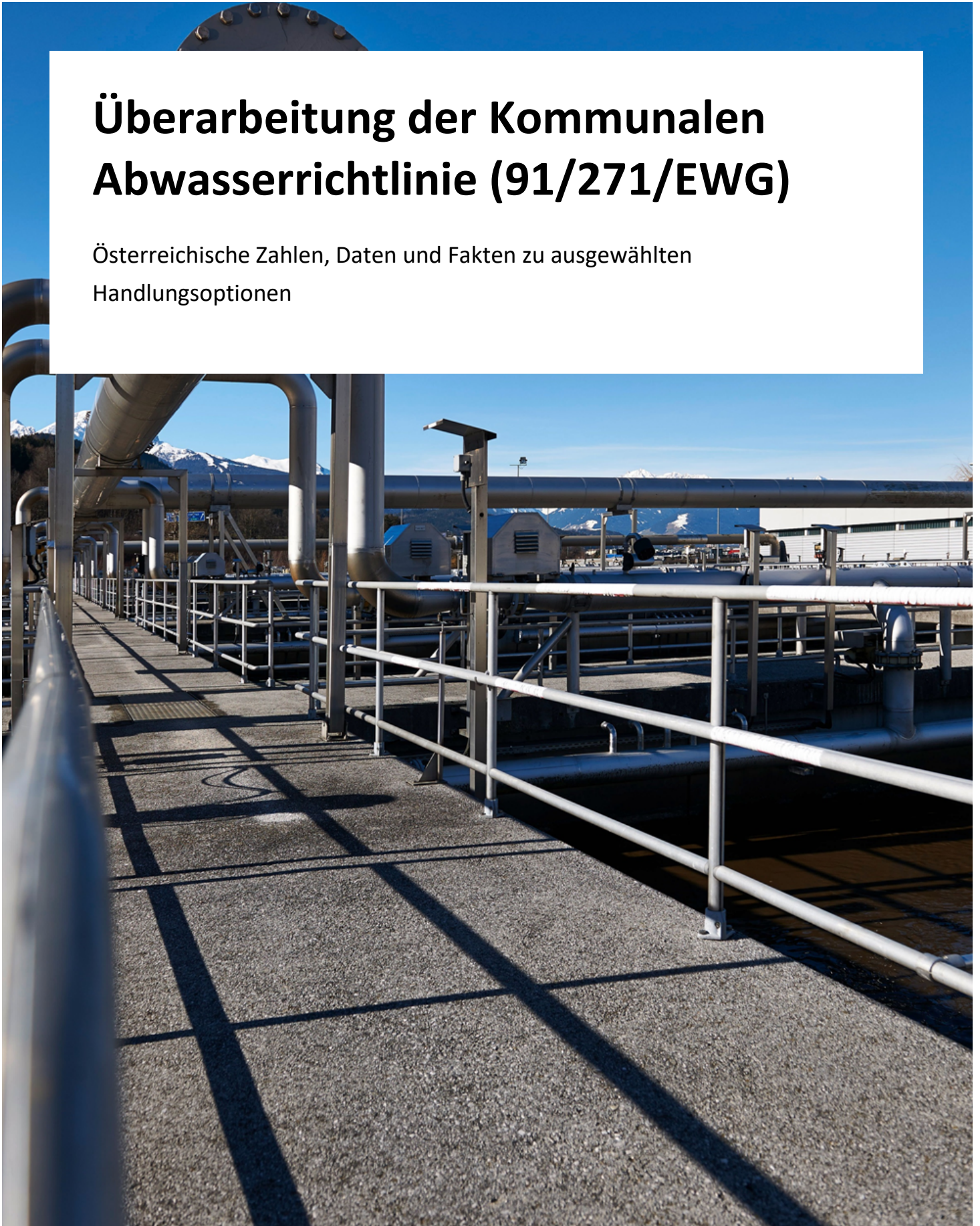


Überarbeitung der Kommunalen Abwasserrichtlinie (91/271/EWG)

Österreichische Zahlen, Daten und Fakten zu ausgewählten
Handlungsoptionen



Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:

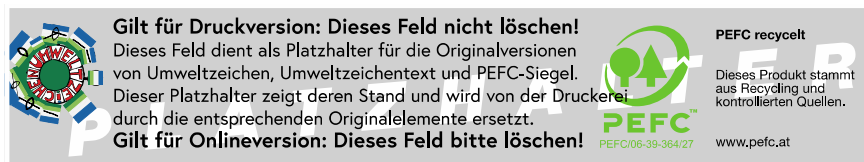
Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus
Stubenring 1, 1010 Wien

Autorinnen und Autoren: Florian Kretschmer, Norbert Kreuzinger, Günter Langergraber, Katharina Lenz, Stefan Lindtner, Dirk Muschalla, Vanessa Parravicini, Bettina Neunteufel, Heidemarie Schaar, Clemens Steidl, Joseph Tauber, Karl Svardal, Matthias Zessner

Gesamtumsetzung:

Abteilung I/4 Anlagenbezogene Wasserwirtschaft – Dipl.-Ing. Heide Müller-Rechberger

Fotonachweis: BMLRT/Alexander Haiden (S.1),



Wien, 2020. Stand: 27. Juni 2022

Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an empfaenger@bmlrt.gv.at.

Vorwort

Die Europäische Kommission hat im Dezember 2019 ihren Evaluierungsbericht zur Kommunalen Abwasserrichtlinie (91/271/EWG) vorgelegt. Es zeigte sich, dass die Belastung durch bestimmte Schadstoffe aus städtischen Punktquellen verringert werden konnte. Der Evaluierungsbericht sieht aber auch Anpassungsbedarf v.a. in den Bereichen der Finanzierung, der Umsetzung, der Mischwasserentlastung und des Umgangs mit bisher nicht geregelten Schadstoffen (Arzneimittel, Mikroplastik) und weiteren Bereichen in Zusammenhang mit dem europäischen Green Deal. Deswegen will die Europäische Kommission im Jahr 2022 einen Vorschlag zur Überarbeitung der Richtlinie vorlegen.

Die Überarbeitung der Kommunalen Abwasserrichtlinie wird vorrangig auf jene Bereiche abzielen, die bei der Evaluierung als verbesserungswürdig erachtet wurden. Zu diesem Zweck wurden von der Europäischen Kommission verschiedene politische Optionen für die Änderung der Richtlinie vorgeschlagen, die 2021 sowohl von den betroffenen Akteuren in den Mitgliedsstaaten als auch von einem wissenschaftlichen Gesichtspunkt her bewertet werden sollten.

In einem vom BMLRT beauftragten Projekt wurden Zahlen, Daten und Fakten zu den Optionen, die von der Europäischen Kommission entwickelt wurden, aus österreichischer Sicht dargestellt und in Factsheets zusammengefasst. Diese werden im vorliegenden Bericht präsentiert und stellen die österreichische Situation zu ausgewählten Themenbereichen dar. Die Factsheets wurden 2021 in Englischer Sprache veröffentlicht, da sie der Europäischen Kommission für die Wirkungsfolgenabschätzung zur Verfügung gestellt wurden. Da die Factsheets die wesentlichen Themen der Abwasserwirtschaft behandeln wird nunmehr eine deutsche Übersetzung vorgelegt.

Preamble

The European Commission presented its evaluation report on the Urban Waste Water Treatment Directive (91/271/EC) in December 2019. It showed that the load of certain pollutants from urban point sources could be reduced. However, the evaluation report also sees a need for adjustments mainly in the areas of financing, implementation, combined sewerage, the handling of previously unregulated pollutants (pharmaceuticals, micro plastics) and other areas related to the European Green Deal. An impact assessment is currently underway. This will examine ideas for further development of the Directive in terms of cost and effectiveness. In 2022, the European Commission plans to present a proposal to revise the Directive.

The revision of the Urban Waste Water Treatment Directive primarily aims at those areas that were deemed to be in need of improvement during the evaluation. To this end, various policy options for amending the Directive have been proposed by the European Commission, which were evaluated in 2021 both by the stakeholders concerned in the member states and from a scientific point of view.

In a project commissioned by the BMLRT, figures, data and facts on the options developed by the European Commission were presented from an Austrian perspective and summarized in factsheets, which are given in the current report. The factsheets are in English language, as they were provided to the European Commission in the course of the impact assessment in 2021. Since the factsheets deal with the main topics of wastewater treatment, a German translation is now provided.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| Vorwort | 3 |
| Preamble | 4 |
| 1 Factsheet – Mischwasserentlastungen und Oberflächenabfluss aus Siedlungsgebieten | 10 |
| 1.1 Hintergrund..... | 11 |
| 1.2 Aktuelle Situation in Österreich..... | 12 |
| 1.3 Handlungsoptionen – zukünftige Möglichkeiten für die Umsetzung in Österreich..... | 15 |
| 1.3.1 Verpflichtung zur Erstellung integrierter Managementpläne für große Siedlungsgebiete | 15 |
| 1.3.2 Festlegung rechtsverbindlicher EU-Zielvorgaben..... | 16 |
| 1.3.3 Risikobasierter Ansatz..... | 17 |
| 1.3.4 Verpflichtende Überwachung und Berichtspflichten gegenüber der EK betreffend Entlastungen und andere Einleitungen | 19 |
| 1.3.5 Verbot von Einleitungen aus Trennkanalisationen in Oberflächengewässer ohne Mindestreinigung für Regenwasser | 20 |
| 1.4 Weitere Datenerfassung/Datenauswertung | 21 |
| 1.5 Quellen..... | 22 |
| 1.5.1 Gesetzgebung Österreich | 22 |
| 1.5.2 Gesetzgebung EU | 23 |
| 1.5.3 Leitfäden | 23 |
| 1.5.4 Peer-reviewed papers..... | 23 |
| 1.5.5 Berichte und Publikationen | 23 |
| 2 Factsheet – Kleinere Siedlungsgebiete (<2.000 EW) | 25 |
| 2.1 Hintergrund..... | 26 |
| 2.2 Aktuelle Situation in Österreich..... | 27 |
| 2.3 Handlungsoptionen – zukünftige Möglichkeiten für die Umsetzung in Österreich..... | 32 |
| 2.3.1 Herabsetzung des Schwellenwertes auf 1.000/500/200 EW | 32 |
| 2.3.2 Von der EU festgelegter Ansatz von EW pro ha | 33 |
| 2.3.3 Risikobasierter Ansatz..... | 34 |
| 2.4 Weitere Datenerfassung/Datenauswertung | 35 |
| 2.5 Quellen..... | 36 |
| 2.5.1 Gesetzgebung Österreich | 36 |
| 2.5.2 Leitfäden | 37 |
| 2.5.3 Berichte und Publikationen | 37 |

| | |
|--|-----------|
| 3 Factsheet – Kleinkläranlagen | 38 |
| 3.1 Hintergrund..... | 39 |
| 3.2 Aktuelle Situation in Österreich..... | 41 |
| 3.3 Handlungsoptionen – zukünftige Möglichkeiten für die Umsetzung in Österreich..... | 48 |
| 3.3.1 Kanalanschluss | 48 |
| 3.3.2 Berichterstattung..... | 48 |
| 3.3.3 Reduzierung des Einsatzes..... | 49 |
| 3.3.4 Kontrolle der Konzeption und Funktion | 50 |
| 3.3.5 Überwachung..... | 50 |
| 3.3.6 Risikobasierter Ansatz..... | 51 |
| 3.4 Weitere Datenerfassung/Datenauswertung..... | 52 |
| 3.5 Quellen..... | 52 |
| 3.5.1 Gesetzgebung Österreich | 52 |
| 3.5.2 Gesetzgebung EU | 53 |
| 3.5.3 Leitfäden | 53 |
| 3.5.4 Berichte und Publikationen | 54 |
| 4 Factsheet – Empfindliche Gebiete..... | 55 |
| 4.1 Hintergrund..... | 56 |
| 4.2 Aktuelle Situation in Österreich..... | 61 |
| 4.3 Handlungsoptionen – zukünftige Möglichkeiten für die Umsetzung in Österreich..... | 64 |
| 4.3.1 Angleichung der Definition von empfindlichen Gebieten in Bezug auf Eutrophierung mit jener der NO ₃ -RL | 64 |
| 4.3.2 EU-Anforderungen zur Definition von Eutrophierung und/oder spezifische Leitlinien der kA-RL zur Ausweisung empfindlicher Gebiete, auch für grenzüberschreitende Gewässer | 65 |
| 4.3.3 Spezifische Berichterstattungspflichten, um die Zusammenhänge zwischen den Ausweisungen empfindlicher Gebiete nach unterschiedlichen Gesetzgebungen besser verstehen zu können | 66 |
| 4.3.4 Verzicht auf die Kriterien b und c von Anhang II, die im Rahmen anderer Richtlinien zu behandeln sind, bei gleichzeitiger Festlegung strengerer Anforderungen für N & P für alle großen komARA. | 66 |
| 4.4 Weitere Datenerfassung/Datenauswertung..... | 67 |
| 4.5 Quellen..... | 67 |
| 4.5.1 Gesetzgebung Österreich | 67 |
| 4.5.2 Gesetzgebung EU | 68 |
| 4.5.3 Leitfäden | 69 |
| 4.5.4 Berichte und Publikationen | 69 |

| | |
|---|------------|
| 5 Factsheet – Nährstoffentfernung | 71 |
| 5.1 Hintergrund..... | 72 |
| 5.2 Aktuelle Situation in Österreich..... | 74 |
| 5.3 Handlungsoptionen – zukünftige Möglichkeiten für die Umsetzung in Österreich..... | 81 |
| 5.3.1 Strengere Ablaufgrenzwerte für Stickstoff & Phosphor für alle großen kommunalen Abwasserreinigungsanlagen..... | 81 |
| 5.3.2 Allgemein strengere Ablaufgrenzwerte für Stickstoff und Phosphor | 87 |
| 5.3.3 Risikobasierter Ansatz..... | 90 |
| 5.4 Weitere Datenerfassung/Datenauswertung | 91 |
| 5.5 Quellen..... | 92 |
| 5.5.1 Gesetzgebung Österreichisch | 92 |
| 5.5.2 Gesetzgebung EU | 93 |
| 5.5.3 Leitfäden | 93 |
| 5.5.4 Berichte und Publikationen | 93 |
| 6 Factsheet – Spurenstoffe | 95 |
| 6.1 Hintergrund..... | 96 |
| 6.2 Aktuelle Situation in Österreich..... | 98 |
| 6.3 Handlungsoptionen – zukünftige Möglichkeiten für die Umsetzung in Österreich.... | 100 |
| 6.3.1 EU-Grenzwerte für einige Indikatorsubstanzen sollen in großen und/oder mittleren und/oder kleinen Siedlungsgebieten zur Anwendung kommen..... | 100 |
| 6.3.2 Verpflichtende Aufrüstung von ARA für die Entfernung von Spurenstoffen | 103 |
| 6.3.3 Risikobasierter Ansatz..... | 109 |
| 6.4 Weitere Datenerfassung/Datenauswertung | 110 |
| 6.5 Quellen..... | 110 |
| 6.5.1 Gesetzgebung Österreich | 110 |
| 6.5.2 Gesetzgebung EU | 111 |
| 6.5.3 Gesetzgebung in anderen Ländern..... | 112 |
| 6.5.4 Leitfäden | 112 |
| 6.5.5 Berichte und Publikationen | 113 |
| 7 Factsheet – Energieverbrauch und Erzeugung erneuerbarer Energie..... | 117 |
| 7.1 Hintergrund..... | 118 |
| 7.2 Aktuelle Situation in Österreich..... | 120 |
| 7.2.1 Aktuelle Situation der elektrischen Energie | 120 |
| 7.2.2 Aktuelle Situation der thermischen Energie..... | 124 |
| 7.3 Handlungsoptionen – zukünftige Umsetzungsmöglichkeiten in Österreich..... | 125 |
| 7.3.1 KomARA und deren Kanalnetz müssen Energieeffizienzprüfungen durchführen. Abdeckung aller oder nur großer Ballungsräume | 125 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 7.3.2 | Von der EU festgelegte Ziele zur Verringerung des Energieverbrauchs | 127 |
| 7.3.3 | Energielabels/Umweltzeichen auf EU-Ebene (obligatorisch oder freiwillig) | 127 |
| 7.3.4 | Energieerzeugung bei der Abwasserbehandlung | 128 |
| 7.4 | Weitere Datenerhebung/Datenauswertung | 128 |
| 7.5 | Quellen..... | 129 |
| 7.5.1 | Gesetzgebung Österreich | 129 |
| 7.5.2 | Gesetzgebung EU | 129 |
| 7.5.3 | Leitfäden | 130 |
| 7.5.4 | Berichte und Publikationen | 130 |
| 8 | Factsheet – Methanemissionen | 133 |
| 8.1 | Hintergrund..... | 134 |
| 8.2 | Aktuelle Situation in Österreich..... | 134 |
| 8.3 | Handlungsoptionen – zukünftige Möglichkeiten für die Umsetzung in Österreich.... | 136 |
| 8.3.1 | Festlegung eines Referenzwertes der Methanemissionen für große Anlagen und einer Benchmark für Reduktionsziele..... | 136 |
| 8.4 | Datenerfassung/Datenauswertung | 137 |
| 8.5 | Quellen..... | 138 |
| 8.5.1 | Gesetzgebung Österreich | 138 |
| 8.5.2 | Gesetzgebung EU | 138 |
| 8.5.3 | Leitfäden | 139 |
| 8.5.4 | Berichte und Publikationen | 139 |
| 8.6 | Anhang: Berechnung der CH ₄ -Emissionen aus komARA und Kanalisationssystemen in Österreich..... | 142 |
| 8.6.1 | Wissenschaftlicher Hintergrund: Methanemissionen aus komARA..... | 142 |
| 8.6.2 | Wissenschaftlicher Hintergrund: Methanemissionen aus Kanälen | 148 |
| 8.6.3 | Berechnung der CH ₄ -Emissionen aus komARA und Kanalisationssystemen in Österreich | 149 |
| 9 | Factsheet – Kreislaufwirtschaft –Verwertung von Klärschlamm..... | 151 |
| 9.1 | Hintergrund..... | 152 |
| 9.2 | Aktuelle Situation in Österreich..... | 153 |
| 9.3 | Handlungsoptionen – zukünftige Möglichkeiten für die Umsetzung in Österreich.... | 160 |
| 9.3.1 | Mindestrückgewinnung von Phosphor und anderen Wertstoffen (alle oder nur große Anlagen)..... | 160 |
| 9.3.2 | Verpflichtende Schlammfäulung | 161 |
| 9.3.3 | Überprüfung der Grenzwerte für die Wiederverwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft (zurzeit in der Klärschlammrichtlinie geregelt)..... | 162 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 9.3.4 | Einführung von Strategien zur Vermeidung an der Quelle, die gewährleisten, dass es zu keiner Verschmutzung des Klärschlammes kommt (für alle oder nur für große Siedlungsgebiete oder nur für jene, in denen Schlamm in der Landwirtschaft verwendet wird) | 162 |
| 9.4 | Weitere Datenerfassung/Datenauswertung | 163 |
| 9.5 | Quellen..... | 163 |
| 9.5.1 | Gesetzgebung Österreich | 163 |
| 9.5.2 | Gesetzgebung EU | 164 |
| 9.5.3 | Berichte und Publikationen | 164 |
| 9.6 | Anhang..... | 167 |
| 10 | Factsheet – Monitoring..... | 169 |
| 10.1 | Hintergrund..... | 170 |
| 10.2 | Aktuelle Situation in Österreich..... | 171 |
| 10.3 | Handlungsoptionen – zukünftige Möglichkeiten für die Umsetzung in Österreich..... | 177 |
| 10.3.1 | Intensivierung der Probenahmehäufigkeit und Präzisierung der Probenahmebedingungen (insbesondere betreffend die Definition der „normalen Betriebsbedingungen“), um die Vergleichbarkeit der Monitoring-Daten zu gewährleisten | 177 |
| 10.3.2 | Ersatz von CSB durch TOC..... | 177 |
| 10.3.3 | Angleichung der Parameter an jene der WRRL und UQN-RL | 178 |
| 10.4 | Weitere Datenerhebung..... | 179 |
| 10.5 | Quellen..... | 179 |
| 10.5.1 | Gesetzgebung Österreich | 179 |
| 10.5.2 | Gesetzgebung EU | 180 |
| 10.5.3 | Berichte und Publikationen | 181 |
| 10.6 | Anhang..... | 183 |
| | Tabellenverzeichnis..... | 185 |
| | Abbildungsverzeichnis..... | 188 |
| | Abkürzungen..... | 190 |

1 Factsheet – Mischwasserentlastungen und Oberflächenabfluss aus Siedlungsgebieten

Autoren:

Dirk Muschalla¹,

Bettina Neunteufel¹

¹Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Landschaftswasserbau, Technische Universität
Graz, Stremayrgasse 10/I, 8010 Graz, Mail: office.sww@tugraz.at

1.1 Hintergrund

Die europäische Kommunale Abwasserrichtlinie (kA-RL) zielt darauf ab, die Umwelt vor den schädlichen Auswirkungen der Einleitung von kommunalem Abwasser und von Abwasser aus bestimmten Industriebranchen zu schützen. Sie regelt das Sammeln, Behandeln und Einleiten dieser Abwässer. Kommunales Abwasser ist definiert als häusliches Abwasser, oder als Gemisch aus häuslichem und industriellem/gewerblichen Abwasser und/oder Niederschlagswasser.¹

Die von der Europäische Kommission (EK) zu Beginn der Wirkungsfolgenabschätzung zur Überarbeitung der kA-RL vorgeschlagenen Handlungsoptionen² betreffend Mischwasserentlastungen und Oberflächenabfluss aus Siedlungsgebieten sind folgende:

- a) Verpflichtung zur Erstellung integrierter Bewirtschaftungspläne für große Siedlungsgebiete (Prävention und bestmögliches Management des Sammel- und Speichernetzes sowie der Behandlung)
- b) Festlegung rechtsverbindlicher EU-Zielvorgaben (Verdünnungsgrade, Regenwasseraufbereitungskapazität, ...)
- c) Risikobasierter Ansatz mit der Möglichkeit von Ausnahmeregelungen, wenn die Wasserqualität des aufnehmenden Gewässers nachweislich nicht beeinträchtigt wird (gemäß den Zielen der WRRL)
- d) Verpflichtende Überwachung und Berichtspflichten gegenüber der EK betreffend Entlastungen und andere Einleitungen
- e) Verbot von Einleitungen aus Trennkansalisationen in Oberflächengewässer ohne Mindestreinigung für Regenwasser

¹ Mischwasser ist ein Gemisch aus häuslichem/industriellem Abwasser und Niederschlagswasser.

² Präsentation bei einem Webmeeting am 29. Juni 2020 und Detaillierung in einem Hintergrundpapier zu einem weiteren Webmeeting am 22. November 2020

1.2 Aktuelle Situation in Österreich

| | |
|-----------------------|---|
| Rechtliche Grundlagen | <p><u>Einleitung von Niederschlagswasser</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Das Regelblatt 35 des Österreichischen Abwasser- und Abfallwirtschaftsverbandes definiert den Stand der Technik in Österreich für die Einleitung von Niederschlagswasser in Oberflächengewässer (ÖWAV, 2019).• Folgende Gesetze und Regelungen sind beim Einleiten von Niederschlagswasser in Oberflächengewässer zu berücksichtigen:<ul style="list-style-type: none">– Österreichisches Wasserrechtsgesetz (WRG) (BGBl. Nr. 215/1959)– Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (AAEV) (BGBl. Nr. 186/1996)– Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer (QZV Chemie OG) (BGBl. Nr. 96/2006)– Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer (QZV Ökologie OG) (BGBl. Nr. 99/2010) <p><u>Mischwasserentlastungen</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Das ÖWAV-Regelblatt 19 definiert den Stand der Technik für die Bemessung von Mischwasserentlastungen (ÖWAV, 2007).• Folgende Gesetze und Regelungen sind bei der Bemessung von Mischwasserentlastungen zu berücksichtigen:<ul style="list-style-type: none">– Österreichisches Wasserrechtsgesetz (WRG) (BGBl. Nr. 215/1959)– Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (AAEV) (BGBl. Nr. 186/1996)– Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer (QZV Chemie OG) (BGBl. Nr. 96/2006)– Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer (QZV Ökologie OG) (BGBl. Nr. 99/2010) |
| Aktuelle Situation | <ul style="list-style-type: none">• Mit den ÖWAV-Regelblättern 19 und 35 wurde zwar ein klarer Stand der Technik für die Bewirtschaftung von Mischwasserentlastungen und die Einleitung von Niederschlagswasser aus Trennkansalisationen definiert, dieser wird jedoch noch nicht in ganz Österreich erfüllt. Bislang wurde noch keine gesetzliche Emissionsregelung für Mischwasserentlastungen erlassen.• Der ökologische und chemische Zustand von Gewässern wird mittels einer Kombination aus überblicksweiser Überwachung und operativer Überwachung beobachtet und in einem Beobachtungszyklus von sechs Jahren bewertet. Die Vorgaben sind in der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV, BGBl. Nr. 479/2006) definiert. Die Ergebnisse werden im GZÜV-Jahresbericht veröffentlicht und für die in der WRRL vorgesehenen Bewirtschaftungspläne für Einzugsgebiete (River Basin Management Plans) verwendet.• In Österreich beträgt der Anschlussgrad an die öffentliche Kanalisation über 95 % (BMLRT, 2020). Die Länge der öffentlichen Kanalisation wird auf rund 96.000 km geschätzt, davon 57.500 km Schmutzwasserkanäle, 27.500 km Mischwasserkanäle und die verbleibenden 11.000 km Regenwasserkanäle (BMLFUW, 2012). Zusätzlich gibt es geschätzt rund 10.000 Mischwasserüberläufe und Mischwasserüberlaufbecken sowie 1.500 Regenwasserbehandlungsanlagen (BMLFUW, 2012). Insgesamt werden in Österreich 1.869 komARA mit einer Ausbaugröße > 50 EW |

betrieben, davon 38 mit einer Ausbaupkapazität über 100.000 EW und 633 mit einer Ausbaugröße über 2.000 (BMLRT, 2020). Die nachfolgende Tabelle zeigt die Anzahl der komARA nach ihrer Ausbaupkapazität.

Tabelle 1: Anzahl und Ausbaupkapazität der komARA in Österreich (2018)

| Größenklasse (EW) | Anzahl komARA | | Ausbaupkapazität [EW] | |
|----------------------------------|---------------|-------------|-----------------------|-------------|
| | [n] | [%] | [EW ₆₀] | [%] |
| 51 - 1.999 | 1.236 | 66,1% | 455.862 | 2,1% |
| 2.000 - 10.000 | 367 | 19,6% | 1.733.363 | 7,9% |
| 10.001 - 15.000 | 46 | 2,5% | 597.725 | 2,7% |
| 15.001 - 150.000 | 201 | 10,8% | 8.967.108 | 40,7% |
| > 150.000¹⁾ | 19 | 1,0% | 10.280.867 | 46,6% |
| Gesamt | 1.869 | 100% | 22.034.925 | 100% |

1) ...Berücksichtigung von drei großen industriellen ARA mit einem kommunalen Abwasseranteil von jeweils mehr als 2.000 EW.

- Mit der derzeit in Österreich verfügbaren Datenbasis ist eine seriöse Schätzung des Rückstands bei der Erfüllung des Stands der Technik gemäß den ÖWAV-Regelblättern 19 und 35 schwierig.

Tabelle 2: Abwasseranfall in Österreich (BMLFUW, 2014)

| Abwassertyp | Abwassermengen | |
|---|--------------------------|------------|
| | [Mio. m ³ /a] | [%] |
| Kläranlagenabläufe | 963 | 42 |
| Niederschlagswassereinleitungen aus Trennkanalisationen | 514 | 22 |
| Mischwasserentlastungen | 145 | 6 |
| Versickerung in den Siedlungsgebieten | 63 | 3 |
| Straßenabwässer – Direkteinleitung in Fließgewässer | 252 | 11 |
| Straßenabwässer nach einer Gewässerschutzanlage – Direkteinleitung in Fließgewässer | 17 | 1 |
| Straßenabwässer zur Versickerung | 361 | 15 |
| Gesamt | 2.315 | 100 |

| | |
|--------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • In BMLFUW (2014) wurde der Abwasseranfall für Gesamtösterreich gemäß Regelblatt 19 berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 dargestellt. Wie der Tabelle entnommen werden kann, machen Mischwasserüberläufe (=Gemisch aus Schmutzwasser und Niederschlagswasser) nur 6 % des Gesamtabwasseraufkommens aus. |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Aufgrund der unvollständigen Datengrundlage ist es zwar nicht möglich, die für eine österreichweite Erfüllung des Stands der Technik erforderlichen Investitionen zu beziffern, man kann jedoch zumindest den Wert der Strukturen, die für eine Mischwasserbewirtschaftung nach dem Stand der Technik erforderlich sind, wie folgt abschätzen: <ul style="list-style-type: none"> – Die gesamte angeschlossene, befestigte Oberfläche aller Einzugsgebiete österreichischer ARA wird auf 154.000 ha geschätzt (BMLFUW, 2014) und setzt sich zusammen aus 62.000 ha versiegelter Fläche (z.B. Gebäude), 33.000 ha städtische Verkehrsflächen und 59.000 ha Verkehrsflächen im ländlichen Raum. – Rund 38 % der Kanalisationen in Österreich sind Mischsysteme, die übrigen ca. 62 % somit Trennkanalisationen. Um bei dieser Untersuchung die Einzugsgebietsgrößen entsprechend berücksichtigen zu können, wurden die einzelnen Anschlussgrade über die jeweiligen befestigten Flächen bzw. Niederschlagsabflussmengen gewichtet (BMLFUW, 2014). – Das erforderliche Speichervolumen pro Hektar angeschlossener, versiegelter Fläche beträgt bei ordnungsgemäßer Umsetzung des ÖWAV-Regelblatts 19 mindestens 15 m³ (ÖWAV, 2007). Die Kosten für die Errichtung der erforderlichen Speicherkapazität betragen rund 1.000 bis 1.500 €/m³. – Um das ÖWAV-Regelblatt 19 zur Gänze umzusetzen (was in Österreich nicht zutrifft), würden sich folglich geschätzte Investitionen in Höhe von 0,88 Mrd. € bis 1,32 Mrd. € ergeben. Bei einer Bevölkerung von ca. 8,9 Mio. Anfang 2021³ belaufen sich die Kosten pro Person auf 99 € bis 148 €. |

³ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/19292/umfrage/gesamtbevoelkerung-in-oesterreich/>

1.3 Handlungsoptionen – zukünftige Möglichkeiten für die Umsetzung in Österreich

1.3.1 Verpflichtung zur Erstellung integrierter Managementpläne für große Siedlungsgebiete

Mögliche Umsetzung in Österreich

- Die Möglichkeiten, die ein integriertes Management des Kanalisationssystems und der ARA bieten, sind in der wissenschaftlichen Gemeinschaft seit Jahrzehnten anerkannt. Nur durch einen ganzheitlichen Ansatz ist ein leistungs- und kostenmäßig optimaler Betrieb der beiden Systeme – Kanalisation und ARA – möglich.
- Eine Umsetzung des integrierten Managements findet sich in Österreich bisher nur teilweise.
- Die Berücksichtigung der Gesamtemission und/oder wassergüteorientierter Ansätze ermöglicht kosteneffiziente Lösungen, die optimal an die lokalen Gegebenheiten angepasst sind. Die vorhandenen Kapazitäten können dadurch bestmöglich eingesetzt und durch die (sub-)systemweite Berücksichtigung auf die Situation des aufnehmenden Gewässers bezogen werden.
- In Zukunft wird das Zusammenspiel mit der grün-blauen Infrastruktur wie Dachbegrünungen, Rückhaltezellen und drainagierte Gärten zunehmend im Fokus der Stadtentwicklung und der kommunalen Entwässerung stehen. Eine grün-blaue Infrastruktur hat einige positive, möglicherweise aber auch negative Auswirkungen auf kommunale Entwässerungssysteme und die ARA. Beispiele dafür sind die Verringerung des Oberflächenabflusses und die eventuelle Erhöhung des Fremdwasserabflusses.
- Wenn man die Grenze für größere Siedlungsgebiete bei 100.000 EW ansetzt, wären in Österreich 38 Siedlungsgebiete zu berücksichtigen.
- Bei Mischkanalisationen ist einer der sensibelsten Parameter für die Reduzierung der Gesamtemissionen die maximale Bemessungskapazität (maximal zulässiger Zulauf) der ARA. Im Gegensatz zu anderen europäischen Ländern ist dies in Österreich ein fixer Wert, was die bestmögliche, dynamische Nutzung der verfügbaren Kapazitäten (ARA und Speicherkapazität in der Kanalisation) verhindert.
- Eine konsequente Umsetzung von integriertem Management erfordert enge Zusammenarbeit und Koordination zwischen den Betreibern der ARA, kommunaler Entwässerung, Stadtplanung, Grünraum und Straßenbewirtschaftung.
- Wegen der Datenanforderungen und des notwendigen Systemverständnisses ist für die Umsetzung eine umfangreiche Überwachung der Systeme unumgänglich.
- Voraussetzung für diese Handlungsoption ist ein reibungsloser Informationsfluss auf Betriebsebene und mit allen involvierten Akteuren.

| | |
|-----------|--|
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Optimale Bewirtschaftung und Nutzung der bestehenden Infrastruktur, Feststellung von Systemreserven. • Mögliche Identifizierung optimaler Strategien im Hinblick auf wirtschaftliche, ökologische und operative Ziele. |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Erfordert inter- und transdisziplinäre Zusammenarbeit sämtlicher kommunaler Akteure (deshalb höherer Aufwand und größere Komplexität bei der Kommunikation). • Hohe Kompetenz des Planungs- und Betriebsteams erforderlich. |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Kosten für Datenerfassung, Informationsaustausch und Monitoring • Personalkosten (Schulung und/oder Neueinstellungen) |

1.3.2 Festlegung rechtsverbindlicher EU-Zielvorgaben

Mögliche Umsetzung in Österreich

- In den im ÖWAV-Regelblatt 19 beschriebenen Ansätzen werden weithin klar definierte, feste Werte als Zielvorgaben für eine geeignete Mischwasserbewirtschaftung verwendet.
- Erwähnenswert sind hier:
 - der Wirkungsgrad von MWÜ, der den in der Kläranlage zu behandelnden Anteil von gelösten Substanzen und absetzbaren Stoffen angibt (in % der Schadstofffrachten im Kanal im Einzugsgebiet der Mischkanalisation bei Regen), sowie
 - die Mindestverdünnung, die bei MWÜ voraussetzt, dass zu Beginn des Überlaufs das Verhältnis zwischen dem Drosselabfluss und dem durchschnittlichen Abfluss bei Trockenwetter größer als 8 ist.
- Teilweise wird der Wirkungsgrad des MWÜ an die örtlichen Gegebenheiten angepasst, in diesem Fall ausgehend von der Niederschlagshöhe und der Größe der ARA (ÖWAV, 2007). Die nachfolgende Tabelle stellt diese Beziehung dar.

| Mindestwirkungsgrad [%] für gelöste Stoffe / abfiltrierbare Stoffe | Bemessungsgröße der Kläranlage zu der die Mischkanalisation entwässert | |
|---|--|----------------|
| | ≤ 5.000 EW | ≥ 50.000 EW |
| maßgeblicher Regen | | |
| $r_{720,1} \leq 30 \text{ mm}/12\text{h}$ | 50 / 65 | 60 / 75 |
| $r_{720,1} \geq 50 \text{ mm}/12\text{h}$ | 40 / 55 | 50 / 65 |
| | Zwischenwerte linear interpolieren | |

- Auf europäischer Ebene existieren verschiedene Definitionen von festen Werten als Anforderungen für die Bewirtschaftung von Mischwasser und Niederschlagswasser. Häufig findet man eine Begrenzung gemäß der durchschnittlichen Anzahl (und Dauer) der MWÜ Ereignisse pro Jahr. Die nachfolgende Tabelle zeigt ausgewählte Beispiele für europäische Länder.

| | Belgien ¹ | Deutschland (Hessen) | Frankreich ¹ | Niederlande ¹ | Polen ¹ | UK ¹ |
|-------------------------------------|--|---|-----------------------------|--------------------------|--|-----------------|
| | Abhängig von der Vulnerabilität des Vorfluters | Nur für Mischwasser-überläufe ohne Speicher | Basierend auf Beobachtungen | | Abhängig von der Vulnerabilität des Vorfluters | |
| Max. Anzahl von Überlaufereignissen | von 10/a bis 0.1/a | 50/a | 20/a | 10/a | von 30/a bis 3/a | 10/a |

¹ Milieu (2016)

| | |
|-----------|---|
| Vorteil | <ul style="list-style-type: none"> • Ein klarer Vorteil wäre die internationale Vergleichbarkeit. • Ein gemeinsamer Mindeststandard könnte auf europäischer Ebene umgesetzt werden. |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Aufgrund bedeutender regionaler Unterschiede ist ein Vergleich der Vorteile schwierig. EU-weit harmonisierte Spezifikationen können aufgrund klimatischer und bioregion-spezifischer Anforderungen nur Mindestkriterien sein. Geeigneter erscheint eine Vorgangsweise auf Basis wassergüteorientierter Ziele wie z.B. des guten chemischen und biologischen Zustands eines Gewässers. • Die Umsetzbarkeit hängt von den gewählten Grenzen der Zielvorgabe ab (z.B. Überlaufdauer und Überlaufhäufigkeit) und könnte bedeutende Investitionen erfordern |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Nicht berechenbar. |

1.3.3 Risikobasierter Ansatz

Der risikobasierte Ansatz sieht die Möglichkeit einer Ausnahmeregelung vor, wenn die Wasserqualität des aufnehmenden Gewässers nachweislich nicht beeinträchtigt wird (gemäß den Zielen der WRRL).

| | |
|----------------------------------|--|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Im ÖWAV-Regelblatt 35 wird festgelegt, ob und in welchem Ausmaß eine Vorreinigung des Niederschlagswassers durchgeführt werden muss, bevor es in ein aufnehmendes Gewässer eingeleitet wird. Die Herkunftsorte des Niederschlagswassers und die Kapazität des aufnehmenden Gewässers werden berücksichtigt. Unabhängig davon sind die gemäß WRRL zulässigen chemischen Grenzwerte, die in Österreich in der QZV Chemie OG festgelegt sind, in jedem Fall einzuhalten. • Die nachfolgende Tabelle fasst die Vorgaben für die Vorreinigung abhängig von den Entstehungsorten und der Kapazität des aufnehmenden Gewässers gemäß ÖWAV-Regelblatt 35 (ÖWAV, 2019) zusammen. |
|----------------------------------|--|

| | Stehendes Gewässer | | | | Fließgewässer: MQ/Q < 100 | | | | Fließgewässer: MQ/Q > 100 | | | | |
|----|--------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------------|--|
| | Ohne Reinigung | Mechanische Reinigung | Reinigung über Bodenfilter | Reinigung mit technischem Filter | Ohne Reinigung | Mechanische Reinigung | Reinigung über Bodenfilter | Reinigung mit technischem Filter | Ohne Reinigung | Mechanische Reinigung | Reinigung über Bodenfilter | Reinigung mit technischem Filter | |
| F1 | z | x | x | x | z | x | x | x | z | x | x | x | |
| F2 | i.B. | i.B. | x | x | i.B. | x | x | x | z | x | x | x | |
| F3 | - | i.B. | X | x | - | i.B. | x | x | - | x | x | x | |
| F4 | - | - | i.B. | i.B. | - | - | x | x | - | - | x | x | |
| F5 | - | - | i.B. | i.B. | - | - | M | M | - | - | M | M | |
| | x | empfohlen | | | z | zulässig | | | MQ | Jahresabflussmenge im Gewässer | | | |
| | <u>i.B.</u> | individuelle Beurteilung | | | - | nicht zulässig | | | Q | Jahres-Projektsgebietsabfluss | | | |
| | M | Mindestanforderung | | | | | | | | | | | |
| | F1 | Gering verschmutzte Flächen | | | | | | F5 | Stark verschmutzte Flächen | | | | |

- Das Ziel der Mischwasserbehandlung gemäß ÖWAV-Regelblatt 19 ist, die Gesamtemissionen aus ARA und Mischwasserentlastungen so weit wie möglich zu verringern. Das ÖWAV-Regelblatt 19 enthält keinen Hinweis auf die WRRL; es werden jedoch Mindestanforderungen für eine wassergüteorientierte Bewertung des aufnehmenden Gewässers definiert und kritische Fälle berücksichtigt (ÖWAV, 2007). Die Mindestanforderungen für die Wasserqualität gemäß ÖWAV-Regelblatt 19 sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

| Hydraulische Belastung | NH4-N (NH3-N) | | Gelöster Sauerstoff | TSS |
|---|---------------|-------------|---------------------|---------------|
| | Salmoniden | Cypriniden | | |
| $Q_{e,1} < 0,1 \text{ bis } 0,5 \cdot HQ_1$ | max. 2.5 mg/l | max. 5 mg/l | min. 5 mg/l | 50 mg/l |
| | (0.1 mg/l) | (0.2 mg/l) | | (PE/MNQ > 25) |

Vorteile

- Eine Auswahl der wirtschaftlich effizientesten Lösungen ist möglich.
- Individuelle, an die lokale Situation angepasste Lösungen sowie eine explizite Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten sind möglich.

Nachteile

- Für die Beurteilung sind ein hoher Wissensstand und interdisziplinäre Fähigkeiten erforderlich.
- Der Einflussbereich der Auswirkungen ist oft schwierig zu ermitteln.
- Der Verzicht auf Mindestvorgaben kann zu einem ungleichen Umgang mit Kanalbetreibern führen, da die früher ausgestellte wasserrechtliche Bewilligung bevorzugt werden könnte.
- Ein Abgehen vom kombinierten Ansatz mit emissionsorientierten Mindestvorgaben und wassergüteorientierten weitergehenden Anforderungen wird kritisch gesehen. Wenn die geforderten emissionsorientierten Mindestvorgaben nicht erfüllt werden, besteht die Gefahr, dass die

| | |
|--------|---|
| | <p>wassergüteorientierten Grenzwerte rasch erreicht werden. Es ist dann keine weitere Einleitung möglich, was in der Folge zu einer Ungleichbehandlung verschiedener Gemeinden in einem Flussgebietseinzugsgebiet führen würde, da die früher ausgestellten wasserrechtlichen Bewilligungen bevorzugt werden könnten. Das emissionsbezogene Minimum und die sich an der Wassergüte orientierenden weitergehenden Anforderungen sind deshalb ein wichtiger Ansatz zur Erfüllung der Grenzwerte der WRRL.</p> |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> Keine Schätzung möglich. |

1.3.4 Verpflichtende Überwachung und Berichtspflichten gegenüber der EK betreffend Entlastungen und andere Einleitungen

| | |
|----------------------------------|--|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> In Österreich sind keine exakten Daten zur Anzahl der MWÜ oder der Anzahl und Menge der Einleitungen von Niederschlagswasser aus Trennsystemen vorhanden. Bei größeren Siedlungsgebieten ist die Datenlage besser. Rund 38 % der Abwasserreinigungssysteme in Österreich sind Mischwasserkanalisationen und somit sind rund 62 % Trennsysteme (BMLFUW, 2014). Laut Schätzungen existieren ungefähr 10.000 Mischwasserüberläufe bzw. Mischwasserüberlaufbecken sowie 1.500 Anlagen zur Behandlung von Niederschlagswasser (BMLFUW, 2012). Für eine österreichweite Überwachung aller Mischwasserabflüsse müssen wahrscheinlich 10.000 Bauwerke in Mischkanalisationen mit einer geeigneten Überwachungs-Technologie ausgestattet werden. Bei einigen Systemen ist dies bereits der Fall, von einer nationalen Umsetzung ist Österreich jedoch weit entfernt. Bei dieser Handlungsoption müsste eine österreichweite Registrierung der größten Einleitepunkte in Gewässer aus Trenn- und Mischkanalisationen entwickelt und umgesetzt werden. Obwohl noch nicht vollständig umgesetzt, wird in den österreichischen Dokumenten zum Stand der Technik eine regelmäßige Überwachung erwähnt: <ul style="list-style-type: none"> Das ÖWAV-Regelblatt 19 empfiehlt eine Überwachung mit Aufzeichnung der Häufigkeit der Beckenfüllung bzw. eines Beckenüberlaufs, der Dauer der Füllung/des Überlaufs, der Menge des in der Kanalisation weitergeleiteten Abwassers und der Betriebsstunden (ÖWAV, 2007). Im ÖWAV-Regelblatt 35 wird betont, dass bei Systemen, für die gemäß § 134 WRG 1959 eine wasserrechtliche Bewilligung erforderlich ist, mindestens alle fünf Jahre eine Überprüfung durchzuführen ist, sofern die Wasserrechtsbehörde nicht ein kürzeres Intervall für die Überprüfung vorschreibt. Dabei sind das Ausmaß der Auswirkung auf das Gewässer sowie die Betriebsbedingungen und die Wirksamkeit des Entwässerungssystems zu prüfen (ÖWAV, 2019). |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> Die durch die Überwachung erhaltenen Daten (Dauer, Häufigkeit, Menge etc.) zu den Mischwasserentlastungen und Niederschlagseinleitungen sind von Bedeutung: |

| | |
|-----------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Das Systemverhalten kann analysiert und die Haupteinleitpunkte können identifiziert werden (Hot-Spot-Analyse). - Die Daten würden eine ausgezeichnete Grundlage für die Optimierung des Systems und zielorientierte Investitionsentscheidungen darstellen. |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Investitionskosten • Erforderliche Wartung • Zentrales oder semi-zentrales Datenmanagementsystem erforderlich. • Die erfassten Daten sind wertlos, wenn sie nicht rechtzeitig verarbeitet, validiert und evaluiert werden. |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Die Investitionskosten für Sensoren zur quantitativen Überwachung von Mischwasserentlastungen (Häufigkeit, Dauer und/oder Menge) können von 200 € - 15.000 € pro Einleitpunkt betragen. Wenn nur die Häufigkeit und die Dauer, aber nicht die Einleitmenge oder gar die Schadstoffmengen berücksichtigt werden sollen, liegen die Investitionskosten zwischen 100 € und 1.000 € (Hofer et.al., 2018). • Wenn auch die Schadstoffkonzentrationen und -dynamik überwacht werden sollen, muss mit Investitionskosten in Höhe von 15.000 € oder mehr gerechnet werden (Hofer et.al., 2018). • Zusätzlich zu den Investitionskosten sind die Installationskosten, Wartungskosten und Kosten für die Datenevaluierung zu berücksichtigen. • Eine grobe Berechnung der erforderlichen Investitionen basierend auf der Annahme von ca. 10.000 MWÜ und Mischwasserüberlaufbecken sowie Investitions- und Installationskosten in Höhe von 1.000 € ergibt eine Investition in Höhe von 10 Mio. €. Wenn auch das Überlaufvolumen oder sogar die Verschmutzungskonzentrationen überwacht werden sollen, ist von einer Investition in Höhe von 150 Millionen Euro und darüber auszugehen. Dazu kommen die notwendigen Kosten für Wartung und Datenverarbeitung. Bei 2 bis 3 erforderlichen Personen und einem monatlichen Wartungsintervall beläuft sich die Schätzung auf 20 bis 30 Millionen Euro jährlich. |

1.3.5 Verbot von Einleitungen aus Trennkanalisationen in Oberflächengewässer ohne Mindestreinigung für Regenwasser

| | |
|----------------------------------|---|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Das Verbot Niederschlagswässer einzuleiten, die in Bezug auf hydraulische Belastung und Wasserqualität nicht vorbehandelt wurden, ist bereits als eine Grundidee im ÖWAV-Regelblatt 35 enthalten (ÖWAV, 2019). Eine Einleitung ohne Vorbehandlung ist nur bei weniger verschmutzten, abflusswirksamen Oberflächen und/oder aufnehmenden Oberflächengewässern mit ausreichend hohem Abfluss zulässig. • Im ÖWAV-Regelblatt 35 wird die hydraulische Belastung der aufnehmenden Oberflächengewässer explizit berücksichtigt. Um das aufnehmende Gewässer vor hydraulischem Stress zu schützen, ist das Einleiten nur zulässig, wenn die hydraulischen (Mindest-)Anforderungen eingehalten werden. Eine Retention ist |
|----------------------------------|---|

| | |
|-----------|---|
| | <p>erforderlich, wenn der Regenwasserabfluss von Regenwasserkanälen größer als 10 % bis 50 % des Einjahres-Hochwasserabflusses des aufnehmenden Gewässers während eines Einjahres-Bemessungsereignisses beträgt (ÖWAV, 2019).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das ÖWAV-Regelblatt 35 ist noch nicht österreichweit umgesetzt. • Unabhängig davon müssen in jedem Fall die chemischen Grenzwerte der WRRL, die in Österreich in der QZV Chemie OG definiert sind, eingehalten werden. |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Zusätzliche Verringerung der durch das Niederschlagswasser eingeleiteten Schadstofffrachten. • Teilweise weitere Reduzierung der Einleitungen von Spurenstoffen, wie etwa Schwermetallen, möglich. |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Die Umsetzung weiterer Maßnahmen ist im ländlichen Raum platzmäßig und hinsichtlich möglicher Standorte nicht kritisch; im städtischen Raum könnten Probleme bei der Findung geeigneter Standorte auftreten. |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Aufgrund der unvollständigen Datenlage in Österreich ist eine Schätzung des Ausmaßes der erforderlichen Maßnahmen – und damit der Kosten – nicht möglich. |

1.4 Weitere Datenerfassung/Datenauswertung

Auf EU-Ebene sowie auf Bundes- und Länderebene gibt es eine Vielzahl von Online-Portalen, die Zugang zu einer umfangreichen Sammlung von Geoinformationen und Landnutzungsdaten bieten. In Österreich betreiben die einzelnen Bundesländer auch zusätzliche Online-Portale. Das BMLFUW (2015) fasst die wichtigsten Online-Portale zusammen, die in der Zwischenzeit noch erweitert wurden. Beispielsweise sind Kanaldaten über verschiedene digitale Kanalregister auf Bundesländerebene verfügbar. Das Kanalinformationssystem LIS etwa wird in Österreich umfassend eingesetzt. Hydrologische Daten sind im e-HYD-Portal oder den hydrographischen Diensten der Länder sowie bei der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) verfügbar. Trotz der zahlreichen Möglichkeiten, Referenzdaten zu erhalten, gibt es im Bereich der kommunalen Entwässerung erhebliche Informationslücken und fehlende Daten. Es gibt keinen vollständigen Überblick über die genaue Anzahl der Einleitpunkte – Mischwasserentlastungen und Niederschlagswassereinleitungen. Auch die Häufigkeit, Dauer und Menge der Einleitungen oder Überläufe sind unbekannt. Eine umfassende Datensammlung und zentrale Erfassung fehlen hier. Weiters fehlen Informationen dazu, ob Daten zu Niederschlagswassereinleitungen und Mischwasserentlastungen erfasst werden und in welcher Form diese Daten verwaltet werden.

1.5 Quellen

1.5.1 Gesetzgebung Österreich

BGBL. Nr. 215/1959 (idgF). Wasserrechtsgesetz 1959 – WRG. 1959. Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010290/WRG%201959%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBL. Nr. 186/1996 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die allgemeine Begrenzung von Abwasseremissionen in Fließgewässer und

öffentliche Kanalisationen (Allgemeine Abwasseremissionsverordnung – AAEV). Verfügbar

unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010977/>

[AAEV%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf](https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010977/AAEV%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf)

BGBL. Nr. 96/2006 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des Zielzustandes für

Oberflächengewässer (Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer – QZV

Chemie OG). Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/>

[Bundesnormen/20004638/QZV%20Chemie%20OG%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf](https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/20004638/QZV%20Chemie%20OG%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf)

BGBL. Nr. 99/2010 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des ökologischen Zustand für

Oberflächengewässer (Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer – QZV

Ökologie OG). Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/>

[Bundesnormen/20006736/QZV%20%2c%20%96kologie%20%a0OG%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf](https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/20006736/QZV%20%2c%20%96kologie%20%a0OG%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf)

BGBL. Nr. 479/2006 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und

Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Überwachung des Zustandes von Gewässern (Gewässerzustandsüberwachungsverordnung – GZÜV). Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/20005172/GZ%2c%20%9cV%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

1.5.2 Gesetzgebung EU

Richtlinie 91/271/EWG vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser (Kommunale Abwasserrichtlinie, kA-RL). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A31991L0271>

Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32000L0060>

1.5.3 Leitfäden

ÖWAV (2007). ÖWAV-Regelblatt 19 – Richtlinien für die Bemessung von Mischwasserentlastungen

ÖWAV (2019). ÖWAV-Regelblatt 35 – Einleitung von Niederschlagswasser in Oberflächengewässer

1.5.4 Peer-reviewed papers

Hofer T., Montserrat A., Gruber G., Gamerith V., Corominas L. & Muschalla D. (2018). A robust and accurate surrogate method for monitoring the frequency and duration of combined sewer overflows. Verfügbar unter: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-018-6589-3>

1.5.5 Berichte und Publikationen

BMLFUW (2012). Technische Herausforderungen in der Siedlungswasserwirtschaft. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. Verfügbar unter: <https://www.bmlrt.gv.at/service/publikationen/wasser/Technische-Herausforderungen-in-der-Siedlungswasserwirtschaft.html>

BMLFUW (2014). Spurenstoffemissionen aus Siedlungsgebieten und von Verkehrsflächen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. Verfügbar unter: <https://www.bmlrt.gv.at/service/publikationen/wasser/Spurenstoffemissionen-aus-Siedlungsgebieten-und-von-Verkehrsflaechen.html>

BMLFUW (2015). DATMOD - Sanierungs- und Anpassungsplanung von kleinen und mittleren Kanalnetzen

BMLRT (2020). Kommunales Abwasser – Österreichischer Bericht 2020.
Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT), Wien.
Verfügbar unter: https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasser-eu-international/europaeische_wasserpolitik/lagebericht_2020.html

Milieu (2016). Assessment of impact of storm water overflows from combined wastewater collecting systems on water bodies (including the marine environment) in the 28 EU Member States - Final Report for Task 1.2. Verfügbar unter: <https://circabc.europa.eu/sd/a/d423b03f-93c2-4fbc-9254-e0d23d587c53/Task%20%20EU%20Member%20States%20legislation>

2 Factsheet – Kleinere Siedlungsgebiete (<2.000 EW)

Autoren:

Katharina Lenz¹

Clemens Steidl¹

Günter Langergraber²

¹Umweltbundesamt, Spittelauer Lände 5, 1090 Wien, Mail: office@umweltbundesamt.at

²Institut für Siedlungswasserbau, Industrierewasserwirtschaft und Gewässerschutz (SIG),
Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Muthgasse 18, 1190 Wien, Mail: sig-office@boku.ac.at

2.1 Hintergrund

Die kA-RL zielt auf die Sammlung und Behandlung von kommunalem Abwasser ab. In Art. 4, Art. 5 und Anhang I bezieht sich die Richtlinie auf bestimmte Behandlungsanforderungen (Emissionsgrenzwerte, Mindestreduktionsraten) für Abwasser aus Siedlungsgebieten mit einer Größe (=anfallende Belastung) von ≥ 2.000 EW. In Art. 7 der Richtlinie wird erwähnt, dass für Siedlungsgebiete mit einer Größe von < 2.000 EW das in Kanalisationen eingeleitete kommunale Abwasser vor dem Einleiten in Gewässer eine geeignete Behandlung erfährt.

Die Richtlinie definiert "Gemeinde" als ein Gebiet, in welchem Besiedlung und/oder wirtschaftliche Aktivitäten ausreichend konzentriert sind für eine Sammlung von kommunalem Abwasser und eine Weiterleitung zu einer kommunalen Abwasserreinigungsanlage oder einer Einleitungsstelle (Art. 2(4)). Die Richtlinie legt keine weiteren Details für ihre Abgrenzung fest.

Das Dokument *Terms and definitions of the UWWTD* (Begriffe und Definitionen der kA-RL) (EK, 2006) stellt klar, dass der Begriff Siedlungsgebiet nicht mit administrativen Einheiten (wie Gemeinden) verwechselt werden sollte. Für die Ermittlung der anfallenden Belastung eines Siedlungsgebietes sollte folgende Quellen berücksichtigt werden:

- die einheimische Bevölkerung + saisonale Veränderungen + die nicht einheimische Bevölkerung (z.B. Tourismus) und
- gewerbliches bzw. industrielles Abwasser, das in kommunale Kanalisationen oder in kommunale Abwasserreinigungsanlagen eingeleitet wird und
- die anfallende Belastung durch Abwasser von Haushalten und kommunales Abwasser aus den oben erwähnten Sektoren, sowie Schmutzfrachten die bisher (noch) nicht in einem Kanalsystem erfasst sind oder z.B. in Kleinkläranlagen behandelt werden.

Geeignete Behandlung gemäß der kA-RL (Art. 2(9)) bedeutet Behandlung von kommunalem Abwasser durch ein Verfahren und/oder Entsorgungssystem, welches sicherstellt, dass die aufnehmenden Gewässer den maßgeblichen Qualitätszielen sowie den Bestimmungen dieser und jeder anderen einschlägigen Richtlinie der Gemeinschaft entsprechen.

Die von der Europäische Kommission (EK) zu Beginn des Impact Assessment zur Überarbeitung der kA-RL vorgeschlagenen Handlungsoptionen⁴ sind:

- a) Herabsetzung des Schwellenwertes auf 1.000/500/200 EW
- b) Von der EU festgelegter Ansatz von EW pro ha
- c) Risikobasierter Ansatz mit der Möglichkeit von Ausnahmeregelungen, wenn die Wasserqualität des Gewässers, in das Abwasser eingeleitet wird, nachweislich nicht beeinträchtigt wird (gemäß den Zielen der WRRL)

2.2 Aktuelle Situation in Österreich

Rechtliche Grundlagen

- In Österreich wird die kA-RL mittels der Allgemeinen Abwasseremissionsverordnung (AAEV, BGBl. Nr. 186/1996) und der Ersten Abwasseremissionsverordnung für kommunales Abwasser für komARA > 50 EW (**1. AEVkA**, BGBl. Nr. 210/1996) umgesetzt. Die Letztere gibt Emissionsgrenzwerte und Entfernungsgrade für komARA mit einer Größe von > 50 EW vor. Für Abwasserreinigungsanlagen ≤ 50 EW gelten die allgemeinen Grundsätze der Abwasserbehandlung gemäß der AAEV ohne Untergrenze. Beim Zulassungsprozess werden Emissionsgrenzwerte für ARA ≤ 50 EW auf der Grundlage einer individuellen Beurteilung festgelegt, wobei die Emissionsgrenzwerte der AAEV als Richtwerte dienen (§ 4 (4) AAEV). Für einzelne Objekte in entlegenen (Berg-)gebieten (in Österreich hauptsächlich Berghütten) gilt die 3. Abwasseremissionsverordnung für kommunales Abwasser (3. AEVkA, BGBl. II Nr. 249/2006).
- Für BSB₅ und CSB sieht die 1. AEVkA strengere Normen vor als die kA-RL (Tabelle 3). Darüber hinaus schreibt die österreichische Verordnung die Entfernung von NH₄-N für alle komARA vor, d.h. eine maximale Ablaufkonzentration von 10mg/l NH₄-N bzw. 5 mg/l NH₄-N gilt jeweils für komARA ≤ 500 und > 500 EW für Abwasserablauftemperaturen höher als 12°C.

⁴ Präsentation bei einem Webmeeting am 29. Juni 2020 und Detaillierung in einem Hintergrundpapier zu einem weiteren Webmeeting am 22. November 2020

Tabelle 3: Behandlungsanforderungen gemäß der kA-RL und der 1. AEVkA

| Parameter | Anforderung | kA-RL (91/271/EWG) (Ablaufkonzentration / Mindestentfernungsgrad) | Österreichisches Recht (1. AEVkA) |
|------------------|------------------------|---|--------------------------------------|
| BSB ₅ | Ablaufkonzentration | komARA für Siedlungsgebiete ≥ 2.000 EW: 25 mg/l | komARA > 50 EW: 25 mg/l |
| | Mindestentfernungsgrad | 70-90 % | komARA ≥ 1.000 EW: 95% |
| CSB | Ablaufkonzentration | komARA für Siedlungsgebiete > 2.000 EW 125 mg/l | komARA > 50 EW: 90 mg/l |
| | Mindestentfernungsgrad | 75% | komARA ≥ 1.000 EW: 85% |

- Nach den spezifischen Baugesetzen der einzelnen Bundesländer bzw. den Kanalanschlussgesetzen (siehe Kapitel 2.5.1), ist der Anschluss an die vorhandenen Kanalisationssysteme gemäß den gesetzlichen Bestimmungen der Bundesländer verpflichtend. Unter bestimmten Umständen kann es eine Ausnahme von der Verpflichtung eines Anschlusses geben.

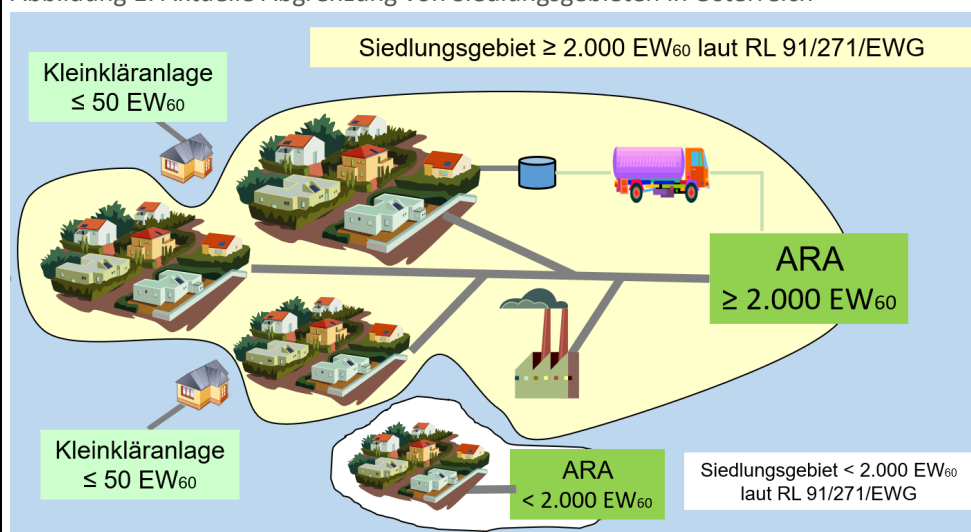
Aktuelle Situation

- Für die Definition von Gemeinden ≥ 2.000 EW gemäß der kA-RL hat Österreich beschlossen, den Ansatz zu wählen, dass eine Gemeinde das Einzugsgebiet einer komARA mit einer Größe (Kläranlagenkapazität) ≥ 2.000 EW ist. Dieser Ansatz bedeutet, dass die Größe einer komARA der Größe der Gemeinde entspricht (siehe Abbildung 1). Das entspricht den allgemeinen Bestimmungen der Richtlinie, die in dem Dokument *Terms and definitions of the UWWTD* (Begriffe und Definitionen der kA-RL) wie folgt festgelegt werden.

„Es ist hervorzuheben, dass das Siedlungsgebiet mit dem ausreichend konzentrierten Gebiet selbst und nicht mit der tatsächlichen Situation des vorhandenen „Einzugsgebietes“ eines Kanalisationssystems (d.h. eines Kanalnetzes) innerhalb der Gemeinde zusammenfällt.“

Wenn das Kanalisationssystem jedoch das ganze Gebiet abdeckt, könnten die Grenzen der Gemeinde gemäß dieser Richtlinie mit den Grenzen des Kanalisationssystems zusammenfallen. Mit anderen Worten, das „Einzugsgebiet“ eines Kanalisationssystems fällt mit den Grenzen der Gemeinde zusammen, wenn der Anschlussgrad für die Gemeinde 100 % beträgt.“

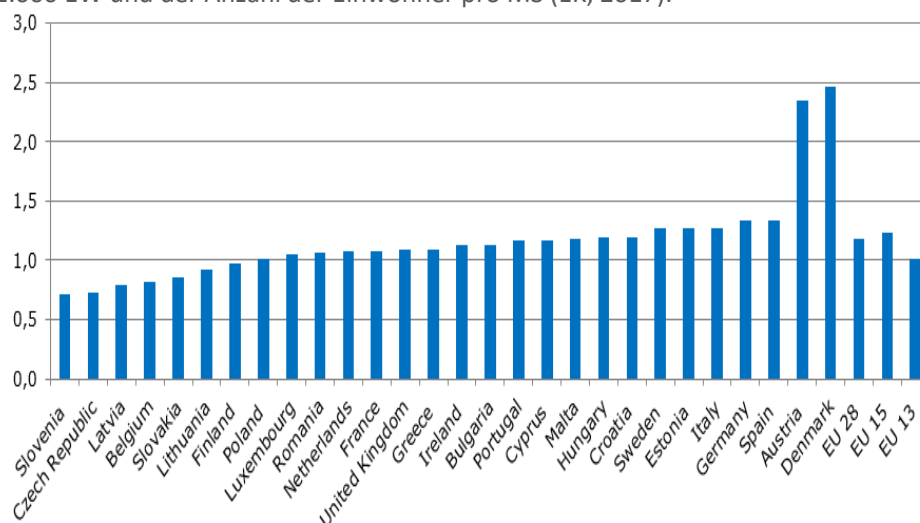
Abbildung 1: Aktuelle Abgrenzung von Siedlungsgebieten in Österreich



- Informationen über die Methodik der Definition von Siedlungsgebieten wird nicht regelmäßig von der EK abgefragt. Verschiedene Mitgliedstaaten (MS) definieren die anfallende Belastung von Siedlungsgebieten auf der Grundlage der Bevölkerungsdichte, während andere MS (z.B. Deutschland, Niederlande) die zufließende Fracht einer komARA multipliziert mit einem Gewichtungsfaktor heranziehen.

Bei der 6. Sitzung der Expertengruppe zur kA-RL am 18./19. Mai 2017 präsentierte die EK eine Evaluierung des Verhältnisses zwischen der anfallenden Belastung von Siedlungsgebieten ≥ 2.000 EW und der Einwohnerzahl für das Referenzjahr 2014 (Abbildung 2). Das hohe Verhältnis für Österreich ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass die Definition der Größe eines Siedlungsgebietes in Österreich die Kläranlagenkapazität von komARA berücksichtigt (EW), die einen Auslegungsparameter darstellt. Sie berücksichtigt den maximalen Abwasserzufluss und zukünftige Entwicklungen in Hinblick auf angeschlossene Einwohner, sowie indirekte Einleitungen von Industrie und Tourismus. Während die Kläranlagenkapazität von komARA ≥ 2.000 EW im Jahr 2018 bei 22,0 Millionen EW lag, betrug die zufließende Fracht (= Fracht, die in die komARA gelangt) 15,0 Millionen EW, wovon 8,5 Millionen von den Einwohnern (E) und 6,5 Millionen EW von industriellen Einleitungen stammten.

Abbildung 2: Verhältnis zwischen der anfallenden Belastung von Siedlungsgebieten ≥ 2.000 EW und der Anzahl der Einwohner pro MS (EK, 2017).



- Im Datenmodell für die Berichterstattung im Rahmen der kA-RL spiegelt sich der österreichische Ansatz in einem 1:1 Verhältnis zwischen Siedlungsgebieten und komARA wider (ein Siedlungsgebiet ist an eine komARA angeschlossen). Das Datenmodell sieht des Weiteren die Möglichkeiten eines 1:n Verhältnisses (ein Siedlungsgebiet angeschlossen an mehrere komARA) und eines n:1 Verhältnisses (mehrere Siedlungsgebiete an eine komARA angeschlossen) vor.
- 2018 gab es 29.380 komARA mit einer gesamten Klärkapazität von 22,3 Millionen EW. Davon decken die ungefähr 28.750 ARA < 2.000 EW 3,3 % der gesamten Klärkapazität in Österreich ab (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Anzahl und Klärkapazität von ARA in Österreich (2018)

| Größen- klasse (EW) | Anzahl der Abwasser- reinigungsanlagen | | Klärkapazität der Anlagen | | Quellen-nachweis |
|----------------------------|---|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| | [n] | [%] | [EW] | [%] | |
| ≤ 50 | 27.452 | 93,4% | 260.500 | 1,2% | Langergraber et al. (2018) |
| 51 – 500 ¹⁾ | 1.040 | 3,5% | 180.000 | 0,8% | ÖWAV (2019) |
| 501 – 1.999 ¹⁾ | 255 | 0,9% | 287.356 | 1,3% | ÖWAV (2019), BMLRT (2020) |
| ≥ 2.000 ²⁾ | 633 | 2,2% | 21.579.063 | 96,7% | BMLRT (2020) |
| Gesamt | 29.380 | 100% | 22.306.919 | 100% | |

1) Die Zahlen unterscheiden sich von den Zahlen für ARA der Größenklasse 51 -1.999 EW in dem kA-RL Art. 16-Bericht (1.236, BMLRT, 2020). Der Grund dafür ist, dass für Tabelle 4 eine zusätzliche Datenbank berücksichtigt wurde (ÖWAV, 2019).

2) Berücksichtigung von drei großen industriellen ARA mit einem kommunalen Abwasseranteil von > 2.000 EW.

- Auf nationaler Ebene werden auf der Grundlage der kA-RL, des Österreichischen Wasserrechtsgesetzes (BGBl. Nr. 215/1959) und der nationalen Emissionsregisterverordnung (Verordnung über ein elektronisches Register zur Erfassung aller wesentlichen Belastungen von Oberflächenwasserkörpern durch Emissionen von Stoffen aus Punktquellen, EmRegV-OW, BGBl. II 207/2017) jährlich detaillierte Informationen über komARA \geq 2.000 EW erhoben.
Detaillierte Informationen bezüglich komARA < 2.000 EW werden nicht regelmäßig auf nationaler Ebene erhoben, sondern im Rahmen des Vollzugs des Wasserrechtsgesetzes auf Ebene der neun Bundesländer und/oder der ungefähr 100 österreichischen Bezirke erfasst. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass die österreichische Bundesregierung die Dienststellen der Bundesländer für den Vollzug des österreichischen Wasserrechtsgesetzes einsetzen (indirekte Bundesverwaltung). Alle zwei Jahre stellen die Regierungen der Bundesländer der nationalen Behörde aggregierte Daten über komARA in der Größenklasse 51-1.999 EW zur Verfügung, da diese Informationen für die Berichterstattung gemäß der geltenden kA-RL erforderlich sind.
- 2018 verzeichnete Österreich 2.096 Gemeinden (Verwaltungseinheiten), von denen 1.144 Gemeinden mit < 2.000 Einwohner waren. Davon waren 1.026 Gemeinden an komARA \geq 2.000 EW angeschlossen. Das Abwasser aus den verbleibenden 118 Gemeinden < 2.000 Einwohner wird in komARA mit einer Größenklasse von 51-1.999 EW, in kleineren Abwasserreinigungsanlagen oder Hauskläranlagen (\leq 50 EW) behandelt, oder in wasserdichten Dreikammerfaulanalgen gesammelt und mit einem Tankwagen zu einer komARA transportiert (BMLRT, 2000).
- Der Anschlussgrad der österreichischen Bevölkerung an die Abwassersammelsysteme mit Behandlung in komARA \geq 50 betrug 2018 95,9 % (BMLRT, 2020). Die verbleibenden 4,1% sind aufgrund des Siedlungscharakters in Österreich (zahlreiche verstreute Siedlungen) nicht angeschlossen. Diese Haushalte entsorgen ihr Abwasser über kleine ARA (Abwasserreinigungsanlagen \leq 50 EW) oder über wasserdichte Senkgruben (die entsorgten Inhaltsstoffe werden zu größeren komARA transportiert oder in der Landwirtschaft wiederverwertet).

Kosten
(-schätzung)

- Die Kosten für die jährliche bundesweite Datenerhebung von komARA \geq 2.000 EW gemäß der EmRegV-OW belaufen sich auf ungefähr 54.000 € (2018 deckte das EMREG-OW 633 komARA (72%) und 246 industrielle Anlagen (28 %) ab. Die geschätzten Kosten stammen von der prozentuellen Zuteilung der gesamten jährlichen Kosten für die Datenerhebung gemäß EmRegV-OW). Diese Daten beinhalten nicht die Kosten für die Datenerhebung auf Ebene der komARA-Betreiber und der Bundesländer. Sie beinhalten auch nicht die Kosten für die Wartung, den Betrieb und die Weiterentwicklung der EMREG-OW Datenbank. Die Letzteren betragen ungefähr 155.000 €/a.

2.3 Handlungsoptionen – zukünftige Möglichkeiten für die Umsetzung in Österreich

2.3.1 Herabsetzung des Schwellenwertes auf 1.000/500/200 EW

Mögliche Umsetzung in Österreich

- Die 1. AEVKA sieht strengere Behandlungsstandards vor als dies derzeit bei der kA-RL der Fall ist. Wenn sich die Behandlungsstandards der kA-RL nicht ändern, so würde ein Herabsetzen des Schwellenwertes für die Berücksichtigung von Gemeinden gemäß der kA-RL auf 1.000 EW/ 500 EW / 200 EW keine Aufrüstung von vorhandenen komARA erfordern.
- Die genaue Anzahl der komARA in den Größenklassen 1.000-1.999 EW, 500-999 EW und 200-499 EW ist nur auf Ebene der Bundesländer verfügbar. Von den Informationen, die derzeit veröffentlicht werden (ÖWAV, 2019; BMLRT, 2020) können nur die Siedlungsgebiete in der Größenklasse > 500 EW bis 1.999 EW berechnet werden (255 komARA mit einer Kläranlagenkapazität von 287.356 EW = 1,3% der gesamten Kläranlagenkapazität. Wenn der Schwellenwert von Siedlungsgebieten auf 500 EW herabgesetzt würde, dann müssten diese komARA zusätzlich im Rahmen der EmregV-OW Bericht erstatten.
- Die österreichische Bank, welche die Infrastruktur finanziert (Kommunalkredit, KPC) verfügt über Informationen betreffend diese kleinen komARA, die sie seit 1993 kofinanziert hat. Auf der Grundlage dieser Daten wurde die Anzahl von kleinen komARA wie folgt geschätzt.

| Größenklasse | Anzahl von komARA | | Faktor |
|---------------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------|
| | KPC kofinanziert | Daten von anderen Publikationen | |
| 500 - 1.999 EW | 184 | 255 | 1,39 |
| Schätzungen mit dem Faktor 1.39 | KPC kofinanziert | Gesamt | |
| 200 EW - 499 EW | 202 | 280 | |
| 500 EW - 999 EW | 97 | 135 | |
| 1.000 EW - 1.999 EW | 87 | 120 | |
| Gesamt | 386 | 535 | |

Vorteile

- Zentrale und regelmäßige Verfügbarkeit von Daten über kleinere komARA und deren Reinigungsleistung auf nationaler Ebene (Daten, die für die wasserwirtschaftliche Planung auf Bundesebene verwendet werden).

Nachteile

- Eine Herabsetzung des Schwellenwertes würde zu einem zusätzlichen Berichterstattungs Aufwand führen. Unter der Annahme, dass komARA der

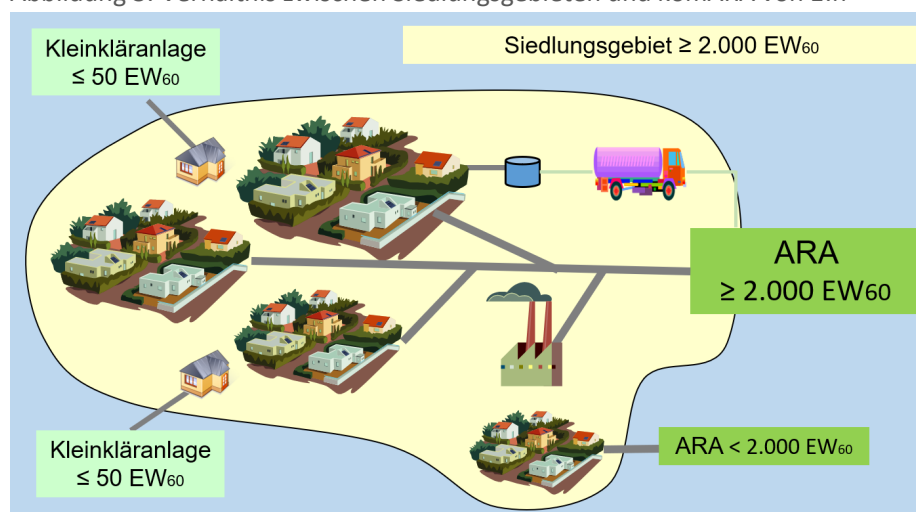
| | |
|--------|---|
| | <p>Größenklasse 500-1.999 EW zusätzlich im EMREG-OW erfasst werden, würde die Anzahl der komARA, die im EMREG-OW Bericht erstatten, um mehr als 1/3 ansteigen, wobei nur 1,3 % der zusätzlichen Kläranlagenkapazität abgedeckt wird (höhere Kosten versus geringen Nutzen).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Behörden der Bundesländer müssen die nationalen Behörden über Stammdaten der komARA in Kenntnis setzen, da in einigen Bundesländern Informationen über komARA >2.000 EW hauptsächlich auf Ebene der Bezirksverwaltungsbehörden zur Verfügung stehen. |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • 255 zusätzliche komARA mit einer Größe von 501-1.999 EW: die Datenerhebung gemäß EmRegV-OW würde ungefähr 22.000 €/a entsprechen (auf der Grundlage der laufenden Kosten, die ungefähr 85 € pro komARA betragen). Diese Daten beinhalten nicht die Kosten für die Datenerhebung auf Ebene der komARA-Betreiber und der Bundesländer. Sie beinhalten auch nicht die Kosten für die Wartung, den Betrieb und die Erweiterung der EMREG-OW Datenbank. |

2.3.2 Von der EU festgelegter Ansatz von EW pro ha

Mögliche Umsetzung in Österreich

- Im Falle eines von der EU festgelegten Ansatzes für die Definition von Siedlungsgebieten auf der Grundlage von EW/ha muss die Definition von Siedlungsgebieten in Österreich überarbeitet werden. Die erforderlichen Informationen für die Überarbeitung beinhalten:
 - GIS-Layers mit den Grenzen von verbauten Gebieten
 - GIS-Layer: CORINE Land Cover
 - Daten zur Wohnbevölkerung
 - Daten über Tourismus
 - Informationen über industrielle Anlagen, die an öffentliche Kanalisationssysteme angeschlossen sind
- Ein veränderter Ansatz könnte dazu führen, dass das Verhältnis zwischen Siedlungsgebieten und komARA sich von 1:1 auf 1:n (siehe Abbildung 3) oder auf n:1 ändert.

Abbildung 3: Verhältnis zwischen Siedlungsgebieten und komARA von 1:n



| | |
|------------------|--|
| <p>Vorteile</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Bessere Vergleichbarkeit von Siedlungsgebieten unter den MS. • Die entstandene Belastung (EW) ist näher an den tatsächlich entstandenen Abwasserfrachten (BMLRT, 2020). Die Berücksichtigung von angeschlossener Bevölkerung, Tourismus und angeschlossener Industrie bildet die tatsächlich anfallende Abwasserfracht genauer ab, als die derzeit in Österreich für die Definition des Siedlungsgebietes verwendete Ausbaupkapazität der Kläranlage. Letztere berücksichtigt auch zukünftige Entwicklungen und überschätzt die aktuelle Größe der Siedlungsgebiete tendenziell. |
| <p>Nachteile</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Im Fall eines 1:n-Verhältnisses zwischen Siedlungsgebiet und komARA könnte die Situation eintreten, dass ein Siedlungsgebiet eine zentrale komARA hat, aber auch an mehrere (kleinere) ARA angeschlossen ist (z.B. innerhalb der Grenzen des Siedlungsgebietes gibt es 25 komARA ≤ 500 EW, 12 komARA mit einer Größe von 51-500 EW und 13 ARA ≤ 50 EW) (Langergraber et al., 2018). Dies würde dazu führen, dass es erforderlich ist, die Behandlungsanforderungen gemäß KA-RL auch für komARA < 2.000 EW festzulegen, nachzuweisen und zu dokumentieren und der EK regelmäßig Bericht zu erstatten. Darüber hinaus wären komARA ≤ 50 EW als Kleinkläranlagen zu melden, die gemäß Art. 15 der geltenden KA-RL von der Berichterstattung ausgenommen sind. |
| <p>Kosten</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Die zusätzlichen Kosten, hauptsächlich für Datengenerierung und Berichterstattung, konnten nicht evaluiert werden. |

2.3.3 Risikobasierter Ansatz

Der risikobasierte Ansatz sieht die Möglichkeit einer Ausnahmeregelung vor, wenn die Wasserqualität des Gewässers, in das Abwasser eingeleitet wird, nachweislich nicht beeinträchtigt wird.

| | |
|----------------------------------|--|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Es wird davon ausgegangen, dass diese Handlungsoption bedeutet, dass in kleineren Siedlungsgebieten die Behandlungsanforderungen nach der kA-RL herabgesetzt werden könnten, wenn die Wasserqualität des Vorfluters nachweislich nicht beeinträchtigt wird. • Da Österreich für die Abwasserbehandlung in komARA > 50 EW, aber auch für Abwasserreinigungsanlagen ≤ 50 EW, eindeutige Standards vorsieht, würde diese Handlungsoption Österreich nicht betreffen. • Ein risikobasierter Ansatz mit weniger strengen Anforderungen, wenn der Vorfluter nicht beeinträchtigt wird, wird in Österreich nur in sehr speziellen Fällen angewendet. Hierbei ist ein strenges Bewilligungsverfahren mit einer Möglichkeit der Beschwerde durch das Bundesministerium vorgesehen. Strenge emissionsbasierte Anforderungen hinsichtlich der Einleitungen gelten im ganzen Land unabhängig vom Vorfluter. Wenn das Gewässer dies erfordert, wird die Einhaltung strengerer Auflagen verlangt. Die risikobasierte Bewertung des Vorfluters erfolgt im Zuge der einzelfallspezifischen Bewertung, wenn die Genehmigungen für den Betrieb von ARA durch die lokalen Behörden erteilt werden. |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Österreich wendet den kombinierten Ansatz mit in Verordnungen festgelegten emissionsorientierten Mindestanforderungen auf alle komARA an. Für Österreich würde diese Handlungsoption keine Vorteile bringen. |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeit, die Behandlungsanforderungen der Richtlinie individuell abzuschwächen • Geringere Vergleichbarkeit zwischen den MS, da die Ausnahmeregelungen in den einzelnen MS auf unterschiedliche Weise gewährt werden können. • Unterschiedliche Datenauswertung in Europa • Potentieller Druck von Stakeholdern auf Österreich, die vorhandenen Standards gemäß der kA-RL herabzusetzen |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Die Kosten dieser Überarbeitungsoption konnten nicht evaluiert werden. |

2.4 Weitere Datenerfassung/Datenauswertung

Spezifizierung der weiteren Datenerhebung

- Anzahl und Kläranlagenkapazität von komARA in den Größenklassen 1.000 -1.999 EW, 500-999 EW, 200-499 EW, und 51-199 EW
- Analyse des festgelegten Ansatzes von EW pro ha

2.5 Quellen

2.5.1 Gesetzgebung Österreich

BGBI. Nr. 215/1959 (idgF). Wasserrechtsgesetz 1959 – WRG 1959. Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010290/WRG%201959%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBI. Nr. 186/1996 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die allgemeine Begrenzung von Abwasseremissionen in Fließgewässer und öffentliche Kanalisationen (Allgemeine Abwasseremissionsverordnung – AAEV). Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010977/AAEV%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBI. Nr. 210/1996 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Abwasserreinigungsanlagen für Siedlungsgebiete (1. AEV für kommunales Abwasser). Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010980/1.%20AEV%20f%2c%20bcr%20kommunales%20Abwasser%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

Burgenländisches Kanalanschlussgesetz. Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrBgl&Gesetzesnummer=10000242>

Kärntner Gemeindekanalisationsgesetz. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrK&Gesetzesnummer=20000011>

Niederösterreichisches Kanalgesetz. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrNO&Gesetzesnummer=20000985>

Oberösterreichisches Abwasserentsorgungsgesetz. Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrOO&Gesetzesnummer=20000110>

Anliegerleistungsgesetz Salzburg Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrSbg&Gesetzesnummer=10000256>

Steiermärkisches Kanalgesetz. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrStmk&Gesetzesnummer=20000938>

Tiroler Kanalisationsgesetz. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrT&Gesetzesnummer=20000068>

Vorarlberger Kanalisationsgesetz. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrVbg&Gesetzesnummer=20000540>

Wiener Kanalanlagen und Einmündungsgebührengesetz. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrW&Gesetzesnummer=20000025>

2.5.2 Leitfäden

Europäische Kommission (2006). Begriffe und Definitionen der kA-RL REP Arbeitsgruppe, Brüssel, Belgien; Verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/info/pdf/terms.pdf>

2.5.3 Berichte und Publikationen

BMLRT (2020). Kommunales Abwasser – Österreichischer Bericht 2020.

Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT), Wien.

Verfügbar unter: https://info.bmlrt.gv.at/themen/wasser/wasser-eu-international/europaeische-und-internationale-wasserwirtschaft/berichte/lagebericht_2020.html

Europäische Kommission (2017). 6. Expertentagung zur Kommunalen Abwasserrichtlinie am 18./19. Mai 2017.

Langergraber, G., Pressl, A., Kretschmer, F., Weissenbacher, N. (2018). Kleinkläranlagen in Österreich – Entwicklung, Bestand und Management. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 2018, 70:560–569, Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/s00506-018-0519-z>

ÖWAV (2019). Branchenbild der österreichischen Abwasserwirtschaft 2020. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV), Wien. Verfügbar unter: <https://www.oewav.at/Publikationen?current=385139&mode=form>

3 Factsheet – Kleinkläranlagen

Autor:

Günter Langergraber

Institut für Siedlungswasserbau, Industrierewasserwirtschaft und Gewässerschutz (SIG),
Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Muthgasse 18, 1190 Wien,
Mail: sig-office@boku.ac.at

3.1 Hintergrund

Die kA-RL enthält keine allgemeinen Anleitungen für Siedlungsgebiete mit weniger als 2.000 EW. In Artikel 3(1) heißt es: *„Ist die Einrichtung einer Kanalisation nicht gerechtfertigt, weil sie entweder*

- d) *keinen Nutzen für die Umwelt mit sich bringen würde oder*
- e) *mit übermäßigen Kosten verbunden wäre,*

so sind individuelle Systeme oder andere geeignete Maßnahmen erforderlich, die das gleiche Umweltschutzniveau gewährleisten.“

Artikel 7 erklärt außerdem: *„Die Mitgliedstaaten stellen ... sicher, dass das in Kanalisationen eingeleitete kommunale Abwasser vor dem Einleiten in Gewässer eine geeignete Behandlung im Sinne von Artikel 2 Nummer 9 in folgenden Fällen erfährt:*

- *Einleitungen in Binnengewässer und Ästuare aus Gemeinden mit weniger als 2.000 EW;*
- *Einleitungen in Küstengewässer aus Gemeinden mit weniger als 10.000 EW.*

Artikel 2(9) definiert „geeignete Behandlung“ als *„Behandlung von kommunalem Abwasser durch ein Verfahren und/oder Entsorgungssystem, welches sicherstellt, dass nach Abfluss die aufnehmenden Gewässer den maßgeblichen Qualitätszielen... entsprechen“.*

Im EU-Recht wird der Begriff „individuelle Systeme oder andere geeignete Maßnahmen“ (abgekürzt „IAS“ für „individual or other appropriate systems“) verwendet, um diese kleineren Abwasserreinigungsanlagen innerhalb von Siedlungsgebieten zu beschreiben. Gemäß kA-RL sollten Kleinkläranlagen die Ausnahme sein und die Anschlüsse an ein Kanalisationssystem überwiegen. Die Entscheidung zugunsten einer Kleinkläranlage anstelle des Anschlusses an eine Kanalisation muss auf einer Kosten-Nutzen-Analyse beruhen. Kleinkläranlagen müssen damit eine wesentlich günstigere Option darstellen (Vermeidung übermäßiger Kosten) und gleichwertigen Schutz bieten (z.B. abhängig von der Größe des Siedlungsgebiets, Empfindlichkeit des Gebiets oder dem Typ des aufnehmenden Gewässers).

Gemäß den *Terms and definitions of the UWWTD* („Begriffe und Definitionen der kA-RL“, EK, 2007) gelten Kleinkläranlagen unter folgenden Bedingungen als konforme Vorgehensweise:

- Die Anforderungen an Konzeption, Bau und Wartung von Kleinkläranlagen gewährleisten dasselbe Umweltschutzniveau wie eine Kanalisation.
- Kleinkläranlagen dürfen nur nach einer Einzelfallprüfung eingesetzt werden und sind nur gerechtfertigt, wenn:
 - der Anschluss an eine Kanalisation keinen Nutzen für die Umwelt mit sich bringen würde oder
 - die Kanalisation zum gegenwärtigen Zeitpunkt übermäßige Kosten verursachen würde.

Die kA-RL enthält jedoch keine Hinweise hinsichtlich der Form, in der die Kosten-Nutzen-Analyse betreffend den Einsatz von Kleinkläranlagen zu erfolgen hat oder hinsichtlich der geeigneten Behandlung, die Kleinkläranlagen erzielen müssen. Dies ist insbesondere für jene MS und Kandidatenländer von besonderer Bedeutung, in denen keine kohärente Gesetzgebung besteht.

Die von der Europäische Kommission (EK) zu Beginn des Impact Assessment zur Überarbeitung der kA-RL vorgeschlagenen Handlungsoptionen⁵ sind:

- f) Reduzierung des Einsatzes: Verpflichtender Anschluss an die Kanalisation, wenn ein zentrales System vorhanden ist.
- g) Berichterstattung: Die MS müssen eine nationale Datenbank über Kleinkläranlagen (Standort, Technologie, Vertrag etc.) einrichten und der EK berichten, wenn mehr als 2% der in einem geschlossenen Siedlungsgebiet anfallenden Frachten in solchen Kleinkläranlagen behandelt werden.
- h) Reduzierung des Einsatzes: Kleinkläranlagen müssen konsequent reduziert werden und dürfen nur bewilligt werden, wenn eine Ausnahme nach den EU-Kriterien vorliegt (z.B. Bevölkerungsdichte, usw.).
- i) Kontrolle der Konzeption und Funktion: EU-Normen für die Konzeption von Kleinkläranlagen (verbunden mit der Bauprodukteverordnung) zusammen mit Wartungsanweisungen

⁵ Präsentation bei einem Webmeeting am 29. Juni 2020 und Detaillierung in einem Hintergrundpapier zu einem weiteren Webmeeting am 22. November 2020

- j) Überwachung: Die MS müssen über Prüfstrategien für die regelmäßige Überwachung und Wartung verfügen und sind zur Registrierung von Kleinkläranlagen verpflichtet.
- k) Risikobasierter Ansatz mit der Möglichkeit von Ausnahmeregelungen, wenn die Wasserqualität des aufnehmenden Gewässers nachweislich nicht beeinträchtigt wird (gemäß den Zielen der WRRL)

3.2 Aktuelle Situation in Österreich

Rechtliche Grundlagen

- Die kA-RL wird in Österreich mittels der Allgemeinen Abwasseremissionsverordnung (AAEV, BGBl. Nr. 186/1996) und der Ersten Abwasseremissionsverordnung für kommunales Abwasser für komARA >50 EW (1. AEVkA, BGBl. Nr. 210/1996), umgesetzt. Für Abwasserreinigungsanlagen mit einer Ausbaupkapazität ≤ 50 EW gelten die allgemeinen Grundsätze der Abwasserbehandlung gemäß AAEV ohne Untergrenze. Beim Bewilligungsverfahren werden für ARA ≤ 50 EW auf der Grundlage einer Einzelbewertung Emissionsbegrenzungen (EB) festgelegt, wobei die EB der AAEV als Richtwerte dienen (§ 4(4) AAEV).
- Für BSB₅ und CSB sieht die 1. AEVkA strengere Höchstwerte vor als die kA-RL (Tabelle 5). Darüber hinaus fordert die österreichische Verordnung für alle komARA die Entfernung von Ammonium-Stickstoff (NH₄-N), d.h. eine maximale Ablaufkonzentration von 10 mg/l NH₄-N für alle komARA ≤ 500 EW bzw. von 5 mg/l NH₄-N für komARA > 500 EW bei Abwassertemperaturen über 12°C im Ablauf. Für alle komARA mit einer Ausbaupkapazität > 1.000 EW ist außerdem eine maximale Ablaufkonzentration von 2 mg/l Gesamtphosphor vorgesehen, für alle komARA > 5.000 EW eine maximale Ablaufkonzentration von 1 mg/l Gesamtphosphor. Die österreichischen Anforderungen gelten sowohl für komARA ≤ 2.000 EW als auch für Kleinkläranlagen.

Tabelle 5: Behandlungsanforderungen gemäß der kA-RL und der 1. AEVkA

| Parameter | Anforderung | kA-RL (91/271/EWG) | 1. AEVkA |
|------------------|------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| BSB ₅ | Ablaufkonzentration | komARA ≥ 2.000 EW: 25 mg/l | komARA > 50 EW: 25 mg/l |
| | Mindestentfernungsgrad | 70-90 % | komARA ≥ 1.000 EW: 95% |
| CSB | Ablaufkonzentration | komARA ≥ 2.000 EW: 125 mg/l | komARA > 50 EW: 90 mg/l |
| | Mindestentfernungsgrad | 75% | komARA ≥ 1.000 EW: 85% |

- Für Einzelobjekte in Extremlagen (in AT hauptsächlich Berghütten) gilt die 3. Abwasseremissionsverordnung für kommunales Abwasser (3. AEVkA, BGBl. II Nr. 249/2006). Es gibt eine genau abgegrenzte Definition von „Extremlagen“ (z.B. ausschließlich durch Fußmarsch erreichbar, nicht mit elektrischer Energie versorgt etc.), die Anforderungen an die Abwasserbehandlung sind jedoch weniger streng, d.h. Anlagen müssen 70% des CSB bzw. 80% des BSB₅ entfernen und eine Nitrifikation anstreben (hierzu gibt es aber keine strenge Vorgabe). Artikel 4(2) der kA-RL schreibt weiters eine weniger strenge Behandlung vor, *sofern anhand eingehender Untersuchungen nachgewiesen wird, dass die Umwelt durch das Einleiten dieses Abwassers nicht geschädigt wird*.
- In Österreich gelten für die Konzeption von Abwasserreinigungsanlagen < 2.000 EW folgende Leitlinien:
 - Ö-NORM B 2502-1 (2012) für vor Ort hergestellte Kleinkläranlagen bis 50 EW,
 - Ö-NORM B 2502-2 (2003) für Kleinkläranlagen von 51 bis 500 EW,
 - Arbeitsblatt DWA A-131 (2016) für Anlagen ab 500 EW und
 - ÖNORM B 2505 (2009). Kläranlagen – Intermittierend beschickte Bodenfilter ("Pflanzenkläranlagen") für eine Ausbaugröße bis 500 EW.
 Aufgrund der strengeren österreichischen Anforderungen betreffend die Nitrifikation sind Kleinkläranlagen < 50 EW, die nach ISO-Norm EN 12556 erfolgreich zertifiziert sind, in Österreich nicht automatisch bewilligungsfrei. Die für jede Abwasserreinigungsanlage erforderliche Bewilligung wird von den örtlichen Behörden auf Basis einer Einzelfallevauiierung erteilt.
- Bundesländerspezifische Bauordnungen und/oder Kanalanschlussgesetze: Der Anschluss an bestehende Kanalisationen ist gemäß Landesrecht verpflichtend, wenn die Entfernung des Gebäudes zu einem bestehenden Kanal unter einer bestimmten Grenze liegt (normalerweise 30 m - 50 m).

Aktuelle Situation

- In Österreich können kleine Anlagen zur Abwasserbehandlung innerhalb oder außerhalb eines Siedlungsgebietes installiert sein. Befinden sie sich innerhalb eines Siedlungsgebiets ≥ 2.000 EW, gelten sie als Kleinkläranlagen im Sinne der kA-RL. Kleine ARA umfassen in Österreich:
 - > 50 EW: („**kleine komARA**“)
Die AAEV und die 1. AEVkA enthalten klare und detaillierte Vorgaben für die Behandlung von kommunalem Abwasser.
 - ≤ 50 EW:
 - **Kleinkläranlagen:** Die AAEV gilt ohne Untergrenze.
 - **Wasserdichte Senkgruben:** fallen unter die Bauordnung.
 - Einzelobjekte in entlegenen (Berg-)Gebieten („Extremlagen“): Es gilt die 3. AEVkA.
- 2018 gab es 29.380 ARA mit einer Gesamtklärkapazität von 22,3 Millionen EW. Die rund 28.750 ARA ≤ 2.000 EW machen nur 3,3% der Gesamtklärkapazität in Österreich aus (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Anzahl und Klärkapazität der ARA in Österreich (2018)

| Größen- klasse (EW) | Anzahl der ARA | | Klärkapazität der Anlagen | | Quelle |
|---------------------------|----------------|-------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| | [n] | [%] | [EW] | [%] | |
| ≤ 50 | 27.452 | 93,4% | 260.500 | 1,2% | Langergraber et al. (2018) |
| 51 - 500 ¹⁾ | 1.040 | 3,5% | 180.000 | 0,8% | ÖWAV (2019) |
| 501 - 1.999 ¹⁾ | 255 | 0,9% | 287.356 | 1,3% | ÖWAV (2019), BMLRT (2020) |
| ≥ 2.000 ²⁾ | 633 | 2,2% | 21.579.063 | 96,7% | BMLRT (2019) |
| Gesamt | 29.380 | 100% | 22.306.919 | 100% | |

1) Diese Zahlen unterscheiden sich von den im kA-RL-Artikel 16-Bericht genannten Zahlen für ARA der Größenklasse 51 - 1.999 EW (1.236 BMLRT, 2020). Der Grund dafür ist, dass für die Tabelle 6 eine zusätzliche Datenbank berücksichtigt wurde (ÖWAV, 2019).

2) Berücksichtigung von drei großen industriellen ARA mit einem kommunalen Abwasseranteil von jeweils mehr als 2.000 EW.

- Laut dem gemäß Artikel 15 der kA-RL (EK, 2020) übermittelten Berichtes wurde im Referenzjahr 2016 nur 1% des Abwassers in Kleinkläranlagen behandelt. Es handelt sich um wasserdichte Senkgruben, von denen das Abwasser zu einer komARA transportiert wird.
- Ein Beispiel für Kleinkläranlagen wäre die Stadt Wien: Innerhalb der Grenzen des Siedlungsgebietes Wien gibt es – zusätzlich zur kommunalen Wiener Hauptkläranlage mit einer Ausbaugröße von 4.000.000 EW – noch 13 ARA ≤ 50 EW (Langergraber et al., 2018).
- Auf nationaler Ebene werden jährlich auf Basis der kA-RL, des Österreichischen Wasserrechtsgesetzes (BGBl. Nr. 215/1959) und der Emissionsregisterverordnung (EmRegV-OW BGBl. II 207/2017) detaillierte Daten zu den komARA ≥ 2.000 EW erhoben. Detaillierte Daten zu komARA mit weniger als 2.000 EW werden auf Bundesebene nicht regelmäßig erhoben, jedoch auf Ebene der neun Bundesländer bzw. der ungefähr 100 österreichischen Bezirke. Alle zwei Jahre übermitteln die Landesregierungen aggregierte Daten zu den komARA der Größenklasse 51 - 1.999 EW an die nationale Behörde, da diese Informationen zweijährlich der EU gemeldet werden (BMLRT, 2020).
- Detaillierte österreichweite Daten zu ARA ≤ 50 EW wurden erstmals in der Studie von Langergraber et al. (2018) erhoben. Alle Kleinkläranlagen sind im Wasserinformationssystem der Bundesländer („Wasserbuch“), dem öffentlich zugänglichen Register aller Wassernutzungsrechte in Österreich, erfasst. Es

bestehen jedoch Unterschiede hinsichtlich der in den Bundesländern über dieses Register verfügbaren Informationen zu Kleinkläranlagen.

- 2016 gab es in Österreich rund 27.500 Kleinkläranlagen \leq 50 EW (Tabelle 7). Etwa die Hälfte der Kleinkläranlagen besitzt eine Ausbaugröße zwischen 5 und 10 EW. Über 6.200 Anlagen sind noch als Anlagen mit nur mechanischer Reinigung klassifiziert. Dabei handelt es sich hauptsächlich um alte Dreikammerfaulanlagen, aus denen mechanisch gereinigtes Abwasser abgeleitet wird. Diese Technologie entspricht nicht mehr dem Stand der Technik.

Tabelle 7: Anzahl und häufigste Verfahrenstechniken der Kleinkläranlagen in den österreichischen Bundesländern (nach Langergraber et al., 2018).

| Bundesland | ARA | Vor- klärung | Belebt- schlamm | SBR- Anlagen | Pflanzen- kläranlagen |
|-----------------------|---------------|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------------|
| Burgenland | 20 | 0 | 4 | 1 | 14 |
| Kärnten | 6.961 | 2.248 | 3.051 | 566 | 556 |
| Nieder- österreich | 4.515 | 256 | 452 | 2.513 | 893 |
| Oberösterreich | 2.398 | 381 | 646 | 702 | 475 |
| Salzburg | 1.655 | 304 | 234 | 274 | 279 |
| Steiermark | 10.665 | 2.385 | 2.532 | 1.044 | 3.276 |
| Tirol | 1.096 | 660 | 92 | 107 | 61 |
| Vorarlberg | 129 | 14 | 7 | 28 | 4 |
| Wien | 13 | 1 | 6 | 3 | 1 |
| Gesamt | 27.452 | 6.249 | 7.024 | 5.238 | 5.559 |

Vorklärung = nur mechanische Reinigung;

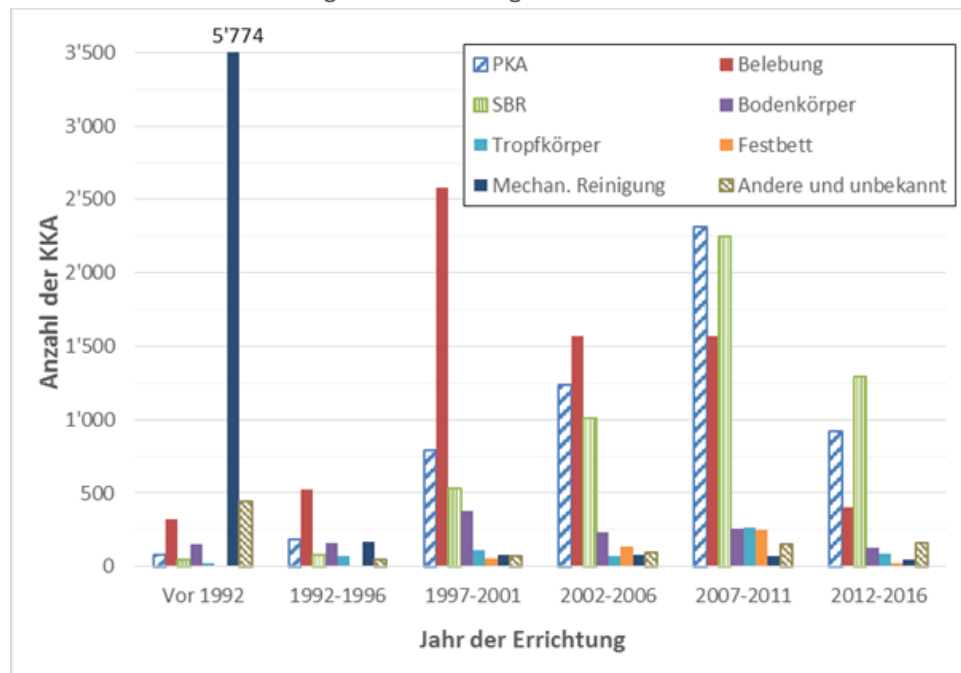
Belebtschlamm = konventionelles Belebungsverfahren im Durchlaufbetrieb;

SBR-Anlagen = Sequencing Batch Reaktoren, Belebungsanlagen im Aufstaubetrieb;

Pflanzenkläranlagen = vertikal durchflossene, intermittierend beschickte bepflanzte Bodenfilter

- Abbildung 4: zeigt die Jahre der Implementierung verschiedener Technologien der Kleinkläranlagen \leq 50 EW in Österreich. Die Gesamtanzahl für die jeweilige Verfahrenstechnik entspricht der Gesamtanzahl in Tabelle 7. Die meisten der seit 2010 errichteten Kleinkläranlagen sind SBR-Anlagen und Pflanzenkläranlagen (Abbildung 4 und Tabelle 8). Die Anzahl alter Systeme, bei denen nur eine mechanische Reinigung stattfindet (Dreikammerfaulanlagen), nimmt langsam ab.

Abbildung 4: Jahre der Implementierung verschiedener Technologien, die in Österreich bei Kleinkläranlagen ≤ 50 EW umgesetzt wurden



Die Kategorie „Sonstige und unbekannt“ inkludiert 52 Membran-Bioreaktoren (MBR-Anlagen) und 131 Tauchkörperanlagen (Langergraber et al., 2018).

Tabelle 8: Anzahl der Kleinkläranlagen in Oberösterreich im Zeitraum von 2016 bis 2019 (nach Engstler et al., 2019)

| Technologie | # 2016 | # 2019 | Differenz |
|-----------------------|--------------|--------------|------------|
| SBR | 702 | 873 | 171 |
| Belebtschlammanlagen | 646 | 628 | -18 |
| Pflanzenkläranlagen | 475 | 535 | 60 |
| Nur mechan. Reinigung | 381 | 302 | -79 |
| Tropfkörper | 100 | 97 | -3 |
| Gesamt | 2.398 | 2.526 | 128 |

- Die Verwaltung kleiner Anlagen zur Abwasserbehandlung (d.h. Genehmigung, Registrierung, Überwachung, Wartung und Prüfung) erfolgt folgendermaßen:
 - GENEHMIGUNG: Um Kleinkläranlagen installieren zu dürfen, muss zunächst ein Bewilligungsverfahren durchlaufen werden (dichte Senkgruben: Baugenehmigungen, kleine ARA: wasserrechtliche Bewilligungen gemäß Österreichischem Wasserrechtsgesetz). Wasserrechtliche Bewilligungen laufen nach einem bestimmten Zeitraum, beispielsweise nach 15 Jahren, aus. Damit wird sichergestellt, dass die kleine komARA bzw. die Kleinkläranlage erneut bewertet wird, ob ihre

- Reinigungsleistung dem Stand der Technik entspricht und die gegenwärtigen rechtlichen Vorschriften erfüllt werden.
- REGISTRIERUNG: Die Daten zu kleinen komARA werden nicht zentral österreichweit erhoben. Alle zwei Jahre stellen die Landesregierungen der nationalen Behörde aggregierte Daten zu den kleinen komARA zur Verfügung, da diese Informationen zweijährlich an die EK gemeldet werden. Alle Bundesländer führen sogenannte „Wasserbücher“, in denen Angaben zu wasserrechtlichen Bewilligungen der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Diese für jede komARA und jede Kleinkläranlage verfügbaren Informationen enthalten einen Auszug aus der Bewilligung. Die meisten Bundesländer besitzen etliche Informationen zu ihren komARA und ARA in elektronischer Form (z.B. MSExcel®-Dateien o.Ä.), es gibt jedoch Unterschiede hinsichtlich der in den Bundesländern verfügbaren Informationen.
 - ÜBERWACHUNG und WARTUNG: Die Bewilligung für den Betrieb einer kleinen komARA oder einer Kleinkläranlage wird von den lokalen Behörden auf der Grundlage einer Einzelfallevaluierung erteilt. Die Bewilligung enthält Vorschriften betreffend die Eigenüberwachung (bei Kleinkläranlagen normalerweise monatliche Probenahme und Analyse von Temperatur und pH-Wert im Ablauf, Ablaufkonzentration von Ammoniumstickstoff und absetzbaren Stoffen, bei kleinen komARA zweimonatlich) und die geforderte Fremdüberwachung. Betrieb und Überwachung erfolgen normalerweise durch die Hauseigentümer oder – wenn mehrere Häuser angeschlossen sind – durch designierte Betreiber. Die Wartung hat normalerweise durch Firmen mit zertifizierten Fachleuten oder durch zertifizierte Anlagenbetreiber (z.B. Hauseigentümer) zu erfolgen. Buchführung und Dokumentation in einem Betriebstagebuch für Eigenüberwachung, Betriebs- und Wartungsarbeiten sind vorgeschrieben.
 - AUFSICHT (Fremdüberwachung durch Sachverständige gemäß § 134 (2) des Österreichischen Wasserrechtsgesetzes oder durch die Wasseraufsicht oder die Wasserrechtsbehörde):
Eine zusätzliche Fremdüberwachung ist in einem in der Bewilligung festgelegten Zeiträumen erforderlich (z.B. Anlagen < 50 EW: je nach Bundesland von vierteljährlich bis alle drei Jahre; in manchen Bundesländern wird das Intervall bei ausgebildeten und zertifizierten Anlagebetreibern verlängert). Im Zuge der Fremdüberwachung werden die Abwasserproben auch auf BSB₅ und CSB untersucht.
 - Seit dem Jahr 2000 gibt es spezielle Ausbildungskurse für die Betreiber von ARA mit weniger als 50 EW. Diese Kurse werden vom Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV) abgehalten. Die Ausbildung für Betreiber von Kleinkläranlagen dauert eineinhalb Tage und wird in manchen Bundesländern mehr als zehn Mal jährlich angeboten.
 - Für die Betreiber von ARA der Größenklasse 51 - 500 EW bietet der ÖWAV einen zweiwöchigen Ausbildungskurs an; Betreiber von Anlagen mit mehr als 500 EW müssen die Schulungen für professionelle Betreiber von ARA absolvieren.

Kosten
(-schätzung)

- Die Kapitalkosten und Betriebskosten von Kleinkläranlagen sind normalerweise vom Eigentümer der Anlage zu tragen. Bei $ARA \leq 50$ EW sind die Investitionskosten für technische Verfahren (Belebtschlammanlage und SBR) und Pflanzenkläranlagen etwa gleich hoch und betragen für eine ARA mit 10 EW rund 15.000 Euro. Die Betriebskosten sind im Allgemeinen bei Pflanzenkläranlagen niedriger als bei technischen Lösungen. Vertikal durchflossene Pflanzenkläranlagen benötigen keine künstliche Belüftung und können bei ausreichender Neigung ohne Pumpen betrieben werden. Die Betriebskosten von $ARA \leq 50$ EW sind stark standortabhängig. Wichtige Betriebskosten entstehen meist durch die Fremdüberwachung (ungefähr 200 €/a) und die Schlammentsorgung (falls der Schlamm nicht vor Ort entsorgt werden kann).
- Berücksichtigt man die Anzahl der Kleinkläranlagen, bei denen die Verfahrenstechniken der Belebtschlammanlage, SBR-Anlage und vertikale Pflanzenkläranlage zum Einsatz kommen, sowie die durchschnittlichen Kapitalkosten für diese Verfahrenstechniken, so wurden in Österreich bisher ca. 320 Millionen € in kleine ARA investiert.
- Für die Kapitalkosten werden sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene Zuschüsse gewährt. Die Bundesförderung hängt vom Einkommen der Einwohner und den spezifischen Investitionskosten der Abwasserinfrastruktur in der jeweiligen Gemeinde ab. Basierend auf diesen Kriterien wendet die nationale Förderungsabwicklungsstelle (Kommunalkredit Public Consulting) je nach Gemeinde Fördersätze in Höhe von 10 bis 40% der Investitionskosten an. Für $ARA \leq 50$ EW gibt es ein vereinfachtes Verfahren, bei dem eine fixe Summe pro EW als Zuschuss gewährt wird. Auch für Reinvestitionen in die Abwasserinfrastruktur stehen Förderungen zur Verfügung. Ähnliche Verfahren und Regeln kommen bei den Förderungen der Länder zur Anwendung.
- Eine häufige Organisationsform für die Kleinkläranlagen von Häusergruppen und Kleinsiedlungen sind Abwassergenossenschaften. Genossenschaften sind Körperschaften des öffentlichen Rechts, deren Mitglieder die Leistungsnutzer eines gemeinsamen Objekts, z.B. der ARA, sind. Genossenschaften sind selbstbestimmt und selbstorganisiert. Die Mitgliedschaft ist mit der Betriebsorganisation, der Überwachung und Wartung der Anlagen verbunden. Zur Unterstützung dieser kleinen Genossenschaften wurden regionale Dachorganisationen (in Österreich auf Bundesebene) eingerichtet, die als zentrale Anlaufstelle für die Beratung, Unterstützung und Vertretung der Genossenschaftsmitglieder dienen sollen. Die Dachorganisationen bieten außerdem beispielsweise Bildungsprogramme (für Vorsitzende, Kassiere, Leiter, Wassermanager etc.) sowie eine Gruppen-Haftpflichtversicherung an.
- Kleinkläranlagen können auch von größeren Einrichtungen betrieben werden. Die für die zentrale ARA eines geschlossenen Siedlungsgebietes verantwortliche Einrichtung kann auch für den Betrieb, die Überwachung und Wartung von kleineren Anlagen in entlegenen Siedlungen in derselben Gemeinde oder in Nachbargemeinden zuständig sein. Manche Gemeinden verfolgen die Politik, für alle ihre Einwohner unabhängig davon, ob sie im geschlossenen Siedlungsgebiet oder in einer Kleinsiedlung leben, dieselbe Leistung bereitzustellen. In diesem Fall bezahlen alle in der Gemeinde lebenden

Personen dieselben Anschluss- und Betriebsgebühren. Das Personal der zentralen ARA ist für die ARA von Kleinsiedlungen verantwortlich.

3.3 Handlungsoptionen – zukünftige Möglichkeiten für die Umsetzung in Österreich

3.3.1 Kanalanschluss

Verpflichtender Anschluss an die Kanalisation, wenn ein zentrales System vorhanden ist.

| | |
|----------------------------------|---|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Diese Option würde Österreich nicht wesentlich betreffen, da dies bereits gängige Praxis ist. Jedes Bundesland hat eigene Bauordnungen und/oder Kanalanschlussgesetze. Im Allgemeinen ist der Anschluss an bestehende Kanalisationen gemäß den gesetzlichen Bestimmungen der Länder verpflichtend. Unter bestimmten Umständen kann eine Ausnahme von der Anschlusspflicht gewährt werden. • Dies ist in Gemeinden, in denen das Kanalisationssystem ausgebaut wird und bereits bestehende Kleinkläranlagen (typischerweise ≤ 50 EW) angeschlossen werden sollten, schon ein Diskussionsthema. Eine Vorgangsweise ist, dass diese Kleinkläranlagen betrieben werden dürfen, solange die bestehende Bewilligung gültig ist und der Grundstückseigentümer danach der Anschlusspflicht unterliegt, weil die Bewilligung nicht verlängert wird. |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Aus volkswirtschaftlicher Sicht wird bei dem verpflichtenden Anschluss an ein zentrales System höchstwahrscheinlich ein günstigeres Kosten-Nutzen-Verhältnis entstehen als bei einem zentralen System ohne Anschlusspflicht. |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Für die Eigentümer bestehender Kleinkläranlagen, die erst vor kurzem eine Investition getätigt haben, ist diese Investition verloren („stranded investment“). |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Es werden keine zusätzlichen Kosten erwartet, da diese Handlungsoption in Österreich bereits gängige Praxis ist. |

3.3.2 Berichterstattung

Die MS müssen eine nationale Datenbank über Kleinkläranlagen (Standort, Technologie, Vertrag etc.) einrichten und der EK berichten, wenn mehr als 2% der in einem geschlossenen Siedlungsgebiet anfallenden Frachten in solchen Kleinkläranlagen behandelt werden.

| | |
|----------------------------------|--|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Wie oben erwähnt werden die Daten für ARA mit weniger als 2.000 EW in Österreich nicht zentral auf nationaler Ebene erhoben. Alle zwei Jahre stellen die Landesregierungen der nationalen Behörde aggregierte Daten zu den komARA der Größenklasse 51 - 1.999 EW zur Verfügung, da diese Informationen zweijährlich an die EU gemeldet werden (BMLRT, 2020). • Alle Bundesländer führen sogenannte „Wasserbücher“, in denen Angaben zu den wasserrechtlichen Bewilligungen der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Die für jede ARA verfügbaren Informationen umfassen einen Auszug aus der Bewilligung. In den meisten Bundesländern liegen etliche Informationen zu ihren ARA in elektronischer Form vor (z.B. MSEXCEL®-Dateien o.Ä.), es gibt jedoch auch hier Unterschiede hinsichtlich der in den Bundesländern verfügbaren Daten. • Für die Umsetzung dieser Option wäre die Einrichtung einer nationalen Datenbank zu den komARA mit weniger als 2.000 EW erforderlich. Dafür müsste auch die Datenerhebung in den neun Bundesländern harmonisiert werden. • Die Führung der Datenbank würde durch die Aufnahme neuer Bewilligungen (Anlagen, die in Betrieb gehen; Verlängerung bestehender Bewilligungen; stillgelegte Anlagen) in eine elektronische Datenbank erleichtert. |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Guter und vollständiger Überblick über alle vorhandenen in Betrieb stehenden komARA und Übersicht über die regionale Verteilung der Anlagen. • Die Datenerhebungssysteme in den neun Bundesländern könnten harmonisiert werden. |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Es wäre sehr aufwändig, sämtliche Daten aus den Bundesländern/ Gemeinden zu sammeln und auf dieselbe Detaillierungstiefe zu bringen. • Aufwand für die Koordination und Umsetzung der Harmonisierung der Datenerhebung in den neun Bundesländern |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Kosten für die Einrichtung der nationalen Datenbank für komARA < 2.000 EW und Kosten für die Wartung der Datenbank (mögliche Aufnahme neu ausgestellter Bewilligungen) |

3.3.3 Reduzierung des Einsatzes

Kleinkläranlagen müssen konsequent reduziert werden und dürfen nur bewilligt werden, wenn eine Ausnahme nach den EU-Kriterien vorliegt (z.B. Bevölkerungsdichte, usw.).

| | |
|----------------------------------|---|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Diese Option würde Österreich nicht wesentlich treffen, da sie in Österreich bereits gängige Praxis ist. Aufgrund der geographischen Gegebenheiten werden für eine Gesamtabdeckung auch weiterhin zahlreiche kleine ARA außerhalb von geschlossenen Siedlungsgebieten („Gemeinden“ im Sinne der KA-RL) benötigt werden. |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Nicht zutreffend. |

| | |
|-----------|--|
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Nicht zutreffend. |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Es werden keine zusätzlichen Kosten erwartet, da diese Handlungsoption in Österreich bereits gängige Praxis ist. |

3.3.4 Kontrolle der Konzeption und Funktion

Festlegung von EU-Normen für die Konzeption von Kleinkläranlagen (verbunden mit der Bauprodukteverordnung) zusammen mit Wartungsanweisungen.

| | |
|----------------------------------|---|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Diese Option würde Österreich nicht wesentlich treffen, da sie in Österreich bereits gängige Praxis ist. Wie oben erwähnt gibt es in Österreich Leitlinien für die Konzeption von Kleinkläranlagen (siehe voriges Kapitel). • Leitlinien für die Konzeption, die die Erfüllung der länder- bzw. regionenspezifischen Grenzwerte für die Einleitung von Abwasser erlauben, wären auf EU-Ebene insbesondere für naturnahe Lösungen wie beispielsweise Pflanzenkläranlagen erforderlich. • Best Practice: Ausbildung der Eigentümer/Betreiber von ARA, um sicherzustellen, dass die Instandhaltungsanweisungen verstanden und angewendet werden. |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Leitlinien für die Konzeption würden die Umsetzung von Kleinkläranlagen erleichtern, dafür müssten jedoch die länder-/regionenspezifischen Grenzwerte für Einleitungen berücksichtigt werden. |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Instandhaltungsanweisungen allein, wie in der Option vorgeschlagen, sind nicht ausreichend, da alle Betriebs- und Überwachungsaspekte der Ausbildung von ARA-Eigentümern/Betreibern von Bedeutung sind. • Druck seitens mancher Akteure, die österreichischen Normen zu senken, wenn die Normen für die Konzeption von Kleinkläranlagen gemäß Bauprodukteverordnung niedriger sind als die nationalen gesetzlichen Bestimmungen für Abwasseremissionen aus Kleinkläranlagen. |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Es werden keine zusätzlichen Kosten erwartet, da diese Handlungsoption in Österreich bereits gängige Praxis ist. |

3.3.5 Überwachung

Die MS müssen über Prüfstrategien für die regelmäßige Überwachung und Wartung verfügen und sind zur Registrierung von Kleinkläranlagen verpflichtet.

| | |
|----------------------------------|--|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Diese Option würde Österreich nicht wesentlich betreffen, da sie bereits gängige Praxis ist. Da alle Anlagen bewilligungspflichtig sind, sind auch alle ARA registriert und die Bewilligungen beinhalten Anforderungen in Bezug auf Selbst- und Fremdüberwachung sowie Wartung. • Was die Wartung betrifft, so kann die Bewilligung einen Wartungsvertrag oder den erfolgreichen Abschluss der Schulung für Betreiber von ARA < 50 EW vorschreiben. |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Durch regelmäßige Wartung wird die Lebensdauer erhöht. • Durch regelmäßige Überwachung und Wartung wird sichergestellt, dass der erwartete Umweltnutzen tatsächlich realisiert werden kann. • Durch die verpflichtende Registrierung werden gleiche Rahmenbedingungen gewährleistet. |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Aufwand für die Verwaltung der Handlungsoption |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Es werden keine zusätzlichen Kosten erwartet, da diese Handlungsoption in Österreich bereits gängige Praxis ist. |

3.3.6 Risikobasierter Ansatz

Der risikobasierte Ansatz sieht die Möglichkeit einer Ausnahmeregelung vor, wenn die Wasserqualität des aufnehmenden Gewässers nachweislich nicht beeinträchtigt wird (gemäß den Zielen der WRRL).

| | |
|----------------------------------|--|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Ein risikobasierter Ansatz mit weniger strengen Anforderungen, wenn das aufnehmende Gewässer nicht beeinträchtigt wird, wird in AT nur in sehr speziellen Fällen angewendet. Hierbei ist ein strenges Bewilligungsverfahren mit einer Möglichkeit der Beschwerde durch das Bundesministerium vorgesehen. Strenge emissionsbasierte Anforderungen hinsichtlich der Einleitungen gelten im ganzen Land unabhängig vom aufnehmenden Gewässer. Wenn dies bei einem aufnehmenden Gewässer notwendig ist, werden strengere Anforderungen vorgeschrieben. Die risikobasierte Evaluierung des aufnehmenden Gewässers erfolgt im Zuge der Einzelfallprüfung, wenn die Bewilligung für den Betrieb von ARA von lokalen Behörden erteilt wird. Diese Option hätte somit keine wesentlichen Auswirkungen für Österreich. • Typische Beispiele für die Vorschreibung von strengeren Auflagen durch die Behörden sind kleine empfindliche Vorfluter und Fälle, wo behandeltes Abwasser versickert wird (meist nur in der Nähe von Flüssen möglich). Die Parameter, für die am häufigsten strengere Auflagen gefordert werden, sind: <ul style="list-style-type: none"> – Strengerer zulässiger Höchstwert für die Einleitung von NH₄-N bzw. Senkung der Abwasserablauftemperatur, für die der Grenzwert einzuhalten ist, und – Erfordernis der Phosphor- und Stickstoffentfernung für kleinere Anlagen (sowohl Kleinkläranlagen als auch komARA < 2.000 EW) gemäß 1. AEVkA (BGBl. Nr. 210/1996). |
|----------------------------------|--|

| | |
|-----------|---|
| | Zur Erfüllung dieser Maßnahmen wird in der Bewilligung häufig eine sogenannte „Polierphase“ vorgeschrieben. Eine sehr typische Kombination ist eine SBR-Anlage als Hauptreinigungsstufe und ein vertikal durchströmtes Pflanzenbeet als Polierphase (auch zur Reduzierung der hydraulischen Spüllast für kleine Vorfluter). |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Die Behandlungsanforderung wird an die Bedürfnisse des aufnehmenden Gewässers angepasst. |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Druck seitens mancher Akteure, das österreichische nationale Recht zu ändern und grundsätzlich Ausnahmen zuzulassen, wenn die Wasserqualität nicht beeinträchtigt wird (was zu einer Senkung der bestehenden nationalen Normen führen würde). |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Es werden keine zusätzlichen Kosten erwartet, da diese Handlungsoption in Österreich bereits gängige Praxis ist. |

3.4 Weitere Datenerfassung/Datenauswertung

Keine weitere Datenerhebung erforderlich.

3.5 Quellen

3.5.1 Gesetzgebung Österreich

BGBl. Nr. 215/1959 (idgF). Wasserrechtsgesetz 1959 – WRG 1959. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010290/WRG%201959%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBl. Nr. 186/1996 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die allgemeine Begrenzung von Abwasseremissionen in Fließgewässer und öffentliche Kanalisationen (Allgemeine Abwasseremissionsverordnung – AAEV). Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010977/AAEV%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBl. Nr. 210/1996 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Abwasserreinigungsanlagen für Siedlungsgebiete (1. AEV für kommunales Abwasser). Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010980/1.%20AEV%20f%2c%20bcr%20kommunales%20Abwasser%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBI. II Nr. 249/2006 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Abwasserreinigungsanlagen für Einzelobjekte in Extremlage (3. AEV für kommunales Abwasser). Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20004810>

3.5.2 Gesetzgebung EU

Richtlinie 91/271/EWG betreffend die Behandlung von kommunalem Abwasser (Urban Waste Water Treatment Directive, UWWTD). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A31991L0271>

Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32000L0060>

3.5.3 Leitfäden

Europäische Kommission (2006). Terms and definitions of the UWWTD. UWWTD-REP Arbeitsgruppe, Brüssel, Belgien. Verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/info/pdf/terms.pdf>

Ö-NORM B 2502-1 (2012) für Anlagen bis 50 Einwohnerwerte (für vor Ort hergestellte Anlagen)

Ö-NORM B 2502-2 (2003). Kleine Kläranlagen für 51 bis 500 Einwohnerwerte

DWA A-131 (2016). Arbeitsblatt DWA A-131 (2016) für Anlagen über 500 EW

Ö-NORM B 2505 (2009) Kläranlagen - Intermittierend beschickte Bodenfilter ("Pflanzenkläranlagen") für eine Ausbaugröße bis 500 Einwohnerwerte (EW)

3.5.4 Berichte und Publikationen

BMLRT (2020). Kommunales Abwasser – Österreichischer Bericht 2020.

Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT), Wien.

Verfügbar unter: https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasser-eu-international/europaeische_wasserpolitik/lagebericht_2020.html

EG (2020). 10th Technical assessment on the UWWTD Implementation 2016. Verfügbar unter: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d90014c6-c578-11ea-b3a4-01aa75ed71a1/language-en>

Engstler, E., Kerschbaumer, D., Langergraber, G. (2019). Evaluierung von Kleinkläranlagen anhand der Fremdüberwachungsdaten. Wiener Mitteilungen 251, B1-B13.

Langergraber, G., Pressl, A., Kretschmer, F., Weissenbacher, N. (2018). Kleinkläranlagen in Österreich - Entwicklung, Bestand und Management (Small wastewater treatment plants in Austria - development, status and management). Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 70(11/12), 560–569. <https://doi.org/10.1007/s00506-018-0519-z>.

ÖWAV (2019). Branchenbild der österreichischen Abwasserwirtschaft 2020.

Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV), Wien. Verfügbar unter: <https://www.oewav.at/Publikationen?current=385139&mode=form>.

4 Factsheet – Empfindliche Gebiete

Autoren:

Katharina Lenz¹

Clemens Steidl¹

¹Umweltbundesamt, Spittelauer Lände 5, 1090 Wien, Mail: office@umweltbundesamt.at

4.1 Hintergrund

Die folgenden Elemente der **kA-RL** sind in diesem Zusammenhang relevant:

- Art. 2(11) "Eutrophierung" = Anreicherung des Wassers mit Nährstoffen, insbesondere mit Stickstoff- und/oder Phosphorverbindungen, die zu einem vermehrten Wachstum von Algen und höheren Formen des pflanzlichen Lebens und damit zu einer unerwünschten Beeinträchtigung des Gleichgewichts der im Gewässer vorhandenen Organismen und der Qualität des betroffenen Gewässers führt.
- Art. 5(1): Die Mitgliedstaaten weisen empfindliche Gebiete (EG) gemäß den in Anhang II der kA-RL festgelegten Kriterien aus und überprüfen diese Gebiete alle vier Jahre (Art. 5(6)).

Ein Gewässer muss als empfindliches Gebiet ausgewiesen werden, wenn es in eine der folgenden Gruppen fällt:

- l) *natürliche Süßwasserseen, andere Binnengewässer, [...] die bereits eutroph sind oder in naher Zukunft eutrophieren werden, wenn keine Schutzmaßnahmen ergriffen werden. Bei der Entscheidung, welche Nährstoffe durch eine weitere Behandlung reduziert werden müssen, sollen folgende Faktoren berücksichtigt werden:*
 - i) *Seen und Zuflüsse zu Seen/Talsperren/geschlossenen Buchten mit geringem Wasseraustausch, wodurch die Möglichkeit der Anreicherung gegeben ist. In diesen Gebieten sollte auf jeden Fall Phosphor entfernt werden, außer wenn nachgewiesen werden kann, dass das Ausmaß der Eutrophierung dadurch nicht beeinflusst wird. Bei Einleitungen von großen Siedlungsgebieten kann auch die Entfernung von Stickstoff ins Auge gefasst werden;*
 - ii) *Ästuare, Buchten und andere Küstengewässer [...]*
 - m) *für die Trinkwassergewinnung bestimmtes Oberflächen-Süßwasser, das eine höhere Nitratkonzentration enthalten könnte als in den einschlägigen Bestimmungen der Richtlinie 75/440/EWG des Rates vom 16. Juni 1975 vorgesehen ist, wenn keine Schutzmaßnahmen ergriffen werden;*
 - n) *Gewässer, in denen eine über die Bestimmungen von Art. 4 hinausgehende Behandlung nötig ist, um den Richtlinien des Rates nachzukommen.*
- Weitere relevante Art. in diesem Zusammenhang sind Art. 5(2), Art. 5(4), Art. 5(5) und Art. 5(8).

Die **Nitratrichtlinie** (91/676/EWG, NO₃-RL) hat das Ziel, die durch Nitrate aus landwirtschaftlichen Quellen verursachte oder ausgelöste Gewässerverunreinigung zu

verringern und eine weitere derartige Verunreinigung zu verhindern. Die folgenden Elemente sind in diesem Zusammenhang relevant:

- "Eutrophierung" = Anreicherung des Wassers mit Nährstoffen, insbesondere mit Stickstoff- und/oder Phosphorverbindungen, die zu einem vermehrten Wachstum von Algen und höheren Formen des pflanzlichen Lebens und damit zu einer unerwünschten Beeinträchtigung des Gleichgewichts der im Gewässer vorhandenen Organismen und der Qualität des betroffenen Gewässers führt.
- „Verunreinigung“ bedeutet die direkte oder indirekte Ableitung von Stickstoffverbindungen aus landwirtschaftlichen Quellen in Gewässer, wenn dadurch die menschliche Gesundheit gefährdet, die lebenden Bestände und das Ökosystem der Gewässer geschädigt, Erholungsmöglichkeiten beeinträchtigt oder die sonstige rechtmäßige Nutzung der Gewässer behindert werden;
- „Gefährdete Gebiete“: gemäß Art. 3(2) ausgewiesene Flächen.
- Art. 3(1): Gewässer, die von Verunreinigung betroffen sind, und Gewässer, die von Verunreinigung betroffen werden könnten [...] werden von den MS nach den Kriterien des Anhangs I bestimmt:
 2. wenn Binnengewässer, insbesondere solche, die zur Trinkwassergewinnung genutzt werden oder bestimmt sind, eine höhere Nitratkonzentration als die nach der Richtlinie 75/440/EWG festgesetzte Konzentration enthalten oder enthalten können und keine Maßnahmen im Sinne des Art. 5 getroffen werden;
 3. wenn Grundwasser mehr als 50 mg/l Nitrat enthält oder enthalten könnte und keine Maßnahmen im Sinne des Art. 5 getroffen werden;
 4. wenn in Binnengewässern, Mündungsgewässern, Küstengewässern und in Meeren eine Eutrophierung festgestellt wurde oder in naher Zukunft zu befürchten ist [...].
- Art. 3(2): Die MS weisen [...] alle in ihrem Gebiet bekannten Flächen, die in nach Art. 3(1) bestimmte Gewässer entwässern und die zur Verunreinigung beitragen, als gefährdete Gebiete aus.
- Art. 3 (5): Die MS sind von der Verpflichtung, bestimmte gefährdete Gebiete auszuweisen, befreit, wenn sie die in Art. 5 genannten Aktionsprogramme nach den Vorgaben der NO₃-RL in ihrem gesamten Gebiet durchführen.

Die **WRRL** beinhaltet Eutrophierungsindikatoren unter den biologischen Qualitätskomponenten, die zu berücksichtigen sind, wenn man Gewässer auf der Grundlage ihres ökologischen Zustands klassifiziert. Gemäß der WRRL sollten die MS Qualitätskomponenten definieren, die gegenüber allen Belastungen empfindlich sind, auch

Eutrophierung. Unterschiedliche MS haben unterschiedliche Qualitätskomponenten definiert.

Ein CIS-Leitfaden zur Harmonisierung der Bewertung der Eutrophierung wurde 2009 beschlossen (EK 2009). Die wesentlichsten anthropogenen Quellen von Nährstoffbelastungen werden in der kA-RL angeführt, die den Schwerpunkt auf bedeutende Punktquellen legt (insbesondere komARA), und in der NO₃-RL, die sich mit der diffusen Belastung durch Stickstoff aus der Landwirtschaft auseinandersetzt. Beide Richtlinien definieren die Bezeichnung „Eutrophierung“. Die WRRL führte eine umfassende Bewertung des ökologischen Zustands von Oberflächengewässern auf der Grundlage zahlreicher biologischer, hydromorphologischer, chemischer und physikalisch-chemischer Qualitätskomponenten ein.

Ein Vergleich der Schlüsselbegriffe, die in der kA-RL, der NO₃-RL und der WRRL hinsichtlich Eutrophierung verwendet werden, ist in Tabelle 9 ersichtlich. Die Klassifizierung der Gewässer, die das Ziel hinsichtlich Eutrophierung gemäß unterschiedlichen Richtlinien nicht erreichen, wird in Tabelle 10 angeführt (EK, 2009).

Tabelle 9: Schlüsselbegriffe, die in der kA-RL, der NO₃-RL und der WRRL hinsichtlich Eutrophierung verwendet werden (EK 2009).

| | WRRL | kA-RL | NO ₃ -RL |
|---|---|---|--|
| Bewertungsergebnis | Gewässer in einem schlechteren als in einem guten Zustand, basierend auf eutrophierungsbezogenen biologischen Qualitätskomponenten oder nach dem Risiko einer Verschlechterung beurteilt. | Empfindliches Gebiet (=empfindliches Gewässer) aufgrund von Eutrophierung | „Verunreinigte Gewässer“* |
| Standort von Belastungen (die sich nicht direkt auf dem Gewässer befinden) | Flusseinzugsgebiet oder Teileinzugsgebiet | Einzugsgebiet des empfindlichen Gebiets | Gefährdete Gebiete in Bezug auf Nitratbelastungen (Gebiete, die in ausgewiesene Gewässer entwässern) |

* „verunreinigte Gewässer“ = „Gewässer, die von Verunreinigung betroffen sind, und Gewässer, die von Verunreinigung betroffen werden könnten, falls keine Maßnahmen ergriffen werden“, gemäß Art. 3 der NO₃-RL (insbesondere Gewässer, die bereits eutroph sind oder in naher Zukunft eutrophieren könnten)

Tabelle 10: Klassifizierung der Gewässer, die das Ziel hinsichtlich Eutrophierung gemäß unterschiedlichen Richtlinien nicht erreichen (EK, 2009)

| Richtlinie | Klassifizierung | Kommentare |
|---------------|---|---|
| WRRL | Schlechter als guter ökologischer Zustand (Verschlechterung des ökologischen Zustands) | Der gute ökologische Zustand für die Qualitätskomponenten von Algen und Pflanzen beinhaltet das Nicht-Vorhandensein von unerwünschten Beeinträchtigungen aufgrund eines beschleunigten Wachstums. Die Nährstoffbedingungen müssen die Biologie unterstützen. Eine schlechtere Bewertung als der gute ökologische Zustand für diese Qualitätskomponenten aufgrund einer Nährstoffanreicherung impliziert ein Problem der Eutrophierung unabhängig von den Quellen der Verunreinigung (Punktquelle oder diffuse Quelle). Umfasst alle Süßwassergewässer und Übergangsgewässer, sowie alle Küstengewässer [...]. |
| kA-RL | Empfindliche Gebiete | Empfindliche Gebiete beinhalten Gewässer (einschließlich Süßwassergewässer, Ästuare und Küstengewässer), die bereits eutroph sind oder in naher Zukunft eutrophieren werden, wenn keine Schutzmaßnahmen getroffen werden. Die Ausweisung von empfindlichen Gebieten führt zu Maßnahmen hinsichtlich der Abwasserbehandlung unabhängig vom Ursprung der Verunreinigung (z.B. unabhängig davon, ob die Verunreinigung von der Einleitung kommunaler Abwässer oder aus landwirtschaftlichen Quellen stammt, da beide zur Eutrophierung beitragen).* |
| NO3-RL | „Verunreinigte Gewässer“ deren Einzugsgebiete eine Ausweisung als gefährdetes Gebiet in Bezug auf Nitratbelastungen erfordern | Gefährdete Gebiete in Bezug auf Nitratbelastungen müssen in Einzugsgebieten von „verunreinigten Gewässern“ festgelegt werden, welche Wasserkörper beinhalten, die bereits eutroph sind oder in naher Zukunft eutrophieren könnten, wenn keine Schutzmaßnahmen getroffen werden. |

* Gemäß dem Urteil des Europäischen Gerichtshofes im Fall C-280/02

Tabelle 11: Vergleich von Bewertungsergebnissen gemäß verschiedenen Strategien für Gewässer, die darauf abzielen, der Nährstoffanreicherung entgegenzuwirken. EK (2009)

| Ökologischer Zustand: | Bewertung des Istzustandes | | |
|-----------------------|-------------------------------------|--|---|
| | Normative Definition gemäß der WRRL | kA-RL | NO ₃ -RL |
| Sehr gut | Nahezu ungestört | Nicht eutroph, die Ausweisung als empfindliches Gebiet ist nicht erforderlich | Nicht eutroph, kein verunreinigtes Gewässer, die Ausweisung als gefährdetes Gebiet in Bezug auf |
| Gut | Leichte Veränderung der | | |

| Bewertung des Istzustandes | | | |
|----------------------------|--|--|--|
| | Zusammensetzung, Biomasse | | Nitratbelastungen ist nicht erforderlich . |
| Mäßig | Mäßige Veränderung der Zusammensetzung, Biomasse | Eutroph oder könnte in naher Zukunft eutrophieren, die Ausweisung als empfindliches Gebiet ist erforderlich . | Eutroph oder könnte in naher Zukunft eutrophieren, verunreinigtes Gewässer, die Ausweisung als gefährdetes Gebiet in Bezug auf Nitratbelastungen ist erforderlich . |
| Unbefriedigend* | Starke Veränderungen von biologischen Gemeinschaften | Eutroph, die Ausweisung als empfindliches Gebiet ist erforderlich | Eutroph, verunreinigtes Gewässer, die Ausweisung als gefährdetes Gebiet in Bezug auf Nitratbelastungen ist erforderlich . |
| Schlecht | Schwerwiegende Veränderungen von biologischen Gemeinschaften | | |

* Indirekte Auswirkungen der Eutrophierung (zum Beispiel Rückgang von gelöstem Sauerstoff) werden bei einem unbefriedigenden ökologischen Zustand offensichtlich.

Die von der Europäische Kommission (EK) zu Beginn des Impact Assessment zur Überarbeitung der kA-RL vorgeschlagenen Handlungsoptionen⁶ sind:

- a) Angleichung der Definition der empfindlichen Gebiete in Bezug auf Eutrophierung mit jener der NO₃-RL.
- b) EU-Anforderungen zur Definition von Eutrophierung und/oder spezifische Leitlinien der kA-RL für die Ausweisung empfindlicher Gebiete, auch für grenzüberschreitende Gewässer
- c) Spezifische Berichterstattungspflichten, um die Zusammenhänge zwischen den Ausweisungen empfindlicher Gebiete nach unterschiedlichen Gesetzgebungen besser verstehen zu können
- d) Verzicht der Kriterien b und c von Anhang II, die im Rahmen anderer Richtlinien zu behandeln sind, bei gleichzeitiger Festlegung strengerer Anforderungen für Stickstoff und Phosphor für alle großen komARA

⁶ Präsentation bei einem Webmeeting am 29. Juni 2020 und Detaillierung in einem Hintergrundpapier zu einem weiteren Webmeeting am 22. November 2020

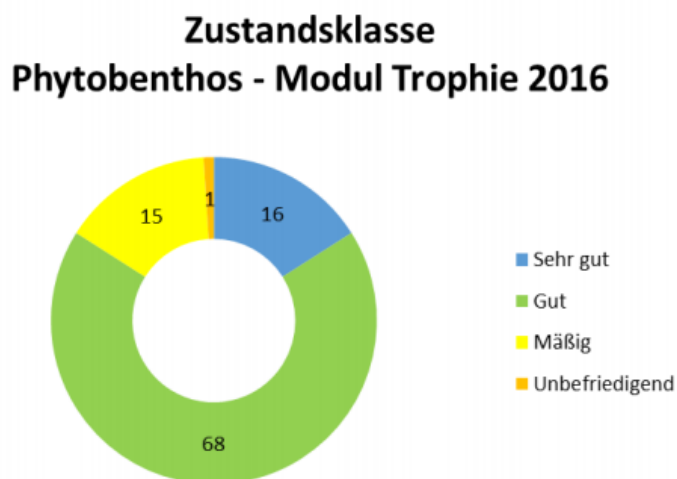
4.2 Aktuelle Situation in Österreich

| | |
|-----------------------|---|
| Rechtliche Grundlagen | <ul style="list-style-type: none">• Die kA-RL wurde mittels der Allgemeinen Abwasseremissionsverordnung (AAEV) und der 1. Abwasseremissionsverordnung für kommunales Abwasser (1. AEWKA), in der eine landesweite Entfernung von Stickstoff (komARA >5.000 EW) und Phosphor (komARA >1.000 EW) vorgesehen ist, umgesetzt. Ö muss keine empfindlichen Gebiete ausweisen, da im gesamten Bundesgebiet eine strengere Abwasserbehandlung angewendet wird.• Was die NO₃-RL betrifft so hat Ö beschlossen, ein Aktionsprogramm auf die gesamte landwirtschaftliche Fläche anzuwenden (Verordnung über das Aktionsprogramm zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen – Nitrat-Aktionsprogramm-Verordnung NAPV, BGBl II Nr. 385/2017).• Die WRRL wurde mittels des Wasserrechtsgesetzes und u.a. zwei Verordnungen, in denen die Komponenten des guten ökologischen und chemischen Zustands von Oberflächengewässern definiert werden, umgesetzt:<ul style="list-style-type: none">– Die Qualitätszielverordnung/Ökologie Oberflächengewässer (QZV Ökologie OG, BGBl. Nr. 99/2010) definiert verschiedene aquatische Bioregionen und individuelle Qualitätsziele für<ul style="list-style-type: none">e) Biologische Komponenten: Phytoplankton, Phytobenthos, Makrophyten, benthische wirbellose Fauna, Fischfaunaf) Hydromorphologische Komponenteng) Allgemeine physikalisch-chemische Komponenten: Temperatur, Sauerstoffbilanz (BSB₅, Sauerstoffsättigung), Versauerungszustand (pH-Wert), Nährstoffbedingungen (PO₄-P und NO₃-N), Salzgehalt (Chlor).– Die Qualitätszielverordnung/Chemie Oberflächengewässer (QZV Chemie OG, BGBl. Nr. 96/2006) definiert Qualitätsziele für chemische Elemente (d.h. prioritäre Stoffe der Richtlinie Nr. 2013/39/EU) und für chemische Elemente des ökologischen Zustands (u.a. NH₄-N u. NO₂-N). |
| Aktuelle Situation | <ul style="list-style-type: none">• In österreichischen Gewässern ist generell Phosphor der begrenzende Faktor für Eutrophierung (nicht Stickstoff).• kA-RL: 1996 informierte Österreich die EK darüber, dass kein Gewässer auf seinem Gebiet den Kriterien für die Ausweisung empfindlicher Gebiete entspricht. Gemäß der Verifizierungsstudie der EK von 1999 hätten drei Flüsse aufgrund des Risikos der Eutrophierung als empfindliche Gebiete ausgewiesen werden müssen (March, Antiesen, Donaukanal). Die österreichischen Behörden haben aufgezeigt, dass in jenen Gebieten alle Maßnahmen betreffend Abwasserbehandlung, sogar über die Anforderungen der Richtlinie hinausgehend, bereits umgesetzt worden waren. Ende 2002 beschloss Österreich Art. 5(8) zur Anwendung zu bringen und offiziell eine strengere Behandlung hinsichtlich der Entfernung von Stickstoff auf seinem gesamten Staatsgebiet vorzusehen. 2007 informierte Österreich die EK darüber, dass es seit 31.12.2006 Art. 5(8) in Kombination mit Art. 5(4) anwendet. Seit diesem Zeitpunkt erfüllt Österreich die Bedingungen der Art. |

5(8) + 5(4) und verzeichnet aktuell (Referenzjahr 2018) eine landesweite Verringerung von Stickstoff um 81 % und von Phosphor um 91 %.

- **NO₃-RL:** Im Berichtszeitraum 2015-2019 wiesen alle der 100 untersuchten Überwachungsstationen in Oberflächengewässern (Flüssen) mittlere NO₃-N-Konzentrationen <25 mg/l NO₃-N (BMLRT, 2020) auf.
- Der trophische Zustand von Flüssen gemäß der NO₃-RL wird unter Anwendung der biologischen Qualitätskomponente Phytobenthos (trophisches Modul) gemäß der WRRL bewertet. Phytobenthos ist die empfindlichste biologische Qualitätskomponente, die eine Verunreinigung mit Nährstoffen anzeigt, da sie einen Gesamteffekt verzeichnet. D.h. das Ausmaß der Primärproduktion wird durch das Vorhandensein von eutrophierenden Stoffen im Wasser (Stickstoff und insbesondere Phosphor) bestimmt. Die Anpassung der Qualitätskomponente an die Wassersituation erfordert Zeit. Kurzfristige Fluktuationen der Belastung haben weniger schwerwiegende Auswirkungen als die langfristige Entwicklung der Belastungssituation. Daher sind die Verunreinigungssituation betreffend Aussagen, die auf dieser biologischen Qualitätskomponente beruhen, aussagekräftiger als reine Beobachtungen der Nitratkonzentration.
- Im letzten österreichischen Bericht im Rahmen der NO₃-RL (BMLRT 2020) wurden 77 Beobachtungsstationen an Flüssen als nicht eutroph bewertet (16 in sehr gutem Zustand und 61 in gutem Zustand).

Abbildung 5: Trophiestatus bewertet auf der Grundlage der Qualitätskomponente Phytobenthos (BMLRT, 2020)



7 Fließgewässer, welche sich im guten Zustand befinden, bei denen jedoch gegenüber dem letzten Berichtszeitraum eine Verschlechterung der Zustandsklasse von sehr gut auf gut festzustellen ist, werden als „möglicherweise eutrophierungsgefährdet“ klassifiziert. Als eutrophe wurden 16 Gewässer eingeschätzt, wovon 15 Messstellen eine mäßige und eine Messstelle eine unbefriedigende Zustandsklasse aufweist. (Abbildung 5).

| | |
|--------------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • In Österreich wird der Trophiestatus von Seen mittels Phytoplankton auf der Grundlage der WRRL bewertet. Bei allen 28 untersuchten Seen > 50 ha wurde ein sehr guter (22 Seen) oder ein guter (6 Seen) Zustand festgestellt. Die mittleren NO₃-N-Konzentrationen betragen zwischen 0,12 mg/L und 3,4 mg/L NO₃-N und die mittleren P_{tot}-Konzentrationen betragen zwischen 2 µg/L und 19 µg/L (mit Ausnahme des Neusiedlersees) (BMLRT, 2020). • WRRL: Im Entwurf des 3. Bewirtschaftungsplans für Einzugsgebiete (BMLRT, 2021) wurden 8.119 Oberflächenwasserkörper bei Flüssen und 62 Oberflächenwasserkörper bei Seen auf ihren chemischen und ökologischen Zustand untersucht. Die Nichterreichung des guten ökologischen Zustands wurde wegen erheblicher Verunreinigungen (hauptsächlich Phosphorbelastung) bei ungefähr 20 % von Österreichs Oberflächenwasserkörpern bei Flüssen festgestellt. Aufgrund der erfolgreichen Reduktion von Emissionen aus Punktquellen hat die Belastung durch Nährstoffeintrag aus diffusen Quellen in Oberflächengewässer im Laufe der Jahre immer mehr Bedeutung erlangt. Nur in vereinzelt Fällen tragen Nährstoffeinträge oder der Eintrag von organischen Stoffen aus Punktquellen nach wie vor zur Eutrophierung im Gewässer bei, und noch seltener kommt es dadurch zu Problemen hinsichtlich der saproben Wasserqualität. Die WRRL-Risikoanalyse hat gezeigt, dass weitere Reduktionen von Emissionen aus Punktquellen (hauptsächlich Phosphor) für 78 Gewässer in Betracht zu ziehen sind. Der relevantere Eintragungspfad von Phosphor in Oberflächengewässer hat jedoch seinen Ursprung in diffusen Quellen und hauptsächlich bei Gewässern mit geringem Abfluss in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten. Was die chemische Verunreinigung betrifft so waren aufgrund von NH₄-N zwei Oberflächengewässer nicht in einem guten Zustand. Zehn von 62 Seen wiesen keinen guten ökologischen Zustand auf, zwei davon (Ossiachersee und Lunzersee) aufgrund trophischer Komponenten. |
| <p>Kosten (-schätzung)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Abwassermanagement: Seit 1959 sind ungefähr 48 Milliarden Euro in den Bau von Kanalisationsanlagen und komARA (fast 93.000 km öffentliche Kanalisation, ungefähr 1.900 komARA > 50 EW) investiert worden. • Kosten für zunehmende P-Reduktion bei komARA von 1,0 mg/L auf 0,5 mg/L durch zusätzliche Phosphorfällung: 0,1 - 0,2 €/EW/a (BMLFUW, 2017) • Diffuse Verunreinigung: Die Kosten für die Umsetzung der NAPV stehen nicht zur Verfügung • Extensive Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen: Unter Berücksichtigung von 10 m breiten Uferstreifen, zumindest 1.000 €/km/a pro km Wasserlauf. |

4.3 Handlungsoptionen – zukünftige Möglichkeiten für die Umsetzung in Österreich

4.3.1 Angleichung der Definition von empfindlichen Gebieten in Bezug auf Eutrophierung mit jener der NO₃-RL

| | |
|----------------------------------|--|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Diese Option hat keine direkten Auswirkungen auf Österreich, da weder empfindliche Gebiete gemäß der kA-RL, noch gefährdete Gebiete gemäß der NO₃-RL ausgewiesen wurden. • Österreich nützt den Ansatz dazu, eine strengere Behandlung hinsichtlich komARA auf dem gesamten Staatsgebiet anzuwenden, und um das Nitrataktionsprogramm auf der gesamten landwirtschaftlichen Fläche gemäß der NO₃-RL anzuwenden. Das bedeutet, dass strenge Standards bezüglich Verunreinigung durch Nährstoffe aus Punktquellen und aus diffusen Quellen angewendet werden (Emissionsaspekt). Beide Ansätze zielen auf eine Verringerung der Belastung durch in Oberflächengewässer eingeleitete Nährstoffe ab. • Der Immissionsaspekt hinsichtlich der Verunreinigung durch Nährstoffe und der Bewertung des ökologischen und chemischen Zustands wird von der WRRL abgedeckt. Für den Fall, dass ein Gewässer den guten Zustand nicht erreicht, wird von Fall zu Fall beurteilt, woher die Verunreinigung kommt und welche Maßnahmen zu ergreifen sind. Dies erfolgt im Rahmen des Bewirtschaftungsplans für Einzugsgebiete gemäß der WRRL. • kA-RL, NO₃-RL und WRRL werden derzeit in Österreich ergänzend zueinander eingesetzt. Die Verbindung zwischen der Bewertung der Eutrophierung gemäß der NO₃-RL und dem Konzept des ökologischen Zustands der WRRL besteht, da die NO₃-RL und die WRRL dasselbe Beobachtungsnetz sowie dieselben Qualitätskomponenten verwenden. • Der CIS-Leitfaden Nr. 23 (EK, 2009) hält fest, dass für den Fall, dass die Bewertung [<i>der Eutrophierung</i>] nach unterschiedlichen Konzepten zu unterschiedlichen Schutzniveaus führt, die strengere Vorgabe Anwendung findet. |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Vorteile einer harmonisierten Betrachtungsweise der Eutrophierung im Rahmen der kA-RL, der NO₃-RL und der WRRL. • Gemeinsames Konzept zur Bewertung der Eutrophierung gemäß der NO₃-RL, der kA-RL (und der WRRL). • Anwendung eines gemeinsamen Beobachtungsnetzes. |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Es sollte keine Angleichung der empfindlichen Gebiete im Rahmen der kA-RL an die NO₃-RL erfolgen, sondern umgekehrt. Die Angleichung der gefährdeten Gebiete gemäß der NO₃-RL sollte im Sinne der kA-RL erfolgen, da die Definition von Eutrophierung gemäß der Letzteren weiter ausgelegt wird. Grund dafür war ein Urteil des EuGH C-280/02 (Europäischer Gerichtshof 2004). Empfindliche Gebiete aufgrund von Eutrophierung müssen gemäß der kA-RL |

| | |
|--------|---|
| | auch dann ausgewiesen werden, wenn die Schadstoffe, welche die Eutrophierung verursachen, nicht aus komARA stammen. Das EuGH-Urteil wurde im CIS-Leitfaden berücksichtigt. Die Anwendung dieses Leitfadens muss zu demselben, in einem Urteil festgelegten, Schutzniveau führen, unabhängig davon, welche Richtlinie der EK anzuwenden ist. |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Konnten nicht evaluiert werden. |

4.3.2 EU-Anforderungen zur Definition von Eutrophierung und/oder spezifische Leitlinien der kA-RL zur Ausweisung empfindlicher Gebiete, auch für grenzüberschreitende Gewässer

| | |
|----------------------------------|--|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Diese Option ist nicht relevant für Österreich, da weder empfindliche Gebiete gemäß der kA-RL, noch gefährdete Gebiete gemäß der NO₃-RL ausgewiesen wurden. Der Aspekt der Eutrophierung wird über zahlreiche ökologische und chemische Standards bei der Bewertung der Gewässer im Rahmen der WRRL berücksichtigt. • Ein Leitfaden zur Bewertung der Eutrophierung im Kontext der Europäischen Wasserpolitik ist bereits vorhanden (EK, 2009). • Bei dieser Interkalibrierung mussten die MS zeigen, dass ihre individuellen ökologischen Bewertungsmethoden und die daraus resultierenden Klassifizierungen mit jenen, die in anderen MS in der gesamten EU angewendet werden, vergleichbar sind. Die im Beschluss (EU) 2018/229 enthaltenen Verfahren und Grenzwerte werden von den MS dazu verwendet, die Werte für die Klassifikationen in ihren Beobachtungssystemen, basierend auf Interkalibrierung, festzulegen. |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Bessere Vergleichbarkeit empfindlicher Gebiete aufgrund von Eutrophierung. • Gemäß der WRRL wird Eutrophierung in Bezug auf Qualitätsstandards für unterschiedliche Bioregionen bewertet. Dieses Bewertungskonzept könnte auch für die NO₃-RL und die kA-RL angewendet werden. |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Keine: Bemühungen zur Harmonisierung der Ausweisung empfindlicher Gebiete und der Methoden zur Messung/Bewertung der Eutrophierung haben bereits stattgefunden. |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Konnten nicht evaluiert werden. |

4.3.3 Spezifische Berichterstattungspflichten, um die Zusammenhänge zwischen den Ausweisungen empfindlicher Gebiete nach unterschiedlichen Gesetzgebungen besser verstehen zu können

| | |
|----------------------------------|---|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Diese Option hat keine direkten Auswirkungen auf Österreich, da weder empfindliche Gebiete gemäß der kA-RL, noch gefährdete Gebiete gemäß der NO₃-Richtlinie ausgewiesen wurden. • Die Verbindung zu den gemäß anderen Richtlinien ausgewiesenen Flächen wird bereits in den aktuellen Art. 15-Berichtformularen (EUA, 2019) zur Verfügung gestellt. In der Abfragetabelle 'ReceivingAreasSAPparameter' besteht die Option, die Richtlinie, gemäß der die Fläche ausgewiesen wurde (parameter 'rcaCRelevantDirective'), die Kennzahl der Fläche, die im Rahmen der betreffenden Richtlinie definiert wurde (parameter 'rcaCDateOtherDirective'), sowie das Datum, an dem diese ausgewiesen wurde (parameter 'rcaCDateOtherDirective') anzugeben. Diese Option wird als ausreichend erachtet, um Verbindungen zwischen den verschiedenen Richtlinien herzustellen. |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Verfügbarkeit von detaillierten, individuellen (über die bereits zur Verfügung gestellten Informationen hinausgehenden) Informationen. |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Steigerung des Berichterstattungsaufwandes ohne unmittelbare positive Auswirkungen auf die Umwelt. |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Konnten nicht evaluiert werden. |

4.3.4 Verzicht auf die Kriterien b und c von Anhang II, die im Rahmen anderer Richtlinien zu behandeln sind, bei gleichzeitiger Festlegung strengerer Anforderungen für N & P für alle großen komARA.

| | |
|----------------------------------|--|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Diese Option hat keine direkten Auswirkungen auf Österreich, da weder empfindliche Gebiete gemäß der kA-RL, noch gefährdete Gebiete gemäß der NO₃-Richtlinie ausgewiesen wurden. Was das Kriterium b betrifft, so nutzt Österreich keine Oberflächengewässer zur Trinkwassergewinnung (ÖVGW 2018), daher ist dieses Kriterium irrelevant. • In Österreich sind strengere Anforderungen für N_{tot} und P_{tot} auf komARA-Ebene nicht relevant für die Einhaltung der Bestimmungen der kA-RL, da Österreich Art. 5(4) der Richtlinie auf das gesamte Staatsgebiet anwendet. • Je nach der Art der strengeren Anforderungen für N_{tot} und P_{tot} und der Größe der betroffenen komARA, könnte Österreich leicht strengere Anforderungen für P_{tot} einhalten. Für N_{tot} könnten strengere Anforderungen bezüglich der Ablaufkonzentration nicht so leicht für alle komARA einhaltbar sein (siehe Factsheet Nährstoffentfernung). |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Strengere N- & P-Anforderungen für alle großen komARA. Siehe Factsheet Nährstoffentfernung |

| | |
|-----------|--|
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Strengere N- & P-Anforderungen für alle großen komARA. Siehe Factsheet Nährstoffentfernung |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Konnten nicht evaluiert werden |

4.4 Weitere Datenerfassung/Datenauswertung

- Weitere Datenerfassung/ Datenauswertung hinsichtlich empfindlicher Gebiete in Bezug auf Spurenstoffe siehe Factsheet Spurenstoffe

4.5 Quellen

4.5.1 Gesetzgebung Österreich

BGBI. Nr. 215/1959 (idgF). Wasserrechtsgesetz 1959 –WRG. 1959. Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010290/WRG%201959%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBI. Nr. 186/1996 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land-und Forstwirtschaft über die allgemeine Begrenzung von Abwasseremissionen in Fließgewässer und öffentliche Kanalisationen (Allgemeine Abwasseremissionsverordnung –AAEV). Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010977/AAEV%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBI. Nr. 210/1996 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land-und Forstwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Abwasserreinigungsanlagen für Siedlungsgebiete (1. AEV für kommunales Abwasser). Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010980/1.%20AEV%20f%2c%20bcr%20kommunales%20Abwasser%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBI. Nr. 96/2006 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land-und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des Zielzustandes für Oberflächengewässer (Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer –QZV Chemie OG). Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/20004638/QZV%20Chemie%20OG%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBl. Nr. 479/2006 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Überwachung des Zustandes von Gewässern (Gewässerzustandsüberwachungsverordnung –GZÜV). Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/20005172/GZ%c3%9cV%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBl. Nr. 99/2010 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des ökologischen Zustandes für Oberflächengewässer (Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer –QZV Ökologie OG). Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/20006736/QZV%20%c3%96kologie%c2%a0OG%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBl II No. 385/2017. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, mit der die Verordnung über das Aktionsprogramm 2012 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen geändert wird. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2017/385>

4.5.2 Gesetzgebung EU

Beschluss (EU) 2018/229 der Kommission vom 12. Februar 2018 zur Festlegung der Werte für die Einstufungen im Rahmen des Überwachungssystems des jeweiligen Mitgliedstaats als Ergebnis der Interkalibrierung gemäß der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung des Beschlusses 2013/480/EU der Kommission (bekannt gegeben unter Aktenzeichen C(2018) 696) Text von Bedeutung für den EWR. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32018D0229>

Richtlinie 91/271/EWG betreffend die Behandlung von kommunalem Abwasser (Kommunale Abwasserrichtlinie, kA-RL). of 21 May 1991 concerning urban waste water treatment (Urban Waste Water Treatment Directive, UWWTD). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A31991L0271>

Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen (Nitratrichtlinie, NO₃-RL). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A31991L0676>

Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32000L0060>

Europäischer Gerichtshof (2004). Urteil des Gerichtshofes (Zweite Kammer) vom 23. September 2004. Kommission der Europäischen Gemeinschaften gegen Französische Republik. Vertragsverletzung eines Mitgliedstaats - Richtlinie 91/271/EWG - Behandlung von kommunalem Abwasser - Artikel 5 Absätze 1 und 2 und Anhang II - Keine Ausweisung empfindlicher Gebiete - Begriff der Eutrophierung - Keine weiter gehende Behandlung von Einleitungen in empfindliche Gebiete. Rechtssache C-280/02. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A62002CJ0280>

4.5.3 Leitfäden

EUA (2019). Data Dictionary Definition der Berichterstattung im Rahmen der Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser gemäß Artikel 15 - Überprüfung des Datensatzes August 2019

Europäische Kommission (2009). Gemeinsame Umsetzungsstrategie für die Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG) Leitfaden Nr. 23 Leitfaden zur Bewertung der Eutrophierung im Kontext der Europäischen Wasserpolitik Technischer Bericht – 2009 - 030. Europäische Gemeinschaften Luxemburg 2009

4.5.4 Berichte und Publikationen

BMLRT (2020). Nitratbericht 2020. Verfügbar unter: https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasser-eu-international/europaeische_wasserpolitik/nitratbericht2020.html

BMLRT (2021). Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2021. Entwurf. Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus. Verfügbar unter: <https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wisa/ngp/entwurf-ngp-2021/textdokument/entwurf-ngp-2021-textdokument.html>

Europäische Kommission (2002). Umsetzung der Richtlinie des Rates Nr. 91/271/EWG vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser, zuletzt geändert

durch die Richtlinie der Kommission Nr. 98/15/EG vom 27. Februar 1998 -
zusammenfassender Bericht. Verfügbar unter:
https://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/implementation/implement_report_2/2001_1669_en.pdf

Europäische Kommission (2004). Umsetzung der Richtlinie des Rates Nr. 91/271/EWG vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser, zuletzt geändert durch die Richtlinie der Kommission Nr. 98/15/EG vom 27. Februar 1998 - zusammenfassender Bericht. Brüssel KOM(2004) 248 endgültig. Verfügbar unter:
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52004DC0248&from=EN>

ÖVGW (2018). Die österreichische Trinkwasserwirtschaft. Branchendaten und Fakten. Verfügbar unter:
https://www.ovgw.at/media/medialibrary/2018/03/Branchenbild_Trinkwasser18_Druck.pdf

5 Factsheet – Nährstoffentfernung

Autoren:

Katharina Lenz ¹

Clemens Steidl ¹

Stefan Lindtner ²

¹Umweltbundesamt, Spittelauer Lände 5, 1090 Wien, Mail: office@umweltbundesamt.at

²Ingenieurbüro kaltesklareswasser, Obere Augartenstraße 18/8/20, 1020 Wien,
Mail: office@k2w.at

5.1 Hintergrund

Art. 5(1) der Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser (kA-RL) legt fest, dass Mitgliedstaaten empfindliche Gebiete gemäß den in Anhang II der kA-RL festgelegten Kriterien ausweisen müssen. Diese Kriterien sind, kurz gesagt, i) Eutrophierung, ii) für die Trinkwassergewinnung bestimmtes Oberflächensüßwasser und iii) Gebiete, in denen eine über eine Zweitbehandlung (reine Kohlenstoffentfernung) hinausgehende Behandlung erforderlich ist, um die Richtlinien des Rates zu erfüllen.

Gemäß Art. 5(2) der kA-RL müssen die MS sicherstellen, dass das in empfindliche Gebiete eingeleitete kommunale Abwasser aus Kanalisationssystemen von Gemeinden mit mehr als 10.000 EW vor dem Einleiten in Gewässer einer 3. Reinigungsstufe (Nährstoffentfernung) zu unterziehen ist. Die Vorgaben für eine solche weitergehende Behandlung sind in Art. 5(3) und in Anhang I B definiert und werden in Tabelle 12 zusammengefasst.

Österreich wendet nicht Art. 5(1) der Richtlinie an, sondern Art. 5(8) in Kombination mit Art. 5(4). Gemäß Art. 5(8) ist ein MS von der Verpflichtung, empfindliche Gebiete auszuweisen, befreit, wenn er die in Art. 5(2), Art. 5(3) und Art. 5(4) geforderte Behandlung in seinem gesamten Gebiet anwendet. Art. 5(4) bestimmt, dass alternativ zu den Artikeln 5(2) und 5(3) die für einzelne Behandlungsanlagen in den Absätzen 2 und 3 gestellten Anforderungen nicht in den empfindlichen Gebieten eingehalten werden müssen, für welche nachgewiesen werden kann, dass die Gesamtbelastung aus allen komARA in diesem Gebiet sowohl von Gesamtphosphor als auch von Gesamtstickstoff um jeweils mindestens 75 % verringert wird.

Österreich erfüllt seit 2006 die Artikel 5(8) und 5(4) der kA-RL und weist derzeit (Referenzjahr 2018) eine österreichweite Reduzierung von 81 % bei Stickstoff und 91 % bei Phosphor bezogen auf die Belastung des Zulaufs auf (BMLRT, 2020).

Aufgrund der Anwendung von Art. 5(8) und Art. 5(4) muss Österreich die in Anhang I B festgelegten Normen für die Abwasserbehandlung auf Anlagen-Ebene nicht anwenden. Das österreichische Recht (1. Abwasseremissionsverordnung für kommunales Abwasser, kurz 1. AEVKA) sieht allerdings Behandlungsstandards vor, die bereits strenger als jene der kA-RL sind. In Tabelle 12 werden die Vorgaben der kA-RL für das Einleiten in empfindliche Gebiete aus komARA mit den in der 1. AEVKA festgelegten Anforderungen für die Behandlung verglichen.

Tabelle 12: Anforderungen für das Einleiten aus komARA gemäß der kA-RL (Einleitung in empfindliche Gebiete) und der 1. AEVKA

| Parameter | Anforderung | EU-Richtlinie kA-RL (91/271/EWG)* | Österreichisches Recht (1. AEVKA) |
|--------------------------------------|---------------------|--|--|
| Gesamtstickstoff (N _{tot}) | Ablaufkonzentration | 10.000 – 100.000 EW: 15 mg/L ¹ > 100.000 EW: 10 mg/L ¹ | -- |
| | Mindestwirkungsgrad | ≥ 10.000 EW 70-80 % | > 5.000 EW: ≥ 70% ² |
| NH ₄ -N | Ablaufkonzentration | -- | 50 – 500 EW: 10 mg/L ^{†,3} > 500 EW: 5 mg/L ^{†,3} |
| Gesamtphosphor (P _{tot}) | Ablaufkonzentration | 10.000 – 100.000 EW: 2 mg/L > 100.000 EW: 1 mg/L | > 1.000 EW: 2 mg/L* > 5.000 EW: 1 mg/L* ⁴ |
| | Mindestwirkungsgrad | ≥ 10.000 EW 80 % | -- |

*Jahresdurchschnitt, †Tagesdurchschnitt (i.e. von einer bestimmten Anzahl der innerhalb eines Jahres zu ziehenden Proben darf nur eine bestimmte Anzahl an Proben die Emissionsbegrenzungen überschreiten)

¹Wahlweise darf der Tagesdurchschnitt 20 mg/l N nicht überschreiten. Diese Anforderung bezieht sich auf eine Wassertemperatur ≥ 12° der biologischen Stufe der komARA. Anstelle der Bedingung betreffend die Temperatur kann auch eine begrenzte Betriebszeit vorgegeben werden, die die regionalen klimatischen Verhältnisse berücksichtigt. Erklärung zu diesem Absatz: Bei den EB für die Konzentration handelt es sich um jährliche Durchschnittswerte. Die Anforderungen für Stickstoff können jedoch anhand von Tagesmittelwerten überprüft werden, wenn nachgewiesen wird, dass damit dasselbe Schutzniveau erreicht wird. In diesem Fall darf der Durchschnittswert alle Proben an Tagen mit Temperatur ≥12°C des Ablaufs der biologischen Stufe 20 mg/l N_{tot} nicht überschreiten.

²Gilt bei einer Abwassertemperatur > 12°C im Ablauf der biologischen Stufe der komARA.

³Gilt für komARA mit 51 – 5.000 EW bei einer Abwassertemperatur größer 12°C und für komARA > 5.000 EW bei einer Abwassertemperatur größer 8°C im Ablauf der biologischen Stufe der komARA.

⁴Eine Emissionsbegrenzung von 0,5 mg/l gilt für komARA > 10.000 EW im Einzugsgebiet eines nationalen oder internationalen Sees.

Zwischen den Anforderungen der kA-RL und jenen der 1. AEVKA bestehen einige Unterschiede:

- die untersuchten Parameter
- die Größenklassen der komARA
- die Bewertung der Emissionsbegrenzungen (EB)
- Gemäß kA-RL gelten die Werte für die Ablaufkonzentration ODER für den Entfernungsgang, während die 1. AEVKA bestimmt, dass beide Kriterien erfüllt werden müssen.

Die von der Europäische Kommission (EK) zu Beginn des Impact Assessment zur Überarbeitung der kA-RL vorgeschlagenen Handlungsoptionen⁷ sind:

- h) Strengere Ablaufgrenzwerte für Stickstoff und Phosphor für alle großen kommunalen Abwasserreinigungsanlagen (geeignete Größe der abgedeckten komARA ist festzulegen)
- i) Allgemein strengere Ablaufgrenzwerte für Stickstoff und Phosphor
- j) Risikobasierter Ansatz mit der Möglichkeit von Ausnahmeregelungen, wenn die Wasserqualität des Gewässers, in das das Abwasser eingeleitet wird, nachweislich nicht beeinträchtigt wird (gemäß den Zielen der WRRL und der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie)

5.2 Aktuelle Situation in Österreich

| | |
|-----------------------|--|
| Rechtliche Grundlagen | <ul style="list-style-type: none"> • Die kA-RL wird durch die Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (AAEV) und die Verordnung über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Abwasserreinigungsanlagen für Siedlungsgebiete (1. AEV für kommunales Abwasser, kurz 1. AEVkA) in nationales Recht umgesetzt. Letztere beschreibt die Anforderungen für die Nährstoffentfernung für komARA > 50 EW, die Anzahl der zu sammelnden Messungen sowie die höchstzulässige Anzahl an Überschreitungen bei denen Abweichungen zulässig sind (siehe Tabelle 12 und Factsheet Monitoring). • Seit 2009 werden die gemäß der kA-RL zu berichtenden Daten auf Basis der nationalen Emissionsregisterverordnung (Verordnung über ein elektronisches Register zur Erfassung aller wesentlichen Belastungen von Oberflächenwasserkörpern durch Emissionen von Stoffen aus Punktquellen, EmRegV-OW) im Emissionsregister Oberflächenwasserkörper (EMREG-OW) gesammelt. Dieses Register enthält Daten zu den jährlichen Zu- und Abflurraten (kg/a) an Gesamtstickstoff (N_{tot}), Gesamtphosphor (P_{tot}) und NH_4-N sowie zur jährlichen Abwassermenge (m^3/a) jeder komARA ≥ 2.000 EW. |
| Aktuelle Situation | <ul style="list-style-type: none"> • Die Anforderungen der kA-RL (Art. 5(8) und Art. 5(4)) werden mit einer durchschnittlichen Reduzierung von etwa 81 % Stickstoff und 91 % Phosphor erfüllt (BMLRT, 2020). • Die im EMREG-OW gesammelten Daten von 630 komARA zeigen die Effizienz der Abwasserreinigung im Zeitraum 2010 - 2019 (Tabelle 13 bis Tabelle 15 und Abbildung 6). Für die Berechnung des Medianwerts wurden alle Ablaufkonzentrationen aus einzelnen komARA pro Größenklasse berücksichtigt, |

⁷ Präsentation bei einem Webmeeting am 29. Juni 2020 und Detaillierung in einem Hintergrundpapier zu einem weiteren Webmeeting am 22. November 2020

während für das gewichtete Mittel die Gesamtbelastung im Ablauf sämtlicher komARA [kg/a] addiert und durch die Summe des insgesamt behandelten Abwassers [m³/a] dividiert wurde. Aufgrund vereinzelter Ausreißer zu Beginn der Datensammlung des EMREG-OW enthält der Datensatz Ausreißer, weshalb die Daten stark streuen und das gewichtete Mittel vom Median abweicht. Dieser Effekt ist bei kleineren komARA ausgeprägter.

- Während beim P_{tot} der Medianwert für die Ablaufkonzentration mit wachsender Größenklasse abnimmt (aufgrund strengerer EB), ist die Situation bei NH₄-N und N_{tot} umgekehrt. Der Grund dafür ist, dass in komARA mit anaerober Schlammfäulung (normalerweise größere komARA) weniger Stickstoff entfernt wird und deshalb die NH₄-N- und N_{tot}-Konzentrationen im Ablauf höher sind (Lindtner, 2019).

Tabelle 13: Jährliche Durchschnittskonzentrationen für P_{tot} (Median und gewichtetes Mittel)

| Größen- klasse (GK) 1. AEVKA | Anforderungen 1. AEVKA [mg/L] | Anzahl der Messungen | Ablaufkonzentration [mg/L] | |
|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| | | | Median | Gewichtetes Mittel |
| II | 2,0 | 2.424 | 0,80 | 1,58 |
| III | 1,0 | 3.158 | 0,60 | 0,62 |
| IV | 1,0 | 666 | 0,54 | 0,62 |

GK II: 501 - 5.000 EW, GK III: 5.001 - 50.000 EW, GK IV: >50.000 EW

Tabelle 14: Durchschnittskonzentrationen für NH₄-N

| Größen- klasse (GK) 1. AEVKA | Anforderungen 1. AEVKA [mg/L] | Anzahl der Messungen | Ablaufkonzentration [mg/L] | |
|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| | | | Median | Gewichtetes Mittel |
| II | 5,0 | 2.321 | 0,57 | 1,21 |
| III | 5,0 | 3.086 | 0,67 | 1,19 |
| IV | 5,0 | 618 | 0,94 | 1,0 |

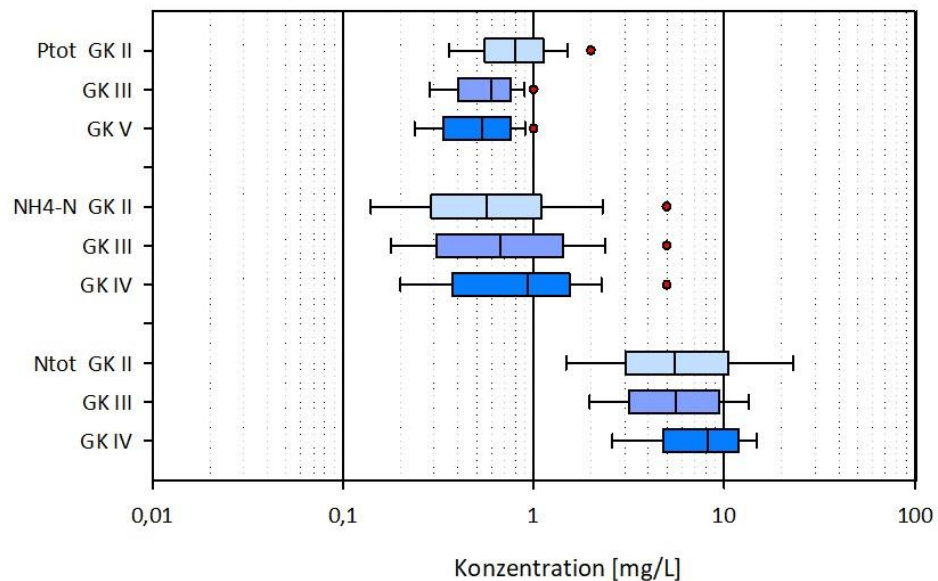
GK II: 501 - 5.000 EW, GK III: 5.001 - 50.000 EW, GK IV: >50.000 EW

Tabelle 15: Jährliche Durchschnittskonzentrationen für N_{tot}

| Größen- klasse (GK) 1. AEVKA | Anforderungen 1. AEVKA [mg/L] | Anzahl der Messungen | Ablaufkonzentration [mg/L] | |
|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| | | | Median | Gewichtetes Mittel |
| II | - | 1,425 | 5.48 | 4.81 |
| III | - | 2,953 | 5.87 | 7.32 |
| IV | - | 659 | 8.22 | 8.55 |

GK II: 501 - 5.000 EW, GK III: 5.001 - 50.000 EW, GK IV: >50.000 EW

Abbildung 6: Medianwert der Ablaufkonzentrationen von P_{tot} , NH_4-N und N_{tot} nach Größenklasse der Referenzjahre 2010 - 2019 sowie die Emissionsbegrenzungen (Punkte) gemäß der 1. AEVKA. (Box-Plot zeigt den Median, die 25%- und 75%-Perzentile als Begrenzungen der Box und die 10%- und 90%-Perzentile als Antennen)



- Tabelle 16 zeigt die Ablaufkonzentrationen (Median und gewichtetes Mittel) für P_{tot} , NH_4-N und N_{tot} basierend auf den Daten des vom Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverband organisierten jährlichen freiwilligen Leistungsnachweises für komARA aus dem Untersuchungsjahr 2019 (ÖWAV-Kläranlagen-Leistungsnachweis 2020). Es wurden 938 komARA aus Österreich und Südtirol mit einer organischen Reinigungskapazität von 22.9 Mio. EW untersucht.

Tabelle 16: Ablaufkonzentrationen (Median und gewichtetes Mittel) für P_{tot}, NH₄-N und N_{tot} basierend auf Daten des ÖWAV-Kläranlagen-Leistungsnachweises (2019)

| | Ablaufkonzentration [mg/L] | |
|--------------------|----------------------------|--------------------|
| | Median | Gewichtetes Mittel |
| P _{tot} | 0,6 | 0,6 |
| NH ₄ -N | 0,7 | 1,1 |
| N _{tot} | 6,5 | 9,2 |

Quelle: Lindtner, 2020

- Kommunale Abwasserreinigungsanlagen in der Größengruppe 51 - 1.999 EW machen nur 2,1% des Gesamtanteils der Ausbaupkapazität in Österreich aus, allerdings bei einer Anzahl von 1.236 komARA; verglichen mit 630 komARA ≥ 2.000 EW (BMLRT, 2020) die für rund 98 % der Österreichischen Kläranlagenkapazität verantwortlich sind. Bezogen auf die Nährstoffentfernung im gesamten Gebiet haben kleine komARA somit keine nennenswerte Bedeutung.

Tabelle 17: N_{tot} - und P_{tot} -Frachten im Zulauf und Ablauf von komARA >50 EW (Quelle: Berichte im Sinne von Art. 16 der kA-RL. Siehe: Homepage des BMLRT: <https://www.bmlrt.gv.at/>)

| | N _{tot} | | | P _{tot} | | |
|-------------|------------------|--------|---------------------|------------------|--------|---------------------|
| | Zulauf | Ablauf | Grad der Entfernung | Zulauf | Ablauf | Grad der Entfernung |
| | [t/a] | [t/a] | [%] | [t/a] | [t/a] | [%] |
| 2004 | 46.836 | 15.017 | 68 | 7.531 | 978 | 87 |
| 2006 | 45.921 | 10.591 | 77 | 7.739 | 918 | 88 |
| 2008 | 45.332 | 9.474 | 79 | 7.781 | 836 | 89 |
| 2010 | 47.157 | 9.578 | 80 | 7.563 | 806 | 89 |
| 2012 | 46.160 | 9.240 | 80 | 7.412 | 736 | 90 |
| 2014 | 46.634 | 8.625 | 82 | 7.506 | 767 | 90 |
| 2016 | 49.493 | 9.604 | 81 | 7.734 | 741 | 90 |
| 2018 | 50.315 | 9.632 | 81 | 7.196 | 662 | 91 |

- Bei den Gesamtnährstofffrachten aus Österreich (den Zulauf- und Abflussfrachten von komARA > 50 EW) wurde im Zeitraum von 2004 bis 2010 eine signifikante Verringerung der Nährstofffrachten im Ablauf beobachtet (aufgrund der Erweiterung der Wiener Hauptkläranlage). Nach 2010 kam es nur zu geringfügigen Schwankungen (Tabelle 17).

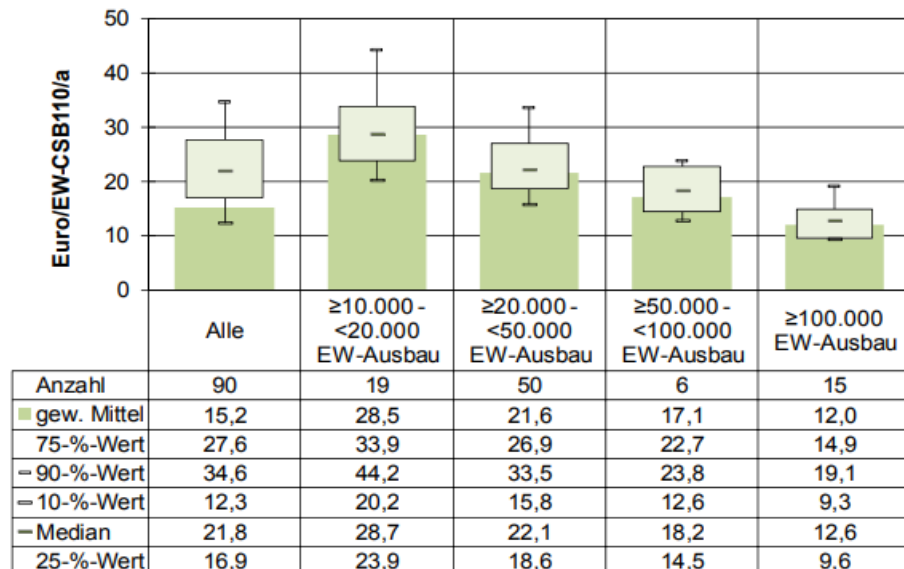
Tabelle 18: N_{tot} - und P_{tot} -Frachten im Zulauf und Ablauf von komARA >50 EW in den österreichischen Teilen der Einzugsgebiete von Donau, Rhein und Elbe im Jahr 2018 (BMLRT, 2020)

| | N_{tot} | | | P_{tot} | | |
|---------------|-----------|--------|---------------------|-----------|--------|---------------------|
| | Zulauf | Ablauf | Grad der Entfernung | Zulauf | Ablauf | Grad der Entfernung |
| | [t/a] | [t/a] | [%] | [t/a] | [t/a] | [%] |
| Danube | 47.674 | 9.119 | 81 | 6.800 | 647 | 90 |
| Rhine | 2.461 | 481 | 80 | 371 | 11 | 97 |
| Elbe | 180 | 33 | 82 | 25 | 3 | 87 |

Kosten
(-schätzung)

Phosphor:

Abbildung 7: Kosten für die Abwasserreinigung in komARA mit P_{tot} -Entfernung gruppiert nach Größenklassen der komARA (Lindtner und Vohryzka, 2013)



Auf Basis der Daten von 90 komARA aus den Referenzjahren 2003 - 2012, die im Rahmen des Abwasserbenchmarkings erhoben wurden, zeigten Lindtner und Vohryzka (2013), dass die durchschnittlichen Kosten der Abwasserbehandlung für

komARA mit P-Entfernung (Gesamtkosten, die sich z.B. aus den Kosten für Fällungsmittel, Energie, Personal und Schlamm Entsorgung ergeben) 21,8 €/EW/a betragen und die Kosten je nach Größe der komARA schwanken (Abbildung 7). Die Kosten für Fällungsmittel machen etwa 5% der Gesamtkosten für die Abwasserbehandlung aus (Abbildung 8). Dieselben Autoren zeigten, dass - anders als erwartet - die Kosten für die P-Entfernung nicht von der erzielten

Abbildung 8: Spezielle Kosten für Fällungsmittel gruppiert nach Größenklassen der komARA (Lindtner und Vohryzka, 2013)

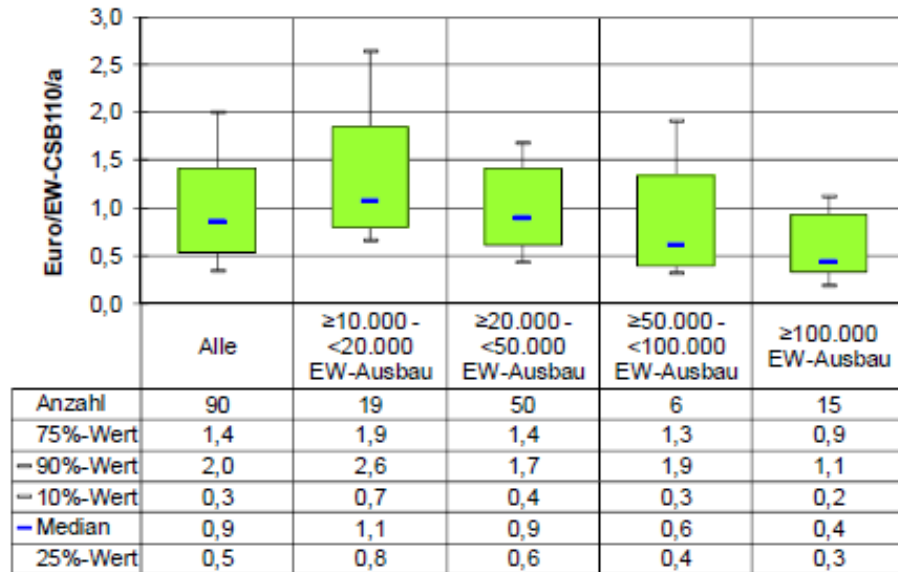
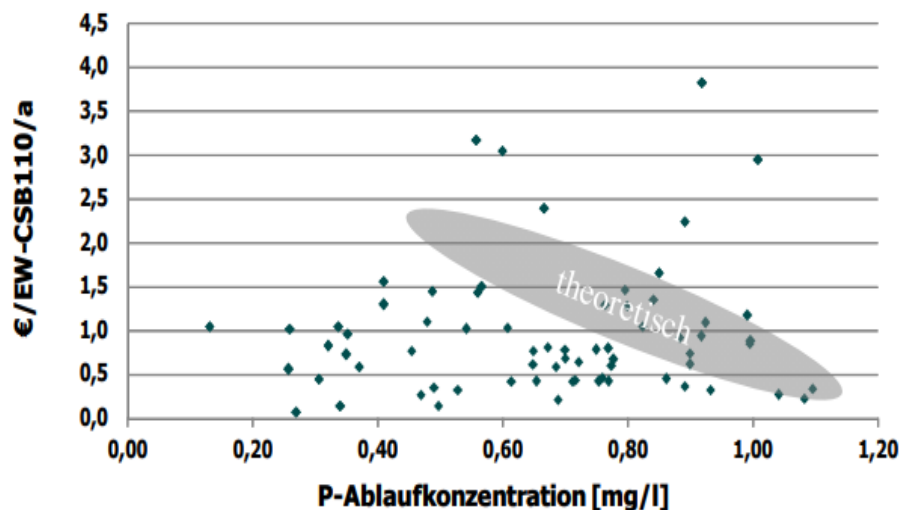


Abbildung 9: Kosten für Fällungsmittel versus P_{tot} -Konzentrationen im Ablauf (Lindtner und Vohryzka, 2013)



Gesamtposphorkonzentration im Ablauf abhängen (Abbildung 9). Der Einsatz verschiedener Fällungsmittel mit einer weiten Preisspanne wurde als Grund für dieses unerwartete Ergebnis betrachtet.

Auch die Kosten für die Entfernung des Gesamtposphors nach Stand der Technik (1. AEVKA) wurden bei Lindtner (2007) beschrieben (siehe Tabelle 19).

Tabelle 19: Betriebskosten für P_{tot} -Entfernung (Lindtner, 2007)

| Größengruppe [EW] | Betriebskosten [€/kg entferntem P_{tot}] | |
|-------------------|--|------|
| | min. | max. |
| 1.000 - 5.000 | 74 | 103 |
| 5.000 - 20.000 | 41 | 59 |
| 20.000 - 50.000 | 26 | 46 |
| > 50.000 | 20 | 34 |

Stickstoff:

Die Kosten für N_{tot} -Entfernung nach Stand der Technik (1. AEVKA) wurden bei Lindtner (2007) beschrieben (siehe Tabelle 20).

Tabelle 20: Betriebskosten für N_{tot} -Entfernung (Lindtner, 2007)

| Größengruppe [EW] | Betriebskosten [€/kg entferntem N_{tot}] | |
|-------------------|--|------|
| | min. | max. |
| 1.000 - 5.000 | 28,6 | 25,7 |
| 5.000 - 20.000 | 6,4 | 7,7 |
| 20.000 - 50.000 | 6,0 | 9,5 |
| > 50.000 | 4,4 | 7,7 |

5.3 Handlungsoptionen – zukünftige Möglichkeiten für die Umsetzung in Österreich

5.3.1 Strengere Ablaufgrenzwerte für Stickstoff & Phosphor für alle großen kommunalen Abwasserreinigungsanlagen

Mögliche Umsetzung in Österreich

Phosphor:

- Das österreichische Recht legt eine maximal zulässige Ablaufkonzentration für Phosphor von 2 mg/l für komARA mit einer Größe von 1.001 EW - 5.000 EW und von 1 mg/l für komARA > 5.000 EW fest.
- Die nationalen Grenzwerte sind schon jetzt strenger als jene in der kA-RL und werden von den komARA auch eingehalten.
- Eine Reduktion der Konzentration auf unter 1 mg/l für alle großen komARA ist möglich (siehe Tabelle 21 und Tabelle 22).
- Eine allfällige Senkung des Grenzwerts durch die EK auf 1 mg/l für komARA mit einer Größe von 10.000 EW - 100.000 EW wird keinen Einfluss auf die österreichische Gesetzgebung haben (siehe Tabelle 12).
- Tabelle 23 zeigt eine Analyse der österreichischen komARA der Größenklasse 10.001 EW - 100.000 EW auf Basis der Daten des EMREG-OW 2017 - 2019.

Tabelle 21: Datensätze (durchschnittliche Jahreskonzentrationen), die die Anforderungen für P_{tot} einhalten (1. AEVKA) (EMREG-OW, qualitätsgeprüfte Daten von 2017-2019)

| Anzahl der Datensätze (Jahresmittel) | 1. AEVKA Größenklasse IV (>50.000 EW) Datensätze, die die Anforderungen für P_{tot} einhalten | | |
|--------------------------------------|--|-------------|-------------|
| | 1,0 mg/L | 0,8 mg/L | 0,6 mg/L |
| 195 | 195/ 100% | 174/ 89% | 129/ 66% |

Tabelle 22: Datensätze (durchschnittliche Jahreskonzentrationen), die die Anforderungen für P_{tot} einhalten (>100.000 EW)

| Anzahl der Datensätze (Jahresmittel) | komARA >100.000 EW Datensätze, die folgende Anforderungen für P _{tot} einhalten | | |
|--------------------------------------|---|------------|------------|
| | 1,0 mg/L | 0,8 mg/L | 0,6 mg/L |
| 102 | 102/ 100% | 91/ 89% | 74/ 73% |

Tabelle 23: Datensätze (durchschnittliche Jahreskonzentrationen), die die Anforderungen für P_{tot} einhalten (10.001-100.000 EW)

| Anzahl der Datensätze (Jahresmittel) | komARA 10.001-100.000 EW Datensätze, die die Anforderungen für P _{tot} einhalten | | | |
|--------------------------------------|--|---------------|-------------|-------------|
| | 1,5 mg/L | 1,0 mg/L | 0,8 mg/L | 0,6 mg/L |
| 690 | 690/ 100% | 687/ 99.6% | 609/ 88% | 435/ 63% |

Stickstoff:

- Das österreichische Recht schreibt keine EB für die Ablaufkonzentration von Stickstoff vor. Der Mindestwirkungsgrad für die Größenkategorien III und IV muss bei einer Abwassertemperatur von 12°C mindestens 70% betragen. Tabelle 24 bis Tabelle 26 zeigen die Konzentration des Gesamtstickstoffes auf Basis der Daten des EMREG-OW 2017-2019.
- Die 1. AEVKA schreibt für die Konzentration von NH₄-N Werte von 5 mg/l für komARA >500 EW bei Abwassertemperaturen von 12°C bzw. 8°C vor (Tabelle 12). Die Medianwerte der Ablaufkonzentration von Stickstoff sind in Tabelle 15 dargestellt.
- Tabelle 25 und Tabelle 26 zeigen die Leistung der österreichischen komARA bezogen auf die Einhaltung der von der kA-RL vorgeschriebenen Grenzwerte. Die derzeit in der kA-RL festgelegten Emissionsbegrenzungen für N_{tot} werden von einigen komARA noch nicht eingehalten, wobei anzumerken ist, dass bei der Berechnung der mittleren jährlichen Konzentrationen aus den EMREG-OW-Daten die Abwassertemperatur nicht berücksichtigt wurde.
- Die Anforderungen hinsichtlich der Mindestwirkungsgrade werden von allen komARA > 50 EW erfüllt (siehe Kapitel 5.3.2).

Tabelle 24: Datensätze, die die Anforderungen für N_{tot} einhalten (1. AEVKA) (EMREG-OW, qualitätsgeprüfte Daten von 2017-2019)

| 1. AEVKA Größenklasse IV >50.000 EW - Jahresmittel (ohne Berücksichtigung der Abwassertemperatur), die die Anforderungen für N_{tot} einhalten | | | | |
|--|----------------|----------------|---------------|---------------|
| Anzahl der Datensätze (Jahresmittel) | 12 mg/L | 10 mg/L | 8 mg/L | 6 mg/L |
| 195 | 143/ 73% | 110/ 56% | 85/ 44% | 59/ 30% |

Tabelle 25: Datensätze, die die Anforderungen für N_{tot} einhalten (> 100.000 EW)

| komARA >100.000 EW - Jahresmittel (ohne Berücksichtigung der Abwassertemperatur), die die Anforderungen für N_{tot} einhalten | | | | |
|---|----------------|----------------|---------------|---------------|
| Anzahl der Datensätze (Jahresmittel) | 12 mg/L | 10 mg/L | 8 mg/L | 6 mg/L |
| 102 | 73/ 72% | 55/ 54% | 42/ 41% | 29/ 28% |

Tabelle 26: Datensätze, die die Anforderungen für N_{tot} einhalten (10.001 - 100.000 EW)

| komARA 10.001 - 100.000 EW Jahresmittel (ohne Berücksichtigung der Abwassertemperatur), die die Anforderungen für N_{tot} einhalten | | | |
|--|----------------|----------------|---------------|
| Anzahl der Datensätze (Jahresmittel) | 15 mg/L | 10 mg/L | 8 mg/L |
| 690 | 639/ 93% | 487/ 71% | 386/ 56% |

- Für das vorliegende Factsheet wurden von einem Bundesland die Gesamtstickstoffkonzentrationen der Tagesproben sowie die Abwassertemperatur für das Referenzjahr 2020 bereitgestellt (Tabelle 27 - Tabelle 29). Die Daten zeigten, dass die in der kA-RL festgelegten EB nicht von allen Proben eingehalten werden. Der Grund dafür sind die teils hohen Zulauf-frachten aus Industrie und Gewerbe. Die Mindestwirkungsgrade für N_{tot} wurden von diesen jedoch erfüllt.

Tabelle 27: Anzahl der Tagesproben, die die Anforderungen für N_{tot} einhalten (>100,000 EW)

| Anzahl der Tagesproben | komARA >100.000 EW | | |
|---|--------------------------------------|----------|---------|
| | ohne Berücksichtigung der Temperatur | ≥ 12°C | < 12°C |
| Gesamt | 401 | 347 | 54 |
| Proben, die eine EB ≤ 10 mg/l erzielten | 219/ 55% | 182/ 52% | 37/ 69% |
| Proben, die eine EB ≤ 20 mg/l erzielten | 392/ 98% | 340/ 98% | 52/ 96% |

Tabelle 28: Anzahl der Tagesproben, die die Anforderungen für N_{tot} einhalten (>10.001 - 100.000 EW)

| Anzahl der Tagesproben | KomARA >10.000 EW - 100.000 EW | | |
|---|--------------------------------------|----------|----------|
| | ohne Berücksichtigung der Temperatur | ≥ 12°C | < 12°C |
| Gesamt | 851 | 590 | 261 |
| Proben, die eine EB ≤ 15 mg/l erzielten | 732/ 86% | 525/ 89% | 207/ 79% |
| Proben, die eine EB ≤ 20 mg/l erzielten | 808/ 95% | 582/ 99% | 226/ 87% |

Tabelle 29: N_{tot} -Konzentrationen in den täglichen Abwasserproben im Ablauf bei komARA > 10.000 EW eines Bundeslandes

| Anzahl der Proben | [mg/L] | | | | | |
|-------------------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|-------|
| | 10% Perz. | 25% Perz. | Median | 75% Perz. | 90% Perz. | |
| Gesamt | 1.252 | 3,4 | 5,8 | 9,4 | 13,0 | 16,39 |
| < 12°C | 315 | 3,9 | 5,8 | 8,5 | 13,8 | 21,0 |
| ≥ 12°C | 937 | 3,3 | 5,8 | 9,6 | 13,0 | 15,4 |

- Im Jahr 2019 wurde von österreichischen komARA > 50 EW via EMREG-OW eine Phosphorfracht im Ablauf von etwa 671 t/a angegeben (Tabelle 30). Wenn alle komARA > 100.000 EW, deren Ablaufkonzentration im Jahr 2019 höher als 0,6 mg/l P_{tot} war, den Grenzwert von 0,6 mg/l einhielten, würden die Ablauffrachten auf 626 t/a sinken. Dies entspricht einer Änderung des Gesamtentfernungsgrades für Ö von 0,7%.

Tabelle 30: Gesamtposphorfracht in t/a im Jahr 2019 von komARA >50 EW unter Berücksichtigung einer neuen EB (Konzentration) von 0,6 mg/l für komARA > 100.000 EW (2019)

| | Zulauf [t/a] | Ablauf [t/a] | Entfernung [%] |
|---|--------------|--------------|----------------|
| Fracht angegeben | 7.238 | 671 | 90,7 |
| Fracht mit max. 0,6 mg/l je komARA > 100.000 EW | 7.238 | 626 | 91,4 |

- Im Jahr 2019 wurde von österreichischen komARA > 50 EW via EMREG-OW eine Stickstofffracht im Ablauf von etwa 9.976 t/a angegeben (Tabelle 31). Wenn alle komARA > 100.000 EW, deren Ablaufkonzentration im Jahr 2019 höher als 9 mg/l N_{tot} war, den Grenzwert von 9 mg/l einhielten, würden die Ablauffrachten auf 8.955 t/a sinken. Dies entspricht einer Änderung des Gesamtentfernungsgrades für Ö von 2,0%.

Tabelle 31: Gesamtstickstofffracht in t/a im Jahr 2019 von komARA >50 EW unter Berücksichtigung einer neuen EB (Konzentration) von 9 mg/l für komARA > 100.000 EW (2019)

| | Zulauf [t/a] | Ablauf [t/a] | Entfernung [%] |
|---|--------------|--------------|----------------|
| Fracht angegeben | 51.276 | 9.976 | 80,5 |
| Fracht mit max. 9 mg/l je komARA > 100.000 EW | 51.276 | 8.955 | 82,5 |

Vorteile

- EU-Ebene: Geringere in die Umwelt eingeleitete P_{tot}- und N_{tot}-Frachten für jene MS, die empfindliche Gebiete im Sinne von Art. 5(2,3) ausgewiesen haben und Art. 5(4) nicht anwenden.
- Höhere P-Frachten im Klärschlamm wären ein Vorteil, wenn eine P-Rückgewinnung aus dem Klärschlamm vorgesehen ist (siehe Factsheet Kreislaufwirtschaft - Klärschlammverwertung Österreich).

- Solange Österreich Art. 5(4) anwendet und der Mindestwirkungsgrad gemäß Art. 5(4) nicht auf > 80% für N_{tot} bzw. > 85% für P_{tot} angehoben wird, haben strengere zulässige Höchstwerte auf der Ebene der komARA keine Auswirkungen auf Ö, da diese Entfernungsgrade derzeit auf nationaler Ebene und auf Ebene der Flussgebietseinheiten bereits erreicht werden (siehe Tabelle 17 und Tabelle 18).
- Neue EB von 0,6 mg/l P_{tot} bzw. 9 mg/l N_{tot} für komARA > 100.000 EW würden zu folgenden zusätzlich entfernten Frachten führen (Tabelle 32).

Tabelle 32: Zusätzlich entfernte P_{tot} - und N_{tot} -Frachten unter Berücksichtigung neuer EB für komARA > 100.000 EW

| | Zusätzlich entfernte Frachten [t/a] | Steigerung vgl. mit der derzeitigen Entfernung [%] |
|--|-------------------------------------|--|
| Zusätzlich entfernte P_{tot} -Frachten | 46 | 0,7 |
| Zusätzlich entfernte N_{tot} -Frachten | 1.022 | 2,5 |

Nachteile

- Hohe Kosten für die Nachrüstung der komARA für die Stickstoffentfernung.
- Zusätzlicher Klärschlamm aufgrund weitergehender Phosphorentfernung. Der Schlammanfall aus der P_{tot} -Eliminierung schwankt je nach Art der Eliminierung und liegt zwischen 3 g TS/g entferntem P_{tot} (biologische Entfernung) und 6.8 g entfernter TS/g P_{tot} (Fällung mit Eisen) (DWA-A 131; Beltzung, 2015). Die zusätzlichen Mengen an Klärschlamm, die durch strengere EB in großen komARA anfallen, werden in Tabelle 33 dargestellt.

Tabelle 33: Zusätzlicher Klärschlamm bei einer neuen EB von 0,6 mg/l für komARA > 100.000 EW

| | Entfernte Tonne P_{tot} pro Jahr | Menge der bei der P-Entfernung anfallenden TS | | Zusätzlicher Schlamm [t TS/a] | |
|--|------------------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------|------|
| | | 3 g TS je entf. g P_{tot} | 6,8 g TS je entf. g P_{tot} | min. | max. |
| Aktuelle Situation (2019) | 6.566 | 19.699 | 44.651 | - | - |
| Neue EB von 0,6 mg/l für komARA > 100.000 EW | 6.612 | 19.836 | 44.961 | 137 | 310 |

Kosten

- Nach Lindtner und Vohryzka (2013) betragen die Kosten der P-Entfernung zur Erreichung einer Ablaufkonzentration von 0,5 mg/l zwischen 3,0 und 6,0 €/kg entferntem P_{tot} für komARA ≤ 50.000 EW und zwischen 1,5 und 4,0 €/kg

entferntem P_{tot} für komARA > 50.000 EW (zusätzlich zu den in Tabelle 19 angegebenen Kosten). Eine Steigerung der P_{tot} -Entfernung von einer Ablaufkonzentration von 1 mg/l auf eine Ablaufkonzentration von 0,5 mg/l durch zusätzliche Fällung bringt damit Kosten in Höhe von 0,1 - 0,2 €/EW/a mit sich (BMLFUW, 2017).

- Lindtner (2007) berücksichtigt für die Berechnung der Kosten für die Anpassung von komARA an den Stand der Technik der Stickstoffentfernung (1. AEvKA) folgende Szenarien:
 - Errichtung oder Ausbau des bestehenden Belebungsbeckens.
Voraussetzung für diese Maßnahme ist, dass ausreichend Kohlenstoff für die Denitrifikation zur Verfügung steht, was bei Abwasserreinigungsanlagen mit Vorklärbecken nicht immer der Fall ist. Die Investitionskosten für diese Maßnahme betragen 29,6 € - 78,9 € pro Kilogramm entferntem N_{tot} . Bei den Betriebskosten wird der erhöhte Bedarf an Belüftungsenergie durch die höhere Denitrifikationskapazität und den geringeren Schlammanfall ausgeglichen. Somit sind bei den Betriebskosten keine Änderungen zu erwarten.
 - Ist nicht genügend Kohlenstoff vorhanden, kann ein höherer Stickstoffwirkungsgrad von bis zu 90 % nur durch Denitrifikation mithilfe einer externen Kohlenstoffquelle erzielt werden. Dies kann beispielsweise mit einem nachgeschalteten Sandfilter mit Kohlenstoffdosierung umgesetzt werden. Die Investitionskosten für diese Maßnahme liegen zwischen 46 € und 118 € pro kg entferntem N_{tot} , die Betriebskosten zwischen 1,5 € und 3,4 € pro kg entferntem N_{tot} .
- Im Falle strengerer Emissionsbegrenzungen für komARA > 100.000 EW für P_{tot} (0,6 mg/l) bzw. N_{tot} (9 mg/l) würden die Betriebskosten der Abwasserreinigung um 0,58 % (min.) - 0,60 % (max.) bei P_{tot} bzw. um 2,0 % - 2,2 % bei N_{tot} steigen.

5.3.2 Allgemein strengere Ablaufgrenzwerte für Stickstoff und Phosphor

Mögliche Umsetzung in Österreich

- Österreich erzielt derzeit eine Reduzierung von etwa 81 % bei Stickstoff und 91 % bei Phosphor bezogen auf die Zulaufkraft (Tabelle 12).
- Die Wirkungsgrade von Phosphor für komARA > 10.000 EW sind sogar noch etwas besser, siehe Tabelle 34 (EMREG-OW Datenanalyse 2010-2019, alle berichteten Einträge, ohne Eliminierung statistischer Ausreißer 2010-2012). Tabelle 35 zeigt die Leistung der österreichischen komARA hinsichtlich der Einhaltung der von der KA-RL festgesetzten zulässigen Höchstwerte.

Tabelle 34: Wirkungsgrad für P_{tot} und N_{tot} bei komARA > 10.000 EW

| | Anforderungen 1. AEVKA | Anforde- rungen kA-RL | Anzahl der Datensätze | Wirkungsgrad | |
|-----------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------|--------------------|
| | | | | Median | Gewichtetes Mittel |
| P_{tot} | - | 80% | 2.724 | 92,1% | 94,9% |
| N_{tot} | 70% (III u IV) | 70-80% | 2.684 | 83,6% | 82,3% |

Tabelle 35: Datensätze, die die vorgegebenen Wirkungsgrade für N_{tot} und P_{tot} einhalten (>10.000 EW)

| Anzahl der Datensätze (Jahresmittel) | Jahresmittel*, die die vorgegebenen Wirkungsgrade für N_{tot} einhalten | | Datensätze, die die vorgegebenen Wirkungsgrade für P_{tot} einhalten | |
|--|---|-------------|--|-------------|
| | 80% | 70% | Anzahl der Datensätze (Jahresmittel) | 80% |
| 792 | 529/ 67% | 729/ 92% | 792 | 772/ 98% |

* ohne Berücksichtigung der Abwassertemperatur

- Im Jahr 2019 wurde von österreichischen komARA > 50 EW via EMREG-OW eine Phosphorbelastung im Ablauf von etwa 671 t/a angegeben (Tabelle 36). Wenn alle komARA > 10.000 EW, die 2019 eine Ablaufkonzentration > 0,8 mg/l P_{tot} hatten, den Grenzwert von 0,8 mg/l einhielten, würden die Frachten im Ablauf auf 663 t/a sinken. Der Gesamtwirkungsgrad für Ö würde sich dadurch um nur 0,1% ändern.

Tabelle 36: Gesamtphosphorfracht in t/a von komARA > 50 EW im Jahr 2019, unter Annahme einer neuen EB (Konzentration) von 0,8 mg/l für komARA > 10.000 EW (2019)

| | Zulauf [t/a] | Ablauf [t/a] | Entfernung [%] |
|--|--------------|--------------|----------------|
| Fracht angegeben | 7.238 | 671 | 90,7 |
| Fracht mit max. 0,8 mg/l je komARA >10.000 EW | 7.238 | 664 | 90,8 |

- Im Jahr 2019 wurde von österreichischen komARA > 50 EW via EMREG-OW eine Stickstoffbelastung im Ablauf von etwa 9.976 t/a angegeben (Tabelle 37). Wenn alle komARA > 10.000 EW, die 2019 eine Ablaufkonzentration > 10 mg/l N_{tot} hatten, den Grenzwert von 10 mg/l einhielten, würden die Frachten im Ablauf

auf 8.867 t/a sinken. Der Gesamtwirkungsgrad für Österreich würde sich dadurch um 2,2% ändern.

Tabelle 37: Gesamtstickstofffracht in t/a von komARA > 50 EW im Jahr 2019, unter Annahme einer neuen EB (Konzentration) von 10 mg/l für komARA > 10.000 EW (2019)

| | Zulauf [t/a] | Ablauf [t/a] | Entfernung [%] |
|-----------------------------------|--------------|--------------|----------------|
| Fracht angegeben | 51.276 | 9.976 | 80,5 |
| Fracht mit max. 10 mg/l je komARA | 51.276 | 8.867 | 82,7 |

Vorteile

- Siehe Kapitel 5.3.1
- Neue EB von 0,8 mg/l P_{tot} bzw. 10 mg/l N_{tot} für komARA > 10.000 EW würden zu folgenden zusätzlich entfernten Frachten führen (Tabelle 38).

Tabelle 38: Zusätzlich entfernte P_{tot}- und N_{tot}-Frachten unter Berücksichtigung neuer EB für komARA > 10.000 EW

| | Zusätzlich entfernte Frachten [t/a] | Zusätzlich entfernte Frachten [t/a] |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Zusätzlich entfernte P _{tot} -Frachten | 7 | 0,1 |
| Zusätzlich entfernte N _{tot} -Frachten | 1.109 | 2,7 |

Nachteile

- Siehe Kapitel 5.3.1
- Zusätzlicher Klärschlamm infolge weitergehender P-Entfernung (siehe Kapitel 5.3.1) und Tabelle 39.

Tabelle 39: Zusätzlicher Klärschlammanfall unter Annahme einer neuen EB von 0,8 mg/l für komARA > 10.000 EW

| | Entfernte Tonne P _{tot} pro Jahr | TS-Anfall durch P-Entfernung | | Zusätzlicher Schlamm-anfall [t TS/a] | |
|---|---|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|------|
| | | 3 g TS pro entf. g P _{tot} | 6,8 g TS pro entf. g P _{tot} | min. | max. |
| Aktuelle Situation (2019) | 6.566 | 19.699 | 44.651 | - | - |
| Neue EB von 0,8 mg/l für komARA > 10.000 EW | 6.574 | 19.721 | 44.700 | 22 | 50 |

| | |
|--------|--|
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Siehe Kapitel 5.3.1 • Im Falle strengerer Emissionsbegrenzungen für komARA > 10.000 EW für Gesamtposphor (0,8 mg/l) bzw. Gesamtstickstoff (10 mg/l) würden die Kosten der Abwasserreinigung bei P_{tot} um 0,1 % und bei N_{tot} um 2,4 % - 2,5 % steigen. |
|--------|--|

5.3.3 Risikobasierter Ansatz

Risikobasierter Ansatz sieht die Möglichkeit einer Ausnahmeregelung vor, wenn die Wasserqualität des Gewässers, in das das Abwasser eingeleitet wird, nachweislich nicht beeinträchtigt wird.

| | |
|----------------------------------|--|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Österreich verwendet den kombinierten Ansatz, der die unterschiedlichen Betrachtungsweisen des Immissionsansatzes und des Emissionsansatzes verbindet (in Übereinstimmung mit Art. 10 der WRRL). • Die Emissionsbegrenzungen fallen unter die kA-RL, doch die AAEV, die 1. AEVka und die 65 spezifischen Abwasserverordnungen für häusliche Einleitungen und Einleitungen aus Industrie und Gewerbe in Österreich bestimmen die Anwendung strengerer EB, wenn beispielsweise die Bewertung des Gewässerzustandes im Sinne der WRRL einen schlechten oder mäßigen Zustand ergibt. Für alle von komARA vorgenommenen Einleitungen in Vorfluter sind wasserrechtliche Bewilligungen erforderlich. Beispielsweise zeigte der Mondsee bei der Bewertung für den 2. WRRL-Gewässerbewirtschaftungsplan keinen guten Zustand. Es wurden Maßnahmen gesetzt, um die punktuelle und diffuse Verschmutzung zu reduzieren. In der komARA Mondsee wurde die Emissionsbegrenzung auf 0,35 mg/l P_{tot} als Jahresmittel angepasst (BMLFUW, 2017). • Ein risikobasierter Ansatz mit weniger strengen Anforderungen, wenn der Vorfluter nicht beeinträchtigt wird, wird in Österreich nur in sehr speziellen Fällen angewendet. Hierbei ist ein strenges Bewilligungsverfahren mit der Möglichkeit einer Beschwerde durch das Bundesministerium vorgesehen. |
|----------------------------------|--|

| | |
|-----------|--|
| | <p>Strenge emissionsbasierte Anforderungen hinsichtlich der Einleitungen gelten im ganzen Land unabhängig vom Vorfluter. Üblicher ist in Österreich die Vorschreibung strengerer Emissionsbegrenzungen und einer weitergehenden Abwasserbehandlung falls erforderlich (so beträgt beispielsweise die EB für P_{tot} bei $\text{komARA} > 10.000 \text{ EW}$ 1 mg/l (Tabelle 12), im Einzugsgebiet eines nationalen oder internationalen Sees jedoch $0,5 \text{ mg/l}$).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es wird davon ausgegangen, dass diese Handlungsoption in Gebieten, wo die Wasserqualität des Vorfluters nachweislich nicht beeinträchtigt wird, weniger strenge Behandlungsanforderungen nach der kA-RL bedeutet. • Da Österreich für die Abwasserbehandlung in $\text{komARA} > 50 \text{ EW}$ eindeutige Normen vorsieht, ist Österreich von dieser Handlungsoption nicht betroffen. |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Österreich verwendet den kombinierten Ansatz mit in Verordnungen festgelegten emissionsorientierten Mindestanforderungen für alle komARA. Für Österreich würde dieser Ansatz keine Vorteile bringen. |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeit, die Behandlungsanforderungen der Richtlinie individuell abzuschwächen. • Geringere Vergleichbarkeit zwischen den MS, da die Ausnahmeregelungen in den einzelnen MS auf unterschiedliche Weise gewährt werden können. • Unterschiedliche Datenauswertung in Europa. • Druck seitens mancher Akteure, das österreichische nationale Recht zu ändern und grundsätzlich Ausnahmen zuzulassen, wenn die Wasserqualität nicht beeinträchtigt wird (was zu einer Senkung der bestehenden nationalen Normen führen würde) |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Die Kosten dieser Handlungsoption konnten nicht evaluiert werden. |

5.4 Weitere Datenerfassung/Datenauswertung

- N_{tot} : Verlässliche Beurteilungen, ob in der kA-RL vorgesehene Grenzwerte für den Gesamtstickstoff (Jahresmittelwert für die Konzentration im Ablauf bei einer Abwassertemperatur $> 12^\circ\text{C}$) eingehalten werden, sind nur möglich, wenn Daten zu N_{tot} -Konzentrationen und Abwassertemperatur in Einzelproben vorliegen.

5.5 Quellen

5.5.1 Gesetzgebung Österreichisch

BGBI. Nr. 215/1959 (idgF). Wasserrechtsgesetz 1959 –WRG. 1959. Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010290/WRG%201959%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBI. Nr. 186/1996 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land-und Forstwirtschaft über die allgemeine Begrenzung von Abwasseremissionen in Fließgewässer und öffentliche Kanalisationen (Allgemeine Abwasseremissionsverordnung –AAEV). Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010977/AAEV%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBI. Nr. 210/1996 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land-und Forstwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Abwasserreinigungsanlagen für Siedlungsgebiete (1. AEV für kommunales Abwasser). Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010980/1.%20AEV%20f%2c%20bcr%20kommunales%20Abwasser%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBI. II Nr. 29/2009. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über ein elektronisches Register zur Erfassung aller wesentlichen Belastungen von Oberflächenwasserkörpern durch Emissionen von Stoffen aus Punktquellen (EmRegV-OW) + Erlass BMLFUW-UW 4.1.4/0006-I/4/2009. EmRegV-OW Eingrenzung der Messverpflichtung betreffend Emissionen von prioritären Stoffen aus kommunalen Kläranlagen + Erlass BMLFUW-UW.4.1.4/0008-IV/1/2014 EmRegV-OW Eingrenzung der Messverpflichtung betreffend Emissionen von prioritären Stoffen aus kommunalen Kläranlagen - Änderung des Erlasses vom 22.12.2009. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2009/29>

BGBI. II Nr. 207/2017 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über ein elektronisches Register zur Erfassung aller wesentlichen Belastungen von Oberflächenwasserkörpern durch Emissionen von Stoffen aus Punktquellen 2017 (Emissionsregisterverordnung 2017 - EmRegV-OW 2017). Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2017/207>

5.5.2 Gesetzgebung EU

Richtlinie 91/271/EWG betreffend die Behandlung von kommunalem Abwasser (Urban Waste Water Treatment Directive, kA-RL). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A31991L0271>

Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32000L0060>

5.5.3 Leitfäden

DWA-A 131 (2016). Arbeitsblatt DWA-A 131 - Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen - Juni 2016

5.5.4 Berichte und Publikationen

Beltzung, E. (2015). Bilanzierung einer Belebungsanlage zur Analyse des Klärschlammmanfalls. Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur, Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz. Verfügbar unter: <https://epub.boku.ac.at/obvbokhs/content/titleinfo/1936103>

BMLFUW (2017). Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2015. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Sektion Wasserwirtschaft, Wien. Verfügbar unter: <https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wisa/fachinformation/ngp/ngp-2015/text.html>

BMLRT (2020). Kommunales Abwasser – Österreichischer Bericht 2020. Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT), Wien. Verfügbar unter: https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasser-eu-international/europaeische_wasserpolitik/lagebericht_2020.html

Lindtner, S. (2007). Monetäre Bewertung von Maßnahmen zur Reduktion der Fließgewässerbelastung durch die kommunale Wasserwirtschaft. Endbericht. Modul III. Verfügbar unter: <https://www.bmlrt.gv.at/dam/jcr:c233ed89-d727-4aec-b2c0-fef6df91c48f/Katalog%20SWW%20Begleitdokument.pdf>

Lindtner, S. and Vohryzka, F. (2013). Kosten der Phosphor-Entfernung aus Kläranlagen. Wiener Mitteilungen (2013) Band 228, ÖWAV Februar Seminar 2013, TU-Wien ISBN 978-3-85234-121-7. Verfügbar unter:

https://k2w.at/assets/pdf/BM_8_Kosten_P_Entfernung.pdf

Lindtner, S. (2019). Stickstoffelimination mit konventionellen Verfahren - Auswertung österreichweit verfügbarer Daten. Wiener Mitteilungen (2019) Band 249, ÖWAV Februar Seminar 2019, TU-Wien. ISBN 978-3-85234-144-6. Verfügbar unter:

<https://repositum.tuwien.at/retrieve/131>

Lindtner, S. (2020). in: Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften 2020. Informationsreihe Betriebspersonal Abwasseranlagen, Folge 28. ÖWAV, Wien, 2020

6 Factsheet – Spurenstoffe

Autoren:

Norbert Kreuzinger¹

Heidemarie Schaar¹

¹Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement (IWR), Technische Universität Wien,
Karlsplatz 13/226, 1040 Wien, Mail: sekretariat@iwag.tuwien.ac.at

6.1 Hintergrund

Derzeit beschränken sich die Anforderungen an die Reinigungsleistung in der kommunalen Abwasserrichtlinie (kA-RL) auf traditionelle Abwasserparameter. Gefordert wird eine Zweitbehandlung sämtlicher Abwassereinleitungen aus Siedlungsgebieten > 2.000 EW sowie eine darüberhinausgehende Behandlung für Siedlungsgebiete > 10.000 EW in ausgewiesenen empfindlichen Gebieten und deren Einzugsgebieten.

Im Laufe der letzten 20 Jahre erhöhte sich die Sensitivität chemischer Analyseverfahren kontinuierlich. Dies verbesserte den Wissensstand über das Vorkommen von Spurenstoffen in der aquatischen Umwelt sowie im kommunalen Abwasser als einem der Eintragspfade für diese Substanzen. Infolge dieser Entwicklung wurden Maßnahmen auf komARA als eine mögliche Strategie zur Minimierung von Spurenstoffen in Gewässern ermittelt (Frauenhofer, 2017; IKS, 2019). Auch die EK betont die Rolle der kA-RL in Bezug auf Spurenstoffe in der aquatischen Umwelt (z. B. Strategiepapiere zu Kunststoffen⁸ und Arzneimitteln⁹). Im Jahr 2020 wurde die Gemeinsame Forschungsstelle (JRC) beauftragt, Expertengruppen einzurichten, die sich mit der möglichen Aufnahme ausgewählter Spurenstoffe in die Richtlinie befassen (z.B. Identifizierung von repräsentativen Spurenstoffen im kommunalen Abwasser und Identifizierung von Behandlungstechniken für deren Entfernung aus dem Abwasser).

Zu den Spurenstoffen gehören Substanzen, die in der aquatischen Umwelt in einem niedrigen Konzentrationsbereich vorkommen (ng/l bis µg/l), Auswirkungen auf das ökologische Gleichgewicht oder die menschliche Gesundheit haben können und typischerweise nicht oder nur in sehr geringem Umfang von der aktuellen Wassergesetzgebung erfasst sind. Spurenstoffe umfassen eine Vielzahl verschiedener Einzelstoffe und deren Transformationsprodukte, die als Arzneimittel und Körperpflegeprodukte, Industriechemikalien, Biozide und Pestizide verwendet werden. Darüberhinausgehende Substanzklassen, welche im Themenkomplex der Spurenstoffe öfter genannt werden, wie beispielsweise Mikroplastik oder Antibiotikaresistenzen, werden im gegenständlichen Factsheet nicht behandelt (vergleiche ÖWAV 2013 - Positionspapier: Anthropogene Spurenstoffe in der aquatischen Umwelt¹⁰).

⁸ https://ec.europa.eu/environment/strategy/plastics-strategy_en

⁹ https://ec.europa.eu/health/human-use/strategy_en

¹⁰ <https://www.oewav.at/Downloads/%C3%96WAV-Positionspapier>

Spurenstoffe, die in der WRRL und der Umwelt-Qualitätsnorm-Richtlinie (UQN-RL) geregelt sind (z.B. Nonylphenole), gelten zusätzlich als sogenannte prioritäre Stoffe. Es konnte gezeigt werden, dass der Ablauf aus komARA für die meisten dieser prioritären Stoffe nicht den Haupteintragspfad in die aquatische Umwelt darstellt (Umweltbundesamt, 2009; BMLFUW, 2017). Es werden laufend Anstrengungen unternommen, um Chemikalien, die für europäische Gewässer bedenklich sind, zu priorisieren (z.B. EU Beobachtungsliste (C(2015) 1756), Norman Network¹¹) und festzustellen, welche von ihnen hauptsächlich über komARA in die aquatische Umwelt gelangen.

Aktuell wird die Implementierung von in vitro Biotests als effektbasierte Methoden (EBM) für Monitoring und Bewertung im Kontext der WRRL diskutiert (EK, 2021). In vitro Biotests bilden eine Ergänzung zur chemischen Einzelsubstanzanalyse und sie berücksichtigen auch unbekannte Stoffe und Mischungseffekte (Mischtoxizitäten). Effektbasierte Triggerwerte (EBTs) für verschiedene toxikologische Endpunkte (Wirkmechanismen), die sich in Entwicklung befinden und teils bereits etabliert sind (Escher et al., 2019; NORMAN und Water Europe, 2019), werden grundsätzlich als probates Mittel zur Qualitätsbeurteilung im Rahmen der kA-RL betrachtet.

Die von der Europäische Kommission (EK) zu Beginn des Impact Assessment zur Überarbeitung der kA-RL vorgeschlagenen Handlungsoptionen¹² sind:

- k) EU-Grenzwerte für einige Indikatorsubstanzen sollen in großen und/oder mittleren und/oder kleinen Siedlungsgebieten zur Anwendung kommen.
- l) Verpflichtende Aufrüstung von ARA für die Behandlung von Spurenstoffen, wenn
 - 5. die komARA größer als 100.000 EW ist,
 - 6. in empfindliche Gebiete eingeleitet wird (Trinkwasserversorgungszonen und Badegewässergebiete),
 - 7. eine Ableitung in Fließgewässer mit geringem Verdünnungsverhältnis erfolgt.
- c) Risikobasierter Ansatz: Festlegung einer neuen Art von empfindlichen Gebieten und Setzung von Maßnahmen basierend auf den im Wasser detektierten Substanzen.

¹¹ <https://www.norman-network.com/nds/prioritisation/>

¹² Präsentation bei einem Webmeeting am 29. Juni 2020 und Detaillierung in einem Hintergrundpapier zu einem weiteren Webmeeting am 22. November 2020

6.2 Aktuelle Situation in Österreich

| | |
|-----------------------|---|
| Rechtliche Grundlagen | <ul style="list-style-type: none"> • Österreichisches Wasserrechtsgesetz (WRG) (BGBl. Nr. 215/1959) • Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (AAEV, BGBl. Nr. 186/1996) • Erste Abwasseremissionsverordnung für kommunales Abwasser für komARA > 50 EW (1. AEVka, BGBl. Nr. 210/1996) • Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer (QZV Chemie OG, BGBl. II Nr. 96/2006) • Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser (QZV Chemie GW, BGBl. II Nr. 98/2010) • Nationale Verordnung über ein elektronisches Register zur Erfassung aller wesentlichen Belastungen von Oberflächenwasserkörpern durch Emissionen von Stoffen aus Punktquellen (EmRegV-OW 2017, BGBl. II Nr. 207/2017) • Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser (91/271/EWG) • Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG) • Umweltqualitätsnorm-Richtlinie (UQN-RL, 2013/39/EU) |
| Aktuelle Situation | <ul style="list-style-type: none"> • Spurenstoffe in kommunalen Abwasserreinigungsanlagen – aktuelle Daten in Österreich Die nationale Verordnung EmRegV-OW 2017 bezieht sich auf das elektronische Register zur Erfassung aller wesentlichen Belastungen von Oberflächenwasserkörpern durch Emissionen von Stoffen aus Punktquellen. Zu den überwachten Punktquellen gehören rund 640 komARA (≥ 2.000 EW). Die zu messenden Substanzen sind im Anhang der Verordnung gelistet. Vor dem Inkrafttreten der EmRegV-OW erfolgte eine Messkampagne, um die relevanten prioritären Stoffe bzw. Stoffgruppen in den Abläufen repräsentativer österreichischer komARA mit konventioneller biologischer Behandlung (hohes Schlammalter mit Nitrifikation und Denitrifikation) zu evaluieren. Bei Überschreitung der Umweltqualitätsnormen in den Abläufen der komARA wurden die Substanzen als relevant im Hinblick auf die Einleitungen aus komARA eingestuft (Umweltbundesamt, 2009). Die Stoffauswahl für die regelmäßige Überwachung in komARA basierte auf der Verfügbarkeit von Standardanalysemethoden mit ausreichend hoher Sensitivität für spezielle Schadstoffe. Infolge dieser Studie müssen komARA mit über 10.000 EW, die gemäß EmRegV zusätzlich zu den Bescheidparametern einer Berichtspflicht für ausgewählte prioritäre Stoffe unterliegen, Cadmium, Diuron und Nonylphenole im Zeitraum von 2010 bis 2022 einmal in sechs Jahren im Kläranlagenablauf bestimmen lassen. Eine zweite Studie mit einer Analyse der für komARA-Abläufe relevanten Schadstoffe wurde 2017 durchgeführt und umfasste prioritäre Stoffe aus der UQN-RL, Stoffe von der EU-Beobachtungsliste (C(2015) 1756) sowie weitere Kandidatenstoffe für die Überarbeitung dieser rechtlichen Rahmenbedingungen. Diese Studie ergab, dass elf Substanzen im Ablauf von komARA relevant sind (Nickel, Quecksilber, PFOS, Dioxine und dioxinähnliche PCB, PBDE, 17α-Ethinylestradiol (EE2), Östron (E1), 17β-Östradiol (E2), Diclofenac, Kupfer und Zink (BMLFUW, 2017)). Gemäß der 2009 ausgearbeiteten Schadstoffauswahl wurden für eine regelmäßige Überwachung in komARA > 10.000 EW ab 2023 die Substanzen Nickel, |

Nonylphenole und Quecksilber nominiert. Basierend auf dem Entwurf des Dritten Gewässerbewirtschaftungsplans könnte PFOS bald als weiterer Überwachungsparameter nominiert werden.

- **Entfernung von Spurenstoffen in komARA**

Um die Anforderungen an die Stickstoffentfernung von mindestens 70 % zu erfüllen, werden komARA > 5.000 EW in Österreich normalerweise als niedrig belastete Belebungsanlagen mit hohem Schlammalter (sogenannte Schwachlastanlagen) betrieben. Zusätzlich zur Stickstoffentfernung wirkt sich ein hohes Schlammalter positiv auf die Biotransformation zahlreicher Spurenstoffe aus (Achermann et al., 2018, Clara et al., 2005). Unabhängig vom Schlammalter sind jedoch schwer abbaubare Substanzen wie Carbamazepin oder Diclofenac durch einen niedrigen Entfernungsgrad und hohe Konzentrationen im Ablauf charakterisiert. Um Erfahrungen zum Spurenstoffentfernungspotential und zu den notwendigen Betriebsbedingungen einer 4. Reinigungsstufe zu sammeln, wurden in Österreich, finanziert durch das Ministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, mehrere Pilotstudien zur Ozonung, Aktivkohlefiltration und zur Kombination dieser beiden Verfahren durchgeführt (KomOzon – Projekt Nr. GZ A601819; KomOzAk I – Projekt Nr. B202770 und 100927; KomOzAk II – Projekt Nr. B601389).

- **Spurenstoffe in Oberflächengewässern – aktuelle Daten in Österreich**

Schadstoffe, die bereits in der Wassergesetzgebung geregelt sind, werden in Oberflächengewässern periodisch im Rahmen der WRRL bewertet. Der Entwurf des 3. WRRL-Gewässerbewirtschaftungsplans zeigt, dass mit Ausnahme der ubiquitären Schadstoffe (z.B. PFOS) nur sehr wenige Wasserkörper (weniger als 1 % von ca. 8.100) infolge der Einleitung von synthetischen und nicht-synthetischen Schadstoffen aus Punktquellen keinen guten chemischen und guten ökologischen Zustand erreichen. In der Kategorie der EU-Schadstoffe (prioritäre Stoffe) führten Emissionen aus Punktquellen einige Male zu Überschreitungen der Zielvorgaben für Nickel, Nonylphenole und Tributylzinnverbindungen.

Die Messungen der aus dem Ablauf von komARA in Oberflächengewässer gelangenden Spurenstoffe konzentrierten sich in den letzten Jahren auf Arzneimittelwirkstoffe und Hormone. Es konnte gezeigt werden, dass Carbamazepin und Diclofenac zu jenen Arzneimitteln gehörten, die in 100 % der ausgewählten Oberflächengewässer in Konzentrationen zwischen 0,02 und 0,08 µg/l auftraten (BMNT, 2019). Höhere Konzentrationen fanden sich im Allgemeinen an Probenahmestellen mit höheren Abwasseranteilen, was die Rolle von komARA für Arzneimittelwirkstoffe in der aquatischen Umwelt bestätigt. Da es für Spurenstoffe keine Umweltqualitätsnormen (UQN) gibt, wurden die Konzentrationen in Oberflächengewässern mit anderen Beurteilungskriterien, beispielsweise mit chronischen Qualitätskriterien, verglichen. Diclofenac und Ibuprofen waren die Arzneimittel mit der größten Überschreitungshäufigkeit. Bei Carbamazepin wurde die als Qualitätskriterium eingesetzte PNEC („predicted no effect concentration = die vorhergesagte Konzentration eines Stoffes, bei der keine Wirkung auftritt) nicht überschritten.

- **Kombinierter Ansatz aus Emissions- und Immissionsprinzip**

Der kombinierte Ansatz aus Emissions- und Immissionsprinzip sieht im Fall von

immissionsbezogenen Beschränkungen zusätzliche Vorgaben für komARA vor. Dies beruht auf einer Einzelfallbewertung. Werden Umweltqualitätsnormen (festgelegt in der QZV Chemie OG und der QZV Ökologie OG) in einem Gewässer überschritten oder fast überschritten, können die Emissionen des bedenklichen Stoffes begrenzt werden. Dies gilt auch für Stoffe für die es keine Ablaufgrenzwerte gibt. Dieser Ansatz wird jedoch nur für prioritäre Stoffe, d.h. jene Spurenstoffe, die bereits in der Wassergesetzgebung geregelt sind, angewendet.

6.3 Handlungsoptionen – zukünftige Möglichkeiten für die Umsetzung in Österreich

6.3.1 EU-Grenzwerte für einige Indikatorsubstanzen sollen in großen und/oder mittleren und/oder kleinen Siedlungsgebieten zur Anwendung kommen.

Mögliche Umsetzung in Österreich

- Grundsätzlich stellt der Einsatz von Indikatorsubstanzen eine tragfähige Option dar. Es ist jedoch notwendig, die Art des Grenzwerts festzulegen, d.h. zu bestimmen, ob diese Handlungsoption auf bestimmte Ablaufkonzentrationen oder auf einen Mindestentfernungsgrad abzielt. Europäische Staaten, in denen komARA zur Spurenstoffentfernung aufgerüstet wurden (Schweiz und teilweise die deutschen Bundesländer Nordrhein-Westfalen (NRW) und Baden-Württemberg (BW)) fordern einen Entfernungsgrad von 80 % für bestimmte Indikatorsubstanzen in den komARA (Summe aus konventioneller Behandlung und 4. Reinigungsstufe).
- Es gibt verschiedene Arten von Indikatorsubstanzen. Prozessorientierte Indikatorsubstanzen sind technologie-/verfahrensorientierte Substanzen, die auf die Entfernungsleistung des eingesetzten Behandlungsverfahrens fokussieren, ohne die mit diesen Stoffen assoziierten Risiken zu berücksichtigen. Es ist vergleichbar mit Ammonium, dessen Ablaufkonzentration Aufschluss über die Nitrifikationsleistung einer Anlage gibt. Toxikologiebasierte Indikatorsubstanzen werden auf Basis ihrer Toxizität und der daraus folgenden biologischen Wirkungen ausgewählt. Unter Berücksichtigung der Planungssicherheit für komARA können nur technologiebasierte Indikatorsubstanzen eine verlässliche Basis bieten. Eine Kombination beider Ansätze wird z. B. im Fall von Diclofenac eingesetzt.
- Mit Stand der Bearbeitung dieses Factsheets standen rund 290 Stoffe auf der Liste potentieller Indikatorsubstanzen, die im Hinblick auf eine Ausweisung repräsentativer Spurenstoffe von einer Expertengruppe diskutiert wurden. Für die praktische Umsetzung sollte die Anzahl dieser Stoffe auf maximal 10 bis 15 begrenzt werden. Tabelle 40 zeigt eine Liste einiger Indikatorsubstanzen, die in einem DWA-Arbeitsbericht des Fachausschusses KA-8 zur Analytik und Betriebsdokumentation bei Verfahren zur gezielten Spurenstoffentfernung

veröffentlicht wurde (DWA-KA-8, 2020), ergänzt um die von der TU Wien in der EU-Expertengruppe vorgeschlagenen Indikatorsubstanzen.

Tabelle 40: Gegenüberstellung unterschiedlicher Listen mit Indikatorsubstanzen (DWA-KA-8, 2020, modifiziert)

| Stoff | Häufigkeit | CH)1 | NRW)2 | BW)3 | Berlin)4 | D)5 | TUW)6 |
|------------------------------|------------|-------|--------|-------|-----------|------|--------|
| Benzotriazol)* | 6 | x | x | x | x | x | x |
| Carbamazepin | 6 | x | x | x | x | x | x |
| Diclofenac | 6 | x | x | x | x | x | x |
| Metoprolol | 5 | x | x | x | x | x | |
| Clarithromycin | 4 | x | x | | x | x | |
| Hydrochlorothiazid | 4 | x | | x | x | x | |
| Irbesartan | 3 | x | | x | | x | |
| Sulfamethoxazol | 3 | | x | | | x | x |
| Σ 4+5-Methyl-benzotriazol)* | 3 | x | | x | | x | |
| Candesartan | 2 | x | | | x | | |
| Acesulfam K)* | 1 | | | | | | x |
| Amisulprid | 1 | x | | | | | |
| Bisphenol A)* | 1 | | | | | | x |
| Chlorothiazid (TP) | 1 | | | | x | | |
| Citalopram | 1 | x | | | | | |
| Estrogenität)+ | 1 | | | | | | x |
| Formylamino-antipyrin (TP) | 1 | | | | x | | |
| Gabapentin | 1 | | | | x | | |
| Ibuprofen | 1 | | | | | | x |
| Olmesartan | 1 | | | | x | | |
| Oxipurinol (TP) | 1 | | | | x | | |
| Tramadol | 1 | | | | x | | |
| Tramadol-N-oxid | 1 | | | | x | | |
| Valsartan | 1 | | | | x | | |
| Valsartansäure (TP) | 1 | | | | x | | |
| Venlafaxin | 1 | x | | | | | |

* Kein Arzneimittel; + In vitro-Biotest; 1) Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK): Schweizer Verordnung zur Überprüfung des Reinigungseffekts von Maßnahmen zur Elimination von organischen Spurenstoffen bei ARA (Min. 6, Max. 12 Subs.); 2) Anleitung zur Planung und Dimensionierung von Anlagen zur Mikroschadstoffelimination; 3) Arbeitspapier Spurenstoffelimination auf kommunalen Kläranlagen in Baden-Württemberg; 4) Entwurf Arbeitsgruppe Spurenstoffe, Berlin; 5) Referentenentwurf zur Aktualisierung des Deutschen Abwasserabgabegesetzes (2019); 6) Empfehlung an die JRC-Expertengruppe zur Identifizierung repräsentativer Indikatorstoffe von Expertengruppenmitglied Norbert Kreuzinger

Tabelle 41: Verhalten der von der TU Wien in die JRC-Expertengruppe eingebrachten Indikatorsubstanzen in der konventionellen Abwasserreinigung und in der 4. Reinigungsstufe

| Prozessindikator- substanz | Entfernung: > 80 % (+), 50-80 % (o), < 50 % (-) | | | |
|-------------------------------|---|-----------------------|---------|------------|
| | Niedriges Schlammalter | Hohes Schlammalter | Ozonung | Aktivkohle |
| Acesulfam | - | o | o | - |
| Benzotriazol | o | o | o | + |
| Bisphenol A *) | - | + | + | + |
| Carbamazepin | - | - | + | + |
| Diclofenac | - | o | + | + |
| Östrogenität | - | o | + | + |
| Ibuprofen | + | + | - | o |
| Sulfamethoxazol | o | o | + | o |

- Jekel und Dott (2013) schlagen folgende Auswahlkriterien für Prozessindikatorsubstanzen vor:
 - Die Substanzen sind repräsentativ für eine Gruppe von Verbindungen, die hinsichtlich ihrer chemisch/physikalischen Eigenschaften oder ihrer Reaktivität ähnliche Merkmale aufweisen.
 - hohe Nachweishäufigkeit und Auftreten in Konzentrationen, die deutlich über der Bestimmungsgrenze üblicherweise eingesetzter Analyseverfahren liegen
 - durch verbreitete Analysemethoden mit vergleichsweise geringem Aufwand in niedrigen Konzentrationen nachweisbar
 - Das Verhalten der Substanzen im urbanen Wasserkreislauf und in den eingesetzten Reinigungsprozessen sollte bekannt sein.
- Wird eine Anlage mit einer vierten Reinigungsstufe aufgerüstet, muss der Bemessungsdurchfluss definiert werden (Voll- versus Teilstrombehandlung). Bei den bisher aufgerüsteten komARA gibt es keine einheitliche Vorgangsweise. Die deutschen Bundesländer BW und NRW besitzen für Trenn- und Mischwasserkanalisationen folgende Kriterien (vgl. Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe NRW, 2016; Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2018):
 - Trennkanalisation (100 %): Vollstrombehandlung, d.h. 100 % der jährlichen Abwassermenge werden weitergehend behandelt

| | |
|-----------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> – Mischwasserkanalisation ohne immissionsbasierte Beschränkungen: Teilstrombehandlung mit einem Bemessungsdurchfluss zur Spurenstoffentfernung $\geq Q_{T,max}$ (maximaler Trockenwetterabfluss als Mittelwert über die letzten drei Jahre) und mindestens 70 % der jährlichen Abwassermenge. |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Nach Definition der Randbedingungen für die Grenzwerte (max. zulässige Konzentration oder Mindestentfernung) werden keine wesentlichen Hindernisse für die Umsetzung und Überwachung erwartet. • Die Umsetzung liefert eine Grundlage für die Handlungsoption b) und kann als eine Voraussetzung dafür betrachtet werden. • Schafft gleiche Rahmenbedingungen. |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Mit dieser Handlungsoption allein lässt sich das Thema Spurenstoffe in der aquatischen Umwelt nicht bewältigen. • Keine Berücksichtigung von Hotspots als empfindliche Gebiete, wie sie in der folgenden Handlungsoption beschrieben werden (siehe Opt. b2-3) |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Als Beispiel wurden die Analysekosten für die sieben von der TU Wien empfohlenen Indikatorsubstanzen (Tabelle 1) abgeschätzt. Dies erfolgte anhand eines Angebots des Umweltbundesamtes (Preisliste 2021) und der Kosten für den In-vitro-Biotest auf Estrogenität ERα Calux[®] von BioDetectionSystems (Preis 2019), woraus sich Gesamtkosten in Höhe von rund 1.000 € pro Probe ergaben. |

6.3.2 Verpflichtende Aufrüstung von ARA für die Entfernung von Spurenstoffen

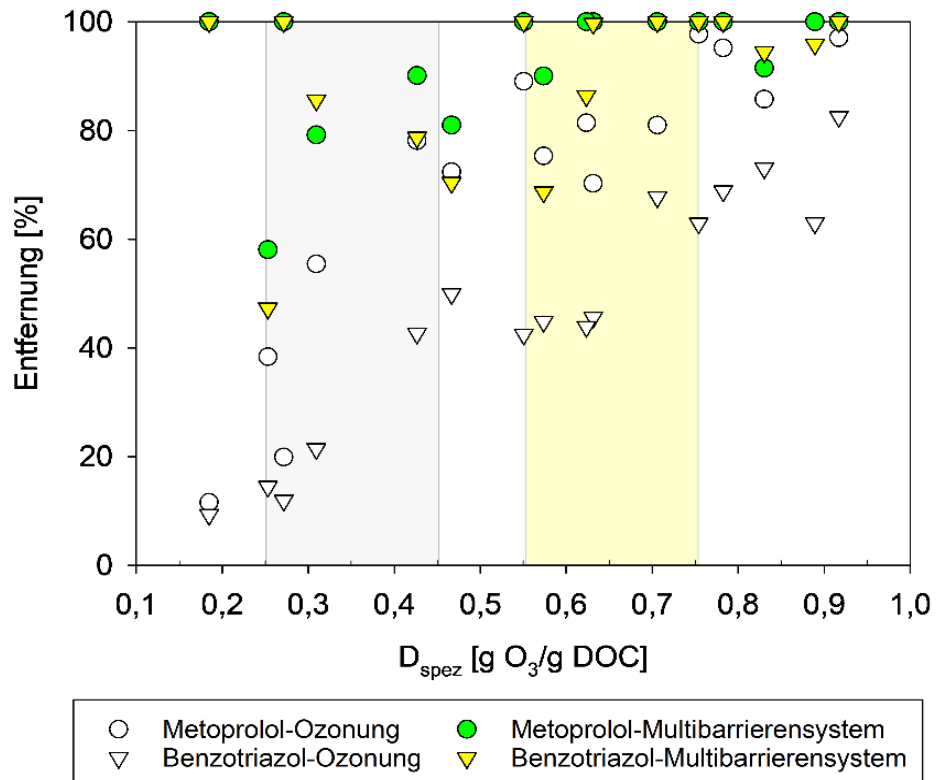
Eine Aufrüstung zur Entfernung von Spurenstoffen ist durchzuführen, wenn

1. die komARA größer als 100.000 EW ist,
2. in empfindliche Gebiete eingeleitet wird (Trinkwasserversorgungszonen und Badegewässergebiete),
3. eine Ableitung in Fließgewässer mit geringem Verdünnungsverhältnis erfolgt.

| | |
|----------------------------------|--|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Bei dieser Handlungsoption gibt es zwei denkbare Herangehensweisen, um zu entscheiden, welche komARA aufzurüsten sind: <ul style="list-style-type: none"> – größenabhängig (unabhängig von der Immissionsituation): starke Auswirkung auf die Frachtreduktion bei der Aufrüstung großer komARA – immissionsabhängig (unabhängig von der Größe der komARA) • Die Handlungsoption ähnelt der Grundidee der neuen Schweizer Gewässerschutzverordnung (FOEN, 2015), die 2016 in Kraft trat. Die Verordnung fordert eine Reduktion ausgewählter organischer Spurenstoffe um 80 % in <ul style="list-style-type: none"> – Anlagen ab 80.000 angeschlossenen Einwohnern; – Anlagen ab 24.000 angeschlossenen Einwohnern im Einzugsgebiet von Seen; |
|----------------------------------|--|

- Anlagen ab 8.000 angeschlossenen Einwohnern, die unbehandeltes Abwasser mit einem Anteil von mehr als 10 % konventionell behandeltem Abwasser in ein Gewässer einleiten;
- andere Anlagen ab 8.000 angeschlossenen Einwohnern, wenn eine Reinigung aufgrund besonderer hydrogeologischer Verhältnisse erforderlich ist.
- Ein möglicher Lösungsansatz für die Finanzierung der Aufrüstung von komARA ist der Schweizer Ansatz, nach dem jeder Einwohner, der an eine komARA angeschlossen ist, zur Finanzierung der Aufrüstung beiträgt.
- Nach den Ergebnissen der österreichischen Forschungsprojekte KomOzAk I und II bildet der komplementäre Einsatz einer Ozonung und einer Nachbehandlung des ozonierten Abwassers mit biologisch aktivierter granulierter Aktivkohle (BAK) ein Multibarriersystem, das sich besser bewährt hat als eine einzelne Technologie. Bei Stoffen, die bei der Ozonung nur in moderatem Ausmaß entfernt werden (je nach der spezifischen Ozondosis), wie Benzotriazol oder Metoprolol, konnte der Entfernungsgrad durch eine Kombination aus Ozonung und granulierter Aktivkohle maßgeblich verbessert werden (siehe Abbildung 10).

Abbildung 10: Entfernung von Metoprolol und Benzotriazol in der Ozonung und in einem Multibarriersystem bestehend aus Ozonung und nachgeschalteter granulierter Aktivkohle (Krampe et al., 2020)



- Basierend auf der EMREG-OW-Datenbank (2018) wird in Tabelle 42 die Anzahl der aufzurüstenden komARA > 100.000 EW aufgelistet. Die Grenze von 100.000 wurde in drei verschiedenen Varianten eingesetzt, nämlich für die

Kläranlagenausbaukapazität (EW), die tatsächliche Belastung (EW) und die Anzahl der angeschlossenen Einwohner (E).

Tabelle 42: Anzahl (n) der aufzurüstenden komARA > 100.000

| ARA > 100.000 | Einheit | n | Σ EW-Ausbau [Mio. EW] | Σ EW _{Bel.} [Mio. EW] | Σ E [Mio. E] | behandeltes Wasser [Mio. m ³ /a] |
|------------------------|---------|----|-----------------------|--------------------------------|--------------|---|
| Ausbaukapazität | EW | 34 | 11,6 | 8,7 | 4,9 | 566,0 |
| tatsächliche Belastung | EW | 19 | 9,7 | 7,6 | 4,2 | 476,4 |
| angeschloss. Einwohner | E | 7 | 7,0 | 5,7 | 3,6 | 354,3 |

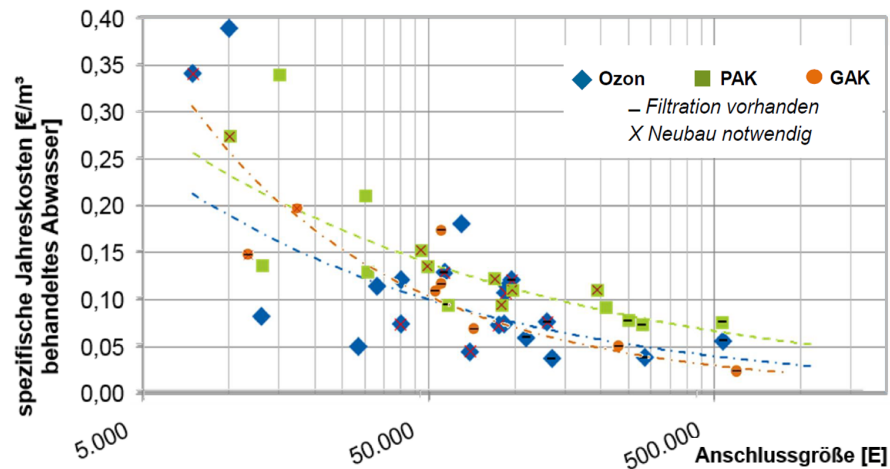
- Voraussetzung für die Option b2) ist eine Definition der in Bezug auf Spurenstoffe empfindlichen Gebiete sowie möglicher Kriterien für diese Definition. Diese Handlungsoption wird daher im vorliegenden Factsheet nicht im Detail untersucht. Die Analyse von Gebieten, die ein Risiko hinsichtlich der Nichterreichung der Umweltqualitätsnormen (UQN) für prioritäre Stoffe aufweisen, erfolgt für Oberflächengewässer regelmäßig im Rahmen der WRRL (BMRT, 2021) und wurde in einer Studie des BMNT (2019b) zusätzlich für 754 Teileinzugsgebiete durchgeführt. Bei Benzo(a)pyren wurde für alle Teileinzugsgebiete ein hohes oder sehr hohes Risiko einer Nichteinhaltung der UQN berechnet, bei Cadmium und Zink jeweils nur für ein Teileinzugsgebiet. Für Fluoranthene sind es 80 Teileinzugsgebiete, für Kupfer 95, für PFOS 115 und für Tributylzinnverbindungen zwei.
- Im Zuge der regelmäßig im Rahmen der WRRL erstellten Risikoanalyse wurde die Anzahl an Oberflächengewässern mit einem Abwasseranteil > 10 % für die Abflüsse
 - i) Mittelwasser (MQ) und
 - ii) Niederwasser (MNQ = Q₉₅) (BMLRT, 2021) ermittelt.
 In 544 der insgesamt 8.119 Gewässer in Österreich wird Abwasser aus komARA eingeleitet. Für das Mittelwasser waren Daten für alle 544 Wasserkörper verfügbar, für das Niederwasser gab es Daten für 542 der 544 Wasserkörper.

Tabelle 43: Gewässer mit einem Abwasseranteil > 10 % (MQ- und MNQ-Szenario)

| Szenario | Gewässer mit > 10 % Abwasseranteil | Σ Abwasser [Mio. m ³] |
|----------|------------------------------------|-----------------------------------|
| MQ | 74 von 544 | 2.388 |
| MNQ | 205 von 542 | 3.020 |

| | |
|-----------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • In der Schweiz ist die Aufrüstung von ARA auf > 8.000 angeschlossene Einwohner beschränkt, sofern keine besonderen Auflagen für die Trinkwasserversorgung oder ökologisch empfindliche Gebiete bestehen, wenn der Abwasseranteil im aufnehmenden Gewässer 5 % überschreitet. In Baden-Württemberg (Deutschland) ist der Schwellenwert für die Verdünnung (50 % Abwasseranteil bei MNQ) auf ARA > 10.000 EW beschränkt. • Für Monitoring und Überwachung ist eine Kombination mit der ersten Handlungsoption (Grenzwerte für Indikatorsubstanzen) erforderlich. |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Verpflichtung für große komARA <ul style="list-style-type: none"> – zielt auf „High-Load“-Emissionen ab – berücksichtigt die additive Wirkung eines kollektiven (im Sinne von gemeinsam genutzten) empfangenden Gewässers für die Einleitungen mehrerer großer komARA, was die Wirkung auf die Wassernutzung flussabwärts reduziert. • Berücksichtigung empfindlicher Gebiete <ul style="list-style-type: none"> – zielt auf die menschliche Gesundheit ab (Gebiete, die zur Trinkwassergewinnung oder als Badegewässer genutzt werden) und – zielt auf das ökologische Gleichgewicht ab (Flüsse mit geringem Verdünnungsverhältnis). |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Wenn keine „einfachen“ und gut definierten Kriterien geschaffen werden, sind immissionsbasierte Optionen (b2-3) sehr aufwändig und erfordern hohe Expertise für die Einzelfallbeurteilung, die die Grundlage für die Ausstellung gesetzlicher Bewilligungen darstellt. • Bezüglich der Verschmutzung im Bereich internationaler Flusseinzugsgebiete sind immissionsbasierte Optionen (b2-3) nur begrenzt wirksam, wenn Gewässer mit kleinen komARA betroffen sind. • Emissionsbasierte Optionen (b1) könnten dem Steuerzahler schwer zu vermitteln sein, wenn sie bei großen Gewässern umgesetzt werden und ihre positiven Auswirkungen nicht auf lokaler, sondern nur auf internationaler Ebene erkennbar sind. • Finanzielle Belastung für kleine Gemeinden in empfindlichen Gebieten oder mit Flüssen mit geringem Verdünnungsverhältnis. |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Wirkungsbasierte Ansätze folgen eher dem Verursacherprinzip. |

Abbildung 11: Spezifische jährliche Kosten (Investitionskosten und Betriebskosten) für verschiedene Behandlungsverfahren und ARA-Größen (verändert nach Kaste und Antakyali, 2018)



Die Definition der Behandlungsziele, d.h. der geforderten Reinigungseffizienz für Spurenstoffe, ist eine Voraussetzung für die Berechnung der Kosten. Ohne sie können die Kosten nur anhand von bisherigen Erfahrungen aus Großanlagen abgeschätzt werden.

- Tabelle 11 zeigt eine Kostenfunktion für die jährlichen Kosten pro m³ behandeltem Abwasser (Investitionskosten und Betriebskosten), die basierend auf realisierten Anlagen in der Schweiz und in Deutschland für verschiedene Reinigungstechnologien erstellt wurde (Kaste und Antakyali, 2018).
- Zusätzlich zu den Reinigungszielen spielen auch die Abwassermatrix (gelöster organischer Kohlenstoff und Nitrit) und die Menge des zu behandelnden Abwassers (Voll- vs. Teilstrom) sowohl für die Investitionskosten (CAPEX, im Hinblick auf die erforderliche Reinigungskapazität) als auch für die Betriebskosten (OPEX) eine wesentliche Rolle.
- Die Investitionskosten sind für Bauarbeiten, Maschinen, Automatisierung & Steuerung sowie sonstige Kosten, z.B. Platzbedarf zu berechnen.
- Die OPEX lassen sich in variable Kosten und Fixkosten unterteilen (DWA, 2019).
- Variable Kosten umfassen:
 - Material: Sauerstoff (Ozonung), Aktivkohle (1. Ansatz: rund 1.600 €/t granuliert Aktivkohle (GAK) und 1.800 €/t Pulver-Aktivkohle (PAK))
 - Energie: Pumpen (standortabhängig), Ozonproduktion
- Die Fixkosten beinhalten:
 - Betrieb und Wartung (1. Ansatz: Bauarbeiten 0,5 %/a, Maschinen 2,0 %/a, Elektrotechnik 2,5 %/a)
 - Personal (1. Ansatz: ca. 55.000 €/Person/a, je nach dem nationalen Gehaltsniveau), Verwaltung
 - Kosten für das Monitoring (Analysekosten), abhängig vom Monitoring-Programm (Stoffe und Häufigkeit)
- Je nach Kläranlagengröße können die Materialkosten den größten Teil der OPEX ausmachen, der standortspezifische Energiebedarf für das Pumpen soll jedoch

nicht vernachlässigt werden – er kann sich in derselben Größenordnung bewegen wie beispielsweise der Energiebedarf für die Ozonproduktion.

Tabelle 44: Kostenschätzung für die Aufrüstung großer Kläranlagen mit Vollstrombehandlung

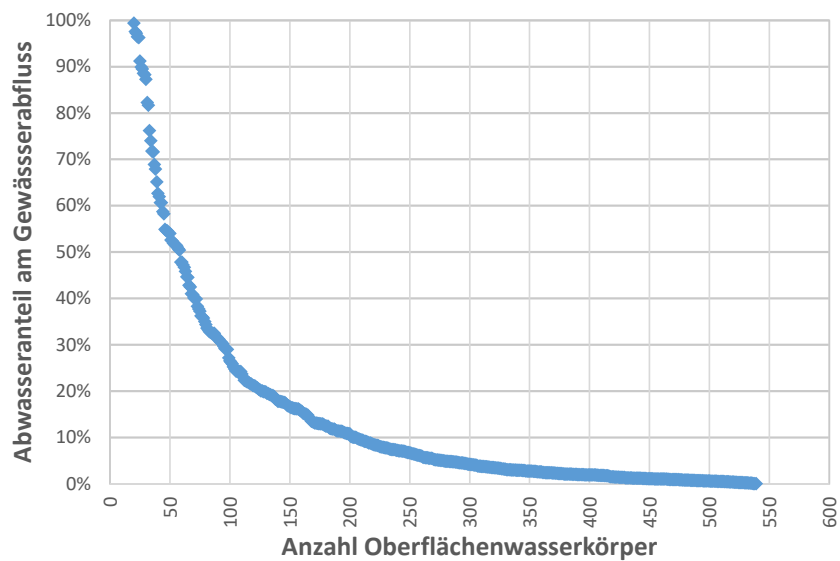
| ARA > 100.000 | n | Σ EW_{Ausbau} [Mio.EW] | Σ EW_{Fracht} [Mio. EW] | Σ E [Mio.E] | behandeltes Wasser [Mio.m³/a] | Jährl. Kosten [Mio.€] |
|--------------------------|----------|---------------------------------------|--|--------------------|---|------------------------------|
| Kläranlagenkapazität | 34 | 11,6 | 8,7 | 4,9 | 566,0 | 56,6 |
| tatsächliche Fracht | 19 | 9,7 | 7,6 | 4,2 | 476,4 | 47,6 |
| angeschlossene Einwohner | 7 | 7,0 | 5,7 | 3,6 | 354,3 | 35,4 |

- Die Kosten für den Ausbau großer ARA wurden mit jährlichen Kosten in der Höhe von 10 Cent/m³ (Abbildung 2) bei Vollstrombehandlung geschätzt, auch wenn – im Fall von Mischwasserkanalisation – der Bemessungsdurchfluss zwischen 70 und 90 % des jährlichen Abwasserstroms (abhängig von den Spitzenzeiten bei Trockenwetter) schwanken kann, siehe Tabelle 44.
- Die Kosten für die Aufrüstung von komARA, die in ein Gewässer mit geringem Verdünnungsverhältnis einleiten (> 10 % Abwasseranteil am Gewässerabfluss), wurden für ein Worst-Case-Szenario durch Aufsummieren der Menge an eingeleitetem Abwasser und (da die Größen dieser komARA nicht bekannt waren) Annahme höherer jährlicher Kosten von 20 Cent/m³ berechnet. Dieses Worst-Case-Szenario berücksichtigt damit weder die Größe der komARA noch strategische Planungen betreffend die auf Einzugsgebietsebene aufzurüstenden komARA. Außerdem wurde wie bei Option b1 (große komARA) von einer Vollstrombehandlung ausgegangen.

Tabelle 45: Jährliche Kosten für die Aufrüstung von ARA an Gewässern mit einem Abwasseranteil > 10 % (MQ- und MNQ-Szenario, siehe Tabelle 43)

| Strom | Gewässer >10 % Abwasseranteil | ΣAbwasser [Mio. m³] | Jährliche Kosten [Mio. €] |
|--------------|---|---------------------------------------|----------------------------------|
| MQ | 74 | 2.388 | 477,6 |
| MNQ | 205 | 3.020 | 603,9 |

Abbildung 12: Abwasseranteil in Gewässern bei Niederwasser (MNQ-Szenario).
Datenpunkte über 100 % sind aus Gründen der Skalierung nicht dargestellt.



- Weitere Informationen zu Kosten können Rizzo et al. (2019) sowie in den Projektberichten für KomOzon, KomOzAk I, KomOzAk II, Sehlen et al. (2020), Stapf et al. (2020) entnommen werden.

6.3.3 Risikobasierter Ansatz

Festlegung einer neuen Art von empfindlichen Gebieten und Setzung von Maßnahmen basierend auf den im Wasser detektierten Substanzen.

| | |
|----------------------------------|--|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Empfindliche Gebiete können auf der Grundlage von Umwelt-/ökologischen Kriterien, Kriterien für die Wassernutzung, die Verfügbarkeit von Wasser, höhere Interessen oder Unterlieger-Interessen definiert werden. • Für diese Handlungsoption sind Kriterien für die Definition von empfindlichen Gebieten erforderlich. Eine mögliche Herangehensweise zur Ermittlung solcher Kriterien könnte sein, dass die EK für diese Kriterien einen allgemeinen Rahmen festlegt, die MS hingegen die Details definieren. |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Es können „maßgeschneiderte“ Lösungen für Einzelfälle umgesetzt werden. • Eine klare und eindeutige Definition von empfindlichen Gebieten (siehe Handlungsoption b2) würde als Rahmenbedingung und als Entscheidungsgrundlage für Kriterien hilfreich sein. |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Großer Aufwand und umfangreiche Hintergrundinformationen erforderlich (sowohl für die Definition der Gebiete als auch die regelmäßige Prüfung). |

| | |
|--------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Da sich die wissenschaftlichen Erkenntnisse im Bereich der Risikobewertung laufend verbessern, könnten sich Ansätze und Zielvorgaben rasch ändern bzw. verschärfen, was aufgrund noch strengerer Auflagen Investitionen gefährden könnte. |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Siehe Handlungsoption a & b |

6.4 Weitere Datenerfassung/Datenauswertung

- Berechnung des Schweizer Ansatzes für Österreich (Kosten-Nutzen-Analyse)
- Erweiterung des Wissens und der Datenbank betreffend effektbasierte Methoden mit in vitro Biotests für die Bewertung von Abwasser und Oberflächengewässern (in empfindlichen Gebieten) und als mögliches Tool zur Bewertung der Reinigungseffizienz.

6.5 Quellen

6.5.1 Gesetzgebung Österreich

BGBl. Nr. 215/1959 (idgF). Wasserrechtsgesetz 1959 – WRG. 1959. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010290/WRG%201959%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBl. Nr. 186/1996 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die allgemeine Begrenzung von Abwasseremissionen in Fließgewässer und öffentliche Kanalisationen (Allgemeine Abwasseremissionsverordnung – AAEV). Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010977/AAEV%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBl. Nr. 210/1996 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Abwasserreinigungsanlagen für Siedlungsgebiete (1. AEV für kommunales Abwasser). Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010980/1.%20AEV%20f%2c%203%bcr%20kommunales%20Abwasser%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBl. Nr. 96/2006 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des Zielzustandes für Oberflächengewässer (Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer – QZV Chemie OG). Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/20004638/QZV%20Chemie%20OG%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBl. II Nr. 98/2010 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über den guten chemischen Zustand des Grundwassers (Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser – QZV Chemie GW).

Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2010/98>

BGBl. II Nr. 207/2017 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über ein elektronisches Register zur Erfassung aller wesentlichen Belastungen von Oberflächenwasserkörpern durch Emissionen von Stoffen aus Punktquellen (EmRegV-OW) + Erlass BMLFUW-UW

4.1.4/0006-I/2017/2009. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2017/207>

6.5.2 Gesetzgebung EU

C(2015) 1756. Durchführungsbeschluss (EU) 2015/495 (2015) der Kommission 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 Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L .2015.078.01.0040.01.ENG>

Richtlinie 91/271/EWG betreffend die Behandlung von kommunalem Abwasser (Kommunale Abwasserrichtlinie, kA-RL) Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A31991L0271>

Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32000L0060>

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 (Richtlinie über Umweltqualitätsnormen). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32013L0039>

6.5.3 Gesetzgebung in anderen Ländern

FOEN (2015). Gewässerqualität: Revision der Gewässerschutzverordnung. Verfügbar unter:

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/bildung/medienmitteilungen.msg-id-59323.html>

6.5.4 Leitfäden

Europäische Kommission (2021). Technical Proposal for Effect-Based Monitoring and Assessment under the Water Framework Directive. Report to the Common Implementation Strategy (CIS) Working Group Chemicals on the outcome of the work performed in the subgroup on Effect-Based Methods (EBM). Auftrag 2016 - 2018.

Fraunhofer (2017). Empfehlungen des Stakeholder Dialogs »Spurenstoffstrategie des Bundes« an die Politik zur Reduktion von Spurenstoffeinträgen in die Gewässer.

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI. Karlsruhe. Verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Binnengewasser/spurenstoffstrategie_policy_paper_bf.pdf

IKSR (2019). IKSR-Empfehlungen zur Reduktion von Mikroverunreinigungen in Gewässer. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins. Bericht Nr. 253. Verfügbar unter:

https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/DE/rp_De_0253.pdf

Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe NRW (2016). Anleitung zur Planung und Dimensionierung von Anlagen zur Mikroschadstoffelimination, 2. Überarbeitete und erweiterte Auflage. Stand 01. September 2016. Verfügbar unter: https://nrw-mikro.amit-services.de/fileadmin/user_upload/Broschueren_PDFs_und_Titel_JPGs/Anleitung_Planung_Dimensionierung_11_2016.pdf

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2018).

Arbeitspapier ›Spurenstoffelimination auf kommunalen Kläranlagen in Baden-Württemberg‹, 20. November 2018. Verfügbar unter: www.koms-bw.de/cms/content/media/2018-11-20%20Arbeitspapier%20Spurenstoffe.pdf

6.5.5 Berichte und Publikationen

Achermann, S., Falås, P., Joss, A., Mansfeldt, C.B., Men, Y., Vogler, B. und Fenner, K.

(2018). Trends in Micropollutant Biotransformation along a Solids Retention Time Gradient. Environmental Science & Technology 52, 11601-11611.

BMLFUW (2017). Emissionen ausgewählter prioritärer und sonstiger Stoffe aus kommunalen Kläranlagen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. Verfügbar unter:

<https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasserqualitaet/abwasserreinigung/emissionen-ausgewaehlter-prioritaer-und-sonstiger-stoffe.html>

BMNT (2019). Arzneimittelwirkstoffe und Hormone in Fließgewässern. GZÜV Sondermessprogramm 2017/2018. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien. Verfügbar unter:

https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasserqualitaet/fluesse_seen/anzneimittel-sondermessprogramm.html

BMNT (2019b). STOBIMO Spurenstoffe. Stoffbilanzmodellierung für Spurenstoffe auf Einzugsgebietsebene. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien. Online verfügbar unter: https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasserqualitaet/fluesse_seen/stobimo-spurenstoffe.html

BMLRT (2021). Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2021. Entwurf.

Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus. Verfügbar unter: <https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wisa/ngp/entwurf-ngp-2021/textdokument/entwurf-ngp-2021-textdokument.html>

Clara, M., Kreuzinger, N., Strenn, B., Gans, O. und Kroiss, H. (2005). The solids retention time – a suitable design parameter to evaluate the capacity of wastewater treatment plants to remove micropollutants. Water Research 39, 97-106.

DWA (2019). DWA-Themen Aktivkohleeinsatz auf kommunalen Kläranlagen zur Spurenstoffentfernung – Verfahrensvarianten, Reinigungsleistung und betriebliche Aspekte. T1/2019. DWA-Arbeitsgruppe KA-8.6 „Aktivkohle“.

DWA-KA-8 (2020). Analytik und Betriebsdokumentation bei Verfahren zur gezielten Spurenstoffentfernung – Empfehlungen für einen systematisierten Vergleich bezüglich Spurenstoffentfernung, Nebenprodukten und Desinfektion. Arbeitsgruppenbericht über die Fokus-Gruppe KA/8 “Processes for advanced treatment after biological wastewater treatment” (Prozesse für eine erweiterte Reinigungsstufe zur Mikroschadstoffelimination nach der biologischen Reinigung) Deutscher Wasserverband Korrespondenz Abwasser, Abfall 67, 754-768.

Escher, B.I., Ait-Aïssa, S., Behnisch, P.A., Brack, W., Brion, F., Brouwer, A., Buchinger, S., Crawford, S.E., Du Pasquier, D., Hamers, T., Hettwer, K., Hilscherová, K., Hollert, H., Kase, R., Kienle, C., Tindall, A.J., Tuerk, J., van der Oost, R., Vermeirssen, E. und Neale, P.A. (2018). Effect-based trigger values for in vitro and in vivo bioassays performed on surface water extracts supporting the environmental quality standards (EQS) of the European Water Framework Directive. Science of The Total Environment 628-629, 748-765.

Jekel, M. und Dott (2013). Leitfaden - Polare organische Spurenstoffe als Indikatoren im anthropogen beeinflussten Wasserkreislauf - Ergebnisse des Querschnittsthemas „Indikatorsubstanzen“. Wissenschaftliches Begleitvorhaben der BMBF-Fördermaßnahme „Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf“ (RiSKWa). Verfügbar unter:

https://riskwa.de/Downloads/_/RISKWA_Leitfaden_Indikatorsubstanzen_final.pdf

Kaste, A. und Antakyali, D. (2018). Zwischenbilanz Mikroschadstoffelimination auf kommunalen Kläranlagen. Vortrag im Rahmen der Tagung „Arzneimittel und Mikroschadstoffe in Gewässern“, Düsseldorf, 18.-19. Juni 2018. Verfügbar unter: https://nrw-mikro.amit-services.de/fileadmin/user_upload/Aktuell/Veranstaltungsdokumentation/Fachtagung_Arzneimittel_18_Juni_2018/PDF/Kaste-Antakyali-korrigiert.pdf

Krampe, J., Kreuzinger, N., Reif, D., Saracevic, E., Schaar, H., Weilguni, S. und Winkelbauer, A. (2020). KomOzAk II Endbericht. Weitergehende Reinigung kommunaler Abwässer mit Ozon sowie Aktivkohle für die Entfernung organischer Spurenstoffe –

Toxikologie und allgemeine Anwendbarkeit, Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, Wien. Verfügbar unter:

<https://www.bmlrt.gv.at/dam/jcr:5f973d4c-eb35-4ec2-9fa5-ef3edcc26175/2020%2005%2026%20KomOzAk%20II%20Endbericht.pdf>

Kreuzinger, N., Haslinger, J., Kornfeind, L., Schaar, H., Saracevic, E., Winkelbauer, A., Hell, F., Walder, C., Müller, M., Wagner, A. und Wieland, A. (2015). KomOzAk Endbericht.

Weitergehende Reinigung kommunaler Abwässer mit Ozon sowie Aktivkohle für die Entfernung organischer Spurenstoffe. (Projektbericht: Weitergehende Reinigung kommunaler Abwässer mit Ozon sowie Aktivkohle für die Entfernung organischer Spurenstoffe, BMLFUW, Wien. Verfügbar unter:

[https://www.bmlrt.gv.at/dam/jcr:eb9b35f3-2f2a-4e23-bf57-b99aefd4858a/KomOzAkEndbericht - Langfassung.pdf](https://www.bmlrt.gv.at/dam/jcr:eb9b35f3-2f2a-4e23-bf57-b99aefd4858a/KomOzAkEndbericht-Langfassung.pdf)

NORMAN und Water Europe (2019). Contaminants of Emerging Concern in Urban Wastewater. Gemeinsames Positionspapier von NORMAN und Water Europe. Verfügbar unter:

https://www.normandata.eu/sites/default/files/files/Publications/Position%20paper_CECs%20UWW_NORMAN_WE_2019_Final_20190910_public.pdf

ÖWAV (2013). Positionspapier: Anthropogene Spurenstoffe in der aquatischen Umwelt.

Kreuzinger, N., Fürhacker, M., et al. Wien. Verfügbar unter:

<https://www.oewav.at/Downloads/%C3%96WAV-Positionspapiere>

Rizzo, L., Malato, S., Antakyali, D., Beretsou, V.G., Đolić, M.B., Gernjak, W., Heath, E., Ivancev-Tumbas, I., Karaolia, P., Lado Ribeiro, A.R., Mascolo, G., McArdell, C.S., Schaar, H., Silva, A.M.T. und Fatta-Kassinos, D. (2019). Consolidated vs new advanced treatment methods for the removal of contaminants of emerging concern from urban wastewater. Science of The Total Environment 655, 986-1008.

Schaar, H., S., Ferk, F., Misik, M., Sommer, R., Schürhagl, R., Grillitsch, B., Altmann, D., Möstl, E. und Kreuzinger, N. (2011). KomOzon - Technische Umsetzung und

Implementierung einer Ozonungsstufe für nach dem Stand der Technik gereinigtes kommunales Abwasser - Heranführung an den Stand der Technik. (Projektbericht), Lebensministerium, Wien. Verfügbar unter:

<https://iwr.tuwien.ac.at/wasser/forschung/projekte/projektarchiv2/komozon/>

Stapf, M., Miehe, U., Bester, K. und Lukas, M. (2020). Guideline for advanced API removal. CWPharma Activity 3.4 output. Kompetenzzentrum Wasser Berlin GmbH. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4305935>

Sehlen, R., Nilsson, J., Stapf, M., Schütz, J., Bester, K., Kharel, S., Lukas, M., Bogusz, A., und Putna-Nimane, I. (2020). Evaluation and experiences of full-scale ozonation followed by MBBR post-treatment and comparison with previous pilot tests. CWPharma project report for GoA3.1: Pharmaceutical removal at full scale. Verfügbar unter: <https://zenodo.org/record/4032487#.YleOy7UzbIU>

Tindall, A.J., Tuerk, J., van der Oost, R., Vermeirssen, E. und Neale, P.A. (2018). Effect-based trigger values for in vitro and in vivo bioassays performed on surface water extracts supporting the environmental quality standards (EQS) of the European Water Framework Directive. Science of The Total Environment 628-629, 748-765.

Umweltbundesamt (2009). Emissionen organischer und anorganischer Stoffe aus kommunalen Kläranlagen. Clara, M., Denner, M., Gans, O., Scharf, S., Windhofer, G., Zessner, M.: Report REP-0247, Umweltbundesamt GmbH, Wien. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0247.pdf>

7 Factsheet – Energieverbrauch und Erzeugung erneuerbarer Energie

Autoren:

Clemens Steidl¹

Katharina Lenz¹

Florian Kretschmer²

Stefan Lindtner³

¹Umweltbundesamt, Spittelauer Lände 5, 1090 Wien, Mail: office@umweltbundesamt.at

²Institut für Siedlungswasserbau, Industrierewasserwirtschaft und Gewässerschutz (SIG),
Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Muthgasse 18, 1190 Wien, Mail: sig-office@boku.ac.at

³Ingenieurbüro kaltesklareswasser, Obere Augartenstraße 18/8/20, 1020 Wien, Mail: office@k2w.at

7.1 Hintergrund

Abwasser wurde jahrzehntelang als (End-of-pipe-) Abfall, und seine Sammlung und Aufbereitung als energieaufwändige und daher kostenintensive Aufgabe wahrgenommen, und dies trotz der Anerkennung als wichtiges Thema in Hinblick auf den Gewässerschutz. Schätzungen zufolge sind die Abwasserreinigungsanlagen, die der kA-RL unterliegen, für 0,8 % des gesamten Energieverbrauches der EU verantwortlich (Europäische Kommission, 2019). In Österreich machen die komARA > 50 EW 0,4 % des gesamten Energieverbrauches aus. Der jährliche freiwillige Leistungsnachweis, der vom Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverband durchgeführt wird (ÖWAV-Kläranlagen-Leistungsnachweis), zeigt, dass die komARA im Betriebsjahr 2019 410 GWh/a verbraucht haben, wovon 150 GWh/a aus Eigenstromerzeugung stammen (788 KAN ARA > 50 EW inklusive Südtirol). Im Jahr 2016 betrug die gesamte in Österreich erzeugte Energie 65.270 GWh/a ($235 \cdot 10^{15}$ Joule) (ÖWAV, 2020a, Statistik Austria 2017).

Die aktuelle Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser beinhaltet keine Anforderungen an den elektrischen und thermischen Energieverbrauch, die Energieeffizienz und/oder -produktion.

Die wichtigsten EU-Vorgaben zur Energieeffizienz mit Bezug zur Abwasserbranche sind:

- Richtlinie 2012/27/EU (Energieeffizienzrichtlinie, in der durch Richtlinie 2018/2002 geänderten Fassung) legt Energieverbrauchsziele für den Primär- und Gesamtenergieverbrauch fest. Richtlinie 2018/2002 führt an, dass das Energieeinsparungspotential im Wassersektor durch den Einsatz intelligenter Technologien und Prozesse erforscht werden muss. Die Empfehlung der Kommission (EU) 2019/1658 vom 25. September 2019 über die Umsetzung der Energieeinsparverpflichtungen aus der Energieeffizienzrichtlinie erwähnt den Abwassersektor.
- Verordnung (EU) 2021/241 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Februar 2021 zur Einrichtung der Aufbau- und Resilienzfazilität.
- Die EU-Strategie zur Integration des Energiesystems (Europäische Kommission, 2020), die Teil des europäischen Grünen Deals ist, erwähnt die Nutzung von Abwasser für die Bioenergieerzeugung, einschließlich Biogase.
- Die EU-Strategie für die Wärme- und Kälteerzeugung (Europäische Kommission, 2016) hebt die Bedeutung dieses Sektors im Kampf gegen den Klimawandel hervor. Abwasser enthält erhebliche Mengen an thermischer Energie (warme/heiße

Abwässer aus Haushalten, Gewerbe und Industrie), die bisher weitgehend ungenutzt blieben. Dies könnte sich jedoch in naher Zukunft ändern, da die Neufassung der Richtlinie (EU) 2018/2001 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen nun auch Abwasser als erneuerbare Energiequelle anerkennt.

- Verordnung (EU) 2020/852 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2020 zur Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen und zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/2088 (Text von Bedeutung für den EWR).

Die von der Europäische Kommission (EK) zu Beginn des Impact Assessment zur Überarbeitung der kA-RL vorgeschlagenen Handlungsoptionen¹³ sind:

- a) KomARA und deren Kanalsysteme müssen Energieeffizienzprüfungen durchführen. Abdeckung aller komARA oder nur großer Ballungsräume
- b) Von der EU festgelegte Ziele zur Reduzierung des Energieverbrauchs
- c) Energielabels/Umweltzeichen auf EU-Ebene (obligatorisch oder freiwillig)
- d) Energieerzeugung bei der Abwasserbehandlung (siehe auch: Factsheet Kreislaufwirtschaft – Verwertung von Klärschlamm)

Dieses Factsheet beschreibt zwei Hauptaspekte (mit Fokus auf komARA): (1) effiziente Nutzung von **elektrischer** und **thermischer** Energie und (2) Erzeugung elektrischer und thermischer Energie vorwiegend durch Faulgasverbrennung und Abwasserwärmenutzung. Neben der Deckung des kläranlageninternen Strom- und Wärmebedarfs wird auch die Option der Nutzung verfügbarer überschüssiger Energie (hauptsächlich Wärme) in externen Infrastrukturen (Siedlungen) kurz angesprochen.

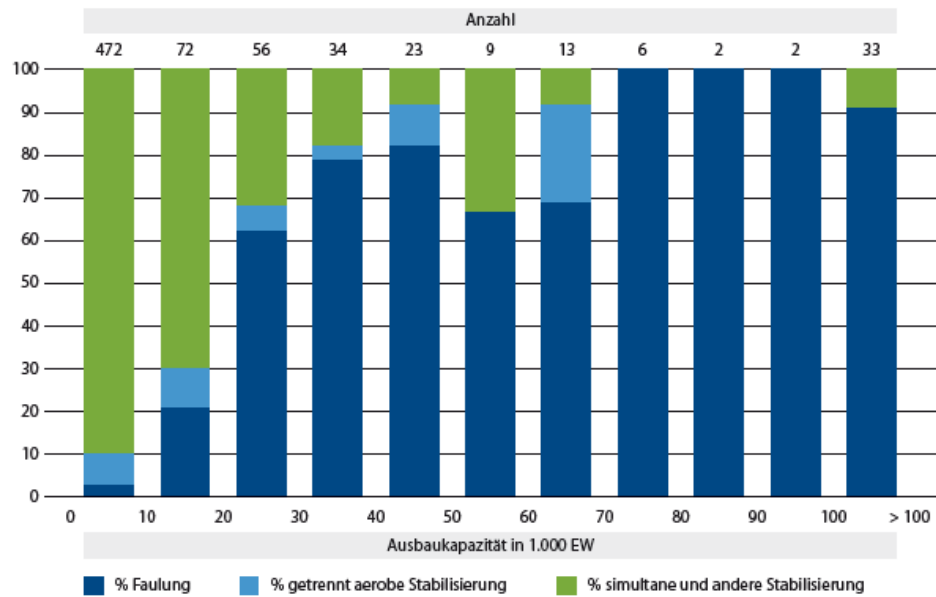
¹³ Präsentation bei einem Webmeeting am 29. Juni 2020 und Detaillierung in einem Hintergrundpapier zu einem weiteren Webmeeting am 22. November 2020

7.2 Aktuelle Situation in Österreich

7.2.1 Aktuelle Situation der elektrischen Energie

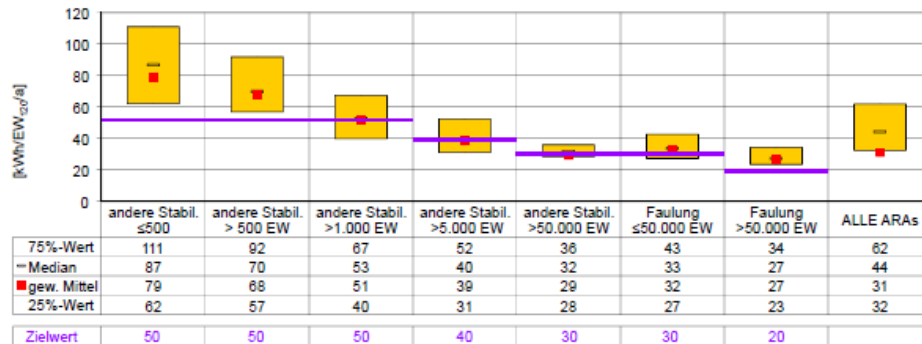
| | |
|-----------------------|---|
| Rechtliche Grundlagen | <ul style="list-style-type: none">• 2021 trat ein Gesetz zum Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbaren Ausbau Gesetz (EAG)) in Kraft, das Auswirkungen auf die Energieerzeugung an komARA hat.• Weder die AAEV noch die 1. AEVkA machen Vorgaben zu Energieverbrauch bzw. -erzeugung. |
| Aktuelle Situation | <ul style="list-style-type: none">• In Österreich machen Energiekosten 16 % der Betriebskosten von ARA aus (Berücksichtigung hauptsächlich komARA > 10.000 EW, ÖWAV, 2019). Österreichische Abwasserunternehmen haben eine lange Vorgeschichte in der Optimierung des Energieverbrauchs zur Minimierung der Betriebskosten.• komARA in Österreich haben die Möglichkeit an einer freiwilligen Effizienzprüfung (Benchmarking) teilzunehmen (https://www.abwasserbenchmarking.at/public/home). In den letzten 10 Jahren wurde dieses Benchmarking von 103 komARA durchgeführt (6 von 33 ARA mit einer Größe von 50.000 EW – 100.000 EW und 21 von 42 ARA mit einer Größe von > 100.000 EW (ÖWAV, 2018)). Die Teilnahmegebühr richtet sich nach der Größe der ARA, die Gebühr wird vom BMLRT zu 50 % gefördert, einige Bundesländer bieten eine zusätzliche Förderung an. <p><u>Effiziente Energienutzung</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Der Energieverbrauch hängt von der Größe der komARA, vom Ziel der Abwasserbehandlung (in Österreich meist die dritte Reinigungsstufe) und von der Schlammstabilisierung ab. In Österreich gibt es 888 komARA > 500 EW (Bezugsjahr 2018, ÖWAV, 2019 und BMLRT, 2020). Für 722 dieser komARA lagen Informationen zur Art der Schlammstabilisierung vor (siehe Abbildung 13). In der Größenklasse < 20.000 EW verfügen nur 20 % der ARA über eine anaerobe Schlammstabilisierung. In der Größenklasse 20.000 EW - 30.000 EW sind es mehr als 60 % und in der Größenklasse > 40.000 EW mehr als 80 %. In der Größenklasse > 50.000 EW lagen für 65 ARA (von insgesamt 75 ARA) Informationen zur Schlammstabilisierung vor. Von jenen betreiben 56 eine anaerobe Schlammstabilisierung und nur 9 eine aerobe Stabilisierung. |

Abbildung 13: Prozentsatz von komARA mit aerober bzw. anaerober Schlammstabilisierung (ÖWAV, 2019)



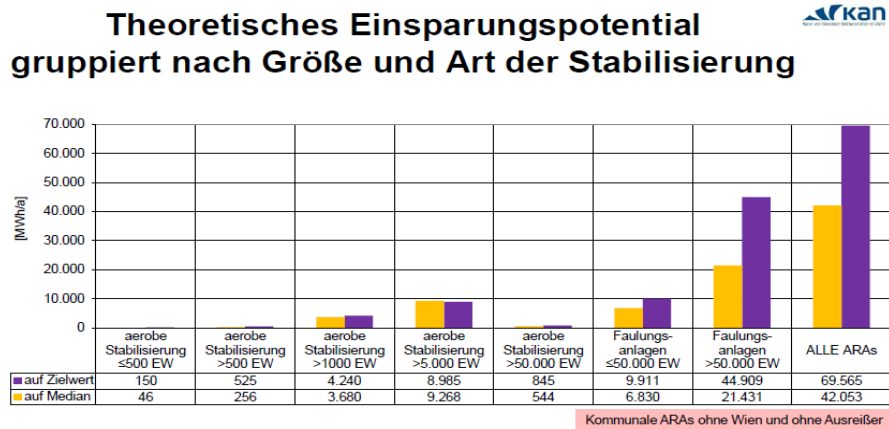
- Für komARA < 20.000 EW ist der Bau und Betrieb einer anaeroben Schlammstabilisierung nicht wirtschaftlich. Besondere Herausforderungen ergeben sich dabei aufgrund der entstehenden Faulgasmengen, der Komplexität des Anlagenmanagements, der Sicherheitsvorschriften und höherer Treibhausgasemissionen (Wirkungsgrad, Faulgasschlupf, usw.).
- Abbildung 14 zeigt den Energieverbrauch pro Größenklasse (ohne der Hauptkläranlage Wien mit 4 Mio. EW) in Österreich. KomARA > 50.000 EW mit anaerober Schlammstabilisierung weisen einen durchschnittlichen Energieverbrauch von 27 kWh/EW120/a auf, komARA > 50.000 EW mit aerober Schlammstabilisierung 32 kWh/EW120/a. Der Energiebedarf der aeroben Schlammstabilisierung liegt mindestens 10 kWh/EW/a über dem der anaeroben Stabilisierung. Die potenziellen Energieeinsparungen für verschiedene Größenklassen und verschiedene Arten der Schlammstabilisierung wurden vom ÖWAV (2020b) bewertet und werden in Abbildung 14 dargestellt.
- Modellierungsergebnisse in Kombination mit Best-Practice-Beispielen zeigen, dass für den Betrieb einer komARA mit einem minimalen Energiebedarf von 20 kWh/EW/a gerechnet werden muss, eine weitere Reduzierung wird als nicht möglich angesehen.

Abbildung 14: Spezifischer Energieverbrauch [kWh/EW/a] pro Größenklasse und Art der Schlammstabilisierung und Energieeinsparpotential (ÖWAV-KAN Studie 2019 des ÖWAV, 2020b)



- Es besteht ein deutlicher Unterschied zwischen aerober und anaerober Schlammstabilisierung (höherer Energieverbrauch bei aerober Schlammbehandlung und keine Energiegewinnung). Bei komARA > 50.000 EW mit aerober Schlammbehandlung besteht nur geringes Einsparpotenzial, da diese bereits einen sehr geringen Energieverbrauch aufweisen. komARA > 50.000 EW mit anaerober Schlammbehandlung haben jeweils ein geringes Energieeinsparpotenzial (bereits sehr effizienter Betrieb), aber da diese komARA 70 % der organischen Reinigungskapazität aller komARA in Österreich ausmachen, ist das absolute Energieeinsparpotenzial hoch (siehe Abbildung 15).

Abbildung 15: Energieeinsparpotenziale gruppiert nach Größenklassen und Art der Schlammstabilisierung (Lindtner 2019 in ÖWAV, 2020b)



- Derzeit werden von vielen komARA weitere Möglichkeiten zur Energiegewinnung (hauptsächlich Photovoltaik) realisiert. Daten zur Energiegewinnung zu dieser Maßnahme liegen noch nicht vor, werden aber im nächsten Jahr erhoben. Diese Art der Energiegewinnung muss allerdings getrennt von der Abwasserbehandlung betrachtet werden.
- In Bezug auf Kanalsysteme haben sich kürzliche Untersuchungen zum Energieverbrauch und zur Energieeffizienz hauptsächlich mit der

Betriebsoptimierung von Pumpstationen beschäftigt. Die Energiegewinnung in Kanalsystemen war bisher kein Thema.

- In der Diskussion um eine weitergehende Abwasserbehandlung (z.B. Ozonung) ist die zusätzlich benötigte elektrische Energie für diesen Behandlungsschritt relevant. Schaar (2015) fasste den zusätzlichen Energiebedarf aus verschiedenen Projekten zusammen und zeigte, dass der zusätzliche Bedarf an elektrischer Energie für die Ozonung hauptsächlich vom Gehalt an gelösten organischen Kohlenstoffen im Abwasser und den baulichen und standortspezifischen Bedingungen der komARA (Abwasserhebung erforderlich oder nicht) abhängt. Ohne den Energiebedarf für das Pumpen liegt der zusätzliche Energiebedarf für die Ozonung einer komARA mit 30.000 EW im Bereich von 6,3 - 7,2 kWh/EW/a.

Faulgasbasierte Energieerzeugung mittels Kraft-Wärme-Kopplung (KWK-Anlagen) zur Eigenbedarfsdeckung

- Für die KAN-Erhebung 2019 (ÖWAV, 2020c) gaben 161 komARA ihren Faulgasüberschuss (durchschnittlich 25 L/EW/Tag) an. Je nach Wirkungsgrad der KWK-Anlagen (im Fachjargon auch als BHKW bezeichnet) wurde die elektrische Energie (GWh/a) berechnet, auf alle beteiligten komARA hochgerechnet und dem Gesamtenergieverbrauch gegenübergestellt. Gemäß dieser Berechnung wurden rund 36 % des gesamten Energieverbrauchs durch die Eigenversorgung mit Energie aus Faulgas gedeckt.
- Tabelle 46 zeigt, dass ein wesentliches Potenzial für die Erzeugung elektrischer Energie dem Wirkungsgrad der KWK-Anlage zugeschrieben werden kann. Bei einem Wirkungsgrad der KWK-Anlagen von 30 % werden rund 50 % des Gesamtenergieverbrauchs durch Eigenversorgung mit Energie aus Faulgas gedeckt. Diese Erhöhung der Eigenstromerzeugung (von derzeit ca. 36 % auf ca. 50 %) könnte erreicht werden, ohne dass der Energieverbrauch der ARA reduziert werden müsste.

Tabelle 46: Produktion und Nutzung von Faulgas (Lindtner 2019 in ÖWAV, 2020b)

| | |
|---|------------|
| komARA, die Daten zur Faulgasproduktion angegeben haben (2019) | 161 |
| angegebene Faulgasmenge [m ³ /a] | 82.239.627 |
| Abgeschätzter Energiegehalt des gemeldeten Faulgases [GWh/a] | 775 |
| Elektrische Energie bei einem Wirkungsgrad der KWK-Anlage von 25% [GWh/a] | 194 |
| Elektrische Energie bei einem Wirkungsgrad der KWK-Anlage von 30% [GWh/a] | 233 |
| Elektrische Energie bei einem Wirkungsgrad der KWK-Anlage von 35% [GWh/a] | 271 |

| | |
|---------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Lindtner (2008) stellt Standardbereiche des elektrischen und thermischen Energieverbrauchs sowie faulgasbasierte Erzeugungspotenziale für österreichische komARA zur Verfügung (auch untergliedert für verschiedene Behandlungsschritte bzw. Technologien). |
| Kosten (-schätzung) | <ul style="list-style-type: none"> • Kosten für die Durchführung des Benchmarkings: <ul style="list-style-type: none"> – ARA ≤ 5.000 EW: 2.800 € - 10.300 € (Ersterhebung), 1.100 € - 4.100 € (Folgejahre); – ARA 10.001 EW – 100.000EW: 4.100 € - 11.800 € (Ersterhebung), 1.500 € - 7.000 € (Folgejahre); – ARA 400.001 EW - 500.000 EW: 6.700 € - 19.600 € (Ersterhebung), 3.200 € - 10.200 € (Folgejahre) • Kosten für elektrische Energie an ARA: 1 kWh = 0,10 € (Quelle: persönliche Kommunikation Lindtner) |

7.2.2 Aktuelle Situation der thermischen Energie

| | |
|-----------------------|---|
| Rechtliche Grundlagen | <ul style="list-style-type: none"> • Das Bundes-Energieeffizienzgesetz, BGBl. I Nr. 72/2014 i.d.g.F. setzt die EU-Energieeffizienz-Richtlinie in nationales Recht um und weist auf die Nutzung von Abwasserwärme hin. • 2021 wurden technische Leitlinien zur Nutzung thermischer Energie aus Abwasser veröffentlicht (ÖWAV-Arbeitsbehelf 65 „Energetische Nutzung des thermischen Potenzials von Abwasser“). Dieses Dokument enthält eine Entscheidungshilfe, ob die Wärmenutzung in einem bestimmten Kanalnetz aus wasserwirtschaftlicher Sicht sinnvoll ist. |
| Aktuelle Situation | <ul style="list-style-type: none"> • Derzeit ist die Wärmeerzeugung auf komARA noch weitgehend auf die Faulgasverwertung in KWK-Anlagen beschränkt. • Größere Städte wie Wien und Graz arbeiten an einer „Abwasserwärmekarte“ für ihr Kanalisationsnetz (z.B. Abwasserwärme Wien Energie https://www.wien.gv.at/umwelt/kanal/abwasser-energiegewinnung.html, Graz Wärmemodell http://docplayer.org/25041851-Grazer-energie-agentur-abwasserwaermenutzung-leitfaden-zur-projektentwicklung.html), um die Möglichkeiten der Abwasserwärmenutzung aufzuzeigen. Ein offensichtliches Problem in der Erstellung von Abwasserwärmekarten ist, dass eine zu extensive Abwasserwärmenutzung im Kanalnetz die Abwassertemperatur so stark senken könnte, dass die Effizienz der Abwasserbehandlung in der komARA beeinträchtigt werden würde. Derzeit sind in Österreich mindestens drei entsprechende Anlagen in Betrieb (Amstetten, Innsbruck, Wien (eine in Betrieb, mehrere im Bau)). • In einer Studie von Neugebauer et al. (2015) wurde das Wärmenutzungspotenzial im Ablauf von 630 komARA > 2.000 EW auf knapp 3.200 GWh/a geschätzt, weitere ca. 230 GWh/a können mit Faulgasbetriebenen KWK-Anlagen bereitgestellt werden. 420 der untersuchten komARA befinden sich in unmittelbarer Nähe (150 |

| | |
|---------------------|--|
| | <p>- 1.000 m Entfernung) oder sogar innerhalb (0 - 150 m Entfernung) bestehender Siedlungen und sind damit für die Wärmeversorgung sehr vielversprechend (vereinfachte Methode: spezifische Wärmekapazität von Wasser ist 4,2 kJ/kg*K oder 1,16 kWh/m³*K; also 1,16 kWh bei Abkühlung von 1 m³ Abwasser um 1 K).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fallstudie Kapfenberg: In dieser Studie geht es nicht nur um die Nutzung von Abwasserwärme, sondern auch um die Anpassung der gängigen Verfahren der kläranlageninternen Wärmeversorgung. Überschüssige (Hochtemperatur-) Wärme aus mit Faulgas betriebenen KWK-Anlagen wird in das kommunale (Hochtemperatur-) Fernwärmenetz eingespeist. In den Jahren 2021 und 2022 werden Umbauten in der internen Wärmeversorgung der komARA durchgeführt, sodass der eigene (Niedertemperatur-) Wärmebedarf zukünftig hauptsächlich durch (Niedertemperatur-) Abwasserwärmenutzung aus dem Kläranlagenablauf gedeckt wird. Damit steht zusätzliche Wärme von KWK-Anlagen zur Nutzung im kommunalen Fernwärmenetz zur Verfügung.¹⁴ Die komARA wird nicht mehr als separate Anlage betrachtet, sondern mit einem integrierten Energiekonzept betrieben (Warmwasserversorgung für 139 Wohneinheiten zu 100 % im Sommer und bis zu 50 % im Winter gedeckt, Warmwasserversorgung der ARA selbst). • Anwendungen zur Abwasserwärmenutzung können auch zur Kühlung eingesetzt werden. In naher Zukunft wird diese Option wahrscheinlich sehr gefragt sein. |
| Kosten (-schätzung) | <ul style="list-style-type: none"> • Kosten konnten nicht abgeschätzt werden |

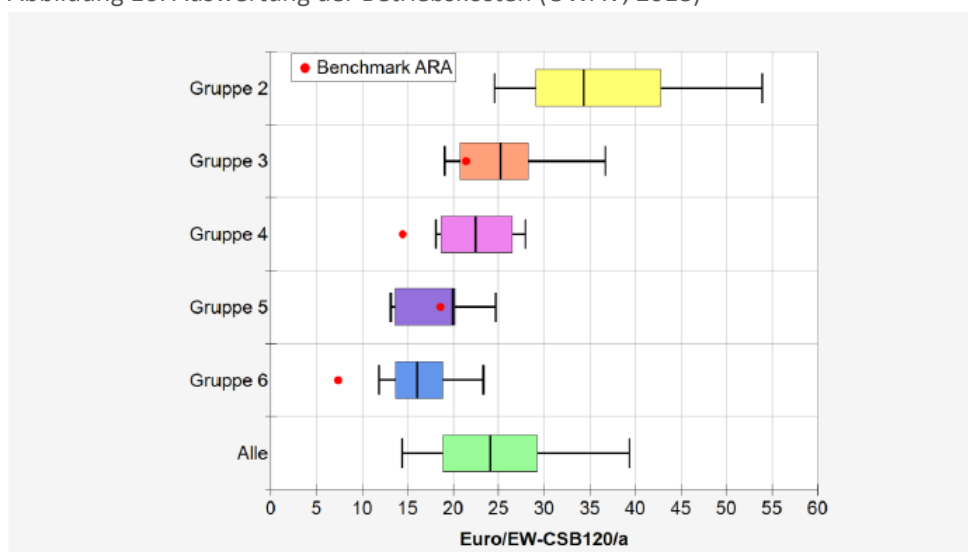
7.3 Handlungsoptionen – zukünftige Umsetzungsmöglichkeiten in Österreich

7.3.1 KomARA und deren Kanalnetz müssen Energieeffizienzprüfungen durchführen. Abdeckung aller oder nur großer Ballungsräume

| | |
|----------------------------------|---|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Energieeffizienzprüfungen/Benchmarking wird bereits auf freiwilliger Basis durchgeführt (ein besonderer Fokus auf Energie ist möglich). • Auswertungen zu Betriebskosten, Betriebsaufwand und Energieverbrauch werden in den Jahresberichten des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes (ÖWAV) aufgezeigt. Die verwendete Benchmarking-Methode basiert auf dem Vergleich von komARA innerhalb einer Größengruppe; die Benchmarks werden von einer bestehenden Benchmark-Anlage pro Gruppe gesetzt. Abbildung 16 zeigt ein Beispiel für eine Auswertung der Betriebskosten (ÖWAV, 2018). |
|----------------------------------|---|

¹⁴ Projektbericht in Vorbereitung

Abbildung 16: Auswertung der Betriebskosten (ÖWAV, 2018)



| Euro/EW-CSB120/a | 25%-Perzentil | Median | 75%-Perzentil | Anzahl |
|--|---------------|--------------|---------------|------------|
| Gruppe 2 ≥ 5.000 bis ≤ 20.000 EW Ausbau | 29,12 | 34,34 | 42,83 | 26 |
| Gruppe 3 ≥ 20.000 bis ≤ 35.000 EW Ausbau | 20,79 | 25,17 | 28,23 | 31 |
| Gruppe 4 ≥ 35.000 bis ≤ 50.000 EW Ausbau | 18,65 | 22,46 | 26,50 | 19 |
| Gruppe 5 ≥ 50.000 bis < 100.000 EW Ausbau | 13,64 | 19,98 | 20,15 | 6 |
| Gruppe 6 ≥ 100.000 EW Ausbau | 13,66 | 16,04 | 18,87 | 21 |
| Alle Teilnehmer | 18,90 | 24,10 | 29,26 | 103 |

- 40 % des Energieverbrauchs aller ARA in Österreich wird von ARA ≤ 50.000 EW verursacht. Obwohl sie ein hohes Potenzial zur Einsparung elektrischer Energie aufweisen (siehe Abbildung 14), bieten sie ein geringes absolutes Energieeinsparpotenzial im Vergleich zu ARA > 50.000 EW (siehe Abbildung 15).
- Falls eine Energieeffizienzprüfung für große Ballungsräume (z.B. Ballungsräume/ARA > 50.000 EW) verpflichtend wird, würde das 75 ARA betreffen (von welchen in den letzten 10 Jahren bereits 27 am freiwilligen Benchmarking teilgenommen haben).

| | |
|----------------------------|--|
| Vorteile oder Nutzen | <ul style="list-style-type: none"> • Optionen zur Verbesserung der elektrischen und thermischen Energieeffizienz werden hervorgehoben. • Senkung des Energieverbrauchs bei gleichzeitiger Beibehaltung modernster Abwasserreinigung (Energieeinsparungsziele dürfen die Reinigungsleistung nicht beeinträchtigen) • Informationen über verfügbare überschüssige Energie (elektrisch und thermisch), die für die lokale/kommunale Energieversorgungsplanung verwendet werden können. |
| Nachteile oder Hindernisse | <ul style="list-style-type: none"> • Zusätzliche Kosten für Benchmarking • Fehlende Bereitschaft zur Teilnahme am Benchmarking bei jenen komARA, die noch nicht teilgenommen haben |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • ARA > 50.000 EW: 48 ARA haben noch nicht am freiwilligen Benchmarking teilgenommen. Für diese ARA würden die Kosten für ein erstes Benchmarking zwischen 4.140 € - 11.820 € (ARA > 50.000 EW - 100.000 EW: 27 ARA betroffen) und zwischen 6.720 € - 19.600 € (ARA > 100.000 EW, 21 ARA betroffen) liegen. |

7.3.2 Von der EU festgelegte Ziele zur Verringerung des Energieverbrauchs

| | |
|----------------------------------|--|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Daten aus Österreich zeigen, dass das Energieeinsparpotenzial (in Prozent und absoluten Zahlen) je nach Größe der komARA und Art der Schlammstabilisierung sehr unterschiedlich ist. Von der EU festgelegte Ziele zur Reduzierung des Energieverbrauchs (z.B. %-Reduktion) auf Kläranlagen-Ebene könnten daher für Österreich problematisch sein, während ein Reduzierungsziel auf nationaler Ebene einfacher umzusetzen wäre. • In Österreich liegt der Mindestbedarf an elektrischer Energie bei 20 kWh/EW/a - 50 kWh/EW/a (je nach Größe der ARA und Art der Schlammstabilisierung). • In Österreich sind jene komARA mit der höchsten Reinigungsleistung auch jene mit dem geringsten Energieverbrauch. Bereits eine geringe Reduzierung der Effizienz der Abwasserbehandlung zum Zwecke der Energieeinsparung kann zu einer deutlichen Reduktion der Denitrifikation und damit der Stickstoffentfernung führen. |
| Vorteile oder Nutzen | <ul style="list-style-type: none"> • Im Falle von Reduktionszielen auf nationaler Ebene: Reduktion des Gesamt-Stromverbrauchs der komARA. |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Fixe Reduktionsziele (z.B. Prozentsätze) können bei effizienten komARA unerwünschte Auswirkungen auch auf den Energieverbrauch der ARA zur Folge haben. • Für ARA, die bereits eine gute Leistung erzielen, sind festgelegte Reduktionsziele nicht sinnvoll. Eine weitere Reduzierung könnte die Reinigungsleistung beeinträchtigen und wäre daher nicht durchführbar. Für solche ARA könnten Benchmarks (z. B. xy kWh/EW/a) ein besserer Ansatz sein. • Von der EU vorgegebenen Reduktionsziele zur Reduktion des Energieverbrauchs könnten in der Empfehlung resultieren, die anaerobe Schlammbehandlung auf allen großen Kläranlagen umzusetzen. Derzeit gibt es in Österreich neun ARA > 50.000 EW mit aerober Schlammstabilisierung, die bereits einen sehr geringen Energieverbrauch aufweisen. Ein Umbau dieser ARA zu ARA mit anaerober Schlammstabilisierung müsste im Einzelfall und unter Abwägung von Kosten und Nutzen entschieden werden (Umbauten sind aufwändig und der Nutzen hinsichtlich einer Energieeinsparung ggf. gering). |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Es gibt viele Möglichkeiten, wie diese Handlungsoptionen definiert werden könnten. Die Kosten konnten daher nicht abgeschätzt werden. |

7.3.3 Energielabels/Umweltzeichen auf EU-Ebene (obligatorisch oder freiwillig)

EU-Energielabel werden auf der Grundlage von Energieeffizienzprüfungen vergeben. Sie können nur von denjenigen komARA erlangt werden, die ihren Energieverbrauch optimieren, ohne dabei die Standards der Abwasserbehandlung zu senken.

Daher gilt die Beschreibung der Handlungsoption 7.3.1 auch für diese Option. Energie-labels können sich sowohl auf elektrische als auch auf thermische Energie beziehen.

7.3.4 Energieerzeugung bei der Abwasserbehandlung

| | |
|----------------------------------|--|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Um die Abhängigkeit von externer Energieversorgung zu verringern (Energieverbrauch ist ein großer Kostenpunkt in der Abwasserreinigung), gibt es in Österreich an komARA (vereinzelt auch in Kanalisationssystemen) bereits viele freiwillige Maßnahmen zur Eigenstromerzeugung (Faulgasnutzung, Abwasserwärmenutzung). • Anreizsystem zur freiwilligen Steigerung der Eigenstromerzeugung (keine festen Ziele) (z.B. staatliche Förderung, feste Einspeisevergütung für elektrische Energie oder Gas). • Investition in hocheffiziente KWK-Anlagen bei großen komARA. • EU Powerstep-Projekt: Das Projekt zielt auf die Planung und das Betreiben von komARA ab, die ein Maximum an energetischer Energie zur Einspeisung in die lokale Stromversorgung produzieren. (www.powerstep.eu) • Projekte zur Mikrosiebung: Das Projekt beschreibt die Anwendung der Mikrosiebung als Alternative zur Vorklärung (für kleine ARA). Die abgetrennten Feststoffe und organischen Stoffe sollen in anaeroben Faultürmen verwendet werden. |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Schritt Richtung autarker Produktion elektrischer und thermischer Energie an komARA. • Überschüssige Energie der komARA (vor allem Wärme) kann zur Versorgung angrenzender Siedlungsstrukturen (thermische Energieversorgung für Haushalte, Gewächshäuser usw.) genutzt werden, was dem Abwasserentsorger zusätzliche Einnahmen einbringt. Die Nutzung lokaler, erneuerbarer und klimafreundlicher Energiequellen wird zudem die lokale Unabhängigkeit von Energieimporten erhöhen. • Verbesserung des öffentlichen Images und der Wahrnehmung von Abwasser (vom Abfall zur Ressource). |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Die Wärmenutzung im Kanal darf die temperaturempfindlichen Abwasserbehandlungsprozesse nicht beeinträchtigen. • Über den Eigenbedarf hinausgehende Energieerzeugung kann für das Abwasserunternehmen einen zusätzlichen Aufwand bedeuten. |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Kosten konnten nicht abgeschätzt werden |

7.4 Weitere Datenerhebung/Datenauswertung

Auf nationaler Ebene werden derzeit keine Daten über den Energieverbrauch und/oder die Energieerzeugung von komARA erhoben (daher auch keine Daten darüber, welche

Technologien zur Energienutzung bereits eingesetzt werden). Auf Bundesländerebene ist die Situation unterschiedlich: In einigen Bundesländern gibt es Datenerhebungen, in anderen nicht. Im Rahmen der KAN-Erhebung oder durch Benchmarking werden auf freiwilliger Basis Daten über den Energieverbrauch und/oder die Energieerzeugung gesammelt (die im Rahmen der KAN-Studien erhobenen Daten sind nicht öffentlich zugänglich und konnten daher in diesem Factsheet nicht in vollem Umfang verwendet werden).

7.5 Quellen

7.5.1 Gesetzgebung Österreich

BGBl. Nr. 186/1996 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land-und Forstwirtschaft über die allgemeine Begrenzung von Abwasseremissionen in Fließgewässer und öffentliche Kanalisationen (Allgemeine Abwasseremissionsverordnung –AAEV). Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010977/AAEV%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBl. Nr. 210/1996 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land-und Forstwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Abwasserreinigungsanlagen für Siedlungsgebiete (1. AEV für kommunales Abwasser). Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010980/1.%20AAEV%20f%2c%20kommunales%20Abwasser%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

7.5.2 Gesetzgebung EU

Directive 91/271/EC of 21 May 1991 concerning urban waste water treatment (Urban Waste Water Treatment Directive, UWWTD). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A31991L0271>

[Directive 2012/27/EU](#) of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency (Energy Efficiency Directive). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1399375464230&uri=CELEX:32012L0027>

Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/TXT/?uri=CELEX:32018L2001>

Directive (EU) 2018/2002 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 amending Directive 2012/27/EU on energy efficiency. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L.2018.328.01.0210.01.ENG>

Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council of 18 June 2020 on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment, and amending Regulation (EU) 2019/2088 (Text with EEA relevance). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32020R0852>

Regulation (EU) 2021/241 of the European Parliament and of the Council of 12 February 2021 establishing the Recovery and Resilience Facility. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32021R0241>

7.5.3 Leitfäden

Commission Recommendation (EU) 2019/1658 of 25 September 2019 on transposing the energy savings obligations under the Energy Efficiency Directive, C/2019/6621. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L.2019.275.01.0001.01.ENG&toc=OJ:L:2019:275:TOC>

7.5.4 Berichte und Publikationen

European Commission (2016). An EU Strategy on Heating and Cooling. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels, 16.2.2016, COM (2016) 51 final. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016DC0051&from=EN>

European Commission (2019). Evaluation of the Council Directive 91/271/EEC of 21 May 1991, concerning urban wastewater treatment. Commission staff working document. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/publications/evaluation-urban-waste-water-treatment-directive_en

European Commission (2020). Powering a climate-neutral economy: An EU Strategy for Energy System Integration. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels, 8.7.2020 COM (2020) 299 final. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0299&from=EN>

Lindtner, S. (2008). Leitfaden für die Erstellung eines Energiekonzeptes kommunaler Kläranlagen. Wien, 2008. Verfügbar unter: <https://www.bmlrt.gv.at/service/publikationen/wasser/Leitfaden-f%C3%BCr-die-Erstellung-eines-Energiekonzeptes-kommunaler-Kl%C3%A4ranlagen.html>

Neugebauer, G.; Kretschmer, F.; Kollmann, R.; Narodoslowsky, M.; Ertl, T.; Stoeglehner, G. (2015). Mapping thermal energy resource potentials from wastewater treatment plants. Sustainability 2015, 7, 12988–13010

ÖWAV (2018). Benchmarking für Kläranlagen – Öffentlicher Bericht 2018. Verfügbar unter: <https://www.abwasserbenchmarking.at/downloads/public-reports/Oeffentlicher-Bericht-ARA-2018.pdf>

ÖWAV (2019). Branchenbild der österreichischen Abwasserwirtschaft 2020. Verfügbar unter: <https://www.oewav.at/Publikationen?current=385139&mode=form>

ÖWAV (2020a). Leistungsnachweis der ÖWAV-Kläranlagen-Nachbarschaften zum Betriebsjahr 2019. LINDTNER in: Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften 2020. Informationsreihe Betriebspersonal Abwasseranlagen, Folge 28. ÖWAV, Wien, 2020

ÖWAV (2020b). 27. Leistungsnachweis der ÖWAV-Kläranlagen-Nachbarschaften. Präsentation bei der 29. Sprechertagung ÖWAV-Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften. 9/10. September 2020. St. Pölten

Schaar, Heidemarie (2015). Effluent ozonation for advanced wastewater treatment. Dissertation. Verfügbar unter: <https://iwr.tuwien.ac.at/wasser/forschung/dissertationen/>

Statistik Austria (2017). Energiedaten Österreich 2016 – Änderung wichtiger Kennzahlen und Einflussfaktoren im Vergleich zum Vorjahr. Statistik Austria, Wien, 2017.

Broschüre Forschungsprojekt „Abwasserenergie“:

[http://www.abwasserenergie.at/fileadmin/energie_aus_abwasser/user_upload/Broschue
re_Abwasserenergie_2017.pdf](http://www.abwasserenergie.at/fileadmin/energie_aus_abwasser/user_upload/Broschue_re_Abwasserenergie_2017.pdf)

8 Factsheet – Methanemissionen

Autoren:

Joseph Tauber¹

Vanessa Parravicini¹

Karl Svardal¹

¹Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement (IWR), Technische Universität Wien,
Karlsplatz 12/226, 1040 Wien, Mail: sekretariat@iwag.tuwien.ac.at

8.1 Hintergrund

In Kanalisationssystemen und bei der Abwasserreinigung können Kohlendioxid, Lachgas und Methan entstehen (Doorn et al. 1997; Daelman et al. 2012). Direkte Kohlendioxidemissionen sind klimaneutral, da die organischen Inhaltstoffe des Abwassers meist biologischen Ursprungs sind; direkte Methan- und Lachgasemissionen wirken sich jedoch stark auf das Klima aus.

Die Kommunale Abwasser-Richtlinie (kA-RL) enthält keine Vorgaben für Methanemissionen aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen (komARA). In Österreich werden die bei der Abwasserreinigung anfallenden Methanemissionen jährlich im Rahmen der Nationalen Treibhausgasinventare geschätzt.

Die von der Europäische Kommission (EK) zu Beginn des Impact Assessment zur Überarbeitung der kA-RL vorgeschlagenen Handlungsoptionen¹⁵ sind:

- a) Ermittlung eines Referenzwerts für Methanemissionen bei großen Anlagen und Festlegung von Emissionsreduktionszielen

8.2 Aktuelle Situation in Österreich

| | |
|-----------------------|--|
| Rechtliche Grundlagen | <ul style="list-style-type: none">• Als Vertragsstaat der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC) ist Österreich verpflichtet, nationale Treibhausgasinventare (nationale Inventarberichte, NIR) zu erstellen und regelmäßig zu aktualisieren.• Verordnung (EU) Nr. 525/2013 über ein System für die Überwachung von Treibhausgasemissionen und zur Umsetzung des Kyoto-Protokolls |
| Aktuelle Situation | <ul style="list-style-type: none">• In Österreich haben die Abwasserreinigungsprozesse einen Anteil von 0,2% (189.978 t/a CO₂-eq) an den Treibhausgas-(THG-) Emissionen von insgesamt 82.261.000 t/a CO₂-eq (ohne Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF)) (Umweltbundesamt, 2019). Nach den aktuellen, auf den IPCC-Richtlinien (IPCC, 2006) beruhenden Schätzungen, sind die bei der Abwasseraufbereitung anfallenden THG-Emissionen einerseits auf Lachgas (N₂O) 166.232 t/a CO₂-eq (88 %) und andererseits auf Methan (CH₄) mit 23.746 t/a CO₂-eq (12%) zurückzuführen (Referenzjahr 2017). |

¹⁵ Präsentation bei einem Webmeeting am 29. Juni 2020 und Detaillierung in einem Hintergrundpapier zu einem weiteren Webmeeting am 22. November 2020

- Der Österreichische NIR berücksichtigt derzeit direkte CH₄-Emissionen aus Senkgruben und Dreikammerfaulanlagen, aber keine Emissionen, die über das Belebtschlammverfahren oder die Klärschlammbehandlung mit Schlammfäulung oder aerober Stabilisierung in kommunalen Abwasserreinigungsanlagen anfallen. Eine Tier 2-Methode gemäß den IPCC-Richtlinien (IPCC, 2006) wird angewendet, um die CH₄-Belastungen der an die Dreikammerfaulanlage angeschlossenen Einwohnerwerte (EW) zu berechnen. Tier 2 ist eine Good Practice-Berechnungsmethode, bei der teils Standardwerte der IPCC-Richtlinien, teils länderspezifische Emissionsfaktoren Anwendung finden, während bei Tier 3 eine länderspezifische Methode eingesetzt wird, die auf vor Ort gemessenen Emissionswerten und Bottom-up-Daten basiert. Letztere Methode ist genauer, erfordert aber, um gute Daten zu erhalten, einen größeren Aufwand und fortschrittlichere Methodologie. Seit 1991 ist der Anschlussgrad an Faulgruben von 17,8% auf 3,0% im Jahr 2016 gesunken (Umweltbundesamt, 2019). Dadurch verringerten sich die berichteten Methangasemissionen aus der Abwasserreinigung in Österreich von 4.850 t/a CH₄ im Jahr 1990 auf 897 t/a CH₄ im Jahr 2018. Im selben Zeitraum erhöhte sich der Anschlussgrad an Kanalisationen und komARA auf 95,2% (2016). Auch die Anzahl der komARA mit Schlammfäulung (SF) ist in Österreich gestiegen.
- Abgesehen von der Schätzung der CH₄-Emissionen im NIR gibt es in Österreich keine regelmäßige Ermittlung dieser Emissionen aus komARA und den Kanalisationen. Für das vorliegende Factsheet wurde deshalb erstmals eine Schätzung vorgenommen (detaillierte Methode siehe Anhang).
- 2019 waren in Österreich ca. 1.900 komARA mit einer Ausbaugröße von 21,5 Mio. EW sowie Industrieabwasserreinigungsanlagen mit einer Ausbaugröße von 10,2 Mio. EW in Betrieb (ÖWAV, 2019). Österreichs kommunale Schlammfäulungsanlagen besitzen eine geschätzte Ausbaugröße von 10,5 Mio. EW. Dies beinhaltet auch die Hauptkläranlage Wien mit einer Ausbaugröße von 4 Mio. EW, deren neu errichtete Faultürme im Jahr 2020 in Betrieb gegangen sind.
- Für Österreich können die gesamten Methanemissionen (hier: E) aus Kanalisationen und der kommunalen Abwasserreinigung geschätzt werden (detaillierte Methodologie siehe Anhang):

$$E = E_{\text{Kanal}} + E_{\text{ARA}} = 4.440 + 4.280 = 8.720 \text{ t/a CH}_4$$

Wenn das Treibhauspotential von 1 kg CH₄ für einen Zeitraum von 100 Jahren 25 kg CO₂ entspricht (IPCC, 2007), können die Methanemissionen folgendermaßen in CO₂-Äquivalenten geschätzt werden:

$$8.720 \text{ t/a CH}_4 * 25 \text{ kg CO}_2\text{-eq/kg CH}_4 = 218.000 \text{ t/a CO}_2\text{-eq}$$

Bei der Schätzung dieser Emissionslast werden die Methanemissionen aus der aeroben und anaeroben Industrieabwasserbehandlung und aus der Schlammfäulung nicht berücksichtigt. Die geschätzten Emissionen in Höhe von 218.000 t CO₂-eq/a liegen in derselben Größenordnung wie die im aktuellen NIR berechneten CO₂-eq-Emissionen für Lachgas aus zentralen Abwasserreinigungsanlagen (166.232 t CO₂-eq/a) (Umweltbundesamt, 2019).

Kosten
(-schätzung)

- Es wurde keine Kostenschätzung durchgeführt.

8.3 Handlungsoptionen – zukünftige Möglichkeiten für die Umsetzung in Österreich

8.3.1 Festlegung eines Referenzwertes der Methanemissionen für große Anlagen und einer Benchmark für Reduktionsziele

Mögliche
Umsetzung in
Österreich

- Die Schätzung der Methanemissionen für Österreich zeigt deutlich, dass diese Emissionen aus komARA und Kanalisationen signifikant sein können (0,2% der gesamten THG-Emissionen in Österreich), die THG Emissionen (Lachgas und Methan) aus dem Sektor Abwasser würden sich damit von derzeit 0,2% auf ca. 0,5% der gesamten im NIR gemeldeten Emissionen erhöhen.
- Man geht davon aus, dass die CH₄-Emissionen aus komARA stark mit Faktoren wie Größe, Alter, Zustand, Auslegung, Konstruktion und einigen betriebsbedingten Aspekten (z.B. hydraulische und/oder organische Belastung) der Anlagen schwanken.
- Einen ersten Referenzwert für die Methanemissionen aus großen Anlagen könnte man für die ca. 65 komARA > 50.000 EW (BMLRT, 2020) in Österreich abhängig von der Verfügbarkeit der benötigten Daten schätzen (siehe Schätzung im Anhang).
- Für einen fundierte Referenzwert der Methanemissionen aus großen Anlagen sind genauere Messungen/ Forschungsarbeiten in komARA und in Kanalisationen nötig. Die Festlegung eines verlässlichen Referenzwertes erfordert Emissionsmessungen von unterschiedlichen Aufbereitungssystemen (aerob versus anaerob) sowie von unterschiedlichen Kanälen, die dieselben Messmethoden, dieselben Systemgrenzen und dieselben Referenzvariablen (z.B. Auslastungsgrad, Ausbaugröße (EW) und organische Belastung) verwenden.
- Basierend auf UKWIR 2009 und STOWA 2010 wird geschätzt, dass die bei der SF anfallenden Methanemissionen bei optimalen Bedingungen um ca. zwei Drittel reduziert werden könnten, wenn alle Faulbehälter in Österreich zur Minimierung der CH₄-Emissionen auf den höchsten betrieblichen und technischen Standard nachgerüstet würden.
- Empfohlene Vorgehensweisen zur Verringerung der Methanemissionen sind:
 - Gut stabilisierter Schlamm (aerob und anaerob) führt zu einem geringen Restgaspotential und dies wiederum zu geringeren Methangasemissionen in den folgenden Behandlungsstufen.
 - Verkürzung der Verweilzeit des Schlammes in Eindickern und Pufferbehältern auf ein Minimum

| | |
|-----------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> – Schnellstmögliche Verbrennung des stabilisierten Schlammes (aerob und anaerob behandelter Schlamm), um die mit der Lagerung verbundenen Emissionen zu verringern – dies gilt insbesondere für größere komARA. – Abdeckung von Schlammeindickern und Pufferbehältern – Installation von Absauggeräten, um Gas von abgedeckten Eindickern, Pufferbehältern und oben auf Faulbehältern angebrachten Schlammstäben abzusaugen – Behandlung des abgesaugten Gases durch Verwendung als Verbrennungsluft in kombinierten Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) oder für die Belüftung in der biologischen Stufe der komARA, wo CH₄ im Belebungsbecken biologisch entfernt werden kann – Nachrüstung bestehender KWK-Anlagen zur Reduzierung von Methanschlupf, beginnend mit den größten komARA • Was die Berechnung der Methanemissionen im NIR betrifft, so müsste man die Methanemissionen aus den komARA und den Kanalisationen zu jenen aus Faulgruben addieren, um ein vollständigeres Bild der THG-Emissionen im Abwassersektor zu erhalten. In einem ersten Schritt könnte eine Tier 2-Methode umgesetzt werden (Berechnung der Emission über Emissionsfaktoren). Nach Vor-Ort-Messungen könnte man zur Tier 3-Methode übergehen (Berechnung der Emissionen über Messwerte). Bei Anwendung dieses Ansatzes würden zusätzlich zu den 189.987 t/a CO₂-eq im aktuellen NIR (N₂O und Methanemissionen aus Faulgruben) 218.000 t/a CO₂-eq für Methanemissionen aus Kanalisationen und komARA angesetzt werden. Dies ergibt insgesamt eine Menge von 408.000 t/a CO₂-eq bzw. 0,5% der österreichischen THG-Emissionen ergeben. |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Schaffung eines umfangreichen Datenpools zu den Methanemissionen aus komARA und Kanalisationen in Österreich, was die Voraussetzung für die Definition möglicher Reduktionsziele und wirksamer Maßnahmen darstellt. • NIR: Die Qualität der im NIR berichteten Daten würde sich wesentlich verbessern, die Schätzungen würden ein realistischeres Bild zeigen. |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Kosten für Forschung und Messungen bei einer Tier 3-Methode • Zukünftige Vorgaben betreffend die Verringerung von Methanemissionen dürfen Reinigungsleistungen von komARA nicht verringern. |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Es konnte keine Kostenschätzung vorgenommen werden. |

8.4 Datenerfassung/Datenauswertung

Nicht festgestellt.

8.5 Quellen

8.5.1 Gesetzgebung Österreich

BGBI. Nr. 215/1959 (idgF). Wasserrechtsgesetz 1959 –WRG. 1959. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010290/WRG%201959%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBI. Nr. 186/1996 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land-und Forstwirtschaft über die allgemeine Begrenzung von Abwasseremissionen in Fließgewässer und öffentliche Kanalisationen (Allgemeine Abwasseremissionsverordnung –AAEV). Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010977/AAEV%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBI. Nr. 210/1996 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land-und Forstwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Abwasserreinigungsanlagen für Siedlungsgebiete (1. AEV für kommunales Abwasser). Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010980/1.%20AEV%20f%2c%20bcr%20kommunales%20Abwasser%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

8.5.2 Gesetzgebung EU

Richtlinie 91/271/EWG betreffend die Behandlung von kommunalem Abwasser (Urban Waste Water Treatment Directive, UWWTD). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A31991L0271>

Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32000L0060>

Verordnung (EU) Nr. 525/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates über ein System für die Überwachung von Treibhausgasemissionen sowie für die Berichterstattung über diese Emissionen und über andere klimaschutzrelevante Informationen auf Ebene der Mitgliedstaaten und der Union und zur Aufhebung der Entscheidung (EU) Nr. 280/2004/EG. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32013R0525>

8.5.3 Leitfäden

EEA (2013). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013 – Technical report no. 12/2013. Verfügbar unter: <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013>.

IPCC (2006). Leitlinien für nationale Treibhausgasinventare (Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories). Band 5 KAPITEL 6 Wastewater treatment and discharge. Verfügbar unter: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_6_Ch6_Wastewater.pdf.

Lindtner, S. (2008). Leitfaden für die Erstellung eines Energiekonzeptes kommunaler Kläranlagen (Guidelines for creating an energy concept for municipal sewage treatment plants). Lebensministerium, Österreich. Verfügbar unter: http://www.abwasserenergie.at/fileadmin/energie_aus_abwasser/user_upload/energieleitfaden_endversion.pdf.

8.5.4 Berichte und Publikationen

Aboobakar, A., Jones, M., Vale, P., Cartmell, E., Dotro, G. (2014). Methane emissions from aerated zones in a full-scale nitrifying activated sludge treatment plant. *Water, Air, and Soil Pollution* 225 (1), 1–10. DOI 10.1007/s11270-013-1814-8.

Becker, A. K., Düputell, D., Gärtner, A., Hirschberger, R., Oberdörfer, M. (2012). Emissionen Klimarelevanter Gase aus Kläranlagen (Emissions from climate relevant gases out of wastewater treatment plants), *Immissionsschutz*, 4.

Czepiel, P. M., Crill, P. M., Harriss, R. C. (1993). Methane emissions from municipal wastewater treatment processes. *Environmental Science & Technology* 27 (12), 2472–2477.

Daelman, R. J., Van Voorthuizen, E. M., Van Dongen, U. G. J. M., Volcke, E. I. P., Van Loosdrecht, M. C. M. (2012). Methane emission during municipal wastewater treatment. *Water Research*, Volume 46, Issue 11, <https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.04.024>.

Daelman, M. R. J., van Voorthuizen, E. M., van Dongen, L. G. J. M., Volcke, E. I. P. & van Loosdrecht, M. C. M. (2013). Methane and nitrous oxide emissions from municipal

wastewater treatment – results from a long-term study. *Water Science and Technology* 67 (10), 2350–2355. <https://doi.org/10.2166/wst.2013.109>.

Daelman, M. R. J. (2014). Emissions of Methane and Nitrous Oxide from Full-scale Municipal Wastewater Treatment Plants. PhD Thesis, Delft, Technische Universiteit Delft, Niederlande.

Doorn, M.R.J., Strait, R., Barnard, W. and Eklund, B. (1997). Estimate of Global Greenhouse Gas Emissions from Industrial and Domestic Wastewater Treatment, Final Report, EPA-600/R-97-091, Prepared for United States Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC, USA.

Ecoinvent (2020). Market group for electricity, medium voltage [RER] 2020_Allocation, APOS. Ecoinvent dataset documentation 3.7.

E-control (2014). Umweltauswirkungen (Environmental Impact) Verfügbar unter: <https://www.e-control.at/de/marktteilnehmer/oeko-energie/stromkennzeichnung/umweltauswirkungen>.

Foley, J., Yuan, Z., Keller, J., Senante, E., Chandran, K., Willis, J., Shah, A., van Loosdrecht, M., van Voorthuizen, E. (2015). N₂O and CH₄ Emission from Wastewater Collection and Treatment Systems: State of the Science Report and Technical Report, GWRC Report Series, ISBN 9781780407333.

Gärtner, A., Hirschberger, R. (2011). Einfluss der Wetterverhältnisse auf das Emissionsverhalten von Kläranlagen. Verfügbar unter: https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/luft/emissionen/pdf/110107_Kurzfassung_Klaeranlagenbericht.pdf.

Guisasola, A., de Haas, D., Keller, J., Yuan, Z. (2008). Methane formation in sewer systems. *Water Res.* 42, 1421–1430. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2007.10.014>

Gustavsson, D. J., Tumlin, S. (2013). Carbon footprints of Scandinavian wastewater treatment plants. *Water Science and Technology* 68 (4), 887–893. <https://doi.org/10.2166/wst.2013.318>.

Hable, K. (2019). Life-Cycle Assessment für Kläranlagen – Kritische Analyse am Beispiel einer Modellkläranlage, Masterarbeit, Technische Universität Wien, Österreich.

IPCC (2007). Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor & H. L. Miller, eds). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.

Leal Verdugo, N. A. (2014). Verwertungsmöglichkeiten von Gärresten aus der Behandlung von Schwarzwasser und Co-Substraten im Rahmen des HAMBURG WATER Cycle, Masterarbeit, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt.

Liu, Y., Ni, B.J., Sharma, K.R., Yuan, Z. (2015). Methane emission from sewers. *Sci Total Environ* 524–525, 40–51. doi: [10.1016/j.scitotenv.2015.04.029](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.04.029).

Liu, Y., Tugtas, A.E., Sharma, K.R., Ni, B.J., Yuan, Z. (2016). Sulfide and methane production in sewer sediments: Field survey and model evaluation. *Water Res.* 89, 142–150. doi: [10.1016/j.watres.2015.11.050](https://doi.org/10.1016/j.watres.2015.11.050).

ÖWAV (2019). Branchenbild der österreichischen Abwasserwirtschaft 2020. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV), Wien. Verfügbar unter: <https://www.oewav.at/Publikationen?current=385139&mode=form>

Parravicini, V., Svardal, K, Krampe, J. (2016). Greenhouse Gas Emissions from Waste Water Treatment Plants. *Energy Procedia* 97 (2016), 246 – 253. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610216310268>.

Schaum, C., Lensch, D., Bolle, P.-Y., Cornel, P. (2015). Sewage sludge treatment: evaluation of the energy potential and methane emissions with COD balancing. *Journal of Water reuse and desalination*, 5 (4), 437–445. <https://doi.org/10.2166/wrd.2015.129>.

Schaum, C., Fundneider, T., Cornel, P. (2016). Analysis of methane emissions from digested sludge. *Water Sci Technol* (2016) 73 (7): 1599–1607. <https://doi.org/10.2166/wst.2015.644>.

Schmid, H., Puxbaum, H. (2000). Emissionen von Ozon bildenden und klimarelevanten Spurengasen aus Kläranlagen (Emissions of ozone-forming and climate-relevant trace gases from wastewater treatment plants) Final report Projekt MA22-4510/99.

STOWA (2010). Emissies Van Broeikgassen van Rwzi's. (Greenhouse Gas Emissions from WWTPs.) In: STOWA (Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer). Report 08-2010. Amersfoort, The Netherlands.

Tauber, J., Parravicini, V., Svardal, K., Krampe, J. (2019). Quantifying methane emissions from anaerobic digesters. *Water Sci Technol* 1 November 2019; 80 (9): 1654–1661. doi: <https://doi.org/10.2166/wst.2019.415>.

UKWIR (2009). Workbook for Estimating Operational GHG Emissions Volume 3. UK Water Industry Research Limited, London, UK.

Umweltbundesamt (2019). Austria's National Inventory Report 2019. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0677.pdf>.

Wang, J. H., Zhang, J., Xie, H. J., Qi, P. Y., Ren, Y. G. & Hu, Z. (2011). Methane emissions from a full-scale A/A/O wastewater treatment plant. *Biores. Technol.* 102 (9), 5479–5485. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.10.090>.

Woess-Gallasch, S., Bird, N., Enzinger, P., Jungmeier, G., Padinger, R., Pena, N., Zanchi, G. (2010). Greenhouse Gas Benefits of a Biogas Plant in Austria. Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH. Resources Institut für Wasserenergie und Nachhaltigkeit, Graz, Österreich.

8.6 Anhang: Berechnung der CH₄-Emissionen aus komARA und Kanalisationssystemen in Österreich

8.6.1 Wissenschaftlicher Hintergrund: Methanemissionen aus komARA

Bei der Abwasserbehandlung anfallende Methanemissionen entstehen hauptsächlich aus Prozessen, die vollständig oder teilweise unter anaeroben Bedingungen ablaufen, beispielsweise Vorklärbecken, Schlammverdicker, Schlammfäulbehälter und Schlamm-speicher. Abhängig von den Betriebsbedingungen und der Lagerdauer kann auch die

Langzeitlagerung von aerob stabilisiertem Schlamm zu Methanemissionen führen (Wang et al., 2011; Parravicini et al., 2016). Die anaerobe Behandlung des Klärschlammes (Schlammfäulung) zielt auf die Stabilisierung des Schlammes bei gleichzeitiger Erzeugung und energetische Verwertung von Methan ab; ein Teil davon kann deshalb an undichten Stellen emittiert werden oder den Faulbehälter mit dem abgezogenen Schlamm (im Faulschlamm gelöst) oder als Gasblasen verlassen (Tauber et al., 2019). Gelöstes Methangas, das in Kanalisationen oder bei der mechanischen Vorreinigung entsteht, kann im weiteren Verlauf in belüfteten Sandfängen und den Belebtschlammbecken freigesetzt werden. Da Methan unter aeroben Bedingungen teilweise durch Bakterien oxidiert werden kann (Daelman et al., 2012), könnten Emissionen aus belüfteten Behältern durch eine Optimierung der Belüftungsbedingungen reduziert werden.

Derzeit stehen aus elf verschiedenen wissenschaftlichen Publikationen Daten zu den Methanemissionen für ARA zur Verfügung. Die berichteten Methanemissionen schwanken deutlich zwischen 11 g CH₄/EW/a (Wang et al., 2011) und 390 g CH₄/EW/a (Daelman et al., 2013; Daelman et al., 2014, zitiert in Schaum et al., 2016). Becker et al. (2012) berichten für ARA eine durchschnittliche Methanemission von 162 ± 87 g CH₄/EW/a. Die meisten der in der Fachliteratur angegebenen Werte für gesamte ARA liegen zwischen 165 g CH₄/EW/a (Gärtner und Hirschberger, 2011) und 372 g CH₄/EW/a (STOWA, 2010). Weiters verglich STOWA (2010) die CH₄-Emissionen aus drei ARA in den Niederlanden mit anaerober Schlammbehandlung (Schlammfäulung) mit drei ARA mit aerober Schlammstabilisierung. ARA mit aerober Schlammbehandlung emittierten im Schnitt 307 g CH₄/EW/a, ARA mit Schlammfäulung hingegen 372 g CH₄/EW/a; es entstehen also Emissionen von 65 g CH₄/EW/a aufgrund der Schlammfäulung.

Auch das Alter der ARA-Infrastruktur wirkt sich auf den Umfang der Methanemissionen aus. UKWIR (2009) berichtete 200 g CH₄/EW/a für bestehende (ältere) SF-Systeme und 65 g CH₄/EW/a für neu errichtete ARA mit SF.

In Summe betragen die Literaturdaten 11 bis 307 g CH₄/EW/a für ARA ohne SF und weitere 65 bis 281 g CH₄/EW/a für den Faulungsprozess. Tabelle 47 gibt einen Überblick über die in ARA gemessenen Methanemissionswerte.

Tabelle 47: Überblick über die in ARA gemessenen Methanemissionswerte, adaptiert von Schaum et al. (2016)

| CH ₄ -Emissionen [g CH ₄ /(EW*a)] | Technische Beschreibung | Literatur |
|--|---|---------------------------------------|
| 31 ^a | Kommunale ARA (ohne Klärschlammbehandlung, 210.000 EW, UK) | Aboobakar et al. (2011) |
| 280 | ARA > 10.000 EW und > 100.000 EW in Nordrhein-Westfalen (Deutschland); Emissionen zu 90% aus der Schlammbehandlung ^b | Becker et al. (2012) |
| 39 | ARA Durham (UK), Abwasserbehandlung, aerobe Klärschlammstabilisierung | Czepiel et al. (1993) |
| 390 ^c | ARA Kralingsveer (Niederlande); Abwasserbehandlung (Belebtschlammverfahren), Klärschlammbehandlung mittels Schlammfäulung | Daelman et al. (2013); Daelman (2014) |
| 300 | Kommunale ARA (ohne Klärschlammbehandlung) (Daten aus den Niederlanden von 1991) | EEA (2013) |
| <4-18 ^a | ARA (Frankreich, Details nicht veröffentlicht) <0,1-0,4 CH ₄ /kg CSB im Zulauf | Foley et al. (2015) |
| 165 | ARA (320.000 EW) mit Fäulung ^d ; Emissionen > 98% aus der Fäulung | Gärtner & Hirschberger (2011) |
| 110 ^a | Methanemissionen (Messung) schwedische ARA mit Fäulung (0,25% CSB im Zulauf) | Gustavsson & Turmlin (2013) |
| 106 | Fäulung in kommunalen ARA mit Faulschlammmentgasung: 30 g CH ₄ /(EW*a) Gasbildung in Stapelbehälter mit 1 Tag Verweilzeit: 76 g CH ₄ /(EW*a) | Leal Verduguo (2014) |
| 0,09-0,18 | ARA Simmering (Österreich), nur Belebtschlammbehälter | Schmid & Puxbaum (2000) |
| 307 resp. 372 ^e | 3 holländische ARA ohne bzw. mit Fäulung (durch Fäulung 65 g CH ₄ /(EW*a)) | STOWA (2010) |
| A: 251 ^f B:71 ^f | Methanverluste während des Faulbetriebs, flüchtige Emissionen, Restgas, Methanschluß A = Bestand; B = Neubau | UKWIR (2009) |
| 11 | ARA Jinan (China), Abwasserreinigung mit Klärschlammmeindickung und Trocknungsbett | Wang et al. (2011) |

^a Unter Annahme einer CSB-Fracht im Zulauf zur ARA von 120 g CSB/(EW*a).
^b Denitrifikation 20 g CH₄ (EW*a), Sandfang, Bio-P, Nitrifikation 8 g CH₄/(EW*a), statischer Schlammstapelung 64 g CH₄/(EW*a), Schlammfäulung 172 g CH₄/(EW*a) – Messung der Schlammfäulung über den Faulbehälter (Faulbehälterkopf), dies bedeutet Methanverluste aufgrund von Leckagen (Becker et al. 2021).
^c 11 g CH₄/kg CSB-Zulauf bzw. 1,1% bezogen auf die CSB-Fracht im Zulauf zur ARA; ca. 72 +/- 23% der gesamten Methanemissionen stammen aus den Schlammbehandlungseinheiten; Primärschlammmeindicker, Faulschlammfäulung, Entwässerung, Schlammfäulung, Kraft-Wärme-Kopplung) Einheit (Adelmann et al. 2012)
^d Berechnung von spezifischen Emissionen von 145 kg CH₄/d mit 320.000 EW; Verteilung der Methanemissionen: <1% aus der biologischen Abwasserbehandlung, <0,5% aus Schlammmeindicker, >98% aus Faulschlammbehältern (Faulschlammmeindicker und Stapelbehälter) (Gärtner & Hirschberger 2011)
^e 7 g CH₄/kg/(CSB im Zulauf) ohne Fäulung und 8,5 g CH₄/kg CSB im Zulauf mit Fäulung; Umwandlung unter Annahme einer spezifischen CSB-Fracht von 120 g CSB/(EW*a); individuelle Daten: ARA Papendrecht
^f A: 10,7 und B: 3,5% der gesamten Gasmenge; A: 14,6 und B: 4,8 kg CH₄ (Mg TS) (UKWIR 2009); Umwandlung unter Annahme von 38 g TS (EW*a)

Becker et al. (2012) versuchten, zwischen den verschiedenen Quellen der CH₄-Emissionen in ARA zu unterscheiden:

| | | |
|---|----------------------------------|-------------|
| Sandfang, Vorklärung, biologische P-Entfernung, Nitrifikation | 8 g CH ₄ /EW/a | 3% |
| Denitrifikation | 20 g CH ₄ /EW/a | 7% |
| Statische Schlammindicker | 16 g CH ₄ /EW/a | 6% |
| Faulschlamm Speicher | 64 g CH ₄ /EW/a | 23% |
| Schlammfäulung (Leckagen, gelöstes CH ₄ , Methanschlupf aus KWK-Anlagen) | 172 g CH ₄ /EW/a | 61% |
| Summe | 280 g CH₄/EW/a | 100% |

Die SF wurde von verschiedenen Autoren als die bedeutendste Quelle von Methanemissionen ausgewiesen. Becker et al. (2012) zeigten, dass ca. 50% des Methans bei der SF freigesetzt werden und die emittierte Methanfracht stark von der Menge der organischen Fracht im Faulbehälter abhängt. Tauber et al. (2019) benutzten Messungen in großen Faulbehältern und zeigten, dass bei einer Verdopplung der organischen Belastung der Faulungsanlage von 1,7 auf 3,4 kg CSB/(m³*d) die Methanemissionen, die mit dem abgezogenen Faulschlamm anfallen, unproportional von 1,0 auf 9,7 g CH₄/EW/a steigen.

Eine umfassende Untersuchung, die sämtliche Methanquellen in ARA umfasst, ist nicht verfügbar. Die Unterscheidung zwischen den einzelnen Emissionsquellen ist schwierig, auch weil Methanentstehung und -emissionen häufig nicht am selben Ort stattfinden. Anhand der Daten von verschiedenen Autoren kann jedoch folgender Überblick über die Methanquellen gegeben werden:

1. Zulauf und mechanische Vorreinigung (8 g CH₄/EW/a) (Becker et al., 2012):
 - Zulaufpumpwerk (Emissionen von dem im Kanalsystem gebildeten Methan)
 - Belüfteter oder unbelüfteter Sandfang (Emissionen von dem Methan, das im Kanalsystem und in anaeroben Bereichen unbelüfteter Sandfänge erzeugt wird)
 - Vorklärbecken (Emissionen je nach Schlammverweilzeit, Temperatur und anaeroben Bedingungen)
2. Biologische Abwasserreinigung (20-307 g CH₄/EW/a) (STOWA, 2010; Becker et al., 2012):
 - Nitrifikationsbecken/-bereiche (in der Kanalisation erzeugtes Methan wird während der Belüftung freigesetzt oder teilweise durch Bakterien reduziert bzw. entfernt)

- Denitrifikation (Methan, das während langer anoxischer/anaerober Phasen entsteht, wird hauptsächlich während belüfteter Phasen/aus belüfteten Bereichen durch das Strippen von gelöstem Methan freigesetzt)
 - Nachklärbecken, können je nach der Schlammverweilzeit Methan emittieren, sind jedoch von geringer Bedeutung
 - Ablauf (je nach Turbulenz kann Methan die Abwasserreinigungsanlage in gelöster Form im Ablauf verlassen)
3. Schlammbehandlung und Schlammfäulung (65-281 g CH₄/EW/a) (Schaum et al., 2016):
- Statische Schlammeindicker wurden als eine der größten Punktquellen von Methan in ARA ausgewiesen.
 - Die Emission hängt von der Eindickzeit ab (165 g CH₄/EW/a) (Gärtner und Hirschberger, 2011)
 - Schlammfäulung: Die Methanemissionen aus dem Faulbehälter selbst variieren stark mit der organischen Belastung, Konstruktionsdetails des Faulbehälters (offener oder geschlossener Schlammschacht) sowie dem Alter der Infrastruktur und Leckagen. Zusätzliche Emissionen entstehen aus dem Faulschlamm und dem gelösten Methan.
 - Faulschlamm-speicher: Je nach der Verweilzeit in den Lagerbehältern und je nachdem, ob die Behälter offen oder abgedeckt sind, wurde diese Quelle als die größte Punktquelle von Methan ausgewiesen (76 g CH₄/EW/a) (Leal Verduguo, 2014).
 - KWK-Anlagen: Die Methanemissionen schwanken mit dem Alter und der Effizienz der KWK-Motoren (1-2% des verbrannten CH₄).
 - Fackeln, je nach Größe und Typ (1-2% des verbrannten CH₄); Woess-Gallasch et al. (2010) berichteten für die österreichischen KWK-Anlagen einen Durchschnittswert von 1,73%.
 - Entwässerter Faulschlamm: Keine Daten verfügbar.

Unter Berücksichtigung sämtlicher Methanemissionsquellen in ARA ergeben sich insgesamt geschätzte Emissionen von 115 - 230 g CH₄/EW/a, die 4 - 8% der durchschnittlichen Methanerzeugung bei der SF ausmachen (nur für Anlagen mit SF; Emissionen aus Anlagen mit aerober Stabilisierung werden hingegen in EW-spezifischen Frachten ausgedrückt). Als wichtigste Punktquellen erwiesen sich offene statische Schlammeindicker und offene Faulschlamm-speicher mit langen Verweilzeiten sowie überlastete, schlecht betriebene Faulbehälter. Die Minimierung dieser Emissionen ist deshalb wesentlich, wenn der Kohlendioxid-Fußabdruck und die Energiebilanz von ARA verbessert werden sollen. Darüber hinaus können in Österreich durch den hohen Anteil an

erneuerbarer Energie schon geringe Methangasemissionen die CO₂-Gutschriften aus der Verwertung des erzeugten Biogases ausgleichen. Dies wird im folgenden Beispiel beschrieben, bei dem Gesamt-CH₄-Emissionen von 4% bzw. 8% angenommen wurden.

Berechnung der EW-spezifischen Methanemissionen, ausgedrückt als CO₂-Äquivalente (CO₂-eq) für zwei Szenarien:

Einwohnerwert-spezifische CH₄-Emissionen (Hypothese 4% des erzeugten Methans wird freigesetzt):

$$0,175 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{EW/a} * 0,657 \text{ kg CH}_4/\text{m}^3 * 25 \text{ kg CO}_2\text{-eq/kg CH}_4 = 2,87 \text{ kg CO}_2\text{-eq/EW/a}$$

EW-spezifische Energieerzeugung mit der Verwertung von Biogas für die Stromgewinnung:

$$(4,380 - 0,175 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{EW/a}) * 9,97 \text{ kWh/m}^3 * 0,35 = 14,67 \text{ kWh/EW/a}$$

4% Methanemissionen (optimistisches Szenario) ergeben:

$$2.870 \text{ g CO}_2\text{-eq/EW/a} / 14,67 \text{ kWh/EW/a} = 196 \text{ g CO}_2\text{-eq/kWh}$$

8% Methanemissionen (pessimistisches Szenario) ergeben:

$$5.740 \text{ CO}_2\text{-eq/EW/a} / 14,06 \text{ kWh/EW/a} = 408 \text{ g CO}_2\text{-eq/kWh}$$

Diese Berechnungen basieren auf einer täglichen Biogasproduktion von 20 l/EW/d, was 4.380 l/EW/a entspricht. Lindtner (2008) gab 15-24 l/EW/d als spezifische Gasproduktion für österreichische ARA mit SF an. Ein Methangehalt von 60% im Biogas, ein Heizwert von 50 MJ/kg = 9,97 kWh/m³ und eine KWK-Effizienz von $\eta_{el} = 0,35$ wurden angenommen.

Zum Vergleich: Ein modernes Erdgaskraftwerk mit Kraft-Wärme-Kopplung emittiert je nach seinem Betriebszustand 312-347 g CO₂-eq je kWh (auf Basis der erzeugten elektrischen und thermischen Energie), bei normaler Verwendung (z.B. Gasboiler) beträgt der Emissionsfaktor von Erdgas 440 g CO₂-eq/kWh (e-control, 2014). Weiters wird der Strommix für die Erzeugung, Übertragung und Verteilung von elektrischer Energie für die EU auf 406 g CO₂-eq je kWh geschätzt (EcoInvent, 2020). Diese Werte zeigen deutlich, dass bei der obigen Berechnung 8% Methanemissionen bereits die CO₂-Gutschrift aus der Verwertung des Biogases in ARA ausgleichen.

Es wird davon ausgegangen, dass die Methanemissionen der einzelnen ARA je nach deren Größe, Alter, Zustand, Auslegung, Konstruktion und einigen betrieblichen Aspekten wie der hydraulischen und organischen Belastung stark schwanken. Exakte Methanemissionswerte für einzelne österreichische KomARA können derzeit nicht angegeben werden und erfordern detailliertere Messungen und Forschung.

8.6.2 Wissenschaftlicher Hintergrund: Methanemissionen aus Kanälen

Direkte Methanemissionen aus geschlossenen Kanälen entstehen hauptsächlich durch Methanogene, die in den tieferen Schichten von benetzten Biofilmen und Sedimenten wachsen, wo anaerobe Bedingungen vorherrschen. Die Methanproduktion weist stark dynamische zeitliche und räumliche Schwankungen auf und wird von einigen Parametern wie dem Kanaltyp, dem Gefälle, der hydraulischen Verweilzeit, dem Verhältnis von Oberfläche zu Volumen sowie der Abwassertemperatur und der CSB-Fracht beeinflusst (Liu et al., 2015). In vollständig gefüllten Druckkanälen kann CH_4 sogar über die Sättigungskonzentrationen hinaus im transportierten Abwasser erzeugt und gesammelt werden und dann an belüfteten Orten wie Pumpwerken, Einstiegsöffnungen oder Kopfleitwerken und den belüfteten Becken von ARA in die Atmosphäre freigesetzt werden. In Freispiegelkanälen erzeugtes CH_4 wird normalerweise entlang des Kanalrohrs in die Gasphase freigesetzt, wobei die Emissionen in Bereichen mit höherer Turbulenz intensiver sind (Liu et al., 2015, 2016).

Das derzeit verfügbare Datenmaterial reicht für eine Quantifizierung der Emissionen aus Kanalisationssystemen nicht aus. Forschungsarbeiten deuten jedoch darauf hin, dass sich in Kanälen signifikante Mengen an CH_4 bilden können (Guisasola et al., 2008) und dass zumindest ein Teil des erzeugten CH_4 in gelöster Form in ARA gelangt, wo es dann während der Behandlung freigesetzt wird (Foley et al., 2015). Zur Berücksichtigung dieses Anteils wird in der überarbeiteten Version der IPCC-Richtlinie aus dem Jahr 2019 auf der Basis von Literaturwerten ein Emissionsfaktor für zentrale Abwasserreinigungsanlagen eingeführt, der die Emissionen aus Kanälen gemeinsam mit dem in Absetzbecken und anderen anaeroben Bereichen in der ARA (Wasserlinie), exkl. Schlammfäulung, gebildeten CH_4 umfasst. Der vorgeschlagene Emissionsfaktor beträgt $7,5 \text{ g CH}_4$ (Bereich: $0,7 - 22,5$) je kg CSB im Zulauf, abzüglich des als Schlamm entfernten CSB. Bei Annahme eines CSB-Zulaufs von 120 g CSB/EW/d und einem als Primär- und Sekundärschlamm entfernten CSB von 65 g CSB/EW/d ; entspricht dies etwa $150 \text{ g CH}_4/\text{EW/a}$ (Bereich: $15 - 450 \text{ g CH}_4/\text{EW/a}$).

Eine sehr viel größere Menge an direkten CH₄-Emissionen schätzten Liu et al. (2015). Die Autoren untersuchten weltweite Forschungsarbeiten zum Thema Methanemissionen aus Kanälen und zeigen, dass in vollständig befüllten Druckkanälen die Emissionen durchschnittlich 8,6 g CH₄ pro m³ transportiertem Abwasser betragen (Bereich 4,7-15 g CH₄/m³). Bei Annahme einer spezifischen Abwasserproduktion von 180 l/EW/d wäre der Emissionsfaktor 560 g CH₄/EW/a. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Emissionen in Freispiegelkanälen geringer sind.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Kanäle nachweislich wesentlich zu den CH₄-Emissionen aus dem Abwassersektor beitragen können; die Anwendung von Emissionsfaktoren aus der Literatur zur Prognose von Emissionen aus österreichischen Kanälen müsste jedoch – insbesondere aufgrund der relativ niedrigen durchschnittlichen Abwassertemperatur und der hohen Anzahl an Freispiegelkanälen in Österreich – kritisch evaluiert werden.

8.6.3 Berechnung der CH₄-Emissionen aus komARA und Kanalisationssystemen in Österreich

Die letzten Kapitel haben gezeigt, dass die österreichische Datenbank zu den Methanemissionen aus komARA und Kanalisationen verbessert werden könnte. Um trotz diverser Unsicherheiten die Methanemissionen berechnen zu können, kann ein Wert von 300 g CH₄/EW/a für Kanäle in Österreich als grobe Schätzung vorgeschlagen werden.

a) Methanemissionen aus Kanälen (E_{Kanal})

$$E_{\text{Kanal}} = EF_{\text{Kanal}} \cdot EW_{\text{Kanal}} / 1000 \quad [\text{kg CH}_4/\text{a}]$$

$$EF_{\text{Kanal}} = 300 \text{ g CH}_4/\text{EW}/\text{a}$$

$$EW_{\text{Kanal}} = \text{an das Kanalisationssystem angeschlossene Einwohnerwerte [EW]}$$

Auf Basis des BSB₅ werden in Österreich ca. 14,8 Mio. EW kommunales Abwasser gereinigt (ÖWAV, 2019).

$$E_{\text{Kanal}} = EF_{\text{Kanal}} \cdot EW$$

$$E_{\text{Kanal}} = 300 \text{ g CH}_4/\text{EW}/\text{a} \cdot 14.800.000 \text{ EW} = 4.440.000 \text{ kg CH}_4/\text{a} = \underline{4.440 \text{ t CH}_4/\text{a}}$$

Allgemeiner Überblick:

Je nach dem angewendeten Behandlungsverfahren und dem Methanemissionsfaktor kann man in Österreich drei Gruppen von ARA unterscheiden:

b) ARA mit aerober Schlammstabilisierung:

$$EF_{\text{aerob}} = 200 \text{ g CH}_4/\text{EW/a} \quad \text{ca. 11 Mio. EW-Ausbaugröße in Österreich}$$

c) ARA mit anaerober Schlammstabilisierung (Schlammfäulung), bestehende Systeme (5-40 Jahre in Betrieb), die Optimierung erfordern (z.B. nicht abgedeckte Eindicker, wenig effiziente KWK-Anlagen mit hohem Methanschlupf):

$$EF_{\text{anaerob_alt}} = 280 \text{ g CH}_4/\text{EW/a} \quad \text{ca. 6,5 Mio. EW-Ausbaugröße in Österreich}$$

d) ARA mit Schlammfäulung, neu errichtet (< 5 Jahre in Betrieb), Stand der Technik (z.B. abgedeckter Eindicker, hocheffiziente KWK-Anlagen mit geringem Methanschlupf):

$$EF_{\text{anaerob_neu}} = 65 \text{ g CH}_4/\text{EW/a} \quad \text{ca. 4 Mio. EW-Ausbaugröße in Österreich}$$

Die Gesamtmethanemissionen für ARA können wie folgt berechnet werden:

$$\begin{aligned} E_{\text{ARA}} &= E_{\text{aerob}} + E_{\text{anaerob_alt}} + E_{\text{anaerob_neu}} \\ E_{\text{ARA}} &= 11.000.000 \text{ EW} * 200 \text{ g CH}_4/\text{EW/a} + 6.500.000 \text{ EW} * 280 \text{ g CH}_4/\text{EW/a} \\ &\quad + 4.000.000 \text{ EW} * 65 \text{ g CH}_4/\text{EW/a} = 4.280.000 \text{ kg CH}_4/\text{a} = \underline{4.280 \text{ t CH}_4/\text{a}} \end{aligned}$$

Für Österreich können die gesamten Methanemissionen (E) aus Kanälen und kommunalen Abwasserreinigungsanlagen wie folgt geschätzt werden:

$$E = E_{\text{Kanal}} + E_{\text{ARA}} = 4.440 + 4.280 = \underline{8.720 \text{ t CH}_4/\text{a}}$$

In Anbetracht dessen, dass das Treibhauspotential von 1 kg CH₄ über einen Zeitraum von 100 Jahren 25 kg CO₂ entspricht (IPCC, 2007), können die Methanemissionen folgendermaßen in CO₂-Äquivalente umgerechnet werden:

$$8.720 \text{ t CH}_4/\text{a} * 25 \text{ kg CO}_2\text{-eq/kg CH}_4 = \underline{218.000 \text{ t CO}_2\text{-eq/a}}$$

Grob geschätzt emittieren Österreichs Kanalisationssysteme und komARA 8.720 Tonnen CH₄/a, was 218.000 t CO₂-eq/a entspricht. Dies liegt in derselben Größenordnung wie die CO₂-eq-Emissionen, die derzeit für Lachgasemissionen geschätzt werden (166.232 t CO₂-eq/a). Zu beachten ist, dass diese emittierte Fracht ohne Berücksichtigung der Methanemissionen aus der aeroben und anaeroben industriellen Abwasserbehandlung und Schlammfäulung geschätzt wurde.

9 Factsheet – Kreislaufwirtschaft – Verwertung von Klärschlamm

Autoren:

Matthias Zessner¹

Florian Kretschmer²

¹Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement (IWR), Technische Universität Wien, Karlsplatz 13/226, 1040 Wien, Mail: sekretariat@iwag.tuwien.ac.at

²Institut für Siedlungswasserbau, Industrierewasserwirtschaft und Gewässerschutz (SIG), Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Muthgasse 18, 1190 Wien, Mail: sig-office@boku.ac.at

9.1 Hintergrund

Neben geklärtem Abwasser ist Schlamm das zweite Produkt der Abwasserreinigung. Erfolgreiche Abwasserreinigung hängt sehr stark mit erfolgreicher Schlammentsorgung zusammen. Historisch gesehen gibt es zwei grundlegende Wege für Klärschlamm, nachdem er die komARA verlassen hat: Wiederverwendung auf Freiflächen oder Weiterbehandlung zur Konzentration von Schadstoffen (z.B. durch thermische Behandlung) und Entsorgung der Rückstände (z.B. Aschen) in Deponien als Endlager. Beide Optionen werden in Österreich umgesetzt mit starken regionalen Unterschieden, da Bodenschutz und Klärschlamm-Management in den Zuständigkeitsbereich der Bundesländer fallen. Hinsichtlich Wertstoffe liegt der Schwerpunkt auf Phosphor im Klärschlamm. Für diesen Nährstoff ist die Bedeutung von Klärschlamm als Sekundärressource und das Potential, Primärressourcen zu ersetzen, bei weitem am höchsten (ÖWAV, 2014). Bis zu 50 % der derzeitigen Anwendung von mineralischen Düngern, die aus Phosphorgesteinen erzeugt werden, könnten durch Phosphor, der aus Klärschlämmen in Österreich rückgewonnen wurde, ersetzt werden (Zoboli et al., 2016). Derzeit wird das technologische Potential und die finanziellen Kosten und die Umweltkosten als Grundlage für eine effiziente Strategie zur Verbesserung der Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm bewertet (ÖWAV, 2018; Egle et al., 2016a; Amann et al., 2018; Wagner et al., 2020; Amann et al., 2021). Andere potentielle Wertstoffe im Abwasser sind zum Beispiel die Nährstoffe Stickstoff, Kalium, Schwefel, Calcium und Magnesium (wobei Stickstoff und Kalium kaum in Klärschlamm gespeichert werden) oder organisches Material einschließlich dessen Energiegehalt (ÖWAV, 2014).

Die von der Europäische Kommission (EK) zu Beginn des Impact Assessment zur Überarbeitung der kA-RL vorgeschlagenen Handlungsoptionen¹⁶ sind:

- a) Mindestrückgewinnung von Phosphor und anderen Wertstoffen aus dem Klärschlamm (alle oder nur große Anlagen)
- b) Verpflichtende Schlammfäulung (siehe auch Factsheet “Energieverbrauch und Erzeugung erneuerbarer Energie“)
- c) Überprüfung der Grenzwerte für die Wiederverwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft (zurzeit in der Klärschlammrichtlinie geregelt)

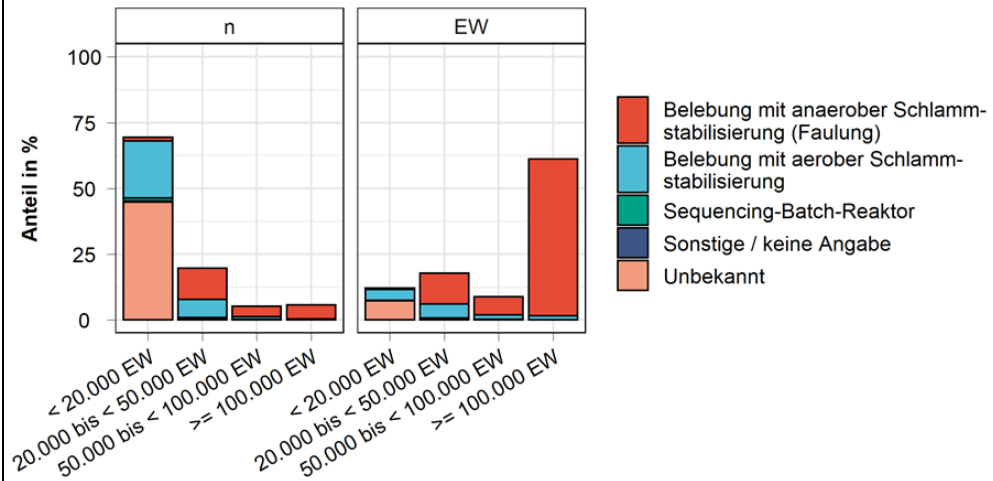
¹⁶ Präsentation bei einem Webmeeting am 29. Juni 2020 und Detaillierung in einem Hintergrundpapier zu einem weiteren Webmeeting am 22. November 2020

- d) Einführung von Strategien zur Vermeidung an der Quelle, die gewährleisten würden, dass es für alle oder nur für große Siedlungsgebiete oder nur für jene, in denen Schlamm in der Landwirtschaft verwendet wird, zu keiner Verschmutzung des Klärschlammes kommt.

9.2 Aktuelle Situation in Österreich

| | |
|-----------------------|--|
| Rechtliche Grundlagen | <ul style="list-style-type: none"> • Österreichisches Wasserrechtsgesetz (WRG) (BGBl. Nr. 215/1959) • Indirekteinleiterverordnung (BGBl. II Nr. 222/1998) • Abfallwirtschaftsgesetz (BGBl. II Nr. 102/2002) • Kompostverordnung (BGBl. II Nr. 292/2001) • Bundes-Abfallwirtschaftsplan https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/abfall/aws/bundes_awp.html • Bodenschutzgesetzgebung der Bundesländer (Bglid: LGBl. Nr. 87/1990, Kt: LGBl. Nr. 54/1997, NÖ: LGBl. 6160-0, OÖ: LGBl. Nr. 63/1997, Sbg: LGBl. Nr. 80/2001, Stmk: LGBl. Nr. 66/1987, T: LGBl. Nr. 56/2002, Vrbg: LGBl. Nr. 26/2018, W: LGBl. Nr. 08/2000). Details siehe Anhang Tabelle 50. |
| Aktuelle Situation | <ul style="list-style-type: none"> • Schlammstabilisierung Typische kommunale Schlammbehandlungssysteme in Österreich für kleinere Anlagen beinhalten simultane aerobe Stabilisierung <ul style="list-style-type: none"> – Eindickung – Entwässerung und manchmal Voreindickung – separate aerobe Stabilisierung – Nacheindickung – Entwässerung; bzw. bei größeren Anlagen <ul style="list-style-type: none"> – Voreindickung – separate anaerobe Stabilisierung – Nacheindickung – Entwässerung. <p>Bei beinahe 80 % aller österreichischen komARA > 2.000 EW wird der Schlamm aerob stabilisiert, bei den verbleibenden 20 % mittels anaerober Stabilisierung (Abbildung 17).</p> |

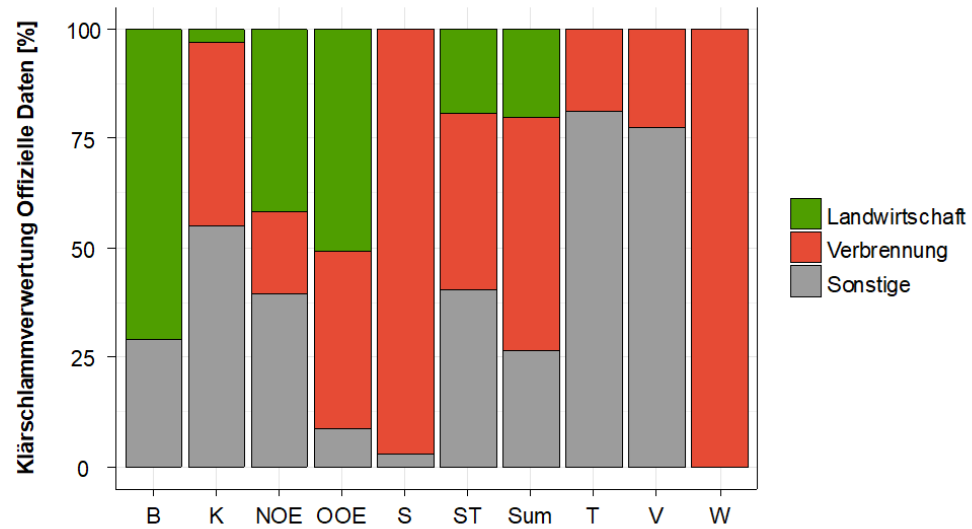
Abbildung 17: Anteil österreichischer komARA (links) und Anteil der in österreichischen komARA behandelten EW (rechts) mit aerober oder anaerober Schlammstabilisierung für unterschiedliche Größenklassen von ARA in den Jahren 2015-2017 (die Wiener Hauptkläranlage wurde 2020 mit anaerober Faulung ausgestattet, was ebenfalls in dieser graphischen Darstellung berücksichtigt wurde) (Amann, 2021).



In Bezug auf die behandelten EW werden rund 80 % einer Behandlung in Form von anaerober Faulung zugeführt, was darauf schließen lässt, dass derzeit 80 % der kommunalen Klärschlämme Österreichs mit dieser Form der Stabilisierung einschließlich Methangasnutzung zur Energiegewinnung behandelt werden. Die meisten komARA mit aerober Stabilisierung verfügen über eine Auslegungskapazität von < 30.000 EW. In Österreich findet nur sehr selten eine zusätzliche Schlammbehandlung, die über Entwässerung, Kompostierung oder Trocknung, hinausgeht, direkt in der komARA statt. Normalerweise wird entwässerter Klärschlamm auf Deponien entsorgt oder in der Landwirtschaft bzw. im Landschaftsbau wiederverwendet. Die Wiederverwendung erfolgt entweder direkt oder nach einer weiteren Behandlung des Schlammes mittels Kompostierung oder Verbrennung.

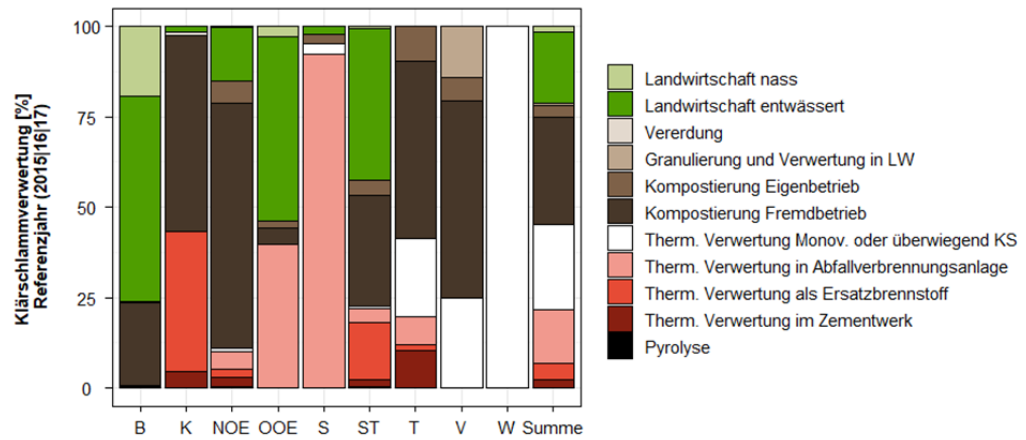
- Schlammwiederverwendung und -entsorgung
Abbildung 18 zeigt den Anteil der unterschiedlichen Schlamm-Management-Optionen nach der Bundesstatistik für das Jahr 2018 (BMNT, 2019).

Abbildung 18: Schlammwiederverwendung und -entsorgung in den österreichischen Bundesländern gemäß den offiziellen Statistiken (BMNT, 2019).



Bei aktuelleren Untersuchungen von Daten des StraPhos-Projektes (Amann et al., 2021) konnte die Kategorie „Sonstige“ noch weiter untergliedert werden (Abbildung 19). Derzeit wird Phosphor aus Klärschlamm ausschließlich in der Landwirtschaft wiederverwendet. Während dies mittels entwässerter oder nasser Ausbringung erfolgt, kann der Verbleib der kompostierten Klärschlämme mit den zur Verfügung stehenden Daten nicht vollständig geklärt werden. Dennoch deuten die Daten darauf hin, dass diese Komposte – je nach Bundesland – in einem Ausmaß von 50 - 100 % im Landschaftsbau und damit ohne gezielte Nutzung des im Klärschlamm enthaltenen Phosphors verwendet werden. Diese Form der Verwendung kann daher nicht als Wiederverwendung von Phosphor erachtet werden. In Österreich werden im Durchschnitt ungefähr 24 % des gesamten Phosphors, der im Klärschlamm enthalten ist, auf landwirtschaftlicher Fläche ausgebracht. Dies schwankt in den verschiedenen Bundesländern zwischen ungefähr 85 % im Burgenland und 0 % in Wien und in Tirol, da in diesen Bundesländern die Wiederverwendung von Schlämmen und Schlammkomposten auf landwirtschaftlichen Flächen verboten ist.

Abbildung 19: Klärschlamm-Wiederverwendung und-entsorgung in österreichischen Bundesländern gemäß Untersuchungen im Rahmen des StraPhos Projektes (Amann, 2021)



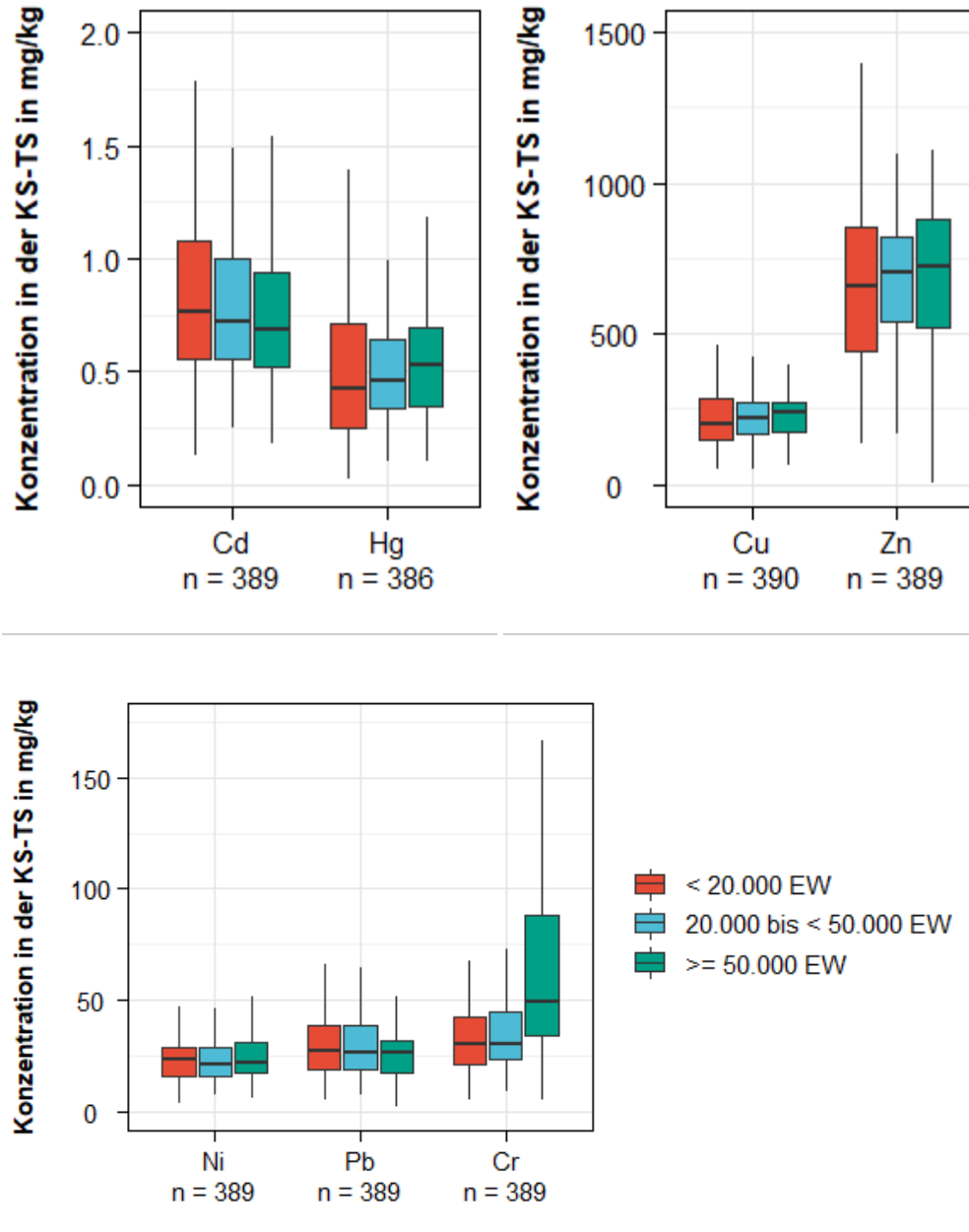
- Schlammqualität**
 In Österreich sind die typischen Schwermetallkonzentrationen im Klärschlamm (Abbildung 20) wesentlich geringer als die in der EU-Klärschlammrichtlinie angegebenen Grenzwerte für die landwirtschaftliche Verwendung von Klärschlämmen (86/278/EWG) (Tabelle 48).

Tabelle 48: Grenzwerte für Schwermetallkonzentrationen in mg/kg Trockenmasse in Klärschlamm zur Verwendung in der Landwirtschaft gemäß der EU-Klärschlammrichtlinie (86/278/EWG).

| Parameter | Grenzwerte |
|--------------------|-----------------|
| Cadmium | 20 bis 40 |
| Kupfer | 1.000 bis 1.750 |
| Nickel | 300 bis 400 |
| Blei | 750 bis 1.200 |
| Zink | 2.500 bis 4.000 |
| Quecksilber | 16 bis 25 |
| Chrom | - |

Bei Zink sind die Konzentrationen um einen Faktor von ungefähr 4 geringer, bei Kupfer um einen Faktor von ungefähr 5. Bei allen anderen Metallen mit Grenzwerten (Cadmium, Nickel, Blei und Quecksilber) beträgt der Faktor mehr als 10, um den die Konzentrationen in kommunalen Klärschlämmen in Österreich geringer sind als die Grenzwerte der EU-Klärschlammrichtlinie.

Abbildung 20: Schwermetallkonzentrationen in kommunalen Klärschlämmen aus komARA unterschiedlicher Größenklassen in Österreich 2006 - 2020. Daten von 130 komARA < 20.000 EW, 72 komARA 20.000 EW - 50.000 EW und 43 ARA > 50.000 EW (Amann, auf der Grundlage von Schlammerzifikaten)



Grenzwerte für die Ausbringung werden auf Ebene der Bundesländer festgelegt. Alle Grenzwerte sind wesentlich geringer als die Grenzwerte auf EU-Ebene (vgl. Anhang Tabelle 49). Zusätzlich zu den Schwermetallen sind einige organische Stoffe wie AOX, PAK, und PCB in manchen Bundesländern geregelt. Sogar Grenzwerte für Mikroplastik sind im jüngsten Erlass über Bodenqualitätskriterien von Vorarlberg (LGBl. Nr. 77/2018) festgelegt. In Österreich erfüllt der Klärschlamm in den meisten Fällen die Grenzwerte der Verordnungen der Bundesländer (vergleiche Abbildung 20 mit Tabelle 49 im Anhang).

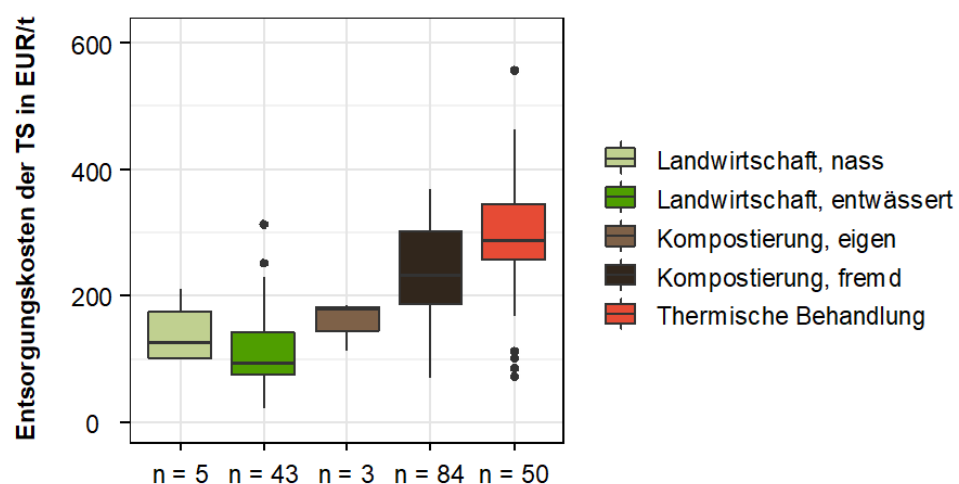
Derzeit bereiten in Zusammenhang mit der Ausbringung von Klärschlamm in der Landwirtschaft nicht mehr die Schwermetalle, sondern organische Schadstoffe, Mikroplastik, Nanopartikel und andere Spurenstoffe die größten Sorgen (ÖWAV, 2014).

- **Quellenkontrolle**
In Österreich liegt die Zuständigkeit der Schadstoffvermeidung an der Quelle ganz wesentlich bei den Wasserwirtschaftsbehörden. Das Hauptinstrument der Durchsetzung hierbei ist die Indirekteinleiterverordnung (BGBl. II Nr. 222/1998). Sie definiert, wann Genehmigungen für Industrie- und Handelsunternehmen, die in öffentliche Kanalisationssysteme einleiten, erforderlich sind. Auch das erforderliche Monitoring der Indirekteinleiter und die Verantwortlichkeiten von Indirekteinleitern sowie vom Kanalisationsunternehmen sind darin geregelt. Letztere müssen einen Kataster aller Indirekteinleiter führen.
Heutzutage stammen die meisten Spurenstoffe aus weitverbreiteter Nutzung in Haushalten (z.B. Pharmazeutika, persönliche Pflegeprodukte), Anwendungen auf urbanen Flächen (z.B. Pestizide) oder Straßenabfluss (z.B. PAK). Industrielle Einleitungen stellen nicht die Hauptquelle des Eintrags in das Kanalsystem und den Klärschlamm dar. Daher ist die Quellenkontrolle eine generelle Herausforderung für die Gesellschaft, für den Umweltschutz und für den Schutz der Wasserressourcen (ÖWAV, 2019).

Kosten
(-schätzung)

- **Kosten der Schlammentsorgung in Österreich**
Abbildung 21 zeigt einen Überblick der Entsorgungskosten für unterschiedliche Wiederverwendungs- und Entsorgungspfade, die aus einer Untersuchung bei österreichischen komARA aus dem Jahr 2018 stammen (Damm et al., 2020).

Abbildung 21: Die Kosten für die verschiedenen Wege der Wiederverwendung und Entsorgung von Schlamm (2015 - 2018, übernommen von Damm et al. 2020).

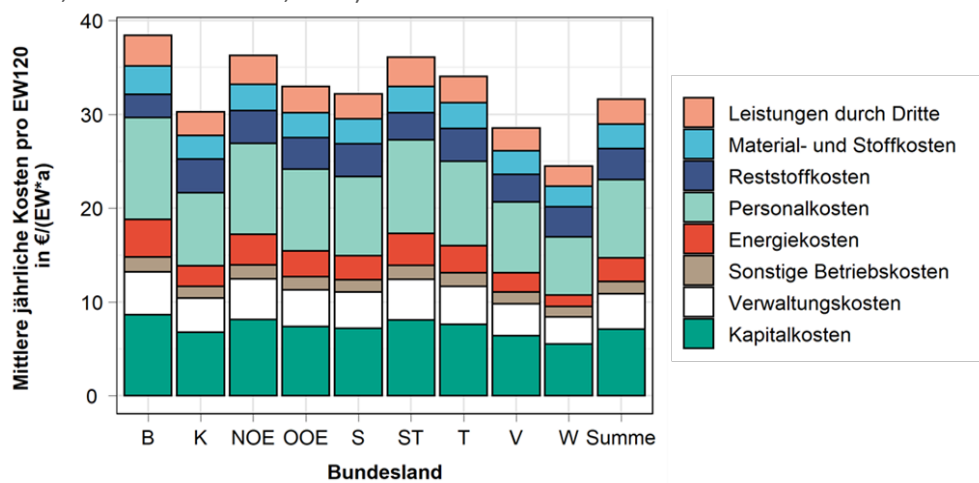


Ausgedrückt in Form von €/EW/a oder €/E/a betragen die Kosten ungefähr 2 €/EW/a oder 3.1 €/E/a für landwirtschaftliche Anwendung von entwässertem Schlamm und 6 €/EW/a oder 9,4 €/E/a für die thermische Behandlung. Die Kosten

für die Kompostierung von Klärschlamm bei externen Firmen bewegen sich in derselben Größenordnung wie jene für die thermische Behandlung. Die Ergebnisse dieser Untersuchung stimmen mit den beim österreichischen Kläranlagen-Benchmarking ermittelten Kosten sehr gut überein (ÖWAV, 2017).

Die Kosten für die Wiederverwendung und die Entsorgung von Schlamm stellen aber nur einen Aspekt der gesamten Kosten in Zusammenhang mit Abwasserentsorgung dar (Abwassersammlung, Abwasserreinigung und Schlammwiederverwendung oder -entsorgung). Die Gesamtkosten für die Abwasserentsorgung in Österreich betragen durchschnittlich ungefähr 95 €/EW/a und 150 €/E/a.

Abbildung 22: Mittlere jährliche Kosten für Abwasserreinigung in Österreich und in den verschiedenen Bundesländern pro EW₁₂₀ (Amann et al., 2021 basierend auf Assmann et al., 2020 und Lindtner, 2018)



Die durchschnittlichen Betriebskosten für Abwasserreinigung allein (jährliche Kosten ohne Kapitalkosten) betragen ungefähr 21 €/EW/a, was ungefähr 33 €/E/a entspricht (Abbildung 22). Davon sind ungefähr 17 % (3,5 €/EW/a oder 5,5 €/E/a) Kosten für Schlammentsorgung (= Reststoffkosten). Die niedrigsten Schlammentsorgungskosten werden im Burgenland (B) verzeichnet (2,5 €/EW/a oder 3,7 €/E/a), die höchsten in Vorarlberg (V) (4,0 €/EW/a oder 9,4 €/E/a). Das entspricht dem vorherrschenden Weg der Wiederverwendung oder Entsorgung, wenn 2 €/EW/a als Kosten für direkte landwirtschaftliche Wiederverwendung und 5 €/EW/a als Kosten für externe Kompostierung erachtet werden.

9.3 Handlungsoptionen – zukünftige Möglichkeiten für die Umsetzung in Österreich

9.3.1 Mindestrückgewinnung von Phosphor und anderen Wertstoffen (alle oder nur große Anlagen)

| | |
|----------------------------------|---|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Derzeit werden in Österreich ungefähr 7.600 t/a Phosphor über unbehandeltes Abwasser in komARA eingeleitet. Davon werden ungefähr 90 % (6.800 t/a) in Klärschlämmen zurückgehalten, von denen ungefähr 24 % des Phosphors (1.700 t/a P) auf landwirtschaftliche Flächen in Form von nassem, entwässertem oder kompostiertem Klärschlamm ausgebracht werden (Amann et. al., 2021). Gemäß Kratz et al. (2019) beträgt die Pflanzenverfügbarkeit von Phosphor in Klärschlamm 50 % in Schlämmen aus komARA mit chemischer Fällung und 80 % in komARA mit biologischer P-Entfernung. Folglich werden ungefähr 13 % (900 t/a P) Phosphor in Klärschlamm auf landwirtschaftlichem Boden in pflanzenverfügbarer Form ausgebracht. Diesbezüglich besteht noch ein großes Verbesserungspotential. Derzeit ist eine Steigerung der Ausbringung von nassem, entwässertem oder kompostiertem Klärschlamm auf landwirtschaftliche Flächen unrealistisch, da aufgrund der potentiellen Risiken von Schadstoffen keine politische und gesellschaftliche Akzeptanz vorhanden ist (ÖWAV, 2014). • Mit einer theoretischen Rückgewinnungsrate von 90 % von Phosphor in Klärschlämmen, was einem Rückgewinnungspotential von ungefähr 6.120 t/a P entspricht, könnten beinahe 50 % von Österreichs Ausbringung von mineralischen Düngemitteln (derzeit rund 13.000 t/a) durch rückgewonnenen Phosphor aus Klärschlamm ersetzt werden (Zoboli et al., 2016). Andere im Schlamm enthaltene Materialien weisen eine wesentlich geringere Bedeutung auf (z.B.: N, orgC, S, Ca, ...) (ÖWAV, 2014). Der Österreichische Bundesabfallwirtschaftsplan (BAWP) definiert das Ziel der effizienteren Nutzung von Phosphor in Klärschlamm durch eine Erhöhung der Rückgewinnungsrate von Phosphor auf 65 % - 85 % bei gleichzeitiger Zerstörung von in Schlämmen enthaltenen Schadstoffen oder getrennter Ablagerung in Rückständen (BMNT, 2017). Derzeit werden mögliche Szenarien in Hinblick auf Kosten, Umweltauswirkungen und technische Machbarkeit evaluiert. Auf dieser Grundlage sollen Regeln zur Erreichung dieses Zieles ausgearbeitet werden. (Zentralisierte) Schlammverbrennung mit anschließender Phosphorrückgewinnung wird als die erfolgversprechendste Lösung erachtet (BMNT, 2017 und ÖWAV, 2018). Es wurde noch nicht entschieden, ob nur große komARA oder auch kleinere komARA in eine allgemeine Phosphorrückgewinnungsstrategie in Österreich einbezogen werden. |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Verringerung der Verluste von Phosphor in Deponien und Sparen an Primärressourcen von Phosphor • Verbesserte Flexibilität der Nutzung von Phosphor aus Klärschlamm als Sekundärressource |

| | |
|-----------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Rückgewinnung von Energie aus Schlammverbrennung und potentiell anderen Wertstoffen aus Klärschlammasche • Zerstörung einer großen Anzahl von gefährlichen organischen Stoffen, die im Schlamm enthalten sind und potentiell Entfernung von Schwermetallen |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Verluste von Stickstoff und organischem Material aus dem Schlamm im Fall einer Verbrennung • Potentiell zunehmender Verkehr für den Transport von entwässerten oder getrockneten Klärschlämmen • Potentiell zunehmende Kosten für die Entsorgung von Klärschlamm, insbesondere in jenen Regionen, in denen derzeit landwirtschaftliche Wiederverwendung von Schlamm praktiziert wird • Technische, logistische und organisatorische Herausforderungen einer dezentralisierten Schlammproduktion und einer zentralisierten Behandlung und Rückgewinnung • Technischer, logistischer und organisatorischer Aufwand in Hinblick auf die Verbrennung, die Lagerung und danach die Rückgewinnung von P. |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • 1-5 €/E/a im Durchschnitt gemäß Egle et al. (2016b). Derzeit werden detailliertere Untersuchungen durchgeführt |

9.3.2 Verpflichtende Schlammfäulung

| | |
|----------------------------------|--|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Im österreichischen Kontext wird die Errichtung von Schlammfäulungs-anlagen sowohl vom umwelttechnischen (zunehmende CH₄ und N₂O Emissionen) als auch vom wirtschaftlichen Standpunkt für komARA > 30.000 EW als machbar erachtet. In Österreich sind die meisten komARA > 30.000 EW bereits mit Schlammfäulung und Energierückgewinnung aus Faulgas ausgestattet. Nur 7 % des gesamten Abwassers, das in komARA >30.000 EW gereinigt wird, wird in Anlagen mit aerober Schlammstabilisierung (Amann, 2021) behandelt. Das bedeutet, dass für diese Abwasserfracht eine Umstellung von aerober Stabilisierung auf Schlammfäulung in Erwägung gezogen werden könnte. In absoluten Zahlen betrifft dies rund 1 Million EW in 27 komARA (Amann, 2021). Bei einer Umstellung dieser Anlagen auf Schlammfäulung kann die Methangasproduktion bei 10 - 15 L CH₄/EW/d auf insgesamt 3,7 - 5,5 Millionen m³/a abgeschätzt werden. |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Zunahme der Rückgewinnung von Energie aus Abwasser • Verringertes Volumen von Belüftungsbecken • Etwas geringere Betriebskosten |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Geringere N-Entfernung und höhere N₂O Emissionen • Höhere Verluste von CH₄ pro EW aus dem Faulbehälter mit zunehmender Größe der komARA • Zusätzliche Kosten für die Faulbehälter |

| | |
|--------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Schlammstabilisierung (Kohlenstoffentfernung) muss auch im Zusammenhang mit einer möglichen späteren Schlammverbrennung gesehen werden (welche Kohlenstoff benötigt) |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Zunahme der Kapitalkosten für Abwasserreinigung um ungefähr 30 - 50 %, mögliche Verringerung der Betriebskosten. Details siehe Factsheet "Energieverbrauch und Erzeugung erneuerbarer Energie" |

9.3.3 Überprüfung der Grenzwerte für die Wiederverwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft (zurzeit in der Klärschlammrichtlinie geregelt)

| | |
|----------------------------------|--|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Aus österreichischer Sicht ist die Klärschlammrichtlinie komplett überholt. Grenzwerte für Schwermetalle sind 4- bis 10-mal höher als typische Konzentrationen in österreichischen Klärschlämmen. Die österreichischen Bundesländer verbieten entweder (rechtlich) die landwirtschaftliche Nutzung von Schlamm oder legen wesentlich höhere Normen für Bodenschutz verpflichtend fest als jene, die gemäß der Richtlinie auf EU-Ebene gelten. Viele der Richtlinien auf Ebene der Bundesländer beinhalten Normen für organische Mikroschadstoffe zusätzlich zu den Schwermetallen. |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Rückerlangung der Bedeutung dieser Richtlinie • Stärkung des Bodenschutzes in der EU • Vermeidung der Ausbringung von stark kontaminierten Klärschlämmen in der EU |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • - |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Können nicht geschätzt werden, derzeit werden keine zusätzlichen Kosten erwartet. |

9.3.4 Einführung von Strategien zur Vermeidung an der Quelle, die gewährleisten, dass es zu keiner Verschmutzung des Klärschlammes kommt (für alle oder nur für große Siedlungsgebiete oder nur für jene, in denen Schlamm in der Landwirtschaft verwendet wird)

| | |
|----------------------------------|---|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Vorbeugung an der Quelle ist nicht mehr länger ein Thema, das hauptsächlich in Zusammenhang mit Einleitungen von Industrie und Gewerbe in öffentliche Kanalisationssysteme steht, und geht daher weit über die Zuständigkeit der Wasserbehörden hinaus. Heutzutage stammen viele Spurenstoffe von der alltäglichen Verwendung von Konsumgütern durch die Bevölkerung und aus vielfältigen diffusen Quellen. |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Eine Präventionsstrategie, die alle Arten von Siedlungsgebieten beinhaltet und nicht nur gewährleistet, dass der Schlamm, der in der Landwirtschaft verwendet |

| | |
|-----------|---|
| | <p>wird, nicht belastet wird, ist eine Strategie, die weit über den Bodenschutz hinausgeht und von entscheidender Bedeutung für den Umweltschutz insgesamt ist. Viele im täglichen Gebrauch eingesetzte Chemikalien werden nicht im Schlamm zurückgehalten oder in komARA durch Abbau entfernt und können über Mischwasserüberläufe, Regenwasserkanäle oder komARA-Abläufe in die Umwelt gelangen. Strategien zur Vermeidung an der Quelle sind in vielen dieser Fälle von großer Bedeutung, wenn Stoffe aus der Umwelt ferngehalten werden sollen.</p> |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Auch die beste Präventionsstrategie kann nicht verhindern, dass Schlamm verunreinigt wird, da manche Chemikalien (z.B. Pharmazeutika) von so großer gesellschaftlicher Bedeutung sind, dass die Gesellschaft nicht vollständig auf ihre Verwendung verzichten wird. |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Diese Frage geht weit über diesen Kontext hinaus und muss im Rahmen einer gesamten Präventionsstrategie für Freisetzungen von persistenten Chemikalien in die Umwelt behandelt werden. |

9.4 Weitere Datenerfassung/Datenauswertung

- Die Ergebnisse des StraPhos-Projekts (Amann et al., 2021) werden zusätzliche Resultate in Hinblick auf Kosten und Umweltauswirkungen unterschiedlicher Strategien der P-Rückgewinnung aus Klärschlamm liefern.
- Das Thema der Strategien zur Prävention an der Quelle ist viel zu komplex, um in diesem Zusammenhang umfassend behandelt zu werden.

9.5 Quellen

9.5.1 Gesetzgebung Österreich

BGBl. Nr. 215/1959 (idgF). Wasserrechtsgesetz 1959 – WRG. 1959. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010290/WRG%201959%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBl. II Nr. 222/1998 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft betreffend Abwassereinleitungen in wasserrechtlich bewilligte Kanalisationen (Indirekteinleiterverordnung-IEV). Verfügbar unter: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblPdf/1998_222_2/1998_222_2.pdf

BGBl. I Nr. 102/2002 (idgF). Abfallwirtschaftsgesetz 2002 – AWG 2002 und Änderung des Kraftfahrergesetzes 1967 und des Immissionsschutzgesetzes – Luft. Verfügbar unter: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblPdf/2002_102_1/2002_102_1.pdf

BGBl. II Nr. 292/2001 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Qualitätsanforderungen an Komposte aus Abfällen (Kompostverordnung). Verfügbar unter: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblPdf/2001_292_2/2001_292_2.pdf

Bodenschutzgesetzgebung der neun österreichischen Bundesländer → siehe Anhang

9.5.2 Gesetzgebung EU

Richtlinie 86/278/EWG des Rates vom 12. Juni 1986 über den Schutz der Umwelt und insbesondere der Böden bei der Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft (Klärschlammrichtlinie). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A31986L0278>

Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32000L0060>

9.5.3 Berichte und Publikationen

Amann, A., Zoboli, O., Krampe, J., Rechberger, H., Zessner, M., Egle, L. (2018). Environmental impacts of phosphorus recovery from municipal wastewater. Resources, Conservation and Recycling; 130:127–139.

Amann, A., Zoboli, O., Weber, N., Damm, M., Rechberger, H. und Zessner, M. (2021). StraPhos – Zukunftsfähige Strategien für ein österreichisches Phosphormanagement, Endbericht im Auftrag des BMK, in Vorbereitung.

Assmann, M., Haberfellner-Veit, E., Laber, J., Lindtner, S., & Tschiesche, U. (2019). Branchenbild der österreichischen Abwasserwirtschaft 2020. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV).

BMNT (2019). Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft. In: Österreichischer Statusbericht 2019, Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (Hrsg.), Wien 2019

Damm, M., Amann, A. und Zessner, M. (2020). StraPhos – Zukunftsfähige Strategien für ein österreichisches Phosphormanagement – Bericht Kläranlagen, Auswertung der Befragung von Kläranlagenbetreibern, Bericht im Auftrag des BMK, 15 Seiten.

Egle, L., Rechberger, H., Krampe, J., Zessner, M. (2016a). Phosphorus recovery from municipal wastewater: An integrated comparative technological, environmental and economic assessment of P recovery technologies. *Science of The Total Environment*. 2016; 571:522–542.

Egle, L., Amann, A., Rechberger, H. and Zessner, M. (2016b). Phosphor: Eine kritische und zugleich unzureichend genutzte Ressource der Abwasser- und Abfallwirtschaft – Stand des Wissens und Ausblick für Österreich und Europa, Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, Ausgabe 3-4/2016

Kratz, S., Vogel, C., Adam, C. (2019). Agronomic performance of P recycling fertilizers and methods to predict it: a review. *Nutr Cycl Agroecosyst*. doi:10.1007/s10705-019-10010-7

Lindtner, S. (2018). Benchmarking für Kläranlagen. Öffentlicher Bericht 2018. ÖWAV, k2W.

ÖWAV (2014). ÖWAV-Positionspapier Klärschlamm als Ressource, Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien, September 2014.

ÖWAV (2017). ÖWAV-Kläranlagenbenchmarking, Öffentlicher Bericht 2017, Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien 2018.

ÖWAV (2018). ÖWAV-ExpertInnenpapier: Kritische Ressource Phosphor – Wiederherstellung unterbrochener Phosphor-Kreisläufe durch Nutzung der vorhandenen Phosphor-Quellen: Kommunales Abwasser und tierische Nebenprodukte, Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien, November 2018.

ÖWAV (2020). Positionen und Forderungen der Wasserwirtschaft in Österreich. ÖWAV-Positionspapier. Verfügbar unter:

<https://www.oewav.at/Publikationen?current=389571&mode=form>

Wagner, D., Neugebauer, G., Kretschmer, F. und Stoeglehner, G. (2020). Integrating Life-Cycle Perspectives and Spatial Dimensions of Sewage Sludge Mono-Incineration, *Water* 2020, 12, 1267; doi:10.3390/w12051267

Zoboli, O., Zessner, M., Rechberger, H. (2016). Supporting phosphorus management in Austria: Potential, priorities and limitations. *Science of The Total Environment*. 2016; 565:313-323.

9.6 Anhang

Tabelle 49: Geltende Grenzwerte für anorganische und organische Schadstoffe in Düngemitteln (DMVO, 2004) und für die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm(-kompost) (ÖVAW, 2018)

| Schadstoff | DMVO (2004) | Klärschlammverordnungen der Länder | | | | | | | | | | Kompostverordnung (2001) | | | | | | | |
|------------|--|------------------------------------|-------|----------------|--------|-----|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|--|--------------------------|--------------------------------------|----------------|------------|-----|-----|-----|----|
| | | Bglid ¹ | | K ² | | | Vbg ³ | NO ⁴ | OO ⁵ | Stmk ⁶ | Grenzwerte für KS als Ausgangsmaterial | | Grenzwerte für (Klärschlamm)-Kompost | | | | | | |
| | | GK I | GK II | B | AB | B | I | I | I**/III | | Komp. | QKK | B | A | A+ | | | | |
| As | 40 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Cd | 75 mg/kg P ₂ O ₅ | 2 | 10 | 2,5 | 2 | 1 | 0,7 | 3 | 2 | 5 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 0,7 | - | | |
| Co | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 300 | 70 | 250 | 70 | 70 | |
| Cr | - | 100 | 500 | 100 | 70 | 70 | 70 | 200 | 70 | 400 | 70 | - | - | - | - | - | - | - | |
| Cr(VI) | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Cu | - | 300 | 500 | 300 | 300 | 150 | 70 | 500 | 300 | 400 | 300 | 500 | 300 | 500 | 500 (400*) | 150 | 70 | 70 | |
| Hg | 1 | 2 | 10 | 2,5 | 2 | 0,7 | 0,4 | 2 | 2 | 7 | 2 | 5 | 2 | 3 | 3 | 0,7 | 0,4 | 0,4 | |
| Ni | 100 | 60 | 100 | 80 | 60 | 60 | 25 | 60 | 60 | 80 | 60 | 100 | 60 | 100 | 100 | 60 | 60 | 25 | 25 |
| Pb | 100 | 100 | 500 | 150 | 150 | 150 | 45 | 100 | 100 | 400 | 100 | 200 | 100 | 200 | 200 | 120 | 45 | 45 | 45 |
| V | 1.500 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Zn | - | 1.000 | 2.000 | 1.800 | 1.200 | 500 | 200 | 1.800 | 1.500 | 1.600 | 1.200 | 2.000 | 1.200 | 1.800 (1.200*) | 500 | 200 | 200 | 200 | |
| U | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| AOX | 500 | - | - | - | 500*** | - | - | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | - | - | - | - | - | - | - |
| PAK | 6 ^{F/16} | - | - | - | 6*** | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| PCB7 | 0,2 ^{PCB6} | - | - | - | 1*** | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| PFT | 0,1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| OCP | 0,5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Dioxin | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| PCDD/F | 20 | - | - | - | - | - | - | 50 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Aktivität | 0,5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

DM: Düngemittel, KS: Klärschlamm, QKK: Qualitätsklärschlammkompost, OCP: Organochlorpestizide

* Kennzeichnungspflicht;

** Qualitätsklasse I darf die durchschnittlichen regionalen Oberbodengehalte nicht übersteigen;

*** im Verdachtsfall zu prüfen

**** jeweils für Polychlorierte Biphenyle (PCB) der Komponenten Nr. 28, 52, 101, 138, 153 und 180

¹Bgld. Klärschlamm- und Müllkompostverordnung (1991);

²Kärntner Klärschlamm- und Kompostverordnung (2000);

³Vbg. Bodenqualitätsverordnung 2018: Werte gelten für Klärschlämme als Ausgangsmaterialien für die Herstellung von Klärschlammkomposten; für Materialien für eine Ausbringung gelten weiter Begrenzungen z.B. für den Gehalt an Kunststoffen und anderen Materialien > 2mm;

⁴NÖ. Klärschlammverordnung (2015);

⁵OÖ. Klärschlammverordnung (2006);

⁶Steiermärkische Klärschlammverordnung (2007)

Tabelle 50: Rechtsvorschriften betreffend Klärschlammmanwendung zu Dünge Zwecken

| | Rechtsvorschriften |
|-------------------------|--|
| Bundesweit | Bundekompostverordnung BGBl. Nr 325/1990 i.d.F. BGBl. II Nr. 292/2001 |
| Burgenland | Burgenländisches Bodenschutzgesetz LGBl. Nr. 87/1990 i.d.F LGBl. Nr. 32/2001 Burgenländische Klärschlamm- und Müllkompostverordnung LGBl. Nr. 82/1991 i.d.F. LGBl Nr. 4/2001 |
| Kärnten | Kärntner Abfallwirtschaftsordnung 2004 (LGBl. Nr.17/2004 i.d.F LGBl Nr. 85/2013) Kärntner Klärschlamm- und Kompostverordnung (LGBl. Nr. 74/2000 i.d.F LGBl Nr. 74/2000) |
| Niederösterreich | NÖ Bodenschutzgesetz NÖ BSG LGBl. Nr. 6160-0 i.d.F LGBl. Nr. 6160-5 NÖ Klärschlammverordnung LGBl. Nr. 6160/2 i.d.F LGBl. 6160/2-5 |
| Oberösterreich | OÖ Bodenschutzgesetz LBGl. Nr. 63/1997 i.d.F LGBl. Nr. 3/2014 Oberösterreichische Bodengrenzwertverordnung LBGl. Nr. 50/2006 OÖ Klärschlammverordnung LBGl. Nr. 62/2006 |
| Steiermark | Steiermärkisches landwirtschaftliches Bodenschutzgesetz LGBl. 66/1987 i.d.F LGBl. Nr. 8/2004 Steiermärkische Klärschlammverordnung 2007 LGBl. Nr. 89/2007 i.d.F LGBl. Nr. 94/2007 Bodenschutzprogrammverordnung LGBl. Nr. 87/1987 i.d.F. LGBl. Nr. 11/1988 |
| Vorarlberg | Gesetz zum Schutz der Bodenqualität LGBl. Nr. 26/2018 Bodenqualitätsverordnung LGBl. Nr. 77/2018 |
| Salzburg | Bodenschutzgesetz Salzburg LGBl Nr. 80/2001 i.d.F LGBl. Nr. 31/2009 Klärschlamm-Bodenschutzverordnung Salzburg LGBl Nr. 85/2002 i.d.F LGBl. Nr. 74/2016 |
| Tirol | Tiroler Feldschutzgesetz 2000 LGBl.Nr. 58/2000 i.d.F. LGBl. Nr. 26/2017 |
| Wien | Wiener Klärschlammgesetz LGBl. Nr. 08/2000 |

10 Factsheet – Monitoring

Autoren:

Clemens Steidl¹

Katharina Lenz¹

Stefan Lindtner²

¹Umweltbundesamt, Spittelauer Lände 5, 1090 Wien, Mail: office@umweltbundesamt.at

²Ingenieurbüro kaltesklareswasser, Obere Augartenstraße 18/8/20, 1020 Wien, Mail: office@k2w.at

10.1 Hintergrund

Die an Abwasserbehandlungsanlagen gestellten nationalen und EU-Vorgaben müssen in einem kontinuierlichen Monitoring im Zuge der Eigen- und Fremdüberwachung systematisch evaluiert werden. Abschnitt D von Anhang I der kA-RL beschreibt die Referenzmethoden für das Monitoring und die Evaluierung der Ergebnisse. Der Anhang regelt auch die Anzahl an Probenahmen pro Jahr und definiert Überschreitungskonventionen in Form einer zulässigen Anzahl an Proben, bei denen Abweichungen vom Grenzwert in einem vorgegebenen Rahmen zulässig sind. Darüber hinaus sieht die Probenahmestrategie durchflussproportionale oder zeitabhängige 24-Stunden Proben vor.

Referenzmethoden von Messungen werden für BSB₅, CSB und insgesamt suspendierte Schwebstoffe definiert, wobei die Oxidation mit Kaliumdichromat als Oxidationsmittel die Referenzmethode für die CSB-Messung darstellt. Gemäß der Verordnung der Kommission (EU) Nr. 348/2017 vom 17. April 2013 (REACH) wird die Erzeugung von Kaliumdichromat mit 16. September 2017 eingestellt, mit Ausnahme von Genehmigungen für bestimmte Anwendungsbereiche. Daher wurde in den letzten Jahren unter den Experten der kA-RL die Idee diskutiert, das CSB-Monitoring durch Messungen des Gesamten Organischen Kohlenstoffs (TOC) zu ersetzen. Für N_{tot} und P_{tot} wird die Molekularabsorptionsspektrometrie als Referenzmethode der Messung festgelegt.

Die von der Europäische Kommission (EK) zu Beginn des Impact Assessment zur Überarbeitung der kA-RL vorgeschlagenen Handlungsoptionen¹⁷ sind:

- e) Intensivierung der Probenahmehäufigkeit und Präzisierung der Probe-nahmebedingungen (insbesondere betreffend die Definition der „normalen Betriebsbedingungen“), um die Vergleichbarkeit der Monitoring-Daten zu gewährleisten
- f) Ersatz von CSB durch TOC
- g) Angleichung der Parameter an jene der WRRL und UQN-RL

¹⁷ Präsentation bei einem Webmeeting am 29. Juni 2020 und Detaillierung in einem Hintergrundpapier zu einem weiteren Webmeeting am 22. November 2020

10.2 Aktuelle Situation in Österreich

| | |
|-----------------------|---|
| Rechtliche Grundlagen | <ul style="list-style-type: none">• Die erste Abwasseremissionsverordnung für kommunales Abwasser (1. AEVkA) beschreibt die Anforderungen für die Entfernung von Kohlenstoffen und Nährstoffen bei komARA > 50 EW, die Anzahl der Proben, die in einem Referenzjahr zu nehmen sind, sowie die maximal zulässige Anzahl von Proben, die die Bedingungen nicht erfüllen.• Die nationale Verordnung über ein elektronisches Register zur Erfassung aller wesentlichen Belastungen von Oberflächenwasserkörpern durch Emissionen von Stoffen aus Punktquellen (EmRegV-OW 2017) definiert, dass spezifische prioritäre Stoffe im Abwasser von komARA > 10.000 EW einmal innerhalb eines 6 jährigen Berichtszyklus gemessen werden müssen (die Anzahl der zu entnehmenden Abwasserproben hängt von dem täglichen Abwasservolumen gemäß der Abwassergenehmigung ab: ≤ 100 m³/d: 3 Proben/a, > 100 m³/d – ≤ 1.000 m³/d: 6 Proben/a, > 1000 m³/d: 12 Proben/a). Die Auswahl der zu messenden Spurenstoffe erfolgte auf der Grundlage von Recherchen in der Fachliteratur und auf Basis verschiedener Studie (Umweltbundesamt, 2009, BMLFUW, 2017a und BMLFUW, 2017b). Berücksichtigt wurden neben dem Auftreten von Substanzen im Kläranlagenablauf auch die Durchführbarkeit (erreichbare Quantifizierungsgrenzen) und Kosten von Routineanalysen dieser Substanzen. Bis 2022 werden die Substanzen Kadmium, Diuron und Nonylphenole (BGBl. II Nr. 29/2009) analysiert, während es ab 2023 die Substanzen, Nickel, Nonylphenole und Quecksilber sein werden (BGBl. II Nr. 207/2017). Gemäß dem Entwurf des 3. WRRL Bewirtschaftungsplans für Einzugsgebiete wird auch PFOS bald aufgenommen (BMLRT, 2021).• Die Methodenverordnung Wasser (BGBl. II Nr. 129/2019; MVW) legt unter anderem Methodenvorschriften für die Probenahme, Probebehandlung, zur Abwassermengenmessung, Analyse von Abwasserparametern, Qualitätssicherung und sonstige Methoden und technische Normen fest. Anhang A der Verordnung legt auch die Untergrenze der Quantifizierung für jeden Parameter fest. Der Geltungsbereich dieser Verordnung deckt das Monitoring gemäß der 1. AEVkA und der EmRegV-OW 2017 ab.• Gemäß der Europäischen PRTR Verordnung (166/2006) und den dazu gehörigen nationalen Verordnungen BGBl. II Nr. 380/2007 müssen komARA > 100.000 EW Emissionen von bestimmten Substanzen melden, sofern ein definierter quantitativer Schwellenwert überschritten wird. |
| Aktuelle Situation | <ul style="list-style-type: none">• Die kA-RL und die 1. AEVkA weisen einige Unterschiede und einige Gemeinsamkeiten auf (siehe Tabelle 52 und Tabelle 53 im Anhang). <p>Unterschiede:</p> <ul style="list-style-type: none">– Verpflichtende Mindestanzahl von Proben, die innerhalb eines Referenzjahres genommen werden müssen (gemäß der 1. AEVkA sind mehr Proben erforderlich).– Auflagen betreffend externes Monitoring sind nur in der 1. AEVkA vorhanden |

- 1. AEVKA (§5): Proben müssen in regelmäßigen Zeitabständen im Verlauf des gesamten Untersuchungsjahres genommen werden und müssen auch Zeiten mit hoher Zulaufbelastung abdecken.
- In der 1. AEVKA wird keine Unterscheidung zwischen OTNOCs (*other than normal operating conditions* – andere als normale Betriebsbedingungen) und NOCs (*normal operating conditions* – normale Betriebsbedingungen) getroffen. In der kA-RL ist in Anhang 1.D.3. vorgegeben, dass „Die Mindestzahl jährlicher Proben soll entsprechend der Größe der Abwasserbehandlungsanlage festgesetzt werden, wobei die Proben in regelmäßigen zeitlichen Abständen zu entnehmen sind“. In Anhang 1.D.4.b wird betreffend Parameter mit einer zulässigen Anzahl von Proben, welche die Bedingungen nicht erfüllen, näher ausgeführt, dass „Bei Proben, bei denen die Anforderungen nicht erfüllt sind, die Abweichung von den Parameterwerten bei normalen Betriebsbedingungen nicht mehr als 100 % betragen darf.“ Schließlich wird in Anhang 1.D.5 klargestellt: „Extremwerte der Abwasserbelastung bleiben unberücksichtigt, soweit sie auf Ausnahmesituationen wie starke Niederschläge zurückzuführen sind.“

Gemeinsamkeiten:

- Die maximale Anzahl von Proben, bei denen Abweichungen zulässig sind, ist abhängig von der Anzahl der Proben, die pro Jahr zu nehmen sind.
- kA-RL: Durchflussproportionale oder zeitabhängige 24-Stunden Proben. Methodenverordnung Wasser: Mengenproportional, nicht abgesetzte, homogenisierte 24-Stunden Probe.
- In Österreich ist die Analyse von TOC als Alternative zu BSB₅ oder CSB beim Monitoring von kommunalen Abwasseremissionen gestattet (§4 der 1. AEVKA). Das Verhältnis von 1:3 zwischen TOC und CSB könnte nützlich für eine Annäherung bei der Berechnung von Frachten sein, es ist jedoch aus Gründen des Monitorings nicht ausreichend abgesichert.
- Bis jetzt wurde in Österreich die Verwendung von CSB im Abwasserbehandlungssektor von Regierungsverordnungen sowie von Normen und technischen Regeln festgelegt. 2016 wurde für AT eine Studie über den Ersatz von CSB durch TOC durchgeführt, die aufgezeigt hat, dass der Ersatz nicht leicht machbar ist. (Siehe Abschnitt 10.3.2).
- Was die Angleichung der Parameter mit jenen der WRRL/UQN-RL betrifft, so ist dies in Österreich bereits im Rahmen der Umsetzung der WRRL und der UQN-RL erfolgt. Da eine Analyse von prioritären Stoffen, welche für die Einleitung von Abwasser relevant sind, kostspielig ist, war vorgesehen, dass diese Stoffe nur einmal in sechs Jahren gemessen werden. Die Belastungen in den Jahren, in denen keine Messungen durchgeführt werden, kann hingegen auf der Grundlage der Ablaufkonzentrationen im Messjahr und der jährlichen Abwasserfrachten abgeschätzt werden. Die Stoffe, bei denen festgelegt wurde, dass ein regelmäßiges Monitoring durchzuführen ist, wurden sorgfältig ausgewählt (siehe Abschnitt „rechtliche Grundlage“).

Aktuelle Situation betreffend das TOC/CSB Verhältnis:

- Im Rahmenvertrag ENV.D2/FRA/2012/0013 mit der Europäischen Kommission „Unterstützung bei der Umsetzung der KA-RL: Untersuchung zur CSB-Substitution“ von 2016 wurden parallele Messungen von CSB und TOC in Zulauf und Ablauf von komARA bewertet. Eine eindeutige Korrelation zwischen CSB und TOC konnte weder auf der Ebene einzelner Kläranlagen noch auf der Ebene der Gesamtheit der Kläranlagen festgestellt werden. Nur bei komARA mit Abwasser aus ausgewählten Industriezweigen schien die Korrelation zwischen beiden Parametern in mehreren Fällen gut zu sein.

Abbildung 23: Korrelation CSB/TOC im Ablauf komARA (Tagesmischproben aus komARA ≥ 2.000 EW und weniger ARA < 2.000 EW) (Quelle: Umweltbundesamt basierend auf Daten eines Bundeslandes der Referenzjahre 2000 - 2015)

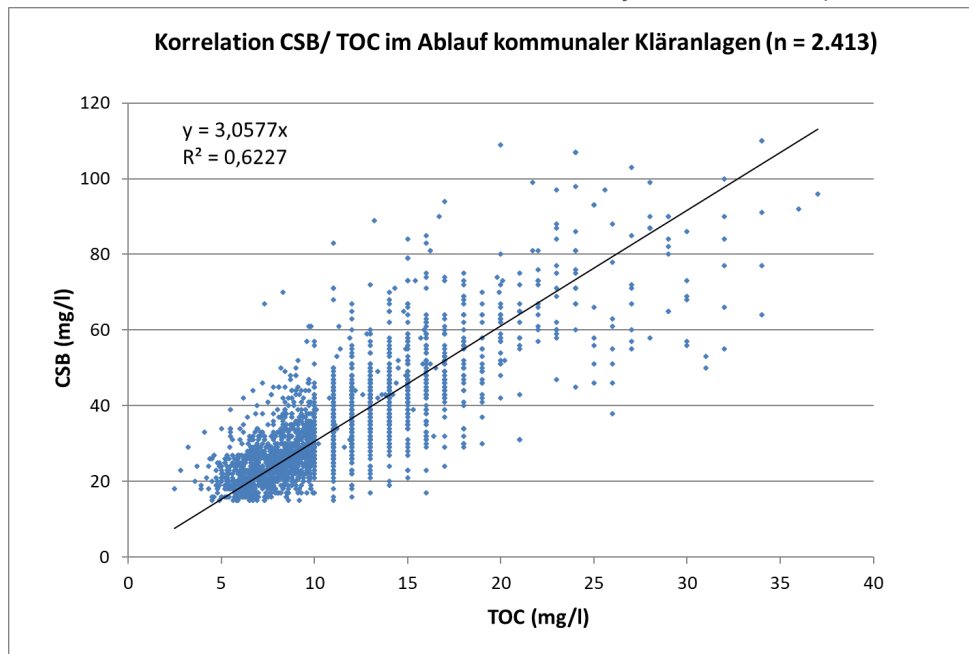


Abbildung 24: Verhältnis CSB/TOC im Ablauf komARA (Tagesmischproben aus komARA ≥ 2.000 EW und weniger ARA < 2.000 EW) (Quelle: Umweltbundesamt basierend auf Daten eines Bundeslandes der Referenzjahre 2000 - 2015)

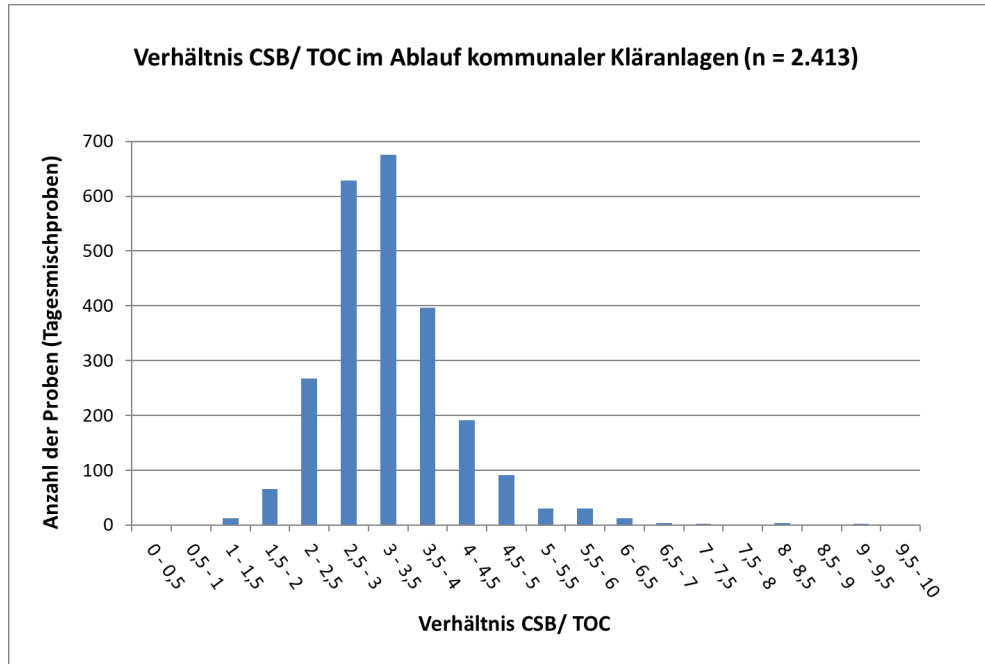


Abbildung 25: Verhältnis CSB/TOC in komARA je Größenklasse (die Box zeigt den Median und die 25- & 75%-Quartilen) (Quelle: Umweltbundesamt basierend auf Daten eines Bundeslandes der Referenzjahre 2000 - 2015)

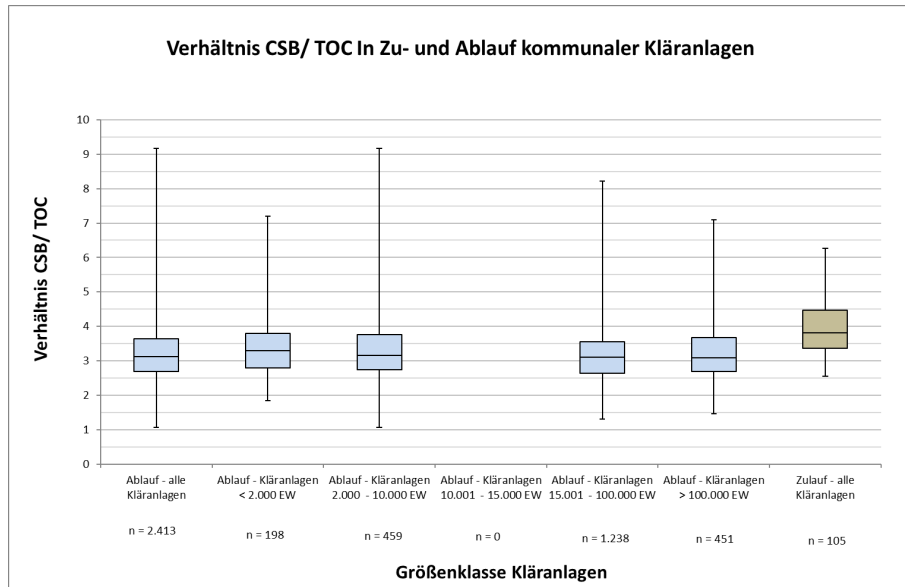
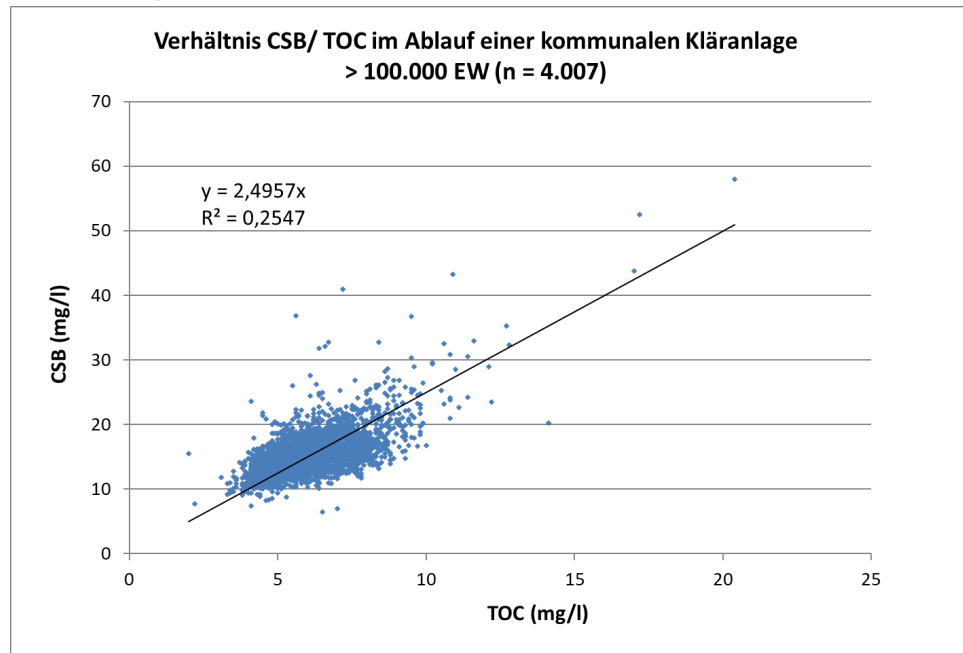


Abbildung 26: Korrelation CSB/TOC in einer komARA ≥ 100.000 EW. (n = Anzahl der Tagesmischproben) (Quelle: Umweltbundesamt basierend auf Daten einer Kläranlage der Referenzjahre 2004 - 2014)



Zusätzliche Informationen über Kaliumdichromat (Expertenbeurteilung aus 2016):

Auf der Grundlage des Referenzjahres 2012 wurden die folgenden Werte im Rahmen einer Expertenbeurteilung geschätzt (DI Alfred Rauchbüchl, BMLRT).

- Die erforderliche Menge von Kaliumdichromat und Quecksilber pro Küvetten-Test basiert für Selbstüberwachung auf ÖNORM ISO 15705 und für externe Überwachung auf ÖNORM M 6265 (MVW).

Tabelle 51: Schätzung der Menge an Kaliumdichromat und Quecksilber, die bei Abwasser-Monitoring verwendet wird

| | Anzahl komARA | Proben pro komARA und Jahr | Proben pro Jahr | K ₂ Cr ₂ O ₇ pro Probe [g] | K ₂ Cr ₂ O ₇ pro Jahr [g] | Hg pro Probe [g] | Hg pro Jahr [g] |
|---------------------|---------------|----------------------------|-----------------|---|--|------------------|-----------------|
| Selbstüberwachung | 1.838 | 730 | 1.341.740 | 0,0147 | 19.724 | 0,0541 | 72.588 |
| Externe Überwachung | 1.838 | 70 | 128.660 | 0,0588 | 7.565 | 0,2704 | 34.789 |
| Gesamt | | | | | 27.289 | | 107.377 |

Nach der Analyse mittels eines Küvetten-Tests ist Chrom hauptsächlich als Chrom (III) verfügbar, das wesentlich stabiler und weniger gefährlich als Chrom (VI) ist. Des Weiteren müssen die Küvetten von den Verkäufern in ihren eigenen Recycling-Systemen recycelt werden. Die Umweltverschmutzung sowie die Exposition der komARA-Mitarbeiter werden minimiert.

Kosten
(-schätzung)

- Aktuelle Laborkosten (Kosten für die Analyse von BSB₅, CSB, NH₄-N, N_{tot} und P_{tot} Selbstüberwachung (Expertenbeurteilung S. Lindtner)

| komARA | | Laborkosten* [€/EW/a] | Materialkosten** [€/EW/a] | Ausbaugröße [EW] |
|---------------------------------------|-----------|--------------------------|------------------------------|---------------------|
| Alle (n=112) | 25%-Perz. | 1,5 | 0,3 | 10.000 |
| | Median | 2,2 | 0,5 | 25.000 |
| | 75%-Perz. | 3,9 | 0,8 | 45.388 |
| > 100.000 EW (n = 19) | 25%-Perz. | 0,6 | 0,2 | 127.500 |
| | Median | 0,7 | 0,3 | 167.000 |
| | 75%-Perz. | 1,2 | 0,4 | 280.000 |
| > 50.000 EW (n = 26) | 25%-Perz. | 0,7 | 0,2 | 100.425 |
| | Median | 1,1 | 0,4 | 135.250 |
| | 75%-Perz. | 1,5 | 0,5 | 251.250 |
| > 5.000 EW – 50.000 EW (n = 74) | 25%-Perz. | 1,8 | 0,4 | 11.000 |
| | Median | 2,5 | 0,6 | 22.000 |
| | 75%-Perz. | 4 | 0,9 | 31.750 |
| ≤ 5.000 EW (n = 12) | 25%-Perz. | 3,1 | 0,7 | 2.338 |
| | Median | 4,2 | 0,9 | 2.550 |
| | 75%-Perz. | 6,3 | 1,3 | 4.000 |

* Laborkosten (einschließlich Materialkosten und Kosten für die Arbeit der Mitarbeiter)

** Materialkosten (Materialien, die im Labor verwendet werden, Infrastruktur, Administration)

- Im Zusammenhang mit der Überarbeitung der EmRegV-OW wurden die Kosten für die Messungen der prioritären Stoffe evaluiert (Kosten basierend auf der Annahme von 10 Proben, Preis bezieht sich auf die jeweils drei zu analysierenden Stoffe/ Probe):
Kosten für Cadmium, Diuron und Nonylphenole: ungefähr 420 €/Probe;
Kosten für Nickel, Nonylphenole und Quecksilber: ungefähr 370 €/Probe.

10.3 Handlungsoptionen – zukünftige Möglichkeiten für die Umsetzung in Österreich

10.3.1 Intensivierung der Probenahmehäufigkeit und Präzisierung der Probenahmebedingungen (insbesondere betreffend die Definition der „normalen Betriebsbedingungen“), um die Vergleichbarkeit der Monitoring-Daten zu gewährleisten

| | |
|----------------------------------|--|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Im Gegensatz zur kA-RL sieht die österreichische Gesetzgebung keine Ausnahme bei der Prüfung von Proben, die beim Monitoring der Abwasserreinigungsanlage zu berücksichtigen sind, vor. Überdies legt die österreichische Gesetzgebung eine größere Anzahl von Proben, die im Laufe eines Referenzjahres zu nehmen sind, fest (siehe Anhang). • Es wird daher nicht angenommen, dass diese Handlungsoption negative Auswirkungen auf Österreich haben wird. |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung der Vergleichbarkeit der Monitoring-Ergebnisse zwischen den verschiedenen MS |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • In der Vergangenheit gab es Überlegungen seitens der EK, regelmäßig detaillierte Monitoring-Ergebnisse pro komARA einzufordern (z.B. alle zwei Jahre gemäß Artikel 15) → unverhältnismäßige Berichterstattungsbelastung für MS |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Die Kosten konnten nicht evaluiert werden |

10.3.2 Ersatz von CSB durch TOC

| | |
|----------------------------------|--|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Aus den Ergebnissen der „Untersuchung zur CSB-Substitution“ aus dem Jahr 2016 in Kapitel 2 kann geschlossen werden, dass TOC kein geeigneter Parameter ist, um CSB zu ersetzen. • Nur aus Gründen des Monitorings seitens der Behörde (keine Informationen über Konformität und Prozesssteuerung der komARA) kann TOC als Indikator |
|----------------------------------|--|

| | |
|-----------|---|
| | verwendet werden. Der Parameter ist bereits in den nationalen EMREG-OW Datensatz eingebaut. |
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Vermeidung des Erwerbs von Kaliumdichromat gemäß der REACH-Verordnung der Europäischen Kommission (EU) Nr. 348/2013 vom 17. April 2013 |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Die TOC-Messung gibt Hinweise auf die organische Belastung der Einleitung von Abwasser, liefert aber keine Informationen über den O₂-Bedarf der Verunreinigungen, der die aufnehmende aquatische Umwelt beeinträchtigt. Folglich müsste dieser O₂-Bedarf unter Berücksichtigung eines Sicherheitsfaktors und einer großzügigeren Dimensionierung von ARA (z.B. Belüftung, Beckenvolumen, ...) berechnet werden, was zu erhöhten Kosten führt. • Bei komARA wird die CSB-Messung zum Zweck der Konformität und der Prozesskontrolle verwendet. Massenfluss- und Bilanzmodelle werden auf der Grundlage von CSB (und nicht von TOC) ausgearbeitet. Der Einsatz von Küvetten-Tests ist einfach, bewährt und liefert verlässliche Ergebnisse. Überdies hat sich das Recycling-System von Küvetten-Tests gut bewährt. |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Die Kosten wurden auf der Grundlage von Preislisten von einem Lieferanten von Küvetten-Tests für CSB und TOC, der viele komARA in Österreich beliefert, geschätzt. Ohne Berücksichtigung der Kosten für zusätzliche Laborausstattung für TOC-Analyse (z.B. Mixbecher) und Ausbildung für Labortechniker, würden die Kosten von Küvetten-Tests um 50 % steigen (Expertenbeurteilung). |

10.3.3 Angleichung der Parameter an jene der WRRL und UQN-RL

| | |
|----------------------------------|--|
| Mögliche Umsetzung in Österreich | <ul style="list-style-type: none"> • Die Handlungsoption könnte als Monitoring-Verpflichtung für prioritäre Stoffe interpretiert werden (d.h. für Stoffe, die bereits in der Wasserrahmenrichtlinie geregelt sind). Es muss eine Unterscheidung getroffen werden zwischen prioritären Stoffen, die für die Abwassereinleitung relevant sind und Stoffen, deren Eintrag in die aquatische Umwelt von diffusen Quellen geprägt ist. • In AT wurde das Vorhandensein von prioritären Stoffen und weiteren Stoffen gemäß der UQN-RL Beobachtungsliste in verschiedenen Studien untersucht (Umweltbundesamt, 2009, BMLFUW, 2017a, BMNT, 2019). Die Stoffe für regelmäßiges Monitoring in komARA wurden sorgfältig für die Einbeziehung in rechtliche Auflagen ausgewählt (EmRegV-OW 2009, EmRegV-OW 2017). • Die Handlungsoption könnte im Zusammenhang mit Spurenstoffen und deren mögliche zukünftige Einbeziehung in die kA-RL gesehen werden (siehe Factsheet 6). • Allg. Voraussetzungen für die Umsetzung: <ul style="list-style-type: none"> – Definition von komARA Größenklassen, bei denen ausgewählte Parameter beobachtet werden müssen – Definition von Monitoring-Intervallen (z.B. gemäß der WRRL) – Definition von analytischen Standardmethoden und Mindestnachweisgrenzen |
|----------------------------------|--|

| | |
|-----------|---|
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> • Regelmäßige Verfügbarkeit von Daten für eine größere Bandbreite von Stoffen aus komARA Einleitungen (z.B. für WRRL und UQN-RL zu verwenden) • Bessere Vergleichbarkeit (Daten gemäß E-PRTR sind nicht immer ausreichend vergleichbar, sie decken nur einen Teil der Stoffe und nur komARA > 100.000 EW ab und müssen nicht immer auf Messungen beruhen) |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> • Kosten für regelmäßiges Monitoring bei komARA und Berichterstattung gemäß der kA-RL |
| Kosten | <ul style="list-style-type: none"> • Die Kosten für die Analyse von einzelnen Parametern aus der Liste der 45 prioritären Stoffe, die im Rahmen der UQN-RL geregelt sind, reichen von ungefähr 50 €/Probe (Quecksilber) bis zu 500 €/Probe (Tributylzinn). Die Analyse von allen 45 prioritären Stoffen würde ungefähr 5.500 €/Probe kosten (Schätzung basiert auf den Kosten für zehn Proben, Referenzjahr 2021). |

10.4 Weitere Datenerhebung

Keine weitere Datenerhebung erforderlich.

10.5 Quellen

10.5.1 Gesetzgebung Österreich

BGBl. Nr. 215/1959 (idgF). Wasserrechtsgesetz 1959 – WRG. 1959. Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010290/WRG%201959%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

BGBl. Nr. 186/1996 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft

über die allgemeine Begrenzung von Abwasseremissionen in Fließgewässer und

öffentliche Kanalisationen (Allgemeine Abwasseremissionsverordnung – AAEV). Verfügbar

unter: [https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010977/](https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010977/AAEV%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf)

[AAEV%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf](https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010977/AAEV%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf)

BGBl. Nr. 210/1996 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft

über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Abwasserreinigungsanlagen für

Siedlungsgebiete (1. AEV für kommunales Abwasser). Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010980/1.%20AEV%20f%2c%20bcr%20kommunales%20Abwasser%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf>

[3%bcr%20kommunales%20Abwasser%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf](https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10010980/1.%20AEV%20f%2c%20bcr%20kommunales%20Abwasser%2c%20Fassung%20vom%2019.03.2021.pdf)

BGBl. II Nr. 380/2007 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit und des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über begleitende Regelungen im Zusammenhang mit der Schaffung eines Europäischen Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregisters (E-PRTR-Begleitverordnung, E-PRTR-BV). Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2007/380>

BGBl. II Nr. 29/2009. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über ein elektronisches Register zur Erfassung aller wesentlichen Belastungen von Oberflächenwasserkörpern durch Emissionen von Stoffen aus Punktquellen (EmRegV-OW) + Erlass BMLFUW-UW 4.1.4/0006-I/4/2009. EmRegV-OW Eingrenzung der Messverpflichtung betreffend Emissionen von prioritären Stoffen aus kommunalen Kläranlagen + Erlass BMLFUW-UW.4.1.4/0008-IV/1/2014 EmRegV-OW Eingrenzung der Messverpflichtung betreffend Emissionen von prioritären Stoffen aus kommunalen Kläranlagen – Änderung des Erlasses vom 22.12.2009. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2009/29>

BGBl. II Nr. 207/2017 (idgF). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über ein elektronisches Register zur Erfassung aller wesentlichen Belastungen von Oberflächenwasserkörpern durch Emissionen von Stoffen aus Punktquellen (Emissionsregisterverordnung 2017 – EmRegV-OW 2017). Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2017/207>

BGBl. II Nr. 129/2019 (idgF). Verordnung der Bundesministerin für Nachhaltigkeit und Tourismus über Methodenvorschriften im Bereich Chemie für Abwasser, Oberflächengewässer und Grundwasser (Methodenverordnung Wasser – MVW). Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2019/129>

10.5.2 Gesetzgebung EU

C(2015) 1756. Durchführungsbeschluss (EU) 2015/495 (2015) der Kommission 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, Amtsblatt der Europäischen Union L 78. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015D0495&from=PL>

Richtlinie 91/271/EWG vom 21. Mai 1991 betreffend die Behandlung von kommunalem Abwasser (Kommunale Abwasserrichtlinie – kA-RL). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A31991L0271>

Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32000L0060>

Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlamentes 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 (Umweltqualitätsnormrichtlinie UQN-RL). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32013L0039>

Verordnung (EG) Nr. 166/2006 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 18. Januar 2006 über die Schaffung eines Europäischen Schadstofffreisetzung- und -verbringungsregisters und zur Änderung der Richtlinien 91/689/EWG und 96/61/EG des Rates (E-PRTR). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32006R0166>

Verordnung (EU) Nr. 348/2013 der Kommission vom 17. April 2013 zur Änderung von Anhang XIV der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlamentes und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32013R0348>

10.5.3 Berichte und Publikationen

BMLFUW (2017a). Emissionen ausgewählter prioritärer und sonstiger Stoffe aus kommunalen Kläranlagen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Wien. Verfügbar unter: <https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasserqualitaet/abwasserreinigung/emissionen-ausgew-hter-priorit-rer-und-sonstiger-stoffe.html>

BMLFUW (2017b). Emissionsregister Oberflächenwasserkörper EMREG-OW 2010-2014. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Wien. Verfügbar unter:

<https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasserqualitaet/abwasserreinigung/emissionsregister-oberflaehengewasser.html>

BMNT (2019). STOBIMO Spurenstoffe. Stoffbilanzmodellierung für Spurenstoffe auf Einzugsgebietsebene. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien. Online verfügbar unter: https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasserqualitaet/fluesse_seen/stobimo-spurenstoffe.html

BMLRT (2021). Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2021. Entwurf. Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus. Verfügbar unter: <https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wisa/ngp/entwurf-ngp-2021/textdokument/entwurf-ngp-2021-textdokument.html>

Umweltbundesamt (2009). Emissionen organischer und anorganischer Stoffe aus kommunalen Kläranlagen. Clara, M., Denner, M., Gans, O., Scharf, S., Windhofer, G., Zessner, M.: Report REP-0247, Umweltbundesamt GmbH, Wien. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0247.pdf>

10.6 Anhang

Tabelle 52: Mindestanzahl an Proben, die in einem Jahr für Kohlenstoffparameter zu nehmen sind

| 1. AEVka | | | ka-RL | | |
|------------------------------------|---|-----|-------|---------------------|---|
| Größenklasse [EW] | BSB ₅ | CSB | TOC | Größenklasse [EW] | BSB ₅ und COD |
| 1.001 – 5.000 | 12 | 26 | - | 2.000 – 9.999 | 12 (erstes Jahr), 4 (Folgejahre) |
| 5.001 – 50.000 | 52 | 104 | 26 | 10.000 – 49.999 | 12 |
| > 50.000 | 104 | 260 | 52 | ≥ 50.000 | 24 |
| Konformitätsbewertung hinsichtlich | | | | | |
| %-Reduktion | Arithmetischer Mittelwert von allen %-Reduktionen, die innerhalb eines Referenzjahres gemessen wurden > Mindestreduktion | | | %-Reduktion und EGW | Maximal zulässige Anzahl an Proben, welche die Bedingungen nicht erfüllen, ausgedrückt in Konzentrationen (EGW) bzw. %-Reduktion. Für den EGW dürfen die Proben, die die Bedingungen nicht erfüllen, und die unter normalen Betriebsbedingungen genommen wurden, nicht mehr als 100 % von den Parameterwerten abweichen. |
| EGW | Maximal zulässige Anzahl an Proben, welche die Bedingungen nicht erfüllen, und kein gemessener Wert in einem Referenzjahr darf den EGW um mehr als 100 % überschreiten. | | | | |

EGW = Emissionsgrenzwert: maximale Konzentration im Ablauf

Tabelle 53: Mindestanzahl an Proben, die in einem Jahr für Nährstoffparameter zu nehmen sind

| 1. AEVka | | | | kA-RL | |
|------------------------------------|--|---|---|------------------------------------|---|
| Größenklasse [EW] | NH4-N | N _{tot} | P _{tot} | Größenklasse [EW] | N _{tot} und P _{tot} |
| 1.001 – 5.000 | 104 | - | 52 | 2.000 – 9.999 | 12 (erstes Jahr), 4 (Folgejahre im Fall, dass es zu keiner Überschreitung gekommen ist) |
| 5.001 – 50.000 | 156 | 26 | 104 | 10.000 – 49.999 | 12 |
| > 50.000 | 365 | 52 | 260 | ≥ 50.000 | 24 |
| Konformitätsbewertung hinsichtlich | | | | | |
| %-Reduktion | - | Arithmetischer Mittelwert von allen %-Reduktionen, die innerhalb eines Jahres bei 12°C Abwassertemperatur > Mindest-%-Reduktion gemessen wurden | - | Konformität (%-Reduktion bzw. EGW) | Das Jahresmittel der Proben für jeden Parameter müssen den jeweiligen Parameterwerten entsprechen. N _{tot} : Alternativ dazu darf der Tagesdurchschnitt 20 mg/L N bei einer Wassertemperatur von ≥ 12°C der biologischen Stufe der komARA nicht überschreiten. Anstelle der Bedingung betreffend die Temperatur kann auch eine begrenzte Betriebszeit vorgegeben werden, die den regionalen klimatischen Verhältnissen Rechnung trägt. |
| EGW | Maximal zulässige Anzahl an Proben, welche die Bedingungen nicht erfüllen, und kein gemessener Wert in einem Referenzjahr darf den EGW um mehr als 100 % überschreiten; gilt für Proben, die von Abwasser mit 12°C (≤5.000 EW) oder 8°C (>5.000 EW) genommen wurden. | - | Arithmetisches Mittel aller gemessenen Werte eines Referenzjahres ≤ EGW und kein gemessener Wert überschreitet den EGW um mehr als 100 %. | | |

EGW = Emissionsgrenzwert: maximale Konzentration im Ablauf

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Anzahl und Ausbaukapazität der komARA in Österreich (2018)..... | 13 |
| Tabelle 2: Abwasseranfall in Österreich (BMLFUW, 2014) | 13 |
| Tabelle 3: Behandlungsanforderungen gemäß der kA-RL und der 1. AEVkA | 28 |
| Tabelle 4: Anzahl und Klärkapazität von ARA in Österreich (2018) | 30 |
| Tabelle 5: Behandlungsanforderungen gemäß der kA-RL und der 1. AEVkA | 41 |
| Tabelle 6: Anzahl und Klärkapazität der ARA in Österreich (2018)..... | 43 |
| Tabelle 7: Anzahl und häufigste Verfahrenstechniken der Kleinkläranlagen in den österreichischen Bundesländern (nach Langergraber et al., 2018). | 44 |
| Tabelle 8: Anzahl der Kleinkläranlagen in Oberösterreich im Zeitraum von 2016 bis 2019 (nach Engstler et al., 2019)..... | 45 |
| Tabelle 9: Schlüsselbegriffe, die in der kA-RL, der NO ₃ -RL und der WRRL hinsichtlich Eutrophierung verwendet werden (EK 2009). | 58 |
| Tabelle 10: Klassifizierung der Gewässer, die das Ziel hinsichtlich Eutrophierung gemäß unterschiedlichen Richtlinien nicht erreichen (EK, 2009) | 59 |
| Tabelle 11: Vergleich von Bewertungsergebnissen gemäß verschiedenen Strategien für Gewässer, die darauf abzielen, der Nährstoffanreicherung entgegenzuwirken. EK (2009) | 59 |
| Tabelle 12: Anforderungen für das Einleiten aus komARA gemäß der kA-RL (Einleitung in empfindliche Gebiete) und der 1. AEVkA..... | 73 |
| Tabelle 13: Jährliche Durchschnittskonzentrationen für P _{tot} (Median und gewichtetes Mittel)..... | 75 |
| Tabelle 14: Durchschnittskonzentrationen für NH ₄ -N | 75 |
| Tabelle 15: Jährliche Durchschnittskonzentrationen für N _{tot} | 76 |
| Tabelle 16: Ablaufkonzentrationen (Median und gewichtetes Mittel) für P _{tot} , NH ₄ -N und N _{tot} basierend auf Daten des ÖWAV-Kläranlagen-Leistungsnachweises (2019) | 77 |
| Tabelle 17: N _{tot} - und P _{tot} -Frachten im Zulauf und Ablauf von komARA >50 EW (Quelle: Berichte im Sinne von Art. 16 der kA-RL. Siehe: Homepage des BMLRT: https://www.bmlrt.gv.at/) | 77 |
| Tabelle 18: N _{tot} - und P _{tot} -Frachten im Zulauf und Ablauf von komARA >50 EW in den österreichischen Teilen der Einzugsgebiete von Donau, Rhein und Elbe im Jahr 2018 (BMLRT, 2020) | 78 |
| Tabelle 19: Betriebskosten für P _{tot} -Entfernung (Lindtner, 2007)..... | 80 |
| Tabelle 20: Betriebskosten für N _{tot} -Entfernung (Lindtner, 2007) | 80 |
| Tabelle 21: Datensätze (durchschnittliche Jahreskonzentrationen), die die Anforderungen für P _{tot} einhalten (1. AEVkA) (EMREG-OW, qualitätsgeprüfte Daten von 2017-2019) | 81 |

| | |
|--|-----|
| Tabelle 22: Datensätze (durchschnittliche Jahreskonzentrationen), die die Anforderungen für P_{tot} einhalten (>100.000 EW) | 82 |
| Tabelle 23: Datensätze (durchschnittliche Jahreskonzentrationen), die die Anforderungen für P_{tot} einhalten (10.001-100.000 EW)..... | 82 |
| Tabelle 24: Datensätze, die die Anforderungen für N_{tot} einhalten (1. AEVka) (EMREG-OW, qualitätsgeprüfte Daten von 2017-2019)..... | 83 |
| Tabelle 25: Datensätze, die die Anforderungen für N_{tot} einhalten (> 100.000 EW) | 83 |
| Tabelle 26: Datensätze, die die Anforderungen für N_{tot} einhalten (10.001 - 100.000 EW). 83 | |
| Tabelle 27: Anzahl der Tagesproben, die die Anforderungen für N_{tot} einhalten (>100,000 EW) | 84 |
| Tabelle 28: Anzahl der Tagesproben, die die Anforderungen für N_{tot} einhalten (>10.001 - 100.000 EW) | 84 |
| Tabelle 29: N_{tot} -Konzentrationen in den täglichen Abwasserproben im Ablauf bei komARA > 10.000 EW eines Bundeslandes..... | 84 |
| Tabelle 30: Gesamtphosphorfracht in t/a im Jahr 2019 von komARA >50 EW unter Berücksichtigung einer neuen EB (Konzentration) von 0,6 mg/l für komARA > 100.000 EW (2019) | 85 |
| Tabelle 31: Gesamtstickstofffracht in t/a im Jahr 2019 von komARA >50 EW unter Berücksichtigung einer neuen EB (Konzentration) von 9 mg/l für komARA > 100.000 EW (2019) | 85 |
| Tabelle 32: Zusätzlich entfernte P_{tot} - und N_{tot} -Frachten unter Berücksichtigung neuer EB für komARA > 100.000 EW | 86 |
| Tabelle 33: Zusätzlicher Klärschlamm bei einer neuen EB von 0,6 mg/l für komARA > 100.000 EW..... | 86 |
| Tabelle 34: Wirkungsgrad für P_{tot} und N_{tot} bei komARA > 10.000 EW | 88 |
| Tabelle 35: Datensätze, die die vorgegebenen Wirkungsgrade für N_{tot} und P_{tot} einhalten (>10.000 EW) | 88 |
| Tabelle 36: Gesamtphosphorfracht in t/a von komARA > 50 EW im Jahr 2019, unter Annahme einer neuen EB (Konzentration) von 0,8 mg/l für komARA > 10.000 EW (2019) 88 | |
| Tabelle 37: Gesamtstickstofffracht in t/a von komARA > 50 EW im Jahr 2019, unter Annahme einer neuen EB (Konzentration) von 10 mg/l für komARA > 10.000 EW (2019). 89 | |
| Tabelle 38: Zusätzlich entfernte P_{tot} - und N_{tot} -Frachten unter Berücksichtigung neuer EB für komARA > 10.000 EW | 89 |
| Tabelle 39: Zusätzlicher Klärschlammfall unter Annahme einer neuen EB von 0,8 mg/l für komARA > 10.000 EW | 90 |
| Tabelle 40: Gegenüberstellung unterschiedlicher Listen mit Indikatorsubstanzen (DWA-KA-8, 2020, modifiziert) | 101 |

| | |
|--|-----|
| Tabelle 41: Verhalten der von der TU Wien in die JRC-Expertengruppe eingebrachten Indikatorsubstanzen in der konventionellen Abwasserreinigung und in der 4. Reinigungsstufe | 102 |
| Tabelle 42: Anzahl (n) der aufzurüstenden komARA > 100.000 | 105 |
| Tabelle 43: Gewässer mit einem Abwasseranteil > 10 % (MQ- und MNQ-Szenario) | 105 |
| Tabelle 44: Kostenschätzung für die Aufrüstung großer Kläranlagen mit Vollstrombehandlung | 108 |
| Tabelle 45: Jährliche Kosten für die Aufrüstung von ARA an Gewässern mit einem Abwasseranteil > 10 % (MQ- und MNQ-Szenario, siehe Tabelle 43) | 108 |
| Tabelle 46: Produktion und Nutzung von Faulgas (Lindtner 2019 in ÖWAV, 2020b) | 123 |
| Tabelle 47: Überblick über die in ARA gemessenen Methanemissionswerte, adaptiert von Schaum et al. (2016) | 144 |
| Tabelle 48: Grenzwerte für Schwermetallkonzentrationen in mg/kg Trockenmasse in Klärschlamm zur Verwendung in der Landwirtschaft gemäß der EU-Klärschlammrichtlinie (86/278/EWG). | 156 |
| Tabelle 49: Geltende Grenzwerte für anorganische und organische Schadstoffe in Düngemitteln (DMVO, 2004) und für die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm(-kompost) (ÖVAW, 2018) | 167 |
| Tabelle 50: Rechtsvorschriften betreffend Klärschlammanwendung zu Dünge Zwecken . | 168 |
| Tabelle 51: Schätzung der Menge an Kaliumdichromat und Quecksilber, die bei Abwasser-Monitoring verwendet wird | 175 |
| Tabelle 52: Mindestanzahl an Proben, die in einem Jahr für Kohlenstoffparameter zu nehmen sind | 183 |
| Tabelle 53: Mindestanzahl an Proben, die in einem Jahr für Nährstoffparameter zu nehmen sind | 184 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|-----|
| Abbildung 1: Aktuelle Abgrenzung von Siedlungsgebieten in Österreich | 29 |
| Abbildung 2: Verhältnis zwischen der anfallenden Belastung von Siedlungsgebieten ≥ 2.000 EW und der Anzahl der Einwohner pro MS (EK, 2017). | 30 |
| Abbildung 3: Verhältnis zwischen Siedlungsgebieten und komARA von 1:n..... | 34 |
| Abbildung 4: Jahre der Implementierung verschiedener Technologien, die in Österreich bei Kleinkläranlagen ≤ 50 EW umgesetzt wurden | 45 |
| Abbildung 5: Trophiestatus bewertet auf der Grundlage der Qualitätskomponente Phytobenthos (BMLRT, 2020)..... | 62 |
| Abbildung 6: Medianwert der Ablaufkonzentrationen von P_{tot} , NH_4-N und N_{tot} nach Größenklasse der Referenzjahre 2010 - 2019 sowie die Emissionsbegrenzungen (Punkte) gemäß der 1. AEVKA. (Box-Plot zeigt den Median, die 25%- und 75%-Perzentile als Begrenzungen der Box und die 10%- und 90%-Perzentile als Antennen) | 76 |
| Abbildung 7: Kosten für die Abwasserreinigung in komARA mit P_{tot} -Entfernung gruppiert nach Größenklassen der komARA (Lindtner und Vohryzka, 2013)..... | 78 |
| Abbildung 8: Spezielle Kosten für Fällungsmittel gruppiert nach Größenklassen der komARA (Lindtner und Vohryzka, 2013) | 79 |
| Abbildung 9: Kosten für Fällungsmittel versus P_{tot} -Konzentrationen im Ablauf (Lindtner und Vohryzka, 2013)..... | 79 |
| Abbildung 10: Entfernung von Metoprolol und Benzotriazol in der Ozonung und in einem Multibarrierensystem bestehend aus Ozonung und nachgeschalteter granulierter Aktivkohle (Krampe et al., 2020)..... | 104 |
| Abbildung 11: Spezifische jährliche Kosten (Investitionskosten und Betriebskosten) für verschiedene Behandlungsverfahren und ARA-Größen (verändert nach Kaste und Antakyali, 2018)..... | 107 |
| Abbildung 12: Abwasseranteil in Gewässern bei Niederwasser (MNQ-Szenario). Datenpunkte über 100 % sind aus Gründen der Skalierung nicht dargestellt..... | 109 |
| Abbildung 13: Prozentsatz von komARA mit aerober bzw. anaerober Schlammstabilisierung (ÖWAV, 2019) | 121 |
| Abbildung 14: Spezifischer Energieverbrauch [kWh/EW/a] pro Größenklasse und Art der Schlammstabilisierung und Energieeinsparpotential (ÖWAV-KAN Studie 2019 des ÖWAV, 2020b)..... | 122 |
| Abbildung 15: Energieeinsparpotenziale gruppiert nach Größenklassen und Art der Schlammstabilisierung (Lindtner 2019 in ÖWAV, 2020b)..... | 122 |
| Abbildung 16: Auswertung der Betriebskosten (ÖWAV, 2018) | 126 |

| | |
|--|-----|
| Abbildung 17: Anteil österreichischer komARA (links) und Anteil der in österreichischen komARA behandelten EW (rechts) mit aerober oder anaerober Schlammstabilisierung für unterschiedliche Größenklassen von ARA in den Jahren 2015-2017 (die Wiener Hauptkläranlage wurde 2020 mit anaerober Faulung ausgestattet, was ebenfalls in dieser graphischen Darstellung berücksichtigt wurde) (Amann, 2021). | 154 |
| Abbildung 18: Schlammwiederverwendung und -entsorgung in den österreichischen Bundesländern gemäß den offiziellen Statistiken (BMNT, 2019). | 155 |
| Abbildung 19: Klärschlamm-Wiederverwendung und-entsorgung in österreichischen Bundesländern gemäß Untersuchungen im Rahmen des StraPhos Projektes (Amann, 2021)..... | 156 |
| Abbildung 20: Schwermetallkonzentrationen in kommunalen Klärschlämmen aus komARA unterschiedlicher Größenklassen in Österreich 2006 - 2020. Daten von 130 komARA < 20.000 EW, 72 komARA 20.000 EW - 50.000 EW und 43 ARA > 50.000 EW (Amann, auf der Grundlage von Schlammzertifikaten)..... | 157 |
| Abbildung 21: Die Kosten für die verschiedenen Wege der Wiederverwendung und Entsorgung von Schlamm (2015 - 2018, übernommen von Damm et al. 2020)..... | 158 |
| Abbildung 22: Mittlere jährliche Kosten für Abwasserreinigung in Österreich und in den verschiedenen Bundesländern pro EW ₁₂₀ (Amann et al., 2021 basierend auf Assmann et al., 2020 und Lindtner, 2018) | 159 |
| Abbildung 23: Korrelation CSB/TOC im Ablauf komARA (Tagesmischproben aus komARA ≥ 2.000 EW und weniger ARA < 2.000 EW) (Quelle: Umweltbundesamt basierend auf Daten eines Bundeslandes der Referenzjahre 2000 - 2015) | 173 |
| Abbildung 24: Verhältnis CSB/TOC im Ablauf komARA (Tagesmischproben aus komARA ≥ 2.000 EW und weniger ARA < 2.000 EW) (Quelle: Umweltbundesamt basierend auf Daten eines Bundeslandes der Referenzjahre 2000 - 2015) | 174 |
| Abbildung 25: Verhältnis CSB/TOC in komARA je Größenklasse (die Box zeigt den Median und die 25- & 75%-Quartilen) (Quelle: Umweltbundesamt basierend auf Daten eines Bundeslandes der Referenzjahre 2000 - 2015)..... | 174 |
| Abbildung 26: Korrelation CSB/TOC in einer komARA ≥ 100.000 EW. (n = Anzahl der Tagesmischproben) (Quelle: Umweltbundesamt basierend auf Daten einer Kläranlage der Referenzjahre 2004 - 2014)..... | 175 |

Abkürzungen

| | |
|------------------|--|
| 1. AEVKA | 1. Abwasseremissionsverordnung für kommunales Abwasser (für kommunale Kläranlagen > 50 EW) |
| 3. AEVKA | 3. Abwasseremissionsverordnung für kommunales Abwasser |
| AAEV | Allgemeine Abwasseremissionsverordnung |
| AG | Arbeitsgruppe |
| AOX | Adsorbierbare organische Halogenverbindungen |
| BAK | Biologisch aktivierte granulierte Aktivkohle |
| BAWP | Österreichischer Bundesabfallwirtschaftsplan |
| BGBI | Bundesgesetzblatt |
| BMLFUW | Bundesministerium für Land-, Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft |
| BMLRT | Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus |
| BMNT | Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus |
| BSB ₅ | Biochemischer Sauerstoffbedarf innerhalb von 5 Tagen |
| BW | Baden-Württemberg |
| CAPEX | Kapitalkosten |
| CECs | Spurenstoffe (Contaminants of emerging concern) |
| CH | Schweiz |
| CIS | Common Implementation Strategy, gemeinsame Strategie zur Unterstützung der Umsetzung von EU-Gesetzgebung |
| CQK/QKchron | Chronische Qualitätskriterien |
| CSB | Chemischer Sauerstoffbedarf |
| D | Deutschland |
| DWA | Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. |

| | |
|----------------------|---|
| E | Einwohner |
| E (in Factsheet 8) | Emission in Form von Methan oder CO ₂ -eq von Methan |
| E1 | Estron (Östron) |
| E2 | 17b-Estradiol (Östradiol) |
| EB | Emissionsbegrenzung |
| EBM | Effektbasiertes Monitoring |
| EBT | Effektbasierter Triggerwert |
| EE2 | 17 α -Ethinylestradiol |
| EK | Europäische Kommission |
| EMREG-OW | Emissionsregister Oberflächengewässer |
| EmRegV-OW 2017 | Nationale Verordnung über ein elektronisches Register zur Erfassung aller wesentlichen Belastungen von Oberflächenwasserkörpern durch Emissionen von Stoffen aus Punktquellen 2017 |
| EU | Europäische Union |
| EUA | Europäische Umwelt Agentur |
| E-PRTR | Europäisches Schadstoffverbringungs- und Freisetzungsregister |
| EVU | Energieversorgungsunternehmen |
| EW, EW ₆₀ | Einwohnerwert. 1 EW = Belastung mit organischen biologisch abbaubaren Substanzen mit einem fünftägigen biochemischen Sauerstoffbedarf (BSB ₅) von 60 g Sauerstoff pro Tag |
| EW ₁₂₀ | Einwohnerwert berechnet unter der Annahme, dass ein Einwohnerwert 120 g an CSB je Tag verursacht |
| GAK | Granulierte Aktivkohle |
| GZÜV | Gewässerzustandsüberwachungsverordnung |
| IKSR | Internationale Kommission zum Schutz der Donau |

| | |
|----------------------|---|
| IPCC | Intergovernmental Panel on Climate Change |
| ISO-Norm EN | Internationale Standardisierung als Europäische Norm |
| JRC | Gemeinsame Forschungsstelle (Joint Research Center der EU) |
| KAN | Kanal- und Kläranlagennachbarschaften |
| kA-RL | Richtlinie des Rates über die Behandlung von kommunalem Abwasser (91/271/EWG) |
| KKAen | Kleinkläranlagen |
| komARA | Kommunale Abwasserreinigungsanlage |
| KWK-Anlage | Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (im Fachjargon auch als BHKW = Blockheizkraftwerk bezeichnet) |
| Mio. | Million |
| MNQ/ Q ₉₅ | Mittlerer jährlicher Niederwasserabfluss |
| MQ | Mittlerer Jahresabfluss |
| MS | Mitgliedstaat |
| MWÜ | Mischwasserüberlauf |
| NAPV | Nitrat-Aktionsprogramm-Verordnung (BGBl II Nr. 385/2017) |
| NGP | Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan |
| NH ₄ -N | Ammonium-Stickstoff, Stickstoff gebunden als Ammonium |
| NIR | Nationale Treibhausgasinventare (nationale Inventarberichte) gemäß der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen |
| NO ₂ -N | Nitrit-Stickstoff |
| NO ₃ -N | Nitrat-Stickstoff |
| NO ₃ -RL | Nitratrichtlinie (91/676/EWG) |
| NRW | Nordrhein-Westfalen |

| | |
|--------------------|---|
| N _{tot} | Gesamtstickstoff |
| Ö | Österreich |
| ÖNORM | Nationale österreichische Norm |
| OPEX | Betriebskosten |
| ÖWAV | Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband |
| PAK | Pulver-Aktivkohle |
| PAK | Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe |
| PBDE | Polybromierte Diphenylether |
| PCB | Polychloriertes Biphenyl |
| PFAS | Per- und polyfluorierte Akylsubstanzen |
| PFOS | Perfluorooctansulfonsäure |
| PNEC | Predicted no effect concentration = Vorhergesagte Konzentration eines Stoffes, bei der keine Wirkung auftritt |
| P _{tot} | Gesamtphosphor |
| PO ₄ -P | Phosphat-Phosphor, Phosphor gebunden als Phosphat |
| E-PRTR | Das Europäische Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister |
| QS/QK | Qualitätssicherung/ Qualitätskontrolle |
| QZV Chemie GW | Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser |
| QZV Chemie OG | Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer |
| QZV Ökologie OG | Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer |
| SBR | Sequencing Batch Reaktor |
| SF | Schlammfäulung |
| THG | Treibhausgas |
| TOC | Gesamter Organischer Kohlenstoff |

| | |
|-----------------|---|
| TS | Trockensubstanz |
| t _{TS} | Schlammalter |
| UNFCCC | Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen) |
| UQN | Umweltqualitätsnorm |
| UQN-RL | Umweltqualitätsnorm-Richtlinie (2013/39/EU) |
| UVP | Umweltverträglichkeitsprüfung |
| WISA | Wasserinformationssystem Austria |
| WRG | Österreichisches Wasserrechtsgesetz |
| WRRL | Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG) |
| WWT | Abwasserbehandlung |



Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus

Stubenring 1, 1010 Wien, Österreich

bmlrt.gv.at