

# MISCHKANALISATION OHNE ÜBERLAUF WIRD MÖGLICH

STEBATEC AG

TEL. +41 (0)32 373 15 71

WWW.STEBATEC.CH

## SYSTEM INKA

**Die zunehmende Digitalisierung der Kanalnetze und die Möglichkeiten, diese dynamisch zu regulieren und zu optimieren, eröffnen neue und unerwartete Potenziale. Keine Lieferkette eines Industriebetriebs war bis anhin so schlecht überwacht wie die einer Kläranlage. STEBATEC bietet wirtschaftliche Lösungen, die es ermöglichen, Überläufe zu verhindern und den Transport von belasteten Wässern zur ARA gleichzeitig zu erhöhen.**

Bei Regen gelangen wesentlich grössere Wassermengen in die Kanalisation, als Kläranlagen verarbeiten können. Rund 20 grössere und kleinere Überläufe werden jährlich einkalkuliert – es handelt sich dabei um unbehandeltes oder nur grob gefiltertes Abwasser. Auch wenn mit einer dynamischen Kanalnetzregelung die Überläufe stark reduziert werden können, bleibt die Situation unbefriedigend.

### UMFRAGE DECKT UNKENNTNIS DER LAGE AUF

Eine kürzlich durchgeführte Umfrage auf den sozialen Medien bestätigt eine Vermutung, die am Tag der offenen Tür Anfang September bei *Stebatec* aufkam. Viele Leute wissen nicht, was mit dem Abwasser passiert. Dass es teilweise ungereinigt den Gewässern zugeführt werden könnte, hätten die wenigsten der 125, die an der Umfrage teilgenommen hatten, vermutet:

#### Wussten Sie, dass Abwasserkanalisationen oft direkt in Seen und Flüsse überlaufen?

- 31%: Was?! Ekelhaft und inakzeptabel in unserem reichen Land.
- 23%: Bin entschlossen, etwas dagegen zu tun.
- 31%: Abwasserfachleute wie ich wissen, es geht nicht anders.
- 15%: Ist doch egal; hoffe auf grössere Fische am Haken.

### MESSDATENBASIERTE FAKTENLAGE

Stebatec bietet das algorithmenbasierte und modellunterstützte INKA-System an und veröffentlicht seit Jahren regelmässig Messdaten. Diese geben Aufschluss über die Funktionalität der in den jeweiligen Kanalnetzen installierten Systeme. So wurde nachgewiesen, dass die ARA Winznau mit aktiviertem INKA-Regler an Regentagen 1,76 Tonnen Schmutzstoffe zusätzlich reinigt – 22% mehr als im statistischen Betrieb. Im Einzugsgebiet Ulrichsberg im Gebiet Mühltal in Österreich gelangen mit INKA am ersten Regentag durchschnittlich rund 67% mehr Schmutzfracht zur ARA als im statischen Betrieb, was 552 kg CSB (Chemischer Sauerstoff-Bedarf) entspricht, die nicht in die Gewässer entlastet werden.

Um die Systeme unterschiedlicher Anbieter und Ausbaustufen (statisch/dynamisch) miteinander vergleichen zu können, wurden von STEBATEC Bewertungsmöglichkeiten entwickelt, s. auch Artikel in *GWF Wasser Abwasser* [1]:



Mit dem optimierten und dynamischen Kanalnetzbetrieb werden die Entlastungsmengen stark reduziert. Dem Ziel, auch die verbleibenden Entlastungsmengen vollständig zu verhindern, ist Stebatec damit bereits nähergekommen.

### DYNAMISCHE BEWIRTSCHAFTUNG

Immer mehr Kanalnetzbetreiber sind überzeugt, dass die dynamische Netzbewirtschaftung der Gewässerqualität zugutekommt. Mit einer dynamischen Bewirtschaftung werden die Weiterleitmengen an den verschiedenen Bauwerken und die Befüllung des vorhandenen Speichervolumens gemäss Netzbelastung und ARA-Kapazität geregelt. Um eine optimale Kanalnetzleistung erreichen zu können, braucht es ein System, das den komplexen Anforderungen wie sich ständig ändernder Beregnung, langen Fliesszeiten und Verarbeitung von Wetterprognosedaten gerecht wird.

### INKA: ALGORITHMUSBASIERT UND MODELL-UNTERSTÜTZT

Das System INKA basiert auf einem Algorithmus. Der Programmieraufwand steckt in der Software selbst, bei der Implementierung des Systems muss nur noch parametrisiert werden. Während des Optimierungsprozesses und bei Änderungen im Einzugsgebiet sind diese Parameter einfach anzupassen – Softwareänderungen mit der zugehörigen Fehleranfälligkeit werden dabei nicht nötig. Auch in grössere Kanalnetze/Einzugsgebiete mit vielen Messungen und Becken ist das System mit wenig Aufwand implementierbar. Für die Konfiguration des INKA-Systems werden Beckengeometrie, Kanalnetzlimitierungen, Fliesszeit zur ARA und die Standorte der Bauwerke benötigt. Zusätzlich können Entlastungsprioritäten angegeben werden, um schwächere Gewässer zu schützen.

Der Regler befindet sich jeweils in einem von vier definierten Zuständen. Bei Trockenwetter ist der Regler in Ruhestellung, während das Abwasser ungehindert zur Kläranlage geleitet wird (Modus 1). Am Anfang eines Regenereignisses schaltet der Regler in einen anderen vom Regentyp abhängigen Modus um. Bei lokalem Regen wird versucht, die ARA auszulasten, indem die Drosselwerte dynamisch erhöht werden – die Drossel-

organe leiten dabei mehr Wasser weiter als im statischen Betrieb (Modus 2). Wenn trotz erhöhten Weiterleitmengen die Becken befüllt werden, versucht der Regler, die Beckenvolumen homogen zu befüllen (Modus 3). Wenn der Regen sich über weitere Teile des Gebiets erstreckt, leitet der INKA-Regler nur so viel Wasser auf die ARA weiter, dass diese nicht überlastet wird (Modus 4), wobei überschüssige Wassermengen zu dafür am besten geeigneten Gewässern geleitet werden.

Dank der verschiedenen Visualisierungstools ist sehr gut nachvollziehbar, in welchem Modus der Regler jeweils arbeitet. Das in INKA integrierte *Reporting Tool* ermöglicht, die Ergebnisse zusammenzufassen oder diese nach einem Ereignis zu analysieren und dementsprechend die Parameter mit wenig Aufwand zu optimieren. Das in INKA integrierte

Simulationsmodell rechnet laufend die Abflüsse im Kanalnetz voraus, womit unter anderem eine ARA-Zulaufprognose möglich wird. Besonders in Kanalnetzen mit langen Fließzeiten ist diese Funktion sehr wichtig. Die INKA-Zulaufprognose ist vorwiegend für energetisch optimierte ARA relevant, um Ammoniumdurchbrüche zu verhindern. Auch für SBR-Anlagen ist es nützlich, wenn die ARA auf Regenwetter vorbereitet wird. Weiterhin können einige ARA mit entsprechender Vorbereitung auf das Regenereignis kurzfristig mehr Wasser aufnehmen, um die erste Schmutzfracht besser auffangen und behandeln zu können.

Ziel des INKA-Reglers ist es nicht nur mehr Wasser auf die ARA zu bringen, sondern vor allem den *First Flush*, der Kanalnetzablagerungen mitschleppt und deswegen stark verschmutzt ist, gezielt auf die ARA zu leiten (Fig. 1).

## WIRKUNG DES INKA-REGLERS

Um die Wirkung von Kanalnetzregelungen zu quantifizieren, werden oft die Entlastungsmengen betrachtet. Da diese aber abhängig sind von den Regenmengen, der -intensität und -dauer, ist ein Vergleich zwischen verschiedenen Perioden, z. B. mit aktivem Regler versus inaktivem Regler, nur aussagekräftig, wenn in beiden Perioden genügend vergleichbare Regenereignisse stattgefunden haben. Dasselbe gilt für die Wassermengen, die auf die ARA geleitet wurden. In der Praxis ist dieser Vergleich schwierig zu machen [2]. Kanalnetzbetreiber verfügen oft nicht über zuverlässige historische Messdaten und über aufgezeichnete Regenereignisse, die als Vergleichswerte im unregulierten Status Verwendung finden könnten.

Eine gute dynamische Regelung soll dafür sorgen, dass nur minimale Frachten mit den Entlastungen verloren gehen und dass der *First Flush* auf die ARA gelangt. Dass dies mit INKA auch der Fall ist, zeigen beispielsweise die Daten der ARA Winznau. Mit aktivem Regler wurde nicht nur mehr Wasser auf der ARA verarbeitet, sondern auch bei Regen mehr CSB und  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Fracht auf die ARA gebracht – im Vergleich zur Periode mit inaktivem Regler [1]. Nun stellt sich die Frage, ob dies in anderen von INKA regulierten Einzugsgebieten auch der Fall ist. Können Einzugsgebiete einfach miteinander verglichen werden? Um diese Frage zu beantworten, wurden die Zulaufdaten der ARA Ulrichsberg in Österreich analysiert, die vom Reinhaltverband Mühlal in Auberg betrieben wird.

Das Einzugsgebiet der ARA Ulrichsberg befindet sich in einem Tal und ist eher lang gestreckt. Wegen der Lage kommt es zu sehr ungleicher Beregnung, was den Nutzen einer dynamischen Kanalnetzbewirtschaftung vergrößert. In Fig. 2 ist eine schematische Darstellung des Kanalnetzes zu sehen. Es beinhaltet sechs Becken unterschiedlicher Grössen, wovon fünf regelbar sind. Die Fließzeit vom höchstgelegenen Becken bis zur ARA beträgt bei Regen rund 1,5 Stunden.

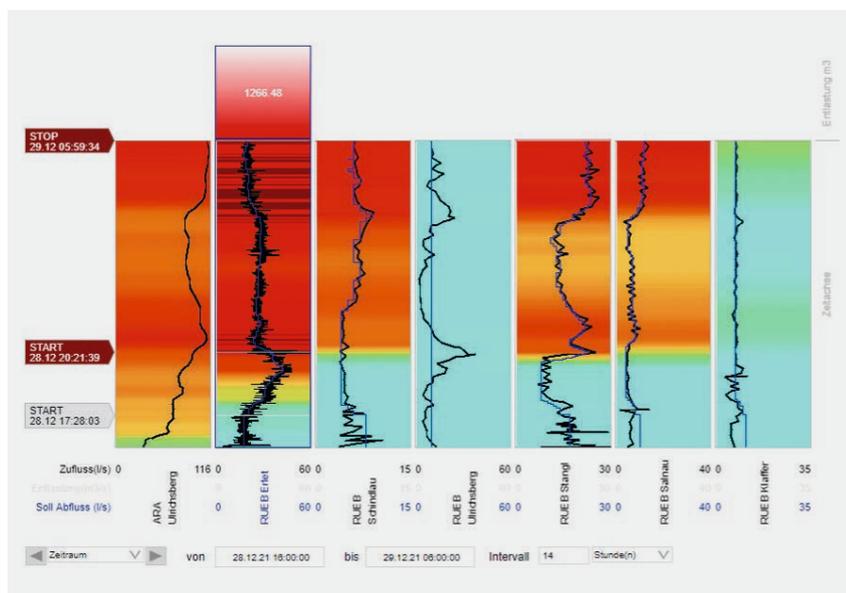


Fig. 1 Farbgrafik eines von INKA-geregelten Regenereignisses im Einzugsgebiet der ARA Ulrichsberg. Die Zeit wird senkrecht abgebildet, Anfang ist unten, Ende des Ereignisses oben. Die Farben repräsentieren die ARA-Auslastung und die Beckenbefüllung, mit Blau als 0 und Rot als Maximumwert, Dunkelrot repräsentiert einen Überlauf. Die Ganglinien zeigen den Zufluss zur ARA oder den Abfluss des Bauwerks (schwarz). Der von INKA vorgegebene Soll-Wert ist blau und die Entlastungsmengen sind weiss. Das RÜB Ulrichsberg ist nicht mit einer regelbaren Einheit ausgerüstet. Die restlichen Becken sind regelbar, und der Soll-Wert wurde angepasst, um die ARA so gut wie möglich auszulasten.

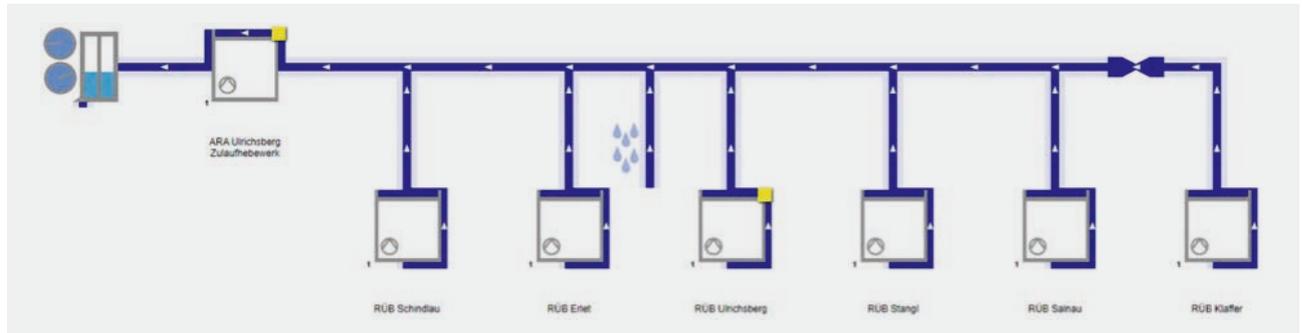


Fig. 2 Schematische Darstellung des Kanalnetzes der ARA Ulrichsberg.

**AUSWERTUNG DER ZULAUFMANGEN**

Von der ARA Ulrichsberg wurden die CSB- und NH<sub>4</sub>-N-(Ammoniumstickstoff-) Konzentrationen und Zulaufmengen über die Periode von Januar 2016 bis Ende Juli 2021 gesammelt, während der INKA-Regler seit Januar 2021 aktiv war. Aus diesen Daten konnten die Zulaufmengen berechnet und Regenwettertage von Trockenwettertagen unterschieden werden. Ein Regentag wurde definiert als ein Tag, an dem der Q<sub>max</sub> grösser war als der 65%-Wert des Maximalzuflusses.

In *Figur 3* wurden die CSB- und NH<sub>4</sub>-N-Trockenwetterfrachten über die ganze Periode von Januar 2016 bis Juli 2021 dargestellt. Die Frachten bleiben an Trockenwettertagen sowohl für CSB mit rund 740 kg/Tag als auch für NH<sub>4</sub>-N mit rund 39 kg/Tag über die gesamte Periode konstant. Es ist kein klarer Trend zu sehen, auch haben keine grossen Änderungen im Einzugsgebiet stattgefunden – die Datenanalyse über diese Periode ist dadurch validiert worden.

Wenn die tägliche Zulaufmenge Q<sub>tot</sub> in Kubikmetern verglichen wird, ist logischerweise zu sehen, dass an Regentagen mehr Wasser (3932 m<sup>3</sup> aktiv; 3903 m<sup>3</sup> inaktiv) auf die ARA fliesst als an Trockenwettertagen (1838 m<sup>3</sup> aktiv; 1777 m<sup>3</sup> inaktiv). Ein Unterschied zwischen aktivem und inaktivem Regler ist aber nicht markant erkennbar (*Fig. 4*).

Für die Ammoniumfracht (NH<sub>4</sub>-N) ist ebenfalls kein wesentlicher Unterschied zu sehen zwischen Regen- oder Trocken-

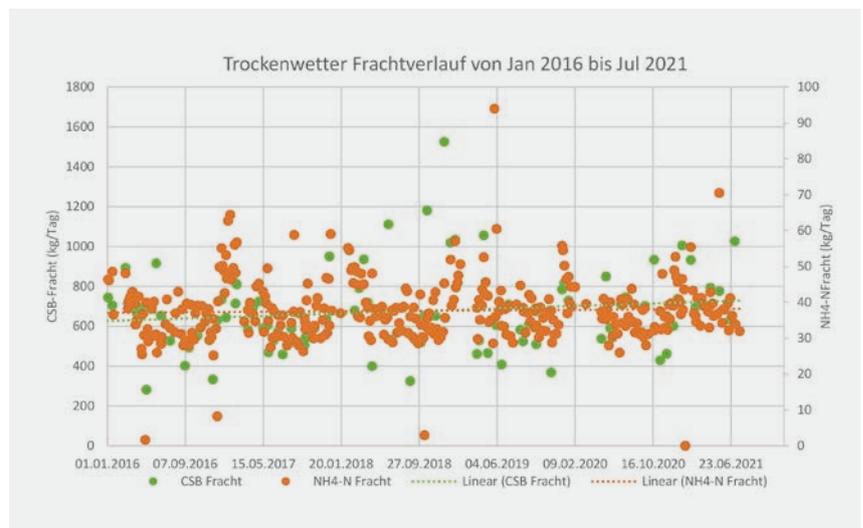


Fig. 3 Der Trockenwetter-Frachtverlauf über die ganze Periode der Datensammlung. Es ist kein klarer Trend über diese Periode zu sehen, was die Vergleichbarkeit zwischen aktivem und inaktivem Regler über die Perioden bestätigt.

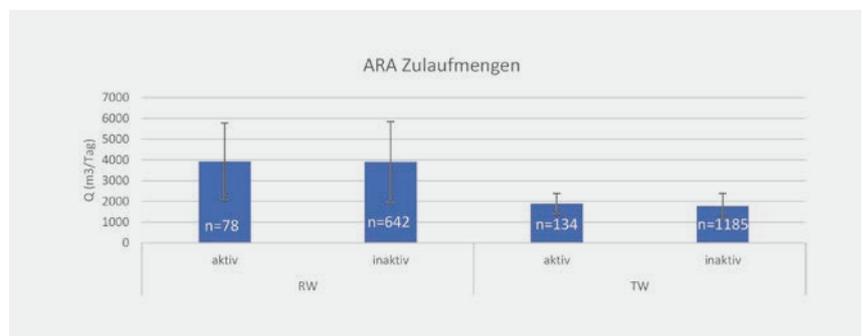


Fig. 4 Die Mittelwerte und Standarddeviationen der täglichen Zulaufmengen auf der ARA bei Trockenwetter (TW) und Regenwetter (RW) mit aktivem und inaktivem Regler. Bei Regen kam deutlich mehr Wasser auf die ARA, es gibt aber keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen aktivem und inaktivem Regler. Die Anzahl der berücksichtigten Ereignisse (n) ist angegeben.

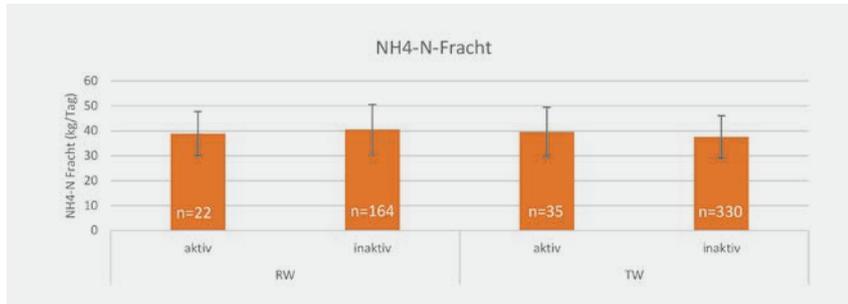


Fig. 5 Die NH<sub>4</sub>-N-Zulaufmengen auf der ARA bei Trockenwetter (TW) und Regenwetter (RW) mit aktivem und inaktivem Regler. Hier gibt es keine statistische Signifikanz zwischen aktivem und inaktivem Regler. Die Anzahl berücksichtigter Ereignisse (n) ist angegeben.

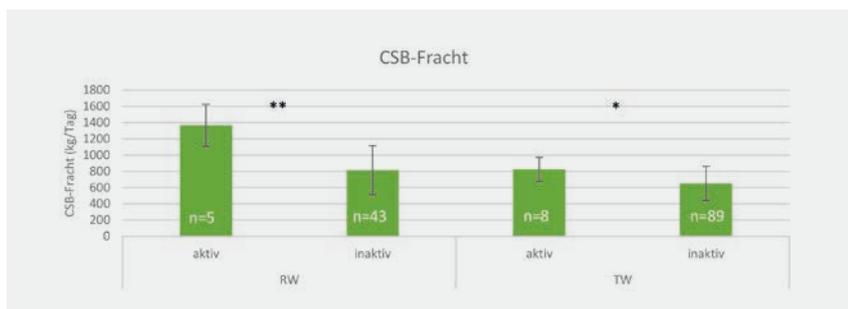


Fig. 6 Die CSB-Zulaufmengen auf der ARA bei Trockenwetter (TW) und Regenwetter (RW) mit aktivem und inaktivem Regler. Die Daten sind als Mittelwerte mit Standarddeviation dargestellt. \* zeigt statistisch Signifikanz zwischen aktivem und inaktivem Regler bei Regenwetter (\* p<0,05; \*\* p<0,001). Die Anzahl berücksichtigter Ereignisse (n) ist angegeben.

wetter (38,9 kg aktiv, 40,5 kg inaktiv bei Regen; 38,5 kg aktiv, 37,6 kg inaktiv bei Trockenwetter) und auch nicht zwischen aktivem und inaktivem Regler. Da NH<sub>4</sub>-N eine gelöste Substanz ist, setzt sich diese nicht ab und ist deswegen weniger anfällig für den *First-Flush-Effekt*. Diese Information passt zu den Zulaufmengen, wo auch kein Unterschied zwischen aktivem und inaktivem Regler festgestellt wurde (Fig. 5).

In Gegensatz zur Zulaufmenge und NH<sub>4</sub>-N-Fracht zeigt die CSB-Fracht ein anderes Muster. Der Unterschied zwischen Regenwetter- und Trockenwetterfracht ist bei inaktivem Regler nicht signifikant, aber mit aktivem Regler kam wesentlich mehr Fracht auf der ARA an. Mit aktivem Regler kamen bei Regenwetter 1366 +/- 259 kg/Tag CSB auf die ARA, wo mit inaktivem Regler lediglich 815 +/- 301 kg/Tag CSB erreicht wurde. Dieser Unterschied ist statistisch signifikant. Bei Trockenwetter kamen mit aktiviertem Regler durchschnittlich 825 +/- 146 kg/Tag CSB an und 660 +/- 210 kg/Tag ohne Regelung. Dies ist zwar statistisch auch signifikant, steht aber nicht im Vergleich zur Differenz bei Regen (Fig. 6).



Fig. 7 Die Ganglinien der INKA-Zulaufprognose, wobei die Prognoseganglinien in unterschiedlichen Zeitabständen zum Vergleich mit den effektiven Messdaten der Zulaufmessung parallel aufgezeichnet wurden. Die Voraussage passt sehr genau über die später gemessenen Ist-Werte, mit einer Abweichung von 3,4 bis 6,7% bei der 5- respektive 60-Minuten-Prognose.

Der Unterschied zwischen den totalen Wassermengen und  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Frachten auf der ARA einerseits und den CSB-Frachten andererseits zeigt, dass der Regler Entlastungen quantitativ zwar nicht verhindert hat, aber den *First Flush* (hohe nicht gelöste Frachten) auf die ARA bringen konnte.

Auch in diesem Einzugsgebiet hat der INKA-Regler einen positiven Einfluss auf die Zulauffrachten der ARA. In der Periode mit aktivem Regler, demnach mit dynamisch gesteuertem Kanalnetz, kam bei Regen wesentlich mehr Fracht auf die ARA als mit inaktivem Regler und einem statischen Kanalnetz.

#### UNTERSTÜTZUNG MIT SIMULATIONSMODELL

Durch die Verarbeitung von Wetterradar-daten, Regenmessdaten und Mengemesswerten kann INKA eine ARA-Zulaufprognose abgeben und vorausrechnen, wo im Kanalnetz jeweils wie viel Wasser unterwegs ist. ARA können dadurch ideal auf Regenwetter vorbereitet und die Kanalnetzkapazität optimal ausgenutzt werden – im Gegenzug dient das integrierte Simulationsmodell zur Verhinderung von Kanalnetzüberlastungen.

Je genauer, zuverlässiger und vollständiger die Messwerte und die hinterlegten Fließzeiten sind, desto genauer wird die Vorhersage. Im Fall der ARA Ulrichsberg ist die INKA-Zulaufprognose (Fig. 7) mit Abweichungen im Bereich von 3,4% bei der 5-Minuten-Prognose bis 6,7% bei der 60-Minuten-Prognose sehr hilfreich. Mit der genauen Zulaufprognose kann die ARA auf Regenereignisse zuverlässig vorbereitet werden.

#### UPGRADE MIT PNEUMATISCHEM ABFLUSS-REGLER (PNA)

Wenn ein Kanalnetz dynamisch bewirtschaftet wird, müssen die Drosselmengen der Bauwerke dynamisch angepasst werden können. Dazu gibt es diverse Lösungen, die, kombiniert mit Durchflussmessungen, unterschiedlich zuverlässig funktionieren. Als elegante Lösung gilt

der Pneumatische Abflussregler (PNA). Diese Drossel (Fig. 8) mit integrierter Messstrecke misst den Durchfluss sehr genau und kann zudem äusserst präzise regeln, sodass INKA darauf vertrauen kann, dass der vorgegebene Soll-Wert auch tatsächlich eingestellt wird und dass die verarbeiteten Messwerte verlässlich sind. Die PNA ist sehr reaktionsschnell und hat den Vorteil, bei Stromausfall mit der Pneumatik eine Sicherheitsstellung anfahren zu können.

Figur 9 zeigt, wie der INKA-Regler den Soll-Wert für die PNA situativ den Gegebenheiten anpasst und wie der Ist-Wert mit einer absoluten Abweichung von 3% dem Soll-Wert folgt.

#### MISCHKANALISATION OHNE ÜBERLAUF – MIT DIGITALEN LÖSUNGEN ZUM ZIEL

Dass Regenwasser von Strassen, Liegenschaften und Plätzen zur ARA geführt werden sollte, zeigen Studien [3]. Diese beweisen die erhebliche Verschmutzung dieser Wässer und stufen sie als «reinigungswürdig» ein. Am wichtigsten ist, die ersten 5 mm Niederschlag auf die ARA zu bringen, da diese die grösste Verschmutzung aufweisen. Nach dem *First-Flush-Effekt* nimmt die Signifikanz des Reinigungsbedarfs ab.

Es gibt bereits einen Trend zu dezentralen Regenwasserbehandlungsanlagen für die Wassermengen, die aus Kapazitätsgründen nicht auf den ARA verarbeitet



Fig. 8 Die teilgefüllte PNA beim RÜB Schindlau (ARA Ulrichsberg AT) mit integrierter Beruhigungs- und Messstrecke. Links: PNA mit geschlossenem Wartungsdeckel. Rechts: PNA im geöffneten Zustand. Die Fließrichtung ist von rechts nach links. Die Klappe (rechts sichtbar) drosselt die Weiterleitmenge, sodass der von INKA vorgeschriebene Soll-Wert zuverlässig weitergeleitet wird.

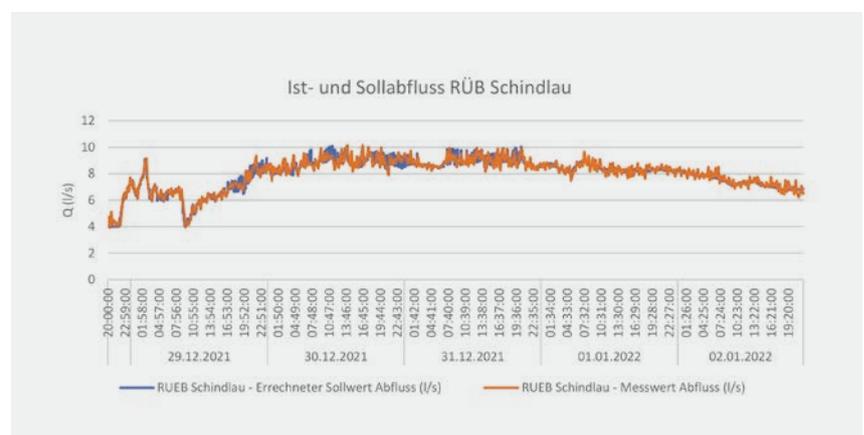


Fig. 9 Ganglinien Soll-Wert (blau) und Ist-Wert (orange) der RÜB Schindlau. Der Ist-Wert folgt dem Soll-Wert sehr genau mit einer durchschnittlichen absoluten Abweichung von 3%.

werden können. Die Kapazität stünde jedoch nach dem Abklingen des Regenereignisses – also zeitversetzt – durchaus zur Verfügung. Die Behandlung auf der ARA ist grundlegend vorteilhaft, weil eine weitaus bessere Reinigung möglich ist und teilweise sogar Mikroverunreinigungen aus dem Regenwasser entfernt werden können. Letzteres ist selbstverständlich abhängig vom Grad des technologischen Ausbaus der ARA.

### MIT INKA GELANGT (MEHR) VERSCHMUTZTES WASSER ZUR ARA

Retentionsvolumen privater, industrieller oder öffentlicher Liegenschaften, deren Inhalt zur Kühlung, Bewässerung und Brauchwasserversorgung verwendet wird, können von INKA so bewirtschaftet werden, dass belastetes Wasser zur ARA geführt wird, während unbelastete Wassermengen direkt versickert oder dem Gewässer zugeführt werden. Dadurch kann eine Kanalnetzüberlastung gezielt verhindert werden.

Zu Beginn von Regenereignissen werden die Wassermengen so lange zur ARA geleitet, wie diese Kapazität hat. Sobald die ARA ausgelastet ist und sich eine Kanalnetzüberlastung abzeichnet, wird das Wasser mittels zentral von INKA angesteuerten Ventilen in den Retentionsvolumen zurückgehalten. Die Speicher werden anschliessend automatisch entleert, sobald Kapazität in Kanalnetz und ARA vorhanden und sichergestellt ist, dass diese nicht zu Entlastungen führen. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Retentionsvolumen erst kurz vor dem nächsten Regenereignis zu entleeren, um mit dem erzeugten Spüleffekt den *First Flush* dem eigentlichen Regenereignis teilweise vorziehen zu können (Fig. 10).

### INKA-STRASSEN-ENTWÄSSERUNGSSYSTEM

Wegen hohen Verkehrsaufkommens liefern die an die Mischkanalisation angeschlossenen Strassen oft verhältnismässig grosse Regenwassermengen. Das INKA-Strassen-Entwässerungssystem er-

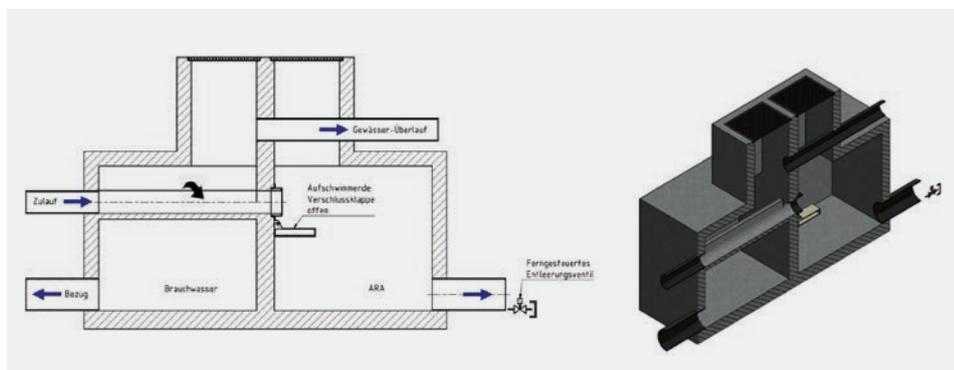


Fig. 10 Regenwassertank privater, öffentlicher oder industrieller Liegenschaften mit separatem und zentral gesteuertem ARA-Speicher, der jeweils nach abklingendem Regen oder vor dem nächsten Regenereignis automatisch entleert wird. Der erste Niederschlag wird in den ARA-Speicher geleitet, der nach der Befüllung rein mechanisch über eine aufschwimmende Klappe verschlossen wird. Zusätzliche Wassermengen überlaufen danach in den Brauchwassertank oder werden über den Überlauf dem Gewässer zugeführt oder versickert. Die Skizze ist funktionell zu verstehen – mit Fertigbautanks aus leichtem Material sind kostengünstige Lösungen möglich.

möglich es, die belasteten Regenmengen der ersten 5 mm Niederschlag zur ARA zu bringen, weitere Regenwässer direkt versickern zu lassen oder den Gewässern zuzuführen. So belastet das nach dem ersten Niederschlag anfallende Regenwasser das Kanalnetz und die ARA nicht unnötig. Ein mittlerer Regenschauer mit einer Intensität von 5 mm/h tritt häufig auf, ein Niederschlag von 15 mm/h ein Mal pro Jahr, ein Starkregen von 30 mm/h alle 20 Jahre und ein Unwetter mit 50 mm/h ist die absolute Ausnahme (> 100 Jahre). Sollten die Strassenabwassermengen am Beispiel einer 10 m breiten Strasse zwischengespeichert werden, bräuchte es als Lösungsoption entlang der Strasse eine Rohrleitung mit einem Durchmesser von NW250 zur Rückhaltung von 5 mm Regen ( $5 \text{ l/m}^2 \times 10 \text{ m Breite} = 50 \text{ l/m Strassenabschnitt}$ ) resp. ein NW450 zur Rückhaltung von 15 mm Regen, ein NW600-Rohr zur Rückhaltung von 30 mm Regen oder ein NW800-Rohr zur Rückhaltung eines Starkregenereignisses von 50 mm.

Vielerorts bestehen bereits Sammelleitungen unter den Strassen. Diese haben eine Dimensionierung, um sie als Speicher zu nutzen, damit das Regenwasser ver-

zögert in die Kanalisation geleitet wird. INKA ermöglicht es, das Speichervolumen exakt in diesem Zeitpunkt zu aktivieren, wenn die Kapazität im Kanalnetz knapp wird, indem der Abfluss entsprechend gedrosselt wird (Fig. 11).

Die Dimensionierung von Speichervolumen für belastete Regenwässer erfolgt sinnvollerweise nach dem Grundsatz, wie lange nach einsetzendem Regen das Wasser verschmutzt abfließt respektive nach welcher Regendauer/Menge kein Schadstoffeintrag mehr zu erwarten ist, und schlussendlich auch nach wirtschaftlichen Kriterien.

Pragmatisch betrachtet, könnte die Dimensionierung auch auf die Regenwassermengen ausgerichtet werden, die im bestehenden/statischen System bis zur ARA gelangt wären – als Verbesserung würde so lediglich angestrebt, die zusätzlichen Mengen nicht mit Abwasser vermischten den Gewässern zuzuführen.

### Rechenbeispiel

– In einem Einzugsgebiet beträgt der Anteil der an die Kanalisation angeschlossenen öffentlichen Strassen und Plätze 75% der gesamten angeschlossenen Flächen. Diese werden

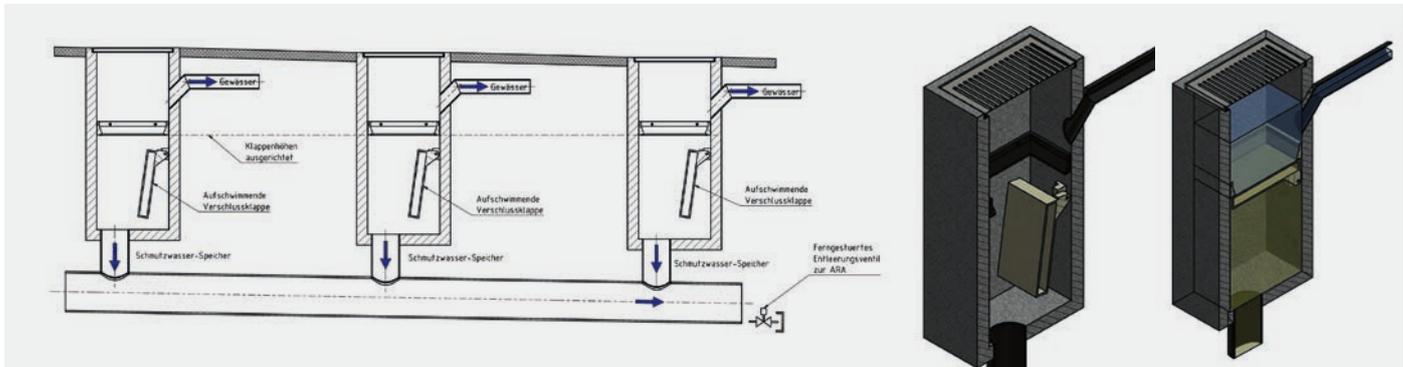


Fig. 11 Beispiel einer INKA-gesteuerten Strassenentwässerung mit einer Speicherleitung zur Rückhaltung von belastetem Strassenabwasser. Die rein mechanisch funktionierenden aufschwimmenden Absperrklappen verschliessen die Speicherleitung, sobald diese gefüllt ist, und verhindern das Abschwemmen durch Vermischung mit unbelastetem Regenwasser. Mit dem Ventil wird die Speicherleitung dann automatisch von INKA entleert, wenn im Kanalnetz und in der ARA die Kapazität verfügbar ist, respektive bleibt das Ventil so lange geöffnet, wie Kapazität zur Verfügung steht.

konsequent gemäss dem Vorschlag in *Figur 10* und *11* entwässert.

- Das Einzugsgebiet verfügt über ein vorhandenes Regenbecken, das 5 mm Niederschlag der gesamten angeschlossenen Flächen aufnehmen kann.
- Durch die vollständige Umsetzung der vorgeschlagenen Strassen- und Platzentwässerung, indem Wassermengen abgekoppelt oder dem Kanalnetz zugeführt werden, wenn dieses Kapazität aufweist, wird die Kapazität des Gesamtsystems so weit erhöht, dass frühestens bei 20 mm/h Regen eine Entlastung stattfinden wird, da das freiwerdende Volumen im Regenbecken zusätzlich für Regenmengen genutzt

wird, auf dessen Zufluss kein Einfluss genommen werden kann.

- Beträgt der Anteil Strassen und öffentliche Plätze 80%, findet ein Überlauf frühestens bei einem Niederschlag von 25 mm/h statt.

Das Resultat des Rechenbeispiels zeigt lediglich den Nutzen der Bewirtschaftung der Strassen- und Platzwässer auf. Die Situation wird zusätzlich begünstigt, wenn das Gebiet nicht vollständig mit der gleichen Intensität beregnet wird, was grundsätzlich immer der Fall ist und bei intensiverem Niederschlag zunimmt. Die effektiven Vorteile aus der dynamischen Kanalnetzregelung sind abhängig vom Einzugsgebiet – das Potenzial liegt bei zusätz-

lichen 5 bis 15 mm Niederschlag vor dem ersten Überlauf. Das Ziel, Kanalnetzüberläufe komplett verhindern zu können und zudem mehr belastetes Regenwasser auf der ARA zu reinigen, ist unserer Meinung nach über einen längeren Realisierungszeitraum erreichbar.

#### BIBLIOGRAPHIE

- [1] de Jong, M. et al. (2021): *Bewertung der Kanalnetzperformance anhand der CSB- und Ammonium-Variabilität auf Kläranlagen*. GWF Wasser + Abwasser, Nov
- [2] Barth, L. (2021): *M.Sc., Diplomarbeit, Eawag*
- [3] Björklund, K. et al. (2009): *Phthalates and nonylphenols in urban runoff: Occurrence, distribution and area emission factors*. Science of the Total Environment 407, 4665–4672

**WASSER ▼ BODEN ▼ LUFT**  
Analytische Untersuchungen und Beratung

**envilab**  
ANALYTIK AUS LEIDENSCHAFT

ENVILAB AG  
Mühlethalstrasse 25, 4800 Zofingen  
T 062 745 70 50, www.envilab.ch