil an Mikroschadstoffen, Untergruppen von Mikroschadstoffen, spezifische Stoffe)?
- Welche Quellen der Mikroschadstoffe werden genannt?
- Gibt es einen Hinweis auf die Toxizität/Gefährdung der Mikroschadstoffe?
- Aus welcher Quelle stammen die Daten (z.B. Messungen, andere Studien)?
- Unsicherheiten / Gültigkeit der Daten
- Weitere relevante Informationen und Kommentare

Eine ausführliche Dokumentation der Überprüfung finden Sie in Anhang 2.

3. Ergebnisse & Diskussion

3.1 Literaturrecherche

Abwasser besteht aus einem komplexen Gemisch von Schadstoffen in unterschiedlichen Konzentrationen, die der Lebensweise unserer Gesellschaften entsprechen. Als Mikroschadstoffe werden Schadstoffe bezeichnet, die in Konzentrationen unterhalb mg/L im (Ab-) Wasser vorkommen und das Potenzial haben, die menschliche Gesundheit oder die Umwelt zu schädigen (Fuchte et al. 2022, Bio Innovation Service 2022). Konventionelle Kläranlagen umfassen in der Regel mechanische, biologische und chemische Behandlungsschritte, sind aber nicht für die Entfernung von Mikroschadstoffen ausgelegt (Umweltbundesamt, 2018).

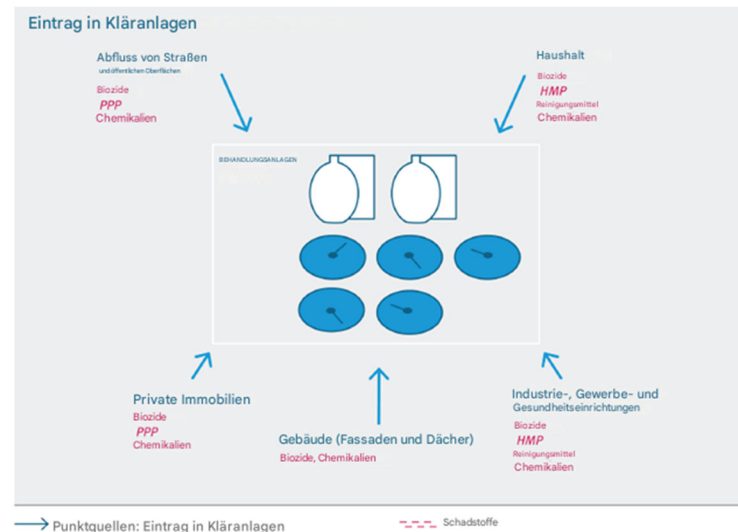


Abbildung 3-1: Das Verhalten von Mikroschadstoffen in Kläranlagen (Quelle: Umweltbundesamt, 2018).

Abbildung 3-1 zeigt wichtige Gruppen von Mikroschadstoffen, die in Kläranlagen landen, und deren Hauptpunktquellen.

Die meisten Studien gruppieren Mikroschadstoffe nach Produktsektoren, wie z. B. Arzneimittel (z. B. Schmerzmittel, Antibiotika, Hormone), Körperpflege- oder Kosmetikprodukte (z. B. Parfüms, Kosmetika, Sonnenschutzmittel), Pestizide und Herbizide, Industriechemikalien (z. B. Flammenschutzmittel, Weichmacher, Tenside sowie poly- und perfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS)). Abbildung 3-2 stellt dar, wie viele der überprüften Berichte die einzelnen Sektoren berücksichtigten. In vielen Berichten wird mehr als ein Sektor behandelt.

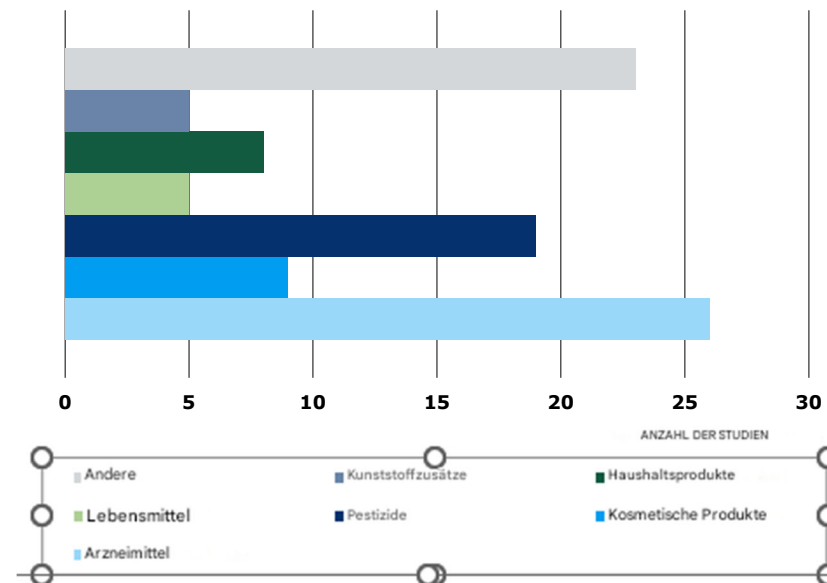


Abbildung 3-2: In den überprüften Studien berücksichtigte Sektoren und Anzahl der überprüften Studien pro Sektor

Basierend auf den gescreenten Trefferlisten und den überprüften Studien scheint es, dass im Gegensatz zu Arzneimitteln andere Mikroschadstoffe deutlich weniger untersucht wurden. Eine Stichwortsuche in den Abstracts der PubMed-Trefferliste unterstreicht diese Annahme, wie in Tabelle 3-1 dargelegt.

Tabelle 3-1: Stichwortsuche in der PubMed-Trefferliste

Schlüsselwort	Treffer <i>(ein Treffer pro Substanz und Titel von insgesamt 66 Titeln)</i>
Arzneimittel	36
Pflanzenschutzmittel	8
Desinfektion	9
Süßstoff	2
Plastik	2

Darüber hinaus deuten die überprüften Berichte darauf hin, dass die Schadstofffrachten im Abwasser sehr unterschiedlich sind und der Fokus der Studien für das, was als wichtig erachtet wird, wesentlich ist. Im Folgenden finden Sie einige wichtige Informationspunkte, die Ramboll hervorheben möchte, da sie für den Kunden relevant sein könnten:

- Masoner et al. (2022) beschreiben in einer aktuellen Studie aus den USA, dass **Desinfektionsnebenprodukte** 73% der gesamten Konzentration organischer Chemikalien ausmachten³, während Pharmazeutika nur 10% ergaben.
- Eine Studie der dänischen Umweltschutzbehörde (2014) zeigte, dass **Biozide**, die in Kosmetika oder Auswaschungen aus Baumaterialien wie Gebäudefassaden und Dächern verwendet werden, eine wichtige Emissionsquelle für den städtischen Abfluss sind, der auch in Kläranlagen landet.
- Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (**PFAS**) sind häufig im Abwasser enthalten. Es wird vorgeschlagen, PFAS einzuschränken.
- Kaum biologisch abbaubare **Süßstoffe** finden sich im Abwasser, in Oberflächenwasser, im Grundwasser und in Trinkwassersystemen.
- Mikroschadstoffe im Abwasser stammen aus **lebenswichtigen Verwendungszwecken** (z. B. Pharmazeutika), aber auch aus **nicht lebensnotwendigen Verwendungszwecken** (z. B. Körperpflegeprodukte).

3.2 Von den Aufsichtsbehörden verwendete Datenquellen

Ramboll überprüfte die Literaturhinweise der Folgenabschätzung (Anhang 10 der Folgenabschätzung). Für die Folgenabschätzung wurden 22 Hauptberichte herangezogen, von denen sich fünf explizit mit einer Art von Mikroschadstoffen befassen, nämlich Antibiotika, Mikroplastik, Quecksilber und Nährstoffe. Die wichtigsten Berichte der Folgenabschätzung, die für diese Bewertung als relevant erachtet werden, sind in Tabelle 3-2. Alle aufgelisteten Berichte

³ Die Proben wurden auf Konzentrationen von 643 organischen Chemikalien analysiert, darunter 242 Pestizide, 107 Arzneimittel, 53 Haushalts-/Industriechemikalien, 46 Hormone, 34 PFAS, 33 Antibiotika, 22 Desinfektionsnebenprodukte und nichtflüchtiger gelöster organischer Kohlenstoff.

wurden von Ramboll nach der gleichen Herangehensweise überprüft wie die Berichte, die im Rahmen der Literaturrecherche gefunden wurden.

Tabelle 3-2: Wichtigste Quellenberichte über die Folgenabschätzung zur UWWTD, die bei der Überprüfung berücksichtigt wurden

#	Autoren	Jahr	Titel	Kommentar
1	Holz	2021	Study to support the Impact Assessment of the UWWTD	<i>Nicht öffentlich zugänglich</i>
2	Bio-Innovationsdienst	2021	Feasibility of an EPR system for micro-pollutants	MP EPR
8	Obermaier, Pistocchi	2022	Plastics in European Wastewater Treatment Plants. Frontiers in Environmental Science, Sec. Water and Wastewater Management	Mikroplastik
11	Manaia	2022	Framework for establishing regulatory guidelines to control antibiotic resistance in treated effluents, Critical Reviews in Environmental Science and Technology	Antibiotika
12	Pistocchi et al.	2022	Screening of mercury pollution sources to European inland waters using high resolution earth surface data. Frontiers of Environmental Science	Quecksilber (Hg)

⁴ HOLZ (2021); Pistocchi et al. (2022); Psomas (2021)

#	Autoren	Jahr	Titel	Kommentar
14	Pistocchi et al.	2022	Treatment of micropollutants in wastewater: Balancing effectiveness, costs and implications, Science of The Total Environment, Volume 850, 2022, 157593, ISSN 0048-9697	MP-Behandlung
15	Pistocchi et al.	2022	An assessment of options to improve the removal of excess nutrients from European wastewater	<i>Nicht öffentlich zugänglich; Nährstoffe</i>
16	Psomas	2021	Support studies on specific aspects of wastewater management: Individual or other Appropriate Systems (IAS). Brilliant Solutions Engineering & Consulting (BRIS)	<i>Nicht öffentlich verfügbar - diese Quelle kann nicht gefunden werden</i>

Drei der wichtigsten Berichte waren zum Zeitpunkt der Überprüfung von Ramboll (Januar 2023) noch nicht öffentlich zugänglich⁴. Sieben der 22 Hauptquellen wurden in Zusammenarbeit mit einem einzigen Autor (d.h. A. Pistocchi) erstellt.

3.3 Datenlücken

Die IA gibt einen Überblick über den Beitrag der einzelnen Produktsektoren zur Konzentration und toxischen Belastung organischer Stoffe. Diese Anteile bilden die Grundlage für den finanziellen Beitrag für den Bau und den Betrieb der vierten Behandlungsstufe, der nach der Umsetzung der EU-Richtlinie über kommunales Abwasser erforderlich sein wird.

Laut des Machbarkeitsberichts (Bio Innovation Service 2022) hat die Gemeinsame Forschungsstelle (JRC) der Europäischen Kommission eine "allgemeine chemische Übersicht des europäischen Abwassers" entwickelt, aus der die Sektoren ausgewählt wurden. Die Daten zur Inputbelastung und Toxizität der pharmazeutischen Wirkstoffe stammen aus einer in Deutschland durchgeführten Studie (Czichy, Oehlmann und Schitthelm, 2020), in der Wassertests auf 151 Spurenstoffe durchgeführt wurden. Die detektierten Stoffe wurden auf der Grundlage ihrer Schädlichkeit priorisiert, die durch Division der Gesamtbelastung durch den Umweltqualitätsstandard (UQN) berechnet wurde:

$$\frac{1}{EQS} \times \text{sum (mass) load} = \text{sum pollution units}$$

Die Studie ergab, dass fünf der zehn am häufigsten nachgewiesenen Substanzen pharmazeutische Wirkstoffe (API) sind, siehe Tabelle 3-3.

Tabelle 3-3: Primäre Verwendung der Quelle der zehn wichtigsten Spurenstoffe in Nordrhein-Westfalen, Deutschland (Czichy, Oehlmann, Schitthelm, 2020)

#	Trace substance	Relative harmfulness	Primary use or source of the trace substance
1	Ibuprofen	30.24%	Pharmaceutical active ingredient
2	Perfluorooctanoic acid + derivatives (PFOS)	28.57%	e. g. impregnating products, fire extinguishing agents, electroplating
3	Diclofenac	22.42%	Pharmaceutical active ingredient
4	17β-estradiol	5.92%	Pharmaceutical active ingredient
5	Imidacloprid	2.23%	Pesticides (insecticides)
6	Triclosan	1.60%	Antiseptic (e.g. disinfectant, cosmetic)
7	Carbamazepine	1.40%	Pharmaceutical active ingredient
8	Clarithromycin	1.25%	Pharmaceutical active ingredient
9	Selenium	0.96%	e. g. nutritional supplements, semiconductor
10	Flufenacet	0.56%	Pesticides (insecticides)
	Subtotal	95.16%	

Der Bio Innovation Service hat die im Jahr 2019 verkauften Mengen dieser fünf Stoffe aus der dänischen Medstat-Datenbank entnommen und diese Daten auf die 27 EU-Mitgliedstaaten auf der

Grundlage von Bevölkerungszahlen und länderspezifischen Zahlen für Arzneimittelverbrauch und -verkauf extrapoliert. Soweit länderspezifische Daten vorlagen, ersetzen diese Daten die extrapolierten Daten. In einem nächsten Schritt wurden diese Zahlen zur Berechnung der ausgeschiedenen Masse herangezogen, wobei ein Anteil von 23%, der ungenutzt und somit entsorgt wurde, und eine Ausscheidungsquote von 100% berücksichtigt wurden.

Tabelle 3-4: Massen von Wirkstoffen und Metaboliten, die in der EU ins Abwasser ausgeschieden werden (Bio Innovation Service 2022)

API	Mass sold in EU-27 (kg)	Rate of use (%)	Rate of non-use (%)	Mass unused 2019 (kg)	Mass excreted to waste water 2019 (kg)	Mass excreted to waste water 2035 (kg)	Mass excreted to waste water 2050 (kg)
Ibuprofen (as parent compound)	4,601,906	77	23	1,067,452	3,534,454	2,654,478	1,618,307
Diclofenac (as parent compound)	61,698	77	23	14,311	47,387	17,832	7,152
Estradiol (as parent compound)	291	77	23	67	223	156	109
Carbamazepine (as parent compound)	76,647	77	23	17,779	58,868	29,792	15,326
Clarithromycin (as parent compound)	32,883	77	23	7,627	25,255	28,245	29,148

Dennoch ist in der Folgenabschätzung nicht transparent, wie der Beitrag pro Sektor berechnet wird. Die Anteile (siehe Tabelle 3-5) stammen aus dem Bericht «Feasibility of an EPR system for micro-pollutant», in dem ebenfalls nicht klar beschrieben wird, wie die Daten berechnet werden.

Tabelle 3-5: Beitrag der Sektoren zur Konzentration und toxischen Belastung organischer Stoffe (Bio Innovation Service 2022).

Sector	% of input load to WWTP	% of input load to fourth treatment	% of total hazardous load (chronic)	% of total hazardous load (PNEC)
Pharma	59%	63% ¹¹³	48%	66%
Cosmetic products	14%	9%	17%	26%
Pesticide	7%	8%	0%	2%
Household product	0%	0%	0%	0%
Food product	7%	4%	5%	1%
Plastic additive	4%	4%	28%	3%
Tobacco	0%	0%	0%	0%
Other	6%	6%	1%	0%
Uncategorized	3%	5%	0%	1%
Total	100%	100%	100%	100%

Der Bio Innovation Service (2022) stellt fest, dass andere Sektoren "aufgefordert werden könnten, sich an einer zweiten Stufe zu beteiligen, entweder im Verhältnis zu ihrem Beitrag zur Last oder über eine Pauschalgebühr".

Dies könnte von großer Bedeutung sein, da davon auszugehen ist, dass sich die Anteile der Sektoren an der Mikroverschmutzung verändern werden, besonders wenn man die geplanten Verkaufszahlen für die Top 5 Wirkstoffe bis 2050, die derzeit im Abwasser nachgewiesen werden, in Betracht zieht, d.h. Ibuprofen, Diclofenac, Estradiol, Carbamazepin und Clarithromycin. Laut Bio Innovation Service 2022 werden die verkauften Mengen an Ibuprofen und Estradiol in der EU bis 2050 im Vergleich zu 2019 voraussichtlich um mehr als 50%, Carbamazepin um 74% und Diclofenac um 85% reduziert. Allein für Clarithromycin wird geschätzt, dass die verkaufte Menge leicht ansteigt (um ca. 15%), siehe Tabelle 3-4.

3.4 Erweiterte Herstellerverantwortung (EPR)

Die Neufassung der Richtlinie schlägt vor, dass die Hersteller der gefährlichsten Mikroschadstoffe einen EPR-Fonds bilden. Kosten werden nur für organische Stoffe berechnet, die zusätzlich mit einer vierten Behandlungsstufe behandelt werden müssen, d.h. die während der herkömmlichen drei Behandlungsschritte einer Kläranlage nicht biologisch abgebaut und mineralisiert werden. Basierend auf den berechneten Anteilen der verschiedenen Sektoren (siehe Tabelle 3-5) wird in der Folgenabschätzung vorgeschlagen, dass die Hersteller von Arzneimitteln und von Körperpflegeprodukten den EPR-Fonds bilden. Dies würde bedeuten, dass allein diese Sektoren die Kosten für den Bau und den Betrieb einer vierten Reinigungsstufe in den vorgesehenen Kläranlagen tragen müssten, während alle anderen Sektoren aufgrund ihres vergleichsweise geringen Anteils ausgenommen sind.

4. Schlussfolgerung

Insgesamt stellt Ramboll fest, dass die Folgenabschätzung (IA) in Bezug auf die Nennung der wichtigsten Sektoren, die zur Mikro-schadstoffbelastung beitragen, mit anderen Studien im Einklang steht. Die IA besagt, dass die Eintragsbelastung und Toxizität von Mikroschadstoffen in Kläranlagen hauptsächlich von Arzneimitteln herrühren. Dies passt zum Gesamtbild der von Ramboll überprüften Studien und Berichte. Es wurden jedoch keine konkreten Mengenangaben gefunden, die die in der Folgenabschätzung genannten Zahlen stützen würden. Generell sind die Angaben zu den Mengen an Mikroschadstoffen sehr unterschiedlich. Dies steht im Einklang mit Rambolls Verständnis, dass die Schadstoffbelastung von vielen Faktoren abhängt, wie z.B. dem Standort (Bevölkerungsdichte und -gewohnheiten, industrielle, landwirtschaftliche oder gewerbliche Nutzung, Verkehr) oder den Wetterbedingungen. Eine einheitliche Abwassermatrix für ganz Europa, wie sie in der IA angenommen wird, ist daher nicht realistisch.

Die Folgenabschätzung ist nicht transparent bzgl. des Ansatzes wie die Anteile der verschiedenen Sektoren berechnet wurden. Angesichts der Tatsache, dass diese Zahlen für die Kostenverteilung des Ausbaus aller großen Kläranlagen in der Europäischen Union entscheidend sind, ist die zugrundeliegende Berechnung der Schadstoffanteile unzureichend erläutert.

Darüber hinaus scheint es nicht weitsichtig zu sein, andere Verursacher auszunehmen, und sich nur auf die beiden Hauptsektoren zu konzentrieren. Die Datenlage für die meisten Mikroschadstoffe ist eher dürftig und die Berechnung für die vergleichbar gut untersuchten Arzneimittel basiert auf nur fünf pharmazeutischen Wirkstoffen (APIs). Der Absatz und damit die Ausscheidung in das Abwasser der vier Wirkstoffe, die mengenmäßig den größten Beitrag leisten könnten, wird bis 2050 voraussichtlich erheblich zurückgehen. Dies wird zu einer vollständigen Änderung des Beitrags pro

Sektor führen und damit die Grundlage für das gesamte Finanzierungskonzept, das derzeit von der Europäischen Kommission ins Auge gefasst wird, verändern.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Literaturrecherche viele Annahmen der Folgenabschätzung bestätigte, aber auch Unsicherheiten in den zugrundeliegenden Daten aufdeckte. Es ist unbestritten, dass Wirkstoffe einen relevanten Anteil zur Mikroverschmutzung beitragen, aber es ist fraglich, ob ihre Rolle so ausgeprägt ist, wie in der Folgenabschätzung angegeben. Dies ist besonders relevant, wenn man bedenkt, dass die Zahl der Studien zu Wirkstoffen die Zahl der anderen Mikroschadstoffe, einschließlich PFAS und Biozide, bei weitem übersteigt.

Anhänge

**ANHANG 1
DOKUMENTENLISTE**

Document List

List of key documents reviewed, including studies/publications/papers describing type/number/concentration/sources of micropollutants in urban wastewater.

Included documents listed as main report in the Impact Assessment:

9

No	Titel	Author	Date	Key word/message	source of IA?
1	Impact Assessment (Accompanying the document: "Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council concerning urban wastewater treatment (recast)")	European Commission (WOOD)	26.10.2022	- Pharmaceuticals represent the majority of toxic micro-pollutant being discharged by the WWTPs: - remaining load of 264 millio p.e. on micropollutants sent to environment; - pharmaceuticals represent 59% of input quantities to wwtps; 48% toxic chronic load; and 66% of the total toxic load PNEC - a reduction of 50% of micro-pollutants is technically feasible - WWTPs need to be upgraded, costs are proposed to be allocated to the responsible producers (EPR)	main
2	Guideline for advanced API removal	Berlin Centre of Competence for Water, Aarhus University, German Environment Agency	December 2020	- An overview on how to plan start and operate advanced wastewater tretment Techniques for API elimination - Techniques; ozonation and activated carbon	
3	An alternative approach to risk rank chemicals on the threat they pose to the aquatic environment	Johnson et al.	17.05.2017	- A risk ranking study describing an alternative approach to rank chemicals. Focus on aquatic systems and exposure. - 71 different chemicals analysed based on median environmental concentrations or and on median vs percentile of all ecotoxicity data. Chemical measurments from UK rivers. - The relative risk was highest for the metals copper, aluminium and zinc - Ethinylestradiol (hormone/pharma), linear alkylbenzene sulfonate (detergent/houshold chemical/personal care product) and triclosan (Personal Care Product) were in the top ten of posing a risk to the aquatic environment	general
4	Feasibility of an EPR system for micro-pollutants	Bio Innovation Service (European Commission)	04.03.2022	- pharmaceuticals represent the majority of toxic micro-pollutants (ibuprofen, diclofenac, 17 β -estradiol, carbamazepine and clarithromycin) - calculation of masses of APIs excreted to ww page 41 (table 8) - pharmaceuticals represent 59% of input quantities to wwtps; 48% toxic chronic load; and 66% of the total toxic load PNEC	main
5	Screening-Level Estimates of Environmental Release Rates, Predicted Exposures, and Toxic Pressures of Currently Used Chemicals	Meent, Dik van de et al.	15.06.2020	Micropollutant are not mentioned, but emission estimations and toxic pressures for a typical European water body at steady state were predicted by using modelling for •REACH substances •Pharmaceuticals. •Pesticide For pharmaceuticals release fraction was assumed as 12% of the human consumption rate, which is assumed to be released entirely to sewage treatment plants	

6	Computational material flow analysis for thousands of chemicals of emerging concern in European waters	Gils, Jos van et al.	18.04.2020	<ul style="list-style-type: none"> - Aggregated emissions estimates (tons/year) over the total EU28Plus domain for selected substances (one pesticide, one pharmaceutical, one reach registered organic chemical) -All losses are to wastewater for pharmaceuticals (sulfamethoxazole), which is for the largest part routed to WWTPs -Removal at WWTPs: 11.75 tons/year 	
7	Water quality in Europe: effects of the Urban Wastewater Treatment Directive	Pistocchi et al.	2019	<ul style="list-style-type: none"> • Agriculture and livestock not affected by current Directive • Chemicals present in urban WW only significantly reduced by WWTPs when molecules either get removed in bioreactors or sorbed to solids treated as sludge • Some chemicals virtually unaffected by conventional WWTPs 	
8	Micropollutants in urban wastewater: large-scale emission estimates and analysis of measured concentrations in the Baltic Sea catchment	Undeman E. et al	29 March 2022	<ul style="list-style-type: none"> - micropollutants from pharmaceuticals & hormones, pesticides, household & personal care products, industrial - compiled published data on substances analysed in effluents from WWTPs in the Baltic Sea region (1090 substances analysed at 650 WWTPs) - no chemical category displayed concentrations that were consistently higher compared to those of other categories - Data for a specific substance were only available for one or a few countries, giving rise to uncertainty in the ranking of concentrations - Page 5, Fig 2; boxplot of median concentrations of individual substances with total concentration analysed in at least five WWTPs 	
9	Micropollutants in European Rivers: A Mode of Action Survey to Support the Development of Effect-Based Tools for Water Monitoring	Busch et al.	08.08.2016	<ul style="list-style-type: none"> - Micropollutants: Pesticides, pharmaceuticals, biocides, by-products, food constituents, illicit drugs, industrial chemicals, natural compounds, personal care products - The largest groups of compounds: pesticides (42%), pharmaceuticals & illicit drugs (34%), industrial chemicals (17%) - Possible biological effects: the largest category is the group of neuroactive compounds, mainly comprises pharmaceuticals, pesticides and illicit drugs 	

10	Future water quality monitoring: improving the balance between exposure and toxicity assessments of real-world pollutant mixtures	Altenburger et al.	2019	The publication describes generally methods for identification of river basin specific pollutants and ecology directed analysis used within EU-funded SOLUTIONS project (http://www.solutions-project.eu/). Advanced approaches for water quality monitoring and assessment were proposed.	
11	Pharmaceuticals in the Environment - global occurrences and perspectives	Beek, aus der, et al.	11.12.2015	Study provides a review of measured environmental concentrations for both human and veterinary pharmaceutical substances on a global scale. Pharmaceutical substances were found: <ul style="list-style-type: none"> • Surface waters (47% of all database entries) • Groundwater and drinking-water (8% of all database entries) • Wastewater (40% of all database entries) Detected pharmaceutical substances are reported with analysis of regional average and maximum concentrations for each UN region as well as on a global range. Source of emission: <ul style="list-style-type: none"> • Urban wastewater is the dominant emission pathway for pharmaceutical • Hospitals (sewage effluent of health-care facilities) • Commercial animal husbandry 	general
12	Treatment of micropollutants in wastewater: Balancing effectiveness, costs and implications	Pistocchi et al.	19.07.2022	- Analyse scenarios of advanced wastewater treatment for the removal of micropollutants; activated carbon and chemical oxidation with ozone - pharmaceuticals, biocides and pesticides, and other industrial chemical	main
13	Pesticides drive risk of micropollutants in wastewater-impacted streams during low flow conditions	Munz et al.	01.03.2017	- Samples were taken in connections to wastewater treatment plants. - Pesticides, pharmaceuticals and household chemicals were identified to have the highest load into the rivers. - The predicted toxic pressure was driven by pesticides. - Five single substances explained much of the total environmental risk, with diclofenac, diazinon and clothianidin as the main drivers. - 19 of the 26 top 5 substances of driving the toxicity are plant protection products.	
14	SIPIBEL observatory: Data on usual pollutants (solids, organic matter, nutrients, ions) and micropollutants (pharmaceuticals, surfactants, metals), biological and ecotoxicity indicators in hospital and urban wastewater, in treated effluent and sludge from wastewater treatment plant, and in surface and groundwater	Bertrand-Krajewski et al.		Brief report of the data collection on micropollutants (pharmaceuticals, surfactants, metals), biological and ecotoxicity indicators in hospital and urban wastewater, in treated effluent and sludge from wastewater treatment plant, and in surface and groundwater No results are available. Only data collection. Data was used in other publication cited in this brief report.	
15	An assessment of options to improve the removal of excess nutrients from European wastewater.	Pistocchi, A., Grizzetti, B., Nielsen, P.H., Parravicini, V., Steinmetz, H., Thornberg, D., Vigiak, O.	submitted 2022	the study is focussed on nutrients removal solely. <i>"We quantify the potential to reduce the discharge of excess nutrients with European wastewater, by modelling pollution, greenhouse gas emissions and the costs of measures undequantify the potential to reduce the discharge of excess nutrients with European wastewater, by modelling pollution, greenhouse gas emissions and the costs of measures under various scenarios."</i>	main

16	A look down the drain: Identification of dissolved and particle bound organic pollutants in urban runoff waters and sediments	Fuchte HE, Beck N, Bieg E, Bayer VJ, Achten C, Krauss M, Schäffer A, Smith KEC.	01.06.2022	Runoff was collected and sampled in five street drains located in a medium sized town in Germany. Urban runoff waters: 187 polar organic micropollutants could be quantified using LC-HRMS: <ul style="list-style-type: none"> •Traffic derived micropollutants (corrosion inhibitors, rubber additives and the PAHs) •Industrial substances •Pesticides •Pharmaceuticals •Sweeteners 	
17	Contaminant Exposure and Transport from Three Potential Reuse Waters within a Single Watershed	Masoner; Jason et al.	10.01.2023	-The surface water from discharge of three reuse water were analysed (wastewater effluent, urban stormwater and agricultural runoff). -140 organic chemicals were detected in the WWTP effluent including: pharmaceuticals, Industrial chemicals, household chemicals, PFAS, PAHs, pesticides, inorganic chemicals (e.g. chloride, nitrogen and bicarbonate), disinfection byproducts.	
18a	Mistra Pharma Annual report 2010	MistraPharma	2010	- Different projects in Sweden to identify and test pharmaceuticals of environmental concern, evaluating different wastewater treatments and ecotoxicological effects caused by pharmaceuticals. - Analysis of the wastewater of four constructed wetlands showed that other substances than pharmaceuticals were responsible for the observed toxicities (e.g. ammonium).	
18b	Mistra Pharma Annual report 2012	MistraPharma	2012	Identification and evaluation of active pharmaceutical ingredients of high concern in wastewater - Samples of wastewater to make mass balances of pharmaceuticals	
18c	Mistra Pharma Annual report 2013	MistraPharma	2013	- The result of water samples taken in the Baltic Sea show that pharmaceuticals are present in detectable concentrations in the Baltic, both at coastal and open sea locations.	
18d	Mistra Pharma Annual report 2014	MistraPharma	2014	- different projects to look at environmental effects posed by active pharmaceutical ingredients - Identification and evaluation of API's, based on the fish plasma model	
19	Identification and reduction of Environmental risks caused by human pharmaceuticals. MistraPharma Research 2008-2015 Final report.	MistraPharma	2015	pharmaceuticals (Active Pharmaceutical Ingredients; APIs) may pass sewage treatment plants (STPs) - Identification and evaluation of API's, based on the fish plasma model G29	
20	Gutachten zur Umsetzbarkeit der vom BDEW in die Diskussion gebrachten Fonds-Lösung zur Finanzierung der Spurenstoff-Elimination in Kläranlagen	IWW; Mocons GmbH & Co. KG	04.11.2021	•Higher urgency of micropollutants due to increasing amount of pharmaceuticals used •Financing of measures per Fonds recommended •Better than "end-of-pipe"-approach indirectly paid by public: is the FPR (fonds)	
21	Recommendations for reducing micropollutants in waters	German Environment Agency	01.04.2018	assessment of reduction measures for micropollutants (existant and possibilities) considering their sources, incl. Implementation possibility based on timeframe and costs Following pollutant were considered: <ul style="list-style-type: none"> •Radiocontrast agents •Pesticides (plant protection products and biocides), •Medicinal products •Chemicals •Detergents, cleaning products and cosmetics Source of micropollutants German surface waters are discussed	

22	Ecotoxicological risk assessment of micropollutants from treated urban wastewater effluents for watercourses at a territorial scale: Application and comparison of two approaches.	Gosset A et al.		<p>- pharmaceuticals, personal care products, surfactants, plasticizers, heavy metals, pesticides</p> <p>-it has been demonstrated that aquatic organisms exposed to a mixture of pollutants at low doses and individually not supposed to induce negative impacts, can lead significantly intoxicated. This joint effects have been for example observed with organism's exposure to endocrine disruptors, pharmaceuticals, pesticides, or surfactants</p> <p>- research was performed at 33 urban WWTPs of a highly urbanized part of France</p>	
23	Up-to-date monitoring data of wastewater and stormwater quality in Germany	Nickel JP et al	22.07.2021	<p>-Monthly sampling of wastewater for a period of 1-1.5 years at 49 different WWTPs in Germany, containing concentration values for 79 substances.</p> <p>- In WWTP effluents, high frequencies of values > LOQ were found for metals ($\geq 68\%$), the plasticiser DEHP (100%), and the low-molecular-weight PAH fluorene (FL), phenanthrene (PHE), fluoranthene (Fluo), and pyrene (Pyr) ($\geq 80\%$). For PFAS, biocides, and pesticides, the frequency of values >LOQ varied largely between the individual substances. The priority substances perfluorooctane sulfonic acid (PFOS), terbutryn (TBY), diuron (DIU), and isoproturon (ISO) could be quantified in $\geq 70\%$ of the samples</p>	
24	Micropollutants in treated wastewater	Rogowska et al.		<ul style="list-style-type: none"> •Pharmaceuticals •Sweeteners •Nanoparticles •Industrial chemicals (used as corrosion inhibitors, dishwasher detergents, and antifreezes) •Personal hygiene and household <p>Lit review</p>	
25	Fund-based solution as an economic instrument for a financing of trace element reduction measures according to the polluter-pays principle	Czichny, C., Oelmann, M., Schitthelm, D.	2020	biggest share of harmful trace substances/micropollutants in WW can be traced back to a small group of industries (primarily pharma and pesticides)	
26	Water driven leaching of biocides from paints and renders - Methods for the improvement of emission scenarios concerning biocides in buildings	The Danish Environmental Protection Agency	2014	<p>Twelve biocides used in building materials were investigated for occurrence in storm water and 5 WWTPs (4 Danish and 1 Swedish). The results showed that some compounds (e.g. mecoprop) follow the storm water input into the combined sewer, while others (carbendazim, terbutryn, tebuconazole, propiconazole) either showed higher concentrations or were only detectable during dry weather periods. The concentration levels during dry weather were similar to the rainy weather samples with concentrations of up to several hundred ng L⁻¹. Only for propiconazole, remarkably high concentrations were detected in one WWTP (Roskilde Bjermarken) with up to 4.5 µg L⁻¹. The authors deem it likely that it may be inappropriate disposal of pesticide formulation (propiconazole, tebuconazole) or of paint and render into the sewer that lead to biocide occurrence in the wastewater during dry weather. Only for a few compounds the usage as preservatives in personal care products (methylisothiazolinone), and washing off from painted bathroom-walls (octylisothiazolinone) might contribute as dry weather sources.</p>	
27	Cosmetic preservatives: hazardous micropollutants in need of greater attention?	Nowak-Lange et al.	2022	This paper presents a review of the occurrence in different environmental matrices, toxicological effects, and mechanisms of microbial degradation of four selected preservatives (triclocarban, chloroxylenol, methylisothiazolinone, and benzalkonium chloride)	

28	Investigating options for reducing releases in the aquatic environment of micro-plastics emitted by (but not Intentionally added in) products: Final report	EC/Eunomia	2018	- microplastics from automotive tyres, road markings, pre-production plastics, washing of synthetic clothing, building paint, artificial turf, automotive brakes, fishing gear, marine paint	main
29	Plastics in European Wastewater Treatment Plants	Obermaier,N.; Pistocchi, A.	2022		main
30	Framework for establishing regulatory guidelines to control antibiotic resistance in treated effluents	Manaia, C.M.	2022	- Antibiotic resistance bacteria - Antibiotic resistance genes - Advanced treatment	main
31	Screening of mercury pollution sources to European inland waters using high resolution earth surface data	Pistocchi, A., Cinnirella, S., Mouratidis, P., Rosenstock, N., Whalley, C., Sponar, M., Pirrone, N.	2022		main
32	Möglichkeiten einer verursachergerechten Finanzierung von Maßnahmen zur Reduktion von Spurenstoffen	Oelmann, M., Czichy, C.	2019	comprehensive report and baseline for the article "Fund-based solution as an economic instrument for a financing of trace element reduction measures according to the polluter-pays principle"	
33	EU-wide monitoring survey on emerging polar organic contaminants in wastewater treatment plant effluents	Loos, R. et al.	2013	- report based on an analysis of 90 european WWTPs for 156 polar organic chemical contaminants - results showed 125 substances present in ww effluents - most relevant compounds (highest median concentration levels) were artificial sweeteners acesulfame and sucralose, benzotriazoles (corrosion inhibitors), several organophosphate ester flame retardants and plasticizers (e.g. tris(2-chloroisopropyl)phosphate; TCPP), pharmaceutical compounds such as carbamazepine, tramadol, telmisartan, venlafaxine, irbesartan, fluconazole, oxazepam, fexofenadine, diclofenac, citalopram, codeine, bisoprolol, eprosartan, the antibiotics trimethoprim, ciprofloxacin, sulfamethoxazole, and clindamycin, the insect repellent N,N'-diethyltoluamide (DEET), the pesticides MCPA and mecoprop, perfluoroalkyl substances (such as PFOS and PFOA), caffeine, and gadolinium.	
34	IKSR-Empfehlung-Empfehlung zur Reduktion von Mikroverunreinigungen in Gewässern	Internationale Kommissuin zum Schutz des Rheins (IKSR)	2019	Micropollutants are considered based on there fate into the environment: -public WWSystems (pharmaceutical residues, x-ray contrast); - agricultur (PSM); - industry (industry chemics)	general

ANHANG 2

LISTE DER DOKUMENTENPRÜFUNG INKL. LEITFRAGEN

No	Title	Author	Date	Which micropollutants are considered?	Is there an indication of quantity ratios (total share of micropollutants, subgroups of micropollutants, specific substances)?	Which sources of the micropollutants are mentioned?	Is there an indication on the toxicity/hazard of the micropollutants?	What is the source of the data (measurements, other studies which, ...)?	Uncertainties / validity of the data	Other relevant information and comments
1	Impact Assessment (Accompanying the document: Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council concerning urban wastewater treatment (recast))	European Commission (WOOD)	26.10.2022	The Impact Assessment distinguish between micro-pollutants and micro-plastics Micro-pollutants •Pharmaceuticals and personal care products (PCP) represent the majority of micro-pollutants inputs and toxicity in wwtpp Micro-plastics •Biggest amount in domestic ww comes from textiles, i.e. micro fibres emitted during washing of clothes •Greater amounts from tyres on the road and uncontrolled use of plastic pellets in plastic production (when rain water is mixed with ww) •Expected to be significantly reduced due to new textile strategy and upcoming EU initiative on micro-plastics	• Pharmaceuticals represent 59% of input quantities to wastewater treatment plants (44% for PCPs) • Remaining loads from urban sources: - 264 million p.a. micro-pollutants - 191 million p.a. Nitrogen - 149 million p.a. Phosphorus - 71 million p.a. E. coli - 66 million p.a. BOD	Many products in households containing micro-pollutants which end up via centralised wwtpps to the environment	•Toxic load corresponding to 264 million p.a. is emitted to the environment (158 million p.a. from centralised treatment plants) •Pharmaceuticals represent 48% of the toxic chronic load (17% for PCPs) and 66% of the total toxic load PNEC (26% for PCPs)	other studies - key studies included in the doc. list	•Lack of data on the actual toxicity of micro-pollutants, as well as their removal efficiency by standard techniques •Simplifying assumptions made for modelling, i.e. •Pharmaceuticals represent 48% of the toxic chronic load (17% for PCPs) and 66% of the total toxic load PNEC (26% for PCPs) •Assumed concentrations of individual micro-pollutants, on basis of available measurements, are representative	•PCPs and the Pharmaceutical industry will have to set up new 'Producer responsibility' organisations and finance their operations. •These sectors should be financially responsible for the additional costs related to additional treatment needed to treat the pollution they generate (€ 1.185 billion/year for all micro-pollutants) •These industries will have the choice to either pass these new costs in the price of their products (max. increase of 0.59%) or reduce their profit margins on these products (average maximum impact of 0.7). •Micro-pollutants and pharmaceuticals are nearly used synonymously (p.21); or actually only pharmaceutical studies are mentioned to evidence the occurrence of micro-pollutants
2	Guideline for advanced API removal	Berlin Centre of Competence for Water, Aarhus University, German Environment Agency	December 2020	- Pharmaceuticals	- not applicable	- API	- not applicable	- not applicable	- not applicable	- Looking on how to reduce the load of APIs entering the aquatic environment; ozonation and application of powdered and granular activated carbon only focus on the technique
3	An alternative approach to risk rank chemicals on the threat they pose to the aquatic environment	Andrew C. Johnson et al.	17.05.2011	•Pharmaceuticals (13) •Nano particles (2) •Metals (12) •Pesticides (23) •Persistent organic pollutants (11) •Surfactants and similar compounds (10)	•Not applicable	•The selection of chemicals was based on the degree of concern that was expressed in the scientific literature and to some degree by their prevalence in water •Pharmaceuticals were selected based on the frequency of reporting in pharmaceutical prioritisation papers •Micro-pollutants that are present and measured in UK rivers at or after year 2000.	•Some metals such as Cu, Zn and Al, the insecticides Methomyl and Chlorpyrifos as well as Triclosan, linear alkylbenzene sulfonate and ethinylestradiol are ranked to have a high concern and pose a threat to the aquatic environment.	•Web of science to identify scientific journals. Scientific literature and grey literature reports to retrieve studies on the effects of a chemical on aquatic organisms and the concentration of a chemical in the UK aquatic environment. Other European measurements were included if the data was very limited and for nanoparticles, modelled values were used. •Risk ranking based on all ecotoxicity data (lethal and sub-lethal) versus only sub-lethal ecotoxicity data	•The study is ranking the potential risk of chemicals, but it is not known if any of the chemicals are harming the wildlife in UK rivers •Not considering mixture effects of chemicals •Some chemicals have low detection limits, consequently the monitoring networks are not fit enough to the report concentrations of these chemicals •Not clear if all chemicals that are analysed have ended up in the river due to wastewater •Other factors can influence the toxicity, e.g., water may not be a relevant route for hydrophobic substances	
4	Feasibility of an EPR system for micro-pollutants	Bio Innovation Service	04.03.2022	- pharmaceuticals - cosmetic products - pesticides - food products - household products - plastic products - other (e.g., illegal drugs, industrial solvents and heavy metals)	- pharmaceuticals represent 59% of input quantities to wwtpp - pharmaceuticals represent the majority of toxic micro-pollutants (ibuprofen, diclofenac, 17β-estradiol, carbamazepine and clarithromycin)	Pharmaceuticals, plant protection products, biocides, cosmetic products, household products, plastic products, heavy metals, dyes, illegal drugs etc.	Presence of pharmaceutical residues described to be a known environmental problem. Cosmetic products have a high level of persistence. pharmaceuticals: 48% toxic chronic load and 66% of the total toxic load PNEC	Databases and other studies. Tests conducted at waterbodies in north Rhine-Westphalia	One substance can have several CAS numbers that adds complexity to map a substance to a product/sector. Sometimes chemicals were present in several sectors and then they were referred to as their main usage domain. Thus, it does not account for the full amount of that chemical.	
5	Screening-Level Estimates of Environmental Release Rates, Predicted Exposures, and Toxic Pressures of Currently Used Chemicals	Dik van de Meent et al.	15.06.2020	Micro-pollutant are not mentioned, but emission estimations and toxic pressures for a typical European water body at steady state were predicted by using modelling for •Pharmaceuticals •Pesticides	For pharmaceuticals release fraction was assumed as 12% of the human consumption rate, which is assumed to be released entirely to sewage treatment plants Median concentration in European Union water is presented for REACH: 1.0E 09 g/L-1 Pharma: 5.0E 12 g/L-1 Pesticide: 4.0E 09 g/L-1 Expected steady state concentrations of chemical substances in a "typical European Union water body are reported for: •Organic •Pharma •Pesticides	•REACH: European Union tonnages from registration dossier data •REACH ingredients of medicines: Amounts of individual pharmaceuticals sold (public data) •REACH ingredients of crop protection products: harvested area approach	The predicted mixture toxic pressure EC50 was estimated as 3.7% in the typical EU water body, with a dominant contribution of the REACH chemicals (which also represented by far the largest relative mass) Expected aquatic toxic pressures (TPs) for pharma is low then for other chemicals.	Modelling		
6	Computational material flow analysis for thousands of chemicals of emerging concern in European waters	Jos van Gils et al.	18.04.2020	- Pharmaceuticals - one group of "REACH registered" substances with multiple use types - plant protection products	- all losses are to wastewater for pharmaceuticals, which is for the largest part routed to WWTPs	- not applicable	- not applicable	- not applicable	- A computational material flow analysis to predict the occurrence of thousands of man-made organic chemicals on a European scale	
7	Water quality in Europe: effects of the Urban Wastewater Treatment Directive	Alberto Pistocchi et al.	2019	•Chemicals polluting drinking water which may originate from wastewater, including metals, nitrate, household or industrial chemicals in total 54 representative micropollutants (24+8+1+21others) •28 focus substances Anthracene, Brominated diphenylethers, Chloroalkanes C10-13; Dichloromethane, DEHP, Fluoranthene, Hexachlorobenzene, Hexachlorobutadiene, Naphtalene, Octylphenols, Pentachlorobenzene, Tributyltin compounds, Trichlorobenzenes, Trichloromethane, Hexabromocyclododecanes, benzene, Cd, Pb, Hg, Ni, PAHs, PCBs, Nonylphenols, 1,2-Dichloroethane •Medicines: Ibuprofen, Carbamazepine, Ciprofloxacin, Fluoxetine, Sertraline, Atorvastatin, Simvastatin, antibacterial Triclosan •Cosmetics: Octamethylcyclotetrasiloxane (D4)	no	•Study focuses on chemicals associated with ww •Others originated from urban runoff or agriculture are disregarded	•Es, table with ecotox data on the specific substances	•Different data bases, and modelling results	Modelling of chemical fate extremely complex and uncertain	•So-called metachemicals have been virtually designed to cluster chemicals according to their "treatability" in conventional WWTPs
8	Micropollutants in urban wastewater: large-scale emission estimates and analysis of measured concentrations in the Baltic Sea catchment	Emina Udenman et al.	29 March 2022	- pharmaceuticals & hormones - pesticides - household & personal care products - industrial	- no chemical category displayed concentrations that were consistently higher compared to those of other categories	- WWTPs are collecting points for chemicals present in our homes, workplaces, public buildings and industries which eventually end up in the sewers	- the concentration list-list is populated by a diverse range of substance from different chemical categories	- compiled published data on substances analysed in effluents from WWTPs in the Baltic Sea region - 1090 substances analysed at 650 WWTPs	- In most cases, data for a specific substance were only available for one or a few countries, giving rise to uncertainty in the ranking of concentrations	
9	Micropollutants in European Rivers: A Mode of Action Survey to Support the Development of Effect-Based Tools for Water Monitoring	Wibke Busch et al.	08.08.2016	- pharmaceuticals - pesticides - industrial chemicals	- pesticides (42%) - pharmaceuticals and illicit drugs (34%) - industrial chemicals (17%)	- Possible biological effects: the largest category is the group of neuroactive compounds, mainly comprises pharmaceuticals, pesticides and illicit drugs.				
10	Future water quality monitoring: improving the balance between exposure and toxicity assessments of real-world pollutant mixtures	Altenburger et al.	2019	River basin specific pollutants: Pesticides Pharmaceuticals Complexing agents Surfactants Polyaromatic compounds	No. The publication describes generally methods for identification of river basin specific pollutants and ecology directed analysis used within EU-funded SOLUTIONS project (http://www.solutions-project.eu/). Advanced approaches for water quality monitoring and assessment were proposed.	Compounds and products for pesticide, biocidal, pharmaceutical, industrial and other	Yes	SOLUTIONS project (http://www.solutions-project.eu)		
11	Pharmaceuticals in the Environment - global occurrences and perspectives	Tim aus der beek et al.	11.12.2015	Pharmaceuticals	Only pharmaceuticals	•Urban wastewater is the dominant emission pathway for pharmaceutical •Hospital (sewage effluent of health-care facilities) •Commercial animal husbandry	yes, ecotoxicological effects--> however ecotoxicologically derived no-effect concentrations have not yet been established	Literature review identified 1016 original publications reporting unique MEC data for human and/or veterinary pharmaceutical substances worldwide and 147 review articles.		
12	Treatment of micropollutants in wastewater: Balancing effectiveness, costs and implications	A. Pistocchi et al.	19.07.2022	- pharmaceuticals - biocides and pesticides - other household and industrial chemicals	- not applicable	- not applicable	- not applicable	- Analyse scenarios of advanced wastewater treatment for the removal of micropollutants; activated carbon and chemical oxidation with ozone		
13	Pesticides drive risk of micropollutants in wastewater-impacted streams during low flow conditions	Nicole A. Munz et al.	01.03.2017	389 organic substances screened for, in which 57 substances were prioritized. Those include: 28 plant protection products, 3 biocides, 22 pharmaceuticals/personal care products and 2 corrosion inhibitors	Of the micropollutants identified in the streams, pesticides and pharmaceuticals dominated. Substances of highest maximum concentrations were terbutylazine for plant protection products, isopropine and gabapentin for pharmaceuticals. 95 % of the detected substances consisted of equal parts of pesticides and pharmaceuticals.	Pesticides, pharmaceuticals, heavy metals, corrosion inhibitors	The toxicity data for the pharmaceuticals were limited. Nevertheless, the toxicity distribution of the available data shows that the majority of the pharmaceuticals are less toxic compared to the pesticides. Five single substance were the main drivers of toxicity, in which diclofenac, diazinon and clothianidin were the most substantial drivers. 19 of the 26 top 5 substances of driving the toxicity were plant protection products.	Samples were taken upstream, downstream and at the effluent of 24 Swiss wastewater treatment plants		
14	SIPREB observatory: Data on usual pollutants (solids, organic matter, nutrients, ions) and micropollutants (pharmaceuticals, surfactants, metals), biological and ecotoxicity indicators in hospital and urban wastewater, in treated effluent and sludge from wastewater treatment plant, and in surface and groundwater	Bertrand-Krajewski et al.		Micropollutants: 15 pharmaceuticals and 14 transformation products, 9 metals or metalloids, surfactants (anionic, cationic, alkylphenols, LAS...), AOX, PAHs, organohalogen compounds	no	pharmaceuticals, surfactants, metals	No stated in this publication	The results of a 7-year study (2011-2017) at the Bellecombe pilot site - (SIPREB) - that aims at the characterisation, treatability and impacts of hospital effluents in an urban wastewater treatment plant		
15	An assessment of options to improve the removal of excess nutrients from European wastewater.	Pistocchi, A., Grizzetti, B., Nielsen, P.H., Parravicini, V., Steinmetz, H., Thornberg, D., Vojtek, O.	submitted 2022	none, study only on nutrients	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
16	A look down the drain: Identification of dissolved and particle bound organic pollutants in urban runoff waters and sediments	Fuchte HE, Beck N, Bieg E, Bayer VJ, Achten C, Krauss M, Schaffer A, Smith KEC.	01.06.2022	Urban runoff waters: 167 polar organic micropollutants could be quantified using LC-HRMS: •Ibuprofen derived micropollutants (corrosion inhibitors, rubber additives and the PAHs) •Industrial substances •Pesticides •Pharmaceuticals •Sweeteners	•Industrial substances (8-27% of the total polar organic micropollutant loads) •Pesticides (low concentrations, medians of 4 µg/kg in sediment (DW), 13 ng/L in water and 2 µg/kg in silicone) •Pharmaceuticals: water (6-11 ng/L), sediment (13-36 µg/kg DW) and/or the PS (2-µg/kg silicone). •Sweeteners (1-2 µg/L) •Caffeine and cotinine	•Traffic derived micropollutants (corrosion inhibitors, rubber additives and the PAHs) •Industrial substances •Pesticides •Micro-pollutants from other urban sources: Pharmaceuticals, Sweeteners, caffeine and cotinine	yes, PAH->carcinogenicity	Field sampling was carried out in the center of Aachen, (Germany)		
17	Contaminant Exposure and Transport from Three Potential Reuse Waters within a Single Watershed	Masoner, Jason et al.	10.01.2023	•Pharmaceuticals, Industrial chemicals, household chemicals, PFAS, PAHs, pesticides, inorganic chemicals (e.g. chloride, nitrogen and bicarbonate)	•12 different prescription pharmaceuticals and seven nonprescription pharmaceuticals were detected in wastewater effluent •Pharmaceuticals were the most frequently detected chemical in wastewater effluent, but only accounted for 10 % of the total target organic concentration. Disinfection byproducts (DBPs) accounted for 10% of total detections but 73% of the total concentration. •12 household chemicals detected in the wastewater effluent. •PFAS detected •11 pesticides detected	•Results document substantial and varying organic-chemical contribution to surface water from effluent discharges (e.g., DBP, prescription pharmaceuticals, industrial/household chemicals), urban storm water (e.g., polycyclic aromatic hydrocarbons, pesticides, non-prescription pharmaceuticals), and agricultural runoff (e.g., pesticides).	•Many of the chemicals are known carcinogens (e.g. PAHs), designed bioactives (e.g. pesticides and pharmaceuticals) or hormonally active (e.g., PFAS and hormones). •The chemical benzophenone is a concern for human health and to aquatic organisms	•Measurement of a wastewater treatment plants' effluent in Oklahoma		
18	Mistra Pharma Annual reports 2010, 2012, 2013, 2014	MistraPharma		Pharmaceuticals	A chemical map of active pharmaceutical ingredients (APIs) covering 899 drugs. 46 API from the priority list selected to perform studies on - the result of water samples taken in the Baltic Sea show that pharmaceuticals are present in detectable concentrations in the Baltic, both at coastal and open sea locations	Active pharmaceutical ingredients (APIs)	Constructed wetlands were shown to have a capacity to remove a variety of micropollutants, including APIs. The effects evident in the ecotoxicological studies of the outgoing and incoming water of the constructed wetlands could not be assigned to either pharmaceuticals or metals. - Progestin levonorgestrel (contraceptive) was shown to be a potent developmental toxicant in female frogs. Lowest tested concentration is approaching environmentally measured concentrations of levonorgestrel.	Experimental studies at various locations in Sweden	Different experiments in Sweden to identify pharmaceuticals in wastewater, aquatic life and on how to better separate pharmaceuticals from wastewater.	
19	Identification and reduction of Environmental risks caused by human pharmaceuticals. MistraPharma Research 2008-2015 Final report.	MistraPharma		Pharmaceuticals	Not applicable	API		Experimental studies at various locations in Sweden		

20	Gutachten zur Umsetzbarkeit der vom BfEw in die Diskussion gebrachten Fonds-Lösung zur Finanzierung der Sauerstoff-Elimination in Kläranlagen	IWW; Moons GmbH & Co. KG	04.11.2021	•Pesticides, animal pharmaceuticals, industrial chemicals (PFC)	•Elnoff (pesticides, animal pharma); •Wwtp (human pharma, industrial chemicals)	UQN if not available, PNEC shall be used			•Financing of advanced treatment tech. through fond (manufacturers, importers) •Advantages: •Elimination rate of advanced treatment never 100% (depending on technology, amount of additives, type of micropollutant, amount dissolved organic), thus, reduction at manufacturers (sustainable products) better •Effluent water-borne micropollutants which are currently measured in water bodies could be significantly reduced when treated in "ordinary" wwa (i.e. third treatment step reduces PAK very good), better than 4th treatment step is, increasing volume of rainwater basins (Regenrückhaltebecken); 99,5% of emissions in rainwaters can be traced back to combustion residues, i.e. higher GHG prices recommended
21	Recommendations for reducing micropollutants in waters	German Environment Agency	01.04.2018	- human medicinal products, - veterinary medicinal products, - plant protection products, - biocides, - REACH-chemicals, - detergents, cleaning products and cosmetics - radiocontrast agents	primary sources: - urban ww (HMP, biocides, chemicals, detergents, cleaning products) - combined sewer overflow (biocides, chemicals, PFP, HMP, detergents) - rainwater from separate sewer system (chemicals, biocides, PFP) - surface runoff (PPP; Manura, Fermentation residues, sewage sludge); - directly entering into surface waters (antifouling agents)		Data from research projects		
22	Ecotoxicological risk assessment of micropollutants from treated urban wastewater effluents for watercourses at a territorial scale: Application and comparison of two approaches.	Gosset A et al.		- pharmaceuticals, personal care products, surfactants, plasticizers, heavy metals, pesticides			research was performed at 33 urban WWTPs of a highly urbanized part of France		
23	Up-to-date monitoring data of wastewater and stormwater quality in Germany	Nickel JP et al	22.07.2021	100 different substances considered, mainly priority substances according to Directive 2013/39/EU, substances with national Environmental Quality Standards according to the German ordinance on the protection of surface waters and biocides, 40 biocides and pesticides, 16 PAH, 16 PFAS, 12 metals, 8 pharmaceuticals, 3 benzotriazoles, 2 phenols, acetylcholine (ACE), di-(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP), and hexabromocyclododecanes (HBCDD)	In WWTP effluents, high frequencies were found for metals, the plasticizer DEHP, and the low-molecular-weight PAH fluorene (Flu), pentaerythritol triacrylate (PETA), fluoranthene (Fluo), and pyrene (Pyr)	Metals, PAH, Phenols, PFAS, biocides and pesticides, Pharmaceuticals and other organic substances	Measurements	Includes stormwater	
24	Micropollutants in treated wastewater	Rogowska et al.		•Pharmaceuticals •Bactericides •Biocides •Industrial chemicals (used as corrosion inhibitors, dishwasher detergents, and antifreezes) •Personal hygiene and household	Highest concentration determined (µg/L) for substances reported		polychlorinated biphenyls (PCBs), bisphenol A, phthalates, pesticides, some pharmaceuticals, brominated flame retardants, and organic tin compounds; Endocrine disrupting chemicals (EDC)	Lit revision	Although the number of studies on the determination of target pollutants in the treated wastewater is constantly increasing, there are few reports in literature on the identification of non-target compounds present in the treated wastewater
25	Fund-based solution as an economic instrument for a financing of trace element reduction measures according to the polluter-pays principle	Christoph Cichmy, Mark Oelmann, Dietmar Schthelm	2020	tests were analysed for 151 trace substances, the ones with the highest harmfulness were mainly used as active pharmaceutical ingredients (Ibuprofen, Diclofenac, 17β-estradiol, Carbamazepin, Clarithromycin), pesticides (Imidacloprid, Flufenacet), impregnating products/fire extinguishing agents/electroplating (PFOS), antiseptic and nutritional supplements/semiconductor (Selenium)	only of the 10 most harmfulness substances: sum load Selenium 2481,47; Diclofenac 364,17; Carbamazepin 603,40; Ibuprofen 250,14; Clarithromycin 139,59; Triclosan 27,53; Flufenacet 19,29; PFOS 15,98; Imidacloprid 3,84; 17β-estradiol 2,04	APs, impregnating products, fire extinguishers, electroplating, disinfectants, cosmetics, pesticides, nutritional supplements, semiconductors	EQS values mentioned, and multiplied with sum load = relative harmfulness	water analysis/measurements of 4 ww associations in Germany, North Rhine-Westphalia (Emscherregion:Essen, Lippendorf, Niersverband, Ruhrverband)	- 5 out of 10 substances are pharmaceutical ingredients (and 8 out of the top 20) - 2 out of 10 substances are pesticide agents, i.e. herbicides or insecticides (and 6 out of 20) - 14 out of 20 top substances are contained in products of two industrial sectors: pharmaceutical and pesticides
26	Water driven leaching of biocides from paints and renders - Methods for the improvement of emission scenarios concerning biocides in buildings	The Danish Environmental Protection Agency	2014	The study covers 12 biocides used in building material: cybutryn (Irgarol 1051), terbutryn, diuron, isoprotron, methylisothiazolone, benzothiazolone, octylisothiazolone, dichloroacetylisothiazolone, carbendazim, tebuconazole, propiconazole and mecoprop	In addition to measurements of concentrations in storm water, measurements of biocides were performed for 5 WWTPs in different weather conditions.	For measurements during rain, the assumption was that the major contribution was facade render and paint. Since high levels were found for certain biocides during dry weather conditions, and especially during day/evening hours rather than during the night, this indicates human activity. The most likely explanation for most biocides was stated to be the inappropriate disposal of paints and renders into the sewer for example when washing used paint brushes and other equipment.	Some compounds (especially cybutryn, terbutryn and mecoprop) were present in storm water in levels sometimes exceeding receiving water quality standards set in regulations such as the water framework directive or the surface water directive	Analysis	
27	Cosmetic preservatives: hazardous micropollutants in need of greater attention?	Nwak-Lange et al.	2022	Cosmetic Preservatives (organochloride compounds, Isothiazolones, Quaternary Ammonium Compounds)	Sewage and Sludge: The concentrations of preservatives significantly ranged from below the limit of quantification (LOQ) to a few tens of micrograms per liter or kilogram dry weight. Surface Waters: The deficient removal of preservatives from WWTPs and the following discharge of effluents lead to the contamination of the receiving environments. Concentrations of selected preservatives in surface waters range from ng L ⁻¹ to tens of µg L ⁻¹ .	Soaps, shower gels, toothpastes, disinfectant products, makeup products	Aquatic Toxicity: Histopathological alterations, modification of proteins, neurotoxicity and genotoxicity, reproduction and structural abnormalities, embryotoxicity, and endocrine disturbance have been observed as a result of preservative toxicity in aquatic organisms. Soil Toxicity: reduced the variety of soil microbial communities and caused an increased quantity of Crenarchaeota and Proteobacteria; decrease the abundance of soil bacteria and reduce the degradation level of pesticides in soil resulting in their persistence in the environment ;inhibition of soil microflora.	Lit revision	peer reviewed publications was used in the review
28	Investigating options for reducing releases in the aquatic environment of micro-plastics emitted by (but not intentionally added in) products: Final report	EC/Euromia	2018	microplastic		automotive tyres, road markings, pre-production plastics, washing of synthetic clothing, building paint, artificial turf, automotive brakes, fishing gear, marine paint			
29	Plastics in European Wastewater Treatment Plants	Obermaier N.; Pistocchi, A.	2022	Microplastic	a preliminary european budget of MP in wastewater is calculated, but values from stormwater is also included	tire wear particles		The article quantify the emissions associated with urban wastewater based on the range of observed concentrations in wastewater treatment plants (WWTPs) effluents, and the emissions from tire wear particles (TWP) by assuming that a percentage of the particles generated on roads eventually reaches surface waters.	Large variation of data. Data available for MP consist only of spot measurements since there is no harmonized reporting of monitoring data as for other pollutants
30	Framework for establishing regulatory guidelines to control antibiotic resistance in treated effluents	Manai, C.M.	2022	antibiotics		Antibiotic resistance bacteria, Antibiotic resistance genes			
31	Screening of mercury pollution sources to European inland waters using high resolution earth surface data	Pistocchi, A., Cimirella, S., Mouratidis, P., Rosenstock, N., Whalley, C., Sponar, M., Pirrone, N.	2022	Mercury and its compounds, e.g. methyl mercury	Hg is released to water and soil from many wastewater treatment plants above a capacity of 100,000 Population Equivalents. Although, the E-PRTR does not include industrial activities below a certain threshold and many plants do not report Hg systematically, which means that there is likely a data gap.	Total releases of Hg to water are estimated to be 45.59 t year across the EU. Of these, 24.49 t year (53.7%) are represented by direct deposition. The second largest contribution (10.45 t year or 22.9%) is urban runoff while leaching from soil is the third contribution with 5.21 t year (11.4%), followed by treated effluents (6.1%, 2.79 t year), industrial releases (4.8%, 2.17 t year) and combined sewer overflows (CSO: 1.1%, 0.49 t year).	Hg and its compounds are identified as Priority Hazardous Substances (PHS) in Annex X to the Water Framework Directive (WFD, 2000/60/EC), and pose a concern in particular due to the potential of Methylmercury (MeHg) to bio-accumulate and bio-magnify in organisms.	Data based on European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR).	Study based on estimations by a model: Steady state mass balance model to estimate the mass flow of Hg
32	Möglichkeiten einer yunragergerechten Finanzierung von Maßnahmen zur Reduktion von Sauerstoffen	Oelmann, M., Cichy, C.	2019	151 analyzed trace substances 51 substances enter water bodies via wastewater treatment plants. Ibuprofen, Perfluorooctane sulphonic acid + Derivate (PFOS) and Diclofenac.	20 top micropollutants with relative harmfulness: •Ibuprofen 30,24 % •PFOS 28,57 % •Diclofenac 22,42 % •E2 (Estradiol) 5,92 % •Imidacloprid 2,23 % •Eicosan 1,60 % •Carbamazepin 1,40 % •Clarithromycin 1,25 % •Glen 0,96 % •Flufenacet 0,56 % •Sulfamethoxazol 0,55 % •Biosulfuron 0,39 % •Cadmium und Cadmiumverbindungen 0,37 % •Terbutryn 0,37 % •Dibutylum 0,35 % •Becoprop 0,33 % •Benzophenol (4-Nonylphenol) Nonylphenol (4-Nonylphenol) 0,32 % •Diflufenican 0,23 % •E2-α Ethinylöstradiol 0,23 %	Information not available		Example study area (four-legal associations from North Rhine-Westphalia)	
33	EU-wide monitoring survey on emerging polar organic contaminants in wastewater treatment plant effluents	Loos, R. et al.	2013	156 polar organic chemical contaminants. Compounds were selected by previous experience, their environmental and toxic relevance and by available analytical procedures.	The results show the presence of 125 substances (80% of the target compounds) in European wastewater effluents, in concentrations ranging from low nanograms to milligrams per liter. The most relevant compounds in the effluent waters with the highest median concentration levels were the artificial sweeteners acesulfame and sucralose, benzotriazoles (corrosion inhibitors), several organophosphate ester flame retardants and plasticizers (e.g. tris(2-chloroisopropyl)phosphate; TCP), pharmaceutical compounds such as carbamazepine, tramadol, telmisartan, venlafaxine, rabeprazole, fluconazole, oxazepam, fenofibrate, diclofenac, citalopram, codeine, bisoprolol, eprosartan, the antibiotics trimethoprim, ciprofloxacin, sulfamethoxazole, and clindamycin, the insect repellent N,N-Diethyltoluamide (DEET), the pesticides MCPA and mecoprop, perfluoralkyl substances (such as PFOS and PFOA), caffeine, and gadolinium	Target microcontaminants were pharmaceuticals and personal care products (PPCPs), veterinary (antibiotic) drugs, perfluoralkyl substances (PFAS), organophosphate ester flame retardants, pesticides (and some metabolites), industrial chemicals such as benzotriazoles (corrosion inhibitors), iodinated x-ray contrast agents, and gadolinium magnetic resonance imaging agents	Estrogenicity and dioxin-like toxicity analyzed by in vitro reporter gene bioassay. Activity detected in several of the WWTP effluents. Cytotoxicity : 1 out of 3 WWTP effluents that caused cytotoxicity to yeast and diatom contained diuron. Diuron is suggested to likely be one of the major toxicants in the effluents, although it could only explain 10-20% of the observed effects. Most of the compound are present at low concentrations but still raise toxicological concern, especially in mixtures.	Sampling from 90 different WWTPs in Europe. The result is compared with available literature and some in vitro tests performed to test the toxicity.	Not so clear or very broad explanation on how the specific compounds were selected
34	IKSR-Empfehlung-Empfehlung zur Reduktion von Mikroverunreinigungen in Gewässern	Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR)	2019	•Pharmaceutical residues •X-ray contrast media, •Pesticides •Industrial chemicals •Household chemicals, •Biocides •Flame retardants	no information	X-ray contrast media (KRM) are developed as biologically inactive substances and are hardly degraded in wastewater treatment plants due to their stability. KRM are mainly used in hospitals and radiology practices. The majority of these KRM enters the wastewater within 24 hours where they are administered, or into the household wastewater of patients at home	Active pharmaceutical ingredients are sometimes measured in concentrations above the EU proposals for environmental quality standards (EU EQS proposals). X-ray contrast media were measured partly above the precautionary values of the International Working Group of the Waterworks in the Rhine Basin (IWRB) and the health orientation values (GOW)	Field measurements (Rheinmessprogramm Chemie 2013 bis 2020, Sondermessprogramm 2017, reported in IKSR-Fachbericht Nr. 246)	