



## Entwicklung und Management sanitärer Systeme

Die Eawag bearbeitet an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Praxis Fragen rund um die Entwicklung und das Management sanitärer Systeme weltweit in unterschiedlichsten geographischen, klimatischen und sozio-ökonomischen Situationen. Sie entwickelt mit einem breiten Verständnis angepasste, zukunftsfähige Abwassertechnologien und stellt Wissen für deren Betrieb und weitere Verbesserung zur Verfügung.

Wie mit Fäkalien, Wasser und Abwasser umgegangen wird, ist entscheidend für hygienische Lebensbedingungen, intakte Ökosysteme und das Schonen von Ressourcen. Weltweit gibt es unterschiedliche Arten, wie sanitäre Systeme und deren Management gestaltet und betrieben werden. Beeinflusst wird das durch geographische Umweltbedingungen, die Verfügbarkeit von Technologie und Ressourcen aber vor allem auch durch sozio-politische und historische Voraussetzungen vor Ort.

### Was ist ein Abwassersystem?

Unter dem Sammelbegriff «Abwassersystem» verstehen wir sämtliche Elemente, die mit Abwasser in Berührung kommen – ab dem Ort, wo Abwasser anfällt, über dessen Transport und Behandlung bis zur Rückgabe des behandelten Wassers in ein Gewässer. Dazu zählen auch Komponenten für die Wiederverwendung von Wasser oder Inhaltsstoffen. Im Fall von häuslichem Abwasser gehören zu einem solchen System die Toiletten, Duschen, Bäder, Lavabos und Spülen, das private und öffentliche Kanalisationsnetz und schliesslich die Abwasserreinigungsanlagen (ARA). Oft sind weitere Infrastrukturen

der Siedlungsentwässerung damit verknüpft, z.B. die Strassenentwässerung.

### Abwasser oder Schmutzwasser?

Schmutzwasser ist ein Sammelbegriff für gebrauchtes Wasser, das durch menschliche Aktivitäten verändert wurde. Es entsteht in Haushalten, Industrie und Gewerbe und enthält verschiedene Schadstoffe. Je nach Herkunft und Verschmutzungsgrad wird Schmutzwasser weiter unterteilt, im Haushalt zum Beispiel in **Grauwasser**, Gelbwasser, Braunwasser und **Schwarzwasser**. Wenn Verschmutzung vermieden werden soll, muss Schmutzwasser behandelt und aufbereitet werden, bevor es in natürliche Gewässer eingeleitet oder wiederverwendet wird.

Der Begriff Abwasser umfasst sämtliche abgeleiteten Wasserarten – darunter Schmutzwasser, das durch häusliche, gewerbliche oder industrielle Nutzung verunreinigt wurde, sowie Niederschlagswasser, das beispielsweise von Dach- oder Strassenflächen abfließt.

An vielen Orten bestehen Abwasserinfrastrukturen, die über lange Zeit gewachsen sind. Bereits bei den Maya, Inka und Römern wurden Kanalisationen genutzt, um Fäkalien mithilfe von Wasser aus Siedlungen abzuleiten. Ab Mitte des 19. Jahrhunderts wurden solche wasser-basierten Systeme in der urbanen, westlichen Welt flächenhaft etabliert und entwickelten sich zur vorherrschenden Art des nötigen Abtransports von Fäkalien. Das durch Fäkalien verschmutzte Abwasser wurde auch in der Schweiz lange Zeit ungereinigt in die Gewässer geleitet, weil man zu stark auf deren Selbstreinigungskraft vertraute.

Das heutige Schweizer Abwasserreinigungs-System wurde ab den 1960er-Jahren landesweit errichtet, da die Gewässer durch Abwässer so stark verschmutzt waren, dass gravierende Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Biodiversität drohten. Heute wird in der Schweiz fast alles Abwasser zentralen ARA zugeführt, seit 2005 sind 97 % der Schweizer Bevölkerung an eine ARA angeschlossen<sup>1</sup>.

### **Zentral oder dezentral?**

Abwässer können für ein grösseres Einzugsgebiet in einer zentralen Einrichtung oder dezentral am Ort ihrer Entstehung aufbereitet werden. Zwischen diesen beiden Enden des Spektrums gibt es verschiedene, teils auch hybride Formen der Abwasseraufbereitung.

Zentrale Systeme sind weit verbreitet, insbesondere in der Schweiz, und zeichnen sich durch umfangreiche Infrastruktur und zentrale ARA aus. Das Abwasser wird über die Kanalisation der ARA zugeführt. Bleiben Niederschlagswasser und Haushaltsabwasser in der Kanalisation getrennt, sprechen die Fachleute von Trennsystem. In sogenannten Mischsystemen werden Niederschlagswasser und Haushaltsabwasser vermischt und weiter zu den ARA transportiert. Bei intensiven Regenfällen kann die Kapazität von Mischsystemen überschritten werden, was eine direkte Einleitung von Mischwasser in die Umwelt zur Folge hat.

Die Verbreitung von Trenn- und Mischsystemen in der Schweiz ist regional unterschiedlich. Im Durchschnitt sind es 57 % Misch- und 43 % Trennkanalisation. In neueren Siedlungsgebieten und bei Sanierungen wird zunehmend auf einen lokalen Umgang mit Niederschlagswasser gesetzt. Das ist auch bekannt unter den Stichworten 'Schwammstadt', 'Blau-Grüne Infrastrukturen' oder 'naturnaher Wasserhaushalt'. Denn in der Schweiz gilt Niederschlagswasser von Dachflächen oder Nebenstrassen in der Regel als nicht oder leicht verschmutzt. Gemäss dem Schweizer Gewässerschutzgesetz (GSchG) sollte es aufgefangen, versickert oder – wenn das nicht möglich ist – in ein oberirdisches Gewässer geleitet werden. Der Rückhalt von Niederschlagswasser vor Ort gilt heute als eine der wichtigsten Massnahmen, um Folgen des Klimawandels wie Starkregen oder längere Trockenperioden abzufedern. Diese gesetzliche Vorgabe ist aber noch nicht überall realisiert, da bauliche, geologische und finanzielle Herausforderungen sowie mangelnde Sensibilisierung die Umsetzung erschweren.

Nicht alle Haushalte führen ihr Abwasser dem Kanalisationsnetz zu. Es gibt auch Systeme, bei denen die verschiedenen Abwasserarten separiert am Entstehungsort abgeleitet und

anschliessend aufbereitet werden. Die Aufbereitung kann bei solchen Systemen dezentral (vor Ort, z.B. im Keller), semizentral (standortnah, z.B. im Quartier) oder zentral (z.B. in einem Sammelsystem für ein grosses Einzugsgebiet) passieren. Trockensysteme kommen gänzlich ohne Spülung aus, es entsteht also kein Abwasser. Kot und Urin werden häufig schon auf der Toilette getrennt, um anschliessend separat aufbereitet zu werden. Bei solchen Systemen kann der separate Urin z.B. zu einem Dünger aufbereitet werden, während Kot und Einstreu kompostiert oder getrocknet und als Brennmaterial verwendet werden können.

Solche modularen sanitären Systeme spielen an vielen Orten der Welt eine wichtige Rolle. Denn noch heute hat nur ungefähr ein Drittel der Menschheit Anschluss an eine Kanalisation. Und auch dort, wo eine Kanalisation besteht, ist diese nicht immer an eine ARA angeschlossen, die das verschmutzte Wasser vor der Rückführung in die Umwelt aufbereitet. In Regionen, die auf keine bestehende Kanalisation zurückgreifen können, haben sich daher andere, oft modulare Systeme etabliert, welche die Abwässer vor Ort, bzw. nahe an ihrer Entstehung, sammeln und für den Weitertransport oder -gebrauch aufbereiten. So gibt es ländliche Gebiete, schnell wachsende Städte im globalen Süden oder informelle Siedlungen, wo ein Aufbau von Kanalisationen nur sehr schwer umsetzbar ist. Gründe dafür können z.B. unzureichendes Gefälle oder nicht ausreichend Wasser für den Transport von Exkrementen sein. Auch organisatorische und finanzielle Hürden können eine Rolle spielen: Wer plant, bezahlt und baut das System? Wer hat die technischen, organisatorischen und finanziellen Mittel, um es nachhaltig zu betreiben?

### **Was sind Stärken und Herausforderungen der Systeme?**

Zentrale und dezentrale Systeme sind nicht als Gegensätze zu betrachten. Denn die ideale Art Abwasser nachhaltig zu managen ist stark abhängig vom Kontext und kann eine Kombination von zentralen und dezentralen Anlagen umfassen. Beispielsweise kann es bei Industriebetrieben sinnvoll sein, Abwässer in einem ersten Schritt dezentral zu behandeln, bevor sie in die zentrale ARA geleitet werden. In einer dicht bebauten Stadt sind andere Faktoren ausschlaggebend als in ländlichem Gebiet und in einer wasserreichen Gegend gilt es, andere Faktoren zu berücksichtigen als in einer Region mit Wasserknappheit.

### **Systeme mit umfangreichen Kanalisationen und zentralen ARA bieten folgende Chancen und Risiken**

#### **Vorteile, Chancen +**

- + Sie sind mancherorts bereits vorhanden. Allein in der Schweiz umfasst die öffentliche Abwasser-Infrastruktur fast 59'800 km Leitungen und mehr als 700 ARA.
- + In dicht besiedelten Gebieten mit gut ausgebauter Infrastruktur und effizientem Management sind zentrale Abwassersysteme derzeit oft die kostengünstigere Lösung.
- + Sie haben sich bewährt und es ist langjährige Praxiserfahrung mit entsprechend geschultem Personal vorhanden. Wo Betrieb und Unterhalt von zentralen Systemen dem Stand der Technik folgen, erfüllen sie ihre Aufgaben effizient und zuverlässig.
- + Sie sind ausbaufähig: Zusätzliche Stufen zur Entfernung von Mikroschadstoffen lassen sich in bestehende ARA in-

<sup>1</sup> [BAFU \(2017\)](#): Schweizer Abwasserreinigung – Eine Erfolgsgeschichte

tegrieren, wo sie mit gutem Kosten-Nutzen-Verhältnis ihre Aufgabe erfüllen.

- + Die Überwachung der Qualität des aufbereiteten Abwassers kann verhältnismässig einfach und effizient an einem Ort organisiert werden.
- + Grosse Systeme mit vielen tausend angeschlossenen Haushalten bieten das Potential, via Abwasser anonymisierte Aussagen zu machen über die Ausbreitung von Krankheiten (z.B. Covid, Affenpocken etc.), Antibiotikaresistenzen oder den Konsum von Drogen und Pharmaka in der Bevölkerung.

#### **Nachteile, Risiken -**

- Es sind hohe (Vor-)Investitionen nötig. Insbesondere Kanalisationen müssen mit einem Planungshorizont von 50 Jahren und mehr auf die Bedürfnisse der Zukunft ausgerichtet werden.
- Grosse Systeme mit viel baulicher Infrastruktur (überwiegend im Untergrund) sind unflexibel, wenn sich Verhältnisse ändern. Ist die Kanalisation einmal gebaut, lässt sie sich nur noch aufwendig und kostenintensiv an veränderte Rahmenbedingungen anpassen.
- Kommt es z.B. aufgrund des Klimawandels vermehrt zu intensiven Regenfällen, so ist das System überlastet. Überschwemmungen und Überläufe von Schmutzwasser (Fäkalien, Schadstoffe) in die Umwelt häufen sich.
- Die Verwendung grosser Mengen an (Trink-)Wasser für den Transport von Urin und Fäkalien ist nicht überall nachhaltig. Das Wegschwemmen, vor allem von Fäkalien, benötigt grosse Wassermengen, welche andernorts eventuell fehlen und die am Ende aufbereitet werden müssen.
- Die Abwasserreinigung in zentralen Anlagen ist eine «End-of-pipe»-Technik. Sie erschwert das Schliessen von lokalen oder regionalen Stoffkreisläufen, da Nährstoffe und andere nutzbaren Substanzen stark verdünnt vorliegen, was ihre Rückgewinnung erschwert. Ausserdem kann das Zurückpumpen von aufbereitetem Abwasser energie- und kostenintensiv sein.

#### **Dezentrale oder semizentrale Systeme bieten folgende Chancen und Risiken**

##### **Vorteile, Chancen +**

- + Sie sind flexibler und ermöglichen eine gezielte Ausrichtung auf sich verändernde Bedürfnisse und Bedingungen, insbesondere in schnell wachsenden oder schrumpfenden Städten.
- + Sie ermöglichen den Aufbau einer Abwasserinfrastruktur an Orten, an denen zentrale Netze typischerweise nur schlecht funktionieren (informelle Siedlungen, Wachstumsgebiete am Stadtrand, Berghütten, etc.).
- + Sie benötigen weniger und weniger komplexe Infrastruktur im Bereich Kanalisation und können daher z.B. in ländlichen Gebieten kostengünstiger sein.
- + Sie funktionieren mit weniger oder ganz ohne (Trink-)Wasser und bei Trockensystemen fällt überhaupt kein Abwasser an.
- + Sie erlauben eine effiziente Rückgewinnung von Ressourcen aus dem Abwasser (Energie, Nährstoffe), welche in lokalen Kreisläufen wiederverwendet werden können.
- + Bei der Rückgewinnung von Brauchwasser aus behandeltem Abwasser gibt es kurze Wege für dessen lokale Wie-

derverwendung (z.B. Waschmaschinen, Toilettenspülung oder lokale Bewässerung von Grünflächen).

##### **Nachteile, Risiken , neue Fragen -**

- Modulare, dezentrale Systeme sind teilweise noch wenig erprobt und standardisiert, was den Aufwand bei Anschaffung und Betrieb gegenüber zentralen Lösungen erhöht.
- Grundsätzlich steigen Aufwand und Kosten pro Person bei kleiner werdenden Anlagen, bei vergleichbaren Anforderungen betreffend Qualitätsziele und Anlagenverfügbarkeit. Dieses Argument ist je nach Kontext (z.B. bei hohen Kosten für Frischwasser und Energie oder für den Bau und Unterhalt langer Kanalisationsleitungen) zu relativieren.
- Die rechtlichen Randbedingungen und die administrativen Strukturen erschweren vielerorts die Verwendung und somit die Weiterentwicklung von kleinen Anlagen, da Vorgaben, Standards und Bewilligungsverfahren für modulare Systeme noch lückenhaft sind. Wer ist für Planung, Einbau, Betrieb und Wartung zuständig? Wie kann die Qualität des behandelten Abwassers aus der Ferne kontrolliert werden? Wer ist verantwortlich, wenn der Betrieb gestört ist?
- Schwankungen in Menge und Zusammensetzung des Abwassers, und damit eine Unterversorgung bzw. eine Überlastung einer tendenziell kleineren Infrastruktur, können das System überfordern.
- Im Vergleich zu den Verfahren, die in grossen zentralen ARA angewendet werden, gibt es wesentlich weniger Technologien, die für kleinskalige Wasseraufbereitung optimiert sind.
- Viele dezentrale Anlagen erfordern im Vergleich zu wenigen zentralen tendenziell mehr Expertise und Logistik für die professionelle Überwachung sowie Betrieb und Unterhalt der Anlagen.

##### **Welche Aspekte erforscht die Eawag?**

Die Eawag wurde unter anderem gegründet, um Probleme rund um die Gewässerverschmutzung anzugehen, die Anfang und Mitte des 20. Jahrhunderts durch das Einleiten von Abwässern in Flüsse und Seen schweizweit entstanden sind. Das Institut ist bis heute ein wichtiger Akteur bei der Entwicklung und Implementierung von Abwassertechnologien, wie sie in der Schweiz im Einsatz sind. Viele Ansätze, wie zum Beispiel Techniken zur Elimination von Spurenstoffen, die an der Eawag entwickelt wurden, haben seither Eingang in Gesetze gefunden und Richtlinien zum Umgang mit Abwasser geprägt, auch international.

Die Eawag forscht an der weiteren Verbesserung von Komponenten und deren Zusammenspiel in einem zentralen System, insbesondere an einem optimierten Betrieb des Kanalisationsystems, einer kosten- und energieeffizienten Entfernung von Schadstoffen aus dem Abwasser, der Vermeidung von Treibhausgasemissionen und der Rückgewinnung von Ressourcen. Gleichzeitig betreibt sie Forschung und unterstützt Pilotprojekte zu alternativen, modularen Systemen. Daher wird an der Eawag auch an der Entwicklung und Anpassung von Sanitärsystemen geforscht, die ohne Kanalisation funktionieren und auch für Länder und Gegenden geeignet sind, die keine Kanalisation besitzen oder wo Kanalisationen überlastet sind. Zudem berücksichtigt die Eawag, dass Abwassersysteme - egal ob zentral oder dezentral - zunehmend nicht nur eine sanitäre Aufga-

be erfüllen, sondern Teil sind eines integralen Wasser- und Nährstoffmanagements in Siedlungen.

Das übergeordnete Ziel der Eawag ist, (lokale) Behörden und Betreibende von Abwasser- bzw. Sanitärsystemen darin zu unterstützen, massgeschneiderte Lösungen für einen umweltgerechten, ganzheitlichen und effizienten Umgang mit Abwasser zu identifizieren und im Alltag umzusetzen. In der Schweiz wird die Praxis bei Betrieb und Weiterentwicklung der bewährten In-

frastrukturen unterstützt. Parallel dazu werden innovative Alternativen getestet, die auch andernorts und unabhängig der bestehenden Systeme Wirkung entfalten können. Diese Breite der Forschungsausrichtung ist zielführend und Teil des Eawag-Auftrags. Die Diskussion, ob, wie und wo zentrale Abwassersysteme sinnvoll sind und wo Alternativen geprüft werden sollten, ist wichtig. Es gilt, die verschiedenen Systeme regelmäßig neu zu evaluieren und die einzelnen Technologien auf ihre Wirksamkeit und Praxistauglichkeit zu prüfen.

## Zahlen

### Schweiz

- o Während 1965 lediglich 14 % der Schweizer Bevölkerung an eine zentrale Abwasserreinigungsanlage angeschlossen waren, stieg dieser Anteil bis 2005 auf 97 %. [1]
- o Die öffentliche Abwasserinfrastruktur der Schweiz umfasst fast 59'800 km Leitungen und über 700 ARA. [2] Zusammen mit privaten Leitungen erstreckt sich das Abwassernetz über mehr als 130 000 km Länge was mehr als dem Dreifachen des Erdumfangs entspricht. [3]
- o Der Wiederbeschaffungswert der gesamten Schweizer Abwasserinfrastruktur wird auf rund 114 bis 120 Milliarden CHF geschätzt. Etwa 66,4 Milliarden entfallen auf die öffentliche Kanalisation, 13,6 Milliarden auf zentrale ARA, der Rest auf die Liegenschaftsentwässerung. [4]
- o Für die Erneuerung und den Ausbau der Abwasserinfrastruktur sind in der Schweiz jährlich Investitionen in Höhe von 0,8 bis 1,0 Milliarden CHF erforderlich. Diese Investitionen sind notwendig, um die bestehende Infrastruktur instand zu halten und den zukünftigen Anforderungen anzupassen. [5]
- o Die totalen Jahreskosten der Abwasserentsorgung in der Schweiz betragen rund 2,2 Milliarden CHF. [6]
- o Die durchschnittlichen jährlichen Kosten für die Abwasserentsorgung pro Einwohnerwert liegen bei etwa 175 CHF. [7]
- o Die monatlichen Abwasserreinigungskosten betragen für einen 4-köpfigen Schweizer Haushalt somit rund 20 bis 70 CHF. [8]
- o Abwasser enthält wertvolle Nährstoffe (Phosphor, Stickstoff), die zunehmend durch Recycling als Dünger nutzbar gemacht werden. Ab 2026 wird die Rückgewinnung von Phosphor aus kommunalem Abwasser, Klärschlamm oder Klärschlammasche in der Schweiz Pflicht; dadurch lässt sich über ein Drittel des nationalen Phosphorbedarfs decken. [9]

### International

- o In Deutschland sind 8891 öffentliche Kläranlagen in Betrieb und behandeln pro Jahr etwa 9 Mrd. m<sup>3</sup> Abwasser. [10] In Deutschland verbraucht eine Person alleine durchschnittlich 33 Liter sauberes Trinkwasser pro Tag allein für WC-Spülungen. [11]
- o Fast 90 % des Abwassers werden in Israel recycelt und wiederverwendet – der weltweit höchste Wert. Insbesondere in wasserarmen Regionen dient geklärtes Abwasser der landwirtschaftlichen Bewässerung (Spanien: ~20 %, weltweit im Schnitt jedoch deutlich unter 10 %). [12] Seit 2023 gilt in der EU die Verordnung zu Wasserwiederverwendung, die Mindeststandards für Wasserqualität, Monitoring und Risikomanagement bei der Wiederverwendung schafft, um einen sicheren und systematischen Einsatz, vorrangig in der Landwirtschaft, zu fördern. [13]
- o 56 % beträgt der Anteil der globalen häuslichen Abwasserflüsse, der 2020 sicher behandelt wurde. [14]
- o 3,5 Mrd. Menschen verfügen zu Hause nicht über sichere sanitäre Anlagen (Stand 2022). Das entspricht 43 % der Weltbevölkerung. [15]
- o 419 Mio. Menschen verrichten mangels Toiletten ihre Notdurft im Freien. [16]
- o Rund 1000 Kinder unter 5 Jahren sterben pro Tag an Durchfallerkrankungen infolge verschmutzten Wassers und mangelnder Hygiene. [17]
- o 1,3 % beträgt der Anteil des Abwassersektors an den globalen Treibhausgas-Emissionen (CO<sub>2</sub>-Äquivalente, Jahr 2016). Emissionen aus Kläranlagen (vor allem Methan und Lachgas) tragen damit zum Klimawandel bei. [18]
- o 43 % der Weltbevölkerung nutzen dezentrale Sanitärsysteme (Grubenlatrinen, septische Gruben u. ä.). [19] Solche dezentralen Systeme sind v.a. in ländlichen Gebieten verbreitet, während etwa 64 % der Stadtbewohner an Kanalisation angeschlossen sind. [20]

Quellen (im PDF-File direkt verlinkt):

## Schweiz

- 1 Website BAFU, Thema Wasser: <https://www.bafu.admin.ch/de/wasser>
- 2 VSA Website, Wasserwissen: <https://wasser-wissen.ch/kennzahlen>
- 3 Schweizer Abwasserreinigung - Eine Erfolgsgeschichte; BAFU Dossier zum Tag des Wassers 2017, <https://www.bafu.admin.ch/de/tag-des-wassers>
- 4 Sabine Hoffmann; Daniel Hunkeler; Max Maurer (2014): Nachhaltige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung in der Schweiz: Herausforderungen und Handlungsoptionen. Thematische Synthese 3 im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms NFP 61 «Nachhaltige Wassernutzung», Bern: <https://www.snf.ch/de/c1bqtkbyPqB21bZ3/seite/nationale-forschungsprogramme/nfp61-nachhaltige-wassernutzung>
- 5 Kosten und Leistungen der Abwasserentsorgung; VSA, 2023: [https://vsa.ch/wp-content/uploads/2023/03/Kosten\\_Leistungen\\_Abwasserentsorgung\\_D\\_F.pdf](https://vsa.ch/wp-content/uploads/2023/03/Kosten_Leistungen_Abwasserentsorgung_D_F.pdf)
- 6 VSA Empfehlung, 2018: Gebührensystem und Kostenverteilung bei Abwasseranlagen: <https://vsa.ch/Mediathek/empfehlunggebuehrensystm-und-kostenverteilung-bei-abwasseranlagen/>

7 wie 5

8 wie 3

- 9 BAFU Webseite Phosphorrecycling, 2024: <https://www.bafu.admin.ch/de/phosphorrecycling>

## International

- 10 Deutschland. Umweltbundesamt, Daten: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/wasserwirtschaft/oeffentliche-abwasserentsorgung>;
- 11 Website CO2-online: <https://www.co2online.de/energie-sparen/wasser-sparen/wasserverbrauch/durchschnittlicher-wasserverbrauch/>
- 12 Website Helmholtz: <https://www.helmholtz.de/newsroom/artikel/jeder-tropfen-zaehlt/>
- 13 EU Verordnung zu Wasserwiederverwendung: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=uriserv:OJ.L\\_.2020.177.01.0032.01.DEU&toc=OJ.L.:2020:177:TOC](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2020.177.01.0032.01.DEU&toc=OJ.L.:2020:177:TOC)
- 14 UN-Water; Progress on Wastewater Treatment: <https://www.unwater.org/publications/progress-wastewater-treatment-2021-update>
- 15 Unicef Weltwassertag 2025: <https://www.unicef.de/informieren/aktuelles/blog/-/weltwassertag-zehn-fakten-ueber-wasser/275338>
- 16 wie 14
- 17 Unicef Weltwassertag 2015: <https://www.unicef.de/informieren/aktuelles/presse/-/weltwassertag-2015/277200>
- 18 Bundeszentrale für politische Bildung (DE): [https://www.bpb.de/system/files/dokument\\_pdf/Heiland\\_abb1\\_Treibhausgasemissionen.pdf](https://www.bpb.de/system/files/dokument_pdf/Heiland_abb1_Treibhausgasemissionen.pdf)
- 19 Mills, Freya et al (2021): Monitoring safely managed on-site sanitation; WASH Data Report: <file:///C:/Users/bryneran/Downloads/jmp-2021-smoss-synthesis-report.pdf>
- 20 Strande, Linda et al. (2023): Urban sanitation: new terminology for globally relevant solutions? Environmental Science and Technology. <https://www.dora.lib4ri.ch/eawag/islandora/object/eawag%3A32131>

### Ansprechpartnerinnen und -partner an der Eawag:

Dr. Christian Binz, Abteilung Umweltsozialwissenschaften, +41 58 765 5030, christian.binz@eawag.ch

Dr. Adriano Joss, Abteilung Verfahrenstechnik, +41 58 765 5408, adriano.joss@eawag.ch

Prof. Dr. Eberhard Morgenroth, Abteilung Verfahrenstechnik, +41 58 765 5539, eberhard.morgenroth@eawag.ch

Dr. Sara Marks, Abteilung Siedlungshygiene und Wasser für Entwicklung, +41 58 765 5631, sara.marks@eawag.ch

Prof. Dr. Max Maurer, Abteilung Siedlungswasserwirtschaft, +41 58 765 5386, max.maurer@eawag.ch

Dr. Christoph Ort, Abteilung Siedlungswasserwirtschaft, +41 58 765 5277, christoph.ort@eawag.ch

Prof. Dr. Kai Udert, Abteilung Verfahrenstechnik, +41 58 765 5360, kai.udert@eawag.ch

**Ausserdem haben an diesem Factsheet mitgearbeitet:** Dr. Christian Stamm, stv. Direktor, Dr. Cornelia Roder (wissenschaftliche Mitarbeiterin Direktion), Andri Bryner und Peter Penicka, Abt. Kommunikation

### Adresse

Eawag, Überlandstrasse 133, CH-8600 Dübendorf, Schweiz, +41 58 765 5511, info@eawag.ch, eawag.ch