

REAL Luzern

Q max (Q RW) und Q TWA max

1 Einleitung

Die ARA REAL Luzern wurde auf ein hydraulisches Ausbauziel Q max von 2'400 l/s ausgelegt. Aktuell sind Anschlüsse von kleineren Anlagen im Einzugsgebiet von REAL geplant, die eine zusätzliche hydraulische Belastung bringen.

Nebst der Abklärung, ob genügend hydraulische Reserven für diese Anschlüsse vorhanden sind, bildet die Ermittlung der aktuell anfallenden Abwassermenge inkl. Anschlüsse auch Basis für die Auslegung der neuen Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen.

2 Ziel

1. Ermitteln von Q TWA max und Q max aktuell
2. Bestimmen der Reserven heute
3. Bestimmen der Reserven 2030 bei einem Wachstum von 1%/a

3 Grundlagen

1. Betriebsdaten ARA REAL 2015 – 2017
2. «ARAR REAL Entwicklung 2030», Holinger AG, 26.4.2017
3. Regenwasserbehandlung ARA, Hunziker Betatech AG, 18.5. 2018
4. ATV A 198, 2003
5. REAL, Kostenverteiler Abwasser 2018 / 2019 (Ermittlung der massgebenden Fremdwassermenge)

4 Q TWA max und Q RW 2015 – 2017

4.1 Messstellen der Abwassermenge

Die Abwassermenge die auf die Biologie und NKB gelangt, wird nach dem Hebwerk Biologie pro Strasse mit MID gemessen. Die Summe dieser Messungen entspricht dem Wert: Abfluss Nachklärung (- Q UeSS).

Abb 1 & Abb 2 zeigen diese unterschiedlichen Messwerte von Q max. Die Y Achse stellt die im Betriebsprotokoll erfasste Summe der täglichen Maximal Werte im Zulauf der Biologie dar. Diese Max Werte pro Strasse treten nicht immer zeitgleich auf. Im Betriebsprotokoll werden diese täglichen Spitzen pro Messung zusammengezählt und abgelegt.

Die X Achse stellt die Q max Werte der Summe der Messungen im Ablauf NKB dar. Es wird ein gemeinsames Q max erfasst. Diese Werte sind etwas tiefer als die Summe der maximalen einzelnen Zulaufwerte die zu unterschiedlichen Zeiten auftreten können, im Tageswert aber addiert werden. Die

Werte Ablauf NKB zeigen die effektive Belastung der NKB, sind massgebend und bilden die Basis für die folgende Ermittlung von Q_{\max} bei Trocken- & Regenwetter.

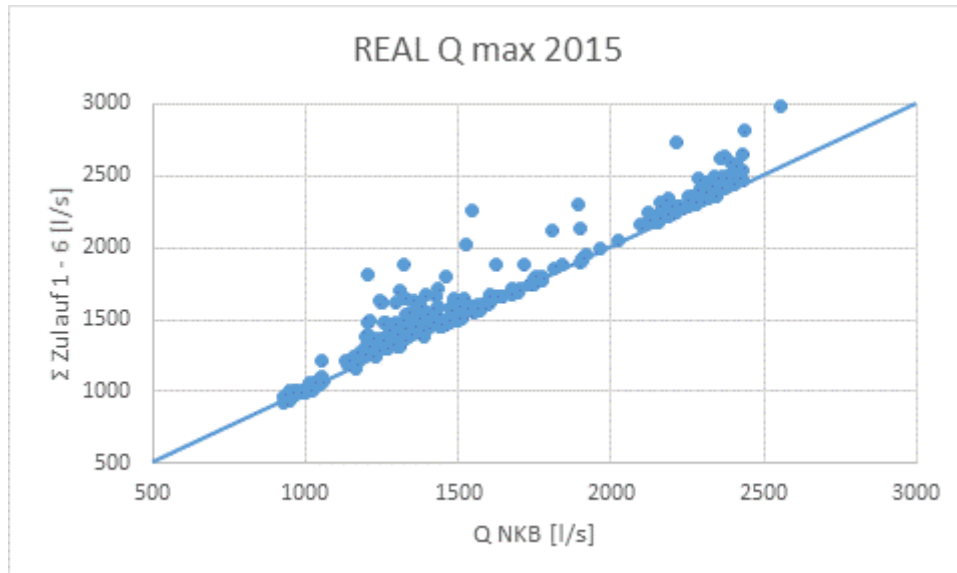


Abbildung 1: Vergleich Q_{\max} Ablauf NKB (X Achse) mit Q_{\max} aus der Summe der Einzelwerte Zulauf Biologie 1 – 6 (Y Achse), 2015

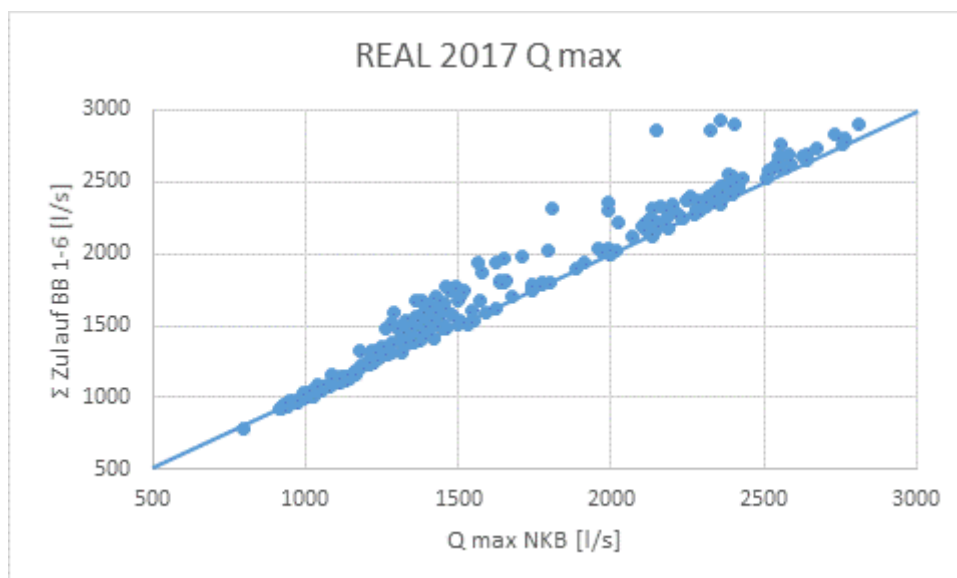


Abbildung 2: Vergleich Q_{\max} Ablauf NKB (X Achse) mit Q_{\max} aus der Summe der Einzelwerte Zulauf Biologie 1 – 6 (Y Achse), 2017

4.2 Auswertmethoden

Der Trockenwetteranfall kann mit verschiedenen Methoden ermittelt werden.

1. Nach AWEL mit Berücksichtigung der Werte ab dem 3. Trockenwettertag nach Regen
2. Nach der VSA Methode mit dem Mittel aus dem 20% und 50% Quantil aller Messwerte (kann nur für die Ermittlung des mittleren Trockenwetteranfalls verwendet werden)

3. Nach ATV A 198 mit einem gleitenden Mittel

In Abb 3 werden die Resultate der 3 Methoden für den mittleren Trockenwettertagesanfall miteinander verglichen.

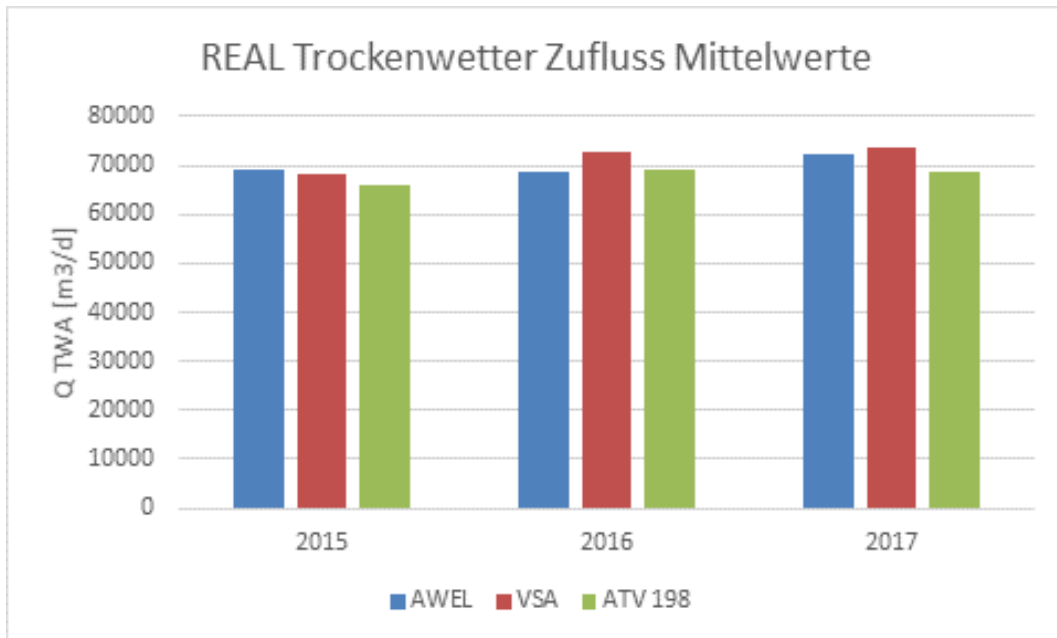


Abbildung 3: Vergleich des mit verschiedenen Methoden ermittelten mittleren Trockenwetteranfalls

Verglichen werden:

1. 2 TW Tage (Methode AWEL)
2. 20%/50% Quantil (Methode VSA)
3. ATV A 198 (ATV Methode)

Resultat: Die Unterschiede sind gering.

Während mit der VSA Methode nur Mittelwerte bestimmt werden können, ist mit den Methoden nach ATV und AWEL die Ermittlung des massgebenden 85% Werts der Belastung möglich. Für die weiteren Berechnungen wird der Mittelwert der Methoden AWEL & ATV A 198 eingesetzt.

4.3 QTWA und Q RW

Jahr	QTWA [m3/d]					Q TWA max NKB [l/s]				Q max [l/s]	ABZ
Jahr	VSA	AWEL		A 198		AWEL		A 198			
	Mittelwert	Mittel	85% Wert	Mittel	85% Wert	85% Wert	Teiler	85% Wert	Teiler	85% Wert	85% Wert
2015	68'132	69'094	78'748	65'873	72'368	1430	15.3	1396	14.4	2300	99'000
2016	72'842	68'760	77'546	69'213	76'111	1447	14.9	1475	14.3	2342	1'400
2017	73'827	72'427	79'322	68'654	76'470	1472	15.0	1323	16.1	2374	2'400
Mittel	71'600	70'094	78'539	67'913	74'983	1'450	15	1'398	15	2'339	

Die Tabelle zeigt Q TWA und Q max ermittelt aus den Werten im Abfluss Biologie. Die resultierenden Teiler sind unplausibel tief. Sie werden ermittelt durch die Division von Q TWA / Q TWA max. Beispiel 2015, Methode AWEL: 78'748 m3/d : 5148 m3/h = 15.3 [h/d]. Bei einer ARA dieser Grösse wird ein Teiler von ≥ 16 [h/d] erwartet wie nachfolgende Abbildung aus der A 198 zeigt. Wenn noch ein relevanter Fremdwasseranteil von $> 40\%$ vorhanden ist, ist ein Teiler von ≥ 18 [h/d] zu erwarten.

Abb. 8-1: Divisor $x_{Q,max}$ zur Ermittlung des Spitzenabflusses bei Trockenwetter in Abhängigkeit von der Größe des Gebietes (Bild 2 – A 198, 2003)

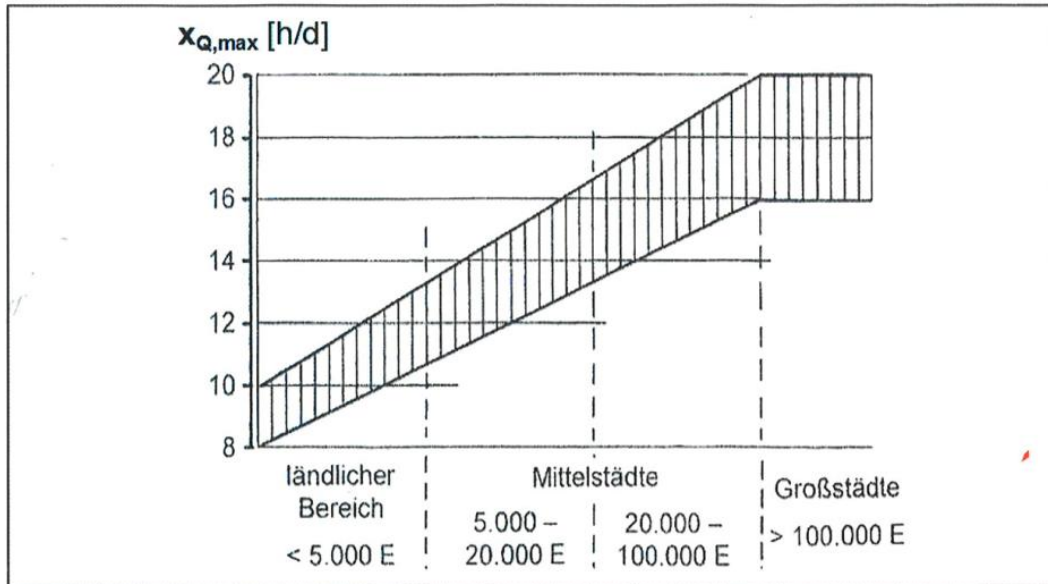


Abbildung 4: Teiler in Abhängigkeit der ARA Grösse nach A 198

Die erfassten Q TWA max Werte dürften also zu gross sein.

Eine Auswertung der Q Ganglinien zeigt, dass bei Trockenwetter an einzelnen Tagen die Abwassermenge durch Zuschalten von Pumpen im Hebewerk Rothenburg überhöht wird. Diese Überhöhung tritt nicht an allen Tagen auf, aber an Einzelnen (Abb 5 & 6). Und diese verfälschen den 85% Wert. Bei Regenwetter haben diese Peaks keinen Einfluss mehr (Abb 7). Das heisst: die Q TWA max Werte aus dem Betriebsprotokoll können nicht verwendet werden, die Q max Werte schon.

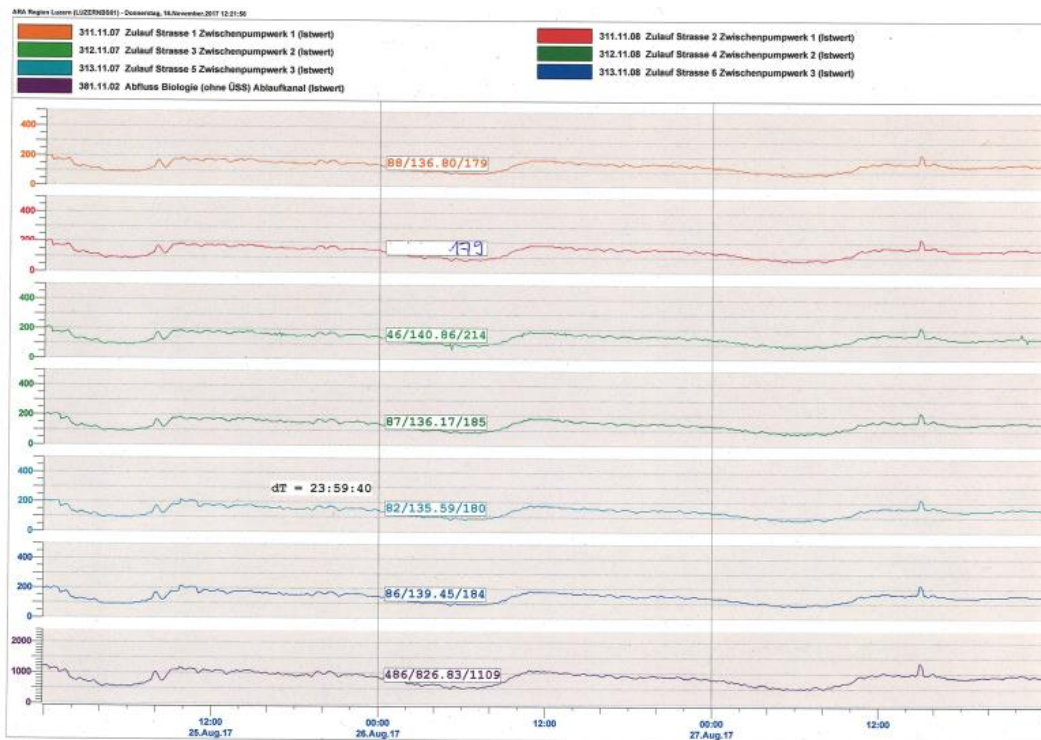


Abbildung 5: Q Tagesganglinie bei Trockenwetter im Zulauf zur Biologie

Abb 5 zeigt die Q Ganglinie bei Trockenwetter. Am 26.8.2017 tritt kein Pumpenpeak auf. Am 27.8.2017 tritt um ca. 15:00 ein Peak auf.

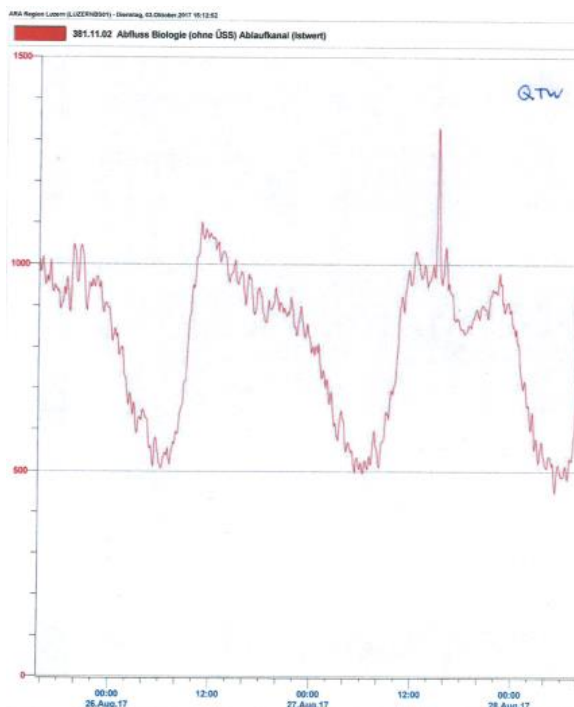


Abbildung 6: Q Tagesganglinie bei Trockenwetter im Ablauf NKB

Abb 6 zeigt die Auswirkung auf die Messwerte im Ablauf NKB. Ein kurzfristiger Peak von 1'350 l/s, der nicht relevant ist für den Betrieb der NKB, wird am 27.8.2017 im Betriebsprotokoll abgelegt und fließt in den 85% Wert ein. Der Peak wird ausgelöst durch regelmässig wiederkehrende Testläufe beim Hebewerk Rothenburg. Am 26.8.2017 tritt der Peak nicht auf. Q TWA max an diesem vergleichbaren Tag beträgt 1'100 l/s. Die resultierenden Teiler bei der damaligen Tageswassermenge von 70'500 m³/d:

mit Peak 15 [h/d] entsprechend der Auswertung der Betriebsdaten
ohne Peak: 18 [h/d] entsprechend der Erwartungen nach A 198.

Fazit:

Der mit den Daten aus dem Betriebsprotokoll ausgewertete maximale Trockenwetteranfall ist wie erwartet überhöht. Wir empfehlen eine Herleitung des maximalen Trockenwetteranfalls über den Trockenwetteranfall im Tageswert geteilt durch einen plausiblen Teiler von 18 [h/d] gemäss A 198. Die künftige, geringfügige Reduktion des Fremdwasseranfalls um 50 l/s verändert den Teiler nicht massgeblich. Wir empfehlen ihn auch für die Abschätzung 2030 bei 18 [h/d] zu belassen.

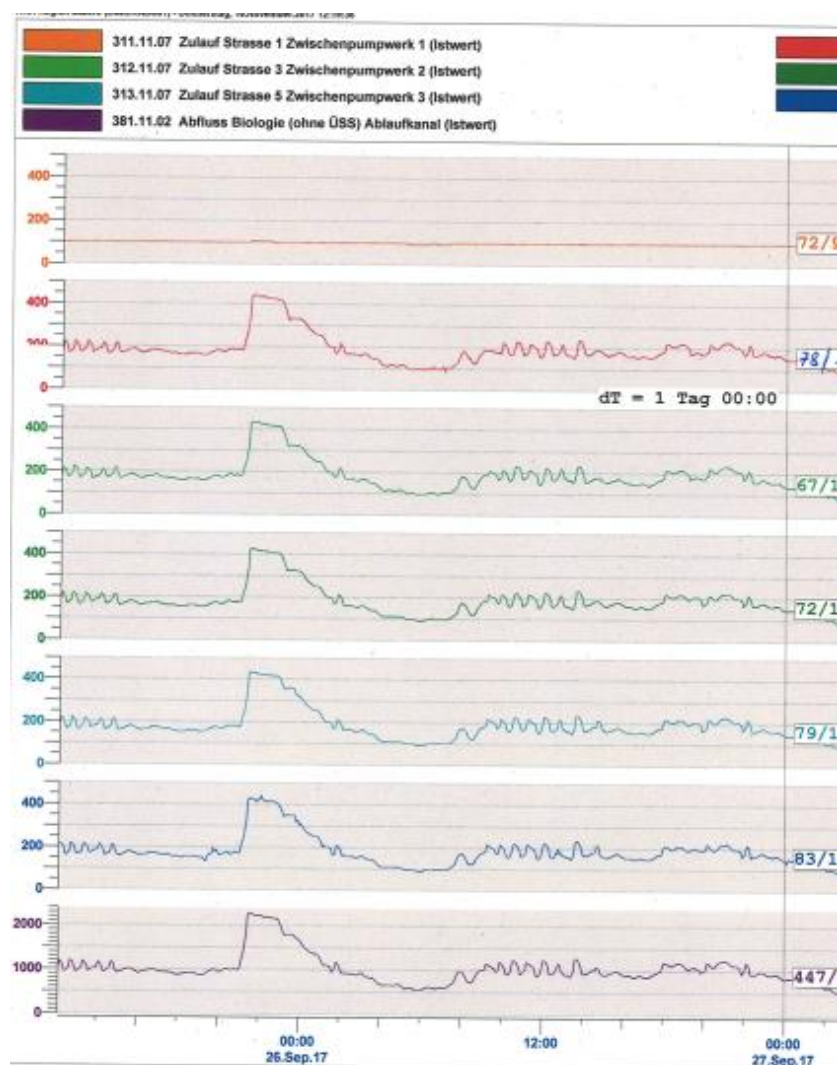


Abbildung 7: Q Ganglinie bei Regenwetter

Abb 7 zeigt, dass bei Regenwetter die Zuschaltspitzen der Hebewerkspumpen den maximalen Abwasseranfall nicht beeinflussen. Die Q max Werte aus dem Betriebsprotokoll können genutzt werden.

5 Q TWA und Q RW heute und 2030

Jahr	Q TWA [m3/d]			Teiler	Q TWA [l/s]
	AWEL	A 198	Mittel		
	85% Wert	85% Wert	85% Wert		85% Wert
2015	78'748	72'368	75'558		
2016	77'546	76'111	76'829		
2017	79'322	76'470	77'896		
Heute	78'539	74'983	76'761	18	1'185

Heute beträgt die hydraulische Auslastung der ARA ca. 80%. Die Reserve beim maximalen Trockenwetteranfall beträgt 2017 ca. 215 l/s. Dieser Wert deckt sich mit den Angaben von Holinger (April 2017) und berücksichtigt die Verfälschung von Q TWA max durch das Zuschalten von Pumpen. Die Fremdwassermenge 2017 von 424 l/s basiert auf dem aktuellen Kostenteiler 2018/2019: «Veränderung der Fremdwassermenge», Holinger AG.

Parameter	Einheit	2017	2030	ARA 2010
Q S	[l/s]	761	866	
Q F	[l/s]	424	374	
Anschlüsse				
Q S	[l/s]		58	
Q F	[l/s]		36	
Q TWA max	[l/s]	1'185	1'334	1'400
Zum Vergleich				
Holinger 04.17				
Q TWA max	[l/s]	1'210	1'343	
Über Q TWA	[m3/d]			
REAL	[m3/d]	76'761	87'361	
Minus 50 l/s QF	[m3/d]		4'320	
Anschlüsse	[m3/d]		3'800	
Teiler	[h/d]	18	18	
Q TWA max	[l/s]	1'185	1'340	
Q RW =				
2 QS + QF	[l/s]	1'945	2'258	2'400
Reserve RW	[l/s]	455	142	
Reserve TWA	[l/s]	215	66	

Die Prognose für das Jahr 2030 beinhaltet:

- ein Wachstum der Schmutzwassermenge im Einzugsgebiet REAL von 1%/a
- die Reduktion der Fremdwassermenge gegenüber heute um 50 l/s
- die Zunahme der Abwassermenge bei TWA um 94 l/s aus den Anlagen Udligenswil, Schwarzenburg und Oberseetal

Diese Prognose basiert auf den Angaben für den Spitzenwert in [l/s].
Zur Überprüfung der 1'334 l/s wird der Wert im Bericht Holinger, «ARA REAL Entwicklung 2030», 26.04.2017 herangezogen (1343 l/s).

Zusätzlich wird eine Abschätzung über den Tagesanfall bei Trockenwetter gemacht. Für die Anschlussgemeinden werden dabei die prognostizierten EW aus dem Holinger Bericht mit einem spezifischen Abwasseranfall von 250 l/EW*d multipliziert. Diese 250 l/EW*d entsprechen je nach spez. Wasserverbrauch eines EW (VSA bisher 170 l/EW*d, VSA neu 151 l/EW*d) einem Fremdwasseranteil von 30 – 40%. Im Holinger Bericht wird ein Fremdwasseranteil von 26% für Schwarzenberg, 37% für Oberseetal und 39% für Udligenswil ausgewiesen.

Fazit:

Die Werte liegen alle sehr nahe beieinander und sind plausibel.

Wenn die Veränderungen im Netz den beschriebenen Annahmen entsprechen, bleibt 2030 noch eine Reserve von 142 l/s bei Q max und 66 l/s für Q TWA für z.B. ein weiteres Wachstum im Einzugsgebiet.

Winterthur, 08. November 2018
eh/ gr

HUNZIKERBETATECH

Hunziker Betatech AG
Pflanzschulstrasse 17
8400 Winterthur