

Hitze und Trockenheit im Sommer 2018

Auswirkungen auf Mensch und Umwelt



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Hitze und Trockenheit im Sommer 2018

Auswirkungen auf Mensch und Umwelt

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

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

Koproduktion

Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie (MeteoSchweiz)

Bundesamt für Gesundheit (BAG)

Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS)

Bundesamt für Landwirtschaft (BLW)

Bundesamt für Energie (BFE)

Schweizerisches Tropen- und Public Health-Institut Swiss TPH

Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL

Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF

Autoren

Lukas Denzler (Kapitel 2, 3 und 4 sowie Fokus-Texte), Roland Hohmann, Sabine Kleppek, Lukas Denzler (Kapitel 1 und 5)

Projektleitung

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Begleitgruppe

Roland Hohmann (Projektleitung), Sabine Augustin,

Richard Ballaman, Martin Barben, Anne Dax, Caroline Kan,

Sabine Kleppek, Markus Müller, Barbora Neversil,

Edith Oosenbrug, Corin Schwab und Gian-Reto Walther

(alle BAFU)

Stephan Bader, Stefanie Gubler (beide MeteoSchweiz)

Esther Walter (BAG)

Christoph Werner, Wilhelm Möller (beide BABS)

Daniel Felder (BLW)

Lukas Gutzwiller und Leonie Jossen (BFE)

Lektorat

Fredy Joss

Zitierung

BAFU et al. (Hrsg.) 2019: Hitze und Trockenheit im Sommer 2018. Auswirkungen auf Mensch und Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1909: 91 S.

Gestaltung

Cavelti AG, Marken. Digital und gedruckt, Gossau

Titelbild

Luftaufnahme auf einen Strand der Maggia bei Avegno am Sonntag, 9. Juli 2018.

© KEYSTONE/Ti-Press/Alessandro Crinari

Bezug der gedruckten Fassung und PDF-Download

BBL, Verkauf Bundespublikationen, CH-3003 Bern

www.bundespublikationen.admin.ch

Art.-Nr.: 810.400.129d

www.bafu.admin.ch/uz-1909-d

Klimaneutral und VOC-arm gedruckt auf Recyclingpapier.

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

© BAFU 2019

10.19 1300 860450181

Verdankung

Wir danken allen kantonalen Fachstellen, die sich an der Befragung zu den Auswirkungen des Sommers 2018 beteiligt haben. Wir danken auch allen anderen Personen, die in der einen oder anderen Form zum Gelingen dieses Berichts beigetragen haben.

Inhaltsverzeichnis

Abstracts	5	
Vorwort	6	
1	Einleitung	8
2	Hitze und Trockenheit im Sommer 2018	9
	Temperatur, Hitze und Niederschlag	9
	Luftbelastung	15
	Flüsse, Seen und Grundwasser	18
	Gletscher, Permafrost und Felsstürze	22
	Fokus Tessin	25
3	Auswirkungen von Hitze und Trockenheit	27
	Gesundheit	27
	Wasserwirtschaft	34
	Fokus Waadt	39
	Landwirtschaft	41
	Wald	46
	Fokus Basel	53
	Tiere und Pflanzen	55
	Stromproduktion	59
	Verkehrsinfrastruktur und Gütertransport	63
	Fokus Thurgau	69
4	Kommunikation, Medien und Wahrnehmung	71
	Fokus Schaffhausen	77
5	Zusammenfassung und Ausblick	79
Abbildungsverzeichnis	86	
Tabellenverzeichnis	88	
Weiterführende Literatur	89	
Informationen im Internet	91	

Abstracts

Switzerland experienced another exceptionally hot summer in 2018. With an average temperature of 15.3°C, it was the third warmest summer (after 2003 and 2015) since records began in 1864. Precipitation levels were also very low, with mean nationwide rainfall just 69% of the 1981–2010 average. The heat and drought had some serious consequences. Because of the high temperatures, there were approximately 200 more deaths than would have been the case in a normal year. Forests were visibly affected by the drought, with broadleaved trees changing colour as early as July in many places. Conditions such as those in the summers of 2003, 2015 and 2018 are likely to become the norm as a result of climate change.

Die Schweiz erlebte 2018 erneut einen aussergewöhnlich heissen Sommer. Mit einer durchschnittlichen Temperatur von 15,3 Grad in den Monaten Juni, Juli und August war er nach 2003 und 2015 der drittwärmste Sommer seit Messbeginn 1864. Auch die Niederschlagsmengen waren sehr gering. Im landesweiten Mittel fielen im Sommerhalbjahr von April bis September nur 69 Prozent der Normperiode 1981 bis 2010. Hitze und Trockenheit hatten gravierende Auswirkungen. Wegen der hohen Temperaturen waren ungefähr 200 Todesfälle mehr zu beklagen als in einem normalen Jahr. Im Wald hinterliess die Trockenheit deutliche Spuren. Vielerorts verfärbten sich die Laubbäume bereits im Juli. Mit dem Klimawandel dürften Verhältnisse wie in den Sommern 2003, 2015 und 2018 zum Normalfall werden.

En 2018, la Suisse a essuyé une nouvelle fois un été exceptionnellement chaud. Avec une température moyenne de 15,3°C pour les mois de juin, de juillet et d'août, ce fut le troisième été le plus chaud depuis le début des mesures en 1864, après ceux de 2003 et de 2015. De plus, les cumuls des précipitations ont été très faibles. En comparaison avec la période de référence (1981-2010), les précipitations du semestre d'été 2018, soit d'avril à septembre, n'ont en moyenne atteint que 69 % des cumuls usuels. La canicule et la sécheresse ont eu des répercussions graves. Si les températures élevées ont provoqué environ 200 décès de plus par rapport à une année normale, la sécheresse a laissé, elle, des traces visibles en forêt. En de nombreux endroits, les feuillus ont commencé à changer de couleur dès le mois de juillet. Si les changements climatiques se poursuivent ainsi, les étés 2003, 2015 et 2018 deviendront la norme.

Nel 2018 la Svizzera ha vissuto un'altra estate eccezionalmente calda. Con una temperatura media di 15,3 gradi, è stata la terza estate più calda dopo il 2003 e il 2015 registrata dall'inizio delle misurazioni nel 1864. Anche le precipitazioni sono state alquanto esigue. Nella media nazionale, sono state pari soltanto al 69 per cento delle precipitazioni cadute durante il periodo di riferimento 1981–2010. La canicola e la siccità hanno in parte avuto gravi conseguenze. Le temperature elevate hanno causato circa 200 decessi in più rispetto a un anno normale. La siccità ha infine lasciato tracce visibili nei boschi. In molti boschi le latifoglie hanno cambiato colore già a luglio. Con il cambiamento climatico, condizioni come quelle registrate nelle estati 2003, 2015 e 2018 dovrebbero diventare la norma.

Keywords:

heat, drought, climate, climate change, waters, glacier, health, water supply, agriculture, forest, biodiversity, air pollution control, hydro-electric power, adaptation

Stichwörter:

Hitze, Trockenheit, Klima, Klimawandel, Gewässer, Gletscher, Gesundheit, Wasserversorgung, Landwirtschaft, Wald, Biodiversität, Luftreinhaltung, Wasserkraft, Anpassung

Mots-clés :

chaleur, canicule, sécheresse, climat, changements climatiques, eaux, glaciers, santé, approvisionnement en eau, agriculture, forêt, biodiversité, protection de l'air, force hydraulique, adaptation

Parole chiave:

canicola, siccità, clima, cambiamento climatico, corsi e specchi d'acqua, ghiacciai, salute, approvvigionamento idrico, agricoltura, bosco, biodiversità, lotta contro l'inquinamento atmosferico, forza idrica, adattamento

Vorwort

Noch bevor der vorliegende Bericht «Hitze und Trockenheit im Sommer 2018» fertiggestellt war und Lehren daraus gezogen werden konnten, erlebten wir in der Schweiz Ende Juni und Ende Juli 2019 zwei weitere Hitzewellen mit Rekordtemperaturen. Werden wir von der Entwicklung des Klimas überholt?

Seit Anfang des Jahrtausends häufen sich Hitzewellen und Trockenperioden, wie sie in den 1990er-Jahren noch kaum vorstellbar waren. Der Sommer 2003 bleibt als *der* Hitzesommer in Erinnerung. Der Sommer 2015 galt zwar als aussergewöhnlich, wurde von der Öffentlichkeit jedoch nicht als alarmierendes Zeichen eines sich ändernden Klimas wahrgenommen. Erst der Sommer 2018 mit anhaltend hohen Temperaturen und ausbleibenden Niederschlägen wurde von der breiten Öffentlichkeit mit dem Klimawandel in Verbindung gebracht.

Das Sommerhalbjahr 2018 (April bis September) war das wärmste seit Beginn der systematischen Messungen 1864. Die hohen Temperaturen wurden von einer aussergewöhnlichen Regenarmut begleitet, die sich an einigen Messstationen in der Ostschweiz zu einem Jahrhundertereignis entwickelte. Hitze und Trockenheit hatten gravierende Auswirkungen. Wie in den Sommern 2003 und 2015 waren wiederum hitzebedingte Todesopfer zu beklagen. Dabei zeigte sich ein regionales Muster: Im Sommer 2018 waren vor allem der Grossraum Zürich betroffen sowie – in etwas geringerem Masse – die Nordwest- und die Ostschweiz. In den Westschweizer Kantonen und im Tessin wurden Hitzemassnahmenpläne aktiviert, und es wurde während der Hitzewelle kein Anstieg der Todesfälle festgestellt – die Pläne scheinen also wirksam zu sein. Viele Fischarten litten unter den hohen Wassertemperaturen. Im Rhein kam es im August trotz eingeleiteten Sofortmassnahmen zu einem Fischsterben. Die Rheinschiffahrt musste aufgrund der tiefen Wasserstände reduziert werden. Alternativrouten für den Güterverkehr mussten genutzt und Güter aus den Pflichtlagern in einem bisher nicht bekannten Ausmass freigegeben werden. Aufgrund der Trockenheit zeigte sich der Wald mancherorts bereits im Juli in seinem Herbstkleid. Das effektive Ausmass der Trockenheitsschäden an den Bäumen wird erst jetzt langsam sichtbar. In der Landwirtschaft verursachte die Trockenheit Ernteaussfälle bei Gras und Futtermitteln.

Auf vielen Alpen wurde das Wasser knapp und die Armee musste die Wasserversorgung per Helikopter sicherstellen. Der Zivilschutz richtete Notbrunnen ein. Die Waldbrandgefahr war im ganzen Land gross, flächendeckende Waldbrände blieben aber aus.

Hitzewellen und Trockenperioden sind häufiger geworden, und es stellt sich die Frage, ob sie bereits die neue Klimarealität darstellen. Die bisherige globale Erwärmung seit dem Beginn des industriellen Zeitalters von knapp 1 Grad Celsius – in der Schweiz sind es über das Jahr durchschnittlich 2 Grad Celsius – lässt sich nicht mehr ungeschehen machen. Umso wichtiger ist es, dass wir den Klimawandel nicht einfach als unvermeidlich akzeptieren, sondern gezielt Massnahmen zu dessen Begrenzung und zur Anpassung an dessen Auswirkungen ergreifen. Die Schweiz hat das Übereinkommen von Paris ratifiziert, in dem sich die Staatengemeinschaft verpflichtet, die globale Erwärmung deutlich unter 2 Grad zu halten und eine maximale Erwärmung von 1,5 Grad anzustreben. Im Wissen darum, dass die Temperaturen hierzulande doppelt so stark ansteigen, und auch andere klimabedingten Gefährdungen zunehmen können, muss ausserdem die Widerstandsfähigkeit von Mensch, Ökosystemen und kritische Infrastrukturen weiter gestärkt werden. Nur so können wir erreichen, dass künftige intensivere Hitzewellen und Trockenperioden nicht grössere Schäden anrichten als jene im Sommer 2018.

Marc Chardonens, Direktor
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Pascal Strupler, Direktor
Bundesamt für Gesundheit (BAG)

Benno Bühlmann, Direktor
Bundesamt für Bevölkerungsschutz
(BABS)

Peter Binder, Direktor
Bundesamt für Meteorologie und
Klimatologie (MeteoSchweiz)

1 Einleitung

Das Jahr 2018 zeigte es eindrücklich: Warme und trockene Sommer häufen sich und stellen zunehmend eine Herausforderung dar. Der Wandel lässt sich nicht mehr länger ignorieren. Gesellschaft und Wirtschaft müssen sich anpassen und vorausschauend planen.

Wann kühlt es in der Nacht endlich wieder einmal etwas ab? Und wann kommt der seit Wochen ausgebliebene Regen? Diese Fragen stellten sich viele Menschen im heissen und trockenen Sommer 2018. Ende Juli und in der ersten Augushälfte ist die Schweiz von einer mehrtägigen Hitzewelle heimgesucht worden. Ab Juli trockneten die Böden immer mehr aus. In vielen kleineren Gewässern floss das Wasser nur noch spärlich. Zahlreiche Wasserversorger riefen zum Wassersparen auf.

Der Sommer 2018 (Juni bis August) war nach denjenigen von 2003 und 2015 der drittwärmste Sommer in der Schweiz seit Beginn der Messungen im Jahr 1864. Betrachtet man das ganze Sommerhalbjahr von April bis September, so war 2018 sogar das wärmste. Gleichzeitig fiel der Niederschlag in der ganzen Schweiz, insbesondere in der Ostschweiz, äusserst gering aus. Die Trockenheit nahm ihren Anfang im April, spitzte sich im Sommer zu und erfasste im Herbst auch die Westschweiz. Die fehlenden Niederschläge summierten sich und führten ab dem Oktober auch im Rhein zu einer ausserordentlich langen Niedrigwasserperiode mit massiven Beeinträchtigungen für den Gütertransport auf dem Rhein.

Vielen Menschen ist im Sommer 2018 bewusst geworden, dass der Klimawandel real ist. Dieser findet nicht in einer fernen Zukunft statt, sondern heute und morgen. Gesellschaft und Wirtschaft müssen sich deshalb mit den Auswirkungen auseinandersetzen und Massnahmen zur Anpassung vorausschauend planen und umsetzen.

Bereits nach dem Hitzesommer 2015 veröffentlichte das Bundesamt für Umwelt in Zusammenarbeit mit weiteren Bundesämtern einen Bericht zu dessen Auswirkungen. Nur drei Jahre später folgt nun die nächste Auslegeordnung. Im Kapitel 2 (S. 9) wird eine klimatologische, lufthygienische, hydrologische und glaziologische Einordnung vorgenommen. Im Kapitel 3 (S. 27) liegt der Fokus

auf ausgewählten Bereichen. Unter anderem stehen Sektoren im Vordergrund, in denen mutmasslich die grössten Auswirkungen aufgetreten waren. Dabei wird herausgeschält, wo sich die grössten Probleme ergaben, welche Massnahmen ergriffen wurden und wie die Herausforderungen gemeistert werden konnten. Von speziellem Interesse sind auch neu identifizierte Schwierigkeiten sowie Lücken bei der Bewältigung der mit Hitze und Trockenheit verbundenen Probleme. Kapitel 4 (S. 71) widmet sich der Berichterstattung der Medien über den Sommer 2018, die nach den Jahren 2003 und 2015 einen neuen Höhepunkt erreichte.

In diesem Bericht lassen wir auch Akteure aus den Kantonen und Gemeinden zu Wort kommen. Ihre Stimmen müssen gehört werden, denn sie sind es, die oftmals Ideen haben, wie die Probleme angepackt und Massnahmen zur Anpassung an den Klimawandel erfolgreich umgesetzt werden können. Und wir lenken den Blick in ausgewählte Regionen. Die Ansätze und Erfahrungen im Tessin, in der Waadt, in Basel, Schaffhausen und im Thurgau können Anregung dafür sein, wie man sich auf Hitze und Trockenheit vorbereiten und während eines Ereignisses auch damit umgehen kann.

Der Hitzesommer 2003 ist noch als Ausreisser betrachtet worden. Doch mittlerweile ist klar, dass weitere Hitzewellen und Trockenperioden folgen werden. Die Frage ist nur, wann wir damit konfrontiert sein werden und wie heftig sie ausfallen. Was diese Häufung letztlich bedeutet, ist für viele Bereiche und Sektoren noch nicht wirklich abschätzbar. Eine besondere Beachtung ist auch den kritischen Infrastrukturen wie etwa der Trinkwasserversorgung, dem Verkehr oder der Energie- und Güterversorgung zu schenken.

Klar ist aber, dass wenn verschiedenste Bereiche von Veränderungen betroffen sind und diese miteinander in einem Zusammenhang stehen, Lösungen nur erzielt werden können, wenn auch alle mitwirken und ihr Wissen zur Verfügung stellen.

2 Hitze und Trockenheit im Sommer 2018

Temperatur, Hitze und Niederschlag

2018 erlebten die Menschen in der Schweiz nicht nur das wärmste Sommerhalbjahr von April bis September, seit Temperaturen systematisch aufgezeichnet werden. Wie MeteoSchweiz ermittelte, war es auch das wärmste Jahr seit Messbeginn. Sehr warme Jahre häufen sich. Nach 2015 waren viele Landesteile auch wieder von einer mehrtägigen Hitzewelle betroffen. Begleitet wurde die Wärme von ausserordentlich geringen Niederschlägen. Von April bis September fiel landesweit 31 Prozent weniger Regen als sonst üblich. In Teilen der Ostschweiz betrug das Defizit sogar 40 Prozent. Einen Blick in die Zukunft wagen die Klimaszenarien CH2018. Sie bilden in den nächsten Jahren eine wichtige Grundlage für Massnahmen zur Anpassung an den Klimawandel.

2018 war in verschiedener Hinsicht ein Jahr der Superlative. Bei zehn von zwölf Monaten lagen die durchschnittlichen Temperaturen deutlich über der Norm der Jahre 1981 bis 2010 (vgl. Abb. 3, S. 11). Nur der Februar und der März waren kühler als sonst. Sechs Monate wiesen mit plus zwei oder mehr Grad gar Temperaturabweichungen im extremen Bereich auf. Für das ganze Jahr lag die Temperatur 1,5 Grad Celsius über der Norm der Jahre 1981 bis 2010. Die von MeteoSchweiz ermittelte durchschnittliche Jahrestemperatur der Schweiz erreichte fast 7 Grad. 2018 ist somit das wärmste Jahr seit Messbeginn. Zudem ist es seit 2011 bereits das vierte Jahr mit neuen Jahresrekorden.

Das wärmste Sommerhalbjahr seit Messbeginn

Zu den Monaten mit deutlichem Wärmeüberschuss zählten neben dem Januar der April, Juni, Juli, August und

Abb. 1: Das ausgetrocknete Flussbett der Töss in Wila am 26. Juli 2018

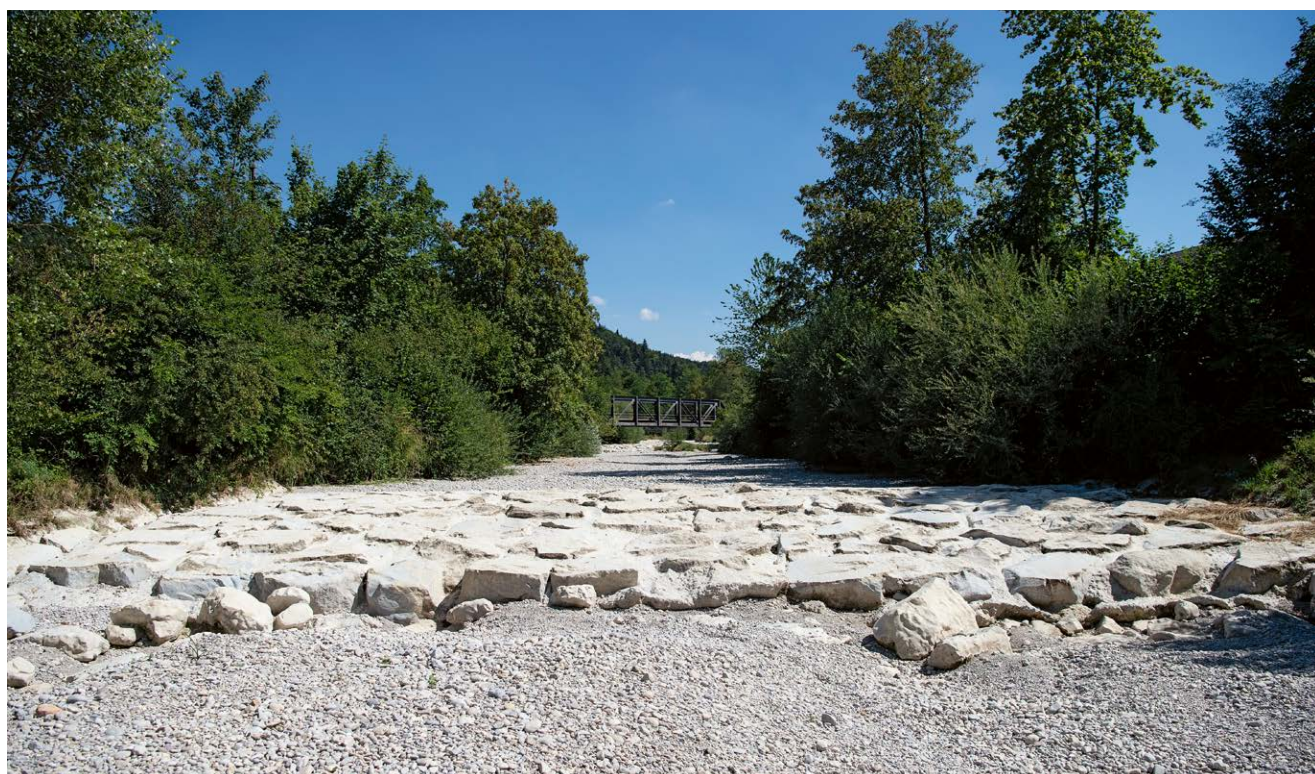
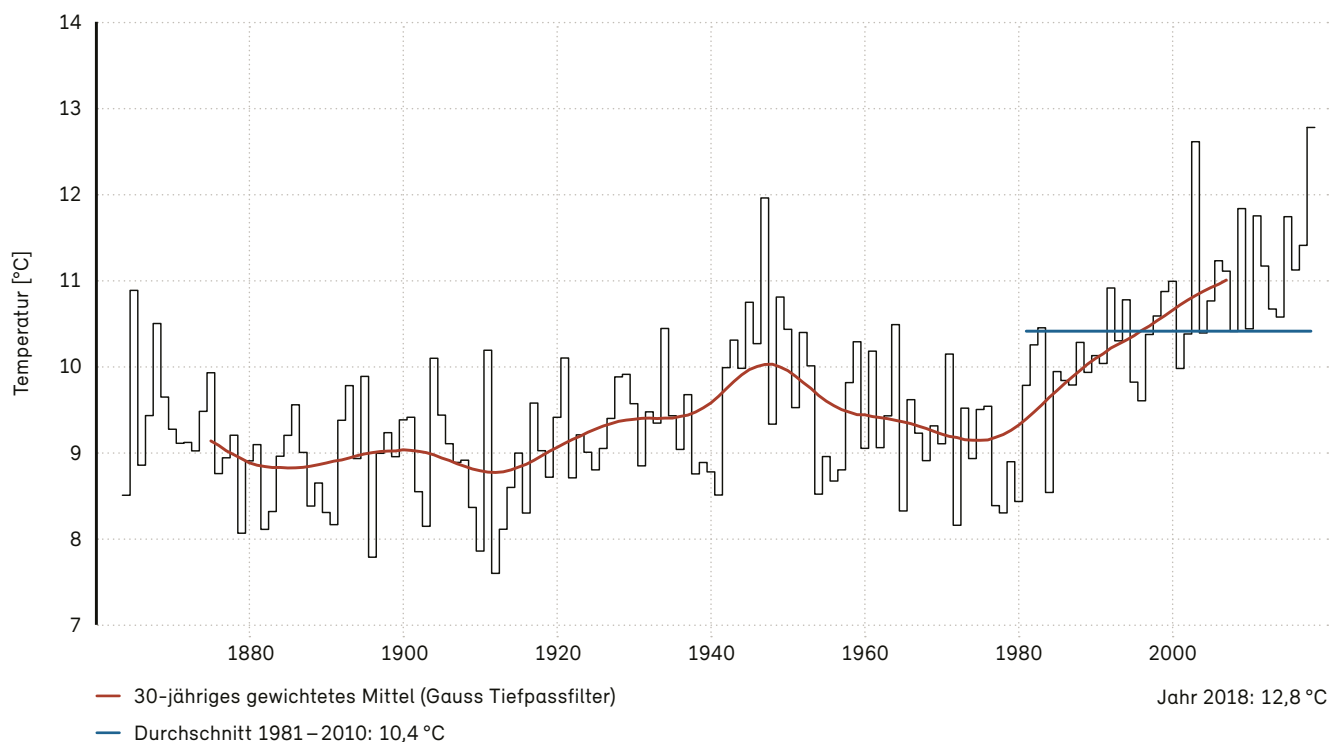


Abb. 2: Durchschnittstemperaturen Sommerhalbjahr

Durchschnittstemperatur der Periode April bis September im landesweiten Mittel von 1864 bis 2018. Die rote Linie zeigt das gleitende 30-jährige Mittel, die blaue Linie die Norm 1981 bis 2010, welche 10,4 Grad Celsius beträgt.



Hitzewarnungen von MeteoSchweiz

Lufttemperatur, Sonneneinstrahlung, relative Luftfeuchtigkeit und Wind beeinflussen das Hitzeempfinden. Bei tiefer relativer Luftfeuchtigkeit ertragen die Menschen Hitze besser. Deshalb stützt sich MeteoSchweiz bei den Hitzewarnungen auf eine berechnete Grösse aus Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit ab. Dieser sogenannte Hitzeindex ist ein Mass für die gefühlte Temperatur.

Gefahrenstufe 3 und 4 lösen eine Hitzewarnung aus:

- Gefahrenstufe 3 bedeutet eine erhebliche Gefahr: Der Hitzeindex überschreitet den Wert 90 während voraussichtlich mindestens dreier Tage.
- Gefahrenstufe 4 bedeutet grosse Gefahr: Der Hitzeindex überschreitet den Wert 93 während voraussichtlich mindestens fünf Tagen.

September. Deshalb war mit einem Plus von 2,4 Grad Celsius auch das Sommerhalbjahr von April bis September so warm wie noch nie. Die Abweichung von der normalen Durchschnittstemperatur war 2018 in der ganzen Schweiz mehr oder weniger gleich stark ausgeprägt. Die Alpensüdseite erlebte zudem den wärmsten Herbst seit Beginn der Aufzeichnungen.

Die eigentlichen Sommermonate Juni, Juli und August erreichten mit einer Durchschnittstemperatur von landesweit 15,3 Grad hingegen nicht ganz die Spitzenwerte der Jahre 2003 und 2015. Nur die Sommermonate betrachtet, bleibt der Hitzesommer 2003 an der Spitze. Der Trend zu immer wärmeren Sommern ist bemerkenswert. Bis zur Jahrtausendwende galten Sommer mit einer Durchschnittstemperatur von über 14 Grad als extrem und 15 Grad wurde nie überschritten. Der frühere Durchschnittssommer mit etwa 12 Grad aus der Normperiode 1961 bis 1990 kommt im aktuellen Schweizer Klima hingegen nicht mehr vor.

Ausgeprägte Hitzewellen und viel Sonnenschein

Ende Juli / Anfang August herrschten in der Schweiz mehr-tägige Hitzewellen. Auf der Alpennordseite begannen die Tage mit Höchstwerten von mehr als 30 Grad am 30. Juli. Die Hitzeperiode dauerte zehn Tage und bescherte den tieferen Lagen Maximaltemperaturen von 32 bis 34 Grad. In Basel, Zürich und Luzern war es die dritt- oder viertintensivste Zehntages-Hitzewelle seit Messbeginn. Im Hitzesommer 2003 wurden in diesen Städten 34 bis 37 Grad erreicht. Für Genf ermittelte MeteoSchweiz mit 33,1 Grad den sechsten Rang einer zehn Tag dauernden Hitzeperiode seit Messbeginn in der Rhonestadt. 2015 lag der Wert bei 34,5 Grad, 2003 bei 36,5 Grad. Insgesamt sind im Sommer 2018 jedoch weniger Hitzetage gezählt worden als 2003 und 2015.

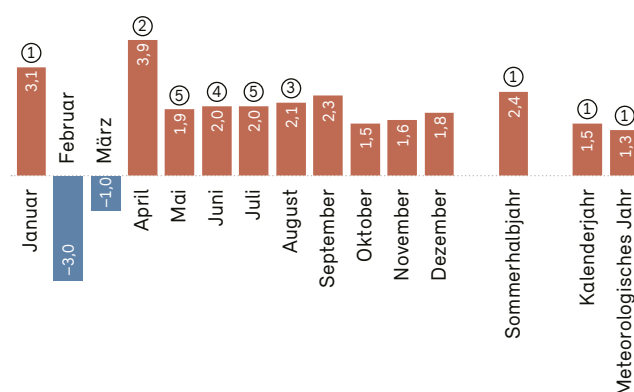
Im Süden der Schweiz stieg die Temperatur bereits ab dem 22. Juli regelmässig über 30 Grad. Während der

Abb. 3: Monatstemperaturen in Abweichung der Norm

Das Jahr 2018 im Überblick: Landesweit gemittelte Temperatur der Monate, des Sommerhalbjahres von April bis September und des Kalenderjahres als Abweichung zur Norm 1981 bis 2010.

Die Rangierungen sind mit eingekreisten Zahlen angegeben

(① = wärmster Januar seit Messbeginn 1864).



Klimaszenarien CH2018

Die neuen Klimaszenarien CH2018 zeigen auf, wie sich das Klima und die Häufigkeit und Stärke von Extremereignissen nach dem neusten Wissensstand verändern werden. Sie bilden damit eine wesentliche Grundlage für die Anpassung an den Klimawandel.

Nach dem heissen und trockenen Sommerhalbjahr 2018 passte das Timing perfekt: Im November präsentierten das Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz und die ETH Zürich unter Mitwirkung der Universität Bern und ProClim die neuen Klimaszenarien CH2018. Diese zeigen die möglichen Veränderungen um das Jahr 2060 und darüber hinaus gegenüber dem Referenzzeitraum 1981 bis 2010 auf. Die Basis für die Klimaszenarien bildet der technische Grundlagenbericht, der den aktuellen Stand der Wissenschaft berücksichtigt. 39 Autorinnen und Autoren waren an der wissenschaftlichen Erarbeitung der Klimaszenarien beteiligt (vgl. Interview S. 14).

Die wichtigsten Ergebnisse: Die Schweiz wird trockener, heisser, schneeärmer und ist künftig mit heftigeren Niederschlägen konfrontiert. Die mittlere Regenmenge nimmt im Sommer ab, während die Verdunstung mit stei-

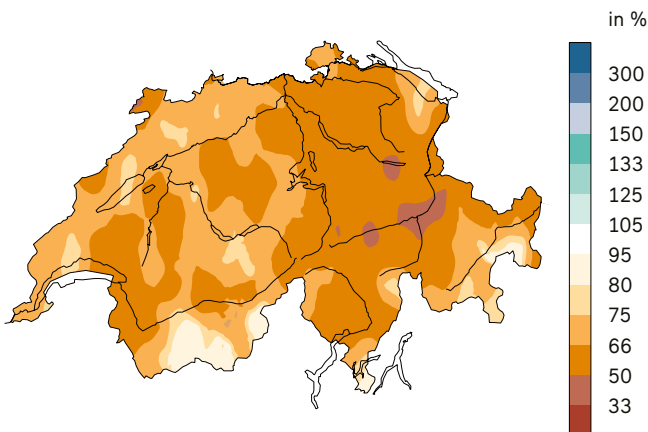
gender Temperatur zunimmt. Entsprechend werden die Böden trockener. Hitzewellen werden häufiger und extremer. Einzelne Starkniederschläge werden intensiver ausfallen als heute. Die Winter werden deutlich wärmer. Die winterliche Nullgradgrenze steigt und die Schneebedeckung in tiefen Lagen nimmt ab. Die Klimaszenarien zeigen aber auch, dass die erwarteten Veränderungen deutlich moderater ausfallen, wenn der weltweite Treibhausgasausstoss zukünftig rasch sinkt.

MeteoSchweiz hat das Mandat des Bundesrates, regelmässig Klimaszenarien zu erstellen. In diesem Rahmen sind die Klimaszenarien CH2018 entstanden. Sie liefern Entscheidungsträgern Planungsgrundlagen für den Klimaschutz und für Anpassungen an den Klimawandel. Die Szenarien richten sich an die Bedürfnisse von Nutzern und Nutzerinnen aus Verwaltung, Politik und Wirtschaft und sind für die Anwendung anschaulich aufbereitet.

Herausgeberin ist das National Centre for Climate Services NCCS. Auf der neuen Webplattform sind die Klimaszenarien für alle Interessierten zugänglich: www.klimaszenarien.ch und www.nccs.ch

Abb. 4: Niederschlagsdefizit im Sommerhalbjahr

Die Niederschlagsmenge von April bis September 2018 in Prozent der Norm 1981 bis 2010.



18 Tage dauernden Hitzewelle lag die mittlere Maximaltemperatur bei 32,6 Grad. Es war damit die drittintensivste derart lange Hitzeperiode seit 1935, als MeteoSchweiz in Locarno-Monti mit den Messungen begonnen hatte. In den Jahren 2003 und 2015 erreichten die entsprechenden Werte 32,8 respektive 33,1 Grad.

Aufgrund der städtischen Hitzeinseln registrierten die Städte auch mehr Tropennächte als das Umland. In Zürich etwa sanken die Temperaturen je nach Messstandort in 15 bis 18 Nächten nicht mehr unter 20 Grad. Bereits im nahen Umland verschwindet der Hitzeinseleffekt. Bei der ausserhalb der Stadt gelegenen Messstation in Zürich-Affoltern gaben die Thermometer keine Tropennächte mehr an. 2015 zählte man in Zürich ungefähr zehn Tropennächte mehr als 2018 (vgl. Abb. 5, S. 13).

Für die Menschen, die viel Sonnenschein mögen, war es ein sehr gutes Jahr. In Genf war es mit 908 Sonnenstunden der sonnigste Sommer seit Beginn der Messreihe 1897. Im Sommer 2003 lag der Wert fast bei 900 Sonnenstunden. Auch in Basel übertraf der Sommer 2018 mit 835 Sonnenstunden denjenigen von 2003 um eine Sonnenstunde.

Markantes Niederschlagsdefizit

Begleitet wurde die Wärme von einer ausserordentlichen Regenarmut. Von April bis September fielen landesweit 31 Prozent weniger Regen als sonst üblich. 2003 war

Städtische Hitzeinseln

Die Temperatur in Städten ist allgemein höher als im Umland. Dieser Effekt wird als städtische Hitzeinsel bezeichnet. Die vergleichsweise stärkere Bebauung führt zu einem anderen Wärme- und Wasserhaushalt. Der Effekt der städtischen Hitzeinsel zeigt sich vor allem am Abend und während der Nacht. Die Wärme wird in Städten länger gespeichert und nur langsam abgegeben, wodurch sie sich langsamer abkühlen. Tagsüber macht sich der Effekt deutlich weniger bemerkbar.

In einem aktuellen Bericht wertete MeteoSchweiz die Daten des Sommers 2015 von verschiedenen Messstationen in den Städten Basel, Bern, Genf und Zürich aus. Interessant sind die Ergebnisse zu den Tropennächten mit über 20 Grad. Am meisten solche Nächte sind in Basel registriert worden (34 bis 40 Nächte), gefolgt von Zürich (25 bis 28 Nächte), Genf (22 bis 24 Nächte) und in Bern (20 Nächte). Die Messstationen von MeteoSchweiz, die etwas ausserhalb der Städte liegen, registrierten deutlich weniger Tropennächte. Die im Bericht ermittelten Werte aus den Städten des Mittellands sind vergleichbar mit denjenigen im Tessin. Im Sommer 2015 sind bei den Messstationen in Locarno 29 und in Lugano 28 Tropennächte registriert worden.

Dem Thema der Hitze in Städten und einer klimaanangepassten Siedlungsentwicklung widmet sich auch ein aktueller Bericht der Bundesämter für Umwelt und für Raumentwicklung (vgl. Kapitel Literatur, S. 89).

das Defizit mit 28 Prozent etwas geringer als 2018 gewesen. Das Niederschlagsdefizit war 2018 nicht in allen Landesteilen gleich ausgeprägt. Vor allem in der Ostschweiz zwischen dem Zürich-, Walen- und Bodensee regnete es besonders wenig. Mit 40 Prozent weniger Regen im Vergleich zur sonst üblichen Niederschlagsmenge war es die Periode mit den drittwenigsten Niederschlägen seit 1864.

Extrem niederschlagsarm waren vor allem der April, Juni und Juli mit verbreitet lediglich 20 bis 40 Prozent der sonst üblichen Niederschläge. Im Mai gab es etwas

mehr Niederschlag. Infolge der häufigen Gewitterlagen unterschieden sich die Niederschlagsmengen jedoch kleinräumig. So verzeichnete man etwa in der Region Basel im Mai überdurchschnittliche Regenmengen, worauf es im Juni und Juli dann sehr wenig Niederschlag gab. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass in einigen Regionen der Schweiz im Sommerhalbjahr 2018 (April bis September) weniger Regen fiel als in den extremen Jahren 2003 und 2015.

Spärlich blieb der Regen auf der Alpennordseite bis in den Herbst hinein. Insbesondere in der Ostschweiz wurde das massive Regendefizit von April bis November zu einem Jahrhundertereignis. Dies hatte unter anderem auch Auswirkungen auf die Wasserführung im Rhein; die Situation für die Rheinschifffahrt spitzte sich im Herbst immer mehr zu. Erst die Niederschläge im Dezember brachten etwas Entspannung. Auf der Alpensüdseite gab es hingegen bereits im Oktober reichlich Niederschlag, der am Lago Maggiore sogar zu Hochwasser führte.

Hartnäckige Trockenheit

Trockenheit ist mehr als Niederschlagsarmut. Sie ist als Wasserverfügbarkeit im Boden definiert, weshalb der Verdunstung eine entscheidende Rolle zukommt. Ein Mass

für die Trockenheit ist die Wasserbilanz, die Differenz von Niederschlag und Verdunstung. Sind die Werte der Wasserbilanz positiv, gelangt durch Niederschlag mehr Wasser in den Boden, als aus ihm verdunstet. Bei negativen Werten hingegen trocknet der Boden aus, weil mehr Wasser verdunstet als dem Boden zugeführt wird. Gemäss Berechnungen von MeteoSchweiz kamen stark negative Wasserbilanzen vor allem in der Ostschweiz vor.

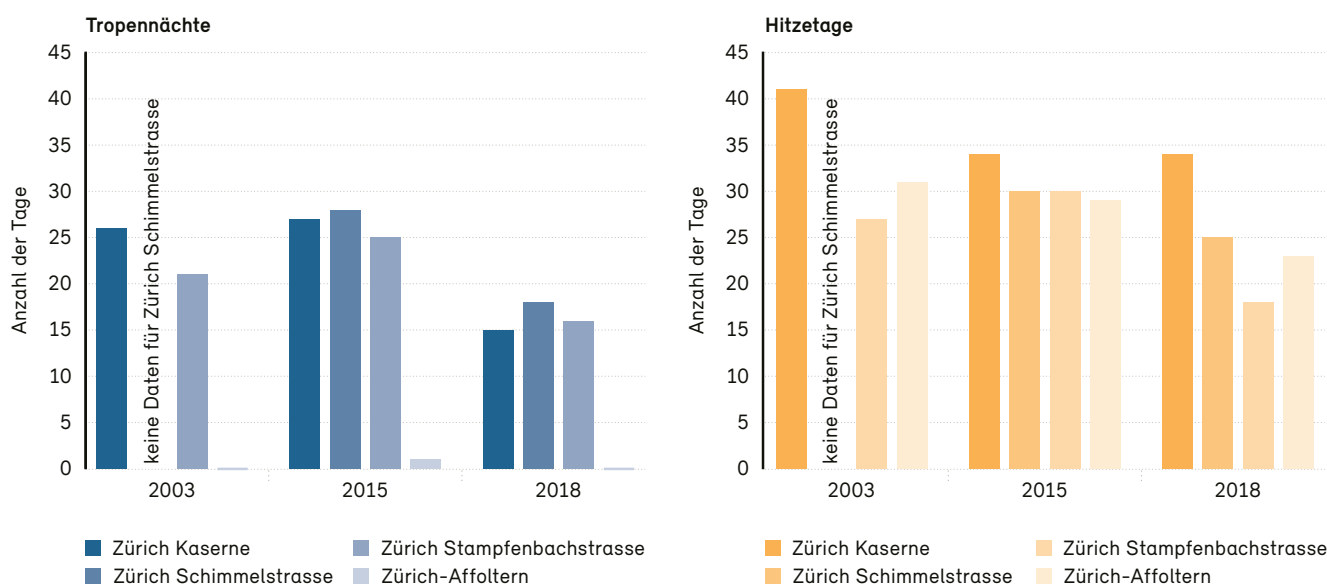
Fast ganz Europa und auch andere Kontinente betroffen

Von Hitze und Trockenheit waren 2018 auch zahlreiche andere Länder Europas betroffen. So fielen beispielsweise in Deutschland im Sommer lediglich 54 Prozent der sonst üblichen Regenmenge der Referenzperiode 1981 bis 2010. Noch etwas weniger Regen gab es 1911. Gemäss dem Dürremonitor des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung in Leipzig waren der Sommer und Herbst 2018 trockener als in allen bisherigen Jahren, seit 1951 Daten erhoben werden. Die letzte grossflächige Dürre herrschte in Deutschland 1976.

In Schweden brannten im Sommer die Wälder, wie es bisher noch nicht vorgekommen war. In Griechenland kamen im Juli bei einem Waldbrand, der eine Siedlung in der Nähe

Abb. 5: Tropennächte und Hitzetage

Anzahl Tropennächte und Hitzetage in Zürich-Affoltern (Stadttrand) und an den Stationen der Innenstadt in Zürich während der Monate Juni, Juli und August im Vergleich der drei Hitzesommer 2003, 2015 und 2018 (für die Station Zürich Schimmelstrasse gibt es keine Daten 2003).



von Athen verwüstete, fast hundert Menschen ums Leben. Die Bilder erschütterten die Menschen in Europa. Es war in jenen Tagen, als in der Schweiz die Behörden Feuerverbote anordneten. In Italien war hingegen das Jahr 2017 bezüglich der Dürre noch extremer. Italienische Klimatologen bewerten 2017 als das trockenste Jahr seit zwei Jahrhunderten.

Als in der Schweiz im Herbst die Waldbrandgefahr nicht mehr so ausgeprägt war, kam es im Norden Kaliforniens zu verheerenden Waldbränden. Sie forderten viele Todesopfer und gelten als die bisher zerstörerischsten Brände in der Geschichte Kaliforniens. Zur selben Zeit litten grosse Teile Australiens unter einer schlimmen Dürre.

«Als ich die Ergebnisse sah, dachte ich, wir hätten uns verrechnet»

Erich Fischer ist Klimawissenschaftler an der ETH Zürich und wirkte als Hauptautor des Kapitels über die Klimaextreme im Bericht der neuen Klimaszenarien mit. Im Gespräch äussert er sich über die Fortschritte gegenüber den Klimaszenarien aus dem Jahr 2011.

Wie haben Sie den Sommer 2018 selbst erlebt?

In der Freizeit mag ich hohe Temperaturen. Doch wenn es zu viel ist, wird es mühsam. So konnte ich im Sommer 2018 über Mittag oder am Abend beispielsweise kaum mehr joggen gehen. Und in unseren südexponierten Büros war es viel zu heiss, um konzentriert arbeiten zu können. Viele von uns verlegten den Arbeitsplatz in kühlere Gebäudeteile, etwa in die Bibliothek.

Wo gibt es im Vergleich zu den 2011 veröffentlichten Klimaszenarien die grössten Fortschritte?

Ein wichtiger Fortschritt betrifft die Aussagen zu den extremen Ereignissen wie Starkniederschlägen, Hitzeperioden oder Trockenheit. Bereits 2011 gingen wir von einer Zunahme aus. Die Aussagen dazu waren aber primär qualitativ. Aufgrund der besser aufgelösten Modelle, feinmaschigeren Informationen und des besseren physikalischen Prozessverständnisses sind wir heute in der Lage, die wahrscheinlichen Veränderungen auch zu quantifizieren. Zum Teil bestätigen uns inzwischen auch die beobachteten Veränderungen. Deshalb haben wir in die Aussagen ein höheres Vertrauen als noch vor einigen Jahren. Neu ist auch, dass wir erstmals zwischen trockener und feuchter Hitze unterscheiden können. Das ist entscheidend, weil sich trockene und feuchte Hitze unterschiedlich auf die Menschen auswirken. Bei hoher Feuchtigkeit kann der Mensch die Körpertemperatur weniger gut über das Schwitzen regulieren.

Was hat Sie bei den Ergebnissen besonders überrascht?

Überrascht war ich von der Zunahme der Hitzetage mit über 30 Grad Celsius um das Drei- bis Fünffache. Bei einer Entwicklung ohne Klimaschutzmassnahmen steigen diese in Luzern von heute durchschnittlich 6 auf 17 bis 38 Tage in 40 Jahren, in Magadino von heute 12 auf 30 bis 50 Tage. Man muss weit in Europas Süden, bis man eine Stadt findet, die heute so viele Hitzetage zählt, wie es im Jahr 2060 vielleicht in Magadino sein werden. Diese Stadt ist beispielsweise Valencia in Spanien mit ihrem typischen Mittelmeerklima. Eine weitere Überraschung war der starke Anstieg der Nullgradgrenze im Winter. Diese lag Ende des 19. Jahrhunderts bei 400 bis 500 m ü. M. (z. B. Zürich). Heute erreicht sie bald 900 m ü. M. (z. B. Einsiedeln) und könnte ohne Klimaschutz im Jahr 2060 auf 1600 m ü. M. klettern (z. B. Davos). Als ich die Ergebnisse sah, dachte ich erst, wir hätten uns verrechnet.

Wenn die Durchschnittswerte steigen, bedeutet dies, dass im Vergleich zu heute die Extreme noch extremer werden?

Ja, das stimmt für Hitzeextreme und Starkniederschläge. Die Temperaturen der heissesten Tage nehmen stärker zu als der Jahresdurchschnitt. Der aussergewöhnliche Sommer 2018 kann man sich als typischen Sommer in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts vorstellen. Mit anderen Worten: Ohne Klimaschutzmassnahmen wird der ausserordentliche Sommer um 2060 noch extremer sein als 2018. So kann auf der Alpennordseite die Temperatur an den heissesten Tagen verbreitet auf 40 Grad steigen.

Luftbelastung

Schöne Sommertage sind oft mit hohen Ozonkonzentrationen in der Luft verbunden. Ozon beeinträchtigt die Lungenfunktion und kann zu Atemwegserkrankungen führen. Im Sommer 2018 kam es zu mehr Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes des Ozon-Stundenmittels als im Mittel der letzten fünf Jahre. Sehr hohe Werte wurden allerdings etwas weniger oft erreicht als 2015. Erfreulich ist, dass die Ozonkonzentrationen in der ganzen Schweiz deutlich geringer waren als im Hitzesommer 2003 und in den 1990er-Jahren. Weitere Anstrengungen zur Reduktion des sommerlichen Ozons sind aber weiterhin nötig.

Während im Winter die Luft insbesondere durch Feinstaub verschmutzt ist, sind es im Sommer vor allem die hohen Ozonwerte, die Anlass zur Sorge geben. Das farblose Ozon (O_3) schützt in der Stratosphäre das Leben auf der Erde vor der schädlichen UV-Strahlung. In den bodennahen Luftschichten der Troposphäre wirkt es hingegen

als Treibhausgas. Ozon schädigt die Atemwege beim Menschen, kann das Wachstum der Vegetation vermindern und Materialien angreifen.

Ozon und Sommersmog

Während Schönwetterlagen kommt es oft zu erhöhten Ozonkonzentrationen in der Luft. Ozon ist das Produkt photochemischer Reaktionen aus Stickoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen in der Luft bei hoher Sonneneinstrahlung. Die Vorläuferschadstoffe stammen vorwiegend aus dem Verkehr und der Industrie. Dieser Sommersmog bildet sich nur an sonnigen Tagen. An windstillen Tagen mit gleichzeitig hohen Temperaturen und intensiver Sonneneinstrahlung werden daher die höchsten Ozonkonzentrationen gemessen.

Die Ozonkonzentrationen werden in Mikrogramm pro Kubikmeter ($\mu g/m^3$) angegeben. Der Immissionsgrenzwert des Stundenwertes von $120 \mu g/m^3$ gemäss Luftreinhalte-Verordnung sollte höchstens einmal pro Jahr überschritten werden. Wird der Wert von $180 \mu g/m^3$ überschritten, erfolgt

Abb. 6: Sommersmog mit hohen Ozonwerten am 25. Juli 2018 im Südtessin

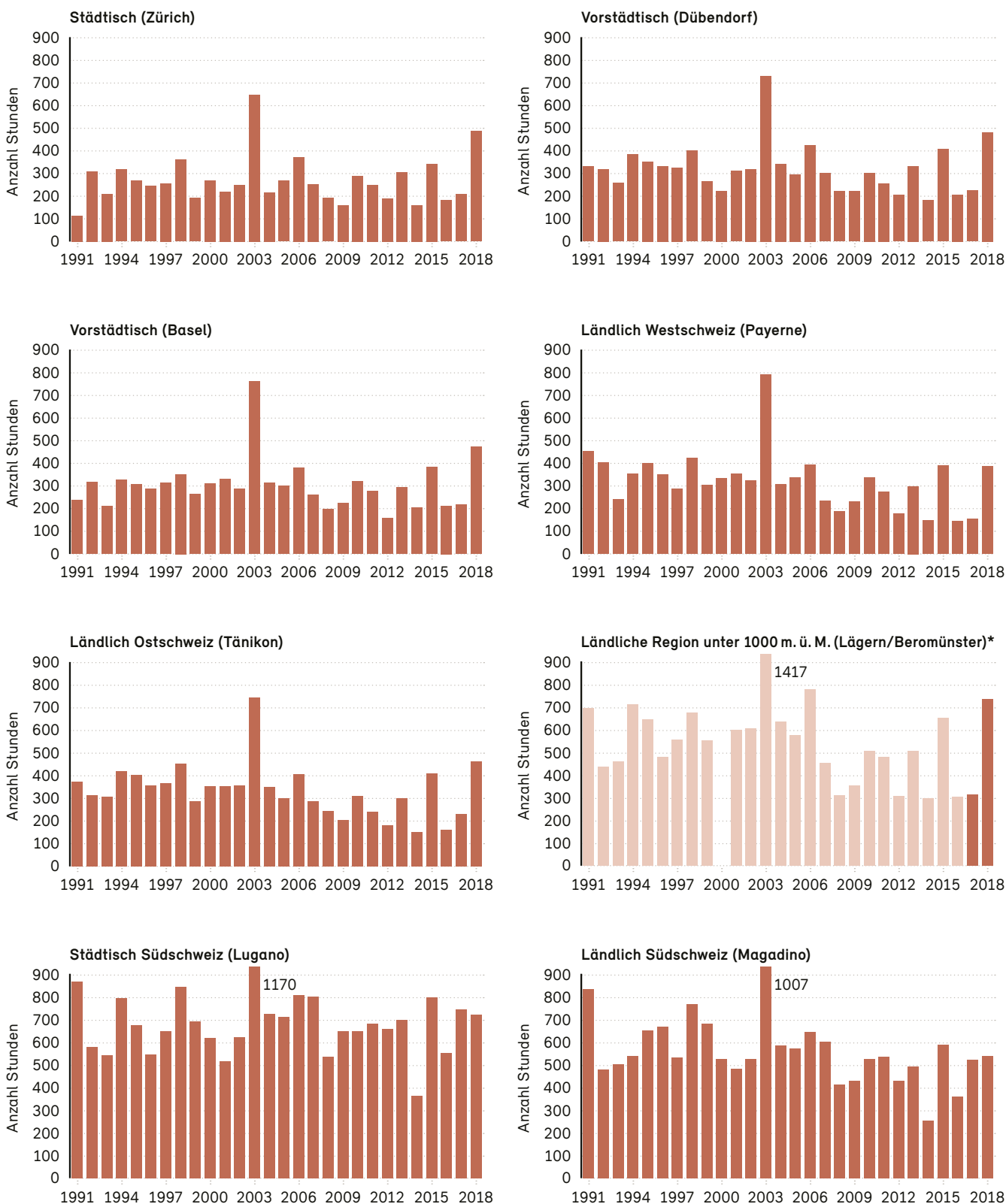
Blick von Castel San Pietro Richtung Chiasso. Die Autobahn in der Bildmitte befindet sich bereits in Italien.



Abb. 7: Ozonkonzentrationen im Jahresvergleich

Anzahl Stunden mit einer Ozonkonzentration grösser als $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Immissionsgrenzwert) an verschiedenen Messstationen des NABEL.

*Bis Ende 2016 Daten der Station Lägern (hellrot) und ab 2017 Daten der Station Beromünster (dunkelrot)



gemäss Beschluss der Bau-, Planungs- und Umweltdirektorenkonferenz der Kantone eine Information der Bevölkerung über die erhöhte Belastung. In der Luftreinhalte-Verordnung ist ein weiterer Grenzwert festgehalten: Der 98-Perzentilwert der Ozon-Halbstundenmittel eines Monats darf $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschreiten. Mit anderen Worten: 98 Prozent der Halbstundenmittelwerte eines Monats müssten eigentlich unter diesem Grenzwert liegen. Gerade im Sommer wird dieser Grenzwert in der ganzen Schweiz jedoch regelmässig überschritten.

Gemessene Werte 2018

Auf nationaler Ebene erfolgt die Überwachung der Luft durch das Nationale Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL). Im Sommer 2018 wurde der Immissionsgrenzwert des Ozon-Stundenmittels an den NABEL-Stationen deutlich häufiger überschritten als im Mittel der letzten fünf Jahre. Im Gegensatz zu den beiden Vorjahren kam es 2018 an vier Nabel-Stationen auf der Alpennordseite zu Werten über der Informationsschwelle von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Es waren aber weniger Überschreitungen aufgetreten als 2015. Die maximalen Stundenmittel blieben 2018 unter $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, während dieser Wert 2015 vereinzelt überschritten worden war.

In der Region Basel war im Jahr 2018 der Grenzwert von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ je nach Messstation an 257 bis 699 Stunden überschritten. Gegenüber dem Vorjahr wurden 2018 insgesamt rund doppelt so viele Stunden registriert, an denen der Grenzwert überschritten wurde. Im Vergleich zum Jahr 2015 waren die gemessenen Spitzenwerte in etwa gleich, die Anzahl Stunden über dem Grenzwert hingegen leicht höher. In den am stärksten belasteten Gebieten konnte im Sommer 2018 der Grenzwert an bis zu zwei Dritteln aller Tage nicht eingehalten werden.

Massnahmen zur Luftreinhaltung wirken

Die Ozonkonzentrationen waren in der ganzen Schweiz deutlich geringer als im Hitzesommer 2003, was dem Erfolg der Luftreinhaltungsmassnahmen zuzuschreiben ist. Weil die Grenzwerte aber immer noch regelmässig überschritten werden, sind weitere Anstrengungen nötig.

Auf der Alpensüdseite ist die Ozonbelastung generell deutlich höher als nördlich der Alpen (vgl. Kasten). Dieses Bild zeigte sich auch im Sommer 2018. Die Werte lagen

Spezielle Situation in der Südschweiz

Die Metropolitanregion Mailand ist mitverantwortlich für die vergleichsweise hohe Luftbelastung in der Südschweiz. «Viel Sonne und ein oft geringer Luftaustausch aufgrund der Topografie begünstigen die Bildung von Ozon in Sommer», sagt Mirco Moser vom Dipartimento del territorio des Kantons Tessin. An den Tessiner Messstationen sei 2018 der Ozon-Grenzwert für das Stundenmittel durchschnittlich an 699 Stunden überschritten worden. Das entspreche einer Zunahme von 15 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Die Anzahl der Werte von über $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, die eine offizielle Information auslösen, seien jedoch etwas geringer gewesen als 2017. Neu ist laut Mirco Moser, dass die Ozonwerte bereits im März und bis im Oktober, also während acht Monaten im Jahr, übermässig hoch seien. Wirkliche Verbesserungen der Luftqualität könnten nur durch eine weitere Reduktion der Vorläufersubstanzen von Ozon erzielt werden, sagt Moser.

Ein Schlüssel dafür ist unter anderem der Ausbau und die Benutzung des öffentlichen Verkehrs. Im Tessin ist das Angebot, auch grenzüberschreitend, in den letzten Jahren kontinuierlich verbessert worden. Die Inbetriebnahme des Ceneri-Basistunnels bringt ab 2020 eine deutliche Verkürzung der Fahrzeiten zwischen den Tessiner Regionen. Seit 2017 profitieren Gäste von Hotels, Jugendherbergen und Campingplätzen vom Ticino-Ticket, das die kostenlose Nutzung von Zug und Bus im Tessin, Misoix und Calancatal ermöglicht.

auf ähnlichem Niveau wie in den Vorjahren, aber ebenfalls deutlich unter denjenigen von 2003 und der 1990er-Jahre. Ein Vergleich der NABEL-Messstationen zeigt, dass die Ozonbelastung bezüglich der Anzahl Tage und Stunden, an denen der Grenzwert überschritten wird, im Tessin heute ungefähr so hoch ist wie auf der Alpennordseite im Spitzenjahr 2003.

Informationen:

www.bafu.admin.ch > Themen > Luft > Fachinformationen > Luftqualität in der Schweiz > Ozon – Sommersmog

Flüsse, Seen und Grundwasser

Ab dem Sommer war es augenfällig: Viele Flüsse führten nur noch wenig Wasser, einige trockneten sogar ganz aus. Auch in den Seen sanken die Wasserstände auf sehr tiefe Niveaus für den jeweiligen Monat ab. Die Niedrigwasserperiode 2018 hielt lange an. Besonders zu erwähnen sind die sehr hohen Wassertemperaturen in den Fliessgewässern. Sie erreichten vielerorts neue Rekorde. Auch beim Grundwasser hinterliess die Trockenheit ihre Spuren. Nachdem die Grundwasserspeicher im Frühling gut gefüllt waren, nahmen die Grundwasserstände während des Sommers an vielen Orten immer mehr ab. Teilweise verharteten sie bis Ende Jahr auf tiefem Niveau.

Im Frühling deutete noch nichts auf ein aussergewöhnliches hydrologisches Jahr hin. In den Bergen lag viel Schnee, dies im Gegensatz zu einigen schneearmen Wintern der Vorjahre. MeteoSchweiz registrierte bei den winterlichen Niederschlägen verbreitet ein Plus von 30 bis 75 Prozent gegenüber dem Durchschnitt der Jahre

1981 bis 2010. In vielen Gebieten im Wallis und einigen Regionen Graubündens gab es sogar doppelt so viel Schnee. Entsprechend generierte die Schneeschmelze hohe Abflüsse im warmen Frühling. Da aber über längere Zeit keine zusätzlichen Niederschläge fielen, gab es keine Hochwasserprobleme.

Wenig Wasser in den Flüssen

Ab April nahm die Wasserführung in den meisten Flüssen der Schweiz kontinuierlich ab. Ab Juli herrschte schliesslich eine ausgeprägte Niedrigwassersituation. Betroffen waren Bäche sowie kleinere und mittlere Flüsse. Stellenweise fielen Bachbette auch trocken. Wenig Wasser für die jeweilige Jahreszeit führten aber auch grössere Fliessgewässer wie Thur, Limmat, Reuss und Rhein sowie in geringerem Ausmass auch Aare und Ticino.

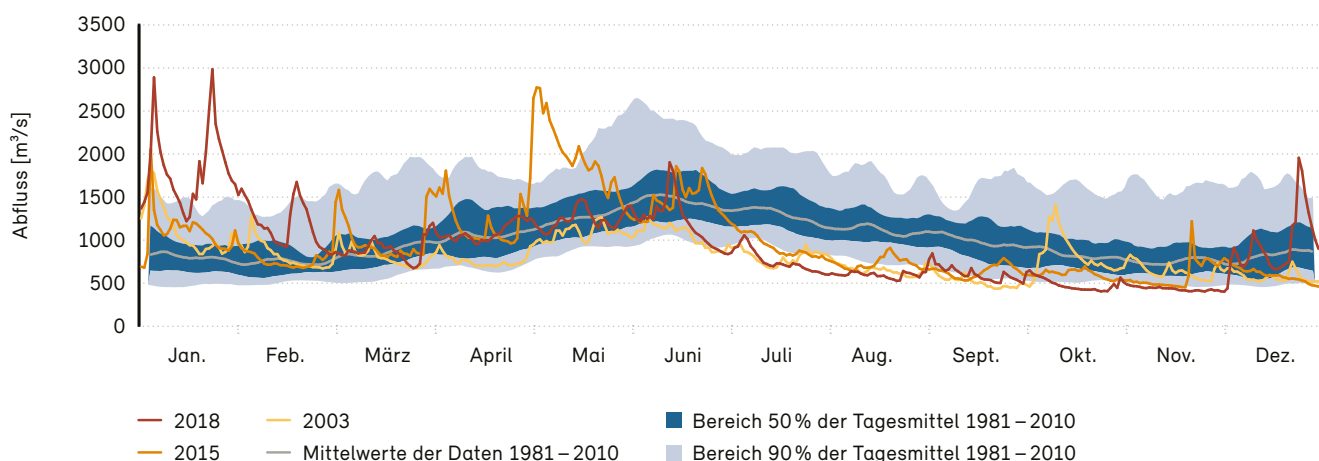
Ein etwas anderes Bild präsentierte sich bei Gewässern in Einzugsgebieten mit Gletschern. So wies beispielsweise die Massa bei Blatten (VS) aufgrund der ausgeprägten Gletscherschmelze in der Aletschregion Anfang August sogar Abflüsse im Bereich der Gefahrenstufe 3 (erheb-

Abb. 8: Der Lac des Brenets am Doubs im Neuenburger Jura im Oktober 2018



Abb. 9: Abfluss Rhein bei Basel in den Jahren 2018, 2015 und 2003

Tagesmittel 2018 der Abflussmengen des Rheins bei Basel im Vergleich zu den Tagesmitteln der langjährigen Normperiode 1981 bis 2010 sowie zu den Abflussmengen der Jahre 2003 und 2015. Innerhalb der hellblauen Fläche liegen 90 % der Tagesmittel, innerhalb der dunkelblauen Fläche liegen 50 % der Tagesmittel der Normperiode. Die dunkelgraue Linie zeigt die Tagesmittelwerte der Daten 1981 bis 2010.



liche Gefahr) auf. Die Simme bei Oberried/Lenk (BE) führte am 27. Juli nach dem Ausbruch des Lac de Faverges auf dem Plaine-Morte-Gletscher kurzzeitig Hochwasser. Das Phänomen ist seit 2011 jedes Jahr aufgetreten. Das Seevolumen nimmt aber wegen des Gletscherrückgangs und insbesondere in warmen Sommern laufend zu.

Im August wiesen die Fliessgewässer in fast der ganzen Schweiz sehr geringe Abflüsse auf, teilweise waren die Werte tiefer als 2003. Besonders wenig Wasser führten etwa die Lorze bei Zug, die Kleine Emme bei Emmen (LU) und die Wigger bei Zofingen (AG). Vereinzelte Niederschläge im September sorgten dafür, dass die Gewässer in der Ostschweiz vorübergehend wieder etwas mehr Wasser führten.

Aufgrund der warmen ersten Septemberhälfte blieben die Abflüsse in vergletscherten Gebieten erhöht, etwa im Einzugsgebiet der Rhone. Im Herbst verschärfte sich in der Westschweiz die Situation. Mitte September etwa waren grosse Teile des Lac des Brenets (NE), der durch den Doubs gespeist wird, trockengefallen. Die grossen Schweizer Flüsse erreichten ihre tiefsten Abflusswerte: der Alpenrhein im Oktober, die Aare unterhalb des Bielersees und der Hochrhein im November. Auch über den Rheinfall bei Neuhausen floss vergleichsweise wenig Wasser ab.

Vom Spätsommer bis Oktober war auch die Wasserführung der Flüsse auf der Alpensüdseite gering. Nach starken Niederschlägen Ende Oktober schollen die Flüsse jedoch rasch an und führten teilweise Hochwasser.

Ab Mitte Oktober spitzte sich die Situation für die Schifffahrt und den Gütertransport auf dem Rhein zu. Insbesondere die tiefen Wasserstände im deutschen Mittelrhein zwischen Mainz und Koblenz bildeten das Nadelöhr. Im Rhein bei Basel betrug der Abfluss mit 400 Kubikmeter pro Sekunde weniger als halb so viel wie im langjährigen Durchschnitt im Oktober und war damit leicht tiefer als 2003. Erst im Verlauf des Dezembers führte ausgiebiger Regen zu einer Entspannung der Lage.

Sehr tiefe Seestände

Die meisten Schweizer Seen verfügen beim Ausfluss über ein Wehr, mit dem sich der Wasserstand regulieren lässt. Im Juli wiesen die regulierten Seen zum Teil noch durchschnittliche Werte auf. Ausserordentlich tiefe Seestände für diese Jahreszeit hatten jedoch der Vierwaldstättersee, Zugersee und Zürichsee. Die beiden einzigen grösseren nicht regulierten Seen – der Bodensee und der Walensee – verzeichneten bereits ab Mitte Juni unterdurchschnittliche Pegel, und Anfang August waren die Wasserstände für diesen Monat extrem tief. Im weiteren

Einordnung des Niedrigwassers

Bei Niedrigwasserereignissen sind aus ökologischer und ökonomischer Sicht nicht nur die niedrigen Abflussmengen ausschlaggebend, die 2018 teilweise neue Rekordwerte erreichten, sondern auch die Dauer. Das Ereignis 2018 war vor allem auch hinsichtlich Dauer speziell. Die Niedrigwasserperiode erstreckte sich vom Sommer bis in den Winter hinein. Gemessen an der Anzahl Tage, an denen ein bestimmter Niedrigwasserschwellenwert unterschritten wurde, war 2018 für viele Fließgewässer extremer als 2003 und 2015. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts gab es aber Jahre mit ähnlich langen Perioden mit wenig Wasser (z. B. Rhein bei Basel 1947), aber auch solche mit noch längeren Perioden mit wenig Wasser (z. B. Rhein bei Basel 1949 und 1921). Für die Schifffahrt auf dem Rhein war 2018 auf jeden Fall ein extremes Jahr mit erheblichen Auswirkungen auf den Gütertransport (vgl. Kapitel Verkehrsinfrastruktur und Gütertransport, S. 63).

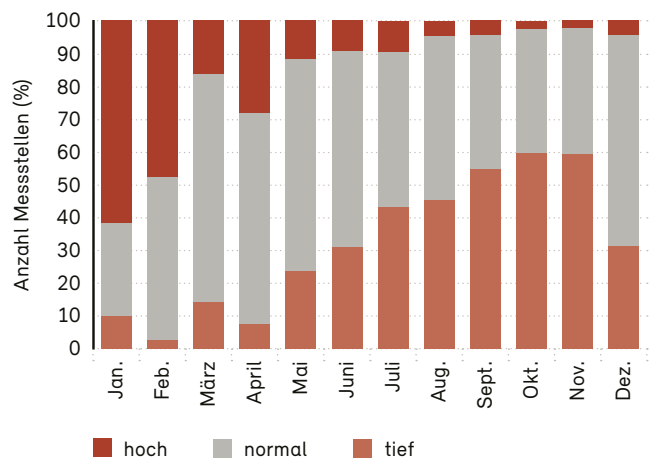
Ein anderer wichtiger Aspekt ist der Zeitpunkt des Niedrigwassers. In den Sommer- und Herbstmonaten wiesen die grossen Schweizer Seen im Vergleich zu anderen Jahren sehr tiefe Wasserstände auf, und die Flüsse und Bäche führten für die Jahreszeit wenig Wasser. Die Wasserstände und Abflüsse sinken jedoch fast jedes Jahr auf ein solches Niveau ab. Normalerweise aber nicht im Sommer und Herbst, sondern im Winter. Gerade bei den Fischen, die empfindlich auf warmes Wasser reagieren, wirkt sich wenig Wasser im Sommer, in Kombination mit hoher Sonneneinstrahlung und hohen Wassertemperaturen, deutlich negativer aus als im Winter, wenn die Wasserführung in der Regel auch gering ist.

Verlauf des Jahres gingen die Pegel der meisten Seen weiter zurück.

Mehrere Seen erreichten neue monatliche Tiefstwerte. Am Zürichsee wurde im August beispielsweise der tiefste Stand für diesen Monat seit 1951 gemessen. Auch der Greifensee zeigte im August den tiefsten Pegelstand seit

Abb. 10: Grundwasserstände und Quellaflüsse 2018

Anzahl Messstellen des NAQUA-Moduls QUANT mit tiefen, normalen und hohen Monatswerten für Grundwasserstand bzw. Quellafluss.



Messbeginn. Der Zugersee egalisierte am 22. August sogar den im Oktober 1947 registrierten absoluten Tiefstand seit 1930. Von der launischen Seite zeigte sich der Lago Maggiore: Ausgehend von einem tiefen Wasserstand, stieg der See ab dem 27. Oktober in nur elf Tagen um fast drei Meter und trat über die Ufer.

Sehr hohe Wassertemperaturen

Hohe Sonneneinstrahlung wirkt sich bei Gewässern insbesondere in Kombination mit Niedrigwasser stark auf die Wassertemperaturen aus. In wärmerem Wasser verringert sich der Sauerstoffgehalt. Steigen die Wassertemperaturen über 18 Grad Celsius, zeigen einige Fischarten Stresssymptome. Temperaturen über 25 Grad sind für einige Arten wie Forellen, Felchen oder Äschen lebensbedrohend. Im Juli 2018 stiegen die Temperaturen in den Schweizer Gewässern stark an. Anfang August waren die Wassertemperaturen vielerorts höher als in den Jahren 2003 und 2015. An 25 von 83 Temperaturmessstellen registrierten die Messstationen des BAFU neue Höchstwerte seit Messbeginn. An weiteren Stationen waren es neue Maxima für den Monat August.

Deutlich über 25 Grad kletterten die Wassertemperaturen an allen Messstationen am Rhein unterhalb des Bodensees. Im August setzte am Hochrhein ein Fischsterben ein (vgl. Kapitel Tiere und Pflanzen, S. 55 und Fokus Schaffhausen, S. 77). An der Aare stiegen die

Temperaturen ebenfalls auf hohe Werte. Die Kernkraftwerke in Mühleberg und Beznau mussten deshalb ihre Leistung zeitweise drosseln, um die zusätzliche Aufheizung des Flusswassers zu begrenzen. Auch in der Limmat bei Baden (AG), der Thur bei Andelfingen (ZH) und der Rhone beim Ausfluss aus dem Genfersee waren es mehr als 25 Grad. Bis in den Oktober hinein verharrten die Wassertemperaturen auf überdurchschnittlichem Niveau; sie erreichten aber nicht mehr den für Wasserlebewesen kritischen Bereich.

Tiefe Grundwasserstände

Im Frühling füllten die durch die Schneeschmelze gut genährten Alpenflüsse die Grundwasserspeicher in den Talebenen. Im Sommer wiesen die Grundwasserstände und Quellabflüsse aufgrund der geringen Niederschläge sinkende Tendenz auf. So waren sie im August vielerorts tief. Bis im Oktober nahmen sie weiter ab. Die anschließenden Niederschläge entspannten die Situation etwas. Bis Ende 2018 lagen immer noch einige Grundwasserstände und Quellabflüsse auf unterdurchschnittlichem Niveau. Eine Regeneration der Grundwasserspeicher ergibt es erst nach einer Periode mit viel Niederschlag oder einsetzender Schneeschmelze.

Hydrologisches Jahrbuch 2018

Detaillierte Informationen über die Gewässer sind im Hydrologischen Jahrbuch 2018 zusammengestellt (vgl. Kapitel Literatur, S. 89). Dieses liefert einen Überblick über das hydrologische Geschehen auf nationaler Ebene. Es zeigt die Entwicklung der Wasserstände und Abflussmengen von Seen, Fließgewässern und Grundwasser auf und enthält Angaben zu Wassertemperaturen sowie zu physikalischen und chemischen Eigenschaften der wichtigsten Fließgewässer der Schweiz.

Gletscher, Permafrost und Felsstürze

Der heisse Sommer 2018 setzte den Gletschern wiederum stark zu. Der Volumenverlust der Gletscher in der Schweiz wird auf 1400 Millionen Kubikmeter Eis geschätzt (1,4 Kubikkilometer). Dies entspricht rund 2,7 Prozent des aktuellen Gletschervolumens. Beim Permafrost zeigt sich nach einer ein- bis zweijährigen Pause eine erneute Erwärmung. Die Auftauschicht reichte an mehreren Beobachtungsstandorten so tief in den Untergrund wie noch nie. Eine der Folgen im hochalpinen Gebiet sind häufigere Felsstürze.

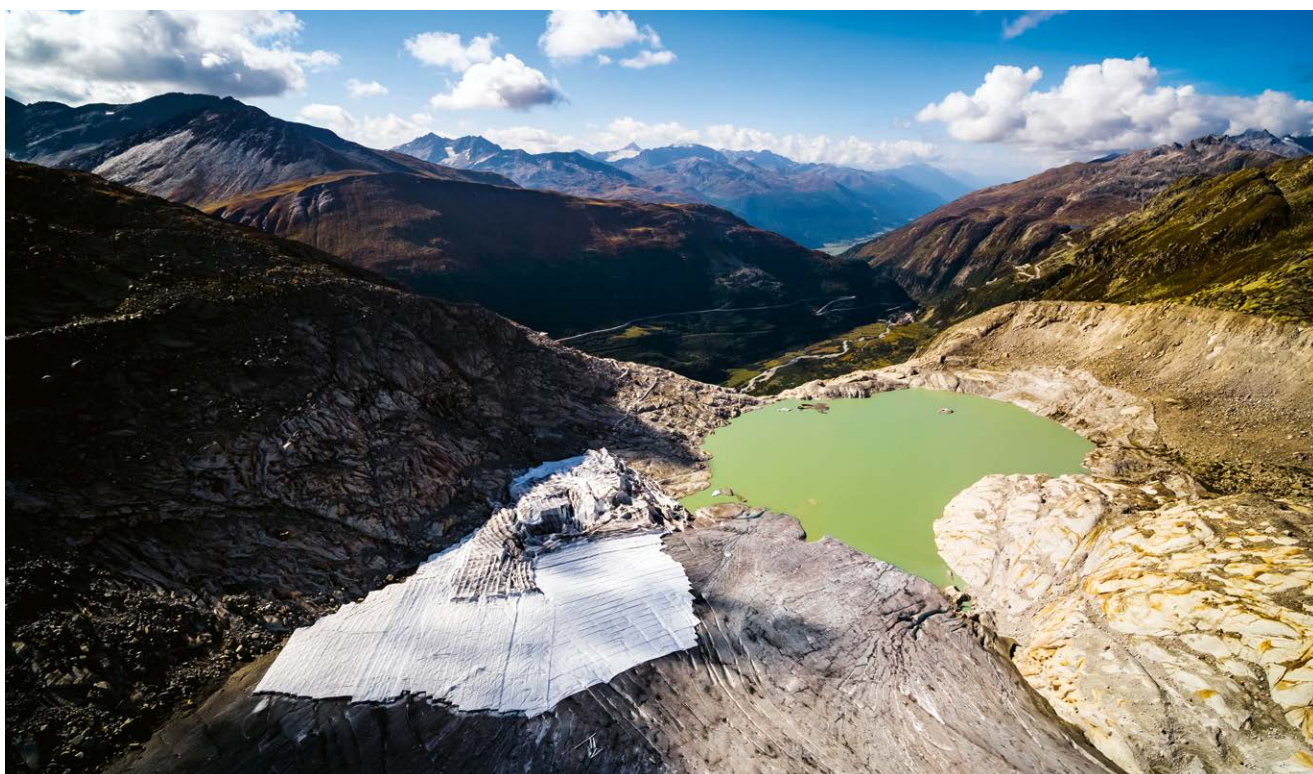
Hohe Temperaturen im Sommer wirken sich auf Gletscher und Permafrost aus. Aber auch die Schneemenge im vorangehenden Winter sowie allfällige sommerliche Neuschneefälle auf die Gletscher sind wichtige Einflussfaktoren für Veränderungen. Extremereignisse wie das warme und niederschlagsarme Sommerhalbjahr 2018 (April bis September) überlagern den generellen Trend zu höheren Temperaturen.

Erneut starke Gletscherschmelze

Betrachtet man die Massenbilanz, die Bilanz zwischen Zuwachs durch Schnee und Verlust durch Schmelze, so war der Sommer 2018 für die Gletscher ein schlechtes Jahr. Die hohen Temperaturen führten zu massiven Verlusten. Die grossen Schneemengen Anfang Jahr wirkten zwar etwas dagegen – ohne sie wäre die Schmelze noch um einiges dramatischer ausgefallen. Die Schweizer Gletscher verloren infolge der Häufung von Extremjahren im vergangenen Jahrzehnt rund ein Fünftel ihres Volumens.

Die Massenbilanz ist gemäss Messungen des Schweizerischen Gletschermessnetzes GLAMOS (Glacier Monitoring in Switzerland) bei 20 Gletschern in allen Landesteilen stark negativ. Im Frühling 2018 wurden teilweise noch Rekord-Schneehöhen auf den Gletschern gemessen. Mit bis zu 70 Prozent mehr Schnee als in früheren Jahren waren sie ausserordentlich gut eingeschneit. Doch die Hitze im Sommer liess das Eisvolumen dann doch deutlich schrumpfen. Viele Gletscher bürsteten 1,5 bis 2 Meter an mittlerer Eisdicke ein, teilweise auch deutlich mehr.

Abb. 11: Die Gletscherzunge des Rhonegletschers wird mit hellen Tüchern abgedeckt, um das Abschmelzen des Eises zu verzögern



Im südlichen Wallis fiel die Abnahme mit etwas weniger als einem Meter infolge des vielen Schnees etwas geringer aus.

Auf die rund 1500 Schweizer Gletscher hochgerechnet, wird der Verlust auf 1400 Millionen Kubikmeter Eis geschätzt. Das Gletschervolumen ist 2018 somit um über 2,7 Prozent gegenüber dem Vorjahr zurückgegangen. Die Häufung von Hitzesommern setzt allen Gletschern zu. Viele kleine Gletscher schmelzen in kurzer Zeit richtiggehend dahin.

Viel Schnee im Frühling, wenig im Sommer

Neben den Temperaturen und der Strahlung beeinflusst auch die Schneemenge die Massenbilanz der Gletscher. Von Dezember 2017 bis Januar 2018 gab es viel Schnee in den Alpen. Bis Ende März lag oberhalb von 2000 m ü. M. immer noch bis zu doppelt so viel Schnee wie üblich. In den warmen und trockenen Monaten April und Mai nahmen die Schneehöhen aber markant ab und erreichten – mit Ausnahme des südlichen Wallis – für die Jahreszeit normale Werte. Für die Gletscherschmelze ebenfalls wichtig ist, ob im Sommer oder im frühen Herbst in den hohen Lagen Neuschnee fällt. Im Sommer 2018 bedeckte jedoch kaum einmal Neuschnee die Gletscher. Auf dem Weissfluhjoch gab es zwischen dem 17. Mai und 4. September kein einziges Ereignis mit mehr als einem Zentimeter Neuschnee. Seit Messbeginn vor 81 Jahren gab es dort noch nie so wenig Sommer-Neuschnee.

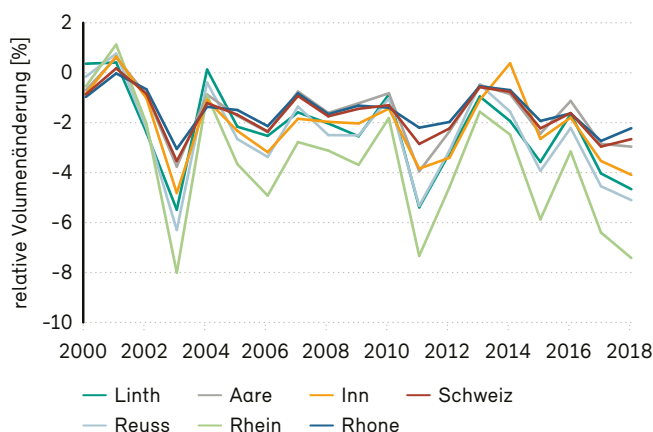
Vergleich zu früheren Jahren

Im Frühling 2015 lagen auf den Gletschern ebenfalls bedeutende Schneemengen, allerdings deutlich weniger als 2018. Anders als im Sommer 2018 bremsen damals aber Neuschneefälle im August und September die Gletscherschmelze. Insgesamt ergab sich im heissen Sommer 2015 aber dennoch ein Eisverlust von gut 1200 Millionen Kubikmetern, was einer Verminderung des Eisvolumens um 2,2 Prozent entsprach.

2017 war der Eisverlust nach einem schneearmen Winter und einem heissen Juni und August mit 1500 Millionen Kubikmetern (3 %) etwas höher als 2018. 2011 ergaben sich ähnlich hohe Eisverluste wie 2017. Die seit dem Jahr 2000 bisher stärksten Verluste bezogen auf die vorhandene Eismasse ergaben sich im Hitzesommer 2003.

Abb. 12: Gletscherschwund in der Schweiz

Relative Eisvolumenänderung der Schweizer Gletscher in Prozent gegenüber dem zu diesem Zeitpunkt vorhandenen Gesamtvolumen.



Schätzungen zufolge schmolzen damals gut 3,5 Prozent der damaligen Eisreserven.

Permafrost: Auftauschicht nimmt weiter zu

Der heisse Sommer führte zu einer Erwärmung des Permafrostes. Von Permafrost spricht man, wenn der Untergrund dauerhaft gefroren ist. In der Schweiz liegen solche Verhältnisse unterhalb etwa fünf Prozent der Landesfläche vor, typischerweise in schattigen und hochgelegenen Schutthalden und Felswänden oberhalb von 2500 m ü. M. Die klimatischen Bedingungen und die Topografie bestimmen, ob Permafrost vorhanden ist. Deshalb reagiert Permafrost sensibel auf Klimaveränderungen. Im Unterschied zu den Gletschern sind Änderungen beim Permafrost jedoch nicht direkt sichtbar und nur aufwendig messbar.

Ein Mass für Veränderungen beim Permafrost ist zum Beispiel die Mächtigkeit der Auftauschicht. Diese oberste Schicht des Bodens taut jeden Sommer auf. Die Messungen im Rahmen des Swiss Permafrost Monitoring Network (PERMOS) zeigen, dass der Untergrund am Stockhorn bei Zermatt im Sommer 2018 bis in eine Tiefe von 4,8 Metern auftaute, also deutlich tiefer als im Hitzesommer 2003, als 4,3 Meter registriert worden waren. Am gleichen Standort deuten die bisher tiefsten gemessenen elektrischen Widerstandswerte darauf hin, dass der Anteil an flüssigem Wasser im Permafrost zugenommen und damit der Eisgehalt abgenommen hat. Weiter wurden am Corvatsch

(GR), in Lapires (VS) und auf dem Schilthorn (BE) ebenfalls neue Rekorde gemessen. An fünf weiteren Standorten liegt die Mächtigkeit der Auftauschicht bei den bisherigen Rekordwerten. An den weiteren Standorten war die maximale Auftauschicht beim Zeitpunkt der Datenkollektion im Spätsommer noch nicht erreicht.

Verzögerte Reaktion in tiefen Schichten

Betrachtet man die längerfristige Entwicklung, so nimmt die Erwärmung des Permafrostes nach einer kurzen Pause in den Jahren 2016 und 2017 wieder ihren Lauf. In den Jahren von 2009 bis 2015 war die Erwärmung beträchtlich. Dann folgten je nach Standort ein bis zwei schneearme Winter, die infolge geringerer Isolation durch die Schneedecke in Schutthalden und Blockgletschern kurzfristig zu einer Abkühlung führten. Nun zeigen die tiefen Auftauschichten und die teilweise rekordhohen Temperaturen an der Oberfläche und den obersten Metern, dass sich der Trend zur Erwärmung fortsetzt. In tieferen Schichten erfolgt die Reaktion jedoch verzögert. Die sommerliche Hitze benötigt rund sechs Monate, um zehn Meter tief in den Boden vorzudringen. Deshalb zeigt sich der Einfluss des Sommers 2018 in grösseren Tiefen erst nach einiger Zeit.

Felsstürze und Steinschlag

Die Erwärmung des Permafrostes, das Wechselspiel von schmelzendem Eis und von Wasser, das in Gesteinsritzen eindringt und wieder gefriert, sowie der Druck des eindringenden Wassers führen potenziell zu Felsinstabilitäten. Zu Steinschlag und Felsstürzen kam es in hochalpinen Regionen auch im Sommerhalbjahr 2018. Weil die Felssturzereignisse aber nicht flächendeckend erfasst werden und keine jahrzehntelange Messreihe besteht, sind statistische Aussagen bezüglich eines Trends nicht möglich.

Rutschungen infolge Gletscherrückzugs

Rutschungen gehen in der Regel mit ausgiebigen Niederschlägen beziehungsweise Starkregenereignissen einher. Bei der Moosfluh beim Grossen Aletschgletscher hat die Rutschung jedoch eine andere Ursache. Durch den seit längerem stattfindenden Rückzug des Gletschers ist die Bergflanke instabil geworden und rutscht nun immer mehr ab. Mindestens 150 Millionen Kubikmeter Fels sind in Bewegung. 2018 bewegte sich der obere Teil etwa in

gleichem Tempo wie 2017, aber langsamer als 2016. Am unteren Rand stürzten im Jahr 2018 wie in den Vorjahren wiederum grössere Felsmassen auf die Gletscherzunge ab.

Informationen:

www.glamos.ch; www.permos.ch

Fokus

Tessin



Die 18 Tage dauernde Hitzewelle auf der Alpensüdseite ereignete sich während der Hauptferienzeit

Das Tessin hat die Hitzewelle 2018 gut gemeistert. Jüngere Menschen unterschätzen möglicherweise das gesundheitliche Risiko hoher Temperaturen. Bei der Bekämpfung der Tigermücke stellen sich Erfolge ein.

Das Tessin verspricht viel Sonne. Doch auf der Alpensüdseite kann es auch unangenehm heiss werden. Eine Analyse der klimabedingten Risiken und Chancen im Tessin identifizierte zunehmende Hitzewellen denn auch als bedeutendstes Risiko des Klimawandels für die Gesundheit der Bevölkerung. Im Hitzesommer 2003 nahm die Sterberate im Vergleich zum langjährigen Mittel um zwei Prozent zu, die Spitaleintritte um 33 Prozent.

Seither ist im Südkanton einiges in Bewegung gekommen. Die Gruppo operativo salute e ambiente (GOSA) umfasst Mitarbeitende verschiedener Departemente des Kantons sowie Fachleute aus dem Gesundheitswesen, der Wissenschaft und von MeteoSchweiz. Sie kümmert sich seit 2004 um die Themen Hitze, Ozon, Feinstaub und Luftbelastung in Innenräumen.

Spielen auch Ozon und Tropennächte eine Rolle?

Trotzdem stiegen bei der Hitzewelle 2015 die Anzahl der Todesfälle wieder deutlich an, wie Auswertungen des

Schweizerischen Tropen- und Public Health-Instituts (Swiss TPH) ergaben. Ein möglicher Grund dafür war die Kombination von Hitze und hoher Ozonbelastung der Atemluft (vgl. Kapitel Luftbelastung, S. 15). Eventuell spielte auch die relativ hohe Anzahl Tropennächte, in denen die Temperatur nachts nicht unter 20 Grad sinkt, eine Rolle.

Seit 2015 werden die sommerlichen Notfall-Spitaleintritte erhoben. «Wird ein Zusammenhang mit der Hitze vermutet, bekommen wir die Informationen», sagt Mattia Lepori von der Ente Ospedaliero Cantonale. Während im Sommer 2015 eine deutliche Zunahme der hitzebedingten Notfälle registriert worden war, ergab sich im Sommer 2018 keine Abweichung zu den beiden vorherigen Jahren. Aufhören lässt jedoch ein anderer Befund. «Unter den von Hitze betroffenen Menschen befanden sich 2018 auch einige jüngere Personen, deren Gesundheitszustand sonst unauffällig war», stellt Lepori fest. Ein Hinweis darauf, dass jüngere und gesunde Personen die Risiken der Hitze womöglich unterschätzen.

«Calura senza paura»

Die Auswertung der Todesfälle des Swiss TPH zeigt ebenfalls keine erhöhten Todesfallzahlen im Tessin während der Hitzewelle 2018. Ein Grund dafür könnte sein, dass die Spit-

zentemperaturen etwas weniger hoch waren als 2015. «Die Massnahmen waren grundsätzlich die gleichen», sagt Angelo Tomada, Koordinator der GOSA und Mitarbeiter im Team des Kantonsarztes. Doch die Kommunikation sei verbessert worden. 2016 lancierte der Kanton Tessin auch die Kampagne «Calura senza paura» (Hitze ohne Angst). Über die Medien und das Internet sollen einfach umsetzbare Verhaltensregeln bei der Bevölkerung bekannt gemacht werden.

Dass sich die heissen Tage 2018 weniger stark bei der Bevölkerung auswirkten, könnte auch damit zu tun haben, dass die Hitze erst im August aufgetreten war und nicht Anfang des Sommers. Die Menschen waren im August bereits etwas an hohe Temperaturen gewöhnt. Die heissen Tage fielen zudem in die Hauptferienzeit.

Erfolge bei der Bekämpfung der Tigermücke

Seit einiger Zeit unternimmt der Kanton Tessin auch grosse Anstrengungen, die Vermehrung und Ausbreitung der Asiatischen Tigermücke einzudämmen. Ein Vorgehen gegen die Tigermücke ist angezeigt, weil sie eine potenzielle Überträgerin von Krankheitserregern wie dem Dengue-, Chikungunya- oder Zikavirus ist. Bislang wurden in der Schweiz noch keine Erkrankungen festgestellt. Trotzdem ist man im Tessin derzeit daran, die Laborinfrastruktur für den Nachweis dieser Viren im Kanton aufzubauen.

Die Tigermücke ist im Südtessin, von Italien herkommend, erstmals 2003 nachgewiesen worden. Als 2007 ein Spielplatz in Chiasso wegen der vielen Tigermücken nicht mehr

genutzt werden konnte, war es Zeit, etwas zu unternehmen. Die Bekämpfung der Asiatischen Tigermücke erfolgt primär über Aufklärung. Kleine, offene Wasserflächen in den Gärten sind Brutstätten für die Mücken. Durch Abdecken des Wassers lassen sich Eiablagen verhindern. Wenn nötig stehen biologische Bekämpfungsmittel zur Verfügung. Eine chemische Bekämpfung versuchen die Behörden zu vermeiden.

«In den letzten Jahren konnten wir zeigen, dass die Eiablagen im Tessin deutlich geringer waren als im benachbarten Italien, wo keine Massnahmen ergriffen wurden», erklärt Mauro Tonolla, der Leiter des Labors für angewandte Mikrobiologie an der Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI). Doch weitere Anstrengungen sind nötig. Denn die 2018 nachgewiesenen Eiablagen waren etwas höher als in den vorhergehenden Jahren (Abb. 13).

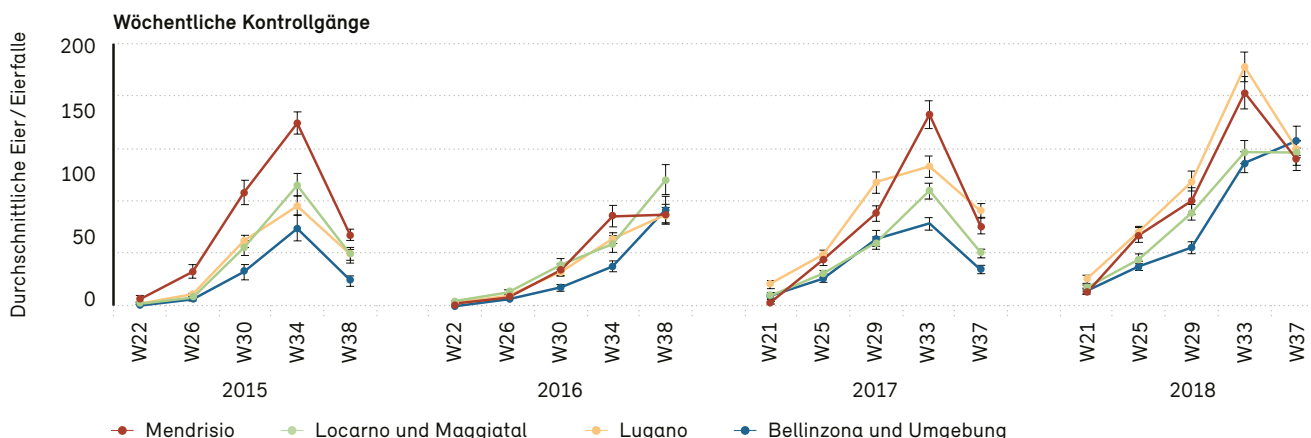
Die Tigermücke hat über die Verkehrsachsen den Sprung auf die Alpennordseite geschafft. Noch ist ihre Verbreitung begrenzt. Fachleute gehen davon aus, dass sie sich aufgrund der Klimaerwärmung dauerhaft ansiedeln wird. In Basel und Zürich ist sie aber bereits nachgewiesen worden. Im Dreiländereck Basel werden derzeit die Massnahmen zur Begrenzung der Tigermücke verstärkt.

Informationen:

www4.ti.ch/dss/dsp/gosa/canicola/introduzione/
www4.ti.ch/dss/dsp/icm/zanzare-e-zanzara-tigre/presentazione

Abb. 13: Monitoring der Tigermücke im Tessin

2018 zeigten die Eiablagefallen eine Zunahme der Tigermücken gegenüber den Vorjahren.



3 Auswirkungen von Hitze und Trockenheit

Gesundheit

Hitze macht vielen Menschen zu schaffen. Davon betroffen sind alle Altersgruppen, besonders aber ältere Menschen und Personen mit chronischen Krankheiten. Statistische Auswertungen zum Sommer 2018 zeigen, dass es während der Hitzewelle in einigen Grossregionen der Schweiz wieder zu einem Anstieg der Todesfälle kam. In den Regionen mit kantonalen Hitzeaktionsplänen war dies jedoch nicht der Fall. Neben den hohen Temperaturen rücken vermehrt auch andere Gefährdungen wie etwa die hohe UV-Einstrahlung und das Risiko für Hautkrebs in den Vordergrund.

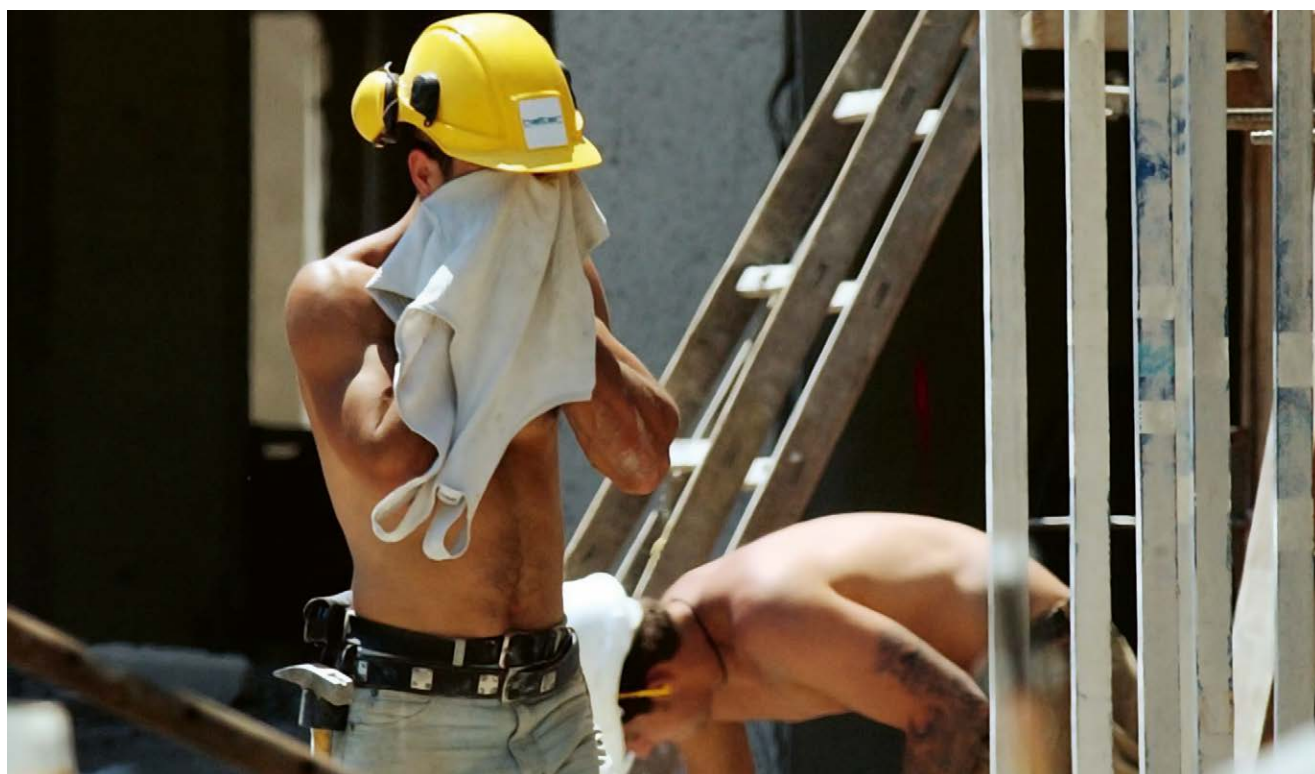
Sonniges Wetter sorgt für gute Stimmung. Hohe Temperaturen sind für viele Menschen aber auch eine

Belastung. Steigen die Temperaturen, reguliert der gesunde menschliche Organismus die Körpertemperatur durch Schwitzen, der Herzleistung und einer verstärkten Durchblutung der Haut. Bei längerer Exposition und unzureichender Wärmeregulation kann dies negative Auswirkungen auf die Gesundheit haben und im schlimmsten Fall zum Tode führen. Besonders ältere Personen sind aufgrund einer beeinträchtigten Wärmeregulation betroffen. Sie schwitzen weniger, empfinden ein vermindertes Durstgefühl und trinken deshalb oft zu wenig. Auch Menschen mit chronischen Krankheiten gelten als Risikogruppe.

Untersuchungen in der Schweiz zeigen, dass das hitzebedingte Sterberisiko ab Tageshöchsttemperaturen von 30 Grad Celsius erheblich ist und mit jedem zusätzlichen

Abb. 14: Ein Bauarbeiter wischt sich in der Sommerhitze den Schweiß von der Stirn

Für Menschen, die im Freien arbeiten, stellen nicht nur die hohen Temperaturen, sondern auch die UV-Strahlung ein gesundheitliches Risiko dar.



Tab. 1: Sterblichkeit während des heissesten Sommermonats August 2018

Sterblichkeit (Todesfälle)					
		beobachtete Anzahl	zusätzliche Anzahl	zusätzliche in %	zusätzliche 95 % Konfidenzintervalle
Gesamt	Total	5 295	177	3,4	(0,5;6,4) *
	Frauen	2 772	159	6,1	(2,0;10,2) *
	Männer	2 523	18	0,7	(-3,5;4,9)
nach Alter	0 – 19 Jahre	31	-12	-28,7	(-60,8;3,4)
	20 – 39 Jahre	62	-12	-16,6	(-41,0;7,9)
	40 – 64 Jahre	632	37	6,3	(-2,3;14,8)
	65 – 74 Jahre	798	12	1,5	(-6,0;8,9)
	75 – 84 Jahre	1 432	38	2,8	(-2,9;8,4)
	≥ 85 Jahre	2 340	114	5,1	(0,7;9,6) *
nach Grossregion	Zürich	936	91	10,7	(3,5;18,0) *
	Nordwestschweiz	766	47	6,5	(-1,3;14,3)
	Ostschweiz	743	30	4,2	(-3,6;12,0)
	Espace Mittelland	1 280	39	3,1	(-2,8;9,1)
	Zentralschweiz	468	8	1,8	(-8,0;11,6)
	Tessin	242	1	0,3	(-13,2;13,8)
	Genfersee	860	-39	-4,4	(-11,3;2,6)

*statistisch signifikant; p-Wert < 0,05

Grad stark zunimmt. Belastend sind auch sogenannte Tropennächte, in denen die Temperatur nicht mehr unter 20 Grad fällt. Wegen der fehlenden Abkühlung in der Nacht kann sich der Körper dann schlechter erholen.

Geschärftes Bewusstsein

Der Hitzesommer 2003 schärfte das Bewusstsein für die gesundheitlichen Auswirkungen von Hitzewellen. Damals starben von Juni bis August in der Schweiz rund 1000 Personen mehr als in der gleichen Zeitperiode in früheren Jahren. Dies entspricht einer Zusatzsterblichkeit von 6,9 Prozent. In der Folge wurden in der Schweiz auf Ebene des Bundes, der Kantone und der Gemeinden zahlreiche Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Hitze eingeleitet. Auch im Sommer 2015 – dem bisher zweitheissesten Sommer seit Messbeginn 1864 – trat eine erhöhte Sterblichkeit auf. Damals kam es schätzungsweise zu 800 zusätzlichen Todesfällen, was einer Zunahme der Sommersterblichkeit um 5,4 Prozent entspricht.

Somit stellt sich die Frage, wie sich der Hitzesommer 2018 ausgewirkt hat. Erste Medienberichte im Spätsommer 2018 verwiesen auf die wöchentliche Todesfallstatistik des Bundesamtes für Statistik. Diese provisorischen Daten zeigten keine auffällige Häufung der Todesfälle; die hohen Temperaturen schienen also nicht so gravierende Folgen gehabt zu haben wie in den Jahren 2003 und 2015. Als Vergleichsperiode für diese Auswertung werden jedoch lediglich die Sterbedaten der fünf vorhergehenden Jahre verwendet. Mit mehreren heissen Sommern inklusive desjenigen von 2015 ist diese Referenzperiode aber nur bedingt geeignet, um Aussagen zum Sommer 2018 machen zu können. Zudem sind Veränderungen der Bevölkerungsgrösse nicht berücksichtigt worden.

Mehr Todesfälle auch im Sommer 2018

Um ein präzises Bild zu erhalten, führten Mitarbeitende des Schweizerischen Tropen- und Public Health-Instituts (Swiss TPH) im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) und des Bundesamtes für Gesundheit

(BAG) vertiefte Auswertungen durch. Dabei verglichen sie die beobachteten Todesfälle von Juni bis August 2018 mit den erwarteten Todesfällen aufgrund der Vergleichsperiode 2009 bis 2017. Die Sterblichkeit wurde mit der gleichen Methode untersucht wie im Sommer 2003 und 2015. Verschiedene Merkmale der Bevölkerung wie Anzahl Personen pro Altersklasse, Geschlecht und Wohnort nach Grossregionen sowie jahreszeitliche Schwankungen und mögliche mehrjährige Trends der Sterblichkeit flossen in die Berechnung der erwarteten Todesfälle ein.

Die Analyse des Swiss TPH zeigt, dass im Juni und Juli 2018 die Sterblichkeit nicht erhöht war, im Monat August jedoch eine signifikant erhöhte Zusatzsterblichkeit von 3,4 Prozent zu verzeichnen war (vgl. Tab. 1). Dies sind 177 Todesfälle mehr als zu erwarten gewesen wären. Dabei waren die Frauen mit einer Zusatzsterblichkeit von 6,1 Prozent stärker betroffen als die Männer (plus 0,7 %). Der Anstieg der Todesfälle im August deckte sich zeitlich mit dem Beginn der zehntägigen Hitzeperiode nördlich der Alpen. Die Abbildung 15 zeigt, dass der Anstieg

im August 2018 ähnlich hoch wie bei den Hitzewellen 2003 und 2015 war.

Im August 2018 wurden auch Unterschiede zwischen den Grossregionen festgestellt. Besonders auffällig war die Zunahme der täglichen Todesfälle während der Hitzewelle in der Grossregion Zürich, in der Ostschweiz sowie in der Nordwestschweiz. In der Genferseeregion und im Tessin gab es keine Hinweise für eine Zunahme der hitzebedingten Sterblichkeit.

Über den ganzen Sommer 2018 betrachtet, war die Sterblichkeit nur um 1,2 Prozent erhöht und ist damit geringer ausgefallen als 2003 und 2015. Gründe dafür könnten sein, dass 2018 weniger Tropennächte registriert wurden als 2015. Denkbar ist zudem, dass die Auswirkungen geringer waren, weil die intensive Hitzewelle erst im August aufgetreten ist. Treten Hitzeperioden früher im Jahr auf, so sind die Menschen weniger darauf vorbereitet und die Auswirkungen auf die Gesundheit sind oft gravierender. Ausserdem hat das Bewusstsein der hitzebedingten Gesundheitsrisiken zugenommen. Viele

Abb. 15: Anzahl Todesfälle pro Tag für die Jahre 2003 und 2009 bis 2018

Geglättete Kurven aus den Mittelwerten von sieben Tagen (je drei Tage vor und nach dem eingezeichneten Wert). Absolute Werte ohne Korrektur für das Bevölkerungswachstum.

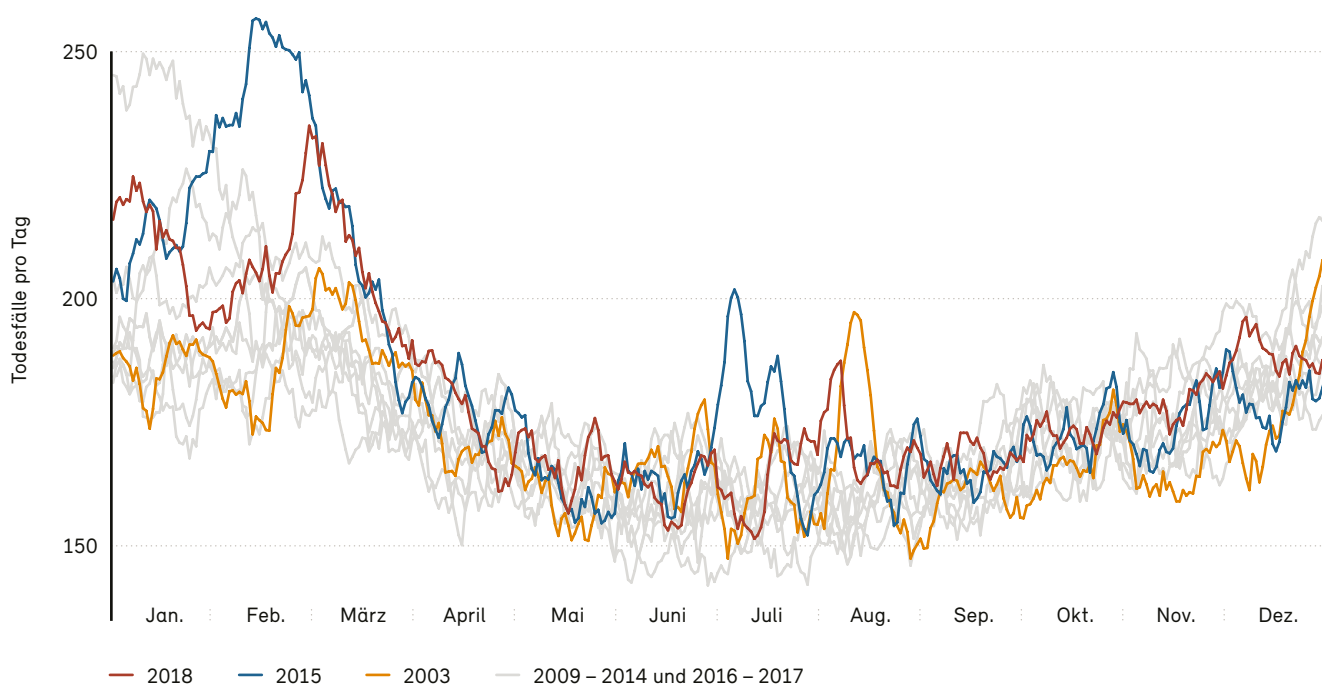
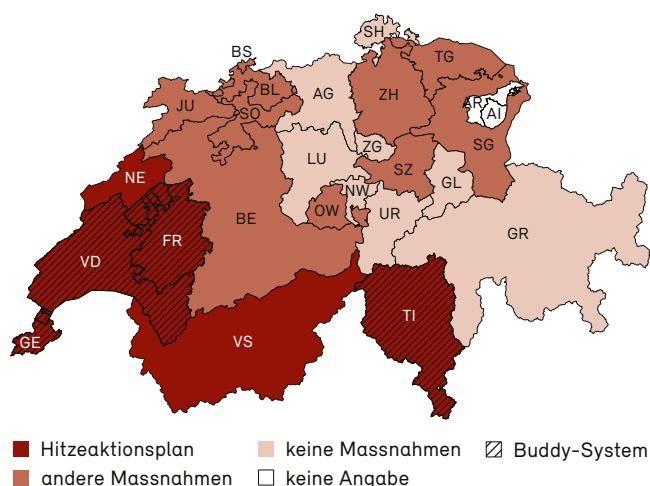


Abb. 16: Massnahmen zur Prävention gesundheitsschädigender Auswirkungen von Hitze in den Kantonen im Sommer 2018

Hitzeaktionspläne, weitere Massnahmen und Buddy-Systeme (mit einem Buddy-System werden Risikopersonen identifiziert und während Hitzewellen individuell betreut).



Kantone haben in den letzten Jahren Massnahmen zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung bei Hitzewellen eingeführt.

Hitzeaktionspläne in der Westschweiz und im Tessin

Ausser dem Kanton Jura verfügen inzwischen alle Kantone in der Westschweiz sowie das Tessin über Hitzeaktionspläne (vgl. dazu auch Fokus Waadt, S. 39 und Fokus Tessin, S. 25). 2015 lag die zusätzliche Sterblichkeit in der Genferseeregion trotz starker Hitze beispielsweise unter dem landesweiten Durchschnitt. Im Tessin war sie trotz Massnahmenpläne hingegen vergleichsweise hoch. Die Auswertungen 2018 zeigen nun, dass sich die Anstrengungen offenbar gelohnt haben.

Wie bereits nach dem Sommer 2015 befragte das Swiss TPH auch nach dem Sommer 2018 im Auftrag des BAFU und BAG die Kantonsärzte nach ihren Erfahrungen. Die Kantone, die über Hitzeaktionspläne verfügen, haben diese 2018 aktiviert. Seit 2015 haben keine weiteren Kantone Hitzeaktionspläne entwickelt. Zehn Kantone hatten Massnahmen umgesetzt, die aber nicht in einem Hitzeaktionsplan integriert sind. In der Regel handelte es sich dabei um Informations- und Sensibilisierungskampagnen. Während Basel-Stadt, Basel-Landschaft,

Obwalden, Zürich, St.Gallen und Jura bereits 2015 Massnahmen umgesetzt hatten, kamen 2018 mit Thurgau, Schwyz, Bern und Solothurn vier weitere Kantone hinzu. In acht Kantonen waren keinerlei Massnahmen in Kraft (Aargau, Luzern, Uri, Zug, Nidwalden, Graubünden, Glarus und Schaffhausen). Die meisten Kantone, die im Rahmen von Sensibilisierungskampagnen Informationsmaterial aushändigten, verwendeten dafür die Vorlagen des BAG und BAFU.

Auswertung der Notfälle

Wertvolle Informationen über gefährdete Personengruppen bezüglich der Hitze liefern auch die Notfallstationen in Spitälern. Analysen zum Hitzesommer 2015 zeigten eine Zunahme der hitzebedingten Notfall-Spitaleintritte in der Schweiz. Die Daten zum Sommer 2018 wurden noch nicht ausgewertet. Einige Kantone mit Hitzeaktionsplänen überwachen während der warmen Jahreszeit die Eintritte in die kantonalen Spitäler. Im Tessin wurde beispielsweise im Sommer 2018 im Unterschied zu 2015 keine Häufung der hitzebedingten Notfälle festgestellt (vgl. Fokus Tessin, S. 25). Auch in der Waadt wurde keine Zunahme der Spitalerintritte beobachtet. Anfang August wurde jedoch eine Zunahme der Anrufe in der Telefon-Notfallzentrale (Centrale Téléphonique des Médecins de Garde CTMG) registriert (vgl. Fokus Waadt, S. 39).

Luftbelastung und intensive Sonneneinstrahlung

Neben hohen Temperaturen gibt es weitere Faktoren, die die Gesundheit gefährden. Dazu zählt der Sommersmog mit der hohen Ozonbelastung. Im Unterschied zum Hitzesommer 2003 und zu den 1990er-Jahren erreichten die Ozonkonzentrationen 2018 wie schon 2015 nicht mehr so hohe Spitzenwerte. Sie sind aber immer noch zu hoch (vgl. auch Kapitel Luftbelastung, S. 15).

Immer mehr in den Fokus rücken die UV-Belastung sowie das Hautkrebsrisiko. Die Schweiz zählt zu den Ländern mit einer hohen Rate an Hautkrebs in der Bevölkerung. Die SUVA hat das Problem erkannt und verstärkte 2018 ihre Information und Prävention (vgl. Kasten, S. 31).

Fallen trockene Perioden mit dem Blühen von Allergien verursachenden Gräsern oder Bäumen zusammen, so kann dies bei Allergikern stärkere Reaktionen auslösen.

Die Schattenseiten des schönen Wetters beschäftigen die SUVA

An heißen Tagen gibt es mehr Unfälle. Während bei den Unfällen in der Freizeit das schöne Wetter und das Freizeitverhalten entscheidend ist, sind bei den Arbeitsunfällen die Zusammenhänge weniger klar. 2018 verstärkte die SUVA die Prävention zum Schutz vor berufsbedingtem Hautkrebs.

Die Schweizerische Unfallversicherung SUVA versichert mit rund zwei Millionen Menschen etwa die Hälfte aller Berufstätigen in der Schweiz gegen Unfälle bei der Arbeit sowie in der Freizeit. 2018 kam es infolge des schönen Wetters zu deutlich mehr Unfällen in der Freizeit als im Vorjahr. Insbesondere von April bis September nahmen diese beim Fahrradfahren und Biken wie auch beim Wandern und Spazieren um je 17 Prozent zu. An schönen Wochenenden waren es zwei- bis dreimal so viele wie an Wochenenden mit trübem Wetter. Über das ganze Jahr betrug die Zunahme der sogenannten Nicht-berufsunfälle 2,7 Prozent.

Hitze führt zu mehr Arbeitsunfällen

Bereits 2017 veröffentlichte die SUVA Zahlen zu hitzebedingten Arbeitsunfällen auf Basis einer Auswertung der Jahre 2000 bis 2015. «An Tagen mit Temperaturen über 30 Grad ereigneten sich während dieser Periode im Bau- und Transportgewerbe sieben Prozent mehr Unfälle», sagt Peter Andermatt, Statistiker bei der SUVA. Über die genauen Ursachen lasse sich nur spekulieren. Die Unfälle verteilten sich interessanterweise über den ganzen Tag, und es gebe keine Häufung in den heissesten Nachmittagsstunden, sagt Andermatt. Eine mögliche Erklärung sei eine verringerte Konzentration und Aufmerksamkeit, bedingt allenfalls durch Übermüdung, weil die Menschen bei schönem und heissem Wetter abends länger aufblieben, nachts schlechter schliefen und als Folge davon am nächsten Tag weniger ausgeruht seien.

Schutz vor Hautkrebs

Auch den direkten Folgen von Hitze und Sonneneinstrahlung schenkt man bei der SUVA verstärkte Beachtung. Im Juni lancierte sie eine grosse Kam-

pagne «Sonne» zur Prävention vor Hautkrebs. Heute erkranken laut SUVA etwa drei Personen jeden Tag aufgrund ihrer beruflichen Tätigkeit an weissem Hautkrebs. Solche Hautkrebse zeigen eine deutliche Korrelation zur chronischen Sonnenexposition. «Bleiben wir untätig, so erwarten wir in den nächsten Jahren eine starke Zunahme», gibt Claudia Pletscher zu bedenken, die bei der SUVA den Bereich Arbeitsmedizin leitet. Gesicht, Scheitelbereich, Nacken und Ohren seien besonders gefährdet und müssten deshalb besonders geschützt werden, sagt die Fachärztin für Arbeitsmedizin. Das Risiko der schädlichen UV-Strahlung bei der Arbeit werde oftmals unterschätzt, im Gegensatz zu den Aktivitäten in der Freizeit. «In Australien oder auch im Süden der USA schützen sich die Arbeiter besser als in der Schweiz», sagt Pletscher. Für Menschen, die im Freien arbeiten, hat die SUVA in Zusammenarbeit mit einem Hersteller Helm und Kopfbedeckung mit Nackenschutz und Stirnblende gemäss den Bedürfnissen der Arbeitnehmenden entwickelt.

Verantwortung der Arbeitgeber

Die SUVA nimmt auch die Arbeitgeber in die Pflicht, denn diese haben den gesetzlichen Auftrag, die notwendigen Schutzausrüstungen zur Verfügung zu stellen, um die Arbeitnehmenden vor Berufskrankheiten zu schützen. Die SUVA kündigte im Mai 2018 an, im Juni und Juli bei der grössten UV-Belastung das Tragen des Nackenschutzes mit Stirnblende zu kontrollieren. Nach Gesprächen mit dem Schweizerischen Baumeisterverband (SBV) verzichtete die SUVA jedoch auf die Einführung eines Obligatoriums für Nackenschutz und Stirnblende. Im Gegenzug trägt der SBV die von der SUVA lancierte Kampagne «Sonne» aktiv mit.

Informationen:

www.suva.ch/sonne

Bleibt der Regen aus, so bleiben auch die Pollen länger in der Luft. 2018 blühten beispielsweise die Esche und Birke im April, gleichzeitig fielen in diesem Monat nur wenig Niederschläge.

Bei den Kräutern wurden 2003 und 2018 deutlich mehr Pollen der Fuchsschwanzgewächse gemessen. Wegen der tiefen Konzentrationen lösen diese Pollen hierzulande aber keine Allergien aus. Umgekehrt könnte die Trockenheit die Gräserpollensaison verkürzen. In einem durchschnittlichen Sommer gibt es bis Mitte Juli Tage mit starkem Gräserpollenflug. 2003 und 2018 wurden solche Tage nur bis Ende Juni und Anfang Juli beobachtet. Allerdings ist das Wetter nicht der einzige Einflussfaktor für die Stärke des Pollenflugs.

Zecken und Stechmücken

Gesundheitliche Risiken gehen auch von Zecken und Stechmücken aus. 2018 war ein Rekordjahr für Zecken. Das Bundesamt für Gesundheit dehnte seine Impfempfehlung zum Schutz vor der Hirnhautentzündung FSME (Frühsummer-Meningoenzephalitis), die durch Zeckenbisse übertragen wird, fast auf die ganze Schweiz aus. Auch bei der Tigermücke, die im Tessin seit 2003 vorhanden ist und überwacht wird, sind 2018 leicht höhere Populationen registriert worden (vgl. Fokus Tessin, S. 25). Für das Überleben vieler Insekten und Zecken sind vor allem das allgemein wärmere Klima sowie die milden Wintertemperaturen entscheidend.

Schutz bei der Arbeit

Im Beruf sind insbesondere Menschen von der Hitze betroffen, die körperlich arbeiten und im Freien der Sonne ausgesetzt sind. Das Arbeitsgesetz und die darauf basierende Verordnung enthalten Vorgaben zum Schutz der Gesundheit der Arbeitnehmenden. Für deren Vollzug sind das Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO) sowie die Kantone zuständig. So erinnerte etwa das Arbeitsinspektorat des Kantons Tessin in einer Meldung beim Beginn der Hitzeperiode an die gesetzlichen Bestimmungen.

Starken Belastungen ausgesetzt sind vor allem Menschen, die in der Bau- und Gartenbranche tätig sind. Diese Branchen profitierten jedoch auch vom trockenen und warmen Wetter im Sommer 2018. Schlechtwetterperioden erzeugen

«Die Hitze setzt nicht nur älteren Menschen zu»

Die Spitex ermöglicht Menschen, dass sie im Alter zu Hause wohnen bleiben können. Michaela Steiger ist Teamleiterin in Höngg bei der Spitex Zürich Limmat. Im Gespräch erläutert sie, welche Herausforderungen bei einer Hitzewelle zu bewältigen sind.

Wie ist vor der Hitzewelle 2018 informiert worden?

Die Mitarbeitenden der Spitex wurden sehr gut informiert. Wir erhielten auch Flyer, die wir an unsere Kunden verteilen konnten. Die Sensibilisierung hat seit dem Sommer 2015 noch einmal zugenommen. Wir führten beispielsweise zusätzliche Besuche und Trinkeinsätze am Nachmittag oder Abend durch. Ältere Menschen haben oft kaum das Bedürfnis zu trinken, obwohl es an heissen Tagen so wichtig ist.

Was sind die typischen Beschwerden und Folgen von Hitze bei älteren Menschen?

Antriebslosigkeit, Müdigkeit, Schwindel, Kopfweh und Atembeschwerden. Zudem erhöht sich das Risiko von Blasenentzündungen, weil der Urin konzentrierter ist als sonst. Zudem sind in solch einer Situation die Menschen auf stärkere Mithilfe bei der Körperhygiene und im Haushalt angewiesen. Oft fällt an heissen Tagen auch das Gehtraining aus. Bei älteren Menschen führt Bewegungsmangel rasch zu Muskelabbau und reduziert ihre Fitness. Das wiederum schlägt auf die Psyche und Stimmung.

Welche Herausforderungen sind während Hitzeperioden zu meistern?

Das Thema wird sich mit dem Klimawandel, der alternden Gesellschaft und dem Bedürfnis, im Alter zu Hause zu wohnen, akzentuieren. Wir sind aber auch bei der Spitex gefordert. Hitzewellen fallen oft in die Sommerferien. Vielleicht müssen wir deshalb einen Bereitschaftsdienst mit flexiblen Mitarbeitenden aufbauen. Die Hitze setzt übrigens nicht nur den älteren Menschen zu. Auch die Mitarbeitenden der Spitex sind bei Hitzewellen viel stärker belastet als sonst. Das geht an niemandem spurlos vorbei.

gen in diesen vom Wetter abhängigen Branchen ebenfalls Stress und körperliche Belastungen.

Anpassung an Hitze und Berücksichtigung in Architektur und Planung

Eine Anpassung der Gesellschaft an heiße Tage ist unumgänglich. Dies umfasst nicht nur den Lebensstil und die persönlichen Schutzvorkehrungen. Auch die Architektur, Gebäudetechnik sowie die Städte- und Grünraumplanung müssen dem Thema höchste Beachtung schenken. Doch die Anpassung und Optimierung des Gebäudeparks benötigt Zeit. In bestimmten Situationen kann eine Klimatisierung erforderlich und auch gerechtfertigt sein. In Spitälern und Pflegeheimen sind die besonderen Herausforderungen zu berücksichtigen und an die jeweilige Situation angepasste Lösungen anzustreben. Primär sind Planer und Architekten gefordert, Gebäude so zu entwickeln, dass diese möglichst wenig Heiz- und Kühlenergie benötigen. Auch die Stadt- und Grünraumplanung kann mithelfen, das städtische Klima zu verbessern. Viele Aspekte hierzu nimmt der von den Bundesämtern für Raumentwicklung und Umwelt erarbeitete Grundlagenbericht «Hitze in Städten» auf (vgl. Kapitel Literatur, S. 89).

Wasserwirtschaft

In der Schweiz herrschte ab dem Sommer 2018 in einigen Regionen Wasserknappheit. Die Trinkwasserversorgung war stets gewährleistet, auch wenn einige Gemeinden mit Engpässen konfrontiert waren. Zum Teil traten diese Engpässe ein, weil Wasser aus Oberflächengewässern für die Bewässerung in der Landwirtschaft zum Schutz der ans Wasser gebundenen Lebewesen nur noch eingeschränkt oder gar nicht mehr genutzt werden durfte und die Betroffenen auf die öffentliche Trinkwasserversorgung auswichen. Während Trockenperioden verschärft sich jeweils die Konkurrenz unter den Wassernutzern.

Bezüglich ihrer Wasserressourcen ist die Schweiz im Vergleich zu anderen Ländern in einer komfortablen Lage. Sie hat dies vor allem den Alpen mit ihren hohen Niederschlägen, den grossen Flüssen und Seen sowie den ausgedehnten Grundwasservorkommen zu verdanken. Und trotzdem sieht sich das Land während längerer Trockenperioden mit Wasserknappheit konfrontiert. So verschärf-

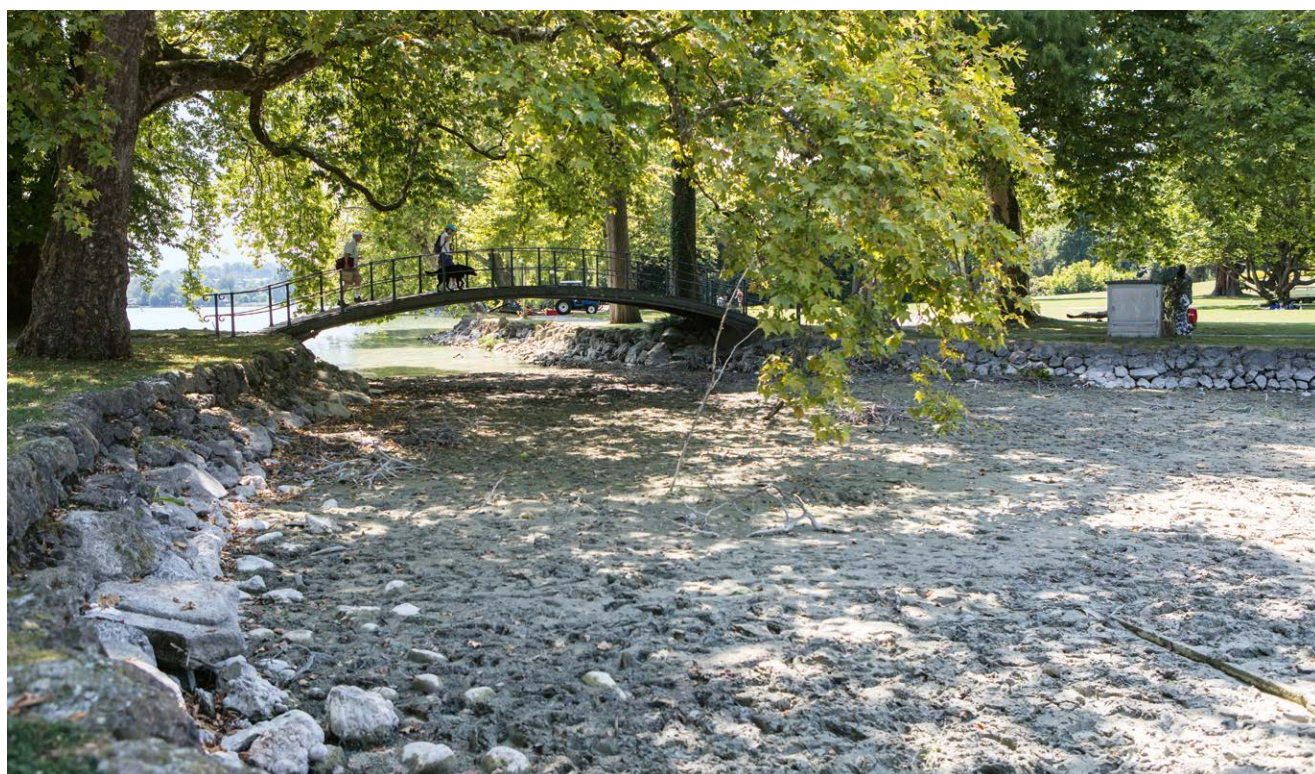
te sich die Konkurrenz zwischen den Wassernutzern im Sommer 2018, die Konflikte spitzten sich zu.

Nach der ausgeprägten Trockenheit 2018 führte die Abteilung Wasser des Bundesamtes für Umwelt bei den Kantonen eine Umfrage durch. Die Ziele der Befragung waren, einen Überblick über die Verhältnisse in der Wasserwirtschaft zu erhalten sowie in Erfahrung zu bringen, wie die Kantone mit der Situation umgegangen sind und welche Massnahmen ergriffen wurden. Die Ergebnisse sind in einem Bericht zusammengestellt. Nachfolgend werden die wichtigsten Erkenntnisse dargestellt.

Geringe Wasserführung

Wegen der geringen Niederschläge gingen die Quellschüttungen ab dem Frühling sukzessive zurück und erreichten im August vielerorts ausgeprägte Tiefstände. Einzelne Quellen versiegten sogar ganz. Betroffen waren insbesondere das Mittelland, der Alpennordrand und teilweise der Jura sowie die Alpensüdseite. Weniger betroffen waren demgegenüber die Zentralalpen.

Abb. 17: Tiefer Wasserstand im Zugersee bei Cham am 30. Juli 2018



Wenn das Wasser in einer Gemeinde knapp wird

Von Juli bis Dezember 2018 war Illnau auf den Bezug von Wasser aus benachbarten Versorgungsnetzen angewiesen. Erik Schmausser, Vorsteher des Ressorts Tiefbau der Stadt Illnau-Effretikon, erläutert, wie die Gemeinde das Problem anpacken will.

Illnau-Effretikon liegt ziemlich genau auf halbem Weg zwischen Zürich und Winterthur. Mit dem Bau der Bahnlinie im 19. Jahrhundert kam der Bahnhof in den Weiler Effretikon zu liegen, der in der Folge stark wuchs. Die Gemeinde besteht heute somit aus dem «älteren» Illnau und dem «jüngeren» Effretikon. Und auch beim Trinkwasser gibt es Unterschiede. Effretikon bezieht dieses von der Gruppenwasserversorgung Lattenbuck (GWL), zu der auch die Gemeinden Bassersdorf, Dietlikon, Nürensdorf, Wangen-Brüttisellen und Wallisellen gehören. Illnau ist hingegen versorgt durch die Gruppenwasserversorgung Fehraltorf-Illnau-Russikon (FIR). Und weil Illnau und Effretikon politisch zusammengehören, sind die beiden Trinkwassernetze über eine Leitung auch verbunden.

Im trockenen Sommer 2018 ergab sich nun die Situation, dass im Juli der Grundwasserspiegel beim Pumpwerk Barmatt bei Fehraltorf so stark sank, dass dessen Förderleistung auf rund ein Drittel der sonst üblichen Wassermenge pro Tag eingeschränkt wurde. «Das Pumpwerk liefert normalerweise rund 75 Prozent des Wassers für Illnau», sagt Erik Schmausser, der für die Wasserversorgung zuständige Stadtrat. Die restlichen 25 Prozent stammen von Quellen, die gegen Ende Jahr teilweise jedoch nur noch ein Zehntel der sonst üblichen Wassermenge hergaben.

Die Gruppenwasserversorgung FIR rief die Bevölkerung zum Wassersparen auf und bezog Wasser von benachbarten Trinkwasserversorgungen, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Mit der GWL besteht ein Vertrag für den Wasserbezug von 1000 Kubikmeter Wasser pro Tag sowie die Option für einen weiteren Bezug in derselben Grössenordnung in Notfällen. «Wir mussten diese Notfalloption von Mitte Juli bis fast Ende Jahr in

Anspruch nehmen», gibt Schmausser zu bedenken. Die Kapazität für den Wassertransport von Effretikon nach Illnau habe man bis an die Grenze ausgereizt. Die GWL ihrerseits verfügt über Fremdwasser-Bezugsrechte im Umfang von 8000 Kubikmeter Wasser pro Tag bei der Gruppenwasserversorgung Vororte und Glattal.

Nun diskutieren die im Zweckverband FIR zusammengeschlossenen Gemeinden, wie sich solche Engpässe künftig vermeiden lassen. Option 1 ist eine vertragliche Absicherung des Wasserbezugs von benachbarten Wasserversorgungen. Option 2 besteht in der Erschliessung neuer Grundwasservorkommen, die aber unabhängig von dem bereits genutzten Grundwasserleiter sein müssten – ein allenfalls schwieriges Vorhaben. «Mit dem Wasser effizienter umzugehen und weniger zu verbrauchen, ist die dritte Option», erklärt Erik Schmausser. Davon müssten zusätzlich zur Bevölkerung vor allem Grossbezüger wie Industriebetriebe und Landwirte überzeugt werden. Der Lokalpolitiker möchte die Diskussion darüber anstossen. Ein erster Pflock ist bereits eingeschlagen: Einer der sieben Schwerpunkte der Legislatur 2018 bis 2022 der Gemeindeexekutive lautet «Klimawandel als Herausforderung angehen». Und nach dem Vorgefallenen im Sommer 2018 werden die Wasserversorgung und ein effizienter Umgang mit der Ressource Wasser zweifellos ein wichtiges Thema dieses Schwerpunktes sein.

Ein Rückgang der Ergiebigkeit der Quellen ist bedeutsam, wenn für die Wasserversorgung nicht auf Grundwasserpumpwerke oder grössere Seen ausgewichen werden kann. Doch die Grundwasserstände sanken nicht nur bei den Quellen, betroffen waren vor allem auch Grundwasservorkommen in Lockergestein-Grundwasserleitern an den Flüssen mit Einzugsgebieten im Mittelland. Die grossen Vorkommen in den Talschotterebenen entlang der grossen Alpenflüsse waren infolge der Schneeschmelze im Frühling gut gefüllt. Die Grundwasserstände gingen im Sommer und Herbst aber ebenfalls allmählich zurück. Betrachtet man die Regionen, so sanken die Grundwasserstände insbesondere im östlichen und zentralen Mittelland. In der Waadt und in Genf ergaben sich hingegen keine ausserordentlichen Abweichungen im Vergleich zu früheren Jahren. Entlang der Alpennordflanke sind ebenfalls mehrheitlich grössere Auswirkungen auf das Grundwasser registriert worden. Im Kanton Schwyz musste die Leistung einzelner Pumpwerke gedrosselt werden. In den Zentralalpen und auf der Alpensüdseite waren die Auswirkungen der Trockenheit aufs Grundwasser gering.

Besonders sichtbar war das Wasserdefizit in einigen Flüssen und vor allem in den Bächen. Kleinere und mittlere Fliessgewässer fielen teilweise trocken. Auch in den Seen wurden ausserordentlich tiefe Wasserstände gemessen, teilweise sogar neue saisonale Rekordwerte (vgl. auch Kapitel Flüsse, Seen und Grundwasser, S. 18).

Kaum Probleme bei der Wasserqualität

Die Auswirkungen auf die chemische Wasserqualität scheinen laut den Rückmeldungen aus den Kantonen vergleichsweise gering gewesen zu sein. Die Kantone Aargau, Basel-Landschaft, Zug und Zürich meldeten, dass gereinigtes Abwasser nach der Einleitung in die Vorfluter wegen der geringen Wasserführung schlechter als sonst verdünnt wurde. Allerdings arbeiten die Abwasserreinigungsanlagen bei höherer Wassertemperatur und wenig Niederschlägen effizienter. Dies dürfte die Auswirkungen der schlechteren Verdünnung im Vorfluter gemindert haben. Wie die Erfahrungen aus dem Sommer 2003 zeigten, könnte bei Regenperioden, welche auf Trockenperioden folgen, auch die Nitratauswaschung steigen und sich im Grundwasser in erhöhten Nitratwerten widerspiegeln. Ergebnisse dazu werden aber erst im Verlauf des Jahres 2019 vorliegen. Spezielle Probleme mit der

Badewasserqualität in den Schweizer Seen und Flüssen sind hingegen keine bekannt.

Gewässerökologie und aquatische Lebewesen

Verschiedene negative Auswirkungen auf aquatische Ökosysteme und ihre Lebewesen sind im Sommer und Herbst 2018 aufgetreten. In trockengefallenen Gewässern verendeten komplette Tier- und Pflanzengesellschaften, durch hohe Temperaturen litten kälteliebende Arten, und in Seen verschlechterte sich die Sauerstoffversorgung. Die hohen Wassertemperaturen und ihre negativen Folgen für einige Fischarten sowie die teilweise schwierigen Verhältnisse für Amphibien werden im Kapitel Tiere und Pflanzen (S. 55) und im Fokus Schaffhausen (S. 77) näher beleuchtet. In manchen Seen verhinderten hohe Temperaturen bis in den Winter hinein eine Vollzirkulation, wodurch sich die Sauerstoffversorgung in tieferen Wasserschichten und auf dem Seegrund verschlechterte. Aufgrund der geringen Niederschläge gelangten beispielsweise weniger Nährstoffe in den Hallwilersee als sonst, was eine vergleichsweise geringe Algenproduktion zur Folge hatte. Dieser erfreuliche Effekt konnte aber die schlechte Zirkulation nicht kompensieren: Die Fischer fanden Ende November viele tote Fische in ihren Netzen. Extremereignisse wie der Sommer 2018 können weitreichende Folgen für Nahrungsnetze und ökologische Interaktionen haben. Im Schifflensee im Kanton Freiburg kam es beispielsweise zu einer explosionsartigen Vermehrung einer natürlich im See vorkommenden Algenart (Algenblüte). Das Phänomen wurde aufgrund toter Fische entdeckt. Diese starben vermutlich an Sauerstoffmangel. Die Zahl der verendeten Fische blieb glücklicherweise relativ gering.

Auswirkungen auf Wassernutzungen

Bei ausgeprägter Trockenheit stellt sich die Frage von Engpässen bei der Wasserversorgung. Zeichnet sich eine solche Trockenperiode ab, appellieren Behörden und Verantwortliche der Wasserversorgungen oft an die Bevölkerung, Wasser zu sparen. Solche Aufrufe gab es 2018 in der ganzen Schweiz, jedoch mit einem klaren Schwerpunkt in der Nordostschweiz. Vereinzelt kam es auch zu Versorgungsengpässen mit Trinkwasser, beispielsweise in Regionen, die einzig aus Karstquellen versorgt werden. In der Nordostschweiz konnten die Versorgungsengpässe mehrheitlich über die Zulieferung aus benachbarten Ver-

sorgungsnetzen aufgefangen werden. In sechs Kantonen mussten jedoch Notversorgungsmassnahmen eingerichtet werden (Abb. 18). 14 Kantone gaben an, dass ihnen Quellen und Grundwasserpumpwerke im öffentlichen Interesse bekannt sind, die weniger Wasser lieferten als für die Versorgung eigentlich nötig wäre.

13 Kantone erliessen während der Trockenheit 2018 Einschränkungen für die Entnahme von Wasser für die landwirtschaftliche Bewässerung aus Oberflächengewässern. Nicht zu diesen zählte der Kanton Zürich, obwohl dessen Gewässer von der Trockenheit stark betroffen waren. Das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) übertrug im Juli 2018 vorübergehend die Kompetenz zur Bewilligung von Wasserentnahmen für die landwirtschaftliche Bewässerung aus dem Zürichsee, Greifensee, Pfäffikersee sowie aus den sechs abflussstarken Flüssen Rhein, Reuss, Thur, Glatt, Limmat und Sihl den Gemeinden. Im Bericht des Kantons Zürich vom September 2018 zum Massnahmenplan zur Anpassung an den Klimawandel ist nun aber aufgeführt, dass das in den nächsten Jahrzehnten noch nutzbare Wasserdargebot aus den Oberflächengewässern des Kantons neu abgeschätzt werden soll.

Auch bei der Kleinwasserkraft waren Einbussen zu verzeichnen. Acht Kantone berichteten, dass meist kleine-

re Kraftwerke als Folge der geringen Abflussmengen ihre Produktion komplett einstellen mussten. Im Aargau waren es etwa 25 Kleinwasserkraftwerke und im Thurgau einige Anlagen, die ihren Betrieb mehrere Wochen einstellen mussten. Auch in den Kantonen Appenzell Ausserrhoden, St.Gallen, Zug, Bern, Basel-Landschaft und Jura waren Kleinkraftwerkbetreiber von der Trockenheit betroffen. Weitere Informationen sind im Kapitel Stromproduktion (S. 59) zu finden. Aufgrund der hohen Wassertemperaturen war auch die Kühlwassernutzung eingeschränkt (für die Kernkraftwerke vgl. Kap. Stromproduktion, S. 59).

In Basel sind nach dem Sommer 2003 grosse Kühlwassernutzer verpflichtet worden, vom Flusswasser unabhängige Kühlsysteme aufzubauen. Dies führte zu einer Reduktion der Wärmebelastung des Rheins. 2018 erteilte der Kanton Basel-Stadt Ausnahmegewilligungen für die Kühlwassernutzung bei hohen Wassertemperaturen gemäss der per 1. Juni 2018 angepassten Gewässerschutzverordnung. Vereinzelt meldeten die Kantone, dass Wärmepumpen aufgrund tiefer Grundwasserstände nicht mehr betrieben werden konnten. Auch die Schifffahrt auf Schweizer Flüssen und Seen war teilweise eingeschränkt.

Konflikte zwischen Wassernutzern und Gewässerökologie

Wegen der Trockenheit ergaben sich auch Konfliktsituationen unter den einzelnen Wassernutzern beziehungsweise den ökologischen Anforderungen. Dies betraf in erster Linie die kritische Situation der Fische und der landwirtschaftlichen Bewässerung. Aber auch die Grundwassernutzung für einzelne Wasserversorgungen schuf kritische Situationen. So wird beispielsweise vermutet, dass die Ergolz bei Sissach (BL) aufgrund von gepumptem Grundwasser periodisch trockenfiel. Vor einigen Herausforderungen standen zudem die Trinkwasserversorgungen selbst. So griffen in einigen Kantonen Landwirte oder andere Grossbezüger plötzlich auf Wasser aus dem öffentlichen Leitungsnetz zurück, wodurch die Infrastruktur einiger Wasserversorgungen an ihre Grenzen stiess.

Kantonale und regionale Strategien

Angesichts der Vielzahl verschiedener Interessen bei der Wassernutzung sind kantonale Wasserstrategien, eine

Abb. 18: Wassersparaufrufe und konkrete Versorgungsengpässe im Sommer und Herbst 2018

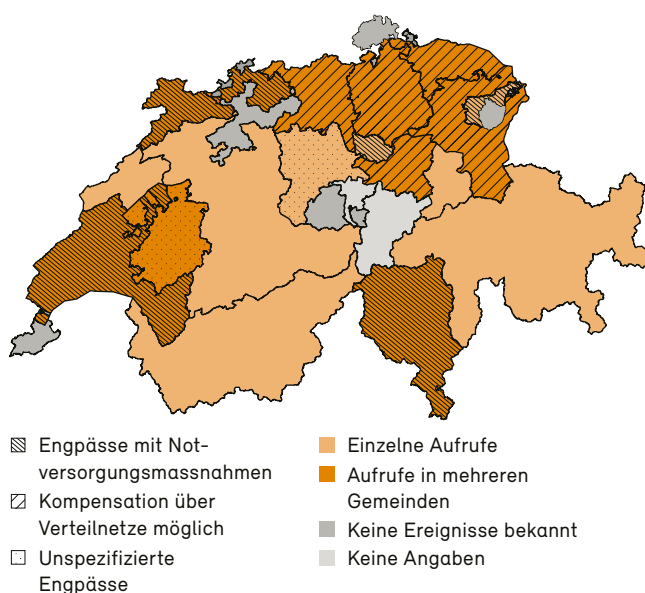
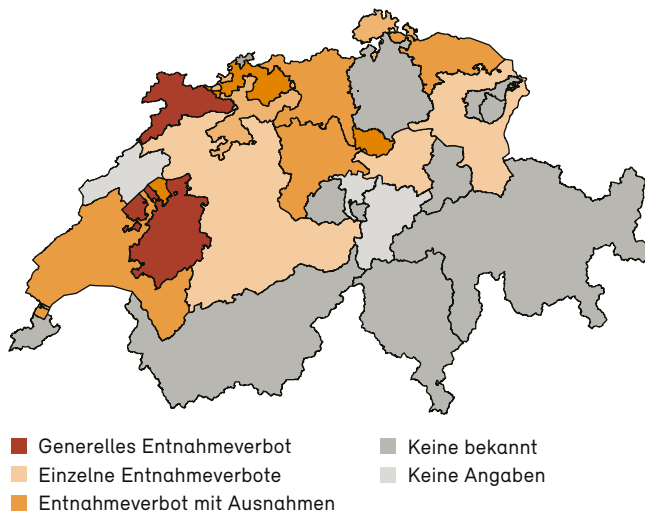


Abb. 19: Entnahmeverbote und Entnahmeeinschränkungen im Sommer und Herbst 2018 von Wasser aus Oberflächengewässern für die landwirtschaftliche Bewässerung



regionale Wasserressourcenbewirtschaftung und Wasserversorgungsplanungen zentrale Elemente für eine nachhaltige Wasserwirtschaft. Zehn Kantone verfügen über kantonale Wasserstrategien, in vier Kantonen wird eine solche aktuell erarbeitet und in zwei Kantonen ist eine solche geplant. Die regionalen Wasserversorgungsplanungen sind in den Kantonen unterschiedlich weit fortgeschritten. Besonders betont wird die Bedeutung der Vernetzung der öffentlichen Wasserversorgungen. Wichtig erscheinen zudem Konzepte für die landwirtschaftliche Bewässerung sowie die Entnahme von Wasser aus Oberflächengewässern.

Zahlreiche Gemeinden und Kantone haben seit dem Sommer 2003 diverse Massnahmen zur Verbesserung der Bewältigung von Hitze- und Trockensituationen umgesetzt. Wenn der neuerliche trockene Sommer das Bewusstsein in den Kantonen und Gemeinden für Wasserfragen weiter schärft, so können kommende Herausforderungen gemeistert werden.

Fokus

Waadt



Im Kanton Waadt werden ältere Menschen mit erhöhtem Risiko während Hitzewellen vom Zivilschutz, dem öffentlichen Sicherheitsdienst und weiteren Organisationen betreut

Der Kanton Waadt löste im Sommer 2018 wiederum die Stufe «Orange» des Hitzemassnahmenplans zum Schutz der Bevölkerung aus. Dabei profitierte man von den Erfahrungen aus dem Jahr 2015.

Der Auslöser für die Aktivitäten im Kanton Waadt zur Prävention und Intervention bei Hitzewellen war der Hitze-

sommer 2003. «Wir realisierten damals in Europa, dass starke Hitze die Gesundheit beeinträchtigt und zu einer Zunahme der Todesfälle führen kann», sagt Isabelle Rossi, die stellvertretende Kantonsärztin. Dank der politischen Unterstützung gelang es, ein System mit konkreten Massnahmen aufzubauen. Das seit 2009 bestehende Konzept sieht vor, dass jeweils vom 1. Juni bis 31. August

Tab. 2: Les niveaux d'alerte du plan canicule vaudois et les mesures et moyens

(Die Warnstufen des Hitzemassnahmenplans des Kantons Waadt mit den entsprechenden Massnahmen)

Niveau	Définition	Mesures et moyens
Veille	1 ^{er} juin-31 août	<ul style="list-style-type: none"> • Conseils partenaires et population • Récolte des données 1x/j
Mise en garde	Canicule prévue ≥ 3j	<ul style="list-style-type: none"> • Communiqués de presse • Contacts réguliers entre partenaires
Canicule persistante	Canicule mesurée ≥ 3j	<ul style="list-style-type: none"> • Communiqués de presse • Renforcement hotline santé • Actions institutionnelles (hôpitaux, soins à domicile etc.) • Visites communautaires
Canicule sévère État de crise	Canicule mesurée ≥ 7-10j	<ul style="list-style-type: none"> • Communiqués de presse • Renforcement: hotline santé actions institutionnelles visites communautaires

die zuständigen Personen und Organisationen im Gesundheitswesen bei Bedarf Massnahmen einleiten können (Tab. 2). Während der Sommermonate überwachen Mitarbeitende der Direction générale de la santé (DGS) die Entwicklung laufend. Dabei orientieren sie sich an den Prognosen für Tageshöchsttemperaturen und am Hitzeindex von MeteoSchweiz sowie an der Luftbelastung im Kanton. Weitere Kriterien sind die Anzahl der Notfalleintritte in Spitäler und Anrufe bei Notfallärzten.

Bereitschaft für Massnahmen steigt

Ende Juli 2018 prognostizierte MeteoSchweiz für mindestens drei Tage Temperaturen über 33 Grad. Als sich am 2. August schliesslich eine mehrtägige Hitzeperiode abzeichnete, entschied der zuständige Staatsrat, den Hitzemassnahmenplan des Kantons zu aktivieren. Insgesamt hat die Umsetzung gut funktioniert. Im Sommer 2015 wurde der Plan zum ersten Mal ausgelöst.

«Immer mehr Menschen realisieren, dass solche Hitzewellen häufiger werden», stellt Isabelle Rossi fest. Damit steige auch die Bereitschaft, konkrete Massnahmen vorzubereiten und umzusetzen. Wichtig sind dabei zum einen die Sensibilisierung der Notfallärzte, Spitäler, Hausärzte, Wohnstätten für ältere Menschen, der Pflegebetreuung zu Hause sowie der Schulen und Kinderkrippen. Zum anderen sind auch die Gemeinden aktiv in das System eingebunden. Das Ziel ist, dass die Gemeinden wissen, wo die Menschen mit einem erhöhten Risiko leben, insbesondere ältere Menschen, und diese während Hitzewellen kontaktieren oder besuchen. Zu diesem Zweck erstellen die Gemeinden Listen mit «verletzlichen» Personen. Die Besuche erfolgen durch Angestellte der Gemeinden, Mitglieder des Zivilschutzes, der Feuerwehr und von Samaritervereinen sowie Freiwillige.

Nach dem Sommer 2015 liess die DGS Umsetzung und Wirkung des Hitzemassnahmenplans evaluieren. «Wir wollten unter anderem von den Gemeinden wissen, was ihre Erfahrungen waren», erläutert Diana Walther, wissenschaftliche Mitarbeiterin bei der DGS. Eine wichtige Frage war, wie die Gemeinden den Kontakt zu den älteren Menschen aufnehmen. In der Regel schreiben die Gemeinden diese Personen an und fragen sie, ob bei Hitze allenfalls ein Besuch erwünscht sei. Einige hätten dies begrüsst, teilweise auch aufgrund des Wunsches nach

sozialen Kontakten, sagt Diana Walther. Andere lehnten es jedoch ab, weil sie unter anderem befürchteten, es könnte Druck auf sie ausgeübt werden, dass sie in ein Alterszentrum umziehen.

Wassertransporte auf Alpen

Weitet sich eine Hitzewelle und Trockenperiode aus, so nimmt der kantonale Führungsstab seine Tätigkeit auf. Im Sommer 2018 war dies der Fall, und zwar in erster Linie, weil auf zahlreichen Alpen für die Tiere nicht mehr genügend Wasser zur Verfügung stand. Vom 6. bis 26. August koordinierte der kantonale Führungsstab die Wassertransporte. Insgesamt 91 Alpbetriebe erhielten knapp 3800 Kubikmeter Wasser geliefert. Der überwiegende Teil konnte mit Lastwagen auf die Alpen geführt werden. Wo jedoch keine Zufahrt besteht, kamen Armeehelikopter zum Einsatz. In über 400 Flugrotationen wurden 580 Kubikmeter Wasser auf die Alpen geflogen. Ein Viertel der Alpbetriebe befand sich in den Waadtländer Voralpen, drei Viertel waren im Waadtländer Jura.

«Wir erfüllten unseren Auftrag insbesondere mit den Ressourcen des kantonalen Zivilschutzes», sagt Denis Froidevaux, der Chef des Service de la sécurité civile et militaire des Kantons Waadt. Das Dispositiv ORCA (Organisation en cas de catastrophe) sei aktiviert worden, um Unterstützung der Armee beantragen zu können. Hätten die Tiere schon im August ins Flachland zurückgebracht werden müssen, wäre zu deren Versorgung viel Trinkwasser benötigt worden, das zu jenem Zeitpunkt knapp war. Einige Alpbetriebe haben bereits aus dem Sommer 2015 die Lehren gezogen. Diejenigen, die 2018 auf Unterstützung angewiesen waren, werden nun ebenfalls aufrüsten müssen. Investitionen bei der Wasserversorgung sind nötig, damit sich Helikopterflüge künftig erübrigen.

Laut Froidevaux liegt der Schlüssel zum Erfolg eines solchen Einsatzes in der Koordination und Kooperation aller Beteiligten. Man möge von einem ausserordentlichen Ereignis überrascht sein, müsse aber in der Lage sein, adäquat zu reagieren. Aus übergeordneter Sicht des Gemeinwesens seien sämtliche Gefahren und Risiken in den Bereichen Naturgefahren, Technik und Gesellschaft zu berücksichtigen und in die Überlegungen einzubeziehen. «Deshalb erarbeitet der Kanton Waadt derzeit ein umfassendes Resilienz-Konzept», sagt Froidevaux.

Landwirtschaft

Wie kaum ein anderer Wirtschaftszweig ist die Landwirtschaft den Launen der Natur ausgesetzt. Bleiben die Niederschläge über längere Zeit aus, können die Kulturen nicht mehr wachsen. Im schlimmsten Fall verdorren die Pflanzen. Der Sommer 2018 hinterliess seine Spuren. Insbesondere beim Futter für die Tiere gab es Probleme, was sich unter anderem in den stark gestiegenen Importmengen an Heu widerspiegelt. Bei den Ackerkulturen wirkte sich die Trockenheit unterschiedlich aus. Die Obst- und Weinbauern verzeichneten hingegen Spitzenernten.

Als im August der Regen ausblieb, wurden die Wiesen immer brauner. Mancherorts verdorrte das Gras. Die Land- und Alpwirtschaft stand im Sommer und Herbst 2018 jedoch vor verschiedenen Herausforderungen und Problemen, die sich teilweise bis in den Frühling des nachfolgenden Jahres auswirkten.

Bereits im Herbst 2018 publizierte das Bundesamt für Statistik (BFS) eine Schätzung der Landwirtschaftli-

chen Gesamtrechnung. Das BFS teilte mit, dass einerseits der Acker- und Futterbau unter der Trockenheit gelitten hätten und die Produktionskosten gestiegen seien. Auf der anderen Seite seien die Obst- und Traubenernten deutlich ertragreicher ausgefallen als 2017, das jedoch durch einen starken Spätfrost geprägt war. Für das Nettounternehmenseinkommen des Landwirtschaftssektors ermittelte das Amt eine Abnahme um knapp drei Prozent gegenüber dem Vorjahr. Gemäss diesen ersten Schätzungen wären die Auswirkungen auf die Landwirtschaft offenbar also nicht derart gravierend gewesen, wie im Spätsommer befürchtet worden war.

Die Landwirtschaftliche Gesamtrechnung wird jährlich vom BFS in Zusammenarbeit mit dem Bereich Statistik des Schweizer Bauernverbandes (Agristat) erstellt. Ein genaueres Bild zur Einkommenssituation in der Landwirtschaft werden erst die Auswertungen der landwirtschaftlichen Forschungsanstalt Agroscope auf Basis einer Stichprobe von 2300 Betrieben ergeben. Diese Ergebnisse liegen jeweils erst im Herbst des Folgejahres vor.

Abb. 20: Die Schweizer Armee beliefert die Alp Bättruns oberhalb Schänis (SG) am 3. August 2018 mit Wasser für die Kühe



Tab. 3: Flächenerträge der wichtigsten Ackerkulturen im Jahresvergleich

Prozentuale Abweichung der Flächenerträge 2018 gegenüber dem Mittelwert 2000 bis 2018

Kultur	Ø Flächen- ertrag 2000–2018 in dt/ha	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Winterweizen	58	3	-4	3	-9	8	-1	-2	1	2	4	0	8	0	-8	8	5	-24	6	-1
Wintergerste	64	-4	-11	0	-12	9	-3	-1	-5	-4	2	-5	3	3	-8	17	10	-11	16	3
Körnermais	94	2	-5	-2	-9	2	2	-10	8	3	10	0	3	-4	-13	-7	-5	8	13	4
Kartoffeln	394	8	-5	-1	-15	0	-2	-18	6	9	18	-2	16	4	-17	13	-9	-13	4	2
Zuckerrüben	751	4	-21	2	-5	3	2	-12	-1	5	10	-4	23	14	-9	20	-11	-14	5	-11
Raps	33	-9	-8	-3	-14	7	2	-6	-8	-8	-5	-5	2	-5	-1	23	13	5	16	3

Uneinheitliches Bild bei den Ackerkulturen

Einen ersten guten Überblick über die Ernteerträge der verschiedenen Kulturen lieferte im November 2018 das Statistische Monatsheft von Agristat. Um die Ernten aber genau berechnen und mit anderen Jahren vergleichbar machen zu können, sind auch Angaben über die angebauten Flächen der Kulturen erforderlich. Und diese stehen jeweils erst im Frühjahr des Folgejahres zur Verfügung. Bleiben die Anbauflächen annähernd konstant, so wie etwa im Obst- und Weinbau, so ergeben jedoch bereits die erfassten Erntemengen ein recht präzises Bild vom Ernterfolg.

Inzwischen hat sich das Bild verfeinert. Betrachtet man die Ackerkulturen, so sind markante Unterschiede zwischen den frühen und späten auszumachen. Da die Trockenheit nicht so früh im Jahr einsetzte wie 2003, lagen die Erträge bei den frühen Ackerkulturen im normalen Bereich. Die erst im Spätsommer oder Herbst erntereifen Kulturen hatten hingegen teilweise mehr Mühe.

Relativ wenig betroffen beim Getreide waren die mengenmässig wichtigsten Kulturen Winterweizen, Wintergerste und Körnermais. Durchschnittliche Erträge ergaben sich bei Dinkel, Hafer und Triticale, einer Kreuzung aus Hartweizen und Roggen. Unter der Trockenheit stark gelitten haben hingegen Sommerweizen, Sommergerste und Roggen. Bei den Ölsaaten waren die flächenbezogenen Erntemengen von Raps in etwa gleich wie im Mittel der letzten knapp 20 Jahre. Die Sojaernte ist hingegen deutlich geringer ausgefallen, während die Sonnenblumen

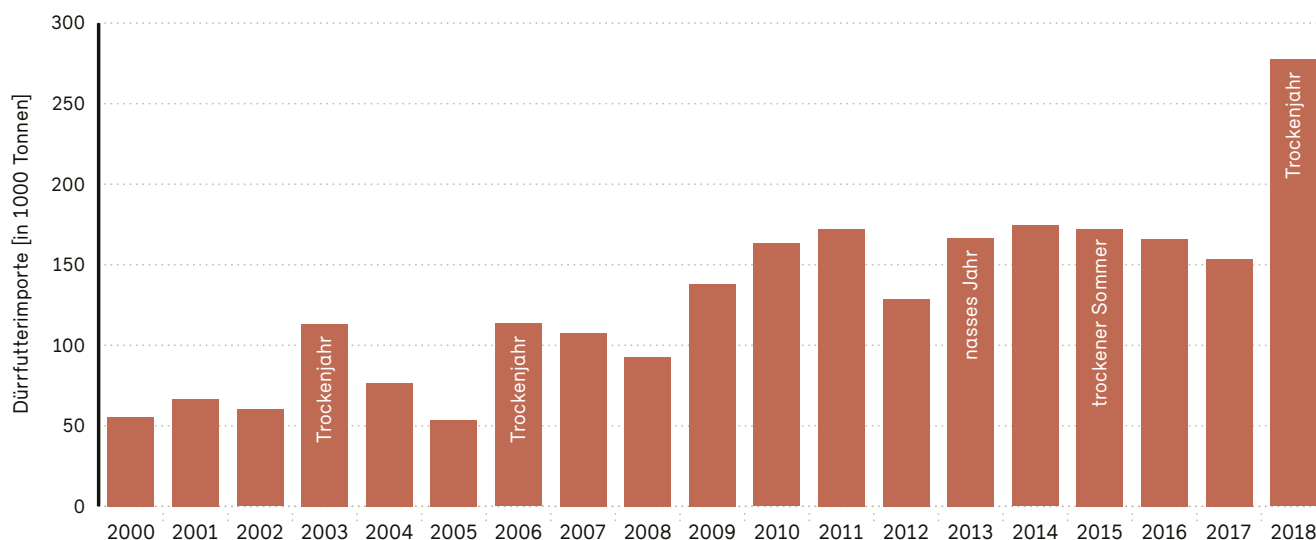
mehrheitlich vom warmen, trockenen Wetter profitierten. Was die Hackfrüchte betrifft, so fiel die Zuckerrüben-ernte unterdurchschnittlich aus. Hingegen war die Kartoffelernte 2018 leicht über dem Durchschnitt der Jahre seit 2000. Kartoffeln werden jedoch der Qualität wegen oftmals bewässert. Wo bewässert werden konnte, ergaben sich keine Ernteeinbussen. Gemäss den Erhebungen von Agristat litt auch der Gemüseanbau. Ein Indiz dafür waren die im Vergleich zu den Vorjahren geringen Lagermengen.

Insgesamt erzielte der Ackerbau 2018 etwas geringere Erträge als im Jahr zuvor. Doch ist zu beachten, dass das regenreiche Jahr 2016 beispielsweise deutlich grössere Ertragseinbussen bei den Ackerkulturen zur Folge hatte (Tab. 3).

Sehr gute Erträge bei Obst und Trauben

Der sonnige und trockene Sommer brachte auch Gewinner mit sich. Nässe verursacht bei Spezialkulturen wie den Früchten oft Probleme mit Krankheiten wie etwa Pilzbefall. Beim Obst und den Trauben verzeichneten die Bauern hervorragende Ernten. Das Wallis als Kanton mit der grössten Weinproduktion der Schweiz vermeldete ein erfolgreiches Jahr, ebenso der Kanton Waadt. Auch im Kanton Schaffhausen ist man mit dem Weinjahr sehr zufrieden. Die Weinlese fiel mit rund 111 Millionen Litern so hoch aus wie seit 2011 nicht mehr. Sie lag mit plus 12,6 Prozent deutlich über dem zehnjährigen Mittel. Die Obst- und Weinbauern sind erleichtert, weil im Jahr zuvor wegen eines starken Frostes im April die Erträge sehr tief ausgefallen waren.

Abb. 21: Dürrfutterimporte in die Schweiz seit 2000



Grosse Einbussen im Futterbau

Die Schweiz ist ein Grasland. Mehr als zwei Drittel der von der Landwirtschaft genutzten Fläche sind Wiesen oder Weiden, die der Fütterung der Tiere dienen. Die grössten Folgen hatte die Trockenheit denn auch im Futterbau. Die ersten beiden Grasschnitte waren überdurchschnittlich gut, dann litten die Wiesen immer stärker unter den trockenen Verhältnissen. Das Gras wuchs nicht mehr nach. Da im Futterbau der geerntete Ertrag nicht verkauft wird, sondern im eigenen Betrieb zur Fütterung der Tiere verwendet wird, sind genaue Zahlen zu den Erträgen im Gegensatz zum Acker-, Obst- und Gemüseanbau nicht verfügbar. Auf den Alpen stand mancherorts zu wenig Wasser für die Tiere zur Verfügung. Die Armee führte in mehreren Kantonen Versorgungsflüge auf Alpen durch. In der West- und Ostschweiz sind 1344 Kubikmeter Wasser per Helikopter ins Alpgebiet von sieben Kantonen transportiert worden (Abb. 22, S. 44).

Die Schwierigkeiten mit der Futtermittelversorgung blieben nicht ohne Folgen. Schon während des Sommers nahm die Zahl der geschlachteten Tiere zu. Die Preise gerieten unter Druck. Auch die Milchkuhbestände nahmen bis Ende Jahr ab, allerdings nicht stärker als 2015 und 2016, damals primär als Folge des tiefen Milchpreises.

Im Verlauf des Jahres stiegen die Importe von Dürrfutter sukzessive an und waren zum Jahresende so

hoch wie noch nie. Gemäss Zollstatistik kletterten die Importe von Heu und Luzerne 2018 auf 277 000 Tonnen (Abb. 21). Das sind etwa 100 000 Tonnen mehr als in durchschnittlichen Jahren seit 2010, was zusätzlichen Futterkosten von mindestens 35 Millionen Franken entspricht. In den ersten Monaten 2019 setzten sich die hohen Importmengen fort. Neues Futter ist erst wieder vorhanden, wenn die Wiesen wieder wachsen.

Der Bund reagiert bei den Zöllen und Direktzahlungen

Um die finanziellen Folgen für den Zukauf von Futter zu mildern, beauftragte das Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung das Bundesamt für Landwirtschaft, die Zölle für Raufutterimporte befristet zu senken. Dies erfolgte per 1. September 2018. Zudem forderte der Bund die Kantone auf, den gesetzlichen Spielraum bei den Bestimmungen zu den Direktzahlungen auszunutzen. Dies umfasste insbesondere die Beweidung von extensiv und wenig intensiv genutzten Wiesen und Rotationsbrachen, Ausnahmen zur Abweichung von der Nährstoffbilanz sowie die Auszahlung der vollen Sömmerungsbeiträge, auch wenn aufgrund der Trockenheit nicht die geforderte Anzahl Tiere auf einer Alp gesömmert werden konnte.

Anpassung bleibt ein zentrales Thema

Die Landwirtschaft ist 2018 mit einem blauen Auge davongekommen. Doch die Anpassung an ein sich änderndes

Klima bleibt ein zentrales Thema. Eine der Herausforderungen dabei ist, dass die Bandbreite der Niederschläge gross bleiben wird. Deshalb geht es vor allem auch um eine Anpassung an die Variabilität (vgl. Kasten, S. 45). Eine Bewässerung der Kulturen bei Trockenheit ist zum Teil zwar möglich. Sie kostet aber Geld und erfordert Investitionen. Zudem werden sich die Konflikte um das knappe Gut Wasser verschärfen. Gerade in Trockenperioden wird sich die Landwirtschaft nicht darauf verlassen können, grosse Wassermengen aus Oberflächengewässern entnehmen zu können (vgl. auch Fokus Schaffhausen, S. 77, und Fokus Thurgau, S. 69).

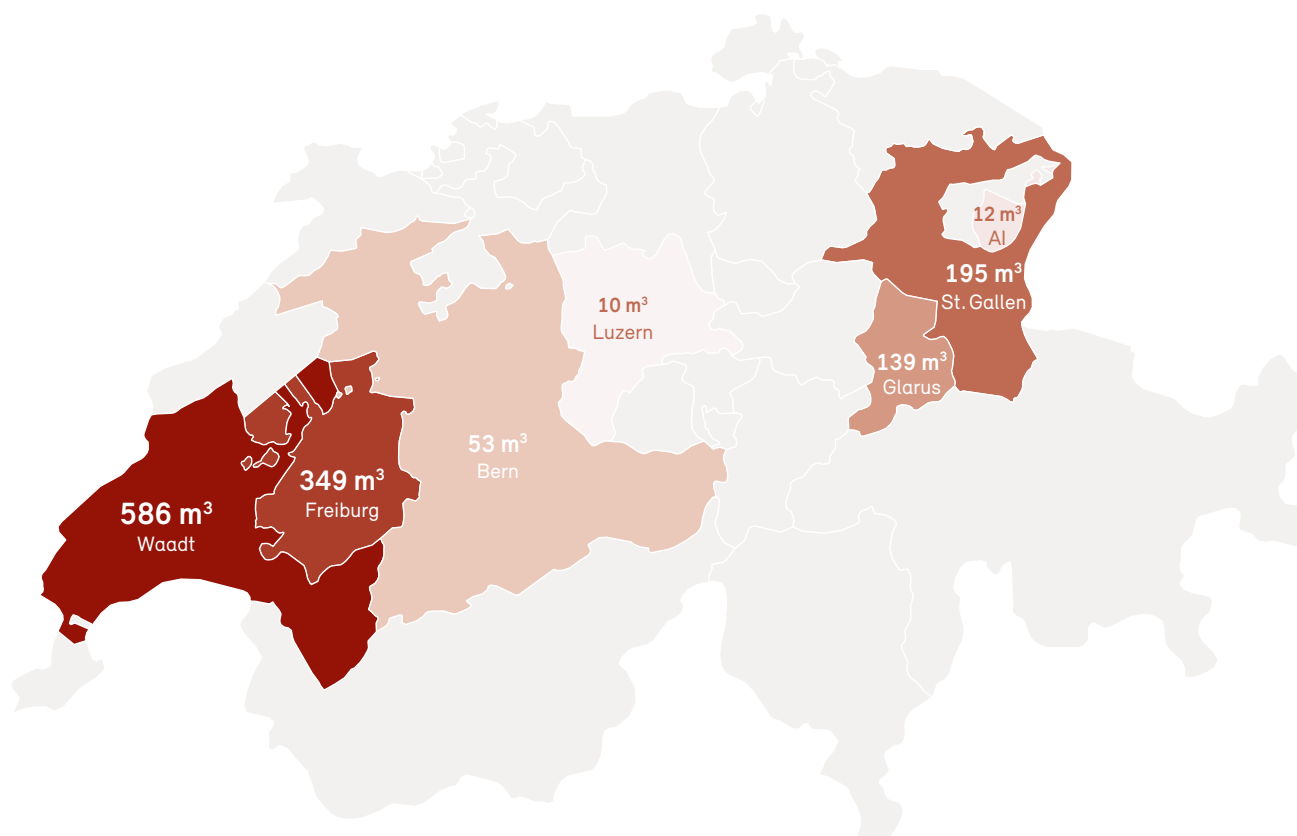
Der Bodenschutz gewinnt zudem an Bedeutung. Die Förderung des Humusaufbaus in Landwirtschaftsböden hat positive Auswirkungen auf die Wasserspeicherung sowie die Wasseraufnahmen durch die Pflanzen. Mit einer Diversifizierung der angebauten Kulturen lässt sich dem Risiko

von Ertragsausfällen auf Betriebsebene ebenfalls entgegenwirken.

Eine weitere Möglichkeit, die insbesondere in Frankreich und Nordamerika immer mehr Bauern zur Verfügung steht, sind Versicherungen gegen Ernteverluste bei Trockenheit. In der Schweiz bietet die Schweizerische Hagel-Versicherungs-Gesellschaft (Schweizer Hagel) entsprechende Produkte an. 2018 hatten sich 1330 Ackerbaubetriebe mit über 30 000 Hektaren für das Risiko «Trockenheit» abgesichert. Das entspricht rund 12 Prozent der offenen Ackerfläche. Besonders hoch ist der Anteil in der Waadt, wo 35 Prozent der Ackerfläche versichert sind. Bei den Graslandbetrieben nutzen hingegen erst wenige Bauern diese Möglichkeit. Nach den Erfahrungen im Sommer 2018 könnte dieser Anteil nun steigen.

Abb. 22: Wasserversorgungsflüge auf die Alpen

Die Schweizer Armee transportierte vom 20. Juli bis 30. August 2018 per Helikopter 18 Tonnen Material (Wasserpumpen, Wasserbecken und Schläuche) und insgesamt 1344 Kubikmeter Wasser ins Alpengebiet von sieben Kantonen.



Trockenstress und Resilienz im Grasland

Trockenheitsexperimente zeigen, dass Wiesen nach zwei Monaten Trockenstress deutlich weniger Futtererträge liefern, sich aber rasch erholen, wenn wieder feuchte Verhältnisse herrschen. 2018 musste verhältnismässig viel Futter aus dem Ausland importiert werden, weil es im Unterschied zu 2003 auch im Berggebiet vielerorts sehr trocken war.

Die landwirtschaftliche Forschungsanstalt Agroscope des Bundes, die ETH Zürich und die Universität Basel führten nach dem trockenen Sommer 2015 Untersuchungen über Auswirkungen der Trockenheit auf Kunst- und Naturwiesen und deren Futtererträge durch. Mit transparenten Dächern ist der Regen künstlich abgehalten und Trockenheit simuliert worden. Nach dem ersten Monat ohne Wasser kam es bei den Wiesen noch zu keinen Einbussen. Doch nach zwei Monaten Trockenstress ergaben sich bis 80 Prozent geringere Erträge. Dann entfernten die Wissenschaftler die Dächer, damit wieder Regen auf die Wiese fallen konnte. Die grosse Frage war, ob und wie rasch sich die Wiese erholen würde. «Die Gräser hatten eine hervorragende Resilienz», sagt Andreas Lüscher von Agroscope. «Sie lieferten sogar bis zu 60 Prozent mehr Ertrag als die Gräser in den Kontrollflächen, die zuvor keinem Trockenstress ausgesetzt waren.» Bei Wassermangel investieren die Gräser offenbar in das Wachstum ihrer Wurzeln. Ist der Boden wieder feucht, profitieren die Pflanzen zudem vom verfügbaren Dünger, und die Aktivität der Mikroorganismen im Boden steigt stark an, wodurch viel Stickstoff für das Pflanzenwachstum zur Verfügung steht.

2018 herrschten mit der lang anhaltenden Trockenheit genau solche Bedingungen wie im Experiment. Die Wiesen wurden gelb und braun. Laut Lüscher war aber der erste und zweite Grasschnitt gut. Dann kamen im Sommer die grossen Einbussen, bevor im Herbst die Wiesen noch einmal zu wachsen begannen. Übers ganze Jahr ergab sich ein klares Minus. Als Folge davon stiegen ab dem Sommer die Futterimporte stetig an. Die Mehrimporte 2018 von rund 100 000 Tonnen Dürrfut-

ter entsprechen ein bis zwei Prozent der normalerweise produzierten Futtermenge.

2003 habe es im Berggebiet gute Futtererträge gegeben, sagt Lüscher. Die Bergbauern hätten genügend Futter gehabt und den Überschuss an die Talbetriebe verkauft. Deshalb musste 2003 im Vergleich zu 2018 weniger Futter importiert werden. 2018 waren im Sommer von der Trockenheit die Ostschweiz und vor allem auch die Berggebiete betroffen. Im Herbst war es dann in der Westschweiz trockener. Deshalb spielte ein Ausgleich innerhalb der Landesgrenzen nur beschränkt.

Die Herausforderung besteht darin, dass nicht jedes Jahr gleich ist. «Eine Anpassung lediglich an Trockenheit greift zu kurz», betont Lüscher. Die Bauern müssten gewappnet sein für variable Niederschlagsmengen. Agroscope empfiehlt deshalb, etwa drei Viertel der Flächen mit Wiesenmischungen, bestehend aus Gras- und Kleearten für ein normal feuchtes Jahr, sowie ein Viertel der Fläche mit trockenheitsresistenteren Mischungen anzulegen. Aufgrund der häufigeren trockenen Sommer dürften die Bauern in der Schweiz künftig vermehrt mit einer temporären Futterknappheit konfrontiert sein. Dabei könnte eine Kooperation zwischen Betrieben im Tal und im Berggebiet helfen. 2018 hätte dies allerdings nur bedingt funktioniert. Futterreserven halten oder sich auf einen Zukauf von Futter einstellen, sind andere Strategien. Die wichtigste Massnahme aber ist, die Zahl der Tiere an die durchschnittlichen Futtererträge des Hofes anzupassen.

Wald

Im Schweizer Wald hat sich im Jahr 2018 der Borkenkäfer stark vermehrt. Durch die Trockenheit waren die Fichten geschwächt. Die Menge des Käferholzes war hoch, aber noch nicht so hoch wie nach dem Hitzesommer 2003. Bei den Laubholzarten war vor allem die Buche betroffen; bereits im August trat in den stark von Dürre betroffenen Regionen herbstlicher Laubfall auf. Der mit Spannung erwartete Beginn der Vegetationsperiode 2019 brachte einige Klärung: Die im Spätsommer 2018 als geschwächt indentifizierten Bäume sind zum Teil in einem schlechten Zustand oder haben gar nicht mehr ausgetrieben. Erfreulich ist hingegen, dass es trotz grosser Waldbrandgefahr im Sommer zu keinen grösseren Waldbränden kam. Die Forschung analysiert die im Jahr 2018 aufgetretene Trockenheit und verspricht sich davon neue Erkenntnisse der Wirkung von Dürre auf den Wald.

Für zahlreiche Waldeigentümer fing das Jahr 2018 schlecht an. Einige Winterstürme fegten über das Land und warfen oder knickten Bäume. Der bedeutendste hatte den Namen Burglind. Bereits in den Jahren zuvor sorgten lokale Windwürfe und der Borkenkäfer für Unruhe. Doch die häufigste und gefürchtetste der Borkenkäferarten, der Buchdrucker, war 2017 mehr oder weniger unter Kontrolle. Doch nun hatte er mit den geworfenen Fichten wieder reichlich Brutmaterial zur Verfügung. Die starken Windböen führten zudem zu Zugspannungen und Verletzungen im Wurzelwerk der Bäume. Davon betroffen sind vor allem jeweils die für die Wasseraufnahme besonders wichtigen Feinwurzeln.

Starke Vermehrung des Borkenkäfers

Ab April 2018 gab es bis in den Herbst hinein verbreitet deutlich weniger Niederschlag als in normalen Jahren. Die durch die Winterstürme bereits geschwächten Bäume kamen mit der sich zuspitzenden Trockenheit zusätzlich unter Druck.

Abb. 23: Sonnenblumen und Buchen mit verdorrttem Laub im Sommer 2018 in Hemishofen SH

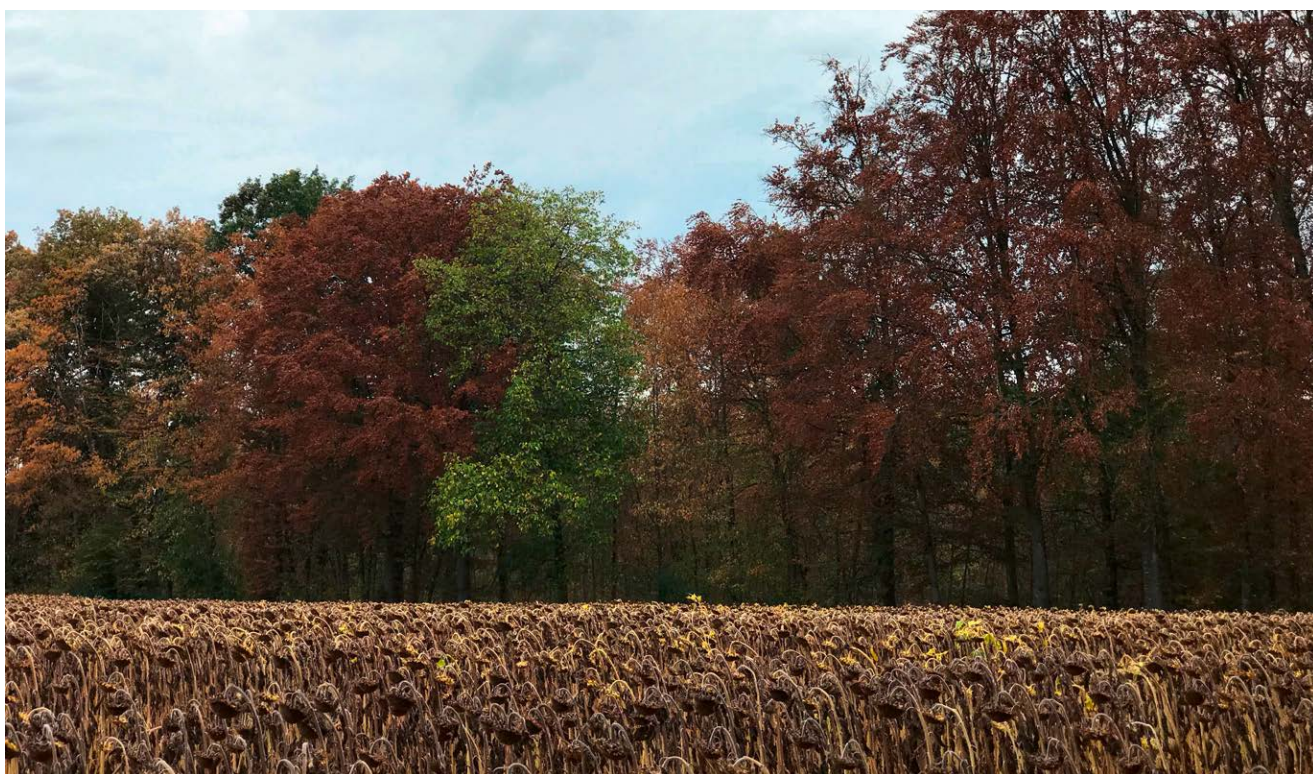
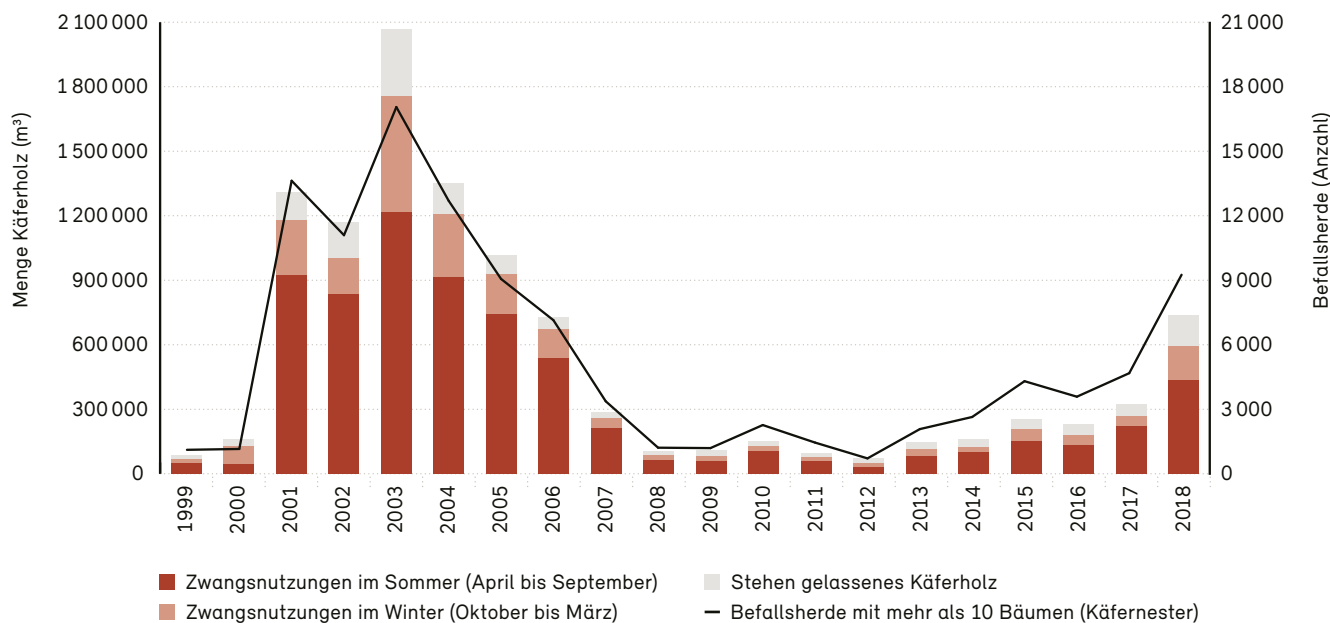


Abb. 24: Zwangsnutzung Borkenkäferschäden 1999 bis 2018

Die Angaben für die Zwangsnutzungen im Winterhalbjahr 2018/2019 und das stehen gelassene Käferholz beruhen auf Schätzungen.



Dem Borkenkäfer hingegen behagte das warme Wetter. In den Tieflagen konnte sich sogar eine dritte Generation entwickeln. Dies zeigt sich nun in der Statistik des befallenen Fichtenholzes, wie die Umfrage von «Waldschutz Schweiz» an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft bei den Kantonen gezeigt hat. Mit 735 000 Kubikmeter vom Buchdrucker befallenen Fichtenholz war die Schadholzmenge 2018 mehr als doppelt so gross wie im Vorjahr und erreichte damit den höchsten Stand seit 2006 (Abb. 24). Besonders aus dem zentralen und östlichen Mittelland sowie aus dem Jura meldeten die Forstreviere starke Zunahmen bei den Käferholz mengen. In den Alpen und in der Südschweiz blieb die Menge des befallenen Holzes hingegen nahezu konstant oder nahm in einzelnen Regionen sogar leicht ab. Aufgrund früherer Erfahrungen und der Entwicklung im Frühling 2019 ist zu befürchten, dass die durch den Borkenkäfer befallene Holzmenge weiter ansteigt.

Bei anderen Organismen, die Bäume schädigen, war es 2018 hingegen eher ruhig. Pilze mögen es nicht trocken. So hoffen die Förster nun, dass die Auswirkungen der mittlerweile weit verbreiteten Eschenwelke, die durch einen Pilz verursacht wird, etwas gemildert werden. Die Zunahme des Lärchenwicklers, dessen Raupen

sich an den Nadeln der Lärchen gütlich tun und sich zyklisch stark vermehren mit einem Höhepunkt alle sieben bis elf Jahre, hängt hingegen nicht direkt mit dem trockenen und warmen Sommer zusammen. Im Sommer 2018 ist im Engadin und im Wallis gebietsweise ein Kahlfrass an Lärchen aufgetreten. Dabei könnte sich aber ausgewirkt haben, dass den Bäumen für das Wachstum der Ersatznadeln, die nach einem Frass normalerweise noch im gleichen Sommer neu gebildet werden, nicht genügend Wasser zur Verfügung stand.

Herbstlicher Laubfall bereits im Sommer

Besonders auffällig war die frühe Blattverfärbung bei den Buchen. Bereits ab Juli konnte vielerorts ausgebleichenes Laub beobachtet werden, ein Phänomen, bei dem bei hoher Sonneneinstrahlung, Hitze und geringem Wasserangebot das grüne Chlorophyll abgebaut wird (Photobleaching). Kurze Zeit später stellte sich mancherorts bereits ein Laubfall wie im Herbst ein. Vereinzelt ist dieser Prozess so rasch abgelaufen, dass die Buchen die noch grünen Blätter verloren oder die Blätter direkt am Baum verdorrten.

Das Amt für Wald beider Basel informierte am 23. Juli 2018 als erster Kanton die Öffentlichkeit über die Prob-

leme der Bäume mit der Trockenheit. Die Basler Förster beunruhigte nicht so sehr die frühzeitige Blattverfärbung, sondern wie rasch der Blattabwurf erfolgt war sowie spontan abbrechende Äste an Buchen und Eichen. Vereinzelt vertrockneten sogar Bäume. Neben den Buchen waren auch Bergahorne, Weissstannen, Fichten und Douglasien betroffen. An exponierten Stellen waren im Frühsommer 2019 ausgeprägte Trockenheitsschäden sichtbar. Massiv sind die Folgen im Hardwald bei Basel. Mindestens 2000 Bäume oder ein Fünftel des Bestandes sind dort mittlerweile abgestorben. Die Bürgergemeinde Basel als Waldeigentümerin und die politischen Gemeinden sahen sich gezwungen, grosse Teile des Waldes für Waldbesuchende zu sperren (vgl. auch Fokus Basel, S. 53).

Ein verfrühter Blattfall ist grundsätzlich eine normale Reaktion eines Laubbaums auf Trockenheit. Einen solchen gab es auch im sehr trockenen Sommer 2003, aber nicht so ausgeprägt wie 2018. Ältere Menschen können sich aber erinnern, dass im Jahr 1947 die Buche ebenfalls stark gelitten hatte. Auch aus dem Jahr 1911 ist sommerlicher Laubfall dokumentiert. Und in den trockenen und heissen 1940er-Jahren in Deutschland war sogar von einem «Buchensterben» die Rede. Wenn nun hohe Temperaturen und trockene Verhältnisse im Klima des 21. Jahrhunderts immer häufiger zusammenfallen, so verstärkt dies die Wasserknappheit bei den Bäumen.

Gemäss den Erhebungen von «Waldschutz Schweiz» ist 2018 bei abgestorbenen Bäumen als Ursache «Trockenheit» gehäuft vermutet worden. Dabei wird im Ausschlussverfahren vorgegangen. Erst wenn andere Ursachen wie Pilz- oder Insektenbefall ausgeschlossen werden können, rückt die Diagnose «Wassermangel» in den Vordergrund.

Schwierige Abschätzung der betroffenen Waldfläche

Momentan ist noch nicht bekannt, wie gross die Fläche im Schweizer Wald ist, die von der Trockenheit 2018 stark betroffen ist. In den Ergebnissen der gesamtschweizerischen Erhebungen zum Waldzustand zeigen sich die Auswirkungen des Sommers 2018 noch nicht. Die Basis des jährlichen Waldmonitorings in der Schweiz bilden die 47 Standorte des Sanasilva-Netzes und die 189 Flächen der Interkantonalen Walddauerbeobachtung.

«Trockenheit kommt zu den bisherigen Stressfaktoren hinzu»

Sabine Braun leitet das Institut für Angewandte Pflanzenbiologie, das mit der Durchführung des Interkantonalen Walddauerbeobachtungsprogramms beauftragt ist. Auf 189 Flächen wird der Zustand von insgesamt rund 13 500 Buchen, Fichten und Eichen erfasst. Die Trockenheit setze den Bäumen vermehrt zu, sagt die Expertin.

Wie wirkt sich die Trockenheit 2018 auf die Vitalität der Bäume aus?

Bereits im Sommer 2018 stellten wir einen erhöhten Anteil an absterbenden Bäumen fest. Die Schäden werden aber erst jetzt im Verlauf des Jahres 2019 wirklich sichtbar. Erstaunlich viele Fichten, Buchen und zum Teil auch Eichen sind bereits abgestorben. Im Churer Rheintal sind die Föhren grossflächig betroffen.

Wie ausserordentlich war 2018 für den Wald?

Das Niederschlagsdefizit war bereits im Frühjahr ausgeprägt. Bisher dachte ich, dass die Trockenheit auf Waldbäume vor allem über die erhöhte Anfälligkeit gegenüber Schwächeparasiten wirkt. Dieses Mal starben aber ausgewachsene Waldbäume unmittelbar während der Trockenperiode ab. Das ist eine neue Beobachtung. Zusammen mit Spätfrost, warmen Wintern, starkem Fruchtbehang und Ozonbelastung wirkt sich die Trockenheit auf die Kronenverlichtung der Bäume aus. Bei der Eiche ist der Effekt geringer. Im Sommer 2018 war vom frühen Laubfall vor allem die Buche betroffen, während die Eiche ihr Laub zwar länger behielt, im Folgejahr in ihrer Vitalität nun aber trotzdem deutlich beeinträchtigt ist.

Was bedeutet das nun für die Bäume?

Eine wichtige Frage ist, wie sich Trockenperioden und hohe Temperaturen im Vergleich und insbesondere in Kombination mit anderen Belastungsfaktoren wie etwa hohen Stickstoffeinträgen oder Ozonkonzentrationen auf die Vitalität der Bäume auswirken. Die Trockenheit kommt zu den bisherigen Stressfaktoren hinzu und wird eine noch stärkere Rolle spielen.

Die 2018 bei den Erhebungen festgestellte relativ geringe Kronenverlichtung lässt sich mit dem Witterungsverlauf erklären. Bis im Frühsommer hatten die Bäume noch genügend Wasser zur Verfügung. Zum Zeitpunkt der Kronenansprache waren die Effekte der Trockenheit in der Kronenverlichtung daher noch nicht sichtbar. Bereits angestiegen war jedoch die Mortalität. Bei den Buchen der Interkantonalen Walddauerbeobachtung war sie mit 0,52 Prozent (30 abgestorbene Bäume bzw. rund jeder 200. Baum) auf dem höchsten Stand der 34-jährigen Beobachtungsreihe, während auf den Sanasilva-Flächen keine Erhöhung festzustellen war.

Nach dem Austreiben der Bäume im Frühling 2019 zeigt sich nun immer deutlicher das Ausmass der Trockenheitsschäden. Aus verschiedenen Regionen gehen Meldungen von abgestorbenen oder stark geschädigten Bäumen ein. Neben der Region Basel zählen beispielsweise die Ajoie im Kanton Jura oder der Kanton Schaffhausen dazu. Von den Buchen, die ihr Laub frühzeitig verloren haben, zeigen etliche Bäume nun auch

Schäden an der Rinde, die Schädlingen als Eintrittspforte dienen.

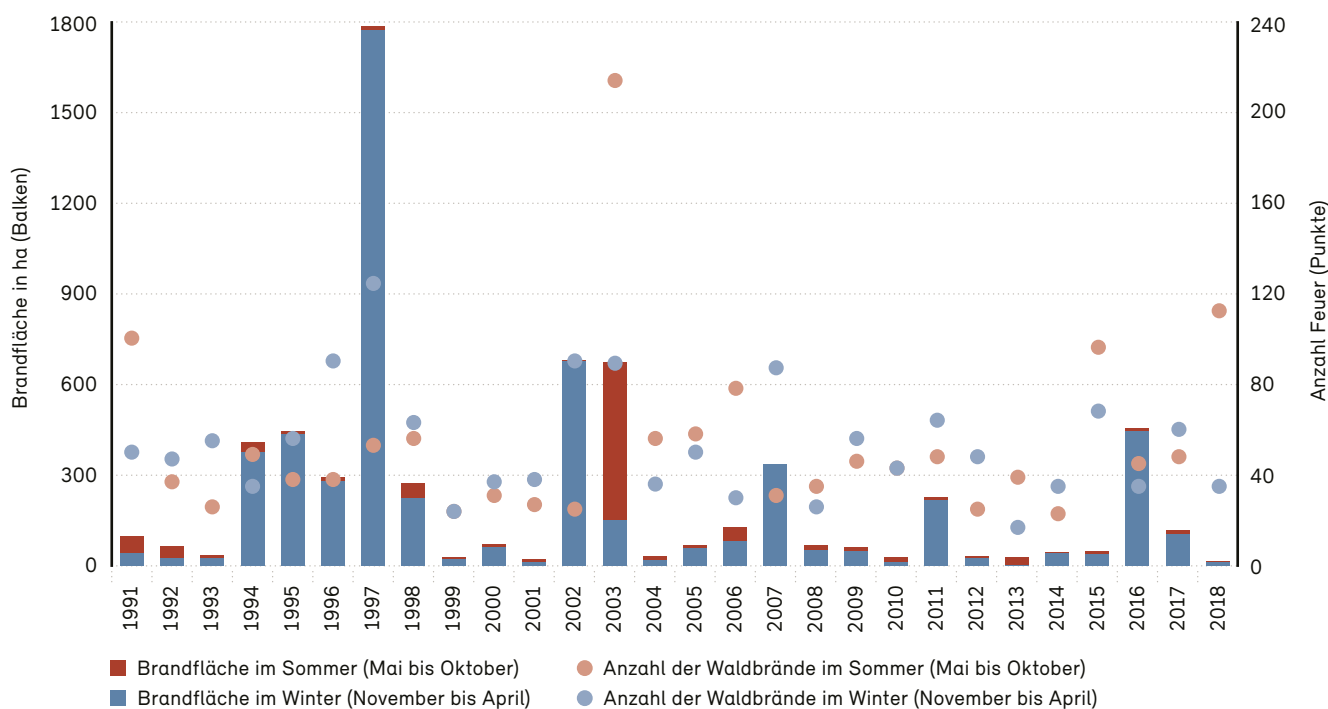
Im Herbst 2018 hatten die Waldfachleute die Vitalität der Eichen noch als verhältnismässig gut beurteilt. Nach dem Blattaustrieb 2019 wird jetzt aber deutlich, dass mancherorts auch diese gelitten haben. Teilweise ist die Belaubung schwach ausgebildet, und man sieht auch Äste in den obersten Kronenbereichen, die noch gar keine Blätter ausgetrieben haben.

Sorgen bereiten vor allem auch die Weisstannen. Im Jura, im Mittelland und bis ins Voralpengebiet haben sich ihre Nadeln in den letzten Monaten auffällig häufig rot-braun verfärbt. Die Bäume verdorrten – oftmals ohne vorgängigen Befall durch Borkenkäfer. Möglicherweise machen der Weisstanne neben den ausgetrockneten Böden auch die trockene Luft zu schaffen. Im Hinblick auf den Klimawandel sind das keine guten Nachrichten, galten doch die Weisstanne und die Eiche bisher als Baumarten, die ver-

Abb. 25: Aufgrund der Trockenheit und grossen Waldbrandgefahr erliessen im Juli und August 2018 zahlreiche Kantone absolute Feuerverbote im Freien



Abb. 26: Anzahl Waldbrände und Brandfläche in der Schweiz im Sommer und Winter seit 1991



hältnismässig gut auch mit etwas trockeneren Bedingungen zurechtkommen.

Kaum grosse Waldbrände

In Erinnerung bleiben wird auch ein Sommer ohne Feuerwerk am 1. August. Die Waldbrandgefahr wurde von den Behörden überwiegend als hoch eingeschätzt. Fast ausnahmslos erliessen die Kantone Feuerverbote im Freien oder in Waldesnähe. In den Kantonen sind die Kompetenzen unterschiedlich geregelt. Es zeichnet sich aber ab, dass benachbarte Kantone sich koordinieren, damit nicht ein für die Bevölkerung nur schwer nachvollziehbarer Flickenteppich unterschiedlicher Regelungen entsteht. Die Einschränkungen zum Feuer sind im Allgemeinen gut respektiert worden. Zur guten Akzeptanz beigetragen haben wohl auch die Ereignisse in Griechenland, wo ein Waldbrand auf ein Siedlungsgebiet übergreifen hatte und dabei beinahe hundert Menschen umgekommen waren, sowie die gewaltigen Waldbrände in Schweden.

Die Vorsichtsmassnahmen zeigten Wirkung. So ereigneten sich gemäss der bei der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) geführten

Schweizerischen Waldbranddatenbank Swissfire im Jahr 2018 in der Schweiz mit 149 Bränden zwar mehr als im Durchschnitt der Jahre 2000 bis 2018 (108,5 Brände). Die betroffene Fläche lag mit knapp 15,6 Hektaren (davon 14,5 Hektaren Wald) aber sehr deutlich unter dem Mittelwert von 164,5 Hektaren pro Jahr (davon 116,3 Hektaren Wald) von 2000 bis 2018. Der flächenmässig grösste Waldbrand war derjenige von La Neuveville am Bielersee im April 2018 mit einer Fläche von rund 5 Hektaren (vgl. Kasten, S. 51).

Im Trockenjahr 2015 ereigneten sich etwas mehr Brände als 2018, und auch die betroffene Waldfläche war mehr als dreimal grösser (damals lagen fast 80 Prozent der Brandfläche in den Kantonen Tessin und Graubünden). Bei Flächenangaben ist zu berücksichtigen, dass ein grosser Waldbrand sich sehr stark auf die Statistik auswirkt. So verbrannte im Jahr 2003 eine Fläche von 673 Hektaren. Davon lagen über 95 Prozent in den Kantonen Wallis, Tessin und Graubünden, und fast die Hälfte der gesamten betroffenen Fläche entfiel auf das Wallis, wo sich damals der grosse Waldbrand von Leuk mit rund 300 Hektaren ereignet hatte.

Prävention und Bekämpfung von Waldbränden

Auf der Alpensüdseite und in den trockenen Zentralalpen sind Waldbrände schon lange ein Thema. Die bisher von Feuersbrünsten kaum betroffenen Kantone auf der Alpennordseite können von den Erfahrungen der Tessiner, Bündner und Walliser profitieren.

Der Kanton Tessin verfügt in der Schweiz über das grösste Wissen im Bereich des Waldbrandmanagements. Einen grossen Effekt hatte das ganzjährige Feuerverbot im Freien – etwa das Verbrennen von Grünabfällen und Ästen – unterhalb von 600 m ü. M., das der Kanton 1990 eingeführt hatte. Dies erfolgte auch aus lufthygienischen Gründen. Oberhalb von 600 m ü. M. ist dafür eine Bewilligung durch die Gemeinde nötig. In der Folge nahm die Anzahl Waldbrände markant ab, und die von Feuer betroffene Fläche ging zurück. Besteht erhöhte Waldbrandgefahr, erlässt der Kanton ein absolutes Feuerverbot im Freien, das auch Grillfeuer untersagt. Die Beurteilung der Waldbrandgefahr erfolgt durch die Mitarbeitenden der Sezione forestale beim Dipartimento del territorio. Das Feuerverbot wird jeweils über die Medien bekannt gegeben.

2018 ereigneten sich im Tessin nicht so viele Waldbrände, sagt Roland David, der Kantonsförster des Tessins. Im Frühling habe es genug Niederschläge gegeben und wirklich trocken sei es im Wald erst im Herbst geworden. Der Winter 2016/2017 und das Jahr 2017 seien bezüglich Waldbrände extremer gewesen. Die meisten Waldbrände ereignen sich auf der Alpensüdseite im Winter und Frühling, wenn die Laubstreu trocken und die Vegetation noch nicht grün ist. Mit zunehmender Trockenheit im Sommer könnte es aber zu einer Verschiebung hin zu mehr Waldbränden im Sommer kommen. Als Schlüssel für ein erfolgreiches Waldbrandmanagement sieht David neben der Prävention vor allem die Ausbildung und Erfahrung der Einsatzkräfte der Feuerwehr. Zentral seien zudem eine gute Infrastruktur mit Zugang zu Löschwasser sowie im steilen Gelände der Einsatz von Helikoptern.

Im Kanton Bern kümmert sich die Abteilung Naturgefahren beim Amt für Wald (KAWA) um das Thema Waldbrand. Im November 2018 wurde ein Umsetzungskonzept zum Waldbrandmanagement vorgestellt. Dieses regelt einerseits die Zuständigkeiten und die Zusammenarbeit mit den Partnern wie der Polizei, Feuerwehr, der Gebäudeversicherung und dem Amt für Bevölkerungsschutz. Andererseits zeigt das Umsetzungskonzept die Massnahmen im Bereich Prävention, Bewältigung und Regeneration auf, die ab 2019 umgesetzt werden. Ein wesentliches Element ist die Beurteilung der Waldbrandgefahr mit einer eigenen Software, gestützt auf Wetterdaten und Beurteilungen im Wald. Davon profitieren auch die Forstdienste beider Basel sowie die Kantone Jura und Solothurn.

Im Kanton Bern kam es 2018 zu 72 Waldbränden. «Die meisten Waldbrände waren kleiner als hundert Quadratmeter und konnten rasch gelöscht werden», sagt Christian Pfammatter, der Leiter des Fachbereichs Waldbrandmanagement beim KAWA. Elf Brände hätten eine Fläche von hundert bis dreitausend Quadratmetern umfasst, und der mit Abstand grösste Waldbrand der letzten Jahre, derjenige vom 18. April 2018 oberhalb der Rebberge in La Neuveville am Bielersee, sei fünf Hektaren (50 000 m²) gross gewesen. Bei diesem standen mehr als 70 Feuerwehrleute und zwei Helikopter im Einsatz. Laut Pfammatter haben sich die Verantwortlichen der Berner Feuerwehren in den letzten Jahren vermehrt mit dem Thema beschäftigt. Insbesondere in Gebieten mit erhöhtem Waldbrandrisiko hätten Feuerwehren Schulungen besucht und auch spezielles Waldbrandbekämpfungsmaterial angeschafft. Neben der Prävention sei dies einer der Gründe, weshalb es 2018 zu vergleichsweise wenig grösseren Waldbränden gekommen sei. Der Kanton Bern ist zudem sehr gut über sämtliche Wald- und Flurbrände informiert. Bei der Notrufzentrale eingegangene Meldungen werden jeweils dem KAWA mitgeteilt.

Anpassung an neue Herausforderungen

Die Verantwortlichen in den Kantonen sind sich bewusst, dass die Waldbrandgefahr auch auf der Alpennordseite zur Herausforderung wird. Die Feuerwehren müssen vermehrt auch mit grösseren Wald- und Flurbränden rechnen und für solche Einsätze vorbereitet und ausgerüstet sein (vgl. Kasten S. 51). Die Prävention wird künftig noch wichtiger werden.

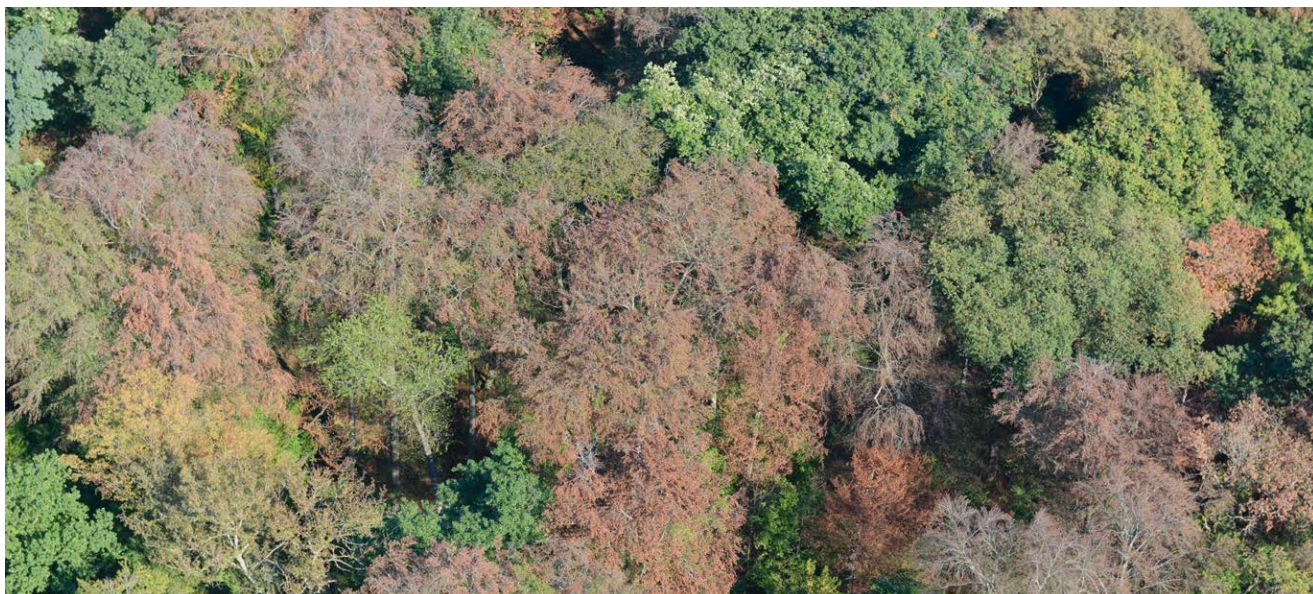
Der Klimawandel und damit zunehmende Trockenheit und ihre Auswirkungen auf den Wald und die Baumarten beschäftigen den Forstdienst und die Forschung schon seit einiger Zeit. Extreme Ereignisse bieten immer auch Chancen für neue Erkenntnisse. Die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) analysiert in 13 Teilprojekten die Trockenheit 2018.

Informationen:

www.wsl.ch/de/ueber-die-wsl/programme-und-initiativen/wsl-initiative-trockenheit-2018.html

Fokus

Basel



Dürre Baumkronen (vorwiegend Buchen) im Hardwald bei Basel Ende August 2018

Aus der Region Basel kamen im Juli 2018 die ersten Meldungen, Waldbäume würden unter der Trockenheit leiden. Im Hardwald bei Birsfelden sind die Auswirkungen besonders augenfällig. In der Stadt Basel mussten vor allem junge Bäume bewässert werden.

Der Hardwald liegt vor den Toren der Stadt Basel und ist beliebt für Ausflüge. Hoch über dem Rhein befindet sich ein Restaurant. Von dort können Frachtschiffe beobachtet werden, die den Auhafen Muttenz ansteuern, den obersten der drei Rheinhäfen in Basel.

Spontan abbrechende Äste

Revierförster Christian Kleiber zeigt auf eine mächtige Eiche. Im Juli 2018 brach von dieser ein dicker Ast ab. Aus heiterem Himmel. Gleich neben dem Kinderspielplatz des Ausflugsrestaurants. Bei Christian Kleiber läuteten die Alarmglocken. Als Förster der Bürgergemeinde der Stadt Basel ist er unter anderem für den Hardwald zuständig.

Ueli Meier leitet das Amt für Wald beider Basel. Ihm fiel im Juli 2018 auf, wie sich das Laub der Buchen innerhalb kurzer Zeit veränderte. Bald meldeten sich bei ihm auch Förster der Region mit ähnlichen Beobachtungen. Das Laub der Buchen verdorrte teilweise am Baum, vereinzelt

brachen noch grüne Äste ab. «Bei häufig aufgesuchten Stellen im Wald, etwa bei Rastplätzen, kontrollieren die Förster die Bäume jeden Frühling», sagt Meier. In Riehen habe der Revierförster an einer exponierten Stelle dafür sogar einen Baumexperten beigezogen. Laut Meier ist im Juli dort ein Ast von einem Baum abgebrochen, der im April noch als unproblematisch beurteilt worden war.

Am 23. Juli 2018 verschickte das Amt für Wald beider Basel eine Medienmitteilung, in der es über die Trockenheitsschäden an Waldbäumen und über die davon ausgehenden Gefahren für die Bevölkerung informierte. Seit es vor einigen Jahren wegen eines abgebrochenen Astes bei einem Rastplatz zu einem Gerichtsverfahren im Kanton Basel-Landschaft gekommen war, sind Forstdienst und Waldeigentümer sensibilisiert. Eine moralische Verantwortung besteht in jedem Fall, auch wenn gemäss dem Kantonsgericht beim damaligen Streitfall der Bürgergemeinde als Waldeigentümerin kein mangelhafter Werkunterhalt vorgeworfen werden konnte.

Hardwald besonders betroffen

Im Sommer 2018 waren nicht alle Wälder in der Region Basel gleichermassen von der Trockenheit betroffen. Einige Regionen profitierten von Gewittern. An anderen

zogen diese jeweils vorbei. «Der Hardwald liegt im Einflussbereich des Möhlin-Jets», erklärt Christian Kleiber. Dieser Wind wehe vom Fricktal über Möhlin Richtung Basel. Doch die Gewitter seien jeweils im Aargau, im Schwarzwald oder in Frankreich niedergegangen.

Im Frühling 2018 blühten viele Bäume ausserordentlich stark, möglicherweise als Reaktion auf den Spätfrost vom April 2017. Zur Ausbildung der Früchte (Buchennüsschen, Eicheln) benötigten die Bäume viel Ressourcen. Und als im Juli das Wasser für die Bäume immer knapper wurde, blieb dies nicht ohne Folgen. Kleiber schätzt, dass im Hardwald die Bäume auf etwa 40 Prozent der Fläche das Laub verloren oder die Blätter am Baum verdorrten. Etwa die Hälfte der Bäume könnte absterben. Betroffen sind auch Nadelhölzer. An den Stellen, wo eine Gefährdung für die Waldbesucherinnen und Waldbesucher besteht, habe man begonnen, die Bäume zu fällen, sagt Kleiber.

Im Mai 2019 zeigte sich, dass tatsächlich viele Bäume abgestorben sind. Die Bürgergemeinde Basel und die Gemeinden Birsfelden und Muttenz sperrten aus Sicherheitsgründen deshalb grosse Teile des Hardwaldes vorübergehend für Waldbesuche. Die Zwangsnutzungen bieten nun auch die Chance, vermehrt Baumarten zu fördern oder neu einzubringen, die an die künftigen Klimabedingungen besser angepasst sind. Dazu zählen etwa die Trauben-Eiche, die Edel-Kastanie, der Walnussbaum, der Speierling oder der Schneeballblättrige Ahorn.

Zusätzliches Wasser für die Stadtbäume

Auch in der Stadt Basel litten die Bäume 2018 unter der Trockenheit. «Wir wiesen die Parkbesucherinnen und -besucher mit Schildern auf die Gefahr spontan abbrechender Äste hin», sagt Yvonne Aellen, die bei der Stadtgärtnerei für den Unterhalt der Grünflächen zuständig ist. «Wir wollten die Parkanlagen aber nicht komplett absperren, denn gerade an heissen Tagen werden die Grünflächen besonders gerne aufgesucht.»

Vor allem Jungbäume wurden während der Trockenheit intensiv bewässert. Laut Aellen ist es hingegen schwieriger, ältere Bäume mit Wasser zu versorgen. Oft sei auch gar nicht klar, wo ihre Wurzeln das Wasser beziehen würden. Strassenbäume müssen oft mit relativ wenig Erdvolumen auskommen. Parkbäume haben für ihre Wur-

zeln mehr Erde zur Verfügung, und sie profitieren in der Regel auch von der Bewässerung der Rasenflächen. Ein grosser Baum verdunstet an einem Tag mehrere Hundert Liter Wasser.

Basel bezieht sein Trinkwasser überwiegend vom Rhein. Über die Versickerung von Flusswasser in zwei Waldgebieten – dem Hardwald und den Langen Erlen – wird Grundwasser angereichert und zu Trinkwasser aufbereitet. Die Wurzeln der Bäume gelangen im Niederterrassenschotter des Hardwalds aber nicht bis ins Grundwasser.

Im Prinzip steht für die Bewässerung der Bäume in Basel genug Wasser zur Verfügung. Es ist aber ein Kostenfaktor, und auch aus Ressourcensicht ist Wasser sparsam zu verwenden. Immerhin gelangt das Bewässerungswasser in den lokalen Wasserkreislauf, und die Bäume tragen durch die Transpiration zu einem besseren Stadtklima bei. «Die Reaktion der Bevölkerung auf die Bewässerung der Stadtbäume ist unterschiedlich», sagt Yvonne Aellen. Während die einen etwas verwundert reagieren wie etwa: «Was, ihr bewässert hier!», fragen andere: «Warum bewässert ihr hier nicht mehr?»

Das Bewusstsein für den Stellenwert des Stadtgrüns habe in den letzten Jahren auf jeden Fall zugenommen, stellt Yvonne Aellen fest. Die kühlende Wirkung der Grünflächen im Sommer sei allgemein erkannt. Der Schutz einzelner Bäume sei wichtig, gerade auch derjenige von grossen, alten Bäumen.

Frisch gepflanzte Bäume müssen oft auch vor der intensiven Sonneneinstrahlung geschützt werden. Dafür wird immer öfter ein weisser Stammanstrich verwendet. Dieser löst sich mit dem Dickenwachstum langsam auf. Früher verwendete man dafür Schilfmatten. Wenn diese jedoch nach etwa fünf Jahren entfernt wurden, war die bisher geschützte Rinde plötzlich der Sonne ausgesetzt und hatte keine Zeit, sich langsam daran zu gewöhnen. Dadurch entstanden an vielen Baumstämmen Schäden durch Sonnennekrose.

Tiere und Pflanzen

Wasser ist für alle Lebewesen zentral, aber nicht alle Arten reagieren gleich empfindlich auf anhaltende Trockenheit. Im heissen und trockenen Sommer 2018 waren Arten, die feuchte Lebensräume benötigen oder im Wasser leben, besonders betroffen. Viele Fischarten litten unter den hohen Wassertemperaturen. Andere Arten bekundeten weniger Mühe mit der Trockenheit. Bei den Tagfaltern zeigt sich ein differenziertes Bild, während etwa Störche von der trockenen Witterung profitierten.

Das Klima und Extremereignisse beeinflussen Leben, Fortpflanzung und Verbreitung von Tieren, Pflanzen und Pilzen. Ändern sich das Klima und beispielsweise auch die Stärke und Häufigkeit von extremen Bedingungen wie etwa Trockenheit, so müssen sich die Arten anpassen. Bestimmte Lebensräume entsprechen unter Umständen nicht mehr den Bedürfnissen ihrer «Bewohner». Die Individuen der vom Wandel betroffenen Arten werden

versuchen, andere Lebensräume zu finden und zu besiedeln – sofern dies für sie möglich ist.

Veränderungen bei den Lebensräumen und den Arten sowie deren Anpassungen, die mit der Klimaerwärmung oder der Häufung von Extremereignissen zusammenhängen, lassen sich in der Regel nur durch lange Beobachtungsreihen feststellen. Schwankungen der Populationsgrössen von Jahr zu Jahr sind bis zu einem gewissen Grad normal. Extreme Witterungsbedingungen – sei es Kälte, Nässe oder Trockenheit – können Populationen stark dezimieren. Besonders fatal ist es, wenn ein extremes und für eine bestimmte Art ungünstiges Ereignis in eine wichtige Phase des Fortpflanzungszyklus fällt. Überleben jedoch genügend Individuen, kann sich eine Population wieder erholen. Stirbt eine Art hingegen an einem bestimmten Ort aus, muss sie erst wieder einwandern.

Austrocknung von Gewässern

Auf feuchte Lebensräume angewiesene oder im Wasser lebende Arten waren im Sommer 2018 generell von der Hitze und Trockenheit stärker betroffen als trockenheits-

Abb. 27: Im Ballenbach bei Escholzmatt LU werden Bachforellen durch die Fischereiaufsicht abgefischt und in nah gelegene Gewässer gebracht



tolerante Arten. Dies zeigte sich bereits in den Sommern 2003 und 2015. Von den damals gemachten Erfahrungen profitierten die kantonalen Naturschutzfachstellen und Naturschutzorganisationen. Lebensräume, die bei ausbleibenden Niederschlägen zur Austrocknung neigen, waren bekannt und wurden dementsprechend auch überwacht.

Aus den Kantonen Luzern und Schaffhausen gibt es Meldungen, wonach einige Amphibienarten, die eher spät im Jahr laichen, Probleme mit der Fortpflanzung gehabt haben, etwa die Gelbbauchunke oder die Geburtshelferkröte. Kleine Gewässer trockneten aus, wie man es bisher noch nicht beobachten konnte. Das Spezielle bei den Amphibien ist, dass sie sowohl das Wasser wie auch das Land als Lebensraum benötigen.

Fische unter Druck

Bei den Fischen sind die mit Hitze und Trockenheit verbundenen Probleme offensichtlich. Für einige Fischarten sind hohe Wassertemperaturen ein Problem. Die meisten Arten der Salmoniden (Äschen und Forellen), die in kaltem Wasser leben, stehen dann unter erhöhtem Stress. Je höher die Temperatur, desto schneller läuft der Stoffwechsel der Fische. Der Sauerstoffbedarf steigt, und bei erhöhten Temperaturen wird es immer schwieriger, diesen zu decken, auch weil mit zunehmender Temperatur der Sauerstoffgehalt des Wassers abnimmt. Ab 25 Grad wird es für die Fische lebensbedrohlich. Auch Krankheiten machen den Fischen im warmen Wasser mehr zu schaffen.

Wie eine Umfrage bei den kantonalen Fischereiverwaltungen zeigt, gehen fast alle Kantone von negativen Auswirkungen des heissen und trockenen Sommers 2018 auf Fisch- und Krebspopulationen aus. Mit Ausnahme von Solothurn und Neuenburg werden diese in den Mittelland- und Jura-Kantonen als gravierender eingeschätzt als in den Bergkantonen. Als grösstes Problem sehen die Fachleute die Kombination von geringer Wasserführung und hohen Wassertemperaturen. In kleineren Gewässern kann der geringe Abfluss das Hauptproblem darstellen, in grösseren Flüssen aber auch das zu warme Wasser. Einige Gebirgskantone berichten auch von hohen Feinsedimenteinträgen in die Gewässer infolge eines hohen Anteils an Gletscherschmelzwasser mit entsprechend viel Glet-

scherschliff. Das trübe Wasser kann sich auf Wasserlebewesen negativ auswirken.

In den meisten der stark von der Trockenheit betroffenen Kantonen wurde ab dem Juli die Wassernutzung aus den Gewässern eingeschränkt. Der Kanton Zürich bildete hier eine Ausnahme (vgl. Kapitel Wasserwirtschaft, S. 34). In 19 Kantonen sind Fische aus Gewässern zu ihrer Rettung abgefischt worden – insgesamt auf einer Länge von rund 400 Kilometern. In den Kantonen Bern, Luzern, Schaffhausen, St.Gallen, Thurgau und Zürich waren es jeweils mehr als 10 Kilometer. An der Spitze liegt Zürich (120 km), gefolgt von Bern (72 km) und Thurgau (70 km). Das Einfangen der Fische mittels Elektroabfischen verursacht Stress, und im neuen Lebensraum leben bereits andere Fische.

Tab. 4: Notabfischungen in den Kantonen

Die Länge der abgefischten Gewässer beträgt insgesamt rund 400 km.

Kanton	in km
Zürich	120,00
Bern	72,00
Thurgau	70,00
Luzern	30,00
Schaffhausen	15,00
St.Gallen (im Rheintal)	10,00
Basel-Landschaft	6,10
Zug	5,30
Graubünden	5,00
Jura	2,70
Appenzell Ausserrhoden	2,50
Genf	2,30
Obwalden	2,30
Waadt	2,00
Aargau	1,60
Tessin	0,78
Glarus	punktuell
Neuenburg	punktuell
Appenzell Innerrhoden	0
Basel-Stadt	0
Freiburg	0
Nidwalden	0
Solothurn	0
Uri	0
Wallis	0

Über die Wirksamkeit von Abfischungen und Umsiedlungen ist wenig bekannt. Doch lediglich gut zehn Prozent der Verantwortlichen in den Kantonen beurteilen diese Massnahmen als zielführend bezüglich des Schutzes der Fischpopulationen. 65 Prozent äussern Vorbehalte, während ein Viertel diese sogar als eher kontraproduktiv oder negativ erachtet. Die Rettung der Fische erfolgte ihrer Einschätzung nach primär aus gesellschaftspolitischen Gründen. In vier Kantonen existieren Konzepte für Fischgewässer in Trockenperioden. In sieben weiteren Kantonen sind solche in Erarbeitung.

Fischsterben im Rhein

Aufgrund der Erfahrungen im Hitzesommer 2003 hat der Kanton Schaffhausen ein Notfallkonzept für die Fische im Rhein erarbeitet. Damals gingen 90 Prozent des Äschenbestands ein. Das Konzept kam bereits 2015 zur Anwendung. Im Sommer 2018 wurde es durch die Behörden wiederum aktiviert. Das Konzept sieht unter anderem die Schaffung von Kaltwasserzonen in den Mündungsbereichen der Zuflüsse des Rheins vor (vgl. auch Fokus Schaffhausen, S. 77). Trotzdem kam es ab August wieder zu einem Fischsterben. Bei den Äschen haben Jung-

«Solche Ausnahmesituationen werden zunehmen»

Als Fischereiadjunkt des Kantons Zürich war Lukas Bammatter im Sommer 2018 fast ununterbrochen im Einsatz. Im Gespräch äussert er sich über Notabfischungen und wie sich die Situation für die Fische verbessern liesse.

Wie lautet die Bilanz im Kanton Zürich bezüglich Notabfischungen?

Auf einer Länge von rund 120 Kilometern führten wir auf 200 Gewässerabschnitten Notabfischungen durch. Betroffen waren deutlich mehr Gewässer als 2003 und 2015. Eine solche Situation haben wir bisher noch nicht erlebt.

Worauf ist bei Abfischungen zu achten?

Grundsätzlich ist das nur zu erwägen, wenn es nicht mehr anders geht. Das Abfischen ist für die ohnehin schon geschwächten Fische mit zusätzlichem Stress verbunden. Zudem muss man einen neuen Ort für die Fische im gleichen Einzugsgebiet haben, idealerweise im selben Gewässer, wo noch genügend Wasser fliesst. Leider wissen wir nicht genau, wie zielführend diese Aktionen sind. Die Alternative wäre, zuzuschauen, wie die Fische zugrunde gehen.

Werden solche Aktionen nun zum Normalfall?

Leider ist zu befürchten, dass solche Ausnahmesituationen zunehmen werden. Zusammen mit St. Gallen, Thurgau und Aargau möchten wir einen Leitfaden für den Umgang mit Trockenheit in Fischgewässern

ausarbeiten. Das wäre dann auch ein Konzept für Interventionen.

Lassen sich die Folgen des Hitzesommers 2018 für die Fische schon beziffern?

Im Winter führten wir zwei zehntägige Testfänge am Rhein mit erfahrenen Fischern durch. Diese fingen lediglich vier Äschen, liessen sie aber natürlich wieder frei. Ein genaueres Bild über die fortpflanzungsfähigen Äschen erhalten wir erst Anfang Mai durch die Zählung der ein bis zwei Zentimeter langen Äschenlarven. Solche Erhebungen führen wir seit 2010 jedes Jahr an definierten strömungsarmen Abschnitten nahe am Ufer durch.

Welche Möglichkeiten gibt es, um die Situation zu verbessern?

Punktuell können wir Lebensräume verbessern und dabei trockene und heisse Perioden mehr beachten. Am Rhein oberhalb von Ellikon gelangt relativ kühles Hanggrundwasser in den Rhein. Die Fische profitieren derzeit aber kaum davon. Wir möchten nun mit baulichen Massnahmen erreichen, dass sich dieses etwa 15 Grad kalte Wasser sammelt und einen Rückzugsort bildet. Auch haben wir die Vermutung, dass einige Gewässer zunehmend wenig Wasser führen, weil mehr Grund- und Quellwasser genutzt beziehungsweise den Gewässern direkt entnommen wird. Das könnte auch erklären, weshalb in einigen Bächen immer weniger Krebse leben.

fische sowie ältere Exemplare an geschützten Stellen überlebt. Als Sofortmassnahme verfügten die Kantone Schaffhausen, Thurgau und Zürich bereits Ende September 2018 für Äschen ein Fangmoratorium. In den Thurgauer und Schaffhauser Abschnitten des Rheins gilt ein solches auch für Forellen.

Freizeitaktivitäten erhöhen Stress

An sonnigen und heissen Tagen erreichen Freizeitaktivitäten an und in den Gewässern ihre Höhepunkte. Die Behörden appellierten im Sommer 2018 an die Bevölkerung, auf die Fische und andere an Gewässerlebensräume gebundene Arten Rücksicht zu nehmen. Besonders sensible Rückzugsgebiete wurden mit Bändern gekennzeichnet. An der Birs und der Wiese bei Basel wurde ein Badeverbot verfügt, um die aus dem warmen Rhein ins etwas kältere Wasser der Zuflüsse geflohenen Fische vor Störung zu schützen.

Auch Uferabschnitte sind begehrte Aufenthaltsräume für die Menschen. Von den Störungen betroffen sind nicht nur Wasservögel. In einem Naturschutzgebiet am Rhein im Kanton Schaffhausen werden auch auf den Steinen am Flusssufer in der Sonne liegende Ringelnattern nur noch selten beobachtet.

Uneinheitliches Bild bei den Tagfaltern

Im Rahmen des Biodiversitätsmonitorings Schweiz BDM, das seit 2001 die Entwicklung der Biodiversität untersucht, ist die Gruppe der Tagfalter genauer ausgewertet worden bezüglich Auswirkungen des Sommers 2018. Tagfalter – zu ihnen zählen viele der bunten Schmetterlinge – sind aussagekräftige Bioindikatoren. Ihre Körpertemperatur und Aktivitätsmuster sind von der Umgebungstemperatur abhängig. Daher reagieren Tagfalter sowohl auf kurzfristige klimatische Ereignisse, aber auch auf längerfristige Klimaveränderungen. Warmes und sonniges Wetter begünstigt grundsätzlich die Flugaktivität von Tagfaltern. Bei kalten oder nassen Bedingungen halten sie sich bevorzugt an einem geschützten Ort auf.

Der Braune Waldvogel (*Aphantopus hyperantus*) scheint vom warmen Wetter profitiert zu haben. Sein Entwicklungszyklus hat sich 2003, 2015 und 2018 um rund zwei Wochen vorverschoben. Bereits Ende Juli erreichten die Populationen ihr Maximum. Zudem waren sie überdurch-

schnittlich reich an Individuen. Auch dem Hauhechel-Bläuling (*Polyommatus icarus*) behagte der Sommer 2018. Die gute Witterung erlaubte die Entwicklung einer zusätzlichen, dritten Generation. Einen Höhenflug bezüglich der gezählten Individuen zeigte auch der Feurige Perlmutterfalter (*Argynnis adippe*). Bereits 2003 und 2015 waren die Individuenzahlen hoch, 2018 hat sie sich noch einmal mehr als verdoppelt. Einige Arten drangen auch in höhere Lagen vor.

Doch nicht alle Arten profitieren von höheren Temperaturen oder einem warmen und trockenen Sommer. Die Verlierer sind vor allem Arten von Feuchtgebieten und solche aus alpinen Lebensräumen. So wurden 2018 etwa vom Gletscherfalter (*Oeneis glacialis*) noch nie so wenige Individuen gezählt. Auch dem Alpenapollo (*Parnassius phoebus*) setzte der Hitzesommer zu. 2018 wurde die in den Alpen endemische Art nur noch in den höheren Lagen angetroffen, während sie unterhalb von 1750 m ü. M. verschwunden war. An den höchsten Standorten wurden hingegen mehr Individuen gezählt als in den Jahren zuvor, was auf ein Ausweichen in höhere Lagen hindeutet.

Auch positive Auswirkungen

Viele Vogelarten profitierten während der Brutzeit und der Aufzucht der Jungvögel von der trockenen Witterung. Zu ihnen zählen auch die Störche. Im St.Galler Rheintal wurden noch nie so viele Jungstörche gezählt wie im Sommer 2018. Borkenkäfer bohrten sich in geschwächte Fichten und vermehrten sich. Davon profitieren Spechte. Die absterbenden Bäume und das entstehende Totholz dienen wiederum zahlreichen Insekten und Pilzen als Lebensgrundlage.

In der Bilanz zum Hitzesommer 2018 präsentiert sich ein differenziertes Bild. Noch nicht alle Auswirkungen sind identifizier- und messbar. Intakte und vernetzte Lebensräume sind für viele Arten die Grundvoraussetzung, damit Individuen in einem schlechten Jahr ausweichen und überleben können und später den früheren Lebensraum wieder besiedeln können.

Stromproduktion

Übers ganze Jahr gesehen, hält sich die Minderproduktion der Wasserkraft im Jahr 2018 gegenüber dem langjährigen Mittelwert in Grenzen. In der ersten Jahreshälfte waren die Abflüsse und damit auch die Stromproduktion überdurchschnittlich. In der zweiten Jahreshälfte ergaben sich grössere Einbussen. Am deutlichsten zeigten sich die Folgen der Trockenheit bei der Kleinwasserkraft. Für die Betreiber von Solaranlagen war es hingegen ein erfreuliches Jahr.

Gemäss der Elektrizitätsstatistik des Bundes liegt die gesamte Nettoerzeugung von Schweizer Strom im Jahr 2018 leicht über dem Mittelwert der letzten zehn Jahre. Betrachtet man die Erzeugung von Strom aus Wasserkraft, so ergibt sich lediglich eine Minderproduktion von 0,8 Prozent gegenüber dem Mittelwert der letzten zehn Jahre. Das ebenfalls trockene Jahr 2015 lieferte gemäss der Statistik mehr Strom aus Wasserkraft als 2018. Das schlechteste Jahr bezüglich der Stromproduktion aus Wasserkraft der letzten Jahre war 2011, das sich durch

einen sehr trockenen Frühling auszeichnete. Damals wurde mehr als zehn Prozent weniger Strom erzeugt als im zehnjährigen Mittel.

Die Wasserkraft lässt sich unterteilen in die Speicher- und Laufkraftwerke. Während Letztere unmittelbar durch die abfliessende Wassermenge beeinflusst werden, liegen die höhergelegenen Speicherkraftwerke oft in Einzugsgebieten mit Gletschern. Die hohen Temperaturen im Sommer lassen Gletscher schmelzen, und das Schmelzwasser steht für die Stromproduktion zur Verfügung und kann fehlende Niederschläge kompensieren (vgl. Kasten S. 60).

Schlechte zweite Jahreshälfte für die Laufwasserkraftwerke

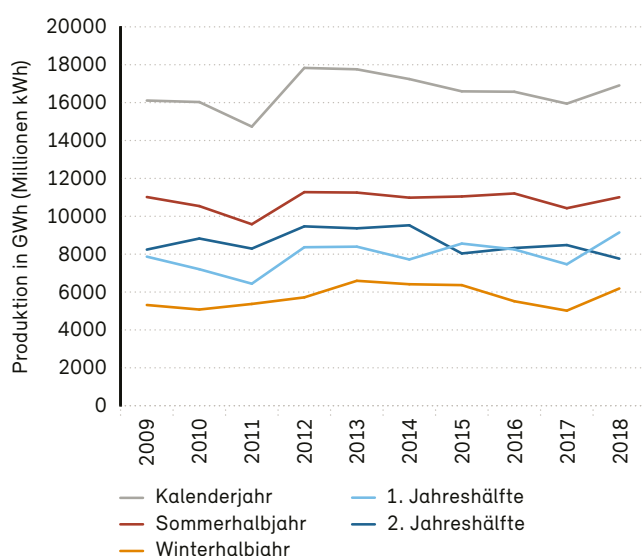
Die gesamte Stromproduktion der Laufwasserkraftwerke lag 2018 leicht über dem Mittelwert der letzten zehn Jahre. Deutliche Unterschiede ergaben sich jedoch zwischen der ersten und der zweiten Jahreshälfte. Bis im Juni 2018 war die Produktion im langjährigen Vergleich überdurchschnittlich (+15 %). Im zweiten Halbjahr lag sie hingegen zehn Prozent unter dem Mittel und führte zur geringsten

Abb. 28: Die Emme am 20. Juli 2018 bei der Wasserfassung Schalunen für das Kraftwerk Hagerhüsli in Bätterkinden BE



Abb. 29: Stromproduktion der Laufwasserkraftwerke 2009 bis 2018

In der ersten Jahreshälfte 2018 war es das beste Ergebnis und in der zweiten Jahreshälfte das schlechteste Ergebnis der letzten zehn Jahre. Kalenderjahr, Sommerhalbjahr (April bis September), Winterhalbjahr (Oktober bis Dezember des vorhergehenden Jahres sowie Januar bis März des folgenden Jahres)



Stromproduktion der Laufwasserkraftwerke in der zweiten Jahreshälfte der letzten zehn Jahre.

Einen guten Überblick über die Stromproduktion an den grossen Schweizer Flüssen stellte der Verband Aare-Rheinwerke zusammen. Die 33 Wasserkraftwerke an Rhein, Aare, Limmat und Reuss steuern rund einen Viertel zur gesamten Wasserkraftproduktion in der Schweiz bei. Mit einer Bruttoproduktion von 7342 Gigawattstunden (GWh) war diese etwas geringer als im Vorjahr mit 7594 GWh. Sie erreichte rund 92 Prozent des zehnjährigen Mittelwertes, was keiner übermässigen Abweichung entspricht, die in extrem feuchten oder trockenen Jahren bis zu 20 Prozent nach oben und unten betragen kann.

Dass die grossen Flusskraftwerke trotz des trockenen Sommers und Herbstes ein einigermaßen gutes Ergebnis erzielten, liegt an der ersten Jahreshälfte mit den hohen Abflüssen. Findet eine Verschiebung der Stromproduktion vom Sommer in den Winter statt, so ist das grundsätzlich positiv, denn die Schweiz exportiert im Sommer Strom, während sie im Winter auf Stromimporte aus dem Ausland angewiesen ist. Mehr nutzbares Wasser im Winter und

Frühling statt im Sommer, wo europaweit genug Strom zur Verfügung steht, kommt diesen Kraftwerken somit zugute.

In der Ostschweiz gab es besonders wenig Niederschlag, und die Flüsse führten nur wenig Wasser. Entsprechend gross waren dort auch die Einbussen bei der Stromproduktion. So hat eine grobe Auswertung zweier Laufwasserkraftwerke ergeben, dass die Jahresproduktion im Jahr 2018 um 20 bis 25 Prozent tiefer lag als im langjährigen Durchschnitt.

Starke Auswirkungen auf kleine Wasserkraftwerke

Mit grossen Einbussen waren insbesondere Kleinwasserkraftwerke mit einer Leistung von weniger als 1 Megawatt konfrontiert (vgl. auch Kapitel Wasserwirtschaft, S. 34). Im Rahmen der Kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) wird die jährliche Stromproduktion der Kleinwasserkraftwerke mit einer mittleren mechanischen Brut-

Beitrag der Gletscher zur Wasserkraftproduktion

Die Gletscher sind für die Schweizer Wasserkraftproduktion nicht unbedeutend. Die Veränderung aufgrund des erwarteten Gletscherrückgangs in den kommenden Jahrzehnten ist deshalb zu beachten. Ein Forscherteam des Schweizer Kompetenzzentrums für Energieforschung – Strombereitstellung (SCCER-SoE) berechnete kürzlich den Beitrag des Gletscherschmelzwassers zur Schweizer Wasserkraftproduktion und wie sich dieser bis Ende des 21. Jahrhunderts entwickeln wird. Gemäss deren Schätzungen trug der Volumenverlust der Gletscher seit 1980 zu drei bis vier Prozent der Schweizer Wasserkraftproduktion (1000 bis 1400 GWh/Jahr) bei. Der Volumenverlust der Gletscher wird die Schweizer Wasserkraftwerke auch weiter antreiben. Bis Ende des 21. Jahrhunderts wird der Anteil der Wasserkraftproduktion, der sich direkt daraus ableitet, aber um bis zu 1000 GWh/Jahr auf noch etwa 400 GWh/Jahr sinken.

Quelle:

www.sccer-soe.ch/en/news/blog/gletscher-wasserkraft

leistung bis zu 10 Megawatt erhoben. Auf den ersten Blick zeigt ein Vergleich der Stromproduktion von 2018 und 2017 überraschenderweise keine nennenswerten Unterschiede. Werden jedoch nur Anlagen mit einer Leistung von weniger als 1 Megawatt und lediglich Durchlauf- und Ausleitkraftwerke berücksichtigt (also keine Dotier-, Abwasser-, Trinkwasserkraftwerke), so treten die Folgen der niederschlagsarmen Monate deutlich hervor. Regional zeigen sich jedoch grosse Unterschiede. Sehr stark betroffen waren die Kleinwasserkraftwerke in den Kantonen St.Gallen, Thurgau, Zürich, Schwyz, Zug und Freiburg (–20 bis –30 %). Etwas geringere Einbussen verzeichneten die Kleinwasserkraftwerke in den Kantonen Aargau und Luzern (–10 bis –20 %).

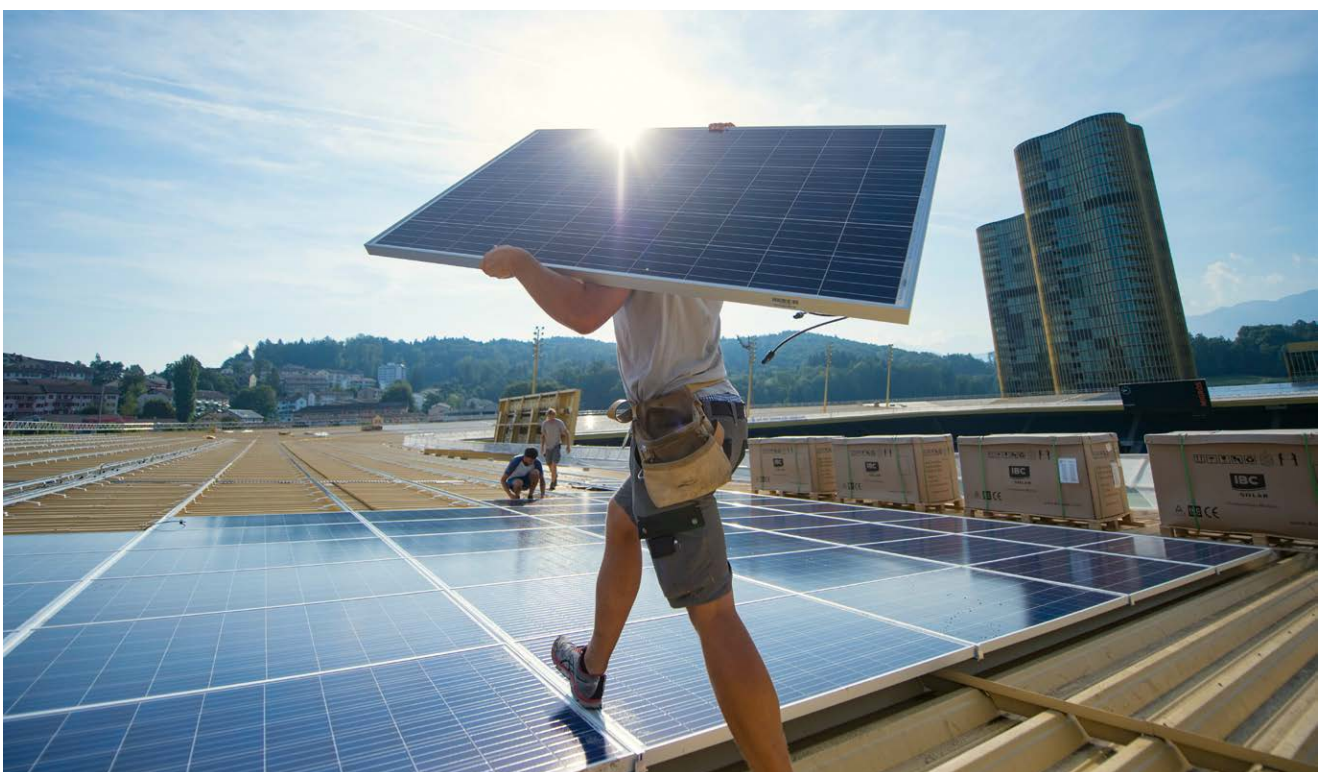
Durch die vielerorts geringe Produktion der Kleinwasserkraftwerke ergab sich ein Problem mit den eingegangenen Verpflichtungen einiger Anlagenbetreiber gegenüber dem Bund. Bei der Erneuerung und Erweiterung ihrer Anlagen vereinbarten sie nämlich eine Mindestproduktion, deren Unterschreitung eine Rückzahlung der KEV zur Folge haben würde. Als die Regelung mit der Anpassung der

Energieverordnung per 2018 verschärft worden war, dachte man allerdings nicht an einen so trockenen Sommer. Inzwischen hat der Bundesrat die entsprechende Verordnung erneut angepasst. So wird die Einspeisevergütung auch dann ausbezahlt, wenn ein Anlagenbetreiber die vereinbarte Mindestproduktion aufgrund von Trockenphasen während höchstens eines Drittels der Vergütungsdauer nicht einhalten kann.

Gutes Jahr für die Solarenergie

Ein gutes Jahr verzeichneten hingegen die Betreiber von Photovoltaikanlagen (vgl. Kasten S. 62). Das PV-Labor der Berner Fachhochschule misst seit 1993 Produktion und Leistung von ausgewählten Anlagen in der Schweiz. Die Messergebnisse bestätigen die vergleichsweise hohe Stromproduktion im Sommerhalbjahr 2018 (April bis September). Die Anlagen auf dem Mont Soleil und in Burgdorf wiesen im April, Juli, August, September und Oktober überdurchschnittliche Werte auf. Aufs ganze Jahr bezogen war 2018 aber kein Spitzenjahr für die Photovoltaik, weil von Januar bis März deutlich weniger Sonneneinstrahlung verzeichnet wurde als im Durchschnitt.

Abb. 30: Die Betreiber von Photovoltaikanlagen profitierten von den vielen Sonnenstunden im Sommer 2018



Viel Sonnenstrom im Hochsommer

Photovoltaikanlagen sind bei hohen Temperaturen weniger effizient. Die höhere Sonneneinstrahlung überwiegt diesen dämpfenden Effekt aber deutlich.

Der Schweizerische Fachverband für Sonnenenergie (Swissolar) schätzte aufgrund der ermittelten Globalstrahlung den Mehrertrag an Solarstrom in der Schweiz im Juli 2018 auf rund 35 Gigawattstunden (+13 %) gegenüber dem langjährigen Mittel. Berechnungen der Firma Meteotest zeigen, dass alle Monate des Sommerhalbjahres überdurchschnittliche Sonneneinstrahlungswerte gegenüber der Referenzperiode 2006 bis 2015 aufwiesen: April (+15,6 %), Mai (+1,7 %), Juni (+15,1 %), Juli (+12,9 %), August (+10,5 %), September (+17,5 %). Weil aber das erste Quartal viel weniger Sonnenschein verzeichnete als üblich, ergab sich für das ganze Jahr 2018 «nur» ein Plus von 7,3 Prozent.

Laut Swissolar ist Sonnenstrom während Hitzeperioden hochwillkommen, weil gerade dann viel Strom für die Klimatisierung benötigt wird. Hohe Temperaturen reduzieren jedoch die Leistung der Photovoltaikanlagen.

Der negative Temperatureffekt sei jedoch etwa viermal kleiner als die erhöhte Produktion dank der höheren Sonneneinstrahlung.

Urs Muntwyler, Leiter des PV-Labors der Berner Fachhochschule in Burgdorf, bestätigt den Zusammenhang von Temperatur und Stromproduktion. Pro Grad Temperaturerhöhung verlören die Anlagen rund 0,4 Prozent an Leistung und damit an Ertrag. «Die viel höhere Strahlung überwiegt den dämpfenden Effekt der höheren Temperaturen aber deutlich», sagt Muntwyler. Warme und trockene Sommer führten somit zu einem überdurchschnittlichen Solarertrag. Bei Trockenheit würden weniger Wolken gebildet. Besonders positiv wirke sich auch das Ausbleiben von Gewittern aus. Betrachte man einzelne Jahre, so sei die Varianz beim Stromertrag der Anlagen wetterbedingt recht gross, stellt Muntwyler fest. «Die Erträge steigen im langjährigen Mittel aber kontinuierlich an.» Die Wissenschaftler erklären sich diesen Effekt mit der sauberer gewordenen Luft und möglicherweise veränderten atmosphärischen Zirkulationen.

Temporäre Leistungsreduktion bei zwei Kernkraftwerken

Die Hitze hatte auch Auswirkungen auf die Produktion der Kernkraftwerke, wobei die Kraftwerke im Sommer einen Monat für Revisionsarbeiten stillstehen. Das Kernkraftwerk Mühleberg reduzierte infolge der hohen Wassertemperaturen der Aare ab dem 7. August seine Leistung um 25 Prozent. Auch das Kernkraftwerk Beznau reduzierte die Leistung zeitweise bis zu einem Drittel. Die Kernkraftwerke Gösgen und Leibstadt verfügen über Kühltürme und mussten die Leistung 2018 nicht zurückfahren. Wegen der hohen Lufttemperaturen musste das Kernkraftwerk Leibstadt 2015 seine Leistung noch reduzieren. Nach Angaben der Anlagenbetreiberin war das 2018 jedoch nicht nötig, weil die Gesamtleistung des Reaktors aufgrund der vom Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) auferlegten Leistungsbeschränkung auf durchschnittlich 86 Prozent limitiert war.

Verschiedene Einflussfaktoren für die Zukunft

Änderungen im Wasserkreislauf und beim Gletscherschwund in den nächsten Jahrzehnten werden sich auf die Wasserkraftproduktion auswirken. Nutzbares Wasser ist ihre Ressource. Ebenso entscheidend sind aber die gesellschaftspolitischen und ökonomischen Rahmenbedingungen. Das Nationale Forschungsprogramm NFP 70 «Energiewende» beschäftigt sich unter anderem mit diesen Herausforderungen (www.nfp70.ch). Ein Teilprojekt untersuchte etwa betriebliche Optimierungen der Kraftwerke anhand von Abfluss- und Trockenheitsprognosen. Anhand eines hydrologischen Modells lassen sich mit Echtzeitdaten erstmals räumlich detaillierte Prognosen für Trockenheit für einen Zeitraum von bis zu drei Wochen berechnen. Gerade für die Speicherkraftwerke sind das interessante Informationen. In Kombination mit Vorhersagen zu den Preisentwicklungen auf dem Strommarkt wird es so möglich, das verfügbare Wasser optimal zu nutzen.

Verkehrsinfrastruktur und Gütertransport

Bei den Nationalstrassen und dem Schienennetz kam es im Sommer 2018 zu keinen grösseren Problemen. Die Bahnunternehmen tragen beim Gleisbau den hohen Temperaturen Rechnung, um Schienenverformungen möglichst zu vermeiden. Grosse Auswirkungen hatte das Niedrigwasser im Herbst hingegen auf die Rheinschifffahrt. Um die Versorgung mit wichtigen Gütern sicherzustellen, kam es Ende Jahr zu einer Freigabe der Pflichtlager durch den Bund, wie es bisher noch nicht vorgekommen war.

Wer an einem sonnigen Tag barfuss über den Asphalt geht, weiss, wie unangenehm heiss Strassenoberflächen sein können. In extremen Fällen kann es bei grosser Hitze zu Belagsschäden kommen. So geschehen etwa im Sommer 2015. Gefürchtet sind insbesondere spontane Aufwölbungen der Fahrbahn auf Autobahnen. Solche «Blow-ups» treten plötzlich auf und stellen eine Gefahr für die Verkehrsteilnehmenden dar. Davon betroffen sind vor allem ältere Strassenabschnitte aus Betonplatten.

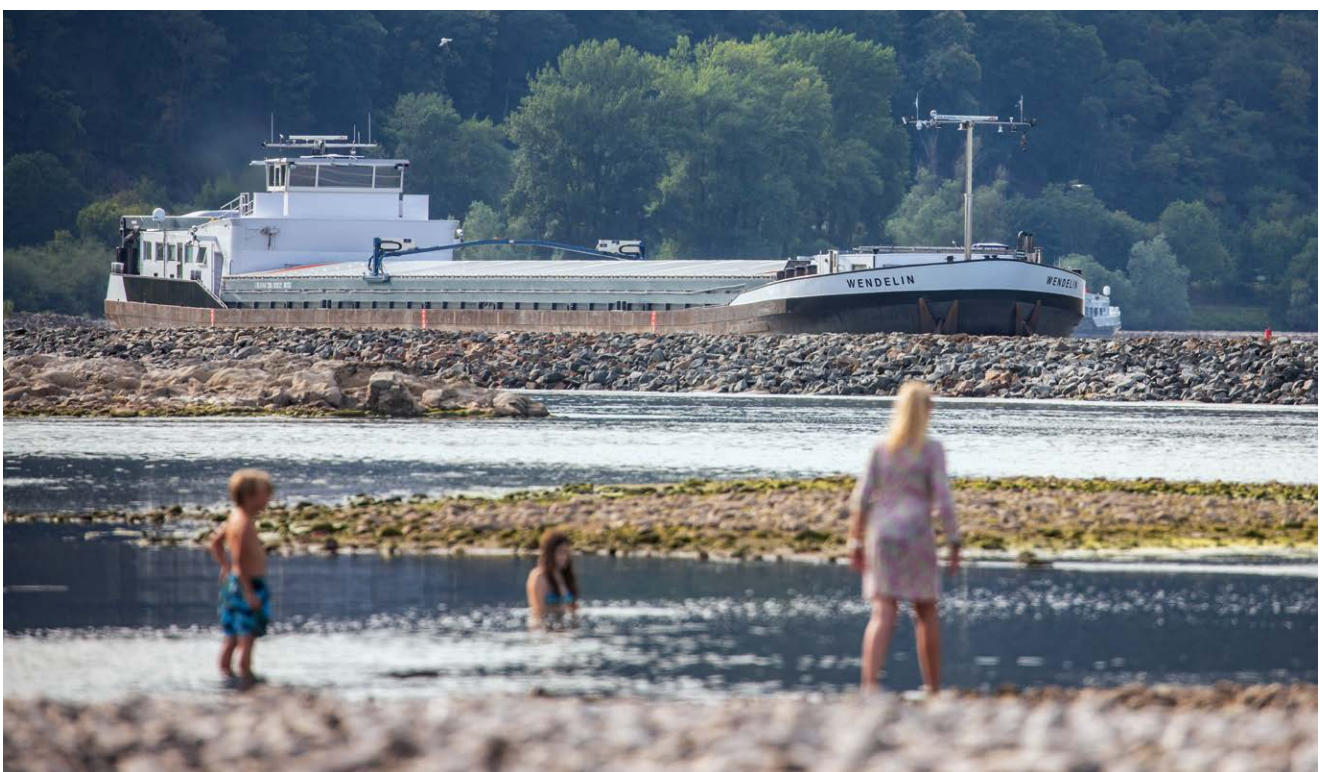
2015 trat das Phänomen auf der A13 nördlich von Chur und auf der A1 zwischen Rheineck und St. Margrethen auf. Im Sommer 2017 erforderte auf demselben Abschnitt am Bodensee ein erneuter Zwischenfall sofortiges Handeln.

Aus dem Sommer 2018 sind keine Vorfälle bekannt. Vermutlich, weil die Spitzentemperaturwerte früherer Jahre nicht ganz erreicht wurden. Aufgrund häufigerer Spitzentemperaturen werden die temperaturbedingten Herausforderungen mit Strassenbelägen tendenziell zunehmen. Die Probleme werden sich in den kommenden Jahren aber auch sukzessive entschärfen, denn der Bund baut keine Betonstrassen mehr. Und der heute verwendete Asphalt ist flexibler und lässt sich auch einfacher reparieren.

Gleisverformungen bei hohen Temperaturen

Mit einem ähnlichen Problem an heissen Tagen sind auch die Bahnen konfrontiert. Weil die Schienen verschweisst sind, können sich diese nicht ausdehnen. Durch die grossen Kräfte in den Schienen kann es zu einer seitlichen Verformung kommen. Geringfügige Verformungen sind reversibel (Gleisverdrückung). Ab 50 Millimeter ist der

Abb. 31: Rhein bei Bingen Ende Juli 2018. Bei Niedrigwasser ist die Strecke zwischen Koblenz und Mainz für die Rheinschifffahrt ein Nadelöhr



Helfen weiss angestrichene Schienen?

Im heissen Sommer 2018 sorgten weiss bemalte Schienen auf dem Netz der Rhätischen Bahn (RhB) und der Basler Verkehrsbetriebe (BVB) für Aufsehen. Ziel des weissen Anstrichs: Die Temperatur der Schienen um einige Grad zu senken und damit das Risiko von Schienenverformungen zu reduzieren. Im Rahmen seiner Doktorarbeit an der ETH Zürich konnte Hermann Patrick Braess zeigen, dass sich weiss bemalte Schienen 5 bis 7,5 Grad weniger stark erwärmen. In Italien kommt diese Methode bereits verbreitet zur Anwendung.

Die Teststrecke der RhB befand sich im Prättigau zwischen Fideris und Küblis. Nachdem die Schienen im Juni bemalt worden waren, ging zunächst alles gut. Im August ist es dann aber doch zu kleineren Gleisverformungen gekommen. «Weiss bemalte Schienen können etwas helfen, lösen aber das Grundproblem nicht», sagt Walter Schmid von der RhB. Grundsätzlich seien Gleise auf Betonschwellen weniger anfällig für Verformungen. Diese könnten aber nur eingesetzt werden, wenn der Untergrund völlig stabil und ein genügend starkes Schotterbett vorhanden

sei. Der Versuch mit bemalten Schienen werde 2019 optimiert und fortgesetzt. Ebenso würden an einer sehr exponierten Stelle bei Litzirüti auf der Strecke Chur–Arosa die Schienen weiss angestrichen, sagt Schmid. Dort seien neu Probleme aufgetreten, seitdem das Gleistrasse – nach der Entfernung von gleisnahen Bäumen aus Sicherheitsgründen – stärkerer Sonneneinstrahlung ausgesetzt sei.

Ähnliche Erfahrungen machte man in Basel. Trotz weiss bemalten Schienen auf zwei Gleisabschnitten von je 120 Metern Länge der BVB liessen sich Gleisverformungen nicht vermeiden. An einer Stelle ist zudem die «neutrale» Position, von der aus das Gleis sich ausdehnen und schrumpfen kann, versuchsweise von 25 auf 28 Grad Celsius erhöht worden. Es kam dort zwar zu keiner Verformung, im Herbst bei kalten Verhältnissen aber prompt zu einem Schienenbruch. Die Versuche mit weisser Farbe werden laut den Verantwortlichen der BVB fortgeführt. Neu sollen nicht nur die Schienen selbst, sondern 5 bis 20 Zentimeter beidseits der Schienen auch der Schotter weiss eingefärbt werden.

Prozess hingegen irreversibel, man spricht von einer sogenannten Gleisverwerfung. 2018 registrierten die SBB mit 13 Gleisverformungen mehr als doppelt so viele wie im Vorjahr, aber deutlich weniger als 2015, als 21 Gleisverformungen registriert worden waren.

Dass ein Gleis bei sich ändernden Temperaturen «arbeitet», ist normal. Bei 25 Grad befinden sich die Schienen in einer «neutralen» Position. In einem Temperaturbereich der Schienen von minus 15 Grad bis plus 65 Grad bleiben Gleisverformungen aus. Den durchschnittlich höheren Temperaturen im Tessin wird Rechnung getragen. Die «neutrale» Position der Schienen liegt dort bei 28 Grad. Legten die Bahnen die «neutrale» Position auch für die Alpennordseite einige Grad höher fest, gewännen sie zwar mehr Spielraum für sehr heisse Tage. Bei sehr tiefen Temperaturen könnten Schienen dann aber vermehrt

brechen. Und ein Schienenbruch ist genauso unangenehm und gefährlich wie eine Gleisverwerfung.

Um dem Problem Herr zu werden, setzen die SBB primär auf den Ersatz alter Stahlschwellen. Bei neuen Schwellen tritt das Problem weniger auf. Auch Beton- und Holzschwellen sind diesbezüglich besser. Im Sommer 2018 führten die Rhätische Bahn und die Verkehrsbetriebe Basel aufgrund einer Studie an der ETH Zürich Versuche mit weiss bemalten Schienen durch (vgl. Kasten).

Ein heisser Sommer ist auch eine Herausforderung für die Klimatisierung der Waggonen. Die SBB rechnen damit, dass sich künftig der Spitzenbedarf an Energie fürs Kühlen auf ähnlichem Niveau bewegen wird wie der Heizbedarf im Winter. Diesen Mehrbedarf versucht man mit technischen Optimierungen so gering wie möglich zu halten. Die

Fahrzeugklimaanlagen werden auf Aussentemperaturen von bis zu 45 Grad ausgelegt. Ein weiterer Grund für die Anhebung waren auch die Basistunnels mit ihren hohen Temperaturen im Berginnern.

Bei Trockenheit steigt die Gefahr von Waldbränden. Zerstört ein Feuer einen Schutzwald oberhalb einer Eisenbahnlinie, führt dies zu höheren Folgerisiken, wie beispielsweise Steinschlag oder Lawinen. Als Nutznießerin beteiligen sich die SBB finanziell an Schutzwaldprojekten der Kantone, aktuell beispielsweise in der Leventina, wo in der Nähe von Faido auch ein Becken mit Löschwasser realisiert wird, weil dort kürzlich ein Waldbrand in Gleisnähe aufgetreten war.

Niedrigwasser am Rhein – schwierige Verhältnisse für die Schifffahrt

Für Schlagzeilen sorgte ab dem Herbst das Niedrigwasser im Rhein (vgl. auch Kapitel Flüsse, Seen und Grundwasser, S. 18). An einigen Pegeln des Rheins in Deutschland fiel der Wasserstand unter die niedrigsten Werte, die jemals gemessen wurden. Allerdings floss in den letz-

ten 160 Jahren zum Teil noch weniger Wasser ab. Doch wegen einer eingetieften Flusssohle werden bei gleicher Abflussmenge heute niedrigere Wasserstände gemessen.

Die Rheinschifffahrt war im Herbst 2018 mit ausserordentlichen Verhältnissen konfrontiert. Eine Zuspitzung ergab sich ab Mitte Oktober bis zu den Niederschlägen im Dezember. Der Schiffsverkehr musste massiv reduziert und teilweise gar eingestellt werden. Der Wasserstand ist das entscheidende Kriterium für die Schifffahrt und den Gütertransport auf dem Rhein.

Das Nadelöhr bildete der Mittelrhein in Kaub. Dieser Pegel ist einer der wichtigsten für die Rheinschifffahrt in den Oberrhein und bis nach Basel. In Kaub zählte man 113 Niedrigwassertage mit einem Pegel von weniger als 80 Zentimetern – etwa gleich viele wie in den Jahren 2010 bis 2017 zusammen (vgl. Abb. 33, S. 67). An 162 Tagen waren es weniger als 150 Zentimeter, was die Erhebung von Niedrigwasserzuschlägen auf die transportierte Schiffsfracht zur Folge hat. Das wirkt sich auf die Kosten aus und verschlechtert die Rentabilität. Eine Dif-

Abb. 32: Bauarbeiten in Basel zur Vertiefung der Schifffahrtsrinne im Sommer 2018



ferenz des Wasserstands von 10 Zentimetern bedeutet für ein Schiff hundert Tonnen mehr oder weniger Traglast. Sinkt der Pegel in Kaub unter 40 Zentimeter, können die Schiffe den Mittelrhein zwischen Koblenz und Mainz nicht mehr gefahrlos passieren, und die meisten Unternehmen stellen die Schifffahrt aus Sicherheitsgründen ein. Am 22. Oktober erreichte dieser mit 25 Zentimetern den bisher niedrigsten Wert.

Weniger Güterumschlag in den Basler Rheinhäfen

Das zeitigte Folgen für die Schweizerischen Rheinhäfen in Basel (vgl. Interview). Der gewichtsmässige Güterumschlag von insgesamt 4,7 Millionen Tonnen im Jahr 2018 war gegenüber dem Vorjahr um 19 Prozent tiefer. Die Güterzufuhr nach Basel verringerte sich mit 3,77 Millionen Tonnen um 20,3 Prozent, während der Export ab den Schweizerischen Rheinhäfen mit 0,93 Millionen Tonnen um 12,4 Prozent abnahm (vgl. Abb. 34, S. 68). Von der Abnahme besonders betroffen war die Einfuhr von Treib- und Brennstoffen, in etwas geringerem Ausmass

diejenige von Nahrungs- und Futtermitteln. Praktisch stabil blieb hingegen der Containerverkehr. Der Rekordumschlag vom Vorjahr konnte gehalten werden, weil in den ersten Monaten des Jahres überdurchschnittlich viele Container transportiert wurden. Einer der Gründe dafür war auch der Unterbruch der Rheintalbahn in Rastatt im Herbst 2017.

Der Hafen in Basel ist für Importgüter das Tor zur Schweiz. So erfolgen mehr als ein Viertel der Erdölimporte über die Schweizerischen Rheinhäfen. Mengenmässig noch etwas wichtiger ist derzeit die Einfuhr über die Schiene und Pipelines. Doch hat der Schiffstransport einige Wochen Probleme, so tangiert das die Versorgungslage mit Heiz- und Treibstoffen.

Freigabe der Pflichtlager durch den Bund

In der Schweiz sind gewisse lebenswichtige Güter der Pflichtlagerhaltung unterstellt. Zur Versorgungssicherheit umfassen die Pflichtlagerbestände bei Nahrungsmitteln

«Die Sensibilität der Unternehmen ist gestiegen»

Simon Oberbeck ist Beauftragter für Kommunikation und Verkehrspolitik bei den Schweizerischen Rheinhäfen in Basel. Er äussert sich zu den Herausforderungen und Folgen des Niedrigwassers für die Rheinschifffahrt.

Wurde die Rheinschifffahrt im Herbst 2018 auf dem falschen Fuss erwischt?

Das Niedrigwasser war für viele Unternehmen eine grosse Herausforderung. Einige mussten den Betrieb zeitweise einstellen und Kurzarbeit einführen. Über das ganze Jahr wurden aber gleich viele Container befördert wie im Vorjahr. Einige Unternehmen stiessen in den ersten Monaten sogar an ihre Kapazitätsgrenzen. Eine Rolle spielte, dass der Bahnunterbruch in Rastatt im Herbst 2017 zu einer Verlagerung des Gütertransports auf die Rheinschiffe führte.

Welche Konsequenzen ziehen die Rheinhäfen aus der aussergewöhnlich langen Niedrigwasserperiode?

Die seit längerer Zeit geplante Vertiefung der Schifffahrtsrinne in Basel konnten wir im Frühling 2019

abschliessen. Dadurch gewinnt die Schifffahrt 30 Zentimeter. Bisher bestimmte der Pegel in Basel an etwa 40 Tagen im Jahr, wie viel Gewicht die Schiffe laden können. Künftig wird das durchschnittlich nur noch an fünf Tagen der Fall sein. Im Januar informierte sich eine deutsche Delegation vor Ort über dieses Projekt. Deutschland hat entschieden, die Planungen zur Fahrrinnenoptimierung am Mittelrhein zu beschleunigen.

Müssen wir künftig mit zunehmenden Versorgungsengpässen infolge eingeschränkter Rheinschifffahrt rechnen?

Die Sensibilität bei den Logistikunternehmen ist gestiegen. Grundsätzlich ist sich die Rheinschifffahrt gewohnt, mit Niedrigwasser umzugehen. Denkbar ist, dass die Unternehmen vermehrt auf Schiffe in Leichtbauweise setzen. Die fortschreitende Digitalisierung wird durch Echtzeitmessung des Tiefgangs einen weiteren Nutzen bringen. Und mit der Fahrrinnenoptimierung am Mittelrhein werden zudem die Auswirkungen zukünftiger Niedrigwasserperioden gemindert werden.

wie Brotgetreide, Zucker, Reis und Speiseölen den schweizerischen Bedarf von drei bis vier Monaten. Erfasst werden auch Dünger und Futtermittel. Bei der Energieversorgung unterliegen unter anderem Erdölprodukte der Pflichtlagerhaltung. Die Vorräte an Benzin, Diesel und Heizöl sollen für viereinhalb Monate reichen, diejenigen von Kerosin für drei Monate.

Als sich im Oktober 2018 die schwierige Situation für die Rheinschifffahrt abzeichnete, gestattete der Bund, die Pflichtlager für Diesel und Benzin anzuzapfen. Anfang Dezember erliess das Eidgenössische Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung (WBF) zudem eine Verordnung über die Pflichtlagerfreigabe von Reinstickstoff, der zur Düngerherstellung benötigt wird. Dieser muss im Winter lieferbar sein, damit der Dünger im Frühling der Landwirtschaft zur Verfügung steht. Weil sich das Niedrigwasser auf dem Rhein bis in den Dezember erstreckte, ermöglichte das WBF am 17. Dezember 2018 über den Verordnungsweg weitere Pflichtfreigaben

für flüssige Treib- und Brennstoffe, Speiseöle und Speisefette sowie Futtermittel. Seit Januar 2019 können die Schiffe auf dem Rhein wieder ohne Einschränkung verkehren. Die Pflichtlagerbestände werden nun wieder bis zur vorgeschriebenen Menge aufgebaut. Den Mineralölimporteuren wird dafür einige Monate Zeit zugestanden.

Einen derart umfassenden Rückgriff auf die Pflichtlager hat es bisher noch nicht gegeben. Im Herbst 2010 erfolgte etwa die Freigabe für Kerosin, um einen Versorgungsengpass am Flughafen Genf aufzufangen, weil die dortige Pipeline wegen eines Streiks in Frankreich während einiger Zeit nicht liefern konnte. Im Herbst 2015 kam es in der Raffinerie Cressier zu einem Produktionsstillstand. Gleichzeitig hatte der Rhein Niedrigwasser. Der Bund reagierte damals mit einer vorübergehenden Reduktion der Pflichtlagermengen an Benzin, Diesel und Heizöl sowie mit der Förderung des Transports auf der Schiene.

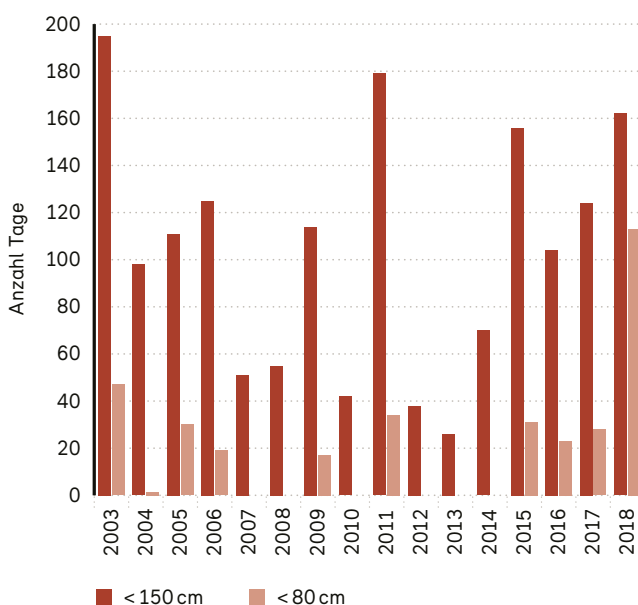
Niedrigwasserperioden früher und heute – und in Zukunft?

Die Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) beschäftigte sich mit der Frage, wie oft es in den vergangenen Jahrzehnten am Rhein zu Niedrigwasserverhältnissen gekommen war. Dabei stellte sich heraus, dass Niedrigwasserereignisse in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts insbesondere im Winter deutlich ausgeprägter waren als in den letzten 50 Jahren. Die Wasserführung war geringer und die Niedrigwasserperioden waren länger. Der Ausbau der Wasserkraft in den 1960er-Jahren im Alpenraum trug zu einer Verschiebung der jahreszeitlichen Abflussmengen bei, weil es durch die saisonale Zwischenspeicherung zu einer Verlagerung der Abflüsse vom Sommer in das Winterhalbjahr kam. Die IKSR kommt in ihrem Bericht zum Schluss, dass die aktuell starke Wahrnehmung von Niedrigwasserereignissen einerseits durch die Abwesenheit von bedeutenden Ereignissen in den Jahrzehnten vor 2003 und andererseits durch die stärkere Betroffenheit, insbesondere der Schifffahrt, aber auch der Energiegewinnung, Industrie und Landwirtschaft, beeinflusst wird.

Für die Rheinschifffahrt ist die Frage der zukünftigen Entwicklung der Niedrigwasserverhältnisse sehr entscheidend. Die Wasserführung des Rheins wird zu einem grossen Teil durch den Abfluss aus den Alpen bestimmt.

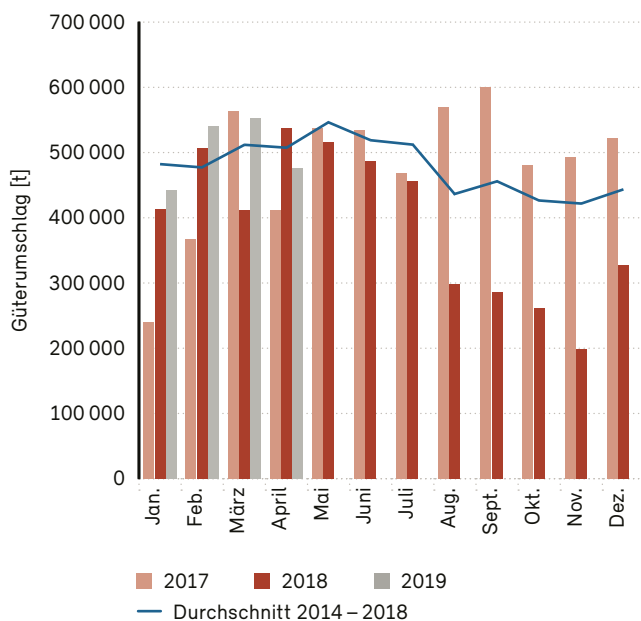
Abb. 33: Anzahl Tage mit Niedrigwasser in Kaub am Mittelrhein (Deutschland) in den Jahren 2003 bis 2018

Pegel <150 cm: Auf den Transport werden Niedrigwasserzuschläge erhoben. Pegel <80 cm: Sehr hohe Zuschläge auf die Fracht, die Schiffe können nur wenig laden. 2018 wurden etwa gleich viele Tage mit einem Pegel von weniger als 80 cm registriert wie in den Jahren 2010 bis 2017 zusammen.



**Abb. 34: Güterumschlag Schweizerische Rheinhäfen 2014 bis 2018
(Januar bis April 2019)**

Angaben in Tonnen



Selbst in den Niederlanden trägt der Alpenanteil etwa zur Hälfte zum Niedrigwasserabfluss bei. Während sommerlichen Niedrigwasserereignissen ist zudem der Anteil an Gletscherschmelzwasser bedeutsam. Gemäss einer 2016 veröffentlichten Studie der Internationalen Kommission für die Hydrologie des Rheingebiets (KHR) betrug dieser Anteil im Hitzesommer 2003 in Kaub (Mittelrhein) bis zu 20 Prozent und im deutsch-niederländischen Grenzgebiet in Lobith (Niederrhein) noch 17 Prozent. In einem Folgeprojekt möchte die KHR nun abschätzen, wie sich das Abschmelzen der Gletscher im Alpenraum auf die Niedrigwasserverhältnisse am Rhein in den nächsten Jahrzehnten auswirken wird.

Fokus

Thurgau



In Stettfurt TG wird ein Feld künstlich bewässert

Der Kanton Thurgau war von der Trockenheit vom Sommer bis Ende 2018 stark betroffen. Der Fachstab Trockenheit koordinierte die Massnahmen. Nun wird geprüft, ob ein kantonaler Wasserrichtplan erforderlich ist.

Im Thurgau war man halbwegs gut vorbereitet auf die Trockenheit. Denn 2017 ist das Pilotprojekt zur Anpassung an den Klimawandel zum Thema «Früherkennung und Lösungsansätze für die Thurgauer Landwirtschaft und Ernährungswirtschaft beim Umgang mit Wasserknappheit» fertiggestellt worden. Im Rahmen dieses Projektes quantifizierten die Beteiligten anhand von Modellen den Verbrauch und das Dargebot an Wasser. Die Basis für die Abschätzungen bildeten die Szenarien «Normaljahr heute», «Ein trockener Sommer 2060» und ein «Extremjahr 2060». Die Ergebnisse bestätigten, dass es künftig im Kanton Thurgau zu periodischen Wasserknappheitsproblemen kommen kann.

Die Trockenheit 2018 als Testfall

Und dann bahnte sich auch schon die Trockenheit 2018 an. «Einige Erkenntnisse aus dem Pilotprojekt waren für uns sehr nützlich», sagt Marco Baumann vom kantonalen Amt für Umwelt. So begannen etwa die Verantwortlichen des Kantons bereits 2017, die Betroffenen und die

Bevölkerung mit Trockenheitsbulletins über die aktuelle Situation zu informieren. 2018 wurden diese Bulletins wöchentlich aktualisiert und auch in der Zeitschrift «Thurgauer Bauer» abgedruckt. Als sich Ende Juni 2018 eine Verschärfung der Situation abzeichnete, beschloss das Amt für Bevölkerungsschutz und Armee (ABA) auf Antrag des Amtes für Umweltschutz, den kantonalen Fachstab «Trockenheit» offiziell einzusetzen. «Das Amt kann in besonderen Lagen die Koordination eines Fachstabs übernehmen», sagt Michel Sennhauser, der Leiter der Abteilung Bevölkerungsschutz beim ABA. Der Fachstab mit Vertretern aus neun Ämtern aus vier Departementen traf sich zu 15 Lagerapporten, stimmte die Massnahmen ab und beantragte beispielsweise der Regierung, ein totales Feuerverbot zu erlassen, was am 30. Juli 2018 auch erfolgte.

Wasserentnahmeverbot aus Oberflächengewässer

Der Kanton Thurgau verfügt mit dem Bodensee und den grossen Grundwasservorkommen im Thurtal über grosse Wasserreservoirs. Für die landwirtschaftliche Bewässerung werden im Rahmen von Konzessionen neben Bodensee- und Rheinwasser auch Grundwasservorkommen sowie weitere Fliessgewässer und Kleinseen genutzt (Tab. 5, S. 70). Ab 12. Juli durfte im Thurgau den Gewässern

Tab. 5: Konzessionen für Wasserentnahmen im Kanton Thurgau

Zurzeit sind im Thurgau 151 Konzessionen mit einer Brauchwasserentnahme von über 7 Mio. m³ pro Jahr erteilt.

	Landwirtschaftliche Bewässerung		Anderweitige Brauchwassernutzung	
Bodensee und Rhein	32 Konzessionen	ca. 1 110 000 m ³ /Jahr	4 Konzessionen	ca. 520 000 m ³ /Jahr
Fliessgewässer und Kleinseen	20 Konzessionen	ca. 500 000 m ³ /Jahr	6 Konzessionen	ca. 60 000 m ³ /Jahr
Grundwasservorkommen	56 Konzessionen	ca. 1 390 000 m ³ /Jahr	33 Konzessionen	ca. 3 600 000 m ³ /Jahr

mit Ausnahme des Bodensees und des Rheins sowie der Grundwasservorkommen kein Wasser mehr entnommen werden. Das Entnahmeverbot galt über mehrere Monate und wurde erst am 11. Dezember aufgehoben. Die Massnahme wurde nicht zum ersten Mal verfügt. Nach 1976 kam es erst 2003 wieder dazu und seither in kurzen Abständen 2006, 2011 und 2015 (Abb. 35).

Die davon betroffenen Landwirte wichen entweder auf Bodensee- oder Rheinwasser aus und beschafften dies mit Lastwagen oder Druckfass. Oder sie bezogen Wasser von den Trinkwasserversorgungen. In mehreren Gemeinden stiess diese jedoch an ihre Grenzen. Es zeigte sich, dass einige Trinkwasserversorgungen derzeit nicht auf Grossbezüger ausgerichtet sind. Zudem ist es schwierig, der Bevölkerung die Wasserabgabe an die Landwirtschaft zu vermitteln, während gleichzeitig zum Wassersparen aufgerufen wird.

«In Zukunft wollen wir bei bevorstehender Trockenheit noch gezielter informieren», sagt Baumann. Es genüge nicht, das Trockenheitsbulletin im Internet und im «Thurgauer Bauer» zu publizieren. «Künftig möchten wir dieses den Betroffenen per Mitteilung auf ihrem Mobiltelefon zur Verfügung stellen.»

Die Landwirtschaft kann nicht mehr davon ausgehen, dass es immer genügend Wasser hat. Erste Priorität hat

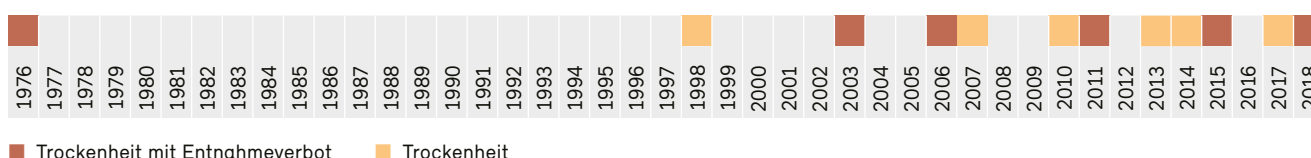
die Trinkwasserversorgung. Wichtig ist auch Löschwasser zur Feuerbekämpfung. Für die anderen Wassernutzungen gibt es im Thurgau während Trockenperioden momentan hingegen noch keine Rangordnung.

Ein kantonaler Wasserrichtplan?

Mögliche Anpassungen im Bereich der Landwirtschaft skizziert das erwähnte Pilotprojekt, etwa die Verbesserung der Bewässerungstechnik. Auch wird vorgeschlagen, neue Weiher als Speicher zu erstellen, deren Wasser bei Bedarf der Landwirtschaft zur Verfügung steht. Bei der Vergabe von Konzessionen zur Entnahme von Wasser möchte der Kanton diese nicht mehr an einzelne Bezüger erteilen, sondern an ein Kollektiv von Wasserbezügern in überschaubaren, hydrologisch abgrenzbaren Gebieten, und diese auf zehn Jahre befristen.

Zudem wird darüber diskutiert, ob es nicht an der Zeit ist, einen kantonalen Wasserrichtplan auszuarbeiten. Dieser würde die Wasserverfügbarkeit und Wasserspeichermöglichkeiten sowie die Brauchwasserversorgung beinhalten. Bereits im Oktober 2018 ist im Thurgauer Parlament ein Vorstoss eingereicht worden, der die Regierung beauftragt, ein Konzept zum Umgang mit Wasserknappheit, Trockenheit und den entsprechenden Konflikten und Versorgungsproblemen zu erstellen. Die Vorzeichen stehen somit gut, dass etwas in Bewegung kommt.

Abb. 35: Trockene Jahre und solche mit Wasserentnahmeverbot



4 Kommunikation, Medien und Wahrnehmung

2018 erreicht die Berichterstattung über Hitze und Trockenheit über den Sommer einen neuen Höhepunkt nach den Jahren 2003 und 2015.

Im Unterschied zu früheren Jahren flachte das Medieninteresse nach den Sommermonaten nicht wieder ab und blieb auch im Frühling 2019 hoch. Zudem erfolgte die Einordnung der Themen Hitze und Trockenheit zunehmend in Zusammenhang mit dem Klimawandel. Neu am Diskurs ist auch, dass bei den Auswirkungen des Klimawandels vermehrt ein klarer Bezug zur Schweiz hergestellt wird.

Medienschaffende mögen Superlative: der wärmste Tag, die höchsten Flusstemperaturen, die tiefsten Pegel an Gewässern. Rekorde bieten willkommene Aufhänger für Artikel. Die Hitze spüren die Menschen unmittel-

bar. Wenn das ganze Land schwitzt, dann wird darüber berichtet. Mit anderen Worten: Hitze heizt die Berichterstattung an.

Bei Wassermangel ist die Ausgangslage etwas anders. Eine Trockenheit bricht nicht innerhalb kurzer Zeit über eine Region oder ein Land herein, sondern entwickelt sich langsam. Je länger die Niederschläge jedoch ausbleiben, umso stärker und augenfälliger sind die Auswirkungen. Und diese wecken wiederum das Interesse der Medienschaffenden.

Grosses Medieninteresse an Trockenheit und Hitze

Die Anfragen beim Bundesamt für Umwelt (BAFU) während des Jahres 2018 zeigen, wo jeweils die Prioritäten der Medien lagen. Im April interessierten sich die

Abb. 36: Im Sommer 2018 rückten Hitze und Trockenheit sowie der Zusammenhang mit dem Klimawandel in den Mittelpunkt des Medieninteresses



«Das Thema bleibt in den Medien präsent»

Das Forschungsinstitut Öffentlichkeit und Gesellschaft (fög) der Universität Zürich analysierte im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt die Berichterstattung in den Medien über den Sommer 2018 und verglich diese mit früheren Jahren. Daniel Vogler, Forschungsleiter am fög, erläutert die wichtigsten Befunde.

Sie haben für die Studie verschiedene Tages- und Wochenzeitungen analysiert. Sind diese Zeitungen repräsentativ für die Schweizer Medienberichterstattung?

Aufgrund unserer Erfahrungen zeigt die Analyse der wichtigsten Leitmedien im Printbereich ziemlich gut auf, welche Schwerpunkte in der Berichterstattung gesetzt werden. Um ein vollständiges Bild zu erhalten, müsste man aber zum Beispiel auch die Beiträge aus Radio und Fernsehen mit einbeziehen.

Wie hat sich die Anzahl der Berichte mit Bezug zu Hitze und Trockenheit im Sommer über die letzten Jahre entwickelt?

Grundsätzlich nimmt die Berichterstattung zu diesem Thema seit Jahren zu. Die Sommer 2003 und 2018 stechen mit einer überproportionalen Anzahl an Berichten deutlich hervor. Auch der Sommer 2015 liegt über dem Durchschnitt, fällt aber nicht besonders auf.

Welche Ergebnisse haben Sie besonders überrascht?

Erstaunt war ich, wie klar die Ergebnisse sind, aber auch, wie deutlich sich die beiden Extremjahre 2003 und 2018 unterscheiden. Dies zeigen unter anderem auch die «Wortwolken», in denen die Häufigkeit bestimmter Begriffe in den Artikelüberschriften dargestellt wird (vgl. Abb. 41, S. 76). 2003 galt noch als völliger Ausreis-

ser. Die Medienpräsenz war damals zwar sehr hoch, flachte aber rasch wieder ab. Diese typische zyklische Bewegung zeigte sich 2018 viel weniger ausgeprägt (Abb. 38, S. 73). Das Thema blieb in den Medien präsent und scheint sich dauerhaft zu etablieren.

Was hat sich im Vergleich zu früheren Jahren verändert?

In früheren Jahren war die Berichterstattung über die beobachteten Phänomene oftmals beschreibend. Das war auch zu Beginn des Sommers 2018 noch so. Zunehmend rückte aber die Problemperspektive in den Vordergrund. Die Medienschaffenden thematisierten die Folgen der Hitze und Trockenheit und verknüpften die Probleme mit dem Klimawandel (vgl. Abb. 40, S. 74). Auffallend ist auch, dass 2018, viel mehr als früher, ein klarer Bezug zur Schweiz hergestellt wurde. Die Menschen spüren es nun eben ziemlich direkt und sehen die Auswirkungen vor der eigenen Haustür.

Haben Sie eine Erklärung dafür, weshalb die Berichterstattung in den ersten Monaten 2019 hoch blieb?

Die Klimadebatte ist seit dem Herbst 2018 sehr präsent. Verschiedene Akteure, auch Parteien, haben den Ball aufgenommen. Wir befinden uns in einem Wahljahr, und die Klimadebatte wird als eines der entscheidenden Themen im Wahlkampf angesehen. In den Medienberichten der ersten Monate 2019 stand auch die Frage im Raum, wie sich das Wetter nun weiterentwickelt. Was ist, wenn nun beispielsweise die Niederschläge ausbleiben und die Grundwasservorkommen sich nicht erholen? Das Thema bleibt nicht zuletzt auch deshalb präsent, weil es um emotional aufgeladene Themen wie «Wasser» und «Gesundheit» geht.

Medienschaffenden aufgrund einiger grösserer Feuer schwergewichtig für das Thema Waldbrand. Im selben Monat für den Wasserstand am Bodensee und im Juni für die Temperatur in der Aare. Ab Juli zeigten sich auf Wiesen, Äckern und im Wald immer mehr Trockenheitssymptome. So gingen von Juli bis September 2018 rund 15 Medienanfragen beim BAFU zum Thema «Tro-

ckenheit» ein. Weil die Trockenheit anhielt, von Oktober bis Dezember noch einmal rund 45 Anfragen zu beantworten.

Das BAFU informierte im Sommer 2018 über die normalen Kanäle: auf seiner Website über Sonderseiten, mit Medienmitteilungen und via soziale Medien. Insbesondere

re die Websites zur Waldbrandgefahr und zur Hydrologie wurden oft angeklickt.

Aufgrund der sich abzeichnenden hohen Temperaturen publizierte MeteoSchweiz im Juli und August Hitzewarnungen (vgl. auch «Hitzewarnungen von MeteoSchweiz» im Kapitel Temperatur, Hitze und Niederschlag, S. 9). Während der Hitzewelle erschienen insgesamt rund 3800 Medienbeiträge. Neben den traditionellen Medien Print, Radio und Fernsehen haben moderne Kommunikationsmittel wie Onlinemedien, Apps und Social Media 2018 neue Möglichkeiten eröffnet. Auch der Wetter- und Klimablog von MeteoSchweiz hat sich zu einem wichtigen Kommunikationskanal entwickelt.

Auch die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) hatte ab Juli 2018 zahlreiche Medienanfragen zu beantworten. Zunächst waren vor allem die Hydrologen gefragt. Die Medien interessierten sich dafür, wie lange die Trockenheit wohl noch andauern würde. Als Ende Juli die ersten Schäden bei Bäumen auftraten, waren dann auch der Wald, die Waldwirtschaft im Klimawandel und der zunehmende Borkenkäferbefall gefragte Themen.

Im Rahmen eines Projektes der WSL-Forschungsinitiative zur Trockenheit analysierten Mitarbeitende der Forschungsanstalt zudem über 9000 Print- und Onlineartikel aus der Deutschschweiz, der Westschweiz und dem Tessin. Die Auswahl erfolgte aufgrund der Stichworte «Trockenheit», «Dürre», «sécheresse» oder «siccità». Die Auswertung ergab unter anderem, dass die Regionalzeitungen in der Ostschweiz am häufigsten über die dort sehr ausgeprägte Trockenheit berichteten.

Analyse der Medienberichterstattung

Um ein genaueres Bild über die durch die Medien aufgenommenen Themen rund um Hitze und Trockenheit sowie deren Einbettung in aktuelle Debatten zu erhalten, beauftragte das BAFU das Forschungsinstitut Öffentlichkeit und Gesellschaft (fög) der Universität Zürich mit einer themenspezifischen Analyse der Medienberichterstattung. Ziel war es auch, Verschiebungen bei der Darstellung von Hitze und Trockenheit sowie der Bezugnahme zum Klimawandel über die letzten Jahre darzustellen.

Das fög wertete den Inhalt von 9860 Artikeln aus, die zwischen 2000 und Mai 2019 veröffentlicht wurden. Untersucht wurden die Zeitungen NZZ, Tages-Anzei-

Abb. 37: Anzahl Beiträge der Sommerberichterstattung pro Jahr

Die Darstellung zeigt die gewichtete Resonanz der Sommerberichterstattung mit Bezug zu Wetterphänomenen für die Jahre 2000 bis 2018. Dunkelrot markiert sind die Hitzesommer 2003, 2015 und 2018.

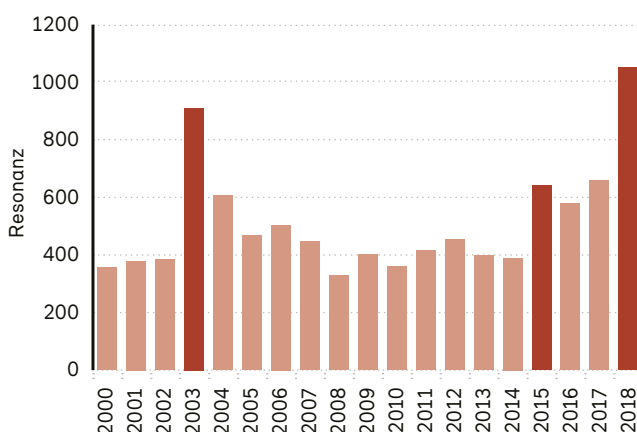
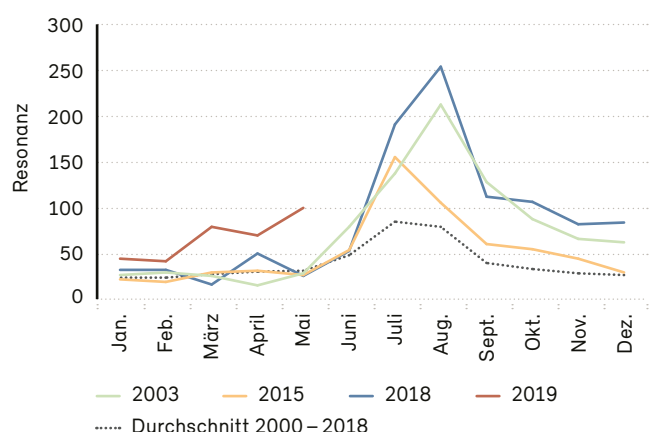


Abb. 38: Sommerberichterstattung über die Monate

Die Darstellung zeigt die gewichtete monatliche Resonanz der Sommerberichterstattung für die Jahre 2003, 2015 und 2018 sowie die ersten Monate 2019. Ebenfalls dargestellt ist der Durchschnittswert für die Jahre 2000 bis 2018.



ger, Der Bund, Blick, Sonntagszeitung, Sonntagsblick, Wochenzeitung (WoZ) sowie Weltwoche. Für den engeren Betrachtungszeitraum vom 1. Januar 2018 bis 31. Mai 2019 sind weitere Medientitel beigezogen worden, etwa die wichtigsten Tageszeitungen der Westschweiz. Die Basis für die vertiefte Analyse zum Sommer 2018 bildeten 3385 Artikel.

Die Ergebnisse bestätigen, dass während Hitzeperioden besonders viel über Sommerthemen berichtet wird. Die Berichterstattung 2003 und 2018 lag sehr deutlich über den zu erwartenden Werten (vgl. Abb. 37, S. 73). Der Hitzesommer 2015 fiel aus Sicht der Medienberichterstattung hingegen nur leicht überdurchschnittlich aus. In den nachfolgenden Jahren 2016 und 2017 blieb das Thema «Sommer» jedoch auf hohem Niveau präsent. Während in früheren Hitzejahren die Medienpräsenz nach einem Höhepunkt rasch wieder zurückging, blieb diese aufgrund der ausgeprägten Trockenheit und der sichtbaren Auswirkungen im Herbst 2018 hoch. Selbst im Frühling 2019 flaute das Interesse nicht ab (vgl. Abb. 38, S. 73).

2003 und 2015 lag der Fokus auf der «Hitze» als Phänomen selber. 2018 wurde der Begriff «Hitzesommer» deutlich öfter verwendet, und die Problematik der Trockenheit

erhielt viel Beachtung. Wichtige Themen in den Berichten waren auch die Probleme in der Landwirtschaft, hitzebedingte Todesfälle, Waldbrände und Feuerverbot inklusive Feuerwerk, Probleme im öffentlichen Verkehr sowie der Alltag während der Hitzeperiode. Im Gegensatz zu 2003 und 2015 zeigte sich in den Berichten im Jahr 2018 zudem ein klarer Bezug zur Schweiz.

Zunehmende Verknüpfung mit dem Klimawandel

2018 sind die beobachteten Phänomene viel mehr als in früheren Jahren im Kontext des Klimawandels betrachtet worden. Während die Wissenschaftler des fög für das Jahr 2003 insgesamt 953 Artikel analysierten, waren es für 2018 1100 Artikel. Die Anzahl Berichte mit klarem Bezug zum Klimawandel war 2018 jedoch um mehr als 50 Prozent höher als 2003 (vgl. Abb. 39). Auffallend ist auch, dass die Zahl der Artikel mit einem Bezug zum Klimawandel im Frühling 2019 auf hohem Niveau blieb (vgl. Abb. 40).

Zu dieser Verschiebung beigetragen hat die gegenüber 2003 und auch 2015 höhere Präsenz von Klimaschutzthemen in Öffentlichkeit und Medien. Zudem publizierte das National Centre for Climate Services (das Netzwerk des Bundes für Klimadienstleistungen) im November

Abb. 39: Sommerberichterstattung mit Klimabezug pro Jahr

Die Darstellung zeigt die gewichtete Resonanz der Sommerberichterstattung mit Bezug zu Wetterphänomenen für die Jahre 2000 bis 2018 mit explizitem Bezug zum Klima. Dunkelrot markiert sind die Hitzesommer 2003, 2015 und 2018.

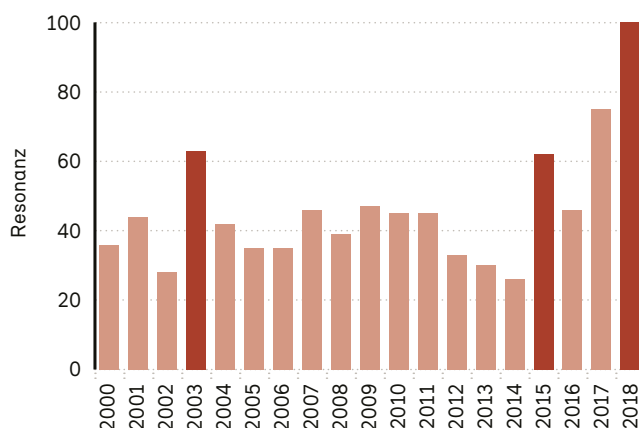
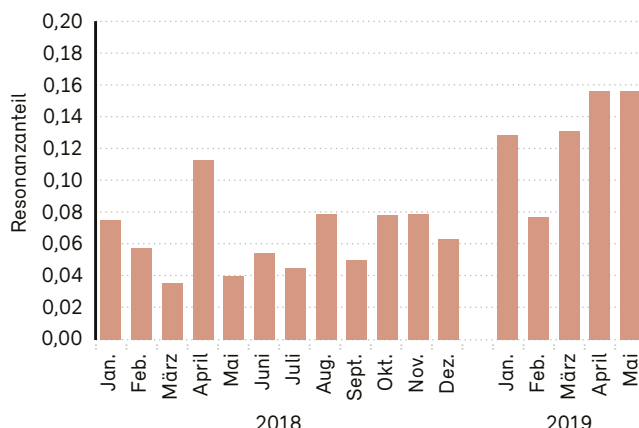


Abb. 40: Anteil der Beiträge mit Klimabezug

Die Darstellung zeigt den Anteil an Berichterstattung mit explizitem Bezug zum Klima am Total der Sommerberichterstattung für den Zeitraum vom 1. Januar 2018 bis 31. Mai 2019.

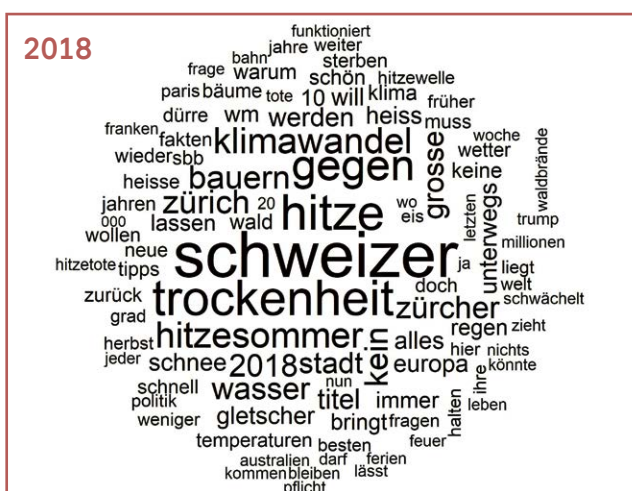


Zur Methode der Studie

Die von Daniel Vogler (fög) in Zusammenarbeit mit Jörg Schneider (js_studien+analysen) durchgeführte Untersuchung umfasste eine Analyse der Medienberichterstattung über den Sommer in Verbindung mit Wetterphänomenen in Schweizer Leitmedien. Sie beinhaltet eine quantitative Analyse von Januar 2000 bis Ende Mai 2019 der deutschsprachigen Leitmedien sowie eine vertiefende Betrachtung für den Zeitraum vom 1. Januar 2018 bis 31. Mai 2019 mit einem erweiterten Sample der Schweizer Leitmedien. Das erweiterte Sample umfasste die deutsch- und französischsprachigen Titel 20 Minuten, 20 Minutes, Blick, Blick am Abend, Le Matin, Le Temps, NZZ, Tages-Anzeiger, Tagesschau, NZZ am Sonntag, Sonntagsblick, Sonntagszeitung, Weltwoche, Wochenzeitung, Bilanz, Finanz und Wirtschaft, Handelszeitung, 24 Heures, Aargauer Zeitung, Basler Zeitung, Berner Zeitung, Der Bund, Die Südostschweiz, Tribune de Genève, Luzerner Zeitung. Die Auswertung erfolgte anhand automatisierter Inhaltsanalysen. Neben den Begriffen «Sommer» und «été» sind die Artikel nach Stichwörtern wie «Hitze», «Wärme», «Nässe» und «Kälte» respektive «chaleur», «sécheresse», «humide» und «froid» selektioniert worden. Ein spezielles Augenmerk richtete sich darauf, ob in einem Artikel ein Bezug zum «Klimawandel» gemacht wurde.

2018 die neuen Klimaszenarien CH2018. Dieser wissenschaftlich breit abgestützte Blick in die Klimazukunft legt ein starkes Gewicht auf künftige Klimaextreme. Dank einem besseren Verständnis der Prozesse sowie leistungsfähigeren Modellen können die Wissenschaftler zunehmend auch quantifizieren, wie häufig solche Situationen auftreten werden. Ausserordentliche Wetterphänomene mit dem Klimawandel in Verbindung zu bringen, etabliert sich mehr und mehr. Damit gewinnt auch die Diskussion über Massnahmen zum Klimaschutz weiter an Bedeutung.

Abb. 41: Worthäufigkeiten in den Artikelüberschriften in den Extremjahren

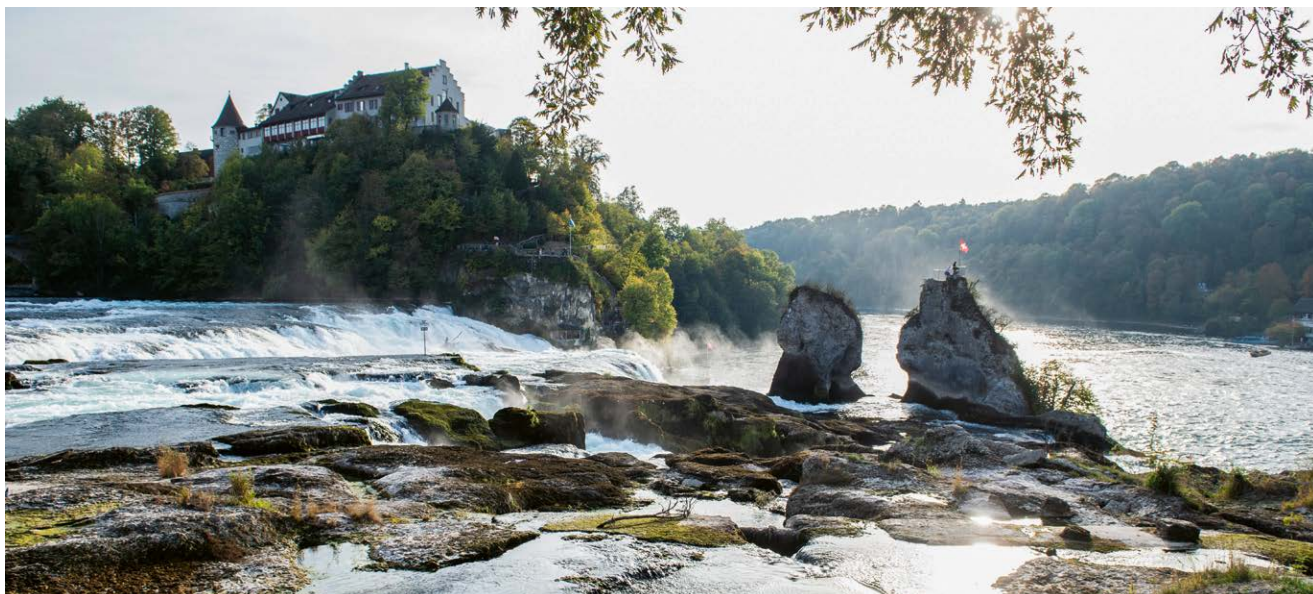


Die Darstellungen zeigen die Worthäufigkeiten in den Titeln der analysierten Beiträge (vgl. Kasten, S. 75). Je grösser das Wort, desto häufiger wurde der Begriff genannt. Es sind nur die hundert häufigsten Wörter aufgeführt.

- 2003 und 2015 dominiert der Fokus auf *Hitze* als Phänomen selber. 2018 wird der Begriff *Hitzesommer* deutlich öfter verwendet und das Phänomen der Trockenheit steht im Zentrum.
- 2018 kommen verstärkt erklärende Narrative vor, insbesondere der Klimawandel wird explizit genannt. 2003 und 2015 wurden eher beschreibend einzelne Phänomene auf einer *symptomatischen* Ebene diskutiert (u. a. Gletscherschmelze, Pegel in Stauseen).
- 2018 kann ein deutlicher Bezug zur Schweiz gemessen werden. Die aus dem Klimawandel resultierenden Wetter-Phänomene haben immer deutlichere Auswirkung auf die Schweiz und werden dementsprechend medial verhandelt.

Fokus

Schaffhausen



Ein ungewöhntes Bild: Mitte Oktober 2018 flossen lediglich ca. 185 Kubikmeter Wasser pro Sekunde den Rheinfall hinunter

In einem trockenen Sommer wie 2018 wird das Wasser in den Bächen im Kanton Schaffhausen knapp. Doch ihr Wasser schafft in den Mündungsbereichen am Rhein Kaltwasserzonen. Diese sind für das Überleben der Fische zentral.

Der Rheinfall ist ein Magnet für Touristen aus aller Welt. Im Herbst 2018 stürzte jedoch vergleichsweise wenig Wasser über die Felsen bei Neuhausen. Ein komplett anderes Bild im Vergleich zur normalen Wasserführung oder gar Hochwasser. Laut Schaffhauserland Tourismus hatte das mehrmonatige Niedrigwasser jedoch keine Auswirkungen auf die Besucherzahlen, was möglicherweise auf das gute Wetter zurückzuführen ist.

Auch in den Bächen im Kanton Schaffhausen floss im Sommer 2018 nur wenig Wasser, teilweise trockneten sie sogar aus. Für die landwirtschaftliche Bewässerung darf im Kanton Schaffhausen einzig dem Rhein, der Wutach und der Biber Wasser entnommen werden. Wichtig für die Landwirte ist vor allem das Wasser der Biber im Osten des Kantons. Im sieben Kilometer langen Bibertal auf Schweizer Landesgebiet befindet sich ein wichtiges Gemüseanbaubereich. «Hier werden die Kulturen schon seit Jahrzehnten mit Wasser aus der Biber bewässert»,

sagt Jürg Schulthess, der bei Tiefbau Schaffhausen die Abteilung Gewässer leitet.

Kaltes Biberwasser für die Fische

Fliesst jedoch nur noch wenig Wasser in der Biber, muss die Entnahme eingeschränkt werden. Als der Wasserstand Ende Juni 2018 unter 16 Zentimeter sank, durften die Gemüsebauern im Rahmen einer Ausnahmegewilligung nur noch in reduziertem Umfang Wasser aus der Biber beziehen. Und am 19. Juli war auch damit Schluss. Der Kanton verfügte die komplette Einstellung der Wasserentnahmen für landwirtschaftliche Bewässerungen.

Der Grund dafür war, dass die Wassertemperatur im Rhein auf 25 Grad Celsius angestiegen war und sich erste Anzeichen bemerkbar machten, dass die Fische aufgrund des warmen Wassers ums Überleben kämpften. In solchen Situationen ist der Zufluss der Biber von unschätzbarem Wert. «Das Biberwasser war etwa 20 Grad warm und damit einige Grad kälter als das Rheinwasser», erläutert Patrick Wasem, der Fischereiaufseher im Kanton Schaffhausen.

Klettern die Wassertemperaturen im Rhein in eine Höhe, die für Fische gefährlich ist, löst der Fischereiaufseher das

sogenannte Äschennotfallkonzept aus. Damit erhalten die Ansprüche der Fische absoluten Vorrang. «Innerhalb von 48 Stunden setzten wir verschiedene Massnahmen zugunsten der Fische um», erklärt Wasem. Die wichtigste bestehe im Ausbaggern von Pools im Mündungsbereich der Zuflüsse, in denen sich etwas kälteres Wasser sammelt. Geeignete Stellen dafür befinden sich bei den Einmündungen des Hemishoferbachs, der Biber sowie der Durach auf Schaffhauser Stadtgebiet. Die so für die Fische geschaffenen Rückzugsgebiete werden mit Bändern markiert, die Bevölkerung mittels Informationstafeln aufgefordert, sich rücksichtsvoll zu verhalten. Die Umsetzung der Massnahmen erfolgt in enger Zusammenarbeit mit dem kantonalen Fischereiverband, dem Kraftwerk Schaffhausen und Tiefbau Schaffhausen.

Nach 2003 wieder ein Fischsterben

Trotz der Massnahmen setzte am 3. August im Rhein bei Schaffhausen ein Fischsterben ein. Rund drei Tonnen tote Fische sind eingesammelt worden. Im Hitzesommer 2003 waren es mit 20 Tonnen verendeter Fische wesentlich mehr. Ein direkter Vergleich ist aber nicht möglich, weil 2003 die Fischpopulation deutlich grösser war als 2018. Bis im Sommer 2019 wird sich zeigen, wie viele laichfähige Fische überlebt haben. Die getroffenen Massnahmen haben aber eine Wirkung erzielt.

Im heissen Sommer 2015 kam es zu keinem Fischsterben. Laut Wasem hatte es damals immer wieder mal ein Gewitter gegeben, worauf die Flusswassertemperaturen ein wenig sanken und die Wasserstände anstiegen. 2018 habe man diesbezüglich weniger Glück gehabt.

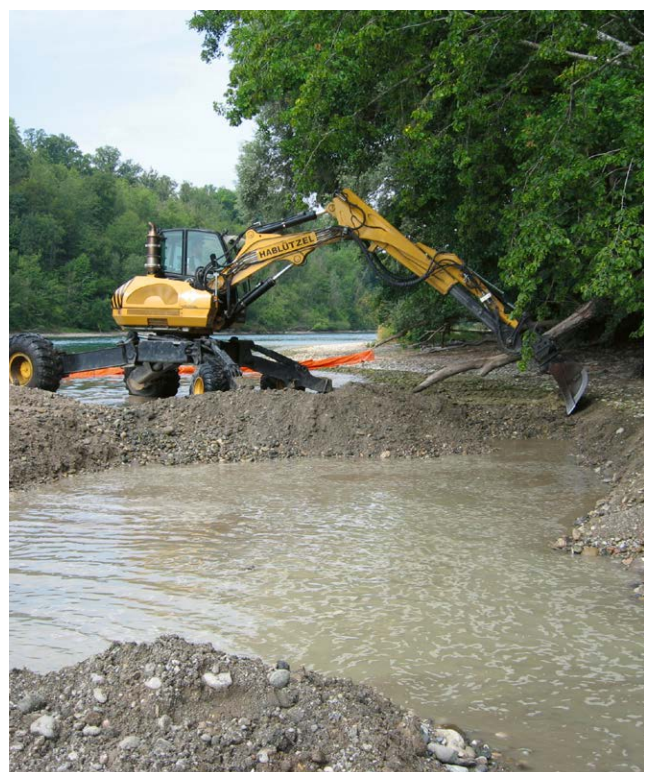
Bewässerungsprojekt für das Bibertal

2004 entstand die Idee, das für die Landwirtschaft im Bibertal benötigte Wasser direkt im Rhein zentral zu fassen und via eine Leitung den Betrieben zur Verfügung zu stellen. Der Biber selbst würde kein Wasser mehr für Bewässerungszwecke entnommen. Das Gewässer könnte revitalisiert werden, was im öffentlichen Interesse liegt. Das Projekt ist bereits weit fortgeschritten, und es wird versucht, möglichst alle Interessen zu berücksichtigen. Laut Jürg Schulthess sollen 2019 die Bewilligungen für die Wasserentnahme aus dem Rhein sowie für das Bauprojekt vorliegen. Anschliessend gelte es, die Finanzierung zusammen mit den Nutzniessern bis ins Detail zu regeln.

Im Schaffhauser Klettgau startet 2019 ein neues Pilotprojekt zur Anpassung an den Klimawandel. Dabei werden die Möglichkeiten der Nutzung von Grundwasser zur landwirtschaftlichen Bewässerung abgeklärt. Bisher wird Grundwasser im Kanton Schaffhausen dafür noch nicht genutzt. Auch hier gilt es, verschiedenste Ansprüche gegeneinander abzuwägen.

Das knappe oder zu warme Wasser in den Gewässern beschäftigte den Kanton Schaffhausen im Sommer 2018 sehr. Doch dieser hatte auch seine schönen Seiten. So bescherten die für den Rebbauguten Witterungsverhältnisse etwa den Winzern Rekordernten mit einer überdurchschnittlichen Traubenqualität. Das gute Jahr 2018 folgte auf einige schwierige Jahre. Zu schaffen machte den Winzern vor allem die Kirschessigfliege, und im April 2017 litten die Reben unter einem starken Spätfrost.

Abb. 42: Im Mündungsbereich des Hemishoferbachs im Kanton Schaffhausen wird ein Kaltwasserpool als Rückzugsort für Fische ausgehoben



5 Zusammenfassung und Ausblick

Der heisse und trockene Sommer 2018 ist nach den Hitze- und Trockenperioden 2003 und 2015 ein weiterer Weckruf für Bevölkerung, Behörden und Politik, den Klimawandel ernst zu nehmen und Massnahmen zur Eindämmung und Bewältigung des Klimawandels voranzutreiben. Er hatte wiederum ernsthafte Folgen für Mensch und Umwelt. Die negativen Auswirkungen von Hitze und Trockenheit lassen sich mit guten Massnahmenplänen zwar nicht völlig vermeiden, aber doch deutlich reduzieren. Deshalb ist es wichtig, die Anstrengungen zur Anpassung an den Klimawandel fortzusetzen. Eine wichtige Grundlage dafür ist der Aktionsplan des Bundesrates, der in seiner zweiten Auflage ab 2020 seine Wirkung entfalten wird.

Die Häufung von heissen und trockenen Sommern in den letzten Jahrzehnten zeigt, dass sich das Klima in der Schweiz verändert. Diese Entwicklung wird sich auch in Zukunft fortsetzen. Nach dem gegenwärtigen Wissensstand werden Hitzewellen und sommerliche Trocken-

heit hierzulande zunehmen. Davon ist die Bevölkerung betroffen, aber auch Tiere und Pflanzen sind mit Veränderungen in ihren Lebensräumen konfrontiert. Diese Entwicklungen machen Anpassungen in zahlreichen Sektoren erforderlich. In einem immer wärmeren Klima steigt auch die Wahrscheinlichkeit, dass heisse, trockene Sommer direkt aufeinanderfolgen – mit ungewissen Konsequenzen für Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft.

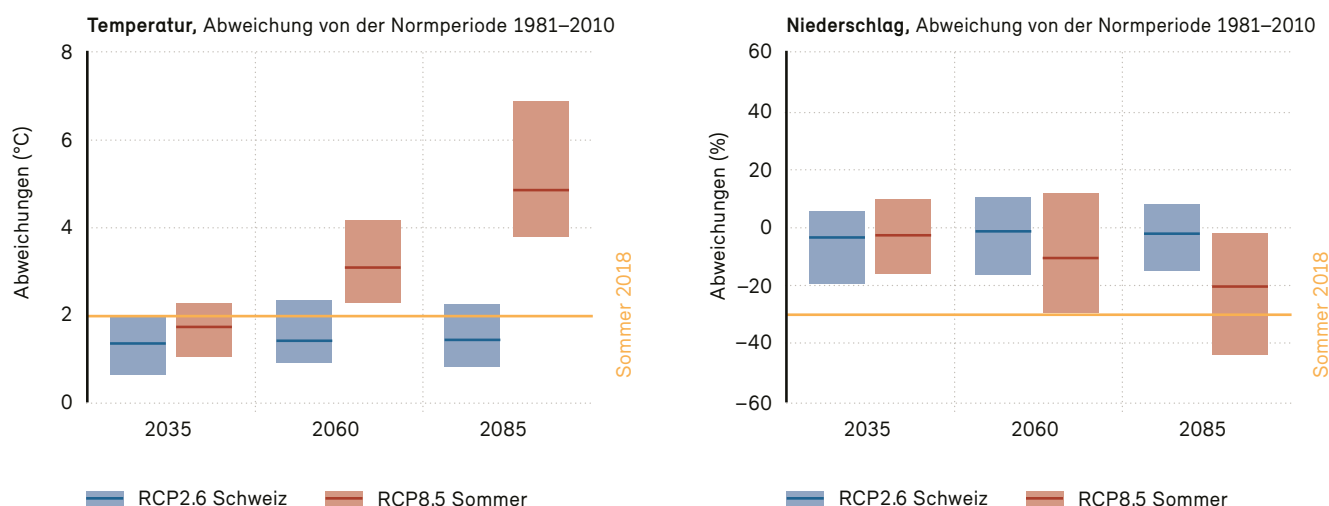
Ein Sommer wie in der Zukunft

Zwar hat es auch in der Vergangenheit schon heisse und sehr trockene Jahre gegeben. Beispielsweise in den 1940er-Jahren, als mehrere warme und niederschlagsarme Jahre nahe aufeinander folgten. Später waren es jeweils einzelne stark von der Norm abweichende Jahre. Der Sommer 2003 ist vielen Menschen immer noch als *der* Hitzesommer in Erinnerung. Die Schweiz erlebte damals die bisher wärmsten Sommermonate Juni, Juli und August seit Messbeginn. Die Hitzeperiode 2003 wurde noch als Ausreisser wahrgenommen. Doch seither häufen sich

Abb. 43: Im Sommer 2018 wurden in Malans GR aufgrund der ausgeprägten Trockenheit mehrere Brunnen abgestellt



Abb. 44: Vergleich der mittleren Sommertemperatur (links) und des mittleren Niederschlags (rechts) im Sommer 2018 mit den Klimaszenarien CH2018



die extremen Jahre. Der Sommer 2018 reiht sich in die wärmsten Sommer ein und steht an dritter Stelle nach 2003 und 2015. Betrachtet man das ganze Sommerhalbjahr von April bis September, so liegt 2018 sogar an erster Stelle. Zusammen mit den anderen, ebenfalls überdurchschnittlich warmen Jahren in jüngster Vergangenheit lässt er erahnen, worauf wir uns einstellen müssen.

Die Wissenschaft hat die neuesten Erkenntnisse der Klimaforschung im Rahmen der Klimaszenarien CH2018 für die Schweiz aufbereitet. Darin wird zwischen zwei Szenarien unterschieden: ein Szenario mit ambitionierten Klimaschutzmassnahmen, in dem die globalen Emissionen rasch sinken (Szenario RCP2.6), und ein Szenario ohne Klimaschutzmassnahmen, in dem die globalen Emissionen weiter ansteigen (Szenario RCP8.5). Für beide Szenarien gilt: Der Sommer 2018 war bezüglich Temperatur mit 2 Grad Celsius über der Norm in etwa ein Sommer, wie er Mitte Jahrhundert im Durchschnitt erwartet wird (vgl. Abb. 44). Bezüglich Niederschlagsmenge wäre der Sommer 2018 aber auch beim Szenario ohne Klimaschutzmassnahmen Mitte Jahrhundert aussergewöhnlich trocken. Dabei ist zu beachten, dass bei dieser Einordnung Mittelwerte betrachtet werden. Bei einem ungebremsen Klimawandel dürften deshalb Extremereignisse insbesondere in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts noch ausgeprägter ausfallen und die Schweiz hart treffen. Ein

Extremsummer wird dann deutlich heisser sein als der Sommer 2018.

Hitzemassnahmenpläne zeigen Wirkung

In heissen Sommern kommt es oft auch zu mehrtägigen Hitzewellen, die ein ernsthaftes Gesundheitsrisiko darstellen. Die meisten Kantone der Westschweiz und das Tessin haben in den letzten Jahren Hitzemassnahmenpläne ausgearbeitet und konnten damit 2015 und 2018 wertvolle Erfahrungen sammeln. Die kantonalen Hitzemassnahmenpläne sind auf der Website des National Centre for Climate Services zu finden (www.nccs.admin.ch > Regionen > Kantone).

Erste Auswertungen zur hitzebedingten Sterblichkeit im Sommer 2018 deuten darauf hin, dass die Hitzemassnahmenpläne wirksam sind. Viele Deutschschweizer Kantone zögerten bisher, solche Pläne auszuarbeiten. Wenn sie Vorkehrungen getroffen haben, so handelte es sich in der Regel um einzelne Massnahmen. Doch gerade in der Grossregion Zürich, der Nordostschweiz und der Ostschweiz, wo solche Hitzemassnahmenpläne fehlen, ergaben sich im Sommer 2018 mehr Todesfälle als statistisch zu erwarten gewesen wären. Dies ist möglicherweise nun Anlass, zu überprüfen, ob Einzelmassnahmen noch genügen oder ob es weitere koordinierte Massnahmen oder sogar einen Hitzemassnahmenplan braucht. Im Unterschied zu den Hitzewellen 2003 und

2015 waren im Sommer 2018 viel mehr Frauen als Männer betroffen, wofür es noch keine schlüssigen Erklärungen gibt. Mit der Hitzewelle-Massnahmen-Toolbox, die im Auftrag des Bundesamtes für Gesundheit erstellt wurde, steht den Kantonen ein Massnahmenkatalog zur Verfügung (www.nccs.admin.ch > *Themenschwerpunkte* > *Gesundheit des Menschen*).

Forschungsergebnisse zeigen, dass ab Tageshöchsttemperaturen von 30 Grad Celsius das hitzebedingte Sterberisiko ansteigt und mit jedem zusätzlichen Grad deutlich zunimmt. Hohe Nachtminimum-Temperaturen über 20 Grad verstärken diesen Effekt. Die Tatsache, dass es 2018 weniger Tropennächte gab als 2003 und 2015, könnte einer der Gründe sein, weshalb die Zahl der hitzebedingten Todesfälle vergleichsweise gering war.

Übermässige Hitze beeinträchtigt das Wohlbefinden und schmälert die Arbeitsproduktivität. Auch dürfte es infolge von Konzentrationsmangel zu mehr Unfällen bei der Arbeit kommen, wobei dafür verschiedene Faktoren eine Rolle spielen. Relevant sind sicher auch die mit dem schönen Wetter zusammenhängenden Freizeitaktivitäten an den Abenden und Wochenenden. Die Hitze ist aber nicht der einzige Risikofaktor. Bei schönem Wetter sind mehr Menschen starker Sonneneinstrahlung ausgesetzt – sei es bei Arbeiten im Freien oder während Freizeitaktivitäten –, und das Hautkrebsrisiko nimmt zu. Dem sollte künftig mit Schutzvorkehrungen und angepasstem Verhalten Rechnung getragen werden.

Niedrige Wasserstände führten zu Problemen

Vom Jahr 2018 wird vor allem die ausgeprägte Trockenheit in Erinnerung bleiben. Diese erstreckte sich vom Juli bis Ende Jahr. Sie führte zu niedrigen Pegelständen in Seen und Flüssen und vielerorts zu geringen Quellabflüssen und tiefen Grundwasserständen. Erst die überdurchschnittlichen Niederschläge im Dezember 2018 und im Januar 2019 auf der Alpennordseite trugen in tieferen Lagen teilweise zu einer Entspannung bei. Die Monate Februar, März und April 2019 waren wiederum trocken, und erst der feuchte Mai trug zu einer weiteren Erholung der Grundwasservorkommen bei. In der Regel braucht es wenige Monate mit überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen oder mehrere Monate mit durchschnittlichen Nieder-

schlagsmengen, um tiefe Grundwasserstände wieder in einen normalen Bereich steigen zu lassen.

Von der geringen Wasserführung betroffen waren auch die Laufwasserkraftwerke, die in der zweiten Jahreshälfte deutlich weniger Strom produzierten als in den vergangenen Jahren. Insbesondere die Kleinwasserkraftwerke in der Zentral- und Ostschweiz sowie im Jura verzeichneten starke Produktionseinbussen.

Die tiefen Wasserstände am Rhein hatten starke Auswirkungen auf die Schifffahrt und den Gütertransport. Der Rhein stellt für das Binnenland Schweiz die Verbindung zu den Nordseehäfen dar und ist deshalb von zentraler Bedeutung. Zu Einschränkungen bei der Schifffahrt infolge von Niedrigwasser kommt es immer wieder. Neu war 2018 die Dimension der gegen Ende Jahr aufgetretenen Versorgungsengpässe. Der Bund gab deshalb im Winter 2018/19 die Pflichtlager von Dünger, Futtermitteln, Speiseölen und -fetten sowie flüssigen Treib- und Brennstoffen frei – in einem Umfang, wie es bisher noch nie vorgekommen war. In Basel wurde die Vertiefung der Schifffahrtsrinne im Frühling 2019 abgeschlossen und wird künftig die Situation bei niedrigen Pegelständen entschärfen. Und Deutschland hat entschieden, die Planungen zur Fahrrinnenoptimierung am Mittelrhein zu beschleunigen.

Sich auf Wassermangel vorbereiten

Die Schweiz verfügt über umfangreiche Wasserreserven. Und doch kann auch im Wasserschloss Schweiz das Wasser knapp werden. Mehr als die Hälfte der Kantone meldeten, dass ihnen Quellen und Grundwasserpumpwerke im öffentlichen Interesse bekannt sind, die im Sommer 2018 weniger Wasser lieferten, als für die Versorgung eigentlich nötig wäre. Grösstenteils konnten solche Versorgungsengpässe über Verbindungsleitungen zu anderen Wasserversorgungen ausgeglichen werden. In sechs Kantonen mussten aber zusätzliche Massnahmen zur Notversorgung mit Trinkwasser ergriffen werden.

Die Landwirtschaft bekommt die Wasserknappheit unmittelbar zu spüren. 2018 ist sie bezüglich der Erträge im Ackerbau mit einem blauen Auge davongekommen. Die stärksten Auswirkungen zeigten sich bei den Wiesen und

im Futterbau. In der Folge musste deutlich mehr Futter aus dem Ausland importiert werden. Zudem kam es zu Einschränkungen und Verboten von Wasserentnahmen aus Oberflächengewässern für die Bewässerung. Die Landwirtschaft muss sich mit dieser Frage auseinandersetzen und auch in neue sparsame Bewässerungstechno-

logien investieren. Künftig ist nicht mehr automatisch einfach genügend Wasser vorhanden.

Mit fortschreitendem Klimawandel und zunehmender Sommertrockenheit wird aber der Druck auf die Wasserressourcen zunehmen. Der Bundesrat hat im Bericht zum

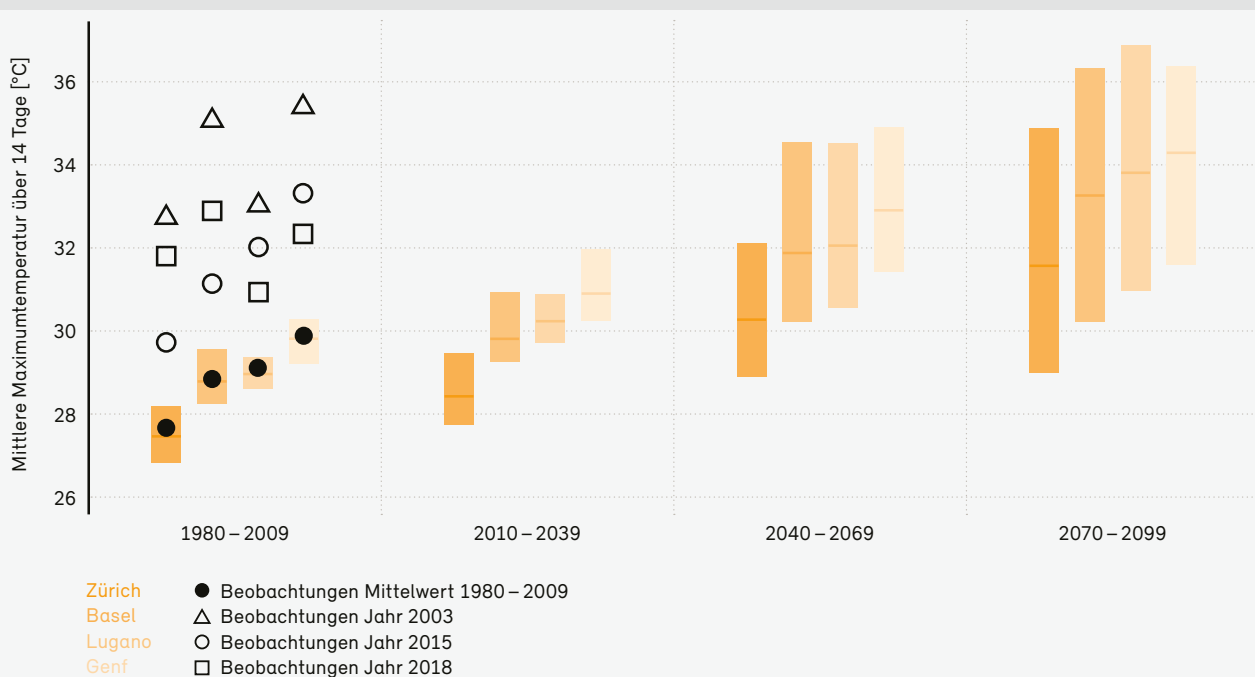
Ausgeprägte Hitzebelastung in den Städten

Wegen des Hitzeinseleffekts akzentuiert sich die Hitzebelastung während der Sommermonate in den Städten (vgl. Kapitel Temperatur, Hitze und Niederschlag, S. 9). Tatsächlich lagen die durchschnittlichen Tageshöchsttemperaturen während der heissesten 14-tägigen Periode im Sommer 2018 in Zürich bei 32 Grad, in Basel bei 33 Grad, in Lugano bei 31 Grad und in Genf bei 32 Grad. Es fällt auf, dass die Verteilung der Hitzebelastung 2018 ähnlich war wie 2003, während sie 2015 ein anderes Muster aufwies. In Zürich und Basel lagen die durchschnitt-

lichen Tageshöchsttemperaturen der heissesten 14-tägigen Periode 4 Grad über der Referenzperiode von 1980 bis 2009. Der Vergleich mit den Klimamodellen zeigt, dass diese Werte ungefähr jenen entsprechen, die im Mittel gegen Ende des 21. Jahrhunderts erwartet werden. In Lugano und Genf liegen die Werte ungefähr 2 Grad über der Referenzperiode 1980 bis 2009 und entsprechen gemäss Klimamodellen den Werten für Mitte Jahrhundert.

Abb. 45: Mittlere Maximaltemperatur über 14 Tage

Vergleich der mittleren Tageshöchsttemperaturen der heissesten 14-Tagesperiode 2003, 2015 und 2018 mit den Klimaszenarien. Diesen liegen 14 regionale Klimasimulationen des ENSEMBLES-Projektes, basierend auf dem Emissionsszenario SRES A1B, zugrunde. Die Balken kennzeichnen die Spannbreite der 14 Simulationen, die horizontale Linie den Mittelwert.



Postulat «Wasser und Landwirtschaft. Zukünftige Herausforderungen» (Nr. 10.3533 von 2010) des ehemaligen Nationalrats Hansjörg Walter Handlungs- und Lösungsansätze zur Bewältigung von Trockenperioden festgelegt. Den Kantonen wird ein stufenweises Vorgehen vorgeschlagen. Zunächst sollen Risikogebiete für Wasserknappheit identifiziert und danach für die betroffenen Regionen eine Bewirtschaftungsplanung der Wasserressourcen ausgearbeitet werden. Schliesslich gilt es auch, Vorkehrungen für Ausnahmesituationen zu treffen.

Die Ostschweiz und insbesondere der Kanton Thurgau bekamen die Wasserknappheit 2018 deutlich zu spüren. Die Versorgungssysteme kamen an ihre Grenzen. Die Behörden waren aber vorbereitet – auch dank den Erfahrungen aus dem Pilotprojekt «Umgang mit Wasserknappheit in der Thurgauer Landwirtschaft». Mit dem in der Verwaltung breit abgestützten Fachstab Trockenheit konnte der Kanton das Ereignis relativ gut meistern. Nun sind politische Vorstösse im Kantonsparlament eingereicht worden. Diese könnten in einen kantonalen Sachplan «Wasser» mit entsprechenden Vorkehrungen und Massnahmen münden. Das stufenweise Vorgehen, das aus der Antwort aus dem Postulat Walter hervorging, scheint sich also zu bewähren.

Im Rahmen der Optimierung der Warnung und Alarmierung bei Naturgefahren (OWARNA) sollen künftig Trockenheitsvorhersagen und -warnungen erstellt werden.

Ökosysteme unter Druck

Von der ausgeprägten Trockenheit 2018 waren Lebensräume, die auf ausreichende Wasserversorgung angewiesen sind, besonders stark betroffen. Lokal trockneten sie teilweise vollständig aus, mit entsprechend negativen Auswirkungen auf ihre «Bewohner» wie Fische und Amphibien.

Mit fortschreitendem Klimawandel werden Nutzungskonflikte um das Wasser zunehmen. Mit gezielten Massnahmenplänen lassen sich deren Folgen jedoch abfedern und grössere Schäden verhindern. Als sich die Wassertemperaturen im Rhein bei Schaffhausen auf ein für die Fische bedrohliches Niveau hinbewegten, löste der Kanton Schaffhausen sein Notfallkonzept aus. Auch die Kantone Thurgau und Zürich zogen mit. So gelang es, in

den Mündungsbereichen mit dem etwas kälteren Wasser der Zuflüsse mehrere Kaltwasserzonen für die Fische zu schaffen und einen Teil der Äschenpopulation von nationaler Bedeutung im Hochrhein zu retten. Die inzwischen erfolgten Laichfischfänge und Bestandenserhebungen ergaben, dass im Sommer 2018 trotzdem 80 bis 90 Prozent der Äschen der Hitze zum Opfer gefallen sind.

Um langfristig die Situation allgemein zu verbessern, stehen die Förderung möglichst naturnaher Gewässer mit ausreichend Ufervegetation, die Revitalisierung der Gewässer und die Sanierung der Wasserkraft im Vordergrund. So finden kaltwasserliebende Fische und andere Wasserlebewesen geeignete Gewässer vor und können auch in Refugien ausweichen.

Ein eher neues Phänomen ist, dass Hitze und Trockenheit vermehrt zusammenfallen und sich im Zuge der Klimaerwärmung gegenseitig verstärken. In Nordamerika spricht man auch von «hotter droughts». Wenn es sehr heiss ist, verdunstet mehr Wasser, und der Bewässerungsbedarf von Gärten, Parkanlagen und landwirtschaftlichen Kulturen steigt. In einigen Wäldern der Schweiz verfärbten sich die Laubbäume 2018 bereits Ende Juli, und sie verloren ihre Blätter wie im Herbst. Die effektiven Auswirkungen der Trockenheit 2018 auf den Wald lassen sich erst ansatzweise abschätzen. Erste Auswertungen weisen auf eine hohe trockenheitsbedingte Mortalität von Fichten, Weisstannen und Buchen hin. Und es stellt sich die Frage, wie der Wald reagiert, wenn zwei oder mehrere sehr trockene Jahre aufeinanderfolgen.

Wegen Hitze und Trockenheit war die Waldbrandgefahr im Sommer 2018 sehr gross. Doch die Waldbrandprävention sowie die durch die Behörden erlassenen Feuerverbote wirkten insgesamt sehr gut. Es sind fast keine grösseren Waldbrände aufgetreten, obwohl ähnlich viele Feuer ausgebrochen waren wie in früheren Jahren. Möglicherweise war auch ein bisschen Glück dabei, dass die Brände jeweils rasch gelöscht werden konnten und sich nicht ausweiteten. Waldbrandprävention wird zweifellos wichtiger werden. Nicht nur in der Südschweiz, denn grosse Waldbrände können auch auf der Alpennordseite auftreten. Vor allem die Mittellandkantone sind diesbezüglich mit neuen Herausforderungen konfrontiert. Einsatzkräfte und Feuerwehren müssen sich auf die veränderte Gefahren-

situation einstellen. Das Beispiel des Kantons Tessin zeigt aber, dass sich die Waldbrandgefahr mit wirksamen Massnahmen eindämmen lässt und diese von der Bevölkerung auch akzeptiert werden.

Anpassung forcieren und Weichen stellen

Aufgrund des Klimawandels sind weitere Anstrengungen zur Bewältigung von Hitzewellen und Trockenperioden nötig. Für den Schutz der Bevölkerung vor übermässiger Hitzebelastung stehen gegenwärtig Informationen und Weiterbildung der Fachpersonen im Gesundheitswesen sowie Hitzewarnungen und Erarbeitung von Massnahmenplänen für Hitzewellen im Vordergrund (vgl. Abb. 46). Auf längere Sicht geht es darum, den Lebensraum in den Städten und Agglomerationen so zu gestalten, dass diese auch bei zunehmender Sommerhitze eine angenehme Aufenthalts- und Wohnqualität bieten. Hier stehen vor allem Planerinnen und Planer in der Pflicht. Im Vordergrund stehen unter anderem vielfältige Grünstrukturen wie Pärke, Alleen, naturnahe Fließgewässer

und Dach- und Fassadenbegrünung. Sie sind sowohl für die Verminderung der Hitzebelastung als auch für die Förderung von Biodiversität im Siedlungsgebiet wichtig. Auch im Aktionsplan Strategie Biodiversität Schweiz sind Massnahmen enthalten, mit denen die Durchgrünung der Städte gefördert wird.

Bezüglich der zunehmenden Trockenheit werden im Rahmen des Projekts Hydro-CH2018 des Bundesamtes für Umwelt die Veränderungen des Wasserkreislaufs aufgrund des Klimawandels untersucht. Das Projekt wird wichtige Grundlagen für weitere Anpassungsmassnahmen liefern. Analog zu den Massnahmenplänen bei Hitze können die Kantone gezielte Wasserressourcen-Bewirtschaftungspläne erarbeiten und sind damit besser für künftige Trockenperioden vorbereitet.

Auf Bundesebene wird die Anpassung an den Klimawandel im Rahmen der Anpassungsstrategie des Bundesrates koordiniert. Der dazugehörige erste Aktionsplan

Abb. 46: Massnahmenkatalog bei Hitzewellen

Übersicht über Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor zunehmender Hitzebelastung. Die Massnahmen sind in der Hitzewellen-Massnahmen-Toolbox des Bundesamtes für Gesundheit zusammengestellt.



für die Periode 2014 bis 2019 läuft Ende Jahr aus. Die Fortsetzung mit dem zweiten Aktionsplan wird derzeit vorbereitet, und die Erkenntnisse aus dem Sommer 2018 werden einfließen. Der Bund fördert die Anpassung auf lokaler, regionaler und kantonaler Ebene mit dem Pilotprogramm Anpassung an den Klimawandel. Die innovativen und konkreten Pilotprojekte liefern immer wieder wichtige Impulse für die Weiterentwicklung der Anpassungsstrategie.

Eine Anpassung ist unumgänglich. Entscheidend wird aber auch sein, wie rasch und wie stark der Klimawandel voranschreitet. Und dies hängt davon ab, ob es gelingt, den Ausstoss an Treibhausgasen im erforderlichen Ausmass zu senken. Um die Erwärmung deutlich unter 2 Grad halten zu können, wie es das Übereinkommen von Paris vorsieht, müssen die globalen Emissionen bis spätestens in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts auf netto null gesenkt werden. Der heisse und trockene Sommer 2018 zeigte, wie wichtig es ist, dieses Ziel zu erreichen. Die Revision des CO₂-Gesetzes bietet die Chance, in diese Richtung vorwärtszugehen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1

KEYSTONE / Melanie Duchene

Abbildung 2

MeteoSchweiz

Abbildung 3

MeteoSchweiz

Abbildung 4

MeteoSchweiz

Abbildung 5

MeteoSchweiz

Abbildung 6

Ivan Maffioli

Abbildung 7

NABEL

Abbildung 8

KEYSTONE / Anthony Anex

Abbildung 9

BAFU

Abbildung 10

NAQUA

Abbildung 11

KEYSTONE / Valentin Flauraud

Abbildung 12

GLAMOS

Abbildung 13

SUPSI / Gruppo cantonale di Lavoro Zanzare

Abbildung 14

KEYSTONE / Steffen Schmidt

Abbildung 15

Swiss TPH

Abbildung 16

Swiss TPH

Abbildung 17

KEYSTONE / Alexandra Wey

Abbildung 18

BAFU

Abbildung 19

BAFU

Abbildung 20

KEYSTONE / Ennio Leanza

Abbildung 21

Zollstatistik / Agristat

Abbildung 22

BAFU/Datenquelle Eidg. Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport VBS

Abbildung 23

Andreas Rigling

Abbildung 24

Waldschutz Schweiz / WSL

Abbildung 25

KEYSTONE / Arno Balzarini

Abbildung 26

Waldbrand-Datenbank Swissfire / WSL

Abbildung 27

KEYSTONE / Urs Flüeler

Abbildung 28

Markus Hintermann / Hydro-Solar Water Engineering AG

Abbildung 29

BAFU / Datenquelle Elektrizitätsstatistik des BFE

Abbildung 30

KEYSTONE / Urs Flüeler

Abbildung 31

KEYSTONE / DPA / Frank Rumpenhorst

Abbildung 32

KEYSTONE / Georgios Kefalas

Abbildung 33

BAFU / Datenquelle ELWIS der Wasserbau- und Schiffs-
fahrtsverwaltung des Bundes (D) – zusammengestellt
von der Firma Ultra Brag

Abbildung 34

Schweizerische Rheinhäfen

Abbildung 35

Kanton Thurgau

Abbildung 36

KEYSTONE / Christian Beutler

Abbildung 37

Forschungsinstitut Öffentlichkeit und Gesellschaft an
der Universität Zürich (fög)

Abbildung 38

Forschungsinstitut Öffentlichkeit und Gesellschaft an
der Universität Zürich (fög)

Abbildung 39

Forschungsinstitut Öffentlichkeit und Gesellschaft an
der Universität Zürich (fög)

Abbildung 40

Forschungsinstitut Öffentlichkeit und Gesellschaft an
der Universität Zürich (fög)

Abbildung 41

Forschungsinstitut Öffentlichkeit und Gesellschaft an
der Universität Zürich (fög)

Abbildung 42

Tiefbau Schaffhausen

Abbildung 43

KEYSTONE / Gian Ehrenzeller

Abbildung 44

National Centre for Climate Services

Abbildung 45

National Centre for Climate Services

Abbildung 46

BAG

Fokus Tessin

Bild: KEYSTONE / Ti-Press / Luca Crivelli

Fokus Waadt

Bild: KEYSTONE / Jean-Christophe Bott

Fokus Basel

Bild: Forstbetrieb der Bürgergemeinde der Stadt Basel

Fokus Thurgau

Bild: KEYSTONE / Gian Ehrenzeller

Fokus Schaffhausen

Bild: KEYSTONE / Patrick Hürlimann

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1

Swiss TPH

Tabelle 2

Service de la santé publique du canton de Vaud

Tabelle 3

BLW / Agristat

Tabelle 4

BAFU

Tabelle 5

Kanton Thurgau

Weiterführende Literatur

Kapitel Temperatur, Hitze und Niederschlag

Hitze und Trockenheit im Sommerhalbjahr 2018 – eine klimatologische Übersicht. Fachbericht Nr. 272 von MeteoSchweiz, 2018.

Städtische Wärmeinseln in der Schweiz – Klimatologische Studie mit Messdaten in fünf Städten. Fachbericht Nr. 273 von MeteoSchweiz, 2018.

Klimaszenarien CH2018:
www.klimaszenarien.ch

Kapitel Luftbelastung

Ozonsommer 2018 – Übersicht über die Ozonmesswerte des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL), 2018.

Qualità dell'aria in Ticino – Rapporto 2018, Dipartimento del territorio, 2019.

Kapitel Flüsse, Seen und Grundwasser

Hydrologisches Jahrbuch 2018, Bundesamt für Umwelt, 2019.

Kapitel Gletscher, Permafrost und Felsstürze

Schweizerisches Gletschermessnetz GLAMOS:
www.glamos.ch

Schweizerisches Permafrostmessnetz PERMOS:
www.permos.ch

Permafrost in Switzerland 2014/2016 to 2017/2018. PERMOS 2019.

Kapitel Gesundheit

Hitzesommer 2018: Auswirkungen auf die Sterblichkeit und kantonale Präventionsmassnahmen, Swiss TPH, April 2019.

Evaluation kantonaler Hitzemassnahmenpläne und hitzebedingte Mortalität im Sommer 2015, Swiss TPH, Dezember 2016.

Kapitel Wasserwirtschaft

Bericht Trockenheit im Sommer und Herbst 2018 – Auswirkungen und deren Bewältigung in der Schweizer Wasserwirtschaft, Bundesamt für Umwelt, 2019.

Kapitel Landwirtschaft

AGRISTAT 18-11: Statistisches Monatsheft – Das Trockenjahr 2018.

Kapitel Wald

Waldschutz Schweiz:
www.waldschutz.ch

Jahrbuch Wald und Holz 2018, Bundesamt für Umwelt, 2019.

Kapitel Tiere und Pflanzen

Enquête de l'OFEV auprès des services cantonaux de la pêche: Canicule 2018 et populations piscicoles, Office fédéral de l'environnement, 2019.

Kapitel Stromproduktion

Elektrizitätsstatistik des Bundes (Jahre 2009 bis 2018), Bundesamt für Energie.

Kapitel Verkehrsinfrastruktur und Gütertransport

Schweizerische Rheinhäfen:
www.port-of-switzerland.ch

Bericht zur wirtschaftlichen Landesversorgung 2013–2016, Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung BWL, 2016.

Bestandsaufnahme zu den Niedrigwasserverhältnissen am Rhein, Internationale Kommission zum Schutz des Rheins, 2018.

Abflussanteile aus Schnee- und Gletscherschmelze im Rhein und seinen Zuflüssen vor dem Hintergrund des Klimawandels. Synthesebericht, Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes, 2016.

Kapitel Kommunikation, Medien und Wahrnehmung

«Hitze, Trockenheit, Klimawandel» – Analyse der Medienberichterstattung über den Sommer 2018 im Vergleich zu anderen Jahren. Bericht im Auftrag des BAFU, Forschungsinstitut Öffentlichkeit und Gesellschaft (fög) an der Universität Zürich, Juni 2019.

Kapitel Zusammenfassung und Ausblick

Hitze und Trockenheit im Sommer 2015. Auswirkungen auf Mensch und Umwelt. Umwelt-Zustand Nr. 1629, Bundesamt für Umwelt (Hrsg.), 2016.

Hitzewelle-Massnahmen-Toolbox. Ein Massnahmenkatalog für den Umgang mit Hitzewellen für Behörden im Bereich Gesundheit. Erstellt von Swiss TPH im Auftrag des Bundesamts für Gesundheit, 2017.

Hitze in Städten. Grundlagen für eine klimaangepasste Siedlungsentwicklung. Umwelt-Wissen Nr. 1812, Bundesamt für Umwelt (Hrsg.), 2018.

Umgang mit lokaler Wasserknappheit in der Schweiz. Bericht des Bundesrates zum Postulat «Wasser und Landwirtschaft. Zukünftige Herausforderungen» (Postulat 10.353 von Nationalrat Hansjörg Walter vom 17. Juni 2010), Schweizerische Eidgenossenschaft, 2012.

Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder. Erster Teil der Strategie des Bundesrates vom 2. März 2012.

Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Aktionsplan 2014–2019. Zweiter Teil der Strategie des Bundesrates vom 9. April 2014.

Informationen im Internet

Bundesamt für Umwelt BAFU:

www.bafu.admin.ch

Bundesamt für Gesundheit BAG:

www.bag.admin.ch

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS:

www.babs.admin.ch

Bundesamt für Landwirtschaft BLW:

www.blw.admin.ch

Bundesamt für Energie BFE:

www.bfe.admin.ch

Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie

(MeteoSchweiz):

www.meteoschweiz.ch

National Centre for Climate Services NCCS:

www.nccs.admin.ch

Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee
und Landschaft WSL:

www.wsl.ch

Schweizerisches Tropen- und Public Health-Institut

(Swiss TPH):

www.swisstph.ch