

**SCHRIFTENREIHE  
UMWELT NR. 369**

**Gewässerschutz**

**Auswirkungen des  
Hitzesommers 2003  
auf die Gewässer**

**Dokumentation**

Avec résumé en français

**Herausgegeben vom Bundesamt  
für Umwelt, Wald und Landschaft  
BUWAL, in Zusammenarbeit mit dem  
Bundesamt für Wasser und Geologie  
BWG und dem Bundesamt für  
Meteorologie und Klimatologie  
MeteoSchweiz  
Bern, 2004**

# Abstracts

This report provides an overview of how the extremely hot and dry summer of 2003 affected Switzerland's waterbodies. Having examined the causes and pattern of the weather conditions and the immediate consequences for the Alpine glaciers, it describes the effects on waterbodies themselves and on their utilization. An account is given of the impacts on the hydrology and condition of surface waters, ground-water, wetlands, water withdrawals and inflows, fish and fisheries, bathing waters, supplies of drinking water, hydropower generation and inland navigation. Wherever possible, comparisons are made with two previous dry years – 1976 and 1947. From a comprehensive view of the events, key conclusions are drawn.

Keywords:

Drought, water shortage,  
water withdrawals, fisheries

Der vorliegende Bericht gibt einen Überblick über die Auswirkungen der Hitze und der Trockenheit des Jahres 2003 auf die Gewässer der Schweiz. Ausgehend von den Ursachen und dem Ablauf der Witterung sowie von den unmittelbaren Folgen für die Alpengletscher werden die Wirkungen auf die Gewässer selbst und auf ihre Nutzung beschrieben. Dargestellt werden die Auswirkungen auf die Hydrologie und den Zustand der Oberflächengewässer, das Grundwasser, die Feuchtgebiete, die Wasserentnahmen und Wassereinleitungen, die Fische und die Fischerei, die Badegewässer, die Trinkwasserversorgung, die Produktion von elektrischer Energie und die Schifffahrt. Wo möglich, werden Vergleiche mit den Trockenjahren 1976 und 1947 angestellt. Aus der Gesamtsicht der Ereignisse werden die wichtigsten Folgerungen gezogen.

Stichwörter:

Trockenheit,  
Wasserknappheit,  
Wasserentnahmen,  
Fischerei

Le présent rapport donne une vue d'ensemble des effets de la canicule et de la sécheresse de l'été 2003 sur les eaux suisses. Le but est, à partir de l'analyse des causes et caractéristiques de cet épisode météorologique ainsi que des conséquences directes sur les glaciers alpins, de décrire les effets sur les eaux elles-mêmes et leur utilisation. Ce rapport traite des conséquences sur l'hydrologie et l'état des eaux de surface, les nappes phréatiques, les zones humides, le prélèvement et le déversement d'eau, les poissons et la pêche, les eaux de baignade, la distribution de l'eau, la production d'électricité et la navigation. Là où cela est possible, des parallèles sont établis avec les années de sécheresse 1976 et 1947. Une vision globale des événements permet de tirer les principales conclusions.

Mots-clés:

Sécheresse, pénurie d'eau,  
prélèvement d'eau, pêche

Il presente rapporto fornisce una panoramica delle ripercussioni dell'estate torrida e secca del 2003 sui corsi d'acqua e i laghi della Svizzera. Partendo dall'analisi delle cause e dell'andamento delle condizioni meteorologiche nonché delle loro conseguenze dirette sui ghiacciai alpini, vengono descritti gli effetti sulle acque e sulla loro utilizzazione. Ci si concentra in particolare sulle ripercussioni in materia di: idrologia e condizioni delle acque superficiali, acque sotterranee, zone umide, prelievi d'acqua e condotte idriche, fauna ittica e pesca, acque balneabili, approvvigionamento di acqua potabile, produzione di energia elettrica e navigazione. Laddove possibile, vengono inoltre effettuati dei raffronti con i periodi di siccità del 1976 e del 1947. Il rapporto presenta infine le conclusioni più importanti che scaturiscono dall'insieme degli eventi verificatisi.

Parole chiave:

siccità, carenza d'acqua,  
prelievi d'acqua, pesca

# Vorwort

Das Jahr 2003 ist von der Uno zum Internationalen Jahr des Süsswassers ausgerufen worden. Aus guten Gründen: Ohne Wasser gibt es kein Leben auf unserem Planeten. Auch wenn wir selten bewusst darüber nachdenken: Wasser ist ein unverzichtbarer Teil unseres täglichen Lebens. Das Internationale Jahr des Süsswassers hat weltweit auf die zentrale Rolle dieser existentiellen Lebensgrundlage aufmerksam gemacht. Die Ökosysteme unserer Bäche, Flüsse, Seen und Feuchtgebiete verdienen Schutz.

Dass frisches Wasser nicht immer und überall in unbeschränkten Mengen zur Verfügung steht, hat uns das ausserordentlich heisse und trockene Jahr 2003 einmal mehr gelehrt. Auch in der sonst wasserreichen Schweiz wurde in Teilbereichen das Wasser zum knappen Gut.

Mit diesem Bericht dokumentieren wir die vielfachen Auswirkungen der Hitze und der Trockenheit des Jahres 2003 auf die Gewässer. Wir schaffen damit eine Datengrundlage, aus der Fachleute, aber auch weitere interessierte Kreise, bei künftigen ähnlichen Ereignissen Nutzen ziehen können.

Die vorliegende Publikation enthält Beiträge, die vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, vom Bundesamt für Wasser und Geologie sowie von MeteoSchweiz gemeinsam erarbeitet worden sind. Dass daraus eine umfassende Übersicht entstanden ist, verdanken wir der Unterstützung zahlreicher kantonaler Behörden, wissenschaftlicher Institutionen und betroffener Branchenorganisationen. All jenen, die an diesem Bericht mitgewirkt haben, sprechen wir unseren Dank aus.

Bundesamt für Umwelt,  
Wald und Landschaft

Dr. Ph. Roch

Bundesamt für  
Wasser und Geologie

Dr. Ch. Furrer

MeteoSchweiz

D. K. Keuerleber

# Zusammenfassung

Im Jahr 2003 herrschten in der Schweiz klimatische Verhältnisse, wie sie normalerweise für kontinentale Regionen fern der Ozeane typisch sind. Von Mitte April bis Ende August lagen die Lufttemperaturen fast durchwegs deutlich über dem langfristigen Mittel, und der alte Sommerhalbjahr-Wärmerekord aus dem Jahr 1947 wurde in der ganzen Schweiz überboten. Die Monate Juni und August brachten eine bisher einmalige Häufung von Hitzerekorden, darunter die höchste je in der Schweiz gemessene Lufttemperatur von 41,5 °C. Begleitet wurde die Hitze durch eine auf der Alpennordseite von Februar bis September anhaltende Trockenheit; auf der Alpensüdseite dauerte sie gar von Januar bis Ende Oktober. Verbreitet fiel nur etwa die Hälfte der normalen Niederschläge. Die extreme Trockenheit des Sommerhalbjahrs 1947 wurde jedoch im Sommer 2003 nicht erreicht.

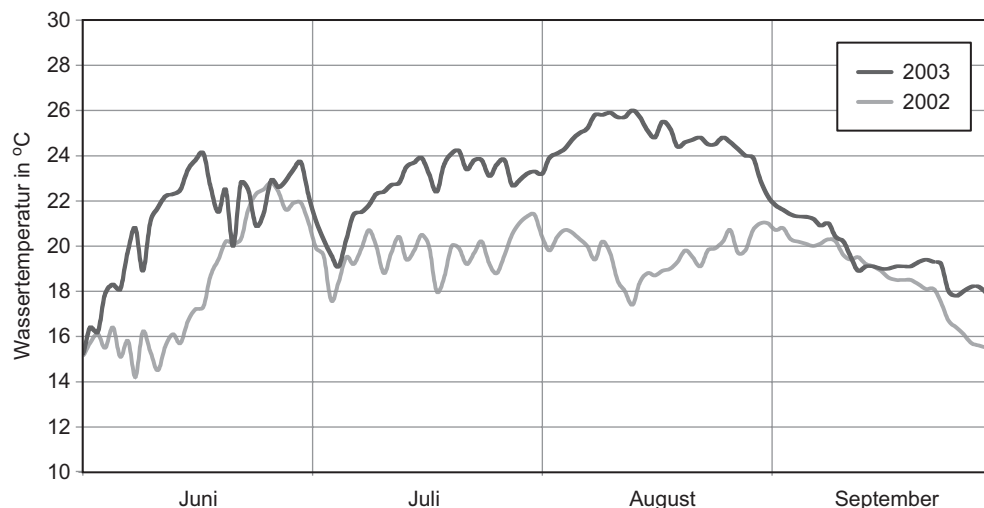
Trotz des Wasserreichtums der Schweiz hatte dieser aussergewöhnliche Witterungsablauf zahlreiche Auswirkungen auf die Gewässer und deren Nutzung.

Die kleinräumige natürliche Vielfalt der Schweiz führte dazu, dass die Wirkungen regional unterschiedlich ausgeprägt auftraten. So wiesen die Flüsse und Bäche aus unvergletscherten Einzugsgebieten teils stark verminderte Abflüsse auf. Die Niedrigwasserstatistik zeigt jedoch, dass die Wasserführung im Sommer und Herbst generell zwar tiefer war als 1976, aber nicht so extrem wie 1947. Zentren der Trockenheit der Gewässer waren der Jura, das tiefere Mittelland und das Tessin. Lokale Gewitter milderten örtlich die Trockenheit.

Umgekehrt führte die grosse Wärme im Hochgebirge zu einem ausserordentlich starken Abschmelzen des Schnees und der Gletscher. Der für 2003 geschätzte Massenverlust der Alpengletscher lag rund vier Mal höher als in den vorausgegangenen Jahren, die ohnehin zur überdurchschnittlich warmen Periode seit den 1980er Jahren gehören. Als Folge davon führten die Fliessgewässer mit hochalpinem Einzugsgebiet aussergewöhnlich viel Wasser.

Unterschiedlich wurden auch die grossen Seen von der Trockenheit betroffen. Mit Ausnahme von Lago Maggiore und Zürichsee konnte in den regulierten Seen das Niveau einigermassen gehalten werden, während in den nichtregulierten Seen (Bodensee, Walensee) die Seespiegel in die Nähe der bisherigen Tiefststände absanken.

Die starke Einstrahlung und die hohen Lufttemperaturen erwärmten die Gewässer im Sommer teils massiv, wie das nebenstehende Beispiel des Rheins unterhalb des Rheinfalls bei Schaffhausen zeigt. Im Jura und im Mittelland wurden während längerer Zeit Werte erreicht, die für kälteliebende Fische gefährlich sein können. Keine Probleme wurden hingegen durch temperatur- und trockenheitsbedingte Erhöhungen der Konzentration von chemischen Inhaltsstoffen oder durch verstärkte bakterielle Aktivitäten gemeldet. Der Betrieb der Abwasserreinigungsanlagen wurde von der ausserordentlichen Witterung eher positiv als negativ beeinflusst. Hinweise über besondere hygienische Probleme in Badegewässern als Folge der hohen Wassertemperaturen bei gleichzeitig tiefen Wasserständen und Abflussmengen liegen ebenfalls keine vor.



Tagesmittel der Wassertemperaturen im Rhein bei Rheinau (Kt. Zürich) von Juni bis September in den Jahren 2003 und 2002. Daten: Bundesamt für Wasser und Geologie

Grössere Probleme verursachten hingegen die Wasserentnahmen aus kleineren Fliessgewässern zum Bewässern der von Dürreschäden bedrohten landwirtschaftlichen Kulturen. Die geringe Wasserführung zahlreicher Gewässer führte wie in früheren Trockensommern zum Interessenkonflikt zwischen den Bedürfnissen der Bauern und dem Gewässerschutz. Die teils schwierigen Lagen wurden von den betroffenen Kantonen unterschiedlich bewältigt. In zahlreichen Kantonen wurden zu bestimmten Zeiten Einschränkungen oder Verbote für die Wasserentnahme verfügt. Vereinzelt führte dies zu Konflikten zwischen Behörden und Landwirten und zu illegalen Wasserentnahmen. Insgesamt kann jedoch davon ausgegangen werden, dass leergepumpte Bäche die Ausnahme waren.

Hart getroffen von der anhaltend heisstrockenen Witterung wurde die Fischfauna, die gleich doppelt bedroht war: von den sinkenden Wasserständen – im Extremfall bis zum Austrocknen des Bachbetts – und von den hohen Wassertemperaturen, die für bestimmte Fischarten wie Forellen oder Äschen lebensbedrohlich sein können. Eine Umfrage bei den Kantonen ergab, dass im Sommer 2003 mindestens 350 Fischgewässer mit einer Länge von insgesamt 245 Kilometern streckenweise oder ganz ausgetrocknet waren. Primär betroffen waren die Fischgewässer im Jura und im Mittelland, während die Lage in den von der Schnee- und Gletscherschmelze beeinflussten voralpinen und alpinen Fliessgewässern weniger dramatisch war. In zahlreichen Kantonen war das Fischereipersonal im Dauereinsatz, um die Fische vor dem Trockenfallen der Gewässer oder dem Temperaturstress zu retten. Dabei wurden mindestens 120'000 Fische in Gewässerabschnitte mit ausreichender Wasserführung umgesiedelt. Insgesamt wurden gegen 85'000 tote Fische eingesammelt, wobei die tatsächlichen Verluste deutlich höher gelegen haben dürften. Generell war das Austrocknen von Gewässern das grössere Problem als die hohen Wassertemperaturen. Das spektakulärste Ereignis des Sommers 2003 – das Massensterben von über 50'000 Äschen im Rhein unterhalb des Bodensees – hatte seine Ursache allerdings in den extrem hohen Wassertemperaturen. Am 12. August wurden bei Stein am Rhein in der Flussmitte in vier Metern Tiefe 25,9 °C gemessen.

Besser erging es der Flora und Fauna in Feuchtgebieten wie Auen und Mooren. Obwohl auch diese Gebiete stark von der heisstrockenen Witterung betroffen waren, zeigen die vorliegenden Beobachtungen, dass diese Lebensräume wegen ihrer hohen natürlichen Anpassungs- und Regenerationsfähigkeit den Extremsommer insgesamt gut abfedern konnten. Irreversible Veränderungen konnten bisher nicht festgestellt werden.

Beim Grundwasser begann das Jahr 2003 nach den intensiven Niederschlägen im Frühwinter 2002/2003 verbreitet mit aussergewöhnlich hohen Wasserständen. In den Tälern der grossen Flüsse aus dem Alpenraum profitierten die Grundwasserstände zudem von der starken Schnee- und Gletscherschmelze. In diesen Gebieten lagen die Wasserstände Ende Sommer zwar tief, aber immer noch über dem langjährigen Minimum. In den kleineren Tälern des Mittellands und im Südtessin sanken sie jedoch zum Teil auch unter die bisherigen Minima. Einen sehr starken Rückgang der Schüttung erlitten Quellen, die aus oberflächennahen Grundwasservorkommen gespeist werden.

Gut durch das Jahr 2003 kamen die grossen Trinkwasserversorgungen und jene Gemeinden, die sich an Verbundnetze angeschlossen haben. Die grossen Investitionen der letzten Jahre haben sich im Härtesten des Jahres 2003 ausbezahlt. Zudem ist der Wasserkonsum in der Schweiz seit längerer Zeit rückläufig, so dass die Verbrauchsspitzen aus dem Trockenjahr 1976 nicht mehr erreicht wurden. Verbrauchseinschränkungen mussten einzig kleine und isolierte Wasserversorgungen verfügen, die ganz oder grösstenteils von Quellen abhängen. Besonders betroffen waren der Jura und das Tessin. Signifikante witterungsbedingte Qualitätsprobleme beim Rohwasser wurden 2003 nicht beobachtet.

Gut zurecht mit den ausserordentlichen klimatischen Bedingungen des Jahres 2003 kamen auch die grossen Elektrizitätswerke. Zwar erlitten die Laufkraftwerke im Unterland wegen der geringen Wasserführung der Flüsse zum Teil deutliche Produktionseinbussen, die jedoch von den alpinen Speicherkraftwerken dank den massiven Zuflüssen aus der Schnee- und Gletscherschmelze wettgemacht wurden. Im Mittelland mussten dagegen verschiedentlich Kleinkraftwerke stillgelegt werden, da unter Einhaltung der Dotierwassermenge die Wasserführung für den Betrieb nicht mehr ausreichte. Insgesamt lag die Energieproduktion aus Wasserkraft im Jahr 2003 nur 0,8 % unter dem Mittel der vorangegangenen zehn Jahre. Die Minderproduktion fiel damit deutlich geringer aus als in den Trockenperioden der 1970er Jahre.

Zwiespältig ist die Bilanz der Schifffahrt. Wegen der rekordtiefen Wasserstände im Mittel- und Niederrhein musste im Spätsommer 2003 die Schifffahrt zwischen Basel und Rotterdam eingeschränkt werden, und auch der Ausflugsverkehr auf dem Hochrhein/Untersee blieb zeitweise mangels Wasser eingestellt. Umgekehrt besicherte das ideale Ausflugswetter den meisten Schifffahrtsunternehmen nördlich der Alpen deutlich erhöhte Passagierzahlen.

Betrachtet man die Auswirkungen der Hitze und der Trockenheit im Jahr 2003 aus einer übergeordneten Sicht, so sind vor allem drei herausragende Ereignisse zu verzeichnen: das ausserordentlich starke Abschmelzen der Gletscher, die Probleme bei den Wasserentnahmen für landwirtschaftliche Bewässerungen sowie die Fischsterben und Notabfischungen. In künftigen heisstrockenen Jahren dürften sich die Probleme weiterhin vor allem auf die beiden letztgenannten Bereiche konzentrieren.

Beim gegenwärtigen Stand des Wissens drängen sich auf Bundesebene jedoch keine unmittelbaren Massnahmen auf Stufe Gesetzgebung auf.

Die Auswertung der Daten bestätigte die Bedeutung der verschiedenen Messnetze: Um ausserordentliche Ereignisse wie den Sommer 2003 einordnen zu können, sind langfristige, repräsentative Datenreihen nötig.

# Résumé

En 2003, la Suisse a connu des conditions climatiques que l'on rencontre normalement dans des régions continentales éloignées de l'influence océanique. Entre mi-avril et fin août, les températures de l'air ont dépassé pratiquement tout le temps les moyennes pluriannuelles et le record de chaleur de l'été 1947 a été battu dans toute la Suisse. Les mois de juin et d'août ont été marqués par une accumulation de records inconnue jusqu'alors, parmi lesquels la température de l'air la plus élevée qui ait jamais été enregistrée en Suisse: 41,5 °C. Cette vague de chaleur s'est accompagnée d'une sécheresse qui a prévalu de février à septembre au nord des Alpes, et même de janvier à fin octobre au sud des Alpes. De manière générale, il est tombé approximativement la moitié des précipitations normales. La sécheresse de l'été 2003 n'a pourtant pas atteint l'ampleur de celle de l'été 1947.

La Suisse a beau être dotée d'une richesse hydraulique, ces conditions climatiques extrêmes ont eu de multiples conséquences sur les eaux et leur utilisation.

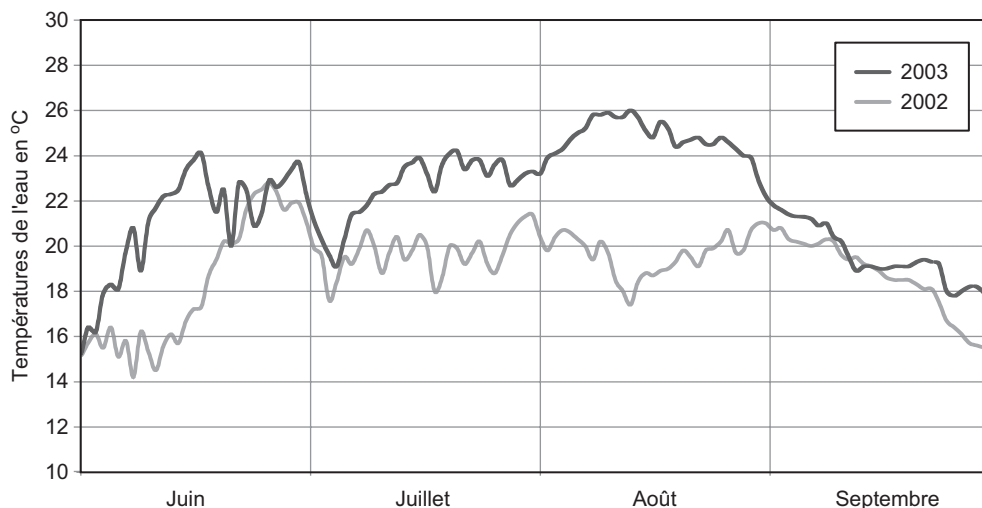
La grande diversité topographique de la Suisse a fait que les effets de la sécheresse se sont plus ou moins fait sentir selon les régions. Les rivières et ruisseaux des bassins versants sans couverture glaciaire ont accusé en partie des baisses significatives de leur débit. Les statistiques des basses eaux montrent cependant que le débit en été et en automne a été en général plus bas qu'en 1976 sans pour autant atteindre le seuil critique de 1947. Les régions plus particulièrement touchées par l'assèchement des cours d'eau ont été le Jura, le bas Plateau et le Tessin. Des orages locaux ont atténué cette sécheresse.

Inversement, les fortes chaleurs dans les régions de haute montagne ont provoqué une fonte très importante des neiges et des glaciers. La perte de masse des glaciers alpins telle qu'évaluée pour 2003 a été environ quatre fois supérieure à celle des années précédentes, qui constituent de toute façon une période de chaleur supérieure à la moyenne depuis les années 1980. Conséquence directe: les cours d'eau avec un bassin versant de haute montagne ont drainé une quantité d'eau exceptionnelle.

Du côté des grands lacs, la sécheresse ne s'est pas non plus manifestée partout de la même manière. Lac Majeur et lac de Zurich mis à part, le niveau d'eau a pu être plus ou moins maintenu dans les lacs régularisés alors qu'il a avoisiné les plus basses valeurs enregistrées jusqu'alors dans les lacs non régularisés (lac de Constance, lac de Walenstadt).

En été 2003, le fort ensoleillement et les températures de l'air élevées ont réchauffé les eaux, dans certains cas de façon spectaculaire comme le montre l'exemple ci-contre du Rhin, en aval de ses chutes près de Schaffhouse. Pendant une très longue période, la température des eaux dans le Jura et sur le Plateau a atteint des valeurs qui peuvent mettre en danger la vie de certains poissons habitués aux eaux froides. Par contre, aucun problème n'a été signalé qui aurait eu pour cause une concentration plus importante de substances chimiques due aux températures excessives et à la sécheresse ou une activité bactérienne plus intense. Les conditions météorologi-





Moyennes journalières des températures de l'eau du Rhin à Rheinau (canton de Zurich) entre juin et septembre, en 2003 et 2002. Données: Office fédéral des eaux et de la géologie

ques inhabituelles ont eu un effet plutôt positif sur le fonctionnement des stations d'épuration des eaux usées. Du côté de la baignade, aucun problème d'hygiène particulier n'a été rapporté suite à l'augmentation des températures de l'eau et à la baisse des niveaux d'eau et de débit.

En revanche, les prélèvements effectués dans les petits cours d'eau pour arroser les cultures agricoles menacées par la sécheresse ont posé de gros problèmes. Le faible débit de nombreux cours d'eau a donné lieu, comme lors de précédentes périodes de sécheresse estivale, à des conflits d'intérêts entre les impératifs agricoles et la protection des eaux. Les cantons touchés par la sécheresse ont réagi de manière différente face à des situations parfois critiques. Nombre d'entre eux ont pris des mesures de restriction ou d'interdiction des prélèvements d'eau. Cela a conduit, dans certains endroits, à des conflits entre agriculteurs et autorités ainsi qu'à des prélèvements illégaux. On peut tout de même dire dans l'ensemble que le pompage des ruisseaux jusqu'à l'assèchement est resté une exception.

La faune aquatique a beaucoup souffert pendant cette longue période de canicule et elle a été menacée à double titre: par la baisse des niveaux d'eau – allant parfois jusqu'à l'assèchement du lit du cours d'eau – et par les températures de l'eau élevées, qui peuvent entraîner la mort de certaines populations de poissons telles que les truites et les ombres. Selon un sondage réalisé auprès des cantons, ce sont au moins 350 rivières à poissons sur une distance de 245 kilomètres qui se sont asséchées par tronçons ou en totalité pendant l'été 2003. Les rivières les plus touchées par ce phénomène ont été celles du Jura et du Plateau. La situation a été moins catastrophique dans les Alpes et les Préalpes où les cours d'eau ont bénéficié de la fonte des neiges et des glaciers. Bon nombre de services cantonaux ont dû sans cesse intervenir pour sauver les poissons menacés par l'assèchement des cours d'eau ou l'augmentation de la température de l'eau. Ils ont ainsi transféré au moins 120'000 poissons dans des cours d'eau ayant un débit suffisant. On a retrouvé en tout quelque 85'000 poissons

morts, mais il est fort probable que les pertes réelles ont été beaucoup plus importantes. De manière générale, l'assèchement des cours d'eau a posé davantage de problèmes que la température trop élevée des eaux. Reste que l'évènement le plus spectaculaire de l'été 2003 – la mort en masse de plus de 50'000 ombres dans le Rhin, en aval du lac de Constance – est dû aux températures de l'eau extrêmement élevées. Le 12 août, à Stein am Rhein, au milieu du fleuve, la température à quatre mètres de profondeur était de 25,9 °C.

La flore et la faune des zones alluviales et des marais ont été mieux loties. Ces régions n'ont certes pas été épargnées par la vague de chaleur, mais les observations dont nous disposons montrent que ces écosystèmes ont pu, dans l'ensemble, mieux résister aux assauts de la canicule grâce à leurs exceptionnelles capacités d'adaptation et de régénération. On n'a jusqu'à présent relevé aucun changement irréversible.

En ce qui concerne les nappes phréatiques, l'année 2003 a commencé en général, après les fortes précipitations du début de l'hiver 2002/2003, avec des niveaux d'eau particulièrement élevés. Dans les grandes vallées fluviales des Alpes, le niveau des nappes souterraines a en outre bénéficié de la fonte des neiges et des glaciers. Dans ces régions, le niveau des eaux était certes faible à la fin de l'été, mais n'en restait pas moins au-dessus des valeurs minimales pluriannuelles. Par contre, dans les vallées plus petites du Plateau et du Sud du Tessin, le niveau des eaux était même dans certains cas inférieur aux minima enregistrés jusqu'alors. Les sources alimentées par des réserves d'eau souterraine proches de la surface ont vu leur débit fortement diminuer.

Les grands distributeurs d'eau et les communes reliées aux réseaux interconnectés s'en sont bien sortis en 2003. Les gros investissements de ces dernières années se sont révélés payants dans le contexte de l'été 2003. Autre élément à prendre en compte: la consommation d'eau en Suisse est en baisse depuis plusieurs années si bien qu'il n'y a pas eu les pics de consommation qui avaient été atteints au cours de l'année de sécheresse 1976. Seules les communes dotées d'un système de distribution petit et isolé qui dépend entièrement ou en grande partie de sources ont dû mettre en place des mesures de restriction. Ceci a surtout été le cas dans le Jura et le Tessin. En ce qui concerne l'eau au point de captage, on n'a pas constaté de problèmes de qualité particuliers en lien avec la canicule de 2003.

Les grandes centrales électriques ont elles aussi réussi à composer avec les conditions extrêmes de l'année 2003. En raison du faible débit des rivières, les centrales au fil de l'eau situées en plaine ont certes enregistré pour certaines d'entre elles de nettes pertes de production, mais ces pertes ont été compensées par les centrales à accumulation situées en montagne et ayant bénéficié de l'apport exceptionnel d'eau de fonte. Sur le Plateau, au contraire, de petites centrales hydrauliques ont dû être arrêtées à plusieurs endroits car le régime des eaux était insuffisant compte tenu du débit de dotation. Dans l'ensemble, la production d'électricité à partir de la force

hydraulique n'a été inférieure en 2003 que de 0,8 % à la moyenne des dix années précédentes. Cette baisse de production n'a donc pas vraiment représenté un manque comme pendant les périodes de sécheresse des années 1970.

En matière de navigation, le bilan est contrasté. Les niveaux d'eau du Rhin moyen et inférieur accusant des records négatifs, il a fallu, à la fin de l'été 2003, limiter la navigation entre Bâle et Rotterdam. Il est même arrivé que la navigation touristique sur le Rhin supérieur/lac de Constance inférieur (Untersee) soit également interrompue par manque d'eau. A l'inverse, grâce au beau temps propice aux promenades sur l'eau, les compagnies de navigation du nord des Alpes ont accueilli un nombre élevé de passagers.

Si l'on considère les effets de la chaleur et de la sécheresse de 2003 d'un point de vue global, trois phénomènes majeurs se dégagent: l'exceptionnelle fonte des glaciers, les problèmes liés aux prélèvements d'eau pour l'arrosage à usage agricole, la mortalité et le sauvetage des poissons. Lors de futurs épisodes de sécheresse canicule, les problèmes devraient encore se limiter principalement aux deux derniers domaines cités.

Reste que dans l'état actuel des connaissances, aucune mesure directe de la Confédération ne s'impose au niveau législatif.

L'exploitation des données a confirmé l'importance des différents réseaux de mesure. Il faut en effet disposer de séries de données à long terme et représentatives si l'on veut établir une classification des épisodes exceptionnels comme l'a été celui de l'été 2003.

# 13 Folgerungen

**Wie in der Einleitung zu diesem Bericht erwähnt, ist es wegen der Komplexität der Wirkungen von klimatischen Extremereignissen nur sehr bedingt möglich, allgemeingültige Schlüsse zu ziehen. Aus der vorliegenden Dokumentation lassen sich aus der Sicht der Praxis dennoch einige Folgerungen ziehen.**

## 13.1 Allgemeine Folgerungen

Bei der Durchsicht der für diesen Bericht aufgearbeiteten Daten und Beobachtungen über die Auswirkungen des Hitzejahrs 2003 auf die Gewässer ragen drei Ereignisse heraus: Die Probleme rund um die Wasserentnahmen für landwirtschaftliche Bewässerungen, die Fischsterben als Folge von erhöhter Wassertemperatur und des Trockenfallens von Bächen sowie das ausserordentlich starke Abschmelzen von Schnee und Gletschereis in den Alpen.

In anderen Bereichen blieben zwar Wirkungen nicht aus, doch hielten sich die negativen Folgen in Grenzen oder traten nur lokal auf (dies betrifft den Abfluss der grösseren Fliessgewässer, Seestände, Grundwasser und Trinkwasserversorgung), oder es zeigten sich keine unmittelbar bedrohlichen Effekte (chemische Inhaltsstoffe, bakterielle Aktivität, Feuchtgebiete, Badegewässer). In einzelnen Bereichen traten sowohl positive wie negative Wirkungen auf (elektrische Energie aus Wasserkraft, Schifffahrt).

Einmal mehr zeigte es sich im Jahr 2003, dass die wasserreiche Schweiz gegenüber Trockenperioden relativ unempfindlich ist – zumindest solange solche Perioden nicht in Serie auftreten und die Gletscher ihre Rolle als Wasserspeicher erfüllen. Zudem konnten dank des hohen Organisationsgrads von Gesellschaft, Wirtschaft und Behörden im Gewässerbereich viele potenzielle Probleme entschärft werden (Elektrizitätswirtschaft, Trinkwasserversorgung). Grössere Probleme traten vor allem dort auf, wo die Natur eine absolute Grenze setzte. Dies betrifft vor allem die kleineren Fliessgewässer ohne voralpines oder alpines Einzugsgebiet, wo die Wasserführung teilweise so gering wurde, dass für die Fische das Wasser fehlte und Wasserentnahmen verboten werden mussten.

Auch wenn die Lehren aus früheren Trockenzeiten gezogen und die Lage im Sommer 2003 deutlich besser bewältigt wurde als beispielsweise im sehr trockenen Frühsommer 1976, kann die Organisation der Behörden und Information der Bevölkerung weiter verbessert werden, insbesondere im Zusammenhang mit der Bewässerungspraxis in der Landwirtschaft.

**Nach der ersten Durchsicht der Daten drängen sich auf Bundesebene jedoch keine unmittelbaren Massnahmen auf Stufe Gesetzgebung auf.**

## 13.2 Folgerungen für einzelne Fachgebiete

### *Hydrologie und Zustand der Oberflächengewässer:*

- Die jüngsten Erkenntnisse aus dem heisstrocknen Sommer 2003 werden in die Qualitätssicherung der hydrologischen Messnetze einfließen, insbesondere bei der Messung von Abfluss und Wassertemperatur bei extremem Niedrigwasser.
- Keine wesentlichen Probleme wurden trotz tiefer Wasserstände bei der Konzentration von chemischen Inhaltsstoffen beobachtet. Die klimatischen Bedingungen führten insgesamt dazu, dass die Abwasserreinigungsanlagen optimal betrieben werden konnten (geringer, aber konstanter Abwasseranfall, keine Regenwasserentlastungen). Der Zustand der Gewässer präsentierte sich im Sommer 2003 derart, dass keine besonderen Massnahmen zur Verbesserung der Situation in künftigen Trockenzeiten ergriffen werden müssen.
- Die Auswertung der Daten bestätigte die Bedeutung der verschiedenen Messnetze: Um ausserordentliche Ereignisse wie der Sommer 2003 einordnen zu können, sind langfristige, repräsentative Datenreihen nötig, aus denen der «Normalzustand» der Gewässer als Vergleichsbasis ermittelt werden kann.

### *Feuchtgebiete:*

- Dank der hohen Anpassungs- und Regenerationsfähigkeit von Auen und Mooren wurden im Sommer 2003 keine irreversiblen Veränderungen als Folge der klimatischen Extrembedingungen festgestellt. Allerdings fehlt es an gezielten Beobachtungen, und die durch häufig auftretende Hitze und Trockenheit ausgelösten Prozesse wie Verbuschung oder Einwanderung neuer Pflanzenarten können erst mittel- und langfristig beurteilt werden.
- Einmalige klimatische Extremereignisse wie der Sommer 2003 können hingegen an einem isolierten Standort Tier- und Pflanzenpopulation auslöschen, da die Wiederbesiedelung in ausgeräumten Landschaften ohne Wanderungskorridore nicht möglich ist. Das Vernetzen von Lebensräumen ist gerade bei klimatischen Extremereignissen von grösster Bedeutung für den Artenschutz.

### *Wasserentnahmen:*

- Die Wasserentnahmen für landwirtschaftliche Bewässerungen haben auch im Trockensommer 2003 verschiedentlich zu Problemen geführt. Der grosse Ermessensspielraum der Kantone beim Aussprechen von Bewilligungen bzw. beim Verfügen von Verboten führte zu unterschiedlichen Erfahrungen im Umgang mit den Interessenkonflikten zwischen Landwirtschaft und Gewässerschutz. Auf Grund der Rückmeldungen aus den Kantonen kann jedoch davon ausgegangen werden, dass leergepumpte Bäche die Ausnahme waren.

- Ein Verbesserungspotenzial gibt es bei der Information und bei den interkantonalen und internationalen Absprachen in den Grenzgebieten. Um Unsicherheiten bei den Nutzern zu vermeiden, sollten auf beiden Seiten eines Grenzgewässers zum gleichen Zeitpunkt ähnliche Regeln gelten. Wichtig für die Behörden sind gute Entscheidungsgrundlagen (Kenntnis der Gewässer, des effektiven Wasserbedarfs der landwirtschaftlichen Kulturen, der Auswirkungen von zu wenig Wasser, etc.), ein geeignetes Notfallkonzept (wo soll Wasser entnommen werden und wo nicht, wann soll bewässert werden, etc.) sowie die gute Kommunikation der getroffenen Entscheide.
- Ein offener Problemkreis ist die Wasserabgabe an die Landwirtschaft aus Trinkwasserversorgungen zum Selbstkostenpreis oder aus Grundwasservorkommen. Aus Sicht des Gewässerschutzes sollte Bewässerungswasser wenn immer möglich aus den Seen und den grossen Fliessgewässern gewonnen werden. Grosse Trinkwasserabgaben an die Landwirtschaft sind vor allem dort problematisch, wo das Trinkwasser in Quellen gefasst wird, die in Trockenzeiten besonders vom Versiegen bedroht sind.
- Handlungsbedarf zeichnet sich vor allem in Regionen ohne Seen und grosse Fliessgewässer ab: Als Folge des Wasserbedarfs der Landwirtschaft dürften bei vergleichbaren Witterungsverhältnissen die im Jahr 2003 beobachteten Konflikte auch in Zukunft auftreten.
- Generell ist festzuhalten, dass die verschiedenen Aspekte der Wasserentnahme für Bewässerungszwecke vertieft untersucht werden sollten. Angeregt wurde auch das Erarbeiten eines Merkblatts für Gemeinden und Landwirte über die «Gute Praxis» beim Bewässern von Kulturen in Zeiten mit extremem Niedrigwasser.

### ***Fische und Fischerei:***

- In diesem Bereich konzentrierten sich im Sommer 2003 die Probleme vor allem auf das Mittelland und den Jura und wurden in erster Linie durch das weitgehende oder vollständige Trockenfallen von ganzen Gewässerabschnitten ausgelöst. Rettungsaktionen für die Fische kamen wegen der hohen Arbeitsbelastung des Fischereipersonals oft zu spät. Das wirkliche Ausmass des trockenheitsbedingten Fischsterbens kann nur abgeschätzt werden. Die natürlichen Fressfeinde räumen tote Fische sofort ab und eine systematische Beobachtung, besonders auch der abgelegenen Gewässerabschnitte, ist wegen des hohen Personalaufwands nicht möglich.
- Schlüssige Erkenntnisse fehlen auch zu den Folgen von Notabfischungen und Umsetzaktionen. Denkbar ist ein verstärkter Konkurrenzdruck in den zusätzlich bestockten Gewässerabschnitten. Die dazu nötigen Grundlagenarbeiten werden allerdings durch den Umstand erschwert, dass sie während Extremereignissen

durchgeführt werden müssten – zu einem Zeitpunkt, da das Fischereipersonal ohnehin alle Hände voll zu tun hat.

- Neben den geringen Abflussmengen führten ausserhalb des Alpenraums auch die erhöhten Wassertemperaturen zu Problemen für die Kaltwasser liebenden Fische. Lokal kann dieses Problem durch das Verbessern der Durchgängigkeit der Fliessgewässer gemildert werden. Schwellen und Wehre bilden oft Hindernisse. Strukturvielfalt und tiefe Gewässerabschnitte bieten dagegen den Fischen in Hitzeperioden Rückzugsmöglichkeiten. Zudem empfiehlt sich das Anpflanzen von Ufergehölzen, die durch ihren Schattenwurf die Gewässer kühl halten.
- Ein Verbesserungspotenzial gibt es bei der Koordination der kantonal unterschiedlichen Handhabung von Fangverboten, insbesondere bei den Grenzgewässern.

#### ***Badegewässer:***

- Es liegen keine Hinweise auf besondere witterungsbedingte Probleme vor.

#### ***Trinkwasserversorgung:***

- Die in der Schweiz gut ausgebaute Trinkwasserversorgung kam im Jahr 2003 angesichts des seit Jahren sinkenden Wasserkonsums gut über die Runden. Vereinzelt traten Probleme bei kleinen und isolierten Wasserversorgungen auf.
- Signifikante witterungsbedingte Qualitätsprobleme beim Rohwasser wurden 2003 nicht beobachtet. Wie überall im Land konnte auch im besonders betroffenen Tessin den Konsumenten jederzeit einwandfreies Wasser geliefert werden.

#### ***Produktion von elektrischer Energie:***

- Die Stromproduktion der Wasserkraftwerke lag im Jahr 2003 nur leicht unter dem Mittel der letzten zehn Jahre. Die Minderproduktion der Laufkraftwerke während der Trockenperiode konnte durch den verstärkten Einsatz der Speicherkraftwerke kompensiert werden. Dies lässt den Schluss zu, dass die Elektrizitätswirtschaft mit den Ausnahmebedingungen gut zurechtkam.

#### ***Schifffahrt:***

- Während der extrem tiefen Wasserstände im Mittel- und Niederrhein im September 2003 zeigte es sich, dass in solchen Lagen kurzfristig nicht genügend alternative Transportmöglichkeiten für Massengüter bereitgestellt werden können. Dabei spielt auch der Trend zur Reduktion der Lagerhaltungen eine gewisse Rolle.