

BEWIRTSCHAFTUNG DES GESAMTSYSTEMS KANALNETZ – ARA – GEWÄSSER

Richtlinie



Impressum

Rechtlicher Stellenwert

Die vorliegende Publikation wurde mit aller Sorgfalt und nach bestem Wissen erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität kann jedoch keine Gewähr übernommen werden. Haftungsansprüche gegen den VSA wegen Schäden materieller oder immaterieller Art, welche durch die Benützung und Anwendung der vorliegenden Publikation entstehen könnten, werden ausgeschlossen.

Autoren

Michael Brögli, Holinger AG, Winterthur
Simone Bützer, Hunziker Betatech AG, Zürich
Markus Gresch, Hunziker Betatech AG, Winterthur
Stefan Hasler, VSA, Glattbrugg
Evelyn Mächler, VSA, Glattbrugg
Reto Manser, Amt für Wasser und Abfall, Bern
Michael Mattle, Holinger AG, Ecublens
Arnold Mauchle, Amt für Wasser und Energie, St. Gallen

Mitglieder des Projektteams

Hans Balmer, AWEL, Zürich
Reto Battaglia, Amt für Wasser und Abfall, Bern
Christian Götz, AWEL, Zürich
Knut Leikam, AFRY Schweiz AG, Zürich
Thomas Morgenthaler, AFRY Schweiz AG, Zürich
Stefan Schmid, AWEL, Zürich

Empfohlene Zitierweise

Autor: Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA)
Titel: Bewirtschaftung des Gesamtsystems Kanalnetz – ARA – Gewässer
Untertitel: Richtlinie
Ort: Glattbrugg
Jahr: 2023

Herausgeber

Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute
Association suisse des professionnels de la protection des eaux
Associazione svizzera dei professionisti della protezione delle acque

Titelfoto

Stefan Hasler, Mischabwasserentlastung in die Aare bei Bern

Gestaltung

Text

Druck

Appenzeller Druckerei AG, 9100 Herisau

Bezugsquelle

VSA, Europastrasse 3, Postfach, CH-8152 Glattbrugg,
Telefon 043 343 70 70, sekretariat@vsa.ch, www.vsa.ch

INHALT

1	Einleitung	5
1.1	Definition Bewirtschaftung Gesamtsystem	5
1.2	Gegenstand der Richtlinie und Zielpublikum	6
1.3	Gesetzliche Rahmenbedingungen	6
1.4	Welche Ziele bezweckt die Bewirtschaftung des Gesamtsystems?	7
1.5	Welcher Nutzen ergibt sich für die Betreiber?	9
1.6	Systemgrenze und Abgrenzung	9
1.7	Was sind Auslöser für die Bewirtschaftung des Gesamtsystems?	10
1.8	Aufbau der Richtlinie	11
2	Verbindliche Aufgaben	12
2.1	Optimale Ausnutzung der hydraulischen und biochemischen ARA-Kapazität	13
2.1.1	Ausgangslage und Ziel	13
2.1.2	Was ist zu tun?	15
2.1.3	Wann soll die Aufgabe angegangen werden?	16
2.1.4	Verantwortlichkeiten bez. maximaler hydraulischer Belastung der ARA	16
2.2	Messtechnische Ausrüstung relevanter Sonderbauwerke und Übertragung der Daten an ein zentrales Prozessleitsystem	17
2.2.1	Ausgangslage und Ziel	17
2.2.2	Was ist zu tun?	17
2.2.3	Wann soll die Aufgabe angegangen werden?	19
2.2.4	Verantwortlichkeiten bez. Ausrüstung der Sonderbauwerke	20
2.3	Optimierung der Drosselabflüsse im Rahmen (Verbands-) GEP	21
2.3.1	Ausgangslage und Ziel	21
2.3.2	Was ist zu tun?	21
2.3.3	Wann soll die Aufgabe angegangen werden?	22
2.3.4	Verantwortlichkeiten bez. Optimierung der Drosselabflüsse	22
2.4	Fernwirk- und Bewirtschaftungssystem für relevante Abwasseranlagen	23
2.4.1	Ausgangslage und Ziel	23
2.4.2	Was ist zu tun?	24
2.4.3	Wann soll die Aufgabe angegangen werden?	25
2.4.4	Verantwortlichkeiten bez. Fernwirk- und Bewirtschaftungssystem	26
2.5	Funktionskontrollen bei Mischabwasserentlastungsanlagen	27
2.5.1	Ausgangslage und Ziel	27
2.5.2	Was ist zu tun?	28
2.5.3	Wann soll die Aufgabe angegangen werden?	28
2.5.4	Verantwortlichkeiten bez. Funktionskontrollen bei Mischabwasserentlastungsanlagen	28
2.6	Jährliche Auswertung und Reporting der Betriebsdaten des Gesamtsystems	29
2.6.1	Ausgangslage und Ziel	29
2.6.2	Was ist zu tun?	29
2.6.3	Wann soll die Aufgabe angegangen werden?	30
2.6.4	Verantwortlichkeiten bez. Auswertung und Reporting der Betriebsdaten	31

Anhang

- Anhang 1A: Fragebogen Erstbeurteilung mit PASST-CH
- Anhang 1B: Mögliche Massnahmen zur Optimierung des Entwässerungssystems im Betrieb
- Anhang 1C: Mögliche Massnahmen im Gewässer
- Anhang 2A: Abgleich $Q_{MAX, ARA}$ bei Regenwetter
- Anhang 2B: Dynamische Bewirtschaftung des Zuflusses zur ARA $Q_{MAX, ARA}$
- Anhang 2C: Engpassanalyse
- Anhang 2D: Massnahmenkatalog
- Anhang 3: Best-practice für die Erhebung und Auswertung von Messdaten
- Anhang 4A: Auswertung und Reporting Betriebsdaten
- Anhang 4B: Methodik zur Bestimmung des durchschnittlichen Fremdwasseranteils einer ARA
- Anhang 5A: Rechtliche Grundlagen
- Anhang 5B: Beispiel einer kantonalen Bewilligung für eine Netzbewirtschaftung

Bemerkung: Das Glossar wird noch erstellt.

1 EINLEITUNG

Beim Aufbau des Kanalisationsnetzes steckte die Mess-, Steuer- und Regeltechnik (MSR) noch in den Kinderschuhen. Um einen möglichst sicheren und robusten Betrieb zu gewährleisten, verzichtete man oft auf den Einsatz fragiler Steuerungen. Eine Generation später haben sich die MSR sowie die Möglichkeiten für Fernübertragung massiv weiterentwickelt und umfasst neu auch die Überwachungstechnik¹ (MSRÜ).

In den Abwasseranlagen schlummert deshalb ein Potenzial zur Verbesserung des Gewässerschutzes: Die bestehende Infrastruktur soll mit dem Einsatz moderner Steuerungstechnik für eine integrale und/oder dynamische Bewirtschaftung von Entwässerungssystem (Kanalnetz und Sonderbauwerke) und Abwasserreinigungsanlage (ARA) optimal ausgenutzt werden. Damit können die bei Regenwetter in die Gewässer eingetragenen Schmutzstofffrachten innerhalb eines ARA-Einzugsgebietes mit vertretbaren Zusatzkosten reduziert werden.

Der VSA definiert mit der vorliegenden Richtlinie, wie das Gesamtsystem bewirtschaftet werden soll (im Sinne einer «Best-practice»). Dabei sind die Aufgaben (d.h. **WAS** ist zu tun?) gemäss Kap. 2 des Berichts für die Eigentümer öffentlicher Abwasseranlagen (ARA-Verbände und Gemeinden) sowie für die Vollzugsbehörden (kantonale Fachstellen) verbindlich.

Der VSA definiert nicht, **WIE** die Aufgaben wahrgenommen werden müssen. Er stellt aber im Anhang des Berichts für die neuen Aufgaben eine mögliche Vorgehensweise vor. Dies kann von den kantonalen Vollzugsbehörden ergänzt resp. vereinfacht werden.

1.1 Definition Bewirtschaftung Gesamtsystem

Das Gesamtsystem umfasst grundsätzlich alle drei Komponenten eines ARA-Einzugsgebietes:

- Entwässerungssystem (Kanalnetz und Sonderbauwerke; gemeindeübergreifend);
- Abwasserreinigungsanlage (ARA);
- Alle Gewässer, die entweder das in der ARA gereinigte Abwasser oder Einleitungen von Mischabwasser aus Regenüberlaufbecken [RÜB] resp. Regenüberläufen [RÜ] aufnehmen.

Die «Bewirtschaftung des Gesamtsystems» umfasst somit eine gesamtheitliche Betrachtung des Entwässerungssystems und der ARA unter Einbezug der Verhältnisse der aufnehmenden Gewässer. Oberstes Ziel dieser Bewirtschaftung ist es, die negativen Auswirkungen der Einleitungen in die Gewässer möglichst gering zu halten, insbesondere bez. den eingetragenen Schmutzstoffen resp. den daraus resultierenden Konzentrationen.

Die Steuerung der Drosselabflüsse bei Entlastungsbauwerken sowie der maximale Zufluss zur ARA ($Q_{\max. \text{ARA}}$) erfolgen zudem nicht nur lokal (pro Bauwerk), sondern sind aufeinander sowie auf das Gesamtsystem abgestimmt. Befüllung und Entleerung des Gesamtsystems werden somit bei Regenwetter gesteuert. Dabei können die Drosselabflüsse und der maximale Zulauf zur ARA ($Q_{\max. \text{ARA}}$) entweder fix eingestellt sein (statische Bewirtschaftung) oder auch je nach Auslastungsgrad des Gesamtsystems innerhalb einer bestimmten Bandbreite variieren (d.h. sie werden dynamisch gesteuert).

Abgrenzung öffentliche / private Abwasseranlagen

Das Gesamtsystem umfasst in aller Regel nur die öffentlichen Abwasseranlagen. In Einzelfällen können jedoch in Absprache mit den Eigentümern auch die Bauwerke Privater in die Bewirtschaftung des Gesamtsystems einbezogen werden. Ein typisches Beispiel dafür ist der Rückhalt von besonders verschmutztem Abwasser eines dominanten Einleiters (z.B. Industriebetrieb, Spital etc.) bei Regenwetter in dessen Retentionsbecken.

¹ Z.B. Alarmierung bei Betriebsstörungen wie verstopfter Regenüberlauf oder anderen unerwarteten Abweichungen vom Normalbetrieb.

1.2 Gegenstand der Richtlinie und Zielpublikum

Der VSA will mit der vorliegenden Richtlinie dazu beitragen, dass die Betreiber von Abwasseranlagen die Siedlungsentwässerung (Entwässerungssystem und ARA) und die betroffenen Gewässer als Gesamtsystem verstehen. Zur Optimierung dieses Gesamtsystems sollen die relevanten Bauwerke mit der für eine optimale Bewirtschaftung notwendigen MSR-Technik ausgerüstet werden. Der Betrieb des Gesamtsystems ist konsequent nach den in der Gewässerschutzgesetzgebung² (resp. im Einzelfall) formulierten Gewässerschutzziele weiterzuentwickeln.

Die Richtlinie richtet sich an die Betreiber von öffentlichen Abwasseranlagen sowie an die kantonalen Aufsichtsbehörden und die für die Umsetzung beauftragten Planer- und Ausrüsterfirmen.

1.3 Gesetzliche Rahmenbedingungen

Gemäss Gewässerschutzgesetzgebung müssen die Inhaber von Abwasseranlagen ihre Anlagen so betreiben, dass:

- die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss Anhang 2 GSchV eingehalten sowie die ökologischen Ziele gemäss Anhang 1 GSchV erfüllt werden;
- die Anforderungen an die Ableitung von verschmutztem Abwasser gemäss Anhang 3 GSchV eingehalten werden;
- die von der kantonalen Behörde im Einzelfall (unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse) festgelegten Anforderungen eingehalten werden (i.d.R. Einhaltung der in der Einleitbewilligung festgelegten Einleitbedingungen).

Zudem müssen die Inhaber von Abwasseranlagen ihre Anlagen gemäss Art. 13 Abs. 1 GSchV:

- in funktionstüchtigem Zustand erhalten;
- Abweichungen vom Normalbetrieb feststellen, deren Ursachen abklären und diese unverzüglich beheben;
- beim Betrieb alle verhältnismässigen Massnahmen ergreifen, die zur Verminderung der Mengen der abzuleitenden Stoffe beitragen.

Die Schweizer Abwasserreinigungsanlagen (ARA) werden heutzutage abgesehen von wenigen Ausnahmefällen so betrieben, dass obige Vorgaben gut erfüllt werden. **Die Einhaltung dieser GSchV-Vorgaben ist zentral und muss auch bei einer Bewirtschaftung des Gesamtsystems jederzeit gewährleistet bleiben.**

Im Unterschied zu den ARA existieren für den Betrieb der Entlastungsanlagen von Mischabwasser kaum konkrete Vorgaben. Deshalb wird das Entlastungsverhalten längst nicht bei jeder Entlastungsanlage gemessen und die Messungen werden nur in Ausnahmefällen systematisch ausgewertet.

Diese unterschiedliche Reglementierung kann dazu führen, dass Betreiber bei Regenwetter die ARA-Kapazität nicht ausschöpfen, weil eine Überschreitung der Einleitbedingungen Konsequenzen hat, eine Mehrentlastung vor der ARA jedoch nicht. Der VSA möchte mit dieser Richtlinie dazu beitragen, dass dieser unterschiedliche Fokus abgebaut wird, weil er aus Sicht Gewässerschutz nicht kohärent ist. Ziel ist die optimale Bewirtschaftung des Gesamtsystems, um die Auswirkungen der Siedlungsentwässerung auf die Gewässer gesamthaft möglichst klein zu halten.

Zwar verlangt die Gewässerschutzgesetzgebung von den Inhabern von Abwasseranlagen nicht explizit eine integrale und/oder dynamische Bewirtschaftung des Gesamtsystems. Dennoch ist der gesetzliche Rahmen gegeben, damit die kantonale Vollzugsbehörde von einer Abwasserregion verlangen kann, das Gesamtsystem so zu bewirtschaften, dass für Gewässerlebewesen kritische Konzentrationen vermieden und die Schmutzstoffeinträge auf ein Minimum reduziert werden. Die kantonalen Vollzugsbehörden können sich dabei auf die Argumentation gemäss Anhang 5A stützen.

Weil ein hoher Fremdwasseranfall die Entlastungsfrachten aus dem Mischabwassersystem signifikant erhöhen kann, ist in ARA-Einzugsgebieten mit hohem Fremdwasseranteil auch die Fremdwasserüberwachung zentral. Gemäss Art. 14 Abs. 2 Bst. b GSchV müssen die Inhaber von zentralen Abwasserreinigungsanlagen die Fremdwasserhältnisse im Einzugsgebiet kennen und den Anteil des nicht verschmutzten Abwassers, das stetig anfällt, melden können.

² Erfüllung der ökologischen Ziele gemäss GSchV Anhang 1 sowie der Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV Anhang 2.

1.4 Welche Ziele bezweckt die Bewirtschaftung des Gesamtsystems?

Das Entwässerungssystem, die ARA und die Gewässer bilden gemeinsam ein System aus dynamischen Prozessen. Der aktuelle technologische Stand der Abwasserinfrastruktur ermöglicht es, neben der Optimierung einzelner Prozesse neu auch die Bewirtschaftung des Gesamtsystems anzugehen. Aufgrund der Grösse des betrachteten Systems und des dynamischen Charakters der Prozesse gibt es unterschiedliche Zielsetzungen für die Bewirtschaftung des Gesamtsystems.

Bei der Bewirtschaftung des Gesamtsystems kommt der Sensitivität der Gewässer sowie der Schnittstelle zwischen Entwässerungssystem und ARA eine besondere Bedeutung zu (Zielkonflikt zwischen Reduktion der Mischabwasserentlastungen mittels höherer Beschickung der ARA vs. grössere Einträge durch ARA bei Regenwetter).

Auf welche Gewässer-Parameter soll das Gesamtsystem optimiert werden?

Hauptziel der Bewirtschaftung des Gesamtsystems ist die Verbesserung der Wasserqualität und der hydraulischen Belastung der Gewässer. Eine unterschiedliche Sensitivität der einzelnen betroffenen Gewässer muss zwingend berücksichtigt werden. Die Optimierung des Gesamtsystems soll sich deshalb an folgenden Gewässer-Parametern ausrichten (Aufzählung nicht abschliessend):

1. Die Einleitung in sensitive Gewässer soll so gering wie möglich gehalten werden (Auen, Naturschutzgebiete, Badegewässer, für die Trinkwassergewinnung relevante Gewässer etc.);
2. Das Verdünnungsverhältnis sollte möglichst gross resp. die gewässerspezifischen Entlastungsfrachten (z.B. in $[(\text{kg NH}_4\text{-N/a}) / (\text{m}^3/\text{s})]$) möglichst klein sein. Ziel ist es, dass die entlasteten Frachten zu einer möglichst geringen Erhöhung der Konzentration im Gewässer führen, d.h. ökotoxikologisch kritische Konzentrationen sollen wenn immer möglich vermieden werden.
3. Reduzierung der belasteten Fliesstrecke: Die Einleitung in ein «wenig belastetes» Gewässer mit gutem ökologischem Zustand sollte vermieden werden. Wenig belastet heisst in diesem Fall, dass das Einzugsgebiet oberhalb der Einleitstelle wenig durch Landwirtschaft und urbane Einleitungen beeinflusst ist. In der Regel bedeutet dies: Je weiter unten im Einzugsgebiet eingeleitet wird, desto besser.
4. Keine Verschlechterung des ökologischen Gewässerzustandes durch die Einleitung: Ökomorphologie, äusserer Aspekt, Wasserwirbellose, Kieselalgen, pflanzlichem Bewuchs (Algen, Moose und Makrophyten) und ggf. Fischfauna;
5. Wenn die biochemische Vorbelastung des Gewässers bereits hoch ist, sollte eine zusätzliche Belastung durch die Einleitung möglichst vermieden werden. Kenngrössen sind: Ammonium, Nitrat, Nitrit, Phosphat, Gesamtphosphor, DOC, Mikroverunreinigungen etc. (hängt eng mit Punkt 2 Verdünnungsverhältnis zusammen.)
6. Hydraulischer Stress / Geschiebetrieb sollte vermieden werden.

Diese Punkte dienen als grobe Richtschnur. Im konkreten Fall einer Optimierung sollen die betrachteten Gewässerparameter mit einer Gewässerökologin und/oder einem Gewässerchemiker besprochen werden. Diese entscheiden auch im Einzelfall.

Übergeordnetes Ziel ist der bestmögliche Gewässerschutz unter Einbezug der unterschiedlichen Sensitivität des Gewässersystems durch eine optimale Nutzung der bestehenden Infrastruktur. Dies schliesst auch Neubauten ein, die benötigt werden, damit die bestehende Infrastruktur optimal genutzt werden kann.

Jedes System der Abwasserbewirtschaftung verfügt über eine vom Einzugsgebiet abhängige Infrastruktur, welche über die Jahre an die Bedürfnisse angepasst und weiterentwickelt worden ist. Die in der Vergangenheit getätigten Investitionen in Infrastrukturbauten sollen im aktuellen und auch im zukünftigen Zustand des Entwässerungssystems bestmöglich genutzt werden. Dazu soll vorhandenes Optimierungspotenzial aktiviert werden. Konkret geht es dabei um:

- die Nutzung des vorhandenen Speichervolumens im Entwässerungssystem;
- den optimalen Betrieb von Pumpwerken, Regenbecken und sämtlichen weiteren Sonderbauwerken unter Berücksichtigung der Empfindlichkeit der Gewässer;
- die bestmögliche Ausnutzung der hydraulischen und biochemischen Kapazität der ARA in Abhängigkeit des Nutzens für das Gesamtsystem.

Oftmals werden die verschiedenen Elemente der Abwasserbewirtschaftung von verschiedenen Körperschaften finanziert und betrieben. Wenn das Potenzial einer Bewirtschaftung des Gesamtsystems vorhanden ist, profitieren alle Beteiligten und vor allem die Gewässer vom optimierten Betrieb. Deshalb soll mit einer integralen Betrachtungsweise erreicht werden, dass die **planerische und organisatorische Zusammenarbeit der verschiedenen Körperschaften vertieft** wird, um den besten Nutzen des Gesamtsystems zu erreichen.

Hinweise bez. Organisationsform und Eigentumsverhältnisse

In den meisten Schweizer Kantonen fallen fast alle Aufgaben der Abwasserbewirtschaftung in die kommunale Verantwortung. Für die Abwasserentsorgung sinnvolle Planungsgebiete sind jedoch meist grösser als das Gebiet einer Gemeinde. Die zahlreichen kleinen Gemeinden verfügen zudem kaum über Personal, welches die vielfältigen Aufgaben mit dem notwendigen Fachwissen wahrnehmen könnten. Die Nachteile unserer kleinräumigen Strukturen mit über 2000 Gemeinden sind durch gemeindeübergreifende Organisationsformen wettzumachen.

Viele der in der vorliegenden Richtlinie propagierten Aufgaben lassen sich viel einfacher umsetzen, wenn die für die Bewirtschaftung des Gesamtsystems relevanten Abwasseranlagen sich im Besitz einer zentralen Organisation befinden, die über die für die Optimierung notwendigen Investitionen entscheiden kann.

Der VSA empfiehlt, die für ein spezifisches ARA-Einzugsgebiet sinnvolle und an die Bedürfnisse angepasste Organisationsform im Rahmen eines Organisationsentwicklungsprozesses gemäss GEP-Teilprojekt «Organisation der Abwasserentsorgung» zu definieren.

1.5 Welcher Nutzen ergibt sich für die Betreiber?

Durch die Bewirtschaftung des Gesamtsystems entsteht für die Betreiber der Abwasseranlagen ein gewisser Mehraufwand (u.a. Wartung der Messgeräte, Motoren, Schieber etc.; Beseitigung von Störungen vor Ort; Bewirtschaftung der Messdaten). Gleichzeitig erlaubt die Bewirtschaftung einen effizienteren Betrieb und bringt folgende Vorteile mit sich:

- Bewusstsein und Verständnis über die Vorgänge im Entwässerungssystem für eine ganzheitliche Betrachtung durch kontinuierliche Überwachung und Visualisierung des Betriebsverhaltens;
- Dauerhafte Verbesserung der Gewässergüte als Motivatoren für das Betriebspersonal;
- Erhöhung der Sichtbarkeit für die Arbeit der Abwasserverbände und Gemeinden in Sachen Gewässerschutz dank der hohen Transparenz von Messdaten;
- Kosten und Zeitersparnis beim Betriebspersonal durch messtechnische Ausstattung in Verbindung mit Prozessleitsystemen. Bei Betriebsstörungen kann dank Fernüberwachung direkt von der Schaltwarte auf die Sonderbauwerke zugegriffen werden;
- Messdaten sind Bemessungsgrundlage für künftige Investitionen, Basis für Simulationen und die einzige Möglichkeit für eine Wirkungskontrolle;
- Klarheit und Rechtssicherheit für die Verantwortlichen bei Betriebsstörungen. Bei Gewässerverunreinigungen kann auf die gespeicherten Daten des Entlastungsverhaltens zurückgegriffen werden.

1.6 Systemgrenze und Abgrenzung

Das Gesamtsystem umfasst gemäss Definition im Kap. 1.1 alle Komponenten eines ARA-Einzugsgebietes, vom Entwässerungssystem (Kanalnetz und Sonderbauwerke) über die ARA bis hin zu den Gewässern, welche Abwassereinleitungen aufnehmen.

Die kleinstmögliche Einheit der integralen Bewirtschaftung ist somit immer ein gesamtes ARA-Einzugsgebiet, unabhängig der politischen Grenzen. Allfällige Vorbelastungen der Gewässer von ausserhalb des ARA-Einzugsgebiets sind zu berücksichtigen.

Erfolgt die Entwässerung einer Gemeinde oder eines Gebietes in mehrere ARA, sind die unterschiedlichen ARA-Einzugsgebiete als separate Gesamtsysteme zu betrachten.

Die vorliegende Richtlinie befasst sich ausschliesslich mit der Bewirtschaftung der **Anlagen des Schmutz- und Mischabwassersystems**. Der Fokus liegt auf der **Bewirtschaftung bei Regenwetter**, wobei der Einfluss der Optimierungen bei Regenwetter auf den Trockenwetterzustand ebenfalls in die Überlegungen einfliesst. Weil ein hoher Fremdwasseranfall die Entlastungsfrachten aus dem Mischabwassersystem signifikant erhöhen kann, ist die MSRÜ-Technik so zu disponieren, dass auch der minimale Abfluss bei Trockenwetter mit möglichst hoher Genauigkeit verlässlich aufgezeichnet wird. Zudem soll die MSRÜ-Technik auch bei Trockenwetter zuverlässig Betriebsstörungen sowie andere unerwartete Abweichungen vom Normalbetrieb erkennen und einen Alarm auslösen, damit entsprechende Interventionen eingeleitet werden.

Nicht Teil dieser Richtlinie sind:

- Probleme in Gewässern, die auf chronische Überschreitungen bei Trockenwetter³ zurückzuführen sind;
- Bewirtschaftung des ARA-Zulaufs bei Trockenwetter⁴;
- Einleitungen aus Trennsystemen oder von Strassen direkt in Gewässer (s. dazu VSA-Richtlinie «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter») sowie Einleitungen von Baustellenentwässerungen o.ä.;
- Die eigentliche Massnahmenplanung⁵ für die Optimierung des Gesamtsystems, da diese i.d.R. im Rahmen der Generellen Entwässerungsplanung (GEP) erfolgt;
- Regendaten: Dazu verweisen wir auf das Kapitel 3 der VSA-Empfehlung «Hydraulische Beurteilung in der Siedlungsentwässerung. Überprüfung von Entwässerungssystemen und Umgang mit Oberflächenabfluss»;

³ In Fällen, bei denen ein Gewässer wegen der ARA unter einer chronischen Überschreitung von Grenzwerten leidet, ist der Kanton in der Pflicht, Massnahmen zu definieren und für deren Umsetzung zu sorgen.

⁴ Zum Beispiel Tag-/Nacht-Ausgleich zur Optimierung der Zulauffrachten zur ARA. Solche Optimierungen geschehen auf eigene Verantwortung (der VSA publiziert zu diesem Thema keine Empfehlung) resp. sind mit der kantonalen Fachstelle abzusprechen.

⁵ Bezüglich Massnahmenplanung ist es wichtig, bei den Gewässern auch die Einflüsse aus dem Einzugsgebiet oberhalb des betrachteten Gesamtsystems miteinzubeziehen (Vorbelastungen aus oberliegenden ARA, Misch- resp. Regenabwassereinleitungen Einträge aus der Landwirtschaft etc.).

- Die Erfolgskontrolle⁶ von Massnahmen resp. von Ersatzmassnahmen.

1.7 Was sind Auslöser für die Bewirtschaftung des Gesamtsystems?

Übergeordnete Auslöser für eine integrale Bewirtschaftung des Gesamtsystems können sein:

- **Bestehende Gewässerschutzprobleme**, die mit einer lokalen Betrachtung nicht gelöst werden können (z.B. wenn Gewässer innerhalb eines ARA-Einzugsgebietes unterschiedlich sensibel resp. ökologisch wertvoll sind oder wenn Badegewässer resp. Gewässer in Naherholungsgebieten auf Grund des Drucks aus der Bevölkerung besser geschützt werden sollen);
- **Identifiziertes Verbesserungspotenzial**, beispielsweise unkoordinierte Entleerung von Regenbecken, Speichervolumina, die nicht oder nur teilweise genutzt werden; technische und/oder organisatorische Optimierungsmöglichkeiten;
- **Aktualisierung des Verbands-GEP**⁷ (resp. Massnahme gemäss aktualisiertem GEP-Massnahmenplan);
- **ARA-Zusammenschlüsse**, beispielsweise wenn eine ARA mit ungünstigem Verdünnungsverhältnissen aufgehoben und an eine ARA angeschlossen wird, die das gereinigte Abwasser in ein weniger sensibles Gewässer einleitet oder wenn eine ARA mit einer Stufe zur Elimination der Mikroverunreinigungen ausgerüstet werden muss und sich ein Zusammenschluss als die wirtschaftlich günstigere Variante erweist;
- **Grössere Sanierungen resp. Aus- und Neubauten**: Bei grösseren Ausbauten und Erweiterungen im Kanalnetz und oder der ARA empfiehlt der VSA, das Potenzial der integralen Bewirtschaftung in jedem Fall abzuklären. Dabei soll analysiert werden, wo mit den vorgesehenen Investitionen der grösstmögliche Nutzen für das Gesamtsystem resp. der bestmögliche Gewässerschutz für das Einzugsgebiet erreicht werden kann⁸.
- **Anpassung an den Klimawandel**: Die Überflutungsvorsorge sowie der Schutz der Gewässer bezüglich Einleitungen nach langen Trockenperioden wird seit Beginn der 2020er-Jahre deutlich höher gewichtet als früher. Massnahmen zur Klimaanpassung, insb. die Bewirtschaftung des Regenwassers direkt auf den Parzellen (Schwammstadt) werden langfristig zur Reduktion des vom öffentlichen Kanalnetz aufzunehmenden Regenwasserabflusses führen und sich somit positiv auf das Entlastungsverhalten auswirken. Vor diesem Hintergrund sind geplante Investitionen für neue Regenbecken oder Staukanäle sorgfältig abzuwägen.

Weitere Auslöser sind im Kapitel 2 jeweils pro Aufgabe definiert (s. Kapitel «2.X.3 Wann soll die Aufgabe angegangen werden?»).

Im Zweifelsfalle empfiehlt der VSA den ARA-Betreibern, mit der kantonalen Aufsichtsbehörde Rücksprache zu nehmen. Auf Grund bestehender Gewässerschutzprobleme resp. falls ein grosses Potenzial für die Bewirtschaftung des Gesamtsystems bekannt ist, wird die kantonale Aufsichtsbehörde im Einzelfall zu entscheiden haben, welche Massnahmen wann umgesetzt werden müssen.

⁶ Die Erfolgskontrolle umfasst einerseits die Umsetzungskontrolle (wurde die Massnahme umgesetzt?) und andererseits die Wirkungskontrolle (wurden mit der Umsetzung der Massnahme die gesetzten Ziele erreicht?). Die durchzuführenden emissions- und/oder immissionsorientierten Wirkungskontrollen werden vom Bauherrn in Absprache mit der kantonalen Aufsichtsbehörde definiert.

⁷ Im GEP-Musterpflichtenheft des VSA (Version 2010) sind viele Aspekte der integralen Bewirtschaftung bereits verankert. Diese werden in der aktuell laufenden Aktualisierung des Dokuments ausgebaut und präzisiert.

⁸ Insbesondere wenn die GEP-Unterlagen bereits älteren Datums sind, lohnt es sich, die geplanten Investitionen zur Behebung von Kapazitätsengpässen im Kanalnetz, für neue Regenbecken oder Staukanäle kritisch zu hinterfragen. Ggf. weist die Optimierung des Betriebs der bestehenden Speichervolumen mittels dynamischer Bewirtschaftung ein besseres Kosten/Nutzen-Verhältnis auf als ein neues RÜB. Ziel ist es, Fehlinvestitionen zu vermeiden. Die Gewässerschutzziele dürfen aber nicht aufgeweicht werden: Der Verzicht auf die gemäss GEP geplante Massnahme darf nur erfolgen, wenn andere Lösungen zur Verbesserung des Gewässerschutzes adäquat beitragen.

Wie hängt die Umsetzung der vorliegenden Richtlinie mit dem (V-)GEP zusammen?

Die Aktualisierung der (V-) GEP-Unterlagen ist ein kontinuierlicher Prozess. Gemäss GEP-Musterpflichtenheft des VSA [2] ist die Nachführung des GEP-Datenbestandes so zu steuern, dass der Gesamtüberblick jederzeit in genügendem Masse vorliegt und **keine relevanten Grundlagendaten veralten und wertlos werden**. Somit können viele der in der vorliegenden Richtlinie als verbindlich definierten Aufgaben zeitlich flexibel angegangen werden, weil die Grundlagendaten dazu prinzipiell genügend aktuell sind.

Umfassendere konzeptionelle Überlegungen, die im Rahmen der als verbindlich erklärten Aufgaben (Kap. 2.1 bis 2.4) erfolgen, werden bevorzugt im GEP-Teilprojekt «Entwässerungskonzept» auf Verbandsebene bearbeitet. Die daraus resultierenden Massnahmen sind dann Bestandteil der GEP-Massnahmenumsetzung. Dabei kann es sich um einmalige Massnahmen oder Daueraufgaben (besonders Kap. 2.5 und 2.6) handeln, wobei die Übergänge zwischen diesen Kategorien fliegend sind: Auch einmalige Massnahmen können im Sinne eines laufenden Verbesserungsprozesses in kleinen Schritten angepasst und umgesetzt werden.

Zusammenspiel Verbands-GEP ↔ kommunale GEP: Der ARA-Verband verfügt zwar nicht über eine Weisungsbefugnis gegenüber den Gemeinden. Die Massnahmen aus dem Verbands-GEP sind jedoch für die Gemeinden behördenverbindlich. Werden im Rahmen des Verbands-GEP z.B. die Drosselabflüsse optimiert, sind die Gemeinden dazu angehalten, die Massnahmen innert nützlicher Frist umzusetzen.

1.8 Aufbau der Richtlinie

Die Richtlinie ist wie folgt aufgebaut:

- ➔ **Verbindlicher Hauptteil:** Das nachfolgende Kapitel 2 definiert, wo bei der Bewirtschaftung des Gesamtsystems Kanalnetz-ARA-Gewässer angesetzt werden soll (**WAS** ist zu tun?). Dieser Teil ist für alle ARA-Verbände, Gemeinden (als Eigentümerinnen öffentlicher Abwasseranlagen) sowie Vollzugsbehörde (kantonale Fachstelle) im Sinne einer Richtlinie **verbindlich**. Dabei legt der VSA den Standard so fest, dass die Aufgaben von allen Eigentümerinnen und Eigentümern öffentlicher Abwasseranlagen wahrgenommen werden können. Selbstverständlich dürfen Abwasserregionen in Absprache mit der kantonalen Fachstelle auch über diesen Stand hinausgehen und z.B. eine Echtzeitsteuerung implementieren.
- ➔ **Nicht verbindlicher Anhang:** Im Anhang finden die Verantwortlichen Beispiele, **WIE** die Aufgaben wahrgenommen werden können. Dieser Teil des Dokuments ist nicht verbindlich. Die kantonalen Vollzugsbehörden können die vom VSA zur Verfügung gestellten Vorgehensweisen ergänzen resp. vereinfachen.

Zur Information: Der VSA stellt auf der Website <https://gire.ch> eine Zusammenstellung von «Best-Practice»-Beispielen bezüglich integraler Bewirtschaftung des Gesamtsystems Kanalnetz – ARA – Gewässer zur Verfügung.

2 VERBINDLICHE AUFGABEN

Seit dem Bau der Entwässerungssysteme hat sich der Stand der Technik massiv weiterentwickelt, insbesondere auch, weil die Kosten für Mess- und Steuerungstechnik sowie Datenübertragung drastisch gesunken und die Anlagen im Betrieb deutlich robuster und zuverlässiger geworden sind. Die Implementierung eines Fernwirk- und Bewirtschaftungssystems weist deshalb heute in Bezug auf die Jahreskosten des Gesamtsystems ein sehr gutes Kosten/Nutzen-Verhältnis auf und wird in den wenigsten Fällen zu einer Gebührenerhöhung führen. Wenn damit bisher ungenutzte Infrastrukturwerte aktiviert werden und der Gewässerschutz verbessert wird, sind die Zusatzkosten erfahrungsgemäss verhältnismässig und zumutbar.

Folgende Aufgaben definiert der VSA deshalb als verbindlich (im Sinne «Best-practice»):

1. **Optimale Ausnutzung der hydraulischen und biochemischen ARA-Kapazität.**
2. **Messtechnische Ausrüstung relevanter Sonderbauwerke und Übertragung der Daten an ein zentrales Prozessleitsystem.**
3. **Optimierung der Drosselabflüsse im Rahmen (Verbands-) GEP.**
4. **Fernwirk- und Bewirtschaftungssystem für relevante Abwasseranlagen.**
5. **Funktionskontrollen bei Mischabwasserentlastungsanlagen.**
6. **Jährliche Auswertung und Reporting der Betriebsdaten des Gesamtsystems.**

Aus dieser Definition leiten sich für die Betreiber von Abwasseranlagen diverse Aufgaben ab, die in den folgenden Unterkapiteln beschrieben sind.

Der VSA beschreibt im vorliegenden Kapitel den Zielzustand bez. Bewirtschaftung des Gesamtsystems. Je nach Ausgangslage kann dieser Zielzustand rasch erreicht werden oder es sind mehrere Planungs-/Optimierungsschritte und/oder grössere Investitionen erforderlich. Die oben als verbindlich definierten Aufgaben sollen bei jeder sich bietenden Gelegenheit wahrgenommen werden. Die im Einzelfall geltenden Termine sind durch die Vollzugsbehörde festzulegen. Der VSA empfiehlt jedoch als spätesten Umsetzungshorizont das Jahr 2035.

2.1 Optimale Ausnutzung der hydraulischen und biochemischen ARA-Kapazität

2.1.1 Ausgangslage und Ziel

In der Schweiz wurden ARA nicht einheitlich dimensioniert. Unabhängig der Dimensionierungsgrundlage bezeichnen wir im vorliegenden Dokument den **maximal zulässigen ARA-Zufluss als Q_{Dim}** .

Nicht alle ARA werden in der Praxis dann auch mit diesem ARA-Zufluss Q_{Dim} beschickt:

- Bei einzelnen ARA wird der maximale zulässige ARA-Zufluss Q_{Dim} nur nach langen Regenereignissen erreicht (z.B. weil das Zulaufhebwerk erst bei maximalem Einstau des Zulaufkanals die maximale Förderleistung hat).
- Einzelne ARA reduzieren den behandelten ARA-Zufluss in Abhängigkeit des Betriebszustands (z.B. bei Rückspülungen) oder beschicken die ARA nur mit dem doppelten Trockenwetteranfall gemäss aktueller Belastung ($2 Q_{TW, max Ist}$). Je nach Ausbaugrad im Einzugsgebiet liegt dieser Wert ($2 Q_{TW, max Ist}$) deutlich unter dem Dimensionierungswert.

Bei einzelnen ARA kann der ARA-Zufluss sogar dauerhaft höher als Q_{Dim} eingestellt werden, weil sie «innere Reserven⁹» aufweisen (resp. die Beschickung kann z.B. während weniger Stunden oder während den Sommermonaten deutlich über Q_{Dim} hinaus erhöht werden).

Die Ausnutzung der maximalen ARA-Kapazität stellt die mit Abstand effizienteste Massnahme dar, um bei Regenwetter die Mischabwasserentlastungen zu reduzieren.

Die nachfolgende Abbildung zeigt den Einfluss des Zuflusses zur ARA auf die beobachtete Entlastung am RÜB ARA, wenn der Zufluss zur ARA von 200-300 l/s variiert wird. Mit der Erhöhung des ARA-Zulaufes bei Regenwetter von 200 l/s auf 250 l/s kann das entlastete Volumen und die entlastete Ammoniumfracht in diesem spezifischen ARA-Einzugsgebiet beim RÜB ARA um über 70% reduziert werden.

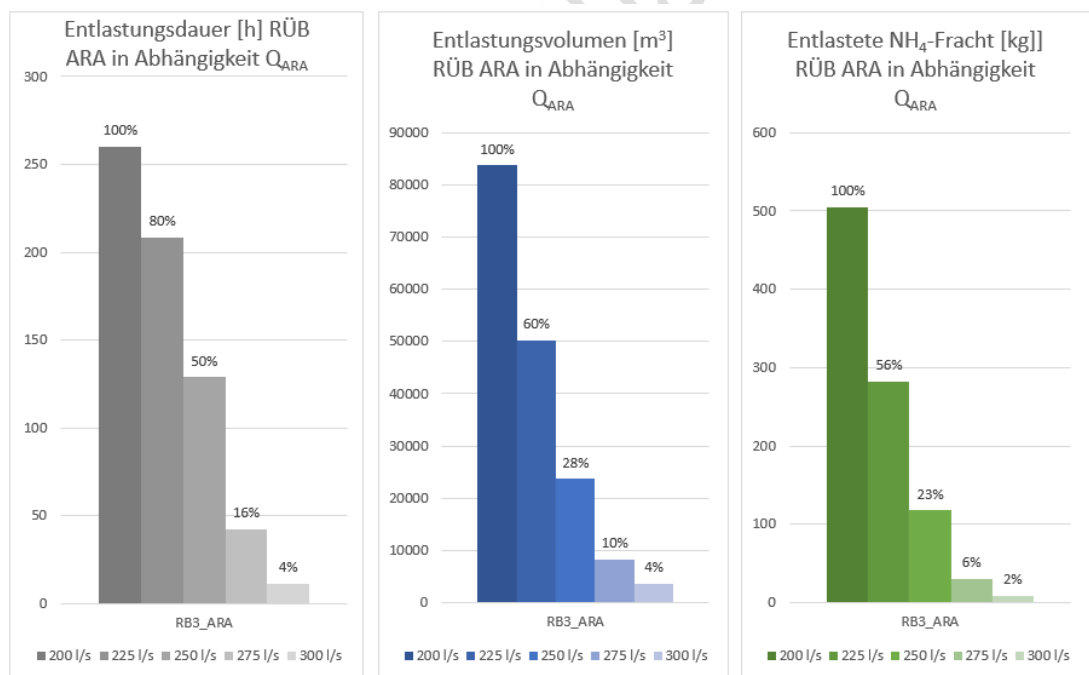


Abb. 1: Einfluss des Zuflusses zur ARA auf das Entlastungsverhalten des RÜB ARA in der modellierten Periode vom 02.05.2016-31.12.2017 (608 Tage). Links: Entlastungsdauer in Stunden; Mitte: Entlastungsvolumen in Kubikmeter; Rechts: Entlastete Ammoniumfracht in kg. Quelle: HOLINGER AG.

⁹ Die «inneren Reserven» einer Belebtschlammanlage können in drei Kategorien eingeteilt werden:

- Statische Reserven (Kapazität): Aktuelle Zulaufmengen < Dimensionierungsmenge ➔ $Q_{max., ARA} > Q_{Dim}$ ganzjährig;
- Statische Reserven (saisonal): Erhöhte bakterielle Aktivität mit höherer Temperatur ➔ $Q_{max., ARA} > Q_{Dim}$ in den Sommermonaten;
- Dynamische Reserven (situative Reserven im Zusammenspiel von Nachklärbecken und Biologie): Mit erweiterten Kenntnissen der ARA (zusätzliche Messtechnik, Simulationen und Probetrieb) können beispielsweise die spezifischen Reserven in der Nachklärung situativ genutzt werden (z.B. erster Schmutzstoss am Anfang eines Regenereignisses) ➔ $Q_{max., ARA} > Q_{Dim}$ einige Stunden.

Durch die höhere Beschickung der ARA wird deren Frachteintrag in das aufnehmende Gewässer leicht erhöht. Weil jedoch die Reinigungsleistung der ARA deutlich höher ist als diejenige von Regenüberlaufbecken (insb. was gelöste Schmutzstoffe wie z.B. Ammonium angeht), reduziert die Massnahme die Gewässerbelastung im Einzugsgebiet bei Regenwetter insgesamt deutlich, sofern die ARA den erhöhten ARA-Zufluss bei Regenwetter reinigen kann und keine betrieblichen Probleme wie Schlammabtrieb, Abnahme Trockensubstanz-Gehalt, unvollständige Nitrifikation etc. entstehen. Zusätzlich muss auch geprüft werden, dass die Massnahme keinen negativen Einfluss auf die Abwasserbehandlung bei Trockenwetter hat, weil die TS-Konzentration in der Biologie gesenkt wurde. Der VSA geht davon aus, dass dies bei einer Beschickung mit $Q_{Dim.}$ nicht der Fall ist, wenn die ARA (und alle ihre Anlagenteile) richtig dimensioniert sind. Falls die ARA in ein sensibleres Gewässer einleitet als die Entlastungsanlagen (was i.d.R. nicht der Fall ist), müssen die Auswirkungen der höheren ARA-Beschickung ebenfalls überprüft werden.

Weil die höhere Beschickung der ARA eine Massnahme mit ausgezeichnetem Kosten/Nutzen-Verhältnis darstellt, **legt der VSA als verbindlich fest, die ARA jederzeit mit dem maximal zulässigen ARA-Zufluss $Q_{Dim.}$ zu beschicken.** Einzig bei Einleitungen in ein sensibles Gewässer kann – sofern in der Gesamtbetrachtung zweckmässig – davon abgewichen werden.

Falls eine ARA «innere Reserven» aufweist und mit einem höheren ARA-Zufluss als $Q_{Dim.}$ beschickt werden könnte, empfiehlt der VSA, im Einzelfall zu prüfen, wie die ARA-Kapazität optimal ausgeschöpft wird. Dazu ist die maximale ARA-Kapazität hydraulisch und biochemisch über alle Verfahrensstufen mittels Engpassanalyse (Anhang 2C) zu bestimmen. Werden die «inneren Reserven» durch die Engpassanalyse bestätigt, empfiehlt der VSA, diese Reserven wo sinnvoll¹⁰ und möglich zu nutzen und die ARA mit einem höheren ARA-Zufluss als $Q_{Dim.}$ zu beschicken.

Das Ausnutzen der «inneren Reserven» (d.h. über $Q_{Dim.}$ hinaus) legt der VSA jedoch nicht als verbindlich fest.

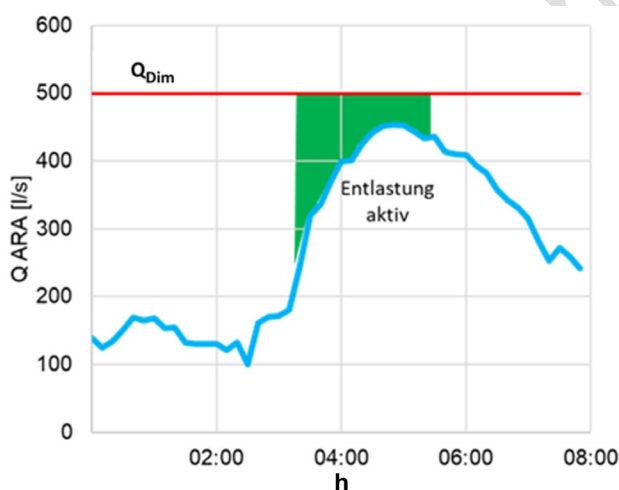


Abb. 2: Überlaufereignis beim Regenüberlaufbecken unmittelbar vor der ARA, bei dem die ARA nicht die maximale Wassermenge erreicht hat. Weil ARA-Auslauf und Entlastungsleitung in dasselbe Gewässer münden, könnte die Gewässerbelastung mit einer Beschickung der ARA mit $Q_{Dim.}$ reduziert werden.

Quelle: AQUA & GAS No 10/2019.

¹⁰ Wenn eine ARA das gereinigte Abwasser in ein sehr sensibles Gewässer einleitet, die Mischabwasserentlastungen jedoch in ein deutlich grösseres Gewässer abgeschlagen werden, kann es aus Sicht Gewässer sinnvoll sein, die «inneren Reserven» der ARA nicht zu nutzen, d.h. $Q_{max, ARA}$ bei $Q_{Dim.}$ zu belassen. So wird das sensible Gewässer bei Regenwetter mit einer konstant hohen ARA-Reinigungsleistung möglichst gut geschützt.

2.1.2 Was ist zu tun?

In einem ersten Schritt beantwortet der ARA-Betreiber (resp. der ARA-Verband) folgende Fragen¹¹:

- Auf welchen maximalen ARA-Zufluss wurde die ARA ursprünglich dimensioniert? ➡ $Q_{Dim.}$
- Mit welchem maximalen ARA-Zufluss wird die ARA jetzt bei Regenwetter beschickt? ➡ $Q_{max., ARA}$
- Welchen maximalen ARA-Zufluss bei Regenwetter ist in der Einleitbewilligung verfügt? ➡ $Q_{max., Bewi.}$
- Mit welchem maximalen ARA-Zufluss bei Regenwetter wird im V-GEP gerechnet? ➡ $Q_{max., V-GEP}$

Aus den oben beschriebenen (Gewässerschutz-) Gründen soll die hydraulische Kapazität gemäss Dimensionierung der ARA voll ausgenutzt werden. Falls $Q_{max., ARA} = Q_{Dim.} = Q_{max., Bewi.} = Q_{max., V-GEP}$ sind keine weiteren Schritte erforderlich, da die Dimensionierungskapazität ausgeschöpft wird.

Für Fälle, bei welchen die hydraulische Dimensionierungskapazität nicht ausgeschöpft wird, sind die Gründe für die Abweichungen zu eruieren. Falls beispielsweise $Q_{max., V-GEP}$ von $Q_{max., ARA}$ abweicht ist zu eruieren, warum im V-GEP ein anderer Wert hinterlegt worden ist. Der Abgleich zwischen den beiden Fachbereichen ist zentral für ein funktionierendes Gesamtsystem, weshalb die Blickwinkel ARA, Entwässerungssystem und Gewässer unbedingt zusammenzuführen sind.

Falls $Q_{max., ARA}$ kleiner ist als $Q_{Dim.}$, ist mittels Langzeitsimulation des Gesamtsystems (gemäss Simulationsmodell V-GEP) zu prüfen, ob eine Erhöhung der maximalen Beschickung bei Regenwetter auf $Q_{Dim.}$ sich positiv auf die Gewässer auswirken würde. Ebenfalls sind die «inneren Reserven» im Rahmen des V-GEP oder bei anstehenden Investitionen zu prüfen. Idealerweise wird dazu eine Simulation über das Gesamtsystem (ARA und Entwässerungssystem) gemacht.

Bestätigt die Simulation eine Verbesserung des Gesamtsystems, soll das weitere Vorgehen mit der Vollzugsbehörde besprochen werden und die optimale maximale Wassermenge ($Q_{max., ARA}$) festgelegt werden. Falls die ARA-Einleitbewilligung aktualisiert werden muss, sind darin folgende Punkte festzulegen:

- Die Annahme des Dimensionierungszuflusses $Q_{Dim.}$ ist jederzeit sicherzustellen;
- Eine periodische Erhöhung des $Q_{Dim.}$ ist zu erwägen, wenn es die Verfahrenstechnik, die biochemische Kapazität und die saisonalen Bedingungen, somit die «inneren Reserven» zulassen (s. dazu Ausführungen im Anhang 2B);
- Bei einer periodischen Erhöhung des $Q_{Dim.}$ muss gewährleistet werden können, dass dadurch der Gesamteintrag in die Umwelt während des Entlastungsfalls verringert wird (s. dazu nachfolgende Randbedingungen).

Wichtige Randbedingungen:

- Die Einhaltung der ARA-Einleitbedingungen muss bei der Erhöhung der Beschickung prinzipiell gewährleistet bleiben.
- Allerdings kann die kantonale Behörde die Anforderungen an die Einleitung von verschmutztem Abwasser gemäss Art. 6 Abs. 4 Bst. a GSchV erleichtern, *wenn durch eine Verminderung der eingeleiteten Abwassermenge trotz der Zulassung höherer Stoffkonzentrationen die Menge der eingeleiteten Stoffe, die Gewässer verunreinigen können, vermindert wird.*
- **Gestützt auf diesen Artikel ist es zulässig, dass bei einer Erhöhung der hydraulischen Belastung der ARA die Eliminationsleistung für Spurenstoffe bei Regenwetter unter 80% fällt, wenn nachgewiesen werden kann, dass dadurch der Gesamteintrag an Spurenstoffen in die Umwelt während des Entlastungsfalls verringert wird.** Gleiches gilt im Übrigen auch für die anderen Abwasserinhaltsstoffe (s. Abb. 3). Die konkreten Anforderungen müssen in der Einleitbewilligung des Kantons geregelt werden.

¹¹ Hintergrund: Weil die maximale von der ARA aufzunehmende Wassermenge in der Gewässerschutzgesetzgebung nicht eindeutig definiert ist, herrscht eine unterschiedliche Dimensionierungs-, Verfügungs- und Vollzugspraxis. Zudem wird zwischen «Dimensionierung und Einleitbewilligung» sowie «Betrieb und Vollzug» unterschieden. Zudem weicht $Q_{max., ARA}$ gemäss Dimensionierung oftmals vom Wert ab, der im Rahmen des V-GEP meist als fixer Drosselabfluss Richtung ARA definiert wird. So liegt die maximale Wassermenge $Q_{max., ARA}$ gemäss Blickwinkel ARA häufig tiefer als die maximale Wassermenge $Q_{max., V-GEP}$ gemäss Blickwinkel Entwässerungssystem (s. dazu Ausführungen im Anhang 2A).

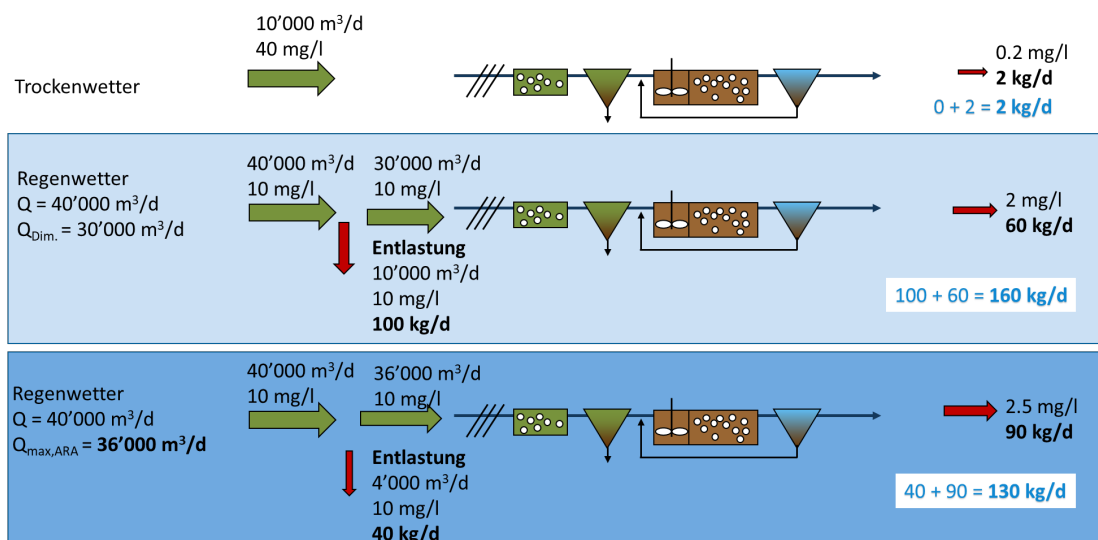


Abb. 3: Bei Trockenwetter erreicht die Kläranlage einen Ammonium-Ablaufwert von 0,2 mg/l. Bei der Beschickung mit $Q_{Dim.}$ (30'000 m³ pro Tag) kann die ARA den Ammonium-Grenzwert von 2 mg/l einhalten. Zusammen mit der Entlastungsmenge werden dem Gewässer 160 kg Ammonium zugeführt. Wird die ARA bei gleicher Zulaufmenge (40'000 m³ pro Tag) mit einer höheren Abwassermenge beschickt (z.B. 36'000 m³ pro Tag), steigt der Ablaufwert auf 2,5 mg/l. Weil hingegen die Entlastungsmenge entsprechend abnimmt, wird das Gewässer gesamthaft nur mit 130 kg Ammonium belastet. Die Behörde kann somit gemäss Art. 6 Abs. 4 Bst. a GSchV die Anforderung an den Ammonium-Grenzwert erleichtern.

2.1.3 Wann soll die Aufgabe angegangen werden?

- Der Abgleich zwischen $Q_{max, ARA}$, $Q_{Dim.}$, $Q_{max, Bewi.}$ und $Q_{max, V-GEP}$ soll in jedem Fall bei der Überarbeitung des V-GEP durchgeführt werden.
- Falls im ersten Schritt gemäss Kap. 2.3.2 festgestellt wurde, dass grössere Abweichungen zwischen $Q_{max, ARA}$ und $Q_{Dim.}$ bestehen, sollen die Abklärungen unabhängig von der Überarbeitung des V-GEP durchgeführt werden.
- Der Abgleich zwischen $Q_{max, ARA}$, $Q_{Dim.}$, $Q_{max, Bewi.}$ und $Q_{max, V-GEP}$ muss zwingend auch im Rahmen von ARA-Ausbauprojekten erfolgen.
- Im Rahmen des V-GEP ist zu prüfen, wie stark die Entlastungen reduziert werden können, wenn die ARA mit grösserem $Q_{max, ARA}$ beschickt wird. Dazu sind die «inneren Reserven» der ARA zu berücksichtigen.
- Falls im GEP neue RÜB geplant sind, empfiehlt der VSA, die Abklärungen gemäss vorangehendem Punkt durchzuführen, um sicherzustellen, dass die bestehenden Gewässerschutzprobleme effektiv nur durch den Bau neuer Anlagen und nicht mit einer Optimierung des Gesamtsystems behoben werden können.

2.1.4 Verantwortlichkeiten bez. maximaler hydraulischer Belastung der ARA

ARA-Betreiber resp. -Verband:

- überprüft allfällige Unterschiede zwischen den ursprünglichen Dimensionierungsgrundlagen und dem effektiven Betrieb der ARA im aktuellen Zustand;
- stellt sicher, dass der Dimensionierungszufluss Q_{Dim} angenommen und behandelt wird;
- erhöht situativ und abhängig von den «inneren Reserven» die Wassermenge auf die ARA;
- stellt sicher, dass das Simulationsmodell des Entwässerungssystems und idealerweise auch von der ARA vor einem grösseren ARA-Ausbau oder Rückbau/Anschluss aktualisiert wird, um den ARA-Zufluss zu bestätigen und das System zu optimieren;
- stellt sicher, dass die Blickwinkel Entwässerungssystem und ARA vor einem Kapazitätssteigerungsprojekt abgeglichen werden;
- holt bei Anpassungen der maximalen hydraulischen Kapazität der ARA eine schriftliche Bewilligung der kantonalen Bewilligungsbehörde ein.
- Bestimmt die «inneren Reserven» bei der Überarbeitung des Entwässerungskonzepts des V-GEP, bei Betriebsoptimierungen und vor der Projektierung neuer RÜB.

Vollzugsbehörde (kantonale Fachstelle):

- sorgt dafür, dass die maximale hydraulische Belastung der ARA bei jeder Aktualisierung des Entwässerungskonzepts im Rahmen V-GEP überprüft wird.
- stellt sicher, dass bei der Erteilung der Einleitbewilligung der darin festgelegte ARA-Zufluss mit dem Simulationsmodell aus dem V-GEP und der ARA bestätigt wurde;
- prüft in den jährlichen Betriebsdatenauswertungen die maximal angenommene Wassermenge in l/s.

2.2 MSRÜ-technische Ausrüstung relevanter Sonderbauwerke und Übertragung der Daten an ein zentrales Prozessleitsystem

2.2.1 Ausgangslage und Ziel

Der ordnungsgemässe Betrieb der Mischabwasserentlastungsanlagen ist eine wesentliche Voraussetzung für einen erfolgreichen Gewässerschutz. Im Zuge der inzwischen sehr hohen ARA-Reinigungsleistung muss das Gesamtsystem überprüft und wo nötig neu justiert werden, um das bisher erreichte Gewässerschutz-niveau zu bewahren resp. weiter zu verbessern. Insbesondere Regenüberlaufbecken mit ihren zum Teil erheblichen Schmutzfrachtausträgen spielen dabei eine zentrale Rolle.

Gemäss Art. 13 Abs. 1 GSchV müssen die Inhaber von Abwasseranlagen die Anlagen in funktionstüchtigem Zustand erhalten und Abweichungen vom Normalbetrieb feststellen. Damit Abweichungen vom Normalbetrieb festgestellt werden können, müssen die relevanten Sonderbauwerke mit Messtechnik ausgerüstet werden. Zudem kann nur mittels messtechnischer Ausrüstung überprüft werden, ob die Anforderungen gemäss Einleitbewilligung erfüllt werden.

Die Ausrüstung der Sonderbauwerke mit MSR-Technik ist sowohl Voraussetzung für das Verständnis der aktuell ablaufenden Prozesse, die Betriebsüberwachung, die Wirkungskontrolle von Massnahmen als auch für die Optimierung des Gesamtsystems. Für die Inhaber der Abwasseranlagen besteht die grosse Herausforderung darin, ihre Anlagen auf den Stand der heutigen konstruktiven und technischen Anforderungen zu bringen. Weil diese in der Schweiz bis anhin nicht festgelegt waren, definiert der VSA neu einen gewissen Ausrüstungsstand der Sonderbauwerke als verbindlich (s. Kap. 2.4.2).

2.2.2 Was ist zu tun?

In einem ersten Schritt werden diejenigen Sonderbauwerke bestimmt, die für die Optimierung des Gesamtsystems relevant sind und somit mit Messtechnik ausgerüstet werden müssen. Der Entscheid, ob ein Sonderbauwerk für die Gewässerbelastung relevant ist oder nicht, liegt bei der Vollzugsbehörde.

Regenüberlaufbecken (RÜB) gelten grundsätzlich als relevant sowohl für die Gewässerbelastung als auch für die Bewirtschaftung. Für die Bestimmung der relevanten Regenüberläufe (RÜ) können folgende Kriterien herangezogen werden (Aufzählung nicht abschliessend):

- RÜ, deren Mischabwasserentlastungen einen grossen Einfluss auf den äusseren Aspekt des Gewässers haben (gemäss Modul G entspricht dies einer Verschlechterung um 2 Klassen oberhalb/unterhalb für einen oder mehrere Parameter des äusseren Aspekts);
- RÜ, die im Durchschnitt an mehr als 30 Tagen pro Jahr anspringen;
- RÜ mit mehr als 10'000 EW im direkten Einzugsgebiet (analog EU);
- RÜ, die besonders anfällig sind für Verstopfungen (u.a. RÜ, bei denen vom Zulauf- zum Ablaufkanal eine grosse Verengung stattfindet oder deren Drosselstrecke einen geringen Innendurchmesser von z.B. ≤ 300 mm aufweist).

Die für die Bewirtschaftung resp. die Gewässerqualität relevanten Sonderbauwerke sind wie folgt mit MSRÜ-Technik auszurüsten:

	Wasser-stand	Abfluss in Richtung ARA ¹²	Entlastungs-menge	Entlastungs-dauer	Betriebs-stunden	Alarm ¹³
Notüberlauf	---	---	---	---	---	✓
Pumpwerk	✓	✓ ¹⁴	---	---	✓	✓
Regenrückhaltebecken resp. -kanal	✓	✓ ¹⁵	---	---	---	✓ ¹⁶
Regenüberlauf [RÜ]	✓	✓ ¹⁷	--- ¹⁸	✓	---	✓
Regenüberlaufbecken [RÜB]	✓	✓ ¹⁹	✓	✓	---	✓ ²⁰

Tabelle 1: Definition des Stands der Technik bezüglich MSRÜ-technischer Ausrüstung relevanter Sonderbauwerke. Die Definition der Sonderbauwerke richtet sich nach [1]. Trennbauwerke sind nicht aufgeführt, weil sie bloss den Abwasserstrom aufteilen. Wenn das Trennbauwerk das Drosselbauwerk eines RÜB oder RÜ ist, kommen deren Vorgaben zur Anwendung.

Folgende Themenbereiche werden von der Tabelle 1 nicht abgedeckt:

- **Mobile Messtechnik und temporäre Messkampagnen:** Damit können mit relativ geringem Aufwand wertvolle Erkenntnisse zum Kanalbetrieb und Entlastungsverhalten gewonnen werden. Dies kann für Betriebsoptimierungen, Kalibrierungen, Erfolgskontrollen etc. sehr sinnvoll sein. Für ein mehrjähriges Reporting (s. Kap. 2.6) sind jedoch fix installierte Messgeräte unabdingbar.
- **Mechanische Ausrüstung:** Die Tabelle 1 enthält die Anforderungen an die messtechnische Ausrüstung der Sonderbauwerke. Die für einen zweckmässigen Gewässerschutz erforderliche mechanische Ausrüstung (Grobstoffrückhalt, Beckenreinigung etc.) wird im jeweiligen GEP vorgegeben.
- **Gewässer- und Niederschlagsdaten ²¹:** Wo vorhanden sollen hochaufgelöste Gewässerdaten (Bund, Kanton) und Niederschlagsdaten (Bund, Kanton, Gemeinde, ARA) ins PLS einbezogen werden, damit diese ebenfalls miterfasst und für die Visualisierung und Auswertung zur Verfügung stehen. Falls keine oder (je nach Grösse des ARA-Einzugsgebietes) zu wenige Niederschlagsmessstationen vorhanden sind, empfiehlt der VSA, dass die zentrale Organisation innerhalb des ARA-Einzugsgebiets (i.d.R. ARA-Verband) zusätzliche Niederschlagsmessstationen installiert, die für Kalibrierung und Plausibilisierung der Messdaten verwendet werden können. Idealerweise sind – verteilt über das gesamte Einzugsgebiet – etwa eine Niederschlagsmessstation pro 10 km² zu betreiben.

Um aktuelle Prozesse zu überwachen, Regelorgane zu betreiben und wichtige Kennzahlen für den Betrieb zu berechnen, werden die im Gesamtsystem erfassten Betriebsdaten benötigt. Damit ist nicht nur die Infrastruktur zur Erfassung der Betriebsdaten gemeint, sondern auch deren Einbindung in die lokalen Steuerungen im Entwässerungssystem und auf der ARA.

¹² Zur Messung des Fremdwasseranfalls soll die Abflussmessung auch den minimalen Abfluss bei Trockenwetter mit möglichst hoher Genauigkeit verlässlich aufzeichnen können.

¹³ Der Alarm wird aktiviert, wenn der erforderliche Abfluss in Richtung ARA nicht mehr erreicht wird (z.B. wenn das Drosselorgan verstopft ist). Das Alarmsignal wird prinzipiell an den Betreiber übermittelt resp. dort an die für Notfälle zuständige Stelle (i.d.R. Pikettdienst).

¹⁴ Eine gegebene Pumpenleistung gilt ebenfalls als Messung der Abflussmenge.

¹⁵ Ein fixes Drosselorgan mit guter Trennschärfe bestimmt den Abfluss in Richtung ARA ebenfalls, d.h. eine zusätzliche Abflussmessung ist nicht erforderlich. Bei gesteuerten Drosselorganen (z.B. gesteuerter Schieber) wird der Abfluss über Wasserstand und Schieberstellung definiert.

¹⁶ Ein Füllen des Bauwerks bei Trockenwetter muss durch geeignete Programmierung erkannt werden.

¹⁷ Ein fixes Drosselorgan mit guter Trennschärfe bestimmt den Abfluss in Richtung ARA ebenfalls, d.h. eine zusätzliche Abflussmessung ist nicht zwingend erforderlich. Bei gesteuerten Drosselorganen (z.B. gesteuerter Schieber) wird der Abfluss über Wasserstand und Schieberstellung definiert.

¹⁸ Die Entlastungsmenge eines RÜ ist gemäss minimalem Geodatenmodell (MGDM) GEP obligatorisch. Aus Gründen der Verhältnismässigkeit verzichtet der VSA darauf, RÜ mit entsprechenden Messvorrichtungen auszurüsten. Für das MGDM können die Daten nach Kalibrierung mit der gemessenen Entlastungsdauer auch mit dem hydraulischen Simulationsmodell bestimmt werden.

¹⁹ Ein fixes Drosselorgan mit guter Trennschärfe bestimmt den Abfluss in Richtung ARA ebenfalls. Bei gesteuerten Drosselorganen (z.B. gesteuerter Schieber) wird der Abfluss über Wasserstand und Schieberstellung definiert.

²⁰ Ein Füllen oder sogar Entlasten des Bauwerks bei Trockenwetter muss durch geeignete Programmierung erkannt werden.

²¹ Die vorliegende Richtlinie enthält keine Vorgaben bez. Messung und Speicherung von Regendaten. Dazu verweisen wir auf das Kapitel 3 der VSA-Empfehlung «Hydraulische Beurteilung in der Siedlungsentwässerung. Überprüfung von Entwässerungssystemen und Umgang mit Oberflächenabfluss».

Zusätzlich zur Ausrüstung der Sonderbauwerke gemäss Tabelle 1 legt der VSA als verbindlich fest, dass innerhalb eines ARA-Einzugsgebietes sämtliche im Betrieb erfassten Rohdaten automatisch an ein zentrales Messdatenmanagementsystem²² übertragen und dort systematisch dokumentiert werden (s. dazu Präzisierungen im Anhang 3). Die Daten sollen weder zu Stunden- oder Tageswerten aggregiert, sondern mindestens für 10 Jahre in der Auflösung abgelegt werden, in welcher sie erfasst werden. Die Kosten für Speicherplatz von Daten sind bereits auf einem tiefen Niveau und werden voraussichtlich weiterhin sinken.

Weil für die Datenqualität die regelmässige Wartung und der sachgemässe Unterhalt der messtechnischen Einrichtungen entscheidend sind, müssen diese Arbeiten im Sinne eines Qualitätsmanagements organisiert und sichergestellt werden.



Abb. 4: Die Ausrüstung von Sonderbauwerken mit Messtechnik ist nicht nur für das bessere Verständnis des Entlastungsverhaltens bei Regenwetter sinnvoll, sondern auch um allfällige Entlastungen von unverdünntem Schmutzabwasser in Folge eines verstopften Drosselorgans rasch zu erkennen. Ohne automatische Alarmierung bleiben Gewässerverschmutzungen je nach Zugänglichkeit der Einleitstelle sonst über Tage oder Wochen unentdeckt.

2.2.3 Wann soll die Aufgabe angegangen werden?

Im Rahmen einer Betriebsoptimierung oder spätestens im Rahmen der Aktualisierung des (Verbands-) GEP wird festgelegt, welche Sonderbauwerke wie messtechnisch ausgerüstet werden sowie wer für die Investitionen, die regelmässige Wartung, den sachgemässen Unterhalt der messtechnischen Einrichtungen und die Datenübertragung verantwortlich ist.

Die Ausrüstung der Sonderbauwerke mit Messtechnik erfolgt im Zuge der Umsetzung der GEP-Massnahmen resp. im Rahmen der nächsten grösseren Sanierungsarbeiten. Die Vollzugsbehörde definiert den spätesten Zeitpunkt.

²² In ARA-Einzugsgebieten mit dynamischer Regelung der Sonderbauwerke fliessen sämtliche Daten in einem Messdatenmanagementsystem (normalerweise auf der ARA-PLS) zusammen. In ARA-Einzugsgebieten ohne dynamische Regelung ausgewählter Sonderbauwerke ist es auch möglich, dass die Daten an die PLS der jeweiligen Inhaber der Sonderbauwerke übertragen werden. Der Datenaustausch zwischen den Inhabern muss jedoch sichergestellt sein. Falls neue Fernübertragungen realisiert werden, empfiehlt der VSA, die Daten von Beginn weg an ein zentrales PLS über das gesamte ARA-Einzugsgebiet zu übertragen.

2.2.4 Verantwortlichkeiten bez. Ausrüstung der Sonderbauwerke

Zentrale Organisation innerhalb ARA-Einzugsgebiet (i.d.R. ARA-Verband; ggf. städtisches Tiefbauamt):

- definiert, welche Abwasseranlagen messtechnisch wie ausgerüstet werden;
- betreibt ein Messdatenmanagementsystem und stellt sicher, dass sämtliche Messdaten dort gespeichert werden;
- stellt sicher, dass sämtliche für die Auswertung und das Reporting der Betriebsdaten notwendigen Daten gemäss Vorgaben im Datenverwaltungskonzept des Verbandes zur Verfügung stehen.

Eigentümer der Abwasseranlagen:

- rüstet die eigenen Abwasseranlagen gemäss Vorgaben des (Verbands-) GEP aus und berücksichtigt dabei die Minimalvorgaben des VSA gemäss Tabelle 1 resp. Anhang 3;
- sorgt für Wartung und Unterhalt der Anlagen gemäss Angaben der Hersteller und für die einwandfreie Übertragung der Messdaten an das Messdatenmanagementsystem.

Vollzugsbehörde (kantonale Fachstelle):

- sorgt dafür, dass die messtechnische Ausrüstung der Sonderbauwerke als Massnahme bei Sanierungen und Neubauten sowie der Überarbeitung des (Verbands-) GEP aufgenommen wird.

2.3 Optimierung der Drosselabflüsse im Rahmen (Verbands-) GEP

2.3.1 Ausgangslage und Ziel

Die Reduktion oder Erhöhung der Drosselabflüsse hat einen massgebenden Einfluss auf die Entlastungscharakteristiken von Regenüberlaufbecken (RÜB) und Regenüberläufen (RÜ), sprich auf die Anzahl Entlastungen und die Überlaufdauer und damit auf ihre Überlaufmenge/-fracht. Weil die Anpassung des Drosselabflusses i.d.R. Auswirkungen auf die untenliegenden Entlastungsbauwerke hat, ist es sehr wichtig, die Drosselabflüsse im Rahmen eines (Verbands-) GEP aufeinander abzustimmen, um das Entlastungsverhalten des Gesamtsystems zu optimieren.

Im VSA-Musterpflichtenheft für den GEP-Ingenieur [2] sind die zu erreichenden Ziele aus Sicht Gewässer und die zu erbringenden Leistungen im Detail beschrieben. Die Optimierung der Drosselabflüsse gehört deshalb spätestens seit den 2010er Jahren zum Stand der Technik und macht auch aus Kosten/Nutzen-Überlegungen Sinn. So können die vorhandenen Bauwerke optimal ausgenutzt und ein ausreichender Gewässerschutz gewährleistet werden.

Neu ist allenfalls eine dynamische Regelung des Drosselabflusses: Mit der Definition von minimalen und maximalen Drosselabflüssen pro Sonderbauwerk werden die Rahmenbedingungen der Regelungsmöglichkeiten festgelegt (s. dazu Beispiel einer kantonalen Verfügung für eine Netzbewirtschaftung im Anhang 5B). Wenn die Drosselabflüsse dynamisch geregelt werden, kann das Entwässerungssystem in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern im Gesamtsystem bewirtschaftet werden. Die Drosselabflüsse, insbesondere von in Serie geschalteten Bauwerken, können gezielt aufeinander abgestimmt werden. Weiter kann eine gleichmässige Nutzung und verbesserte Auslastung sämtlicher Speichervolumina im Entwässerungssystem erreicht werden. Falls ein Bauwerk noch nicht mit einem dynamisch steuerbaren Drosselorgan ausgerüstet ist, kann dies in den meisten Fällen ohne grössere Investitionen nachgerüstet werden.

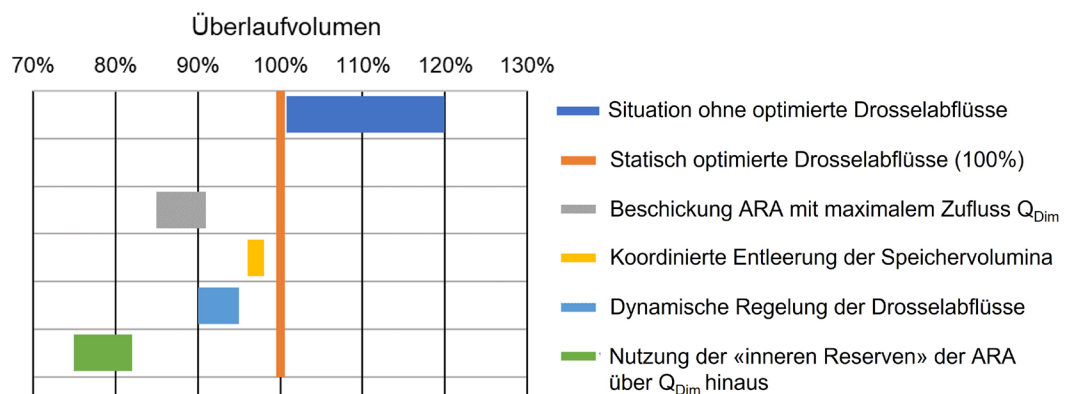


Abb. 5: Darstellung der Potenziale von fünf Einzugsgebieten in Bezug auf verschiedene Bewirtschaftungsansätze. Als Referenz dient der Zustand nach statischer Optimierung der Drosselabflüsse. Die Grafik zeigt, dass diese statische Optimierung ein sehr grosses Potenzial zur Reduktion der Überlaufvolumina aufweist – im vorliegenden Fall sind es bis zu 20%.

Quelle: AQUA & GAS No 10/2019.

2.3.2 Was ist zu tun?

Bei der Erarbeitung des GEP auf Stufe Gemeinde oder Verband werden im Teilprojekt «Entwässerungskonzept» unter anderem sämtliche Elemente des Entwässerungssystems in einem Modell dargestellt. Mit diesem Modell werden verschiedene Zustände und Varianten simuliert und so der Nachweis der hydraulischen Funktion des Entwässerungssystems erbracht. Dabei wird eine Langzeitsimulation durchgeführt. Mit diesem Modell werden sämtliche Drosselabflüsse der Sonderbauwerke im Entwässerungssystem (RÜ, RÜB, PW etc.) überprüft. Im Anschluss werden die Einstellungen der Drosselabflüsse unter Berücksichtigung der Gewässersensitivität so optimiert, dass die Gewässerbelastung durch Mischabwasserentlastungen minimiert wird. Die optimierten Drosselabflüsse werden mit dem Entwässerungskonzept durch die kantonale Behörde bewilligt und anschliessend verbindlich festgelegt. Mit der Umsetzung des (Verbands-) GEP werden die Drosselabflüsse an sämtlichen Sonderbauwerken des Entwässerungssystems implementiert, damit das Entwässerungssystem ideal betrieben werden kann.

Im Rahmen des GEP wird auch überprüft, ob die Mindestanforderungen gemäss VSA-Richtlinie «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» [3] eingehalten werden (Emission: Entlastungsanteil über das gesamte ARA-Einzugsgebiet. Immission: Einhaltung Orientierungswert pro Entlastungsbauwerk und Einhaltung Anforderungen an die Gewässerökologie nach Modul G). Ist ein hydraulisches Berechnungsmodell des Entwässerungssystems vorhanden, welches eine frachtbasierte Berechnung zulässt, kann dieses nach Abgleich und Kalibrierung mit den vorhandenen Messdaten direkt für die Berechnung verwendet werden.

Die Überprüfung dieser Anforderungen ist zentral, da so die Unterscheidung von lokalen Defiziten und einem Defizit über das gesamte Einzugsgebiet gemacht werden kann. Zusätzlich muss eine Massnahmenprüfung nach STORM eingeleitet werden, falls mit einer betrieblichen Optimierung im Rahmen der integralen Bewirtschaftung des Gesamtsystems die Mindestanforderungen nicht eingehalten werden können.

2.3.3 Wann soll die Aufgabe angegangen werden?

Sind in einem ARA-Einzugsgebiet die Drosselabflüsse der Sonderbauwerke noch nicht aufeinander abgestimmt oder im Betrieb umgesetzt worden, sind diese Arbeiten so rasch als möglich umzusetzen. Begründung: Der finanzielle Aufwand für die Erarbeitung und Umsetzung der Massnahmen ist im Verhältnis zum potenziell grossen Nutzen aus Sicht Gewässerschutz gering.

Ansonsten erfolgt die Überprüfung der optimierten Drosselabflüsse im Rahmen der Überarbeitung des (Verbands-) GEP resp. in Absprache mit der Vollzugsbehörde.

Umfang und Inhalt der Arbeiten richten sich nach dem GEP-Musterpflichtenheft des VSA [2].

2.3.4 Verantwortlichkeiten bez. Optimierung der Drosselabflüsse

ARA-Betreiber resp. -Verband:

- stellt sicher, dass die im V-GEP ermittelten optimierten Drosselabflüsse allen relevanten Eigentümern von Entlastungsbauwerken bekannt sind;
- aktualisiert periodisch die relevanten Teilprojekte des V-GEP (inkl. Neuberechnung der optimierten Drosselabflüsse).

Eigentümer der Abwasseranlagen:

- sorgt für die regelmässige Kontrolle und Wartung der Entlastungsanlagen und stellt sicher, dass die Drosselorgane und die Messtechnik korrekt funktionieren²³;
- weist nach, dass er die Drosselabflüsse gemäss Absprache mit dem Verband / ARA erfüllt;
- holt bei Anpassungen der Drosselabflüsse an den Sonderbauwerken (bei Befüllung, Entlastung und Entleerung) eine schriftliche Bewilligung der kantonalen Bewilligungsbehörde ein.

Vollzugsbehörde (kantonale Fachstelle):

- sorgt dafür, dass die Optimierung der Drosselabflüsse bei jeder Überarbeitung des V-GEP / GEP Teil des GEP-Pflichtenhefts ist;
- stellt bei Anpassungen von Drosselabflüssen die notwendigen Bewilligungen aus;
- überprüft regelmässig (i.d.R. im Reporting), ob die im V-GEP definierten Drosselabflüsse eingehalten werden resp. fordert die Nachweise bei den Eigentümern ein, dass sie die bewilligten Drosselabflüsse einhalten.

²³ Der Eigentümer kann diese Aufgaben auch an Dritte übertragen (z.B. dem ARA-Verband, wenn dieser über geeignetes Fachpersonal verfügt).

2.4 Fernwirk- und Bewirtschaftungssystem für relevante Abwasseranlagen

2.4.1 Ausgangslage und Ziel

Im Unterschied zu den Regenüberläufen (RÜ) wird das Mischabwasser in den Regenüberlaufbecken (RÜB) vor der Einleitung in das Gewässer vorbehandelt²⁴. Deshalb wird das Mischabwasser prioritär über die RÜB entlastet.

Vor jeder Entlastung werden die Speichervolumina der RÜB gefüllt. Diese gespeicherten Mischabwassermengen werden der ARA zugeführt, sobald die ARA-Zuleitung wieder freie Kapazitäten aufweist. Dabei ist auf eine koordinierte Entleerung der Regenbecken zu achten. Wenn die Entleerung nicht koordiniert erfolgt (s. Abb. 6), werden die RB1, RB3a und RB3b entleert, während das auf dem gleichen Hauptstrang weiter unten liegende Regenbecken RB4 noch entlastet. Das in den oberliegenden RÜB zwischengespeicherte Mischabwasser wird somit beim RB4 in das Gewässer entlastet, was den Beitrag der RB1, RB3a und RB3b zum Gewässerschutz zumindest teilweise zunichtemacht.

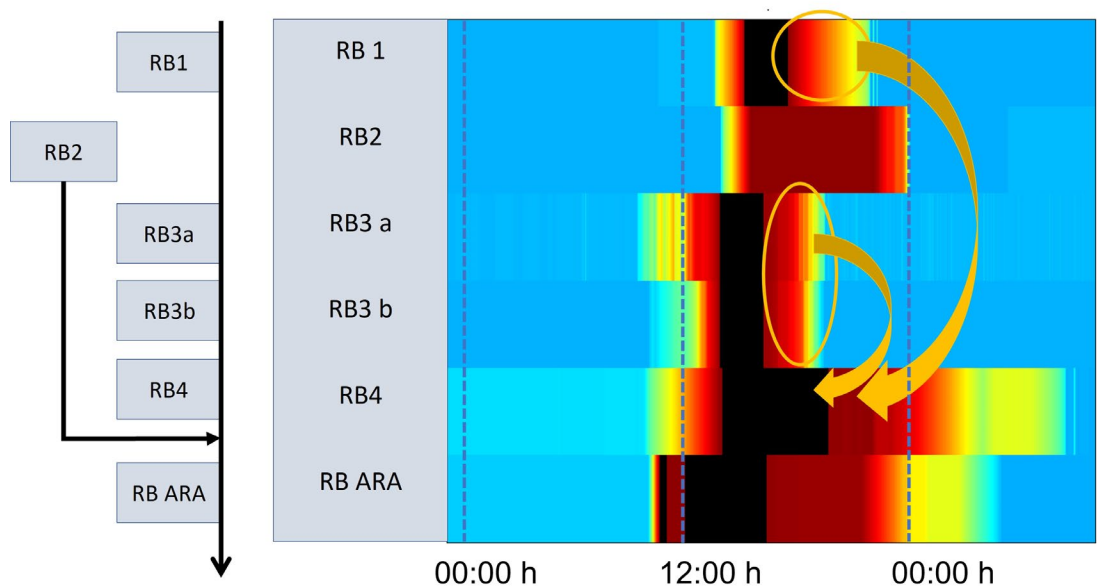


Abb. 6: Analyse der Entleerungsvorgänge von Regenbecken in einem Einzugsgebiet (blau: 0% Füllung, rot: 100% Füllung, schwarz: Überlauf). RB1, RB3a und RB3b werden entleert, während das auf dem gleichen Hauptstrang liegende Regenbecken RB4 entlastet.

Quelle: AQUA & GAS No 10/2019.

Andererseits können bei lokal unterschiedlichen Regenintensitäten die RB1, RB2, RB3a und RB3b bereits entlasten, wenn im RB 4 noch Speichervolumen vorhanden wäre. In diesem Fall könnte die bestehende Infrastruktur besser genutzt werden, wenn der Abfluss aus den oberliegenden RÜB temporär erhöht worden wäre.

Die koordinierte Steuerung der Drosselabflüsse und der Entleerungsvorgänge ist deshalb ein zentraler Punkt, um bei einem Regenereignis die Speicherfunktionen über das gesamte Entwässerungsnetz so gut als möglich auszunutzen und allfällige Ungleichbelastungen ausgleichen zu können.

Die meisten RÜB sind heute bereits mit Mess- und Regelorganen ausgestattet, wobei oft eine lokale Abflusssteuerung umgesetzt wird, das heisst die Becken arbeiten unabhängig voneinander. Messungen und Antriebe sind jedoch vorhanden und die Daten können aus dem Prozessleitsystem ausgelesen werden. Die koordinierte Entleerung von Regenbecken gehört denn auch seit Ende der 1990er-Jahre zum Stand der Technik.

Der VSA legt als Zielzustand ein Fernwirk- und Bewirtschaftungssystem fest, welches eine integrale Bewirtschaftung der angeschlossenen RÜB sowie deren koordinierte Entleerung erlaubt. Messdaten fließen in

²⁴ Abtrennung der absetzbaren Schmutz- resp. der Schwimmstoffe sowie der Grobstoffe, falls ein Siebrechen installiert ist.

einem zentralen, an das PLS der ARA angebundenen Messdatenmanagementsystem zusammen. Ein Regelsatz resp. ein eventuell vordefinierter Algorithmus leitet und steuert die Regelorgane. Im Rahmen des Fernwirk- und Bewirtschaftungssystems ist mit einer Grobanalyse zu prüfen, ob Gewässer mit höheren Schutzzielen (wie kleine und sensible Gewässer, Badegewässer, nahe Trinkwassernutzungen) und ökologisch wertvolle Gewässer (wie Laichgewässer, Naturschutzgebiete) bei Regenereignissen mit einer Bewirtschaftung des Gesamtsystems besser geschützt werden können. Falls Ja ist das Fernwirk- und Bewirtschaftungssystem auf alle relevanten Abwasseranlagen auszuweiten.

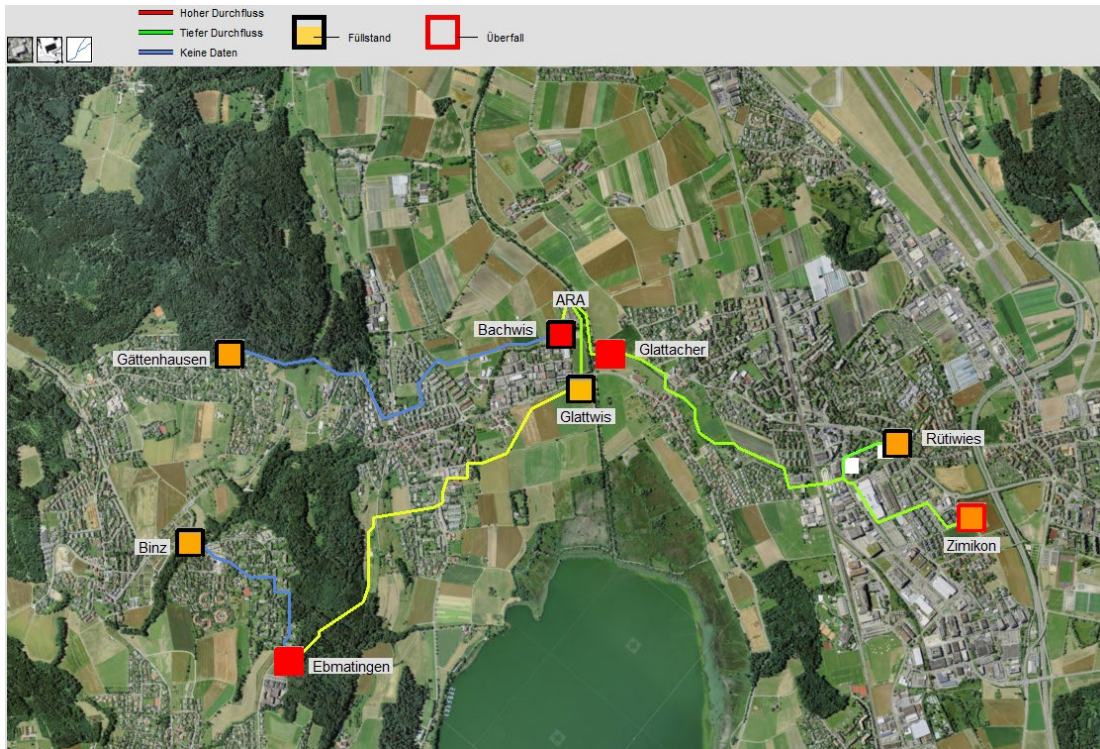


Abb. 7: Das Echtzeit-Monitoring-System der ARA Bachwis zeigt sowohl den Füllstand aller Regenüberlaufbecken als auch die hydraulische Auslastung sämtlicher Hauptsammelkanäle.

Quelle: ARA Bachwis

Für die Grobanalyse zur Abklärung des Potenzials für die Bewirtschaftung des Gesamtsystems stellt der VSA das auf Schweizer Verhältnisse angepasste Beurteilungs-Tool PASST-CH²⁵ zur Verfügung (s. Anhang 1A). Im Zweifelsfalle empfiehlt der VSA eine differenzierte Vorabklärung inkl. fachtechnischer Wertung durchzuführen.

2.4.2 Was ist zu tun?

Wie im Musterpflichtenheft für den GEP-Ingenieur festgelegt, ist eine Abklärung und Bewertung des Potenzials für ein Steuerungs- und Bewirtschaftungskonzept durchzuführen (Inventar der vorhandenen Überwachungs- und Steuerungseinrichtungen, Auflistung der für eine Steuerung in Frage kommenden Anlagen wie Regenbecken und Speicherkanäle). In diesem Rahmen sind auch die im Anhang 1B aufgelisteten möglichen Massnahmen zur Optimierung des Entwässerungssystems im Betrieb sowie mögliche Massnahmen im Gewässer gemäss Anhang 1C zu evaluieren.

Sobald in einem ARA-Einzugsgebiet Speichervolumina vorhanden sind (Regenbecken oder Speicherkanäle), macht die Umsetzung von Entleerungsregeln Sinn, da damit Gewässerverschmutzungen reduziert werden können.

Für eine koordinierte Entleerung der Regenbecken werden folgende Basisstrategien/Grundsätze definiert:

- Die Regenbecken sind Teil des PLS und die hochaufgelösten Daten können ausgewertet und ausgelesen werden.

²⁵ Im Rahmen des Projektes «Integrale Regelung von Kanalnetzen» (INKA, 2017) wurde die Beurteilung nach PASST des Merkblattes DWA-M 180 auf Schweizer Verhältnisse angepasst. Dabei ist das Beurteilungs-Tool PASST-CH entstanden. Dieses wurde während der Erarbeitung der vorliegenden Richtlinie überarbeitet und um die Teilgebiete ARA und Oberflächengewässer erweitert.

- Die Entleerungen erfolgen in Funktion der gewässerökologischen Priorisierungen. In der Regel sollen Entleerungen verhindert werden, falls sie unterhalb zu einer erneuten Entlastung führen würde.
- Bei erhöhtem ARA-Zulauf, insbesondere bei kritischen Zuständen, die zu einer Verletzung der Einleitbedingungen führen könnten, soll keine Entleerung von Speicherbecken stattfinden.
- Gewässerzustand und -sensitivität werden berücksichtigt, weshalb die Beckenentleerung prioritär bei Becken erfolgen soll, die in sensible Gewässer entlasten.

Um die oben erwähnten Basisstrategien zur koordinierten Entleerung umsetzen zu können, muss zuerst der IST-Zustand im Netz analysiert werden, damit basierend darauf eine optimale Entleerungsstrategie erarbeitet werden kann. Dazu sind folgende Fragen zu klären resp. müssen folgende Daten vorliegen:

- Wie ist das Entleerungsverhalten der Regenbecken geregelt?
- Wo gibt es Verbesserungspotenzial?
- Was sind die Fliesswege und Fliesszeiten?
- Was ist die Kapazität der unterliegenden Kanäle?
- Im Hinblick auf die Festlegung der Gewässerschutzziele: Was ist der Zustand der aufnehmenden Gewässer? (ökologischer Wert, Vorbelastung, Sensitivität etc.)
- Hydraulisches Schema der Bauwerke (Lage, Vernetzung, Bauwerkstyp, Volumen) sowie Stammkarten der Sonderbauwerke mit korrekten und vor Ort verifizierten Höhenkoten zu den hydraulischen Komponenten (Schieberöffnungen, Entleerungspumpen)

Für ein Fernwirk- und Bewirtschaftungssystem sind folgende Voraussetzungen wichtig:

- Die für die Bewirtschaftung relevanten Aussenbauwerke müssen messtechnisch ausgerüstet sein und die Signale zuverlässig an ein Messdatenmanagementsystem übertragen und dort hochaufgelöst gespeichert werden;
- Die gesteuerten Anlagen (Aussenbauwerke und ARA) werden von fachlich versiertem Personal betrieben, die mit Vorteil in einer zentralen Organisation angesiedelt sind (i.d.R. ARA-Verband).

Diese Voraussetzungen müssen selbstverständlich nicht von Beginn an gegeben sein. Sie können auch Teil des Projekts zur Umsetzung der Bewirtschaftung des Gesamtsystems sein resp. in einer Vorphase geschaffen werden.

2.4.3 Wann soll die Aufgabe angegangen werden?

Sind in einem ARA-Einzugsgebiet in Serie geschaltete RÜB vorhanden, die noch nicht koordiniert entleert werden, soll ein Fernwirk- und Bewirtschaftungssystem so rasch als möglich umgesetzt werden. Ansonsten erfolgen die Abklärungen für ein Fernwirk- und Bewirtschaftungssystem in Absprache mit der Vollzugsbehörde.

Falls ein Fernwirk- und Bewirtschaftungssystem über das gesamte ARA-Einzugsgebiet bereits implementiert ist, sollen Steuerung und Entleerungsregeln im Rahmen einer Betriebsoptimierung oder spätestens im Rahmen der Überarbeitung des (Verbands-) GEP überprüft werden, um kontinuierliche Entwicklungen im Entwässerungssystem zu berücksichtigen.

Umfang und Inhalt der Arbeiten richten sich nach dem GEP-Musterpflichtenheft des VSA [2] und sind auf die konkreten Verhältnisse des ARA-Einzugsgebietes anzupassen.

2.4.4 Verantwortlichkeiten bez. Fernwirk- und Bewirtschaftungssystem

ARA-Betreiber resp. -Verband:

- falls die vorhandenen Speichervolumina (Regenbecken und Speicherkänäle) noch nicht koordiniert entleert werden, nimmt der ARA-Betreiber resp. -Verband die Massnahme in den Massnahmenplan auf, erstellt eine Kostenschätzung und integriert das Projekt in die Finanz- und Terminplanung;
- sorgt dafür, dass die bestehenden Steuerungen²⁶ periodisch überprüft werden resp. ein Fernwirk- und Bewirtschaftungssystem im Rahmen der Aktualisierung des V-GEP evaluiert wird.

Eigentümer der Abwasseranlagen:

- sorgt für die regelmässige und fachgerechte Kontrolle und Wartung der gesteuerten Abwasseranlagen und stellt sicher, dass die Messeinrichtungen und Drosselorgane korrekt funktionieren²⁷.

Vollzugsbehörde (kantonale Fachstelle):

- überprüft periodisch, ob eine Regenbeckensteuerung vorliegt resp. ob die der Steuerung zu Grunde liegenden Strategien/Grundsätze noch aktuell sind und ordnet im Bedarfsfall entsprechende Massnahmen an;
- sorgt dafür, dass die koordinierte Entleerung der Regenbecken resp. die Implementierung oder Aktualisierung des Fernwirk- und Bewirtschaftungssystems bei der Überarbeitung des V-GEP Teil des GEP-Pflichtenhefts ist. Dabei ist das $Q_{\max, ARA}$ in die Überlegungen miteinzubeziehen (s. dazu Kap. 2.3);
- sorgt dafür, dass die im Rahmen der GEP-Überarbeitung festgelegten Massnahmen termingerecht umgesetzt werden;
- stellt für die Regenbeckensteuerung (insb. bei Anpassungen der Drosselabflüsse) die notwendigen Bewilligungen aus.

²⁶ Bei Vorliegen von Teilen einer Verbundsteuerung können bzw. sollen Betriebsoptimierungen des Gesamtsystems jederzeit angegangen werden, auch unabhängig von der Aktualisierung des (V-) GEP.

²⁷ Der Eigentümer kann diese Aufgaben auch an Dritte übertragen (z.B. dem ARA-Verband, wenn dieser über geeignetes Fachpersonal verfügt).

2.5 Funktionskontrollen bei Mischabwasserentlastungsanlagen

2.5.1 Ausgangslage und Ziel

In der Schweiz wird die Überwachung der Gewässerqualität durch den Bund und die Kantone wahrgenommen. Der Fokus beim Bund liegt hauptsächlich auf der Erfassung von Pegel, Abfluss und Temperatur von Gewässern und der Beobachtung der Oberflächengewässerqualität (NAWA). An vielen kantonalen Messstellen werden diverse chemische, biologische und physikalische Parameter gemessen und publiziert. Das Monitoring erfolgt je nach Kanton und Standort periodisch oder im Rahmen von Einzelerfassungen. Damit eine Aussage zur langfristigen Veränderung der Gewässerqualität möglich ist, ist die Regelmässigkeit des durchgeführten Monitorings entscheidend. Die vorhandenen Daten inkl. historische Werte sind über diverse Portale frei (oder auf Bestellung) zugänglich.

In Bezug auf die Bewirtschaftung des Gesamtsystems sind neben den Wasserqualitäts- und -quantitätsdaten von Bund und Kantonen insbesondere die Resultate aus gewässerökologischen Untersuchungen wie beispielsweise aus den (Verbands-) GEP zentral, da diese den Gewässerzustand ober- und unterhalb einer Einleitung dokumentieren. Da das entsprechende GEP-Teilprojekt in der Regel nur etwa alle 10 Jahre überarbeitet wird, sind die vorhandenen Resultate aus gewässerökologischen Untersuchungen meist nicht in regelmässigen Abständen vorhanden und nicht aktuell.

Der VSA legt deshalb im Modul G der VSA-Richtlinie «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» [3] fest, dass gewässerökologische Untersuchungen künftig in zwei Stufen durchgeführt werden. Die Stufe 1²⁸ ist eine einfache Untersuchung (in Modul B der Richtlinie generell als «Funktionskontrolle» beschrieben).

Die regelmässige Funktionskontrolle bei Einleitungen von Mischabwasser in Fließgewässer hat vor allem das Ziel, offensichtliche Defizite oder Fehlfunktionen von Regenüberlaufbecken und Regenüberläufen zu erkennen, welche die Gewässerökologie betreffen. Es handelt sich um eine kostengünstige Gewässerschutzmassnahme, weil sie i.d.R. gleichzeitig mit der normalen Betriebskontrolle der Entlastungsanlagen durch das Unterhaltspersonal²⁹ durchgeführt werden kann.



Abb. 8: Beurteilung des Zustandes der Einleitstelle im Feld aufgrund des äusseren Aspekts (linkes Bild) und Erfassung des äusseren Aspekts via Dropdown-Menu im mobilen Erfassungstool (rechtes Bild).

Quelle: AQUA & GAS No 1|2022. Verwendungszweck muss noch angefragt werden.

²⁸ Zur Information: Die Stufe 1 wird auch als Vorabklärung im Rahmen einer GEP-Bearbeitung eingesetzt, um festzulegen, ob eine Untersuchung nach Stufe 2 notwendig ist. Die Stufe 2 umfasst dann die detaillierten Gewässeruntersuchungen zur Beurteilung von Einleitstellen, um den Handlungsbedarf aus gewässerökologischer Sicht abzuleiten und notwendige Massnahmen zu priorisieren. Zudem dient sie als minimale Wirkungskontrolle für durchgeführte Massnahmen.

²⁹ Funktionskontrollen in stehenden Gewässern oder grossen Fließgewässern können ohne Tauchausrüstung oft nicht durchgeführt werden. Dazu ist eine Gewässerökologin beizuziehen.

Das Vorgehen bei Funktionskontrollen ist im Modul G der Richtlinie «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» im Kap. 5 (Seiten 43 bis 46 beschrieben). Das Modul G kann auf der VSA-Website unter folgendem Link gratis heruntergeladen werden:

<https://vsa.ch/Mediathek/abwasserbewirtschaftung-bei-regenwetter-modul-g/>

Diese in regelmässigen Abständen durchgeführten Kurzbeurteilungen ausgewählter Parameter des Modul-Stufen-Konzeptmoduls «Äusserer Aspekt» liefern auch wertvolle Informationen, welche für die Planung einer integralen Bewirtschaftung des Gesamtsystems verwendet werden können.

Der VSA organisiert für das Unterhaltspersonal des Kanalnetzes von Gemeinden und ARA regionale Schulungen und Kurse zur Durchführung der Funktionskontrolle in den jeweiligen Fließgewässern.

2.5.2 Was ist zu tun?

Die Betreiber von Abwasseranlagen führen die Funktionskontrolle bei Einleitungen von Mischabwasser in Fließgewässer als Teil der Betriebskontrolle durch. Der zeitliche Aufwand beläuft sich auf rund ½ Stunde pro Einleitstelle und Untersuchung (inkl. Eintrag der Resultate in Erfassungsprotokollen). Umfang und Häufigkeit der Funktionskontrollen richten sich nach den Vorgaben im Modul G. Falls die Resultate der Funktionskontrollen keine Veränderungen aufweisen, kann die Häufigkeit verringert werden.

2.5.3 Wann soll die Aufgabe angegangen werden?

Sobald das Unterhaltspersonal des Kanalnetzes von Gemeinden und ARA die entsprechenden Kenntnisse erworben hat, sollen die Funktionskontrolle im Rahmen der Betriebskontrollen von RÜB und RÜ durchgeführt werden.

2.5.4 Verantwortlichkeiten bez. Funktionskontrollen bei Mischabwasserentlastungsanlagen

ARA-Betreiber resp. -Verband:

- stellt sicher, dass bei allen relevanten Mischabwasserentlastungsanlagen Funktionskontrollen durchgeführt werden und sorgt dafür, dass die Resultate in einer zentralen Datenbank zusammenfliessen.

Eigentümer der Abwasseranlagen:

- stellt sicher, dass das für den Unterhalt des Kanalnetzes verantwortliche Personal über die notwendigen Fachkenntnisse verfügt, um Funktionskontrollen durchführen zu können;
- sorgt dafür, dass regelmässige Funktionskontrollen bei allen relevanten Mischabwasserentlastungsanlagen durchgeführt werden.

Vollzugsbehörde (kantonale Fachstelle):

- stellt sicher, dass die Anforderungen bez. Gewässermonitoring allen Eigentümern von Mischabwasserentlastungsanlagen bekannt sind, und macht Vorgaben bez. Häufigkeit der Funktionskontrollen.

2.6 Jährliche Auswertung und Reporting der Betriebsdaten des Gesamtsystems

2.6.1 Ausgangslage und Ziel

«Wer misst, misst Mist» oder «Wer nicht misst, macht Mist». Diese Wortspiele drücken aus, dass Messdaten wichtig sind, aber das alleinige Messen und Sammeln von Daten keinen Mehrwert bringen. Daten müssen regelmässig kontrolliert werden, um zu erkennen, ob Fehlfunktionen oder Messfehler auftreten. Die kontrollierten und bereinigten Daten dienen anschliessend der Datenauswertung und -analyse. Damit werden Trends ersichtlich gemacht und die Wirkung von Massnahmen überprüft.

Der VSA definiert deshalb Minimalanforderungen an die Auswertung von Betriebsdaten zur bestmöglichen Beurteilung der Bewirtschaftung des Gesamtsystems. Diese sollen jährlich in Form eines Berichts aufbereitet werden, so dass sie den Verantwortlichen der ARA-Region und den kantonalen Aufsichtsbehörden zur Verfügung gestellt werden können. Nachfolgend beschriebene Daten sollen in einem «Jahresbericht» zusammengestellt werden. Der Jahresbericht umfasst sowohl eine jährliche Auswertung der Betriebsdaten als auch ein mehrjähriges Reporting von Betriebsdaten, um Trends über mehrere Jahre erkennen zu können. Auch die Niederschlagsdaten fliessen in den Jahresbericht ein.

Der VSA gibt nicht vor, wie Auswertung und Reporting der Betriebsdaten zu erfolgen haben, stellt aber mögliche grafische Darstellungen zur Verfügung (s. Anhang 4).

2.6.2 Was ist zu tun?

Folgende Daten sind im Minimum im «Jahresbericht» darzustellen:

- **Jährliche Entlastungscharakteristiken von RÜB und RÜ:** Von allen Entlastungscharakteristiken³⁰ soll im Minimum für jedes RÜB die Überlaufdauer (resp. die Anzahl Entlastungstage) dargestellt werden. Es handelt sich dabei um einen robusten Leitparameter zur Beurteilung der Betriebsweise von Entlastungsbauwerken. Der Vergleich aller RÜB zeigt auf, welche besonders lange oder fast nicht überlaufen (ungleiche Ausnutzung von Speichervolumen). Gemeinsam mit der Dimensionierungsgrundlage und der Gewässersensitivität gibt dieser Leitparameter Hinweise zum Optimierungspotenzial im Betrieb der Anlagen. Auch die Entleerungszeiten von Speicherbauwerken liefern wertvolle Hinweise zu kritischen Bauwerken.
➔ mögliche Darstellungen s. Abbildung Anhang 4_1.
- **Befüllungs- und Entlastungsverhalten aller RÜB inkl. Vergleich zu ARA-Zulauf:** Pro RÜB wird über das ganze Jahr farblich dargestellt, wann sie leer sind (z.B. grün), teilweise gefüllt (z.B. gelb) resp. voll sind (z.B. rot) und wann sie entlasten (violett). Der Vergleich aller RÜB zeigt visuell eine allfällige ungleiche Ausnutzung von Speichervolumen auf dem Zeitstrahl auf. Der Vergleich zum Zulauf ARA wiederum zeigt auf, wann RÜB bereits entlasten, wenn die ARA noch nicht mit $Q_{\max \text{ ARA}}$ beschickt wird. Am Beispiel der Auswertung von einzelnen Regenereignissen soll zudem überprüft werden, ob die Reihenfolge der Entleerung aller RÜB effektiv den für die Beckenentleerung hinterlegten Regeln entspricht.
➔ mögliche Darstellungen s. Abbildung Anhang 4_2 und 4_3.
- **Anteil der vollständig zwischengespeicherten Regenereignisse pro RÜB:** Sowohl die Anzahl Regentage, die nicht zu einem Überlauf führten als auch die Anzahl Regentage, die zu einem Überlauf führten, werden grafisch dargestellt.
➔ mögliche Darstellungen s. Abbildung Anhang 4_4.
- **Maximaler Abfluss in Richtung ARA [l/s] für jedes RÜB:** Die maximalen Drosselabflüsse sind mit dem entsprechenden Werten gemäss (Verbands-) GEP zu vergleichen. Damit wird sichergestellt, dass das Entlastungsverhalten den im Rahmen des GEP optimierten Vorgaben entspricht. Abweichungen sind zu begründen.
➔ mögliche Darstellungen s. Abbildung Anhang 4_5.
- **Häufigkeitsverteilung im ARA-Zulauf:** Die Häufigkeitsverteilung des hochaufgelösten Zuflusses zur ARA gibt Hinweise darauf, wie oft die ARA mit $Q_{\text{Dim.}}$ beschickt wird (im Vergleich zur Anzahl Regentagen) und wie scharf die Beschränkung auf $Q_{\text{Dim.}}$ eingehalten wird. Zudem kann dargestellt werden, ab welchen Q_{ARA} Überläufe im Kanalnetz auftreten (mit Fokus auf letztes RÜB vor ARA).
➔ mögliche Darstellungen s. Abbildung Anhang 4_6.

³⁰ Entlastungsdauer [h]
Entlastungsmenge [m^3]
Spezifische Entlastungsmenge [$\text{m}^3/\text{ha}_{\text{red.}}$]
Anzahl Entlastungstage [n]

Zudem sollen im Jahresbericht folgende (jährlichen) Kennzahlen in einem Reporting über mehrere Jahre dargestellt werden, um Trends festzustellen resp. zu überprüfen, ob man einem Ziel (z.B. Fremdwasseranteils $\leq 30\%$) näherkommt oder nicht:

- **Fremdwasseranteil auf ARA [%]:** Ein hoher Fremdwasseranteil hat negative Folgen auf die entlasteten Mischabwasservolumina und für die Kläranlage. Eine Reduzierung auf ein verträgliches Mass ist aus Gewässerschutzgründen geboten, weshalb der Fremdwasseranteil in einem Monitoring z.B. über die letzten 10 Jahre dargestellt werden soll.
➔ mögliche Darstellungen s. Abbildung Anhang 4_7.
- **Jährliche Niederschlagsmenge [mm/a]:** Das Niederschlagsgeschehen wirkt sich deutlich aus auf diverse andere Kennzahlen (z.B. Mischabwasserentlastungsanlagen, Fremdwasseranfall etc.). Deshalb soll die jährliche Niederschlagsmenge in einem Reporting über dieselbe Zeitspanne wie der Fremdwasseranteil dargestellt werden.
➔ mögliche Darstellungen s. Abbildung Anhang 4_7.
- **Frachtentwicklung auf ARA:** Die Darstellung über mehrere Jahre zeigt auf, ob es bei den biochemischen Frachten im Zufluss zur ARA-Biologie einen Trend gibt. Der VSA empfiehlt eine separate Auswertung für Regenwetter- resp. für Trockenwettertage sowie einen Vergleich mit dem Wert gemäss Dimensionierung der ARA.
➔ mögliche Darstellungen s. Abbildung Anhang 4_8.
- **Anzahl Grenzwertüberschreitungen resp. Überschreitungen der ARA-Einleitbedingungen:** Die Darstellung z.B. über die letzten 10 Jahre zeigt auf, ob ein Trend zu mehr resp. weniger Überschreitungen der ARA-Einleitbedingungen besteht. Eine zusätzliche Aufteilung in Trockenwetter- und Regenwettertage ist sinnvoll.
➔ mögliche Darstellungen s. Abbildung Anhang 4_9.
- **Mittlere jährliche Entlastungsdauer pro RÜB:** Die Darstellung z.B. über die letzten 10 Jahre zeigt (unter Berücksichtigung der jährlichen Niederschlagsmenge) auf, ob ein Trend bei der Entlastungsdauer der RÜB festgestellt werden kann. Ein Bezug zu den aufzunehmenden Gewässern ist sinnvoll.
➔ mögliche Darstellungen s. Abbildung Anhang 4_10.
- **Anzahl und Resultate der Funktionskontrollen gemäss Stufe 1 in Gewässern:** Das Reporting der Anzahl und der Resultate der durchgeführten Funktionskontrollen über mehrere Jahre zeigt allfällige Veränderungen auf.
➔ mögliche Darstellungen s. Abbildung Anhang 4_11.

2.6.3 Wann soll die Aufgabe angegangen werden?

Kennzahlen, die bereits erhoben werden, sollen ab sofort ausgewertet und im «Jahresbericht» dargestellt werden.

Für die Kennzahlen, die noch nicht erhoben werden, ist mit der Vollzugsbehörde festzulegen, ab wann sie geliefert werden müssen. Die Struktur des «Jahresberichts» soll jedoch schon von Beginn das definitive Kennzahlenset berücksichtigen.

2.6.4 Verantwortlichkeiten bez. Auswertung und Reporting der Betriebsdaten

ARA-Betreiber resp. -Verband:

- stellt sicher, dass sämtliche für die Auswertung und das Reporting der Betriebsdaten notwendigen Daten in richtiger Form und im richtigen Format zur Verfügung stehen.
- sorgt für eine jährliche Auswertung und grafische Darstellung der Betriebsdaten in Form eines «Jahresberichts» (s. Bsp. in Anhang 4).

Eigentümer der Abwasseranlagen:

- stellt sicher, dass er die für die Auswertung und das Reporting der Betriebsdaten notwendigen Daten jederzeit an den ARA-Betreiber / -Verband übermitteln kann.

Vollzugsbehörde (kantonale Fachstelle):

- fordert den «Jahresbericht» jährlich ein, prüft die Grafiken und Kennzahlen und kontrolliert die Entwicklung der Reporting-Reihen.

Vernehmlassungsexemplar

ANHANG 1A:

FRAGEBOGEN ERSTBEURTEILUNG MIT PASST-CH

Das vom VSA zur Verfügung gestellte Online-Tool PASST-CH (<https://gire.ch/de/passt/>) liefert eine standardisierte Beurteilung des Potenzials für eine Bewirtschaftung des Gesamtsystems in fünf Kategorien (s. Abb. A1).

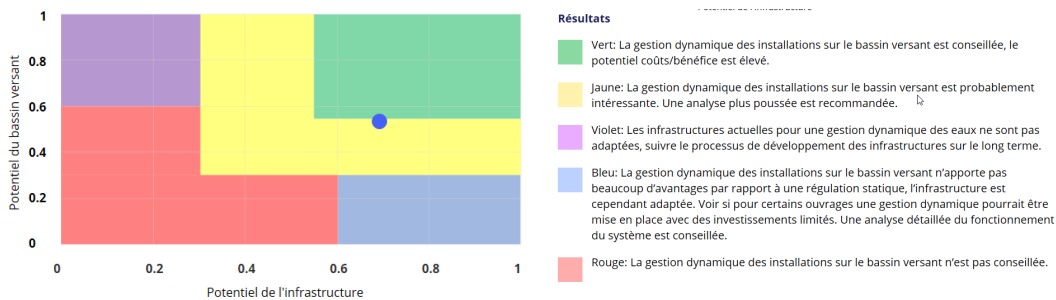


Abbildung 1A_1: Beurteilungsergebnis nach PASST.CH (INKA, 2017) eines fiktiven ARA-Einzugsgebietes.

Die Einordnung des Gesamtsystems in eine der fünf Bereiche lässt die folgenden Schlüsse zu:

- **Grüner Bereich** – Es gibt ein grosses und einfach zu nutzendes Potenzial für eine integrale Bewirtschaftung des Gesamtsystems.
- **Gelber Bereich** – Der Kriterienkatalog macht keine eindeutige Aussage, wahrscheinlich ist Potenzial für eine integrale Bewirtschaftung vorhanden. Weitere Abklärungen zur Eignung des Gesamtsystems sind nötig.
- **Blauer Bereich** – Die Infrastruktur im Entwässerungssystem ist geeignet für eine Bewirtschaftung. Der Nutzen für das Gesamteinzugsgebiet ist aber beschränkt.
- **Violetter Bereich** – Der Nutzen im Gesamtsystem wäre hoch, die technischen Voraussetzungen sind jedoch (noch) nicht gegeben. Es sollte eine Abklärung, ob eine reduzierte Bewirtschaftung eines Teilgebietes sinnvoll ist, gemacht werden.
- **Roter Bereich** – Das Bewirtschaftungspotenzial ist gering. Eine Bewirtschaftung des Gesamtsystems ist aufwändig und nur von beschränktem Nutzen. Weitere Abklärungen in Richtung Nutzen und Beschränkung auf die wichtigsten Bauwerke sollten erwogen werden.

Die richtige Einordnung und Interpretation des Resultates aus dieser vereinfachten Erstbeurteilung des Gesamtsystems ist zentral.

Zusätzlich zu diesen Fragen gemäss Online-Tool können im Rahmen der Grobanalyse u.a. folgende Fragen mitberücksichtigt werden:

- **Aktivierung von Stauraum:** In Hauptsammelkanälen mit grossen Profilquerschnitten und geringem Gefälle kann durch Kaskaden zusätzlicher Stauraum aktiviert werden.
- **Leistungsfähige Vermaschung im Kanalisationsnetz:** Bei einer Vermaschung des Entwässerungssystems mit internen Trennbauwerken bietet sich die Möglichkeit an, Abflüsse über mehrere Hauptsammelkanäle gezielt zu verteilen.
- **Absolutes Speichervolumen:** Bei grösseren Einzugsgebieten mit einem grösseren Speichervolumen weist eine Bewirtschaftung ein besseres Kosten-Nutzen-Verhältnis auf, da ein Teil der Kosten einer Bewirtschaftung nicht von der Grösse der Anlagen abhängt, sondern als Fixkostenanteil immer aufgewendet werden muss.
- **Neubau von RÜB:** Sind im bestehenden GEP mehrere kleinere Speicherbauwerke geplant, können diese teilweise durch eine Bewirtschaftung des bestehenden Entwässerungssystems kompensiert werden.

Achtung: Bei den Fragen im Online-Tool handelt es sich um eine Rückübersetzung Deutsch-Französisch-Deutsch, bei der ein paar Infos verloren gegangen sind. Die Fragen waren ursprünglich auf Deutsch formuliert. Im Online-Tool müssen wieder die Original-Fragen eingesetzt werden.

ANHANG 1B:

MÖGLICHE MASSNAHMEN ZUR OPTIMIERUNG DES ENTWÄSSERUNGSSYSTEMS IM BETRIEB

Dynamische Bewirtschaftung

Die Reduktion oder Erhöhung des Drosselabflusses hat einen massgebenden Einfluss auf die mittlere Auslastung, die Überlaufdauer und die Überlaufmenge/-fracht von Sonderbauwerken. Falls ein Bauwerk noch nicht mit einem dynamisch steuerbaren Drosselorgan ausgerüstet ist, kann dies in den meisten Fällen ohne grössere Investitionen nachgerüstet werden.

Anpassungen von Drosselabflüssen haben Auswirkungen auf Befüllung und Entlastung und müssen deshalb immer mit dem (V)GEP geprüft werden. Mit der Definition von minimalen und maximalen Drosselabflüssen pro Sonderbauwerk werden die Rahmenbedingungen der Regelungsmöglichkeiten festgelegt. Wenn die Drosselabflüsse dynamisch geregelt werden, kann das Entwässerungssystem in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern im Gesamtsystem bewirtschaftet werden. Die Drosselabflüsse von in Serie geschalteten Bauwerken können gezielt aufeinander abgestimmt werden. Weiter kann eine gleichmässige Nutzung und verbesserte Auslastung sämtlicher Speichervolumen im Entwässerungssystem erreicht werden.

Durch die Aufschaltung auf das Prozessleitsystem der ARA kann der Betrieb des Entwässerungssystems gezielt auf den aktuellen Betriebszustand der ARA abgestimmt werden. So kann beispielsweise unter Einbezug meteorologischer Messdaten der Zufluss aus einzelnen Einzugsgebieten gesteigert werden, um hydraulische Spitzen aus dem Entwässerungssystem gezielt zu brechen.

Die Realisierung einer dynamischen Bewirtschaftung über ein Gesamtsystem benötigt spezifisches Fachwissen. Oftmals ist die gestaffelte Umsetzung pro Zielgebiet sinnvoller als die Umsetzung eines Gesamtkonzeptes, da so die Wechselwirkungen im Gesamtsystem besser identifiziert werden können.

Abstimmung der Betriebsweise von RÜB auf die aktuelle Betriebssituation

Die Auslegung und Dimensionierung von RÜB erfolgt in der Praxis nach unterschiedlichen Richtlinien und basiert auf unterschiedlichen Annahmen zum Einzugsgebiet. Je nachdem, ob sich das Einzugsgebiet so entwickelt hat, wie bei der Dimensionierung eines Bauwerks angenommen wurde, kommt es dazu, dass Bauwerke stark unter- oder überdimensioniert sind. Durch das Abkoppeln von bis anhin an die Mischabwasserkanalisation angeschlossenen Flächen kann der Regenwasseranteil in der Mischabwasserkanalisation langfristig trotz Neuüberbauungen abnehmen. Damit ein RÜB die gewünschte Reinigungsleistung erzielt, müssen die maximalen Zu- und Abläufe auf den aktuellen Zustand (Anteil Trennsystem, Anteil Versickerung und Retention) des Einzugsgebietes abgestimmt werden. Neben des Drosselabflusses ist auch der maximale Zufluss zum Absetzraum zu prüfen und zu optimieren.

Umstellung von RÜB von Durchlaufbetrieb auf Fangbetrieb

Bei ausgeprägten Schmutzstössen kann es vorteilhaft sein, den Betrieb eines RÜB teilweise oder komplett auf einen Fangbeckenbetrieb umzustellen. Dadurch wird der Mischabwasseranfall mit einem höheren Schmutzfrachtanteil zu Beginn eines Regenereignisses im Speicherraum zurückgehalten. Dies führt oftmals auch dazu, dass der Orientierungswert Emission oder Immission in Bezug auf Ammonium optimiert werden kann, da im Durchlaufbetrieb die gelösten Stoffe ausgeschwemmt werden. Vor einer Umrüstung ist vertieft zu prüfen, wie massgebend weitere Leitparameter wie GUS, CSB oder Gesamtposphor an der Einleitung ins Gewässer sind.

Optimierung der Absetzeigenschaften von RÜB

Sind im Zielgebiet Leitparameter wie GUS, CSB oder Gesamtposphor massgebend, kann eine Optimierung der Absetzeigenschaften von Überlaufbauwerken zur Reduktion der Gewässerverschmutzung beitragen. Durch die Optimierung und Beruhigung des Zulaufs in den Absetzraum können mehr Partikel im Becken zurückgehalten werden.

Erweiterung des Feststoffrückhaltes

Zur Verbesserung des Parameters Feststoffe gemäss äusserem Aspekt können Überlaufbauwerke mit einem Feststoffrückhalt ausgerüstet werden. Während ein Teil der RÜB mittlerweile darüber verfügt, wird die Mehrheit der Regenüberläufe ohne Feststoffrückhalt betrieben. Neben Siebrechen mit Fremdenergie gibt es auch diverse Systeme von selbstreinigenden, mechanischen Rechen, vereinfachten Lamellenklämern oder Tauchwänden, mit denen bestehende Regenüberläufe ohne substanziellen Aufwand nachgerüstet

werden können. Durch die bestehende elektrische Erschliessung von RÜB und bei genügend Platz sind nachträgliche Einbauten von Siebrechen mit Fremdenergie kein Problem.

Aktivierung von verfügbarem Kanalspeicherraum

Zuläufe zu Überlaufbauwerken verfügen meist über grosse Durchmesser. Mit einer Erhöhung von Überfallkanten an Vorentlastungen von RÜBs können beispielsweise Speichervolumen von mehreren Dutzend Kubikmetern genutzt werden. Dieser vorhandene Speicherraum kann unter Berücksichtigung der Vorgaben aus dem (V)GEP und unter Prüfung der spezifischen hydraulischen Situation ohne substanziellen Zusatzaufwand aktiviert werden. Auch wenn dies bei grossen Entlastungsereignissen kaum zu Verbesserungen führt, können durch die Massnahme zusätzliche Regenereignisse vollständig zwischengespeichert und der ARA zugeführt werden. Dadurch kann im besten Fall die Anzahl Entlastungsereignisse reduziert werden.

Optimierung des Betriebs von Pumpwerken

Pumpwerke, welche Trennsysteme entwässern, können während Regenereignissen gezielt bewirtschaftet werden, damit der stark verschmutzte Abwasserteil nicht über Überlaufbauwerke in die Gewässer gelangt. Eine entsprechende Regelung ist einfach umzusetzen.

Vorbehalt: Bei Regenwetter ist u.U. auch im Schmutzwassernetz mit grösseren Regenwasserabflüssen zu rechnen. Bei der Pumpwerkoptimierung ist deshalb dem erforderlichen Speichervolumen genügend Beachtung zu schenken.

Punktuelle Einleiter

Neben den vorangehend aufgeführten Massnahmen gibt es zahlreiche weitere Möglichkeiten zur Optimierung des Betriebs des Entwässerungssystems, welche im Rahmen einer integralen Bewirtschaftung des Gesamtsystems realisiert werden können. So kann ein Bewirtschaftungssystem auch auf punktuelle Starkeinleiter oder dominante Einleiter³¹ mit wassergefährdenden Stoffen im Einzugsgebiet abgeglichen werden, indem bei Regenwetter beispielsweise vorhandene Stapelbecken bewusst benutzt und auf die Regelung des Gesamtsystems abgeglichen werden. Auch sollten Teileinzugsgebiete mit deutlich erhöhtem Trennsystemanteil, soweit sinnvoll, mitberücksichtigt werden.

³¹ Dominante Einleiter sind gemäss VSA/SVKI-Empfehlung «Gebührensysteem und Kostenverteilung bei Abwasseranlagen» Betriebe, deren Abwässer über 10% der Zulaufmenge (Q_{dTW}) der ARA oder über 10% Anteil an der ARA-Zulaufmengen aufweisen.

ANHANG 1C:

MÖGLICHE MASSNAHMEN IM GEWÄSSER

Da das Ziel einer integralen Bewirtschaftung des Gesamtsystems ist, das Gewässer bestmöglich vor negativen Einflüssen des Entwässerungssystems und der ARA zu schützen, sind Massnahmen hauptsächlich im Entwässerungssystem und in der ARA zu treffen.

Wenn eine Verbesserung der Situation durch die gegebenen Rahmenbedingungen des Entwässerungssystems und der ARA nicht möglich ist, gibt es einzelne Massnahmen im Gewässer selbst, welche zu einer Verbesserung der Situation beitragen können.

Bauliche Anpassung der Einleitstellen

Wenn eine Einleitung ins Gewässer zu einer starken Kolkbildung oder hydraulischem Stress führt und keine Möglichkeit zur Reduktion der Einleitungsmenge besteht, gibt es die Option, die Einleitstelle mit baulichen Massnahmen zu optimieren oder ihre Auswirkungen durch Massnahmen im Gewässer (Verbreiterung) zu entschärfen.

Beispielsweise kann durch einen möglichst idealen Einleitungswinkel und eine lokale Befestigung der Gewässersohle der hydraulische Einfluss reduziert werden. Bei Mobilisierung der Gewässersohle (hydraulischer Stress) kann es sinnvoll sein, das Gewässer ober- und unterhalb der Einleitstelle so weit zu verbreitern und revitalisieren, dass die Fließgeschwindigkeiten durch die Aufweitung und die damit verbundene grössere Reibung so weit verringert werden, dass die Einleitung keinen negativen Effekt mehr zeigt. Die Revitalisierungsmassnahme am Gewässer steht ursächlich im Zusammenhang mit der Siedlungsentwässerung. Weil zudem auf den Bau eines zusätzlichen Retentionsvolumens verzichtet werden kann, darf die Massnahme im Gewässer über die Abwassergebühren finanziert werden.

Strukturelle Aufwertung von Gewässerabschnitten

Zur Verbesserung der Selbstreinigung können an beeinträchtigten Gewässerabschnitten gezielt Revitalisierungen vorgenommen und beispielsweise Elemente zur strukturellen Aufwertung von Gewässerabschnitten eingesetzt werden. Das Vorgehen richtet sich nach dem Modul S (Massnahmenprüfung nach STORM) der VSA-Richtlinie «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» [3].

Massnahmen im Gewässer sind mit den zuständigen Fachstellen zu koordinieren und die Finanzierung ist mit allen Beteiligten zu definieren.

ANHANG 2A:

ABGLEICH Q_{DIM} . BEI REGENWETTER

Dimensionierung und Einleitbewilligung

Für die Ermittlung der maximalen hydraulischen Belastung der ARA wird in der Schweiz zum einen der vom VSA vorgeschlagene Ansatz ³² angewandt und zum anderen der Ansatz der DWA ³³. Zusätzlich zu den unterschiedlichen Kalkulationsmodellen beeinflusst die jeweilige Charakteristik des Einzugsgebietes die Kalkulation des maximalen ARA-Zuflusses Q_{Dim} .

Dabei spielen für die Dimensionierung unterschiedliche Einflussfaktoren eine zentrale Rolle:

- Trinkwasserverbrauch im Einzugsgebiet, woraus die Schmutzwassermenge resultiert;
- Fremdwasseranteil;
- Abflussrelevanter Niederschlagswasseranteil (Anteil des im Regenwetterfall im Misch- resp. im Trennsystem von den befestigten Flächen wie Dächern, Strassen und Plätzen auf die ARA abgeleitete Niederschlagsabwasser);
- Unterschiedliche Verhältnisse zwischen mittlerem Trockenwetterzufluss und Trockenwetterspitze, Stundenteiler aus dem Entwässerungssystem und damit die Variabilität des ARA-Zuflusses;
- Entwicklungen im Einzugsgebiet (Industrie und Bevölkerung);
- Dimensionierungshorizont der Anlage abhängig von der Lebensdauer und der Laufzeit der ARA-Einleitbewilligung;
- Aktuelle standardisierte Werte (so ist z. B. Wasserverbrauch pro Kopf in den letzten 20 Jahren schrittweise zurückgegangen).

Die maximale Wassermenge $Q_{\text{max, ARA}}$ bei Regenwetter entspricht häufig in etwa dem Doppelten der Tagespitze bei Trockenwetter für den Ausbauhorizont.

In der heutigen Praxis sind die Blickwinkel ARA und Entwässerungssystem häufig unterschiedlich:

- Der **Blickwinkel ARA** fokussiert auf den Ausbauhorizont der Anlage (Lebensdauer der Anlage gekoppelt mit der Einleitbedingung). Dieser basiert auf der Bevölkerungsentwicklung bis zum definierten Ausbauhorizont sowie dem Fremdwasseranteil inkl. Reduktionsmöglichkeiten aus dem V-GEP und Anpassungen bei den standardisierten Werten.
- Aus dem **Blickwinkel Entwässerungssystem** und dem V-GEP ist die maximale Wassermenge $Q_{\text{max, ARA}}$ die maximal aus dem Einzugsgebiet abfliessende Wassermenge, basierend auf dem Zonenplan mit der maximal bebaubaren Fläche und deren abflusswirksamen Anteile ohne Dimensionierungshorizont. Der Drosselabfluss auf die ARA wird als fixer Wert definiert.
- Auf Grund dieser unterschiedlichen Berechnungsarten ist die maximale Wassermenge $Q_{\text{max, ARA}}$ gemäss Blickwinkel ARA häufig tiefer als die maximale Wassermenge $Q_{\text{max, ARA}}$ gemäss Blickwinkel Entwässerungssystem.

Es ist sehr wichtig, dass allen Beteiligten die Unterschiede bekannt sind und gemeinsam festgelegt wird, mit welchem Q_{max} die ARA bei Regenwetter beschickt werden soll.

³² Gemäss VSA «Definition und Standardisierung von Kennzahlen für die Abwasserentsorgung» aus 2016, Seite 40 resp. Studie Dimensionierungswassermenge und Redundanzen von Stufen zur Elimination von Mikroverunreinigungen (Kapitel 4.1 definiert den massgebenden Trockenwetteranfall als Basis) wird der Mittelwert aus dem 20% und 50%-Quantil aus dem massgebenden Trockenwetteranfall berechnet.

³³ Bei der Methode gemäss ATV-DVWK-A 198 werden aus den 10 Tagen vor, den 10 Tagen nach und dem betroffenen Tag selbst das Minimum ermittelt. Der Tag zählt als Trockenwettertag, falls der Zufluss nicht mehr als 20% über dem Minimalwert liegt.

ANHANG 2B:

DYNAMISCHE BEWIRTSCHAFTUNG DES MAXIMALEN ARA-ZUFLUSSES

Ausgangslage und Ziel

ARA weisen in Abhängigkeit des Verfahrens, der aktuellen Auslastung der ARA sowie den saisonalen Rahmenbedingungen meist innere Reserven auf. Ziel der dynamischen Bewirtschaftung des maximalen Zuflusses zur ARA ist die optimale Nutzung dieser inneren Reserven, um möglichst viel Abwasser behandeln zu können.

Innere Reserven

Bei den inneren Reserven handelt es sich um Kapazitätsreserven, welche im aktuellen Betrieb der ARA nicht genutzt werden. Dabei kann unterschieden werden zwischen statischen (während Monate) und dynamischen (während Stunden) Reserven. Tabelle Anhang 2B_1 stellt die verschiedenen Typen von inneren Reserven für ARA mit dem Belebtschlammverfahren dar.

Kategorisierung	Rahmenbedingungen	Anwendung
Statische Reserven (Kapazität)	Zusätzliche biologische Kapazität, da die aktuellen Zulaufmengen deutlich unter den Dimensionierungsmengen liegen.	Erhöhung $Q_{\max., ARA}$ möglich, ganzjährig
Statische Reserven (saisonal)	Höhere Temperatur und damit schnellerer Ablauf der bakteriellen/biologischen Prozesse ergeben in den warmen Monaten eine erhöhte biologische Kapazität des Systems	Erhöhung $Q_{\max., ARA}$ in den Sommermonaten möglich
Dynamische Reserven (kurzfristiges Ausreizen der Reserven)	Spezifische Reserven in der Nachklärung (ausreichend Überstand über Schlammbett, RLS kann schnell aktiviert werden) – erfordert erweiterte Messtechnik, Simulationen und einen Probetrieb.	«Ausreizen des Prozesses» - Erhöhung $Q_{\max., ARA}$ für einige Stunden möglich

Tabelle Anhang 2B_1: Kategorisierung der Reserven inkl. den Rahmenbedingungen und dem jeweiligen Anwendungsfall für konventionelle Belebtschlammanlagen.

So wird beispielsweise das hydraulische Potenzial der ARA zum Teil nicht vollständig ausgeschöpft aufgrund der langfristigen Dimensionierung (Kapazität in zukünftigen Ausbauziel), der komplexen Zusammenhänge, oder dem gewohnten Betrieb.

Rahmenbedingungen

Die Einleitbedingungen der ARA müssen immer eingehalten werden. Gemäss GSchV müssen ca. 9 von 10 Proben die Grenzwerte einhalten, resp. bei 10% der Proben ist eine Überschreitung der Grenzwerte zulässig. Die Nutzung der inneren Reserven bedingt eine korrekte Durchflussmessung, welche periodisch überprüft werden sollte. Dabei ist neben einer Ausliterung oder allfälligen Parallelmessung der Messeinrichtung, Messwertübertragung sowie korrekten Q-h-Beziehung Beachtung zu schenken. Die Aufzeichnung der zulaufenden Wassermengen mit hoher Auflösung im Prozessleitsystem ist Stand der Technik.

Bestimmung der inneren Reserven

Der Umfang der inneren Reserven ist für jede ARA unterschiedlich und muss individuell bestimmt werden. Dies kann anhand einer Engpassanalyse (Anhang 2C) erfolgen. Zur Ermittlung der inneren Reserven für ein dynamisches, kurzfristiges Ausreizen ist eine Pilotierung begleitet von einer Simulation nötig.

ANHANG 2C:

ENGPASSANALYSE

Einleitung

Ziel der Engpassanalyse ist die Ermittlung der inneren Reserven der ARA. Die Engpassanalyse muss sowohl für das biologische Verfahren als auch die hydraulische Kapazität durchgeführt werden.

Die Reinigungsprozesse einer ARA unterliegen physikalischen, hydraulischen und biochemischen Effekten, welche in den vier Reinigungsstufen einer kommunalen ARA ablaufen:

Kategorisierung	Verfahrensstufe	Effekt
Erste Stufe (mechanische Reinigung)	mechanische Reinigung für den Grobstoffrückhalt	Hydraulisch und physikalisch
Zweite Stufe (biologische Reinigung)	biologische Reinigung zur Elimination der gelösten Schmutzstoffe (Organische Stoffe, Stickstoff und teilweise Spurenstoffe)	Hydraulisch und biochemisch
Dritte Stufe (chemische Reinigung) - integriert in die zweite Stufe	chemische Reinigung für die Phosphorelimination	Hydraulisch und chemisch
Vierte Stufe (Filtration & EMV)	weitergehende Feststoffelimination (z.B. Sandfiltration) und / oder Behandlungsstufe zur Spurenstoffelimination	Hydraulisch und physikalisch oder chemisch

Tabelle Anhang 2C_1: Kategorisierung der ARA Verfahrensstufen und den ablaufenden Effekten.

Die zweite Stufe ist das Herzstück der Abwasserreinigung. Ohne funktionierende Biologie können die gelösten Schmutzstoffe nicht ausreichend eliminiert werden und der Ablauf der ARA kann die gesetzlichen Anforderungen nicht erfüllen. Entsprechend steht die Engpassanalyse beim biologischen Verfahren immer an erster Stelle. Sofern dabei Reserven eruiert werden, welche eine dynamische Erhöhung der Wassermenge erlauben, ist anschliessend die Analyse der hydraulischen Kapazität der übrigen Anlagestufen durchzuführen.

Engpassanalyse Verfahren

Unterschiede bei den Verfahren

In der Praxis kommen verschiedene biologische Verfahren zur Anwendung. Die Verfahren unterscheiden sich in der Art und Weise der Bakterienansiedlung (suspendiert oder festsitzend), Anzahl Stufen des biologischen Reinigungsprozesses sowie in der Art der Feststoffabtrennung. Entsprechend sind nicht alle Verfahren gleich flexibel bezogen auf die dynamische Erhöhung des ARA-Zuflusses. Die Tabelle Anhang 2C_2 gibt einen Überblick über das Potenzial der verschiedenen Verfahren:

Verfahren	Bakterienansiedlung/ Anzahl Reaktoren biologischer Reinigungsprozess	Potenzial/ Limite für eine Erhöhung der maximalen hydraulischen Belastung
Konventionelle Belebtschlamm-anlage	Belebtschlamm - suspendiert; Zwei Reaktoren (Biologie und Schlammabsetzung im entkoppelten Nachklärbecken)	Entkopplung der Biologie und der Nachklärung, daher grosses Potenzial
SBR	Belebtschlamm - suspendiert; Biologiestufe und Absetzprozess im gleichen Reaktor, Zeitlich differenziert und zeitlich gesteuert	Anpassung der Schlammkonzentration und der Zykluszeiten möglich. Ein schneller Wechsel auf kürzere Zykluszeiten führt zu schlechterer Reinigungsleistung (Nitrifikation/Denitrifikation). Vorlage und nachgeschalteter Ausgleichsbehälter als hydraulische Limite falls die Kapazität vom SBR nicht ausreicht. – Potenzial evtl. in den Sommermonaten oder bei geringerer Anlagenbelastung

Hybrid Wirbelbett	Belebtschlamm - suspendiert und Biofilm - festsitzend auf Träger; Zwei Stufen (Biologiestufe und Schlammabsetzung im entkoppelten Nachklärbecken)	Entkopplung der Biologiestufe und der Nachklärung, daher Potenzial eher limitiert durch das Auschwemmen der Trägerelemente im Nitrifikationsteil resp. hydraulische Kapazität des Rückhaltesiebs (Verstopfungsrisiko). Risiko: Lastspitzen sind schwierig zu handeln. Reines Wirbelbett: Schlechtere Flockung der Nachfällung
Biofilter	Biofilm- festsitzend; Biologiestufe und Schlammrückhalt im gleichen Reaktor gekoppelt.	Hydraulisch limitiert. Die maximale Dimensionierung ist fix – definierte Kontaktzeit. Keine Pufferkapazität für Stossbelastung. Unterbelastung nur limitiert nutzbar aufgrund hydraulischer Limitierung.
MBR (Membranbioreaktor)	Belebtschlamm - suspendiert; Biologiestufe und Schlammabtrennung (Membranen) entkoppelt.	Hydraulisch limitiert durch die Membranfläche und die Dichte des Wassers. Nur bei ausreichenden Volumen über der Membran und evtl. in den Sommermonaten (bessere Permeabilität) ist eine Erhöhung denkbar Kleineres Biologievolumen da höhere Schlammkonzentration -> Schlechtere Pufferkapazität für Impulsbelastungen

Tabelle Anhang 2C_2: Einschätzung des Potenzials verschiedener Verfahren zur dynamischen Erhöhung des ARA-Zuflusses

Da in der Schweiz mehrheitlich (> 80%) konventionelle Belebtschlammanlagen im Einsatz sind, beschränken sich die folgenden Ausführungen auf dieses Verfahren mit Fokus auf die Abwasserstrasse. Die Auswirkungen der dynamischen Erhöhung des ARA-Zuflusses auf die Schlamm- und Gasbehandlung sind i.d.R. von untergeordneter Bedeutung.

Relevante Parameter

Der biologische Reinigungsprozess ist abhängig von den vorherrschenden **Umweltbedingungen** sowie unterschiedlichen Parametern:

- Temperatur: Effizienz biologischer Abbau, Dichte des Wassers, Reaktionsgeschwindigkeit, Sauerstofflöslichkeit
 - Zielkonflikt: Die zunehmende Reaktionsgeschwindigkeit von biologischen Aktionen bei steigender Temperatur kann zusammen mit der abnehmenden Löslichkeit von Sauerstoff zu Sauerstoffmangel in den Sommermonaten führen (insb. in Situationen an der Belastungsgrenze).
- Salzgehalt im Wasser – Winter: Ionenaustausch von NaCl mit Mg verändert die Schlammstruktur
- Durchmischung und Aufenthaltszeit - Kontakt zwischen Belebtschlamm und Schmutzstoffen
- Dem aktuellen Prozesszustand; TS_{BB} und SVI bestimmt die Belastbarkeit der NK; Masse der Nitrifikanten wird bestimmt durch NH_4 -Fracht der letzten Tage.

Neben diesen Umweltbedingungen, zentralen Parametern und dem aktuellen Prozesszustand ist der **aktuelle Auslastungsgrad** der ARA massgebend, ob die geforderten Einleitbedingungen der ARA auch mit einer zusätzlichen hydraulischen Belastung eingehalten werden können.

Kritische Verfahrensschritte und Risikofaktoren

Die nachstehende Tabelle listet die für die einzelnen Schmutzstoffe kritischen Verfahrensschritte, Risikofaktoren bei der dynamischen Erhöhung des ARA-Zuflusses sowie die Auswirkungen auf die Ablaufwerte auf.

Schmutzstoff	Kritischer Verfahrensschritt	Risikofaktor bei Erhöhung der maximalen hydraulischen Belastung	Auswirkung auf Ablaufwerte
Organische Stoffe (DOC, CSB)	Biologie: ausreichend Schlamm erforderlich für den Abbau Nachklärung: ausreichende Absetzung für den Schlamm	Je mehr Schlamm im Biologiebecken vorliegt, desto grösser ist die biologische Reinigungskapazität (Diversität der Bakterien, Kontakt, Reaktionszeit). Aufgrund der höheren Schlammvolumenbeschickung der Nachklärung können die	erhöhter DOC, erhöhter gelöster und ev. partikulärer CSB/ Überschreitungen möglich

		ungelösten Stoffe bei einem hydraulischen Stoss ev. ausgeschwemmt werden.	
Stickstoff (N_{tot} , NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , N_2O)	Biologie: ausreichend Schlamm und genügend Schlammalter sowie die Nitrifikantenbiomasse sind erforderlich für den Abbau/ Gleichgewicht zwischen De- und Nitrifikation nötig (ausreichend Volumen) Nachklärung: ausreichende Absetzung für den Schlamm	Dito oben; Nitrifikation ist stärker temperaturabhängig als der Abbau von organischen Stoffen; grosse belüftete Reaktoren erforderlich (SA 10d für Nitrifikation gegenüber SA 4d für CSB-Elimination) – massgebend ist der Aufbau der Nitrifikantenbiomasse, welche sich durch die Ammoniumfracht der Vortage aufgebaut hat. Zusätzliches unbelüftetes Volumen für Denitrifikation sicherstellen. Beruhigende Massnahmen gegen überhöhten O_2 -Eintrag bei Regen treffen. Durch die tiefere Konzentration an leichtabbaubarem CSB ist eine reduzierte Denitrifikation zu erwarten – Zielkonflikt! Neuste Erkenntnisse zeigen, dass ein unvollständiger Stickstoffabbau zu Lachgasproduktion führen kann, speziell im Frühling und bei einer schlechten Schlammstruktur (hoher SVI)	Erhöhtes NO_2^- und NH_4^+ Zu tiefe Gesamtstickstoffelimination; Überschreitung möglich; N_2O Bildung in Übergangszeit möglich
Phosphor (P_{tot})	Nachklärung: ausreichende Absetzung für den Schlamm	Wird ev zu wenig gebunden im Schlamm und am Fällmittel; die Dosierung von Fällmittel kann Q abhängig gesteuert werden	Erhöhter gelöster und partikulärer P/ Überschreitungen möglich
Schwebstoffe (GUS)	Nachklärung: nicht ausreichende Absetzung für den Schlamm	Austrag von Schlamm durch unvollständige Absetzung in der Nachklärung bei zusätzlicher hydraulischer Belastung.	Erhöhter GUS/ Überschreitungen möglich/ zu hoher Schlammverlust kann zu Problemen führen
Spurenstoffe	Massgebend für die Elimination von Spurenstoffen ist die ideale Durchmischung, die Kontakt- und die Reaktionszeit. Dies gilt für Verfahren mit Pulveraktivkohle oder granulierte Aktivkohle und auch für die Ozonung. In der Biologie ist das Schlammalter relevant	Biochemische und hydraulische Limitierung: Unzureichende Betriebsmittel und/oder Kontaktzeit für die eingetragene Fracht (Aktivkohle oder Ozon). Erreichen der Eliminationsleistung erschwert durch zeitliche Verzögerung und negativem Konzentrationsgradient von Zu- und Ablauf bei Regenfall und erschwerte Detektion bei tiefen Konzentrationen. Aktivkohle-Rückhalt von >95% technisch machbar, jedoch schwer kontrollierbar. Messung: online GUS- und Trübungsmessungen	Unzureichende Eliminationsleistung, PAK-Abtrieb zu hoch, Ozonaustrag

Tabelle Anhang 2C_3: Kritische Verfahrensschritte, massgebende Engpässe und kritische Stoffparameter für diese Engpässe.

Auswirkung auf Verfahrensstufe zur Elimination von organischen Spurenstoffen

Die VSA-Publikation «Zu behandelnde Abwassermenge und Redundanz von Reinigungsstufen zur Entfernung von Mikroverunreinigungen» empfiehlt, dass der gesamte Ablauf der biologischen Reinigungsstufe über die EMV-Stufe geführt wird (Vollstrombehandlung). Abweichungen sind nur in begründeten Fällen mit eindeutiger Dokumentation möglich.

Engpassanalyse Hydraulik

Massgebend für die Erhöhung der hydraulischen Belastung über den Dimensionierungszufluss ($Q_{\text{Dim.}}$) ist die hydraulische Kapazität entlang der gesamten Abwasserstrasse. Der erhöhte ARA-Zufluss darf nicht zu einem Überfluten eines Anlageteils, zu unerlaubtem Rückstau oder zu Entlastungen führen.

Jegliche Gerinne, Kanäle, Zwischenentlastungen und Hebewerke sowie die mechanischen und physikalischen Stufen sind hydraulisch nach standardisierten Normen zu überprüfen. Zum einen erfolgt diese Prüfung über die Bestandspläne, jedoch auch mit der Analyse der Betriebsdaten (über einen Zeitraum von ca. 2-4 Jahren) und dem hydraulischen Längsprofil. Zudem ist das **Gespräch mit dem Betreiber** ein wichtiges

Element, um eine Erhöhung der Wassermenge über die Gesamtanlage zu erwägen. Jedoch kann erst eine **detailliert geplante Pilotierung** bestätigen, dass die Wassermenge erhöht werden kann. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Effekte und die Risiken der einzelnen Stufen auf.

Anlagestufe	Stufe	Effekt	Risiko
Gerinne / Kanäle	Ganze Anlage, alle Stufen	hydraulisch	Überflutung, zusätzliche Entlastung durch Rückstau
Zwischenentlastungen	Ganze Anlage, alle Stufen	hydraulisch	Rückstau, Überflutung
Messbereich vor Durchflussmessung	Ganze Anlage, alle Stufen	hydraulisch	Rückstau, Überflutung
Hebewerke / Pumpen	Ganze Anlage, alle Stufen	hydraulisch	Aufstau, Rückstau, Überflutung
Kies-/Steinfang	1, mechanisch	hydraulisch	Mehr Steine und Kies vor dem Rechen
Rechen	1, mechanisch	hydraulisch	Rückstau, Überflutung, erhöhte Geschwindigkeit durch das Aggregat & reduzierter Materialrückhalt. Ablagerungen bei Niedrigwasser (bei Q Reduktion)
Sand- und Fettfang	1, mechanisch	hydraulisch	Rückstau, verminderte Abscheidung, mehr Sand in den nachfolgenden Becken/Schlamm (höhere Abrasion, Sand in Faulung), Kurzschlussströmungen, Anstieg Wasserspiegel, Überströmen Schwimmstoffschild
Vorklärbecken	1, mechanisch	hydraulisch	Geringere Aufenthaltszeit, reduzierte Sedimentationszeit, höhere Oberflächenbelastung, Kurzschlussströmungen, tiefere Eliminationsrate und damit erhöhte Belastung auf Biologie (GUS, CSB, BSB ₅ , P _{tot} und N _{tot}), geringere Biogasproduktion
Schwimmschlammrinnen VKB und NKB	1, mechanisch & 2 biologisch	hydraulisch	Rückstau, Überflutung, Schwimmschlamm kann nicht mehr entfernt werden
Biologiebecken	2, biologisch	biochemisch	Reduktion der hydraulischen Aufenthaltszeit, höhere zu behandelnde Frachten, mehr Impulsbelastungen, höherer Sauerstoffanteil in Zulauf, Risiko unvollständiger Prozessablauf, Reduktion der Zulauftemperatur
Nachklärbecken	2, biologisch	hydraulisch	Erhöhter Schlammabtrieb, Schlamm Spiegel steigt, geringere Aufenthaltszeit, tiefere Abscheideleistung von ungelösten Stoffen (GUS, CSB, BSB ₅ , P _{tot} und N _{tot}), höhere Oberflächenbelastung, Kurzschlussströmungen
Fällung	3, chemisch	hydraulisch	Verkürzung der Einmisch- und Reaktionszeit, Veränderung Turbulenz
EMV	4, weitergehende Stufe	Hydraulisch & Biochemisch	Reduzierte hydraulische Aufenthaltszeit, Kontaktzeit und Eliminationsleistung, erhöhte Nitrit- oder DOC-Konzentrationen führen zu erhöhtem Ozonbedarf, Restozongehalt resp. PAK/Micro-GAK-Schlupf steigt, GAK Filtration: Verblockung, Micro-GAK-Schwebbett expandiert
Sandfiltration	4, weitergehende Stufe	hydraulisch	Rückstau, Verblockung, Überlauf und damit reduzierter GUS-Rückhalt

Tabelle Anhang 2C_4: Kritische Verfahrensschritte, massgebende Engpässe und kritische Stoffparameter für diese Engpässe.

Das Engpasspotenzial nimmt durch die Durchflussmenge Q aufgrund der steigenden Energieverlusten H zu:

- Druckleitungen, Düker, Schieberöffnungen und geschlossene Gerinne weisen ein hohes Engpasspotenzial ($H \sim Q^2$) auf.
- Beckenüberfälle und Schlammabzugsrinnen verfügen über ein geringes Engpasspotenzial ($H \sim Q^{2/3}$).
- Umlenkungen, Aufteilungen Vereinigungen, offene Gerinne, Venturi, Hebewerke, Pumpen und Rechen liegen dazwischen mit einem mittleren Engpasspotenzial.

Vernehmlassungsexemplar

ANHANG 2D:

MASSNAHMENKATALOG

Übersicht

Sofern die Engpassanalysen für das Verfahren und die Hydraulik innere Reserven aufzeigen, ist eine Erhöhung des ARA-Zuflusses möglich (siehe nachfolgende Tabelle).

Kategorisierung	Engpassanalyse	Inneren Reserve	Erhöhung Wassermenge
Erste Stufe (mechanische Reinigung)	Hydraulik	Kapazitätsreserven	ganzjährig möglich
Zweite Stufe (biologische Reinigung)	Verfahren und Hydraulik	Saisonal	möglich in den Sommermonaten
		Kapazitätsreserven	stets möglich resp. abhängig vom Prozesszustand
		Dynamisch	nur nach Modell und erweiterter Messtechnik
Dritte Stufe (chemische Reinigung) - integriert in die zweite Stufe	Verfahren und Hydraulik		stets mit ausreichend Kapazität bei den Fällmitteldosierpumpen
Vierte Stufe (Filtration & EMV)	Verfahren und Hydraulik	Kapazitätsreserven	stets

Tabelle Anhang 2D_1: Kategorisierung der ARA-Verfahrensstufen und mögliche Massnahmen.

Massnahmen bei einzelnen Anlagestufen

Bei der Erhöhung der Wassermenge sind für jede Anlagestufe wo nötig Massnahmen umzusetzen, um die erforderliche hydraulische Kapazität sicherzustellen. Die nachfolgende Tabelle listet Lösungsansätze für Kapazitätserweiterungen **pro Anlagestufe** auf:

Anlagestufe	Überprüfung	Mögliche Lösungsansätze für Kapazitätserweiterung
Gerinne / Kanäle	Hydraulische Kapazität	Ev. verbreitern – bei kurzen Flaschenhalssituationen / oder öffnen bei gedeckten Gerinnen
Zwischenentlastungen	Hydraulische Kapazität	Ev. verschliessen
Messbereich vor Durchflussmessung	Hydraulische Kapazität	Ev. baulich anpassen
Hebewerke / Pumpen	Hydraulische Kapazität	System maximal ausnutzen, Ev. anlagentechnisch erweitern und baulich anpassen, Bypass vorsehen
Kies-/Steinfang	Rückhaltkapazität/ Geschiebe vor Rechen	Reinigungsintervalle erhöhen
Rechen	Gerinnebreite, Stababstand/ Belegungsverhalten	Reinigungsintensität erhöhen
Sand- und Fettfang	Aufenthaltszeit (> 5min), Oberflächenbeschickung (<20 m/h)	Risiko von Sandablagerungen (vermehrtes Absaugen), Redundanz sicherstellen, Räume an neue Wasserstände anpassen, Optimierung Verteilung, Einbau hydraulischer Bremsen, Ablagerungen bei Nachtminium verhindern

Vorklärbecken	Aufenthaltszeit (> 30 min bei Q_{tw} resp > 45 min bei Q_{tw} - falls ÜSS über VKB), / Oberflächenbelastung 2.5-4 m/h (horizontal durchströmt)	Erhöhte organische Belastung auf Biologie – Vorfällung prüfen, ev. Lamellen einbauen, Optimierung Verteilung, Einbau hydraulischer Bremsen
Schwimmschlammrinnen VKB und NKB	Hydraulische Kapazität	Kurzzeitig ungenügende Abscheideleistung – Anpassung Massnahmen sind selten möglich
Biologiebecken	Schlammkonzentration und Schlammalter, Kapazität für Impulsbelastungen (Ammoniumstösse)	Ausreizung der maximalen biologischen Kapazität – Tageszeitliche Limitierung, Regelmässige Kontrolle vom Schlammalter, NH_4 - und NO_2 -Werte (ev. häufiger als die 24h-Sammelprobe; ev. sogar online) – Situativ Belüftung intensivieren jedoch wegen Lachgasproblematik nur mit ausreichendem Denitrifikationsvolumen
Nachklärbecken	Aufenthaltszeit resp. Schlammvolumenbeschickung (max. 500 bis 650 l/m ³ /h) und Flächenbelastung (1.6 m/h (horizontal durchströmt) resp. 2 m/h (vertikal durchströmt)	Reduktion der Schlammkonzentration in der Biologie, Optimierung Verteilung, Einbau hydraulischer Bremsen (z.B. Trennbleche) oder Verlängerung von Beruhigungsstrecken – Betriebsdatenanalyse gemäss untenstehender Abbildung und regelmässige Kontrolle der GUS-Werte (ev. häufiger als die 24h-Sammelprobe; ev. sogar Trübung online). zusätzliche Lochungen in den getauchten Ablaufrohren der Nachklärbecken; Schlammspiegelmessung Reduktion der Schlammvolumenbeschickung durch die tiefere Konzentration im Biologiebecken. Hydraulische Kurzschlussströmungen verhindern. Schlammabtrieb ist zu verhindern!
Fällung	Einhalten der Einmischzeit/ Turbulenz/ Aufenthaltszeit/ Sedimentationszeit	Situativ Dosiermenge anpassen
EMV	Einhalten der Einmischzeit/ Turbulenz/ Reduzierte Kontaktzeit	Teilstrombehandlung, Ausreizen der maximalen Kapazitäten, Bypass vorsehen. Entlastung vor der EMV Stufe nur möglich, wenn kantonale Bewilligung vorliegt.
Sandfiltration	Hydraulische Kapazität	Einhalten der maximalen Filtergeschwindigkeit. Rückspülungszyklus erhöhen. Notüberlauf und Bypass vorsehen. – Umfahrung nur bei $Q > Q_{Dim}$ und wenn dies keinen negativen Einfluss auf das Gewässer hat.

Tabelle Anhang 2D_2: Lösungsansätze für Kapazitätserweiterungen pro Anlagestufe

Achtung: Wenn eine ARA empfindlich auf hydraulische Stösse oder Schmutzstoffstösse reagiert, kann es sinnvoll sein, bei Regenereignissen den Zufluss zur ARA nur langsam und schrittweise zu erhöhen. Dies ist bei der Umsetzung der Massnahmen zu berücksichtigen.

Exkurs: Verfahrenstechnische Limitierung Biologie und Nachklärung

Mit der Erhöhung der hydraulischen Belastung auf die Biologie und die Nachklärung wird sich der GUS im Ablauf erhöhen. Um diese Schwebstoffproblematik zu adressieren, wird die Schlammkonzentration reduziert. Damit wird auch die Schlammvolumenbeschickung auf die Nachklärung verringert. Mit der tieferen Schlammkonzentration und dem tieferen Schlammalter reduziert sich die mikrobielle Aktivität und Diversität. Dadurch werden je nach Schlammalter weniger CSB, Ammonium und organische Spurenstoffe abgebaut. Die nachfolgende Abbildung illustriert die Effekte:

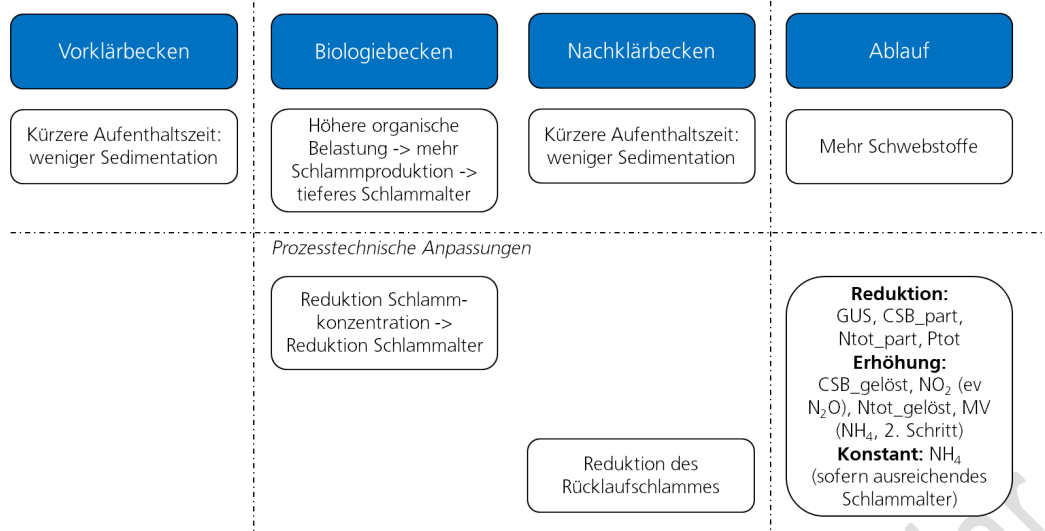


Abbildung Anhang 2D_1: Darstellung der Abhängigkeiten der Prozessstufen bei einer konventionellen Biologie.

Der Schlammvolumen Index (SVI) ist gemäss Dimensionierungsnormen massgebend für die Abscheideleistung in der Nachklärung. Die Erfahrung zeigt, dass oftmals die Nachklärbecken-Konstruktion überprüft und das System auf die aktuellen Rahmenbedingungen adaptiert werden sollte. Die Becken werden manchmal sehr grosszügig dimensioniert und können dementsprechend heute oftmals mehr belastet werden, als die standardmässige Dimensionierung voraussagt, falls die Beckentiefe dies zulässt. Die untenstehende Abbildung zeigt eine mögliche Betriebsdatenanalyse wobei das $2 Q_{TW,max}$ dem effektiven $Q_{Dim.}$ entspricht. Eine Saisonalität beim SVI ist klar zu erkennen.

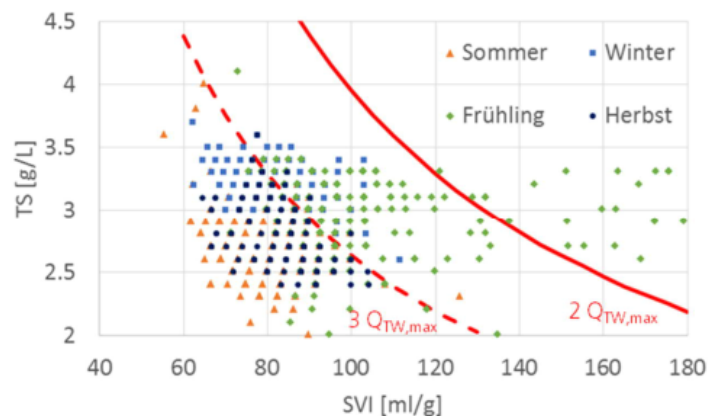


Abbildung 9: Schlammvolumenindex (SVI) vs. TS-Konzentration für die verschiedenen Jahreszeiten gemäss Betriebsdaten (Winter: Dezember-Februar, Frühling: März-Mai, etc.). Rot dargestellt ist die zulässige Schlammvolumenbeschickung gemäss Dimensionierung ($500 \text{ l/m}^2/\text{h}$) für $2 Q_{TW,max}$ und $3 Q_{TW,max}$.

Erkenntnisse liegen vor, dass die GUS-Ablaufwerte stark mit der Temperatur korrelieren. Folgende Hypothesen müssen noch weiter belegt werden (Quelle: «Optimierung der Abwasserbehandlung unter Einbezug von ARA und Netz». Hunziker Betatech AG, Juli 2018):

- Feinere Belebtschlammflocken im Winter führen zu einer schlechteren Sedimentation. Die Flockenstruktur ist möglicherweise durch die hohen Salzkonzentrationen negativ beeinflusst.
- Allfällige Dichteströmungen können zu einer Erhöhung des Schlammbetts und zu höheren GUS-Konzentrationen im Ablauf führen.

Exkurs: Verfahrenstechnische Limitierung EMV

Die Spurenstoffelimination ist aufgrund der Kontaktzeit der Spurenstoffe mit Ozon oder adsorbierenden Aktivkohle hydraulisch limitiert.

Folgende Probleme können sich bei der Erhöhung der hydraulischen Belastung der EMV-Stufe ergeben:

- Erhöhte Dosierung von Betriebsmitteln (Pulveraktivkohle oder Ozon/ Ersatz der granulierten Aktivkohle)

Soll das $Q_{\max., ARA}$ in den Sommermonaten erhöht werden, muss die Anlage prozesstechnisch darauf eingestellt werden. Dies bedingt in einem ersten Schritt einen geplanten und begleiteten **Pilotbetrieb**. Der Betreiber muss das Verhalten der Anlage detailliert kennen, da mit der Ausnutzung von Reserven die Sicherheitsmarge bezüglich Einhaltung der gesetzlich geforderten Ablaufwerten abnimmt. Idealerweise wird der Pilotbetrieb fachlich begleitet.

Dabei sind zwei Zielkonflikte zu beachten:

- Mit der Annahme der Motion zur N-Elimination ergibt sich ein neuer Zielkonflikt, weil die in den Sommermonaten vorhandenen Reserven möglicherweise für eine erhöhte Stickstoffelimination genutzt werden müssen.
- Ein weiterer Zielkonflikt besteht im Zusammenhang mit der Bildung von Lachgas. Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen, dass eine stabile Nitrifikation und eine ganzjährige Denitrifikation die Lachgasemissionen reduzieren können. Eine erhöhte Nitritkonzentration im Belebungsbecken respektive im Ablauf kann auf eine erhöhte Lachgasproduktion hinweisen. Zudem treten die Lachgasemissionen vor allem in der Übergangszeit (März/ April) auf.

Die Optimierung ist unter Beachtung dieser Zielkonflikte situativ abhängig von der ARA und dem Gewässer zu konkretisieren.

Nutzung kurzfristiger Reserven

Wird die Anlage dynamisch gefahren und kurzzeitig mehr Abwasser gereinigt, kann dies zu erhöhten GUS- oder Ammoniumwerten führen. Um die Reaktionszeit zu verkürzen und den Prozess zu kontrollieren, ist es sinnvoll die zu- und ablaufende Ammoniumkonzentration sowie die ablaufende Trübung online zu messen. Eine intensivere (online) Nitrit-Analytik sowie häufigere Bestimmungen der Schlammflockenstruktur helfen ebenfalls beim optimierten dynamischen Betrieb. Die Erweiterung der ARA mit Messtechnik ist für die dynamische Bewirtschaftung sinnvoll. Die Reaktionszeiten des Betriebes müssen für diese Betriebsweise verkürzt werden.

Die Reaktionen der einzelnen Anlagestufen auf eine kurzzeitige erhöhte Hydraulik (dynamische Spitzen von einigen Stunden zu Beginn eines Regenereignisses) können teilweise in einem Modell und mit Pilotversuchen abgeschätzt werden. Zur Hilfestellung beschreibt das DWA Dokument T3/2016 [10] auf der Seite 27 ein Regelungskonzept.

Modellierung und Simulation

Eine verlässliche Aussage, ob die hydraulische Belastung der ARA über den Dimensionierungszufluss ($Q_{\text{Dim.}}$) gesteigert werden kann, kann nur mit einer Simulation gemacht werden. Mit ersten statischen Überlegungen kann die Machbarkeit grob geprüft werden. Für die dynamischen Zustände wie die Übergänge von Trocken- auf Regenwetter ist eine dynamische Simulation aufgrund der unterschiedlichen Abhängigkeiten von verschiedenen Prozessfaktoren nötig. Die konventionelle Biologie kann am repräsentativsten modelliert werden (Ammonium). Alle anderen Verfahrensstufen – und Arten können noch nicht repräsentativ modelliert werden. Die Simulation weist zuverlässige Resultate für den Testbetrieb aus.

Einbezug Betrieb

Massnahmen sind immer in Absprache mit dem Betrieb zu planen und umzusetzen.

Risikofaktor Lachgas

Das Forschungsprojekt der Eawag von Wenzel Gruber unter der Leitung von Adriano Joss (bis Ende 2021) zeigt, dass ein gutes Gleichgewicht zwischen Nitrifikation und Denitrifikation die Lachgasemissionen reduzieren kann. Eine erhöhte Nitritkonzentration im Belebungsbecken respektive im Ablauf kann auf eine erhöhte Lachgasproduktion hinweisen. Gemäss «N₂O-emissions in full-scale WWTP» Gruber @all 2019 treten die Lachgasemissionen vor allem in der Übergangszeit (März/ April) auf. Es wird angenommen, dass in dieser Zeit die NOB's (Nitrobakter) ausgeschwemmt werden. Bis diese wieder ausreichend eingewachsen sind, kann es gut 2-3 Monate gehen.

Die Lachgasemissionen erfolgen hauptsächlich bei Trockenwettersituationen, jedoch wurden auch nach Regenwettertagen höhere Emissionen detektiert. Dies kann eventuell ebenfalls auf das Auswaschen der Nitrobakter zurückzuführen sein.

Aufgrund dieser Erkenntnisse können die Schlammkonzentration und das Schlammalter in den Sommermonaten tiefer gefahren werden, um die ARA hydraulisch stärker zu belasten. Zu Beginn der hydraulisch stärker belasteten Phase ist jedoch sicherzustellen, dass tiefe Nitritkonzentrationen vorherrschen und ausreichend Denitrifikationsvolumen sowie ausreichendes organisches Substrat zur Verfügung stehen.

Es sind zusätzliche Nitrit-Messungen nötig und eine gute Überwachung der ARA inkl. Biomasse (Schlammstruktur), wenn die hydraulische Belastung gesteigert wird. Wichtig ist, dass die ARA saisonal nicht zu lange höher belastet und mit zu wenig Reserven in den Winter gefahren wird.

Tendenziell werden rund 0.3-2 % des eingetragenen Stickstoffes in Lachgas umgewandelt. Jedoch darf nicht die gesamte Jahresfracht betrachtet werden, sondern nur die Fracht in der Übergangszeit. Zudem ist die Lachgasproduktion stark prozessabhängig. Anhand eines Modellbeispiels von einer ARA mit 30'000 EW resp. mit einer Entlastung von ca. 500 kgTKN/a auf der ARA und rund 180 kgTKN/a aus dem Netz kann durch die dynamische Bewirtschaftung pro Jahr rund 50 Kilo mehr Ammonium auf die ARA geführt werden. Dies entspricht bei Annahme des oben aufgeführte N_2O -Bildungspotenzials einem Wert zwischen 0.16 und 1.06 $\text{kgN}_2\text{O/a}$ resp. 42 bis 280 $\text{kgCO}_{2\text{-Äq/a}}$. Würden während 3 Monaten aus der gesamten zugeführten Fracht rund 0.1% Lachgas gebildet, würde dies zu zusätzlichen 30 $\text{kgN}_2\text{O/a}$ resp. 8 $\text{tCO}_{2\text{-Äq/a}}$ führen. Es sind jedoch noch weitere Forschungsergebnisse und mehr Modellbeispiele notwendig, um hier genauere Aussagen treffen zu können. Wichtig ist, dass 0.5% des Stickstoffes, welcher direkt in die Oberflächengewässer umgesetzt wird, ebenfalls in Lachgas umgewandelt wird (publiziert wurde gemäss IPCC-Guidelines 2016 - Emissionsfaktor von 0.005 $\text{kg N}_2\text{O/Nkg}$). Durch die hohe Klimarelevanz von N_2O sind die Auswirkungen der Lachgasemissionen bei der integralen Betrachtung Netz-ARA Gewässer entsprechend zu würdigen.

ANHANG 3:

BEST-PRACTICE FÜR DIE ERHEBUNG UND AUSWERTUNG VON MESSDATEN

Die Überprüfung der Berechnungsergebnisse von Kanalnetzmodellen erfordert verlässliche Messdaten des Niederschlags- und Abflussgeschehens. Aktuelle Datenauswertungen zeigen z.B., dass Sonderbauwerke nicht immer so funktionieren wie geplant (*Brombach et al., 2013; Dittmer, 2014; Hoppe et al., 2016, LANUV, 2018, REF_Manny*) und dass modellierte Niederschlagsabflüsse oftmals deutlich überschätzt werden (*Baumann et al., 2017; Dittmer et al., 2018*). Solche Auswertungen können allerdings nur angestellt werden, wenn die Messgeräte funktionieren und die ständig anfallenden Messdaten zeitnah geprüft, wenn nötig korrigiert, regelmässig ausgewertet und nachvollziehbar archiviert werden.

Messdatenmanagement

Messdatenmanagementsystem

Zur Verarbeitung und Archivierung der Massendaten wird ein Messdatenmanagementsystem (MDMS) empfohlen [6]. Dieses dient nicht nur zur kontinuierlichen und dauerhaften Speicherung, sondern bietet im Vergleich zu Prozessleitsystemen weitergehende Funktionen zur Datenkorrektur, Aufbereitung, und Auswertung, sowie zum Austausch von Mess- und Metadaten.

In DWA M151 werden sieben Grundfunktionen eines MDMS genannt: i) Import, ii) Datenprüfung (manuell und automatisch), iii) Datenkorrektur, iv) Auswertung, v) Dokumentation, vi) Export, vii) Archivierung und erweiterte Funktionalitäten zur Analyse von Regendaten (Extremwertstatistik, Erstellen von jährlichen und partiellen Serien, etc.), und Abflussdaten (Hoch- und Niedrigwasserstatistik, automatischer Vergleich von Messgrößen mit statistischen Kenngrößen, Verwaltung von Metadaten und Umrechnungs- oder Kalibrierungsprotokollen, etc.) beschrieben. Damit geht ein MDMS über die Funktionen eines typischen Prozessleitsystems oder Tabellenkalkulation hinaus und benötigt spezifische Datenbank- oder Softwarelösungen [6].

Da Messdaten im Zuge der Digitalisierung mehr und mehr als wertvolle Ressource wahrgenommen werden, erfordert die Qualitätssicherung auch organisatorische Anpassungen (je nach Betriebsgrösse). Betreiber von Kanalisationen sollten den Umgang mit den Messdaten als Geschäftsprozesses betrachten und mindestens zwei Personen mit der Administration, Pflege und Anwendung des MDMS vertraut machen [6].

Eindeutige Speicherung des Beckenwasserstandes mit Zeitstempel

Jeder aufgezeichnete Messwert des Beckenwasserstandes benötigt einen «Zeitstempel», d.h. es muss die genaue Zeit des Messwertes in geeigneter Weise mit registriert werden. [5]

Speicherung der Rohdaten

Die gewonnenen Messdaten liegen zunächst als Ganglinie des Beckenwasserstandes vor. Es empfiehlt sich dringend, diese Ganglinie als Rohdatensatz zu speichern und nicht nur die bereits weiterverarbeiteten Daten (etwa nur die ermittelten Überlaufereignisse). Sind zum Beispiel nur Beginn und Ende der Überlaufereignisse gespeichert, aber die zugrundeliegende Ganglinie nicht mehr greifbar, ist es kaum mehr möglich, eine Plausibilitätskontrolle der Messung vorzunehmen und auch das korrekte Erkennen der Überlaufereignisse kann dann nicht mehr überprüft werden. Die Rohdaten sollten auf Dauer verfügbar sein [5]. Dies vor allem auch im Hinblick auf das mehrjährige Reporting, in welchem Trends ausgemacht werden können.

Datenarchive

Alle erhobenen Daten müssen regelmässig gesichert werden, damit bei einem Ausfall oder Defekt der eingesetzten Software die bereits erhobenen Daten sicher sind. Dies erzielt man mit dem Erstellen von Datenarchiven. Datenarchive sollen regelmässig auf ihre Lesbarkeit überprüft werden. Zudem sollte beachtet werden, dass digitale Datenträger Alterungsprozessen unterliegen sowie oftmals durch neue Technologien abgelöst werden. Die Datenspeicherung sollte daher falls nötig den neuen Speichertechnologien angepasst werden, damit die Daten weiterhin lesbar bleiben [4]

Messeinrichtungen

Wasserstandmessung

Tauchsonden, Ultraschall-Abstandssonden oder Radar-Abstandssonden.

Bei Verwendung von berührungslosen Messtechniken (Ultraschall/Radar), ist die Installationshöhe entscheidend. Das Messgerät darf nicht zu tief sitzen, damit die Erfassung des Entlastungsverhalten gewährleistet werden kann. Der Messort muss zudem für Wartungszwecke gut zugänglich sein [4]. Für Details zu den Messprinzipien und Messgeräten siehe [9].

Zur Überprüfung der Messgeräte empfehlen verschiedene Richtlinien regelmäßige, mindestens jedoch jährliche Überprüfungen und Kalibrierungen, z.B. der Mess- und Drosseleinrichtungen von Kanalisationen und Sonderbauwerken [8].

Prozessleitsystem

Zur Erfassung und Speicherung der Daten ist ein Prozessleitsystem erforderlich. Mit den Daten über die Einstau- und Entlastungsaktivität können schlussendlich Visualisierungen (Ganglinien) dargestellt werden oder die Daten in Berichtform (Protokoll) herausgegeben werden. Bei der Wahl eines PLS bedient man sich der auf dem Markt gängigen Hersteller. [4]

Messdatenerhebung und Messgenauigkeit

Auswertung von Überlaufereignissen

Die Messdatenerhebung erfolgt ereignis- und/oder zeitlich gesteuert. Damit auch kurze Überlaufereignisse registriert werden, wird ein 1- oder höchstens 2-minütiges Zeitintervall empfohlen. Bei zu grossen Datenabständen führt die Entlastungsprotokollierung zu falschen Ergebnissen. [4] [5] [7]

Die Dauer der Entlastungsereignisse (in Stunden pro Jahr) ergibt sich aus der aufsummierten Dauer innerhalb des Messzeitraums. Die Häufigkeit (in Tagen pro Jahr) ergibt sich aus der Anzahl der Kalendertage, an denen mindestens einmal dieses Ereignis geherrscht hat. Dauert ein Entlastungsereignis über Mitternacht hinweg, so zählen beide Tage hinzu. [7]

Hinweis zu akku- oder batteriebetriebenen Mess- und Datenübertragungssystemen

Es besteht der Nachteil, dass die angeschlossenen Messgeräte (z.B. Wasserstandmessung) nur zeitweise betrieben werden können. Der Einstellung des Zeitintervalls, in dem tatsächlich gemessen wird, kommt daher eine entscheidende Bedeutung zu. Das Zeitintervall sollte maximal 5-10 Minuten betragen und ab einem festzulegenden Grenzwasserstand sollte das Aufzeichnungsintervall auf 1-minütlich geändert werden (Ereignissteuerung). Die lokal aufgezeichneten Messwerte müssen 1:1 mit Zeitstempel ins PLS übernommen werden. [4]

Probetrieb

Nach einer Nachrüstung oder Neuinstallation von Messgeräten/Apparaten ist eine zeitnahe Überprüfung der Messdaten mittels einer Ganglinienauswertung (und deren Plausibilitätsprüfung) sehr empfohlen. So können Messzeitintervalle, wenn notwendig, umgehend angepasst werden.

ANHANG 4A:

AUSWERTUNG UND REPORTING BETRIEBSDATEN

Vorbemerkung: Der Anhang 4 wird während der Vernehmlassung noch «vereinfacht» (idealerweise mit Verband, der die Daten grösstenteils liefern kann)

Jährliche Auswertungen

Achtung: Vorgängig zu jeder Auswertung ist eine Messdatenanalyse und Messdatenvalidierung unabdingbar.

Jährliche Entlastungscharakteristiken von RÜB

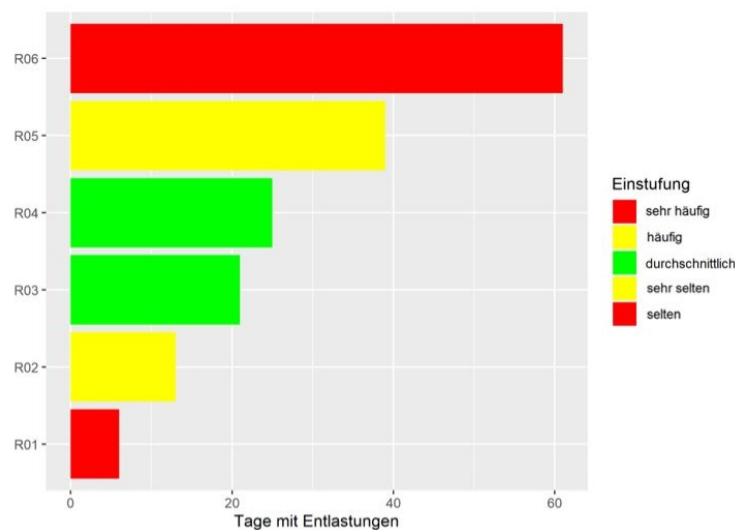


Abbildung Anhang 4_1: Mögliche Darstellung der mittleren Entlastungsdauer aller Regenüberlaufbecken eines Einzugsgebiets.

Die Grafik zeigt nur RÜB. Wir werden eine zusätzliche Grafik mit den relevanten RÜ einfügen.

Achtung: Die Grafik sollte mit der Gewässersensitivität (ev. gemäss STORM?) ergänzt werden, weil es nicht dasselbe ist, ob man in die Aare oder in einen kleinen, naturnahen Bach entlastet. An einer befriedigenden Darstellung sind wir am Arbeiten. Gute Idee sind willkommen!

Befüllungs- und Entlastungsverhalten aller RÜB inkl. Vergleich zu ARA-Zulauf

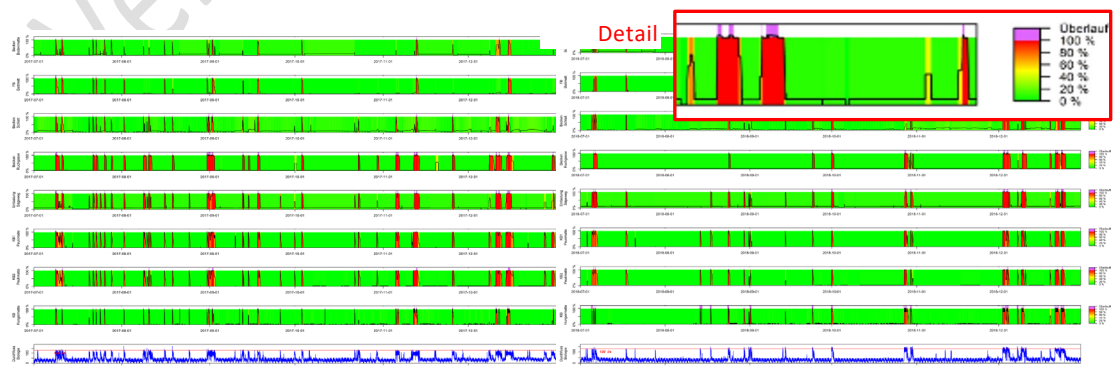


Abbildung Anhang 4_2: Mögliche Darstellung des Befüllungs- und Entlastungsverhalten aller RÜB. inkl. Vergleich zu ARA-Zulauf der mittleren Entlastungsdauer. Bedeutung der Farbskala (s. Detail oben rechts): grün = Becken leer; gelb/orange = Becken teilweise eingestaut; rot = Becken voll eingestaut; violett = Überlauf).

Die blaue Linie unten zeigt den ARA-Zulauf, wobei die rote Linie $Q_{Dim.}$ anzeigt.



Abbildung Anhang 4_3: Mögliche Darstellung für die Überprüfung der koordinierten Entleerung. In der Grafik ist für das dargestellte Regenereignis folgendes erkennbar:

- Becken 1 wird eingestaut, entlastet aber nicht;
- Becken 2 bis 5 werden nicht gefüllt;
- Becken 6 bis 9 entlasten zu Beginn des Regenereignisses
- Der maximale ARA-Zulauf (Zeile 10) wird vor allem zu Beginn des Ereignisses erreicht.
- Beckenentleerung: Becken 9 wird zuerst geleert. Becken 7 und 8 werden mit sinkendem ARA-Zulauf leicht abgesenkt. Bei tieferem ARA-Zulauf wird in der Folge Becken 1 geleert, dann Becken 6 und am Schluss die noch teilgefüllten Becken 7 und 8 ➔ es soll überprüft werden, ob diese Reihenfolge den für die Entleerung der RÜB hinterlegten Regeln entspricht.

Anteil der vollständig zwischengespeicherten Regenereignisse pro RÜB

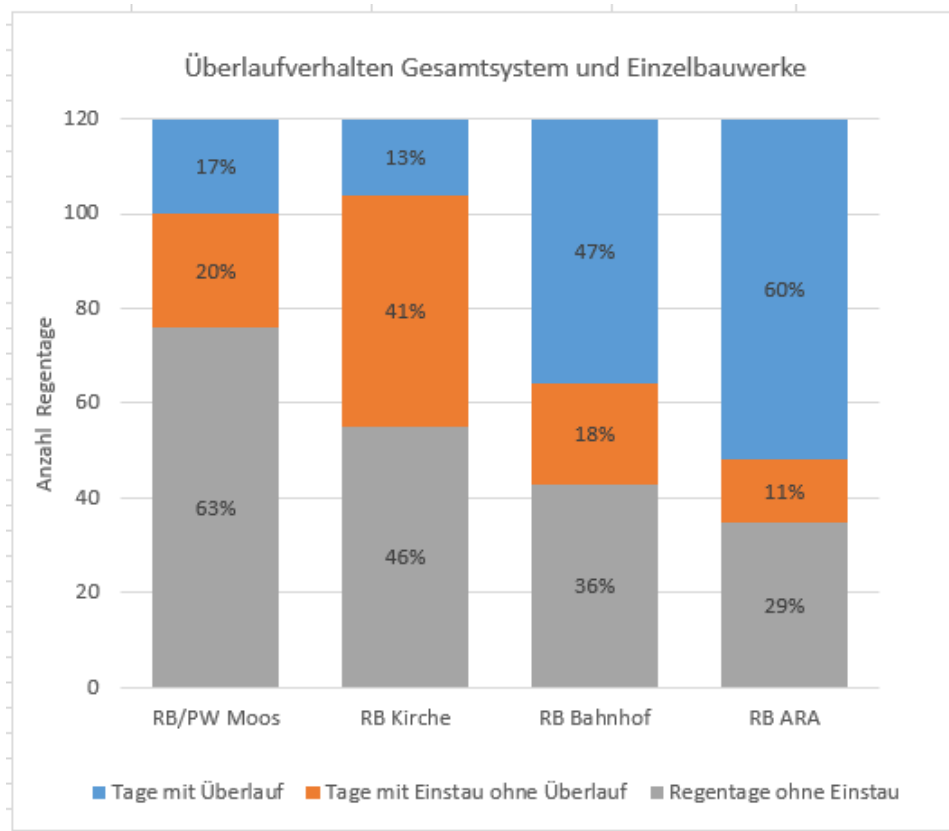


Abbildung Anhang 4_4: Mögliche Darstellung der Anzahl Tage mit Einstau (ohne Überlauf) resp. der Tage mit Überlauf im Vergleich zur totalen Anzahl Regentage des Bezugsjahres.

Maximaler Abfluss in Richtung ARA [l/s] für jedes RÜB

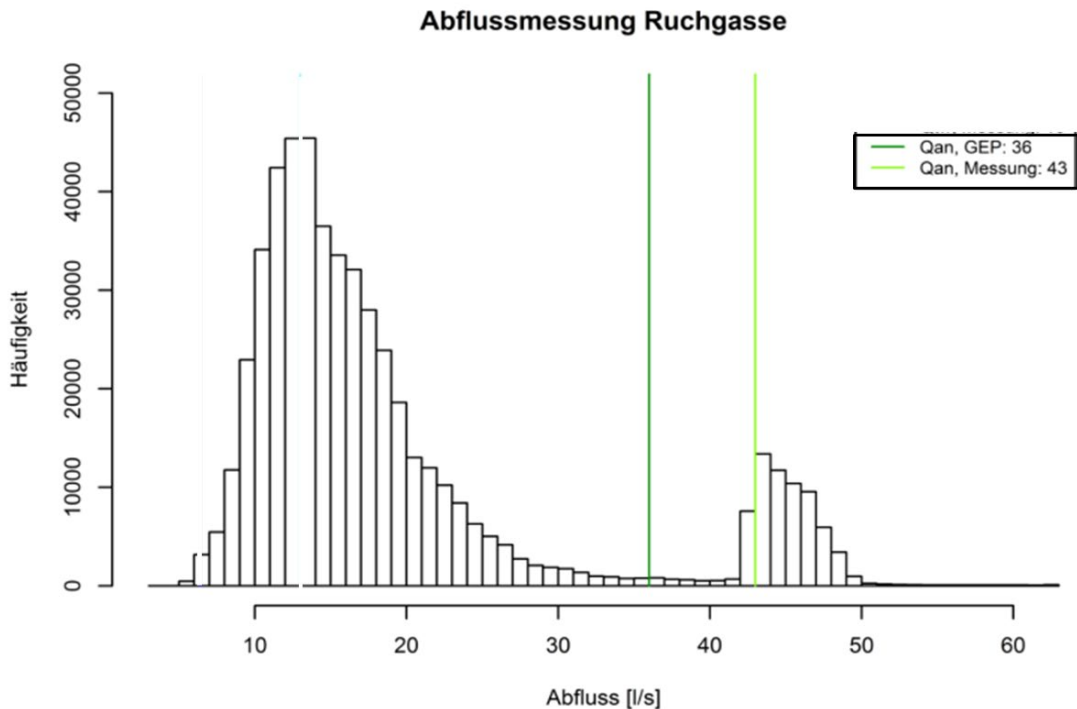


Abbildung Anhang 4_5: Mögliche Darstellung der Abflussmengen eines RÜB Richtung ARA. Erkennbar ist folgendes:

- Die Trockenwettertage dominieren (linker Teil der Grafik)
- Das RÜB springt nicht beim Drosselabfluss gemäss GEP an (grüne Linie), sondern erst bei einem Abfluss ≥ 43 l/s.
- Die Trennschärfe des Drosselorgans ist mittelmässig (Q_{an} liegen gemäss Messung zwischen 43 l/s und 51 l/s).

Häufigkeitsverteilung im ARA-Zulauf

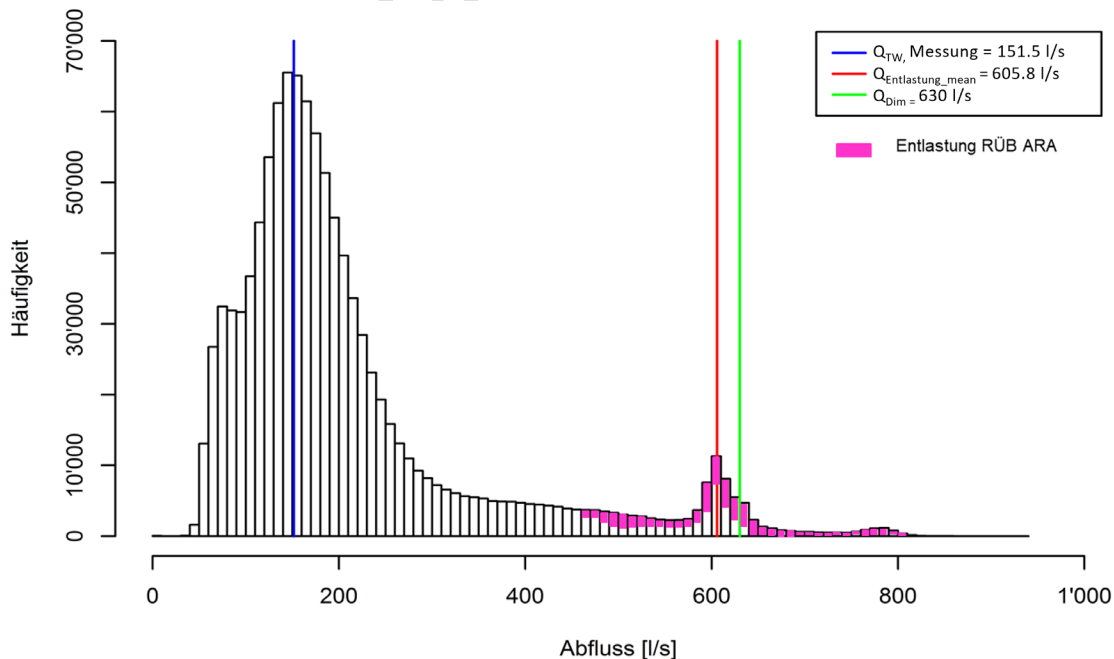


Abbildung Anhang 4_6: Mögliche Darstellung der Häufigkeitsverteilung im ARA-Zulauf. Die blaue Linie zeigt den mittleren Trockenwetterabfluss an, die rote Linie den mittleren Zufluss bei Regenwetter und die grüne Linie Q_{Dim} . Violett dargestellt sind die Zuflüsse, bei denen das RÜB ARA entlastet. Die Bandbreite spiegelt die Trennschärfe des Drosselorgans wider. Im obigen Beispiel ist diese relativ gering, weil das Bauwerk bereits bei Zuflüssen ab 470 l/s anspringt (bei einem Q_{Dim} von 630 l/s).

Mehrjähriges Reporting

Fremdwasseranteil auf ARA [%] und jährliche Niederschlagsmenge [mm/a]
 Empfehlung VSA zur Berechnung des Fremdwasseranteils ➡ s. Anhang 4B

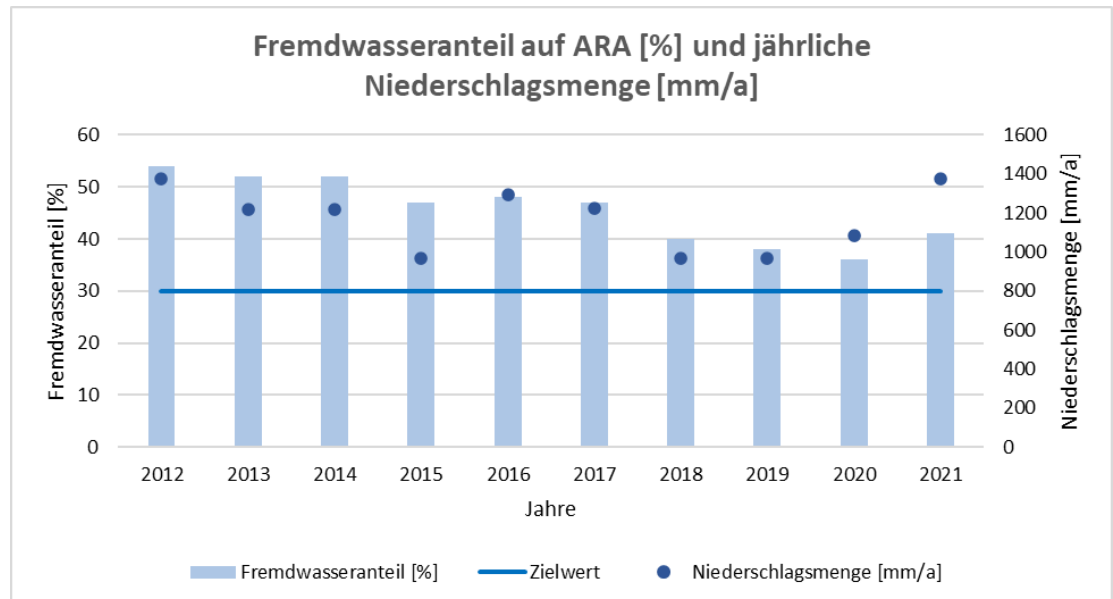


Abbildung Anhang 4_7: Mögliche Darstellung des Fremdwasseranteils auf der ARA. Erkennbar ist einerseits ein langjähriger Trend Richtung Zielwert und andererseits eine Korrelation zwischen der Niederschlagsmenge und dem Fremdwasseranteil (in niederschlagsreichen Jahren steigt der Fremdwasseranteil wieder an).

Frachtentwicklung auf ARA

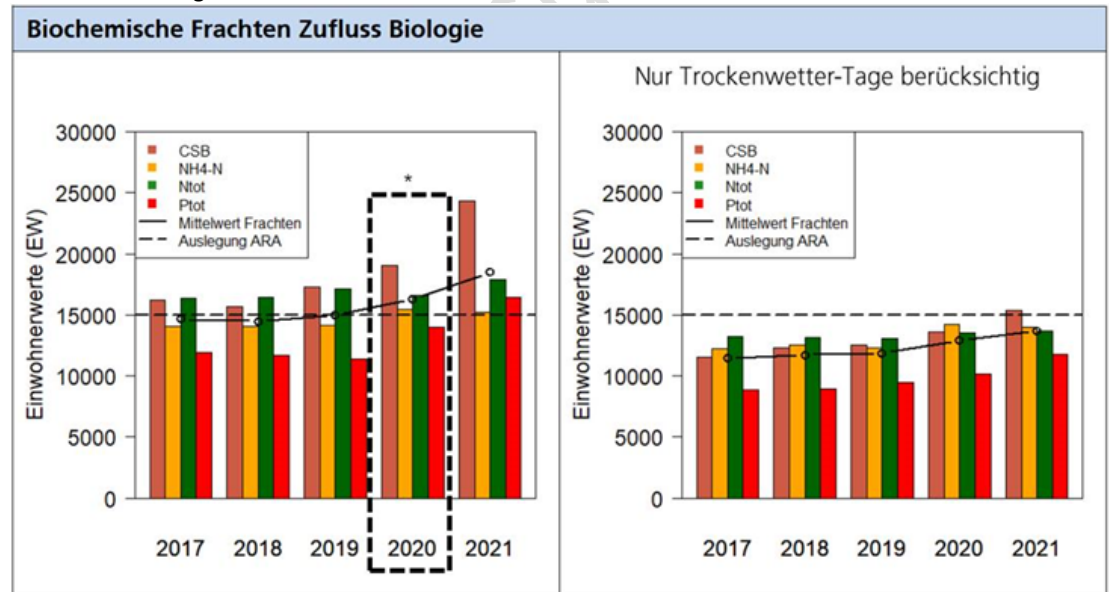


Abbildung Anhang 4_8: Mögliche Darstellung der biochemischen Frachten im Zufluss zur ARA-Biologie (links alle Tage, rechts nur Trockenwettertage) und Vergleich mit Dimensionierung der ARA bez. CSB (gestrichelte Linie). Es ist erkennbar, dass die Zulauffrachten bei Regenwetter deutlich höher sind als bei Trockenwetter und der Fracht-Mittelwert seit 2020 die Dimensionierung der ARA übersteigt.

Anzahl Überschreitungen der ARA-Einleitbedingungen:

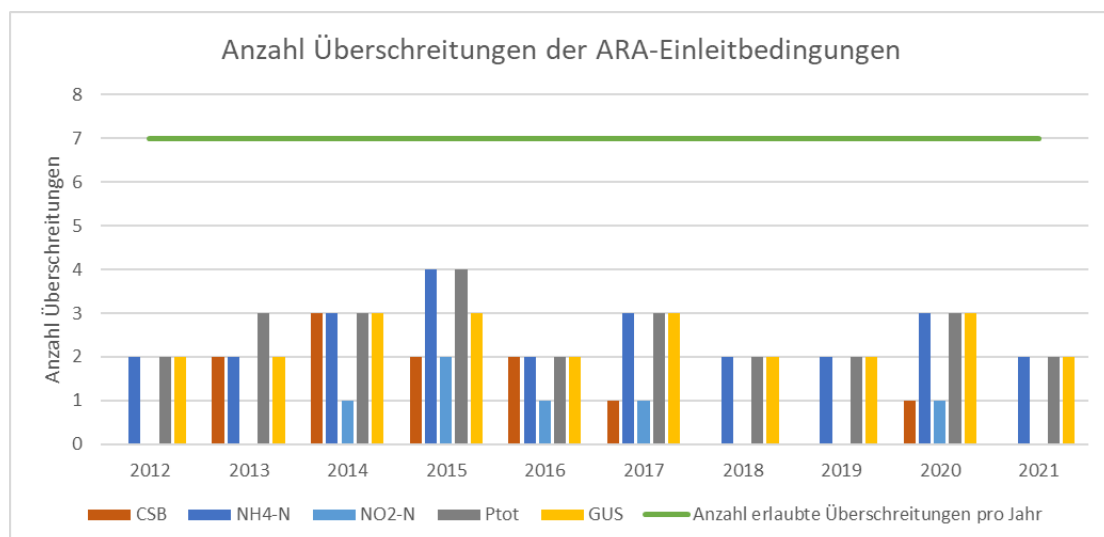


Abbildung Anhang 4_9: Mögliche Darstellung der Anzahl Überschreitungen der ARA-Einleitbedingungen

Mittlere jährliche Entlastungsdauer pro RÜB

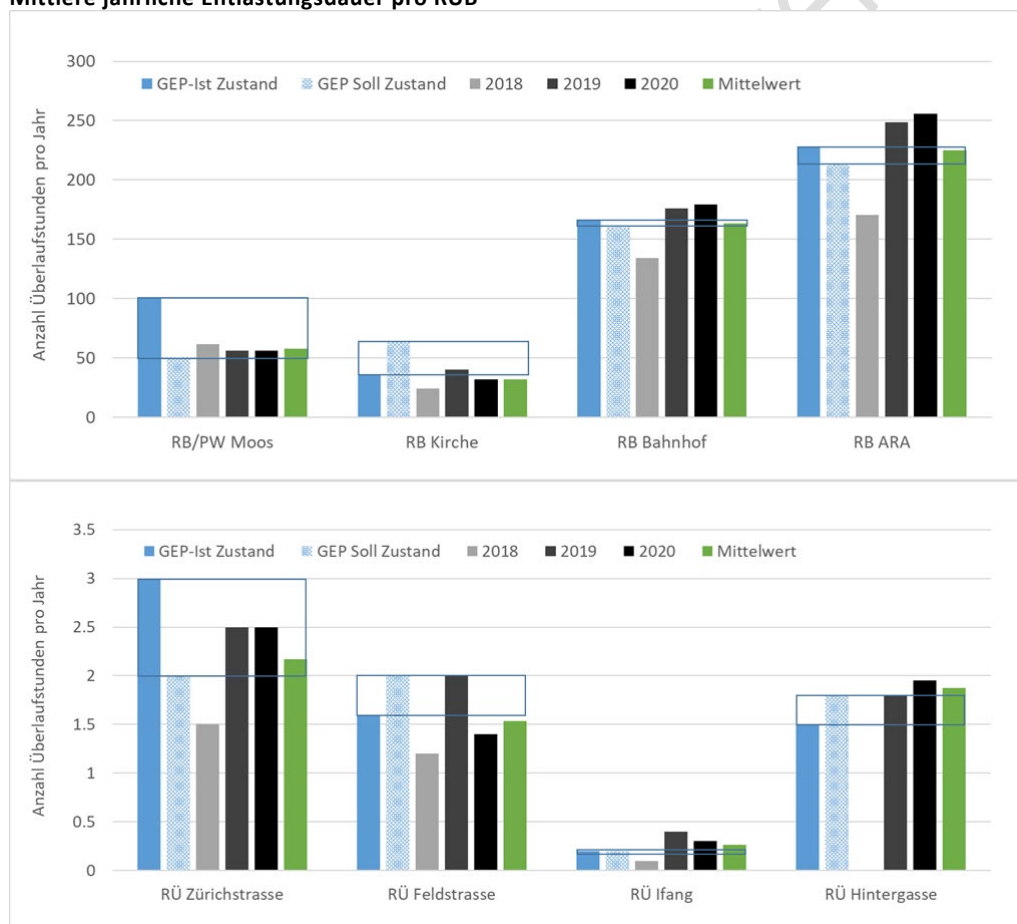


Abbildung Anhang 4_10: Mögliche Darstellung der mittleren jährlichen Entlastungsdauer pro RÜB über mehrere Jahre und Vergleich der Modellergebnisse aus dem V-GEP mit der Auswertung gemäss Messdaten. Die Grafik zeigt, dass das GEP-Simulationsmodell die Entlastungsdauer beim RB/PW Moos eher überschätzt, beim RB ARA eher unterschätzt.

Anzahl und Resultate der Funktionskontrollen gemäss Stufe 1 in Gewässern

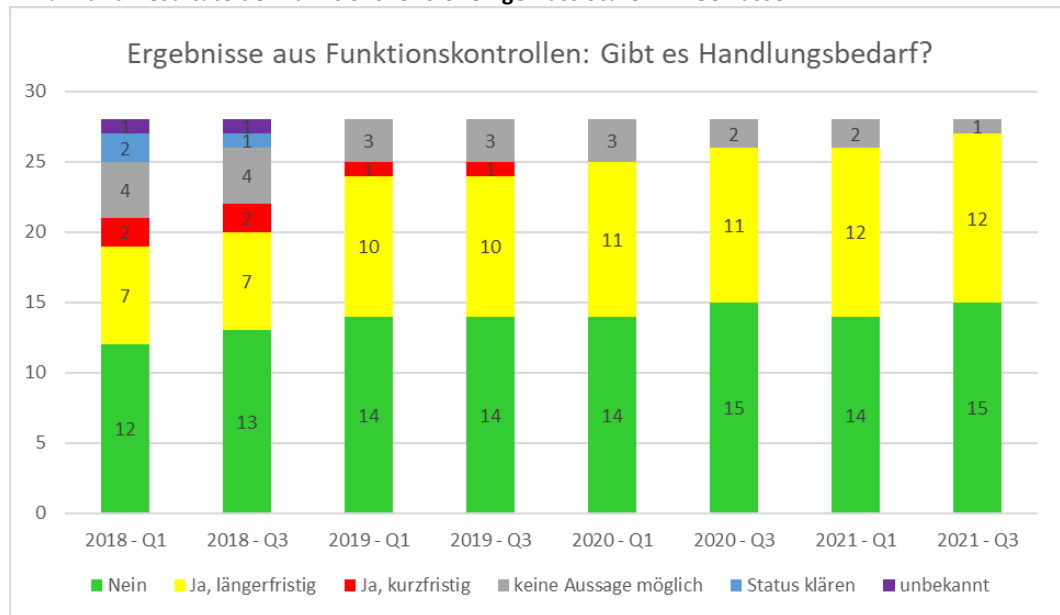


Abbildung Anhang 4_11: Mögliche Darstellung der Ergebnisse aus den regelmässig durchgeführten Funktionskontrollen. Dargestellt ist der Handlungsbedarf aller untersuchten Entlastungsbauwerke. Es ist ersichtlich, dass in den Jahren 2018 und 2019 Massnahmen zur Verbesserung der Situation durchgeführt worden sind (keine Entlastungsbauwerke mit kurzfristigem Handlungsbedarf mehr) und dass es ab 2019 keine Entlastungsbauwerke mehr gibt mit unbekanntem oder unklarem Status.

Die folgende Kennzahl steht nicht im Zusammenhang mit der Bewirtschaftung des Gesamtsystems. Aus Sicht VSA macht es dennoch Sinn, sie in das jährliche Reporting aufzunehmen:

Anzahl ZpA

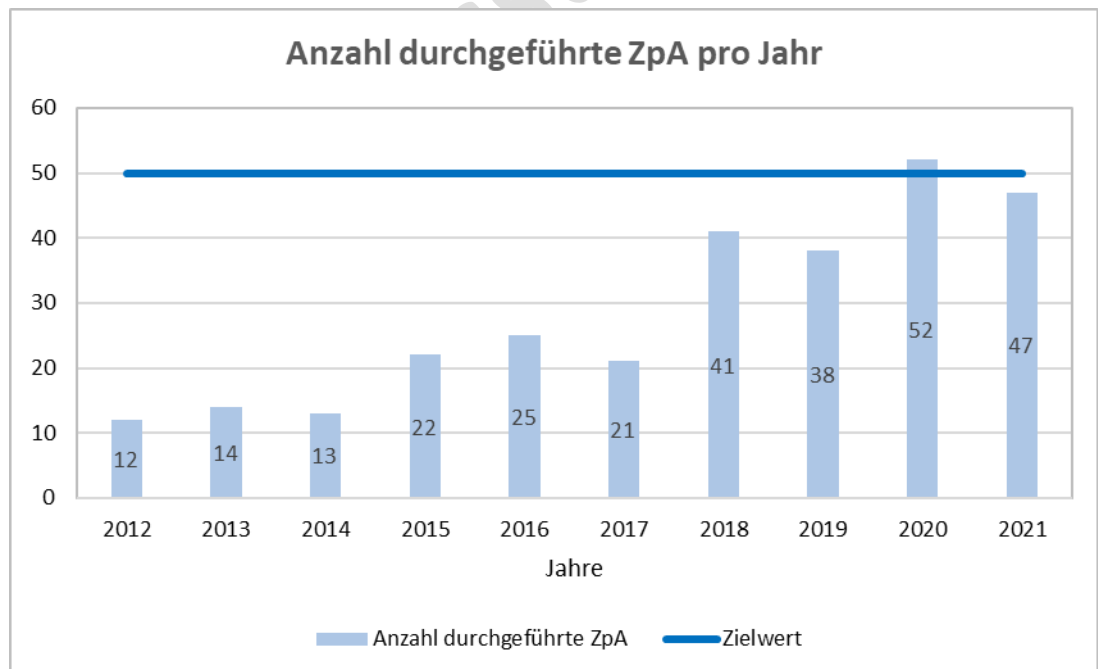


Abbildung Anhang 4_12: Mögliche Darstellung der Anzahl durchgeführter Zustandsaufnahmen privater Abwasseranlagen (ZpA). Weil die Gemeinde rund 1000 Grundeigentümer aufweist, hat sie sich zum Ziel gesetzt, im Durchschnitt 50 ZpA pro Jahr durchzuführen, damit die privaten Abwasseranlagen gemäss VSA-Vorgaben circa alle 20 Jahre auf ihren Zustand hin untersucht werden. Im Jahr 2018 wurde der Personalbestand aufgestockt.

ANHANG 4B:

METHODIK ZUR BESTIMMUNG DES DURCH- SCHNITTlichen FREMDWASSERANTEILS EINER ARA

Prinzip:

Der Fremdwasseranteil wird bestimmt als Abweichung der gemessenen Konzentrationen zu den erwarteten Konzentrationen (d.h. wenn nur Schmutzwasser zulaufen würde) gemäss Kennzahlen im Zulauf zur ARA.

Bestimmung:

- a) Fremdwasseranteil (FWA) berechnet aus Abweichung CSB-Konzentrationen
- Mittelwert aus täglichen Einzelwerten ($FWA_j = 1 - CSB_{gem_j} / CSB_{soll}$);
z.B. bei Ablauf VKB: $CSB_{soll} = 80 \text{ g/EW} \cdot d / 150 \text{ l/EW} \cdot d = 533 \text{ mg/l}$
 - Randbedingung für Berücksichtigung der täglichen Einzelwerte: $QARA_j < 60\text{-Perzentil aller QARA}$
(Verdünnung durch Regen darf nicht berücksichtigt werden)
- b) Fremdwasseranteil berechnet aus Abweichung NH_4 -Konzentrationen
- Mittelwert aus $FWA_j = 1 - NH_{4,gem_j} / NH_{4,soll}$;
z.B. bei Ablauf VKB: $NH_{4,soll} = 7.5 \text{ g} / \text{EW} \cdot d / 150 \text{ l/EW} \cdot d = 50 \text{ mg/l}$
($NH_{4,soll}$ ist abhängig von den Rückläufen aus der Schlammbehandlung)
 - Randbedingung für Berücksichtigung der täglichen Einzelwerte: $QARA_j < 60\text{-Perzentil aller QARA}$
(Verdünnung durch Regen darf nicht berücksichtigt werden)
- c) Fremdwasseranteil berechnet aus der Abwassermenge
- Berechnung Q Trockenwetter (Q_{TW}) gemäss VSA (Mittelwert Perzentile 20% und 50%)
 - Berechnung Q Schmutzwasser (Q_S): Mittlere Fracht als EW berechnet aus Messdaten multipliziert mit 150 l/EW
 - Fremdwasseranteil = $(Q_{TW} - Q_S) / Q_{TW}$

Resultat: Fremdwasseranteil = Mittelwert aus a), b) und c)

Wichtig: Die Methodik soll über die Jahre stabil bleiben, d.h. der spezifische Abwasseranfall von 150 l/EW*d soll beibehalten werden, auch wenn er sich im Laufe der Zeit verändert.

ANHANG 5A:

RECHTLICHE GRUNDLAGEN

Die Gewässerschutzgesetzgebung verlangt von den Inhabern von Abwasseranlagen nicht explizit eine integrale und/oder dynamische Bewirtschaftung des Gesamtsystems. Dennoch ist der gesetzliche Rahmen gegeben, damit die kantonale Vollzugsbehörde von einer Abwasserregion verlangen kann, das Gesamtsystem optimal so zu bewirtschaften, dass die Schadstoffeinträge auf ein Minimum reduziert werden. Die kantonale Vollzugsbehörde kann die Verpflichtung aus folgenden Artikeln der Gewässerschutzverordnung ableiten:

- **Anforderungen an Mischabwasserentlastungen:** Gemäss Anhang 3.1 Ziffer 1 Abs. 3 GSchV legt die Behörde die Anforderungen an Abwasser aus Überläufen von Mischsystemen im Einzelfall unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse fest. Dies erfolgt für neue Bauwerke im Rahmen der Baubewilligung resp. für bestehende Bauwerke im Rahmen des GEP. Gemäss VSA-Richtlinie «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» (2019) muss für jedes Entlastungsbauwerk der Einfluss der Mischabwasserentlastung auf das Gewässer, die Einhaltung der Mindestanforderungen (Einzelbauwerk und Gesamtsystem) sowie die Einhaltung der gewässerspezifischen Entlastungsfracht dokumentiert werden.
- **Integrale Bewirtschaftung als Teil der GEP-Überarbeitung:** Gemäss Art. 5 Abs. 1 GSchV sorgen die Kantone für die Erstellung von generellen Entwässerungsplänen (GEP), die in den Gemeinden einen sachgemässen Gewässerschutz und eine zweckmässige Siedlungsentwässerung gewährleisten. Art. 5 Abs. 2 GSchV legt den Mindestumfang eines GEP fest. Dieser ist sehr eng gefasst, was aber nicht heisst, dass man im Rahmen eines GEP nicht auch mehr machen soll und darf. Bereits heute umfasst das GEP-Musterpflichtenheft des VSA viel mehr Aufgaben als der Mindestumfang. Diese werden in den allermeisten Fällen im Rahmen der GEP-Nachführungen umgesetzt. Neu wird der VSA auch die integrale Bewirtschaftung als Teil des Verbands-GEP im Musterpflichtenheft aufnehmen.
- **Fachgerechter Betrieb der Abwasseranlagen:** Gemäss Art. 13 GSchV müssen die Inhaber von Abwasseranlagen...
 - ... die Anlagen in funktionstüchtigem Zustand erhalten und Abweichungen vom Normalbetrieb feststellen. Zur Feststellung der Abweichungen vom Normalbetrieb ergibt sich die Pflicht für die Durchführung von Funktionskontrollen gemäss Kap. 2.6 des vorliegenden Berichts sowie für die Ausrüstung von Sonderbauwerken mit Messtechnik gemäss Kap. 2.5. Ohne messtechnische Ausrüstung der Bauwerke werden weder Abweichungen vom Normalbetrieb festgestellt noch kann überprüft werden, ob die Anforderungen gemäss Einleitbewilligung erfüllt werden. Ohne Messungen fehlen auch die Grundlagen zur Evaluation der Verhältnismässigkeit allfälliger Massnahmen zur Reduktion der Mischabwasserentlastungen (Kosten der Massnahmen vs. Nutzen bez. Auswirkungen der Einleitungen auf das Gewässer).
 - ... beim Betrieb alle verhältnismässigen Massnahmen ergreifen, die zur Verminderung der Mengen der abzuleitenden Stoffe beitragen. Daraus ergibt sich die Pflicht der Betreiber, alle verhältnismässigen Massnahmen zu treffen, um die Schadstoffeinträge aus Mischabwasserentlastungen zu minimieren. Dazu kann der Kanton eine integrale Betrachtung des Gesamtsystems verlangen, weil nur dadurch die im Art. 13 Abs. 1 Bst. c GSchV stipulierten «alle verhältnismässigen Massnahmen» identifiziert werden können. Ohne Gesamtbetrachtung weiss man nicht, wie sich Massnahmen an einem Einzelbauwerk auf das Entlastungsverhalten des Gesamtsystems auswirken.

Die Kosten für die entstehenden Massnahmen (Monitoring, messtechnische Ausrüstung und Steuerung der Bauwerke etc.) sind im Verhältnis zum Wiederbeschaffungswert des Gesamtsystems äusserst gering und somit verhältnismässig.
- **Meldungen über den Betrieb von Entlastungsbauwerken:** Gemäss Art. 14 GSchV müssen die Inhaber von zentralen Abwasserreinigungsanlagen dem Kanton diverse Kennzahlen über die Verhältnisse im Einzugsgebiet der ARA melden. Darunter fallen gemäss minimalem Geodatenmodell GEP (Kap. 4.2.5) für Regenüberläufe (RÜ und RÜB) u.a. die mittlere Überlaufdauer pro Jahr, die Überlaufhäufigkeit pro Jahr sowie die durchschnittliche Überlaufmenge pro Jahr gemäss Langzeitsimulation. Die Formulierung gemäss Art. 14 GSchV entbindet den Kanton, obige Kennzahlen bei jeder Gemeinde einfordern zu müssen. Damit ein ARA-Betreiber solche Daten überhaupt liefern kann, muss er über ein Verbands-GEP mit allen Entlastungsbauwerken verfügen. Somit besteht auch die Grundlage für Optimierungen im Rahmen einer Gesamtbetrachtung.

ANHANG 5B:

BEISPIEL EINER KANTONALEN BEWILLIGUNG FÜR EINE NETZBEWIRTSCHAFTUNG

Zweckverband Abwasserreinigungsanlage X. Netzbewirtschaftung. Bewilligung.

Sachverhalt

Der Zweckverband Abwasserreinigungsanlage X plant eine Netzbewirtschaftung im Einzugsgebiet der ARA X. Dieses sieht eine dynamische Bewirtschaftung der Sonderbauwerke im Einzugsgebiet der ARA vor. Es besteht aus einem Entlastungs- und einem Entleerungskonzept sowie einer Definition der hydraulischen Kennzahlen der Sonderbauwerke. Die Konzepte wurden in Zusammenarbeit mit dem kantonalen Amt Y erarbeitet.

Die Netzbewirtschaftung definiert eine optimierte Steuerung des Systems hinsichtlich der Entlastung und Entleerung der Sonderbauwerke und umfasst eine teilweise optimierte Echtzeitsteuerung der Drosselabflüsse im System. Sie setzt die Idee der dynamischen Abwasserbewirtschaftung der Sonderbauwerke bei Regenwetter um. Die Drosselabflüsse werden innerhalb definierter Ober- und Untergrenzen reguliert.

Erwägungen

Rechtsgrundlagen

Gemäss Art. xx KGSchG sind Massnahmen am öffentlichen Kanalisationsnetz, die qualitative oder quantitative Veränderungen bestehender oder neuer Abwassereinleitungen in ein Oberflächengewässer zur Folge haben, zu beurteilen und durch den Kanton zu bewilligen.

Gemäss Art. 13 Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 1. Juni 2018 sind Abwasseranlagen fachgerecht zu betreiben und beim Betrieb alle verhältnismässigen Massnahmen zu ergreifen, die zur Verminderung der Mengen der abzuleitenden Stoffe beitragen. Nach der Ausrüstung der Sonderbauwerke mit steuerbaren Drosseln und Niveausonden sowie sonstiger Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik, liegt die Netzbewirtschaftung somit im Rahmen der verhältnismässigen Massnahmen zur Verminderung der abzuleitenden Stoffe.

Beurteilung der Betriebsphase

Basierend auf Anhang 3 Ziffer 1 Abs. 3 GSchV formuliert das kantonale Amt Y unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse Kriterien für Emissionen und Immissionen von entlastetem Mischabwasser in Gewässer. Folgende Kriterien werden für die Emissionen und die Immissionen in Gewässer formuliert:

- *Emissionen:* Von den Stofffrachten des Schmutzabwassers dürfen in der Siedlungsentwässerung vor der ARA maximal 2% in einzelne Gewässerabschnitte entlastet werden. Diese Mindestanforderung lehnt sich an einen Entwurf der Richtlinie zur Bewirtschaftung von Abwasser bei Regenwetter an (Verband Schweizer Abwasser und Gewässerschutzfachleute, 2018).
- *Immissionen:* Im Mittel müssen gemäss Anhang 2 Ziffer 12 Abs. 5 GSchV in Fließgewässern die folgenden Anforderungen an die Wasserqualität für Ammonium eingehalten werden: bei Temperaturen über 10° C darf die Konzentration von 0.2 mg NH₄-N pro Liter nicht überschritten werden und bei unter 10°C gelten 0.4 mg NH₄-N pro Liter. Diese Anforderungen gelten nicht für eingedolte Fließgewässer, weil davon ausgegangen wird, dass diese Fließgewässer keine sensitive Biologie aufweisen.

Zudem wird gefordert, dass bei allen Mischabwasser-Sonderbauwerken im Minimum der 1.25-fache Trockenwetteranfall als Drosselabfluss zur ARA gewährleistet sein muss. Damit soll verhindert werden, dass

bei heterogener Beregnung durch übermässige Reduktion der Drosselabflüsse Überläufe in Gewässer mit Schmutzabwasser stattfinden.

Die genannten Emissions- und Immissionskriterien werden durch das vorgeschlagene Netzbewirtschaftungskonzept erfüllt:

- *Emissionen:* Die Gesamtemissionen werden durch die Verbundsteuerung gegenüber der Massnahmenplanung der Entwässerungsplanung des Zweckverbands um 13% reduziert. Zudem werden bei allen Gewässerabschnitten < 1% des jährlichen Schmutzabwasseranfalles über Sonderbauwerke entlastet.
- *Immissionen:* Bei allen Fliessgewässern werden die vorgegebenen Immissionswerte eingehalten. Ausnahmen stellen der Bach A (öffentliches Gewässer Nr. X) und der Bach B (öffentliches Gewässer Nr. X) dar. Beide sind ökomorphologisch ab der relevanten Einleitstelle weitgehend eingedolt oder naturfremd, weshalb sie immissionsseitig nicht sensibel sind.

Somit erfüllt die geplante Netzbewirtschaftung die erwähnten Anforderungen an den Gewässerschutz. Künftige Änderungen am Netzbewirtschaftungskonzept innerhalb der vorgegebenen Ober- und Untergrenzen bedürfen einer Zustimmung durch das kantonale Amt Y. Änderungen an den Ober- und Untergrenzen bedürfen hingegen einer Bewilligung durch das kantonale Amt Y.

Das Netzbewirtschaftungskonzept ist umzusetzen und nach der Einführung periodisch zu beurteilen. Die Erfolgskontrolle ist in einem Bericht festzuhalten und dieser ist bis zum xx.xx.20xx dem kantonalen Amt Y zukommen zu lassen. Die zugrundeliegenden Messdaten der Sonderbauwerke sind ebenfalls dem kantonalen Amt Y zuzuschicken. Es wird empfohlen, in den Jahresberichten der ARA eine Zusammenfassung der betrieblichen Erfahrungen zur Netzbewirtschaftung vorzunehmen.

Die Baudirektion verfügt:

- I) Dem Zweckverband Abwasserreinigungsanlage X wird die Bewilligung erteilt, die Netzbewirtschaftung der Sonderbauwerke unter Vorbehalt der folgenden Nebenbestimmungen umzusetzen:
 - a) Das Netzbewirtschaftungskonzept ist durch den Zweckverband und die beteiligten Gemeinden umzusetzen.
 - b) Bis zum xx.xx.20xx sind dem kantonalen Amt Y die Resultate zur Erfolgskontrolle über die Netzbewirtschaftung inkl. Daten zukommen zu lassen.
 - c) Für künftige Änderungen am Netzbewirtschaftungskonzept innerhalb der vorgegebenen Ober- und Untergrenzen ist eine Zustimmung des kantonalen Amtes Y einzuholen. Änderungen an den Ober- und Untergrenzen bedürfen einer Bewilligung durch das kantonale Amt Y.
- II) Gegen diese Verfügung kann innert 30 Tagen, von der Zustellung an gerechnet, beim kantonalen Amt Y, schriftlich Rekurs eingereicht werden. Die in dreifacher Ausführung einzureichende Rekurschrift muss einen Antrag und dessen Begründung enthalten. Die angefochtene Verfügung ist beizulegen. Die angerufenen Beweismittel sind genau zu bezeichnen und soweit möglich beizulegen. Materielle und formelle Urteile der Rekursinstanz sind kostenpflichtig; die Kosten hat die im Verfahren unterliegende Partei zu tragen.
- III) Für diese Verfügung werden die nachfolgenden Gebühren festgesetzt und mit separater Rechnung erhoben. Rechnungsadresse: Zweckverband X, Adresse X:

– Staatsgebühr	Fr.	0.00
– Ausfertigungsgebühr	Fr.	0.00
Total	Fr.	0.00
- IV) Mitteilung an
 - Zweckverband X
 - Ingenieurbüro X

BIBLIOGRAFIE

- [1] Wegleitung Daten der Siedlungsentwässerung, Herausgeber: VSA, 2020
- [2] Erläuterungen zum GEP-Musterpflichtenheft, Herausgeber: VSA, 2010 (aktualisiert 2020)
- [3] Richtlinie «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter», Herausgeber: VSA, 2019
- [4] Publikation «Messeinrichtungen für Regenüberlaufbecken, Handlungsempfehlung für die Nachrüstung und Prüfung der Funktion vorhandener Messeinrichtungen, Handlungsempfehlung für Betreiber und Ingenieurbüros», Herausgeber: DWA-Landesverband Baden-Württemberg, Dezember 2019
- [5] RÜB-BW, DWA-Landesverband Baden-Württemberg [Stand 10.11.2021];
https://www.rueb-bw.de/fachinformation/grundlagen_regenbecken/
<https://www.rueb-bw.de/fachinformation/messtechnik/>
- [6] Merkblatt DWA-M-151 «Messdatenmanagementsysteme (MDMS) in Entwässerungssystemen», Herausgeber: DWA, August 2014
- [7] Publikation «Regenbecken im Mischsystem. Messen, Bewerten und Optimieren», Praxisleitfaden für den Betrieb von Regenbecken, Herausgeber: DWA-Landesverband Baden-Württemberg, Februar 2017
- [8] Merkblatt DWA-M181 «Messung von Wasserstand und Durchfluss in Entwässerungssystemen», Herausgeber: DWA, September 2011
- [9] Publikation «Messtechnik in der Siedlungsentwässerung», Herausgeber: VSA, Aktualisierung 2019
- [10] Publikation DWA-Themen T3/2016 «Technische Massnahmen zur Behandlung von erhöhten Mischwasserabflüssen in der Kläranlage», Herausgeber: DWA, August 2016