

AQUA URBANICA 2021

Schwammstadt – Versickerung 2.0?



Der Umgang mit Regenwasser und alternativen Wasserressourcen in Deutschland und Indien – Planungsmethoden für ein Urbanes Wassermanagement

Timo C. Dilly¹, Ulrich Dittmer¹, Martina Scheer²

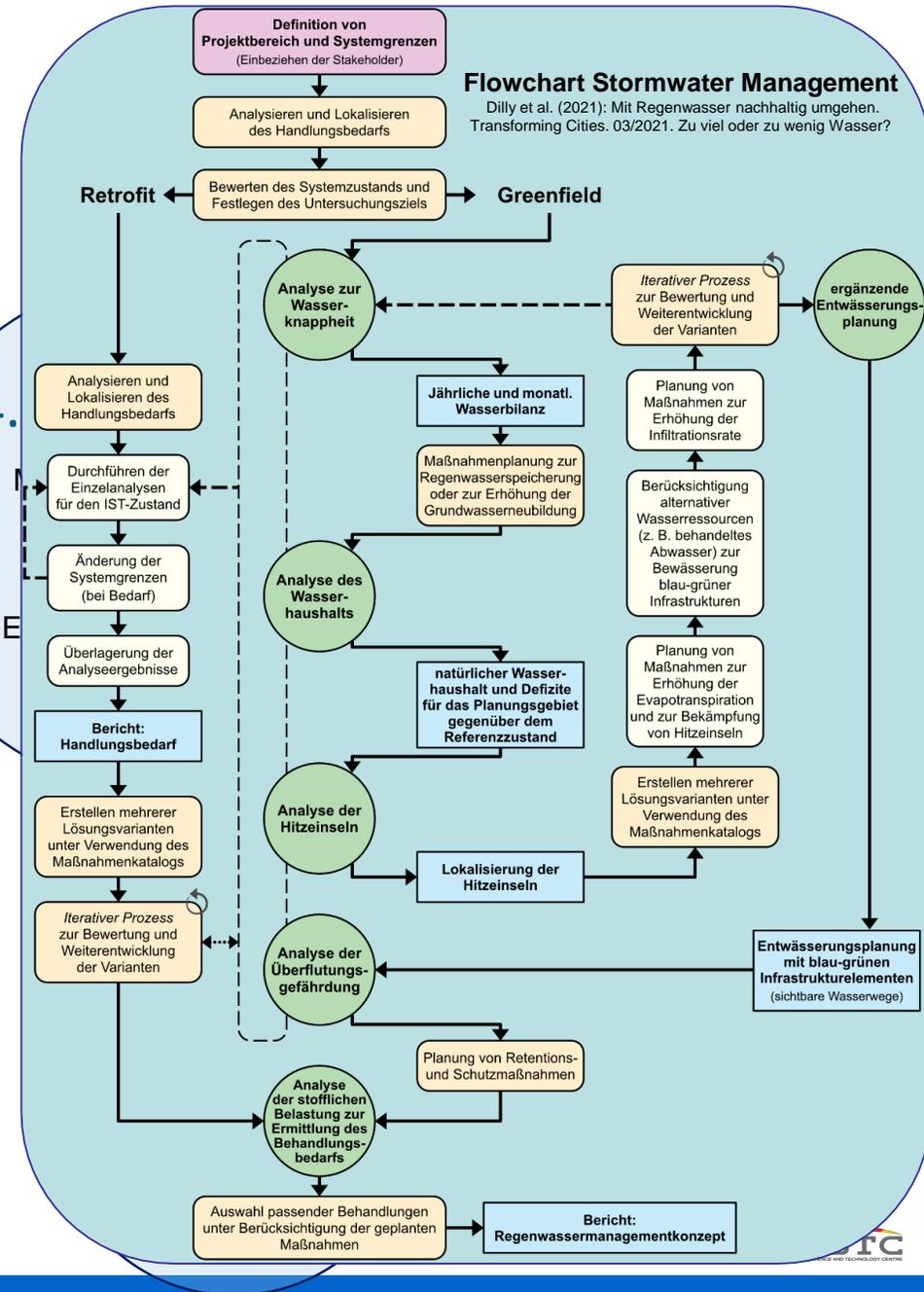
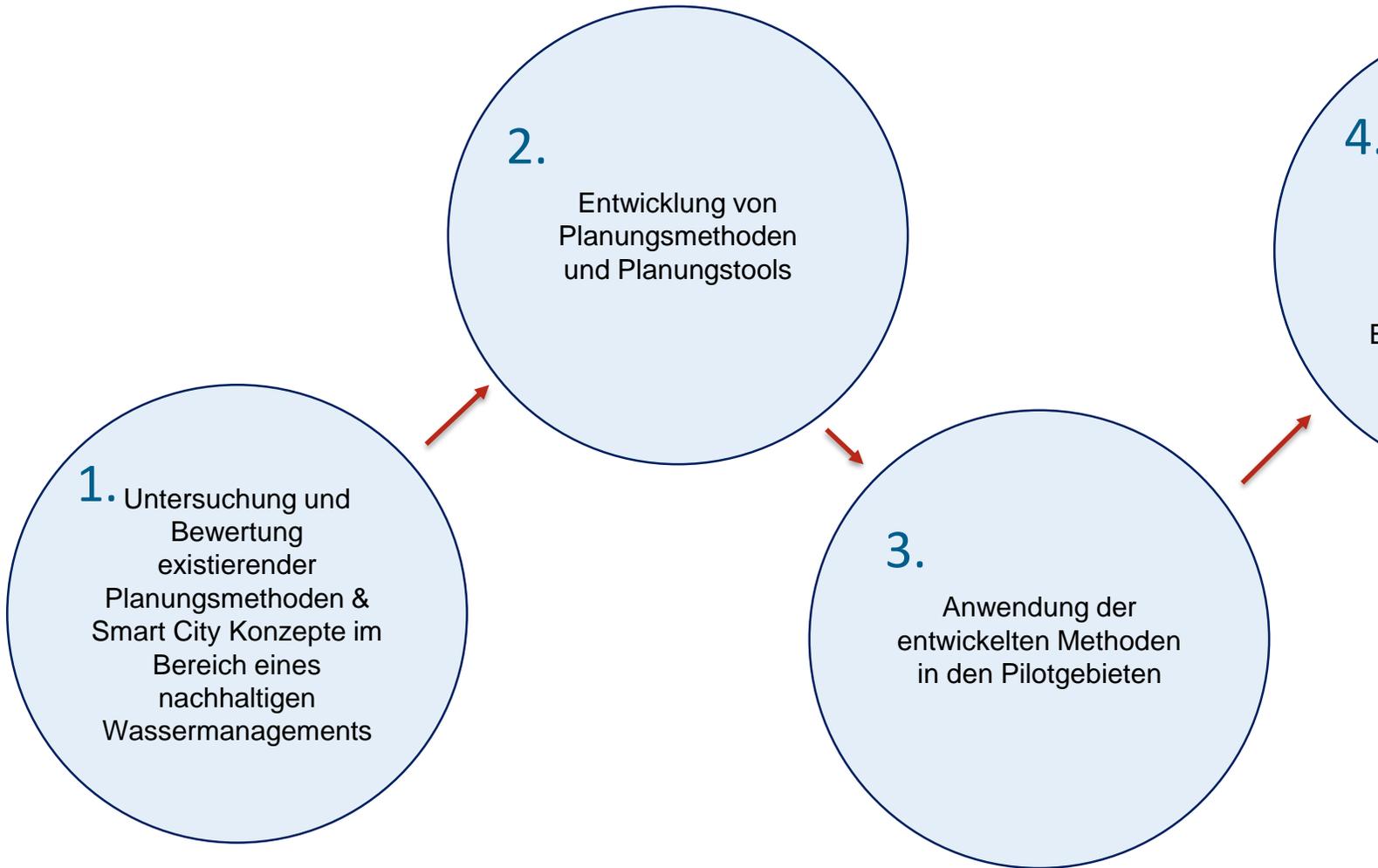
GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



¹) Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft, Technische Universität Kaiserslautern ²) Ingenieurbüro Scheer, Oberstdorf



AQUA URBANICA 2021

Schwammstadt – Versickerung 2.0?



zukunft
SEIT 1909
denken

universität
innsbruck

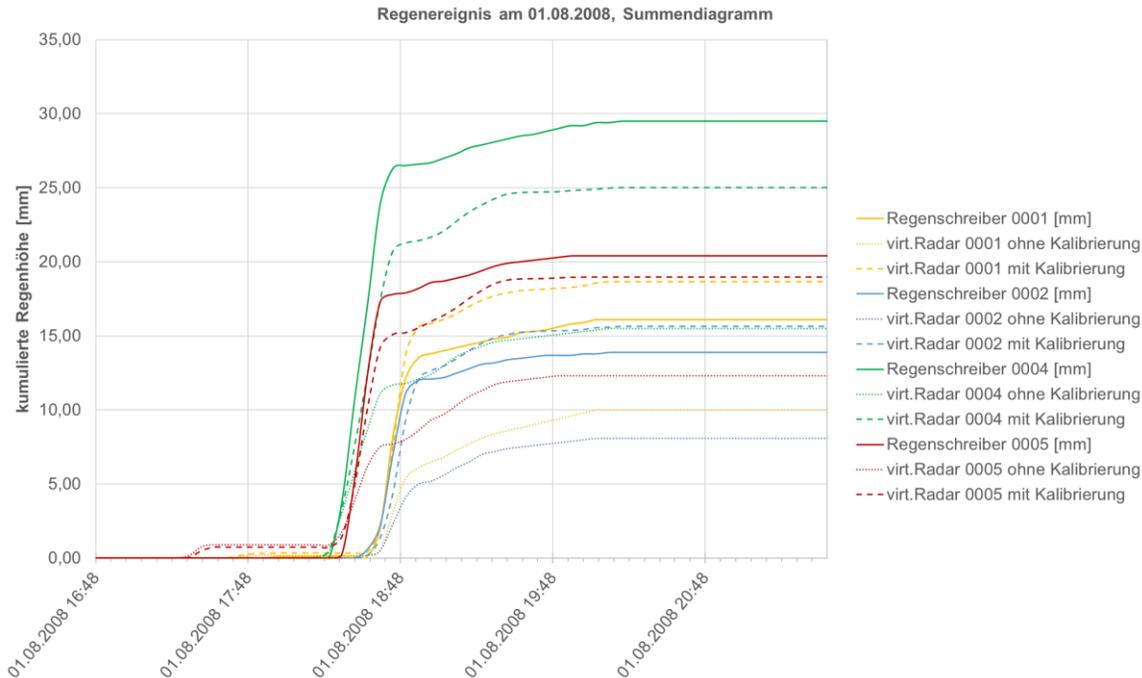


Validierung von Radarregendaten für Stadthydrologische Simulationsanwendungen

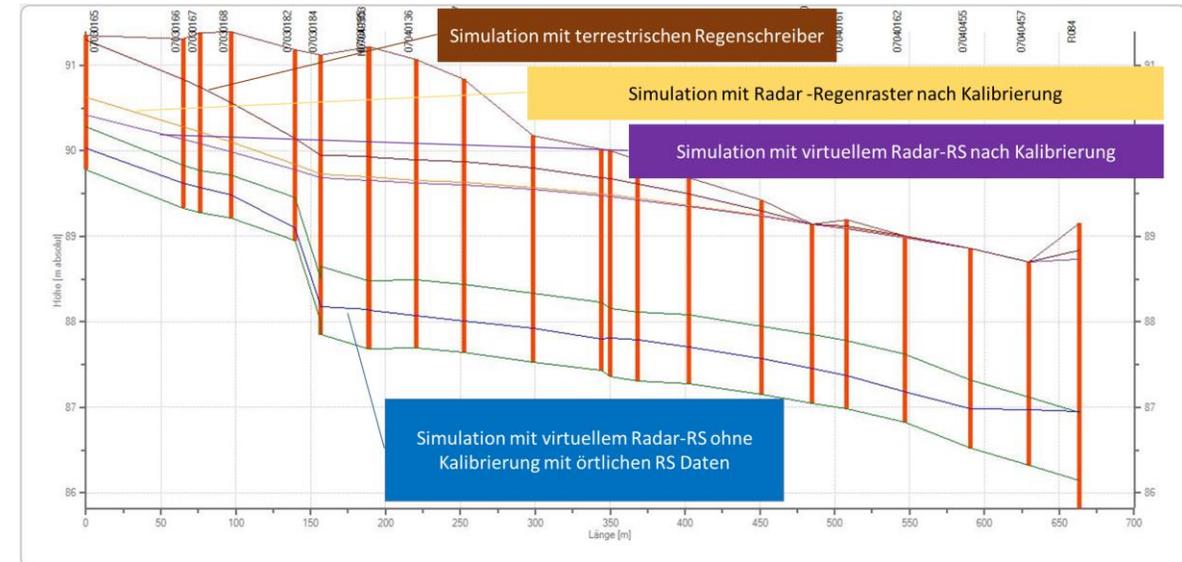
Hubertus Milke

Validierung von Radarregendaten für Stadthydrologische Simulationsanwendungen

Vergleich der Niederschlagssummen und Auswertung vorhandener Abweichungen von terrestr. RS



Auswirkungen auf die Nachrechnung von Kanalnetzen hinsichtlich Ein- und Überstau



Schlussfolgerung: Für Stadthydrologische Simulationsrechnungen, z.B. im Rahmen der Nachrechnung von Starkregenereignissen, sind Radarregendaten bei großer Entfernung vom Radar (100-120km) und ohne Kalibrierung an örtliche Regenschreibern nicht geeignet. I.d.R. erfolgt eine Unterschätzung der Ereignisse. An örtlichen RS kalibrierte Radar-Starkregenereignisse sind (derzeit) für Randbereiche der Radarabdeckung auch nur bedingt geeignet. Die Auswirkungen auf das Einstau-/ Überstauverhalten von Kanalnetzen können dabei nicht unerhebliche Abweichungen aufweisen.

AQUA URBANICA 2021

Schwammstadt – Versickerung 2.0?



zukunfts
SEIT 1909
denken

universität
innsbruck



Sensitivität von Anlagen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung auf Niederschlagsereignisse und Störfälle anhand einer 60-jährigen Langzeitmodellierung

Fabian Funke¹, Andreas Matzinger² & Manfred Kleidorfer¹

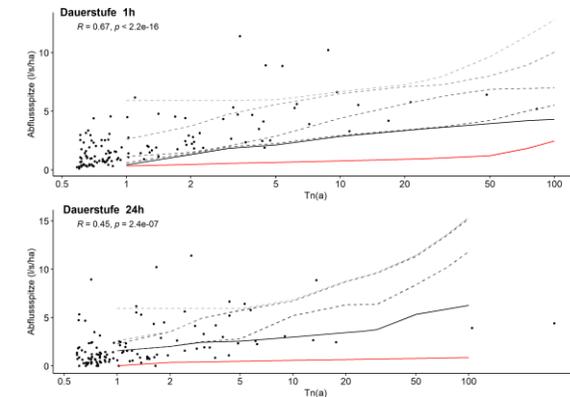
¹) Universität Innsbruck, Arbeitsbereich Umwelttechnik ²) Kompetenzzentrum Wasser Berlin

Interesse?

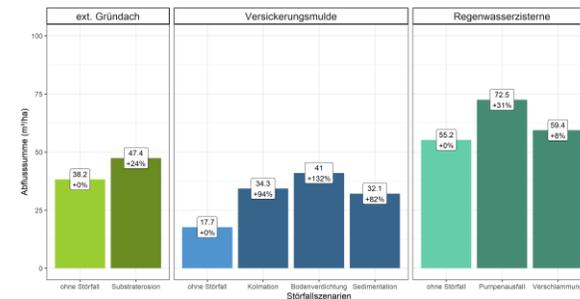
- Wie reagieren **dezentrale Anlagen** auf Niederschlagsereignisse unterschiedlicher **Jährlichkeit** und **Dauerstufe**?



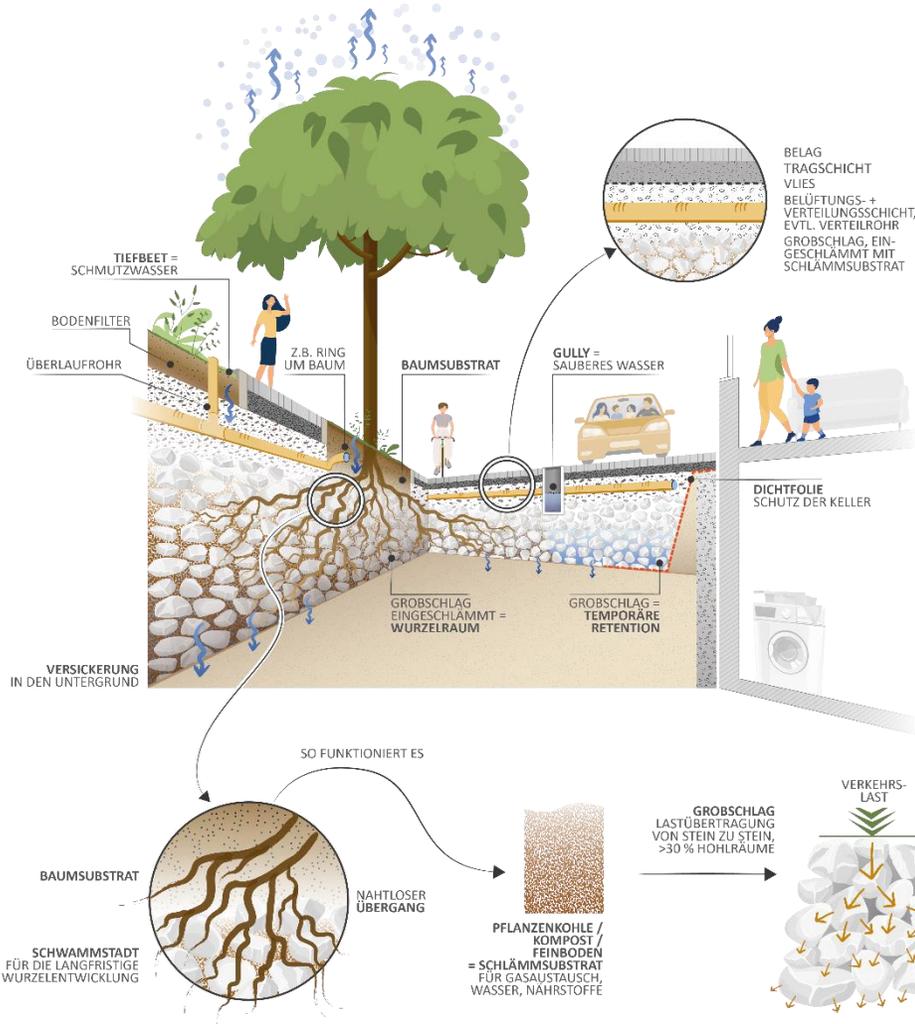
- Wie unterscheiden sich die Abflüsse einer **Langzeitmodellierung** gegenüber synthetischer **Bemessungsereignisse**?



- Wie groß ist der **Einfluss von Störfällen** auf die Leistungsfähigkeit von dezentralen Anlagen?



Das Schwammstadtprinzip für Stadtbäume in Österreich



Großkronige Bäume wirken durch Beschattung und Verdunstung auf mikroklimatischer Ebene dem *Urban Heat Island*-Effekt (UHI) entgegen. Bäume benötigen Wurzelraum, Bodenluft und Bodenwasser.

Das Schwammstadt-Prinzip für Bäume basiert auf *structural soils* und schafft unter befestigten Oberflächen Wurzelraum für Bäume und Retentionsraum für Regenwasser.

Karl Grimm, Erwin Murer, Stefan Schmidt

LANDSCHAFTS
ARCHITEKTUR
STEFAN SCHMIDT

zt: KARL GRIMM
LANDSCHAFTSARCHITEKTEN

Bundesamt
für Wasserwirtschaft

HBLFA für Gartenbau und
Österreichische Bundesgärten

powered by klima+
energie
fonds

AQUA URBANICA 2021

Schwammstadt – Versickerung 2.0?



zukunft
SEIT 1909
denken

universität
innsbruck

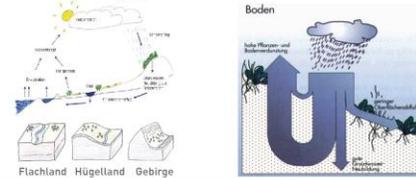


Mikroklimatische Auswirkungen: Alternativer Wegebau im urbanen Umfeld am Beispiel wassergebundener Wegedecken

Thomas Kippels-Ohlhoff

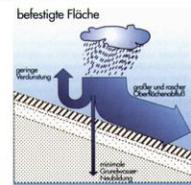
Mikroklimatische Auswirkungen: Alternativer Wegebau im urbanen Umfeld am Beispiel wassergebundener Wegedecken

Natürlicher Wasserkreislauf und Versiegelungsgrade in D und AT



Deutliche Zunahme der Flächenversiegelung durch Siedlungs- und Verkehrsflächen → Notwendigkeit zum Umdenken

- Versiegelungsgrad in D beträgt ~ 6,2 % (Umweltbundesamt BRD 2011)
- Versiegelungsgrad in AT beträgt ~ 4 % (Umweltbundesamt AT 2018)



Auswirkungen unterschiedlicher Versickerungswege (Mikroklima-Pluspunkte)

Flächenversickerung (Naturraum)	Wassergebundene Wegedecken
- weniger Abfluss	- weniger Abfluss
- mehr Verdunstung	- mehr Verdunstung
- mehr Grundwasserneubildung	- mehr Grundwasserneubildung
- weniger „ungenutzter“ Flächenverlust	- weniger „ungenutzter“ Flächenverlust
4	4
Flächenversickerung (z.B. offenes Pflaster)	Muldenversickerung
- weniger Abfluss	- weniger Abfluss
- mehr Verdunstung	- mehr Verdunstung
- mehr Grundwasserneubildung	- mehr Grundwasserneubildung
- weniger „ungenutzter“ Flächenverlust	- weniger „ungenutzter“ Flächenverlust
3	3
Muldenversickerung	Rückhaltung und Einleitung in den Kanal/Oberflächengewässer
- weniger Abfluss	- mehr Abfluss
- weniger Verdunstung	- weniger Verdunstung
- mehr Grundwasserneubildung	- weniger Grundwasserneubildung
- weniger „ungenutzter“ Flächenverlust	- weniger „ungenutzter“ Flächenverlust
3	1

Definition + Aufbau: Wassergebundene Wegedecken

- **Dynamische Schicht:** korngestufteter Übergang zwischen Trag- u. Deckschicht, der den Bau feinkörniger Deckschichten ermöglicht. Die dynamische Schicht soll darüber hinaus Wasser speichern und dieses an die Deckschicht abgeben, um die Staubbildung in Trockenphasen zu mindern.
- **Wassergebundene Wege:** Sammelbegriff für Wegebauweisen, die mit mineralischen Baustoffgemischen unterschiedlicher Körnungen ohne den Zusatz von Bindemitteln oder sonstigen „Stabilisatoren“ hergestellt werden.

Problematik der Einschätzung geltender Abflussbeiwerte

Korrekturannahme Nr. 1
→ **einfacher Ansatz:** Tennenbelag = wassergeb. Wegedecke

- Klassifizierung guter wassergebundener Wegedecken als Tennenbelag mit einem (DIN 1986-100) Spitzenabflussbeiwert von 0,3 bzw. mittl. Abflussbeiwert von 0,2.

Korrekturannahme Nr. 2
→ **ausführlicher Ansatz:** Einstufung gemäß FLL

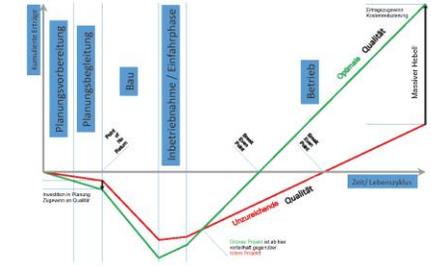
- Korrelation der Abflussbeiwerte der DIN 1986-100 mit den Anforderungen an die Wasserdurchlässigkeit (kf-Werte) gemäß der geltenden Regelwerke der FLL

Mindestanforderung an den kf-Wert gemäß FLL – Fachbericht zu Planung, Bau und Instandhaltung von Wassergebundenen Wegen (2007): $\geq 1 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$, $\Delta \geq 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$.

Annahme: Dies entspricht dem Spitzenabflussbeiwert von 0,9 bzw. einem mittl. Abflussbeiwert von 0,7 (DIN 1986-100).

Korrigierter Ansatz für eine gute wassergebundene Wegedecke:
Versickerungsfähigkeit / kf-Wert Sabalith = $8,5 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$.
 $\Delta 8,5 \times 10^{-4} \text{ m/sec}$ bzw. $0,85 \times 10^3 \text{ m/sec}$ = 85 % der Abflussleistung von Schotterrasen (siehe oben) → durch Interpolation errechneter Spitzenabflussbeiwert von **0,39** bzw. mittlerer Abflussbeiwert von **0,275**

Qualitätsunterschiede wassergeb. Wegedecken



- **Fazit**
Wassergebundene Wegedecken bilden im Kontext von Siedlungs- und Verkehrsflächen eine maßgebliche Einflussgröße zur positiven und ökologischen Beeinträchtigung des Mikroklimas.

AQUA URBANICA 2021

Schwammstadt – Versickerung 2.0?



zukunft
SEIT 1909
denken

universität
innsbruck



aquaurbanica
Innsbruck 2021

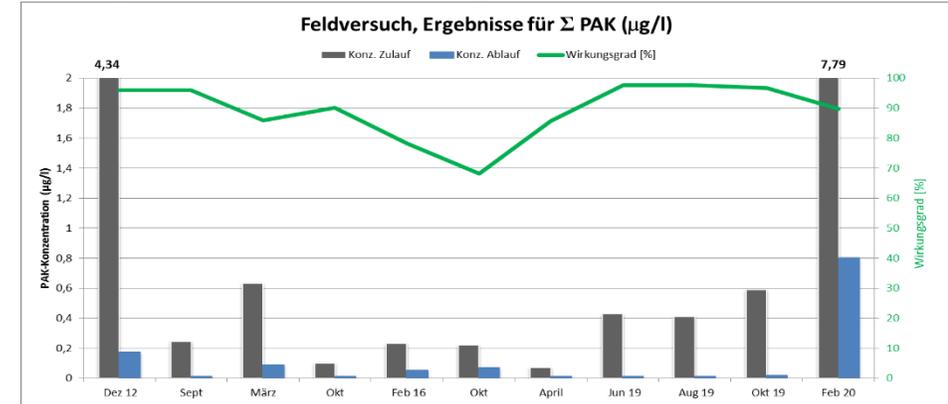


Langzeitstudien an dezentralen Behandlungsanlagen im Betrieb

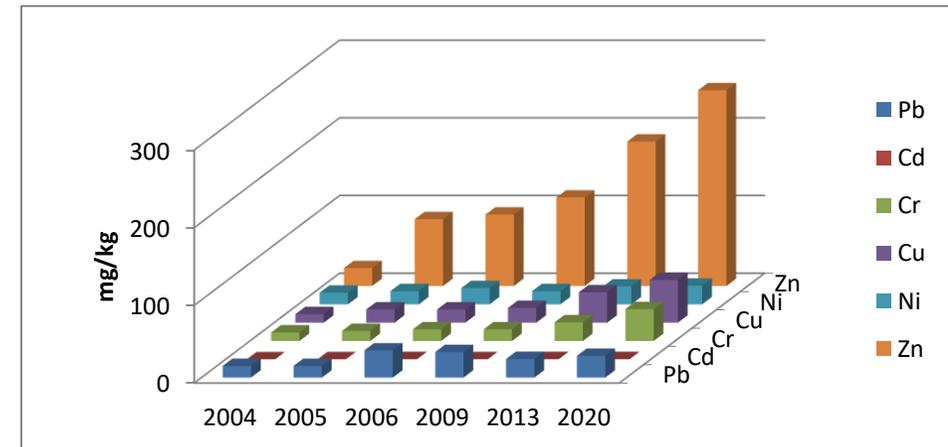
Dipl.-Ing. Rudolf Töws

Langzeitstudien an dezentralen Behandlungsanlagen im Betrieb

- Mehrjähriger Feldversuch mit Analyse des In- und Outputs einer Anlage



- Bestimmung der zurückgehaltenen Schadstoffe im Filtersubstrat und Rückschlüsse auf die Effektivität und Reststandzeit



AQUA URBANICA 2021

Schwammstadt – Versickerung 2.0?



zukunfts
denken
SEIT 1909

universität
innsbruck



aquaurbanica
Innsbruck 2021



Entfernung von Schwermetallen und organischen Spurenstoffen
aus Regenwasserabfluss mit einem innovativen Substrat

Dipl.-Ing. Rudolf Töws

Entfernung von Schwermetallen und org. Spurenstoffen aus Regenwasserabfluss mit einem innovativen Substrat

- Entwicklung eines innovatives Substrates für den Einsatz in Regenwasserfiltern
- Rückhalt von Zink und Kupfer sowie einer Reihe im Regenwasserabfluss relevanter organischer Spurenstoffe (Diuron, Terbutryn, Mecoprop, Benzothiazol)



Säulenversuche im Labor zur Optimierung der Zusammensetzung
(Quelle: BÖL Bremen GmbH)



Praxisversuch, Entwässerung von ca. 150 m² Fassadenfläche und 10 m² EPDM-/ Bitumendachbahn



Blick in den Schacht mit dem integrierten Filter und zwei Kippwaagen

AQUA URBANICA 2021

Schwammstadt – Versickerung 2.0?



zukunft
SEIT 1909
denken

universität
innsbruck



aquaurbanica
Innsbruck 2021

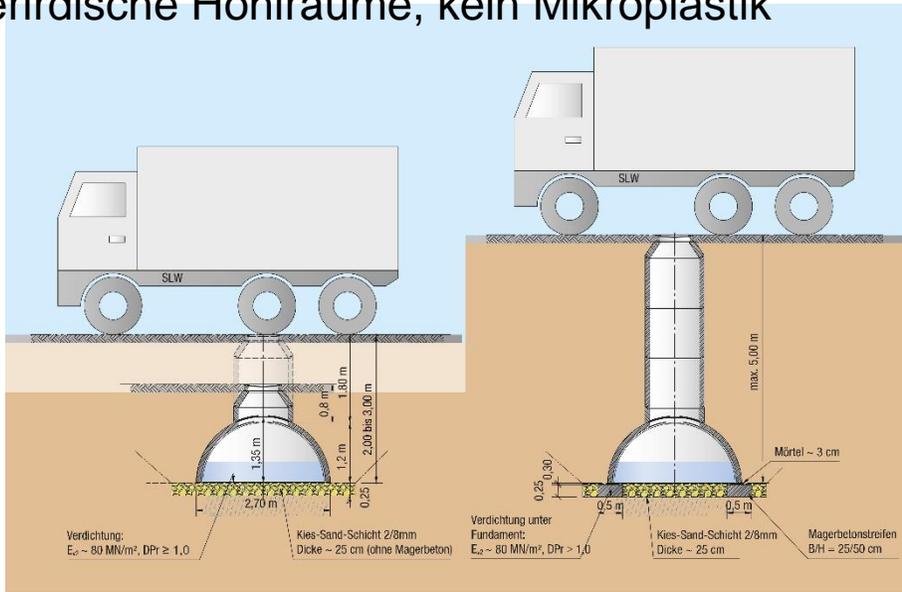


Neuartiges Versickerungssystem CaviLine

Martin Lienhard

Neuartiges Versickerungssystem CaviLine

- Preiswert – ca. 180 €/m³ Listenpreis
- Einbau schnell (großformatige Bauteile)
- Belastbarkeit / Einsatzvarianten
(Linienförmige Anlagen unter Straßen)
- Sohltiefe bis 5 m bei Schwerlastverkehr
- Begehbar (lichte Höhe = 1,25 m)
Einfache Wartung (keine Kamera, keine Roboter)
gemäß DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfall-Versicherung)
- Beton = Kunststein
Ideal für unterirdische Hohlräume, kein Mikroplastik



AQUA URBANICA 2021

Schwammstadt – Versickerung 2.0?



zukunft
SEIT 1909
denken

universität
innsbruck



aquaurbanica
Innsbruck 2021



Optimierung von Rinnenfiltern zur dezentralen Regenwasserbehandlung

Claus Huwe

Versuchsanlage im urbanen Raum

Optimierung von Rinnenfiltern im Realbetrieb



Augsburg, 10.09.2019



Rätselhafte Erscheinung und doch
Lösung des Rätsels

... bei der Suche nach fehlenden Puzzleteilen



- Hilfe bei der Suche nach fehlenden Puzzleteilen gibt es am Posterstand zur Optimierung von Rinnenfiltern zur dezentralen Regenwasserbehandlung

AQUA URBANICA 2021

Schwammstadt – Versickerung 2.0?



zukunfts
SEIT 1909
denken

universität
innsbruck



aquaurbanica
Innsbruck 2021

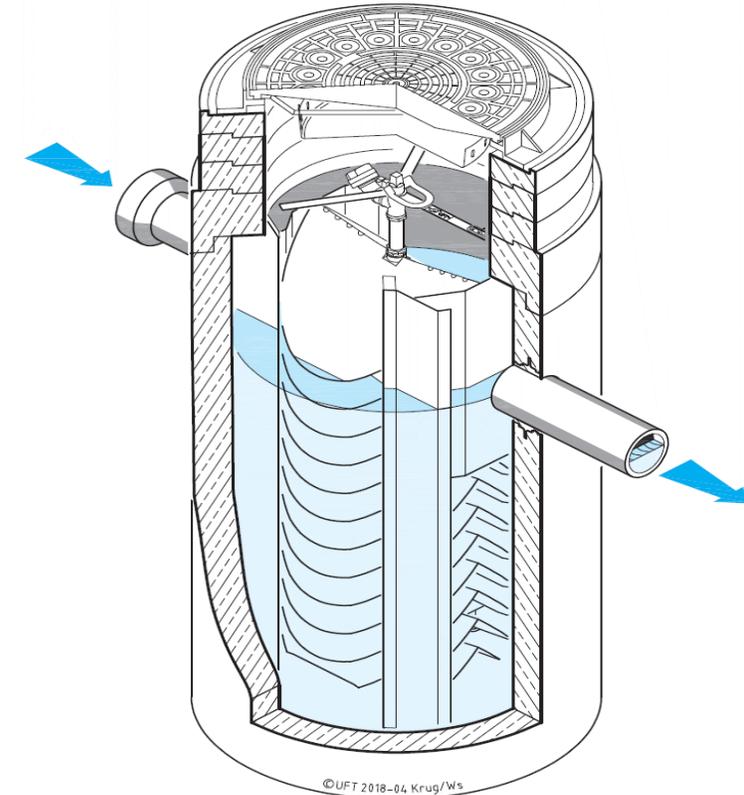


Bestimmung des AFS63-Jahreswirkungsgrades bei dezentralen Sedimentationsanlagen

Gebhard Weiß, Umwelt- und Fluid-Technik Dr. H. Brombach GmbH,
Steinstraße 7, 97980 Bad Mergentheim, Deutschland

Aufgabenstellung

- Für zahlreiche konfektionierte Sedimentationsanlagen liegen Ergebnisse von Laborversuchen mit Modellsedimenten (z.B. Millisil W4) zum **stationären Abscheideverhalten** vor.
- Gesucht nach DWA-A 102-2 ist aber der langjährige **AFS63-Gesamtwirkungsgrad**.
- Es wird eine Methode vorgestellt, durch **Umrechnen stationärer Wirkungsgrade auf AFS63** und **Anwendung einer Langzeitsimulation** den AFS63-Gesamtwirkungsgrad zu ermitteln.



Der Sedimentationsschacht
UFT-*FluidSettle*

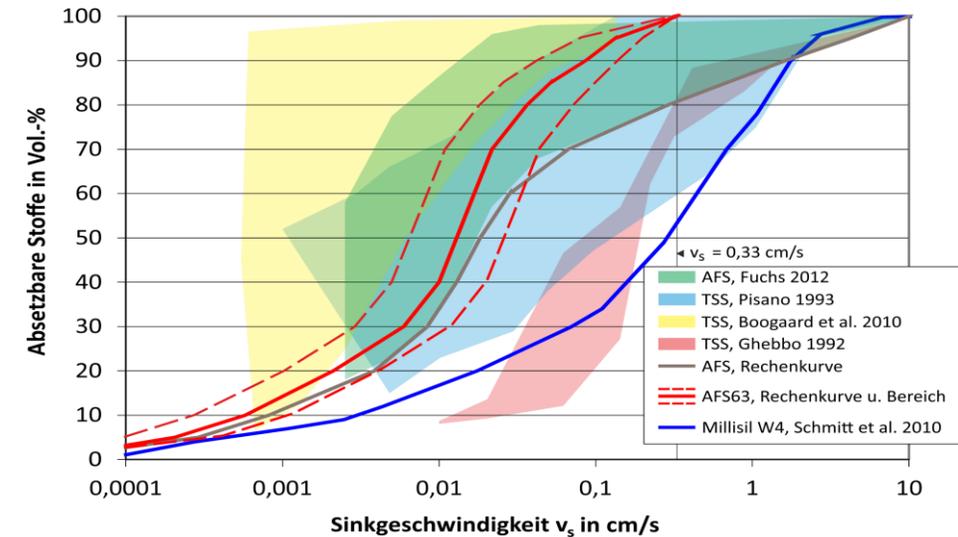
1) Stationäre Wirkungsgrade

Übertragung stationärer Wirkungsgrade aus Laborversuchen auf andere Sedimente:

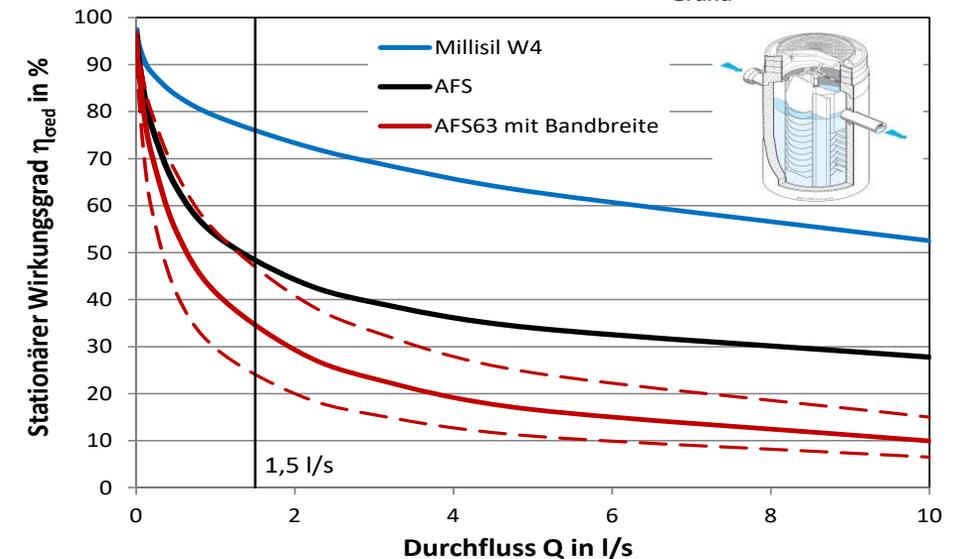
- Ansatz einer stationären Sedimentationsformel mit dem Parameter A/A_{Grund} (absetzwirksame Fläche / Grundfläche)
- Kalibrierung der Kennzahl A/A_{Grund} an den Laborergebnissen
- Ansatz definierter Sinkgeschwindigkeitsverteilungen für verschiedene Sedimente

Ziel: Universelle Kurve des stationären Wirkungsgrads dieser Sedimentationsanlage, gültig für beliebige Sedimente

Sinkgeschwindigkeitsverteilungen des Sedimentes im Oberflächenabfluss aus Trennsystemen

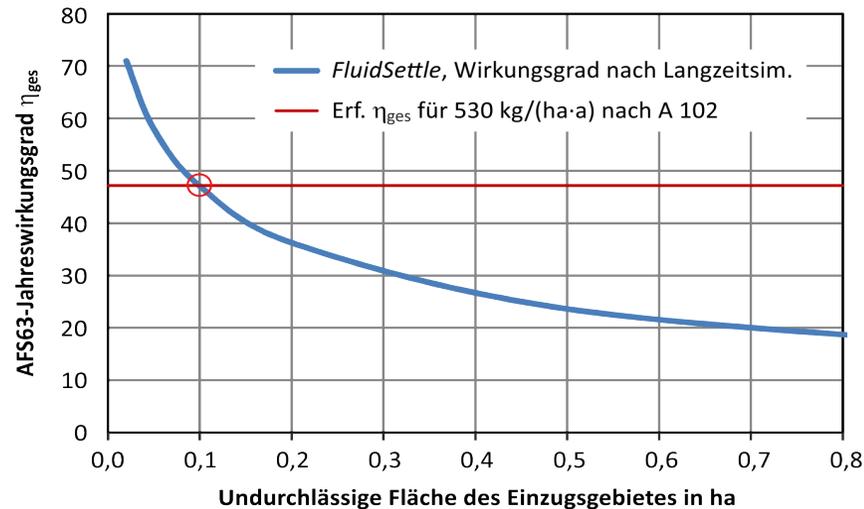


UFT-FluidSettle, $D = 1,0 \text{ m}$, $A/A_{\text{Grund}} = 5,1$



2) Langzeitsimulation → Gesamtwirkungsgrad

- **Langzeitsimulation** mit Ansatz quasistatischen Verhaltens für jeden Zeitpunkt, also Abminderung der Ablaufkonzentration mit $\eta(t) = \eta_{\text{stat}}(Q(t))$
- Ansatz des AFS63-Flächenabtrags nach A 102-2 in kg/(ha·a) und Ermittlung des AFS63-Austrags über die gesamte Simulationszeit → gesuchter Gesamtwirkungsgrad η_{ges}



Ergebnisse der direkten Simulation				4838158 Zeitschritte
Sedimentationsschacht FluidSettle Mit Dauerstau				
Grunddaten: (aus KOSIM-Bausteinindaten)				
Undurchlässige Fläche Einzugsgebiet	0,100	ha		
Projektionsfläche Schrägklärer	4	m ²		
Simulationsdauer	46	Jahr(e)		
AFS-Konzentration im Zufluss	61,3	mg/l		
Einzutragender AFS-Konz Sollwert für AFS63-Abtrag von	61,4	mg/l		
	530	kg/(ha·a)		Makro SKE starten
Simulationsergebnisse				
	AFS-Konz. in mg/l	Volumen in m ³	AFS-Fracht in kg	
Zulauf zum Sedimentationsschacht	105,7	23043,2	2435,8	
Beckenüberlauf				
Kläüberlauf	56,0	23043,2	1289,3	
		Volumen in m ³ /a	AFS-Fracht in kg/a	AFS-Abtrag in kg/(ha·a)
Zulauf zum Sedimentationsschacht		500,9	53,0	529,5
Beckenüberlauf				
Kläüberlauf		500,9	28,0	280,3
				A 102-Kriterium nicht erfüllt
Wirkungsgrade:				
AFS63-Jahreswirkungsgrad nach A 102			47,1%	
Erforderlicher Wirkungsgrad nach A 102			47,2%	

- **Alternative ohne Langzeitsimulation:** Näherung durch rechnerisches Nachvollziehen der DIBt-Prüfung (mit Ansatz AFS63); Berechnung eines Gesamtwirkungsgrades wie dort

Entwicklung und Implementierung einer Kanalnetzsteuerung für das Kanalnetz der Stadt Warschau

Lothar Fuchs, Thomas Beeneken, Bartosz Zaborski

Entwicklung und Implementierung einer Kanalnetzsteuerung für das Kanalnetz der Stadt Warschau

Lothar Fuchs¹, Thomas Beeneken¹, Bartosz Zaborski²

¹ Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH, Hannover; ² Miechki: Przemysłowe Wodociągi i Kanalizacje m. St. Warszawa S.A., Warschau

Die Umsetzung der Abflusssteuerung umfasst den Aufbau einer zentralen Leitwarte für das Kanalnetz, die Implementierung eines SCADA-Systems und Anbindung der Mess- und Steuerstellen im Kanalnetz sowie die Entwicklung und Implementierung der Kanalnetzsteuerung mit Prognosesimulation.

Das zentrale Steuerungssystem (RTC) ist an das SCADA-System angebunden und umfasst die Verarbeitung von Mess- und Zustandsinformationen, die Verarbeitung von Radardaten und Wettervorhersagen, die Prognose der Wasserstände und Abflüsse im Kanalnetz und die Ermittlung der Steuerungsentscheidung. Die RTC interne Kommunikation der Komponenten findet über den Message Queue Server statt. Das SCADA-System ist bidirektional über OPC-UA zum RTC-System verbunden.

HYSTEM-EXTRAN Online Echtzeit- und Prognosesimulation

- Online Kalibrierung: kontinuierliche Anpassung von simulierten Wasserständen an Messwerte
- ständig aktuell gehaltenen Digitaler Zwilling
- Anfangsbedingung für Prognosesimulation basierend auf Radar-Niederschlagsvorhersage (2h)

Maschinelles Lernen

- Bewertung der Regelbasis zur Kanalnetzsteuerung anhand einer frei definierbaren Fitnessfunktion (zum Beispiel Überstauvolumen, Entlastungshäufigkeit/-menge)
- Genetischer Algorithmus:
- Optimierung bestehender Regeln
- 2ⁿ-faktorieller Versuchsplan
- Erstellung neuer Regeln

Radardaten Korrektur, Anpassung und Kurzfrist-Vorhersage

Störrechenbehandlung

Radom: Dämpfungskorrektur
Dämpfungskorrektur des Radarsignals
R-Z Umrechnung
Raum-Zeitliche Interpolation

Phase II Anpassung an Regenschreiber

Erkennung von relevanten Regenstrukturen
Berechnung der Bewegungsvektoren
Extrapolation

NVIS-Radar-Viewer

- Visualisierung von historischen, aktuellen und vorhergesagten Radardaten
- Anzeige der numerischen Wettervorhersage und Regenschreiber Messwerte

Aqua Urbanica | 13.-14. September 2021 | Innsbruck

Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH - Engelbockler Damm 22, D-30157 Hannover - Tel. 49-511-97183-0 - www.fwh.de

Besonderheiten

- Digitaler Zwilling
 - HYSTEM-EXTRAN online Modell
 - Online Modellkalibrierung
- Prognosesimulation basierend auf Radar-Niederschlagsvorhersage
 - Störrechenbehandlung
 - Anpassung an Regenschreiber
 - Erkennung relevanter Strukturen und Extrapolation
- Maschinelles Lernen
 - Optimierung bestehender Regeln
 - Erstellung neuer Regeln

RICHI

Ein virtueller Mitarbeiter für den Kanalnetzbetrieb

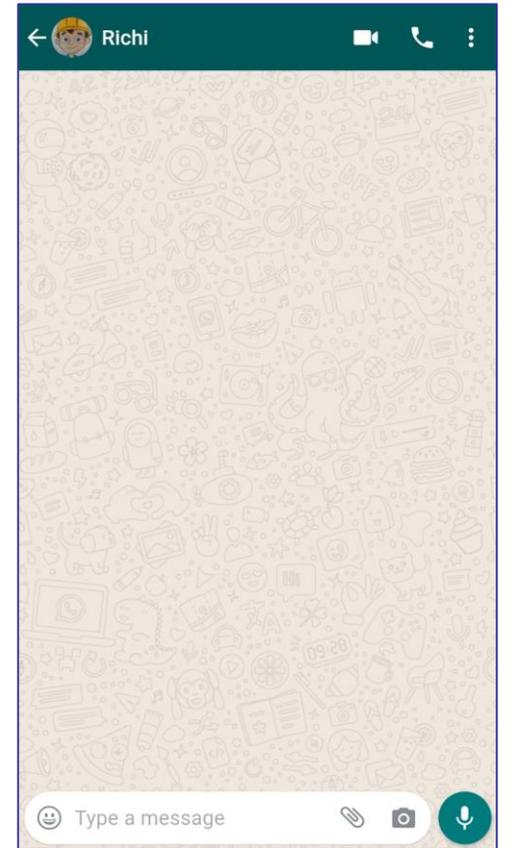
Eawag:
Swiss Federal Institute of Aquatic
Science and Technology

eawag
aquatic research **ooo**



Bei welcher Aufgabe darf ich Euch unterstützen?

Ich kann bereits Hilfe für die Datenvalidierung und bei Fremdwasser- & Gewässerschutzthemen anbieten.



rittmeyer
BRUGG

HUNZIKER **SETATECH**

WASSER
BAU
UMWELT



**ABWASSERVERBAND
ALTENRHEIN**



**Abwasser
verband**
**BUCHS
SEVELEN
GRABS**

Innosuisse: 43042.1 IP-ENG

 & richi.io

AQUA URBANICA 2021

Schwammstadt – Versickerung 2.0?



zukunft
SEIT 1909
denken

universität
innsbruck



WaterGridSense 4.0 – Verteilte LoRaWAN Sensoren in Regen- und Abwassernetzen zur Prediktiven Wartung

Harald Sommer

AQUA URBANICA 2021

Schwammstadt – Versickerung 2.0?



3D-CFD in der Siedlungsentwässerung: Potential, Nutzen und Herausforderung

Mattias Deller

