

Natürliche Ressourcen der Schweiz

INTERVIEW

Eine Welt ohne  
Wirtschaftswachstum – geht das?

☉ S. 10

REPORTAGE

Auf Insektensuche  
entlang von Bahngleisen

☉ S. 38

ÖKOBILANZ

Flüster-Strassenbeläge  
im Ökotest

☉ S. 44

FOCUS | S. 12

## ALTLASTEN: ERBE DER VERGANGENHEIT

**Wir müssen uns um eine Hypothek kümmern:  
um Abfälle von früher, die heute die Umwelt belasten.**

**Von riesigen Projekten, Hausmüllrutschungen  
und belasteten Kinderspielplätzen.**



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Das grosse  
Aufräumen  
S. 25



[bafu.admin.ch/magazin](http://bafu.admin.ch/magazin)

## 360°

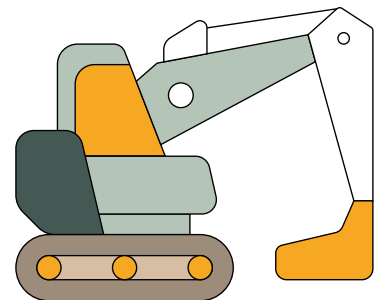
- 04 **Aufgeschnappt**
- 06 **Tipps**
- 07 **Bildung**
- 08 **Unterwegs**
- 10 **Interview**  
Über eine Welt ohne  
Wirtschaftswachstum

## Focus

- 12 **Alltlasten**  
Wie wir Abfallsünden  
von einst bewältigen
- 16 **Uralter Abfall**  
Von Hauskehricht, Schiessanlagen  
und Industrierverschmutzungen
- 22 **Wo Kinder spielen**  
Familiengärten  
und Spielplätze schützen
- 25 **Im Bild**  
Das grosse Aufräumen
- 29 **Reportage vom Grossprojekt**  
Die Sanierung des Solothurner  
«Stadmists»
- 33 **Aufgepasst**  
Wir müssen neue Alltlasten vermeiden

## 360°

- 36 **Handeln wird drängend**  
Interview mit Sonia Seneviratne,  
der Spezialistin für extreme  
Wetterphänomene
- 38 **Reportage**  
Auf Insektensuche am Bahngleis
- 41 **Elektrosensibel**  
Ein Beratungsnetzwerk soll helfen
- 44 **Gegen Strassenlärm**  
Flüsterbeläge sind  
vergleichsweise ökologisch
- 46 **Vor Ort**
- 48 **Meine Natur**



**12**  
Operation  
Alltlasten sanieren



**29**  
Nah dran bei  
einer der grössten  
Sanierungen  
der Schweiz



48

Meine Natur  
mit Fotograf  
Michel Roggo

41

Elektrosensibel –  
Hilfe für Betroffene



IN EIGENER SACHE

Sie wollen auf dem Laufenden bleiben, was unsere Umwelt angeht? Sie möchten sich umweltbewusst verhalten und erfahren, wie das geht? Dieses Magazin will dabei helfen.

Abonnieren Sie «die umwelt» unter [bafu.admin.ch/leserservice](http://bafu.admin.ch/leserservice). Kostenlos.

Die Onlineversionen der Beiträge und die PDFs aller Ausgaben finden Sie unter [bafu.admin.ch/magazin](http://bafu.admin.ch/magazin).

EDITORIAL ▼

## In Verantwortung für die Welt von morgen



Von Katrin Schneeberger  
Direktorin BAFU

Aufräumen macht nie Freude. Besonders dann nicht, wenn die Arbeiten nicht nur viel Kraft, sondern auch viel Geld kosten. Die Sanierung des Areals Rheinlehne (BL) wird rund 180 Millionen Franken kosten. Die des Solothurner «Stadtmists» wohl am Ende mehr als 120 Millionen Franken.

Aus früheren Industriearealen, Müllhalden und Unfallstandorten ist eine Vielzahl von umweltgefährdenden und gesundheits-schädigenden chemischen Stoffen in die Umwelt gelangt. Zum Teil aus Unkenntnis, zum Teil aus Ignoranz. Wir bezahlen heute teuer für die unsachgemässe Entsorgung von Abfall in früheren Jahren.

Die Sanierung belasteter Standorte ist auf gutem Weg. Die Zusammenarbeit zwischen dem BAFU und den Kantonen ist konstruktiv und positiv. Allerdings muss das Tempo bei der Behandlung belasteter Standorte erhöht werden, will man wie geplant die Sanierungen bis 2045 abschliessen.

Der Bundesrat hat den Handlungsdruck erkannt und will im Umweltschutzgesetz USG verbindliche Fristen für die Altlastenbearbeitung festlegen. Zudem soll die Altlasten-Verordnung erweitert werden, sodass sie neu auch für Spielplätze gilt, auf denen Kinder regelmässig spielen. Das Problembewusstsein ist gewachsen.

Das ist richtig und wichtig. Gerade auch, weil neue Stoffe, zum Beispiel PFAS, in der Umwelt festgestellt werden, über die wir derzeit noch nicht genügend wissen. Darum ist es entscheidend, besser zu ergründen, wie stark sie unsere Umwelt schon belasten.

Alles mit dem Ziel, verantwortungsvoll die richtigen Entscheidungen zu treffen. Damit wir die Kosten der Sanierungsarbeiten in Grenzen halten, von sauberem Grund- und Trinkwasser profitieren und weiter Freude an gesunden Böden haben können, auf denen unsere Kinder und Grosskinder unbekümmert herumtollen oder als Erwachsene Kartoffeln pflanzen können.

## 360°



«Hopfen ist eine besonders prägende Zutat für Bier», sagt Reto Engler, Mitinhaber und Produktionsleiter der Brauerei Docteur Gab's. «Die Pflanze wirkt wie ein Gewürz und verleiht dem Bier seine charakteristische Bitterkeit. Im letzten Jahr haben wir fünf Tonnen Hopfen verwendet, um zwei Millionen Liter Bier zu brauen. Wollte man in der Produktion ganz auf Hopfen verzichten, müsste man den Geschmack des Bieres komplett neu definieren.»

### Klimawärmung gefährdet die Bierproduktion

Weltweit leiden Hopfenplantagen stark unter den steigenden Temperaturen und den häufigeren Dürreperioden. Bis ins Jahr 2050 wird der Hopfenertrag um ein Fünftel zurückgehen, schätzen Fachleute in einer Studie vom letzten Oktober. Auch die Qualität der Kulturpflanze, deren grösste Anbaugelände in den USA und

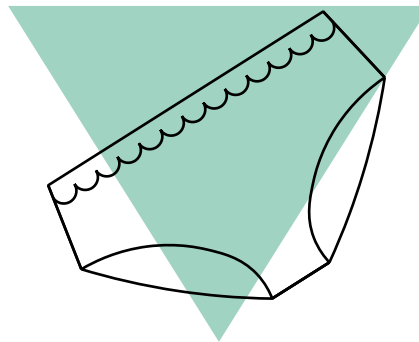
in Deutschland liegen, wird beeinträchtigt. Sollte sich diese essenzielle Zutat von Bier verändern, könnte dies in vielen Schweizer Brauereien zu Produktionseinbußen führen. Auf eine Million Einwohnerinnen und Einwohner kommen hierzulande 146 Brauereien. Damit hat die Schweiz die höchste Dichte an Brauereien weltweit.

### Was die Schweiz wegschmeisst

Fast sechs Millionen Tonnen Abfall fallen in der Schweiz jährlich aus Haushalten und Kleingewerbe an – das Gewicht von 57 000 Blauwalen. Die Hälfte davon wird recycelt, die andere Hälfte verbrannt. Eine neue BAFU-Analyse zeigt: Obwohl pro Kopf weniger Hauskehricht als noch vor zehn Jahren entsteht, könnten immer noch 20 Prozent davon recycelt werden – vor allem Speisereste, Rüstabfälle von Gemüse und Früchten sowie Plastikverpackungen wie Milch- oder Shampooflaschen. Zudem wäre mehr als die Hälfte der Lebensmittelabfälle vermeidbar gewesen. Die Erhebung zeigt aber auch positive Entwicklungen: Die Menge von Glas, Papier und Plastik im Abfall ist zurückgegangen.

### DAS OBJEKT

## Forschungsobjekt Unterhose



Je gesünder ein Boden, desto lebendiger ist er. Wollen Sie auch wissen, wie es Ihrem Boden geht? Im April heisst es «Unterhosen runter!»: Zusammen mit Partnerorganisationen lädt das BAFU Interessierte dazu ein, die Böden in Garten, Wald oder Feld besser kennenzulernen, indem sie Unterhosen aus Baumwolle vergraben. Ein paar Wochen später werden sie wieder ausgegraben. Je gesünder der Boden, umso weniger bleibt von der Unterhose übrig. Sind Sie auch dabei? [beweisstueck-unterhose.ch](https://www.bafu.admin.ch/beweisstueck-unterhose.ch)

### Temperaturen weit über der Norm

2023 mass die Schweiz den bisher wärmsten September. Die Durchschnittstemperatur der Sommermonate lag 1,6 Grad über der Norm und die durchschnittliche Nullgradgrenze war auf 5298 Meter über Meer noch nie so hoch.

### Klimafreundlich bauen

Um zu untersuchen, wie sich Lehm als saubere Alternative zu Beton stabil verbauen lässt, hat die Empa-Forscherin Ellina Bernard einen «Ambizione»-Grant des Schweizerischen Nationalfonds erhalten.

### Invasive Arten kosten

Wenn invasive Arten schaden – indem sie etwa die Nahrungsmittelproduktion oder die menschliche Gesundheit beeinträchtigen – kostet das laut dem Weltbiodiversitätsrat über 423 Milliarden Dollar pro Jahr.

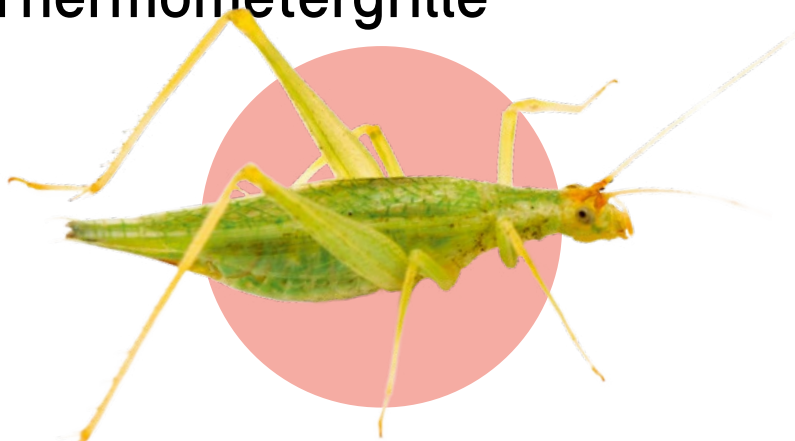
## ▼ DIE ZAHL

50 kg

Diese Menge an Nahrungsmitteln wirft eine Person im Jahr durchschnittlich in den Abfall. Berücksichtigt man auch die Entsorgung im Kompost, ist es sogar noch mehr. Die Zahl stammt aus einer Analyse der Siedlungsabfälle aus dem Jahr 2022. Würden die Nahrungsmittel richtig gelagert und rechtzeitig verzehrt, liesse sich sie der Verlust mindestens halbieren.

## DAS TIER

## Thermometergrille



Wie häufig eine Blütengrille zirpt, hängt von der Umgebungswärme ab. Umgekehrt lässt sich mit einer Formel, die der amerikanische Physiker Amos Emerson Dolbear (1837–1910) entwickelte, aus der Anzahl Zirplaute während einer bestimmten Zeit die Lufttemperatur ermitteln. Werden zum Beispiel 33 Laute in zehn Sekunden gezählt, ist es 32 Grad Celsius warm.

## Die Zeppeline kehren zurück

Die Luftfahrt muss klimafreundlich werden. Und so stehen die gemächlichen Riesen des frühen 20. Jahrhunderts plötzlich wieder im Fokus: die Zeppeline. Die erste internationale Konferenz über elektrische Luftschiffe in Nürnberg im September 2023 zeigte, dass Zeppeline mit Elektromotoren, Solarzellen und Akkus drei Tage und zwei Nächte von London nach New York brauchen würden.

## Unsere Erde ist krank

Die Belastbarkeit unseres Planeten ist begrenzt: Sechs der neun planetaren Grenzen sind bereits überschritten, wie eine neue Bilanz eines internationalen Forschungsteams zeigt. Was Hoffnung macht: Noch in den 1990er-Jahren sprengte der Abbau der Ozonschicht die planetare Limite. Aber dank globaler Initiativen wird diese Belastbarkeitsgrenze zumindest ausserhalb der Polarregionen aktuell nicht mehr überschritten.

## AGENDA ▼

12. UND 19.06.24

## Auf Kräutersuche in den Alpen

Zusammen mit einer Kräuterfachfrau sammeln Sie auf einer Wanderung im Naturpark Diemtigtal wohlriechende Wildkräuter, erfahren viel über deren Wirkung und stellen Ihren eigenen aromatisierten Essig oder eine Salbe her.

📍 Riedli 5, 3756 Zwischenflüh

🕒 14.00–17.45

➔ [bit.ly/3S6wOr4](https://bit.ly/3S6wOr4)

23.–26.05.24

## Alles rund ums Velo

Die Cycle Week, das nationale Velofestival, präsentiert in der Europaallee beim Zürcher Hauptbahnhof und in der Zürcher Brunau die neusten Trends und Entwicklungen der Velowelt, aber auch alles, was sich bewährt hat.

📍 Europaallee und Brunau, Zürich

➔ [cycleweek.ch](https://cycleweek.ch)

11.05.24

## Orchideen-Wanderung

Im ältesten Naturschutzgebiet des Kantons Aargau verstecken sich wunderschöne Orchideen und viele weitere Naturperlen, etwa die einzigartigen Schmetterlingshaften, die nichts mit Schmetterlingen zu tun haben, ihnen aber sehr ähnlich sehen.

📍 Jurapark Aargau, Bushaltestelle Effingen, Dorf, 5078 Effingen

🕒 14.00–16.45

➔ [bit.ly/47IM6br](https://bit.ly/47IM6br)

16.05.24

## Ökologisches vom Markt

Der St. Galler Ökomarkt bietet einen vielfältigen Einblick in das ökologische Waren- und Dienstleistungsangebot der Region. Es erwarten Sie Stände mit nachhaltigen Lebensmitteln und umweltfreundlichen Alltagsprodukten, aber auch Beratung über Recycling oder Ihre nächsten Ferien.

📍 Gallusplatz, St. Gallen

🕒 9.00–19.00

➔ [oekomarkt.ch](https://oekomarkt.ch)

## BUCH

## «Atlas der bedrohten Tiere»



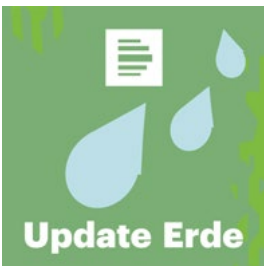
Laura Fraile,  
Midas Verlag  
ISBN: 978-3-03876-273-7  
CHF 28

## Vom Aussterben bedroht

Massive Abholzung, intensive Landnutzung oder Überfischung: Wir Menschen sind dafür verantwortlich, dass zahlreiche Tierarten verschwinden. Gleichzeitig sind wir die Einzigen, die diese Entwicklung stoppen können. Im Buch «Atlas der bedrohten Tiere» lässt sich die Vielfalt, die uns jetzt noch umgibt, entdecken: Vom Berggorilla über den Mähnenwolf bis hin zum Weihnachtsinsel-Flughund. Die Biologin Laura Fraile gibt mit ihren Texten und Illustrationen Kindern, Jugendlichen und Familien einen Überblick über die Geschöpfe auf der Roten Liste der bedrohten Arten. Von den 41000 Arten, die derzeit vom Aussterben bedroht sind, haben es natürlich nur einige ins Buch geschafft. Zu diesen gibt es aber reichhaltige Informationen: wie viele von ihnen noch wo leben, was sie fressen und womit sie ihre Zeit verbringen. Am meisten erfährt man über ihren Bedrohungsstatus: Der Panda etwa erholt sich, dagegen haben die Nördlichen Breitmaulnashörner ihr letztes Männchen verloren. Das Buch informiert auch über die Bedeutung der Insekten oder das Sterben der Korallenriffe – und darüber, was wir selbst tun können, um die Natur zu erhalten.

## PODCAST

## «Update Erde»



Deutschlandfunk Nova

## Update Erde: Nachrichten am Puls der Zeit

Der Tod eines Fans von Taylor Swift an einem Konzert in Rio de Janeiro aufgrund der extremen Hitze hat Fragen aufgeworfen: Wird es in Zukunft bei Hitze überhaupt noch Open-Air-Konzerte geben? Welche Bestimmungen sind notwendig? Solche Fragen greift ein sechsköpfiges Team von Deutschlandfunk Nova im Podcast «Update Erde» auf. Seit fast einem Jahr thematisiert dieser wöchentlich in knapp 20 Minuten die wichtigsten Ereignisse in Klima, Umwelt und Artenschutz, sei es der nationale Baumpflanztag in Kenia, der Stand des weltweiten CO<sub>2</sub>-Budgets oder ein geretteter Öltanker vor der Küste des Jemens. Der Schwerpunkt liegt manchmal auf Deutschland, aber immer auch in Bezug auf andere Länder. Trotz der ernsten Themen schaffen es die Macherinnen und Macher, unterhaltsam und konstruktiv zu sein. Nicht zuletzt dank ihrer Lifehacks, etwa wie man auf der Toilette die Umwelt schützen kann. Die letzte Minute jeder Episode lädt jeweils zum Entspannen ein, mit den Klängen von Geysiren in Island oder Fledermäusen auf den Fidschi-Inseln. [bit.ly/3O9DvaG](https://bit.ly/3O9DvaG)

## MITMACHEN

Weiden pflegen  
auf der Alp Pazzola

Oberhalb von Mumpé Tujetsch in der schönen Surselva gibt es im Sommer viel zu tun: etwa kleine Fichten und Unkraut wie Blacken entfernen, damit die Weideflächen nicht überwuchert werden. Für diese Alpweidenpflege suchen der Alpmeister der Alp Pazzola und seine neun Kühe Verstärkung. Es erwartet Sie nicht nur eine gesellige Runde mit anderen Freiwilligen, sondern auch ein Einblick in die Alpwirtschaft mit ihren Köstlichkeiten wie Alpbutter oder letztjährigem Alpkäse. Zum erlebnisreichen Tag, den der WWF organisiert, gehört auch ein Abstecher zum Hochmoor «Paluis» im Val Mutschnengia. Auf diesem Hochmoor von nationaler Bedeutung erfahren Sie Spannendes über den Lebensraum Moor und seine tierischen Bewohner.

Wann: 6. Juli 2024 08:00 bis 16:30

Anmeldung: bis 3. Juli 2024, [bit.ly/3u87xEW](https://bit.ly/3u87xEW)

## DIGITALE AUSSTELLUNG

Gletschersterben  
im Halbstundentakt

Über zehn Jahre hinweg will der Fotograf Jürg Kaufmann jede halbe Stunde ein Bild vom Piz Palü und vom Persgletscher schießen, die beide in Pontresina im Engadin liegen. Kaufmann betrachtet Gletscher als gigantische Fiebertermometer, die die Folgen des Klimawandels gnadenlos aufzeigen. In dem Projekt namens «Glaciers Today» sollen seine Fotos die Schönheit und Zerbrechlichkeit dieses natürlichen Lebensraums in den Bergen zeigen und dazu inspirieren, unser Verhalten im Umgang mit natürlichen Ressourcen zu ändern. Die ersten aufgenommenen Bilder sind auf seiner Website zu sehen. [glaciers.today](https://glaciers.today)



### Vernetzt ins Biologiestudium

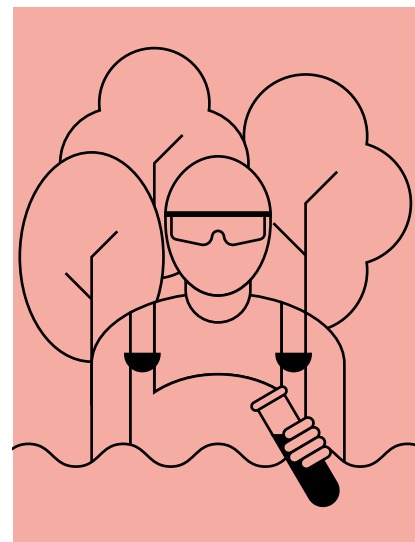
Manche wissen bereits früh, dass sie sich in ihrem Leben mit Biologie beschäftigen möchten. Aber auch völlig Unentschlossenen bieten die Biology Weeks der Akademie der Naturwissenschaften SCNAT die Möglichkeit, ihrer wissenschaftlichen Neugierde nachzugehen und ihre berufliche Orientierung zu verfeinern – sei es, um am Life Science Learning Center der Universität Zürich in den molekularbiologischen Labors die DNA besser zu verstehen oder um sich an der Universität Lausanne mit Paläontologie zu befassen. In den Biologiewochen erfahren Maturandinnen und Maturanden, was es heisst, in einem wissenschaftlichen Forschungsumfeld zu arbeiten, während sie gleichzeitig ihre Sprachkenntnisse verbessern – und zwar kostenlos. [biology-week.scnat.ch](http://biology-week.scnat.ch)

### Dem Boden eine Stimme geben

Wie klingt es, wenn sich Spinnen und Asseln durch den Boden bewegen? Was hört man, wenn Fliegenlarven und Käfer fressen und kommunizieren? Um das Leben und die Prozesse im Boden erlebbar zu machen, bringt das Projekt Sounding Soil der Stiftung Biovision diese Geräusche an die Oberfläche. Und nun auch ins Klassenzimmer: Mit den Unterrichtsmaterialien «Sounding Soil im Klassenzimmer» für die Sekundarstufe können Lehrpersonen das komplexe Ökosystem Boden zu jeder Jahreszeit und bei jedem Wetter behandeln. Die Schülerinnen und Schüler lernen die lebenswichtigen Funktionen des Bodens und der Bodentiere kennen und können sogar dem Leben in der Erde zuhören – und es so auf eine ganz neue Art wahrnehmen. Ziel ist es, einen nachhaltigen Umgang mit der kostbaren Ressource Boden zu fördern. [soundingsoil.ch/lernen](http://soundingsoil.ch/lernen)

### Risiken von Hochwasser und Hagel verstehen

Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II können sich mit dem neusten Wissen zu Risiken von Hochwasser und Hagel in der Schweiz befassen. Das Mobiliar Lab für Naturrisiken der Universität Bern hat dieses nämlich in Lernmodule für das Fach Geografie verpackt, und regt damit zum selbstständigen Denken und Recherchieren an: Wie beurteilt man die Hochwasserrisiken an seinem eigenen Wohnort? Wie schätzt man ab, wie nützlich die Schutzmassnahmen gegen Hochwasser in Montreux sind? Wie könnte sich das Hagelrisiko in der Schweiz in der Zukunft verändern? Anhand von praxisnahen Beispielen arbeiten die Klassen mit Tools wie etwa den kantonalen Gefahrenkarten. Die Lernmodule sind auf Deutsch und Französisch kostenlos verfügbar. [risikportal.ch](http://risikportal.ch)



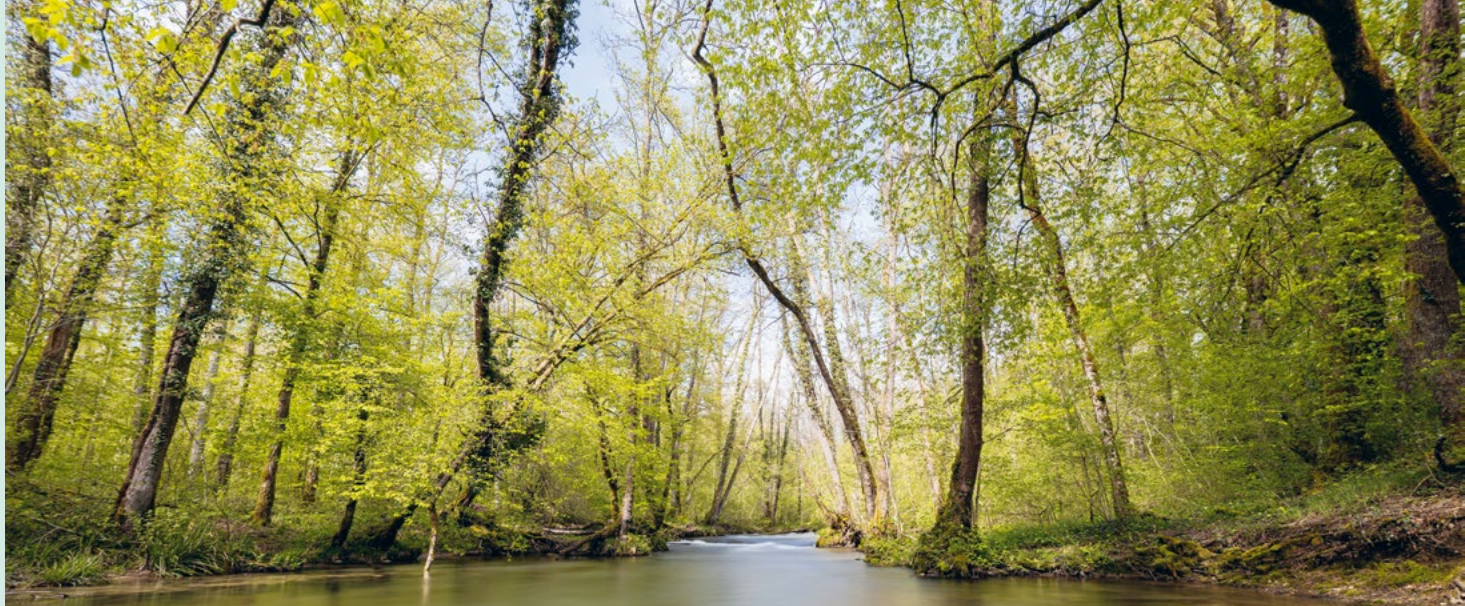
### THE JOB

#### Ökotoxikologin/Ökotoxikologe

Die Industrie verwendet haufenweise Chemikalien, die das Ökosystem verschmutzen und schädigen können. Ökotoxikologinnen und Ökotoxikologen erforschen die Risiken, die von diesen Stoffen ausgehen. Für ihre Arbeit entnehmen sie Proben im Gelände. Die nachgewiesenen Stoffe werden darauf untersucht, ob sie für Mikroorganismen, Pflanzen und Tiere auf dem Land, im Wasser oder in der Luft gefährlich sind.

#### In der Dunkelheit

Das Licht von Strassenleuchten, Gebäuden und Werbetafeln reicht so weit, dass wir kaum noch wissen, wie sich eine dunkle Nacht anfühlt. Aber es gibt noch Orte, wo man sie erleben kann: Der Naturpark Gantrisch führt Gruppen oder Schulklassen auf einer abendlichen Wanderung weg von den bewohnten Gebieten und hinein in die Dunkelheit. Start ist jeweils bei Sonnenuntergang. Der Spaziergang bietet ein Erlebnis für alle Sinne, fernab der Lichtverschmutzung im dunklen Herz des Naturparks, wo man den Sternenhimmel noch klarer sehen kann – und sensibilisiert dafür, welche Auswirkungen künstliches Licht auf den Tag-Nacht-Rhythmus von Tieren, Pflanzen und von uns selbst hat. [bit.ly/3RVTTN2](http://bit.ly/3RVTTN2)



# Die Versoix, ein urtümlicher Fluss

**Diese Wanderung führt der Versoix entlang, deren natürlicher Flusslauf sich durch die Genfer Landschaft schlängelt. Auf der familienfreundlichen Tour lässt sich eine grosse Vielfalt an Pflanzen und Tieren entdecken.**

TEXT: AUDREY MAGAT

Der Ausgangspunkt der Wanderung liegt ausserhalb des Weilers Sauverny (F), an der französisch-schweizerischen Landesgrenze. Von der Bushaltestelle gleich neben dem Zoll führt der Weg unter einer kleinen Steinbrücke hindurch. Danach weisen gelbe Schilder den Weg in das Dorf Versoix. Schon nach wenigen Metern ist man in der Natur.

Für die neun Kilometer lange Route werden etwa zweieinhalb Stunden benötigt. Der Weg ist zu jeder Jahreszeit begehbar und eignet sich gut für Familien. Da der Pfad entweder dem Wasserlauf der Versoix folgt oder durch Felder führt, empfiehlt es sich, feste, wasserdichte Schuhe oder – bei nassem Wetter – Gummistiefel zu tragen. Wenn es stark regnet, sollte der Weg wegen des Hochwasserrisikos nicht begangen werden.

Der erste Teil der Wanderung verläuft entlang der Versoix. Das 22 Kilometer lange Flüsschen markiert die Grenze zwischen Frankreich und der Schweiz.

Auf seinem Weg von der Quelle im französischen Jura bis zum Genfersee durchfliesst es eines der grössten Waldgebiete des Kantons Genf. Wandernde werden unterwegs vom Rauschen des Wassers und den Vogelstimmen im Wald begleitet.

Der Pfad führt über natürliche Böschungen, schlängelt sich zwischen Bäumen und Erhebungen hindurch und verbreitet sich ab und zu auf Passagen über Kieselstrände. Der Fluss ist Lebensraum für eine grosse Vielfalt an Tier- und Pflanzenarten. So finden sich beispielsweise Frassspuren von Bibern an Baumstämmen und Biberbauten im Wasser. Das Gebiet ist wild geblieben: Die Versoix folgt ihrem natürlichen Lauf, totes Holz wird liegen gelassen. Dank dieser naturnahen Waldbewirtschaftung finden Vögel und Fledermäuse genügend Verstecke und Nistplätze zwischen den Asthaufen und auch Pilze wachsen dort, von denen sich wiederum zahlreiche verschiedene Insekten ernähren.

Nach der Überquerung des Pont de Bossy gibt es mehrere Möglichkeiten: Entweder folgt man den Wegweisern, die zum Genfersee und ins Städtchen Versoix führen. Wer stattdessen nach Sauverny zurück will, kann den Wald von Marcagnou queren. Auf diesem Pfad lässt sich der ganze Reichtum des Waldes und seiner aussergewöhnlichen Tierwelt erkunden (Box A). Hier trifft man auch auf einen seltsamen Steinhaufen: den Tumulus von Mariamont, eine geschützte prähistorische Grabstätte (Box B).

Nun geht es durch das Naturschutzgebiet Combes Chapuis. Im Osten dieses grossen Feuchtgebiets gibt es einen Aussichtspunkt, von dem aus sich die Tierwelt des Schutzgebiets beobachten lässt. Man erspät zum Beispiel Libellen, Frösche und zahlreiche Vögel. Etwa die Krickente, die kleinste Entenart Europas, oder den Nachtreiher, einen Stelzvogel, der für seine charakteristischen roten Augen bekannt ist. Beim Verlassen des Walds kann man einen Abstecher zur 1967 erbauten Sternwarte der Universität Genf machen. Das letzte Wegstück führt durch Felder zum Ausgangspunkt beim Zoll in Sauverny zurück.



## GENÈVE

**Dauer**  
2,5 Stunden

**Länge**  
9 km

**Schwierigkeit**  
einfach

**Höhendifferenz**  
60 m hinauf, 60 m hinab

DIE VERSOIX

SAUVERNY

DER OUDAR



### A EINE REICHE FAUNA

Im Wald von Marcagnou, Kanton Genève, sind viele grosse Säugetiere zu Hause. Nach dem kantonalen Jagdverbot im Jahr 1974 kamen Hirsche und Wildschweine zurück. Seither lebt in diesem Gebiet die dichteste Wildschweinpopulation Europas. Auch der Fischotter scheint sich wieder anzusiedeln. Er wurde im Jahr 2014 an den Ufern der Versoix gesichtet.



### B DER TUMULUS VON MARIAMONT

Im Jahr 1973 wurde im Wald von Marcagnou eine Grabstätte freigelegt, die aus den Anfängen der Menschheitsgeschichte stammt. Der prähistorische Grabbügel wurde vom kantonalen archäologischen Dienst rekonstruiert. Seine Entstehung wird auf die Zeit zwischen dem Ende der Bronze- und dem Beginn der älteren Eisenzeit (Hallstattzeit) datiert, also auf zwischen 800 bis 600 Jahre v. Chr.



### PRAKTISCHE INFOS

Der Ausgangspunkt der Wanderung ist mit dem öffentlichen Verkehr erreichbar. Ab dem SBB-Bahnhof Versoix (GE) nehmen Sie den Bus Nummer 55 der Verkehrsbetriebe Genève TPG in Richtung Chavannes-des-Bois und steigen an der Haltestelle «Sauverny, Douane» aus. Falls Sie mit dem Auto anreisen: Es gibt einen Parkplatz unweit des Ausgangspunkts bei der Brücke.



Scannen Sie den Code, um den Streckenverlauf und die GPS-Koordinaten zu erhalten.

DIE VERSOIX

NACH DEM WACHSTUM

# «Wirtschaftswachstum ist kein Naturgesetz»

Die Physikerin und Professorin für Ökologische Ökonomie Julia Steinberger erforscht zusammen mit zwei Kollegen den Weg in die Postwachstumsgesellschaft. Wie funktioniert eine Wirtschaft ohne Wachstum? Was wäre der erste Schritt in diese Richtung?

INTERVIEW: BRIGITTE WENGER

DIE UMWELT 1-24

## **Julia Steinberger, wie sähe eine Welt nach der Wachstumsgesellschaft aus?**

Idealerweise ist sie bunt und lebendig, voller Kultur und Kreativität: Menschen, die Gemeinschaften, aber keine Luxusgüter brauchen, um zufrieden zu sein. Energie, die aus ressourcenarmen Quellen stammt. Eine saubere Umwelt, ein gut ausgebautes Gesundheitswesen, Gleichberechtigung auch zwischen den Ländern des Nordens und des Südens. Und eine demokratische Gesellschaft, die weniger vom Markt beeinflusst ist.

## **Sie haben gemeinsam mit zwei Forschern aus Barcelona vom Europäischen Forschungsrat ERC zehn Millionen Euro für das Projekt «Post-Growth Deal» erhalten. Noch nie wurde so viel Geld in die Postwachstumsforschung investiert. Steht dieser Betrag für Hoffnung oder Verzweiflung?**

Manche sehen ihn als Richtungswechsel der Politik, dass die EU jetzt in Richtung Postwachstum geht. Ich sehe das nicht unbedingt so. Ich glaube, die Finanzierung des Projekts bedeutet, dass die Postwachstumsforschung

akzeptiert ist und ein riesiges Feld an Möglichkeiten bietet. Zehn Millionen Euro ist viel Geld, das ist schön und gut. Man muss aber auch sehen, dass die vielen anderen Ökonomen und Ökonomen viel mehr zur Verfügung haben.

## **Wie erforschen Sie die Postwachstumsgesellschaft – eine Gesellschaft, die es vielleicht nicht geben wird?**

Meine Aufgabe im Projekt «Post-Growth Deal» ist es, Versorgungssysteme zu modellieren: Welche Ressourcen kann der Planet bereitstellen und wie viele Ressourcen brauchen wir? Wir erfassen das heutige System so gut wie möglich, verstehen Abhängigkeiten und Ungleichheiten. In diesem Modell können wir dann Faktoren verschieben: Was passiert, wenn wir die Ungleichheit ändern? Die Konsummuster? Was, wenn Technologien effizienter werden? Gleichzeitig untersuche ich die Umweltverschmutzung der Ressourcennutzung: Warum ist der Wohnungsbau heute ökologisch nicht nachhaltig? Der Verkehr? Die Lebensmittelproduktion? Wir wollen

verstehen, wie wir diese Versorgungssysteme gerechter und ökologisch nachhaltiger gestalten können.

## **Sie forschen auch an der grossen Entkopplungsfrage: Wie schaffen wir es, dass mehr Wohlstand nicht auf Kosten der Umwelt geht? Ist das möglich?**

Ja, die Entkopplung von Wohlstand und Umweltverschmutzung ist möglich – aber nicht im aktuellen Wirtschaftssystem. Es stimmt, das Wachstum hat uns Wohlstand gebracht. Aber wenn wir nur weit genug in der Geschichte zurückgehen dann sehen wir, dass Menschen auch sehr gut leben können, ohne die Umwelt auszubeuten. Die Frage ist: Wo ging es schief? Ich denke: bei den Anfängen des Kapitalismus und der Kolonialisierung. Unsere heutige Wirtschaft häuft Reichtum an. Anderes wird dabei zerstört: der soziale Zusammenhalt, der lebenswerte Planet.

## **Was muss man sich unter Wohlstand überhaupt vorstellen – Swimmingpools für alle?**

Nein. Wohlstand bedeutet, dass unsere essenziellen Bedürfnisse



### JULIA STEINBERGER

Die Naturwissenschaftlerin ist in der Region Genf aufgewachsen und hat am Massachusetts Institute of Technology (MIT) Physik und Mathematik studiert. Seit 2020 lehrt sie als Professorin für Ökologische Ökonomie an der Universität Lausanne. Als Leitautorin hat sie am 6. Sachstandsbericht des Weltklimarates IPCC mitgeschrieben. Ihre Forschung hat sie zur Aktivistin gemacht. Dass Steinberger sich 2022 für «Renovate Switzerland» auf die Strasse klebte, wurde zum Teil kritisiert. Das gehöre sich nicht für eine Professorin. Sie selbst findet, Forschung und Aktivismus schliessen sich nicht aus. Steinberger lebt in der Schweiz und in England, ist verheiratet und Mutter eines Sohnes.

befriedigt sind. Wohlstand bedeutet eine funktionierende Gesundheitsversorgung, soziale Gemeinschaften, nicht diskriminiert zu werden, in der Lage zu sein, Lebenspläne zu verwirklichen. Ein gutes Leben bedeutet nicht, immer glücklich zu sein. Es ist kein Urlaubsprospekt. Es ist wichtig, Begriffe zu definieren, damit alle über dasselbe sprechen.

#### **Dann definieren Sie bitte den Begriff Wachstumsgesellschaft.**

Wir leben in einer Gesellschaft, die auf Wachstum ausgerichtet ist: mehr Wirtschaftstätigkeit, mehr Gewinne, begleitet von mehr Material-, Energie- und Landverbrauch sowie sozialer Ungleichheit. Warum? Weil Wachstum die Wirtschaft stabilisiert. Wenn ein Unternehmen in eine Krise gerät, entlässt es Mitarbeitende, verliert Vertrauen und zieht die ganze Wirtschaft in eine Negativspirale. Um das zu verhindern, muss der Kuchen – der Markt – immer grösser werden. Nur so können Unternehmen Gewinne machen, ohne andere in den Bankrott zu treiben.

#### **Und was ist dann Postwachstum?**

Hier sind Wirtschaft und Wachstum entkoppelt, der Ressourcenverbrauch liegt innerhalb der planetaren Grenzen und die Menschen leben einen Wohlstand, der die Umwelt nicht ausbeutet.

#### **Sie erforschen, wie wir das erreichen könnten. Was wäre der erste Schritt?**

Wir müssen radikal umdenken – die Wirtschaft braucht eine komplett neue Struktur. Wir müssen begreifen, dass Wirtschaftswachstum kein Naturgesetz ist. Im Moment trifft der Markt die Entscheide für uns.

#### **Welche Bedeutung hat ein Land wie die Schweiz in diesem Prozess?**

Gerade die Schweiz spielt eine viel grössere Rolle im heutigen System, als wir zugeben möchten. Mit unserem Überkonsum, dem Finanzsektor, der in fossile Brennstoffe und zerstörerische Industrien investiert, und der Rolle als globaler Rohstoffdrehscheibe sind wir längst nicht so sauber, wie wir es gerne wären. Dabei könnte die Schweiz Vorreiterin sein. Wir haben innovative Universitäten, viel Geld und sehr gut ausgebildete Arbeitskräfte. Wir könnten

neue effiziente und umweltschonende Technologien stärker forcieren und zeigen, dass sie funktionieren.

#### **Was kann ich persönlich tun?**

Tun Sie sich mit anderen Menschen zusammen. Sie können Dinge in Ihrer Familie ändern. Sie können mit Ihren Freunden debattieren, sich in der Nachbarschaft für mehr Wohlstand und weniger Umweltverschmutzung einsetzen. Seien Sie kreativ und lassen Sie sich nicht entmutigen.

#### **Können Sie nachvollziehen, dass viele Menschen Angst vor dem Ende des wirtschaftlichen Wachstums haben, weil sie es als Bedingung für den Wohlstand ansehen?**

Ich glaube, heute gibt es einiges, wovor man sich fürchten muss – aber unsere Wirtschaft umzugestalten ist viel einfacher als acht Milliarden Menschen bei einer Erwärmung von anderthalb Grad zu ernähren, geschweige denn bei drei Grad, auf die wir uns derzeit zubewegen. Ich habe kürzlich mit einem dänischen Speckkönig darüber gesprochen, dass wir dringend weniger Fleisch essen sollten. Das sah er natürlich gar nicht so. Dann habe ich ihn gefragt: Was wäre, wenn es wirklich, wirklich wichtig wäre? Und er sagte: Ja, klar, dann würde ich sofort mit der Fleischproduktion aufhören, kein Problem. Daran sieht man: Menschen begreifen die Dringlichkeit nicht. Jetzt mag es so aussehen, als würden wir viel von den Menschen verlangen. Aber in ein paar Jahren werden wir uns wünschen, wir hätten viel mehr getan.

#### **So aber scheint es extrem schwierig, sogar fast unmöglich, dass wir den Weg in die Postwachstumsgesellschaft schaffen. Warum sollen wir es trotzdem versuchen?**

Manche Kämpfe sind es wert, gekämpft zu werden, auch wenn man nicht glaubt, dass man sie gewinnen kann. Mensch sein bedeutet, dass man nicht aufgibt, wenn etwas wichtig ist. Deshalb lohnt sich dieser Kampf.

#### **– LINK ZUM ARTIKEL**



bafu.admin.ch/  
magazin2024-1-01

FOCUS

# Operation Altlasten sanieren

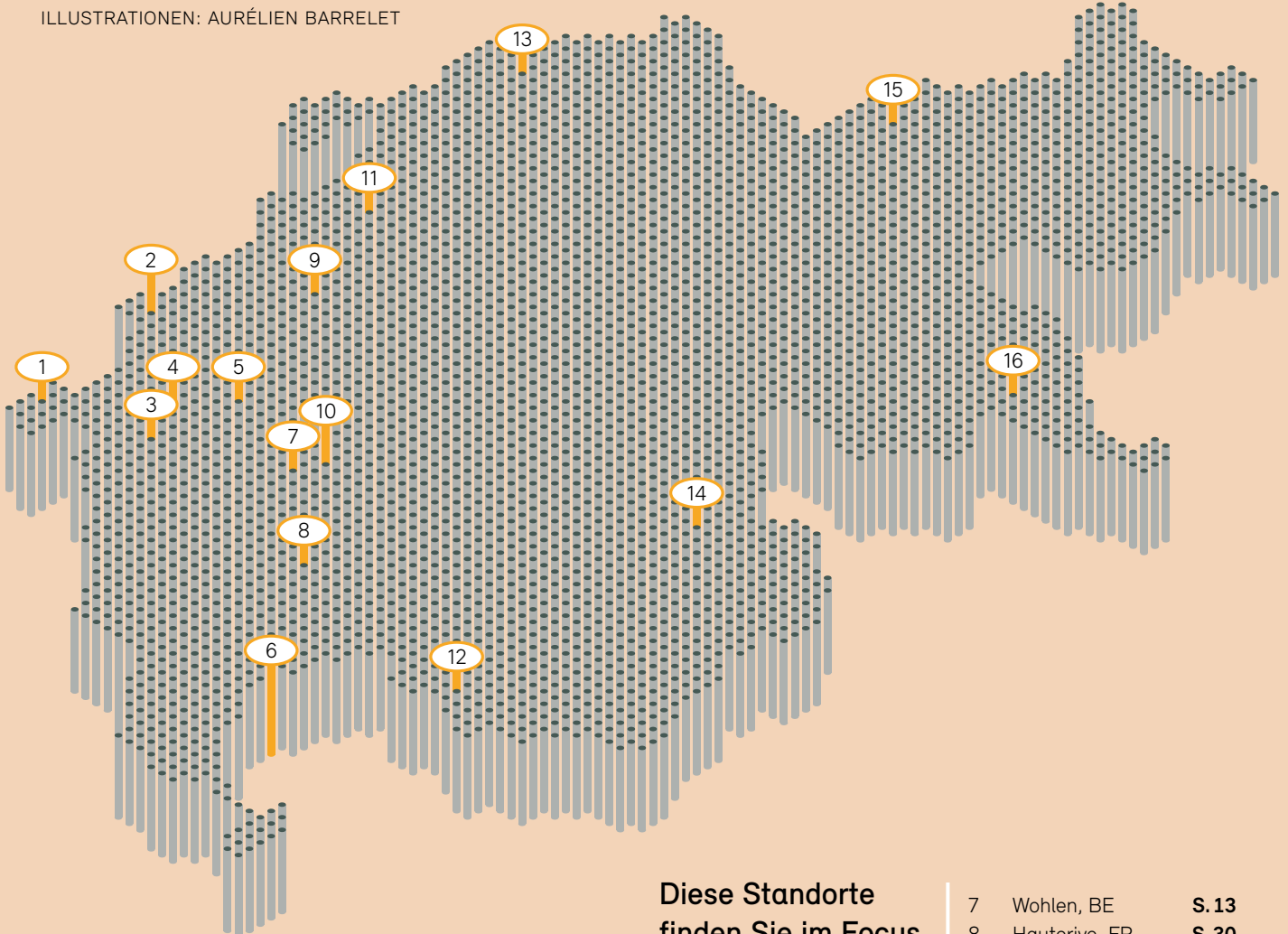
Wir müssen in der Schweiz rund 4000 Altlasten-Standorte sanieren, damit sie nicht unsere Gesundheit und die Umwelt gefährden.

Das wird voraussichtlich fünf Milliarden Franken kosten.

Die schädlichen Abfälle von einst stammen von ehemaligen Industriearbeiten, Deponien oder Schiessanlagen.

TEXT: FLORIAN NIEDERMANN

ILLUSTRATIONEN: AURÉLIEN BARRELET



## Im Bild

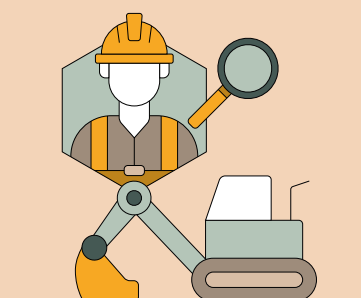
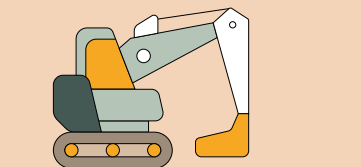
Diese Karte der Schweiz besteht aus 4000 Punkten. Das ist auch die Anzahl der Standorte, die saniert werden müssen.

## Diese Standorte finden Sie im Focus

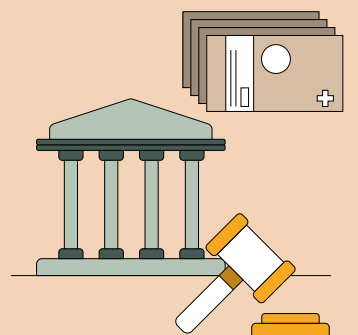
1	Bonfol, JU	<b>S. 29</b>	7	Wohlen, BE	<b>S. 13</b>
2	Pratteln, BL	<b>S. 31</b>	8	Hauterive, FR	<b>S. 30</b>
2	Muttenz, BL	<b>S. 32</b>	9	Kölliken, AG	<b>S. 29</b>
3	Reconvilier, BE	<b>S. 22</b>	10	Ostermundigen, BE	<b>S. 18</b>
4	Moutier, BE	<b>S. 20</b>	11	Dänikon, ZH	<b>S. 19</b>
5	Solothurn, SO	<b>S. 29</b>	12	Monthey, VS	<b>S. 26</b>
6	Lausanne, VD	<b>S. 23</b>	13	Mauren-Berg, TG	<b>S. 16</b>
			14	Gamsen, VS	<b>S. 26</b>
			15	Fanas, GR	<b>S. 16</b>
			16	Bellinzona, TI	<b>S. 21</b>

## DIE AKTUELLEN HERAUSFORDERUNGEN

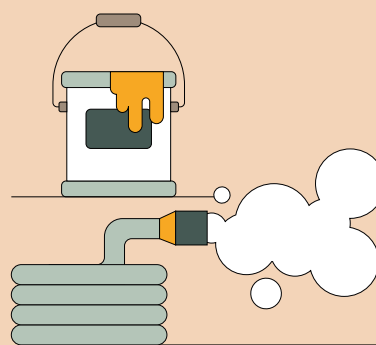
## 21. Jahrhundert



**Die 4000 Altlasten-Standorte** sollten alle ursprünglich 2040 saniert werden. Bis heute steht man allerdings erst bei rund der Hälfte.

**Der Altlasten-Fonds**

des Bundes übernimmt – sofern die USG-Revision beschlossen wird – einen Teil der Sanierungskosten – allerdings nur bis 2045.

**Künftige Altlasten**

Wenn wir heute nicht aufpassen, können gewisse Stoffe in Zukunft zu Altlasten führen. Zum Beispiel PFAS, die etwa in Feuerlöschschäumen enthalten sind.

Was im letzten Jahrhundert in der Deponie in Illiswil bei Wohlen im Kanton Bern geschah, klingt heute haarsträubend. Ab 1960 verlegte die «Genossenschaft Arbeitsgemeinschaft für das Transportgewerbe» den Illiswilbach auf einer Länge von rund 700 Metern in ein Rohr. Das Tobel, durch das der Bach zuvor geflossen war, wurde von da an als Müllhalde genutzt. Für Aushubmaterial, Bauschutt, Hauskehricht, Schlacken aus der Kehrichtverbrennungsanlage, Klärschlamm und flüssige oder ölige Industrieabfälle. 13 Jahre lang. Am Ende türmten sich dort 1,5 Millionen Kubikmeter Material auf. Mit der Zeit sickerten aus diesem Abfallberg Ammonium- und Vinylchlorid in das darunterliegende Rohr und damit in den Illiswilbach. Vinylchlorid ist krebserregend und beide Substanzen sind toxisch für Fische und andere

Organismen. In den 1990er-Jahren wurden bei Messungen unterhalb der Deponie zu hohe Konzentrationen dieser Chemikalien nachgewiesen. Die Deponie wurde deshalb ab 2001 untersucht und es wurde ein dringender Sanierungsbedarf festgestellt. Die Sanierung wird gesamthaft zehn bis zwölf Millionen Franken kosten.

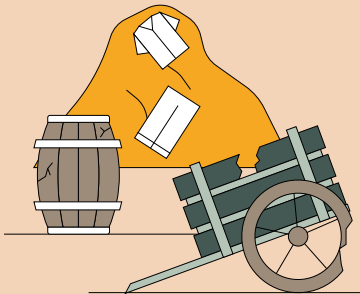
So wie im bernischen Wohlen gingen viele Gemeinden früher mit dem Abfall um, erklärt Reto Tietz, Sektionschef Altlasten des BAFU: «Es gibt rund 1200 solcher Deponien auf zugedeckten Bächen in der Schweiz.» Die Verantwortlichen von früher handelten zum Teil in Unkenntnis der Schäden, die sie anrichteten. Andere wiederum gingen sorglos vor und wollten den Müll so billig wie möglich loswerden. Zu Beginn war der Schaden begrenzt, denn bis Mitte des letzten Jahrhunderts

bestand der Hauskehricht in der Schweiz zu mehr als der Hälfte aus Küchenabfällen, gefolgt von Papier und Karton – also aus mehrheitlich abbaubaren Stoffen. Doch dann kamen die Jahre des industriellen Aufschwungs, und nun landeten aus Gewerbe und Industrie deutlich mehr toxische Stoffe in den Deponien. So entstanden viele der heutigen Altlasten.

Insgesamt sind in den Katastern der belasteten Standorte schweizweit rund 38 000 Areale als belastet aufgeführt, weil sich im Untergrund Abfälle und Stoffe befinden, die dort nicht hingehören. Neben Mülldeponien handelt es sich vor allem um Gewerbe- und Industriearale, um Zielbereiche von Schiessanlagen, die mit Blei belastet sind, sowie um Unfallstandorte. Rund 4000 dieser Standorte gelten als Altlasten und müssen

## ABFALL GESTERN UND HEUTE

## Bis ins 18. Jahrhundert

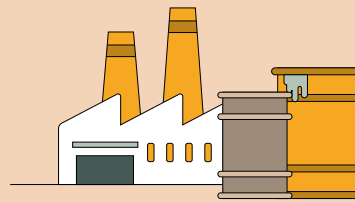


Mülldeponien  
haben Tradition



Der Müll war  
meist biologisch  
abbaubar und  
viele wurde  
verwertet

## Industrialisierung



Rasante  
technologische  
Entwicklung



Unkenntnis und  
Nachlässigkeit



Mehr und  
mehr Abfälle  
wurden unsach-  
gemäss in der  
Umwelt entsorgt

saniert werden, damit sie die Umwelt und den Menschen nicht weiterhin belasten.

### Wie mit den Abfallsünden umgehen

Ob ein belasteter Standort als Altlast eingestuft wird, klären Fachleute anhand verschiedener Kriterien. Gefährden die Schadstoffe sogenannte Schutzgüter, also das Grundwasser, Fließgewässer oder Seen, den Boden oder die Luft? Um wie viel Abfall handelt es sich und welche Stoffe sind darin enthalten? Und wie hoch ist das Risiko, dass die Giftstoffe überhaupt entweichen? «Chlorierte Lösungsmittel beispielsweise, wie sie etwa in der Metallverarbeitung eingesetzt werden, gelangen sehr schnell ins Grundwasser, wenn sie mal im Untergrund sind», erklärt Reto Tietz.

Die Gefahr, die von chemischen Schadstoffen ausgeht, wurde der

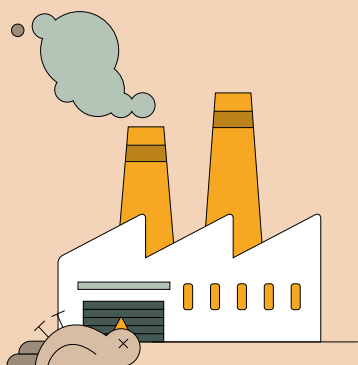
breiten Bevölkerung laut Tietz erst 1976 nach dem Dioxinunfall in der norditalienischen Gemeinde Seveso so richtig bewusst. Die Medien berichteten über Vögel, die vom Himmel fielen, über tausende verendete Tiere und über Kinder mit Hautkrankheiten. Die mitgelieferten Bilder brannten sich ins kollektive Gedächtnis ein. 1991 kam ein weiterer tragischer Vorfall dazu, den Tietz als prägend für den heutigen Umgang mit Altlasten bezeichnet: In Sottens im Kanton Waadt starben zwei Personen an den Folgen einer Vergiftung, nachdem sie in einen Zugangsschacht zur örtlichen Deponie gestiegen waren. «Das führte allen vor Augen, dass man wissen muss, wo der Abfall liegt und was in den Deponien lagert. Denn was einen dort unten tötet, kann auch über der Erdoberfläche gefährlich sein.»

In der Folge entstand 1994 das Altlastenkonzept des Bundes und 1998 trat die Altlasten-Verordnung (AltIV) in Kraft. Sie entsprang dem gesetzlichen Auftrag, belastete Standorte zu sanieren, wenn diese eine Gefahr für die Umwelt oder den Menschen bergen. Um die Untersuchungen und Sanierungen zu fördern, richtete man den Altlasten-Fonds (VASA) ein, der aus Abgaben auf deponierten Abfällen gespeist wird. Seither trägt der Fonds Sanierungsprojekte mit jährlich bis zu 40 Millionen Franken mit. Er übernimmt bis zu 40 Prozent der Untersuchungs- und Sanierungskosten, um die Kantone und Gemeinden zu entlasten, wenn die Verursacher nicht mehr vorhanden sind.

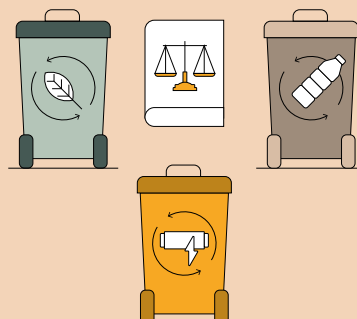
### Immense Aufgabe

Insgesamt schätzt der Bund die Kosten für die Untersuchung und Sanierung

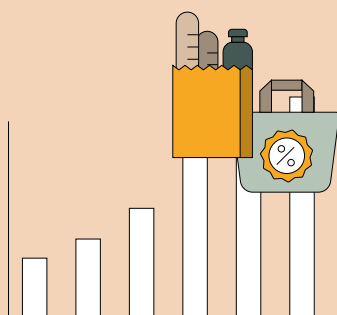
## 20. Jahrhundert



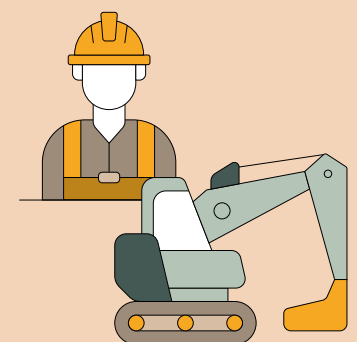
Industrieunfälle



Das Bewusstsein für Abfall steigt und er wird mehr vermieden und verwertet



Wirtschaftlicher Aufschwung



Sanierung der Altlasten

der rund 4000 Altlasten-Standorte in der Schweiz auf fünf Milliarden Franken. Ursprünglich sollten die Altlasten bis im Jahr 2040 saniert werden, bis heute steht man aber erst bei rund der Hälfte. Weil absehbar ist, dass die Ziele so nicht erreicht werden können, revidiert der Bund derzeit das Umweltschutzgesetz. Er setzt dabei auf finanzielle Anreize und rechtliche Vorgaben, wie Tietz sagt: «Die Kantone erhalten mehr Geld aus dem Fonds. Aber nur für Sanierungen, die bis 2045 abgeschlossen sind. Danach erhalten sie daraus keine Mittel mehr.»

Die Verantwortlichen auf allen Ebenen haben viel aus den Fehlern und Versäumnissen der Vergangenheit gelernt. Dennoch werden die Herausforderungen nicht kleiner. In der Umwelt tauchen laufend neue Stoffe auf, über deren Schädlichkeit

man früher nichts wusste und auch zum Teil heute noch nicht genügend weiss. Dazu zählen insbesondere PFAS, fett-, schmutz- und wasserabweisende Kohlenstoff-Fluor-Verbindungen. Sie sind nützlich in vielen Produkten, etwa in Antihafbeschichtungen für Pfannen, wasserfester Kleidung oder Feuerlöschschäumen. In der Umwelt sind sie aber sehr problematisch, denn sie sind gesundheitsgefährdend und sie bauen sich praktisch nicht ab. Messungen und Studien zeigen, dass PFAS in der Schweiz an vielen Standorten zu finden sind. Dazu Reto Tietz: «Die Verantwortlichen von heute müssen darauf bedacht sein, den kommenden Generationen nicht weitere teure Hypotheken zu hinterlassen.» ■

### – FAZIT

Ob Hauskehricht, Bauschutt, Klärschlamm oder Industrieabfälle: Früher war man mit Abfällen nicht zimperlich und entsorgte diese in Deponien in der Natur, etwa in Bachtobeln. Um zu verhindern, dass toxische Substanzen daraus den Boden, Gewässer oder die Luft verschmutzen, müssen heute über 4000 Altlasten saniert werden. Zudem gilt es zu verhindern, dass neue Altlasten entstehen.

### – KONTAKT

Reto Tietz  
Sektionschef Altlasten, BAFU  
reto.tietz@bafu.admin.ch

### – LINK ZUM ARTIKEL



bafu.admin.ch/  
magazin2024-1-02



Heute sieht der Bergwald bei Fanas (GR) wieder idyllisch aus. Noch im Februar 2021 war er mit altem Abfall aus der Deponie Rälia überschwemmt worden. 200 Tonnen Abfälle mussten aus dem Wald entfernt werden.

## HAUSMÜLLDEPONIE

# Alter Kehricht in den Bergen

Fast jedes Dorf hatte früher seine eigene Hauskehrichtdeponie – häufig mitten im Grünen. Einst abgelagert in Bachtobeln, Hangmulden und Waldstücken, werden die alten Siedlungsabfälle mancherorts Jahrzehnte später zum Problem. So etwa im bündnerischen Fanas oder in Mauren-Berg im Kanton Thurgau.

TEXT: ISABEL PLANA

Nach lang anhaltenden Niederschlägen und einem darauffolgenden Hangrutsch im Februar 2021 wird der Wald am Rande des Bergdorfs Fanas mit altem Müll überschwemmt: Joghurtbecher, Glasflaschen, Aludosen, Plastiktüten, Verpackungen in allen Formen und Farben, ja sogar ein alter Ofenherd. Alles, was die Fanaser Haushalte hier in der Hauskehrichtdeponie Rälia bis 1976 entsorgt haben, als Abfalltrennung noch nicht üblich war. Ab 1976 wurde der Hausmüll aus Fanas dann der Kehrichtverbrennungsanlage zugeführt, die Deponie Rälia geschlossen und später mit Bauschutt und Aushub zugedeckt. Der Müll war schnell vergessen. Und blieb jahrzehntelang in der Hangmulde unter Erde und Vegetation verborgen. Bis er im Februar 2021 an die Oberfläche gespült wurde. «Die bunten Plastikverpackungen sahen aus, als seien sie erst kürzlich weggeworfen worden», erzählt Rahel Egli, Altlastenverantwortliche vom Amt für Natur und Umwelt Graubünden. «Das zeigt eindrücklich, wie langlebig Kunststoff ist.»

### Wenn Hausmüll giftig wird

Kleine Hauskehrichtdeponien wie jene in Fanas gab es früher in fast jedem Dorf. In der Schweiz gibt es rund 14 800 Ablagerungsstandorte. Rund zwei Prozent davon sind aktuell sanierungsbedürftige Altlasten, weil sie Oberflächengewässer, Grundwasser oder die Boden- oder Luftqualität gefährden.



«Bis vor etwa 20 Jahren hat man in Siedlungsabfalldeponien auch viel organisches Material wie Garten- und Küchenabfälle, Papier oder Holzreste abgelagert», sagt Christoph Reusser, stellvertretender Sektionschef Altlasten des BAFU. «Beim Abbau von solchem Material unter Ausschluss von Luft entsteht Ammonium, das für Gewässerlebewesen giftig ist.» Zudem können je nach Zusammensetzung des Kehrichts weitere für Mensch und Tier gesundheitsschädigende Stoffe wie Schwermetalle, Organochlorverbindungen oder polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) in die Umwelt gelangen.

### Plötzlich sanierungsbedürftig

«Eine kritische Schadstoffbelastung hatten wir bei der Deponie Rälia glücklicherweise nicht», sagt Rahel Egli. Ursprünglich nicht als sanierungsbedürftig eingestuft, musste die Deponie nach dem Abrutschen dennoch komplett abgetragen werden, um zu verhindern, dass künftig bei Starkniederschlägen erneut Müll freigesetzt wird und weiter unten in den Bach gelangt. Die Arbeiten in dem schwer zugänglichen, steilen und dicht bewaldeten Gelände waren eine Herausforderung, erzählt Egli. «In manche Bereiche konnte der Bagger nicht vordringen. Dort mussten die Abfälle von Hand eingesammelt werden.» Zwei Wochen dauerten die Aufräumarbeiten und das Ausbaggern des Deponiematerials. 200 Tonnen kamen am Ende zusammen: eine Mischung aus Abfall, aufgeschüttetem Bauschutt,

Waldboden, Holz und Pflanzenresten. «Weil eine Triage vor Ort nur teilweise möglich war, musste das Material in eine Bodenwaschanlage im Kanton Thurgau gebracht werden. Das verteuerte die Entsorgung.» Über 100 000 Franken kostete die Sanierung Rälia. 40 Prozent davon übernahm der Bund, wie es für die Sanierung von Siedlungsabfalldeponien zur Entlastung der Kantone und Gemeinden vorgesehen ist.

Fälle wie jener der Deponie Rälia könnten sich in Zukunft häufen, sagt Christoph Reusser vom BAFU. Denn mit dem Klimawandel werden Starkniederschläge, Hochwasserereignisse und Erosionsprobleme zunehmen. «Wir müssen damit rechnen, dass weitere belastete Standorte, die bisher nicht als sanierungsbedürftig eingestuft sind, in absehbarer Zeit problematisch werden könnten.» ■

#### – FAZIT

Noch bis in die 1990er-Jahre lagerte man den Hauskehricht vielerorts in offenen Deponien im Grünen ab. Manche dieser alten Hausmülldeponien werden Jahrzehnte später als Altlasten zum Problem für die Umwelt und müssen aufwendig saniert werden, wie zwei Beispiele aus Graubünden und dem Thurgau zeigen.

#### – KONTAKT

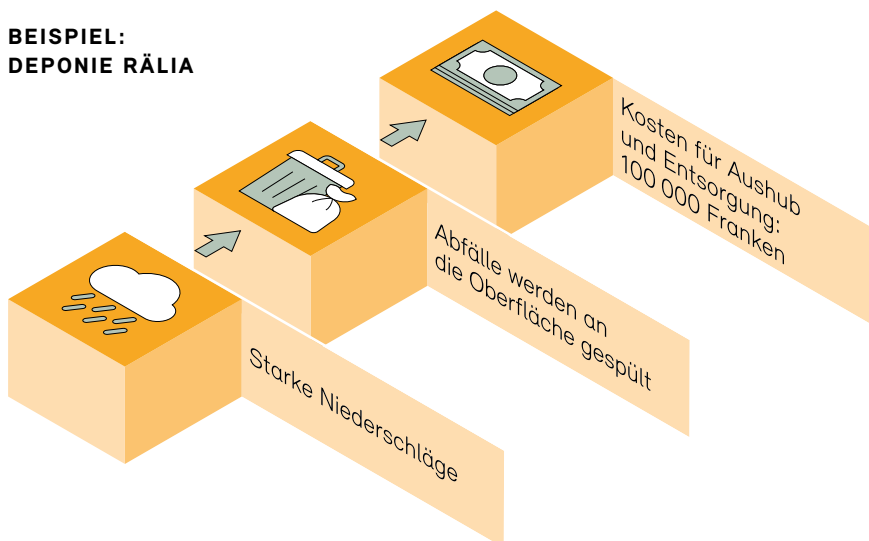
Christoph Reusser  
Stv. Sektionschef Altlasten, BAFU  
christoph.reusser@bafu.admin.ch

#### – LINK ZUM ARTIKEL



bafu.admin.ch/  
magazin2024-1-03

### BEISPIEL: DEPONIE RÄLIA



### KAUM NOCH LEBEN IM BACH

Viele Jahrzehnte war vom Kehlhofbach auf dem Gemeindegebiet von Mauren-Berg (TG) nicht viel zu sehen. Anfang der 1960er-Jahre war er auf einem langen Abschnitt in Röhren gefasst und unter die Erde verlegt worden, um das Bachtobel als Kehrichtdeponie zu nutzen. «Das war damals eine gängige Praxis bei Hauskehrichtdeponien», weiss Thomas Back, stellvertretender Leiter Abfall und Boden beim Amt für Umwelt des Kantons Thurgau. «Sobald das Tobel mit Müll aufgefüllt war, wurde das Ganze mit Boden überdeckt und man gewann eine ebene Fläche, die fortan landwirtschaftlich besser genutzt werden konnte.» Über den Hausmüll und Bauschutt, den die vier umliegenden Gemeinden in der Deponie Geeren zwischen 1961 und 1970 abgelagerten, war schon bald Gras gewachsen.

Doch der Abfall hinterliess Spuren, wie sich Jahrzehnte später zeigen sollte: Unterhalb der Deponie, wo der Kehlhofbach wieder an die Oberfläche trat, war das Gewässer über weite Strecken so geschädigt, dass praktisch kein Leben mehr vorhanden war. Messungen, die 2006 im Rahmen der Altlastenvoruntersuchung durchgeführt wurden, ergaben hohe Mengen an Ammonium und Blei, die weit über den Grenzwerten der Altlasten-Verordnung lagen. «Die Eindolung war über die Jahre undicht geworden, sodass belastetes Wasser aus dem verrottenden Abfall in den Bach sickern konnte», erklärt Back. Die Deponie Geeren wurde damit zur Altlast. 2012 starteten die Sanierungsarbeiten. Auf den Aushub der geschätzt 40 000 bis 60 000 Kubikmeter Deponiematerial konnte verzichtet werden. Stattdessen wurde der eingedolte Teil des Bachs wieder an die Oberfläche geholt und um die Deponie herumgeführt. «Zusätzlich haben wir eine Fassung für das belastete Sickerwasser gebaut, das nun direkt in die Abwasserreinigungsanlage geleitet wird und nicht mehr mit der Umwelt in Berührung kommt», sagt Back. Rund 1,1 Millionen Franken kosteten diese Massnahmen – ein kompletter Aushub wäre wesentlich teurer gewesen und hätte länger gedauert. So hingegen war der Bach nach rund einem Jahr Bauzeit komplett von der Deponie getrennt. Seither hat sich das Gewässer wieder erholt, wie Untersuchungen ergeben haben: Das Leben ist in den Kehlhofbach zurückgekehrt.



Pb

Heute kaum zu glauben, aber hier im Oberfeldquartier in Ostermundigen (BE) stand früher eine Schiessanlage mit 240 Scheiben. Ganze 40 Millionen Kugeln zersplitterten im Boden und mit ihnen auch die Giftstoffe Antimon (Sb) und Blei (Pb).

Wer sich heute im Oberfeldquartier des Berner Vororts Ostermundigen umschaute, glaubt kaum, dass hier früher geschossen wurde. An einer autofreien Genossenschaftssiedlung wehen PEACE-Flaggen an den Balkonen, Bäume säumen die Strassen, deren Beleuchtung wird über Bewegungsmelder gesteuert: Das Oberfeld gilt als Paradebeispiel für nachhaltige Wohnbauentwicklung. An früher erinnert nur noch ein langes Gebäude mit Giebeldach an einer grossen Wiese – das ehemalige Schützenhaus.

#### ALTLASTEN AUS BLEI

# Das bleierne Erbe der Schiessanlagen

Auf Schiessplätzen werden tonnenweise Kugeln verschossen – früher tat man dies, ohne sich gross Gedanken über das Blei zu machen, das über die Projektile in den Boden gelangte. Heute sind darum viele ehemalige Schiessanlagen sanierungsbedürftige Altlasten.

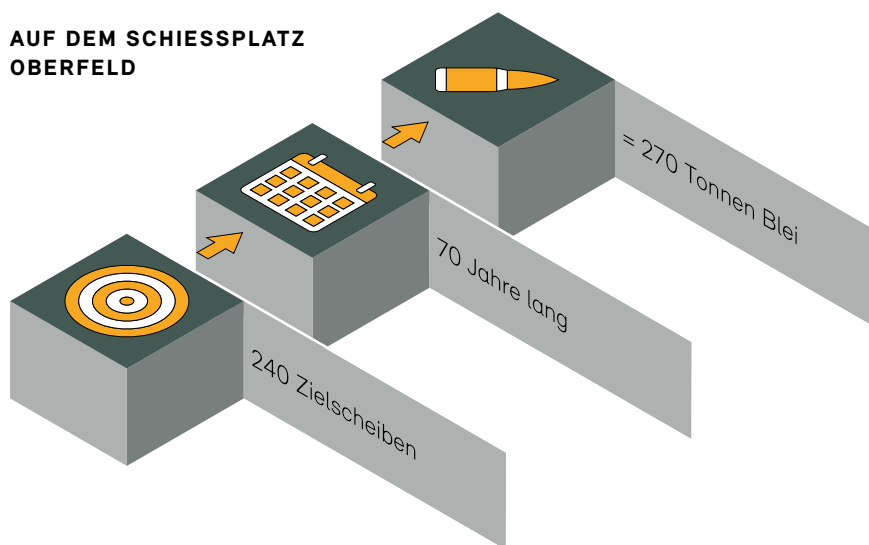
TEXT: FLORIAN NIEDERMANN

70 Jahre lang schossen auf dem 210 000 Quadratmeter grossen Areal Schützen- und Jagdvereine sowie die Armee auf insgesamt 240 Scheiben. Sogar eine Tontaubenschiessanlage gab es. Das Ganze hatte Folgen: Das in den Projektilen enthaltene Blei und das zur Härtung genutzte toxische Schwermetall Antimon kontaminierten den Boden. Bevor die Stadt Bern als damalige Besitzerin 2009 das Oberfeld an die Pensionskasse des Verbands

#### BELASTETE SCHIESSPLÄTZE DER SCHWEIZ

Insgesamt listen die kantonalen Kataster der belasteten Standorte schweizweit rund 4000 Areale bei Schiessanlagen auf. 2000 bis 2500 dieser Schiessplätze sind sanierungsbedürftig, wovon etwa die Hälfte bereits saniert werden konnte. Bis 2045 sollen auch die anderen rund 1200 Schiessanlagen saniert sein.

## AUF DEM SCHIESSPLATZ OBERFELD



Schweizerischer Assistenz- und Oberärztinnen und -ärzte (VSAO) verkaufte, beschloss man, das Areal einer Totalsanierung zu unterziehen – es also komplett von Schadstoffen zu befreien. «Altlastenrechtlich und hinsichtlich der möglichen Gefährdungen wäre eine Totalsanierung nicht nötig gewesen», sagt Thomas Lepke, wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Sektion Altlasten des BAFU. Allerdings ist es kaum möglich, für belastetes Bauland Käufer zu finden.

Das für die Sanierung zuständige Ingenieurbüro berechnete aufgrund der Voruntersuchungen, dass bis zur Stilllegung der Anlage im Jahr 2001 ganze 40 Millionen Kugeln in den Boden eingedrungen sein mussten, was rund 270 Tonnen Blei entspricht. Um als unbelastet zu gelten, durften am Ende im Schnitt nicht mehr als 50 Milligramm Blei pro Kilogramm Boden zurückbleiben. Was folgte, war eines der grössten Sanierungsprojekte von Schiessanlagen der Schweiz.

### Ein innovativer Pilotversuch

Wie bei Schiessplatzsanierungen üblich, mussten auch im Oberfeld die obersten, stark belasteten Bodenschichten abgetragen werden – auf einer Fläche von 170 000 Quadratmetern. Normalerweise würde dieser Aushub abtransportiert, in spezialisierten Anlagen gewaschen und dann je nach Belastung in Deponien entsorgt oder andernorts wiederverwendet. Nicht so in Ostermundigen, wie Stephan Wüthrich erklärt, der die Sanierung als Gesamtprojektleiter

begleitete. Das mit der Bodenbearbeitung beauftragte Unternehmen schlug als Pilotversuch ein innovatives Verfahren vor: Die Firma stellte ein riesiges Zelt auf, in dem sie einen grossen Teil des Bleis vor Ort aus dem Boden siebte. «Dadurch liess sich der Anteil des stark belasteten Materials reduzieren, zudem konnten wir Transportwege und Entsorgungskosten einsparen. Teilweise konnten wir Material, das danach unter dem angestrebten Belastungswert lag, vor Ort gleich wieder einsetzen oder günstiger entsorgen. So liessen sich Ressourcen sparen. Heute würde man das belastete Material vermutlich direkt einer Bodenwaschanlage zuführen», so Wüthrich. Die Sanierungskosten von rund 15 Millionen Franken teilten sich der Altlastensanierungs-Fonds (VASA) des Bundes, die Armee, die Stadt Bern als damalige Besitzerin, die Gemeinde Ostermundigen sowie der kantonale Abfallfonds.

Die Sanierung Oberfeld ist aber nicht nur wegen ihrer Nachhaltigkeit ein besonderes Beispiel: Totalsaniert werden in der Schweiz in der Regel nur jene Schiessanlagen, deren Areale für Wohnbauten vorgesehen sind. Denn eine solche Sanierung ist teuer und mit höheren Anforderungen an die Entsorgung des Aushubs verbunden. Thomas Lepke vom BAFU schätzt, dass höchstens fünf Prozent der Anlagen in den kantonalen Katastern totalsaniert werden. Meist strebt man das gesetzlich erforderliche Ziel von 1000 Milligramm Blei pro Kilogramm Boden an. ■

## VON DER SCHIESSANLAGE ZUR WEIDE

Eine Schiessanlage, die beispielhaft für die grosse Mehrheit der schweizweit über 1000 bereits sanierten Anlagen steht, befindet sich in Dänikon im Kanton Zürich. Hier wurden im Jahr 2020 rund 11,5 Tonnen Blei aus dem Boden entfernt und die Belastung auf unter 1000 Milligramm pro Kilogramm Boden reduziert. Solche Sanierungen verhindern, dass Schutzgüter wie der Boden, das Grundwasser oder Bäche und Seen verschmutzt werden.

In Dänikon wollte man den Boden schützen. Die 300-Meter-Schiessanlage sollte mit zehn Scheiben weiter betrieben, aber auch als Rinderweide genutzt werden können. Allerdings enthalten die Projektile noch heute mangels geeigneter Alternativen Blei. Damit dieses den Boden nicht erneut kontaminiert, sind jetzt emissionsfreie Kugelfangsysteme hinter den Scheiben installiert, die die Projektile sauber auffangen und so Schadstoffemissionen verhindern.

Auftraggeberinnen der Sanierungsprojekte sind meist die Standortgemeinden einer Schiessanlage, während die Kantone die administrativen Entscheidungen treffen. 8000 Franken pro Scheibe steuert gemäss Umweltschutzgesetz der Altlastensanierungs-Fonds (VASA) bei – das entspricht durchschnittlich 40 Prozent der Kosten für die Untersuchung, Überwachung und Sanierung von Schiessanlagen. Den Rest teilen die Gemeinden und Kantone sowie Verursacher wie Schützenvereine und die Armee unter sich auf.

### – FAZIT

Ob beim Obligatorischen, bei Gefechtsübungen oder beim Sportschiessen – früher verschoss man auf Schiessplätzen und -anlagen Millionen von Kugeln, ohne sie und die darin enthaltenen Giftstoffe aufzufangen. So gelangte etwa Blei in den Boden. Heute sind darum fast 2500 Schiessanlagen sanierungsbedürftig.

### – KONTAKT

Thomas Lepke  
Sektion Altlasten, BAFU  
thomas.lepke@bafu.admin.ch

### – LINK ZUM ARTIKEL



bafu.admin.ch/  
magazin2024-1-04

Perchlor-  
ethylen

Die Birs, ein idyllischer Nebenfluss des Rheins, hier zu sehen bei Court im Berner Jura. Sie könnte durch chlorhaltige Lösungsmittel aus einer Uhrenfabrik in Moutier bedroht werden.

Um die kleinen Metallteile für ihre Uhren zu entfetten, setzte die Uhrenfabrik Raaflaub in Moutier (BE) chlorhaltige Lösungsmittel ein – bis zur Schliessung der Fabrik im Jahr 1976. Die nicht mehr benötigten Lösungsmittel liess man einfach in den Untergrund versickern. Das ehemalige Industrieareal befindet sich mitten im heutigen Siedlungsgebiet und enthält mehrere Kanalisationsleitungen. Heute nutzt die Heilsarmee das ehemalige Fabrikgebäude.

Da hier über Jahrzehnte hinweg chlorhaltige Lösungsmittel in den Untergrund gelangten, muss das Areal nun saniert werden. «Sonst könnten die Schadstoffe das Oberflächenwasser beeinträchtigen», sagt Nicole Chollet Häusler, Co-Fachbereichsleiterin der Sektion Altlasten in der Bau- und Verkehrsdirektion des Kantons Bern. «Wir haben bereits im Grundwasser, das unter dem alten Fabrikstandort in Richtung der Birs abfließt, überdurchschnittlich hohe Konzentrationen gefunden.»

**Altlasten durch saubere Wäsche**  
Szenenwechsel: Seit mehr als 35 Jahren ist die Wäscherei Caviezel schon geschlossen. Doch noch bis vor Kurzem war ihr ehemaliger Standort

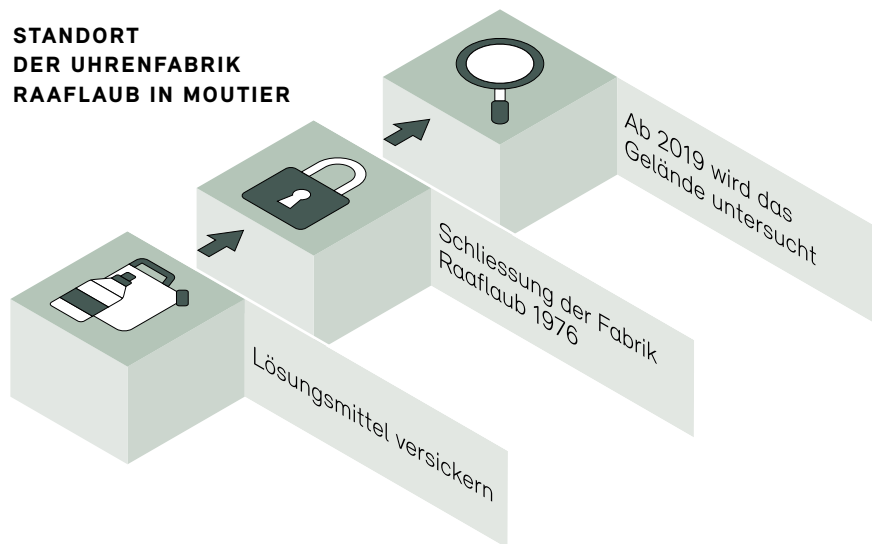
#### ALTLASTEN AUS DER INDUSTRIE

# Die Sanierungen sind wichtig für die Natur

Ob Fabriken oder Wäschereien: So manche über Jahrzehnte hinweg betriebene Industriestandorte haben Unmengen an Schadstoffen hinterlassen. Zwar kann der Untergrund heute mit modernen Methoden saniert werden, doch häufig zieht sich der Prozess von den ersten Untersuchungen bis zum Abschluss der Arbeiten über viele Jahre hin. Wir stellen zwei herausfordernde Projekte vor.

TEXT: JULIEN CREVOISIER

## STANDORT DER UHRENFABRIK RAAFLAUB IN MOUTIER



in Bellinzona mit dem stark krebs-erregenden Schadstoff Perchlorethylen (PER) belastet. Sechs Jahrzehnte lang war die Wäscherei in Betrieb, von 1927 bis 1988. Während dieser ganzen Zeit nutzte sie PER für die chemische Reinigung.

Als die SBB drei Jahre nach der Schliessung das Grundstück erwarben, wusste das Bahnunternehmen noch nicht, dass der Untergrund mit Schadstoffen belastet war. Erst 1999 stellte man chlorierte Kohlenwasserstoffe fest, zu denen auch das PER gehört. In der Folge untersuchte man

das Areal zwischen 2003 und 2015 näher und fand hohe Mengen PER.

Künftig soll die Verlängerung des durchgehenden dritten Gleises zwischen Giubiasco und Bellinzona über diese Parzelle führen. Gleichzeitig soll hier die neue Haltestelle Piazza Indipendenza entstehen und damit ein zweiter Bahnanschluss für Bellinzona in der Nähe des Stadtzentrums.

Die Sanierungsarbeiten auf dem Gelände (siehe Box) liefen von 2020 bis 2023. Für die Behörden des Kantons Tessin war das Vorhaben

ein Erfolg. «Die Kosten konnten im Griff gehalten werden und sollten die budgetierten sechs Millionen Franken nicht überschreiten», freut sich Simone Regazzi, der für das Dossier Zuständige in der Tessiner Abteilung für Umwelt. Zwar haben die SBB bereits Gelder vorgestreckt, doch die Schlussrechnung wird zum grössten Teil vom Bundesamt für Verkehr und vom Kanton Tessin übernommen, der dafür vom BAFU Finanzhilfen in Höhe von 40 Prozent seines Anteils erhält, da der Verursacher nicht mehr greifbar ist. ■

### – FAZIT

Jahrzehntelang haben Fabriken und Gewerbebetriebe giftige Stoffe in den Untergrund versickern lassen. Mithilfe moderner Methoden werden diese Altlasten jetzt saniert.

### – KONTAKT

Christoph Reusser  
Stv. Sektionschef Altlasten, BAFU  
christoph.reusser@bafu.admin.ch

### – LINK ZUM ARTIKEL



bafu.admin.ch/  
magazin2024-1-05

## MODERNSTE SANIERUNGSMETHODEN

### Moutier (BE)

Ab 2019 war der ehemalige Standort der Uhrenfabrik Raaflaub mit der MIP-Sondierung (Membrane Interface Probe) detailliert untersucht worden. «Einige Sondierungen mussten wir sogar mit einer kürzeren Sonde vom Keller aus durchführen», erzählt Jean-Bernard Python, Projektleiter bei der Firma Geotest, die die Untersuchungen beaufsichtigt hat.

«Die MIP-Methode ist kostengünstig und wir gewinnen damit gleichzeitig unterschiedliche Arten von Daten, mit denen wir die Ausdehnung der Schadstoffbelastung genau bestimmen können», sagt Python. Dadurch liess sich auch die Raaflaub-Fabrik eindeutig als Quelle der Belastung feststellen.

### Bellinzona (TI)

Auf dem Gelände der ehemaligen Wäscherei Caviezel hat ein Sanierungs-

unternehmen den Untergrund aufgeheizt, um das krebs-erregende Perchlorethylen zu extrahieren. «Mit Heizelementen, die wir in den Untergrund eingelassen haben, erhöhten wir die Temperatur auf 90 bis 100 Grad Celsius», erklärt Antonio Greco, Geologe bei CSD, der Firma, die die Sanierungsarbeiten beaufsichtigt hat. «Bei diesen Temperaturen verdampfen die Schadstoffe in die unterirdische Bodenluft. Danach müssen wir sie nur noch absaugen.» Am Schluss wird die Luft durch Aktivkohlefilter geleitet, um die Perchlorethylen-Moleküle abzufangen.

«Wir haben rund 200 Kilogramm Schadstoffe entnommen, also etwa das Doppelte der Menge, die in den Vorstudien geschätzt wurde», sagt Greco. «Dabei mussten wir verschiedene Herausforderungen meistern: Bei einigen Perchlorethylen-Ansammlungen

bestand die Gefahr, dass sich die Kontamination während der thermischen Sanierung ins Grundwasser ausbreitet, daher musste sie kontrolliert ausgepumpt werden. Zudem verdichtete sich wegen der eingebrachten Hitze der Boden, was weitere Massnahmen zur Kontrolle erforderte.» Um zu verhindern, dass sich der Untergrund destabilisiert, spritzten die Fachleute Wasser zur Kühlung ein.

Die Sanierung startete im Jahr 2020 und dauerte zweieinhalb Jahre. Allerdings sagt Matthias Damo, Gesamtprojektleiter für Altlasten bei den SBB: «Es gibt noch Restbelastungen, die sich nicht mehr mit verhältnismässigem Aufwand entfernen lassen. Aus diesem Grund ist eine Überwachung des Standorts erforderlich.»

# «Familien mit Kindern sind froh, wenn wir ihren Garten sanieren»

Kleine Kinder sollen nicht auf schadstoffbelasteten Böden spielen. Deshalb werden in Reconvilier im Kanton Bern Gärten saniert.

TEXT: BRIGITTE WENGER

Man kann es sich gut vorstellen: Der zweijährige Paul rennt begeistert draussen im Garten herum, buddelt im Boden und erforscht, was die Jahreszeit grad hergibt. Die frische Luft, die Bewegung, und dass auch mal etwas Dreck in Pauls Mund landet – das ist gut für das Immunsystem und gegen Allergien. Doch was weder Paul noch seine Eltern sehen: Der Boden des Gartens ist mit Schadstoffen belastet. Früher wehten aus den Kaminen der alten Metallfabrik mitten im Dorf Staubpartikel auf diese Grundstücke hinüber. So haben sich im Boden über Jahrzehnte Schadstoffe angesammelt, die heute Grenzwerte überschreiten und in Pauls Körper gelangen.

Der kleine Paul ist zwar fiktiv, aber er steht für viele Kleinkinder, die in der Schweiz auf belasteten Böden spielen, etwa in Reconvilier. Im bernjurassischen Dorf in der Nähe von Biel, eine Hügelkette von der Stadt getrennt, hat der Kanton Bern 2019 Bodenproben genommen und

festgestellt, dass an verschiedenen Orten Sanierungsgrenzwerte von Metallen wie Kupfer und Zink überschritten sind – auch in Gärten von Familien.

Für belastete Böden, auf denen Kinder regelmässig spielen –, wie Privatgärten oder Spielplätze – gelten strengere Schadstoffgrenzwerte als für Standorte mit landwirtschaftlicher oder gartenbaulicher Nutzung. Der Bund rechnet damit, dass Kinder zwischen einem und drei Jahren täglich ein Viertel Gramm Erde verschlucken. Vom häufig anzutreffenden Blei zum Beispiel ist bekannt, dass es die Hirnentwicklung schädigt.

## Ist die Quelle klar, muss der Boden weg

Ursprung der Schadstoffe in Reconvilier waren die Boillat-Werke, jahrzehntelang ein Industrieflaggschiff des Jurabogens. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts verarbeiteten die Giessereien Buntmetalle wie Kupfer oder Zink.

Der Bedarf danach war gross, zur Herstellung von Uhren, Stromkabeln, Telefondraht und Munition. Nur: Aus den Kaminen gelangten Partikel ungefiltert in die Luft und von da in den Boden. Bis 1985 die Luftreinhalteverordnung vorschrieb, dass Fabriken ihre Kamine mit Filtern ausrüsten müssen.

Seit 2022 nun brummen im 2400-Seelen-Dorf Reconvilier und im Nachbardorf Loveresse die Bagger. Sie tragen auf den betroffenen Parzellen die obersten 20 Zentimeter Boden ab. «Die Gemeinden und die Menschen hier haben uns positiv aufgenommen», sagt Nicole Chollet Häusler, Co-Leiterin des Fachbereichs Altlasten beim Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern. «Zwar haben einige ältere Leute gesagt, dass sie das Gemüse aus ihrem Garten seit mehr als 20 Jahren essen und nicht krank geworden sind. Aber Familien mit kleinen Kindern sind sehr froh, wenn wir ihren Garten sanieren.»

Der belastete Boden wird auf einer dafür geeigneten Deponie, wo das Sickerwasser gefasst und behandelt wird, endgelagert. Die Gärten in Reconvilier werden mit sauberem Boden wiederhergestellt und danach in Absprache mit den Besitzerinnen und Besitzern gestaltet.

Diese Massnahmen bezahlen ganz nach dem Verursacherprinzip üblicherweise der Standortinhaber und zu einem grösseren Teil der Verschmutzer, oder, falls dieser nicht mehr existiert, der Kanton. So auch in Reconvilier. Zwar ist der Verursacher der Belastung bekannt, doch die Nachfolgewerke von Boillat sind nicht Rechtsnachfolger und darum von der Zahlungspflicht befreit. Und weil die Grundstücksbesitzer von der Verschmutzung nichts wissen konnten, müssen auch sie nichts zahlen. So trägt der Kanton Bern die rund drei Millionen Franken für die Untersuchungen und die Sanierung, unterstützt vom Altlasten-Fonds des Bundes, der 40 Prozent der Kosten des Kantons übernimmt.

### **Ist die Quelle unklar, wird die Nutzung verboten**

Anders ist es bei einer diffusen Belastung des Bodens ohne bestimmte Quelle, also durch die allgemeine Luftverschmutzung oder die Abgase einer öffentlichen Strasse. Ist in einem solchen Fall der Grenzwert eines Schadstoffs in einem Garten oder auf einem Spielplatz überschritten, kann der Kanton nur die Nutzung des Areals verbieten, eine Sanierung kann er nicht verlangen. «So wird je nach Quelle bei gleicher Belastung der eine Spielplatz oder Garten saniert, dagegen beim anderen nur die Nutzung verboten», sagt Rolf Kettler, wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Sektion Altlasten des BAFU. «Diese Ungleichbehandlung hat keinen Sinn. Will man den Spielplatz aufrechterhalten, sollte man ihn sanieren, denn kaum jemand will seine Kinder auf einem belasteten Kinderspielplatzboden spielen lassen.»

Im Dezember 2022 hat der Bundesrat dem Parlament darum einen Vorschlag zur Revision des Umweltschutzgesetzes USG gemacht. Wenn auf Kinder-

spielplätzen die Sanierungswerte überschritten sind, soll neu das Altlastenrecht zur Anwendung kommen, unabhängig von der Herkunft der Belastung. «So soll in Zukunft klar sein, dass ab einem bestimmten Wert eine Sanierung angezeigt ist. Zudem erhalten neu auch die Eigentümer einen Beitrag aus dem Altlasten-Fonds an die Sanierungskosten», sagt Kettler. Die Revision des USG steht nun zur Beratung im Parlament an.

Dass belastete Böden von Kinderspielplätzen und Privatgärten jetzt als Thema aufgekommen sind, hat zwei Gründe. Zum einen musste das Walliser Chemieunternehmen Lonza in den vergangenen Jahren in Raron und Visp viele Gärten und Spielplätze sanieren, weil der Quecksilbergrenzwert überschritten war. Über mehrere Jahrzehnte hatte das Unternehmen quecksilberhaltiges Abwasser ungereinigt in den Grossgrundkanal geleitet. Dessen Sedimente wurden im Sinne der Bodenverbesserung in Gärten ausgebracht, ohne dass man von der Verschmutzung wusste. Der Fall erhielt viel mediale Aufmerksamkeit.



Abgesperrt wegen Giftstoffen: Hier auf dem Spielplatz im Stadtteil La Sallaz in Lausanne war der Boden mit Dioxin verseucht. Quelle der Verschmutzung war eine alte Kehrichtverbrennungsanlage.



An schönen Tagen ist dieser Spielplatz am See von Sauvabelin bei Lausanne gut besucht. Auch in der Umgebung dieses Areals wurden erhöhte Dioxinwerte festgestellt. Darum wurden Gesundheitsempfehlungen ausgesprochen.

DIE UMWELT 1-24

Zum anderen hat das BAFU nach 25 Jahren Altlastenrecht alle Schadstoffgrenzwerte neu überprüfen und beurteilen lassen, um allfällige neue Erkenntnisse zur Giftigkeit der Stoffe miteinzubeziehen. Und tatsächlich: Das mit der Überprüfung beauftragte Schweizerische Zentrum für Angewandte Humantoxikologie SCAHT kam zum Schluss, dass zum Beispiel bei Blei der heutige Grenzwert zu hoch ist. Dieser liegt aktuell bei tausend Milligramm pro Kilogramm Erde. Blei ist ein starkes Nervengift, das selbst in geringen Mengen Gehirn und Nervensystem von Kindern irreversibel schädigt. Es kann zu verminderter Intelligenz und Lernproblemen führen. Darum will das BAFU den Grenzwert auf 300 Milligramm pro Kilogramm Erde senken.

### Genügend sauberer Boden für Reconvilier – und sonst?

Eine weitere Stadt mit vielen belasteten Gärten ist Lausanne. 2021 wurde dort die wohl grösste Dioxinverschmutzung des Landes entdeckt.

Ursache war die alte Kehrrichtverbrennungsanlage. Nun prüft der Kanton bei mehreren tausend Parzellen, ob saniert werden muss. Falls es dazu kommt, stellt sich allerdings die Frage, ob es genug Deponien gibt für so viel belasteten Boden und genug sauberen Boden für so viel Fläche. In Pilotprojekten versucht der Kanton Waadt darum, den Boden vor Ort zu säubern.

Die Bodensanierungen in Reconvilier werden noch bis 2026 andauern. Derweil fragt sich Nicole Chollet Häusler vom Fachbereich Altlasten beim Kanton Bern, ob uns Menschen bewusst ist, auf welch kostbarem und rarem Gut wir uns bewegen. «Wir haben für Reconvilier noch genügend sauberen Boden gefunden», sagt sie, «aber was, wenn es keinen mehr gibt?» ■

#### – FAZIT

Für Böden, auf denen regelmässig Kinder spielen, gelten strengere Schadstoffgrenzwerte als anderswo. Ob ein Standort aber saniert werden muss, hängt bisher davon ab, woher der Schadstoff kommt. Neu schlägt der Bundesrat vor, dass im revidierten Umweltschutzgesetz alle belasteten Kinderspielplätze gleich behandelt werden.

#### – KONTAKT

Rolf Kettler  
Sektion Altlasten, BAFU  
rolf.kettler@bafu.admin.ch

#### – LINK ZUM ARTIKEL



bafu.admin.ch/  
magazin2024-1-06



## ALTLASTEN

# DAS GROSSE AUFRÄUMEN

Um die Umweltschäden zu verringern, die durch Deponien, Industrieanlagen und Schiessstände entstanden sind, ergreift die Schweiz strenge Massnahmen.



## BODEN

Seit der Industrialisierung gelangten immer mehr Schadstoffe in den Boden – bis die Schweiz Massnahmen ergriffen hat. Viele dieser Schadstoffe sind nicht oder nur schwer abbaubar und belasten die Umwelt bis heute.



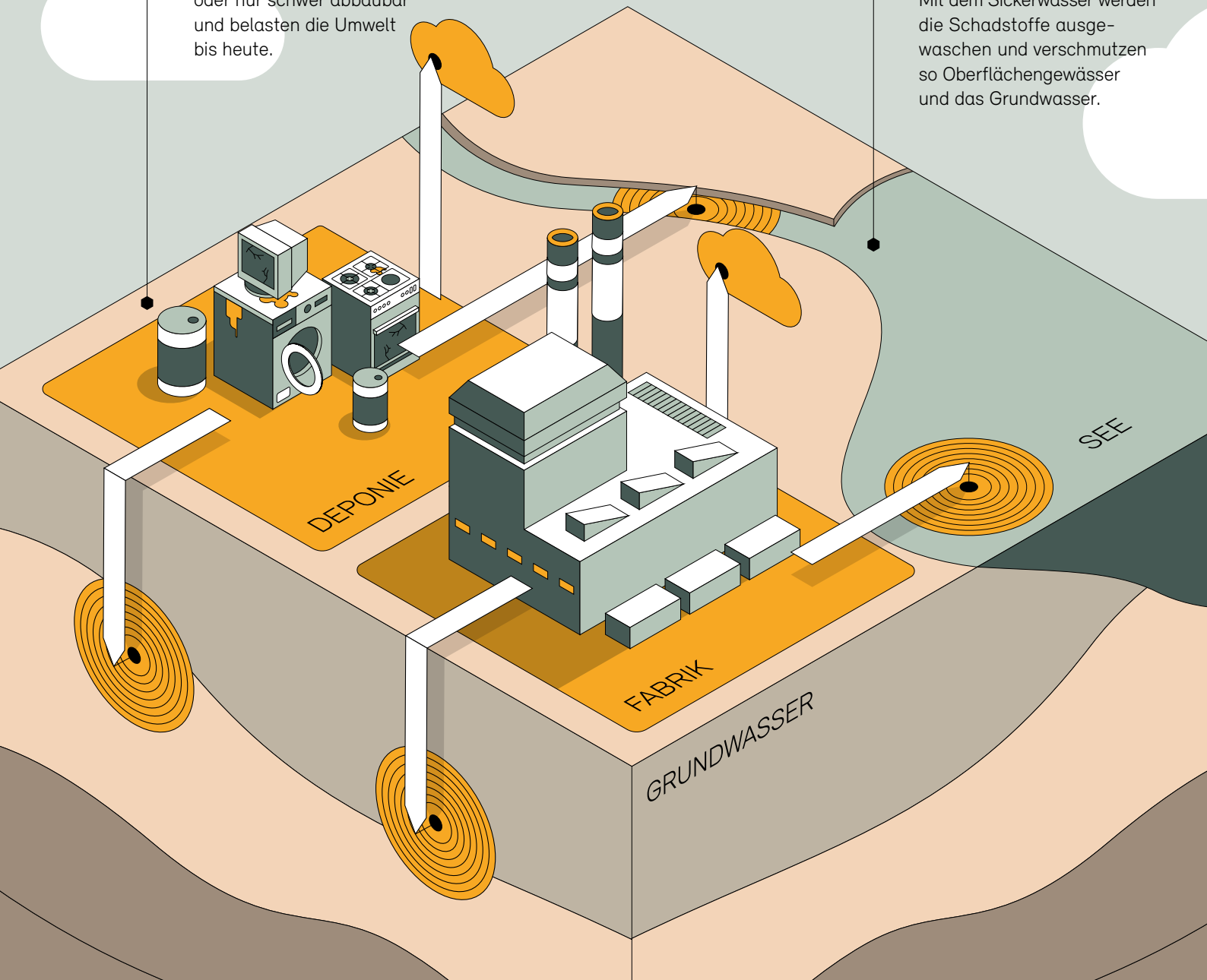
## LUFT

Wenn Industriechemikalien oder Gase aus Deponien in die Luft entweichen, können sich die Schadstoffe über weite Strecken verbreiten.



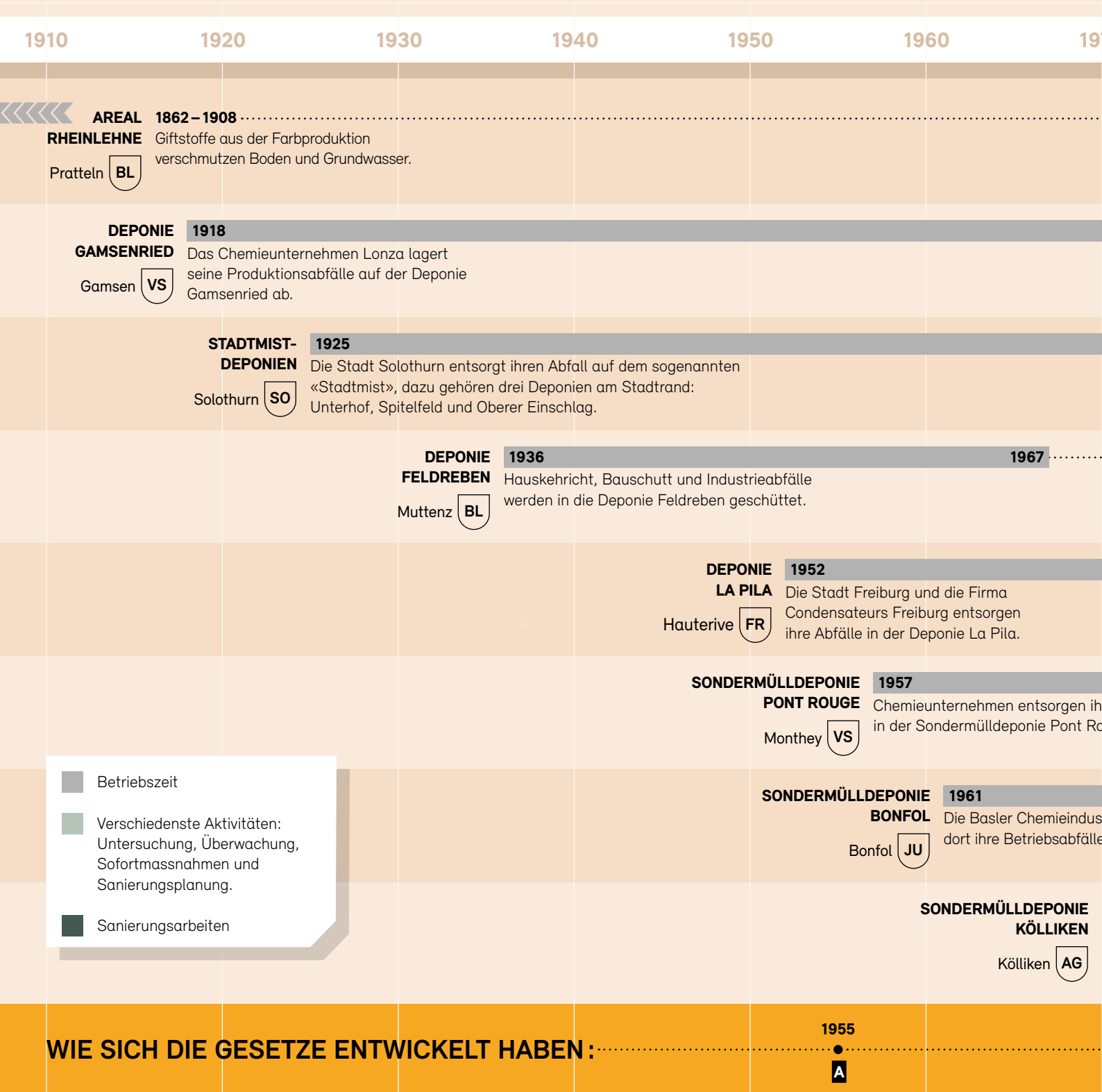
## WASSER

Mit dem Sickerwasser werden die Schadstoffe ausgewaschen und verschmutzen so Oberflächengewässer und das Grundwasser.



# RÜCKBLICK

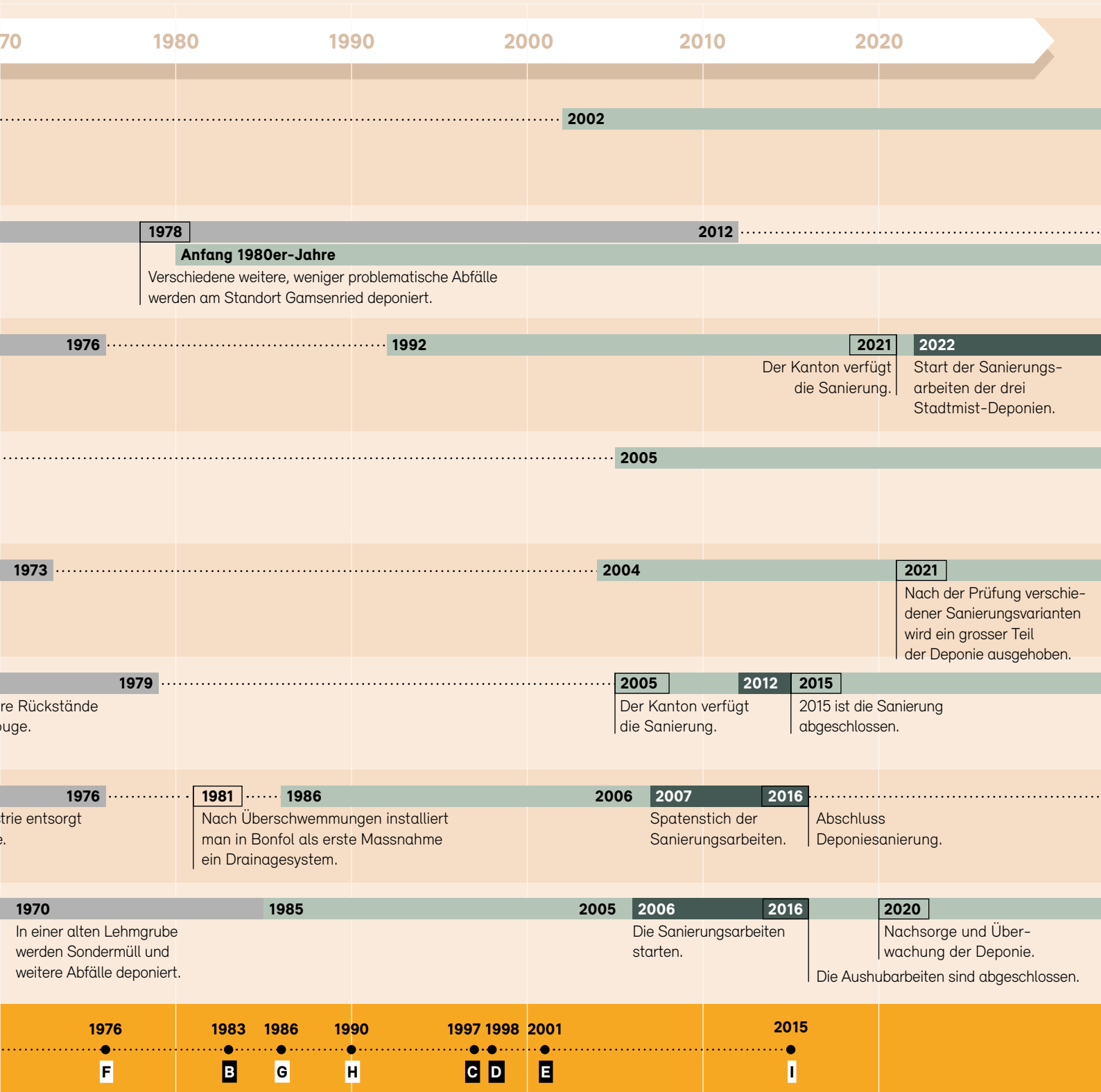
In den letzten zwanzig Jahren hat die Schweiz alle belasteten Standorte in Katastern erfasst. Rund 1800 Altlasten wurden bereits saniert. Hier stellen wir die grössten Projekte vor.



## WIE SICH DIE GESETZE ENTWICKELT HABEN :

### Altlastenbearbeitung

- A** Das Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer verlangt, dass die Gewässer geschützt werden.
- B** Das Inkrafttreten des neuen Bundesgesetzes über den Umweltschutz (USG) zeugt von einer erhöhten Sensibilität für die ökologische Sache in der Schweiz.
- C** Das revidierte Umweltschutzgesetz enthält auch die erste Altlastengesetzgebung. Belastete Standorte müssen erfasst und untersucht werden. Bedrohen sie die Umwelt, muss man sie sanieren.
- D** Die Altlasten-Verordnung soll sicherstellen, dass belastete Standorte saniert werden, wenn sie der Umwelt schaden oder eine konkrete Gefahr besteht, dass sie das zukünftig tun.
- E** Die Verordnung über die Abgabe zur Sanierung von Altlasten VASA tritt in Kraft. Damit schafft der Bund den VASA Altlasten-Fonds und beteiligt sich fortan finanziell an der Untersuchung, Überwachung und Sanierung von belasteten Standorten.



## Entsorgung

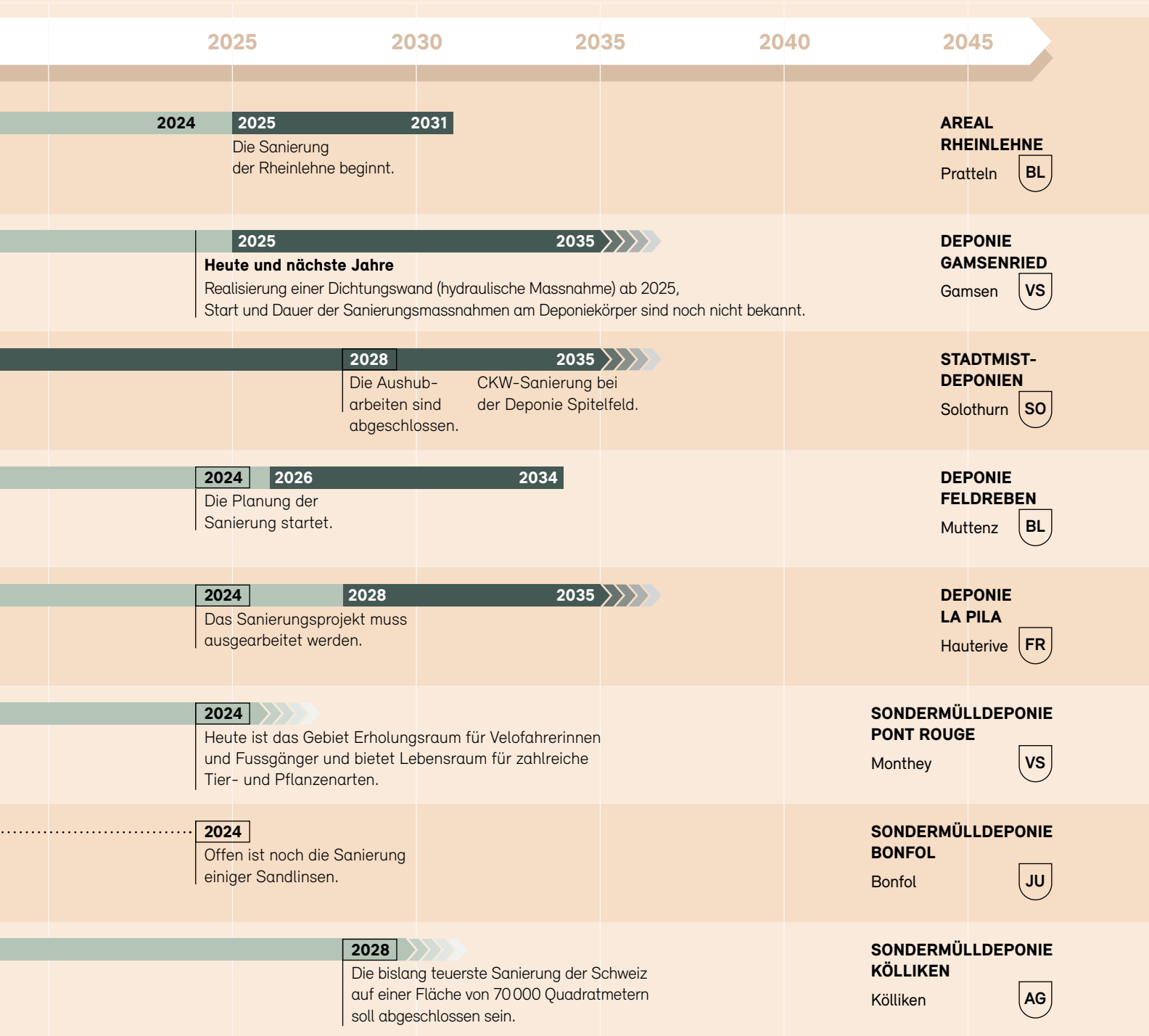
**F** Richtlinien über allgemeine Anforderungen an Standort, Anlage, Betrieb und Kontrolle von geordneten Deponien.

**G** Die Verordnung über den Verkehr mit Sonderabfällen (VVS) regelt die Abgabe, den Transport und die Entgegennahme von Sonderabfällen.

**H** Die Technische Verordnung über Abfälle (TVA) soll Lebewesen vor Schäden durch Abfälle schützen.

**I** Die Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA) ersetzt die TVA. Darin sind unter anderem die Vorgaben für den Betrieb und die Nachsorge von Deponien angepasst.

# AUSBLICK



2024

2025

2031

Die Sanierung der Rheinlehne beginnt.

**AREAL RHEINLEHNE**  
Pratteln

2025

2035

**Heute und nächste Jahre**

Realisierung einer Dichtungswand (hydraulische Massnahme) ab 2025, Start und Dauer der Sanierungsmassnahmen am Deponiekörper sind noch nicht bekannt.

**DEPONIE GAMSENRIED**  
Gamsen

2028

2035

Die Aushubarbeiten sind abgeschlossen. CKW-Sanierung bei der Deponie Spitefeld.

**STADTMIST-DEPONIE**  
Solothurn

2024

2026

2034

Die Planung der Sanierung startet.

**DEPONIE FELDREBEN**  
Muttenz

2024

2028

2035

Das Sanierungsprojekt muss ausgearbeitet werden.

**DEPONIE LA PILA**  
Hauterive

2024

Heute ist das Gebiet Erholungsraum für Velofahrerinnen und Fussgänger und bietet Lebensraum für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten.

**SONDERMÜLLDEPONIE PONT ROUGE**  
Monthey

2024

Offen ist noch die Sanierung einiger Sandlinsen.

**SONDERMÜLLDEPONIE BONFOL**  
Bonfol

2028

Die bislang teuerste Sanierung der Schweiz auf einer Fläche von 70 000 Quadratmetern soll abgeschlossen sein.

**SONDERMÜLLDEPONIE KÖLLIKEN**  
Kölliken

- Betriebszeit
- Verschiedenste Aktivitäten: Untersuchung, Überwachung, Sofortmassnahmen und Sanierungsplanung.
- Sanierungsarbeiten

**In Zukunft**

Mit den aktuellen Gesetzen dürfte es keine neuen verschmutzten Standorte mehr geben, ausser bei unvorhersehbaren Ereignissen wie Unfällen. Es verbleiben noch rund 4000 Standorte zu untersuchen und 2200 Altlasten zu sanieren.

Untersuchungs- und sanierungsbedürftig sind künftig auch Orte, die mit PFAS kontaminiert wurden – das sind Chemikalien, die sich in der Umwelt kaum abbauen und für Mensch und Tier schädlich sind.

## RIESENPROJEKT

# In Solothurn wird ausgemistet

Während Jahrzehnten lud die Stadt Solothurn ihren Abfall auf den nahen Feldern ab. Nun wird der «Stadtmist» ausgehoben, vor Ort behandelt und abtransportiert. Ein Besuch auf der Grossbaustelle.

TEXT: NICOLAS GATTLEN

BILDER: RAISA DURANDI/LUNAX

Spitelfeld, westlich von der Solothurner Altstadt: Langsam, aber beharrlich frisst sich ein Bagger durch die Wiese und bringt zum Vorschein, was jahrzehntelang unter der dünnen Grasdecke verborgen war: Nylonstrümpfe, Metallschilder, Keramikschüsseln, Aludosen, Pneus und Plastik. «Man hat hier weitgehend sorglos den ganzen Kehricht der Stadt abgeladen», sagt Roger Dürrenmatt. Er leitete für die Bauherrengemeinschaft von Kanton und Stadt Solothurn das Projekt Stadtmist, eine der aktuell grössten Altlastensanierungen der Schweiz.

Dürrenmatt weist mit dem Finger zum Horizont: «Seht ihr die Bäume da hinten? Sie markieren die Grenze der Deponie Spitelfeld.» Die kleine Baumgruppe, 500 Meter von uns entfernt, lässt uns das riesige Ausmass der Deponie erkennen: 95 000 Quadratmeter ist sie gross, das entspricht etwa vierzehn Fussballfeldern. Im Schnitt sei die Abfallschicht etwa 1,5 Meter dick, sagt Dürrenmatt. «Das ergibt eine gewaltige Masse an Aushub.»

Und Spitelfeld ist nur eine von drei Stadtmist-Deponien. Westlich angrenzend erstreckt sich auf einer Fläche von 2,4 Hektaren die Deponie Oberer Einschlag, im Osten die Deponie Unterhof auf vier Hektaren. Die drei Deponien wurden während

verschiedenen Epochen genutzt: Unterhof ist die älteste; sie diente von 1925 bis 1947 als städtische Abfallhalde. Dann wechselte man auf das Spitelfeld (1947–1970) und anschliessend auf den Oberen Einschlag. 1976 setzte die neu errichtete Kehrichtverbrennungsanlage Zuchwil den Ablagerungen ein Ende, und noch im selben Jahr verschwand die letzte der drei Stadtmist-Deponien unter einer 20 Zentimeter dünnen Humusschicht.

Damit geriet der ganze Stadtmist aus den Augen und dem Sinn. «Bis noch vor zehn Jahren sah man hier Kühe weiden», erinnert sich Dürrenmatt. Kaum jemand machte sich Sorgen. Warum auch? Im Unterschied etwa zur Sondermülldeponie in Kölliken (AG) begann es hier nicht bestialisch zu stinken, und in der nahen Aare kam es nie zu einem Fischsterben.

## Eine Palette an Schadstoffen

«Wir haben hier in Solothurn keine hochtoxischen Spezialabfälle aus der chemischen Industrie», erklärt Martin Brehmer, der uns auf der Stadtmist-Tour begleitet und beim Kanton die Aufsicht über die Sanierung hat. Der überwiegende Anteil des eingelagerten Abfalls stammt aus privaten Haushalten und enthält viel organisches Material, Schlacke, Glas, Plastik, Batterien und Elektroschrott. Hinzu kommen Abfälle aus dem

## SONDERMÜLLDEPONIE BONFOL (JU)

**Art des Abfalls:** Sondermüll aus der chemischen Produktion.

**Menge:** 114 000 Tonnen

**Besonderheit:** Die chemischen Abfälle wurden in eine Tongrube geworfen und später mit einem vermeintlich wasserundurchlässigen Tondeckel versehen. Kurz darauf entdeckte man Lecks im Deckel: Regenwasser drang in die Deponie ein und brachte das «giftige Fass» zum Überlaufen. Schadstoffe sickerten ins Oberflächenwasser.

**Massnahmen:** Zuerst wurde ein Drainagesystem angelegt, das Sickerwasser vor Ort mit einer biologischen Kläranlage behandelt und die Abdichtung der Grube verstärkt (1986–1995). In der eigentlichen Sanierungsphase (ab 2007) folgte der Aushub des kontaminierten Materials in einer luftdicht abgeschlossenen Halle.

### Stand der Umsetzung:

Hauptsanierung 2016 abgeschlossen; noch offen ist die Sanierung einiger kontaminierter Sandlinsen, die im Tongestein am Rand der Deponie vorkommen.

**Kosten:** Rund 380 Millionen Franken; bisher vollumfänglich von der Basler Chemischen Industrie übernommen. Das BAUF prüft derzeit einen Abgeltungsantrag an den Bund (VASA-Fonds) von 20 Millionen Franken.

Gewerbe und der Uhrenindustrie, hauptsächlich Metalle. Problematisch am Stadtmist sei nicht ein einzelner Giftstoff, sondern die breite Palette an Schadstoffen, erklärt Brehmer und nennt als Beispiele Blei, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, chlorierte Kohlenwasserstoffe, aber auch organische Abbauprodukte wie Ammonium und Nitrit, die bereits in tiefen Konzentrationen Fische und andere Wasserlebewesen schädigen.

Man schätzt, dass auf den drei Deponien insgesamt 500 000 Tonnen Abfälle eingebaut wurden. Ein Teil des organischen Materials wurde seither von Mikroorganismen abgebaut, aber bei Weitem nicht alles.

Denn die Bakterien verbrauchen den Luftsauerstoff im Deponiekörper, und neuer gelangt kaum hinzu, womit sich der Abbauprozess verlangsamt. «Man findet hier noch fast unversehrte Zeitungen aus den 1960er-Jahren», sagt Martin Brehmer. Noch langsamer oder gar nicht zersetzen sich Kunststoffe, Schwermetalle, Lösungsmittel und andere Chemikalien. Die Deponie ist eine kaum je versiegende Emissionsquelle.

Die beiden Mitarbeiter des Umweltamts führen uns zu einem Entwässerungsgraben am Rand des Spitälfelds. Er ist etwa knietief gefüllt mit trübem Wasser. «Über das Sickerwasser gelangen die Schadstoffe aus der Deponie in diesen und noch einen weiteren Graben», erklärt Roger Dürrenmatt. «Beide Gräben münden rund 200 Meter südlich von hier in die Aare. Seit Jahrzehnten fließen Gifte zwar in Kleinstmengen, aber beständig in die Aare.» Bei der Deponie Spitälfeld werde zudem das Grundwasser mit chlorierten Kohlenwasserstoffen belastet.

**Investition in die Natur**

Die Altlasten-Verordnung des Bundes fordert seit 1998, dass belastete Standorte saniert werden, wenn sie zu schädlichen Einwirkungen führen. Schweizweit gelten 4000 Standorte als sanierungsbedürftig und somit als Altlast, etwa 1800 davon wurden in den letzten Jahren saniert, darunter auch einige grosse Deponien (siehe Boxen). Die Sanierung einer Grossdeponie ist besonders herausfordernd, wie das Beispiel Stadtmist zeigt. 2016 entschieden der Kanton und die Stadt, die Deponien auszuheben. Doch das Vorhaben verzögerte sich. Grund dafür waren die hohen Kosten: Eine Studie bezifferte sie auf 290 Millionen Franken. Der Bund erachtete dies bemessen am Umweltisiko als unverhältnismässig hoch und bevorzugte andere vom Kanton geprüfte Varianten, etwa die Abdichtung der Deponie Spitälfeld anstelle ihres Aushubs. Schliesslich ergab eine Ausschreibung für den Aushub aller drei Deponien und die fachgerechte Entsorgung des Materials deutlich geringere Kosten von

**DEPONIE LA PILA, HAUTERIVE (FR)**

**Art des Abfalls:** Siedlungskehricht der Stadt Fribourg und ihrer benachbarten Gemeinden sowie Produktionsabfälle aus einer Kondensatorenfabrik.

**Volumen:** 195 000 Kubikmeter

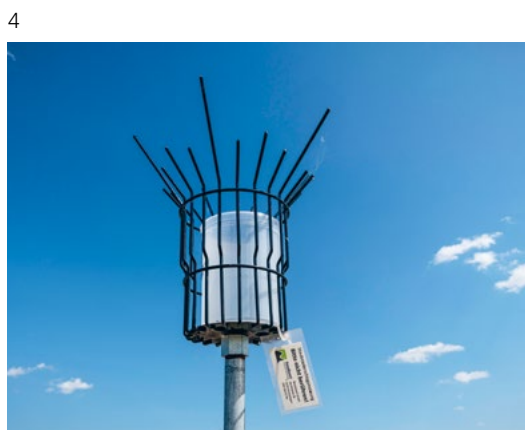
**Besonderheit:** Starke Belastung mit krebserregenden polychlorierten Biphenylen (PCB), die auch die angrenzende Saane verunreinigt hatten. Mit verschiedenen Massnahmen konnte der Eintrag von PCB in den Fluss gestoppt werden.

**Massnahme:** Aushub des gesamten oberen Teils der Deponie, wodurch 80 Prozent der PCB entfernt werden.

**Stand der Umsetzung:** Sanierungsvariante Ende 2021 festgelegt; aktuell wird ein Sanierungsprojekt erarbeitet.

**Kosten:** Rund 150 Millionen Franken; 40 Prozent werden über den VASA-Fonds finanziert.

DIE UMWELT 1-24



1: Roger Dürrenmatt, Leiter der Altlastensanierung des Solothurner Stadtmists.

2: Martin Brehmer hat beim Kanton Solothurn die Aufsicht über das grosse Sanierungsprojekt.

3: Besucherinnen und Besucher können sich die unterschiedlichen Behandlungsstufen des Aushubmaterials aus der temporären Bodenwaschanlage anschauen.

4: Ein Gerät fängt bei den Deponien den Staubniederschlag ein.



Blick über die Deponie Spitalfeld, die aktuell ausgehoben wird.

### AREAL RHEINLEHNE, PRATTELN (BL)

**Art des Abfalls:** Giftige Rückstände aus der chemischen Farbproduktion (Arsen, Schwermetalle).

**Betroffene Fläche:**  
24 000 Quadratmeter

**Besonderheit:** Die Verunreinigungen mit Arsen reichen teils in zehn Meter tiefe Bereiche, die vom Grundwasser durchströmt werden. Das Arsen gelangt zu den Brauchwasserbrunnen in der Umgebung und kann auch in den Rhein sickern.

**Massnahmen:** Aushub der stark belasteten Bereiche. In den Zonen, die Grundwasser führen, wird das verunreinigte Material über Bohrungen an die Oberfläche befördert.

**Stand der Umsetzung:** Sanierungsprojekt liegt vor, die Ausführungsplanung startet 2024. Der Aushub wird rund drei Jahre dauern.

**Kosten:** 180 Millionen Franken, davon trägt der Standortinhaber 3 Millionen Franken. Da der Verursacher nicht mehr existiert, übernimmt der Bund 40 Prozent und der Kanton 60 Prozent der Restkosten.

120 Millionen Franken. Darauf konnten sich im Herbst 2020 alle Projektbeteiligten einigen. 40 Prozent der Kosten würde der Bund übernehmen, 38 Prozent der Kanton und 22 Prozent die Stadt Solothurn.

«120 Millionen Franken, das ist sehr viel Geld», sagt Martin Brehmer. «Doch diese Investition lohnt sich. Die Schadstoffquelle wird ein für allemal beseitigt und das Land aufgewertet.» Im Spitalfeld werden landwirtschaftliche Fruchtfolgefleichen geschaffen, im Oberen Einschlag, der zu einer Naturschutzzone gehört, sind ökologische Aufwertungen vorgesehen. Etwa eine Flutmulde: Eine solch künstlich erstellte Vertiefung wird jeweils im Frühjahr gewässert und dient Amphibien und Vögeln als Lebensraum. Der Unterhof soll nach der Sanierung überbaut werden. Bei dieser ältesten Deponie haben die Sanierungsarbeiten schon im Sommer 2022 begonnen. Mittlerweile ist rund die Hälfte der Deponie Unterhof ausgehoben, diese Abfälle sind behandelt und entsorgt.

#### Zerkleinern, sortieren, verwerten

Auf dieser bereits sanierten Fläche steht zurzeit eine riesige Halle,

davor finden sich mehrere Lagerboxen und ein kleines Containerdorf mit Besucherzentrum, Büros und Aufenthaltsräumen. In der Halle sind die Abfallbehandlungsanlagen untergebracht. Roger Dürrenmatt erklärt den groben Ablauf: Das Aushubmaterial wird mit einem Lastwagen zur Halle gefahren und dort in einen Schredder befördert. Über ein Fließband gelangt das zerkleinerte Material dann in verschiedene Sortier- und Aufbereitungsanlagen. In der Trockenaufbereitung werden zum Beispiel Metallstücke mit Magneten und leichte Stoffe wie Plastik oder Holz mittels Luftstrom abgesondert. Bei der Nassaufbereitung wird der Aushub nach Korngrößen wie Kies oder Sand sortiert und das brennbare Material wie Papier oder Plastik abgetrennt. Zudem wird besonders schadstoffbelasteter Abfall entfernt, etwa schwermetallbelastete Schlacke oder ehemalige Bauteile, die giftige polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe absondern.

«Etwa 20 Prozent des Stadtmists lassen sich verwerten, also recyceln oder thermisch nutzen», sagt Dürrenmatt. Der Rest werde sicher deponiert. Die Anlage kann pro Tag etwa 500 Tonnen Material behandeln. Sie gibt den Takt der Arbeiten vor, nicht der Bagger im Feld. Gemäss den Berechnungen des beauftragten Unternehmens soll der ganze Stadtmist bis 2028 behandelt, sortiert und abtransportiert sein.

## DEPONIE FELDTREBEN, MUTTENZ (BL)

**Art des Abfalls:** Bauschutt und Aushubmaterialien, Siedlungs- und Gewerbeabfälle, Sondermüll aus der chemischen Produktion.

**Volumen:** 500 000 Kubikmeter

**Besonderheit:** Die Schadstoffe – unter anderem chlorierte Kohlenwasserstoffe – versickern mit dem Regenwasser in den darunterliegenden grundwassergesättigten Kalkfels und gelangen so ins Grundwasser, was die Gewinnung von Trinkwasser in der Region gefährdet.

**Massnahmen:** Das belastete Grundwasser wird abgepumpt und gereinigt; anschliessend soll das am stärksten belastete Material, zirka ein Viertel der Deponie, ausgehoben und entsorgt werden.

**Stand der Umsetzung:** Das Konsortium Feldtreben, ein Zusammenschluss der Kostenträger, wird 2024/25 das Ausführungsprojekt ausarbeiten lassen, die Arbeiten ausschreiben und vergeben. Ab 2026 ist mit dem Beginn der eigentlichen Sanierung zu rechnen.

**Kosten:** ~282 Millionen Franken. Der Altlastenfonds des Bundes (VASA) wird 40 Prozent der Kosten tragen, den Rest übernehmen die Partner des Konsortiums gemäss ihrer Kooperationsvereinbarung.

Wir blicken von der Terrasse eines Containerturms auf den Installationsplatz: Zwei Männer helfen beim Beladen eines Lastwagens, beide stecken in Schutzanzügen und Gummistiefeln. «Je nach Arbeitsbereich und anfallendem Material gelten verschiedene Schutzanforderungen», erklärt Dürrenmatt. Grundsätzlich nähmen die Anforderungen zu, je weiter man in die jüngeren Deponien vorrückt. Ab den 1960er-Jahren sind die Abfälle zunehmend mit Chemikalien durchsetzt: Imprägnierungen, Flammenschutzmittel, Lösungsmittel. Eine akute Gefahr bestehe für die Arbeiter nicht. Wären sie aber über Tage oder Wochen ungeschützt dem kontaminierten Staub ausgesetzt, könnte das durchaus problematisch sein.



Ein Lastwagen bringt ausgehobenen Abfall zur Behandlung und Entsorgung in die temporäre Anlage auf der Deponie Unterhof – der ältesten der drei Stadtmist-Deponien.

### Neubewertung toxischer Stoffe

Hat man beim Aushub auch Abfallstoffe entdeckt, mit denen man nicht gerechnet hat? Dürrenmatt verneint: «Wir kennen die Abfälle und Chemikalien, die in einer solchen Deponie vorkommen können.» Was sich aber jederzeit ändern könne, sei die Bewertung eines Stoffs. Erst jüngst etwa avancierten die per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS) zu Problemstoffen. Man fand heraus, dass sich PFAS in der Umwelt kaum abbauen, dass sie in den Nahrungskreislauf gelangen und die Organe von Tieren und Menschen schädigen können. Auch im Stadtmist finden sich vor allem in den jüngeren Deponiebereichen PFAS. Es mussten deshalb neue Grenzwerte für die Entsorgung von PFAS-haltigen Materialien festgelegt werden. Nun wird mit verschiedenen Tests im Labor und vor Ort geprüft, wie man belastetes Material optimal behandeln kann.

«Bei einer derart grossen und heterogenen Deponie weiss man bis zum Ende nie genau, was auf einen zukommt», sagt Roger Dürrenmatt. «Die vielen Sondierungen im Vorfeld der Sanierung ergeben eben nur ein punktuell Bild. Wir müssen flexibel sein und die passenden Antworten finden.» ■

#### – FAZIT

Aus grossen Kehrichtdeponien wie dem Solothurner «Stadtmist» gelangen vielfach auch Jahrzehnte nach ihrer Schliessung noch Schadstoffe in die Umwelt. Mit dem Aushub des Deponiematerials wird das Problem ein für allemal gelöst. Dank neuer Trenn- und Aufbereitungsverfahren lässt sich ein Teil des alten Abfalls recyceln oder die brennbaren Anteile in einer Kehrichtverbrennung zur Stromerzeugung oder zur Wärmegewinnung nutzen.

#### – KONTAKT

Reto Tietz  
Sektionschef Altlasten BAFU  
reto.tietz@bafu.admin.ch

#### – LINK ZUM ARTIKEL



bafu.admin.ch/  
magazin2024-1-07





In St. Moritz wird ein Ski vorbereitet. Auch in Skiwachs können PFAS enthalten sein, genauso wie in Kosmetikartikeln und wasserabweisenden Beschichtungen.

NEUE ALTLASTEN

# Auf den Spuren der tückischen PFAS

In der Industrie sind PFAS äusserst nützlich, aber für die Umwelt sind sie schädlich. Weil die chemischen Substanzen so stabil sind, können sie Böden und Gewässer dauerhaft verseuchen. Sie zu beseitigen, ist enorm aufwendig.

TEXT: ERIK FREUDENREICH

In der Öffentlichkeit sind sie erst seit Kurzem ein Thema, für die Umwelt aber schon länger eine Gefahr: per- und polyfluorierte Alkylverbindungen oder kurz PFAS. Diese chemischen Substanzen sind äusserst stabil, sie verbreiten sich leicht in der Umwelt und sind zum Teil hochgiftig. Verwendet werden sie in der Industrie oder bei der Herstellung von Konsumprodukten.

«PFAS kommen beispielsweise im Schaum von Feuerlöschern vor und in Beschichtungen aller Art, von wasserabweisenden Outdoorkleidern bis zu Pizzaschachteln», sagt Monika Schwab-Wyssler, die bei der Sektion Altlasten des BAFU für PFAS zuständig ist. Die Substanzen finden sich aber auch in Skiwachs oder in Kosmetikartikeln. Es gibt mehrere Tausend verschiedener PFAS. Wegen ihrer einzigartigen Eigenschaften – sie sind hitzebeständig sowie wasser- und fettabweisend – wurden sie



## «Es gibt eine Asymmetrie zwischen der Industrie und der Forschung»

Der Historiker Alexandre Elsig befasst sich in seiner Forschung an der EPFL mit giftigen Substanzen aus der Industrie und deren Regulierung. Ein Gespräch über Grenzwerte, chemische Cocktails und Regulationsprozesse in der Blackbox.

DIE UMWELT 1-24

### **Alexandre Elsig, wie hat sich die Sicht auf toxische Industriechemikalien im Lauf der Zeit verändert?**

Lange Zeit setzte man sich mit diesem Thema nur innerhalb der Fabrikmauern auseinander und beschränkte sich dabei auf die industrielle Hygiene. Ende des 19. Jahrhunderts begann man, sich dann für die Folgen von Schadstoffaustritten auch ausserhalb der Fabrik zu interessieren. In der Schweiz blieben dieses Bewusstsein und die daraus entstandene Gesetzgebung aber lange segmentiert, in die Bereiche Wasser, Luft, Landwirtschaft und Gesundheit. Bis gegen Ende der 1960er-Jahre das erste Gesetz über den Handel mit giftigen Substanzen in Kraft trat und das Bundesamt für Umweltschutz (1971) gegründet wurde.

### **Ihr aktuelles Forschungsprojekt befasst sich mit der «technisch-wissenschaftlichen Eindämmung» bei der Regulierung toxischer Substanzen. Was ist damit gemeint?**

Es geht darum, wie Richtlinien über toxische Stoffe zustande kommen. Nach dem vorherrschenden Paradigma regulieren wir die Giftigkeit über Grenzwerte, in Anlehnung an den berühmten Alchemisten Paracelsus, der sagte:

«Die Dosis macht das Gift.» Die Grenzwerte berücksichtigen aber nicht nur toxikologische Daten, sondern auch technische Einschränkungen und wirtschaftliche Aspekte. Damit wird zwar die Gesundheit geschützt, aber auch der freie Markt. Die Grenzwerte erwecken also einen Anschein von Objektivität, der nicht ganz gerechtfertigt ist. Zudem bringen sie weitere Probleme mit sich. Weil jede Substanz einzeln betrachtet wird, lässt sich die Wirkung von «chemischen Cocktails» nicht berücksichtigen. Und die Dosis-Wirkungs-Beziehungen von krebserzeugenden oder hormonaktiven Substanzen bleibt unklar – sie werden quasi unterminiert.

### **Was macht die richtige Regulierung solcher Substanzen denn so schwierig?**

Die Tatsache, dass es dabei eine gewisse wissenschaftliche Unsicherheit gibt. Es war und bleibt kompliziert, genaue Zahlen und Belege für die Toxizität von Substanzen zu erarbeiten. Zudem besteht eine fundamentale Asymmetrie zwischen der Industrie auf der einen Seite, die über Daten und viel Geld verfügt, und kritischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern oder Nichtregierungsorganisationen auf der anderen Seite.

Dazu kommt, dass das Ganze nicht in einem akademischen, sondern einem regulatorischen Umfeld stattfindet, das weniger transparent und anfällig gegenüber Lobbyorganisationen ist.

### **Ist es überhaupt möglich, ein Gleichgewicht zu finden zwischen den wirtschaftlichen Vorteilen von Industriechemikalien und der Notwendigkeit, deren toxische Wirkung zu minimieren?**

Als Historiker sehe ich vor allem die Grenzen eines Kompromisses zwischen diesen gegensätzlichen Herausforderungen. Andere meinen sogar, dass Grenzwerte dazu beitragen, toxische Substanzen quasi zu legalisieren, weil man sie dann in einer bestimmten Menge verwenden darf – auch wenn Grenzwerte ständig nach unten korrigiert werden. Zwar wächst das Wissen über die Risiken toxischer Substanzen mit dem Fortschritt der Wissenschaft. Doch die Industrieunternehmen entwickeln sich laufend weiter und es liegt nicht in ihrem Eigeninteresse und darum nicht hoch auf ihrer Prioritätenliste, Sicherheit über giftige Substanzen zu gewinnen. Deshalb ist es wichtig, die Blackbox zu knacken, in der diese konfliktträchtigen Regulationsprozesse ablaufen.

ab den 1960er-Jahren immer häufiger in verschiedenen Industriezweigen verwendet.

### Ewiges Gift

Die Kehrseite der Medaille ist jedoch: PFAS sind im Gegensatz zu anderen Schadstoffen, die mit der Zeit abgebaut werden, äusserst langlebig. Aus diesem Grund werden sie auch als «Forever Chemicals», als «ewige Chemikalien» bezeichnet. «Die Basisstruktur dieser Moleküle besteht aus Kohlenstoff-Fluor-Bindungen, die zu den stärksten chemischen Bindungen überhaupt gehören», erklärt Schwab-Wyssner. Diese Struktur ist extrem robust und lässt sich nur bei sehr hohen Temperaturen von über 1000 Grad Celsius aufbrechen.

Darum verschwinden PFAS auch nicht einfach wieder von selbst aus der Umwelt. Sind sie einmal freigesetzt, reichern sie sich im Boden, im Grundwasser, in den Fliessgewässern und schliesslich in der Nahrungskette an. Krankheiten wie Krebs, Schilddrüsenerkrankungen, Beeinträchtigung des Immunsystems oder Wachstumsstörungen bei ungeborenen Kindern können die Folgen sein.

### Das Wallis: Vorreiter bei der Sanierung von PFAS-Altlasten

Ein Beispiel einer solchen Verschmutzung ist der ehemalige Brandübungsplatz des Chemiestandorts Visp (VS). Hier wurden jahrelang PFAS-haltige Löschsäume verwendet, darum gelangten die Chemikalien in den Boden und ins Grundwasser. Diese Belastung hat dazu geführt, dass der Kanton Wallis beim Umgang mit PFAS inzwischen eine Pionierrolle einnimmt. Nachdem Fachleute die Situation ab dem Jahr 2016 analysiert hatten, konnte der Standort von 2020 bis 2022 saniert werden. «Um die Arbeiten zu planen, mussten wir zuerst im Detail abklären, wie weit sich der belastete Bereich ausdehnt und die Belastung in einem 3-D-Raster darstellen», sagt Christine Genolet-Leubin, Chefin der Dienststelle für Umwelt des Kantons Wallis. Anschliessend wurde mittels Pumpbrunnen der Grundwasserspiegel abgesenkt, um den Aushub zu ermöglichen.

In den darauffolgenden Etappen wurden mehr als 60 000 Tonnen PFAS-belastetes Material ausgehoben und in Österreich in einer Bodenwaschanlage behandelt. Anschliessend wurde das gewaschene Grobmaterial im Zementwerk verwertet und das Feinmaterial sowie die beladenen Filter aus der Bodenwäsche in einer Anlage für Sonderabfälle thermisch behandelt. Heute und für mindestens die kommenden zehn Jahre wird der Standort zudem durch eine hydraulische Barriere eingedämmt, wie Genolet-Leubin erläutert. So wird die Restbelastung unter dem Grundwasserspiegel allmählich ausgewaschen und die Pumpbarriere sorgt dafür, dass die PFAS nicht weiter in die Umwelt gelangen.

### Langfristige Strategie

Der Kanton Wallis hatte schon im Jahr 2021 eine Strategie zur Bekämpfung von PFAS festgelegt und die Überwachung des Grundwassers verstärkt. Danach waren mehrere Massnahmen umgesetzt worden. «Auch unterhalb der Chemiestandorte Visp, Evionnaz und Monthey wird die Verschmutzung, die durch PFAS-haltige Löschsäume entstanden ist, durch hydraulische Barrieren gesichert», sagt Genolet-Leubin. Seit 2024 ist dies auch unterhalb der ehemaligen Raffinerie in Collombey-Muraz der Fall. Parallel dazu werden das Grundwasser, Oberflächengewässer sowie Kanäle und Schächte in und ausserhalb der Schadstoffareale regelmässig kontrolliert. Das gelte auch für Lebensmittel wie Fische und Gemüse aus diesen Gebieten, sagt Genolet-Leubin. «Dadurch können wir die Prioritäten der nächsten Massnahmen richtig setzen und entsprechend planen.»

Im August 2023 veröffentlichte die Walliser Dienststelle für Umwelt die Ergebnisse einer Studie, die lanciert worden war, nachdem in Fischen aus zwei Teichen und einem Kanal PFAS festgestellt worden waren. Die Fischerei ist dort nun verboten. Für die anderen Gewässer des Kantons gab die Studie aber Entwarnung: Die PFAS-Konzentrationen in den vierzehn Fischen, die aus weiteren Walliser Gewässern entnommen wurden, lagen alle unterhalb der Grenzwerte der Europäischen Kommission. Ähnliche

Analysen bei Fischzuchten ergaben auch dort: Der Verzehr der Fische birgt kein Gesundheitsrisiko. ■

### – FAZIT

PFAS sind langlebige Schadstoffe, die unter anderem für die Herstellung wasserabweisender Textilien oder beschichteter Pizzakartons verwendet werden und in Feuerlöschschaum enthalten sein können. Sie sind hitzebeständig, wasser- und fettabweisend und gleichzeitig teilweise hochgradig toxisch. Sie aus der Umwelt zu entfernen, ist enorm aufwendig, und sie vollständig aufzuarbeiten, unmöglich. Dennoch werden PFAS weiterhin eingesetzt.

### – KONTAKT

Monika Schwab-Wyssner  
Sektion Altlasten, BAFU  
monika.schwab-wyssner  
@bafu.admin.ch

### – LINK ZUM ARTIKEL



bafu.admin.ch/  
magazin2024-1-08

## FORTSCHRITTE BEI DER REGLEMENTIERUNG

Beim BAFU sind unterschiedliche Bestrebungen im Gange, um konkrete Lösungen für den Umgang mit PFAS-Belastungen zu finden. Insbesondere hat das Bundesamt gemeinsam mit den Kantonen die Umsetzung einer Motion der Walliser Ständerätin Marianne Maret in Angriff genommen. Sie fordert den Bundesrat auf, rasch einen rechtlichen Rahmen zur Bekämpfung der PFAS-Verschmutzung festzulegen. Konkret sollen etwa Grenzwerte für die Entsorgung von PFAS-belasteten Abfällen, Konzentrationswerte zur Evaluierung des Sanierungsbedarfs PFAS-belasteter Standorte sowie die Bedingungen für die Einleitung in Gewässer definiert werden.

Auch auf europäischer Ebene gibt es Veränderungen. Im Februar 2023 veröffentlichte die Europäische Chemikalienagentur (ECHA) einen umfangreichen Vorschlag zur Beschränkung von PFAS. Dieser Beschränkungsvorschlag könnte zum Wegbereiter für ein generelles Verbot dieser Stoffe unter REACH, der europäischen Verordnung zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe, werden.

**SONIA SENEVIRATNE**

wurde in Lausanne geboren und ist heute Professorin für Landklima-Dynamik am Institut für Atmosphäre und Klima der ETH Zürich. Im Jahr 2023 erhielt sie als eine der am meisten zitierten Forschenden in den Geowissenschaften die Auszeichnung «Highly Cited Researcher». Die Umweltspezialistin kümmerte sich für den letzten IPCC-Bericht um den Teil zu extremen Klimaphänomenen wie Starkniederschlägen, Dürreperioden und Hitzewellen.



## «Mobilität, Wohnen und Ernährung sind wichtige Faktoren»

Starkregen, Hitze, Dürren: Dass solche extremen Wetterphänomene häufiger werden, ist eine sichtbare Folge des Klimawandels. Sonia Seneviratne hat am letzten Bericht des Weltklimarats IPCC mitgearbeitet. Die Umweltwissenschaftlerin an der ETH Zürich erklärt, weshalb wir dringend handeln müssen.

INTERVIEW: CAROLE EXTERMANN

**Sonia Seneviratne, die Mehrheit der Schweizer Bevölkerung unterschätzt den eigenen Treibhausgas-Fussabdruck. Laut einer kürzlich erschienenen Studie\* denken gerade mal zehn Prozent der Befragten, sie verhielten sich schädlicher als der Durchschnitt. Wie kommt das?**

Der Klimawandel wird bei Weitem nicht immer richtig eingeschätzt. Die Probleme mit der Erderwärmung gehen nicht weg, sondern sind dauerhaft. Aber die Auswirkungen der Klimakrise sind für die breite Öffentlichkeit weniger augenfällig als beispielsweise der Ausbruch eines Krieges oder ein Erdbeben mit Hunderten von Opfern. Wegen dieser selektiven Wahrnehmung konzentrieren sich die Menschen lieber auf die Anstrengungen, die sie schon geleistet haben. Es ist auch nicht leicht zu verstehen, was auf dem Spiel steht und wo der grösste Handlungsbedarf besteht. Konkret: Bei der Klimakrise ist das Hauptproblem die Nutzung der fossilen Energieträger Erdöl, Kohle und Erdgas. Wer auf Plastiktüten verzichtet, vermeidet zwar eine Verschmutzung der Umwelt, doch hat dies keinen Einfluss auf das Klima, anders als eine Flugreise oder der tägliche Gebrauch des Benzinautos. Wichtig ist, ein Bewusstsein dafür zu entwickeln, welches Verhalten auch wirklich eine Wirkung hat.

**Sind in dem Fall Footprint-Rechner ein gutes Instrument, um zu ermitteln, wo man den eigenen Konsum anpassen sollte?**

Wie man's nimmt. Der Treibhausgas-Fussabdruck wird als Messwert manchmal kritisiert, vor allem wenn er den Eindruck einer rein individuellen Verantwortung vermittelt. Interessant ist nämlich: Die Hälfte des Fussabdrucks wird durch unseren Wohnort bestimmt, und auf den haben wir keinen direkten Einfluss – ausser am Abstimmungswochenende. Aber ja, die andere Hälfte hängt direkt von unseren Entscheidungen ab: Mobilität, Wohnen und Ernährung sind gewichtige Faktoren. Der Footprint-Rechner kann also durchaus hilfreich sein, wenn er zum Handeln anregt oder dazu, sich vertieft mit den klimawirksamen Lebensbereichen auseinanderzusetzen.

**Wollen Sie mit Ihrer Mitarbeit am IPCC-Bericht auch für klimabezogene Herausforderungen sensibilisieren?**

Ja, definitiv. Der IPCC-Bericht wird von einer Umweltexpertengruppe im Rahmen der Vereinten Nationen erarbeitet. Das Hauptziel besteht darin, den Stand der Wissenschaft zum Klimawandel regelmässig auszuwerten, da sich die Dinge rasch entwickeln. Während meines Studiums vor dreissig Jahren wurden die Umweltwissenschaften an der ETH Zürich erst gerade eingeführt. Damals war die Lage noch nicht so eindeutig. Man ging davon aus, die Krise würde sich mit dem Erschöpfen des Erdöls quasi von selbst lösen. Vieles war noch unbewiesen, der Klimawandel war noch eine naturwissenschaftliche und keine gesellschaftliche Frage.

**Und heute?**

Heute besteht kein Zweifel mehr. Die Treibhausgasemissionen und die beobachtete Erderwärmung samt ihren Konsequenzen gehen direkt auf den Menschen zurück. Daher ist es dringend nötig, rasch Massnahmen zu ergreifen. Die Hitzewelle im Jahr 2003 hat wesentlich dazu beigetragen, uns den Klimanotstand bewusst zu machen. Ich denke, diese Erfahrung hat uns gezeigt, dass die Klimakrise uns hier und jetzt und direkt betrifft. Die vielen weiteren extremen Wetterereignisse der letzten Jahre haben dieses Bewusstsein noch geschärft.

**Mit solchen Extremereignissen befassen Sie sich auch in Ihrer Forschung. Was haben Sie herausgefunden?**

Ich konzentriere mich auf die Wechselwirkung zwischen Vegetation und Klima. Zum Beispiel auf den engen Zusammenhang zwischen Dürreperioden und der steigenden CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Luft: Erhalten die Pflanzen nämlich nicht genug Wasser, können sie das CO<sub>2</sub> aus der Luft nicht mehr richtig absorbieren. Solche Prozesse und überhaupt die Konsequenzen extremer Wetterphänomene werden generell zu wenig berücksichtigt. Eine solche Dynamik könnte dazu führen, dass sich die Erdatmosphäre innert kurzer Zeit

sprunghaft erwärmt. Das würde wiederum zu wiederkehrenden Dürren und zu einem drastischen Vegetationsverlust führen.

**Laut der Umfrage unter der Schweizer Bevölkerung zählen viele auf den technischen Fortschritt, um die Emissionen schneller zu senken. Ist diese Aussicht realistisch?**

Kaum. Entsprechende Technologien sind noch im Entwicklungsstadium, beispielsweise sogenannte Negativemissionstechnologien, die etwa CO<sub>2</sub> aus der Luft filtern und in Gestein einlagern. Angesichts der Dringlichkeit halte ich bereits bestehende Lösungen und Alternativen für wirkungsvoller. Dabei geht es nicht um einen totalen Stopp, sondern darum, einige Dinge zu ändern. Hier in der Schweiz haben wir beispielsweise eine vergleichsweise saubere, CO<sub>2</sub>-arme Stromversorgung. Darum sind Elektroautos eine gute Option. Heute verursacht der Autoverkehr über 25 Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Schweiz. Um das zu ändern, könnte man etwa Werbung für Benzinautos verbieten, so wie man das für Tabak gemacht hat. Der letzte IPCC-Bericht zeigt zudem, dass erneuerbare Energien wie Wind- und Solarkraft vielversprechend sind, da sie schon in kurzer Frist eine Verringerung der Emissionen möglich machen. So könnte die wachsende Stromnachfrage mit einem nachhaltigen Ausbau erneuerbarer Energien aufgefangen werden. Was den nächsten IPCC-Bericht angeht, wäre es interessant, die Sozialwissenschaften stärker zu berücksichtigen. Um besser zu verstehen, warum der Wandel nur so zaghaft verläuft und was uns Menschen daran hindert, unser Verhalten drastisch zu ändern – und unseren Lebensraum, die Erde, heute und in Zukunft zu bewahren.

— LINK ZUM ARTIKEL



bafu.admin.ch/  
magazin2024-1-09

\* Studie «Helion Energiewende-Index», ausgeführt von Sotomo, publiziert im Januar 2024.

## BIODIVERSITÄT

# Gleise vernetzen nicht nur Menschen, sondern auch Lebensräume

Entlang ihrer Streckennetze sind die Bahnunternehmen der Schweiz für grosse Landflächen verantwortlich. Auf diesen sollen auch die Biodiversität und die Vernetzung gefördert werden. Wie setzen das die Appenzeller Bahnen um? «die umwelt» war mit auf Beobachtungsgang am Gleis.

TEXT: SANTINA RUSSO

DIE UMWELT 1-24

Remo Morath hat einen entdeckt: Etwa zwei Meter entfernt ist der Schmetterling von einer Blüte aufgeflattert und tanzt nun lustig in der Luft. «Ein Weissling», erkennt Morath. Zu dieser Gattung von Tagfaltern gehören in der Schweiz etwa der Kleine Kohlweissling



Remo Morath zeichnet auf, wie viele Insekten sich am Bord neben den Gleisen finden.

und der Zitronenfalter. Morath hat zwar ein Fangnetz dabei, lässt aber diesen kleinen Flattermann ziehen. «Ich erkenne von hier, dass er zu einer der häufigen Arten gehört, mehr Informationen brauche ich nicht.» Der Umweltingenieur der Umweltberatungsfirma GeOs geht weiter der Gleisböschung entlang, beobachtet. Schon flattert ein zweiter Weissling auf. Nun bleibt Morath stehen und horcht: Im Gras zirpt es. «Zwei – und da noch einer, drei.» Am Zirpen der Grashüpfer erkennt er die Art, und wie viele Exemplare sich in den hochgewachsenen Gräsern und Kräutern verstecken. Er trägt die Anzahl Tagfalter und Heuschrecken in seine Liste ein, zusammen mit einer Einschätzung der Höhe der Vegetation und des Blütenangebots. Wir befinden uns nicht etwa auf einer weitläufigen Wiese, sondern an einer steilen Böschung neben einem Bahngleis. Genauer: am Streckenabschnitt der Appenzeller Bahnen zwischen Gossau (SG) und Herisau (AR).

Moraths heutige Exkursion ist Teil einer ganzen Reihe von Beobachtungs-

gängen, sogenannten Wirkungskontrollen, auf vordefinierten Flächen entlang der Gleise der Appenzeller Bahnen und über mehrere Jahre hinweg. Die Frage, die beantwortet werden soll: Tummeln sich mit der Zeit mehr Insektenarten und mehr Exemplare auf diesen Flächen? Helfen also die neuen Massnahmen tatsächlich, die Biodiversität zu fördern?

Denn in den letzten Jahren haben die Appenzeller Bahnen zusammen mit den Ökologinnen und Ökologen von GeOs auf ihren Gleisböschungen zahlreiche Massnahmen für einen vielfältigeren Lebensraum umgesetzt: Etwa an geeigneten Stellen Haufen aus Steinen und Holz aufgeschichtet, gebietsfremde invasive Sträucher entfernt und stattdessen einheimische gepflanzt, an bestimmten Bahnhöfen blütenreiche Wiesen gesät und an geeigneten Stellen Amphibientümpel angelegt. Zudem haben sie in der Nähe eines grösseren Weihers zwischen Herisau und Waldstatt mehrere Amphibiendurchlässe eingerichtet.



Solche absichtlich aufgeschichteten Steinhaufen bieten vielen kleinen Tierarten Unterschlupf.



Ein Biotop neben den Gleisen: neuer Lebensraum für Amphibien.

Denn um zu ihrem Laichgewässer zu gelangen, versuchen hier typischerweise viele Frösche, Kröten und Molche, die Gleise zu überqueren. Zu den Durchlässen gehören keilförmige Ableitbleche, die innen an den Schienen platziert sind und verhindern, dass Amphibien weiter den Gleisen entlang hopsen oder kriechen. Stattdessen plumpsen sie herunter – und finden so den Durchgang, der im abgesenkten Schotterbett unter den Gleisen hindurchführt.

### Mit dem Messer schneiden statt häckseln

Eine weitere wichtige Fördermassnahme wirkt unscheinbar, bringt aber viel: der angepasste Unterhalt der Gleisböschungen. Neu werden diese Böschungen nicht mehr konventionell gemulcht, sondern schonender gemäht. «Das Mulchen mit konventionellen Maschinen muss man sich wie einen Häcksler vorstellen», erklärt Morath. «Das zerschneidet alles – Pflanzen, aber eben auch Insekten, Amphibien oder kleine Säugetiere, die sich in der Vegetation versteckt haben.»

Dennoch müssen zu hohe Gräser und Büsche geschnitten werden, aus Sicherheitsgründen für den Zugbetrieb. «Die Sicherheitsbestimmungen legen das Lichtprofil genau fest, also das Areal, das um die Gleise herum frei sein muss», erklärt Michael Bolt, der als Leiter Fahrbahn für den Betrieb der Appenzeller Bahnen verantwortlich ist. Gewisse Dinge kann das Bahnunternehmen aber anpassen. Erstens, die Vegetation nur so häufig stutzen, wie nötig, und nicht einfach standardmässig so oft, wie man das immer getan hat. «Je nach Fläche heisst das beispielsweise nur noch zweimal pro Jahr, im späten Frühling und im Herbst, statt mehrere Male», sagt Bolt.

Zweitens werden nun viele Böschungsfelder schonender mit einem Mähbalken geschnitten, einer Art grossem Sägemesser, das über die Fläche fährt. «Bei dieser Methode bleiben die meisten Insekten und anderen Tiere unverletzt», erklärt Umweltingenieur Morath. Zudem führen die Appenzeller Bahnen neu

einige Nächte später – wegen des Zugbetriebs kann nur während wenigen Nachtstunden gearbeitet werden – das geschnittene Pflanzenmaterial ab. Denn die Pflanzenreste sollen sich nicht zersetzen und ihre Nährstoffe in den Boden abgeben können. Im Gegenteil: «Wir wollen den Gleisen entlang nährstoffarme Böden, auf denen Magerwiesen wachsen», betont Morath. Denn diese bieten zahlreichen Pflanzen einen Lebensraum, die auf anderen, nährstoffreicheren Flächen verdrängt und darum immer seltener werden.

### Was Insekten wollen

Inzwischen hat Morath einen Zug abgewartet und dann die Schienen überquert. Damit er dabei nicht in Gefahr kommt, ist der Sicherheitsbeauftragte Krsto Ristic mit dabei. Er hat den Fahrplan im Griff und warnt Morath mit einem Signalhorn, wenn ein Zug naht. Auf dieser Kontrollfläche ist nun kein Schmetterling zu sehen, dafür gibt es hörbar viele Grashüpfer. Morath hält den Kopf schräg, konzentriert sich. «Wohl etwa 20 Heugümper», sagt er und trägt es ein. «Insekten haben ganz unterschiedliche Ansprüche an ihren Lebensraum», weiss Morath. Beispiel Heuschrecken: Als erwachsene Tiere mögen sie trockene Standorte, wo sie genug Pflanzen oder Tierreste als Nahrung finden. Doch für ihre Eier benötigen sie ein feuchtes Mikroklima. Oder die Tagfalter: Sie brauchen brache Flächen, damit sich ihre Eier und Raupen entwickeln können, aber als Falter dann auch ein artenspezifisches Blütenangebot. «So braucht es für einen guten Lebensraum ein ganzes Mosaik von Bedingungen.» Mit dem angepassten Böschungsunterhalt wollen die Appenzeller Bahnen zusammen mit GeOs ideale Bedingungen für eine vielfältige Biodiversität schaffen.

Hinweise dafür, dass das klappt, liefern die Tagfalter- und Heuschreckenarten. Ihre Vielfalt und ihr Bestand lassen sich mit relativ wenig Aufwand registrieren, und es sind sogenannte Zeigerarten: «Wenn wir diese Arten breit fördern können, dann gibt es im gleichen Lebensraum ziemlich sicher auch Käfer, Schwebefliegen, Wildbienen

oder Libellen, die von den Massnahmen profitieren», erklärt Morath.

Allerdings: Für das Bahnunternehmen bedeutet diese Förderung einen signifikanten Aufwand. Es brauchte etwa neue Mähmaschinen und das Know-how, wie man diese bedient. «Eine solche Umstellung läuft nicht ganz reibungslos», sagt Michael Bolt. «Wir mussten unseren Mitarbeitenden den Sinn und Zweck der neuen Vorgehensweisen genau erklären», erzählt er. «Manchmal braucht es ein wenig, bis sich ein Verständnis dafür entwickelt, warum wir diesen Aufwand betreiben. Das ist ein Prozess.»

### Wanderung entlang der Gleise

Doch der Aufwand lohnt sich. Denn die Schweizer Bahnunternehmen sind entlang ihres Streckennetzes für grosse Landflächen verantwortlich. Den Appenzeller Bahnen gehören an ihren rund 100 Gleiskilometern auf einem Gebiet zwischen Gossau und Altstätten ganze 60 000 Quadratmeter Böschungsfäche, also sechs Hektaren. Und: Das Schienennetz verbindet nicht nur Siedlungen, sondern es vernetzt auch Lebensräume. Besonders in manchen Gegenden des Mittellands haben Gleisböschungen laut GeOs das Potenzial, die wenigen noch vorhandenen wertvollen Lebensräume zu ergänzen. Sie bieten Lebensräume für Insekten und Spinnen, für Reptilien und Säugetiere. Darin können sich zum Beispiel Blindschleichen oder Hermeline über weite Strecken fortbewegen. Das ist wichtig, um neue Lebensräume zu besiedeln, und für den genetischen Austausch.

Sogar die Rangierbahnhöfe der Bahnunternehmen seien wertvoll, sagt auch Fanny Kupferschmid, wissenschaftliche Mitarbeiterin beim BAFU. Denn zwischen ihren Gleisen ist es sehr trocken. «Das sind ideale Bedingungen für spezialisierte Arten, die man auf den anderen, homogenen Flächen des Mittellands nicht mehr findet.»

Kupferschmid ist bei der BAFU-Sektion Landschaftsmanagement für die Bahnunternehmen zuständig. Wie die Appenzeller Bahnen sind auch die über 30 weiteren Bahnunternehmen

der Schweiz vom Bund dazu aufgerufen, die Biodiversität zu fördern. Gemäss der Leistungsvereinbarungen mit dem Bundesamt für Verkehr (BAV) müssen sie unter anderem den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln reduzieren und mittelfristig mindestens 20 Prozent ihrer Grünflächen im Bahnbereich naturnah gestalten und so die Artenvielfalt fördern. Dafür erhalten sie vom BAV eine Entschädigungspauschale. Das BAFU hat die Aufgabe, die Anforderungen zu kommunizieren und zu überprüfen. Jedes Jahr reichen die Bahnunternehmen einen entsprechenden Bericht ein. «Wir bewerten jeweils die getroffenen Massnahmen, wie sie umgesetzt wurden und was man allenfalls besser machen könnte», sagt Kupferschmid.

Ihr ist bewusst, dass das Engagement der Bahnen für mehr Biodiversität Zeit braucht. «Selbst wenn sie stark motiviert sind, etwas für die Biodiversität zu tun, werden sie auf Schwierigkeiten stossen», räumt Kupferschmid ein. Weil Bahnunternehmen hohe Anforderungen punkto Sicherheit erfüllen müssen, seien Änderungen grundsätzlich herausfordernd. «Wichtig ist aber: Es gibt für Schwierigkeiten auch Lösungen.» So musste etwa die Maschine für das schonendere Mähen mit dem Mähbalken erst entwickelt werden wie auch die Methode, um sie am besten einzusetzen. Inzwischen ist sie bei den Appenzeller Bahnen zum Standard geworden. Kupferschmid weist auch auf den Verband öffentlicher Verkehr VöV hin, wo sich die Bahnunternehmen austauschen und gegenseitig unterstützen können.

### Neues Leben im Tümpel

Für Michael Bolt von den Appenzeller Bahnen ist indessen klar: «Was die Biodiversität angeht, haben wir eine Verantwortung.» Er und sein Team beziehen die Biodiversität ein, wo immer es sich anbietet. Wenn etwa an einer Stelle etwas umgebaut werden muss, wird geprüft, ob sich dabei gleichzeitig etwas für die Biodiversität tun lässt. Erst kürzlich hatten Bolt und Kupferschmid ein Erfolgserlebnis: In einem neu angelegten Tümpel kurz vor Appenzell fanden sich schon anderthalb Jahre später Kaulquappen, wahrscheinlich



Auch in steilem Gelände lässt sich schonend mähen, um die Biodiversität zu fördern.

von Erdkröten – neues Leben in einem neuen Lebensraum.

Dagegen wird es noch einige Zeit dauern, bis die Auswirkungen der umgestellten Böschungspflege ersichtlich sind. Remo Morath ist inzwischen bei einer nächsten Kontrollfläche bei Waldstatt angelangt, wo er weitere Tagfalterarten entdeckt, beispielsweise zwei hübsche Hauhechel-Bläulinge. Und hier hört er nun auch das Zirpen einer anderen Heuschreckenart als der zahlreichen Grashüpfer, nämlich das einer Strauchschrecke. Noch zwei weitere Jahre wird das GeOs-Team jeweils im Sommer Tagfalter- und Heuschreckenarten erfassen. Danach wird drei Jahre pausiert und dann nochmals drei Jahre gemessen. «Aus dem Vergleich lässt sich dann abschätzen, wie stark der angepasste Böschungsunterhalt die Biodiversität beflügelt hat.»

#### — KONTAKT

Fanny Kupferschmid  
Sektion Landschaftsmanagement,  
BAFU  
fanny.kupferschmid@bafu.admin.ch

#### — LINK ZUM ARTIKEL



bafu.admin.ch/  
magazin2024-1-10



# Neu gibt es ein medizinisches Beratungsnetz

Zwar lassen sich die ursächlichen Zusammenhänge wissenschaftlich nicht bestätigen, unbestritten ist aber, dass die Symptome elektrosensibler Menschen real sind. Mit einem neuen Beratungsnetz soll die medizinische Versorgung der Betroffenen verbessert werden. Die Massnahme geht auf einen Beschluss des Bundesrats zurück.

TEXT: CAROLE BERSET

Sie haben Kopfschmerzen, Konzentrationschwächen und Gedächtnisprobleme: Rund fünf Prozent der Schweizer Bevölkerung bezeichnen sich als elektrosensibel. «Dieser Wert variiert je nach Studie zwischen einem und zehn Prozent», sagt Maurane Riesen, wissenschaftliche Mitarbeiterin beim BAFU. Ein Bericht der nationalen französischen Agentur für Lebensmittelsicherheit, Umwelt und Arbeitsschutz (ANSES) von 2018 wertete die bestehenden Studien aus und schätzt diesen Wert ebenfalls auf rund fünf Prozent.

Allerdings: Ein kausaler Zusammenhang zwischen der empfundenen Elektrosensibilität und der Exposition in elektromagnetischen Feldern – oder umgangssprachlich in Elektrosmog – liess sich bisher nicht wissenschaftlich nachweisen. Klar ist aber: Die Leiden Betroffener sind real und äussern sich in einer Vielzahl von Symptomen wie Hautrötungen, Müdigkeit, Konzentrationschwäche, Übelkeit, Herzrasen oder Verdauungsstörungen. Laut dem Bericht der ANSES werden

am häufigsten hochfrequente Quellen wie WLAN-Netze, Mobiltelefonie und Mobilfunkantennen sowie niederfrequente Quellen wie Stromleitungen und elektrische Anlagen als Gründe für das Auftreten dieser Leiden angegeben.

Weltweit hat die Schweiz eine der strengsten Regelungen zum Schutz der Bevölkerung vor solcher nichtionisierender Strahlung. Im Jahr 2000 hat der Bundesrat die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NiSV) in Kraft gesetzt, in der unter anderem die von der internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung empfohlenen Grenzwerte übernommen wurden. Zudem wird das Vorsorgeprinzip angewendet, um die Strahlenbelastung dort zu begrenzen, wo sich Menschen meist während längerer Zeit aufhalten. Etwa in Wohnungen, Schulen, Spitälern oder an ständigen Arbeitsplätzen. Dennoch fühlen sich nicht alle elektrosensiblen Personen ausreichend geschützt.

## Ein wenig beachtetes Leiden

«Nach einem Test, bei dem ich mich während einer gewissen Zeit keiner Strahlung exponierte, wurde mir bewusst, wie sehr Elektrosmog in meiner Umgebung mich beeinträchtigt – und zwar so stark, dass ich kein normales Leben mehr führen kann», sagt Bruno Cardona, Hypnosetherapeut und Geobiologe sowie Vorstandsmitglied des Vereins «Alerte Romande aux Rayonnements Artificiels», der für die Gefährdungen durch Strahlung sensibilisieren will. «Meine Blutwerte waren normal und mein Hausarzt sagte mir, dass er nichts für mich tun könne. Erst 2021 untersuchte eine spezialisierte Ärztin mein Krankheitsbild. Es war eine Erlösung für mich, endlich verstanden zu werden und Hilfe für mein Leiden zu bekommen.»

Nach wie vor sind die Mechanismen hinter der Elektrosensibilität aber nicht geklärt. Anerkannte medizinische Diagnosekriterien oder Messwerte gibt es nicht, ebenso wenig eine anerkannte Diagnose von



«Der Elektrosmog  
beeinträchtigt mich  
so stark, dass ich kein  
normales Leben mehr  
führen kann.»

#### **Verbesserung der medizinischen Versorgung**

«Für mich ist eine strenge elektromagnetische Hygiene notwendig», sagt Bruno Cardona. «Seit drei Jahren habe ich kein Handy mehr und weder WLAN noch kabelgebundenes Ethernet zu Hause. Ich habe die Seitenwände meiner Wohnung gegen die WLAN-Netze der Nachbarschaft abgeschirmt. Und auch die Aussenwände gegen die Strasse hin sind geschützt, damit der Elektrosmog der Umgebung nicht in meine Wohnung eindringen kann. All dies bedeutet auch, dass mein Sozialleben stark eingeschränkt ist.» Auch strahlenabweisende Kleidung wie Kappen, Schlauchschals, Overalls oder Handschuhe für das Tippen auf einer PC-Tastatur sind für Cardona unverzichtbar.

Bruno Cardona erholt sich im Wald  
in der Nähe von Delémont.

Elektrosensibilität. Darum stehen Ärztinnen und Ärzte dieser Problematik und den Betroffenen oft hilflos gegenüber. «Ich habe eine lange und einsame Irrfahrt durch die medizinischen Instanzen hinter mir, in der meine Symptome und deren Ursache oft nicht anerkannt wurden, sogar von meinen Angehörigen. Im Nachhinein wurde mir klar, dass die Medizinerinnen und Mediziner für diese Art von Symptomen einfach nicht ausgebildet waren», sagt Cardona. Die persönliche

Situation Betroffener kann für sie sehr belastend sein, auch finanziell. «Wir glauben, dass ein Netzwerk von speziell ausgebildeten Ärztinnen und Ärzten Personen, die sich als elektrosensibel bezeichnen, eine bessere medizinische Betreuung bieten kann, sodass sich ihr Wohlbefinden verbessert», sagt Maurane Riesen vom BAFU. «Weil sie die Auswirkungen in ihrem Alltag derart stark spüren, ändern manche Betroffene ihr Leben von Grund auf, um elektromagnetische Strahlung zu vermeiden.»

Im Jahr 2019 veröffentlichte die vom Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) eingesetzte Arbeitsgruppe Mobilfunk und Strahlung einen umfassenden Faktenbericht. Auf dieser Grundlage beschloss der Bundesrat 2020, ein Monitoring der nichtionisierenden Strahlung einzurichten und eine umweltmedizinische Beratungsstelle für nichtionisierende Strahlung zu schaffen. Daraufhin hat das BAFU das Institut für Hausarztmedizin der Universität Freiburg beauftragt, das erste medizinische Beratungsnetz für nichtionisierende Strahlung aufzubauen, namens MedNIS. «Das Beratungsnetz hat seine Arbeit

# SOWOHL BETROFFENE ALS AUCH ÄRZTINNEN UND ÄRZTE BEGLEITEN



Diana Walther ist leitende Ärztin des neuen schweizerischen medizinischen Beratungsnetzes für nichtionisierende Strahlung MedNIS. Sie betont die Bedeutung einer Anlaufstelle mit ausgebildeten Fachleuten, an die sich sowohl Betroffene wie auch Hausärztinnen und -ärzte wenden können.

im September 2023 aufgenommen», erzählt Maurane Riesen. MedNIS besteht aus Ärztinnen und -ärzten aus der ganzen Schweiz, die eine Weiterbildung beim Netzwerk absolviert haben. Das Ziel: Hausärztinnen und -ärzte im Umgang mit elektrosensiblen Personen zu unterstützen und die Betreuung zu verbessern. «Zudem möchten wir die Forschung zu Elektrosensibilität voranbringen und medizinische und wissenschaftliche Grundlagen schaffen, um Betroffene besser behandeln zu können», sagt Riesen. «Wir planen, eine Gruppe von Personen zusammenzustellen, die sich bereit erklären, ihre medizinischen Informationen zu teilen. Das sollte helfen, diese Problematik besser zu verstehen.»

— **KONTAKT**  
Maurane Riesen  
Sektion Nichtionisierende  
Strahlung NIS, BAFU  
maurane.riesen@bafu.admin.ch

— **LINK ZUM ARTIKEL**



bafu.admin.ch/  
magazin2024-1-11

## Diana Walther, wie kann das MedNIS-Beratungsnetzwerk die Situation von Patientinnen und Patienten verbessern?

**Diana Walther:** Elektrosensible Personen leiden häufig doppelt, denn zusätzlich zu den teils stark einschränkenden Symptomen wird ihr Leiden von Ärzten, Arbeitgeberinnen, Angehörigen und der Gesellschaft nicht immer anerkannt. Unser Ziel ist es, diesen Menschen einen Ort zu bieten, an dem sie ernst genommen und ganzheitlich betreut werden. Mit der Zeit wollen wir mithilfe der Rückmeldungen der Betroffenen und der Ärztinnen und Ärzte die Betreuung anpassen und verfeinern.

## Warum ist ein solches Netzwerk auch für die Ärzteschaft wichtig?

**DW:** Dank MedNIS können Hausärztinnen und Hausärzte, die sich mit Elektrosensibilität nicht gut auskennen, ihre Patientinnen und Patienten an spezialisierte Mediziner überweisen. Oder Personen, die eine elektromagnetische Hypersensibilität bei sich vermuten, können sich an eine Ärztin oder einen Arzt aus dem Netzwerk wenden. Diese Konsultation wird als normale medizinische Leistung nach dem TARMED-Tarif abgerechnet und ist eine wertvolle Unterstützung für die weitere Betreuung Betroffener in der Hausarztpraxis.

## Worin besteht die MedNIS-Weiterbildung für Ärztinnen und Ärzte des Netzwerks?

**DW:** Einen Tag lang werden unterschiedliche Aspekte thematisiert.

Ein wichtiger Teil behandelt die Epidemiologie, die Symptome und die Geschichte der elektromagnetischen Hypersensibilität. Dazu schauen wir uns die Strahlungsquellen und die Expositionsmessungen sowie die gesetzlichen Grundlagen an. Zudem haben wir eine Liste mit empfohlener Fachliteratur zum Thema zusammengestellt. Ab 2024 planen wir einen Fortbildungstag pro Jahr sowie einen vierteljährlichen Qualitätszirkel. Darin treffen sich dann die behandelnden Ärztinnen und Ärzte, um sich zur Betreuung Betroffener auszutauschen.

## Welche Therapiemöglichkeiten für Elektrosensibilität gibt es heute?

**DW:** Ein wichtiger Teil ist, die Strahlungsexposition Betroffener zu reduzieren. Dabei muss die Verhältnismässigkeit gewahrt sein, damit die Betroffenen nicht etwa komplett sozial isoliert werden. Parallel dazu gilt es, ihren allgemeinen Gesundheitszustand zu verbessern, um die Resilienz gegenüber elektromagnetischen Feldern zu stärken. Ein erholsamer Schlaf, eine ausgewogene Ernährung und regelmässige körperliche Aktivität tragen dazu bei, ein Gleichgewicht zu finden. Manchen Betroffenen können bestimmte Vitamine und Mineralstoffe oder andere Nahrungsergänzungsmittel helfen. Jede Situation muss aber einzeln beurteilt werden.



GEGEN STRASSENLÄRM

# Lärmarme Beläge sind nicht nur leise, sondern auch ökologisch

Spezielle Strassenbeläge reduzieren den Verkehrslärm, müssen aber häufiger ersetzt werden als herkömmliche Beläge. Eine Studie des BAFU hat nun die Umweltauswirkungen der verschiedenen Beläge berechnet. Sie kommt zum Schluss: Lärm- und Klimaschutz müssen sich nicht widersprechen.

TEXT: ROLAND FISCHER

Lärm ist nicht einfach nur lästig. Lärm kann ernsthaft krank machen. So steigt durch lärmausgelöste Stressreaktionen das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Diabetes, wie eine gross angelegte Schweizer Studie 2019 zeigte: Pro Jahr erkranken in der Schweiz durch Strassenlärm ganze 2500 Personen neu an Diabetes und 450 Menschen sterben gar vorzeitig an den Folgen Strassenlärms. Insofern muss man diesen zu den schädlichen Umwelteinflüssen zählen, die es einzudämmen gilt. «Und zwar möglichst an der Quelle, das ist eine gesetzliche Verpflichtung», sagt Sophie Hoehn, Leiterin der Sektion Strassenlärm beim BAFU. Eine der besten Massnahmen dafür – neben Temporeduktionen – sind sogenannte lärmarme Beläge, auch «Flüsterbeläge» genannt.



Strassenlärm bedeutet Stress für Anwohnende. Jetzt ist klar: Lärmschluckende Strassenbeläge sind nicht umwelt-schädlicher als herkömmliche.

### Lärmschluckender Asphalt

Solche erstmals in den 1980er-Jahren entwickelten Asphalte enthalten viele kleine Hohlräume und sorgen dafür, dass das Rollgeräusch eher geschluckt als reflektiert wird. Die Strasse wird buchstäblich zu einem Schwamm, der Schall in sich aufsaugt. Die besten dieser Beläge reduzieren den Lärm um bis zu neun Dezibel, wenn sie frisch aufgetragen sind, und nach zehn Jahren immer noch um drei bis vier Dezibel. Damit halbieren sie den Verkehrslärm. Doch: Die Flüsterbeläge verlieren mit der Zeit ihre akustische Wirkung, darum muss man sie öfter wechseln. Das ist nicht nur in wirtschaftlicher Hinsicht von Belang, sondern auch schlecht für die Ökobilanz. Denn jede bauliche Massnahme sorgt gehörig für CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Sollte die Tendenz also doch eher zu Belägen gehen, die möglichst lange haltbar sind? Grob betrachtet ist das ein klassischer Trade-off: Geht auf der einen Seite die Waagschale durch den verminderten Lärm hoch, geht sie auf der anderen Seite durch das häufigere Ersetzen runter. Wie also lässt sich dies lösen?

Mehr Klarheit verschaffte Fachleuten jüngst eine Untersuchung des BAFU zusammen mit drei Kantonen, in der die Ökobilanzen der Beläge ermittelt und miteinander verglichen wurden. «Mit standardisierten Methoden lassen sich alle Umweltauswirkungen in Belastungspunkte umrechnen», erklärt Sophie Hoehn. Für Flüsterbeläge hatte das bis jetzt noch niemand gemacht, so verbreitete sich die Vorstellung, dass diese nicht ökologisch seien. Hoehn wollte Fakten schaffen, auf die man sich verlassen kann, und gab darum eine umfassende Studie in Auftrag. Das bedeutete durchaus ein gewisses Risiko: «Wir wussten ja nicht, auf welche Seite der Zeiger ausschlagen wird.» Umso mehr freut sie sich über das Ergebnis: Gesamt-ökologisch betrachtet haben lärmarme Beläge keinen Nachteil verglichen mit konventionellen Strassenbelägen. Im Gegenteil: Sie schneiden tendenziell sogar besser ab. Denn auf lärmarmen Belägen ist der Rollwiderstand geringer und das sorgt für eine CO<sub>2</sub>-Reduktion im Betrieb: Man fährt nicht nur leiser, sondern auch leichter und damit klimaschonender über solche Strassen. Auch dies floss in die Ökobilanzen ein. Solch komplette Ökobilanzen zu erstellen, lohne sich, sagt Hoehn. «Nun wissen wir, dass wir mit den Flüsterbelägen gleichzeitig dem Lärmschutz, dem Klimaschutz und dem Umweltschutz gerecht werden», sagt Hoehn.

### An der Quelle ansetzen

Die Lärmexpertin hofft nun, dass die Studie in die Entscheide in den Baudepartementen einfliesst. Sie ist zuversichtlich: «Die Dinge ändern sich in den Kantonen. Bei anstehenden Strassensanierungen werden immer öfter lärmarme Beläge in Betracht gezogen.» Wäre es also angemessen, in Ortschaften, in denen Menschen vor Lärm geschützt werden müssen, immer lärmarme Beläge zu verlegen? Nicht

### PRÄZISE LÄRMBERECHNUNG

Wie laut ist es wo? Das lässt sich mit dem richtigen Material und unter geeigneten Bedingungen vor Ort messen. Doch einfacher, schneller und kostengünstiger ist es, ein Modell zu entwickeln, mit dem sich die Lärmbelastung errechnen lässt. Auch um die Wirkung von Lärmbegrenzungs-massnahmen zu bestimmen oder die zu erwartenden Lärmsituationen etwa bei Neubauten abzuschätzen, muss der Lärm prognostiziert werden. Doch die bisherigen Berechnungsmodelle bilden manche Effekte nur ungenügend ab, insbesondere die Auswirkungen von Massnahmen an der Quelle wie lärmarme Beläge oder Geschwindigkeitsreduzierungen, oder wenn elektrisch angetriebene Fahrzeuge die Strassen befahren. Nun hat die Empa im Auftrag des BAFU ein neues Strassenlärm-berechnungsmodell namens sonROAD18 entwickelt, das das alte Modell StL86+ ersetzt, das zuvor seit über 30 Jahren verwendet wurde. Damit lässt sich nun etwa die Zahl der Personen, die von Massnahmen zur Senkung des Strassenlärms profitieren, noch exakter prognostizieren.

in jeder Strasse, relativiert Hoehn, schliesslich würden die Grenzwerte nicht überall verletzt. «Aber wir hoffen, dass man ab jetzt, wenn Strassen saniert werden müssen, vermehrt auf Massnahmen setzt, die an der Quelle ansetzen.» Und das heisst eben genau da, wo der Reifen über die Strasse rollt. Am effektivsten wäre darum ihrer Meinung nach eine ausgewogene Kombination von Tempo 30 und lärmarmen Belägen. Auch Lärmschutzwände und Schallschutzfenster blieben valable Massnahmen, aber wie bei allen Umweltbelastungen gilt auch bei Lärm: Besser ist es, die Emissionen gar nicht erst entstehen zu lassen, als sich nachher mit ihren negativen Auswirkungen herumschlagen zu müssen.

#### — KONTAKT

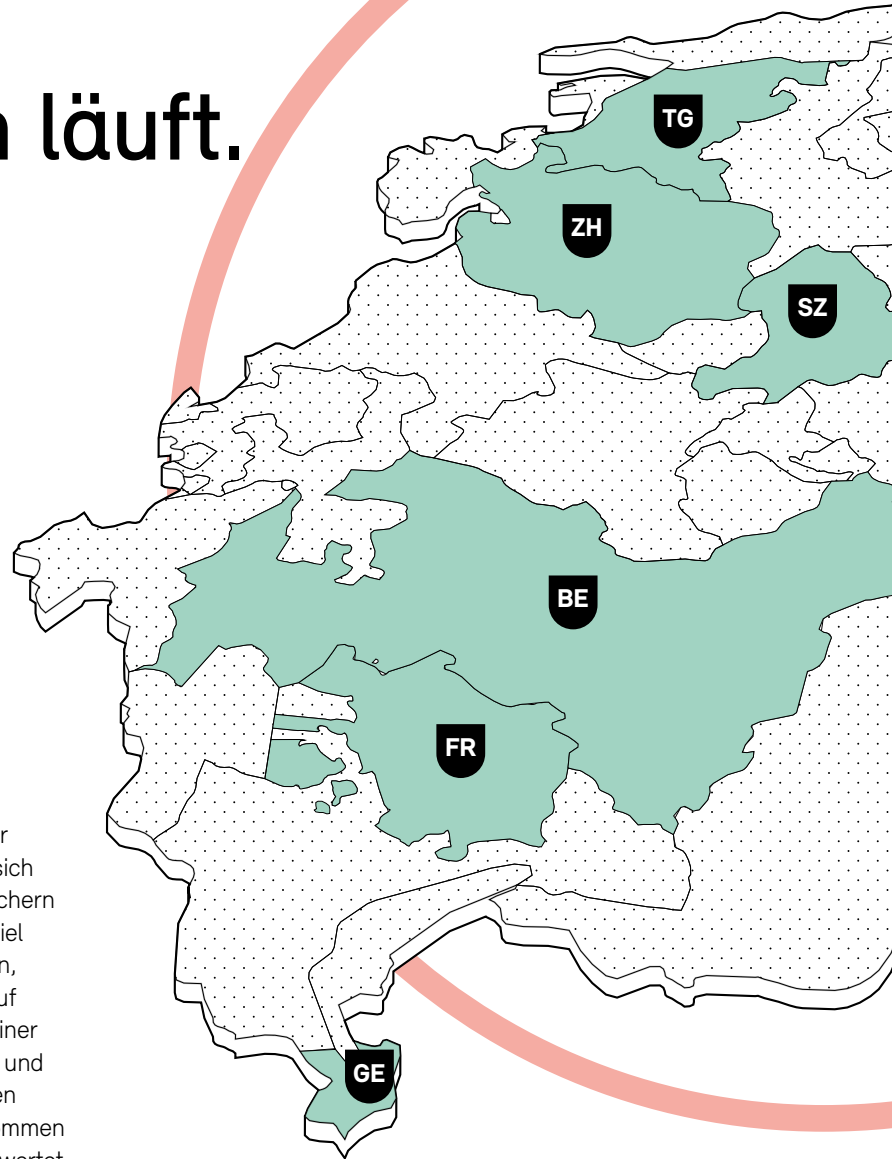
Sophie Hoehn  
Sektionschefin Strassenlärm, BAFU  
sophie.hoehn@bafu.admin.ch

#### — LINK ZUM ARTIKEL



bafu.admin.ch/  
magazin2024-1-12

# Was in Sachen Nachhaltigkeit und Umwelt in Ihrer Region läuft.



ZH

ZÜRICH

## Big Data in den Pflanzenwissenschaften

Angesichts des Klimawandels wird es immer wichtiger zu wissen, wie Pflanzen auf eine sich verändernde Umwelt reagieren. Manche reichern etwa rötliche Pigmente an, um sich vor zu viel Sonne zu schützen. Um dies zu untersuchen, setzen Forschende der Universität Zürich auf künstliche Intelligenz: Mit PlantServation, einer Methode, die eine Bildaufnahme-Hardware und eine Bildanalyse-Software kombiniert, haben sie bisher über vier Millionen Bilder aufgenommen und mithilfe von maschinellem Lernen ausgewertet. Bei herkömmlichen Methoden zur Beobachtung der Pigmentanreicherung müssen Proben entnommen werden, was die Pflanzen beschädigt.

TI

TESSIN

## Renaissance der Natur

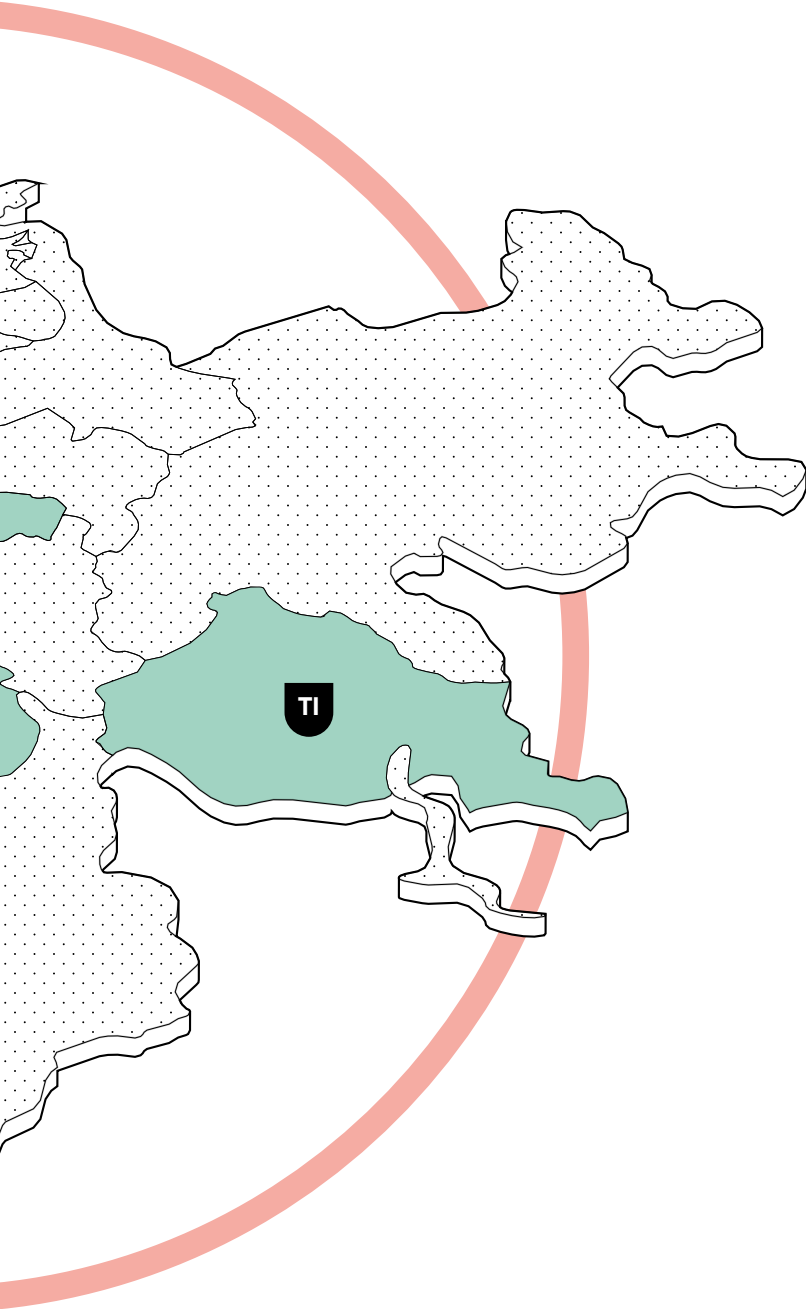
Schienen, Strassen und Stromleitungen prägen die Laveggio-Ebene im Mendrisiotto im südlichen Tessin. Bald soll aber wieder das Grün vorherrschen: Ein Projekt will den Laveggio renaturieren und die letzten naturnahen Landschaftsräume mit ihren Eisvögeln und Blaulibellen schrittweise wieder verbinden. Die gross angelegte Renaturierung mit dem Namen «Parco del Laveggio», die die Bürgerbewegung «Cittadini per il territorio» initiiert hat, zählt zu den bedeutendsten Projekten für ökologische Infrastruktur in der Schweiz.

BE

BERN

## Mögliches Verbot von Flug- und Autowerbung

«Fliegen fügt Ihnen, Ihren Mitmenschen und der Umwelt erheblichen Schaden zu.» Geht es nach den Jungen Alternativen in Bern, sollte ein solcher oder ähnlicher Warnhinweis auf Plakaten stehen, die implizit für Flug- oder Autoreisen werben. Direkte Werbung für Flugreisen und Autos wollen sie auf öffentlichem Grund ganz verbieten. Der Berner Stadtrat hat den Vorstoss mit 45 zu 27 Stimmen der Stadtregierung überwiesen, um das Verbot zu prüfen. Der Prüfungsbericht muss bis Ende 2025 vorliegen.



**TG**

THURGAU

**Schmetterlingssterben**

Die Vielfalt der Schmetterlinge im Thurgau hat abgenommen: Seltene Arten werden noch seltener, einige sind sogar ausgestorben, wie der Lungenenzian-Ameisenbläuling und das Sumpfhornklee-Widderchen. Doch der Kanton reagiert: Er unterstützt Landwirtinnen und Landwirte dabei, artenreiche Heuwiesen und Landwirte dabei, artenreiche Heuwiesen mit Blumen anzulegen und für Futterwiesen zwischen Apfelbäumen zu sorgen. Auch Privatpersonen werden ermutigt, Schmetterlingsgärten mit geeigneten einheimischen Pflanzen anzulegen.

**FR**

FREIBURG

**Mehr Tempo-30-Zonen**

Für 60 Prozent des Stadtfreiburger Strassennetzes gilt seit Oktober 2023 eine Geschwindigkeitsbegrenzung von 30 Kilometern pro Stunde. Zuvor waren es 38 Prozent der Strecken. Mit dieser Massnahme will man vor allem den Strassenlärm vermindern. Den Verkehr zu verlangsamen, erhöht aber auch die Lebensqualität, insbesondere steigt dadurch die Sicherheit auf den Strassen: Bei Tempo 30 gibt es sowohl weniger als auch weniger schwere Unfälle.

**GE**

GENÈVE

**Lichterlöschen im öffentlichen Raum**

Mit dem Projekt OptimaLux soll die öffentliche Beleuchtung im Kanton nachts ganz abgeschaltet bleiben. Derzeit bleibt etwa die Hälfte der 8500 Strassenleuchten dunkel. Trotzdem ereignen sich nicht mehr Verkehrsunfälle als früher, wie das im Jahr 2021 lancierte Projekt zeigt. Im Gegenteil: Die Fahrzeuglenkerinnen und -lenker fahren tendenziell weniger schnell und gleichzeitig aufmerksamer. Zudem helfen Dunkelzonen im öffentlichen Raum, Energie zu sparen. Und: Zu viel künstliches Licht schadet vielen Pflanzen- oder Tierarten und kann auch Menschen erheblich beeinträchtigen.

**SZ**

SCHWYZ

**Immer noch gefährdet: die Moore in Rothenthurm**

Das Rothenthurmer Mooregebiet beherbergt das grösste Hochmoor der Schweiz und ist ein symbolischer Ort für den Moorschutz. Als die Schweizer Armee hier einen Waffenplatz plante, nahm die Schweizer Stimmbevölkerung 1987 die «Initiative zum Schutz der Moore und Moorlandschaften» an. Trotz erster Regenerationsarbeiten sind die Moore aber weiterhin vom Austrocknen bedroht. Deshalb werden nun in einer neuen Etappe alte Entwässerungsgräben gefüllt und mit wasserdichten Holzwänden gesperrt, um die Moore zu vernässen und dadurch als CO<sub>2</sub>-Speicher und Lebensraum für bedrohte Arten zu erhalten.

**SZ**

SCHWYZ

**Chindsgi zwischen Bäumen und Tieren**

An vier von fünf Tagen sind sie draussen: Für die elf Buben und Mädchen aus Lauerz findet der Unterricht hauptsächlich im Freien statt. Und zwar im Natur- und Tierpark Goldau, der zu Beginn des Schuljahrs 2023 den ersten öffentlichen Kindergarten in einer zoologischen Einrichtung eröffnet hat. Die Kinder sollen bei jedem Wetter den Park erkunden, Tiere beobachten und Lernmaterialien aus der Natur nutzen – und so zu umweltbewussten, kleinen Forschenden werden. Die Pädagogische Hochschule Schwyz begleitet das zweijährige Pilotprojekt.



# «Ich liebe schwierige Bedingungen!»

Michel Roggo fotografiert seit fast vier Jahrzehnten in Flüssen und Seen auf allen Kontinenten der Erde. Dabei begegnet er unglaublicher Schönheit – und dramatischen Veränderungen.



Hier tummeln sich Barben in der Sense, in die sie flussaufwärts von der Aare und der Saane wandern, um zu laichen. Das Foto stammt vom September 2021.



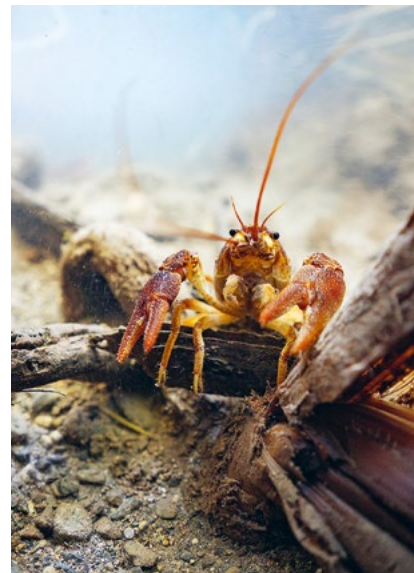
#### MICHEL ROGGO

ist 1951 geboren und wollte ursprünglich Kunst studieren. Er spielte in einer Band und zeichnete Cartoons, wurde dann aber zunächst Sekundarschullehrer. Später war er stellvertretender Leiter des Naturhistorischen Museums Fribourg.

Zur Fotografie fand er erst mit dreissig Jahren über einen Kollegen. Nach ersten Versuchen mit Tierfotografie begann er, unter Wasser zu fotografieren. Mitte der 1980er-Jahre machte er die Unterwasserfotografie zu seinem Hauptberuf.

Heute ist Michel Roggo einer der besten Süsswasserfotografen weltweit, für seine Bilder hat er zahlreiche Auszeichnungen erhalten. Seine Unterwasserwelten waren bereits in zahlreichen Ausstellungen und renommierten Magazinen zu sehen, zudem sind sie in mehreren Büchern zu bewundern. Sein neuester Bildband trägt den Titel «Aare – alles im Fluss».

Ein Dohlenkrebs im Porträt. Diese Krebsart gehört zu den seltensten in der Schweiz und ist stark bedroht. Das Bild entstand im Aubächli, einem kleinen Nebenfluss der Kander im Kanton Bern, im Auftrag des kantonalen Renaturierungsfonds.



«Mein erstes Unterwasserprojekt war, in Alaska Lachse zu fotografieren. Ich war mit dem Kanu unterwegs, da kam Tauchen schon wegen der grossen Sauerstoffflaschen nicht infrage. Also habe ich die Bilder vom Ufer aus gemacht, die Ausrüstung dafür habe ich selbst zusammengebastelt. Dazu gehören ein Fotoapparat in einem wasserdichten Gehäuse und meist ein externer Monitor, auf dem ich den Bildausschnitt sehen kann. Ausserdem ein Kabel, um die Aufnahmen auszulösen. Die Kamera positioniere ich entweder auf dem Grund des Gewässers oder führe sie an einer Stange. Mit diesem System komme ich fast überall hin und kann auch an gefährlichen Orten mit starker Strömung oder mit Krokodilen im Wasser fotografieren. Oder an sensiblen Orten, wo ich sonst Köcherfliegenlarven oder Wasserpflanzen zerstören würde. Bis heute entstehen die meisten meiner Bilder so oder ähnlich, obwohl ich unterdessen auch tauche.

Ich liebe schwierige Bedingungen! Dann ändere und prüfe ich so lange, bis es so klappt, wie ich es mir vorgestellt habe. Um in Kamtschatka, im äussersten Osten Russlands, Bären im Wasser fotografieren zu können, stellte ich die Kamera so ein, dass sie alle paar Sekunden automatisch ein Foto machte, und liess sie an einer Fischerleine im Fluss treiben.

Als Fotograf will ich in erster Linie gute Bilder machen. Solche, die überraschen

und die Menschen in der Bilderflut innehalten lassen. Seit Jahrzehnten fotografiere ich ohne Blitz, das finde ich einfach schöner. Besonders gut gefällt mir die Magie, wenn das Sonnenlicht ins Wasser dringt wie durch die Fenster einer Kathedrale.

Draussen in der Natur bin ich unglaublich gerne. Schon in meiner Kindheit bin ich viel mit dem Vater und dem Bruder zum Fliegenfischen gegangen. Da muss man die Vorgänge im Wasser genau beobachten: Wie sich die Larven der Eintagsfliegen entwickeln, wie sich die Forellen verhalten. Ich war schon damals neugierig, was da unten im Wasser passiert, und bin es bis heute geblieben.

Ich fotografiere nur im Süsswasser. Es gibt eher wenige Unterwasserbilder von Flüssen und Seen, darum gibt es immer noch etwas zu entdecken. Das Meer reizt mich nicht. Jeder weiss, wie ein Korallenriff aussieht. Und als ich einmal im Roten Meer schnorcheln war, habe ich mich gefühlt wie im Supermarkt: zu viel los, zu viele Farben. Da ist mir eine scheue Forelle in einem Bergbach lieber.

Lange war ich vor allem im Ausland unterwegs. Ich dachte, in der Schweiz kann ich auch später noch fotografieren. Aber dann, als ich in den 1990er-Jahren damit beginnen wollte, war es zu spät: Da gab es kaum noch Fische und Wasserinsekten. Das war ein Schock!

In meiner Kindheit flogen noch ganze Wolken von Insekten übers Wasser und unter Wasser war alles voller Fische. Nun aber waren viele Bäche und Flüsse tote, verschlammte Rinnsale.

Auch bei meinem Freshwater-Project, für das ich von 2010 bis 2017 vierzig Gewässer rund um die Erde fotografiert habe, wurde mir klar, wie unvorstellbar schnell sich alles verändert: Zahlreiche Seen, Gletscher und Eisberge sind in dieser Zeit dramatisch geschrumpft oder verschwunden.

Unterdessen ist es mir ganz wichtig, das zu dokumentieren, was es noch gibt. Vor Corona habe ich damit begonnen, die unglaubliche Vielfalt im Amazonas zu fotografieren. Da wimmelt es nur so von Leben. Diese Schönheit möchte ich festhalten. Damit wir begreifen, was das für ein unglaublicher Reichtum ist – den wir unbedingt erhalten sollten!

Während der Corona-Zeit habe ich dann im Auftrag des Renaturierungsfonds des Kantons Bern Gewässer fotografiert, die wieder zum Leben

erweckt worden sind. Besonders eindrücklich fand ich die Biberäue in Ferenbalm. Dort hatte man acht Jahre vorher auf einem banalen ehemaligen Maisfeld ein paar Tümpel ausgehoben. Die Idee war, Amphibien zu fördern. Und tatsächlich: Ich fand dort Wasserflöhe, Ruderfusskrebse, Eintagsfliegenlarven – und ganz viele laichende Erdkröten! Es ist schon erstaunlich, wie manchmal einfache Massnahmen grosse Veränderungen bewirken.

[roggo.ch](http://roggo.ch)

**In jeder Ausgabe von «die umwelt» schildert eine Persönlichkeit ihre Beziehung zur Natur. Maja Schaffner hat die Aussagen von Michel Roggo aufbereitet.**



1: Erdkröten-Paare zur Laichzeit: Die kleineren Männchen umklammern die grösseren Weibchen, die Eierfäden ins Wasser abgeben. Aufgenommen wurde das Bild in einem künstlich angelegten Amphibiengewässer an der Biberen bei Ferenbalm (BE).

2: In dem durch Gerbstoffe getrübbten und verfärbten Wasser lässt sich eine Schleie erahnen, ein karpfenartiger Süsswasserfisch. Hier fotografiert im Düdingen Moos im Kanton Freiburg 2021.

3: Unterwasseridylle in einem revitalisierten Abschnitt der Aare flussaufwärts von Bern, aufgenommen im August 2021. Unter den Seerosen schwimmen Döbel, eine weit verbreitete Fischart.

4: Die Beine eines Schwans, und darunter ein Schwarm Döbel – fotografiert im Januar 2010 im Rhein bei Schaffhausen.





2



3



4

## IMPRESSUM ▼

Das Magazin «die umwelt | l'environnement» des BAFU erscheint viermal jährlich und kann kostenlos abonniert werden.

**Leserservice**

bafu.admin.ch/leserservice  
+41 58 200 55 72

**Herausgeber**

Bundesamt für Umwelt (BAFU).  
Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK),  
bafu.admin.ch, info@bafu.admin.ch.

**Projektleitung**

Katrin Schneeberger, Géraldine Eicher Stucki

**Konzept | Produktion**

Jean-Luc Brühlhart (Gesamtleitung),  
Reto Tietz

**Redaktion**

Large Network, Genève: Santina Russo,  
Maria-Theres Schuler, Carole Extermann,  
Pierre Grosjean, Gabriel Sigrist,  
Carole Berset, Audrey Magat

**Externe journalistische Mitarbeit**

Julien Crevoisier, Roland Fischer,  
Erik Freudenreich, Nicolas Gattlen,  
Florian Niedermann, Isabel Plana,  
Maja Schaffner, Brigitte Wenger

**Design | Grafiken**

Large Network, Genève: Aurélien Barrelet,  
Sabrine Elias, Lena Erard, David Stettler

**Redaktionsschluss**

1. März 2024

**Redaktionsadresse**

BAFU, Kommunikation,  
Redaktion «die umwelt», 3003 Bern,  
Tel. +41 58 463 03 34  
magazin@bafu.admin.ch

**Bildnachweis**

Titelbild: Georgios Kefalas/Keystone  
S. 2/48–51 Michel Roggo  
S. 2/29–32 Raisa Durandi/Lunax  
S. 3/42 Saskja Rosset/Lunax  
S. 4 DR  
S. 5 Alamy  
S. 7 Caroline Geissbühler, SCNAT  
S. 8–9 Marlo ART pour la Ville de Versoix  
S. 11/25–28 Aurélien Barrelet  
S. 16 Armin Mathis/Keystone  
S. 18 Christine Bärlocher/Ex-Press  
S. 20 Markus Bolliger/OFEV  
S. 23 Fabrice Coffrini/Keystone/AFP  
S. 24 Laurent Kaczor/LT  
S. 33 Jean-Christophe Bott/Keystone  
S. 34 Caroline Minjolle/Lunax  
S. 36 Christian Schnur/Keystone  
S. 38–39 Santina Russo  
S. 44 Stephan Torre/Keystone

**Sprachen**

Deutsch, Französisch; Italienisch  
(nur Focus) ausschliesslich im Internet

**Online**

bafu.admin.ch/magazin

**Auflage dieser Ausgabe**

34 300 Exemplare Deutsch  
14 000 Exemplare Französisch

**Papier**

Refutura, rezykliert aus 100% Altpapier,  
FSC-zertifiziert mit Blauem Engel,  
VOC-arm gedruckt

**Schlusskorrektur, Druck und Versand**

Vogt-Schild Druck AG, Derendingen

**Copyright**

Nachdruck der Texte und Grafiken  
erwünscht, mit Quellenangabe  
und Belegexemplar an die Redaktion

ISSN 1424-7186

Schlüsseltitel: Umwelt (Bern. Print)

# PARKS, STADTWÄLDER, BEPFLANZTE BAUTEN: AUF DEM WEG ZUR GREEN CITY

Sei es beim Nachdenken auf dem Bänkli unter dem Lieblingsbaum, beim Spazieren oder Joggen im Stadtwald, beim Tai-Chi im Park, beim Gärtnern im eigenen Garten oder beim Abkühlen im Bach – grüne und blaue Freiräume laden uns ein, uns darin zu bewegen und zu entspannen. Längst ist die Bedeutung landschaftlicher Strukturen und einer vielfältigen Biodiversität auch in Siedlungsgebieten bekannt. Dennoch geht in Schweizer Städten und Agglomerationen nach wie vor jährlich ein Prozent der Grünfläche verloren. Auch die Anzahl der Stadtbäume sowie der Lebensraum für Pflanzen und Tiere insgesamt nehmen ab. Zudem wird immer mehr Bodenfläche versiegelt. Diesen Trend gilt es umzukehren. Dringend. In der nächsten Ausgabe von «die umwelt» stellen wir vor, wie das gehen kann. Wie Parks, Stadtwälder, private Gärten, Aussenräume von Siedlungen sowie begrünte Dächer und Fassaden sich zu einem hochwertigen Mosaik an wertvollen Lebensräumen zusammensetzen. Um Hitze zu mildern, die Wassermassen von Starkregen aufzunehmen, Tieren und Pflanzen Lebensraum zu bieten – und um die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen zu fördern.



Andi Hofstetter

Eine vielfältige Biodiversität und Solarstromproduktion, beides auf einem Dach.



## WERDEN SIE ABONNENT/IN

Fast 90 000 Menschen lesen dieses Magazin bereits und viele teilen es mit ihren Freunden und Verwandten. Ihr Ziel: umweltfreundliches Handeln fördern. Das ist unser aller Projekt. Sie können daran teilnehmen, indem Sie «die umwelt» kostenlos abonnieren. Per Post kommt das aktuelle Magazin jeweils zu Ihnen nach Hause.

**Kostenloses Abonnement**  
[bafu.admin.ch/leserservice](http://bafu.admin.ch/leserservice)



## ZUM TITELBILD



Die Sondermülldeponie Kölliken ist die teuerste Altlastensanierung der Schweiz. Bis 2015 wurden 600 000 Tonnen Material ausgebaggert. Inzwischen ist auch die bekannte Bogenhalle auf dem Bild Geschichte. Das Areal wird zu Landwirtschaftsland und einer Biodiversitätsförderfläche.

Retouren an:  
 Dialog World AG  
 Andrés Kobelt  
 Fürstlandstrasse 35  
 9000 St. Gallen

Post CH AG

CH-3001 Bern

P.P.