

2. Gewässer und Wasserversorgung

Oberflächengewässer

Pegelstände und Abflüsse

Der Einfluss von Hitze und Trockenheit auf die Wasserstände unterscheidet sich je nach Einzugsgebiet. In Gewässern mit glazialen Einfluss erhöht die verstärkte Gletscherschmelze die Wasserstände gegenüber durchschnittlichen Jahren. In allen anderen Gewässern ist der Faktor Trockenheit ausschlaggebend für den Wasserstand. In Einzugsgebieten mit grossen Grundwasserspeichern und/oder Seen sowie bei Schneerücklagen kann sich der Rückgang der Wasserstände bei ausbleibenden Niederschlägen verzögern oder er ist kaum erkennbar. Wie sich eine trockene Phase auf ein Gewässer auswirkt, ist auch stark abhängig von der Vorgeschichte. Sind die Grundwasserspeicher von vorgängigen Niederschlägen gut gefüllt, fallen die Wasserstände erst nach längeren Trockenphasen auf ausserordentliche Werte.

Tatsächlich lagen die Jahresmittel 2003 der Abflussmessstationen in Gewässern mit glazialen Einfluss über dem Durchschnitt, da die Hitzeperioden im Juni und August zu einer starken Gletscherschmelze führten. In Gebieten ohne Vergletscherung lagen die Jahresabflüsse dagegen deutlich unter der Norm. Der Einfluss der Schneeschmelze in mittleren Höhenlagen (1000 bis 2000 m) nahm rasch ab, da die Schneedecke dort unterdurchschnittlich war und bereits während der milden Phasen im März und April aufgetaut. Die anhaltende Trockenheit bis in den Herbst – abgesehen von einigen kräftigen Gewittern im Juli und August – hatte in den meisten Regionen einen starken Rückgang der Abflüsse zur Folge. Erst im Oktober bewirkten ergiebige Niederschläge eine Normalisierung auf der Alpen-nordseite. Von der Trockenheit noch stärker betroffen war die Alpensüdseite, wo teilweise bereits ab März extrem kleine Abflüsse beobachtet wurden und erst im November grössere Niederschlagsmengen fielen [6].

Die Seen wurden durch die Witterungsverhältnisse im 2003 in derselben Weise geprägt wie die Fliessgewässer, wobei der Seespeicher eine dämpfende Wirkung hat. Je grösser der See, desto ausgeprägter ist dieser Effekt. Abgesehen vom Walensee und vom Bodensee werden alle grösseren Schweizer Seen reguliert, was eine zusätzlich ausgleichende Wirkung auf die Pegelstände hat. Dennoch wurden – auch in regulierten Seen – einige aussergewöhnlich niedrige Pegelstände beobachtet. Stark betroffen vom Hitzesommer

waren der Lago Maggiore, der Bodensee sowie Seen mit kleinem Speichervolumen ohne glazial geprägte Zuflüsse. Im Lago Maggiore wurden von Juni bis August extrem tiefe Pegelstände gemessen. Im Bodensee wurden im August und September die bisherigen kleinsten Monatsmittel der gesamten Messperiode ab 1866 untertroffen, mit negativen Folgen für die Schifffahrt auf dem Untersee und dem Hochrhein [6].

Seetemperaturen und Sauerstoffgehalt

Nicht nur die Pegelstände der Seen wurden durch Hitze und Trockenheit geprägt, sondern auch Temperaturprofile und Sauerstoffgehalt. Vergleichende Messungen im Zürichsee und im Greifensee haben gezeigt, dass je nach Grösse des Gewässers sowie Nährstoff- und Sauerstoffgehalt die Reaktion auf hohe Temperaturen unterschiedlich ausfällt. Der Zürichsee hat als mittelgrosses, tiefes Gewässer einen mittleren Nährstoffgehalt, der viel kleinere und seichtere Greifensee ist hingegen sehr nährstoffreich. Das Tiefenwasser nährstoffreicher Seen ist im Gegensatz zu nährstoffärmeren Seen sehr sauerstoffarm bis sauerstofffrei.

Im Zürichsee nahm zwischen Juni und September der Sauerstoffgehalt in allen Tiefen stark ab. Diese Abnahme war grösser als zu irgendeinem anderen Zeitpunkt seit Beginn der Messungen im Jahre 1936. Sogar während der Periode maximaler Eutrophierung (Nährstoffreichtum) in den 70er Jahren und anfangs der 80er Jahre erreichte die Sauerstoffabnahme nicht dieses Ausmass. Im Gegensatz dazu wurde im nährstoffreichen Greifensee kein wesentlicher Unterschied zu anderen Sommern festgestellt, da in solchen Gewässern das Tiefenwasser im Sommer regelmässig sauerstofffrei ist.

Die Messungen bestätigen die Resultate von entsprechenden seephysikalischen Simulationsmodellen. Sie sind ein wichtiger Hinweis darauf, dass die Klimaänderung die erfolgreichen Anstrengungen zur Verbesserung der menschlich verursachten Eutrophierung von Gewässern gefährdet [14].

Flusstemperaturen und Wasserqualität

Die starke Einstrahlung und die hohen Lufttemperaturen erwärmten die Fliessgewässer im Sommer zum Teil massiv, insbesondere im Jura und im Mittelland. Die erhöhten Konzentrationen von chemischen Inhaltsstoffen sowie die verstärkte bakterielle Aktivität aufgrund von Hitze und

Trockenheit verursachten keine nachweisbaren Probleme. 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 [6].



Abbildung 4: Töss, 28. August 2003, Bild: C. Schär

Folgen für die Fischbestände

Hitze und Trockenheit setzen den Fischen in zweifacher Hinsicht zu: Erstens leiden sie unter den sinkenden Wasserständen, die im Extremfall bis zum Trockenfallen von Gewässern führen können (Abbildung 4). Zweitens können sich steigende Wassertemperaturen für kaltwasserliebende Fischarten, z.B. Forellen, Felchen und Äschen, lebensbedrohlich auswirken, wenn sie nicht in kühlere Gewässer ausweichen können. Auch temperaturabhängige Krankheiten können zu einer erhöhten Sterblichkeit führen [6].

Die hohen Temperaturen des Sommers 2003 hatten in Gewässern ohne oder mit anteilmässig geringen vergletscherten Flächen im Einzugsgebiet sowohl extreme Niedrigwasser wie auch massiv erhöhte Wassertemperaturen zur Folge. Während in den alpinen und voralpinen Regionen nur lokale Wasserführungsprobleme auftraten, war die Situation im Mittelland und im Jura wesentlich kritischer. Insbesondere in den Kantonen Waadt, Basel-Landschaft und Zürich führte die Trockenheit zu massiven Problemen. Insgesamt trockneten 352 Fischgewässer stellenweise oder ganz aus. In mindestens 265 Gewässern wurden Notabfischungen durchgeführt, um die Fische vor dem Trockenfallen oder dem Hitzetod zu retten [6].

Massensterben der Äschen im Rhein

Besonders dramatisch wirkte sich die Erhöhung der Wassertemperaturen im Untersee und in der unterliegenden Rheinstrecke aus. Rund 52 000 Äschen und einige hundert andere Fische fielen den hohen Wassertemperaturen zum Opfer. Am 12. August 2003 wurden bei Stein am Rhein in Flussmitte fast 26 °C gemessen. Das Rekord-Fischsterben ist nur mit einem ähnlichen Vorfall im Jahr 1540 vergleichbar. Der überlebende Bestand an fangfähigen Äschen wurde auf 3% der durchschnittlichen Populationsgrösse geschätzt. Die Kantone Schaffhausen und Thurgau verordneten nach dem katastrophalen Äschensterben ein sofortiges Fangverbot für Rhein-Äschen, das später bis Ende April 2005 verlängert wurde [6].

Wasserentnahmen zur Bewässerung

Landwirtschaftliche Kulturen, die von Dürreschäden bedroht waren, wurden zum Teil bewässert. Bei Wasserentnahmen aus kleineren Fließgewässern führte dies aufgrund der häufig geringen Wasserführung zu Interessenkonflikten zwischen Bauern und dem Gewässerschutz. In zahlreichen Kantonen wurden zu bestimmten Zeiten Einschränkungen oder Verbote für die Wasserentnahme verfügt. Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass die Mindestwasserbestimmungen gemäss Gewässerschutzgesetz eingehalten wurden und leergepumpte Bäche die Ausnahme waren [6].

Grundwasser

Die Grundwasserstände waren zu Beginn des Jahres 2003 aufgrund der intensiven Niederschläge im Winter 2002/03 aussergewöhnlich hoch. Davon zehrten während der Trockenheit 2003 die Grundwasserleiter. In Abhängigkeit von der Art der Grundwasserleiter, der Region und der Höhenlage des Einzugsgebietes wirkte sich die Trockenheit sehr unterschiedlich aus. In den kleinen Flusstälern des Jura, des Mittellandes und des Alpenvorlandes lagen die Grundwasserstände mehrheitlich über dem langjährigen Minimum, lokal wurden jedoch auch sehr tiefe Werte erreicht. In den Talschotterebenen der kleinen Flüsse im Südtessin fielen sie von Januar bis Ende Oktober kontinuierlich und sanken unter die langjährigen Minima (Abbildung 5). In den Tälern der grossen alpinen Flüsse, wo die Grundwasserstände im Sommer generell höher liegen als im Winter, verhinderte die starke, hitzebedingte

Schnee- und Gletscherschmelze zunächst ein Absinken. Erst Ende August fielen die Grundwasserstände in diesen Gebieten markant ab. Bei kleineren Quellen, die aus oberflächennahen Grundwasservorkommen mit kleinem Einzugsgebiet in Locker- und Karstgesteinen gespeist werden, führte die Trockenheit zu einem drastischen Rückgang der Schüttung. Jura, Mittelland, Vor-alpen und Alpensüdseite waren davon betroffen. Karstquellen mit grossem Einzugsgebiet reagierten hingegen weniger stark auf die Trockenheit [6].

Wasserversorgung

Der Trinkwasserkonsum nimmt in der Schweiz seit 20 Jahren ab und liegt heute bei rund 160 Litern pro Person und Tag. Aufgrund des Wasserreichtums der Schweiz werden für die Trinkwasserversorgung nur 2% des jährlichen Niederschlags benötigt. Wird auch der Wasserverbrauch durch Haushalte, Industrie und landwirtschaftliche Bewässerung berücksichtigt, entspricht dies etwa 5% des jährlichen Niederschlags. Auch bei Trockenheit und Hitze ist die Sicherstellung der Wasserversorgung daher primär eine organisatorische Frage und nicht ein Problem knapper natürlicher Ressourcen [6].

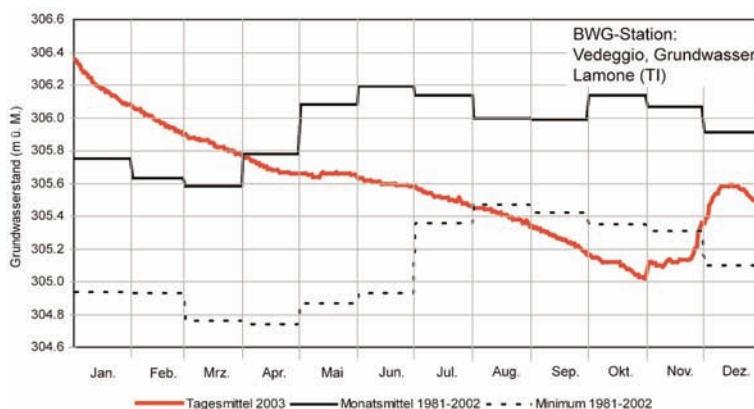
In der Schweiz stammen 80% des Trinkwassers aus Grundwasservorkommen (je 40% aus Quellen und Förderbrunnen), der Rest aus Seewasserfassungen. Insgesamt hat der Sommer 2003 die Erfahrung bestätigt, dass es bei grossen Wasserversorgungen in Grossstädten sowie bei regionalen Verbänden auch bei langen Trockenperioden kaum zu Versorgungsproblemen kommt. Die

hohe Versorgungssicherheit ist primär darauf zurückzuführen, dass sich Seewasserfassungen, Grundwasservorräte und Quellfassungen ergänzen, so dass beispielsweise ein Rückgang bei den Quellen durch eine Erhöhung des Seewasseranteils kompensiert werden kann [6].

Kleinversorgungen, die nicht vernetzt sind und von Quellwasser abhängen, hatten eher Probleme. In solchen Gebieten, z.B. in den Kantonen Waadt, Jura, Basel-Landschaft, Solothurn und Aargau, wurde die Bevölkerung zum Wassersparen aufge-rufen. Besonders betroffen war der Kanton Tessin, wo die Niederschlagsdefizite vom Winter bis in den Spätherbst ununterbrochen anhielten. Für viele Kleinversorger, die nicht miteinander vernetzt sind, mussten Gemeinden zusätzliche Wasserbezugsquellen erschliessen. Ab Juni wurde das Wasser laufend knapper. Die Situation verbesserte sich erst mit den ausgiebigen Regenfällen im November. Auf dem gesamten Kantonsgebiet Tessin waren rund 50 Gemeinden betroffen [6].

Bei der Trinkwasserqualität gab es keine klima-bedingten Probleme, da der erhöhte Wasserverbrauch während Hitzeperioden die Verweilzeit im Leitungsnetz und dadurch die Vermehrung allfälliger vorhandener Keime reduziert. Bei der Fassung des Rohwassers kann das Ausbleiben von Starkniederschlägen gar zu einer Reduktion der Quellverschmutzungen führen. Umgekehrt können heftige Niederschläge auf völlig ausgetrockneten Böden vermehrt Schadstoffe und Fäkalbakterien in kleine Wasserfassungen schwemmen. Qualitätsprobleme bei der Rohwasserfassung traten jedoch nur vereinzelt und lokal auf [6].

Abbildung 5: Vergleich des Grundwasserstandes in Lamone TI (Station des Bundesamtes für Wasser und Geologie BWG) zwischen dem Monatsmittel 1981–2002 (schwarz), dem minimalen Wert im gleichen Zeitraum (schwarz gestrichelt) und dem Tagesmittel 2003 (rot). Der Grundwasserstand in Lamone (Val D'Agno) lag im Oktober 2003 deutlich unter dem langjährigen Minimum.



Quelle: Bundesamt für Wasser und Geologie BWG