

Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR)

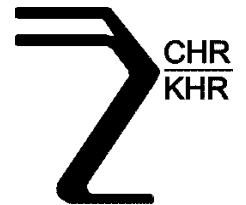
Jahresbericht der KHR 2019

Redaktion: Eric Sprokkereef – Rijkswaterstaat, VWM, Lelystad



Foto Titelseite: Niedrigwasser bei Lobith (Grenze Deutschland-Niederlande)





Textbeiträge:

Bundesamt für Umwelt, Abteilung Hydrologie, Bern MeteoSchweiz, Zürich

WSL – Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Birmensdorf und Davos

Geographisches Institut der Universität Fribourg

Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie VAW der ETH, Zürich

Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

Deutscher Wetterdienst, Offenbach

Amt der Vorarlberger Landesregierung, Bregenz

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien

Rijkswaterstaat, Verkeer und Water Management, Lelystad

Königliches Niederländisches Meteorologisches Institut, De Bilt

Sekretariat der KHR

Postfach 2232

3500 GE Utrecht

Niederlande

Email: info@chr-khr.org

Website: www.chr-khr.org

Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes

International Commission for the Hydrology of the Rhine Basin

Die internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR) arbeitet im Rahmen des Internationalen Hydrologischen Programmes (IHP) der UNESCO und des Hydrologie und Wasserwirtschaft Programmes (HWRP) der Welt Meteorologischen Organisation (WMO). Sie ist eine permanente, selbständige, internationale Kommission und hat den Status einer Stiftung, die in den Niederlanden eingetragen ist. Kommissionsmitglieder sind folgende wissenschaftliche und operationelle hydrologische Institutionen des Rheingebietes:

- Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, Sektion I – Wasserwirtschaft – Abteilung I/3 Wasserhaushalt (HZB), Wien, Österreich,
- Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung VIIId – Wasserwirtschaft, Bregenz, Österreich,
- Bundesamt für Umwelt, Bern, Schweiz,
- INRAE, Antony, Frankreich,
- Université Gustave Eiffel, Nantes, Frankreich
- Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, Deutschland,
- Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Dezernat W3 „Hydrologie, Hochwasserschutz“, Wiesbaden, Deutschland,
- Internationales Zentrum für Wasserressourcen und Globalen Wandel, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, Deutschland
- Administration de la Gestion de l’Eau, Luxemburg,
- Deltares, Delft, Niederlande,
- Rijkswaterstaat – Verkehr und Wasser Management, Lelystad, Niederlande.

1. Hydrologische Übersicht für das Rheineinzugsgebiet

Meteorologische Charakteristik

Österreich, *Quelle: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG)*

Wie schon das Vorjahr war auch 2019 in Österreich ausgesprochen warm. Im Flächenmittel lag die Lufttemperatur im Tiefland um 1,6 °C über dem klimatologischen Mittel 1981-2010. Das bedeutet, dass das Jahr 2019 im Tiefland das drittwärmste in Österreich war.

Den größten Beitrag zu diesem Ergebnis steuerte der Juni 2019 bei. Er war mit einer Abweichung von +4,7 °C der wärmste Juni der Messgeschichte in Österreich. Weitere große Beiträge lieferten die Monate Februar (Abw. +2,3 °C), März (+2,3 °C), November (+2,1 °C) und Dezember (+3,0 °C). Der Januar 2019 war in den hochalpinen Regionen mit einer Abweichung von -3,5 °C der kälteste seit 1987. Der Mai war mit einer Anomalie von -2,5 °C der kälteste Mai seit dem Jahr 1991. Januar und Mai waren die einzigen Monate, die im Jahr 2019 überhaupt unterdurchschnittliche Temperaturen aufwiesen.

In Niederösterreich, Wien, Burgenland und in der südlichen und östlichen Steiermark war das Jahr 2019 um 1,8 bis 2,3 °C wärmer als das Mittel 1981-2010. In Vorarlberg, in Teilen Tirols, Oberösterreich, Salzburg, Kärnten und der Obersteiermark lagen die Abweichungen zum Mittel zwischen +1,2 und +1,8 °C. In Nordtirol entlang und südlich des Inns sowie stellenweise in Osttirol war das Jahr 2019 um 0,9 bis 1,2 °C wärmer als das Mittel.

Wie schon die Jahre 2015, 2017 und 2018 war auch das Jahr 2019 ausgesprochen sonnig. Im Flächenmittel schien die Sonne um 6 Prozent länger als in einem durchschnittlichen Jahr.

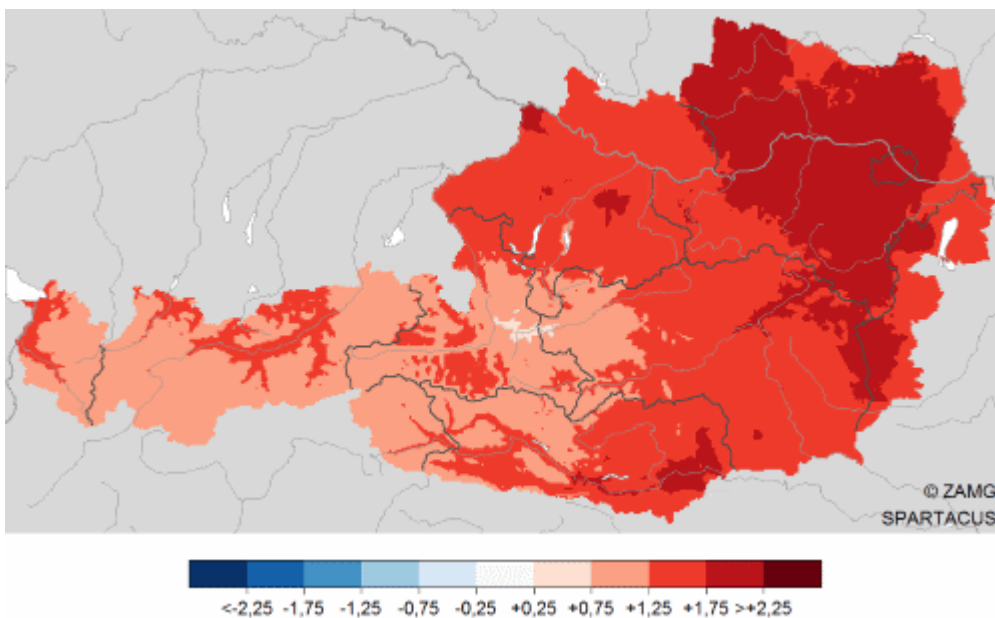


Abbildung 1: Temperatur in Österreich im Jahre 2019: Abweichung der Temperatur vom vieljährigen Mittel 1981-2010. *Quelle ZAMG*

Über das gesamte Bundesgebiet gemittelt waren die Niederschlagsverhältnisse in Österreich ausgeglichen. Jedoch gab es innerhalb des Bundesgebietes erhebliche Unterschiede bei der Verteilung der üblichen Niederschlagsmengen. Von Vorarlberg bis in die Obersteiermark so-

wie in Osttirol und Kärnten summierte sich um 5 bis 25 Prozent mehr Niederschlag als in einem durchschnittlichen Jahr. Stellenweise entsprachen die Summen hier dem Durchschnitt. In Oberkärnten und stellenweise in Ost- und Nordtirol fiel um bis zu 40 Prozent mehr Niederschlag.

Trocken waren die Monate Februar (abgesehen vom Süden und Südwesten), März, April und alle drei Sommermonate. Wobei der Juni mit einem österreichweiten Defizit von -56 Prozent besonders hervorsteicht. Relativ flächendeckend viel Niederschlag kam in den Monaten Januar und Mai zusammen, die im Mittel um 83 bzw. 57 Prozent mehr Niederschlag brachten. Der November 2019 brachte entlang und südlich des Alpenhauptkammes teils enorme Regen- und Schneemengen, sodass dieser Monat die Niederschlagsbilanz für den Süden des Landes deutlich nach oben korrigierte.

Verbunden mit den ergiebigen Niederschlagsmengen gab es im Januar an der Alpennordseite und am Alpenhauptkamm große Schneemengen, an einigen Wetterstationen auch neue Rekorde. So registrierte die ZAMG an der Wetterstation in Reutte (T, 850 m) mit 116 Zentimeter die hier höchste maximale Gesamtschneehöhe in einem Januar seit Beginn der Messungen im Jahr 1937. Auch bei den 15-tägigen Summen der täglichen Neuschneemenge gab es Rekorde, wie in Hochfilzen (T, 962 m) mit einer Neuschneesumme von 451 Zentimeter.

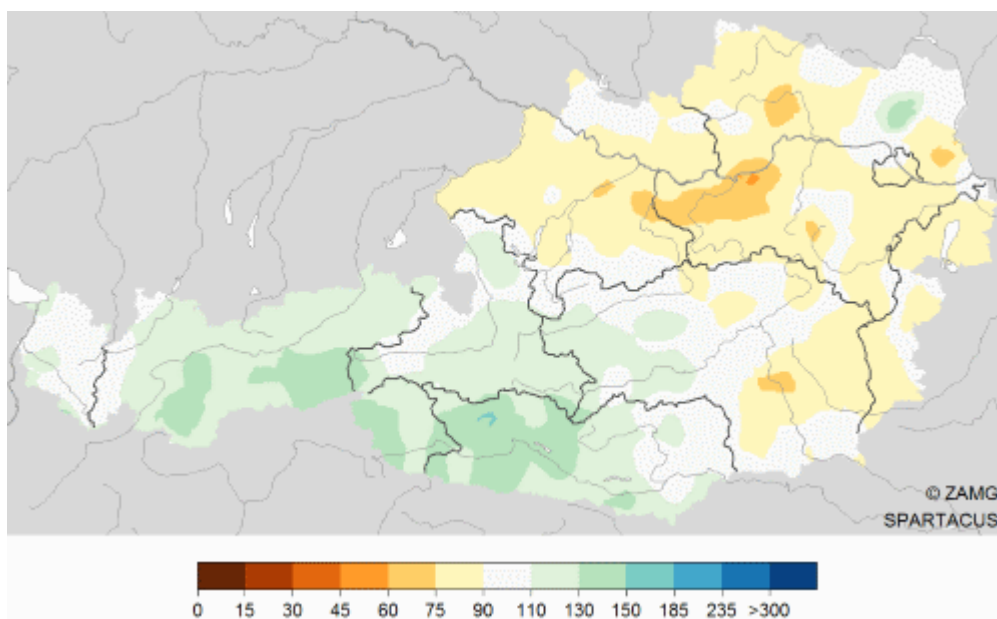


Abbildung 2: Niederschläge in Österreich im Jahre 2019: Abweichung des Niederschlags vom vieljährigen Mittel 1981-2010. Quelle ZAMG

Meteorologische Charakteristik für das österreichische Rheingebiet. Quelle: Hydrographischer Dienst Vorarlberg

Im Jahr 2019 waren die Monatssummen der Niederschläge im Januar, Mai und Oktober deutlich über dem Durchschnitt des jeweiligen Monats. Der August und September verzeichneten durchschnittliche Niederschlagsmengen, während die anderen Monate zum Teil deutlich unterdurchschnittliche Niederschlagssummen hatten (Abbildung 3). Die Jahresniederschlagssumme lag im österreichischen Teil des Rheineinzugsgebietes bei 107 % des langjährigen Mittelwertes.

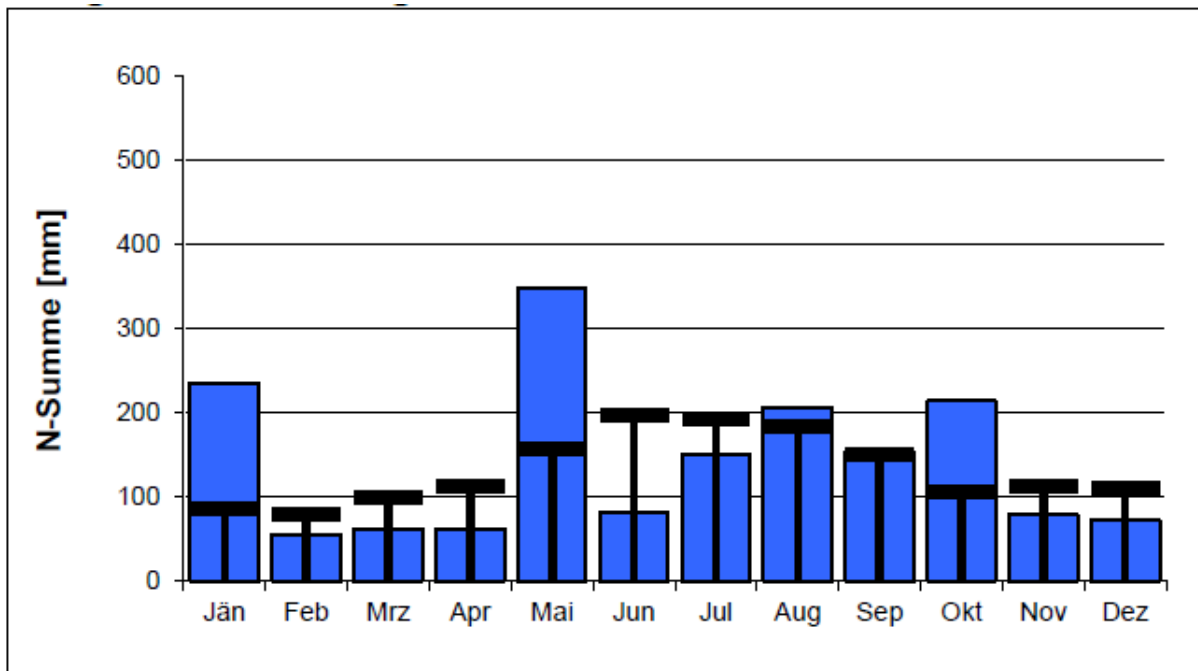


Abbildung 3: Monatsniederschlagssummen im Jahre 2019 (blaue Säulen) im Vergleich mit langjährigen Monatsmitteln (1981 – 2010) bei der Messstelle Bregenz Altreuteweg

Schweiz, Quelle: Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie (MeteoSchweiz)

Der Winter 2018/19 blieb auf der Alpensüdseite als Folge des häufigen Nordföhns ausgesprochen niederschlagsarm. In den Bergen gab es massive Temperaturwechsel. Nach einem milden Dezember registrierten die Berglagen oberhalb von 1.000 m ü.M. den kältesten Januar seit mehr als 30 Jahren. Anschließend kletterte die Bergtemperatur gebietsweise auf den zweit- bis fünftmildesten Februarwert seit Messbeginn. Ein lebhaftes Westwindregime brachte verbreitet überdurchschnittliche winterliche Niederschlagsmengen, außer im Süden. Die größten Niederschlagsüberschüsse verzeichneten die Ostalpen.

Der Frühling lieferte in weiten Teilen der Schweiz unterdurchschnittliche Niederschlagssummen. Regional fielen hingegen große Mengen. Die Zentral- und Ostalpen erhielten gebietsweise 150 bis 200 % der Norm 1981 – 2010. Lokal wurde einer der niederschlagsreichsten Frühlinge seit Messbeginn registriert. Große Niederschlagsmengen gab es vor allem im April auf der Alpensüdseite, in Graubünden, in den Zentralalpen und im Oberwallis. Lokal fielen dabei Rekordschneemengen für den Monat April. Regelmäßige Neuschneefälle und ein ungewöhnlich kühler Mai konservierten die alpine Schneedecke auf hochwinterlichem Niveau. Die Sommerwärme ließ die Schneedecke anschließend rasch schmelzen.

Die anhaltende Wärme im Juni und Juli mündete in zwei längeren Hitzewellen mit einem täglichen Temperaturmaximum von mindestens 30° C. Im Gegensatz zum extrem warmen und extrem trockenen Sommer des Vorjahres erhielten in diesem Sommer viele Gebiete der Schweiz ausreichend Niederschlag. Die Mengen bewegten sich meist zwischen 80 und 100 % der Norm. Im Wallis und im Tessin gab es lokal auch Werte zwischen 120 und 140 %.

Nach dem drittwärmsten Sommer registrierte die Schweiz den sechstwärmsten Herbst seit Messbeginn 1864. Zur hohen Herbsttemperatur hat insbesondere der extrem milde Oktober beigetragen. In der Schweiz zeigte sich der September generell niederschlagsarm und der Oktober niederschlagsreich. Viel Niederschlag in kurzer Zeit fiel auf der Alpensüdseite kurz nach der Oktobermitte. Im November erhielt die Alpensüdseite erneut große Niederschlagsmengen. Alle drei Herbstmonate zusammen lieferten dort knapp 150 % der Norm. Nördlich der Alpen lagen die Herbstniederschläge im durchschnittlichen Bereich.

Mit dem vielen Niederschlag und sinkender Schneefallgrenze im November gab es in höheren Lagen des Alpensüdhangs erhebliche Neuschneemengen. Regional summierte sich der Neuschnee zu neuen Novemberrekorden. Ab Dezembermitte brachte der häufige Südfohn am Alpennordhang extrem mildes Tauwetter. Auf das Jahresende hin nahmen die Schneehöhen am ganzen Alpennordhang ab auf 60 bis 90 % im Vergleich zum langjährigen Mittel. Im südlichen Wallis, im nördlichen Tessin und in Teilen Graubündens lagen die Werte mit 110 bis 140 % über dem Durchschnitt. Mit einem landesweiten Mittel von 2,5° C über der Norm 1981 – 2010 endete der Dezember als dritt-wärmster seit Messbeginn 1864.

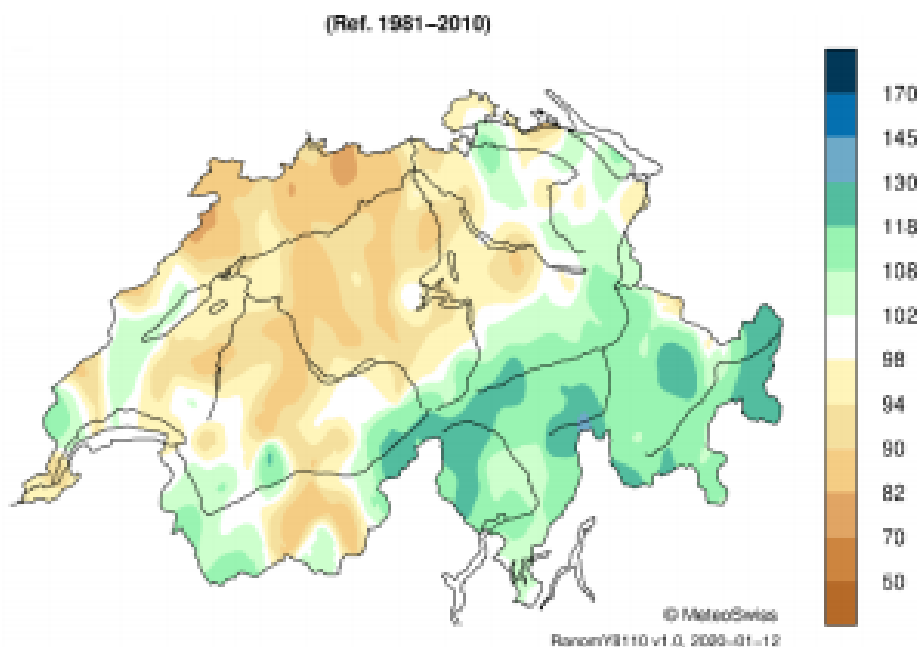


Abbildung 4: Jahresniederschlagssumme Schweiz 2019 in Prozenten der Norm (1981-2010).

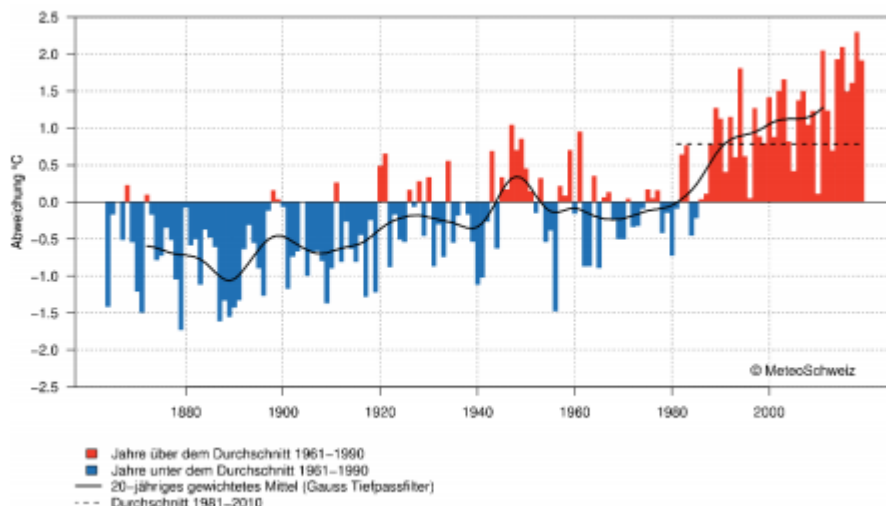


Abbildung 5: Abweichung der Jahrestemperatur in der Schweiz im Jahr 2019 vom langjährigen Durchschnitt (Referenzperiode 1961-1990). Die zu warmen Jahre sind rot, die zu kalten Jahre blau angegeben. Die schwarze Linie zeigt den Temperaturverlauf gemittelt über 20 Jahre.

In den über 100-jährigen Schneeaufzeichnungen ist bei den Neuschneesummen regional eine leichte Abnahme, in größeren Gebieten jedoch keine Änderung festzustellen. Bei den Tagen mit Neuschnee zeigt sich in den einen Gebieten eine leichte Zunahme, in anderen hingegen eine leichte Abnahme. Wieder andere Gebiete zeigen keine Änderung. Allerdings basieren diese Analysen auf nicht homogenen Daten.

Die Ozonsituation in der höheren Atmosphäre über der Schweiz ist in den letzten Jahren stabil geblieben. Dies nachdem zwischen 1970 und 1995 eine Abnahme des Gesamtzons um rund 6 % stattgefunden hat.

Tabelle 1: Jahreswerte 2019 an ausgewählten MeteoSchweiz-Messtationen im Vergleich zur Norm 1981-2010

Station	Höhe m.ü.M	Temperatur (°C)			Sonnenscheindauer (h)			Niederschlag (mm)		
		Mittel	Norm	Abw.	Summe	Norm	%	Summe	Norm	%
Bern	553	10,1	8,8	1,3	1985	1683	118	999	1059	94
Zürich	556	10,6	9,4	1,2	1878	1590	118	1041	1134	92
Genf	420	11,8	10,6	1,2	2113	1768	120	842	1005	84
Basel	316	11,6	10,5	1,1	1934	1590	122	786	842	93
Engelberg	1036	7,7	6,4	1,3	1438	1350	106	1495	1559	96
Sion	482	11,8	10,2	1,6	2174	2093	104	608	603	101
Lugano	273	13,9	12,5	1,4	1956	2067	95	1675	1559	107
Samedan	1709	2,8	2,0	0,8	1710	1733	99	815	713	114

Norm = Langjähriger Durchschnitt 1981-2010
 Abw. = Abweichung der Temperatur zur Norm
 % = Prozent im Verhältnis zu Norm (Norm = 100%)

Deutschland, Quelle: Deutscher Wetterdienst (DWD)

Im deutschen Rheingebiet hat sich die Reihe niederschlagsarmer Jahre auch im hydrologischen Jahr 2019 (Monate November 2018 bis Oktober 2019) fortgesetzt. Dies gilt für beide der hier betrachteten großen Teileinzugsgebiete

- *Oberrhein* (Basel bis Mainz einschließlich Maingebiet), wo in 2019 mit einer Niederschlagsjahressumme von 809 mm lediglich 83,8 % sowie
- *Mittel- und Niederrhein* (Mainz bis Lobith), wo mit 741 mm nur 81,6 % des Klimawertes 1981 bis 2010 registriert wurden.

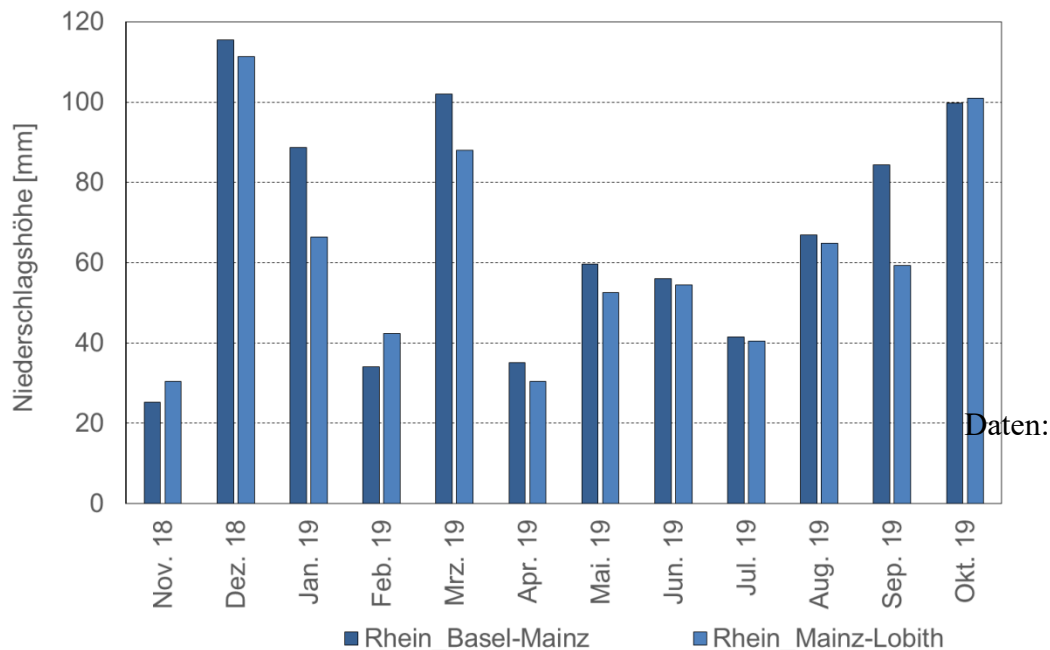


Abbildung 6: Gebietsniederschlagshöhe nach Monaten des hydrologischen Jahres 2019 im deutschen Rheingebiet für die Teileinzugsgebiete Oberrhein (Basel bis Mainz einschließlich Main) sowie Mittel- und Niederrhein (Mainz bis Lobith)

In den einzelnen Monaten gab es allerdings eine große Schwankungsbreite, wie die monats-scharf errechneten Zahlen im Jahresablauf verdeutlichen (Abbildung 6 / Absolutwerte des Niederschlags und Abbildung 7 / Anomalien in Prozent des Referenzwertes). Die niederschlagsreichsten Monate in beiden Teilgebieten waren Dezember, März und Oktober mit bis zu 130 % des Mittelwertes. Die Monate Januar und September lagen nur im südlich gelegenen Teileinzugsgebiet über dem Klimamittel. Ausgesprochen niederschlagsarm fielen der November 2018 und Februar 2019 sowie in ununterbrochener Folge die Monate April bis August 2019 aus. Hier wurden oft nur ca. 50% der Klimamittelwerte erreicht. Der trockenste Monat war der November 2018, wo mit 25,2 mm (Oberrheingebiet) und 30,5 mm (Mittel- und Niederrheingebiet) nur 32 % bzw. 38% des Klimawertes 1981 bis 2010 erreicht wurden.

Die unterdurchschnittlichen Niederschläge gingen deutschlandweit einher mit überdurchschnittlichen Temperaturen (Abbildung 8); insgesamt war 2019 das zweitwärmste Jahr seit Beginn der systematischen Wetteraufzeichnungen in Deutschland im Jahre 1881.

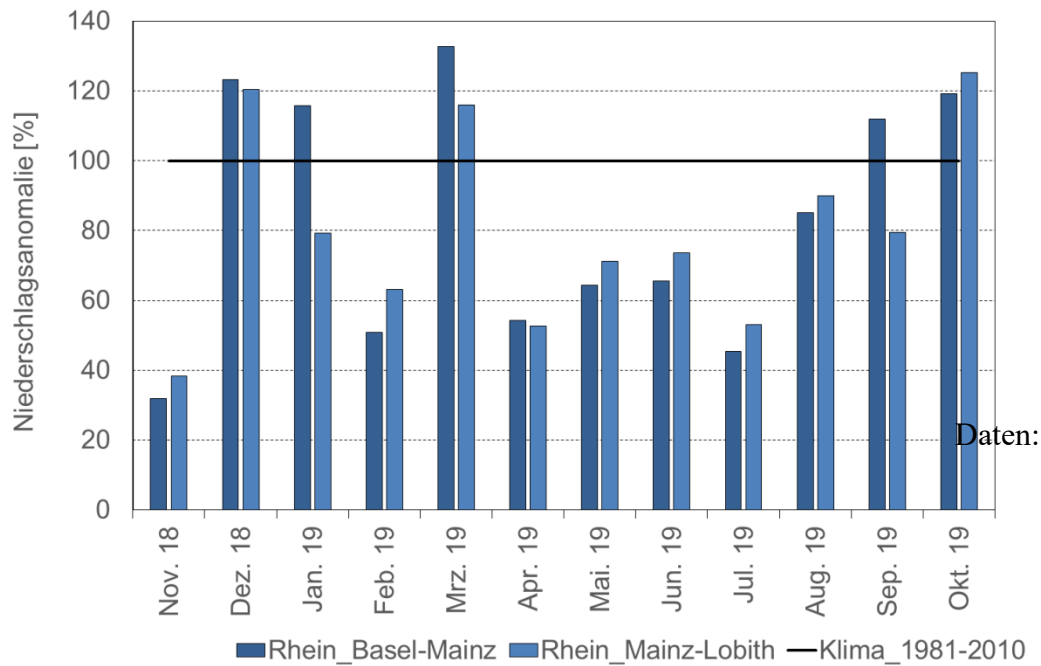


Abbildung 7: Monatliche Gebietsniederschlagsanomalien des hydrologischen Jahres 2019 im deutschen Rheingebiet für die Teileinzugsgebiete Oberrhein (Basel bis Mainz einschließlich Main) sowie Mittel- und Niederrhein (Mainz bis Lobith); Referenzwerte (Klimawerte) sind jeweils die durchschnittlichen Niederschlagssummen der Bezugsperiode 1981 bis 2010.

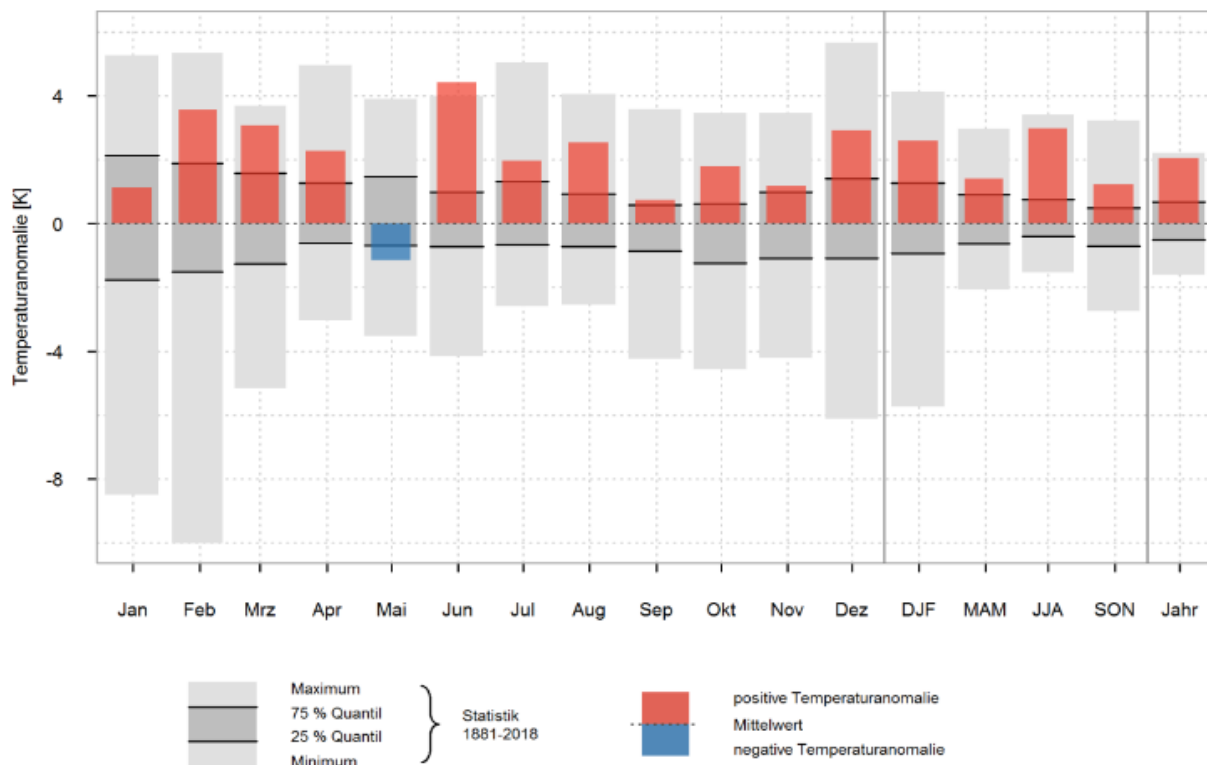


Abbildung 8: Monats- und jahreszeitliche absolute Temperaturanomalien [K] in Deutschland im Jahre 2019 vor dem Hintergrund der Durchschnittswerte des Referenzzeitraums 1961 bis 1990 (Auswertung u. Grafik: DWD - Deutscher Wetterdienst, abgerufen am 4.12.2020 https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20200102_bericht_jahr2019.pdf?blob=publicationFile&v=4)

Der Juni 2019 war der wärmste Juni seit 1881. Seine niederschlagsarme, heiße Witterung führte zu einer potenziellen Verdunstungsrate, die deutschlandweit gemittelt um 32% über dem vieljährigen Durchschnitt lag und eine starke Austrocknung der Boden- und Grundwasserreserven bewirkte (scheinbares Paradoxon: Die tatsächliche (reale) Verdunstung verblieb gleichzeitig auf unterdurchschnittlichem Niveau – einfach, weil die Bodenwasservorräte so erschöpft waren, dass zu wenig Restfeuchtigkeit vorhanden war, die hätte verdunsten können...). Im Folgemonat Juli lag dann die Bodenfeuchte nach Angaben des DWD¹ bundesweit gemittelt nur bei 49,8 Prozent nFK und damit niedriger als jemals in einem Juli des Vergleichszeitraums 1991 bis 2018 gemessen wurde.

Niederlande, Quelle: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI)

2019 war mit einer mittleren Temperatur an der Station De Bilt von 11,2 °C das sechste sehr warme Jahr hintereinander. Dieses Bild passt in den Trend eines aufwärmenden Klimas. Mit 40,7 °C an der Station Gilze-Rijen im Süden des Landes wurde am 25. Juli die höchste Temperatur seit mindestens 3 Jahrhunderte in den Niederlanden registriert. Nur die Monate November und insbesondere Mai waren zu kühl, September war normal und in allen anderen Monaten lag die mittlere Temperatur (deutlich) über dem, langjährigen Mittelwert (Abb. 9).

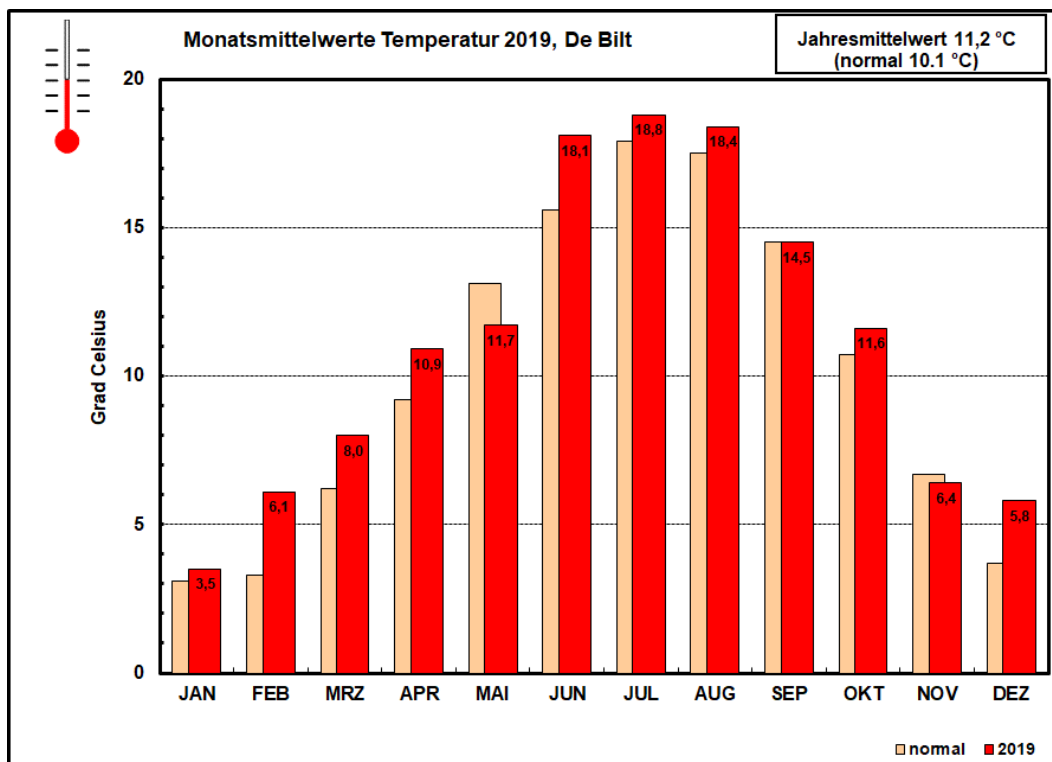


Abbildung 9: Monatsmittelwerte der Temperatur an der Station De Bilt 2019 im Vergleich zum vieljährigen(1981-2010) Mittelwert (Quelle: KNMI)

Der Januar war mit einer mittleren Temperatur von 3,5 °C ziemlich mild. Der Monat war trocken und in der zweiten Monatshälfte gab es winterliche Verhältnisse. Der Februar war mit 6,1 °C sehr mild und auch sehr sonnig. Der Frühling war insgesamt sehr mild, kannte aber mehrere Gesichter. März war mit einer mittleren Temperatur von 8,0 °C mild und vor allem

¹https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2019/20190926_agrarwetter_sommer2019_news.html, abgerufen am 4.12.2020

nass. April war ebenfalls sehr mild und sehr sonnig. Am 20. April wurden an vielen Stellen Temperaturen über 20°C gemessen und im Süden des Landes wurden die ersten sommerlichen Tage (Temperaturen über 25°C) genossen. Der Mai war mit einer mittleren Temperatur von 11,7 °C zu kühl, jedoch sonnig und trocken.

Der Sommer von 2019 war mit einer mittleren Temperatur von 18,4 °C in De Bilt sehr warm. Seit 1901 gab es nur 3 wärmere Sommer. Der Sommer kennzeichnete sich durch eine Abwechslung von sehr warmen und kühleren Perioden. An der Station De Bilt wurden zwei Hitzewellen registriert. Zwischen 33. und 27. Juli war Warn-Code Orange für extreme Hitze angesagt. Der Sommer 2019 war wieder trocken, aber weniger extrem als der Sommer von 2018. Der Monat Juni war mit einem Mittelwert von 18,1 °C der wärmste Juni-Monat seit 1901. Er war sehr sonnig, aber dank einer wechselhaften Periode Mitte des Monats auch nass. Juli war mit einer mittleren Temperatur von 18,8 °C sehr warm. Die Hitze von 24. Bis 26. Juli war extrem. Zum ersten Mal seit mindestens 3 Jahrhunderte wurde in den Niederlanden eine Temperatur über 40 °C gemessen. Auch der Monat August war mit 18,4 °C warm, und außerdem sehr sonnig.

Der Herbst war ziemlich mild, sonnig und nass. Die mittlere Temperatur im September war normal. Oktober war mild und nass. Das Ende des Monats war trocken, sonnig und kühl und es wurde die erste Frost des Winterhalbjahres registriert. Im November lagen die Temperaturen etwas unter normal und es war sehr sonnig. Dezember war mit 5,8 °C ausgesprochen mild und trocken.

Mit 1964 Stunden Sonnenschein war 2019 sehr sonnig. Der langjährige Mittelwert liegt bei 1639 Stunden und 2019 kommt an dritter Stelle der sonnigsten Jahre seit Beginn der Beobachtungen. Fast alle Monate mit Ausnahme von Januar und Oktober waren sonniger als normal.

Mit einem Mittelwert für das gesamte Land von 783 mm Niederschlag war 2019 relativ trocken. Der langjährige Mittelwert beträgt 847 mm. Nach dem extrem trockenen Jahr 2018 war 2019 im Osten des Landes wieder zu trocken. Im Nordwesten war 2019 dank der nassen zweiten Sommerhälfte und Herbst ein nasses Jahr (Abb. 10).

Schnee war seltsam. Nur am 22. Januar fiel in fast dem gesamten Lande Schnee, die im Inland auch einige Tage liegen blieb.

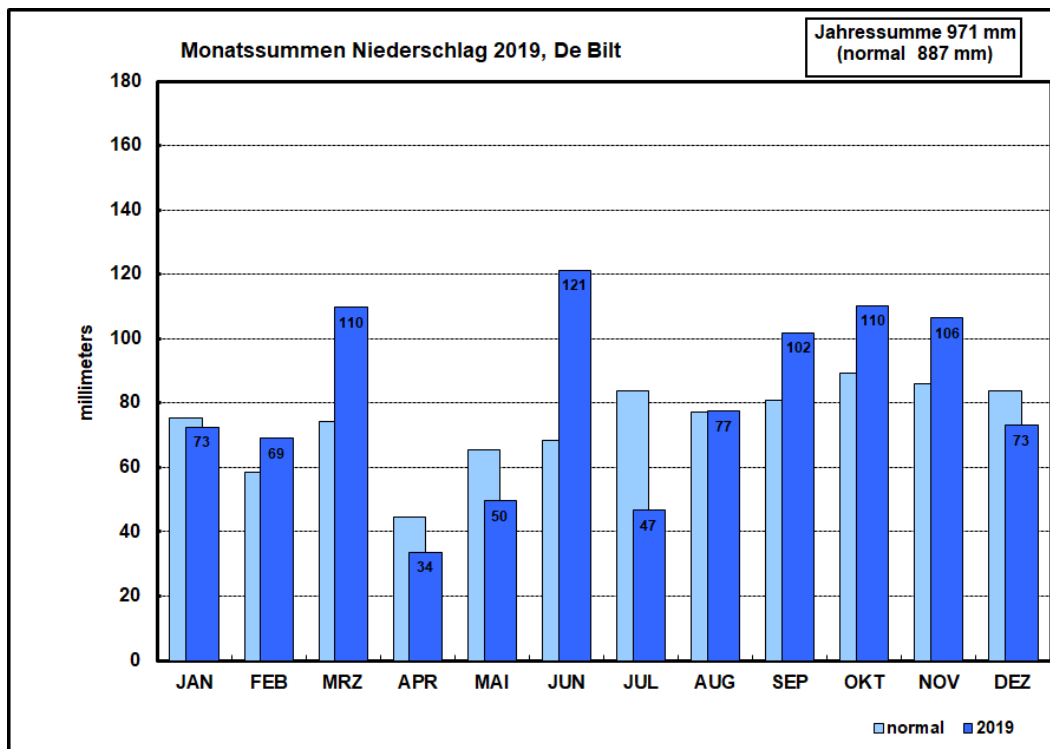


Abbildung 10: Monatssummen des Niederschlags an der Station De Bilt 2019 im Vergleich zum viel-jährigen (1981-2010) Mittelwert (Quelle: KNMI)

Schnee und Gletscher

Quelle: Schnee: WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF

Gletscher: Geografisches Institut der Universität Fribourg und Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW)

Schnee

Am 27. Oktober 2018 brachte eine Südstauung bedeutende Niederschläge, die auch nach Norden übergriffen. Bis dahin lag außer im Hochgebirge noch kaum Schnee. In den folgenden Tagen fielen vor allem im Süden in der Höhe sehr große Schneemengen. Nach dem kräftigen Wintereinbruch Ende Oktober führten auch im November Südstauungen immer wieder zu Niederschlägen im Süden. Im Norden hingegen blieb es meist trocken. Im Dezember schneite es zunächst im Norden nur in hohen Lagen. Während einer Niederschlagsperiode vom 8. Bis zum 10. Dezember fiel dann viel Schnee. Im gesamten Schweizer Alpenraum war oberhalb von 2000 m ü.M. eine geschlossene Schneedecke vorhanden. Zwei weitere Niederschlagsereignisse mit hoher Schneefallgrenze an den Tagen vor Weihnachten brachten am Alpennordhang in der Höhe erneut viel Schnee.

Im Januar verteilten sich die Schneefälle ähnlich wie im Dezember: im Norden viel Niederschlag, im Süden oft trocken. Zwischen dem 2. und 15. Januar fielen am zentralen und östlichen Alpennordhang und in Nordbünden verbreitet 2 bis 3 m Neuschnee. Erst in der letzten Januarwoche gab es erneut Schnee auf der Alpennordseite, diesmal mit Schwerpunkt im Westen. Im Norden war es in den Bergen der kälteste Januar seit über 30 Jahren. Mit den tiefen Temperaturen schneite es häufig bis in tiefe Lagen, so dass die Schneehöhe dort vor allem auch in den Tälern stark überdurchschnittlich war.

In der ersten Februarhälfte gab es in allen Regionen der Schweizer Alpen etwas Niederschlag. Ab Mitte Februar war das Wetter hochdruckdominiert und sehr mild. Mit der Wärme öffneten sich die Täler, die im Januar überdurchschnittlich viel Schnee hatten, wieder auf. Trotz der milden Temperaturen war die Schneeschmelze in der Höhe nur gering.

Vom 6. bis zum 7. März fielen im Süden knapp 50 cm Schnee. Ansonsten konzentrierten sich die Niederschläge auch im März auf den Norden. Am meisten Schnee (50 bis 80 cm) fiel dabei am 15./16. März.

Am 3. und 4. April floss aus Süden milde und feuchte Luft über die Alpen, während die Alpennordseite aus Westen von kalten Luftmassen erfasst wurde. Die aus Süden über die Kaltluft gleitende feuchte Luft löste am zentralen Alpennordhang extreme Schneefälle aus. Gegen Ende Monat blies mit dem Niederschlag im Süden gleichzeitig im Norden starker Föhn. Dieser trieb mit den einhergehenden hohen Temperaturen die Schneeschmelze im Norden voran.

Der Mai war außergewöhnlich kühl und sonnenarm. Es schneite immer wieder bis in mittlere, Anfang Mai sogar bis in tiefe Lagen. Mit dem oft trüben und kalten Wetter schmolz der Schnee dieses schneereichen Winters in der Höhe nur langsam. Zusammen mit den großen Neuschneemengen führte dies dazu, dass die Schneehöhen im Mai insgesamt eher zu- als abnahmen und Ende Mai in hohen Lagen immer noch außergewöhnlich viel Schnee lag.

Der zweitwärmste Juni seit Messbeginn trieb die Schneeschmelze, die im Mai sehr schwach ausgefallen war, schnell voran. In mittleren Lagen öffnete sich die Schneedecke weitgehend auf. In der Höhe lag Ende Juni immer noch etwas mehr Schnee als normal um diese Jahreszeit. Dies besonders am nördlichen Alpenkamm und in Nordbünden.

Gletscher

Seit einiger Zeit folgt ein Jahr mit rekordnahen Gletscherverlusten dem nächsten. Die Messung der Massenbilanzen auf 20 Schweizer Gletschern zeigt für das Jahr 2019 dasselbe Bild: Die Bilanz zwischen Zuwachs durch Schnee und Verlust durch Schmelze ist wiederum stark negativ. Allerdings ist die Situation weniger dramatisch als in den letzten beiden Jahren. Im April und Mai lagen 20 bis 40 % mehr Schnee auf den Gletschern als üblich. Noch anfangs Juni wurde stellenweise eine Schneehöhe von sechs Metern gemessen. Da die Schmelze relativ spät einsetzte, bestand bis zum Eintreffen der ersten Hitzewelle im Sommer die Hoffnung auf ein Jahr mit geringeren Einbußen an Gletschervolumen als in den Vorjahren. Während der zwei intensiven, einwöchigen Hitzeperioden Ende Juni und Ende Juli schmolzen aber innerhalb von nur 15 Tagen auf den Schweizer Gletschern Schnee- und Eismassen, die dem jährlichen landesweiten Trinkwasserverbrauch entsprechen. Die dicke Schneedecke war dadurch schnell weg, und die starke Schmelze hielt bis Anfang September an. Während der letzten zwölf Monate gingen damit rund 2 % des gesamten Schweizer Gletschervolumens verloren. Über die letzten fünf Jahre aufsummiert sind es über 10 % – ein derartiger Verlust wurde in den über 100-jährigen Datenreihen noch nie beobachtet.

Die Gletscher-Massenbilanz im Jahr 2019 ist durch regionale Unterschiede geprägt. Vor allem im Osten und auf der Alpennordseite waren die Verluste stärker als im Durchschnitt des letzten Jahrzehnts. Bei vielen Gletschern wurde eine Reduktion der mittleren Eisdicke von ein bis zwei Metern gemessen (z. B. Silvrettagletscher, Glacier de Tsanfleuron). Im Gotthardgebiet und südlich davon waren die Bedingungen aufgrund starker Schneefälle zu Beginn und Ende des Winters aber günstiger. Einige Gletscher verzeichneten nur relativ geringe Verluste (z. B. St. Annafirn, Ghiacciaio del Basòdino). Der Zerfall kleiner Gletscher schreitet weiter voran: Über 500, meist namenlose Gletscher, sind seit etwa 1900 bereits verschwunden. Mit dem Pizolletscher musste einer der ersten Gletscher mit langen Datenreihen aus dem Messnetz gestrichen werden.

Hydrologische Situation im Rheingebiet im Jahre 2019

Wasserstände der großen Seen im Einzugsgebiet des Rheins

Österreich

Zu Jahresbeginn und am Jahresende lag der Wasserstand des Bodensees etwas über dem langjährigen Mittelwert der Reihe 1864 – 2018 für den jeweiligen Kalendertag. Nur in drei Zeitabschnitten (15. April – 21. Mai, 16. Juli – 13. August und 20. September – 6. Oktober) war der Wasserstand unterdurchschnittlich. Die Schneeschmelze in den Alpen und die überdurchschnittlichen Niederschläge führten im Mai zu einem deutlichen Ansteigen des Wasserstandes, bis am 20. Juni der höchste Wert im Jahr 2019 erreicht wurde. (siehe Abbildung 11).

PEGELSTATION BREGENZ - BODENSEE Wasserstandsbewegung von 1864 - 2018 (155 Jahre) Pegelnulppunkt: 392,14 m ü. Adria

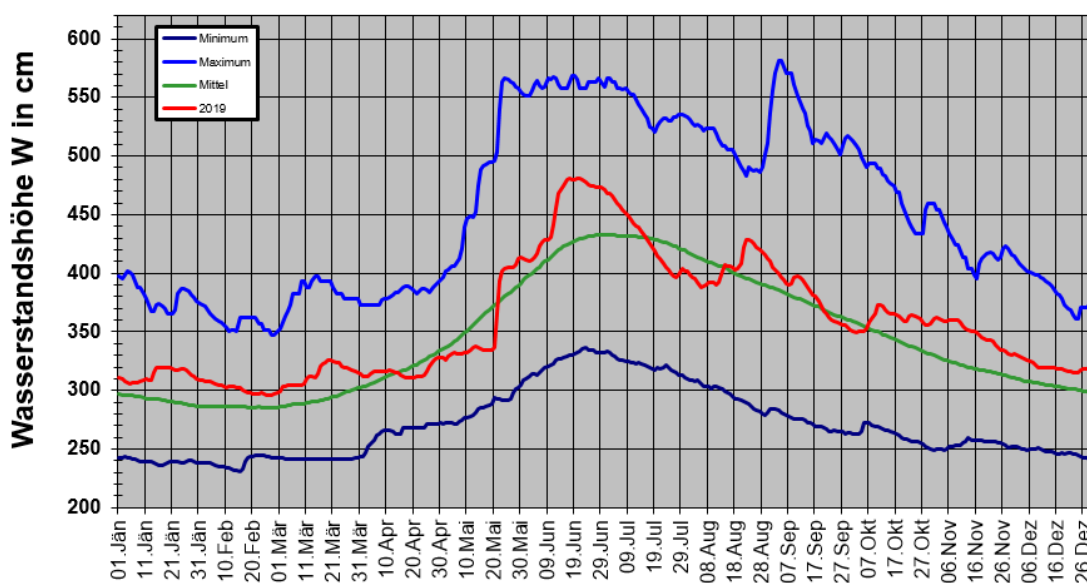


Abbildung 11: Ganglinie des Wasserstands des Bodensees beim Pegel Bregenz im Jahre 2019 (rote Kurve) im Vergleich mit langjährigen Minima, Maxima und Mittelwerten

Schweiz

Nachdem im Jahr 2018 die Jahresmittelwerte des Wasserstands der meisten großen Seen wegen der anhaltenden Trockenheit unter dem langjährigen Mittelwert lagen, zeigte sich das Jahr 2019 sehr ausgeglichen. Am Bodensee (Obersee) betrug die Abweichung von der Norm +23 cm, am Walensee +5 cm und am Lago di Lugano – 7 cm. Bei den anderen großen Seen jedoch betrug die Differenz weniger als 5 cm. Große Abweichungen von der Norm sind an regulierten Seen auch nicht zu erwarten. Wenn sie trotzdem auftreten, deuten sie auf außergewöhnliche Situationen hin, in denen es nicht möglich ist, ein Regulierreglement einzuhalten. So wie eben 2018, als wegen der Trockenheit nicht immer die geforderten Mindestmengen aus den Seen abgelassen werden konnten. In einem Jahr wie 2019 sind bei einer ganzjährigen Betrachtung keine großen Differenzen zum langjährigen Mittelwert zu sehen.

Bei einer monatlichen Auflösung zeigt sich, wie die Jahresmittelwerte zu Stande gekommen sind. Am Bodensee lag der Wasserstand in keinem Monat des Jahres unter dem entsprechenden Wert der Normperiode. Der Höhepunkt der monatlichen Abweichungen von der Norm wurde mit einem knappen halben Meter im Juni erreicht. Und in der zweiten Jahreshälfte betrug die Differenz nie weniger als 19 cm. Am Neuenburgersee, wo das Jahresmittel 2019 nur 1 cm über dem langjährigen Wert lag, wichen die Monatswerte des Wasserstands von April bis September nicht mehr als 2 cm von der Norm ab. Wegen des niederschlagsarmen Winters 2018/19 auf der Alpensüdseite blieben die Pegelstände am Lago Maggiore verhältnismäßig tief (– 41 cm im Februar und – 72 cm im März). Die Defizite wurden im Sommer und vor allem Ende Jahr kompensiert (+42 cm im November und +47 cm im Dezember). Die monatlichen Abweichungen am Genfersee sind wie üblich sehr klein: Im Januar betragen sie – 5 cm und von Februar bis Dezember nie mehr als 2 cm.

2019 war insgesamt ein ereignisarmes Jahr. Für den Bodensee resultierten trotzdem knapp 30 Tage mit Pegelständen auf der Gefahrenstufe zwei und drei. Vom 12. Juni bis am 8. Juli lag der Wasserstand über der Schwelle zwischen Stufe 1 und Stufe 2 von 396,65 m ü.M. Der Pegel erreichte am 14. Juni die Gefahrenstufe 3, stieg bis am 17. Juni auf 396,98 m ü.M. an und sank erst rund 10 Tage später wieder unter den Schwellenwert zur Stufe 3. Der Grund für dieses Hochwasser war eine starke südliche bis südwestliche Höhenströmung mit starken Niederschlägen sowie die intensivierete Schneeschmelze (siehe auch Kapitel 1). Es ist nicht ganz ungewöhnlich, dass der Bodensee auf ein Niveau um 397 m ü.M. ansteigt. In den letzten Jahren erreichte er bei der Messstation Romanshorn mehrmals höhere Pegelstände, so im Juni 2016 (397,35 m ü.M.) und im Juni 2013 (397,04 m ü.M.). Ganz anders sah es im Juni 2018 aus: Der Seepegel lag Ende des Monats noch bei 395,10 m ü.M. und sank infolge der langen Trockenperiode bis Oktober auf 394,92 m ü.M.

Der Neuenburgersee blieb das ganze Jahr über deutlich unterhalb der Gefahrenstufe 2. Nur Mitte Mai näherte sich der Wasserstand der Gefahrenstufe 2, blieb aber immer noch 26 cm darunter. 2019 traten keine Hochwasser auf, aber auch Niedrigwasserphasen waren am Neuenburgersee kein Thema.

Der Verlauf der Pegelstände am Lago Maggiore zeigte im Jahr 2019 gewisse Ähnlichkeiten mit dem Verlauf des Jahres 2018: Verhältnismäßig tiefe Pegelstände im Frühjahr und Herbst sowie ein sehr rascher Anstieg im Herbst und Winter. Die Gefahrenstufe 2 wurde auch hier erreicht: Der Wasserstand lag Ende Oktober an fünf, Ende November an vier Tagen in diesem Bereich. Das höchste Niveau des Jahres 2018 (195,36 m ü.M.) wurde allerdings nicht erreicht. Das Maximum lag 2019 bei 194,90 m ü.M. und damit 46 cm tiefer als im Vorjahr und mehr als zwei Meter unter dem Höchststand seit 1943 (197,57 m ü.M. im Oktober 2000). Diese Zahlen zeigen einmal mehr den großen Schwankungsbereich der Wasserstände, die am Lago Maggiore auftreten können (5,52 m). Im Gegensatz dazu ist der entsprechende Bereich am Genfersee schmal. Er beträgt zwischen dem kleinsten und dem größten gemessenen Wert in der 77-jährigen Messreihe nur 1,85 m. 2019 lagen zwischen dem minimalen und maximalen Wasserstand 71 cm.

Wasserstände und Abflüsse der Fließgewässer

Österreich

Der Abfluss des Alpenrheins lag 2019 um 20 % über dem langjährigen Mittelwert. Auch bei den anderen Bodenseezuflüssen aus Österreich führten die überdurchschnittlichen Niederschläge zu überdurchschnittlichen Abflüssen. Die Jahresfracht betrug im Vergleich zum langjährigen Mittel (1951 – 2018 Alpenrhein, Bregenzerach bzw. 1984 -2018 Dornbirnerach)

- an der Bregenzerach 108 % (MQ 2019 = 50,0 m³/s, langjähriges MQ = 46,5 m³/s);
- an der Dornbirnerach 109 % (MQ 2019 = 7,68 m³/s, langjähriges MQ = 7,03 m³/s);
- am Alpenrhein 120 % (MQ 2019 = 276 m³/s, langjähriges MQ = 231 m³/s).

Schweiz

Die Jahresmittel des Abflusses der großen Flussgebiete lagen im Jahre 2019 in einem Bereich zwischen – 25 % und +20 % verglichen mit den Werten der Normperiode 1981 – 2010. Deutlich unterdurchschnittliche Abflüsse wurden im Norden und Nordwesten der Schweiz an der Birs, am Doubs und an der Aare bei Brugg gemessen. Deutlich über-durchschnittlich waren die Werte im Süden und Südosten des Landes, an der Maggia, am Inn und am Rhein bei Diepoldsau. Normale Werte, mit einer Abweichung von weniger als +/- 10 % vom langjährigen Referenzwert traten an der Thur, der Limmat, der Reuss und an der Rhone auf.

Das relativ bescheidene Jahresmittel 2019 an der Aare bei Brugg ist an diesem Ort nichts Außergewöhnliches. Seit 1950 war der entsprechende Wert in 19 Jahren kleiner als im Berichtsjahr; das letzte Mal 2017. Am Inn bei Martina dafür, wo das Jahresmittel deutlich höher war als der Durchschnitt, liegen die Abflüsse nur jedes 9. Jahr über dem Wert von 2019.

In den mittelgroßen Einzugsgebieten lagen die Jahresmittel im Bereich von knapp 60 % bis 140 % der Norm. Über 130 % der Norm erreichten die Jahresabflüsse in den Einzugsgebieten um den Gotthard und im Südtessin. Einen neuen höchsten Jahresabfluss verzeichnete die Julia bei Tiefencastel, wo der Abfluss seit 1977 gemessen wird. Der bisherige Höchstwert aus dem Jahr 1987 wurde dort deutlich übertroffen.

Die tiefsten Werte, mit Jahresabflüssen unter 70 % des entsprechenden Referenzwertes, findet man an Flüssen im zentralen Mittelland (Dünnern, Murg, Wigger und Suhre) und an der Ergolz. An der Murg bei Murgenthal war der Jahresabfluss in den vergangenen knapp 40 Jahren noch nie so tief. Die Ergolz bei Liestal blieb als einziges Einzugsgebiet unter 60 % der Referenz. 2019 war dort aber kein Extremjahr. Das Jahresmittel von 2003 zum Beispiel kam nur auf rund 52 % der Norm, 1943 waren es gar nur 41 %.

Das Beispiel dieser beiden Flüsse zeigt, dass bei einem Vergleich der Abflussmengen verschiedener Einzugsgebiete dieselben Messperioden betrachtet werden sollten – im Jahrbuch wird daher wenn möglich jeweils Bezug genommen auf die Normperiode 1981 – 2010. Verglichen zu dieser Norm lag der Jahresabfluss der Ergolz 2019 tiefer als der Wert für die Murg. Die Murg verzeichnete jedoch einen Rekord, die Ergolz nicht. Der Grund: Während der Abfluss an der Ergolz bei Liestal schon seit 1934 gemessen wird, ist die Messstation an der Murg bei Murgenthal erst seit 1981 in Betrieb. Ein niedriger Abfluss erreicht in einer kurzen Messreihe rascher einen neuen Rekordwert als in einer langen Periode. Je kürzer eine Messreihe aber ist, desto kleiner ist die Aussagekraft zum Verhalten eines Einzugsgebietes. Aus diesem Grund sind langfristig angelegte Messnetze von großer Bedeutung, insbesondere, wenn Aussagen zu langsamen Veränderungen in einem Einzugsgebiet dokumentiert werden sollen (z. B. Nutzungsänderungen oder Folgen des Klimawandels).

Die Einzugsgebiete mit den tiefen Jahresabflüssen der West- und Nordwestschweiz verzeichneten mehrheitlich von Anfang Jahr bis in den Spätsommer hinein unterdurchschnittliche Werte, mit verhältnismäßig kleinen Abflussmengen im Januar, April, Juli und September. Beispiele dafür sind die Aare bei Brugg und der Doubs bei Ocourt. Im Dezember wurden dann auch in diesen Einzugsgebieten erhöhte Abflüsse gemessen.

Ein einzelner Monat kann unter Umständen für ein überdurchschnittliches Jahresergebnis sorgen. So geschehen am Inn bei Martina. Die Monatsabflüsse waren mit Ausnahme vom Juni auf einem Niveau, wie man es auf Grund der langjährigen Mittelwerte erwarten kann; in der zweiten Jahreshälfte immer etwas höher als die Norm aber doch nicht allzu weit davon entfernt.

Zusammen mit dem stark überdurchschnittlichen Juni-Wert (knapp 70 % über dem langjährigen Monatsmittel) ergab das den außerordentlich hohen Jahresabfluss.

In den großen Einzugsgebieten der Zentral- und Ostschweiz sowie im Tessin wurden neben dem Juni auch in den Monaten Oktober, November und Dezember verbreitet erhöhte Abflüsse registriert; im Flussgebiet der Aare vor allem im Dezember. An der Rhone machte sich in den Monaten Juni, Juli und August die massive Gletscherschmelze bemerkbar.

Selbst in einem ereignisarmen Jahr wie 2019 gibt es in einem umfangreichen Messnetz Stationen, an denen Abflüsse gemessen werden, die dort zuvor so noch nicht aufgetreten sind. Erwähnenswert sind diesbezüglich die Monate Juni und Juli: Im Juni gab es an über einem Dutzend Stationen neue höchste Juni-Maxima. Diese Stationen liegen vor allem im Tessin, in Graubünden und im Oberwallis. Im Juli wurden an einigen Stationen neue tiefste Monatswerte gemessen, so an einzelnen Stationen in der Westschweiz, im Tessin und in der Nordostschweiz sowie an mehreren Stationen im Einzugsgebiet der Emme und im Oberraargau. Die Messung von sehr tiefen Wasserständen und sehr kleinen Abflüssen kann anspruchsvoll und zum Teil ungenau sein (vgl. Hydrologisches Jahrbuch der Schweiz 2017). Es ist deshalb empfehlenswert, beim Vorliegen von außergewöhnlichen Messwerten auch Aufzeichnungen von Nachbarstationen in eine Beurteilung einzubeziehen, insbesondere dann, wenn – wie in diesem Fall – provisorische Daten ausgewertet werden.

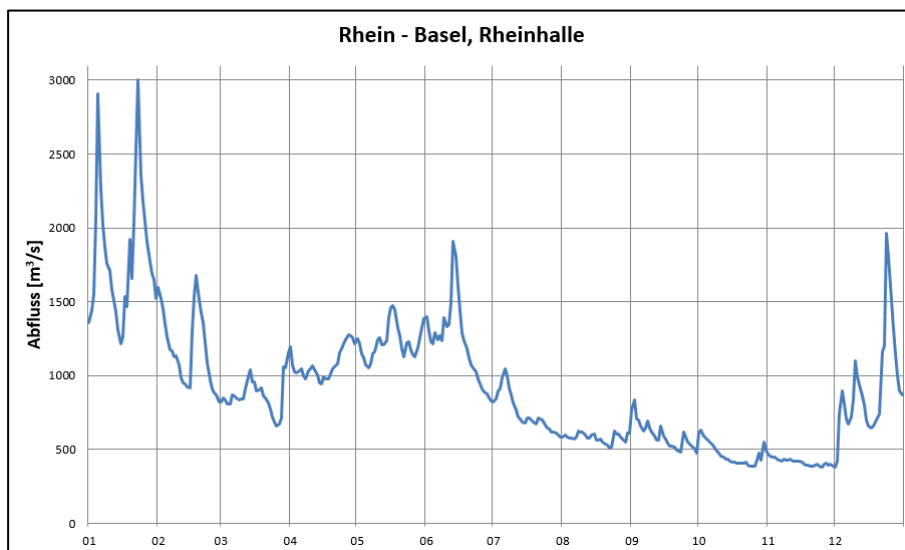


Abbildung 12: Abflussganglinie am Pegel Rhein - Basel, Rheinhalle im Jahr 2019

Deutschland

Angesichts dieser Rahmenbedingungen entwickelte sich das Abflussjahr 2019 am Rhein folgerichtig zu einem Niedrigwasserjahr. Tabelle 2 belegt dies anhand der repräsentativen Pegel Maxau, Kaub und Duisburg-Ruhrort in Zahlen.

Tabelle 2: Ganzjährige und saisonale Abfluss-Mittelwerte des Jahres 2019 im Vergleich zu den vieljährigen Referenzwerten der Periode 1961 bis 2019 an den Pegeln Maxau /Oberrhein, Kaub / Mittelrhein und Duisburg-Ruhrort / Niederrhein (Daten: WSV)

hydrologische Jahre	MQ(1961/2019)		MQ(2019) Verhältnis zum MQ(1961/2019)		SoMQ(1961/2019)		SoMQ(2019) Verhältnis zum SoMQ(1961/2019)		WiMQ(1961/2019)		WiMQ(2019) Verhältnis zum WiMQ(1961/2019)	
	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[%]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[%]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[%]
Maxau	1260	1130	1130	90	1360	1300	96	1170	959	82		
Kaub	1690	1410	1410	83	1650	1500	91	1740	1330	76		
Duisburg-Ruhrort	2260	1790	1790	79	1980	1680	85	2550	1910	75		

Das Abflussmittel 2019 erlangte in keinem der durch die Messstationen repräsentierten Flussabschnitte auch nur durchschnittliche Verhältnisse, wobei sich ein Süd-Nord-Gefälle einstellte: Relativ gesehen standen höhere Abflüsse des Oberrheins (immerhin 90 % des vieljährigen MQ) niedrigeren Abflüssen in den weiter stromab gelegenen Flussabschnitten gegenüber: Am Niederrheinpegel Duisburg-Ruhrort erreichte der MQ(2019) mit 1790 m³/s nur 79 % des vieljährigen Referenzwertes. Dabei erwies sich bei saisonaler Betrachtung die sommerliche Wasserführung stabiler als diejenige des Winterhalbjahres, die gerade im Falle des Niederrheins erheblich (um 25 %) unter dem vieljährigen Vergleichswert von 1910 m³/s blieb.

Tabelle 3: Mittel- und Extremwerte des Abflusses des Jahres 2019 im Vergleich zu den vieljährigen Referenzwerten der Periode 1961 bis 2019 an den Pegeln Maxau /Oberrhein, Kaub / Mittelrhein und Duisburg-Ruhrort / Niederrhein (Daten: WSV)

hydrologische Jahre	MQ(1961/2019)	MQ(2019)	MNQ(1961/2019)	NQ(2019)		NM7Q(2019)		MHQ(1961/2019)	HQ(2019)	
	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	Datum	[m ³ /s]	Datum	[m ³ /s]	[m ³ /s]	Datum
Maxau	1260	1130	603	434	26.11.2018	451	21.11.2018	3250	2710	22.05.2019
Kaub	1690	1410	792	546	24.11.2018	556	23.11.2018	4340	3550	18.03.2019
Duisburg-Ruhrort	2260	1790	1040	705	29.11.2018	709	23.11.2018	6640	5580	18.03.2019

Der Charakter eines Niedrigwasserjahres spiegelt sich auch in den hydrologischen Extremwerten wider, die entlang des Rheins im Jahre 2019 registriert wurden (Tabelle 3). Die Abflussspitzen, die in den mehr pluvial geprägten Mittel- und Niederrheinabschnitten im niederschlagsreichen März und im stärker nival beeinflussten Oberrhein inmitten der alpinen Schneeschmelzphase am 22. Mai aufgetreten sind, lagen durchweg unter den vieljährigen MHQ und stellten somit unbedeutende Ereignisse dar.

Die geringste Wasserführung wurde in allen Stromabschnitten einheitlich in der letzten Novemberwoche verzeichnet. Die aufgetretenen NQ unterschritten stets die vieljährigen Mittelwerte MNQ der Periode 1961 bis 2019, dies am ausgeprägtesten am Pegel Duisburg Ruhrort (der am 29.11. erreichte NQ von 705 m³/s blieb um rund 32 % unter dem MNQ). Dennoch sind die NQ (2019) am Rhein nicht als besondere Extreme einzuordnen. Nach vorläufigen Berechnungen liegen die zugehörigen Wiederintervalle einheitlich in der Größenordnung von etwa 2 Jahren.

Anhand der Abbildungen 13, 14 und 15 kann der Abflussverlauf des Jahres 2019 vor dem Hintergrund vieljähriger Vergleichswerte tagesscharf nachvollzogen werden.

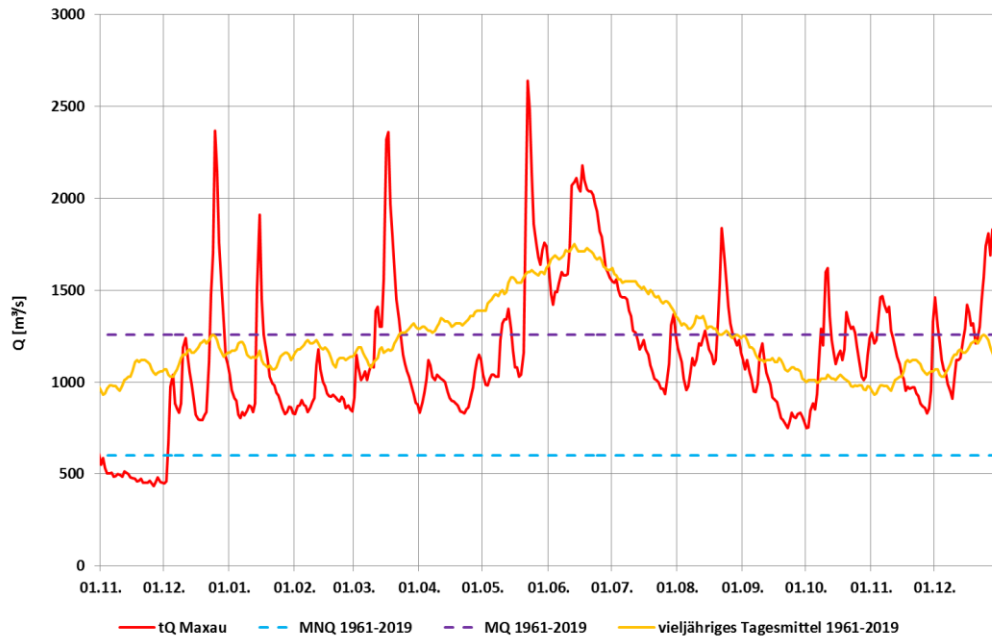


Abbildung 13: Tagesabflüsse (tQ) am Oberrheinpegel Maxau im Jahre 2019 (erweitertes hydrologisches Jahr vom 1.11.2018 bis 31.12.2019) vor dem Hintergrund der vieljährigen Tagesmittel sowie der MNQ- und MQ-Werte der Bezugsperiode 1961 bis 2019

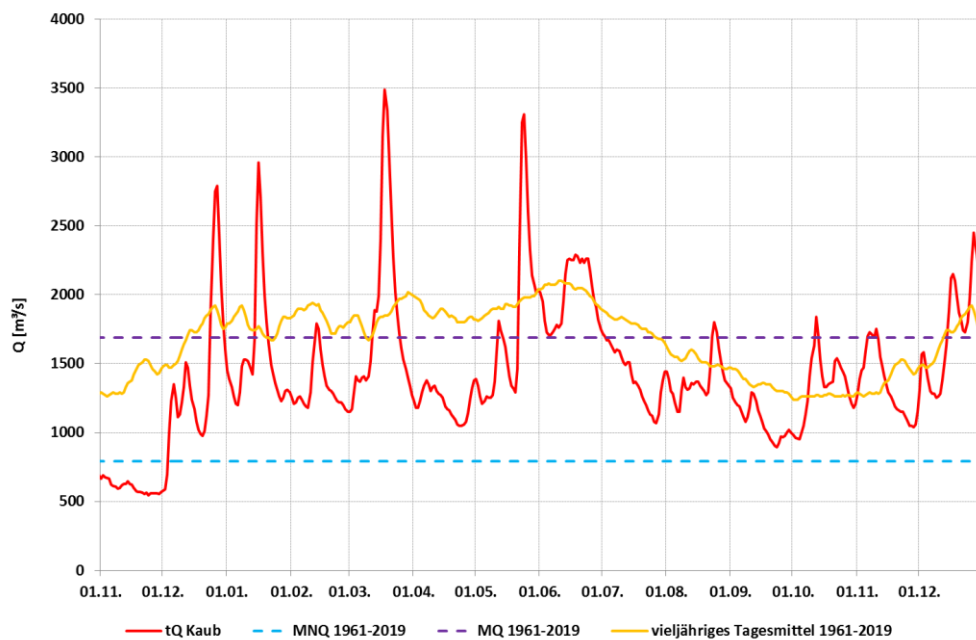


Abbildung 14: Tagesabflüsse (tQ) am Mittelrheinpegel Kaub im Jahre 2019 (erweitertes hydrologisches Jahr vom 1.11.2018 bis 31.12.2019) vor dem Hintergrund der vieljährigen Tagesmittel sowie der MNQ- und MQ-Werte der Bezugsperiode 1961 bis 2019

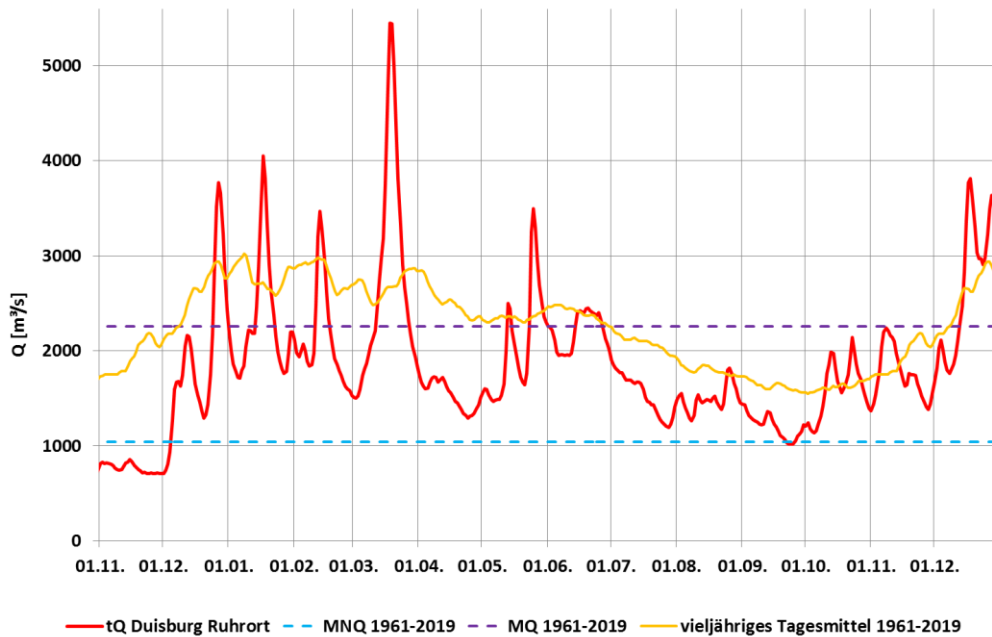


Abbildung 15: Tagesabflüsse (tQ) am Niederrheinpegel Duisburg-Ruhrort im Jahre 2019 (erweitertes hydrologisches Jahr vom 1.11.2018 bis 31.12.2019) vor dem Hintergrund der vieljährigen Tagesmittel sowie der MNQ- und MQ-Werte der Bezugsperiode 1961 bis 2019

Niederlande

Das Jahr 2019 kennzeichnete sich für die Niederlande durch die Abwesenheit von extremen Abflüssen bzw. Wasserständen. Damit unterscheidet sich das Jahr 2019 deutlich vom Jahr 2018. Abbildung 16 (rote Linie) zeigt, dass im ganzen Jahr nur ein einziger Abflussscheitel gemessen wurde, wobei die Überschwemmungsgebiete untergelaufen sind. Dieser Spitzenwert von etwas über 5000 m³/s und einen Wasserstand von 12,87 m ü NAP am Pegel Lobith ist aber nicht außergewöhnlich und hat eine Wiederkehrzeit von 1 bis 2 mal pro Jahr.

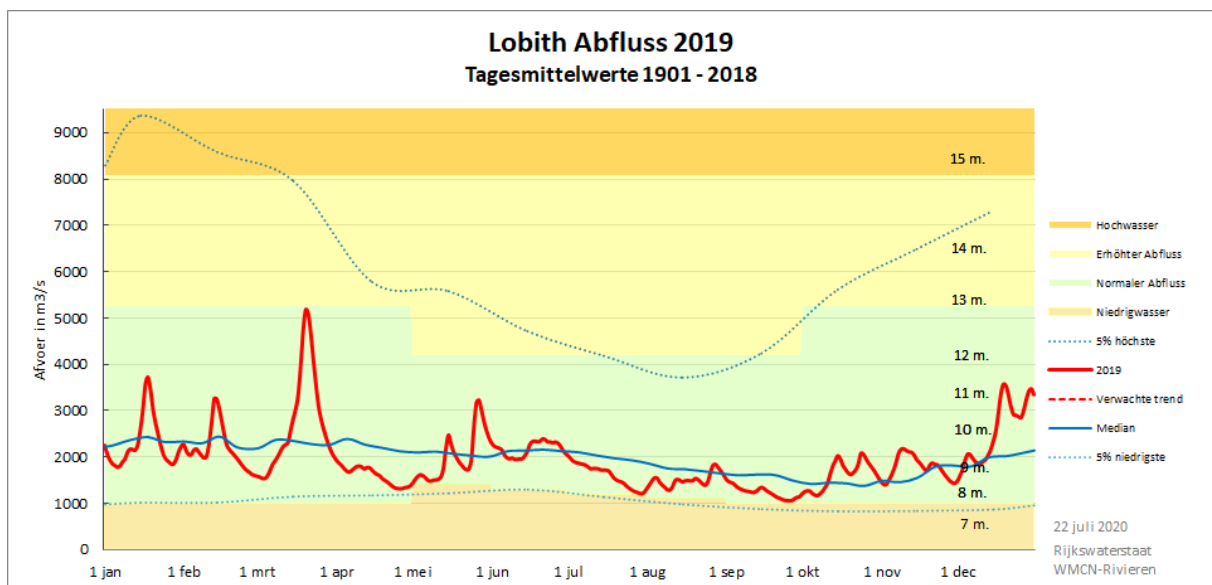


Abbildung 16: Ganglinie der Tagesmittelwerte des Abflusses am Pegel Lobith im Jahr 2019 (rote Kurve) im Vergleich mit langjährigen Minima, Maxima und Mittelwerten der Jahre 1901-2018

Auch in den Sommermonaten gab es keine Besonderheiten. Die Rheinabflüsse waren deutlich höher als im Trockenjahr 2018. Vom niederländischen Wasser Management Zentrum sind im Jahr 2019 keine Hochwassermeldungen herausgegeben worden.

Wassertemperaturen

Österreich

Das Jahresmittel der Wassertemperatur des Bodensees lag am Pegel Bregenz Hafen mit 12,8 °C um 0,8 °C über dem langjährigen Mittelwert von 12,0 °C. Mit wenigen Ausnahmen, welche durch die Schneeschmelze im Hochgebirge und durch Kaltwetterphasen bedingt waren, lagen die Tagesmittel über den Tagesmitteln der langjährigen Reihe 1976-2018. (s. Abb. 17).

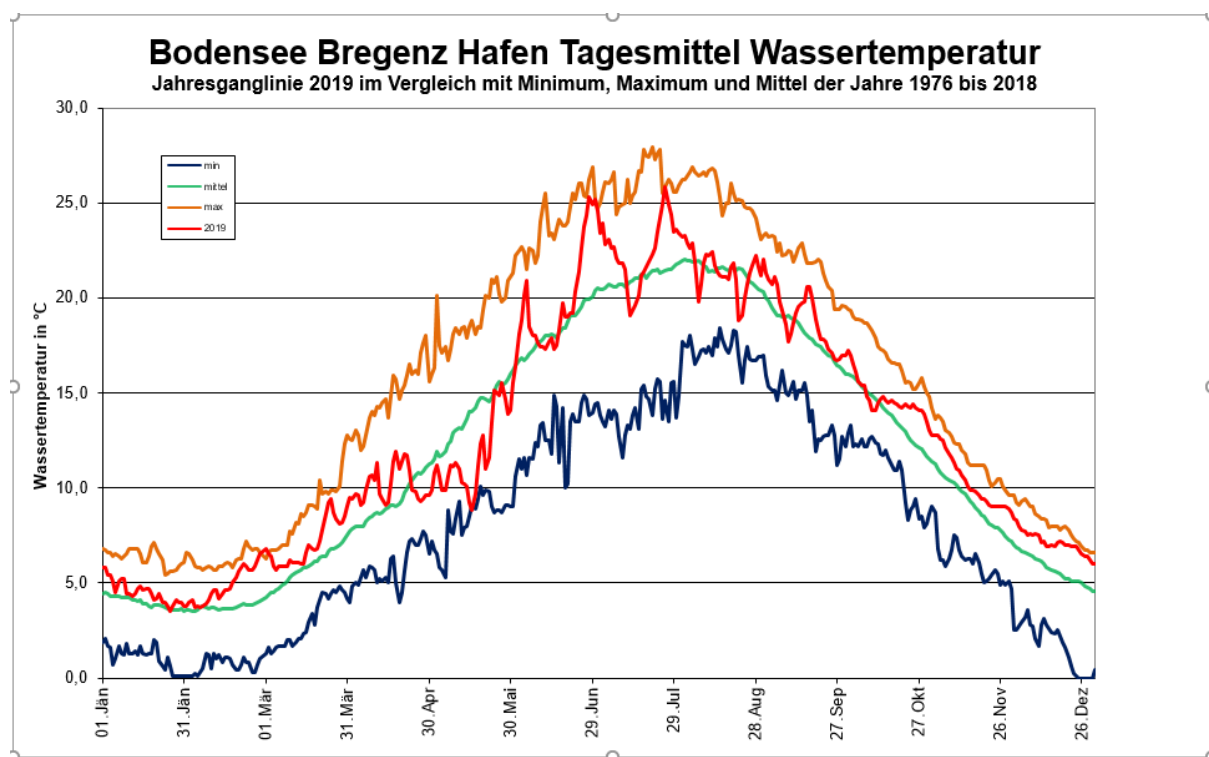


Abbildung 17: Ganglinie der Wassertemperatur des Bodensees am Pegel Bregenz im Jahr 2019 (rote Kurve) im Vergleich mit langjährigen Minima, Maxima und Mittelwerten der Jahre 1976-2017

Schweiz

Obwohl 2019 wieder bezüglich der Lufttemperatur ein sehr warmes Jahr war, erreichten die Jahresmittelwerte der Wassertemperatur keine neuen Rekordhöhen. Es wurden im 2019 keine Überschreitungen der Jahresmaxima, aber auch keine Unterschreitungen der Jahresminima beobachtet. Dagegen zeigt sich bei den Monatsmaxima bzw. -minima der Wassertemperatur ein leicht anderes Bild: In den Bergen war der Winter mit massiven Temperaturschwankungen gekennzeichnet. Dies führte im Alpenraum vereinzelt zu Unter- bzw. Überschreitungen der bisherigen monatlichen Extremwerte bei den Wassertemperatur-Messstationen. Einzig im Süden, wo zwar mildere Temperaturen herrschten, aber auch aufgrund der Nordföhn-Lage

sehr geringe Niederschläge auftraten, traten bei wenigen Stationen sowohl neue Höchsttemperaturen wie auch neue monatliche Tiefstwerte auf. Unterschreitungen der bisherigen minimalen Temperaturen sind z. B. bei stark von Gletschern beeinflussten Gewässern zu beobachten.

Erst mit den lang anhaltenden Wärmeperioden im Juni und Juli wurden nach einem ausgeglichenen Frühling in der ganzen Schweiz an einzelnen Orten wieder vermehrt neue Monatsmaxima beobachtet. Die Anzahl Überschreitungen war in beiden Monaten in etwa gleich verteilt und variierte nur räumlich in ihrem Auftreten. Im Vergleich zu den Extremjahren 2011, 2014, 2015 oder gar 2018 wurden jedoch nur wenige Höchstwerte registriert. Diese Maxima traten bereits im Juni und Juli auf, und damit früher im Sommer als z. B. im Hitzesommer 2018, als die Wassertemperaturen erst im Juli und August sehr hoch waren.

Im November schließlich erreichte die Wassertemperatur bei einzelnen Stationen im westlichen Teil der Schweiz nochmals monatliche Extremwerte. Ebenso führte eine Südföhnlage im November und die über der Norm liegende Lufttemperatur während dieses Monats vor allem im Mittelland und vereinzelt auch im Süden zu Überschreitungen der Monatsmaxima. Interessanterweise traten in dieser Zeit auch wieder Monatsminima bei gletscherbeeinflussten Stationen auf.

Niederlande

Am Pegel Lobith lag der Mittelwert der Wassertemperatur mit 14,0 °C etwa 0,9 °C über dem vieljährigen (1961-2019) errechneten Jahresmittelwert (s. Abb. 18). In der Reihe der höchsten mittleren Wassertemperaturen kam das Jahr 2019 an 11. Stelle (Messreihe 1908-2019).

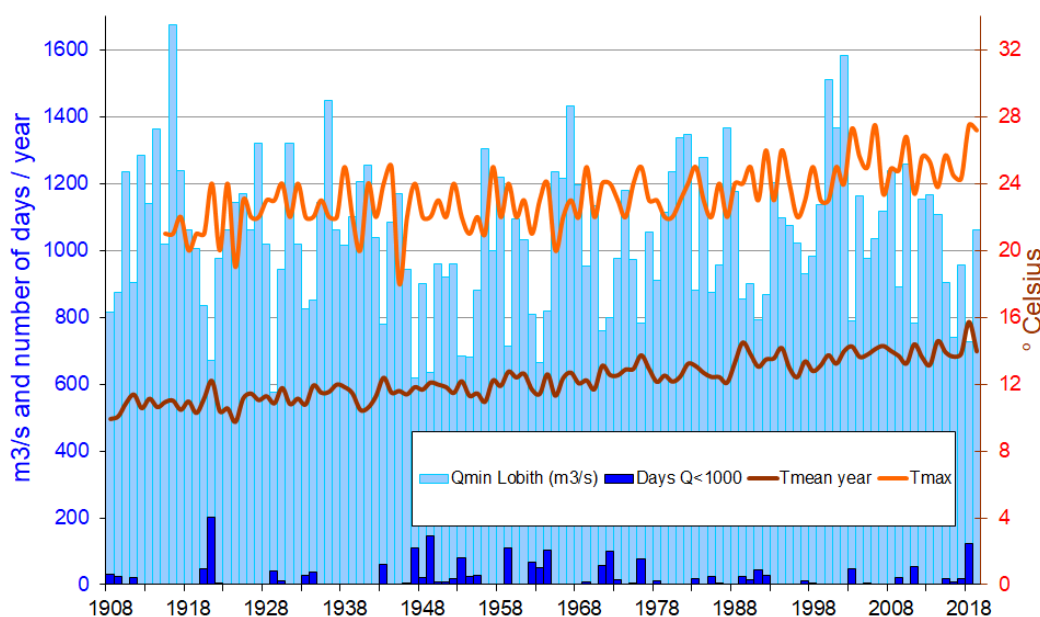


Abbildung 18: Mittlere und maximale Wassertemperaturen 1908-2019 am Pegel Lobith/Rhein

Grundwasser

Österreich

Das Trockenjahr 2018 wirkte sich noch am Jahresanfang 2019 mit unterdurchschnittlichen Grundwasserständen aus. Die Schneeschmelze und die niederschlagsreichen Monate Jänner

und Mai verursachten ein Ansteigen der Grundwasserstände über das langjährige saisonale Mittel.

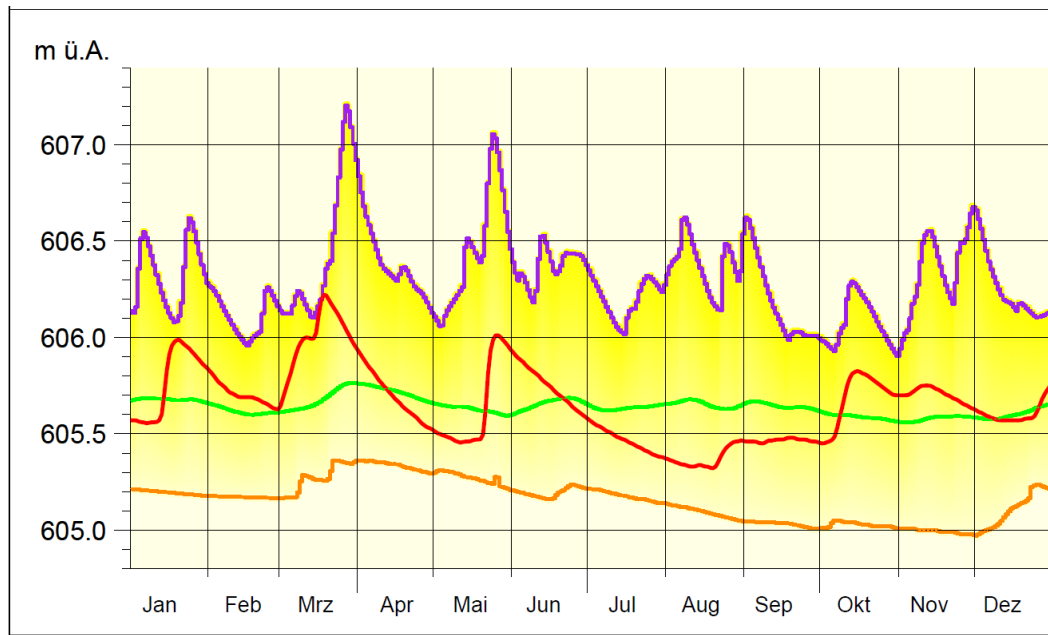


Abbildung 19: Ganglinien des Grundwasserstandes im Jahre 2019 im Vergleich mit langjährigen Minima- Maxima- und Mittelwerten (1985 – 2018) Messstelle Andelsbuch Bl 30.1.03 (Bregenzerwald)

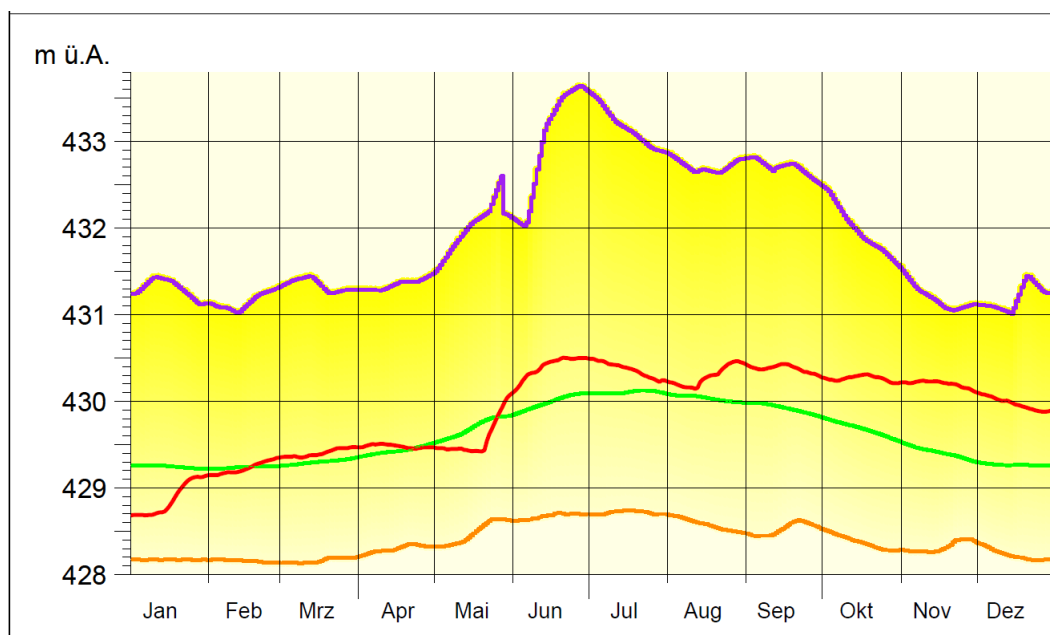


Abbildung 20: Ganglinien des Grundwasserstandes im Jahre 2019 im Vergleich mit langjährigen Minima- Maxima- und Mittelwerten (1954 – 2018) Messstelle Feldkirch-Altenstadt, Bl 01.32.01 A.

Schweiz

Die kontinuierliche Beobachtung von Grundwasserstand bzw. Quellabfluss an etwa 100 Messstellen im Rahmen der Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA ermöglicht es,

den aktuellen Zustand und die Entwicklung der Grundwassermenge auf Landesebene im Vergleich zu langjährigen Datenreihen abzubilden. Hiermit können auch mögliche langfristige Auswirkungen auf die Grundwasserressourcen infolge der Klimaänderung – etwa durch die prognostizierte Zunahme von Extremereignissen wie Hochwasser und Trockenheit – aufgezeigt werden.

Entsprechend dem mehrjährigen Witterungsverlauf (Temperatur und Niederschläge) lassen sich im Grundwasser der Schweiz häufig längere Perioden mit eher niedrigen bzw. hohen Grundwasserständen und Quellabflüssen erkennen. In dieser Hinsicht liegt das Jahr 2019 in einer seit 2015 anhaltenden Periode mit im langjährigen Vergleich niedrigen Grundwasserständen und Quellabflüssen.

Im Januar 2019 lagen die Grundwasserstände und Quellabflüsse infolge der Trockenheit 2018 immer noch an jeder dritten Messstelle tief. Die überdurchschnittlichen Niederschläge in der Ostschweiz von Januar 2019 beeinflussten dort vor allem oberflächennahe Grundwasservorkommen. In der Zentral- und Westschweiz sowie im Tessin waren im Zuge der unterdurchschnittlichen Niederschlagsmengen von Januar und Februar weiterhin tiefe Grundwasserstände und Quellabflüsse zu verzeichnen.

Im April und Mai 2019 nahmen auf der Alpennordseite die Grundwasserstände und Quellabflüsse infolge der verbreitet unterdurchschnittlichen Niederschlagsmengen stetig ab. In Graubünden und im Tessin ließen dagegen im April ergiebige Niederschläge die Grundwasserstände und Quellabflüsse kurzfristig ansteigen. Anfang Mai waren auf der Alpennordseite normale bis tiefe und auf der Alpensüdseite normale Grundwasserstände und Quellabflüsse zu beobachten.

Die ergiebigen Niederschläge in der Zentral- und Ostschweiz vom Mai ließen in diesen Gebieten die Grundwasserstände in kleinen Vorkommen sowie in solchen mit Anbindung an Fließgewässer ansteigen. Im Zuge der hohen Temperaturen von Anfang Juni erfolgte in mittleren und hohen Lagen eine erhöhte Schnee- und Gletscherschmelze. In der Folge verblieben die Grundwasserstände in den Talebenen der Flüsse aus den Alpen wegen der erhöhten Flusswasserinfiltration im Normalbereich. In den anderen Gebieten sanken sie infolge der insgesamt unterdurchschnittlichen Niederschlagsmengen entsprechend ab.

Im Zuge der landesweit intensiven Niederschläge von Oktober und November stiegen die Grundwasserstände und Quellabflüsse verbreitet an. So waren von Oktober bis Dezember zunehmend für diese Jahreszeit normale bis hohe Grundwasserstände und Quellabflüsse zu beobachten.

Schwebstoffe

Österreich

Die Schwebstoffjahresfracht war am Alpenrhein bei der Messstelle Lustenau im Jahre 2019 mit 4,3 Mio. Tonnen um mehr als das Doppelte höher als der Durchschnitt der Jahresreihe 2009 – 2018 (ca. 2,0 Mio. Tonnen). Die höchste Monatsfracht wurde für den Juni mit ca. 2,379 Mio. t ermittelt. Dies entspricht 55% der gesamten Jahresfracht.

Die niedrigsten Tagesfrachten wurden am 10. Februar mit rund 60 t, die größte Tagesfracht wurde am 12. Juni mit einer Fracht von 487 880 t (11,3 % der Jahresfracht) festgestellt.

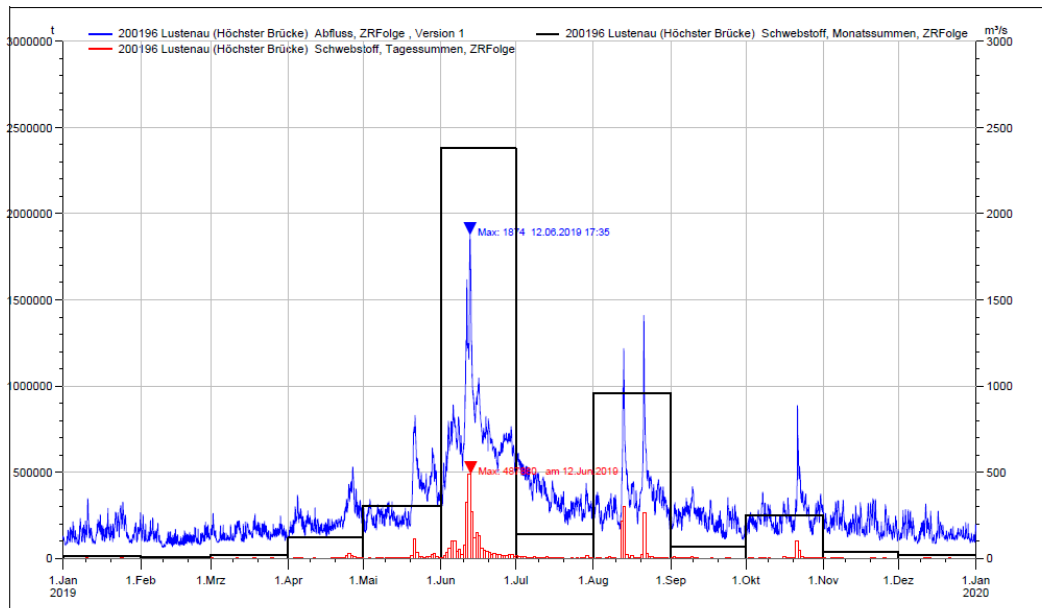


Abbildung 21: Schwebstoff-Monatsfrachten des Alpenrheins beim Pegel Lustenau im Jahre 2019 mit Tagesfrachten (rote Kurve) und Abflussganglinie (blaue Kurve).

2. Aktivitäten der internationalen Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR) im Jahr 2019

Die KHR hat 2019 zweimal getagt, am 28. und 29. März in Nürnberg (Deutschland) und am 17. und 18. Oktober in Dornbirn (Österreich).

Personelle Änderungen innerhalb der KHR

In der Frühjahrssitzung wurde Herr Harald Köthe als neuer Leiter des ICWRGC und als Vertreter der Bundesrepublik Deutschland bei der KHR begrüßt.

Ebenfalls in dieser Sitzung fand eine fachliche Würdigung und eine Gedenkminute für den tödlich verunglückten Schweizer Vertreter Olivier Overney statt. In der Herbstsitzung wurde gemeldet, dass Herr Carlo Scappozza ab dem 1. Oktober 2019 die Abteilung Hydrologie beim BAFU in der Schweiz übernommen hat. Herr Scappozza wird voraussichtlich in der ersten Sitzung des Jahres 2020 anwesend sein.

In der Herbstsitzung hat Herr Sprokkereef mitgeteilt, dass er Anfang 2020 nach etwa 17 Jahren die Aufgabe als Sekretär der KHR niederlegen wird. Sein Nachfolger ist Herr Roel Burgers. Er wird ab November 2019 bei Rijkswaterstaat eingearbeitet und wird sich in der nächsten Sitzung vorstellen.

Herr Ruijgh hat sich in der Herbstsitzung verabschiedet. Frau Judith ter Maat übernimmt die Aufgabe als Vertreterin von Deltares.

Laufende und künftige Aktivitäten in den KHR-Projekten

ASG-Rhein: Beitrag von Schnee- und Gletscherschmelze zu den Rheinabflüssen

Die zweite Phase des ASG-Projektes hat 2018 angefangen. Die Arbeiten in der ersten Phase vom ASG-Projekt waren auf den Zeitraum 1901 bis 2006 beschränkt. In Phase 2 sind folgende 6 Arbeitspakete formuliert:

1. Verlängerung der Modellierung bis 2016
2. Verbesserungen der Prozessmodellierung
3. Zukunftsszenarien des Klimas
4. Stresstestszenarien
5. Verbesserung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen
6. Routing des Abflusses

Hinsichtlich der durch zu rechnenden Klimaszenarien gibt es einen Kompromiss zwischen den beteiligten Ländern (CH/D und NL) mit u.a. dem DWD.

Für die Niederlande ist der Niedrigwasserabfluss und der darin enthaltende Gletscheranteil sehr wichtig.

In einem Treffen der ASG-Projektsteuerungsgruppe im Juni 2019 wurden vorläufige Ergebnisse vorgestellt.

Der zweite Zwischenbericht ist im November 2019 erschienen.

Sozio-ökonomische Einflüsse auf das Niedrigwasserregime des Rheins

In der Frühlingsitzung wurde die Vorstudie 'Integrated Overview of the effects of socio-economic scenarios on the discharge of the Rhine' diskutiert. Es wurde festgestellt, dass der modellierte Wasserverbrauch (,water abstraction') in der richtigen Größenordnung liegt und einer EUROSTAT Tabelle mit Wasserentnahmen für verschiedene Anwendungen entspricht. Diskussionen gab es in Bezug auf die Befüllung der Tagebaue.

Das Projekt soll als eine Art ‚Umbrella‘-Projekt fortgesetzt werden, wobei die KHR Wissen aus den verschiedenen Rheinanliegerstaaten zusammenträgt und diese Informationen veröffentlicht. Die KHR ist der Meinung, es ist sehr wichtig, Kräfte bzw. Kenntnisse zu bündeln. Es sollte angestrebt werden, eine gemeinsam getragene (abgestimmte) Meinung für das Rheinstromgebiet zusammenzutragen, zu veröffentlichen und zu präsentieren und nicht mit vielen unterschiedlichen Ergebnissen zu verwirren.

In der Herbstsitzung wurde eine Projektskizze besprochen. Idee ist, eine Übersicht auf hohem Abstraktionsniveau zu erstellen. Die KHR hat Deltares mit einer Fortsetzung des Projektes beauftragt. Dabei sollen insbesondere der (Wasser-)Verbrauch in der Landwirtschaft, in der Industrie (Kühlwasser) und die Veränderungen durch Reservoir- / Stauseemanagement weiter untersucht werden. Die Quantifizierung findet mittels zu organisierenden Workshops statt.

Die Projektarbeiten sollen von einer KHR-Steuerungsgruppe begleitet werden. Eine erste Abstimmung/Diskussion wird Anfang 2020 per Skype erfolgen. Die Vorstudie sollte voraussichtlich vor dem Sommer 2020 abgeschlossen sein.

Hydrologisches Gedächtnis des Rheins

In der Herbstsitzung 2018 hat die KHR ihr Interesse an einem Projekt in dem historische Daten gesammelt und verfügbar gestellt werden, ausgesprochen. Es wurde beschlossen zuerst eine Vorstudie durchzuführen. In der Frühjahrssitzung 2019 wurde ein Konzept-Leistungsverzeichnis vorgestellt. Die BfG wird einen Auftrag für ein 2-jähriges Projekt inklusive eines Post-docs an die Universität Bonn vergeben.

Bei dem Auftrag mit Kurzbezeichnung HISTG-Rhein (Historischer Rhein) handelt es sich um eine Vorstudie ‚Quantifizierung historischer Hoch- und Niedrigwasser am Rhein‘ und eine Konzeptstudie ‚Hydrologisches Gedächtnis des Rheingebietes‘.

In der Herbstsitzung 2019 wurde ein 4-Stufen-Konzept präsentiert, welches in einer Zusammenarbeit zwischen BfG und Universität Köln entwickelt wurde. Am Projekt sollen sämtliche Institute und Organisationen beteiligt werden, so auch die WSV des Bundes. Im Moment laufen die konzeptionellen Vorbereitungen und die internen Abstimmungen in der BfG. Besprochen wird auch die nationale und internationale Vernetzung. Eine Vergabe der Arbeiten ist noch nicht erfolgt.

Sediment

In der Frühjahrssitzung wurde festgestellt, dass das Thema Morphologie noch immer interessant ist für die KHR. Auf Bitten von Herr Frings der RWTH Aachen hat die KHR beschlossen, die Publikation und Freigabe einer englischsprachigen Zusammenfassung des Sedimentberichtes ‚Von der Quelle bis zur Mündung‘ in einer Internet-Zeitschrift zu finanzieren.

Die KHR wurde darüber informiert, dass sich die Arbeitsgruppe ‚Rhine in the German/Dutch border area‘ im Dezember 2018 zum ersten Mal in Nijmegen getroffen hat. Diese Arbeitsgruppe führt geometrische und hydromorphologische Untersuchungen für die Schifffahrt durch, mit Prognoserechnungen und Ausbau- bzw. Unterhaltungsempfehlungen in der Grenzstrecke zwischen den Niederlanden und Deutschland. Beteiligt sind RWS, Deltares, WSV, BAW und BfG.

Die negativen Flussbettveränderungen (sogenannte ‚river-bed degradation‘) spielen eine wichtige Rolle an Rhein und der Donau. Die KHR sollte versuchen sich diesen Wissenschaftsfragen anzuschließen bzw. teil zu nehmen an Workshops auf diesen Gebieten. Es geht um Fragen bezüglich der Sohlenstabilität aber auch um Fragen des allgemeinen Sedimentmanagements.

Im Auftrag von Rijkswaterstaat hat das niederländische Ingenieurbüro Blueland eine Übersicht der abgeschlossenen und laufenden Projekte im Bereich Sedimenttransport durchgeführt. Dabei wurde von niederländischer Sicht inventarisiert, welche Wissenslücken es im Bereich der Morphologie gibt. In der Herbstsitzung lag diese Übersicht vor. Die KHR hat beschlossen, BOKU (Herr Habersack) und Blueland zu beauftragen, die niederländische Übersicht für das gesamte Rheingebiet zu erweitern. Die Bezahlung für diese Deskstudie erfolgt aus KHR-Mitteln.

Klimaänderungen

Die KHR hat festgestellt, dass die Beschäftigung mit den Auswirkungen des Klimawandels auf die Hydrologie des Rheins und das Fortschreiben von Rheinblick 2050 im Hinblick auf den Umgang mit Extremen wichtig ist. Es gibt eine direkte Verbindung mit den laufenden Projekten ASG2 und SES. Im Laufe des nächsten Jahres soll weiter diskutiert werden, welche konkreten Schritte erfolgen sollen. Die KHR könnte die wissenschaftliche Analyse ausführen bzw. beauftragen. Wichtig wäre, dass die IKSR Fragen diesbezüglich an die KHR stellt.

Community of Practice Young River Professionals

Die Initiative für das sog. ‚Rheingold-Projekt‘ kommt von einem Mitarbeiter von Rijkswaterstaat. Das KHR-Sekretariat hat Kontakte zu dem niederländischen IHP/HWRP-Sekretariat geknüpft und wird die Entwicklungen weiter verfolgen. Das niederländische IHP/HWRP Sekretariat organisiert im Mai 2020 eine sog. ‚Game-A-Thon‘, wobei junge Wissenschaftler eingeladen werden, ein ‚Serious Game‘ über grenzüberschreitende Zusammenarbeit im Bereich Grundwasser im Rheingebiet zu entwickeln.

Strategische Ausrichtung der KHR

Die Ergebnisse aus den Interviews mit KHR-Mitgliedern sind vom Sekretariat zusammengefasst worden. In der Frühjahrssitzung 2019 wurden die wichtigsten Ergebnisse der Interviewrunde besprochen.

Folgende Schlussfolgerungen wurden gezogen:

- 1) Die KHR ist die einzige Kommission/Gruppe im Rheinstromgebiet, die sich wissenschaftlich mit der Hydrologie befasst.
- 2) Die Sichtbarkeit der KHR kann durch gezielte Diskussionen und Kommunikation verbessert werden.
- 3) Die Zusammenarbeit mit den anderen Rheinkommissionen kann durch eine gezielte Profilierung verbessert werden.
- 4) Die KHR könnte der EU stärker helfen bei dem Verständnis vom Rhein und die KHR könnte die EU positiv beeinflussen zwecks Entscheidungsfindung.
- 5) Die Verbindung zur UNESCO/WMO könnte man verstärken.

In der Herbstsitzung 2019 wurde eine überarbeitete Version des Strategiedokumentes besprochen. Es wurde vereinbart, das Dokument in einen Strategietext und ein Arbeitsprogramm aufzuteilen.

Hinsichtlich der Verknüpfung der KHR mit WMO und UNESCO sollen sogenannte Letter of Intent (LoI) vorbereitet werden. Dabei geht es darum, die Zusammenarbeit mit WMO und

UNESCO zu erneuern. Neben den Absichtserklärungen mit WMO und UNESCO werden auch Vereinbarungen mit den Rheinkommissionen IKSR und KHR vorbereitet, um die Zusammenarbeit zu verstärken. Eine Vorbesprechung findet am 25. November im Vorfeld des Niedrigwassersymposiums der ZKR statt..

KHR-Jubiläum 2050

Das 50-jährige Jubiläum möchte die KHR 2020 mit einem Symposium feiern. Es soll auch eine Festschrift herausgegeben werden.

Der geplante Termin für die Veranstaltung ist 23.-25. September 2020 in den Niederlanden. N.B. Inzwischen wurde die Veranstaltung auf März 2012 verschoben.

In der Herbstsitzung 2019 wurde ein Konzept-Programm der Veranstaltung besprochen. Der erste Tag der Veranstaltung soll mehr politisch und festlich orientiert sein. An diesem Tag wird die neue Strategie der KHR präsentiert, auch sollen die Kooperationen zwischen den Staaten und zwischen der KHR und externen Organisationen erneut bestätigt werden. Am ersten Tag sollen weiter die laufenden KHR-Projekte präsentiert werden. Präsentationen der Projekte Rheinblick und SES Rhine sollten eingeplant werden. Am zweiten Tag wird dann über die Zukunft der KHR diskutiert.

Zusammenarbeit mit anderen Organisationen

Der deutsche KHR-Vertreter Herr Köthe hat am 21. Juni 2019 an der ZKR-Veranstaltung 'Schifffahrt und andere Nutzungen des Rheins vor den Herausforderungen des Klimawandels' teilgenommen und in der Podiumsdiskussion in Straßburg, die KHR vertreten. Mit den KHR-Kollegen ist ein Erfahrungsbericht ausgetauscht.

Der KHR-Präsident war zur Generalversammlung der IKSR in Malbun, Liechtenstein (4./5. Juli 2019) als Sprecher eingeladen. Er hat dort über die KHR-Projekte und die gewünschte Zusammenarbeit mit der IKSR referiert.

Am 25.11.2019 haben sich die Sekretariate und Präsidenten der drei Rheinkommissionen in Bonn getroffen um über eine Verstärkung der Zusammenarbeit zu sprechen.

In der Donaukommission fand Ende Oktober 2019 ein Treffen in Kiew statt. Thema war, wie das hydrologische Wissen eingesetzt werden soll. Herr Habersack und Herr Köthe haben in Kiew teilgenommen.

Publikationen der KHR

Die KHR hat den [hydrologischen Jahresbericht 2018](#) für das Rheingebiet in zwei Sprachen publiziert.