

Abwasserreinigungsanlagen in der Schweiz

Vorhanden: 64

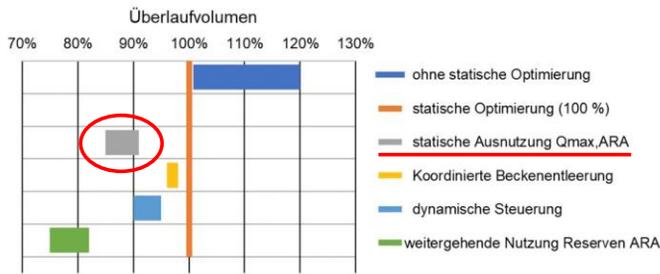
Etnwässerungssysteme sind werden zunehmend durch den Bevölkerungszuwachs in urbanen Gebieten und die Klimänderungen herausgefordert.

-Mischwasser entlastugen

- Siedlungsentwässerung und Abwasserreinigung unterschiedlich gelenkt
- Bemühung System als ganzes zu sehen

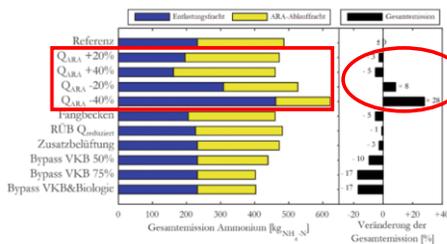
Die Perspektive der integrierten Wasserbewirtschaftung (ARA – Kanalnetz - Gewässer) erlaubt es das Systeme gesamt einheitlich optimiert werden kann

Zufluss zur ARA als Optimierungvariable



Gresch & Sigrist, 2019

→ Bis 15% weniger Überlauf



A. Mauchle, 2018

→ Bis 28% weniger Ammoniumemissionen

ETH zürich

23.06.2023 2

- Siedlungsentwässerung und Abwasserreinigung unterschiedlich gelenkt
- Abwasserreinigung: kantonal über Zielvorgaben
- SE: Planungsinstrumente GEP, REP vom VSA
- VSA: GIRE
- Ziel: bessere Eliminationsleistung durch gesamtheitliche Optimierung
- Bei starken Regenereignissen besteht ein Grossteil des in der Kanalisation fließendem Wasser aus Regenwasser; eine Herausforderung für Sonderbauwerke und Kläranlagen.
- Mischwasserentlastungen: Geschietrieb in Gewässern --> Veränderung des Lebensraums für Organismen, Verschlechterung Gewässerqualität durch Pathogene
- Könnte mögliche Probleme lösen: Bevölkerungszuwachs an Grosstädten, klimabedingte Trockenperioden und starke, häufigere Regenereignisse

Möglichkeiten QARA zu optimieren:

- Statische Optimierung
- Statische Optimierung saisonal
- Dynamische Steuerung

Ziel

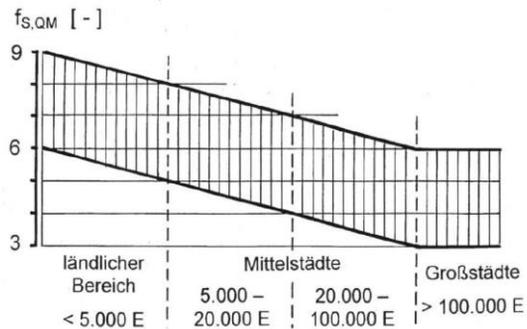
ATV-A 198
Mischwasserabfluss zur Kläranlage

$$Q_M = f_{S,QM} \cdot Q_{S,aM} + Q_{F,aM}$$

Q_M : Dimensionierungswert

$Q_{S,aM}$: Jährliches Schmutzwassermittel

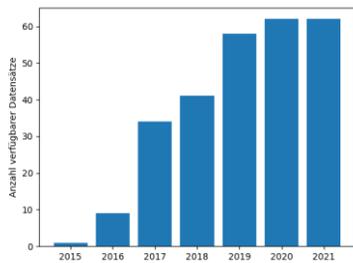
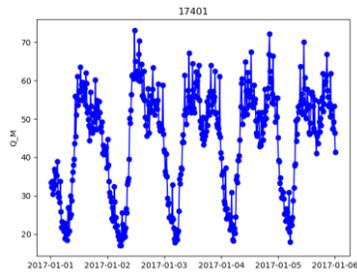
$Q_{F,aM}$: Jährliches Fremdwassermittel



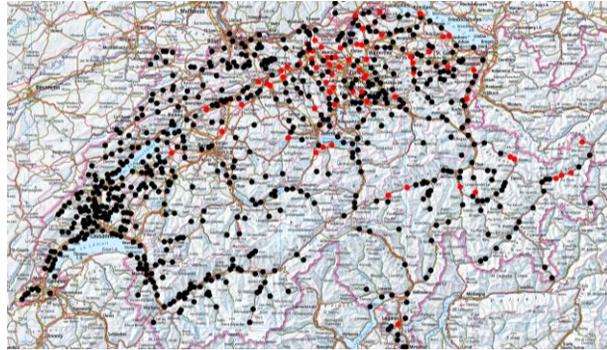
Ziel nochmals erwähnen:

In einer Auswertung von Schab 2018, wurde aufgrund der tatsächlichen Zulaufdaten der Faktor f_{sqm} berechnet. Wie in der Abbildung zu sehen ist, wird der Spreizungsfaktor von einem Grossteil der Anlagen nicht eingehalten (es wird mehr aufgenommen).

Material



Zeitauflösung	Anzahl ARAs
1 min	7
5 min	41
15 min	17

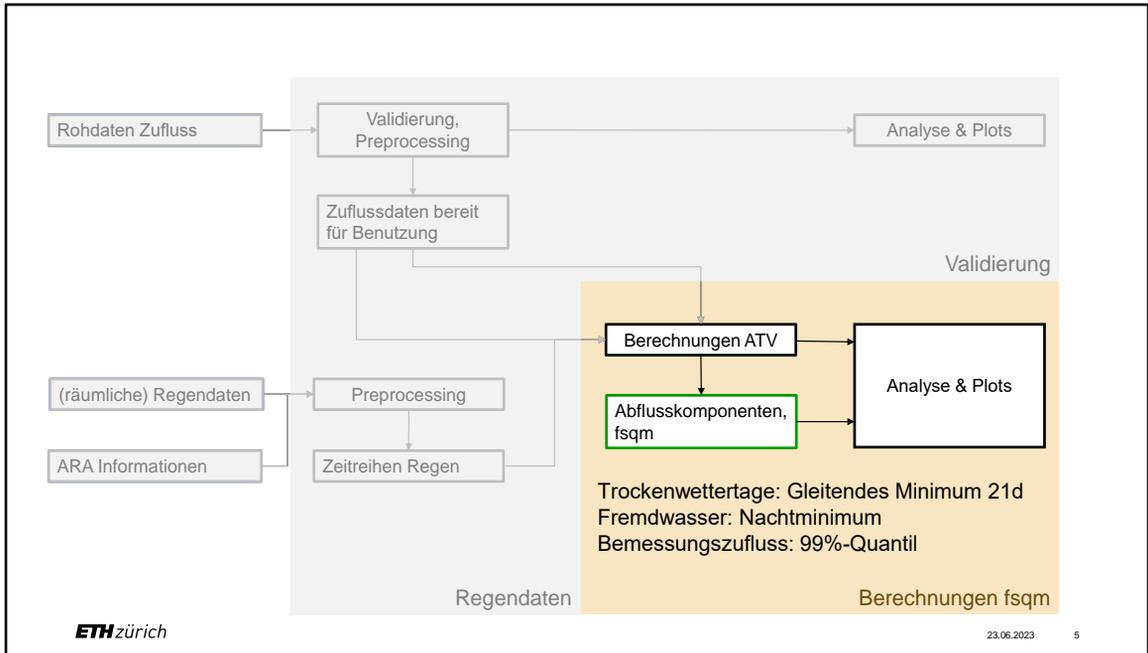


ETH zürich

23.06.2023

4

Anzahl: 64 ARAs (vorwiegend aus der Deutschschweiz)
- Grafiken ohne Bast (Bast sind jahre 2010-2019)



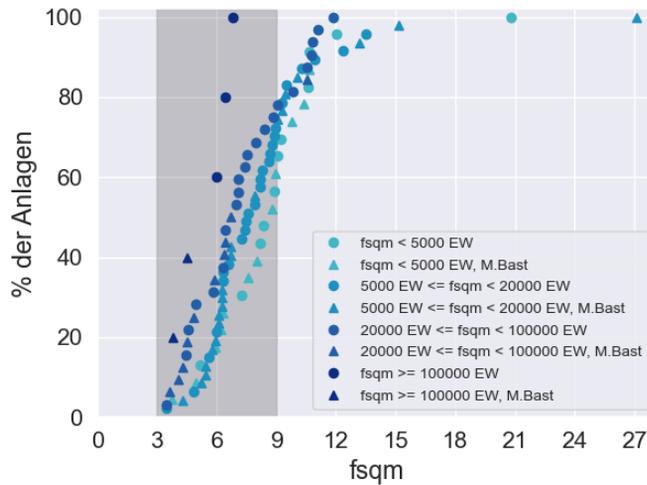
Animation

Blau gefüllt: unsere Arbeit
 Grün: Zwischenergebnisse
 Orange: RICH

Grobkonzept erklären, evtl. animieren

Folie evtl. erst am Schluss komplett zeigen??

Resultate



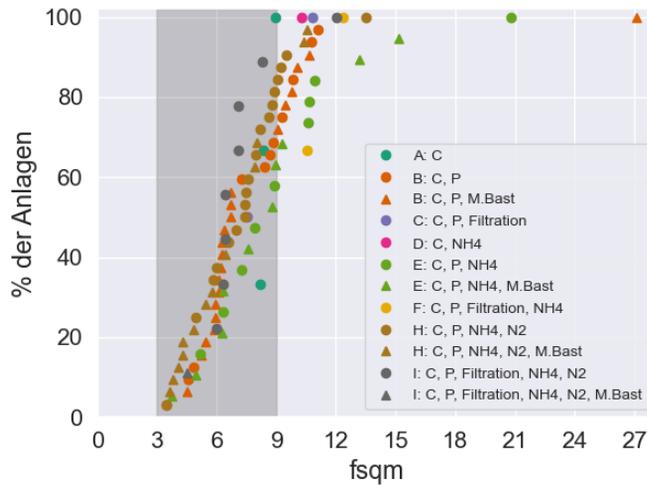
Kumulative Darstellung der Daten nach Anzahl Einwohner:innen incl. Daten von Bast (2021)

- einzelne sehr hohe fsqm
- ca. 70% der Anlagen innerhalb des empfohlenen Bereichs
- Wenige Anlagen mit kleinerem fsqm als empfohlen

Beide übereinander, man sieht besser den Bereich

- Bereich wird grundsätzlich eingehalten oder überschritten
- 45 Punkte vom Bast

Resultate



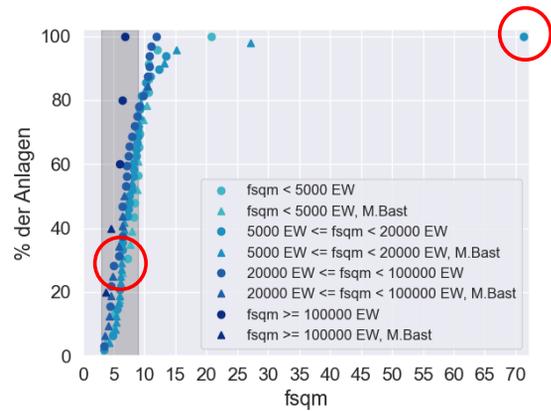
Kumulative Darstellung der Daten nach Reinigungskategorien incl. Daten von Bast (2021)

- Denitrifizierende Anlagen haben kleineres fsqm
- Geringe Anzahl Anlagen in anderen Kategorien → keine klare Aussage möglich

- 45 Punkte vom Bast

Diskussion

- Was sind die Gründe für kleine fsqm? Wie sehen die Daten aus?
- Funktioniert die Aufteilung der Abflusskomponenten? Sind die Resultate plausibel?
- Was sind die Gründe für sehr hohe fsqm? Wie sehen die Daten aus?
- Wie können externe Daten einbezogen werden, um die Auslegung des Gesamtsystems zu charakterisieren?

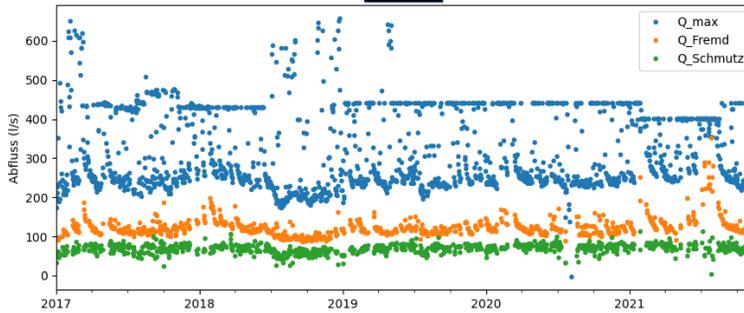


Iwerte Holinger → correlation? (mehrere externe daten, IOT)

Solothurn: 2 jahre für analyse, reicht das?

Variabilität? (Unsicherheit)(sensitivität, verschiedene Aggregation, TW-Methoden)

Was sind die Gründe für kleine fsqm?



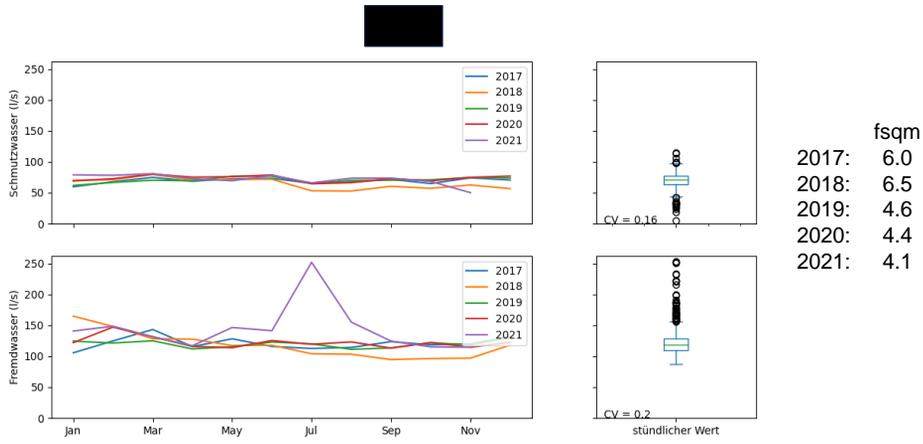
	fsqm
2017:	6.0
2018:	6.5
2019:	4.6
2020:	4.4
2021:	4.1

ETH zürich

23.06.2023 9

- Qmax gut sichtbar, wird relative oft erreicht
- Was können Gründe sein für unterschiedliches Qmax?
- Fsqm hier:
 - 2017 6.039299
 - 2018 6.510846
 - 2019 4.563568
 - 2020 4.362179
 - 2021 4.081255
- Ca. 50000 Einw -> Bereich 3.5-6.5
- Betrieb wie in 2018 mit überschreitungen bis 600 l/s wären möglich
- Im Sommer 2021 wurde Qmax sogar reduziert

Funktioniert die Aufteilung der Abflusskomponenten?



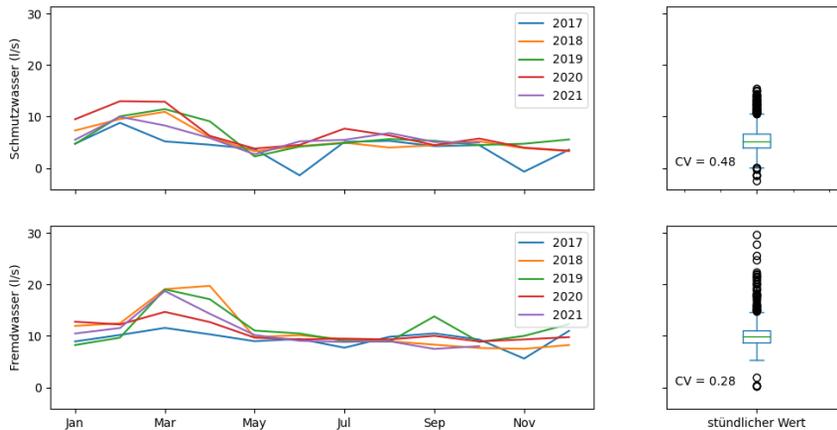
ETH zürich

23.06.2023 10

Hier Beispiel ARA XXX

- SW über das Jahr relativ konstant ist
- FW variabel: Beim Grossteil der Kläranlagen ist der nasse Sommer 2021 gut erkennbar.

Funktioniert die Aufteilung der Abflusskomponenten?



ETH zürich

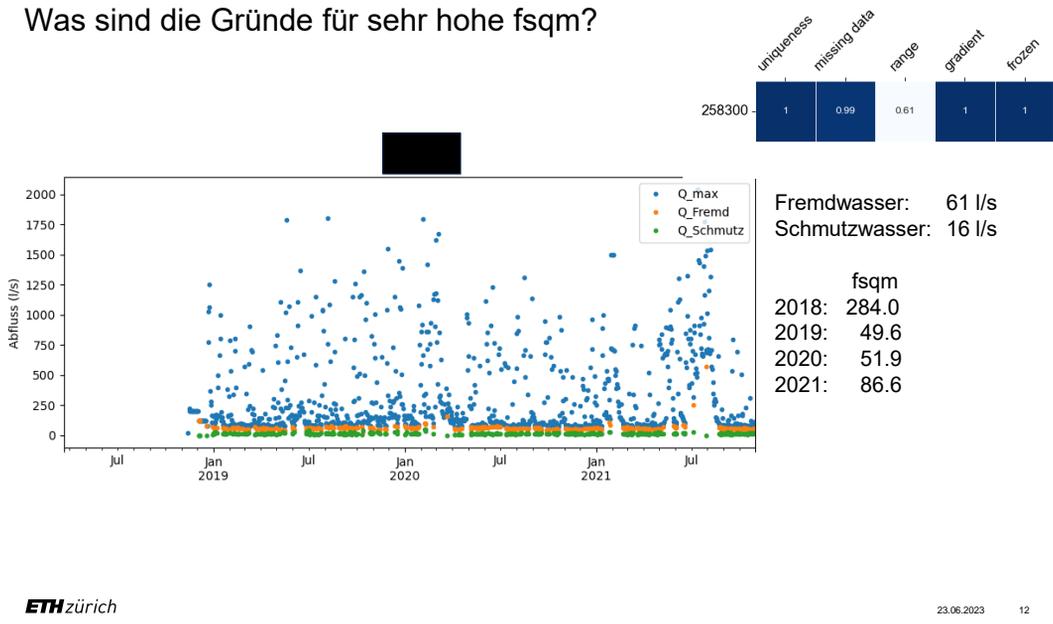
23.06.2023 11

Hier Beispiel ARA XXX: Beispiel für EZG in den Bergen

- SW über das Jahr relativ konstant ist
- FW im Frühling hoch -> Schneeschmelze wird erkannt
- März 2018 kühl, April warm -> spätere Schneeschmelze
- CV für Schmutzwasser bei ARAs in den Bergen hoch -> Abtrennung schwieriger, könnte Schneeschmelze während dem Tag zusammenhängen -> wird zum SW gezählt (Nachtminimum)

- 2017 8.601862
- 2018 13.243253
- 2019 12.867657
- 2020 7.456751
- 2021 6.045997

Was sind die Gründe für sehr hohe fsqm?



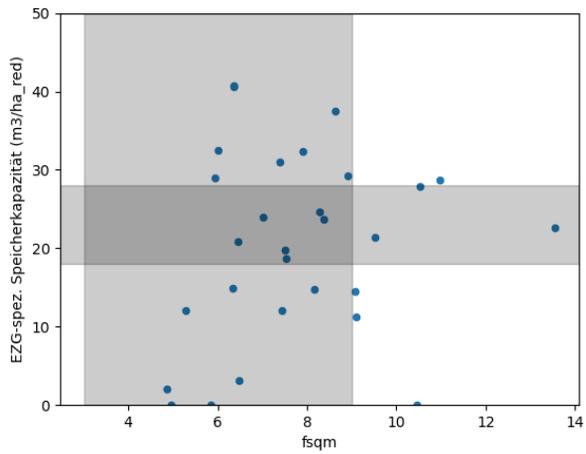
- 1 ARA überschreitet stark (XXX)

Mögliche Gründe:

- 2018: ungenügend lange Zeitreihe, Beginn der Messung
- 2021: wenig Trockenwettertage, jedoch kann bei den anderen ARAs keine generelle Erhöhung von fsqm festgestellt werden
- Qmax ist nicht klar sichtbar
 - Standort der Messung: Befindet sich die Messung vor der Entlastung, würde Qmax und fsqm überschätzt.
 - Reserven der ARA: Die ARA wurde für die zukünftige Entwicklung des EZG ausgebaut und es bestehen noch grosse Reserven
- Weniger Trockenwettertage gemäss ATV-Berechnung (30.2%) als tatsächlich (43.4%)
- Schema der ARA zeigt keine Entlastung (Website ARA XXX)
- Es stellt sich die Frage, ob bei so grossem fsqm die Einleitbedingungen eingehalten werden können. Diese ARA publiziert die Jahresberichte transparent auf der Website. Für die Parameter GUS, Ammonium und Nitrit werden die Anforderungen nicht eingehalten.
- Unsere Resultate sind plausibel, weil bei einer anderen Untersuchung auch hohe fsqm festgestellt wurden (Holingern für Kt.Solothurn)

- **Was ist der score aus dem preprocessing?**

i-Wert und fsqm



- GeolG / GEP-Daten BAFU
- Kombination von fsqm mit GEP-Daten
- Hohes fsqm + hoher i-Wert: Bewirtschaftung Gesamtsystem

Möglichkeiten

Validierungsmethode:

- Checks auf Abflusskomponenten anwenden
- ML Algorithmen anwenden

Auswertung:

- Trennsystem/Mischsystem

Methode:

- Schmutzwasser: Mobilfunkdaten
- Fremdwasser: Grundwasserdaten

Datenverfügbarkeit:

- Mehr ARA Datensätze
- Mehr Verknüpfungen in Zukunft
- Unterstützung von Datenanalysen

Fremdwasserbestimmung: kann nicht gemessen werden -> es braucht Annahmen. Frachtbasierte Bestimmungsmethoden nicht möglich (Bast schlägt die Anwendung verschiedener Methoden vor für die Bestimmung)

Variabilität: sind Analysen für 2-3 Jahre repräsentativ -> Einflussfaktoren: Wetter, Wachstum EZG, Personal ARA, Sanierungsarbeiten

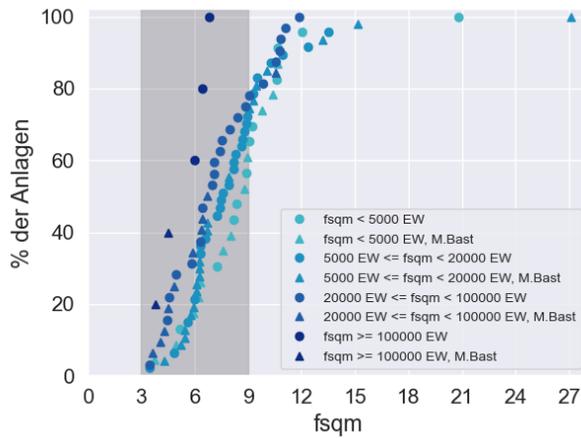
Unsicherheit: Methode, Einfluss zeitlicher Auflösung

Fsqm kann keine Aussage machen, ob die Bewirtschaftung einer ARA gut oder schlecht funktioniert -> Es braucht eine Einzelbetrachtung,

Möglichkeiten: -> teilweise aus Zeitgründen nicht möglich gewesen
Wie kann Trennsystem berücksichtigt werden?

Datenverfügbarkeit: GeoIG und mehr Daten von ARAs verfügbar -> was könnte man damit alles machen?

Schlussfolgerung



- Potenzial statische Optimierung
- Regenprognosen
→ dynamische Steuerung
- Weitere ARA-spezifische Analysen

Alferes, J., Lynggaard-Jensen, A., Munk-Nielsen, T., Tik, S., Vezzaro, L., Sharma, A. K., ... Vanrolleghem, P. A. (2013). Validating data quality during wet weather monitoring of wastewater treatment plant influents. *86th Annual Water Environment Federation Technical Exhibition and Conference, WEFTEC 2013*, 7(January), 4507–4520. <https://doi.org/10.2175/193864713813686060>

ATV-A 198, Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen, 2003

Disch, A., & Blumensaat, F. (2019). Messfehler oder Prozessanomalie? – Echtzeit-Datenvalidierung für eine zuverlässige Prozessüberwachung in Kanalnetzen. *Tagungsband Aqua Urbanica*, (September), 73–78.

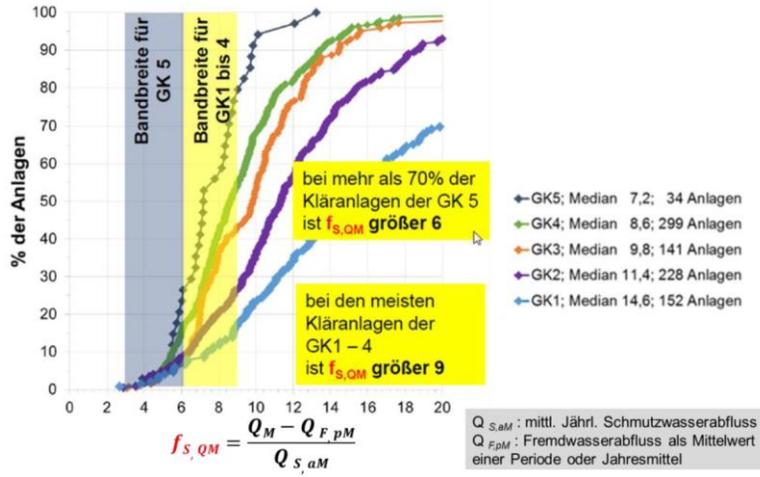
Mauchle, Arnold, Michael Brögli, Hans Balmer und Frank Blumensaat (2018). "Integrierte Simulation von Kanalnetz und ARA. Modellbasierte Beurteilung von Bewirtschaftungsstrategien". In: *Aqua & Gas* 10.

Mourad, M., & Bertrand-Krajewski, J. L. (2002). A method for automatic validation of long time series of data in urban hydrology. *Water Science and Technology*, 45(4–5), 263–270. <https://doi.org/10.2166/wst.2002.0601>

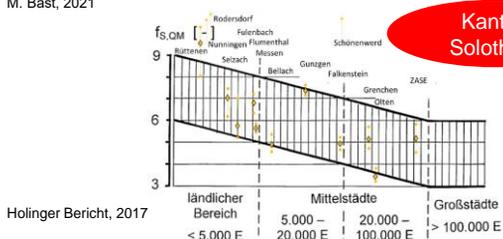
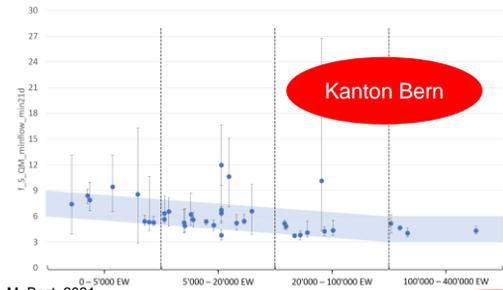
Russo, S., Disch, A., Blumensaat, F., & Villez, K. (2020). *Anomaly Detection using Deep Autoencoders for in-situ Wastewater Systems Monitoring Data*. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/2002.03843>

Schab J. , QM und fS,QM – Entscheidende Parameter für die Gesamtsytsementbetrachtung/-optimierung von Kläranlage, Mischwasserbehandlung und Gewässer, 2018

Anhang: Schab, 2018



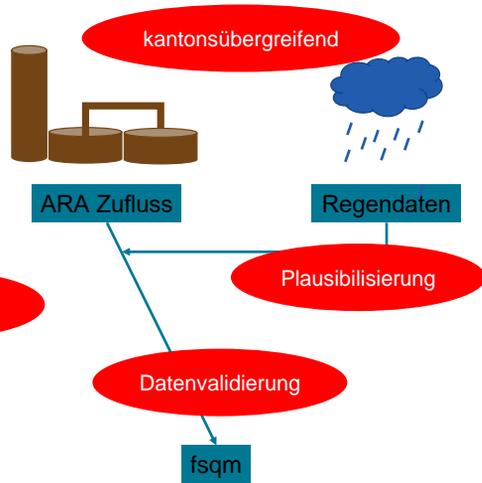
Schon gemacht worden



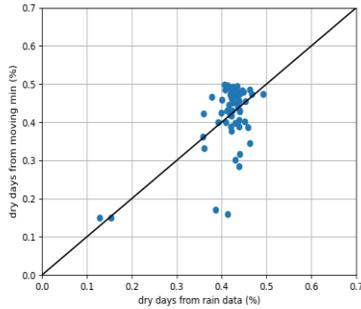
ETH zürich

Abbildung 13. Bereich des Faktors $f_{s,GM}$ zur Ermittlung des optimalen Mischwasserabflusses zur Kläranlage auf der Basis des mittleren jährliche Schmutzwasserabflusses und berechneten Faktoren aus den ATV-A-131 für alle ARA (jährlicher Mittelwert, Minimum und Maximum).

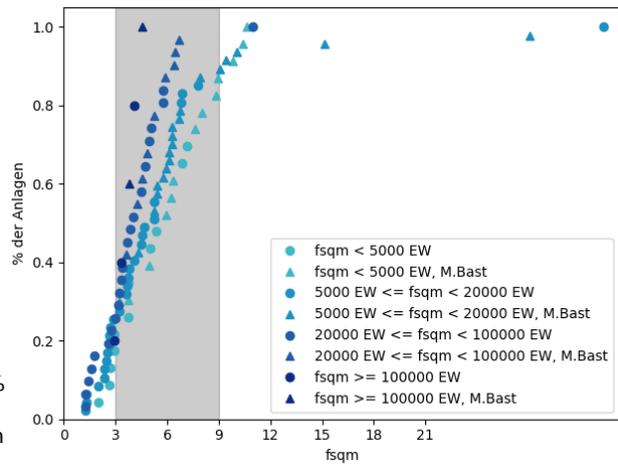
Was wir gemacht haben



Anhang: Regendaten



- Im Durchschnitt 73.1% der Tage korrekt, für 15.1% der Tage unterschätzt
- Faktor fsqm: Unterschreitung bei ca. 35% der Anlagen
- Faktor fsqm mit Regendaten im Vergleich ca. 2-3 mal kleiner als nach ATV



ETH zürich

23.06.2023 19

Trockenwettertage

Im Durchschnitt

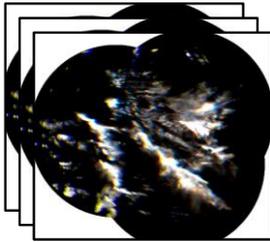
Korrekt: 73.1%

ATV überschätzt: 11.8%

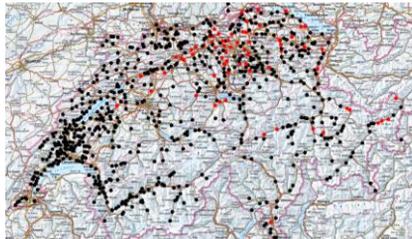
ATV unterschätzt: 15.1% (max 24%)

Anhang: Methode Regendaten

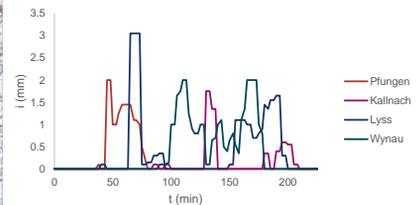
- Regendaten: RhiresD (MeteoSchweiz)
- Kriterien Trockenwettertage
 - Grenzwert 0.3 mm/d
 - 1 Nachlaufftag



Beispiel: Regenradar



Standorte Kläranlagen in der Schweiz



Output: Zeitreihe Niederschlag (hier 5min)

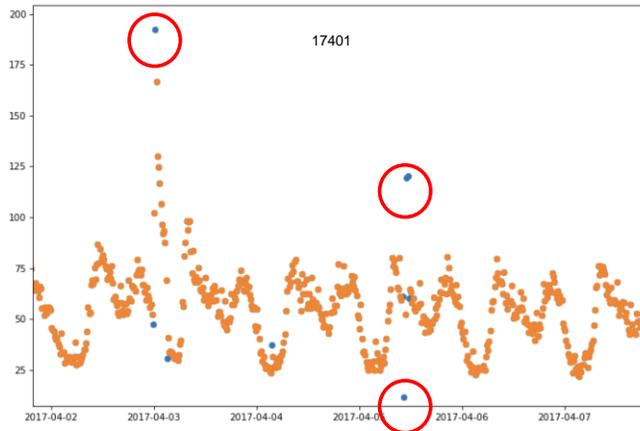
Räumliche Regendaten als netCDF: für jeden Zeitschritt ein Bild (hier von radar)

Mit einer Abfrage des Ortes für alle Zeitschritte -> Zeitreihe des Regens (illustrieren)

Gegenüberstellung mit Trockenwetterermittlung über gleitendes Minimum

Zuerst Radar (Auflösung <5 min) versucht. Zeitaufwand jedoch sehr gross, daher Wechsel auf RhiresD (gleiches Prinzip)

Beispiel Datenvalidierung: Gradienten-check



Kombination filter/rolling average

- Zeitfenster: 1 Std., Mittelwert
- Abweichungen über 99-Quantil der relativen Differenz