

# AQUA & GAS

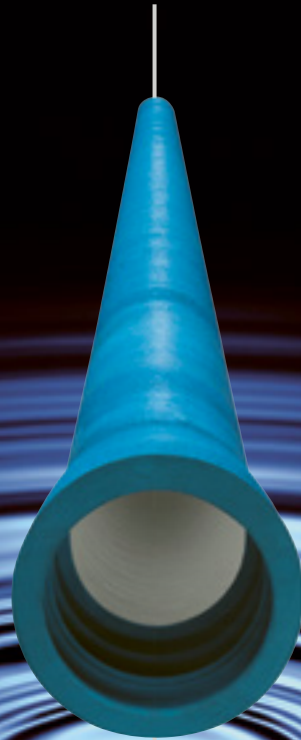
Fachzeitschrift für Wasser, Gas und Wärme  
Revue pour l'eau, le gaz et la chaleur

N° 4 | 2022

ZMU-ROHR:  
SCHLAGBESTÄNDIG,  
ROBUST, DAUERHAFT

# 2000

TUYAU ZMU:  
RÉSISTANT AUX CHOCS,  
ROBUSTE, DURABLE



SEIT 45 JAHREN

**CH-GNet**

Netzwerk macht das  
Grundwasser sichtbar

Lizenz für **BEWÄSSERUNG**  
TMH Hagenbucher, p.bauer@hagenbuche.de  
Von Fischen und Flöhen  
bis Biber und Perlen

**LEICHTTUM-PROJEKT**

Die Inn-Wiederbelebung  
im Oberengadin

Qualität und Kompetenz:  
Alles aus einem Guss

 **HAGENBUCHER**



Rohre und Armaturen

TMH Hagenbucher AG · Friesstrasse 19 · CH-8030 Zürich

T 044 306 47 48 · F 044 306 47 57

info@hagenbucher.ch

Lizenz für Pamela Bauer, p.bauer@hagenbucher.ch

TMH Hagenbucher AG, Zürich

[www.hagenbucher.ch](http://www.hagenbucher.ch)



## LIEBE LESERINNEN UND LESER

Die aktuelle Ausgabe zeigt, dass bezüglich Gewässerschutz und -aufwertung viel läuft. Das stimmt mich zuversichtlich! Gewässer und ihre Auen sind nämlich Hotspots der Biodiversität – oder vielmehr wären es, wenn wir sie nicht weitgehend zerstört hätten. Einen überraschenden Gewässerschutzansatz postuliert Rechtsanwalt *Gregor Geisser* (S. 34): Die Ufervegetation sei auf Grund ihrer herausragenden Stellung bez. Biotopschutz generell mittels Schutzzonenplanung aktiv zu schützen. Die Festlegungspflicht gelte nicht nur für bestehende, sondern auch für das Gedeihen neuer Ufervegetation. Obwohl eigentlich seit 1966 bundesrechtlich geschützt, gibt es viele Gewässer bar jeder Ufervegetation. Geschützt ist nämlich nur natürliche und naturnahe Vegetation. Deshalb werden Ufer vielerorts regelmässig kahl geschert – wo nichts ist, kann auch nichts geschützt werden ... Es wäre spannend, Herrn Geissers Auslegung bez. Festlegungspflicht gerichtlich klären zu lassen. Der Gewässerraum ist zu wertvoll, als dass er weiterhin als Uferwiese oder gar als Weide genutzt wird. Würde überall eine naturnahe Ufervegetation zugelassen, wären diese wertvollen Lebensräume ein zentraler Baustein der ökologischen (blau-grünen!) Infrastruktur.



## CHÈRES LECTRICES, CHERS LECTEURS

Comme vous verrez dans cette édition, il se passe beaucoup de choses en matière de protection et de revalorisation des eaux. Cela me donne confiance! Les cours d'eau et les zones alluviales sont des hauts lieux de la biodiversité, ou plutôt ils en seraient si nous ne les avions pas déjà en grande partie détruits. *Gregor Geisser*, avocat, prône une approche surprenante en matière de protection des eaux (p. 34): en raison de sa valeur exceptionnelle, la végétation des rives doit être activement protégée par une planification de zones de protection. L'obligation de délimitation ne concernerait pas uniquement la végétation existante des rives, mais également celle à venir. Bien que protégée depuis 1966 par une loi fédérale, la végétation des rives fait en réalité défaut sur de nombreux cours d'eau. La protection ne concerne en fait que la végétation naturelle et quasi naturelle. C'est pourquoi les rives sont en de nombreux endroits tondues à ras – où il n'y a pas de végétation, il n'y a rien à protéger ... Il serait intéressant de faire clarifier l'interprétation de M. Geisser en matière d'obligation de délimitation devant un tribunal. L'espace réservé aux cours d'eau est trop précieux pour continuer à être utilisé comme prairie riveraine ou même comme pâturage. Laisser prospérer une végétation naturelle ou quasi naturelle sur les rives constituerait un élément central d'une infrastructure (bleue et verte!) écologique.

Stefan Hasler  
Direktor VSA





## BAUSTART Entlastungsstollen

### AKTUELL | ACTUALITÉ

- 4 BAUSTART FÜR HOCHWASSER-ENTLASTUNGSSTOLLEN SIHL-ZÜRICHSEE**

### FORSCHUNG | RECHERCHE

- 6 QUAGGAMUSCHEL BREITET SICH AUS UND BEEINFLUSST DIE SEEÖKOSYSTEME**



### TITELSEITE

Wild Armaturen AG  
Tel. +41 (0)55 224 04 04  
[www.wildarmaturen.ch](http://www.wildarmaturen.ch)

Publireportage: S. 92



## GRUNDWASSERFLOHKREBSE Artenvielfalt im Tössgebiet

- 9 PROLOG:  
«FISCHE IM DAUERSTRESS»**  
Christoph Zemp, Awel Zürich

- 10 INTERVIEW:  
«WIR WOLLEN GRUNDLAGEN FÜR EIN GRUNDWASSERMANAGEMENT ENTWICKELN»**  
Mario Schirmer, Eawag  
Christian Moeck, CH-GNet

- 14 ERFASSUNG DER GRUNDWASSERFLOHKREBSE**  
Angela Studer et al.

- 20 STANDARDISIERTE BEFISCHUNG**  
Pascal Vonlanthen et al.

- 28 ZUM SCHUTZ KÄTELIEBENDER FISCHE**  
Adrian Aeschlimann

- 34 SCHUTZ DER UFERVEGETATION DURCH SCHUTZZONENPLANUNG**  
Gregor Geisser



**AQUA & GAS**  
102. Jahrgang / 102<sup>e</sup> année  
Eine Publikation des SVGW  
Une publication de la SSIGE  
[www.aquaetgas.ch](http://www.aquaetgas.ch)



## DER NATUR ABGESCHAUT «Beaver Dam Analogs»

### 38 DER NATUR ABGESCHAUT: «BEAVER DAM ANALOGS»

Silvan Minnig et al.

### 46 DIE INN-WIEDERBELEBUNG IM OBERENGADIN

Mario F. Broggi

### 52 SCHUTZ DER GEWÄSSERPERLEN

Beat Jordi

### 58 INSECTICIDES DANS LES EAUX DE SURFACE

Silwan Daouk et al.

### 68 TRANSPORT VON PFLANZENSCHUTZMITTELN

Daniele la Cecilia et al.

### 76 STOP AUX ÉGOUTS DANS LES COURS D'EAU

Fereidoun Khajehnouri et al.

### 84 GEP: FUNDIERTE AUSSENSICHT SOWIE ÜBER- ZEUGENDE SCHLÜSSE FÜR DIE NACHFÜHRUNG

Stefan Hasler



## GEWÄSSERPERLEN Neues Label als Schutzinstrument

### RUBRIKEN | RUBRIQUES

90 AGENDA

92 MARKTPLATZ

96 PRESSE

98 VORSCHAU | APERÇU | IMPRESSUM

116 STELLENMARKT

### MITTEILUNGEN | COMMUNICATIONS

99 SVGW | SSIGE

110 VSA

## IN KÜRZE | EN BREF



Durch den Boden versickerndes Regenwasser oder Flusswasser wird in kleinen Hohlräumen und Spalten im Gestein zurückgehalten und bildet das Grundwasser: Rund 80% des in der Schweiz gewonnenen Wassers – das sind 381 000 000 000 Liter pro Jahr – stammen aus Grund- und Quellwasser. Im Bild: Die Lützelquelle.



Am Weltwassertag 2022 bekamen Passantinnen und Passanten am Zürcher Hauptbahnhof etwas zu sehen, das ihren Augen sonst verwehrt ist: Die unter und über den Gleisen fliessende Sihl. Das 3D-Bodengemälde griff das Motto des Aktionstags auf: «Grundwasser – das Unsichtbare sichtbar machen». (©Robeco)

### GRUNDWASSER: AUS DEN AUGEN, ABER STETS IM SINN

Rund 80% des Trinkwassers werden in der Schweiz aus Grund- und Quellwasser gewonnen. Am diesjährigen Weltwassertag wurde das sonst verborgene Grundwasser gebührend in Szene gesetzt. Der SVGW, VSA, die schweizerische Gesellschaft für Hydrologie SGH sowie das Schweizer Grundwasser-Netzwerk CH-GNet setzen sich gemeinsam für den Schutz des unsichtbaren Schatzes ein.

Die Schweiz ist in der komfortablen Lage, über genügend Trinkwasserressourcen zu verfügen. Die Abwasserinfrastruktur ist hervorragend, und die Gewässerqualität hat sich in den letzten Jahrzehnten verbessert. Doch der Klimawandel sowie die Zunahme von Mikroverunreinigungen im Grundwasser sind grosse Herausforderungen für Gesellschaft, Politik und Umwelt.

### BESSERER SCHUTZ IST GEFORDERT

Grundwasser braucht besseren Schutz. Darin sind sich SGH, CH-GNet, SVGW und VSA einig. So sollen problematische Stoffe, die das Grundwasser belasten, nicht mehr eingesetzt werden dürfen. «Die Trinkwasserqualität in der Schweiz ist nach wie vor sehr gut», erklärt *Martin Sager*, Direktor des SVGW. «Die Wasserversorger sind aber über die zunehmende Belastung des Grundwassers besorgt. Als Branchenorganisation setzen wir uns daher für den nachhaltigen Schutz unserer Trinkwasserressourcen ein.»

Nicht nur als Trinkwasserquelle ist Grundwasser zentral, wie VSA-Direktor *Stefan Hasler* ergänzt: «Grundwasser speist zahlreiche Ökosysteme und Fließgewässer mit Wasser und ermöglicht damit erst das vielfältige Leben und schafft Naherholungsgebiete für uns.»

«Der Klimawandel beeinflusst zunehmend den Wasserkreislauf sowie die Verfügbar-

## BAUSTART FÜR HOCHWASSER-ENTLASTUNGSTOLLEN

keit von Grundwasser. Dabei ergibt sich zusätzlicher Nutzungsdruck aus neuen Ansprüchen wie landwirtschaftliche Bewässerung oder auch die Kühlung von Gebäuden», sagt Grundwasserfachmann *Adrian Auckenthaler*. «Dazu kommen die Belastungen durch verschiedenste Chemikalien», ergänzt Hasler. Insbesondere der Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft und in Privatgärten und Fassaden sowie auch zahlreiche Haushalt- und Industriechemikalien setzen dem Oberflächengewässer wie auch dem Grundwasser zu. Auch Stoffe aus Süssgetränken, Schmerzmitteln und Antiepileptika können nachgewiesen werden. Zunehmend Sorge bereiten die so genannten Per- und Polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS). PFAS sind in Outdoor- und Arbeitskleidung, Papier und Pizzakartons, Teppichen, Schmiermitteln sowie Baustoffe und Löschschäumen enthalten.

Die genannten problematischen Stoffe sind meist kaum mehr aus dem Wasser entfernbar. Es braucht deshalb Massnahmen, dass diese gar nicht erst ins Grundwasser gelangen.

### MASSNAHMEN, DIE WIRKEN

Um den Eintrag von besonders schwer abbaubaren Stoffen ins Grundwasser zu verhindern, muss die Ausscheidung von Zuströmbereichen als präventives Instrument vorangetrieben werden, wie es der bundesrätliche Massnahmenplan «sauberes Wasser» vorsieht.

Die Zulassung von Substanzen sollte die Langlebigkeit und Wassergängigkeit von Stoffen berücksichtigen und somit dazu beitragen, dass solche Stoffe nicht ins Grundwasser gelangen können.

Zudem braucht es einen aktiven Gewässerschutz – insbesondere eine einwandfrei funktionierende Siedlungs-entwässerung. Aktuell werden viele Kläranlagen mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe ausgerüstet, die auch Mikroverunreinigungen entfernt.

**Extreme Hochwasserspitzen der Sihl werden ab 2026 durch einen neuen Entlastungsstollen in den Zürichsee geleitet. Mit dem unterirdischen Bauwerk zwischen Langnau am Albis und Thalwil lassen sich schwere Überschwemmungen des unteren Sihltals und der Stadt Zürich verhindern.**



*Die Zürcher Stadtpräsidentin Corine Mauch, der Thalwiler Gemeindepräsident Märk Fankhauser, Regierungsrat Martin Neukom sowie Katrin Schneeberger, Direktorin des Bundesamtes für Umwelt, öffnen gemeinsam die Schleuse und lassen symbolisch Hochwasser aus der Sihl durch den Stollen in den Zürichsee fließen. Der Entlastungsstollen zwischen Langnau am Albis und Thalwil wird einen Innendurchmesser von 6,6 m aufweisen und rund 2 km lang sein. (©Baudirektion Kt. Zürich)*

Mit einem symbolischen Akt im Thalwiler Seebad Bürger I erfolgte Mitte März der Start zum Bau des Entlastungsstollens. Vor den geladenen Gästen öffneten *Katrin Schneeberger*, Direktorin des Bundesamtes für Umwelt, Regierungsrat und Baudirektor *Martin Neukom*, Stadtpräsidentin *Corine Mauch* sowie der Thalwiler Gemeindepräsident *Märk Fankhauser* gemeinsam die Schleuse eines mit Sihlwasser gefüllten Stücks Stollenröhre in Originalgrösse und liessen das Wasser in den Zürichsee fließen. So wurde symbolisch dargestellt, was dereinst die Aufgabe des Entlastungsstollens ist – nämlich Wasser der Sihl bei extremem Hochwasser in den Zürichsee abzuleiten.

Bei einem Extremhochwasser der Sihl sind das untere Sihltal und die Stadt Zürich akut überschwemmungsgefährdet. Die möglichen Schäden werden alleine für die Stadt Zürich auf bis zu 6,7 Milliarden

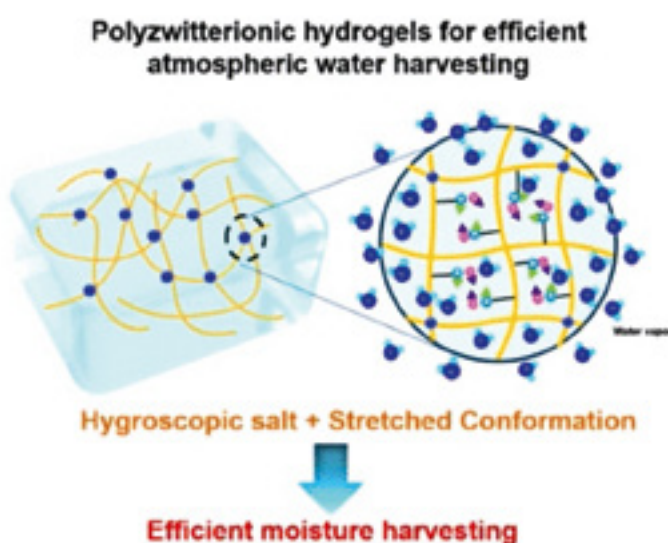
Franken geschätzt. Der Entlastungsstollen zwischen Langnau am Albis und Thalwil wird einen Innendurchmesser von 6,6 Meter aufweisen und rund zwei Kilometer lang sein. Die Bauzeit beträgt rund dreieinhalb Jahre, der Stollen soll 2026 in Betrieb gehen. Die Kosten für die Planung und den Bau des Entlastungsstollens und die begleitenden ökologischen Ersatzmassnahmen an der Sihl und am Zürichsee betragen rund 175 Millionen Franken.

Der Hauptinstallationsplatz für die Bauarbeiten befindet sich abseits des Siedlungsgebiets im Sihltal. Vom Einlaufbauwerk an der Sihl bei Langnau am Albis wird der Stollen mit einer Tunnelbohrmaschine in Richtung Zürichsee vorgetrieben. Er mündet in Thalwil, unmittelbar neben der Abwasserreinigungsanlage, in den See. Dort entsteht im Zuge der Bauarbeiten das Auslaufbauwerk.

## FELD UND LABOR



Nicht nur würde die Vergärung von Mist und Gülle die fossile Brennstoffe ersetzen, sie würde auch die Landwirtschaft klimafreundlicher machen. Für einen ökonomischen Betrieb einer Biogasanlagen sind die Hürden aber oft sehr hoch. (© ZHAW/Florian Rüschi)



Mit einem hygroskopischen Salz kann ein Hydrogel Trinkwasser aus trockener Luft extrahieren. Diese Form der Trinkwassergewinnung könnte in ariden Gebieten angewandt werden. Ein besonders «salzfreundliches» Hydrogel kann dabei die Quelleistung erhöhen. (© Wiley-VCH)

### MIST UND GÜLLE: UNTERNUTZTE ENERGIE-RESSOURCEN

Auch wenn's stinkt: Kot und Urin von Kühen im Stall sind wertvolle Rohstoffe. «Aber kaum etwas davon wird energetisch genutzt», sagt *Vanessa Burg* von der eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. Burg ist Mitautorin eines White Papers, das die neuesten Forschungserkenntnisse zur energetischen Nutzung von Hofdünger aufbereitet, damit die Praxis sie anwenden kann. Die Nutzung von Hofdünger für energetische Zwecke in der Schweiz könnte viel grösser sein, als sie heute ist. Derzeit kommen auf 40 000 Landwirte in der Schweiz nur 110 Hofdünger-Vergärungsanlagen, die insgesamt 1440 Terajoule Energie in Form von Methangas bereitstellen. Das entspricht etwa 1,2 Prozent des landesweiten Gasverbrauchs. Das Potenzial ist noch extrem gross, so das Fazit der Autorinnen und Autoren. Nachhaltig möglich wären 27 000 Terajoule. Wieso nicht mehr Mist und Gülle vergoren wird, liegt an den ökonomische Hürden: hohen Anfangsinvestitionen, zu tiefe Energiepreise und die komplizierte Logistik, um eine Bioanlage zu betreiben.

### TRINKWASSER AUS DER LUFT

Hydrogele sind Quellwunder: Sie saugen zuverlässig Wundwasser aus Schürfnungen und halten Urin von Babyhaut fern. Hydrogele können ein Vielfaches ihres Gewichts an Wasser aufnehmen und speichern. Der Materialwissenschaftler *Guihua Yu* und sein Team an der University of Texas in Austin haben nun ein besonders «salzfreundliches» Hydrogel entwickelt. Wie ihre Arbeit zeigt, entfaltet dieses Gel zusammen mit einem hygroskopischen Salz eine stark wasserentziehende und -speichernde Wirkung. Dem Team gelang es, mit diesem Gel in 24 Stunden fast sechs Liter reines Wasser pro Kilogramm Material aus einer Luft mit 30% Luftfeuchte zu extrahieren.

Lizenz für Pamela Bauer, p.bauer@hagenbucher.ch  
TMH Hagenbucher AG, Zürich



# QUAGGAMUSCHEL BREITET SICH AUS UND BEEINFLUSST DIE SEEÖKOSYSTEME

**Neue Daten und ein Faktenblatt liefern Einblick in die problematische Verbreitung der invasiven Quaggamuschel in der Schweiz. Die Autorinnen und Autoren befürchten, dass die aggressive Ausbreitung der Muschelart die Seeökosysteme wesentlich belasten wird.**

Auf der ganzen Welt zählen invasive Arten zu den wichtigsten Gründen für den Rückgang der Artenvielfalt in Ökosystemen. Eine dieser invasiven Arten, die sich derzeit in Schweizer Gewässern breitmacht, ist die Quaggamuschel (*Dreissena bugensis*). Sie stammt ursprünglich aus dem Schwarzmeerraum und ist mittlerweile in grossen Teilen Europas und Nordamerikas verbreitet. Zusammen mit der Zebamuschel (*Dreissena polymorpha*) gilt sie als eine der aggressivsten invasiven Arten.

## VERBREITUNG IN DER SCHWEIZ

Seit ihrem ersten Nachweis in der Schweiz 2014 im Rhein bei Basel breitet sich die Quaggamuschel rasant in der Schweiz aus, wie ein Team um *Linda Haltiner* vom Wasserforschungsinstitut Eawag und *Hui Zhang* von der Universität Konstanz nachweisen konnte. Gefunden wurde sie bereits in den folgenden Seen: Genfersee, Bodensee, Neuenburgersee, Bielersee, Lac Hongrin und Murtensee.

Die Tiere verbreiten sich entweder natürlicherweise, indem sie im Larvenstadium in der Strömung schweben und so stromabwärts getrieben werden. Im Ballast-, Bilgen- oder Motorenkühlwasser von Schiffen und Freizeitbooten, die in verschiedenen Gewässern verwendet werden, werden die Larven aber auch unbeabsichtigt durch den Menschen verschleppt. Die erwachsenen Muscheln kleben sich zudem an Booten und anderen Gegenständen fest: Werden diese nicht gereinigt oder gut getrocknet, bevor sie in anderen Gewässern zu Wasser gelassen werden, verbreiten sich die Muscheln auch auf diese Weise. Gemäss den Forschenden zeigt dies das Risiko für noch unbesiedelte Gewässer auf.

## VERBREITUNG IM BODENSEE

Hat die Quaggamuschel ein Gewässer befallen, dominiert sie dieses mit einschneidenden Folgen. Dies zeigt auch ihre rasche Ausbreitung im Bodensee, wo sie erstmals 2016 nachgewiesen wurde. Bereits 2017 war sie in allen Seeteilen zu finden und ihre Verbreitung in der Flachwasserzone nimmt seither kontinuierlich zu. Sie besiedelt den See auch bereits bis in grosse Tiefen.

Ein neues Faktenblatt, das im Rahmen des von der Eawag geleiteten Forschungsprojekts «SeeWandel» entstanden ist, fasst zusammen, warum sich die Quaggamuschel so schnell und weit im Bodensee verbreitet und was mögliche Folgen für das See-Ökosystem sein könnten.

## FOLGEN FÜR DIE ÖKOSYSTEME UND DIE GESELLSCHAFT

Gemäss *Piet Spaak*, Eawag-Forscher und Leiter des *SeeWandel*-Projekts, bleibt noch offen, welche Konsequenzen die Quaggamuschel für die betroffenen Voralpen- und Alpenseen im Detail haben wird. Er sagt: «Anhand Beobachtungen, die wir aus Nordamerika haben, befürchten wir, dass die Präsenz der Quaggamuschel einschneidende Folgen für unsere Seeökosysteme haben wird und diese möglicherweise aus dem Gleichgewicht bringt.» Mögliche Folgen könnten sein:

- Rückgang des Planktons, da die Muscheln grosse Mengen Phytoplankton filtrieren
- Zunahme der Sichttiefe durch den Rückgang des Planktons
- Nährstoffzunahme am Seegrund und -abnahme im Freiwasser, da die Muscheln in Bodennähe leben
- Veränderung der Artengemeinschaften und des Nahrungsnetzes



Die Quaggamuschel fühlt sich im Wasser auf fast allen Oberflächen wohl: hier auf Trägern der Seebühne Bregenz.  
(©Thomas Blank, Abteilung Wasserwirtschaft Vorarlberg)

- Rückgang von Fischbeständen aufgrund des veränderten Nahrungsnetzes
- Muschelschalen im Uferbereich
- Erhöhter Wartungsaufwand und Kosten für Rohre für Wasserentnahmen, Boote, Fischernetze etc.

## MANAGEMENT UND MASSNAHMEN

Am wichtigsten ist die Verhinderung der Weiterverbreitung: Gewässer, die noch nicht betroffen sind, sollten bestmöglich vor einer Einschleppung der Muschel geschützt werden. Zum Beispiel mit Sensibilisierungskampagnen oder mit einer Reinigungspflicht für Boote, die vorher auf einem anderen Gewässer verwendet wurden. Wichtig ist auch ein regelmässiges und einheitliches Monitoring.

## SEEWANDEL

Sieben Forschungseinrichtungen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz arbeiten im Projekt *SeeWandel* eng zusammen. Sie untersuchen die komplexen Wechselwirkungen zwischen Nährstoffrückgang, Klimawandel, invasiven und gebietsfremden Arten sowie anderen Stressfaktoren. Sie erforschen, wie diese Faktoren das Ökosystem Bodensee, seine Biodiversität und Funktionsweise beeinflussen und welche Auswirkungen das hat für die Nutzung des Sees durch die Menschen.

HINNI INNOVATION

# Manipulationsüberwachung mit Storz-connect

**Hinni**  
Infra Services



**Der Hinni Storz-connect meldet sekundenschnell Manipulationen an der Verschlusskappe oder Veränderung der Lage des Hydranten.**

- nachrüstbar für alle Storz 55 und 75
- Alarm und Kartenvisualisierung direkt auf Mobilgerät
- Daten und Zugriff durch DBH gesichert
- Funknetz: LoRaWAN Certified<sup>CM</sup>



Manipulation



Veränderung der Lage

Neugierig?  
Wir freuen  
uns auf Ihren  
Besuch.

**aqua  
pro**

Stand 50/38

Lizenz für Pamela Bauer, [p.bauer@hagenbucher.ch](mailto:p.bauer@hagenbucher.ch)  
TMH Hagenbucher AG, Zürich

**BKW**  
INFRA  
SERVICES

## FISCHE IM DAUERSTRESS POISSONS SOUMIS À UN STRESS PERMANENT

Insgesamt 213 Einsätze wegen Gewässerverschmutzungen verzeichnete das Zürcher Gewässerschutzpikett im vergangenen Jahr. Die Einsätze haben sich damit auf hohem Niveau stabilisiert. Erfreulicherweise ist aber nur in rund 15 Fällen pro Jahr ein Fischsterben zu verzeichnen – auch diese Zahl ist über die letzten Jahre konstant geblieben. Allerdings müssen bei diesen Fällen immer weniger tote Fische eingesammelt werden. Was auf den ersten Blick positiv erscheint, zeigt in der Entwicklung eine auffällige Übereinstimmung mit den Fischfangzahlen in den Fliessgewässern. Seit Ende der Achtzigerjahre nehmen die Fischbestände in den Bächen und Flüssen im Kanton Zürich kontinuierlich ab. Verursacht werden dürfte diese Entwicklung durch eine Vielfalt von Stressoren. Neben der Lebensraumqualität ist sicherlich die Wasserqualität, zunehmend aber auch die Wassertemperatur von entscheidender Bedeutung.

Die Vielfalt der Massnahmen zur Verbesserung unserer Fliessgewässer als Lebensraum für Tiere und Pflanzen ist gross. Die Entwässerung von Strassen und Siedlungen wird seit Jahrzehnten optimiert. Abwasserreinigungsanlagen werden ausgebaut und für die Elimination von Mikroverunreinigungen ausgerüstet. Der Eintrag von Pestiziden aus der Landwirtschaft wird reduziert, der Gewässerraum gesichert sowie Bäche und Flüsse revitalisiert. Wasserkraftanlagen müssen saniert, Restwassermengen erhöht und der Geschlebetrieb reaktiviert werden. Diese Massnahmen greifen bereits oder werden in den nächsten Jahren zum Tragen kommen. Die Fische wird es freuen.


Steigende Wassertemperaturen, Sommertrockenheit und Winterhochwasser hingegen sind für die Fische in unseren Gewässern ein zunehmendes Problem und können sich zur existenziellen Bedrohung entwickeln. Klimabedingte Veränderungen werden zu prägenden Faktoren für die Gewässer als Lebensraum für Tiere und Pflanzen. Massnahmen gegen die Klimaveränderung sprengen die Grenzen des Gewässerschutzes und stellen eine Herausforderung für die gesamte Gesellschaft dar. Hitzestress und Trockenheit betrifft uns alle – nicht nur die Fische.

Le service de piquet de la protection des eaux de Zurich est intervenu 213 fois au total l'année dernière en raison de pollutions des eaux. Le nombre d'interventions s'est ainsi stabilisé à un niveau élevé. Heureusement, on n'observe une mortalité des poissons que dans environ 15 cas par an, un chiffre qui reste lui aussi constant au fil des ans. Cependant, le nombre de poissons morts collectés ne cesse de baisser lors de ces événements. Ce qui semble de prime abord positif présente une corrélation frappante avec l'évolution du nombre de captures de poissons dans les cours d'eau. Depuis la fin des années huitante, les populations de poissons des ruisseaux et des rivières du canton de Zurich ne cessent de diminuer. Cette évolution s'expliquerait par une multitude de facteurs de stress. Outre la qualité de l'espace de vie, ce sont assurément la qualité de l'eau, mais aussi sa température qui jouent un rôle majeur. Il existe toute une palette de mesures destinées à améliorer nos cours d'eau en tant qu'espaces de vie de la faune et de la flore. L'évacuation des eaux des routes et des zones urbaines a été optimisée depuis des décennies. Les stations d'épuration des eaux usées sont développées et équipées pour éliminer les micropolluants. Les apports en pesticides de l'agriculture sont réduits, l'espace réservé aux cours d'eau est sécurisé et les ruisseaux et rivières sont revitalisés. Les centrales hydroélectriques doivent être assainies, les quantités d'eau résiduelle augmentées et le charriage réactivé. Ces mesures sont déjà mises en œuvre, ou le seront au cours des prochaines années. Pour le plus grand bonheur des poissons.

La hausse des températures de l'eau, la sécheresse estivale et les crues hivernales constituent par contre un problème croissant pour les poissons de nos cours d'eau et peuvent même menacer leur existence. Les changements climatiques deviennent des facteurs marquants pour les cours d'eau en tant qu'espaces de vie des plantes et animaux. Les mesures de lutte contre le changement climatique dépassent largement les limites de la protection des eaux et constituent un défi pour la société dans son ensemble. Le stress lié à la chaleur et la sécheresse nous concernent tous, pas uniquement les poissons.



Christoph Zemp  
Amtschef, Amt für Abfall, Wasser,  
Energie und Luft AWEL Zürich



**M. SCHIRMER, C. MOECK: «WIR WOLLEN GRUNDLAGEN FÜR EIN GRUNDWASSERMANAGEMENT ENTWICKELN»**

«Grundwasser – das Unsichtbare sichtbar machen», war das Motto des diesjährigen Weltwassertages. Es könnte auch das Motto des Schweizer Grundwasser-Netzwerks, kurz CH-GNet, sein, das im Frühjahr 2020 ins Leben gerufen wurde und derzeit von der Eawag finanziert wird. Die Aufschaltung der CH-GNet-Website im Februar dieses Jahres war ein wichtiger Schritt für die neue Austausch-, Informations- und Vernetzungsplattform. Über die weiteren Pläne und Ziele sprechen Eawag-Forscher und Mitinitiant des Netzwerks Mario Schirmer und der Verantwortliche für CH-GNet Christian Moeck im Interview.

Margarete Bucheli (Fotos: Eawag)

**Herr Schirmer, Herr Moeck, sie sind daran, das Schweizer Grundwasser-Netzwerk CH-GNet aufzubauen. Was sind Ihre Beweggründe hierfür und welche Ziele verfolgen Sie damit?**

In der Schweiz sind wir es gewohnt, dass qualitativ einwandfreies Grundwasser in ausreichender Menge vorhanden ist und gewonnen werden kann. Dies ist heute jedoch nicht mehr selbstverständlich, denn die Grundwasservorkommen sind zunehmend verunreinigt und Trockenphasen werden häufiger und länger. Während solcher klimatischen Ereignisse kann es lokal bis regional, zeitlich begrenzt zu Wasserknappheit kommen.

**«CH-GNet bietet eine Plattform, um den Austausch zwischen Praxis, Vollzug und Wissenschaft zu fördern und Forschungsprojekte zur Lösung grundwasserrelevanter Probleme gemeinsam zu initiieren.»**

Um hydrogeologische Fragen und Herausforderungen unter dem Druck neuer Entwicklungen zu erfassen, Lösungen und Massnahmen zu erarbeiten und diese umzusetzen, besteht ein grosser Bedarf an einem kontinuierlichen Kompetenzaufbau, fachlicher Begleitung und einem reibungslosen schweizerweiten Austausch zwischen Forschung und verschiedenen Interessengruppen. Mit dem Ziel, dazu einen wesentlichen Beitrag zu leisten, wurde das Netzwerk CH-GNet geschaffen. Es

bietet eine Plattform für den Austausch zwischen Praxis, Vollzug und Wissenschaft. CH-GNet hilft dabei, interdisziplinäre Forschungsprojekte zur Lösung grundwasserrelevanter Probleme zu initiieren und gemeinsam zu bearbeiten, indem es Forschende aus verschiedenen Fachgebieten und Praxispartner zusammenbringt und Kooperationen zwischen ihnen stärkt. Auf diese Weise kann das Netzwerk Behörden, Wasserversorger und andere externe Partner in Entscheidungsprozessen unterstützen. Kurz zusammengefasst ist das Ziel von CH-GNet, ein funktionsfähiges Schweizer Netzwerk zum Thema Grundwasser aufzubauen, das die Zusammenarbeit zu Fragen und Herausforderungen rund ums Grundwasser fördert.

**Wie ist das Netzwerk aufgebaut und welche Partner sind daran beteiligt?**

Das oberste Organ des Netzwerks ist das Lenkungsgremium/Beirat. Dieses Gremium ist zuständig für die Festlegung der grundlegenden strategischen Ausrichtungen des Netzwerks. Der Beirat setzt sich mit *Michael Sinreich, Daniel Hunkeler, Rolf Meier, Rik Eggen* und *Adrian Auckenthaler* aus Vertretern des BAFU, der Universität Neuchâtel, des SVGW, der Eawag, des Kantons Baselland und der Schweizer Gesellschaft für Hydrogeologie (SGH) zusammen. Es wurden bewusst Vertreter aus der Praxis, aus dem Vollzug, von Bundes- und Kantonsbehörden, aus der Forschung und aus Fachvereinigungen einbezogen,

damit verschiedene Themen, Blickwinkel und Einschätzungen der Prioritäten einfließen. Zu bestimmten Themenbereiche gibt es zusätzlich Leitungsteams. Ein Leitungsteam besteht aus Vertretern des Beirats sowie weiteren Personen und Gremien, die bei spezifischen Fragestellungen unterstützen. Diese beraten und kooperieren in Bezug auf grundwasserrelevante Fragen und bringen ihr Fachwissen und Aspekte aus assoziierten Disziplinen, wie Hydrologie, Bodenwissenschaften, Ökologie, Ingenieur- und Sozialwissenschaften, in das Netzwerk ein.

**An der Eawag beschäftigen sich mehrere Forschungsgruppen der Abteilung «Wasserressourcen und Trinkwasser» mit der Grundwasser-Thematik. Auch ist das Kompetenzzentrum Trinkwasser an der Eawag angesiedelt. Wie ist CH-GNet hier eingebettet?**

CH-GNet tauscht sich mit den verschiedensten Forschungsabteilungen aus und profitiert vom Know-how und der fachlichen Unterstützung der Eawag, aber natürlich auch externer Institutionen. Konkret findet an der Eawag ein enger Austausch mit der Abteilung «Wasserressourcen und Trinkwasser», insbesondere mit der Gruppe «Hydrogeologie» sowie mit den Forschungsgruppen «Trinkwasserchemie», «Schadstoffhydrologie», «Umweltisotope» und «Umweltprozesse im Untergrund», statt. Auch mit der Abteilung «Umweltchemie» und der Abteilung «Siedlungswasserwirtschaft» findet ein Wissensaustausch statt. Da wir selbst einige Jahre mit dem Kompetenzzentrum Trinkwasser im Projekt «Regionale Wasserversorgung Basel-Landschaft 21» zusammengearbeitet haben, besteht auch hier ein enger Kontakt und Austausch.

**Und wie sieht es mit Kooperationen mit externen Partnern aus?**

Ganz klar, CH-GNet beschränkt sich keineswegs nur auf die Zusammenarbeit innerhalb der Eawag, sondern es gibt auch einen regen Austausch mit externen Institutionen, beispielsweise mit dem CHYN, dem *Centre d'Hydrogéologie et de Géothermie de l'Université de Neuchâtel*. Durch die enge Zusammenarbeit mit dem Neuenburger Forschungszentrum ist eine starke Einbindung der Westschweiz gewährleistet. Zusätzlich zum fachlichen Austausch gibt es über die sogenannten Observatorien gemeinsame Forschungsprojekte. Überdies beteiligt sich CH-GNet an der *PhD School Water Earth Systems*, die von der Universität Neuenburg organisiert wird. So sollen hochqualifizierte Forscher ausgebildet werden, die modernste Forschungsansätze beherrschen und in der Lage sind, innovative Forschung in einem multidisziplinären Kontext durchzuführen. Zudem bringt dieses Doktorandenprogramm Forschungsgruppen mit komplementärem Fachwissen aus verschiedenen Institutionen in der Schweiz zusammen. Neben dem CHYN und der Eawag gehören zu diesen die Universitäten Basel, Bern und Lausanne.

**«Durch die enge Zusammenarbeit mit dem Neuenburger Forschungszentrum CHYN ist eine starke Einbindung der Westschweiz gewährleistet.»**

**Wie wollen Sie die für CH-GNet gesteckten Ziele erreichen?**

CH-GNet will die Ergebnisse praxisorientierter Forschung bündeln und daraus abgeleitete Lösungen und Massnahmen



Der Chriesbach in Dübendorf ist für Forschende der Eawag ein naheliegendes Untersuchungsgebiet. Hier befindet sich auch eines der sieben hydrogeologischen Observatorien des CH-GNet-Netzwerks.

## INFORMATIONEN



Mario Schirmer leitet die Forschungsgruppe «Hydrogeologie» innerhalb der Eawag-Abteilung «Wasserressourcen & Trinkwasser». Er ist zudem ausserordentlicher Professor am Centre d'hydrogéologie et de géothermie (CHYN) der Universität Neuenburg. Als Mitinitiant und Vertreter der Eawag ist Mario Schirmer Mitglied des Lenkungsremiums/Beirats des Netzwerks CH-GNet.



Christian Moeck promovierte am CHYN der Universität Neuenburg und war anschliessend Postdoktorand an der Eawag in der Forschungsgruppe «Hydrogeologie». Nachdem er bei der Nagra (Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle) als Projektleiter tätig war, ist er nun seit Frühjahr 2020 für das Netzwerk CH-GNet verantwortlich.

Weiterführende Informationen zum Grundwasser-Netzwerk sind auf der CH-GNet-Website zu finden: [www.swissgroundwaternetwork.ch/](http://www.swissgroundwaternetwork.ch/)



präsentieren. So soll die Sichtbarkeit der verschiedenen Aktivitäten rund ums Grundwasser erhöht werden. Zudem soll der Austausch zwischen den verschiedenen Interessengruppen noch effizienter gestaltet werden. Daran wird einerseits laufend im Rahmen eines Vier-Säulen-Modells gearbeitet. Dieses umfasst die Säulen: Observatorien, Forschung, Lehre sowie Beratung und Unterstützung von Politik, Vollzug, Wirtschaft, Praxis und Gesellschaft. Andererseits wollen wir eine Vordenkerrolle einnehmen, indem aktuelle, aber auch mögliche zukünftige relevante Themenbereiche identifiziert und in Pilotstudien bearbeitet werden.

**Ein wichtiges Standbein von CH-GNet ist die Verbreitung von Wissen rund ums Thema Grundwasser. Was ist hier konkret geplant respektive welche ersten Schritte wurden schon gemacht?**

Es finden verschiedenste Aktivitäten statt. Zum Beispiel wird CH-GNet regelmässig Webinare zu verschiedenen Themen anbieten. Die Webinare sollen den Austausch fördern und über aktuelle Studien und Entwicklungen informieren. Dabei sollen sowohl kritische Punkte als auch bestehende Lücken an-

gesprochen werden. Ziel ist, ein gemeinsames Problemverständnis zu entwickeln. Für dieses Jahr ist eine Webinar-Reihe zum Thema «Grundwasserschutz in der Schweiz: Zusammenspiel von Landwirtschaft, Wasserversorgung, Forschung, Kantonen und Behörden» geplant, beginnend im April.

Weiter konnten wir für Anfang 2023 ein Themenheft «Grundwasser und Landwirtschaft» in der Zeitschrift Grundwasser initiieren. Manuskripte können bis Ende Juni 2022 eingereicht werden. Gemeinsam mit Kollegen aus Deutschland vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) betreuen wir das Themenheft als Gasteditoren. Auch haben wir im März erfolgreich einen ersten Peak-Kurs (praxisorientierten Eawag-Kurs) angeboten.

Darüber hinaus beteiligt sich CH-GNet mit Partnern aus dem Vollzug und aus der Praxis - Wasserversorger sowie Ingenieur- und Beratungsbüros - an Positionspapieren, die kritische Punkte wie auch kontrovers diskutierte Themen und deren Entwicklung umfassend aus verschiedenen Blickwinkeln betrachten. Mit diesen Artikeln wollen wir einen Beitrag dazu leisten, die Lücke zwischen Praxis, Vollzug und Wissenschaft zu schliessen und notwendige Entwicklungen anzustossen. Bisher wurde ein Positionspapier zum Thema Digitalisierung im Grundwassermanagement erarbeitet und auf der CH-GNet-Website hochgeladen. Darin wird eine Echtzeit-Online-Methode zur Beurteilung der künstlichen Grundwasseranreicherung und Grundwasserentnahme beschrieben. Ein zweites Positionspapier ist in Vorbereitung. Die Zusammenfassung ist bereits auf der CH-GNet-Website zu finden und das gesamte Dokument wird als Artikel in der *Aqua & Gas*-Juliausgabe veröffentlicht. Der Titel dieses zweiten Positionspapiers lautet: Grundwassermodellierung - Vorteile einer Quantifizierung der Unsicherheit.

**Welches Thema wurde in dem erwähnten PEAK-Kurs behandelt? Was ist für weitere Weiterbildungsveranstaltungen vorgesehen?**

Hier wurde für hydrogeologisch interessierte Fachleute und Laien, die sich mit Zeitreihenanalyse von Grundwasser- und Umweltdaten eine ausgereifte Methode samt Werkzeugen zur Verfügung gestellt, sodass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer anschliessend eigenständig diese Methode verwenden können. Ausserdem behandelte der Kurs Fragestellungen rund um die Interaktionen zwischen Oberflächengewässern und Grundwasser, die Nutzung von Edelgasen als Tracer, passive Charakterisierung des Untergrunds aufgrund von Erd- und atmosphärischen Gezeiten und schliesslich die zeitlich hoch aufgelöste *in-situ*-Überwachung von Pestiziddynamiken. Die Teilnehmenden erhielten einen Überblick über die neuesten Entwicklungen in der Analytik und Auswertung von Grundwasser- und Umweltdaten. Alle Kurse, Tagungen, Workshops usw., die von CH-GNet oder Partnern, aber auch durch Institutionen im benachbarten Ausland organisiert werden, werden auf der CH-GNet-Website angekündigt.

**Ein weiteres Element des Netzwerks sind «Hydrogeologische Observatorien», die auch schon angesprochen wurden. Was ist darunter zu verstehen?**

Der Bedarf, Ergebnisse, Protokolle, Infrastruktur, Feld- und Testausrüstung und vor allem auch hydrogeologische Daten auszutauschen, ist gross. Hierbei kommen die hydrogeologischen

Observatorien ins Spiel. Sie werden eine Schlüsselrolle einnehmen, um aktuelle und zukünftige grundwasserrelevante Themen bearbeiten zu können. Bei den Observatorien handelt es sich um hydrogeologische Langzeituntersuchungsgebiete. Aktuell gehören sieben dazu: Chriesbach (Dübendorf), oberes Emmental, Fehraltorf, Hardwald, Kappelen, Rietholzbach (im Kanton St. Gallen) und Thur. Sie ergänzen sich gegenseitig, was die Geologie des Gebiets, die Nutzung und die wissenschaftlichen sowie praxisorientierten Zielsetzungen der Messungen betrifft.

Grundsätzlich sind die Untersuchungsgebiete gut und umfassend für hydraulische und chemische Langzeitbeobachtungen des Grundwassers ausgestattet. Die Langzeitbeobachtungen werden respektive sollen durch Feldexperimente und weitergehende Untersuchungen ergänzt werden. Wir wollen die Informationen zu den Observatorien und aus den dort laufenden Untersuchungen auf der CH-GNet-Website bündeln. Ziel ist, dass Synergien geschaffen werden, um künftig gemeinsame Experimente verschiedener Forschungsgruppen zu fördern. Überdies können die Observatorien dabei unterstützen, Studierende auszubilden. Forschungsgruppen haben die Möglichkeit, verschiedene Gebiete und Ansätze praktisch zu demonstrieren, die «echten» Arbeitsbedingungen mit Grundwasser vorzuführen und die vorhandene Infrastruktur zu nutzen, aber auch die neusten technischen Untersuchungs- und Modellierungsansätze anzuwenden.

#### **Welche dieser Observatorien sind speziell für Wasserversorger interessant?**

Hier sind die Observatorien an der Thur und an der Emme sowie das Hardwald-Observatorium zu nennen. Bei allen dreien wird Grundwasser für die Produktion von Trinkwasser entnommen. Überdies spielt bei diesen die künstliche Grundwasseranreicherung - entweder durch induzierte Uferfiltration bei flussnahen Fassungen oder durch künstliche Infiltration wie im Hardwald - eine zentrale Rolle. An der Thur kann zudem auch der Einfluss von Revitalisierungsmassnahmen aufs Grundwasser angeschaut werden.

#### **Verschiedene Themen, wie Modellierung und Vorhersagen, Klimawandel, Digitalisierung usw. stehen zurzeit ganz oben auf der Tagesordnung und sind auch für die Ressource Grundwasser relevant. Was beschäftigt Sie im Bereich der Grundwassermodellierung?**

Der Einsatz von Methoden der Zeitreihenmodellierung wird immer beliebter, um eine erste Einschätzung des Grundwassersystems zu erhalten. Die Methoden können zur Lösung von Grundwasserproblemen eingesetzt werden, ohne dass ein aufwendiges numerisches Grundwassermodell erstellt werden muss. CH-GNet verwendet gemeinsam mit Kollegen der Universität Graz Zeitreihenmodelle zur Simulation von historischen Grundwasserständen, um darauf aufbauend Vorhersagen zu Wasserständen zu machen. Ausserdem wenden wir Zeitreihenmodellen an, um Datenlücken der Grundwasserstände innerhalb von Sekunden aufzufüllen. Auch lässt sich so der Einfluss von Grundwasserentnahmemengen, von Variationen im Flusswasserstand oder in den klimatischen Bedingungen quantifizieren. In einer anderen Studie wenden wir die Zeitreihenmodelle zum Verständnis der Grundwasserdynamik in der Schweiz an. Dafür wurden insgesamt 30 Grundwassermessstellen aus dem Datensatz der

Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA ausgewählt, an denen Grundwasserdynamiken samt den Auswirkungen der Schneeschmelze, Grundwasserneubildung und Klimasensitivitäten untersucht werden sollen. Die Standorte decken ein breites Spektrum an Höhenlagen ab, mit alpinen Grundwasserleitern (max. 1700 m ü. M.) im Südosten und grossen alluvialen Grundwasserleitern im Norden (min. 277 m ü. M.).

#### **Welche Aspekte stehen bei der Frage der Digitalisierung im Zentrum?**

Im Grundwasserschutz, aber auch im Grundwassermanagement nimmt die Digitalisierung und effiziente Datenerhebung sowie die Auswertung eine wichtige Rolle ein. Ein erhebliches Potenzial der Digitalisierung im Bereich Grundwasserbeobachtung liegt noch brach; oft wird nur ein geringer Teil der vorhandenen Daten genutzt. Dabei handelt es sich nicht nur um die Nutzung neuer Messgeräte, Server und Logger oder Software-Werkzeuge, sondern wie die erhobenen Daten genutzt werden, sodass in (Quasi-)Echtzeit Messungen und Auswertung durchgeführt und darauf abgestützt Massnahmen ergriffen werden können. Hier wollen wir Entwicklungen vorantreiben und Möglichkeiten einer effizienteren Nutzung und Datenübertragung aufzeigen.

**«Ein erhebliches Potenzial der Digitalisierung im Bereich Grundwasserbeobachtung liegt noch brach; oft wird nur ein geringer Teil der vorhandenen Daten genutzt.»**

#### **Und beim Thema Klimawandel: Welchen Fragen wollen Sie im Rahmen von CH-GNet nachgehen?**

Einerseits wollen wir mit den entwickelten Methoden - wie z. B. den Zeitreihenmodelle - Gebiete identifizieren, die eine grosse Klimasensitivität aufweisen. Es geht also darum, Gebiete auszumachen, die vom Klimawandel langfristig betroffen sein werden. Andererseits wollen wir auch mithilfe der Kombination der angesprochenen Modelle und der Digitalisierung in der Grundwasserbeobachtung Vorhersage-Werkzeuge entwickeln, sodass (quasi) in Echtzeit die Wasserverfügbarkeit und die Entwicklung für die nächsten Wochen beurteilt werden können. Auch untersuchen wir den Zusammenhang zwischen Wasserverfügbarkeit und der Möglichkeit einer künstlichen Grundwasseranreicherung an ausgewählten Gebieten. Dieses sind die Grundlagen für ein effektives Grundwassermanagement.

#### **Welche weiteren Themen wollen Sie behandeln?**

In der Umwelt und in unseren Gewässern ist Plastikmüll vorhanden. In einer Untersuchung des Amtes für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) im Kanton Zürich konnte allerdings im Grund- und Trinkwasser kein Mikroplastik nachgewiesen werden. Ob dies jedoch für alle Gebiete der Schweiz ebenfalls zutrifft, ist immer noch ein offener Punkt. CH-GNet will daher mit nationalen und internationalen Partnern an verschiedenen Standorten in der Schweiz untersuchen, ob Mikroplastik ins Grundwasser gelangen kann. Zudem dreht sich ein aktuelles Kooperationsprojekt von Eawag und Wasserversorgung Zürich um das Verhalten von Nanoplastik bei der Trinkwasseraufbereitung. Ein weiteres zentrales, hochaktuelles Thema, das wir in nächster Zeit angehen werden, ist das Thema der Zuströmbereiche.

# ERFASSUNG DER GRUNDWASSERFLOHKREBSE

## STUDIE ZUR ARTENVIELFALT UND VERBREITUNG IM EINZUGSGEBIET DER TÖSS

Erstmals wurde die Verbreitung und Artenvielfalt der Grundwasserflohkrebse im Einzugsgebiet der Töss, unter Einbezug von Bürgerwissenschaft, räumlich hoch aufgelöst untersucht. Bei der durch die Eawag und die Universität Zürich durchgeführten Studie wurden vier in dieser Region bisher noch nicht nachgewiesene Arten gefunden. Auch konnte gezeigt werden, dass die Daten zur Fundwahrscheinlichkeit, die von Wasserversorgungen erhoben wurden, mit denen von Forschenden vergleichbar sind.

Angela Studer; Mara Knüsel\*, Eawag & Universität Zürich  
Roman Alther; Samuel Hürlemann, Eawag  
Florian Altermatt, Eawag & Universität Zürich

### RÉSUMÉ

#### AMPHIPODES DES EAUX SOUTERRAINES DANS LA RÉGION DE TÖSS: ÉTUDE SPATIALE DE LA RÉPARTITION ET DE LA DIVERSITÉ DES ESPÈCES

Les eaux souterraines constituent un habitat pour de nombreuses espèces, dont la répartition n'est la plupart du temps que locale. La diversité de ces espèces est peut-être également importante pour la qualité de l'eau. Malgré cela, les organismes des eaux souterraines n'ont été que mal étudiés et protégés en Suisse. Les amphipodes constituent un groupe important d'organismes qui présentent une diversité d'espèces élevée et se situent en bout de chaîne alimentaire dans les eaux souterraines. En intégrant la science citoyenne, le 1<sup>er</sup> objectif a été d'étudier la répartition et la diversité des amphipodes dans le bassin hydrologique de la Töss. N'ayant pas été entièrement recouverte par les glaces pendant la dernière période glaciaire, on espérait y trouver une plus grande diversité d'espèces que dans d'autres régions de la Suisse. Au total, 7 espèces d'amphipodes des eaux souterraines ont été trouvées, ce qui représente 33% des espèces connues en Suisse. C'est dans ce contexte qu'a été créée la carte la plus détaillée de Suisse sur la distribution et la diversité des amphipodes des eaux souterraines. De manière surprenante, jusqu'à 4 espèces différentes d'amphipodes ont été identifiées dans certains points de captage. Mais les interactions potentielles entre espèces

### EINLEITUNG

Grund- und Quellwasser decken 80% des Schweizer Trinkwasserbedarfs [1]. Das Wasser aus den Tiefen ist meist so rein, dass eine minimale Aufbereitung ausreicht, um es als Trinkwasser zu nutzen [2]. Die Trinkwasserqualität wird regelmässig von den Wasserversorgungen der Gemeinden kontrolliert. Dabei werden chemische, physikalische und mikrobielle Eigenschaften gemessen, wobei der Fokus auf der Wassergüte liegt [2]. Bisher weitestgehend unbekannt sind die über die Mikroben hinausgehenden biologischen Gegebenheiten im Grundwasser. Es ist wichtig, auch diese Aspekte weiter zu untersuchen, denn die nicht-mikrobiellen Grundwasserorganismen tragen zum Funktionieren dieses Ökosystems und damit zu sauberem Trinkwasser bei [3]. So beheimatet das Grundwasser etliche spezialisierte Organismen, die oft nur sehr lokal vorkommen. Viele davon haben so kleine Verbreitungsgebiete, dass die jeweiligen Arten weltweit nur in der Schweiz, oder kaum über die Schweiz hinausgehend, vorkommen [4]. Diese Arten überdauerten teilweise die letzte Eiszeit im Grundwasser und haben einen sehr hohen Erhaltungswert. Die Schweiz trägt eine grosse Verantwortung, um diese einzigartige biologische Vielfalt zu schützen [5].

\* Kontakt: [mara.knuesel@eawag.ch](mailto:mara.knuesel@eawag.ch)

Lizenz für Pamela Bauer, p.bauer@hagenbucher.ch  
TMH Hagenbucher AG, Zürich



Grundwasserflohkrebse (Fig. 1) gehören zu den grössten Grundwassertieren und können im Grundwasser teilweise recht häufig angetroffen werden. Sie weisen eine relativ hohe Vielfalt auf und sind in der Schweiz und in Europa weit verbreitet [6]. Erst in den vergangenen Jahren wurde die Vielfalt und die grossräumige Verbreitung der Grundwasserflohkrebse in der Schweiz intensiver erforscht (Box 1) [3, 7, 8]. Allerdings ist noch unbekannt, wie kleinräumig und lokal verschiedene Grundwasserflohkrebse vorkommen. Für einen effektiven Schutz des Grundwassers als Ökosystem und für das Verständnis der biologischen Prozesse ist dieses Wissen unabdingbar. In der hier beschriebenen Studie war es deshalb das Hauptziel, räumlich hoch aufgelöste Daten über die Verbreitung und Vielfalt der Grundwasserflohkrebse im Einzugsgebiet der Töss zu sammeln. Das Einzugsgebiet der Töss wurde für diese Untersuchung ausgewählt, da es eine komplexe Hydrogeologie aufweist und während der letzten Eiszeit nicht vollständig vergletschert war [9]. Es wird angenommen, dass gewisse Arten von Grundwasserflohkrebsen die Eiszeit nur in eisfreien Regionen überleben konnten und an anderen Orten unter der Eisdecke lokal ausgestorben sind [10]. Aus diesem Grund erwarteten wir eine hohe Vielfalt in dieser Region. Zudem ist der Grund-

wasserleiter der Töss in gewissen Teilen bis zu 60 m mächtig [9]. Dadurch kann ein breiteres Lebensraumspektrum und damit wiederum eine höhere Vielfalt an Grundwasserflohkrebsen erwartet werden.

Das Ökosystem Grundwasser ist für Menschen nur schwer zugänglich. Um die Artenvielfalt zu erfassen, wurden Brunnenstuben als Grundwasserfenster genutzt (Fig. 2a). Brunnenstuben sind für die Öffentlichkeit nicht zugänglich, sie werden von den Wasserversorgungen gepflegt und unterhalten. Dies machte eine enge Zusammenarbeit mit den Wasserversorgungen (Brunnenmeister, Wasserwart, private Quellenbetreiber etc.) und deren Einbindung in die Probenahmen notwendig, was sich als erfolgreich und auf andere Gebiete übertragbar erwies [4].

Ein Forschungsansatz, bei dem Personen ohne speziellen wissenschaftlichen Hintergrund in einer Studie mithelfen, wird auch als Bürgerwissenschaft (Citizen Science) bezeichnet [11]. Dieser Ansatz erlaubt nicht nur einen neuen Zugang zu Daten, sondern ermöglicht auch einen engen Austausch der Erkenntnisse zwischen Forschenden und Praxis.

Ein zweites Ziel dieser Studie war zu testen, wie dieser Ansatz wissenschaftlichen Kriterien standhält und ob die Resultate vergleichbar sind.

#### GRUNDWASSERFLOHKREBSE

Dank intensiver Forschung der Eawag und der Universität Zürich konnten bereits 21 Arten von Grundwasserflohkrebsen in der Schweiz dokumentiert werden [4, 7]. Fünf dieser Arten sind endemisch für die Schweiz, das heisst, sie wurden bisher weltweit nur in der Schweiz nachgewiesen [4, 7].

Einige Grundwasserflohkrebsarten wurden erst kürzlich entdeckt und erstmalig beschrieben, so z. B. *Niphargus arolaensis* im Jahr 2021 [7].

Dafür wurde untersucht, ob und welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen Proben bestehen, welche von Wasserversorgungen respektive von Forschenden erhoben wurden. Die Studie wurde diesbezüglich ausgelegt, dass, im Unterschied zu bisherigen Studien, die Probenahmen sowohl von Wasserversorgungen wie auch parallel von Forschenden durchgeführt wurden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Mitarbeitende von Wasserversorgungen meist keinen biologischen, sondern eher einen technischen Hintergrund aufweisen, und damit keine vorgängigen Erfahrungen im Sammeln und Erkennen von Grundwasserflohkrebsen haben. Für weitere Studien zu Grundwasserorganismen mittels eines Bürgerwissenschafts-



Fig. 1 Zwei Grundwasserflohkrebse im Grössenvergleich: rechts *Niphargus puteanus* und links *Niphargus auerbachi*.



Fig. 2 a) Verschlossene Brunnenstube. b) In der Brunnenstube wurde ein Netz am Einlauf angebracht, welches die ausgeschwemmten Organismen auffängt. c) Schematische Darstellung der angewendeten Methode. (© A. Studer).

ansatzes ist eine Analyse der Vergleichbarkeit der Daten wichtig, um deren Aussagekraft zu stützen.

## METHODE ZUR GRUNDWASSERBEPROBUNG

Die Studie wurde 2021 im Einzugsgebiet der Töss (443 km<sup>2</sup> [12]) durchgeführt. Das primäre Ziel der Untersuchung war, die Verbreitung und Artenvielfalt der Grundwasserflohkrebse in diesem Gebiet möglichst kleinräumig und hoch aufgelöst zu erfassen. Dazu wurden in einem ersten Schritt alle Wasserversorgungen in den 35 politischen Gemeinden im Einzugsgebiet kontaktiert und um ihre Mithilfe gebeten. Diese umfassen 35 öffentliche Wasserversorgungen sowie einige Personen mit privaten Quellen. Davon erklärten sich 32 Wasserversorgungen (91,4%) und sechs private Quellenbetreiber bereit, an der Studie teilzunehmen. Anschliessend wurden diese mit Probematerial und Anleitungen zum Sammeln ausgestattet. Das Ziel war, möglichst viele Brunnenstuben mithilfe von

feinmaschigen Netzen auf passiv ausgespülte Grundwasserflohkrebse zu beproben.

Die Probenahmen wurden zwischen dem 23. März und dem 6. Juli durch die Wasserversorgung oder einen Forschenden mithilfe eines Filternetzes (Maschenweite 800 µm, Sefiltec Ltd., Höri, Schweiz) und/oder eines Aquarienneschers (Logistic GmbH & Co. KG, Amt Wachsenburg, Deutschland) durchgeführt. Das Filternetz wurde direkt am Einlauf montiert (Fig. 2b) und nach einer Woche auf gefangene Tiere untersucht. Alternativ oder zusätzlich wurde mit einem Aquariennescher das Überlaufbecken direkt abgefischt.

Die gefundenen Grundwasserflohkrebse wurden in zur Verfügung gestellten Proberöhrchen mit undenaturiertem Ethanol (80%) konserviert. Anschliessend wurden die gesammelten Tiere molekularbiologisch auf das Artniveau bestimmt. Dies war nötig, da eine morphologische (visuelle) Artunterscheidung sehr zeitaufwendig ist und aufgrund des Zustands der Individuen oft nicht möglich war. Für

die molekularbiologische Bestimmung wurde bei jedem Tier ein bestimmter Genabschnitt (COI-Segment) des Erbmaterials (DNA) im Labor vervielfältigt und sequenziert. Die erhaltenen DNA-Sequenzen wurden anschliessend mit bestehenden Datenbanken abgeglichen und so die zugehörige Art ermittelt (Fig. 2c).

## ARTENVIELFALT IM EINZUGSGEBIET DER TÖSS

In der hier präsentierten Studie im Einzugsgebiet der Töss wurden in Zusammenarbeit mit 32 Gemeinden und sechs privaten Quellenbesitzern Grundwasserproben gesammelt. Daraus resultierten 1250 gesammelte Proben (Aquariennescher- und Filternetzproben), die an insgesamt 215 Brunnenstuben im Einzugsgebiet genommen wurden. Die einzelnen Brunnenstuben wurden zwischen ein- bis zwölfmal (Durchschnitt: 4,2; Standardabweichung: 3,9) beprobt. Grundwasserflohkrebse wurden in 295 Proben gefunden, wobei diese fast die Hälfte der untersuchten Brunnenstuben abdecken (95 Brunnenstuben, 44,2%). In den meisten Proben wurden nur ein oder zwei Individuen nachgewiesen (210 Proben). Es gab allerdings auch vereinzelte Proben, in denen 14–22 Tiere gefunden wurden.

Die Funde im untersuchten Gebiet bestätigen die Annahme der hohen Artenvielfalt, es wurden insgesamt sieben verschiedene Grundwasserflohkrebsarten gefunden. Sechs davon zählen zur Gattung *Niphargus*, die siebte gehört der Gattung *Crangonyx* an. In Übereinstimmung mit einer früheren Studie [7] wurden die drei Arten *Niphargus auerbachi*, *Niphargus fontanus* und *Niphargus tonywhitteni* im Einzugsgebiet der Töss bestätigt. Zusätzlich wurden in der hier präsentierten Studie vier noch nie in diesem Gebiet nachgewiesene Arten entdeckt, namentlich *Niphargus arolaensis*, *Niphargus puteanus*, *Niphargus thienemanni* und *Crangonyx cf. subterraneus* (bei letzterer ist die genaue Artzugehörigkeit noch nicht abschliessend geklärt). Hingegen konnte das in den Vorjahren gefundene Vorkommen von *Niphargus laisi* [13] nicht bestätigt werden. Die Verbreitungen der verschiedenen Arten sind sehr unterschiedlich (Fig. 3). Das zeigt, dass selbst in diesem kleinen Gebiet spezifische Verbreitungsmuster auftreten. Die drei bereits bekannten Arten (*N. auerbachi*,

*N. fontanus* und *N. tonywhitteni*) weisen eine relativ homogene Verbreitung über das gesamte Gebiet auf. Das legt nahe, dass man mit breit angelegten Studien die weitverbreitetsten Arten abbildet, wobei die selteneren Arten mit grosser Wahrscheinlichkeit übersehen werden [14]. Doch wie kann das Fehlen von *N. laisi* erklärt werden? Diese Art wurde in vorgängigen Studien mit einer anderen Beprobungsmethode, einer *Bou-Rouch*-Pumpe, entdeckt [15]. Bei dieser Methode wird ein perforiertes Rohr in das Flussbett geschlagen und Wasser an die Oberfläche gepumpt. Somit wird ein anderer Lebensraum, das Sediment unter dem Fluss (hyporheisches Interstitial), beprobt. Möglicherweise ist *N. laisi* im Tössstal auf Lebensräume ausserhalb der für die Trinkwassernutzung genutzten Grundwasserleiter beschränkt, kommt allenfalls also nur im hyporheischen Interstitial vor und kann darum mit der hier verwendeten Methode nicht erfasst werden.

Die Verbreitungsmuster der einzelnen Arten decken sich mit bereits bestehendem Wissen über ihre Habitate. *Niphargus thienemanni* wurde bisher nur im Osten der Schweiz nachgewiesen [7]. Sie wurde entsprechend auch nur im östlichen Teil des Einzugsgebietes der Töss gefunden. Die Art *N. puteanus* wurde bisher meist nur nördlich des Rheins und der Aare nachgewiesen [7]. Im Einzugsgebiet der Töss kommt diese Art nur im Unterlauf (in der Nähe zum Rhein) vor. Auch die im Jahr 2021 neu beschriebene Art, *N. arolaensis* [7], wurde im Rahmen dieser Studie an zwei Standorten im Oberlauf des Einzugsgebietes nachgewiesen. Damit sind in der Schweiz nun fünf Standorte dieser Art bekannt [7]. Alle bisherigen Fundstellen sind sehr nahe an einem Fluss gelegen [7], was möglicherweise auf einen engen Bezug zum Interstitial-Lebensraum entlang von Flüssen hinweist. Unerwartet ist die weite Verbreitung der Gattung *Crangonyx*. Es handelt sich bei den 70 Individuen sehr wahrscheinlich um die Art *Crangonyx subterraneus*, allerdings kann aufgrund ungenügender Referenzdaten keine abschliessende Aussage gemacht werden. In der Schweiz wurde *C. subterraneus* bislang nur an je einem Standort in Graubünden und in Basel nachgewiesen [8]. Im Einzugsgebiet der Töss wurde *Crangonyx cf. subterraneus*, der an 22 Standorten entdeckt wurde, besonders

häufig zusammen mit *N. tonywhitteni* (12 gemeinsame Standorte) und *N. auerbachi* (11 gemeinsame Standorte) beobachtet.

An 23 Standorten wurde *N. auerbachi* (an 49 Standorten nachgewiesen) zusammen mit *N. tonywhitteni* (an 41 Standorten

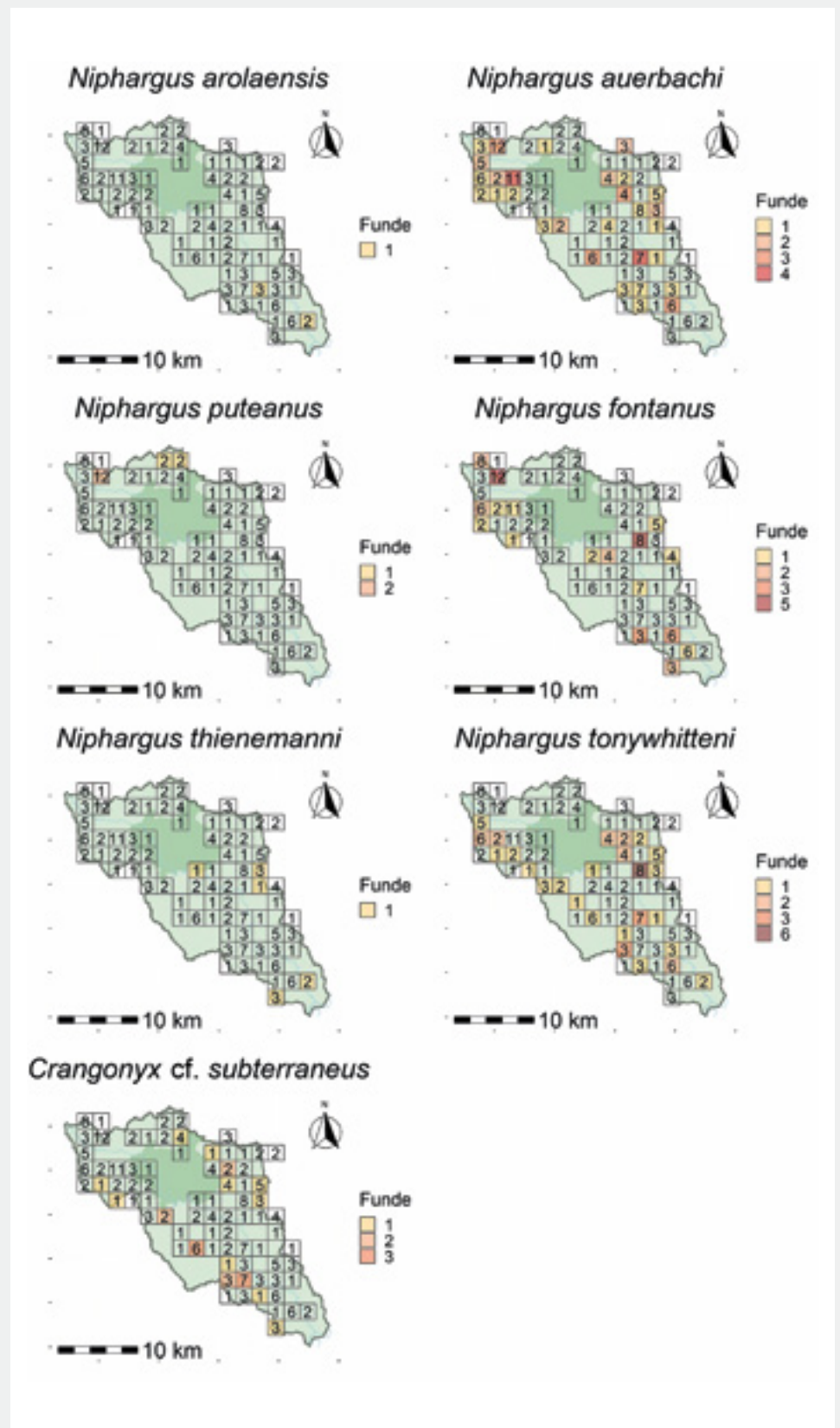


Fig. 3 Verbreitungskarten der gefundenen Grundwasserflohkrebsarten. In Grün ist das Einzugsgebiet der Töss dargestellt [16]. Die dunkler schattierte Fläche zeigt die Gemeindegrenze von Winterthur. Die Zahlen in den Quadraten (2 × 2 km) geben an, wie viele beprobte Brunnenstuben sich jeweils darin befinden. Die Farbe (Funde) gibt an, in wie vielen von diesen Brunnenstuben die jeweilige Art gefunden wurde.

nachgewiesen) gefangen, diese beiden Arten wurden somit am häufigsten gemeinsam entdeckt. Die Artenvielfalt in den einzelnen Brunnenstuben variierte zwischen einer und vier Arten. Wobei die maximale Artenanzahl von vier nur in einer Brunnenstube gefunden wurde. In dieser Brunnenstube kommen *Crangonyx cf. subterraneus*, *N. auerbachi*, *N. fontanus* und *N. tonywhitteni* zusammen vor. Wie weit diese gemeinsamen Vorkommen auch auf Interaktionen zwischen diesen Arten hinweisen, ist bisher noch nicht untersucht.

Zusammenfassend konnten mit diesen intensiven und kleinräumigen Beprobungen sieben Grundwasserflohkrebsarten nachgewiesen werden. Vier davon wurden in diesem Gebiet noch nie detektiert. Weiter war es möglich zu zeigen, dass auch auf kleinem Raum spezifische Verbreitungsmuster erkennbar sind. Damit stellt das Einzugsgebiet der Töss das schweizweit, wenn nicht sogar weltweit, höchst aufgelöste Gebiet in Bezug auf die untersuchte Vielfalt und Verbreitung der Grundwasserflohkrebs dar.

## VERGLEICHBARKEITSANALYSE

Für die hier präsentierte Analyse zur Vergleichbarkeit wurden die von Wasserversorgungen gesammelten Proben mit denen von Forschenden verglichen. Rund 780 Proben wurden von Wasserversorgungen und rund 180 Proben von Forschenden erhoben, wobei zwecks Vergleichbarkeit nur Filternetzproben analysiert wurden. Die Proben enthielten insgesamt 493 Grundwasserflohkrebs, 377 davon wurden von Wasserversorgungen gesammelt und 116 von Forschenden. Um die Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen den beiden Sammlergruppen sichtbar zu machen, wurden die Daten auf die Fundwahrscheinlichkeit (Detektionswahrscheinlichkeit), die Grösse der Tiere und die Vielfalt der gefundenen Arten untersucht. Die Fundwahrscheinlichkeit gibt an, wie gut man eine vorkommende Art effektiv entdecken kann. Eine perfekte und vollständige Detektion der Grundwasserflohkrebs ist aufwendig, da beispielsweise gewisse Individuen selten oder nie ausgespült werden. Für

die Interpretation der Daten sollte man aber unterscheiden können, ob eine Art lokal wirklich nicht vorkommt oder einfach (noch) nicht entdeckt wurde. Durch wiederholte Beprobungen an einer Stelle lassen sich Schätzungen der Fundwahrscheinlichkeit ermitteln, welche die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens berechnen lassen. Diese wurde mithilfe hierarchischer Modelle errechnet (Softwarepaket «eDNAoccupancy» in der Programmiersprache R). In der vorliegenden Studie wurden bis zu zehn Beprobungen (Filternetz) in der gleichen Brunnenstube durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten, dass kein signifikanter Unterschied der Fundwahrscheinlichkeiten zwischen Wasserversorgungen und Forschenden besteht (Fig. 4a). Die Fundwahrscheinlichkeiten lagen zwischen 26 und 46% für beide Sammlergruppen. Umgerechnet bedeutet dies, dass zwischen sechs (bei 46%) und zehn (bei 26%) Proben in einer Brunnenstube genommen werden müssen (ohne einen Flohkrebs zu entdecken), um mit 95-prozentiger Sicherheit zu sagen, dass keine Grundwasserflohkrebs vorkommen. Auch bei der Grösse waren keine erheblichen Unterschiede zwischen den Sammlergruppen ersichtlich (Fig. 4b). Im Mittel waren die von Wasserversorgungen wie auch Forschenden gesammelten Tiere zwischen 5 bis 6 mm gross. Die Grösse der gefangenen Tiere ist relevant, da die verschiedenen Arten sich in der Grösse unterscheiden, und dadurch einzelne Arten mehr oder weniger leicht übersehen werden können. *Crangonyx cf. subterraneus* ist die kleinste gefangene Art und im Schnitt nur ca. 3,3 mm gross, zu dieser Art gehört auch das kleinste gefundene Individuum mit einer Länge von 1,46 mm. Die grösste Art, *N. puteanus*, ist durchschnittlich ca. 8,3 mm gross. Der grösste in dieser Studie gefundene Grundwasserflohkrebs (13,19 mm) ist dieser Art zugehörig. Dank dieser Ergebnisse kann man sagen, dass auch kleine Arten von beiden Sammlergruppen zuverlässig entdeckt werden. In Figur 4c sieht man die Artakkumulationskurven für Wasserversorgungen und Forschende (Softwarepaket «vegan» in der Programmiersprache R). Diese Kurve bildet ab, bei welcher Anzahl Proben im Mittel wie viele Arten gefunden wurden. Man kann sehen, dass die Kurve für beide Sammlertypen ähnlich verläuft. Das bedeutet, dass – unabhängig vom Sammler –

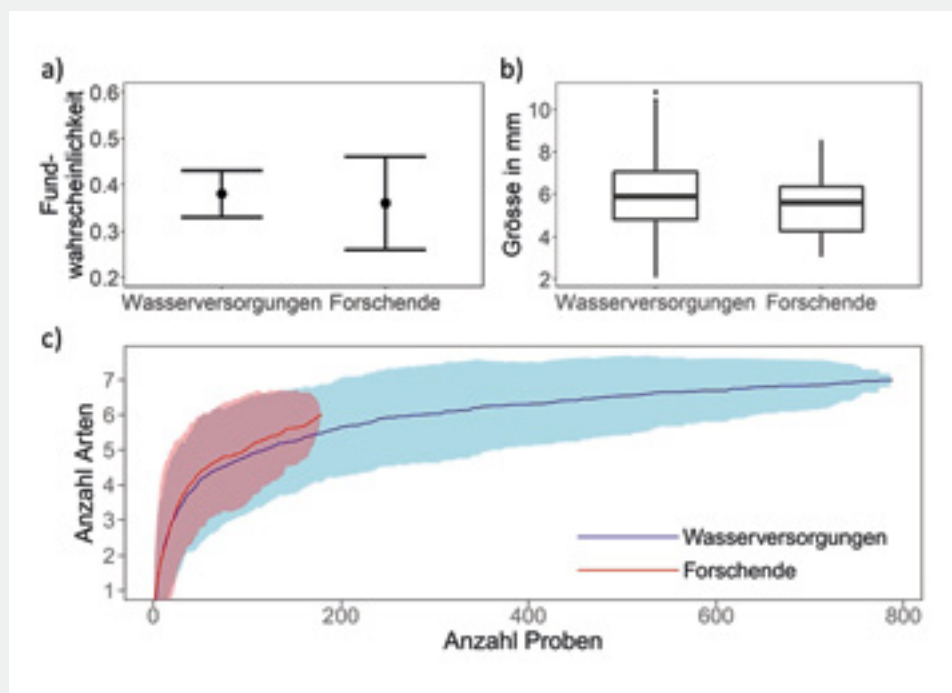


Fig. 4 a) Fundwahrscheinlichkeit für Wasserversorgungen und Forschende. Der Punkt repräsentiert die Schätzung des Modells, schwarze Linien zeigen das 95%-Vertrauensintervall. b) Grössenverteilung der von Wasserversorgungen und Forschenden gefundenen Grundwasserflohkrebsen. Die mittlere, dicke Linie repräsentiert den Median, in der Box (schwarz umrandet) kommen 50% der Daten zu liegen, und die vertikalen Linien zeigen den Bereich ohne Ausreisser. c) Artakkumulationskurve für Wasserversorgungen und Forschende. Die Linien geben mittlere Schätzwerte der Anzahl gefundenen Arten in Abhängigkeit der Anzahl Probenahmen (blau: Wasserversorgungen, rot: Forschende), die heller eingefärbten Flächen zeigen die 95%-Vertrauensintervalle. Diese Kurve wurde mittels 100 zufälligen Permutationen erzeugt.

bei gleichem Aufwand ähnlich viele Arten entdeckt werden. Bei den Forschenden ist die Kurve kürzer und erreicht total nicht die gleich hohe Anzahl Arten wie bei den Wasserversorgungen. Das ist auf die reduzierte Anzahl Proben zurückzuführen, die von Forschenden genommen wurden. Im Überlappungsbereich der Anzahl genommener Proben sind die Daten aber sehr vergleichbar. Weiter ist bei den von den Wasserversorgungen erhobenen Daten ersichtlich, dass sich die Kurve abflacht. Dies deutet darauf hin, dass mit grosser Wahrscheinlichkeit alle an den untersuchten Standorten vorkommende Arten gefunden wurden.

Die Vergleichbarkeitsanalyse hat gezeigt, dass von Wasserversorgungen erhobene Daten mit jenen von Forschenden vergleichbar sind. Es wurde in keinem der untersuchten Parameter ein Unterschied festgestellt. Dies zeigt, dass bei enger Betreuung und einem grossen vorhandenen Grundinteresse mit Bürgerwissenschaften robuste und vergleichbare Daten zu Grundwasserorganismen erhoben werden können. Wichtig dabei war eine genaue Anleitung sowie ein enger persönlicher Kontakt. Die meisten Wasserversorgungen wurden persönlich besucht und bezüglich des Beprobungsvorgangs instruiert. Für zukünftige Untersuchungen oder Überwachungsprogramme bedeutet das, dass sich eine Zusammenarbeit mit Wasserversorgungen sehr gut eignet, um Grundwasserflohkrebs zu sammeln. Für die Wissenschaft ist es von entscheidender Bedeutung, auch in Zukunft mit Personen aus der Praxis zusammenzuarbeiten. Und für viele Wasserversorgungen ist es interessant zu erfahren, welche Grundwasserflohkrebsarten in ihren Brunnenstuben vorkommen.

## AUSBLICK

Die Ergebnisse zeigen, dass es zur Artenvielfalt und dem Vorkommen von Organismen im Grundwasser in der Schweiz noch viel zu entdecken gibt. Beispielsweise ist noch unklar, wieso gewisse Grundwasserflohkrebsarten nur an spezifischen Standorten vorkommen und andere weit verbreitet sind. Es ist anzunehmen, dass gewisse Arten nur in eisfreien Regionen die letzte Eiszeit überlebt haben [17]. Doch wie genau sich die einzelnen Populationen seitdem ent-

wickelt haben, ist noch unklar. Auch die genauen zwischenartlichen Beziehungen sind weitestgehend unbekannt. Es ist beispielsweise möglich, dass gewisse Arten unterschiedliche ökologische Nischen besetzen und gehäuft zusammen auftreten [18]. Denkbar ist auch, dass sich gewisse Arten konkurrieren und deshalb selten oder nie zusammen vorkommen [18]. Diese Fragen zur Ökologie der Grundwasserflohkrebs können beantwortet werden, wenn eine weiträumige, fundierte Datenlage zur Vielfalt und Verbreitung besteht. An dieser Datenlage wird im Moment weiter im Projekt *AmphiWell* gearbeitet.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] Kiefer, K. et al. (2019): Pflanzenschutzmittel-Metaboliten im Grundwasser. *Aqua & Gas* 11, 99, 14–23
- [2] Reinhardt, M. et al. (2019): Zustand und Entwicklung Grundwasser Schweiz. *Ergebnisse der Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA, Stand 2016*. Herausgegeben von Bundesamt für Umwelt, Bern. *Umwelt-Zustand Nr. 1901*, 138 S.
- [3] Boulton, A.J. et al. (2008): Biodiversity, functional roles and ecosystem services of groundwater invertebrates. *Invertebrate Systematics* 22(2), 103–116
- [4] Alther, R. et al. (2020): Reiche Grundwasserfauna. *Aqua & Gas* 100(7/8), 36–42
- [5] Oberprieler, S. et al. (2021): Connectivity, not short-range endemism, characterises the groundwater biota of a northern Australian karst system. *Science of the Total Environment* 796, 1–12
- [6] Gibert, J.; Deharveng L. (2002): Subterranean ecosystems: A truncated functional biodiversity. *BioScience* 52(6), 473–481
- [7] Alther, R. et al. (2021): Citizen science approach reveals groundwater fauna in Switzerland and a new species of *Niphargus* (Amphipoda, Niphargidae). *Subterranean Biology* 39, 1–31
- [8] Altermatt, F. et al. (2019): Amphipoda (Flohkrebs) der Schweiz. *Fauna Helvetica* 32, info fauna CSCF & SEG, Neuchâtel
- [9] Trüeb, E. et al. (1991): Töss 91 Wasserlehrpfad. 50 S.
- [10] McInerney, C. E. et al. (2014): The ancient Britons: Groundwater fauna survived extreme climate change over tens of millions of years across NW Europe. *Molecular Ecology* 23(5), 1153–1166
- [11] Bonney, R. et al. (2014): Next steps for citizen science. *Science* 343(6178), 1436–1437
- [12] Abegg, J. et al. (2017): Töss - Orüti bis Tössegg Gewässerentwicklungskonzept. Herausgegeben von Flussbau AG, Zürich. 51 S.
- [13] info fauna Schweizerisches Zentrum für die Kartografie der Fauna (2022): Karten-Server. <https://lepus.unine.ch/carto/>

## PROJEKT AMPHIWELL

Das Projekt *AmphiWell* hat zum Ziel, die Vielfalt und Verbreitung der Grundwasserflohkrebs in der ganzen Schweiz zu erfassen. Die hier beschriebene Studie im Einzugsgebiet der Töss ist ein Teil dieses umfassenden Projekts.

Weitere Informationen

<https://grundwasserfauna.amphipod.ch/>

## DANK

Ein herzlicher Dank geht an alle Wasserversorgungen und Personen im Einzugsgebiet der Töss, die tatkräftig am Projekt mitgearbeitet haben. Für die finanzielle Unterstützung danken wir dem BAFU, der Eawag und dem SVGW.

- [14] Bady, P. et al. (2005): Use of invertebrate traits for the biomonitoring of European large rivers: The effects of sampling effort on genus richness and functional diversity. *Freshwater Biology* 50(1), 159–173
- [15] Stubbington, R. et al. (2016): Characterization of macroinvertebrate communities in the hyporheic zone of river ecosystems reflects the pump-sampling technique used. *PLoS ONE* 11(10)
- [16] Geographisches Informationssystem des Kantons Zürich (GIS-ZH), Gemeindegrenzen. <https://maps.zh.ch/>
- [17] Dole-Olivier, M. J. et al. (2009): Relationships between environmental variables and groundwater biodiversity at the regional scale. *Freshwater Biology* 54(4), 797–813
- [18] Fišer, C. et al. (2019): Niches within a niche: ecological differentiation of subterranean amphipods across Europe's interstitial waters. *Ecography* 42(6), 1212–1223

## > SUITE DU RÉSUMÉ

sont encore peu étudiées. Le 2<sup>e</sup> objectif a été d'étudier les différences et les points communs entre les données collectées par les distributeurs d'eau et celles des chercheurs. Cette comparaison est importante pour déterminer la pertinence des données collectées. Les résultats montrent que les données des distributeurs d'eau sont comparables à celles des chercheurs. Cela signifie que l'approche des sciences citoyennes pourra être adoptée avec succès à l'avenir pour l'échantillonnage des amphipodes des eaux souterraines.

# STANDARDISIERTE BEFISCHUNG

## METHODE ZUR ERHEBUNG DES FISCHBESTANDS IN STEHENDEN GEWÄSSERN

Für den Erhalt und die Förderung von Ökosystemen müssen deren Zustand und die möglichen Ursachen von Beeinträchtigungen bekannt sein. Um den Zustand der Gewässer zu ermitteln, dienen Fische als Bioindikatoren. Eine neu entwickelte, standardisierte Befischungsmethode für Stehgewässer ermöglicht es, Fischbestände im Verlauf der Zeit besser zu überwachen und diese mit denen anderer Gewässer zu vergleichen.

*Pascal Vonlanthen\*, Aquabios GmbH*

*Guy Périat, Teleos Sàrl*

*Ole Seehausen, Eawag, Fish Ecology and Evolution; Aquatische Ökologie & Evolution, Institute of Ecology & Evolution, Universität Bern*

### RÉSUMÉ

#### PÊCHE STANDARDISÉE – MÉTHODE DE RELEVÉ DE LA POPULATION DE POISSONS DANS LES EAUX STAGNANTES

Il existe une multitude de plans d'eau en Suisse. Les grands lacs profonds constituent des écosystèmes spéciaux en raison de la présence de nombreuses espèces endémiques ou menacées. La Suisse a une responsabilité particulière envers ces écosystèmes. Afin de les protéger efficacement, il faut d'une part connaître leur état de conservation, et d'autre part déterminer les éventuelles causes des perturbations qu'ils subissent. Dans ce contexte, les poissons sont considérés comme de bons indicateurs biologiques, car ils intègrent les conséquences des différents impacts environnementaux. Pour échantillonner le peuplement de poissons d'un plan d'eau, il faut appliquer des méthodes standardisées et reproductibles en parcourant l'ensemble du volume lacustre. Une telle approche a été développée dans le cadre du «Projet Lac» et appliquée dans la plupart des grands lacs suisses. La méthode combine la pose de filets maillant à la pêche électrique. Les expériences du «Projet Lac» ont été utilisées pour proposer un protocole de pêche plus pragmatique et moins onéreux. L'application de cette méthode optimisée permet en outre de comparer les résultats obtenus sur d'autres plans d'eau ou historiquement sur le même plan d'eau.

### EINLEITUNG

Um Ökosysteme schützen und erhalten zu können, müssen Zustand, vorkommende Arten und die möglichen Ursachen ihrer Beeinträchtigungen bekannt sein. Die letzten Jahre haben gezeigt, wie rasch sich Seeökosysteme und ihre Artengemeinschaften verändern können [1–3]. Die Belastung mit Nährstoffen, die Besiedlung durch gebietsfremde Arten wie z. B. die Quagga-Muschel oder der Einfluss des Klimawandels auf die Zirkulation in der Wassersäule und damit die Nährstoff- und Sauerstoffverfügbarkeit sind nur drei negative Beispiele unter vielen. Es gibt jedoch auch positive Veränderungen: Der Bau von Abwasserreinigungsanlagen (ARA), weitere Massnahmen zur Verbesserung der Wasserqualität und Uferrevitalisierungen haben vielerorts den ökologischen Zustand der Stehgewässer verbessert. Zahlreiche weitere Massnahmen zur Förderung naturnaher Gewässerlebensräume sind in Planung oder werden umgesetzt. Das Zusammenspiel all dieser Veränderungen beeinflusst die Artenvielfalt, die Fischbestände und schlussendlich die fischereiliche Nutzung. Möglichst genaue Kenntnisse über die Fischbestände und ihre Entwicklung über Zeit erlauben es, das Zusammenspiel der Umwelteinflüsse besser zu verstehen und darauf basierend die richtigen Massnahmen im

\* Kontakt: [p.vonlanthen@aquabios.ch](mailto:p.vonlanthen@aquabios.ch)

Bereich Schutz und Nutzung von Fischbeständen und Förderung naturnaher Seeökosysteme festzulegen.

Um den Fischbestand eines Stehgewässers und dessen Vielfalt umfassend und unvoreingenommen zu erfassen, müssen standardisierte und reproduzierbare Methoden angewandt werden, die sämtliche Lebensräume erfassen. In der Schweiz gab es für diesen Zweck bisher keine standardisierte Methode. Das Wissen über den Fischbestand unserer Stehgewässer beruhte hauptsächlich auf Fangstatistiken der Berufs- und Angelfischerei, Erfahrungen der Behörden oder einzelnen gezielten Studien. In der EU sind standardisierte Monitoring-Befischungen seit Jahren in der CEN-Norm (*European Committee for Standardization*) vorgeschrieben [4]. Ab 2010 wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens «Projet Lac» [5] erstmals in grossen, natürlichen und tiefen Alpenrandseen standardisierte Erhebungen der Häufigkeit und Lebensraumnutzung der Fische sowie deren Artenvielfalt in Seen durchgeführt.

Die Erfahrungen aus dem «Projet Lac» wurden genutzt, um eine aufwandoptimierte Befischungsmethode herzustellen und zu testen. Diese Methode kombiniert den Einsatz von Netzen und Elektrofischerei mit modernen Methoden zur Identifikation und Dokumentation der Fischvielfalt [6]. Die vorliegende Publikation fasst diese aufwands-

optimierte Methode zusammen und stellt Praxisbeispiele einer möglichen Anwendung vor. Detaillierte Angaben zur Methode können dem ausführlichen Expertenbericht entnommen werden [6].

## ZIEL DER METHODE UND ANWENDBEREICHE

Das Gewässerschutzgesetz (GSchG, SR 814.20) und das Bundesgesetz über die Fischerei (BGF, SR 923.0) verpflichten Bund und Kantone, die Öffentlichkeit über den Gewässerschutz, die Bedeutung sowie den Zustand der Gewässer zu informieren. Seit 1993 werden Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Schweizer Gewässer erarbeitet und im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts (MSK) publiziert. Für Fliessgewässer stehen für die Beprobung und Beurteilung des ökologischen Zustands mehrere MSK-Methoden zur Verfügung, unter anderem auch für Fische. Für Fische in Stehgewässern gibt es im MSK bisher noch keine gleichwertige Methode. Hier und im ausführlichen Expertenbericht [6] präsentiert wird eine Methode für die standardisierte Untersuchung von Fischbeständen in Stehgewässern. Durch die Standardisierung des Befischungsaufwands kann festgestellt werden, wie häufig verschiedene Fischarten oder Längensklassen im Fang auftreten. Durch die gesamtheitliche Beprobung aller Lebensräume lässt

sich erfassen, wie sich die Fische im Stehgewässer verteilen. Die wichtigsten Ergebnisse, die mit der Methode generiert werden können, sind in *Tabelle 1* zusammengestellt.

Der Schritt von der Erfassung der Fischbestände zu einer standardisierten Beurteilung des Gewässerzustands (analog der CEN-Norm der EU-Wasserrahmenrichtlinie oder den MSK-Methoden für Fliessgewässer) ist in der Schweiz aktuell nicht geplant. Mit der hier vorgestellten Methode kann aber durch eine sorgfältige Datenauswertung und -interpretation durch Experten dennoch eine Beurteilung des Seezustands gemacht werden. Im Interesse einer Harmonisierung der angewandten Methoden und einer landesweiten Vergleichbarkeit der fischökologischen Erhebungen begrüsst das Bundesamt für Umwelt (BAFU) die Anwendung dieser Methode.

## EINBLICK IN DIE METHODE

Ein detaillierter Beschrieb der Vorgehensweise und der verwendeten Gerätschaften kann dem Methodenbericht entnommen werden [6, 7]. Nachfolgend wird die Methode nur kurz beschrieben.

## GRUNDSÄTZLICHES/ALLGEMEINES

Für die Erfassung der Fischbestände wird eine Kombination von Kiemennetzbefischungen und elektrischen Befischungen eingesetzt. Dabei wird unvoreingenommen, d.h. ohne Berücksichtigung von spezifischem Vorwissen über bevorzugte Aufenthaltsorte einzelner Fischarten, gearbeitet. Folglich werden auch fischereilich weniger interessante Bereiche eines stehenden Gewässers untersucht, wie z.B. die grossen Tiefen unserer Voralpenseen oder gewisse seltene Uferhabitats. Der Vorteil dieses Vorgehens liegt darin, dass alle ökologisch relevanten Lebensräume untersucht werden und der Fischbestand unverzerrt erhoben wird. Ergänzend zur standardisierten Methode können zusätzliche Befischungen an gezielten Standorten erfolgen. Dieser zusätzliche Aufwand ist gerechtfertigt, wenn z.B. Vorkommen von seltenen Arten zwar bekannt, aber gleichwohl lokal beschränkt sind und diese Arten ebenfalls erfasst werden sollen.

Die Befischungsmethode ist so aufgebaut, dass genügend Befischungsreplikate (Anzahl Netze pro Tiefenbereich, An-

Parameter	Erläuterung
<b>Anzahl Arten</b>	Die Anzahl Arten wird je nach erforderlichem Detailgrad erfasst.
<b>Anzahl Individuen pro Art</b>	Insgesamt gefangene Anzahl Individuen pro Art, zusammengefasst für alle Befischungsaktionen.
<b>Biomasse pro Art</b>	Insgesamt gefangene Biomasse pro Art, zusammengefasst für alle Befischungsaktionen.
<b>NPUE</b> ( <i>Number Per Unit Effort</i> )	Anzahl gefangener Individuen pro Art, korrigiert für den Befischungsaufwand.
<b>BPUE</b> ( <i>Biomass Per Unit Effort</i> )	Biomasse der gefangenen Individuen pro Art, korrigiert für den Befischungsaufwand.
<b>Längenverteilung</b>	Anzahl Individuen pro Art und Längensklasse.
<b>Tiefenverteilung und Nutzung der Tiefenhabitate</b>	Anzahl Individuen, die pro Tiefenklasse (in benthischen und pelagischen Netzen) gefangen werden (NPUE oder BPUE). Nutzung der Tiefenhabitate.
<b>Geografische Verteilung</b>	Erfassung der geografischen Verteilung (NPUE oder BPUE) der einzelnen Arten im See.
<b>Nutzung der Uferhabitate</b>	Erfassung der Verteilung der Arten in verschiedenen natürlichen und künstlichen Uferhabitats (gemessen als NPUE oder BPUE).
<b>Weiterführende Fragestellungen</b>	Mit zusätzlichem Aufwand und in Zusammenarbeit mit der Forschung lassen sich zahlreiche weitere Fragestellungen bearbeiten (z. B. genetische Analysen, Mageninhaltsanalysen, Altersbestimmungen).

Tab. 1 Zusammenstellung der wichtigsten Ergebnisse, die mit der standardisierten Befischungsmethode generiert werden.

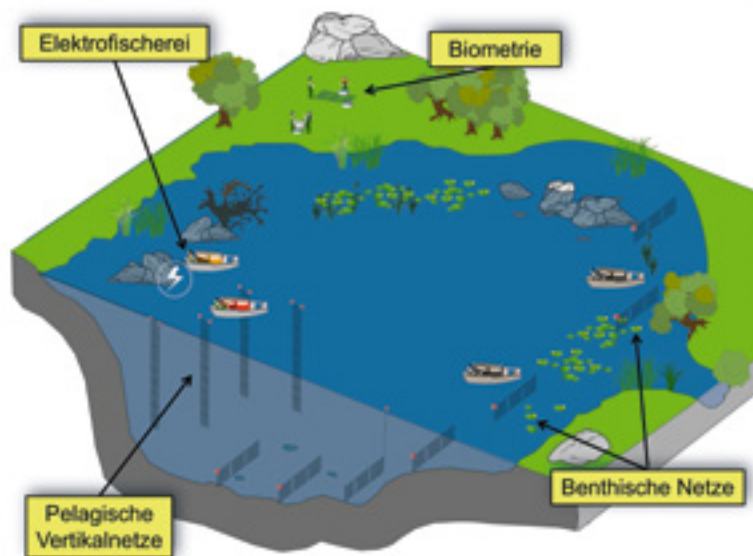


Fig. 1 Schematische Darstellung der durchgeführten Befischungs- und Untersuchungsmethoden bei einer standardisierten Befischung von stehenden Gewässern. Es wird eine Kombination von benthischen und pelagischen Kiemennetzen eingesetzt und am Ufer wird Elektrofischerei betrieben.

zahl elektrischer Uferbefischungen) durchgeführt werden, um einen statistisch robusten Vergleich zwischen verschiedenen Erhebungen sicherzustellen. Dabei können die Ergebnisse der Untersuchungen nicht nur innerhalb eines Stehgewässers im Verlauf der Zeit miteinander verglichen werden, sondern auch die von verschiedenen Stehgewässern gegenübergestellt werden, wie dies z.B. beim «Projet Lac» gemacht wurde [5]. Im Sempachersee wurde die Vergleichbarkeit der Daten anhand von zwei unabhängigen Erhebungen überprüft. Dabei konnte gezeigt werden, dass beide Erhebungen vergleichbare Ergebnisse lieferten [8].

Die heute durchgeführten Fischmonitorings in Stehgewässern zielen in der Regel darauf ab, Grundlagen für das Management von Felchen oder anderen fischereilich interessanten Fischarten bereitzustellen. Ergänzend dazu ermöglicht die Anwendung der vorgeschlagenen Methode eine Erhebung des gesamten Fischbestands. Damit kann der ökologische Zustand des gesamten Sees beschrieben und mögliche Ursachen für Defizite können besser ermittelt werden. Das Monitoring stellt somit nicht nur Grundlagen fürs Fischereimanagement, sondern auch Informationen für die Umsetzung von Gewässerschutz- und Naturschutzmassnahmen bereit.

#### HABITATKARTIERUNG

Vor einer Befischung müssen die Habitate eines Stehgewässers kartiert werden. Dies ist notwendig, weil sich die einzelnen Fischarten nicht zufällig im Stehgewässer verteilen, sondern sich bevorzugt in gewissen Habitaten aufhalten und diese Habitate gezielt befischt werden sollen. Im ersten Schritt der Habitatkartierung wird das gesamte Stehgewässer in Tiefenkompartimente eingeteilt. Anschliessend werden in Ufernähe Substrate, die sich bis zu einer Tiefe

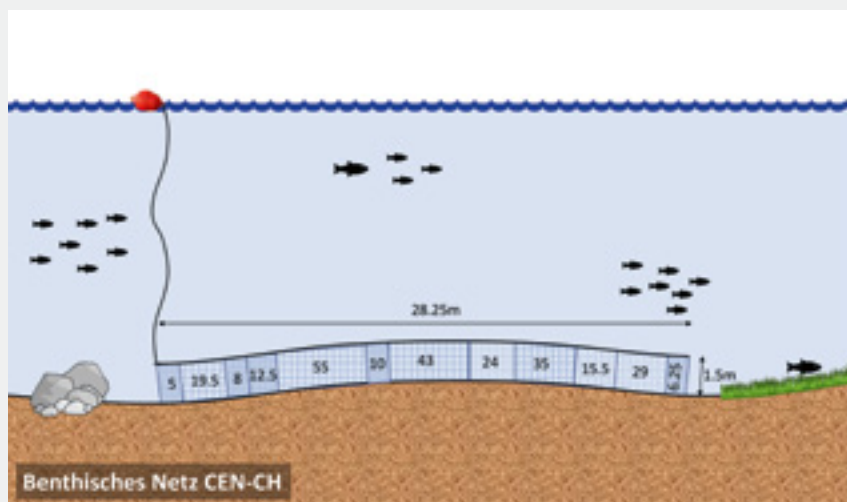


Fig. 2 Graphische Darstellung der benthischen CEN-CH Multimaschen-Kiemennetze, die für die Befischung von stehenden Gewässern in der Schweiz empfohlen werden. Die in den einzelnen Netzblättern angegebenen Zahlen entsprechen der Maschenweite (Knotenabstand) in Millimetern.

von 6 m befinden, und das Vorhandensein von Zu- und Abflüssen kartiert.

#### BEFISCHUNG

Die eigentliche Erhebung des Fischbestands erfolgt durch Kiemennetze und elektrische Befischungen (Fig. 1). Dabei werden Kiemennetze eingesetzt, die gestützt auf die Ergebnisse des «Projet Lac» ebenso wie auf gezielt durchgeführte Versuchsfänge eigens dafür entwickelt wurden [6] (Fig. 2). Die Netze weisen vorgegebene Maschenweiten und Flächen auf [6]. Bei der Entwicklung der Netze wurde viel Wert darauf gelegt, den Fang von Jungfischen, z. B. von den in vielen Gewässern zahlreich vorhandenen kleinen Eglis, tief zu halten, ohne dabei die Repräsentativität zu schmälern. Die damit erhobenen Daten sind vergleichbar mit den Ergebnissen der europäischen CEN-Norm und des «Projet Lac».

Für die Positionierung der horizontalen benthischen Netze im Stehgewässer wird das Vorgehen der CEN-Norm [4] übernommen. Dabei wird eine Strategie der zufälligen Probenahme in verschiedenen vorgegebenen Tiefenbereichen angewandt [6]. Die zufällige Verteilung der Netze wird vor der Probenahme anhand von Tiefenkarten und einem Koordinatennetz festgelegt. Alle vorgängig kartierten Uferhabitate in Tiefen zwischen 0–3 m werden mit Netzen mindestens einmal, idealerweise mehrmals, an zufällig ausgewählten Standorten befischt.

Für das Anbringen der pelagischen Netze wurde die europäische CEN-Methode modifiziert. Anstatt eine einzelne Wasser-



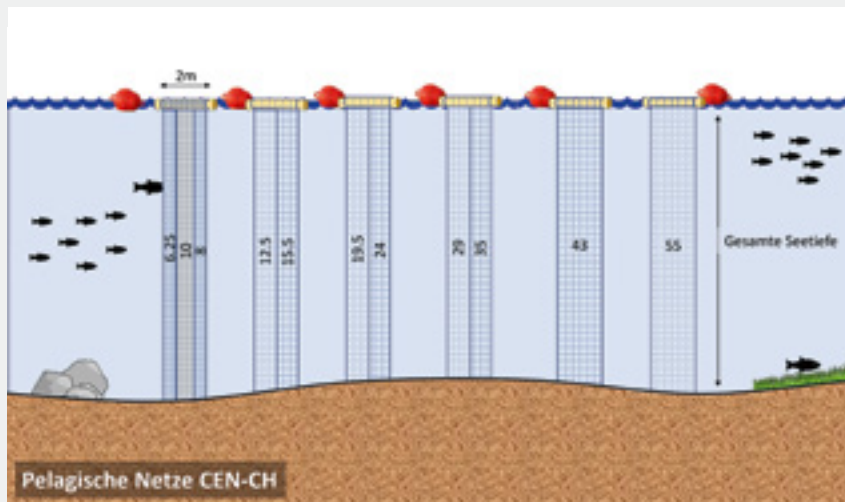


Fig. 3 Graphische Darstellung der pelagialen Multimaschen-Kiemennetze, die für den Einsatz im Rahmen der neuen Befischungsmethode empfohlen werden. Die in den einzelnen Netzblättern angegebenen Zahlen entsprechen der Maschenweite (Knotenabstand) in Millimetern. Dargestellt sind alle sechs vertikalen Pelagialnetze, die jeweils nebeneinander ausgelegt werden.

säule an der Stelle mit der maximalen Tiefe des Stehgewässers mit horizontalen pelagischen Netzen von 6 m Höhe zu befischen [5], werden die Netzblätter als Vertikalnetze eingesetzt (Fig. 3). Sämtliche verwendeten Maschenweiten sind auf sechs Rollen (Schwimmer) verteilt und fischen jeweils in der gesamten Gewässertiefe. Damit können im Rahmen einer Erhebung mehrere pelagiale Standorte im Stehgewässer befischt werden, was die Anzahl Replikate und damit die Aussagekraft der Daten im Vergleich zur europäischen CEN-Methode deutlich verbessert. Alle kartierten Uferhabitate mit geringen Wassertiefen (<1,5 m) werden mittels elektrischer Befischungen untersucht. Die zu befischenden Standorte werden zu-

fällig im gesamten Uferbereich des Stehgewässers ausgewählt. Es wird darauf geachtet, dass jedes kartierte Uferhabitat idealerweise mindestens dreimal befischt wird. Pro Untersuchungsabschnitt wird die Anode über eine auf den Quadratmeter geschätzte Fläche geführt und alle auftauchenden Fische werden eingefangen. Die befischte Fläche wird an jedem Standort an die Anzahl gefangener Fische angepasst [6].

#### ZEITRAUM UND DAUER DER BEFISCHUNGEN

Die Befischungen sollten bei einer einmaligen Erhebung zwischen Mitte August und Mitte Oktober stattfinden, da zu dieser Jahreszeit die meisten Jungfische bereits bis auf Artniveau bestimmt

werden können und sich in diesem Zeitraum nur wenige Fischarten fortpflanzen. Zudem sind grosse Stehgewässer in diesen Monaten geschichtet. Schliesslich sind alle Fischarten zu dieser Jahreszeit aktiv, was die Fangwahrscheinlichkeit erhöht. Um spezifische Fragen zu klären, können zusätzliche Probenahmen zu anderen Zeiten des Jahres sinnvoll sein, z.B. wenn die Verteilung der Fische im Stehgewässer während der Fortpflanzungszeit untersucht werden soll. Um die Effekte tagesbedingter Fangwahrscheinlichkeiten auszugleichen, wird idealerweise an mindestens drei Tagen bzw. Nächten gefischt.

#### AUSMASCHEN UND VERMESSUNG

Nach dem Heben der benthischen Netze werden die Fische an Land entmascht (Fig. 4). Es wird jeweils festgehalten, in welchem Netz und in welcher Maschenweite jeder Fisch gefangen wurde. Bei den pelagischen Vertikalnetzen werden die Fische direkt auf dem Stehgewässer noch beim Heben des Netzes im Boot entmascht (Fig. 4). Dabei wird nebst dem Standort und der Maschenweite auch die Fangtiefe auf einen Meter genau erfasst. Bei den elektrischen Befischungen werden die gefangenen Fische vor Ort im Boot narkotisiert, bestimmt, vermessen und anschliessend wieder freigelassen.

#### ARTBESTIMMUNG

Bei einigen Fischen ist die Artbestimmung im Feld schwierig. Für gewisse Taxa kann die Artbestimmung mit einer repräsentativen Stichprobe im Labor morphologisch überprüft werden.

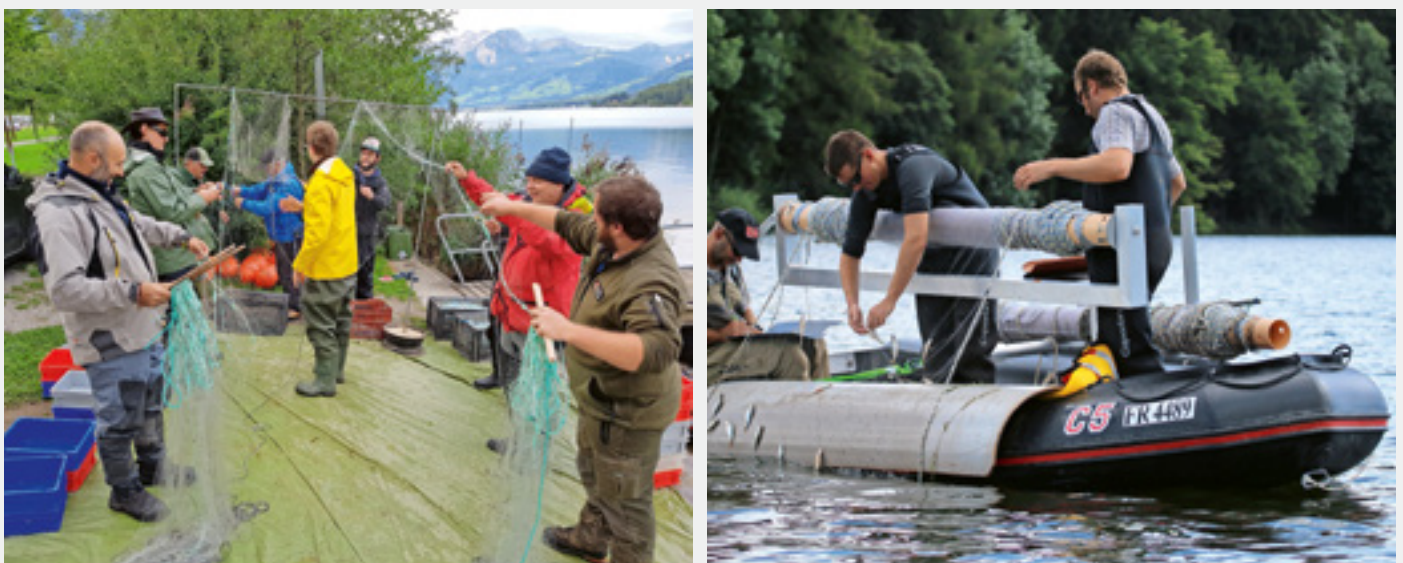


Fig. 4 Entmaschen von Fischen aus den benthischen Netzen (links) und pelagischen Vertikalnetzen (rechts).

Bei anderen, artenreichen Gruppen ist es hingegen nicht möglich, alle Individuen anhand von morphologischen Merkmalen bis auf Artniveau zu bestimmen. In diesem Fall sind für die Artbestimmung genetische Untersuchungen notwendig. Sofern eine genaue Erfassung der Artzusammensetzung wichtig und Ziel des Monitorings ist, wird empfohlen, wissenschaftliche Forschungsanstalten (z.B. Eawag, Universitäten, Museen) zu kontaktieren. Somit können jeweils die neusten Kenntnisse aus der Forschung einfließen und allfällige Laboruntersuchungen eingeplant werden. Dies ist insbesondere dann notwendig, wenn die Artzuweisung für Bewirtschaftungsfragen oder für ein Biodiversitätsmonitoring erforderlich ist. Ein Paradebeispiel dürfte die Artzuweisung der Felchen sein, die im Feld oftmals nicht auf Artniveau bestimmt werden können, fischereilich aber intensiv bewirtschaftet werden und oftmals im Zentrum von fischereilichen Fragestellungen liegen.

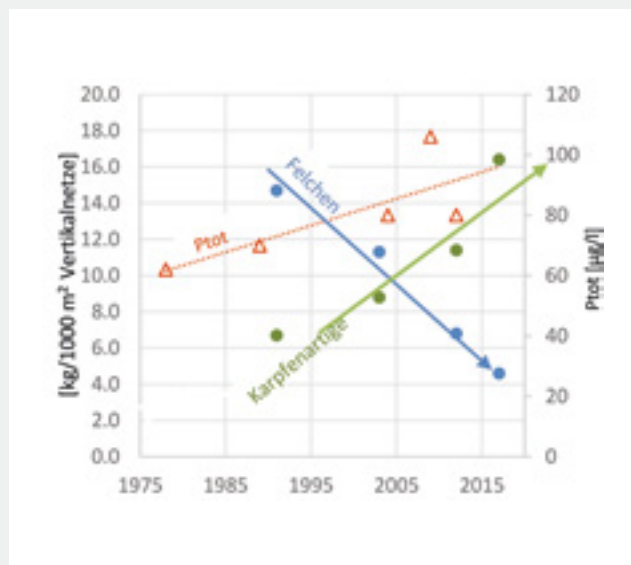


Fig. 5 Entwicklung der Salmonidenbestände (Felchen und Forellen, blau) und der Cyprinidenbestände (Rotaue, Schleie und Rotfeder, rot) im Lac de Remoray im französischen Jura [10].

Die im «Projet Lac» durchgeführten morphologischen und genetischen Untersuchungen zeigen, dass die Biodiversität der Fische in unseren Seen bisher unterschätzt wurde [5]. Die Befischungen sollten daher auch dazu genutzt werden, Fotos und Proben sicherzustellen. Diese Daten können anschliessend genutzt werden, um unsere Ökosysteme und die darin vorkommenden Lebewesen anhand geeigneter Massnahmen besser zu schützen. In jedem Fall sollten mindestens zehn Individuen pro Art im Feld standardisiert fotografiert werden. Hierfür sind Fische auszuwählen, die in einem guten morphologischen Zustand sind und möglichst das ökologische und morphologische Spektrum der Art abdecken. Weitere Proben wie Schuppen, Gewebeproben für genetische oder biochemische Untersuchungen sollten je nach Fragestellung oder nach Rücksprache mit den Forschungsinstituten ebenfalls entnommen werden.

**ANWENDUNGS- UND PRAXISBEISPIELE**

Im Rahmen des «Projet Lac» und bei gewissen nachfolgenden Untersuchungen wurden standardisierte Befischungsmethoden in vielen Seen des Alpenraums eingesetzt. Die dabei gewonnenen Daten können dem «Projet Lac»-Synthesebericht [5] oder den seespezifischen Fachberichten (s. Verweis in der Box S. 27) eingesehen werden. Nachfolgend werden ausgewählte Ergebnisse vorgestellt, welche die Anwendungsmöglichkeiten und den Nutzen von standardisierten Befischungen beispielhaft veranschaulichen.

**EINSATZ FÜR LANGZEITMONITORINGS**

Besonders aussagekräftig sind Monitorings, wenn sie wiederholt und miteinander verglichen werden. Dies erlaubt es, Veränderungen im Fischbestand mit Veränderungen der Umweltbedingungen in Zusammenhang zu bringen und damit mögliche Ursachen der Veränderungen zu identifizieren.

In Frankreich wurden standardisierte Befischungen in den 90er-Jahren schon in gewissen kleineren Seen durchgeführt. So wird beispielsweise der Lac de Remoray schon seit 1991 regelmässig standardisiert befischt [9, 10]. Bei der ersten Erhebung 1991 wurde festgestellt [9, 10], dass die Fischgemeinschaft von

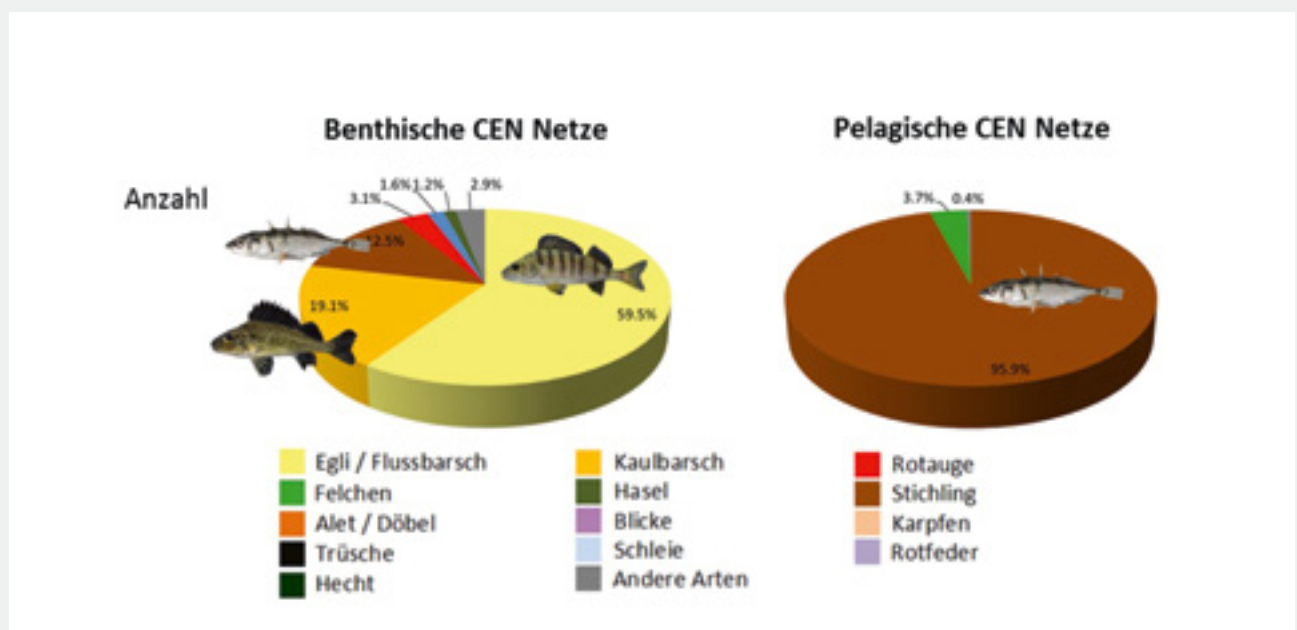


Fig. 6 Zusammensetzung der Fänge im Benthial und Pelagial des Bodensee-Obersees [11].

kälteliebenden und sauerstoffbedürftigen Fischarten, insbesondere Felchen, dominiert wurde (Fig. 5). Im Vergleich zu den wärmeliebenden karpfenartigen Fischarten (Rotaugen, Schleien und Rotfedern) stellten sie ca. zwei Drittel des standardisierten Fangs dar. Dieser Anteil veränderte sich im Verlauf der nachfolgenden Jahre markant. 2017 wurden die gleichen karpfenartigen Fischarten im Stehgewässer viel häufiger gefangen (80% der Fänge) und die Biomasse der Felchen nahm im standardisierten Fang ab (20% der Fänge, Fig. 5).

Die Untersuchungen des Lac Remoray zeigen eindrücklich, wie rasch und wie ausgeprägt sich die Zusammensetzung von Fischbeständen verändern kann, wenn sich die Umweltbedingungen ändern. Der See litt bereits 1991 unter den Folgen der Eutrophierung, so wurden unterhalb von 16 m Tiefe schon damals keine Fische gefangen [10]. Die Eutrophierungsproblematik verschärfte sich im Laufe der Zeit weiter. In Kombination mit der klimabedingten Erwärmung des Gewässers veränderte sich das Dominanzverhältnis der Artenzusammensetzung in 30 Jahren grundlegend, ohne dass dabei eine Art verschwunden wäre.

Bis anhin lieferten Fischfangstatistiken gerade für Stehgewässer oftmals die einzigen Langzeitdaten. Diese ermöglichen jedoch häufig nur stark verzerrte Einblicke in die Entwicklung der Fischbestände, da sie vor allem die Entwicklung der fischereilich genutzten Arten widerspiegeln und vom fischereilichen Aufwand beeinflusst sind. Monitoringprogramme von Fischen mit standardisierten Methoden, die den gesamten Fischbestand erfassen, liefern genauere Informationen über die effektive Entwicklung der Fischbestände über die Zeit.

#### UNERWARTETE ARTGEMEINSCHAFTEN

Die Schweizer Seen werden von jeher fischereilich genutzt und seit geraumer Zeit wissenschaftlich untersucht. Trotzdem lieferten die standardisierten «Projet Lac»-Befischungen einiger Seen überraschende Ergebnisse (s. unten). Im Bodensee wurde beispielsweise im Pelagial des Sees eine bisher nicht bekannte grosse Dichte an Stichlingen festgestellt (Fig. 6). So waren im Pelagial 96% der gefangenen Fische Stichlinge, was trotz ihrer geringen Grösse einen

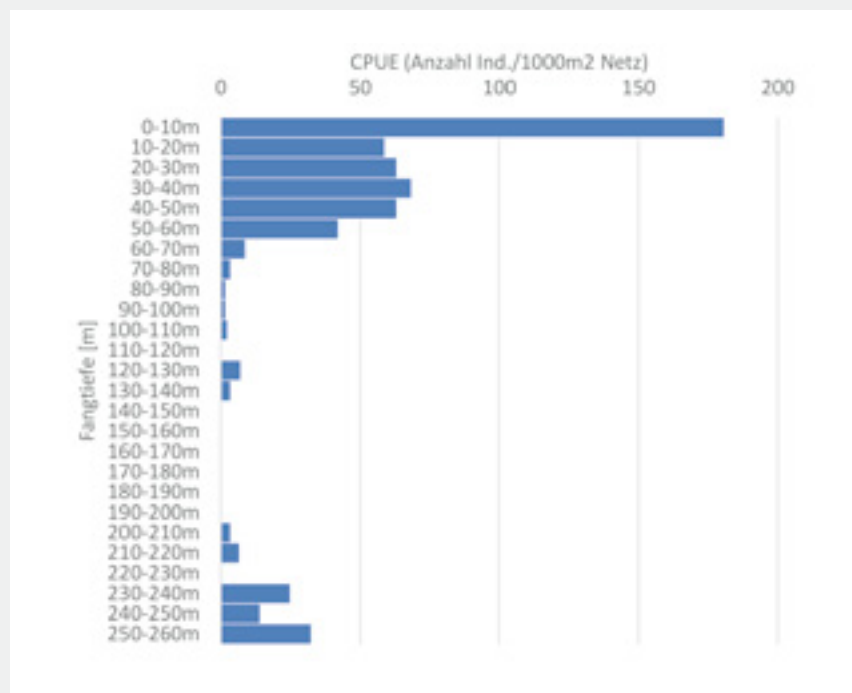


Fig. 7 Die Anzahl der im Brienzsee gefangenen Fische, korrigiert für die Netzfläche, dargestellt für die Tiefe (angepasst von [12]).

Anteil von 28% der gefangenen Biomasse ausmachte [11]. Natürlicherweise dominieren im Pelagial der grossen und tiefen voralpinen Seen wie dem Bodensee verschiedene Felchenarten.

#### HOHE DICHTEN AUCH IN DER TIEFE

In vielen grossen und tiefen Seen wurden interessanterweise Fische bis zur maximalen Seetiefe festgestellt. Fänge bis in grosse Tiefen waren in denjenigen Seen möglich, die in der Tiefe nicht nur zum Zeitpunkt der Beprobung einen hohen Sauerstoffgehalt aufwiesen, sondern auch in der Vergangenheit in der Tiefe immer gut mit Sauerstoff versorgt waren. Insbesondere verschiedene

Felchenarten, Trütschen und Groppen wurden oftmals sehr tief gefangen. Die beobachteten Fischdichten waren teilweise beachtlich, wie dies am Beispiel des Brienzsees [12] illustriert werden kann (Fig. 7). Dieses Beispiel zeigt, wie wichtig es ist, bei einem Monitoring alle Teilbereiche des Sees miteinzubeziehen, wenn man den gesamten Fischbestand eines Sees erfassen will.

#### SCHWEIZWEITE ARTENVIELFALT UND ARTENZUSAMMENSETZUNG

Durch die Untersuchungen des «Projet Lac» von 2010 bis 2020 liegt heute erstmals ein standardisiertes Bild des Ist-Zustands der Fischartenzusammensetzung

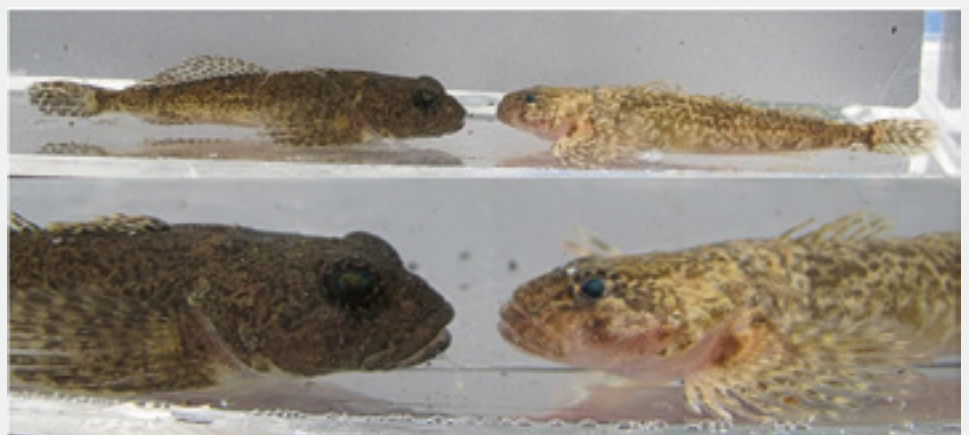


Fig. 8 Litorale (links) und profundale (rechts) Groppen des Thunersees unterscheiden sich phänotypisch; ebenso auch im Walensee und im Vierwaldstättersee (Einzugsgebiet des Rheins) sowie im Gardasee und im Lago Maggiore (Einzugsgebiet des Po).

der meisten grossen voralpinen Seen vor. Insgesamt konnten 106 Fischarten festgestellt werden. Darunter sind 82 beschriebene Arten, aber auch 28 Arten, die bisher noch nicht taxonomisch beschrieben wurden. Manche von ihnen waren zwar schon zuvor aus wissenschaftlichen Untersuchungen bekannt, aber bei den Felchen, den Seesaiblingen, den Flussschleimfischen und den Groppen (Fig. 8) wurden im «Projet Lac» auch zuvor unbekannte Arten gefunden [5]. Dies war dank detaillierten genetischen morphologischen Analysen möglich. Somit leistete das «Projet Lac» einen wichtigen Beitrag auf dem Weg zu einer gesamtheitlichen Übersicht über die in der Schweiz vorkommenden Fischarten.

Die Ergebnisse zeigen zudem, wie sich die Fischgesellschaften je nach natürlichen und anthropogen beeinflussten Bedingungen im See [5] unterscheiden (Fig. 9). So dominieren in grossen, tiefen und sauerstoffreichen Seen wie Briener-, Thuner- und Walensee, die nie stark organisch belastet waren, die verschiedenen vorkommenden Felchenarten. Dies sind auch die Seen, in denen Felchen und Seesaiblinge die grösste

Artenvielfalt aufweisen [2]. Mit zunehmendem Nährstoffgehalt nimmt der Anteil Flussbarsche und Rotaugen in den grossen und tiefen Seen zu. In flacheren und nährstoffreichen Seen schliesslich dominieren Rotaugen [13]. Auffallend war auch, wie häufig Neozoen in gewissen Seen vorkamen. Im Silsersee, Lago di Poschiavo, Lugano und Bodensee dominierten nicht heimische Arten den Fischbestand. Standardisierte Befischungen verbessern also auch unser Wissen über die Häufigkeit von Neozoen in Stehgewässern. Man kann also in den Schweizer Seen ein ganzes Spektrum an Fischgemeinschaften beobachten und mittels des Monitorings in Zukunft auch dokumentieren, wie sich diese Artenzusammensetzung verändert.

#### WIRKUNGSKONTROLLE DER DELTASCHÜTTUNG REUSS

Die Vorteile einer standardisierten Methode mit vorgeschriebenen Gerätschaften beschränkt sich nicht allein auf den Einsatz im gesamten See. Die vorgegebenen Netze und die standardisierten Uferbefischungen können auch gezielt eingesetzt werden, um lokalen Fragestellungen nachzugehen.

Ein typisches Beispiel dafür ist die Wirkungskontrolle von Sanierungsmassnahmen (z.B. Uferrevitalisierungen, Sanierung der Wasserqualität oder der hydrologischen Verhältnisse). Von 1999 bis 2008 wurde das Reussdelta im Randbereich (ausserhalb der Kiesentnahmestellen) mittels Seeschüttungen erstmals ökologisch aufgewertet [16]. In den nächsten Jahren soll das Delta mit erneuten Schüttungen weiter vergrössert werden. Um den ökologischen Nutzen dieser Schüttungen zu dokumentieren, wird eine umfassende Wirkungskontrolle durchgeführt, bei der auch die Entwicklung der Fischbestände betrachtet wird. 2021 wurde dazu erstmals im gesamten Deltabereich eine standardisierte Erhebung des Fischbestands mittels elektrischer Befischungen und Netzbefischungen durchgeführt. Dabei wurde nicht nur der in Zukunft beeinflusste Bereich untersucht, sondern auch bereits revitalisierte und nicht revitalisierte Kontrollbereiche. Sowohl für die elektrischen Befischungen als auch für die benthischen Netzbefischungen wurde auf den hier vorgestellten standardisierten Be-

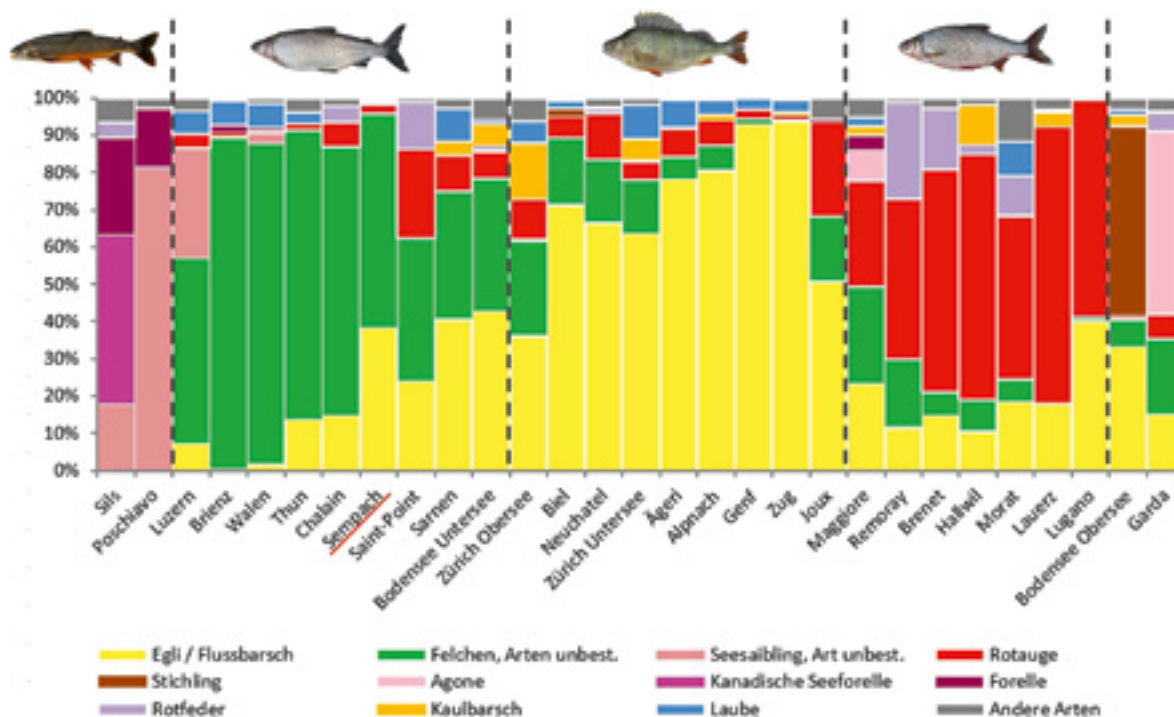


Fig. 9 Vergleich der relativen Häufigkeit einzelner Arten [14], die in den verschiedenen Seen in Vertikalnetzen gefangen wurden. Die Daten sind volumenkori-giert [15], um zwischen den Seen besser vergleichen zu können.

**VERDANKUNG**

Wir bedanken uns bei der Vielzahl an Personen, die direkt am Gelingen der Methodenentwicklung beteiligt waren und hier leider nicht alle namentlich genannt werden können. Das Projekt wurde massgeblich von der Eawag und der Universität Bern als langjähriges Forschungsvorhaben unterstützt. Das BAFU unterstützte das Projekt und die nachträglichen Berichterstattungen und Publikationen finanziell und personell. Viele kantonale Fischerei- und Gewässerschutzfachstellen unterstützten das Projekt personell und finanziell für die seespezifischen Befischungen. Verschiedene Forschungsinstitute waren an der Forschungsarbeit beteiligt: Eawag, Universität Bern, Naturhistorisches Museum Bern, Universität Besançon, Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg, IRSA Verbania, OFB France.

fischungsmethoden aufgebaut. Mit dieser Vorgehensweise bei der Wirkungskontrolle können die Ergebnisse vor und nach der Revitalisierung im beeinflussten Bereich und in den revitalisierten und nicht revitalisierten Kontrollbereichen miteinander verglichen werden. Zusätzlich wird es auch möglich sein, die Ergebnisse direkt mit den Daten der «Projet Lac»-Befischungen zu vergleichen, die 2014 im gesamten See durchgeführt worden waren [17].

**SCHLUSSFOLGERUNGEN**

Der menschliche Nutzungsdruck an den Gewässern ist immens und nimmt weiter zu. Der Zustand unserer Stehgewässer hat sich in der Vergangenheit stark verändert und wird sich auch in Zukunft wandeln. Eine möglichst langfristige Dokumentation der Artenvielfalt und der Zusammensetzung der Fischgesellschaften ist vor diesem Hintergrund wichtiger denn je. Fische eignen sich als Bioindikatoren besonders gut, da sich viele Umwelteinflüsse direkt oder indirekt auf die Artenzusammensetzung und die Bestandsdichten auswirken [18, 19]. Die neu entwickelte und aufwandoptimierte

standardisierte Befischungsmethode ermöglicht einen Vergleich der Fischbestände verschiedener Stehgewässer ebenso wie die Dokumentation der zeitlichen Entwicklung von Fischbeständen innerhalb eines Gewässers. Die Methode erfasst dabei nicht bloss den Bestand fischereilich relevanter Fischarten, sondern alle im Gewässer vorkommenden Arten. Die bei einer Anwendung gewonnenen Erkenntnisse leisten einen Beitrag, um Zusammenhänge zwischen menschlichen Einflüssen und dem Zustand von Ökosystemen besser zu verstehen. Die identifizierten Defizite können anschliessend mit Schutz- und Sanierungsmassnahmen angegangen werden.

**BIBLIOGRAPHIE**

- [1] Kottelat, M.; Freyhof, J. (2007): *Handbook of European Freshwater Fishes*. Cornol, Switzerland: Publications Kottelat
- [2] Vonlanthen, P. et al. (2012): *Anthropogenic eutrophication drives extinction by speciation reversal in adaptive radiations*. *Nature*. 482:375-362
- [3] Zaugg, B. (2018): *Fauna Helvetica – Pisces – Atlas*. CSCF; 239 S.
- [4] DIN EN 14757 (2015): *Wasserbeschaffenheit – Probenahme von Fischen mittels Multi-Maschen-Kiemennetzen; Deutsche Fassung EN 14757:2015*. DIN – Normausschuss Wasserwesen (NAW); S. 34
- [5] Alexander, T.; Seehausen, O. (2021): *Diversity, distribution and community composition of fish in perialpine lakes – «Projet Lac» synthesis report*. Kastanienbaum: Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology
- [6] Vonlanthen, P.; Périat, G. (2021): *Projet Lac – Methodenbericht – Entwicklung und Anwendung einer Methode zur Erfassung des Fischbestands in stehenden Gewässern*. Cordast: Aquabios GmbH, Teleos Suisse sàrl; S. 74
- [7] Vonlanthen, P.; Périat, G. (2021): *Methodik zur standardisierten Befischung von Stehgewässern der Schweiz*. Cordast: Aquabios GmbH, Teleos Suisse sàrl; S. 16
- [8] Vonlanthen, P. et al. (2019): *Standardisierte Befischung Sempachersee – Resultate der Erhebungen vom September 2018*. Aquabios GmbH; (Auftraggeber: Kanton Luzern, Dienststelle Landwirtschaft und Wald, Sursee)
- [9] Degiorgi, F. (1994): *Étude de l'organisation spatiale de l'ichtyofaune lacustre*. [Besançon]: Université de Franche-Comté
- [10] Brocard, J. S. et al. (2017): *Suivi piscicole du lac de Remoray – Plan de gestion 2016–2025 de la RNN*.

Beure, France: *Fédération du Doubs pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques*

- [11] Alexander, T.J. et al. (2016): *Artenvielfalt und Zusammensetzung der Fischpopulation im Bodensee*. Kastanienbaum: Eawag (Projet Lac)
- [12] Vonlanthen, P.; Périat, G. (2013): *Artenvielfalt und Zusammensetzung der Fischpopulation im Brienzersee*. Kastanienbaum: Eawag, S. 40
- [13] BAFU (2016): *Wie funktioniert ein See? Zur Limnologie von Seen*. Ittigen: Bundesamt für Umwelt (BAFU)
- [14] Vonlanthen, P. (2018): *Standardisierte Befischung Lauerzersee – Resultate der Erhebungen vom September*. Aquabios GmbH; (Auftraggeber: Kanton Schwyz, Abteilung Natur, Jagd und Fischerei, Schwyz)
- [15] Alexander, T.J. et al. (2015): *Estimating whole-lake fish catch per unit effort*. *Fisheries Research*; 172:287–302
- [16] Ernst Basler + Partner AG (2017): *Seeschüttung Urner See – Dokumentation Erfolgskontrolle 2015*
- [17] Alexander, T.J.; Vonlanthen, P. (2007): *Artenvielfalt und Zusammensetzung der Fischgemeinschaft im Vierwaldstättersee*. Kastanienbaum: Eawag
- [18] Chovanec, A. (2003): *Fish as bioindicators*. In: *Bioindicators and biomonitors*. Elsevier Science Ltd; S. 639–76
- [19] Karr, J.R. (1981): *Assessment of biotic integrity using fish communities*. *Fisheries*. 6:21–7

**WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN****«PROJET LAC» SYNTHESBERICHT**

[www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/massnahmen-zum-schutz-der-gewaesser/fischerei/projet-lac.html](http://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/massnahmen-zum-schutz-der-gewaesser/fischerei/projet-lac.html)

**«PROJET LAC» METHODENBERICHT**

<https://modul-stufen-konzept.ch/befischung-von-seen/>

**«PROJET LAC»****BERICHTE ZU UNTERSUCHTEN SEEN**

[www.eawag.ch/de/abteilung/fishec/projekte/projet-lac/](http://www.eawag.ch/de/abteilung/fishec/projekte/projet-lac/)

**PRAXISDOKUMENTATION ZUR WIRKUNGS-KONTROLLE IN FLIESSGEWÄSSERN**

[www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/massnahmen-zum-schutz-der-gewaesser/renaturierung-der-gewaesser/revitalisierungen/praxisleitfaden-zur-wirkungskontrolle.html](http://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/massnahmen-zum-schutz-der-gewaesser/renaturierung-der-gewaesser/revitalisierungen/praxisleitfaden-zur-wirkungskontrolle.html)

# ZUM SCHUTZ KÄLTE- LIEBENDER FISCHARTEN

## MIT SCHATTEN, LEBENSRAUM, ZUSAMMENARBEIT UND ANGEPASSTEM VERHALTEN DEM KLIMAWANDEL TROTZEN

**Der Klimawandel verändert Bäche, Flüsse und Seen in der Schweiz spürbar. Unter den immer wärmer und trockener werdenden Sommern und den zunehmend feuchteren Wintern leiden insbesondere die kälteliebenden Fischarten und Wasserlebewesen. Diese sind schon ohne Klimawandel vielen negativen Faktoren und Stressoren ausgeliefert. Gezielte Massnahmen wie gute Beschattung, vielfältige Lebensraumstrukturen sowie bessere Zusammenarbeit können diesen Fischarten helfen.**

*Adrian Aeschlimann\*,  
Schweizerisches Kompetenzzentrum Fischerei (SKF)*

### RÉSUMÉ

#### PLUS D'ESPACE DE VIE, D'OMBRE ET DE COLLABORATION POUR PROTÉGER LES ESPÈCES DE POISSONS AMATRICES D'EAUX FRAÎCHES

Le projet intitulé «Aménagements hydrauliques adaptés aux poissons dans le contexte du changement climatique» avait pour objectif de sensibiliser les acteurs des secteurs de l'aménagement hydraulique, de la pêche et de la promotion de la biodiversité aux impacts du réchauffement climatique, en particulier sur les espèces de poissons amatrices d'eaux fraîches. Ceci a été réalisé notamment par le biais d'une implication précoce aux projets et de la participation à des ateliers réunissant les différents acteurs. Il est alors clairement apparu que ces espèces avaient besoin de structures pour leur espace de vie et de zones d'eau froide, ainsi que, de manière générale, d'un ombrage suffisant des cours d'eau. En outre, il convient d'assurer une rétention suffisante comme tampon contre l'assèchement. Les autorités doivent plus fréquemment travailler de manière transversale et les pêcheurs devront impérativement adapter leurs comportements. Ceci vaut pour toutes les personnes impliquées: ce n'est qu'ensemble que nous parviendrons à relever le défi du changement climatique. Le projet a été élaboré de 2019 à 2021 dans le cadre du projet pilote «Adaptation aux changements climatiques» de la Confédération. Pour plus d'infos: [www.competences-fisch.ch/fr/mandat-programme-pilote-adaptation-aux-changements-climatiques/](http://www.competences-fisch.ch/fr/mandat-programme-pilote-adaptation-aux-changements-climatiques/)

### FOKUS AUF TROCKENHEIT UND WÄRME

Wegen der Klimaerwärmung werden die Sommer tendenziell trockener und wärmer, die Winter regenreicher und schneeärmer. Dies bestätigen die CH2018-Klimaszenarien ([www.nccs.admin.ch](http://www.nccs.admin.ch)) [1]. Für die Fische in der Schweiz ist diese Entwicklung einschneidend, wie der Trockensommer 2018 gezeigt hat. Sauerstoff- und kälteliebende Fischarten wie Bachforellen und Äschen sind davon besonders betroffen. Insbesondere die Fischkrankheit PKD (*Proliferative Kidney Disease*) bricht bei Bachforellen bei Temperaturen über 15 °C aus und verläuft meist tödlich.

Im Rahmen des Pilotprogramms «Anpassung an den Klimawandel» finanzierte der Bund Projekte mit dem Ziel, neue Lösungsansätze zu entwickeln. Zusammen mit den Kantonen Aargau, Baselland, Bern, Freiburg, St.Gallen und Uri sowie dem Schweizerischen Fischerei-Verband hat das Schweizerische Kompetenzzentrum Fischerei (SKF) das Projekt «Fischgerechter Wasserbau im Lichte des Klimawandels» entwickelt.

Mit dem Projekt wurde angestrebt, dass einheimische Fischarten auch bei Niederwasser und Wärme Lebensraum finden. Mittels Informationsveranstaltungen und Workshops sowie Veranstaltungen an den Gewässern wollte das Projekt unter

\* Kontakt: [a.aeschlimann@skf-cscp.ch](mailto:a.aeschlimann@skf-cscp.ch)

Lizenz für Pamela Bauer, p.bauer@hagenbucher.ch  
T.M.H. Hagenbucher AG, Zürich

anderem die beiden folgenden Wirkungen erzielen:

- Der Wasserbau berücksichtigt bei Hochwasserschutz und Revitalisierungen zum Erhalt der einheimischen Fischarten künftig – sofern umsetzbar – die Variablen Niedrigwasser und Temperaturen sowie allenfalls Winterhochwasser.
- Die kantonalen Behörden kennen die Massnahmen zum Erhalt der vorherrschenden Fischarten und wenden sie fachgebietsübergreifend an.

Mit den grossen Hochwasserereignissen in den 80er-, 90er- und Nullerjahren nahm das Bewusstsein für den Hochwasserschutz stark zu. Heute investiert allein der Bund jährlich 400 Mio. Franken in Hochwasserschutzprojekte. Lange nicht im Fokus war die zunehmende Sommertrockenheit. Dies hat sich mit dem Sommer 2018 geändert: Ausgetrocknete Bäche, erstickende Fische wegen zu warmer Flüsse und dramatische Notmassnahmen waren plötzlich im Fokus der Medien, der Behörden und der Gesellschaft.

Aus wasserbaulicher Sicht bestehen bei klimabedingten Hochwasserereignissen und Trocken- und Wärmephasen unterschiedliche Ziele (Fig. 1).

## FÜNF TEILPROJEKTE

Das Projekt «Fischgerechter Wasserbau» brachte Trockenheit, Erwärmung und Winterhochwasser im Zusammenhang mit Wasserbau auf die Agenda. Es war in fünf Teilprojekte gegliedert:

### FISCHGERECHTER WASSERBAU

Das Teilprojekt richtete seinen Fokus auf den Wasserbau und untersuchte an verschiedenen Gewässern im Kanton Aargau, inwiefern bei Wasserbauprojekten die Aspekte Trockenheit und Wärme berücksichtigt werden.

### DIE ERGOLZ ALS FORELLENGWÄSSER ERHALTEN

Wie lässt sich ein bestehendes Forellengewässer trotz Klimaveränderung als solches erhalten? Dieser Frage ging das Projekt an der Ergolz im Kanton Basel nach. Es wurden Lösungen gesucht, damit der Fluss von Liestal aufwärts wie bisher primär Forellen beheimatet. Nebst allfälligen Lebensraumaufwertungen und genügend Beschattung wurde das

Augenmerk insbesondere auf genügend Wasserführung zur Überbrückung von niederschlagsarmen Perioden gerichtet.

### WIE WEITER AN DER SENSE?

Trotz naturnaher Bedingungen sind an der Sense die Bachforellen wegen zu hoher Temperaturen und der Fischkrankheit PKD unterhalb von Zumholz in der Nähe von Plaffeien mehrheitlich verschwunden. Die Kantone vergleichen bis 2023 die Entwicklung der Fischbestände in Sense und Schwarzwasser und beziehen die Fischereivereine in die Arbeiten ein.

### AUSWIRKUNGEN AUF BEHÖRDLICHE PRAXIS

Die zu erwartenden klimatischen Veränderungen werden auch Auswirkungen auf die Arbeit der Fischereibehörden in den Kantonen haben. Das vierte Teilprojekt ging unter anderem folgenden Fragen nach: Wie lassen sich die Entwicklungen vorhersehen? Wie können die Kantone voneinander lernen? Welche Wissenslücken bestehen?

### FISCHEREI IM (KLIMA-)WANDEL

Das Teilprojekt unter der Leitung des Schweizerischen Fischerei-Verbandes (SFV) hatte zum Ziel, die Hegepraxis der Fischer an den Klimawandel und die zu erwartenden Veränderungen an-

zupassen. Das Pilotprogramm sollte Fischerinnen und Fischern, aber auch Behörden die Bedeutung von vernetzten und dynamischen Gewässern aufzeigen. Es bot Gelegenheit, fischereiliche Botschaften zu platzieren und die Wegleitung «Fischer schaffen Lebensraum» [2] zu positionieren.

## ERKENNTNISSE UND EMPFEHLUNGEN

Die behördliche Bewirtschaftungspraxis und die Hegepraxis der Vereine sind einem Wandel unterworfen. Das Projekt machte einen expliziten Bezug zum Klimawandel und half mit, die Klimaveränderungen und den Schutz der einheimischen Fischfauna frühzeitig zu antizipieren. Betroffene wurden zu beteiligten Akteuren gemacht.

### SCHATTEN, LEBENSRAUMSTRUKTUREN, KALTWASSERZONEN

Im Rahmen des Teilprojekts im Kanton Aargau erarbeitete eine Masterstudentin der Berner Fachhochschule Grundlagen für Massnahmenempfehlungen zuhanden des Wasserbaus [3].

Im ersten Teil der Arbeit wurden verschiedene Wasserbauprojekte (Hochwasserschutz und Revitalisierungen) im Kanton Aargau analysiert, Fische,



Fig. 1 Klimaauswirkungen auf den Wasserbau.



Fig. 2 Begehung im Kanton Aargau. Rechts unten: Holzstrukturen in der Wigger.

Habitatstrukturen und wasserbauliche Massnahmen reflektiert (Fig. 2 und 3). Anhand eines linearen Regressionsmodells wurden fünf Hypothesen zu Zusammenhängen zwischen Projekalter, Habitatstrukturen, Gesamt- und Forellenbiomasse geprüft. Im Teil 2 erfolgte eine Literaturrecherche zu den Habitatvorlieben und -anforderungen der Leitfischarten Äsche und Bachforelle, wobei die steigende Wassertemperatur gemäss Klimaszenarien besonders berücksichtigt wurde. Im Teil 3 wurden die wasserbaulichen Massnahmen bzw. Massnahmenkombinationen, welche sich positiv bzw. negativ auf die Bachforellenpopulation auswirken, diskutiert und Empfehlungen zur Förderung der Bachforelle abgeleitet. Die Auswertungen und die linearen Regressionsmodelle zeigten einen signifikanten und positiven Zusammenhang zwischen IAM-Attraktivität<sup>1</sup> und Forellenbiomasse (Fig. 4). Diese Ergeb-

<sup>1</sup> Der IAM (Indice d'attractivité morphodynamique) berücksichtigt neben der Diversität auch die Attraktivität der Habitate für die Fischfauna.

nisse deuten darauf hin, dass mit höherer Habitatattraktivität die Bachforelle gefördert werden kann. Höhere Attraktivitätswerte werden in Projekten erreicht, bei denen Massnahmen zur Entwicklung der Sohle und der Ufer in höheren Dichten umgesetzt wurden. Um dem Habitatverlust der Bachforelle aufgrund des Wassertemperaturanstieges entgegenzuwirken, müssen Massnahmen zur Senkung der Wassertemperatur prioritär berücksichtigt werden. Auch wird empfohlen, zukünftig mit einer vorgängigen Analyse der ökologischen Defizite, der Definition der Projektziele und Zielarten die dominanten Massnahmengruppen sowie spezifische Massnahmen auszuwählen. Zudem wird für die Vergleichbarkeit der Erfolgskontrollen eine Vereinheitlichung der Parameter, Messmethoden und Zeiträume empfohlen [3].

#### Abgeleitete Empfehlungen

Abgeleitet aus den Erkenntnissen der Masterarbeit, hat die Projektbegleitgruppe zusammen mit einem ausgewählten Kreis von Akteurinnen und Akteuren (Wasserbau, Baufirmen, Kantons- und

Bundesbehörden, Umweltorganisationen) Empfehlungen entworfen und diese im Herbst 2021 verabschiedet. Die Empfehlungen [4] lauten:

- Bei der Planung und der Ausführung von Wasserbauprojekten für den Hochwasserschutz oder Renaturierungen und Revitalisierungen sind die zunehmende Trockenheit und Gewässererwärmung zu berücksichtigen. Dies gilt ebenfalls für den Gewässerunterhalt.
- Kälteliebende Fischarten brauchen insbesondere: Lebensraumstrukturen, Schatten, Kaltwasserzonen, tiefe Stellen (Kolke), hindernisfreie Gewässer für die Fischwanderung (Längsvernetzung). Lebensraumstrukturen müssen standorttypisch sein und bestehen, wenn möglich, aus Holz. Dieses senkt die Temperaturen und bildet wertvollen Lebensraum. Stein als Baustoff ist nur zurückhaltend anzuwenden und konsequent zu beschatten.
- Fischerinnen und Fischer sowie Naturschutzorganisationen können bei der Schaffung von Lebensraumstrukturen einbezogen werden und aktiv mithelfen. Diese Arbeiten sind jedoch





Fig. 3 Beschattetes Gewässer im Kanton Aargau.

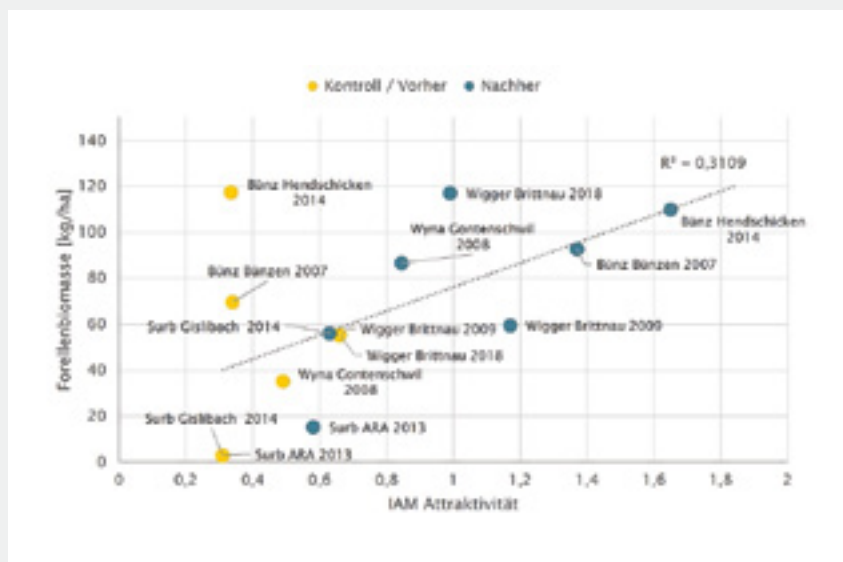


Fig. 4 Zusammenhang Forellenbiomasse (kg/ha) und IAM-Attraktivität, Vergleich vorher/Kontrolle zu nachher für die Wasserbauprojekte. Die graue Linie zeigt die Korrelation zwischen der Forellenbiomasse und der IAM-Attraktivität in den untersuchten Gewässerabschnitten ( $N = 12$ ;  $R^2 = 0,31$ ;  $p < 0,01$ ).

kein Ersatz für die notwendigen Renaturierungen.

- Der Gewässerunterhalt erhält und fördert die Beschattung und schont Lebensraumstrukturen. Totholz im Ge-

wässer ist zu belassen und allenfalls zu sichern oder gar aktiv einzubauen.

- Für den Umgang mit Trockenheit und Hitze sollen die Kantone Notfallkonzepte erarbeiten.

- Bei der Planung und Umsetzung von Wasserbauvorhaben ist eine sektorübergreifende Zusammenarbeit in den Behörden notwendig.
- Betroffene von Wasserbauvorhaben sollen in die Planungsprozesse einbezogen werden. Gemeindebehörden, wasserbaupflichtige Körperschaften, Anstösserinnen und Anstösser, lokale Fischerinnen und Fischer oder Umweltorganisationen verfügen oft über wertvolles Wissen zum Zustand eines Gewässers.

#### WASSERRÜCKHALT GEGEN WÄRMESCHWALL UND AUSTROCKNUNG

Im Teilprojekt im Kanton Baselland wurden im Rahmen einer Masterarbeit an der Universität Basel in einem ersten Schritt die vorhandenen Daten am Fluss Ergolz ausgewertet und Zukunftsszenarien entwickelt [5]. Die Ergolz durchfließt 14 Gemeinden, mündet in den Rhein und befindet sich ausschliesslich im Kanton Baselland. Der grösste Teil der Ergolz gehört zur Forellenregion. Die kälteliebende Bachforelle (*Salmo trutta*) ist die Leitfischart dieser Fischregion. Sie bevorzugt sauerstoffreiches Wasser, das in den Sommermonaten nur kurzzeitig wärmer als 15 °C wird. Die letale Temperatur liegt je nach Sauerstoffgehalt bei 25 °C. Die Bachforelle lebt bereits heute mehrheitlich an der oberen Grenze ihres Temperaturtoleranzbereichs. Sie gerät zusätzlich durch das häufigere Auftreten von PKD, welche für die Tiere oft tödlich endet, stärker unter Druck. Die Masterarbeit bietet in einem ersten Schritt anhand von Abfluss- und Temperaturdaten sowie Daten zur Fischdichte einen Gesamtüberblick der Ergolz über den Zeitraum 2009–2018. Sie zeigte, dass die Bachforelle bereits heute stark unter Druck ist, unter anderem aufgrund einer tiefen Wasserführung und hoher Wassertemperaturen. Es wurde zudem ersichtlich, welche negativen Auswirkungen das Austrocknen von Zuflüssen und Abschnitten der Ergolz selbst auf den Bachforellenbestand haben. Weiter wurden Modellierungen zu möglichen Zukunftsszenarien für die Ergolz präsentiert. Dabei erhält man für die Zeiträume 2053–2065 und 2078–2090 Einblick in die Veränderungen von Abfluss und Wassertemperatur. Die Ergebnisse zeigen, dass möglichst rasch Massnahmen umgesetzt werden müssen, wenn die Forellenregion in der Ergolz er-

halten werden soll, denn durch die ganzjährige Erhöhung der Wassertemperatur verschiebt sich die Forellenregion flussaufwärts. Durch die daraus resultierende Verkleinerung der Forellenregion ist die Zukunft der Bachforelle in der Ergolz ohne gezielte Massnahmen äusserst fraglich [5].

#### Massnahmen

Gestützt auf die Resultate der Masterarbeit, hat die begleitende Projektgruppe zusammen mit einem ausgewählten Kreis von Akteurinnen und Akteuren (Kantonsbehörden, Gemeinden, Bauernverband, Umwelt- und Naturschutzorganisationen, Fischereiverband) mögliche Massnahmen diskutiert und diese priorisiert. Um in der Ergolz die Bachforellen auch in Zukunft zu erhalten, schlägt die Projektgruppe zur Erhöhung des Wasserdargebots, zur Senkung der Wassertemperaturen und für bessere Lebensraumbedingungen folgende Massnahmen vor [6]:

- Nutzungseinschränkungen bei Privaten und in der Landwirtschaft.
- Wasserrückhalt in Regenphasen und -abgabe bei Trockenheit.
- Anreicherung des Grundwassers in nassen Phasen.
- Regen- oder Frischwasser nicht via ARA ableiten, sondern versickern lassen und im Gewässersystem halten.
- Konsequente Beschattung: schattenspendende Vegetation, insbesondere angeordnet auf der Südwestseite des Gewässers.
- An Hitzetagen heizen sich versiegelte Flächen (Plätze, Strassen) stark auf. Fällt Gewitterregen, erwärmt sich das Wasser ebenfalls und bildet im Gewässer einen Warmwasserschwall. Die Effekte dieser Schwälle sind genau zu untersuchen und geeignete Massnahmen zu ergreifen (Versickerung, Rückhalt und kontinuierliches Ableiten, Strassenabwasserbehandlungsanlage SABA für die Autobahn usw.).
- Die Ergolz ist, wo immer möglich, zu revitalisieren. Je natürlicher das Gewässer ist, desto widerstandsfähiger ist es gegen den Klimawandel.
- Wanderhindernisse sollen entfernt werden, damit die Ergolz besser vernetzt wird und Fische die Möglichkeit haben, aus warmen, wenig Wasser führenden Bereichen zu flüchten.

Damit diese und weitere Massnahmen umgesetzt werden können, müssen die

involvierten Akteure in Verwaltung und Zivilgesellschaft weiter sensibilisiert werden. Unabdingbar ist eine Zusammenarbeit über die sektoriellen Grenzen hinweg.

#### HERAUSFORDERNDER SUCHPROZESS

Das Verschwinden der Bachforellen an der Sense unterhalb von Plaffeien ist ein ungeklärtes Phänomen und stellt die lokale Fischerei vor unbekannte Herausforderungen. Die Sense fliesst als Grenzgewässer zwischen Bern und Freiburg weitgehend natürlich, ist nicht verbaut und gemäss der Umweltorganisation WWF eine der Gewässerperlen der Schweiz [7]. Anlässlich mehrerer Workshops suchten die Fischerinnen und Fischer aus den Kantonen Bern und Freiburg nach Antworten. Die inhaltlichen Arbeiten werden erst im Verlauf von 2022 abgeschlossen werden. Die bisherigen Diskussionen zeigten ein Spannungsfeld auf zwischen den «Traditionalisten» und den «Progressiven»:

- Erstere wollen weder die fischereiliche Bewirtschaftung noch die Nutzung ändern und sehen die Lösung des Problems ausserhalb ihres Einflussbereiches (z.B. Forderung nach Stilllegung der lokalen Abwasserreinigungsanlage).
- Letztere sind bereit, sich fischereilich einzuschränken (Verwendung von Kunst- statt Naturködern, längere Schonzeiten und Schonmasse usw.), um Gegensteuer zu geben.

Da künftig an anderen Gewässern in der Schweiz infolge der Klimaerwärmung ähnliche Fragen auftauchen werden, hat der partizipative Prozess an der Sense Pilotcharakter. Der Wissenstransfer ist ein Hauptziele dieses Teilprojekts.

#### NOTFALLKONZEPTE UND INTERDISZIPLINÄRE HERANGEHENSWEISE

Die zu erwartenden klimatischen Veränderungen und ihre Auswirkungen auf die kälteliebenden Fischarten werden auch die Arbeit der Behörden in den Kantonen beeinflussen.

#### Kurzfristige Bewältigung

Zur kurzfristigen Bewältigung von Trockenheits- und Hitzephasen eignen sich Notfallkonzepte. Das SKF hat in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) bei den kantonalen Fischereifachstellen im Herbst 2020 eine

Umfrage zu den Notfallkonzepten durchgeführt. Von den 26 angeschriebenen Kantonen haben 13 geantwortet. 7 davon verfügen über ein Konzept. Dass nur gut ein Viertel der Kantone ein solches erarbeitet hat, ist primär auf knappe Ressourcen zurückzuführen. Hitze und Trockenheit werden von den Fischereibehörden mehrheitlich situativ bewältigt. Gute Beispiele aus anderen Kantonen könnten bei der Erarbeitung eines Konzepts gute Dienste leisten.

Damit die Schweiz auch künftig genügend Lebensraum für eine Vielfalt einheimischer Wasserlebewesen, insbesondere kälteliebende Fischarten, bietet, müssen die klimatischen Veränderungen bei der Planung und Umsetzung von Wasserbauvorhaben berücksichtigt werden. Dies erfordert eine fachbereichsübergreifende Arbeitsweise und braucht ein gegenseitiges Verständnis zwischen den verschiedenen beteiligten Verwaltungseinheiten in Bund und Kantonen und den zivilgesellschaftlichen Akteuren.

#### Langfristige Betrachtung

Eine Online-Umfrage bei den kantonalen Fachstellen für Hochwasserschutz, Fischerei, Biodiversitätsförderung, Gewässerschutz und Klima von Dezember 2020 bis Januar 2021 hat ergeben, dass trotz teils sehr sektoral organisierter Einheiten in den Kantonen der Wille zur Zusammenarbeit besteht. Die Hälfte der rund 60 Befragten gab an, bei der Planung von Wasserbauvorhaben bereits in interdisziplinären Teams zusammenzuarbeiten, und 70 Prozent der Antwortenden ziehen die jeweils anderen Fachstellen bereits zu Beginn des Planungsverfahrens ein. Müssen die Behörden bei Wasserbauprojekten Interessen abwägen, haben klar der Hochwasserschutz und der Schutz von Grund- und Trinkwasser Priorität. Erst an dritter Stelle folgt der Schutz und die Förderung der aquatischen Biodiversität.

Zusätzlich zu den zwei obgenannten Online-Befragungen konnte die Projektleitung am eidgenössischen Fischereiaufseherkurs im August 2021 die anwesenden Fischereiaufseherinnen und -aufseher noch detaillierter befragen.

Ihren eigenen Wissensstand über die Folgen des Klimawandels bezeichnen die Fischereiaufseherinnen und -aufseher als relativ gut. Gewünscht werden insbesondere zusätzliche Angaben zur

lokalen hydrologischen Entwicklung. Zur Bewältigung der Klimafolgen wünschen sich die Fischereibehörden eine bessere Zusammenarbeit mit den anderen Fachbereichen im jeweiligen Kanton. Die rechtlichen Grundlagen werden als genügend beurteilt.

Das grösste Konfliktpotenzial mit dem Gewässerschutz und klimaangepassten Gewässern orten die Fischereiaufseherinnen und -aufseher bei der Energieproduktion und der Landwirtschaft.

Den grössten Hebel bei ihrer eigenen Arbeit sehen die Aufseherinnen und Aufseher in der Sensibilisierung, bei der Schaffung von Lebensraum im Wasserbau und einem Unterhalt, der insbesondere schattenspendende Vegetation schont.

Empfehlungen an die Behörden

Zur Bewältigung der kurzfristig auftretenden Klimawirkungen wie Trockenheit und Hitze verfügt aktuell nur eine Minderheit der Kantone über vorbereitete Konzepte. Diese legen ein klar definiertes Vorgehen im Notfall fest und ermöglichen es den Behörden, rasch zu handeln. Es wird daher empfohlen, dass möglichst viele Kantone über solche Konzepte verfügen. Als förderlich wird folgende Arbeitsteilung gesehen:

- Der Bund stellt den Kantonen Grundlagen, gute Beispiele und bestehende Konzepte zur Verfügung und fördert den Erfahrungsaustausch im Rahmen seiner Austauschgremien und -veranstaltungen mit den Kantonsbehörden.
- Die Kantone entwickeln Notfallkonzepte und setzen sie während Trockenheits- und Hitzeperioden um und stellen die notwendigen Mittel zur Verfügung.

Bezüglich der möglichen Massnahmen zur Abfederung des Klimawandels in den Gewässern ist zudem eine kontinuierliche Sensibilisierung der für die unterschiedlichen Aspekte der Gewässerbewirtschaftung zuständigen Fachbereiche in den Behörden notwendig.

## SOZIALER WANDEL ALS AKT DER ANPASSUNG

Allen Teilprojekten ist gemeinsam, dass die Klimaveränderung alle Akteurinnen und Akteure herausfordert und zu einer Anpassung ihrer bisherigen Herangehensweise und Organisation zwingt, sofern sie zum Erhalt der einheimischen Fischarten und der Artenvielfalt in den Gewässern beitragen wollen. In allen Teilprojekten durchliefen die Beteiligten einen ähnlichen Prozess. Damit die Akteurinnen und Akteure sich der Herausforderung bewusst werden, muss ihre Aufmerksamkeit geweckt werden (*attention*). Sie müssen eingebunden werden in die Fragestellung, da in den meisten Fällen zu Beginn eines gemeinsamen Prozesses die gemeinsame Fragestellung das vereinende Element ist (*questions unite*). Die erste Phase funktioniert wie ein Trichter, der die anfänglich verstreuten und segmentierten Akteure zusammenführt und mit auf den Weg nimmt. Die Akteurinnen und Akteure sollen sich mit der Fragestellung identifizieren (*identification*). In einer zweiten Phase steht die Lösungsfindung im Zentrum. Es ist die Phase des Ausprobierens, Testens und Anwendens. Die Akteurinnen und Akteure entscheiden in dieser Phase, zu handeln (*decision*). In der dritten Phase werden die Erfahrungen gebündelt, umgesetzt (*action*) und in die Breite transferiert.

## PROJEKTDOKUMENTATION

Die gesamte Dokumentation zum Projekt «Fischgerechter Wasserbau im Lichte des Klimawandels» ist zu finden unter: [www.skf-cscsp.ch/mandate/pilotprogramm-anpassung-an-den-klimawandel-des-bundes/](http://www.skf-cscsp.ch/mandate/pilotprogramm-anpassung-an-den-klimawandel-des-bundes/)

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] BAFU (Hrsg.) (2021): Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweizer Gewässer. Hydrologie, Gewässerökologie und Wasserwirtschaft. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern, Umweltwissen Nr. 2101: 140 S.
- [2] Schweizerischer Fischerei-Verband SFV (Hrsg.) (2020): Fischer schaffen Lebensraum, 2. Auflage, Bern
- [3] Küng, M. (2020): Wasserbauliche Massnahmen zur Förderung kälteliebender Fischarten der Schweiz angesichts des Klimawandels, Berner Fachhochschule, Webadresse: [https://www.skf-cscsp.ch/fileadmin/user\\_upload/Mandate/Masterarbeiten/\\_Masterarbeit\\_KM\\_FS20\\_.pdf](https://www.skf-cscsp.ch/fileadmin/user_upload/Mandate/Masterarbeiten/_Masterarbeit_KM_FS20_.pdf)
- [4] Aeschlimann, A. (2021): Trockenheit, Hitze und Niedrigwasser: Klimaanpassungsmassnahmen für kälteliebende Fischarten, Bern. Webadresse: [https://www.skf-cscsp.ch/fileadmin/user\\_upload/Mandate/Klimawandel/Schlussprodukt\\_TP1\\_d.pdf](https://www.skf-cscsp.ch/fileadmin/user_upload/Mandate/Klimawandel/Schlussprodukt_TP1_d.pdf)
- [5] Zahno, D. (2020): Die Ergolz als Forellengewässer erhalten – eine GIS-Studie, Universität Basel, Webadresse: [https://www.skf-cscsp.ch/fileadmin/user\\_upload/Mandate/Masterarbeiten/Masterarbeit\\_David\\_Zahno.pdf](https://www.skf-cscsp.ch/fileadmin/user_upload/Mandate/Masterarbeiten/Masterarbeit_David_Zahno.pdf)
- [6] Berli, B.; Aeschlimann, A. (2021): Die Ergolz als Forellengewässer erhalten. Analyse – Szenarien – Massnahmen, Sissach, Webadresse: [https://www.skf-cscsp.ch/fileadmin/user\\_upload/Mandate/Klimawandel/Schlussprodukt\\_TP\\_2a\\_definitiv.pdf](https://www.skf-cscsp.ch/fileadmin/user_upload/Mandate/Klimawandel/Schlussprodukt_TP_2a_definitiv.pdf)
- [7] Arnold, M.; Fitze, U. (2018): Gewässerperlen – Die schönsten Flusslandschaften der Schweiz, AT Verlag, Aarau und München, S. 148–155

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

**NEU ANALYTIK VON PESTIZIDEN  
▼ IM ABWASSER**

**envilab**  
ANALYTIK AUS LEIDENSCHAFT

ENVILAB AG  
Mühlethalstrasse 25, 4800 Zofingen  
T 062 745 70 50, [www.envilab.ch](http://www.envilab.ch)

## SCHUTZ DER UFERVEGETATION DURCH SCHUTZZONENPLANUNG

Die Ufervegetation ist in ihrer natürlichen Ausprägung ein äusserst wertvolles Lebensraumelement der Biodiversität. In der Praxis stellt sich die Frage, ob für die Ufervegetation eine Schutzzonenplanungspflicht besteht. Ja, findet der unter anderem auf Gewässerschutzrecht spezialisierte Rechtsanwalt Gregor Geisser. Der vorliegende Artikel ist eine Zusammenfassung seines umfangreich recherchierten Artikels, der in der Fachzeitschrift «Umweltrecht in der Praxis» (URP 2021-7) publiziert wurde.

Die Ufervegetation ist ein enorm wertvoller und empfindlicher Lebensraum. Obwohl schon seit 1966 bundesrechtlich geschützt, ist ihr Zustand noch immer stark, wenn nicht sogar zunehmend beeinträchtigt. Die Diskrepanz zwischen Rechtsvorgabe und Wirklichkeit ist v. a. auch die Folge von Vollzugsdefiziten.

### AUSREICHENDE DEFINITION GEMÄSS GESETZ ODER PLANUNGSPFLICHT?

Der gesetzliche Begriff der Ufervegetation kann zwar abstrakt definiert werden, er benötigt jedoch eine räumliche Konkretisierung. So hat das Bundesamt für Umwelt (BAFU) in seiner Vollzugshilfe zum Natur- und Heimatschutzgesetz NHG die Ufervegetation wie folgt definiert:

*Ufervegetation umfasst natürliche und naturnahe Pflanzenbestände an Ufern. Sie reicht von den untersten submersen (untergetauchten) Pflanzen bis zu denjenigen*

*Pflanzen, deren Hauptwurzeln noch im Einflussbereich des vom Gewässer abhängigen Grundwasserspiegels liegt oder deren Standort sporadisch vom Gewässer überschwemmt wird.*

Demnach ist die Ufervegetation kein fixer Korridor von x Metern entlang von Gewässern, wie dies etwa beim Düngemittel-Pufferstreifen der Fall ist. Zudem ist sie durch den Schwankungsbereich eines Gewässers und v. a. auch durch den dort vorgefundenen Vegetationstyp definiert. Die Breite der Ufervegetation ist daher stets anhand der natürlichen Gegebenheiten und der örtlichen Verhältnisse zu bestimmen.

Aus diesen Gründen ist der gesetzlich definierte Schutz aus vorsorglicher Sicht unzulänglich. Es bedarf zusätzlich der zwischen Gesetz und Rechtsanwendung geschobenen Festlegung durch die zuständige Planungsbehörde, die sich im vorgesehenen Prozess auf eine ortsbezogene Expertise im Biotopschutz stützen kann.



Naturnahe Gewässer sind äusserst strukturreich und weisen eine gestufte Ufervegetation auf (links). Viele Gewässer wurden jedoch begradigt und ihrer Ufervegetation beraubt (rechts). Solch kahle Ufer weisen eine massiv tiefere Biodiversität auf als Gewässer mit natürlicher Ufervegetation.

(links: ©Stefan Hasler/VSA; rechts: ©Hunziker Betatech AG)

Als raumplanerisches Grunddefizit legen die Kantone und Gemeinden die Ufervegetation oftmals nicht planungsrechtlich fest. Es fehlt an der Ausscheidung einer Schutzzone oder an einer anderen geeigneten Massnahme zur Eindämmung des Siedlungs-, Landwirtschafts- und Erholungsdrucks. Die Vollzugspraxis ist uneinheitlich.

Damit ist die Rechtsfrage gestellt: Besteht für Ufervegetation eine Schutzzonenplanungspflicht? Weder wurde diese Frage durch das Bundesgericht geklärt, noch hat sich die Lehre damit eingehend beschäftigt. *Gregor Geisser* kommt zum Schluss, dass eine Planungspflicht zur Festlegung von Ufervegetation zu bejahen ist. Die Pflicht ist mit themennahen Planungen wie der Gewässerraumausscheidung, Waldfeststellung oder Einzonung zu koordinieren. Die Pflicht erstreckt sich sowohl auf eine ursprüngliche Fehlerhaftigkeit der Nutzungsordnung (Ufervegetation ist von Beginn weg zu Unrecht nicht ausgeschieden) als auch auf nachträglich veränderte tatsächliche Verhältnisse (Hinauswachsen über bestehende Schutzzongrenzen). Festlegungspflicht gilt nicht nur für bestehende, sondern auch zur Raumsicherung für das Gedeihen neuer Ufervegetation. Anders zu entscheiden und für dieses Biotop eine Festlegungspflicht zu verneinen, hiesse, sich zwischen den einzelnen Biotop-Arten in einen Wertungswiderspruch zu begeben. Denn das Ziel des unmittelbar anwendbaren Schutzes hat von Beginn weg darin bestanden, den Schutz der Ufervegetation zu stärken und nicht durch Verzicht auf eine Festlegungspflicht zu schwächen. Aktiver und passiver Schutz (bzw. Festlegungspflicht und Schutz gemäss Gesetz) sind komplementäre Bestandteile eines effektiven Biotopschutzes. Sie schliessen sich nicht aus, sondern ergänzen sich gegenseitig. Die Behörden haben in fortwährender Arbeit von Amtes wegen tätig zu werden, um der Ufervegetation den umfassenden Schutz zukommen zu lassen.

#### RECHTSANSPRUCH DRITTER

Ob vonseiten Dritter (namentlich Naturschutzorganisationen) ein darüber hinausgehender gerichtlich durchsetzbarer Rechtsanspruch auf Festlegung besteht, hängt vom Erfordernis im

#### ARTENVIELFALT MIT NATÜRLICHER UFERVEGETATION FÖRDERN

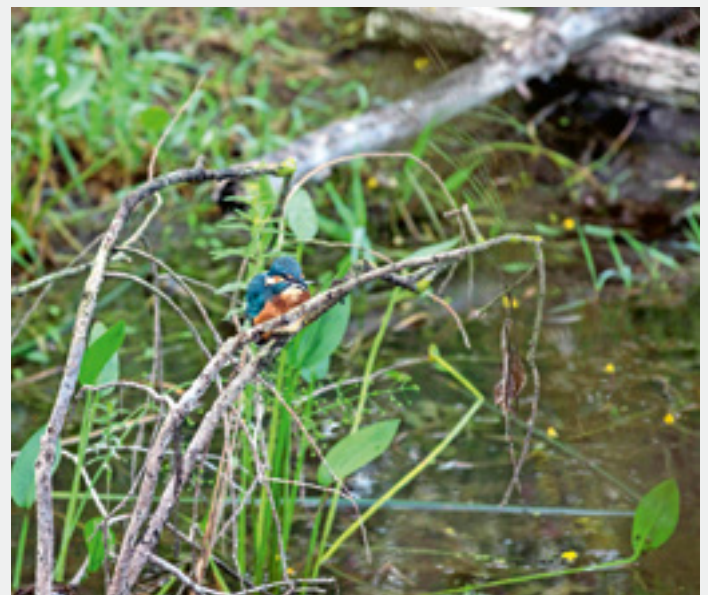
Um den Artenschwund zu bremsen, wäre es zentral, überall eine natürliche Ufervegetation zuzulassen. Denn ohne menschliche Eingriffe weist jedes Gewässer eine Ufervegetation auf. Durch die Beschattung würden auch die steigenden Wassertemperaturen infolge Klimawandels abgeschwächt.

Für Gewässer in landwirtschaftlich genutzten Gebieten könnte dazu die Direktzahlungsverordnung so angepasst werden, dass Grundeigentümer höhere Erträge erwirtschaften, wenn sie mit Strukturelementen die Biodiversität optimal fördern, als wenn sie den Gewässerraum als extensiv genutzte Wiese bewirtschaften. *Gregor Geisser* schlägt einen noch systematischeren Ansatz vor: Die Ufervegetation soll generell mittels Schutzzonenplanung aktiv geschützt werden. Für viele Tierarten, welche die Ufervegetation als Lebensraum resp. als Wanderkorridor nutzen, wäre dies überlebenswichtig.

konkreten Fall ab. Ein solches bestimmt sich insbesondere nach Massgabe eines bestehenden oder drohenden Konflikts zwischen Schutz und Nutzung. Innerhalb der Bauzone ist ein solcher Nutzungskonflikt ohne Weiteres ausgewiesen. Ausserhalb der Bauzone ist er dagegen erklärungsbedürftiger. So verträgt sich die Landwirtschaftszone nicht mit dem Ufervegetationsschutz. Jedenfalls gegenüber diesem Nichtbaugelände ist ein Rechtsanspruch auf Schutzzonenplanung im weiten Sinne (Schutzzone oder andere geeignete Massnahme wie grundeigentümerverbindliche Inventarisierung oder Einzelverfügung bzw. Vereinbarung) nach hier vertretener Ansicht zu bejahen. Der diese Zonen mitunter überlagernde Gewässerraum bietet wegen der im Vergleich zum Ufervegetationsschutz grosszügigeren Ausnahmen vom Bau- und Nutzungsverbot keinen hinreichenden Ersatz.

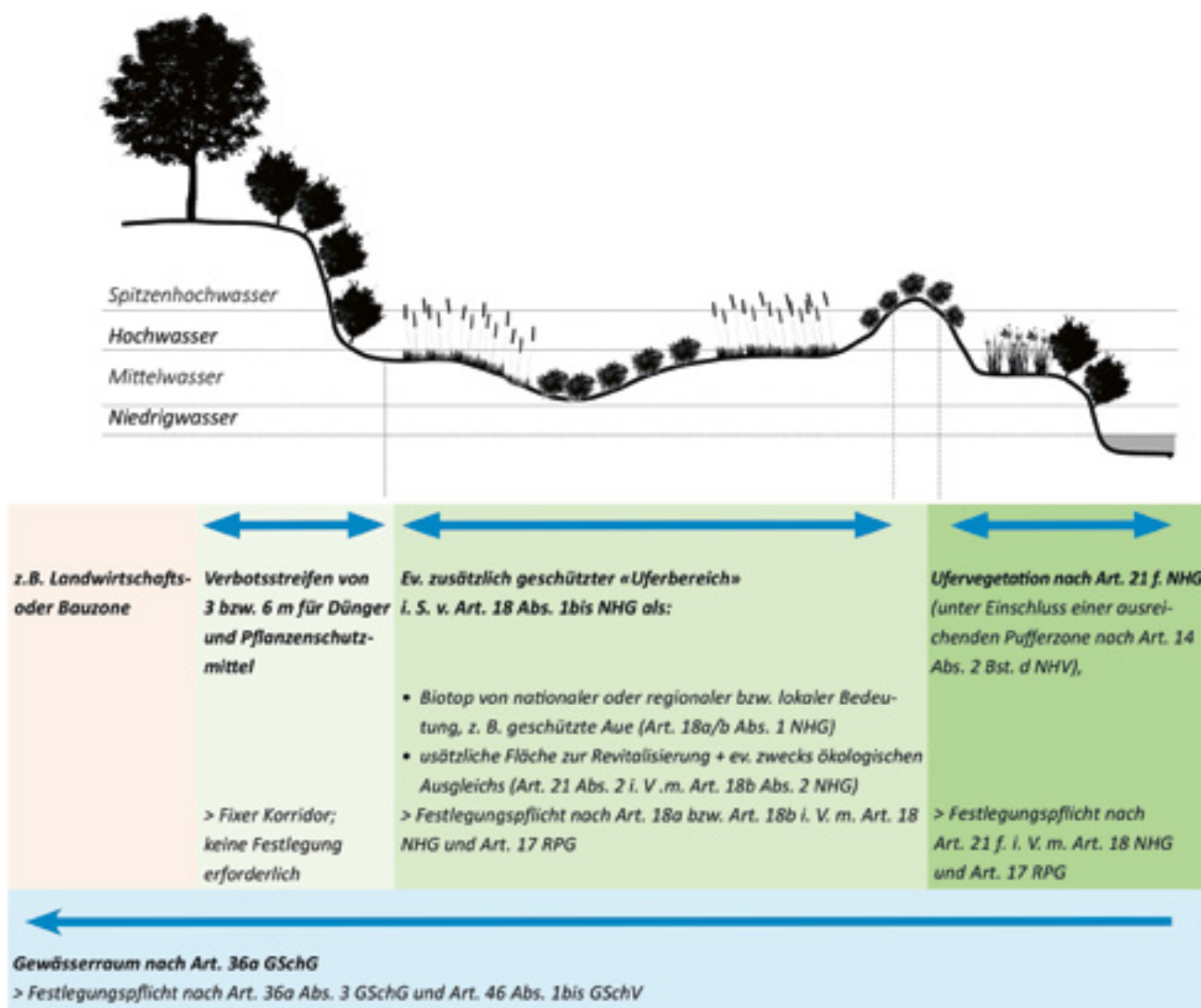
#### HANDLUNGSFELDER

Die Erkenntnisse führen *Gregor Geisser* zu folgenden Handlungsfeldern:



Gewässer und vor allem ihre Auengebiete wie die Aue Chly Rhy bei Rietheim (links) gehören zu den artenreichsten Lebensräumen weltweit. In der Schweiz bedecken Auen nur noch 0,25% der Landesfläche, beherbergen aber > 50% aller einheimischen Pflanzenarten und über 1000 Tierarten.

(links: ©Markus Forte/rechts: ©Ex-Press/BAFU)



Gesamtdarstellung mit den jeweiligen Festlegungspflichten.

a) Rechtsprechung

Die Rechtsprechung sollte bei die Grundfrage einer Schutzzoneplanungsplanungspflicht für Ufervegetation gerichtlich klären.

b) Geeigneten Sachverhalt einbringen

Aus Sicht des Autors ist es in erster Linie Aufgabe der Naturschutzorganisationen, den geeigneten Sachverhalt (entlang der aufgezeigten Konfliktlinien zwischen Schutz und Nutzung) zur präjudiziellen Beurteilung einzubringen.

c) Aktualisierung der Vollzugshilfe

Der Bund (BAFU) sollte seine Vollzugshilfe zur Ufervegetation aus dem Jahr 1997 aktualisieren; inkl. gebündelter Erfassung des aktuellen Zustands dieses Lebensraums und einer Schärfung der Massnahmen, so auch mit vertieftem Blick auf die Schutzzoneplanung. Denkbar wäre im Rahmen einer anstehenden Revision der Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV) zudem eine bundesrätliche Klärung des Verhältnisses von Ufervegetation und Raumplanung in einer konkretisierenden Verordnungsvorschrift. Eine solche könnte im Sinne der Erwägungen und gestützt auf Vorbilder aus den verwandten Bereichen Wald, Ge-

wässerraum und Biotope von nationaler, regionaler oder lokaler Bedeutung in etwa wie folgt lauten:

Art. 14a [NHV] Ufervegetation und Raumplanung

1 Die Kantone berücksichtigen bei der Richt- und Nutzungsplanung den Schutz bestehender und die Anlage oder das Gedeihen fehlender Ufervegetation nach Artikel 21 Absatz 1 und 2 NHG.

2 Sie legen dazu, soweit geboten in Koordination mit anderen Planungen, Schutzzone fest oder sehen andere geeignete Massnahmen nach Artikel 17 des Raumplanungsgesetzes vom 22. Juni 1979 vor.

3 Eine Festlegung nach Absatz 2 ist insbesondere bei bestehenden oder drohenden Konflikten zwischen Schutz und Nutzung erforderlich.

d) Vollzugsträger

Letzten Endes richten sich die Erkenntnisse an die Kantone und Gemeinden als Vollzugsträger. Ein vertieftes Augen-

merk auf die Schutzzonenplanung im Ufervegetationsschutz, innerhalb wie auch ausserhalb der Bauzone, ist nach dem Gesagten ohnehin sachgerecht. Abzuwarten auf die gerichtliche Klärung, ob und inwieweit sich die Zweckmässigkeit zu einem justiziablen Erfordernis verdichtet, führt zu unnötigem Aufschub im Biotopschutz und der immer drängenderen Problematik des Biodiversitätsverlustes. Dies ganz im Bewusstsein: Die Raumplanung ist nur eines von verschiedenen Elementen im Werkzeugkasten der Massnahmen zur Erhaltung sowie Verbesserung der natürlichen Lebensräume und ihrer Biodiversität.

*Kurzfassung des Fachartikels «Ufervegetationsschutz durch Schutzzonenplanung» von Gregor Geisser, rechtsanwälte.og42, erschienen in «Umweltrecht in der Praxis» (URP 2021 699) (s. Box rechts). Zusammengefasst durch den VSA.*

#### VEREINIGUNG FÜR UMWELTRECHT

Die Vereinigung für Umweltrecht (VUR) wurde 1986 gegründet und versteht sich als gesamtschweizerische Informationsplattform in Fragen des Umweltrechts. Sie ist bestrebt, Fachleuten aus der öffentlichen Verwaltung, aus der Advokatur, der Wissenschaft und der Privatwirtschaft ein breit gefächertes Programm zur Information und Weiterbildung im Bereich des schweizerischen Umweltrechts zu bieten. Die Fachzeitschrift «Umweltrecht in der Praxis (URP)» erscheint acht Mal jährlich. URP enthält Gerichtsentscheide im Bereich Umweltrecht, Neuigkeiten zu Literatur und Rechtsetzung, Rezensionen zu neu erschienenen Publikationen sowie Beiträge zu aktuellen Themen aus dem Bereich Umweltrecht.

[www.vur-ade.ch](http://www.vur-ade.ch)

## RÉSUMÉ

### UN PLAN DES ZONES DE PROTECTION POUR LA VÉGÉTATION DES RIVES

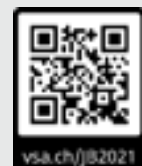
En tant qu'espace vital extrêmement précieux, la végétation des rives est l'expression même de la biodiversité. Dès le début, elle occupe un rang particulièrement élevé dans la législation fédérale sur la protection de la nature. Un statut qui se trouve en contradiction avec son état. Ce décalage entre les prescriptions légales et la réalité est avant tout une conséquence des déficits d'exécution. Ainsi, il arrive fréquemment que les cantons et les communes s'abstiennent de définir la végétation des rives dans un plan d'aménagement, ce qui constitue un déficit majeur de planification. Les délimitations de zones de protection ou des autres mesures adéquates en vue d'atténuer la pression de l'urbanisation et de l'agriculture, ou encore celle liée aux loisirs font défaut. Dès lors se pose la question juridique suivante: existe-t-il une obligation d'établir un plan des zones de protection pour la végétation des rives? Les décisions du Tribunal fédéral publiées au Recueil officiel n'ont pas apporté de réponse à cette question. Quant à la doctrine, elle ne l'a pas analysée en détail non plus. La présente contribution s'est penchée de manière approfondie sur cette thématique, en suivant les règles d'interprétation habituelles (interprétation littérale, téléologique, historique et systématique). L'auteur parvient à la conclusion qu'il y a bien une obligation de définir des zones de protection pour la végétation des rives, comme pour les autres types de biotopes.

Download

## JAHRESBERICHT RAPPORT ANNUEL



VSA Jahresbericht  
«Zahlen und Fakten»  
sowie der «Tätigkeits-  
bericht» 2021 als PDF



# DER NATUR ABGESCHAUT: «BEAVER DAM ANALOGS»

## INNOVATIVE UND KOSTENGÜNSTIGE REVITALISIERUNGSMETHODE FÜR NATÜRLICHERE FLIESSGEWÄSSER

Bei fast allen mittelländischen Fließgewässern liegt die Sohle unnatürlich weit unter dem umgebenden Terrain. Dieser menschengemachte flächendeckende Zustand unterbindet natürliche Funktionen wie die Entwicklung artenreicher Lebensräume und die Pufferung des Wasserhaushalts, was sich zunehmend kritisch auf Natur und Gesellschaft auswirkt. Mit Initialstrukturen, die natürlichen Biberdämmen ähneln, können diese Funktionen wiederhergestellt werden.

Silvan Minnig, Genossenschaft Umweltbildner.ch

Niels Werdenberg\*; Andreas Widmer, Emch+Berger AG Bern

Timon Polli, Polli Natur und Dienste

Nicole Egloff; Pascal Vonlanthen, Aquabios Sàrl

Christof Angst, Biberfachstelle / info fauna

### RÉSUMÉ

#### INSPIRÉ DE LA NATURE: «BEAVER DAM ANALOGS» – MÉTHODE DE REVITALISATION DES COURS D'EAU NATURELS

La grosse différence de niveau entre le lit de nos cours d'eau et le terrain interdisent des interactions importantes entre les cours d'eau et leurs rives – au détriment des espaces de vie qui en sont tributaires (zones alluviales, zones humides, marais, etc.) et d'un régime des eaux naturellement régulé. Les lits creusés étant depuis près de 200 ans la «norme», ce déficit anthropique est rarement reconnu, et peu inversé, même en cas de revitalisations. Face au réchauffement climatique et à la disparition des espèces, cette omission devrait avoir de vastes conséquences. Comme le montre la recherche actuelle, les ruisseaux creusés ayant des aménagements similaires aux barrages de castors peuvent être sauvés de l'immersion. Il est presque possible de restaurer des rives immergées et des espaces de vie typiques des zones alluviales sensibles de notre biodiversité. L'augmentation de la rétention d'eau amortit en outre le microclimat, la quantité d'eau et sa température. Les structures initiales, économiques, ont le même effet que leur modèle naturel, mais peuvent être planifiées et sont indépendantes de la présence du castor. Cela peut être réalisé de manière ciblée.

### EINLEITUNG

Eingetieftes Gewässer treten nur bei seltenen Ereignissen über die Ufer. Dadurch können sie ihre natürlichen ökologischen und hydrologischen Funktionen aber nur sehr eingeschränkt wahrnehmen. Es fehlen überstaute Uferbereiche, wechselfeuchte Übergangszonen und ein flurnaher Grundwasserstand – wichtige Voraussetzungen funktionaler Gewässerlebensräume mit ihrem Artenreichtum (Fig. 1). Zudem senken eingetieftes Gewässer den Grundwasserspiegel, verringern die Grundwasserneubildung und können dadurch Grundwasserreserven gefährden.

Da es auf den ersten Blick vorteilhaft erscheint, dass eingetieftes Gerinne selten über die Ufer treten, wurden bisher kaum Massnahmen zur Wiederherstellung naturnaher Sohlenlagen umgesetzt. Demgegenüber stellt das Gewässerschutzgesetz, GschG, jedoch klar, dass der gesamte Gewässerraum – nicht nur das Gerinne – dem Schutz vor Hochwasser und der Gewährleistung der ökologischen Funktionen dient. Diese Dienste können eingetieftes Gewässer aber kaum erfüllen, eben weil sie nur selten über die Ufer treten.

\* Kontakt: niels.werdenberg@emchberger.ch

Interesse für Pamela Bauer, p.bauer@hagenbucher.ch  
TMH Hagenbucher AG, Zürich





Fig. 1 Beispiel eines eingetieften Gewässers. Mit BDA könnten eigendynamische Prozesse initiiert werden (vgl. Stadium A in Fig. 2). Dadurch könnte der Bach kostengünstig revitalisiert werden. (©S. Minnig)

Biberdämme würden natürliche Abhilfen schaffen (Fig. 2): Die Dammreviere heben die Gewässersohlen an, wirken sich positiv auf Hydrologie und Temperaturregime aus und bieten äusserst wertvolle dynamische Lebensräume für eine Vielfalt an Pflanzen, Insekten, Amphibien, Fischen, Vögeln und Kleinsäugetieren (u. a. Fledermäuse) [1–7]. Doch Biber werden längst nicht alle eingetieften Gewässer wiederbesiedeln können. Denn fragmentierte Gewässer erreichen sie nur schlecht, stark verbauten Gewässern fehlt es an Raum, und in solchen ohne Gehölz sind Nahrung und Baumaterial knapp. Es liegt also an uns Menschen, dem Naturbeispiel zu folgen und weitere Gewässer mit analogen künstlichen Biberdämmen, sogenannten «Beaver Dam Analogs» (BDA) aufzuwerten und krisentauglich zu machen (Fig. 2).

Gemäss Bundesamt für Umwelt BAFU wird das gesteckte Ziel von 50 km Revitalisierungen pro Jahr mit den derzeitigen Instrumenten nicht erreicht. Deshalb sind nun kostengünstigere Methoden und eigendynamische Gewässer gefragt [8]. Genau hier können

naturnahe, biberdammartige Initialstrukturen ansetzen.

## EINGETIEFTE GEWÄSSER

### URSACHEN

Eingetiefte Gewässer sind ein weltweites, v. a. von Menschen verursachtes Problem [9–11]. Insbesondere im Flachland sind viele Schweizer Fliessgewässer davon betroffen (Fig. 1). Folgende Ursachen beschleunigten um 1900 das Problem:

- Mit der Ausrottung des Bibers [12] und der Intensivierung der Waldnutzung [13] verschwanden Biberdämme und Totholzverkläuerungen als natürliche Sohlenstabilisatoren [14].
- Im Zuge der Gewässerkorrekturen wurden viele Gewässer aktiv abgesenkt, um die durch Kanalisierung gewonnenen Nutzflächen vor Überflutung zu schützen [15].
- Weitere Eingriffe, u. a. zur Wasserkraftnutzung, führten vielerorts zu einer gestörten Geschiebezufuhr, einem weiteren zentralen Treiber der Sohlenerosion (Fig. 1).

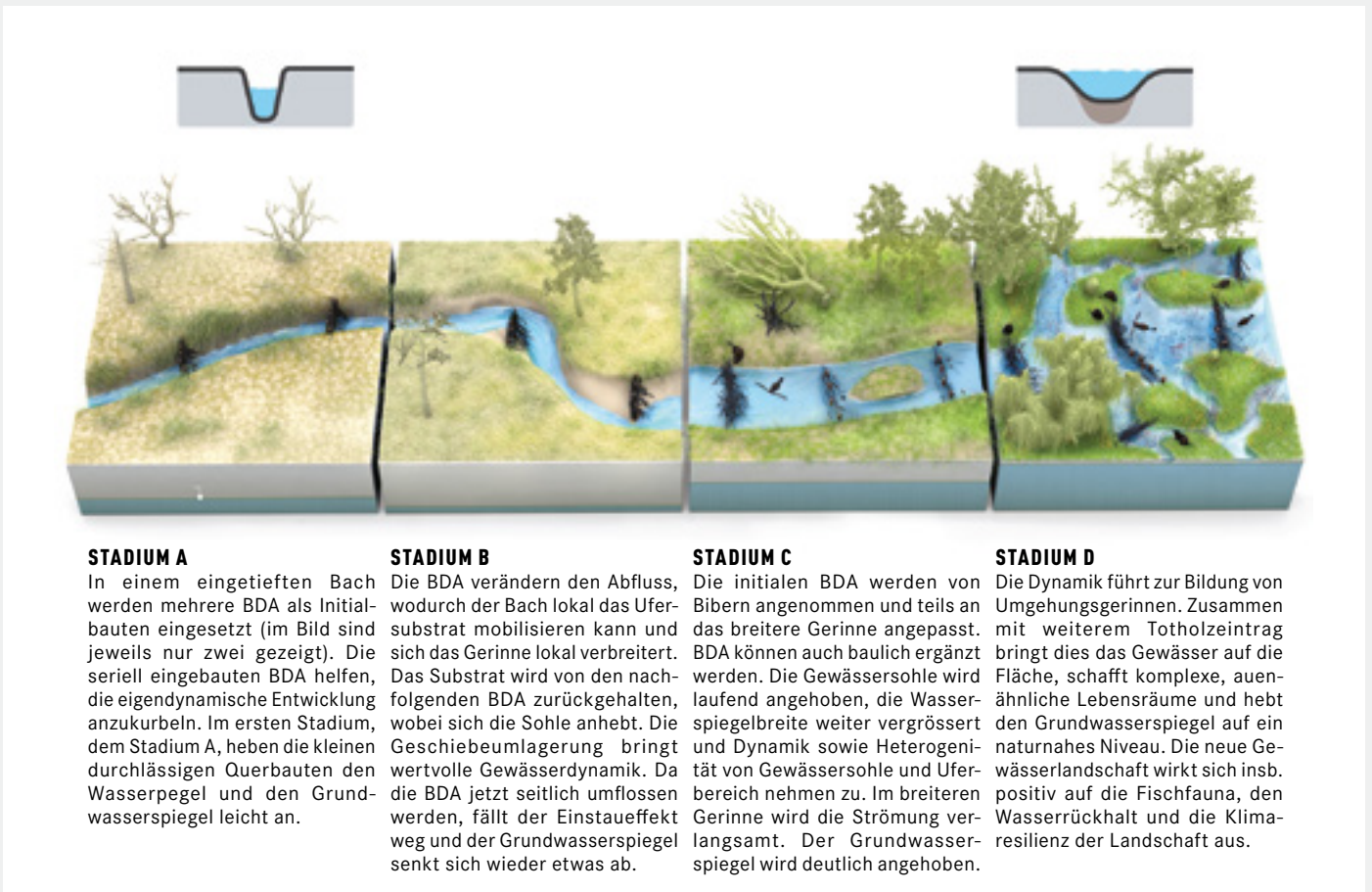


Fig. 2 Schematische Gewässerentwicklung unter dem Einfluss von Beaver Dam Analogs (BDA) aus [42]. Im abgebildeten Szenario unterstützen zugewanderte Biber die letzten Entwicklungsschritte des Gewässers hin zur naturnahen Gewässerlandschaft (Stadien C und D).



Fig. 3a Untersuchungen zeigen, dass Fische aller Altersstadien von der vielfältigen Wirkung der Biberdämme profitieren (insbesondere in den Stadien C und D, Fig. 2). BDA können diese Funktion potenzieren und mehr Fischlebensraum schaffen. (©T. Polli)



Fig. 3b Biber gestalten naturnahe Gewässer; Menschen planen sie mit BDA. So können die positiven Effekte von Biber-Dammrevieren für Gewässerrevitalisierung und Sohlenanhebung genutzt werden – unabhängig von der Besiedlungsdynamik der Biber. (©S. Minnig)

### DEFIZITE UND HANDLUNGSBEDARF

Neben der Zerstörung gewässersäumender Lebensräume durch die Kultivierung (Verlust von 90% der Feuchtgebiete [16]) verschärfen eingetiefte Sohlen das Problem. Diese führen zur morphologischen Verarmung der Gerinne, Abkopplung noch vorhandener Auenrelikte und zum Verlust grosser Teile der aquatischen, terrestrischen und amphibischen Biodiversität [9, 17].

Das Erbe eingetiefter Gerinne ist auch in Bezug auf den Klimawandel [18] problematisch: Einerseits verursachen tiefe bzw. erodierende Sohlenlagen eine Absenkung der Grundwasserspiegel, und fehlende Überflutungen verringern die Grundwasserneubildung. Dies stellt angesichts der zunehmenden Häufigkeit extremer Hitze- und Trockenphasen eine massive zusätzliche Gefährdung unserer Trinkwasserversorgung dar. Andererseits konzentrieren eingetiefte Gerinne den Wasserabfluss, wodurch in Phasen mit Starkniederschlägen gegenüber flächigen Überflutungen wesentlich mehr Zerstörungspotenzial für Unterlieger entsteht. Auch werden deutlich grössere Mengen des im Kulturland erodierten Bodens weggespült (Verlust regionaler Bodenfruchtbarkeit und Eutrophierung nachfolgender Gewässer bzw. des Meeres), während sich das Wasserrückhaltevermögen der Böden weiter verringert [19]. Das Zusammenwirken von Erwärmung und Wassermangel wiederum führt zu dramatischen Veränderungen in den Ökosystemen. Dies gefährdet nicht nur die Vielfalt der Fische und Krebse [20], sondern die gesamte einheimische Biodiversität im und am Wasser.



Fig. 4 Biberdammähnliche Effekte (Reduktion der Strömungsgeschwindigkeit, Sohlenanhebung, Wasserrückhalt usw.) entstehen wie im obigen Bild gezeigt auch durch natürliche Totholzansammlungen (vgl. Stadium C, Fig. 2). (©T. Polli)

### DIE NATÜRLICHE REFERENZ

Biber haben unsere Gewässer mit ihren Fäll-, Grab- und Stauaktivitäten über mehrere Millionen Jahre gestaltet – besonders die rege Dammbauaktivität mit rund zehn Dämmen pro Fließgewässerkilometer der einst häufigen Nagetiere hat sich nachweislich in Geologie und Landschaft niedergeschlagen [21]. Gewässertypische Artengemeinschaften sind an diesen Gestaltungstrieb angepasst, so auch die heimischen Fischarten. Mit dem Eintrag von Totholz, der Entstehung von Umgehungsgerinnen und der Anlage von langsam fließenden Staureichen bieten sich in Dammrevieren vielfältige dynamische Fischlebensräume (Fig. 3a und b). Davon profitieren sowohl Jungfische (in Form von Verstecken und strömungs-

beruhigten Bereichen im Biberreich, bei Ausstiegen und beim Wintervorrat) wie auch adulte Fische (durch Deckungsangebot, Rückzugsgebiete/Temperaturrefugien in Biberreichen sowie Kolken und Furten unterhalb der Dämme) [1, 22]. In Studien aus den USA wurde zudem nachgewiesen, dass Fische Biberdämme überwinden können [1, 23]. Ein Dammrevier bleibt dabei stets dynamisch: Wenn einzelne Dämme versagen, werden sie vom Biber wieder hergestellt oder anderswo neu errichtet. Gewässermorphologie, Wasserhaushalt und Biodiversität profitieren entsprechend stark von einer Wiederbesiedlung des Bibers [7, 10, 21, 24-28]. Zudem helfen Biberdammreviere nachweislich, Hochwasserspitzen zu dämpfen [29], sogar in Bergbächen [30]. Die positiven Effekte der Biberaktivität werden aktuell in einem



Fig. 5a Durch Biberdämme werden Flächen im Gewässerraum überstaut. Dies führt zu ökologisch hochwertigen, heterogenen und dynamischen Lebensräumen und erhöht die Grundwasserneubildung (vgl. Stadium D, Fig. 2). Bei Hochwasser werden weitere Flächen geflutet, was hilft, Hochwasserspitzen zu brechen. Diese Effekte stellen sich auch durch BDA mit der Zeit automatisch ein.

(©T. Polli)



Fig. 5b Wird der Uferbereich überstaut, führt dies zur Vergrößerung der Wasserspiegelbreite. Selbst kleinere Gewässer können so ökologisch und hydrologisch wertvolle weicherartige Abschnitte ausbilden (vgl. Stadium D, Fig. 2). Im Unterschied zur Biberaktivität sind bei der Umsetzung von BDA Lage und Ausdehnung dieser Abschnitte planbar, wodurch Infrastrukturen und gewässernahe Nutzungen optimal berücksichtigt werden können. (©S. Minnig)

grossen Forschungsprojekt des BAFU und der Eawag/WSL untersucht [6].

Natürliche Fliessgewässer bergen auch ohne Biber grosse Mengen an Totholz (Fig. 4). Beispiele aus Nordamerika zeigen, dass ein natürliches Totholzregime Gewässermorphologie und Ökologie entscheidend prägt [14]. Zentral sind die bei uns längst fehlenden, grossen «Schlüsselhölzer», die auch vom Hochwasser nicht mobilisiert werden können. An ihnen verfängt sich laufend weiteres Schwemmholz, wodurch grosse, lagestabile Totholzansammlungen entstehen. In Flüssen bilden sich so riesige Totholzinseln, stabile Nebenarme und bewaldete Inseln [14, 31]. In Bächen bilden sich v. a. Verklausungen aus, die Biberdämmen nicht unähnlich sind. Der grosse ökomorphologische Nutzen lagestabiler Totholzstrukturen ist gut dokumentiert und findet in Revitalisierungen zunehmend Beachtung [32–34].

In Natura wirken Biberdämme und Totholzstrukturen somit recht ähnlich. Sie verlangsamen Abfluss und Geschiebetransport deutlich, halten Nährstoffe und Sedimente zurück und fördern relativ hohe Sohlenlagen. Durch Einstau und Überstauung kolmationsfreier Bereiche verstärken sie ausserdem das Einsickern ins Grundwasser und die Wasserreinigung wesentlich [26, 29, 31, 35–39] (Fig. 5a und b). Sie ermöglichen einen starken hyporheischen Austausch (Grund- und Oberflächenwasser) und schaffen eine hohe Konnektivität

zwischen Fliessgewässer und Umgebung, wodurch Wasserdargebot und -temperatur gepuffert werden bei gleichzeitig hoher Verfügbarkeit und Diversität von Lebensräumen [24]. Biber- und Totholzeffekte dürften sich nicht nur addieren, sondern multiplizieren. Denn einerseits erhöht der Biber den Eintrag an Schlüsselhölzern, indem er grosse Bäume fällt oder diese im Einstaubereich neuer Dämme absterben. Andererseits teilen grosse Totholzstrukturen breite Talflüsse vermehrt in kleinere Nebenarme auf, welche wiederum schmal genug sind, um vom Biber gestaut zu werden. Natürlicherweise würden Bäche

und Flüsse daher kaum ein einzelnes Hauptgerinne ausbilden, sondern wären eine vielschichtig und multidirektional durchflossene Gewässerlandschaft, die eine enorme Habitat- und Artenvielfalt aufweist [40]. Sie sind gegen natürliche Extreme wie Trockenheit, Hochwasser und auch Waldbrände widerstandsfähiger [39].

### REVITALISIEREN MIT «BEAVER DAM ANALOGS»

Um eingetieftete Gewässer zu revitalisieren und wichtige Ökosystemleistungen zurückzuholen, muss die Sohle wieder an-



Fig. 6 BDA kurz nach der Erstellung, mit Wasserpegelanstieg um rund 10–15 cm. Der Pegelanstieg bewirkt einen Anstieg des Grundwassers (vgl. Stadium A, Fig. 2). Seriell eingebaut, kann der Wasserrückhalt selbst in kleinen Bächen stark vergrössert werden. (©S. Minnig)



Fig. 7a Das dynamische Abflussverhalten in Biberdambereichen fördert die lokale Mobilisierung von Ufersubstrat, das sich hinter dem nachfolgenden Damm ablagert und die Hebung der Gewässersohle bewirkt. Dieser Effekt kann auch durch BDA erreicht werden (vgl. Stadium B, Fig. 2). (©S. Minnig)



Fig. 7b Sechs Monate später: Ein Hochwasser spülte den Damm teilweise weg. Die darauffolgende Ufererosion liefert das notwendige Substrat für die Sohlenanhebung im Unterlauf. Mit BDA können diese Uferanrisse in Lage und Ausdehnung gesteuert werden (vgl. Stadium B, Fig. 2 und Kap. «Planungsgrundsätze»). (©T. Polli)

gehoben und der Gewässerraum häufiger überschwemmt werden können. So können die eingetieften Gewässer klimatauglich gemacht werden. Dafür sollten die Effekte von Biberdämmen und Totholz genutzt und analoge Strukturen als Biomimikry verwendet werden (Fig. 6). An Gewässern mit Sohlenbreiten > 10 m können sog. *Engineered Log Jams* (ELJ) eingesetzt werden, welche die Totholzprozesse natürlicher Flüsse wieder in Gang bringen [35]. In der Schweiz werden ELJ bereits erfolgreich eingesetzt. Eine Planungshilfe wurde hierzu vom Kanton Bern veröffentlicht [34].

Doch es gilt, vor allem kleinere Gewässer aus der Versenkung zu holen, denn diese machen mehr als 70% der Schweizer Fließstrecken aus [41]. Dafür eignen sich Initialstrukturen wie *Beaver Dam Analogs* (BDA). Diese künstlichen Biberdämme sind in Nordamerika schon gut untersucht und relativ weit verbreitet [1, 10, 42], in Europa derzeit aber noch kaum bekannt. Sie sind kostengünstig und einfach zu erstellen – entscheidende Faktoren für die Umsetzung. BDA bestehen i.d.R. aus relativ niedrigen, seriell eingebauten Pfahlreihen, die mit Weidenflechtwerk, Schlamm und Steinen abgedichtet werden [10, 42, 43].

Durch dynamische Prozesse (Fig. 7a und b) und den Rückhalt von Wasser und Feststoffen stellt sich eine Sohlenauflandung ein, die mit der Zeit eine Entwicklung des eingetieften Gewässers zurück zur autotypischen Morphologie ermöglicht. Sind Biber in der Nachbarschaft bereits aktiv, können sie diese Initialbauten übernehmen und aus-

bauen, was die ökologischen Effekte vervielfältigt und die Lebensdauer der Strukturen erhöht [42].

Wie Studien zeigen, erhöhen BDA mit oder ohne Biber die Konnektivität von Gerinne und umgebendem Terrain (Fig. 8), indem die Sohle angehoben wird. Weiter erhöhen sie Abfluss- und Grundwasserspiegel und puffern den Wasserhaushalt im Jahresgang [44, 45]. Von BDA können aquatische und semiaquatische Arten in hohem Masse profitieren, z.B. bedrohte Amphibienarten sowie Salmoniden [1, 2]. BDA schwächen Hitzespitzen ab, schaffen überlebenswichtige Kaltwasserpools [22] und können so Hilfe für den Erhalt von stark unter

Druck geratenen Fischarten leisten. Als kostengünstiges, planbares Instrument können BDA helfen, die Biodiversitäts- und Revitalisierungsziele von Bund und Kantonen effektiv zu erreichen.

#### PLANUNGSRUNDSÄTZE

In der dicht besiedelten Schweiz sind mögliche Anwendungen von BDA stets standortspezifisch zu analysieren und deren Machbarkeit zu prüfen. Potenzielle Standorte liegen v.a. ausserhalb der Bauzonen: in Naturschutzgebieten, extensiv genutztem Landwirtschaftsgebiet und im Wald. Obwohl die Strukturen mit lokalem Material und ohne grosse Maschinen er-



Fig. 8 Biberdämme heben die Gewässersohle oberhalb des Damms durch Ablagerungen stark an. Im Bild sind die abgelagerten Sedimente gut sichtbar. Dieser Effekt kann auch durch BDA erreicht werden (vgl. dazu Stadium C, Fig. 1). (©T. Polli)

stellt werden können, sind sie stets fachgerecht zu planen, zu bewilligen, umzusetzen und ggf. zu unterhalten:

- Der Einbau der Pfähle (Höhe über Sohle, Verankerungstiefe, Belegungsdichte etc.) sowie die Kolkbildung unterstrom sind fallspezifisch zu bemessen bzw. zu beurteilen. Da BDA analog dem natürlichen Vorbild stets seriell angeordnet werden, kann die Höhe der einzelnen BDA relativ gering sein. Die Kolktiefe kann weiter mittels fließparalleler Astlagen unterwasserseitig reduziert werden (*overflow mattress*).
- Im Gesamtsystem dürfen weder durch die Strukturen und den Rückstau noch durch die projektierte Sohlenanhebung Hochwasserschutzdefizite geschaffen werden.
- Da mit BDA Wasseraustritte häufiger sind und lokale Uferanrisse auftreten können, sind angrenzende Nutzungen einzubeziehen (Standortwahl, BDA-Höhe, Fliesswege). Vorteilhaft sind daher Gewässerräume mit Biodiversitätsbreite sowie Lagen, wo diese Prozesse durch die Topografie begrenzt sind oder sie auf angrenzenden Flächen keinen Schaden anrichten. Auch eine Nutzungsanpassung kann zielführend sein (z. B. Nassreisanaubau) [46].
- Mögliche Rückstauereffekte in Drainagen sind zu berücksichtigen, ggf. sind flankierende Massnahmen wie Sammelleitungen sinnvoll [47, 48].
- Lokale Anhebungen des Grundwasserspiegels durch BDA sind zu berücksichtigen, spezifische Schutzziele sind einzuhalten.
- Zu klären ist, woher das Material für die Sohlenauflandung kommt: Je nach Bestockungsgrad und Uferbeschaffenheit ist nach Einbau z. B. durch Ausbildung seitlicher Läufe mit lokaler Seitenerosion im Gewässerraum zu rechnen. Wo kaum Seitenerosion möglich ist, sind Art und Umfang des Feststofftransports von oberhalb des Abschnitts für die Sohlenanhebung ausschlaggebend. Während dieses Prozesses kann im Unterlauf ein temporäres Geschiebedefizit entstehen.
- In Bächen mit nur geringer Wasserführung sind BDA relativ dicht auszuführen, um den gewünschten Wasserrückhalt zu ermöglichen.
- Bewilligung und Realisierung erfolgen z. B. im Rahmen einer Revitalisierung oder im Gewässerunterhalt.
- Empfohlen ist, die Entwicklung perio-



Fig. 9a Der Bau von BDA erfordert i. d. R. nur einfache Werkzeuge und Baumaterialien. Üblicherweise wird zuerst ein Grundgerüst aus Holzpfählen erstellt. Lage, Höhe, Breite und Verankerung der BDA sind auf die Projektanforderungen abzustimmen (vgl. Kap. «Planungsgrundsätze»).  
(©S. Minnig)

disch zu beurteilen. BDA sind unterhaltsarm, aber weitere Eingriffe sind evtl. zielführend, beispielsweise eine seitliche Ergänzung mit weiteren Pfählen, Nachbesserungen beim Flechtwerk, die Kontrolle allfälliger Seitenerosion in Zwischenphasen sowie die Lenkung des Oberflächenabflusses. Die Lebensdauer einzelner BDA beträgt i. d. R. < 10 Jahre. Solange das Gesamtsystem aber wirkt (Wasserrückhalt, Sohlenanhebung), bringen diese zerfallenden und umströmten Strukturen ökologisch wertvolle Dynamik.

- Wo Biber bereits aktiv sind oder mit einer Besiedlung zu rechnen ist, sollte eine bibergerechte Planung angestrebt werden, um allfällige Konflikte vorzubeugen [47].

#### POTENZIAL UND PILOTPROJEKTE IN DER SCHWEIZ

Nach Einschätzung der Autorenschaft ist das Potenzial für BDA in fast allen biogeografischen Regionen der Schweiz sehr gross. Mögliche Anwendungsgebiete sind:

##### Ausserhalb Bauzonen

Entlang der Bäche (70% der Fliessstrecke des schweizerischen Flussnetzwerks) sind BDA zur Schaffung wertvoller auenähnlicher Lebensräume einsetzbar, sowohl über lange Strecken wie auch als

häufige Trittsteine. Dadurch würde die Vernetzung von Artenpools gefördert und die ökologische Infrastruktur gestärkt. Je nach Standortbedingungen bietet der bestehende Gewässerraum hierfür das nötige Aktionsfeld. Im Wald kann eine fallspezifische Interessenabwägung nötig sein.

##### Auengebiete

Zwei Drittel der insgesamt 326 Auengebiete von nationaler Bedeutung sind in einem ungenügenden Zustand [49]. BDA in Giessenläufen und Auenbächen regenerieren degradierte Auenrelikte, sie erhalten und fördern deren Artenvielfalt.

##### Moore

Viele Hochmoore befinden sich in einem entwässerten Zustand und setzen kontinuierlich CO<sub>2</sub> frei [50]. BDA sind zur Wiedervernässung von Mooren einsetzbar und fördern damit den Klima-, Arten- und Moorschutz.

##### Biber und Klima

BDA können auch verwendet werden, um Biber gezielt «anzulocken», damit sie die Gewässer anschliessend dynamisch formen. Das Potenzial für Klimaschutz und Klimaanpassung ist in allen genannten Anwendungen gegeben, wo möglichst viele BDA über eine längere Strecke als Gesamtsystem wirken. Dadurch



Fig. 9b Die Abdichtung der BDA wird meist mit lokal vorhandenem Material wie Ästen, Steinen und Bachsubstrat ausgeführt. Wie beim natürlichen Vorbild sind BDA stets seriell einzubauen. Sind die einfachen Initialstrukturen einmal eingebaut, verändern sie die Gewässerdynamik, schaffen wertvolle Habitate und ermöglichen über die Zeit eine naturnahe Gewässerentwicklung hin zu autotypischen Lebensräumen.

(©D. Tinner)

werden autotypische Ökosystemleistungen wie Grundwasserbildung, Wasserreinigung, Nährstoffrückhalt, Rückhalt von Treibhausgasen und Hochwasserretention [51, 52] aktiviert. Ein lokal gut gepufferter Wasserhaushalt kann in künftigen Trockenextremen darüber entscheiden, ob wir lokale Fischpopulationen oder auch Ernten halten oder verlieren.

In der Schweiz wurden bisher BDA-Pilotprojekte in einem Gewässer im Kanton Thurgau (Fig. 6, 9a und b) und in einem im Kanton Bern umgesetzt. An einem weiteren Bach im Kanton Bern steht die Realisierung kurz bevor. Weitere Projekte sind aktuell schweizweit in Planung.

## AUSBLICK UND EMPFEHLUNG

Die Reintegration von Biber und Totholz bzw. deren Biomimikry (BDA, ELJ) in unsere Gewässer bietet grosse Chancen für Auenlebensräume und gewässertypische Biozönosen. Sowohl Biber- als auch Nachahmungsbauten sind nach Auffassung der Autorenschaft ein Schlüssel zur Erreichung der Klimaanpassung unserer Gewässer und der Qualitätsziele

für die ökologische Infrastruktur.

Bestehende Biberdammreviere führen vor Augen, welche enormen Effekte damit zu erreichen sind. Um die gesteckten Revitalisierungsziele zu erreichen und die Folgen der Klima- und Biodiversitätskrise abzuschwächen, sollte nun bei weiteren eingetieften Gewässern selbst Hand angelegt werden. Mit BDA stehen dafür vielversprechende und kostengünstige Massnahmen zur Verfügung. Für deren Umsetzung braucht es fallspezifische Planungen, um potenzielle Risiken zu berücksichtigen und Schäden zu vermeiden. Um hierzulande Erfahrungen zu sammeln und die Akzeptanz dieser Massnahmen zu erhöhen, bieten sich v. a. Auenprojekte und räumlich grosszügige Revitalisierungen an. Im Landwirtschaftsgebiet werden hingegen flankierende Massnahmen nötig sein, um eine Vernässung wertvollen Kulturlands zu verhindern – zumindest so lange Drainagen aus Sicht Landwirtschaft noch zielführend sind – was sich mit dem Klimawandel mittelfristig ändern dürfte.

## BIBLIOGRAPHIE

[1] Bouwes, N. et al. (2016): Ecosystem experiment reveals benefits of natural and simulated beaver

dams to a threatened population of steelhead (*Oncorhynchus mykiss*). *Nature. Scientific Reports* 6:28581

- [2] Campbell-Palmer, R. et al. (2020): A review of the influence of beaver *Castor fiber* on amphibian assemblages in the floodplains of European temperate streams and rivers. *Herpetological Journal*, Volume 30, <https://doi.org/10.33256/hj30.3.135146>, pp. 135-146
- [3] Hafner, A. (2018): Amphibien- und Libellenaufnahmen 2018 am Bibersee Marthalen. Heruntergeladen am 11. Januar 2022: [www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/naturschutz/naturschutzgebiete/auenlandschaft-thurmuendung/erfolgskontrollen/ek\\_amphibien\\_libellen\\_2018.pdf](http://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/naturschutz/naturschutzgebiete/auenlandschaft-thurmuendung/erfolgskontrollen/ek_amphibien_libellen_2018.pdf)
- [4] Messlinger, U. (2011): Monitoring von Biberrevieren in Westmittelfranken. Bund Naturschutz in Bayern e. V. Heruntergeladen am 11. Januar 2022: [https://www.bund-naturschutz.de/fileadmin/Interner\\_Bereich/Schlussbericht\\_Monitoring\\_Biber\\_Mfr\\_2018.pdf](https://www.bund-naturschutz.de/fileadmin/Interner_Bereich/Schlussbericht_Monitoring_Biber_Mfr_2018.pdf)
- [5] Nummi, N. et al. (2011): Bats benefit from beavers: a facilitative link between aquatic and terrestrial food web. *Biodivers Conserv* (2011) 20:851–859
- [6] Robinson, C.; Bryner, A. (2021): Auch Bäche in landwirtschaftlichen Gebieten profitieren vom Biber. Von News-Plattform vom 9. Februar 2021: <https://www.eawag.ch/de/news-agenda/news-plattform/news/auch-baeche-in-landwirtschaftlichen->

- gebieten-profitieren-vom-biber/
- [7] Sommer, R. et al. (2019): Der Einfluss des Bibers auf die Artenvielfalt. NATURSCHUTZ und Landschaftsplanung 51 (03)
- [8] BAFU (Hrsg.) (2021): Renaturierung der Schweizer Gewässer. Stand Umsetzung Revitalisierungen 2011-2019. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern
- [9] Montgomery, D. (2007): *Dirt: The Erosion of Civilizations*. University of California Press
- [10] Pollock, M. et al. (2014): Using Beaver dams to Restore Incised Ecosystems. *BioScience*
- [11] Wang, S. et al. (1997): *Management of Landscapes Disturbed by Channel Incision: Stabilization, Rehabilitation and Restoration*. University of Mississippi
- [12] Stocker, G. (1985): Biber (*Castor fiber*) in der Schweiz. Probleme der Wiedereinbürgerung aus biologischer und ökologischer Sicht. Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf, S. 149
- [13] Della Casa, P. et al. (2015): Wald, in: *Historisches Lexikon der Schweiz (HLS)*, Version vom 29.04.2015. Abgerufen am 2.8.2021.: <https://hls-dhs-dss.ch/de/articles/007849/2015-04-29/>
- [14] Polvi, L.; Wohl, E. (2013): Biotic Drivers of Stream Planform: Implications for Understanding the Past and Restoring the Future. *BioScience*
- [15] Vischer, D. (2006): Gewässerkorrekturen, in: *Historisches Lexikon der Schweiz (HLS)*, Version vom 11.12.2006. Abgerufen am 31.7.2021.: <https://hls-dhs-dss.ch/de/articles/007850/2006-12-11>
- [16] Ewald, K. C.; Klaus, G. (2009): *Die entwässerte Landschaft in: Die ausgewechselte Landschaft*. Bern: Haupt Verlag
- [17] Shields, F. et al. (2009): The stream channel incision syndrome and water quality. *Ecological Engineering*
- [18] BAFU (Hrsg.) (2021): Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweizer Gewässer: Hydrologie, Gewässerökologie und Wasserwirtschaft. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. *Umwelt-Wissen Nr. 2101: 134 S.*
- [19] Dembinski, M.; Werder, U. (Hrsg.) (1997): *Renaturierung von Fliessgewässern und Auen*. VSÖ Publikationen, Band 2. Hamburg: ad fontes verlag
- [20] Aeschlimann, A. (2021): *Trockenheit, Hitze und Niedrigwasser: Klimaanpassungsmassnahmen für kälteliebende Fischarten*, Bern
- [21] Goldfarb, B.; Flores, D. L. (2018): *Eager: the surprising, secret life of beavers and why they matter*. White River Junction, Vermont: Chelsea Green Publishing
- [22] Weber, N. et al. (2017): Alteration of stream temperature by natural and artificial beaver dams. *Plos One*
- [23] Lokteff, R. et al. (2013): Do Beaver Dams Impede the Movement of Trout? *Transactions of the American Fisheries Society*
- [24] Bird, B. et al. (2011): *Beaver and Climate Change Adaption in North America. A Simple, Cost-Effective Strategy*. Wild Earth Guardians, Grand Canyon Trust, The Lands Council
- [25] Derek, G. (2021): *Bringing back the beaver: the story of one man's quest to rewind Britain's waterways*. White River Junction, Vermont: Chelsea Green Publishing
- [26] Larsen, A. et al. (2021): *Dam builders and their works: Beaver influences on the structure and function of river corridor hydrology, geomorphology, biogeochemistry and ecosystems*. *Earth-Science Reviews* 218 103623
- [27] Pollock, M. et al. (2003): *Hydrologic and Geomorphic Effects of Beaver Dams and Their Influence on Fishes*. American Fisheries Society Symposium.
- [28] Puttock, A. et al. (2016): *Eurasian beaver activity increases water storage, attenuates flow and mitigates diffuse pollution from intensively-managed grasslands*. *Science of the Total Environment*
- [29] Zahner, V. (2018): *Einfluss des Bibers auf den Wasserhaushalt*. Schweizer Fachtagung Biber, Frauenfeld. Heruntergeladen am 11. Januar 2022: [www.unine.ch/files/live/sites/cscf/files/shared/documents/castor/deutsch/Tagungen/2018\\_Fachtagung%20Biber/Vortrag%20V.\\_2018\\_Fachtagung%20Biber%20Frauenfeld.pdf](http://www.unine.ch/files/live/sites/cscf/files/shared/documents/castor/deutsch/Tagungen/2018_Fachtagung%20Biber/Vortrag%20V._2018_Fachtagung%20Biber%20Frauenfeld.pdf)
- [30] Nyssen, J. et al. (2011): *Effect of beaver dams on the hydrology of small mountain streams: Example from the Chevril in the Ourthe Orientale basin, Ardennes, Belgium*. *Journal of Hydrology*
- [31] Collins, B. D. et al. (2012): *The floodplain large-wood cycle hypothesis: A mechanism for the physical and biotic structuring of temperate forested alluvial valleys in the North Pacific coastal ecoregion*. *Geomorphology* (139-140 (2012) 460-470)
- [32] Meyer, L. et al. (2018): *Revitalisierung bissiger Gewässer mit Schlüsselholzern - Beispiel Scherlibach BE*. *Ingenieurbiologie* 2/18
- [33] Werdenberg, N.; Widmer, A. (2018): *Stammzellenkur für die Alte Aare - ein Totholz-Grossprojekt im Mittelland*. *Ingenieurbiologie* 2/18
- [34] Widmer, A. et al. (2019): *Planungshilfe Engineered Log Jam*. Renaturierungsfonds der Kantons Bern (Hrsg.)
- [35] Abbe, T. et al. (2018): *Engineered Log Jams: Recent Developments in Their Design and Placement, with examples from the Pacific Northwest, U.S.A.* In Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. Elsevier
- [36] Covino, T.; Wohl, E. (2017): *Beaver-mediated lateral hydrologic connectivity, fluvial carbon and nutrient flux, and aquatic ecosystem metabolism*. *Water Resources Research*
- [37] Larsen, A.; Larsen, J. (2018): *VerDAMMte Bäche: Wie Biber Gewässer beeinflussen*. Schweizer Fachtagung Biber, Frauenfeld. Heruntergeladen am 11. Januar 2022: [https://www.unine.ch/files/live/sites/cscf/files/shared/documents/castor/deutsch/Tagungen/2018\\_Fachtagung%20Biber/03\\_VerDAMMte%20B%C3%A4che\\_Anne-gret%20Larsen.pdf](https://www.unine.ch/files/live/sites/cscf/files/shared/documents/castor/deutsch/Tagungen/2018_Fachtagung%20Biber/03_VerDAMMte%20B%C3%A4che_Anne-gret%20Larsen.pdf)
- [38] Wohl, E. et al. (2019): *Natural Wood Regime In Rivers*. *BioScience*, Volume 69, Issue 4, April 2019, Pages 259-273, <https://doi.org/10.1093/biosci/biz013>
- [39] Wohl, E. et al. (2019): *Managing for large wood and beaver dams in stream corridors*. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain
- [40] Burchsted, D. et al. (2010): *The River Discontinuum: Applying Beaver Modifications to Baseline Conditions for Restoration of Forested Headwaters*. Center for Integrative Geosciences. 1
- [41] Peter, A.; Schölzel, N. (2018): *Die Bedeutung kleiner Fliessgewässer für unsere Fische*. *Aqua & Gas* 7/8
- [42] Goldfarb, B. (2018): *Beavers, Rebooted: Artificial beaver dams are a hot restoration strategy, but the projects aren't always welcome*. *Science* 360(6393)
- [43] Pollock, M. et al. (2015): *The Beaver Restoration Guidebook: Working with Beaver to Restore Streams, Wetlands, and Floodplains*. Version 1.0. Portland, Oregon: United States Fish and Wildlife Service
- [44] Wade, J. et al. (2020): *Beaver dam analogues drive heterogeneous groundwater-surface water interactions*. *Hydrological Processes*
- [45] Pearce, C. et al. (2021): *Impact of beaver dam analogues on hydrology in a semi-arid floodplain*. *Hydrological Processes*
- [46] Jacot, K. et al. (2021): *Nassreisenaubau in der Schweiz: Produktion mit Artenförderung kombinieren*. *Inside Natur + Landschaft*
- [47] Angst, C. (2014). *Biber als Partner bei Gewässerrevitalisierungen*. *Anleitungen für die Praxis*. *Umwelt-Wissen Nr. 1417*. Bundesamt für Umwelt, Bern: 16 S.
- [48] Werdenberg, N.; Widmer, A. (2020): *Sammelleitung Orpundbach - Dokumentation Bibermassnahmen*
- [49] Bonnard, L.; Lussi, S. (2021): *Auen erhalten und aufwerten - echte Herausforderung für Fachleute*. *Inside Natur + Landschaft*
- [50] Siegrist, M. (2021): *Klimaschutz durch die Renaturierung von Hochmooren*. *Inside Natur + Landschaft*
- [51] Mehl, D. et al. (2013): *Analyse und Bewertung von Ökosystemfunktionen und -leistungen großer Flussauen*. *KW Korrespondenz*
- [52] Scholz, M. et al. (2012): *Ökosystemfunktionen in Flussauen*. *Analyse und Bewertung von Hochwasserretention Nährstoffrückhalt, Treibhausgas-Senken-/Quellenfunktion und Habitatfunktion*. *Schriftenr. Naturschutz und biologische Vielfalt*

# DIE INN-WIEDERBELEBUNG IM OBERENGADIN

## EIN LEUCHTTURMPROJEKT

**Die ökologische Situation der Schweizer Fliessgewässer ist dramatisch. Der mangelnde Raum für die Gewässer spielt dabei eine grosse Rolle. Erfolge ergeben sich vor allem dann, wenn alle Akteure zusammenarbeiten. Am Inn im Oberengadin wurden bisher zwei Revitalisierungsetappen im Bereich Samedan-Bever ausgeführt, eine dritte direkt anschliessend bis La Punt steht an. Das vorbildliche Werk wird aus einer ganzheitlichen ökologischen Sicht gewürdigt.**

*Mario F. Broggi\*, eh. Direktor Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL)*

### RÉSUMÉ

#### LA REVITALISATION DE L'INN DANS LA HAUTE-ENGADINE – PROJET PHARE

Le travail d'assainissement pour passer d'un aménagement «dur» à la renaturation des cours d'eau perturbés se mesure à l'échelle d'un siècle. Pour commencer, les relations écologiques complexes sont représentées et l'important travail d'assainissement est étayé par quelques données. Depuis trois décennies, on réalise des renaturations de cours d'eau, jusqu'à présent surtout dans de petites unités. Des initiatives plus importantes concernant le Rhin alpin et le Rhône sont planifiées, mais n'ont pas encore été mises en œuvre.

Jusqu'à présent, la Thur à la limite des cantons de Zurich et de la Thurgovie était considérée comme exemplaire. Il est également possible d'ajouter à ce «modèle» le travail d'assainissement de l'Inn dans la Haute-Engadine, un autre projet phare, dont nous allons retracer ici l'évolution. Ce projet se compose de trois étapes de revitalisation, dont deux ont été réalisées dans le secteur de Samedan – Bever. La troisième étape concerne le secteur jusqu'à La Punt. La revitalisation de l'Inn ne se limite pas seulement à la revalorisation écologique de la rivière, mais intègre également les cours d'eau latéraux et les eaux stagnantes qui ont été reconnectés avec la rivière. Ensemble, ils forment un réseau hydrologique de premier ordre. Il s'agit d'une initiative globale courageuse, qui mérite donc d'être citée en exemple.

### EINLEITUNG

Viele Fliessgewässer der Schweiz sind in den letzten 150 Jahren durch wasserbauliche Eingriffe in verarmte Gerinne verwandelt worden. Vor allem zum Schutz von Siedlungen und Infrastruktur vor Hochwasser wurden die Fliessgewässer umfassend verbaut. Ebenso wurden grosse Flächen für die Landwirtschaft mit nachfolgenden Meliorationen nutzbar gemacht. Die Fliessgewässer wurden meist in Dämme gelegt und boten nur mehr wenig Raum für natürliche dynamische Veränderungen (Fig. 1 und 2). Um Eintiefungen der Gewässersohle zu vermeiden, wurden landesweit über 100 000 künstliche Querbauten mit einer Höhe von über 50 cm in die Fliessgewässer eingebaut. Damit wurden Wanderhindernisse für die Wasserfauna erstellt und die Vernetzungen der Fliessgewässer massiv beeinträchtigt.

#### WARUM FLUSSREVITALISIERUNGEN?

Fliessgewässer gehören mit ihren benachbarten Auen zu den besonders gefährdeten Ökosystemen. Die überflutbaren Auenflächen gingen seit 1850 zu 90% verloren. Dadurch wurden vielfältige Uferstrukturen zerstört, die Hochwasserereignisse häuften sich. Nicht nur ist ein grösserer Gewässerraum häufig die Voraussetzung für einen effektiven Hochwasserschutz, er ermöglicht auch eine ökologische Aufwertung der Fliessgewässer [1].

\* Kontakt: [mario.broggi@adon.li](mailto:mario.broggi@adon.li)

Lizenz für Pamela Bauer, [p.bauer@hagenbucher.ch](mailto:p.bauer@hagenbucher.ch)  
TMH Hagenbucher AG, Zürich



Zusätzlich wird das Abflussregime der Flüsse durch die Wasserkraftnutzung massiv beeinträchtigt, und damit überlagern sich die Probleme mit dem «harten» Wasserbau. An rund 1400 Stellen leiten Kraftwerke Wasser aus Fliessgewässern ab. Es resultieren 2700 Kilometer Restwasserstrecke mit kaum Wasserführung, weitere 1000 Kilometer besitzen massive Abflussschwankungen. Die Restwasserstrecken ohne Dotation beeinträchtigen den landschaftlichen Wert sowie die ökologische Funktionsfähigkeit im gesamten Einzugsgebiet. Bei der Rückgabe des Wassers in die Fliessgewässer führt dies zu künstlichen Abflussspitzen (Schwall-Sunk). Sonst seltene Hochwasserereignisse werden so täglich geschaffen. Wasserkraftwerke beeinflussen auch den Geschiebehaushalt von Fliessgewässern. Eine intakte Flusslandschaft ist sowohl auf einen natürlichen Abfluss als auch auf einen dynamischen Geschiebehaushalt angewiesen [2].

### NEUORIENTIERUNG IM HOCHWASSERSCHUTZ

Die Häufung von Extremereignissen Ende des 20. und zu Beginn des 21. Jahrhunderts zwang die zuständige Behörde, die Nutzung der Fliessgewässer zu überdenken und neue Strategien des Hochwasserschutzes zu entwickeln. Für einen effizienteren Hochwasserschutz ist ein grösserer Gewässerraum eine Voraussetzung. In den letzten drei Jahrzehnten ging deshalb der Hochwasserschutz vermehrt mit Revitalisierungen einher. Dies führte zu Ausweitungen des Gewässerraumes. Hierfür wurden im Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer 1991 wie auch im Bundesgesetz über den Wasserbau 1991 festgehalten, dass wasserbauliche Eingriffe naturnah zu erfolgen haben. Es bestehen somit solide gesetzliche Grundlagen. Für den Vollzug dieser Bestimmungen sind die Kantone verantwortlich. Sie sollen Revitalisierungsprogramme erstellen und umsetzen. Die Kantone sind verpflichtet, den Gewässerraum auszuscheiden, der benötigt wird, um die natürlichen Funktionen der Gewässer und den Hochwasserschutz zu gewährleisten.

Rund 30 Jahre nach Inkraftsetzung droht dieser Erfolg zu verblassen, weil die Vollzugsdefizite enorm sind. Besonders deutlich wird dies bei der Gewässerraumauscheidung, wo dies bis 2018 vollständig hätte umgesetzt werden sollen. Diese Vorgabe wurde bis 2019 bei knapp 15 Prozent aller Gemeinden erfüllt, es wird mit einer Zielerreichung bis 2035 gerechnet [2]. Bis 2090 sollen rund 4000 der 15000 km verbauten Wasserläufe revitalisiert werden, zwischen 2011 und 2019 wurden erst 160 Kilometer umgesetzt. Der Bund übernimmt dabei durchschnittlich 65% der Kosten, was derzeit rund 40 Millionen Franken pro Jahr entspricht.

Die Kantone haben überdies bei bestehenden wie neuen Wasserkraftanlagen innert 20 Jahren eine Reihe von Sanierungsmassnahmen umzusetzen. Dazu gehört die Beseitigung der Beeinträchtigungen durch Schwall-Sunk mit der Verbesserung der Durchgängigkeit und des Geschiebehaushaltes. Diese Sanierungskosten werden jährlich auf weitere 50 Mio. Franken geschätzt, und dies wird durch einen Zuschlag von 0,1 Rappen pro kWh auf die Übertragungskosten der Hochspannungsleitungen finanziert.

Die Forschung unterstützt den Handlungsbedarf im Gewässerschutz. Interdisziplinäre Projekte werden durch Forschende verschiedener Fachrichtungen (Wasserbau, Natur- und Umweltwissenschaften, Soziologie) erarbeitet, um Grundlagen für die Verbesserungen im Gewässerschutz zu erreichen.

Inzwischen sind vielerorts vor allem kleinere Wiederbelebungen an Fliessgewässern durchgeführt worden, die aufzeigen, wie attraktiv diese sein können. Sie finden auch eine breite Akzeptanz in der Bevölkerung. Noch fehlen die grossen «Hausnummern» an Alpenrhein und Rhone, wo seit vielen Jahren diesbezüglich geplant wird. Das Schweizer Vorzeigeprojekt war bisher die Thur. Nun kam mit der Wiederbelebung des Inn im Oberengadin ein weiteres Grosseobjekt dazu, das besondere Beachtung verdient.

### REVITALISIERUNG VON FLAZ UND INN IN MEHREREN ETAPPEN

Wie in vielen Alpentälern wurde im 19. Jahrhundert mit der Eindämmung der Talhauptgewässer Inn und Flaz begonnen, um den Talboden in Samedan zu nutzen (Fig. 1 und 2). Hochwasserereignisse mit Dammbürchen in den Jahren 1951, 1954 und 1956 führten zur Anpassung der Verbauungen. Der benachbarte Siedlungsraum in seiner rasanten Entwicklung verlangte jeweils nach einer Erhöhung des Schutzes.

#### ERSTE ETAPPE:

#### FLAZVERLEGUNG BEI SAMEDAN – EIN KÜHNER SCHRITT

Im Juli 1987 entging Samedan nur ganz knapp einem katastrophalen Hochwasserereignis. Die Hochwasserprobleme wurden praktisch alleine vom Flaz verursacht. Das Ereignis



Fig. 1 Der kanalisierte Flaz (1983).



Fig. 2 Kanalisierter Inn bei Samedan (1983).

(© Gian Bieler)

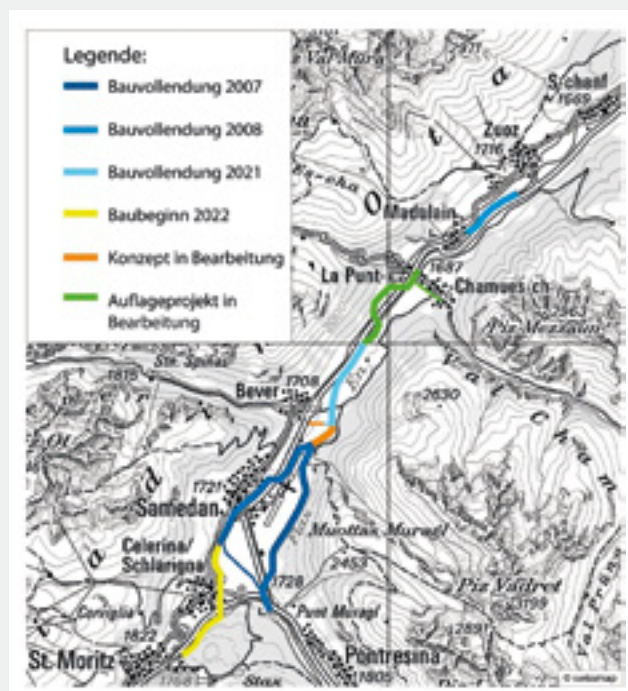


Fig. 3 Übersicht Revitalisierungsetappen am Inn im Oberengadin.

(Quelle: ecowert GmbH)



Fig. 4 Neue Führung des Flaz entlang des Hangfusses Muottas Muragl.

(© Christian Göldi)



Fig. 5 Flaz vegl – der revitalisierte Altast des Flazbaches.

festigte die Einsicht, dass der Hochwasserschutz eine vielseitige Aufgabe sei. Weiter wurde festgestellt, dass die über 100 Jahre alten Erddämme inmitten des dicht besiedelten Wohngebiets von Samedan bei einer Überflutung nicht mehr sicher waren. Mit rechnerischen Simulationen von Überflutungsszenarien konnten die bestehende Gefahrensituation wie auch das Schadenspotenzial nachgewiesen werden. Das führte zum zukunftsweisenden Projekt mit umfassendem Lösungsansatz. Die gewählte Projektvariante beinhaltete eine Verlegung des Flazbaches mit seinem hohen Schadenspotenzial in ein weniger sensibles Gebiet ausserhalb des Siedlungsbereiches [3, 4].

Mit der Realisierung dieses Grossprojektes war eine rege Informationspolitik verbunden, wobei die Gemeinde am 15. Juni 2000 ihren Grundsatzentscheid für diese wasserbauliche Grossübung fasste. Die Projektkosten wurden mit 29 Mio. Franken beziffert. Der Flaz wurde noch vor der Hochwassersaison 2004 um Samedan herum ins neue Bett geleitet. Der Gerinneanfang war am Strassenkreisel Punt Muragl festgelegt (Fig. 3, dunkelblau). Der Fluss wurde durch die Champagna entlang des rechten Hangfusses in möglichst niedrigen Wuhrdämmen geführt (Fig. 4). Das neue Gerinne brauchte eine Landfläche von 24 ha. Es handelte sich dabei um extensiv genutzte Landwirtschaftsflächen. Ein Statement der Landwirtschaft zur Flussverlegung lautete: Lieber eine klare und definitive Lösung als eine periodische Überschwemmung von nutzbarem Land mit notwendiger Räumung.

Der Flaz mündet neu nach rund 4 km oberhalb Gravatscha in den Inn. Die alten bestehenden Flazdämme zwischen Punt Muragl und Ochsenbrücke wurden zurückgebaut und rekultiviert sowie der Inn bis zum neuen Zusammenfluss mit dem Flaz bei Cravatscha naturnah gestaltet. Der Bereich des ehemaligen Flaz-Verlaufes heisst nun Flaz vegl und wird als Altlauf mit einer geringen Wassermenge gespiesen (Fig. 5 und 6). Das hier erforderliche Wasser fliesst in einem mäandrierenden Gerinne und ist von einem beliebten Spazierweg flankiert. Die Baugenehmigung war gestützt auf einen Umweltverträglichkeitsbericht, eine gewässerökologische Beurteilung der Planung sowie auf die Stellungnahmen kantonaler und nationaler Behörden. Die Detailplanung wurde rollend während der Bauphase ständig weiter optimiert, was sogar zu einer teilweisen Neuauflage des Projektes führte. Die Abweichung vom ursprünglichen Auflageprojekt betraf die Verlegung des Inn auf einer Länge von 900 Metern im Bereich des Flugfeldes. An dieser Stelle wurde der Inn in sein ursprüngliches Bett zwischen Strasse und Flugplatz zurückverlegt, um dadurch mehr Flussraum zu gewinnen und einen bedeutend grösseren ökologischen Wert zu erzielen. Eine ökologische Planungskommission begleitete diese Bauphase. Damit wurden insgesamt mehr als 11 km Fliessgewässerstrecke in ihrem Lauf, ihrer Struktur und ihrer Wasserführung verändert. Zur Gewährleistung der Hochwassersicherheit war eigentlich nur die Verlegung des Flaz von Bedeutung. Alle anderen Massnahmen dienten der Revitalisierung und der landschaftlichen Aufwertung des hydrologischen Systems. Alle getätigten Massnahmen wurden so umgesetzt, dass sich die neuen und umgestalteten Gewässerläufe harmonisch in das Landschaftsbild einfügen und Unterhaltsarbeiten weitgehend überflüssig machen. Die ökologische Begleitplanung griff seit 2002 in entscheidendem Mass in die Massnahmenumsetzung ein. Die Erprobung und Erfahrungssammlung direkt am auszuführenden Projekt hat sich bewährt. Das setzt die Bereitschaft

voraus, neue Lösungen zu wagen und aus gewohnten Denkmustern auszubrechen. Was verbleibt hier zur ersten Revitalisierungsetappe zu sagen? Durch mutige, rollende Planung und vorbildliche Zusammenarbeit der Fachbereiche und eine engagierte Öffentlichkeitsarbeit ist die kostenintensivere Bauvariante mit besserer ökologischer Aufwertung des Gewässersystems erreicht worden. Die Flazverlegung und die Revitalisierungsarbeiten am Inn erhielten den Gewässerpreis Schweiz des Jahres 2005.

### ZWEITE ETAPPE: RUND UM BEVER

Abklärungen ergaben einen erheblichen Sanierungsbedarf der Inndämme rund um Bever. Zudem bestand eine monotone Kanalstruktur mit fehlender Dynamik und Vernetzung. Der Inn floss begradigt zwischen Dämmen, die auf der gesamten Dammhöhe mit einer Pflasterung vor Erosion geschützt waren. Gemäss alten Darstellungen dürfte der Inn ursprünglich eine mittlere aktive Bettbreite von 100 m beansprucht und im Talboden mäandriert haben. Er bildete Schwemmlandschaften, Schotterbänke, ausgedehnte Auen und kleine Weiher. Er wurde dann auf rund 17 m Breite massiv eingengt. Gegenüber der mittleren Sohle waren die Dämme 4,5 m hoch, das Innbett lag im Mittel 50 cm tiefer als die Talebene. Im eingengten Kanal erzeugte der Kraftwerksbetrieb des EW St. Moritz zusätzlich Schwall-Sunk-Probleme. Ausserhalb der Inndämme bestehen hier noch Auen von nationaler Bedeutung, die nicht mehr mit dem Fluss verbunden sind. Die massiven ökologischen Defizite im kanalisiertem Inn wurden durch die parallel führenden Seitengewässer (Giessen) und grösseren offenen Stillgewässer teils kompensiert, drohten aber mangels Dynamik zu verlanden. Im Gebiet finden sich auch noch zwei ehemalige Baggerseen (Fig. 7), die Flachwasserzonen besitzen.

Auch in Bever haben sich die Stimmberechtigten der Gemeinde 2010 für eine mustergültige Revitalisierung in zwei Etappen mit Kosten von 10 Mio. Franken entschieden<sup>1</sup>. Das Innkorsett wurde auf rund 4 Kilometer Länge entfernt. Die Revitalisierung des Inn ist mit Gewährung einer ausreichenden Bettbreite und mit Anbindung der Seitengewässer gelungen. Auf den neuen Kiesbänken haben sich



Fig. 6 Das aufgewertete alte Bett des Flaz kurz vor der Einmündung in den Inn oberhalb von Samedan.



Fig. 7 Baggersee Gravatscha - wertvolles, mit Inn vernetztes Stehgewässer.

bereits Flussuferläufer und Flussregenpfeifer eingefunden und brüten dort. Ein Dammabschnitt mit lockerem Schotter wurde für eine dort heimische starke Kreuzotterpopulation belassen und ist vom Fussgängerpfad ausgeschlossen. Damit wurden die vorbildlichen Arbeiten bei Samedan weitergeführt und ein weiterer Beitrag zur Aufwertung der Oberengadiner Flusslandschaft geleistet. Der Inn wurde somit auf dem ganzen Gemeindegebiet von Bever aufgeweitet und

gewinnt wieder an Dynamik, was die Entwicklung vielfältiger Auenlebensräume fördert. Auch werden die beiden Innseiten mit der Umgebung hydrologisch vernetzt. Immerhin haben bereits der Biber und der Fischotter Reviere besetzt. Die weitere Entwicklung wird durch ein zehnjähriges Monitoringprogramm mit verschiedenen Indikatoren untersucht (Fig. 8-12). Der Gemeindepräsident von Bever, *Fadri Guidon*, studierte an der ETH Zürich Umweltwissenschaften und ist Dozent



Fig. 8 Inn bei Mündung des Beverinbachs - eines der attraktivsten Landschaftsbilder. (©Christian Göldi)

<sup>1</sup> [www.pro-natura-gr.ch/sites/files/bever\\_flyer\\_a5\\_2018\\_ii.pdf](http://www.pro-natura-gr.ch/sites/files/bever_flyer_a5_2018_ii.pdf)



Fig. 9 Der wiederbelebte Inn wird auf seiner ganzen Länge von zahlreichen Seitengewässern flankiert.



Fig. 10 Wo Biber und Fischotter sich gute Nacht sagen.



Fig. 11 Wiederbelebter Inn unterhalb von Bever.

an der Höheren Fachschule Tourismus. Er wünscht sich noch ein Informationszentrum für den revitalisierten Inn mit Restaurantbetrieb, wo statt einem «Hamburger» ein «Biberburger» serviert würde. Das Zentrum hätte Baukosten von

rund 6 Mio. Franken mit jährlichen Betriebskosten von 400 000 Franken. Das kann die Gemeinde Bever allein nicht stemmen. Ergänzend zur erfolgreichen Innrevitalisierung wurde der Gemeinde Bever für ihren Beverinbach das Label

Gewässerperle am 25. Juni 2021 vom WWF Schweiz verliehen. Der Beverin fliesst auf 13,5 km in intakter Struktur, was wohl in der Schweiz höchstens für noch 5% aller Fliessgewässer zutrifft. Die Aufweitung des untersten unter dem Dorf kanalisierten Abschnitt des Beverin bis zum Inn wird derzeit geplant.

#### **DRITTE ETAPPE:**

##### **HERZSTÜCK DER INN-REVITALISIERUNG**

Die dritte geplante Revitalisierungs-etappe von La Punt mit Chamuerabach dürfte nach Aussage des Bundesamtes für Umwelt «herausragend und wegweisend» sein. In La Punt Chamues-ch liegt ein Vorprojekt vor. Die Fachstellen haben eine im Grundsatz positive Stellungnahme zum Vorprojekt abgegeben. Zurzeit wird das Auflageprojekt ausgearbeitet. Die La-Punt-Etappe dürfte etwas mehr als 40 Mio. Franken kosten und wird damit die mit Abstand teuerste Revitalisierungsetappe. Mit gutem Grund: Die Hauptstrasse wird auf rund eineinhalb Kilometern verlegt und der Inn auf rund zwei Kilometern Länge parallel in sein ursprüngliches Bett zurückgelegt. Allenfalls wird hier auch das Trasse der Rhätischen Bahn verlegt. Ebenso werden Hochspannungsmasten sowie Abwasser- und Werkleitungen zu verschieben sein. Der Chamuerabach wird auf 700 Metern sowie das Binnengewässer revitalisiert. Aktuell wird die Erweiterung des Vorprojektes geprüft. Die Rhätische Bahn beabsichtigt, ihr Angebot für den öffentlichen Verkehr im Oberengadin auszubauen. Zu diesem Zweck wird eine Verlegung des Schienentrasses im Abschnitt der derzeitigen Durchschneidung des Auengebietes in einer Konzeptstudie geprüft, ob dies zusammen mit einer Ausdehnung des Revitalisierungsprojektes verbunden werden kann. Falls dies gelänge, wird die Kantonsstrasse um gesamthaft 2,2 km und die Bahn um rund 1,7 km verlegt. Über knapp 400 Meter sollen beide Verkehrsträger gar in Tunnel oder Galerie geführt werden. Damit könnte eine uneingeschränkte Quervernetzung über den gesamten Talboden und die beiden Talflanken geschaffen werden. Der Inn könnte auf der gesamten Revitalisierungsstrecke seine freie Dynamik in der freigelegten Au entwickeln. Mit dem Entscheid, ob diese Variante weiterverfolgt werden kann, ist bald zu rechnen. Unabhängig von der gewählten Varianten ist der früheste

Baubeginn für 2024 vorgesehen. Die Bauarbeiten dürften bis ins Jahr 2030 andauern.

Kleinere Revitalisierungsprojekte im Oberengadin wurden zudem in Madulain und Zuoz ausgeführt, ebenso wurde der Mündungsbereich des Inn in den St. Moritzersee realisiert. An einem Gewässerentwicklungskonzept wird zurzeit in der Ebene zwischen Lej da Segl und Lej da Silvaplauna gearbeitet.

## FAZIT

Die drei Sanierungsetappen sind in ihrer Abfolge beeindruckend. Für Flussrevitalisierungen handelt es sich um ein Leuchtturmprojekt. Bei der Sanierung wurde an den wichtigen Stellschrauben gedreht und nicht geschraubelt. Die Planungsarbeiten sind aus ökologischer Sicht vorbildlich. Das setzt eine vertrauensvolle Zusammenarbeit der Projektpartner und den zuständigen Behörden voraus. Es verlangt genauso nach einer aufwendigen Kommunikationspolitik im Zusammenwirken mit den Gemeinden, um auch die plebiszitäre Unterstützung zu erlangen.

Bei der Inn-Revitalisierung geht es nicht nur um den ökologisch aufgewerteten Fluss. Bedeutsam ist hier der Einbezug der flankierenden Seitengerinne und stehenden Gewässer, die mit dem Fluss wieder vernetzt wurden. Sie bilden einen hydrologischen Verbund erster Güte. Gegenden mit Revitalisierungsabsichten gehen mit Vorteil vor der Inangriffnahme des Projektes an den Oberengadiner Inn, um sich inspirieren zu lassen. Sie werden hier dem Mut zum Risiko, zum Wurf und der Begeisterung der daran Beteiligten begegnen. Das ist für das anstehende grosse Sanierungswerk der Wiederherstellung unserer Fliessgewässer vorbildlich.

Das i-Tüpfelchen ist die Informationspolitik über das Sanierungswerk vor Ort. Im Gelände werden wenig aufdringlich entsprechende Informationen vermittelt und an Parkplätzen die nötige Orientierung gegeben (Fig. 13). Dieses Wissen wird hier den zahlreichen Bikern und Fussgängern vermittelt, die dadurch inspiriert hoffentlich Ähnliches in ihren Regionen auch einfordern.



Fig. 12 Inn mit Seitengewässer unterhalb von Bever verzahnt.



Fig. 13 Informationstafeln entlang des Inn bei Bever.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] Angelone, S. et al. (2012): Flussrevitalisierungen. Eine Übersicht. Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie, Bundesamt für Umwelt, Bern
- [2] Munz, M.; Steiner, S. (2021): Der Druck steigt. Aqua viva – Zeitschrift für Gewässerschutz, 3/21, 63: 4-9
- [3] Verein für Ingenieurbioogie, Pro Natura, Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband (2005): Die Flazverlegung und andere Gewässer-sanierungen im Kanton Graubünden, Sonderdruck zum Anlass der Verleihung des Gewässerpreises Schweiz vom 10. Juni 2005, Wasser-Energie-Luft, Heft 3/4: 80-14
- [4] Rey, P. et al. (2007): Hochwasserschutzprojekt Samedan – Aspekte und Effekte der ökologischen Begleitplanung, Wasser-Energie-Luft, 99 (Heft 3): 199-207

## NACHTRAG

Ende September 2021 ergab sich die Gelegenheit, mit *Andri Bischoff*, eh. Abteilungsleiter Wasserbau des Kantons Graubünden, *Pio Pitsch*, eh. Fischereiaufsicht Amt für Jagd und Fischerei des Kantons Graubünden und Mitinhaber des Büro *ecowert gmbh*, *Georg Ragaz*, eh. Verantwortlicher für Naturschutz im Kanton Graubünden, in Begleitung von *Christian Göldi*, eh. Leiter Wasserbau des Kantons Zürich, die Revitalisierungen am Inn zu besuchen. Weiter wurden wir von *Gian Reto Bezzola*, langjähriger Dozent für Flussbau an der ETH Zürich, begleitet. Diesen Herren sei auch für die Durchsicht des Manuskriptes ganz herzlich gedankt.

# SCHUTZ DER GEWÄSSERPERLEN

**Natürliche Fliessgewässer sind in unserem intensiv genutzten Lebens- und Wirtschaftsraum eine Rarität. Auf der Suche nach den letzten Gewässerperlen, in denen Wasser und Geschiebe noch frei fließen dürfen, hat der WWF Schweiz 64 Fluss- und Bachabschnitte mit einer Gesamtlänge von rund 1000 Kilometern ausgemacht. Dies entspricht etwa fünf Prozent des gesamten inländischen Gewässernetzes. Mit dem neuen Label «Gewässerperle PLUS» will die Umweltorganisation nun Anstösse geben, um den Schutzgedanken für diese Schatzkammern der Artenvielfalt auf lokaler Ebene besser zu verankern.**

*Beat Jordi\*, Fachjournalist BR*

## RÉSUMÉ

### PRÉSERVATION DES PERLES DE RIVIÈRE

Les cours d'eau sauvages sont rares dans notre espace économique et vital exploité de manière intensive. Lors de sa recherche des dernières perles de rivière dans lesquelles l'eau et les débris peuvent encore s'écouler librement, le WWF Suisse a identifié 64 tronçons de ruisseaux et de rivières d'une longueur totale de 1000 km. Pour les bassins versants évalués, avec une surface de plus de 10 km<sup>2</sup>, cela ne correspond qu'à environ 5% de l'ensemble du réseau de cours d'eau suisse. En effet, seul un bon cinquième des rivières restées sauvages et ruisseaux quasi naturels est suffisamment protégé au niveau juridique. À travers le nouveau label «Perle de rivière PLUS», l'organisation environnementale souhaite maintenant donner une impulsion afin de mieux ancrer l'idée de protection de ces trésors de biodiversité au niveau local. Pour se voir décerner le label «Perle de rivière PLUS», une rivière ou un ruisseau doit répondre à deux exigences. Il faut tout d'abord que le cours d'eau soit dans l'état le plus naturel possible: sa structure, son hydrologie et son régime de charriage doivent être aussi intacts que possible sur le tronçon certifié. En outre, il faut suffisamment de place et une qualité de l'eau offrant un espace de vie attractif pour une faune et une flore diversifiées. Deuxièmement, il doit exister sur place un organe responsable qui mette en réseau les acteurs intéressés par les eaux locales.

## EINLEITUNG

Wer im Berner Hauptbahnhof den Vorortzug nach Schwarzenburg besteigt, erblickt nach 25 Minuten den grössten noch intakten Wildfluss der Alpen. «Schwarzwasserbrücke» heisst die Station am Zusammenfluss des gleichnamigen Bachs mit der um einiges längeren Sense – und es lohnt sich, hier auszusteigen. In wenigen Gehminuten erreicht man das Fliessgewässer mit seinen weiten Kiesbänken, zwischen denen sich der verzweigte Lauf im breiten Flussbett immer wieder neue Wege sucht (Fig. 1). Die Sense ist zwar nicht unberührt von menschlichen Eingriffen, doch ihre tief eingeschnittenen Sandsteinschluchten haben sie auf weiten Strecken vor groben zivilisatorischen Einflüssen bewahrt.

In einer internationalen Studie des WWF, die alle bedeutenden Alpenflüsse bewertete, schnitt die Sense denn auch am besten ab. Dies hängt primär mit ihrer natürlichen Gewässerstruktur, einem intakten Abfluss, der Geschiebeführung eines Wildflusses und der – mangels Wanderhindernissen – hohen biologischen Durchgängigkeit zusammen. Diese Dynamik formt ständig neue Lebensräume und bildet die Grundlage für weitgehend unversehrte Auengebiete mit einem grossen Reichtum an bedrohten Tier- und Pflanzenarten.

\* Kontakt: [beatjordi@bluwin.ch](mailto:beatjordi@bluwin.ch)

(Bild: Beverin; © Anita Wyss, WWF)



Fig. 1 Eine der 64 Gewässerperlen: Die Sense im Naturpark Gantrisch, Kanton Bern.

(©Wikimedia Commons, René Edward Knupfer-Müller)

### VERSCHWUNDENE AUENGEBIETE

Die auf einer Länge von über 40 Kilometern biologisch wertvolle Gewässerlandschaft der Sense im Grenzgebiet der Anrainerkantone Bern und Freiburg gehört damit zu den wenigen noch naturnahen Fluss- und Uferräumen in der Schweiz. Denn landesweit stehen diese Übergangsbereiche zwischen Wasser und Land unter einem enormen Druck. Im Verlauf der letzten zwei Jahrhunderte sind hierzulande über 90 Prozent der Auengebiete verschwunden. Sie mussten entweder der Landgewinnung für die Landwirtschaft, den Siedlungsbau und Infrastrukturanlagen weichen oder wurden durch Hochwasserschutzbauten und Wasserkraftwerke verdrängt. Mittlerweile machen die Auen nur noch 0,55 Prozent unserer Landesfläche aus. Als einmalige Horte der Biodiversität beherbergen sie allerdings rund ein Drittel der einheimischen Pflanzenarten. Die Begradigungen, Kanalisierungen, Verbauungen, Staudämme und Wehre fordern ihren Tribut. Nicht zuletzt durch die starke Einschränkung und Fragmentierung ihrer Lebensräume stehen in der Schweiz 60 Prozent der Fischarten und Wasserpflanzen auf der Roten Liste der gefährdeten Arten.

### RETTUNG DER LETZTEN WILD-FLÜSSE

Der WWF Schweiz hat sich bereits vor einigen Jahren das Ziel gesetzt, die wenigen noch natürlichen und öko-

logisch wertvollen Fließgewässer zu erhalten und sie als wichtige Rückzugsgebiete und Vernetzungskorridore für bedrohte aquatische Arten langfristig zu schützen. Als Mindestgrösse für die Inventarisierung von Bächen und Flüssen bestimmte man eine Fläche des Einzugsgebiets von zehn Quadratkilometern. Dabei achteten die Fachleute darauf, möglichst zusammenhängende Gebiete und längere Abschnitte auszuscheiden. Mit diesem Raster wurden schweizweit 64 Gewässerperlen (s. Box) mit einer gesamten Fließstrecke von rund 1000 Kilometern bestimmt, was etwa fünf Prozent des Gewässernetzes ausmacht. Bei der Zusammenstellung waren verschiedene Umweltbüros und lokale Gewässerschutzexperten beteiligt.

### GEOGRAFISCHE VERTEILUNG

Mit einer Gesamtlänge von je über 200 Kilometern an Gewässerperlen führen die grossen und wasserreichen Kantone Graubünden und Waadt die Gewinnerliste an. Freiburg und Bern, die sich mit der Sense die längste Gewässerperle teilen, bringen es beide auf fast 150 Kilometer, dahinter folgt der Kanton St. Gallen mit gut 80 Kilometern. Dagegen schneiden die grösseren Mittel- und Kantone Aargau und Zürich eher schwach ab, obwohl sie ihre Bilanz in den letzten Jahren mit Renaturierungen verbessert haben. Auch in den Zentralalpen und im Wallis gibt es – vor allem aufgrund der intensiven Nutzung durch die Stromwirtschaft – vergleichsweise

wenig Gewässerperlen. Eine Ausnahme bildet etwa der Baltschiederbach, der in der Nähe von Visp in die Rhone mündet. Hier lässt sich die Standortgemeinde den vertraglich abgesicherten Verzicht auf die ursprünglich vorgesehene Wasserkraftnutzung ihres Bergbachs durch Ausgleichszahlungen des Bundes entschädigen. Finanziert werden solche Lösungen über den 1996 eingeführten Landschaftsrappen.

### EHER DÜRFTEIGER SCHUTZ

Trotz eines dramatischen Rückgangs der Wildgewässer und Auengebiete sind die letzten Rückzugsgebiete nicht etwa besonders gut geschützt, wie eine Auswertung des WWF zeigt. Lediglich 14 Gewässerperlen verfügen über einen ausreichenden Schutz. Dies bedeutet, dass mindestens 90 Prozent ihres Gebiets durch gesetzliche Bestimmungen vor Eingriffen bewahrt bleiben, wie es etwa in den Auenlandschaften von nationaler Bedeutung der Fall ist. Bei 45 Prozent aller Gewässerperlen gilt der Schutzstatus insofern als ungenügend, als nicht einmal die Hälfte dieser Landschaften vor Beeinträchtigungen sicher ist.

Mit Massnahmen auf verschiedenen Ebenen will der WWF die bestehenden Schutzdefizite angehen. So möchte er unter anderem sicherstellen, dass keine neuen Nutzungen die noch vorhandenen ökologischen Werte zerstören. Die Idee eines gesetzlich verankerten «Verschlechterungsverbots» lehnt sich an die

### GEWÄSSERPERLEN

Im Idealfall handelt es sich bei Gewässerperlen um frei fließende Gewässer, die von der Quelle bis zur Mündung unverbaut sind und nicht genutzt werden, sodass sich natürliche Gewässerlebensräume mit ihrer typischen Artenvielfalt ausbilden konnten. Solche Idealzustände finden sich inzwischen fast nur noch in kleineren Alpentälern, weshalb viele Gewässerperlen im Berggebiet liegen. Doch auch im Mittelland und in den Voralpen gibt es vereinzelt Gewässerabschnitte, die weniger verbaut, kanalisiert und beeinträchtigt sind als üblich. Bei einem zumindest partiell ungestörten Wasserhaushalt können auch sie über strukturell vielfältige und sich dynamisch verändernde Lebensräume verfügen, was ihre Auszeichnung als Gewässerperle rechtfertigt.

## STECKBRIEFE AUSGEWÄHLTER GEWÄSSERPERLEN



Die Aubonne im Kanton Waadt.

(©Beat Jordi)

### AUBONNE

Gespiesen von mehreren Karstquellen, welche die durchlässigen Jurahöhen der Umgebung entwässern, entspringt die Aubonne in der Nähe des Waadtländer Dörfchens Bière. Auf der gut zwölf Kilometer langen Gewässerstrecke bis zur Mündung in den Genfersee bei Allaman VD überwindet der Fluss knapp 340 Höhenmeter. Am Oberlauf, der sich durch schöne Buchenwälder windet, besteht durch unterirdische Verbindungen ein Wasseraustausch mit dem benachbarten Fließgewässer Toleure, sodass sich die Pegel der beiden Flüsse gegenseitig beeinflussen. Weitgehend unberührte Abschnitte finden sich vor allem in Quellnähe und im Mündungsbereich, wo die Geschiebefrachten der Aubonne ein breites Delta in den Genfersee vorgeschoben haben. Hier befindet sich ein auf nationaler Ebene geschütztes Auengebiet, in dem der – in seinem Mittellauf gestaute und mit künstlichen Hindernissen verbaute – Fluss wieder frei fließen und den Uferwald dynamisch umgestalten kann. Dabei helfen auch die hier heimischen Biber mit.

### TABEILLON

Auf der Hochebene der jurassischen Freiberge sind Fließgewässer eine Rarität, weil das Niederschlagswasser durch die Klüfte des Kalksteins grösstenteils dem um einige hundert Meter tiefer gelegenen Doubs zufließt. Der kleine Bach Tabeillon mit seinem Quellgebiet in der Nähe von Montfaucon gehört zu den wenigen Ausnahmen, wes-

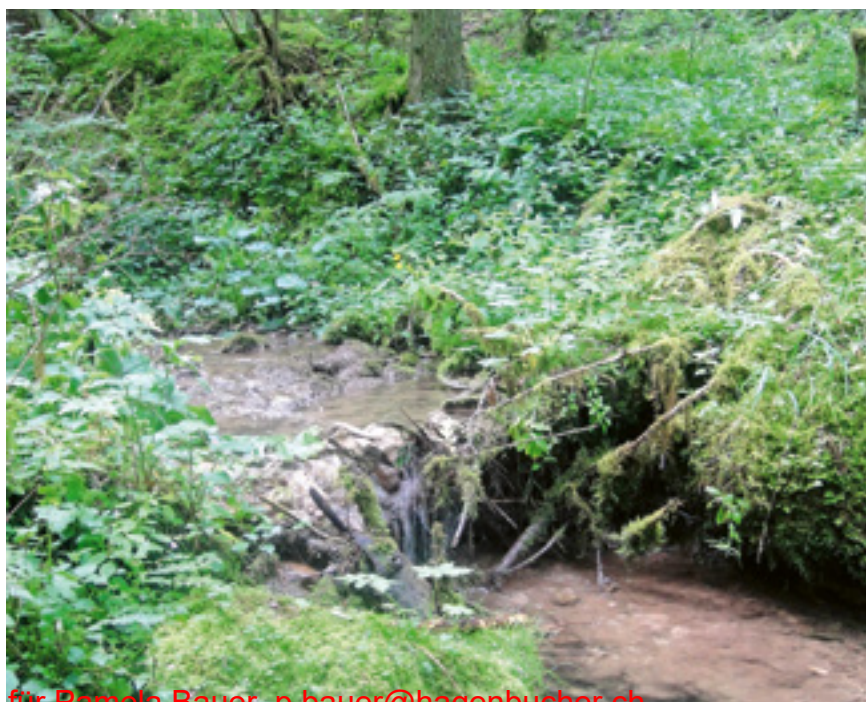
halb man sein Wasser am Oberlauf schon vor Jahrhunderten in Weihern staute, um damit Getreidemühlen und Sägewerke anzutreiben. Diese Nutzungen wurden längst aufgegeben, und aus den künstlichen Stauseen haben sich riedbestandene Teiche und Sumpflandschaften entwickelt, die heute zu den Amphibienlaichgebieten von nationaler Bedeutung gehören. Hier leben grosse Populationen von roten Fröschen, Erdkröten und Bergmolchen, aber auch Enten, Taucher und Libellen. Durch ein sich zunehmend verengendes, bewaldetes Tal fließt der Tabeillon in seinem natürlichen Bett Richtung Glovelier. Auf dem schattig-feuchten Talboden der vom Bach

ausgebildeten Schlucht mit ihren Kalksteinwänden wechseln sich langsame mit schneller fließenden Flussabschnitten ab. Diese Vielfalt an unterschiedlichen Gewässerlebensräumen macht den naturbelassenen Tabeillon zu einem Hort der Biodiversität (Fig. 5).

### WALDEMME

Die Waldemme auf dem Gebiet der Kantone Obwalden und Luzern ist gut 23 Kilometer lang. Von ihrem Quellgebiet bis zur Mündung in die Kleine Emme bei Schüpfheim im Unesco-Biosphärenreservat Entlebuch überwindet sie fast 1150 Höhenmeter und wechselt dabei mehrmals die Richtung. Unterhalb von Sörenberg gräbt sie sich in die Flyschablagerungen im Osten der berühmten Schratzenfluh ein und durchstösst später in der Lammschlucht die Molasseberge, bevor sie ins Entlebuch eintritt. Ursprüngliche Mäander und tosende Wildwasser in der Schlucht prägen ihren Lauf, wobei die unterschiedlichen Strukturen des Flussbetts und der Uferzonen vielfältige Lebensräume bieten.

Trotz menschlichen Eingriffen verfügt die Waldemme auf weiten Strecken nach wie vor über einen naturnahen Charakter mit einer intakten Gewässerdynamik. Die Lammschlucht ist bekannt für ihre einzigartige Forellenpopulation, denn der Fluss bietet diesen Edelfischen geeignete Lebensbedingungen für alle Entwicklungsstadien.



Lizenz für Pamela Bauer, p.bauer@hagenbucher.ch  
 Der Tabeillon, einer der wenigen Bäche auf der Hochebene der jurassischen Freiberge. (©Beat Jordi)

TMH Hagenbücher AG, Zürich



Wasserrahmenrichtlinie der EU an und ist in etlichen europäischen Ländern bereits verankert. Zusätzlich wird gefordert, dass Bund, Kantone oder Gemeinden die wertvollsten Fluss- und Bachgebiete langfristig unter Schutz stellen, um ihre ökologischen Werte als zusammenhängende Gewässersysteme zu erhalten. Die Umweltorganisation verlangt zudem mehr Tempo bei den laufenden Revitalisierungen der Fliessgewässer und eine bessere Abstimmung des Hochwasserschutzes, der sich verstärkt auch an ökologischen Kriterien orientieren soll.

## EIN NEUES GEWÄSSERLABEL

Um auch unabhängig vom angestrebten politischen Prozess sofort eigenständig handeln zu können und den Schutz dynamischer Flusslandschaften konkret zu verbessern, hat der WWF Schweiz den Verein Gewässerperlen gegründet und das neue Label «Gewässerperle PLUS» entwickelt. Es zielt darauf ab, primär auf einer lokalen Ebene für einen besseren Schutz ökologisch wertvoller Gewässer zu mobilisieren. Man will also nicht nur bereits bestehende Schäden mildern, sondern die heute noch natürlichen und gesunden Gewässer erhalten. «Das Engagement für unsere Fliessgewässer soll sich vor Ort entwickeln», meint die Projektleiterin und Geografin *Antonia Eisenhut* vom WWF dazu. «Es geht uns dabei um die Verbundenheit mit der Natur und darum, diese Schatzkammern der Artenvielfalt auch für kommende Generationen zu erhalten.» Denn nicht nur unzählige Tier- und Pflanzenarten sind auf diese spezifischen Lebensräume mit ihrer natürlichen Dynamik angewiesen. Wo Gletscherquellen gurgeln, Wildbäche durch Schluchten tosen, Kiesbänke zum Baden einladen und Auenwälder zum Verweilen im Schatten, gefällt es in der Regel auch den Menschen, die solche lebendigen Gewässerlandschaften als inspirierende Erholungsgebiete schätzen.

## WICHTIGSTE VORAUSSETZUNGEN

Damit ein Fluss oder ein Bach mit dem Label «Gewässerperle PLUS» ausgezeichnet wird, müssen zwei Anforderungen erfüllt sein. Grundvoraussetzung ist erstens ein weitgehend natürlicher Zustand des Gewässers, dessen Struktur, dessen Hydrologie und dessen Geschiebehaushalt auf der zerti-

fizierten Strecke möglichst intakt sein sollen. Zudem braucht es genügend Platz und eine Wasserqualität, die einer vielfältigen Tier- und Pflanzenwelt einen attraktiven Lebensraum bietet. Zweitens muss eine Trägerschaft vor Ort die am lokalen Gewässer interessierten Akteure vernetzen. Sie sollen gemeinsam einen Entwicklungsplan für das gesamte Einzugsgebiet erarbeiten, der während der Zertifizierungsperiode von fünf Jahren dann auch umgesetzt wird. Neben konkreten Aufwertungen am Gewässer und seinen Zuflüssen umfasst dieser Entwicklungsplan unter anderem auch Massnahmen zur Information und Sensibilisierung der Bevölkerung.

Als mögliche Trägerschaften kommen Gemeinden, regionale Verbände, Kantone, Naturpärke oder Vereine in Frage, die versuchen müssen, unterschiedliche Interessen unter einen Hut zu bringen. Die Mindestlänge der zertifizierten Gewässerstrecken beträgt zwei Kilometer. Steht nach der Ablaufrist von fünf Jahren eine erneute Zertifizierung an, lässt sich der Perimeter im Idealfall auf weitere Abschnitte erweitern. Denn die Auszeichnung bleibt nicht auf die vom WWF explizit als solche bezeichneten Gewässerperlen beschränkt, sondern kann auch revitalisierte Strecken umfassen, sofern sie die Bedingungen des Labels erfüllen.

## ZWEI PILOTPROJEKTE

### PREMIERE AM BEVERIN

Als schweizweit erstes Fliessgewässer hat im Juni 2021 der Oberlauf des Berg-

bachs Beverin im Oberengadin die Auszeichnung mit dem Label «Gewässerperle PLUS» erhalten (Fig. 2). Von seinen Quellgebieten rund um den Piz d'Err und Piz d'Agnel bis kurz vor dem Dorf Bever ist der zertifizierte, 13,5 Kilometer lange Bachlauf weitgehend unberührt von menschlichen Eingriffen. Durch Felschluchten und Schwemmebenen fliesst dieser mäandrierende Bergbach ins breite Gebirgstal dem Inn zu und bietet mit seinen Flachmooren seltenen Tier- und Pflanzenarten einen intakten Lebensraum. Hier findet zum Beispiel auch der Fischotter genügend Futter und Rückzugsorte. Die revitalisierte Mündung in den Inn ist Teil eines Auengebiets von nationaler Bedeutung, wo man seltenen Vögeln wie etwa dem Flussuferläufer oder dem Flussregenpfeifer begegnet. Laut *Fadri Guidon*, dem Gemeindepräsidenten von Bever, ist der Fluss für die lokale Bevölkerung eine Art Lebensader. «Es ist unsere Verpflichtung, solche einmaligen Naturlandschaften in dieser Unberührtheit für kommende Generationen zu erhalten. Schliesslich bilden sie die wichtigste Grundlage für das kulturelle und wirtschaftliche Überleben der Region.»

Der Verein Gewässerperlen will mit seinem neuen Label nicht nur unberührte Bäche und Flüsse auszeichnen. Vielmehr geht es ihm auch darum, die verschiedenen Beteiligten an einen Tisch zu bringen, Begeisterung auszulösen und das Engagement der Menschen zu prämiieren, die sich für den Schutz dieser Lebensräume einsetzen. «Wir versuchen, auf lokaler Ebene alle mit ins Boot zu



Fig. 2 Die Beverin im Oberengadin ist das erste Fliessgewässer, das das Label «Gewässerperle PLUS» erhalten hat.

(© Fabian Fopp)



Fig. 3 Auch der Bergbach Ova Chamuera trägt das neue Label «Gewässerperle PLUS». Er fliesst durch eines der unberührtesten Gebirgstäler des Oberengadins. (©WWF)

nehmen», erklärt Antonia Eisenhut vom WWF. «Lebendige Gewässer stiften Identität, und eine kleine Gemeinde wie Bever kann sich mit dem Label gut für einen naturnahen Tourismus positionieren. Es ist also eine Win-win-Situation für die Trägerschaft und die Gewässer.»

#### EIN NETZ KNÜPFEN

Ein Ziel der Umweltorganisation besteht darin, die zertifizierten Gewässerabschnitte durch Revitalisierungen zu erweitern und Netze zu knüpfen, die auch Verbindungen zwischen verschiedenen Einzugsgebieten ermöglichen. Es dürfte denn auch kein Zufall sein, dass mit La Punt Chamues-ch ein Nachbardorf von Bever als zweite Gemeinde im Land seit Oktober 2021 über das Label «Gewässerperle PLUS» verfügt. Honoriert hat man damit ihren Einsatz für den Bergbach Ova Chamuera in einem der unberührtesten Gebirgstäler des Oberengadins (Fig. 3). Aus einem verzweigten Netz von Seitentälern mit einer Vielfalt an geologischen Formationen – wie Gneis, Granit, Kalkstein oder Dolomit – fließen die Quellen

und Bäche dem abgeschiedenen Val Chamuera zu. Das Hauptgewässer ist bis zur Mündung in den Inn zwar nur 15 Kilometer lang, nimmt aber Zuflüsse mit einer Gesamtlänge von mehr als 200 Kilometern auf, die auch mehrere Bergseen entwässern. Mit ihrer Bewerbung für das Label ist auch die Gemeinde La Punt Chamues-ch die Verpflichtung eingegangen, sich für den Schutz der natürlichen Gewässerlebensräume im Einzugsgebiet des Ova Chamuera einzusetzen.

#### INNOVATIVES SCHUTZINSTRUMENT

Bei den zwei Pilotprojekten im Oberengadin zur Etablierung des Zertifikats «Gewässerperle PLUS» als innovatives Schutzinstrument hat der WWF die Kosten für die Erarbeitung der beiden Kandidaturen übernommen. Verhandlungen zum Aufbau weiterer Partnerschaften sind im Gang – so unter anderem auch an der Sense. In der gegenwärtigen Aufbauphase sind im laufenden Jahr drei weitere Zertifizierungen mit finanzieller Hilfe des WWF geplant. Doch ab 2023 soll das Projekt dann möglichst auf eigenen

Beinen stehen und von der Umweltorganisation losgelöst werden. Das Label ist kein Ersatz für gesetzlich verankerte Schutzbestimmungen, sondern basiert auf Freiwilligkeit. Es will die Nutzergruppen rund um schützenswerte Gewässer zusammenbringen und dadurch das Engagement der lokalen Akteure für ihre Gewässerperlen fördern und die Naturschutzpolitik in den Regionen stärken. «Wir sensibilisieren die Menschen für den Wert der Gewässer und bieten ihnen mit dem Verein ein Netzwerk zum Austausch und zur gemeinsamen Kommunikation», sagt Antonia Eisenhut. Wie bei den Revitalisierungen und bei der Festlegung ausreichender Uferräume für die Fließgewässer erweist sich die landwirtschaftliche Bewirtschaftung im Nahbereich der Flüsse und Bäche dabei als grösstes Hindernis. Frühere Generationen haben diese einstigen Feuchtgebiete der Natur abgetrotzt und urbar gemacht. Und viele der heutigen Bauern können nicht verstehen, weshalb die Gesellschaft zumindest einen Teil dieser Entwicklung nun wieder rückgängig machen will.

hawle

aqua  
pro

08. - 10. Juni 2022  
ESPACE GRUYÈRE, BULLE  
Wir freuen uns auf Ihren Besuch!



Hawle Armaturen AG • 8370 Sirnach • [www.hawle.ch](http://www.hawle.ch)

Qualität, die verbindet

Fachgerechter  
Trinkwasserbezug

ISO 9001

SVGW  
SSIGE



*Chilbi / Fest*



*Notlage*



*Baustelle*



*ab Hydrant*

Aquaform AG, Gewerbestrasse 16, 4105 Biel-Benken  
Telefon 061 726 64 00, [info@aquafarm.ch](mailto:info@aquafarm.ch), [www.aquafarm.ch](http://www.aquafarm.ch)

 Aquaform  
Rohre und Formstücke

Lizenz für Pamela Bauer, [p.bauer@hagenbucher.ch](mailto:p.bauer@hagenbucher.ch)  
TMH Hagenbucher AG, Zürich

# INSECTICIDES DANS LES EAUX DE SURFACE

## QUELS RISQUES REPRÉSENTENT LES INSECTICIDES PYRÉTHRINOÏDES ET ORGANOPHOSPHORÉS EN SUISSE?

Les résultats des mesures NAWA MP 2019 relatives aux insecticides pyréthri-noïdes et organo-phosphorés montrent qu'ils sont détectés dans tous les cours d'eau surveillés à des concentrations certes faibles mais qui représentent des risques importants pour les organismes aquatiques. En effet, les critères de qualité écotoxicologiques ont été dépassés 248 fois de mars à octobre 2019 dans les 17 stations considérées. Ces résultats confirment que sept substances actives d'insecticides représentaient plus de 60% des risques totaux liés à environ 60 pesticides.

*Silwan Daouk\*; Tobias Doppler; Ruth Scheidegger, Plateforme Qualité de l'eau du VSA*

*Alexandra Kroll; Marion Junghans Centre Suisse d'écotoxicologie appliquée*

*Christoph Moschet, Laboratoire intercantonal IKL - Canton SH; Heinz Singer, Département de chimie environnementale, EAWAG*

### ZUSAMMENFASSUNG

#### INSEKTIZIDE IN OBERFLÄCHENGEWÄSSERN: WELCHE RISIKEN GEHEN VON PYRETHROID- UND ORGANOPHOSPHAT-INSEKTIZIDEN AUS?

Die Ergebnisse des Monitorings von Pyrethroid- und Organophosphat-Insektiziden (Pyr & OrgP) an 17 NAWA-MV-Messstellen im Jahr 2019 erlauben eine erste schweizweite Einschätzung der Gewässerbelastung durch diese Insektizide. Sie zeigen, dass die Insektizide Pyr & OrgP häufig und in allen untersuchten Gewässern gefunden werden, wobei mindestens 3 Substanzen pro Messstelle nachgewiesen wurden. Obwohl die gemessenen Konzentrationen überwiegend unterhalb von 1 ng/l liegen, stellen sie ein erhebliches Risiko für Gewässerorganismen dar. Die ökotoxikologischen Qualitätskriterien wurden insgesamt 248-mal überschritten. Die Ergebnisse zeigen auch, dass 7 Insektizide mehr als 60% des Gesamtrisikos von etwa 60 Pestiziden ausmachten.

Die hier vorgestellten Resultate aus dem Jahr 2019 geben zum ersten Mal einen schweizweiten Überblick über die Pyr & OrgP-Exposition. Änderungen bei der Zulassung von Insektiziden und neue ökotoxikologische Erkenntnisse können zu einer erheblichen Änderung bei der Beurteilung des Gesamtrisikos dieser Insektizide führen.

### INTRODUCTION

Les insecticides, utilisés comme produits phytosanitaires (PPh) ou comme biocides, sont régulièrement détectés dans les eaux superficielles suisses. Bien que leurs concentrations mesurées dans divers programmes de surveillance ces dernières années soient faibles, les substances actives insecticides ont entraîné plusieurs dépassements des valeurs légales dans toute la Suisse [1, 2]. Les substances actives insecticides de la famille des pyréthri-noïdes (Pyr) et des organophosphorés (OrgP; dans cet article cette abréviation comprend le chlorpyrifos et le chlorpyrifos-méthyl uniquement) sont particulièrement toxiques pour les organismes aquatiques [3-5]. En effet, les critères de qualité (CQ) écotoxicologiques des Pyr & OrgP sont inférieurs à la valeur générale de 100 ng/l de l'ordonnance fédérale sur la protection des eaux (OEaux) et même inférieurs à 1 ng/l souvent. Dans une récente étude de l'Agroscope, les modélisations des chercheurs ont montré que les applications phytosanitaires des

\* Contact: [silwan.daouk@vsa.ch](mailto:silwan.daouk@vsa.ch)

(Photo: Ballmoosbach; Matthias Ruff, EAWAG)

Pyr&OrgP contribuaient à 99% au risque total lié aux PPh dans les eaux de surface [6]. Lors des premières campagnes de mesures dans les eaux superficielles suisses en 2017 et 2018, les résultats ont confirmés que ces substances actives étaient responsables de la plupart des risques [7]. Toutefois, ces résultats étaient limités à 6 stations de mesure et une vue d'ensemble de la situation en Suisse manquait jusqu'à présent. Depuis 2019, de plus amples données issues de stations de mesure plus nombreuses sont disponibles grâce au réseau de l'observation nationale des micropolluants (NAWA MP). L'objectif de cet article est ainsi de présenter, pour la première fois, une vue d'ensemble de l'exposition aux Pyr&OrgP pour toute la Suisse.

Les pyréthri-noïdes sont contenus dans des PPh, ainsi que dans divers produits biocides [4, 8]. Les insecticides organophosphorés chlorpyrifos et chlorpyrifos-méthyl étaient contenus dans des PPh en 2019, lesquels sont interdits en Suisse depuis juillet 2020. La quantité totale de substances actives de Pyr&OrgP vendue comme PPh est restée relativement stable entre 2016 et 2019 (~12 t/an) [9]. Concernant les produits biocides, aucune donnée de vente ne sont disponibles mais

une récente étude a estimé les quantités annuelles de substances actives d'insecticides vendues en tant que biocides [8]. Avec des quantités totales vendues estimées entre 1 et 12 t/an, le groupe des pyréthri-noïdes dominait clairement le marché des biocides utilisés dans la lutte contre les insectes [8]. Parmi ceux-ci, la perméthrine était la substance active pyréthri-noïde la plus vendue (cf. tab. 2).

Dans le cadre de NAWA MP, les pyréthri-noïdes sont analysés seulement depuis 2019. En effet, la quantification des insecticides pyréthri-noïdes dans les échantillons environnementaux est depuis longtemps un défi méthodologique [10, 11]. Ceci d'autant plus en considérant le faible niveau de leurs CQ, lequel implique des méthodes analytiques avec des limites de quantification (LOQ) très basses pour pouvoir l'atteindre. L'Eawag a récemment développé une méthodologie pour la détection des pyréthri-noïdes à de très faibles concentrations, atteignant même le pg/l ( $10^{-12}$  g/l), ce qui est mille fois inférieur aux limites de détections usuelles pour les autres pesticides (ng/l,  $10^{-9}$  g/l) [12]. Cette méthode permet également la quantification des organophosphorés de manière sensible. Parallèlement, les laboratoires cantonaux de protection des

eaux ont aussi développé des méthodes très sensibles pour la quantification des Pyr&OrgP grâce à un échange intensif dans le cadre d'une «Task Force Pyréthri-noïdes» [13].

L'analyse des données 2019 des concentrations des Pyr&OrgP issues des stations de mesure NAWA MP avait pour objectifs spécifiques de répondre aux questions suivantes:

- Ces substances actives insecticides (Pyr&OrgP) sont-elles détectées dans les eaux de surface de manière généralisée en Suisse?
- Quels sont les occurrences temporelles et spatiales des dépassements de critères de qualité?
- Quelle proportion des risques environnementaux liés aux pesticides représentent les Pyr&OrgP?
- Peut-on observer des différences entre les substances actives homologuées en tant que produits phytosanitaires et celles en tant que produits biocides?

## MÉTHODES

### DONNÉES CONSIDÉRÉES

Cet article se focalise sur le jeu de données de NAWA MP de l'année 2019, lequel comprend les valeurs de 17 stations de

Cours d'eau	Canton	Echantillonnage 3,5 jours d'avril à juillet	Nombre d'échantillons composites 14 jours	Nombre de substances analysées	Nombre de substances quantifiées	Nombre de substances > CQC	Nombre de mesures > CQC	% Temps avec $QRC_{mix} > 1$
Äacheli	SG	x	16	14	6	2	5	31%
Ballmoosbach	BE	x	14	13	4	2	6	43%
Beggingerbach	SH	x	17	10	7	3	30	94%
Boiron de Morges	VD		15	18	5	3	11	60%
Canal d'Uvrier	VS	x	15	18	8	3	9	50%
Chrümmlisbach	BE	x	16	13	4	3	24	88%
Combagnou	VD	x	11	18	6	4	24	82%
Eschelisbach	TG	x	16	10	4	2	7	38%
Furtbach	ZH	x	16	7	5	5	31	94%
Küntenerbach	AG		17	18	6	1	1	6%
Landgraben	SH		17	10	5	4	34	100%
Mönchaltorfer Aa	ZH	x	16	7	3	1	2	13%
Ruisseau de Gi	VD	x	12	18	7	3	10	50%
Salmsacher Aach	TG	x	16	10	5	3	9	44%
Urtenen	BE		11	13	4	2	8	55%
Zapfenbach	SG	x	15	14	7	4	16	67%
Zwärenbach	SH		17	10	6	4	21	82%
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>231</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>248</b>	<b>59% (moyenne)</b>

Tab. 1 Aperçu des 17 stations de mesure en 2019 et du nombre d'échantillons composites de 14 jours considérés dans cette étude. Pour chaque station, le nombre de substance analysées, le nombre de substances quantifiées et le nombre de substances avec au moins un dépassement des critères de qualité chronique (CQC) sont indiqués, ainsi que le nombre total de dépassements des CQC et le pourcentage d'échantillons avec un quotient de risque chronique du mélange ( $QRC_{mix}$ ) supérieur à 1.

mesures (*tab. 1*), dans lesquelles entre 7 et 18 pyréthriinoïdes et organophosphorés ont été quantifiés soit par les laboratoires de protection des eaux des cantons de BE, SG, SH et ZH, soit par l'Eawag. Ainsi, pour chaque station de mesure, le nombre de substance analysées ainsi que la durée d'échantillonnage et les limites de quantifications différaient parfois sensiblement. Lors de l'interprétation des résultats, nous avons pris en compte ces différences autant que possible.

Pour une station de mesure (Chrümmlisbach, BE), des valeurs mesurées pour les Pyr&OrgP sur trois années consécutives étaient disponibles. Les données 2017 et 2018 ont en effet déjà été publiées par *Rösch et al.* (2019, [7]) et il nous paraissait intéressant de choisir cet exemple afin d'analyser l'évolution des risques chroniques du mélange des Pyr&OrgP (explications ci-après) de 2017 à 2019.

### ÉCHANTILLONNAGE

Dans le cadre de NAWA MP la stratégie d'échantillonnage générale est de prélever des échantillons composites de 14 jours tout au long de l'année [2]. Ceux-ci sont constitués d'échantillons unitaires prélevés à intervalles de temps réguliers à l'aide d'échantillonneurs réfrigérés à 4 °C. Toutefois, l'analyse des Pyr&OrgP dans les 17 stations de mesures considérées n'a eu lieu que de mars à octobre 2019. Dans 12 de ces stations, des échantillons composites de 3,5 jours ont été prélevés d'avril à juillet puis les résultats de quatre échantillons ont été moyennés pour obtenir des échantillons de 14 jours de mars à octobre (*tab. 1*). Aussi, dans ces stations de mesures les résultats présentés sont issus d'un mélange entre des échantillons de 14 jours mesurés (mars, août à octobre) et recalculés à partir des échantillons 3,5 jours (avril à juillet).

### MÉTHODES D'ANALYSE

Les techniques d'analyses utilisées pour quantifier ces molécules dans les eaux de surface reposent toutes sur une étape d'extraction liquide-liquide suivie d'une séparation chromatographique en phase gazeuse couplée à une détection par spectrométrie de masse en tandem (LLE-GC-MS/MS). Les différentes méthodes cantonales sont décrites plus en détails dans *Moschet et al.* (2019, [13]) et celle de l'Eawag dans *Rösch et al.* (2019, [12]). Le nombre de substances analysées variait entre 7 et 18 selon les stations de mesures (*tab. 1*). Les différences de limites de quantifications (LOQ) pour les différentes molécules analysées sont liées aux différents appareils utilisés, et notamment à leurs différentes techniques d'ionisation.

### MÉTHODE D'ÉVALUATION DU RISQUE

#### Critères de qualité (CQ)

Pour évaluer la qualité écotoxicologique des eaux, les concentrations environnementales mesurées sont comparées aux critères de qualité chroniques (CQC) spécifiques aux substances. Les CQC des différentes molécules sont présentés dans le *tableau 2*. Seuls les critères de qualité écotoxicologiques suffisamment robustes et dérivés conformément au guide technique de la directive cadre sur l'eau (DCE) de l'UE [14] ont été utilisés. Plus précisément, ce sont des critères de qualité pour lesquels une recherche exhaustive des données de toutes les études disponibles ont été compilées et un contrôle qualité externe a été réalisé. Ainsi, ils diffèrent légèrement de ceux publiés en 2017 [4] et

ceux présentés dans *Rösch et al.* (2019, [7]) car nous n'avons pas utilisé ici des CQ *ad-hoc*<sup>1</sup>, et parce que certains ont été révisés suite à l'évolution des connaissances en écotoxicologie.

Les CQ du chlorpyrifos et de la cyperméthrine sont également inscrits dans l'Annexe 2 de l'OEaux en tant qu'exigences numériques à respecter (*tab.2*). Toutefois, l'interprétation des valeurs mesurées s'est faite sans distinction entre les substances ayant des exigences chiffrées dans l'OEaux et celles qui n'en ont pas. Les différentes méthodes d'analyse décrites ci-dessus ne permettent pas toujours d'atteindre une sensibilité suffisante pour vérifier le niveau de risque qu'une substance peut poser aux écosystèmes aquatiques. En effet, pour certaines molécules, la LOQ d'un ou plusieurs laboratoires se situe au-dessus du CQC. Aussi, nous avons répertorié dans le *tableau 2* le pourcentage des valeurs mesurées pour lequel la LOQ était inférieure au CQC. Lorsque ce dernier se situe au-delà de 80% nous estimons que l'évaluation du risque présentée ci-après est très robuste et permet de tirer toutes les conclusions possibles. Inversement, lorsque ce pourcentage est inférieur à 80%, l'interprétation est délicate et les risques associés à ces substances sont a priori sous-évalués. En effet, nous supposons l'existence de dépassements de CQ non détectés, car dans certains cas (ou même dans tous les cas pour la deltaméthrine) dès que la substance est quantifiée, elle dépasse son CQC.

#### Quotients de risque (QR)

Le rapport entre la concentration mesurée et le CQ est appelé Quotient de Risque (QR). Les QR chroniques (QRC) sont calculés sur la base des concentrations mesurées des échantillons composites de 14 jours et les CQC. *Junghans et al.* (2018, [15]) ont démontré que ces durées d'échantillonnage étaient comparables avec les durées des tests écotoxicologiques desquels sont dérivés les CQ. Ainsi, si l'échantillon montrait un QRC supérieur à 1, des risques chroniques pour les organismes aquatiques ne pouvaient pas être exclus. Dans cet article, seuls les risques chroniques ont été considérés.

#### Quotient de risque chronique du mélange (QR<sub>mix</sub>)

Au-delà des quotients de risque de chaque substance, l'évaluation de la toxicité environnementale du mélange de substances permet d'estimer la pression chimique subie par les organismes aquatiques durant un temps d'exposition donné (ici 14 jours). Ainsi, le quotient de risque chronique du mélange (QRC<sub>mix</sub>) est calculé en additionnant les quotients de risque relatifs aux substances individuelles:

$$QRC_{mix} = \sum QRC_i = \sum \frac{Concentration_i}{CQC_i}$$

Cela est rendu possible si les organismes cibles les plus sensibles sont similaires [16]. Aussi, avec des valeurs de QRC<sub>mix</sub> supérieures à 1 les risques pour le groupe d'organismes considéré ne peuvent pas être exclus. Dans notre cas, toutes les valeurs de CQ des Pyr&OrgP se rapportent aux invertébrés aquatiques, à l'exception du CQC de la deltaméthrine pour lequel tant les in-

<sup>1</sup> Les critères de qualité «ad-hoc» sont des CQ pour lesquels des dossiers complets comprenant une recherche exhaustive de toutes les études possibles n'ont pas été élaborés, ni pour lesquels un contrôle qualité externe des données n'a pu être réalisé.

Substance	Homologation: Statut 2019	COC (ng/l)	Source des COC, année de publication	Estimation des quantités vendues pour des applications biocides [kg/an] <sup>1</sup>	Quantités vendues de PPh [kg/an] <sup>2</sup>	Nb de valeurs – 14 jours	% Valeurs avec LOQ < COC	Nombre de stations avec détections	LOQ Min (ng/l)	LOQ Max (ng/l)	C <sub>max</sub> (ng/l)
<b>Acrinathrine</b>	–	–	–	–	–	102	–	0	0,0125	0,0125	–
<b>Bifenthrine</b>	PPh*, B	0,0193	JRC, 2021	0	82,5	258	29%	7	0,02	0,1	3
<b>Chlorpyrifos</b>	PPh*	0,46	Centre Ecotox, 2015 / OEaux	–	4695	246	100%	17	0,0125	0,2	6,1
<b>Chlorpyrifos-méthyl</b>	PPh*	1	Centre Ecotox, 2018	–	4319,5	258	100%	17	0,005	0,1	50,8
<b>Cyfluthrine</b>	B	–	–	< 100	–	226	–	3	0,005	0,3	0,78
<b>Cyperméthrine</b>	PPh, B	0,03	Centre Ecotox, 2016 / OEaux	100–1000	1645,5	258	45%	9	0,0125	0,3	2,2
<b>Cyphénothrine</b>	B	–	–	< 100	–	71	–	2	0,005	0,005	0,79
<b>Deltaméthrine</b>	PPh, B, TAM	0,0017	Centre Ecotox, 2019	< 100	45,5	258	0%	3	0,0125	2	2,2
<b>Empenthrine</b>	B*	–	–	0	–	71	–	0	0,025	0,025	–
<b>Etofenprox</b>	PPh, B	–	–	< 100	72,5	195	–	2	0,0025	4	1,58
<b>Fenvalerate</b>	–	0,1 <sup>3</sup>	RVM, 2008	–	–	143	81%	0	0,0125	0,0125	–
<b>Lambda-Cyhalothrine</b>	PPh, B	0,022	Centre Ecotox, 2018	< 100	735	258	37%	11	0,005	0,3	0,78
<b>Métofluthrine</b>	B	–	–	0	–	71	–	0	0,0125	0,0125	–
<b>Permethrine</b>	B, TAM, HAM	0,27	Centre Ecotox, 2022	1000–10000	–	256	50%	7	0,025	2	51
<b>Phénothrine</b>	B	–	–	< 100	–	112	–	0	0,125	0,125	–
<b>Tau-Fluvalinate</b>	–	–	–	–	–	102	–	1	0,005	0,005	0,02
<b>Téfluthrine</b>	PPh	–	–	–	0 <sup>4</sup>	226	–	8	0,005	0,05	0,11
<b>Tetraméthrine</b>	B	–	–	100–1000	–	72	–	2	0,025	0,2	0,04
<b>Transfluthrine</b>	B	–	–	Pas clair	–	137	–	5	0,005	0,005	0,14

<sup>1</sup> Moyenne 2016–2018, Source: Spycher et al. (2021), [8]

<sup>2</sup> Moyenne 2018–2019, Source: OFAG [9]

<sup>3</sup> Les valeurs de COC pour la bifenthrine et le fenvalerate sont actuellement sujettes à révision au niveau de la Commission Européenne (CE). Aussi, bien que considérées comme robustes, il se peut que ces valeurs changent dans le futur.

<sup>4</sup> La téfluthrine était autorisée uniquement dans les produits de traitement des semences, et les quantités de semences traitées importées ne sont pas relevées dans les statistiques de vente.

\* Ces substances possédaient une homologation dans la catégorie mentionnée en 2019 mais l'ont depuis perdue.

**Tab. 2 Informations sur les insecticides pyréthrinoides et organophosphorés analysés dans les échantillons de 17 stations de mesure NAWA MP en 2019: Statuts d'homologation en qualité de produits phytosanitaires (PPh), biocides (B) ou médicaments à usage humain (HAM) ou vétérinaire (TAM) en 2019; Critères de qualité chronique (CQC) et leurs sources; Quantités annuelles vendues ou estimées en Suisse; Nombre de valeurs considérées et pourcentage des valeurs pour lesquelles les limites de quantifications (LOQ) étaient inférieures aux critères de qualité chronique (CQC); Nombre de stations avec détections; LOQ minimales et maximales des différents laboratoires; Concentration maximale mesurée dans un échantillon de 14 jours (C<sub>max</sub>).**

vertébrés que les vertébrés représentent les groupes cibles les plus sensibles. Afin d'évaluer la proportion des risques liés aux insecticides Pyr&OrgP sur l'ensemble des pesticides, le rapport entre le  $QRC_{mix}$  des 7 substances avec des CQC (tab. 2) et le  $QRC_{mix}$  des 55 à 68 substances mesurées selon les stations est calculé. Pour ce dernier, nous avons additionné sans condition les QR individuels pour chaque échantillon considéré, car nous voulions estimer cette proportion par rapport à l'ensemble des organismes aquatiques. Cette approche conservative d'addition simple est proposée si les modes d'action de chaque substance individuelle ne sont pas entièrement connus [17].

## RÉSULTATS

### DÉTECTIONS DANS TOUS LES COURS D'EAU

Du point de vue de l'occurrence spatiale des insecticides Pyr&OrgP, 14 substances différentes ont été détectées dans l'ensemble des 17 stations de mesure considérées et, dans chaque station, au moins 3 substances différentes ont été détectées (tab. 1). Le nombre de substance détectées par station de mesure est compris entre 3 et 8 substances. Le nombre

de substances et le nombre d'échantillons analysés différaient entre les stations de mesure ce qui peut avoir influencé le nombre de substances détectées par station. En effet, celui-ci était élevé (7-8) là où le nombre de substances analysées était le plus élevé (10-18). A l'inverse, là où le nombre de substances analysées était plus limité (7), il n'est pas exclu que les substances détectées auraient été plus nombreuses. Cet exemple nous permet de dire que les résultats présentés ici sont les plus complets à ce jour, mais qu'ils restent partiels et encore fortement dépendants de l'étendue de l'analyse et des limites de quantification.

Du point de vue des substances actives, les 2 OrgP chlorpyrifos et chlorpyrifos-méthyl ont été détectés dans toutes les stations de mesure considérées (17), et les différents Pyr ont été détectés de manière plus ou moins répandue (1-11 stations de mesure; tab. 2). Il est aussi important de noter ici que 5 substances n'ont pas été détectées: fenvalerate, acrinathrine, phénothrine, métofluthrine, empenhrine.

### DISTRIBUTION DES CONCENTRATIONS

La plupart (83%) des valeurs quantifiées sont inférieures à 1 ng/l (fig. 1), d'où la nécessité de disposer de techniques

d'analyses ultrasensibles. Les concentrations médianes varient entre 0,022 ng/l (télfluthrine) et 0,45 ng/l (perméthrine). Ces valeurs médianes confirment les valeurs similaires obtenues en 2017 et 2018 (0,031-0,4 ng/l) par Rösch *et al.* [7].

Les concentrations maximales mesurées différaient de plusieurs ordres de grandeur selon la substance (tab. 2). Le chlorpyrifos-méthyl, par exemple, a été quantifié dans le Furtbach (ZH) à 508 ng/l du 1<sup>er</sup> au 14 avril 2019. Cette concentration très élevée diminue ensuite rapidement à 15 ng/l (14.-28.04.2019). Au-delà de cet exemple extrême, et des 5 substances peu quantifiées ( $n < 10$ ; cyfluthrine, cyphénothrine, étofenprox, tetraméthrine et tau-fluvalinate), les concentrations maximales variaient entre 0,14 (transfluthrine) et 51 ng/l (perméthrine) (fig. 1 et tab. 2).

### ÉVALUATION DES RISQUES CHRONIQUES

Sur les 7 substances possédant des critères de qualité chroniques (CQC), 6 ont montré des dépassements (fig. 2). Le chlorpyrifos est la substance qui posait le plus de risques envers l'écosystème aquatique avec 65 dépassements du CQC (fig. 2A) dans 10 stations différentes (fig. 2B). Le deuxième insecticide organophosphoré mesuré, le chlorpyrifos-méthyl, comptabilisait 21 dépassements dans 6 stations différentes. Ces 2 insecticides sont interdits en Suisse depuis juillet 2020.

3 substances pyréthrinoides montraient également de nombreux dépassements du CQC: la bifenthrine (57 dépassements dans 7 stations), la lambda-cyhalothrine (35 dépassements dans 9 stations) et la cyperméthrine (33 dépassements dans 8 stations) (fig. 2). Bien que les méthodes de quantification de ces 3 substances ne possédaient pas toujours la sensibilité nécessaire (LOQ) pour évaluer les CQC, les résultats de ces trois substances montraient déjà une situation préoccupante. Des dépassements du CQC ont été également observés pour 2 autres substances pyréthrinoides: la deltaméthrine (12 dépassements dans 3 stations) et la perméthrine (9 dépassements dans 2 stations). Les risques liés aux pyréthrinoides sont probablement sous-évalués parce que la LOQ ne permet pas toujours de vérifier le CQC, notamment pour la deltaméthrine (tab. 2).

En 2019, le nombre de dépassements des critères de qualité chroniques variait de 1 (Küntenerbach, AG) à 34 (Landgraben, SH) selon les stations (tab. 1). Il était supé-

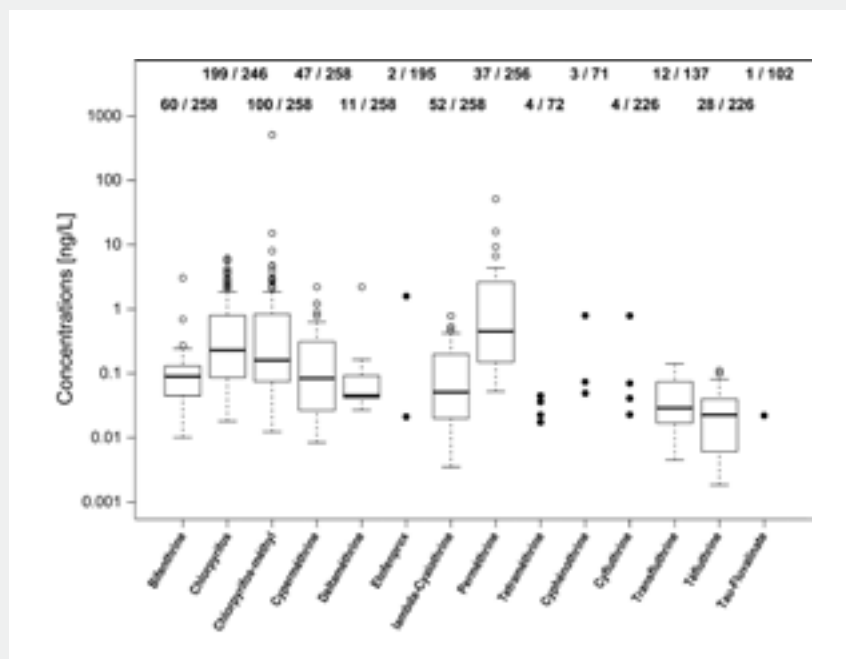


Fig. 1 Répartition des concentrations des insecticides pyréthrinoides et organophosphorés mesurés en 2019 dans 17 différentes stations de mesure en Suisse. Les boîtes représentent les 50% des valeurs, leur bas le premier quartile (25%) et leur haut le troisième quartile (75%); la ligne noire représente la médiane des concentrations. En haut de la figure: Nombre de quantification/nombre de mesures. 5 substances n'ont pas été détectées: fenvalerate, acrinathrine, phénothrine, métofluthrine, empenhrine. L'axe y possède une échelle logarithmique.



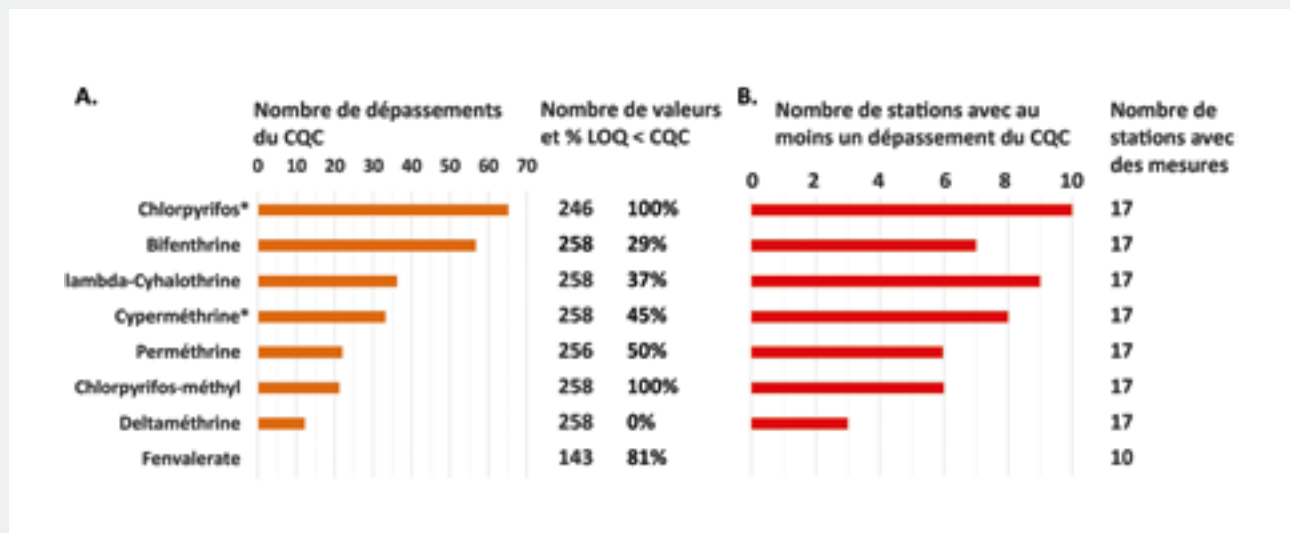


Fig. 2 A. Nombre de dépassements du critère de qualité chronique (CQC) en 2019 pour chaque substance; à droite, le nombre total de valeurs considérées et le pourcentage de valeurs avec une limite de quantification inférieure au critère de qualité chronique (% LOQ < CQC). B. Nombre de stations de mesure avec au moins un dépassement du CQC en 2019 pour chaque substance; à droite, le nombre de stations avec des mesures effectuées. \* Les 2 substances avec des exigences numériques spécifiques fixées dans l'OEaux sont indiquées avec un astérisque.

rieur à 20 dans 6 stations, compris entre 10 et 20 dans 3 stations, et inférieur à 10 dans 8 stations.

Avec un total de 248 dépassements, ces résultats montrent les risques chroniques importants que font peser les Pyr&OrgP sur les écosystèmes aquatiques. Ces derniers pourraient être encore plus importants, parce que des CQC robustes n'étaient pas disponibles pour toutes les substances analysées. En effet, la téfluthrine, la transfluthrine et la cyfluthrine montraient 24 dépassements de leurs CQ ad-hoc dans 7 stations différentes, dont 20 dépassements pour la téfluthrine seule. Ces résultats provisoires démontrent la nécessité de développer des critères de qualité robustes pour ces substances potentiellement problématiques..

### ÉVALUATION DES RISQUES CHRONIQUES LIÉS AU MÉLANGE

Le quotient de risque chronique du mélange (QRC<sub>mix</sub>) des Pyr&OrgP dans chacune des 17 stations de mesure était supérieur à 1 dans un échantillon au minimum (fig. 3). Dans 15 stations il était supérieur à 1 durant deux mois et demi au minimum (5 échantillons, 30% du temps). En moyenne sur toutes les stations, le QRC<sub>mix</sub> a été supérieur à 1 durant 59% du temps (tab. 1) et supérieur à 10 durant 23% du temps. Une différence est observée entre la période allant d'avril à juillet et la période allant d'août à octobre, ainsi que le mois de mars. En effet, le QRC<sub>mix</sub> était supérieur à 1 de manière très répandue d'avril à fin juillet (73% des échantillons).

A l'inverse, durant la période allant d'août à octobre, ainsi que durant le mois de mars, le QRC<sub>mix</sub> était moins régulièrement supérieur à 1 (45% des échantillons).

Dans le Landgraben (SH), le QRC<sub>mix</sub> était supérieur à 1 durant toute la saison de mars à octobre, et dans le Chrümmlisbach (BE) et le Furtbach (ZH) seul un échantillon montrait un QRC<sub>mix</sub> inférieur à 1. Dans 4 stations, le QRC<sub>mix</sub> était supérieur à 10 durant plus de 50% du temps (Landgraben, SH; Chrümmlisbach, BE;

Furtbach, ZH; Combagnou, VD) (tab. 1). A l'inverse, le Küntenerbach (AG) et le Mönchaltorfer Aa (ZH) font figures d'exception avec, respectivement, 1 et 2 échantillons seulement qui présentaient un QRC<sub>mix</sub> supérieur à 1, mais ceux-ci montraient des valeurs supérieures à 10. Ainsi, ces résultats montrent que, sur de longues périodes et dans de nombreuses stations de mesure, les Pyr&OrgP représentent des risques importants pour les organismes aquatiques.

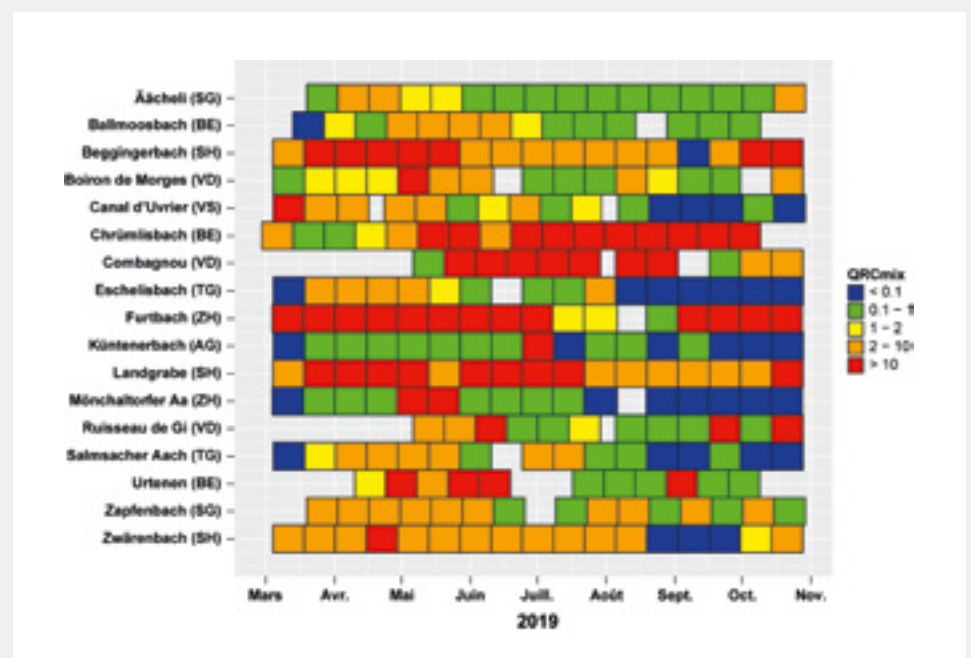


Fig. 3 Quotient de risque du mélange (QRC<sub>mix</sub>) des insecticides Pyr & OrgP analysés dans 17 stations de mesure de mars à octobre 2019. Les différentes classes de qualité associées aux échantillons composites de 14 jours sont définies selon le code couleur suivant: bleu = très bon; vert = bon; jaune = moyen; orange = médiocre; rouge = mauvais.

### EXCURSUS: CHANGEMENTS INTERANNUELS - L'EXEMPLE DU CHRÜMMLISBACH (BE)

Le quotient de risque chronique du mélange ( $QRC_{mix}$ ) a pu être calculé avec les données disponibles pour ce cours d'eau durant trois années consécutives, de 2017 à 2019, durant la période de mars à octobre (fig. 4). Sur les 44 échantillons considérés, seuls 3 ne dépassaient pas la valeur de 1. Ainsi, durant 82 semaines sur 88 sur 3 saisons des effets négatifs sur les invertébrés aquatiques liés aux Pyr & OrgP ne pouvaient être exclus. Le  $QRC_{mix}$  était supérieur à 10 durant 34 semaines, entre 2 et 10 durant 32 semaines et entre 1 et 2 durant 16 semaines.

En calculant la contribution de chaque substance au  $QRC_{mix}$  par échantillon, ce sont surtout 3 substances qui contribuaient significativement au risque du mélange: le chlorpyrifos (moyenne = 42%), la lambda-cyhalothrine (27%) et la perméthrine (23%). La contribution moyenne du chlorpyrifos au risque global était continu durant les trois saisons et variait entre 32 et 52% selon l'année. L'influence de la lambda-cyhalothrine sur le risque du mélange était plus importante en 2017 (57%) par rapport aux deux autres années (11 et 14%). La contribution de la perméthrine était très faible en 2017 (5%) mais plus importante durant l'année 2019 (37%).

Cet exemple nous montre que pendant plus de 90% du temps de la durée de la saison de culture les risques chroniques liés aux Pyr & OrgP sont importants dans ce cours d'eau. Il nous indique aussi que, selon les années, les substances qui sont majoritairement responsables de ces risques changent.

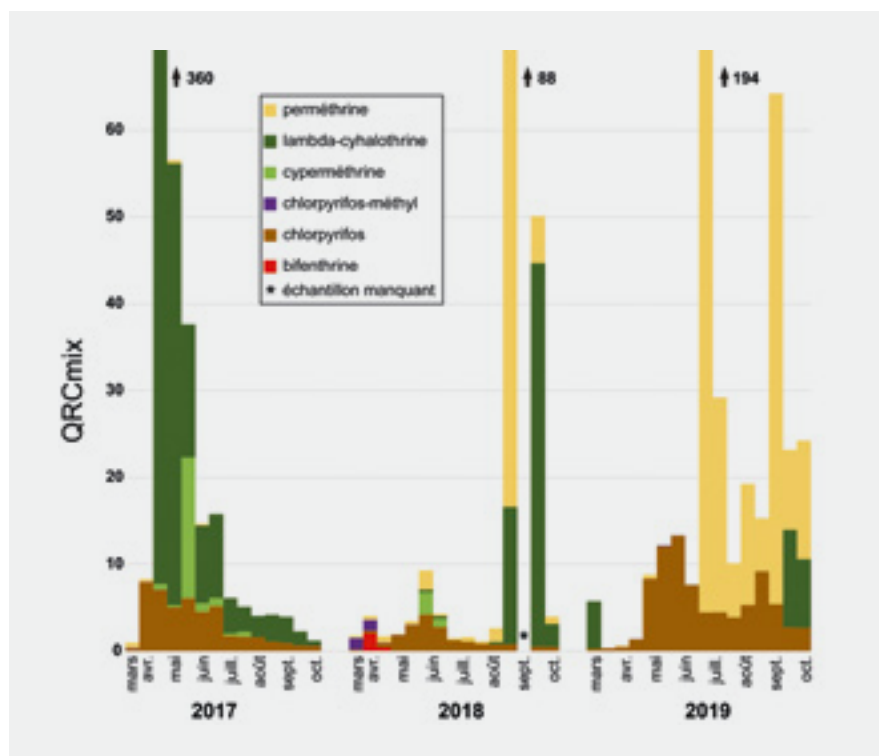


Fig. 4 Quotient de risque du mélange ( $QRC_{mix}$ ) des insecticides analysés pour les invertébrés dans le Chrümmlisbach (BE) pour les années 2017 à 2019. Les QRC de chaque substance contribuant au  $QRC_{mix}$  sont différenciés par couleur.

### COMPARAISON AVEC LES AUTRES PESTICIDES

La contribution moyenne des Pyr & OrgP aux risques totaux liés aux pesticides analysés dans les 17 stations de mesure NAWA de mars à octobre 2019 était de 63% (fig. 5). Celle-ci variait de 27 à 87% selon les stations, avec des valeurs élevées (>70%) dans le Zapfenbach (SG), le

Ballmoosbach (BE), le Beggingerbach et le Landgraben (SH), ainsi que dans le Boiron de Morges et le Combagnou (VD). Ces valeurs relatives sont une appréciation basée sur une hypothèse simple d'addition des risques individuels, et nous n'avons pas tenu compte du groupe cible d'organismes les plus sensibles pour chaque échantillon. Aussi, la proportion

des risques aurait été encore plus grande si nous n'avions tenu compte uniquement des risques relatifs aux invertébrés. Néanmoins, ces résultats confirment que quelques molécules d'insecticides représentent la majeure partie des risques totaux que l'ensemble des pesticides mesurés pose dans la plupart des cours d'eaux analysés. Cela avait été démontré dans le Chrümmlisbach en 2017 par Rösch *et al.* [7] et modélisé par Korkaric *et al.* [6] à l'aide d'indicateurs théoriques pour les eaux de surface à l'échelle nationale.

### DISCUSSION: PPh VERSUS BIOCIDES

Sur les 19 substances mesurées en 2019, 8 substances étaient homologuées uniquement en qualité de biocides, 3 uniquement en tant que PPh, 6 substances possédaient une double homologation et 2 substances n'étaient pas autorisées (tab. 2).

Parmi les 3 substances qui étaient uniquement homologuées comme PPh, les 2 insecticides organophosphorés chlorpyrifos et chlorpyrifos-méthyl ont été détectés dans toutes les stations de mesure et montraient de très nombreux dépassements de leurs CQC. La téfluthrine, quant à elle, était détectée de manière répandue également (9 stations) mais avec des concentrations faibles. Son utilisation uniquement comme produit de traitement des semences, notamment des betteraves, pourrait expliquer ce résultat. En effet, les produits de traitement des semences importées ne sont pas comptabilisés dans les statistiques de ventes des PPh de l'OFAG [9] (cf. tab. 2). L'absence de CQC robuste pour cette substance ne permettait pas d'évaluer les risques liés à cette substance.

Parmi les 8 substances qui étaient uniquement homologuées comme biocides, seule la perméthrine était fréquemment détectée. Celle-ci est effectivement la substance active la plus utilisée dans les produits biocides, que ce soit dans la lutte contre les insectes ou dans la protection du bois [8] (tab. 2). Les 7 quantifications de cyfluthrine peuvent être imputées à de sporadiques utilisations biocides vu qu'elle n'a été vendue qu'avec une quantité estimée inférieure à 100 kg par année [8]. La cyphénothrine et la transfluthrine ont été rarement détectées et les autres substances n'ont jamais été détectées. Parmi les 6 substances qui étaient dou-

blement homologuées (PPh & biocides), 3 substances étaient fréquemment retrouvées dans les eaux de surface: la bifenthrine, la cyperméthrine et la lambda-cyhalothrine. Pour ces 2 dernières l'utilisation en tant que PPh était probablement plus importante qu'en tant que biocides selon les données à disposition (cf. tab. 2). La bifenthrine, quant à elle, présentait de nombreux dépassements et représente un cas particulier. Elle est certes autorisée comme substance biocide, mais aucun produit contenant cette substance n'était vendu. Cela signifie que les concentrations provenaient d'applications phytosanitaires. Pour la deltaméthrine et l'étofenprox, les quantités annuelles vendues ou estimées sont relativement similaires entre les PPh et les produits biocides. Ainsi, les détections et les dépassements du CQC pour ces substances ne peuvent pas être imputés plus à une utilisation phytosanitaire qu'à une utilisation biocide.

Finalement, ces résultats indiquent clairement une utilisation phytosanitaire pour la majorité des substances fréquemment détectées, à l'exception de la perméthrine. Toutefois, le statut d'autorisation d'une substance n'indique pas forcément

si les substances proviennent des zones agricoles ou d'habitation. En effet, la perméthrine est utilisée dans les étables [18] et la cyperméthrine peut également être utilisée comme PPh dans les espaces verts urbains ou dans les zones de forêt pour lutter contre les insectes durant le stockage du bois [19].

## CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les données NAWA MP 2019 relatives aux insecticides de la famille des pyréthrinoïdes et à 2 substances organophosphorés (Pyr&OrgP) permettent une première évaluation de la pollution liée à ces insecticides au niveau nationale. En effet, la prise d'échantillons similaire et coordonnée dans 17 stations de mesure, puis la quantification à l'aide de méthodes analytiques extrêmement sensibles permet d'obtenir une évaluation la plus complète possible. Celle-ci n'a été possible que grâce à un engagement considérable de la part des Cantons et de la Confédération, ainsi qu'à une collaboration fructueuse avec de multiples partenaires (Eawag, Centre Ecotox, VSA). Avec au moins 3 substances détectées par station, ces résultats montrent que les insecticides

Pyr&OrgP sont fréquemment détectés et de manière étendue. Bien que les concentrations mesurées soient majoritairement inférieures à 1 ng/l, elles représentent des risques importants pour les organismes aquatiques. En effet, les critères de qualité écotoxicologique ont été dépassés 248 fois de mars à octobre 2019 dans les 17 stations considérées. Aussi, tant du point de vue spatial que temporel, ces dépassements étaient répandus et fréquents. Ces résultats confirment que 7 molécules d'insecticides représentaient la majeure partie des risques totaux liés à environ 60 pesticides de mars à octobre 2019. Enfin, de manière générale, les apports des PPh se retrouvaient plus fréquemment dans les cours d'eau que les apports liés aux applications biocides.

Cette première évaluation à l'échelle nationale des risques liée à aux insecticides Pyr&OrgP est la plus exhaustive possible à ce jour. Toutefois ils sont probablement sous-évalués pour différentes raisons: toutes les substances n'ont pas été analysées dans chaque station, les LOQ pour certaines substances étaient souvent supérieures à leur CQC et les substances ne disposant pas de CQC suffisamment robustes n'ont pas été

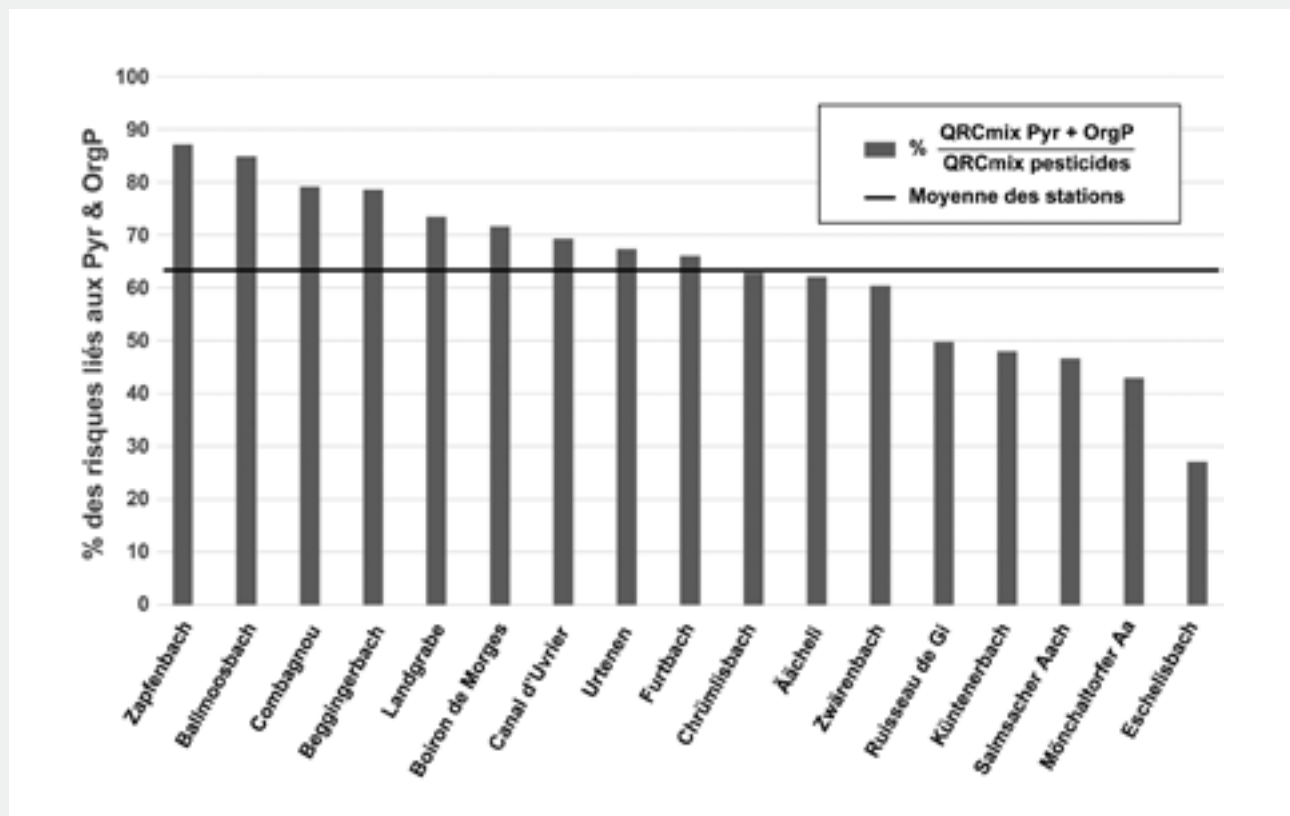


Fig. 5 Pourcentages des risques chroniques liés aux insecticides pyréthrinoïdes et organophosphorés ( $QRC_{mix\ Pyr\ \&\ OrgP}$ ) par rapport au total des risques calculés de l'ensemble des pesticides ( $QRC_{mix\ Pesticides}$ ) mesurés dans les 17 stations NAWA MP de mars à octobre 2019. La moyenne des stations de mesure (ligne) est calculée à partir du pourcentage moyen calculé sur tous les échantillons d'une station de mesure.

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier ici les services cantonaux de la protection des eaux pour la bonne collaboration, ainsi que la section Bases hydrologiques état des eaux de l'office fédéral de l'environnement (OFEV) pour la mise à disposition des données. Merci aussi à *Irene Wittmer* de la plateforme Qualité de l'eau du VSA, ainsi qu'à *Nicole Munz* et *Anke Hofacker* de la section Qualité des eaux de l'OFEV pour leurs précieux commentaires sur l'article.

considérées. Pour 3 de ces dernières, des critères de qualité robustes seraient bienvenus au vu des dépassements de leurs CQC *ad hoc*.

L'évolution des techniques analytiques et des connaissances écotoxicologiques dans un futur proche pourront améliorer l'appréciation du risque global lié aux Pyr & OrgP. Par ailleurs, l'interdiction récente de l'usage phytosanitaire de plusieurs insecticides (p.ex. chlorpyrifos, chlorpyrifos-méthyl, bifenthrine, thiaméthoxame, thiaclopride et imidaclopride) induira sans doute des changements importants de la pollution liée aux insecticides dans les cours d'eau. En ce sens, les résultats présentés ici correspondent à une première évaluation à l'échelle nationale et une analyse similaire des données NAWA MP des années ultérieures sera nécessaire pour évaluer l'évolution de l'exposition et des risques liés aux insecticides.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] *Spycher, S. et al. (2019): Anhaltend hohe PSM-Belastung in Bächen – NAWA SPEZ 2017: Kleine Gewässer in Gebieten mit intensiver Landwirtschaft verbreitet betroffen. Aqua & Gas. 4/2019: 14–25 (Disponible dans l'e-paper également en version française «Pollution élevée des ruisseaux par les PPh»).*
- [2] *Doppler, T. et al. (2020): Mikroverunreinigungen im Gewässermonitoring – Ausbau von NAWA TREND und erste Resultate. Aqua & Gas 7/8-2020: 44–53 (Disponible dans l'e-paper également en version française «Micropolluants dans le monitoring des eaux de surface»)*
- [3] *Antwi, F.B.; Reddy, G.V.P. (2015): Toxicological effects of pyrethroids on non-target aquatic insects. Environmental Toxicology and Pharmacology. 40(3): 915–923*
- [4] *Centre Ecotox (2017): Les pyrèthrinoides dans l'environnement. Fiche d'information. Centre Suisse d'écotoxicologie appliquée*
- [5] *Koshlukova, S.E.; Reed, N.R. (2014): Chlorpyrifos. In: Wexler, P. (ed.): Encyclopedia of Toxicology (third edition), Academic Press: Oxford: 930–934*
- [6] *Korkaric, M. et al. (2020): Datengrundlage und Kriterien für eine Einschränkung der PSM-Auswahl im ÖLN: Schutz der Oberflächengewässer, der Bienen und des Grundwassers (Metaboliten) sowie agronomische Folgen der Einschränkungen. Agroscope Science. 106: 1–31*
- [7] *Rösch, A. et al. (2019): Geringe Konzentrationen mit grosser Wirkung. Nachweis von Pyrethroid- und Organophosphatinspektiziden in Schweizer Bächen im pg 1–1-Bereich. Aqua & Gas. 11(11): p. 54–66*
- [8] *Spycher, S.; Ritscher, A.; Dübendorfer, C. (2021): Biozide mit insektizider Wirkung. Mengenabschätzung des schweizerweiten Einsatzes. EBP*
- [9] *OFAG: O.f.d.I.A. Substances actives de produits phytosanitaires: volume des ventes. Dernier accès: 20 décembre 2021; disponible auprès de: <https://www.blw.admin.ch/blw/fr/home/nachhaltige-produktion/pflanzenschutz/verkaufsmengen-der-pflanzenschutzmittel-wirkstoffe.html>*
- [10] *Albaseer, S.S. et al. (2010): An overview of sample preparation and extraction of synthetic pyrethroids from water, sediment and soil. Journal of Chromatography A 1217(35): 5537–5554*
- [11] *Hladik, M.L.; Kuivila, K.M. (2009): Assessing the Occurrence and Distribution of Pyrethroids in Water and Suspended Sediments. Journal of Agricultural and Food Chemistry 57(19): 9079–9085*
- [12] *Rösch, A. et al. (2019): Pictogram per liter quantification of pyrethroid and organophosphate insecticides in surface waters: a result of large enrichment with liquid–liquid extraction and gas chromatography coupled to mass spectrometry using atmospheric pressure chemical ionization. Analytical and Bioanalytical Chemistry 411(14): 3151–3164*
- [13] *Moschet, C. et al. (2019): Task-force «Pyrethroide»: Erfolgreiche Zusammenarbeit der Kantone auf der Suche nach toxischen Insektiziden im Gewässer. Aqua & Gas 11/2019: 68–73*
- [14] *European Commission (2011): Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive. Technical Guidance for Deriving Environmental Quality Standards*
- [15] *Junghans, M. et al. (2018): Beurteilung des Umweltrisikos mit zeitproportionalen Mischproben: Analyse von realen Expositionsprofilen mittels Modellierungen zur zeitabhängigen Ökotoxizität. Aqua & Gas 4/2018: 50–57.*
- [16] *Junghans, M.; Kunz, P.; Werner, I. (2013): Toxizität von Mischungen: Aktuelle, praxisorientierte Ansätze für die Beurteilung von Gewässerproben. Aqua & Gas 5/2013: 54–61*
- [17] *Price, P. et al. (2012): A decision tree for assessing effects from exposures to multiple substances. Environmental Sciences Europe 24(1): 26. <https://doi.org/10.1186/2190-4715-24-26>*
- [18] *Dübendorfer, C. et al. (2020): Insektizideinsätze in der Nutztierhaltung – Vorstudie. EBP*
- [19] *Forster, M. (2019): Hochgiftige Insektizide im Schweizer Wald. Oekoscope 1/19: 6–9*

Fachkurs

## BLICK INS GEWÄSSER NACH MODUL G

01.06.2022 REGION ST. GALLEN | 06.09.2022 IN BERN



Lizenz für Pamela Bauer, [p.bauer@hagenbucher.ch](mailto:p.bauer@hagenbucher.ch)  
 TMH Hagenbucher AG, Zürich

**membratec.ch**  
la pureté de l'eau



3960 Sierre

• Wasseraufbereitung

• 027 456 86 30

## Bodyguards für Ihre Mitarbeitenden ...

[www.ecoanalytics.ch](http://www.ecoanalytics.ch)

### Unsere Produkte – Auf Ihre Anwendung zugeschnitten

- Gleichzeitige Überwachung von bis zu 4 Gasen
- Kompakt, leicht und einfach zu bedienen
- Alarmierung optisch, akustisch und vibrierend

**BW Icon:** Lebensdauer von 2 Jahren, für die 4 gängigsten Gasgefahren (LEL, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CO)

**BW Icon+:** Kalibrierbar, für 4 Gase, (auswählbar aus LEL, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CO, SO<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>)

**BW Icon Flex:** Kalibrierbar, für 5 Gase, (auswählbar aus 15 Gasarten)



**Eco Analytics**  
Sicherheit dank Gaswarntechnik

Eco Analytics AG • Weidenweg 17 • CH-4310 Rheinfelden  
Telefon +41 61 827 94 00 • [info@ecoanalytics.ch](mailto:info@ecoanalytics.ch)



**aqua pro**  
8. – 10. Juni 22  
Bulle, Stand 20-78

## WASSER IST UNSER ELEMENT

Immer und überall frisches und sauberes Wasser

Unsere Spezialisten entwickeln individuelle und massgeschneiderte Lösungen.

**HÄNY**  
Pumpen, Turbinen und Systeme

Häny AG • CH-8645 Jona • [www.haeny.com](http://www.haeny.com)

Lizenz für Pamela Bauer, [p.bauer@hagenbucher.ch](mailto:p.bauer@hagenbucher.ch)  
TMH Hagenbucher AG, Zürich

# TRANSPORT VON PFLANZENSCHUTZMITTELN

## IDENTIFIZIERUNG VON TRANSPORTPROZESSEN IN GEWÄSSERN ANHAND VON MONITORINGSTUDIEN

Um mit gezielten Massnahmen die Einträge von Pflanzenschutzmitteln in Oberflächengewässern zu verringern, müssen die relevanten Quellen und Eintragspfade bekannt sein. Dazu bestehen immer noch wichtige Wissenslücken. Deshalb wurde untersucht, welche Schlussfolgerungen aus zwölf bestehenden Monitoringstudien hinsichtlich der relevanten Transportwege gezogen werden können und was sich daraus für die Planung zukünftiger Studien und Projekte ableiten lässt.

*Daniele la Cecilia; Urs Schönenberger; Anne Dax; Heinz Singer; Christian Stamm\*, Eawag*

*Margie Koster, Amt für Umwelt Kanton Thurgau; Nadine Konz, Amt für Umweltschutz und Energie Kanton Basel-Landschaft*

*Claudia Minkowski, Gewässer- und Bodenschutzlabor Kanton Bern*

### RÉSUMÉ

#### IDENTIFICATION DES PROCESSUS DE TRANSPORT DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES DANS DES EAUX DE SURFACE SUR LA BASE D'ÉTUDES DE SURVEILLANCE

Afin de mettre en œuvre des mesures d'atténuation ciblées pour réduire l'apport des phytosanitaires dans les cours d'eau, il est nécessaire de comprendre les sources et les voies de transport respectives. Malgré les progrès substantiels réalisés en matière de surveillance des phytosanitaires dans les cours d'eau suisses, les connaissances sont encore très lacunaires. Dans de nombreux cas, il est difficile d'identifier les voies de transport pertinentes. Cet article vise à élucider les enseignements que l'on peut tirer de 12 études récentes de surveillance des eaux de surface en Suisse pour les travaux futurs.

Toutes ces études fournissent des informations précieuses sur les états de pollutions respectifs. Dans la plupart des cas, cependant, il manque des informations essentielles pour connaître les sources et les voies de transport pertinentes. Les ressources nécessaires à de tels programmes de surveillance sont considérables et la collecte de données se limite souvent à ce que le financement permet. Si toutefois les ressources disponibles ne permettent pas d'atteindre les objectifs prédéfinis, il convient de se demander si cette approche est adéquate. L'équilibre entre les résultats attendus et les ressources disponibles doit donc être

### EINLEITUNG

Seit rund zehn Jahren findet die Belastung von Oberflächengewässern mit Pflanzenschutzmitteln (PSM) in der Schweiz eine erhöhte Beachtung. Zahlreiche Gewässeruntersuchungen zeigten, dass landwirtschaftliche PSM-Einträge erheblich zur chemischen Gesamtbelastung der Gewässer beitragen und eine Beeinträchtigung der Wasserlebewesen verursachen. Auf politischer Ebene führten diese Einsichten u. a. dazu, dass der Bundesrat 2017 den Nationalen Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln verabschiedete. Im Jahr 2021 verankerte das Parlament den darin vorgeschlagenen Absenkpfad für Pestizidrisiken gesetzlich. Die Formulierung der zu ergreifenden Massnahmen setzt ein ausreichendes Verständnis für die relevanten Quellen und Eintragspfade voraus. Basierend auf jahrzehntelanger Forschung ist zwar zu vielen Fragen substanzielles Wissen vorhanden, gleichzeitig wurden aber auch klare Wissenslücken identifiziert, wie z. B. die Rolle von Einlaufschächten entlang von Strassen und Wegen [1, 2].

*Titelfoto: Beispiel eines möglichen PSM-Eintragspfads in Gewässer: Einlaufschacht in einem landwirtschaftlichen Einzugsgebiet (Urs Schönenberger, Eawag)*

*\* Kontakt: christian.stamm@eawag.ch*

Lizenz für Pamela Bauer, p.bauer@hagenbuecher.ch  
TMH Hagenbuecher AG, Zürich

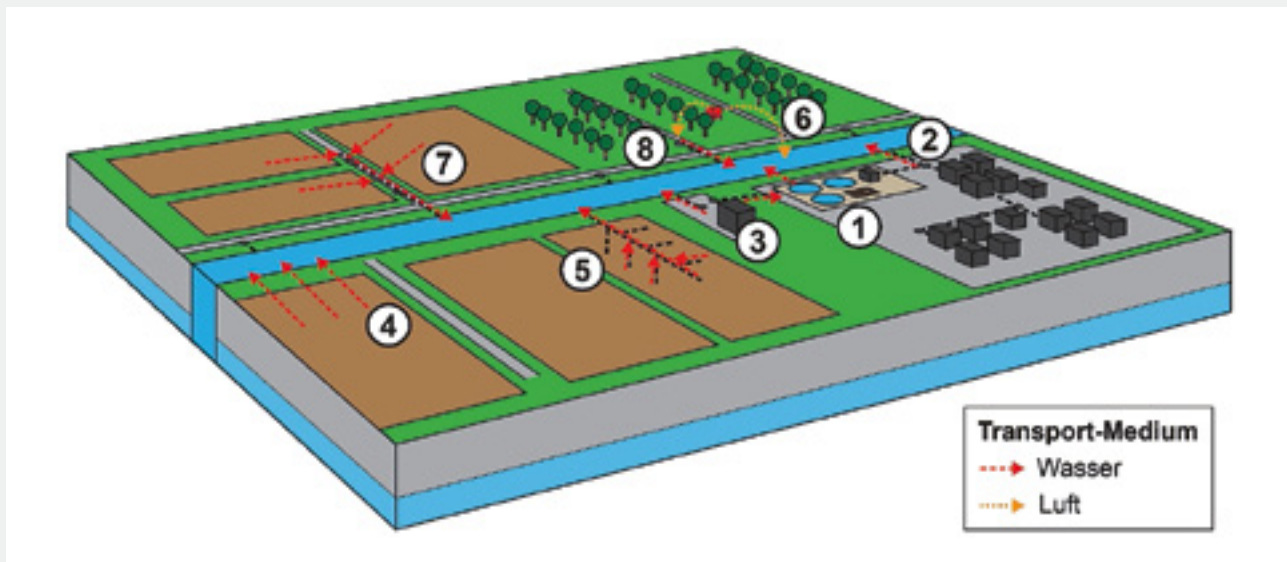


Fig. 1 Schematische Darstellung relevanter PSM-Quellen und Eintragspfade für Oberflächengewässer. 1: Kläranlage, 2: Mischwasserentlastung, 3: diffuse Siedlungsentwässerung, 4: direkte Abschwemmung vom Feld, 5: Drainagen in Feldern, 6: direkte Spraydrift, 7: indirekte Abschwemmung über Kurzschlüsse [1], 8: indirekte Spraydrift über Kurzschlüsse wie Einlaufschächte, Entwässerungsrinnen usw. (Quelle: [7])

In den letzten Jahren konnte in der Schweiz eine Reihe intensiver Monitoringprojekte (beispielsweise NAWA TREND, NAWA SPEZ) durchgeführt oder gestartet werden. Einige davon standen oder stehen im direkten Zusammenhang mit Ressourcenprojekten, die darauf abzielen, die PSM-Belastung in den Gewässern zu reduzieren. Zudem wurden durch die Eawag neue Methoden entwickelt (*MS<sup>2</sup>Field*) [3–5], die zeitlich hochaufgelöste PSM-Messungen über längere Zeiträume und den Nachweis besonders kritischer Substanzen (beispielsweise Pyrethroid-Insektizide [6]) ermöglichen. Angesichts dieser Fülle an neuen Daten

stellt sich die Frage, welche neuen Erkenntnisse sich daraus in Bezug auf Quellen und Eintragspfade (Fig. 1) ergeben und welche Schlussfolgerungen für zukünftige Untersuchungen gezogen werden können. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, diese beiden Fragen zu beantworten. Dabei werden insbesondere die Daten aus drei kleinen landwirtschaftlichen Einzugsgebieten vertieft ausgewertet.

## VERWENDETE STUDIEN

Diese Arbeit greift auf bestehende NAWA-SPEZ-Studien und Untersuchungen im

Rahmen von PSM-Ressourcenprojekten zurück. Die berücksichtigten Studien sind in *Tabelle 1* zusammengestellt und kurz beschrieben. Alle Studien wurden schon in früheren Arbeiten dargestellt. Einige Ressourcenprojekte sind noch nicht abgeschlossen.

## RESULTATE

### GESAMTEVALUATION

Die verschiedenen Studien wurden mit unterschiedlichen Zielsetzungen durchgeführt. In den meisten Fällen stand die Erfassung des Gewässerzustands im Vordergrund. Bei anderen

Projekt	Studie/Gebiet	Jahr	Transportpfade	Abfluss	Probenahme	PSM-Applikation (zeitlich)	PSM-Applikation (räumlich)	Literatur
(1)	Leimental (Kopf Weierbach)	2019	Drainagen	X	Räumlich verteilt	X	X	
(2)	NAWA SPEZ & Ressourcenprojekt BL (Weierbach)	2015, 2017–aktuell	v.a. unterirdisch	X	Räumlich verteilt	(x)	(x)	[8, 10]
(3)	NAWA SPEZ + Ressourcenprojekt BE + Shortcut (Chrümmlisbach)	2017–aktuell Shortcut: 2019	v.a. unterirdisch	X	Räumlich verteilt	(x)	(x)	[1, 8, 9]
(4)	Ressourcenprojekt BE (Ballmoosbach)	2017–aktuell	diverse	X	Gebietsauslass	(x)	(x)	[9]
(5)	NAWA SPEZ (Hoobach)	2017	diverse	X	Gebietsauslass	–	–	[8]
(6)	NAWA SPEZ (Eschelisbach)	2015, 2017	diverse	(x)		–	–	[8, 10]
(7)	NAWA SPEZ (Le Bainoz)	2017	diverse	X		–	–	[8]
(8)	NAWA SPEZ (Tsatonire)	2015	diverse	–		–	–	[10]
(9)	NAWA SPEZ (Magadino)	2015	diverse	–		–	–	[10]
(10)	NAWA SPEZ (Mooskanal)	2015	v.a. unterirdisch	–		–	–	[10]
(11)	Ruisseau des Charmilles	2008–2015	diverse	X		(x)	–	[11]
(12)	MS <sup>2</sup> Field (Eschelisbach)	2019	diverse	(x)		(x)	(x)	[4]

Tab. 1 Überblick über die berücksichtigten Studien. Die angegebene Literatur stellt bei laufenden Projekten nicht zwingend die aktuelle Datenlage dar. X: Daten vorhanden, (x): Daten eingeschränkt vorhanden (Abfluss: nur Pegelstand).

sollten die zeitlichen Veränderungen der Belastungen dokumentiert und Rückschlüsse auf Transportprozesse gezogen werden. Solche Rückschlüsse lassen sich bereits ziehen, wenn die Konzentrationsdynamiken mit den Niederschlags- oder Abflussdaten verknüpft werden. Dieser Vergleich zeigt beispielsweise, dass in verschiedenen Gebieten (Weierbach, Eschelisbach) auch während Trockenwetter erhöhte PSM-Konzentrationen auftreten können. Das verdeutlicht, dass nicht nur regengetriebene Eintragspfade wichtig sind. Fehlanschlüsse bei Hofplatzentwässerungen und die Handhabung von Spritzbrühe, aber auch Direkteinträge durch Spraydrift sind mögliche Quellen. Aber auch bei regengetriebenen Eintragspfaden gibt es mehrere Transportprozesse, die berücksichtigt werden müssen. Diese anhand der Konzentrationsdynamik aus-

einander zu halten, ist schwierig. Dazu braucht es zusätzliche Daten (s. Kapitel «Einzugsgebiet Ost»).

Aus diesem Grund wurden in einem nächsten Schritt sechs Kriterien – Dauer der Untersuchung, zeitliche und räumliche Auflösung der Probenahme, Abflussdaten, zeitliche und räumliche Auflösung der Anwendungsdaten – aufgestellt, anhand derer die Qualität der zu erwartenden Datensätze für alle zwölf Gebiete evaluiert wurde. So wurden drei Gebiete ermittelt, die aufgrund ihrer (fast) vollständigen Datensätze am erfolgversprechendsten waren (Fig. 2). Bei sieben Gebieten standen keine Anwendungsdaten zur Verfügung, bei dreien fehlten Daten zu Abfluss oder Pegel des Fließgewässers.

Ausgehend von dieser Gesamtevaluation, wurden die drei Gebiete Weierbach, Eschelisbach und Chrümmlisbach genauer

analysiert. Es wurde untersucht, bis zu welchem Grad die vorhandenen Daten Rückschlüsse auf Quellen und Eintragspfade zulassen.

#### EINZUGSGEBIET NORD

Der Weierbach umfasst ein Einzugsgebiet von rund 1,6 km<sup>2</sup>, das stark ackerbaulich genutzt wird. Rund die Hälfte der Flächen sind drainiert. Der Bach wurde 2015 und 2017 im Rahmen zweier NAWA-SPEZ-Messkampagnen untersucht, und beide Male wurden starke PSM-Belastungen nachgewiesen [8, 10]. Zudem wurde 2019 eine spezifische Messkampagne durchgeführt, um die Bedeutung von PSM-Einträgen über Drainagen zu klären. Dazu wurden fünf Niederschlagsereignisse zwischen April und Juni während 48 h ereignisbezogen genauer beprobt und untersucht (Fig. 3). Die einzelnen Proben deckten eine Dauer zwischen 4 und 12 h ab.

Die Daten aus diesem Gebiet illustrieren gut, welche Aussagekraft Messungen im Gewässer in Kombination mit räumlich und zeitlich aufgelösten Anwendungsdaten haben. So konnten einzelne Konzentrationsspitzen den verursachenden PSM-Anwendungen zugewiesen werden. Die entsprechenden Felder liegen weder unmittelbar am Gewässer noch kommen direkte oberflächliche Einträge in Frage. Diese Beispiele zeigen, dass zumindest ein Teil des PSM-Transports im Gebiet unterirdisch via Drainagen oder Kurzschlüsse (z. B. Einlaufschächte) erfolgen muss.

An diesem Gebiet lässt sich zudem darlegen, wie essenziell die Verfügbarkeit parzellenscharfer Anwendungsdaten ist. Auf der Skala kleiner Einzugsgebiete sind Abschätzungen auf der Grundlage nationaler Daten und der lokalen Kulturen zu ungenau (Fig. 4, rechts). Zugleich zeigt sich aber auch, dass für viele Parzellen Daten fehlen (Fig. 4, links).

Da ein erheblicher Teil des Gebiets drainiert ist, wurde ein Drainagestrang während einzelner Ereignisse spezifisch untersucht. Die PSM-Konzentrationen in den Drainagen erreichten teilweise hohe Werte. Beispielsweise wurde Bentazon in Konzentrationen über 6,5 µg/l nachgewiesen. Ob dies der maximale Wert war, ist jedoch nicht geklärt, weil die zweite Phase der Ereignisse nicht beprobt wurde, denn aus Ressourcengründen konnte jeweils nur die erste Ereignisphase erfasst werden. Zudem konnte

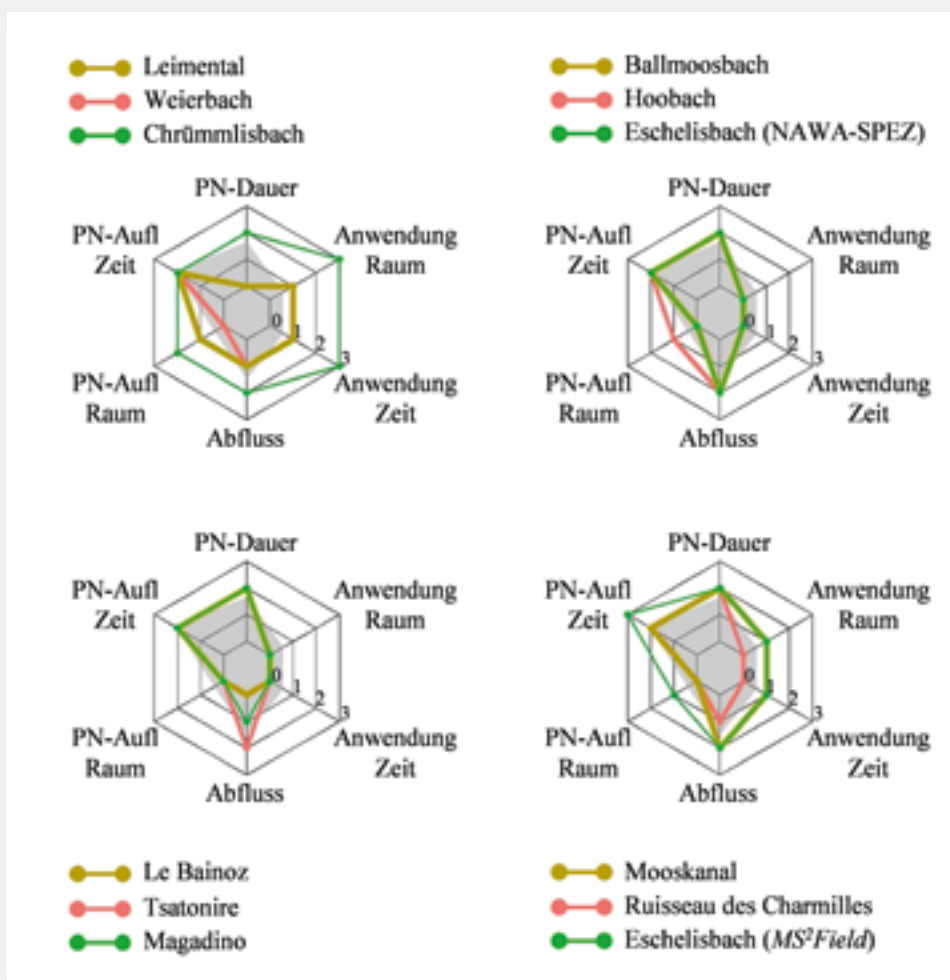


Fig. 2 Spinnen-Diagramm zum Vergleich der Datensätze aus den Monitoringprogrammen basierend auf Tabelle 1. Die graue Fläche gibt den Durchschnitt über alle zwölf Studien wieder. PN-Dauer: Dauer der Probenahme; PN-Aufl. Zeit: Zeitliche Auflösung der Probenahme; PN-Aufl. Raum: Räumliche Auflösung der Probenahme; Anwendung Raum: PSM-Anwendungsdaten mit räumlicher Auflösung; Anwendung Zeit: PSM-Anwendungsdaten mit zeitlicher Auflösung. Je höher die Punktzahl (0–3) entlang einer Variablen, desto besser die Datenqualität.



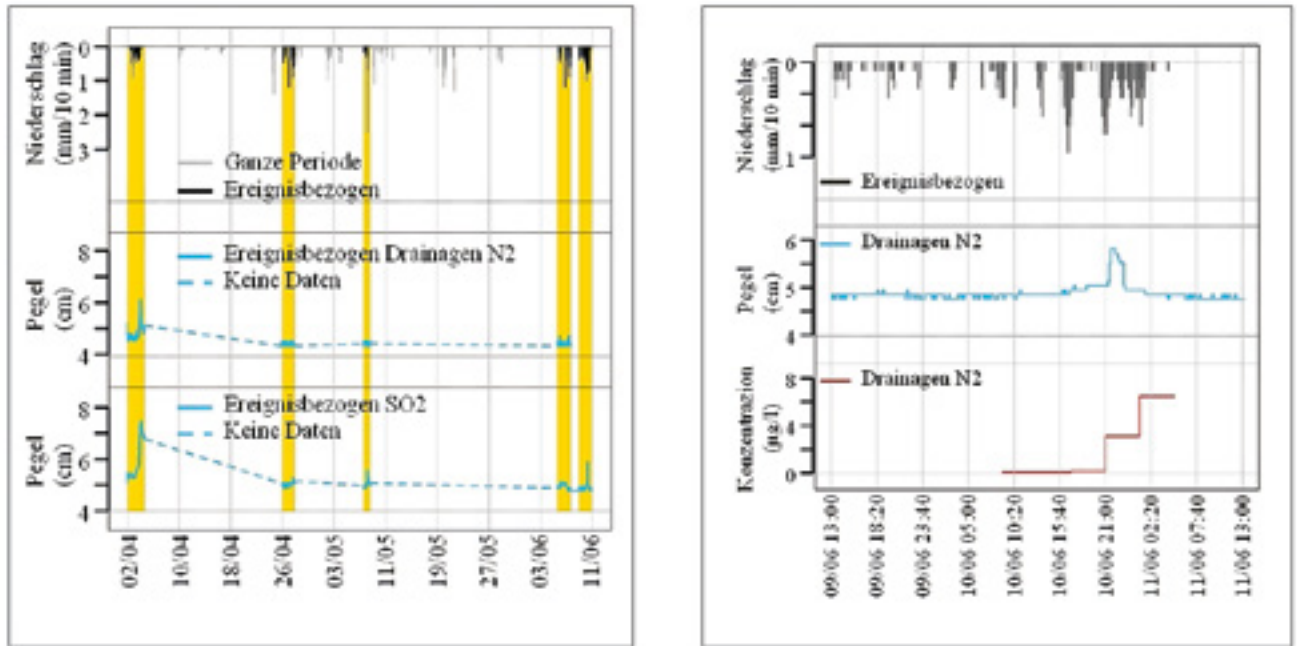


Fig. 3 Übersicht über Niederschläge und beprobte Drainageereignisse im Frühjahr/Sommer 2019 im Weierbach (links); Konzentrationsdynamik von Bentazon während eines Drainageereignisses (rechts). N2, SO2: Bezeichnung der zwei untersuchten Drainagesysteme.

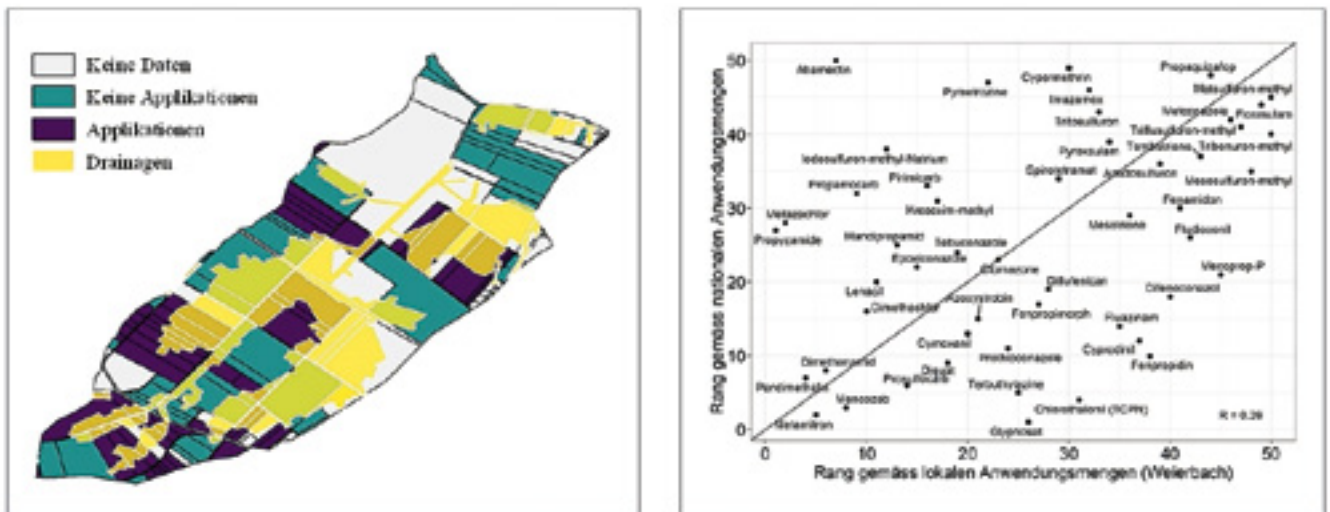


Fig. 4 PSM-Anwendungsdaten: Übersicht über die 2019 vorliegenden räumlichen PSM-Anwendungsdaten im Weierbachgebiet (links); Vergleich der Anwendungsmengen im Weierbachgebiet mit den nationalen Werten (rechts).

nur ein Teil der Abflussereignisse überhaupt untersucht werden (Fig. 3). Des Weiteren wurden mit dem zur Verfügung stehenden Standardmessprogramm, das 85 Substanzen umfasst, nur 7 der 91 im Einzugsgebiet verwendeten synthetisch-organischen PSM abgedeckt. Daraus ergaben sich Lücken, die eine abschliessende Bewertung der Wichtigkeit der Drainagen für den PSM-Eintrag in den Weierbach einschränkten.

**EINZUGSGEBIET OST**

Der Eschelisbach entwässert ein landwirtschaftlich stark genutztes Einzugsgebiet von 2 km<sup>2</sup> Fläche. Neben Ackerkulturen werden auch PSM-intensive Kulturen wie Beeren und anderes Obst angebaut. Mit Hilfe des MS<sup>2</sup>Field wurden vom 27. Mai bis zum 5. Juli 2019 2560 Proben untersucht und 60 Substanzen gemessen. Von diesen wurden 32 während des Messzeitraums im Eschelisbach nachgewiesen. Weitere

Details sind in Dax et al. [4], la Cecilia et al. [5] und Stravs et al. [3] beschrieben. Die fortlaufenden, zeitlich hochaufgelösten Messungen im Eschelisbach über mehrere Wochen hinweg bieten einen einzigartigen Einblick in die PSM-Dynamik in einem landwirtschaftlichen Einzugsgebiet. Wie erwartet, wurden hohe PSM-Konzentrationen vor allem während grösserer Niederschlagsereignisse gemessen, aber auch kleine Er-

eignisse führten zu Überschreitungen akuter Qualitätskriterien. Im normalen Monitoring im Rahmen von NAWA Trend (3,5-d- oder 14-d-Auflösung) wären die meisten dieser Spitzen nicht sichtbar gewesen. Aus den Messungen lässt sich ableiten, dass verschiedene Transportprozesse für den PSM-Eintrag verantwortlich gewesen sein müssen. Dabei spielten Abschwemmung von behandelten Parzellen, Verluste von befestigten Flächen und Einträge über Kurzschlüsse eine Rolle. Episodische Messungen in einzelnen Sammelleitungen des Drainagesystems zeigten ebenfalls hohe Konzentrationen. Ob diese Konzentrationen jedoch durch PSM-Einträge über angeschlossene Einlaufschächte oder Makroporenfluss im Boden verursacht wurden, ist mit den vorhandenen Daten nicht feststellbar.

Das breite Substanzspektrum von *MS<sup>2</sup>Field* erlaubte es, die Konzentrationsdynamik verschiedener PSM miteinander zu vergleichen. Substanzen mit sehr unterschiedlichen chemischen Eigenschaften zeigten dabei während gewisser Abflussereignisse sehr ähnliche Konzentrationsdynamiken. Während anderer Ereignisse hingegen unterschieden sich die Konzentrationsganglinien dieser Substanzen stark. Das deutet darauf hin, dass auf der zeitlichen Skala von Einzelereignissen die Eintragspfade und -orte viel wichtiger für die PSM-Dynamik sind als die Stoffeigenschaften.

Letztere dürften aber zusammen mit den Anwendungsmengen und den Eintragspfaden für das absolute Konzentrationsniveau entscheidend sein. Ohne umfassende PSM-Anwendungsdaten können diese Aspekte jedoch nicht untersucht werden.

Die räumliche Analyse des Drainagesystems inklusive der durch Kurzschlüsse verbundenen Flächen zeigt, dass über solche Entwässerungssysteme bedeutende Flächen ausserhalb des topographischen Einzugsgebiets angeschlossen sind. Damit können die PSM-Quellen je nach Transportpfad ebenfalls ausserhalb liegen. Dies ist bei der Interpretation der Daten zu berücksichtigen.

### EINZUGSGEBIET WEST

Im Einzugsgebiet des Chrümmlisbachs wurden im Sommer 2019 während 141 Tagen 19 Regenereignisse beprobt. Rund 160 Einlaufschächte entwässern das 2,8km<sup>2</sup> grosse Gebiet, in welchem intensiv Ackerbau betrieben wird. Davon wurden vier Einlaufschächte und ein Sammelschacht sowie der Bach am Auslass untersucht. Die beprobten Einlaufschächte werden ausschliesslich durch Oberflächenabfluss gespeist. Der Sammelschacht erfasst Wasser von 64 Einlaufschächten und zahlreichen Drainagen.

Die gesammelten Proben wurden im Labor auf 52 Substanzen untersucht. Die Substanzauswahl wurde weitgehend

auf die im Gebiet verwendeten PSM ausgerichtet. Weitere Details zur Probenahme und Analytik sind in *Schönenberger et al.* [12] zu finden.

Diese Studie zielte darauf ab, die Bedeutung hydraulischer Kurzschlüsse für den PSM-Eintrag in Oberflächengewässer erstmals mit Messungen zu untersuchen. Dafür wurde das Studiengebiet gezielt ausgewählt, da dank des Ressourcenprojekts im Kanton Bern im Gebiet sowohl Messungen im Bach wie auch Anwendungsdaten räumlich und zeitlich aufgelöst zur Verfügung standen. Zusätzlich wurden PSM in vier ausgewählten Einlaufschächten gemessen. Die Kombination von Anwendungs- und Messdaten erlaubte es zu unterscheiden, ob die gemessenen Substanzen über Abschwemmung von Feldern, über Spraydrift oder aus anderen Quellen in die Schächte und so in den Bach gelangen konnten. Dabei zeigte sich, dass die Konzentrationen in den Schächten dann höher waren, wenn die jeweiligen Substanzen durch Abschwemmung vom Feld in die Einlaufschächte gelangen konnten, als wenn nur Spraydrift möglich war (*Fig. 5*). Ohne die Kombination von zeitlichen Messungen an verschiedenen Stellen und räumlich und zeitlich aufgelösten Anwendungsdaten wäre dieses Prozessverständnis nicht zu gewinnen gewesen.

Die Daten erlaubten ausserdem zu analysieren, welche Faktoren in welchem Ausmass die in den Schächten gemessenen Konzentrationen beeinflussten. Dabei spielte die Anwendungsmenge eine zentrale Rolle. Je höher die Anwendungsmengen, desto höher waren auch die gemessenen Konzentrationen. Unabhängig davon waren die Konzentrationen umso tiefer, je grösser die Zeitspanne zwischen Anwendung und Niederschlag, je stärker die Sorption der PSM an den Boden und je grösser die Halbwertszeit der Substanz waren.

### DISKUSSION

Die Feldstudie zum PSM-Transport durch Kurzschlüsse (Einzugsgebiet West, Chrümmlisbach) illustriert, welche Art von Daten notwendig ist, damit unterschiedliche Kombinationen von Quellen und Eintragspfaden bestimmt werden können: Es braucht flächendeckende, zeitliche und räumliche Daten zu PSM-Anwendungen, spezifische Messungen einzelner Transportprozesse sowie des

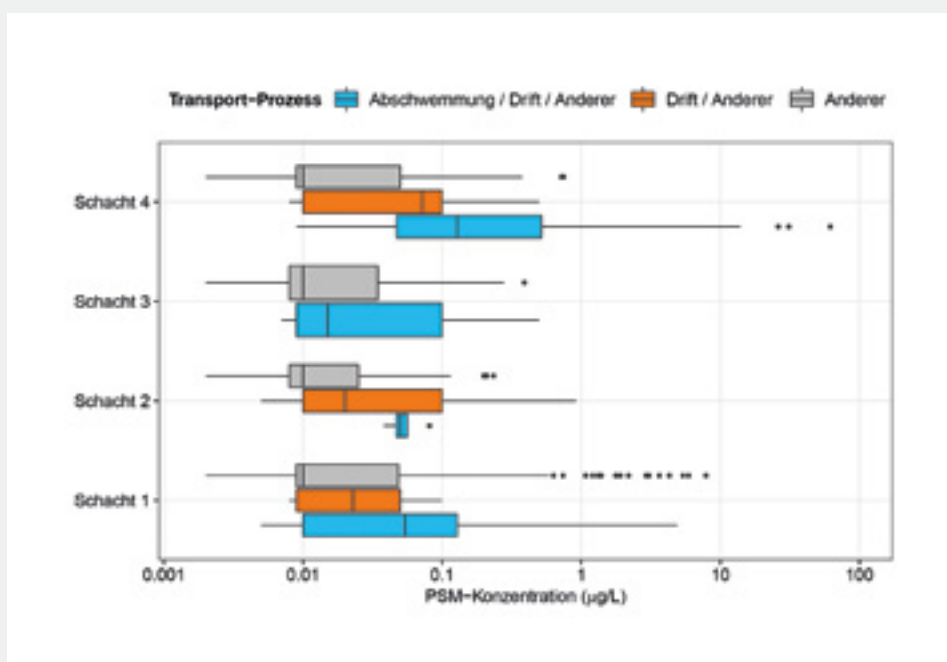


Fig. 5 Konzentrationsvergleich von PSM in Einlaufschächten bei Ereignissen mit möglicher Abschwemmung und Spraydrift, nur mit Spraydrift sowie nur mit anderen möglichen Transportprozessen.

Austrags aus dem Einzugsgebiet. Zeitlich hochaufgelöste Messungen am Gebietsauslass (*MS<sup>2</sup>Field-Studie*; Einzugsgebiet Ost, Eschelisbach) erlauben zwar auch gewisse Rückschlüsse über mögliche Transportmechanismen, lassen aber zahlreiche Fragen zur Bedeutung spezifischer Prozesse offen.

Im Vergleich dazu zeigte sich bei der Analyse der anderen Monitoringstudien, dass folgende Limitierungen bei einem oder mehreren Faktoren Rückschlüsse auf die Eintragspfade verunmöglichen:

- zu geringe zeitliche und/oder räumliche Auflösung der Messungen
- zu stark eingeschränkte Probenahme-Zeitfenster
- fehlende georeferenzierte Anwendungsdaten
- fehlende georeferenzierte Landnutzungsdaten
- fehlende Regen- und Abflussmessungen
- eingeschränktes Substanzspektrum

Die Gründe für fehlende Datenerhebungen bei den einzelnen Studien sind unterschiedlich: Einerseits sind sie meist eine Folge der knappen Ressourcen, die für das Gewässermonitoring zur Verfügung stehen. So kann es sein, dass ein Projekt lediglich auf ein existierendes analytisches Standardprogramm zurückgreifen kann und keine Mittel hat, das Substanzspektrum den spezifischen Anforderungen anzupassen. Andererseits können Projekte, wie beispielsweise die NAWA-SPEZ-Untersuchungen, auf andere Fragestellungen ausgelegt sein (breite Erfassung der PSM-Belastungssituation). Die vorliegende Analyse zeigt, dass der Zusatznutzen solcher Projekte für die Untersuchung von Eintragspfaden begrenzt ist.

#### STUDIENZWECK UND DATENANFORDERUNGEN

*Summa summarum* lässt sich daraus ableiten, dass der Umfang der im Rahmen eines PSM-Messprogramms zu erfassenden Daten sehr davon abhängt, welche Zielsetzung damit verfolgt wird (Fig. 6). Die Anforderungen steigen von der Zustandserhebung bezüglich der Einhaltung gesetzlicher Anforderungen über die zeitliche Trenddetektion bis hin zur Aufklärung von Transportprozessen. Eine verlässliche Zustandserhebung für die Gewässerbeurteilung muss die relevanten Substanzen zu den kritischen Zeitpunkten erfassen. Die Anforderungen bei der Trenddetektion sind

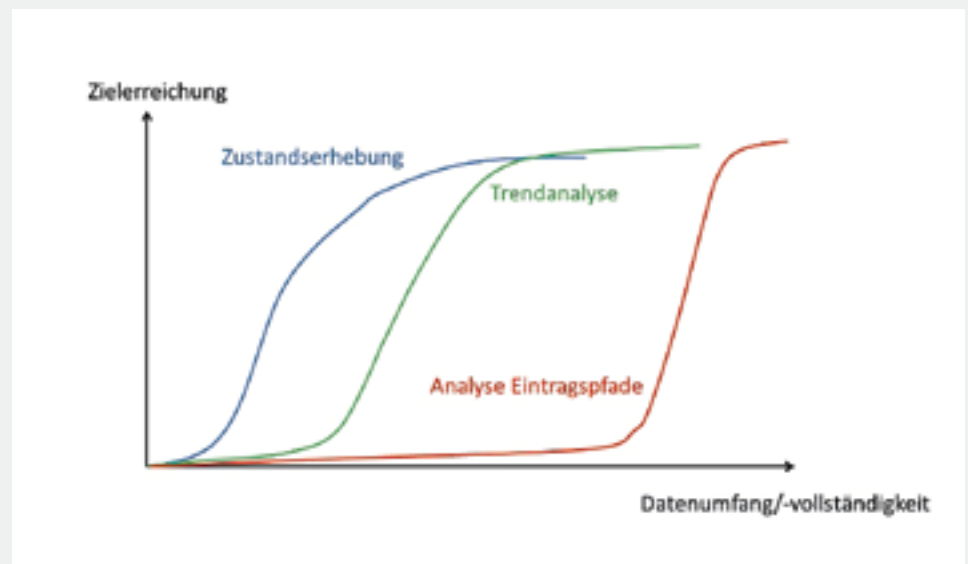


Fig. 6 Schematische Darstellung des Zusammenhangs zwischen Umfang und Vollständigkeit des Datensatzes und dem Grad der Zielerreichung des Studienzwecks.

bereits höher, weil über Jahre hinweg die Vergleichbarkeit der Probenahme, Messungen, Substanzauswahl etc. sichergestellt werden muss. Schliesslich erfordert die Aufklärung von Quellen und Eintragspfaden zusätzliche Messungen und Daten, um den Massenfluss nachvollziehen zu können.

#### SCHLUSSFOLGERUNGEN

Der Vergleich der verschiedenen Studien verdeutlicht, wie anspruchsvoll es ist, Quellen und Eintragspfade von PSM ausschliesslich anhand von Gewässermessungen aufzuzeigen. Diese Schwierigkeit ergibt sich aus der Überlagerung unterschiedlicher Eintragspfade und Transportmechanismen, die nur in Kombination von räumlich und zeitlich aufgelösten Anwendungsdaten klar identifiziert werden können. Dabei zeigt sich in kleinen Einzugsgebieten, dass durch Drainagen und Kurzschlüsse auch Einträge von ausserhalb des topographischen Einzugsgebiets erfolgen können. Das ist sowohl bei der Datenerhebung, der Analyse wie auch bei der Interpretation zu berücksichtigen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Erfordernisse für eine umfangreiche und vollständige Datenerhebung in der Regel die Mittel übersteigen, die für normale Gewässerüberwachungsprogramme oder Begleitmessungen in Ressourcenprojekten zur Verfügung stehen. Um Anspruch und Möglichkeiten solcher Messprogramme dennoch in Einklang zu bringen, müssen die Zielsetzung

und die vorhandenen Ressourcen sinnvoll aufeinander abgestimmt werden. Darüber hinaus ist zu beachten, dass umfangreiche Messungen eine aufwendige Datenauswertung und -interpretation nach sich ziehen. Die dafür nötigen personellen Ressourcen müssen ebenfalls eingerechnet werden.

Angesichts der Schwierigkeiten, mit vorhandenen Mitteln aus einzelnen Beobachtungsprogrammen weitreichende Schlüsse zu ziehen, drängt es sich auf, durch gezielte Kooperationen und Koordination den Erkenntnisgewinn zu optimieren. Das setzt die Bereitschaft voraus, Vorgehensweisen abzusprechen, Daten und Ergebnisse zu teilen und einen kritischen Blick von aussen auf die eigenen Projekte zuzulassen. Auf der anderen Seite können so allgemeinere, robustere Resultate erzielt werden. Zudem würden der gegenseitige Erfahrungsaustausch wie auch der gemeinsame Erkenntnisgewinn damit gestärkt.

#### DANK

Die Studien wurden finanziell durch die Eawag, Thermo Fisher, CTC Analytics und das Bundesamt für Umwelt (BAFU) unterstützt.

#### BIBLIOGRAPHIE

- [1] Schönenberger, U. et al. (2020): *Hydraulische Kurzschlüsse: Hohe Bedeutung für die Belastung der Gewässer mit Pflanzenschutzmitteln*. *Aqua & Gas* 11/2020: 65-71
- [2] Schönenberger, U.; Stamm, C. (2021): *Hydraulic shortcuts increase the connectivity of arable land*

- areas to surface waters. *Hydrology and Earth System Sciences* 25: 1727–1746
- [3] Stravs, M. A. et al. (2021): Transportable automated HRMS platform «MS2Field» enables insights into water-quality dynamics in real time. *Environmental Science & Technology Letters* 8: 373–380
- [4] Dax, A. et al. (2020): MS2Field: Mikroverunreinigungen mobil messen. *Aqua & Gas* 12/2020: 14–19
- [5] la Cecilia, D. et al. (2021): Continuous high-frequency pesticide monitoring to observe the unexpected and the overlooked. *Water Research X* 13: 100125. <https://doi.org/10.1016/j.wroa.2021.100125>
- [6] Rösch, A. et al. (2019): Geringe Konzentrationen mit grosser Wirkung. Nachweis von Pyrethroid- und Organophosphat-Insektiziden in Schweizer Bächen im pg-l-Bereich. *Aqua & Gas* 11/2019: 54–66
- [7] Schönenberger, U. (2022): The overlooked pathway: Hydraulic shortcuts and their influence on pesticide transport in agricultural areas. Dissertation ETH Zürich
- [8] Spycher, S. et al. (2019): Anhaltend hohe PSM-Belastung in Bächen. *Aqua & Gas* 4/2019: 14–25
- [9] Minkowski, C. et al. (2021): Langzeitmonitoring von Pflanzenschutzmitteln. *Aqua & Gas* 7/8-2021: 50–58
- [10] Doppler, T. et al. (2017): Hohe PSM-Belastung in Schweizer Bächen. *Aqua & Gas* 4/2017: 46–56
- [11] Daouk, S., et al. (2019): Mesures de reduction et monitoring des pesticides dans les eaux de surface. Synthèse des apprentissages liés aux projets «Phytos 62a». *Aqua & Gas* 1/2019: 66–73
- [12] Schönenberger, U. et al. (2022): Pesticide concentrations in agricultural storm drainage inlets of a small Swiss catchment. *Environmental Science and Pollution Research*: doi:<https://doi.org/10.1007/s11356-022-18933-5>

## > SUITE DU RÉSUMÉ

soigneusement réfléchi. En outre, il convient d'améliorer les progrès en renforçant la collaboration et la coordination entre les projets afin d'optimiser l'acquisition de connaissances sur les sources et les voies de transport des pesticides en Suisse.



# SVGW Jahresversammlung 2022



Wasser

Gas

Wärme



SCAN ME

QR-Code mit dem Mobiltelefon scannen und direkt für die Jahresversammlung 2022 anmelden!

Jetzt anmelden!

**9. Juni**

**Biel**

# FERTIG- PUMPWERK



Wir liefern Pumpen für alle Anwendungen  
inkl. Beratung, Unterhalt & Reparatur



Vollständiges Pumpenprogramm: [www.gloor-pumpen.ch](http://www.gloor-pumpen.ch)  
Tel. +41 (0)58 255 43 34, [info@gloor-pumpen.ch](mailto:info@gloor-pumpen.ch)



## TRINKWASSER- VERSORGUNG OHNE KOMPROMISSE

**KLINGERSIL® C-4240** – für Ihre neuen Anforderungen in der Trinkwasserversorgung. Die KLINGER Dichtungstechnik hat umgehend auf die geänderten Anforderungen für Materialien und Werkstoffe in Kontakt mit Trinkwasser reagiert und dafür eigens ein neues Dichtungsmaterial entwickelt: **KLINGERSIL® C-4240 erfüllt lückenlos alle Anforderungen der neuen Elastomerleitlinie, auch nach 2023.** Kontaktieren Sie uns heute noch, gerne unterstützen wir Sie bei der Einführung.



Klinger Gysi AG » Bachstrasse 34 » CH-5034 Suhr  
+41 62 855 00 10 » [sealing@klinger-gysi.ch](mailto:sealing@klinger-gysi.ch) » [klinger-gysi.ch](http://klinger-gysi.ch)

Ihr Ziel ist es, sowohl die Effizienz Ihrer Anlage zu steigern als auch gesetzliche Normen einzuhalten.

## EINHALTEN + HAUSHALTEN

Wir unterstützen Sie dabei, Vorgaben einzuhalten und die Kosten zu verringern, um so die Ressource Wasser zu schützen.



Optimieren Sie Ihre Prozesse mit unserem umfangreichen Portfolio an Messinstrumenten:



Promag W 0 x DN full bore: Das weltweit erste magnetisch-induktive Durchflussmessgerät für uneingeschränkte Messungen

Netilion  
Netilion

Das cloudbasierte IIoT-Ökosystem für industrielle Prozesse macht Informationen und Wissen verfügbar, indem es die physische mit der digitalen Welt verbindet.



Micropilot FMR20: Das Radar-Füllstandsmessgerät vereinfacht zusammen mit dem Prozessanzeiger RIA15 die Fern-Inbetriebnahme und den Anlagenbetrieb

Erfahren Sie mehr unter:  
[www.ch.endress.com/wasser-abwasser](http://www.ch.endress.com/wasser-abwasser)

Endress+Hauser

People for Process Automation

# STOP AUX ÉGOUTS DANS LES COURS D'EAU

## DÉTECTION DES POLLUTIONS ISSUES DU SYSTÈME D'ÉVACUATION DES EAUX DANS LES RIVIÈRES LAUSANNOISES

En raison de dysfonctionnements ponctuels du réseau d'évacuation (inversions, ruptures de conduites), des eaux usées se déversent dans les cours d'eau lausannois par plusieurs voies, notamment via les exutoires d'eaux claires. Plus de 750 exutoires d'eaux claires sont répertoriés sur Lausanne. Une méthode a été créée afin de déterminer quels exutoires rejettent des eaux usées en continu dans le milieu naturel et ainsi pouvoir cibler les recherches de pollution sur les conduites d'évacuation concernées.

*Fereidoun Khajehnouri\*; Lucilia Pointet; Amélie Savioz, Service de l'eau, Ville de Lausanne  
Stéphanie Barbier; Christophe Di Stadio; Vincent Gregorio, Service de l'eau, Ville de Lausanne*

### ZUSAMMENFASSUNG

#### KEIN ABWASSER IN FLIESSGEWÄSSERN: ERKENNUNG VON ABWASSERVERSCHMUTZUNGEN AUS DEM ENTWÄSSERUNGSSYSTEM IN LAUSANNER FLÜSSEN

Seit 2019 führt die Stadt Lausanne ein Monitoring der Lausanner Fließgewässer durch, um einen detaillierten Einblick in deren Qualität zu erhalten. Dafür wird die standardisierte Methode des Bundes, das Modul-Stufen-Konzept, eingesetzt. Eine punktuelle Analyse von fast 200 Mikroverunreinigungen ergänzte diese Untersuchungen im Jahr 2019.

Die Resultate sind alarmierend: Alle Einzugsgebiete, die sich im Stadtgebiet befinden, sind durch Abwasser belastet: die Einzugsgebiete der Flüsse Vuachère, Louve und Chamberonne. Diese Verunreinigungen sind zum grössten Teil Fehlfunktionen im Entwässerungsnetz zuzuschreiben, wodurch unbehandeltes Abwasser in die Fließgewässer gelangt. Um die Suche nach den Quellen effizienter zu gestalten, wurde eine neuartige Methode für die Priorisierung von Verschmutzungen durch Abwasser geschaffen. Ziel der Methode ist es, festzustellen, an welchen Einleitstellen Abwasser in die Flüsse gelangt.

Die Suche konzentriert sich in einem ersten Schritt auf das Einzugsgebiet der Vuachère und der Chamberonne. Von 284 untersuchten Sauberwasser-Einleitstellen wurden 76 als verschmutzt und 20 als «nicht verschmutzt» eingestuft. 57 werden noch evaluiert oder

### LA QUALITÉ DES COURS D'EAU LAUSANNOIS

#### MONITORING AVEC LE SYSTÈME MODULAIRE GRADUÉ, 2019-2020

Afin d'obtenir une vision détaillée de la qualité des cours d'eau lausannois, la Ville de Lausanne effectue depuis 2019 un monitoring pluridisciplinaire en 3 pôles: 1) biologie-macroinvertébrés 2) écomorphologie et 3) chimie de l'eau-nutriments issus de la méthode fédérale standardisée, le Système Modulaire Gradué (SMG; [1-3]). 22 stations de monitoring chimiques et 10 stations biologiques quadrillent la commune (*fig. 1*).

D'importants problèmes de qualité ont été décelés sur 3 des 6 bassins versants analysés: Vuachère, Louve et Chamberonne. Le bassin versant de la Chandelar montre également une contamination d'un de ses affluents: le Flon-Morand (*tab. 1*).

Ces cours d'eau, dont l'aire d'alimentation recouvre des zones urbanisées, présentent des concentrations en nutriments supérieures aux normes, ainsi que des taux élevés en cuivre et zinc. Une dégradation progressive de la qualité est également visible entre la tête du bassin versant et l'embouchure. Il s'agit d'une pollution typiquement «urbaine» induite par des dysfonctionnements sur le réseau d'évacuation des eaux usées, ainsi que du lessivage des routes et des toitures par les eaux de ruissèlement. Les bassins versant du Talent et des sources de la Bressonne,

\* Contact: fereidoun.khajehnouri@lausanne.ch

situés en zone forestière, présentent une bonne qualité générale. Les concentrations élevées en carbone étant dues à des facteurs naturels et non à une contamination anthropique (décomposition de la matière organique).

#### DÉTECTION DE LA POLLUTION AUX EAUX USÉES

En 2019, en complément au suivi du système modulaire gradué, l'analyse de 200 micropolluants organiques dans des prélèvements ponctuels a été effectuée. Ces micropolluants sont issus de l'activité domestique, industrielle ou agricole. Certaines de ces substances peuvent être considérées comme des traceurs d'eaux usées et la présence de composés habi-

tuellement très bien éliminés par une STEP permet même de différencier des pollutions aux eaux usées non traitées (tab. 2) [4, 5].

Un indicateur a été développé pour classer les cours d'eau lausannois en trois catégories selon l'importance des concentrations des traceurs d'eaux usées mesurés en 2019 (tab. 3).

Conformément aux résultats du SMG, les eaux usées non traitées se déversent plus régulièrement dans les cours d'eau situés en milieu urbain, soit où le réseau d'évacuation est dense: les bassins versants de la Vuachère, la Louve et de la Chamberonne, ainsi que le cours d'eau Flon-Morand. Dans le bassin versant de la Chamberonne, les concentrations des

traceurs d'eau usés lié à un traitement de STEP sont plus élevées que les traceurs non traités. Ce résultat peut s'expliquer par la présence de deux rejets de STEP qui ne disposent pas de traitement complémentaire (quaternaire) pour le rabattement des micropolluants organiques [5].

#### VOIES DE POLLUTIONS

Les eaux usées parviennent dans les cours d'eau lausannois par deux voies principales: les collecteurs enterrés dans le lit des cours d'eau et les exutoires d'eaux claires. Les inversions de raccordements et toutes autres connexions entre les eaux claires et les eaux usées dans le système d'évacuation peuvent

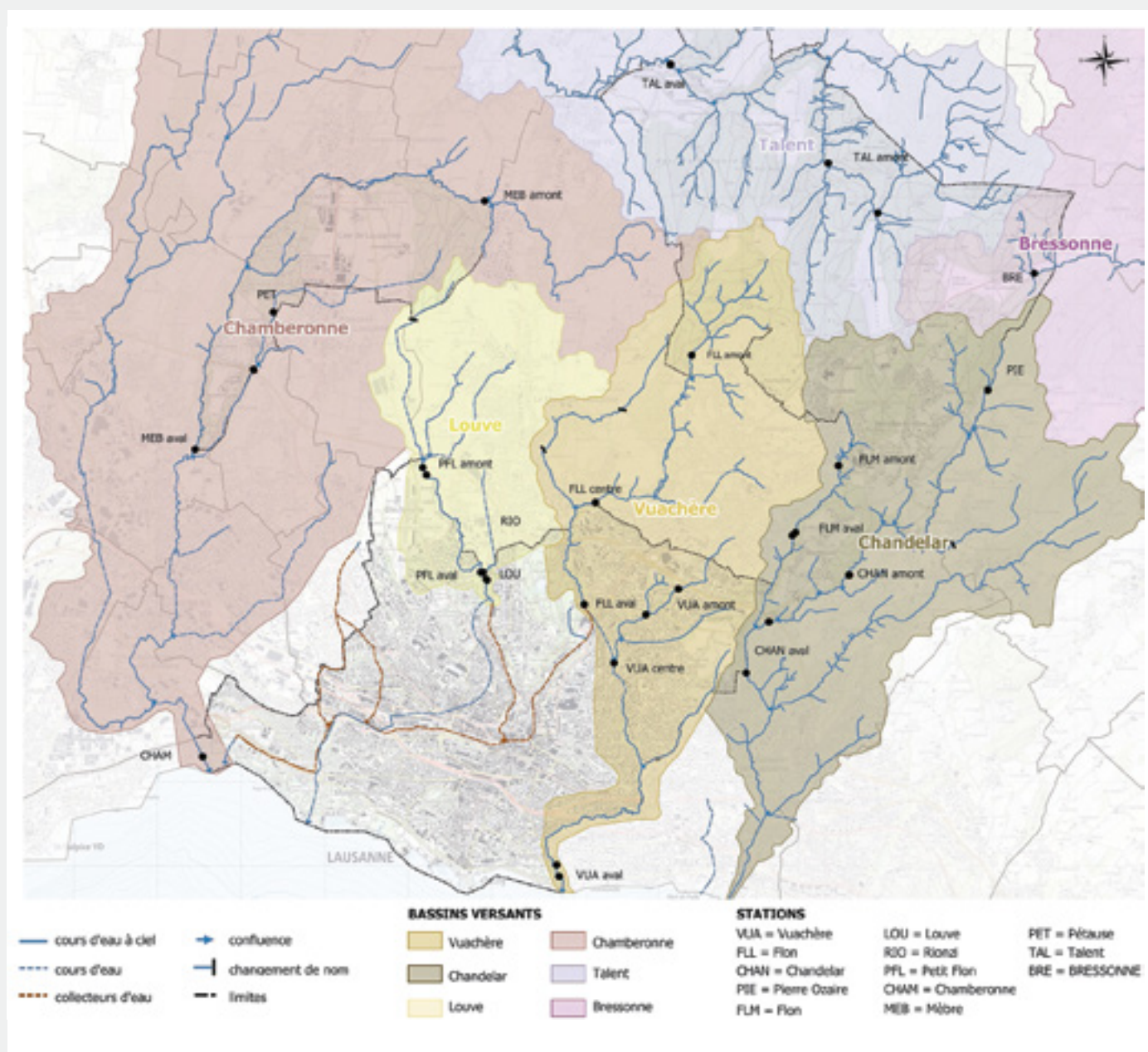


Fig. 1 Bassins versants lausannois et stations de monitoring biologique et chimique.

Bassin versant	Localisation	Biologie	Chimie, nutriments	Métaux lourds	Ecomorphologie	Objectifs de qualité
1. Vuachère	Vuachère aval					X
	Vuachère centre					X
	Vuachère amont					X
	Flon aval					X
	Flon centre					X
	Flon amont					✓
2. Chandelar	Chandelar aval					✓
	Chandelar amont					✓
	Pierre Ozaire					✓
	Flon-Morand aval					✓
	Flon-Morand amont					X
3. Louve	Louve					X
	Rionzi					X
	Petit Flon aval					X
	Petit Flon amont					X
4. Chamberonne	Chamberonne					X
	Mèbre aval					X
	Mèbre amont					X
	Pétause					X
5. Talent	Talent aval					✓
	Talent amont					✓
6. Bressonne	Bressonne source					✓

impliquer des déversements d'eaux usées dans le milieu naturel via les exutoires d'eaux claires. Parmi ces pollutions, les plus graves, pour le milieu aquatique, semblent être les pollutions qui se produisent en continu et qui ne sont pas diluées par les eaux de pluie. L'impact est particulièrement important à l'étiage et sur les petits cours d'eau. La méthode présentée dans le chapitre suivant cible ce type de pollution dans les exutoires d'eaux claires. Il a été relevé sur le territoire lausannois 765 exutoires d'eaux claires présentant un risque potentiel de contamination par des eaux usées. La Vuachère comprend le plus grand nombre d'exutoires recensés par kilomètre linéaire (16) suivi de la Chamberonne (11) (fig. 2).

### MÉTHODE DE PRIORISATION DES EXUTOIRES POLLUÉS

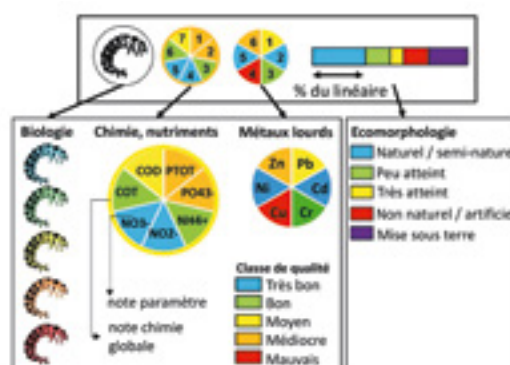
#### OBJECTIFS DE LA MÉTHODE

La recherche des pollutions sur le réseau d'eaux claires étant chronophage et coûteuse (passage caméra, fouilles, tests avec des colorants, etc.), une méthode rapide et standardisée de détection des pollutions a été mise en place directement aux exutoires d'eaux claires dans les cours d'eau. Elle permet de cibler les exutoires pollués et de concentrer l'inspection des canalisations sur les conduites des bassins versants problématiques. Ainsi, les exutoires fonctionnels sont rapidement écartés, sans frais d'analyses chimiques. Ce procédé demande peu de matériel, ce qui en fait une méthode facilement reproductible à grande échelle et à moindre coûts.

#### DÉROULEMENT DE LA MÉTHODE

L'évaluation des exutoires d'eaux claires doit être effectuée par temps sec (au minimum 72h sans intempérie) afin que les eaux de pluie aient été évacuées du réseau. Les exutoires inaccessibles à pied ou immergés dans les cours d'eau ne peuvent être évalués par cette méthode. Sur place, les exutoires

#### Legende



Tab.1 Résultats du monitoring des cours d'eau lausannois par bassin versant 2019-2020.



Substance	Type de source attribuée
Aténolol (bêtabloquant)*	<b>Traceurs EU (notamment utilisés pour tracer les EU traitées par une STEP)</b>
Carbamazépine (antiépileptique)*	
Diclofénac (analgésique)*	
Sulfaméthoxazole (antibiotique)*	
Mecoprop (herbicide)*	
Benzotriazole (complexant, produit anticorrosion)*	
Acésulfame (E950) (édulcorant de synthèse)*	
Sucralose (E955) (édulcorant de synthèse)*	<b>Traceurs EU utilisés pour tracer les EU non traitées par une STEP</b>
Caféine (théine)*	
Acethylsulfaméthoxazole (Antibiotique métabolite)**	
Paracetamol (Analgésique)**	
Ibuprofène (Analgésique)**	

\*Traceurs EU selon Götz et al. (2011, [4])  
 \*\*Médicaments éliminés à plus de 80% par les STEP (DGE & DIREV, 2018; [5])

Tab. 2 Substances utilisées pour tracer les eaux usées dans les cours d'eau lausannois en 2019.

Bassin versant	Localisation	Traceurs EU	Traceurs EU non traités
<b>1. Vuachère</b>	Vuachère aval		
	Vuachère centre		
	Vuachère amont		
	Flon aval		
	Flon centre		
	Flon amont		
<b>2. Chandelar</b>	Chandelar aval		
	Chandelar amont		
	Pierre Ozaire		
	Flon- Morand aval		
	Flon-Morand amont		
<b>3. Louve</b>	Louve		
	Rionzi		
	Petit Flon aval		
	Petit Flon amont		
<b>4. Chamberonne</b>	Chamberonne		
	Mèbre aval		
	Mèbre amont		
	Pétause		
<b>5. Talent</b>	Talent aval		
	Talent amont		
<b>6. Bressonne</b>	Bressonne source		

■ Peu ou pas de présence de traceurs eaux usées  
■ Présence de traceurs eaux usées  
■ Présence régulière et en concentration élevée de traceurs eaux usées

Tab. 3 Classement des cours d'eau selon les concentrations des traceurs d'eaux usées mesurées.

rejetant de grandes quantités d'eaux usées en continu peuvent être évalués comme pollués par une simple observation organoleptique (fig. 3).

La méthode comporte trois grandes étapes (fig. 4):

- 1) Définir si un écoulement d'eau a lieu par temps sec dans l'exutoire d'eaux claires, si nécessaire à l'aide de deux dispositifs.
- 2) Si c'est le cas, effectuer un prélèvement d'eau; si ce n'est pas le cas, considérer

l'exutoire comme non pollué par des eaux usées.

- 3) Si un prélèvement est effectué, rechercher la présence de micropolluants traceurs d'eaux usées.

En détail, la première étape consiste à déceler ou non la présence d'un écoulement d'eau à l'exutoire par temps sec. Le réseau d'évacuation des eaux claires sert à évacuer les eaux de ruissèlement, il est normalement uniquement actif pendant et jusqu'à 3 jours après un épisode pluvieux. Certains exutoires peuvent avoir un écoulement continu, y compris par temps sec (raccordement à une nappe phréatique, arrosage de jardins ou un réseau profond de drainage). Pour ces exutoires, il est préférable d'attendre un maximum de jours sans intempérie avant d'effectuer un prélèvement. Les résultats d'analyse permettront potentiellement d'écartier la présence d'eaux usées à l'exutoire (fig. 5). Les exutoires observés sans écoulement d'eau par temps sec sont équipés de deux dispositifs. Ces dispositifs détectent facilement et sans surveillance humaine en continu tous écoulements d'eau à l'exutoire durant la période d'observation. Les dispositifs doivent rester sur place 4 jours minimum et de préférence sur un weekend (utilisation plus régulière des appareils sanitaires privés).

Le premier dispositif se compose d'une éponge compressée, coupée en carrée de 2 cm<sup>2</sup>. Elle est retenue dans la conduite par un fil de nylon. La taille des éponges se décuple en cas de contact avec un liquide et celles-ci conservent définitivement leur nouvelle forme même en cas d'assèchement postérieur à l'écoulement. Cet outil peut être placé dans les exutoires secs mais ne peut pas être utilisé en cas d'humidité résiduelle dans la conduite, car l'éponge absorberait instantanément l'eau lors de la pose. Le résultat obtenu serait alors un faux positif, n'indiquant pas de réel écoulement d'eau. Dans ce cas, un deuxième dispositif a été imaginé, constitué d'une demi-sphère en polystyrène de 5 cm diamètre attachée par un fil de nylon non tendu. Lorsqu'il y a un écoulement d'eau, le polystyrène est emporté en dehors de la conduite et est retenu par le fil de nylon. Son déplacement indique dès lors qu'il y a eu un potentiel écoulement d'eaux usées pendant la période sèche de monitoring. Il peut être placé dans les conduites humides ou en pente faible (fig. 6 et 7). L'emploi des deux dispositifs

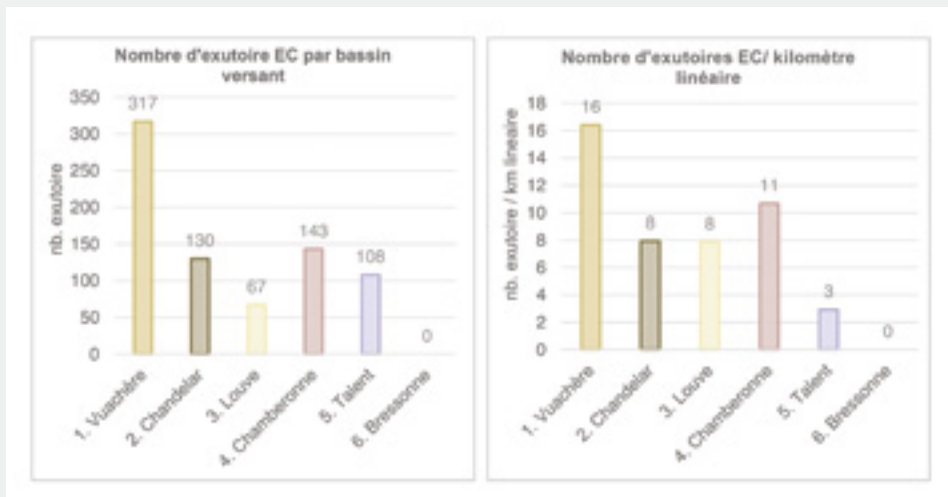


Fig. 2 Nombre d'exutoires d'eaux claires recensés par bassin versant (à gauche) et kilomètre linéaire de cours d'eau (à droite).



Fig. 3 Exemple de pollutions aux eaux usées pouvant être attesté lors de la visite par observation organoleptique (matière fécale, lessive).



Fig. 4 Schéma récapitulatif de l'application de la méthode.

simultanés a aussi souvent été utilisé pour plus de confiance dans l'évaluation. Des événements extérieurs pouvant interférer le résultat des tests, leur interprétation nécessite une attention particulière. Ainsi, les dispositifs peuvent être endommagés ou déplacés hors de l'exutoire par des rongeurs. Un appel d'air dans la conduite peut également pousser les tests à l'extérieur. En cas de doute, il est préférable de réitérer ceux-ci.

Lors des relevés, si aucune réaction des deux dispositifs n'est constatée, l'exutoire est considéré comme n'étant pas pollué. En cas de résultat positif des tests, il est nécessaire de prévoir un moyen permettant de récupérer à tout moment un échantillon des écoulements constatés. En effet, le prélèvement permet de définir la nature de l'écoulement, mais il n'est pas possible de prévoir quand celui-ci aura lieu. Cet échantillonnage doit également être effectué par temps sec (contigu ou non aux dispositifs de détection). Pour ce faire, une bouteille en verre d'un litre est placée à l'exutoire et laissée au minimum 4 jours, de préférence un weekend, afin de récolter de l'eau. Selon la configuration de chaque conduite, des rampes en plexiglas ont été placées «en entonnoir» afin de faciliter la collecte d'eau (fig. 8). L'analyse des micropolluants sur les échantillons prélevés s'appuie principalement sur des substances identifiées comme traceurs d'eaux usées: pesticides/biocides, produits pharmaceutiques, anticorrosifs, additifs industriels, édulcorants de synthèse et caféine. Une concentration élevée d'une ou plusieurs de ces substances attestent de la présence d'eaux usées dans les eaux claires. En cas de trop faible charge en micropolluants, la pollution par les eaux usées ne peut être affirmée et un nouveau prélèvement doit alors être réalisé.

### POLLUTIONS DÉTECTÉES

Entre 2020 et 2021, la méthode décrite au chapitre précédent a été appliquée sur 3 cours d'eau lausannois: la Vuachère et le Flon (bassin versant de la Vuachère) ainsi que la Mèbre (bassin versant de la Chamberonne). Ces cours d'eau ont été sélectionnés en priorité car ils sont fortement pollués par des eaux usées et présentent les plus importantes densités d'exutoires par kilomètre/linéaire facilement parcourables à pied. Ces caractéristiques permettaient de tester la méthode

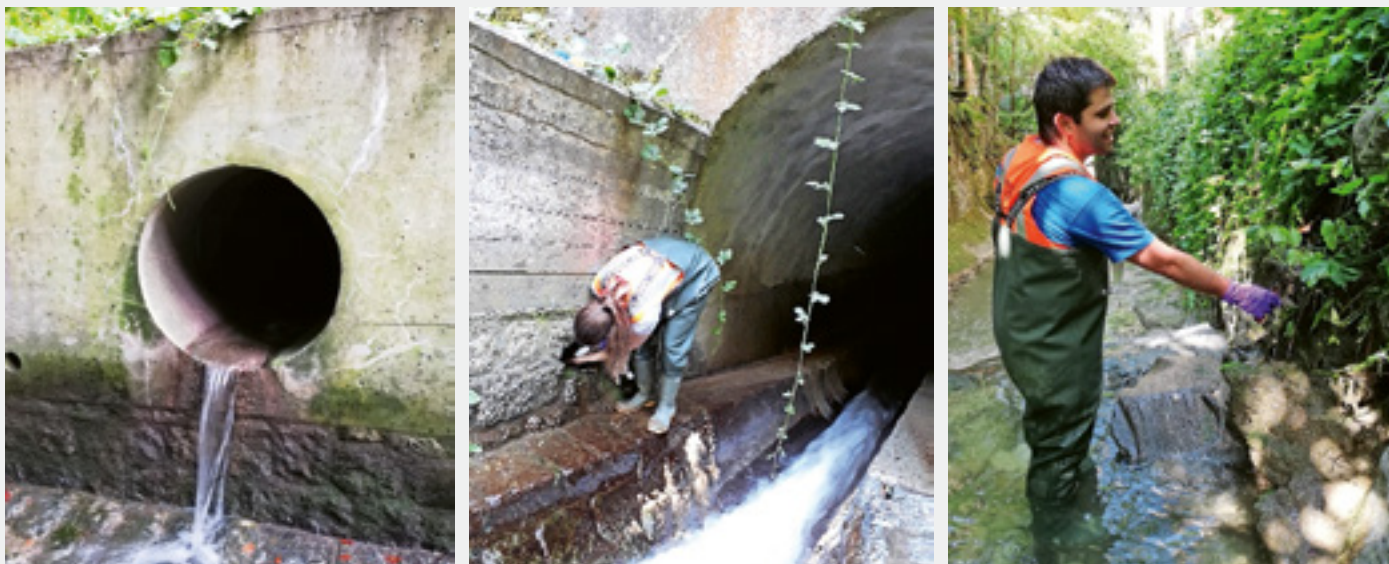


Fig. 5 Prélèvements d'eau ponctuels dans les exutoires d'eaux claires avec des écoulements en continu par temps sec.



Fig. 6 Dispositifs de détection des écoulements d'eau dans les exutoires d'eaux claires: une demi-sphère en polystyrène expansé et une éponge compressée.

Fig. 7 Écoulement détecté lors d'une période météorologique sèche avec les dispositifs de détection, indiquant une potentielle pollution aux eaux usées.

sur un grand nombre d'exutoires. Sur les 242 exutoires d'eaux claires rejetant potentiellement des eaux usées sur la Vuachère, 154 ont été investigués. Selon les observations ou les analyses, 64 d'entre eux déversent des eaux usées dans le cours d'eau et sont donc considérés comme pollués (fig. 9). À l'inverse, 75 ont été déterminé comme non pollué, soit par les dispositifs (41), soit par l'absence de traceurs d'eaux usées dans les analyses (34). Certains exutoires (15) n'ont pas pu être évalués par cette méthode car ils étaient inaccessibles ou immergés dans les cours d'eau.

En ce qui concerne les deux autres rivières investigués, la proportion d'exutoires pollués par les eaux usées semble moins importante que sur la Vuachère. Sur le Flon, seulement 6 exutoires sur les 32 investigués ont montré une pollu-



Fig. 8 Dispositif de l'échantillonnage en continu dans les exutoires d'eaux claires suite à la détection d'un écoulement par temps sec.

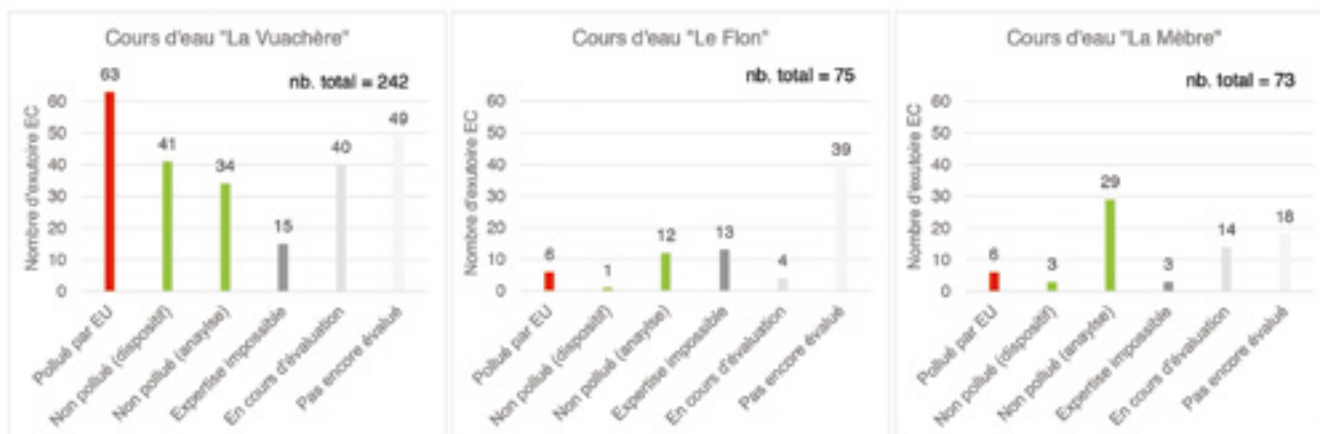


Fig. 9 Résultats de l'application de la méthode de détection des pollutions aux eaux usées dans les cours d'eau de la Vuachère, du Flon et de la Mèbre.

tion et la Mèbre n'en a enregistré que 6 sur 41 prospectés. Ces résultats peuvent s'expliquer par une plus faible densité urbaine autour de ces rivières.

### ZOOM SUR LES MICROPOLLUANTS

Un total de 149 molécules ont été recherchées dans les échantillons prélevés dans des exutoires d'eaux claires: 101 pesticides/biocides, 38 substances pharmaceutiques, 8 autres substances à usages domestiques (additifs industriels, édulcorants de synthèse, caféine) et 1 anticorrosif avec son métabolite. Parmi celles-ci, les traceurs d'eaux usées regroupent 45 substances: médicaments, sucres de synthèse, bisphenol A et S, caféine et DEET (répulsif contre les insectes).

Les traceurs d'eaux usées présents dans les prélèvements des exutoires considérés comme «pollué» étaient proches de 1000 ng/l en moyenne. Dans les échantillons d'eau prélevés aux exutoires classés comme «non pollué», les traceurs d'eaux usées sont régulièrement détectés à des concentrations bien plus faibles, de l'ordre de 30 ng/l en moyenne (fig. 10). Ainsi, les produits pharmaceutiques et autres produits à usage domestique montrent de grande différence en concentration entre les eaux polluées et non polluées, à l'inverse des pesticides sont présents dans les mêmes gammes de concentrations.

Sur les 45 traceurs d'eaux usées, 21 sont quantifiés régulièrement dans les échantillons pollués et représentent la grande majorité des substances détectées (fig. 11). Ainsi, l'acésulfame K, la saccharine, le cyclamate, la metformine, la caféine, le DEET, le sucralose, le paracétamol, le diclofénac et l'hydrochlorothiazide sont quanti-

fiés dans plus de 50% de ces échantillons et dans des concentrations minimales de 250 ng/l en moyenne (fig. 11A). Les échantillons que l'on peut considérer comme «non pollué» montrent une fréquence de quantification en traceurs d'eaux usées nettement inférieure (fig. 11B). En effet, le premier traceur d'eaux usées le plus fréquemment quantifié est l'acésulfame K avec une présence dans 67% des échantillons (respectivement dans 98% des échantillons «pollué») et avec des concentrations nettement inférieures (fig. 11B). Les pesticides apparaissent désormais comme la classe la plus présente dans les échantillons «non pollué».

### CONCLUSION

La problématique du déversement d'eaux usées directement dans les eaux claires

représente une part importante de la pollution se retrouvant dans les rivières traversant la Ville de Lausanne. Celle-ci est d'autant plus inquiétante qu'elle représente un déversement d'eaux usées directement dans les rivières sans passer par une station d'épuration. Ces rejets mettent potentiellement en danger la faune et la flore de ces petits cours d'eau. L'étude menée par le Service de l'eau a permis de mettre au point une méthodologie afin d'identifier et de caractériser les exutoires d'eaux claires situés le long des rivières. En effet, il n'est pas évident de prime abord de savoir si un exutoire rejette des eaux usées par intermittence dans le cours d'eau. Les dispositifs simples et peu coûteux imaginés permettent ainsi d'indiquer la présence ou non de déversements aux exutoires lors de périodes sèches. Ensuite, l'ana-

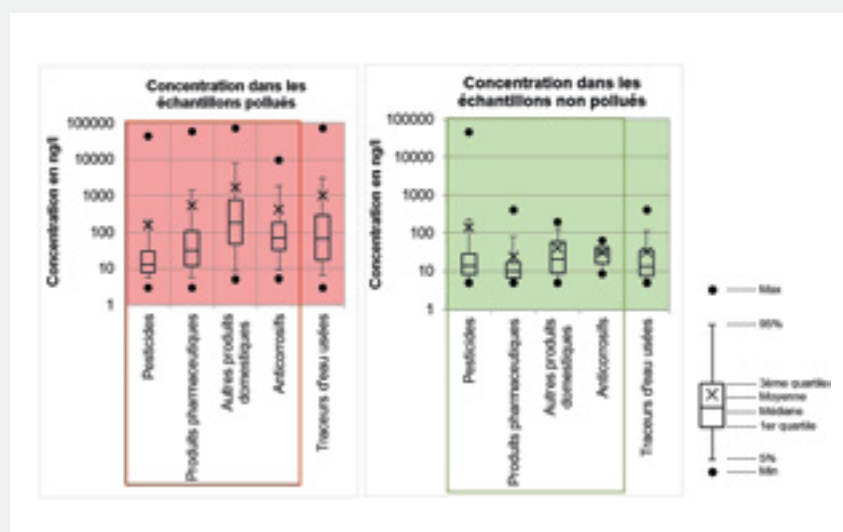


Fig. 10 Distribution de la concentration des micropolluants classés dans 5 catégories. À gauche pour les échantillons considérés comme pollués, et à droite pour les échantillons non pollués par des eaux usées.

lyse des traceurs d'eaux usées dans un échantillon pris sur ces déversements permet, quant à elle, de s'assurer de la présence d'eaux usées dans les rejets et de classer un exutoire comme définitivement pollué.

Toutefois, la méthode peut présenter certaines limites. Il est nécessaire qu'une période de 7 jours consécutifs minimum sans pluie se présente pour appliquer la méthode avec les dispositifs de détection. De plus, la dilution des eaux usées par des eaux claires ponctuels (arrosage, sources, drains) peut rendre difficile le classement de l'exutoire lorsque l'échantillon montre un grand nombre de traceurs d'eaux usées à faible concentration. Il est alors nécessaire de répéter l'échantillonnage jusqu'à obtenir un résultat déterminant. Les résultats ont permis d'identifier de nombreux exutoires rejetant des eaux usées et d'identifier des zones à prioriser pour des futures actions d'assainissement afin d'améliorer la qualité des rivières de Lausanne. En effet, pour stopper ces rejets d'eaux usées il sera encore nécessaire d'en connaître la source afin de corriger la fuite d'une canalisation en mauvais état.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] OFEV (éd.). (2019): *Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau (IBCH\_2019). Macrozoobenthos - niveau R. 1<sup>ère</sup> édition actualisée 2019; 1<sup>ère</sup> édition 2010.* Office fédéral de l'environnement, Berne. *L'environnement pratique* no 1026: 58 p.
- [2] Zeh Weissmann, H.; Köntzer, C.; Bertiller, A. (2009): *Ecomorphologie des cours d'eau suisses. Etat du lit, des berges et des rives. Résultats des relevés écomorphologiques.* Office fédéral de l'environnement, Berne. *État de l'environnement* no 0926: p. 100.
- [3] Liechti, P. (2010): *Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Analyses physico-chimiques, nutriments.* Office fédéral de l'environnement, Berne. *L'environnement pratique* n°1005: 44 p.
- [4] Götz, C.W.; Kase, R.; Hollender, J. (2011): *Micropolluants - Système d'évaluation de la qualité des eaux au vu des composés traces organiques issus de l'assainissement communal.* Étude réalisée sur mandat de l'OFEV, Eawag, Dübendorf
- [5] DGE & DIREV (2018): *Bilan 2018 de l'épuration*

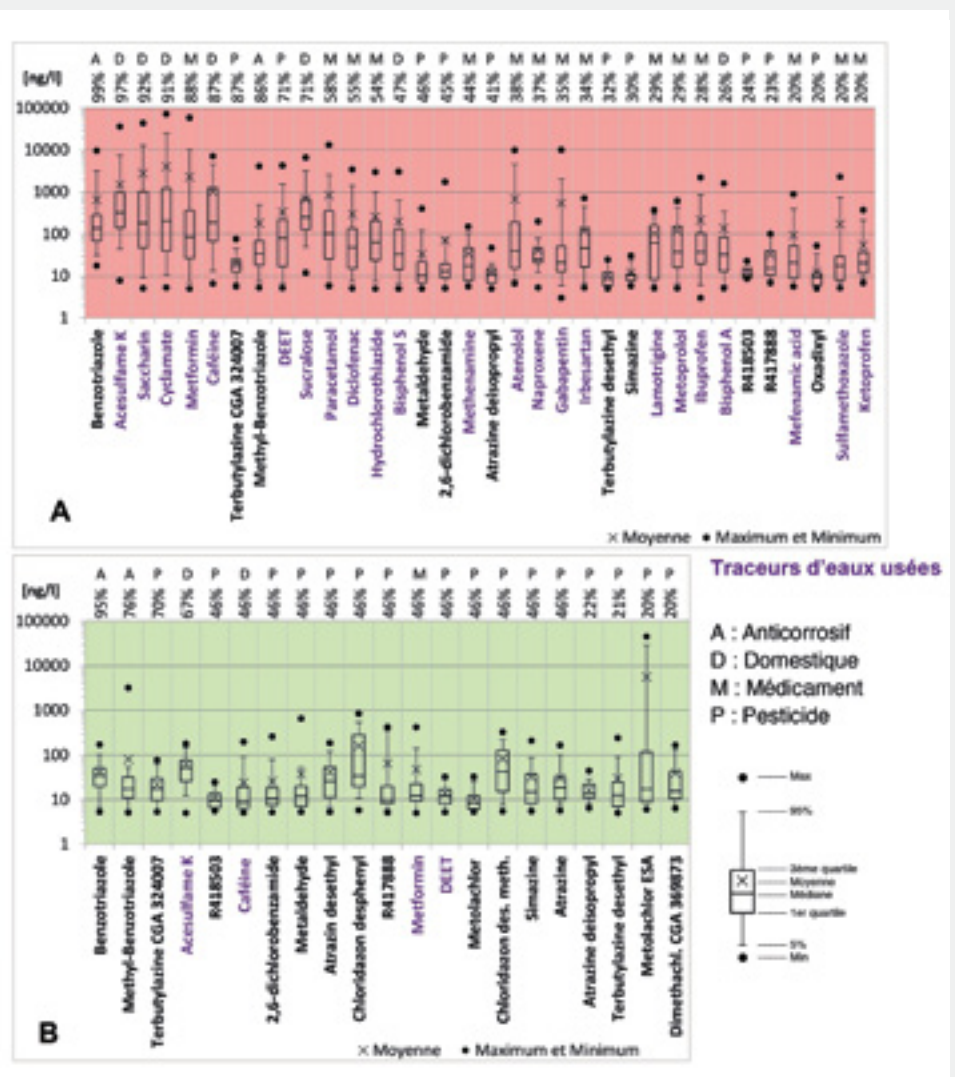


Fig. 11 Distribution des concentrations des substances classées par fréquence décroissante de quantification. Le nombre d'échantillons est d'environ 70 et le % de quantification (nb. > LQ/nb. échantillons) est précisé au-dessus. Les substances en violet sont considérées comme traceur d'eaux usées. A: Exutoires d'eaux claires considérés comme pollués par les eaux usées; B: Exutoires d'eaux claires considérés comme non pollués par les eaux usées.

vaudoise. Etat de Vaud, 70 p. [https://www.vd.ch/fileadmin/user\\_upload/themes/environnement/](https://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/)

[eau/fichiers\\_pdf/DIREV\\_PRE/Bilans\\_2018\\_de\\_l\\_%C3%A9puration\\_vaudoise.pdf](http://eau/fichiers_pdf/DIREV_PRE/Bilans_2018_de_l_%C3%A9puration_vaudoise.pdf).

## > FORTSETZUNG DER ZUSAMMENFASSUNG

es sind ergänzende Untersuchungen nötig. Bei den Mikroverunreinigungen, die in den als verschmutzt eingestuften Proben gefunden wurden, handelt es sich hauptsächlich um Pharmazeutika, synthetische Süsstoffe, Koffein und industrielle Zusatzstoffe.

# GEP IM PRAXISTEST: FUNDIERTE AUSSENSICHT SOWIE ÜBERZEUGENDE SCHLÜSSE FÜR DIE NACHFÜHRUNGEN

**Der Rechnungshof (Cour des Comptes) des Kantons Waadt durchleuchtete in umfangreichen Audits Qualität und Umfang von Generellen Entwässerungsplänen (GEP) sowohl von Gemeinden als auch von Abwasserverbänden. Die durch die unabhängige Behörde festgestellten Defizite bei den Erst-GEP sowie die formulierten Verbesserungsmassnahmen für die anstehenden GEP-Nachführungen beeindrucken die Fachwelt durch Klarheit und Stringenz.**

Stefan Hasler \*, VSA

Den Begriff «GEP» kennt ausserhalb der kleinen Siedlungsentwässerungswelt kaum jemand. Umso überraschender, dass die Cour des Comptes des Kantons Waadt (s. Box) eine sehr gründliche Prüfung von kommunalen als auch von Verbands-GEP durchführte und gleichzeitig die Rolle des Kantons als Aufsichtsbehörde analysierte. Sauberes Wasser betreffe alle, begründet die Behörde ihre Wahl, zudem werde mit den GEP-Massnahmen das beträchtliche Volksvermögen von rund 7 Mia. Franken gesteuert und bewirtschaftet.

## FRAGESTELLUNGEN DER GEP-AUDITS

Die Hauptfrage der Prüfung lautet wie folgt:

*«Sind die GEP geeignet, in den Gemeinden einen sachgemässen Gewässerschutz und eine zweckmässige Siedlungsentwässerung zu gewährleisten (gemäss GSchV, Art. 5 Abs. 1)?»*

Zur Beantwortung dieser Hauptfrage wurden drei Fragen mit jeweils mehreren Unterfragen definiert:

Frage 1: Waren die Gemeinden und der Kanton bei der Erstellung und Aktualisierung der GEP effizient und konform?

- Erfüllen die GEP die gesetzlichen und fachlichen Kriterien?
- Wurden die GEP aktualisiert?
- Dienen die GEP als Grundlage für die Gebührenberechnung und berücksichtigen sie dabei den Werterhalt und den Wiederbeschaffungswert der bestehenden Anlagen sowie den zukünftigen Bedarf?
- Hat der Kanton seine Aufsichtsfunktion erfüllt?

Frage 2: Waren die Gemeinden bei der Umsetzung der in ihrem GEP festgelegten Massnahmen effizient?

- Wurden die in den GEP festgelegten Massnahmen umgesetzt?
- Wurde die Konformität des Kanalnetzes überprüft?
- Besteht zu den ergriffenen Massnahmen eine Erfolgskontrolle?

\* Kontakt: stefan.hasler@vsa.ch

Frage 3: War der GEP für die Gemeinden und den Kanton ein erfolgreiches Werkzeug zur Wahrnehmung ihrer Gewässerschutzaufgaben?

- Sind die GEP für die Gemeinden als Instrument für die Planung und Bewirtschaftung der Abwasseranlagen nützlich und nutzbar?
- Berücksichtigen die GEP die interkommunale Koordination mit dem Ziel, die Entwässerungsnetze zu optimieren?
- Stellen die GEP Geodaten bereit, die den eidgenössischen Anforderungen entsprechen?
- Sind die GEP für den Kanton nützlich und verwertbar?

Bereits diese Fragestellungen zeigen, dass die Behörde, die ja a priori nicht über Fachwissen im Bereich der Generellen Ent-

## COUR DES COMPTES

Seit 2003 ist die Cour des Comptes (Rechnungshof) in der Waadtländer Verfassung verankert. Diese unabhängige Behörde kontrolliert die effiziente Verwendung aller öffentlichen Gelder (Kanton, Gemeinden und Subventionsempfänger). Dazu überprüft der Rechnungshof alle Tätigkeiten der öffentlichen Hand bez. Einhaltung der Grundsätze der Sparsamkeit, der Wirksamkeit, der Effizienz und der Nachhaltigkeit (subsidiär Legalität und Ordnungsmässigkeit). Damit will der Kanton das Vertrauen der Bevölkerung in die Leistungsfähigkeit der öffentlichen Hand fördern.

In den Jahren 2020/2021 führte der Rechnungshof Audits im Bereich der Generellen Entwässerungspläne (GEP) durch. Dazu wurde eine Stichprobe von acht kommunalen GEP (Avenches, Bex, Lausanne, Morges, Premier, Puidoux, Vevey, Villars-le-Terroir) und drei Verbands-GEP analysiert (Lavaux, ACPRS; Vallon du Nozon, AIVN; La Côte, APEC). Neben obigen Aspekten wurde auch die Qualität der erstellten GEP-Unterlagen, die Einhaltung der nationalen Vorgaben (GSchV, VSA-Richtlinie resp. VSA-Musterpflichtenheft, Minimales Geodatenmodell GEP) sowie der Stand der Umsetzung der in den GEP vorgesehenen Massnahmen überprüft. Der Rechnungshof formuliert sehr klare Empfehlungen sowohl an Gemeinden und Abwasserverbände als auch an den Kanton als Aufsichtsbehörde. Die Prüfberichte des Rechnungshofs sind öffentlich und können frei eingesehen werden: [www.vd.ch/cdc](http://www.vd.ch/cdc)

Für den Bereich GEP sieht auch eine Zusammenfassung in Form eines Videos zur Verfügung.

Lizenz für Pamela Bauer, p.bauer@hagenbucher.ch  
TMH Hagenbucher AG, Zürich



Sowohl GEP-Richtlinie und -Ordner (links) als auch das GEP-Musterpflichtenheft (rechts) des VSA waren für die von der Cour des Comptes durchgeführten Audits eine zentrale Grundlage.



Zeitstrahl für den GEP Vevey. Zum Zeitpunkt der Genehmigung des Pflichtenhefts (Ende 2002) lagen sowohl die GEP-Richtlinie des VSA (1991) als auch die kantonale Richtlinie (1999) vor. Die GEP-Bearbeitung dauerte 13 Jahre. 2011 publizierte der VSA das GEP-Musterpflichtenheft.

wässerungsplanung verfügt, sich sehr vertieft in die Materie eingearbeitet hat und in der Lage ist, die «richtigen» Fragen zu stellen.

Bei der Beurteilung berücksichtigt die Cour des Comptes, wann welche nationalen Vorgaben publiziert wurden und wie diese Vorgaben in den GEP einfließen. Da alle elf untersuchten GEP zeitlich unterschiedlich abliefen, fallen auch die Empfehlungen der Cour des Comptes bezüglich Einhaltung nationaler Vorgaben individuell und sehr unterschiedlich aus.

#### AUS AUDITS GEZOGENE SCHLÜSSE

Die erste Frage, ob die Gemeinden und der Kanton bei der Erstellung und

Aktualisierung der GEP effizient und konform waren, beurteilt die Cour des Comptes insgesamt positiv: Von den elf überprüften GEP sind nur die beiden ältesten unvollständig. Allerdings wurden nicht in jedem GEP die Unterlagen erstellt, die für eine zuverlässige und langfristige Abschätzung der Abwassergebühren notwendig wären. Auch die Aktualisierung der GEP-Unterlagen ist noch nicht in allen Gemeinden institutionalisiert. Bezüglich Umsetzung der in den GEP vorgesehenen Massnahmen stellt die Cour des Comptes

fest, dass im Allgemeinen die kurzfristig terminierten Arbeiten durchgeführt wurden, während die mittel- bis langfristigen Arbeiten häufig mit anderen kommunalen Projekten koordiniert werden mussten und dadurch in vielen Fällen verzögert wurden. Die Zustandserfassung mittels Kanalfernsehen war teilweise lückenhaft und soll in der GEP-Nachführung vervollständigt werden. Dabei sollen auch der Zustand der privaten Abwasseranlagen erfasst und wo nötig die notwendigen Sanierungs-



Auch in anderen Kantonen gibt es Defizite bei der Umsetzung der GEP-Massnahmen und bei der Erfolgskontrolle durch die Gemeinden. Der Kanton Jura detektierte im Jahr 2008 in der Ajoie insgesamt 50 sanierungsbedürftige Einleitstellen. Gründe dafür waren vorwiegend Fehlan schlüsse (s. Foto), mangelnde Überwachung und Wartung der Anlagen (verstopfte Drosselorgane) oder zu häufige Entlastungen von Mischabwasser. Zwölf Jahre später zeigte eine erneute Untersuchung, dass nach wie vor 30 Einleitstellen Handlungsbedarf aufweisen. Einige davon hätten seit der Untersuchung 2008 längst saniert sein müssen.

(©Office de l'environnement des Kantons Jura)

massnahmen angeordnet werden. Die systematische Erfolgskontrolle bei durchgeführten Massnahmen sollte verbessert werden.

Zur Frage, ob die GEP für die Gemeinden und den Kanton ein erfolgreiches Werkzeug zur Wahrnehmung ihrer Gewässerschutzaufgaben war, zieht die Cour des Comptes eine durchgezogene Bilanz: Die Erst-GEP hätten zwar eine Bestandsaufnahme und Planung der notwendigen Arbeiten ermöglicht. Allerdings seien die Zustandsaufnahmen der öffentlichen Abwasseranlagen oft lückenhaft, so dass die Grundlage für eine langfristige Gebührenplanung sowie eine saubere Investitionsplanung fehlten. Auch die Aktualisierung der GEP-Unterlagen im Sinne einer rollenden Planung müsse verbessert werden. Um die Kanalisationsnetze zu optimieren und die Oberflächengewässer zu schützen, dränge sich nun die Bewirtschaftung nach ARA-Einzugsgebieten auf. Weil der Kanton diverse Regionalisierungsprojekte verfolgt und die Anzahl ARA entsprechend abnehmen wird, seien die Gemeinden aufgefordert, sich im Rahmen der ARA-Einzugsgebiete besser zu koordinieren. Der Kanton müsse Anreize schaffen, um die Gemeinden und Verbände dazu zu ermutigen.

#### FORMULIERTE VERBESSERUNGSMASSNAHMEN

Basierend auf den Audits adressiert die Cour des Comptes folgende Verbesserungsmassnahmen an die Gemeinden:

- Die Inspektionen mit Kanalfernsehen sowie die Aufnahme der GEP-Daten

gemäss VSA-DSS sollen intensiviert werden.

- Die Abwassereinleitstellen in Fließgewässer und Seen sollen besser überwacht werden.
- Die Versickerung und Retention des unverschmutzten Regenabwassers sollen gefördert werden.
- Die teilweise vorgesehene komplette Umstellung auf Trennsystem soll kritisch hinterfragt werden.

Über diese generellen Schlüsse hinaus empfiehlt die Cour des Comptes nicht weniger als 70 konkrete und sehr fundierte Verbesserungsmassnahmen. Die Auditierten (also Gemeinden, Abwasserverbände und Kanton) haben 67 dieser Verbesserungsmassnahmen akzeptiert. Die Cour des Comptes bemängelt aber nicht nur die in den Erst-GEP festgestellten Defizite, sondern macht auch konkrete Empfehlungen, was im Rahmen der anstehenden GEP-Aktualisierungen (GEP 2.0) besser gemacht werden sollte. Besonders interessant sind die sieben Empfehlungen an den Kanton:

- Für die GEP-Aktualisierungen eine Neueinteilung des Kantonsgebiets nach ARA-Einzugsgebieten in Betracht ziehen (vgl. GEP-Musterpflichtenheft des VSA) und die nötigen finanziellen Anreize setzen (z.B. Subventionen).
- GEP-Informationsprozess für Ingenieurbüros und Gemeindebetriebe aufbauen (evtl. Teilnahme am VSA-Kurs «Fachperson GEP» fördern). Die durch den Kanton empfohlenen Best Practices unter den Ingenieurbüros verbreiten.



Bei ihrer Empfehlung an die Gemeinden, bei der GEP-Nachführung auch den Zustand der privaten Abwasseranlagen zu erfassen und wo nötig die notwendigen Sanierungsmassnahmen anzuordnen, stützt sich die Cour des Comptes auf die VSA-Empfehlung «Grundstücksentwässerung».

- Gemeinden stärker begleiten und engere Rahmenbedingungen bez. GEP-Aktualisierung setzen, dokumentierte Selbstkontrolle der GEP-Aktualisierungen verlangen. Schrittweise Umsetzung von «GEP-Checks», je nach Priorität des betroffenen ARA-Einzugsgebiets.
- Anforderungen an GEP-Daten (bez. Format, Inhalt, Verfügbarkeit) für Gemeinden und Verbände definieren und diese Anforderungen in die GEP-2.0-Richtlinie aufnehmen. Erstellung eines



Nach wie vor stellen Entlastungen von Mischabwasser eine grosse Belastung für die Gewässer dar. Die Cour des Comptes empfiehlt den Gemeinden, Versickerung und Retention des unverschmutzten Regenabwassers (auch im Bestand) verstärkt zu fördern, damit die Entlastungsmengen langfristig vermindert werden können.

(© S. Hasler/VSA)



	Verband	Gemeinde
Gesamtleitung	●	
Organisation der Abwasserentsorgung	●	
Datenbewirtschaftung	●	
Anlagenkatalog		●
Zustand, Sanierung und Unterhalt		●
Gerätee	●	
Fremdwasser	●	
Gefahrenvorsorge	●	
Finanzierung		●
Abwasserentsorgung im ländlichen Raum		●
Entwässerungskonzept	●	
Massnahmenplan	●	●

Seit 2011 empfiehlt der VSA in seinem GEP-Musterpflichtenheft, gewisse GEP-Teilprojekte auf Ebene des ARA-Einzugsgebiets durchzuführen (vereinfachte Darstellung). Die Cour des Comptes greift dies auf und empfiehlt dem Kanton Waadt, eine Neueinteilung des Kantonsgebiets nach ARA-Einzugsgebieten in Betracht zu ziehen und mit finanziellen Anreizen sicherzustellen, dass die GEP-Aktualisierungen weitgehend auf Stufe ARA-Einzugsgebiet erfolgen.

Datenverwaltungskonzepts gemäss GEP-Musterpflichtenheft des VSA verlangen. Instrument zur Selbstkontrolle der Daten zur Verfügung stellen (vgl. GEP-Datachecker des VSA, SIRE<sup>1</sup>-Checker).

- Im Rahmen der Pflichtenhefte der GEP 2.0 Orientierungshilfen hinsichtlich der anzuwendenden hydraulischen Modelle geben, die von den Charakteristiken der Gemeinde (insbesondere ihrer Grösse) abhängen.
- Im Rahmen der kantonalen GEP-2.0-Richtlinie Vorgaben bez. Berechnung des Wiederbeschaffungswerts der Abwasseranlagen machen, um die im Kanton angewandte Methode zu harmonisieren.
- GEP für die kantonalen und kommunalen Behörden verbindlich erklären, nachdem sie von diesen genehmigt wurden.

**FAZIT AUS SICHT VSA**

Aus Sicht des VSA zieht die Cour des Comptes eine bewundernswert stringente Bilanz über die bisherigen GEP. So stellt sie etwa fest, dass die erste Generation von GEP bez. Form und Inhalt sehr heterogen sind.

<sup>1</sup> SIRE steht für « Système d'information des réseaux d'eau ». Es handelt sich um ein kantonales GIS, das alle Trinkwasseranlagen enthält und von der kantonalen Gebäudeversicherung sowie vom Kanton betrieben und finanziert wird.

Dies erschwere einerseits einen kantonsweiten Vergleich und verunmögliche eine reibungslose Zusammenführung auf regionaler Ebene, die der Kanton für die laufenden Regionalisierungen benötige (Stichwort ARA-Zusammenschlüsse). Es werden auch absolut stichhaltige Schlüsse gezogen. Insbesondere die oben wiedergegebenen Empfehlungen an den Kanton gelten nicht nur in der Waadt, sondern können allen Kantonen als Leitlinien dienen (wo nicht bereits umgesetzt). Den VSA freut es insbesondere, dass die Cour des Comptes dem Datenmanagement eine so hohe Bedeutung zuweist und dem Kanton nahelegt, Anforderungen an GEP-Daten bez. Format, Inhalt und Ver-

fügbarkeit zu stellen und bei jedem GEP ein Datenverwaltungskonzept gemäss GEP-Musterpflichtenheft des VSA zu verlangen.

Der VSA ist auch überrascht (und gleichzeitig ein bisschen stolz darauf), welches Gewicht die Cour des Comptes dem VSA-Regelwerk zumisst. Dies obwohl der VSA in der Romandie (noch) etwas weniger bekannt ist als in der Deutschschweiz. Die Cour des Comptes nimmt sowohl die GEP-Richtlinie 1991 und das GEP-Musterpflichtenheft 2011 als auch das VSA-Datenmodell (VSA-DSS-mini) als Standard und bewertet Abweichungen davon negativ. Dies zeigt einmal mehr, dass dem VSA-Regelwerk in der Praxis



Die Cour des Comptes empfiehlt dem Kanton Waadt, die Teilnahme am VSA-Kurs «Fachperson GEP» zu fördern. Dieser besteht aus drei je zweitägigen Modulen (s. Titelblätter oben).

Fachperson Daten der Siedlungsentwässerung (SE)		
<b>Datenmanagement SE</b> <b>1 Tag</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitales Infrastrukturmanagement / smart city</li> <li>- VSA-Unterlagen für das Datenmanagement</li> <li>- Datenbewirtschaftungskonzept</li> <li>- Organisation der Datenbewirtschaftung</li> <li>- Qualitätssicherung</li> <li>- Praxisbeispiele</li> </ul>	<b>Datenbewirtschaftung SE</b> <b>2 Tage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen (relevante Standards)</li> <li>- Erfassungsrichtlinie der wichtigsten Themen: Kataster, Entwässerungssysteme, Massnahmen</li> <li>- Exkursion, Praxisbeispiel Sonderbauwerke</li> <li>- Erfassungsübungen</li> <li>- Qualitätssicherung</li> </ul>	<b>Datenaustausch SE</b> <b>2 Tage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Austauschformate und Anwendung</li> <li>- Umgang mit Modellerweiterungen</li> <li>- Internes und externes Schema</li> <li>- Umwandlung nach Interlis-Schnittstelle</li> <li>- Transformation zwischen versch. Datenmodellen</li> <li>- GEP-Datachecker, Qualitätsprüfung, Integration in der Datenbewirtschaftung</li> </ul>
schriftliche Abschlussarbeit		

Angesichts der von der Cour des Comptes beanstandeten Defizite im Bereich Datenmanagement wird der VSA abklären, ob der in der Deutschschweiz angebotene Kurs «Fachperson Daten der Siedlungsentwässerung» nicht auch für die Romandie angeboten werden soll.

**KURS «BLICK INS GEWÄSSER»**

Der Kurs richtet sich an alle Personen, die für Betrieb und Unterhalt von Kanalnetz und Entlastungsbauwerken verantwortlich sind und regelmässig Funktionskontrollen durchführen. Bei der Funktionskontrolle handelt es sich um eine periodische Kontrolle zur groben Identifikation von offensichtlichen Defiziten und Fehlfunktionen der Mischabwasserentlastungsanlagen.

Der VSA bietet den Kurs mehrmals pro Jahr an; die Kursorte sind über die ganze Schweiz verteilt. Für Gruppen zwischen 5 und 15 Personen sind auf Anfrage auch individuelle Kurse möglich.

Aktuelle Kurse

[vsa.ch/schulungen-und-veranstaltungen/fachkurse/blick-ins-gewaesser/](http://vsa.ch/schulungen-und-veranstaltungen/fachkurse/blick-ins-gewaesser/)



eine hohe Bedeutung zukommt, obwohl der VSA keine Normen publiziert. Das freut und spornt uns an, im Rahmen der laufenden Erarbeitung der Richtlinie «Stand der Technik bei der Bewirtschaftung des Gesamtsystems Kanalnetz – ARA – Gewässer» sowie der Überarbeitung des GEP-Musterpflichtenhefts neue zukunftsträchtige Standards zu setzen, bspw. bezüglich:

- Umgang mit Oberflächenabfluss
- Schwammstadt (u. a. Bestimmung der Flächen, die potenziell von der Kanalisation abgekoppelt werden können)
- Integrale Bewirtschaftung Kanalnetz – ARA – Gewässer
- Optimale Ausnutzung der ARA-Kapazität (zur Reduktion der Mischabwasserentlastungen)
- Ausrüstung der Sonderbauwerke mit Messtechnik
- Übertragung, Auswertung und Reporting von Mess- und Betriebsdaten

Dass die Cour des Comptes den Gemeinden empfiehlt, ihre Abwassereinleitstellen in Fließgewässer und Seen besser zu überwachen, zeigt, dass wir mit der im Modul G der Richtlinie «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» neu geschaffenen Funktionskontrolle für Mischabwasserentlastungsanlagen absolut richtig lagen.

In diesem Sinne legen wir allen verantwortlichen Kanalnetzbetreibern nahe, ihr Unterhaltspersonal in den Kurs «Blick ins Gewässer» zu schicken (s. Box). Dort lernen sie, wie die Funktionskontrolle durchgeführt wird, wie sie Auswirkungen von Mischabwassereinleitungen aus der Siedlungsentwässerung auf Fließgewässer feststellen und wie die erhobenen Daten aufgenommen, verwaltet und interpretiert werden.

**RÉSUMÉ****PGEE SOUS LA LOUPE: VISION EXTÉRIEURE PERTINENTE ET CONCLUSIONS PERCUTANTES POUR LA MISE À JOUR**

La Cour des comptes vaudoise a audité les PGEE de huit communes et trois associations intercommunales. La surveillance par le Canton a également été examinée. Des mesures d'amélioration sont préconisées afin de renforcer la protection des eaux, développer une meilleure connaissance de l'état des réseaux et préparer la seconde génération de PGEE.

Conformément à l'Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux), les communes et associations de communes sont tenues d'élaborer un PGEE. Celui-ci est un outil dynamique de gestion et de planification de l'évacuation des eaux usées et des eaux claires. Entre 1997 et 2019, environ 400 PGEE ont été établis dans le canton. Cette première génération de PGEE se caractérise toutefois par une grande diversité de forme et de contenu, qui ne facilite pas leur comparaison.

Le premier axe d'audit porte sur l'établissement et la tenue à jour des PGEE. Sur l'échantillon des onze PGEE audités, seuls les deux les plus anciens sont incomplets. Des recommandations sont adressées au Canton en vue d'un accompagnement renforcé auprès des communes et d'orientations aux bureaux techniques en vue d'une harmonisation des

pratiques (notamment les modèles hydrauliques et le calcul de la valeur économique de remplacement, sur laquelle se basent les taxes).

Le deuxième axe d'audit porte sur la mise en œuvre des mesures prévues dans les PGEE. De manière générale, les travaux nécessaires à court terme ont été réalisés, alors que les travaux à moyen et long terme ont souvent dû se coordonner avec les autres projets communaux. Pour la plupart des entités auditées, il faut intensifier les inspections des canalisations et mettre en place un suivi des rejets dans les lacs et ruisseaux. Dans les petites et moyennes communes, l'infiltration ou la rétention des eaux claires devraient être encouragées. Afin de faciliter leur mise en œuvre et leur tenue à jour, ces PGEE devraient être contraignants pour les autorités cantonales et communales.

Le troisième axe d'audit vise à déterminer si les PGEE remplissent suffisamment leur fonction d'outil de gestion pour les communes et le Canton. Les premiers PGEE ont effectivement permis de faire un état des lieux et de planifier les travaux nécessaires. Afin d'optimiser les réseaux et de protéger les eaux superficielles,

la gestion par bassin versant de STEP s'impose désormais et le nombre de STEP va diminuer avec les projets de régionalisations visant au traitement des micropolluants. Les communes sont donc invitées à mieux se coordonner dans le cadre des bassins versants de STEP et le Canton doit envisager des incitatifs pour les y encourager.

En outre, en vue de l'échange des données entre communes, ainsi qu'avec la Confédération à l'échéance de 2023, le Canton doit définir clairement ses exigences relatives aux géodonnées et les communes sont d'ores et déjà invitées à appliquer le modèle VSA-SDEE (qui concerne également les canalisations privées).

Au total, 70 recommandations sont adressées aux communes, aux associations et au Canton, dont 67 sont acceptées par les entités auditées. Les rapports complets et leurs synthèses sont librement accessibles sur le site de la Cour des comptes du canton de Vaud : [www.vd.ch/cdc](http://www.vd.ch/cdc). On y trouve également un document de base contenant toutes les informations générales, communes aux cinq rapports d'audit et une vidéo résumant les résultats principaux des audits.



**2500  
BAR**

## KALK IM ROHR? GRABENLOSE LÖSUNGEN MIT WASSERHÖCHSTDRUCK!



Die **Mecana Umwelttechnik GmbH** ist seit über 50 Jahren in der Abwasserwirtschaft tätig. Seit der Gründung werden stetig wegweisende Technologien entwickelt und neue Patente angemeldet. Wir suchen Verstärkung in unserer F&E-Abteilung. Unterstützen Sie unser Team in Reichenburg (Schweiz) zum nächstmöglichen Zeitpunkt als:

### Entwicklungsingenieur (m/w/d)

Für Informationen zur Tätigkeit und dem Anforderungsprofil bitte scannen oder Link aufrufen



<https://www.mecana.ch/de/ueber-uns/offene-stellen>

#### Interesse?

Haben wir Ihr Interesse an dieser vielseitigen und spannenden Tätigkeit geweckt? Übersenden Sie uns Ihre Bewerbungsunterlagen postalisch oder elektronisch per E-Mail an Frau Van Reenen (s.vanreenen@mecana.ch).

[www.mecana.ch](http://www.mecana.ch)  
Mecana Umwelttechnik GmbH | [info@mecana.ch](mailto:info@mecana.ch)

In den Bereichen Bauingenieurwesen, Kulturtechnik, Tiefbau und Geomatik stellt unser motiviertes Team an 3 Standorten (Konolfingen, Münsingen, Langnau i.E) seit über 50 Jahren ein vielseitiges und umfassendes Leistungsangebot zur Verfügung.

Wir suchen nach Vereinbarung

#### Projektleiter / in Siedlungsentwässerung

##### Ihre Aufgaben

- Leitung und Bearbeitung von Bauprojekten im Bereich allgemeiner Tiefbau, insbesondere Siedlungsentwässerung / GEP

##### Ihr Profil

- Abgeschlossenes Studium als Bauingenieur / in FH, Techniker Ausbildung oder ein vergleichbarer Hintergrund
- Zielorientierte Arbeitsweise, Teamfähigkeit
- Bereitschaft zur Pflege der Kontakte zu Bauherren und Behörden
- Sicherheit im mündlichen und schriftlichen Ausdruck

##### Wir bieten

- Motiviertes Team in gut organisiertem Betrieb
- Abwechslungsreiche Tätigkeit mit individuellen Entwicklungsmöglichkeiten
- Kompetente Einarbeitung, zukunftssicherer Arbeitsplatz
- Flexibles Arbeitszeitmodell, attraktive Anstellungsbedingungen

##### Kontakt

Herr P. Schmalz gibt Ihnen gerne weitere Auskünfte.  
Wir freuen uns auf Ihre schriftliche Bewerbung mit den üblichen Unterlagen.



Schmalz Ingenieur AG  
Kirchweg 1  
3510 Konolfingen  
T: 031 790 22 22  
Mail: [paul.schmalz@schmalzing.ch](mailto:paul.schmalz@schmalzing.ch)

# AGENDA

## APRIL | MAI

### H2-FORUM BERLIN 2022

Green Hydrogen Society –  
Gigawatt Scaling for EU's CO<sub>2</sub> Neutrality  
4.–5. April | Berlin (D)  
[www.h2-forum.eu](http://www.h2-forum.eu)

### ENERGISSIMA

Messe für nachhaltige Lösungen  
28. April – 1. Mai | Bulle  
[www.energissima.ch](http://www.energissima.ch)

### SWISSBAU

3.–6. Mai | Basel  
[www.swissbau.ch](http://www.swissbau.ch)

### CEOCOR-KONGRESS

17.–20. Mai | online  
[www.sgk.ch](http://www.sgk.ch)

## JUNI

### IFAT 2022

Weltleitmesse für Wasser-, Abwasser-,  
Abfall- und Rohstoffwirtschaft  
30. Mai – 3. Juni | München (D)  
[www.ifat.de](http://www.ifat.de)

### AQUAPRO 2022

B2B-Plattform für Fachkräfte im Wasser  
8.–10. Juni | Bulle  
[www.aqua-pro.ch](http://www.aqua-pro.ch)

### E-WORLD

energy & water  
21.–23. Juni | Essen (D)  
[www.e-world-essen.com](http://www.e-world-essen.com)

## AUGUST | SEPTEMBER

### 10. BERNER WSSERTAG

Klimaveränderung: Umgang mit Extremen  
30. August | Bern  
[www.bvd.be.ch](http://www.bvd.be.ch)

### IWA WORLD WATER CONGRESS & EXHIBITION

Water for Smart Liveable Cities  
11.–15. September | Kopenhagen (DK)  
[www.worldwatercongress.org](http://www.worldwatercongress.org)

## TRINATIONALE KONFERENZ: GRÜNER WASSERSTOFF

*Datum* 5. April 2022  
*Ort* Basel und online  
*Info* [www.trion-climate.net](http://www.trion-climate.net)

Nach dem Erfolg des ersten grenzüberschreitenden Treffens der Gasindustrie in Strassburg, organisiert *TRION-climate* einen zweiten trinationalen Austausch in Basel. Dieser Event wurde von *GRTgaz* initiiert und wird vom Schweizer Verband der Gasindustrie, den Industriellen Werken Basel (IWB) und der Energiedienst  *Holding AG* sowie weiteren *TRION-climate*-Vereinsmitgliedern unterstützt. Nach einer Keynote von *Marc-Antoine Eyt-Mazzega*, Direktor des Zentrums für Energie und Klima beim Französischen Institut für Internationale Beziehungen IFRI, werden drei Themenblöcke angeboten:

- Von der Forschung zur Produktion: Leuchtturmprojekte in der Grenzregion
- Wasserstoffbedarf am Oberrhein und Herausforderungen an die Logistik
- Die Sichtweise der Gaswirtschaft: eine trinationale Gegenüberstellung

*Beat Jans*, Regierungspräsident des Kantons Basel-Stadt und Vorsitzender der Oberrheinkonferenz 2022 wird die



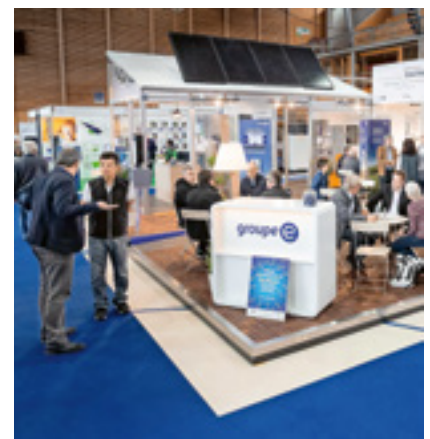
*Grüner Wasserstoff steht im Zentrum des trinationalen Austauschs in Basel. Vorgestellt werden Pilotprojekte und Perspektiven am Oberrhein.* (©balakate/123RF.com)

Ergebnisse abschliessend zusammenfassen und einen Ausblick für die grenzüberschreitende Zusammenarbeit am Oberrhein geben.

## 10. ENERGISSIMA

*Datum* 28. April – 1. Mai 2022  
*Ort* Espace Gruyère AG, Bulle  
*Info* [www.energissima](http://www.energissima)

Vom Bauen bis zum Velo – an der Jubiläumsausgabe der *energissima* sind alle Akteure der Energiewende vertreten. Über 120 Aussteller werden erwartet, um vom 28. April bis 1. Mai in Bulle topaktuelle Lösungen der erneuerbaren Energien und der Energiewende vorzustellen. Die 10. Ausgabe der Messe *energissima* hätte bereits im April 2020



*Die 10. energissima bietet den Besucherinnen und Besuchern Gelegenheit, Produkte und Dienstleistungen der Energiewende zu entdecken.* (©energissima, Bulle 2018)

stattfinden sollen. Coronabedingt wurde sie verschoben.

*energissima* ist die einzige Publikumsmesse in der Romandie, die sich ausschliesslich effizienten Produktions- und Verbrauchsmethoden für erneuerbare Energieträger beim Bauen, Wohnen und bei der Mobilität widmet.

# FORMATION

## CEOCOR 2022 – VIRTUELL AUS DER SCHWEIZ

*Datum* 17.–20. Mai 2022

*Info* [www.sgk.ch](http://www.sgk.ch)  
[www.ceocor.lu](http://www.ceocor.lu)

Die Wissenschaftsvereinigung *Ceocor* richtet ihren jährlichen internationalen Kongress mit technischer Ausstellung und Arbeitsgruppensitzungen virtuell in der Schweiz vom 17. bis 20. Mai aus. Organisiert wird der diesjährige Anlass von der SGK, der Schweizerischen Gesellschaft für Korrosionsschutz.



Im Mittelpunkt stehen der internationale Erfahrungsaustausch und die Vermittlung von neusten Erkenntnissen im Bereich des Korrosionsschutzes. Der erste und letzte Tag des Anlasses ist für die Online-Sitzungen der Arbeitsgruppen vorgesehen. Der eigentliche Kongress am 18. und 19. Mai umfasst hochrangige Fachvorträge zu den Themen Korrosionsmechanismen, Wechselstromkorrosion, Leitungsinspektionen, kathodischer Korrosionsschutz und vielen mehr. Die

virtuelle technische Ausstellung bietet anwendungsspezifische und lösungsorientierte Anregungen.

### DAS ZWEITE MAL IN DER SCHWEIZ

Als europäisches Studienkomitee und Netzwerk von Experten der Innen- und Aussenkorrosion führt *Ceocor* jährlich einen Kongress mit internationaler Ausstrahlung durch. Nach 2012 in Luzern wird er nun wiederum in der Schweiz durchgeführt, coronabedingt allerdings virtuell.

### ZUKUNFTSAUFGABE: WASSER- BEWUSSTE STADTENTWICKLUNG

*Datum* 30. Mai–3. Juni 2022

*Ort* München (D)  
*Info* [www.ifat.de](http://www.ifat.de)

Unsere Städte müssen in Zukunft voraussichtlich ein Wechselspiel von Starkregen und Trockenphasen meistern. Dazu ist ein durch das Schlagwort «Schwammstädte» umrissener Paradigmenwechsel beim Umgang mit dem Niederschlagswasser nötig. Auf der *IFAT Munich* werden Herausforderungen und Hemmschuhe diskutiert sowie Lösungen und Best-Practice-Beispiele präsentiert. Die weltweit grösste Fachmesse für Umwelttechnologien findet vom 30. Mai bis 3. Juni 2022 in München statt.



Die wasserwirtschaftliche Anpassung von Städten und Gemeinden an den Klimawandel ist eines der Kernthemen der diesjährigen IFAT. (©IFAT)

## MUTATIONS ÉNERGÉTIQUES

### COURS PONCTUEL: SOLUTIONS SYSTÉMIQUES ET GRANDS PROJETS

*Date* 5, 6 et 7 septembre 2022

*Lieu* Y-Parc, Yverdon-les-Bains

*Info* [www.mutations-energetiques.ch](http://www.mutations-energetiques.ch)

*Contact* [massimiliano.capezzali@heig-vd.ch](mailto:massimiliano.capezzali@heig-vd.ch)

Le Pôle Energies et le Département Formation Continue de la Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-VD, <http://energies.heig-vd.ch>) proposent la troisième édition de cette formation ponctuelle sur les mutations énergétiques.

### OBJECTIF

L'objectif est de mettre en évidence les grands défis énergétiques au niveau mondial et européen et des solutions systémiques pour les relever en les illustrant par des mises en œuvre concrètes.

### PROGRAMME

Les présentations, accessibles à des non-spécialistes et ancrées par des informations chiffrées, sont orientées vers l'élaboration et le déploiement de stratégies énergétiques autour de technologies émergentes avec des applications en milieu urbain et de mobilité durables. Les dimensions sociétales, économiques, politiques et de régulation sont intégrées tout au long des discussions. Des intervenants provenant de secteurs-clé de l'industrie viendront ultérieurement enrichir le programme. Une partie de travail en équipe sera également incluse autour de la création, puis de l'évaluation de scénarios énergétiques multi-énergies.

### PUBLIC CIBLE

La formation est orientée vers les cadres responsables de la stratégie énergétique et de sa mise en place au sein d'entreprises énergétiques, de bureaux d'ingénieurs, d'entreprises d'équipement, de centres de recherche, d'administrations publiques ou encore d'établissements financiers.

# PROJET IMPORTANT À OLLON

WILD ARMATUREN SA  
TEL. +41 (0)55 224 04 04  
WWW.WILDARMATUREN.CH

## TUYAUX HOZ ZMU

**La commune d'Ollon a investi 24 millions de francs suisses dans l'un des plus grands projets d'approvisionnement en eau de Suisse romande. Les investissements se justifient, car avec l'achat de la source de la Rippaz, la construction de la conduite d'adduction et de l'installation de turbinage, la commune peut assurer à long terme son approvisionnement en eau potable.**

Le village viticole idyllique d'Ollon est situé dans la région du Chablais, au pied des Alpes vaudoises. Au centre se trouvent le château de Roche, un bel hôtel de ville et de nombreuses demeures viticoles bien conservées datant du 17-19<sup>ème</sup> siècles.

## RÉGION DU CHABLAIS : DOMAINE SKIABLE ET DE RANDONNÉE POPULAIRE

À partir de 1867, l'ouverture de la route d'Ollon vers Chesières a favorisé le tourisme et donc, l'essor économique rapide de la région. De nombreux hôtels, appartements et centres sportifs ont vu le jour. Aujourd'hui, les villages de Villars-sur-Ollon et de Chesières, situés au-dessus de la vallée du Rhône et de la rivière Gryonne, comptent parmi les plus importantes stations de sports d'hiver de la région. Les hauteurs environnantes sont desservies par des téléphériques et des remontées mécaniques ainsi que par le train à crémaillère de Villars-Bretaye. En été, la région de 59,6 km<sup>2</sup> est une

destination de randonnée populaire. Elle comprend le Chamossaire (2112 m ü.M.), les lacs de montagne Lac de Bretaye et Lac Noir, ainsi que la vallée de la Grande Eau. Plus à l'est se trouvent la Chaux Ronde (2028 m) et le col de la Croix. Le Culan, qui fait partie du massif des Diablerets, est le point culminant d'Ollon avec environ 2200 m.

## LE SEL - L'OR BLANC DE BEX

Les mines de sel de Bex sont une attraction spéciale, unique en Suisse, dans la région riche en sel. Elles se composent d'un grand labyrinthe de galeries, de puits, d'escaliers et de cavernes s'étendant sur plus de 50 km.



Travaux de pose de la nouvelle conduite d'adduction et passage sous la route principale.



Des kilomètres de canalisation ZMU le long de la route cantonale.



Tuyaux isolés de Wild sur la traversée du lit de la rivière.

L'ancien tramway amène les visiteurs au cœur de la montagne salée et permet un voyage inoubliable dans le monde souterrain de «l'or blanc» – une source de revenus importante depuis l'Antiquité. Les sources thermales salines ont également fortement participé au développement de l'hôtellerie régionale. On attestait à l'eau de Bex des vertus de guérison pour plus de 50 maladies.

#### **GARANTIR L'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE**

Afin d'assurer l'approvisionnement en eau de la région, la commune d'Ollon a investi environ 24 millions de francs suisses dans un important projet. Après avoir examiné diverses possibilités, la commune a décidé d'acheter la source de «La Rippaz» de la Société de l'*Hôtel des Salines SA*. La source fait partie du patrimoine culturel qui alimentait autrefois le Grand Hôtel des Salines. Construit en 1869, le Grand Hôtel a accueilli de nombreux curistes de renom comme l'écrivain *Victor Hugo*, le philosophe *Friedrich Nietzsche* et l'impératrice *Sissi* d'Autriche, pour l'effet bénéfique des sources thermales. L'achat de la source sur les hauteurs de Bex se monte à 12 millions de francs

suisses 12 millions de francs suisses supplémentaires ont été nécessaires pour l'installation d'une conduite d'adduction de 11,3 km et d'une installation de turbinage.

#### **MISE EN ŒUVRE ÉCOLOGIQUE DU PROJET**

Le tracé a fait l'objet d'une étude détaillée lors de laquelle plusieurs variantes ont été évaluées. Finalement, on a retenu un tracé ayant un impact des travaux le plus faible possible sur les zones forestières protégées.

Les travaux de pose des tuyaux étaient très exigeants. De la source La Rippaz, à une altitude de 1070 m, la tracé exigeant et serpenteux descend vers Les Plans-sur-Bex. Par la suite, la conduite traverse une route cantonale, même en plusieurs endroits les voies de la BVB (Bex-Villars-Bretaye), ainsi que le lit de la Gryonne. L'eau transportée est turbinée dans le dépôt communal Le Bruet, situé au pied du village d'Ollon. On obtient une production quotidienne d'électricité de 540 kW/h pour un débit de 5800 l/min et une pression de 65 bar. Le raccordement au réseau d'eau de la commune se fait sur le réservoir de Chenalettaz, situé juste au-dessus du village.

#### **CONDUITE D'ADDUCTION AVEC TUYAUX HOZ-ZMU DE WILD**

Le choix des tuyaux en fonte ductile, des pièces spéciales et des robinets avec un système d'emboîtement de Wild répond de manière optimale aux différentes exigences. Les tuyaux avec revêtement intérieur de mortier de ciment haut fourneau (HOZ) et enrobage en mortier de ciment (ZMU) s'adaptent parfaitement aux besoins des terrains alpins.

#### **MAÎTRE D'OUVRAGE**

Municipalité d'Ollon (VD)

#### **BUREAU D'INGÉNIEURS**

BG Ingénieur Conseils SA, Lausanne

#### **SANITAIRE**

- Eaux-Gaz & Pompe SA, Chénens
- Gremion & Staremborg SA, Epagny
- Y. Group, Rossens

#### **ENTREPRENEUR**

Atra SA, Aigle

#### **ÉTENDUE DE LA LIVRAISON**

11 300 m HOZ ZMU DN 400 TIS-K (C100, C64, C40),

Divers raccords, robinets, purgeurs, bannes de vannes et regards

# ERFOLGREICHE SPÜLBOHRUNG «UNTERQUERUNG LIMMAT»

**TMH HAGENBUCHER AG**  
 TEL. +41 (0)44 306 47 48  
 WWW.HAGENBUCHER.CH

## GUSSROHRE BLS/FZM

Das Hauptleitungsnetz der Limmatzone verbindet die Produktionswerke der Wasserversorgung Zürich. In der Wasserwerkstrasse verläuft eine Hauptleitung mit einem Durchmesser von 700 mm aus dem Jahr 1929. Sie quert bei der Kreuzung Wasserwerkstrasse und Dammstrasse die Limmat.



*Bis ca. 1 m Durchmesser kann in verschiedenen Stufen aufgebohrt werden.*

Dieser Abschnitt der Hauptleitung unterquert die Limmat als Rohrleitungs-Düker aus Stahl. Das bruchgefährdete Material aus Grauguss, verschiedene Rohrbrüche und übergeordnete Überlegungen zur Versorgungssicherheit im Zusammenhang mit anderen geplanten Tiefbauprojekten in der Stadt Zürich machten einen vorzeitigen Neubau der Hauptleitung notwendig.



*Der Einzug der FZM/BLS-Rohre DN 600 mm.*

Die Unterquerung der Limmat erfolgte mit einer horizontalen Spülbohrung.



*Die Montage wird fachkundig durch die Monteur der Wasserversorgung Zürich ausgeführt.*

Nachdem der Pilotbohrkopf die Zielgrube erreicht hatte, wurde der Bohrkanal in verschiedenen Stufen bis zu einem Meter Durchmesser aufgeweitet. Die Bentonit-Suspension stützt diese Schritte ab. Ausserdem transportiert sie das abgetragene Material an die Oberfläche der Startgrube und kühlt das Bohrwerkzeug. Beim Rohreinzug waren viele Hände gefragt. Das Gussrohr FZM/BLS DN 600 der Firma Hagenbucher wurde nach und nach mit der bewährten BLS-Schubsicherung montiert, eingezogen und mittels Wasser beschwert, um es im Bohrkanal zu tarieren. Die BLS-Schubsicherung im Spülbohrprojekt ist ideal für die geforderte schnelle Montage.



*Spülbohranlage im sehr engen Wohnquartier Zürich Wipkingen.*

### BAUHERR

Stadt Zürich, Wasserversorgung

### INGENIEUR

Süss und Partner AG, Zürich

### BAULEITUNG

Baufaktor GmbH, Andelfingen

### SPÜLBOHRUNG

Schenk AG, Heldswil

### BAUMEISTER

Vonplon Strassenbau AG, Zürich

### LIEFERUMFANG

Gussleitungen Spülbohrung:  
 FZM/BLS DN 600 mm, ca. 150 m

Lizenz für Pamela Bauer, p.bauer@hagenbucher.ch  
 TMH Hagenbucher AG, Zürich



**PRIMUS LINE**

Jetzt unverbindlich Sanierungskonzept anfordern!

**Grabenlose Sanierung von Druckrohrleitungen**

- Große Einzugsängen von bis zu 2.500 m
- Verlängerung der Nutzungsdauer um mindestens 50 Jahre
- Produktion, Engineering und Montage aus einer Hand
- Geringer Eingriff in die Landschaft

**Rädlinger primus line GmbH**  
D-93413 Cham  
info@primusline.com

[www.primusline.com](http://www.primusline.com)

**MEHR ALS GUT DRUCKEN**

**multicolor print**

Multicolor Print AG  
Sihlbruggstrasse 105a  
CH-6341 Baar  
www.multicolorprint.ch

DIE KÖNNEN DAS.

**SHIMADZU**  
Excellence in Science

**Smallest giant**

The smallest cabinet housing a technological giant: The pioneering TOC-1000e is the first in the eTOC series of on-line analyzers for pure water applications. It combines 'industry's first' technologies with high-sensitivity and easy-to-use advantages benefiting the efficiency and effortless handling demanded in pharmaceutical industry, semiconductor and precision manufacturing.

**Breakthrough 'industry's first' technologies** such as "Active-Path" flow line design and powerful, environment-friendly UV excimer lamp

**Compliance with regulatory requirements** such as the United States Pharmacopeia and 21 CFR Part 11

**Smallest footprint supports flexible installation** either as table-top, wall-mounted or polemounted version

**Largest color touch panel** providing exceptional visibility with simplified operation and data management

[www.shimadzu.eu/toc-analysis/etocseries](http://www.shimadzu.eu/toc-analysis/etocseries)

## AQUA

DER BUND, 09.03.2022

### ERSTES PROBLEM: WASSER

*Gion Saluz* ist Überlebenstrainer. Will sich jemand auf den Ernstfall vorbereiten, ist er bei Saluz richtig. In seinen Krisen-Survival-Kursen lernt man, wie man sich in der Natur ernähren kann, sich warmhalten kann und was zu tun ist, wenn der Strom ausfällt. Corona, Furcht vor einem Blackout und nun der Ausbruch des Krieges in der Ukraine haben die Nachfrage nach Überlebenstrainings nach oben getrieben. Täglich erhält Saluz Anfragen von Leuten, die gern ein Privat-



Bei längerem Stromausfall empfiehlt die Survivalschule, umgehend alle verfügbaren Gefässe mit Trinkwasser zu füllen. (©JS/Adobe Stock)

training möchten. Diese Leute haben nicht vor, im Wald zu leben, wollen aber darauf vorbereitet sein, wenn es z.B. zu grösseren Stromausfällen kommt. Dann gilt es als Erstes: Jedes vorhandene

Gefäss mit Wasser zu füllen – speziell, wenn man in einem Hochhaus wohnt.

LIMMATTALER ZEITUNG,  
21.03.2022

### UNO-GESANDTER LOBT CH-WASSER

*Pedro Arrojo-Agudo* ist der Uno-Sonderberichterstatter für das Menschenrecht auf Wasser. Im Rahmen der Weltwasserwoche Zürich besuchte der spanische Physiker und Ökonom die Stadt und besichtigte bei dieser Gelegenheit das Pumpwerk Schönenwerd in Dietikon. Am meisten beeindruckte den Gesandten, dass das vom Pumpwerk geförderte Wasser unbehandelt an die Dietiker Haushalte abgegeben wird. Dies müsse gebührend geschätzt werden, denn selbstverständlich sei dies keinesfalls, meinte der Gesandte. Auch den Wasserpreis in



Tiefer Preis und ausgezeichnete Qualität – der Uno-Gesandte für das Menschenrecht auf Wasser war voll des Lobes fürs Schweizer Trinkwasser.

der Schweiz fand er im Vergleich mit anderen Ländern ausgesprochen tief.

ZÜRICHSEE-ZEITUNG, 15.03.2022

### BEIM KREBS ZURÜCKGEKREBST

Vor rund 25 Jahren wollte man dem invasiven Sumpfkrebs im Schübelweiher bei Küsnacht mit Nervengift an den Kragen. Der exotische, kaum 10 cm lange Krebs dürfte bereits in den 80er-Jahren dort ausgesetzt worden sein. Entdeckt wurde er erst Jahre später, also dann als



Auch ausserhalb von Louisiana fühlt sich der Rote Amerikanische Sumpfkrebs wohl, z.B. im Schübelweiher. (©LP2Studio/Adobe Stock)

seine Population bereit von bedenklicher Grösse war. Fischereiaufsicht, Weiherpächter und Gemeindevertreter waren sich schnell einig: den Weiher und auch gleich den benachbarten Rumensee abfischen, entleeren und dann den Boden mit Ätzkalk behandeln, damit auch die Krebsbrut abgetötet wird. Als bekannt wurde, dass Fenthion das Gift der Wahl sein sollte, traten erst Naturschützer wie *Bruno Manser* und später auch die Anwohner auf den Plan und forderten ein Zurückkrebsten des Vorhabens. Der Fall wurde im In- und Ausland bekannt

#### PRESSEARTIKEL

Die Originalpresstexte sind für SVGW-/VSA-Mitglieder auf Anfrage zugänglich:

redaktion@aquagetgas.ch

Lizenz für Pamela Bauer, p.bauer@hagenbucher.ch  
TMH Hagenbucher AG, Zürich

## GAS



Qualitativ gutes Bier braucht sauberes Wasser. Im Bild: der Magdenerbach. (©Feldschlösschen)

und endete schliesslich vor dem Bundesgericht. Dieses sagte Nein zu Fenthion. Stattdessen wurden Aale, Barsche und Hechte ausgesetzt. Mit den neuen Nachbarn hat sich die Sumpfkrebspopulation schnell auf ein unbedenkliches Mass verringert

## AARGAUER ZEITUNG, 19.03.2022 BRAUEREI FÜR GEWÄSSERSCHUTZ

Gemäss Reinheitsgebot darf ausser Malz, Hopfen, Hefe und Wasser nichts ins Bier. Die Herzensangelegenheit von *Feldschlösschen*, sich für den Gewässerschutz einzusetzen, ist also wohl verständlich. Schliesslich steht und fällt die Güte des Biers mit der Qualität der Ausgangsprodukte. Den diesjährigen Weltwassertag nahm die Brauerei in Rheinfelden zum Anlass, ihre Kampagne «Gemeinsam für Schweizer Gewässer» zu lancieren. Mit einer halben Million Franken will Feldschlösschen Renaturierungsprojekte und Flussreinigungen unterstützen. Zu den Projekten gehört auch die Renaturierung des Magdenerbachs. Dieses Projekt dürfte Feldschlössche besonders wichtig sein, liegt doch die eigene Wasser-

quelle des Unternehmens in Magden. Das Brauwasser für die Feldschlösschen-Biere wird dort aus einer Tiefe von 300 Metern gefördert.

LINTH-ZEITUNG, 08.03.2022

## BANKNOTEN IM ABWASSER

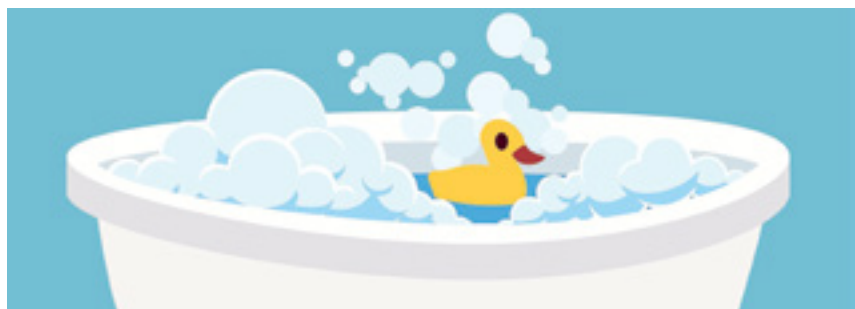
Erst im Juli und dann nochmals im September vergangenen Jahres entdeckten Mitarbeiter der Ustermer ARA zerstückelte 1000er- und 100er-Noten in der Rechengutmulde. Die Polizei liess die Banknoten von der Nationalbank (SNB) prüfen. Diese bescheinigte die Echtheit des Fundes. Aufgrund der Zerstückelung

in kleinste Teile, waren die Seriennummern der Noten oft nicht erkennbar. So konnten trotz der vielen Fetzen nur 2200 Franken sichergestellt werden. Diese wurden nun dem städtischen Fundbüro übergeben. Der Besitzer kann sich dort melden, aber mit gewissen Kontrollfragen muss er wohl rechnen.

WERDENBERGER & OBERTOGENBURGER, 21.03.2022

## MEHR ALS EINE KLÄRANLAGE

In erster Linie klärt eine Abwasserreinigungsanlage das Abwasser, befreit es von Feuchttüchern, Haaren und von den Gegenständen, die eigentlich keinesfalls die Toiletten hinuntergespült werden sollten. Gereinigt fliesst das Wasser zurück in die Natur, im konkreten Fall in den Rhein. Der Abwasserverband Buchs-Sevelen-Grabs zeigte an einem Tag der offenen Tür den vielen Besuchern, was er so macht, wie er das so macht und was er zudem noch macht resp. erzeugt: Biogas. Ein Parcours mit Informationstafeln zeigte den Besuchern auf, wie aus einem komplexen Zusammenspiel von mechanischen und technischen Schritten aus Abwasser Wasser wird und wie mit dem Einsatz von Hightech auch noch Energie hergestellt werden kann. *Ank*



10 Millionen Liter Abwasser gelangen täglich auf die Kläranlage des Abwasserverbandes Buchs-Sevelen-Grabs. Das entspricht 60 000 vollen Badewannen. (©YummyBoom/Adobe Stock)

## AQUA &amp; GAS N°5 | 2022

## F5 – die neue Fernwärme-richtlinie des SVGW

## Thema

Wärmeversorgung

Wasserpoltischer  
Jahresrückblick 2021

- Erneuerbare Wärme aus Überlauf-Trinkwasser und Grundwasser
- Thermische Energiespeicher
- Netzentwicklung, -planung und -aufbau
- Abwärmenutzung von Abwasser
- Planifcation des stations de transfert du chauffage à distance

## Kommende Themen

Juni Aus- und Weiterbildung  
 Juli/August Wasserressourcen & Trinkwasser  
 September Infrastruktur

Inserateschluss der Mai-Ausgabe  
 16. Mai 2022

## WWW.AQUAETGAS.CH

## Herausgeber | Editeur

Schweiz. Verein des Gas- und Wasserfaches  
 Société Suisse de l'Industrie du Gaz et des Eaux  
 Grütlistrasse 44 | 8027 Zürich  
 Tel. +41 (0)44 288 33 33 | Fax +41 (0)44 202 16 33  
 www.svgw.ch



## Aqua &amp; Gas

ISSN 2235-5197

Offizielles Organ des Schweizerischen Vereins des Gas- und Wasserfaches (SVGW) und des Verbandes Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA)

Organe officiel de la Société Suisse de l'Industrie du Gaz et des Eaux (SSIGE) et de l'Association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA)

102. Jahrgang | 102<sup>e</sup> année

Erscheint monatlich (Doppelausgabe im Sommer)

Verbreitete/verkaufte Auflage: 2858/2741 Expl. (WEMF/KS-Beglaubigung 19/20)

Revue mensuelle (numéro double en été); Tirage diffusé/dont vendu: 2858/2741 exemplaires (certifié REMP/CS 19/20)

## Redaktion | Rédaction

Dr. Margarete Bucheli (Bum), Chefredaktorin  
 Karin Anklin (Ank), Stv. Chefredaktorin  
 Eve Pintimalli (Pie), Assistenz  
 Tel. +41 (0)44 288 33 43 | Fax +41 (0)44 288 33 26  
 redaktion@aquagetgas.ch

## Redaktionsbeirat | Comité rédactionnel

Martin Sager, Stefan Hasler,  
 Diego Modolell, Rolf Meier, Christos Bräunle

## Gestaltung | Maquette

Mathis Füssler, Karin Anklin (Konzept)

## Anzeigenverwaltung | Régie d'annonces

Zürichsee Werbe AG Fachmedien | Markus Haas  
 Laubisrütistrasse 44 | 8712 Stäfa  
 Tel. +41 (0)44 928 56 53 | Fax +41 (0)44 928 56 00  
 www.fachmedien.ch | aquagas@fachmedien.ch

## Abonnementservice | Service de l'abonnement

Marion Schur  
 Tel. +41 (0)44 288 33 71 | abonnement@aquagetgas.ch

## Abonnementspreise | Prix de l'abonnement

Schweiz CHF 205.- (inkl. MwSt.), im Ausland CHF 280.- (Europa) bzw. 330.- (übrige Länder); Einzelnummer: spez. Preis  
 Das Jahresabonnement läuft 12 Monate ab Anfang eines Kalenderjahres und verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn es nicht mit einer Frist von 6 Wochen schriftlich gekündigt wird.

CHF 205.- (TVA incl.), à l'étranger CHF 280.- (Europe) ou 330.- (autres pays); numéros individuels: prix spéciaux  
 L'abonnement est valable 12 mois à commencer du début de l'année civile et est renouvelé automatiquement à moins qu'il ne soit résilié par écrit avec préavis de 6 semaines.

## Druck und Versand | Impression et expédition

Multicolor Print AG, 6341 Baar

Abdruck der Originalarbeiten, auch auszugsweise, nur mit Zustimmung der Redaktion und unter vollständiger Quellenangabe gestattet. Manuskripte unterliegen der redaktionellen Bearbeitung.

Die Annahme des Manuskriptes für Aqua & Gas setzt voraus, dass der Text inkl. Abbildungen bisher in dieser Form nicht veröffentlicht wurde, noch binnen eines Monats nach Erscheinen in Aqua & Gas in gleicher oder in ähnlicher Fassung publiziert wird. (Dies betrifft nicht die Verwendung von Teilen des Beitrages für Vorträge und Firmenmitteilungen oder deutlich gekürzt als Presseinformation.)

Die Redaktion geht davon aus, dass die Autoren berechtigt sind, über die urheberrechtlichen Nutzungsrechte an ihren Beiträgen (einschliesslich etwaiger Bildvorlagen, Zeichnungen und Tabellen) zu verfügen und dass keine Rechte Dritter verletzt werden.

Mit Annahme der Manuskripte erwirbt die Redaktion zugleich das Recht zur Übersetzung, zur Digitalisierung und Speicherung, zur Vergabe von Nachdruckrechten sowie zur Herstellung von Sonderdrucken und Fotokopien.

Toute reproduction d'articles publiés, même partielle, n'est autorisée que si la rédaction en a été préalablement expressément mentionnée. Les manuscrits demeurent sujets à des modifications d'ordre rédactionnel.

Lizenz für Pamela Bauer, p.bauer@hagenbucher.ch  
 TMH Hagenbucher AG, Zürich

# SVGW SSIGE VORSTAND

## IM ZEICHEN DER JAHRESVERSAMMLUNG

Die erste Vorstandssitzung des Jahres stand ganz im Zeichen der kommenden Jahresversammlung, die voraussichtlich physisch durchgeführt werden kann.

*Martin Sager, Direktor SVGW*

Am 16. März 2022 begrüßte der SVGW-Präsident *Markus Küng* die Vorstandsmitglieder zur ersten Vorstandssitzung des Jahres, die erfreulicherweise physisch durchgeführt werden konnte und im Zeichen der Planung der Jahresversammlung 2022 stand.

### 149. JAHRESVERSAMMLUNG VOM 9. JUNI 2022 IN BIEL

Der Vorstand ist zuversichtlich, dass die Jahresversammlung 2022 nach zwei Pandemie Jahren endlich wieder vor Ort und im direkten Austausch mit den Mitgliedern durchgeführt werden

kann. Nach dem statutarischen Teil am Vormittag stehen am Nachmittag spannende Fachreferate zu Energie- und Wasserthemen auf dem Programm. Die Direktorin des Bundesamtes für Umwelt BAFU, *Katrin Schneeberger*, macht mit ihrem Input-Referat den Auftakt.

Jahresrechnung 2021

Der Vorstand konnte einen sehr positiven Jahresabschluss 2021 zur Kenntnis nehmen und wird der Mitgliederver-



Gruppenbild vom SVGW-Vorstand (v.l.): Gérard Luyet, Sébastien Apothéloz, Pascal Abbet, Michele Broggin, Martin Roth, Markus Küng, Andrea Zinsli, Peter Rudin, Remo Fehr, Jacques Brera, Michael Sarbach. Nicht mit auf dem Bild sind Andreas Hirt und Michael Schärer.

## VORSTAND

sammlung beantragen, die Gewinn- und Verlustrechnung 2021 sowie die Bilanz per 31.12.2021 zu genehmigen.

### Mitgliederbeiträge 2023

Der Vorstand hat zudem beschlossen, der Mitgliederversammlung zu beantragen, die Mitgliederbeiträge für Wasser, Gas und Fernwärme unverändert zu belassen.

### Mitgliederversammlung 2023

Die Mitgliederversammlung 2023 steht im Zeichen des 150-Jahr-Jubiläums des SVGW. Geplant ist eine Kombination von Jahresversammlung und Festanlass. Aus-

tragungsort ist voraussichtlich Luzern. Im Hinblick auf das Jubiläum macht sich der SVGW-Vorstand Überlegungen zu einem Rebranding. Sowohl Name als auch Logo des SVGW stehen für die Aktivitäten des Vereins im Gas- und Wasserbereich. Noch nicht abgedeckt ist die Fernwärme. Diese gewinnt innerhalb des SVGW und bei den Mitgliedern zunehmend an Bedeutung. Der Vorstand hat erste Ideen für ein Rebranding besprochen und die Geschäftsstelle mit der Weiterentwicklung beauftragt.

### RICHTLINIENARBEIT IM ENERGIEBEREICH

Mit der Weiterentwicklung des Regelwerks leistet der SVGW einen wichtigen Beitrag zum Umbau des Energiesystems. Die Inkraftsetzung der Richtlinie G18 (Gasbeschaffenheit) verschafft der Gasbranche ein aktuelles und wichtiges Grundlagendokument, um den Anteil der erneuerbaren Gase markant zu erhöhen. Die G18 führt die technischen Aspekte der Gasbeschaffenheit zusammen, um einen sicheren Transport sowie eine sichere Verteilung von methan- und wasserstoffreichen Gasen zu erreichen. Sie ist auch die Basis für die Überarbeitung weiterer Richtlinien.

Mit der Inkraftsetzung der Richtlinie F5 (Dichtheits- und Festigkeitsprüfung an Fernwärme-, Fernkälte- und Anergienetzen) verfügt die Fernwärmebranche neu über einheitliche Vorgaben zu den verschiedenen Prüfverfahren für alle gängigen Rohrleitungsmaterialien und somit über eine wichtige Grundlage zur Qualitätssicherung von Wärmenetzen.

### WASSERAUFBEREITUNG VERSUS VORSORGLICHEN RESSOURCENSCHUTZ

Im Rahmen der Interessenvertretung Wasser hat der Vorstand den Entwurf

eines Positionspapieres zum Thema «Wasseraufbereitung» besprochen und die Geschäftsstelle mit dessen Finalisierung beauftragt. Hintergrund ist die Belastung der Trinkwasserressourcen durch Fremdstoffe, was auf politischer Ebene vermehrt Forderungen nach einer technischen Aufbereitung des Rohwassers zur Folge hat. Dabei wird oft übersehen, dass der Einsatz von weitergehenden Aufbereitungsmassnahmen den vorsorglichen Ressourcenschutz aushöhlen kann, das Risiko von Fehlinvestitionen birgt und hohe Kosten auslöst. Ziele des Positionspapieres sind die Beleuchtung des Spannungsfeldes von Aufbereitung und vorsorglichem Ressourcenschutz, aber auch die fachliche Unterstützung bei politischen Vorstössen.

### MERKBLATT ZU INTELLIGENTEN WASSERZÄHLERN

Im Gegensatz zum Strombereich gibt es für Smart Meter im Wasserbereich keine gesetzliche Grundlage auf Bundesebene. Es ist somit Sache der Kantone bzw. Gemeinden, entsprechende Vorgaben zu machen. Im Auftrag des Vorstandes hat die spezielle Arbeitsgruppe S-AG8 «Recht und Wirtschaft» ein Merkblatt erarbeitet, das die Anwendungsbereiche intelligenter Wasserzähler sowie die rechtlichen Grundlagen und insbesondere die Bestimmungen des revidierten Datenschutzgesetzes beleuchtet. Für den Vorstand ist das Merkblatt ein wichtiges Hilfsmittel, das kleineren und mittleren Wasserversorgern aufzeigt, was beim Einsatz von Smart Meter zu beachten ist, und wie Bestimmungen dazu in kommunalen Wasserversorgungsreglementen zu formulieren sind. Er hat die Geschäftsstelle mit der Finalisierung und der Publikation des Merkblatts beauftragt.

## NEUE SVGW-MITGLIEDER

Der Vorstand des SVGW hat in seiner Sitzung vom 16. März 2022 die Aufnahmeanträge von elf Kollektiv- und zwei Einzelmitgliedern gutgeheissen:

- *Société Electrique des Forces de l'Aubonne SA (SEFA)*
- *Commune de Bourg-en-Lavaux*
- *Gemeindeverwaltung Zwischbergen*
- *Coutaz SA*
- *Energie Thun AG*
- *Aquaform AG*
- *Dr. Elmar Zwicker*
- *Nero GmbH*
- *Tecton Spezialbau AG*
- *TWS Trinkwasser-Sicherheit AG*
- *Vogt Technik GmbH*

### Einzelmitglieder

- *Peter Rudin (Vorstand, Holinger AG)*
- *Michael Schärer (Vorstand, BAFU)*

Der SVGW heisst die neuen Mitglieder herzlich willkommen.

# SVGW

## WASSER

### AUSZEICHNUNG FÜR ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Mit dem PR-Award zeichnet der SVGW alle zwei Jahre Projekte von Wasserversorgern aus, die der Bevölkerung das Thema «Trinkwasser» näherbringen und damit einen wertvollen Beitrag an die Öffentlichkeitsarbeit leisten. Den PR-Award 2021 gewinnen die Wassergenossenschaft Rotkreuz (WGR) und die Aziende Industriali di Lugano (AIL).

Damit zuverlässig einwandfreies Trinkwasser aus dem Wasserhahn fliesst, ist eine umfangreiche Infrastruktur notwendig. Allein das Trinkwassernetz in der Schweiz und Liechtenstein hat insgesamt eine Länge von 93 400 Kilometer. Aneinander gereiht würden diese Leitungen den Erdball mehr als zwei Mal umrunden.

Diese gigantische Infrastruktur liegt zu einem grossen Teil unter der Erde und ist für die Bürgerinnen und Bürger kaum sichtbar. Der SVGW setzt sich als Branchenverband dafür ein, die

Bevölkerung in der Schweiz für die Leistungen und Herausforderungen der Trinkwasserbranche zu sensibilisieren und er unterstützt dazu Versorgungen bei ihrer Kommunikation mit den Kundinnen und Kunden. So zeichnet der Verband alle zwei Jahre Wasserversorger für Projekte aus, die der Bevölkerung Themen rund um unser Trinkwasser näherbringen. Der mit 4000 Franken dotierte PR-Award ist von der Firma *Wild Armaturen AG* gesponsert und wird vom SVGW vergeben. Den PR-Award 2021 haben die Wassergenossenschaft Rotkreuz (WGR) und die



Aziende Industriali di Lugano (AIL) gewonnen. Die Preisübergaben fanden am 23. Februar in Lugano und Rotkreuz statt.



Die Preisvergabe in Rotkreuz mit Vertretern der WGR und des Sponsors des PR-Awards (v.l.): Alfred Meyer, Vertreter Grundeigentümer WGR; Beat Betschart, Verkauf Wild Armaturen; Josef Hermann, Brunnenmeister WGR; Urs Holzgang, Präsident WGR; Martin Mönch, Verwalter WGR; Ursi Stocker-Rust, Aktuarin WGR; Fabienne Wild, Leiterin Marketing und Mitglied der Geschäftsleitung bei Wild Armaturen; Michael Felber, Projektrealisator.

## WASSER



Zum 100-Jahr-Jubiläum hat die Wassergenossenschaft Rotkreuz (WGR) drei Themenwege rund ums Thema Wasser geschaffen. Diese Tafel signalisiert den Startpunkt der Themenwege in Rotkreuz.

### EIN THEMA, DREI WEGE

Die WGR wurde für drei Themenwege ausgezeichnet, auf denen die Bürgerinnen und Bürger Wissenswertes über das Wasserversorgungssystem der

Gemeinde Risch erfahren. Die Themenwege machen die oft verborgene Infrastruktur für unser wichtigstes Lebensmittel Trinkwasser sichtbar und zeigen damit den Konsumentinnen und Konsumenten transparent den Weg ihres Trinkwassers auf.

### VIDEOS ZU DEN WEGEN DES WASSERS IN LUGANO – FRÜHER UND HEUTE

Die AIL gewinnt den PR-Award des SVGW für vier Video-Produktionen, die das Unternehmen anlässlich des 125-jährigen Bestehens des städtischen Aquädukts veröffentlicht hat. Während drei Videos der Bevölkerung den Weg des Trinkwassers von der Gewinnung, über die Aufbereitung und Speicherung, bis zur Konsumation aufzeigen, wirft ein Video einen historischen Blick auf die Trinkwassergewinnung im Tessin und die Gründung und Entwicklung der AIL.



Die zweite PR-Award-Übergabe fand in Lugano statt (v.l.): Michela Bosia Stella, Responsabile sociale d'impresa (CSR) AIL; Raffaele Domeniconi, responsabile SSIGA della Svizzera italiana; Alessia De Martini, caposettore relazioni pubbliche AIL; Fabienne Wild, Leiterin Marketing und Mitglied der Geschäftsleitung bei Wild Armaturen; Francesco Tanzi, relazioni pubbliche AIL.

### W-HK: SVGW/VSA-ARBEITSGRUPPE HAT ARBEIT AUFGENOMMEN

Zur Bearbeitung gemeinsamer Themen zum Schutz des Grundwassers vor Mikroverunreinigungen in den Zuströmbereichen hat eine SVGW/VSA-Arbeitsgruppe ihre Arbeit aufgenommen.

Matthias Freiburghaus, Sekretär W-HK

Am 3. März 2022 fand unter Leitung von Andreas Hirt die erste technische Sitzung der W-HK 2022 statt. Es wurden folgende Themen behandelt:

#### AKTUELLES AUS DEM REGELWERK

W2

Die aus dem Jahr 2005 stammende Richtlinie W2 «Qualitätssicherung in Grundwasserschutzzonen» muss an die aktuelle Gewässerschutzgesetzgebung angepasst werden. Neu sollen auch Zuströmbereich sowie Risikobewertung (entsprechend W12) behandelt werden. Die W-HK beauftragt die W-UK1 mit der Revision der W2.

W4

Die überarbeitete und ergänzte Richtlinie W4 «Planung, Projektierung, Bau, Prüfung sowie Betrieb und Instandhaltung der Trinkwasserverteilung ausserhalb von Gebäuden» ist ab April beim SVGW erhältlich.



Neu im  
SVGW-Shop:  
W4



# SVGW SSIGE

## WASSER

### W1019

Der Vorstand hat die W1019 «Umgang mit Nutzungskonflikten in Grundwasserschutz-zonen von Trinkwasserfassungen» per März 2022 in Kraft gesetzt.

### GW101

Für die Überarbeitung der GW101 «Ertelung der Installationsberechtigung an Personen, die Installationsarbeiten an Haustechnikanlagen für Trinkwasser ausführen» hat eine Arbeitsgruppe der B-UK3 das aufgeführte Fachwissen der GW101 überarbeitet und der W-HK zur Konsultation vorgelegt. Angestrebt wird ein vergleichbares Anforderungsniveau für Gas und Wasser. So dürften die Anforderung im Wasser tendenziell gesenkt, diejenigen im Gasbereich hingegen erhöht werden. Dauer und Inhalt der Ausbildung können weiterhin unterschiedlich sein. Die W-HK kann sich den Vorschlägen und der Definition vom erforderlichen Fachwissen der B-UK3 anschliessen.

### GWF101 «Schweissen von Kunststoffrohren»

Zur Sicherstellung der Personalqualifikation des PE-Schweissers haben Vertretern von suissetec, SBV, VSA und SVGW sowie den Ausbildungsorganisationen VKR und SVS die Vorgaben zur Erreichung der nötigen Qualifikationen in einem Ausbildungs- und Prüfungsreglement zusammengestellt. Die W-HK gibt das Reglement GWF101 zu Händen des SVGW-Vorstands frei (die G-HK wünscht vor der Genehmigung durch den Vorstand eine Vernehmlassung bei den Werken).

### ZUSAMMENARBEIT SVGW – VSA

Zur Bearbeitung gemeinsamer Themen betreffend dem Schutz des Grundwassers vor Mikroverunreinigungen in den Zuströmbereichen hat eine neu gebildete SVGW/VSA-Arbeitsgruppe ihre

Arbeit aufgenommen. Auf Basis einer umfassenden Gefahrenanalyse werden Werkzeuge und Checklisten erarbeitet, um die Wasserversorger beim Schutz der Zuströmbereiche zu unterstützen. Der Arbeitsgruppe gehören an: *Stefan Mürner* (AWA Bern), *Stefan Hasler* (VSA), *Michael Schärer* (BAFU), *Martin Bärtschi* (SVGW), *Richard Wülser* (IWB), *Christof Hugi* (FHNW), *Jacqueline Diacon* (Awel), *Pascal Wunderlin* (Eawag), *Saskia Zimmermann* (BAFU, ETH) und *Rolf Meier* (SVGW).

### BETEILIGUNG AN VERNEHMLASSUNGEN

#### Meldepflicht bei Cyberangriffen

Zur besseren Übersicht sind dem Nationalen Zentrum für Cybersicherheit (NCSC) Cyberangriffe auf kritische Infrastrukturen in der Schweiz zu melden.

Dadurch können Betroffene bei der Bewältigung von Angriffen unterstützt und andere Betreiber kritischer Infrastrukturen gewarnt werden. Der SVGW unterstützt die Absicht des Bundes, sofern den Werken keine zu grosse Bürokratie erwächst.

#### Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung

Zur verantwortungsvolleren Anwendung von Pflanzenschutzmitteln soll eine Weiterbildungspflicht für berufliche Anwender eingeführt werden. Der SVGW unterstützt das Vorhaben, wünscht aber eine Ausdehnung auf PSM-Applikationen im Wald.

### POLITMONITORING

Die wichtigsten politischen Geschäfte zum Thema Trinkwasser und -ressourcen-



Die neue SVGW-Empfehlung W1019 «Umgang mit Nutzungskonflikten in Grundwasserschutz-zonen von Trinkwasserfassungen» ist seit März in Kraft und demnächst im SVGW-Shop erhältlich.

## WASSER

schutz sind weiterhin das Verordnungspaket zur Parlamentarischen Initiative 19.475 «Das Risiko beim Einsatz von Pestiziden reduzieren», die Motion *Zanetti* «Ausscheidung der Zuströmbereiche», wo sich der SVGW an der Vernehmlassung beteiligt, und die Motion «Verursacherorientierte Finanzierung der zusätzlichen Trinkwasseraufbereitungsanlagen infolge strengerer Grenzwerte für Pflanzenschutzmittel».

Neu hinzugekommen ist die Motion «Anerkennung der EU-Zulassungsentscheide für Pflanzenschutzmittel». Sie fordert, EU-Zulassungsentscheide für Pflanzenschutzmittel direkt zu übernehmen. Der Bundesrat beantragt die Ablehnung der Motion. Auch der SVGW spricht sich gegen die Motion aus, weil keine spezifischen schweizerischen Anwendungsbeschränkungen in Grundwasserschutzzonen mehr möglich wären. Weitere beobachtete Geschäfte sind die Teilrevision des Raumplanungsgesetzes, die Änderung des Bundesgesetzes über den Wasserbau, die Motion «Reduktion der Stickstoffeinträge aus den Abwasserreinigungsanlagen», die Motion «Massnahmen zur Elimination von Mikroverunreinigungen für alle Abwasserreinigungsanlagen» (20.4262) sowie das Verordnungspaket «Umwelt Frühling 2022».

### AUSBILDUNG

Alle Veranstaltungen des SVGW werden nun wieder physisch durchgeführt. Hygienemassnahmen gelten natürlich nach wie vor.

Im März 2022 startet der letzte Brunnenmeisterkurs nach altem Prüfungsreglement mit eidg. Prüfung im Oktober 2022. Im Oktober 2022 beginnt auch gleich der erste Brunnenmeisterlehrgang nach neuem Prüfungsreglement. Hinsichtlich Bewilligung müssen sich der SVGW und das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation SBFI noch auf die erforderliche Anzahl Praxisjahre einigen. Der Start des Lehrgangs Rohrnetzmonteur nach neuem Reglement ist für Juni 2022 vorgesehen. Zurzeit werden die Fachlehrer der neuen Lehrgänge geschult. Interessierte für eine Lehrtätigkeit als Fachreferent können sich bei *Lorenz Bützberger*, Leiter Bildung, melden.

### ÖFFENTLICHKEITSARBEIT UND KOMMUNIKATION

Die Preise für den PR Award 2021 gingen an die AIL Lugano und die Wassergenossenschaft Rotkreuz. Lokalmedien wurden mit einer Medienmitteilung auf Deutsch und Italienisch über die Gewinner des PR-Award informiert, was zu Berichten in den Medien geführt hat.

### MUTATIONEN

Die W-HK wählt *Hanna Schiff* (zuständig für die Pilotierung des neuen Seewasserwerks bei esb) in die W-UK2 «Wasserqualität und Aufbereitung» und *Timo Kopka* (International Approval Manager bei *Laufen Bathrooms AG*) in die W-UK 7 «Haustechnik und ZA-Produkte».

### NÄCHSTE SITZUNG

Nächster W-HK-Termin ist die Plenarversammlung vom 13. Mai 2022 in Olten.

### NEUER AUFTRITT: TRINKWASSER.CH

**Die Wasserversorger kommen ihrer Informationspflicht einfach nach, indem sie ihre Qualitätsdaten auf der SVGW-Website [trinkwasser.ch](http://trinkwasser.ch) eintragen. Die etwas in die Jahre gekommene, viel genutzte Website wird derzeit erneuert. Sie wird schon bald in neuer Frische, nutzerfreundlich und mit vereinfachter Funktionalität neu lanciert.**

Gemäss Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV) sind Wasserversorger verpflichtet, mindestens einmal jährlich die Zwischen- oder Endabnehmerinnen und -abnehmer umfassend über die Qualität ihres abgegebenen Trinkwassers zu informieren. Mit *trinkwasser.ch* betreibt der SVGW eine Website, auf der Wasserversorger dieser Informationspflicht einfach nachkommen können.

### PRAKTISCHE INFOS FÜR KONSUMENTINNEN UND KONSUMENTEN

Auf *trinkwasser.ch* finden die Schweizer Wasserkonsumentinnen und -konsumenten rasch und einfach sämtliche Qualitätsdaten ihrer Versorgung. Sie erfahren auf der Website, wie es um die Wasserhärte steht, und erhalten Informationen zu Spurenstoffen oder den Aufbereitungsmethoden. Entsprechend rege wird *trinkwasser.ch* besucht. Durchschnittlich verzeichnet die Konsumenten-Website rund 8000 Nutzerinnen und Nutzer pro Monat.

### RE-LAUNCH TRINKWASSER.CH

Die 2015 lancierte Website ist in die Jahre gekommen. Deshalb hat sich der SVGW entschieden, *trinkwasser.ch* neu implementieren zu lassen. Bereits in der ersten Jahreshälfte werden wir die neue Seite präsentieren können. Versorger, die ihre Qualitätsdaten auf *trinkwasser.ch*

### AGENDA IM BEREICH WASSER

#### FOWA INNOVATION DAY

5. Mai 2022 | Zürich WVZ

#### AQUA PRO

8.–10. Juni 2022 | Bulle

#### SVGW/VSA-SEMINAR

«PESTICIDES –ET MAINTENANT?»

10. Juni 2022 | Bulle

# SVGW GAS ESSIGE

Trinkwasser.ch

Neulancierung

dieses Jahr schon aktualisiert haben, sollten bereits Informationen zur Migration per Mail erhalten haben. Versorger, die ihre Qualitätsdaten neu auf *trinkwasser.ch* publizieren wollen, bitten wir, noch bis zum Start der neuen Website zu warten, da es uns technisch nicht möglich ist, die aktuellen Qualitätsdaten auf die neue Website zu migrieren.

#### NEULANCIERUNG SCHON BALD

Wir freuen uns, in der ersten Jahreshälfte die neue Website präsentieren zu dürfen und sind gespannt auf das Feedback von Versorgern und den Konsumentinnen und Konsumenten!

#### W1018 AUF ITALIENISCH

Der IKT-Minimalstandard (W1018) – die Branchenempfehlung für Informationssicherheit – ist neu auch auf Italienisch erhältlich.

Die SVGW-Empfehlung wurde als Hilfsmittel für die Wasserversorgungen konzipiert, damit sie die Informationssicherheit systematisch angehen und dabei bestehende Sicherheitslücken mit vertretbarem Aufwand schliessen können.

Die W1018 hat der SVGW gemeinsam mit dem Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung (WL) zum Schutz der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) für Wasserversorger erarbeitet.

Die italienische W1018 ist im SVGW-Shop verfügbar.

#### G-HK: G18 IST KURZ VOR INKRAFTSETZUNG

Die G18 zur Gasbeschaffenheit ist auf der Zielgeraden. Mit diesem Grundlagendokument können nun weitere SVGW-Richtlinien zur Gasinfrastruktur angepasst werden.

Matthias Hafner, Sekretär G-HK

Am 1. März 2022 fand in Olten unter Leitung von *Andrea Zinsli* die erste technische Sitzung der Gas-Hauptkommission (G-HK) im Jahr 2022 statt.

#### RICHTLINIE G18 ALS BASISDOKUMENT

Die G-HK hat die Richtlinie G18 «Gasbeschaffenheit» zu Händen des Vorstands verabschiedet. Die Beschaffenheit von methan- und wasserstoffreichen Gasen, die jetzt und zukünftig in der Schweizer Gasinfrastruktur zur Anwendung kommen können, ist in der G18 definiert. Sie führt alle Aspekte der Gasbeschaffenheit zusammen und ist abgestimmt mit den europäischen Normen und den Richtlinien unserer Nachbarländer. Die Vernehmlassung wurde im vierten Quartal 2021 durchgeführt.

Mit der Inkraftsetzung der Richtlinie im zweiten Quartal 2022 wird eine Basis für künftige Anpassungen und Erweiterungen des SVGW-Regelwerks geschaffen. Die G18 wird in drei Sprachen veröffentlicht.

Noch ist Wasserstoff nicht in der Rohrleitungsgesetzgebung verankert. Der SVGW steht in engem Kontakt mit dem Bundesamt für Energie BFE, um die Erweiterung der Gasbeschaffenheit bei einer allfälligen Revision der Rohrleitungsgesetzgebung zu integrieren. Im Zuge der Vernehmlassung erfolgten bereits konkrete Anpassungen bei den Grenzwerten für CO<sub>2</sub> auf ≤ 4,0 mol% und Sauerstoff O<sub>2</sub> auf ≤ 1 mol% innerhalb der Schweiz.

#### ANPASSUNGEN DER G13

In naher Zukunft werden diverse Richtlinien zur Gasinfrastruktur an die neue Gasbeschaffenheit angepasst. Ein

weiterer wichtiger Meilenstein ist die Anpassung der Richtlinie G13 «Einspeisung von erneuerbaren Gasen». Die G-UK4 berichtete über den Stand der Arbeiten. Im Fokus steht der Netzbetreiber und seine Verantwortung betreffend Gasbeschaffenheit im Netz und die Frage, was dies für den Einspeiser beziehungsweise für den Anwender bedeutet.

#### DEFINITION DER FACHKUNDIGKEIT

Die B-UK3 hat einen Entwurf erarbeitet, der die Grundlagen für die Fachkundigkeit der Installationsberechtigten definiert. Der Entwurf wurde der G-HK vorgestellt. Kommentare dazu können eingereicht werden.

#### RÜCKGANG DER METHANEMISSIONEN

*Roman Huber* von der Geschäftsstelle des SVGW stellte die ersten Ergebnisse des FOGA-Projektes zu den Methanemissionen der Gasinfrastruktur vor. Die Studie zeigt, dass seit der letzten Erhebung die Methanemissionen deutlich reduziert werden konnten. Die Studie wird im Laufe des Jahres in *Aqua & Gas* publiziert. Werksindividuelle Auswertungen können basierend auf den Studienergebnissen bereits erstellt werden.

#### IM AUSTAUSCH MIT DVGW UND ÖVGW

Am 18./19. Mai 2022 treffen sich die führenden Gremien von DVGW, ÖVGW und SVGW zu einem Austausch von aktuellen Informationen. Beim Treffen sollen auch mögliche gemeinsame Tätigkeiten evaluiert werden.

Die nächste Sitzung der G-HK findet am 18. Mai statt.

Lizenz für Pamela Bauer, [p.bauer@hagenbucher.ch](mailto:p.bauer@hagenbucher.ch)  
TMH Hagenbucher AG, Zürich

## KURSE UND VERANSTALTUNGEN

### APRIL

#### LEHRGANG «BRUNNENMEISTER/IN 2022»

2. Kurswoche  
4.–8. April | Lostorf

#### KURS «WASSERWART 2022/2»

3. Block  
5. April | Schwerzenbach

#### BASISWISSEN «WASSERVERSORGUNG»

7. April | Zürich

#### ERFA-TAGUNG «PERIODISCHE SICHERHEITS- KONTROLLEN (PSK) AN GASINSTALLATIONEN»

Tag 1 «Allgemein»: 20. April | Olten  
Tag 2 «PSK in Gewerbe-, Industrie-  
und Sonderbauten»: 26. April | Olten

### MAI

#### LEHRGANG «BRUNNENMEISTER/IN 2022»

3. Kurswoche  
2.–6. Mai | Lostorf

#### WASSERSTOFF-SEMINAR

Aktuelles Wissen aus Forschung und Praxis  
4./5. Mai | Rapperswil

#### FOWA INNOVATION DAY

Aktuelles Wissen aus Forschung und Praxis  
5. Mai | Zürich

#### KURS «FINANZIERUNG DER WASSER- VERSORGUNG»

9. Mai | Zürich

#### TISG 003 «LÖSCHEN VON GASBRÄNDEN»

9. Mai | Littau  
10. Mai | Littau  
11. Mai | Littau  
12. Mai | Littau

#### KURS «PRAKTISCHE EINFÜHRUNG IN DIE W12»

1. Kurstag: 11. Mai | Zürich  
2. Kurstag: 19. Mai | Zürich

### SVGW-JAHRESVERSAMMLUNG 2022

*Datum* 9. Juni 2022  
*Ort* Biel  
*Info* [www.svgw.ch/jv22](http://www.svgw.ch/jv22)  
[m.mathys@svgw.ch](mailto:m.mathys@svgw.ch)

Der SVGW ist zuversichtlich, dass die 149. Jahresversammlung – also die letzte vor dem grossen Jubiläum – mit Mitgliedern und Gästen physisch stattfinden

wird, und zwar am 9. Juni 2022 in Biel. Nach der Mitgliederversammlung am Vormittag und dem Mittagessen stehen spannende Referate zu den aktuellen Herausforderungen in der Energie- und Wasserversorgung auf dem Programm. Das Input-Referat hält die Direktorin des Bundesamtes für Umwelt *Katrin Schneeberger*.



Save the Date: 9. Juni 2022, SVGW-Jahresversammlung in Biel.

(©CC ka log graphic arts)

### WASSERSTOFF-TAGUNG IN BIEL

*Datum* 20. Mai 2022  
*Ort* Biel  
*Info* [www.svgw.ch/h2tagung](http://www.svgw.ch/h2tagung)  
[m.mathys@svgw.ch](mailto:m.mathys@svgw.ch)

Save the Date: Am 20. Mai 2022 führt der SVGW in Biel eine Wasserstofftagung mit Simultanübersetzung (D/F) durch. Geboten wird ein umfassender Überblick zu den Energieträger der Zukunft – von den Rahmenbedingungen bis zur Praxis.

Vorgestellt werden die Hintergründe der neuesten technischen Entwicklungen und Dienstleistungen. Auch wird die Frage beantwortet, wie vorbereitet das Schweizer Gasnetz bezüglich Wasserstoff ist. Etablierte Akteure der Wasserstoff-Branche werden sich und ihre Projekte vorstellen. Die Fachtagung schliesst mit einer Podiumsdiskussion. Der anschliessende Apéro bietet Referenten und Teilnehmern die Möglichkeit zum ungezwungenen Austausch.



# KURSE UND VERANSTALTUNGEN

## SAVE THE DATE: FOWA INNOVATION DAY

**Daten** 5. Mai 2022, 8:45–16 h  
**Ort** Grundwasserwerk Hardhof,  
 Wasserversorgung Zürich  
**Info** [www.svgw.ch/fowa-innoday](http://www.svgw.ch/fowa-innoday)  
[m.mathys@svgw.ch](mailto:m.mathys@svgw.ch)

Es ist wieder so weit: Im Mai findet der *Innovation Day* des Forschungsfonds Wasser (FOWA) statt. Die Resultate der abgeschlossenen und laufenden Forschungsprojekte des FOWA werden in kurzen Referaten vorgestellt. Auch werden innovative Produkte aus dem Bereich Wasserversorgung von der Industrie präsentiert.

Neben den Projekten und Produkten steht aber der Austausch zwischen Forschenden, den Wasserversorgern und der Industrie im Vordergrund. Gemeinsam innovative und praxisorientierte Lösungen für die Wasserversorgungsbranche zu erarbeiten, ist das Ziel des FOWA, und unter diesem Leitgedanken steht auch der kommende Innovation Day.

Die Projekte werden je nach Herkunft auf Französisch oder Deutsch vorgestellt. Rund die Hälfte der Projekte stammen aus der Romandie. Die Veranstaltung wird zweisprachig moderiert.



Forschungsprojekte, innovative Produkte, reger Austausch – FOWA Innovation Day am Donnerstag, 5. Mai 2022, im Grundwasserwerk Hardhof bei der Wasserversorgung Zürich.

## TISG 003 «LÖSCHEN VON GASBRÄNDEN» – WENIGE FREIE PLÄTZE

**Datum** 12. Mai 2022  
**Ort** Littau  
**Info** [www.svgw.ch/Loeschkurs](http://www.svgw.ch/Loeschkurs)  
[r.hoffmann@svgw.ch](mailto:r.hoffmann@svgw.ch)

Am Vormittag erlangen Teilnehmende des TISG-Kurses «Löschen von Gasbränden» anhand eines kurzen theoretischen Überblicks, das Wissen über die Grundlagen der Eigenschaften von Brenngasen. Sie erfahren zudem das Wichtigste über die persönliche Schutzausrüstung (PSA), Gefahrenabwehr sowie mögliche Schutzmassnahmen.



Der TISG-Kurs 003 bietet neben Theorie auch praktische Löschübungen.

Am Nachmittag stehen praktische Löschübungen im Rahmen einer Gasbranddemonstration mit Instruktionen auf dem Programm.

## LEHRGANG «BRUNNENMEISTER/IN 2022»

4. Kurswoche  
 16.–20. Mai | Lostorf

## TISG 003 «LÖSCHEN VON GASBRÄNDEN»

Wiederholungskurs  
 17. Mai | Littau  
 18. Mai | Littau  
 19. Mai | Littau

## FACHTAGUNG «H<sub>2</sub>»

mit Simultanübersetzung D/F  
 20. Mai | Biel

## FACHTAGUNG «ARBEITSSICHERHEIT UND GESUNDHEITSSCHUTZ»

24. Mai | Baden

## JUNI

## BERUFSPRÜFUNG «BRUNNENMEISTER/IN 2022»

Teil 1  
 2. Juni | Lostorf

## SVGW-MITGLIEDERVERSAMMLUNG

9. Juni | Biel

## LEHRGANG «ROHRNETZMONTEUR 2022/23»

Freiwilliger Vorkurs  
 13.–17. Juni | Lostorf

## LEHRGANG «TEAMLEITER»

20.–23. Juni | Lostorf

## TISG 004W «SICHERES ARBEITEN AN GASF. LEITUNGEN UND INSTALLATIONEN R»

Wiederholungskurs  
 22. Juni | Basel

## WEITERE KURSE SOWIE DETAILLIERTE INFOS

[www.svgw.ch/bildung](http://www.svgw.ch/bildung)

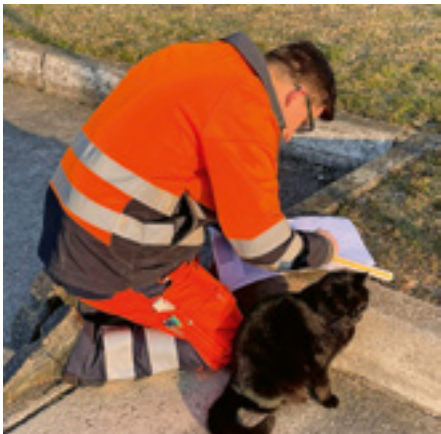
## KURSE UND VERANSTALTUNGEN

### 37 NEUE ROHRNETZMONTEURINNEN UND -MONTEURE MIT EIDG. FA

Der letzte Lehrgang Rohrnetzmonteur/in nach alter Prüfungsordnung schloss im März mit der eidg. Berufsprüfung. 37 Rohrnetzmonteurinnen und -monteure haben die Prüfung bestanden. Die theoretische Prüfung fand im Campus Sursee statt, die praktischen Prüfungen in Schlieren.

*Dorothe von Moos, Fachspezialistin Bildung*

Der Lehrgang startete im Juni 2021 in den Schulungsräumen des Verbands Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile (VKR) in Oberentfelden. Die sechs Kurswochen inkl. den praktischen Übungen konnten wie geplant im Präsenzunterricht in Oberentfelden, am Campus Sursee und auf dem Materiallagerplatz der energie360° in Schlieren durchgeführt werden.



Die Anstrengung hat sich gelohnt: Alle 37 Kandidatinnen und Kandidaten haben die Prüfung bestanden. Wir gratulieren herzlich und wünschen ihnen viel Erfolg und Freude im beruflichen Alltag. Ein herzliches Dankeschön geht auch an all unsere Fachlehrern, Experten und Helfer für das grosse Engagement und die tatkräftige Unterstützung!

#### NEUER LEHRGANG

Wir freuen uns auf den Start des «neuen, modularen Lehrganges» im Juni 2022.

[www.svgw.ch/Rohrnetzmonteur](http://www.svgw.ch/Rohrnetzmonteur)

### KURS «ROHRVERLEGER»

Block 1 23./24. November 2022

Block 2 30. November –  
2. Dezember 2022

Ort Aussenstelle Schwerzenbach  
iwb, Industrielle Werke Basel

Info [www.svgw.ch/kurse-tagungen](http://www.svgw.ch/kurse-tagungen)  
[h.hekele@svgw.ch](mailto:h.hekele@svgw.ch)

Im Kurs für Rohrverleger erwerben die Teilnehmenden die Kompetenz, grundlegende Arbeiten im Bereich Rohr-

netz korrekt ausführen zu können. Im theoretischen Teil werden folgende Themen behandelt: Arbeitsschutz, Korrosion, Hygiene, Wasser- und Erdgasversorgung, Sicherheit Gas und Werkstoffkunde. Im praktischen Teil werden die verschiedenen Gussleitungssysteme und Kunststoffrohrsysteme thematisiert. Zusätzliche Kursthemen sind Betrieb, Instandhaltung, Versorgung, Grossprojekte und Vermessung.



Der Kurs «Rohrverleger» wird auch dieses Jahr durchgeführt. Er findet im November/Dezember in der SVGW-Aussenstelle Schwerzenbach (Block 1) und bei iwB in Basel (Block 2) statt.

### WASSERSTOFF-SEMINAR: AKTUELLES WISSEN AUS PRAXIS UND FORSCHUNG

Am 4. und 5. Mai findet an der Ostschweizer Fachhochschule (OST) in Rapperswil ein Weiterbildungsseminar zum Thema Wasserstoff statt. Der Anlass wird im Rahmen einer gemeinsamen Initiative des Instituts für Energietechnik (IET), des Instituts für Wissen, Energie und Rohstoffe Zug (WERZ) – beide OST – und des SVGW organisiert.

Das Weiterbildungsseminar präsentiert den aktuellen Stand des Wissens aus Praxis und Forschung. Das Seminar umfasst folgende Programmpunkte:

- Rolle von Wasserstoff im aktuellen und zukünftigen Energiesystem
- Grundlagen: chemische und physikalische Eigenschaften

- Speicherung: flüssig sowie gasförmig, Speichertechnologien
- Transport (Pipeline, Container, Trailer), Nutzung bestehender Gasinfrastruktur, Netze mit reinem Wasserstoff oder mit Methan-Wasserstoff-Gemischen
- Verwendung: Energieträger in Mobilität, Industrie (Wärme/Rohstoff), Gebäude
- Gesetzgebung, Sicherheitsstandards, Normierung, Regelwerke und Richtlinien
- Bewilligungsverfahren
- Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit
- Aktivitäten in Europa
- Erfahrungen und Beispiele aus der Praxis, z. B. Mobilität, Gebäude

Produktionstechnologien: Elektrolyse, Pyrolyse, Steam Reforming

Lizenz für Pamela Bauer, [p.bauer@hagenbucher.ch](mailto:p.bauer@hagenbucher.ch)  
TMH Hagenbucher AG, Zürich

[www.ost.ch/werz](http://www.ost.ch/werz)

## NOUVELLES DE ROMANDIE

### FORMATION «EUP» – OBJECTIFS LARGEMENT ATTEINTS

Deux participants de la première volée, Michaël Benoit, chef d'exploitation des usines de Bret et Sonzier au Service de l'eau de Lausanne, et Alexandre Galley, responsable Infrastructures chez Sinef, donnent leur avis sur cette formation.

*Kerstin Ahrens Riehling, SSIGE*

#### Qu'est-ce qui vous a motivé d'entamer cette formation?

*M.B.:* Cette formation apporte une vraie valeur ajoutée et valorise le poste d'exploitant d'usine de potabilisation. Alors que l'exploitation se basait jusque-là sur des expériences acquises par mes prédécesseurs, cette formation m'a permis de comprendre l'impact de mes actions sur toute la chaîne de traitement.

*A.G.:* Je suis entièrement d'accord. En plus, la formation m'a aidé à gagner en assurance vis-à-vis d'autres professionnels. J'arrive à mieux défendre mes propositions d'amélioration et à fournir des arguments techniquement fondés.

#### Qu'est-ce qui vous a plu?

*M.B.:* En règle générale, je suis ouvert à toutes sortes de formation, cela permet toujours d'évoluer. Dans ce cours en particulier, le niveau de la classe était très élevé, l'ambiance en classe était particulièrement bonne et je trouvais les chargés de cours vraiment excellents.

*A.G.:* J'ai trouvé l'équilibre entre la théorie, les exercices pratiques et les visites d'usines particulièrement réussies. Cette formation m'a donné une bonne base pour assurer les réglages des traitements actuels. En outre, j'ai apprécié la présentation de nouvelles technologies et des aspects de sécurité.

#### Quels seraient les points à améliorer?

*M.B.:* La chimie est une branche importante et complexe non négligeable. Alors qu'il est nécessaire de maîtriser un certain langage technique, il serait souhaitable de vulgariser les termes chimiques.

*A.G.:* Malgré une très bonne préparation,

j'ai trouvé l'examen passablement poussé. En revanche, cela valorise la formation et oblige à se préparer avec sérieux.

#### Quelle est la pertinence des contenus de la formation pour votre travail?

*M.B.:* Cette formation m'a donné les bonnes bases pour comprendre les réglages, pour connaître les impacts de mes actions et comprendre les phénomènes observés jusque-là.

*A.G.:* Les contenus sont parfaitement pertinents pour mon travail. Concrètement, j'ai pu optimiser et valider l'utilisation des produits chimiques et perfectionner mes connaissances du produit final. En dehors de cela, grâce à l'analyse des dangers, j'ai pu apporter des améliorations à certains procès de production.

#### Un mot sur les échanges avec les autres participants?

*M.B.:* Avant de participer à la formation, je faisais déjà partie d'un groupe d'exploitants. Le cercle s'est élargi grâce à cette formation. En plus, l'échange d'expérience avec les autres permet de repérer des situations à risque qui pourraient se produire chez nous.

*A.G.:* Les échanges étaient très enrichissants. Finalement, chacun est spécialiste dans un domaine différent. Dans nos stations, par exemple, nous utilisons la cytométrie en flux, alors que d'autres services n'ont pas encore investi dans cette technologie.

#### Est-ce que vous recommanderiez cette formation? Dans l'affirmative, à qui?

*M.B.:* Je recommande absolument cette formation, non seulement aux exploitants

de «grandes» usines de potabilisations d'eau de lac, mais aussi à ceux qui ne font «que» de la désinfection. Il est toujours précieux d'élargir son horizon, surtout dans un monde où tout change très vite. En outre, elle est tout à fait pertinente pour tous les professionnels qui gravitent autour de la potabilisation, tels que les ingénieurs de génie civil.

*A.G.:* Clairement oui, et non seulement à ceux qui traitent l'eau de lacs. Parmi les professionnels qui gravitent autour, je verrais également les inspecteurs des laboratoires cantonaux. La formation EUP est un atout pour tous ceux qui travaillent d'une manière ou d'une autre dans le domaine de la potabilisation de l'eau.

### JOURNÉE TECHNIQUE SSIGE/VSA «PESTICIDES – ET MAINTENANT?»

*Date* 10 juin 2022 dès 8 h 30  
*Lieu* Espace Gruyère, Bulle  
*Info* [ssige.ch/cours-et-colloques](http://ssige.ch/cours-et-colloques)  
[k.ahrens@ssige.ch](mailto:k.ahrens@ssige.ch)

N'oubliez pas de vous inscrire à cette journée. Pour les inscriptions avant le 30 avril, vous profiterez d'une réduction de 50 francs!

### AGENDA

**COURS «INTERVENTION DE SÉCURITÉ GAZ»**  
19 et 20 avril 2022 | La Rama, Cugy

**COURS CONTRÔLEUR AGRÉÉ GAZ**  
8 au 10 juin 2022 | Holdigaz, Vevey

**FORMATION EXPLOITANT D'USINE DE POTABILISATION EUP**  
12 sept. au 23 décembre 2022 | Divers lieux

**Important:** Le délai d'inscription pour le cours d'Exploitant d'usine de potabilisation EUP est fixé au 30 avril 2022!

## KURSE UND VERANSTALTUNGEN

### APRIL

#### 3D-SIMULATION IM BEREICH ABWASSER UND SONDERBAUWERKE

Seminar Teil 1  
6. April 2022 | online

#### MODUL «GEWÄSSERUNTERSUCHUNGEN»

Modul G  
20. April 2022 | online

#### M4 – KLÄRWERKFACHLEUTE

Fachausbildung  
25.–29. April 2022 | Solothurn

#### MODUL «ANALYSE DE LA QUALITÉ DES EAUX»

Module G  
26. April 2022 | en ligne

#### W22 – KLÄRWERKFACHLEUTE

Weiterbildungskurs  
27.–29. April 2022 | Sarnen

#### 78. VSA-MITGLIEDERVERSAMMLUNG

Fachtagung  
28. April 2022 | Luzern

### MAI

#### 3D-SIMULATION IM BEREICH ABWASSER UND SONDERBAUWERKE

Seminar Teil 2  
4. Mai 2022 | online

#### W22 – KLÄRWERKFACHLEUTE

Weiterbildungskurs  
11.–13. Mai 2022 | Sarnen

#### LEBENSLANGES LERNEN FÜR KLÄRWERKFACHLEUTE

Fortbildungskurs  
16.–20. Mai 2022 | Hitzkirch

#### KANALISATIONSFORUM

Forum und Ausstellung  
16./17. Mai 2022 | Rapperswil

#### SPURENSTOFFE IN DER OZONUNG

Seminar  
18. Mai 2022 | online

### «ZERO POLLUTION» UND «NETTO-NULL»

Datum 28. April 2022  
Ort Luzern

#### VSA-MITGLIEDERVERSAMMLUNG UND FACHTAGUNG

Die VSA-Fachtagung vom 28. April 2022 geht den Fragen nach, was die Zielsetzungen «Zero pollution» und «Netto-

Null» für den Schweizer Gewässerschutz bedeuten. Im Anschluss findet die 78. Mitgliederversammlung des VSA statt.

#### KATHRIN BERTSCHY AUF «HEISSEM STUHL»

Auf dem «heissen Stuhl» stellt sich Nationalrätin *Kathrin Bertschy* den Fragen des VSA.



### KRIEG IN DER UKRAINE BRINGT VIEL LEID UND ZERSTÖRT WASSERINFRASTRUKTUR

Der VSA hat seinem Schwesternverband «Ukrainian Association of Water Supply and Sewerage Enterprises» in einem Schreiben seine tiefe Betroffenheit und Solidarität über den illegalen Angriffskrieg ausgesprochen. Parallel dazu ist der VSA auch mit dem Staatsekretariat für Migration in Kontakt getreten: Zahlreiche Schweizer Unternehmen und Anlagenbetreiber der Wasserbranche bieten bereitwillig Hilfe im Rahmen ihrer Möglichkeiten und stellen kurz- und mittelfristig Arbeitsplätze sowie Praktikumsstellen für Flüchtlinge aus dem Wassersektor in Aussicht. Die VSA-Geschäftsstelle VSA wird eine Vermittlerfunktion übernehmen.

Der ukrainische Wasserverband hat in seiner Antwort dargelegt, dass es derzeit eine zentrale Herausforderung sei, die zerbombten Infrastruktur (Wasserversorgung und Abwasserentsorgung) wieder instand zu stellen bzw. wieder aufzubauen. Es werden Notstromversorgung (Generatoren), Ausrüstung für Notfallreparaturen (Handwerkzeuge, Schweißgeräte), Notpumpen von Trink- und Abwasser, persönliche Schutzausrüstung benötigt. Solange der Krieg tobt, kann man vor allem mit Geldspenden etwas zur Notlinderung beitragen und offizielle, bewährte Organisationen wie Unicef, das Rote Kreuz oder das Schweizerische Korps für humanitäre Hilfe unterstützen.

Lizenz für Pamela Bauer, [p.bauer@hagenbucher.ch](mailto:p.bauer@hagenbucher.ch)  
TMH Hagenbucher AG, Zürich



# VSA

## KURSE UND VERANSTALTUNGEN

### KANALISATIONSFORUM – UNTERHALT, BAU UND SCHWAMMSTADT

Datum 16./17. Mai 2022  
Ort Rapperswil

#### BRANCHENTREFF MIT AUSSTELLUNG

Das Kanalisationsforum fokussiert auf die Themen Bau, Qualität und Werterhalt sowie Neubau von Entwässerungsanlagen. 2022 steht zusätzlich die Siedlungsentwässerung im Zentrum des Interesses. Angesprochen werden Ingenieure, Planer von Abwasseranlagen, Kantons- und Gemeindebehörden, Lieferanten sowie an Fachleute aus Bau, Betrieb und Werterhalt von Kanalisationen.

Für Firmen und Anbieter besteht die Möglichkeit, Ausstellerplätze zu mieten und vor Ort Präsenz zu zeigen.



### DAS ABC DES GSCHG – TEIL ABWASSERRECHT

Datum 2. Juni 2022  
Ort Bern

#### VSA-FACHKURS

Im Fachkurs «ABC des GSchG – Teil Abwasserrecht» gewinnen Gewässerschutzfachleute Einblick in die wichtigsten Bestimmungen der eidg. Gewässerschutzgesetzgebung (GSchG und GSchV) sowie in die Richtlinien und Empfehlungen des VSA.

Praxisbeispiele illustrieren, wie die Gewässerschutzgesetzgebung konkret umgesetzt wird.

#### ZIELSETZUNG

Der VSA-Kurs soll helfen, in kompakter Weise eine Übersicht über die Gewässerschutzgesetzgebung inklusive der konkretisierenden VSA-Richtlinien und -Empfehlungen zu gewinnen.

Ein besonderes Augenmerk ist dabei auf konkrete Praxisbeispiele gerichtet. Diese sorgen dafür, den Transfer in die eigene Organisation zu ermöglichen.

Die Rollen und Aufgaben der Behörden und weiteren Beteiligten der Siedlungsentwässerung werden erläutert.

Die Teilnehmenden des Kurses lernen die wichtigsten Prinzipien wie Sorgfaltpflicht, Versursacher- und Verhältnismässigkeitsprinzip u. a. m. kennen.

#### THEMEN

Themenfelder dabei sind Gewässerschutzbewilligungen, Abwassereinleitungen, Betrieb und Kontrolle der Abwasseranlagen, Abwassergebühren und anderes mehr.

#### ZIELGRUPPE

Der Kurs richtet sich an Mitarbeitende von Behörden (Kantone und Gemeinden inkl. deren Juristen/Juristinnen), welche noch nicht lange in ihrer Funktion tätig sind.

Auch Mitarbeitende von Ingenieur- und Planerfirmen sowie von Unternehmungen im Bereich Gewässerschutz und ARA-Betriebsleiter werden angesprochen.

#### ROHRSTATISTIK

Fachkurs  
31. Mai 2022 | Zürich

#### JUNI

#### BLICK INS GEWÄSSER

Fachkurs  
1. Juni 2022 | Region St. Gallen

#### ABC DES GSCHG – TEIL ABWASSERRECHT

Fachkurs  
2. Juni 2022 | Bern

#### QUIK FÜR BAULEITER

Fachkurs  
8. Juni 2022 | Zürich

#### HYDRAULIK: TECHNISCHE DOKUMENTATION ZUR SIA 190

Fachkurs  
10. Juni 2022 | Zürich

#### TREFFEN DER GEWÄSSERSCHUTZVETERANEN

17. Juni 2022 | Bern

#### BETRIEB UND UNTERHALT VON ABWASSER-VORBEHANDLUNGSANLAGEN F1

BUS-Kurs  
21. Juni 2022 | Bern

#### FOKUS STICKSTOFF, TREIBHAUSGASE UND ENERGIE: WOHIN GEHT DU, ARA?

Fortbildungskurs  
21./22. Juni 2022 | Kandersteg

#### A9 – KLÄRWERKFACHLEUTE

Ausbildungskurs  
27. Juni – 1. Juli 2022 | Spiez

#### KURSANGEBOT UND ANMELDUNGEN

[www.vsa.ch/bildung](http://www.vsa.ch/bildung)

#### CALENDRIER DES ÉVÉNEMENTS ET INSCRIPTION

[www.vsa.ch/formation](http://www.vsa.ch/formation)

Lizenz für Pamela Bauer, [p.bauer@hagenbucher.ch](mailto:p.bauer@hagenbucher.ch)  
TMH Hagenbucher AG, Zürich

## KURSE UND VERANSTALTUNGEN

### VON ABWASSERVORBEHANDLUNGSANLAGEN: BETRIEB UND UNTERHALT

Datum 21. Juni 2022  
Ort Bern

#### VSA BUS-KURS F1

Der Kurs F1 vermittelt den Verantwortlichen für den Betrieb der Abwasservorbehandlungsanlagen praxisorientiertes Know-how zum Betrieb und Unterhalt. Speziell wird auf die Vorabscheide-, Spalt- und Neutralisationsanlagen eingegangen.

#### THEMA UND KURSZIEL

Die Teilnehmenden lernen die Besonderheiten der gewerblichen / industriellen Abwässer sowie die einschlägigen Vorschriften kennen. Sie kennen die wesentlichen Betriebsparameter für eine erfolgreiche Abwasserbehandlung und wissen, wie die Funktionstüchtigkeit der Anlagen überprüft wird. Sie sind in der Lage, die Betriebsvorschriften für die Abwasserbehandlungsanlagen zu verstehen und richtig umzusetzen. Sie erkennen, in welchen Fällen sie Hilfe von Fachleuten benötigen.



#### ZIELPUBLIKUM

Angesprochen werden Betriebs- und Unterhaltspersonal von Abwasseranlagen, Verantwortliche für die betriebliche Eigenkontrolle sowie Inspektoren für Branchenlösungen ohne entsprechende Fachausbildung (z. B. Garagen-, Malergewerbe etc.).

### HYDRAULIK: TECHNISCHE DOKUMENTATION ZUR SIA 190

Datum 10. Juni 2022  
Ort Zürich

#### VSA-FACHKURS

Im Hydraulikfachkurs wird die Technische Dokumentation D0264 zur Norm SIA 190:2017 erläutert. Teilnehmende mit Grundkenntnissen in Hydraulik erfahren, wie sie Bauwerke ausgestalten müssen um hydraulische Probleme zu vermeiden.

#### THEMA UND ZIEL

Die neusten Erkenntnisse bezüglich Erstellung von Abwasserleitungen und -kanälen wurden in die Norm SIA 190:2017 integriert. Auch eingearbeitet wurden die Anforderungen aus der europäischen Normierung. Die zur Norm

gehörige «Technische Dokumentation Hydraulik» gibt Hinweise, wie Bauwerke dimensioniert werden müssen, damit Probleme wie Zuschlagen des Kanals oder übermässige Ablagerungen vermieden werden.

Für die Kursteilnahme wird die technische Dokumentation D0264 zur Norm SIA 190:2017 benötigt. Bei der Kursanmeldung kann diese Norm zum vergünstigten Preis bestellt werden.

#### ZIELPUBLIKUM

Der Hydraulikkurs ist für Baufachleute, die sich mit dem Neubau von Kanalisationen befassen, und Fachleute, die mit der Projektierung von Kanalleitungen und Schachtbauwerken betraut sind, konzipiert.

### DIGITALE PLANUNG AUF KLÄRANLAGEN

Datum 6. September 2022  
Ort Baden

#### FACHTAGUNG

Aus einer ersten Veranstaltung des VSA zur Digitalen Planung bildeten sich Arbeitsgruppen, um die Digitale Planung in der Abwasserbranche der Schweiz zu standardisieren. An der zweiten Fachtagung informierten die Arbeitsgruppen über den aktuellen Stand ihrer Arbeiten. An der dritten Tagung in Baden werden sie nun ihre Resultate präsentieren.

#### THEMA UND ZIEL

Vorgestellt werden einerseits die VSA-AIA (Auftragsgeber/Information/Anforderungen), welche die Ansprüche des Mandanten an die Digitale Planung definieren. Andererseits haben die Arbeitsgruppen eine standardisierte Datenstruktur erarbeitet, mit der die Daten für den Kläranlagenbau über alle Projektphasen hinweg unter den Be-

teiligten ausgetauscht werden können. Die Struktur soll Klarheit in die Schnittstellen der Projektbeteiligten bringen sowie die Zusammenarbeit erleichtern und erfolgreicher gestalten.

Der Erfahrungsaustausch aus der Realisierungsphase ist ein weiterer Programmschwerpunkt. Die ersten grösseren nach der BIM-Methodik geplanten Projekte befinden sich in der Ausführung. Bauherren, Planer und Unternehmungen sammeln in der Ausführungsplanung und auf den Baustellen täglich neue Erkenntnisse. Auf der Basis von Inputvorträgen werden in Diskussionsgruppen fachgebietsspezifisch die Erfahrungen ausgetauscht. Wesentliche Aspekte sollen so aufgegriffen werden und in die Arbeitsgruppen des VSA zurückfliessen.

#### ZIELPUBLIKUM

Angesprochen werden Anlagenbetreiber, Bauherren, Planer und Ausrüster.

# V S A

## VSA-PLATTFORMEN

### SITUATIONSANALYSE BELEGT HANDLUNGSBEDARF

In einer schweizweiten Situationsanalyse untersuchten Fachleute der VSA-Plattform «Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen» die Stoffeinträge aus Industrie und Gewerbe: Die gesetzlichen Anforderungen an die Einleitung von Industrieabwasser werden heute in der Regel eingehalten. Trotz moderner Reinigungsverfahren gelangen aber mit dem gereinigten Betriebsabwasser Mikroverunreinigungen in die Gewässer. Im Weiteren identifizierten die Fachleute die relevanten Branchen und Prozesse sowie punktuellen Handlungsbedarf.

Paul Sicher, VSA

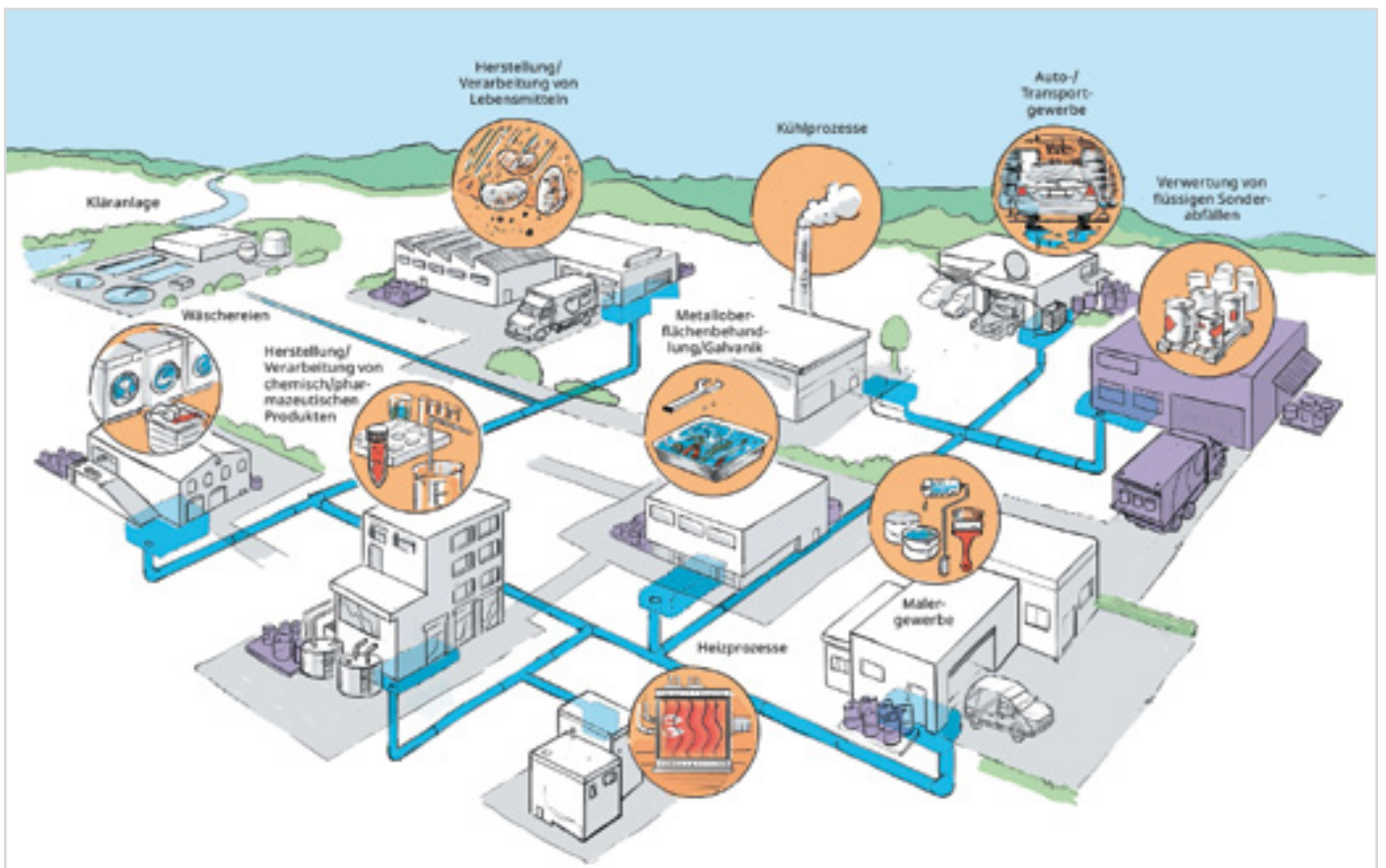
Dank flächendeckender Abwasserreinigung, Phosphatverbot sowie Massnahmen in Industrie und Gewerbe hat sich die Gewässerqualität seit den 1960er-Jahren massiv verbessert. Augenscheinlich zeigt sich das darin, dass wir heute wieder überall baden können. Im Fokus

stehen heute also nicht mehr schäumende und stinkende Flüsse, sondern optisch unsichtbare und geruchlose Mikroverunreinigungen. Es handelt sich dabei um organisch-synthetische Stoffe, welche die Gewässer in Kleinstkonzentrationen belasten und Wasserlebewesen und Öko-

systeme schädigen. Sie stammen aus der Landwirtschaft, aus Siedlungen und aus Industrie und Gewerbe. Gemäss dem Bericht des Bundesrates zum Postulat *Hêche* 2012 ist der Bereich «Industrie und Gewerbe» für zirka 20% der Mikroverunreinigungen in den Gewässern verantwortlich. Etwa 40% werden über das häusliche Abwasser eingetragen und weitere rund 40% gelangen durch mit Pestiziden behandelte landwirtschaftliche Flächen in die Gewässer.

### TAUSENDE BETRIEBE MIT ABWASSERANFALL

Die nun publizierte Situationsanalyse fokussiert auf die Verunreinigungen aus



Übersicht der relevanten Branchen für Einträge von Mikroverunreinigungen in die Gewässer.

## VSA-PLATTFORMEN

Industrie und Gewerbe. In der Schweiz existieren schätzungsweise 20 000 bis 30 000 Betriebe, die ihr Abwasser auf eine zentrale ARA einleiten. Dazu gehören kleine und mittelgrosse Unternehmen, die KMU. Deren Abwassermanagement ist in den meisten Fällen aber auf «klassische» Schadstoffe wie Schwermetalle oder Öl- und Fettreste ausgerichtet und nicht auf Mikroverunreinigungen. Zahlreiche Betriebe haben jedoch ihre Produktionsprozesse sowie wasserintensive Wasch- und Reinigungsprozesse laufend optimiert, so dass immer weniger Abwasser anfällt. Rund 50 grössere Betriebe – insbesondere aus der chemisch-pharmazeutischen Industrie und der Lebensmittelbranche – behandeln ihr Betriebsabwasser selbst in einer betriebseigenen ARA.

### GESETZLICHE VERPFLICHTUNG ZUM GEWÄSSERSCHUTZ

Gemäss der Gewässerschutzgesetzgebung sind alle Betriebe verpflichtet, Massnahmen nach dem Stand der Technik zu treffen, soweit sie technisch machbar und wirtschaftlich tragbar sind. Projektleiter *Pascal Wunderlin* sagt denn auch: «Die bestehenden allgemeinen und besonderen Anforderungen an die Einleitung von Industrieabwasser gemäss Gewässerschutzverordnung werden heute in der Regel eingehalten». Also alles in bester Ordnung? «Nein», erklärt Wunderlin, «trotz des grossen technischen Fortschritts der letzten Jahre gelangen Mikroverunreinigungen nach wie vor mit dem gereinigten Betriebsabwasser in die Gewässer, teilweise unerkannt und teilweise in grossen Mengen». Der Stand der Technik ist vielmals nicht auf diese Stoffe ausgerichtet, zudem ist die Stoffvielfalt riesig.

Man findet nur, was man misst. Heute befinden sich weltweit rund 100 000 Chemikalien im Umlauf, und über 400

Millionen Tonnen an Stoffen werden jährlich produziert.

Betrieben und Behörden fehlen oftmals die Kenntnisse über einzelne Inhaltsstoffe der eingesetzten Produkte. Eine Ausnahme stellen die Betriebe der chemisch-pharmazeutischen Industrie dar, denen Einzelstoffe wie Ausgangsstoffe oder produzierte Wirkstoffe bekannt sind.

### BEKANNTE STOFFEINLEITUNGEN ZEIGEN PUNKTUELLEN HANDLUNGSBEDARF

Das Team um Pascal Wunderlin hat in seiner Analyse dokumentiert, dass einzelne Betriebe bis zu einer Tonne eines Stoffes verteilt über wenige Tage in die Kanalisation einleiten können. Auch gibt es Beispiele, wo Stoffe mit möglicherweise schädlichen Auswirkungen auf die Gewässerökologie in Gewässer gelangten. Gut wasserlösliche und auch schwer abbaubare Stoffe können sogar bis in nahe Trinkwasserressourcen gelangen.

Wunderlin erläutert die beobachteten Mengen an einem Beispiel eindrücklich: «Wird beispielsweise 1 Kilogramm eines Medikamentenwirkstoffs einmal wöchentlich eingeleitet, entspricht dies einer Jahresfracht von 52 Kilogramm. Oder anders ausgedrückt: Bei einem Arzneimittel mit einem Wirkstoffgehalt von 50 mg pro Tablette entsprechen 52 Kilogramm rund einer Million Tabletten, die im Gewässer landet.» Ist das nun viel? «Die einzelnen Konzentrationen in den Gewässern sind sehr tief», erklärt Wunderlin, «die eingeleiteten Stoffmengen aus einzelnen Betrieben können insgesamt aber beachtlich gross sein. Zudem können entlang eines Fließgewässers viele verschiedene Stoffeinträge zusammenkommen. Über die Wirkung solcher Stoffgemische ist bis heute sehr wenig bekannt. Im Sinne der Vorsorge sind die Einträge in die Gewässer daher möglichst zu minimieren.»

### AUSBAU AUSGEWÄHLTER KLÄRANLAGEN AM LAUFEN

Zum Schutz der Wasserlebewesen und der Trinkwasserressourcen werden bis 2040 ausgewählte ARA mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen ausgebaut. Das Parlament hat dieses Vorgehen im März 2014 gutgeheissen und mit der Änderung des Gewässerschutzgesetzes der Schaffung einer gesamtschweizerischen Finanzierung dieser Massnahmen zugestimmt. Diese Bestimmungen sind am 1. Januar 2016 in Kraft getreten und die Umsetzung ist in vollem Gange. 2021 beschloss das Parlament zudem, weitere ARA mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe auszurüsten, wenn in deren Gewässer die Grenzwerte gemäss der Gewässerschutzverordnung nicht eingehalten werden können.

Eine schweizweite Abschätzung des Risikos der Stoffeinträge aus Industrie- und Gewerbebetrieben ist aufgrund der aktuellen Datenlage allerdings noch nicht möglich.

Die dokumentierten Beispiele zeigen punktuellen Handlungsbedarf in einzelnen Betrieben auf und illustrieren, wie durch ein erfolgreiches Zusammenspiel aus Messung, Quellenidentifikation, Behörde und Betrieb solche Stoffeinträge deutlich zurückgehen. Die betroffenen Betriebe treffen in Abstimmung mit den Behörden geeignete Massnahmen.

### RELEVANTE BRANCHEN UND PROZESSE IDENTIFIZIERT

Betriebe mit bekannten Stoffeinträgen stammen vielmals aus der chemisch-pharmazeutischen Industrie, weil bei einigen dieser Betriebe eine

# V S A

## VSA-PLATTFORMEN

gezielte Überwachung solcher Mikroverunreinigungen stattfindet. Bei anderen abwasserrelevanten Branchen der Schweiz gibt es hingegen keine systematische Erfassung solcher Stoffeinträge in die Gewässer ist dementsprechend gering. Nach Einschätzungen von Expertinnen und Experten sind folgende Branchen und Prozesse für Einträge von Mikroverunreinigungen in die Gewässer zu priorisieren:

- chemisch-physikalische Behandlung von flüssigen Sonderabfällen
- chemische-pharmazeutische Industrie (synthetisierende und verarbeitende Betriebe)
- Metalloberflächenbehandlung/Galvanik
- Herstellung und Verarbeitung von Lebensmitteln

Weitere relevante Branchen und Prozesse sind: Wäschereien, Malergewerbe, das Auto-/Transportgewerbe sowie die Heiz- und Kühlprozesse, die branchenübergreifend zur Anwendung kommen.

### WIRKSAMER VOLLZUG MIT NUMERISCHEN ANFORDERUNGSWERTEN

Der Vollzug funktioniert gut für bekannte Stoffe mit gesetzlich verankerten Vorgaben, wie beispielsweise die Anforderungen des Anhang 3.2 der Gewässerschutzverordnung GSchV. Wunderlin weist auf eine Hauptherausforderung hin: «Für Mikroverunreinigungen aus Industrie und Gewerbe existieren in der Gewässerschutzverordnung abwasserseitig keine stoffspezifischen Einleitwerte. Der Umgang mit solchen Mikroverunreinigungen stellt daher die Behörde wie auch die Betriebe vor grosse

Herausforderungen». Solche Werte sind im Einzelfall durch die Behörde festzulegen. Erschwerend kommt hinzu, dass für die meisten Betriebsabwässer sowohl das Wissen über die relevanten Mikroverunreinigungen als auch ein einheitliches Verständnis des Stands der Technik sowie ein harmonisiertes Vorgehen zur Festlegung von Einleitwerten fehlt.

### BEHÖRDEN UND BETRIEBE IM UMGANG MIT MIKROVERUNREINIGUNGEN UNTERSTÜTZEN

Die zusammengestellte Situationsanalyse zeigt die Herausforderungen im Umgang mit Mikroverunreinigungen: Sowohl die Betriebe selbst als auch die Vollzugsbehörden sind oft nur sehr beschränkt in der Lage, die in den Betriebsabwässern enthaltenen Mikroverunreinigungen zu

erfassen und zu beurteilen. Das Ziel muss daher sein, diese Situation in den kommenden Jahren zu verbessern. Dazu haben die Fachleute der VSA-Plattform «Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen» zusammen mit dem BAFU, der Eawag und den jeweiligen Branchen erste Projekte lanciert. In den nächsten Jahren wird eine Übersicht über die abwasserrelevanten Mikroverunreinigungen aus den priorisierten Branchen erarbeitet und dieses Wissen in die interkantonalen Leitfäden und Merkblätter zum Stand der Technik integriert. Im Weiteren werden Hilfestellungen im Umgang mit Mikroverunreinigungen für Behörden und Betriebe entwickelt und das erarbeitete Wissen an die Fachleute des betrieblichen Umweltschutzes weitergegeben.

### PROJEKT «SITUATIONSANALYSE ZU DEN STOFFEINTRÄGEN AUS INDUSTRIE UND GEWERBE IN DIE GEWÄSSER»

Neben dem häuslichen Abwasser und der Landwirtschaft stellen auch industriell-gewerbliche Aktivitäten eine Quelle für Mikroverunreinigungen in den Gewässern dar. Eine Übersicht über die daraus resultierende Belastung der Gewässer fehlt allerdings. Aus diesem Grund sind gemäss dem Bundesratsbericht vom Juni 2017 «Massnahmen an der Quelle zur Reduktion von Mikroverunreinigungen» der Wissensstand zu verbessern und vertiefte Massnahmen zu prüfen.

Dazu hat das Bundesamt für Umwelt (BAFU) gemeinsam mit dem Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) eine schweizweite Situationsanalyse zu «Stoffeinträgen aus Industrie und Gewerbe in die Gewässer» initiiert. Die Durchführung und Koordination der Analyse erfolgte durch den VSA (Plattform «Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen»).

Der Schlussbericht liegt nun vor und kann unter folgendem Link bezogen werden: [www.vsa.ch/Bericht-SA](http://www.vsa.ch/Bericht-SA)

Kontakt

*Pascal Wunderlin*

VSA-Plattform «Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen»

Tel.: +41 (0)58 765 50 37

[pascal.wunderlin@vsa.ch](mailto:pascal.wunderlin@vsa.ch)



Der SVTI Schweizerischer Verein für technische Inspektionen ist das Markenzeichen für die Sicherheit von technischen Anlagen und Geräten in der Schweiz. Unser oberstes Ziel ist die Verhütung von Unfällen, Störungen und Schäden bei Herstellung, Bau und Betrieb technischer Anlagen.

Für unser Team im Eidg. Rohrleitungsinspektorat (ERI) am Standort Wallisellen suchen wir für die technische Aufsicht über Öl & Gaspipelines in der Schweiz und im Fürstentum Liechtenstein per sofort oder nach Vereinbarung

## KKS & DIC Sachverständige / Sachverständiger 100 %

### Ihre Aufgaben

- Bewertung des Betriebszustands von Öl- und Gashochdruckpipelines, welche unter der Schweizer Bundesaufsicht oder der liechtensteinischen Landesverwaltung stehen
- Durchführung der technischen Aufsicht direkt unter dem Mandat der jeweiligen Landesverwaltung und im Dienst des ERI
- Durchführung von kathodischen Korrosionsschutz- (KKS) und Kontrollmessungen an Rohrleitungsanlagen
- Überwachen und Auswerten von Dichtheitsprüfungen (DIC) an Öl Pipelines auf Flughäfen und Raffinerien
- Erarbeitung der Wissensgrundlagen, um mit den Rohrleitungsbetreibern neue Leckage-Überwachungssysteme oder Dichtheitskontrollmethoden zu validieren
- Mithilfe bei der Weiterentwicklung unserer eigenen Online ERI-LOP Plattform, um spezifisch die KKS / DIC Inspektionen, deren Rapportwesen und Analysemöglichkeiten zu integrieren
- Nach Eignung und Interesse stehen verschiedene weitere Vertiefungsmöglichkeiten in Spezialdisziplinen zur Verfügung wie: Anforderungen für intelligente Molchungen, Beurteilung von Molchresultaten oder der Bearbeitung und Aufarbeitung von Schadenfällen

### Ihr Profil

- Elektriker (EFZ), Techniker (HF) oder Ingenieur (FH) mit Fachrichtung Elektrotechnik oder Maschinenbau
- Erfahrungen auf dem Fachgebiet KKS und dem Auswerten von Messdaten
- Interesse an persönlicher Weiterentwicklung, Offenheit ein weiteres Fachgebiet (Hydraulik) zu erlernen und Grundlagen zu erarbeiten
- Auswärtige Tätigkeiten von 1 - 3 Tagen, in der ganzen CH und FL für ca. 20 - 25 % / Jahr sind für Sie kein Hindernis
- Geduldig, standhaft, korrekt, selbstständig, sorgfältig und nachhaltig
- Ihr Tätigkeitsbereich ist äusserst vielfältig und bedarf hoher Selbstorganisation und Pflichtbewusstsein
- Freude und Interesse an einem breiten Fachgebiet, keine Berührungängste im Umgang mit Rohrbaufirmen, Ingenieuren, Beamten, Konstrukteuren, Mechanikern und Elektrikern
- Gute Französischkenntnisse in Wort und Schrift wären von grossem Vorteil
- Schweizer Staatsangehörigkeit

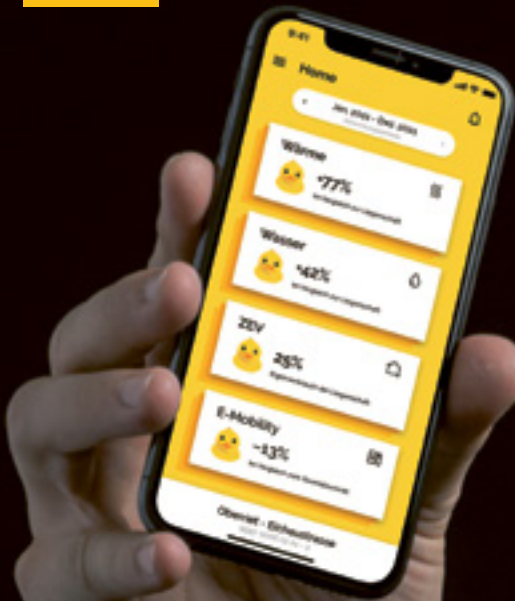
### Unser Angebot

- Hoher Freiheitsgrad in der Selbstständigkeit und für individuelle Spezialisierungen innerhalb vom ERI
- Innen- und Aussendienst innerhalb der Schweiz und Liechtenstein
- Attraktive und gezielte Weiterbildungen / Zertifizierungen im In- und Ausland
- Hohe Entscheidungskompetenz und flache Hierarchien
- Attraktiver Arbeitsplatz an zentraler Lage mit sehr gutem ÖV Anschluss
- Leistungsbezogene Entlohnung mit überdurchschnittlichen Sozialleistungen

Auskünfte erteilt Ihnen gerne Herr Roger Bächtiger, Leiter Eidg. Rohrleitungsinspektorat, Tel. 044 877 62 53, [roger.baechtiger@svti.ch](mailto:roger.baechtiger@svti.ch).

Ihre vollständigen Bewerbungsunterlagen (als PDF-Datei) senden Sie bitte [personal@svti.ch](mailto:personal@svti.ch) oder per E-Mail an Frau Nadia Dünner, Personalassistentin, [personal@svti.ch](mailto:personal@svti.ch)  
**PMI Hagenbucher AG, Zürich**

# NeoVac



## Energie intelligenter machen.

Marco Odermatt weiss, wie er seine Kraft und Dynamik clever einsetzt. Das macht ihn zum Champion. Da ist es nur logisch, dass wir ihn aus voller Überzeugung unterstützen. Schliesslich geht es auch bei NeoVac darum, Energie auf intelligente Weise zu nutzen. In diesem Sinne: **Weiter so, Marco!**

**Making energy smarter**

Lizenz für Pamela Bauer, p.bauer@hagenbucher.ch  
TMH Hagenbucher AG, Zürich



## Chapter 13 – EMOTIONS & NEW CHALLENGE

TELL wurde bei der Ermittlung des Gewinners von Emotionen überwältigt. Nie hätte er damit gerechnet, dass sich so viele Menschen für seine Vision des besten HYDRANTEN im Universum ZERWOWATERLOSS interessieren... und nie hätte MICHAEL aus Münchenbuchsee darauf gewettet, dass er die BEST-HYDRANT-CHALLENGE gewinnen würde. Nach dem rauschenden Fest erreichen TELL aber beunruhigende Nachrichten. Ein schon viele Jahre schwelender Konflikt in den Ländern gegen Sonnenaufgang ist zum offenen Krieg geworden. Verdrängtes rückt mit gewaltiger Kraft in den Fokus: Sind die Wasserwerke und Brunnenstuben HELVETIENS sicher? Die WATERKNIGHT VONROLL HYDRO haben sich seit langem mit dieser Frage befasst und TELL's Sensortechnologie mit INFRAPORT entsprechend weiterentwickelt. TELL wird auf eine neue Mission geschickt. In den kommenden Wochen, soll er zusammen mit den WATERKNIGHT die Sicherheit der Helvetischen Brunnenstuben überprüfen. Über die eingerichtete Hotline können Beratungstermine auch direkt vereinbart werden: [info@vonroll-hydro.ch](mailto:info@vonroll-hydro.ch), Tel. 800 882 020.

Unter allen MASTERN, welche sich im 2022 für die Sicherheitssensorik interessieren, verlost TELL eine Übernachtung für 2 Personen im Très Grand Hotel Victoria Jungfrau, in Interlaken (mit einem der weltbesten Frühstücksbuffets und einmaligem Harderblick vom heissen Sprudelbad aus). Relaxation in dramatischen Zeiten.



Lizenz für Pamela Bauer, [p.bauer@hagenbucher.ch](mailto:p.bauer@hagenbucher.ch)  
TMH Hagenbucher AG, Zürich

ZEROWATERLOSS  
[vonroll-hydro.world](http://vonroll-hydro.world)