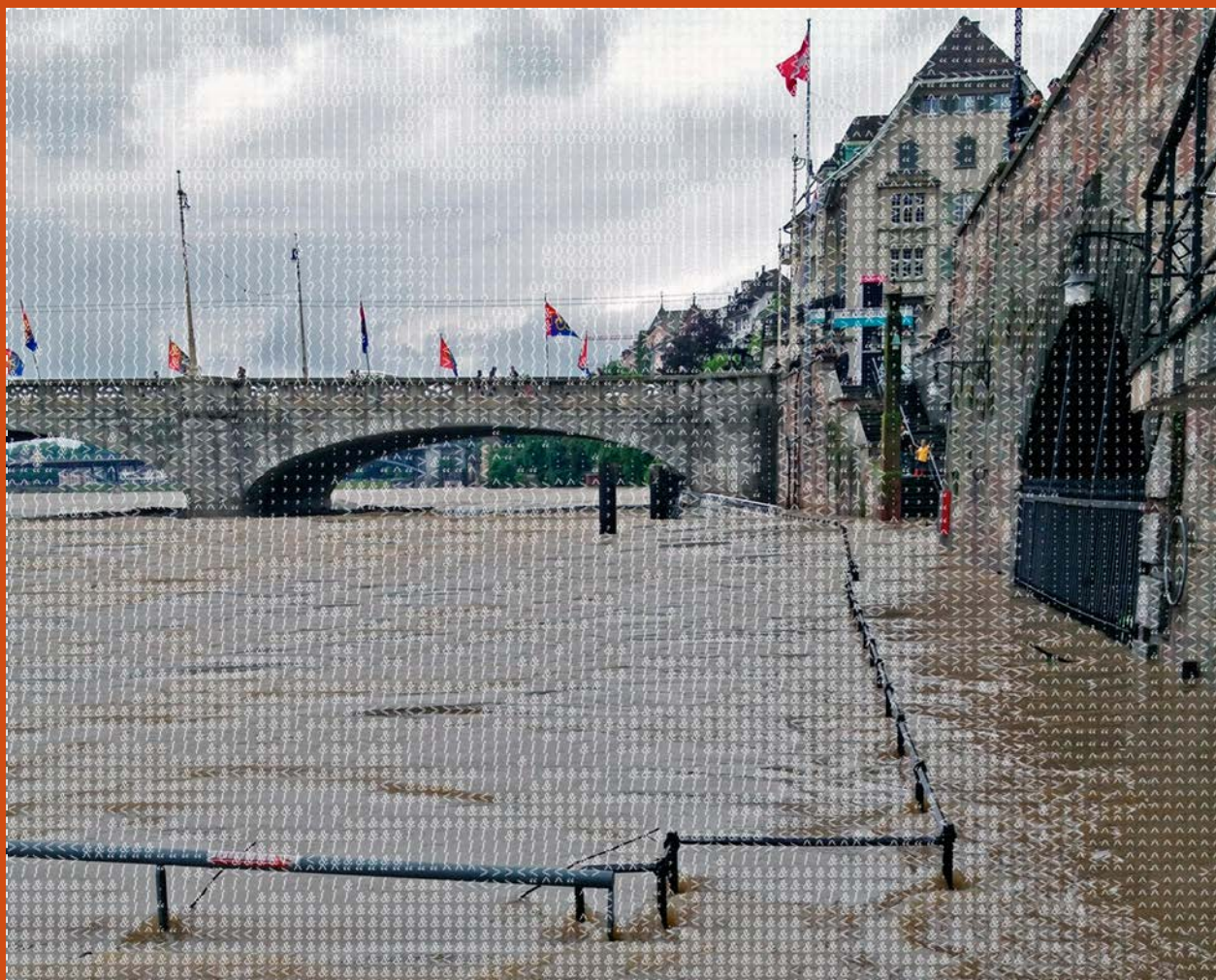


> Hydrologisches Jahrbuch der Schweiz 2013

Abfluss, Wasserstand und Wasserqualität der Schweizer Gewässer



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

> Inhalt

Vorwort	3
Abstracts	4
Zusammenfassung	5

1 Besonderheiten im Jahr 2013	6
--------------------------------------	----------

2 Witterung	10
--------------------	-----------

3 Schnee und Gletscher	11
-------------------------------	-----------

4 Oberflächengewässer	13
------------------------------	-----------

5 Grundwasser	28
----------------------	-----------

Anhang	30
---------------	-----------

Impressum**Herausgeber**

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

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

Redaktion

Abteilung Hydrologie des BAFU

Witterung: MeteoSchweiz

Schnee: WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF

Gletscher: Departement für Geowissenschaften der Universität Freiburg und Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW)

Lektorat

Jacqueline Dougoud, Zürich

Zitiervorschlag

BAFU (Hrsg.) 2014: Hydrologisches Jahrbuch der Schweiz 2013.

Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1411: 32 S.

Gestaltung

upart, Bern

Titelfoto

Der Rhein in Basel am 1. Juni 2013

Foto: Christophe Hug, BAFU

Bildnachweis

Seite 8: David Volken, BAFU

Seite 12: Matthias Huss, Departement für Geowissenschaften der Universität Freiburg

Datengrundlage

Die hydrologischen Analysen basieren auf provisorischen Daten des Jahres 2013.

Bezug der gedruckten Fassung und PDF-Download

BBL, Vertrieb Bundespublikationen, CH-3003 Bern

Tel. +41 58 465 50 50

verkauf.zivil@bbl.admin.ch

Bestellnummer: 810.200.014d

www.bafu.admin.ch/uz-1411-d

Diese Publikation ist auch in französischer, italienischer und englischer Sprache erhältlich.

Weiterführende Informationen und Datenbezug unter www.bafu.admin.ch/hydrologie

> Vorwort

2013 feierte das Bundesamt für Umwelt (BAFU) das Jubiläum «150 Jahre Hydrometrie in der Schweiz». An einer Tagung schauten Fachleute auf die lange Geschichte der Wassermessungen in der Schweiz zurück und diskutierten die Herausforderungen bei der Beobachtung des Wasserkreislaufs heute und in Zukunft. Während des Sommers erhielten Interessierte in verschiedenen Regionen der Schweiz die Gelegenheit, einen Blick in die hydrometrischen Messstationen des Bundes zu werfen und mehr über die Arbeit der Hydrologinnen und Hydrologen zu erfahren. Ein bereichernder Austausch für alle Beteiligten.

Offen sein für Anpassungen an heutige und zukünftige Bedürfnisse und gleichzeitig Bewährtes beibehalten – dies soll auch die vorliegende Publikation erreichen. Nach beinahe 100 Ausgaben des «Hydrologischen Jahrbuchs der Schweiz» führt das BAFU die Tradition einer jährlichen Publikation fort. Und den Überblick über den Wasserhaushalt der Schweiz soll das Jahrbuch auch in Zukunft geben – einfach in anderer Form: Neu werden auch Berichte zur Witterung, zum Schnee und zur Entwicklung der Gletscher aufgenommen, und der Schwerpunkt wird auf die Interpretation der Messwerte des Berichtsjahres gelegt. Ergänzt wird der Überblick über das jeweils vergangene Jahr mit Informationen zu ausgewählten Besonderheiten – im Fall von 2013 zu zwei Hochwasserereignissen.

Die Inhalte des bisherigen hydrologischen Jahrbuchs bleiben bestehen – aber in einer zeitgemässeren Form: Wer an Datenreihen und konkreten Zahlen interessiert ist, findet diese auf den Internetseiten des BAFU. Somit stehen nach wie vor alle hydrologischen Grundlagen zur Verfügung, die benötigt werden zur Beantwortung von Fragen der Wasserwirtschaft, des Gewässerschutzes und des Hochwasserschutzes, aber auch für wasserbauliche und planerische Vorhaben, für die Forschung und für viele weitere Anwendungen.

Dominique Bérod
Leiter der Abteilung Hydrologie
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

> Abstracts

The “Hydrological Yearbook” is published by the Federal Office for the Environment (FOEN) and gives an overview of the hydrological situation in Switzerland. It shows the changes in water levels and discharge rates from lakes, rivers and groundwater and provides information on water temperatures and the physical and chemical properties of the principal rivers in Switzerland. Most of the data is derived from FOEN surveys.

Keywords:

Hydrology, rivers, lakes, groundwater, water level, discharge, water temperature, water quality

Das «Hydrologische Jahrbuch der Schweiz» wird vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) herausgegeben und 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. Die meisten Daten stammen aus Erhebungen des BAFU.

Stichwörter:

Hydrologie, Fließgewässer, Seen, Grundwasser, Wasserstand, Abfluss, Wassertemperatur, Wasserqualität

Publié par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), l'Annuaire hydrologique donne une vue d'ensemble des événements hydrologiques de l'année en Suisse. Il présente l'évolution des niveaux et des débits des lacs, des cours d'eau et des eaux souterraines. Des informations sur les températures de l'eau ainsi que sur les propriétés physiques et chimiques des principaux cours d'eau suisses y figurent également. La plupart des données proviennent des relevés de l'OFEV.

Mots-clés:

hydrologie, cours d'eau, lacs, eaux souterraines, niveaux d'eau, débits, température de l'eau, qualité de l'eau

L'«Annuario idrologico», edito dall'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), fornisce una visione d'insieme degli eventi idrologici in Svizzera. Illustra l'andamento dei livelli idrometrici e delle portate dei laghi, dei corsi d'acqua e delle acque sotterranee e contiene informazioni sulle temperature e sulle proprietà fisiche e chimiche dei principali corsi d'acqua in Svizzera. I dati in esso pubblicati provengono in gran parte da rilevazioni effettuate dall'UFAM.

Parole chiave:

idrologia, corsi d'acqua, laghi, acque sotterranee, livelli delle acque, portate, temperatura dell'acqua, qualità dell'acqua

> Zusammenfassung

Witterung

Charakteristisch für das Jahr 2013 waren die bis Ende April anhaltenden winterlichen Verhältnisse, die Rekord-Sonnenarmut von Januar bis Mai und ein extrem sonniger Sommer. Über die ganze Schweiz gemittelt, lag die Jahres-Lufttemperatur genau am Normwert 1981–2010. Die Jahresmengen des Niederschlags erreichten verbreitet 90 bis 110 % der Norm. Am Alpennordhang und im Engadin waren es vereinzelt nur 80 %.

Schnee und Gletscher

Die Schneehöhen waren über den ganzen Winter 2012/2013 (Nov. bis April) gesehen überdurchschnittlich in grossen Teilen des Alpennordhangs und des Wallis, durchschnittlich in Nord- und Mittelbünden sowie im Unterengadin und unterdurchschnittlich im Oberengadin und auf der Alpensüdseite.

Die Gletscher der Schweizer Alpen zeigten im hydrologischen Jahr 2012/2013 verglichen mit dem letzten Jahrzehnt deutlich geringere Massenverluste. Auf der Alpensüdseite konnten die Gletscher einen geringen Zuwachs verzeichnen.

Abflussverhältnisse

Die Jahresabflüsse der grossen Flussgebiete lagen 5 bis 15 % über dem Mittel der Normperiode 1981–2010.

Die Monatsabflüsse waren im Januar und Februar verbreitet überdurchschnittlich. Im März lagen sie vor allem wegen der tiefen Temperaturen auf normalem oder unterdurchschnittlichem Niveau und von April bis Juni mehrheitlich über dem langjährigen Durchschnitt. Im Juli, August und September sind verbreitet unterdurchschnittliche Abflüsse gemessen worden. In einigen Einzugsgebieten wurden nur rund 50 % der Norm registriert. Im Oktober und vor allem im November waren die Monatsabflüsse weit über der Norm. Der Dezember lieferte stark unterdurchschnittliche Abflüsse in grossen Teilen der Flussgebiete der Aare, der Reuss, der Limmat und der Thur und stark überdurchschnittliche Abflüsse auf der Alpensüdseite und in der Westschweiz.

Intensive Niederschläge haben in den Gewässern der Alpennordseite am Wochenende vom 1. und 2. Juni 2013 zu sehr hohen Abflüssen und Wasserständen geführt. An vielen Messstationen des BAFU wurden in den betroffenen Gegenden 2- bis 10-jährliche Hochwasser verzeichnet.

Eine intensive Schneeschmelze liess im Juni 2013 den Abfluss der Rhone kräftig ansteigen. Von Brig bis zum Genfersee wurden Abflüsse beobachtet, wie sie statistisch im Durchschnitt nur alle 2 Jahre einmal vorkommen.

Seestände

Die Seepiegel auf der Alpensüdseite stiegen Ende April/Anfang Mai und in der zweiten Mai-Hälfte auf hohe Werte. Nach einem Herbst mit eher tiefen Wasserständen erreichten sie Ende Dezember noch einmal ein hohes Niveau. Die Seen der Alpennordseite hatten ihre Maxima im Juni und Juli. Die Wasserstände waren nicht extrem hoch, erfüllten jedoch die Kriterien für das Absetzen von Warnungen.

Wassertemperaturen

Die Kombination von kaltem Frühling und warmem Sommer führte dazu, dass die Jahresmittelwerte der Wassertemperaturen recht nahe bei den langjährigen Mittelwerten lagen.

Stabile Isotope

Die stabilen Wasserisotope im Niederschlag zeigten im Januar und Februar 2013 infolge der kalten Witterung überdurchschnittlich tiefe δ -Werte. Im Sommer 2013 wurden im Niederschlag dagegen verbreitet hohe δ -Werte beobachtet.

Grundwasser

Im Jahresverlauf wurden weitgehend normale, teilweise auch hohe Grundwasserstände und Quellschüttungen verzeichnet.

1 > Besonderheiten im Jahr 2013

Auf der Alpennordseite der Schweiz haben intensive Niederschläge Anfang Juni 2013 zu sehr hohen Abflüssen und Wasserständen in den Gewässern geführt. Dass aber Hochwasser auch einmal ohne Regenfälle möglich sind, zeigte das Schneeschmelzereignis an der Rhone – ebenfalls im Juni 2013.

1.1 Hochwasser auf der Alpennordseite vom 1. bis 3. Juni 2013

Ein Tief über Osteuropa sorgte vom Freitag, 31. Mai bis Sonntag, 2. Juni 2013 in der Schweiz für intensiven Dauerregen auf der Alpennordseite. Besonders ergiebige Niederschläge fielen gemäss MeteoSchweiz am zentralen und östlichen Alpen-nordhang. Die höchsten Niederschlagssummen betrugen dort 100 bis 180 mm. Wegen der relativ tiefen Temperaturen fielen die Niederschläge in höheren Lagen teilweise als Schnee.

Grosse Abflussmengen und hohe Seepegel ...

Die Fliessgewässer und Seen auf der Alpennordseite reagierten mit starken Pegelanstiegen auf die gefallenen Niederschläge und die teilweise eingetretene Schneeschmelze. Die Fliessgewässer des Mittellandes und im Jura erreichten ihre

Abflussspitzen mehrheitlich am Samstag, 1. Juni. In der Ostschweiz erreichte eine zweite Hochwasserwelle am Sonntag, 2. Juni teilweise noch höhere Abflusswerte. Danach sanken die Abflüsse in den Fliessgewässern. Noch bis Sonntagnacht und teilweise bis Montag stiegen die Pegel des Zürichsees, des Vierwaldstättersees sowie des Bodensees und des Walensees weiter an. Entsprechend hoch blieben dort auch die Abflusswerte der Seeausflüsse. Wegen weiterer Niederschläge und der andauernden Schneeschmelze blieb der Bodensee noch während Wochen auf hohem Niveau und begann erst im Juli langsam zu sinken.

... aber kaum neue Rekorde

An zahlreichen Fliessgewässern auf der Alpennordseite wurden Abflüsse mit Wiederkehrperioden von 2 bis 10 Jahren beobachtet. An der Reuss, der Thur und am Hochrhein zwi-

Hochwassersituation der Fliessgewässer in der Schweiz vom 1. bis 3. Juni 2013

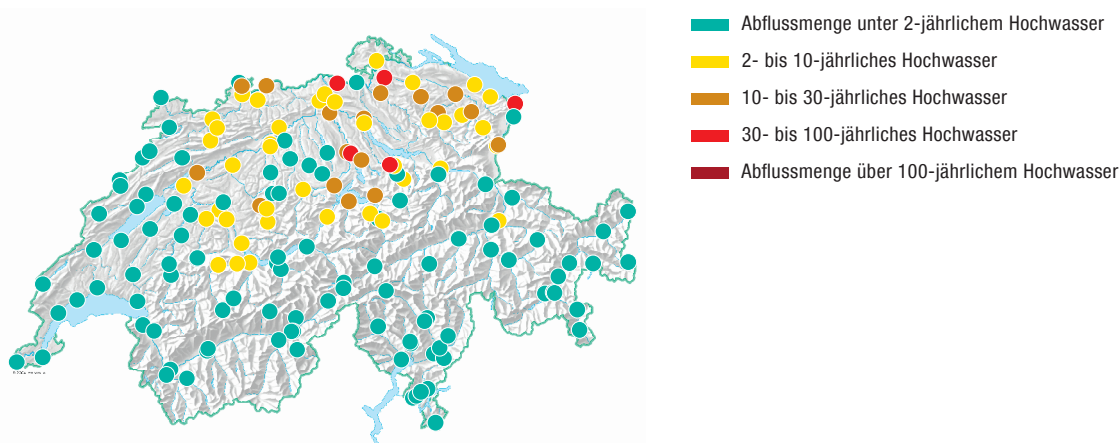


Abb. 1.1 Der Vergleich der maximalen gemessenen Abflüsse mit der Hochwasserstatistik zeigt, dass mancherorts Abflusswerte aufgezeichnet wurden, wie sie im Mittel nur alle 2 bis 10 Jahre oder noch seltener vorkommen.

schen der Einmündung der Thur und Basel wurden Abflüsse beobachtet, wie sie statistisch gesehen im Mittel nur alle 10 bis 30 Jahre vorkommen.

Neue absolute Rekorde wurden nicht verzeichnet. Die Messwerte kamen teilweise jedoch nahe an die Werte der Unwetter vom Mai 1999, August 2005 und August 2007 heran. Stellenweise wurden neue Höchstwerte für den Monat Juni gemessen, so am Rhein in Rheinfelden, an der Reuss unterhalb des Vierwaldstättersees und an der Thur bei Jonschwil und Halden. Im Rheintaler Binnenkanal bei St. Margrethen wurde sogar ein 50-jährliches Hochwasser verzeichnet.

1999 waren die Wasserstände noch höher

Der Dauerregen und die darauffolgenden hohen Wasserstände riefen Bilder vom Frühling 1999 oder von den Unwettern im August 2005 und 2007 in Erinnerung. Gemäss MeteoSchweiz war das Niederschlagsereignis in seiner Entstehung und Entwicklung denn auch tatsächlich ähnlich wie die Unwetter von 2005 und 2007.

Hydrologisch gesehen, lässt sich das Unwetter auch vergleichen mit demjenigen von 1999, mit ähnlicher Vorgeschichte: Damals war im Frühling schon viel Niederschlag gefallen, es lag viel Schnee auf der Alpennordseite, die Böden waren bereits vor dem Ereignis stark gesättigt. 1999 jedoch waren die Niederschlagsmengen noch grösser, und die Seepiegel lagen vor dem Ereignis bereits höher als 2013. Weil die zuständigen Fachstellen nun im Frühling 2013 viel Aufmerksamkeit auf die Seeregulierung und die Vorabsenkungen der

Seestände gelegt hatten, konnten noch höhere Seestände vermieden werden.

Verglichen mit früheren Ereignissen sind die entstandenen Schäden daher verhältnismässig klein. Die gute Arbeit von Fachstellen und Einsatzkräften hat sicher dazu beigetragen. Die Schweiz wurde diesmal aber auch vor Schlimmerem verschont: In Deutschland und Österreich waren die Niederschlagsmengen bedeutend grösser. Diese Länder hat dasselbe Ereignis viel stärker getroffen.

1.2 Schneeschmelz-Hochwasser vom Juni 2013

Eine intensive Schneeschmelze liess im Juni 2013 den Abfluss der Rhone stark ansteigen. Von Brig bis zum Genfersee wurden Abflüsse beobachtet, wie sie im Durchschnitt nur alle 2 Jahre einmal vorkommen.

Wie kam es dazu?

Ab dem 14. Juni 2013 sorgte ein Hochdruckgebiet über Mitteleuropa für eine markante Erwärmung in den Bergen. Die Nullgradgrenze lag am 18. Juni teilweise auf über 4000 m ü. M. Dazu blies ab dem 17. Juni der Föhn und sorgte dafür, dass die Schneedecke bis in grosse Höhen in der Nacht nicht mehr gefrieren konnte. In dieser Zeit befand sich die Schneelagengrenze im Wallis an Nordhängen noch bei 2200 m ü. M., an Südhängen bei durchschnittlich 2500 m ü. M. Das Einzugsgebiet der Rhone war noch zu 40 % schneebedeckt. Mitte Juni lag

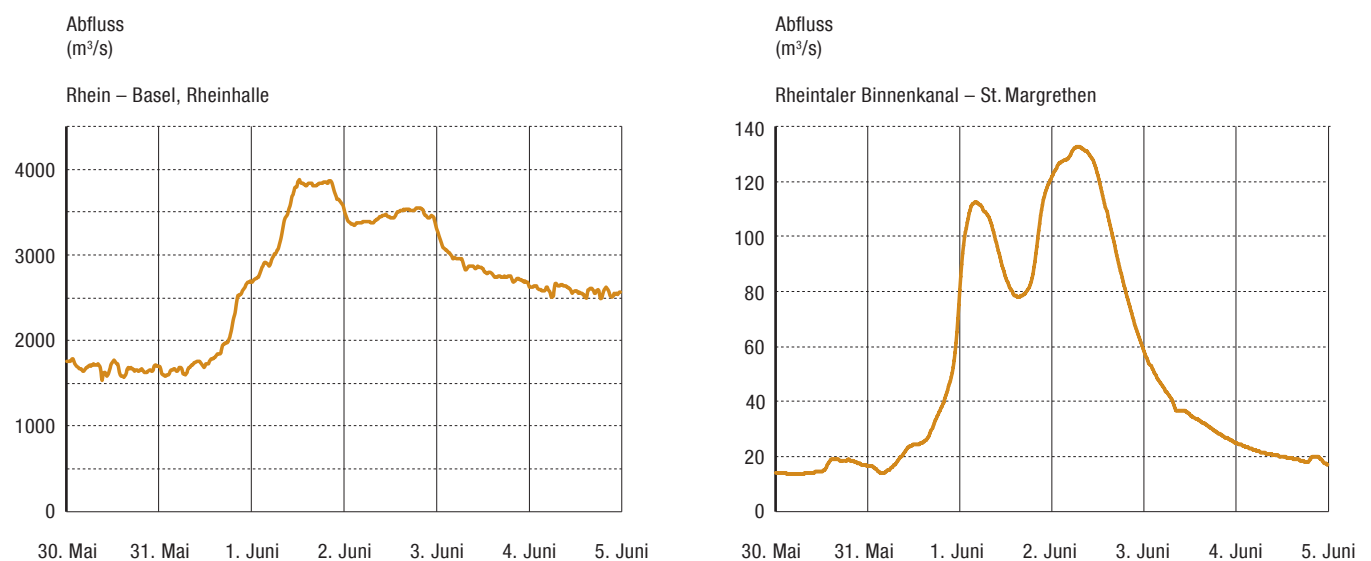


Abb. 1.2 Die Abflussganglinien vom 30. Mai bis 5. Juni 2013 der BAFU-Messstationen Rhein – Basel, Rheinhalle (links) und Rheintaler Binnenkanal – St. Margrethen (für beide Stationen provisorische Daten).

so viel Schnee wie seit mindestens 40 Jahren nicht mehr und sogar noch mehr als im Juni nach dem Lawinenwinter 1999.

Die Hitzewelle in Kombination mit dem Föhn und der grossen schneebedeckten Fläche mit gleichzeitig grossen Schneehöhen führte zu einer ausserordentlichen Schneeschmelze, wie sie seit Jahrzehnten nicht mehr beobachtet werden konnte. Während dieser Tage fiel im Einzugsgebiet der Rhone nur in den südlichen Walliser Alpen etwas Niederschlag – der Rest des Einzugsgebiets blieb trocken.

Starke Abflusszunahme

Die aussergewöhnlich starke Schneeschmelze liess ab dem 16. Juni die Seitenbäche der Rhone stark anschwellen. Diese markanten Zuflüsse führten an der Rhone unterhalb von Brig bis zur Einmündung in den Genfersee zu einer starken Zunahme der Wasserführung. Ab dem 19. Juni wurden an den BAFU-Abflussmessstationen Rhone – Brig, Rhône – Sion, Rhône – Branson und Rhône – Porte du Scex an mehreren Tagen Abflüsse gemessen, wie sie statistisch im Durchschnitt nur alle 2 Jahre einmal vorkommen. Während insgesamt 5 Tagen hat der hydrologische Vorhersagedienst des BAFU für die Rhone eine Warnung der Gefahrenstufe 2 (mässige Gefahr) herausgegeben.



Abb. 1.3 Die Rhone bei Brig während der Schneeschmelze von Mitte Juni 2013.

Kraftwerke als Rückhaltebecken

Wären die damals prognostizierten Niederschläge von 30 bis 50 mm am 19. Juni bis auf 3500 m ü. M. in Form von Regen gefallen, wären bestimmt bedeutend höhere Abflüsse in der Rhone verzeichnet worden. Ein Vorteil war sicher auch die Tatsache, dass die Stauseen im Wallis Mitte Juni 2013 durchschnittlich nur zu 10 bis 15 % gefüllt waren und dadurch viel Schmelzwasser zurückhalten konnten.

Die Bedeutung der Kraftwerke zeigt folgender Vergleich: Das Einzugsgebiet der Rhone bis Brig weist eine Fläche von 913 km² auf, dasjenige der Vispa bis Visp ist 778 km² gross. An der Rhone in Brig wurde während dieses Ereignisses ein Spitzenabfluss von 314 m³/s beobachtet. Trotz nur kleinem Unterschied in der Einzugsgebietsgrösse sowie ähnlicher Schneebedeckung war der Spitzenabfluss an der Vispa in Visp mit 110 m³/s fast dreimal kleiner. Die grossen Kraftwerke Grande Dixence (Mattertal) und Mattmark (Saastal) konnten im Gegensatz zum wenig verbauten Einzugsgebiet der Rhone bis Brig viel Wasser zurückhalten.

Schmelzhochwasser in grossen Gebieten möglich

Bis anhin war bekannt, dass stark glazial geprägte und vor allem kleinere Einzugsgebiete bei starker Schnee- und Gletscherschmelze im Frühling und Sommer ohne Niederschlagsereignisse Abflüsse in der Grössenordnung eines 2-jährlichen Hochwassers produzieren können. Dieses Schneeschmelz-

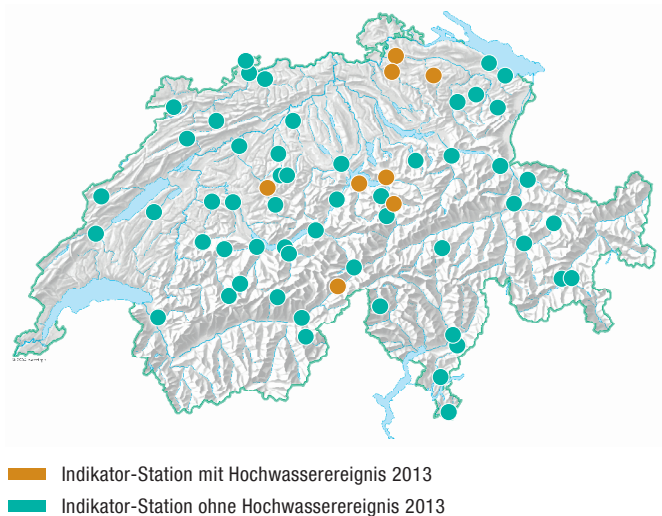


Abb. 1.4 Die 64 Abflussmessstationen, die für den Indikator Hochwasser ausgewertet werden. In Orange: Stationen, die 2013 mindestens ein HQ₁₀ verzeichneten.

ereignis hat gezeigt, dass dies auch für Einzugsgebiete mit einer Fläche von mehreren Tausend Quadratkilometern möglich ist.

1.3 Indikator Hochwasser

Für 64 langjährige BAFU-Abflussmessstationen wird jedes Jahr das Jahreshochwasser (höchste Abflussspitze eines Jahres) bestimmt. Diejenigen Jahreshochwasser, deren Abfluss grösser ist als der für die Station berechnete HQ_{10} -Abfluss (Abfluss der statistisch alle 10 Jahre überschritten wird), werden als Hochwasserereignis definiert. Der Indikator zeigt die Summe aller Hochwasserereignisse der 64 Stationen pro Jahr.

Im Jahr 2013 weisen 8 Indikator-Stationen Hochwasserereignisse auf. Mit Ausnahme eines Standorts stammen die jeweiligen Abflussspitzen vom Hochwasser auf der Alpen-nordseite vom 1. bis 3. Juni 2013. Wie die Darstellung der Hochwassersituation zu diesem Zeitpunkt zeigt (vgl. Kapitel 1.1), wurde der HQ_{10} -Abfluss an weiteren Messstationen übertroffen, die aber nicht zur Berechnung des Indikators verwendet werden. Bei der Auswahl der Indikator-Stationen wurde auf eine gleichmässige räumliche Verteilung über die Schweiz, vergleichbare Einzugsgebietsflächen und möglichst geringe anthropogene Beeinflussung geachtet. Damit erlaubt der Indikator Aussagen über längerfristige Veränderungen der Hochwasserhäufigkeit in der Schweiz.

Eine Auswertung der Jahreshochwasser von 1930 bis 2013 zeigt, dass seit Mitte der 1970er-Jahre die Hochwasserhäufigkeit ansteigt und in den letzten 15 Jahren überdurchschnittlich viele Hochwasser beobachtet werden konnten.

Zwischen 1960 und 1975 gab es im Gegensatz dazu nur sehr wenige Hochwasser. In den letzten 500 Jahren wechselten sich aufgrund klimatischer Veränderungen (beispielsweise natürliche Veränderungen in der atmosphärischen Zirkulation) mehrmals Phasen mit vielen und wenigen Hochwassern ab.

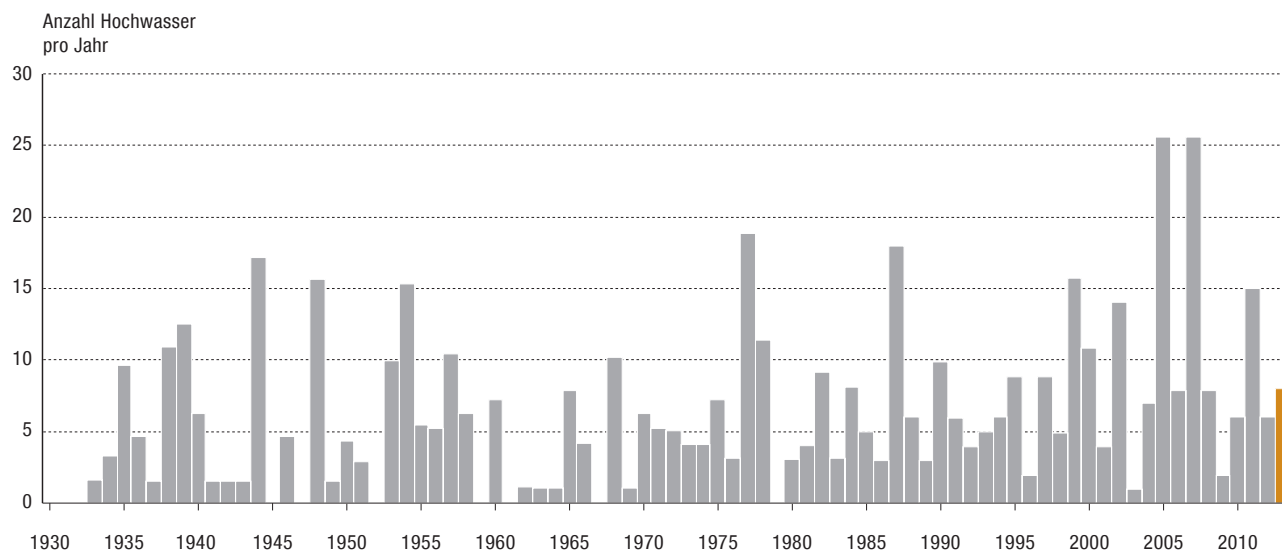


Abb. 1.5 Die Summe aller Hochwasserereignisse der 64 Stationen pro Jahr. In Orange der Indikatorwert 2013.

2 > Witterung

Charakteristisch für das Jahr 2013 waren die bis Ende April anhaltenden winterlichen Verhältnisse, die Rekord-Sonnenarmut von Januar bis Mai und ein extrem sonniger Sommer. Über die ganze Schweiz gemittelt, lag die Jahres-Lufttemperatur genau am Normwert 1981–2010. Die Jahresmengen des Niederschlags erreichten verbreitet 90 bis 110 % der Norm. Am Alpennordhang und im Engadin waren es vereinzelt nur 80 %.

In der ersten Januarhälfte 2013 setzte sich das seit Mitte Dezember 2012 herrschende milde Winterwetter fort. Die zweite Januarhälfte lieferte tiefe Temperaturen. Mit der Zufuhr von mildfeuchter Luft brachte die erste Februarwoche zunächst reichlich Neuschnee in den Bergen. Ungewöhnlich viel Neuschnee gab es gegen Monatsende im Südessin. Nach einigen milderer Tagen Anfang März wurde es gegen Mitte des Monats wieder winterlich.

Mit südwestlichen Winden gelangte Mitte April warme Luft in die Schweiz. Bereits am 20. April lagen die Temperaturen wieder verbreitet unter 10 °C. Ergiebige Niederschläge brachten im Norden etwas Neuschnee bis ins Flachland. Starkniederschläge überzogen das Tessin vom 26. bis zum 30. April. Eine vom 14. bis zum 21. Mai anhaltende Südstau-lage brachte der Alpensüdseite erneut ausgiebige Regenfälle. Ende Mai strömte feuchte Mittelmeerluft über die österreichischen Alpen hinweg zur Alpennordseite. Vom 31. Mai bis am Vormittag des 2. Juni gab es am zentralen und östlichen Alpennordhang 80 bis 150 mm Niederschlag, in einem Gebietsstreifen von den Schwyzer Alpen bis zum vorderen Appenzell sogar 150 bis über 200 mm.

Anfang Juni stellte sich erstmals seit Mitte April eine mehrtägige Phase mit sonnigem Wetter ein. Danach ging es bis gegen Mitte Juni unbeständig weiter. Sommerlich heiss wurde es vom 16. bis 19. Juni. Eine heftige Gewitterfront mit Hagel und hohen Windspitzen in der Westschweiz beendete am 20. Juni diese sommerliche Phase. Im Juli und August herrschte fast durchwegs sonniges Hochsommerwetter.

In den ersten Septembertagen stiegen die Temperaturen beidseits der Alpen nochmals auf hochsommerliche Werte. Mitte September wurde die Schweiz von kühler Polarluft erfasst. Kurz vor Oktobermitte liess ein zweiter kräftiger Polarluftvorstoss die Schneefallgrenze beidseits der Alpen bis auf 600 m hinunter sinken. Es folgte eine anhaltend milde zweite Monatshälfte.

Das erste Novemberdrittel brachte nasses und stürmisches Westwindwetter, und die Temperaturen blieben sehr mild. Ab dem 11. November waren ruhige Hochdrucklagen bis weit in den Dezember hinein das bestimmende Wetterelement. Unterbrochen wurde das ruhige Herbstwetter durch eine mehrtägige Niederschlagsphase um den 20. November, welche der Alpennordseite den ersten Neuschnee bis ins Flachland brachte.

Während der kräftigen Südströmung, welche auch den Weihnachts-Föhnsturm brachte, fielen auf der Alpensüdseite ausserordentlich grosse Schneemengen.

Quelle: MeteoSchweiz

Jahres-Niederschlagssumme (% des Normwertes)

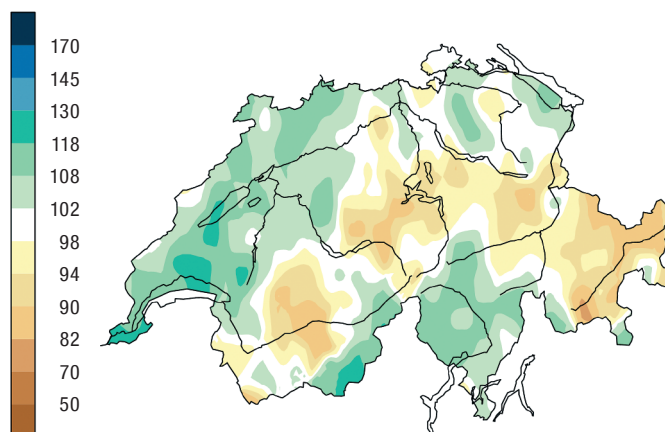


Abb. 2.1 Die Jahresmengen des Niederschlags erreichten verbreitet 90 bis 110 % der Norm. Am Alpennordhang und im Engadin waren es vereinzelt nur 80 %.

3 > Schnee und Gletscher

Die Schneehöhen waren über den ganzen Winter gesehen in grossen Teilen des Alpennordhangs und des Wallis überdurchschnittlich, in Nord- und Mittelbünden sowie im Unterengadin durchschnittlich und im Oberengadin und auf der Alpensüdseite unterdurchschnittlich. Die Gletscher der Schweizer Alpen zeigten im langjährigen Vergleich deutlich geringere Massenverluste.

3.1 Schnee

Im Winter 2012/2013 (November bis April) waren die Niederschlagsmengen vor allem im Mittelland grösser als normal. Die vielen Neuschneetage sorgten Mitte Dezember im Mittelland verbreitet für eine 30 bis 50 cm dicke Schneedecke. Zum Teil wurden die Schneehöhen vom Dezember 1998 («Lawinenwinter 1999») egalisiert. Die Schneehöhen waren über den ganzen Winter gesehen in grossen Teilen des Alpennordhangs und des Wallis überdurchschnittlich, in Nord- und Mittelbünden sowie im Unterengadin durchschnittlich und im Oberengadin und auf der Alpensüdseite unterdurchschnittlich.

Der Winter startete bereits im Oktober mit zwei Schneefällen bis in tiefe Lagen. Von Ende November bis Mitte Dezember schneite es wiederholt ergiebig, vor allem im Norden und im Westen. Die Schneehöhen betrugen Mitte Dezember im Norden und im Westen bereits das Zwei- bis Dreifache des langjährigen Mittelwerts. Die grossen Schneefälle setzten sich noch bis Mitte Januar fort. In der ersten Februarhälfte schneite es vor allem im Norden häufig und ergiebig.

Die erste Anfeuchtung der Schneedecke fand Anfang März statt. In der ersten Aprilhälfte fiel wiederholt Schnee. Mitte April schritt die Durchfeuchtung der Schneedecke in hohe Lagen rasch voran. Nach der grossen Wärme folgte ein weiterer Wintereinbruch. Im westlichen Unterwallis waren die Schneehöhen auch Ende April noch überdurchschnittlich. In grossen Teilen des Alpennordhangs und des übrigen Wallis waren sie durchschnittlich, sonst unterdurchschnittlich.

Normalerweise nehmen die Schneehöhen im Monat Mai stark ab. Im Winter 2012/13 nahmen die Schneehöhen an den automatischen Messstationen des WSL-Instituts für Schnee- und Lawinenforschung SLF zwischen Mitte und Ende Mai aber verbreitet zu, besonders deutlich am Alpenhauptkamm.

In der Zeit von Juni bis September gab es sechs Perioden, die betreffend Schneefall und Lawinensituationen von Bedeutung waren. Schnee fiel dabei meist nur im Hochgebirge. Im September begann im Hochgebirge die Bildung einer neuen Schneedecke. Hohe Lagen waren mit Ausnahme von vergletscherten Gebieten jedoch aufgrund des milden Wetters grösstenteils aper.

Quelle: WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF

Schneehöhe (% des Normwertes)

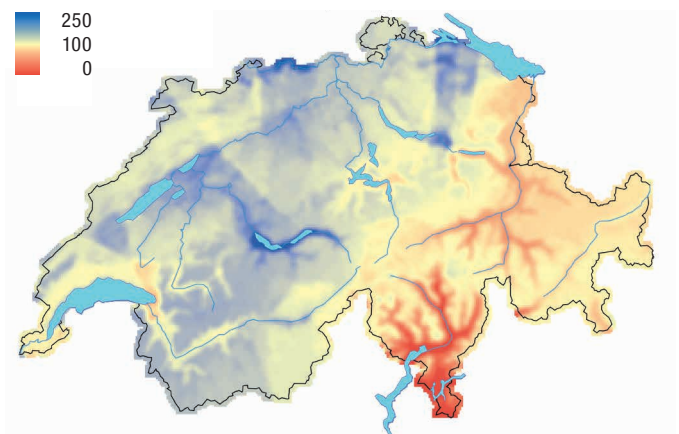


Abb. 3.1 Schneehöhen 2012/2013 im Vergleich zur Periode 1971–2000. Berücksichtigt sind die Wintermonate November bis April.

3.2 Gletscher

Im hydrologischen Jahr 2012/2013 wurden auf insgesamt rund 15 Schweizer Gletschern Messungen der saisonalen Massenbilanz vorgenommen. Mitte April konnten vorwiegend durchschnittliche oder leicht überdurchschnittliche Schneemengen auf den Gletschern festgestellt werden. Die starken Niederschläge zwischen Ende April und Anfang Juni fielen dank der tiefen Temperaturen fast ausschliesslich als Schnee. Die Schneedecke in den Höhenlagen der Gletscher erreichte deshalb erst sehr spät ihr Maximum. Die Gletscher waren somit während der Periode mit anhaltend heissem und trockenem Wetter im Juli und August noch ausserordentlich gut durch Winterschnee geschützt, und die Ausaperung setzte erst spät ein. Schon Mitte September wurde die Gletscherschmelze durch Neuschneefälle weitgehend gestoppt.

Auf Gletschern der Alpensüdseite und des südlichen Alpenhauptkamms (z.B. Ghiacciaio del Basòdino, Findelengletscher) konnten ausgeglichene oder sogar leicht positive Massenbilanzen gemessen werden (eine Zunahme von rund 100 mm Wasseräquivalent). Die untersuchten Gletscher am nördlichen Alpenhauptkamm und auf der Alpennordseite sowie im Engadin zeigten hingegen moderate Massenverluste. Diese fielen jedoch mit –200 bis –900 mm Wasseräquivalent deutlich geringer aus als in den letzten Jahren. Die regionalen Unterschiede in der Gletscher-Speicheränderung dürften auf die Verteilung der grossen Schneemengen im Frühling und im Frühsommer zurückzuführen sein.

Trotz der stark überdurchschnittlichen Temperaturen während des Sommers war somit die Klimaentwicklung 2012/2013 für die Gletscher durchaus günstig. Seit dem Jahr 2002 wiesen die Eismassen der Schweizer Alpen nie mehr ähnlich geringe Massenverluste auf. Von einer Trendumkehr kann dennoch nicht gesprochen werden: Obwohl die Gletscherschmelze weniger dramatisch ausfiel, zeichnet sich über die ganze Schweiz hinweg doch eine negative Massenbilanz ab. Ohne die aussergewöhnlich starken Schneefälle und die kühle Witterung im Mai und Juni wäre das Resultat für die Gletscher deutlich schlechter ausgefallen.

Quelle: Departement für Geowissenschaften der Universität Freiburg und Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW)



Abb. 3.2 Abfluss aus dem Findelen-Gletscher im September 2013.

4 > Oberflächengewässer

Die Abflussmengen der grossen Einzugsgebiete waren übers Jahr 2013 gesehen leicht überdurchschnittlich. Der Spätsommer und der Dezember zeigten aber auch Perioden mit sehr tiefen Wasserständen und Abflussmengen in den Seen und Flüssen der Schweiz. Die Wassertemperaturen lagen im Bereich des langjährigen Mittels.

4.1 Abflussverhältnisse und Seestände

Abflussverhältnisse

Die Jahresmittel der grossen Flussgebiete lagen im Jahr 2013 5 bis 15 % über dem Mittel der Normperiode 1981–2010. Mit abnehmender Einzugsgebietsfläche steigt die Variabilität, und es gab auch einzelne mittelgrosse Einzugsgebiete mit unterdurchschnittlichen Abflüssen. Weiter verbreitet waren 2013 jedoch Einzugsgebiete mit deutlich überdurchschnittlichen Jahresmitteln: Die Töss bei Neftenbach, die Venoge bei Ecublens oder die Mentue bei Yvonand wiesen Werte auf, die 20 bis 40 % über der Norm lagen. Ticino – Piotta führt die Stationen mit stark überdurchschnittlichen Abflüssen mit rund 90 % Abweichung an (vgl. Abb. 4.2 Jahresmittel 2013).

Bei der Betrachtung der monatlichen Abflüsse lassen sich ganz grob 6 zeitliche Bereiche abgrenzen. Die Monatsmittel ...

- > ... im Januar und Februar lagen verbreitet über dem langjährigen Durchschnitt. Abweichungen von 20 bis 40 % wurden häufig beobachtet. Die Einzugsgebiete des Hinterrheins und der Maggia zeigen dieses Muster nicht: Sie verzeichneten sowohl im Januar wie im Februar sehr tiefe Werte.
- > ... im März bewegten sich vor allem wegen der tiefen Temperaturen auf normalem oder unterdurchschnittlichem Niveau.
- > ... von April bis Juni lagen mehrheitlich über dem langjährigen Mittelwert. Die grossen April- und Mai-Abflüsse an der Maggia sind in der Abbildung der Tagesabflüsse sehr deutlich zu sehen (vgl. Abb. 4.8). Das Hochwasser

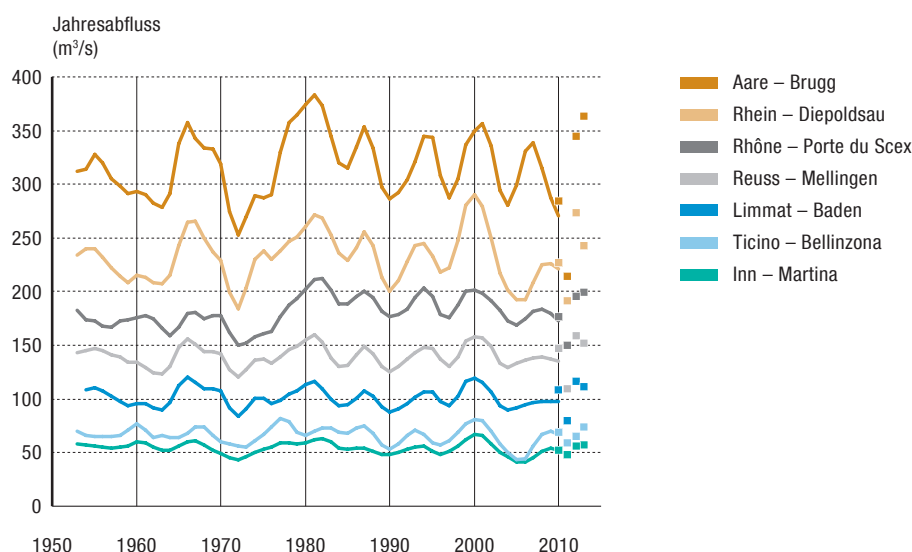


Abb. 4.1 Veränderung des Jahresabflusses ausgewählter grosser Einzugsgebiete ab 1950. Dargestellt sind gleitende Mittel (über 7 Jahre) als Linien und die letzten 4 Jahresabflüsse als Punkte.

Anfang Juni hat dazu beigetragen, dass an der Reuss, der Limmat und der Aare stark überdurchschnittliche Juni-Abflüsse gemessen wurden.

- > ... im Juli, August und September waren verbreitet unterdurchschnittlich. In einigen Einzugsgebieten wurden nur rund 50 % der Norm registriert (z. B. Emme und Maggia im Juli; Emme, Gürbe, Hinterrhein, Landquart, Thur und Töss im August).
- > ... im Oktober und vor allem im November waren stark überdurchschnittlich. Töss, Mentue und Venoge erreichten im November die doppelte Abflussmenge, verglichen mit der Norm. Bei dieser groben Betrachtung fällt einmal mehr die Maggia aus dem Rahmen. Der November-Abfluss betrug dort nur rund 40 % des Wertes der Normperiode.
- > ... im Dezember waren stark unterdurchschnittlich in grossen Teilen der Flussgebiete der Aare, der Reuss, der Limmat und der Thur, während sie sich auf der Alpensüdseite und in der Westschweiz als stark überdurchschnittlich erwiesen.

Abbildungen mit einer feineren zeitlichen Auflösung (Abb. 4.5 bis 4.8) zeigen eindrücklich, welch grosse Dynamik sich hinter einem Jahresmittelwert verstecken kann: Die Aare bei Brugg zum Beispiel führte in mehr oder weniger regelmässigen Abständen 8-mal Hochwasser, wobei 2 Ereignisse eine beachtliche Grösse erreichten. Das grösste – Ende Mai / Anfang Juni – hatte eine Wiederkehrperiode von 5 bis 10 Jahren. Aber

auch tiefe Abflüsse sind 2013 aufgetreten: Im August und September lagen die Messwerte während mehrerer Tage im Bereich der kleinsten Tagesmittel derselben Monate der Normperiode. Ähnliche Muster wie die Aare zeigen auch die Reuss und die Limmat.

Das in Kapitel 1.1 beschriebene Hochwasserereignis prägte nicht nur die Ganglinien der grossen Flussgebiete der Alpennordseite. In mittelgrossen Einzugsgebieten wie jenen der Emme, der Thur und der Muota fällt das Ereignis noch mehr auf, weil die übrigen Abflüsse auf einem vergleichsweise tiefen Niveau blieben. Ebenfalls eine sehr grosse Dynamik lässt sich in den Ganglinien von Rhone, Inn und Ticino erkennen. Hier schlägt die Regulierung des Abflusses durch die Kraftwerke sehr deutlich durch. Die typischen Wochenrhythmen, die durch den unterschiedlichen Elektrizitätskonsum an Werktagen und an Wochenenden zustande kommen, sind deutlich sichtbar (vgl. Abb. 4.6).

Abflussverhältnisse ausgewählter
mittelgrosser Einzugsgebiete

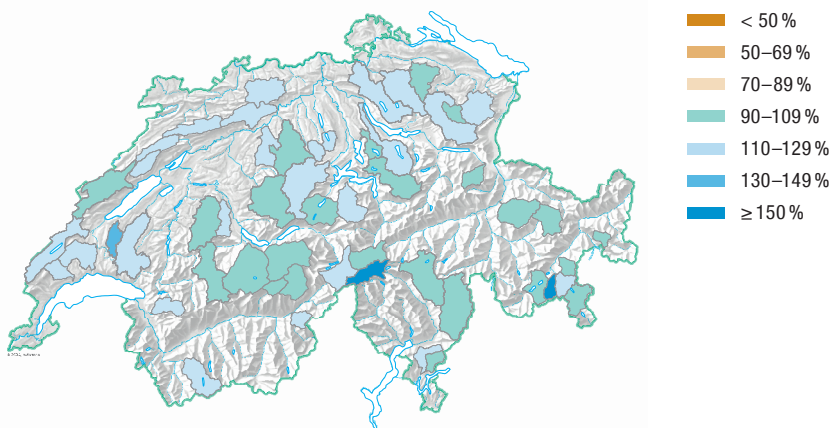


Abb. 4.2 Jahresmittel 2013 im Vergleich zum mittleren Abfluss der langjährigen Normperiode 1981–2010 [%] ausgewählter mittelgrosser Einzugsgebiete.

Monatsmittel der Abflussmengen ausgewählter grosser Einzugsgebiete

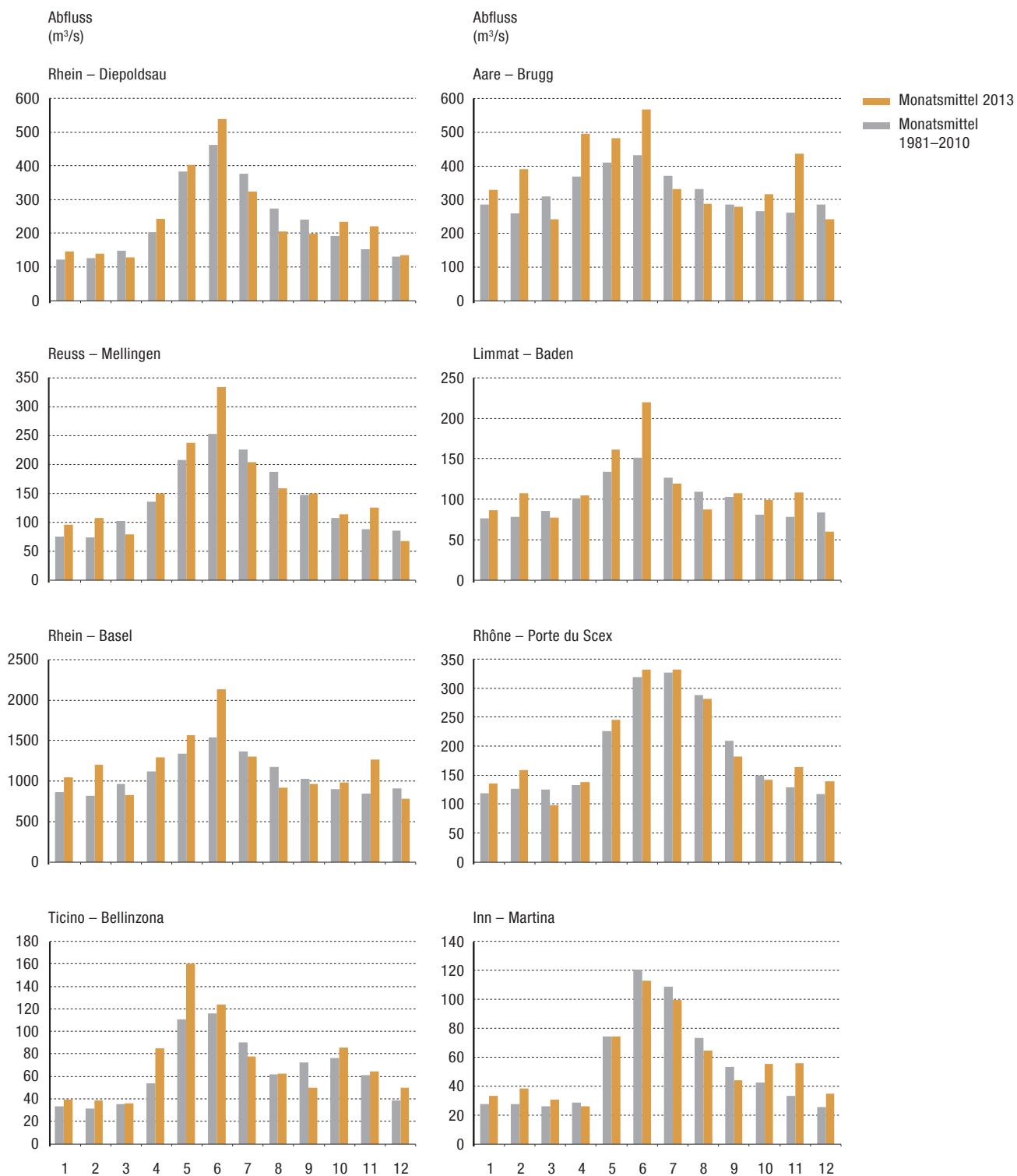


Abb. 4.3 Monatsmittel 2013 der Abflussmengen (orange) im Vergleich zu den Monatsmitteln der lang-jährigen Normperiode 1981–2010 (grau).

Monatsmittel der Abflussmengen ausgewählter mittlerer Einzugsgebiete

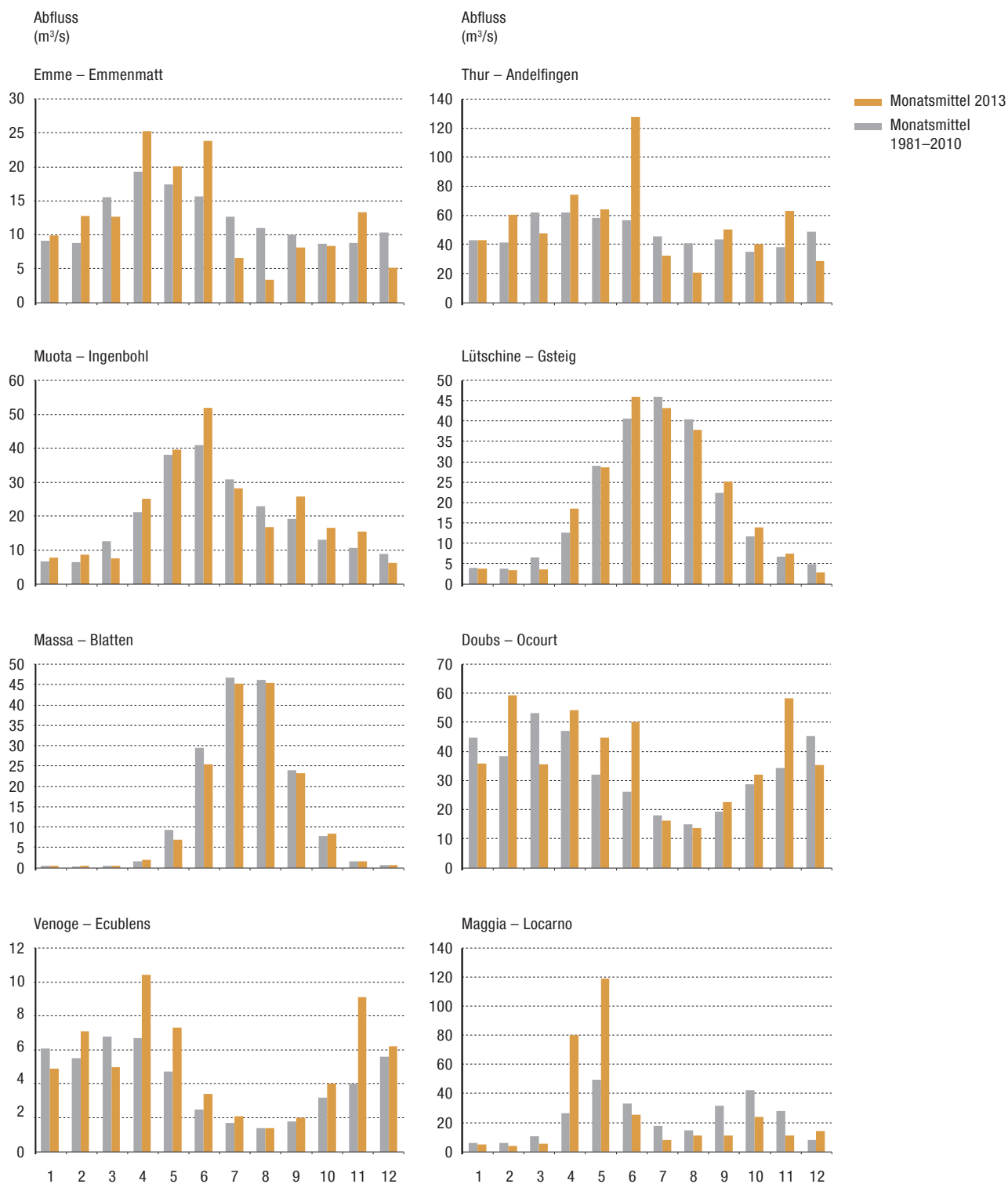


Abb. 4.4 Monatsmittel 2013 der Abflussmengen (orange) im Vergleich zu den Monatsmitteln der langjährigen Normperiode 1981–2010 (grau).

Tagesmittel der Abflussmengen ausgewählter grosser Einzugsgebiete (1/2)

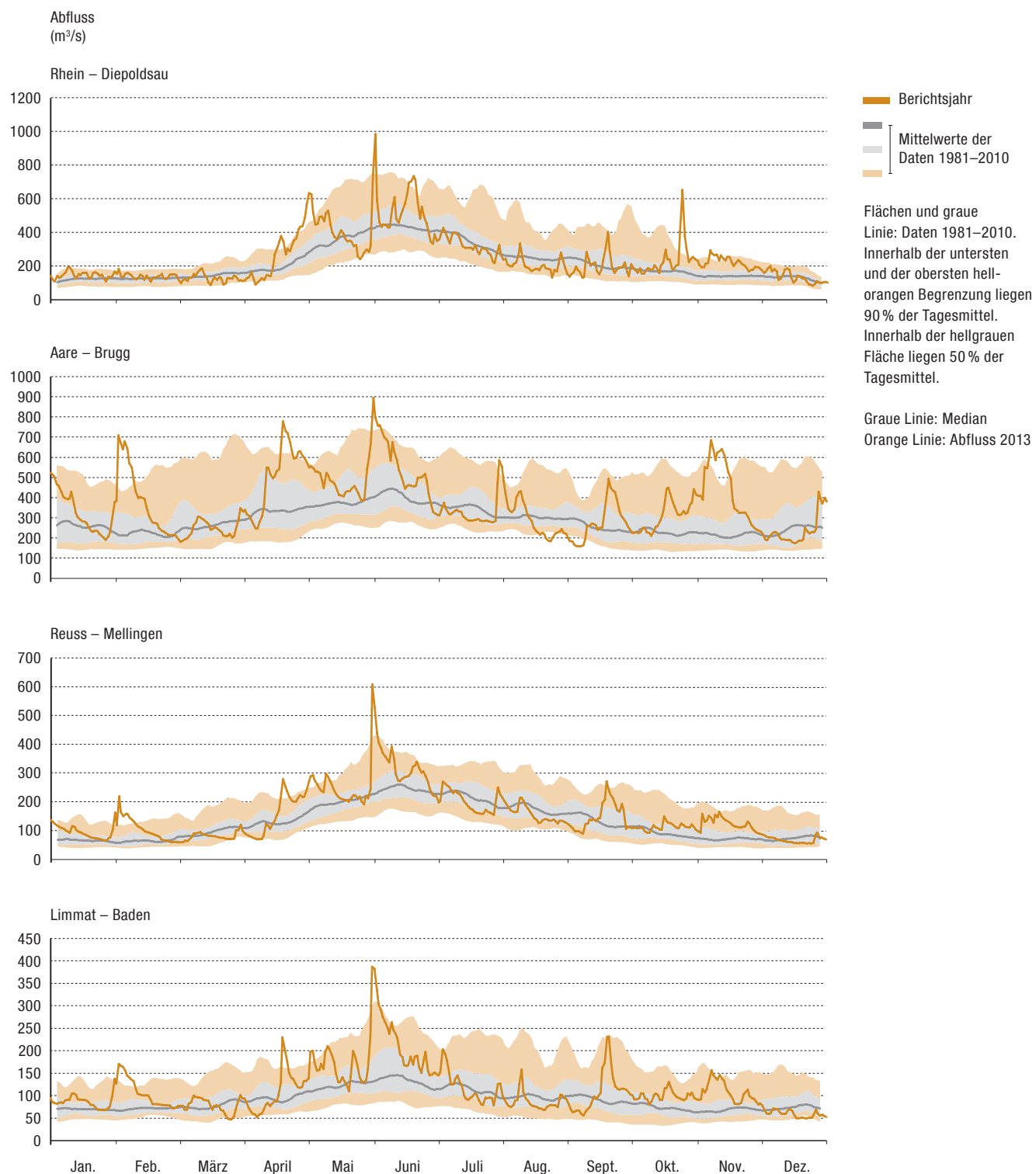


Abb. 4.5 Tagesmittel 2013 der Abflussmengen (orange Linie) im Vergleich zu den Tagesmitteln der langjährigen Normperiode 1981–2010.

Tagesmittel der Abflussmengen ausgewählter grosser Einzugsgebiete (2/2)

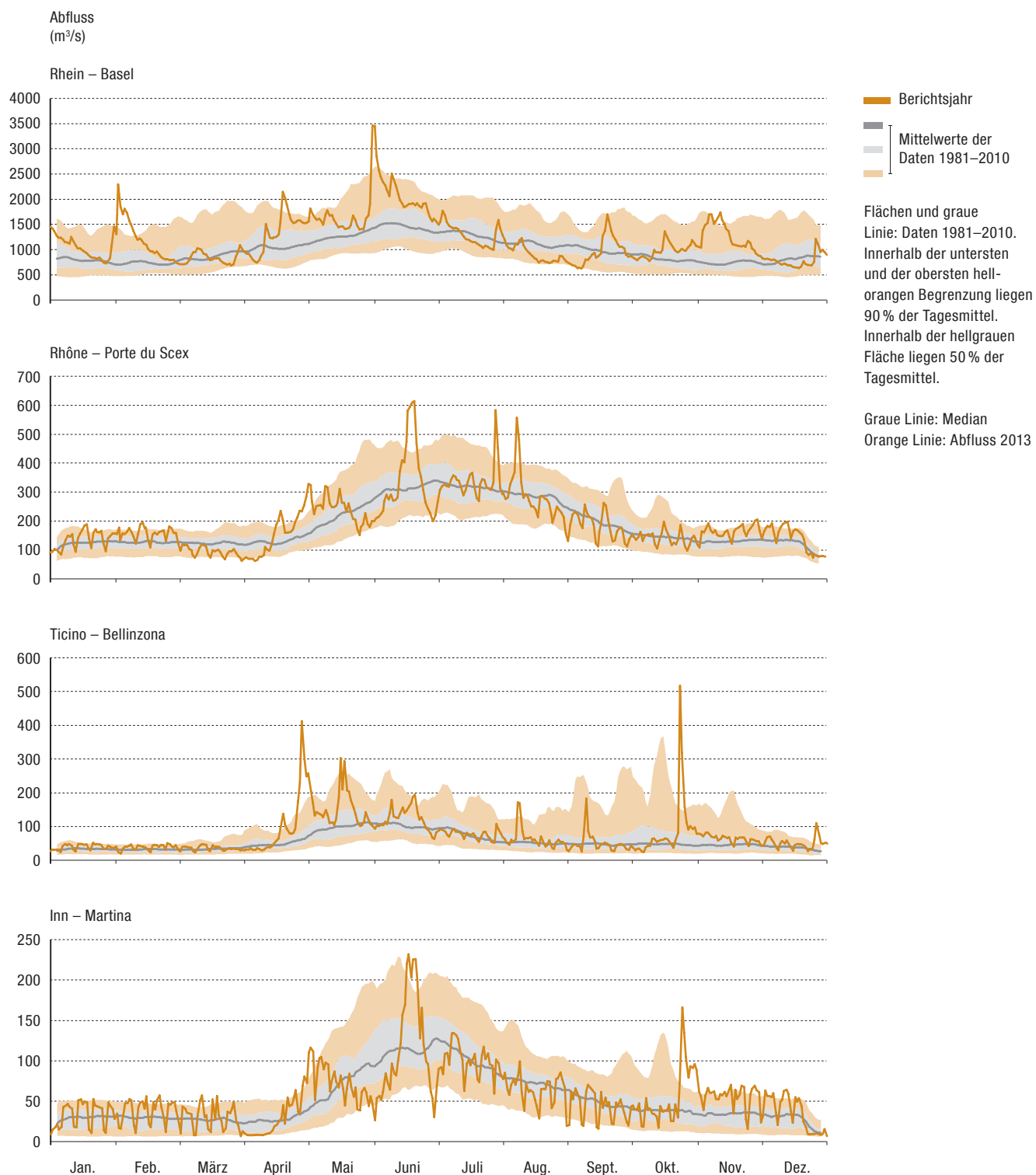


Abb. 4.6 Tagesmittel 2013 der Abflussmengen (orange Linie) im Vergleich zu den Tagesmitteln der langjährigen Normperiode 1981–2010.

Tagesmittel der Abflussmengen ausgewählter mittlerer Einzugsgebiete (1/2)

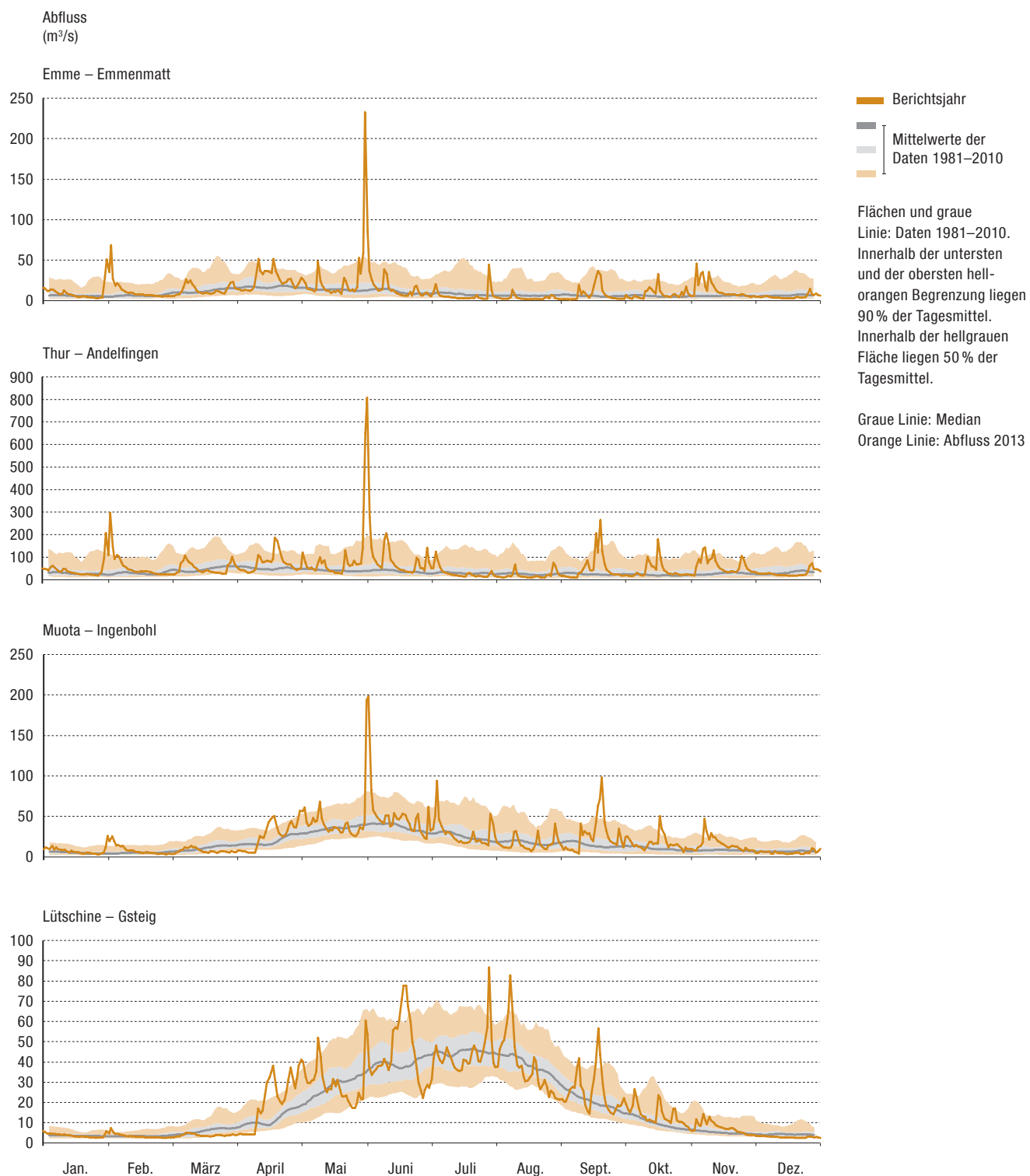


Abb. 4.7 Tagesmittel 2013 der Abflussmengen (orange Linie) im Vergleich zu den Tagesmitteln der langjährigen Normperiode 1981–2010.

Tagesmittel der Abflussmengen ausgewählter mittlerer Einzugsgebiete (2/2)

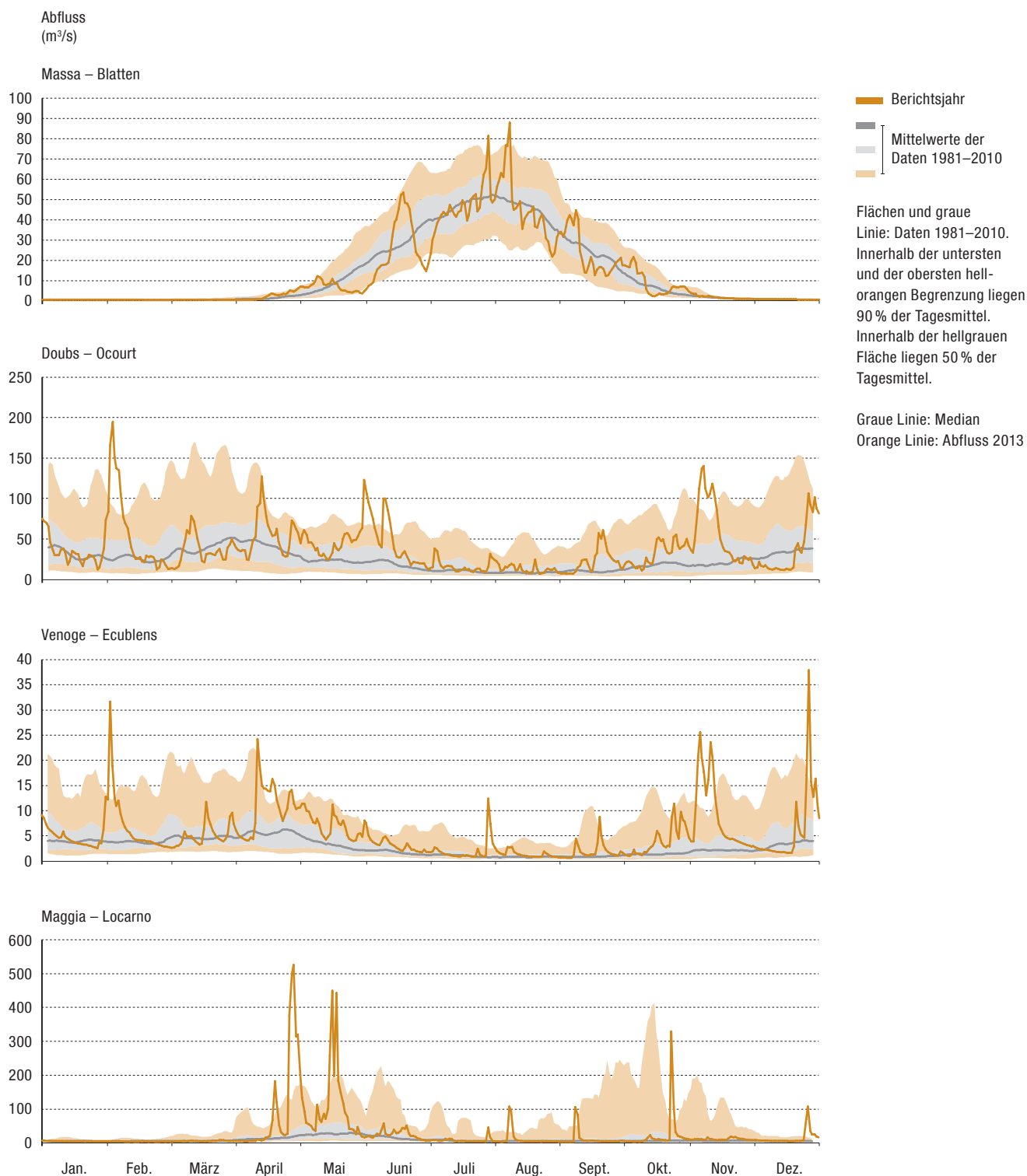


Abb. 4.8 Tagesmittel 2013 der Abflussmengen (orange Linie) im Vergleich zu den Tagesmitteln der langjährigen Normperiode 1981–2010.

Seestände

Der mittlere Wasserstand 2013 des nicht regulierten Bodensees lag rund 25 cm über dem Mittel der Normperiode 1981–2010. Bei den regulierten Seen war diese Abweichung von der Norm wesentlich kleiner: Neuenburgersee +0 cm, Genfersee +3 cm, Lago Maggiore +10 cm. Der Bodensee und der Neuenburgersee starteten mit relativ hohen Pegelständen ins Jahr. Während der Neuenburgersee rasch auf mittlere Januarwerte gesenkt werden konnte, dauerte es beim Bodensee bis Ende März, bis das für die Jahreszeit normale Niveau erreicht war. Die Monatsmittel für Januar und Februar waren am Bodensee mehr als 50 cm über den entsprechenden langjährigen Wasserständen.

Der Pegel des Lago Maggiore stieg Ende April/Anfang Mai und dann in der zweiten Hälfte Mai stark an. Am 2. Mai erreichte er mit 195,16 m den höchsten Wert des Jahres. Damit hatte er die Schwelle zur Gefahrenstufe «erhebliche Gefahr» um über 30 cm überschritten, blieb jedoch um 34 cm unter der Hochwassergrenze.

Die hohen Pegelstände am Bodensee vom Juni waren nicht extrem, führten aber – weil sie so lange andauerten – zu einem beachtlichen Monatsmittel mit einer Abweichung zur Norm von +66 cm. Der Jahreshöchstwert vom 12. Juni lag 85 cm unter dem Höchstwert der ganzen Messperiode aus dem Jahr 1999.

Der Vierwaldstättersee und der Zürichsee bewegten sich an ein paar wenigen Tagen Anfang Juni im Bereich «erhebliche Gefahr»; am Brienersee, Thunersee, Bielersee und Walensee herrschte «mässige Gefahr». In der zweiten Hälfte Juni wurden am Genfersee während einiger Tage hohe Wasserstände gemessen.

Danach gab es für den Rest des Jahres an den grösseren Seen keine aussergewöhnlich hohen Seestände mehr, bis Ende Dezember der Lago Maggiore und der Lago di Lugano – nach einem Herbst mit eher tiefen Wasserständen – noch ein letztes Mal auf ein hohes Niveau stiegen. Der Wasserpegel des Lago Maggiore lag im September und Oktober im Mittel mehr als 50 cm unter der Norm und Ende Dezember schon wieder knapp 50 cm darüber.

Monatsmittel der Wasserstände ausgewählter Seen

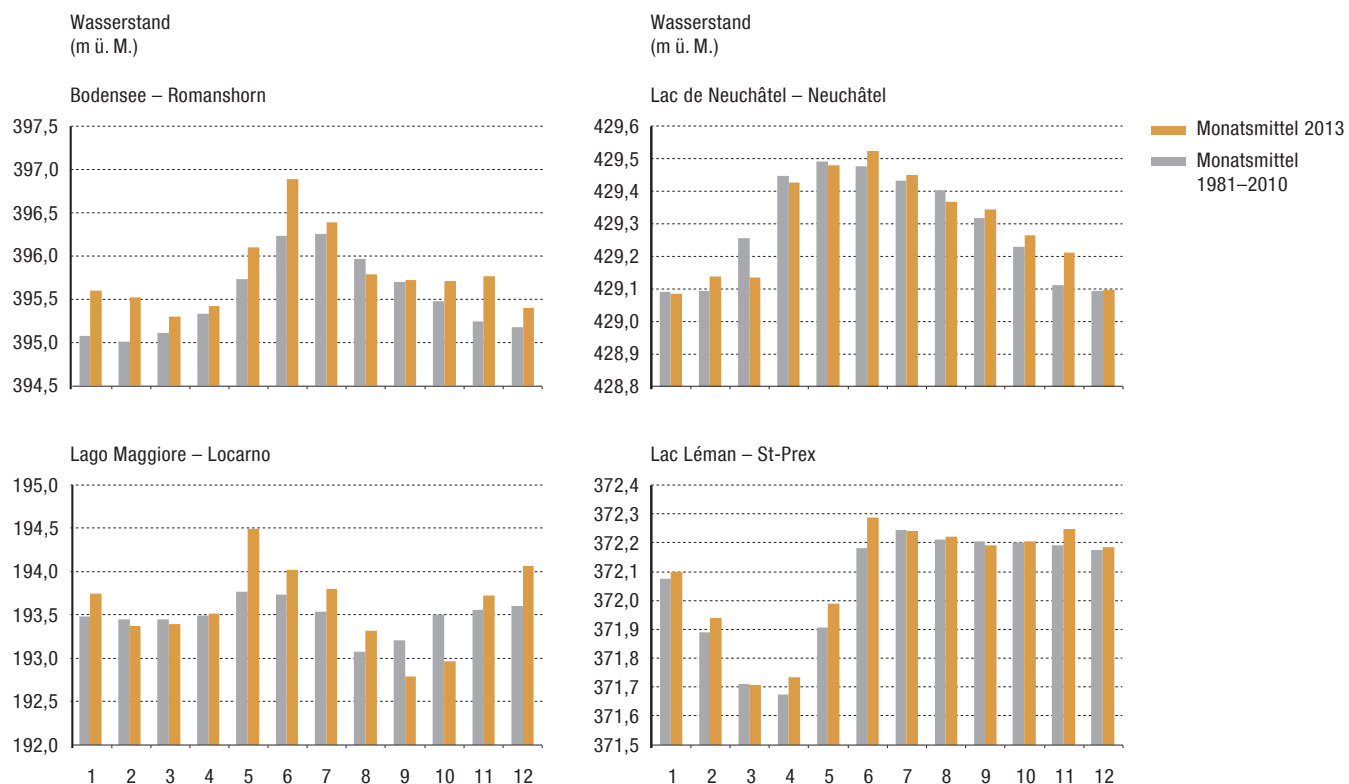


Abb. 4.9 Monatsmittel 2013 der Wasserstände (orange) im Vergleich zu den Monatsmitteln der langjährigen Normperiode 1981–2010 (grau).

Tägliche Wasserstände ausgewählter Seen

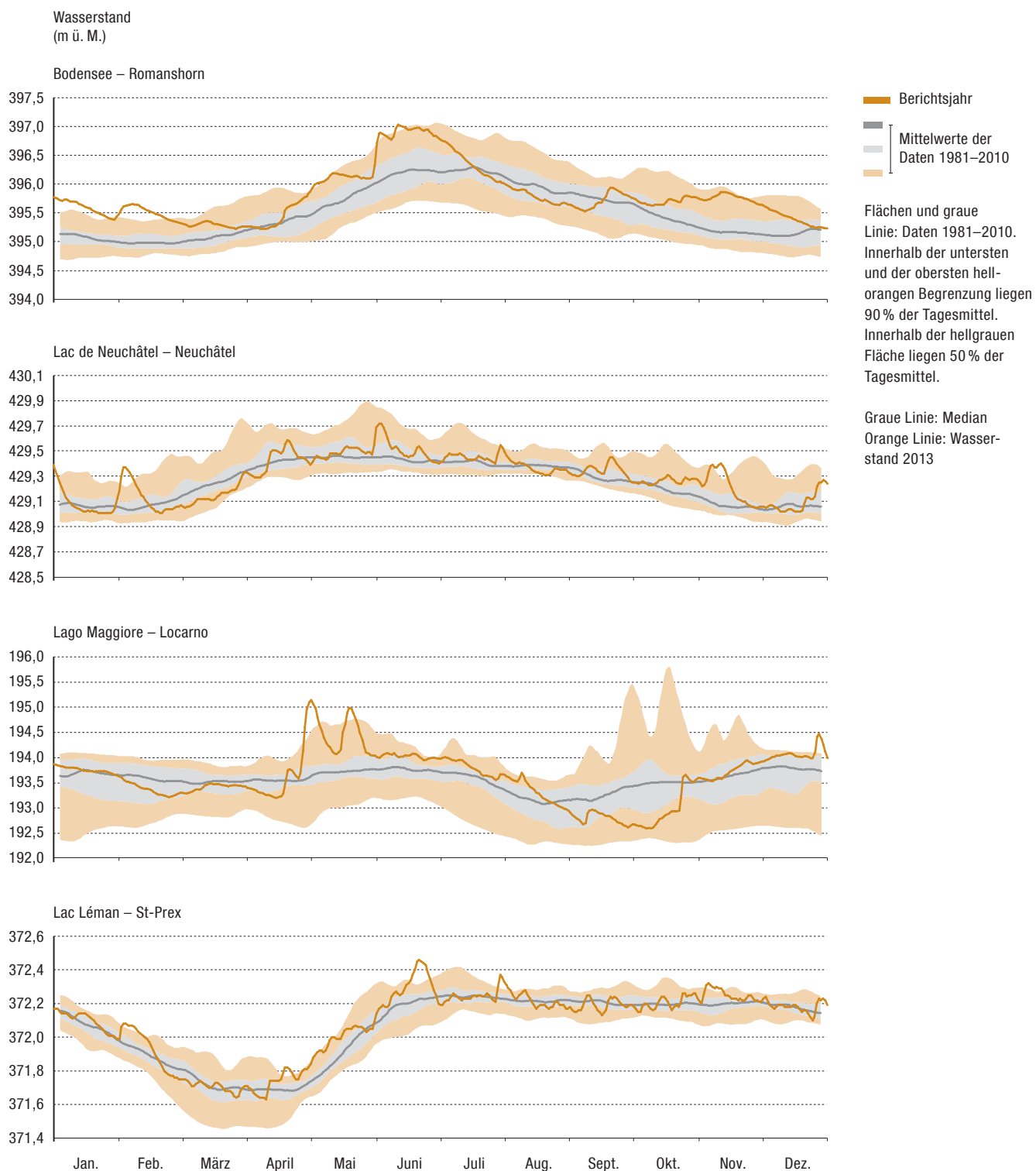


Abb. 4.10 Tagesmittel 2013 der Wasserstände (orange Linie) im Vergleich zu den Tagesmitteln der langjährigen Normperiode 1981–2010.

4.3 Wassertemperaturen

Die kühle erste Jahreshälfte und der warme Sommer führten verbreitet zu durchschnittlichen Jahresmittelwerten bei der Wassertemperatur. Die Abweichungen zu den Mittelwerten der Normperiode 1981–2010 lagen – bei den Messstationen, die über genügend lange Messreihen verfügen und einen Vergleich überhaupt zulassen – in einem Bereich von $\pm 0,3^\circ\text{C}$. In den grösseren Flussgebieten (vgl. Abb. 4.11) wurde eine um etwa 1°C tiefere Wassertemperatur registriert als im Jahr 2011, dem gemäss MeteoSchweiz gesamtschweizerisch wärmsten Jahr seit Messbeginn 1864. In der Rhone bei Porte du Scex betrug die Differenz zum Mittelwert des Jahres 2011 nur $0,4^\circ\text{C}$. Die Temperaturen der Rhone bewegen sich wegen der starken Vergletscherung des Einzugsgebiets generell in einem deutlich engeren Bereich als etwa diejenigen des Rheins in Rekingen (vgl. Abb. 4.12).

Ein kühles Jahr am Doubs

Für zwei Flüsse, mit relativ kurzen Messreihen von lediglich 12 Jahren, war das Jahr 2013 das bisher kühlsste. Es sind dies der Doubs bei Ocourt sowie die Venoge bei Ecublens, die bereits in Kapitel 4.1 als Einzugsgebiet mit einem überdurchschnittlichen Jahreswert beim Abfluss erwähnt wurde.

In einigen Einzugsgebieten brachte das Jahr 2013 neue Monatsminima oder Monatsmaxima. Neue Minima wurden vor allem für die Monate April und Juni gemessen. Neue

Monatsmaxima sind vorwiegend im Juli, August und September sowie im November aufgetreten.

Extreme Schwankungen am Rhein

Das milde Winterwetter zu Jahresbeginn zeigte sich in allen vier Einzugsgebieten der Abbildung 4.12. Einzig beim Ticino in Riazino hat es zu einem neuen Monatsmaximum für den Januar geführt.

Extreme Schwankungen erlebte der Rhein in Rekingen. Anfang Juni gab es mit $9,4^\circ\text{C}$ ein neues Monatsminimum in der 44-jährigen Messreihe. Der Monatsmittelwert lag rund 2°C unter dem entsprechenden langjährigen Mittel. Die Wassertemperaturen im Juli und August waren dann deutlich wärmer als sonst: Die Mittelwerte der beiden Monate befanden sich etwa 2°C über dem Mittel der Norm.

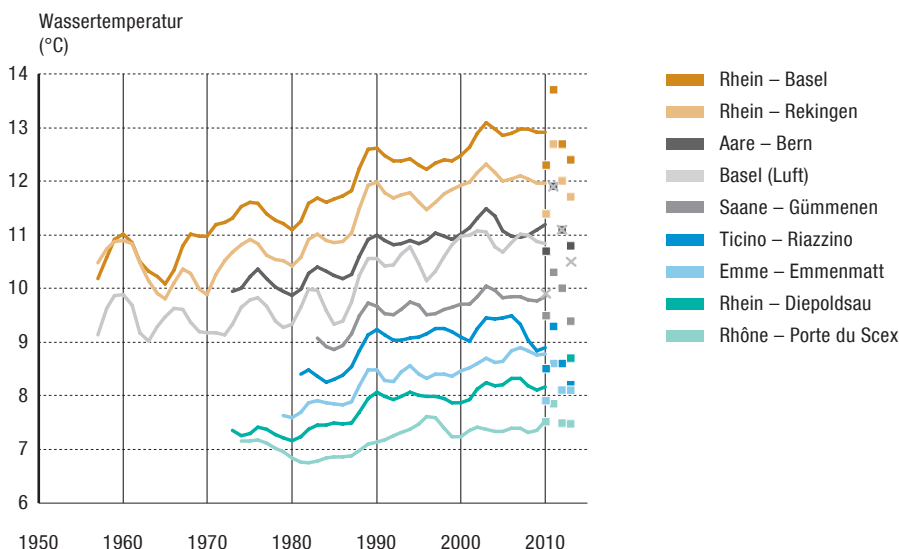


Abb. 4.11 Die Entwicklung der Wassertemperatur von 1954 bis 2013 in ausgewählten Flüssen der Schweiz. Dargestellt sind gleitende Mittel (über 7 Jahre) als Linien und die letzten 4 Jahresmittel als Punkte bzw. Kreuze (Luft).

Mittlere Tagestemperatur ausgewählter Stationen

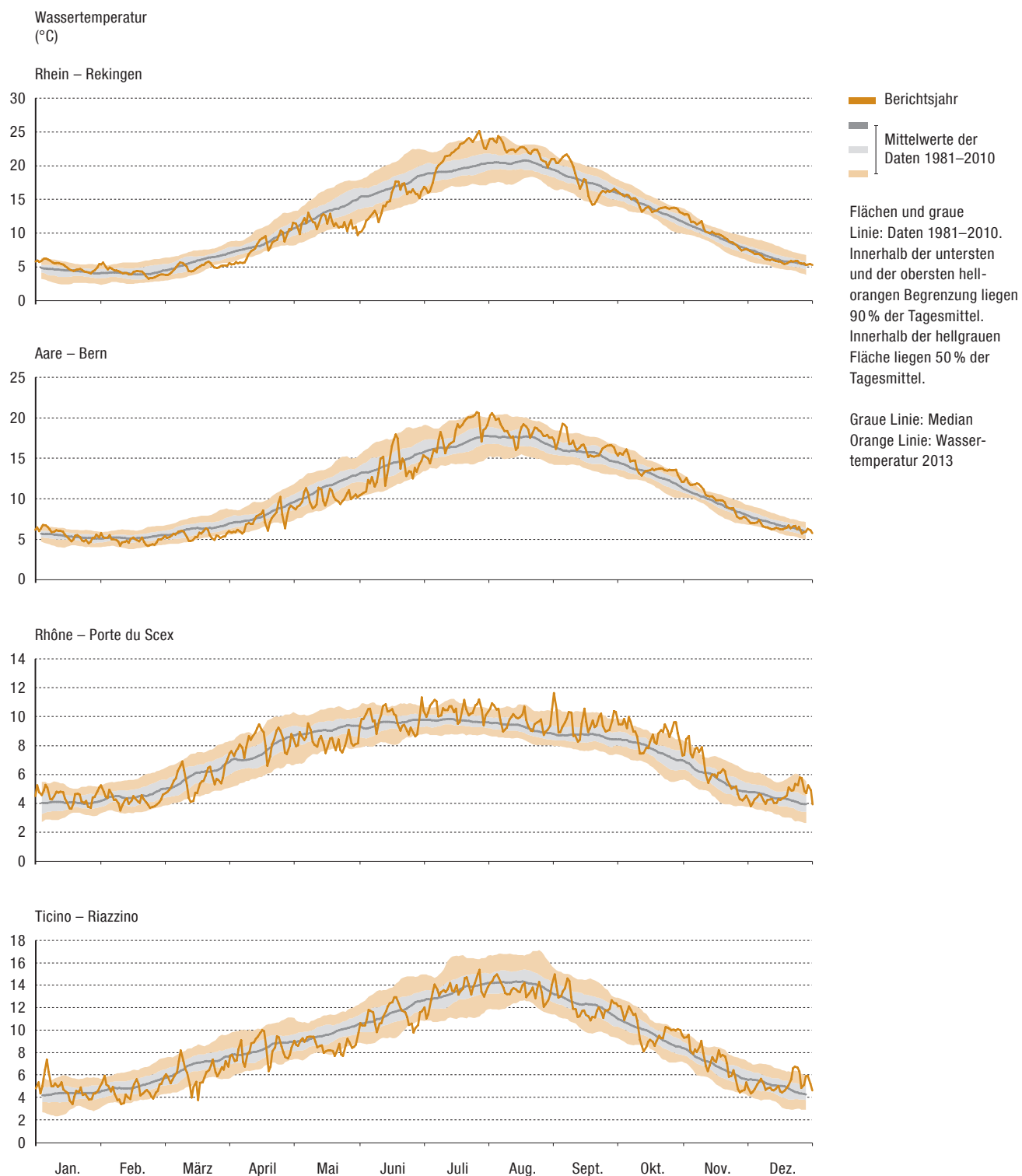


Abb. 4.12 Tagesmittel 2013 der Wassertemperatur (orange Linie) im Vergleich zu den Tagesmitteln der langjährigen Normperiode 1981–2010.

4.4 Stabile Isotope

Die stabilen Wasserisotope sind geeignet, in regionalen Klima-, Umwelt- und Gewässerstudien die Herkunft der Wasserkomponenten zu bestimmen. Im Rahmen des NAQUA-Moduls ISOT wird die langjährige regionale Entwicklung von Deuterium (^2H) und Sauerstoff-18 (^{18}O) an 13 repräsentativen Niederschlagsmessstellen und 9 Messstellen an Fließgewässern erhoben (Abb. 4.13), wodurch Referenzdaten für solche Untersuchungen zur Verfügung gestellt werden können.

Der Jahresgang der stabilen Isotope im Niederschlag des Jahres 2013 zeichnet sich im Januar und Februar durch überdurchschnittlich tiefe δ -Werte infolge der kalten Witterung aus. Im Sommer 2013 wurden im Niederschlag dagegen verbreitet hohe δ -Werte beobachtet. Im Norden der Schweiz wurden im Niederschlag infolge der kühlen Witterung im Dezember 2013 aussergewöhnlich tiefe δ -Werte gemessen. Im Niederschlag stiegen die $\delta^2\text{H}$ - und die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte zwischen 1980 und 2005 an allen Messstellen generell an. Seit 2005 zeigen die δ -Werte dagegen keinen Trend mehr.

In Fließgewässern ist ein genereller Anstieg der $\delta^2\text{H}$ - und der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte von 1994 bis 2008 erkennbar (z. B. bei Aare, Rhein und Rhone). Auch hier ist jedoch seit 2008 kein Trend mehr ersichtlich. Während der trockenen und warmen Monate Juli und August 2013 wurde der Abfluss in den Fließgewässern wegen der geringen Niederschlagsmengen vorwiegend durch Grundwasser und Gletscherschmelzwasser gebildet. Der Abfluss der Flüsse mit Einzugsgebiet in den Alpen

(Aare, Rhein, Rhone) wurde in dieser Zeit vor allem durch Gletscherschmelzwasser gebildet, was sich in den tiefen Isotopenwerten widerspiegelte (z. B. Messstelle Aare – Brienzwiler). Im Mittelland nahm entlang der Alpenflüsse der prozentuale Anteil am Abfluss aus Gletscherschmelzwasser ab, der Anteil aus Grundwasser hingegen nahm zu. Dies führte dazu, dass die Isotopenwerte im Mittelland in den Monaten Juli und August 2013 höher waren als jene in den Alpen (z. B. an der Messstelle Aare – Brugg).

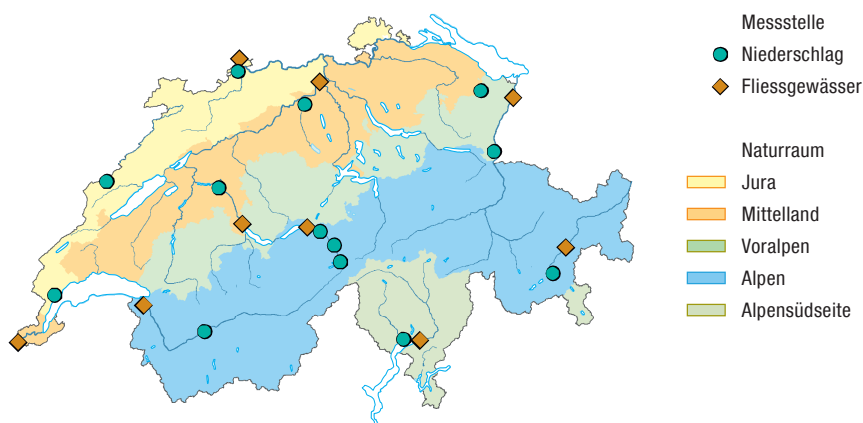


Abb. 4.13 Messstellen des NAQUA-Moduls ISOT zur Beobachtung der Isotope in Niederschlag und Fließgewässern der Schweiz, Stand 2013.

4.5 Wasserqualität / physikalische und chemische Eigenschaften

Die Wasserqualität der Schweizer Flüsse ist generell gut. Die Belastung mit Nährstoffen hat in den letzten Jahrzehnten stark abgenommen. Der Eintrag von Mikroverunreinigungen ist jedoch nach wie vor eine Herausforderung. Ausserdem werden bei Regenereignissen in kleineren Gewässern auch Spitzenbelastungen von Pflanzenschutzmitteln und Bioziden nachgewiesen.

Zustand und Entwicklung der Qualität der Schweizer Fliessgewässer werden vom BAFU im Rahmen der Nationalen Daueruntersuchung Fliessgewässer (NADUF) an 18 Messstellen und zusammen mit den Kantonen im Rahmen der Nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA) an 111 Messstellen erfasst. Neben der Beobachtung der Entwicklungen der Wasserinhaltsstoffe haben die Messungen zum Ziel, die Wirksamkeit von Gewässerschutzmassnahmen zu beurteilen. Analysen zur Wasserqualität fokussieren daher auf längerfristige Veränderungen und weniger auf saisonale Schwankungen. Diese Analysen werden daher nicht regelmässig im hydrologischen Jahrbuch publiziert. Weiterführende Informationen und Daten sind im Internet verfügbar (siehe S. 31).

Messstellen der Nationalen
Daueruntersuchung Fliessgewässer (NADUF)

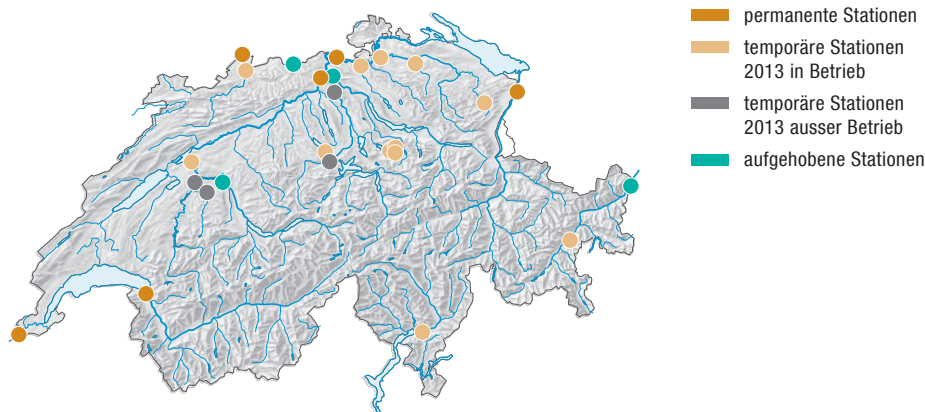


Abb. 4.14 Messstellen der Nationalen Daueruntersuchung Fliessgewässer (NADUF) zur Beobachtung der Wasserqualität in der Schweiz, Stand 2013.

5 > Grundwasser

2013 wurden weitgehend normale, teilweise auch hohe Grundwasserstände und Quellschüttungen verzeichnet. Das Grundwasser weist in der Schweiz in der Regel eine gute Qualität auf.

5.1 Grundwasserquantität

Die kontinuierliche Beobachtung von Grundwasserstand und Quellschüttung an etwa 100 repräsentativen Messstellen im Rahmen des NAQUA-Moduls QUANT ermöglicht es, Zustand und Entwicklung der Grundwassermenge auf Landesebene abzubilden. Weiterhin können so mögliche Auswirkungen der Klimaänderung – prognostizierte Zunahme von Extremereignissen wie Hochwasser und Trockenperioden – auf die Grundwasserressourcen aufgezeigt werden.

Die längerfristige Betrachtung von Grundwasserständen und Quellschüttungen lässt deutliche Fluktuationen mit einer

gewissen Periodizität erkennen. So lösen sich im Grundwasser der Schweiz regelmässig mehrjährige Niedrigstands- und Hochstandsituationen ab. Zwischen solchen Situationen liegt meist ein Übergangsbereich, in dem für eine gewisse Zeit durchschnittliche Grundwasserstände und Quellschüttungen auftreten.

In der Schweiz waren im Jahr 2013 verbreitet normale, teilweise auch hohe Grundwasserstände und Quellschüttungen zu beobachten. Deren Jahresverlauf sah 2013 wie folgt aus:

Die hohen Grundwasserstände und Quellschüttungen im Mittelland zu Beginn des Jahres 2013 (Abb. 5.1, Grundwassersituation am 14.01.2013) normalisierten sich grösstenteils im

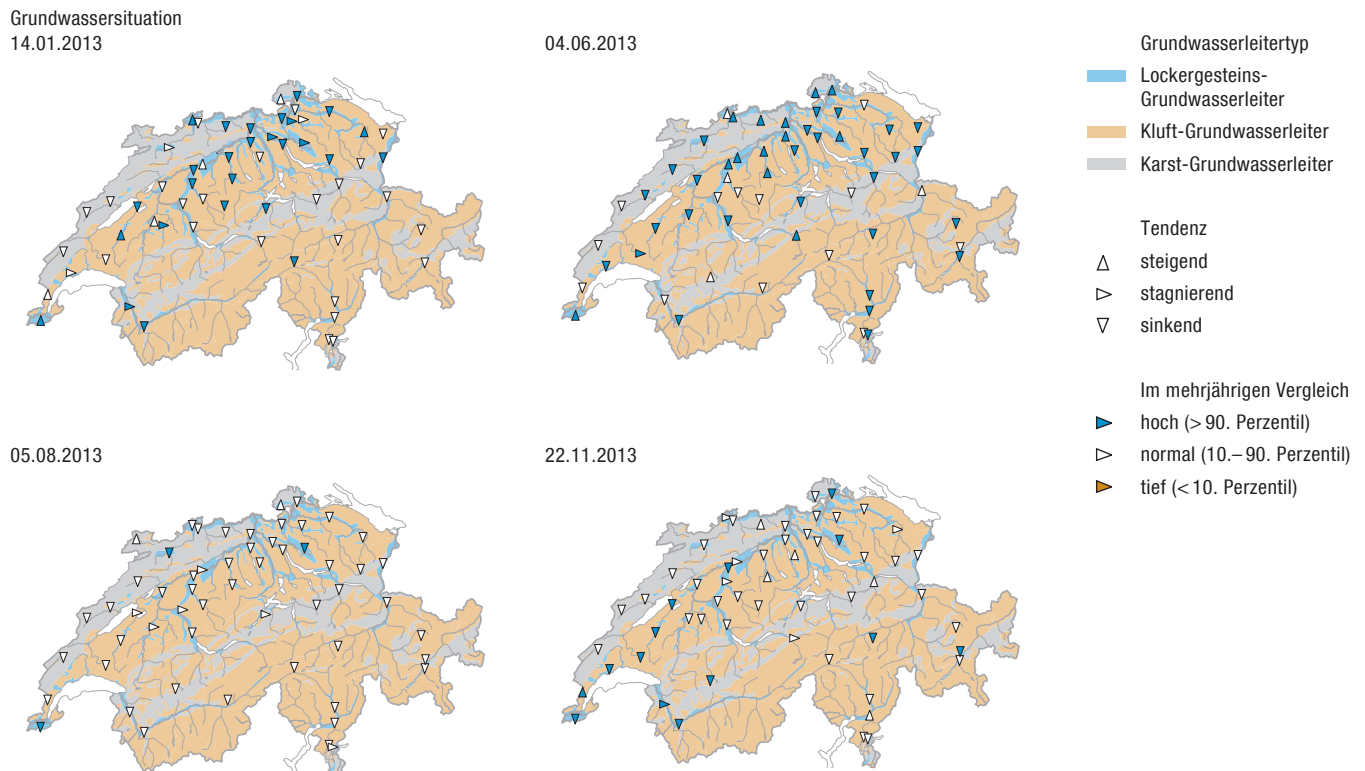


Abb. 5.1 Grundwasserstände und Quellschüttungen sowie deren Trend an vier Stichtagen im Jahr 2013 und im Vergleich zur Messperiode 1993–2012.

Februar und März 2013, d. h., sie lagen zwischen dem 10. und dem 90. Perzentil der Messperiode 1993–2012 für diese zwei Monate.

Starker Anstieg nach Regenfällen Anfang Juni

Grosse Niederschlagsmengen im April und Mai 2013 sowie die Starkniederschläge vom 1./2. Juni 2013 führten auf der Alpennordseite zu hohen Grundwasserständen und Quellschüttungen (Abb. 5.1, Grundwassersituation am 04.06.2013). Während der Starkniederschläge vom 1./2. Juni 2013 stiegen die Flusspegel im Mittelland und in der Ostschweiz stark an (Kapitel 1.1), was zu einer verstärkten Flusswasserinfiltration führte. In der Folge kam es entlang von Aare, Limmat, Reuss und Hochrhein zu einem raschen Anstieg der Grundwasserstände. Ein rascher Anstieg des Abflusses infolge der Starkniederschläge liess sich auch bei Karstquellen beobachten.

Während der hochsommerlichen, niederschlagsarmen Monate Juli und August 2013 lagen verbreitet normale Grundwasserstände und Quellschüttungen vor (Abb. 5.1, Grundwassersituation am 05.08.2013). Sie waren im Vergleich zum Hitzesommer des Jahres 2003 und zum niederschlagsarmen Jahr 2011 höher, da sie 2013 von einem höheren Ausgangsniveau zu Sommerbeginn ausgingen.

Die überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen in den Monaten September bis November 2013 führten in der Westschweiz zu teilweise neuen Grundwasserhöchstständen für den Monat November. Ende Dezember 2013 waren in der

Schweiz normale bis hohe Grundwasserstände und Quellschüttungen zu beobachten (Abb. 5.1, Grundwassersituation am 22.11.2013).

5.2 Grundwasserqualität

Das Grundwasser in der Schweiz weist in der Regel eine gute bis sehr gute Qualität auf. In Ballungsräumen und intensiv landwirtschaftlich genutzten Gebieten kann es aber auch unerwünschte, künstliche Spurenstoffe enthalten.

Zustand und Entwicklung der Grundwasserqualität werden im Rahmen der Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA schweizweit repräsentativ an 550 Messstellen erfasst. Neben der Früherkennung problematischer Substanzen und unerwünschter Entwicklungen steht dabei die Kontrolle der Wirksamkeit von Massnahmen zum Schutz des Grundwassers im Vordergrund. Analysen zur Grundwasserqualität fokussieren daher auf längerfristige Veränderungen und nicht auf saisonale Schwankungen. Diese Analysen werden daher nicht im Rahmen des hydrologischen Jahrbuchs publiziert. Weiterführende Informationen und Daten sind im Internet verfügbar (siehe S. 31).

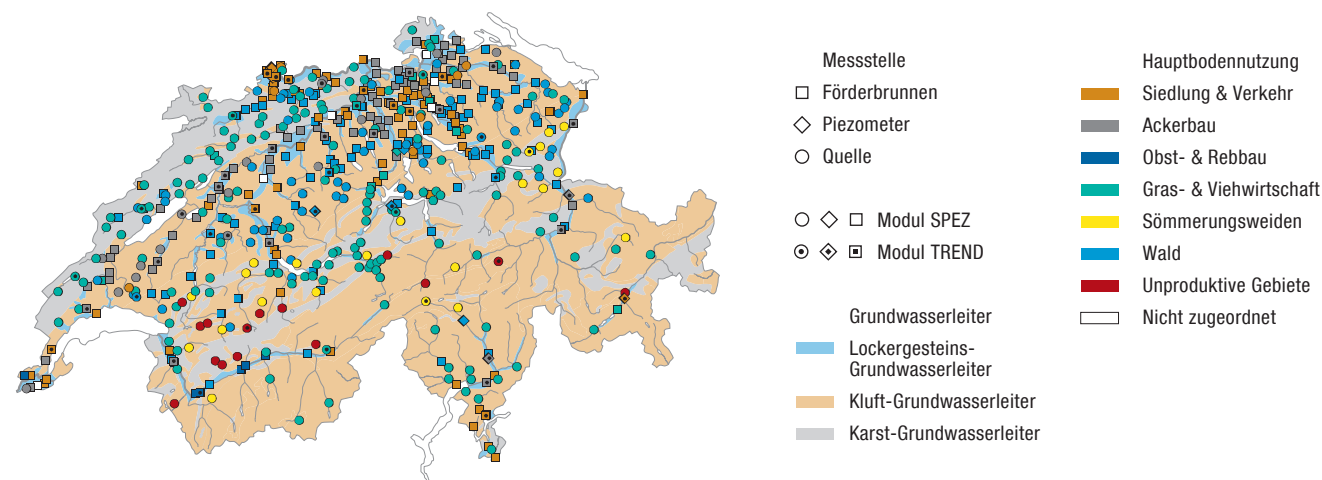


Abb. 5.2 Messstellen der NAQUA-Module SPEZ und TREND zur Beobachtung der Grundwasserqualität mit Hauptbodennutzung im Einzugsgebiet und Grundwasserleitertyp, Stand 2013.

> Anhang

Glossar

Gefahrenstufe

Entsprechend den Bestimmungen der Alarmierungsverordnung verwendet das BAFU für die Warnung vor Hochwasser eine fünfstufige Gefahrenskala. Die Gefahrenstufen geben Auskunft über die Intensität des Ereignisses und die möglichen Auswirkungen und machen Verhaltensempfehlungen. Die Hochwassergrenze bei Seen bezeichnet den Übergang von der Stufe «erhebliche Gefahr» zur Stufe «grosse Gefahr». Bei diesem Wasserstand können vermehrt Überflutungen auftreten. Dabei können Gebäude und Infrastrukturanlagen betroffen sein.

HQ_x

Abfluss der statistisch alle x Jahre überschritten wird.

Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA)

Das BAFU schafft in Zusammenarbeit mit den Kantonen die Grundlagen, um den Zustand und die Entwicklung der Schweizer Gewässer auf nationaler Ebene zu dokumentieren und zu beurteilen.

Nationale Daueruntersuchung der Fliessgewässer (NADUF)

Das Messprogramm verfolgt die Entwicklung der Wasserinhaltsstoffe in ausgewählten Schweizer Flüssen.

Nationale Grundwasserbeobachtung NAQUA

Die Nationale Grundwasserbeobachtung NAQUA besteht aus den vier Modulen QUANT, TREND, SPEZ und ISOT. Im Modul QUANT wird die Grundwasserquantität, in den beiden Modulen TREND und SPEZ die Grundwasserqualität beobachtet. Das Modul ISOT dient der Beobachtung der Wasser-Isotope im Wasserkreislauf, d. h. im Niederschlagswasser, in Fliessgewässern sowie im Grundwasser.

Normwert

Zur Beschreibung der mittleren klimatologischen oder hydrologischen Verhältnisse einer Station werden Mittelwerte (Normwerte) verschiedener Parameter aus einer langjährigen Messperiode benötigt. In diesem Jahrbuch wird, wenn möglich, die Normperiode 1981–2010 verwendet.

²H, ¹⁸O

Deuterium (²H) ist ein natürliches stabiles Isotop des Wasserstoffs. Sauerstoff-18 (¹⁸O) ist ein natürliches stabiles Isotop des Sauerstoffs. Isotope sind Atome eines Elementes mit gleicher Protonenzahl, aber mit unterschiedlicher Neutronenzahl.

δ-Werte (Delta-Werte) sind Verhältniszahlen der entsprechenden Isotope δ(²H/¹H), abgekürzt als δ²H, und δ(¹⁸O/¹⁶O), abgekürzt als δ¹⁸O.

Weiterführende Informationen im Internet

Ausführliche Informationen zu den hydrometrischen Messnetzen des BAFU sowie aktuelle und historische Daten sind im Internet zu finden unter:

www.bafu.admin.ch/hydrologischesjahrbuch

- > Aktuelle und historische Messdaten:
www.hydrodaten.admin.ch
- > Hydrologisches Bulletin des BAFU:
www.hydrodaten.admin.ch/warnungen-vorhersagen
 - > Hydrologisches Bulletin
- > Grundwasserbulletin des BAFU:
www.bafu.admin.ch/grundwasserbulletin
- > Ergebnisse der Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA:
www.bafu.admin.ch/naqua
- > Ergebnisse der Nationalen Daueruntersuchung der Fliessgewässer (NADUF):
www.bafu.admin.ch/naduf
- > Indikatoren Gewässer:
www.bafu.admin.ch/indikatoren_gewaesser