



# HUNZIKER BETATECH

WASSER  
BAU  
UMWELT



28./29. November 2022

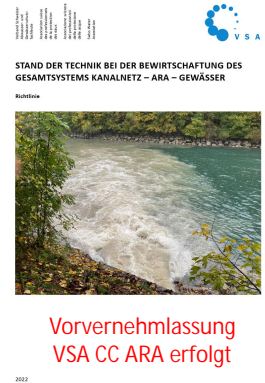
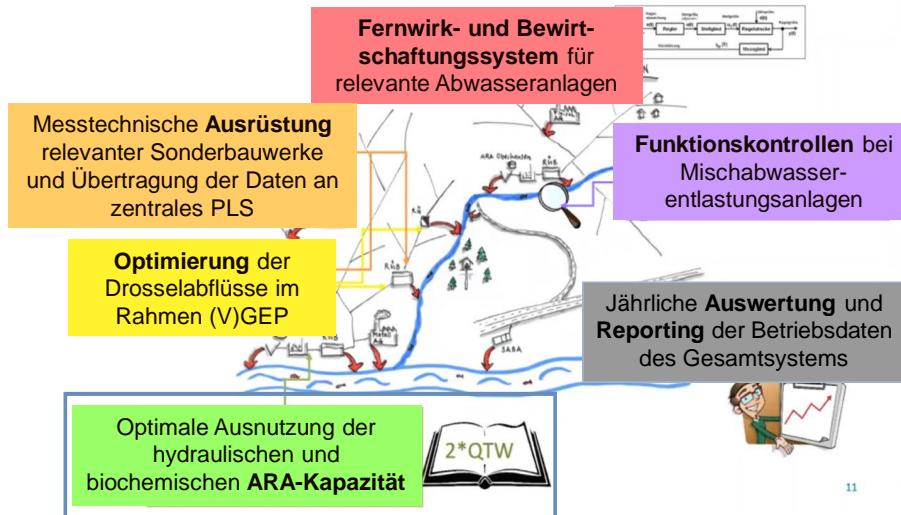
Kantonale Tagung zürcherisches Klärwerkpersonal

## Bewirtschaftung Gesamtsystem Kanalnetz – ARA – Gewässer Teil ARA

Simone Bützer  
Hunziker Betatech AG



# VSA RILI – Bewirtschaftung Gesamtsystem Verbindliche Aufgaben



## Stand der Technik, Blickwinkel

Die maximale Wassermenge  $Q_{\max, ARA}$  bei Regenwetter entspricht häufig in etwa dem Doppelten der Tages-  
spitze bei Trockenwetter.

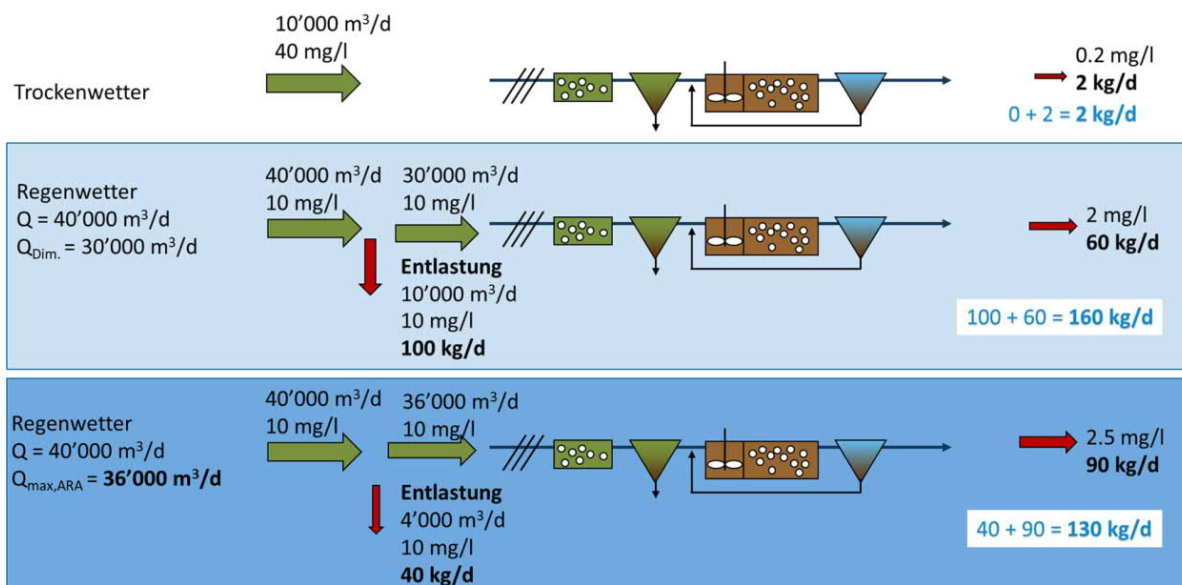
In der heutigen Praxis sind die Blickwinkel ARA und Entwässerungssystem häufig unterschiedlich:

- 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  $Q_{\max, ARA}$  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  $Q_{\max, ARA}$  gemäss Blickwinkel ARA häufig tiefer als die maximale Wassermenge  $Q_{\max, ARA}$  gemäss Blickwinkel Entwässerungssystem.





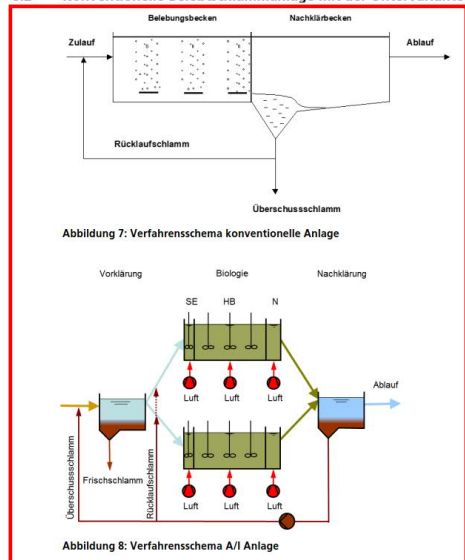
# Szenarios, Erhöhung Q<sub>max</sub>



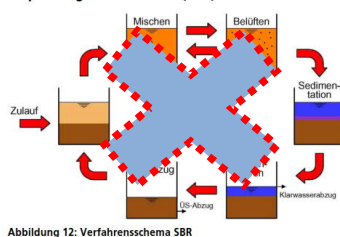
# Verfahrensübersicht



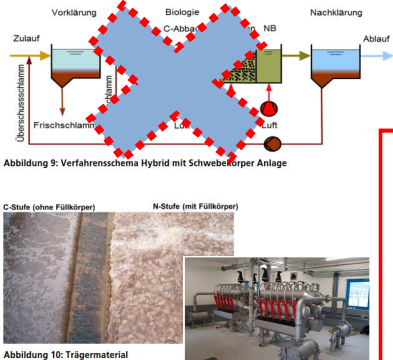
## 8.2 Konventionelle Belebtschlammanlage mit der Untervariante A/I Anlage



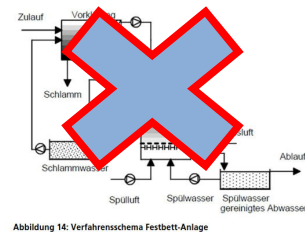
## 8.5 Sequencing Batch Reactor (SBR)



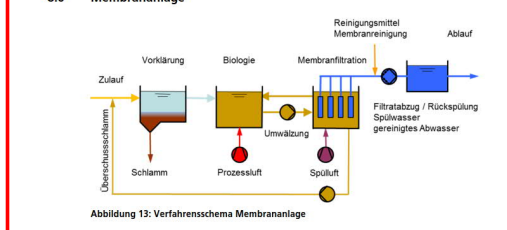
## 8.3 Hybrid mit Schwefelkörper



## 8.7 Festbett



## 8.6 Membrananlage





# Stand der Technik, Innere Reserven



<sup>8</sup> Die «inneren Reserven» einer Belebtschlammanlage können in drei Kategorien eingeteilt werden:

- **Statische Reserven (Kapazität):** Aktuelle Zulaufkraft < Dimensionierungsfracht →  $Q_{max., ARA} > Q_{Dim}$ . 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 die spezifischen Reserven in der Nachklärung situativ genutzt werden (z.B. erster Schmutzstoss am Anfang eines Regenereignisses) →  $Q_{max., ARA} > Q_{Dim}$ . einige Stunden.

Kategorisierung	Rahmenbedingungen	Anwendung
<b>Statische Reserven (Kapazität)</b>	Zusätzliche biologische Kapazität, da die aktuellen Zulaufkräften deutlich unter den Dimensionierungsfrachten liegen.	Erhöhung $Q_{max., ARA}$ möglich, ganzjährig
<b>Statische Reserven (saisonal)</b>	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
<b>Dynamische Reserven (kurzfristiges Ausreizen der Reserven)</b>	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.

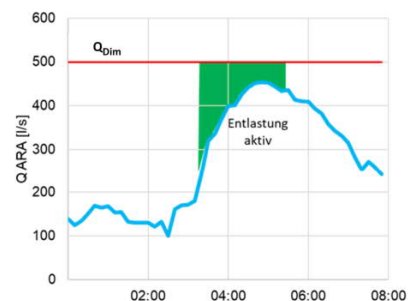


# Forderung VSA, zentrale Fragen



– Das Ausnutzen der inneren Reserven (über das  $Q_{Dim}$  hinaus) legt der VSA nicht als verbindlich fest

Optimale Ausnutzung der hydraulischen und biochemischen **ARA-Kapazität**



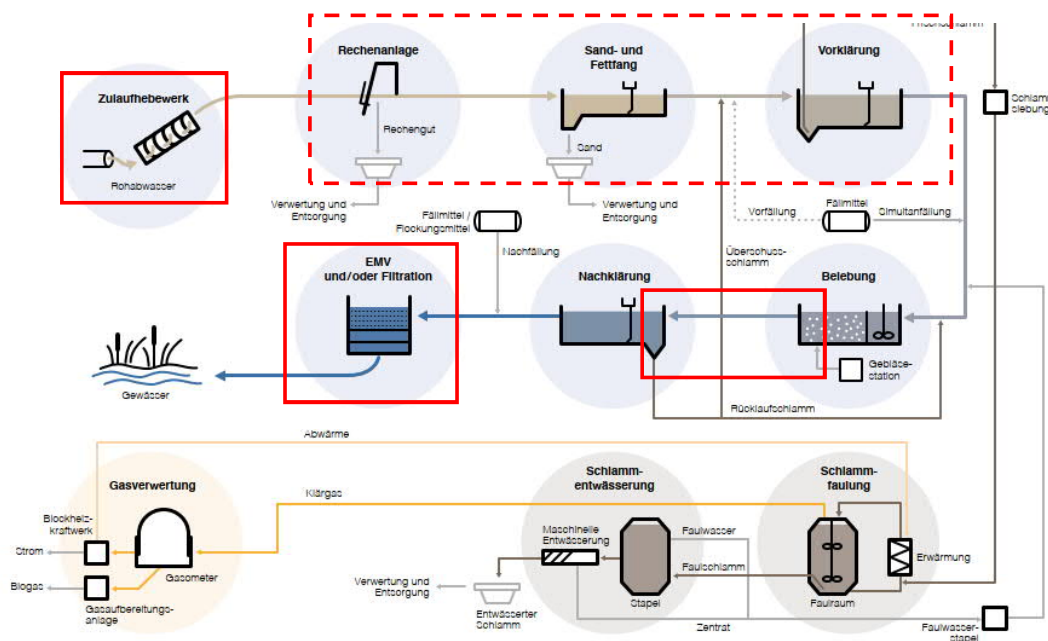
## 2.1.2 Was ist zu tun?

In einem ersten Schritt beantwortet der ARA-Betreiber (resp. der ARA-Verband) folgende Fragen<sup>10</sup>:

- 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? →  $Q_{max., V-GEP}$



# Engpassanalyse: Hydraulische Flaschenhalse



## EMV

### 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.

EMV	4, weitergehende Stufe	Hydraulisch & Biochemisch	Reduzierte hydraulische Aufenthaltszeit, Kontaktzeit und Eliminationsleistung, erhöhte Nitrit- oder DOC-Konzentrationen führen zu erhöhtem Ozonbedarf, Restozongehalt resp. PAK-Schlupf steigt, GAK Filtration: Verblockung, Micro-GAK-Schwebbett expandiert
-----	------------------------	---------------------------	--

Statische Reserve (Kapazität) -> stets





# Und los!!

- Engpassanalyse
- Pilotversuch
  - Onlineanalytik
  - Handmessungen bei Regenereignis
  - Schlammspiegelmessung
  - Saubere Dokumentation
- Simulation von ARA und Netz
  - besseres Verständnis der Reserven
- Regelungskonzept
  - Z.B. DWA T3 2016

*Vertrauen bilden!!*



Bild 5 zeigt ein mögliches Regelungskonzept mit Stell- und Messgrößen.

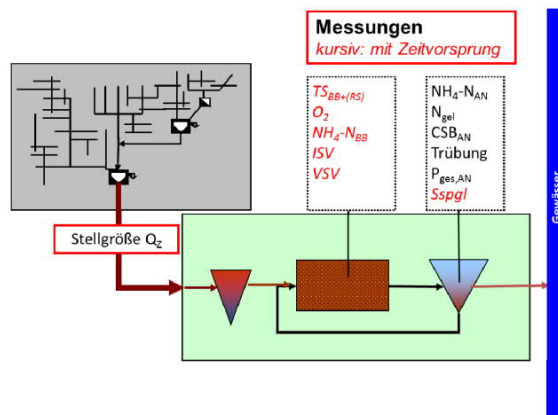


Bild 5: Skizze eines integrierten Steuerungssystems



# ARA Sihltal – Engpassanalyse & Pilot, 2016

- Aufzeigen der Effekte bei Steigerung des  $Q_{max} > 320$  l/s auf ARA (hydraulisch, biochemisch)
- Auswerten von Betriebsdaten, Pilotierung der Effekte in NKB
- Simulation des Netzes und der ARA -> Frachtreduktion Gesamtsystem

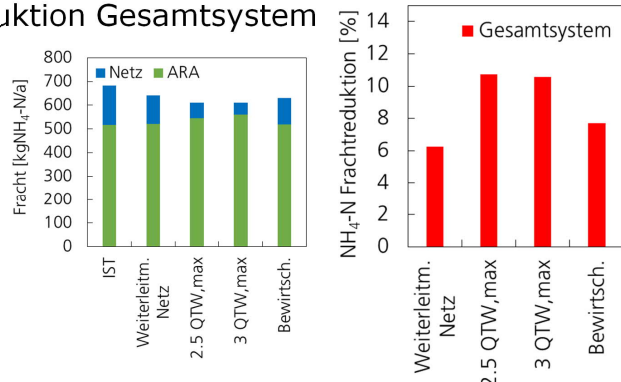
*Asymptotisch individuell*



Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich

Optimierung der Abwasserbehandlung unter Einbezug von Netz und ARA

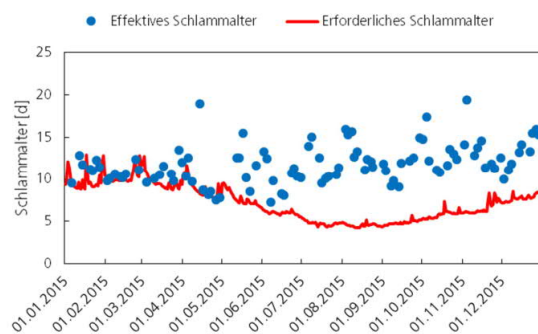
Technischer Bericht  
 Objekt: 1020-10  
 Zürich, 9. Juli 2016



- Erstellung eines Leitfadens für AWEL für die hydraulischen Flaschenhalse (Gerinne und Biologie & NKB)



# ARA Sihltal - Fazit



Statische Reserve  
 (saisonal)

Dynamische Reserve

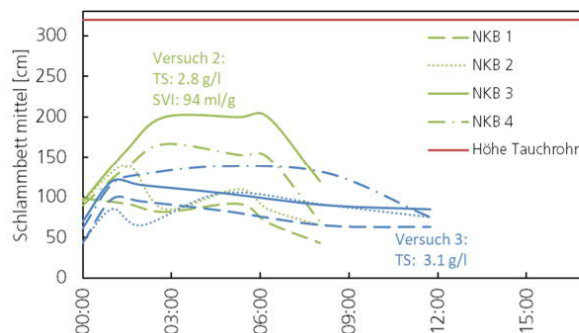
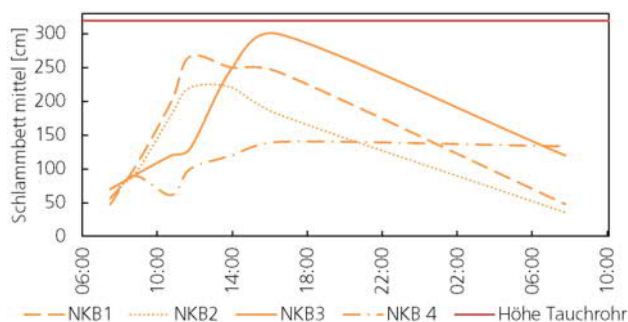
- Potenzial für höheres  $Q_{max}$  bei höheren Temperaturen (gute Reinigungsleistung Biologie, gute Sedimentation)
- Zusatzpotenzial:
  - Sommer: Absenkung TS-Konzentration führt zur Entlastung des NKB
  - Fall Sihltal: tiefere TS-Konzentration beim Bau einer Vorklärung
- Nachklärung: Schlammvolumenbeschickung wenig aussagekräftig
  - Analyse der GUS-Konzentration
  - Schlammspiegelmessung
- Bestätigung durch Pilotversuch: Dim ARA 320 I/s -> Pilot 420 I/s > 2.24 QTW,max



# ARA Untermarch



- Optimierung Weiterleitmenge im Netz
  - Entlastungsrate < 10% erreicht mit  $Q_{max}$  von 350 I/s (resp 375 I/s neu mit Filtration) ohne Erhöhung RKB Volumina im Netz
  - heutiges  $Q_{max}$  280 I/s
- Pilotversuche ARA (320 I/s/ 350 I/s und 375 I/s) mit Schlammspiegelmessung





# ARA Untermarch – Massnahmen & Fazit

Hydraulische  
 Flaschenhalse  
 'einfach' behoben

- Pilotversuche ARA (320 l/s/ 350 l/s und 375 l/s)
  - Anpassung Zulauf VKB für Zweistrassigkeit (Redundanz)
  - Anpassung NKB: Zulaufverteilung mit Verteilblechen, Erweiterung der Ablaufkapazität in den NKB Tauchrohren & Anpassung RLS (zur Verbesserung CSB, Ptot und GUS Ablaufwerte)
    - > 350 l/s können bestätigt werden und dem BAFU gemeldet für EMV-Stufe
    - > Betriebssicherheit und Einhalten der Einleitbewilligung jederzeit gewährleistet



# ARA Untermarch – Massnahmen & Fazit

- Pilotversuch 2020: Betriebskonzept integral
  - Ammonium- und Leitfähigkeitssonden im Zulauf
  - Pilot über 6-8 Monate bis im Frühling 2021 und weitere
  - Ziel: Betriebskonzept für die optimale Bewirtschaftung Netz und ARA
    - Frachtabhängige Steigerung von Qmax
    - NH4-Fracht über Leitfähigkeit ermittelbar?

Steuerungskonzept für  
 dynamische Reserve

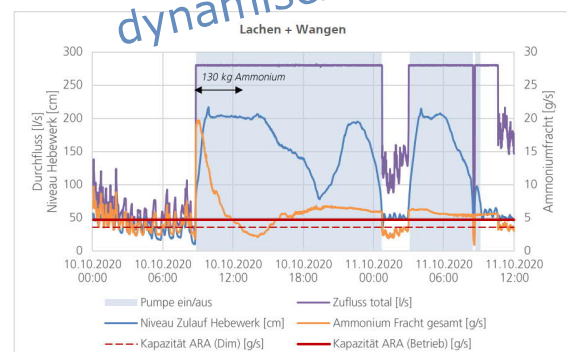
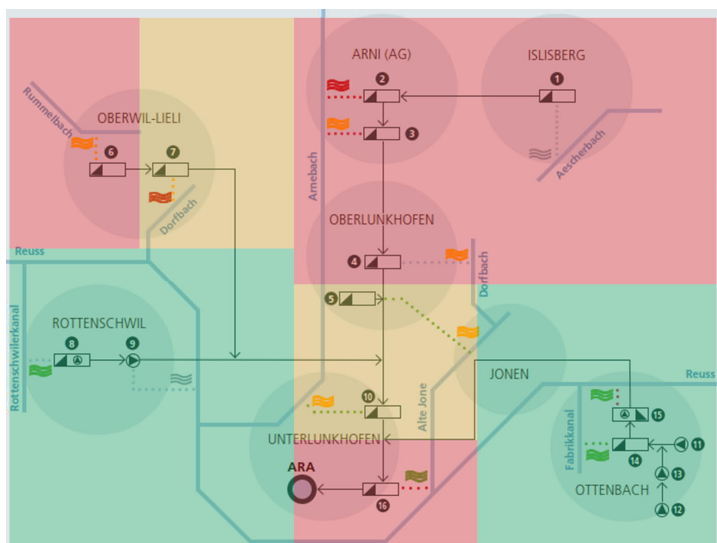


Abbildung 3: Regenereignis vom 10. Oktober 2020 – Messergebnisse Lachen und Wangen





# ARA Kelleramt - Zukunft 2045



Legende:  
 Rot: Emissions- und Immissionswert überschritten  
 Orange: Immissionswert überschritten  
 Grün: Grenzwerte eingehalten

## Einwohnerzahlen 2045

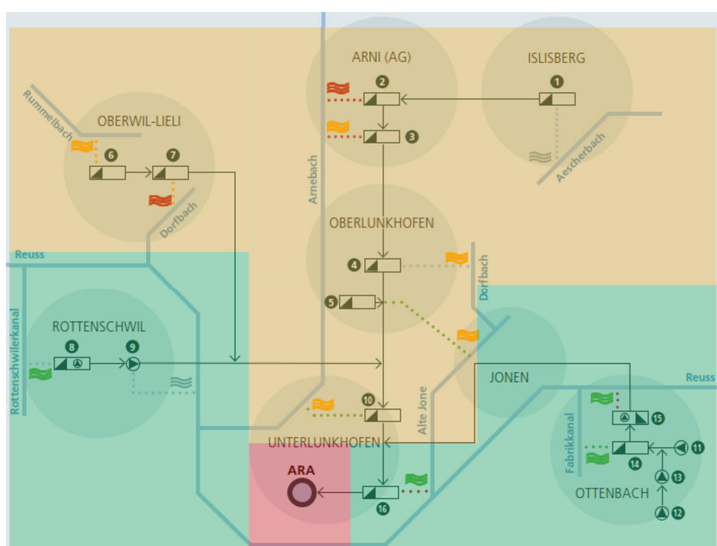
- Wachstum gemäss VP Biologie
  - Ca. 1.5%/a

## Resultate

- Deutliche Verschlechterung
- Emissionsgrenzwerte > 2 % bei RB Galgen, RB Unterdorf Arni, RB Halde und RB ARA überschritten
- Immissionsgrenzwerte deutlich überschritten
- Gesamtemission ARA bei 1.7%
  - nicht deutlich unter 2%



# ARA Kelleramt - Zukunft 2045, optimiert

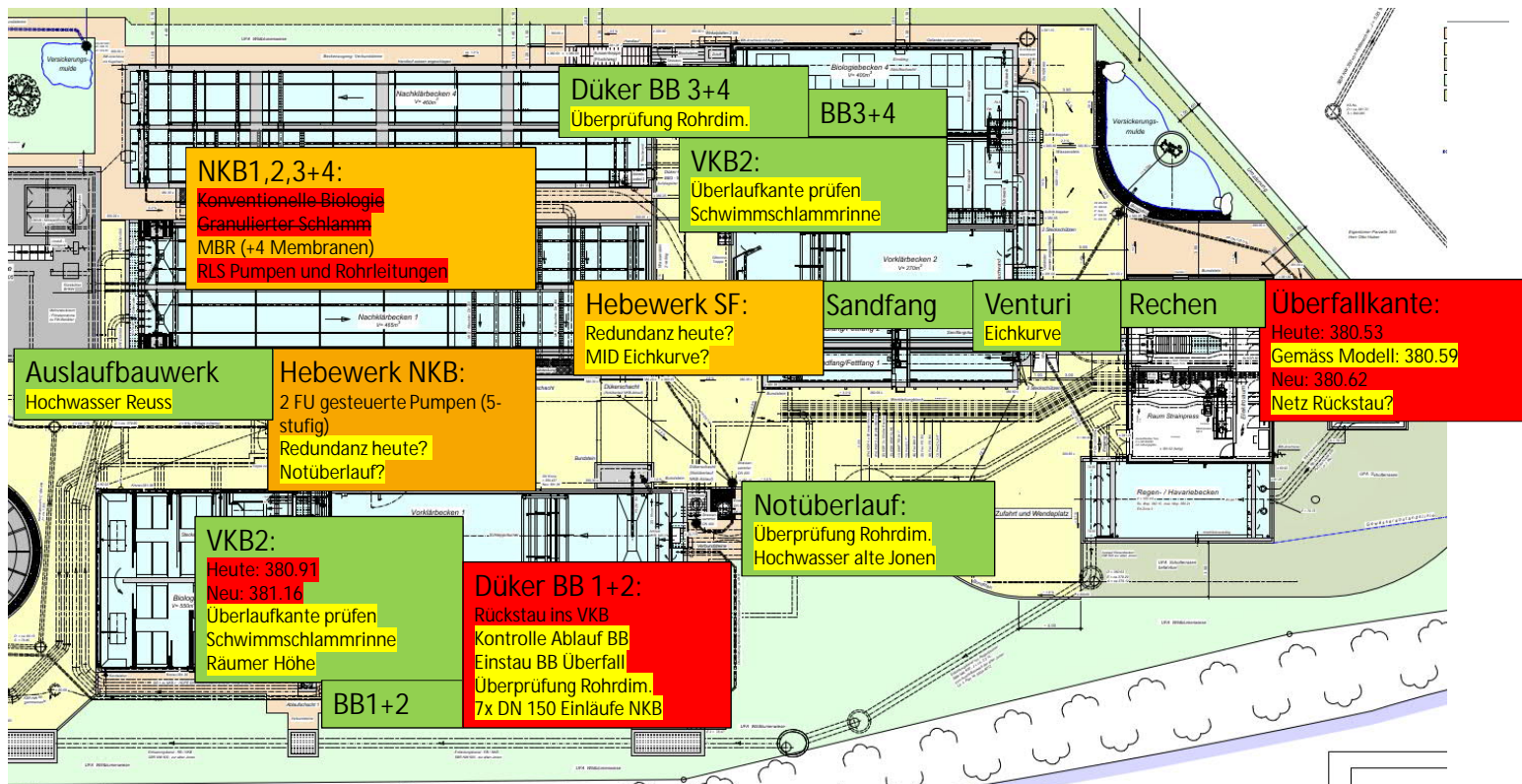


1 RB 1 Isisberg  
 2 RB 2 Staldenstr. / Oberwilstr.  
 3 RB 3 Unterdorf / Arni  
 4 RB 4 Halde  
 5 RB 5 Haldenmatte  
 6 RB 6 Galgen  
 7 RB 7 Halden  
 8 PW / RB 9 Seematten  
 9 PW Brückenkopf Reuss  
 10 RB 8 Unterdorf / Unterlunkhof  
 11 PW Rickenbach  
 12 PS WC  
 13 PW Muriestrasse  
 14 RB Stampfenbächli  
 15 PW/RB 9 Ottenbach - Jonen  
 16 RB 10 ARA

## Anpassung der Weiterleitmengen

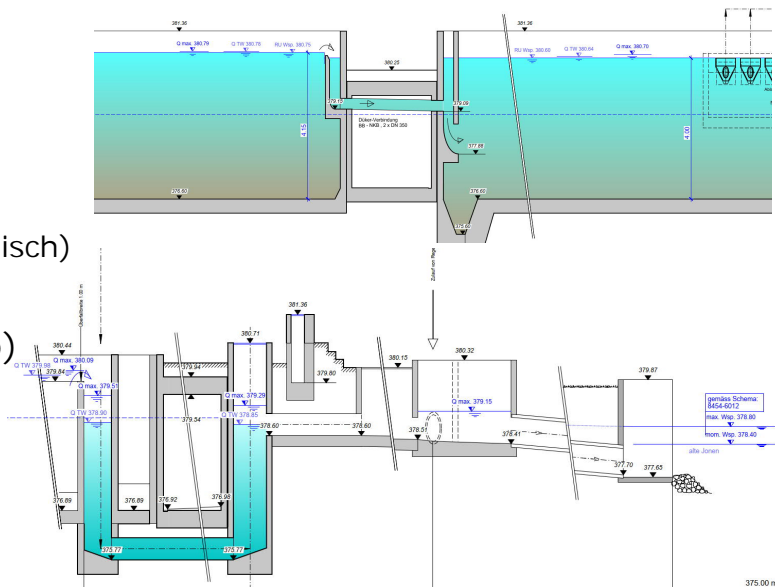
- Emissionsgrenzwerte können knapp eingehalten werden
- Immissionswerte werden bei 7 Bauwerken überschritten > 500 (kg NH<sub>4</sub>/a)/(m<sup>3</sup>/s)
- Gesamtsystem ARA bei 1.84 %
  - nicht deutlich unter 2%

Legende:  
 Rot: Emissions- und Immissionswert überschritten  
 Orange: Immissionswert überschritten  
 Grün: Grenzwerte eingehalten



## ARA Kelleramt - Massnahmen

- Qmax aktuell 235 l/s; im hydraulischen Modell die 260 l/s verifiziert
- Flaschenhalse
  - VKB Schwimmschlammrinne
  - Pumpwerke
  - Dücker zwischen BB und NKB
  - Auslaufbauwerk (Notüberlauf passt jedoch Hochwasser der Alten Jonen kritisch)
- Verfahrenswahl für Ausbau (hyd Kap)
  - konventionell
  - MBR
  - Granulär





## Fazit

- Differenzierung von hydraulischen und biochemischen Effekten
- Prüfung der hydraulischen Grundvoraussetzung -> individuelle Flaschenhalse (#Löcher in den Tauchrohren/ Dücker/ Pumpwerke)
- Statische Reserven: Kapazität oder Saison
  - Steigende Aktivität mit steigender Temperatur
  - SVI Abhängigkeit? (Abhängig von der NKB Konstruktion/ Tiefe)
- Statische oder sogar dynamische Reserven: konventionelle Biologie (Interaktion Biologie – NKB) oder MBR
  - Modellierbarkeit konventionelle Biologie am repräsentativsten und möglich
  - Weitere Verfahren müssen individuell betrachtet werden
- Statische Reserven (Kapazität): ev auch Wirbelbett/ SBR

Optimale Ausnutzung der hydraulischen und biochemischen **ARA-Kapazität**



## Diskussionspunkte

- Was kommt auf euch zu?
  - Mehr Flexibilität ist gefordert
  - Mehr Klarheit in den biologischen Prozessen
  - Bessere, umfassendere Kenntnisse der ARA und vom Entwässerungssystem
- Umgang mit den Behörden?
- EMV?
- Frachtbewirtschaftung?
- Bypasslösungen?
- Hilfreich für AWN?



Vorvernehmlassung  
VSA CC ARA erfolgt



## Zum Schluss

- Rücken wir das Gewässer mehr ins Zentrum!
- Betrachten wir das Entwässerungssystem und die ARA als eine grosse Anlage!
- Nutzen wir die bereits erstellte Infrastruktur optimal!
  
- Verantwortung liegt bei den Betreibern: Betriebssicherheit und Einhalten der Einleitbewilligung jederzeit gewährleisten
- Anlagespezifisch sind die Massnahmen zu ermitteln -> oft einfacher als gedacht
- Vertrauen in die Anlage (ARA und Entwässerungssystem) gewinnen!
  
- Packen wir's an!!!