



## VSA-Empfehlung

# Zu behandelnde Abwassermenge und Redundanz von Reinigungsstufen zur Entfernung von Mikroverunreinigungen

Glattbrugg, 27. Oktober 2015

Version	Genehmigt durch VSA-Vorstand
Klassifizierung	Finale Version
Autoren	Christian Abegglen (VSA); Charles Bailat (AfU FR); Christoph Baumann (AfU SG); Hélène Bleny (BAFU); Karlheinz Diethelm (AfU AR); Christoph Egli (AVA); Paolo Foa (TBF); Claude-Alain Jaquero (DGE VD); Bernd Kobler (GVRZ); Sébastien Lehmann (BAFU); Knut Leikam (Pöyry); Daniel Pfund (ERZ); Daniel Rensch (AWEL ZH); Jan Suter (AWA BE); Pascal Wunderlin (VSA)

<b>1</b>	<b>Aussagen der Grundlagenstudie</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Betriebliche und normative Aspekte zur Dimensionierungswassermenge</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Empfehlung des VSA zur Dimensionierungswassermenge</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Empfehlung betreffend Redundanz</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>Literatur</b>	<b>3</b>

## Hintergrund

Bei stärkerem Regenwetter kann nicht das gesamte anfallende Abwasser aus dem Siedlungsgebiet in eine Abwasserreinigungsanlage (ARA) abgeleitet werden. Die Schweizer ARA behandeln in der Regel etwa das Doppelte der Tagesspitze bei Trockenwetter. Eine schweizweit einheitliche Dimensionierungspraxis dazu existiert aber nicht, die Werte werden an die jeweilige Situation vor Ort angepasst. In den meisten Fällen wird die Abwassermenge vor der ARA auf die maximale hydraulische Kapazität ( $Q_{max}$ ) gedrosselt und der Überschuss in Regenbecken und Entlastungsbauwerke geleitet. So muss auf der ARA kein Abwasser mehr entlastet werden.

Ab 2016 sollen ausgewählte ARA auch organische Spurenstoffe (Mikroverunreinigungen) entfernen, die in Gewässern aufgrund der chronischen Belastung bereits in tiefen Konzentrationen negative Effekte auf Wasserorganismen haben können. Bei Regenwetter ändern sich die Abwasserzusammensetzung, die Reinigungseffizienz einer ARA und oft auch die Verhältnisse im Vorfluter (Entlastungen, Verdünnung). Es stellt sich die Frage, ob eine Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen (MV) auch auf die maximale hydraulische Kapazität ( $Q_{max}$ ) der ARA ausgelegt werden soll, oder ob es genügt, nur einen Teil des anfallenden Abwassers (Teilstrombehandlung) bei Regenwetter zu behandeln.

Da keine detaillierten Kenntnisse über die Kosten und den Nutzen unterschiedlicher behandelter Wassermengen vorlagen, wurden die erforderlichen Grundlagen in einer Studie erarbeitet [1]. Die vorliegende Empfehlung hat zum Ziel, die wesentlichen Aussagen der Studie zusammenzufassen und daraus sowie aufgrund weiterer Einflussfaktoren Schlussfolgerungen hinsichtlich einer zweckmässigen Dimensionierung einer MV-Stufe und der notwendigen Redundanz zu ziehen. Sie richtet sich an kantonale Gewässerschutzbehörden, planende Ingenieure sowie ARA-Inhaber und -Betreiber.

## 1 Aussagen der Grundlagenstudie

- Mit einer Auslegung auf die Trockenwetterspitze kann in der Regel etwa 90% der Jahresabwassermenge behandelt und die Frachten von mit häuslichem Abwasser eingetragenen Stoffen weitgehend reduziert werden.
- In Fliessgewässern, deren Abfluss stark von Niederschlägen geprägt ist, wirkt sich die Behandlung von Abwassermengen über der Trockenwetterspitze nur noch geringfügig auf die Konzentrationen von Mikroverunreinigungen aus. Das gilt für Stoffe, die hauptsächlich über häusliches Abwasser eingetragen werden, aber nicht für solche, die bei Niederschlägen mobilisiert werden, wie beispielsweise Biozide von Dächern oder Fassaden. Für das Verhalten letzterer fehlen derzeit verlässliche Angaben.
- Bei ARA < ca. 20'000 EW hat die Verfahrenswahl einen grösseren Einfluss auf die Jahreskosten als die hydraulische Auslegung.
- Die Kosten einer Vollstrombehandlung gegenüber einer Teilstrombehandlung sind höher, insbesondere bei den Erstinvestitionen, etwas schwächer bei den Betriebskosten. Je nach gewähltem Verfahren und örtlichen Verhältnissen steigen die Kosten für eine Vollstrombehandlung massiv an.

## 2 Betriebliche und normative Aspekte zur Dimensionierungswassermenge

- Die Gewässerschutzverordnung schreibt bei Normalbetrieb – also auch bei Regenwetter – eine Elimination von organischen Spurenstoffen von 80% vor. Diese Vorgabe ist am zuverlässigsten mit einer Vollstrombehandlung zu erreichen.
- Eine Vollstrombehandlung bewirkt eine weitergehende Entfernung von Stoffen, die bei Regenwetter mobilisiert werden.
- Aufgrund der Variabilität der Abwassermengen, der Entwicklungen im Einzugsgebiet, der unterschiedlichen Verhältnisse zwischen maximaler Abwassermenge und Trockenwetterspitze ist es kaum möglich, eine generelle Empfehlung anhand von Faktoren wie Trockenwettermenge, Trockenwetterspitze oder Jahresabflussmenge zu machen.

## 3 Empfehlung des VSA zur Dimensionierungswassermenge

**Grundsätzlich soll eine MV-Stufe hydraulisch auf die Kapazität der biologischen Stufe ausgelegt werden. In begründeten Fällen kann von einer Vollstrombehandlung abgewichen werden.**

Die Vollstrombehandlung soll als Ausgangspunkt der Diskussionen zwischen Planern, ARA-Inhabern und -Betreibern sowie den zuständigen Vollzugsbehörden zur Beantwortung der Frage der zu behandelnden Abwassermenge dienen. Diese Gespräche sind möglichst früh durchzuführen und die Dimensionierung der Anlage gemeinsam festzulegen. Der Grundlagenbericht zeigt die Methodik auf, wie im Einzelfall die Auswirkungen (Kosten-/Nutzen) unterschiedlicher Auslegungen bestimmt werden können. Daneben spielen aber folgende, im Bericht nur am Rande erwähnten Einflussgrössen, eine wesentliche Rolle bei der Wahl der Dimensionierungswassermenge:

- Eigenschaften des Einzugsgebiets: Fremdwasseranteil, Mischwasserbehandlung/ Regenwasserbewirtschaftung, Abwasserzusammensetzung, Industrie und Gewerbe (I+G), Zulaufdynamik.
- Entwicklung im Einzugsgebiet: Zusammenschlüsse, Fremdwasser, Entwicklung Einwohner und I+G.
- Bestehende ARA: Reserven, vorliegende Verfahrenstechnik, Hydraulik, Reinigungsleistung.
- Nutzbare Flächen und Bauwerke: Platzreserven, Umnutzung bestehender Bauwerke.
- Gewässer, in das eingeleitet wird: Verdünnungsverhältnis, Vorbelastung (ARA und Belastungen im Oberlauf) und Nutzungen im Unterlauf.
- Dimensionierungsunsicherheiten: Die Unsicherheiten in der Dimensionierung sind aufgrund weniger bestehender MV-Anlagen derzeit noch relativ gross. Der nachträgliche Ausbau einer Anlage auf die hydraulische Vollast erweist sich unter Umständen als wesentlich teurere Variante als eine bereits bei Erstausbau grosszügigere Bauweise.
- Regenwetterverhältnisse: Die Abwasserzusammensetzung und Dosierung von Betriebsmitteln wie Pulveraktivkohle (PAK) und Ozon bei Regenwetter ist adäquat zu berücksichtigen. Eine Überlagerung von worst-case-Situationen führt zu überdimensionierten und damit teuren Anlagen.

Vom Grundsatz der Vollstrombehandlung kann aufgrund nachfolgender Überlegungen abgewichen werden (nicht abschliessend):

- *Hohe hydraulische Kapazität der ARA:* ARA mit einer grosszügig dimensionierten hydraulischen Kapazität ( $Q_{\max}/Q_{d,TW} > 4$ )<sup>1</sup> würden bei einer generellen Pflicht zur Vollstrombehandlung benachteiligt. In diesem Fall soll ergründet werden, weshalb diese hydraulische Kapazität der ARA gewählt wurde (z.B. Verzicht auf Regenbecken, schlechtes Verdünnungsverhältnis im Gewässer, hydraulische Spitzen bei Trockenwetter aus Industrie und Gewerbe) und welche Auswirkungen eine Teilstrombehandlung auf das Einzugsgebiet respektive das Gewässer hätte.
- *Verfahrenswahl:* PAK-Anlagen mit Rückführung der Pulveraktivkohle in die biologische Stufe sind einer Vollstrombehandlung ebenbürtig, wenn die rückgeführte PAK eine signifikante Elimination bewirkt.
- *Kosten-Nutzen-Verhältnis:* Sind der Nutzen einer Vollstrombehandlung für das Gewässer resp. untenliegende Trinkwasserversorgungen marginal und die Kosten unverhältnismässig hoch, kann ebenfalls eine Teilstrombehandlung erfolgen (z.B. Seeanlagen).
- *Platzverhältnisse:* Die Verfahrenswahl soll nicht ausschliesslich aufgrund der Platzverhältnisse erfolgen. Ist die Verfahrenswahl beispielsweise wegen ungünstiger Abwasserinhaltsstoffe eingeschränkt und können die verbleibenden Verfahren aufgrund der Platzverhältnisse nur mit unverhältnismässigem Aufwand im Vollstrom realisiert werden, kann eine Teilstrombehandlung vorgesehen werden.

Eine Teilstrombehandlung muss mindestens auf die prognostizierte Trockenwetterspitze ausgelegt werden, d.h. bei Trockenwetter darf kein Abwasser um diese Verfahrensstufe geleitet werden. Voraussetzung bleibt natürlich die Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen.

## 4 Empfehlung betreffend Redundanz

Die Auswirkungen eines geringeren Reinigungseffektes bezüglich organischer Spurenstoffe während einer zeitlich beschränkten Periode sind – aufgrund der chronischen Toxizität – nicht vergleichbar mit einem geringeren Reinigungseffekt bezüglich akut toxischer Stoffe. Deshalb sind die Anforderungen an die Ausfallsicherheit einer Stufe zur Elimination von organischen Spurenstoffen weniger hoch als für andere Anlagenteile. Basierend auf den Grundlagen empfiehlt der VSA Folgendes:

**Grössere Anlagen (> 80'000 E) sind grundsätzlich mehrstrassig zu erstellen** (baulich und verfahrenstechnisch)<sup>2</sup>.

Bei (geplanten) Ausserbetriebnahmen und ungeplanten Ausfällen sollte z.B. bei zweistrassigen Anlagen mindestens die Hälfte der Dimensionierungswassermenge behandelt werden können. Daneben sind organisatorische Massnahmen vorzusehen, um Ausfälle und Stillstandzeiten möglichst kurz zu halten (Lagerhaltung von Ersatzteilen, Serviceverträge, Planung von Revisionen etc.).

**Bei den übrigen Anlagen sollen bauliche und verfahrenstechnische Redundanzen vorgesehen werden, soweit sie mit verhältnismässigem Aufwand realisierbar sind und einen signifikanten Nutzen haben** (bei hoher Ausfallwahrscheinlichkeit, langer Stillstandzeit bei Ausfall oder grossem Schadensausmass). Ansonsten sind organisatorische Massnahmen vorzuziehen, um Ausfälle und Stillstandzeiten möglichst kurz zu halten (Lagerhaltung von Ersatzteilen, Serviceverträge, Planung von Revisionen etc.).

## 5 Literatur

- [1] Holinger AG, Hunziker-Betatech AG (2015): Dimensionierungswassermenge und Redundanzen von Stufen zur Elimination von Mikroverunreinigungen. Schlussbericht. Studie im Auftrag des VSA.

<sup>1</sup>  $Q_{d,TW}$  (VSA/FES 2006): Mittlere Abwassermenge, die biologisch behandelt wird, bestimmt als Mittelwert von  $Q_{d,20\%}$  und  $Q_{d,50\%}$ ; d.h.  $Q_{d,TW} = 0.5(Q_{d,20\%} + Q_{d,50\%})$ ;  $Q_{d,X\%}$  = Tagesabwassermenge, die an X% der Tage unterschritten wird.

<sup>2</sup> Mit baulicher Mehrstrassigkeit sind hydraulisch entkoppelte Behandlungsstrassen gemeint, mit verfahrenstechnischer Mehrstrassigkeit eine Redundanz der Dosiersysteme oder Ozongeneratoren, nicht aber Betriebsmittellager.