

Umwelt und Gesundheit in der Schweiz

Eine facettenreiche Beziehung



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Bundesamt für Gesundheit BAG

Umwelt und Gesundheit in der Schweiz

Eine facettenreiche Beziehung

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Bundesamt für Gesundheit (BAG)

Das BAG ist ein Amt des Eidg. Departements des Innern (EDI).

Projektleitung

Jérémie Millot (BAFU), Hannah Scheuthle (BAFU)

Autorin

Lucienne Rey

Begleitgruppe

Andreas Bachmann (BAFU), Sébastien Baechler (BAG), Richard Ballaman (BAFU), Sandra Balmer (BLV), Hans Bögli (BAFU), Harold Bouchex-Bellomie (BAFU), Martine Bourqui-Pittet (BAG), Mark Brink (BAFU), Jürg Danuser (BLV), Katharina Edmaier (BAFU), André Hauser (BAFU), Bettina Hitzfeld (BAFU), Markus Hohl (BABS), Roland Hohmann (BAFU), Gabriela Hüsler (BAFU), Gerda Jimmy (BAFU), Gregor Lüthy (BAG), Flavio Malaguer-ra (BAFU), Patrick Mathys (BAG), Claudia Moll (BAFU), Christoph Moor (BAFU), Reto Muralt (BAFU), Martina Ragettli (SwissTPH), Miriam Reinhardt (BAFU), Martin Rösli (Swiss TPH), Carolin Schärpf (BAFU), Franziska Schwarz (BAFU), Daniel Storch (BAG), Pierre Studer (BLV), Gilberte Tinguely (BAFU), Sébastien Truffer (BAFU), Esther Walter (BAG), Steffen Wengert (BAG), Henry Wöhrnschimmel (BAFU)

Zitierung

BAFU/BAG (Hrsg.) 2019: Umwelt und Gesundheit in der Schweiz. Eine facettenreiche Beziehung. Bundesamt für Umwelt und Bundesamt für Gesundheit, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1908: 61 S.

Gestaltung

Cavetti AG, Marken. Digital und gedruckt, Gossau.

Titelbild

Zwischen Stadt und Land: Das Quartier Wittigkofen in Bern ist nicht nur eine verdichtete Siedlung. Es bietet auch Nähe zur Natur.

© BAFU/Peter Baracchi

Bezug der gedruckten Fassung und PDF-Download

BBL, Verkauf Bundespublikationen, CH-3003 Bern

www.bundespublikationen.admin.ch

Art.-Nr.: 810.400.130d

www.bafu.admin.ch/uz-1908-d

Diese Publikation ist auch in französischer Sprache verfügbar. Die Originalsprache ist Deutsch.

© BAFU/BAG 2019

11.19 1000 860453824

Inhaltsverzeichnis

Abstracts		5	4.4	Wissenslücken bei der Innenluft	34
			4.5	Radioaktivität aus dem Untergrund	35
Vorwort		6	4.6	Sonnenlicht – Antrieb chemischer und biologischer Prozesse	35
			4.7	Schwer zu ermittelnde Folgen von Elektromog	37
Das Wichtigste in Kürze		8			
1	Vom Kräuterbuch zum Luftbad: frühes Interesse an den gesundheitlichen Effekten der Natur	11	5	Mit dem Klimawandel verändern sich nicht nur die Temperaturen	38
1.1	Trübe Luft, schwache Knochen	11	5.1	Wenn Hitze krank macht	38
1.2	Von Acetum aromaticum bis Zincum sulfuricum: Heilmittel aus der Natur	12	5.2	Ein angenehmes Klima für eingewanderte Insekten	39
1.3	Mondänes Stelldichein am Gesundbrunnen	12	5.3	Schlechte Aussichten für Heuschnupfengeplagte	41
1.4	Die unhygienische Düsternis der Ballungsräume	14	5.4	Extreme Wetterereignisse verstärken Naturgefahren	41
1.5	Sonne und Luft als Therapie ...	15	6	Die Zeit heilt nicht alles	43
1.6	... und Ingredienzen eines neuen Lebensstils	15	6.1	Quecksilber und Blei als Altlast von Industrie, Gewerbe und Verkehr	43
1.7	Erste Ansätze des Naturschutzes und ihr Bezug zur Gesundheit	15	6.2	Mit Metallen belastete Garten- und Landwirtschaftsböden	44
1.8	Umweltschutz wird (auch) zum Gesundheitsschutz	16	6.3	«Chemikaliencocktail» bereitet Kopfzerbrechen	45
1.9	Eine Metastudie über die Beziehungen zwischen Umwelt und Gesundheit	19	6.4	Ein Monitoring gibt Hinweise auf die Belastung der Schweizer Bevölkerung mit Chemikalien	47
2	Wasser: Element der Erholung und Lebensmittel	20	7	Umweltschutz im Dienst der Gesundheit	48
2.1	Kläranlagen entfernen Verunreinigungen	21	7.1	Gewässer trotz Fortschritten bei der Abwasserreinigung weiter unter Druck	48
2.2	Gutes Trinkwasser dank erfolgreichem Grundwasserschutz	22	7.2	Hochwertige Siedlungen integrieren kostbare Lebensräume	50
2.3	Nitrat und Mikroverunreinigungen in Gewässern	22	7.3	Internationale Zusammenarbeit als Königsweg zur guten Luftqualität	51
2.4	Aktuelle Herausforderungen im Gewässerschutz	24	7.4	Das Vorsorgeprinzip auf Elektromog und Strahlung angewandt	52
3	Das Grün, das uns umgibt – und manchenorts fehlt	26	7.5	Anpassung an den Klimawandel als Gebot der Stunde	52
3.1	Eile mit Weile im gesunden Alltag	28	7.6	Weitblick beim Einsatz von Chemikalien	53
3.2	Biologische Vielfalt als bedrohte Ressource	29	7.7	Alle stehen in der Pflicht	54
3.3	Die Schattenseiten des Lichts	30			
3.4	(Verkehrs-)Lärm als Gesundheitsbedrohung	31			
4	Gefährdungen aus der Luft	33	Quellennachweis 55		
4.1	Gesundheitliche Folgen der Belastung durch Feinstaub ...	33	Abbildungsnachweis 61		
4.2	... und durch Stickstoffdioxid	34			
4.3	Reizgas Ozon	34			

Abstracts

When the environment is polluted, people get sick. But the reverse is also true: varied green spaces rich in flora and fauna are beneficial to health. This report presents statistics suggesting that environmental impacts continue to cause illness and disease and to affect well-being. However, it also documents the successes achieved in the fight against environmental pollution and thus the prevention of disease. In addition, it identifies gaps in knowledge, for example regarding interactions between pollutants. Overall, the report highlights the need to protect the environment, not least in order to safeguard public health.

Keywords:

*state of the environment,
health, well-being, pollution,
burden of disease*

Ist die Umwelt belastet, werden die Menschen krank. Doch auch der Umkehrschluss gilt: Abwechslungsreiche Grünräume mit einer reichen Tier- und Pflanzenwelt stärken die Gesundheit. Der vorliegende Bericht untermauert mit Zahlen, dass Umweltbelastungen auch heute noch Krankheiten hervorrufen und das Wohlbefinden beeinträchtigen. Er belegt aber auch die Erfolge, die im Kampf gegen Umweltbelastungen und damit im Bereich der Prävention von Krankheiten erzielt wurden. Zudem benennt er Wissenslücken, etwa mit Blick auf die Wechselwirkungen von Schadstoffen. Insgesamt belegt der Bericht die Notwendigkeit, der Umwelt Sorge zu tragen, nicht zuletzt, um die Gesundheit zu schützen.

Stichwörter:

*Umweltzustand, Gesundheit,
Wohlbefinden, Schadstoff-
belastung, Krankheitslast*

La pollution de l'environnement rend malade l'être humain. Mais l'inverse est aussi vrai : des espaces verts diversifiés abritant une faune et une flore riches, renforcent la santé. Le présent rapport montre à l'aide de chiffres, que les pollutions environnementales provoquent, aujourd'hui encore, des maladies et pèsent sur le bien-être. Mais il souligne également les avancées accomplies dans la lutte contre la pollution environnementale et donc dans la prévention des pathologies. Il mentionne également les domaines dans lesquels les connaissances sont encore insuffisantes, notamment pour ce qui est des interactions entre les polluants. Dans l'ensemble, ce rapport démontre la nécessité de prendre soin de l'environnement. En effet, protéger l'environnement, c'est aussi protéger la santé.

Mots-clés :

*État de l'environnement,
santé, bien-être, pollution,
charge de morbidité*

Se l'ambiente è inquinato, le persone si ammalano. Ma vale anche l'affermazione contraria: aree verdi diversificate con una ricca fauna e flora rafforzano la salute. Il presente rapporto dimostra, con le cifre, che gli inquinamenti ambientali causano ancora oggi malattie e compromettono il benessere. Tuttavia, evidenzia anche i successi ottenuti nella lotta contro l'inquinamento ambientale e, di riflesso, nella prevenzione delle malattie e individua lacune nelle conoscenze, ad esempio per quanto riguarda le interazioni degli inquinanti. Nel complesso, il rapporto documenta la necessità di prendersi cura dell'ambiente, non da ultimo per proteggere la salute.

Parole chiave:

*stato dell'ambiente, salute,
benessere, carico di inquinan-
ti, carico di malattia*

Vorwort

Ein Spaziergang durch den Frühlingswald oder den plätschernden Bach entlang erfreut das Gemüt. Darüber hinaus stärkt er aber auch die körperliche Gesundheit. Das zeigen neue Studien, die wissenschaftlich belegen, was viele ahnen: Eine intakte Umwelt nützt der menschlichen Gesundheit. Im Umkehrschluss bedeutet dies aber auch, dass Schadstoffe in Luft, Wasser und Boden mit Risiken verbunden sind – für jede und jeden Einzelnen, aber auch für die ganze Gesellschaft.

Der vorliegende Bericht zeigt in einer Gesamtschau, welche Schäden diverse Umweltbelastungen an der menschlichen Gesundheit anrichten können – und welches heilsame Potenzial einer reichen Biodiversität oder einer attraktiven Landschaft innewohnt. Die Zahlen sind beeindruckend. Sie belegen den eindeutigen Nutzen von Grenzwerten der Luftreinhaltung, für den Lärmschutz und für Trinkwasser. Auch hat die Verankerung des Vorsorge- und Verursacherprinzips in der Umweltgesetzgebung entscheidend zum vor- und nachsorgenden Gesundheitsschutz beigetragen. Die wissenschaftlichen Daten bestätigen, dass es sich beim Umweltschutz um eine klassische Win-Win-Strategie handelt: Was die Ökosysteme stärkt, bringt auch die Gesundheitsvorsorge weiter. Diese Ansicht wird von der OECD gestützt, die in ihrem «Umweltprüfbericht Schweiz 2017» die Wiedereinführung eines nationalen Aktionsplans Umwelt und Gesundheit fordert.

Obschon wir in einigen Bereichen wie dem Ruheschutz und der Biodiversität noch weit vom Idealzustand entfernt sind, dürfen wir uns über positive Entwicklungen freuen: Einer Vielzahl von Gesetzen und Verordnungen ist es zu verdanken, dass wir heute in unseren Flüssen und Seen wieder bedenkenlos baden können und dass auch in der Luft die Belastung durch verschiedene Schadstoffe zurückgegangen ist. Die Sanierung von Altlasten kommt ebenfalls voran, und im Hinblick auf den Klimawandel wurden Strategien ausgearbeitet, um schädlichen Auswirkungen von Hitzewellen vorzubeugen. Diesen Massnahmen, die bei der Umwelt ansetzen, liegt nicht zuletzt die Sorge um die Gesundheit der Menschen zugrunde. Sie richten sich nach dem anerkannten Leitsatz, wonach vorbeugen besser ist als heilen – ein Motto, das für den Gesundheits- und den Umweltschutz gleichermassen zutrifft.

Marc Chardonens
Direktor
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Pascal Strupler
Direktor
Bundesamt für Gesundheit (BAG)

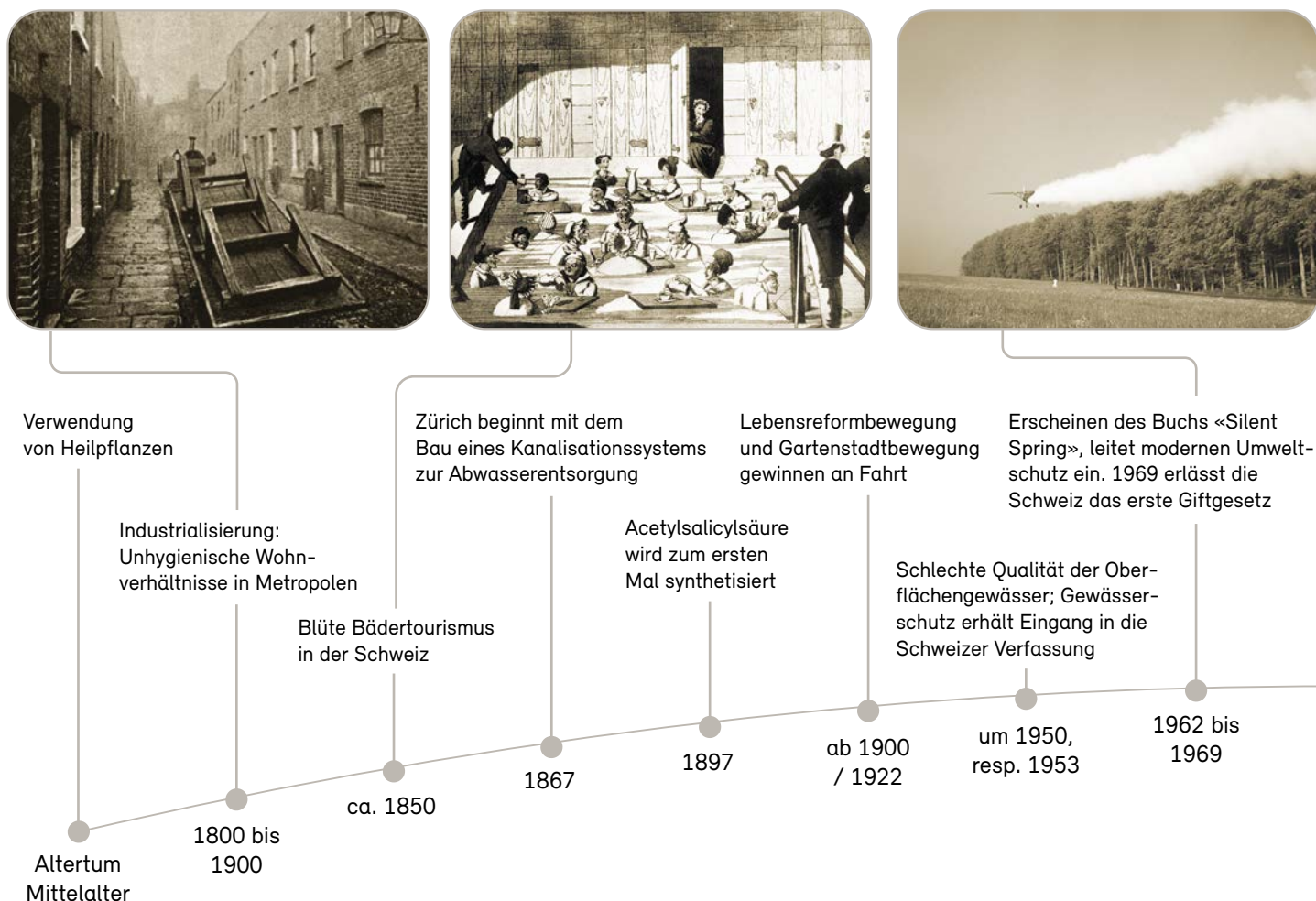
Das Wichtigste in Kürze

Eine intakte Umwelt kommt der menschlichen Gesundheit zugute. Doch obgleich diese Behauptung einleuchtet und kaum bestritten wird, fällt es schwer, sie wissenschaftlich zu belegen: Zu vielfältig sind die Umwelteinflüsse, denen wir im Alltag ausgesetzt sind und die unsere Gesundheit mitprägen. Das Bundesamt für Umwelt hat das Schweizerische Tropen- und Public Health-Institut mit einer Studie beauftragt, mit dem Ziel, die Auswirkungen verschiedener Umweltfaktoren auf die Gesundheit auszuleuchten und Datenlücken zu identifizieren. Der vorliegende Bericht baut auf dieser Studie auf, erweitert sie um eine Rückblende und ergänzt sie mit aktuellen Analysen und Zahlen.

Eine abwechslungsreiche Landschaft und eine von Schadstoffen unbelastete Umwelt fördern die Gesundheit des Menschen. Der Aufenthalt in Natur und Landschaft – sei er eher sportlich oder entspannend – vermag Fitness und körperliches Wohlbefinden nachweislich zu stärken und hilft beim Stressabbau. Attraktive Grünflächen und ein unverbautes Umland, das Naturerlebnisse ermöglicht, bieten nicht nur wertvolle Lebensräume für Tiere und Pflanzen, sondern leisten auch einen Beitrag zum körperlichen und geistigen Wohlbefinden des Menschen. Umso wichtiger ist es, der Landschaftszersiedelung weiter entschieden entgegenzuwirken.

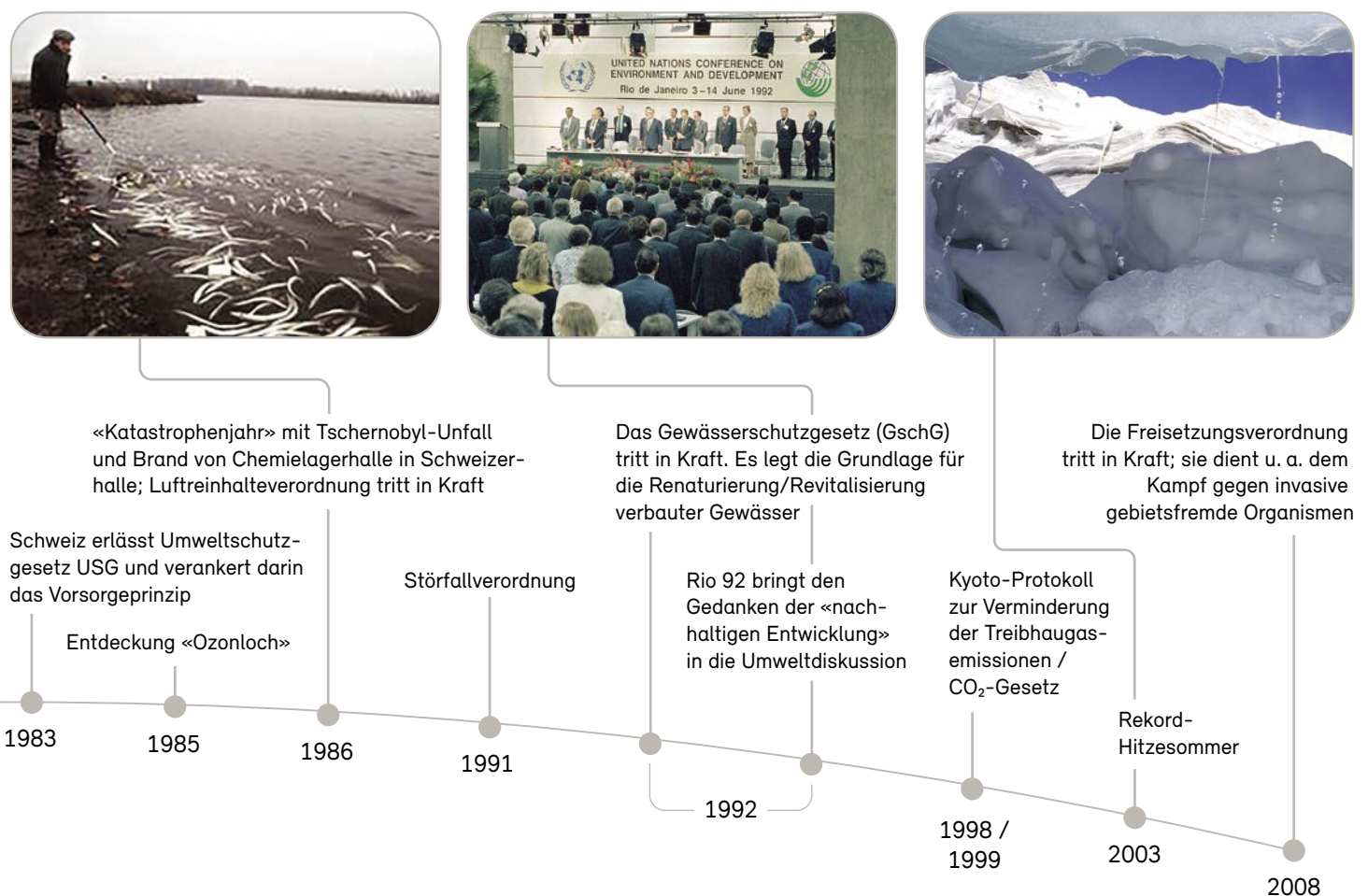
Abbildung 1

Zeitverlauf der Umwelt und Gesundheit



Epidemiologische Studien belegen die negativen Auswirkungen von Luftschadstoffen auf die Gesundheit. Nebst Lungenkrankheiten wie Asthma, Allergien und chronische Bronchitis begünstigen sie die Entstehung von Lungenkrebs und Herz-Kreislauf-Erkrankungen, also von sogenannten nichtübertragbaren Krankheiten. Mit Massnahmen zur Minderung von Emissionen wurde die Luftbelastung in der Schweiz gesamthaft herabgesetzt. So wurden bei bestimmten Schadstoffen seit den 1970er-Jahren beträchtliche Fortschritte erzielt. Stickoxide, Schwefeldioxid und flüchtige organische Verbindungen konnten in der Luft deutlich reduziert werden. Die Situation bei anderen Schadstoffen – insbesondere Feinstaub und Ozon – ist jedoch nach wie vor unbefriedigend.

Strenge Regelungen im Chemikalienrecht haben zu rückläufigen Konzentrationen weitverbreiteter und schlecht abbaubarer organischer Schadstoffe und giftiger Schwermetalle wie Cadmium und Quecksilber in der Umwelt geführt. Schliesslich tragen Massnahmen im Gewässerschutz erheblich zum Gesundheitsmanagement bei: Durch Schwemmkanalisationen werden Fäkalien aus den Siedlungsgebieten abgeleitet, und die Kläranlagen beseitigen Krankheitserreger aus dem Abwasser. Schutzzonen um Grundwasserfassungen wiederum halten Keime vom Trinkwasser fern. Dank stetiger Verbesserungen in der Siedlungs- und Industrieentwässerung und der Abwasserreinigung, etwa durch den Ausbau ausgewählter Kläranlagen mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe, werden



die Einträge in die Gewässer durch Mikroverunreinigungen wie beispielsweise Medikamente, Hormone, Pestizide und Kosmetika weiter zurückgehen.

Die Bemühungen tragen aber nicht in allen Bereichen Früchte. So sind beim Lärm und anderen «Zivilisationserscheinungen» wie beispielsweise dem Kunstlicht in der Nacht weitere Anstrengungen erforderlich. Übermässige Lärmbelastung, etwa durch Strassen- und Flugverkehr, stört den Schlaf und erhöht langfristig das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen und andere gesundheitliche Schäden.

Schwer zu erfassen ist die vielschichtige Beziehung zwischen der Biodiversität und der menschlichen Gesundheit. Entsprechend anspruchsvoll ist es, die gesundheitlichen Folgen des Lebensraumverlusts und der Veränderungen in der Artenvielfalt zu ermitteln. Invasive gebietsfremde Pflanzen machen nicht nur einheimischen Arten den Lebensraum streitig; vielmehr können gewisse Organismen beim Menschen auch heftige allergische Reaktionen hervorrufen – zumal sich die Blütezeit infolge der wärmeren Temperaturen verlängert. Der Klimawandel begünstigt ausserdem das Vordringen von Zecken und verschiedenen Insekten – etwa Mücken –, die potenziell Krankheiten übertragen können.

Im Zuge des Klimawandels kommt es häufiger zu Hitzewellen. Ältere Personen und chronisch Kranke haben besonders darunter zu leiden. Auswertungen von Sterbedaten, die sich auf die Sommermonate der Jahre 2003 und 2015 beziehen, belegen eine erhöhte Sterblichkeit während der Hitzeperioden. Ein Vergleich dieser beiden Jahre zeigt aber auch, dass die Massnahmen wirken, die von den kantonalen Behörden zum Schutz der Bevölkerung ergriffen wurden. Die Strategie zur Anpassung an den Klimawandel umfasst nebst Vorkehrungen während Hitzewellen auch Massnahmen gegen die Auswirkungen von Extremereignissen wie Hochwasser, Murgängen, Felsstürzen und Lawinen.

Die Forschung hat also mit Blick auf die Wechselbeziehungen zwischen Umweltbelastungen und menschlicher Gesundheit noch Wissenslücken zu schliessen. Und im Sinne des Vorsorgeprinzips gilt es auf jeden Fall, den Eintrag potenziell schädlicher Substanzen in die Umwelt zu minimieren, bestehende Schadstoffquellen zu beseitigen und Lebensräume und damit die Artenvielfalt zu erhalten. Denn dies kommt auch der Gesundheit des Menschen zugute.

1 Vom Kräuterbuch zum Luftbad: frühes Interesse an den gesundheitlichen Effekten der Natur

Die Medizin bedient sich seit jeher zahlreicher Heilmittel aus der Natur. Dass eine belastete Umwelt auch der menschlichen Gesundheit schaden kann, ist hingegen eine neuere Erkenntnis. Wissenschaftliche Einsichten über den Zusammenhang zwischen Umwelt und Gesundheit haben die Entwicklung der Umweltgesetzgebung vorangetrieben.

«Die Seele wird vom Pflastertreten krumm.
Mit Bäumen kann man wie mit Brüdern reden
und tauscht bei ihnen seine Seele um.
Die Wälder schweigen. Doch sie sind nicht stumm.
Und wer auch kommen mag, sie trösten jeden.

Man flieht aus den Büros und den Fabriken.
Wohin, ist gleich! Die Erde ist ja rund!
Dort, wo die Gräser wie Bekannte nicken
und wo Spinnen seidne Strümpfe stricken,
wird man gesund.»

Erich Kästner, aus: «Die Wälder schweigen», 1936

In der Poesie haben Natur und Landschaft und ihr Einfluss auf das Gemüt der Menschen ihren festen Platz: Schon Homer besang die Freude, die eine liebevolle Landschaft hervorzurufen vermag. Im Vergleich dazu hat sich die Wissenschaft relativ spät dem Wechselspiel zwischen Umwelt, Psyche und körperlicher Verfassung des Menschen zugewandt. Anlass waren die gesundheitlichen Probleme breiter Bevölkerungsschichten, die überall dort aufzutreten begannen, wo immer mehr Schloten in den Himmel ragten und sich Qualm und Russ über die kasernenartigen Fabrikwohnhäuser legten.

1.1 Trübe Luft, schwache Knochen

Die fortschreitende Industrialisierung, die den Alltag und die Lebensumstände der Menschen umkrempelte, rückte gesellschaftliche Ungleichheiten und die damit einher-

gehenden Missstände ins Blickfeld von Öffentlichkeit und Medizin. Ärzte auf den Britischen Inseln – wo die industrielle Entwicklung ihren Anfang nahm – rätselten über eine Krankheit, die bereits in vorindustrieller Zeit verzeichnet worden war: die Rachitis. Diese war in den Sterberegistern Londons 1634 erstmals aufgetaucht und wurde auf dem europäischen Festland bald als «englische Krankheit» bezeichnet. Ihre Opfer fand sie zunächst unter den besonders Wohlhabenden, die aus Sorge um ihre weisse Haut die Sonne mieden. So litt etwa der spätere König Karl I in seinen ersten zwölf Lebensjahren an Rachitis, und seine Tochter Elisabeth starb im Alter von 15 Jahren an der Krankheit [1].

Als die Suche nach einem Auskommen immer mehr Menschen vom Land in die Metropolen trieb, waren zunehmend auch die Kinder der Ärmsten, die in dunklen Behausungen lebten, von der Krankheit betroffen. Die verschiedenartigen Lebensbedingungen der beiden Risikogruppen – der besonders Reichen und der Mittellosen – erschwerte zunächst die Suche nach den Ursachen für die Krankheit, die allmählich in allen europäischen Metropolen auftrat. Als Erstes rückte die Ernährung in den Blickpunkt: Ärzten in einem Krankenhaus in Manchester fiel im frühen 18. Jahrhundert auf, dass Lebertran die Symptome zum Verschwinden brachte. Doch erst 1822 bemerkte der polnische Arzt Jędrzej Śniadecki, dass Kinder auf dem Land seltener an Rachitis litten als diejenigen in Warschau. Um 1890 beobachtete zudem der britische Medizinmissionar Theobald Adrian Palm, dass in Äquatornähe lebende Kinder nie an Rachitis erkrankten. Er empfahl Sonnenbäder zur Therapie und zur Vorbeugung [1]. Wissenschaftlich erhärtet wurde die heilsame Wirkung von Sonnenlicht auf die Knochen um die 1920er-Jahre [2]. Etwas später kam

der US-amerikanische Biochemiker Harry Steenbock dem Zusammenhang zwischen dem neu entdeckten Vitamin D und (Sonnen-)Licht auf die Spur [3]. Heute weiss man: Es braucht ultraviolette Strahlung, damit der Körper selber das Vitamin D bilden kann, das für die Gesundheit der Knochen unverzichtbar ist.

1.2 Von Acetum aromaticum bis Zincum sulfuricum: Heilmittel aus der Natur

Im Zuge der Industrialisierung begann die Wissenschaft, ihre empirischen Arbeiten zunehmend auf systematische und quantitative Vorgehensweisen abzustützen. Die Kräuterbücher aus dem Mittelalter und der frühen Neuzeit wurden zu staatlich anerkannten sogenannten Pharmacopöen weiterentwickelt. Diese Arzneimittelbücher geben in einheitlicher Nomenklatur Aufschluss über die zur jeweiligen Zeit gebräuchlichen Heilmittel aus natürlichen Rohstoffen. Die Neuauflagen dieser Werke widerspiegeln dabei den Zuwachs an Wissen.

So findet etwa die stark toxische Fingerhutpflanze *Digitalis purpurea* L. in der 1771 von Albrecht von Haller herausgegebenen «Pharmacopoea Helvetica» zur Behandlung

Abbildung 2

Digoxin wird aus Fingerhut-Arten (hier Roter Fingerhut) gewonnen

Sie wirkt positiv auf den Herzmuskel, kann aber zur Vergiftung führen, wenn die therapeutische Dosis überschritten wird.



von Geschwüren Erwähnung («commendatur ad ulcera scrophulosa humida») [4]. Die dritte Ausgabe der «Pharmacopoea Helvetica» von 1893 – die vom Bundesrat offiziell zur «schweizerischen Landespharmakopöe» erklärt wurde – gibt zwar keinen Aufschluss darüber, welches Leiden sich mit den aufgezählten Pharmazeutika behandeln lässt. Sie listet aber den Fingerhut in der Tabelle der «stark wirkenden Arzneimittel» auf und weist auf den «widerlich bitteren» [5] Geschmack der Digitalisblätter hin, was auf eine innere Anwendung schliessen lässt. Implizit sind hier die in der Zwischenzeit gewonnenen Erkenntnisse über die Wirkung des Fingerhuts auf das Herz eingeflossen. 1775 empfahl nämlich William Withering, Arzt und Botaniker aus Birmingham (GB), Abkochungen aus Digitalis als harntreibendes Medikament gegen Ödeme; dabei erwähnte er auch den starken Einfluss der Pflanze auf den Herzschlag. Zuvor hatte Withering jahrelang sorgfältig die Dosierungen ermittelt, die es einzuhalten gilt, um die Kranken nicht zu vergiften. Doch erst 1872 deckte der Medizinprofessor Rudolf Boehm bei Experimenten am isolierten Froschherz den direkten Effekt von Digitalis auf den Herzmuskel auf.

Digoxin – die aus dem Fingerhut gewonnene chemische Verbindung, die auf den Herzmuskel einwirkt – wird auch heute noch bei der Behandlung von Herzinsuffizienz und Vorhofflimmern eingesetzt. Doch während man diesen Wirkstoff nach wie vor direkt aus der Pflanze gewinnt, werden andere ursprünglich aus der Natur stammende Substanzen mittlerweile chemisch synthetisiert. Berühmtheit hat die Acetylsalicylsäure erlangt. In der Natur kommt der Ausgangsstoff Salicin in der Rinde verschiedener Weiden vor, und bereits der griechische Arzt Hippokrates behandelte rheumatische Beschwerden und Fieber mit einem Sud aus Weidenrinde. Um 1860 gelang erstmals die synthetische Herstellung von Salicylsäure – Ausgangsmaterial für die besser verträgliche Acetylsalicylsäure, die unter dem Namen «Aspirin» der Firma Bayer zu einem eigentlichen Blockbuster des frühen 20. Jahrhunderts verhalf.

1.3 Mondänes Stelldichein am Gesundbrunnen

Auch Thermalwasser wird seit Jahrhunderten genutzt, um Schmerzen in den Gelenken zu lindern und die Muskula-

tur zu entspannen. Bereits die Römer erschlossen und nutzten Quellaustritte von Grundwasser, das auf seiner Passage im Untergrund durch die Wärme aus dem Erdinneren aufgeheizt wird. Gelehrte verfassten Schriften über die Wirksamkeit von Thermalquellen, und Wohlhabende suchten in den Heilbädern von ganz Europa ihre Gesundheit zu stärken. Durch den Eisenbahnbau wurde der Bädertourismus schliesslich noch beflügelt. Das 19. Jahrhundert wurde zum goldenen Zeitalter der Kurbäder. Ältere Anlagen wurden reaktiviert und erweitert, neue Quellen entdeckt und sogleich erschlossen. Die «Neue Statistik der Schweiz» von 1848 erwähnt «mehr denn 350 Heilquellen» und hält fest, die Bäder würden «jedes nach seiner Natur und seinen Heilkräften, für eine Menge Krankheiten benutzt» [6]. Gesundheit durch Wasser, lateinisch «Salus per aquam» oder abgekürzt Spa, wurde zum Inbegriff für Wellness und die wohltuende Wirkung des Wassers auf Körper und Seele. Thermale Spas finden sich in der Schweiz vor allem im Jura und in den Alpen, da dort die tektonische Fragmentierung des Unter-

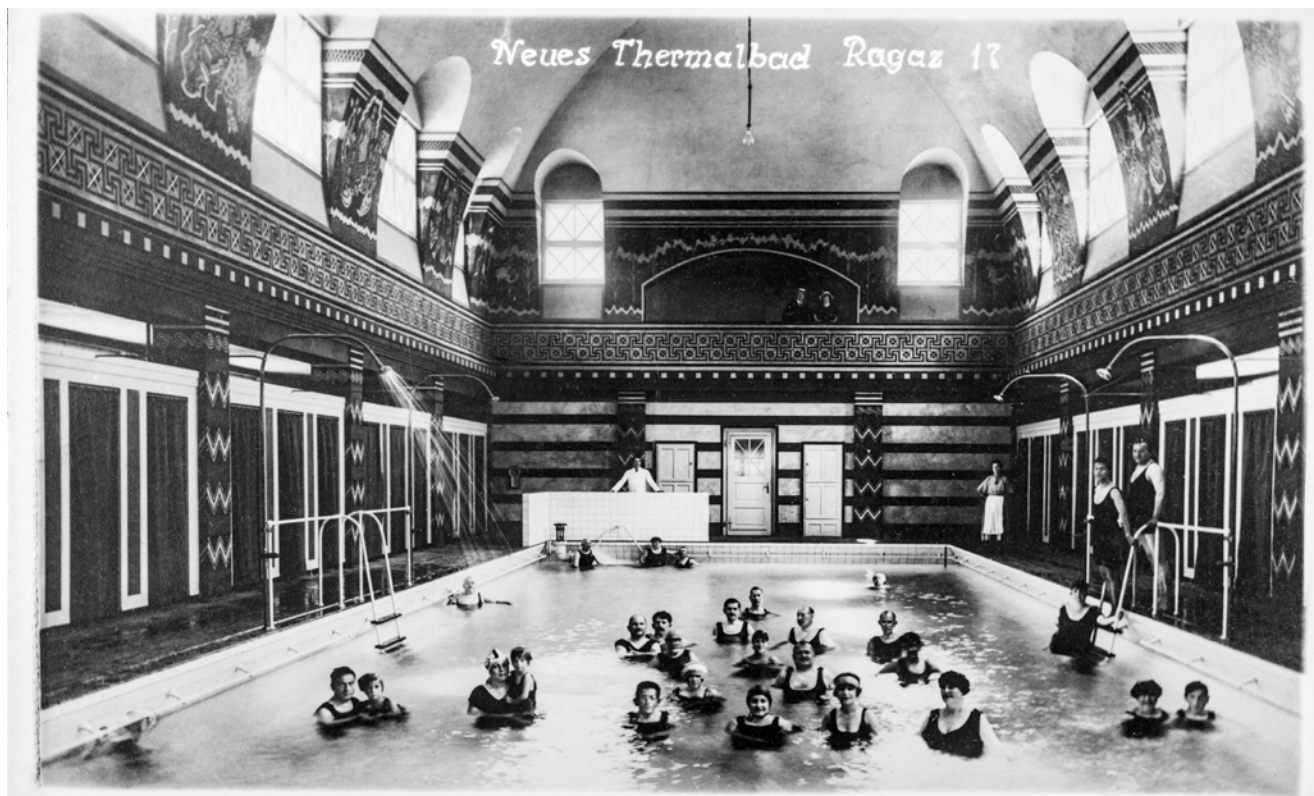
grunds den Aufstieg von warmem Grundwasser aus grösserer Tiefe ermöglicht.

Im 19. Jahrhundert verband sich der aufkommende «Fremdenverkehr» zudem mit einer wachsenden Begeisterung für die Berge: Galt eine Reise über die Alpen lange als Wagnis, das durch Steinschlag, Schnee und Lawinen die Reisenden das Leben kosten konnte, empfand man die Schweizer Hochgebirgslandschaft ab der Wende zum 19. Jahrhundert als erhaben und erschloss sie allmählich als «Playground of Europe» für den Tourismus.

Indes suchten nicht nur ausländische (Kur-)Gäste und Alpinisten die Schweiz auf, auch Schweizer trugen dazu bei, den Bädertourismus im benachbarten Ausland aufzubauen. So eröffnete der autodidaktische «Sonnendoktor» Arnold Rikli, gebürtig aus Wangen an der Aare (BE), um 1850 im damaligen Ungarn bei Veldes (heute Bled in Slovenien) eine Heilanstalt, in der die Kranken durch eine

Abbildung 3

Wohlhabende zählten in Ragaz auf die gesundheitsfördernde Wirkung, die das Wasser auf Körper und Seele hat (Postkarte, um 1930)



«atmosphärische Kur» genesen sollten. Rikli erweiterte den damals bereits bekannten hydrotherapeutischen Ansatz des heilkundigen Pfarrers Sebastian Kneipp um Licht- und Sonnenbäder. Die «atmosphärische Kur» vermochte laut Riklis Angaben Patientinnen und Patienten von Migräne, Gicht, Neurosen, Rückenschmerzen und anderen Leiden zu heilen. Die etablierte Medizin hatte für den «Narrenkönig» – wie er von seinen Gegnern genannt wurde – und seine Theorien wenig übrig. Bei vielen Zeitgenossen allerdings, die sich an den ungesunden Verhältnissen in den verrussten Städten stiessen, fanden sie Anklang.

1.4 Die unhygienische Düsternis der Ballungsräume

Um die Wende zum 20. Jahrhundert verschaffte sich die neue «Lebensreformbewegung» zunehmend Gehör. Ihre Fortschrittskritik entzündete sich vornehmlich an den Missständen in den Städten [7]. In den Ballungsräumen

traten die Folgen mangelhafter hygienischer Verhältnisse nämlich besonders deutlich zutage, nicht zuletzt, weil der Ausbau der sanitären Anlagen mit dem Bevölkerungswachstum kaum Schritt hielt.

Die Wissenschaft kam den Krankheitserregern ab den 1850er-Jahren auf die Spur. Als Wegbereiter bei der Entdeckung von Mikroorganismen wirkte Louis Pasteur, der um 1864 herausfand, dass sich durch kurzzeitiges Erhitzen von Lebensmitteln die meisten darin enthaltenen Keime abtöten lassen. 1854 erkannte der britische Mediziner John Snow, dass sich Cholera durch verunreinigtes Trinkwasser verbreitete – wenngleich der Erreger als solcher erst 1883 ermittelt wurde. 1882 entdeckte Robert Koch den Erreger der Tuberkulose und den Übertragungsweg des dafür verantwortlichen *Mycobacterium tuberculosis* durch Tröpfcheninfektion von Mensch zu Mensch. 1906 schliesslich wurde das Typhus-Bakterium identifiziert, das wie der Erreger der Cholera durch Fäkalien, die das Trinkwasser verunreinigen, übertragen wird.

Abbildung 4

Die harten Lebensbedingungen und die fehlende Hygiene in den Elendsquartieren von London um 1890 begünstigten die Ausbreitung von Krankheiten



Bis in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts brachen auch in der Schweiz verschiedentlich Cholera und Typhus aus. Nach einer Choleraepidemie (1867) und dem Ausbruch von Typhus (1884) in Zürich baute man grosse Kanalisationsleitungen und legte so den Grundstein für die heutige Abwasserinfrastruktur. Seither wurde diese kontinuierlich erweitert und modernisiert. Ab der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entstanden die heutigen Wasserversorgungen, indem vielerorts neue Trinkwasserfassungen erschlossen wurden und dieses Wasser mit Leitungsrohren zunächst in die Quartiere und später in die Häuser geführt wurde. Neben den Verbesserungen der Hygiene trugen auch vorsorgliche Massnahmen zum Schutz der Trinkwasserfassungen dazu bei, die früher häufigen Epidemien einzudämmen. Stellten Infektionskrankheiten vor hundert Jahren noch die häufigste Todesursache dar, sind solche Todesfälle heute in der Schweiz von untergeordneter Bedeutung.

1.5 Sonne und Luft als Therapie ...

Die Überzeugungen der Lebensreformbewegung und das medizinische Erfahrungswissen mündeten auch in neue architektonische Formen. Die vielerorts entstehenden Sanatorien etwa zeichneten sich durch typische Konfigurationen der Gebäude aus. Karl Turban, der medizinische Direktor der 1889 gegründeten ersten geschlossenen Tuberkuloseheilanstalt in Davos, verfasste im Auftrag der Hygienekommission der Schweizerischen Gemeinnützigen Gesellschaft seine «Normalien für die Erstellung von Heilstätten für Lungenkranke in der Schweiz»: Eine Längsachse in West-Ost-Richtung sowie grossflächige Fensterfronten und eine gegen Süden orientierte Galerie für die Liegekur an der frischen Luft sollten sicherstellen, dass die Patientinnen und Patienten den maximalen Gewinn aus der Sonneneinstrahlung ziehen konnten [8].

Sonne und Höhenluft galten bald nicht mehr nur für Lungenkranke als heilsam. Als Pionier der medizinisch anerkannten Sonnentherapie wirkte der Engadiner Arzt Oskar Bernhard. In seinem Lehrbuch über «Sonnenlichtbehandlung in der Chirurgie» schildert er die therapeutischen Erfolge, die er dank der Wirkung von Sonnenlicht und Höhenluft bei grossen Wunden erzielt hatte. Diese Therapie empfahl er auch für die Behand-

lung von (syphilitischen) Geschwüren und Rheumatismus. Indem das Nobelpreiskomitee den dänischen Arzt Niels Ryberg Finsen im Jahr 1903 mit dem Nobelpreis auszeichnete – für «seinen Beitrag zur Behandlung von Krankheiten, insbesondere der Hauttuberkulose, mit konzentrierter Lichtstrahlung, wodurch er einen neuen Weg für die medizinische Wissenschaft eröffnet» –, verhalf es dem Sonnenlicht als medizinisch anerkanntem Therapeutikum endgültig zum Durchbruch.

1.6 ... und Ingredienzen eines neuen Lebensstils

Kurz vor der Wende zum 20. Jahrhundert entstanden in England als Reaktion auf die ungesunden Verhältnisse in den urbanen Ballungsräumen die ersten Gartenstädte. Die Gartenstadtbewegung griff alsbald auf Kontinentaleuropa über, wo ab den späten 1890er-Jahren auch in Deutschland entsprechende Überbauungen errichtet wurden – nicht selten von Firmenpatrons wie dem Papierfabrikanten Richard Zanders oder dem Stahlproduzenten Friedrich Krupp, die damit ihren Arbeitern preiswerten Wohnraum zur Verfügung stellten und zugleich auf deren Lebensgewohnheiten Einfluss nehmen konnten. Ab den 1910er-Jahren wurden in der Schweiz zunehmend Genossenschaften beim Bau von Gartenstadtsiedlungen aktiv. Grosszügig angelegte Quartiere aus niedrigen Bauten mit eigenen Gärten verkörperten die Idee des gesunden Wohnens, während die genossenschaftlich geregelten Besitz- und Bewirtschaftungsverhältnisse für die sozial-reformerischen Ziele der Gartenstadtbewegung standen.

1.7 Erste Ansätze des Naturschutzes und ihr Bezug zur Gesundheit

Obschon die Lebensreformbewegung des ausklingenden 19. Jahrhunderts in erster Linie für das gesunde Leben mit viel Bewegung im Freien und mit vegetarischer Ernährung eintrat, wurden aus ihren Kreisen vereinzelt auch Stimmen laut, die ausdrücklich zum Schutz der Natur aufriefen. Den Auftakt machte der Komponist, Musikpädagoge und Naturschützer Ernst Rudorff im Jahr 1880 mit seinem Aufsatz «Ueber das Verhältnis des modernen Lebens zur Natur». In erster Linie kritisierte er die Eroberung

nung malerischer Orte durch den Tourismus und die «rechtwinklige Eintheilung» der Landschaft durch die Landwirtschaft. Mit seiner Kritik an den Wohnverhältnissen in der Stadt antizipierte er aber auch die nur wenig später aufkommende Gartenstadtbewegung, wenn er fordert, «daß man die städtischen Anlagen weitläufiger gestaltete, statt der Mietskasernen mehr und mehr einzelne kleine Häuser baute, und, wenn auch nur in Gestalt eines Gartens, ein Stück Natur jedem in unmittelbarer Nähe rücke, so dass das Gift der Atmosphäre ihn nicht allein schon zwingen dürfte, sein Heil fortwährend in der Ferne zu suchen» [9]. Rudorff spricht sich zudem für «die Rücksicht auf möglichst Erhaltung des historisch Gewordenen» aus. Denn nur so könne die Landschaft den Menschen ein Gefühl der Zugehörigkeit und Identifikation vermitteln. Dem Historischen Lexikon der Schweiz zufolge hat Rudorff denn auch den Ausdruck «Heimatschutz» geprägt.

25 Jahre nach dem Erscheinen von Rudorffs Aufsatz wandte sich die Schweizer Kunstmalerin Marguerite Burnat-Provins ebenfalls gegen den überhandnehmen-

den Tourismus. Der Artikel, der am 17. März 1905 auf der Frontseite der «Gazette de Lausanne» erschien, spannte in metaphorischer Weise den Bogen zur Gesundheit: «Les cancers» lautete sein Titel, und als Krebsgeschwüre wurden die grossen Hotelkästen und andere, die Landschaft verunstaltende touristische Anlagen angeprangert. Diesem Aufsatz folgte alsbald die Gründung der «Ligue pour la beauté», die Burnat-Provins am 29. März des gleichen Jahres auch wieder in der «Gazette de Lausanne» publik machte [10]. Die «Liga für die Schönheit» ging schon kurz darauf, am 1. Juli 1905, in der neu gegründeten Schweizerischen Vereinigung für Heimatschutz auf. Diese setzte den Widerstand gegen landschaftlich unpassende Bauwerke, grassierende Reklameschilder und die touristische Erschliessung attraktiver Aussichtspunkte fort.

1.8 Umweltschutz wird (auch) zum Gesundheitsschutz

Erst nach dem zweiten Weltkrieg wurde die Gesundheit zu einem expliziten und gewichtigen Argument des

Abbildung 5

Die Herzberg-Siedlung der Wohnbaugenossenschaft Aarau im Scheibenschachen-Quartier bot den Bewohnerinnen und Bewohnern die Möglichkeit, sich teilweise selbst zu versorgen (Fotografie, 1942).



Umweltschutzes. Im Jahr 1953 erhielt der Gewässerschutz mit Artikel 24^{quater} Eingang in die Verfassung, und 1957 trat das entsprechende Gesetz in Kraft; sein Zweckartikel (Art. 2) forderte gleich an erster Stelle Massnahmen, «die notwendig sind zum Schutze der Gesundheit von Mensch und Tier». Als Reaktion auf die Typhusepidemie Typhusepidemie von 1963 im Tourismusort Zermatt, die international beträchtliches Aufsehen erregte, wurden die Umsetzung der im Gewässerschutzgesetz definierten Massnahmen forciert und deutlich mehr Gelder für den Ausbau von Kanalisationen und Abwasserreinigungsanlagen bereitgestellt.

Im Jahr 1962 waren schliesslich auch die Bemühungen der Schweizerischen Vereinigung für Heimatschutz von Erfolg gekrönt, dem Schutz von Landschaft und Ortsbild gesetzlichen Nachdruck zu verleihen: Er wurde mit Artikel 24^{sexies} (heute Art. 78) in der Verfassung verankert und fand im Natur- und Heimatschutzgesetz von 1966 seinen rechtlichen Niederschlag. Dieses zielte allerdings vornehmlich auf die Bewahrung von Ortsbildern, historisch gewachsenen Landschaften und den Schutz von Tieren und Pflanzen ab; der Wert einer schönen Landschaft für die Erholung wurde von Beginn an thematisiert, doch weitere Verbindungen zur menschlichen Gesundheit fehlten in den Gesetzestexten und in der entsprechenden Botschaft des Bundesrates von 1965.

In anderen Ländern wird schon zu diesem Zeitpunkt über eine enge Beziehung zwischen einer belasteten Umwelt und der Gefährdung der Gesundheit gestritten. Das Buch «Silent Spring» der US-amerikanischen Biologin Rachel Carson war 1962 die Initialzündung: Die Biologin prangerte den Einsatz von Pestiziden – namentlich DDT – an und legt dar, wie sich Gifte in der Nahrungskette anreichern und schliesslich auch dem Menschen schaden können.

Wenige Jahre später stellt auch in der Schweiz das Giftgesetz von 1969 einen unmittelbaren Bezug zur Gefährdung der Umwelt her, indem es den Ausdruck «Gift» definiert als «unbelebte Stoffe und daraus hergestellte Erzeugnisse, die (...) das Leben oder die Gesundheit von Menschen und Tieren gefährden können und deren Handhabung daher besondere Vorsicht verlangt» (Bundesblatt, 1968).

Auch das Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz [USG]), das 1983, nach einer 20 Jahre währenden politischen Auseinandersetzung, beschlossen wird, greift den Gesundheitsschutz auf. Sein Zweckartikel (Art. 1) hält fest, das Gesetz solle «Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume gegen schädliche oder lästige Einwirkungen schützen...». Die auf dem USG aufbauende, im Jahr 1985 erlassene Luftreinhalte-Verordnung etwa bedient sich – wie etliche weitere Ausführungsverordnungen – der gleichen Terminologie, indem ihr Zweckartikel besagt, dass Menschen, Tiere, Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume sowie der Boden vor schädlichen oder lästigen (Luft-)Verunreinigungen geschützt werden sollen.

Einen weiteren Meilenstein bringt das USG mit der Konkretisierung des auf Verfassungsstufe festgeschriebenen Vorsorgeprinzips. Dieses verlangt, dass Einwirkungen, die schädlich oder lästig werden könnten, im Rahmen der Vorsorge unabhängig von der bestehenden Umweltbelastung so weit zu begrenzen seien, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar sei. Auf dieses Prinzip berufen sich in der Folge zahlreiche weitere Erlasse, etwa mit Blick auf die Luftreinhaltung oder auf die Begrenzung nichtionisierender Strahlen (NIS).

Im Jahr 1986 erschüttern mit dem Reaktorunfall in Tschernobyl (26. April) und dem Brand einer Chemielagerhalle bei Schweizerhalle (1. November) gleich zwei Katastrophen die internationale Gemeinschaft. Das Strahlenschutzgesetz von 1991 reguliert im Nachgang zu Tschernobyl die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt und soll Mensch und Umwelt vor Gefährdungen durch ionisierende Strahlen (d. h. durch Radioaktivität) schützen. Die nukleare Katastrophe von Fukushima im März 2011 unterstreicht, dass Ereignisse dieser Gröszenordnung immer eintreten können und eine ständige Überwachung der Umwelt geboten ist. Das Fischsterben wiederum, das im Fall des Brandes bei Schweizerhalle durch das verschmutzte Löschwasser im Rhein hervorgerufen wurde, schärfte das Bewusstsein für die Gefahren, die mit der Lagerung von und dem Umgang mit Chemikalien und anderen problematischen Substanzen verbunden sind. Die Störfallverordnung von 1991, welche die mit gefährlichen Stoffen verbundenen Risiken eindämmen soll, kann als eine unmittelbare Reaktion auf den Brand

von Schweizerhalle gesehen werden; eines ihrer wichtigsten Ziele besteht darin, Mensch und Umwelt «vor schweren Schädigungen» so weit wie möglich zu bewahren. Auch die Gewässerschutzgesetzgebung wurde im Nachgang der Katastrophe in Schweizerhalle weiterentwickelt, u. a. mit Blick auf Industrieabwässer, und bezüglich des stofflichen Gewässerschutzes in ihrer heutigen Form verabschiedet. Das Chemikaliengesetz von 2000 stellt mit dem entsprechenden Ausführungsrecht von 2005 (u. a. Chemikalienverordnung, Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung), das auch auf das USG Bezug nimmt, die Regulierung des Umgangs mit Chemikalien auf eine neue, zeitgemässe und mit der Europäischen Union harmonisierte Basis. Der Zweckartikel (Art. 1) des Chemikaliengesetzes erwähnt dabei ausdrücklich die Gesundheit: «Dieses Gesetz soll das Leben und die Gesundheit des Menschen vor schädlichen Einwirkungen durch Stoffe und Zubereitungen schützen.»

«Rio 92» – so die Kurzform für die Weltumweltkonferenz, die 1992 in der brasilianischen Metropole Rio de Janeiro stattfand – gab die Initialzündung für eine umfassende Betrachtung der verschiedenen Umweltbedrohungen. Damals wurde das Konzept der nachhaltigen Entwicklung lanciert, das «nicht nur die ganzheitliche Berücksichtigung der Umweltaspekte, sondern auch die Berücksichtigung der ökonomischen und sozialen Belange» einfordert [11]. Den «sozialen Belangen» dürfte auch der Gesundheitsschutz zuzuordnen sein: So steht in den «Leitlinien für die Politik der Nachhaltigen Entwicklung» des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) [12] unter dem Stichwort «gesellschaftliche Solidarität» an erster Stelle: «Gesundheit und Sicherheit der Menschen in umfassendem Sinn schützen und fördern.» Im Rahmen von Rio 92 wurden mit der Biodiversitätskonvention und der Klimakonvention gleich zwei wichtige, zukunftsweisende internationale Abkommen verabschiedet.

Das 1998 verabschiedete Kyoto-Protokoll baut auf der Klimakonvention auf und zielt auf die Verminderung der Treibhausgasemissionen ab. Auf nationaler Ebene setzte die Schweiz 1999 mit dem Erlass des CO₂-Gesetzes das Kyoto-Protokoll um. Im Zweckartikel nennt das Gesetz die Beschränkung des globalen Temperaturanstiegs auf weniger als 2 Grad Celsius als oberstes Ziel. In

seiner Botschaft zum Bundesgesetz über die Reduktion der CO₂-Emissionen verweist der Bundesrat auch auf die Gesundheitsrisiken, die mit dem Klimawandel einhergehen: «Potentielle Risiken für die Bevölkerung bestehen primär in einer gesundheitlichen Beeinträchtigung durch extreme Wetterlagen» [13]. Nicht von ungefähr erhält heute auch der Umgang mit Naturgefahren – die erhebliche Risiken für das gesundheitliche und wirtschaftliche Wohlergehen der Bevölkerung bergen – im Zusammenhang mit den absehbaren meteorologischen Extremereignissen eine zusätzliche Dringlichkeit.

Die Biodiversitätskonvention forderte die Vertragsstaaten u. a. auf, nationale Strategien mit konkreten Massnahmen zu erarbeiten, um dem Verlust an Biodiversität – unserer Lebensgrundlage – Einhalt zu gebieten, sie nachhaltig zu nutzen und ihren Zustand zu verbessern. Die Schweiz hat diesen Auftrag mit der «Strategie Biodiversität Schweiz» (2012) und dem zugehörigen Aktionsplan (2017) erfüllt. Der essenzielle Zusammenhang von Biodiversität, intakten Ökosystemen und Gesundheit war immer Bestandteil der Konvention und wurde zum Beispiel in die 2010 verabschiedeten Aichi-Ziele integriert, welche eine wesentliche Grundlage für die nationale Umsetzung in der Schweiz waren. Im November 2018 verstärkte die Vertragsstaatenkonferenz der Konvention über die biologische Vielfalt ihre Bemühungen in diesem Bereich, indem sie mit ihrem Beschluss 14/4 die Abhängigkeit der Gesundheit vom Zustand des Ökosystems ausdrücklich hervorhob und die Vertragsstaaten aufrief, den Ansatz One Health (s. Kasten auf S. 40) in ihre nationalen Strategien und Aktionspläne zum Schutz der Biodiversität zu integrieren.

Auf internationaler Ebene hat sich die Einsicht durchgesetzt, dass Belastungen der Umwelt auch die menschliche Gesundheit schädigen. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) unterhält eine eigene Abteilung für umweltbedingte und soziale Einflüsse auf die Gesundheit (Department of Public Health, Environmental and Social Determinants of Health).

Dabei geht die Organisation davon aus, dass jährlich schätzungsweise 12,6 Millionen Todesfälle auf die belastete – oder im Wortlaut der WHO: auf die ungesunde – Umwelt zurückzuführen sind. Im Jahr 1989 begann

zudem das WHO-Regionalbüro für Europa, regelmässige Ministerkonferenzen zu organisieren, damit die Mitgliedsländer ihre Politiken im Sinn eines wirkungsvolleren Umwelt- und Gesundheitsschutzes abstimmen (European Environment and Health Process [EHP]). In der Staatengemeinschaft bleibt es nicht unbemerkt, wenn ein Mitglied seinen Einsatz in der Auseinandersetzung mit der Beziehung zwischen Umwelt und Gesundheit reduziert: So bemängelt die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) den Beschluss der Schweiz, im Jahr 2007 auf eine Neuauflage ihres ersten Aktionsplans Umwelt und Gesundheit zu verzichten: «Seither fehlt eine ganzheitliche Sicht der umweltbedingten Gesundheitsprobleme», folgert die OECD [14]. Ein umfassender Ansatz wird insbesondere unter Ziffer 3.9 der im Jahr 2015 verabschiedeten Ziele für nachhaltige Entwicklung der UNO formuliert, indem gefordert wird, es seien «bis 2030 die Zahl der Todesfälle und Erkrankungen aufgrund gefährlicher Chemikalien und der Verschmutzung und Verunreinigung von Luft, Wasser und Boden erheblich zu verringern».

Die Europäische Umweltagentur (EEA) ihrerseits plant, im Jahr 2019 einen Bericht zum Thema «Environment, health and well-being» zu veröffentlichen. Eine Studie der gleichen Organisation, die im Februar 2019 erschienen ist, beschäftigt sich mit sozialen Ungleichheiten, die dazu führen, dass gewisse gesellschaftliche Gruppen besonders stark von Luftverschmutzung, Lärm und den Folgen des Klimawandels betroffen sind.

1.9 Eine Metastudie über die Beziehungen zwischen Umwelt und Gesundheit

Der Schutz der Umwelt steht somit in enger Beziehung zur Prävention von Krankheiten und zum Wohlbefinden der Menschen. Was argumentativ einleuchtet, ist aber wissenschaftlich nicht ohne Weiteres zu untermauern. Das BAFU hat daher eine Metastudie [15] in Auftrag gegeben, die das gesicherte Wissen über den Zusammenhang zwischen Umwelt und Gesundheit in der Schweiz zusammenträgt und auch darüber Aufschluss gibt, wo Interaktionen vermutet werden, ohne dass bereits verlässliche Daten vorliegen. Ein weiteres Ziel der Studie bestand darin, einen Überblick über die in verschiedenen Studien ermit-

telte Anzahl der Krankheits- und Todesfälle zu gewinnen, die durch verschiedene Umweltfaktoren verursacht bzw. durch vorbeugende Massnahmen verhindert werden.

Der Metastudie liegt dabei die umfassende Definition von «Gesundheit» zugrunde, die von der WHO formuliert wurde. Diese begreift Gesundheit «als einen Zustand des vollständigen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlergehens und nicht nur das Fehlen von Krankheit oder Gebrechen» (1946, im Originaltext: «La santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité»). Auch der vorliegende Text verwendet den Ausdruck «Gesundheit» im umfassenden Sinn der WHO, wenngleich einzelne der hier ausgewerteten Studien womöglich von einem engeren Verständnis des Begriffs ausgehen.

2 Wasser: Element der Erholung und Lebensmittel

Das im Jahr 1957 in Kraft getretene Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer und gegen Verunreinigungen nahm ausdrücklich auf den Schutz der menschlichen Gesundheit Bezug. Auch das heute gültige, modernisierte Bundesgesetz hat den Schutz der «Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen» im Fokus. Angesichts des hohen Nutzungsdrucks auf die Gewässer und der Vielfalt von Stoffen, die aus verschiedensten Quellen in Flüsse, Seen und in das Grundwasser gelangen können, ist der Gewässerschutz eine anspruchsvolle Aufgabe. Flüsse und Seen spielen zudem eine wichtige Rolle für die Erholung und das Wohlbefinden der Bevölkerung.

Das Badetuch am Strand gilt als Symbol für Ferien und Entspannung schlechthin. Wissenschaftlich gibt es vergleichsweise wenig gesicherte Erkenntnisse zur Frage, wie sich Gewässer auf das Wohlbefinden des Menschen auswirken [16]. Diverse Studien sprechen eher zugunsten der heilsamen Wirkung von Gewässern. So kommt eine wissenschaftliche Arbeit zum Schluss, dass wasserreiche (Natur-)Landschaften einen grösseren Effekt

auf das Wohlergehen der Menschen hätten als andere Umgebungen [17]. Um systematisch mehr Erkenntnisse über die Heilkraft von Gewässern zu gewinnen, fördert die Europäische Union im Rahmen von Horizon 2020 mehrere umfassende Projekte, insbesondere SOPHIE (für: Seas, Oceans and Public Health in Europe) und BlueHealth, ein Forschungsvorhaben, das den gesundheitsfördernden Effekt von Flüssen, Seen oder Meeren in den Fokus nimmt.

Abbildung 6

Die Thur (rechts) mündet bei Flaach in den Rhein (links)

Die Thur erhält auf den letzten Kilometern vor der Mündung wieder ein natürliches Flussbett; sie kann Mäander bilden und die umliegende Auenlandschaft bei Hochwasser teilweise überfluten. Entlang dem Flusslauf und im Auenwald entstehen so neue Lebensräume für seltene Tiere und Pflanzen und die Bevölkerung kann gleichzeitig das Gebiet für Erholung und Entspannung nutzen.



Auch für die Schweiz gibt es starke Indizien für die wichtige Rolle, die Gewässer bei der Erholung der Bevölkerung spielen. So sind Orte an stehenden Gewässern oder mit Seesicht als Wohnlage gesucht und auch für den Tourismus attraktiv [18]. Eine Studie des BAFU [19] ermittelte in Befragungen, dass für rund 90 Prozent der Bevölkerung Flüsse und Bäche «wichtige Elemente einer attraktiven Landschaft» sind und sich eine grosse Mehrheit der Befragten mindestens einmal pro Monat in der Nähe von Fliessgewässern beim Wandern, Spazieren und Radfahren erholt.

Vor diesem Hintergrund ist es auch mit Blick auf die menschliche Gesundheit erfreulich, dass dank Ausdolungen und Revitalisierungen Flüsse und Bäche etwas mehr Raum erhalten [20]: Aufgewertete Gewässer bieten Lebensraum für Tiere und Pflanzen und werden gleichzeitig als naturnahe Naherholungsgebiete von der Bevölkerung genutzt und geschätzt.

2.1 Kläranlagen entfernen Verunreinigungen

Mitte des 20. Jahrhunderts war es in der Schweiz nicht mehr selbstverständlich, im See oder im Fluss zu baden. Die Behörden sprachen damals aus hygienischen Gründen zahlreiche Badeverbote aus. Noch in den 1960er-Jahren waren die oberirdischen Gewässer hierzulande oft stark durch die Abwässer von Industrie, Gewerbe und Haushalten verschmutzt. Übel riechende und schäumende Bäche hielten Badefreudige selbst dann vom Sprung ins Wasser ab, wenn kein Verbotsschild einen solchen untersagte – zumal die Zeitungen mehrmals pro Woche über Gewässerverunreinigungen berichteten.

Im Jahr 1953 wurde der Bund mit einem neuen Artikel in der Verfassung befugt, «gesetzliche Bestimmungen zum Schutz der ober- und unterirdischen Gewässer gegen Verunreinigung zu erlassen». Die öffentliche Hand begann, Abwasserreinigungsanlagen (ARA) finanziell zu unterstützen. 1963 waren rund 12 Prozent der Bevölkerung an eine ARA angeschlossen, 1971 waren es 35 Prozent, und 1984 entliess noch gerade eine Minderheit von 18 Prozent der Bevölkerung ihr Abwasser ungereinigt in die Umwelt. Heute werden gemäss OECD-Umweltprüfbericht [21] die Abwässer von gut 97 Prozent der Einwohnerinnen und

Einwohner der Schweiz in einer ARA behandelt, womit das Land in der OECD den zweiten Platz hinter den Niederlanden belegt. Diesen Anstrengungen der vergangenen Jahrzehnte verdankt die Schweiz eine insgesamt hohe hygienische Badewasserqualität, sodass man sich hierzulande fast überall bedenkenlos in den Bächen, Flüssen und Seen erfrischen kann.

2.2 Gutes Trinkwasser dank erfolgreichem Grundwasserschutz

Mehr als 80 Prozent des Trinkwassers werden aus dem Grundwasser gewonnen, die restlichen rund 20 Prozent aus Seen. Zum Schutz des für die Trinkwassergewinnung genutzten Grundwassers werden sogenannte Grundwasserschutzzonen ausgedehnt. Neben der Schutzzone S1 im unmittelbaren Fassungsgebiet ist in Lockergesteinen auch die Schutzzone S2 von besonderer Bedeutung: Sie sollen verhindern, dass Krankheitserreger und wassergefährdende Stoffe in die Grundwasserfassung gelangen und damit die Trinkwassernutzung gefährden. In den Schutzzonen S1 und S2 ist es deshalb beispielsweise verboten, Gülle auszubringen. Allerdings wird es immer schwieriger, neue ergiebige Trinkwasserfassungen zu erschliessen. Zwar sind viele gesetzeskonform geschützt, doch insbesondere bei kleinen Fassungen werden die Schutzbestimmungen nicht umgesetzt. Zudem bestehen in zahlreichen Schutzzonen erhebliche Nutzungskonflikte, die unter Umständen die Qualität des Grundwassers beeinträchtigen.

Um die Entwicklung der Grundwasserqualität zu verfolgen und schädlichen Entwicklungen rechtzeitig entgegenzutreten zu können, betreibt das BAFU seit 2002 in enger Zusammenarbeit mit den kantonalen Fachstellen die Nationale Grundwasserbeobachtung (NAQUA). Die Resultate zeigen, dass die Grundwasserressourcen unter Druck sind. Der steigende Flächenbedarf für Siedlungen und Verkehrswege und die intensive Landwirtschaft schränken die Nutzbarkeit des Grundwassers als Trinkwasserressource räumlich immer stärker ein. Dies führt dazu, dass zunehmend Fassungen aufgehoben werden. An zahlreichen Messstellen, insbesondere in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten, treten zudem Verunreinigungen im Grundwasser auf. Umso wichtiger ist

daher der konsequente Schutz der bestehenden Grundwasserfassungen.

Dass beim Umgang mit Trinkwasser grösstmögliche Sorgfalt geboten ist, zeigen etwa die Beispiele von La Neuveville (1998) und Le Locle (2015), wo wegen mangelhaft unterhaltener und in der Grundwasserschutzzone installierter Abwasserinfrastrukturen ungereinigtes Abwasser ins Grundwasser gelangte, das dann als Trinkwasser verteilt wurde. In der Folge erkrankten Tausende Personen an Magen-Darm-Infektionen. Es ist unabdingbar, dass die Schutzzonenbestimmungen strikt eingehalten und die Wasserinfrastrukturen fachgerecht unterhalten und zudem rechtzeitig erneuert werden.

2.3 Nitrat und Mikroverunreinigungen in Gewässern

Viele vom Menschen verwendete Stoffe gelangen in die Gewässer und können dort Tiere und Pflanzen gefährden. Wenn aus diesen Gewässern Trinkwasser gewonnen wird,

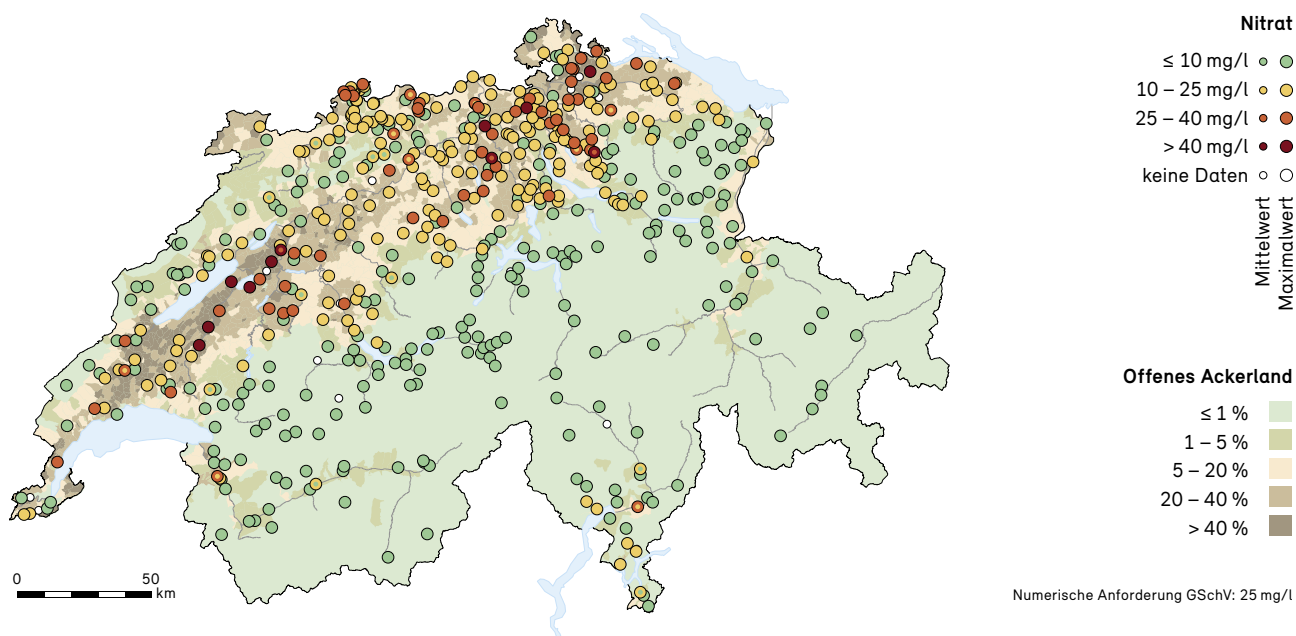
können einige dieser Substanzen auch die menschliche Gesundheit gefährden. Deswegen ist es wichtig, Seen, Flüsse, Bäche und Grundwasservorkommen präventiv zu schützen.

Nitrat gelangt hauptsächlich aus der Landwirtschaft in die Gewässer. Der Stoff ist wasserlöslich und versickert zusammen mit dem Regenwasser insbesondere in intensiv bewirtschafteten Böden ins Grundwasser. Bei Säuglingen können hohe Nitratkonzentrationen akut toxisch wirken, indem sie die sogenannte Methämoglobinämie hervorrufen – eine Krankheit, bei der das Blut nicht mehr genügend Sauerstoff aufnimmt. In der Schweiz wurden allerdings noch keine solchen Fälle beobachtet. Ab welchem Wert Nitrat im Trinkwasser die Gesundheit Erwachsener gefährdet, ist umstritten. Aus Nitrat können Nitrosamine entstehen, die sich in Tierversuchen als kanzerogen erwiesen haben. Zahlreiche Studien konnten jedoch bis anhin keinen Zusammenhang zwischen dem Nitratgehalt des Trinkwassers und der Auslösung von Krebs bei Menschen feststellen. Andererseits gibt es Hinweise aus der Forschung, wonach Nitrat zur

Abbildung 7

Nitrat-Konzentrationen im Grundwasser im Jahr 2014, Mittel- und Maximalwert pro Messstelle

Die Nitrat-Konzentration im Grundwasser überschreitet an rund 40 Prozent der Messstellen der Nationalen Grundwasserbeobachtung (NAQUA), deren Einzugsgebiet durch die Hauptbodennutzung Ackerbau geprägt ist, regelmässig den von der Gewässerschutzverordnung vorgegebenen Grenzwert von 25 mg/l.



Verhinderung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen beitragen kann, in diesem Fall also gesundheitsfördernd wäre. Allerdings hat eine aktuelle Studie aus Dänemark, welche die Trinkwasserqualität zwischen 1978 bis 2011 mit den im gleichen Zeitraum aufgetretenen Darmkrebsfällen in Beziehung setzt, Indizien gefunden, dass bereits bei leicht erhöhter Nitratbelastung das Risiko steigt, an gewissen Formen von Darmkrebs zu erkranken [22].

Die Seen, aus denen hierzulande rund zwanzig Prozent des Trinkwassers gewonnen werden, zeichnen sich aufgrund der Verdünnungswirkung durch tiefe Nitratkonzentrationen aus. Wie alle Gewässer enthält auch Grundwasser von Natur aus nur wenig Nitrat. Nicht so in ackerbaulich genutzten Gebieten: Dort überschreiten die Nitratkonzentrationen an rund 40 Prozent der NAQUA-Messstellen regelmässig 25 mg/l und damit den von der Gewässerschutzverordnung vorgegebenen Grenzwert für genutztes Grundwasser. Für Trinkwasser gilt in der Schweiz ein Höchstwert von 40 mg/l.

Einträge von Mikroverunreinigungen in die Gewässer – also von Stoffen, die bereits in geringen Konzentrationen empfindliche Gewässerorganismen schädigen – können die menschliche Gesundheit beeinträchtigen. Bedeutend hierfür sind insbesondere Rückstände von human- und tiermedizinischen Wirkstoffen, Kosmetika, Pflanzenschutzmittel, Biozidprodukte sowie Industrie- und Haushaltschemikalien. Sie werden bisher in den Kläranlagen noch ungenügend abgebaut und gelangen mit dem gereinigten Abwasser in die Gewässer. Diese Stoffe können aber auch über Direkteinträge aus der Kanalisation, z. B. aus Regenüberläufen, ungereinigt in die Gewässer eingetragen werden. Pflanzenschutzmittel werden direkt in die Umwelt ausgebracht und können über die Abschwemmung von behandelten Flächen mit dem Regenwasser in oberirdische Gewässer oder durch Versickerung direkt in das Grundwasser gelangen. Die Gewässer sollen grundsätzlich keine Fremdstoffe enthalten. Entsprechend verlangt die Schweizer Gesetzgebung verschiedene Vorsorgemassnahmen zum Schutz der Gewässer vor Einträgen von Mikroverunreinigungen.

Gewisse Pflanzenschutzmittel können zum Beispiel Krebs erzeugen, das ungeborene Kind schädigen oder auf andere Weise bereits in relativ geringer Dosis giftig wirken.

Der Grenzwert für alle Pflanzenschutzmittelwirkstoffe in Gewässern, die für die Trinkwassergewinnung genutzt werden, ebenso wie für das Trinkwasser selber, liegt heute bei 0,1 Mikrogramm pro Liter ($\mu\text{g/l}$). Dieser Wert ist um ein Vielfaches tiefer als diejenigen Werte, mit denen ein Gesundheitsrisiko verbunden sein könnte.

Spuren von Pflanzenschutzmitteln finden sich auch in Gewässern, aus denen Trinkwasser gewonnen wird. In den Seen liegen die Pflanzenschutzmittelkonzentrationen allerdings überall deutlich unter den zulässigen Werten. Und auch im genutzten Grundwasser wird der Grenzwert für Pflanzenschutzmittelwirkstoffe selten überschritten: Im Jahr 2014 traten an rund 2 Prozent der NAQUA-Messstellen Pflanzenschutzmittelwirkstoffe in Konzentrationen von mehr als 0,1 $\mu\text{g/l}$ auf. Allerdings wurden an rund 20 Prozent der Messstellen auch Abbauprodukte von Pflanzenschutzmitteln (sogenannte Metaboliten) in Konzentrationen von mehr als 0,1 $\mu\text{g/l}$ nachgewiesen. Bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln werden die Abbauprodukte anhand verschiedener Kriterien in relevante und nicht relevante Metaboliten eingeteilt. Als nicht relevant gelten Metaboliten, wenn sie keine oder nur eine deutlich geringere Wirkung haben als das ursprüngliche Pflanzenschutzmittel selber. Für die im Zulassungsverfahren als nicht relevant eingestufteten Metaboliten gelten bis heute keine Höchstwerte, weder in den Gewässern noch im Trinkwasser.

Auch wenn vom Konsum des Trinkwassers, das aus Grund- oder Oberflächenwasser gewonnen wird, nach heutigem Kenntnisstand für die Gesundheit der Menschen kein Risiko ausgeht, gilt es dennoch, die Gewässer vorsorglich vor dem Eintrag von Pflanzenschutzmitteln und anderen Chemikalien zu schützen. Denn das Grundwasser erneuert sich nur langsam, und bis Fremdstoffe dort abgebaut oder wieder ausgewaschen sind, vergehen oft viele Jahre oder gar Jahrzehnte. Zudem sind die in den oberirdischen Gewässern lebenden Wasserorganismen auf möglichst schadstofffreies Wasser angewiesen.

Dank wirkungsvoller Massnahmen zum Schutz der für die Trinkwassergewinnung genutzten Gewässer vor Pflanzenschutzmitteleinträgen nehmen Menschen nur zu einem kleinen Teil entsprechend belastetes Trinkwasser auf. Viel grösser ist der Anteil, der über den Konsum von mit Pflan-

zenschuttmitteln behandelten Lebensmitteln oder ganz direkt absorbiert wird, etwa beim Einsatz von Spritzmitteln im Garten.

Die Stoffe in den Gewässern sind die Folge davon, dass in der modernen Gesellschaft Tausende von Chemikalien zum Einsatz kommen. Sogar der Umgang früherer Generationen mit Chemikalien hat Spuren in den heutigen Gewässern hinterlassen. Nahezu alle Stoffe, die in Industrie und Gewerbe, im Verkehr, im Haushalt oder in der Freizeit verwendet werden, gelangen in kleinerer oder grösserer Menge in die Umwelt. Bekannt sind Belastungen mit bestimmten chlorierten Lösungsmitteln, die früher in chemischen Reinigungen verwendet wurden, ebenso mit Desinfektionsmitteln aus Spitälern, aromatischen Kohlenwasserstoffen wie Benzol und Toluol aus dem Benzin, mit Duftstoffen aus Kosmetikartikeln oder UV-Schutzfiltern aus Sonnencreme. Auch diese Stoffe werden grösstenteils nicht über das Trinkwasser, sondern über Lebensmittel, die Atemluft oder die direkte Verwendung aufgenommen.

Damit die Belastung der Menschen über das Trinkwasser so tief bleibt, müssen die Anstrengungen im Gewässerschutz dennoch fortgesetzt werden. Mit Massnahmen wie dem gezielten Ausbau der Abwasserreinigungsanlagen zur Eliminierung von Mikroverunreinigungen oder dem «Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln» wurden Grundsteine gelegt.

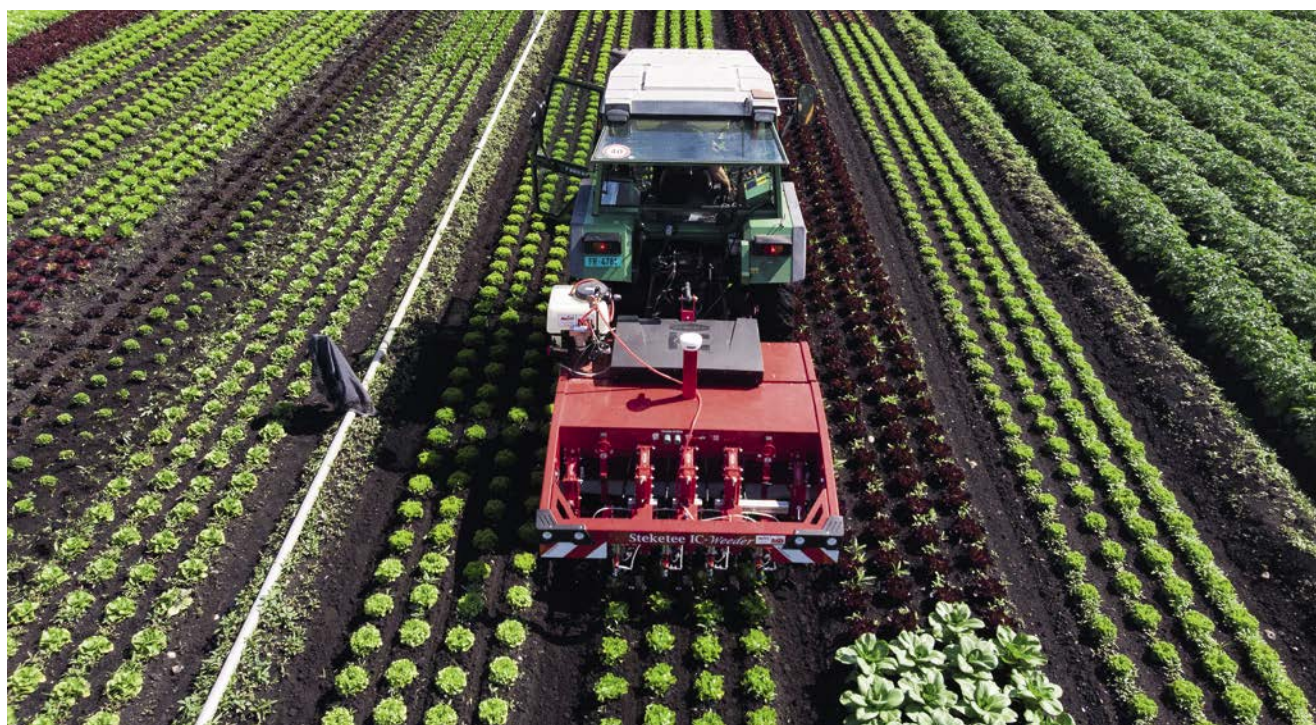
2.4 Aktuelle Herausforderungen im Gewässerschutz

Als eines der ersten Länder weltweit hat die Schweiz damit begonnen, ihre Kläranlagen mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe auszustatten, um die Belastung der Gewässer mit Mikroverunreinigungen aus dem kommunalen Abwasser zu reduzieren. Diese Mikroverunreinigungen belasten hauptsächlich die grösseren und mittleren Fließgewässer, in welche die Abwasserreinigungsan-

Abbildung 8

Im Vergleich zum herkömmlichen Verfahren mit Spritzbalken soll dieser Pflanzenschutzroboter 40 bis 70 Prozent weniger Pflanzenschutzmittel einsetzen

Fotografiert während einer Präsentation und Vorführung des Projekts Pflanzenschutzroboter, am Freitag, 1. Juni 2018 in Galmiz.



lagen das behandelte Abwasser einleiten. In den kommenden rund 20 Jahren werden die wichtigsten der etwa 800 Schweizer Anlagen entsprechend ausgebaut. So lassen sich künftig aus fast zwei Dritteln aller Abwässer Mikroverunreinigungen eliminieren.

Die kleinen und mittleren Fliessgewässer, welche den Hauptteil des Schweizer Fliessgewässernetzes ausmachen und für die aquatische Biodiversität von grosser Bedeutung sind, werden demgegenüber vor allem durch den diffusen Eintrag von Pflanzenschutzmitteln aus der Landwirtschaft belastet (vgl. Kap. 2.3). Auch hier werden Anstrengungen zu einer deutlichen Reduktion der Belastungen unternommen. Dies erfolgt in erster Linie zum Schutz der Wasserlebewesen, da diese Gewässer meist nicht für die Trinkwassergewinnung genutzt werden und ihr Einfluss auf das Grundwasser in der Regel ebenfalls bescheiden ist. Der «Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln» zielt darauf ab, innerhalb von zehn Jahren das Risiko, welches von den verwendeten Pflanzenschutzmitteln ausgeht, um die Hälfte herabzusetzen. Die Gewässerabschnitte, in denen die Anforderungen an die Wasserqualität nicht erfüllt sind, sollen bis dann ebenfalls um die Hälfte reduziert werden.

Um das Grundwasser als Trinkwasserressource langfristig zu schützen, soll zudem die Belastung mit den weitverbreiteten, bei der Zulassung als nicht relevant eingestuften Metaboliten deutlich vermindert werden.

Wasser fürs Leben

Bis zum Jahr 2050 wird Schätzungen der UNO zufolge der weltweite Wasserbedarf gegenüber heute um ein Drittel ansteigen. Dabei ist es schon heute keineswegs selbstverständlich, dass Menschen sauberes Wasser oder gewässerschutzkonforme sanitäre Anlagen nutzen können. Allein in Europa stehen der WHO zufolge 62 Millionen Menschen keine zeitgemässen sanitären Einrichtungen zur Verfügung, was ein hohes Risiko von mikrobiologischen Gewässerverunreinigungen und damit verbundenen Krankheiten mit sich bringt. Die Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (UNECE) schätzt denn auch, dass dank besser gereinigtem Abwasser bzw. dank ausgereifteren sanitären Einrichtungen in Europa jährlich rund 30 Millionen Krankheitsfälle, die auf belastetes (Trink-)Wasser zurückzuführen sind, vermieden werden könnten. Daher wurde im Jahr 1999 unter der Federführung des Regionalbüros für Europa der WHO und der UNECE das Protokoll «Wasser und Gesundheit» erarbeitet. Es verfolgt das ehrgeizige Ziel, allen Menschen den Zugang zu Wasser und sanitärer Versorgung zu ermöglichen und die menschliche Gesundheit durch einen nachhaltigen Umgang mit dem wertvollsten aller Lebensmittel zu schützen.

3 Das Grün, das uns umgibt – und manchenorts fehlt

Der gesetzliche Schutz der Landschaft und naturbelassener Lebensräume war zunächst stark ästhetisch motiviert und von der Sorge getragen, das historisch gewachsene Landschaftsbild könne verloren gehen. Heute ist – neben der qualitativen Weiterentwicklung der Landschaft – die Bewahrung und Förderung der biologischen Vielfalt integraler Bestandteil einer umfassenden Landschafts- und Umweltpolitik.

Wer sich viel bewegt und ausreichend Zeit hat, um sich beim Laufen oder Spazieren durch Wald und Flur zu erholen, baut Stress ab, hält den Kreislauf in Schwung und die Gelenke geschmeidig. Landschaft und Gesundheit stehen in vielfältiger Wechselwirkung zueinander – dies belegt eine Reihe von Studien. Ihr Fazit in aller Kürze: Eine naturnahe Landschaft beeinflusst das menschliche Wohlbefinden dreifach positiv, indem es den kurzfristigen Abbau von Stress und die schnellere körperliche Erholung begünstigt und langfristig die allgemeine Gesundheit stärkt.

Personen, die zudem in einer Nachbarschaft mit viel «Grün» wohnen, laufen internationalen Studien zufolge weniger Gefahr, an Herz-Kreislauf-Versagen zu sterben [23]. Eine Schweizer Studie konnte unlängst zeigen, dass dies auch auf andere natürliche Todesursachen zutrifft und zudem unabhängig von anderen Umweltfaktoren wie Luftverschmutzung oder Lärmbelastung der Fall ist [24]. Insbesondere Kinder und Jugendliche profitieren vom Spielen im Freien, indem sie nicht nur körperlich aktiv sind und die Feinmotorik trainieren, sondern sich auch mit Altersgenossen vergnügen. Für Kinder im Alter zwi-

Abbildung 9

Bewegung in der Natur sorgt bei Klein und Gross für Erholung und Entspannung, hier am Waldrand bei Herbstlicht in Saint-George.



schen 4 und 17 Jahren konnte Folgendes nachgewiesen werden: Je grösser der Grünflächenanteil in der näheren Umgebung ihrer Wohnung ist, umso mehr bewegen sie sich [25]. Nicht zu unterschätzen ist die Bedeutung städtischer Grünanlagen für die soziale Integration von Jugendlichen: In der Schweiz stellte sich bei jungen Menschen mit und ohne Migrationshintergrund heraus, dass sie gerne urbane Grünareale aufsuchen, um Gleichaltrige kennenzulernen und Kontakte zu knüpfen [26 und 27].

Verschiedene Studien unterstreichen zudem die positive Wirkung, die ein Aufenthalt im Freien auf die Psyche hat [28]. Die Einwohnerinnen und Einwohner der Schweiz suchen insbesondere den Wald gerne auf: Im Rahmen der breit angelegten Bevölkerungsbefragung «Waldmonitoring soziokulturell» [29] gab über die Hälfte der Schweizer Bevölkerung an, sich im Sommer mindestens einmal pro Woche in einem Wald aufzuhalten. Im Winter beläuft sich der Anteil immer noch auf ein Drittel. Die gleiche Studie weist nach, dass sich fast alle Befragten nach einem Aufenthalt im Wald von durchschnittlich anderthalb Stunden deutlich entspannter fühlten als zuvor.

Internationale Forschungsarbeiten, insbesondere aus dem asiatischen Raum, untermauern die Stress reduzierende Wirkung eines Aufenthalts in der Natur [30]. Ins Gewicht fällt auch die vorbeugende Wirkung von längeren Aufenthalten im Wald: So stellte sich bei Personen, die drei Tage lang im Wald gelebt hatten, heraus, dass sich die Anzahl ihrer Abwehrzellen erhöht hatte und diese darüber hinaus auch aktiver geworden waren [31].

Menschen, die sich im Freien bewegen, vermögen ihre Alltagsorgen besser zu vergessen und sind geistig ausgeglichener als Personen, die sich in einem geschlossenen Fitnesscenter anstrengen. Hinzu kommt, dass die Kundschaft von Indoorsportanlagen eher auch im Freien trainiert. Ein grösserer Anteil jener Befragten, die sich im Wald bewegen, würde sich hingegen nie in einem geschlossenen Raum fit trimmen [32]. Von den vier in der Schweiz am häufigsten genannten Sportarten werden drei – nämlich Wandern, Radfahren und Skifahren – im Freien ausgeübt [33]. Um möglichst viele Menschen zu einem bewegungsreichen Lebensstil zu ermutigen, braucht es also gut erreichbare, öffentlich zugängliche und attraktive Frei- und Naherholungsräume. Abwechslungsreich

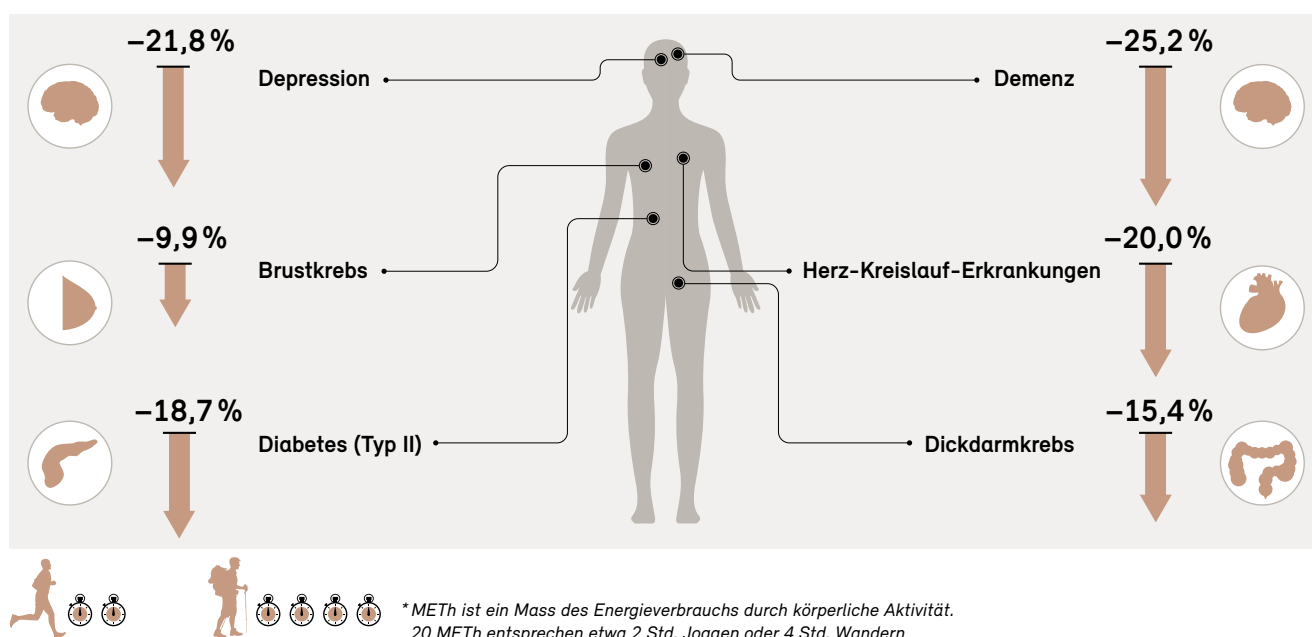
Absolutes und Relatives Risiko

Während das Absolute Risiko in epidemiologischen Studien beschreibt, wie viele Personen in einer bestimmten Gruppe innerhalb eines definierten Zeitabschnitts erkranken, dient das Relative Risiko als Mass, um das Erkrankungsrisiko von exponierten Individuen mit demjenigen von Personen zu vergleichen, die einer bestimmten Einwirkung nicht ausgesetzt waren. Mit dem Relativen Risiko werden dabei also zwei Gruppen verglichen, die während einer gewissen Dauer einem bestimmten (Umwelt-) Einfluss von unterschiedlicher Stärke ausgesetzt waren. Möchte man also der Frage nachgehen, ob Lärm das Risiko für einen Herzinfarkt erhöht, wären Personen an einem ruhigen Wohnort mit solchen zu vergleichen, die ständigem Verkehrslärm ausgesetzt sind – und dabei zu untersuchen, wie viele dieser Personen innerhalb eines gegebenen Zeitraums und unter Berücksichtigung anderer Risikofaktoren einen Infarkt erlitten haben. In einer hypothetischen epidemiologischen Studie könnte von zwei Gruppen mit je 100 000 Individuen ausgegangen werden; in der lärmbelasteten Gruppe hätten innerhalb von fünf Jahren 220 Personen einen Herzinfarkt erlitten, in der Gruppe am ruhigeren Wohnort bloss 200. Das Relative Risiko berechnet sich, indem das Risiko der lärmbelasteten ($220/500\,000$ Personenjahre) durch dasjenige der nicht lärmbelasteten ($200/500\,000$ Personenjahre) Individuen dividiert wird, was in diesem Fall ein Relatives Risiko von 1,1 ergibt. Das bedeutet, dass innerhalb des betrachteten Zeitraums die Personen in der lärmigen Umgebung 10 Prozent häufiger einen Infarkt erleiden. Die absolute Risikodifferenz zwischen den beiden Gruppen beträgt aber nur 4×10^{-5} ($20/500\,000$). Solch kleine Absoluten Risiken sind typisch für die Umwelt-epidemiologie. Dennoch können solche Zusatzrisiken relevant sein, wenn viele Personen betroffen sind. Das bedeutet aber auch, dass man grosse Fallzahlen braucht, um überhaupt statistisch abgesicherte Aussagen machen zu können. Zudem findet man in der Realität de facto nie zwei identische Gruppen, und es braucht statistische Methoden, um den Einfluss von anderen Risikofaktoren wie Alter, Geschlecht und Lebensstil herauszurechnen.

Abbildung 10

Der Gesundheitsnutzen körperlicher Aktivität

Verglichen mit körperlicher Inaktivität reduziert Bewegung das Risiko für verschiedene Krankheiten. Die Reduktion des Krankheitsrisikos durch Zurücklegen der Wege zu Fuss oder mit dem Velo wird folgendermassen veranschaulicht: Relatives Risiko pro 20 METh/Woche* im Vergleich zu 0 METh/Woche.



gestaltet und mit einer hohen Biodiversität fördern sie Erholung, Naturerlebnis und Bewegung.

3.1 Eile mit Weile im gesunden Alltag

Eine schöne Landschaft, die mit Wander- und Radwegen erschlossen ist, kommt der Gesundheit zugute. Wer sich regelmässig zu Fuss oder mit dem Velo fortbewegt, leidet tendenziell weniger unter Krankheiten und erreicht ein höheres Alter als eine körperlich inaktive Person. Für viele Leiden – insbesondere solche, bei denen das Körpergewicht eine Rolle spielt – ist der heilsame Effekt regelmässiger Bewegung unbestritten.

Aktivitäten auf dem Velo oder zu Fuss verhindern in der Schweiz jährlich mehr als 12 000 Fälle von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, rund 4 000 Fälle von Depressionen, rund 1 900 Krebserkrankungen und etwa 1 300 Demenzerkrankungen. Die Schweizer Bevölkerung gewinnt damit knapp 125 000 Lebensjahre bzw. nahezu 15 000 Erwerbs-

jahre, was sich durch die Vermeidung von etwa 10 000 frühzeitigen Todesfällen ergibt [34].

Welche Umweltbedingungen die Menschen dazu motivieren, aufs Rad zu steigen oder ihre Wege vermehrt zu Fuss zurückzulegen, lässt sich nicht ohne Weiteres ergründen. Hinweise liefert eine im Auftrag des Bundesamtes für Strassen (ASTRA) durchgeführte Umfrage bei Radfahrerinnen und Radfahrern, die belegt, dass die landschaftliche Attraktivität bei der Wahl einer Veloroute ein wichtiges Kriterium [35] ist. Wander- und Radwege, die durch idyllisches Gelände und attraktive Landschaften führen, dürften folglich durchaus dazu anregen, in die Pedale zu steigen oder die Laufschuhe zu schnüren.

3.2 Biologische Vielfalt als bedrohte Ressource

Die Biodiversität erbringt eine Vielzahl von Leistungen für die Gesellschaft, die auch der Gesundheit zugutekommen. Artenreiche Grünräume in der Stadt wirken sommerlichen Hitzeinseln entgegen, reinigen die Luft von Schadstoffen und helfen, das städtische Mikroklima zu regulieren. Muscheln tragen dazu bei, dass das Wasser gefiltert wird, und Insekten bestäuben Pflanzen und sorgen damit auch in der Landwirtschaft für gute Erträge. In der Schweiz ist fast die Hälfte aller Lebensraumtypen bedroht [36]. Moorgebiete und Gewässer sind hierzulande besonders gefährdet. In unserem Land steht es mit der Artenvielfalt nicht zum Besten: Der Bericht des Bundesrates «Umwelt Schweiz» [37] stellt fest, dass die Biodiversität in der Schweiz in einem unbefriedigenden Zustand befindet und weiter schwindet.

Für die menschliche Gesundheit ist eine vielfältige Pflanzen- und Tierwelt nicht zuletzt im Hinblick auf die Gewinnung neuer Medikamente bedeutsam. Von den anti-

bakteriellen Wirkstoffen, die zwischen 1981 und 2010 von der US-Arzneimittelbehörde zugelassen wurden, sind 75 Prozent natürlichen Ursprungs [38]; zudem befanden sich 2014 in den Vereinigten Staaten 45 neue Antibiotika in der Pipeline, die über das Potenzial verfügen, schwerwiegende bakterielle Infektionen erfolgreich zu bekämpfen. Auch hier stammen die meisten dieser neuen Therapeutika von Vorläufersubstanzen aus der Natur [39]. Von den geschätzten 400 000 Pflanzenarten, die die Erde besiedeln, wurde erst ein verschwindend kleiner Teil auf sein pharmakologisches Potenzial hin untersucht. Weltweit werden etwa 60 000 Pflanzenarten zu medizinischen Zwecken verwendet, und etwa 40 Prozent dieser Arten sind vom Aussterben bedroht.

Von der Gewinnung therapeutischer Wirkstoffe abgesehen, ist die Wechselbeziehung zwischen biologischer Vielfalt und menschlicher Gesundheit ausgesprochen vielschichtig und daher wissenschaftlich schwer zu erfassen. Entsprechend gibt es kaum Forschungsaktivitäten zum Thema. Bekannt ist immerhin, dass in Ökosystemen mit hoher Biodiversität meistens ein austariertes

Abbildung 11

In Roggwil werden Pflanzen geerntet, aus denen pflanzliche Arznei- und Nahrungsergänzungsmittel hergestellt werden.



Gleichgewicht zwischen Krankheitserregern und Wirten herrscht. Wo es beispielsweise besonders grosse Nester roter Waldameisen gibt, treten bis zu zwei Drittel weniger Zecken auf [40].

Verschiedene internationale Studien erhärten die Vermutung, dass biologische Vielfalt das psychische Wohlbefinden steigert. Für die Schweiz zeigte eine Studie, dass ökologische Ausgleichsflächen als ästhetisch ansprechender empfunden werden als landwirtschaftlich intensiv bewirtschaftete Parzellen [41]. Es sind die qualitativ hochwertigen Landschaften, die von Erholungssuchenden sowie Touristinnen und Touristen besonders geschätzt werden. Diese Landschaften zeichnen sich durch eine hohe Artenvielfalt aus und haben sich historisch entwickelt [42]. Was die körperliche Gesundheit betrifft, so weisen verschiedene Studien darauf hin, dass eine Umgebung mit mangelnder umweltmikrobieller Vielfalt insbesondere bei Kindern die Neigung zu Allergien erhöht [43] und chronische Entzündungen fördert [44].

Organismen, die in einem Ökosystem neu in Erscheinung treten, können sich auf die menschliche Gesundheit unvorteilhaft auswirken. So sind beispielsweise die gesundheitlichen Risiken zu nennen, die von den hoch allergenen Pollen der ursprünglich aus Amerika stammenden Ambrosiapflanze und vom ätzenden Saft des Riesenbärenklaus – einer im Kaukasus heimischen Pflanze – ausgehen. Zwischen 1997 und 2015 wurden in der Schweiz 33 durch Riesenbärenklau verursachte Verätzungen gemeldet. Entlang von Autobahnen und Bahnlinien wurden hierzulande auch erste Exemplare des stark giftigen Schmalblättrigen Greiskrauts aufgefunden, das in Südafrika beheimatet ist. Gemäss einer Studie des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz (BABS) aus dem Jahr 2015, in der eine mögliche – wenngleich wenig wahrscheinliche – Massenausbreitung des Schmalblättrigen Greiskrauts simuliert wurde, könnten in einem Extremszenario einer massiven Expansion jährlich ein bis zwei Menschen sterben und zahlreiche Personen leichte Vergiftungen erleiden. Der Gesamtschaden, vorwiegend für die Landwirtschaft, würde sich im Extremszenario auf mehr als eine Milliarde Franken belaufen [45].

Der Klimawandel verschiebt das Verbreitungsgebiet vieler Tier- und Pflanzenarten erheblich und kann die Arten-

zusammensetzung und die Struktur ganzer Ökosysteme verändern. Weitere Informationen über die Wechselwirkungen zwischen Gesundheit und Biodiversität sind im Kapitel 5 zum Klimawandel zusammengefasst.

3.3 Die Schattenseiten des Lichts

Seit 1992 hat die Fläche für Siedlungen und Infrastrukturen vor allem auf Kosten des Kulturlands erheblich zugenommen. Insbesondere das Schweizer Mittelland, wo die meisten Städte und Agglomerationen liegen, ist stark zersiedelt: Zehn Prozent der Flächen sind hier überbaut. Gemäss dem Monitoringprogramm «Landschaftsbeobachtung Schweiz» (LABES) erreicht das Mittelland auch die höchsten Werte bei den Lichtemissionen: Diese betragen hier das Dreifache des schweizerischen Durchschnitts. In den letzten Jahren sind zudem die bereits beleuchteten Flächen noch heller geworden [46].

Laborstudien vermochten aufzuzeigen, dass blaue Lichtanteile den Spiegel des Hormons Melatonin beeinflussen, welches den Tag-Nacht-Rhythmus des menschlichen Körpers steuert. Von den Labordaten lässt sich allerdings nicht direkt auf die realen Bedingungen im Alltag schliessen. Da keine diesbezüglichen Daten vorliegen, ist es unmöglich, die Bedeutung von Kunstlichtimmissionen auf die Gesundheit der Schweizer Bevölkerung präzise zu benennen.

Immerhin weisen Studien aus dem Ausland darauf hin, dass Frauen, die nachts zum Beispiel bei Schichtarbeit über längere Zeit künstlichem Licht ausgesetzt waren, eher Gefahr laufen, an Brustkrebs zu erkranken. Die International Agency for Research on Cancer (IARC) klassiert Schichtarbeit, welche den Tag-Nacht-Rhythmus stört, als wahrscheinlich kanzerogen [47].

Die Gesundheit belasten kann auch Kunstlicht, insbesondere aus Lampen, die gelbliche und blaue Lichtanteile abstrahlen, welche in der richtigen Mischung weisses Licht ergeben. Da blaues Licht ab einer bestimmten Stärke und Bestrahlungszeit das Risiko für Beschädigungen der Netzhaut erhöht, müssen Lampen den Grenzwert für die Blaulichtgefährdung einhalten. Ein zu hoher blauer Lichtanteil bzw. eine Blaulichtgefährdung

(englisch: *blue light hazard*) stellt insbesondere für Kinder und Personen mit operiertem grauen Star ein Risiko dar, da deren Augenlinsen sehr klar sind und blaues Licht nur schlecht oder in seltenen Fällen gar nicht filtern.

Was vielen nicht bewusst ist: Das von Handys und Tablets ausgestrahlte Licht weist einen hohen Blauanteil auf. Dessen Intensität ist zwar nicht so hoch, dass das Risiko einer Blaulichtgefährdung besteht, aber der Tag-Nacht-Rhythmus kann beeinflusst werden.

3.4 (Verkehrs-)Lärm als Gesundheitsbedrohung

Wo viele Menschen nahe beieinander leben, ihrer Arbeit und dem Freizeitvergnügen nachgehen, nimmt auch die Lärmbelastung zu – nicht zuletzt wegen des Verkehrs. Es liegen denn auch in erster Linie Daten zu den gesundheitlichen Folgen vor, die der Lärm von Autos und anderen Fahrzeugen verursacht, während krankmachende Effekte von lauten Geräuschen aus anderen Quellen wie Gewerbe

oder Schiessanlagen wissenschaftlich erst wenig untersucht wurden.

Auswertungen verschiedener internationaler Studien ergaben, dass oberhalb eines Lärmpegels von 50 Dezibel – was etwa der normalen Gesprächslautstärke oder leisem Radioklang entspricht – das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen inklusive Bluthochdruck ansteigt.

Verschiedene umweltepidemiologische Studien fanden ausserdem Zusammenhänge zwischen Lärmbelastung und Diabetes sowie Übergewicht – ein Befund, der aufgrund der Wirkungszusammenhänge nicht überrascht: Indem anhaltender Lärm zur chronischen Ausschüttung von Stresshormonen führt, wird auch der Insulinstoffwechsel beeinflusst. Weitere negative Auswirkungen von Lärm betreffen ein erhöhtes Risiko für Depressionen und herabgesetzte kognitive Funktionen bei Kindern. Letzteres kann zu verminderten Schulleistungen führen. Verkehrslärm – sei dies nun Strassen-, Bahn- oder Fluglärm – führt allerdings weitaus am häufigsten zu Belästigungen und Schlafstörungen. Gemäss einer Schät-

Abbildung 12

Was auf den ersten Blick schön aussieht – wie hier in Lugano – kann für Mensch und Tier störend wirken.



zung der WHO [48] ist in Westeuropa der grösste Teil der umweltbedingten Krankheitslast (*burden of disease*) durch Lärm darauf zurückzuführen.

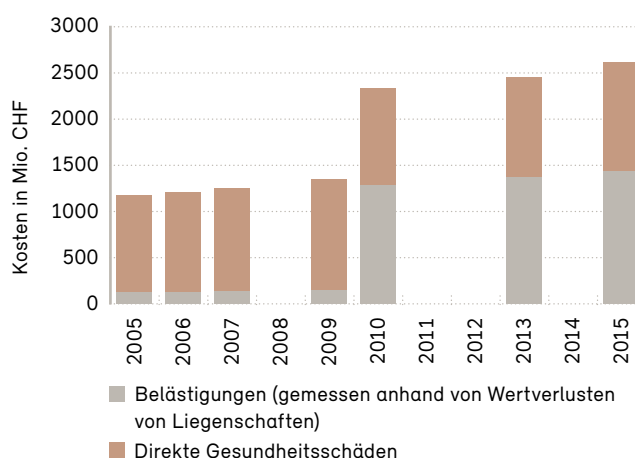
Ungesünderes Leben im grauen Stadtviertel?

Während der Stahlfabrikant Alfred Krupp in seiner 1873 fertiggestellten «Villa Hügel» im Süden der Stadt Essen inmitten eines weitläufigen Parks residierte, wohnte ein Grossteil der von ihm beschäftigten Arbeiter in Segeroth – einem Quartier, das an den meisten Tagen des Jahres unter einer Russ- und Staubwolke lag, die der vorherrschende Westwind aus der nahe gelegenen Gussstahlfabrik herüberwehte. Eine Reihe von Studien bestätigen, dass sozioökonomisch bedingte Ungleichheiten in der Exposition gegenüber Umweltschadstoffen oder dem Zugang zu Erholungslandschaften in Europa auch heute noch eine Rolle spielen. In der Schweiz ist das nicht grundsätzlich anders. So zeigte eine im Jahr 2016 publizierte und im Jahr 2018 bestätigte Studie, an der rund 6500 Einwohnerinnen und Einwohner aus Lausanne teilnahmen, dass der Body-Mass-Index (BMI) – ein bekannter Risikofaktor für kardiovaskuläre Erkrankungen, Diabetes, aber auch generelle Mortalität – in bestimmten Wohnquartieren höher ist als in anderen. Auch bestätigte die Studie, dass die sogenannte Prävalenz von Übergewicht – das heisst die Häufigkeit von Personen mit einem hohen BMI zum gegebenen Zeitpunkt – einerseits über längere Dauer erhalten blieb und dass andererseits alle Einflussgrössen, die diese Prävalenz normalerweise erklären (etwa die Ernährung) im vorliegenden Fall als Begründung nicht in Frage kommen. Ohne weitere wissenschaftliche Untersuchungen wird daher vermutet, dass die Auswirkungen der städtischen Umwelt – also beispielsweise der Strassenverkehr, die Nähe zu Industrieanlagen oder dicht besiedelte Hochhausquartiere mit wenig Grünflächen – diese Prävalenz erklären könnten [51]. Die Europäische Umweltagentur (EEA) beabsichtigt, den Zusammenhang zwischen gesellschaftlichen Ungleichheiten und gesundheitlichen Risiken aus der Umwelt in mehreren Studien auszuleuchten.

Abbildung 13

Externe Lärmkosten

Die externen Lärmkosten* des Strassen-, Schienen- und Flugverkehrs sind in den letzten Jahren stetig gestiegen und belaufen sich in der Schweiz jährlich auf über 2,6 Milliarden Franken.



* Die höheren Lärmkosten ab 2010 sind auf neue Methoden und Datengrundlagen zurückzuführen.

Die gesellschaftlichen und volkswirtschaftlichen Kosten der Schweiz durch Lärmbelastung wiegen schwer. Aufgrund der oben geschilderten Zusammenhänge wurden für das Jahr 2010 nahezu 600 lärmbedingte vorzeitige Todesfälle geschätzt. Zusätzlich soll der Lärm zu mehr als 22 000 Spitaltagen und zu über 77 000 ambulanten Behandlungen geführt haben [49]. Insgesamt werden die lärmbedingten Gesundheitskosten mit rund 1,4 Milliarden Franken jährlich veranschlagt; die Kosten für Belästigungen durch Lärm – gemessen anhand von Wertverlusten von Liegenschaften – belaufen sich auf rund 1,2 Milliarden Franken [50].

4 Gefährdungen aus der Luft

Anfang der 1980er-Jahre rückten Bilder aus dem ostdeutschen und tschechischen Erzgebirge mit ausgedehnten Flächen toter Bäume das Waldsterben ins mediale Scheinwerferlicht. Als eine Ursache für das Phänomen galt der «saure Regen», hervorgerufen durch schwefelhaltige Abgase. Auch in der Schweiz wuchs die Sorge um den Wald und damit das Bewusstsein für die Problematik der Luftbelastung. Am 1. März 1986 trat die Luftreinhalteverordnung in Kraft, die unter anderem Grenzwerte für Luftschadstoffe definiert.

Daten zur Luftqualität werden bereits seit Jahrzehnten erhoben: Im Jahr 1979 wurde das Nationale Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL) des BAFU in Betrieb genommen und allmählich auf 16 Messstationen ausgebaut.

Über die gesundheitlichen Auswirkungen verschiedener Luftschadstoffe gibt es gut abgestützte Daten. So lotet etwa die vor über 20 Jahren angelaufene Langzeitstudie «Swiss Cohort Study on Air Pollution And Lung and Heart Diseases in Adults» (SAPALDIA) den Zusammenhang zwischen Luftschadstoffen und insbesondere Lungen- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen aus.

Eine im Auftrag des Amts für Raumentwicklung (ARE) durchgeführte Studie beziffert die externen Gesundheitskosten, die im Jahr 2015 durch die Luftbelastung verursacht wurden, auf 6,5 Milliarden Franken, wobei die Hälfte (d.h. 3.3 Milliarden Franken) dem Verkehr anzu-lasten ist [53].

4.1 Gesundheitliche Folgen der Belastung durch Feinstaub ...

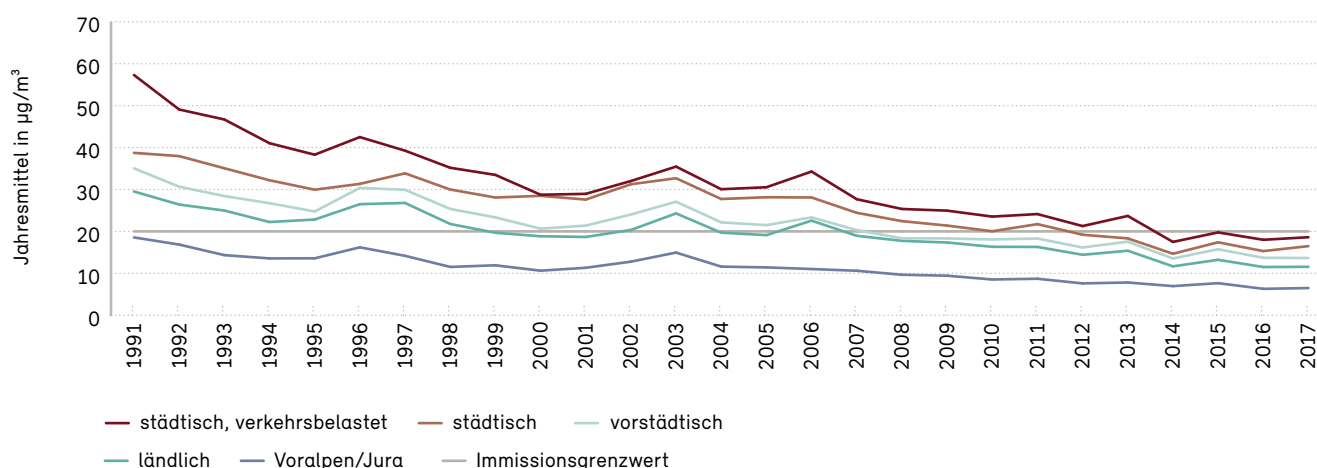
Im Jahresdurchschnitt atmen wir in der Schweiz eine Feinstaubkonzentration (der Partikelgrösse PM₁₀) von 19,4 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft ein; aus natürlichen Quellen stammen davon gerade mal 0,5 Mikrogramm. Die Industrie steuert mit über 6 Mikrogramm den grössten Teil bei, dicht gefolgt vom Verkehr mit etwas über 5 Mikrogramm. Feinstaubpartikel der Grösse PM₁₀ vermögen beim Menschen in Nasenhöhle und Rachenraum einzudringen. Feinere Partikel (PM_{2,5}) gelangen bis in die Bronchien und in die Lungenbläschen.

Über die Feinstaubbelastung – insbesondere über diejenige, die der Verkehr verursacht – und ihre gesundheitlichen Folgen liegen sowohl international als auch für die Schweiz zahlreiche Daten vor. Verschmutzte Luft gefährdet die Gesundheit auf vielfache Weise: Sie schädigt direkt Luftröhre und Lunge und setzt darüber

Abbildung 14

Feinstaub-Immissionen

Die PM₁₀-Belastung ist dank der getroffenen Luftreinhalte-massnahmen in den letzten 20 Jahren erheblich zurückgegangen.



hinaus auch Herz und Kreislauf zu. Auf Luftverschmutzung sind in der Schweiz jährlich etwa 2200 bis 2800 frühzeitige Todesfälle zurückzuführen; der grösste Teil davon ist dem Feinstaub anzulasten [54].

4.2 ... und durch Stickstoffdioxid

Verkehr und Feuerungen sind nicht nur Quellen von Feinstaub, sondern auch von Stickstoffdioxid. Die Schweizer Bevölkerung ist im Jahresdurchschnitt einer Konzentration von etwa 20 Mikrogramm Stickoxiden pro Kubikmeter Luft ausgesetzt; die Luftreinhalte-Verordnung setzt den Langzeitgrenzwert für Stickstoffdioxid bei 30 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft fest.

Stark unter Stickstoffdioxid zu leiden haben asthmatische Kinder: Ihre bronchitischen Symptome verstärken sich gemäss der WHO mit jedem Anstieg der Stickstoffdioxid-Konzentration um 10 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft merklich [55].

4.3 Reizgas Ozon

Unter Sonneneinstrahlung bildet sich aus Stickoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen – die hauptsächlich von Industrie und Gewerbe ausgestossen werden – das gasförmige Ozon. Als starkes Oxidationsmittel reizt es die Schleimhäute, vermindert die Lungenfunktion und ruft Entzündungen der Atemwege hervor. Die Wirkung von Ozon hängt im Wesentlichen von seiner Konzentration und der Expositionsdauer ab: Je höher die Ozonwerte steigen, desto mehr Personen sind vom Reizgas betroffen, und je länger sich jemand in ozonreicher Luft aufhält, desto stärker fällt die gesundheitliche Reaktion aus. Eine intensive körperliche Tätigkeit verstärkt den Effekt.

Ozon kann den Gasaustausch in der Lunge vermindern, zu Störungen ihrer Funktionen führen und so indirekt die Situation von Personen verschlimmern, die an anderen Krankheiten wie etwa Herz-Kreislauf-Erkrankungen leiden. Ozon reizt insbesondere die Luftwege vieler Menschen, die an Asthma leiden. Zudem steigert es die Wirkung anderer Reize durch Luftschadstoffe wie Fein-

staub (PM10) sowie durch Pollen oder Milben, was für Asthmatikerinnen und Asthmatiker problematisch werden kann.

Unter den akuten Folgen von Sommersmog leidet vor allem die im Freien aktive Bevölkerung. Allerdings reagieren nicht alle Menschen gleich empfindlich. Studien, an denen verschiedene Personengruppen bzw. Menschen mit unterschiedlichen Tätigkeiten beteiligt waren, zeigen Folgendes: In unseren klimatischen Verhältnissen Sommersmog bei rund 10 bis 15 Prozent der Schweizer Bevölkerung die Lungenfunktion vermindert und die Leistungsfähigkeit herabsetzen kann [56]. Wahrscheinlich beruht eine erhöhte Ozonempfindlichkeit zumindest teilweise auf einer genetischen Veranlagung. Diese Betroffenen aus allen Altersgruppen haben als Erste unter Sommersmog zu leiden.

Allein in der Schweiz verursacht Ozon jährlich je nach meteorologischer und lokaler Situation zwischen 200 und 300 frühzeitige Todesfälle [57]. Da es sich bei Ozon um einen Schadstoff handelt, der sich aus anderen gasförmigen Umweltgiften bildet, fällt es besonders schwer, seine Auswirkungen zu beziffern: Denn das durch den Strassenverkehr freigesetzte Stickstoffmonoxid reagiert mit Ozon zu Stickstoffdioxid, so dass lokal – insbesondere in verkehrsreichen Gegenden – die Ozonkonzentration wieder sinkt. Dazu kommt, dass die örtliche Ozonkonzentration durch natürliche Quellen von flüchtigen organischen Verbindungen und Verfrachtungen über weite Strecken beeinflusst wird.

4.4 Wissenslücken bei der Innenluft

Im Unterschied zur Luft im Freien weiss man über die Qualität der Atemluft in Innenräumen wenig – nicht zuletzt, weil grossflächige Erhebungen in der Privatsphäre des trauten Heims schwer zu bewerkstelligen sind. Zigarettenrauch gehört hier zu den relevanten Belastungen, werden doch mit ihm nicht nur Feinstaub, sondern u. a. auch polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Stickoxide und Kohlenmonoxide freigesetzt. Auch andere Verbrennungsprozesse wie etwa das Anzünden von Kerzen sowie das Heizen und Kochen mit Gas oder Holz belasten die Luft in der Wohnung.

Hinzu kommen chemische Schadstoffe, die mitunter in Baustoffen oder Möbeln enthalten sind – eine Problematik, die vor allem in neu erbauten oder sanierten Wohnhäusern mit nahezu dichter Gebäudehülle auftritt. Kurzfristig können diese Substanzen die Schleimhäute reizen und Kopfschmerzen, Müdigkeit und Unwohlsein hervorrufen – die Fachwelt kennt dafür die Bezeichnung «Sick Building Syndrome». Einige dieser Stoffe weisen problematische Eigenschaften auf; sie können zum Beispiel Krebs erzeugen oder das Hormonsystem stören. Typischerweise liegen die Stoffe als Gemische in tiefen Konzentrationen vor. Die damit verbundenen Risiken für die Bevölkerung lassen sich gegenwärtig nicht abschätzen.

Auch biologische Luftbelastungen wie Schimmelpilze und die Ausscheidungen von Hausstaubmilben können gesundheitlich relevant sein und bei den Bewohnerinnen und Bewohnern Allergien und Asthma verursachen sowie zu Atemwegsproblemen führen und die Schleimhäute reizen. In der Schweiz sind rund 5 Prozent der Kinder und Erwachsenen von einer Allergie gegen Hausstaubmilben betroffen [58]. Weitere Daten zur Innenraumbelastung fehlen für die Schweiz (wie auch für die meisten ande-

ren Länder) und wären nur mit beträchtlichem Aufwand zu erheben.

4.5 Radioaktivität aus dem Untergrund

Ein spezifisches Gesundheitsrisiko in der Innenraumluft stellt Radon dar, ein Edelgas, das entsteht, wenn Uran zu Blei zerfällt. In der Schweiz kommt natürliches Radon je nach Region in unterschiedlicher Konzentration vor und dringt aus dem Bauuntergrund in Häuser ein. Es ist zwar ungiftig, seine Zerfallsprodukte werden jedoch mit der Raumluft eingeatmet und führen zu einer Strahlenbelastung des Lungengewebes. Dadurch sterben in der Schweiz jährlich zwischen 200 und 300 Menschen an Lungenkrebs [59]; rund 10 Prozent der Lungenkrebsfälle in der Schweiz sind mithin auf Radon zurückzuführen, die nach dem Rauchen häufigste Ursache für diese Krankheit. Zudem verursacht Radon möglicherweise auch schwarzen Hautkrebs [60]. Gestützt auf die wissenschaftlichen Erkenntnisse, die von der WHO, der Internationalen Strahlenschutzkommission und der EU-Kommission anerkannt wurden, soll mit dem Aktionsplan Radon sowie den Regelungen der Strahlenschutzverordnung die Gesundheitsbelastung durch das Edelgas künftig gesenkt werden. Die geplanten Massnahmen sollen dazu beitragen, die Zahl der Lungenkrebsfälle zu reduzieren, die auf Radon in Wohnräumen zurückzuführen sind.

Abbildung 15

Schimmelpilze sehen nicht nur schmutzig aus, sie belasten auch die Luft mit Sporen, die gesundheitsschädlich wirken können.



4.6 Sonnenlicht – Antrieb chemischer und biologischer Prozesse

Nicht nur der Luftschadstoff Stickoxid reagiert auf die Sonnenstrahlung. Vielmehr hat die ultraviolette Strahlung (UV-Strahlung) auch einen erheblichen Einfluss auf biologische Prozesse und damit auch auf den Menschen. So ist UV-B-Strahlung unabdingbar, damit der Körper Vitamin D bilden kann (s. dazu auch Kapitel 1).

Der Aufenthalt im Freien mit Spiel und Sport bei Tageslicht ist gerade für Kinder und Heranwachsende wichtig. Denn mittlerweile ist erwiesen, dass Kunstlicht den Augapfel zu stärkerem Wachstum anregt. Das hat Kurzsichtigkeit zur Folge: Dass insbesondere in China während der letzten gut fünfzig Jahre der Anteil an stark Kurzsichtigen

Erfolg beim Schutz der Ozonschicht zeichnet sich ab

Im Herbst 1985 schreckten Auswertungen von Satellitendaten die Wissenschaftsgemeinschaft auf: Sie zeigten, dass die Ozonwerte über dem Südpol in den Jahren 1980 – 1984 gegenüber den Werten von 1957 – 1973 um ein Drittel abgenommen hatten. Eine Erklärung für das Phänomen lieferte eine Hypothese, die drei Chemiker bereits im Jahr 1974 in der Fachzeitschrift *Nature* veröffentlicht hatten. Sie besagte, dass FCKW unter Einwirkung starker UV-Strahlung Ozonmoleküle zerstören. Das nun tatsächlich aufgetretene «Ozonloch» gab Anlass zu grosser Sorge. Denn die Ozonschicht schirmt die Erde vor der energiereichen kurzwelligen UV-Strahlung ab. Übermässige UV-B-Strahlung schädigt die Haut und begünstigt das Entstehen von Melanomen, führt zu Bindehautentzündung und gefährdet Hornhaut, Netzhaut und Linsen des Auges; Angaben der englischen Organisation *Enviropedia* zufolge führt eine Abnahme des atmosphärischen Ozons von einem Prozent dazu, dass weltweit 100 000 bis 150 000 Personen zusätzlich wegen Trübungen der Augenlinsen (d. h. an Grauem Star) erblinden [64]. Dennoch dauerte es gut zehn Jahre, bis sich die ersten 24 Staaten und die Europäische Gemeinschaft mit der Unterzeichnung des Montrealer Protokolls zu konkreten Reduktionsschritten bei der Verwendung und Herstellung der wichtigsten ozonschädigenden Substanzen verpflichteten. Am 1. Januar 1989 trat das Montrealer Protokoll in Kraft. Seither sind ihm alle 197 Staaten der Vereinten Nationen beigetreten, und es wurden schrittweise weitere Chemikalien ins Protokoll aufgenommen, die Ozon abbauen und den Klimawandel verstärken. Die Wirkung des internationalen Abkommens ist unbestritten: In der oberen Stratosphäre und an den Polen reichert sich das Ozon langsam wieder an. Doch bis sich die Ozonschicht ganz erholt haben wird, dürfte es noch lange – aktuellen Prognosen zufolge bis nach 2060 – dauern. Denn die ozonschädigenden Moleküle, insbesondere die chlorhaltigen FCKW und die bromhaltigen Halone, sind äusserst langlebig. Die Auseinandersetzung mit dem Ozonloch hat auch in der Wissenschaftsgemeinschaft Geschichte geschrieben: 1995 wurde der Nobelpreis für Chemie den drei Wissenschaftlern zuerkannt, die den drohenden Ozonabbau vorausgesagt hatten.

Übermässige Sonnenstrahlung kann allerdings zu Hautschäden bis hin zu weissem oder schwarzem Hautkrebs (Melanom) führen. Zum Beispiel haben Personen, die vorwiegend im Freien arbeiten, ein durchschnittlich rund um 40 Prozent erhöhtes Risiko, an einem sogenannten Basaliom zu erkranken – einem Hautkrebs, der oft im fortgeschrittenen Alter am Gesicht oder auf dem dünn behaarten Kopf auftritt. Da keine verlässlichen Daten zur UV-Belastung der Schweizer Bevölkerung existieren, lässt es sich nur abschätzen, wie viele der hiezulande aufgetretenen Fälle von Hautkrebs auf UV-Strahlung zurückzuführen sind. Zieht man aktuelle Grundlagen aus Europa heran, sterben in der Schweiz pro Jahr rund 350 Personen infolge von UV-Strahlung, rund 10 Prozent davon auf Grund von Solarienbesuchen.

Vor den negativen Auswirkungen der Sonnenstrahlen schützt uns die Ozonschicht in der unteren Stratosphäre, in 15 bis 30 Kilometern Höhe. In den 1970er-Jahren stellte die Wissenschaft alarmiert fest, dass Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) und Halone – also Gase, die als Treibmittel in Spraydosen, als Lösungs- und Kältemittel sowie als Schaumstoffe bzw. als Löschmittel verwendet wurden – die Ozonschicht zerstören. 1987 unterzeichneten zahlreiche Staaten das Protokoll über den Schutz der Ozonschicht (Montrealer Protokoll, s. Kasten). Es legte Massnahmen und einen Zeitplan für die schrittweise Reduktion ozonschädlicher Substanzen fest.

Über die Massnahmen, die durch das Montrealer Protokoll durchgesetzt wurden, werden weltweit jährlich bis zu zwei Millionen Krebsfälle und mehrere Zehntausend Fälle von grauem Star verhindert [63]. Für die Schweiz gäbe es ohne das Montrealer Protokoll jedes Jahr bis zu 7000 zusätzliche Fälle von Hautkrebs. Zudem werden dank dem Schutz der Ozonschicht weitere Krankheiten vermieden, die mit der Schwächung des Immunsystems durch UV-B-Strahlen einhergehen können.

4.7 Schwer zu ermittelnde Folgen von Elektrosmog

Wie in anderen Industriestaaten nimmt auch in der Schweiz der Elektrosmog weiter zu. In der Nähe von Hochspannungsleitungen, Eisenbahntrassen, Transformatoren

und strombetriebenen Alltagsgeräten wie zum Beispiel Kochherden oder Haartrocknern treten niederfrequente Magnetfelder auf. Handys, Mobilfunk-, Rundfunk- und Radarantennen emittieren elektromagnetische Strahlung höherer Frequenz. Die hochfrequente Strahlung und die niederfrequenten Felder figurieren mitunter auch unter der Bezeichnung «Elektrosmog». Während akute Gesundheitsrisiken bei starker Exposition ausreichend bekannt sind, besteht noch Unklarheit über die Langzeitauswirkungen bei schwacher Dauerausposition.

Eine Vielzahl von Metastudien kam zum Schluss, dass die Wahrscheinlichkeit, an Leukämie zu erkranken, für Kinder an einem Wohnort mit einem durchschnittlichen Magnetfeld von über 0,4 Mikrottesla (T) ungefähr dop-

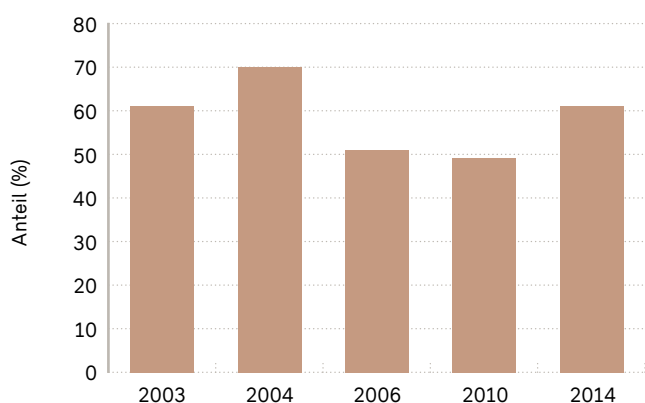
pelings widersprüchlich, und es ist nicht auszuschliessen, dass die Befunde auf andere Faktoren zurückzuführen sind. Ob sogar die schwächeren Magnetfelder am Wohnort einen Einfluss auf diese neurodegenerativen Erkrankungen haben können, ist unklar, da es nur wenige Studien gibt [66].

Ebenfalls als «möglicherweise krebserregend» hat die IARC die hochfrequenten elektromagnetischen Felder eingestuft. Hochfrequente elektromagnetische Strahlung stammt einerseits von drahtlosen Kommunikationsmitteln – also beispielsweise vom Handy und dem schnurlosen Telefon –, andererseits von stationären Sendeantennen wie Mobilfunk- und Rundfunkantennen oder dem WLAN-Router. Grund für die kritische Bewertung durch die IARC gaben die Resultate internationaler epidemiologischer Studien, die einen Zusammenhang zwischen intensiver Handynutzung und Akustikusneurinomen und Gliomen im Hirn gefunden haben. Während die Aussichten auf Heilung bei den Neurinomen des Akustikusnervs gut sind, sind Gliome gefährliche Hirntumore. Bei allen anderen sachgemäss betriebenen Konsumentenprodukten, die deutliche weniger hochfrequente Strahlung erzeugen, ist es sehr unwahrscheinlich, dass sie einen Tumor verursachen.

Abbildung 16

Befürchtete Gesundheitsrisiken durch Mobilfunk

Über die Hälfte der Bevölkerung in der Schweiz glaubt daran, dass Mobilfunkstrahlung Risiken für die Gesundheit mit sich bringt.



pelt so hoch ist wie für jene, deren Umfeld weniger stark belastet ist [65]. Allerdings wurde bis jetzt in Zell- und Tierstudien kein Wirkungsmechanismus entdeckt, der diesen Befund erklären könnte. Die International Agency for Research on Cancer (IARC) klassierte daher im Jahr 2002 niederfrequente Magnetfelder als «möglicherweise krebserregend».

In jüngerer Zeit sind starke Magnetfelder am Arbeitsplatz in Verdacht geraten, Alzheimerdemenz oder amyotrophe Lateralsklerose hervorzurufen. Die Ergebnisse aus verschiedenen Untersuchungen sind diesbezüglich aller-

5 Mit dem Klimawandel verändern sich nicht nur die Temperaturen

Die Schweiz hat im Sommer 2017 das Übereinkommen von Paris ratifiziert und sich zum Ziel gesetzt, bis 2030 ihren Ausstoss des klimaschädlichen CO₂ auf die Hälfte der Emissionen von 1990 zu reduzieren. Im Zuge der globalen Erwärmung nehmen Extremereignisse wie Hitzewellen und Unwetter zu, und auch Naturgefahren, etwa Überschwemmungen und Felsstürze, akzentuieren sich.

In den letzten 150 Jahren ist in der Schweiz die Temperatur um 2 Grad gestiegen. Besonders ausgeprägt fiel der Anstieg in den vergangenen 50 Jahren aus, nämlich um 0,38 Grad alle 10 Jahre. Die Hitzeperioden dauern länger und nehmen an Häufigkeit und Intensität zu. Im Jahr 2018 war der Sommer der drittwärmste nach den Jahren 2003 und 2015, das Sommerhalbjahr (von April bis September) war sogar das heisseste und in vielen Regionen das regenärmste der Messreihen. Ursache für die Klimaerwärmung ist der Anstieg der Treibhausgasemissionen (hauptsächlich CO₂).

5.1 Wenn Hitze krank macht

Wie gut Menschen hohe Temperaturen vertragen, hängt von einer ganzen Reihe von Einflussgrössen ab. Neben der Luftfeuchtigkeit und anderen Merkmalen des regionalen Klimas spielen auch die Infrastruktur vor Ort und sozio-demografische Faktoren eine Rolle. Für Zürich ermittelte eine internationale Studie während der warmen Jahreszeit eine optimale Temperatur von 21,8 Grad; an Tagen mit einer Höchsttemperatur von knapp 22 Grad fühlt man sich somit hierzulande besonders wohl, auch zeichnen sich

Abbildung 17

Parkanlagen wirken kühlend und spielen als gemeinschaftliche Begegnungsorte eine wichtige Rolle für das Wohlbefinden, wie hier der Garten des Altersheims Grünau in Zürich.



diese durch eine minimale temperaturbedingte Sterblichkeit aus [67].

Eine Studie im Auftrag des BAFU ermittelte anhand von Daten, erhoben zwischen 1995 und 2013, den Zusammenhang zwischen Temperatur und Sterblichkeit in den acht grössten Schweizer Städten. Dabei zeigte sich, dass hierzulande das hitzebedingte Sterberisiko vor allem an Hitzetagen, also an Tagen mit Höchsttemperaturen ab 30 Grad, stark zunimmt: Kletterte die Temperatur auf 31 Grad oder höher, wurde ein um 12 Prozent erhöhtes Sterberisiko im Vergleich zu einem Tag mit «Idealtemperatur» von 22 Grad beobachtet [68]. Aber auch an den Tagen, die auf einen Hitzetag folgen, bleibt ein signifikantes Todesfallrisiko bestehen. Im Rekordsommer 2003 wurden in der Schweiz in den Monaten Juni und August knapp 1000 zusätzliche Todesfälle verzeichnet, was einer um 6,9 Prozent erhöhten Sterblichkeit entspricht [69]. Im Sommer 2015 waren 800 zusätzliche hitzebedingte Todesfälle zu beklagen [70].

Die Mortalität erhöht sich vor allem durch Herz-Kreislauf- und Atemwegsbeschwerden. Gefährdet sind insbesondere ältere Menschen: Im Hitzesommer 2003 wurden in der Altersgruppe der über 75-Jährigen über 9,7 Prozent mehr Todesfälle registriert [71]. Dass ältere Menschen besonders Gefahr laufen, den Hitzewellen zum Opfer zu fallen, ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass sie oft bereits an Krankheiten leiden, Medikamente einnehmen müssen und ihren Wärmehaushalt nicht mehr optimal regulieren können.

Daneben setzen anhaltend hohe Temperaturen auch dem Magen-Darm-Trakt zu: Gemäss einer Studie aus dem Universitätsspital Zürich erhöht sich mit jedem Tag, den eine Hitzeperiode anhält, das Risiko von Magen-Darm-Infekten um 4,7 Prozent. Jeweils sieben Tage nach der Hitzewelle verzeichneten die Ärztinnen und Ärzte am Universitätsspital Zürich den Höhepunkt der temperaturbedingten Krankheitsfälle [72].

Im Unterschied zu den Hitzeperioden, die in der Schweiz häufiger auftreten, ist hierzulande die Anzahl der Kälteperioden zurückgegangen. Ihr Gesundheitsrisiko ist noch wenig erforscht, und für die Schweiz liegen keine Zahlen vor. Eine internationale Studie ermittelte aufgrund der

Zahlen aus 13 Ländern in Europa und Übersee, dass zwischen 1985 und 2012 durchschnittlich nahezu 8 Prozent der Todesfälle auf die Temperatur zurückzuführen waren; extremer Hitze oder Kälte war dabei knapp 1 Prozent aller temperaturbedingten Todesfälle geschuldet [73].

5.2 Ein angenehmes Klima für eingewanderte Insekten

Mit den milderen Temperaturen beginnen auch Insekten und Spinnentiere, die bis vor Kurzem nur in südlichen Gegenden anzutreffen waren, sich nördlich der Alpen wohlfühlen. Einzelne dieser Arten können Krankheiten übertragen; die Fachwelt spricht dabei von «Vektoren». Im Blickpunkt stehen Sandfliege und Tigermücke sowie die einheimische Zecke.

Die Sandfliege kann Leishmaniose übertragen, eine durch Parasiten verursachte Erkrankung, die Hautgeschwüre und Darmentzündungen hervorruft und bei schwerem Verlauf zum Tod führen kann. Im Mittelmeerraum werden jährlich rund 700 Fälle dieser Krankheit registriert. Diese kann auch Hunde befallen, die somit als «Reservoir» für die Parasiten fungieren. Vereinzelt ist die Leishmaniose bereits in Deutschland und auch im Tessin aufgetreten. Im Südkanton wurden ausserdem schon Sandfliegen beobachtet, deren Ausbreitung in den Norden durch die Klimaerwärmung begünstigt werden dürfte [74].

Die Tigermücke dient als Vektor für das Chikungunya-, das Dengue- und das Zika-Virus; diese Erreger lösen Fieberschübe, Kopfschmerzen und Erschöpfung aus und können in besonders schweren Fällen das Gehirn oder das Herz schädigen. Im Fall von Dengue kann die Erkrankung tödlich enden. In der Schweiz waren bisher nur Personen von diesen Krankheiten betroffen, die sich im Ausland angesteckt hatten. Im Jahr 2017 wurden 155 Fälle von Denguefieber, 18 Chikungunya-Fälle und 16 Infektionen mit dem Zika-Virus gemeldet [75]. Im Tessin werden Tigermücken seit 2003 regelmässig gesichtet, und vereinzelte Exemplare wurden auch schon nördlich der Alpen entlang von Autobahnen gefunden. Bis jetzt wurden hierzulande aber noch keine Mücken entdeckt, die mit einem der drei Viren befallen waren. Für die hiesige Bevölkerung besteht bislang also keine Gefahr [76:].

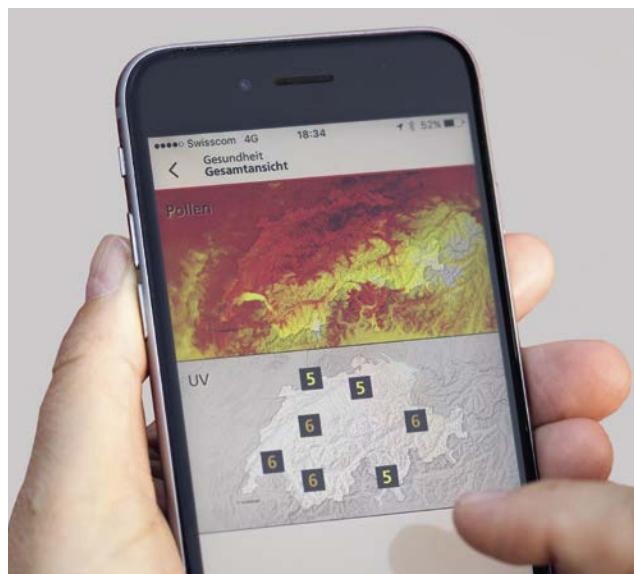
One Health: Interdisziplinarität im Dienst der Gesundheit

One Health bezeichnet einen integrativen Ansatz der Zusammenarbeit von Human- und Veterinärmedizin sowie Umweltwissenschaft. Die wissenschaftliche Basis dafür ist die Erkenntnis, dass viele Gemeinsamkeiten zwischen Veterinär- und Humanmedizin existieren. So betonte schon Rudolf Virchow (1821 – 1902) in seiner Auseinandersetzung mit der Rindertuberkulose, dass die Erfahrungen im einen Fachgebiet zur Entwicklung im anderen genutzt werden sollten. Durch den One-Health-Ansatz entsteht ein zusätzlicher Nutzen in Form einer verbesserten Gesundheitsversorgung von Mensch und Tier. Ausserdem trägt er zum sparsameren Einsatz von Ressourcen bei, was auch für die Umwelt von Vorteil ist. Der One-Health-Ansatz hat sich insbesondere bewährt, um Risiken wie Zoonosen – der von Tieren auf Menschen übertragbaren Krankheiten – zu beherrschen. Auch bei der Bekämpfung der von Insekten übertragenen Krankheiten oder der Verbreitung von Antibiotikaresistenzen ist der Ansatz erfolgversprechend. International machen sich die WHO, die Weltorganisation für Tiergesundheit und die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation stark für One Health und damit für die sektorübergreifende Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen.

In der Schweiz wurde auf der Basis des Epidemien-gesetzes das Unterorgan One Health unter der Leitung des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) ins Leben gerufen. Darin sind neben dem BLV die Bundesämter für Gesundheit, Landwirtschaft und Umwelt sowie die entsprechenden kantonalen Stellen vertreten. Hauptaufgabe des Unterorgans ist es, Bund und Kantone bei der Koordination der Erkennung, Überwachung, Verhütung und Bekämpfung von Zoonosen und anderen Gefahren zu unterstützen. So lässt sich rascher auf neue und aufkommende Gefahren reagieren, und allenfalls vorhandenes Synergiepotential wird erkannt und ausgeschöpft. Daraus ergibt sich ein grosses Potenzial für das Unterorgan One Health, sich zum Nutzen der Gesundheit von Mensch, Tier und Umwelt einzubringen.

Abbildung 18

Der Zugang zur digitalen Informationen (hier Pollen-Prognose und UV-Index auf der MeteoSchweiz App, aufgenommen am 12. April 2017) soll zu gesundheitsbewussterem Verhalten führen.



Zecken übertragen zwei Erreger: das Bakterium *Borrelia burgdorferi*, das Borreliose hervorruft sowie das Virus, das Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) überträgt. Im Mittelland, wo alle Kantone betroffen sind, sind bis zu 3 Prozent der Zecken mit diesem Virus infiziert, während regional gar in bis zu 50 Prozent *Borrelia burgdorferi* tragen. Mit dem Klimawandel dehnt der Gemeine Holzbock, der die beiden Krankheiten übertragen kann, sein Ausbreitungsgebiet in höhere Lagen aus und ist länger aktiv. Aktuell gilt die ganze Schweiz mit Ausnahme der Kantone Genf und Tessin als Risikogebiet für FSME. Abgesehen von diesen beiden Kantonen wird sonst überall in der Schweiz Personen ab sechs Jahren eine FSME-Impfung empfohlen [77]. Da der komplexe Lebenszyklus des Holzbocks auch durch andere Faktoren als das Klima beeinflusst wird, sind Prognosen über das von ihm ausgehende Krankheitspotenzial kaum möglich. Allerdings weist eine Studie darauf hin, dass Zecken, die den Borreliose-Erreger in sich tragen, warme Trockenperioden besser überstehen als ihre nicht befallenen Artgenossen [78].

5.3 Schlechte Aussichten für Heuschnupfen-geplagte

Seit 1969 beginnt die Pollensaison immer früher, sodass die Leidenszeit der Allergikerinnen und Allergiker seit der Jahrtausendwende rund 14 Tage früher einsetzt als noch in den späten 1960er-Jahren. Insbesondere bei den Gräsern verlängert sich auch die Blütezeit insgesamt [79]. Je nach Pflanzenart müssen Personen mit einer Allergie bei Konzentrationen zwischen 6 und 200 Pollen pro Kubikmeter Luft mit mittleren bis schweren Symptomen rechnen. In der Schweiz leidet bis zu einem Fünftel der Bevölkerung an einer Pollenallergie; von ihnen entwickelt knapp ein Drittel Asthma. Während Heuschnupfen weltweit zunimmt, bleibt seine Verbreitung hierzulande seit 1992 relativ stabil [80].

Höhere Temperaturen können auch die Fortpflanzungs- und Verbreitungsfähigkeit bestimmter Pflanzen steigern. Eine französische Studie [81] untersuchte die Ausbreitung der Ambrosiapflanze (deutsch: Aufrechtes Traubenkraut) und kam zum Schluss, die Erhöhung der Luftbelastung durch ihre Pollen sei zu zwei Dritteln der Klimaerwärmung und nur zu einem Drittel der vom Klima unabhängigen wei-

teren Verbreitung der Pflanze zuzuschreiben. Ambrosiapollen tragen das stärkste aller Pflanzenallergene. Sechs bis zehn dieser Pollen pro Kubikmeter Luft reichen, um Kopfschmerzen, Heuschnupfen oder Asthma auszulösen; bei Gräserpollen braucht es dafür das Fünffache. In der Schweiz sind 12 Prozent der Menschen gegen Ambrosiapollen allergisch. Aufgrund des Klimawandels könnte sich das Aufrechte Traubenkraut in Europa weiter nach Norden und Nordosten verbreiten. Generell kommt es oft zu Kreuzreaktionen bei Allergien gegen Pflanzenpollen und Lebensmittel.

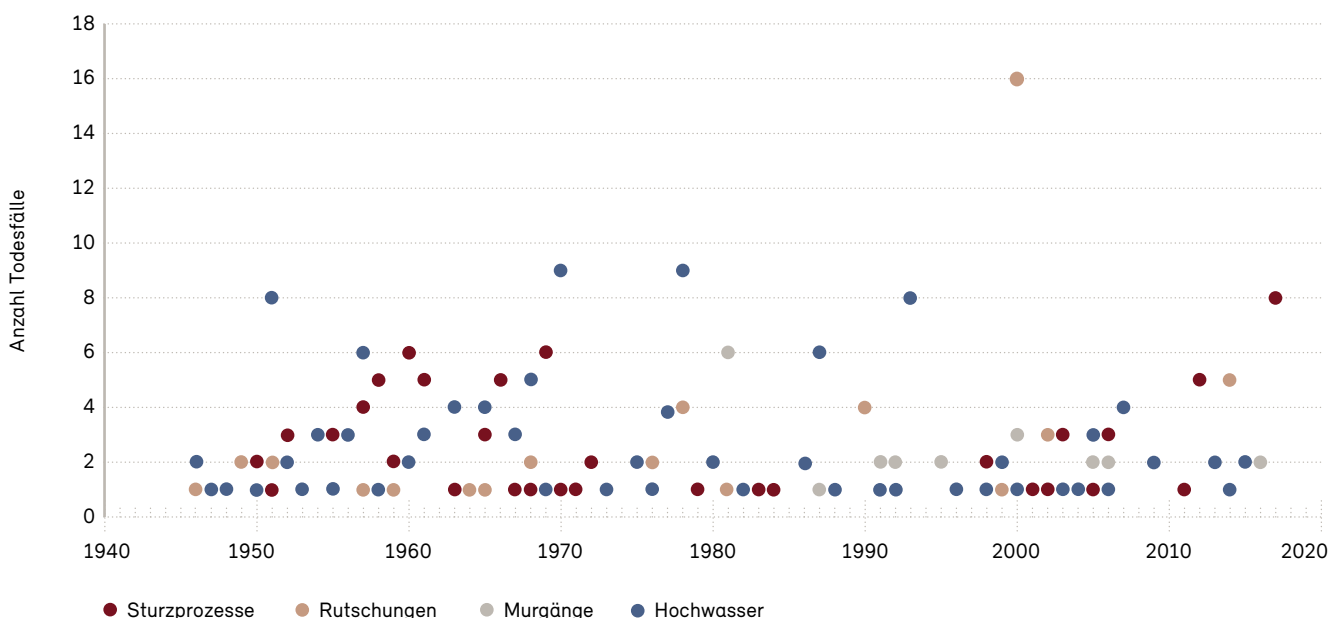
5.4 Extreme Wetterereignisse verstärken Naturgefahren

Mit den ansteigenden Durchschnittstemperaturen verändert sich die Wahrscheinlichkeit von extremen Wetterereignissen und damit auch von Überschwemmungen, Murgängen, Steinschlag und Felsstürzen. Seit den 1970er-Jahren haben sich zwölf Grossereignisse ereignet. Zwischen 1946 und 2017 forderten Überschwemmungen in der Schweiz insgesamt 123 Menschenleben, Murgänge deren 22, Felsstürze deren 93 und Rutschungen

Abbildung 19

Todesfälle durch Hochwasser, Murgänge, Rutschungen und Sturzprozesse

Zwischen 1946 und 2018 kamen durch Hochwasser, Murgänge, Rutschungen und Sturzprozesse 292 Menschen zu Tode.



deren 54. Durchschnittlich starben durch Hochwasser, Sturzprozesse, Murgänge und Rutschungen hierzulande jährlich im Schnitt 4,1 Personen – eine im internationalen Vergleich tiefe Zahl. Die seit den 1970er-Jahren durch Unwetter verursachten Schäden belaufen sich teuerungsbereinigt auf rund 14 Milliarden Franken; die Hälfte davon wurde allein von den fünf grössten Ereignissen verursacht.

Die vergleichsweise tiefen Schadenszahlen sind nicht darauf zurückzuführen, dass heute weniger schwere Naturereignisse zu verzeichnen sind, sondern darauf, dass in den letzten 100 Jahren zahlreiche wasserbauliche und forstliche Schutzmassnahmen realisiert wurden. Zudem widerspiegeln sie die verbesserten organisatorischen Massnahmen und die umfassenden Möglichkeiten, welche heute zur Warnung und Rettung von Personen zur Verfügung stehen. Die Zahl der Todesopfer infolge Naturgefahren bewegt sich heute auf einem tiefen Niveau, das auch in Zukunft gehalten werden muss.

Weit mehr Opfer verursachten Lawinen. In der Schweiz kamen zwischen 1936 bis 2013 im Jahresdurchschnitt 25 Menschen unter den Schneemassen ums Leben. Zum überwiegenden Teil (70 Prozent) handelte es sich um Touristen, die sich abseits gesicherter Pisten aufhielten. Gegenüber dem 19. Jahrhundert ist die durchschnittliche Zahl der in Lawinen zu Tode gekommenen weitgehend stabil geblieben und hat im Verhältnis zur deutlich gewachsenen Bevölkerungszahl und zu den gesteigerten Aktivitäten im Gebirge sogar abgenommen.

6 Die Zeit heilt nicht alles

Am 1. Januar 1985 trat das Umweltschutzgesetz (USG) in Kraft. Mit ihm wurden das Verursacher- und das Vorsorgeprinzip im Schweizer Recht verankert. Seither fanden diese Grundsätze in einer ganzen Reihe weiterer Gesetze ihren Niederschlag. Sie verlangen, dass die Kosten für Massnahmen, die Umwelteinwirkungen vermeiden oder beseitigen, durch den Verursacher getragen werden. Zudem müssen solche Einwirkungen frühzeitig begrenzt und entsprechenden Schäden möglichst vorgebeugt werden.

Pflanzenschutzmittel sichern Ernteerträge, pharmazeutische Produkte bewähren sich in einer Vielzahl von medizinischen Therapien und neuartige Beschichtungen verlängern den Lebenszyklus von Materialien und Produkten: Solche Innovationen sind ohne chemische Substanzen und Technologien undenkbar.

Chemikalien können über ihren gesamten Lebenszyklus Risiken bergen – bei Herstellung, Gebrauch und Entsorgung. Chemische Substanzen gelangen auf zahlreichen Wegen in die Umwelt, wobei die Gesundheit von Menschen und Ökosystemen sowie die Biodiversität durch gewisse dieser Stoffe gefährdet werden können: Unter Umständen werden sie beispielsweise mit dem Abwasser aus industriellen Prozessen oder aus Privathaushalten in die Gewässer gespült oder aus Baumaterialien ausgewaschen. Pflanzenschutzmittel gelangen auch auf Nichtzielflächen und können von Böden in Bäche und Flüsse abgeschwemmt werden oder ins Grundwasser versickern (vgl. Kap. 2.3).

Die Produktion von Chemikalien hat sich von weltweit einer Million Tonnen im Jahr 1930 auf heute mehrere Hundert Millionen Tonnen jährlich vervielfacht. In der Schweiz sind rund 30 000 chemische Stoffe auf dem Markt, und eine Vielzahl wird in Industrie und Gewerbe, der Landwirtschaft, der Medizin und im Haushalt eingesetzt. Es existieren verschiedene Gesetze und Verordnungen, die den Umgang mit vielen dieser Substanzen regeln und Grenzwerte festlegen.

Aufgrund ihrer grossen Anzahl und Verschiedenheit stellen sich erhebliche Herausforderungen, wenn es darum geht, ihre Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit zu beurteilen – zumal sie teilweise miteinander interagieren und sich der «Cocktail» aus verschiedenen Substanzen anders auswirken kann als die einzelnen Stoffe. Auch gilt es zu berücksichtigen, dass nicht nur die Giftigkeit

eines Stoffes eine Rolle spielt, sondern auch die Exposition: Das Risiko hängt davon ab, wie lang, zu welchem Zeitpunkt und in welcher Konzentration eine Substanz auf einen Organismus einwirkt – Informationen, die oft nicht vorliegen.

6.1 Quecksilber und Blei als Altlast von Industrie, Gewerbe und Verkehr

Blei kann die neuronale Entwicklung des ungeborenen Kindes beeinträchtigen. Nimmt der Bleigehalt im Blut pro Deziliter um 10 µg zu, mindert dies gemäss verschiedener Metastudien den Intelligenzquotienten um 1,5 Punkte [82]. Auch von Quecksilber ist bekannt, dass es das Nervensystem schädigt. Hohe Expositionen während der Schwangerschaft und in der frühen Kindheit gehen zulasten der kognitiven Entwicklung der Sprösslinge. Eine Forschungsgruppe der Universität Zürich erhob in den Haaren und im Urin von Kindern und Müttern aus einer betroffenen Region im Wallis die Konzentration des Schwermetalls und stellte dabei keine gesundheitliche Gefährdung fest; es handelt sich dabei allerdings um eine nicht repräsentative Untersuchung, die an Freiwilligen durchgeführt wurde. Eine internationale Pilotstudie zeigte für die Schweiz ebenfalls keine gesundheitlich bedenkliche Belastung der Bevölkerung mit Quecksilber oder Blei [83]. Allerdings war die im Pilotversuch untersuchte Stichprobe sehr klein und keineswegs repräsentativ, sodass die Ergebnisse als grobe Richtwerte zu deuten sind.

Im Jahr 2011 schreckten Berichte über quecksilberbelastete Böden im Wallis die Öffentlichkeit auf. Beim Bau der A9 zwischen Visp und Niedergesteln wurden 2010/11 erhöhte Quecksilberkonzentrationen festgestellt. Verursacht wurde die Quecksilberbelastung durch die Chemiefabrik Lonza. Diese entsorgte ab 1930 während gut 40 Jahren ihre quecksilberhaltigen Abwässer in den Grossgrundkanal, aus

Ein Aktionsplan gegen strahlende Relikte aus der Vergangenheit

Niemand hatte damit gerechnet, dass das Überwachungssystem für Radioaktivität in der Deponie Teuftal (BE) Alarm schlagen würde, als am 9. November 2012 ein Lastwagen mit Aushubmaterial von der Bieler Autobahnbaustelle durch die Pforte fuhr. Diesem Umstand ist es zuzuschreiben, dass anschliessend die Radiumkontamination etlicher Parzellen und Privathäuser im Jurabogen systematisch untersucht wurde. Radiumpulver war von 1907 bis 1963 in der Uhrenindustrie im Einsatz, um – angemischt als Leuchtfarbe – die Uhrenzeiger und Ziffernblätter im Dunkeln phosphoreszieren zu lassen. Der Umgang mit der strahlenden Substanz war damals ziemlich sorglos: Reste wurden mit Haushaltsabfällen entsorgt oder in den Garten geleert. Nachdem Jahre später nachgewiesen worden war, dass Radium Krebs hervorrufen kann, legte die 1963 erlassene Schweizer Strahlenschutzverordnung neue Regeln für den Umgang mit Radiumleuchtfarbe fest und forderte aufwendige Schutzvorrichtungen. Die strengen Vorschriften führten dazu, dass die Uhrenindustrie auf weniger problematische Leuchtmittel umstellte. Das eingangs erwähnte strahlende Baustellenmaterial sensibilisierte die Behörden für die notwendige systematische Untersuchung der bestehenden Altlasten. Im Mai 2015 hat der Bundesrat den «Aktionsplan Radium 2015–2019» verabschiedet. Dieser zielt darauf ab, kontaminierte Liegenschaften und ihre möglicherweise ebenfalls belastete Umgebung zu identifizieren und dort, wo der Dosisgrenzwert von 1 Millisievert pro Jahr für die Bevölkerung überschritten wird, Sanierungen durchzuführen. In einer historischen Untersuchung im Auftrag des Bundesamtes für Gesundheit BAG stellte sich heraus, dass in mehr als 900 Liegenschaften hauptsächlich im Jurabogen mit Radium gearbeitet worden war – zum grossen Teil waren es Heimarbeiterinnen, die die Uhrzeiger auch mal am Küchentisch oder in der guten Stube mit Leuchtfarbe versehen hatten. In diesen Liegenschaften wird nun im Rahmen des Aktionsplans die Strahlenbelastung ermittelt, um wenn nötig Sanierungsmassnahmen einzuleiten. Ausserdem werden die Deponien überwacht, in denen Rückstände der radioaktiven Substanz vorhanden sein könnten.

dem immer wieder kontaminierter Schlamm entnommen und auf nahe gelegene Grundstücke und Felder verteilt wurde. Flächen, welche Belastungen über 2 mg/kg Boden aufweisen, werden zurzeit saniert.

Von lokalen spektakulären Fällen wie etwa Ablagerungsstandorten abgesehen, ist in den letzten 30 Jahren die Belastung des Bodens mit Quecksilber landesweit deutlich zurückgegangen. Auch beim Blei ist ein Rückgang nachweisbar. Wie stark die Bevölkerung diesen Schwermetallen ausgesetzt ist, lässt sich allerdings kaum sagen. Eine Pilotstudie [84] wies in Gemüse wie Karotten, Weisskohl oder Kartoffeln, die Quecksilber akkumulieren können, nur geringe Konzentrationen des Schwermetalls nach. Diese lagen jedenfalls deutlich unter den Werten, die häufig in Raubfischen aus dem Meer, etwa in Schwertfisch und Marlin, gemessen werden. Auch diese Werte gelten indes als gesundheitlich unbedenklich; allerdings sollten empfindliche Personen wie Schwangere und Kleinkinder keine grösseren Mengen davon über einen längeren Zeitraum verzehren.

Global stellt die Quecksilberbelastung allerdings weiterhin ein Problem dar. Da dies auch lokale Auswirkungen hat, erarbeitete die internationale Staatengemeinschaft das Minamata Quecksilberübereinkommen, welches 2017 in Kraft getreten ist und welchem die Schweiz beigetreten ist.

6.2 Mit Metallen belastete Garten- und Landwirtschaftsböden

Abgesehen von Blei und Quecksilber können auch Zink und insbesondere Kupfer Böden in städtischen und landwirtschaftlichen Gebieten belasten. Letzteres kommt dank seiner fungiziden, d.h. pilzabtötenden Wirkung in der Landwirtschaft, beispielsweise bei der Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule von Kartoffeln und im Reb- bau, zum Einsatz. Gemäss Messungen der Nationalen Bodenbeobachtung (NABO) nehmen die Zink- und Kupferbelastungen von Acker- und Grasland tendenziell zu [85]. Auch in städtischen Gebieten sind die Böden belastet: So wies der Kanton Freiburg in einer zwischen 2011 und 2016 durchgeführten Untersuchung bei rund einem Drittel der insgesamt 97 analysierten Standorte Schwermetallbelas-

tungen nach, die ein potenzielles Gesundheitsrisiko darstellen. Bei weiteren 26 Parzellen waren die Werte gar so hoch, dass sie als gesundheitsgefährdend eingestuft wurden [86]. Insbesondere alte Hausgärten wiesen neben Quecksilber, Blei und Zink auch hohe Kupferbelastungen auf, denn Schwermetalle werden nicht abgebaut und reichern sich im Boden an.

Zwar benötigt der menschliche Körper Kupfer als essenzielles Spurenelement, das an zahlreichen biologischen Vorgängen beteiligt ist. Die chronische Einnahme von zu viel Kupfer aber schädigt die Leber.

6.3 «Chemikaliencocktail» bereitet Kopfzerbrechen

Abhängig von der Dosis können verschiedene Stoffe die Gesundheit des Menschen beeinträchtigen. So ist es beispielsweise möglich, dass bestimmte organische Chemikalien und Schwermetalle den Hormonhaushalt

beeinflussen und besonders für Schwangere bedrohlich sind, weil sie unter Umständen das ungeborene Kind in empfindlichen Entwicklungsstadien schädigen [87]. Auch gibt es Hinweise, dass sie die männliche Fruchtbarkeit mindern [88]. Zahlreiche sind als krebserregend bekannt oder stehen im Verdacht, es zu sein.

Bisphenol A – eine hormonaktive Substanz, die in zahlreichen Kunststoffen und Beschichtungen enthalten ist und von dort in Lebensmittel gelangt – wurde auch im Auslauf verschiedener Abwasserreinigungsanlagen nachgewiesen [89]. Es wirkt in hohen Dosen toxisch auf Leber und Nieren [90] und beeinflusst erwiesenermassen den Hormonhaushalt von Wasserlebewesen. Seit Kurzem steht die Substanz im Verdacht, auch den Zahnschmelz von Menschen und anderen Säugetieren zu zerstören. So zeigten die Zähne junger Ratten, in deren Futter geringe Dosen von Bisphenol A gemischt wurden, deutliche Anzeichen einer Krankheit, die die Zähne buchstäblich zerbröseln lässt [91]. In einer Pressemitteilung vom 24. Mai 2018 unterstreicht die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, dass Weichmacher aus Kunststoffen eine wesentliche Rolle bei der Entstehung der relativ neuen Zahnkrankheit zu spielen scheinen, von der in Deutschland durchschnittlich bereits 10 bis 15 Prozent der Kinder betroffen sind [92].

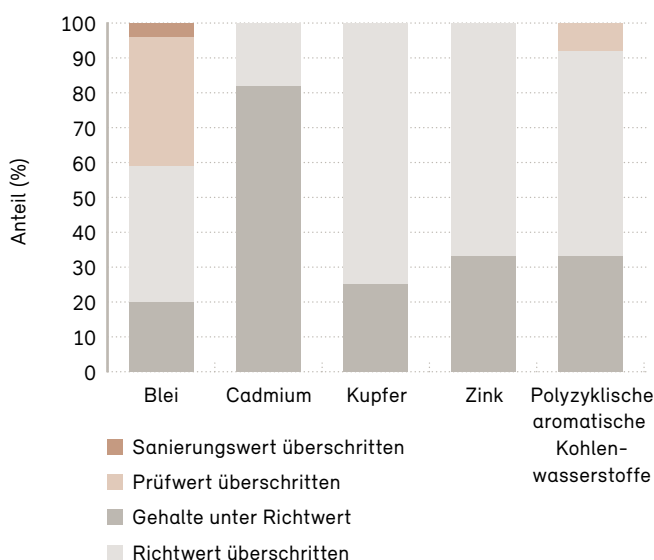
Hormonaktive Substanzen in Gewässern können die Fortpflanzungsfähigkeit von Amphibien und Fischen beeinträchtigen und andere Organsysteme schädigen. Das weitverbreitete Schmerzmittel Diclofenac kann in Konzentrationen, wie sie in den Gewässern vorkommen, Nierenschäden bei Fischen verursachen. Diese verändern zudem unter dem Einfluss gewisser pharmazeutischer Substanzen ihr Fress-, Werbe- und Aggressionsverhalten [93]. Wie sich diese Mikroverunreinigungen auf die menschliche Gesundheit auswirken, ist dagegen weniger klar. Vermutet wird, dass einige Stoffe auch den Hormonhaushalt des Menschen nachteilig beeinflussen.

Bedenken rufen zudem Rückstände von Antibiotika in Abwasser und Hofdünger hervor. Diese begünstigen die Entwicklung von antibiotikaresistenten Bakterien. Ausserdem kann das Antibiotikum Azithromycin in Konzentrationen, wie sie in Gewässern vorkommen, Wasserlebewesen schädigen. Auch im Grundwasser wur-

Abbildung 20

Bodenbelastung in der Stadt Freiburg

In der Stadt Freiburg wurden gezielt die Böden untersucht, bei denen der Verdacht auf eine Schadstoffbelastung bestand. Vor allem bei Blei besteht vielerorts für spielende Kleinkinder ein potenzielles Gesundheitsrisiko. Entstanden ist die Belastung vorwiegend durch die früher übliche Düngung mit Asche aus behandeltem Holz.



de in flussnahen NAQUA-Messstellen wiederholt das Antibiotikum Sulfamethoxazol nachgewiesen, allerdings in unproblematischen Konzentrationen von weniger als $0,1 \mu\text{g/l}$ (zu Therapie Zwecken nehmen Menschen Dosen in der Grössenordnung von 1600 mg pro Tag ein, was dem 16-millionenfachen der $0,1 \mu\text{g}$ entspricht). Zum Eintrag von Antibiotika aus der Tierproduktion – die über den Hofdünger in den Boden und die Gewässer gelangen können – liegen keine Daten vor.

Eine Herausforderung stellen die antibiotikaresistenten Keime selber dar, die hauptsächlich durch übermässigen und falschen Einsatz von Antibiotika entstehen. In

der Europäischen Union sterben Schätzungen zufolge jährlich 25 000 Menschen an Infektionen mit antibiotikaresistenten Bakterien [94]. Mit der Nationalen Strategie Antibiotikaresistenzen (StAR 2015) werden verschiedene Massnahmen umgesetzt, um dieses schwerwiegende Problem anzugehen und die Wirkung der Antibiotika langfristig zu erhalten. In einem One-Health-Ansatz (s. Kasten S. 40) wird dabei auch die Umwelt berücksichtigt. Antibiotikaresistente Keime gelangen auch ins Abwasser und werden in unseren Abwasserreinigungsanlagen bis zu 99 Prozent entfernt. Durch deren Ausbau mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe (vgl. Kap. 2.3) sollen diese Bakterien noch effizienter eliminiert werden.

Abbildung 21

Antibiotikaresistenzen können auf verschiedene Weise entstehen

Sie übertragen sich zum Beispiel von Mensch zu Mensch, von Tier zu Mensch, von Mensch zu Tier oder von Umwelt zu Mensch und Tier. Die Problemlösung soll daher in einem One-Health-Ansatz erfolgen (s. Kasten auf S. 40).



6.4 Ein Monitoring gibt Hinweise auf die Belastung der Schweizer Bevölkerung mit Chemikalien

Es ist bisher kaum bekannt, wie stark die Schweizer Bevölkerung tatsächlich mit Chemikalien belastet ist – geschweige denn, dass die gesundheitlichen Auswirkungen davon bekannt wären. Eine von 2008 bis 2009 in der Schweiz durchgeführte Untersuchung zeigte, dass die Belastung von Muttermilch hierzulande etwa vergleichbar ist mit jener in anderen [95]. Eine vom Bundesamt für Gesundheit durchgeführte Pilotstudie klärt ab, ob ein nationales Biomonitoring-Programm realisierbar wäre; dieses könnte genauere Angaben zum Gesundheitszustand und zur Exposition von Menschen gegenüber Schadstoffen liefern [96]. Im Rahmen dieses Programms soll nicht nur die Belastung der Bevölkerung mit verschiedenen organischen Chemikalien ermittelt, sondern auch diejenige mit Schwermetallen erhoben werden.

Die sogenannte Schweizer Gesundheitsstudie begann im Jahr 2017 mit einer Pilotphase, die bis 2020 laufen sollte und in eine nationale Langzeitstudie münden könnte. Im Rahmen der Erhebung werden Urin- und Blutproben gesammelt, um anhand von Biomarkern – das sind zuverlässig messbare biologische Parameter, die im Blutbild, im Urin oder in den Haaren erhoben werden können – die Belastung mit bestimmten Chemikalien ermitteln zu können. Gleichzeitig werden die Probanden gebeten, Fragebögen auszufüllen, die Aufschluss darüber geben sollten, wie oft und wie stark sie bestimmten Chemikalien ausgesetzt sind und wie ihr Gesundheitszustand ist. Diese Studie zielt darauf ab, den Zusammenhang zwischen der Umwelt im breiteren Sinn und der Gesundheit der Menschen auszuloten. Sie gestattet es auch, die Entwicklung der Expositionen zu verfolgen, um die Wirkung bestimmter Massnahmen wie Verbote oder Einschränkungen zu evaluieren.

Im Alltag schwer zu ermittelnde Effekte

Die Toxizität eines Stoffes ist im Labor mit Versuchstieren relativ einfach zu belegen. Doch im Alltag sind wir zahlreichen Einflüssen ausgesetzt, die den Effekt der jeweiligen Substanz auf die Gesundheit verstärken oder auch abschwächen können. So spielt es beispielsweise nebst der Dosis auch eine Rolle, wie lange und wie oft wir einem Wirkstoff bzw. einer Belastung ausgesetzt sind. Dies wiederum hängt nicht zuletzt vom persönlichen Lebensstil ab, etwa den Ernährungsgewohnheiten oder diversen Risikofaktoren wie dem Alter, dem Rauchen oder dem Aufenthalt an bestimmten Orten.

Ebenso bedeutsam sind individuelle körperliche Eigenschaften und mögliche bestehende Krankheiten. So sind nicht alle Menschen gleich empfindlich gegen Lärm oder Hitze. Wissenschaftliche Studien über gesundheitsrelevante Effekte müssen daher in aller Regel mit sehr vielen Probandinnen und Probanden – d. h. mit einer grossen Grundgesamtheit – arbeiten und möglichst alle Einflussfaktoren berücksichtigen. Solche Untersuchungen sind daher sehr aufwendig.

7 Umweltschutz im Dienst der Gesundheit

Erfahrungen aus der Vergangenheit und wissenschaftliche Studien neueren Datums belegen, dass Umweltschutz auch der menschlichen Gesundheit zugutekommt. Nicht zuletzt darum gelten zahlreiche Gesetze, die die natürlichen Ressourcen schützen und den Einsatz problematischer Substanzen begrenzen. Diese Gesetze sind – neben technologischen Fortschritten – der Grund dafür, dass Luft und Wasser in der Schweiz sauberer geworden sind und sich die Belastung der Böden mit Schwermetallen mehrheitlich in vertretbaren Grenzen hält. In anderen Bereichen gibt es jedoch noch Optimierungspotential. So wird beispielsweise der gesundheitsfördernde Nutzen einer intakten Landschaft und einer reichen Artenvielfalt durch die vielfältigen Nutzungsansprüche unserer Wirtschaft und Gesellschaft gefährdet.

Längst ist der oft zitierte Gegensatz zwischen hektischem Alltag und erquickendem Spaziergang im Wald oder am Flussufer kein Sprachbild mehr, das allein der Poesie vorbehalten ist. Denn wissenschaftliche Studien haben in den letzten Jahrzehnten genügend Ergebnisse hervorgebracht, die den heilsamen Effekt eines Aufenthalts in der Natur belegen: Wer sich oft nach draussen begibt, um zu Fuss durch den Stadtpark zu schlendern oder auf dem Rad die Flurwege zu befahren, stärkt seine Gesundheit. Dabei ist nicht allein die körperliche Bewegung ausschlaggebend, sondern auch die Umgebung. Locker durch einen naturnahen Wald zu joggen, entspannt mehr als das Training auf dem Laufband in der Indoor-Anlage. Darüber hinaus liefern uns Flora und Fauna zahlreiche Wirkstoffe, die in der medizinischen Therapie von grossem Wert sind. Da von weltweit existierenden Pflanzen- und Insektenarten gar noch nicht alle erforscht wurden, dürfte der Apothekerschränk der Natur noch mit vielen erfreulichen Überraschungen aufwarten. Voraussetzung dafür ist freilich, dass der Verlust der Biodiversität nicht weiter fortschreitet.

7.1 Gewässer trotz Fortschritten bei der Abwasserreinigung weiter unter Druck

In der Schweiz sind wir es gewohnt, dass das Wasser, das in Küche und Bad aus dem Hahn sprudelt, fast immer und überall bedenkenlos genossen werden kann. 80 Prozent des Trinkwassers stammt aus dem Grundwasser, 20 Prozent wird aus Seewasser gewonnen. Einem ausgebauten Entsorgungssystem mit 839 grösseren öffentlichen

Kläranlagen, 49 000 Kilometern Gemeindekanalisation sowie 42 000 Kilometern privaten Hausanschlüssen ist es zu verdanken, dass sowohl Grund- als auch Fluss- und Seewasser hierzulande vergleichsweise sauber sind – und dem Gewässerschutzgesetz sowie der dazugehörigen Verordnung, die es gestattet haben, die Infrastruktur zur Gewässerreinigung auf- und auszubauen.

Doch der Druck auf die Gewässer und somit auf die Wasserqualität ist nicht zu unterschätzen: Die Intensität der landwirtschaftlichen Produktion übersteigt vielerorts die ökologische Tragfähigkeit. Und wo der Boden aufgrund wachsender Siedlungen und Infrastrukturen versiegelt wird, geht seine Reinigungswirkung als Filter verloren. Der Klimawandel dürfte unseren Wasserressourcen ebenfalls zusetzen. Denn wenn im Sommer weniger Regen fällt und die Temperaturen steigen, sinken die Pegelstände und steigen die Wassertemperaturen. Entsprechend werden dann die mit dem Abwasser eingeleiteten Nährstoffe und Mikroverunreinigungen weniger verdünnt; dafür gedeihen wärmeliebende Keime, unter Umständen Krankheitserreger, umso besser.

Die Politik und öffentliche Hand bleiben angesichts dieser Herausforderungen nicht untätig. Aufgrund der Revision des Gewässerschutzgesetzes von 2016 konnten Massnahmen zur Elimination von Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser (vgl. Kap. 2.3) angegangen werden. Dabei ist es Aufgabe der Kantone, aufgrund von Kriterien, die in der Gewässerschutzverordnung festgelegt sind, zu bestimmen, welche ARA auszubauen sind und die entsprechenden Massnahmen einzuleiten. Bis

2040 sollen schätzungsweise 140 kommunale ARA mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe ausgerüstet werden. Die dafür erforderlichen Investitionen belaufen sich auf 1,2 Milliarden Franken; dafür werden alle Personen, die an eine ARA angeschlossen sind, mit 9 Franken pro Jahr belastet.

Damit künftig weniger Pflanzenschutzmittel in die Gewässer gelangen, hat der Bundesrat im Jahr 2017 einen Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung solcher Chemikalien beschlossen (vgl. Kap. 2.3). Dieser legt messbare Ziele und konkrete Massnahmen fest. Insgesamt sollen die Massnahmen des Aktionsplans das von Pflanzenschutzmitteln ausgehende Risiko für Mensch und Umwelt gegenüber heute um 50 Prozent vermindern. Zudem gilt es, auch den Eintrag von Nährstoffen in die Gewässer zu vermindern. Auch in Bezug auf die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln ist die Landwirtschaft gefordert, sich konsequent auf die ökologische Tragfähigkeit auszurichten.

Seen, Flüsse und Bäche sind attraktive Elemente einer abwechslungsreichen Landschaft, in der ein grosser Teil der Bevölkerung Erholung sucht. Die Gewässer gewinnen durch die Revitalisierung an Qualität und bieten vielen Tieren und Pflanzen wertvollen Lebensraum. In der Schweiz sind viele Bäche, Flüsse und Seeufer begradigt, verbaut oder sogar überdeckt. Der Gesetzgeber fordert, dass etwa ein Viertel aller Gewässer, die sich in schlechtem Zustand befinden, revitalisiert wird, was schweizweit ungefähr 4000 Kilometern entspricht. Diese Aufgabe soll bis 2090 abgeschlossen werden und somit mehrere Generationen beschäftigen. Für die Umsetzung der Revitalisierungsprojekte sind die Kantone verantwortlich, sie können auf die finanzielle und fachliche Unterstützung des Bundes zählen.

Um den Zustand der Gewässer laufend zu erfassen und die Wirksamkeit der getroffenen Revitalisierungsmassnahmen zu evaluieren, wird das Gewässermonitoring regelmässig überprüft und an neue Herausforderungen

Abbildung 22

Mitglieder von Chemiewehr, Zivilschutz und privaten Firmen versuchen, das verschmutzte Wasser eines Baches von Chemikalien und Öl zu befreien (Schlattdorf, 2005).



angepasst. Insbesondere sind die Mikroverunreinigungen und die Auswirkungen des Klimawandels auf die Gewässer in den Fokus zu nehmen.

7.2 Hochwertige Siedlungen integrieren kostbare Lebensräume

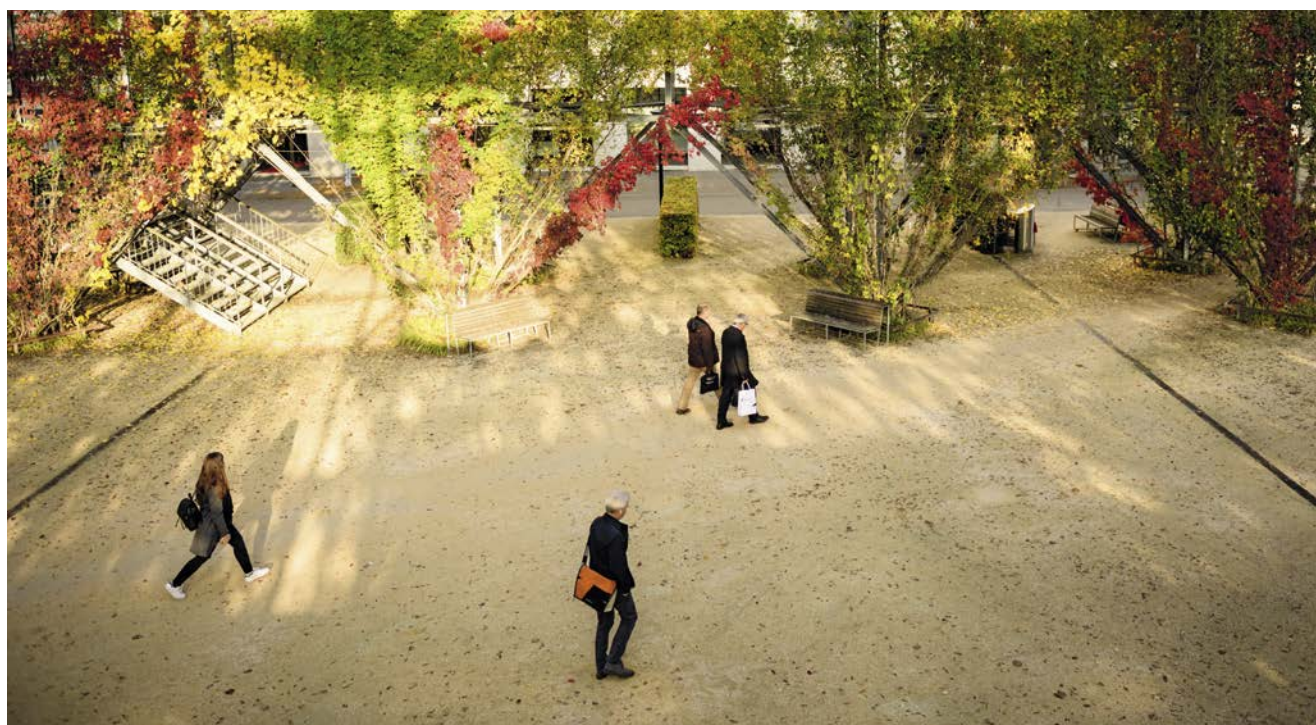
Die Landschaft bietet Lebensraum für Tiere und Pflanzen. Die verschiedenen Lebensräume wie der Boden, der Wald, Biotope und Gewässer erbringen unentgeltliche Leistungen für Gesellschaft und Wirtschaft. So sind sie beispielsweise Quellen natürlicher Rohstoffe sowie Produktionsstätte von Nahrungsmitteln. Zudem regulieren sie den Wasserhaushalt und den Nährstoffkreislauf. Darüber hinaus erbringt die Natur auch kulturelle Leistungen: Nebst dem ästhetischen Genuss, den uns eine abwechslungsreiche Landschaft mit ihren vielfältigen Lebensräumen beschert, ermöglicht sie uns die Identifikation mit unserem Zuhause und schenkt uns attraktive Erholungsräume, in denen wir uns bewegen und entspannen können.

Allerdings sind zumindest im Mittelland zusammenhängende naturnahe Flächen selten geworden. Der Nutzungsdruck führt nicht nur zu einer «Verinselung» natürlicher Lebensräume, sondern auch zu einer Lebensraumverarmung; die Vielfalt der Lebensräume verringert sich zunehmend. Dies schadet der biologischen Vielfalt und reduziert die Leistungen der Natur. So beanspruchen Siedlungen, die sich mit ihrer Infrastruktur ins Umland ausdehnen, wertvollen Erholungsraum für die Bevölkerung.

In der Landschaft widerspiegelt sich der Vollzug verschiedener Gesetze, insbesondere des Natur- und Heimatschutzgesetzes, des Raumplanungsgesetzes und des Landwirtschaftsgesetzes, aber auch des Waldgesetzes und des Gewässerschutzgesetzes. Eine Landschaftspolitik aus einem Guss ist anspruchsvoll. Doch wenn auf kantonaler, regionaler oder kommunaler Ebene entsprechende Konzepte erarbeitet werden, eröffnen sich Chancen, um mit regional angepassten Lösungen dem schleichenden Verlust landschaftlicher Qualitäten entgegenzuwirken.

Abbildung 23

Eine kluge Siedlungsentwicklung kann zu einer nachhaltigen Raumnutzung führen und so die Auswirkungen des Klimawandels eindämmen (hier: MFO-Park in Zürich Oerlikon).



Zurzeit ist die zweite Revision des Raumplanungsgesetzes (RPG 2) im Gang. Sie stellt in erster Linie das Bauen ausserhalb der Bauzonen in den Vordergrund, d.h. sie zielt auf die teilweise erheblichen Flächenverluste, die auf neu errichtete landwirtschaftliche Gebäude und Anlagen zurückzuführen sind. Überdimensionierte Ställe für die Tiermast oder die Milchproduktion wirken oft als Fremdkörper in der historisch gewachsenen Bausubstanz der Dörfer und Weiler und verändern das Erscheinungsbild der Landschaft massgeblich – ganz abgesehen davon, dass fruchtbarer Boden versiegelt wird, der dadurch auch seine vielfältigen Funktionen nicht mehr wahrnehmen kann. Daher macht es Sinn, auf Gesetzesstufe Rahmenbedingungen zu schaffen, die den Bodenverbrauch minimieren und die unterschiedlichen Qualitäten regionaltypischer Landschaften berücksichtigen.

Die nachhaltige Nutzung des Bodens ist mit einem weiteren Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum nur dann in Einklang zu bringen, wenn bestehende Siedlungen verdichtet werden. Bei der Siedlungsentwicklung nach innen ist nicht nur ein hohes architektonisches und städtebauliches Niveau anzustreben, sondern es müssen auch Freiräume geschaffen bzw. sorgsam bewahrt werden. Diese schaffen ein attraktives Wohn- und Arbeitsumfeld, bilden und vernetzen Lebensräume für Organismen und ermöglichen damit die natürlichen Wechselwirkungen zwischen belebter und unbelebter Umwelt. So tragen sie zum Wohlbefinden des Menschen bei und fördern die Biodiversität. Gleichzeitig gilt es, den Siedlungsrand aufzuwerten und die Trennung zwischen Baugebiet und Nichtbaugebiet zu erhalten.

7.3 Internationale Zusammenarbeit als Königsweg zur guten Luftqualität

Die Massnahmen zur Bekämpfung der Luftbelastung haben nachweislich dazu beigetragen, dass wir heute weniger Schadstoffe einatmen als noch vor wenigen Jahrzehnten. Doch Schadstoffe machen nicht an der Landesgrenze Halt, und gerade in der Luft werden sie oft über weite Strecken transportiert. Die Schweiz hat sich im Rahmen des UNECE-Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (CLRTAP) verpflichtet, den Ausstoss mehrerer Schadstoffe zu reduzie-

ren. Allerdings wurden die nationalen und internationalen Ziele nur teilweise erreicht. Um die gesetzlich festgelegten Immissionswerte einzuhalten und die international vorgeschriebenen kritischen Belastungsgrenzen (*Critical Loads*) nicht zu überschreiten, müssen die Emissionen von Stickoxiden, Feinstaub, flüchtigen organischen Verbindungen sowie Ammoniak auf nationaler und internationaler Ebene weiter gesenkt werden. Überdies ist die Schweiz im Rahmen des revidierten Göteborger Protokolls neue Verpflichtungen eingegangen, die es bis 2020 zu erfüllen gilt.

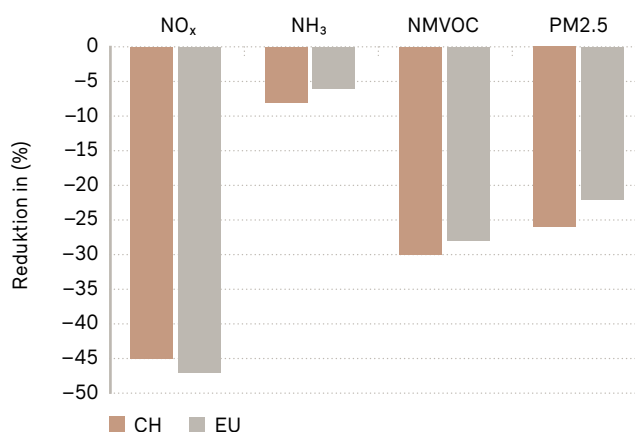
Im Luftreinhaltekonzept von 2009 hat der Bundesrat ebenfalls Reduktionsziele definiert: Gegenüber den Werten von 2005 sollen die Emissionen der oben erwähnten Luftschadstoffe um bis zu 50 Prozent reduziert werden. Dank wirksamer Minderungsmassnahmen im Bereich Industrie, Haushalte und Verkehr gelang bisher eine Reduktion der Emissionen von Stickoxiden und NMVOC um etwa ein Drittel. Die Reduktion der Feinstaubemissionen ist weniger hoch, die landwirtschaftlichen Ammoniakemissionen haben sich seit 2000 kaum verändert. Bei diesen Schadstoffen ist der Handlungsbedarf daher besonders gross.

Um den Ausstoss von Stickoxiden weiter zu senken, hat die Schweiz im Gleichschritt mit der EU die Abgasgrenzwerte

Abbildung 24

Reduktionsbedarf Luftschadstoff-Emissionen

Im Rahmen des revidierten Göteborger Protokolls 2012 hat sich die Schweiz verpflichtet, den Ausstoss mehrerer Luftschadstoffe bis 2020 zu reduzieren.



te für Fahrzeuge verschärft und die Norm Euro 6/Euro VI eingeführt. Doch nicht nur bei Fahrzeugen, sondern auch bei Industrie- und Landwirtschaftsanlagen sowie Wärmeerzeugern gilt es, den besten Stand der Technik weiter konsequent zu fördern und anzuwenden. Beim Ammoniak besteht noch ein beachtliches Minderungspotential z. B. durch die technische Anpassung der Produktion an den Stand der Technik und durch betriebliche Massnahmen. Eine schweizweite Umsetzung dieser Massnahmen müsste prioritär angegangen werden. In Regionen, in denen aufgrund der hohen Nutztierdichten trotz technischer Massnahmen das Umweltziel Landwirtschaft nicht erreicht werden kann, sind zusätzliche Massnahmen zur Reduktion der Intensität zu prüfen. Die weitere Minderung der Emissionen von Ammoniak und Stickoxiden ist besonders wichtig, um die Bildung von sekundärem Feinstaub sowie die Überdüngung der Ökosysteme durch Stickstoffeinträge weiter zu vermindern.

7.4 Das Vorsorgeprinzip auf Elektrosmog und Strahlung angewandt

Die gesundheitlichen Auswirkungen von elektromagnetischen Feldern lassen sich weniger eindeutig belegen als jene der Luftfremdstoffe: Ob nichtionisierende Strahlung unterhalb der Grenzwerte langfristig die Gesundheit schädigt, ist nicht abschliessend geklärt. Die WHO klassiert jedoch niederfrequente Magnetfelder und hochfrequente Strahlung als möglicherweise krebserregend. Zudem fühlen sich elektrosensible Menschen durch Elektrosmog beeinträchtigt. Allerdings fehlen bis jetzt anerkannte medizinische Diagnosekriterien.

Die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung enthält Anlagegrenzwerte für die maximale Strahlung von ortsfesten Anlagen, zum Beispiel von Mobilfunkantennen. Bund und Kantone sorgen mit einem konsequenten Vollzug dafür, dass die Vorschriften der Verordnung eingehalten werden. Sie setzen damit auf das Vorsorgeprinzip – eine Schutzstrategie, die es weiterzuführen gilt.

Mit dem neuen Gesetz über den Schutz vor Gefährdungen durch nichtionisierende Strahlung und Schall, das unter anderem auch die Einwirkungen von Licht, Laser

und UV-Strahlung abdeckt, kann der Bund künftig Geräte wie starke Laserpointer verbieten oder die Anwender kosmetischer Geräte zu einer Ausbildung verpflichten. Der Bund hat zudem mit dem neuen Bundesgesetz die Möglichkeit, die Öffentlichkeit über Risiken und Gefahren von nichtionisierender Strahlung zu informieren.

Wenngleich die Wissenschaft bisher keinen Zusammenhang zwischen der alltäglichen Strahlenexposition und der Gefährdung der Gesundheit nachzuweisen vermochte, gibt es doch Wissenslücken über Langzeitauswirkungen, die durch entsprechende Untersuchungen zu schliessen sind. Der Bund hat 2014 unter der Federführung des BAFU eine beratende Expertengruppe Nichtionisierende Strahlung (BERENIS) eingesetzt. Sie begutachtet wissenschaftliche Arbeiten zu nichtionisierender Strahlung, um potenzielle Gesundheitsrisiken früh zu erkennen. Zudem muss die Belastung der Bevölkerung weiter erforscht werden. Der Bundesrat hat dazu im Jahr 2015 ein Konzept für ein nationales Monitoring elektromagnetischer Felder vorgelegt. Daten, die bereits von einzelnen Kantonen erhoben wurden, könnten in diesem Rahmen zusammengeführt werden.

7.5 Anpassung an den Klimawandel als Gebot der Stunde

Der Klimawandel dürfte die Gesundheit des Menschen in vielerlei Hinsicht beeinträchtigen: Unter Hitzewellen leiden insbesondere ältere und chronisch kranke Personen. Insekten, die aufgrund des Klimawandels nach Norden vorrücken, verbreiten Krankheiten, von denen potenziell jedermann betroffen sein kann. Personen mit einer Pollenallergie bereiten zudem die längeren Blütezeiten der Pflanzen Probleme.

Das internationale Übereinkommen von Paris aus dem Jahr 2015 zielt darauf ab, den durchschnittlichen weltweiten Temperaturanstieg gegenüber der vorindustriellen Zeit auf unter 2 Grad zu beschränken. Langfristig dürfen somit keine Emissionen aus fossilen Brennstoffen wie Kohle, Gas oder Erdöl in die Atmosphäre gelangen.

Indem die Schweiz im Jahr 2017 das Abkommen von Paris ratifiziert hat, verpflichtet sie sich, ihren Treibhausgas-

ausstoss bis 2030 um 50 Prozent gegenüber 1990 zu senken. Während es ihr bei den Gebäuden und im Industriesektor gelungen ist, die gesetzten Etappenziele für das Jahr 2015 zu erreichen, verfehlte sie beim Verkehr – dem grössten Verursacher von Treibhausgasemissionen – das Zwischenziel um 4 Prozent. Um ihre Reduktionsziele zu erreichen, muss die Schweiz noch erhebliche Anstrengungen zur Senkung ihres Treibhausgasausstosses unternehmen und insbesondere beim Verkehr alle verfügbaren technischen und politischen Möglichkeiten ausschöpfen.

Ein erfolgversprechender «Hebel» sind Marktmechanismen. So gilt es, Finanzflüsse klimaverträglich auszurichten, indem mehr Mittel in nachhaltige und emissionsarme und weniger in treibhausgasintensive Technologien und Energieträger investiert werden. Das betrifft die Vorsorgeeinlagen in Pensionskassen und in die AHV, aber auch private Geldeinlagen und Versicherungskapital.

Doch selbst wenn die weltweiten Treibhausgasemissionen ab 2020 deutlich reduziert werden und bis 2050 netto auf Null sinken, werden die Temperaturen bis Ende des Jahrhunderts weiter ansteigen. Die Strategie zur Anpassung an den Klimawandel gilt es daher weiterzuentwickeln und konsequent umzusetzen. Im Bereich des Gesundheitsschutzes stehen dabei die Vorbereitung auf Hitzeperioden, der Umgang mit Organismen, die Krankheiten weitergeben können und das Vorbeugen von Infektionskrankheiten, die durch Lebensmittel oder Wasser übertragen werden, im Vordergrund.

7.6 Weitblick beim Einsatz von Chemikalien

Chirurgisches Nahtmaterial, das sich von selber auflöst, neue Kunststoffe für Implantate, Befundmonitore, die das Röntgenbild kontrastreich wiedergeben und trotzdem wenig Energie benötigen: Für solche Innovationen sind chemische Produkte und Technologien unabdingbar. Sie bergen indes auch Risiken.

Dem Vorsorgeprinzip verpflichtet, hat der Bund verschiedene Gesetze erlassen und weitere Vorkehrungen getroffen, um die von Chemikalien ausgehenden Risiken zu minimieren. So dürfen Biozidprodukte und Pflanzenschutzmittel gemäss den entsprechenden Ver-

ordnungen nur in Verkehr gebracht werden, wenn die Bundesbehörden eine Zulassung erteilt haben. Hersteller und Importeure müssen in einem Gesuch mit umfangreichen Informationen darlegen, dass die vorgesehene Verwendung des Produktes kein inakzeptables Risiko für die menschliche Gesundheit und für die Umwelt darstellt. Der Bund trägt auch dem Umstand Rechnung, dass die Schweiz keine Insel ist: So hat das Land wichtige Elemente der Europäischen Chemikalienregulierung (REACH) übernommen, wie beispielsweise Verbote und Beschränkungen für bestimmte Chemikalien sowie die Regeln für die Stoffprüfung.

Trotz dieser Vorkehrungen wird immer wieder erst im Nachhinein festgestellt, dass Pestizide die Umwelt stärker beeinträchtigen, als bei deren Zulassung angenommen wurde. Dieser Nachweis kann dazu führen, dass Produkte vom Markt genommen werden, wie beispielsweise das Insektizid DDT oder Lindan. Auch die Herbizide Atrazin und Simazin, welche das Grundwasser viel stärker verunreinigten als bei der Zulassung angenommen, mussten verboten werden. Das Fungizid Tolyfluanid wiederum bildet im Boden ein zunächst harmlos scheinendes Zwischenprodukt, das sich aber bei der Trinkwasseraufbereitung mit Ozon in eine kanzerogene Substanz umwandeln kann.

Mit Blick auf den Schutz des Bodens gibt der Bund für einen Teil der gesundheitsgefährdenden chemischen Belastungen – etwa durch Schwermetalle – und für einzelne organische Schadstoffe wie polyzyklische aromatische Kohlenstoffe, polychlorierte Biphenyle oder Dioxine Richt-, Prüf- und Sanierungswerte vor.

Auf internationaler Ebene setzt sich der Bund dafür ein, dass die Chemikalienabkommen der UNO und der UNECE sowie technisch-wissenschaftliche Grundlagen der OECD weiterentwickelt werden, um die mit chemischen Substanzen möglicherweise einhergehenden Gefahren zu prüfen und zu beurteilen. Im Zulassungsverfahren für Biozidprodukte arbeitet der Bund eng mit den Behörden der EU zusammen. Des Weiteren nimmt die Schweiz welt- und europaweit harmonisierte Standards in die eigene Chemikalienregulierung auf. Dadurch werden einheitliche Kriterien zum Schutz der Gesundheit und der Umwelt gefördert und Handelshemmnisse vermieden.

7.7 Alle stehen in der Pflicht

Eine mit Schadstoffen belastete Umwelt und eine Landschaft, die durch Zersiedelung und Verarmung der Lebensräume immer unansehnlicher wird, beeinträchtigen letztlich auch die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen.

Die Bundesverfassung schreibt den Behörden vor, den Schäden an der Gesundheit von Mensch, Tier und Umwelt entgegenzuwirken. So werden die rechtlichen Grundlagen laufend den neusten wissenschaftlichen Erkenntnissen und dem technischen Fortschritt angepasst. Die Behörden analysieren die Entwicklungen und Auswirkungen der Gesetze auf die Umwelt und auf die Gesundheit von Mensch und Tier. Bund und Kantone beaufsichtigen den Gesetzesvollzug und ergreifen wo nötig Massnahmen. Eine regelmässige Berichterstattung hat den Zweck, die Gesellschaft auf dem Laufenden zu halten. Auch beraten die Behörden das Parlament als Gesetzgeber und setzen die Massnahmen der diversen Aktionspläne um.

Die Wirtschaft wiederum muss Gefahren und Risiken ihrer Produkte und Prozesse identifizieren und diese systematisch reduzieren, um negative Auswirkungen auf Konsumentinnen und Konsumenten, Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer und die Umwelt so gering wie möglich zu halten. Zudem ist sie gefordert, den Stand der Technik rasch zu implementieren, Erkenntnisse zu gewinnen, um allfällige unerwünschte Wirkungen von Stoffen und Prozessen frühzeitig zu erkennen und wo möglich Alternativen aufzuzeigen. Auch steht sie in der Pflicht, die Forschungsergebnisse unvoreingenommen zu verbreiten.

Schliesslich kann jede und jeder dazu beitragen, die Umwelt und zugleich auch die eigene Gesundheit zu schützen. In Eigenverantwortung können wir als Staatsbürgerinnen und Konsumenten vieles beeinflussen: Indem wir beispielsweise den öffentlichen Verkehr nutzen und beim Lüften der eigenen Wohnung daran denken, keine Heizenergie zu vergeuden, helfen wir mit, den Ausstoss von Treibhausgasen zu senken und zugleich die Luftqualität zu verbessern. Auch wenn wir uns dazu aufrufen, statt des Lifts die Treppe zu benutzen und bei schönem Wetter unser Ziel zu Fuss oder mit dem Velo zu erreichen, kommt das unserer Gesundheit wie auch der Umwelt

zugute. Schliesslich können wir unseren Garten oder Balkon mit einheimischen Arten bepflanzen und damit die Biodiversität fördern oder darauf verzichten, nur das schönste Gemüse und optisch makellose Früchte in den Einkaufskorb zu legen und damit die Landwirtinnen und Landwirte darin bestärken, weniger Pflanzenschutzmittel einzusetzen. So unterstützen wir die Bemühungen zum Schutz des Bodens, der Gewässer und der vielfältigen Lebensräume. In vielerlei Hinsicht beeinflussen wir durch unsere Entscheidungen nicht nur unsere eigene Gesundheit, sondern indirekt auch die entsprechenden Angebote durch die Wirtschaft.

Abbildung 25

Velofahren ist nicht nur umweltschonend, es fördert auch die Gesundheit

Dieses Beispiel zeigt, wie ein Doppelsieg für Umwelt und Gesundheit aussehen kann.



Quellennachweis

- [1] O’Riordan Jeffrey L.H., Bijvoet Olav L.M., 2014: Rickets before the discovery of vitamin D. BoneKEy Reports 3, Article number: 478. International Bone and Mineral Society, S. 1 – 6.
- [2] Huldshinsky Kurt, 1919: Heilung von Rachitis durch künstliche Höhensonne. In: Deutsche Medizinische Wochenschrift, 1919 (26), S. 712 ff.
- [3] Steenbock Harry, 1924: The Induction of Growth Promoting and Calcifying Properties in a Ration by Exposure to Light. In: Science 1924 (60), 1549, S. 224 – 225.
- [4] Haller Albertus de, 1771: Pharmacopoea Helvetica. Basel: Imhof.
- [5] Schweizerischer Bundesrat, 1893: Pharmacopoea Helvetica. Editio tertia. Deutsche Ausgabe. Zürich: Orell Füssli.
- [6] Francini Stefano, 1848: Neue Statistik der Schweiz. Bern: Haller’sche Buchdruckerei.
- [7] Fritzen Florentine, 2006: Gesünder leben. Die Lebensreformbewegung im 20. Jahrhundert. Stuttgart: Franz Steiner.
- [8] Turban Karl, 1894: Normalien für die Erstellung von Heilstätten für Lungenkranke in der Schweiz. Schweizerische Gemeinnützige Gesellschaft.
- [9] Rudorff Ernst, 1880: Ueber das Verhältnis des modernen Lebens zur Natur. Preussische Jahrbücher. Bd. 45 (3). Berlin: Reimer. S. 261 – 276.
- [10] Burnat-Provins Marguerite, 1905b: Une Ligue pour la beauté. In: Gazette de Lausanne et Journal Suisse, 1905 (74), 29 mars 1905, S. 1.
- [11] BAFU 2013: Umweltrecht kurz erklärt. Das Umweltrecht des Bundes im Überblick. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Diverses Nr. 1072.
- [12] Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, 2012: Leitlinien für die Politik der Nachhaltigen Entwicklung. <https://www.are.admin.ch/are/de/home/nachhaltige-entwicklung/politik-und-strategie/strategie-nachhaltige-entwicklung-2016-2019.html>, abgerufen am 10.03.2018.
- [13] Schweizerischer Bundesrat, 1997: Botschaft zum Bundesgesetz über die Reduktion der CO₂-Emissionen vom 17. März 1997. Bundesblatt 1997 (21), S. 410 – 479.
- [14] OECD 2017: OECD-Umweltprüfberichte. Schweiz 2017.
- [15] Ragettli Martina, Flückiger Benjamin, Rössli Martin, 2017: Auswirkungen der Umwelt auf die Gesundheit. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Basel: Swiss Tropical and Public Health Institute.
- [16] Ragettli Martina, Flückiger Benjamin, Rössli Martin, 2017: Auswirkungen der Umwelt auf die Gesundheit. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Basel: Swiss Tropical and Public Health Institute.
- [17] Marselle Melissa R., Irvine Katherine N., Warber Sara L., 2013: Walking for Well-Being: Are Group Walks in Certain Types of Natural Environments Better for Well-Being than Group Walks in Urban Environments? In: International Journal of Environmental Research and Public Health 2013 (10), S. 5603 – 5628.
- [18] Rey Lucienne, Hunziker Marcel, Stremlo Matthias, Arn Daniel, Rudaz Gilles, Kienast Felix, 2017: Wandel der Landschaft: Erkenntnisse aus dem Monitoringprogramm Landschaftsbeobachtung Schweiz (LABES), Bern, Umwelt-Zustand Nr. 1641. Bern: Bundesamt für Umwelt. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft.

-
- [19] BAFU und Schweizer Wanderwege 2009: Mehrwert naturnaher Wasserläufe. Untersuchung zur Zahlungsbereitschaft mit besonderer Berücksichtigung der Erschliessung für den Langsamverkehr. Umwelt-Wissen Nr. 0912. Bern: Bundesamt für Umwelt.
- [20] Rey Lucienne, Hunziker Marcel, StremLOW Matthias, Arn Daniel, Rudaz Gilles, Kienast Felix, 2017: Wandel der Landschaft: Erkenntnisse aus dem Monitoringprogramm Landschaftsbeobachtung Schweiz (LABES), Bern, Umwelt-Zustand Nr. 1641. Bern: Bundesamt für Umwelt. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft.
- [21] OECD 2017: OECD Environmental Performance Reviews: Switzerland 2017, OECD Environmental Performance Reviews, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264279674-en>
- [22] Schullehner Jörg et al., 2018: Nitrate in drinking water and colorectal cancer risk: A nationwide population-based cohort study. International Journal of Cancer 2018, Vol. 143 (1), S. 73 – 79.
- [23] Ragettli Martina, Flückiger Benjamin, Rösli Martin, 2017: Auswirkungen der Umwelt auf die Gesundheit. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Basel: Swiss Tropical and Public Health Institute.
- [24] Vienneau Danielle et al., 2017: More than clean air and tranquility: Residential green is independently associated with decreasing mortality. Environment International 108, S. 176 – 184.
- [25] Bringolf-Ilser Bettina, Kriemler Susi, Mäder Urs et al., 2014: Relationship between the objectively-assessed neighborhood area and activity behavior in Swiss youth. Preventing Medicine Reports 2014 (1), S. 14 – 20.
- [26] Seeland Klaus, Dübendorfer Sabine, Hansmann Ralf, 2009: Making friends in Zurich's urban forests and parks: The role of public green space for social inclusion of youths from different cultures. Forest Policy and Economics 2009, Vol. 11 (1), S. 10 – 9.
- [27] Cervinka Renate et al., 2014: Zur Gesundheitswirkung von Waldlandschaften. Wien: Bundesforschungszentrum für Wald.
- [28] Abraham Andrea et al., 2007: Landschaft und Gesundheit. Das Potenzial der Verbindung zweier Konzepte. Bern: Universität Bern, Institut für Sozial- und Präventivmedizin.
- [29] BAFU und WSL 2013: Die Schweizer Bevölkerung und ihr Wald. Bericht zur zweiten Bevölkerungsumfrage Waldmonitoring soziokulturell (WaMos 2). Bundesamt für Umwelt, Bern und Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf. Umwelt-Wissen Nr. 1307.
- [30] Cervinka Renate et al., 2014: Zur Gesundheitswirkung von Waldlandschaften. Wien: Bundesforschungszentrum für Wald.
- [31] Cervinka Renate et al., 2014: Zur Gesundheitswirkung von Waldlandschaften. Wien: Bundesforschungszentrum für Wald.
- [32] Hansmann Ralf, 2010: Erholungseffekte sportlicher Aktivitäten in stadtnahen Wäldern, Parks und Fitnessstudios. In: Schweizerische Zeitschrift für Sportwesen, 2010, 161 (3), S. 81 – 89.
- [33] Lamprecht Markus, Fischer Adrian, Stamm Hanspeter 2014: Sport Schweiz 2014. Sportaktivität und Sportinteresse der Schweizer Bevölkerung. Magglingen: Bundesamt für Sport BASPO.
- [34] Ecoplan & ISPMZ Universität Zürich 2013: Integration des Langsamverkehrs in die Transportrechnung. Bern: Schlussbericht zuhanden des Bundesamts für Statistik BFS und des Amtes für Raumentwicklung ARE.
- [35] Rikus Simon, Fischer Adrian, Lamprecht Markus, 2015: Velofahren in der Schweiz 2014. Sekundäranalyse von «Sport Schweiz 2014» und Erhebun-

-
- gen auf den Routen von Veloland Schweiz. Bern: Bundesamt für Strassen und SchweizMobil (Hrsg.).
- [36] BAFU 2018: Umwelt Schweiz 2018. Bericht des Bundesrates. Bern: Schweizerischer Bundesrat.
- [37] BAFU 2018: Umwelt Schweiz 2018. Bericht des Bundesrates. Bern: Schweizerischer Bundesrat.
- [38] WHO 2015: Connecting Global Priorities: Biodiversity and Human Health. A State of Knowledge Review. Geneva: World Health Organisation, Departement of Public Health, Environmental and Social Determinants of Health.
- [39] WHO 2015: Connecting Global Priorities: Biodiversity and Human Health. A State of Knowledge Review. Geneva: World Health Organisation, Departement of Public Health, Environmental and Social Determinants of Health.
- [40] Zingg Silvia et al., 2018: The negative effect of wood ant presence on tick abundance. In: Parasites and Vectors, 2018, 11 (1), S. 164.
- [41] Junge Xenia, Schüpbach Beatrice, Walter Thomas, Schmid Bernhard, Lindemann-Matthies Petra, 2015: Aesthetic quality of agricultural landscape elements in different seasonal stages in Switzerland. Landscape and urban planning 2015 (133), S. 67 – 77.
- [42] Ragettli Martina, Flückiger Benjamin, Rösli Martin, 2017: Auswirkungen der Umwelt auf die Gesundheit. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Swiss Tropical and Public Health Institute, Basel.
- [43] Frei Remo, Roduit Caroline, Bieli Christian et al., 2014: Expression of Genes Related to Anti-Inflammatory Pathways Are Modified Among Farmers' Children. In: PLOS ONE; 9:e91097.
- [44] WHO 2015: Connecting Global Priorities: Biodiversity and Human Health. A State of Knowledge Review. Geneva: World Health Organisation, Departement of Public Health, Environmental and Social Determinants of Health.
- [45] BABS 2015: Nationale Gefährdungsanalyse – Gefährdungsdossier Massenausbreitung invasiver Arten. Bern: Bundesamt für Bevölkerungsschutz.
- [46] Rey Lucienne, Hunziker Marcel, Stremmlow Matthias, Arn Daniel, Rudaz Gilles, Kienast Felix, 2017: Wandel der Landschaft: Erkenntnisse aus dem Monitoringprogramm Landschaftsbeobachtung Schweiz (LABES), Bern, Umwelt-Zustand Nr. 1641. Bern: Bundesamt für Umwelt. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft.
- [47] IARC 2007: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Painting, Firefighting, and Shiftwork. Lyon: World Health Organisation, International Agency for Research on Cancer (IARC).
- [48] WHO 2011: Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe. Bonn: World Health Organisation (WHO) European Centre for Environment and Health.
- [49] Ecoplan/Infras, 2014: Externe Effekte des Verkehrs 2010. Monetarisierung von Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekten. Bern, Zürich, Altdorf: Bundesamt für Raumentwicklung (Auftraggeber).
- [50] ARE 2018: Externe Kosten und Nutzen des Verkehrs in der Schweiz. Strassen-, Schienen-, Luft- und Schiffsverkehr 2015. Bern: Amt für Raumentwicklung ARE.
- [51] Joost Stéphane, Duruz Solange, Marques-Vidal Pedro et al., 2016: Persistent spatial clusters of high body mass index in a Swiss urban population as revealed by the 5-year GeoCoLaus longitudinal study. BMJ Open 2016;6:e010145. doi: 10.1136/bmjopen-2015-010145.

-
- [52] Joost Stéphane, Haba-Rubio José, Himsl Rebecca et al., 2018: Spatial clusters of daytime sleepiness and association with nighttime noise levels in a Swiss general population (GeoHypnoLaus). *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 2018, 221 (6), S. 951 – 957.
- [53] Infras/Ecoplan, 2018: Externe Effekte des Verkehrs 2015. Aktualisierung der Berechnungen von Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekten des Strassen-, Schienen-, Luft- und Schiffsverkehrs 2010 bis 2015. Bern: Bundesamt für Raumentwicklung ARE (Auftraggeber).
- [54] Ragettli Martina, Flückiger Benjamin, Rösli Martin, 2017: Auswirkungen der Umwelt auf die Gesundheit. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Basel: Swiss Tropical and Public Health Institute.
- [55] WHO 2013a: Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. Copenhagen: World Health Organization.
- [56] Eigenössische Kommission für Lufthygiene 2011, Sommersmog. Bern: EKL.
- [57] European Environment Agency EEA, 2018: Air quality in Europe – 2018 Report.
- [58] Bundesamt für Gesundheit (BAG): Hausstaubmilben: Besteht Handlungsbedarf? <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/wohngifte/gesund-wohnen/hausstaubmilben.html> (abgerufen am 26.6.2019).
- [59] Menzler Susanne, Piller Georges, Gruson Martha, Rosario Angelika, Wichmann Heinz-Erich, Kreienbrock Lothar, 2008: Population attributable fraction for lung cancer due to residential radon in Switzerland and Germany. *Health Phys*, 95 (2): S. 179 – 189.
- [60] Vienneau Danielle, de Hoogh Kees, Hauri Dimitri et al., 2017: Effects of radon and UV exposure on skin cancer mortality in Switzerland. *Environmental Health Perspectives*, 2017, 125 (6), S. 1–8.
- [61] Dolgin Elie, 2015: The Myopia Boom. In: *Nature* 2015 (519), S. 276 – 278.
- [62] Guggenheim Jeremy A. et al., 2012: Time Outdoors and Physical Activity as Predictors of Incident Myopia in Childhood: A Prospective Cohort Study. In: *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, May 2012, Vol. 53, No. 6., S. 2856 – 2865.
- [63] Van Dijk Arian, Slaper Harry, den Outer Peter N., Morgenstern Olaf, Braesicke Peter, Pyle John A., Garny Hella, Stenke Andrea, Dameris Martin, Kazantzidis Andreas, Tourpali Kleareti, Bais Alkiviadis F., 2013: Skin cancer risks avoided by the Monteral-Protocol – worldwide modeling integrating coupled climate–chemistry models with a risk model for UV. In: *Photochemistry and Photobiology* 89 (1), S. 234 – 246.
- [64] *Enviropedia*, http://www.enviropedia.org.uk/Ozone_Depletion/Eye_Disorders.php (abgerufen am 1.10.2018).
- [65] Ragettli Martina, Flückiger Benjamin, Rösli Martin, 2017: Auswirkungen der Umwelt auf die Gesundheit. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Basel: Swiss Tropical and Public Health Institute.
- [66] Huss Anke, Spoerri Adrian, Egger Matthias, Rösli Martin, Swiss National Cohort S. 2009: Residence near power lines and mortality from neurodegenerative diseases: longitudinal study of the Swiss population. *Am J Epidemiol* 2009 (169) S. 67 – 175.
- [67] Baccini Michela, Biggeri Annibale, Accetta Gabriele et al., 2008: Heat Effects on Mortality in 15 European Cities. *Epidemiology* 2008 (19), S. 711 – 719.

-
- [68] Ragettli Martina, Vicedo-Cabrera Ana, Schindler Christian, Rösli Martin, 2017: Exploring the association between heat and mortality in Switzerland between 1995 and 2013. *Environmental Research* 2017 (158), S. 703 – 709.
- [69] Grize Leticia , Hussa Anke, Thommen Oliver, Schindler Christian , Braun-Fahrlander Charlotte, 2005: Heat wave 2003 and mortality in Switzerland. *Swiss Medical Weekly* 2005 (135), S. 200 – 205.
- [70] BAFU 2016: Hitze und Trockenheit im Sommer 2015. Auswirkungen auf Mensch und Umwelt. Bern: Bundesamt für Umwelt. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft.
- [71] Vicedo-Cabrera Ana M., Ragettli Martina S., Schindler Christian, Rösli Martin, 2016: Excess mortality during the warm summer of 2015 in Switzerland. *Swiss Medical Weekly* 2016 (146).
- [72] Manser Christine N., Paul Michaela, Rogler Gerhard, Held Leonhard, Frei Thomas, 2013: Heat Waves, Incidence of Infectious Gastroenteritis, and Relapse Rates of Inflammatory Bowel Disease: A Retrospective Controlled Observational Study. *American Journal of Gastroenterology*, 108 (9), S. 1480–1485.
- [73] Gasparrini Antonio, Guo Yuming, Hashizume Masahiro et al., 2015: Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. *The Lancet* 2015, 386, S. 369 – 375.
- [74] WHO 2014: Fact sheet – Leishmaniasis in the WHO European Region. World Health Organization (WHO) Regional Office for Europe. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0007/246166/Fact-sheet-Leishmaniasis-Eng.pdf?ua=1 (abgerufen am 26.7.2018).
- [75] BAG 2018: Vektorübertragene Krankheiten. Bundesamt für Gesundheit (BAG). <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/themen/mensch-gesundheit/uebertragbare-krankheiten/infektionskrankheiten-a-z/vektoreubertragen.html> (abgerufen am 26.7.2018).
- [76] BAG 2018: Zahlen zu Infektionskrankheiten. Bundesamt für Gesundheit (BAG). <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/service/zahlen-fakten/zahlen-zu-infektionskrankheiten.html> (abgerufen am 26.7.2018).
- [77] BAG 2019: BAG-Bulletin 6/2019. Informationsmagazin für medizinische Fachpersonen und Medien-schaffende. Bern: Bundesamt für Gesundheit.
- [78] Herrmann Coralie, Gern Lise, 2010: Survival of *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) Under Challenging Conditions of Temperature and Humidity Is Influenced by *Borrelia burgdorferi* sensu lato Infection. *Journal of Medical Entomology* 2010, 47 (6), S. 1196 – 1204.
- [79] Frei Thomas, Gassner Ewald, 2008: Climate change and its impact on birch pollen quantities and the start of the pollen season an example from Switzerland for the period 1969 – 2006. *International Journal of Biometeorology* 2008, 52 (7), S. 667 – 674.
- [80] Grize Leticia, Gassner Martina, Wüthrich Brunello et al., 2006: Trends in prevalence of asthma, allergic rhinitis and atopic dermatitis in 5-7-year old Swiss children from 1992 to 2001. *Allergy* 2006 (61), S. 556 – 562.
- [81] Hamaoui-Laguel Lynda, 2015: Effects of climate change and seed dispersal on airborne ragweed pollen loads in Europe. In: *Nature Climate Change* 2015 (5), S. 766–771.

-
- [82] Ragettli Martina, Flückiger Benjamin, Rösli Martin, 2017: Auswirkungen der Umwelt auf die Gesundheit. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Basel: Swiss Tropical and Public Health Institute.
- [83] BAG 2012: EU Pilotstudie DEMOCOPHES zur Schadstoffbelastung. Informationen zum Studiendesign und zu den Resultaten der Schweizer Erhebung. Bern: Bundesamt für Gesundheit (BAG); Abteilung Chemikalien.
- [84] Reber Stephan, Pacciafrelli Bruno, 2016: Quecksilber-Spezies in landwirtschaftlichen Produkten der Schweiz. Eine Studie des kantonalen Labors Zürich im Auftrag des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen. Kanton Zürich: Kantonales Labor Zürich.
- [85] BAFU 2017: Boden in der Schweiz. Zustand und Entwicklung. Stand 2017. Umwelt-Zustand Nr. 1721. Bern: Bundesamt für Umwelt.
- [86] Amt für Umwelt AfU, 2017: Bodenanalysen in der Stadt Freiburg, 2011 – 2016. Zusammenfassung der Ergebnisse. Freiburg: Amt für Umwelt.
- [87] Bennet Deborah et al., 2016: Project TENDR: Targeting Environmental Neuro-Developmental Risks. The TENDR Consensus Statement. In: Environmental Health Perspectives. *Environ Health Perspect.* 2016, 124 (7). <https://doi.org/10.1289/EHP358>
- [88] WHO 2013: *State of the Science of Endocrine Disrupting Chemicals 2012*. <https://www.who.int/ceh/publications/endocrine/en/> World Health Organisation WHO
- [89] BAFU 2012: Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser. Verfahren zur weitergehenden Elimination auf Kläranlagen. Bern: Bundesamt für Umwelt. Umwelt-Wissen Nr. 1214
- [90] BAG 2017: Bisphenol A. Faktenblatt. Bern: Bundesamt für Gesundheit BAG. <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/chemikalien/chemikalien-a-z/bisphenol-a.html> (abgerufen am 19.11.2018).
- [91] Babajko Silvie et al., 2013: Enamel Defects Reflect Perinatal Exposure to Bisphenol A. *The American Journal of Pathology* 2013, (183), 1, S. 108 – 118.
- [92] Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde DGZMK, 2018: Neue Volkskrankheit: MIH hat Karies in bestimmten Altersgruppen schon überholt. Pressekonferenz vom 24. Mai 2018 in Berlin. <https://www.dgzmk.de/presse/pressemitteilungen/ansicht/news/dgzmk-pressekonferenz-am-24-mai-2018-in-berlin.html> (abgerufen am 26.7.2018).
- [93] Brodin Tomas et al., 2013: Dilute Concentrations of a Psychiatric Drug Alter Behavior of Fish from Natural Populations. In: *Science* 2013, Vol. 339, (6121), S. 814 – 815.
- [94] ECDC, EMEA 2009: The bacterial challenge: time to react. A call to narrow the gap between multi-drug-resistant bacteria in the EU and the development of new antibacterial agents. EMEA/576176. Stockholm: European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) und European Medicines Agency (EMA).
- [95] BAFU 2011: Stockholmer Übereinkommen über persistente organische Schadstoffe (POP-Konvention). <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/chemikalien/fachinformationen/internationales--chemikalien/stockholmer-pop-uebereinkommen-ueber-persistente-organische-scha.html> (abgerufen am 20.1.2019).
- [96] BAG 2018: Human Biomonitoring Bern: Bundesamt für Gesundheit. <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/chemikalien/chemikalien-im-alltag/human-biomonitoring.html> (abgerufen am 20.1.2019).

Abbildungsnachweis

Abbildung 1

BAFU/KEYSTONE

Abbildung 2

KEYSTONE/MAURITIUS IMAGES/Harald Lange

Abbildung 3

KEYSTONE/IBA-ARCHIV/STR

Abbildung 4

KEYSTONE/The Granger Collection, New York

Abbildung 5

KEYSTONE/STR

Abbildung 6

KEYSTONE/Steffen Schmidt

Abbildung 7

BAFU 2019: Zustand und Entwicklung Grundwasser Schweiz. Ergebnisse der Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA, Stand 2016.
Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1901

Abbildung 8

KEYSTONE/Anthony Anex

Abbildung 9

KEYSTONE/Laurent Gillieron

Abbildung 10

Quelle zur Reduktion des Krankheitsrisikos: Ragetti Martina, Flückiger Benjamin, Rösli Martin, 2017: Auswirkungen der Umwelt auf die Gesundheit. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Basel: Swiss Tropical and Public Health Institute.
Quelle zu den MET-Werten körperlicher Aktivitäten: Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett Jr DR, Tudor-Locke C, Greer JL, Vezina J, Whitt-Glover MC, Leon AS. 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. Medicine and Science in Sports and Exercise, 2011; 43(8): 1575-1581
Grafik: BAFU/KEYSTONE

Abbildung 11

KEYSTONE/Gian Ehrenzeller

Abbildung 12

KEYSTONE/Alessandro Della Bella

Abbildung 13

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Abbildung 14

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Abbildung 15

KEYSTONE/Franziska Gabbert

Abbildung 16

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Abbildung 17

KEYSTONE/Meinrad Schade

Abbildung 18

KEYSTONE/Gaetan Bally

Abbildung 19

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Abbildung 20

Amt für Umwelt des Kt. Freiburg, Daten aus den Erhebungsjahren 2011 – 2016

Abbildung 21

Communication in Science/©bioMérieux

Abbildung 22

KEYSTONE/Urs Flueeler

Abbildung 23

KEYSTONE/Manuel Lopez

Abbildung 24

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Abbildung 25

BAFU/Peter Baracchi