

Abwasserverband Region Mellingen

Vorprojekt Ausbau ARA



Überprüfung Regenüberlaufkonzept

Dokument Nr. 20794-131-B-Überprüfung Rük

Version 1.0

Genehmigt / geprüft Technische Kommission, XX.XX.201X

Ergänzt Version 1.1 vom 12.12.2018

Zürich, 12. Dezember 2018

Änderungsnachweis

Version	Datum	Bezeichnung der Änderungen	Verteiler

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1. Ausgangslage und Ziel	4
2. Grundlagen und Vorgehen	5
2.1 Einzugsgebiet der ARA Mellingen	5
2.2 Ist- und Plan-Zustand des RÜK	5
2.3 Funktionsweise RB	6
2.4 Betriebsdaten	7
2.5 Vorgehen	7
3. Resultate	8
3.1 Ganglinien	8
3.2 Plausibilisierung RÜK	9
3.3 Extrapolation Zulaufganglinie	10
3.4 Variation Q_{\max}	10
3.5 Grenzwertbetrachtung	11
4. Schlussfolgerungen und Empfehlung	12

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Simulationsresultate RÜK für RB mit Volumen 800 m ³	6
Tabelle 2: Vergleich der Jahre 2017 und 2018 mit dem Plan-Zustand des RÜK	9
Tabelle 3: Einfluss von Q_{\max} auf das Verhalten des RB	11

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ist- und Plan-Zustand des RÜK mit den verschiedenen relevanten Abwassermengen	5
Abbildung 2: Funktionsweise des RB vor der ARA.	6
Abbildung 3: Ganglinien vom Q der ARA, Q_{RB} und Q_{an} vom 1.1.2017 bis zum 5.11.2018	8
Abbildung 4: Entlastungsdetektion auf der Entlastungskante des Durchlaufbeckens.	9
Abbildung 5: Extrapolation der Zulaufganglinie des Jahres 2017 auf den Plan-Zustand des RÜK.	10

Zusammenfassung

Die Überprüfung des 2011 für den Abwasserverband Region Mellingen erstellten Regenüberlaufkonzepts lieferte folgende Erkenntnisse:

- Die Betriebsdaten des Regenbeckens für das Jahr 2017 und deren Extrapolation auf den zukünftigen Plan-Zustand plausibilisieren die Aussagen des Regenüberlaufkonzepts
- Die 2017 beobachtete maximal bei der ARA ankommende Abwassermenge stimmt mit dem aufgrund des Regenüberlaufkonzepts erwarteten Wert überein
- Die im Sommer / Herbst 2018 vorgenommenen Anpassungen beim Regenbecken Mittelfeld lassen sich bei der ARA eindeutig feststellen

Die Berechnung des zukünftigen Zustandes für verschiedene von der ARA maximal angenommene Wassermengen (Q_{\max}) ergab folgende Resultate:

- Das zukünftige Entlastungsverhalten des Regenbeckens vor der ARA hängt stark von der Wahl des zukünftigen Q_{\max} ab
- Die erwartete Anzahl der Entlastungen bei einem Q_{\max} von 320 l/s bzw. 340 l/s ist wesentlich geringer als bei einem Q_{\max} von 280 l/s (aktuell)

Das vorgeschlagene weitere Vorgehen und die Konsultation der Abteilung für Umwelt Kt. Aargau kann wie folgt zusammengefasst werden:

- Aufgrund der Resultate wird empfohlen, ein höheres Q_{\max} als durch die herkömmliche Dimensionierung vorhergesagt zu wählen (die gängige Dimensionierung würde ein Q_{\max} von 290 l/s vorsehen)
- Die definitive Fixierung von Q_{\max} soll im Lauf der Dimensionierung der biologischen Stufe der ARA erfolgen, um das beste Kosten-Nutzen-Verhältnis für die Zukunft zu erzielen (Betrücksichtigen der hydraulischen Kapazität der Nachklärung und weiterer Anlagenteile bei der Festlegung von Q_{\max})
- Das Vorgehen bei der Analyse und der Vorgehensvorschlag bezüglich der Wahl von Q_{\max} wurde von der AfU für gut befunden
- Im Rahmen des Projektes «Kostenteiler» soll das Abflussverhalten des Regenbeckens Mittelfeld genauer untersucht werden.

1. Ausgangslage und Ziel

Der Abwasserverband Region Mellingen (AVRM) betreibt in Mellingen eine regionale Kläranlage und reinigt die Abwässer der Gemeinden Birrhard, Mägenwil, Mellingen, Niederrohrdorf, Oberrohrdorf, Tägerig und Wohlenschwil. Für besagtes Einzugsgebiet der ARA wurde 2011 ein Regenüberlaufkonzept (RüK) erstellt. Dieses hatte zum Ziel, die Mischwasserableitung im Gesamtsystem auf konzeptioneller Ebene zu optimieren und führte schliesslich zum Neubau eines Regenbeckens (RB) vor der ARA.

Im Rahmen des RüK wurde das Volumen des RB auf 800 m³ festgelegt. Dies jedoch unter dem Vorbehalt, dass die maximal von der ARA angenommenen Wassermenge (Q_{\max}) im Zuge des nächsten ARA-Ausbaus erhöht werden muss. Die effektive Erhöhung wurde nicht beziffert.

Im Rahmen des Vorprojekts für den Ausbau der ARA ist die Frage nach dem neuen Q_{\max} wiederaufgetaucht, da bei herkömmlicher Dimensionierung nur eine geringfügige Anhebung des Q_{\max} resultiert hätte (von aktuell 280 l/s auf 290 l/s). Es wurde klar, dass die ARA im Zusammenhang mit dem gesamten Einzugsgebiet betrachtet werden muss und dass das neue Q_{\max} dahingehend abgestimmt werden soll. Die herkömmliche Dimensionierung ist in diesem Fall nicht ausreichend.

Um zu verhindern, dass das neue RB schon in naher Zukunft nicht mehr den Anforderungen genügt, wurde TBF + Partner im Rahmen des Vorprojekts zusätzlich beauftragt, das RüK anhand der vorhandenen Betriebsdaten des RB zu plausibilisieren und eine differenziertere Analyse für die Bestimmung von Q_{\max} durchzuführen.

Die Überprüfung des RüK soll folgende Fragen beantworten:

- Bewegen sich die 2017 und 2018 aufgetretenen Entlastungsereignisse beim RB vor der ARA bezüglich ihrer Anzahl, Dauer und Entlastungsmenge im vom RüK vorhergesagten Bereich?
- Wie wird sich das RB bei neuen Zulaufverhältnissen in Zukunft verhalten?
- Wie ist der Einfluss vom Q_{\max} der ARA auf die Anzahl Entlastungen, deren Dauer und Entlastungsmenge beim RB?
- Welches Q_{\max} soll für die Dimensionierung im Vorprojekt des ARA-Ausbaus gewählt werden bzw. wie soll das weitere Vorgehen aussehen?

Dazu wurden folgende Aufgaben bearbeitet:

- Analyse und Auswertung der RB-Betriebsdaten von 2017 und 2018
- Extrapolation des Ist-Zustandes auf den Plan-Zustand
- Simulation der zukünftigen Entlastungsereignisse (Anzahl, Dauer und Entlastungsmenge) bei verschiedenen Q_{\max} der ARA
- Vorgehensabstimmung mit der Abteilung für Umwelt (AfU) des Kantons Aargau

2. Grundlagen und Vorgehen

2.1 Einzugsgebiet der ARA Mellingen

Das Einzugsgebiet der ARA Mellingen umfasst knapp 200 ha abflusswirksame Fläche und verfügt über zehn Regenbecken, sieben Hochwasserentlastungen und vier Pumpwerke (PW). Da diese zum Teil in Serie geschaltet sind, gibt es aus Sicht der ARA schliesslich drei relevante Zulieferer von Abwasser:

- Regenbecken Mittelfeld (Niederrohrdorf)
- Regenbecken / Fangkanal Grumet (Mellingen rechte Seite der Reuss)
- Pumpwerk Mellingen linke Seite der Reuss

Die Weiterleitmengen dieser drei Bauwerke machen den auf der ARA ankommenden Abwasserstrom (Q_{an}) aus.

2.2 Ist- und Plan-Zustand des Rük

Da die Weiterleitmenge der erwähnten Bauwerke geregelt ist, wird erwartet, dass sich bei längeren Regenereignissen stets dieselbe maximale Zulaufmenge vor der ARA einstellt. Im Rük wird hier zwischen einem Ist-Zustand und einem Plan-Zustand unterschieden (siehe Abbildung 1). Im Ist-Zustand werden 424 l/s vor der ARA erwartet, im Plan-Zustand aufgrund von im Netz vorgenommen Massnahmen 593 l/s.

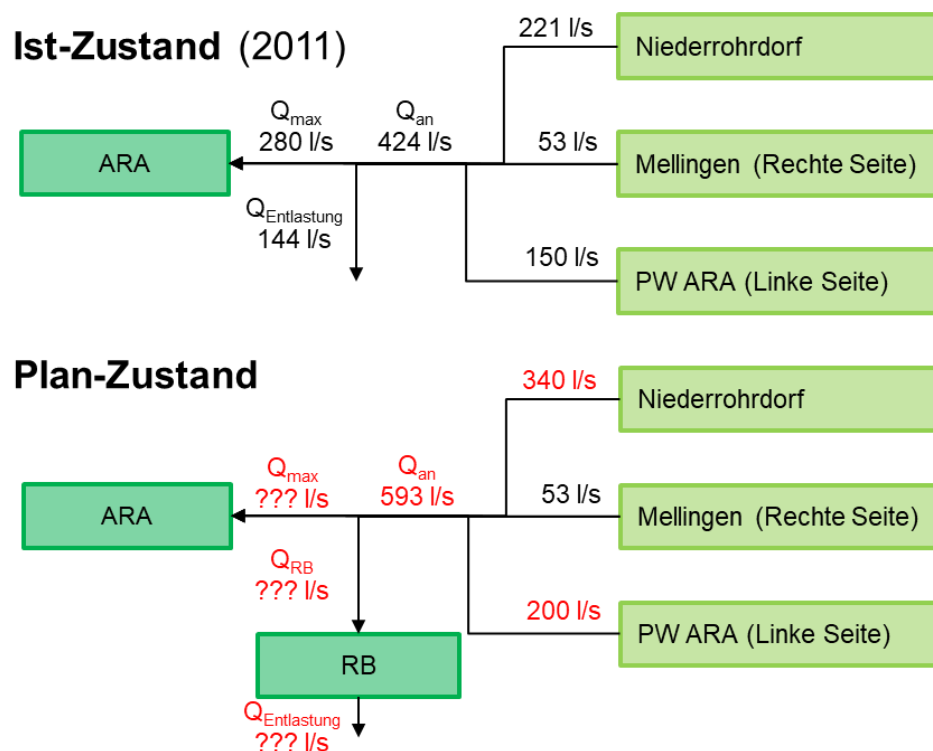


Abbildung 1: Ist- und Plan-Zustand des Rük mit den verschiedenen relevanten Abwassermengen

Für den Plan-Zustand wurde im Rahmen des RÜK die Grösse des RB berechnet, indem Simulationen mit einem Q_{\max} der ARA von 280 l/s durchgeführt wurden. Die Simulationen lieferten die in Tabelle 1 zusammengefassten Resultate. Die Anzahl der Entlastungen pro Jahr ist vergleichsweise hoch.

Tabelle 1: Simulationsresultate RÜK für RB mit Volumen 800 m³

Szenario	Q_{an} [l/s]	Q_{\max} [l/s]	Entlastungen pro Jahr	Entlastungsdauer [h/a]	Entlastungsvolumen [m ³ /a]
Plan-Zustand RÜK	593	280	81	349	280'507

2.3 Funktionsweise RB

In Abbildung 2 ist die Funktionsweise des RB grafisch zusammengefasst. Übersteigt Q_{an} (1) Q_{\max} der ARA (2), wird das Regenbecken gefüllt (3). Um den ersten Schmutzstoss abzufangen, wird zunächst das Fangbecken gefüllt (3). Bei vollem Fangbecken entsteht ein Rückstau (4) und das Durchlaufbecken wird gefüllt. Ist dieses ebenfalls voll, wird über die Entlastungskante entlastet (5) und das Wasser in die Reuss geführt (6).

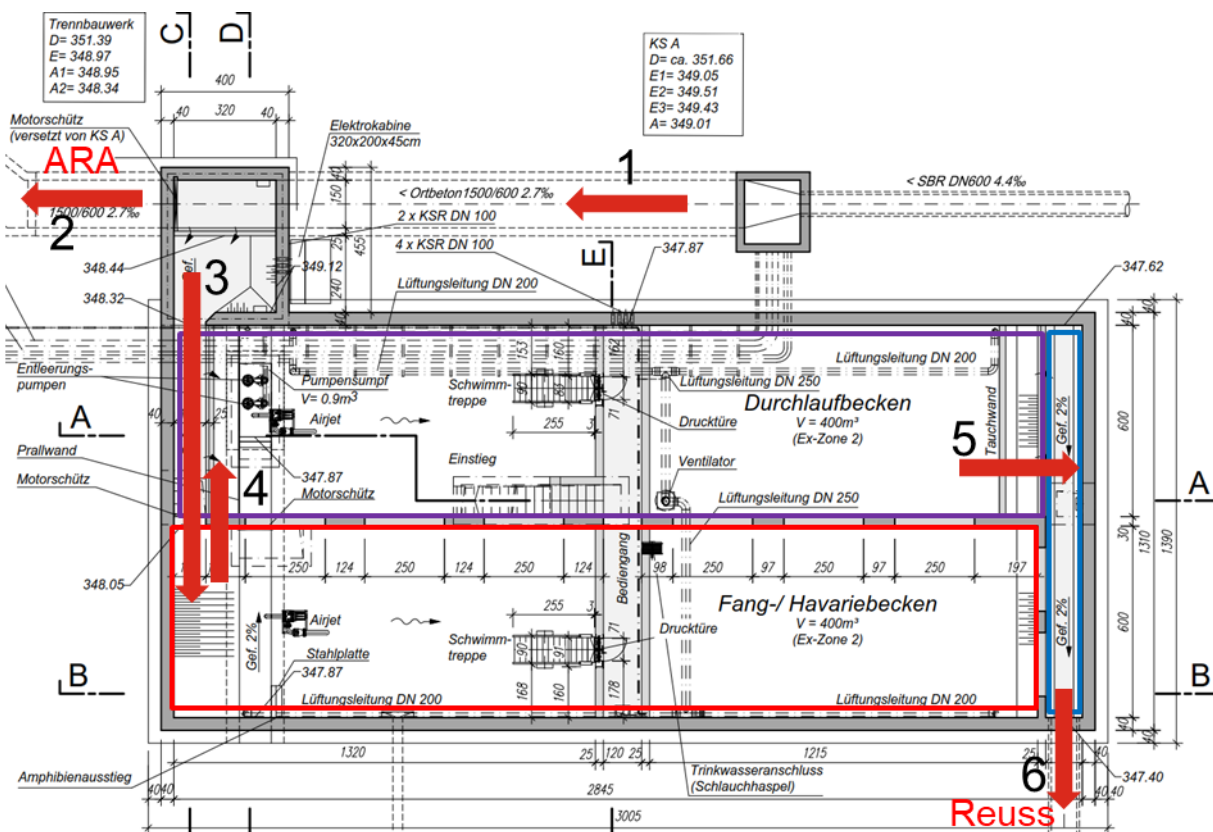


Abbildung 2: Funktionsweise des RB vor der ARA. 1: Q_{an} im Zulaufsystem, 2: Q_{\max} zur ARA, 3: Q_{RB} (= $Q_{an} - Q_{\max}$) in das Fangbecken des RB, 4: bei vollem Fangbecken Q_{RB} in das Durchlaufbecken, 5: bei vollem Durchlaufbecken Entlastung von Q_{RB} , 6 Entlastung in die Reuss

2.4 Betriebsdaten

Das RB ging Ende 2016 in Betrieb. Bis zum Zeitpunkt der Studie lagen somit knapp zwei Jahre an Betriebsdaten vor. Diese wurden aus dem Prozessleitsystem (PLS) der ARA exportiert.

2.5 Vorgehen

Aus den Betriebsdaten konnte die Anzahl der Entlastungen 2017 und 2018 und deren Dauer direkt anhand des bei der Entlastungskante angebrachten Entlastungssensors eruiert werden. Anhand der Niveaumessungen in den Fang- und Durchlaufbecken liess sich zudem die in das RB fliessende Wassermenge Q_{RB} berechnen und die Entlastungsmenge abschätzen.

Die Daten des Jahres 2017 eignen sich für den Vergleich mit den Prognosen des RÜK, da für eine Plausibilisierung der Aussagen des RÜK ein vollständiges Jahr berücksichtigt werden muss.

Durch die Berechnung von Q_{RB} ergibt sich zusammen mit der gemessenen von der ARA angenommenen Wassermenge die vor der ARA ankommende Abwassermenge Q_{an} .

Diese Datenreihe, welche einer Jahresganglinie der ankommenden Abwassermenge entspricht, wurde in einem weiteren Schritt auf den Plan-Zustand hochgerechnet (extrapoliert). Damit wurde es möglich, für verschiedene zukünftige Q_{max} der ARA zu simulieren, wie viele Entlastungen beim RB anfallen würden und deren Dauer und ungefähre Entlastungsmenge zu bestimmen. Die Resultate bilden die Grundlage für eine Empfehlung bezüglich des neuen Q_{max} .

3. Resultate

3.1 Ganglinien

In Abbildung 3 ist das gemessene Q der ARA, das berechnete Q_{RB} sowie das daraus resultierende Q_{an} für den gesamten Datensatz (1.1.2017 – 5.11.2018) aufgetragen.

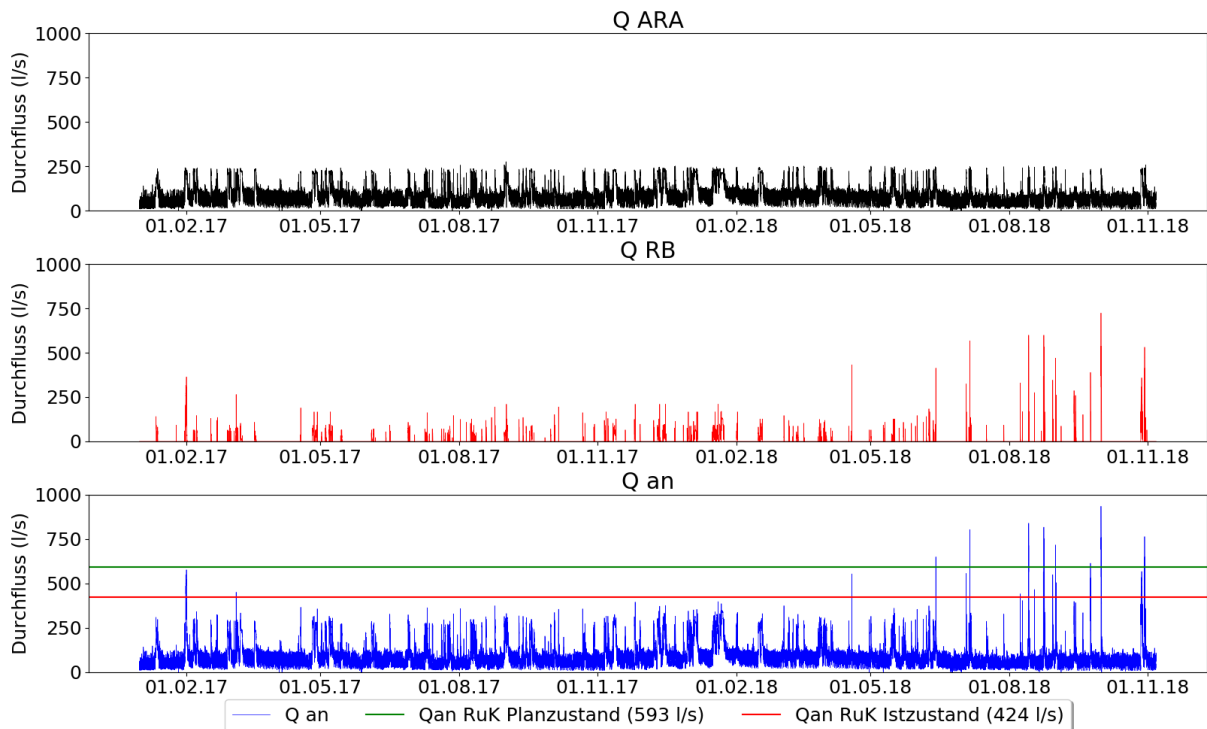


Abbildung 3: Ganglinien vom Q der ARA, Q_{RB} und Q_{an} vom 1.1.2017 bis zum 5.11.2018

Aus der Abbildung 3 lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- Während dem Jahr 2017 entsprach der Zustand des Systems nach wie vor dem Ist-Zustand des RüK (Maximales Q_{an} unterhalb Ist-Zustand RüK, rot, unterste Grafik)
- Bei der Konsultation des PLS wurde ersichtlich, dass die Pumpen auf der linken Reuss-Seite jeweils maximal 130 l/s förderten. Es ergibt sich daher ein erwartetes maximales Q_{an} von 400 l/s. Dieses wird durch die Datenanalyse sehr gut bestätigt
- Ab Sommer / Herbst 2018 steigt Q_{an} im Regenfall stark an. Dies hat einerseits mit der vorgenommenen Erhöhung der Weiterleitmenge des RB Mittelfeld zu tun. Allerdings ist das Ausmass höher als erwartet (Plan-Zustand RüK, grün, wird überschritten)

Abbildung 4 zeigt zudem den Verlauf der Entlastungen verteilt über den Betrachtungszeitraum. Die Entlastungsdetektion zeigt mit einer on/off-Messung, wann eine Entlastung aufgetreten ist.

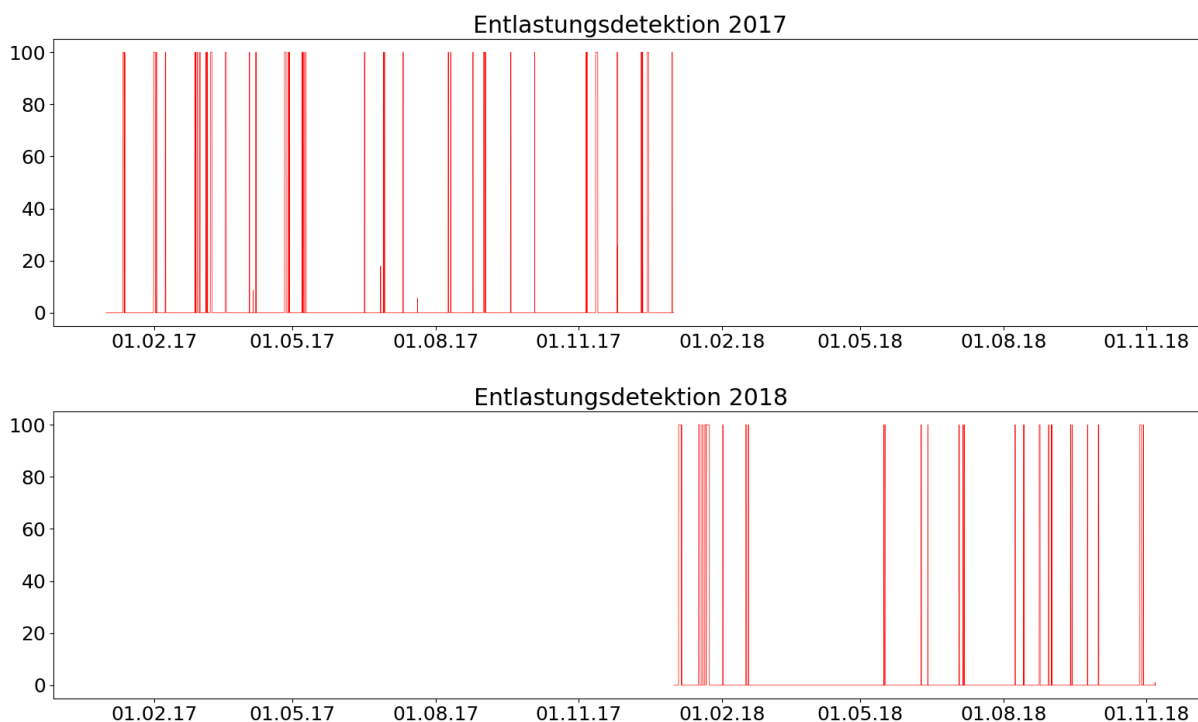


Abbildung 4: Entlastungsdetektion auf der Entlastungskante des Durchlaufbeckens. Die Detektion misst mit einer on/off-Messung, ob eine Entlastung stattfindet oder nicht.

3.2 Plausibilisierung RÜK

Anhand der Betriebsdaten kann ein Vergleich mit den Simulationsresultaten des RÜK gemacht werden (siehe Tabelle 2). Es lassen sich folgende Beobachtungen anstellen:

- 2017 war die Anzahl Entlastung geringer als im RÜK für den Plan-Zustand simuliert
- Dies jedoch auch bei geringerem Q_{an} im Jahr 2017 (maximal 400 l/s)
- Auch 2018 war die Entlastungsanzahl geringer
- Die Entlastungsdauer bewegte sich 2017 und 2018 im Bereich der Werte des RÜK
- 2018 war ein trockenes Jahr mit starken Regenereignissen: Es wurde eine grössere Entlastungsmenge bei gleichzeitig weniger Entlastungen im Vergleich zu 2017 beobachtet

Tabelle 2: Vergleich der Jahre 2017 und 2018 mit dem Plan-Zustand des RÜK

Szenario / Jahr	Max. Q_{an} [l/s]	Entlastungen pro Jahr	Entlastungsdauer [h/a]	Entlastungsvolumen [m ³ /a]
Plan-Zustand RÜK	593	81	349	280'507
2017	400	35 – 45	400	60'000 – 140'000
2018 (bis 5.11.18)	bis 750	25 – 30	330	95'000 – 175'000

Anmerkungen:

- Die Anzahl Ereignisse wurde variabel angegeben, da sie von der Definition eines Ereignisses bzw. von der angewendeten Zählart abhängt
- Die Berechnung des Entlastungsvolumens über das Niveau im RB ist relativ grob und mit Unsicherheiten behaftet
- Die Simulationen des RÜK (durch Holinger) wurden mit Langzeit-Regen-Daten (Buchs-Suhr 1984-2007) durchgeführt, während die Plausibilisierung anhand eines einzelnen Jahres (2017) vorgenommen wurde

3.3 Extrapolation Zulaufganglinie

Aufgrund des Jahres 2017 kann die Jahressganglinie von Q_{an} auf den Plan-Zustand des RÜK extrapoliert werden. Dies ist in Abbildung 5 dargestellt. Die rote Kurve entspricht der Erhöhung der Regenwetterzuläufe auf das im Plan-Zustand erwartete Niveau. Durch die Extrapolation bleiben die Verteilungen der Regenereignisse über die Zeit und in Bezug auf ihre Intensität gleich wie im Jahr 2017.

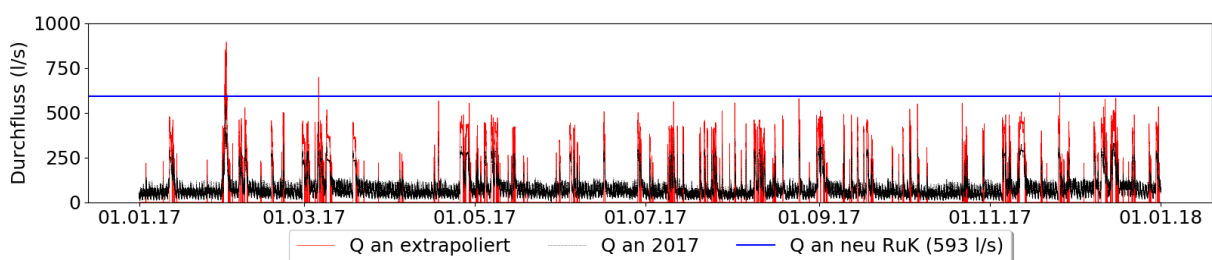


Abbildung 5: Extrapolation der Zulaufganglinie des Jahres 2017 auf den Plan-Zustand des RÜK.

3.4 Variation Q_{max}

Die durch die Extrapolation generierte Zulaufganglinie kann nun in einem einfachen Modell zur ARA bzw. über das RB geleitet werden. Dabei kann Q_{max} variiert und für jedes Q_{max} berechnet werden, wie viele Entlastungsereignisse in dem «synthetischen» Jahr angefallen sind. Gleiches gilt für die Entlastungsdauer und die ungefähre Entlastungsmenge. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefasst, wobei die Resultate jeweils mit einer Streuung angegeben sind. Die Berechnungen haben folgendes gezeigt:

- Für den Plan-Zustand resultiert eine sehr ähnliche Anzahl Entlastungen wie im RÜK. Da nun von einem vergleichbaren maximalen Q_{an} ausgegangen wird, stellt dieses Ergebnis eine weitere Plausibilisierung des RÜK dar
- Die Entlastungsanzahl im hochgerechneten Fall (Extrapolation) nimmt mit jeder Zunahme des Q_{max} ab
- Die Wahl von Q_{max} hat somit direkten Einfluss auf die zukünftig beobachtete Anzahl an Entlastungen und das Entlastungsvolumen

Tabelle 3: Einfluss von Q_{\max} auf das Verhalten des RB

Szenario	Max. Q_{an} [l/s]	Q_{\max} [l/s]	Entlastungen pro Jahr	Entlastungsdauer [h/a]	Entlastungsvolumen [m ³ /a]
Plan-Zustand Rük	593	280	81	349	280'507
Extrapolation	593	280	71 – 88	500 – 600	630'000 – 1'100'000
	593	320	50 – 71	330 – 510	320'000 – 680'000
	593	340	31 – 63	200 – 440	200'000 – 510'000

3.5 Grenzwertbetrachtung

Im Rahmen der Simulation wurde auch der Effekt einer wesentlich höheren Extrapolation untersucht (maximales Q_{an} bis 800 l/s). Es liess sich beobachten, dass die Anzahl Entlastungen in diesem Fall wesentlich weniger sensitiv auf das Q_{\max} der ARA reagieren. Die Anzahl bewegte sich in allen Fällen (Q_{\max} 280 l/s, 320 l/s, 340 l/s) um die 120 Ereignisse pro Jahr. Dieses Resultat entspricht einer Grenzwertbetrachtung und deutet darauf hin, dass bei starker Erhöhung der Weiterleitmengen im Netz (über den definierten Plan-Zustand hinaus) vor der ARA maximal um die 120 Ereignisse pro Jahr erwartet werden können.

Diese Erkenntnis kann zu einem späteren Zeitpunkt interessant sein, wenn das Gesamtsystem weiter optimiert werden soll. Erwartungsgemäss kommt eine grössere Entlastungsanzahl in die Reuss dem Gewässerschutz im Gesamteinzugsgebiet zugute, wenn dafür der Mülibach in Rohrdorf entlastet werden kann.

4. Schlussfolgerungen und Empfehlung

Aufgrund der Resultate kann das RÜK als plausibilisiert betrachtet werden. Die Betriebsdaten liegen von der Grössenordnung her im Bereich des RÜK. Zudem zeigten die extrapolierten Betriebsdaten ähnliche Werte, wie durch das RÜK vorhergesagt.

Aufgrund der erwarteten Anzahl Entlastungen wird empfohlen, Q_{\max} höher anzusetzen, als die durch das herkömmliche Vorgehen bestimmten 290 l/s (320 l/s oder höher). Die definitive Fixierung von Q_{\max} soll im Lauf der Dimensionierung der biologischen Stufe der ARA erfolgen, um das beste Kosten-Nutzen-Verhältnis für die Zukunft zu erzielen. So kann die hydraulische Kapazität der Nachklärung und weiterer Anlagenteile bei der Festlegung von Q_{\max} noch einfließen.

Am 5. Dezember 2018 fand eine Sitzung bei der AfU statt. Die kantonale Behörde hat in diesem Rahmen das Vorgehen bei der Analyse sowie den Vorgehensvorschlag bezüglich der Definition von Q_{\max} für gut befunden.

Aufgrund der Beobachtungen ab Sommer / Herbst 2018 wird ausserdem empfohlen, das Abflussverhalten des RB Mittelfeld genauer zu untersuchen. Die Messung beeinflusst einerseits die Weiterleitmenge auf die ARA, andererseits ist sie auch eine wichtige Messgrösse für den Abfluss der Gemeinden Nieder- und Oberrohrdorf. Es wird daher vorgeschlagen, die genaue Überprüfung der Messung im Rahmen des Projektes «Kostenteiler» durchzuführen.

TBF + Partner AG
Planer und Ingenieure

Verfasser: Philipp Weber, Projektingenieur
Raphael Schalbetter, Projektingenieur
Michael Wächter, Projektleiter

