

Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR)



Jahresbericht der KHR 2018

Redaktion: Eric Sprokkereef – Rijkswaterstaat, VWM, Lelystad



Foto Titelseite: Amsterdam-Rhein-Kanal im Sommer 2018. Luftblasenschirm zur Verhinderung von Salzwassereindringung

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 Nachhaltigkeit und Tourismus, Abteilung I/4 - Wasserhaushalt (Hydrographie), Wien, Österreich,
- Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung VIId – Wasserwirtschaft, Bregenz, Österreich,
- Bundesamt für Umwelt, Bern, Schweiz,
- IRSTEA, Antony, Frankreich,
- IFSTTAR, Nantes, Frankreich
- Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, Deutschland,
- Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Dezernat W3 „Hydrologie, Hochwasserschutz“, Wiesbaden, Deutschland,
- IHP/HWRP-Sekretariat, 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)

Das Jahr 2018 ist mit einer Abweichung vom Mittel 1981-2010 von $+1,8\text{ °C}$ das wärmste in Österreich seit dem Beginn der instrumentellen Aufzeichnung im Jahr 1768 (Abb. 1). Bezogen auf das Mittel des zwanzigsten Jahrhunderts beträgt die Anomalie $+2,6\text{ °C}$. Den größten Beitrag zur hohen Temperaturabweichung trugen die Monate Januar und April bei. Der Januar war mit einer Abweichung von $+3,9\text{ °C}$ zum Mittel 1981-2010 der drittwärmste der Messgeschichte. Der Monat April war um $4,7\text{ °C}$ wärmer als das vieljährige Mittel und damit extrem warm. Ab April waren dann alle Monate wärmer als das jeweilige Mittel und die Anomalien reichten von $+1,4\text{ °C}$ im Juli und $+2,6\text{ °C}$ im Mai und August. Daraus ergab sich das wärmste Sommerhalbjahr (Apr-Sep) der Messgeschichte (Abw. $+2,5\text{ °C}$). Dass die Jahresmitteltemperatur in Österreich nicht noch außergewöhnlicher geworden ist, lag an den Monaten Februar und März, die den Winter deutlich verlängerten. Der Februar war um $2,0\text{ °C}$ kälter als das Mittel und der März um $1,3\text{ °C}$.

Der Niederschlag war in Österreich im Jahr 2018 sehr ungleichmäßig verteilt. Von Vorarlberg bis ins nördliche Weinviertel war es entlang und nördlich des Alpenhauptkammes ausgesprochen trocken. Während südlich der Alpen deutlich mehr Niederschlag fiel als in einem durchschnittlichen Jahr. In der Gesamtbetrachtung summierte sich in Österreich um 10 Prozent weniger Niederschlag, also etwas mehr als in den Jahren 2011 (-15 %) und 2015 (-16 %) und deutlich mehr als 2003, wo um 19 % weniger Niederschlag zusammen kam. Jedoch waren die Niederschlagsdefizite in diesen Jahren auf alle Regionen des Landes relativ gleichmäßig verteilt. (s. Abb. 2).

Die Zahl der Sonnenstunden lag 2018 in der österreichweiten Auswertung um 11 Prozent über einem durchschnittlichen Jahr. Somit gehört 2018 zu den acht sonnigsten Jahren seit Beginn der Sonnenscheinmessungen im Jahr 1925.

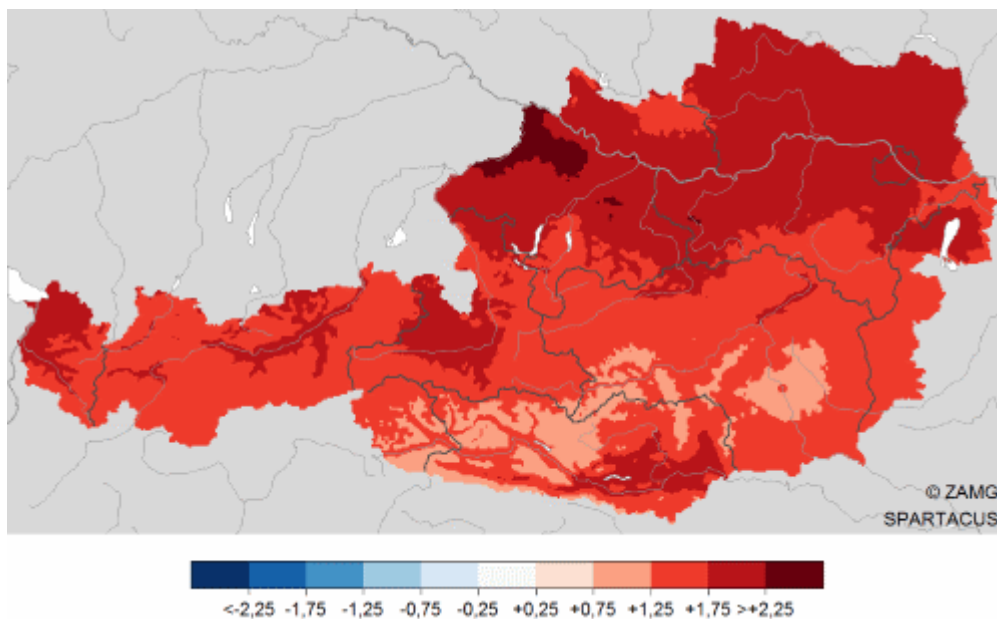


Abbildung 1: Temperatur in Österreich im Jahre 2018: Abweichung der Temperatur vom vieljährigen Mittel 1981-2010. Quelle ZAMG

In den inneralpinen Lagen waren die Schneeverhältnisse im Winter 2017/18, sowohl bei den Schneedeckentagen als auch bei den Neuschneesummen durchwegs überdurchschnittlich. Die aufsummierte Menge des Neuschnees war im Gebiet vom Arlberg bis zum Großteil der Obersteiermark sowie in Kärnten um rund 50 bis 100 Prozent höher als im klimatologischen Mittel. Deutlich weniger Schnee als in einem durchschnittlichen Winter summierte sich von Oberösterreich bis in Burgenland. Die Menge an Neuschnee lag hier rund 10 bis 70 Prozent unter dem Mittel.

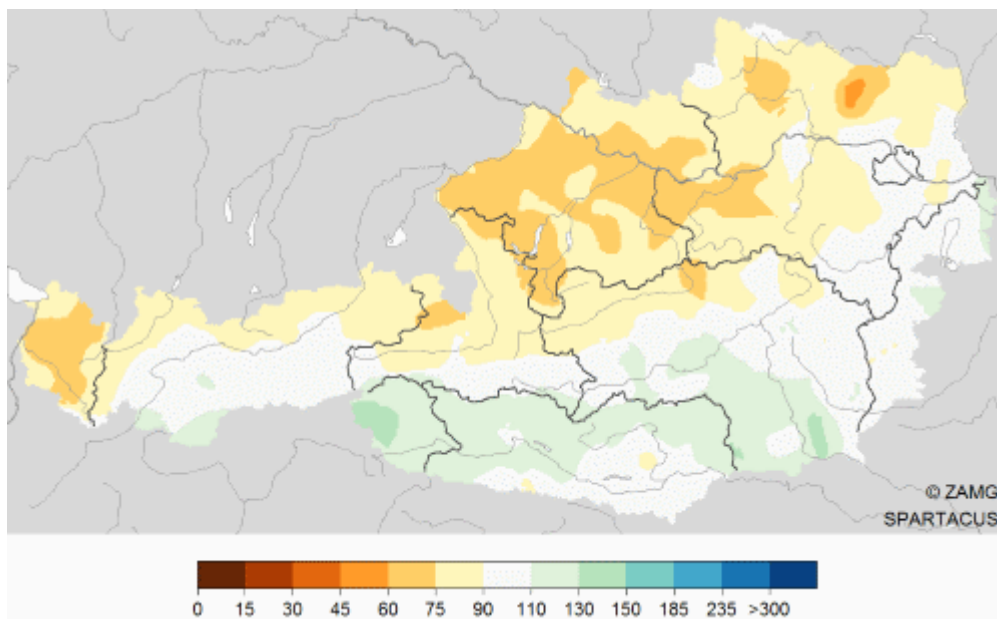


Abbildung 2: Niederschläge in Österreich im Jahre 2018: Abweichung des Niederschlags vom vieljährigen Mittel 1981-2010. Quelle ZAMG

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

Das Jahr 2018 war geprägt durch eine lange Periode mit unterdurchschnittlichen Niederschlagssummen. Nur die Monatsniederschlagssummen für Januar und Dezember waren überdurchschnittlich. (Abb. 3). Die Jahresniederschlagssumme lag im österreichischen Teil des Rheineinzugsgebietes bei 80 % des langjährigen Mittelwertes. Das Jahresmittel der Lufttemperatur war um 1,8 °C höher als der langjährige Mittelwert.

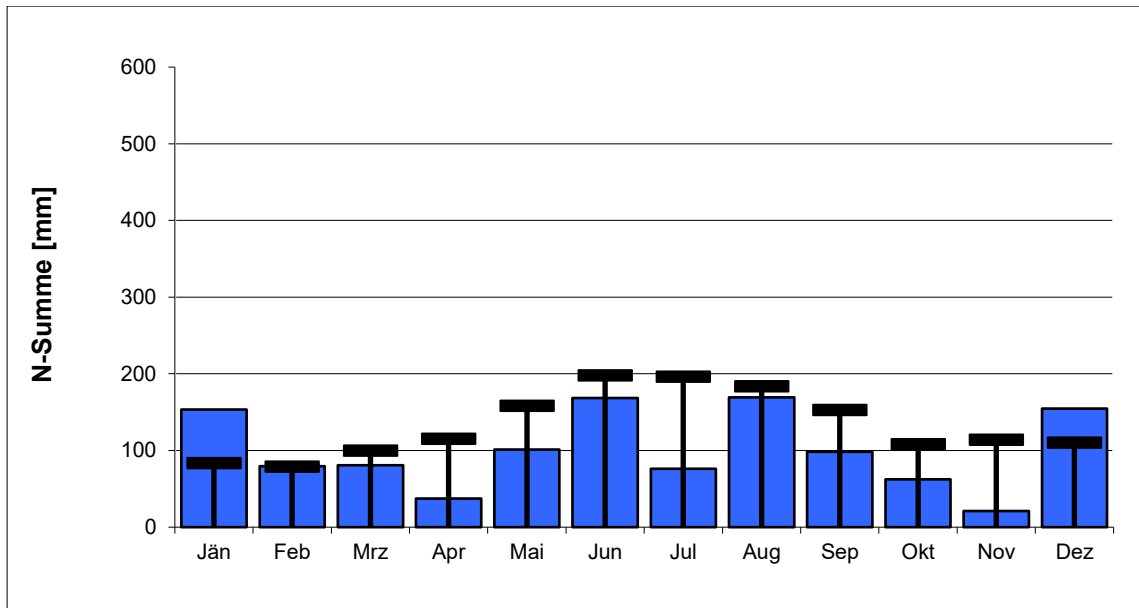


Abbildung 3: Monatsniederschlagssummen im Jahre 2018 (blaue Säulen) im Vergleich mit langjährigen Monatsmitteln (1981 – 2010) bei der Messstelle Bregenz Altreuteweg

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

Die Wintertemperatur 2017/18 lag im landesweiten Mittel im Bereich der Norm 1981–2010, dies allerdings mit großen Schwankungen von Monat zu Monat. Der Dezember zeigte sich 0,6 Grad, der Februar 3,0 Grad kühler als die Norm. Dazwischen platzierte sich ein rekordwarmer Januar. Die winterlichen Niederschlagsmengen erreichten verbreitet über 130% der Norm 1981–2010. Im Wallis stiegen die Werte in vielen Gebieten und in Graubünden regional auf über 200%. Im Januar 2018 registrierten knapp 100 Messstandorte rekordhohe Monatsniederschläge. Im Wallis brachte der Januar 2018 an vier über 50-jährigen Messstandorten nicht nur die höchste Januarsumme, sondern die höchste Monatssumme überhaupt.

Der Frühling 2018 startete kühl. Der März blieb im landesweiten Mittel 1 Grad unter der Norm. Auf den kühlen März folgte der zweitwärmste April seit Messbeginn 1864. Von April bis September 2018 erreichten alle Monate Temperatur-Spitzenplätze. Die anhaltend hohen Monatswerte mündeten in den neuen Wärmerekord des Sommerhalbjahrs. Selbst die bisher alles überragende Wärme des legendären Hitzesommers 2003 wurde leicht übertroffen. Nach einem extrem regenarmen April und einem verbreitet regenarmen Mai brachte der Sommer eine weiter anhaltende Regenarmut. Im Mittel über die ganze Schweiz erreichte die Regensumme von Juni bis August nur 71% der Norm 1981–2010. Der Juni lieferte in einigen Gebieten nur 20 bis 40% der normalen Regenmengen. Einzelne Messstandorte in den Zentral- und Ostalpen mit über 100-jährigen Messreihen registrierten beim Juniniederschlag ein Rekorddefizit. Im Juli gab es lokal im östlichen Mittelland und abermals entlang des östlichen Alpennordhangs ein massives Regendefizit mit Regensummen von nur 20 bis 30% der Norm.

Die Schweiz erlebte den drittwärmsten Herbst seit Messbeginn 1864. Die Alpensüdseite registrierte regional den wärmsten Herbst seit Messbeginn. In der Ostschweiz hat sich die vom Frühling bis zum Herbst anhaltende Regenarmut zu einem Jahrhundert-Ereignis entwickelt. Über die ganze Schweiz gemittelt lag die Regenarmut von April bis November 2018 auf Rang 3 - mit 69% der Norm 1981–2010.

Ende Oktober fielen auf der Alpensüdseite innerhalb von drei Tagen verbreitet 200 bis 300 mm Niederschlag. Auch im angrenzenden Bündnerland gab es mit über 200 mm große Niederschlagsmengen. Ein großer Teil davon fiel als Schnee. Auf der Alpensüdseite regnete es anfangs November kräftig weiter. Während auf der Alpensüdseite die Niederschlagssummen im Oktober und im November deutlich über der Norm 1981–2010 lagen, zeigten sich die beiden Monate auf der Alpennordseite erneut ausgesprochen niederschlagsarm. Erst im Dezember erhielt die Alpennordseite seit langer Zeit wieder überdurchschnittliche Niederschlagsmengen.

Tabelle 1: Jahreswerte 2018 an ausgewählten MeteoSchweiz-Messstationen 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	10,6	8,8	1,8	1969	1683	117	907	1059	86
Zürich	556	11,1	9,4	1,7	1921	1544	124	897	1134	79
Genf	420	12,3	10,6	1,7	1979	1768	112	864	1005	86
Basel	316	12,3	10,5	1,8	1924	1590	121	698	842	83
Engelberg	1036	8,1	6,4	1,7	1471	1350	109	1451	1559	93
Sion	482	12,5	10,2	2,3	2271	2093	108	633	603	105
Lugano	273	13,9	12,5	1,4	2171	2067	105	1472	1559	94
Samedan*	1709	3,2	2,0	1,2	1744	1733	101	990	1011	98

Norm = Langjähriger Durchschnitt 1981-2010

Abw. = Abweichung der Temperatur zur Norm

% = Prozent im Verhältnis zu Norm (Norm = 100%)

* Die Niederschlagsdaten von Samedan sind nicht vollständig. Sie wurden ersetzt durch die Daten von Segl-Maria.

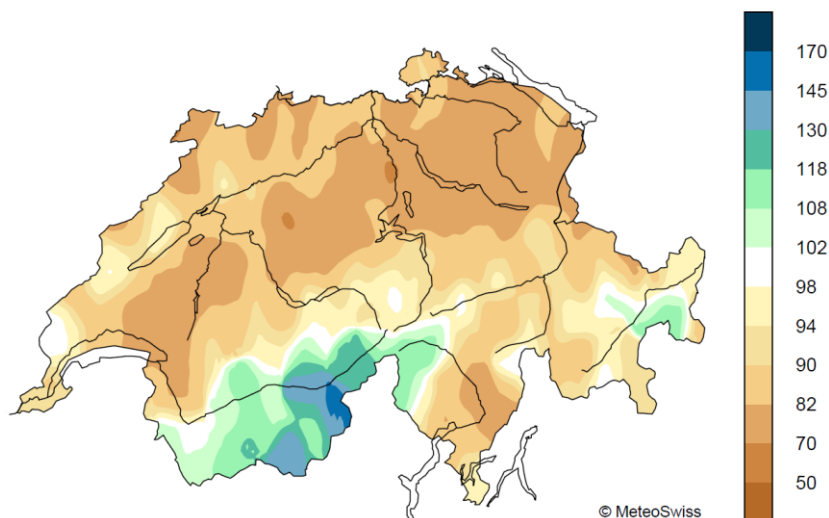


Abbildung 4: Jahresniederschlagssumme Schweiz 2018 in Prozenten der Norm (1981-2010).

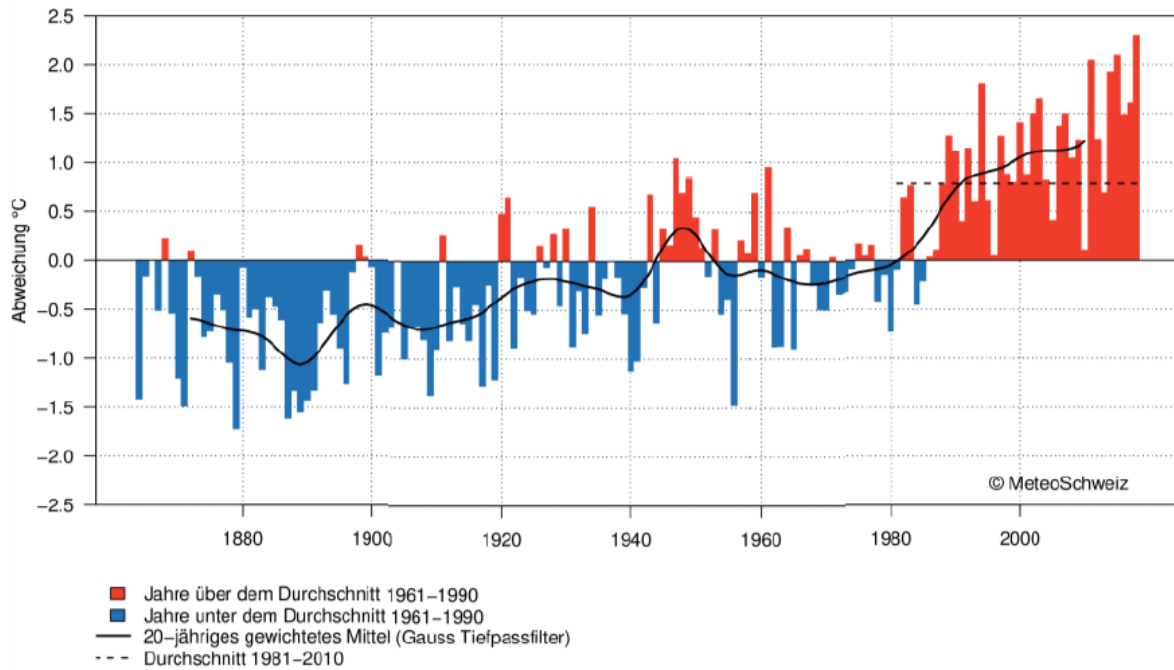


Abbildung 5: Abweichung der Jahrestemperatur in der Schweiz im Jahr 2018 vom langjährigen Durchschnitt (Referenzperiode 1961–1990). Die zu warmen Jahre sind rot, die zu kalten Jahre blau angegeben. Die schwarze Linie zeigt den Temperaturverlauf gemittelt über 20 Jahre.

Deutschland, Quelle: Deutscher Wetterdienst (DWD)

Global gesehen fiel das Kalenderjahr 2018 erneut besonders warm aus, wenn auch nicht ganz so sehr, wie 2017. Für Deutschland betrachtet war 2018 jedoch das Jahr mit dem höchsten bisher verzeichneten Mittelwert der jährlichen Lufttemperaturen seit 1881¹. Weitere Charakteristika des Jahres waren lange, überregionale Trockenphasen und Sonnenreichtum. Wie Karte 6a zeigt, lagen die Durchschnittstemperaturen in vielen Regionen mehr als 2 Grad über dem Normalwert des Referenzzeitraumes 1981-2010. Konkret waren das im deutschlandweiten Mittel 10,4 °C und damit sowohl um 1,5 K höher als der Mittelwert der Referenzperiode mit 8,9 °C, als auch um 0,8 K höher, als das vorangegangene Kalenderjahr (Quelle: DWD²).

Die Jahressummen des Niederschlags (vgl. Karte 6b) lagen nördlich des Mains sowie im westlichen und südlichen Baden-Württemberg erheblich unter den Normalwerten des Referenzzeitraumes. Im Mosel-Nahe Gebiet und im südlichen Donaeinzugsgebiet fielen diese Anomalien nicht ganz so stark aus (Abweichung teilweise < 25 %, Quelle: DWD).

¹ https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html, abgerufen am 7.10.2019

² https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2018/20181203_rekordjahr_news.html?nn=344870, abgerufen am 7.10.2019

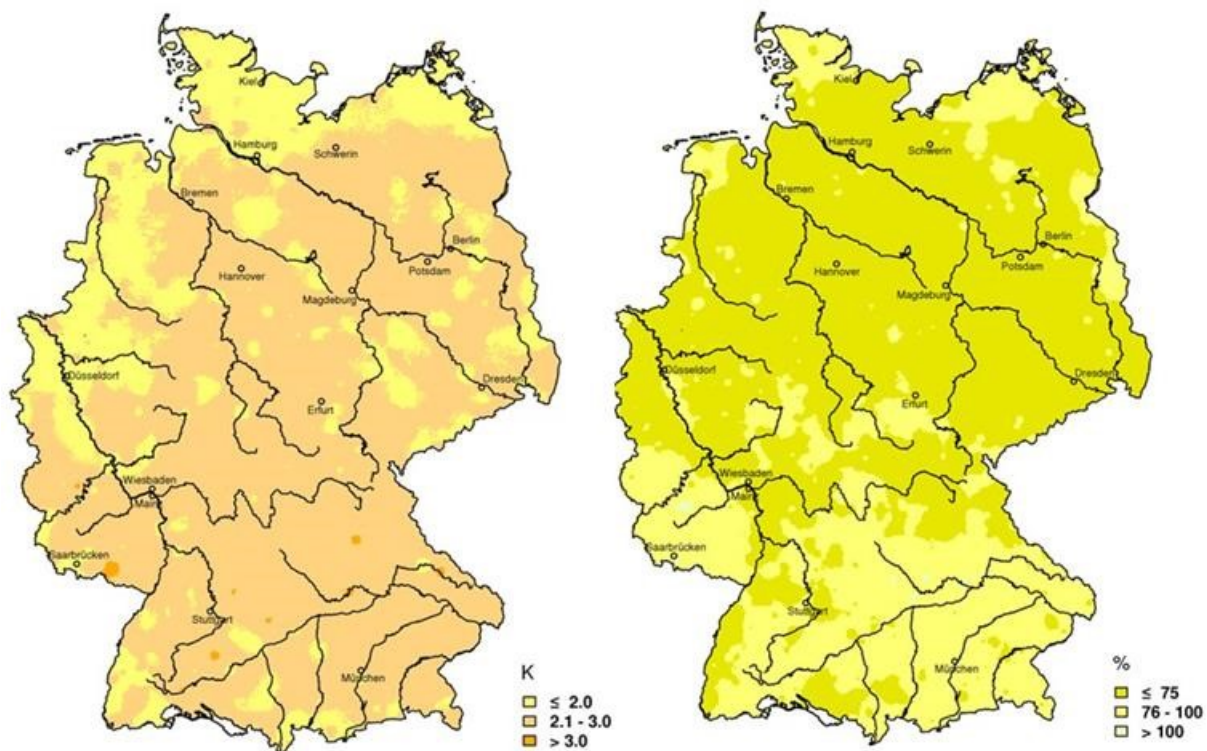


Abbildung 6a und 6b: Deutschland: Abweichungen der mittleren Lufttemperaturen (Karte 6a, links, in K) von der Referenzperiode 1961/1990 und prozentuale Höhe der Niederschlagssummen (Karte 6b, rechts) im Kalenderjahr 2018 gegenüber dem vieljährigen Mittel (Quelle: DWD, Nationale Klimamonitoring-Produkte³)

Die relativen Abweichungen der Niederschlagshöhe für das Rheingebiet im Abflussjahr 2018 (Nov 2017 - Okt 2018) zeigen – wie auch im übrigen Deutschland – dominierende Trockenheit bis Dürre in den Monaten Februar bis November des Beobachtungszeitraumes (Abb. 7a). Im ersten Viertel (Nov 2017 - Jan 2018) fielen hingegen überproportional hohe Niederschlagsmengen, was dazu führte, dass in diesen drei Monaten im Rheingebiet zwischen 44 % (Maingebiet) und 47 % (Rhein oberhalb der Mainmündung) des Jahresniederschlags fielen.

Die saisonale Niederschlagsstatistik wies bei dem Vergleich zwischen hydrologischem Winter- und Sommerhalbjahr (Nov - Apr bzw. Mai - Okt) am Rhein oberhalb sowie unterhalb der Mainmündung mit im Mittel 62 zu 38 % eine deutlich höhere Niederschlagssumme für das Winterhalbjahr aus, für das Main Einzugsgebiet lag die Aufteilung bei 61 zu 39 %. Insgesamt wurde für das Winterhalbjahr rheingebietsübergreifend eine Niederschlagssumme von 439 mm ermittelt, das Sommerhalbjahr verzeichnete 272 mm. Rechnerisch zeigt sich aber für das gesamte Rheingebiet mit 79 % ein im Vergleich zur Referenzperiode 1981/2010 unterdurchschnittlicher Jahresniederschlag.

Betrachtet man die Monatsniederschläge im Vergleich zu den vieljährig gemittelten Monatswerten, ergibt sich für alle Monate von Februar bis Oktober ein erhebliches Defizit zwischen 4 und 52 mm. Der niederschlagsärmste Monat war mit lediglich 21 mm der Februar 2018. Ein Überschreiten der langjährig beobachteten monatlichen Niederschlagssummen wurde im Zeitraum von November 2017 bis Januar 2018 mit 15 bis 49 mm gemessen. Der Spitzenwert

³ https://www.dwd.de/DE/leistungen/rcccm/nat/rcccm_nat_monthly.html

bei den monatlichen Summen zeigte sich im Januar mit 124 mm (166 % vom Referenzmittelwert, s. Abb. 7.a).

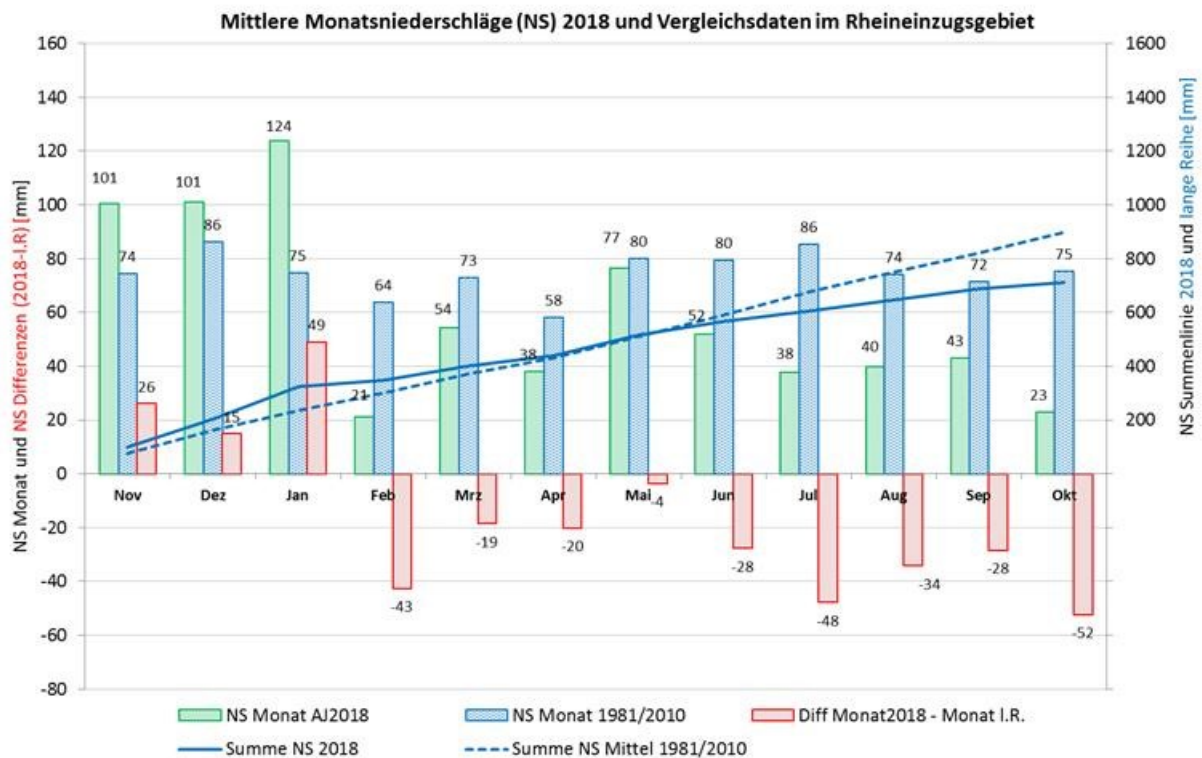


Abbildung 7.a: Deutsches Rheineinzugsgebiet: Vergleich der monatlichen Gebietsniederschlagssummen im Abflussjahr 2018 gegenüber den vieljährigen Mitteln 1981/2010 (Quelle: DWD / Mon. Klimastatus Deutschland 2018)

Das Abflussjahr 2018 kann bezüglich der deutschlandweiten Jahresmitteltemperatur von 10.4 °C als sehr warmes Jahr eingestuft werden. Für die Messstelle Köln lag das Jahresmittel mit 11.1 °C mit einer Abweichung von +1,5 K gegenüber der Klimareferenzperiode 1981/2010, wobei im Sommerhalbjahr eine Abweichung von +2,3 K zu verzeichnen war. In den Monaten Januar, April und Mai 2018 lag die gemessene mittlere Lufttemperatur mit +3,0 bis +4,0 K am höchsten über den vieljährigen Monatsmitteln. Negative Abweichungen von den Durchschnittswerten der Referenzperiode traten in den Monaten Februar (2,8 K) und März (1,9 K) auf.

Bei den am Pegel Köln ermittelten monatlichen Wassertemperaturen (Abb. 7.b) zeigten sich ab Februar markante Abweichungen. Die ungewöhnlich niedrigen Lufttemperaturen führten im Nachgang zu Wassertemperaturen die auch im März noch bei 5 °C und damit etwa 2 K unter dem vieljährige Mittel blieben. Die Kaltphase der Lufttemperaturen ging von März bis April direkt in eine ausgeprägte positive Anomalie über, die bis in den Oktober anhielt und auch zu deutlich erhöhten Wassertemperaturen bis über 25 °C führte. Im Verlauf des Abflussjahres wurden die Monatsmittel der Lufttemperatur bei Köln in den Monaten April bis August im durchschnittlich um 2,7 K übertroffen; die Wassertemperaturen lagen in diesen fünf Monaten um durchschnittlich 1,7 K erhöht (Abb. 7.b).

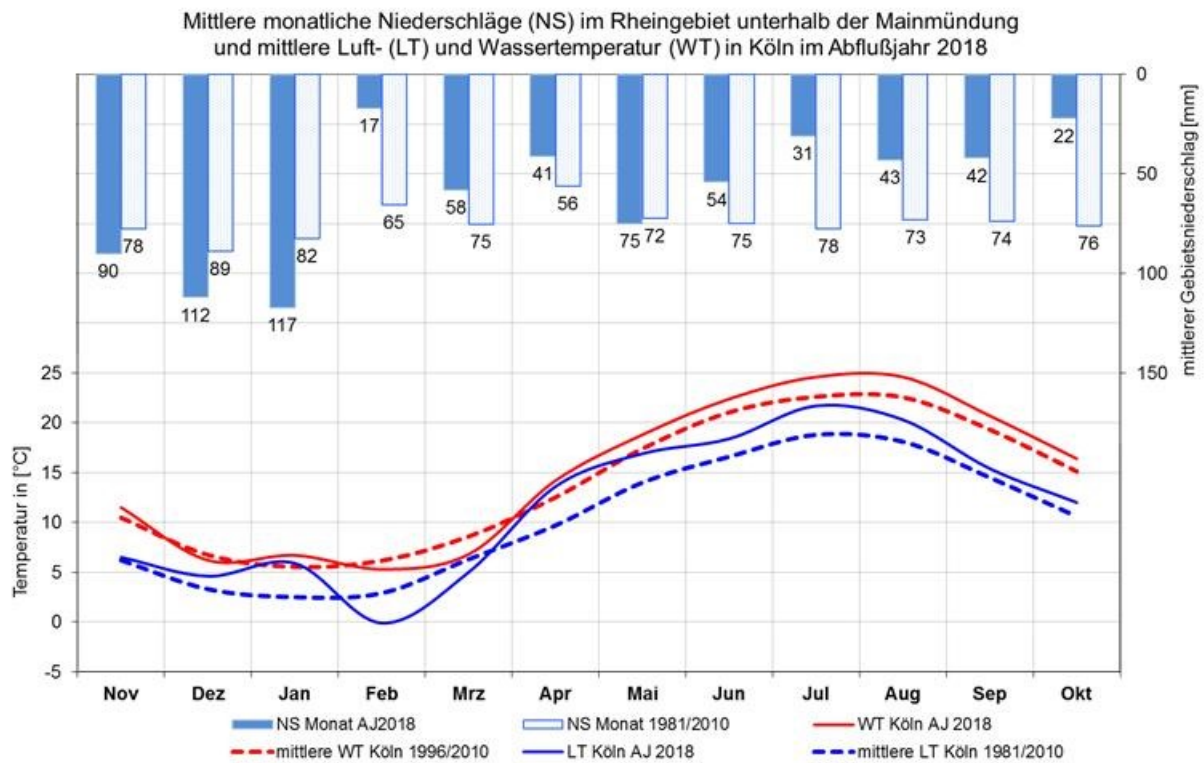


Abbildung 7.b: Rheineinzugsgebiet/Beispielstation Köln: Vergleich der monatlichen Temperatur- und Niederschlagsdaten im Abflussjahr 2018 gegenüber den vieljährigen Mittelwerten (Datenquellen LT und NS: DWD; WT: WSV)

Niederlande, Quelle: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI)

2018 war mit einer mittleren Temperatur an der Station De Bilt von 11,3 °C das fünfte sehr warme Jahr hintereinander. Nach 2014 (11,7 °C) war 2018 das wärmste Jahr seit Beginn der Beobachtungen. Dieses Bild passt in den Trend eines aufwärmenden Klimas. Alle Monate, mit Ausnahme von Februar, März, September und November waren mindestens 1 Grad wärmer als normal.

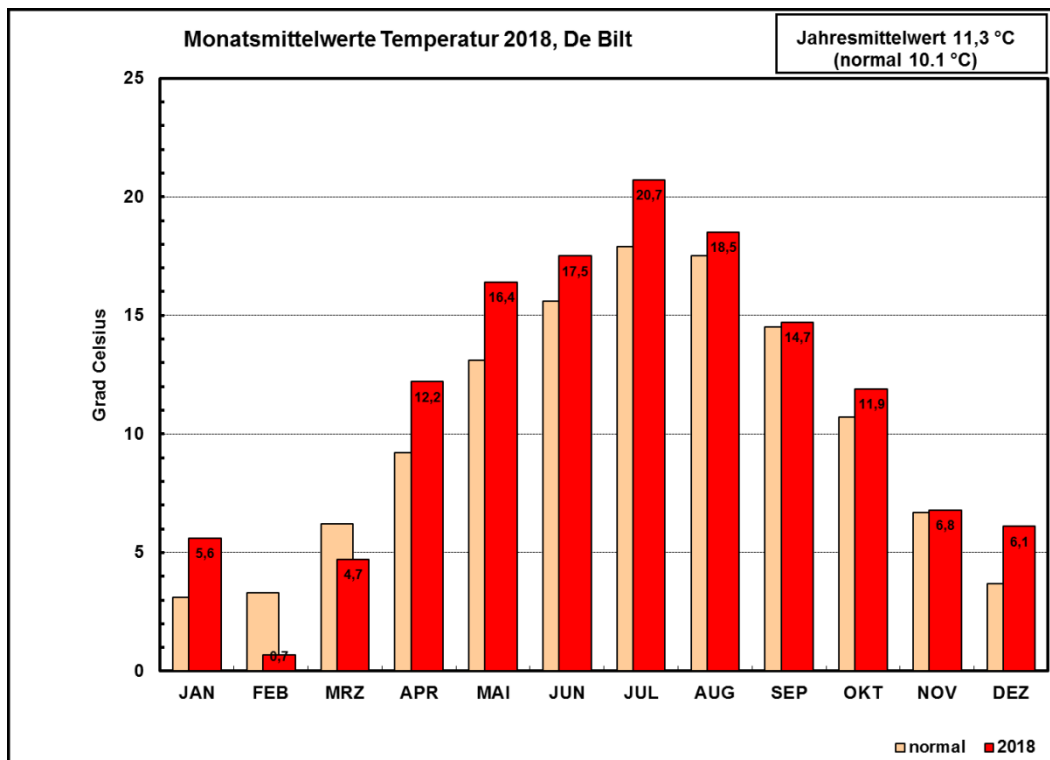


Abbildung 8: Monatsmittelwerte der Temperatur an der Station De Bilt 2018 im Vergleich zum vieljährigen(1981-2010) Mittelwert (Quelle: KNMI)

Der Januar war mit einer mittleren Temperatur von 5,6 °C sehr mild, winterliche Verhältnisse gab es nicht. Der Februar war mit 0,7 °C kalt mit am Ende des Monats und in den ersten Tagen vom März eine Frostperiode. Am 28. Februar wurde an der Station Woensdrecht mit -10,5 °C die niedrigste Temperatur des Jahres gemessen. Der Frühling war insgesamt sehr mild, kannte aber mehrere Gesichter. März war im Durchschnitt zu kalt, während April sehr mild und sehr nass war. Im April gab es zwei sommerliche Perioden. Der Niederschlag fiel oft in kürzer Zeit und in intensiven Schauern. Der Mai war mit einer mittleren Temperatur von 16,4 °C der wärmste Mai-Monat seit mindestens 300 Jahren. Im Mai fing eine lange Periode von sommerlichem Wetter an, welche unterbrochen durch kurze kühlere Perioden bis einschließlich September dauerte.

Der Sommer von 2018 war mit einer mittleren Temperatur von 18,9 °C in De Bilt der wärmste seit 1901. Er war außerdem sehr sonnig und trocken. Der Monat Juni war mit einem Mittelwert von 17,5 °C fast 2 Grad wärmer als normal. Der Monat war auch besonders trocken. Juli war mit einer mittleren Temperatur von 20,7 °C der zweitwärmste Juli-Monat seit 1901. Auch dieser Monat war rekord-trocken und –sonnig. Am 26. Juli wurde an der Station Arcen mit 38,2 °C die höchste Temperatur des Jahres gemessen. Dieser Wert lag nur 0,4 °C unter der höchstgemessenen Temperatur seit 1901 in den Niederlanden. Auch der Monat August war sehr warm, aber nach einem sehr warmen und trockenen Anfang wurde das Wetter wechselhafter mit niedrigeren Temperaturen.

Der Herbst war mild und die Sonne hat seit 1901 noch nie so viel geschienen. Auch der Herbst war trocken. September fing warm an, endete aber kalt mit am Ende des Monats der erste Frost des Wintersaisons. Im Durchschnitt waren die Temperaturen normal. Oktober war mild und sehr sonnig. Am Ende des Monats war es kühl und nass und im Süden des Landes

fiel sogar Nassschnee. November war insgesamt sehr sonnig und Dezember mit 6,1 °C sehr mild.

Mit 2090 Stunden Sonnenschein war 2018 extrem sonnig. Der langjährige Mittelwert liegt bei 1639 Stunden. Alle Monate mit Ausnahme des Januars waren sonniger als normal.

Mit einem Mittelwert von 607 mm Niederschlag war 2018 besonders trocken. Der langjährige Mittelwert beträgt 847 mm. Der trockene und warme Sommer führte zu Wassermangel, vor allem für Landwirtschaft und Schifffahrt. Der Rhein erreichte am Pegel Lobith im November seinen niedrigsten Wasserstand seit Beginn der Beobachtungen.

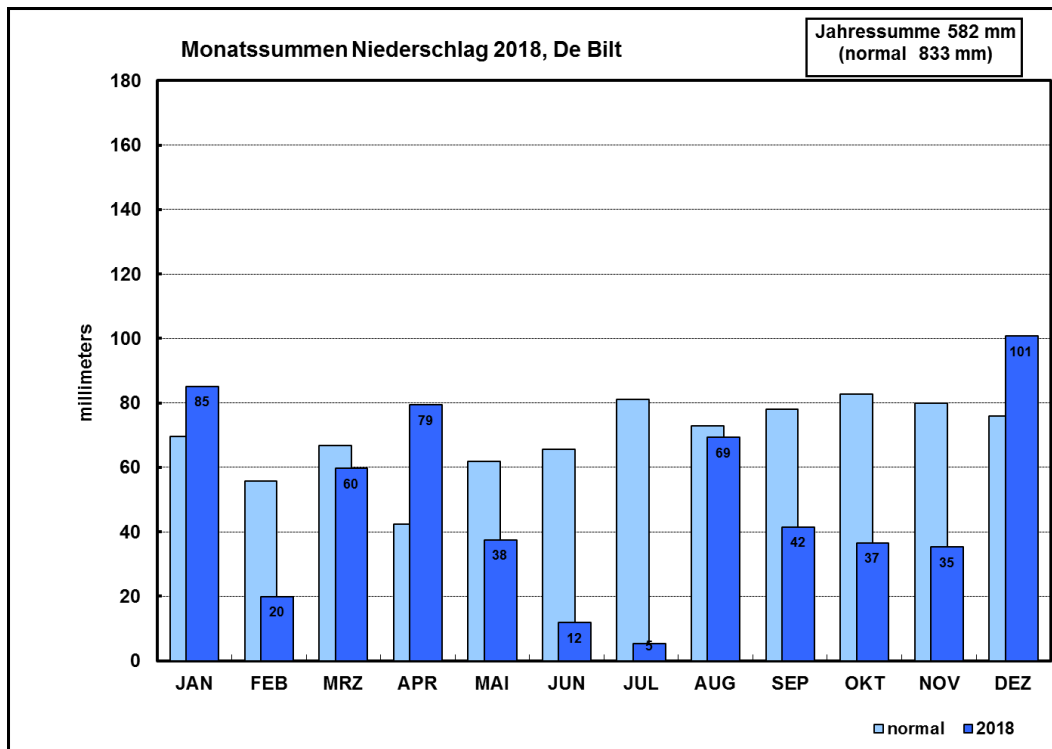


Abbildung 9: Monatssummen des Niederschlags an der Station De Bilt 2018 im Vergleich zum vieljährigen (1981-2010) Mittelwert (Quelle: KNMI)

Schnee gab es fast nicht. Während der kurzen Kälteperiode Ende Februar / Anfang März fiel an einigen Stellen etwas Schnee, der aber schnell wieder weg war.

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)

Ende Oktober 2017 war es oberhalb von rund 2500 m ü.M. schon recht winterlich. Im Westen und Süden hingegen war der Oktober extrem trocken, und die Berge zeigten sich entsprechend bis ins Hochgebirge meist schneefrei. Den ganzen November über schneite es an jedem Wochenende, und das teils intensiv. Über den ganzen Monat gesehen, waren die Schneehöhen im November in den Bergen des Alpennordhanges und des nördlichen Wallis überdurchschnittlich, sonst verbreitet leicht unterdurchschnittlich. In tiefen Lagen lag viel weniger Schnee als üblich. Insgesamt waren die Schneehöhen im Dezember am Alpenhauptkamm vom Oberwallis bis ins Oberengadin und im Flachland der Deutschschweiz unterdurchschnittlich, in allen anderen Gebieten überdurchschnittlich. Sogar viel mehr Schnee als üblich lag am östlichen Alpennordhang und auch in den Talsohlen des Wallis und Tessins.

Das neue Jahr startete extrem niederschlagsreich und mild. Bis zum 23. Januar waren in hohen Lagen innerhalb von 25 Tagen verbreitet 2,5 bis 5 m Schnee gefallen. Auch wenn es danach im Wesentlichen trocken blieb, waren die Schneehöhen im Januar insgesamt in mittleren und hohen Lagen doch klar, im Wallis sogar massiv überdurchschnittlich. In tiefen Lagen dagegen waren die Schneemengen stark unterdurchschnittlich.

In den Niederungen fiel den ganzen Februar über kaum Schnee. Damit zeigten die Schneehöhen das gleiche Bild wie bereits Ende Januar.

Im März bescherten mehrere schwache Schneefälle im Norden auch dem Flachland vorübergehend etwas Schnee, und mit den kräftigen Niederschlägen am Monatsende wurden in der Höhe leicht überdurchschnittliche Neuschnee-summen registriert. Ende März lagen auf 2000 m in den ganzen Schweizer Alpen außer dem mittleren und südlichen Tessin sowie Teilen des Engadins 2 bis 4 m Schnee. Damit waren die Schneehöhen vielerorts eineinhalb bis zwei Mal so hoch wie üblich. Auch über den ganzen März betrachtet waren die Schneehöhen in der Höhe über-, in tiefen Lagen dagegen verbreitet unterdurchschnittlich.

Die Schneeschmelze schritt im April rasch voran. In hohen Lagen nahm die Schneehöhe im April nördlich einer Linie Rhone-Rhein um mehr als einen Meter ab, südlich davon um knapp einen Meter. Bis Ende April hatte sich die Schneehöhe auch in hohen Lagen vielerorts dem langjährigen Mittel angenähert.

Auch der Mai war außergewöhnlich warm und, trotz anhaltender Gewitteraktivität, in den meisten Gebieten niederschlagsarm. Die Schneehöhen nahmen weiter schnell ab. In hohen Lagen waren sie am Monatsende am zentralen und östlichen Alpennordhang, in Graubünden und im Tessin unterdurchschnittlich. Im Westen lag immer noch leicht überdurchschnittlich, in den Vispertälern sowie im Simplon-Gebiet stark überdurchschnittlich viel Schnee.

Auf den Schweizer Gletschern wurden im April und Mai 2018 sehr große Schneehöhen gemessen. Diese waren 20 bis 70% höher als normal. Besonders im Wallis waren die Gletscher zu Beginn der Schmelz-Periode außerordentlich gut eingeschneit. Die warmen Frühlings- und Frühsommer-Monate haben der Schneedecke dann aber stark zugesetzt und das Eis aperte schnell aus. Im Zuge der großen Trockenheit wurde während des ganzen Sommers kein nennenswerter Neuschneefall auf den Gletschern festgestellt. In normalen Jahren gibt es auch im Sommer noch ab und zu Neuschnee und wird damit die Schmelze für einige Tage deutlich reduziert. Im sehr heißen August, aber auch bis Ende September 2018 war die Gletscherschmelze extrem.

Die Massenbilanz der Gletscher – also die Bilanz zwischen Zuwachs durch Schnee und Verlust durch Schmelze – ist gemäß Messungen auf 20 Gletschern in allen Landesteilen einmal mehr stark negativ. Der Schutz durch die dicke Schneedecke reichte angesichts der anhaltenden Hitzephasen bei weitem nicht aus, um für eine ausgeglichene Bilanz zu sorgen: Die Gletscher verloren massiv an Volumen. Viele Gletscher verzeichneten Einbußen der mittleren Eisdicke von 1,5 bis 2 m, teilweise auch deutlich mehr. Dank der großen Schneemengen des Winters fielen die Dickenverluste im südlichen Wallis aber mit etwas weniger als 1 m geringer aus (z.B. am Allalingletscher, Findelengletscher und Glacier de Giéto).

Für alle der rund 1500 Schweizer Gletscher wird für das hydrologische Jahr 2017/18 ein Verlust von etwa 1400 Millionen Kubikmetern Eis geschätzt. Das aktuell noch vorhandene Gletschervolumen ist somit in diesem Jahr um über 2,5 % zurückgegangen. Aufsummiert über die letzten zehn Jahre ging fast ein Fünftel des verbleibenden Gletscher-Eises verloren. Damit könnte die gesamte Fläche der Schweiz mit einer 25 cm hohen Wasserschicht gleichmäßig bedeckt werden. Die Gletscherschmelze im Sommer 2018 war außergewöhnlich. Nur dank den enormen Schneemengen im Winter 2017/18 wurde ein absoluter Rekordverlust verhindert. So reiht sich 2018, etwa gleichauf mit den Hitzesommern 2015 und 2017, nach wie vor hinter dem Jahr 2003 ein. Die Häufung von Extremjahren macht aber vor allem kleinen Gletschern stark zu schaffen. Viele von ihnen zerfallen richtiggehend.

Hydrologische Situation im Rheingebiet im Jahre 2017

Wasserstände der großen Seen im Einzugsgebiet des Rheins

Österreich

Zu Jahresbeginn lag der Wasserstand des Bodensees etwas über dem langjährigen Mittelwert der Reihe 1864 – 2017 für den jeweiligen Kalendertag. Die überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen im Januar in Verbindung mit den milden Temperaturen führen dazu, dass vom 21. Januar bis zum 11. Februar die höchsten Tagesmittel des jeweiligen Kalendertages seit dem Jahre 1864 gemessen wurden. Die unterdurchschnittlichen Niederschlagsmengen im Februar und März ließen den Wasserstand bis Ende März auf das jahreszeitliche Mittel zurückgehen. Die Mitte April einsetzende Schneeschmelze in den Alpen führte zu einem Ansteigen des Wasserstandes, bis am 14. Juni der höchste Wert im Jahr 2018 erreicht wurde. Danach herrschten bis Ende November unterdurchschnittliche Verhältnisse. Erst durch die Niederschläge im Dezember stieg der Wasserstand wieder deutlich an und lag ab dem 24. Dezember bis Jahresende über dem Mittelwert des jeweiligen Kalendertages der Beobachtungsreihe 1864-2017. (s. Abb. 10).

PEGELSTATION BREGENZ - BODENSEE

Wasserstandsbewegung von 1864 - 2017

Pegelnulldpunkt: 392,14 m ü. Adria

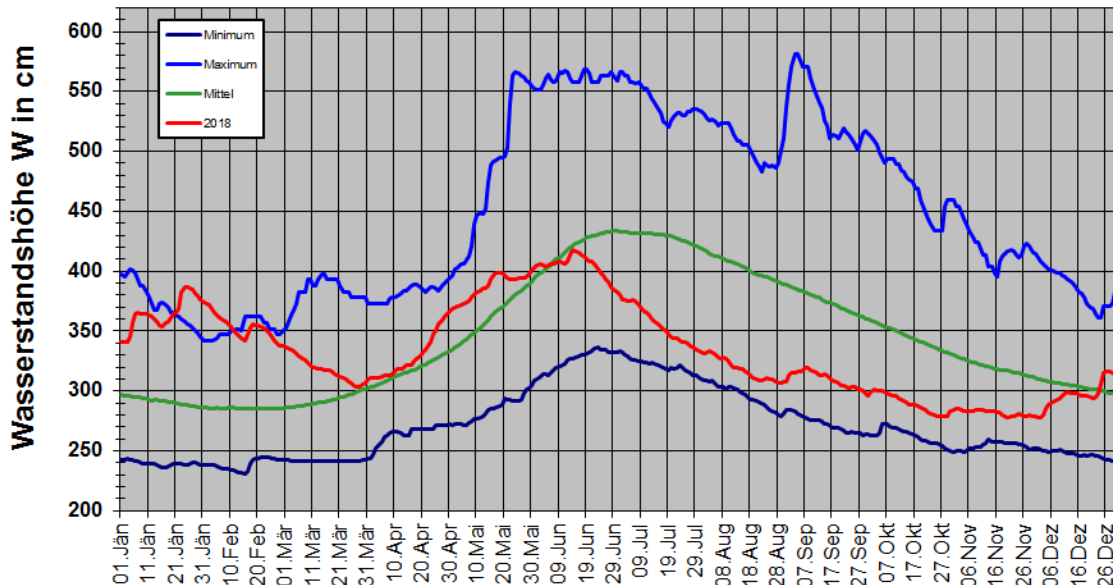


Abbildung 10: Ganglinie des Wasserstands des Bodensees beim Pegel Bregenz im Jahre 2018 (rote Kurve) im Vergleich mit langjährigen Minima, Maxima und Mittelwerten

Schweiz

Die ausgeprägte Niederschlagsarmut hat sich 2018 auch bei den Seen bemerkbar gemacht: Die Jahresmittelwerte des Wasserstands liegen bei den meisten großen Seen unter dem langjährigen Mittelwert. Mit -21 cm weicht der Pegel des Lago Maggiore am stärksten von der Norm ab. Ebenfalls zweistellige Abweichungen weisen der Bodensee (Untersee), der Walensee sowie der Zugersee auf. So große Abweichungen sind beim Boden- und Walensee sowie am Lago Maggiore nichts Außergewöhnliches, beim Zugersee hingegen schon. Dort wurde mit -13 cm letztmals im Jahr 2003 eine Abweichung von der Norm von mehr als 10 cm verzeichnet. Das Wasserstands-Regime bewegt sich am regulierten Zugersee in viel engeren Grenzen als bei einigen anderen Seen. Die Differenz vom größten zum kleinsten gemessenen Wert der gesamten Messperiode beträgt beim Zugersee 135 cm. Zum Vergleich: Beim Bodensee sind es über 330 cm, beim Walensee rund 420 cm und beim Lago Maggiore mehr als 550 cm. An keinem der großen Seen der Schweiz gab es neue tiefste Jahresmittel. Auch am Zugersee nicht: Er egalisierte zwar am 22. August mit 413,11 m ü. M. das bisherige absolute Minimum, das Jahresmittel 2018 blieb jedoch 10 cm über dem Wert aus dem Jahr 1949. Und auch am Zürichsee blieb das Jahresmittel nur 1 cm über dem tiefsten Mittelwert aus dem Jahr 1951.

Durch die außerordentlich großen Niederschlagsmengen im Januar erreichten die Pegel des Bodensees und der Jurarandseen sehr hohe Werte für die Jahreszeit. Neuenburgersee, Bielersee und Bodensee erhielten neue Januarmaxima. Am Bodensee war auch das Februarmaximum das größte seit Messbeginn. Der Bodensee ist schon auf einem hohen Niveau ins neue Jahr gestartet. Außer in einer kurzen Phase von Ende März bis Mitte April lagen die Wasserstände bis Ende Mai teilweise weit über dem langjährigen saisonalen Mittel. Während der hohe Wasserstand im Januar am Neuenburgersee nicht an die Schwelle zur Gefahrenstufe 2 herankam, wurde sie am Bielersee kurzzeitig erreicht.

Im Gegensatz zu den hohen Pegelständen von Anfang Jahr standen dann die tiefen Pegelstände in der zweiten Jahreshälfte aufgrund der anhaltenden Trockenheit. Neue monatliche Tiefstwerte gab es im Juli am Bodensee und Vierwaldstättersee; im Juli und August am Zugersee und Zürichsee und im August am Walensee. An den Jurarand-seen wurden neue November-Minima registriert. Der Zürichsee verzeichnete außer im September in allen Monaten der zweiten Jahreshälfte ein neues monatliches Minimum. Daraus resultierte ein sehr tiefer Jahresmittelwert von 405,89 m ü. M. Der Lac Léman folgte – abgesehen von drei kurzen Phasen mit überdurchschnittlichen Wasserständen – weitgehend dem bekannten Regime, das sich in der zweiten Jahreshälfte in sehr engen Grenzen bewegt.

Am Lago Maggiore wurden Anfang November während rund zwei Wochen für die Hochwasserwarnung relevante Schwellen überschritten. Der höchste Wasserstand des Jahres wurde mit 195,36 m ü. M. am 7. November gemessen. Dieser Wert liegt 86 cm über der Schwelle zur Gefahrenstufe 2. Nur einen Monat vorher, am 8. Oktober lag der Pegel noch auf 192,27 m ü. M., dem tiefsten Niveau des Jahres. Rasche Anstiege des Pegels werden am Lago Maggiore ab und zu beobachtet. Ein Anstieg von 3 Metern in wenigen Tagen ist aber auch hier ein seltenes Ereignis. Am Lago di Lugano wurde die Gefahrenstufe 2 nur ganz knapp nicht erreicht. Der größte Wert des Jahres blieb 2 cm unter der entsprechenden Schwelle.

Wasserstände und Abflüsse der Fließgewässer

Österreich

Der Abfluss des Alpenrheins lag 2018 unter dem langjährigen Mittelwert. Auch bei den anderen Bodenseezuflüssen aus Österreich führten die unterdurchschnittlichen Niederschläge zu unterdurchschnittlichen Abflüssen. Die Jahresfracht betrug im Vergleich zum langjährigen Mittel (1951 – 2017 Alpenrhein, Bregenzerach bzw 1984 -2017 Dornbirnerach)

- an der Bregenzerach 83 % (MQ 2018 = 38,8 m³/s, langjähriges MQ = 46,6 m³/s);
- an der Dornbirnerach 61 % (MQ 2018 = 4,31 m³/s, langjähriges MQ = 7,11 m³/s);
- am Alpenrhein 92 % (MQ 2018 = 212 m³/s, langjähriges MQ = 231 m³/s).

Schweiz

Von 30% unter bis zu 30% über den Werten der Normperiode 1981-2010: Das ist die beachtliche Spannweite, in der sich in den großen Flussgebieten die Jahresmittel des Abflusses im Jahr 2018 bewegten. Die Thur bildete dabei die untere, die Maggia die obere Grenze des Bereichs. Dazwischen erreichten die mittleren Jahresabflüsse der Limmat und der Birs rund 80% der Norm; etwa 90% waren es an Aare, Reuss, Alpenrhein, Inn und Tessin. Der Abfluss des Doubs lag sehr nahe beim langjährigen Mittel und derjenige der Rhone etwas mehr als 10% darüber.

In den mittelgroßen Einzugsgebieten ist die Spannweite beim Jahresmittel des Abflusses nur unwesentlich größer als bei den großen Flussgebieten. Am unteren Rand, mit Abflussmengen im Bereich von 65 bis 70% der Norm, findet man Einzugsgebiete vor allem in der Zentralschweiz (Lorze, Suhre) und im Nordosten der Schweiz (Murg, Glatt, Sitter). Ebenfalls in dieser Klasse liegt die Broye und der Brenno. Für die Lorze sind die 1,9 m³/s das kleinste Jahresmittel der gesamten Messperiode seit 1983 (bisher 2,1 m³/s im Jahr 1997). Der bescheidene Zufluss in den Zugersee hatte zur Folge, dass dessen Wasserstand im August auf den tiefsten dort je gemessenen Wert sank. Deutlich überdurchschnittlich war – wenig überraschend – der Abfluss aus dem stark vergletscherten Einzugsgebiet der Massa: Der Jahresabfluss aus dem Aletschgletscher lag mehr als 30% über dem langjährigen Mittelwert.

Wechselt man bei der Betrachtung von den Jahresabflüssen zu den Monats- und Tagesabflüssen, fallen mehrere besondere Situationen auf:

- Auf der Alpennordseite, von der West- bis in die Ostschweiz, sowie im Wallis gab es zwei große Abfluss-Ereignisse im Januar, gefolgt von einem kleineren dritten Ereignis im Februar. Auf der Alpennordseite sind im Verlauf des Dezembers außerdem zwei Abflusswellen deutlich erkennbar.
- In kaum oder nicht vergletscherten Gebieten sanken die Abflüsse ab Mitte Juni bis Anfang Dezember. Der stetige Rückgang der Wassermengen wurde nur durch einige kleine Ereignisse kurzzeitig unterbrochen. In Gebieten mit einem größeren Vergletscherungsgrad waren die Abflüsse durch die Schmelze schon von April bis Juni überdurchschnittlich hoch. In Gegenden mit hohem Gletscheranteil – wie beim Einzugsgebiet der Massa, das über 50% mit Eis bedeckt ist – lagen vor allem die Abflüsse der Sommer- und Herbstmonate deutlich über den entsprechenden Werten der Normperiode.
- Auf der Alpensüdseite brachte Ende Oktober und Anfang November anhaltender Niederschlag den beiden großen Tessiner-Einzugsgebieten des Ticino und der Maggia schnelle und markante Abflussanstiege.

Die rekordhohen Niederschläge im Januar bescherten zahlreichen Stationen des Abflussmessnetzes neue höchste Januarmaxima und außerordentliche Monatsmittelwerte. Die Monatsmittel waren oft mehr als doppelt (z.B. Aare, Reuss, Limmat, Thur) und in einigen Einzugsgebieten drei bis vier Mal so groß wie die entsprechenden langjährigen Mittelwerte (z.B. Emme, Lütchine, Muota, Maggia). Zwei Ereignisse am Anfang des Jahres verdienen eine besondere Erwähnung: Das Sturmtief Burglind zog am 2. und 3. Januar über Europa. Die intensiven Niederschläge führten bei rund 20 Stationen der Alpennordseite zu 2-jährlichen Abflussspitzen; bei zehn Stationen war die Jährlichkeit noch größer. Ab dem 20. Januar gelangte in mehreren Schüben sehr feuchte und milde Luft von Nordwesten in die Schweiz. Die Schnee- und Regenfälle haben in Kombination mit Tauwetter in den bereits stark vorbelasteten Einzugsgebieten erneut verbreitet zu ähnlich hohen oder noch höheren Abflussspitzen und Seeständen geführt, als sie Anfang Monat aufgetreten sind. Beim Bieler-, Neuenburger und Bodensee stiegen die Pegel in dieser Phase auf neue Höchstwerte für den Monat Januar. Nach dem

trockenen Sommer fielen auf der Alpennordseite erst im Dezember wieder überdurchschnittliche Niederschläge. Nach markanten Pegelanstiegen Anfang Monat kam es beim Weihnachtshochwasser zu einer mäßigen Hochwassergefahr an Thur, Töss, Sihl, Hochrhein, an der Aare unterhalb des Bielersees und an der Simme.

Die ausgeprägte Niederschlagsarmut des Sommers kann in den Abflussganglinien sehr schön nachvollzogen werden. Das extremste Beispiel ist wohl die Thur bei Andelfingen, wo von März bis November die Monatsabflüsse des Jahres 2018 im Vergleich mit der Normperiode 1981-2010 nicht über 70% gestiegen sind und im Juli mit bloß 17% und im November mit 15% sehr tiefe Anteile verzeichnet wurden. Von Juni bis Dezember traten an zahlreichen Messstationen neue tiefste Monatswerte auf.

Ende Oktober und Anfang November fielen auf der Alpensüdseite intensive Niederschläge. Da sich sowohl die Abflüsse der Fließgewässer als auch die Pegel der Seen zu Beginn des Ereignisses auf einem tiefen Niveau befanden, kam es trotz starker Abflussanstiege nicht zu Überschwemmungen. Am Ticino bei Bellinzona und an der Maggia bei Locarno trat am 29. Oktober der größte Abflusswert des Jahres auf. Am Ticino wurde dabei die Gefahrenstufe 2 klar nicht erreicht, die Maggia ist bis in diese Gefahrenstufe angestiegen.

Mehrere heftige Gewitter haben während des Jahres 2018 in kleinen und mittelgroßen Einzugsgebieten, die nicht alle mit Messstationen versehen sind, zu Murgängen und Überschwemmungen geführt. So ereignete sich z.B. Anfang Juli ein verheerendes Hochwasser im Val d'Anniviers.

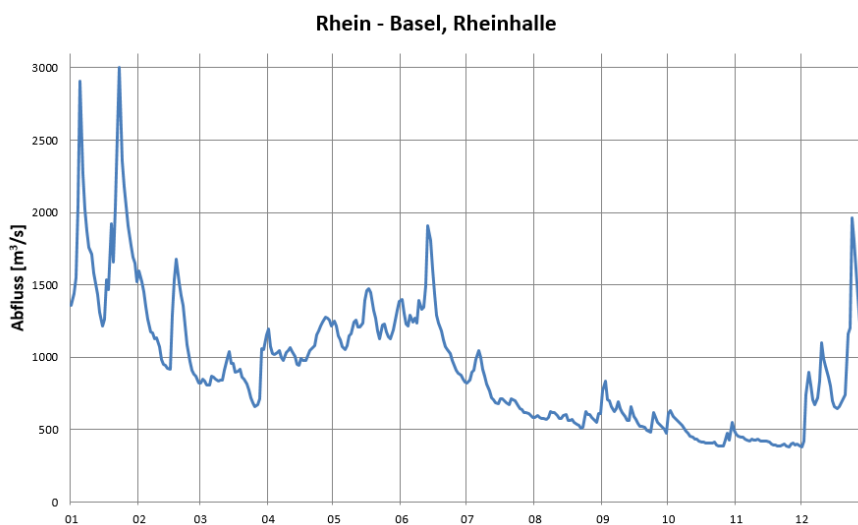


Abbildung 11: Abflussganglinie am Pegel Rhein - Basel, Rheinhalle im Jahr 2018

Deutschland

Das Wasserdargebot im Abflussjahr 2018 war zunächst geprägt durch deutliche erhöhte Niederschläge in den ersten drei Monaten (Nov-Jan), so dass es im Dezember 2017 und, vor allem im Januar 2018, verbunden mit der Schneeschmelze zu überregionalen Hochwassersituationen kam (veranschaulicht in den Gangliniendarstellungen der Abbildungen 12 bis 17, vgl. auch [BfG Lageberichte](#)⁴). Im Februar führte der Zustrom polarer Kaltluft am Südrand eines kräftigen

⁴ https://www.bafg.de/DE/07_Nachrichten/Archiv/2018/20180105_hw.html

nordeuropäischen Hochdruckgebietes in Deutschland zu kalter, sonniger und trockener Witterung (Quelle: DWD⁵). Der Niederschlag blieb deutschlandweit erheblich unter den Mittelwerten, was sich im niedrigen Wasserdargebot auswirkt und in den niedrigen Wasserständen der beobachteten Pegel widerspiegelt.

Die Jahres-MQ an den Messstellen am Rhein lagen im Jahre 2018 durch die einander weitgehend ausgleichende winterliche Hochwasser- und sommerliche Niedrigwasserphase nahe an den vieljährigen Jahresmitteln (94 - 100 %, vgl. Tab.2). Auch Neckar und Main wichen nur um -5 % bzw. +4 % vom MQ ab. An der Mosel lag der MQ2018 bei 117 % gegenüber dem aus der langen Reihe (1931-2011) ermittelten MQ.

Das Verhältnis der Winter- zu Sommer-MQ für den Rhein hatte sich am Pegel Maxau gegenüber den vieljährigen Beobachtungen umgekehrt, so erbrachte das Winterhalbjahr 2017/2018 63 % des Abflusses gegenüber 45 % im vieljährigen Mittel. An den Pegeln Kaub und Köln am Rhein, sowie Rockenau/Neckar und Cochem/Mosel hat sich die Saisonalität zwar nicht, wie bei Maxau, umgekehrt, zeigte aber auch dort viel höhere Abflüsse im Winterhalbjahr, als im vieljährigen Vergleich (Periode 1931/2011).

Tabelle 2: Vergleich der mittleren Abflüsse (MQ) im Abflussjahr 2018 für ausgewählte Pegel im Rheingebiet und in Relation zur vieljährigen Vergleichsperiode (1931/2011) außer Rockenau, Raunheim)

<i>Pegel</i>	<i>MQ</i>			<i>MQ 2018</i>		
	<i>2018</i>	<i>1931-2011</i>	<i>MQ 2018 in % des MQ der vieljährigen Vergleichsperiode</i>	<i>Winter</i>	<i>Sommer</i>	<i>% Wi/So (vieljährige Vergleichsperiode)</i>
<i>Maxau (Rhein)</i>	1169	1250	94%	1462	876	63/37 (45/55)
<i>Rockenau (Neckar) * 1951-2011</i>	130	137	95%	202	57	78/22 (64/36)
<i>Raunheim (Main) * 1981-2011</i>	230	221	104%	362	98	79/21 (68/32)
<i>Kaub (Rhein)</i>	1609	1650	98%	2154	1063	67/33 (51/49)
<i>Cochem (Mosel)</i>	367	314	117%	619	114	84/16 (64/36)
<i>Köln (Rhein)</i>	2104	2110	100%	2982	1227	71/29 (55/45)

Wie die Abbildungen 12 bis 17 zeigen, wurden die vieljährig gemittelten Jahresabflüsse (MQ) am Rheinpegel Maxau an 232 Tagen unterschritten, im Winterhalbjahr an 91, im Sommerhalbjahr an 141 Tagen. In Kaub waren Unterschreitungen an 230 Tagen (Winter 69 zu Sommer 161) sowie in Köln an 226 Tagen (54 zu 172) zu verzeichnen. An den Zuflüssen lagen die Unterschreitungen der Mittelwerte für den Beobachtungszeitraum an Neckar und Main bei

⁵ https://www.dwd.de/DE/leistungen/pbfb_verlag_monat_klimastatus/monat_klimastatus.html

269 bzw. 234 Tagen, an der Mosel bei 224 Tagen, wobei das Verhältnis Winter/Sommer an Neckar (89/180) und Main (52/182) sowie an der Mosel (48/173) festgestellt wurde.

Bei den vieljährig ermittelten MNQ lagen die Unterschreitungen an den Rheinpegeln im Mittel bei 63 Tagen, in Rockenau/Neckar waren es 46, in Raunheim/Main 30 Tage, Spitzenreiter war der Pegel Cochem/Mosel mit 92 Tagen.

Unterschreitungen der langjährig ermittelten monatlichen Abflüsse (mMQ) wurden im Sommerhalbjahr bei Maxau an 246 (Winter 71 / Sommer 175) Tagen, bei Kaub an 251 (78/173) und bei Köln an 247 (76/171) Tagen festgestellt. Bei Rockenau/Neckar wurden an 288 (115/173) Tagen Unterschreitungen ermittelt, bei Raunheim/Main an 251 (78/173) Tagen sowie bei Cochem/Mosel an 196 (43/153) Tagen.

Ebenfalls erhebliche Unterschreitungen der mittleren monatlichen Niedrigstabflüsse (mMNQ) wurden an den Rheinpegeln im Mittel an 140 (2/138) Tagen verzeichnet, bei Rockenau/Neckar waren es 158 (23/135) Tage, bei Raunheim/Main 115 (13/102) und bei Cochem/Mosel wurden die mMNQ an 134 (13/121) Tagen unterschritten.

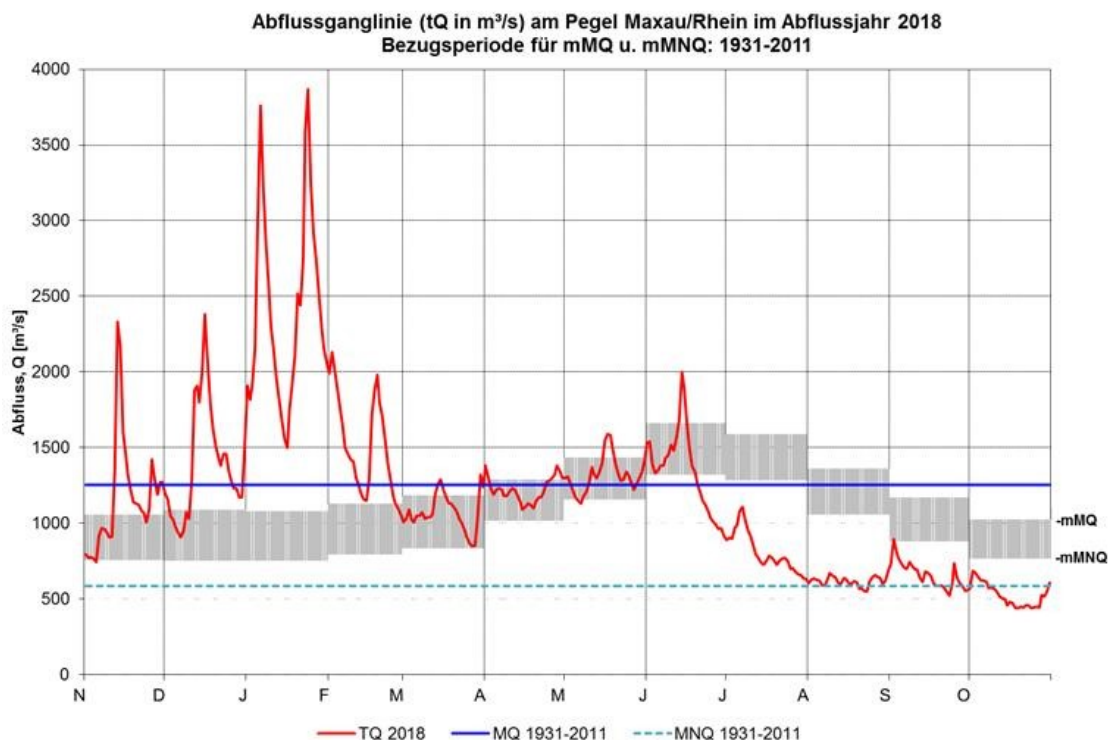


Abbildung 12: tägliche Abflüsse (tQ) am Pegel Maxau (Rhein) im Jahre 2018 im Vergleich zu vieljährigen Mittelwerten in m³/s (Bezugsperiode für MQ, mMQ und mMNQ: Zeitraum 1931-2011)

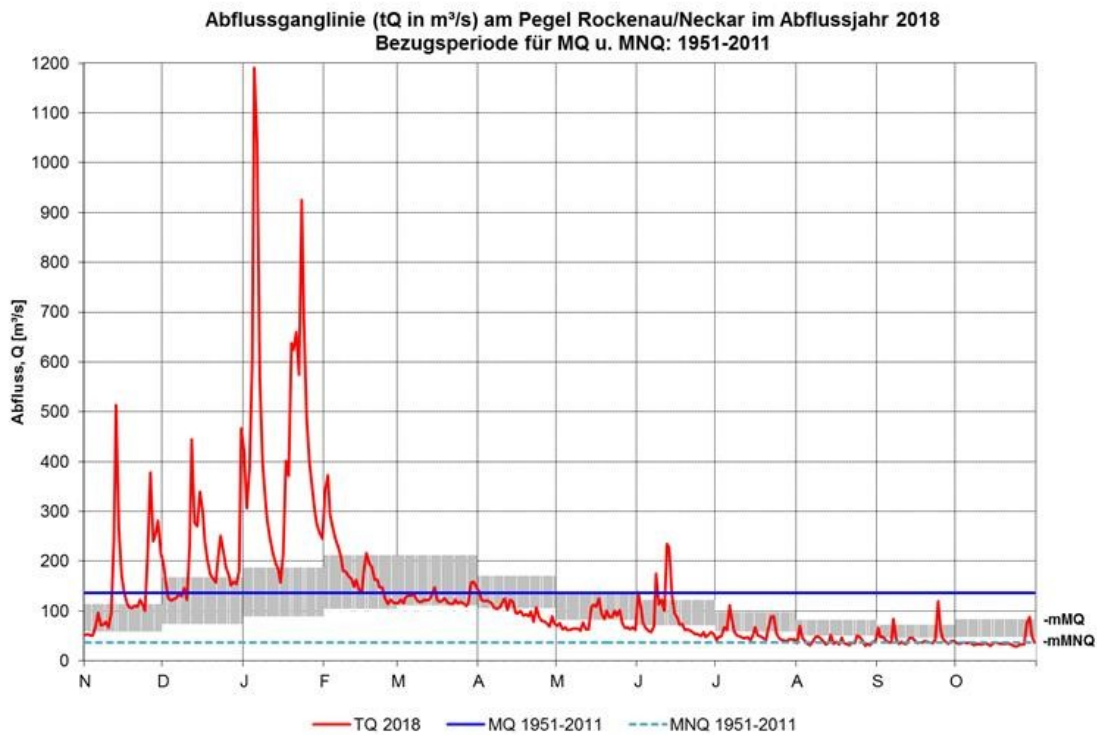


Abbildung 13: tägliche Abflüsse (tQ) am Pegel Rockenau (Neckar) im Jahre 2018 im Vergleich zu vieljährigen Mittelwerten in m³/s (Bezugsperiode für MQ, mMQ und mMNQ: Zeitraum 1951-2011)

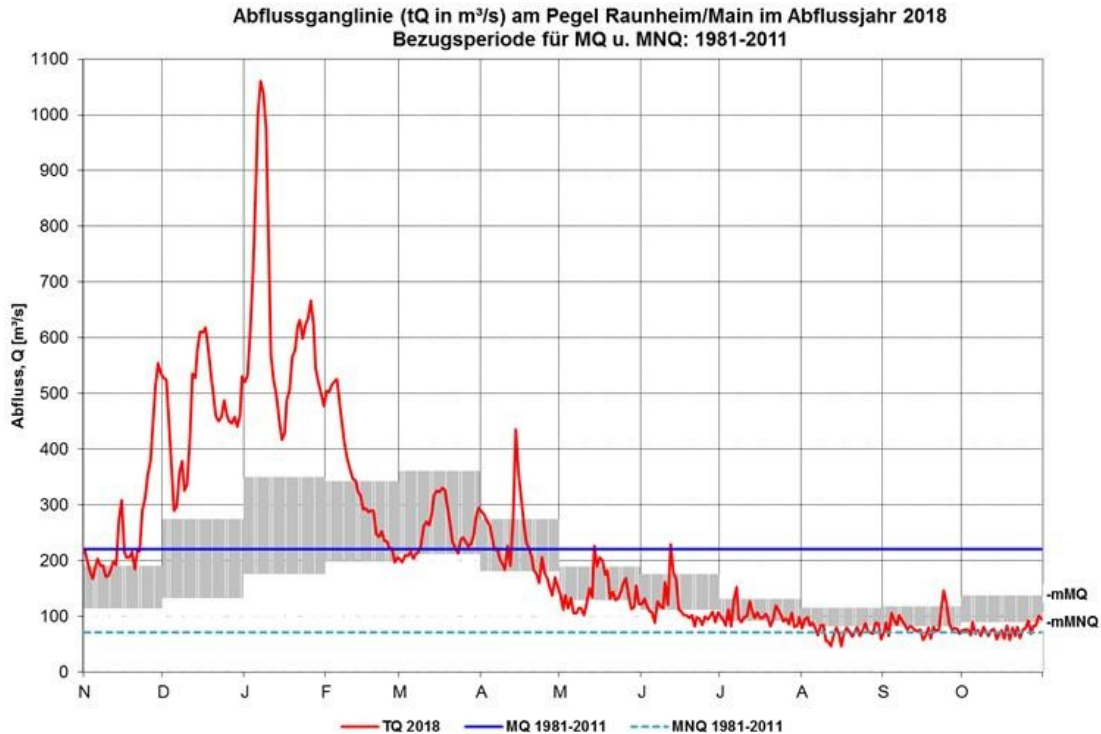


Abbildung 14: tägliche Abflüsse (tQ) am Pegel Raunheim (Main) im Jahre 2018 im Vergleich zu vieljährigen Mittelwerten in m³/s (Bezugsperiode für MQ, mMQ und mMNQ: Zeitraum 1981-2011)

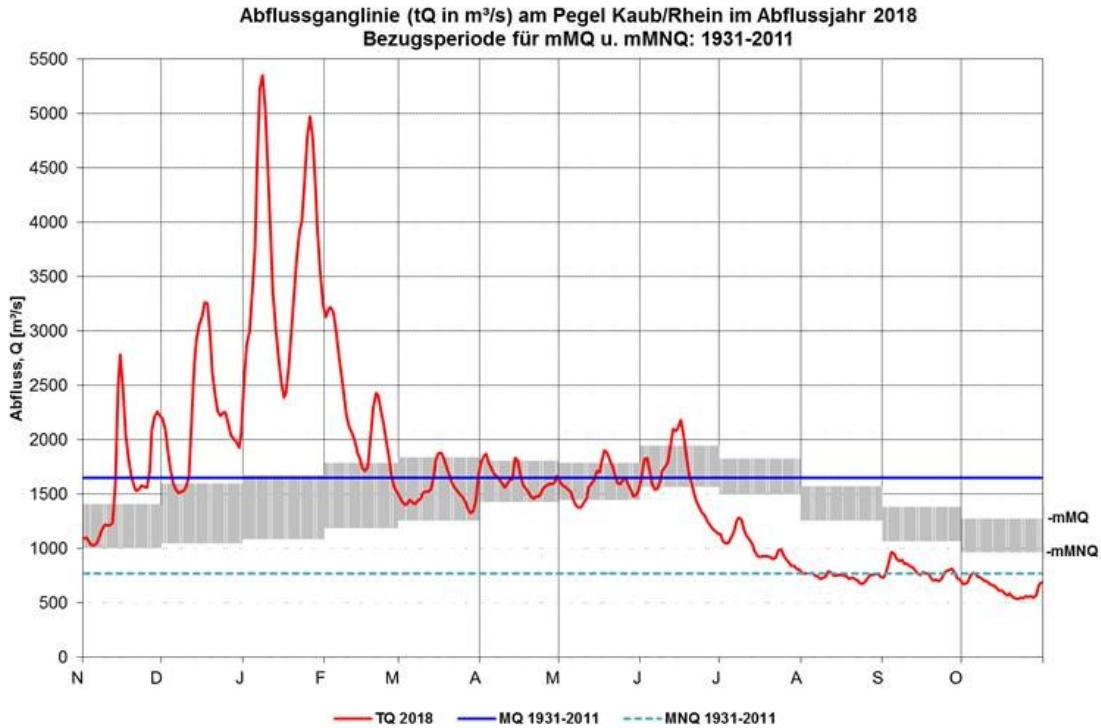


Abbildung 15: tägliche Abflüsse (tQ) am Pegel Kaub (Rhein) im Jahre 2018 im Vergleich zu vieljährigen Mittelwerten in m³/s (Bezugsperiode für MQ, mMQ und mMNQ: Zeitraum 1931-2011)

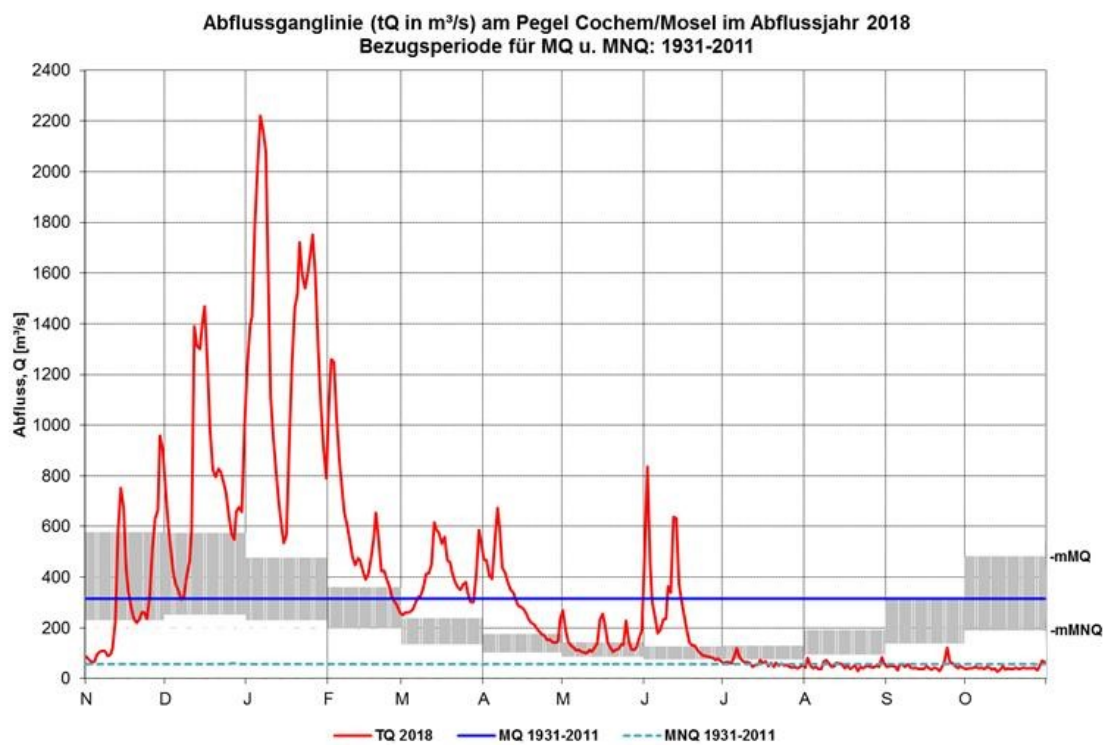


Abbildung 16: tägliche Abflüsse (tQ) am Pegel Cochem (Mosel) im Jahre 2018 im Vergleich zu vieljährigen Mittelwerten in m³/s (Bezugsperiode für MQ, mMQ und mMNQ: Zeitraum 1931-2011)

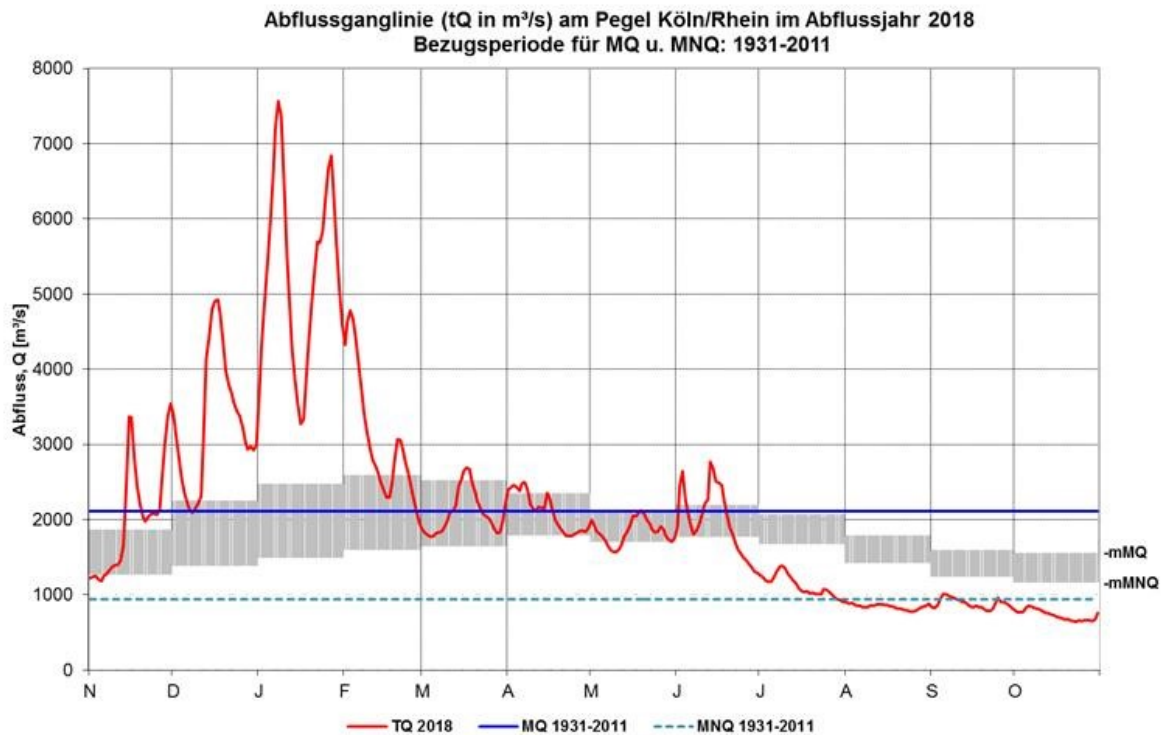


Abbildung 17: tägliche Abflüsse (tQ) am Pegel Köln (Rhein) im Jahre 2018 im Vergleich zu vieljährigen Mittelwerten in m³/s (Bezugsperiode für MQ, mMQ und mMNQ: Zeitraum 1931-2011)

Niederlande

Das Jahr 2018 war für die Niederlande eines der trockensten Jahre seit Beginn der regelmäßigen Beobachtungen. Seit 1901 hat es nur vier trockenere Sommer gegeben als den Sommer des Jahres 2018. Es gab nur zwei Jahre, in denen der Abfluss des Rheins am Pegel Lobith im Herbst niedriger war als in 2018 und der Wasserstand war der niedrigste seit Beginn der Messungen. Demzufolge gab es ein Wasserdefizit, wobei das verfügbare Wasser nach Priorität verteilt werden musste.

Das Niedrigwasser der Periode März – Dezember steht im Gegensatz zum Anfang des Jahres. Im Januar 2018 gab es zwei Perioden mit erhöhten Wasserständen, die zu Hochwassermeldungen und Warn-Kode ‚gelb‘ geführt haben. Der maximale Wasserstand des Jahres 2018 am Pegel Lobith trat am 10. Januar mit einem Wert von 14,64m +NAP (7530 m³/s) auf. Diese erhöhte Wasserstandssituation wurde – nach einigen Tagen von Wasserstandsenerkung – von einer neuen Welle mit einem Scheitel von 14,20 m +NAP (6900 m³/s) am 28. Januar gefolgt. Vergleichbare Wasserstände haben eine Wiederkehrzeit von 2 bis 5 Jahren.

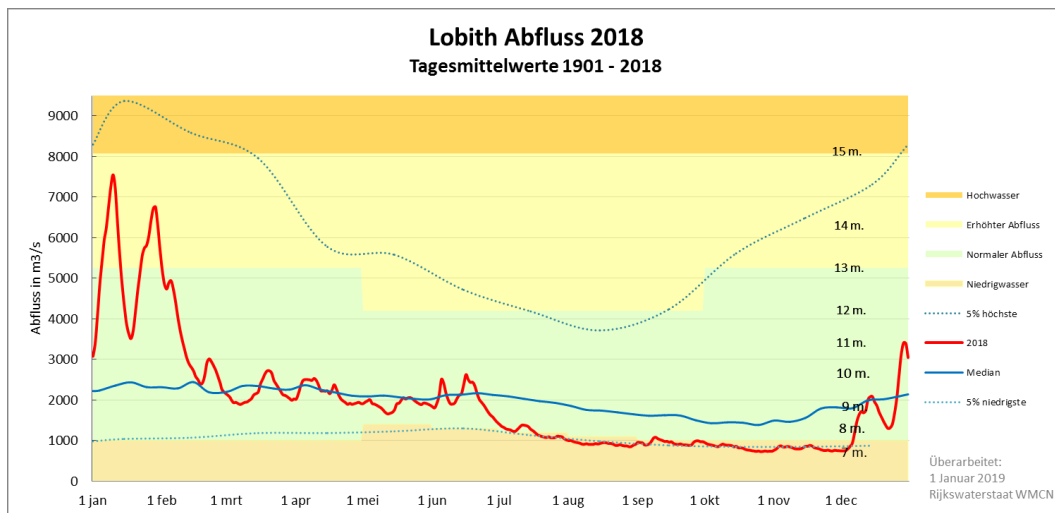


Abbildung 18: Ganglinie der Tagesmittelwerte des Abflusses am Pegel Lobith im Jahr 2018 (rote Kurve) im Vergleich mit langjährigen Minima, Maxima und Mittelwerten der Jahre 1901-2018

Wassertemperaturen Österreich

Das Jahresmittel der Wassertemperatur des Bodensees lag am Pegel Bregenz Hafen mit 13,9 °C um 1,9 °C über dem langjährigen Mittelwert von 12,0 °C. Sowohl im Winter im Januar als auch im Sommer in den Monaten Juli und August wurden an einigen Tagen neue Tagesmaxima für den jeweiligen Kalendertag seit Beginn der kontinuierlichen Messung der Wassertemperatur im Jahre 1976 beobachtet. Mit wenigen Ausnahmen lagen die Tagesmittel über den Tagesmitteln der langjährigen Reihe 1976-2017. (s. Abb. 19).

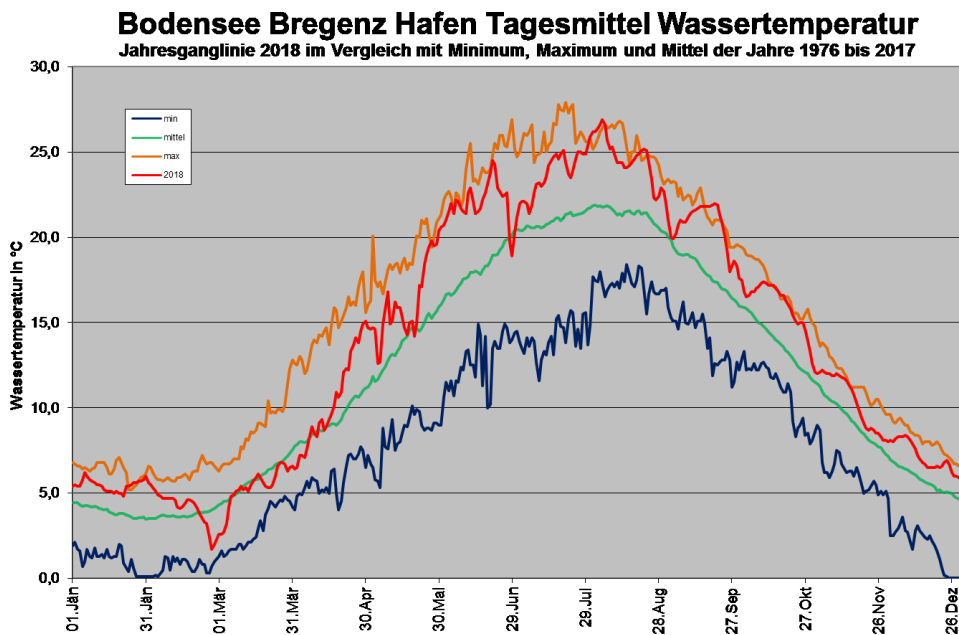


Abbildung 19: Ganglinie der Wassertemperatur des Bodensees am Pegel Bregenz im Jahr 2018 (rote Kurve) im Vergleich mit langjährigen Minima, Maxima und Mittelwerten der Jahre 1976-2017

Schweiz

Die Jahresmittelwerte der Lufttemperatur erreichten im Jahr 2018 Rekordhöhen. Dies führte bei den Wassertemperaturen der Schweizer Fließgewässer ebenfalls zu einem neuen Rekordjahr der jährlichen Temperaturmittelwerte. Im Vergleich zu den vorhergehenden Extremjahren 2011, 2014 und teilweise 2015 wurden im Jahr 2018 daher bei außergewöhnlich vielen Messstationen der Wassertemperatur neue Maxima der Jahresmittelwerte gemessen. Insgesamt betrifft dies mehr als 50 Stationen des Messnetzes. Die Rekordwerte treten vor allem im Jura, in der Rheintalebene unterhalb des Bodensees, im Mittelland und in südlich gelegenen Gebieten, wie dem Genferseegebiet oder der Alpensüdflanke (TI und GR) auf.

Zu Beginn des Jahres 2018 gab es bereits intensivere Wärmeschübe. Bei den meisten Flüssen führte dies schon im Januar und teilweise bis in den Februar hinein zu deutlich überdurchschnittlichen Wassertemperaturen. Bereits im Verlauf des Februars sanken die Temperaturen in den Gewässern wieder, um dann im März den langjährigen Durchschnitt zum Teil bedeutend zu unterschreiten. An einigen Stationen im Mittelland, in den westlichen und östlichen Zentralalpen, wie auch in der Alpensüdflanke führte diese Abkühlung zu neuen Tiefstwerten der Messwerte in diesem Monat seit Messbeginn.

Die markante Frühlingserwärmung ab April führte bei den Gewässern wieder zu stark steigenden und überdurchschnittlichen Temperaturen. Überschreitungen der bisherigen Maximalwerte in den entsprechenden Monaten wurden aber nicht beobachtet.

Erst im Verlauf der Sommermonate mit den langen Hitzeperioden, den Sonnenscheinrekorden und den abnehmenden Abflüssen kam es zu einer massiven Erwärmung der Schweizer Fließgewässer. Während im Juli bereits bei einigen Stationen im Hochrheingebiet, im Mittelland und in den Südalpen die bisherigen Höchstwerte ihrer langen Messreihen überschritten wurden, kam es im August zu einer deutlich steigenden Anzahl von mehr als 30 Überschreitungen der bisherigen Höchsttemperaturen. Davon betroffen waren vor allem das westliche Mittelland, das Hochrheingebiet, das Genferseegebiet wie auch wieder die Alpensüdflanke. Im September ging dieser Trend dann wieder deutlich zurück.

Von Juli bis September wurden bei einigen Stationen zudem in jedem Monat in Folge die bisherigen Maximalwerte überschritten. Bei der Station Vorderrhein-Ilanz waren die Temperaturschwankungen so stark, dass im August nicht nur Höchstwerte, sondern auch neue Tiefstwerte gemessen wurden.

Ab September nahmen dann vor allem in der Südostschweiz die Überschreitungen der monatlichen Höchstwerte ab; gleichzeitig wurden auch die bisherigen Tiefstwerte zunehmend unterschritten.

Im Dezember nahm die Anzahl Stationen leicht zu, an denen nur die bisherigen Temperaturmaxima überschritten und auch nur die Minima unterschritten wurden, aber nicht beides. Im gleichen Zeitraum wurden aber auch bei drei Stationen im westlichen Mittelland und an einer Station in den Südalpen (GR) die Maximal- und Minimalwerte über- und unterschritten.

Deutschland

Die für den Beobachtungszeitraum (Nov – Okt) verzeichneten Mittel der Wassertemperaturen (WT) liegen mit 14,1 °C an der Messstelle Kaub um 0,2 K über dem vieljährigen Jahresmittel. Am Pegel Köln wurde ein Überschreiten der Mittel mit 0,9 K bei 14,9 °C verzeichnet. Die größten negativen Abweichungen der Monatsmittel vom jeweiligen Durchschnittswert, wur-

den an der Messstation Kaub im März mit -2.6 K und in Köln im März mit -1,8 K verzeichnet. Die größte positive Abweichung von den Monatsmitteln verzeichnete Kaub im Juli mit 1,7 K und Köln im August mit 2,0 K.

Die maximale negative Abweichung bei den Tageswerten betrug in Kaub -4,4 K am 2.3.2018, an der Messstelle Köln -5,3 K am 1.3.2018. Die größte positive Abweichung betrug in Kaub 3,9 K am 9.6.2018 und in Köln 4,9 K am 22.4.2018.

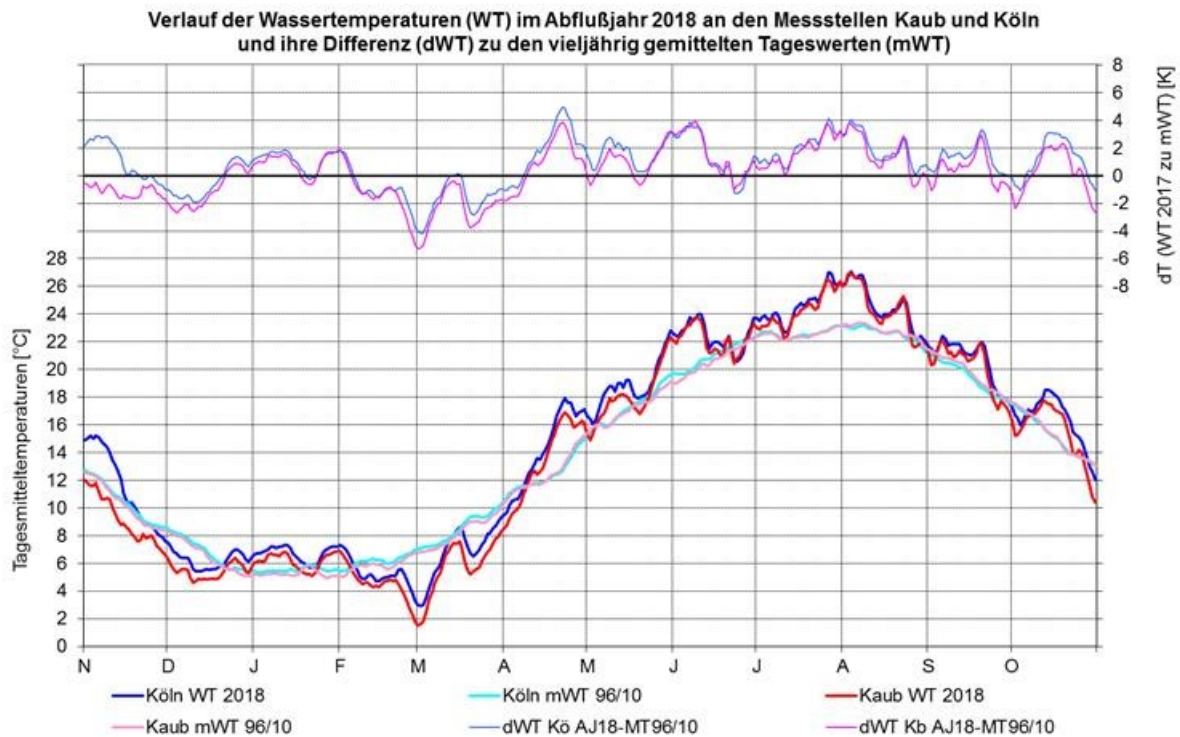


Abbildung 20: Wassertemperaturen im Vergleich zu den vieljährigen Mittelwerten (AJ=Abflussjahr; Quelle: WSV)

Niederlande

Am Pegel Lobith lag der Mittelwert der Wassertemperatur mit 15,7 °C etwa 2,6 °C über dem vieljährigen (1961-2018) errechneten Jahresmittelwert (s. Abb. 21). In der Reihe der höchsten mittleren Wassertemperaturen kam das Jahr 2018 an 1. Stelle (Messreihe 1908-2018).

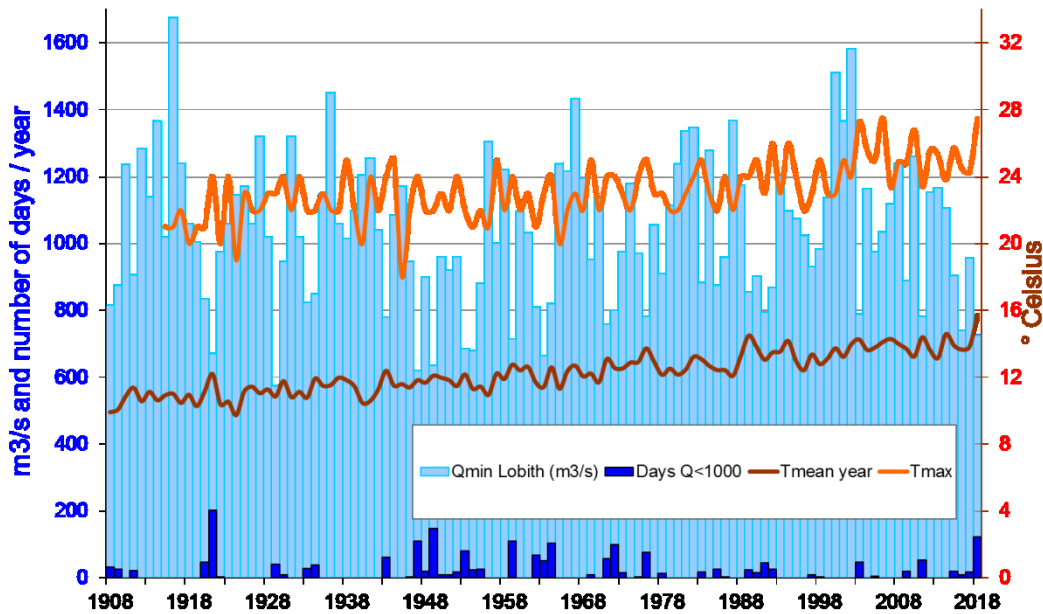


Abbildung 21: Mittlere und maximale Wassertemperaturen im Jahre 2018 am Pegel Lobith/Rhein

Grundwasser

Österreich

Die Grundwasserstände waren zu Jahresbeginn überdurchschnittlich und erreichten bei einigen Messstellen im Januar für diese Jahreszeit neue Höchststände. Den geringen Niederschlägen entsprechend fielen die Grundwasserstände fast durchgehend bis in den November, nur durch gelegentliche kurze Anstiege unterbrochen. Bei mehr als einem Viertel der Messstellen wurden im Jahre 2018 neue gemessene minimale Grundwasserstände verzeichnet.

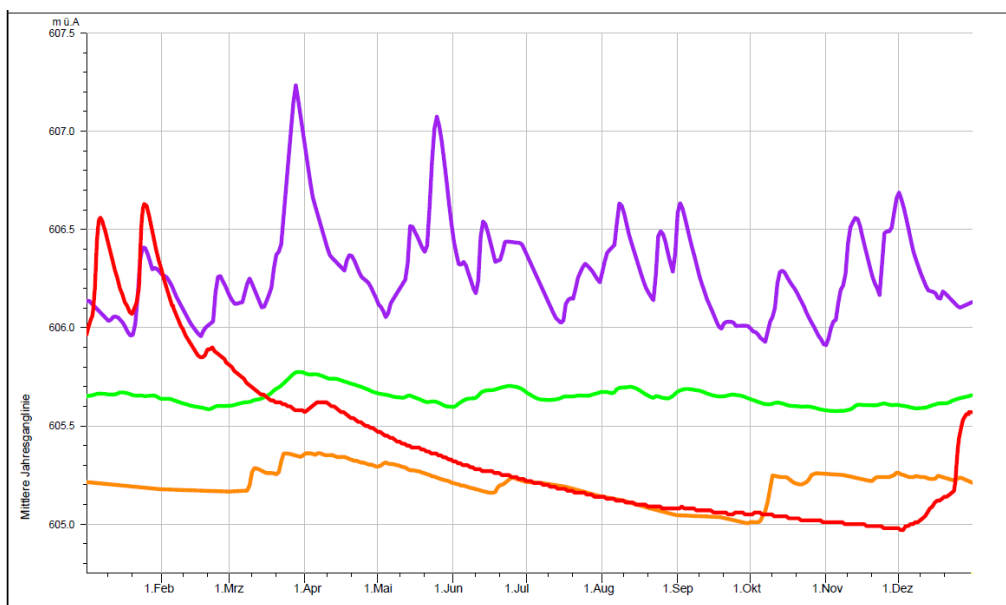


Abbildung 22: Ganglinien des Grundwasserstandes im Jahre 2018 im Vergleich mit langjährigen Minima- Maxima- und Mittelwerten (1985 – 2017) Messstelle Andelsbuch Bl 30.1.03 (Bregenzerwald)

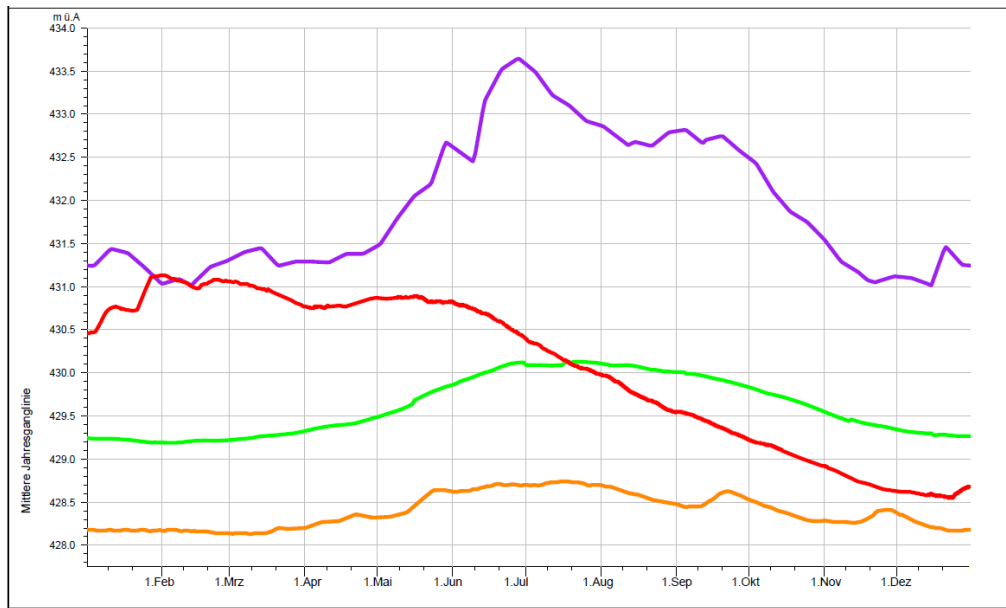


Abbildung 23: Ganglinien des Grundwasserstandes im Jahre 2018 im Vergleich mit langjährigen Minima- Maxima- und Mittelwerten (1954 – 2017) Messstelle Feldkirch-Altenstadt, Bl 01.32.01 A.

Schweiz

Entsprechend dem langfristigen Witterungsverlauf (Temperatur und Niederschläge) lassen sich im Grundwasser der Schweiz häufig mehrjährige Perioden mit eher niedrigen und eher hohen Grundwasserständen erkennen. In dieser Hinsicht liegt das Jahr 2018 in einer seit 2015 anhaltenden Periode mit eher niedrigen Grundwasserständen und Quellabflüssen.

Anfang 2018 lagen die Grundwasserstände und Quellabflüsse infolge der hohen Niederschlagsmengen vom Dezember 2017 landesweit im Normalbereich oder darüber. Der Februar 2018 war dagegen niederschlagsarm, so dass Anfang März verbreitet sinkende Grundwasserstände und Quellabflüsse im Normalbereich zu beobachten waren.

Im April und Mai 2018 nahmen die Grundwasserstände in Lockergesteins-Grundwasserleitern außerhalb der Flusstäler infolge der insgesamt unterdurchschnittlichen Niederschlagsmengen stetig ab, sodass Ende Mai in der Zentral- und Ostschweiz erste Messstellen mit tiefem Grundwasserstand zu beobachten waren. In den Talebenen der großen Flüsse aus den Alpen lagen die Grundwasserstände hingegen infolge der starken Schneeschmelze weiterhin im Normalbereich.

Im Zuge der anhaltenden Trockenheit nahm von Juli bis Oktober landesweit die Anzahl Messstellen mit tiefen Grundwasserständen und Quellabflüssen zu. So lagen im Oktober die Grundwasserstände und Quellabflüsse in der Schweiz an 60% der Messstellen tief. Vereinzelt traten neue Monatsminima auf.

Die intensiven Niederschläge im Tessin und in Graubünden von Ende Oktober und Anfang November ließen dort die Grundwasserstände und Quellschüttungen ansteigen. Auf der Alpennordseite fielen erst im Dezember über-durchschnittliche Niederschläge, welche vor allem oberflächennahe Lockergesteins- und Karst-Grundwasserleiter beeinflussten. Im Dezember lagen die Grundwasserstände und Quellabflüsse aber insgesamt noch an jeder dritten Messstelle tief.

Schwebstoffe

Österreich

Die Schwebstoffjahresfracht war am Alpenrhein bei der Messstelle Lustenau im Jahre 2018 mit 1,5 Mio. Tonnen um fast 30 % geringer als der Durchschnitt der Jahresreihe 2009 – 2017 (ca. 2,05 Mio. Tonnen). Ein ausgeprägtes Hochwasser blieb im Jahre 2018 aus. Die größten Monatsfrachten wiesen die Monate von April bis Juni mit der Schneeschmelze aus den Alpen auf mit je ca. 300 000 t. Die höchste Monatsfracht hatte der Juni mit ca. 308 000 t. Dies entspricht etwa einem Fünftel der gesamten Jahresfracht.

Die niedrigsten Tagesfrachten wurden in den Wintermonaten mit unter 60 t, die größte Tagesfracht wurde am 30.10.2018 mit einer Fracht von 94 256 t (6 % der Jahresfracht) festgestellt.

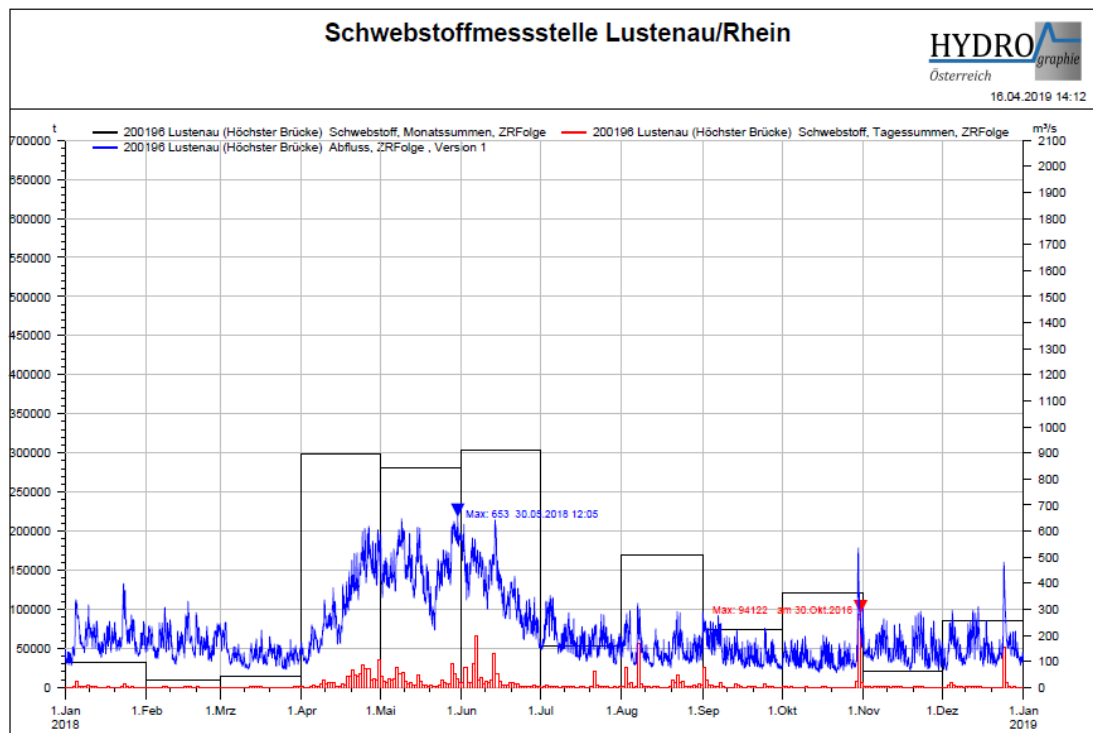


Abbildung 24: Schwebstoff-Monatsfrachten des Alpenrheins beim Pegel Lustenau im Jahre 2018 mit Tagesfrachten (rote Kurve)

Deutschland

Um einen Überblick über die Schwebstofffrachten zu erhalten, wurden Daten der Messstellen Maxau (Rhein-km 362,3) für den Oberrhein ausgewertet (vgl. hierzu auch Abb. 25). Für den Bereich unterer Mittelrhein/Niederrhein (unterhalb der größten Zuflüsse) konnten an der Messstelle Weißenthurm (Rhein-km 608,2) aufgrund geänderter Erfassungsmethodik für den Beobachtungszeitraum keine Daten in ausreichender Form zur Verfügung gestellt werden. In der Regel sind extreme Spitzenwerte bei täglichen Frachten im Sommer ursächlich durch Starkregenereignisse bzw. im Winter durch einsetzendes Tauwetter bedingt. Im Januar 2018 kamen zusätzlich zur ungewöhnlich milden Witterung starke Niederschläge in ganz Deutschland, aber speziell auch oberhalb des mittelhheinischen Einzugsgebietes.

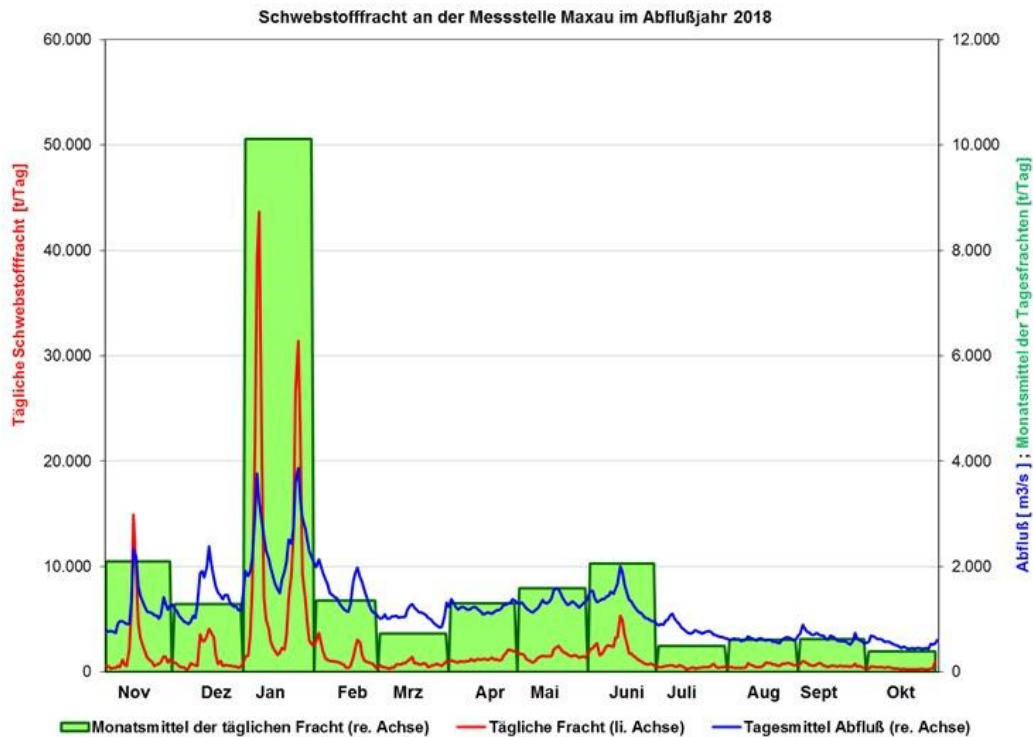


Abbildung 25: Schwebstoffmessstelle Maxau, Rhein-km 362,3

Bei Maxau betrug die Schwebstofffracht des Abflussjahres 2018 (Nov – Okt) in der Summe 690.358 t, dies entspricht in etwa 54 % des vieljährigen Mittels der Bezugsperiode 1965/2007.

Der höchste monatliche Schwebstofftransport wurde an der Messstelle Maxau im Januar 2018 mit 313.350 t (Monatsmittel: 10.108 t/Tag) gemessen, das entspricht ca. 45 % der gesamten Jahresfracht, die niedrigste monatliche Schwebstofffracht wurde für den Oktober 2018 mit lediglich 11.960 t (Monatsmittel: 386 t/Tag) ermittelt.

Bei den täglichen Frachten wurden an der Messstelle Maxau mit 230 t am 27.10.2018 bei einem mittleren Abfluss von 516 m³/s die niedrigste, sowie mit 43.679 t als größte Tagesfracht bei einem mittleren Tagesabfluss von 3220 m³/s am 7.1.2018 festgestellt.

2. Aktivitäten der internationalen Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR) im Jahr 2018

Die KHR hat 2018 zweimal getagt, am 19. und 20. März in Metz (Frankreich) und am 20. und 21. September in Kampen und Zwolle (Niederlande).

Personelle Änderungen innerhalb der KHR

In der Frühjahrssitzung 2018 in Metz wurde Herr Prof. Dr.-Ing. Helmut Habersack von den Ländervertretern der KHR für die nächsten 3 Jahre zum neuen Vorsitzenden gewählt. Herr Habersack tritt damit die Nachfolge von Herrn Moser als Präsident der KHR an. Prof. Habersack ist Universitätsprofessor an der Universität für Bodenkultur (BOKU) in Wien, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiver Wasserbau (IWHW). Ebenfalls in der Frühjahrssitzung hat sich Prof. Dr. Siegfried Demuth als Vertreter Deutschlands verabschiedet. Herr Demuth ist Mitte 2018 in den Ruhestand getreten. In der Herbstsitzung wurde von der BfG-Vertreterin Frau Herzog mitgeteilt, dass der Nachfolger von Prof. Demuth seinen Dienst angetreten hat. Es handelt sich um Herrn Harald Köthe vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. Herr Köthe wird ab 2019 als deutscher KHR-Vertreter teilnehmen.

Laufende und künftige Aktivitäten in den KHR-Projekten

Sediment

Die Erstellung der erweiterten Zusammenfassung („Executive Summary“) in englischer Sprache des Berichtes ‚Von der Quelle zur Mündung‘ ist nicht vorangekommen. In der Herbstsitzung der KHR wurde festgestellt, dass es keine Aussicht auf eine kurzfristige Lieferung des Berichtes gibt. Es wurde deshalb beschlossen, auf die Publikation der englischsprachigen Zusammenfassung zu verzichten.

In der Herbstsitzung wurde festgestellt, dass die Sedimentfrage im Rheingebiet noch immer sehr aktuell ist. Die KHR-Mitglieder waren der Meinung, dass die KHR in diesem Themenbereich weiterarbeiten sollte. In der Sedimentbilanz fehlen Informationen hinsichtlich des Transportes von Schwebstoffen und Sand.

Für Rijkswaterstaat geht es in der Sedimentforschung vor allem um die Praxis, oft in Zusammenhang mit der Ökologie, aber auch um die Stabilität von Infrastruktur und Sohlstabilität. Dies wird immer wichtiger auch im Hinblick auf die Erosion im Flussbett des Rheins. Für die Niederlande ist es wichtig, mehr Einsicht zu bekommen in die Sedimentbilanz für das gesamte Rheineinzugsgebiet, heute und in der Zukunft.

Auch Deutschland hält das Thema für besonders wichtig und findet die Zusammenarbeit im Flussgebiet fachlich (zwingend) notwendig.

Ein eventuell neues Projekt sollte mit der IKSR abgestimmt werden. Vereinbart wurde, dass die KHR bis zur nächsten Sitzung ihre Meinung bildet und anschließend die IKSR informiert und eine erste Abstimmung sucht.

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

Die zweite Phase des ASG-Projektes hat 2018 angefangen. Im April wurde ein Expertenworkshop zum Thema Klimaszenarien durchgeführt. Mitte 2018 hat ein erstes Treffen der Steuerungsgruppe (SG) stattgefunden.

Die Steuerungsgruppe hat vier Fragen diskutiert und hat auch die KHR-Mitglieder gebeten, sich dazu zu äußern:

1. Was interessiert die KHR besonders, sind es die Gletscherveränderungen und die Schmelzkomponenten oder ist es die Abflussveränderung?

Antwort: Fokus liegt auf der Abflussveränderung, wobei die Schmelzkomponenten sicher auch interessant sind.

2. Soll man sich auf Extremereignisse für die nahe Zukunft oder auf Mittelwerte für die ferne Zukunft konzentrieren?

Antwort: Fokus liegt auf mittleren Veränderungen für die langen Zeithorizonte und in den extremen Trocken- und Niedrigwasserjahren bei den mittleren Zeithorizonten.

3. Welcher Zeithorizont soll betrachtet werden, 2050 oder 2100?

Antwort: Konzentrieren auf 2050.

4. Mit welchen Emissionsszenarien soll gerechnet werden?

Antwort: In der SG-Sitzung wurde über die Szenarien wie folgt diskutiert. Es werden auf jeden Fall die Szenarien 2.6 und 8.5 gerechnet. Die verschiedenen Klimaszenarien sind bis 2050 in etwa gleich. Für den langen Zeithorizont sollte dann mit dem RCP 8.5 (Worst Case) Szenario gerechnet werden.

Der Bodensee als Wasserspeicher – eine Literaturstudie

Die KHR hatte die Technische Universität München mit einer bewertend-analysierenden Literaturstudie beauftragt. Der Bericht wurde 2018 in einer Auflage von 280 Exemplaren als KHR-Bericht I-26 in der ‚blauen‘ KHR-Publikationsreihe veröffentlicht. Der Bericht ist auf der Webseite als pdf-Datei zum Download verfügbar.

Klimaänderungen

In der KHR-Sitzung im April 2017 in Luxemburg hat Herr Hattermann vom Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK) eine Studie präsentiert, die im Auftrag einer Versicherungsgesellschaft vom PIK durchgeführt worden ist. Es wurden in Hinblick auf Veränderung von Hochwasserschäden an sämtlichen deutschen Flüssen Ensemble-Szenarien durchgeführt. Eine weitere Auswertung ist nicht erfolgt. Mit Hilfe der Daten dieser Studien hat das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie die Auswirkungen des Klimawandels auf die Abflussverhältnisse im Rhein bestimmt. Herr Brahma hat die vorläufigen Ergebnisse dieser Studie in der Herbstsitzung 2018 präsentiert. Die Ergebnisse für Mittelwasser entsprechen den KHR-Rheinblick2050-Ergebnissen. Die Ergebnisse für Niedrigwasser im Sommer sind deutlich trockener und die für Niedrigwasser im Winter eher feuchter als die Rheinblick-Ergebnisse. Die Hochwasser-Ergebnisse sind mit der Rheinblick-Studie vergleichbar.

In Deutschland sind die betroffenen Ressortforschungseinrichtungen beauftragt im Kontext der DAS (Deutsche Anpassungsstrategie) einen Vorhersage- und Projektionsdienst für Klima und Wasser aufzubauen.

Sozio-ökonomische Einflüsse auf das Niedrigwasserregime des Rheins

Anfang März 2018 hat die KHR ein weiteren Workshop zu diesem Thema organisiert. Bis zu der Herbstsitzung der KHR wurden die Berechnungen mit den von den nationalen Vertretern gelieferten Daten abgeschlossen und wurde einen Konzeptbericht zur Verfügung gestellt. Fokuspunkte der Studie sind Bewässerung und Talsperrenbetrieb. In der nächsten Projektphase sollte der Fokus liegen auf:

1. Heutigem und zukünftigem Wasserverbrauch/-gebrauch von Bewässerung;
2. Heutigen und zukünftigen Effekten (Beeinflussung) des Talsperrenbetriebes auf den Rheinabfluss;
3. Integration (Einarbeitung) der Teilstudien in die Übersicht.

Hydrologisches Gedächtnis des Rheins

Ein kurzes Gespräch zwischen Herrn Krahe und Prof. Herget (Geographisches Institut der Universität Bonn) hat am 15. März 2018 stattgefunden.

Der Projektvorschlag umfasst 2 Phasen (2018-2020/2021++) und Lieferungen:

1. Studie ‚Quantifizierung historischer Hochwasser am Rhein‘
2. Konzeptstudie ‚Hydrologisches Gedächtnis des Rheingebietes‘

Die Projektziele sind:

- Sichtung, Erfassung und Aufbereitung hydrologisch relevanter Daten;
- Analyse, Einordnung und Bewertung der Daten;
- Nachhaltige digitale Ablage und Zugang zu den erhobenen Daten;
- Publikationen.

Danubius

In der Frühjahrssitzung 2018 hat Herr Brils von Deltares das Danubius-Projekt präsentiert. Die Idee für das Danubius-Projekt entstand bereits vor 15-20 Jahren im Donaudelta, wo Wissenschaftler an Themen wie Sedimentmanagement und Küstenerosionen zusammengearbeitet haben. Eine sogenannte Road Map wurde 2016 erstellt. Hiernach gab es die Möglichkeit, einen Projektvorschlag im EU-Programm, Horizon 2020' einzureichen. Die Finanzierung für 3 Jahre Vorbereitungsphase ist im Dezember 2016 gestartet. Hauptaufgabe ist die Unterstützung von hydrologischer Forschung („river-sea-systems“) in der EU mittels der Verfügbarmachung von Datengrundlagen, der Evaluierung, Harmonisierung und Dissemination von Methoden u. Instrumenten, der wissenschaftlichen Vernetzung und der konkreten Bearbeitung von Forschungsbedarf.

Es wurde vereinbart, dass alle Mitglieder sich in ihrem Land nach der Position ihres Landes hinsichtlich Danubius erkundigen. Die Themen, die für die KHR von Interesse sind, können der KHR-Tagesordnung entnommen werden.

In der Herbstsitzung wurde festgestellt, dass eine KHR-Empfehlung sich schwierig gestaltet, aufgrund der langen Laufzeit und der damit verbundenen finanziellen Verpflichtung.

Für die KHR wäre es wichtig zu erfahren, welche Kosten eine Beobachterrolle mit sich bringen würde. Das Thema wird im Frühjahr 2019 wieder auf die Tagesordnung der KHR-Sitzung gesetzt.

Strategische Ausrichtung der KHR

In der Herbstsitzung 2018 wurde über die Strategie der KHR für die nächsten Jahre gesprochen. Der niederländische Vertreter Herr Groen bietet an, einen Mitarbeiter seiner Abteilung zu betrauen mit der Erstellung eines Entwurf-Strategietextes. Der Text wird auf der Grundlage von Interviews mit allen KHR-Mitgliedern und relevanten Stakeholdern erstellt und das Ergebnis auf der nächsten Sitzung präsentiert.

KHR-Jubiläum 2050

Das 50-jährige Jubiläum möchte die KHR 2020 mit einem Symposium feiern. Zum Symposium sollen auch die alten Kommissionsmitglieder etc. eingeladen werden. Es soll auch eine Festschrift herausgegeben werden.

Das KHR-Sekretariat wird 2019 ein Konzept-Programm erstellen.

Zusammenarbeit mit anderen Organisationen

Im Mai 2018 hat ein technischer Besuch von Vertretern der Huaihe River Commission an das Rheingebiet stattgefunden. Es wurden u.a. die BfG und das IKSr-Sekretariat in Koblenz besucht.

Die KHR wurde von der ZKR zu der Tagung ‚150 Jahre Akte von Mannheim‘ am 17. Oktober eingeladen.

Publikationen der KHR

Der KHR-Bericht ‚Die Regulierung des Bodensees - Planungen und Realisierungsansätze in zwei Jahrhunderten‘ ist als [KHR-Bericht I-26](#) veröffentlicht.

Die KHR hat den [hydrologischen Jahresbericht 2017](#) publiziert.