

2023 Infotag Magazin

Wasserforschung für nachhaltige Entwicklung



Wasserforschung für nachhaltige Entwicklung

Die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals, SDGs) soll bis 2030 global und von allen UNO-Mitgliedsstaaten umgesetzt werden – auch von der Schweiz. Die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung reichen von «Gesundheit und Wohlergehen» (Ziel 3) über «Sauberes Wasser und Sanitärversorgung» (Ziel 6) und «nachhaltige Stadtentwicklung» (Ziel 11) bis zu «Leben unter Wasser» (Ziel 14). Der **Eawag-Infotag 2023** und das vorliegende **Infotag-Magazin** zeigen, wie die Forschung der Eawag zur Erreichung dieser Ziele beiträgt; denn das Thema «Wasser» zieht sich wie ein blauer Faden durch die verschiedenen SDGs.

Was sind mögliche Ansätze für die Umsetzung der SDGs in der Schweiz und weltweit? Welchen Beitrag kann die angewandte Wasserforschung zur Sicherstellung der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung leisten? Diese Themen beleuchten die Beiträge in diesem Magazin.

Titelbild: Symbole der Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs), bei denen Wasser ein zentrales Thema ist. Diese stehen im Fokus der Eawag-Forschung. (Aquarell: Eawag-Kommunikation / Philipp Ringli)

Eawag

Im Fokus der Forschungstätigkeit der Eawag steht die Frage, wie die Wasser- und Gewässernutzung durch den Menschen mit dem Erhalt von widerstandsfähigen aquatischen Ökosystemen in Balance gebracht werden kann. 39 Professorinnen und Dozenten und über 300 wissenschaftliche Mitarbeitende treffen an der Eawag auf ein einzigartiges Forschungsumfeld, um Fragen nachzugehen, die neue wissenschaftliche Erkenntnisse und Lösungen für grundlegende gesellschaftliche Herausforderungen liefern. Die Interdisziplinarität und der Wissenstransfer zu Behörden und Interessengruppen aus Wirtschaft und Gesellschaft spielen dabei eine wichtige Rolle. Mehr als 5'700 Lehrstunden an Schweizer Hochschulen und die Betreuung von über 180 Bachelor- und Masterarbeiten und 149 Doktorierenden pro Jahr tragen zur Ausbildung junger Fachkräfte für den Schweizer Wassersektor bei.

Science that matters



«Die Nachhaltigkeitsziele spielen bei uns überall eine Rolle»

Seiten 8–11

PD Dr. Christoph Lüthi
Abteilung Siedlungshygiene und Wasser für Entwicklung (Sandec), Eawag, und Fakultät ENAC, EPFL



«Der Weg stimmt, die Geschwindigkeit noch nicht»

Seiten 12–15

Daniel Dubas
Delegierter des Bundesrates für die Agenda 2030, Bundesamt für Raumentwicklung ARE



Den Notausgang für Wasserlebewesen freihalten

Seiten 16–19

Dr. Christine Weber
Abteilung Oberflächengewässer, Eawag



Mehr Grün und Blau für lebenswerte Städte

Seiten 20–22

Dr. Lauren Cook
Abteilung Siedlungswasserwirtschaft, Eawag



Schadstoffe im Grundwasser:
Mit Machine Learning blinde
Flecken aufdecken

Seiten 23–25

Dr. Michael Berg

Abteilung Wasserressourcen und Trinkwasser, Eawag



Low-Tech-Lösungen für
sauberes Trinkwasser

Seiten 30–31

Dr. Sara Marks

*Abteilung Siedlungshygiene und Wasser
für Entwicklung (Sandec), Eawag*



Autarky – eine für alles

Seiten 26–27

Prof. Dr. Eberhard Morgenroth

Abteilung Verfahrenstechnik, Eawag, und Departement Bau, Umwelt und Geomatik, ETH Zürich



Die Expertin für
den Faktor Mensch

Seiten 28–29

Dr. Nadja Contzen

Abteilung Umweltsozialwissenschaften, Eawag



Das Pestizidproblem
im Dialog mit der
Landwirtschaft lösen

Seiten 32–33

Dr. Christian Stamm

Stellvertretender Direktor, Eawag

«Die Nachhaltigkeitsziele spielen bei uns überall eine Rolle»



Video Eawag
Sanitärforchung

Kontakt: PD Dr. Christoph Lüthi
Abteilung Siedlungshygiene und Wasser für
Entwicklung (Sandec), Eawag, und Fakultät ENAC, EPFL

Nachhaltigkeit ist an der Eawag schon lange ein Thema, nicht erst seit die Sustainable Development Goals verabschiedet wurden. Insbesondere Eawag-Forscher Christoph Lüthi setzt sich seit vielen Jahren damit auseinander und hat den diesjährigen Infotag mitkonzipiert.

Wiederkehrende Dürresommer, Pestizide im Grundwasser, ein dramatischer Rückgang der Biodiversität: Auch in der Schweiz sind die Ressource Wasser und mit ihr ganze Ökosysteme zunehmend unter Druck. Mit negativen Folgen für diverse Lebensbereiche, etwa die Gesundheit oder die Energiegewinnung. Ein nachhaltiger Umgang mit dem «blauen Gold» wird auch hierzulande und angesichts des Klimawandels immer wichtiger. Die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung trägt der Bedeutung von Wasser – als Ressource wie als Ökosystem – Rechnung. Die Nachhaltigkeitsziele, die die UNO in diesem Rahmen formuliert hat und zu denen sich auch die Schweiz bekennt (siehe Übersicht S. 11), sind nicht nur für Politik, Verwaltung und Wirtschaft relevant, sondern auch für die Forschung. «Wir orientieren uns an diesen Zielen und tragen mit unserer Arbeit zu deren Erreichung bei», sagt Christoph Lüthi. «Wie die Eawag das macht, zeigen wir an diesem Infotag.»

Es ist kein Zufall, dass Christoph Lüthi, Stadtentwickler und Leiter der Abteilung Siedlungshygiene und Wasser für Entwicklung (Sandec), den diesjährigen Infotag mitkonzipiert hat und moderiert. Insbesondere in seiner Abteilung dreht sich alles um das Ziel Nummer 6 «Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen» – und das bereits vor Inkrafttreten der Agenda 2030. Seit 1992 werden bei Sandec Methoden und Technologien erforscht und entwickelt, um den Ärmsten der Welt Zugang zu sauberem Trinkwasser und sanitären Einrichtungen zu ermöglichen. Bereits bei den «Millennium Development Goals» (MDG), dem Vorläufer der Agenda 2030, haben die Eawag-Forschenden mit ihrer Arbeit aktiv zu nachhaltigen Lösungen im Bereich der Wasserversorgung, Siedlungshygiene und Abfallbewirtschaftung beigetragen.

Wasser ist (fast) überall

Anders als die MDG, die ausschliesslich die Länder des Globalen Südens in die Pflicht nahmen – was oft kritisiert wurde und ihrer Akzeptanz Abbruch tat – richten sich die SDGs auch an die Länder des Globalen Nordens. Die Probleme und Herausforderungen der «entwickelten Welt» sind anders gelagert. Hier liegt der Fokus nicht auf der Überwindung von Armut und Hunger oder dem Zugang zu sauberem Trinkwasser und Sanitäreinrichtungen. Es geht vielmehr darum, verantwortungsvoll und umweltbewusst zu produzieren und zu konsumieren, Biodiversität und natürliche Lebensräume zu schützen, erneuerbare Energien zu fördern und unsere Städte resilient gegenüber den Folgen des Klimawandels zu machen – um nur einige Beispiele zu nennen. Die Themen sind mit der Agenda 2030 mehr und vielfältiger

geworden, und bei sehr vielen spielt Wasser eine Rolle. «Praktisch jede Forschungsabteilung an der Eawag trägt direkt oder indirekt zu einem der Nachhaltigkeitsziele bei», sagt Lüthi. Selbst zu Zielen, die auf den ersten Blick nichts mit Wasser zu tun haben, wie etwa dem Zugang zu hochwertiger Bildung. «Es gibt Studien, die belegen, dass Mädchen in ärmeren Weltregionen eher zur Schule gehen, wenn an der Schule funktionstüchtige und saubere Toiletten vorhanden sind.»

Dass sich so gut wie alle Eawag-Forschenden in ihrer Arbeit mit dem einen oder anderen SDG auseinandersetzen, hat die Auswahl der Beiträge für den Infotag nicht einfacher gemacht. «Wir haben versucht, ein Programm zusammenzustellen, das die Breite unserer Forschung und ihrer Wirkung für die Nachhaltigkeitsziele aufzeigt», sagt Lüthi. Von Technologien für die Wasseraufbereitung (siehe Artikel S. 26 und S. 30) bis zum psychologischen Blick auf die Nutzung solcher Systeme (siehe Artikel S. 28). Von der Messung von Pestizidrückständen in Gewässern (siehe Artikel S. 32) bis zur globalen Kartierung von Grundwasser-Schadstoffen mittels Machine Learning (siehe Artikel S. 23). Von blau-grünen Infrastrukturen für lebenswerte Städte (siehe Artikel S. 20) bis zu natürlichen Strukturen für lebenswerte Fließgewässer (siehe Artikel S. 16).

Eine wichtige Partnerin

Ein Ziel, das bei allen Forschungsprojekten der Eawag mitschwingt, ist Ziel Nummer 17: Partnerschaften. Das Wasserforschungsinstitut kooperiert länder- und institutionsübergreifend, stellt Daten und Informationsmaterial für Behörden und Praxis bereit, engagiert sich für Bildung und Wissenstransfer. «Beispielsweise haben wir vier Online-Kurse, sogenannte MOOCs (Massive Open Online Courses), produziert», erzählt Lüthi. Über 160'000 Personen weltweit haben sich mit diesen Kursen bisher schon zu den Themen Trinkwasseraufbereitung, Abwasserentsorgung und Abfallmanagement weitergebildet. Eawag-Forschende lehren darüber hinaus an Hochschulen im In- und Ausland, jährlich absolvieren dutzende Doktorierende ihr Promotionsstudium am Schweizer Wasserforschungsinstitut und es werden praxisorientierte Kurse für Fachleute angeboten. Auch damit trägt die Eawag zur Nachhaltigkeit bei. Lüthi: «Ich erachte es als eine unserer wichtigsten Aufgaben, die nächste Generation an Wasserexpertinnen und -experten für die Herausforderungen von morgen auszubilden.»



Die Agenda 2030 und die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs)

Die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung ist aus der Fort- und Zusammenführung zweier internationaler Agenden hervorgegangen: den «Millennium Development Goals» von 2000, die primär auf die Länder des Globalen Südens und auf die Entwicklungszusammenarbeit fokussierten, und der 1992 an der UN-Konferenz in Rio verabschiedeten Agenda 21, die sich als Rahmenwerk für nachhaltige Entwicklung an alle Länder richtete und eher innenpolitischen Charakter hatte. Die Agenda 2030 umfasst 17 übergeordnete Ziele. <https://www.sdgital2030.ch>

Kontakt: **Daniel Dubas**
*Delegierter des Bundesrates für die Agenda 2030, Bundesamt
 für Raumentwicklung ARE*



Daniel Dubas

«Der Weg stimmt, die Geschwindigkeit noch nicht»

Im Jahr 2015 haben die Vereinten Nationen die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung verabschiedet. Auch die Schweiz hat sich zu den formulierten 17 Zielen bekannt. Warum wir ein «Entwicklungsland» sind, welche Herausforderungen wir meistern müssen und welche Rolle der Forschung dabei zukommt, erzählt Daniel Dubas, Delegierter des Bundesrates für die Agenda 2030.

Beim Begriff «Entwicklungsziele» denkt man unweigerlich an «Entwicklungsländer». Warum sind die Ziele für nachhaltige Entwicklung für ein vermeintlich fortschrittliches Land wie die Schweiz wichtig?

Daniel Dubas: In Sachen Nachhaltigkeit sind eigentlich alle Staaten der Welt «Entwicklungsländer». Auch die Schweiz mit ihrem hohen Lebensstandard – oder vielleicht gerade deswegen. Wir haben hierzulande einen hohen Konsum, der Energie- und Ressourcenverbrauch ist enorm und der CO₂-Fussabdruck entsprechend gross. Auch das Ausmass des Biodiversitätsverlusts in der Schweiz ist besorgniserregend. Es besteht also in vielen Bereichen Handlungsbedarf. Um die globalen Herausforderungen zu meistern, müssen alle Länder ihre Verantwortung wahrnehmen, müssen wir den Blick sowohl nach innen als auch nach aussen richten und gemeinsam Lösungen finden. Dem trägt die Agenda 2030 mit ihrem innen- und aussenpolitischen Charakter Rechnung.

Die Agenda 2030 wurde von den Vereinten Nationen im Jahr 2015 verabschiedet. Jetzt ist Halbzeit. Wie steht es um die Erreichung der Ziele?

Weltweit zeichneten sich in den ersten Jahren nennenswerte Fortschritte in verschiedenen Bereichen wie Hunger, Gesundheit und Chancengleichheit ab. Die Coronapandemie hat aber weltweit einige der erzielten Fortschritte wieder zunichtegemacht und viele Länder, insbesondere im Globalen Süden, zurückgeworfen. In der Schweiz hatten wir eine bessere Ausgangslage, um dieser Krise entgegenzuwirken. Corona hat die Agenda 2030 zwar auch bei uns etwas ausgebremst, aber wir konnten bei den meisten Zielen Fortschritte erzielen, wie beispielsweise bei der Ressourceneffizienz. Die Schweiz ist insgesamt auf dem richtigen Weg, aber die Geschwindigkeit ist noch zu gering. Wir müssen die Transformation zu nachhaltigen Systemen beschleunigen.

Wo steht die Schweiz bei den Zielen im Bereich Wassernutzung und Gewässerschutz?

Bei der Trinkwasserversorgung und der Abwasserentsorgung stehen wir gut da, bei der Wasserqualität von Gewässern hingegen deutlich weniger. Viele Schweizer Flüsse sind lokal teils stark belastet, vor allem durch Dünger- und Pestizidrückstände aus der Landwirtschaft. Um hier eine Verbesserung zu erzielen, müssen wir

unter anderem die bestehenden Zielkonflikte zwischen Landwirtschaft und Umweltschutz überwinden. Ein weiterer Punkt, der oft vergessen wird: Wir sind nicht nur für den Wasserverbrauch und die Gewässerbelastung hierzulande verantwortlich. Der Wasserfussabdruck, den die Schweiz im Ausland hinterlässt, ist immens. Wir importieren beispielsweise Produkte wie Avocados oder Rindfleisch, die unter hohem Wasserverbrauch in oft schon wasserarmen Regionen erzeugt werden. Ein beachtlicher Teil des Wassers, das wir indirekt konsumieren, wird anderswo verbraucht und verschmutzt. Solche sogenannten Spill-Over-Effekte gibt es auch in anderen Bereichen. Drei Viertel unseres ökologischen und zwei Drittel unseres CO₂-Fussabdrucks hinterlassen wir im Ausland.

Unser Konsum erschwert es anderen Ländern, nachhaltiger zu werden. Wie nimmt die Schweiz diese Verantwortung im Ausland wahr?

Die Schweiz verfügt über grosses Know-how und Erfahrungen in vielen Bereichen. Sie engagiert sich beispielsweise im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit mit vielen Programmen, um die öffentliche Hand und den Privatsektor in den betroffenen Ländern zu unterstützen. Wichtig ist zudem, dass Schweizer Unternehmen ihre Geschäftstätigkeit im In- und Ausland über die ganze Wertschöpfungskette verantwortungsvoll ausführen, namentlich was die Arbeitsbedingungen, die Menschenrechte und die Umwelt anbelangt.

Ist es überhaupt möglich, nachhaltige Entwicklung zu messen?

Messbarkeit ist ein wichtiges und sicher nicht immer einfaches Thema. Grundsätzlich sind die verschiedenen Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung messbar. Die UNO hat für alle Ziele zahlreiche Indikatoren definiert. Die Schweiz ist sich der grossen Bedeutung von Daten und Statistiken sehr bewusst. So hat sie 2021 mit der UNO das UN World Data Forum in Bern organisiert, um die Datenerhebung und -analyse im Zusammenhang mit der Agenda 2030 global zu verbessern. In der Schweiz gibt es seit vielen Jahren das Indikatorensystem MONET 2030, mit dem das Bundesamt für Statistik die Fortschritte in der nachhaltigen Entwicklung ausweist, sowie das Indikatorensystem Cercle Indicateurs für Kantone und Städte.

Wo sehen Sie die grössten Herausforderungen für die Erreichung der Ziele bis 2030?

Auf globaler Ebene gilt es, nach dem Corona-Dämpfer wieder eine neue Dynamik für die Umsetzung der Agenda 2030 zu finden. Beim «SDG Summit» der UNO diesen September wird es darum gehen, das Commitment aller Länder zu bekräftigen und die notwendigen Transformationen zu ermöglichen. Fast alle Staaten haben schon einen oder mehrere Länderberichte zur Umsetzung der Agenda 2030 verfasst und Fortschritte gezeigt. Dennoch werden wir die Ziele bis 2030 global kaum erreichen. Auch Ereignisse wie der Ukraine-Krieg, der sich im Globalen Süden stark auf die Nahrungsmittelversorgung und weltweit auf die Energieversorgung auswirkt, erschweren die Erreichung der Ziele erheblich. Frieden ist eine sehr wichtige Voraussetzung für nachhaltige Entwicklung.

Und wie sind die Aussichten in der Schweiz?

Die grösste Herausforderung für die Schweiz sehe ich darin, die unterschiedlichen Interessen der Akteure zu vereinen und ein koordinierteres Vorgehen von Politik und Verwaltung auf allen Staatsebenen sowie in Zusammenarbeit mit Wirtschaft, Gesellschaft und Forschung zu etablieren. Alle Sektoren müssen sich fragen, was sie zur Agenda 2030 beitragen können. Wir müssen die Sache noch ambitionierter und systematischer angehen und nicht nur als politischen, sondern als gesellschaftlichen Prozess themen- und parteiübergreifend vorantreiben. Wirtschaftliche Leistungsfähigkeit, ökologische Verantwortung und gesellschaftliche Solidarität müssen gleichermaßen berücksichtigt werden.

Sie haben die Zielkonflikte zwischen Umweltschutz und Wirtschaftsleistung erwähnt. Massnahmen für einen nachhaltigeren Umgang mit natürlichen Ressourcen können doch aber auch eine Chance für die Wirtschaft sein.

Auf jeden Fall. Das zeigt das Beispiel der Kreislaufwirtschaft sehr schön: Massnahmen wie eine verlängerte Produktlebensdauer oder die Rückgewinnung von Wertstoffen, wie etwa Phosphor aus Klärschlamm, schonen nicht nur ökologische, sondern auch finanzielle Ressourcen. Davon profitieren Umwelt und Unternehmen – und letztlich die Gesellschaft.

Trotzdem dominieren in der politischen Diskussion die Zielkonflikte. Warum fällt es so schwer, die Synergiepotenziale zu nutzen?

Um Synergien zwischen Wirtschaft und Umweltschutz zu nutzen, braucht es eine ganzheitliche, systemische Betrachtung. Und die wird schnell sehr kompliziert. Das zeigt sich am Beispiel der nachhaltigen Ernährungssysteme, die der Bundesrat in seinem Aktionsplan zur Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030 beschreibt. Ein nachhaltiges Ernährungssystem heisst, gesunde und ausgewogene Ernährung unter fairen Bedingungen und mit möglichst wenig Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen zu produzieren. Dabei soll der Boden geschont, die Biodiversität gefördert und ausserdem noch Food Waste reduziert werden. Um all diesen Aspekten gerecht zu werden, muss man verstehen, wie sie miteinander zusammenhängen und zusammenspielen. Es braucht ein Systemverständnis, um die Probleme zu lösen und die Nachhaltigkeitsziele zu erreichen.

Welche Rolle kommt der Forschung dabei zu?

Eine enorm wichtige. Bereits bei den Verhandlungen zur Agenda 2030 haben sich neben dem Bund auch Schweizer Forschende stark eingebracht. Es ist beispielsweise wesentlich auf ihr Engagement zurückzuführen, dass «Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen» überhaupt als eigenständiges Ziel in der Agenda formuliert wurde. Alle Schweizer Forschungsinstitutionen haben die Agenda 2030 als Richtschnur in ihre Programme aufgenommen. Die grösste Aufgabe der Wissenschaft sehe ich darin, das vorhin erwähnte Systemverständnis nicht nur zu erarbeiten, sondern auch zu vermitteln und praxistaugliche Lösungspfade aufzuzeigen. Es ist sehr wichtig, dass ein Dialog zwischen Forschenden und den Akteuren aus Politik, Verwaltung, Privatwirtschaft, Zivilgesellschaft und Öffentlichkeit stattfindet. Dafür muss das sogenannte Science-Policy Interface gestärkt werden, also die Schnittstellen zwischen der Wissenschaft und allen anderen Sektoren. Nur so können wissenschaftliche Erkenntnisse in Handlungen münden und eine nachhaltige Entwicklung bewirken.



Die intensive Landnutzung durch Verkehr, Siedlung und Landwirtschaft führt dazu, dass Schweizer Gewässer lokal teils stark belastet sind. Im Bild die Saane bei Freiburg.



Es ist dem Engagement der Schweizer Forschenden zu verdanken, dass «Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen» als eigenständiges SDG formuliert wurde. Im Bild: Die Autarky-Handwaschstation der Eawag beim Feldtest in Südafrika.



Kontakt: Dr. Christine Weber
Abteilung Oberflächengewässer, Eawag



Kurzfilme
Interaktive Grafik

Den Notausgang für Wasserlebewesen freihalten

Genau wie Menschen, brauchen auch Fluss- und Bachbewohner einen Notausgang, wenn sich Gefahr anbahnt. Doch die Strukturen, die ihnen bei Hochwasser oder Trockenheit Zuflucht bieten, sind in begrabten, kanalisierten und verbauten Fließgewässern kaum mehr vorhanden. Wie können solche Refugien erhalten und wiederhergestellt werden? Dazu forscht die Gewässerökologin Christine Weber.

Dort, wo der Mensch nicht eingreift, bestehen Bäche und Flüsse aus einem Mosaik vielfältiger Lebensräume. Sie entstehen durch die natürlichen Abflussschwankungen und dem damit verbundenen Transport von Sand, Kies und Steinen – dem sogenannten Geschiebe – und verändern sich stetig. All diese Habitate erfüllen wichtige Funktionen für die Gewässerlebewesen. In manchen wird gejagt oder gefressen, andere eignen sich für die Fortpflanzung. Und wieder andere dienen als Rückzugsorte, um Störungen wie Trockenheit oder Hochwasser auszusitzen. Solche Refugien finden sich etwa im Porenraum des Flussbetts, in Seitenarmen, unterspülten Ufern, Ansammlungen von Schwemmholz und in Auen. Refugien sind für die Wasserbewohner im Notfall überlebenswichtig und tragen damit wesentlich zum Erhalt der Artenvielfalt bei.

«Die Bedeutung von Refugien wird im Fließgewässermanagement bisher unterschätzt, und bei Revitalisierungsprojekten gehen sie oft vergessen», sagt Christine Weber, Leiterin der Forschungsgruppe Flussrevitalisierung der Eawag. Das liege unter anderem daran, dass Refugien noch wenig erforscht seien, weil sich die Lebewesen dort nur selten und kurz aufhalten – und während eines Hochwassers die Beprobung schwierig und gefährlich ist. Welche Strukturen bieten bei Hochwasser Rückzugsorte für welche Lebewesen? Wann und wie lange halten diese sich dort auf? Wie wirkt sich die Geschiebedynamik auf Refugien aus? Diesen Fragen ist Christine Weber zusammen mit Kolleginnen und Kollegen der Eawag und der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie VAW der ETH Zürich in drei Studien nachgegangen. Die Arbeiten sind Teil des Forschungsprogramms «Wasserbau und Ökologie», das vom BAFU und vier Institutionen des ETH-Bereichs, darunter die Eawag, getragen wird.

Wie Refugien bei Hochwasser genutzt werden

«In einer Feldstudie am Spöl im Schweizer Nationalpark konnten wir bei einem künstlich ausgelösten Hochwasser beobachten, welche wirbellosen Kleinstlebewesen welche Refugien wie nutzen», erzählt Weber. Die wichtigste Erkenntnis: Auf die Vielfalt, die Vernetzung und die Beständigkeit von Refugien kommt es an. Verschiedene Arten stellen unterschiedliche Ansprüche an Refugien. Hinzu kommt, dass nicht alle Wasserbewohner gleich mobil sind. Während Fische auch einen weiter entfernten Unterschlupf aufsuchen können, sind Insektenlarven auf einen Zufluchtsort in unmittelbarer Nähe angewiesen. «Refugien müssen mit den

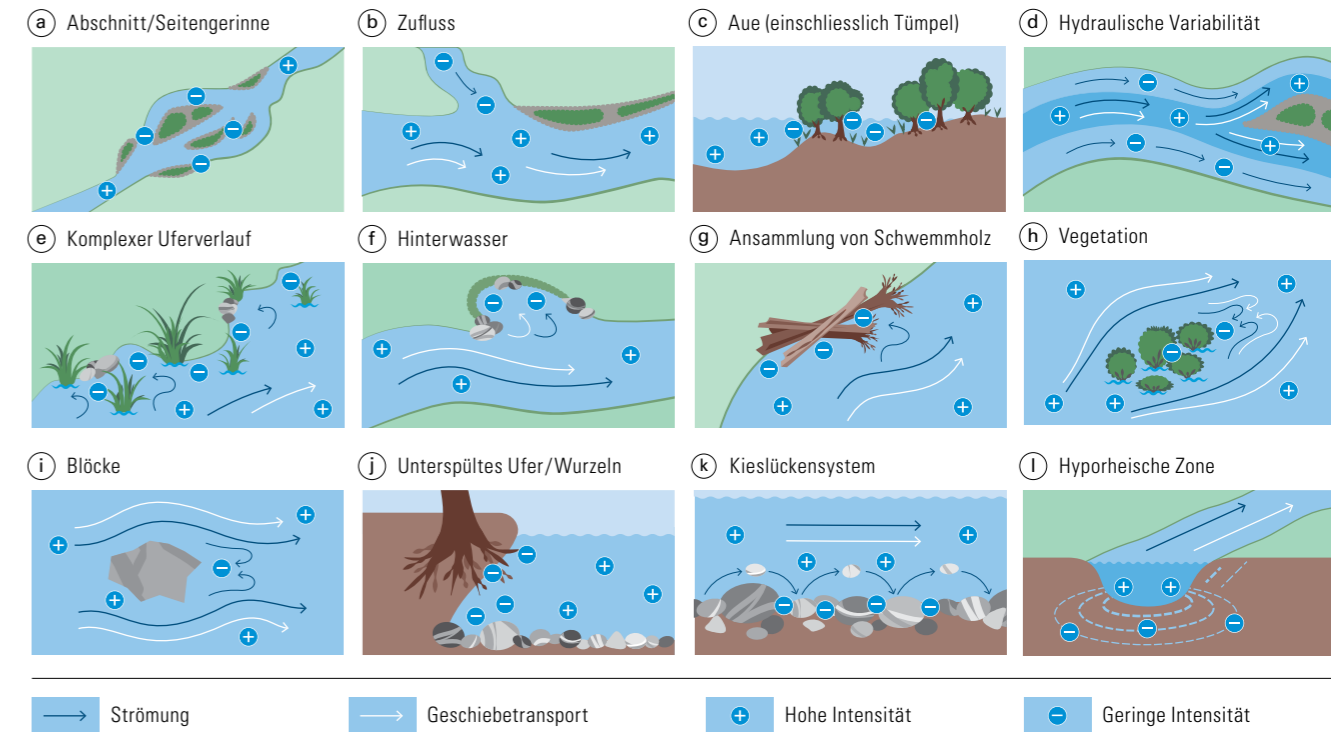
Wohnhabitaten vernetzt sein, damit sie im Notfall rechtzeitig erreichbar sind. Und sie müssen beim Abklingen des Hochwassers noch oder wieder vernetzt sein, damit die Tiere nach der Störung wieder in ihr Wohnhabitat zurückkehren können.»

Weniger Geschiebe, weniger Refugien

Wie gut Refugien vernetzt und somit verfügbar sind, wird massgeblich durch die Geschiebezufuhr beeinflusst. «Wir haben mehrere Bäche mit Geschiebesammlern untersucht und festgestellt, dass durch den Geschieberückhalt die Substratvielfalt des Flussbetts abnimmt und dadurch Refugien verlorengehen», erklärt Weber. Weniger Geschiebe bedeutet auch, dass sich die Flusssohle durch Erosion absenkt und sich der Fluss damit mehr und mehr vom Umland abkoppelt. In einem Modellversuch untersuchten Weber und VAW-Doktorandin Cristina Rachelly, wie sich dabei das Refugienangebot in einem revitalisierten Flussabschnitt entwickelt, einer sogenannten eigendynamischen Flussaufweitung. War genügend Geschiebe vorhanden, wurde die Aufweitung bereits bei kleinen, also häufigen Hochwassern überschwemmt und stand als Refugium zur Verfügung. «Bei einem Geschiebedefizit kommt es dagegen erst bei einem starken Hochwasser, wie es nur alle 30 bis 100 Jahre vorkommt, zu einer Überflutung der Aufweitung. Bei kleineren, häufiger auftretenden Hochwasserereignissen haben die Lebewesen somit kaum Überlebenschancen, weil sie sich nicht zurückziehen können.» Mit der Sanierung des Geschiebehaushalts könnte man dafür sorgen, dass bei Hochwasserereignissen mehr Refugien für Gewässerorganismen zur Verfügung stehen. «Hochwasser sind aber ja nicht die einzige Herausforderung», gibt Weber zu bedenken. «Mit dem Klimawandel werden Trockenperioden zunehmen. Dafür braucht es vermutlich andere Arten von Refugien. Hier besteht noch grosser Forschungsbedarf.»

Wissen schaffen – und vermitteln

Nebst mehr Forschung braucht es vor allem mehr Wissensvermittlung, ist Christine Weber überzeugt. In der Vergangenheit hat das Forschungsprogramm «Wasserbau und Ökologie» vorwiegend Fachleute aus der Praxis angesprochen. Das reichte aber nicht aus. «Wir müssen uns verstärkt an diejenigen richten, die über Wasserbau und Gewässermanagement – und damit über den Erhalt oder die Wiederherstellung von Refugien – entscheiden. In vielen Kantonen sind das Gemeinderätinnen und -räte, die oft einen anderen beruflichen Hintergrund haben.» Weber und ihre Kolleginnen und Kollegen haben deshalb einen einfach verständlichen Flyer, eine interaktive Website und eine Reihe unterhaltsamer Erklärvideos produzieren lassen. «Wir möchten damit unter anderem die Bedeutung von Refugien ins Bewusstsein rücken und Handlungsempfehlungen geben, damit Refugien bei Wasserbauprojekten und Revitalisierungen in Zukunft nicht mehr vergessen gehen.»



Strukturen, die als Refugien in Fließgewässersystemen dienen können.

Rachelly et al. in Bundesamt für Umwelt, Hgg. (2023). Lebensraum Gewässer – Sedimentdynamik und Vernetzung. Praxisorientierte Forschung im Bereich Wasserbau und Ökologie. Umwelt-Wissen Nr. 2302. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.



Kontakt: Dr. Lauren Cook
Abteilung Siedlungswasserwirtschaft, Eawag

Mehr Grün und Blau für lebenswerte Städte



Welche Dachbegrünung kann am meisten Hitze reduzieren? Das und mehr hat Lauren Cook in einem Experiment untersucht. Zusammen mit Doktorand Giovan Battista Cavadini misst sie hier die Verdunstung des Woll-Ziest auf einem der Gründach-Modelle.



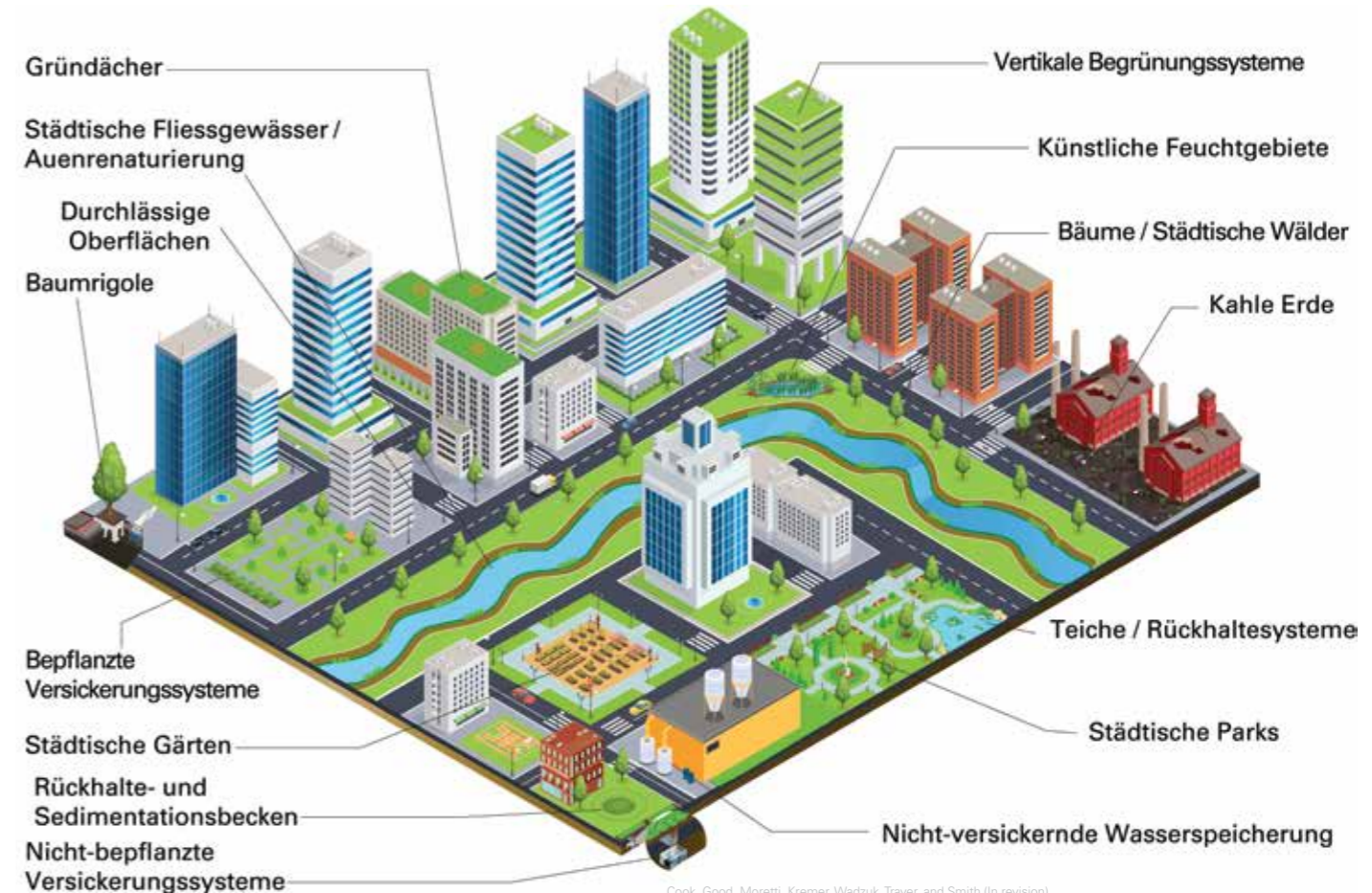
Die Synergien verschiedener blau-grüner Elemente und ihre multifunktionale Wirkung werden bisher zu wenig berücksichtigt.

Hitzewellen, Überschwemmungen, Wasserknappheit, Biodiversitätsverlust, steigender Energiebedarf: Die Herausforderungen für Städte in Zeiten des Klimawandels und zunehmender Bevölkerungsdichte sind zahlreich. Die Eawag erforscht, wie diese Probleme mit blau-grüner Infrastruktur im Siedlungsraum entschärft werden könnten.

«Das hier ist Woll-Ziest, eine Pflanze mit ganz speziellen Eigenschaften», sagt Lauren Cook und lässt ihre Hand über die weichen, weisslich behaarten Blätter gleiten. Das unscheinbare, krautige Gewächs breitet sich wie ein heller Teppich auf einer Art Tisch aus, einem von vier Dach-Modellen, die Cook mit ihrem Team auf einer Terrasse der ETH Zürich am Standort Hönggerberg aufgebaut hat. Die Umweltingenieurin leitet in der Eawag-Abteilung Siedlungswasserwirtschaft eine Forschungsgruppe zu blau-grüner Infrastruktur. Dazu zählen verschiedenste naturnahe Strukturen im Siedlungsraum: etwa Parks und Brachflächen, bepflanzte Verkehrsinseln, Baumgruppen, Teiche, Brunnen und Bäche, Vertikalbegrünungen und Gründächer. Cooks Dach-Modelle sind Gegenstand eines Experiments und unterscheiden sich in ihrer Oberfläche voneinander. Drei sind mit je einer anderen Pflanzenart begrünt – hier der Woll-Ziest, da das Gewöhnliche Leimkraut, dort die sukkulente Fetthenne, ein Klassiker unter den Dachpflanzen. Die Oberfläche von Modell Nummer vier, dem Kontroll-Dach, hat die Forscherin im Verlauf des Experiments verändert: von einer schwarzen Folie zu Kies zu hellen Platten aus Steinwolle. Jedes der Mini-Dächer ist zudem mit einem vertikalen, doppelseitigen Solarpanel bestückt – und mit diversen Sensoren, die im Fünf-Minuten-Takt Daten zu Bodentemperatur und -feuchte, Verdunstungsraten der Pflanzen, Temperatur und Energieleistung der Solarpanels liefern. «Unser Ziel war es, herauszufinden, wie sich die unterschiedlichen Dachbegrünungen auf die Dachttemperaturen und die Energieausbeute der Solarpanels auswirken», erklärt Cook.

Je kühler und heller, umso mehr Solarstrom

Dazu muss man wissen, dass Pflanzen durch die Verdunstung von Wasser ihre Umgebungstemperatur senken. Dass helle Oberflächen Strahlung stärker reflektieren als dunkle und sich dadurch weniger stark aufwärmen. Und dass die Leistung von Photovoltaikmodulen durch hohe Temperaturen beeinträchtigt wird – je kühler, umso besser ihr Wirkungsgrad. Da vertikale Solarpanels auch die vom Dach reflektierte Strahlung aufnehmen können, profitieren sie von einer hellen Oberfläche. Ob eine Dachbegrünung mit dem hellen Woll-Ziest die ideale Lösung für weniger Hitze und mehr Solarstrom sein könnte? «Tatsächlich hat nicht das Dach mit dem Woll-Ziest, sondern das mit dem Gewöhnlichen Leimkraut hinsichtlich der Stromausbeute am besten abgeschnitten, wenngleich die Unterschiede klein sind», sagt Cook. Im Vergleich zum schwarzen Dach haben aber alle Gründächer eine Leistungssteigerung der Solarpanels bewirkt, an manchen Tagen um bis zu 20 Prozent. «Gründächer sind konventionellen Dächern über-



Cook, Good, Moretti, Kremer, Wadzuk, Traver, and Smith (In revision)
"Towards the intentional, multifunctional design of urban green infrastructure: a paradox of choice?"
Nature Urban Sustainability

Beispiele für blau-grüne Infrastrukturen



Kontakt: Dr. Michael Berg
Abteilung Wasserressourcen und Trinkwasser, Eawag

legen, weil sie multifunktional sind», hält die Umweltingenieurin fest. Sie können nicht nur Hitze mindern und dadurch die Leistung von Solarpanels steigern, sondern auch die Biodiversität fördern. Wie viele verschiedene Insekten und wirbellose Kleinstlebewesen sie beherbergen, hat Kilian Perrelet, Doktorand in Cooks Gruppe, diesen Sommer auf Gründächern in der Stadt Zürich untersucht. Darüber hinaus können Gründächer und andere blau-grüne Infrastrukturen Wasser aufnehmen und speichern – eine Eigenschaft, die in Zeiten des Klimawandels ebenfalls von grosser Bedeutung ist.

Neben der Hitze führen vor allem zunehmende Starkniederschläge zu Problemen im Siedlungsraum. Stichwort Mischwasserüberlauf. Damit es bei Regen nicht zu einer Überlastung der Kläranlagen kommt, wird Mischwasser – eine Mischung aus Regenwasser und unbehandeltem Abwasser – in einem Regenüberlaufbecken gesammelt. Bei Starkregen können diese Becken jedoch überlaufen, das ungereinigte Mischwasser wird direkt in ein Gewässer abgeleitet und belastet das Ökosystem. In Fehraltorf lässt sich dieser Mischwasserüberlauf und noch vieles mehr in Echtzeit mitverfolgen. In der Gemeinde mit 6'500 Einwohnerinnen und Einwohnern östlich von Zürich hat die Eawag zusammen mit der ETH Zürich im Jahr 2015 ein «Urbanhydrologisches Feldlabor» aufgebaut. Ein Messnetz aus über 100 Sensoren liefert kontinuierlich Daten zum urbanen Wasserkreislauf – zu Abfluss, Feuchtigkeit, Fließgeschwindigkeit, Füllstand von Regenüberlaufbecken, Niederschlagsintensität und Temperatur. «Mithilfe dieser Daten können wir zum Beispiel modellieren, wie viele und welche Arten von blau-grüner Infrastruktur es für die Aufnahme von Regen bräuchte, damit es in Fehraltorf in einem zukünftigen Niederschlagsszenario nicht mehr zu Mischwasserüberlauf kommt», erklärt Cook. Wären 30 Prozent des Siedlungs- und Industriegebiets Fehraltorfs mit blau-grüner Infrastruktur bedeckt, könnte der Mischwasserüberlauf dem Modell zufolge um über 80 Prozent reduziert werden.

Multifunktionale Wirkung besser berücksichtigen

Regenwasserbewirtschaftung, Kühlung, Verbesserung der Photovoltaik-Leistung, Lebensraum für Pflanzen und Tiere – all diese Aspekte möchten die Eawag-Forscherin und ihr Team in einem Ansatz integrieren, um blau-grüne Infrastrukturen hinsichtlich ihrer verschiedenen Funktionen und unter Berücksichtigung von Klimadaten und -szenarien bewerten zu können. «Eine solche ganzheitliche Betrachtung fehlt bisher», sagt Cook. Hier lege man mal ein Gründach an, um Wasser aufzufangen, dort ein paar Bäume zur Beschattung. «Die Synergien verschiedener Elemente und ihre multifunktionale Wirkung werden aber zu wenig berücksichtigt», so die Umweltingenieurin. «Wir brauchen mehr und besser vernetzte blau-grüne Infrastruktur, wenn unsere Städte resilient und auch in Zukunft noch lebenswert sein sollen. Mit unserer Forschung unterstützen wir Ingenieurinnen und Stadtentwickler bei der Planung und Entscheidungsfindung.» Sei es, um die optimale Kombination aus grünen und blauen Elementen für das jeweilige Quartier zu finden oder um einzelne Strukturen wie Gründächer mit einem besseren Design und einer durchdachteren Pflanzenwahl noch effizienter und multifunktionaler zu gestalten als heute.



Video Grundwasser-Assessment-Plattform

Schadstoffe im Grundwasser: Mit Machine Learning blinde Flecken aufdecken

Die Eawag-Forscher Joel Podgorski und Michael Berg haben ein Modell entwickelt, mit dem sich das Risiko von Schadstoffbelastungen im Grundwasser – etwa mit Arsen, Fluorid oder Nitrat – trotz weitreichender Messlücken weltweit ermitteln lässt.

Über 500 Millionen Menschen weltweit haben keinen Zugang zu sicherem Trinkwasser. Sie beziehen ihr Wasser zum Beispiel aus Flüssen und Seen oder aus Grundwasserbrunnen – und gefährden damit ihre Gesundheit. Denn in vielen Weltregionen enthält das Grundwasser von Natur aus gesundheitsgefährdende Stoffe, allen voran Arsen oder Fluorid. Und in vielen der betroffenen Gebiete wird das Grundwasser nicht auf solche natürlich vorkommende, sogenannte geogene Schadstoffe untersucht. Wie also die Schadstoffbelastung und ihre Auswirkungen auf die Bevölkerung bestimmen, wenn kaum Messdaten vorhanden sind?

Michael Berg, Leiter der Eawag-Abteilung Wasserressourcen und Trinkwasser, und sein Kollege Joel Podgorski haben einen Weg gefunden, dieses Problem zu lösen: Machine Learning. Sie haben ein Modellierungsverfahren entwickelt, mit dem sich, ausgehend von den vorherrschenden Faktoren wie etwa Klima und Geologie, flächendeckend berechnen lässt, ob ein geogener Schadstoff im Grundwasser den von der Weltgesundheitsorganisation WHO definierten Grenzwert übersteigt. Dieses Modell trainieren die Forschenden mit den begrenzt vorhandenen Messdaten. So lernt der Computer anhand von statistischen Algorithmen, bei welcher Konstellation von Faktoren Grenzwerte überschritten werden – und kann daraus Rückschlüsse auf jene Gebiete ziehen, für die keine Messdaten vorhanden sind. Das Resultat: Eine flächendeckende Gefahrenkarte, die zeigt, in welchen Gebieten eine starke Belastung des Grundwassers zu erwarten ist.

Bevölkerungsdichte und Wassernutzung ausschlaggebend

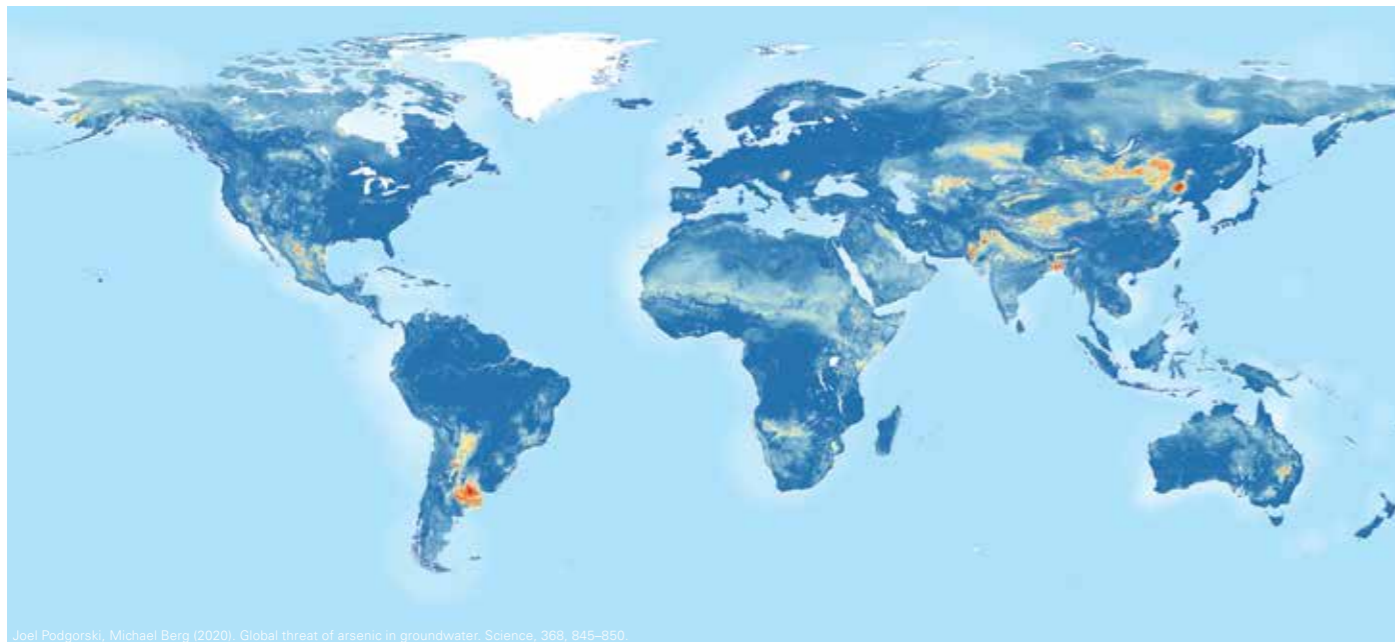
In einem zweiten Schritt fließen Bevölkerungszahlen und Daten zum Wassernutzungsverhalten in die Berechnung mit ein. «Die Stärke unseres Modells liegt darin, dass wir nicht nur die Risikogebiete bestimmen können, sondern auch wie viele Menschen dort betroffen sind – wo also Massnahmen am dringendsten nötig sind und die grösste Wirkung haben», sagt Michael Berg. Die Vorhersagen sind für die Behörden in den betroffenen Regionen daher äusserst wertvoll. «China beispielsweise hat auf dieser Grundlage bei der landesweiten Grundwasser-Messkampagne jene Gebiete priorisiert, die laut unserer Modellierung am

stärksten von Arsen belastet sind», so Berg, «und wie sich herausstellte, trafen unsere Vorhersagen praktisch überall zu.»

Mit derselben Methodik können Podgorski und Berg nicht nur natürlich vorkommende, sondern auch vom Menschen verursachte Schadstoffe im Grundwasser vorhersagen. Aktuell befassen sie sich mit der Nitratbelastung des Schweizer Grundwassers. Die Nitratkonzentration wird an 500 Standorten in der Schweiz regelmässig erhoben – dazwischen gibt es viele blinde Flecken. Die Forschenden sind daran, ein Vorhersagemodell basierend auf Bodentypen, Landschaftsformen, landwirtschaftlicher Kultur und Siedlungsdichte zu entwickeln. Ziel: Die Nitrat-Hotspots aufdecken und so die Grundlage für gezielte Massnahmen schaffen. Berg: «Solche Karten bieten auch eine Entscheidungsgrundlage dafür, wo neue Brunnen fürs Monitoring sinnvollerweise gebohrt werden sollten. Oder ob lokal auf den Anbau bestimmter Kulturen, die besonders düngintensiv sind, idealerweise verzichtet werden sollte.»

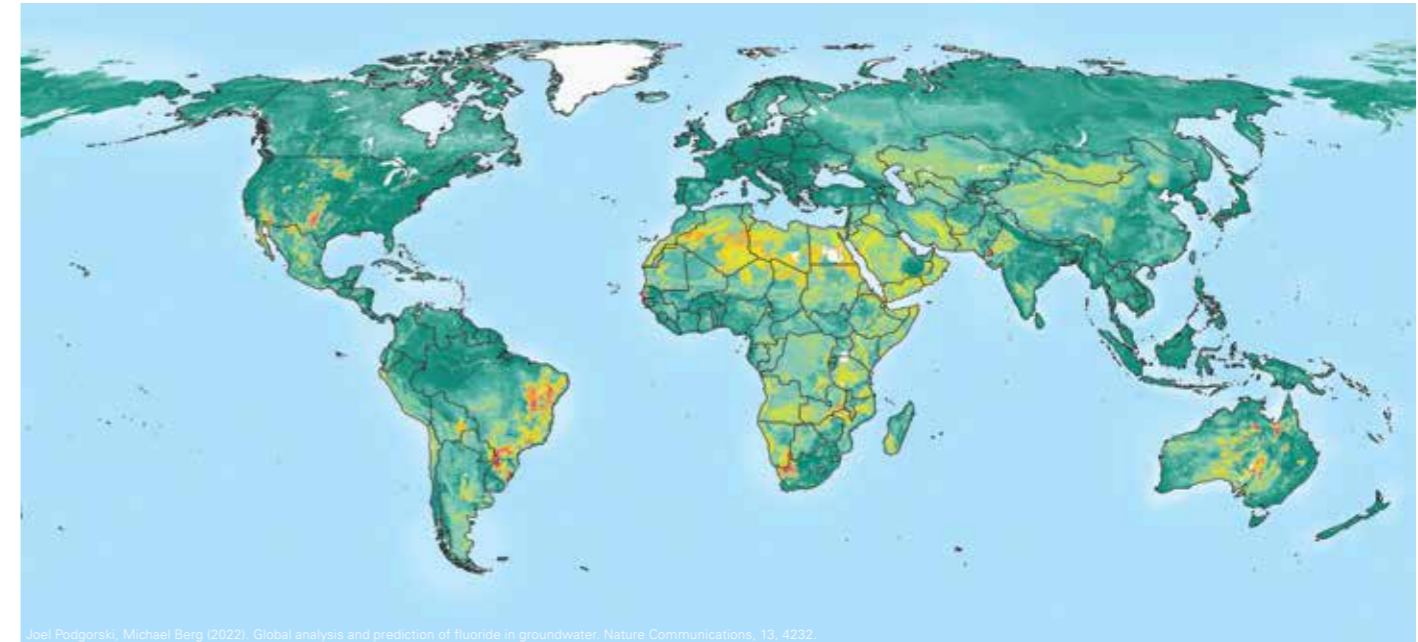


In vielen Regionen der Welt enthält Grundwasser von Natur aus Schadstoffe, welche die Gesundheit gefährden.



Joel Podgorski, Michael Berg (2020). Global threat of arsenic in groundwater. Science, 368, 845-850.

Arsen-Karte Einst ein beliebtes Mittel für Giftmorde, ist Arsen heute Ursache einer schleichenden Massenvergiftung. Rund 220 Millionen weltweit konsumieren tagtäglich mit Arsen belastetes Grundwasser, wie aus den Modellierungen der Eawag hervorgeht. Der geogene Schadstoff ist global weit verbreitet. Zu einer Gefahr wird er dort, wo viele Menschen unbehandeltes Grundwasser zu sich nehmen: ganz besonders in Teilen Indiens, Pakistans, Südasiens und Chinas, aber punktuell auch in Ländern Afrikas, den USA, Mexiko oder Argentinien.



Joel Podgorski, Michael Berg (2022). Global analysis and prediction of fluoride in groundwater. Nature Communications, 13, 4232.

Fluorid-Karte Als Zusatz in Zahnpasta schützt es unsere Zähne vor Karies, im Grund- und Trinkwasser sind zu hohe Konzentrationen jedoch Grund zur Sorge: Fluorid gehört weltweit zu den häufigsten geogenen Schadstoffen. Weite Teile Afrikas weisen dem Eawag-Modell zufolge mit erhöhter Wahrscheinlichkeit gesundheitsbelastende Mengen von Fluorid im Grundwasser auf. Ebenfalls stark betroffen sind der Mittlere Osten, Zentralasien, China, Indien und der Osten Brasiliens. Einige Hotspots finden sich ausserdem im Südwesten der USA und in Australien – dort sind allerdings kaum Menschen gefährdet, weil sie kein unbehandeltes Grundwasser trinken. Ganz anders in Afrika und Asien, wo viele Menschen fluoridbelastetes Grundwasser zu sich nehmen müssen. Gemäss den Modellrechnungen dürften 180 Millionen Menschen weltweit betroffen sein.

Die Grundwasser-Assessment-Plattform GAP

Die Eawag stellt die globalen und regionalen Gefahrenkarten der Grundwasserbelastung durch Arsen, Fluorid und andere geogene Schadstoffe online auf gapmaps.org frei zur Verfügung. Die Grundwasser-Assessment-Plattform GAP, von der Eawag mit finanzieller Unterstützung der Schweizerischen Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA) entwickelt, ermöglicht es Fachleuten und Behörden aus der ganzen Welt zudem, mit dem Eawag-Modell eigene Daten zu visualisieren und selbst Risikokarten der Arsen- und Fluoridbelastung zu erstellen. | gapmaps.org



Kontakt: Prof. Dr. Eberhard Morgenroth
Abteilung Verfahrenstechnik, Eawag, und Departement Bau, Umwelt
und Geomatik, ETH Zürich

Autarky – eine für alles

Die Eawag entwickelt Technologien, mit denen sich Abwasser dezentral an Orten ohne Kanalisation und Wasseranschluss aufbereiten lässt. Das ist nicht nur für den Globalen Süden interessant.

Fast die Hälfte der Weltbevölkerung hat keinen Zugang zu einer ausreichenden Sanitärversorgung – keine Toiletten, keine Möglichkeit, sich die Hände zu waschen. Mit gravierenden Folgen für die Gesundheit und die Umwelt. Betroffen sind vor allem Länder des Globalen Südens, und hier schnell wachsende Städte und informelle Siedlungen, die nicht ans zentrale Wassernetz und die Abwasserentsorgung angeschlossen sind oder werden können. In Gegenden, in denen Wasserknappheit herrscht, wird die Sanitärversorgung aber auch für Grossstädte mit guter Infrastruktur zur Herausforderung. Eine Lösung bieten Systeme, die dezentral, ohne Anschluss ans Wasser- und Abwassernetz, funktionieren und aufbereitetes Abwasser als alternative Wasserquelle nutzen. Ein solches System hat die Eawag im Rahmen der «Reinvent the Toilet Challenge» der Bill & Melinda Gates Stiftung zusammen mit dem österreichischen Designbüro EOOS, dem Paul Scherrer Institut und der Fachhochschule Nordwestschweiz entwickelt.

Geschlossene Kreisläufe

«Autarky» haben die Forschenden ihre Entwicklung genannt. Es ist quasi WC und Kläranlage in einem. Eine Toilette mit Handwaschstation, die mit drei Modulen für die separate Behandlung von Abwasser, Urin und Fäkalien ausgestattet ist und autark funktioniert, also ohne Anschluss ans Wasser- und Abwassernetz. Bei der Behandlung von Urin und Fäkalien werden schlechte Gerüche gebunden, Krankheitserreger beseitigt und Nährstoffe zurückgewonnen, die sich als Dünger in der Landwirtschaft einsetzen lassen. Das Abwasser aus der Klospülung und dem Lavabo wird im Wassermodul – auch Wasserwand genannt – in einem vierstufigen Verfahren aufbereitet. Zunächst bauen Mikroorganismen Seife sowie Urin- und Fäkalienrückstände ab. Anschliessend wird das Wasser durch eine Membran filtriert, die Keime zurückhält. Mithilfe eines Aktivkohlefilters und einer elektrochemischen Behandlung werden Trüb- und Farbstoffe sowie letzte Spuren organischer Verunreinigungen beseitigt und das Wasser desinfiziert. «Es ist viel Grundlagenforschung in die Entwicklung dieser Kombination aus biologischer Behandlung und Membranfiltration geflossen», sagt Eberhard Morgenroth, Leiter der Abteilung Verfahrenstechnik an der Eawag und Professor am Departement Bau, Umwelt und Geomatik der ETH Zürich. «Eine weitere Herausforderung war, ein möglichst robustes System zu entwickeln, das mit minimaler Wartung auskommt. Je weniger Knöpfe und Sensoren, desto weniger störungsanfällig der Betrieb. Das ist wichtig an abgelegenen Standorten.»

Für Züge und eine wasserärmere Zukunft

Die Autarky-Toilette hat sich in mehreren Feldversuchen, darunter mit einem 14-köpfigen Haushalt in Südafrika, bewährt. Anwendungsmöglichkeiten gäbe es für die autarke Toilette aber über den Globalen Süden hinaus auch bei uns. Zum Beispiel auf einer abgelegenen Alphütte oder in Zügen. Eine Firma, die sich auf den Bau von Zugtoiletten spezialisiert hat und Zugflotten weltweit – auch jene der SBB – ausstattet, hat von der Eawag bereits eine Lizenz für eine serielle



Steht einer «normalen» Toilette in Sachen Komfort in nichts nach: Das Autarky-WC-Häuschen mit Trenntoilette (nicht im Bild), Pissoir und Waschbecken.

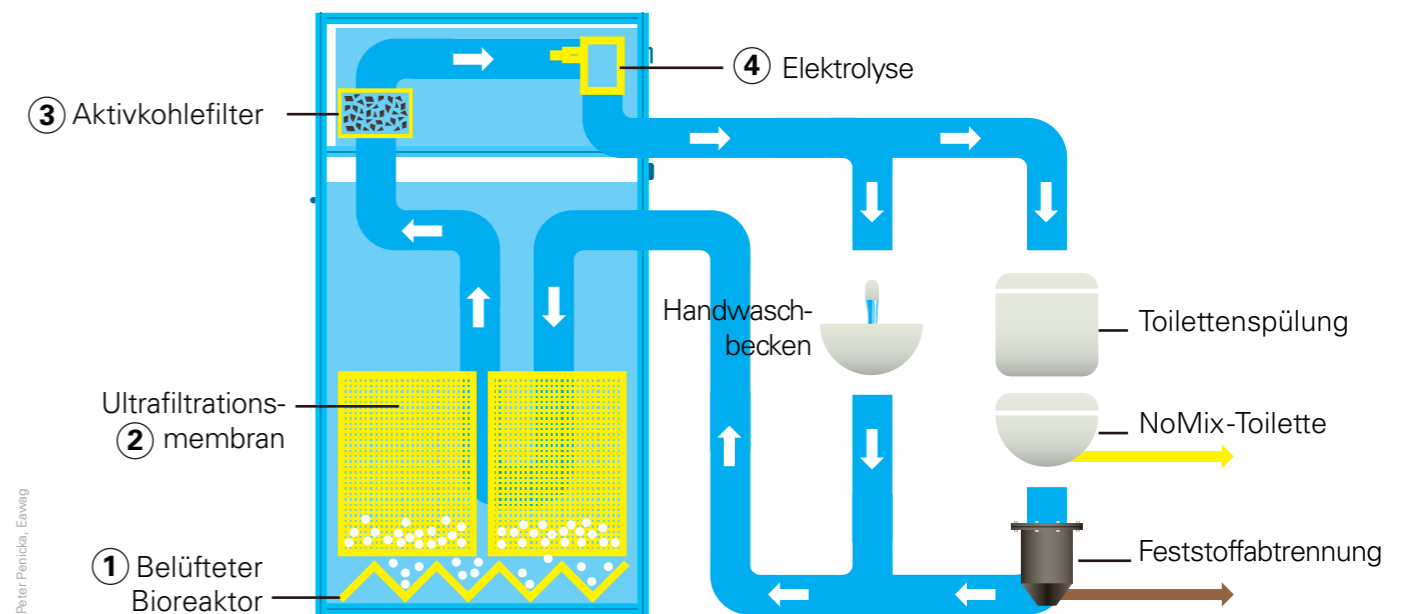


Die Wasserwand kommt auch als alleinstehende Handwaschstation ohne Toilette zum Einsatz, so wie hier an einem Strassenrand in Durban, Südafrika.



Autarky im Video

Produktion erworben. Die Verfahren und Technologien, die die Forschenden für die Autarky-Toilette entwickelt haben, könnten aber auch in grösseren Massstäben zum Einsatz kommen. Aktuell arbeitet Eberhard Morgenroth in einem Projekt der Eawag mit, das sich in der indischen Stadt Bengaluru mit der autarken Abwasserreinigung auf Gebäudeebene befasst. Ob ein solches Szenario auch für die Schweiz denkbar wäre? «Das Abwasserreinigungssystem, das wir heute in der Schweiz haben, funktioniert super. Aber es braucht sehr viel Wasser», sagt Morgenroth. Solange genügend Wasser verfügbar ist, ist das kein Problem. Aber das könnte sich mit dem Klimawandel auch bei uns ändern. «Die Antworten von gestern sind nicht mehr die Antworten von morgen. Wir müssen schon jetzt Lösungen für eine Zukunft mit weniger Wasser entwickeln – der Ansatz der Autarky-Toilette ist eine davon.»



Peter Pemida, Eawag

In der Wasserwand von Autarky wird Handwasch- und Toilettenspülwasser in einem geschlossenen Kreislauf recycelt. Herzstück der Behandlung ist ein belüfteter Bioreaktor (1), in dem Verunreinigungen, resultierend aus Seife, Urin und Fäkalien von Mikroorganismen in einer ersten Stufe abgebaut werden. Eine gezielt eingestellte Belüftungsrate erlaubt den vollständigen Abbau von Stickstoffverbindungen zu elementarem Luftstickstoff (Nitrifikation und Denitrifikation). In einer zweiten Stufe wird das Wasser mithilfe der Schwerkraft durch eine Ultrafiltrationsmembran (2) filtriert, an der pathogene Keime zurückgehalten werden. Die dritte Stufe, ein Aktivkohlefilter (3), entfernt Trüb- und Farbstoffe für eine sichtbare Wasserreinheit. Die vierte und letzte Stufe, eine Elektrolysezelle (4), stellt sicher, dass auch letzte Spuren organischer Verunreinigung beseitigt werden. Anstatt Chemikalien zur Desinfektion hinzuzugeben, wird gelöstes Chlorid genutzt, das in einer Elektrolysezelle in Chlor umgewandelt wird. Dadurch wird verhindert, dass das Wasser während der Lagerung wieder verkeimt.



Kontakt: Dr. Nadja Contzen,
Abteilung Umweltsozialwissenschaften, Eawag

Die Expertin für den Faktor Mensch

Was macht eine Psychologin am Wasserforschungsinstitut Eawag? Ein Porträt über Nadja Contzen, die weiss, welche Rolle der Mensch für den Erfolg neuer Wassertechnologien spielt und warum Händewaschen nicht selbstverständlich ist.

Fragt man Kinder, was sie später einmal werden wollen, lauten die Antworten meistens Pilot, Tierärztin oder Fussballprofi. Nadja Contzen hatte andere Ambitionen. «Ich wollte zur Kehrlichtabfuhr und das Abfallsystem technologisch revolutionieren», erzählt sie schmunzelnd. Nichts sollte mehr verbrannt oder vergraben, alles sollte wiederverwertet werden. Schon im zarten Alter von vier, fünf Jahren sorgte sie für ihre erste kleine Revolution. «Ich habe bei uns im Kindergarten einen Kompost eingeführt. Ende Woche nahm ich ihn jeweils mit und kippte den Inhalt auf den Komposthaufen in unserem Familiengarten.» Contzen ist in einem Dorf am Zürichsee in einem umweltbewussten Haushalt aufgewachsen. Die Familie hatte kein Auto, die Mutter war in der Grünen Partei aktiv und alle Kinder mussten im Garten mit anpacken – die Themen Ökologie und Nachhaltigkeit waren sehr präsent. Dass sie am Ende doch nicht bei der Kehrlichtabfuhr Karriere machte, lag weniger an dem Buben in ihrer Kindergartenklasse, der zu ihr sagte, Mädchen könnten keine Müllmänner sein. «Mir wurde vielmehr klar, dass es für einen nachhaltigen Umgang mit natürlichen Ressourcen nicht nur neue Technologien braucht, sondern auch ein besseres Verständnis davon, wie und warum Menschen bestimmte Entscheidungen treffen und wie sich Verhaltensmuster ändern lassen.»

Dass Letzteres nicht so einfach ist, wie man sich das vielleicht erhofft, erlebte Contzen, die an der Universität Zürich Psychologie studiert hat, während ihrer Doktorarbeit an der Eawag hautnah. In Haiti und Äthiopien untersuchte sie, wie das Händewaschen als gesundheitliche Massnahme gefördert werden kann. «Manche Leute in meinem Bekanntenkreis konnten nicht nachvollziehen, warum das überhaupt erforscht werden muss. «Die sind doch selber schuld, wenn sie sich nicht die Hände waschen», war ein Kommentar, der vereinzelt fiel.» Wenn man aber selber in solche Gegenden reise und mit der Lebensrealität vor Ort konfrontiert werde, verstehe man noch besser, warum Händewaschen insbesondere in diesem Kontext keine Selbstverständlichkeit ist. «In der ländlichen Gegend in Äthiopien, die ich besuchte, stehen einer Familie gerade mal 25 Liter Wasser pro Tag zur Verfügung – zum Trinken, Kochen, Waschen und Tränken der Jungtiere. Da bleibt nicht viel fürs Händewaschen übrig.» Hinzu kommt, dass es gar keine Handwaschinfrastruktur gibt. Das Wasser kommt nicht aus dem Hahn, sondern aus dem 25-Liter-Kanister, der einmal am Tag bei einer Wasserquelle aufgefüllt wird, was häufig einen Fussmarsch von einer Stunde und mehr erfordert. «Händewaschen bedeutet: Wasser aus dem Kanister in eine Tasse füllen, um sich dann, mit dem Wasser aus der Tasse, zuerst die eine Hand und dann die andere Hand nass zu machen. Dann einseifen und das Spiel mit der Tasse nochmals von vorn, um die Seife abzuspülen», erzählt Contzen. «Wenn man das mal selber macht,



Wasserversorgung bedeutet für viele Menschen im Globalen Süden lange Fussmärsche und Kanister schleppen. Eine Aufgabe, die vor allem Frauen und Mädchen erledigen.

merkt man erst, was für ein komplizierter, aufwendiger Akt Händewaschen sein kann, und versteht noch besser, warum es im Alltag der Menschen dort wenig Priorität hat.»

Technologie ist nur die halbe Miete

Dieses Beispiel zeigt, wie wichtig dezentrale Wasseraufbereitungssysteme sind, wie etwa die von der Eawag entwickelte Wasserwand (siehe Artikel S. 26): Sie bieten an Orten ohne Wasseranschluss eine nutzerfreundliche Infrastruktur und ermöglichen es, dass Abwasser in einem autarken Kreislauf aufbereitet und etwa fürs Händewaschen wiederverwendet werden kann. «Innovative Technologien sind grundlegend. Sie ermöglichen wichtige Fortschritte im Bereich Trinkwasser, Sanitäreinrichtungen und Hygiene», sagt Contzen. Aber sie garantieren noch keinen Fortschritt. «Entscheidend ist, ob die Menschen diese Technologien überhaupt akzeptieren, nutzen und richtig anwenden.» Dort setzt die Forschung der Umweltgesundheitspsychologin an. Seit 2019 leitet sie die Forschungsgruppe Environmental Health Psychology an der Eawag. «Uns interessiert die menschliche Komponente. Welche Verhaltensmuster und Entscheide führen dazu, dass Menschen die Umwelt und ihre Gesundheit gefährden? Werden die Umwelt- und Gesundheitsrisiken überhaupt als solche wahrgenommen? Was braucht es, damit Menschen ihr Verhalten ändern oder neue Technologien akzeptieren und nutzen?»

Welche psychologischen Aspekte für den Erfolg dezentraler Wassertechnologien entscheidend sind, haben Contzen und ihre Gruppe beispielsweise im indischen Bengaluru untersucht. Die stark wachsenden Aussenbezirke der Stadt sind nicht ans zentrale Abwassersystem angeschlossen, weshalb eine dezentrale Wasseraufbereitung auf Gebäudeebene gesetzlich vorgeschrieben ist. Die Kosten für Installation, Betrieb und Unterhalt der Anlage müssen die Bewohnerinnen und Bewohner selber tragen. «Die wahrgenommenen Vorteile – etwa die positiven Auswirkungen auf die Umwelt oder das positive Image, das mit der Nutzung eines solchen Systems einhergeht – erklären die Akzeptanz der Systeme am besten», fasst Contzen die Resultate der Befragung von Personen mit und ohne dezentrale Abwasseraufbereitungsanlage zusammen. «Wenn man ein solches System fördern will, sollte man daher vor allem die Vorteile hervorheben, statt die Kosten oder mögliche Risiken herunterzuspielen.» Kosten müssen also nicht zwingend eine Barriere für die Akzeptanz eines Systems sein. Grösser ist die Hürde jedoch, wenn eine Technologie eine Verhaltensanpassung voraussetzt, so wie etwa die Chlorung zur Desinfektion von Trinkwasser auf Haushaltsebene. «Die Menschen müssen erstmal Chlor kaufen, die richtige Menge abmessen und ins Wasser geben, das gechlorte Wasser umrühren und dann für mindestens eine halbe Stunde ruhen lassen. Man muss also vorausschauend planen», schildert Contzen. Eine aufwendige Routine, die erst erlernt werden muss.

Gemeinsam zu besseren Lösungen

Technologien und Verfahren zu entwickeln, die nicht nur eine einwandfreie Wasserqualität gewährleisten, sondern auch günstig und einfach nutzbar sind, ohne den Alltag der Menschen auf den Kopf zu stellen, sei eine grosse Herausforderung, sagt Eberhard Morgenroth. Er ist Umweltingenieur an der Eawag und hat das Projekt in Bengaluru begleitet. «Der Input von Sozialwissenschaftlerinnen wie Nadja Contzen ist für uns Ingenieure wahnsinnig wichtig und wertvoll», sagt Morgenroth. Die Wertschätzung beruht auf Gegenseitigkeit. «Die interdisziplinäre Zusammenarbeit an der Eawag ist enorm bereichernd», findet auch Contzen. Das Abfallrecycling hat sie (noch) nicht revolutioniert. Aber mit ihrer Forschung leistet die Umweltgesundheitspsychologin einen wichtigen Beitrag zum Recycling von Wasser, zum nachhaltigen Umgang mit dieser wertvollen Ressource und zur Verbesserung der Gesundheit im Globalen Süden.



Kontakt: Dr. Sara Marks
Abteilung Siedlungshygiene und Wasser für
Entwicklung (Sandec), Eawag

Low-Tech-Lösungen für sauberes Trinkwasser

In Nepal ist der Zugang zur grundlegenden Trinkwasserversorgung verhältnismässig gut. Auch abgelegene Bergdörfer verfügen in der Regel über einfache Leitungssysteme, die das Wasser von einer Quelle zum Haushalt oder einem gemeinschaftlich genutzten Zapfhahn führen. Die Wasserqualität ist allerdings oft ungenügend, die Belastung durch potenziell krankmachende Keime wie etwa E. coli Bakterien vielfach zu hoch. Getestet wird das Wasser kaum, weil es in solchen ländlichen Regionen an Infrastruktur, an Laborausstattung, aber auch an einer zuverlässigen Stromversorgung mangelt. Die Forschenden der Eawag-Abteilung Siedlungshygiene und Wasser für Entwicklung (Sandec) erarbeiten einfache und erschwingliche Lösungen, die für die Gegebenheiten vor Ort geeignet sind und von den Menschen selbstständig unterhalten werden können. Unter anderem entwickelten sie eine kostengünstige Laboreinrichtung für Wasserproben, einschliesslich eines anpassbaren Inkubators, ein Gerät, das dazu dient, Wasserproben unter kontrollierten Bedingungen zu lagern, um das Wachstum von Mikroorganismen zu fördern. Der Inkubator lässt sich aus einer Styropor-Box und einem simplen Elektronikmodul einfach zusammenbauen und mit einer Autobatterie oder einem Solarpanel betreiben. In einer Feldstudie führten die Forschenden diese Laboreinrichtungen in einigen nepalesischen Bergdörfern ein, wo sie seither erfolgreich im Einsatz sind und die Trinkwassersicherheit verbessern.



Kontakt: Dr. Christian Stamm
Stellvertretender Direktor, Eawag



Video zum
Projekt Pestro

Das Pestizidproblem im Dialog mit der Landwirtschaft lösen

Pestizide gefährden die natürlichen Ökosysteme und die menschliche Gesundheit. Mit ihrer Forschung deckt die Eawag die Pestizidbelastung von Gewässern auf und schafft wichtige Grundlagen für eine nachhaltigere Landwirtschaft.

Ein Grossteil der Schweizer Gewässer ist mit Pestizidrückständen belastet, vielerorts auch das Grundwasser. Bereits 2014 wies die Eawag für fünf mittelgrosse Fließgewässer im Mittelland einen ganzen Pestizid-Cocktail nach. Viel gravierender ist die Situation jedoch im Globalen Süden, wo Pestizide anders als bei uns kaum reguliert sind und oftmals nicht sachgerecht angewandt werden. Während der Zustand der Gewässer und die Wasserqualität hierzulande eng überwacht werden, fehlt im Globalen Süden ein systematisches Monitoring – die Gefahr bleibt unsichtbar.

Fehlendes Wissen im Umgang mit Pestiziden

Das internationale Projekt «Pestro» mit Beteiligung der Eawag hat Licht ins Dunkel gebracht: In Costa Rica und Uganda untersuchte ein interdisziplinäres Forschungsteam den Pestizideinsatz und dessen Auswirkungen auf die Wasserqualität und die Gesundheit der Landwirtinnen und Landwirte. Sie fanden diverse Pestizide in Bächen und Flüssen, Wasserressourcen, aus denen die Bevölkerung Trinkwasser entnimmt. Und sie konnten bei einem Teil der Studienteilnehmenden Pestizidrückstände im Blut sowie neurologische Veränderungen nachweisen. Dass die meisten Landwirte keine Schutzkleidung tragen, die Pestizide nicht korrekt einsetzen und auch nicht sachgemäss entsorgen, ist auf einen Mangel an Ausbildung und landwirtschaftlicher Beratung sowie auf veraltete gesetzliche Vorgaben zum Pestizideinsatz zurückzuführen. Die Erkenntnisse wurden mit den lokalen Behörden geteilt, die daraus Massnahmen ableiten können. Darüber hinaus unterstützt die Eawag die lokalen Partner mit ihrer Expertise, um geeignete Probennahmesysteme für den Einsatz vor Ort zu entwickeln und die Datenlage zu verbessern.

Christian Stamm, stellvertretender Eawag-Direktor, sieht die grösste Herausforderung im Zielkonflikt zwischen Umweltschutz und Gesundheit auf der einen Seite und wirtschaftlicher Produktion auf der anderen. «Wir können das Pestizidproblem nur im Dialog mit den Akteuren aus dem Landwirtschaftsbereich lösen, indem wir auf Augenhöhe zusammenarbeiten, Zielkonflikte entlang der ganzen Wertschöpfungskette transparent analysieren und nach Lösungen suchen.» Dies gelte für den Globalen Süden ebenso wie für die Schweiz. Deshalb beteiligt sich die Eawag derzeit am interdisziplinären Projekt «Trapego», das Wege für eine nachhaltige Transformation der Schweizer Landwirtschaft aufzeigen soll.

Redaktion: Kommunikation Eawag

Mitarbeit: Isabel Plana

Gestaltung und Layout: Kommunikation Eawag

Übersetzungen: Laurence Frauenlob

Korrektur: Interserv AG

© Eawag, 2023

Das Infotag-Magazin erscheint in deutscher Sprache sowie französischer Übersetzung.
Verbindlich ist die deutsche Version.

Eawag
Überlandstrasse 133
8600 Dübendorf
Schweiz
+41 58 765 55 11

Eawag
Seestrasse 79
6047 Kastanienbaum
Schweiz
+41 58 765 21 11

info@eawag.ch
eawag.ch

<https://doi.org/10.55408/eawag:31023>



Die Texte, die mit dem Zusatz «Eawag» gekennzeichneten Fotos sowie alle Grafiken und Tabellen unterliegen der Creative-Commons-Lizenz «Namensnennung 4.0 International». Sie dürfen unter Angabe der Quelle frei vervielfältigt, verbreitet und verändert werden. Informationen zur Lizenz finden sich unter <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

