

Ohne Wasser geht nichts.
Weder auf der Erde
noch in Baden-Württemberg.
Eine Entdeckungsreise.

WASSER

Baden-
Württemberg
Stiftung

WIR STIFTEN ZUKUNFT



WASSER
Inhalt

WASSERHELDEN HEIDELBERG Seite 27	WALD ALS WASSERSPEICHER ÖSTRINGEN Seite 31	WASSERQUALITÄT TÜBINGEN Seite 11	WASSERSTOFF WERTHEIM Seite 32
SCHWAMMSTADT MANNHEIM Seite 62	JUGENDFEUERWEHR FREUDENSTADT Seite 40	KLIMARETTER MOOR KALTENBRONN Seite 68	UNTERWASSERWELT BLAUTOPF Seite 36
WASSERQUALITÄT OBERRHEIN Seite 11	WASSERWEGE ISTEINER KLOTZ Seite 52	MISSION DONAU ULM Seite 12	WASSERSPORT KIRCHENTELLINSFURT Seite 56
STREITQUELLE DONAUESCHINGEN Seite 72	SCHWIMMEN LERNEN TITISEE-NEUSTADT Seite 22	WASSERKRAFT WUTACHSCHLUCHT Seite 18	WASSERCHECKER KONSTANZ Seite 44

Wir über uns

Die Baden-Württemberg Stiftung wurde im Jahr 2000 gegründet und ist eine der großen operativen Stiftungen in Deutschland. Als unabhängige und überparteiliche Stiftung des Landes sind wir in besonderem Maße den Menschen in Baden-Württemberg verpflichtet. Mit einem klaren Auftrag und mit einer klaren Haltung gestalten wir Wandel – in Gesellschaft und Kultur, in der Bildung sowie in der Spitzenforschung. **Für eine gemeinsame Zukunft, die nicht auf das Ich, sondern auf das Wir baut.** Wir engagieren uns für eine lebendige Bürgergesellschaft und fördern soziale und kulturelle Teilhabe. Mit Ideen und mit Investitionen in Wirtschaft und Wissenschaft setzen wir uns für ein nachhaltig lebenswertes Baden-Württemberg ein: Wir stiften Zukunft.

Die Stiftung in Zahlen

2,3

Milliarden Euro beträgt das Stiftungsvermögen.

40

Millionen Euro schüttet die Baden-Württemberg Stiftung durchschnittlich jedes Jahr für ihre Programme aus.

1

Milliarde Euro hat die Baden-Württemberg Stiftung seit ihrer Gründung bereits im Land investiert.

1.500

laufende Projekte in rund 80 Programmlinien werden von der Stiftung gefördert.

37

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter hat die Baden-Württemberg Stiftung aktuell.

3

Unterstützungen hat die Baden-Württemberg Stiftung: die *Klimaschutzstiftung Baden-Württemberg*, die *Stiftung Kinderland Baden-Württemberg* und die *Stiftung Artur Fischer Erfinderpreis*.

Forschung

342.000

Schülerinnen und Schüler hat *COACHING4FUTURE* seit 2008 erreicht. Damit will sich die Baden-Württemberg Stiftung für den Fachkräftenachwuchs in den MINT-Disziplinen einsetzen, gemeinsam mit SÜDWESTMETALL und der Regionaldirektion Baden-Württemberg der Bundesagentur für Arbeit. Das Programm besteht aus fünf Modulen: Coaching-Teams an Schulen, Lehrerfortbildungen, den Trucks DISCOVER INDUSTRY und expedition d sowie dem digitalen Lerntool Mission FutureSkills. Mit multimedialen Vorträgen und einer Mischung aus Wissenschaft und Unterhaltung stellen die Coaching-Teams den Schülerinnen und Schülern verschiedene MINT-Bereiche vor.



118 Schülererfindungen

und

36 private Erfindungen

hat die Baden-Württemberg Stiftung bereits ausgezeichnet. Seit mehr als 20 Jahren unterstützt sie kreative Köpfe im Land dabei, ihre Ideen umzusetzen. So wurde 2001 gemeinsam mit Artur Fischer die *Stiftung Artur Fischer Erfinderpreis Baden-Württemberg* ins Leben gerufen. Der Wettbewerb prämiiert alle zwei Jahre die Erfindungen von Schülerinnen und Schülern sowie von privaten Tüftlerinnen und Tüftlern. Auf der diesjährigen zwölften Preisverleihung wurde neben anderen Innovationen ein Filter gewürdigt, der Mikroplastik aus Waschmaschinenabwasser zurückhält. Mit dieser Erfindung können private Haushalte dazu beitragen, die Konzentration von Mikroplastik im Wasserkreislauf zu senken.

3 Millionen Euro

fließen im Bereich Forschung in das neue Wasserprogramm *Innovative Verfahren für ein integriertes Management von Niederschlagswasser*, das die Erforschung von Wasserqualität und -technologie im Land fördern soll. Die verfügbare Menge und die Qualität von Wasser sind entscheidend für die Gesundheit von Ökosystemen, die Trinkwasserversorgung, für Landwirtschaft, Industrie und Energieversorgung. Der Klimawandel stellt die Bereiche Wasserqualität und Trinkwasseraufbereitung vor Herausforderungen. Das Forschungsprogramm soll sich dieser Aufgabe widmen und das im Land bestehende hohe Forschungspotenzial auf diesem Gebiet nutzen, Netzwerke stärken und zusätzliche Kooperationen anregen.

Bildung

13

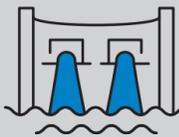
bis 15 exzellente junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die eine Professur anstreben, unterstützt die Baden-Württemberg Stiftung mit dem *Elite-Programm für Postdocs* seit 2002 im Durchschnitt jedes Jahr. Das Programm ermöglicht eigenverantwortlich beantragte und verwaltete Forschungsprojekte. Von den insgesamt 309 geförderten Postdocs sind 186 Männer und 123 Frauen. Eine von ihnen ist Ewa Borowska, die am Karlsruher Institut für Technologie untersucht, wie Antibiotika-Rückstände im Wasser zur Verbreitung von Resistenzen gegen das Arzneimittel beitragen.



2

Länder, Frankreich und Deutschland, stehen im Zentrum des Programms *Nouveaux horizons*. Das Programm verfolgt das Ziel, den europäischen Gedanken und das zivilgesellschaftliche Engagement in den Bereichen Bildung, Kultur und Zivilgesellschaft durch *gemeinnützige Zusammenarbeit zwischen Baden-Württemberg und Frankreich zu stärken. Der Rhein als Verbindungslinie zwischen beiden Ländern spielt dabei in vielen Projekten eine zentrale Rolle.*

Klimaschutzstiftung



31.000 Quadratmeter

misst das Wasserreservoir, das ein kleines Wasserkraftwerk in der vietnamesischen Provinz Quang Tri, 600 Kilometer südlich der Hauptstadt Hanoi, mit Wasser versorgt. Das Kraftwerk erzeugt sauberen Strom in einer der ärmsten Provinzen Vietnams und leistet damit einen wichtigen Beitrag zum dortigen Ausbau der erneuerbaren Energien, die emissionsintensive und gesundheitsgefährdende Stromerzeugungspraktiken ersetzen. Die Unterstützung des Wasserkraftwerks ist eines von mehreren Kompensationsprojekten, die die *Klimaschutzstiftung* über ihren Kooperationspartner myclimate anbietet.

Gesellschaft & Kultur

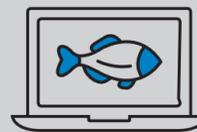


1.520

junge Talente haben bereits an der *Kulturakademie Baden-Württemberg* teilgenommen. In den Sparten *Bildende Kunst, Literatur, MINT und Musik* können Schülerinnen und Schüler ihre Begabungen jedes Jahr während zweier Kreativwochen vertiefen und weiterentwickeln. Partner sind renommierte Kultur- und Wissenschaftsinstitutionen im ganzen Land. In den 14 Jahrgängen bis heute gab es – über alle vier Fachbereiche verteilt – rund 18.000 Nominierungen durch Lehrkräfte und 8.853 Bewerbungen von den nominierten Schülerinnen und Schülern. Einer von ihnen ist Stefan Kuchelmeister. Der Schüler aus Kirchheim unter Teck hat bei der Kulturakademie 2023 einen Druckminderer weiterentwickelt, der beim Hochpumpen von Wasser in Wassertürme elektrische Energie erzeugt.

1.229

Projekte hat das Programm *mikro makro mint* bereits gefördert und damit mehr als 3.750 MINT-begeisterte Schülerinnen und Schüler erreicht. *mikro makro mint* fördert die Beschäftigung mit den MINT-Disziplinen bei Kindern und Jugendlichen ab Klassenstufe 5. Eigenständiges Arbeiten in einer Projektgruppe soll Spaß mit und Motivation für den MINT-Bereich verbinden. Das Programm findet in Kooperation mit der Ferry-Porsche-Stiftung statt. Ein aktuelles Projekt widmet sich beispielsweise Aquarienfischen. Dabei untersuchen die Schülerinnen und Schüler die Wasserchemie von Aquarien und optimieren sie für die Nachzucht anspruchsvoller Fische.



CHRISTOPH DAHL
GESCHÄFTSFÜHRER

Das Bild auf dem Cover zeigt einen Steg, der gegenüber der Insel Reichenau in den Untersee führt – den südlichen „Finger“ des Bodensees. Fotograf Tom Hegen hat sich seit seinem Studium an der Hochschule Konstanz auf Luftbildfotografie spezialisiert.



DIGITALE PERSPEKTIVEN
www.magazin-perspektiven.de

Liebe Leserin, lieber Leser,

mehrmals täglich drehen wir einfach den Hahn auf und aus der Leitung fließt frisches Trinkwasser – und das zu günstigen Preisen. Was uns selbstverständlich erscheint, ist vielerorts unvorstellbarer Luxus. Weltweit haben mehr als zwei Milliarden Menschen keinen direkten Zugang zu sauberem Trinkwasser.

Wasser ist ein Lebenselixier, es hat die Erde geformt und macht unser Leben auf dem blauen Planeten erst möglich (Seite 24). Wasser ist eine Energiequelle (Seite 18) und ein bedeutender Wirtschaftsfaktor (Seite 32). Und Trinkwasser ist eine knapper werdende Ressource, die durch den Klimawandel stark unter Druck gerät – selbst im wasserreichen Baden-Württemberg. Globale Verteilungskonflikte um den wertvollen Rohstoff bahnen sich an. Wasser wird zum politischen Diskussionsthema, weil es zu wenig oder zu viel davon gibt. Die Folgen von Hitze, Dürre und Starkregen belasten auch hierzulande Menschen und Kommunen. Doch man ist nur selten gut darauf vorbereitet (Seite 2).

Wie das Wasser genutzt wird und von wem, hat schon immer viel über die Machtverhältnisse in einem Land ausgesagt, betont der britische Historiker David Blackbourn. Das Gebiet der heutigen Bundesrepublik war bis Mitte des 18. Jahrhunderts ein sumpfiges Terrain, bevor seine Einwohner das viele Wasser in ihrem Land unter Kontrolle bekamen – etwa durch Megaprojekte wie die Begradigung des Rheins, die der Karlsruher Johann Gottfried Tulla vorantrieb (Seite 46).

Heute warten neue Herausforderungen. Viele Menschen engagieren sich, unterstützt von der Baden-Württemberg Stiftung, für den verantwortungsvollen Umgang mit der kostbaren Ressource. Sie erforschen die Wasserqualität (Seite 11), setzen sich für den Schutz unserer Flüsse ein (Seite 12) und begeistern Kinder (Seite 27) und Jugendliche (Seite 56) mit spannenden Wasserprojekten. Dieses Magazin stellt einige von ihnen vor.

Kommen Sie mit auf eine Entdeckungsreise an faszinierende Orte am und im Wasser.

Ihr Christoph Dahl



Kampf ums Wasser

Während der Bedarf an Wasser weltweit steigt, wird durch den Klimawandel immer weniger Wasser nutzbar. Konflikte um die wertvolle Ressource bahnen sich an, selbst in Baden-Württemberg – eigentlich einem wasserreichen Land. Doch auch hier sind die Böden längst zu trocken, der Grundwasserspiegel sinkt. Höchste Zeit für politische Strategien, das kostbare Lebensmittel zu schützen – und gerecht zu verteilen.

Land des Wassers:
Auf einer Länge von
rund 38.000 Kilometern
durchziehen Flüsse
und Bäche Baden-
Württemberg. Sie sind
wertvolle Lebensräu-
me für Flora und Fauna,
wie etwa der Kocher
(rechts oben), ein Ne-
benfluss des Neckars,
und die Große Lauter
(rechts unten), ein Zu-
fluss der Donau. Die
wiederum bringen Bri-
gach und Breg gemein-
sam zuwege (links).

ESSAY
BENNO STIEBER
FOTOS
GÜNTHER BAYERL





Mit seinen 4.500 stehenden Gewässern hat Baden-Württemberg, nach Brandenburg, deutschlandweit die meisten Seen. Der größte Binnensee ist der Schluchsee mit seiner gerade mal 5,1 Quadratkilometer Fläche. Denn der im Vergleich riesige Bodensee, 535 Quadratkilometer groß, gilt als internationales Gewässer. Schließlich muss sich Deutschland den Bodensee mit Österreich und der Schweiz teilen. Für die Menschen in Baden-Württemberg bleibt er trotzdem ihr „Schwäbisches Meer“, das mit unzähligen male- rischen Perspektiven gesegnet ist (im Bild der Blick auf Schloss Montfort in Langenargen).

A

Am 29. Mai 2016 kam es im Örtchen Braunsbach zur Katastrophe: Sturzartige Regenfälle im Landkreis Schwäbisch Hall füllten die Wasserstände von drei kleinen Bächen. Die eigentlich beschaulichen Rinnale verwandelten sich in reißende Ströme und traten innerhalb kürzester Zeit über die Ufer. Bald schoss eine Flut durch den kleinen Ort und riss Bäume, Autos und Teile von Häusern mit sich. Sie hinterließ Berge von Schutt und einen verwüsteten Dorfkern. Wie durch ein Wunder gab es keine Toten. Der Wiederaufbau in der Ortsmitte dauerte Jahre, die Braunsbacher mussten nach dem Starkregen Schäden in Höhe von 100 Millionen Euro verkraften. Heute wirken die Ereignisse wie ein Vorboten auf die Katastrophe im rheinland-pfälzischen Ahrtal im Jahr 2021, mit 185 Todesopfern.

Wenn Regen extrem wird, geschieht das sehr plötzlich. Die Dürre, die viele Regionen Baden-Württembergs belastet, kommt dagegen schleichend. Laut den Daten des Deutschen Wetterdienstes ist Baden-Württemberg überdurchschnittlich stark von Hitze betroffen, also von Temperaturen über 30 Grad. In den letzten 70 Jahren hat sich die Zahl der Hitzetage im Schnitt mehr als verdreifacht: auf jährlich knapp 14. In Städten wie Mannheim sind es deutlich mehr. Vor allem in den vergangenen fünf Jahren hat es zudem viel zu wenig geregnet. Die Folge: In fast der Hälfte aller Landkreise Baden-Württembergs mussten nach Angaben des Umweltministeriums in diesem Sommer Dürrewarnungen ausgegeben werden. Ausgerechnet Sigmaringen und der Landkreis Konstanz, die beide ganz in der Nähe des Bodensees liegen, sind besonders von Dürre betroffen. Mehr als acht Monate im Jahr ist der Boden hier laut Dürremonitor des Helmholtz-Instituts zu trocken. Auf dem Stadtgebiet von Freiburg und Karlsruhe sind es sogar über elf Monate. Wenn dann endlich Regen fällt, kann der ausgetrocknete Boden das Wasser nicht aufnehmen. Stattdessen fließt es ab in Flüsse, Keller oder die Kanalisation und geht für die Grundwasserspeicher verloren.

Lange hatte kaum jemand wahrhaben wollen, dass sich auch Bewohner in gemäßigten Klimazonen Mitteleuropas auf Hitze und Dürre einstellen müssen – zwei weitere, dem Extremregen entgegengesetzte Erscheinungsformen der Klimaveränderung.

Früher war Wasser höchstens regional knapp. Künftig wird es auch in Baden-Württemberg immer mehr zum kostbaren Gut. Doch was passiert dann eigentlich? Und wie gut sind die Regierenden auf Mangellagen und Verteilungskonflikte vorbereitet?

Wasserkrisen und Wasserkonflikte

Wasser ist seit jeher ein Auslöser für Auseinandersetzungen zwischen Staaten. Oft gab es Krieg, wenn ein Staat versucht hat, dem anderen buchstäblich das Wasser abzugraben. Auch in aktuellen Krisen spielt Wasserversorgung eine wichtige Rolle, etwa im syrischen Bürgerkrieg. Wasser kann gar zur Waffe werden, wie die Zerstörung des Kachowka-Staudamms in der Ukraine zeigt, wahrscheinlich gesprengt von russischen Streitkräften. Eines der wichtigsten Getreideanbaugebiete der Welt wurde dabei überflutet, die Wasserversorgung ist seitdem stark beeinträchtigt und der frühere Stausee eine Wüste. Der Reutlinger Politikjournalist Jürgen Rahmig zeigt in seinem Buch *Der Kampf ums Wasser*, welche Bedeutung Wasser in künftigen Konflikten hat. Schon heute fliehen Menschen aus Dürreregionen in andere Landesteile. Im Sudan hat das einen Bürgerkrieg ausgelöst und Fluchtbewegungen bis nach Europa. Rahmig warnt, dass im Jahr 2050 rund 31 Länder der Erde unbewohnbar sein werden, wenn der Klimawandel den Wassermangel verschärft. Im *Jahrhundert der Dürre*, so der Untertitel seines Buchs, kann es zum Zusammenbruch sozialer Ordnungen kommen, wenn das Wasser ausgeht. Der Journalist zitiert ein interdisziplinäres Forscherteam der Vereinten Nationen, das Hunger, Extremwetter, Konflikte und Infektionskrankheiten als die „vier apokalyptischen Reiter“ unserer Zeit bezeichnet. Sie alle haben mit Wasser zu tun. Um diese Gefahren zu entschärfen, wäre ein globales Wassermanagement notwendig. Aber davon ist die Weltgemeinschaft weit entfernt.

Dabei kann Wasser auf unserem Planeten eigentlich nicht verloren gehen. Der Wasserkreislauf sorgt dafür, dass es immer wieder neu von der Natur aufbereitet wird (s. Grafik auf Seite 17). Süßwasser aber macht höchstens drei Prozent der weltweiten Wasserreserven aus. Das meiste davon ist in Berggletschern und Permafrostzonen gespeichert, zum Teil seit Jahrtausenden. In Form von Niederschlägen und Schmelzwasser wird es auf dem Planeten verteilt. Doch der Wasserkreislauf ist gestört, zum ersten Mal in der Geschichte der Menschheit: So steht es in einem Bericht zur UN-Weltwasserkonferenz im März 2023. Zum einen trägt der Klimawandel dazu bei, dass sich die Erde erwärmt und dadurch mehr Wasser verdunstet. Kühlt der viele Wasserdampf ab, geht das Wasser als Starkregen nieder. Zum anderen haben die massiven Eingriffe der In-

Aus der Stiftung
Forschung

WASSER- MANAGEMENT

Drei Millionen Euro fließen in ein neues Programm der Baden-Württemberg Stiftung, das die Erforschung der Wasserqualität und neue Wassertechnologie im Land fördert. Aufgrund zunehmender Wasserknappheit wird Niederschlagswasser eine immer wertvollere Ressource. Das neue Forschungsprogramm wird das bereits im Land bestehende hohe Forschungspotenzial auf diesem Gebiet nutzen, Netzwerke stärken und zusätzliche Kooperationen anregen. Mehr unter: bwstiftung.de/wasser

So beschaulich fließt der Neckar vorbei am Schloss Heidelberg, dass man nicht auf die Idee käme, in ihm ein „wildes Wasser“ zu sehen. Genau das aber bedeutet sein Name im Keltischen. Bevor der Fluss schiffbar gemacht wurde, war er für seine starken Strömungen gefürchtet.



dustriengesellschaften Konsequenzen. Wo immer mehr Fläche versiegelt ist, kann weniger Wasser versickern und sich weniger Grundwasser neu bilden. Infolge der Klimaveränderung schmelzen auch die Gletscher immer früher im Jahr ab. Dabei sollen sie in Form von Schnee und Eis eigentlich auf lange Sicht Wasser speichern und dann abgeben, wenn die Flüsse und Felder in Trockenperioden Wasser brauchen. Gleichzeitig verliert laut einer Studie, die das Fachblatt *Science* in diesem Frühjahr veröffentlicht hat, die Hälfte der größten Seen auf der Welt seit den 1990er-Jahren an Wasser. Auch der Bodensee, Deutschlands größtes Binnengewässer, wird auf einer interaktiven Karte zur Studie als austrocknendes Gewässer dargestellt.

Wasserstandsmeldungen aus Baden-Württemberg

Wer am Ufer des Bodensees in Konstanz steht, sieht an der Ufermauer die dunklen Ränder von höheren Wasserständen aus vergangenen Zeiten. Früher war der Pegel im Winter niedrig, weil das Wasser als Schnee und Eis in den Bergen blieb, und im Sommer hoch, wenn das Eis abgeschmolzen war. Heute gleichen sich die Wasserstände auf mittlerem Niveau an. Weniger Schnee bedeutet weniger Schmelzwasser im Frühjahr – mit entsprechenden Folgen für die Pegelstände. Und auch die zunehmende Dürre hat Folgen: Im heißen August 2022 waren die Wasserstände in Konstanz auf einem so niedrigen Niveau, wie es üblicherweise erst Anfang November erreicht wird. Würden die Alpen irgendwann als Wasserlieferant ausfallen, etwa weil Gletscher durch die Klimaerwärmung komplett abschmelzen, wäre nicht nur der Bodensee betroffen, sondern auch der Rhein und andere Flüsse – und damit 170 Millionen Menschen, die in Europa mit Alpenwasser versorgt werden. Aktuell erscheint dieses Horrorszenerario

höchst unwahrscheinlich, in den Planungen der Wasserversorger kommt es nicht vor.

Deutschlands größter See sichert die Trinkwasserversorgung für vier Millionen Menschen in Baden-Württemberg. Ein Leitungsnetz von über 1.700 Kilometer Länge bringt das Wasser in 183 Städte und Gemeinden, die Mitglieder des Zweckverbands Bodensee-Wasserversorgung. Das Wasser aus dem See tritt im Quellbecken des Wasserwerks am Gipfel des Sipplinger Bergs zum ersten Mal ans Tageslicht. Aus 60 Meter tiefen Wasserschichten wird es in Rohre angesaugt und auf die Anhöhe gepumpt, mit Ozon und Siebfiltern von Keimen und Schwebstoffen befreit, leicht gechlort – und so zu einem sicheren Lebensmittel. Der See, an der tiefsten Stelle 251 Meter tief, fasst 48 Milliarden Kubikmeter Wasser – das entspricht rund 400 Milliarden gefüllten Badewannen. Insgesamt bringen die Zuflüsse jährlich 11,5 Milliarden Liter in den See. Etwas mehr als ein Prozent davon darf die Bodensee-Wasserversorgung entnehmen, das ist seit 1970 durch ein internationales Abkommen zwischen den Anrainerländern Deutschland, Schweiz und Österreich geregelt. Das sei weniger, als der See durch Verdunstung verliert, erklärt die Bodensee-Wasserversorgung auf ihrer Website. Die Wasserentnahme verändere den Pegel des Sees nicht. Genug für alle also, zumindest so lange der Rhein und die anderen Zuflüsse weiter Wasser aus den Alpen liefern.

Das findet auch das Nachbarland Bayern. Der Bodensee sei auch bayerisch, postuliert Ministerpräsident Markus Söder und träumt von einer Wasserleitung vom „Schwäbischen Meer“ in die sehr trockenen Regionen in Franken. Was nach einem Wasserkonflikt klingt, könnte laut Fachleuten auch der Beginn einer Wasserkonvention zwischen den beiden süddeutschen Bundesländern sein. Über eine solche Leitung könnten auch Regionen im Norden Baden-

Wasser kann auf der Erde eigentlich nicht verloren gehen. Doch zum ersten Mal in der Geschichte der Menschheit ist der globale Wasserkreislauf gestört.

„Iller, Lech, Isar, Inn fließen
rechts zur Donau hin.“ Und
der Zusammenfluss sieht
mitunter so spektakulär aus
wie an der Landesgrenze
von Baden-Württemberg zu
Bayern. In der Nähe von
Ulm vereint sich die helle Iller
mit der dunkelblauen Donau.

Württembergs besser angebunden werden. Ob das vom Bayerischen Umweltministerium erdachte milliardenschwere Mammutprojekt überhaupt umsetzbar wäre, ist derzeit noch unklar.

Der Bodensee bildet mit seinem schier unendlich erscheinenden Wasserreservoir und dem Leitungssystem für Baden-Württemberg vielleicht so etwas wie das Rückgrat der Wasserversorgung. Doch die meisten Menschen im Land sind auf Grundwasser angewiesen, das aus Quellen und Brunnen in ihre Wasserhähne gelangt. Auch hier sinken die Grundwasserpegel nach viel zu warmen Sommern. Ein US-Forschungsteam hat mit Satellitenaufnahmen festgestellt, dass Deutschland in den letzten zehn Jahren Grundwasservorräte vom Volumen des Bodensees verloren hat. In Baden-Württemberg hat die Grundwasserbildung in den vergangenen 20 Jahren um 15 Prozent abgenommen. Bis zum Jahr 2050 könnte sie um weitere 20 Prozent sinken, schätzt das baden-württembergische Umweltministerium. In Oberried am Schauinsland im Schwarzwald hat die Gemeinde im Hitzesommer 2022, als die Brunnen trockenfallen drohten, Tankwagen bereitgestellt, um den Ortsteil Hofgrund und die Bergstation des Schauinslands notfalls versorgen zu können. Eine Vorsichtsmaßnahme. Bisher kamen die Tankwagen nicht zum Einsatz. Anders in Bräunlingen nahe Donaueschingen: Dort fuhren im Sommer 2022 Tanklaster mit 15.000 Litern Wasser vor, um die örtlichen Wasserspeicher wieder aufzufüllen. Grundwasser und Brunnen hatte bedenklich niedrige Pegelstände. Bis 2025 soll jetzt eine Leitung ins nahegelegene Donaueschingen gelegt werden, um den Wasserbedarf vor allem in einem gerade gebauten Wohngebiet zu decken. Bis zu 110.000 Kubikmeter Wasser im Jahr bekommt die kleine Gemeinde dann von der Kreisstadt, das Land subventioniert den Leitungsausbau.



Das Federseemoor im Landkreis Biberach ist das größte Moor im Süden von Deutschland – und ein Paradies für Biologinnen und Biologen: Über 270 Vogelarten, zwölf Fledermausarten und fast 600 Schmetterlingsarten sind hier beheimatet.

In Dürresommern, in Deutschland zuletzt 2010, 2016, 2018 und 2022, steigt der Wasserverbrauch pro Kopf messbar an: Privathaushalte verbrauchen mehr, in der Landwirtschaft muss mehr bewässert werden, Prozesse in der Industrie müssen stärker gekühlt werden. Gleichzeitig kann es wie etwa im vergangenen Sommer passieren, dass aus den Flüssen kein Kühlwasser mehr entnommen werden kann, weil die Pegel zu weit sinken. Und auch die Bürgerinnen und Bürger spüren die Folgen: Einzelne Gemeinden haben im Sommer 2022 den Wassernotstand ausgerufen. Gärten durften nicht mehr bewässert, Pools nicht mehr gefüllt werden und aus Flüssen und Seen durfte kein Wasser mehr gepumpt werden. Immerhin kennt Baden-Württemberg seine größten Wassernutzer und die Mengen, die sie entnehmen, besser als manch andere Landesregierung. Fast 450 Millionen Kubikmeter Wasser und damit 72 Prozent des Quell- und Grundwassers fließen in die Haushalte. 22 Prozent nutzt die Industrie. Der größte industrielle Einzelverbraucher ist die Ölraffinerie Miro im Karlsruher Hafen. Nach diesen Zahlen entfallen nur drei Prozent auf die Land- und Forstwirtschaft. Erstaunlich wenig. Weltweit gehen 70 Prozent des Wasserverbrauchs auf das Konto der Agrarindustrie. Fachleute vermuten deshalb, dass der tatsächliche Verbrauch auch in Baden-Württemberg höher liegen könnte. Auf alle Fälle erwartet das Umweltministerium aufgrund steigender Temperaturen einen erhöhten Wasserbedarf der Landwirte. Wenn Dürreperioden zunehmen, müssen Felder im großen Stil bewässert werden. Ohne sparsame Bewässerungstechniken dürfte das künftig zum Problem werden.

Die Industrie im Land muss, anders als etwa in Bayern, in Baden-Württemberg für die Grundwassernutzung bezahlen: 5,1 Cent pro Kubikmeter. Wenn sie Wasser aus Flüssen und Seen für Produktion

Verschmutzungen, Übernutzung und die Folgen des Klimawandels: Das Land wird sich verändern müssen. Vielleicht auch manche unserer Gewohnheiten. Aber es geht immerhin ums Wasser – die wichtigste Grundlage für unser Leben.

Aus der Stiftung
Forschung

INNOVATIONEN ZUR ANPAS- SUNG AN DEN KLIMAWANDEL

Mit fünf Millionen Euro finanziert die Baden-Württemberg Stiftung acht neue Projekte im Land, die vielfältige Anpassungsstrategien an den Klimawandel entwickeln – etwa zum Schutz betroffener Menschen, die zum Beispiel unter Extremwetterereignissen wie langen Hitzeperioden leiden. Im Mittelpunkt stehen neue Technologien und digitale Lösungsansätze, die für eine breite und möglichst kostengünstige Anwendung im Alltag gedacht sind. Mehr unter: [bwstiftung.de/klimaanpassung](https://www.bwstiftung.de/klimaanpassung)

und Kühlung nutzt, sind es pro Kubikmeter 1,5 Cent. Landwirte erhalten das Wasser dagegen kostenlos, müssen sich aber die Entnahme aus Brunnen und Gewässern bei der kommunalen Wasserbehörde genehmigen lassen. Das sind Regelungen aus Zeiten, in denen man Wasser im Südwesten noch für eine nie versiegende Ressource hielt. Anreize zum Einsparen bieten sie nicht. Deshalb fordern Umweltverbände höhere Industriewasserpreise, vor allem für industrielle Großverbraucher.

Qualität und Management von Wasser

Es ist aber nicht allein die Dürre, die das Grundwasser gefährdet. Am Oberrhein ereignet sich seit Jahren eine stille Umweltkatastrophe, die das Grundwasser und die Landwirtschaft in der Region massiv belastet. Durch kompostierte Papierabfälle, die als Dünger auf Feldern ausgebracht wurden, sind heute 877 Hektar Fläche mit per- und polyfluorierten Chemikalien – kurz: PFAS – verseucht. Das sind kleinste Kunststoffpartikel, die sich in Löschschäumen, Outdoorbekleidung und auf Teflonpfannen finden. Und eben in Papier, das wasserabweisende Eigenschaften hat. Diese Stoffgruppe steht unter anderem im Verdacht, krebserregend zu sein. Seitdem muss das Grundwasser beim Wasserwerk Rastatt aufwendig gefiltert werden, die Landwirte dürfen auf den betroffenen Feldern nur noch Pflanzen anbauen, die das PFAS nicht in der Frucht anreichern: Mais zum Beispiel. Wenn die Substanzen im Grundwasser angekommen sind, dürfen die Landwirte im betroffenen Gebiet das Wasser ihrer Brunnen nicht mehr ungefiltert zur Bewässerung nutzen. Nirgendwo in Deutschland ist die Konzentration der schädlichen PFAS so hoch wie in der Rheinebene – und nach Lage der Dinge wird ihr Abbau noch Jahrzehnte dauern.

Aber da Chemikalien heute grundsätzlich in so vielen Alltagsstoffen vorkommen, werden sie an immer mehr Stellen im Grundwasser nachgewiesen. Im Rahmen des Programms *Innovative Verfahren für ein integriertes Management von Niederschlagswasser* der Baden-Württemberg Stiftung untersuchen Forschende an der Universität Tübingen derzeit das Verhalten der PFAS in Versickerungsflächen und Flussläufen. Das Ziel: Erkenntnisse zu gewinnen, wie die Belastung in Fließgewässern und im Grundwasser verringert werden kann. Die PFAS sind dabei nur eine der vielen Belastungen. Nitrat und Pestizide, die vor allem durch konventionelle Landwirtschaft in das Grundwasser geraten, sind ein weiteres Problem, dem mit nachhaltiger Landwirtschaft bereits an einigen Stellen begegnet wird. Verschmutzungen, Übernutzung und die Folgen des Klimawandels: All diese Probleme greifen inein-

ander. Und es wird immer schwieriger, sie lokal zu lösen – so, wie es seit Jahrhunderten funktioniert hat. Doch ist zum Beispiel nirgends in Deutschland bisher klar geregelt, wer in einer Wassermangellage vorrangig Wasser erhält. Anders als etwa bei der Gasversorgung, wo wir spätestens seit vergangenem Winter wissen, dass die privaten Haushalte rechtlich eindeutig zuerst versorgt werden – vor Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen.

So müsse es auch beim Wasser geregelt werden, fordert Uwe Ritzer, der seit Jahren zu dem Thema recherchiert. Der Journalist warnt in seinem Buch *Zwischen Dürre und Flut* vor allem davor, Privatunternehmen die Wasserversorgung zu überlassen. In den vergangenen Jahren ist das auch in Deutschland in verschiedenen Städten und Gemeinden passiert. Diese Frage, neben vielen anderen, will die Bundesregierung im Rahmen der neuen nationalen Wasserstrategie klären, die zum ersten Mal verbindliche Maßnahmen bündeln soll, um einen naturnahen Wasserhaushalt wiederherzustellen.

Das Land Baden-Württemberg setzt derweil schon einmal auf die Gründung des Niedrigwasser-Informationszentrums (NIZ). Künftig sollen hier die Informationen zur landesweiten Wasserversorgung zusammenlaufen. Das NIZ soll zudem Leitfäden und Handlungsempfehlungen für Städte und Landkreise herausgeben. Mit einem „Masterplan Wasserversorgung“ soll erreicht werden, dass im Land langfristig nur noch das sogenannte jährliche Wasserdargebot verbraucht werden darf – jene Menge also, die sich pro Jahr in Boden, Flüssen und Seen erneuert. Dazu wird es neue Technologien wie digital gesteuerte Tröpfchenbewässerung in der Landwirtschaft und neue Kühltechniken in der Industrie brauchen. Die Menge der versiegelten Flächen muss abnehmen, Städte müssten zu Schwammstädten werden (s. Seite 62), die den Niederschlag besser speichern.

Die Bundesregierung will solche Maßnahmen zur Klimaanpassung zur Pflicht machen. Umsetzen müssen diese in erster Linie Bürgermeister und Landräte. Baden-Württemberg ist laut einer Recherche von Correctiv sowie dem Bayerischen, dem Norddeutschen und dem Westdeutschen Rundfunk relativ gut auf Hitze und Dürre vorbereitet: Mehr als zwei Drittel der Landkreise und kreisfreien Städte haben – nach eigenen Angaben – bereits Maßnahmen ergriffen. Deren Qualität und Effektivität werden aber in den allermeisten Land- und Stadtkreisen nicht evaluiert und überwacht, kritisiert Correctiv. Es ist der Beginn eines überregionalen integrierten Wassermanagements. Das Land wird sich dafür verändern müssen. Vielleicht auch manche unserer Gewohnheiten. Aber es geht immerhin ums Wasser. Die wichtigste Grundlage für unser Leben.



Copyright: Tim Kiefer, Braxant, Hubert Braxmayer (rechts oben)

Herr Fath, Sie sind Professor für Chemie. Und die Donau ist bereits der dritte Fluss, den Sie durchschwommen haben, nach dem Rhein und dem Tennessee River in den USA. Warum machen Sie das?

Andreas Fath Flüsse sind für mich Spiegelbilder der Gesellschaft. In ihnen können wir sehen, wie die Menschen leben, was ihnen die Natur bedeutet, wie sie ihren Abfall behandeln, welche Medikamente sie nehmen. Was uns das Wasser erzählt, fasziniert mich. Wir wollten mit unserer Aktion „Clean Danube“ klären, was alles in der Donau schwimmt, das da nicht reingeht. Und ein Bewusstsein bei den Menschen schaffen, den Fluss und seine Artenvielfalt zu schützen.

Wie haben Sie die Donau erlebt?

AF Sie ist die Lebensader Europas, so international wie kaum ein anderer Fluss der Welt. Über Grenzen hinweg fließt sie durch zehn Staaten und die Hauptstädte Wien, Bratislava, Budapest und Belgrad. Die Menschen, die entlang ihrer Ufer leben, haben einen engen Bezug zur Donau. Täglich erlebte ich, wie der Strom eingebunden ist, als Transportweg und im Alltag: Da angelt der Vater mit dem Sohn, Freunde paddeln, grillen und zelten am Ufer. Menschen gehen baden. Die Donau wirkt wie eine idyllische Flusslandschaft. Zumindest auf den ersten Blick.

Und auf den zweiten Blick?

AF Sagen wir es so: Ich habe es überlebt, in der Donau zu schwimmen. In vielen der Länder erinnert sie eher an einen Abwasserkanal. Einige der Staaten haben weder funktionierende Pfandsysteme noch wirksame Müllvermeidungsstrategien, sie haben keine Kläranlagen und betreiben kein Recycling. Vor allem wegen der Dürreperioden der vergangenen Jahre führt die Donau zudem weniger Wasser. Das bedeutet, dass auch Schadstoffe weniger verdünnt werden.

Was sind die größten Bedrohungen?

AF Vor allem der Plastikmüll, der das Wasser verschmutzt. Flaschen, Tüten und achtlos weggeworfener Müll finden sich am Grund des Flussbetts. Hat die Donau wenig Wasser, bleiben kilometerlange Müllstreifen am Ufer liegen, bis zum nächsten Hochwasser. Beim Schwimmen konnte ich immer wieder ein Knirschen hören: Der Fluss zermalmt das weggeworfene Plastik wie eine Mühle, zerkleinert es zu winzigen Partikeln, abgeschmirgelt an Sand und Stein. Mikroplastik nennen wir die winzigen Teilchen, von denen es mittlerweile mehr im Flusswasser gibt als Fischlarven:

Mission saubere Donau

Vom Schwarzwald bis zum Schwarzen Meer durchquert die Donau zehn europäische Länder. Andreas Fath, bekannt als „schwimmender Professor“, ist diesen großen Strom rund 2.700 Kilometer hinabgeschwommen – um ein Zeichen gegen Mikroplastik in Gewässern zu setzen. Ein Gespräch über das Projekt „Clean Danube“ und darüber, was das Wasser über die Länder entlang der Donau verrät.



Immer auf dem Sprung: der „schwimmende Professor“ (linke Seite). Während Andreas Fath Strecke macht, untersucht seine Crew auf dem Begleitschiff die unterwegs erhobenen Wasserproben. Denn in erster Linie ist „Clean Danube“ ein wissenschaftliches Projekt.



INTERVIEW
ISABEL STETTIN



Täglich schwimmen, Wasserproben nehmen, Interviews geben: Andreas Fath war unterwegs vielfach gefordert. Eine große Stütze war sein Team auf dem Begleitschiff, das beispielsweise die Wasseranalyse übernahm. Mit an Bord: ein Dokumentarfilmer.

pro Liter 2.700 Partikel. Täglich trägt die Donau vier Tonnen Plastik ins Schwarze Meer. Warum ist das so besorgniserregend?

AF Plastik ist ein hervorragender Werkstoff, für vieles sinnvoll. Aber in unseren Gewässern, im Boden und im Körper hat es nichts zu suchen. Wir haben seit dem Jahr 1950 weltweit 8,3 Milliarden Tonnen Kunststoffe produziert, kaum zehn Prozent davon recycelt und zwölf Prozent verbrannt. Der Rest befindet sich noch in Gebrauch – oder in der Umwelt. In größeren Plastikteilen können sich Tiere verfangen und verenden. Mikroplastik wiederum zieht wie ein Magnet Umweltgifte an, bindet Pestizide, Hormone, Medikamente wie Antibiotika. Fressen etwa Fische die Teilchen, landet das Gift am Ende der Nahrungskette auf unseren Tellern. Sind unsere Ökosysteme krank, erkranken auch wir früher oder später. Deswegen müssen

wir dafür sorgen, dass Plastik oder Kunststoff gar nicht erst in Gewässer gelangen. Rund 2.700 Kilometer zu schwimmen, ist eine enorme sportliche Herausforderung. Täglich waren Sie acht Stunden im Wasser, das um die zwölf Grad kalt war. Wie haben Sie das gemeistert?

AF Ich habe nie an die ganze Strecke gedacht, immer nur an die nächste Etappe. Mein Körper ist an Grenzerfahrungen gewöhnt. Ich bin seit früher Kindheit im Wasser zuhause. Als Leistungsschwimmer habe ich an Wettkämpfen in der Bundesliga und bei deutschen Meisterschaften teilgenommen. Daher bin ich darin trainiert, möglichst wenig Wasser zu schlucken. Gegen die Kälte half ein Neoprenanzug. Zudem blieb ich immer in Bewegung. Täglich legte ich bis zu 70 Kilometer zurück. Auf unserem Begleitschiff, der MS Marbach, konnte ich

mich in den Pausen mit heißer Suppe wärmen und schlafen. Unser Schiff diente als schwimmendes Labor und Hotel für unsere achtköpfige Crew.

Welche Rolle spielte Ihr Team?

AF Wir hatten eine sehr enge Verbindung. Dieser Zusammenhalt war von unschätzbarem Wert. Jeden Tag entnahmen wir Wasserproben. Mehrere Studierende von der Hochschule Furtwangen, an der ich als Chemieprofessor lehre, übernahmen die Wasseranalyse. Zwei andere leiteten unsere interaktive Wissenswerkstatt für Kinder und Jugendliche: Sie klärten auf, warum achtlos weggeworfene Bonbontüten Enten krank machen können und wie Recycling funktioniert. Wir haben überall Workshops veranstaltet, in Kooperation mit lokalen Initiativen. Zudem begleitete uns ein Dokumentarfilmer: Wir wollen langfristig etwas bewirken und das Bewusstsein der Menschen verändern.

Was haben Sie über die Wasserqualität der Donau herausgefunden?

AF An vielen Stellen war das Wasser gesundheitsgefährdend verunreinigt. In Baden-Württemberg, wo sich die Schwarzwaldflüsse Brigach und Breg zur Donau vereinen, ist die Wasserqualität noch sehr gut. Je weiter stromabwärts man aber kommt, desto mehr Müll trägt der Fluss mit sich und desto stärker war die Verschmutzung, auch weil immer mehr Abwasser aus den Städten im Wasser landete. In Serbien war die Donau mit am dreckigsten: Dort sah ich etwa, wie aus einer Industrieanlage eine rote Brühe in das Wasser geleitet wurde. Da das Land nicht zur Europäischen Union gehört, ist es nicht an die EU-Wasserrahmenrichtlinie gebunden. Die Millionenstadt Belgrad leitet ungeklärtes Abwasser einfach in den Fluss. Der Bevölkerung war das gar nicht bewusst. Es hat für einen Skandal gesorgt, als ich im Interview mit dem dortigen Frühstücksfernsehen davon berichtete und erklärte, warum ich in Belgrad das Wasser ver-

Copyright: Tim Kiefer



Aus der Stiftung Bildung

PERSPEKTIVE DONAU

Mit Perspektive Donau entsteht entlang des zweitlängsten Flusses in Europa ein Netzwerk von Menschen, das sich für nachhaltige Projekte in Bildung, Kultur und Zivilgesellschaft einsetzt. Gefördert werden Programme, die mindestens zwei Kooperationspartner aus dem Donauraum einbeziehen. Parallel zum Projekt „Clean Danube“ wurden auch die „Danube Days“ unterstützt: 14-tägige Bildungsformate zum Thema Gewässerschutz für junge Menschen zwischen zehn und 25 Jahren. Mehr unter: bwstiftung.de/donau

lassen hatte. Ausgerechnet dort, wo ich nicht schwimmen konnte, habe ich mit das größte Echo ausgelöst. Besorgniserregend fand ich auch, wie viele tote Fische uns in Budapest entgegengetrieben sind. Da bleibt die Frage, woran sie gestorben sind.

Ihre Route führte Sie auch ins ukrainisch-rumänische Grenzgebiet. Inwieweit hat der russische Angriffskrieg Ihre Reise beeinträchtigt?

AF Immer wieder hörten wir Explosionen. Wir kamen dem Kriegsgebiet nah, doch wir haben nichts riskiert. Die geplanten Workshops in der Ukraine mussten darum bedauerlicherweise ausfallen. Wir unterstützten geflüchtete Kinder aus der Ukraine mit Sachspenden. Aus PET-Flaschen recycelte Turnbeutel übergaben wir an eine Hilfsorganisation. Besonders fatal ist natürlich auch, was dieser Krieg neben der humanitären Katastrophe, neben all dem Leid, für die Umwelt bedeutet. Das Wasser wird durch die Kampfhandlungen stark kontaminiert. Wen wollten Sie mit Ihrer Aktion erreichen?

AF Unser Ziel war es, möglichst viele Menschen entlang der Ufer einzubinden und auch die Medien zu erreichen. Wir wollten möglichst viele für das Thema sensibilisieren. Kamerateams erwarteten uns an vielen Orten. In Ulm schwamm die baden-württembergische Umweltministerin Thekla Walker zusammen mit mir, in Wien empfing mich ihre österreichische Kollegin Leonore Gewessler. Es gab Empfänge mit Vorträgen und Musik, Naturspaziergänge, Kajakfahrten, Schwimmaktionen. Und wir machten Clean-ups, sammelten also Müll. Was können wir tun, um unsere Flüsse besser zu schützen?

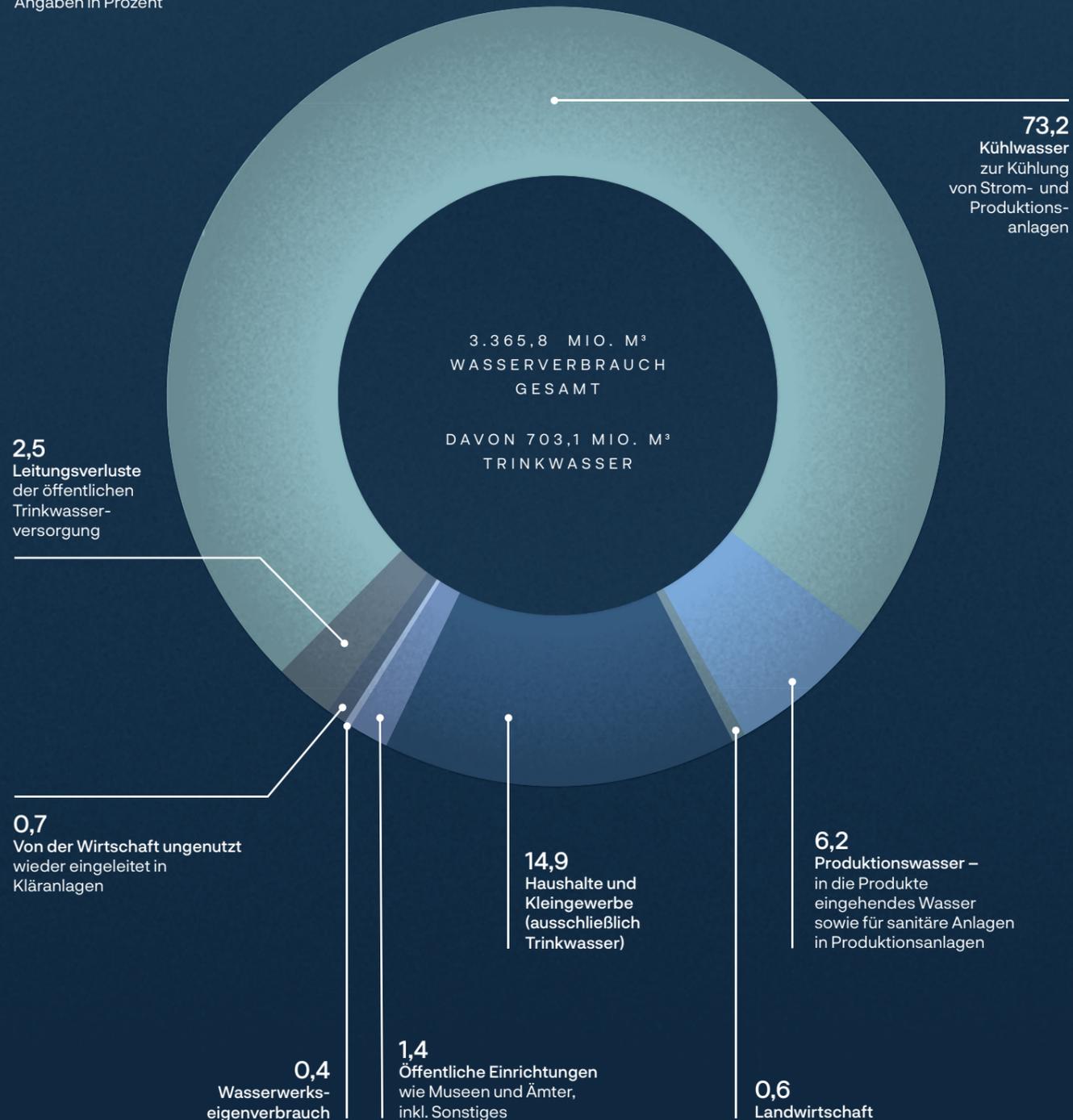
AF Im Grunde können wir alle einen Beitrag leisten, indem wir etwa Plastikmüll reduzieren und auf Mikroplastik verzichten, das auch in Zahnpasta, Duschgel und Kosmetik steckt. Es gibt Hersteller, die Mikroplastik nachhaltig ersetzt haben. Und: Autofahren reduzieren. Der Verschleiß der Reifen setzt viel Mikroplastik frei. Zudem müssen wir deutlich mehr Kunststoffabfälle recyceln. Auch Abwasser aus Kläranlagen ist häufig noch belastet, weil etwa Krankenhäuser, anders als Chemieunternehmen, von Auflagen zur Vorreinigung befreit sind. Das könnten wir ändern.

Was bedeutet Ihnen Wasser persönlich? AF Es gibt ein altes Sprichwort der Native Americans, das es auf den Punkt bringt: „Wasser ist die kostbarste Leihgabe der Natur.“ Mich fasziniert es seit jeher. Ich habe meine Frau beim Schwimmen kennengelernt. Alle meine Kinder schwimmen. Es ist das verbindende Element, unser Familienglück. Wasser ist für mich ein Rückzugsraum. Und ohne Wasser würde es uns nicht geben.

Wer verbraucht wie viel Wasser in Baden-Württemberg?

Ob als Trinkwasser, als Prozess- und Kühlwasser für die Industrie oder als Ressource für die Landwirtschaft: Wir entnehmen täglich Wasser aus ober- und unterirdischen Quellen. Das meiste davon wird nicht aufbereitet – etwa das Kühlwasser für Industrie und Energiewirtschaft, das oft aus Flüssen stammt. Nur 21 Prozent des verbrauchten Wassers, überwiegend aus Quell- und Grundwasser, werden auf Trinkwasserniveau aufbereitet, der größte Teil davon fließt in Privathaushalte.

Angaben in Prozent



Wie funktioniert der Wasserkreislauf?

Die Wassermenge auf der Erde bleibt immer weitgehend gleich, die Ozeane sind der größte Wasserspeicher des Planeten. Zum Trinken brauchen Lebewesen – Pflanzen, Tiere und Menschen – aber Süßwasser, das auch durch die Verdunstung von Salzwasser entsteht. Wasser ist ständig in Bewegung, weshalb das Bild eines Wasserkreislaufs Schule gemacht hat.



Der Wasserkreislauf beginnt damit, dass durch die Kraft der Sonne Wasser auf der Oberfläche – im Meer, in Flüssen und Seen, in Pfützen – verdunstet (1) und als Wasserdampf nach oben steigt. Auch Pflanzen geben Wasserdampf ab. In höheren Luftschichten wird es kühler, deshalb kondensiert (2) der Dampf zu Millionen Wassertropfen – Wolken entstehen. Als Niederschlag (3) gelangt das Wasser wieder auf die Erde, ein Teil bleibt an der Oberfläche, ein Teil versickert (4) und wird zu Grund-

wasser und Quellwasser. In Wasserwerken (5) wird vor allem dieses Wasser zu Trinkwasser aufbereitet. Das Trinkwasser gelangt über das öffentliche Trinkwassernetz an die Verbraucher – private Haushalte, öffentliche Einrichtungen, Gewerbe. Es wird genutzt (6) und in der Kläranlage (7) so aufbereitet, dass es wieder an die Oberfläche – zum Beispiel in einen Fluss – abgeleitet werden kann (8). Mit der Verdunstung beginnt der Kreislauf von vorne.

Die Wutachschlucht gilt als Grand Canyon des Schwarzwalds. Dass ihre Schönheit erhalten blieb, ist der ersten Bürgerinitiative in der Geschichte der Bundesrepublik zu verdanken. In den 1950er-Jahren verhinderte dort der Förster Fritz Hockenjos ein Staudammprojekt. Sein Sohn Wolf erinnert sich und erklärt, wie er die heutige Klimaschutzbewegung sieht.

Ungezähmte Energie

INTERVIEW
NATALY BLEUEL

FOTOS
BERTHOLD
STEINHILBER

Herr Hockenjos, was ist für Sie das Besondere an der Wutachschlucht?

Wolf Hockenjos Das ist schwierig in einem Satz zu beschreiben. Zum einen ist da ihre geologische und ökologische Bedeutung. Die Wutach ist der letzte Wildfluss des Schwarzwalds, die zugehörige Schlucht ein noch sehr junges Flusstal. Sie entstand nach der letzten Eiszeit, als sie quasi aus der Ur-Donau ausbrach. Weil sie fast alle Gesteinsschichten Südwestdeutschlands durchgräbt, vom kristallinen Grundgebirge bis zum Muschelkalk, ist sie ein einzigartiges Biotop für Flora und Fauna. Zum anderen verbinde ich mit der Wutach auch ganz persönliche Erinnerungen.

Sie wuchsen nahe der Schlucht im Forsthaus von St. Märgen auf, etwa 20 Kilometer östlich von Freiburg im Hochschwarzwald. Dort befindet sich auch der Zweribach, der älteste Bannwald Badens. Ein Totalreservat, in das der Mensch nicht eingreifen darf.

WH Heute noch muss ich beim Duft von Grünerlen an die Sommer meiner Kindheit am Zweribach denken. Aber auch der Pfisterwald beim Forsthaus war unser Abenteuerspielplatz, wo wir Baumhäuser bauten und Indianerkämpfe bestritten. Dass das Zweribachtal unter Schutz gestellt wurde, geht auf die Initiative meines Vaters zurück. Die Wutachschlucht ist leider nicht als Bannwald ausgewiesen. Vielleicht will man die bis zu 100.000 Touristinnen und Touristen im Jahr nicht gefährden. Für die wurden so viele Hinweis- und auch Verbotstafeln aufgestellt, dass einem die Wildnis da und dort geradezu möbliert er-

scheint. Unser Vater liebte die Wutachschlucht. Er kam von dort oft mit dreckigen Stiefeln nach Hause.

Ihr Vater Fritz war Forstamtsleiter in St. Märgen. Ab den 50er-Jahren setzte er sich sehr für den Schutz der Wutachschlucht ein.

WH Es ging um alte Pläne der Schluchseewerk AG aus der Zeit vor dem Zweiten Weltkrieg, die Wutach abzuleiten und in ihre Speicherkraftwerke einzugliedern. Der obere Teil der Schlucht sollte durch eine 62 Meter hohe Mauer gestaut und das Wasser durch einen 20 Kilometer langen Stollen zum Kraftwerk Witznau abgeleitet werden. Und das, obwohl das Flusstal seit 1939 unter Naturschutz stand. Die Schluchseewerk AG hatte am geplanten Ort der Stauwand schon erste Erkundungsschürfungen durchgeführt. Weil der Einspruch der Naturschützer auf dem Verwaltungsweg im Sand verlief, initiierte mein Vater die Gründung der Arbeitsgemeinschaft „Heimatschutz Schwarzwald“. Vom ADAC über die Bergwacht bis hin zum Schwarzwaldverein hatte er als Vorsitzender die Unterstützung von 30 Verbänden organisiert. So konnte man auf die Landesregierung Druck ausüben. Es ging über mehrere Jahre hoch her.

Ein Highlight der baden-württembergischen Natur: Die Haslach mündet hinter dem Rechenfelsen in die Wutachschlucht.



Was haben Sie, 1940 geboren, davon als Jugendlicher miterlebt?

WH Meine ersten Erinnerungen sind die Fotoexkursionen mit dem Vater in den Wald. Er hielt dann Vorträge über die Wutachschlucht, und auch da haben meine zwei Brüder und ich ihn ab und zu begleitet. Wir schoben Dias durch den Projektor, in vielen Wirtshaussälen und an der Uni Freiburg. „Rettet die Wutachschlucht“ lautete das Motto der Initiative, das auf Plakaten und in Broschüren gedruckt wurde. Es gab auch zahlreiche Exkursionen in die Schlucht.

Die intensive Öffentlichkeitsarbeit hatte Folgen, das Regierungspräsidium Südbaden – heute: Freiburg – sprach damals von einer wahren „Volksbewegung“. Wie reagierte die Gegenseite?

WH Im Februar 1955 gab es eine äußerst turbulente Kundgebung an der Uni Freiburg, bei der ich dabei war und wo es zu einem ziemlichen Tohuwabohu kam. Die Schluchseewerk AG hatte zwei Busladungen Arbeiter und Angestellte hingebacht, die sich mit Buhrufen, Pfiffen und allem Pipapo im „Kampf so vieler Menschen um Arbeit und Brot“ gegen eine „Überspitzung des Naturschutzgedankens“ stellen sollten. Ein Plakat zeigte, wie schön es doch wäre, mit einem Boot auf dem Stausee zu segeln, und wie das alles doch die Wutach gar nicht berührte. Fakt ist aber, dass die Schlucht sich beim Ausbleiben des Frühjahrshochwassers allmählich selbst zugschüttet hätte.

Ihr Vater hat mit der Arbeitsgemeinschaft 185.000 Unterschriften gegen das Projekt gesammelt – eine enorme Leistung, wenn man bedenkt, dass es keine Vorbilder gab.

WH Ja, man muss sich vergegenwärtigen, dass die Zeiten des „Wirtschaftswunders“ im Zeichen der industriellen Hochkonjunktur standen und Naturschutz da eigentlich noch kaum eine Rolle spielte. Man setzte damals ja auch noch unter Naturschützerinnen und Naturschützern große Hoffnungen in die Atomindustrie: Warum, hieß es, brauchen wir noch Speicherwasserkraftwerke, wenn es bald unermesslichen Atomstrom gibt?

Gab die „Volksbewegung“ den Ausschlag, dass die Staudammpläne im Jahr 1960 aufgegeben wurden?

WH Sie hat sicher einiges dazu beigetragen. Aber der damalige Innenminister von Baden-Württemberg, Hans Filbinger, musste das Projekt schließlich aus einem anderen Grund auf Eis legen: Die Arbeitsgemeinschaft hatte darauf hingewiesen, dass die Baugenehmigung im Naturschutzgebiet nach nationalsozialistischem Recht durch Reichsforstmeister Hermann Göring erteilt worden war. Er hatte 1941 als oberste Naturschutzbehörde dem Staudammbau

zugestimmt, was nicht rechtens war. Sie erlebten später selbst als Förster das Waldsterben und die Entstehung der Umweltschutz- und der Anti-Atomkraft-Bewegung. Wie standen Sie dazu?

WH Als Forstmann war man da mittendrin. Im Jahr 1984 hatte ich den Bildtextband *Tännlefriedhof* veröffentlicht und darin das Waldsterben dokumentiert. Gegen das Sterben der Wälder gab es 1986 auch noch eine Großkundgebung auf dem Thurner bei St. Märgen, veranstaltet von der „Initiative Schwarzwald“, einem Zusammenschluss von 36 Verbänden und Organisationen. Sogar Bundespräsident Richard von Weizsäcker war damals vor Ort, dem ich die Symptome des Waldsterbens zu zeigen hatte. Aber die Sorge um den Wald trat dann durch die Nuklearkatastrophe von Tschernobyl in den Hintergrund. Mit der Anti-Atomkraft-Bewegung hatte ich seit den 70er-Jahren klammheimlich sympathisiert. Wie beurteilen Sie die heutigen Klimaaktivistinnen und Klimaaktivisten?

WH Einerseits hege ich, wie damals für die Anti-Atomkraft-Bewegung, durchaus Sympathien für die jungen Leute. Denn die Bedrohung von Umwelt, Landschaft und Natur ist ja ungleich stärker geworden. Doch bedrohlich wird halt auch die Windindustrie und die damit verbundene Industrialisierung in den letzten naturnahen und touristisch reizvollen Landschaften wie dem Schwarzwald. Da sage ich: Windkraft ja – aber bitte dort, wo es sinnvoll und die Landschaft bereits vorbelastet ist, beispielsweise an Autobahnen. Weil für Wind- und Solarstrom die Speicher fehlen, mache ich mir Sorgen, dass womöglich die alten Pläne der Schluchseewerk AG angesichts der nationalen Energie-not nun doch wieder aus der Schublade geholt werden könnten. Man weiß ja nie.



Aus der Stiftung
Klimaschutzstiftung

Die Klimaschutzstiftung unterstützt Unternehmen und Handwerksbetriebe wie die Obere Mühle Gosbach (Landkreis Göppingen) bei einem verantwortungsvollen Umgang mit ihren CO₂-Emissionen. Die Mühle wurde bereits zweimal als klimaneutraler Betrieb ausgezeichnet. Unter anderem produziert sie ihren Strom aus Wasserkraft und kompensiert weitere Emissionen über Bergwaldprojekt e. V.

Mehr unter:
klimaschutzstiftung-bw.de

WOLF
HOCKENJOS

geboren 1940, war ein Vierteljahrhundert lang Forstamtsleiter in Villingen. Er ist Naturschützer, passionierter Fotograf und Autor mehrerer Bildtextbände. Zuletzt erschien sein Buch *Wo Wildnis entsteht* – ein persönliches Plädoyer für Bannwälder und eine Hommage an seinen Vater Fritz Hockenjos, der den Anstoß für den ersten Bannwald Badens am Zweribach gab.

Copyright: Archiv Fritz Hockenjos



Auf einer Kundgebung im Mai 1959 (linke Seite) forderte Fritz Hockenjos die Landesregierung auf, die Wutachschlucht zu erhalten – ein einzigartiges Flusstal (unten), gerahmt von Muschelkalkfelsen (oben).

Überleben im Wasser



Die Schwimmkurse der DLRG-Ortsgruppe Titisee-Neustadt finden im Bade-paradies Schwarzwald statt, das zur Thermen-gruppe Josef Wund gehört. Montags hält die DLRG hier ihre Schwimmkurse ab, oft geleitet von Albert Hug (Bild unten, Mitte).



INTERVIEW
SABINE FISCHER

FOTOS
MICHAEL SCHULZ

ALBERT HUG

57, meisterte 1984 sein erstes Rettungsschwimmabzeichen, seither engagiert er sich bei der DLRG. Als Ausbilder in Titisee-Neustadt leitet er heute vor allem Schwimmkurse für Kinder und Erwachsene. In Baden-Württemberg geht er am liebsten am Bodensee baden: Hug hat in Konstanz studiert und dabei die vielen schönen Badestellen – zum Beispiel das Hörnle – lieben gelernt.

Ertrinken ist eine der häufigsten Todesursachen bei Kindern. Auch bei Erwachsenen steigt die Zahl tödlicher Badeunfälle. Ein Gespräch mit Albert Hug von der Deutschen Lebens-Rettungs-Gesellschaft e. V. (DLRG) Titisee-Neustadt über die Hintergründe und darüber, wie man sich im Wasser schützt.

Die Zahl der Grundschul Kinder, die nicht schwimmen können, hat sich seit 2018 verdoppelt. Woher kommt das?

Albert Hug Die Schwimmfähigkeit hat vor allem während der Coronapandemie massiv abgenommen: Es gab keinen Sport- oder Schwimmunterricht und Schwimmbäder waren geschlossen. Geschätzt etwa 100.000 Kinder in Baden-Württemberg haben seitdem nicht oder nicht sicher schwimmen gelernt. Wir bieten daher einen zusätzlichen Schwimmkurs für Kinder an. Unsere Kurse sind voll und wir führen Wartelisten.

Ab wann gilt ein Mensch überhaupt als schwimmsicher?

AH Dafür sollte man das Schwimmbzeichen „Bronze“ haben, also 15 Minuten lang ohne Pause und mindestens 200 Meter weit schwimmen können. Das „Seepferdchen“ ist der Einstieg – also ein wichtiger Start für Kinder. Dafür müssen sie lediglich 25 Meter weit schwimmen und kleinere Aufgaben erledigen. Kinder, die nur das „Seepferdchen“ haben, sollten daher nicht unbeaufsichtigt baden.

Im Jahr 2022 hatten besonders Menschen zwischen 50 und 60 Jahren überdurchschnittlich viele Badeunfälle. Warum können Erwachsene nicht oder nicht gut schwimmen?

AH Es gibt ganz unterschiedliche Gründe. Manche sind zum Beispiel in Regionen aufgewachsen, in denen es kaum Gewässer gibt, und hatten daher nie Schwimmunterricht. Andere haben einen

Migrationshintergrund und kommen aus kulturellen Gründen erst spät mit dem Thema in Berührung. Wieder andere sind in der Schule durchgerutscht und haben es danach nie mehr richtig gelernt. Wir fragen den Grund aber nicht ab: Ich bin froh, wenn Erwachsene den Mut finden, sich einzugestehen, dass das Nichtschwimmen-Können ein Problem ist, und den Schritt machen, mit uns daran zu arbeiten.

Wie sehen Schwimmkurse für Erwachsene aus?

AH Während wir mit Kindern spielerisch an die Sache herangehen, können wir bei Erwachsenen mehr mit Erklärungen und Hinweisen arbeiten. Außerdem trainieren wir mit maximal drei Personen. Denn die Erwachsenen haben unterschiedliche Bedürfnisse. Es gibt Leute, die noch gar nichts können, und solche, die einen zusätzlichen Schwimmstil lernen wollen. Was aber bei allen auffällt: Ängste vor dem Wasser sind bei Erwachsenen tiefer verwurzelt als bei Kindern. Man kann mehr erklären, kommt aber langsamer voran.

Auch die Zahl der tödlichen Badeunfälle steigt: Im Jahr 2022 sind in Deutschland 355 Menschen ertrunken, 56 mehr als im Jahr zuvor. Woran liegt das?

AH Meiner Einschätzung nach geht das mit der gesunkenen Schwimmfähigkeit, aber auch mit warmen Sommern einher, in denen mehr Menschen schwimmen gehen. Je nach Gewässer gibt es unterschiedliche Gefahren: scharfe Kanten oder rutschige

Oberflächen im Schwimmbad, plötzliche Temperaturunterschiede oder Wetterlagen an Badeseen. In Seen ertrinken die meisten Menschen.

Und wie sollte man reagieren, wenn man einen Badeunfall beobachtet?

AH Einen Badeunfall muss man erst mal erkennen: Meistens geht er viel leiser vonstatten, als man sich das vorstellt. Die Betroffenen sind so damit beschäftigt, über Wasser zu bleiben, dass sie nicht um Hilfe rufen. Aufmerksam werden sollte man, wenn jemand unkoordinierte Schwimmbewegungen macht. Dann sollte man andere Menschen dazuholen und den Notruf verständigen. Entscheidet man sich, selbst ins Wasser zu gehen, sollte man ein Auftriebsmittel mitnehmen – einen Ast oder eine Luftmatratze. Daran kann sich die Person in Not festklammern.

Wie kann man sich selbst vor Badeunfällen schützen?

AH Über 80 Prozent der Badeunfälle werden durch menschliches Fehlverhalten verursacht – etwa, weil man die Wassertiefe falsch einschätzt oder alkoholisiert schwimmen geht. Generell sollte man größere Strecken nie alleine schwimmen oder eine Leuchtbu-je mitnehmen, die sich an der Badekleidung befestigen lässt. Das rettet im Zweifelsfall Leben.

Aus der Stiftung
Bildung

KOOPERATION

Die Josef Wund Stiftung (JWS) unterstützt gemeinsam mit der Baden-Württemberg Stiftung über das Programm *Talent im Land* begabte Schülerinnen und Schüler auf ihrem Weg zum (Fach-)Abitur. Die JWS setzt sich zudem mit vielen Projekten für die Schwimmfähigkeit im Land ein – ebenso wie die Stiftung *Kinderland* mit ihrem neuen Programm *Vorschulkinder lernen schwimmen*.

Es hat die Erde geformt und macht unser Leben auf dem blauen Planeten erst möglich: Wasser. Kaum ein anderes Element ist so wandelbar, so gut erforscht und doch so rätselhaft. Eine kleine Zeitreise mit dem Wasser – vom All bis zu den Ozeanen.

Wasser ist Leben

ESSAY
NINA SCHICK
FOTOS
WASSERHELDEN
SCHREIBER PÖTTER

M

Man sagt, es brauche Abstand, um Dinge klarer zu sehen. Und niemand hat so viel Abstand von den Dingen auf der Erde wie Menschen, die ins All fliegen. Astronautinnen und Astronauten lassen das irdische Leben hinter sich und blicken zurück auf die Erde. Dieser Blick, so scheint es, berührt Menschen aus allen Kulturen in gleicher Weise: Es klingt fast poetisch, wenn Raumfahrende berichten, wie zerbrechlich und schön unser Planet aussieht – und wie demütig dieser Anblick sie werden lässt. Der erste Mensch, der die Erde als Kugel sah, umgeben von der Schwärze des Weltalls, war der Fliegermajor Juri Gagarin. 1961 brachte der sowjetische Kosmonaut von seiner Reise das Bild vom blauen Planeten mit. Diesen Begriff nahm auch der aus Künzelsau stammende Astronaut Alexander Gerst auf, als er 2017 über seine erste Weltraummission sagte: „Ich dachte, der Weltraum sei ein besonderer Ort. (...) Aber der wirklich, wirklich besondere Ort darin, das ist unser einzigartiger blauer Heimatplanet.“ Ihr Blau erhält die Erde, wie sie heute ist, von ihren fünf Ozeanen. Arktischer, Atlantischer, Indischer, Pazifischer und Antarktischer Ozean bedecken zusammen mit ihren Nebenmeeren 71 Prozent der Erdoberfläche. Einzigartig macht unseren Planeten das Leben auf ihm – das einzige im Universum, von dem wir wissen. Und beides hängt miteinander zusammen: Ohne Wasser gäbe es kein Leben auf der Erde. Leben entstand vor Milliarden Jahren im

Wasser, und alles Leben braucht bis heute Wasser. Lebewesen leben im, vom und mit dem Wasser; sie bestehen größtenteils aus Wasser. Ohne Wasser gibt es kein Wachstum, keine Bäche, Flüsse, Seen und Meere, keine Vielfalt an Flora und Fauna.

Aber wieso ist ausgerechnet die Erde so stark von Wasser geprägt, warum konnte genau hier so viel Leben entstehen? „Was kosmische Maßstäbe angeht, hat die Erde gar nicht so viel Wasser“, sagt Mario Trieloff. Als Professor für Geo- und Kosmochemie forscht er an der Universität Heidelberg zur Beschaffenheit von Asteroiden und zur Datierung von Meteoriteneinschlägen, um nur zwei Beispiele zu nennen. Trieloff schildert die Entstehung der Erde, von Wasser und Leben so geduldig, verständlich und plastisch, dass er auch Laien in seinen Bann schlägt. Er erzählt vom Jupitermond Europa, unter dessen Eiskruste ein bis zu hundert Kilometer tiefer Ozean vermutet wird. Das ist fast zehnmal tiefer als die tiefste Stelle im Meer auf der Erde, der elf Kilometer tiefe Marianengraben im Pazifik. Der wesentlich kleinere Mond hat also deutlich mehr Wasser als die wesentlich größere Erde – vielleicht sogar zu viel. „Die Erde macht besonders, dass die für Leben notwendigen Elemente nicht nur vorkommen, sondern dass es sie auch im richtigen Maß gibt“, sagt Trieloff.

Wie das Wasser auf die Erde kam

Wie kam es zu dieser idealen Mischung? Beginnen wir bei den Einzelteilen. Da ist das Wasser, dessen chemische Formel fast jeder kennt: H_2O , zwei Wasserstoffatome und ein Sauerstoffatom. An Wasserstoff herrschte im Universum nie Mangel, seit kurz nach dem Urknall vor etwa 13,8 Milliarden Jahren gibt es ihn in riesigen Mengen. „Den Sauerstoff muss man erbrüten“, sagt Mario Trieloff und meint damit: Die schwereren Elemente wie Helium, Kohlenstoff und Sauerstoff entstehen durch Kernverschmelzungen in den stellaren Himmelskörpern.

Die Erfahrung, die Erde vom All aus zu betrachten, bewegt Raumfahrende aller Nationen. „Und was ich dann sah“, sagte der erste deutsche Astronaut, Sigmund Jähn, „war totale Glückseligkeit: unsere Erde, in leuchtendes Blau gehüllt.“



Bei mehr als zehn Millionen Grad und unter hohem Druck fusionieren die Atomkerne und werden freigesetzt, wenn das Leben eines Sterns endet. Wasserstoff- und Sauerstoffatome treffen aufeinander, vereinigen sich zu Wassermolekülen und treiben im All umher. Wie das Wasser aber letztlich auf die Erde kam, darüber diskutieren Fachleute bis heute. Denn auch wenn sie im kosmischen Maßstab nicht viel Wasser hat, so hat sie doch viel im Vergleich zu den Planeten, die ihr ähnlich sind: Mars, Merkur und Venus.

Im Laufe der Jahrtausende waren die Wassermoleküle nicht mehr nur frei im Weltraum unterwegs, sie setzten sich als Eis erst auf kleinen, dann immer größeren Teilchen und Körpern fest. Auch diese entstanden durch explodierende Sterne, die ihre Staubpartikel im All verstreuten. Aus diesem Weltraumstaub ballten sich allmählich die Planeten zusammen, vor rund 4,5 Milliarden Jahren auch die Erde, aus ihm entstand auch alles weitere Leben. Der Satz, der Mensch sei gemacht aus Sternenstaub, klingt poetisch und ist doch reine Wissenschaft.

Bei der Entstehung der Erde halfen wahrscheinlich auch Kleinplaneten mit einem besonders hohen Wasseranteil mit – dies ist eine der neuesten Erkenntnisse aus Trialetts Forschung. Sie schlugen auf der Erde ein, verschmolzen mit ihr und brachten einen Wassergehalt von bis zu 20 Prozent mit. Doch zunächst war die Erde zu heiß für flüssiges Wasser. Erst vor vier Milliarden Jahren kühlte sie sich ab, der Wasserdampf kondensierte, regnete über Millionen von Jahren ab und bildete die Ozeane. Der blaue Planet war geboren.

Wasser in flüssiger Form, dazu die richtige Größe des Planeten – das sind die zwei Faktoren, die dafür sorgen, dass das Wasser auch auf der Erde bleibt, wie Mario Trieloff erklärt. Der Merkur: zu klein, um leichtere Gase zu halten. Der Mars: verlor sein Wasser wohl, als sich Wassermoleküle spalteten und der Wasserstoff ins All entwich. Die Venus, etwa gleich groß wie die Erde und mit großen Mengen Wasser ausgestattet, aber: zu nah an der Sonne, so dass ein galoppierender Treibhauseffekt in der Frühzeit des Planeten das Wasser verdampfen ließ. Wäre die Erde also kleiner oder näher an der Sonne, wäre sie entweder erkaltet oder all ihr Wasser wäre verdampft. Leben, wie wir es kennen, wäre dann auf der Erde nicht möglich.

Wann, wo und wie genau das erste Leben auf dem blauen Planeten entstand, ist noch umstritten. Nur eines ist sicher: Es fand im Wasser statt. Wasser war das Lösungsmittel, in dem die ersten einzelligen

Mikroben vor etwa vier bis 3,5 Milliarden Jahren entstehen konnten – sei es nun in Erdspalten am Meeresgrund, in hydrothermalen Schloten der Tiefsee oder doch in seichterem Wasser.

Diese einzelligen Mikroben nahmen Mineralstoffe auf, um Energie zu gewinnen. Als Blaualgen bekannte Bakterien erfanden vor circa 3,5 Milliarden Jahren den wichtigsten biochemischen Prozess der Erde: die Photosynthese. Die Organismen nutzen Licht, Wasser und Kohlendioxid, um Zucker herzustellen und Sauerstoff freizusetzen. Dieser Vorgang hatte anfangs aber nur wenig Auswirkungen auf den Planeten, weil der Sauerstoff mit Eisen und Schwefelverbindungen reagierte, die in den Ozeanen vorkamen. Erst vor etwa 2,3 Milliarden Jahren gelangte das Gas aus den Meeren auch in die Atmosphäre. Dieser Prozess veränderte die Welt: Die Produktivität der Biosphäre erhöhte sich um den Faktor 1.000, und der freigesetzte Sauerstoff reicherte sich im Laufe der Zeit in der Atmosphäre an. Von da an wurde das Leben immer komplexer – auf das Wasser angewiesen blieb es. Der „Urknall des Lebens“ fand vor etwa 540 Millionen Jahren in den Ozeanen statt: Mit der Kambrischen Explosion – benannt nach der erdgeschichtlichen Periode Kambrium – begann sich eine Vielzahl neuer Lebewesen zu entwickeln, zum ersten Mal auch mit festen Körperhüllen und Skeletten. Das war die Voraussetzung für das, was etwa 150 Millionen Jahre später geschah: Mit dem Ichthyostega – einem Brückentier zwischen Fisch und Amphibium – ging das erste Wirbeltier an Land. Die feste Hülle brauchte es, um das lebensnotwendige Wasser, das nun nicht mehr unmittelbar zur Verfügung stand, mit an Land zu nehmen: „Wir tragen unseren eigenen Mini-Ozean mit uns herum“, sagt Mario Trieloff über den Menschen, aber auch über die Tiere allgemein. Ein Mensch besteht zu etwa zwei Dritteln aus Wasser, ein Regenwurm zu 85 Prozent, Säugetiere zu 50 bis 70 Prozent.

Wasservariationen und Wasserhelden

Ganz selbstverständlich bestimmt Wasser unser Leben und widersetzt sich dabei Naturgesetzen, vollführt Tricks und zeigt Merkwürdigkeiten, die wir von keinem anderen Stoff kennen. Die Anomalien des Wassers sind zahlreich und größtenteils unerklärt. „Von allen bekannten Flüssigkeiten ist Wasser die am meisten untersuchte und am wenigsten verstandene“, sagte der Chemiker Felix Franks, der in den 1970er-Jahren ein siebenbändiges Standardwerk über Wasser verfasste und den Spitznamen „Water Franks“ trug. Als einzige Flüssigkeit zieht Wasser sich bei Kälte nicht immer weiter zusammen, sondern hat seine größte Dichte bei 4 Grad Celsius. Darunter dehnt es sich wieder aus. Das ist der Grund, warum Eiswürfel auf Getränken schwimmen – kein anderer Stoff schwimmt im festen Zustand auf seiner eigenen Flüssigkeit. Gewässer frieren deshalb von oben und nicht vom Grund her zu. Allein diese Besonderheit sicherte während der Eiszeiten das Überleben von Organismen am Meeresgrund. Während der Mensch mit körperli-

Aus der Stiftung
Bildung

BADEN- WÜRTTEMBERG- STIPENDIUM

Das Baden-Württemberg-STIPENDIUM fördert seit 2001 den internationalen Austausch junger Menschen. Mehr als 28.000 Stipendiatinnen und Stipendiaten aus 124 Ländern wurden bislang unterstützt. Das Jahrestreffen 2023 beschäftigte sich mit dem Thema „Wasser“ – und einem globalen, nachhaltigen Wassermanagement. Mehr unter: bw-stipendium.de



„Wasserhelden“ bei der Arbeit: Das Projekt der Heidelberger SRH Hochschule, das von der Baden-Württemberg Stiftung gefördert wird, richtet sich an Grund- und Vorschulklassen. An Bächen in der Region untersuchen sie die Qualität des Wassers und erforschen, welche Lebewesen hier beheimatet sind – und wie der Mensch Bäche, Flüsse und Seen verändert.



Wann, wo und wie genau das erste Leben auf dem blauen Planeten entstand, ist noch umstritten. Nur eines ist sicher: Es fand im Wasser statt.

Was auf den ersten Blick wie ein modernes Kunstwerk wirkt, ist eine Szene aus der Natur. Dieses Satellitenfoto zeigt die Tschuktschensee im Nordpolarmeer, vor der Küste Alaskas. In hunderten von Blautönen blüht dort Phytoplankton: mikroskopisch kleine, von der Sonne angetriebene Organismen, die in der Nähe der Meeresoberfläche schweben und mit den Strömungen treiben. Dieses Naturphänomen tritt auf, wenn sich das kühle, salzige Wasser der Tschuktschensee mit dem wärmeren Wasser in Küstennähe vermischt.



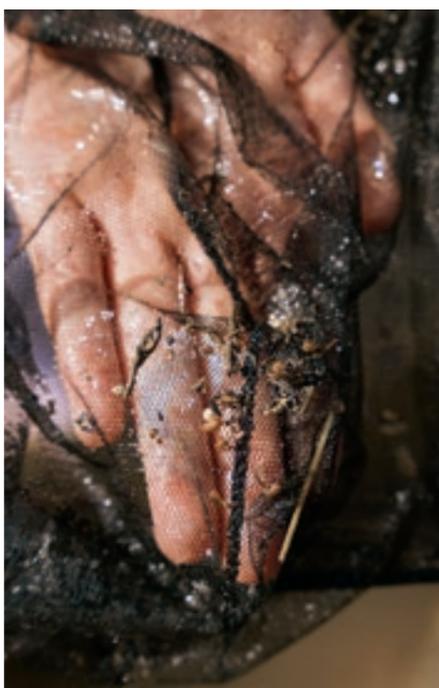
Über das Projekt „Wasserhelden“ sammeln die Schülerinnen und Schüler direkte Naturerfahrungen. Und sie lernen, wie sie selbst achtsam mit der wertvollen Ressource Wasser umgehen können. Vom Tag am Bach nehmen die „Wasserhelden“ Tipps zum Wassersparen mit nach Hause und informative Bücher zum Selberlesen oder zum Vorlesen.



Aus der Stiftung **Bildung**

TALENT IM LAND

Das Stipendienprogramm **Talent im Land** unterstützt seit 2003 begabte Schülerinnen und Schüler, die Hürden zu überwinden haben. Finanzielle Förderung, Seminare und Beratung helfen den Jugendlichen auf ihrem Weg zum Abitur oder zur Fachhochschulreife. Die Sommerakademie 2022 stand im Zeichen des Wassers: des Stoffes, „der das Leben zusammenhält“. Mehr unter: talentimland.de



chem Einsatz und Erfindungsgeist versucht, die Schwerkraft zu überwinden, gelingt dies dem Wasser ohne technische Hilfsmittel: In Pflanzen steigt das Wasser durch die Wurzeln von tief in der Erde nach oben in die Blätter, wo es für die Photosynthese benötigt wird. Ursache für dieses Verhalten ist die Kapillarwirkung. Die Wassermoleküle sind „anhänglich“ im wahrsten Sinne des Wortes. Sie heften sich gerne an etwas, vor allem aneinander. In engen Hohlräumen, Poren, Röhren – Kapillar kommt vom lateinischen Wort für „Haar“ – steigt Wasser ohne Einwirkung von außen nach oben, weil die Wassermoleküle danach streben, beieinanderzubleiben und so einander mitziehen. Diese Kohäsion verleiht dem Wasser auch seine Oberflächenspannung. Übers Wasser zu gehen – es ist möglich, zwar nicht für Menschen, aber für kleine Tiere. Wer hat nicht schon einmal begeistert Wasserläufer auf einem Teich beobachtet?

Von ihren ersten Lebensmonaten an übt Wasser auf Kinder eine besondere Faszination aus. Kaum ein Kind, das von Teich, See, Meer, Bach, Fluss und Schwimmbad nicht magisch angezogen wird und dort planscht, spritzt, spielt, baut und schwimmt. Diese Neugier und Freude an Wasser macht sich Ulrike Gayh zunutze. Die Professorin an der Heidelberger SRH Hochschule leitet das Projekt „Wasserhelden“, das die Baden-Württemberg Stiftung fördert. Jeden Monat bietet Gayh einer Grund- oder Vorschulklasse eine Exkursion an einen Bach in der Region an. Mit Keschern, Becherlupen, Mikroskopen und Messstäbchen untersuchen die Gruppen das Wasser und das Leben dort. Sie bestimmen die Wasserqualität und lernen das „Makrozoobenthos“ kennen: Sie finden kleine Lebewesen wie Bachflohkrebe, Larven oder Wasserkorpione. Die Kinder lernen, wie das Wasser von der Natur mit Kies und Sand, aber auch von Menschen mit Filtern gereinigt wird. Denn der Bach ist kein Idyll – auch die menschengemachte Verschmutzung wird thematisiert und es wird Müll gesammelt, die Höhe des Wasserstandes begutachtet und über Dürre und Überschwemmungen gesprochen. „Die Kinder sollen lernen, dass Wasser kostbar ist“, sagt Ulrike Gayh. Denn weltweit haben mehr als zwei Milliarden Menschen keinen regelmäßigen Zugang zu sauberem Trinkwasser. Und auch in Baden-Württemberg verändern sich die Verfügbarkeit und die Qualität von Wasser (s. Seite 2).

Der Kreislauf des Wassers

Erstaunlich lange lebte der Mensch wie selbstverständlich mit dem Wasser, ohne die größte Bewegung eines Stoffes auf der Erde zu verstehen: den Wasserkreislauf. Obwohl die frühen Zivilisationen das Wasser nutzten, bändigten und befuhren, scheinen sie doch keine Vorstellung davon gehabt zu haben, wie Regen, Flüsse und Ozeane zusammenhängen. Die Griechen waren dem Geheimnis auf der Spur, setzten die Anhaltspunkte jedoch falsch zusammen. Leonardo da Vinci erkannte um das Jahr 1500 als Erster die Zusammenhänge. Aufgrund des Wasserkreislaufs verändert sich der An-

Ganz selbstverständlich bestimmt Wasser unser Leben, widersetzt sich dabei Naturgesetzen, vollführt Tricks und zeigt viele Merkwürdigkeiten.

teil des Wassers auf der Erde nie (s. Grafik Seite 17). Und doch gibt es Grund zur Sorge. Von den 1,5 Milliarden Kubikkilometern Wasser auf der Erde steht Mensch und Tier nur ein Prozent als flüssiges Süßwasser zur Verfügung. Dieses knappe Süßwasser wird durch die Erderhitzung umverteilt, denn die höheren Temperaturen intensivieren den Wasserkreislauf: Weil mehr Wasser verdunstet, gelangt mehr Wasserdampf in die Luft. Dadurch steigt die Gefahr von heftigen Niederschlägen, aber auch von Dürren, da Wasser in die Atmosphäre entweicht, statt im Boden zu bleiben. Die Gletscher schmelzen. Das Verschwinden der Eisflächen beraubt Millionen Menschen ihrer sicheren Süßwasserquellen. Die Ozeane überhitzen und versauern, der Meeresspiegel steigt. Die Flüsse erwärmen sich, und mit dem zunehmenden Extremwetter steigt sowohl die Gefahr von Hoch- als auch von Niedrigwasser.

Seit 2018 waren nach Auswertungen des Deutschen Wetterdienstes fast alle Sommer hierzulande zu heiß und zu trocken. Ganz konkret waren die Auswirkungen auch in den Wäldern zu beobachten. Ein Projekt, das untersucht, wie darauf reagiert werden kann, hat die Baden-Württemberg Stiftung an der Thomas-Morus-Realschule in Östringen im Landkreis Karlsruhe unterstützt. Nachdem im örtlichen Brettwald viele Buchen wegen des Wassermangels gefällt werden mussten, fasste der Förster für die Aufforstung die heimische Elsbeere ins Auge – einen hitzeresistenteren Baum, der weniger Wasser benötigt. In dem Projekt untersuchten Schülerinnen und Schüler unter Leitung der Konrektorin Heike Itzek-Greulich den Waldboden auf seine Eignung für den neuen Baum. Sie maßen den Kalkgehalt des Bodens, seinen pH-Wert, die Wasserspeicherkapazität und die Bodenfeuchtigkeit. Die Ergebnisse bestätigten die Entscheidung für die Elsbeere. Wenn nun mit dem temperaturtoleranten Baum aufgeforstet wird, kann der Wald den Wasserhaushalt in der Region wieder stabilisieren. „Der Wald hat eine große Wasserspeicherkapazität“, sagt Heike Itzek-Greulich. Und im Gegensatz zu Grundwasser in landwirtschaftlich genutzten Gebieten gibt der Wald dieses Wasser quasi sauber wieder her – Trinkwasser, das wir dringend benötigen. Oder man betrachtet es, mit den Worten des US-Astronauten Loren Acton, wieder vom Weltall aus, mit genügend Abstand von den Dingen: „Wenn du auf die andere Seite, zu den Sternen, hinausblickst, wird dir klar, dass es bis zur nächsten Wasserstelle unendlich weit ist.“

Wasserstoff (H₂) gilt als ein Schlüsselement der Energiewende: Er kann Strom aus erneuerbaren Energien speichern und spielt bei industriellen Herstellungsprozessen eine wichtige Rolle. Im Main-Tauber-Kreis haben sich unter anderem Kommunen, Stadtwerke und Unternehmen zur H₂ Main-Tauber GmbH zusammengeschlossen – einer Allianz für grünen Wasserstoff. Ein Gespräch mit dem Wasserstoffexperten Benjamin Trippe über das Potenzial und die Grenzen beim Einsatz des Gases.

Hoffnung Wasserstoff

Herr Trippe, Sie arbeiten am Steinbeis-Innovationszentrum an einer Machbarkeitsstudie zur Verwendung von grünem Wasserstoff im Main-Tauber-Kreis. Was bedeutet „grün“ in diesem Zusammenhang?

Benjamin Trippe Grün bedeutet, dass das farb- und geruchlose Gas mit Strom aus Sonnen- oder Windenergie hergestellt wird. Es gelangt also beim Herstellungsprozess kein CO₂ in die Atmosphäre. Wird dabei Strom aus Gas- oder Kohlekraftwerken verwendet, spricht man hingegen von grauem Wasserstoff – einem fossilen und damit klimaschädlichen Energieträger.

Warum eignet sich der Main-Tauber-Kreis als Modellregion für grünen Wasserstoff?

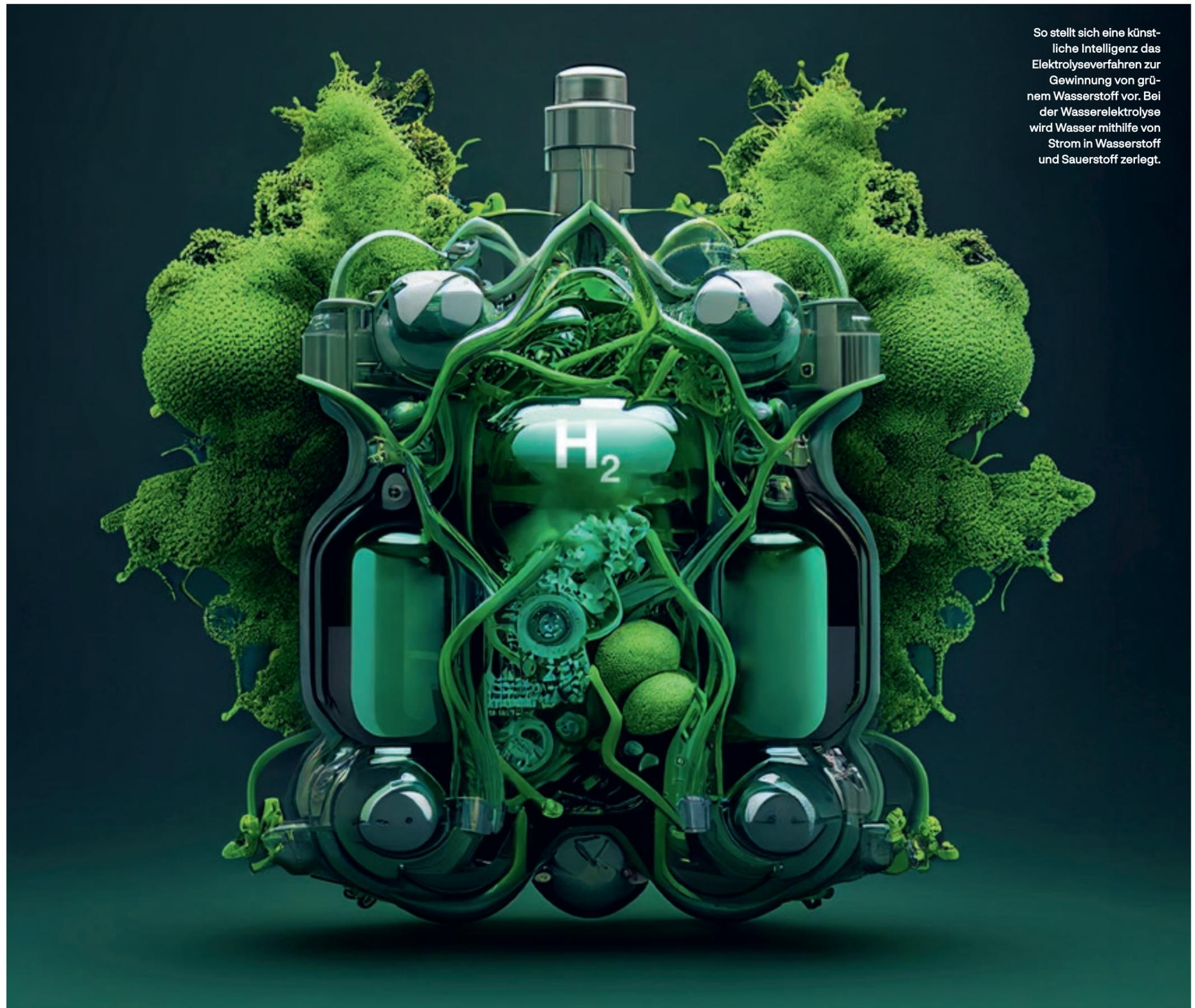
BT Schon heute zählt der Kreis zu den süddeutschen Spitzenreitern bei Windkraft und Photovoltaik, er ist einer der größten Flächenlandkreise in Baden-Württemberg. Gleichzeitig haben wir hier viele Industrieunternehmen, die nur schwer vom Erdgas wegkommen und grünen Wasserstoff als Energieträger einsetzen wollen. Es gibt bestimmte chemische Prozesse in der Industrie, die nicht oder nur

schwer elektrifizierbar sind und bei denen grüner Wasserstoff zum Einsatz kommen könnte. Zum Beispiel beim Produktionsprozess von Düngemitteln oder bei der Stahlherstellung. Außerdem haben wir im Kreis ein Problem, das überall in Deutschland besteht: Die Stromnetze sind noch nicht für die künftig stark steigende Menge an erneuerbarer Energie ausgelegt.

Inwiefern?

BT Vereinfacht gesagt muss immer so viel Strom ins Netz gegeben werden, wie entnommen wird, sonst verändert sich die Netzfrequenz. Elektrische Maschinen und Geräte würden dann nicht mehr funktionieren oder könnten gar beschädigt werden. Hier kommt nun das Potenzial des grünen Wasserstoffs ins Spiel: Letztlich kann er Energie in großen Mengen speichern und diese für Anwendungen außerhalb des Stromnetzes zur Verfügung stellen. So wird das Netz entlastet, mithilfe von sogenannten Elektrolyseanlagen.

INTERVIEW
LEON SCHERFIG



So stellt sich eine künstliche Intelligenz das Elektrolyseverfahren zur Gewinnung von grünem Wasserstoff vor. Bei der Wasserelektrolyse wird Wasser mithilfe von Strom in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt.

Das müssen Sie erklären.

BT Bei der Wasserelektrolyse wird Wasser mithilfe von Strom in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt. Der Wasserstoff wird dann mit einem Kompressor verdichtet. In diesem Zustand kann er erneuerbare Energie auf wenig Raum beliebig lang speichern, bis wir sie wieder benötigen. In unserer Machbarkeitsstudie geht es allerdings vor allem um die sogenannte Sektorkopplung: Wir beziehen Überschüsse aus dem Stromsektor aus erneuerbaren Energien, produzieren grünen Wasserstoff und beliefern damit den Industrie- und Mobilitätssektor. Außerdem entsteht bei der Elektrolyse das Abfallprodukt Wärme, das wir im Gebäudesektor zum Heizen verwenden können. Hierfür untersuchen wir drei Standorte für Elektrolyseanlagen, zwei in Wertheim und eine in Bad Mergentheim. Für eine größere Anlage braucht man ein Bauwerk in der Größenordnung von 500 bis 1.000 Quadratmetern.

Die Elektrolysetechnologie ist umstritten, weil viel der ursprünglich eingespeisten Energie verloren geht, also der Wirkungsgrad gering ist.

BT Ja, tatsächlich bewegt sich der Wirkungsgrad konservativ betrachtet in einem Bereich um die 60 Prozent, ohne Nutzung der Abfallprodukte Wärme und Sauerstoff gehen also um die 40 Prozent der eingesetzten Energie verloren. Das ist aber auf jeden Fall besser, als die erneuerbare Energie ungenutzt zu lassen und somit ganz zu verlieren. Grundsätzlich muss man festhalten, dass Wasserstoff definitiv eine Schlüsselrolle bei der Energiewende einnehmen wird – er ist allerdings auch kein Allheilmittel. Wasserstoff hat extrem viele Einsatzmöglichkeiten, ist bedingt durch den Wirkungsgrad ohne Nutzung der Synergieeffekte aber verhältnismäßig teuer.

Wo kommt der Einsatz von H₂ an seine Grenzen?

BT Wasserstoff konkurriert in vielen Bereichen mit Elektrifizierung. Strom kostet in der Regel weniger als Wasserstoff. Beim Pkw zum Beispiel ist der Einsatz von batterieelektrischen Fahr-

zeugen energieeffizienter und günstiger. Außerdem lässt sich der enorme Bedarf an grünem Wasserstoff nicht ausschließlich in Deutschland produzieren. Der Transport von Wasserstoff per Lkw oder Schiff verursacht hohe Kosten, weswegen zum Beispiel auch der Import ohne Pipeline langfristig teuer sein wird. Der Einsatz von Wasserstoff sollte mit Synergieeffekten an den richtigen Stellen erfolgen. Das ist es auch, was unser Projekt auszeichnet: Wir wollen die Abfallprodukte nutzen: Abwärme und Sauerstoff, die beim Elektrolyseprozess freigesetzt werden.

Wie ganz konkret?

BT Das zeigt sich an einem unserer Standorte in Wertheim und dem in Bad Mergentheim. Dort prüfen wir den Bau von Elektrolyseanlagen. Der Clou ist, dass das erwähnte Abfallprodukt Sauerstoff in den kommunalen Kläranlagen genutzt werden kann, die jeweils ganz in der Nähe liegen. Denn für die Reinigung des Abwassers braucht die Kläranlage Sauerstoff: Im sogenannten Belebungsbecken zersetzen Bakterien organische Verbindungen im Schmutzwasser. Normalerweise wird hierfür Umgebungsluft mit 21 Prozent Sauerstoffgehalt in die Becken gepumpt. Diese Gebläse sind oft Hauptverbraucher der elektrischen Energie in einer Kläranlage. Wenn wir aber statt der Umgebungsluft reinen Sauerstoff aus der nahe liegenden Elektrolyse verwenden, hat das den Vorteil, dass die Gebläse deutlich weniger arbeiten müssen und der Stromverbrauch drastisch sinkt. Letztlich macht die Lösung das Klärwerk also energieeffizienter, es wird weniger Energie benötigt.

Wo sehen Sie noch Potenzial für die Region?

BT In Wertheim ist eine Wasserstofftankstelle geplant, die künftige Brennstoffzellen-Lkw versorgen könnte, was den Schwerlastverkehr umweltfreundlicher machen würde und die Belastung durch Abgase reduziert. Die Abwärme aus der Elektrolyseanlage speisen wir zudem in einen Langzeitwärmespeicher. Diesen entladen wir dann im Winter und

beheizen über ein Fernwärmenetz das umliegende Quartier. Die Bürgerinnen und Bürger erhalten hierdurch das Angebot klimaneutraler Fernwärme.

Wenn sich alles wie geplant umsetzen ließe, wie würde Ihr Wunschscenario für den Einsatz von Wasserstoff aussehen?

BT Falls wir unseren prognostizierten Wasserstoffbedarf zur Hälfte in Deutschland selbst erzeugen, könnten wir im Jahr 2045 mit der beschriebenen Abwärme 20 Prozent des Wärmebedarfs aller Gebäude decken – in ganz Deutschland. Unabhängig von diesem Zukunftsszenario dürfte ein regionaler Wasserstoffmarkt geschaffen werden, wodurch neue Arbeitsplätze und Unternehmen entstehen, die wiederum Gewerbesteuer bezahlen. Tatsächlich kann man wie der Oberbürgermeister von Wertheim, Markus Herrera Torrez, von einer Jahrhundertchance für die Region sprechen: Perspektivisch werden wir deutlich unabhängiger von autokratischen Staaten wie Russland oder Saudi-Arabien sein, wenn wir unsere Energie mehr regional selbst produzieren. Dafür ist aber natürlich zentral, dass wir die erneuerbaren Energien noch weiter ausbauen und weiter in Wind- und Photovoltaikanlagen investieren.

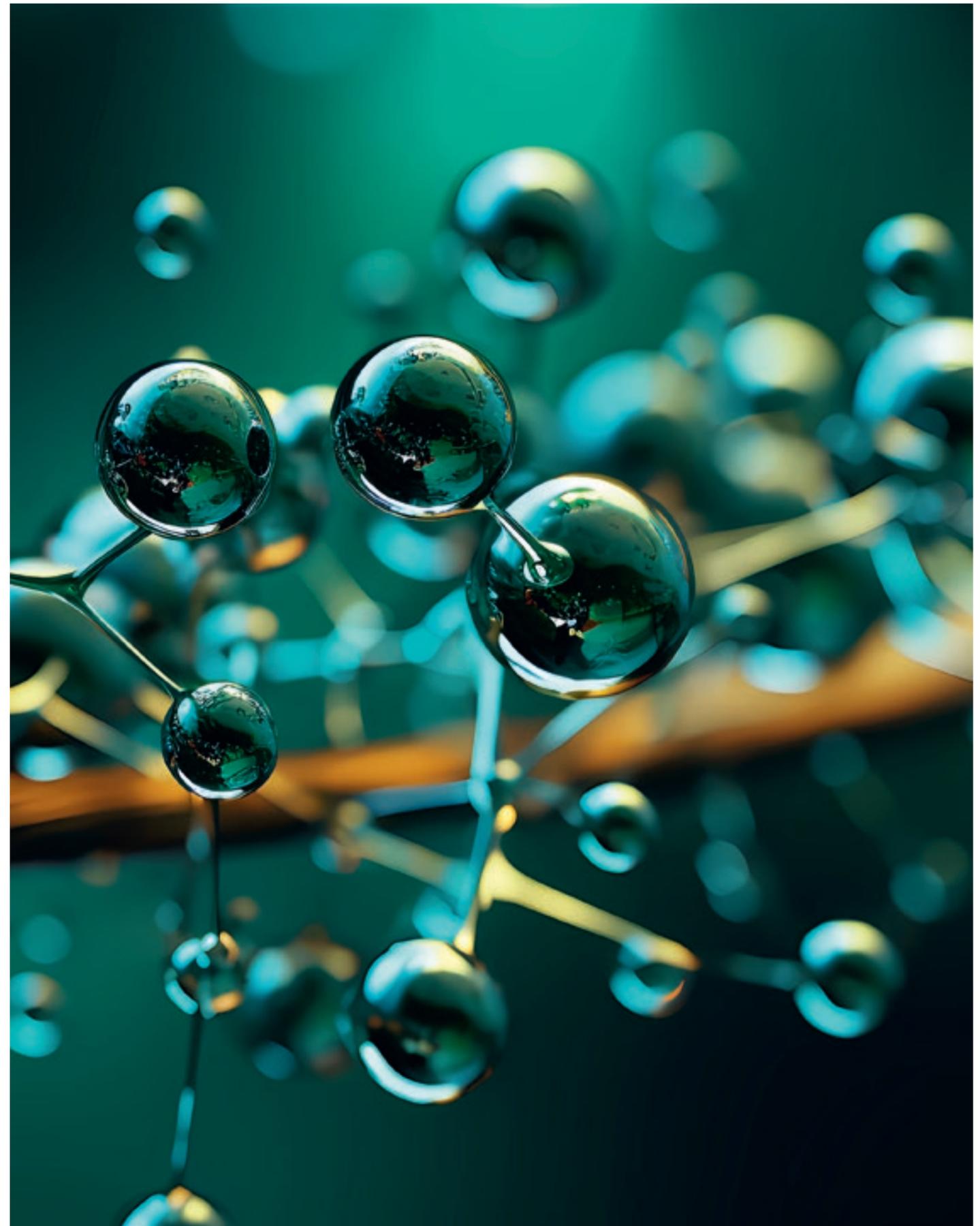
Da hört man eine gewisse Leidenschaft heraus. Was treibt Sie persönlich bei der Arbeit an?

BT Die Wasserstoffwirtschaft steckt zurzeit noch in den Kinderschuhen, das Rennen geht national und international jetzt erst richtig los. Wenn wir hier in Deutschland und insbesondere in der Region zu den First Movern zählen, werden wir viele Vorteile haben. Das ist natürlich spannend. Persönlich ist meine Hauptmotivation der Klimaschutz. Die Herausforderung ist groß, aber ich bin davon überzeugt, dass wir sie mit einer positiven Grundhaltung meistern können. Technisch ist alles machbar, aber der Zeitdruck ist hoch. Wir brauchen jetzt Überzeugung und Entschlossenheit, um den Weg in eine klimaneutrale Zukunft auch wirklich zu gehen.

BENJAMIN TRIPPE

28, geboren in Karlsruhe, hat an der Hochschule Esslingen Energie- und Gebäudetechnik studiert. Er arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Steinbeis-Innovationszentrum energieplus in Stuttgart und ist dort auf das Thema Wasserstoff spezialisiert. Trippe berät die H2 Main-Tauber GmbH, die sich im März 2023 gegründet hat und sich für Klimaschutz und Energiesicherheit in der Region einsetzt.

Wasserstoff kann nur dann als „grün“ und nachhaltig bezeichnet werden, wenn er mit erneuerbarer Energie hergestellt wird. Gefragt nach einer Nahaufnahme eines H₂-Gasmoleküls, hat eine künstliche Intelligenz dieses Bild generiert.



Copyright S. 33, 35: Adobe Stock



Copyright: Günther Bayerl (links oben), Andreas Kücha

In allen Blautönen funkelt dieser See am Rande eines alten Benediktinerklosters in Blaubeuren: Der Blautopf mit seiner besonders intensiven Färbung zieht die Menschen seit jeher in seinen Bann, er inspirierte sie zu zahlreichen Legenden. Lange erzählte man sich zum Beispiel, dass intensive Blau rühre daher, dass täglich ein Fass Tinte in den Quellkessel hineingeschüttet wird. Heute weiß man, dass Kalkpartikel im Wasser für das Phänomen verantwortlich sind, weil sie das Licht in einer besonderen Weise brechen. Das wahre Wunder des Blautopfs aber verbirgt sich weit unter der Wasseroberfläche. Auf dem Grund des Karstsees, in rund 20 Meter Tiefe, befindet sich eine schmale Felsspalte, nur 1,40 Meter breit. Der Einstieg in eine für den Menschen verborgene Welt – zumindest bis Jochen Hasenmayer, einer der ersten Höhlentaucher überhaupt, diesen unbekannt Ort zu erforschen beginnt. Es sind die 1960er-Jahre, technisches Equipment ist noch Zukunftsmusik. Für seinen ersten Tauchgang am Blautopf baut sich Hasenmayer einen primitiven Tauchanzug aus Bettlaken, isoliert mit Fahrradflückzeug. Auch sein Atemgerät bastelt der Pforzheimer selbst zusammen: aus einem kleinen Sack und einer Pressluftflasche. Seine Ausrüstung professionalisiert der Abenteurer erst Stück für Stück.

Es sollte zwei Jahrzehnte dauern, bis Hasenmayer nach einem mehrstündigen Tauchgang eine Stelle im Höhlensystem findet, an der er auftauchen kann. Eine Leistung, die Fachleute mit der Erstbesteigung des Nanga Parbat vergleichen – und die im November 1985 mit einem märchenhaften Anblick belohnt wird. Im Lichtstrahl seiner Lampe erblickt der Autodidakt einen gigantischen Höhlendom: eine riesige Halle, 120 Meter lang und 30 Meter hoch, die Wände übersät mit Stalagmiten und Stalaktiten. Er benennt ihn nach dem schwäbischen Dichter Eduard Mörike, der den Blautopf mit der Legende um eine schöne Wassernixe berühmt gemacht hatte.

Lebensgefahr Höhlentauchen

Erst mehrere Jahre nach der Entdeckung des Mörikedoms beginnt die Arbeitsgemeinschaft Blautopf, ein Team aus Tauchern und Forschenden, das spektakuläre Höhlensystem immer weiter zu erkunden. Sie finden Tunnel, Kathedralen, große Hallen und winzige Engpässe, die das Regenwasser in Millionen Jahren ausgewaschen hat. Wie groß das gesamte Blauhöh-lensystem ist, weiß bis heute aber niemand ganz genau. Noch immer machen Taucher eine aufregende Entdeckung nach der anderen.

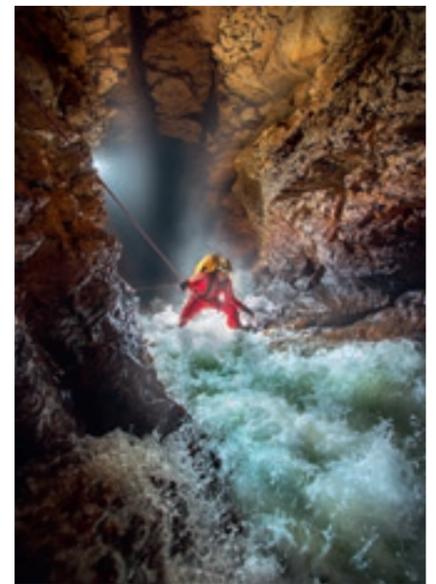
Welt unter Wasser

Auf der Schwäbischen Alb beflügelt der legendäre Blautopf Fantasie und Forscherdrang. Nur wenigen Menschen ist es gestattet, dort hinabzutauchen – in eine geheimnisvolle unterirdische Welt, die zu großen Teilen noch unerforscht ist.

FEATURE
NORA CHIN

Einer von ihnen ist Andreas Kücha, der heute zu Deutschlands erfahrensten Höhlentauchern zählt. Als einer der wenigen darf er im Blautopf tauchen. Bis zu 20-mal im Jahr steigt er ab in die Tiefe der Blauhöhle. Auf so einen Tauchgang müsse man sich tagelang vorbereiten, erzählt der 55-Jährige – vor allem emotional. Dunkel, nass und kalt ist es dort unten. Zudem ist das Unterfangen äußerst gefährlich. Einige Taucher haben hier schon ihr Leben gelassen. Kücha, der eigentlich Schreiner ist und seit seiner Jugend fast jede freie Minute der Erforschung von Höhlen auf der ganzen Welt widmet, erklärt: „Wenn man in einem See taucht, kann man bei einem Problem sofort an die Oberfläche kommen. In einer Höhle geht das nicht.“ Niedrige Decken verhindern ein schnelles Auftauchen.

Auch aufgewirbelte Sedimente machen die Tauchgänge immer wieder zur Nervenprobe, wie der gebürtige Giengener berichtet: „Wenn man einen Flossenschlag in den Schlamm setzt, sieht man die Hand vor Augen nicht mehr.“ Zudem müssen die Taucherinnen und Taucher aufgrund der Beschaffenheit des komplizierten Höhlensystems ständig auf- und wieder abtauchen. Den wechselnden Druck müssen sie permanent ausgleichen, nur so verhindern sie eine gefährliche oder gar tödliche Gasanreicherung im Blut. Statistisch gesehen ist das Höhlentauchen 130-mal gefährlicher als das Sporttauchen. Das Leben der Taucher hängt von jahrelanger Erfahrung ab – und von ihrer Ausstattung. Zu den Sicherheitsstandards gehören eine Führungsleine, die im Notfall



Der Blautopf (links oben) ist der Eingang zu einem weit verzweigten Höhlensystem. Einzig erfahrenen Höhlenforscherinnen und -forschern ist der Einstieg in den Blaucanyon (oben) gestattet, genau wie die Fahrt durchs „Mittelschiff“ (links unten).

immer den Weg zurück in den Blautopf weist, Schutzhelme, zwei getrennte Atemsysteme, Ersatzflaschen und mehrere Lichtquellen. Zusammen mit der Film- und Fotoausrüstung wiegt das Equipment weit über hundert Kilo. Um damit mehrere Kilometer unter Wasser zurücklegen zu können, sind Kücha und seine Kollegen auf modernste Technik angewiesen: Mit einem Scooter, einer Art motorisiertem Schlitten, lassen sie sich durchs Wasser ziehen. „Das ist die Raumfahrt des kleinen Mannes“, sagt Kücha und lacht.

Legendäre Pionierleistungen

All das verdeutlicht, wie groß die Pionierleistung von Jochen Hasenmayer war, der am Blautopf Tauchgeschichte geschrieben hat. Im Jahr 1989 bremst ein Tauchunfall Hasenmayers Forschungen zunächst aus: Weil ein defektes Messgerät eine falsche Tiefe anzeigt, taucht er im Wolfgangsee zu schnell auf. Seitdem ist der heute 82-Jährige querschnittsgelähmt. Das Höhlentauchen gibt Hasenmayer deswegen aber nicht auf. Mit seinem Speleonaut, einem eigens entwickelten Mini-U-Boot, erforscht er weiterhin die Blautopfhöhlen. Er ist überzeugt: Das verzweigte System reicht noch viel weiter. Tatsächlich entdeckt er im Jahr 2004 hinter dem Mörikedom zwei weitere Hallen, die er „Äonendom“ und „Mittelschiff“ tauft. Die Höhlen lassen auch Andreas Kücha nicht los. Im Jahr 2001 erreicht er erstmals den Mörikedom. Auf den Spuren Hasenmayers dringen die Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft Blautopf immer weiter vor. Im Jahr 2006 treffen Kücha und sein Freund

Jochen Mahlmann auf einen Felssturz, dahinter ein bislang unbekannter Durchgang. „Apokalypse“ nennen sie die 190 Meter lange, 70 Meter breite und 50 Meter hohe Halle, die sie dahinter betreten. Geschmückt ist sie mit Tausenden kleinen querwachsenden Tropfsteinen.

Zwei Jahre nach der Entdeckung der „Apokalypse“ dann erneut ein Coup: Kücha vernimmt in der südlichsten Ecke des Mörikedoms plötzlich ein Geräusch. „Mir wurde klar, dass das die Motorengeräusche von Lkws sind. Ich wusste also, dass die Oberfläche ganz nah ist“, erzählt Kücha. Tatsächlich sitzt er direkt unter der Bundesstraße B 28. Es kommt ihm eine Idee: ein neuer Zugang zur Höhle – genau an dieser Stelle.

Im Jahr 2010 ist es so weit: Neben der B 28 wird ein 17 Meter tiefes Loch gebohrt, der neue Zugang führt direkt in den trockenen Teil der Höhle. Kücha tauft ihn „Stairway to Heaven“. Als erster Mensch betritt er über die „Treppe zum Himmel“ die Höhle, ohne vorher tauchen zu müssen. Für die Forschenden beginnt mit diesem Tag eine neue Zeitrechnung: Material kann fortan leichter nach unten gebracht werden, auch andere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben nun Zugang zu der unterirdischen Welt, die noch viele Rätsel aufgibt.

In den vergangenen Jahren hat die Arbeitsgemeinschaft Blautopf dank der Röhre etliche neue Abschnitte ausfindig machen können. Sie tragen Namen wie „Halle des verlorenen Flusses“, „Schluckloch“ oder „Schwarzer Kamin“. In den unterirdischen Welten der Karstlandschaft stecken Informationen über die Erdgeschichte, über frühere Klimaver-

hältnisse und die Entwicklung der Region. Kücha entnimmt Gesteinsproben, misst Fließgeschwindigkeit und Temperatur des Wassers, hält Vorträge – und weist auch immer wieder auf die menschengemachte Verschmutzung des Grundwassers auf der Schwäbischen Alb hin, mit der er durch seine Arbeit konfrontiert ist.

Kücha glaubt, dass die Höhlen unter dem Blautopf zusammen eines der größten Systeme in ganz Deutschland bilden könnten. Stand Juli 2023 sind 17,5 Kilometer erforscht, vermessen und kartiert. Das momentane Ende bildet der „Versturz 3“ unter dem Ort Wennenden im Alb-Donau-Kreis, ein rund 120 Meter langes Felsengebirge, das vor Jahrtausenden heruntergebrochen sein muss. Auch zwischen dem Blautopfhöhlsystem und der nahe gelegenen Hessenhauhöhle vermuten die Forschenden eine Verbindung. Bisher ist zwischen den einzelnen Höhlen auf der Schwäbischen Alb aber kein Durchkommen, außer für Luft und Wasser, wie verschiedene Experimente ergeben haben. Die Frage ist: Wie geht es dahinter weiter? Und wird jemals ein Mensch die Passagen, an denen Gestein ein Weiterkommen verhindert, überwinden können? Die Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft Blautopf sind sich sicher, dass sie weitere sensationelle Entdeckungen im größten Höhlenlabyrinth der Schwäbischen Alb machen werden: „Wir sind jetzt gerade einmal am Anfang der Forschung“, sagt Kücha. „Unser Ziel ist es, so weit wie möglich in das Herz der Alb vorzudringen. Das wird aber sicherlich noch eine Aufgabe von mehreren Generationen sein.“



Für den Weg, den Hasenmayer im Jahr 1985 in vielen Stunden zurücklegte, benötigen Taucherinnen und Taucher mit ihrer modernen Ausrüstung aktuell etwa eine Dreiviertelstunde (rechts unten). Belohnt werden sie mit spektakulären Perspektiven wie dem Blick auf den Tropfsteinwald (rechts oben) und auf schneeweiße Calcitkristalle (links).

Copyright: Rainer Straub



Copyright: Andreas Kücha

Junge Feuerwehrfrauen aus Überzeugung: Annika Dölker (links) und Jule Saur begeistert vor allem der große Zusammenhalt unter den Kameradinnen und Kameraden.



Wasser marsch!

In Baden-Württemberg wollen immer mehr Kinder und Jugendliche zur Freiwilligen Feuerwehr. Auch in Freudensstadt gibt es keine Nachwuchssorgen. Dort kann man erleben, was den Reiz für die jungen Brandhüter ausmacht.

REPORTAGE
NORA CHIN

FOTOS
VERENA MÜLLER

Ein imposanter Wasserstrahl schießt in die Höhe und fliegt in hohem Bogen über den kleinen Waldsee. Ein paar Meter weiter kommt noch ein Wasserstrahl dazu, und dann noch einer, bis sich der Kreis am anderen Seeufer buchstäblich schließt. Kräftiges Pumpenböllern und lautes Geplätscher begleiten die Wassermassen, die auf die spiegelglatte Oberfläche des idyllisch gelegenen Langenbrunnenweihers einprasseln. Ein kühler Sprühnebel erfüllt die Waldluft und wer sich zu nah am Geschehen aufhält, ist binnen weniger Augenblicke nass. Aus sicherer Entfernung beobachten einige Passantinnen und Passanten neugierig das Spektakel. Sie sind an diesem lauen Septemberabend Zeugen einer besonderen Übungsmission.

Für die Jugendabteilungen der Freiwilligen Feuerwehren Freudensstadt, Grüntal und Wittlensweiler steht heute die „Wasserentnahme offenes Gewässer“ auf dem Plan, wie es im Fachjargon heißt. Will heißen: Die 28 Mädchen und Jungen im Alter zwischen neun und 16 Jahren proben gemeinsam, wie sie Löschwasser gewinnen können, wenn in der Nähe kein Hydrant zur Verfügung steht. Angeleitet werden sie von Jugendwart Sebastian Hillebrecht und acht seiner Kameraden.

Es ist die erste Übung für die Nachwuchsfeuerwehr nach den Sommerferien. Hier und da ist anfänglich etwas Verunsicherung zu vernehmen: Wie werden die Schläuche noch mal richtig gekoppelt? Und wie geht das wieder mit dem Knotenlegen? „Das ist wie Fahrradfahren, man verlernt nichts“, versucht der 40-jährige Hillebrecht, von allen „Hille“ genannt, die Aufregung zu beruhigen. Ohnehin bleibt jetzt keine Zeit zum Grübeln. Die Heranwachsenden werden in drei Gruppen eingeteilt, jede angeleitet von einem erfahrenen Feuerwehrmann.

Realistischer Löschangriff

Die Gruppenführer öffnen die Aluminiumrollläden an den Seiten der drei Löschfahrzeuge, die sich um den Weiher positioniert haben. Dahinter verbergen sich allerhand Gerätschaften. Für einen Laien ein Gewirr aus Material, die jungen Feuerwehrmänner und -frauen wissen jedoch auf Anhieb, was benötigt wird: Mit Helm, Sicherheitsschuhen und blau-orangener Uniform ausgestattet, wuchten sie aus dem Fahrzeug zügig drei schwere schwarze Schläuche, die sie miteinander verbinden. Das Ende dieser Saugschlauchleitung wird mit einem Schutzkorb versehen, der aussieht wie ein großes Nudelsieb. Er soll verhindern, dass Fische, Schlamm oder

Pflanzen eingesaugt werden und die Leitung verstopfen.

Dann sichern die Trupps die Saugschlauchleitung noch mit einer Halteleine, damit der Schlauch nicht im Weiher verloren geht und wieder herausgezogen werden kann. Eine Seite der Leitung koppeln die Feuerwehrleute mit der Fahrzeugpumpe, die andere Seite hängt im Wasser. Damit möglichst viele Kinder gleichzeitig üben können, werden über einen Verteiler mehrere dünnere Schläuche angeschlossen. Jetzt noch die Pumpe anwerfen – und dann heißt es: Wasser marsch!

Die zuvor platten Schläuche, die auf dem Waldboden ausgerollt wurden, füllen sich blitzschnell mit Wasser, ploppen zu dicken, festen Leitungen auf – und die jungen Feuerwehrleute beginnen zu löschen, was das Zeug hält. Sie stehen konzentriert am Ufer und halten mal aufs Wasser, mal in den Wald. Man sieht ihnen die Anstrengung an, denn der Wasserdruck ist hoch. Mehr als vier Bar, wie ein Blick auf die Anzeige der Pumpe verrät. Deshalb halten immer mindestens zwei der jungen Brandhüter zusammen einen Schlauch. Selbst bei den Erwachsenen in der Einsatzabteilung, erzählt Hillebrecht, sei man dafür immer zu zweit.

Hillebrecht ist seit 20 Jahren bei der freiwilligen Feuerwehr aktiv. Er ist eines von 65 Mitgliedern der Feuerwehrabteilung Freudensstadt. 184-mal rückten die Männer und Frauen im vergangenen Jahr aus. Wohnungsbrände seien zurückgegangen, berichtet Hillebrecht. Dafür haben es die Brandschützer vermehrt mit Sturmschäden zu tun und wegen der zunehmenden Trockenheit, einer Folge des Klimawandels, auch mit Flächen- und Vegetationsbränden. Dass Feuerwehrleute Wasser aus einem Teich entnehmen, um damit bei-



spielsweise einen Waldbrand zu löschen – wie es die Jugend an diesem Freitagabend am Langenbrunnenweiher probt –, ist also ein realistisches Szenario.

Wegen des lauten Pumpengeräuschs und der laufenden Motoren der Löschfahrzeuge kann man während der Übung so gut wie nichts verstehen. Aber das ist kein Problem: Die Kinder und Jugendlichen lernen früh die theoretischen Grundlagen der Feuerwehrarbeit. So wissen alle, was zu tun ist – auch ohne viele Worte. Und wenn doch mal kommuniziert wird, dann geht das eben nur mit lauter Stimme. „Ich hatte hier schon Kinder, die zu Beginn sehr zurückhaltend waren und im Laufe der Zeit richtig selbstbewusst geworden sind“, erzählt Hillebrecht, der die Jugendabteilung seit 2011 ehrenamtlich leitet.

30 Nachwuchskräfte stehen auf der Kontaktliste des Jugendwerts, darunter neun Mädchen. Nachwuchsprobleme gibt es in Freudenstadt nicht – im Gegenteil: „Bei uns gibt es gerade sogar einen Aufnahmestopp, weil wir zuletzt so viele Neuaufnahmen hatten“, sagt Hillebrecht. Damit liegen die Freudenstädter im Trend: Nach Jahren mit Nachwuchssorgen verzeichnen die Freiwilligen Feuerwehren in Baden-Württemberg wieder Zuwachs bei der Jugendarbeit. Aktuell gibt es landesweit mehr als 35.000 junge Mitglieder, das ist ein Plus von 13,5 Prozent im Vergleich zum Jahr 2018. Die Jugendabteilungen tun viel dafür, Nachwuchs zu werben, unter anderem veranstalten sie regelmäßig Tage der offenen Tür. Auch das Land Baden-Württemberg will mit einer 2021 gestarteten Kampagne Kinder für das Ehrenamt im Bevölkerungsschutz begeistern.

Für Hillebrecht stellt sich daher eher die Frage, wie viele seiner Schützlinge mit der Volljährigkeit wirklich in die Einsatzabtei-

lung wechseln. „Viele werden für das Studium oder die Ausbildung wegziehen“, befürchtet der Jugendwart.

Jo-Ann Matt, 12, ist fest entschlossen, später auch bei den Großen mitzumischen und dafür die Grundausbildung für den aktiven Feuerwehrdienst zu absolvieren. Die Schülerin weicht während der Übung kaum einen Schritt vom Schlauch und erzählt: „Ich fand die Feuerwehr schon immer interessant, weil sie Menschenleben rettet. Und als ein Freund mir erzählt hat, wie toll die Übungen sind, habe ich sie mir mal angeschaut und war sofort begeistert.“ Jo-Ann gefällt vor allem, wie vielfältig die Aufgaben sind.

Geordneter Spaß

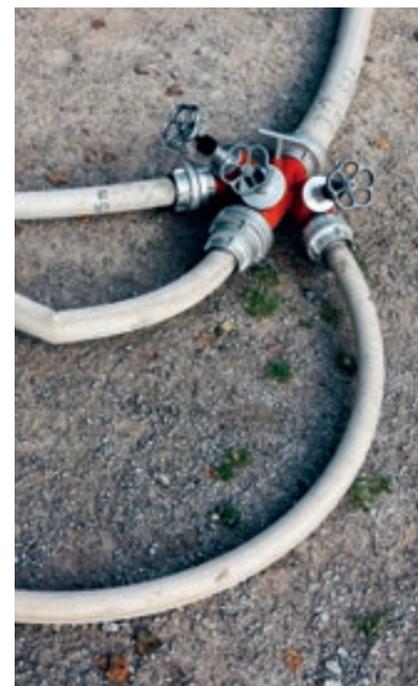
Besonders groß ist die Freude immer dann, wenn ein Löschangriff geprobt wird – so wie an diesem Abend. „Übungen mit Wasser machen echt Spaß“, sagt Erik Munk, 10. Einen Ausflug an offenes Gewässer gibt es bei der Jugendfeuerwehr jedoch nicht alle Tage. „Wir machen das etwa zweimal im Jahr“, erzählt Sebastian Hillebrecht. Meist sei das im Sommer, wenn es schön warm ist. In den kühleren Jahreszeiten finden Übungen auf dem Hof der Wache oder in der Fahrzeughalle statt. „Wir versuchen, die Grundlagen auf spielerische Weise zu vermitteln“, sagt Hillebrecht. „Daher lassen wir uns immer etwas Neues einfallen.“ Die Kinder und Jugendlichen wissen im Vorfeld nie, was sie erwartet, das erfahren sie erst vor Ort.

Bei aller Ernsthaftigkeit des Themas darf der Spaß nicht zu kurz kommen – und den haben die Mädchen und Jungen bei der Löschanübung definitiv. Nach einer Weile werden die Wasserstrahlen nicht mehr nur auf die fiktiven Brandherde gerichtet, sondern auch auf die Kameradinnen und

Kameraden. Schnell entspinnt sich eine richtige Wasserschlacht. Und kaum eine Uniform bleibt dabei trocken. „Das gehört auch dazu und passiert öfter mal“, sagt Jugendwart Hillebrecht und lacht. Aber jedes Vergnügen findet irgendwann ein Ende. Zum Schluss geht es ans Aufräumen. Und auch das funktioniert reibungslos, alle packen mit an. „Ich finde die Gemeinschaft hier richtig toll“, sagt Annika Dölker, 13, die schon seit vier Jahren bei der Jugendfeuerwehr ist. Das kann auch ihre Kameradin, die gleichaltrige Jule Saur, bestätigen: „Wir helfen und unterstützen uns immer gegenseitig, das ist echt super.“

Es dämmt schon längst, als die Kinder und Jugendlichen wieder ihre Plätze in den 16 Tonnen schweren Löschfahrzeugen einnehmen. Auf der holprigen Rückfahrt über die schmale Schotterpiste, die durch den dunklen Wald führt, unterhalten sie sich angeregt über die Übung. Bevor es zurück auf die Wache der Freiwilligen Feuerwehr Freudenstadt geht, wird noch ein kurzer Stopp an einer Tankstelle eingelegt. „Das Fahrzeug muss nach jedem Einsatz vollgetankt zurückgebracht werden“, erklärt der 25-jährige Sven-Erik Jürgens, der am Lenkrad sitzt und die Übung mit unterstützt.

Bei der Feuerwehr hat alles seine Ordnung, damit es im Einsatzfall schnell geht. Die Kinder und Jugendlichen lernen deshalb früh, Verantwortung zu übernehmen. Dazu gehört, sich nach der Übung um alle Gerätschaften zu kümmern, die zum Einsatz gekommen sind. Angekommen auf der Wache, ist der Abend also noch nicht ganz vorbei. Jetzt werden die Schläuche zum Trocknen aufgehängt und alle Materialien gecheckt – denn die nächste Löschanübung kommt bestimmt.



Bevor es losgeht, gibt es eine Einsatzbesprechung. Seit 2011 leitet Sebastian Hillebrecht (rechts oben) die Jugendabteilung – ein Ehrenamt, das viel Arbeit mit sich bringt, das aber auch viel Freude bereitet. Jo-Ann Matt und Erik Munk (links und rechts unten) tragen ihre Feuerwehruniformen mit Stolz.

Seine Bedeutung für Baden-Württemberg ist enorm: Der Bodensee liefert Trinkwasser für rund vier Millionen Menschen – auf der Schwäbischen Alb, im Schwarzwald, am Neckar und in den nördlichen Teilen Baden-Württembergs. Das muss man wissen, um die Gefahr zu ermessen, die beispielsweise ein Anschlag auf die Bodensee-Wasserversorgung bedeuten würde. Ein Anschlag, wie er sich im Jahr 2005 ereignete. In der Nähe einer Trinkwasserentnahmestelle versenkte damals ein Unbekannter mehrere Kanister mit Pflanzengift. Die Verantwortlichen erfuhren davon nur, weil der Erpresser per Brief Forderungen stellte. Zum Glück lagen die Verunreinigungen unter den zulässigen Grenzwerten, die Bevölkerung war nicht gefährdet. Der Täter wurde nie gefasst.

Um das Frühwarnsystem zu optimieren, suchten die Stadtwerke Konstanz, die Trinkwasser an Konstanz, Mainau und die Insel Reichenau liefern, nach den besten Experten – und fanden: Daphnien. Landläufig werden die ein bis zwei Millimeter kleinen Winzlinge Wasserflöhe genannt. Der Arbeitsplatz der Krebstiere befindet sich in einem so genannten Toximeter. Das Gerät ist das ganze Jahr in Betrieb und wird von Bodenseewasser durchströmt. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Stadtwerke züchten die Daphnien selbst. Jede Woche setzen sie je zehn davon in die zwei Messkammern des Apparats. Dort

bemerken die hochsensiblen Tierchen Veränderungen schneller als jede Technik.

Der Tanz der Daphnien

Das Toximeter ermöglicht ein „Real Time Biomonitoring“, also das Beobachten der Organismen in Echtzeit. Auf dem Monitor erscheint der Tanz der Daphnien. Jeder Wasserfloh hat eine andere Farbe und zeichnet rote, grüne oder gelbe Spuren auf den schwarzen Bildschirm. „Wenn ein toxischer Stoff im Wasser ist, verändern die Daphnien ihr Schwimmverhalten“, erklärt Sebastian Daus, Leiter des Geschäftsbereichs Trinkwasser bei den Stadtwerken Konstanz. Ihr Tanz wird hektisch, zuckend. „Oder sie bewegen sich langsam bis gar nicht mehr, sinken zu Boden oder kauern still unten in der Ecke“, sagt Daus. Das Gerät löst einen Alarm aus.

Nachdem die menschlichen Kolleginnen und Kollegen geprüft haben, ob die Wasserflöhe nicht etwa wegen Futtermangels schwächeln, suchen sie die Ursache des auffälligen Verhaltens. Ist ein Schadstoff im Wasser? Gibt es zu wenig Sauerstoff? Hat sich der pH-Wert geändert? Umfangreiche Laboranalysen werden gemacht, andere Wasserwerke am Bodensee nach ihren Beobachtungen gefragt. „Bestätigt sich ein Verdacht, produzieren wir kein weiteres Trinkwasser mehr und stellen auf Notversorgung um“, erklärt Daus. Die Wasserflöhe arbeiten eine Woche lang – dann gehen sie

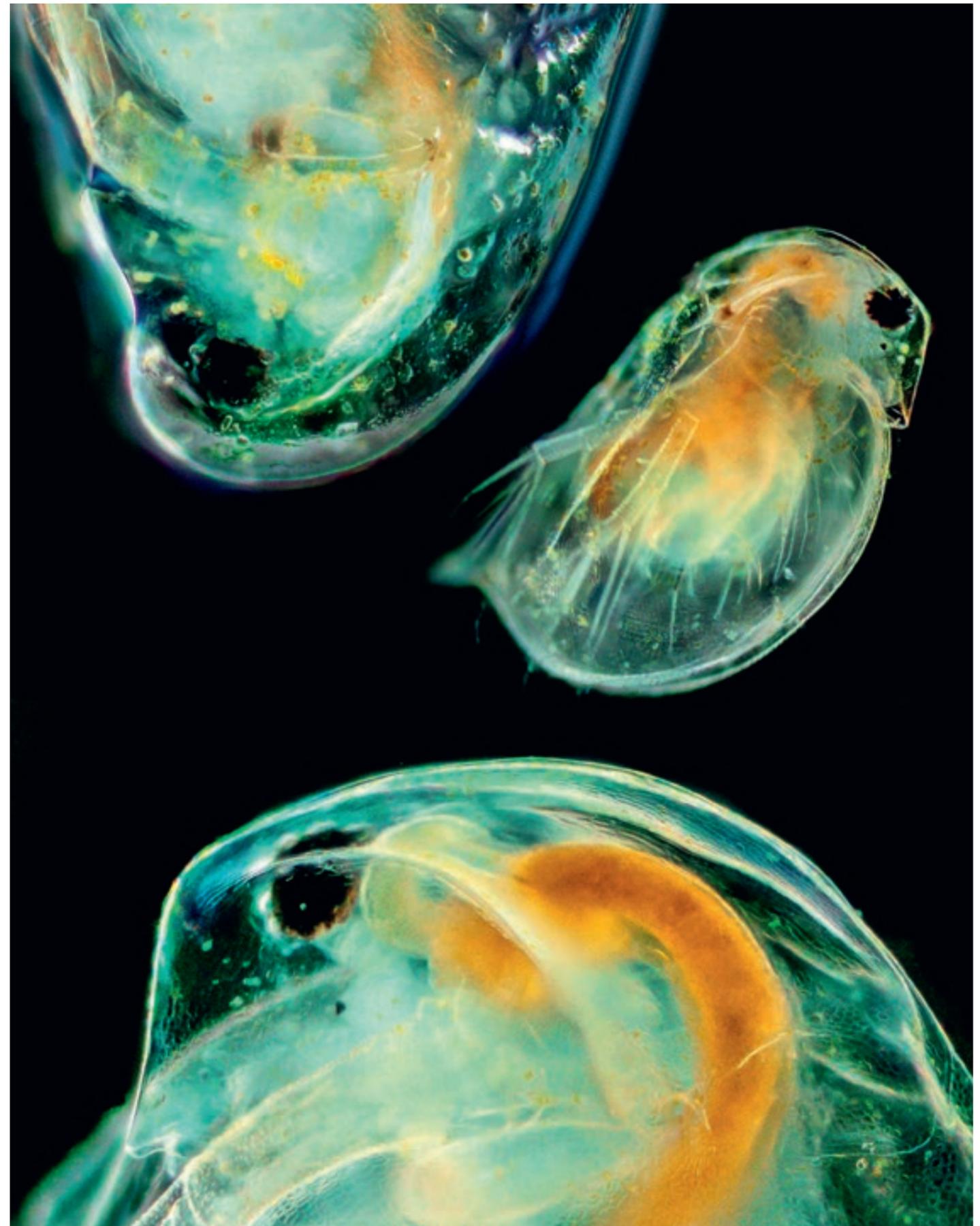
in Rente. „Wir lassen sie in den Bodensee, in die Freiheit.“ Seit 2005 haben die Wasserflöhe noch nie einen Schadstoff gemeldet. „Ein gutes Zeichen für unsere Wasserqualität“, sagt Sebastian Daus.

Aus Wasser wird Trinkwasser

Solange die Wasserchecker kein Problem melden, kann das kostbare Seewasser zu Trinkwasser aufbereitet werden. „Wir entnehmen im Bodensee Wasser aus 40 Metern Tiefe, 700 Meter vom Ufer entfernt“, erklärt Daus. Das Rohwasser wird ins Wasserwerk Staad gepumpt, wo es seit bald 120 Jahren in drei Stufen aufbereitet wird. „In der ersten Stufe befreien wir es von den meisten Feststoffen, etwa von Plankton und den Larven der Quagga-Muschel, die aus dem Schwarzmeerraum eingeschleppt wurde“, erläutert Daus. „Die Muschel würde sonst unsere Leitungen verstopfen.“ In Stufe zwei wird das Wasser mit Ozon desinfiziert und oxidiert, um Viren und Bakterien unschädlich zu machen. Im dritten Schritt durchströmt es einen Mehrschichtfilter, der letzte Schwebstoffe zurückhält. Dann wird noch eine geringe Menge Chlordioxid hinzugefügt, damit nichts verkeimt. Am Ende entspricht das gereinigte Wasser der DIN-Norm 2000 und der Trinkwasserverordnung. Und es entspricht dem Motto der Stadtwerke: so viel Natur wie möglich, so viel Technik wie nötig.

Daphnien leben normalerweise in Seen, Teichen und langsam fließenden Gewässern. Rund 200 Arten der Krebstiere sind bekannt. Sie kommen auch in Wasserwerken anderer Bundesländer zum Einsatz. In Baden-Württemberg aber haben einzig die Stadtwerke Konstanz Wasserflöhe. Die Stadtwerke Konstanz, die nicht zur Bodensee-Wasserversorgung gehören, bereiteten im Jahr 2022 rund 5,3 Millionen Kubikmeter Rohwasser auf. Das entspricht pro Tag rund 14.400.000 Litern oder etwa 96.000 Badewannen voll Wasser.

Copyright: Adobe Stock



PORTRÄT
SYLVIA RIZVI

Sie sind fleißig und arbeiten, nur für Kost und Logis, sieben Tage rund um die Uhr: Daphnien. Die kleinen Krebstiere prüfen bei den Stadtwerken Konstanz zuverlässig die Qualität des Trinkwassers am Bodensee – und sollen vor Schadstoffen und Giften warnen.

Die Wasserchecker



U

Und plötzlich ist das Dorf weg. Bis eben lag hier Potz, ein linksrheinischer Fischerort, 20 Kilometer nördlich von Karlsruhe. Dann, an einem Tag im Jahr 1522, wird der Rhein wild und spült das Dorf weg. Die Bewohnerinnen und Bewohner retten alles, was noch brauchbar ist, und gründen wenige Kilometer weiter auf höherem Gelände eine neue Ortschaft: Neupotz.

Es ist nicht der einzige Vorfall dieser Art. Gut 200 Jahre später stehen die Leute von Knaudenheim ohne ihren Ort da. Das Hochwasser des Jahres 1758 führt dazu, dass der Rhein zum Wildwasser wird. Den Knaudenheimern reicht's, sie wollen weg. Wegen „fortwährender Wassergefahr“, wie es auf einem Gedenkstein heißt, der in der „Mitte unseres alten Ortes Knaudenheim“ steht – im heutigen Naturschutzgebiet Rußheimer Altrhein-Elisabethenwört, Landkreis Karlsruhe. Landesherr Fürstbischof Christoph von Hutten stattet 1758 dem unter Wasser stehenden Knaudenheim einen letzten Besuch ab; die Herrschenden wissen schon damals, wie groß die Symbolwirkung von Besuchen in überfluteten Gebieten ist. Die Dorfbewohner berichten ihm, sie würden sich gerne auf einem Sandbuckel niederlassen, wenige Kilometer Richtung Osten. Keine gute Gegend, öde und unfruchtbar. Aber höher gelegen – und damit geschützt vor diesem landräuberischen Fluss. Der Landesherr erteilt die Erlaubnis, macht jedoch zur Vorgabe, die Straßen des neuen Ortes geometrisch anzuordnen, wie es Mitte des 18. Jahrhunderts als schick gilt. Benannt wird die neue Siedlung nach dem Landspender: Huttenheim. Nun hat der Fürstbischof ein Dorf, das seinen Namen trägt. Dem Rhein sei Dank.

Die Berichte über die beiden überfluteten Dörfer zeigen: Ein Fluss wie der Rhein gibt und nimmt. Er gibt einen Wirtschaftsraum, nutzbar für Fischer, Fährleute, Fabriken. Er gibt Grenzen vor, früher zwischen Fürstentümern, heute zwischen Staaten und Bundesländern. Er gibt damit auch Sicherheit vor Feinden. Der Natur gibt er einen Lebensraum – und dem Menschen eine Gegend, in der es sich schön leben lässt. Und nicht zuletzt gibt er die Energie des Wassers sowie eine Wasserstraße, auf der sich selbst schwerste Güter transportieren lassen. So ein Fluss ist ein großes Geschenk! Aber wenn er über die Ufer tritt, dann nimmt er sich in Sekundenschnelle vieles von dem wieder zurück, was er gegeben hat. Das kostet Land, Geld, im schlimmsten Fall Menschenleben. Der Fluss wird damit zum Symbol für die Weltgeschichte des Wassers: ohne Wasser kein Leben, kein Wohlstand. Verliert der Mensch jedoch die Kontrolle über das Wasser, sind Leben und Wohlstand in Gefahr. Weshalb es für den Fortschritt der Zivilisation von entscheidender Bedeutung ist, zu versuchen, die Kontrolle zu behalten. Oder, um es in den Worten des Historikers David Blackbourn zu sagen: die Natur zu erobern.

Der britische Geschichtswissenschaftler ist ein Experte für deutsche Geschichte, in seinem Buch *Die Eroberung der Natur* erklärt er, warum das moderne, industrielle und föderalistische Deutschland erst dann entstehen konnte, als die Deutschen das viele Wasser in ihrem Land in den Griff bekamen. Was bis Mitte des 18. Jahrhunderts nicht der Fall gewesen sei, wie Blackbourn schreibt: „Ein weit größerer Teil war von Sand, Gestrüpp und vor allem von Wasser bedeckt.“ Auch die typischen deutschen Flüsse – ob Neckar oder Donau, Main oder Rhein – gaben damals noch ein anderes Bild ab: „Im Gegensatz zu den vertrauten Wasserstraßen von heute, deren Wasser aufgrund von Baumaßnahmen schnell in einer einzigen Fahrrinne zwischen Uferdämmen dahinströmt, mäanderten die Flüsse des 18. Jahrhunderts in ihrem Überschwemmungsgebiet oder nahmen ihren Weg durch Hunderte von kleinen Kanälen, die durch Sand- und Kiesbänke und Inseln voneinander getrennt waren.“ Die Flüsse machten,

Eine Postkarte aus dem Jahr 1904 zeigt den Mühlauhafen Mannheim (rechts oben). Unter der Rheinbrücke bei Karlsruhe-Maxau (rechts unten) fließt der Rhein schnurgerade dahin. Der Strom entspringt in den Schweizer Alpen und mündet in den Niederlanden in die Nordsee. Seine Gesamtlänge beträgt rund 1.233 Kilometer, davon befinden sich rund 870 Kilometer in Deutschland. Den größten Rheinanteil hat Baden-Württemberg.



ESSAY
ANDRÉ BOSSE

Copyright: abg-images, abg-images/euro-luffbild.de/Martin Bildstein

Alles im Fluss

Ohne Wasser geht auf der Erde nichts. Aber wehe, das Wasser wird zu wild – dann besteht Gefahr für Leib und Leben, Hab und Gut. Die Geschichte des Wassers handelt immer auch vom Versuch des Menschen, das Element zu kontrollieren. Ein Beispiel dafür ist der Rhein: Johann Gottfried Tulla machte aus einem mäandrierenden Strom den Fluss, den wir heute kennen – einen zuverlässigen Grenzfluss und Wasserweg.



Vor etwa 200 Jahren begann mit Plänen wie diesem – die Karte zeigt den Rhein bei Knielingen – die Begradigung des Flusses. Das Generalandesarchiv Karlsruhe sammelt historische Dokumente wie dieses. Und macht damit Geschichte lebendig.

Das Gebiet der heutigen Bundesrepublik war ein reichlich versumpftes Terrain. Unter den ungebändigten Flüssen besaß der Rhein einen besonders wankelmütigen und wilden Charakter.



was sie wollten. Oder besser, was die Natur ihnen vorgab. Das Gebiet der heutigen Bundesrepublik war ein reichlich versumpftes Terrain. Unter den ungebändigten Flüssen besaß der Rhein bis ins 18. Jahrhundert hinein einen besonders wilden Charakter. Im südlichen Teil der Oberrheinebene, gelegen im heutigen Baden-Württemberg, durchgrub der Fluss bei Hochwasser die Landschaft. Lief das Wasser ab, blieb ein Sumpf zurück: kaum zu bewirtschaften, ein Hort für Krankheitserreger, als Lebensraum für Menschen ungeeignet. „Im Lauf der Jahrhunderte und im Wechsel der Jahreszeiten schuf dieser Zyklus ein Labyrinth von Wasserarmen und Inseln“, beschreibt David Blackbourn, und auch der Rheinverlauf glich damals einer „ausgedehnten, verwirrenden Wasserlandschaft“. Eine, die so manchen zu Abenteuern motivierte: Goethe fischte nach dem Rheinlachs und im Großherzogtum Baden fanden Goldschürfer ihr Glück. Das Rheingold ist nicht bloß ein Mythos.



Tullas Rhein-Vision

An den Höfen entlang des Stroms machen sich Herzöge und Fürsten im 18. Jahrhundert Gedanken, wie man den räuberischen Rhein in seine Schranken verweisen könnte. Bislang hatten es die Anrainer mit lokaler Schadensbegrenzung versucht, mal hier ein neuer Deich, mal dort ein künstlich angelegter Graben. Manchmal hilft es, häufig genug aber ist die Macht des Wassers einfach zu gewaltig.

Was es braucht, sagen die Mächtigen, ist eine große Maßnahme! Gesucht wird jemand, der den Rhein zu zähmen weiß. Auftritt Johann Gottfried Tulla, geboren 1770 in Karlsruhe. Als Ingenieur, der gedanklich und technisch seiner Zeit voraus ist, nimmt er die Herausforderung an, den Rhein zu begradigen. Ihn also in ein neues, fixes, weniger verschlungenes Bett zu verlegen. Als „Bändiger des wilden Rheins“ bezeichnet die Geschichtsschreibung Tulla. Ist dieser Ruf berechtigt? Ein Anruf bei Nicole Zerrath, Historikerin und Co-Autorin einer Tulla-Biografie. Im Riedmuseum in ihrer Heimatstadt Rastatt, am Rhein gelegen, gibt Zerrath Führungen zum Leben und Wirken Tullas. Der Höhepunkt jeder Tour: die Flutung eines Rheinmodells. Damit zeigt die Historikerin, welche Auswirkungen ein Hochwasser vor und nach Tulla hatte. Vereinfacht zusammengefasst: davor Chaos, danach Kontrolle. Tulla, der Rheinbändiger – betrachtet man das Modell, ist das nicht übertrieben.

Was war dieser Ingenieur aus Karlsruhe für ein Typ? Nicole Zerrath hat sich im Generallandesarchiv Karlsruhe durch unzählige Akten und Briefwechsel gearbeitet, „eine ausgezeichnete Quellenlage“, sagt die Historikerin. Ihr Eindruck: „Tulla hat schon alle seine Interessen auf dieses eine Projekt gelegt.“ Als

sich sein gesundheitlicher Zustand dramatisch verschlechterte, soll er, am Ende seines Lebens, voller Wehmut gesagt haben: „Heute Nacht habe ich das Gefühl, ich muss dem Rhein für immer meinen Rücken zukehren.“

Tulla und der Rhein – das ist eine echte Hassliebe. Schon als Kind bekommt er mit, wie das unbremste Hochwasser immer wieder Dörfer westlich von Karlsruhe wegspült. Im Gymnasium zeigt er eine ungewöhnliche Begabung für Mathematik, besonders gut ist Tulla darin, Lösungen für komplexe Probleme zu finden. Seine Lehrer berichten dem Markgrafen von Tullas Talent. „Dass man bei Hofe gut über ihn sprach, hat Tulla einen Kick gegeben“, sagt Nicole Zerrath. „Er wollte seine Begabung dafür nutzen, mit den Möglichkeiten der jungen Wissenschaft den Menschen am Rhein zu helfen.“ Tulla entwickelt die Vision des begradigten Rheins: keine Dörfer mehr, die einfach verschwinden, keine verschlammten Gebiete, in denen sich nach Abfluss des Hochwassers tödliche Krankheiten wie Sumpffieber oder Malaria verbreiten. Der junge Ingenieur betrachtet sein Vorhaben als zivilisatorisches Projekt.

Dass seine Idee, dem Rhein ein festes Bett zu geben, prinzipiell funktioniert, hatte Tulla bereits bei Begradigungen von kleineren Flüssen wie der Dreisam gezeigt. Und der Ingenieur profitiert vom politischen Zeitgeist: In der Epoche der Aufklärung sind die Herrschenden der Wissenschaft gegenüber positiv eingestellt. Zudem ist sein Auftraggeber, das Großherzogtum Baden, gerade erst zum souveränen Staat aufgestiegen, unterstützt von Napoleon Bonaparte,



Copyright: akg-images/euroluftbild.de/Frank Herzog

Ohne die Leistung von Johann Gottfried Tulla (rechte Seite oben) gäbe es keine Schifffahrt auf dem Rhein. Und auch den Hafen Karlsruhe (links oben eine Aufnahme aus dem Jahr 2005) würde es nicht geben. Der Rhein ist aber nicht nur eine wichtige Wasserstraße, sondern auch ein Erholungsgebiet. Die Aufnahme unten zeigt Badegäste am Strandbad Rappenwörth in Karlsruhe.

Die Flüsse des 18. Jahrhunderts mäanderten in ihrem Überschwemmungsgebiet oder nahmen ihren Weg durch Hunderte von kleinen Kanälen, die durch Sand- und Kiesbänke sowie Inseln voneinander getrennt waren. Das Gemälde „Blick vom Isteiner Klotz rheinaufwärts gegen Basel“ von Peter Birmann (1758–1844) zeigt das eindrücklich. Es entstand im Jahr 1810.

der ein starkes und den Franzosen zugewandtes Baden als nützlichen Pufferstaat gegen die Preußen betrachtet. Frankreich und Baden vereinbarten, eine neue Grenzlinie festzulegen, „diese wurde als Talweg des Rheins beschrieben“, erklärt Nicole Zerrath – eine Festlegung, die zeigt, wie bedeutsam Wasserwege für die Geopolitik sind. Eine Grenze darf jedoch nicht mäandern – weshalb Tullas Idee, dem Rhein ein fixes Bett zu geben, eine politische Dimension erhält. Ein Umstand, der es dem Ingenieur einfacher macht, Geld und Männer für das Projekt zu erhalten. Und von beidem braucht er reichlich, als er im Jahr 1812 mit der Umsetzung beginnt, nachdem er dem Großherzog seine Idee vorgestellt hatte.

Kühner Plan mit Nebeneffekt

Der Aufwand ist enorm: Bis zu 3.000 Leute sind auf der Baustelle tätig. Im ersten Schritt roden sie Bäume für den von Tulla skizzierten neuen Weg des Rheins, um dann mit Hacke und Schaufel einen Graben anzulegen. Die Theorie der Hydraulik kennt Tulla in- und auswendig. Nun kommt es auf die Praxis an: Es gilt, die vielen Seitenarme und Nebenflüsse zur richtigen Zeit zu verriegeln, damit der Fluss auf einer Breite von maximal 250 Metern sein neues, einheitliches Bett findet und sich dann mit seiner Kraft selbst immer tiefer in den Leitgraben gräbt. „Der Rhein sollte die meiste Buddelarbeit also selbst verrichten“, erklärt Nicole Zerrath. Tullas Plan ist mutig – und er geht auf. „Er wusste wirklich viel über den Wasserbau und hat sich mit seinem Pragmatismus immer wieder gegenüber kritischen Stimmen und Widerständen behauptet“, sagt die Historikerin. Weil Tulla und seine Leute für das neue Flussbett Wald abholzen müssen und bestimmte Gebiete umwidmen, gehen betroffene Anwohner auf die Barrikaden. Besonders knifflig ist es in Knielingen, heute ein Stadtteil im Nordwesten von Karlsruhe, damals aber noch ein Dorf, geteilt vom Rhein. Das linksrheinische Gebiet geht durch die Begradigung verloren, was die Knielinger nicht akzeptieren wollen – bis die Regierung die Bevölkerung mit Waffengewalt dazu zwingt.

Im Jahr 1824 gibt es den ersten Stresstest: heftige Regenfälle in Karlsruhe und Umgebung. Hochwasseralarm! „Die Ortschaften, die früher in größter Gefahr gewesen wären, wurden verschont“, weiß Historikerin Zerrath aus den Akten. Tulla ist zufrieden, der Großherzog von Baden auch. Der begradigte Rhein bekommt eine viel kleinere Fläche zugewiesen, Baden gewinnt viel bewohnbares Land hinzu. Tulla wirbt für sein Vorhaben mit einer konkreten Summe: Zwei Millionen Gulden soll die Begradigung bringen, errechnet er. Dass der tiefere und ruhigere Rhein nun sicherer mit Schiffen zu befahren ist, war dabei für Tulla und den Großherzog nur ein



„positiver Nebeneffekt“, sagt Zerrath: „Das wirtschaftliche Potenzial des Rheins als Wasserstraße wurde in vollem Umfang erst klar, als der Dampfschiffahrt der Durchbruch gelang.“

Ihren Abschluss findet die Begradigung im Jahr 1867, da ist Tulla längst tot. Mehr als 150 Jahre später erfüllt heute Uwe Köhn die Aufgabe, das wirtschaftliche Potenzial des Rheins in der Rhein-Neckar-Region bestmöglich zu nutzen. Der Jurist ist Direktor des Mannheimer Hafens, zuvor hat er 130 Kilometer flussaufwärts den Hafen Kehl verantwortet. „Ich bin gebürtiger Hamburger“, sagt der 61-Jährige über seine Verbundenheit mit dem Wasser. „Auch danach habe ich immer an Flüssen gelebt, an der Donau in Regensburg und Ulm, am Neckar in Tübingen.“ Überraschend sei das nicht. „Schließlich sind viele Städte überhaupt erst wegen der Flüsse, an denen sie liegen, entstanden“, sagt Köhn. Für die Schifffahrt sind Häfen sichere Anlaufpunkte. Dafür brauchen die Binnenhäfen wiederum Flüsse, die zuverlässig fließen. Tulla hat dem Rhein diese Zuverlässigkeit gegeben. „Weshalb man schon sagen kann: Ohne seine Leistung kein Hafen Mannheim, wie wir ihn kennen“, sagt Köhn. Erstmals urkundlich erwähnt wurde der Hafen schon 1247, damals noch als Wasserzollstelle an der Neckarmündung. Heute ist der Hafen Mannheim ein Güterumschlagplatz für durchschnittlich mehr als 7,5 Millionen Tonnen pro Jahr, transportiert auf mehr als 7.000 Schiffen. Kein Verkehrsweg ohne Regelungen – wobei auf dem Rhein bis heute die Grundzüge eines Abkommens gelten, das bereits 1869 beschlossen wurde und den Namen „Mannheimer Akte“ trägt. Das Papier regelt nicht nur den Verkehr auf dem Rhein, sondern garantiert, dass der Rhein von allen Anrainerländern ganzheitlich betrachtet wird. Es gab damals eine

Zu wenig Wasser bedroht die Schifffahrt, zu viel davon die Menschen, die entlang der Ufer leben. Nach einem Dammbbruch am Rhein bei Steinmauern im Jahr 1955 räumen Männer die Hochwasserschäden beiseite (rechts unten). Über 60 Jahre später helfen bei Kehl Dammscharten dabei, das Schlimmste zu verhindern (oben).

Copyright: Landesmedienzentrum Baden-Württemberg/Rudolf Moser (rechts), Sven Kimmig (links oben)

Es sind heute nicht mehr die wilden Eigenschaften des Rheins, die seine Nutzung gefährden, sondern ausbleibende Niederschläge. Was tun? Klimaschutz, klar! Und von Tullas Anpack-Mentalität lernen!

Vielzahl von Staaten, die am Rhein lagen: Frankreich, die Schweiz und die Niederlande, dazu auf heute deutschem Boden Kleinstaaten wie Hessen, Bayern, Nassau und Baden. „Die ‚Mannheimer Akte‘ sorgte dafür, dass die Staaten den gesamten Rhein als gemeinsamen Wirtschaftsraum betrachteten“, erklärt Uwe Köhn. „Deshalb gilt das multilaterale Abkommen vielen als Vorläufer der europäischen Verträge – und damit auch der EU.“

Aus der Stiftung Forschung

ARTUR FISCHER ERFINDERPREIS

Alle zwei Jahre wird der von Professor Artur Fischer und der Baden-Württemberg Stiftung gestiftete und mit über 36.000 Euro dotierte Artur Fischer Erfinderpreis Baden-Württemberg verliehen: an private Tüftlerinnen und Tüftler und an Schülerinnen und Schüler. 2021 gewann u. a. Bertold Schillinger aus Renchen-Ulm mit seinem selbsttätigen Hochwasserschutz, der bei Starkregen automatisch hochfährt und dadurch die Überschwemmung seiner Garage verhindert. Mehr unter: erfinderpreis-bw.de

Die Umwelt und der Mensch

Es ist gar nicht so einfach, am Oberrhein jemanden zu treffen, der ein kritisches Wort über diesen Johann Gottfried Tulla sagt. Fündig wird man im Karlsruher Institut für Technologie (KIT), wo das „Netzwerk Wasserforschung Baden-Württemberg“ seinen Sitz hat. Die Organisation verfolgt das Ziel, die vielen verschiedenen Disziplinen der Wasserforschung miteinander zu verbinden. Da wären zum Beispiel die Hydrologinnen, die den Wasserkreislauf erforschen. Die Limnologen, die sich anschauen, welche Organismen im Wasser unterwegs sind. Und die Vertreterinnen und Vertreter der Siedlungswasserwirtschaft, die die Nutzung des Wassers durch die Menschen organisieren. Sprecher des Netzwerks ist Harald Horn, Professor für Wasserchemie und Wassertechnologie am KIT, lange in der Umweltbewegung aktiv. Tulla? „Eine wichtige Figur, das ist unstrittig.“ Gerade für den Wissenschaftsstandort Karlsruhe, wo die polytechnische Hochschule – die erste ihrer Art im späteren Deutschland – entstand, als man 1825 die von Tulla gegründete Ingenieurschule mit einer Bauschule zusammenlegte. Doch dann kommt ein Aber: „Für uns in der Umweltbewegung war Tulla lange Zeit eine Projektionsfläche dafür, wie man es nicht machen sollte – nämlich den Flussläufen ihren natürlichen Charakter zu nehmen.“ Ein Verlierer ist die Artenvielfalt. Aus den Auen, in denen Biber, Störche, Raubvögel und zahlreiche andere Tiere perfekte Bedingungen vorfinden, wird eine trockene Landschaft. Viele Arten verschwinden. Dafür bleiben die Dörfer. „Gäbe



es den mäandrierenden Rhein noch“, sagt Harald Horn, „würde es einige Städte in Baden-Württemberg schlichtweg nicht geben.“

Die Sache ist ambivalent. KIT-Professor Horn sagt, wie man Tullas Wirken letztlich bewerte, sei eine Frage der Haltung: „Ich weiß noch, wie ich vor 15 Jahren an der TU München intensive Diskussionen mit einem Professorenkollegen vom Lehrstuhl für Statik geführt habe. Er sagte mir: ‚Sie aus dem Umweltingenieurwesen wollen die Umwelt vor den Menschen schützen, aber wir vom Bauingenieurwesen, wir schützen den Menschen vor der Umwelt.‘“ Ob sich seine Haltung mit den Jahren geändert hat? Harald Horn überlegt kurz. „Wenn man daran denkt, was bei der Flutkatastrophe im Ahrtal passiert ist, hätte es in der Tat ein ordentliches Bauingenieurwesen gebraucht, um die Menschen zu schützen.“

Das große Thema der Wasserforschung ist aktuell der Klimawandel mit seinen Auswirkungen. Eine Herausforderung ist der Schutz vor extremen Wetterereignissen wie Starkregen, der selbst kleine Dorfbäche zu wilden Strömen werden lässt. Die andere ist es, den Menschen auch weiterhin Wasser zur Verfügung zu stellen, „ausreichend – und in entsprechender Qualität“, sagt Harald Horn. Im Süden Europas sind Wasserkrisen nichts Neues mehr. Dass auch Deutschland auf dem Trockenen liegen könnte – diese Alarmglocke betätigen die Medien immer dann, wenn ein Fluss wie der Rhein nach einer Zeit ohne Regen extremes Niedrigwasser führt. „Die Symbolkraft eines Flusses, der deutlich weniger Wasser als üblich führt, ist unschlagbar“, weiß Horn. Die Schlüsse, die dann gezogen werden, seien aber nicht immer stimmig. „Selbst wenn der Rheinpegel historisch tief steht, ist die Wasserversorgung nicht ernsthaft gefährdet, weil aus dem Rhein kaum Trinkwasser gewonnen wird.“ Mit 60 Prozent stamme der größte Anteil an Trinkwasser aus dem Grundwasser.

Das Problem tiefer Pegelstände trifft die Schifffahrt: Ab einem bestimmten Punkt können Schiffe nicht mehr fahren. Der Rhein, die Autobahn unter den Flüssen, ist dann gesperrt. Ein solcher Ausfall kann einen großen Chemiestandort am Rhein ernsthaft gefährden. 2018 war das der Fall: Im November dieses viel zu trockenen Jahres führte das Niedrigwasser zu Produktionsausfällen bei der BASF. Zu spüren bekamen den ungewöhnlich tiefen Pegelstand auch die Konsumenten: Weil die Tankschiffe nicht mehr fahren, leerten sich die Lager für Benzin und Diesel entlang des Rheins – was unmittelbar zu Preissprüngen an den Tankstellen führte.

Es sind heute also nicht mehr die wilden Eigenschaften des Rheins, die seine Nutzung gefährden, sondern ausbleibende Niederschläge. Was man dagegen tun kann? Klimaschutz, klar. Aber auch von Tulla lernen. Der war nämlich ein ausgezeichnete Planer, in dieser Hinsicht findet nun auch Harald Horn lobende Worte über ihn: „Wie Tulla sein Mammutprojekt politisch durchgesetzt und technisch gestemmt hat, davor ziehe ich meinen Hut.“ Von dieser pragmatischen Anpack-Mentalität könnten sich Politik und Wissenschaft viel abgucken. „Und die Umweltbewegung auch.“



Learning by Doing: Lehrer Oliver Breuer erforscht mit Schülern seiner Technik-AG, wie Hydrofoils als umweltfreundliche und widerstandsfähige Fortbewegungsmöglichkeit im Wasser und auf dem Wasser funktionieren.



Über Wasser fliegen

In einem außergewöhnlichen Schulprojekt experimentieren Jugendliche, gefördert von der Baden-Württemberg Stiftung, mit zum Teil selbst gebauten Wassersportgeräten. Beim Hydrofoiling fliegen sie dank Unterwasserflügel auf einem Surfbrett über den Neckar. Physik und Technik fernab des Klassenzimmers, inmitten der Elemente.

Die Wasseroberfläche des Neckars kräuselt sich im Wind, glitzert in der Nachmittagssonne. Rund um den Motor-Yacht-Club Esslingen tummeln sich Boote und Wasserskifahrer, ein vertrautes Bild. Doch etwas ist heute anders. Neugierig schauen die Menschen vom Ufer auf den Fluss – und staunen: Ein Surfer schwebt übers Wasser, mehrere Handbreit hebt sein Board ab in die Luft.

Die Knie leicht gebeugt steht Moritz Schneider fest auf dem Brett. Der 15-jährige Schüler balanciert sein Gewicht aus, geht mit den Bewegungen mit, lässt die Wellen unter sich abfedern, gleitet hinweg über den Fluss. Sein Blick ist nach vorn gerichtet. In seinen Händen hält Moritz den Griff einer Hantel, befestigt an einer 18 Meter langen Leine. Sie verbindet ihn mit dem Boot, das ihn hinter sich herzieht. „Sehr gut, Moritz! Bleib genau so stehen“, ruft Oliver Breuer, Lehrer für Naturwissenschaft und Technik, vom Steuer aus seinem Schüler zu und erklärt: „Unsere Geschwindigkeit ist mit entscheidend.“ Wellen schwappen gegen die „Zugmaschine“, die mit dröhnendem Motor und 20 Stundenkilometern durch das Wasser pflügt. Fährt das Boot zu schnell, würde das Brett mit Moritz darauf zu stark schwanken. Dann hätte er kaum eine Chance, sich zu halten. Fährt es zu langsam, bekommt das Board nicht genügend Stabilisierung und Auftrieb, um sich aus dem Wasser nach oben zu schieben.

„Es fühlt sich an, als würde ich über das Wasser schweben“, sagt Moritz später noch atemlos. Sein Neoprenanzug klebt an ihm, das nasse Haar fällt in die Stirn. Was wirkt wie ein entspannter Tag am Wasser, ist ein Experiment in Physik und Technik. Neben Moritz ist heute sein Klassenkamerad

Maximilian Rein, auch 15, mit an Bord. Angeleitet von ihrem Lehrer Oliver Breuer haben die beiden mit vier weiteren Mitschülern an der Graf-Eberhard-Schule in Kirchentellinsfurt zu Hydrofoiling geforscht: einer besonderen Art des Surfens, die gerade zum Trendsport wird und für die man nur wenig Wind und kaum Wellen braucht.

Antriebskraft zum Abheben

Das Geheimnis liegt unter Wasser: das Hydrofoil, eine Tragfläche unterhalb des Surfboards, die sich im Wasser so verhält wie Flügel in der Luft. Es besteht aus einem Mast, der unter dem Brett angeschraubt wird, und einer sogenannten Fuselage: einer schmalen, spindelförmigen Stange, die längs zwei Tragflügel miteinander verbindet. Der Frontflügel sorgt für den Auftrieb, der durch Druckunterschiede an der Ober- und Unterseite entsteht. Da Wasser eine höhere Dichte als Luft hat, erzeugen selbst kleine Flügel erstaunliche Kräfte. Der Heckflügel stabilisiert das Board. Über die Länge des Masts ragt er aus dem Wasser. Dadurch verringert sich der Widerstand im Wasser und das Board erreicht seine Gleitgeschwindigkeit.

Oliver Breuer, selbst leidenschaftlicher Wassersportler, erinnert das Fahrgefühl an Snowboarden im Tiefschnee, an Freiheit, Abenteurer. Er steckte die sechs Schüler seiner Technik-AG mit seiner Begeisterung an. Maximilian und Moritz interessieren sich für Naturwissenschaften und Technik, wollen Zusammenhänge verstehen. Darum unterstützen sie im Technikteam seit Jahren Schulveranstaltungen. Bei Abschlussfeiern, Theater- oder Musikaufführungen kümmern sie sich um Licht und Ton, den Auf- und Abbau. Oliver Breuer hat die

Gruppe vor 15 Jahren gegründet. Das Hydrofoiling-Projekt ist für ihn auch eine Belohnung für die Schüler. „Das Interesse, ihr riesiges Engagement, ihre Ideen, wie sie sich einbringen, beeindruckten mich“, sagt Breuer. Mit Wassersport hatten die meisten aus der Technik-AG zuvor kaum Berührungspunkte. „Für uns ist besonders, etwas ganz Eigenes zu entwickeln“, sagen Maximilian und Moritz. Mehr als zwei Jahre haben sie experimentiert, sich mit der Physik und der Technik hinter Hydrofoiling befasst. „Durch die Unterstützung der Baden-Württemberg Stiftung wurde das Projekt erst möglich“, sagt Breuer. „Die Materialkosten, die vom Programm übernommen werden, sind enorm.“ Bevor sie sich zum ersten Mal ins Wasser stürzen konnten, warteten viele Fragen: Wie wirken sich die Fläche und die Form der Front- und Heckflügel auf das Fahrverhalten aus? Welchen Einfluss hat die Länge von Mast und Fuselage? Wie wichtig ist das Material? Sie haben Präsentationen ausgearbeitet, sich mit Luft- und Reibungswiderstand auseinandergesetzt, mit dem Strömungsverhalten – und der Geschichte von Hydrofoiling, den Vorläufern. Die ersten Ansätze der Technologie entstanden Ende des 19. Jahrhunderts, um die Geschwindigkeit von Booten zu erhöhen, ohne mehr Kraftstoff zu verbrauchen. Der italienische Luftschiffkonstrukteur Enrico Forlanini entwickelte um 1900 das erste einsetzsfähige Tragflügelboot: Angetrieben mit einem Propeller schwebte er damit über den Lago Maggiore. Foils werden heute bei Schiffen, Booten und seit Kurzem bei Sportgeräten eingesetzt. Sie verringern den Wasserwiderstand um mehr als die Hälfte und steigern die Effizienz. Das spart Energie und schont die Umwelt.

Aus der Stiftung
Gesellschaft & Kultur

MIKRO MAKRO MINT

Mit dem Programm, zu dem auch das Hydrofoiling-Projekt zählt, will die Baden-Württemberg Stiftung bei Kindern und Jugendlichen Begeisterung für die MINT-Fächer, Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik, wecken. Weitere Projekte widmen sich dem „Wassersparen mit Köpfchen“ oder der Erforschung der invasiven Quagga-Muschel. Mehr unter: bwstiftung.de/mikro-makro-mint

Bevor sie ihre eigenen Modelle testen können, müssen die Schüler das Surfen mit professionellen Hydrofoils ausprobieren, um mit den Abläufen vertraut zu werden. Nach Moritz ist Maximilian an der Reihe. „Mir fehlt noch ein wenig Übung“, sagt er. Es ist windig an diesem Tag, die Wellen sind stark. Das Brett treibt hin und her. Keine einfachen Bedingungen. Immer wieder rutscht Maximilian beim Versuch ab, sich nach oben zu stemmen. Er schwimmt wieder zum Board, versucht es erneut. Was bei Erfahrenen mühelos aussieht, erfordert viel Technik. „Bis man sich auf dem Brett halten kann, können Tage vergehen“, sagt Breuer. „Es ist wie Einradfahren, nur dass wir gleich in die Vollen müssen: Festhalten geht nicht.“ Eine Geduldssprobe für Maximilian. Doch er gibt nicht auf, bis es ihm zumindest für Sekunden gelingt. „Zum ersten Mal auf dem Brett zu stehen ist besonders, den Wind zu spüren, ein Gefühl dafür zu entwickeln“, sagt der Jugendliche begeistert. Oliver Breuer begrüßt Maximilian mit Handschlag auf dem Boot. „Moritz und Maximilian haben in kürzester Zeit riesige Fortschritte gemacht.“

Fliegen mit dem eigenen Foil?

Auf dem schwankenden Boot schrauben Maximilian und Moritz am Mast und an der Fuselage aus Aluminium. Sie entfernen den Frontflügel und tauschen ihn gegen ihr selbstgemachtes Modell aus. Diesen „Boxenstopp“ haben die Schüler im Technikraum trainiert. Drei verschiedene Foils haben sie konzipiert und gebaut, alle angelehnt an die professionellen Flügel: Sie haben Schablonen aus Pappe gefertigt, Vorlagen aus Holz gesägt. „Von diesem versprechen wir uns am meisten“, sagt Maximilian und zeigt auf einen Flügel: Er ist gemasert, wirkt etwas schwerer als der industriell gefertigte, nicht ganz so glatt. Während Profi-Foils aus Karbon, also Kohlefaser, bestehen, haben die Schüler Glasfaser verwendet. „Mit Kunstharz haben wir unseren Frontflügel geformt, verstärkt und wasserdicht gemacht, damit das Material nicht quillt“, erklärt Moritz. Möglichst leicht und stabil soll das Foil sein. Für den notwendigen Auftrieb sind nicht nur die Form und die Fläche, sondern auch die Dicke entscheidend. Flügel mit dünnem Profil sind zwar schneller, brauchen aber beim Start eine höhere Geschwindigkeit und erfordern mehr Balance. Je größer die Flügel, desto ruhiger das Foiling. Allerdings erhöht sich mit großen Flügeln auch der Wasserwiderstand. Gemeinsam lassen sie ihr Hydrofoil ins Wasser gleiten. Der entscheidende Moment ist gekommen. Funktioniert es? Der Vorgänger konnte den Belastungen nicht lange



Physik- und Technikunterricht der anderen Art: Oliver Breuer setzt auf Lernen durch selbst Experimentieren – und ist der Schulleitung für ihre Unterstützung dankbar.

standhalten. Oliver Breuer ist zuversichtlich: „Ausreichend stabil sollte das Foil sein. Ob Auftrieb und Kontrolle reichen, müssen wir sehen.“ Moritz hievt sich auf das Board. Es gelingt ihm aufzustehen. Nach vorsichtig rutscht er über die Wasseroberfläche und bemüht sich, das Gleichgewicht nicht zu verlieren. Vom Boot aus beobachten ihn Oliver Breuer und Maximilian gespannt. Das Board wirkt etwas behäbig. Moritz bleibt darauf stehen, reitet die Wellen wie ein Surfer. Sie beschleunigen das Boot immer mehr. Doch der Auftrieb scheint nicht zu genügen. Der Höhenflug bleibt dieses Mal aus. Das Board bleibt auf der Wasseroberfläche statt abzuheben. In einer Pause beratschlagen die drei am Ufer. „Es war im Ansatz gut, aber noch etwas instabil“, zieht Moritz sein Fazit, als er wieder Land unter den Füßen hat. „Ich wusste nicht, was mich erwartet. Im Vergleich zum Profi-Foil hatte ich weniger Kontrolle.“ Breuer wirkt erleichtert und stolz. Er hat schon Ideen, was die Schüler verbessern könnten: „Ich vermute, durch die dickere Abrisskante kam es zu Verwirbelungen im Wasser. Wir müssen sie schleifen und schärfen.“ Das Experimentieren geht weiter: In Ruhe wollen die Schüler auswerten, warum sie mit ihrem Modell noch nicht abheben konnten. Bald, so hoffen sie, werden sie auch damit schweben – und über das Wasser fliegen.



Maximilian Rein (Mitte links) und Moritz Schneider (Mitte rechts) testen den Unterschied zwischen dem selbst gebauten und einem professionellen Foil. Außer den beiden sind auch Colin Baughen, Vincent Rättig, Malte Zeimer und Ben Beckert Mitglieder sowohl der mikro-makro-mint-Projekt-AG als auch des Technikteams.



Wie viel Wasser steckt in unserem Alltag?

Im Durchschnitt verbraucht ein Mensch in Baden-Württemberg täglich rund 123 Liter Wasser. Hinzu kommen bis zu 7.000 weitere Liter: versteckt als „virtuelles Wasser“. Damit ist die Wassermenge gemeint, die bei der Erbringung einer Dienstleistung oder bei der Herstellung eines Produkts oder Lebensmittels verdunstet, verbraucht oder verschmutzt wird. Etabliert hat das Konzept der britische Geograph John Anthony Allan, der drei virtuelle Wasserarten benannte: Grün steht für Regenwasser, Blau für Grundwasser und Wasser aus Flüssen oder Seen und Grau für die Verschmutzung von Süßwasser durch den Herstellungsprozess. Ein hoher Anteil an grünem Wasser ist gut für den Wasserfußabdruck, blaues und graues Wasser ist problematisch. Einige Berechnungsbeispiele.

AUTO, MITTLERE GRÖSSE

400.000 LITER
2.870 BADEWANNEN



Auf die Rohstoffgewinnung und die Herstellung der Materialien entfallen rund 90 Prozent des Wassers: Beides ist sehr energieintensiv und Kraftwerke brauchen viel Kühlwasser. Allein die rund 600 Kilogramm Stahl eines Mittelklassewagens benötigen in der Produktion 120.000 Liter Wasser. Die übrigen 10 Prozent werden beim Zusammenbau der Fahrzeuge verbraucht. Weil besonders beim Lackieren das Wasser oft verschmutzt wird, fällt hier überwiegend graues Wasser an: Es muss in der Regel aufwendig gereinigt werden.

1 KG RÖSTKAFFEE

21.000 LITER
140 BADEWANNEN



Die Zubereitung eines Latte macchiato erfordert insgesamt rund 200 Liter Wasser. 90 Prozent davon sind grünes Wasser, in vielen Kaffeeanbaugebieten regnet es genügend. Manchmal wird künstlich bewässert, zudem werden die Bohnen gewaschen, geröstet, verpackt und transportiert – dabei fallen rund 20 Liter graues und blaues Wasser an. Für eine Tasse Tee werden etwa 30 Liter benötigt: 25 Liter davon sind grünes Wasser.

1 KG RINDFLEISCH

15.445 LITER
103 BADEWANNEN



700 Gramm Wasser befinden sich in 1 Kilo Rindfleisch. Für die Herstellung wird – im globalen Durchschnitt – das 22.000-Fache benötigt, inklusive des Futtermittelanbaus sowie des Trinkwassers für die Tiere und die Stallreinigung. Davon sind 14.414 Liter grünes Wasser, 550 Liter blaues Wasser und 451 Liter graues Wasser. Für 1 Kilo Gemüse werden im Schnitt 194 Liter grünes, nur 43 Liter blaues und 85 Liter graues Wasser gebraucht.

1 JEANS

8.000 LITER
53 BADEWANNEN

1 KG KARTOFFELN

287 LITER
1,9 BADEWANNEN

1 SMARTPHONE

1.280 LITER
8,5 BADEWANNEN

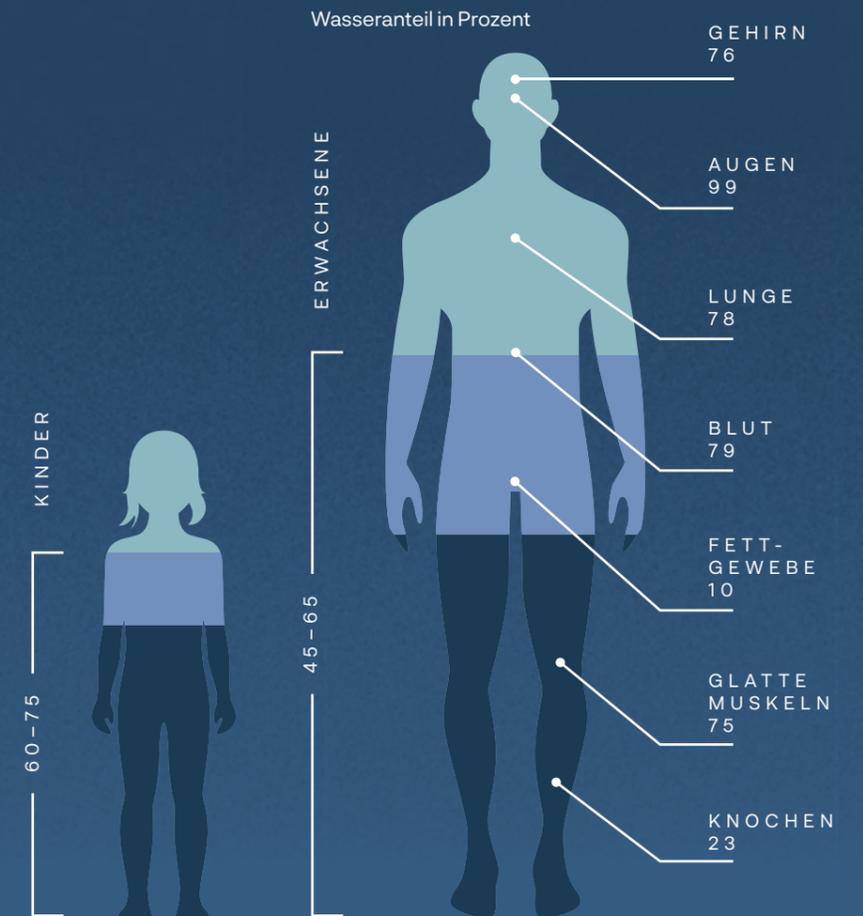
Quelle: Food and Agricultural Organization of the United Nations, Umweltbundesamt, Water Footprint Network (Waterfootprint.org), Unesco-IHE Institute for Water Education

Wie viel Wasser ist im Menschen?

Jede Körperzelle des Menschen ist gefüllt mit Wasser: Es ist das Lösungsmittel, in dem die Bestandteile der Zellen regelrecht umherschweben, und das Transportmittel, in dem Botenstoffe unterwegs sind. Zudem ist es Nährstoffträger, Wärmeregulator, Baustoff und Reaktionspartner mit anderen Substanzen. Auch außerhalb der Zellen spielt Wasser eine zentrale Rolle. Je nach Gewebe unterscheidet sich der Wasseranteil. Da Fett kaum wasserlöslich ist, hat es einen geringen Wasseranteil. Beim Muskelgewebe hingegen ist der Wasseranteil vergleichsweise hoch.

Der Wasseranteil ändert sich im Laufe des Lebens.

Der Wasseranteil des Körpers verringert sich im Laufe des Lebens. Dafür gibt es mehrere Gründe. Im Alter nimmt das Fettgewebe zu und das Muskelgewebe ab, außerdem geht das Durstgefühl leicht zurück und damit auch die Flüssigkeitsaufnahme. Weil der Wasseranteil der Bandscheiben im Laufe des Lebens ebenfalls abnimmt, schrumpft der Mensch im Alter leicht. Egal, wie alt jemand ist: Ausreichend zu trinken fördert die Leistungsfähigkeit und das Wohlbefinden. Unsere Trinktipps unter: magazin-perspektiven.de/trinken



Wie gelangt Wasser in den Körper?

Wasseranteil in Prozent



Wie verlässt Wasser den Körper?

Wasseranteil in Prozent



Quelle: Weltgesundheitsorganisation, Baden-Württemberg Stiftung



Das Spinelli-Gelände (Fotos links oben und rechte Seite) erfüllt die Kriterien einer Schwammstadt, genau wie das Fassadengrün an einem Wohn- und Geschäftshaus in Mannheim.



Mannheim wird Schwammheim

Städte müssen kühler werden und Regenwasser speichern können. Schwammstadt heißt dieses Konzept, das immer mehr Städte auch in Baden-Württemberg verfolgen. Wie es gehen kann, zeigt Mannheim.

REPORTAGE
BENNO STIEBER



Copyright: Spinelli; BÜGA 23_G07; BÜGA 23_Lukac-Diehl, Fassadengrün; Schmucker und Partner

Von der rechten Ecke des Stadtplans weisen vier Klimakorridore wie grüne Finger auf den quadratischen Grundriss der Mannheimer Innenstadt. Die Grünschneisen transportieren frische Luft vom Käfertaler Wald im Nordosten bis in die City. Jens Weisener und Georg Pins sitzen im wohltemperierten Mannheimer Rathaus und zeigen die Strömungsverläufe auf der Karte. Weisener arbeitet im Fachbereich Stadtplanung, Pins leitet die Abteilung Klimaschutz der Stadt. Die vier Frischluftkorridore, erklären sie, sind so etwas wie die Klimaanlage der Mannheimerinnen und Mannheimer. Sie bringen der Stadt mit ihren 325.000 Einwohnern in Hitzesommern kühle Luft zum Atmen. Diese natürliche Frischluftzufuhr war jahrzehntelang gestört. Drei militärische Areale lagen mit ihren Asphaltflächen und Kasernen im Weg und erwärmten die vorbeiströmende Luft um drei bis vier Grad. Auf dem Stadtplan, den Pins und Weisener vor sich liegen haben, sind sie noch rot markiert.

Mannheim gehört zu den Städten in Baden-Württemberg, die am meisten von Hitze und Dürre geplagt sind. Im Jahr 2022 war sie sogar die deutsche Stadt mit den meisten Hitzetagen: An 47 Tagen war es über 30 Grad Celsius heiß. Unter den zehn größten Städten im Südwesten ist sie zudem die Kommune mit dem höchsten Anteil versiegelter Flächen – mit der Konsequenz, dass an heißen Tagen die Hitze in der dicht bebauten Stadt steht. Um sich an den Klimawandel anzupassen, hat die Stadtverwaltung, früher als andere Kommunen, Maßnahmen eingeleitet. Schon im Jahr 2005 wurde eine eigene Abteilung für Klimaschutz gegründet und 2009 damit begonnen, ein Klimaschutzkonzept zu entwickeln. Als eine der ersten Städte in Deutschland beschloss Mannheim 2018 einen Hitzeplan, um Bevölkerungsgruppen zu schützen, die besonders von hohen Temperaturen betroffen sind. Im selben Jahr erstellte die Stadt – unter Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger – eine Strategie

zur Klimaanpassung, die auch vorsieht, Flächen zu entsiegeln und Grünflächen anzulegen. Schritt für Schritt soll die Quadratestadt zur Schwammstadt werden.

Städte wie Schwämme

Das Konzept Schwammstadt hat derzeit Hochkonjunktur. Metropolen wie Rotterdam sind mit Dachbegrünung und Hochgärten schon zu einem guten Teil Schwammstädte, aber auch das Schumacher Quartier in Berlin oder ein vom Karlsruher Ingenieurbüro BIT geplantes neues Wohnviertel in der Kaiserstuhlgemeinde Riegel werden nach diesem Prinzip konzipiert. In Winnenden entsteht ein Wohnviertel mit Rückhaltebecken für Regenwasser und in Schwäbisch Gmünd ein Park nach dem Schwammstadtprinzip. Es geht bei dem Konzept, so beschreiben es die Karlsruher BIT-Ingenieure, im Wesentlichen um diese Aspekte: Begrünen, Kühlen, Verdunsten, Verschatten und Rückstrahlen. Begrünte Flächen, Dächer und Fassaden speichern Regenwasser und

verdunsten es bei Hitze. Frischluftschneisen und Bäume kühlen die Luft zusätzlich. Sonnenschutzelemente an Gebäuden wiederum spenden Schatten und helle Häuserfassaden reflektieren die Sonneneinstrahlung. Hinzu kommt das sogenannte Multicodieren: Knappe Flächen in Innenstädten werden gleichzeitig für möglichst viele Gruppen nutzbar gemacht. So können beispielsweise grüne Dächer neben ihrer eigentlichen Funktion zur biologischen Vielfalt beitragen. Grünflächen können gleichzeitig Spielplätze und Flächen zur Versickerung von Regenwasser sein.

Die Gelegenheit, das Konzept im großen Stil in Mannheim umzusetzen, bot sich im Jahr 2016, als die US-Armee ihre Truppen abzog. Eine mehr als 500 Hektar große Fläche im Stadtgebiet wurde frei – dort, wo unter anderem die US-Kasernen Franklin, Spinelli und Taylor standen. In den vergangenen Jahren wurden die Flächen aufwendig entsiegelt und rückgebaut. So entstand die Frischluftschneise, die Mannheim nun an heißen Tagen kühlt. Zudem wurde die Spinelli-Kaserne mit Biotopen und Wasserversickerungsflächen zur Heimstatt für klimafreundliches Wohnen und zu einem Naherholungsgebiet. In nur sechs Jahren wurde das gesamte Gelände umgestaltet. Ein riesiger Kraftakt. Geholfen hat der fixe Termin der Bundesgartenschau (BUGA), die von April bis Oktober 2023 einen Teil des freigewordenen Areals bespielte. Und auch die Finanzierungshilfen, die mit dem Großereignis verbunden waren, gaben dem Projekt den notwendigen Schwung. „So eine Gelegenheit hat nicht jede Stadt“, sagt Stadtplaner Jens Weisener.

Pünktlich zum Start der BUGA verwandelte sich die ehemalige Spinelli-Kaserne in ein großzügiges grünes Areal: knapp 70 Hektar Pflanzenvielfalt mit Bienenstöcken, kleinen Schotterflächen für Eidechsen und andere Kriechtiere. Zudem entstanden die ersten Wohneinheiten, mit ökologischen Baustoffen errichtet, mit begrünten Dächern und Fassaden. Zwischen den Wohnblocks und der grünen Freifläche liegen Versickerungsmulden, die das Wasser bei Wolkenbrüchen statt in die Kanalisation ins Grundwasser abtransportieren. Dabei war das Gelände für die Besucherinnen und Besucher der BUGA 2023 auf den ers-

ten Blick vielleicht eine Enttäuschung. Ein Areal, flach wie ein Teller und mit nur ganz wenigen Bäumen, eine triste Vegetation, die je nach Jahreszeit ein wenig an eine Savanne erinnert. Doch das ist gewollt. „Nichts soll den Luftstrom von 12.000 Kubikmetern pro Sekunde bremsen“, erklärt Georg Pins. „Der entscheidende ökologische Wert ist das freie, unversiegelte Gelände.“

Konflikte über Klimamaßnahmen

Das Spinelli-Gelände kommt heute dem Ideal einer Schwammstadt ziemlich nahe – mit seinen möglichst naturnahen Grünflächen, die Regenwasser aufnehmen und auch verdunsten können. Das kühlt die Stadt bei Hitze ab.

Doch wie an vielen Orten müssen sich auch die Mannheimerinnen und Mannheimer sowohl gegen Hitze als auch gegen Hochwasserereignisse schützen. In der Stadt mündet der Neckar in den Rhein. Zuletzt traten die beiden Flüsse im Jahr 2021 über die Ufer. Gleichzeitig geraten Menschen und die Vegetation in den immer häufiger auftretenden Dürresommern unter Hitzestress. Es sind diese Gegensätze, die die Schwammstadt abpuffern soll.

Ein wichtiger Bestandteil des Schwammstadtprinzips ist konsequente Begrünung. Auf dem ehemaligen Gebiet der Taylor-Kaserne gibt es heute einen großzügigen Park (links oben). Auch der Glückstein-Park (links unten) sowie der Luisenpark (rechte Seite) wurden in den vergangenen Jahren zu naturnahen Erholungsorten. Am Luisenpark entstand im Rahmen der Bundesgartenschau 2023 ein grünes Erlebniszentrum (rechts oben).



Copyright: Taylor-Park: Studio Hannis Joosten, Glückstein-Park: Stadt und Raum/Benner, Luisenpark (oben): Brigida Gonzales/bez-hock architekten, Luisenpark (unten): Mannheim24/Peter Kiefer

Begrünen, Kühlen,
Verdunsten, Verschatten
und Rückstrahlen –
die wichtigsten Kriterien
einer Schwammstadt.



Copyright: Werner Wohnbau GmbH & Co. KG (links oben), HANEN ARCHITEKTEN/evolhaus GmbH (links unten), Stadtmartketing Mannheim GmbH/Daniel Lukac (rechts)

Doch die Umsetzung ist nicht immer einfach. Richtig anspruchsvoll wird es bei Veränderungen im Bestand. Eigentlich müssten in Mannheim beispielsweise 1.000 Bäume im Jahr als Sauerstoff- und Schattenspende gepflanzt werden. Den Bedarf hat die Klimaschutzabteilung von Georg Pins ermittelt. Aber in der eng bebauten Innenstadt ist jeder Quadratmeter begehrt: als Baugrund, als Parkplatz, als Straße oder als Fahrradweg. Auch unter der Erde wird der Raum genutzt, etwa für Kanäle, Stromleitungen und Glasfaserkabel. Es bleibt deshalb wenig Platz für Bepflanzung oder gar für Versickerungsmulden. Der Nutzungsdruck sei groß, gibt Stadtplaner Jens Weisener zu. Allein 20 bis 30 Prozent der Gesamtfläche einer Stadt sind Straßenräume. Klimamaßnahmen führen oft zu Konflikten unter den Bürgerinnen und Bürgern. Wenn Parkplätze zu Gunsten von Grünflächen zurückgebaut werden sollen, haben viele Menschen das Gefühl, es würde ihnen etwas genommen. Aber Pins und Weisener erkennen auch ein Umdenken bei der Bevölkerung. Als die Stadt Zuschüsse für Privatpersonen zur Verfügung stellte, um Grundstücke und Dächer zu begrünen, wurde das Geld im ersten Jahr nur zöger-

Mannheim will bis 2030 klimaneutral sein. Die zweitgrößte Stadt Baden-Württembergs wurde 2023 gemeinsam mit Aachen und Münster zur „EU-Modellstadt für Klimaneutralität“ gekürt. Bei der Umsetzung des Ziels helfen Projekte wie die Umwandlung des Franklin-Areals in ein zukunftsfähiges, nachhaltiges Stadtquartier (linke Seite), das Mannheim neue Impulse gibt.



lich abgerufen. Das hat sich inzwischen geändert. Auch innerhalb der Verwaltung gibt es widerstreitende Interessen, wenn es um Begrünung und Renaturierung geht. Mehr Grün bedeutet mehr Pflege- und damit mehr Personalaufwand. Jeder gepflanzte Baum muss durchschnittlich sieben bis zehn Jahre bewässert werden, bevor er allein überlebt – vorausgesetzt, es handelt sich um eine hitzeresistente Art. Solche inneren Widerstände könne man nur mit Pragmatismus knacken, sagt Georg Pins. Und mit cleverer Technologie. Statt Grünanlagen auf dem Stadtgelände pauschal zu bewässern, könnte man den Aufwand und die Wassernutzung mit digitaler Technik verringern. Mannheim experimentiert gerade mit Sonden, die melden, wenn ein Baum Wasser braucht. Nur dann muss bewässert werden. „Gießen on demand“ sozusagen.

Mittelalterliche Techniken

Manchmal ist es nicht digitale Technik, sondern der Blick in die Vergangenheit, der zukunftsweisende Lösungen möglich macht. In Freiburg, das elf Monate im Jahr unter zu trockenen Böden leidet, wie das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung in seinem

Dürremonitor schreibt, experimentieren Stadtplanerinnen und Stadtplaner jetzt mit mittelalterlichen Techniken, um dem Boden wieder mehr Grundwasser zuzuführen. Methoden aus einer Zeit, als es noch gar keine Kanalisation gab. Statt Betonflächen sollen, wie schon vor fast tausend Jahren, in der historischen Innenstadt von Freiburg wieder mehr Pflastersteine verbaut werden. Die Lücken zwischen den Steinen geben dem Wasser die Möglichkeit zum Versickern. In Freiburg entsteht derzeit mit dem Wohngebiet Dietzenbach zudem ein neues Quartier, bei dem mit Dach- und Fassadenbegrünung, durchlässigen Böden und Verdunstungsflächen das Schwammstadtprinzip gelten soll. Doch das Projekt ist umstritten. Denn für die Wohnungen für 15.000 Menschen müssen Bäume weichen.

Die verschiedenen berechtigten Interessen sind oft schwer vereinbar. In ganz Deutschland fehlt es an bezahlbarem Wohnraum, auch in Mannheim. Aus Sicht des Mannheimer Stadtplaners Jens Weisener sollten trotzdem keine neuen Baugebiete mehr auf der grünen Wiese entstehen. Stattdessen sollten lieber freiwerdende Bürogebäude zu Wohnhäusern umgebaut werden. Und auch

auf dem Spinelli-Gelände ist noch Platz zur Nachverdichtung, ohne dass Mannheims grüne Lunge angetastet werden müsste. Die Konzepte für die Green Cities liegen auf dem Tisch, vieles ist erprobt. „Aber“, sagt Weisener, „angesichts der Klimaveränderungen sind wir nicht schnell genug.“

Aus der Stiftung
Forschung

WASSERMANAGEMENT
Starkregen betrifft auch Städte wie Mannheim. Versiegelte Flächen, Straßen und ausgetrocknete Böden können dazu beitragen, dass dann Nähr- und auch Schadstoffe abgeschwemmt werden. Forschende des TZW Technologiezentrums Wasser in Karlsruhe untersuchen den Einfluss von Starkregenereignissen auf die Wasserqualität. Ihr Projekt RiQO wird von der Baden-Württemberg Stiftung gefördert.

FEATURE
ISABEL STETTIN

Seit Jahrhunderten ranken sich Mythen um das Moor. Es dient als Kulisse von Schauernmärchen, als verwünschter Ort, bedrohlich und tödlich für jene, die sich darin verirren. Renate Fischer, stellvertretende Leiterin des Infozentrums Kaltenbronn, kennt die Legenden: „Gibt es hier Moorleichen? Diese Frage kommt bei Führungen einfach immer.“ Doch komplett versinken können menschliche Körper nicht, denn der Moorschlamm mit seiner höheren Dichte drückt sie immer wieder nach oben. Die Geografin und Naturpädagogin Fischer kennt jedes Pflänzchen, das am Kaltenbronner Hochmoor wächst. Über hölzerne Blockbohlenstege wandert sie zu jeder Jahreszeit durch die Idylle. Für die Expertin ist das Moor alles andere als bedrohlich – es ist vielmehr selbst bedroht: „Zu lange hat der Mensch aus den Augen verloren, was für eine wichtige Rolle Moore spielen. Als Ökosystem, für den Wasserhaushalt, als Kohlenstoffspeicher und als Lebensraum für hochspezialisierte Tiere und Pflanzen.“

Das Hochmoor Kaltenbronn liegt in den Landkreisen Rastatt und Calw inmitten eines riesigen Waldgebietes auf über 900 Meter Höhe. Knapp 400 Hektar sind als Naturschutzgebiet ausgewiesen, aufgeteilt in zwei Bereiche: Wildseemoor und Hohlohsee. Jährlich kommen rund 300.000 Besucherinnen und Besucher, um die urwüchsige Landschaft mit dem Großen und dem Kleinen Hohlohsee, dem Wild- und dem Hornsee zu erleben. Entstanden ist das Moor nach der letzten Eiszeit, vor 11.000 Jahren. Nach dem Abtauen des Eispanzers sammelte sich Schmelz- und Regenwasser in den Mulden der Hochfläche. Wasserundurchlässige Tonschichten hinderten es am Versickern. Auf den Flächen entwickelten sich Torfmoose, Wollgräser und später Torf. Bis zu acht Meter tief sind die Torfschichten der beiden Hochmoore heute, sie haben sich aus

abgestorbenen Pflanzenresten gebildet. Der Torf und der Schlamm sind so komprimiert, dass darin alles luftdicht abgeschlossen wird. Das macht aus Mooren wie dem Kaltenbronn jahrtausendealte Speicher. Rund 30 Prozent des erdgebundenen Kohlenstoffs lagern sie ein: mehr als doppelt so viel wie alle Wälder und Regenwälder der Erde und mehr, als jedes andere Ökosystem zu leisten vermag. Und das, obwohl nur drei Prozent der Erdoberfläche mit Mooren bedeckt sind. Moore können aber nur dann gigantische Mengen CO₂ speichern, wenn sie intakt sind: nass und naturnah.

Das Schwinden der Moore

Auf etwa vier bis fünf Prozent der Fläche Deutschlands sind Moore beheimatet. Doch lediglich zwei Prozent davon sind noch in natürlichem Zustand. Um Weideland, Bau- und Ackerflächen zu gewinnen, wurden in den vergangenen beiden Jahrhunderten 95 Prozent der deutschen Moore entwässert und trockengelegt. Zwei Drittel der ehemaligen Moore werden heute landwirtschaftlich genutzt. Seit Jahrhunderten wird Torf zudem abgebaut, er landet als Energieträger in Kraftwerken oder als Erde in Blumentöpfen. Auch am Kaltenbronn ist ein Großteil der Moorfläche verschwunden. Um das Moor für Waldbau zu nutzen, waren im 18. Jahrhundert Entwässerungsgräben angelegt worden – auf einer Länge von mehr als 250 Kilometern. Das Experiment scheiterte, doch die Gräben blieben und entwässern das Moor bis heute. Ohne Nässe kann sich neuer Torf nur mehr schwer bilden. Und auch der Klimawandel macht dem Kaltenbronner Hochmoor zu schaffen. Manchmal führt Renate Fischer Besuchergruppen mit einem Stethoskop zu einer der Moorbirken, die am Kaltenbronn die Pfade säumen. Hält sie das Abhörgerät an den weißen Stamm, kann man besonders im Frühling dem Rauschen des Wassers lauschen. Bis zu 500 Liter am Tag saugen die Bäume durch ihre Wurzeln nach



Klimaretter Moor

Moore speichern Wasser, binden CO₂ und wirken stabilisierend auf das Klima. Aber: Sie sind bedroht. Auch das einzigartige Hochmoorgebiet auf dem Kaltenbronn im Schwarzwald – eines der letzten seiner Art in Deutschland.

Copyright: Alexander Kijak



Der Kaltenbronn im Nordschwarzwald beherbergt eines der letzten intakten Hochmoorgebiete Mitteleuropas. Umgeben von Bannwäldern liegen der Kleine und der Große Hohlohsee (unten) und der sagenumwobene Wildsee (oben) male-ricisch in der Landschaft.



Die Moore Baden-Württembergs – oben das Wurzacher Ried im Landkreis Ravensburg, unten das Schopflocher Torfmoor auf der Schwäbischen Alb – bedecken nur etwa 1,3 Prozent der Landesfläche. Ihr Beitrag zum Klimaschutz aber ist immens.



Copyright: Berthold Steinilber/laif (unten), Günther Bayerl (oben)

Aus der Stiftung
Gesellschaft & Kultur

GESELLSCHAFT & NATUR

Mit dem Programm *Gesellschaft & Natur – Generationenpakt Nachhaltigkeit* hat sich die Baden-Württemberg Stiftung zum Ziel gesetzt, Projekte rund um die biologische Vielfalt und klimaschonende Handlungsweisen zu unterstützen. Mit einer Crowdfunding-Aktion werden aktuell Initiativen gefördert, die sich für den Umwelt- und Klimaschutz vor Ort stark machen. Mehr unter: gesellschaft-und-natur.de

oben. Wasser ist auch das Lebenselixier des Moors. „Hohe Niederschlagsraten, niedrige Temperaturen und ein saurer, nährstoffarmer Boden – das sind die optimalen Voraussetzungen für Hochmoore“, erklärt Fischer. Denn die Moospflanzen, die den Boden bedecken, mögen es nass und kühl. „Das Torfmoos speichert immense Wassermengen“, sagt die Expertin. „Somit können Moore auch bei Hochwasser für Schutz sorgen.“ Die Moose nehmen das 30-Fache ihres eigenen Gewichts an Wasser auf. Würde ein Mensch, der 50 Kilo wiegt, so viel Wasser in seinem Körper speichern, würde er eineinhalb Tonnen Gewicht auf die Waage bringen.

Besonders ihre jungen Besuchergruppen lässt die Naturpädagogin Fischer alles selbst erleben: Schulklassen zeigt sie mit tintengefärbtem Wasser, wie schnell das Moos das Wasser aufsaugt und dunkel wird. Mit einer Spritze lässt sie die Schülerinnen und Schüler das Wasser aus dem Moos drücken. Da es in diesem Jahr neben Hitze auch viel Regen gab, funktioniert das zurzeit gut. Doch die zuletzt heißen Sommer haben auch am Kaltenbronn Spuren hinterlassen. Der Südwesten Baden-Württembergs zeichnet sich laut Daten des Deutschen Wetterdiensts in den vergangenen Jahren durch Hitzerekorde und Dürren aus. In niederschlagsarmen Sommern sind die Moospflanzen trocken und ausgebleicht, sie zerbröseln bei Berührung. Wird es immer heißer und trockener, sind die Moore in Deutschland und Europa in Gefahr – mit dramatischen Folgen für das Klima.

Wiedervernässung als Lösung

Ausgetrocknete Moore sind Kohlenstoffschleudern. Sie setzen den gebundenen Kohlenstoff in kurzer Zeit frei, deutschlandweit rund 53 Millionen Tonnen jährlich – was etwa fünfmal mehr ist als alle deutschen Inlandsflüge zusammen, hat das WDR-Magazin *Quarks* ausgerechnet. Etwa 7,5 Prozent der gesamten jährlichen CO₂-

Emissionen Deutschlands stammen aus entwässerten Moorböden. Innerhalb der Europäischen Union ist die Bundesrepublik zusammen mit Finnland und Polen für die meisten Treibhausgase aus Mooren verantwortlich. Weltweit werden jährlich etwa zwei Milliarden Tonnen Kohlenstoff aus Mooren freigesetzt, vor allem in Südostasien.

Für Fachleute gilt der Schutz der Moore daher als einer der Schlüssel, um dem Klimawandel zu begegnen. In Deutschland und Europa gibt es inzwischen Programme, um Moore wiederzuvernässen. Auch die *Klimaschutzstiftung Baden-Württemberg* entwickelt aktuell entsprechende Projekte. In den kommenden Jahren werden mehrere Millionen Euro investiert, um das Moor am Kaltenbronn zu retten – gefördert durch das LIFE-Programm der Europäischen Union. Dazu sollen in den alten Entwässerungsgräben Wassersperren gesetzt werden: mehrere tausend im gesamten Moorgebiet. Ziel der Vernässung ist die Entwicklung und Erhaltung des Hohlmoors als Wasser-, Torf- und Kohlenstoffspeicher.

Seit zehn Jahren führt Renate Fischer Gruppen auf dem Kaltenbronn durch das geschützte Gebiet: „Inzwischen kommt mir keiner mehr durchs Moor, ohne zu verstehen, welche Rolle die Moore mit Blick auf den Klimawandel spielen.“ Immer mehr Menschen, vor allem die jungen, treibt das Thema um. „Sie kommen hierher und wollen etwas verändern“, das macht Fischer Hoffnung. Jede und jeder kann etwas tun, um Moore zu schützen: keine torfhaltige Blumenerde mehr verwenden zum Beispiel. Es gibt günstige und gute Alternativen für den Garten – etwa Baumrinde. Wenn sie das Bewusstsein für das Moor schärfen und die Faszination dafür wecken kann, hat Fischer ihre Aufgabe erfüllt. Einen Leitsatz gibt sie allen mit auf den Weg, die sie durch das Moor begleitet: „Hinterlasse nichts als deine Fußspuren, nimm nichts mit als deine Eindrücke.“

Mythos und Marketing

Der werbewirksame Zwist um die Donauquelle



Vormals eckig eingefasst (im Bild ein Stich, der um 1850 entstand), seit 1875 rund ummauert: die Donauquelle in Donaueschingen.

der in zehn europäischen Ländern für Geschichte und Geschichten sorgt, ehe er nach 2.850 Kilometern – unbeeindruckt vom Schwarzwälder Getöse um beweissichere Quellenangaben – ins Schwarze Meer mündet.

Vor Jahren dann die Hiobsbotschaft für Donaueschingen: Der Tourismusmagnet drohte seine Exklusivität zu verlieren, als eine fast schon unlautere Frage das Innenministerium des Landes erreichte. Schultes und Rat der Gemeinde Furtwangen ersuchten, ebenfalls das einträgliche Attribut „Donauquellstadt“ im Ortsschild füh-

ren zu dürfen. Denn nördlich des Städtchens, das rund 30 Kilometer von Donaueschingen entfernt liegt, entspringt bei der Martinskapelle unterhalb des Kolmenhofs die Breg. Sie vereinigt sich bei Donaueschingen mit der 43 Kilometer langen Brigach, die im Keller eines Bauernhauses bei St. Georgen entspringt. Aus der Karstaufließquelle des Donaubachs im fürstlichen Schlosspark sprudeln zwar 50 bis 150 Liter Wasser pro Sekunde, doch schon nach einer kurzen Strecke fließt er unterirdisch in die Brigach. Schulkinder können den Reim seit Generationen im Schlaf aufsagen: „Brigach und Breg bringen die Donau zuweg.“

Als stünde der Landespolitik im fernen Stuttgart in der Donaufrage das Wasser nicht schon bis zum Hals, steuerten Fachleute als mögliche Quelle noch den Krähenbach bei Tuttlingen-Möhringen bei, der die Donau nach ihrer Versickerung zwischen Immendingen und Möhringen als erster Zufluss wieder mit Wasser versorgt. Ein halbes Jahr lang brütete die letzte Donauinstanz, dann verkündete Innenminister Thomas Strobl das salomonische Urteil: Die Quelle in Donaueschingen bleibt aus historischen Gründen unangetastet, weil sie urkundlich nachgewiesen schon seit 1488 in der Stadt sprudelt. Furtwangen darf sich fortan ebenfalls „Donauquellstadt“ nennen, weil der Bregursprung aus Sicht der Wissenschaft als eigentliche Quelle zu gelten hat. Der Krähenbach zählt nicht als Quelle, weil die Donau dort mehr als die Hälfte des Jahres im Boden verschwindet.

Es kam, wie das Stockacher Narrengericht schon 1984 vermutete: „Der Streit ist viel zu schön, um durch ein Urteil für alle Zeit beendet zu werden.“

Copyright: atg-images

E GLOSSE
GUNTER BARNER

Es gibt Fragen, die der Quellenforschung ewige Bedeutung garantieren. Wie jene nach der Erfindung der Brezel. Oder die nach dem Ursprung der Donau. Denn eigentlich ist ja alles besprochen. Nur noch nicht von jedem. Die Zweifler stricken unablässig an Mythen und Legenden. Und finden dankbare Abnehmer in einem Publikum mit der unstillbaren Sehnsucht nach Romantik.

Der Buchhändler in Donaueschingens Hauptstraße blickt zufrieden über den Rand seiner Brille. Touristen auf der Jagd nach Devotionalien fluten in profitabler Frequenz seinen Laden. Er deutet mit knitzer Miene auf den Lesestoff im Regal: einen schicken Bildband über die hiesige Donauquelle, für 29 Euro. Mythos und Marketing. Zwar fließen in der kleinen Schwarzwaldstadt nicht nur Milch und Honig, aber den einen oder anderen Euro spült der werbewirksame Streit zwischen Donaueschingen und Furtwangen um den Ursprung der Donau in die Kasse. Im fürstlichen Schlosspark drängen sich jedenfalls die Touristen, die ergriffen auf den sprudelnden Quelltopf blicken. Von Skulpturen monumental gesäumt, nimmt die Donau, der zweitlängste europäische Fluss, ihren spektakulären Anfang. Oder auch nicht.

Wissenschaftler, Hobbygeologen und Heimatforscher streiten seit jeher um den eigentlichen Ursprungsort des Flusses,

Impressum

HERAUSGEBERIN

Baden-Württemberg Stiftung gGmbH
Kriegsbergstraße 42
70174 Stuttgart
Telefon +49 (0) 711 248 476-0
info@bwstiftung.de
www.bwstiftung.de

VERANTWORTLICH

Christoph Dahl, Geschäftsführer
Baden-Württemberg Stiftung

BILDRECHTE

Umschlag: Tom Hegen
Seite 01: Ines Janas
Seiten 25, 27-28: NASA
Seite 47: Generallandesarchiv
Karlsruhe H Rheinstrom 97
Seite 53: Kunstmuseum Basel,
Birmann-Sammlung 1859

KONZEPT, DESIGN UND REDAKTION

Anzinger und Rasp, München
Alexandra Bürger, Redaktion

Baden-Württemberg Stiftung
Dr. Philipp Jeandré, Nils Mayer

KORREKTORAT

die Korrektoren, Bielefeld

LITHOGRAFIE

MXM, München

DRUCK

Offizin Scheufele
Druck und Medien, Stuttgart

STAND

Stand: Oktober 2023



Ohne Wasser gibt es kein Wachstum, keine Vielfalt an Flora und Fauna, keinen Wohlstand. Leben entstand vor Milliarden Jahren im Wasser, und alles Leben braucht bis heute Wasser. Lebewesen leben im, vom und mit dem Wasser; sie bestehen größtenteils aus Wasser. Während der Bedarf an Wasser weltweit steigt, wird durch den Klimawandel immer weniger der wertvollen Ressource nutzbar – selbst im wasserreichen Baden-Württemberg.

