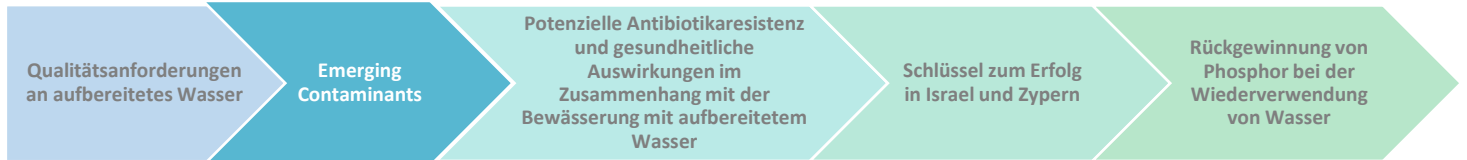


Informationsblatt 3.2 – Emerging Contaminants (Bedeutung, Verbleib in der Umwelt, Technologien zu ihrer Beseitigung, ökologische Auswirkungen)



SUWANU EUROPE ist ein H2020- Projekt zur Förderung des effektiven Austauschs von Wissen, Erfahrung und Kompetenzen zwischen Praktikern und relevanten Akteuren im Bereich der Nutzung von aufbereitetem Wasser in der Landwirtschaft. Dieses Informationsblatt ist Teil von insgesamt 5 Informationsblättern im Infopaket 3, das sich an Betreiber von Wasseraufbereitungsanlagen richtet und das die Bedeutung der Emerging Contaminants (CECs) in aufbereitetem Wasser, sowie deren Verbleib in der Umwelt, ökologische Konsequenzen und Behandlungsmöglichkeiten für ihre Entfernung aus Abwasser beschreibt.

1. Emerging Contaminants in wiederaufbereitetem Wasser – warum sind sie wichtig?

Das Vorhandensein von Emerging Contaminants (CECs) in Rohabwässern und aufbereitetem Wasser ist ein wichtiges Thema, das bei der Beurteilung der Gefahren für die menschliche Gesundheit und die Ökosysteme während der Praxis der Entsorgung und Wiederverwendung von aufbereitetem Wasser zu berücksichtigen ist. Gemäß dem NORMAN-Netzwerk (NORMAN network, 2017) ist ein CEC "ein Stoff, der gegenwärtig nicht in routinemäßigen Umweltüberwachungsprogrammen enthalten ist und aufgrund seiner schädlichen Auswirkungen und/oder Persistenz für künftige Rechtsvorschriften in Frage kommen könnte". Gegenwärtig gibt es keine standardisierte Kategorisierung der CECs und die allgemein untersuchten Kategorien in aufbereitetem Wasser umfassen chemische Verbindungen wie z.B. Pharmazeutika (einschließlich Antibiotika), Körperpflegeprodukte, Mikro-/Nanoplastik, Per- und Polyfluoralkyl-Substanzen (PFAS), Pestizide und bestimmte mikrobielle Verunreinigungen wie antibiotikaresistente Bakterien (ARB) und Antibiotika-Resistenzgene (ARGs). Unter den CECs gehören Arzneimittel aufgrund ihrer pharmakologischen Aktivität, ihres steigenden Verbrauchs aufgrund ihrer Verwendung in der Human- und Veterinärmedizin und ihrer allgegenwärtigen Präsenz in der Umwelt zu einer Gruppe von wachsendem Interesse (Kümmerer, 2008). Die COST Aktion ES1403: 'New and Emerging challenges and opportunities in wastewater REUSE' (NEREUS) hat die Plattform für eine systematische Konsolidierung von Daten und die Standardisierung von Methoden zur Bewertung neu auftretender Gefahren im Zusammenhang mit der Abwasserwiederverwendung geschaffen; insbesondere der am meisten Bedenklichen, sowohl aus Sicht der öffentlichen Gesundheit als auch der Umwelt und wie diese überwunden werden können (<http://www.nereus-cost.eu/>).

2. Wie CECs die Umwelt erreichen

Kläranlagen (KA) reduzieren oft die Emission von CECs, hauptsächlich durch Phasentrennung, bei der ein Teil der CECs in den Schlamm überführt wird. Dieser Prozess eliminiert jedoch nicht vollständig das Vorhandensein von CECs in den von den KA erzeugten Abläufen. Viele Pharmazeutika verbleiben im produzierten Ablauf, einige durchlaufen partiellen Metabolismus, bei dem Transformationsprodukte (TP) entstehen (Radjenović et al., 2009). Diese TP können genauso persistent und toxisch sein, wie ihre Ausgangsverbindungen und als solche trägt ihr Vorhandensein im Abwasser nur zu dem Risiko bei, das mit der Wiederverwendung des Abwassers verbunden ist (Escher and Fenner, 2011). Bei der Wiederverwendung kann das Abwasser als Quelle von CECs angesehen werden, die aufgrund der unvollständigen Entfernung von CECs in herkömmlichen Abwasseraufbereitungstechnologien in die aufnehmenden Gewässer gelangen. Eine weitere Hauptquelle von CECs für die Umwelt ist die Entsorgung von behandelten Abwässern und Schlämmen aus Anlagen, die als CECs geltende Chemikalien wie Arzneimittel, Flammenschutzmittel und Körperpflegeprodukte produzieren. Da ein breites Spektrum chemischer und mikrobieller Verunreinigungen mit unterschiedlichen physikalisch-chemischen Eigenschaften und toxikologischen Merkmalen zu handhaben ist, auf die das angewandte Abwasserbehandlungsverfahren angemessen reagieren muss, geben die oben genannten Prämissen eine Vorstellung von der Komplexität der Probleme, die sich aus dem Vorhandensein von CECs in Rohabwasser und aufbereitetem Wasser ergeben.

3. Ökologische Auswirkungen des Vorhandenseins von CECs in aufbereitetem Wasser

Das Vorhandensein von CECs in aufbereitetem Wasser kann eine Vielzahl ökologischer Auswirkungen haben, darunter u.a. endokrine Störungen bei Organismen höherer Ordnung (z.B. Fische, Amphibien) und die Entwicklung von antimikrobiellen/antibiotischen Resistenzen bei Organismen niedriger Ordnung, wie Bakterien. Die Anreicherung von CECs in Organismen durch direkten/indirekten Kontakt mit diesen Restverbindungen kann eine abnorme hormonelle Regulierung verstärken, die zu Beeinträchtigungen des Fortpflanzungssystems, verminderter Fruchtbarkeit und erhöhter Krebszellenprävalenz führt; Effekte, die über zukünftige Generationen des betroffenen Organismus erhalten bleiben können (Belhaj et al., 2015). Antibiotische Verbindungen sind aufgrund ihrer negativen Auswirkungen auf aquatische Ökosysteme als eine wichtige Kategorie von CECs erkannt worden (Kümmerer, 2009). Die größte Besorgnis über die Freisetzung von Antibiotikarückständen in aufbereitetem Wasser steht im Zusammenhang mit der potentiellen Entwicklung und Ausbreitung von Antibiotikaresistenzen unter Bakterien in den aufnehmenden Gewässern, was möglicherweise zu einer Verringerung des therapeutischen Potenzials von Antibiotikaverbindungen gegen bakterielle Krankheitserreger bei Mensch und Tier führt. Neue Erkenntnisse deuten darauf hin, dass CECs wie z.B. Arzneimittelrückstände in landwirtschaftlichen Produkten, die mit aufbereitetem Wasser angebaut werden, akkumuliert werden könnten (Malchi et al., 2014). Dieselbe Untersuchung zeigt auch, dass man täglich unrealistische Mengen an Gemüse zu sich nehmen muss, um Pharmazeutika in einer Menge zu konsumieren, die den für therapeutische Zwecke verwendeten Mengen nahe kommt. Andererseits zeigten biochemische und molekulare Beweise von Christou et al. (2016), dass verschiedene Pharmazeutika in aufbereitetem Wasser als ein neuer abiotischer Stressfaktor für Luzernepflanzen wirken können, da Luzernepflanzen Entgiftungsmechanismen anwenden, sobald sie hohen pharmazeutischen Konzentrationen ausgesetzt sind (Christou et al., 2016). Eine weitere Studie von Christou et al. (2017) hat gezeigt, dass die Konzentrationen von Arzneimittelrückständen im Boden und in Tomatenfrüchten in Abhängigkeit von der Dauer der Bewässerung und der Herkunft des ausgebrachten Abwassers, sowie der physikochemischen Eigenschaften der Arzneimittel variieren, wobei die saure Arzneimittelaufnahme und die Biokonzentration bei langfristiger Bewässerung mit aufbereitetem Wasser zunehmen.

4. Aufbereitungsoptionen für die Entfernung von CECs aus aufbereitetem Wasser

Die Refraktärität pharmazeutischer Rückstände in Kläranlagenabwässer und aufbereitetem Wasser hat die Entwicklung technologischer Lösungen vorangetrieben, deren Ziel es ist, die Problematik ihrer adäquaten Entfernung durch konventionelle Kläranlagenprozesse zu überwinden. Die MembranBioReaktor (MBR)-Technologie und fortschrittliche Oxidationsverfahren (AOPs) haben eine erhöhte Entfernungs Kapazität von pharmazeutischen Mikroverunreinigungen aus Kläranlagenabwasser-Matrizen gezeigt und sich als leistungsstarke Behandlungsverfahren für die Entfernung von organischen, persistenten und biologisch rezitierenden pharmazeutischen Verbindungen erwiesen (Karaolia et al., 2017). Zu diesen Prozessen gehören homogene solar getriebene photokatalytische Prozesse wie die UV/H₂O₂ und die Photo-Fenton-Oxidation sowie der heterogene Photokatalyseprozess (Rizzo et al., 2019). Weitere Methoden zur Entfernung von CECs aus dem Abwasser sind die Filtration mit biologisch aktiven Medien und die Entsalzung des Abwassers durch Kombination von Ultrafiltration und Umkehrosmose. In Anlagen, die eine solche weitergehende Behandlung von Abwässern durchführen, sind verschiedene Kombinationen der oben genannten Verfahren zu sehen. Die Auswahl der Technologie in jeder KA wird auf der Grundlage einer Kombination aus wissenschaftlichen und lokalen Erwägungen getroffen, darunter gesetzliche Anforderungen, Kosten, Wasserqualitätsziele und andere. Die Beseitigung von CECs und deren TPs steht im Fokus vieler Gruppen in Wissenschaft, Industrie und Politik und ist ein wichtiger Treiber für ein aktives Wissenschaftsfeld voller neuer, interessanter und bahnbrechender Innovationen.

Referenz/weitere Lektüre

Belhaj, et al., (2015). *Sci. of the Total Environ.*, 505, 154–160. | Bengtsson-Palme, J., Larsson, D.G.J. (2016). *Environ. Int.*, 86, 140–149. | Escher B. I. and Fenner K. (2011). *Environ. Sci. & Technol.*, 45(9), 3835–3847. | Karaolia et al., (2017). *Chem. Eng. J.*, 310, 491–502. | Malchi et al., (2014). *Environ. Sci. Technol.*, 48(16), 9325–9333. | Radjenović J. et al., (2009). *Water Res.*, 43(3), 831–841. | Rizzo et al., (2019). *Sci. of the Total Environ.*, 655, 986–1008. | Kümmerer, K. (2008). *Pharmaceuticals in the Environment: Sources, Fate, Effects and Risks*. (3rd Edn). Springer Berlin Heidelberg

KONTAKT:

Koordinator

Rafael Casielles (BIOAZUL SL)
Avenida Manuel Agustin Heredia nº18 1ª Málaga (SPAIN)
Mail | info@suwanu-europe.eu
Website | www.suwanu-europe.eu

KONTAKT:

Verantwortlich für das Informationsblatt

Despo Fatta-Kassinou, Ph.D. (dfatta@ucy.ac.cy)
Popi Karaolia, Ph.D. (pkarao01@ucy.ac.cy)
Nireas-IWRC | Website | <https://www.nireas-iwrc.org>
University of Cyprus | Website | www.ucy.ac.cy

KONTAKT:

Verantwortlich für das Informationsblatt

Diego Berger, Ph.D. (dberger@mekorot.co.il)
Hadas Raanan Kiperwas, Ph.D. (ohraanan@mekorot.co.il)
MEKOROT | Website | www.mekorot.co.il



THIS PROJECT HAS RECEIVED FUNDING FROM
THE EUROPEAN UNION' HORIZON 2020 RESEARCH
AND INNOVATION PROGRAMME
UNDER GRANT AGREEMENT N.818088



University
of Cyprus

