

Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR)



Jahresbericht der KHR 2017

Redaktion: Eric Sprokkereef – Rijkswaterstaat, VWM, Lelystad



Foto Titelseite: Schiffsbegegnung am Loreleifelsen, Quelle: Bundesanstalt für Gewässerkunde

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 2017 ist mit einer Abweichung vom Mittel 1981-2010 von +0,9 °C das sechswärmste in Österreich seit dem Beginn der instrumentellen Aufzeichnung im Jahr 1768 (Abbildung 1). Das Jahr 2017 brachte zehn überdurchschnittlich warme und nur zwei zu kühle Monate.

Die Niederschlagsbilanz war im österreichischen Flächenmittel ausgeglichen, wobei es aber regional deutliche Unterschiede gab. Von Vorarlberg bis ins Mostviertel sowie in Kärnten und der Obersteiermark gab es ausgeglichene Verhältnisse bis hin zu 30 Prozent mehr Niederschlag. Punktuell fiel bis zu 45 Prozent mehr Niederschlag als in einem durchschnittlichen Jahr. Entlang und nördlich der Donau, im Wiener Becken, im Burgenland und in der Südsteiermark war es durchwegs niederschlagsärmer als im klimatologischen Mittel. Hier summierte sich im Jahresverlauf 10 bis 25 Prozent weniger Niederschlag (s. Abbildung 2).

Das Jahr 2017 zeichnete sich durch überdurchschnittlich viel Sonnenschein aus. Im Flächenmittel gab es in Österreich - verglichen mit dem klimatologischen Mittel - 11 Prozent mehr gemessene Sonnenstunden. Damit gehört das Jahr 2017 zu einem der 10 sonnigsten seit dem Jahr 1925.

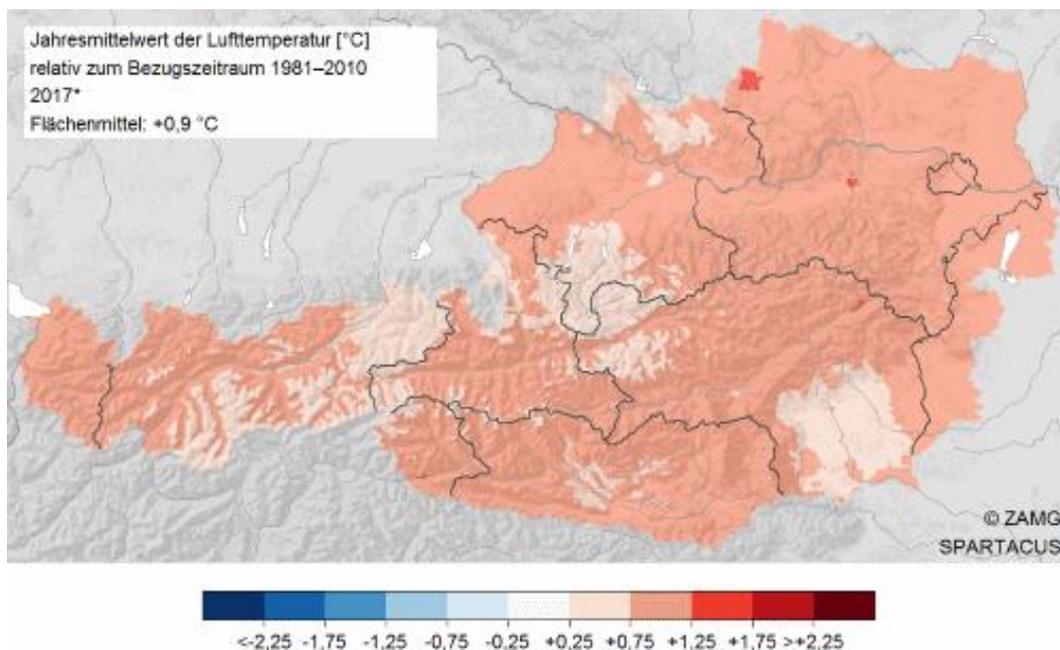


Abbildung 1: Temperatur in Österreich im Jahre 2017: Abweichung der Temperatur vom vieljährigen Mittel 1981-2010. Quelle ZAMG

Die Schneeverhältnisse waren im Winter 2016/2017 bis hinein in den März durchwegs unterdurchschnittlich. Das lag einerseits daran, dass es im Jänner zwar sehr kalt war, es aber wenig Niederschlag gab. Im Februar und im März war es für ausgeglichene Schneebedingungen zu trocken und zu warm.

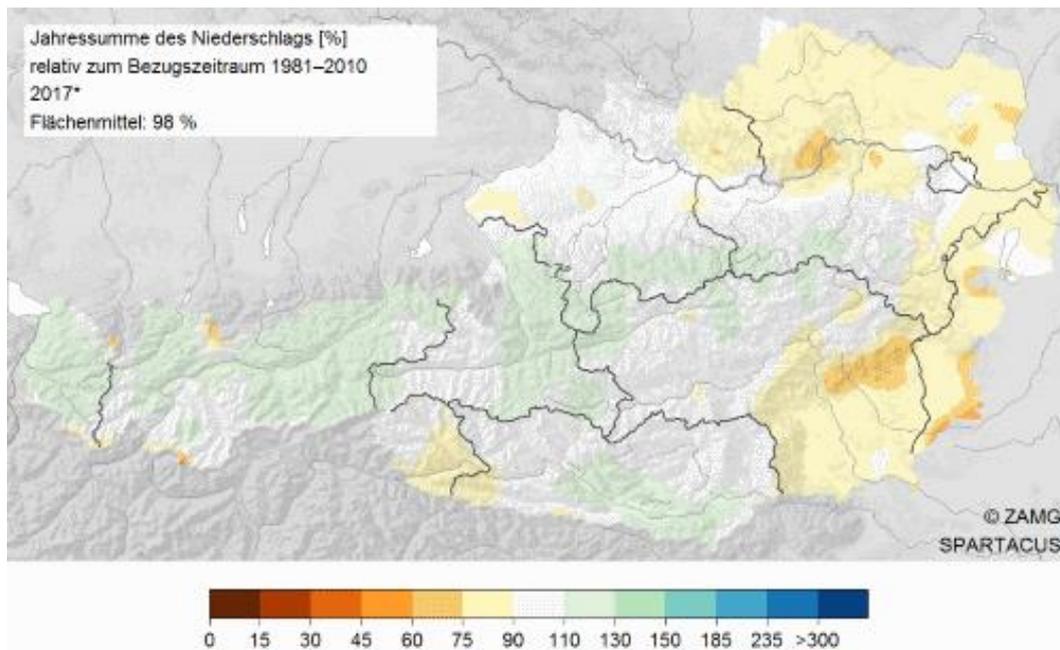


Abbildung 2: Niederschläge in Österreich im Jahre 2017: Abweichung des Niederschlags vom vieljährigen Mittel 1981-2010. Quelle ZAMG

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

Die Jahresniederschlagssumme lag im österreichischen Teil des Rheineinzugsgebietes bei 120% des langjährigen Mittelwertes. Die einzelnen Monatsniederschlagssummen erreichten mit Ausnahme der Monate Mai und Juni mittlere oder überdurchschnittliche Werte (s. Abbildung 3). Im österreichischen Rheineinzugsgebiet war das Jahresmittel der Lufttemperatur um 1,0 °C höher als der langjährige Mittelwert.

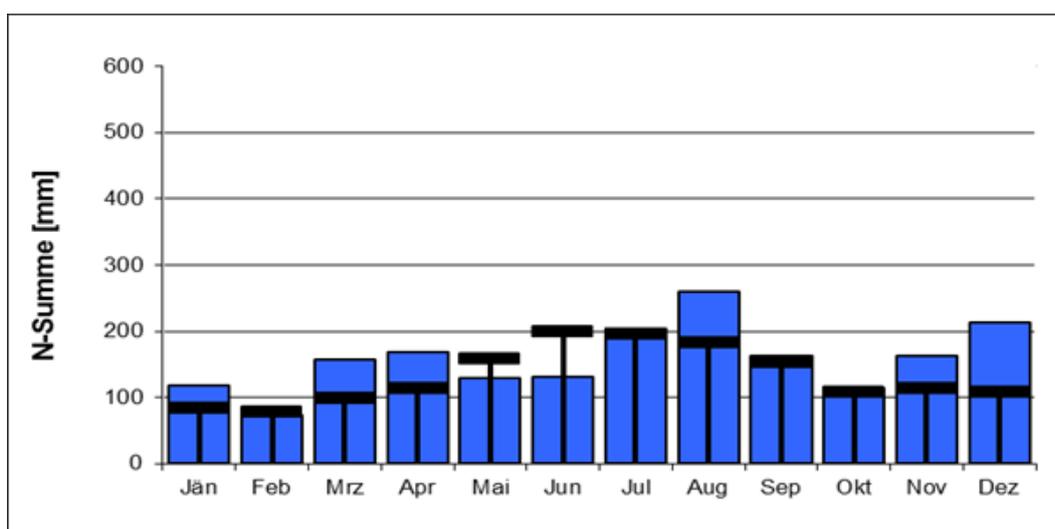


Abbildung 3: Monatsniederschlagssummen im Jahre 2017 (blaue Säulen) im Vergleich mit langjährigen Monatsmitteln bei der Messstelle Bregenz Altretweg

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

Der Januar 2017 lieferte mit -2.9 Grad einen ungewöhnlich tiefen Monatswert. Kälter war der nordalpine Januar letztmals im Jahr 1987. Am 23. Februar gelangten mit stürmischen Südwestwinden extrem milde Luftmassen in die Schweiz. Die winterlichen Niederschlagsmengen von Dezember 2016 bis Februar 2017 erreichten im landesweiten Mittel nur die Hälfte der Norm 1981–2010. In der Westschweiz und im Wallis fielen nur 30 bis 50 % der üblichen Niederschlagsmengen: Die Westschweiz verzeichnete regional den niederschlagsärmsten Winter seit 45 bis 55 Jahren.

Die Schweiz erlebte den drittwärmsten Frühling seit Messbeginn im Jahr 1864. Die milde Witterung im März und Anfang April gab der Vegetation einen kräftigen Entwicklungsschub. Scharfe Nachtfröste vom 20. und 21. April machten dann vieles zunichte. Kaltluft aus Norden brachte am 26. April auf der Alpennordseite winterliche Verhältnisse. Größere Neuschneemengen fielen vom 27. bis am 29. April entlang des Alpennordhangs und in den Alpen.

Auf den drittwärmsten Frühling folgte der drittwärmste Sommer seit Messbeginn. Wärmer waren bisher nur die Sommer 2003 und 2015. Heiß war vor allem der Anfang des Sommers. Der Juni zeichnete sich durch eine anhaltend hohe Temperatur und eine fünftägige Hitzewelle in der zweiten Monatshälfte aus. Der Juli, leicht wärmer als die Norm, verlief ohne große Hitze. Im August kehrte dann das heiße Sommerwetter zurück. Am Abend des 1. und in der Nacht zum 2. August entluden sich auf der Alpennordseite heftige Gewitter mit Hagel und kräftigen Sturmböen. Der Gewitterzug am frühen Morgen des 2. August am Nordrand der Schweiz brachte einen neuen Schweizer Regenrekord: Am Messstandort Eschenz fielen zwischen 02:40 Uhr und 02:50 Uhr 36.1 mm Regen. Der bisherige Zehnminuten-Rekord lag bei 33.6 mm, gefallen am 29. August 2003 in Locarno-Monti.

Der Herbst zeigte einen sehr bewegten Witterungsverlauf. Der September war ausgesprochen kühl, vor allem in den Bergen. Das frühwinterliche Wetter hielt auch während der ersten Oktobertage an. Die Oktobermitte war 10 Tage geprägt von Hochdrucklagen. Auf der Alpensüdseite dauerte die Schönwetterperiode 20 Tage. Während des ganzen Oktobers fiel kaum Niederschlag. Der häufige Nordföhn trug zusätzlich zur trockenen Witterung bei.

Im November fiel auf der Alpennordseite mehrmals Schnee bis in tiefere Lagen. Bis auf die ersten Dezembertage gab es auch im Mittelland vorübergehend eine Schneedecke von wenigen Zentimetern. Viel Schnee fiel im Dezember in den Bergen. Kurz nach Monatsmitte lagen in den Alpen verbreitet über 170 % der normalen Schneemengen.

Tabelle 1: Jahreswerte 2017 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	9,7	8,8	0,9	2006	1683	119	854	1059	81
Zürich	556	10,2	9,4	0,8	1828	1544	118	1107	1134	98
Genf	420	11,3	10,6	0,7	2090	1768	118	693	1005	69
Basel	316	11,4	10,5	0,9	1844	1590	116	765	842	91
Engelberg	1036	7,2	6,4	0,8	1491	1350	110	1727	1559	111
Sion	482	11,4	10,2	0,8	2231	2093	107	567	603	94
Lugano	273	13,5	12,5	1,0	2416	2067	117	1509	1559	97
Samedan	1709	2,7	2,0	0,7	1914	1733	110	710	713	100

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

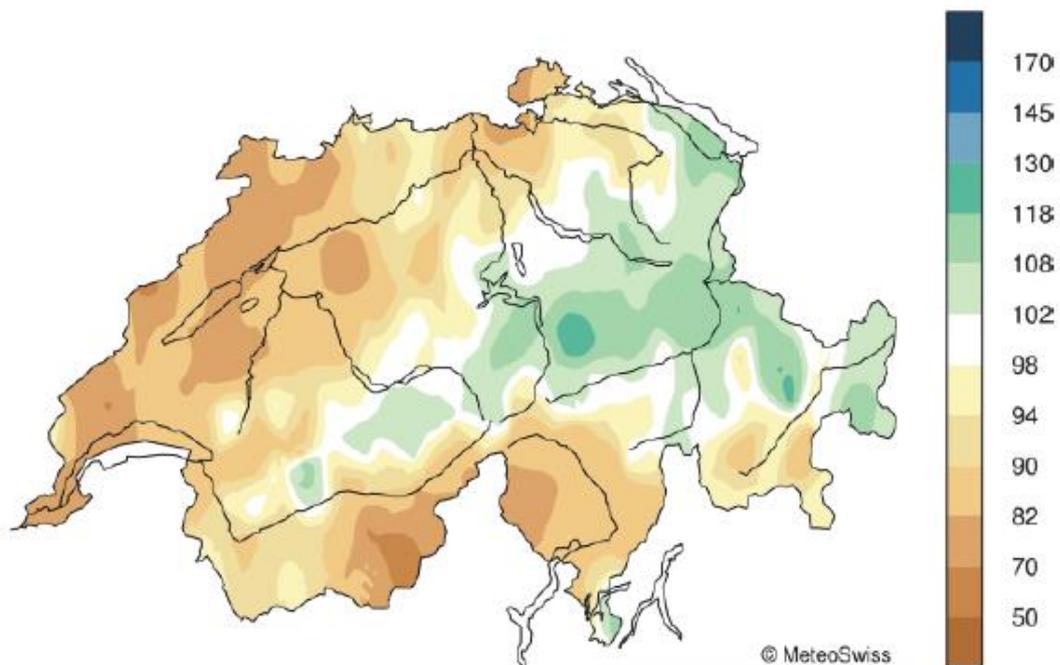


Abbildung 4: Jahresniederschlagssumme Schweiz 2017 in Prozenten der Norm (1981-2010).

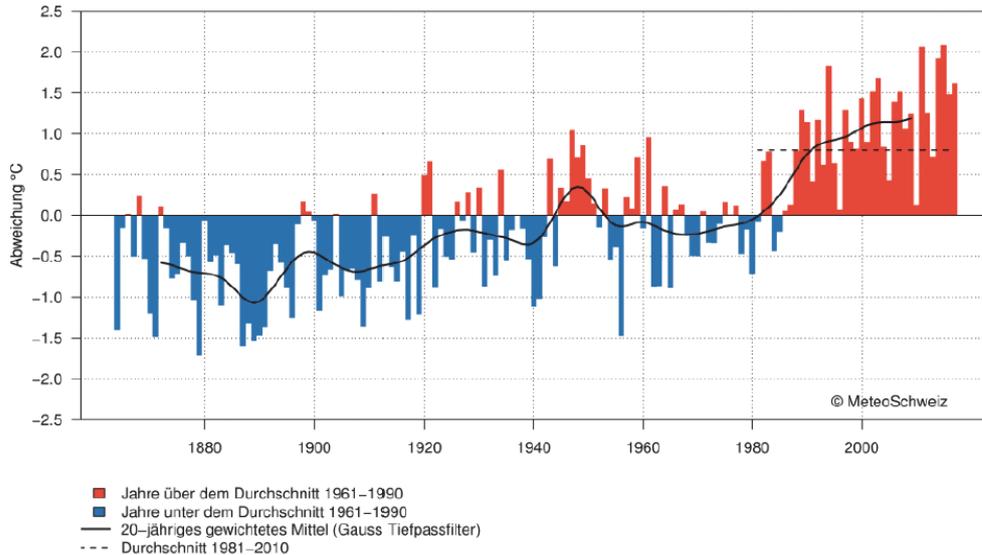


Abbildung 5: Jährliche Abweichung der Temperatur in der Schweiz im Jahre 2017 vom vieljährigen Durchschnitt (Referenzperiode 1961-1990). Die zu warmen Jahre sind rot, die zu kalten Jahre blau angegeben. Die schwarze Linie zeigt den Temperaturverlauf gemittelt über 20 Jahre.

Deutschland, Quelle: Deutscher Wetterdienst (DWD)

Global gesehen fiel das Kalenderjahr 2017 erneut besonders warm aus. Dies galt auch für Deutschland: Wie Karte 1a zeigt, lagen die Durchschnittstemperaturen in fast allen Regionen über dem Normalwert des Referenzzeitraumes 1981-2010. Konkret waren das im Mittel 9.6°C und damit um 0.7 K mehr als während der Referenzperiode 1961-1990).

Die Jahressummen des Niederschlags (vgl. Karte 1b) lagen nördlich einer Linie Berlin Hannover deutlich über den Normalwerten des Referenzzeitraumes, südlich davon (und damit auch in weiten Teilen des Rheineinzugsgebiets) um den Normalwert.

(Quelle: DWD / Jahreskurzbericht 2017).

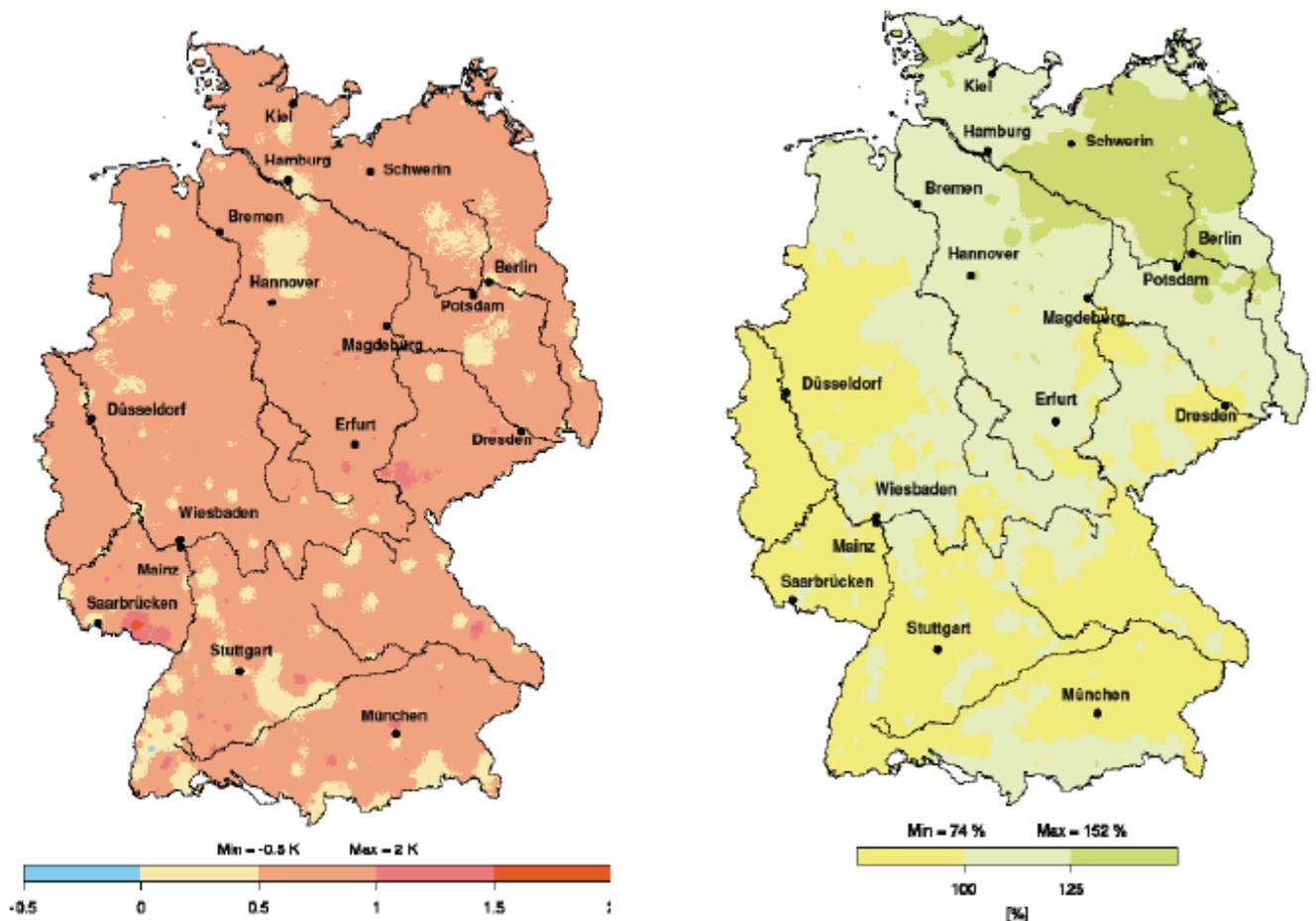


Abbildung 6a und 6b: Deutschland: Abweichungen der mittleren Lufttemperaturen (Karte 1a, links, in K) und der Niederschlagssummen (Karte 1b, rechts, in %) im Kalenderjahr 2017 gegenüber dem vieljährigen Mittel 1981/2010
(Quelle: DWD / Witterungsreport EXPRESS Jahreskurzübersicht 2017)

Die relativen Abweichungen der Niederschlagshöhe für das deutsche Rheingebiet im Abflussjahr 2017 (Nov 2016–Okt 2017) ergaben ein „trockenes Übergewicht“ in den ersten acht Monaten des Beobachtungszeitraumes. Dies bedeutet, dass im letzten Drittel (Jul–Okt) des Abflussjahres die Niederschlagssumme mit 362 mm 47% des gesamten Jahresniederschlages betrug, bei einer Jahresniederschlagssumme von 764 mm.

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 36% zu 64% eine deutlich höhere Niederschlagssumme für das Sommerhalbjahr aus, für das Mainneinzugsgebiet lag die Aufteilung sogar bei 31 zu 69%. Insgesamt wurde für das Winterhalbjahr rheingebietsübergreifend eine Niederschlagssumme von 263 mm ermittelt, das Sommerhalbjahr verzeichnete 501 mm. Rechnerisch zeigt sich aber für das gesamte Rheingebiet mit 85% ein über den Beobachtungszeitraum unterdurchschnittlicher Jahresniederschlag.

Betrachtet man die Monatsniederschläge im Vergleich zu den vieljährig gemittelten Monatswerten, ergibt sich für die Monate November bis Juni sowie dem Oktober ein erhebliches Defizit zwischen 6 und 70 mm. Das Minimum des monatlichen Niederschlags mit lediglich 14 mm trat im Dezember auf. Ein Überschreiten der langjährig beobachteten monatlichen Niederschlagssummen wurde im Zeitraum von Juli bis September mit 50–5 mm gemessen.

Der Spitzenwert bei den monatlichen Summen zeigte sich im Juli mit 136 mm (172%) . (s. Abbildung 7.a).

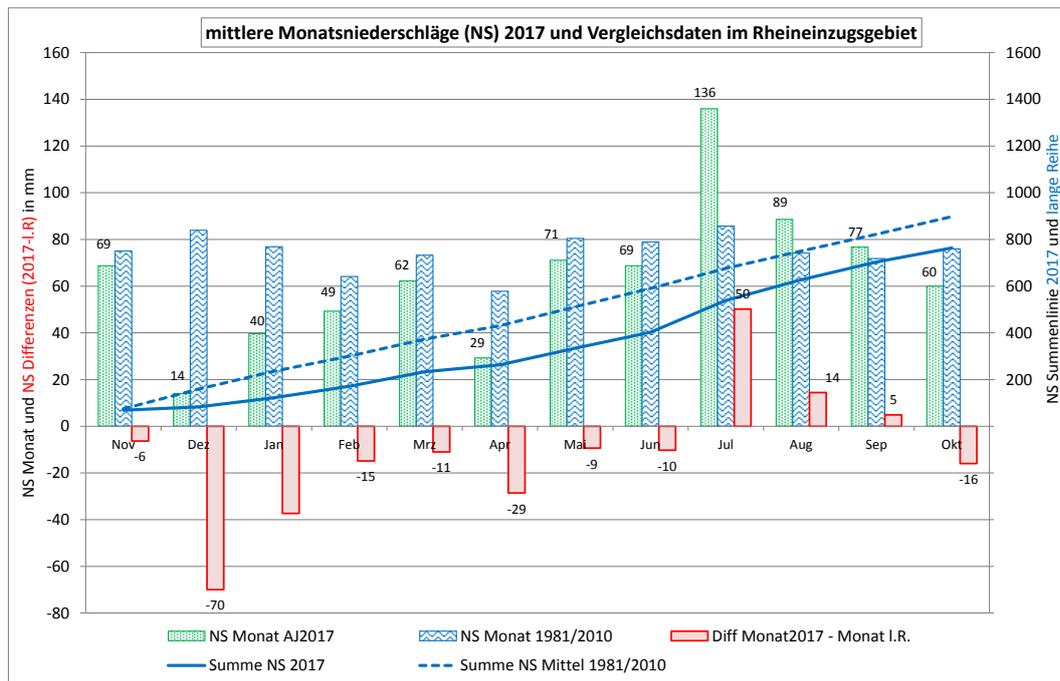


Abbildung 7.a: Deutsches Rheineinzugsgebiet: Vergleich der monatlichen Gebietsniederschlagssummen im Abflussjahr 2017 gegenüber den vieljährigen Mitteln 1981/2010 (Quelle: DWD / monatliche WitterungsReports 2017)

Das Abflussjahr 2017 kann bezüglich der Jahresmitteltemperatur von 9.4 °C als sehr warmes Jahr eingestuft werden. Für die Messstelle Köln lag das Jahresmittel mit 11.1 °C mit einer Abweichung von +0.8 K gegenüber der Klimareferenzperiode 1981/2010, wobei im Sommerhalbjahr eine Abweichung von +1.2 K zu verzeichnen war. In den Monaten Februar, März sowie Juni 2017 (+2.8 bis +3.0K) waren die Monatsmittel deutlich überschritten, bundesweit wurde mit +7.2°C das höchste Märzmonatsmittel seit Beginn systematischer Messungen 1881 festgestellt. Mit -2.6K wurde das monatliche Mittel im Januar deutlich unterschritten. (s. Abbildung 7.b).

Bei den am Pegel Köln ermittelten monatlichen Wassertemperaturen zeigte sich ein recht ausgeglichener Verlauf; es gab weder Eisgang noch Erwärmung auf mehr als 23°C. Die monatlichen Abweichungen zu den langjährig gemittelten Werten lagen, mit Ausnahme des Januar (-2.1K), durchweg um +/- 1K. Dies galt nicht für die errechneten Monatsmittel der Lufttemperaturen; hier wurde im Januar mit -2.6K das Mittel deutlich unterschritten. Im weiteren Verlauf des Abflussjahres wurden die Monatsmittel im Februar, März sowie Juni und Oktober im Mittel um 2.8K deutlich übertroffen. (Abbildung 7.b).

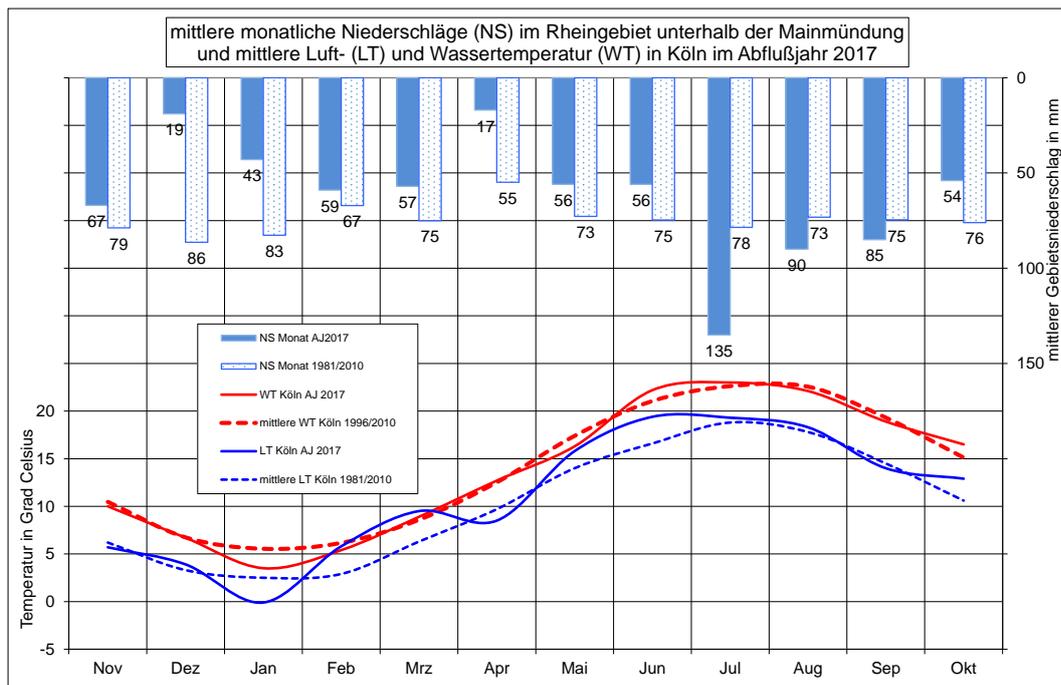


Abbildung 7.b: Rheineinzugsgebiet/Beispielstation Köln: Vergleich der monatlichen Temperatur- und Niederschlagsdaten im Abflussjahr 2017 gegenüber den vieljährigen Mittelwerten (Datenquellen LT und NS: DWD; WT: WSV)

Niederlande, Quelle: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI)
 2017 war mit einer mittleren Temperatur an der Station De Bilt von 10,9 °C das vierte sehr warme Jahr hintereinander. Wie die drei vorhergehenden Jahre endet auch 2017 in den 10 wärmsten Jahren seit Beginn der Beobachtungen. Dieses Bild passt in den Trend eines aufwärmenden Klimas.

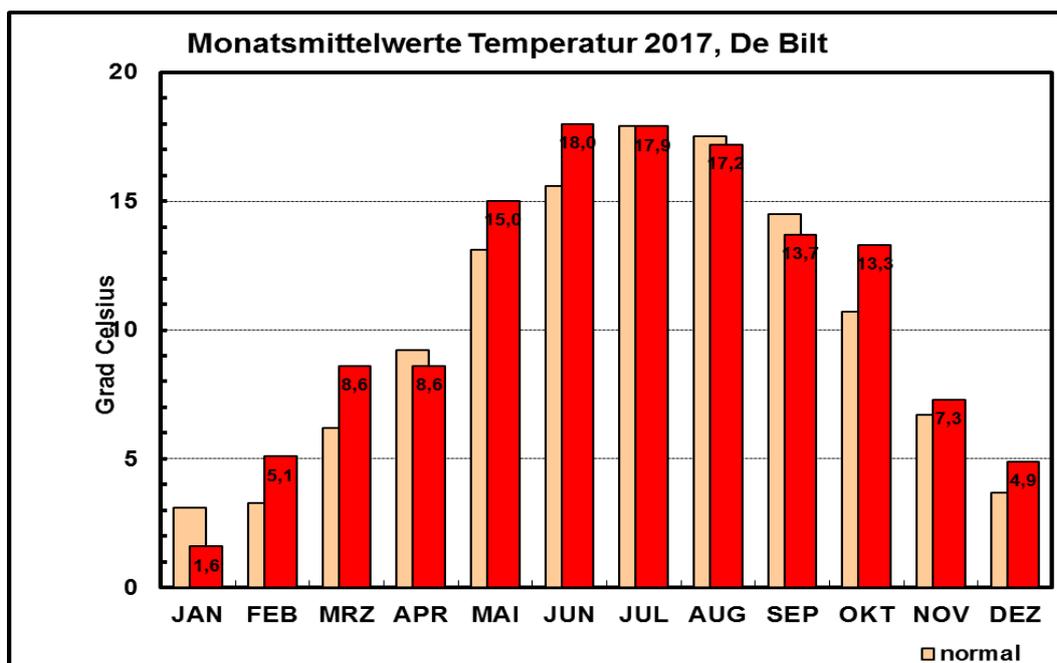


Abbildung 8: Monatsmittelwerte der Temperatur an der Station De Bilt 2017 im Vergleich zum vieljährigen(1981-2010) Mittelwert (Quelle: KNMI)

Der Januar war mit einer mittleren Temperatur von 1,6 °C kalt und der Februar mit 5,1 °C besonders mild. Der Frühling war insgesamt sehr mild, kannte aber zwei Gesichter. März war ausgesprochen warm, während April zu kalt war. Frost um den 20. April verursachte große Schäden im Obstbau. Der Monat Mai war extrem warm. Die letzten 10 Tage des Monats verliefen sommerlich. Am 29. Mai wurde im Süden des Landes eine Temperatur von 33,5 °C gemessen. Diese Temperatur gehört zu den höchsten Temperaturen, die jemals in dieser Jahreszeit in den Niederlanden gemessen wurden. Das sommerliche Wetter hielt auch im Juni an. Mit einer mittleren Temperatur von 18,0 °C kam dieser Monat an einer geteilten ersten Stelle der wärmsten Junimonate seit 1901. Der Sommer war insgesamt warm und endete an 10. Stelle in der Reihe der warmen Sommer seit 1901.

Mit durchschnittlich 1763 Stunden Sonnenschein war 2017 sehr sonnig. Der langjährige Mittelwert liegt bei 1639 Stunden.

Mit einem Mittelwert von 862 mm Niederschlag war 2017 etwas nasser als normal. Der langjährige Mittelwert beträgt 847 mm. Der Südosten des Landes war etwas trockener als normal, während der Norden, die Mitte, der Westen und vor allem der Südwesten überdurchschnittlich viel Niederschlag bekamen.

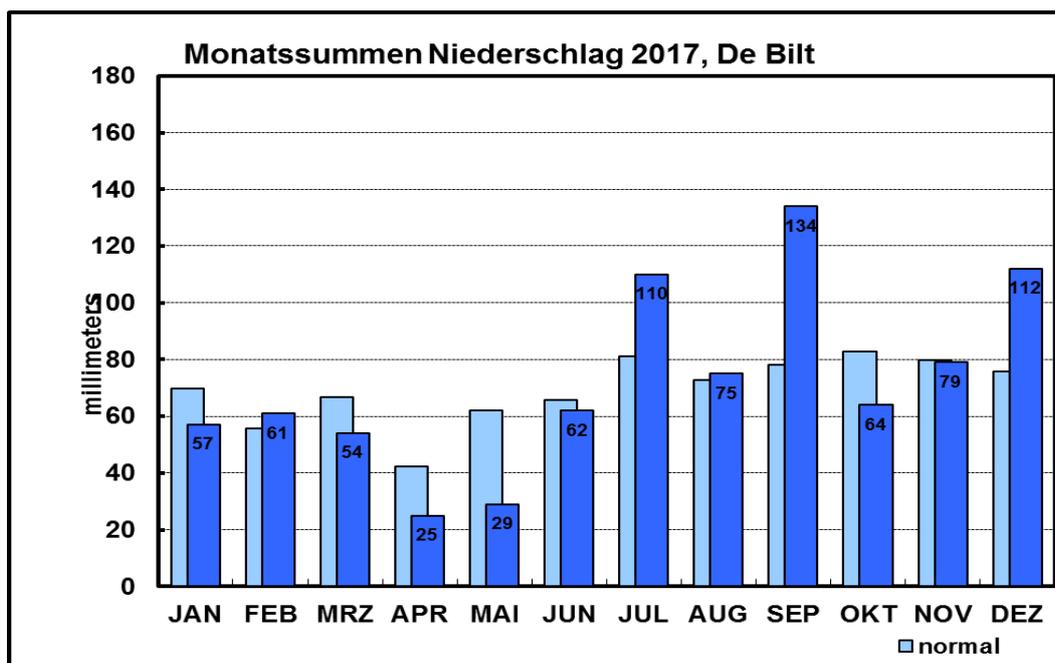


Abbildung 9: Monatssummen des Niederschlags an der Station De Bilt 2017 im Vergleich zum vieljährigen (1981-2010) Mittelwert (Quelle: KNMI)

Es gab nur einige Tage mit Schnee und der Schnee blieb an den meisten Stellen nur wenige Tage liegen. Schneetage gab es am 12. und 13. Februar (5 bis 12 cm) und vom 8. bis 11. Dezember (10 bis 15 cm). In der Mitte des Landes häufte sich Mitte Dezember vorübergehend eine Schneedecke von über 30 cm an.

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)

Der Oktober 2016 war relativ kalt und wechselhaft. Nach zwei Wintereinbrüchen mit ergiebigen Schneefällen in der ersten Novemberhälfte im Norden und Westen brachte eine anhaltende Südtaulage in der zweiten Novemberhälfte ergiebige Niederschläge am Alpensüdhang. Der anschließend mehrtägige Föhn ließ den Schnee bis in große Höhen wieder schmelzen. Der Schnee ließ im Dezember auf sich warten. Es war der trockenste und schweizweit der schneeärmste Dezember seit Messbeginn 1864.

Der ersehnte Schnee fiel erst Anfang Januar 2017 und in den nachfolgenden Wochen. Es war im Norden der kälteste Januar seit 30 Jahren. Dadurch gab es Schnee bis in tiefe Lagen und am Nordrand der Alpen und im Mittelland blieb, dank der Kälte und des Nebels, wochenlang eine dünne Schneedecke liegen. In den Alpen fiel in den ersten drei Januarwochen vor allem im Norden und Westen Schnee. Mit starkem Föhn schmolz der Schnee in den tiefen Lagen des Nordens. Im Süden hielt die extreme Trockenheit auch im Januar an.

In den ersten zwei Februarwochen fiel wiederholt Niederschlag. Kurzzeitig schneite es bis in tiefe Lagen, oft regnete es aber auch bis über 2000 m ü.M. Mit Summen bis zu 80 cm waren die Schneefälle in hohen Lagen des Südens und Westens am ergiebigsten. In der zweiten Februarhälfte fiel dann auch im Norden in hohen Lagen wenig Schnee.

Die relativ großen Niederschlagsmengen in der ersten Märzhälfte waren verantwortlich dafür, dass der März als einziger Monat vielerorts überdurchschnittlich nass bzw. in der Höhe schneereich war. In der zweiten Märzhälfte fiel am Alpennordhang, im Süden und im westlichen Tessin Schnee oberhalb von 2200 bis 2500 m ü.M. Durch die Wärme und die erneut hohe Schneefallgrenze war die Schneedecke Ende März an Nordhängen unterhalb von rund 2400 m ü.M., an Südhängen unterhalb von rund 2800 m ü.M. durchfeuchtet und der Schnee schmolz schnell dahin, so dass einige wenige Stationen so früh ausaperten wie noch nie seit Messbeginn.

Die erste Monatshälfte im April war wechselhaft. Ab Mitte Monat kühlte es nochmals markant ab und der Winter kehrte spät zurück. In der dritten Aprilwoche fiel im Norden vom östlichen Berner Oberland bis nach Nordbünden Schnee in hohen Lagen. Ende des Monats schneite es verbreitet, im Süden am ergiebigsten.

In der ersten Maihälfte schneite es in hohen Lagen wiederholt. Mitte Mai begann sich die Schneedecke im Hochgebirge sowie an Nordhängen oberhalb von rund 2500 m ü.M. zu durchfeuchten. Sie verlor in der zweiten Maihälfte schnell an Masse.

Die Kombination des extrem schneearmen Frühwinters und der frühen Ausaperung haben im Winterhalbjahr 2016/17 dazu geführt, dass die Dicke und Dauer der Schneedecke in hohen Lagen so gering war wie schon lange nicht mehr. Vor allem kleinere Gletscher waren zum Teil im Juli schon komplett ausgeapert. Hätte der September auf den Gletschern keine schützende Schneeschicht gebracht, wäre der Eisverlust noch höher ausgefallen.

Die Massenbilanz wurde im September 2017 für 20 Schweizer Gletscher bestimmt. Einmal mehr ist die Bilanz zwischen Zuwachs durch Schnee und Verlust durch Schmelze stark negativ. Der Sommer 2017 ist charakterisiert durch deutlich überdurchschnittliche Verluste in allen Regionen der Schweiz. Vielerorts zerfallen die Gletscherzungen aufgrund der fortwährenden Schmelze. Am stärksten eingebüßt haben die Gletscher zwischen westlichem Berner Oberland und Wallis (Glacier de Tsanfleuron, Glacier de la Plaine Morte, Griesgletscher) mit

einer Abnahme der mittleren Eisdicke von 2 bis 3 m. Auch auf den meisten anderen Gletschern waren die Verluste mit einer mittleren Dickenabnahme von 1 bis 2 m sehr groß. Der Dickenverlust fiel am Rhonegletscher und anderen Gletschern im Gotthardgebiet mit gut einem Meter am geringsten aus. Dies ist auf mehr Winterschnee und einige Sommerschneefälle zurückzuführen, welche die Schmelze zwischenzeitlich verlangsamen.

Auf alle Gletscher der Schweiz übertragen, ergibt sich für das hydrologische Jahr 2016/17 ein geschätzter Volumenverlust von etwa 1500 Millionen Kubikmetern Eis. Dies würde ausreichen, um für jeden einzelnen Schweizer Haushalt ein eigenes 25 Meter-Schwimmbecken mit Gletscherwasser zu füllen! Das aktuell noch vorhandene Eisvolumen ist um rund 3 % zurückgegangen. Die Gletscherschmelze im Sommer 2017 war extrem – schweizweit verloren die Gletscher noch mehr Eis als im Hitzesommer 2015 und etwa ähnlich viel wie 2011. Die Rekordverluste von 2003 wurden aber nicht ganz erreicht. Die 100 Jahre langen Messungen der Gletscherschmelze auf dem Claridenfirn im Glarnerland bestätigen: Das Jahr 2017 gehört zu den drei schmelzintensivsten Jahren.

Hydrologische Situation im Rheingebiet im Jahre 2017

Wasserstände der großen Seen im Einzugsgebiet des Rheins

Österreich

Zu Jahresbeginn und im Jänner lag der Wasserstand des Bodensees etwas unter dem langjährigen Mittelwert für den jeweiligen Kalendertag. Im Februar und März wurden infolge der Schneeschmelze überdurchschnittliche Wasserstände und im April bis Mitte Mai Werte im Bereich des Mittelwertes gemessen. Die unterdurchschnittlichen Niederschlagsmengen der Monate Mai und Juni führten danach bis Ende August zu unterdurchschnittlichen Wasserständen. Ab dem 2. September lag der Wasserstand bis Jahresende über dem Mittelwert des jeweiligen Kalendertages der Beobachtungsreihe 1864-2013. (s. Abbildung 10).

PEGELSTATION BREGENZ - BODENSEE
Wasserstandsbewegung von 1864 - 2013 (150 Jahre)
Pegelnullpunkt: 392,14 m ü. Adria

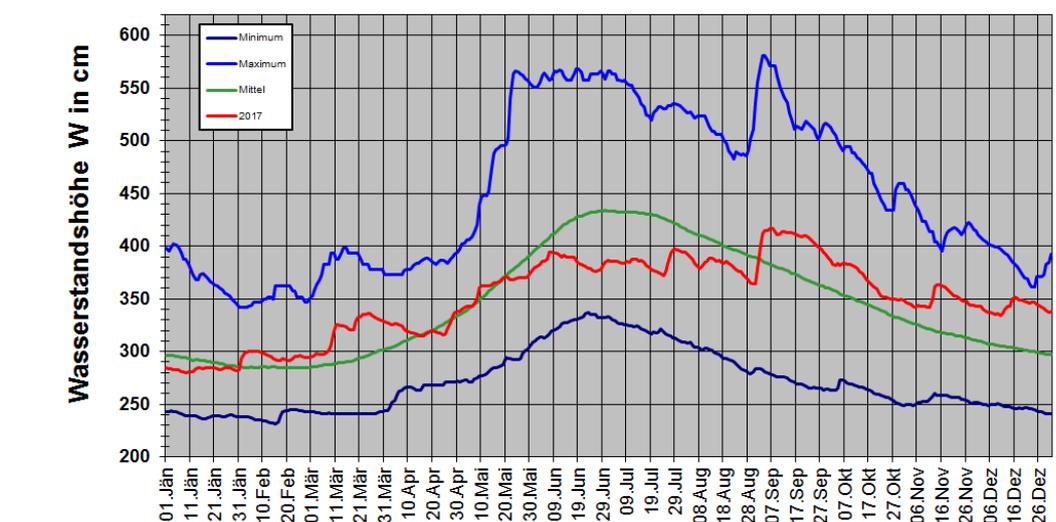


Abbildung 10: Ganglinie des Wasserstands des Bodensees beim Pegel Bregenz im Jahre 2017 (rote Kurve) im Vergleich mit langjährigen Minima, Maxima und Mittelwerten

Schweiz

Bei den großen Seen der Schweiz weichen einmal mehr die Jahresmittelwerte des Lago Maggiore und des Bodensees (Obersee) am stärksten von den langjährigen Mittelwerten ab. Bei der Station Lago Maggiore-Locarno sind es im Jahr 2017 -29 cm, bei Bodensee-Romanshorn +15 cm. Die anderen großen Seen verzeichneten Mittelwerte nahe an den oder nur ein paar Zentimeter unter den Werten der Normperiode 1981–2010. Dass der Bodensee etwas aus dem Rahmen fällt, überrascht nicht weiter: In den letzten 10 Jahren hat sich die Wasserstandsdivergenz zwischen Obersee und Untersee kontinuierlich vergrößert. Sie betrug 2017 rund 35 cm und war damit so groß wie noch nie seit Messbeginn.

Die Wasserstände großer Seen haben sich im Jahresverlauf unterschiedlich entwickelt. Bodensee, Lago Maggiore und Genfersee starteten auf einem für die Jahreszeit üblichen Niveau. Der Neuenburgersee dagegen lag im Januar 31 cm unter dem langjährigen Monatsmittel. Die Wasserstände von Anfang des Jahres sind die tiefsten, die am Neuenburgersee in der 35-jährigen Messperiode aufgezeichnet wurden. Das neue Minimum wurde mit 428.75 m ü.M. am 30. Januar registriert. Von Februar bis Ende des Jahres waren die Abweichungen der Monatsmittel zur Norm nicht mehr größer als 9 cm. Neuenburgersee, Bielersee und Murtensee sind durch den Zihlkanal und den Canal de la Broye miteinander verbunden. Tiefe Pegelstände am Neuenburgersee bedeuten dadurch ebenfalls tiefe Pegelstände an den beiden anderen Seen. So gab es auch dort neue Januar- und Februarminima. Von den größeren Seen der Schweiz verzeichneten neben den bereits erwähnten auch der Zugersee (Messungen seit 1930) und der Sarnersee (Messungen seit 1974) neue Januarminima; der Zürichsee blieb nur 2 cm über dem bisherigen Januar-Tiefstwert.

Am Genfersee ist einzig der März erwähnenswert. Der Pegel lag im Mittel 13 cm über dem langjährigen Wert. In den restlichen Monaten war die Abweichung nie größer als 5 cm.

Gegenläufige Entwicklungen zeigten der Bodensee und der Lago Maggiore. Im Februar und März sowie von September (resp. Oktober) bis Ende des Jahres gab es am Bodensee verhältnismäßig hohe und am Lago Maggiore tiefe Pegelstände. Dabei waren die Abweichungen von den langjährigen Monatsmittelwerten deutlich grösser als bei den Seen am Jurasüdfuss. Die positiven Abweichungen am Bodensee lagen von September bis Ende des Jahres zwischen 37 und 54 cm. Die Niederschlagsdefizite im Tessin im 4. Quartal führten nicht zu neuen Rekorden (5 cm über dem Dezemberminimum) aber doch zu Pegelständen, die rund 120 cm unter den üblichen Werten lagen.

An keinem der vier Seen wurden für die Warnung relevante Schwellen überschritten. Am Bodensee lag der höchste Wasserstand des Jahres 2017 32 cm unter der Grenze zur Gefahrenstufe 2 und damit ziemlich genau einen Meter unter dem höchsten Wasserstand des Vorjahres.

Wasserstände und Abflüsse der Fließgewässer

Österreich

Der Abfluss des Alpenrheins lag 2017 unter dem langjährigen Mittelwert. Bei den anderen Bodenseezuflüssen aus Österreich waren die Abflüsse den überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen entsprechend ebenfalls überdurchschnittlich. Die Jahresfracht betrug im Vergleich zum langjährigen Mittel

- an der Bregenzerach 116 % (MQ 2017 = 53,8 m³/s, langjähriges MQ = 46,5 m³/s);
- an der Dornbirnerach 118 % (MQ 2017 = 8,30 m³/s, langjähriges MQ = 7,06 m³/s);
- am Alpenrhein 92 % (MQ 2017 = 213 m³/s, langjähriges MQ = 231 m³/s).

Schweiz

Die Jahresmittel des Abflusses der großen Flussgebiete lagen allesamt unter den Werten der Normperiode 1981-2010. Die Jahresmittel der Abflüsse von Doubs, Birs und Maggia lagen mehr als ein Drittel unter den langjährigen Mittelwerten. In den Flussgebieten der Aare, der Rhone, des Ticino, der Thur und des Inn flossen 75 % bis 90 % der normalen Wassermengen ab, an Reuss Limmat und Alpenrhein waren es über 90 %.

Nur wenige mittelgroße Einzugsgebiete erreichten überdurchschnittliche Jahresabflüsse; eines davon ist die Massa. Vor allem der heiße Sommer mit der starken Gletscherschmelze hat zum überdurchschnittlichen Wert beigetragen. Der Juni lag mehr als 60 % und der August knapp 20 % über den entsprechenden langjährigen Monatsmittelwerten. Gebiete mit Abflüssen unter 70 % der Norm liegen vorwiegend in der West- und Nordwestschweiz sowie im Nordtessin. Neue kleinste Jahresabflüsse wurden an der Areuse bei Boudry (Messreihe seit 1983) und an der Sorne bei Delémont gemessen (Messreihe seit 1983). Weitgehend normale Werte verzeichneten die Gebiete in der Zentral- und Nordostschweiz.

In zahlreichen mittelgroßen Einzugsgebieten der West- und Nordwestschweiz wurden im März und im Dezember durchschnittliche oder überdurchschnittliche, in den Monaten davor und dazwischen unterdurchschnittliche Abflüsse gemessen; so auch am Doubs bei Ocourt. Mit nur rund 15 % des normalen Monatsabflusses lagen die Werte im Januar sehr weit unter der Norm. Der Januar war nicht nur am Doubs ein Monat der Extreme: An knapp 30 Stationen der Alpennordseite gab es neue Januarminima. Nach einer zwischenzeitlichen Erholung im Februar und März blieben die Pegelstände vieler Einzugsgebiete von April bis in den November hinein auf einem tiefen Niveau. Erst die in weiten Teilen der Alpennordseite überdurchschnittlichen Niederschläge im November brachten eine Entspannung der Niedrigwasserlage. Die Monatsmittel vieler Flüsse übertrafen im Dezember die Normwerte deutlich. In den Einzugsgebieten der Zentral- und Ostschweiz wurden im April und Mai keine Niedrigwasser registriert, da die Niederschlagssummen dort im April deutlich über der Norm lagen. In diesen Regionen waren die Pegelstände vor allem im Sommer sehr tief. Im Herbst normalisierte sich die Lage vielerorts. Die Flüsse Linth, Limmat, Thur sowie Alpenrhein führten schon im September wieder erhöhte Abflüsse.

Die ganz großen Abflussereignisse sind 2017 ausgeblieben. Erwähnenswert ist aber das Hochwasser von Ende August/Anfang September, das im Naturgefahrenbulletin des Bundes vom 31. August so angekündigt wurde: „Eine kräftige Höhenströmung aus Südwesten führt warme und feuchte Luft vom westlichen Mittelmeerraum zu den Alpen. Im Bodengebiet bildet sich ein Tief über Norditalien, das eine nordöstliche Strömung in den unteren Luftschichten der Alpennordseite verursacht. Mit beiden Strömungen entsteht eine Gegenstromlage, die zu intensiven Regenfällen in den zentralen und östlichen Landesteilen führt“. Der Rheintaler Binnenkanal bei St. Margrethen sowie die Goldach bei Goldach verzeichneten je ein 30-jährliches, die Sitter bei St. Gallen ein 10-jährliches Hochwasser. Im Gegensatz zu einem gewittrigen Niederschlag hatte dieses Niederschlagsereignis eine überregionale Ausdehnung und brachte deshalb auch in großen Flüssen bemerkenswerte Pegelanstiege. Im Rhein bei Diepoldsau wurde an diesen Tagen die größte Abflussspitze des Jahres verzeichnet, sie lag jedoch immer noch $200 \text{ m}^3/\text{s}$ unterhalb eines zweijährlichen Hochwassers.

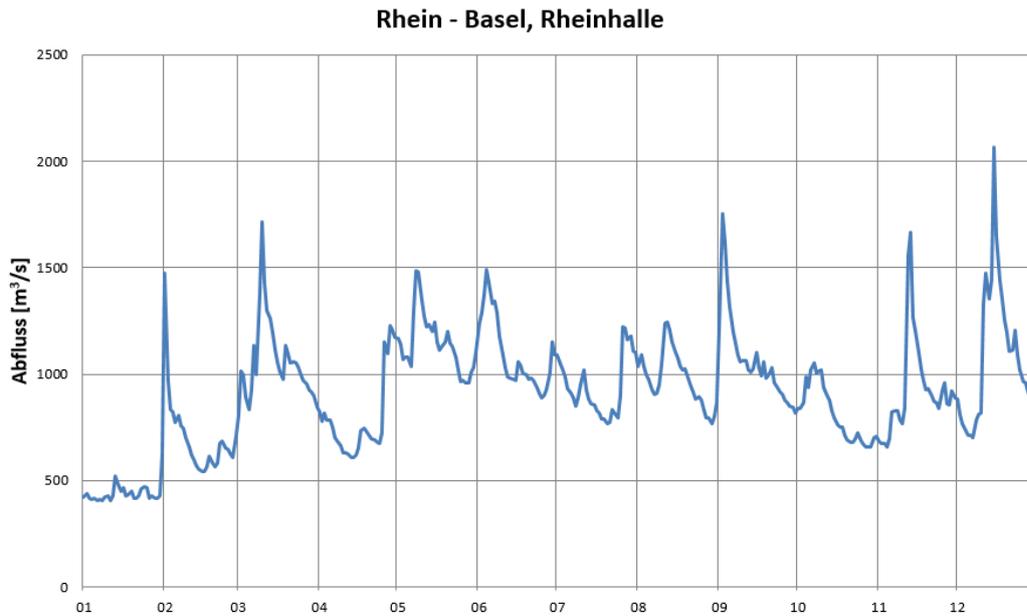


Abbildung 11: Abflussganglinie am Pegel Rhein - Basel, Rheinhalle im Jahr 2017

Deutschland

Das Wasserdargebot im Abflussjahr 2017 war zunächst geprägt durch das deutliche Niederschlagsdefizit (veranschaulicht in den Gangliniendarstellungen der Abbildungen 12 bis 17). Zum Ende der seit dem Spätsommer 2016 anhaltenden Niedrigwasserphase (vgl. [BfG Lageberichte](#)) wurden zu Beginn des März mehrere Sturmtiefs abflusswirksam, deren erhebliche Niederschläge regional begrenzt zu Hochwasser führten. An allen betrachteten Pegeln wurden dabei die für das Abflussjahr maßgebenden Jahreshöchstwerte gemessen. Das Wasserdargebot in den Folgemonaten blieb zumeist unterdurchschnittlich; kurzfristige Abflussanstiege waren nie nachhaltig.

Die Jahres-MQ an den Messstellen im Rhein lagen im Jahre 2017 deutlich unter den vieljährigen Jahresmitteln (vgl. Tab.2). Am Neckar wurden die MQ um 40% unterschritten, am Main lag das Defizit bei 32%, an der Mosel liegt der MQ₂₀₁₄ bei nur noch 48% gegenüber den aus der langen Reihe (1931-2011) ermittelten, zudem war an der Messstelle Cochem allein in den ersten fünf Monaten bereits 68% der gesamten Jahresabflussmenge zum abgeflossen.

Das Verhältnis der Winter- zu Sommer-MQ für den Rhein entspricht am Pegel Maxau den langjährigen Beobachtungen, während für Kaub und Köln die MQ im Sommerhalbjahr die des Winterhalbjahres überstiegen. Bei den staugeregelten Zuflüssen Neckar und Main war das Verhältnis nahezu ausgeglichen, obwohl hier im vieljährigen Vergleich (Periode 1931/2011) eigentlich die Winterabflüsse zwei Drittel des Gesamtabflusses ausmachen. Im Gegensatz dazu war im Falle der Mosel ein deutliches Übergewicht der Winterhalbjahresabflusssummen mit 74% zu verzeichnen (vgl. Tab.2).

Tabelle 2: Vergleich der mittleren Abflüsse (MQ) im Abflussjahr 2017 für ausgewählte Pegel im Rheingebiet und in Relation zur vieljährigen Vergleichsperiode (1931/2011) außer Rockenau, Raunheim)

<i>Pegel</i>	<i>MQ</i>			<i>MQ 2017</i>		
	<i>2017</i>	<i>1931-2011</i>	<i>MQ 2017 in % des MQ der vieljährigen Vergleichsperiode</i>	<i>Winter</i>	<i>Sommer</i>	<i>% Wi/So (vieljährige Vergleichsperiode)</i>
<i>Maxau (Rhein)</i>	986	1250	79%	879	1090	45/55 (45/55)
<i>Rockenau (Neckar) * 1951-2011</i>	82,1	137	60%	82,9	81,3	51/49 (64/36)
<i>Raunheim (Main) * 1981-2011</i>	150	221	68%	140	160	47/53 (68/32)
<i>Kaub (Rhein)</i>	1250	1650	76%	1150	1354	46/54 (51/49)
<i>Cochem (Mosel)</i>	150	314	48%	223	78,2	74/26 (64/36)
<i>Köln (Rhein)</i>	1510	2110	72%	1490	1530	49/51 (55/45)

Die vieljährig gemittelten Jahresabflüsse wurden am Rheinpegel Maxau an 310 Tagen unterschritten, im Winterhalbjahr an 158, im Sommerhalbjahr an 152 Tagen. In Kaub waren Unterschreitungen an 319 Tagen (Winter 158 zu Sommer 161) sowie in Köln an 332 Tagen (152 zu 180) zu verzeichnen. An den Zuflüssen lagen die Unterschreitungen der Mittelwerte für den Beobachtungszeitraum an Neckar und Main bei 329 bzw. 316 Tagen, an der Mosel bei 313 Tagen, wobei das Verhältnis Winter/Sommer an Neckar (163/166) und Main (152/164) sowie an der Mosel (130/183) festgestellt wurde.

Bei den vieljährig ermittelten MNQ lagen die Unterschreitungen an den Rheinpegeln im Mittel bei 40 Tagen, in Rockenau am Neckar waren es 5, in Raunheim/Main 6 Tage, Spitzenreiter war der Pegel Cochem/Mosel mit 59 Tagen.

Unterschreitungen der langjährig ermittelten monatlichen Abflüsse (mMQ) wurden im gesamten Rheineinzugsgebiet im Sommerhalbjahr in Maxau an 306 Tagen (Winter 144; Sommer 162), in Kaub an 309 (161/148) und Köln 315 (163/152) Tagen festgestellt. An Neckar mit 309 (171/138), Main mit 241 (176/65) sowie der Mosel 323 (144/179) Unterschreitungstage ermittelt.

Ebenfalls erhebliche Unterschreitungen der mittleren monatlichen Niedrigstabflüsse (mMNQ) wurden an den Rheinpegeln im Mittel an 185 Tagen (Wi 109 So 76) verzeichnet, am Neckar waren es 175 Tage (Wi 119 So 56), am Main 156 (Wi 136 So 20) und an der Mosel (Cochem) wurden die mMNQ an 235 Tagen (Wi 101 So 134) unterschritten.

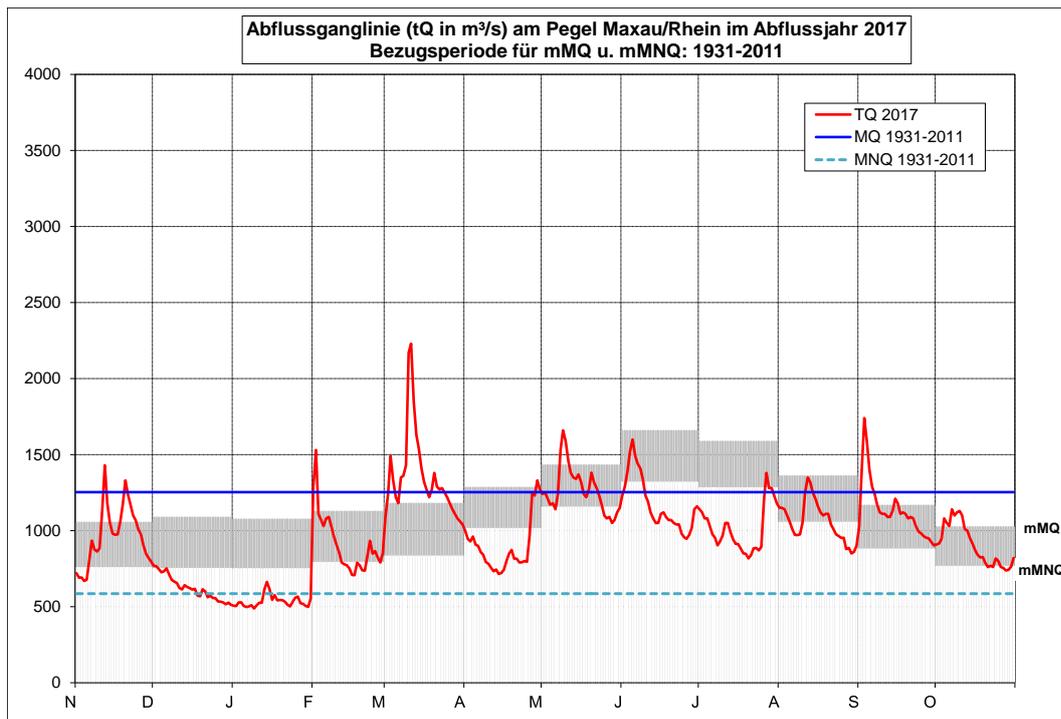


Abbildung 12: tägliche Abflüsse (tQ) am Pegel Maxau (Rhein) im Jahre 2017 im Vergleich zu vieljährigen Mittelwerten in m³/s (Bezugsperiode für MQ, mMQ und mMNQ: Zeitraum 1931-2011)

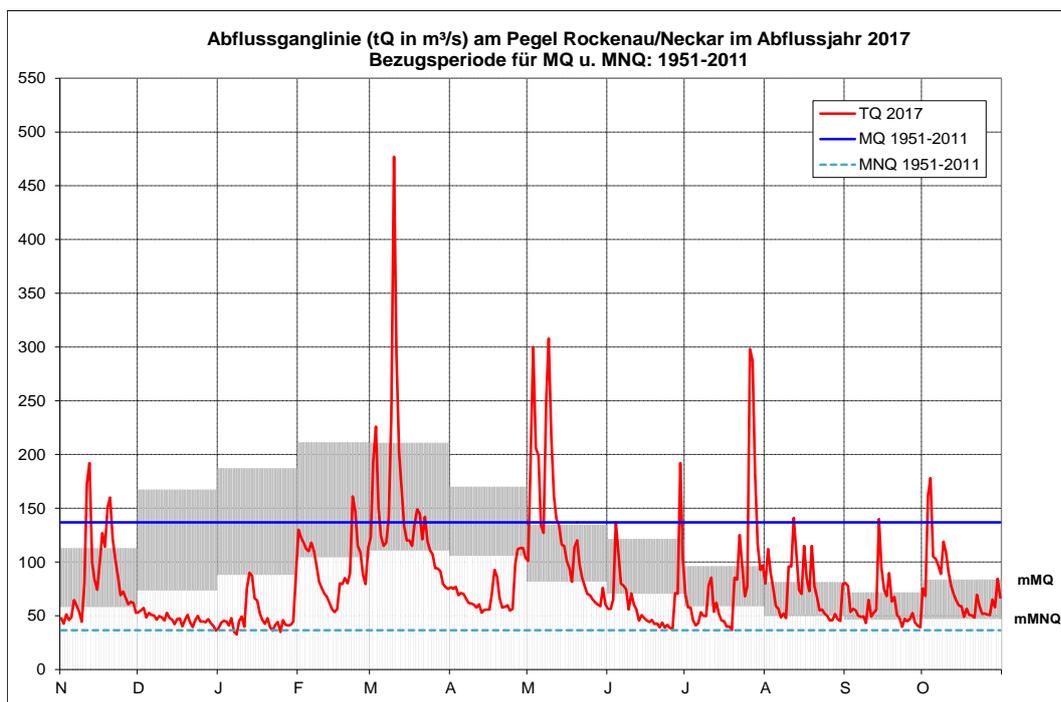


Abbildung 13: tägliche Abflüsse (tQ) am Pegel Rockenau (Neckar) im Jahre 2017 im Vergleich zu vieljährigen Mittelwerten in m³/s (Bezugsperiode für MQ, mMQ und mMNQ: Zeitraum 1951-2011)

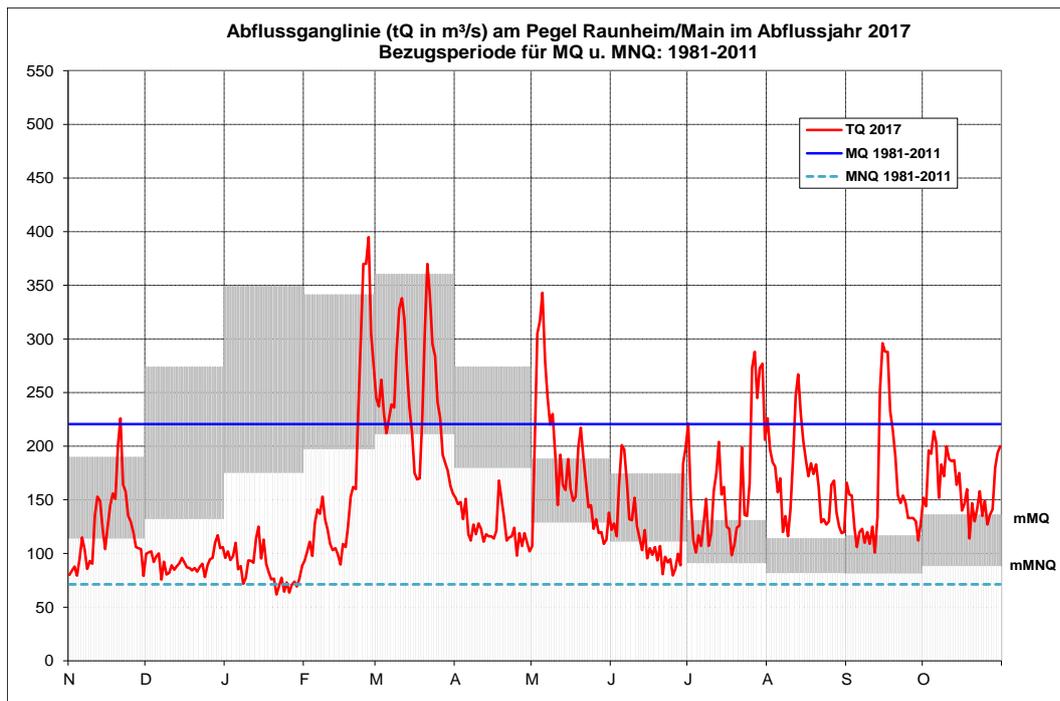


Abbildung 14: tägliche Abflüsse (tQ) am Pegel Raunheim (Main) im Jahre 2017 im Vergleich zu vieljährigen Mittelwerten in m³/s (Bezugsperiode für MQ, mMQ und mMNQ: Zeitraum 1981-2011)

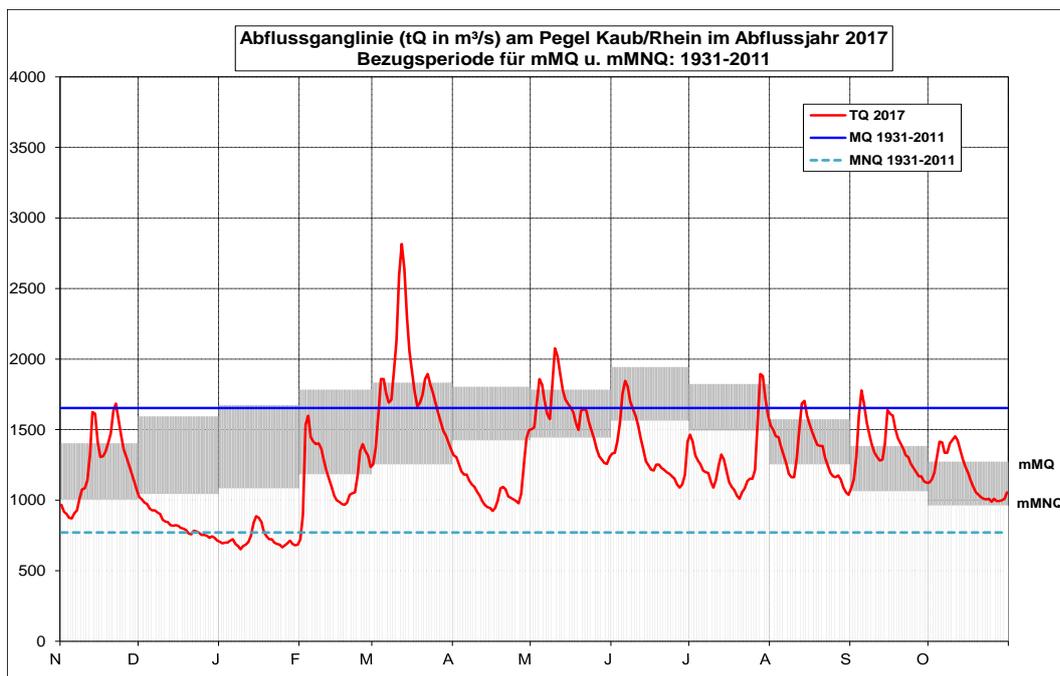


Abbildung 15: tägliche Abflüsse (tQ) am Pegel Kaub (Rhein) im Jahre 2017 im Vergleich zu vieljährigen Mittelwerten in m³/s (Bezugsperiode für MQ, mMQ und mMNQ: Zeitraum 1931-2011)

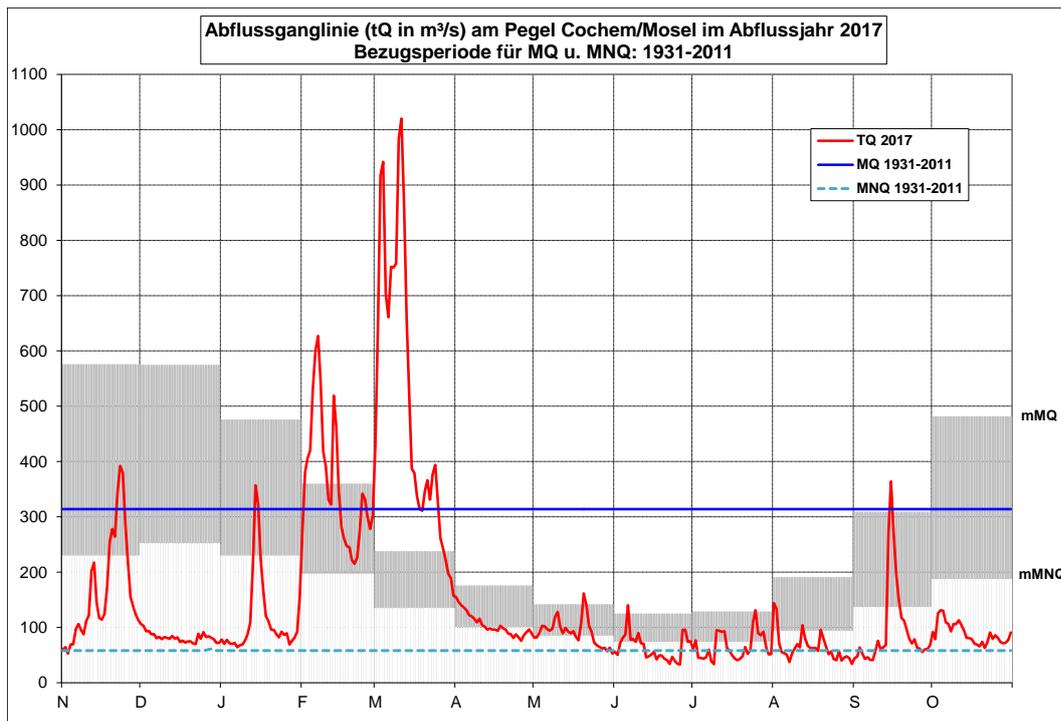


Abbildung 16: tägliche Abflüsse (tQ) am Pegel Cochem (Mosel) im Jahre 2017 im Vergleich zu vieljährigen Mittelwerten in m^3/s (Bezugsperiode für MQ, mMQ und mMNQ: Zeitraum 1931-2011)

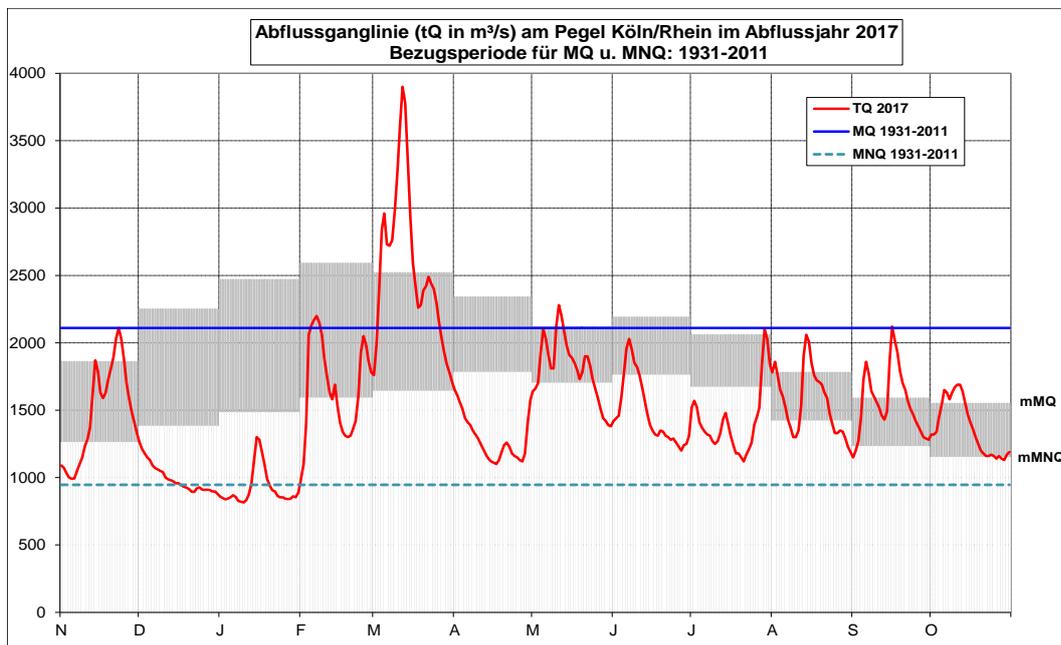


Abbildung 17: tägliche Abflüsse (tQ) am Pegel Köln (Rhein) im Jahre 2017 im Vergleich zu vieljährigen Mittelwerten in m^3/s (Bezugsperiode für MQ, mMQ und mMNQ: Zeitraum 1931-2011)

Niederlande

Die hydrologische Situation des Rheins kennzeichnete sich in den Niederlanden im vergangenen Jahr vor allem durch eine relativ lange Periode mit niedrigen Abflüssen (ab Mai bis etwa Mitte November). Hochwasser gab es in der ersten Jahreshälfte kaum. In den letzten Monaten des Jahres 2017 lagen die Wasserstände und Abflüsse bereits über längere Zeit über dem

langjährigen Mittelwert. Der höchst gemessene Abfluss trat am Pegel Lobith am 18. Dezember mit etwa $5.100 \text{ m}^3/\text{s}$ auf. Neben dieser kleine Hochwasserwelle zum Jahresende gab es noch einen kleinen Scheitel am 15. März. Der Abfluss am Pegel Lobith erreichte an diesem Tag einen Wert von etwa $3.800 \text{ m}^3/\text{s}$ (s. Abbildung 18).

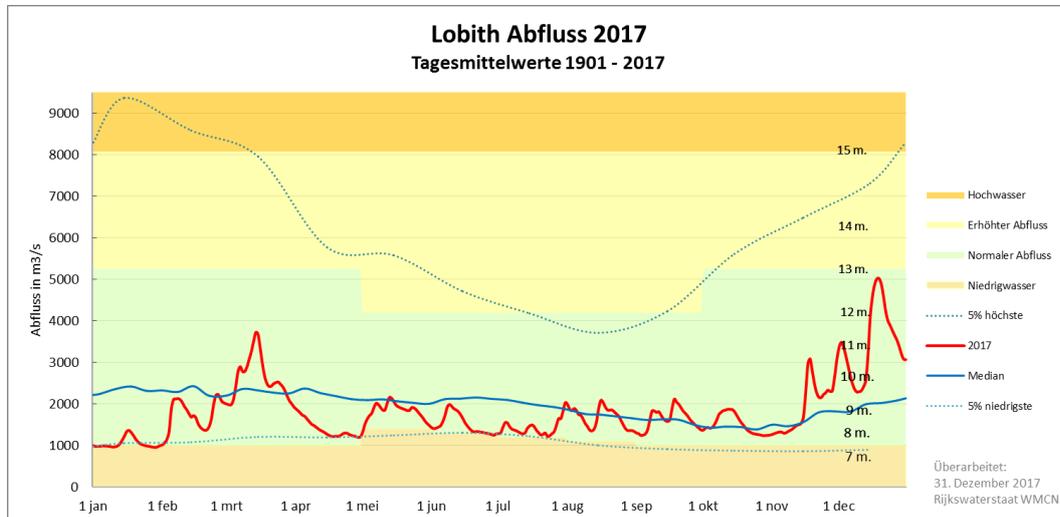


Abbildung 18: Ganglinie der Tagesmittelmerte des Abflusses am Pegel Lobith im Jahr 2017 (rote Kurve) im Vergleich mit langjährigen Minima, Maxima und Mittelwerten der Jahre 1901-2017

Wassertemperaturen Österreich

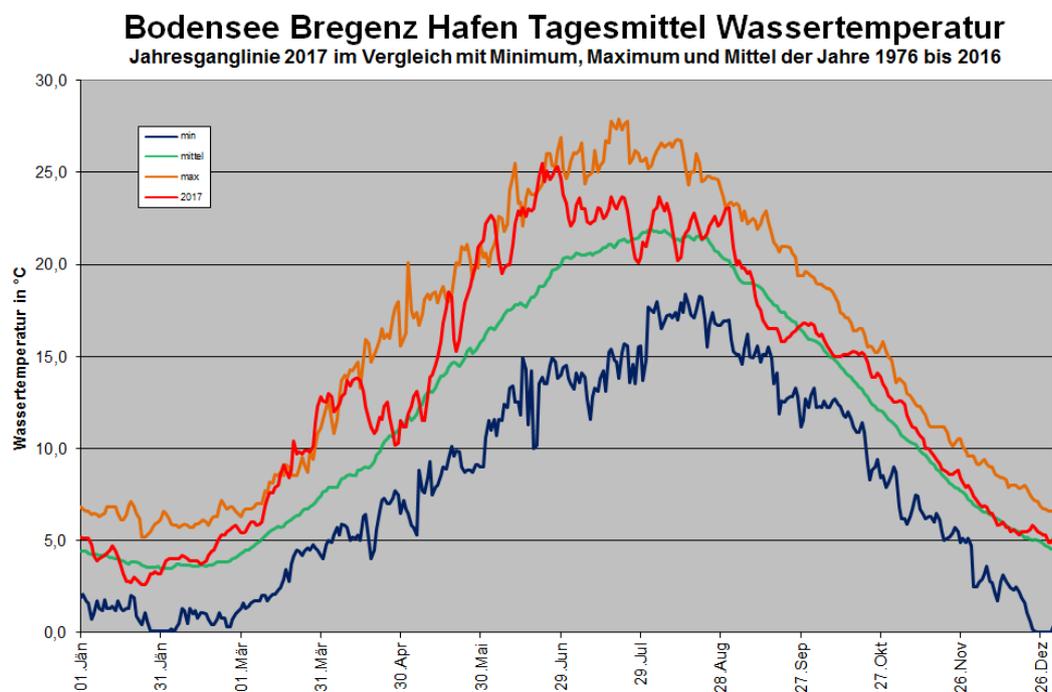


Abbildung 19: Ganglinie der Wassertemperatur des Bodensees am Pegel Bregenz im Jahr 2017 (rote Kurve) im Vergleich mit langjährigen Minima, Maxima und Mittelwerten der Jahre 1976-2016

Das Jahresmittel der Wassertemperatur des Bodensees lag am Pegel Bregenz Hafen mit 13,4°C um 1,5°C über dem langjährigen Mittelwert von 11,9 °C (s. Abbildung 19).

Schweiz

Das Jahr 2017 war im Winter und im Sommer von sehr hohen Lufttemperaturen geprägt. Einige Regionen der Schweiz, vor allem auf der Alpensüdseite, verzeichneten überdurchschnittlich viele Sonnentage. Auf die Wassertemperatur der Schweizer Fließgewässer wirkte sich dies in einer deutlichen Zunahme an Überschreitungen der Jahresmaximalwerte im Vergleich zum Vorjahr aus. Trotzdem wurden im Verhältnis zum Extremjahr 2015 die Maximalwerte im Jahr 2017 weniger häufig überschritten, nämlich an rund zehn Prozent der Messstellen der Nordalpen und vereinzelt auch im Bodenseeraum und in den östlichen Zentralalpen. Eine Unterschreitung der bisherigen Jahresminimalwerte wurde, wie im Vorjahr, bei den Bundesmessstellen nicht beobachtet.

Das erste Quartal des Jahres 2017 war durch zwei entgegengesetzte Temperaturverläufe geprägt: Im Januar wurde ein ungewöhnlich kühler Monatswert der Lufttemperatur gemessen. Dementsprechend sind verteilt über die ganze Schweiz bei mehr als einem Drittel der Stationen Unterschreitungen der bisher tiefsten Messwerte zu beobachten.

Im Gegensatz dazu führten kräftige Wärmeschübe ab dem 23. Februar auch zu einer deutlichen Erwärmung der Fließgewässer. Dadurch kam es vereinzelt zu Überschreitungen der bisherigen Höchstwerte im Februar. Im März 2017 setzte sich dieser Trend verstärkt fort. Die Wassertemperatur nahm weiter zu und ein weiteres Viertel der Stationen verzeichnete neue Höchstwerte für diesen Monat. Während dieser Wintermonate wurden bei den Stationen im Bereich des Jurabogens jedoch keine Maximalwerte überschritten.

Nach dem warmen Winterende und den darauffolgenden eher kühlen Wochen folgten im Mai wieder deutlich wärmere Tage.

Nach dem warmen Frühling folgte ein sehr warmer Sommer. Im Juni wirkten sich die weitere Erwärmung und eine fünftägige Hitzewelle deutlich auf die Temperatur der Gewässer aus. An über einem Drittel der BAFU-Messstationen wurden neue höchste Juniwerte verzeichnet. Lediglich wiederum die Stationen im Jurabogen wiesen keine neuen Höchstwerte für den Monat Juni auf.

Nachdem der Juli nur leicht wärmer war als die Norm, kam es im August wieder zu wärmerem Sommerwetter. Auf die Wassertemperatur wirkte sich dies aber nicht so stark aus wie die Hitzeperiode im Juni. Daher wurden die Maximalwerte im August nur vereinzelt im Mittelland, in den östlichen Zentralalpen und an der Alpensüdflanke überschritten.

Der sehr kühle September und ein Oktober mit viel Herbstsonne wirkten sich auf die Wassertemperatur nicht bedeutend aus. Es kam nur vereinzelt zu Überschreitungen wie auch zu Unterschreitungen der bisherigen Minimal- und Maximalwerten der Messreihen. Im Dezember jedoch lag die Wassertemperatur bei knapp einem Viertel der Stationen unterhalb der bisher gemessenen Minimalwerte.

Deutschland

Die für den Beobachtungszeitraum verzeichneten Mittel der Wassertemperaturen (WT) liegen mit 13,4°C an der Messstelle Kaub um 0,5 K unter dem vieljährig errechneten Jahresmittel, am Pegel Köln wurde ein Unterschreiten der Mittel mit 0,1 °K bei 13,9 °C verzeichnet. Die größten Abweichungen der Monatsmittel, jeweils durch Unterschreiten der Durchschnittswerte, wurden an der Messstation Kaub mit -2,8 K und in Köln im Januar mit im Mittel -2,1 K verzeichnet, die größte positive Abweichung von den Monatsmitteln verzeichnete der Juni

in Kaub mit +1,7 K und in Köln mit +1,2 K und im Oktober mit 1,3 K. Die maximale negative Abweichung bei den Tageswerten betrug in Kaub im Januar -4,6 K bzw. -3,9 K im Mai, an der Messstelle Köln jeweils -3,5 K. Die größte positive Abweichung Anfang Juni betrug in Kaub +3,9 K und in Köln 2,9 K.

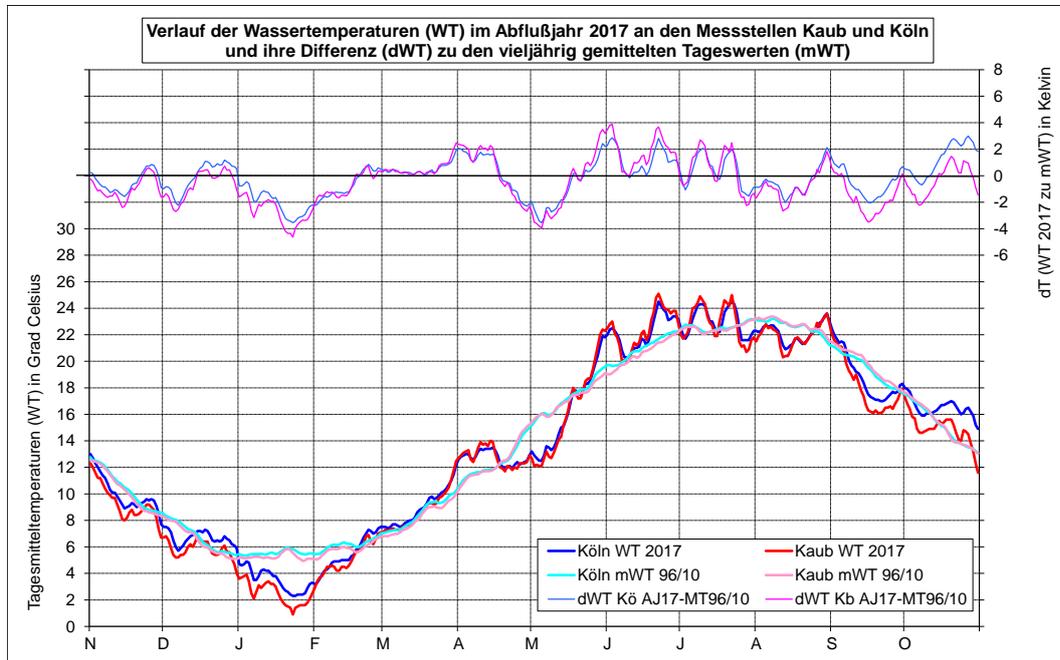


Abbildung 20: Wassertemperaturen im Vergleich zu den vieljährigen Mittelwerten (AJ=Abflussjahr; Quelle: WSV)

Niederlande

Am Pegel Lobith lag der Mittelwert der Wassertemperatur mit 13,8 °C etwa 0,7 °C über dem vieljährigen (1961-2017) errechneten Jahresmittelwert (s. Abbildung 21).

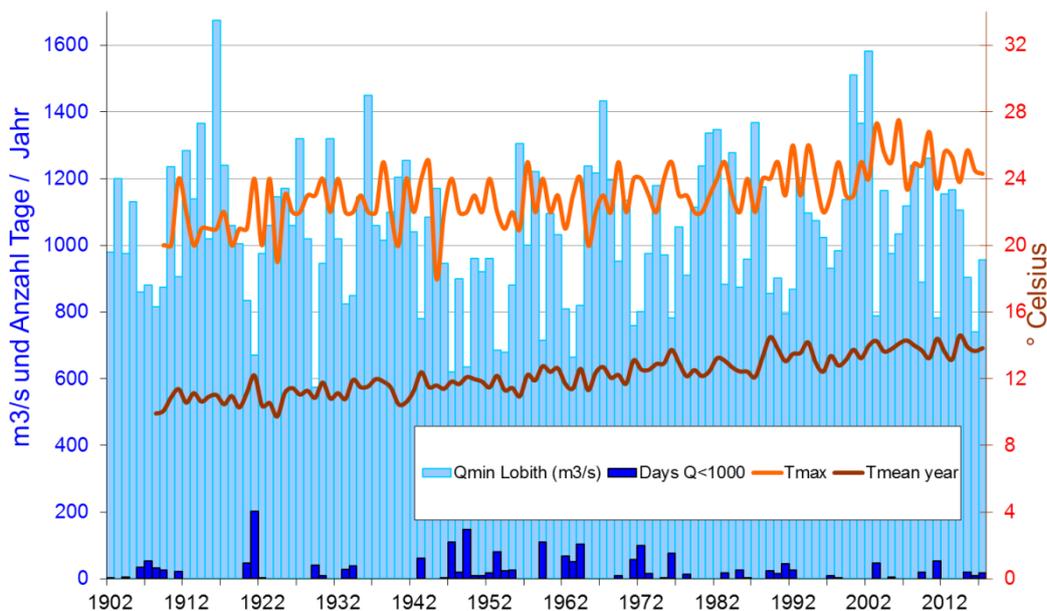


Abbildung 21: Mittlere und maximale Wassertemperaturen im Jahre 2017 am Pegel Lobith/Rhein

In der Reihe der höchsten mittleren Wassertemperaturen kam das Jahr 2017 an 11. Stelle (Messreihe 1908-2017).

Grundwasser

Österreich

Die Grundwasserstände waren zu Jahresbeginn unterdurchschnittlich und stiegen mit der Schneeschmelze und den Niederschlägen bis Mai auf überdurchschnittliche Stände an. Danach bewegten sie sich im Mittel bis Ende August. Die starken Niederschläge Ende August führten teilweise zu neuen gemessenen Höchstständen für die Zeit Anfang September. Bis zum Jahresende blieben die Grundwasserstände überwiegend über dem Mittel.

Schweiz

Der Jahresverlauf 2017 der Grundwasserstände und Quellabflüsse in der Schweiz lässt sich wie folgt zusammenfassen:

Im Zuge der geringen Niederschläge vom Dezember 2016 lagen die Grundwasserstände und Quellabflüsse im Januar 2017 an etwa jeder zweiten Messstelle tief. Im Februar stiegen die Grundwasserstände und Quellabflüsse dann in der Westschweiz und im Tessin aufgrund überdurchschnittlicher Niederschlagsmengen sowie mit der einsetzenden Schneeschmelze infolge der warmen Witterung an.

Von März bis Mai blieben die Grundwasserstände und Quellabflüsse infolge der durchschnittlichen Niederschlagsmengen größtenteils im Normalbereich. In Gebieten mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen waren jedoch vorübergehend tiefe Grundwasserstände und Quellabflüsse zu verzeichnen. Insgesamt waren Mitte Juni verbreitet normale Grundwasserstände und Quellabflüsse mit sinkender Tendenz zu beobachten.

Vom Juni bis August fielen in der Westschweiz durchwegs unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen, während in der Zentral- und Ostschweiz Starkregen zu überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen führten. Von diesen konnten vor allem oberflächennahe und an Flüsse gebundene Lockergesteins-Grundwasserleiter profitieren. So waren Mitte September verbreitet normale Grundwasserstände und Quellabflüsse mit uneinheitlicher Tendenz zu verzeichnen.

Der Oktober war allgemein warm und trocken. Der November war auf der Alpensüdseite und in der Westschweiz weiterhin niederschlagsarm, was in diesen Gebieten teilweise zu tiefen Grundwasserständen und Quellabflüssen führte. Dagegen ließen im November ergiebige Niederschläge in der Zentral- und Ostschweiz Grundwasserstände und Quellabflüsse ansteigen. Anfang Dezember lagen Grundwasserstände und Quellabflüsse auf der Alpennordseite verbreitet im Normalbereich, teilweise bereits darüber. Auf der Alpensüdseite waren normale bis tiefe Grundwasserstände zu verzeichnen.

Im Laufe des Monats Dezember fielen landesweit hohe Niederschlagsmengen – teilweise als Schnee bis ins Mittelland. Ende Dezember lagen die Grundwasserstände und Quellabflüsse somit landesweit im Normalbereich.

Schwebstoffe

Österreich

Die Schwebstoffjahresfracht war am Alpenrhein bei der Messstelle Lustenau im Jahre 2017 mit 1,8 Mio. Tonnen um etwas mehr als 10 % geringer als der Durchschnitt der Jahresreihe 2009 – 2016 (ca. 2,05 Mio. Tonnen). Auf Grund des Hochwassers Anfang September wurde

für den September die größte Monatsfracht im Jahre 2017 (ca. 645 Tausend Tonnen) und für den 1. September die höchste Tagesfracht (ca. 345 Tausend Tonnen) ermittelt. Die Monatsfracht im September entspricht etwas mehr als einem Drittel der gesamten Jahresfracht.

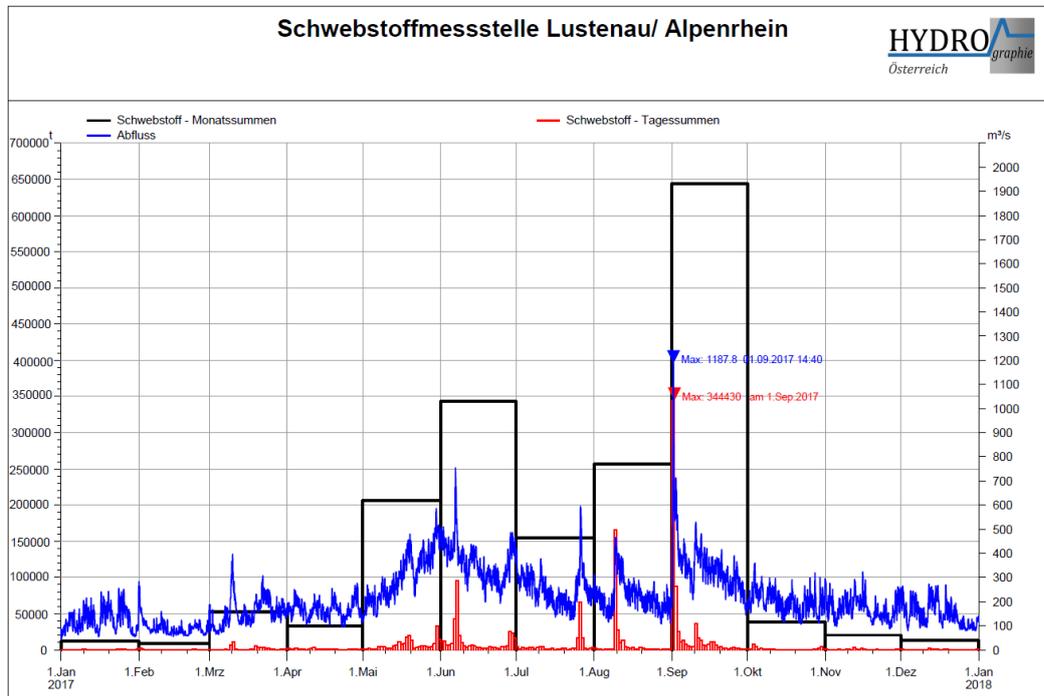


Abbildung 22: Schwebstoff-Monatsfrachten des Alpenrheins beim Pegel Lustenau im Jahre 2017 mit Tagesfrachten (rote Kurve)

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 Abbildung 23). 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.

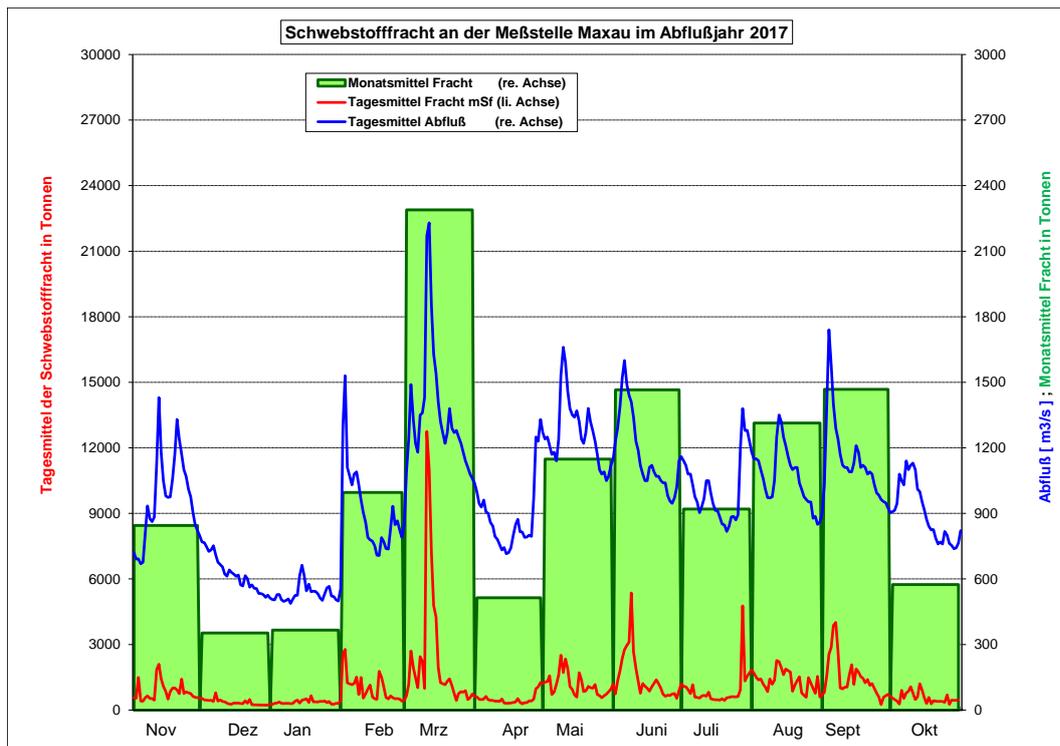


Abbildung 23: Schwebstoffmessstelle Maxau, Rhein-km 362,3

In Maxau betrug die jährliche Schwebstofffracht in der Summe 372569 t, dies entspricht in etwa 29 % des langjährigen Mittels der Bezugsperiode 1965/2007.

Der höchste monatliche Schwebstofftransport wurde an der Messstelle Maxau im März 2017 mit 70976 t (Monatsmittel: 2290 t) gemessen, das entspricht ca. 19% der gesamten Jahresfracht, die niedrigste monatliche Schwebstofffracht wurde für den Dezember 2016 mit lediglich 10933 t (Monatsmittel: 353t) ermittelt.

Bei den täglichen Frachten wurden an der Messstelle Maxau mit 223 t am 29.12.2016 bei einem mittleren Abfluss von 516 m³/s die niedrigste, sowie mit 12749 t als größte Tagesfracht bei einem mittleren Tagesabfluss von 2170 m³/s am 14.03.2017 festgestellt.

2. Aktivitäten der internationalen Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR) im Jahr 2017

Die KHR hat 2017 zweimal getagt, am 4. und 5. April in Esch-sur-Alzette (Luxemburg) und am 21. und 22. September in Basel (Schweiz).

Personelle Änderungen innerhalb der KHR

Im Jahre 2017 gab es keine personelle Änderungen in der KHR.

Es gab ausführliche Diskussionen über die Nachfolge von Herrn Moser als Präsident der KHR. Die Amtszeit von Herrn Moser läuft im Herbst 2018 aus. In der Frühjahrssitzung 2018 sollte ein neuer Vorsitzender gewählt werden.

Aktivitäten in den KHR-Projekten

Sediment

Die KHR hat das von der BfG und der Universität Aachen durchgeführte Projekt „Von der Quelle bis zur Mündung – eine Sedimentbilanz des Rheins“ mit einer Steuerungsgruppe unterstützt. Das Projekt wurde Ende 2014 abgeschlossen und im März 2015 wurden die Projektergebnisse in einem Seminar präsentiert. Der Projektbericht lag Ende 2016 in Konzept vor und wurde Mitte 2017 als KHR-Bericht II-22 in deutscher Sprache publiziert. Die Publikation einer ausführlichen Zusammenfassung in englischer Sprache ist geplant.

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

Die erste Phase des Projektes wurde 2015 abgeschlossen. Die Ergebnisse wurden im November 2015 in einem Workshop präsentiert.

Die Fertigstellung des Schlussberichtes (zweisprachig: Deutsch und Englisch) ist 2016 erfolgt. Darüber hinaus wurde 2016 ein Synthesebericht (extended Abstract) zum Projekt erstellt. Im Synthesebericht (KHR-Publikation I-25) sind die Ergebnisse des Projektes anschaulich und nachvollziehbar präsentiert und sind somit für ein breites Publikum zugänglich. Zum Projekt sind verschiedene Fachartikel erschienen und die Ergebnisse wurden mehrfach auf (inter)nationalen Tagungen präsentiert.

Eine Vorbereitungsgruppe hat die Anforderungen für die zweite Phase des Projektes im Herbst 2016 erstellt. Ende 2017 liegt ein Angebot des Konsortiums der Universitäten Freiburg und Zürich zusammen mit dem Ingenieurbüro Hydron GmbH für die Durchführung der zweiten Phase vor. Die inhaltliche Weiterentwicklung bezieht sich vor allem auf die Aspekte:

- Weiterentwicklung der hydrologischen Modelle (HBV / Larsim)
- Verbesserung der Schneeschmelzroutinen
- Zukunftsberechnung 2006 – 2100

Die Projektleitung der zweiten Phase wird beim Bundesamt für Umwelt in der Schweiz untergebracht. Es ist eine Steuerungsgruppe mit Teilnehmern aus den KHR-Mitgliedstaaten und externen Fachleuten gebildet worden.

Der Bodensee als Wasserspeicher – eine Literaturstudie

Die KHR hat die Technische Universität München mit einer bewertend-analysierenden Literaturstudie beauftragt. Der Konzept-Bericht dieser Studie wurde 2015 im internen KHR-Kreis verteilt. Eine überarbeitete Version der Studie wurde 2016 an die KHR-Landesvertreter geschickt mit der Bitte um Kommentar. Anschließend wurde der Bericht an alle Bundesländer und Kantone im Rheingebiet geschickt mit der Bitte um Stellungnahme. Die erhaltenen Kommentare wurden 2017 in den Bericht eingearbeitet. Das überarbeitete Dokument wurde im Herbst 2017 ein letztes Mal den KHR-Mitgliedern zur Genehmigung vorgelegt. Eine Publikation in der ‚blauen‘ KHR-Publikationsreihe ist für 2018 vorgesehen.

Klimaänderungen

In der 79. Sitzung im April hat Herr Hattermann vom Potsdam Institut für Klimafolgenforschung einen Vortrag zum Thema Klimaänderungen gehalten. Herr Hattermann zeigte, dass verschiedene hydrologische Modelle die Änderung des Abflussregimes am Rhein ziemlich identisch vorhersagen. In den neuesten Klimaszenarien ist die Bandbreite der Temperaturzunahme mit 10% nicht größer geworden im Vergleich zu den Ergebnissen aus der RheinBlick 2050 Studie.

In der 80. Sitzung im September wurde festgestellt, dass es zwar neue nationale Klimaszenarien gibt, aber dass der IPCC-Bericht aus dem Jahre 2007 weiterhin als Basis für die Wissenschaft dient. Demzufolge gibt es jetzt keine Notwendigkeit, die neuen nationalen Szenarien hydrologisch durchzurechnen

Sozio-ökonomische Einflüsse auf das Niedrigwasserregime des Rheins

Anlässlich des im März 2014 organisierten Symposiums wurde das Thema auch 2017 in den KHR-Sitzungen diskutiert.

In der Frühjahrssitzung hat Herr Ruijgh (Deltares) den Projektfortschritt präsentiert. Ein erster Workshop hat Ende März in Koblenz stattgefunden. In diesem Workshop wurden Basisinformationen aus den verschiedenen Sektoren bzw. von den Stakeholdern inventarisiert. Im Herbst 2017 hat dann ein weiterer Workshop in einem kleineren Teilnehmerkreis stattgefunden. Anschließend soll untersucht werden, welche sozio-ökonomische Einflüssen die größten Auswirkungen auf den Abfluss haben.

Hydrologisches Gedächtnis des Rheins

Die KHR beabsichtigt, eines neues Projekt zu starten, in dem lange hydro-meteorologische Zeitreihen gesammelt, optimiert und homogenisiert werden. Die Erstellung einer solchen Datengrundlage ist dringend notwendig für künftige Projekte und vor allem für die langfristige Sicherung der Daten. Auch würde diese gemeinsame Datengrundlage eine Verbesserung der wissenschaftlichen Arbeit an den Universitäten und Hochschulen und die Vergleichbarkeit (der Ergebnisse) diverser Studien bedeuten bzw. überhaupt zulassen.

Mitte 2017 hat die KHR sich mit Prof. Herget der Universität Bonn in Verbindung gesetzt mit der Frage, ob die Universität Bonn an der Durchführung einer Vorstudie interessiert wäre. Dabei hat Prof. Herget prinzipiell sein Interesse an einer Mitarbeit im Projekt geäußert. Da er bis Ende des Jahres in andere Projekte eingebunden ist, werden die Gespräche Beginn des Jahres 2018 fortgesetzt.

Zusammenarbeit mit anderen Organisationen

Es gab Abstimmung mit der Arbeitsgruppe Niedrigwasser der IKS. Die Leitung dieser Arbeitsgruppe wurde von Herrn Brahma übernommen.

In den KHR-Sitzungen wurde auf Konferenzen und Veranstaltungen von IHP und HWRP hingewiesen.

In der Mekong-Flusskommission ist die Verankerung der Arbeiten im regionalen und politischen Kontext zur Zeit noch nicht beendet. Daher ist vorläufig auch kein Symposium mit Vertretern von europäischen Flusskommissionen zu erwarten.

Die Huaihe River Commission (China) hat die KHR zu einem Huaihe-Rhein-Workshop nach China eingeladen. Der Workshop hat im Februar 2017 stattgefunden. An dem Workshop waren Mitarbeiter von BAFU, BfG, Rijkswaterstaat und Deltares beteiligt. Am Ende des

Workshops sind Themen für eine mögliche Zusammenarbeit definiert worden. Die Huaihe Kommission hat vorgeschlagen, eine Vereinbarung der Zusammenarbeit mit der KHR abzuschließen. Die Vereinbarung wurde als ‚Letter of Intent‘ von den KHR-Vertretern genehmigt. Ein Gegenbesuch der Huaihe Kommission im Rheingebiet wird 2018 stattfinden.

Publikationen der KHR

Der Projektbericht ‚[Von der Quelle bis zur Mündung](#)‘ wurde als KHR-Bericht II-22 in deutscher Sprache publiziert.

Der Bericht über das KHR-Symposium ‚[Land unter - Der Mensch vor der Katastrophe](#)‘ (Halle, März 2016) wurde als KHR-Bericht II-23 in der grünen Reihe publiziert.

Die KHR hat den [hydrologischen Jahresbericht 2016](#) publiziert.

Von der KHR organisierte Veranstaltungen

Am 21. September wurde in Basel das KHR-Kolloquium zum Thema Niedrigwasser organisiert mit dem Untertitel ‚Science meets practice‘. Zu diesem Kolloquium hatten drei Rheinkommissionen IKSR, ZKR und KHR eingeladen.

Die Veranstaltung ist nach Zufriedenheit verlaufen. Vertreter von allen wichtigen Sektoren waren anwesend und im Vorfeld wurde versucht, um auch aus allen Rheinländern Beiträge zu erhalten. In der Diskussion am Ende des 1. Tages wurden alle problematischen Punkte zusammengefasst. Die Beteiligung aus dem Schifffahrtssektor war relativ hoch. Dieser Sektor macht sich Sorgen über die künftigen Probleme hinsichtlich häufigerer Niedrigwasserperioden. Das Kolloquium hat die drei Rheinkommissionen bestärkt, im Unterhalt von gutem Informationsaustausch und die Wichtigkeit von dem Beobachterstatus aufgezeigt.

Der [Kolloquiumbericht](#) kann von der KHR-Website heruntergeladen werden.

Alle Vorträge können [hier](#) heruntergeladen werden.