

Optionen und Maßnahmen



UniNETZ –
Universitäten und Nachhaltige
Entwicklungsziele

Österreichs Handlungsoptionen
zur Umsetzung
der UN-Agenda 2030
für eine lebenswerte Zukunft.

Reduktion von Spurenstoffen

06_06

Target 6.3 & 6.5

Autor_innen:

Fischer, Jörg (*Johannes-Kepler-Universität Linz*);
Langergraber, Günter (*Universität für Bodenkultur
Wien*); Gruber, Christina (*Universität für Bodenkultur
Wien*)

Inhalt

3	Abbildungsverzeichnis
3	Tabellenverzeichnis
5	06_06.1 Ziele der Option
5	06_06.2 Hintergrund der Option
7	06_06.3 Optionenbeschreibung
7	06_06.3.1 Beschreibung der Option bzw. der zugehörigen Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen
17	06_06.3.2 Erwartete Wirkungsweise
18	06_06.3.3 Bisherige Erfahrungen mit dieser Option oder ähnlichen Optionen
19	06_06.3.4 Zeithorizont der Wirksamkeit
20	06_06.3.5 Vergleich mit anderen Optionen, mit denen das Ziel erreicht werden kann
20	06_06.3.6 Interaktionen mit anderen SDGs
23	06_06.3.7 Offene Forschungsfragen
24	Literatur

Abbildungsverzeichnis

- 8 Abb. O_6-06_01:** Schematische Unterscheidung von quellen-, anwendungsorientierten und nachgeschalteten Maßnahmen. Quelle: Hillenbrand et al. (2019).
// Fig. O_6-06_01: Schematic differentiation of source-oriented, application-oriented and downstream measures. Source: Hillenbrand et al. (2019)
- 9 Abb. O_6-06_02:** Vergleich der mittleren Eliminationsleistung ausgewählter Medikamentenrückstände in Pflanzenkläranlagen (graue Balken, "Constructed Wetlands") und konventionellen Belebungsanlagen (schwarze Balken, "Conventional WWTPs"). Quelle: Li et al. (2014).
// Fig. O_6-06_02: Comparison of removal efficiencies of selected medical residues in constructed wetlands and conventional wastewater treatment plants. Source: Li et al. (2014).

Tabellenverzeichnis

- 10 Tab. O_6-06_01:** Anfall von Spurenstoffen in Haushalten und Maßnahme zur Reduktion des Eintrags. Quelle: eigene Darstellung.
// Tab. O_6-06_01: Trace substances in households and measures of reduction. Source: own elaboration.
- 11 Tab. O_6-06_02:** Anfall von Spurenstoffen in Landwirtschaft und Veterinärmedizin und Maßnahme zur Reduktion des Eintrags. Quelle: eigene Darstellung.
// Tab. O_6-06_02: Trace substances in agriculture and veterinary medicine and measures of reduction. Source: own elaboration.
- 12 Tab. O_6-06_03:** Anfall von Spurenstoffen in Krankenhäusern und Maßnahme zur Reduktion des Eintrags. Quelle: eigene Darstellung.
//Tab. O_6-06_03: Trace substances in hospitals and measures of reduction. Source: own elaboration.
- 13 Tab. O_6-06_04:** Anfall von Spurenstoffen in der Industrie und Maßnahmen zur Reduktion des Eintrags. Quelle: eigene Darstellung.
//Tab. O_6-06_04: Trace substances in industries and measures of reduction. Source: own elaboration.

- 14 Tab. O_6-06_05:** Anfall von Mikroplastik und Maßnahme zur Reduktion des Eintrags. Quelle: eigene Darstellung.
// Tab. O_6-06_05: Origin of microplastics and measures of reduction. Source: own elaboration.
- 17 Tab. O_6-06_06:** Beschreibung der Wirkung der Option 6.6 auf die Targets von SDG 6. Quelle: eigene Darstellung.
// Tab. O_6-06_06: Description of the impact of Option 6.6 on the Targets of SDG 6. Source: own elaboration.
- 19 Tab. O_6-06_07:** Beschreibung der Wechselwirkung der Option 6.6 mit anderen SDG 6 Optionen. Quelle: eigene Darstellung.
//Tab. O_6-06_07: Description of the interactions of Option 6.6 on with other Options of SDG 6. Source: own elaboration.
- 23 Tab. O_6-06_08:** Interaktionen der Option 6.6 mit anderen SDGs. Quelle: eigene Darstellung.
// Tab. O_6-06_08: Interactions of Option 6.6 on with other SDGs. Source: own elaboration.

06_06.1 Ziele der Option

Ziel der Option ist die Reduktion von Spurenstoffen in Gewässern, da diese oft bei der derzeitigen Abwasserreinigung nicht oder nur unzureichend entfernt werden (Lechner et al., 2014) und dadurch in die Gewässer, in den Boden und ins Grundwasser gelangen (Herzog, Krejci & Napetschnig, 2015). In dieser Option werden neben den typischen organischen Spurenstoffen (wie z. B. Pflanzenschutzmittel, Industrie- und Haushaltschemikalien, Weichmacher, Substanzen aus Körperpflegeprodukten, Arzneimittelrückstände) auch Mikroplastik und -fasern sowie Nanopartikel und Schwermetalle berücksichtigt.

Durch die Reduktion des Eintrags von Spurenstoffen ergeben sich eine Verringerung der Verschmutzung der Gewässer und eine langfristige Verringerung des Eintrags gefährlicher Stoffe. Die Option zielt vor allem auf die **Targets 6.3. und 6.5.** ab.

06_06.2 Hintergrund der Option

Unter ‚Spurenstoffen‘ (auch ‚Mikroschadstoffen‘ und ‚Mikroverunreinigungen‘) versteht man meist synthetische organische Substanzen, die im Gewässer vorkommen und bereits in sehr geringen Konzentrationen (Konzentrationsbereich von Pikogramm pro Liter bis Nanogramm pro Liter) nachteilige Wirkungen auf aquatische Ökosysteme und/oder Organismen haben (Umweltbundesamt (UBA), 2015). Spurenstoffe können dabei toxische, persistente und/oder bioakkumulative Eigenschaften haben und akut oder chronisch wirken. Darüber hinaus werden in dieser Option unter Spurenstoffen auch anorganische Stoffe wie Nanopartikel und Schwermetalle mitbetrachtet, die auch in geringen Konzentrationen vorkommen und von denen Gewässer auch freigehalten werden sollen.

Organische Spurenstoffe umfassen unterschiedliche Stoffgruppen, zum Beispiel Pflanzenschutzmittel, Biozide, Arzneimittel, Körperpflegeprodukte, Industrie- und Haushaltschemikalien, aber auch Süßstoffe und viele weitere synthetische chemische Verbindungen (Hartmann, 2016; Hillenbrand, Niederste-Hollenberg & Tettenborn, 2019; UBA, 2015).

Mit den heute üblichen Kläranlagen in Österreich (biologische Reinigung mit Nitrifikation) wird nur etwa 1/3 der organischen Spurenstoffe durch Abbau aus dem Abwasser entfernt, ca. 1/3 wird über den anfallenden Klärschlamm entfernt und ca. 1/3 findet sich im Ablauf der Kläranlage wieder (UBA, 2015; Wang & Wang, 2016). Zu den Spurenstoffen, die aus dem Kläranlagenablauf in die Gewässer kommen, zählen z. B. Carbendazim, Diuron und 17b-Östradiol (Clara, Hartmann & Deutsch, 2019). Für eine gezielte Entfernung von Spurenstoffen ist daher eine zusätzliche Reinigungsstufe nötig. Die derzeit gängigsten technischen Verfahren zur Elimination von Mikroverunreinigungen (in einer sogenannten vierten Reinigungsstufe) sind Ozonung, Adsorption an granulierter Aktivkohle (GAK) in einem Filter, Zugabe von Pulveraktivkohle (PAK) in ein Kontaktbecken beziehungsweise in den Flockungsraum eines Filters, Nanofiltration, Umkehrosmose und *Advanced Oxidation Processes* (AOP). Diese Verfahren sind technisch sowie finanziell aufwändig (Abeglen & Siegrist, 2012).

Mikroplastik: Neben makroskopischen Anhäufungen von Müll (z. B. Müllinseln in den Ozeanen) ist für die Umwelt auch Mikro-

plastik ein wichtiges Thema. Als Mikroplastik werden Teile <5 mm verstanden (Liebmann et al., 2015). Weltweit wurden 359 Millionen Tonnen an Kunststoffen im Jahr 2018 produziert (Plastic Europe, 2019). Die fünf Hauptanwendungsgebiete sind dabei Verpackung (~40 %), Gebäude und Infrastruktur (~20 %), Mobilität (~10 %), Elektrik und Elektronik (~6 %), Haushalt, Freizeit und Sport (~4 %) sowie Landwirtschaft (~3 %). Die weiteren ~17 % der Kunststoffe werden für andere Anwendungen eingesetzt. Einige dieser letztgenannten Anwendungen sind Sonderanwendungen, wie beispielsweise auch Kosmetika, für die unter anderem Kleinstpartikel (d. h.: Mikropartikel) für Peeling-Produkte, Reinigungsmittel, Zahnpasta o. ä. erzeugt werden. Mikroplastik kann zwar in den Kläranlagen gut aus dem Abwasser entfernt werden, sammelt sich aber im Klärschlamm an und kann bei Ausbringung in der Landwirtschaft in die Umwelt kommen (Liebmann et al., 2015). Neben dieser Art der Herkunft von Mikroplastik in den Gewässern sind aber auch andere Bereiche zu nennen. In einer Studie des Umweltbundesamtes werden neben den Kosmetika, die Kunststoffindustrie, Mikroplastik aus Spezialanwendungen, *Littering* (d. h. achtloses Wegwerfen von Abfällen an öffentlichen Plätzen und in der Natur), Straßenverkehr (Reifenabrieb) und Vorkommen in Lebensmitteln als Herkunft für Mikroplastik genannt. Hinsichtlich des Schadpotenzials von Plastik muss zusammenfassend festgehalten werden, dass die Wissenslücken noch sehr groß sind, auch weil die Zahl der Einflussfaktoren in den unterschiedlichen Umweltmedien herausfordernd ist. Die Verbreitung von Mikroplastik im menschlichen Körper scheint erst bei Partikelgrößen unter 10 µm möglich, hauptsächlich durch ein Eindringen über die Atemwege oder den Verdauungstrakt, wobei generell nur ein geringer Prozentsatz aufgenommen wird (European Chemicals Agency (ECHA), 2018, 2019; European Federation of National Associations of Water Services (EurEau), 2019; Liebmann et al., 2015). Die toxikologische Relevanz einer Aufnahme derartiger geringer Mengen Mikroplastik in die Körperzellen ist bisher weitgehend ungeklärt (Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES), 2020).

Nanopartikel: Nanopartikel bezeichnen einen Verbund von wenigen bis einigen tausend Atomen oder Molekülen mit einer Größe, die typischerweise im Bereich 1 bis 100 Nanometern liegt (UBA, 2019). Nanopartikel können auf natürlichem Wege (etwa Vulkanausbruch oder Waldbrand) entstehen, aber auch aus anthropogenen (vom Menschen verursachten) Quellen, wie Kfz- und Industrieabgase, in die Umwelt gelangen oder auch gezielt synthetisch hergestellt werden. Nanopartikel besitzen spezielle chemische und physikalische Eigenschaften, die deutlich von denen von Festkörpern oder größeren Partikeln desselben Stoffs abweichen (z. B. höhere chemische Reaktivität, stärkere katalytische Wirksamkeit, Änderung von thermodynamischen Parametern, z. B. Schmelzpunkt, Änderung der metallischen Eigenschaften und Halbleitereigenschaften und/oder Änderung der optischen und magnetischen Eigenschaften). Als bekannte Vertreter synthetischer Nanopartikel können hier Nano-Silber, Nano-Titandioxid oder Kohlenstoffnanoröhrchen genannt werden. Eine potentielle Gefährdung ist dabei am ehesten bei gezielt in die Umwelt eingebrachten nanoskaligen Produkten anzunehmen. Es könnten jedoch auch durch Abnutzungs-, Abrieb-, oder Auswaschungsprozesse in einer Matrix gebundene Nanomaterialien aus Produkten in die Umwelt gelangen, z. B. Auswaschung von Titandioxid-Partikeln in Fassadenanstrichen. Wissenschaftliche Untersuchungen haben negative ökotoxikologische Effekte auf Organismen in Wasser-Ökosystemen und Boden-Ökosystemen sowie die Ökotoxikologie von Nanomaterialien (z. B. reduziertes Wurzelwachstum bei verschiedenen Nutzpflanzen) nachgewiesen (UBA, 2019).

Situation in Österreich:

In der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) 2000/60/EG (Europäisches Parlament (EP) & Rat der Europäischen Union (ER), 2000) wurde eine Liste prioritärer Stoffe inkludiert, die u. a. mit der EU-Richtlinie 2013/39/EU erweitert wurde (ER & EP, 2013). In Österreich wurde die EU-Richtlinie 2016 national umgesetzt (mit BGBl. II Nr. 363/2016 wurde die Qualitätszielverordnung *Chemie Oberflächengewässer* novelliert und die Liste der prioritären Stoffe erweitert) (Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), 2016).

In Österreich können Spurenstoffe derzeit schon in den meisten Gewässern nachgewiesen werden (Clara et al., 2019). Im Projekt *SCHTURM (Spurenstoffemissionen aus Siedlungsgebieten und von Verkehrsflächen)*; Clara et al., 2019) wurden die unterschiedlichen Eintragspfade von Spurenstoffen in Österreich untersucht. Ein besonderer Schwerpunkt lag dabei auf dem diffusen Eintrag aus Siedlungsgebieten. Die Ergebnisse zeigen, dass für bestimmte Spurenstoffe neben Kläranlagenabläufen auch diffuse Eintragspfade relevant sind. Durch Mischwasserentlastungen werden vor allem Quecksilber, Tributylzinn, Diphenylzinn und Östriol eingetragen bzw. durch die Einleitung von Niederschlagswasser aus Trennkanalisation vor allem Blei, Cadmium, Zink, Bisphenol-A, Diisononylphthalat, Diisodecylphthalat (DiDP) und Tetrabutylzinn (Clara et al., 2014). Die Zuordnung von Spurenstoffen zu Haupteintragspfaden zeigt, dass für die wasserwirtschaftliche Planung eine differenzierte Betrachtung und Bewertung erforderlich ist. Zentrale Maßnahmen bei Kläranlagen führen sicherlich zu einer Reduktion der Gewässerbelastung, sind jedoch nicht bei allen Spurenstoffen zielführend.

06_06.3 Optionenbeschreibung

06_06.3.1 Beschreibung der Option bzw. der zugehörigen Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen

Grundsätzlich können Maßnahmen zur Verminderung und Vermeidung von Emissionen von Spurenstoffen an sehr unterschiedlichen Stellen ansetzen (Abb. O_6-06_01). Maßnahmen an der Quelle können beispielsweise eine Stoffsubstitution oder produktionsintegrierte Ansätze beinhalten, im Emissionspfad nachgelagerte Minderungsmaßnahmen können z. B. an den eigentlichen Eintragsstellen in die Gewässer wie Kläranlagen oder Misch- und Regenwasserüberläufen ansetzen. Wie zuvor beschrieben ist die Lösung der Entfernung von Spurenstoffen in einer vierten Reinigungsstufe kostenintensiv und kann auch nicht alle Arten von Stoffen eliminieren, da einige Spurenstoffe vor allem durch diffusen Eintrag in die Gewässer kommen. Generell wird daher die **Vermeidung von Spurenstoffen als effektivste Maßnahme zur Reduktion des Eintrags** angesehen. Instrumente für Vermeidungsmaßnahmen sind in Liste XV und XIV der EU-Chemikalienverordnung (EP & ER, 2014) sowie für Mikroplastik in ECHA (2019) angeführt. Man muss dabei aber auch berücksichtigen, dass manche Substanzen (z. B. manche Medikamentenwirkstoffe wie Hormone) nicht substituiert werden können und daher für diese nur nachgeschaltete Maßnahmen in Frage kommen. Bei einer *End-of-pipe* Lösung, d. h. einer nachgeschalteten Reinigungsstufe auf einer Kläranlage, gibt es verschiedene technische Möglichkeiten. Was fehlt sind die Zielvorstellungen (für Einzelstoffe oder Wirkungen) und die rechtlichen Rahmenbedingungen. Bei nachgeschalteten Reinigungsstufen müssen folgende Punkte beachtet werden:

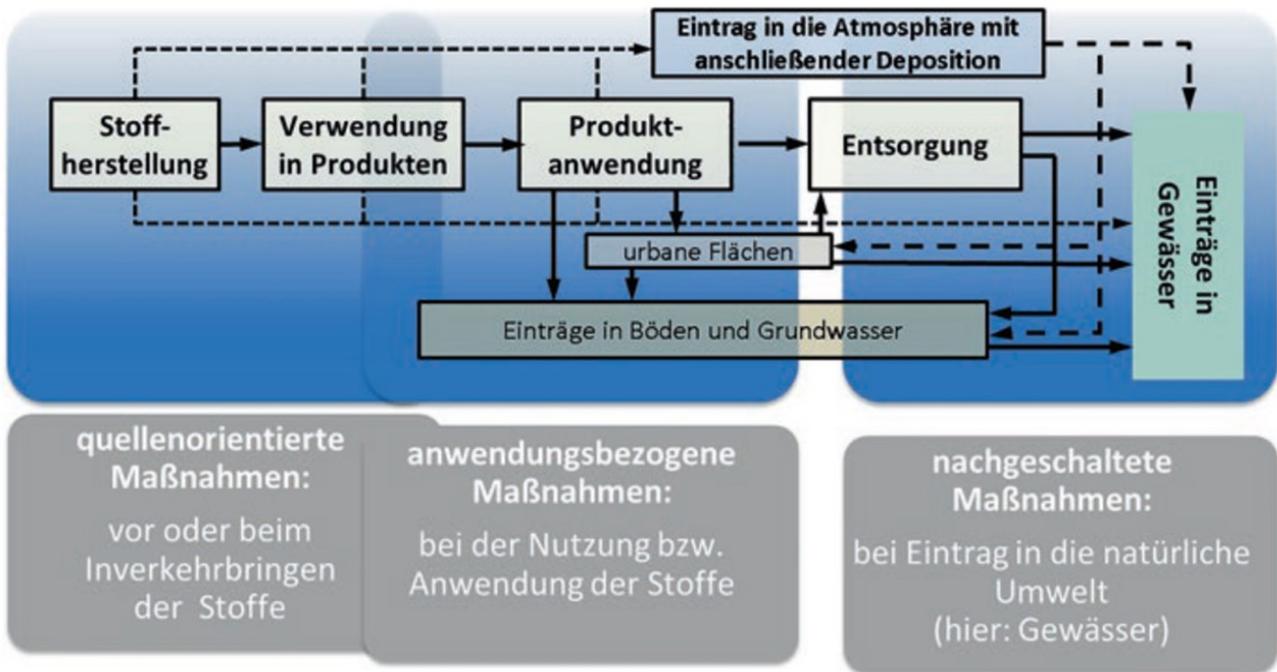


Abb. O_6-06_01: Schematische Unterscheidung von quellen-, anwendungsorientierten und nachgeschalteten Maßnahmen. Quelle: Hillenbrand et al. (2019).

// Fig. O_6-06_01: Schematic differentiation of source-oriented, application-oriented and downstream measures. Source: Hillenbrand et al. (2019)

- Aufgrund des hohen technischen und finanziellen Aufwands ist eine vierte Reinigungsstufe vermutlich nur in großen Kläranlagen (d. h. mit mehr als 100.000 angeschlossenen Einwohner_innen) durchführbar;
- Internationale Studien zeigen, dass mit Pflanzenkläranlagen bzw. nachgeschalteten bepflanzten Bodenfiltern höhere Eliminationsleistung für viele Spurenstoffe als durch technische Kläranlagen erreicht werden können und das ohne zusätzliche vierte Reinigungsstufe (Dotro et al. 2017, S. 136; Li, Zhu, Ng & Tan, 2014; Verlicchi & Zambello, 2014; Verlicchi, Zambello & Al Aukidy, 2014; Weber & Nivala, 2019). Li et al. (2014) zeigen einen Vergleich der Elimination ausgewählter Medikamentenrückstände in Pflanzenkläranlagen und konventionellen Belebungsanlagen. Für ca. 2/3 der von Li et al. (2014) untersuchten Medikamentenrückständen ist die Elimination in Pflanzenkläranlagen höher als in konventionellen Belebungsanlagen (siehe Balken auf der rechten Seite in Abb. O_6-06_02).

Aufgrund des Umfangs an Spurenstoffen werden Maßnahmen in dieser Option nur allgemein beschrieben. Dafür werden Maßnahmen zur Reduktion des Eintrags von Spurenstoffen für Anfallsorte bzw. Stoffgruppen differenziert betrachtet:

- Spurenstoffe aus Haushalten (Tab. O_6-06_01);
- Spurenstoffe aus Landwirtschaft und Veterinärmedizin (Tab. O_6-06_02);
- Spurenstoffe aus Krankenhäusern (Tab. O_6-06_03);
- Spurenstoffe aus der Industrie (Tab. O_6-06_04);
- Mikroplastik (Tab. O_6-06_05) als extra Stoffgruppe.

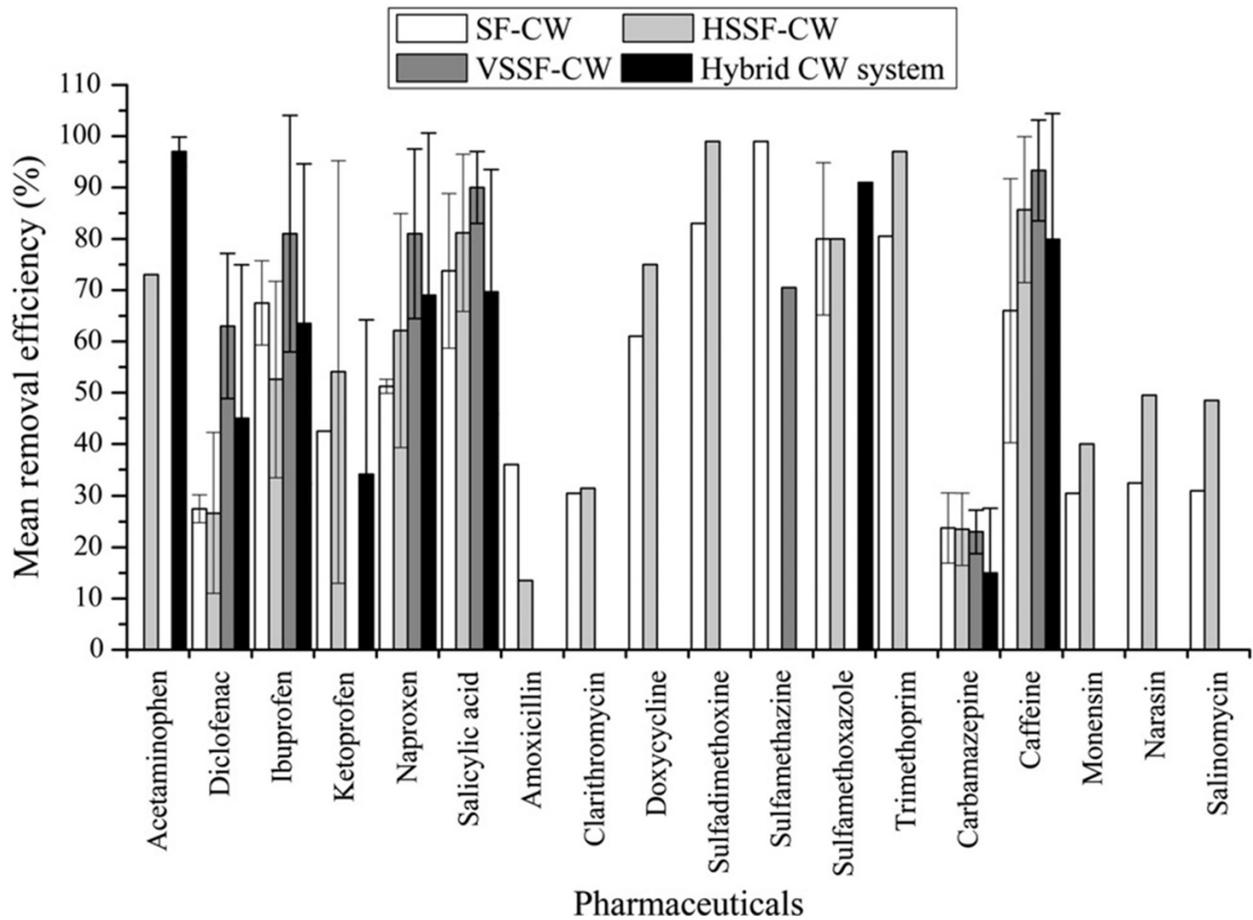


Abb. O_6-06_02:
 Vergleich der mittleren
 Eliminationsleistung ausgewählter
 Medikamentenrückstände
 in Pflanzenkläranlagen
 (graue Balken, "Constructed
 Wetlands") und konventionellen
 Belebungsanlagen (schwarze
 Balken, "Conventional WWTPs").
 Quelle: Li et al. (2014).

// Fig. O_6-06_02: Comparison
 of removal efficiencies of selected
 medical residues in constructed
 wetlands and conventional
 wastewater treatment plants.
 Source: Li et al. (2014).

Spurenstoffe

Maßnahme zur Reduktion

- Medikamente, eingebracht durch Tierhaltung und Ausbringung von Pestiziden (Insektizide, Herbizide, Fungiziden) und Pflanzenschutzmittel

Anwendungsbezogene Maßnahmen: bei der Nutzung bzw. Anwendung der Stoffe einerseits im Einsatz von Pestiziden, andererseits aber auch in der Veterinärmedizin:

- strengere Regulierung des Einsatzes von Pestiziden zur Vermeidung der Auswaschung ins Grundwasser sowie Erosionsschutzmaßnahmen zur Vermeidung des Eintrags von Pestiziden in Oberflächengewässer.
Im Rahmen des Messprogramms der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (BMLFUW, 2006) wird eine Fülle von Pestiziden und deren Metaboliten beobachtet. Der aktuelle Grenzwert für Pestizide ist sowohl in der Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser (BMLFUW, 2010) als auch in der Trinkwasserverordnung (Bundesministerium für soziale Sicherheit und Generationen (BMSG), 2001) mit 0,1 µg/l festgelegt.
Da nicht alle Pestizide ohne weiteres vermieden werden können, ist es sinnvoll, hydrophile Pestizide anstatt lipophiler zu verwenden sowie Wirkstoffe zu rotieren, um Überschreitungen zu vermeiden;
- Reduktion der Pharmazeutika, die in der Veterinärmedizin oder als Zusatzstoffe für Tierfutter verwendet werden und dadurch Verminderung des Eintrags in Gewässer.
Durch eine Reduktion des Fleischkonsums (siehe die zugehörige Option bei SDG 2) würde es sicher zur effektivsten Reduktion von Pharmazeutika in der Veterinärmedizin kommen;
- In der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EP & ER, 2000) sind dazu schon folgende konkrete Maßnahmen festgelegt, die nur konsequent umgesetzt gehören;
 - Festlegung von Grenzwerten für Pestizide sowie Erweiterung der Watchlist zur Bewertung der Schadwirkung von Arzneimitteln;
 - Reduktion von Arzneimittelstoffen in der konventionellen Landwirtschaft (Reduktion Massentierhaltung) und geringere Einträge von Medikamenten über den Boden in das Grundwasser, hin zu vermehrt ökologischem Landbau;
 - Reduktion von Pestiziden in der Landwirtschaft und deren Eintrag in Oberflächenwasser (vermehrte Hochwasserereignisse infolge des Klimawandels).

Tab. O_6-06_02: Anfall von Spurenstoffen in Landwirtschaft und Veterinärmedizin und Maßnahme zur Reduktion des Eintrags. Quelle: eigene Darstellung.

// Tab. O_6-06_02: Trace substances in agriculture and veterinary medicine and measures of reduction. Source: own elaboration.

Spurenstoffe

Maßnahme zur Reduktion

- als Sonderform, da Verabreichung von Medikamenten und Verwendung von anderen toxischen Stoffen in hohen Dosen in unterschiedlichen Therapieformen und Untersuchungsmethoden (Röntgenkontrastmittel, Krebstherapie) stattfinden.
- Anwendungsbezogene Maßnahmen: bei der Nutzung bzw. Anwendung der Stoffe sowie nachgeschaltete Maßnahmen in der gezielten Aufbereitung:
- Aufklärung von Ärzt_innen und Patient_innen über die richtige Entsorgung von Medikamenten;
 - Ermutigung der pharmazeutischen Industrie zur Umsetzung von Strategien zur ordnungsgemäßen Entsorgung von Arzneimitteln oder Recycling-Strategien;
 - Krankenhäuser müssen bessere Managementpraktiken für die Entsorgung von pharmazeutischen Abfällen einführen;
 - Weitergehende Behandlung von Abwasser (besonders Schwarzwasser, d. h. der Abwasserstrom mit menschlichen Ausscheidungen) aus Krankenhäusern bzw. wäre die getrennte Erfassung und Behandlung von Schwarzwässern aus bestimmten Stationen (z. B. Stationen auf denen Chemotherapien durchgeführt werden) effektiver.

Tab. O_6-06_03: Anfall von Spurenstoffen in Krankenhäusern und Maßnahme zur Reduktion des Eintrags. Quelle: eigene Darstellung.

// Tab. O_6-06_03: Trace substances in hospitals and measures of reduction. Source: own elaboration.

Spurenstoffe

Maßnahme zur Reduktion

- Erzeugung und Einsatz von Chemikalien zur Behandlung von Oberflächen, Textilien, Desinfektionsmittel, Konservierungsmittel; Mikroplastik, Reifenabrieb etc.
- Quellenorientierte Maßnahmen: vor oder beim Inverkehrbringen der Stoffe (siehe auch Optionen 12_04 und 12_05):
- Stoffsubstitution, produktionsintegrierte Ansätze (z. B. *Cradle-to-cradle*) durch die Verpflichtung von Hersteller_innen besonders relevanter Produkte eine standardisierte Risikoanalyse bzgl. der Emission von Spurenstoffen abhängig vom Nutzungsszenario der Produkte vorzunehmen und wesentliche Emissionstreiber_innen durch das Produktdesign zu eliminieren;

- Umsetzung der in der EU-Chemikalienverordnung (EP & ER, 2014) beschriebenen Instrumente (außer Arzneimittel, Bioide und Pflanzenschutzmittel). Allerdings sollten die Auswahlkriterien für gefährliche Stoffe (z. B. PBT, vPvB) durch zusätzliche Kriterien erweitert werden;
- „umweltfreundlichere“ Humanarzneistoffe in der Gesundheitsbranche: Umweltwirkungen sollten bei der Entwicklung und Auswahl von Arzneimitteln ein Kriterium sein. Mit jenen Medikamenten, die nach bestimmungsgemäßer Anwendung direkt oder als Metabolite ausgeschieden werden muss man sich jedenfalls befassen;
- Reduktion der Arzneistoffmengen, Veränderungen im Anwendungsbereich;
- Informations- und Bildungsmaßnahmen, Fachpersonal und Bevölkerung;
- Reduktion im Einsatz von Herbiziden und Fungiziden im Bauwesen;
- Lebensmittel- und Textilindustrie: Verringerung des Einsatzes von Konservierungs- & Desinfektionsmitteln;

Tab. O_6-06_04: Anfall von Spurenstoffen in der Industrie und Maßnahmen zur Reduktion des Eintrags. Quelle: eigene Darstellung.

// Tab. O_6-06_04: Trace substances in industries and measures of reduction. Source: own elaboration.

Eine Reduktion von Spurenstoffen in Gewässern, und hier speziell von Mikroplastik, ist nur erreichbar, wenn bei den unterschiedlichen Quellen dieser Verschmutzung angesetzt wird. Entsprechend der vorliegenden Quellen sind unterschiedliche Maßnahmen zu empfehlen, die nachfolgend in einer Liste kurz erläutert werden. Dennoch ist hervorzuheben, dass die Maßnahme der Sensibilisierung und Aufklärung der Bevölkerung über den Umgang mit Kunststoffprodukten und Kunststoffabfällen sicherlich zu einer Verbesserung sämtlicher Bereiche beitragen würde (siehe auch ECHA, 2018, 2019; EurEau, 2019).

Anfall**Maßnahme zur Reduktion**

Kosmetika und Reinigungsmittel

Einsatz von Naturstoffen als Ersatz von Mikroplastik. Der Trend zu Natur- bzw. Bio-Kosmetika und auch zu Bio-Reinigungsmittel sollte nicht nur abhängig vom Konsumverhalten der Bevölkerung vorange-trieben werden, sondern sollte auch in Form von legislativen Vorga-ben eingeführt werden.

Kunststoffindustrie

Der Fachverband der chemischen Industrie Österreich hat einen Pakt zu Zero Pellet Loss geschlossen, in dem festgeschrieben wurde, dass die Industrie ihre Prozesse dahingehend umstellt, dass bei der Erzeu-gung von Kunststoffen kein Verlust von Kunststoff-Granulat in die Ge-wässer stattfindet. Dieser Pakt betrifft aber vor allem die Kunststoff-erzeuger_innen und wird von den Kunststoffverarbeiter_innen nicht zu 100 % unterstützt. Hier ist neben der Bewusstseinsweiterung der Verantwortlichen auch eine gewisse Vorgabe durch gesetzliche Rahmenbedin-gungen zu empfehlen.

Mikroplastik aus
Spezialanwendungen

Wie aus der Studie von Liebmann et al. (2015) hervorgeht, werden unterschiedlichste Kunststoff-Mikropartikel zur Behandlung von Ober-flächen sowie zu Spezialanwendungen in der Medizin eingesetzt. Vor allem bei der erst genannten Anwendung ist zu empfehlen, hier vorzuschreiben, Naturstoffe für diese Anwendungen einzusetzen. Bei diesen Anwendungen ist ohne eine gesetzliche Vorgabe keine Veränderung durchsetzbar, da der Einsatz der Kunststoffe hier ent-weder stark kostengetrieben ist oder aber infolge von vorteilhaften Eigenschaftsprofilen zu besseren Endresultaten führt. Solange hier der Einsatz von Werkstoffen marktgetrieben ist, wird immer danach getrachtet werden, die bestmögliche Kombination aus technischen Vorteilen und Wirtschaftlichkeit zu erzielen, ohne auf die Natur Rück-sicht zu nehmen.

Littering

Vor allem bei dieser Quelle ist die wesentliche Maßnahme die Schaffung des Bewusstseins in der Bevölkerung, wie der Eintrag von Kunststoff-Abfall in die Umwelt zur Belastung von Mensch und Tier beiträgt. Zudem ist es von Seiten der Regierungen erforderlich, der Bevölkerung ein einfach umzusetzendes und effektives Abfall-sammelsystem bereitzustellen, um Umwelteinträge zu vermeiden. In Österreich existieren beispielsweise viel zu viele unterschiedliche Abfallentsorgungssysteme, die sehr stark regional getrieben sind und daher zu einer schwierig handzuhabenden Situation beitragen. Eine Vereinheitlichung von Systemen österreichweit, aber auch europa-weit, wäre dringend anzuraten.

Straßenverkehr

Abhängig von der Literatur, die herangezogen wird, existieren zu Reifenabrieb unterschiedlichste Daten und Expert_innen streiten sich darüber, wo dieser Abrieb hingehet bzw. um welche Größenordnungen es sich dabei handelt. Entsprechend der Örtlichkeit des Anfallens von Reifenabrieb ist anzunehmen, dass nicht all der Abrieb in weiterer Folge in Form von Mikroplastik in Gewässern vorliegen wird. Ein großer Teil wird zur Staubbelastung in der Atmosphäre beitragen. Aber auch auf diesem Wege ist ein Eintrag in die Gewässer möglich, da der Staub in unterschiedlicher Weise durch die Lebewesen aufgenommen und in Form von Ausscheidungen in die Umwelt eingebracht werden kann. Die ultimative Maßnahme zur Reduktion dieser Quelle wäre die Reduktion des motorisierten Individualverkehrs und die Erhöhung der Nutzung von Massentransportmitteln. Dies wird aus unterschiedlichsten Gründen vermutlich nur sehr schwierig durch gesetzliche Rahmenbedingungen umgesetzt werden können. Gerade in diesem Bereich ist die Sensibilisierung der Bevölkerung sowie ein Ausbau der Infrastruktur des öffentlichen Verkehrs erforderlich. Man vergleiche dazu die relevanten Optionen aus SDG 11, d. h. die Optionen 11.2 (Förderung aktiver Mobilität), 11.3 (Förderung des ÖV in kleineren Städten und Gemeinden) und 11.4 (Siedlungsentwicklung die Nahmobilität & ÖV fördert), sowie aus SDG 3 die Option 3.15 (Reduktion der Verschmutzung von Haushalts- und Umgebungsluft).

Vorkommen in Lebensmitteln

Das Vorliegen von Mikroplastik in diesem Bereich wurde zwar bereits nachgewiesen, dennoch spielt dieser Bereich bei der Betrachtung der Gesamtsituation nur eine vernachlässigbare Rolle. Spezielle, über die gesetzlichen Rahmenbedingungen bei Lebensmitteln und Lebensmittelverpackungen in Europa hinausgehenden Maßnahmen zur Reduktion von Mikroplastik sind nicht bekannt.

Tab. O_6-06_05: Anfall von Mikroplastik und Maßnahme zur Reduktion des Eintrags. Quelle: eigene Darstellung.

// Tab. O_6-06_05: Origin of microplastics and measures of reduction. Source: own elaboration.

Eine wichtige Maßnahme zur Reduktion potenzieller zukünftiger Einträge von Mikroplastik wäre auch der richtige Umgang mit dem derzeit vorliegenden Kunststoff-Abfall in der Umwelt. Dies bedeutet, dass die Initiativen zur Einsammlung von Kunststoff-Abfällen in Meeren, an Stränden und in der wilden Landschaft intensiviert und gefördert werden sollten. Andernfalls ist infolge des Abbaus dieser Abfälle mit einer zunehmenden Konzentration an Mikroplastik zu rechnen. Infolge der unterschiedlichen Herkunft und des verschiedenen Alters dieser Abfälle ist auch ein intensiver Eintrag von Giftstoffen, die an diesen Mikropartikeln haften, zu erwarten. Diese Schadstoffe reichen von Schwermetallen bis hin zu endokrin wirksamen Chemikalien. Die Entwicklung eines Aktionsplans gegen Mikroplastik wird vorgeschlagen.

Neben den Maßnahmen bezogen auf den Entstehungsort der Spurenstoffe sind auch folgende allgemein Maßnahmen nötig:

- Erhöhung des Verständnisses bei Konsument_innen sowie Produzent_innen auch durch
- Veränderungen bei der Aus- und Fortbildung, bessere Informationen zu den Umwelteigenschaften der Wirkstoffe sowie eine breitere öffentliche Diskussion des Themas.

Neben der Erarbeitung einer Strategie auf nationaler Ebene ist aber auch die konsequente Umsetzung dieser Strategie sowie der in der EU WRRL (EP & ER, 2000) beschriebenen grenzüberschreitende Maßnahmen zur Kontrolle der Belastung der Fließgewässer erforderlich, wie z. B.:

- konsequente Umsetzung der nationalen Strategie bezüglich Pestizide und Antibiotika;
- Reduktion von Arzneimittelstoffen in der konventionellen Landwirtschaft (Reduktion Massentierhaltung) und geringere Einträge von Medikamenten über den Boden in das Grundwasser, hin zu vermehrt ökologischem Landbau;
- Reduktion von Pestiziden in der Landwirtschaft und deren Eintrag in Oberflächenwasser (vermehrte Hochwasserereignisse infolge des Klimawandels);
- Reduktion und Vermeidung von schädlichen Chemikalien in der Textilindustrie und eine fachgerechte Entsorgung weltweit;
- Reduktion und Vermeidung von schädlichen Chemikalien in Baumaterialien, z. B. durch die Definition eines rechtlichen Rahmens für Dämmmaterialien, die bromierten Verbindungen als Flammschutzmittel enthalten. Diese werden einerseits stark beworben, um die CO₂-Emissionen zu reduzieren, andererseits wird dadurch viel Sondermüll produziert;
- Gebührengerechtigkeit – *Polluter-Pays-Principle* – für die Industrie für das Inverkehrbringen von Produkten (Medikamente, Agrarchemikalien etc.) inklusive der Berücksichtigung der Entsorgungskosten und des Wasserverbrauchs im Produktionsprozess.

Durch die Umsetzung der oben genannten Maßnahmen ist zu erwarten, dass der jährliche Eintrag an Spurenstoffen und Mikroplastik rückläufig ist und die Bekämpfung der aktuell vorliegenden Verschmutzung vorangetrieben werden kann.

06_06.3.2 Erwartete Wirkungsweise

Die Wirkungen der im Vorkapitel dargestellten Einzelmaßnahmen zur Reduktion des Eintrags von Spurenstoffen auf die Targets von SDG 6 werden in Tab. O_6-06_06 zusammengefasst.

Target

Wirkung

6-1



Langfristige Sicherung der Qualität von Trinkwasser aufgrund geringerer Konzentrationen von Spurenstoffen in der Umwelt.

6-2



Bewusster Umgang mit Sanitärversorgung durch fachgerechte Entsorgung von Arzneimittelstoffen.

6-3



Generelle Verringerung des Eintrags von Spurenstoffen und für die Umwelt bedenklichen Stoffen sowie dementsprechende Reinigung der Abwässer, dadurch geringere Verschmutzung der Gewässer; dazu ist auch die Kenntnis der Palette der wirksamen Reduktionsmaßnahmen bezogen auf die spezifischen Stoffe notwendig.

6-4



Wasser ressourcenschonend einsetzen bei der Herstellung von Produkten und dadurch Verminderung der Abgabe von Spurenstoffen.

6-5



Zur Verringerung der Medikamentenrückstände und anderer Spurenstoffe ist grenzüberschreitende Zusammenarbeit erforderlich sowie weitere Forschungsarbeit in den Auswirkungen von Chemikalien in Fließgewässern und deren Wirkweisen sowie Wechselwirkungen.

6-6



Der Schutz aquatischer Ökosysteme durch die Verhinderung von übermäßigem Eintrag an Spurenstoffen, besonders durch Einträge aus der Landwirtschaft (Pestizide).

6-A



Bewusstseinsbildung weltweit für fachgerechte Entsorgung von Medikamenten; Entwicklung von Sanitärsystemen, die durch Menschen ausgeschiedene Spurenstoffe an der Quelle rückhalten bzw. abbauen; Einsatz von Pestiziden reduzieren, Pharma- und Chemieindustrie weltweit anpassen, um Austrag von Chemikalien zu verringern (*Polluter-Pays-Principle*).

6-B



Einbinden der Bevölkerung in die Reduktion von Spurenstoffen in Bezug auf Entsorgung, Einnahme, Verbrauch in Haushalten, Reduktion von Pestiziden in der Landwirtschaft, aber auch in Städten (Einsatz von Herbiziden, Fungiziden) sowie in Krankenhäusern und der fachgerechten Entsorgung von verunreinigten Abwässern (Röntgenkontrastmittel, Krebstherapie, inklusive Urin)

Tab. O_6-06_06: Beschreibung der Wirkung der Option 6.6 auf die Targets von SDG 6. Quelle: eigene Darstellung.

// Tab. O_6-06_06: Description of the impact of Option 6.6 on the Targets of SDG 6. Source: own elaboration.

Überlegungen zu möglichem Monitoring

Generell ist es bezüglich Spurenstoffe nötig, eine Verbesserung der Datengrundlage über diverse, diffuse und punktuelle Verschmutzungspfade und etwaige Maßnahmen zur Verringerung der Verschmutzung am Ursprung nötig, z. B. eine Verortung regional kritischer Pestizid- und Arzneimittelbelastungen (Clara et al., 2014; Clara et al., 2019). Derzeit gibt es in Österreich außerhalb von speziellen Studien kein regelmäßiges Monitoring von Spurenstoffen.

Neben der Analyse von Einzelsubstanzen können bei der Überwachung auch die sogenannten *non-targeted* Methoden zum Einsatz kommen. Damit können Änderungen in der Matrix festgestellt werden. Durch das Anlegen von standardisierten Datenbanken wäre aus *non-targeted* Informationen eine historische Rückverfolgbarkeit gegeben, wenn neue Stoffe in vorgeschriebene Watchlists aufgenommen werden.

Darüber hinaus ist auch die Messung der Wirkung von Spurenstoffen in der Umwelt ein wichtiges Thema. Von vielen Spurenstoffen sind die Eigenschaften als Einzelsubstanz gut bekannt, aber nicht deren Wirkungen zusammen mit anderen Spurenstoffen in der Umwelt. Um die gemeinsame Auswirkung messen zu können, muss man Wirktests anwenden. Diese Wirktests sind aber für viele neue Stoffgruppen (wie z. B. Neurotoxine) nicht vorhanden und müssen erst entwickelt werden. Ergebnisse von Wirkmessungen müssen letztendlich durch eine Risikoanalyse von den Behörden in zulässige Grenzwerte übergeführt werden, wobei die Arbeiten dazu schon begonnen haben. Komplexe Proben werden mit verschiedenen Wirktests untersucht und mit Triggerwerten, die noch festzulegen sind, verglichen. Allerdings sind für verschiedene Wirkungen noch keine Testsysteme standardisiert.

06_06.3.3 Bisherige Erfahrungen mit dieser Option oder ähnlichen Optionen

Im Folgenden werden Erfahrungen mit vorgeschlagenen Maßnahmen zur Reduktion des Eintrags von Spurenstoffen exemplarisch dargestellt.

- Instrumente für Vermeidungsmaßnahmen sind für Chemikalien (außer für Arzneimittel, Bioide und Pflanzenschutzmittel) in Liste XV und XIV der Chemikalienverordnung der *Europäischen Union* (EU) (EP & ER, 2014) sowie für Mikroplastik in ECHA (2019) schon angeführt;
- Durch die Änderung der Umweltqualitätsnormenrichtlinie (EP & ER, 2009) durch die Richtlinie 2013/39/EU (ER & EP, 2013) wurde eine Beobachtungsliste eingeführt. Mittels des Durchführungsbeschlusses 2015/495 (EK, 2015) legt die *Europäische Kommission* die erste Beobachtungsliste („Watchlist“) für Stoffe mit erheblichem Gefährdungspotential für die aquatische Umwelt fest;
- Kosmetika und Reinigungsmittel: Bei Natur- und Bio-Produkten, die sich bereits am Markt befinden;
- Kunststoffindustrie: Initiative „*Zero Pellet Loss*“, die vor allem bei *Borealis* (Schwechat) umgesetzt wurde, vgl. auch Plastikinitiative der EU;
- *Littering: The Ocean Cleanup*, der Versuch, die Meere von den Kunststoff-Müllinseln zu befreien und dazu beizutragen, dass in der Bevölkerung Bewusstsein geschaffen wird; *MrGreen Africa*, die ein soziales Müllsammelsystem in Kenia eingeführt haben; Initiative *STOP*, die dazu beiträgt, dass die Strände in Indonesien von Kunststoffmüll befreit werden; *Plastic Bank*, die versuchen, Kunststoff-Abfällen einen Wert zu geben und dazu beitragen, die Armut in Ländern des Globalen Südens zu bekämpfen;

- Straßenverkehr: Initiativen von den unterschiedlichen Reifenherstellern, die versuchen, Reifenmischungen mit reduziertem Abrieb herzustellen.

06_06.3.4 Zeithorizont der Wirksamkeit

Kurzfristig

Die Wirkung der beschriebenen Maßnahmen ist in unterschiedlichen Zeiträumen zu erwarten:

Kurzfristig

Informations- und Bildungsmaßnahmen, Rücknahmesystem für Medikamente und Anreize für Unternehmen schaffen, weniger Stoffe in die Umwelt einzuleiten. Die Belastung wird sich in Zukunft noch verstärken. Gründe dafür sind die Alterung der Gesellschaft und ein steigender Pro-Kopf-Verbrauch an Arzneimitteln. Nicht immer stammen die Medikamentenrückstände aus der Humanmedizin: auch die Landwirtschaft trägt zur Verunreinigung der Gewässer bei, z. B. durch das übermäßige Ausbringen von Gülle.

Mittelfristig

Reduktion von Arzneistoffmengen, Veränderungen im Anwendungsbereich (Alternativstoffe), nachhaltige *Personal Care Products* mit weniger oder keinen Spurenstoffen, Rückgang von Konservierungsmitteln in Lebensmitteln.

Langfristig

Weitergehende Niederschlags- und Mischwasserbehandlung und weitergehende Abwasserreinigung, geringerer Einsatz von Medikamenten in der Tierhaltung sowie Rückgang von Pestiziden in der Landwirtschaft sowie Industrie (v. a. Bauindustrie).

Option	Kurzbeschreibung	Wirkung
6.1	Ressourcen-orientierte Sanitärversorgung	Durch Trennung der Stoffströme können einzelne Gruppen von Spurenstoffen gezielt erfasst werden (z. B. Arzneimittelnrückstände werden hauptsächlich im Urin ausgeschieden; <i>Personal-Care-Products</i> finden sich vor allem im Grauwasser) und dadurch der Eintrag v. a. aus Haushalten reduziert werden. Darüber hinaus liegen Spurenstoffe (d. h. Medikamentenrückstände) im Urin in einer höheren Konzentration als im Abwasser vor und können dadurch leichter entfernt werden. Das ist besonders wichtig, wenn der Urin zu Dünger weiterverarbeitet werden wird.

6.2	Verstärkter Einsatz blau-grün-brauner Infrastruktur	<i>Nature-based solutions</i> haben generell eine hohe Eliminationsleistung für viele Spurenstoffen, dadurch lassen sich Einträge vor allem aus Regenwasserabfluss und auch Grauwasser reduzieren.
6.5	Reduktion diffuser Nährstoff- und Problemstoffeinträge	Die Option "Reduktion diffuser Nährstoff- und Problemstoffeinträge" befasst sich vor allem mit Reduktion von Einträgen aus der Landwirtschaft. Diese Option ist komplementär und berücksichtigt auch die Einträge aus Siedlungen, von Straßen etc.
6.8	Verbesserter Grundwasserschutz	Durch Reduktion des (vor allem diffusen) Eintrags von Spurenstoffen wird ein wesentlicher Beitrag zum Grundwasserschutz geleistet.

Tab. O_6-06_07: Beschreibung der Wechselwirkung der Option 6.6 mit anderen SDG 6 Optionen. Quelle: eigene Darstellung.

// Tab. O_6-06_07: Description of the interactions of Option 6.6 on with other Options of SDG 6. Source: own elaboration.

06_06.3.5 Vergleich mit anderen Optionen, mit denen das Ziel erreicht werden kann

In Tab. O_6-06_07 wird zusammengefasst, welche SDG-6-Optionen eine Auswirkung auf die Option haben bzw. von der Option beeinflusst werden.

In den anderen SDGs gibt es Synergien mit folgenden Optionen:

- SDG2 Option 2.1 (*Protein Transition* - Reduktion des Fleischkonsums und Steigerung des Konsums alternativer Proteinquellen als Beitrag zur gesunden, nachhaltigeren Ernährung);
- SDG2 Option 2.3 (Verstärkte Förderung der Biologischen Landwirtschaft);
- SDG3 Option 3.15 (Reduktion der Verschmutzung von Haushalts- und Umgebungsluft);
- SDG3 Option 3.16 (Verbesserung des Wasserschutzes mit Fokus auf Agrar-chemikalien);
- SDG11 Option 11.2 (Förderung aktiver Mobilität);
- SDG11 Option 11.3 (Förderung des ÖV in kleineren Städten und Gemeinden);
- SDG11 Option 11.4 (Siedlungsentwicklung, die Nahmobilität & ÖV fördert);
- SDG12 Option 12.2 (Aktionsplan Hochwertiges Recycling: *Design for Recycling* & Forcierung von Recycling);
- SDG15 Option 15.1 (Ökologisierung der Landwirtschaft).

06_06.3.6 Interaktionen mit anderen SDGs

In Tab. O_6-06_08 werden die Interaktionen mit anderen SDGs zusammengefasst.

SDG

Interaktionen



Ärmere Menschen sind oft mehr von Umweltproblemen betroffen, deshalb führt eine Reduktion von Spurenstoffen in der Umwelt allgemein zu einer Entlastung. Für die ärmere Bevölkerung sollte auch der Zugang zu Produkten (Lebensmitteln und Körperpflegeprodukten) guter Qualität, d. h. mit geringer Schadstoffkonzentration möglich sein. Durch die Lebensmittelkontrolle, die auch Lebensmittelkontaktmaterialien überwacht, sollte gewährleistet sein, dass auch die Ärmere keinen unzulässig kontaminierten Produkten ausgesetzt sind.



Ökologische Landwirtschaft und ein bewusster Einsatz von Medikamenten in der Tierhaltung sowie Pestiziden in der Landwirtschaft führt zu einer Reduktion von Spurenstoffen, weiters müssen aber auch die bodenbearbeitenden Geräte und deren Verschleiß berücksichtigt werden. Neben einer geringeren Belastung der Böden werden auch Organismen sowie Gewässer geschont. Dies führt wiederum zu einer geringeren Belastung von Lebensmitteln sowie Trinkwasser.

Interaktionen speziell mit folgenden Optionen:

- SDG2 Option 2.1 (*Protein Transition* - Reduktion des Fleischkonsums und Steigerung des Konsums alternativer Proteinquellen als Beitrag zur gesunden, nachhaltigeren Ernährung);
- SDG2 Option 2.3 (Verstärkte Förderung der Biologischen Landwirtschaft).



Die vorgeschlagenen Maßnahmen führen zu einem erhöhten Bewusstsein für die Wirkweisen von Medikamenten sowie zu behutsamerem Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft, aber auch im Privatbereich. Langfristig wird durch die geringere Belastung ein gesundes Leben für alle Menschen gewährleistet und die Zahl der Todesfälle und Erkrankungen aufgrund gefährlicher Chemikalien und der Verschmutzung und Verunreinigung von Luft, Wasser und Boden erheblich zu verringert. Resistenzen gegenüber Antibiotika gehen zurück, der ökologische Zustand wird generell verbessert und die hormonelle Belastung wird reduziert. Speziell wird in Target 3.9 gefordert, bis 2030 die Zahl der Todesfälle und Erkrankungen aufgrund gefährlicher Chemikalien und der Verschmutzung und Verunreinigung von Luft, Wasser und Boden erheblich zu verringern (siehe auch Option 3.15 – Reduktion der Verschmutzung von Haushalts- und Umgebungsluft, sowie Option 3.16 – Verbesserung des Wasserschutzes mit Fokus auf Agrarchemikalien).



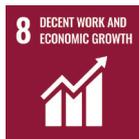
Quality Education: weltweite Aufklärung über Verwendung von Medikamenten in Lebensmitteln, Pestizide, aber auch Medikamente in der Humanmedizin und deren fachgerechte Entsorgung, weiters ist die Unkenntnis über die Auswirkungen von intensiver Landwirtschaft ein Bildungsproblem, das sich auch auf die Wertschätzung und Erhaltung unserer aquatischen Ökosysteme bezieht. Die Verbindung zwischen dem eigenen Medikamentenkonsum und den direkten Auswirkungen auf Wasserorganismen sowie der Trinkwasserqualität ist noch immer wenigen Menschen bewusst und würde auch vor unsachgemäßer Entsorgung über das Abwasser schützen.



Personal Care Products, die eine geringere Belastung an/oder keine Chemikalien und Medikamente enthalten, müssen für alle Menschen zugänglich sein. Besonders in Kosmetika müssen Spurenstoffe reduziert werden. Im Bereich der Arzneimittel ist es wichtig, Forschung und Aufklärung über Alternativen [...] voranzutreiben.



Verringerter Eintrag von Spurenstoffen verringert auch den Energieeinsatz bei der Entfernung dieser aus Abwasser/Boden.



Decent work and economic growth. Die Pharmaindustrie muss darauf achten, ihre Produktion nachhaltiger zu gestalten. In der Landwirtschaft ist auch eine Reduktion von Pestiziden ein direkter Schutz der Arbeiter_innen, die oft ungeschützt mit diesen in Berührung kommen. Abhängig vom Standort der Umsetzung der Maßnahmen werden entsprechende qualifiziertere Arbeitsplätze geschaffen. In Ländern der Globalen Südens wäre die soziale Absicherung von *Waste-Picker_innen* zu nennen. Für Österreich wären zusätzliche Arbeitsplätze bei Bewusstseins-schaffung, Abfallmanagement und Kreislaufwirtschaft denkbar.



Die Nachfrage nach ökologischen, nachhaltigen Produkten und Lebensmitteln wird immer größer. Daher muss die Industrie auch innovativ auf diese reagieren und somit auch im Produktionsprozess wasserschonend vorgehen, wie z. B. durch Beiträge zum Thema *Zero Pellet Loss* aber auch mit Sozialsystemen für Länder des Globalen Südens.



Ein erheblicher Anteil der weltweiten Produktion von PCPs und Pestiziden findet in Niedrigkostenländern statt. Dort muss verstärkt auf die Einhaltung von Produktionsstandards und Umweltauswirkungen geachtet werden, um Ungleichheiten zu den Industrieländern zu verhindern. Hierbei ist besonders auf den Schutz der Arbeitnehmer_innen zu achten, da diese mit Spurenstoffen oft direkt in Berührung kommen.



Langfristiger Schutz der Qualität der Wasserressourcen und damit der Trinkwasserversorgung durch geringeren Eintrag von Spurenstoffen aus dem Verkehr. Verbesserte und einheitlichere Abfallmanagementsysteme führen zu vereinfachter Logistik und zu regional übergreifenden Synergien. Im Speziellen auch zu folgenden Optionen:

- Option 11.2 (Förderung aktiver Mobilität);
- Option 11.3 (Förderung des ÖV in kleineren Städten und Gemeinden);
- Option 11.4 (Siedlungsentwicklung die Nahmobilität & ÖV fördert).



Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sicherstellen, die sich die Reduktion von Spurenstoffen in Form von PCPs, Pestiziden, Chemikalien etc. klar zum Ziel genommen haben. Erhöhung der Kreislaufwirtschaft im Bereich Kunststoffe führt zur geringeren Belastung der Umwelt durch Abfälle und zu einer Verringerung der Mikroplastik-Schadstoffbelastung. Es gibt Überlappungen besonders mit Option 12.2 (Aktionsplan Hochwertiges Recycling: *Design for Recycling* & Forcierung von Recycling) in der die Substitution gefährlicher (chemischer) Substanzen/Inhaltsstoffe und besonders besorgniserregender Stoffe durch nachhaltige Alternativen (und sorgsamer Umgang mit diesen im gesamten Produktlebenszyklus behandelt wird. Erhöhte Kreislaufwirtschaft in der Industrie (z. B. *cradle-to-cradle*) würde den Einsatz von herkömmlichen Rohstoffen reduzieren und damit zu einem positiven Effekt in Bezug auf Reduzierung der Schadstoffemissionen bei der Erzeugung von (Kunststoff-)Produkten beitragen.



Der verringerte Energiebedarf bei der Entfernung der Spurenstoffe sowie der reduzierte Einsatz von Primärrohstoffen bei optimierter Produktion reduziert Treibhausgasemissionen.



Verringerung des Eintrags von Kunststoff-Abfällen in die Umwelt (nicht zuletzt von Schiffen) würde auch die Belastung der Meere positiv beeinflussen. Zudem sind Sammelsysteme der bestehenden Müllinseln in den Meeren erforderlich, um weiteren Eintrag an Mikroplastik durch Alterung der im Meer schwimmenden Kunststoffe zu reduzieren (besonders Target 14.1., Reduktion aller Arten der Meeresverschmutzung).

Tab. O_6-06_08: Interaktionen der Option 6.6 mit anderen SDGs. Quelle: eigene Darstellung. // **Tab. O_6-06_08:** Interactions of Option 6.6 on with other SDGs. Source: own elaboration.

06_06.3.7 Offene Forschungsfragen

Die offenen Forschungsfragen im Gebiet der Spurenstoffe sind vielfältig. Nicht nur deswegen, weil eine sehr große Anzahl von verschiedenen und immer wieder neu auftretenden Stoffen und Stoffgruppen in dieser Option mitgedacht sind.

Allgemein wird hier nur die Forschung in Bezug auf das Monitoring und deren Wirkung kurz erwähnt, insbesondere:

- der Einsatz von *non-targeted* Methoden bei der Überwachung;
- die Entwicklung von standardisierten Testsystemen für die Wirkmessungen für Spurenstoffen in der Umwelt und deren Überführung in Grenzwerte durch eine Risikoanalyse.

Literatur

- Abegglen, C. & Siegrist, H. (2012). *Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser - Verfahren zur weitergehenden Elimination auf Kläranlagen*. Bern, Schweiz: Bundesamt für Umwelt (BAFU). <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/publikationen-studien/publikationen-wasser/mikroverunreinigungen-aus-kommunalem-abwasser.html> [21.6.2021].
- Bundesministerium für soziale Sicherheit und Generationen (BMSG). (2001). Verordnung des Bundesministers für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TWV), BGBl. II Nr. 304/2001. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20001483> [18.6.2021].
- Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW). (2006). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Überwachung des Zustandes von Gewässern (Gewässerzustandsüberwachungsverordnung - GZÜV), BGBl. II Nr. 479/2006. <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2006/479> [14.6.2021].
- Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW). (2010). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung von Kriterien für den guten chemischen Zustand im Grundwasser, die Bestimmung von Trends und Trendumkehr und den Schutz des Grundwassers gegen die Verschmutzung durch Schadstoffe und Verschlechterung - Bundesrecht konsolidiert (Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser - QZV Chemie GW), BGBl. II Nr. 98/2010; Fassung vom 25.9.2020. <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2010/98> [18.6.2021].
- Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW). (2016). Änderung der Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer und der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, mit der die Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer und die Gewässerzustandsüberwachungsverordnung geändert werden, BGBl. II Nr. 363/2016. <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2016/363>.
- Clara, M., Ertl, T., Giselbrecht, G., Gruber, G., Hofer, T., Humer, F. et al. (2014). *Spurenstoffemissionen aus Siedlungsgebieten und von Verkehrsflächen*. Wien, Österreich: Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW). <https://info.bmlrt.gv.at/service/publikationen/wasser/Spurenstoffemissionen-aus-Siedlungsgebieten-und-von-Verkehrsflächen.html> [21.6.2021].
- Clara, M., Hartmann, C. & Deutsch, K. (2019). *Arzneimittelwirkstoffe und Hormone in Fließgewässern - GZÜV Sondermessprogramm*. Wien, Österreich: Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT). <https://www.bmnt.gv.at/wasser/wasserqualitaet/fluesse-seen/arzneimittel-sondermessprogramm.html> [26.11.2019].
- Dotro, G., Langergraber, G., Molle, P., Nivala, J., Puigagut, J., Stein, O. et al. (2017). *Treatment wetlands* (Biological wastewater treatment series). London: IWA Publishing. doi:10.2166/9781780408774
- Europäische Kommission (EK). (2015). Durchführungsbeschluss (EU) 2015/495 der Kommission vom 20. März 2015 zur Erstellung einer Beobachtungsliste von Stoffen für eine unionsweite Überwachung im Bereich der Wasserpolitik gemäß der Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (2015/495). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015D0495&from=PL> [18.6.2021].
- Europäische Kommission (EK). (2018). *Öffentliche Konsultation zu Arzneimitteln in der Umwelt*. https://ec.europa.eu/info/consultations/public-consultation-pharmaceuticals-environment_de [11.6.2021].
- Europäisches Parlament (EP); Rat der Europäischen Union (ER). (2000). Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie - WRRL). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/ALL/?uri=CELEX%3A32000L0060> [18.6.2021].
- Europäisches Parlament (EP); Rat der Europäischen Union (ER). (2009). Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG. <http://data.europa.eu/eli/dir/2008/105/oj/deu> [18.6.2021].
- Europäisches Parlament (EP); Rat der Europäischen Union (ER). (2014). Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Chemikalienagentur, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission (REACH Verordnung). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A02006R1907-20140410> [22.6.2021].
- European Chemicals Agency (ECHA). (2018). *Note on substance identification and the potential scope of a restriction on uses of 'microplastics'* Version 1.1 -16/10/2018. https://echa.europa.eu/documents/10162/13641/note_on_substance_identification_potential_scope_en.pdf [11.6.2021].
- European Chemicals Agency (ECHA). (2019). *Annex XV Restriction Report - Microplastics. Version Number 1.2, Date 22 August 2019*. https://echa.europa.eu/documents/10162/13641/rest_microplastics_axvreport annex_en.pdf [11.6.2021].
- European Federation of National Associations of Water Services (EurEau). (2019, 24. April). *Briefing Note, Microplastics and the water sector - Current knowledge, challenges and possible solutions*. <http://www.eureau.org/resources/briefing-notes/3940-briefing-note-on-microplastics-and-the-water-sector/file> [11.6.2021].
- Hartmann, C. (2016). *Arzneimittelrückstände in der Umwelt* (Reports, vol. 0573). Wien: Umweltbundesamt (UBA). ISBN: 978-3-99004-386-8.
- Herzog, U., Krejci, C. & Napetschnig, S. (2015). *Monitoringprogramm von Pharmazeutika und Abwasserindikatoren in Grund- und Trinkwasser*. Wien: Bundesministerium für Gesundheit (BMG). <https://www.sozialministerium.at/cms/site/gesundheitsdokument.html?channel?cel=CH4111&doc=CMS1449665508835> [8.10.2019].
- Hillenbrand, T., Niederste-Hollenberg, J. & Tettenborn, F. (2019). Verbesserung der Wasserqualität durch verringerte Einträge von Spurenstoffen. In W. Leal Filho (Hrsg.), *Aktuelle Ansätze zur Umsetzung der UN-Nachhaltigkeitsziele* (S. 291-312). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-662-58717-1_16
- Lechner, A., Keckeis, H., Lumesberger-Loisl, F., Zens, B., Krusch, R., Tritthart, M. et al. (2014). The Danube so colourful: A potpourri of plastic litter outnumbers fish larvae in Europe's second largest river. *Environmental Pollution*, 188, 177-181. doi:10.1016/j.envpol.2014.02.006
- Li, Y., Zhu, G., Ng, W. J. & Tan, S. K. (2014). A review on removing pharmaceutical contaminants from wastewater by constructed wetlands: Design, performance and mechanism. *Science of the Total Environment*, 468-469, 908-932. doi:10.1016/j.scitotenv.2013.09.018
- Liebmann, B., Brielmann, H., Heinfellner, H., Hohenblum, P., Köppel, S., Schaden, S. et al. (2015). *Mikroplastik in der Umwelt Vorkommen, Nachweis und Handlungsbedarf* (Reports, Bd. 0550). Wien: Umweltbundesamt. ISBN: 978-3-99004-362-2.
- Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES). (2020). *Mikroplastik* (Zuletzt geändert: 21.12.2020). <https://www.ages.at/themen/rueckstaende-kontaminanten/mikroplastik/> [22.6.2021].
- Plastic Europe. (2019). *Plastics - the Facts 2019. An analysis of European plastics production, demand and waste data*. https://www.plasticseurope.org/application/files/9715/7129/9584/FINAL_web_version_Plastics_the_facts2019_14102019.pdf [11.6.2021].
- Rat der Europäischen Union (ER); Europäisches Parlament

(EP). (2013). Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik. <http://data.europa.eu/eli/dir/2013/39/oj/eng> [22.6.2021].

Umweltbundesamt (UBA). (2015). *Organische Mikroverunreinigungen in Gewässern - Vierte Reinigungsstufe für weniger Einträge* (UBA-Posi-

tionspapier). Dessau-Roßlau, Deutschland: Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/organische-mikroverunreinigungen-in-gewaessern> [30.6.2021].

Umweltbundesamt (UBA). (2019). *Nanopartikel*. <https://www.umweltbundesamt.de/nanopartikel> [11.6.2021].

Verlicchi, P. & Zambello, E. (2014). How efficient are constructed wetlands in removing pharmaceuticals from untreated and treated

urban wastewaters? A review. *Science of the Total Environment*, 470-471, 1281–1306. doi:10.1016/j.scitotenv.2013.10.085

Verlicchi, P., Zambello, E. & Al Aukidy, M. (2014). Removal of Personal Care Products in Constructed Wetlands. In M. S. Díaz-Cruz & D. Barceló (Hrsg.), *Personal Care Products in the Aquatic Environment* (Bd. 36, S. 319–353). Cham: Springer International Publishing. doi:10.1007/978_2014_282

Wang, J. & Wang, S. (2016). Removal of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) from wastewater: A review. *Journal of Environmental Management*, 182, 620–640. doi:10.1016/j.jenvman.2016.07.049

Weber, K. P. & Nivala, J. (2019). Treatment of micropollutants. In G. Dotro, G. Langergraber, J. Nivala, J. Puigagut & O. Stein (Eds.), *Wetland Technology*. London: IWA Publishing. doi:10.2166/9781789060171