

Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR)

Jahresbericht der KHR 2016

Redaktion: Eric Sprokkereef – Rijkswaterstaat, VWM, Lelystad



Foto Titelseite: Hochwasser im Juni 2016 an der Messstelle Lustenau / Alpenrhein (Höchster Brücke). Foto: Ralf Grabher

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

Zentralamt 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 Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung IV/4 - Wasserhaushalt (Hydrographie), Wien, Österreich,
- Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung VIIId – 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, 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 2016 ist mit einer Abweichung vom Mittel 1981-2010 von +1,0 °C das viertwärmste in Österreich seit dem Beginn der instrumentellen Aufzeichnung im Jahr 1768 (Abbildung 1). Die drei wärmsten Jahre der Messgeschichte stammen alle aus der jüngeren Vergangenheit: 2014, 2015 und 1994. Das Jahr 2016 brachte zehn überdurchschnittlich warme und nur zwei zu kühle Monate.

Die Niederschlagsmenge lag 2016 um 10 Prozent über dem vieljährigen Mittel. Das ergibt einen Platz unter den 25 nassesten Jahren seit Beginn der Niederschlagsmessungen im Jahr 1858. Besonders nass waren der Monat Januar mit 44 Prozent mehr Niederschlag als im Mittel, der Februar mit plus 105 Prozent, der Mai mit plus 47 Prozent und der Juni mit plus 37 Prozent zum vieljährigen Mittel.

Trotz der vielen niederschlagsreichen Monate brachte 2016 um vier Prozent mehr Sonnenschein als ein durchschnittliches Jahr. Das entspricht einem Plus von rund 60 Stunden Sonnenschein. Zu dieser knapp überdurchschnittlichen Bilanz trugen vor allem die sehr sonnigen Monate August, September, November und Dezember bei.

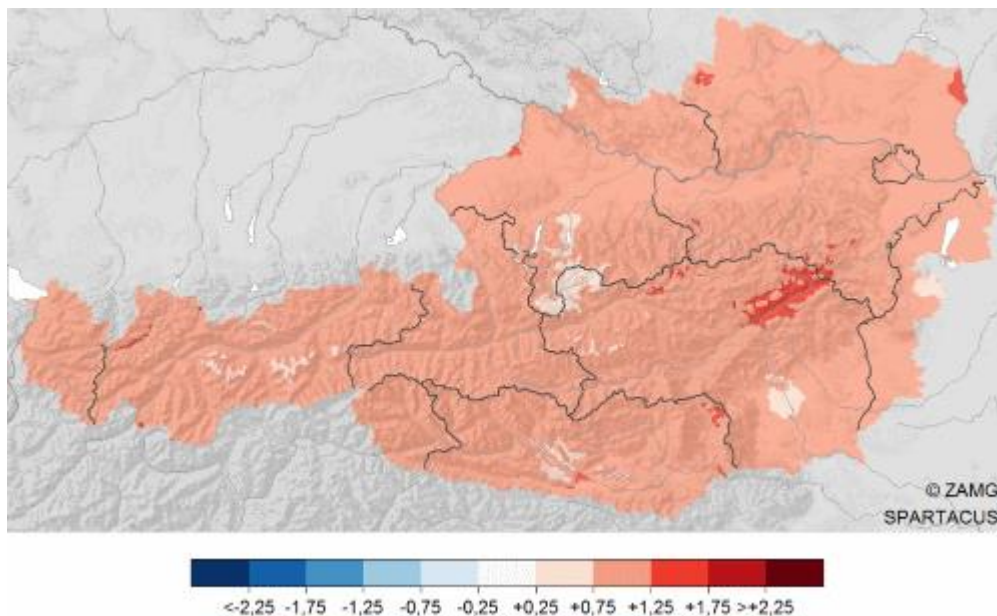


Abbildung 1: Temperatur in Österreich im Jahre 2016: Abweichung der Temperatur vom vieljährigen Mittel 1981-2010. *Quelle ZAMG*

Meteorologische Charakteristik für das österreichische Rheingebiet

Die Jahresniederschlagssumme lag im österreichischen Teil des Rheineinzugsgebietes zwischen 100 und 120 % des langjährigen Mittelwertes. Im Januar, Februar, April bis Juni und August war die Niederschlagssumme über dem langjährigen Mittel für diesen Monat, der November lag im Mittel, ansonsten waren die Monatsniederschlagssummen unterdurchschnittlich. Im österreichischen Rheineinzugsgebiet war das Jahresmittel der Lufttemperatur um 0,5 bis 1,0 °C über dem langjährigen Mittelwert.

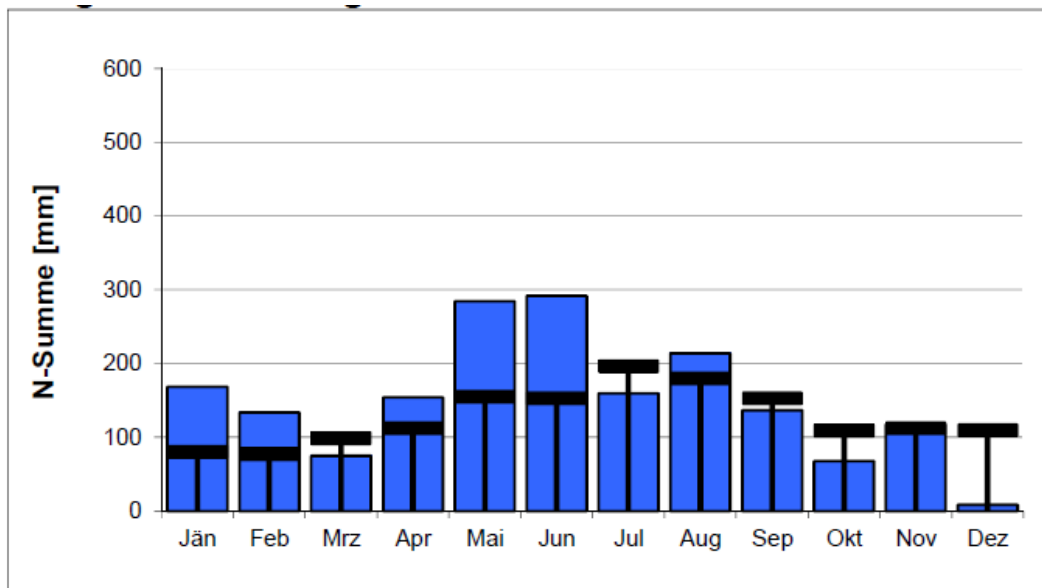


Abbildung 2: Monatsniederschlagssummen im Jahre 2016 (blaue Säulen) im Vergleich mit langjährigen Monatsmitteln bei der Messstelle Bregenz Altreuteweg

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

Auf der Alpennordseite verlief der Januar ausgesprochen niederschlagsreich. Die häufigen und am Monatsende kräftigen Niederschläge führten auch an Messstandorten mit über 100-jährigen Messreihen zu Rekord-Januarsummen. In den tieferen Lagen der Alpennordseite war es insgesamt der zweitnasseste Januar seit Messbeginn 1864. Die Alpensüdseite hingegen erhielt regional nur rund die Hälfte der normalen Januarsummen an Niederschlag. Während des insgesamt milden Februars erfolgten mehrere kräftige Wärmeschübe. In den ersten Märztagen gab es in der Südschweiz kräftige Schneefälle mit Tagessummen, wie sie bisher nur sehr selten beobachtet wurden.

Der Frühling insgesamt lieferte verbreitet reichlich Niederschlag. Nur der März war mit Ausnahme der Alpensüdseite niederschlagsarm. Im April und vor allem im Mai fielen verbreitet überdurchschnittliche Niederschlagsmengen.

Der Juni war überwiegend trüb und regnerisch. In der ersten Monatshälfte brachten Gewitter kräftige Niederschläge. Zur Monatsmitte löste feuchte Mittelmeerluft in der Süd- und Ostschweiz Starkniederschläge aus. Die durch die bisherige Juniwitterung bereits nassen Böden reagierten auf die Starkniederschläge mit Hangrutschen und Überschwemmungen. Im letzten Monatsdrittel verursachten heftige Gewitterregen in der östlichen Landeshälfte erneut Unweterschäden. Das erste Halbjahr 2016 endete auf der Alpennordseite regional mit den höchsten Niederschlagssummen seit Messbeginn. Bis zur Jahresmitte brachten mit Ausnahme des März alle Monate deutlich überdurchschnittliche Niederschlagsmengen.

Im Juli und August registrierte die Alpennordseite um die 20 Sommertage. Auf der Alpensüdseite war es im Juli und August mit 26 bis 28 Sommertagen fast durchwegs sommerlich warm. Ab dem 22. August schob sich aus Westen ein Hochdruckgebiet über Mitteleuropa, welches bis am 28. August wetterbestimmend blieb. Anhaltendes Hochdruckwetter in der ersten Monatshälfte führte auf der Alpensüdseite, im Wallis und in der Westschweiz regional zum wärmsten September seit Messbeginn.

Der deutlich zu kalte Oktober beendete die ungewöhnliche Spätsommer-Wärme. Schneefälle bis in mittlere Lagen und mehrere Tage mit Bodenfrost im Flachland gaben dem Monat einen frühwinterlichen Charakter. Der November brachte in der ersten Monatshälfte winterliche Kälte. Auf die Monatsmitte fiel reichlich Schnee in den Bergen.

Beständiges Hochdruckwetter führte auf der Alpennordseite und in den Alpen verbreitet zum niederschlagsärmsten Dezember seit Messbeginn 1864. In der westlichen Hälfte des Mittellandes und im Wallis gab es im Dezember gebietsweise gar keinen Niederschlag. Als Folge der anhaltend trockenen und milden Bergwitterung waren die Alpen bis auf knapp 2000 m schneefrei. In 2500 m erreichten die Schneehöhen nur gerade 20 bis 30 cm.

Tabelle 1: Jahreswerte 2016 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	9,4	8,8	0,6	1760	1683	105	1056	1059	100
Zürich	556	9,9	9,3	0,6	1642	1544	106	1297	1134	114
Genf	420	11,1	10,5	0,6	1821	1768	103	886	1005	88
Basel	316	10,9	10,5	0,4	1640	1590	103	997	842	118
Engelberg	1036	7,3	6,4	0,9	1357	1350	101	1612	1559	103
Sion	482	11,2	10,1	1,1	2086	2093	100	587	603	97
Lugano	273	13,3	12,4	0,9	2138	2069	103	1681	1559	108
Samedan	1709	2,8	2,0	0,8	1773	1733	102	750	713	105

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

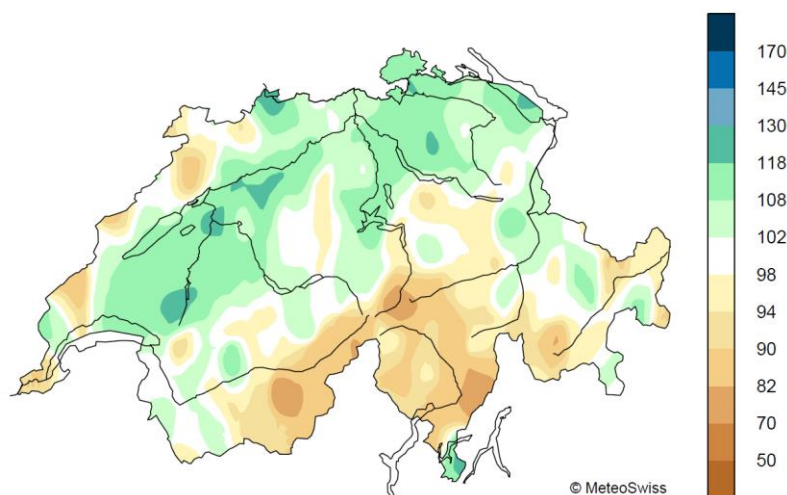


Abbildung 3: Jahresniederschlagssumme Schweiz 2016 in Prozenten der Norm (1981-2010).

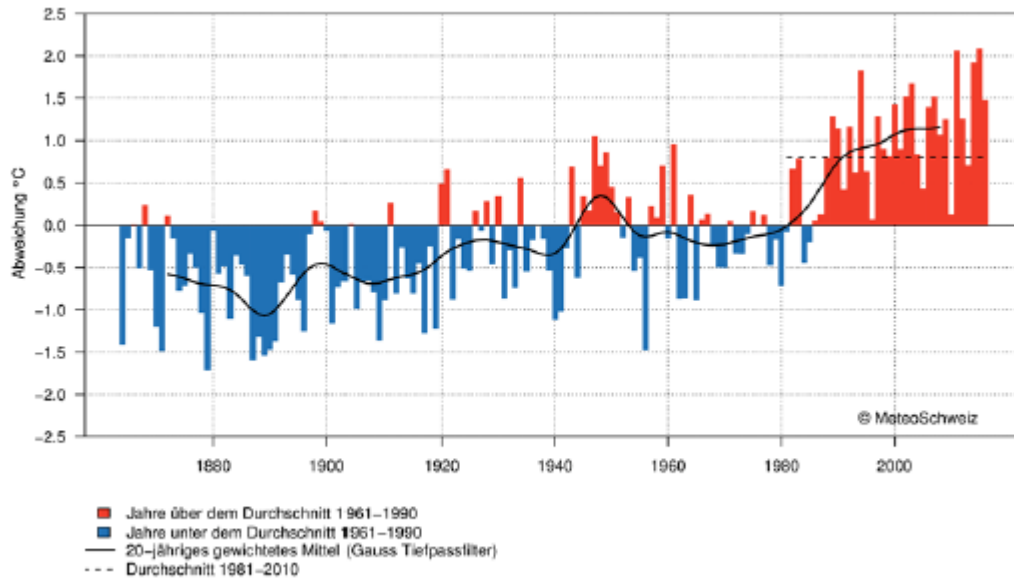


Abbildung 4: Die jährliche Abweichung der Temperatur in der Schweiz im Jahre 2016 vom vieljährigen Durchschnitt (Referenzperiode 1961-1990). Die zu warmen Jahre sind rot, die zu kalten Jahre blau angegeben. Die schwarze Linie zeigt den Temperaturverlauf gemittelt über 20 Jahre.

Deutschland, Quelle: Deutscher Wetterdienst (DWD)

Globale Temperaturrekorde am laufenden Band - die Mitteltemperatur des Kalenderjahres 2016 übertraf den bisherigen Rekordhalter 2015. Deutschlandweit teilte sich 2016 den achten Platz mit weiteren sechs Jahren. Dabei war es in fast ganz Deutschland wie im Vorjahr zu warm und zu trocken (Quelle: DWD / Jahreskurzbericht 2016).

Die relativen Abweichungen der Niederschlagshöhe für das Bundesgebiet im Abflussjahr 2016 (Nov 2015-Okt 2016) zeigten ein „nasses Übergewicht“ in den ersten acht Monaten des Beobachtungszeitraumes. Am Rhein bedeutet dies, dass im letzten Drittel des Abflussjahres die Niederschlagssumme mit im Mittel 23% deutlich niedrigere Werte gegenüber der Vergleichsreihe 1981-2010 auswies. Relativ gesehen am trockensten war das Teileinzugsgebiet unterhalb der Mainmündung; hier wurde lediglich eine Gesamtniederschlagssumme von 159 mm ermittelt, knapp über der Hälfte des durchschnittlich zu erwartenden Wertes im Zeitraum Juli bis Oktober. (vgl. Abbildung 5 mit Tabellen).

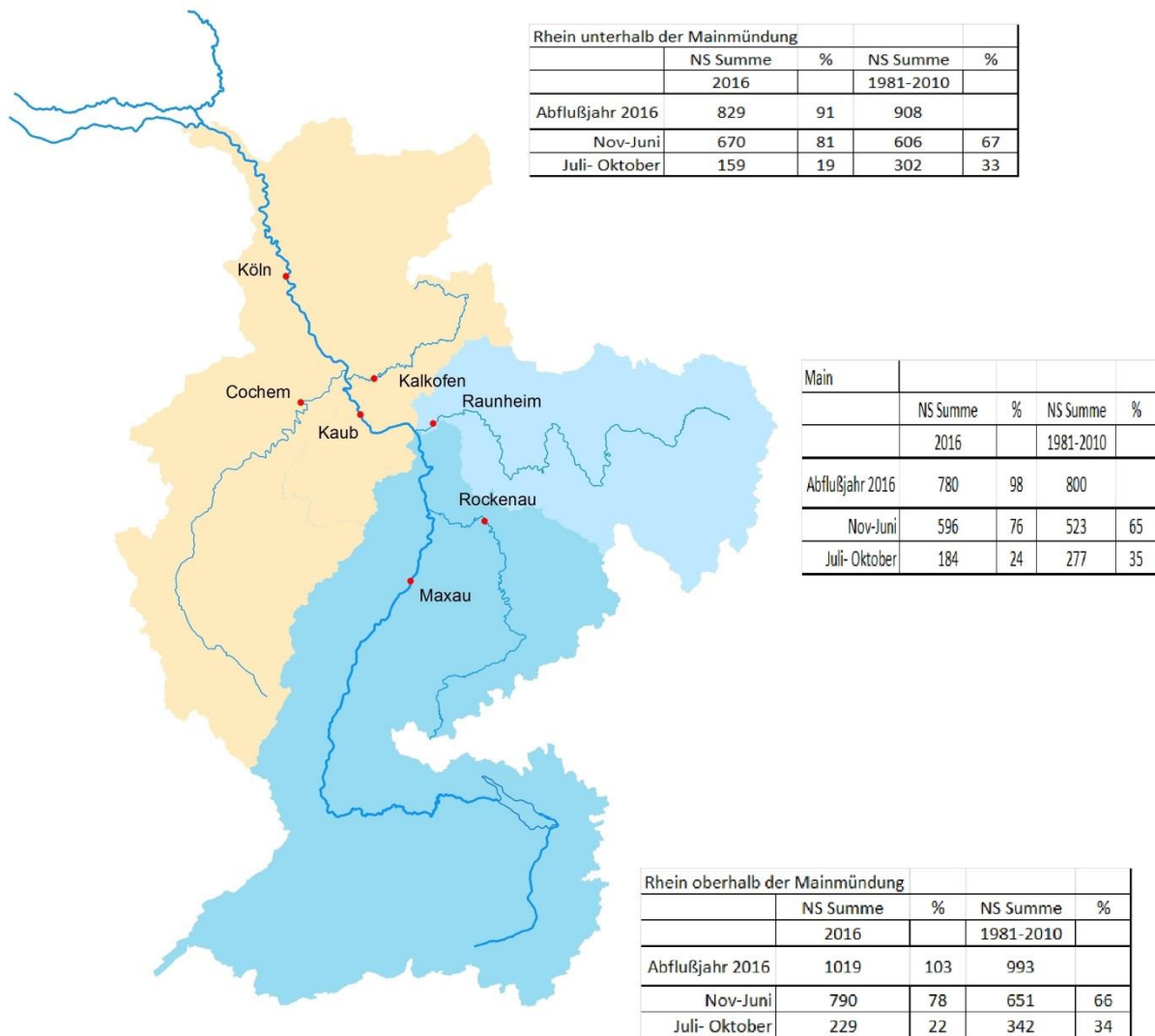


Abbildung 5: Rheineinzugsgebiet: Vergleich der Gebietsniederschlagssummen und Abflussmittel im Abflussjahr 2016 gegenüber dem vieljährigen Mittel 1981/2010
(Quelle: DWD / monatliche WitterungsReports 2016)

Die saisonale Niederschlagsstatistik wies bei der Niederschlagsaufteilung zwischen Winter- und Sommerhalbjahr am Oberrhein mit im Mittel 51% zu 49% nahezu Gleichverteilung auf. Für den Main (54 zu 46%) und das Einzugsgebiet unterhalb der Mainmündung (55 zu 45%) zeigte sich ein deutliches Plus des Winterniederschlags gegenüber den langjährig ermittelten Werten, insgesamt wurde für das Winterhalbjahr rheingebietsübergreifend eine Niederschlagssumme von 470 mm (109%) ermittelt, das Sommerhalbjahr verzeichnete mit 405 mm (86%) einen deutlich niedrigeren Wert gegenüber der langjährig gemittelten Niederschlagssumme für diesen Zeitraum (471 mm). Rechnerisch zeigt sich aber für das gesamte Rheingebiet mit 97% ein über den Beobachtungszeitraum fast durchschnittlicher Jahresniederschlag.

Betrachtet man die Monatsniederschläge im Vergleich zu den vieljährig gemittelten Monatswerten, ergibt sich für die Monate Dezember sowie Juli bis Oktober ein erhebliches Defizit zwischen 47 und 76%. Das Minimum mit lediglich 33mm trat im September auf. Ein deutliches Überschreiten wurde in den Monaten November, Februar und Juni mit 142-158% ge-

messen. Ein Spitzenwert bei den monatlichen Summen zeigte sich im Juni mit 132 mm. (s. Abbildung 6.a).

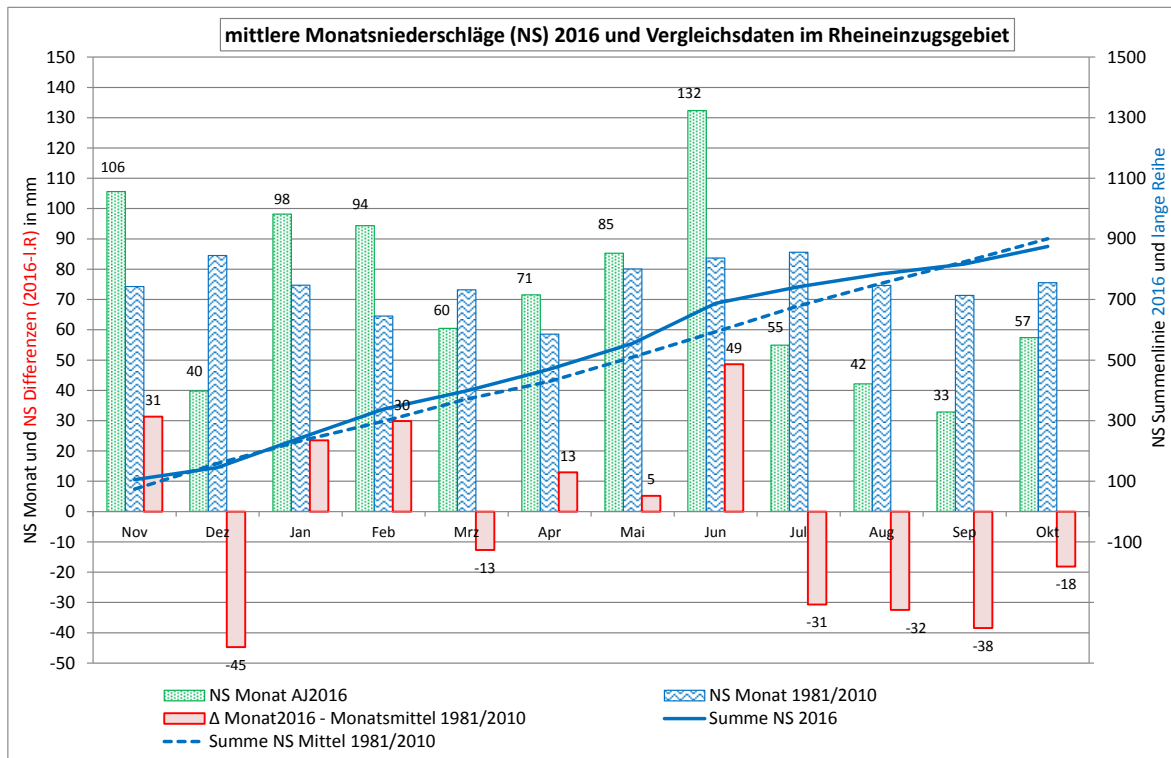


Abbildung 6.a: Rheineinzugsgebiet: Vergleich der monatlichen Gebietsniederschlagssummen im Abflussjahr 2016 gegenüber den vieljährigen Mitteln 1981/2010 (Quelle: DWD / monatliche WitterungsReports 2016)

Das Abflussjahr 2016 kann bezüglich der Jahresmitteltemperatur von 10,2 °C als sehr warmes Jahr eingestuft werden. Für die Messstelle Köln lag das Jahresmittel mit 11,6 °C mit einer Abweichung von +1,3 K gegenüber der Klimareferenzperiode 1981/2010, wobei insbesondere im milden Winterhalbjahr eine Abweichung von +1,7 K zu verzeichnen war. In den Monaten November und Dezember 2015 (+3,3, +5,6K) sowie dem September 2016 (+3,5K) wurden die jeweils höchsten Monatsmittel seit Beginn systematischer Messungen 1881 ermittelt. Lediglich in den Monaten März, April sowie im Oktober wurde ein leichtes Unterschreiten der Mittelwerte festgestellt (s. Abbildung 6.b).

Bei den am Pegel Köln gemessenen Wassertemperaturen wurden für das erste Drittel des Abflussjahres ähnliche Mittelwertabweichungen wie bei den Lufttemperaturen festgestellt. Von November 2015 bis Februar 2016 lag das Mittel um 1,4K über den langjährig gemittelten Werten. Für den Rest des Jahres wurden die monatlichen Mittelwerte allerdings um 0,2 bis 3,0K unterschritten. Die Wassertemperatur im September wiederum wies mit einer Abweichung von +2,3K einen deutlich erhöhten Monatsmittelwert von 21,6°C aus (Abbildung 6.b).

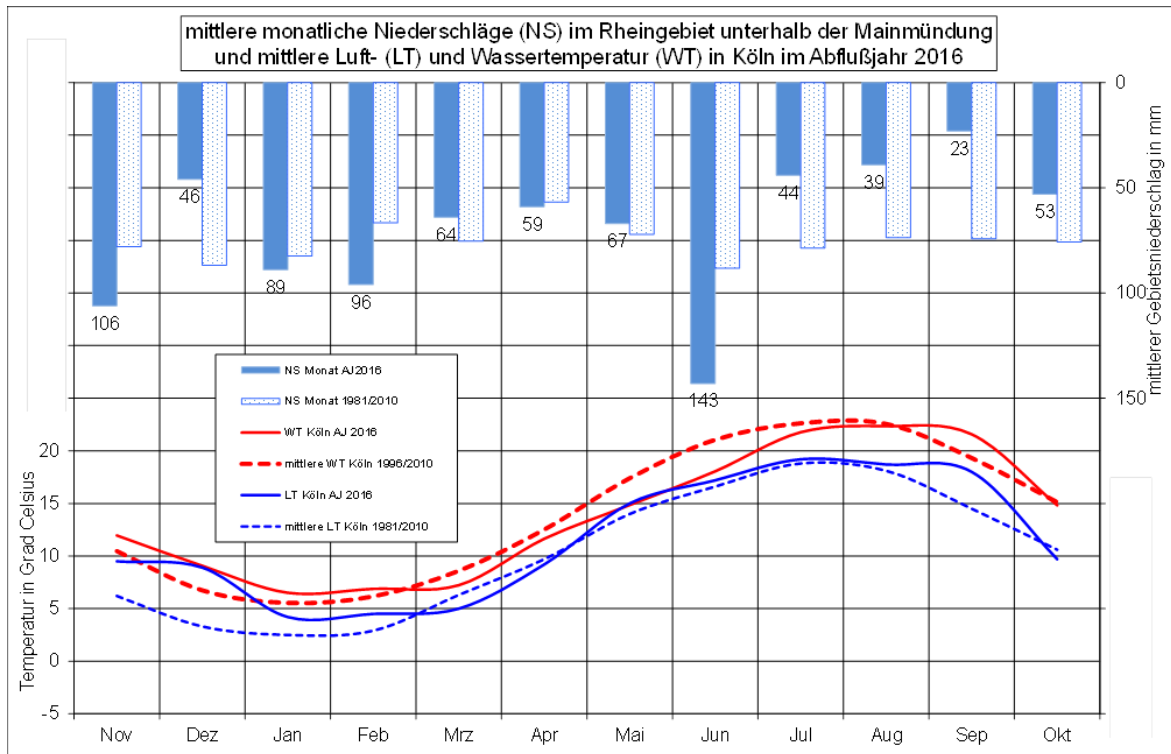


Abbildung 6.b: Rheineinzugsgebiet/Beispielstation Köln: Vergleich der monatlichen Temperatur- und Niederschlagsdaten im Abflussjahr 2016 gegenüber den vieljährigen Mittelwerten (Datenquellen: LT und NS - DWD, WT - WSV)

Niederlande, Quelle: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI)

Die mittlere Jahrestemperatur an der Station De Bilt erreichte 2016 einen Wert von 10,7 °C, gegen 10,1 °C normal. Damit kommt 2016 gerade in die zehn wärmsten Jahre seit 1901.

Die Wintermonate Januar und Februar waren beide ziemlich mild. Der Frühling fing spät an. Sowohl März als April kennzeichneten sich durch Perioden mit einer nördlichen Strömung und überwiegend kaltem Wetter. Im Monat Mai dagegen überherrschte die Wärme. Der Sommer verlief sehr warm und erreichte die zehnte Stelle der wärmsten Sommer seit 1901. Die Sonne zeigte sich öfter als normal, aber der Sommer war auch nasser als normal. Die Wärme manifestierte sich vor allem in den Nächten. Am 20. Juli wurde in Eindhoven mit 35,2 °C die höchste Temperatur des Jahres gemessen. Der Monat August endete warm und diese Wärme setzte sich im Monat September fort. Mit einem Monatsmittelwert von 17,3 °C in De Bilt war es der zweitwärmste September seit Beginn der Beobachtungen. Die Monate Oktober und November verliefen kälter als normal und der Monat Dezember war ausgesprochen mild (s. Abbildung 7).

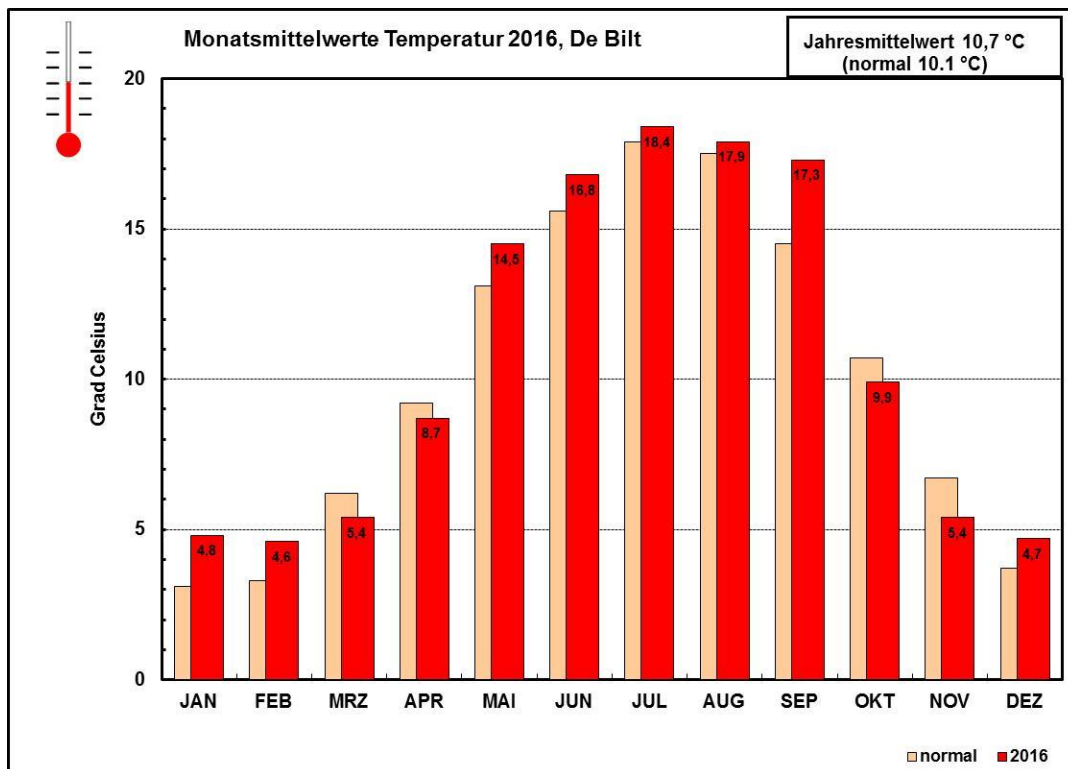


Abbildung 7: Monatsmittelwerte der Temperatur an der Station De Bilt 2016 im Vergleich zum vieljährigen(1981-2010) Mittelwert (Quelle: KNMI)

Im Durchschnitt wurden im vergangenen Jahr 1881 Stunden Sonnenschein gemessen. Damit war 2016 ein sehr sonniges Jahr. Normal zeigt sich die Sonne 1643 Stunden (im Vergleich zum vieljährigen Mittelwert 1981-2010).

Die mittlere Niederschlagsmenge an der Station de Bilt betrug im vergangenen Jahr 828 mm. Der vieljährige Mittelwert beträgt 833 mm. Die regionalen Unterschiede waren jedoch groß. Der Norden war mit einem Defizit von 150 mm zu trocken, während der südliche und westliche Teil des Landes zu nass waren.

Der Monat Juni war extrem nass, wobei im Südosten des Landes (Limburg) eine Monatssumme von 277 mm gemessen wurde. Im Süden und Osten des Landes gab es wiederholt schwere Gewitterböen, die sich nur langsam verlagerten und woraus lokal viel Niederschlag fiel. Am Abend des 23. Juni sorgten Hagelsteine mit einem Durchmesser bis zu 10 cm an einigen Stellen im Südosten des Landes für viele Schäden. Januar und Februar waren nasse Monate und September und Dezember dagegen zu trocken. Schnee gab es kaum. Im Nordosten gab es in den kalten Perioden zwischen dem 3. und 7. Januar und zwischen dem 16. und 22. Januar wenige Zentimeter Schnee.

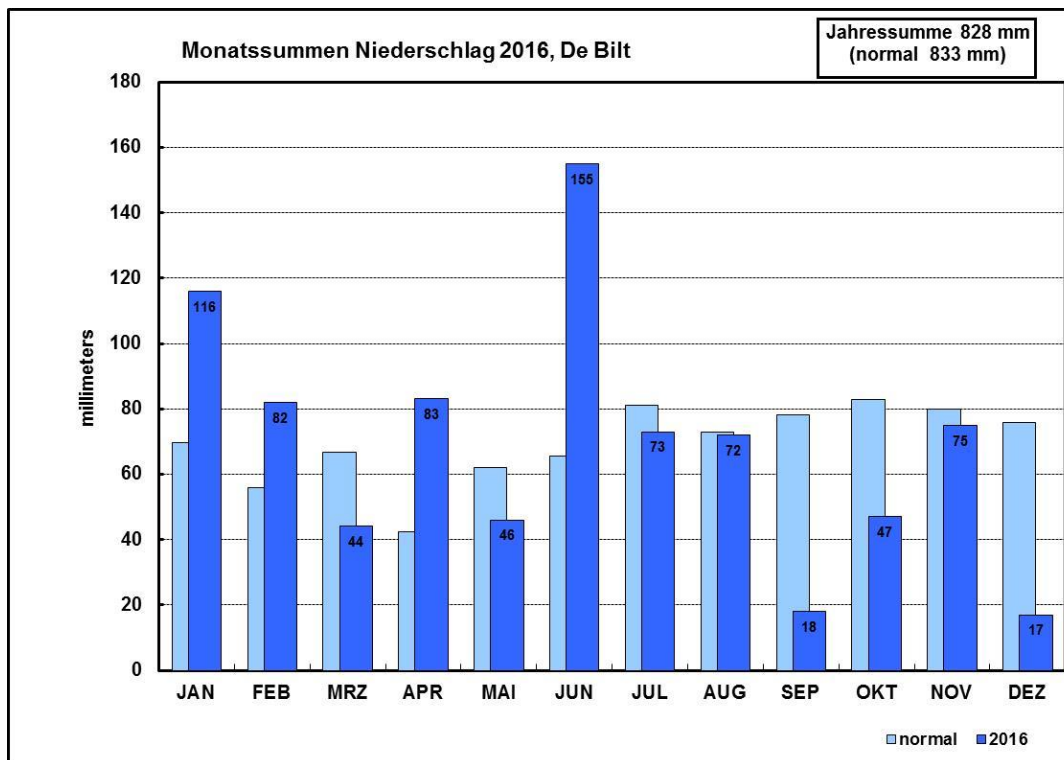


Abbildung 8: Monatssummen des Niederschlags an der Station De Bilt 2016 im Vergleich zum vieljährigen (1981-2010) Mittelwert (Quelle: KNMI)

Schnee und Gletscher

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

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

Im Oktober 2015 sank die Schneefallgrenze wiederholt bis in mittlere Lagen. Am meisten Niederschlag fiel am Alpenhauptkamm, im Süden und im Osten der Schweiz. Der Schnee blieb vor allem im Hochgebirge liegen und bildete besonders auf den Gletschern eine dünne, geschlossene Schneedecke.

Der November war in den ersten drei Wochen sonnig und extrem mild. Zwei Wintereinbrüche läuteten in der vierten Novemberwoche dann zumindest im Norden und Westen den Winter ein. Im Süden und Osten blieb es trocken. Die Schneehöhen waren über den ganzen Monat betrachtet im Norden und im Westen leicht unterdurchschnittlich. Im Süden und in Graubünden waren mittlere Höhenlagen schneefrei.

Im Dezember ließ der Schnee auf sich warten. Die frühwinterliche Schneearmut war sogar noch ausgeprägter als die im vorangehenden Winter 2014/15. Wo eine dünne Schneedecke lag, schmolz sie vielerorts wieder. Dass auch Gebiete in Höhen von 2000 m ü.M. zum Zeitpunkt des Jahreswechsels noch schneefrei waren, kam an den langjährigen Messstationen auf der Alpensüdseite bis dahin noch nie vor.

Im Januar fiel im Westen und im Norden wiederholt und ergiebig Schnee, bei schwankenden Temperaturen. Die Schneelage war im Januar nur im Westen durchschnittlich, sonst verbreitet unterdurchschnittlich und im Süden stark unterdurchschnittlich.

Der Februar war nach dem frühlingshaften Monatsanfang in hohen Lagen schneereich und zunächst winterlich. Wie schon im Januar fielen vor allem im Westen und Norden und erstmals diesen Winter auch im Süden ergiebige Schneemengen. Mit den häufigen Schneefällen im Februar war die Schneelage oberhalb von rund 1400 m zum Monatsende in der Zentral- und Ostschweiz nur noch leicht unterdurchschnittlich, in der Westschweiz durchschnittlich bis überdurchschnittlich.

Der März war relativ kalt und begann vor allem im Süden mit einem außerordentlich starken Wintereinbruch. Nach einer ruhigen zweiten Märzwoche fielen Mitte Monat im Süden rund 50 cm Schnee bis in tiefe Lagen.

Von Ende März bis Mitte April fiel in mehreren Schüben im Süden oberhalb von 2200 bis 2400 m viel Schnee. In mittleren und tiefen Lagen schmolz die Schneedecke mit dem Regen. Auch im Norden schmolz sie mit der milden Witterung und verschwand mancherorts in der ersten Aprilwoche. Aber der Winter war noch nicht vorbei, er kehrte Mitte April nochmals zurück: Oberhalb von 2200 m fielen in Graubünden 50 bis 80 cm, am zentralen Alpenhauptkamm und im Oberengadin bis 100 cm Schnee. Trotz der späten Wintereinbrüche war die Schneelage im April allgemein unterdurchschnittlich, nur im Unterwallis lagen noch durchschnittliche Schneemengen.

Der Winter 2015/2016 war für die Schweizer Gletscher meist günstig. Im April und Mai konnten deutlich überdurchschnittliche Schneemengen im Westen verzeichnet werden, während die Schneemenge im Osten und Süden durchschnittlich ausfiel. Die Schneeschmelze wurde durch einen eher trüben Juni verzögert und auf den Gletschern fiel immer wieder Neuschnee. Somit waren sie zu Beginn der ersten sommerlichen Hitzewellen noch vergleichsweise gut eingeschneit. Erst das stabile Sommerwetter im August und die sehr warme erste Septemberhälfte setzten den Gletschern stark zu.

Die Massenbilanz wurde im September 2016 für 20 Schweizer Gletscher bestimmt. Die Bilanz zwischen Zuwachs durch Schnee und Verlust durch Schmelze war auch dieses Jahr wieder negativ. Für den Sommer 2016 zeichneten sich zum Zeitpunkt der Auswertungen wiederum große Unterschiede zwischen den einzelnen Regionen ab: Die Gletscher im Westen und im Berner Oberland wiesen nur relativ geringe mittlere Eisdickenverluste von rund 30 cm auf (Glacier de Tsanfleuron, Glacier de la Plaine Morte). 2015 hatten diese beiden Gletscher noch mit Abstand am meisten an Masse eingebüßt. Das südliche Wallis und das Engadin hingegen waren 2016 durch starke Verluste geprägt. Am meisten gelitten hat der Griesgletscher mit einer mittleren Dickenänderung von fast zwei Metern. Die Massenbilanz von Gletschern in der Zentralschweiz und im Osten lag etwa im Mittel der letzten zehn Jahre – die Gletscherschmelze hält also an.

Auf alle Gletscher der Schweiz übertragen, ergibt sich für das hydrologische Jahr 2015/2016 ein geschätzter Volumenverlust von rund 900 Millionen Kubikmetern Eis. Diese Wassermenge entspricht ungefähr dem jährlichen Trinkwasserverbrauch der Schweiz. Das aktuell noch vorhandene Gletschervolumen ist somit in diesem Jahr um über 1,5 % zurückgegangen. Verglichen mit dem letzten Jahrzehnt fiel die Gletscherschmelze 2016 durchschnittlich aus. Größere Verluste erlitten die Gletscher in den Extremjahren 2003, 2006, 2011 und 2015.

Hydrologische Situation im Rheingebiet im Jahre 2016

Wasserstände der großen Seen im Einzugsgebiet des Rheins

Österreich

Die überdurchschnittlichen Niederschläge im ersten Halbjahr führten zum höchsten Wasserstand am Bodensee seit dem Jahre 1999. Am 20. und 21. Juni lag der Wasserstand am Pegel Bregenz bei 516 cm und somit etwas über dem 10-jährlichen Hochwasserstand. In der zweiten Hälfte des Jahres waren die Niederschläge unterdurchschnittlich. Ab dem Monat September war der Wasserstand bis Jahresende mit Ausnahme einer Phase vom 19. November bis 9. Dezember unter dem Mittelwert des jeweiligen Kalendertages der Beobachtungsreihe 1864-2013. (s. Abbildung 9).

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

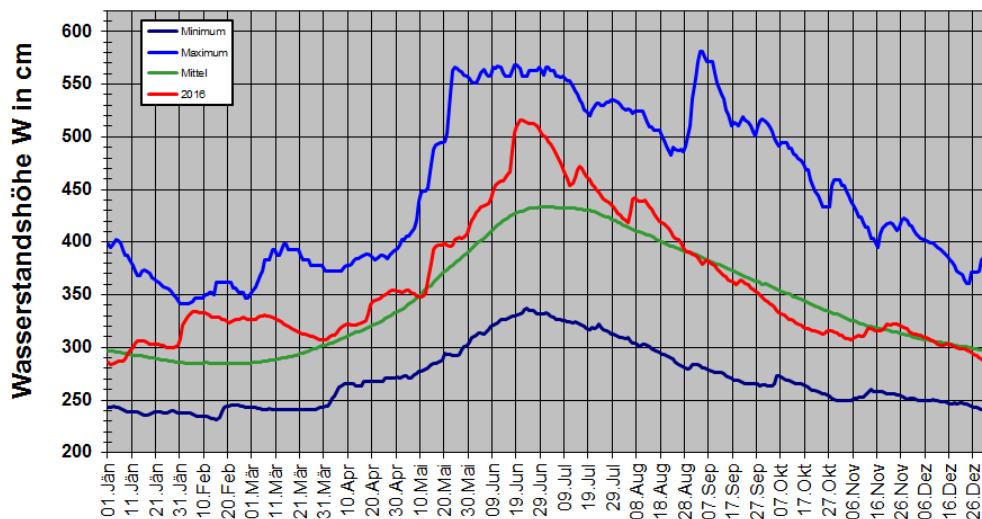


Abbildung 9: Ganglinie des Wasserstands im Bodensee am Pegel Bregenz im Jahr 2016 (rote Kurve) im Vergleich mit langjährigen Minima, Maxima und Mittelwerten der Periode 1864 – 2013

Schweiz

Am Bodensee und am Lago Maggiore gab es bei den Jahresmittelwerten der Wasserstände deutliche Abweichungen von den langjährigen Mittelwerten. Der Pegel in Romanshorn am Obersee lag 26 cm über, der Pegel in Locarno am Lago Maggiore 27 cm unter der Norm von 1981 bis 2010. Auch die Wasserstände von Thunersee (-6 cm) und Brienersee (-5 cm) lagen ein paar Zentimeter unter den langjährigen Mittelwerten. Hier spielte die Seeabsenkung am Thunersee eine Rolle: Während einer sogenannten außerordentlichen Seeabsenkung wird bei günstiger Witterung im Zeitraum vom 20. Januar bis zum 20. Februar ein sehr tiefer Seepiegel gehalten. Es ist dann möglich, Bauvorhaben im Uferbereich auszuführen. Die Absenkungen finden an den beiden Seen alle vier Jahre statt, jedoch nie gleichzeitig. Die Jahresmittel der Wasserstände der anderen größeren Seen lagen nur wenige Zentimeter ober- oder unterhalb der Norm.

Am Bodensee waren alle zwölf Monatsmittel 2016 grösser als die entsprechenden langjährigen Werte. Besonders große Differenzen gab es im Anschluss an die Hochwasserereignisse von Mitte Juni. Der Wasserstand lag in den Sommermonaten Juni (+71 cm), Juli (+52 cm) und August (+40 cm) weit über den normalen Werten. Am Bodensee wurde in den letzten

Jahren ein kontinuierliches Abdriften des Wasserstandes von der Norm beobachtet. Das ist ein weiterer Grund, weshalb in diesem Jahr alle Monatswerte über der Norm lagen. Das Verhalten des Neuenburgersees ist 2016 viel ausgeglichener. Die größten Abweichungen von der Norm betragen hier 12 cm (+12 cm im Juni, -12 cm im Dezember). Noch grösser als beim Bodensee waren die monatlichen Abweichungen von der Norm beim Lago Maggiore. Anfang des Jahres lag der Wasserstand mehr als einen Meter unter dem langjährigen Januar-Mittel. Die negativen Differenzen wurden dann kontinuierlich kleiner. Die Monatswerte von April bis Juli befanden sich über der Norm. Der trockene Herbst ließ den Pegel erneut stark sinken und im September (-82 cm) und Oktober (-93 cm) waren die Differenzen etwa gleich groß wie Anfang des Jahres. Bis zum Jahreswechsel wurden die großen Defizite abgebaut und ist der See wieder deutlich angestiegen. Am Genfersee wurden im März unterdurchschnittliche (-15 cm) und im Juni überdurchschnittliche Pegelstände (+15 cm) gemessen. Anfang des Jahres und in der zweiten Jahreshälfte waren die Abweichungen von der Norm jedoch nur gering. Die starken und anhaltenden Niederschläge von Mitte Juni in den zentralen und östlichen Voralpen ließen den Bodensee so stark ansteigen wie seit dem Jahr 1999 nicht mehr. Der Wasserstand lag in den Monaten Juni und Juli an über 40 Tagen ununterbrochen über den für Warnungen relevanten Hochwassergrenzen. Die Grenze zur zweithöchsten Gefahrenstufe (große Gefahr, 397,15 m ü. M.) war zwei Wochen lang überschritten. Der Höchststand des Jahres 2016, der am 21. Juni erreicht wurde (397,35 m ü. M.), blieb aber mehr als einen halben Meter unter dem Höchststand von 1999.

An einigen Seen gab es 2016 ausgeprägte Tiefstände. Der Neuenburgersee erreichte seinen niedrigsten Pegelstand Ende Jahres. Der Wert lag am 31. Dezember 24 cm unter dem langjährigen Monatsmittel und nur noch 6 cm über dem Tiefststand der gesamten Messperiode seit 1983. Am Lago Maggiore gab es zwei Niedrigwasserphasen: eine Anfang des Jahres, eine andere im Herbst. Am Genfersee bewegten sich die Wasserstände im März und April am unteren Rand des Normalen und stiegen dann rasch auf überdurchschnittliche Werte an. Der höchste Wasserstand des Jahres 2016 lag dort aber immer noch rund 30 cm unter dem Juni-Maximum aus dem Jahr 1970.

Wasserstände und Abflüsse der Fließgewässer

Österreich

Der Abfluss des Alpenrheins entsprach im Jahre 2016 dem langjährigen Mittelwert. Bei den anderen Bodenseezuflüssen aus Österreich waren die Abflüsse der wichtigsten Zubringer zum Bodensee überdurchschnittlich. Die Jahresfracht betrug im Vergleich zum langjährigen Mittel:

- an der Bregenzerach 111 % (MQ 2016 = 51,5 m³/s, langjähriges MQ = 46,4 m³/s);
- an der Dornbirnerach 115 % (MQ 2016 = 8,07 m³/s, langjähriges MQ = 7,02 m³/s);
- am Alpenrhein 100 % (MQ 2016 = 231 m³/s, langjähriges MQ = 231 m³/s).

Das Hochwasser am Alpenrhein vom 17. Juni 2016 ist als ein 10-jährliches Ereignis einzustufen.

Schweiz

In den großen Flussgebieten der Alpennordseite bewegten sich die Jahresmittel des Abflusses ein paar wenige Prozente über den Werten der Normperiode 1981-2010. Der Abfluss des Alpenrheins entsprach ziemlich genau der Norm. Die Jahresmittel der Flussgebiete der Alpensüdseite, im Engadin und im Wallis lagen tiefer. Der Ticino erreichte 81 %, die Maggia 85 %, der Inn 90 % und die Rhone 95 % der langjährigen Mittelwerte.

Die scheinbare Ausgeglichenheit beim Jahresabfluss resultierte in vielen Gebieten aus einem meist nassen ersten und einem trockenen zweiten Halbjahr. Besonders gut sieht man dies bei einigen mittelgroßen Einzugsgebieten. Die Monatsabflüsse am Doubs waren im Februar und Juni mehr als doppelt so groß wie in den entsprechenden Monaten der Normperiode. Im September betragen sie lediglich ein Drittel und im Oktober und Dezember nur rund ein Fünftel der langjährigen monatlichen Mittelwerte. Ein ähnliches Regime wurde auch 2015 beobachtet mit der Hochwassersituation Anfang Mai, dem außergewöhnlich trockenen und heißen Sommer und einem Herbst mit wenig Niederschlag. In den großen Einzugsgebieten ist dieses Verhalten nicht so ausgeprägt wie in den mittelgroßen Gebieten, es konnte aber beispielsweise auch an der Reuss und der Limmat beobachtet werden. Bei der Betrachtung der Monatsabflüsse fällt im ersten Halbjahr vor allem der Juni auf. Bei vielen der großen und mittelgroßen Einzugsgebiete waren die Juni-Abflüsse des Jahres 2016 grösser als die mittleren Juni-Abflüsse der Normperiode. Die Ausnahme bildete die Massa bei Blatten mit einem stark vergletscherten Einzugsgebiet. Wegen des trüben Wetters setzte die Schneeschmelze verzögert ein. Auf den Gletschern fiel immer wieder Neuschnee, der vor der ersten sommerlichen Hitzewelle schützte. Im zweiten Halbjahr fallen vor allem die Monate Oktober und Dezember mit verbreitet niedrigen Abflüssen auf. Der in den Alpen niederschlagsärmste Dezember seit Messbeginn 1864 ließ die Abflüsse in manchen Einzugsgebieten auf rund ein Fünftel der normalen Abflussmenge schrumpfen. Zu diesen Einzugsgebieten gehören die Emme, die Thur, der Doubs und die Venoge.

Die Ganglinien der Tagesmittel illustrieren, wie es zu den hohen Monatsabflüssen im Juni gekommen ist: Der Alpenrhein verzeichnete ein großes, kurzes Ereignis, bei dem der Abfluss rasch angestiegen und auch rasch wieder zurückgegangen ist. An der Messstation in Diepoldsau wurde ein neues Juni-Maximum registriert. Es lag rund $500 \text{ m}^3/\text{s}$ unter dem absoluten Maximum vom Juli 1987 (Messreihe seit 1984). Aare, Reuss und Limmat verhielten sich anders: In diesen drei Einzugsgebieten gab es bereits im Mai ein relativ großes und schnell ablaufendes Hochwasserereignis. Nach dem Rückgang der Abflüsse auf ein für die Jahreszeit normales Niveau, stiegen die Pegel erneut stark an und blieben länger erhöht. Mitverantwortlich für die Dämpfung und die trägere Reaktion der Abflüsse in den drei Gebieten waren die großen Seen, die Wasser zurückhielten und zeitlich verzögert wieder abgaben. Wo solch eine dämpfende Wirkung fehlt, kommen Starkniederschläge – insbesondere bei kleineren Einzugsgebieten – unmittelbar zum Abfluss. Gute Beispiele dafür sind die Emme und die Muota.

Zu diesem abwechslungsreichen Jahr passt, dass es sowohl Monate mit neuen monatlichen Maxima als auch Monate mit neuen monatlichen Minima gab. Die Häufung der monatlichen Maxima wurde im Mai und vor allem im Juni registriert. Eine Häufung von monatlichen Minima gab es im Januar, im Oktober und im Dezember. Ein weiterer Aspekt, der die Zuspitzung der Niedrigwassersituation gegen Ende des Jahres zeigt, ist der Zeitpunkt des Auftretens der kleinsten Niedrigwasser. Von den betrachteten über 170 Abflussmessstationen, bei denen der Zeitpunkt des Niedrigwassers ab August 2016 ausgewertet wurde, fiel bei einem Viertel der Stationen das Minimum in die Monate August (1 %), September (7 %), Oktober (15 %) oder November (3 %). Bei den restlichen drei Vierteln sind die Abflüsse im Dezember noch weiter zurückgegangen. Und bei mehr als 100 Stationen (60 %) hat der Trend auch Ende des Jahres immer noch nach unten gezeigt und traten die tiefsten Pegel erst Anfang 2017 auf.

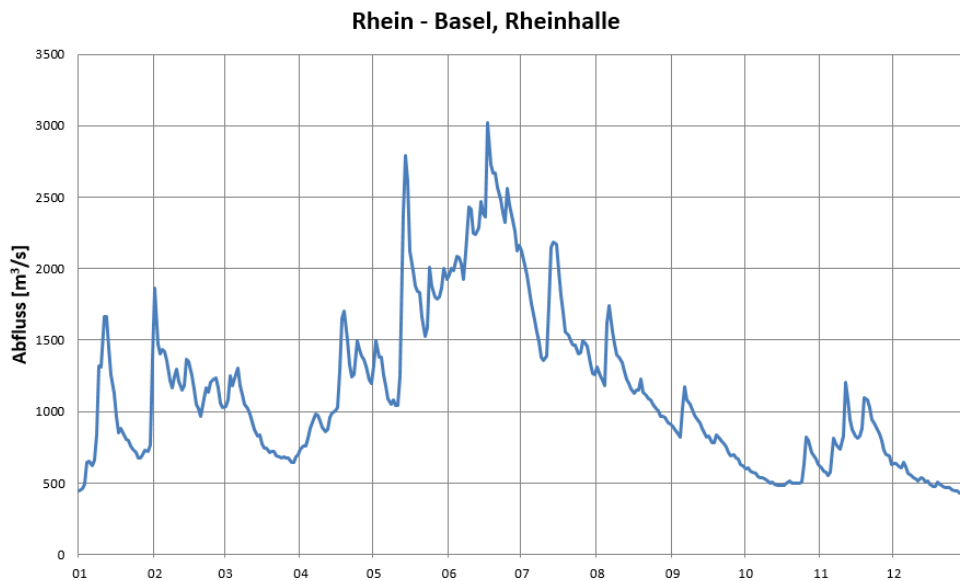


Abbildung 10: Abflussganglinie am Pegel Rhein - Basel, Rheinhalle im Jahr 2016

Deutschland

Das Abflussgeschehen im Abflussjahr 2016 (veranschaulicht in den Gangliniendarstellungen der Abbildungen 12 bis 17) war geprägt durch die Niedrigwassersituationen zu Beginn bzw. zum Ende des Beobachtungszeitraumes. Im Gegensatz dazu stand ein spätes Frühjahrshochwasser, das sich Ende Mai aufgrund einer extremen Witterungssituation entwickelte (vgl. [BfG-Lagebericht](#)): Eine regenreiche und gewitterträchtige Wetterlage über Mitteleuropa hatte teilweise katastrophale Folgen. Kleinräumig richteten Hochwasserereignisse, die in die Kategorie „Sturzflut (sog. „Flash Flood“) einzuordnen sind große Schäden an (z.B. in Braunsbach, Baden-Württemberg am 29.5.). Großräumige Überschwemmungen im Rheingebiet blieben weitestgehend aus. Am stärksten betroffen war der Neckar. Hier erreichte die Abflusspitze am Pegel Rockenau mit 1370 m³/s einen Scheitelwert, der statistisch mit einer Jährlichkeit von 5 Jahren zu bewerten ist.



Abbildung 11: Niedrigwasser des Rheins in Bonn am Anfang des Jahres vor der Kulisse des Siebengebirges (Bild: E. Nilson, BfG)

Der Jahresgang der Abflüsse an den Rheinpegeln war in den ersten beiden Monaten vom abklingenden Niedrigwasser des Jahres 2015 geprägt und zeigte an allen Messstellen ein deutliches Unterschreiten der vieljährig ermittelten jährlichen MQ (Reihe 1931/2011). Ab Januar bis Ende Juni lagen die Monatsmittel zum Teil deutlich über dem Durchschnitt, zeigten mit Beginn des Juli dann aber deutlich fallende Tendenz, um dann bis zum Ende des Beobachtungszeitraumes die MNQ zu unterschreiten. Es entwickelte sich ein außerordentliches Niedrigwasser (vgl. [BfG Lageberichte](#)).

Die Jahres-MQ des Abflusses an den Messstellen am Rhein lagen im Mittel 8% über den langjährig ermittelten der Reihe 1931/2011 (vgl. Tab. 1), der Neckar unterschritt mit 5%, der Main mit 11% die jährlichen MQ der langen Reihe, lediglich die Mosel hatte mit 18% ein deutliches Plus zu verzeichnen, wobei am Pegel Cochem in den ersten 8 Monaten des Abflussjahres bereits 91% der Jahresmenge zum Abfluss kam.

Das Verhältnis der Winter- zu Sommer-MQ zeigt für den Rhein mit Zunahme des Einzugsgebietes deutlich den Einfluss der Mittelgebirgszuflüsse. In Maxau lag der mittlere Abfluss im Winterhalbjahr mit 43% über dem für den Sommer berechneten und entsprach in etwa dem Verhältnis des langjährig beobachteten (45 zu 55%), an den Messstellen Kaub und Köln lag der Winteranteil 4% unter den langjährig beobachteten. Bei den staugeregelten Zuflüssen Neckar und Main wurden an den Pegeln Rockenau bzw. Raunheim Verhältniszahlen knapp unter dem langjährigen Mittel beobachtet, an der Mosel entsprachen sie diesen (vgl. Tab.2).

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

<i>Pegel</i>	<i>MQ</i>			<i>MQ 2016</i>		
	<i>2016</i>	<i>1931-2011</i>	<i>MQ 2016 in % des MQ der vieljährigen Vergleichsperiode</i>	<i>Winter</i>	<i>Sommer</i>	<i>% Wi/So (vieljährige Vergleichsperiode)</i>
<i>Maxau (Rhein)</i>	1354	1253	108%	1152	1556	43/57 (45/55)
<i>Rockenau (Neckar) * 1951-2011</i>	131	137	95%	150	111	58/42 (64/36)
<i>Raunheim (Main) * 1981-2011</i>	201	225	89%	262	140	65/35 (68/32)
<i>Kaub (Rhein)</i>	1773	1653	107%	1656	1890	47/53 (51/49)
<i>Cochem (Mosel)</i>	369	314	118%	483	256	65/35 (64/36)
<i>Köln (Rhein)</i>	2285	2110	108%	2316	2254	51/49 (55/45)

Die langjährig ermittelten Jahres-MQ wurden am Rheinpegel Maxau an 175 Tagen unterschritten, im Winterhalbjahr an 66, im Sommerhalbjahr an 109 Tagen. In Kaub waren Unterschreitungen an 150 Tagen (Winter 75 zu Sommer 95) sowie in Köln an 174 Tagen (91 zu 83) zu verzeichnen. An den Rheinpegeln wurde ab Mitte August ein deutliches Unterschreiten der

Mittelwerte verzeichnet, hier zeichnete sich schon die Entwicklung zu dem Niedrigwasser 2017 ab. An den Zuflüssen lagen die Überschreitungen der Mittelwerte für den Beobachtungszeitraum an Neckar und Main bei 108 bzw. 116 Tagen, an der Mosel bei 160 Tagen, wobei das Verhältnis Winter/Sommer an Neckar (77/35) und Main (94/22) sowie an der Mosel (118/42) ein deutliches Übergewicht der Winteranteile auswies. Im Gegensatz zu der an den Rheinmessstellen zu verzeichnenden Niedrigwasserentwicklung ab August setzte diese an den Zuflüssen bereits mit Beginn des Juli ein.

Unterschreitungen der langjährig ermittelten monatlichen Abflüsse (mMQ) wurden im gesamten Rheineinzugsgebiet im Sommerhalbjahr in Maxau an 253 Tagen (Winter 127; Sommer 123), in Kaub an 199 (114/85) und Köln 186 (104/82) Tagen festgestellt. An Neckar mit 264 (134/130) und Main mit 253 (127/126) lag die Anzahl der Unterschreitungstage erheblich über den für die Mosel 176 (76/100) ermittelten.

Nennenswerte Unterschreitungen der mittleren jährlichen Niedrigstabflüsse (MNQ) wurden an den Rheinpegeln im Mittel an 28 Tagen verzeichnet, am Neckar waren es keine, am Main an 9 Tagen und an der Mosel (Cochem) wurden die MNQ an 44 Tagen unterschritten. Die mittleren monatlichen Niedrigstwerte (mMNQ) wurden im Jahresgang an den Messstellen des Rhein im Mittel an 77 Tagen unterschritten, an den Zuflüssen Neckar an 81 (Winter 45, Sommer 36), Main an 64 (Wi 35, So 29) und an der Mosel an 126 Tagen (Wi 43, So 83).

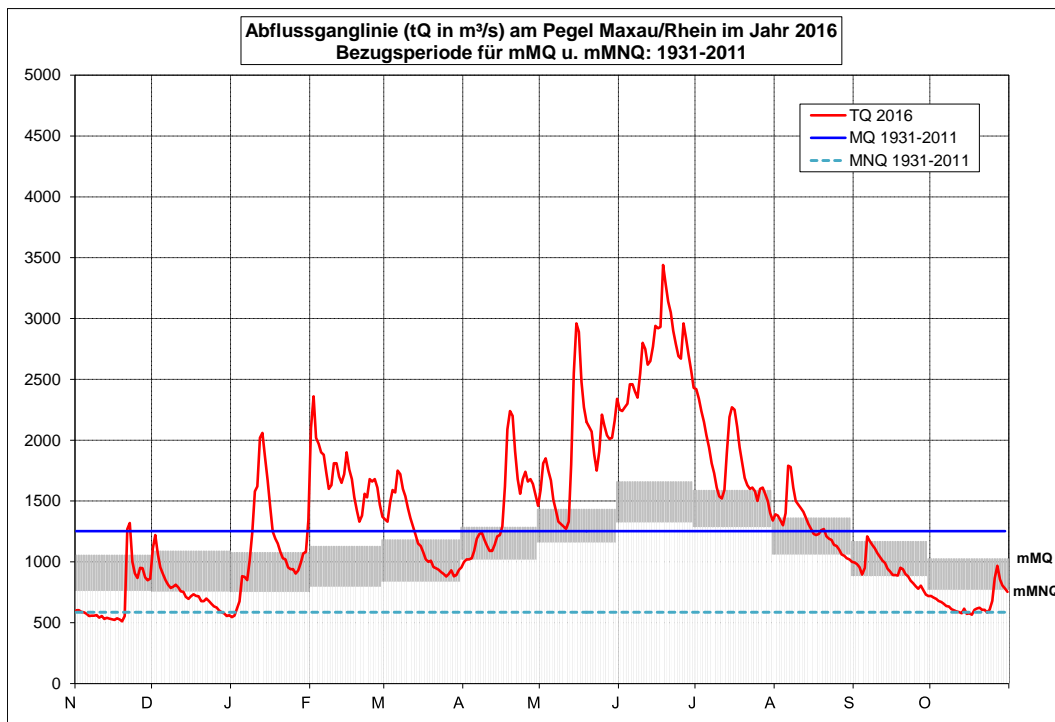


Abbildung 12: Tägliche Abflüsse (tQ) am Pegel Maxau (Rhein) im Jahre 2016 im Vergleich zu vieljährigen Mittelwerten in m³/s (Bezugsperiode für MQ, mMQ und mMNQ: Zeitraum 1931-2011)

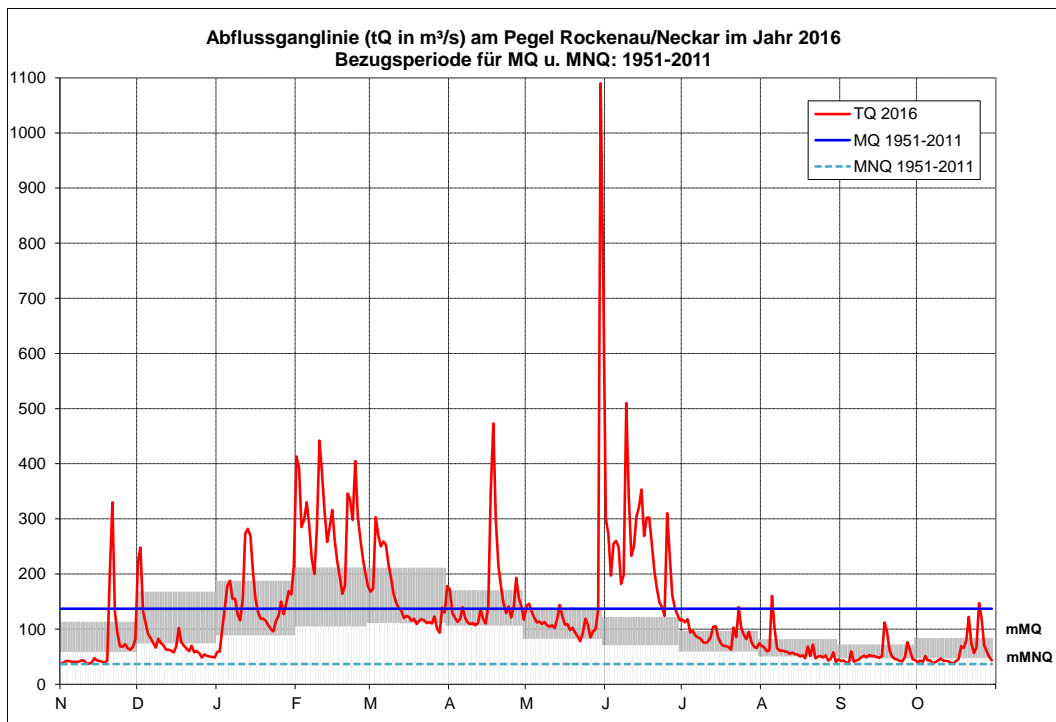


Abbildung 13: Tägliche Abflüsse (tQ) am Pegel Rockenau (Neckar) im Jahre 2016 im Vergleich zu vieljährigen Mittelwerten in m³/s (Bezugsperiode für MQ, mMQ und mMNQ: Zeitraum 1951-2011)

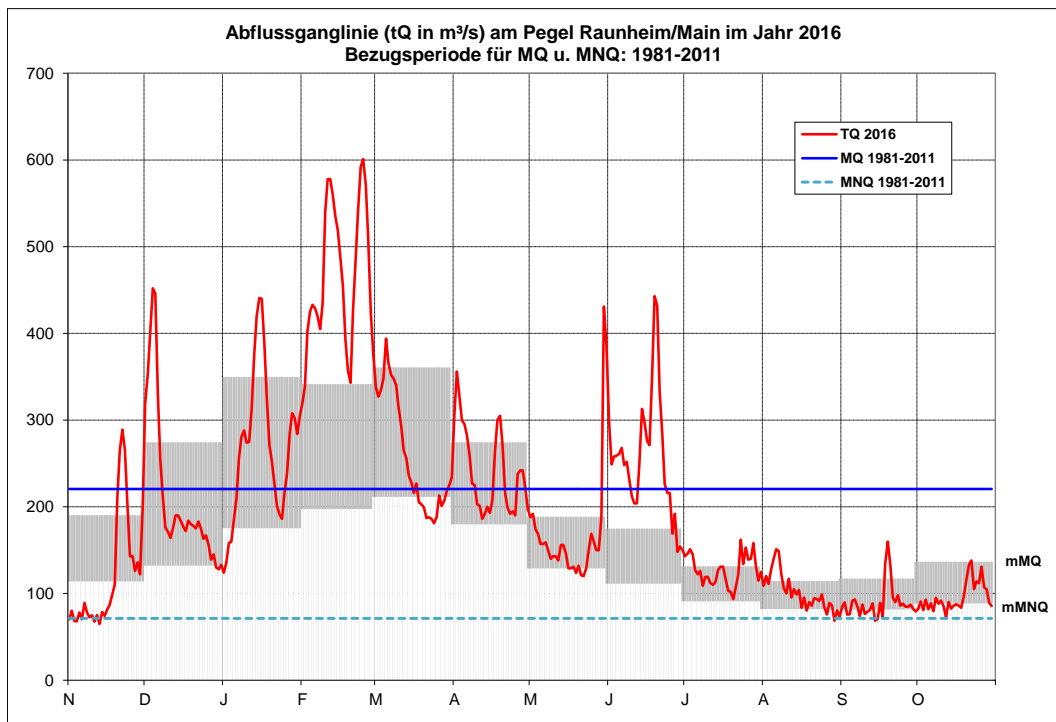


Abbildung 14: Tägliche Abflüsse (tQ) am Pegel Raunheim (Main) im Jahre 2016 im Vergleich zu vieljährigen Mittelwerten in m³/s (Bezugsperiode für MQ, mMQ und mMNQ: Zeitraum 1981-2011)

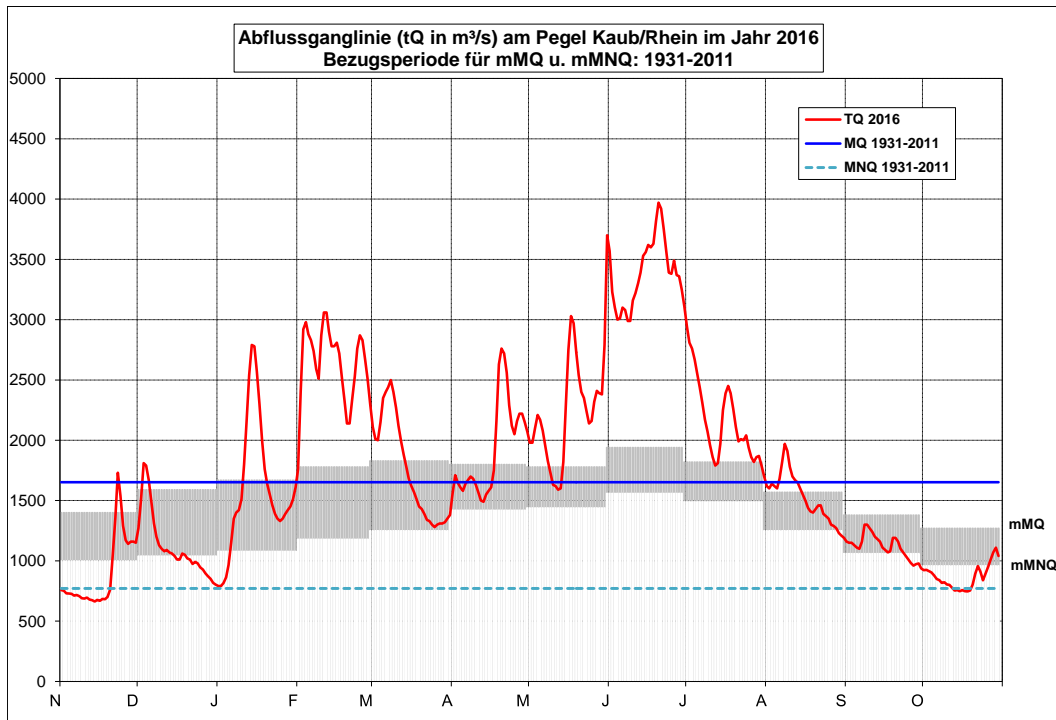


Abbildung 15: Tägliche Abflüsse (tQ) am Pegel Kaub (Rhein) im Jahre 2016 im Vergleich zu vieljährigen Mittelwerten in m³/s (Bezugsperiode für MQ, mMQ und mMNQ: Zeitraum 1931-2011)

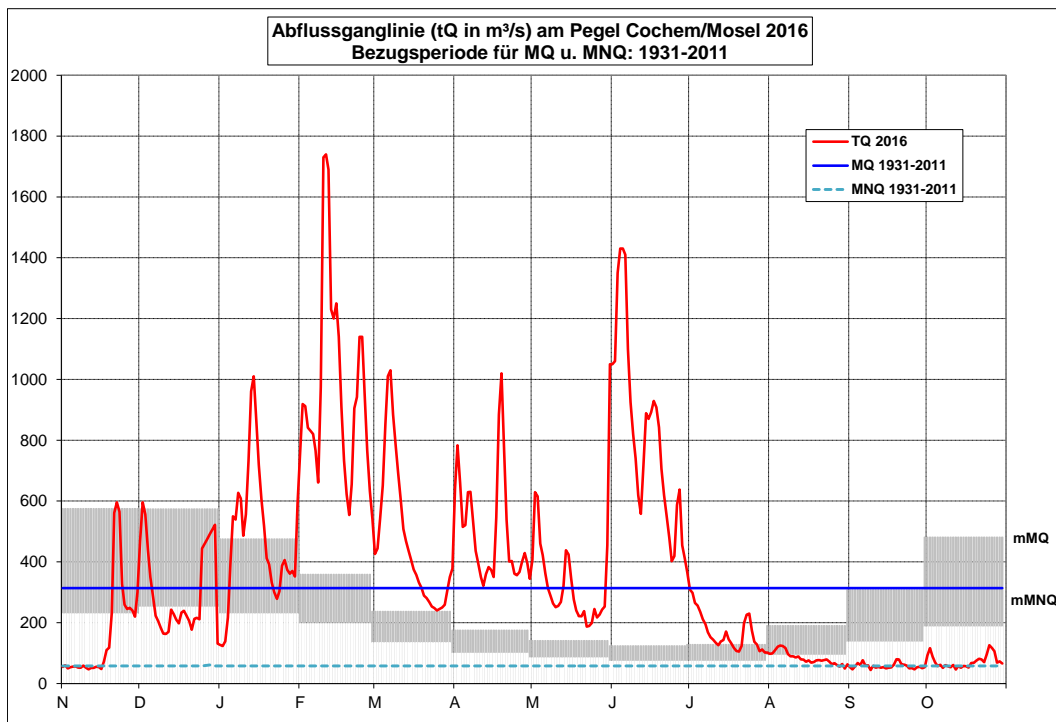


Abbildung 16: Tägliche Abflüsse (tQ) am Pegel Cochem (Mosel) im Jahre 2016 im Vergleich zu vieljährigen Mittelwerten in m³/s (Bezugsperiode für MQ, mMQ und mMNQ: Zeitraum 1931-2011)

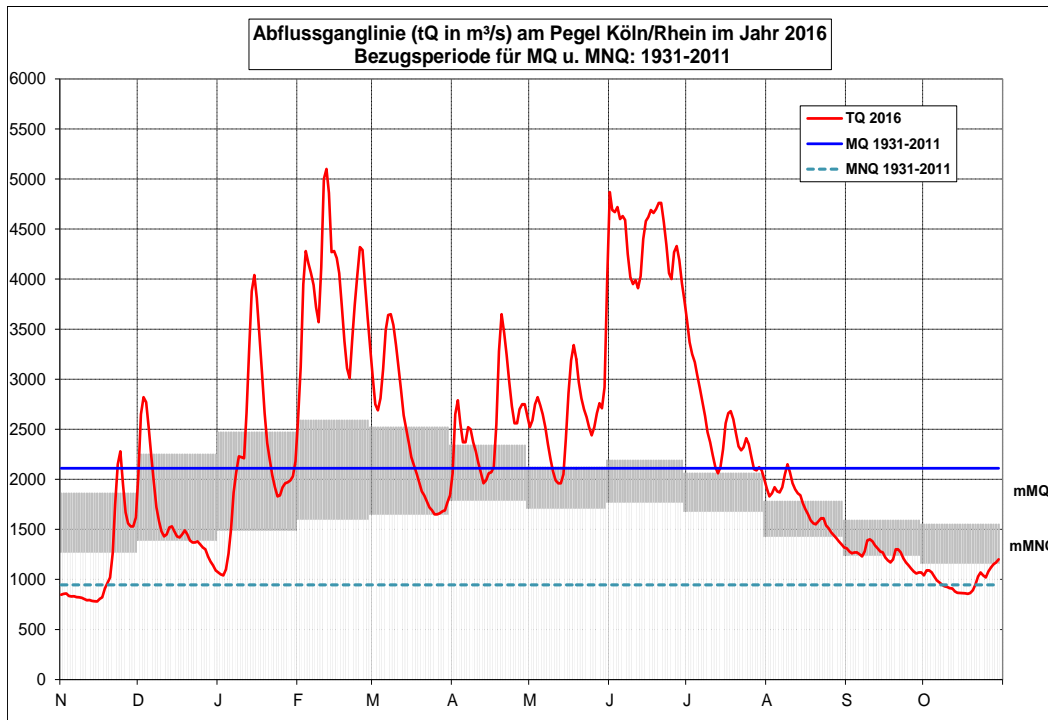


Abbildung 17: Tägliche Abflüsse (tQ) am Pegel Köln (Rhein) im Jahre 2016 im Vergleich zu vieljährigen Mittelwerten in m^3/s (Bezugsperiode für MQ, mMQ und mMNQ: Zeitraum 1931-2011)

Niederlande

Der Abflussverlauf des Rheins in den Niederlanden zeigte im vergangenen Jahr verschiedene Gesichter. Die ersten zwei Monate des Jahres kennzeichneten sich durch aufeinanderfolgende erhöhte Abflüsse. Der Frühling verlief durchschnittlich, aber im Juni sorgten extreme Niederschläge für einen für die Jahreszeit sehr hohen Abfluss. Ab Juli fiel der Abfluss und trat eine Niedrigwasserlage ein, die bis zum Jahresende dauerte (s. Abbildung 18).

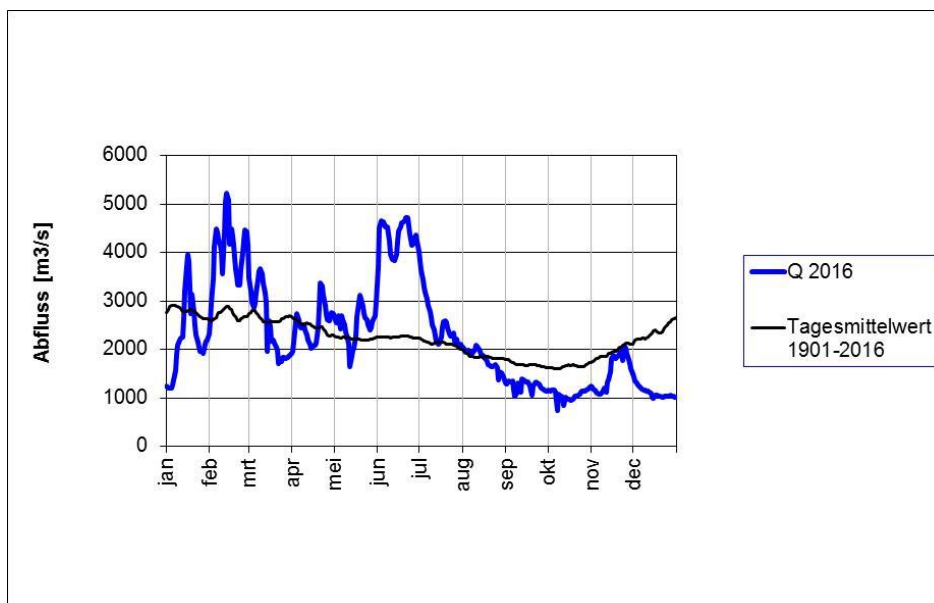


Abbildung 18: Abflussganglinie (tQ) am Pegel Lobith (Rhein) im Jahre 2016 in m^3/s und Tagesmittelwerte: Zeitraum 1901-2016

Der höchste Wasserstand am Pegel Lobith im Jahre 2016 erreichte einen Wert von 12,95 + NAP (ca. 5200 m³/s) und trat am 13. Februar auf. Im Juni gab es erneut hohe Wasserstände mit Überschwemmungen im Südosten und in der Mitte des Landes. Dadurch, dass Deichvorländer am Rhein überfluteten, mussten Campingplätze geräumt werden, Vieh aus den Deichvorländern evakuiert werden und wurden Veranstaltungen verschoben oder abgesagt.

Wassertemperaturen Österreich

Das Jahresmittel der Wassertemperatur des Bodensees lag mit 13,1° C um 1,2°C über dem langjährigen Mittelwert von 11,9 °C.

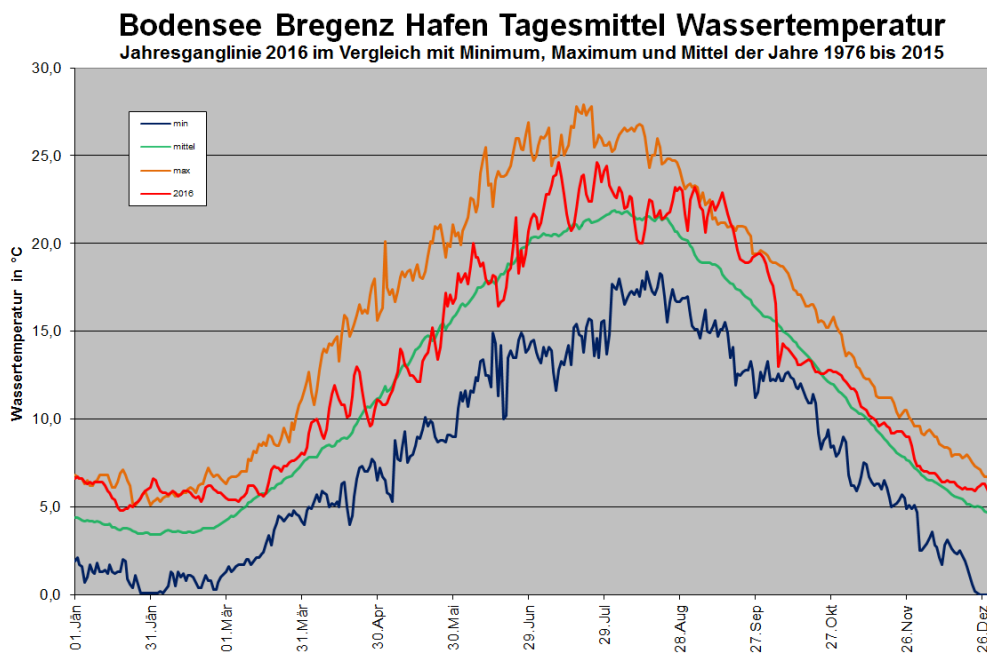


Abbildung 19: Ganglinie der Wassertemperatur des Bodensees am Pegel Bregenz im Jahr 2016 (rote Kurve) im Vergleich mit langjährigen Minima, Maxima und Mittelwerten der Jahre 1976-2015

Schweiz

Insgesamt war das Jahr 2016 im Vergleich zu den vorherigen Jahren recht mild. Daher konnte in diesem Jahr nur ein neues Maximum der mittleren Jahrestemperatur der Schweizer Fließgewässer an einer BAFU-Messstelle beobachtet werden. Dies war der Fall bei der Station Aare-Brienzwiler, die in ihrem Einzugsgebiet durch Pumpspeicher beeinflusst wird. Eine Unterschreitung der Jahresminima wurde dagegen im Jahr 2016 nirgendwo beobachtet. Im Rückblick auf die Temperaturentwicklung der Jahresmittelwerte während der letzten Jahrzehnte ist weiterhin ein generell ansteigender Trend zu beobachten, z.B. bei der BAFU-Messstelle Basel. Der Trend verläuft jedoch nicht kontinuierlich sondern sprunghaft. Gut zu beobachten ist dies ab dem Jahr 1987 mit einem etwa zwei Jahre dauernden deutlichen Anstieg und einer darauffolgenden stagnierenden Periode über rund zehn Jahre. Danach erfolgt wieder ein Sprung (2000 bis 2003) mit darauffolgendem Übergang zu einer eher stagnierenden Phase, die zumindest bis zum Jahr 2013 anhält.

Der Winter 2015/2016 war der zweitwärmste Winter seit den Aufzeichnungen des Bundesamts für Meteorologie und Klimatologie (MeteoSchweiz). Die für diese Jahreszeit sehr mil-

den Lufttemperaturen führten zu Überschreitungen der langjährigen Monatsmittel der Wassertemperaturen der Fließgewässer. Im Januar war dies bei drei Stationen im Mittelland und einer Station im Raum des Walensees (Linth-Weesen) der Fall. Im März traten deutlich mehr Überschreitungen der mittleren Monatsmittel auf (zehn Stationen im Mittelland und vier Stationen im südlich gelegenen Teil der Schweiz). Im März nahm die Anzahl Überschreitungen ab und es erfolgte eine leichte Verschiebung vom Mittelland (drei Stationen) in Richtung Nordalpen (drei Stationen). Vereinzelt sind in diesen Monaten auch Unterschreitungen der langjährigen Minimaltemperaturen bis in den Mai zu beobachten (sechs Messstationen).

Erst mit der kurzen Rekordhitze Ende August und der extremen Septemberwärme kam es zu drei, beziehungsweise 15 Überschreitungen der bisherigen Monatsmaxima. Dies vor allem bei Messstationen in den Einzugsgebieten des Genfersees und des Hochrheins sowie bei einer Station im Wallis und an zwei Standorten im Tessin. Weitere neue Höchstwerte waren nicht zu beobachten. Im November kam es an fünf Stationen zu Unterschreitungen der Monatsminima in den westlichen und östlichen Zentralalpen. Im Dezember wurden an fünf Stationen im östlichen Mittelland und an einer Station in den östlichen Zentralalpen neue Tiefstwerte für diesen Monat gemessen.

Deutschland

Die für den Beobachtungszeitraum verzeichneten Mittel der Wassertemperaturen (WT) liegen mit 13,6 °C an der Messstelle Kaub um 0,3 °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 im und in Köln im Mai und Juni mit im Mittel -2,7 °K verzeichnet, die größte positive Abweichung von den Monatsmitteln verzeichneten Dezember und September in Kaub mit jeweils +2,3 °K und in Köln mit +1,7 bzw. 2,0°K. Die maximale negative Abweichung bei den Tageswerten lag in Kaub bei -4,6°K im Juni bzw. -4,7 °K an der Messstelle Köln Ende April, die größte positive Abweichung betrug in Kaub mit +4,1 °K, in Köln mit 3,5 °K wie im Vorjahr an Weihnachten.

Im Jahresgang der täglich gemessenen WT an den ausgewählten Messstellen liegen die Tagesmittel bis Ende Februar mit 2 kleinen Abweichungen im Plus, um dann bis Ende des Beobachtungszeitraums die langjährig ermittelten zum Teil erheblich zu unterschreiten. Die Ausnahme bildet der September, in dem die Mittelwerte an beiden Messstellen mit im Mittel 2°K deutlich überschritten wurden

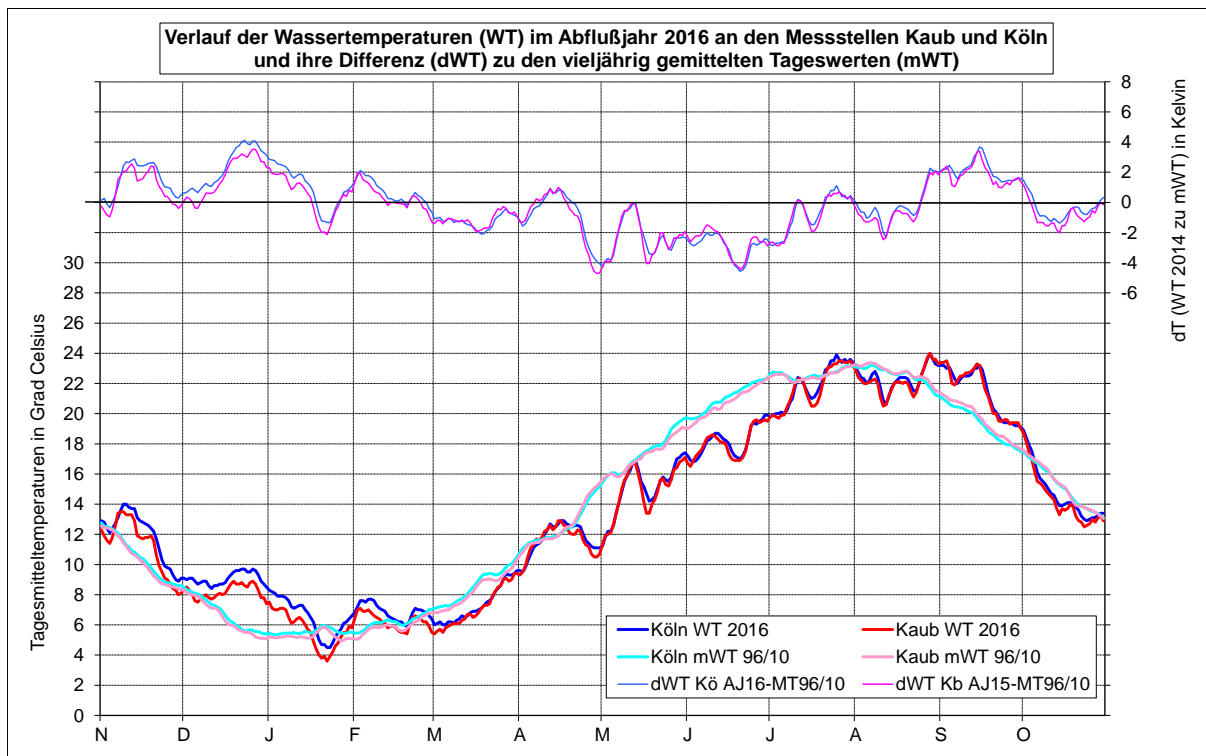


Abbildung 20: Wassertemperaturen im Vergleich zu den vieljährigen Mittelwerten (AJ=Abflussjahr)

Niederlande

Am Pegel Lobith lag der Mittelwert der Wassertemperatur mit 13,7 °C etwa 0,6 °C über dem vieljährigen (1961-2016) errechneten Jahresmittelwert (s. Abbildung 21). In der Reihe der höchsten mittleren Wassertemperaturen kam das Jahr 2016 an 16. Stelle (Messreihe 1908-2016).

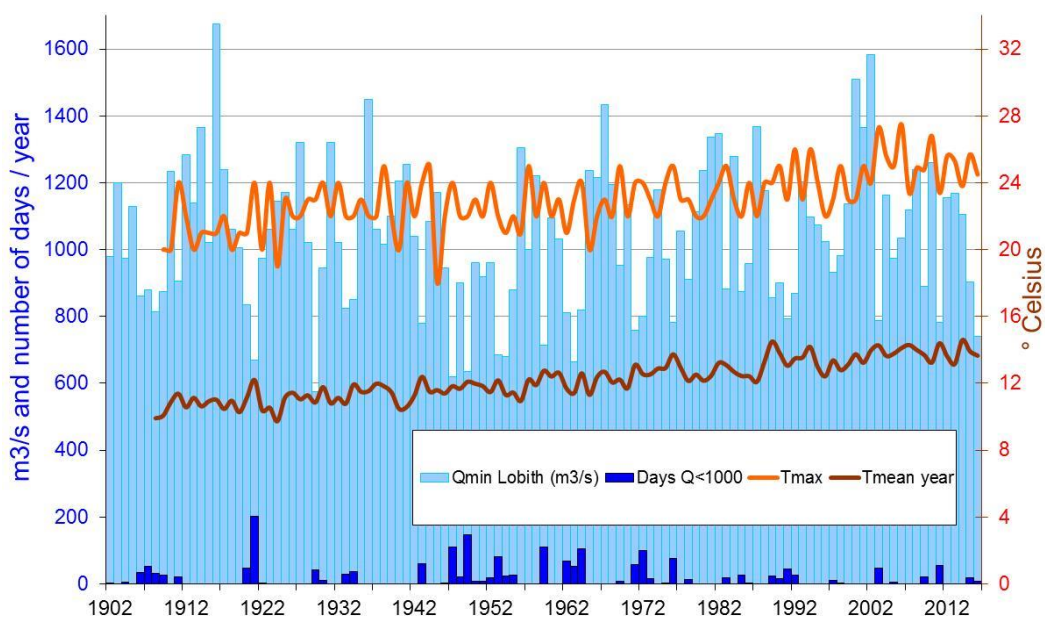


Abbildung 21: Mittlere und maximale Wassertemperaturen im Jahre 2016 am Pegel Lobith/Rhein

Grundwasser

Österreich

Die überdurchschnittlichen Niederschlagssummen des ersten Halbjahres wirkten sich in überdurchschnittlichen Grundwasserständen bei den meisten Grundwassermessstellen bis Oktober aus. Zum Jahresende waren die Grundwasserstände überwiegend unter dem Mittel.

Schweiz

Der Jahresverlauf 2016 der Grundwasserstände und Quellabflüsse in der Schweiz lässt sich wie folgt zusammenfassen:

Die tiefen Grundwasserstände und Quellabflüsse nach dem sehr trockenen Jahresende 2015 stiegen auf der Alpennordseite im Zuge der teils ausgiebigen Niederschläge von Januar und Februar 2016 stetig an. Während im Januar in der Schweiz noch etwa jede vierte Messstelle einen tiefen Grundwasserstand bzw. Quellabfluss aufwies, lagen die Grundwasserstände bzw. Quellabflüsse Anfang Februar nur noch an einzelnen Messstellen tief.

Infolge der überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen von April bis Juni 2016 wurden zunehmend hohe Grundwasserstände und Quellabflüsse beobachtet. So wiesen im Juni zwei Drittel aller Messstellen einen hohen Grundwasserstand bzw. Quellabfluss auf. Anfang Juli wurden normale bis hohe Grundwasserstände und Quellabflüsse mit uneinheitlicher Tendenz gemessen.

Der Monat Juli zeichnete sich durch hohe Temperaturen und regional teils starke Gewitteraktivität aus. Während es im Jura, Wallis, Tessin und in der Ostschweiz unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen gab, fielen in der Zentral- und Westschweiz überdurchschnittlich hohe Mengen. Von den lokalen Gewittern konnten jedoch nur Lockergesteins-Grundwasserleiter mit einem geringen Flurabstand kurzfristig profitieren. Der Monat August war ebenfalls überdurchschnittlich warm und insgesamt sehr trocken. Infolgedessen normalisierten sich die hohen Grundwasserstände und Quellabflüsse vom Juni. So waren Anfang September landesweit normale Grundwasserstände und Quellabflüsse mit sinkender Tendenz zu verzeichnen.

Das niederschlagsarme Wetter vom August setzte sich im September und Oktober fort. Im Zuge der anhaltend niedrigen Niederschlagsmengen waren im Jura, in den Alpen und im Tessin zunehmend tiefe Grundwasserstände und Quellabflüsse zu beobachten. Ende Oktober wies ein Drittel aller Messstellen einen tiefen Grundwasserstand bzw. Quellabfluss auf.

Im November gab es erstmals seit Juni verbreitet wieder überdurchschnittliche Niederschlagsmengen. In höheren Lagen fielen diese vorwiegend als Schnee. Die Niederschläge wirkten sich folglich vor allem im Mittelland auf Lockergesteins-Grundwasserleiter mit geringem Flurabstand aus. Anfang Dezember lagen Grundwasserstände und Quellabflüsse verbreitet im Normalbereich und wiesen eine sinkende Tendenz auf.

Der Monat Dezember hingegen war landesweit außergewöhnlich trocken. Ende Dezember lagen so wieder an etwa jeder dritten Messstelle tiefe Grundwasserstände bzw. Quellabflüsse vor.

Schwebstoffe

Österreich

Die Schwebstoffjahresfracht am Alpenrhein bei der Messstelle Lustenau war im Jahre 2016 mit 2,5 Mio Tonnen über dem Durchschnitt der letzten Jahre (ca. 2 Mio Tonnen). Das 10-jährliche Hochwasser im Juni steuerte fast 40 % der Jahresfracht bei. Daher hatte auch der Juni mit 60 % der Jahresfracht die größte Monatsfracht.

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 22. Für den Bereich unterer Mittelrhein/Niederrhein (unterhalb der größten Zuflüsse) in den vergangenen Jahren herangezogenen Daten der Messstelle Weißenthurm (Rhein-km 608,2) konnten, aufgrund geänderter Erfassungsmethodik, für den Beobachtungszeitraum keine Daten in ausreichender Form zur Verfügung gestellt werden.

Extreme Spitzenwerte bei täglichen Frachten sind im Sommer ursächlich durch Starkregenereignisse bzw. im Winter durch einsetzendes Tauwetter bedingt.

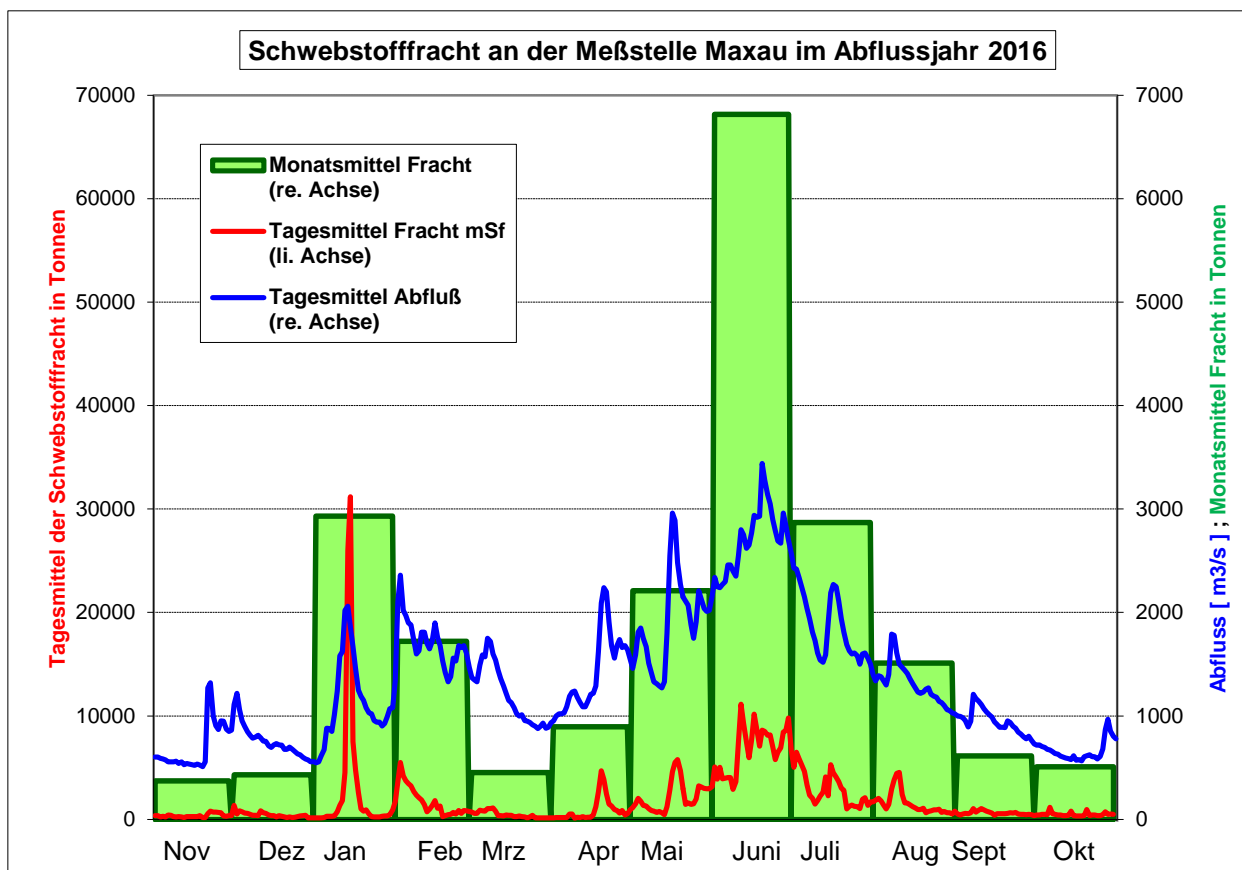


Abbildung 22: Schwebstoffmessstelle Maxau, Rhein-km 362,3

In Maxau betrug die jährliche Schwebstofffracht in der Summe 646958 t, dies entspricht in etwa 51 % des langjährigen Mittels der Bezugsperiode 1965/2007.

Der höchste monatliche Schwebstofftransport wurde an der Messstelle Maxau im Juni 2016 mit 204.445 t (Monatsmittel: 6.815 t) gemessen, das entspricht ca. einem Drittel der gesamten Jahresfracht, die niedrigste monatliche Schwebstofffracht wurde für den November 2015 mit lediglich 11.142 t (Monatsmittel: 371t) ermittelt.

Bei den täglichen Frachten wurden an der Messstelle Maxau mit 107 t am 8. April bei einem mittleren Abfluss von 1240 m³/s die niedrigste, sowie mit 31.177 t als größte Tagesfracht bei einem mittleren Tagesabfluss von 1860 m³/s am 14. Januar festgestellt.

2. Aktivitäten der internationalen Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR) im Jahr 2016

Die KHR hat 2016 zweimal getagt, am 23. und 24. März in Halle (Deutschland) und am 14. und 15. September in Salzburg (Österreich).

Personelle Änderungen innerhalb der KHR

Der KHR-Vorsitzende Herr Moser hat mit Eingang vom 1. März 2016 die Stelle vom Referatsleiter im Referat DG 22 – Meteorologie, Klimaüberwachung, Erdbeobachtung, Raumfahrtnutzung, Deutscher Wetterdienst im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur angetreten.

Herr Siegfried Demuth hat 2016 die Stelle als Leiter des deutschen IHP/HWRP-Sekretariats angetreten. Er übernimmt damit die Aufgabe von Johannes Cullmann. Herr Demuth ist ab 2016 Vertreter Deutschlands in der KHR.

Aktivitäten in den KHR-Projekten

Sediment

Die KHR unterstützt das von der BfG und der Universität Aachen durchgeführte Projekt „Von der Quelle bis zur Mündung – eine Sedimentbilanz des Rheins“. 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 soll in deutscher Sprache mit einer ausführlichen Zusammenfassung auf Englisch innerhalb der grünen KHR-Reihe veröffentlicht werden.

Nach der Veröffentlichung des Berichtes könnte eine Diskussion starten hinsichtlich der noch bestehenden Wissenslücken.

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 mögliche zweite Phase soll sich auf den künftigen Beitrag von Schnee- und Gletscherschmelze unter Einfluss von Klimaänderungen richten. Die inhaltlichen Diskussionen zu der zweiten Phase laufen noch. Das BAFU hat bereits einige Folgestudien für die Schweiz beauftragt.

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. Eine Publikation könnte 2017 erfolgen.

Klimaänderungen

Das Thema Klimaänderungen wurde in allen KHR-Sitzungen ausführlich diskutiert. Die KHR beabsichtigt, 2018 mit einem neuen Projekt als Fortsetzung von RheinBlick2050 zu starten. In diesem Projekt soll der Einfluss von neu verfügbaren Klimaprojektionen auf den Abfluss des Rheins bestimmt werden. Es gibt Zusammenhänge mit der zweiten Phase von ASG-Rhein und mit dem neu zu startenden Projekt „Sozio-Ökonomie“.

Sozio-ökonomische Einflüsse auf das Niedrigwasserregime des Rheins

Anlässlich des im März 2014 organisierten Symposiums wurde das Thema auch 2016 in den KHR-Sitzungen diskutiert.

BfG und Deltares haben den Arbeitsbedarf inventarisiert und ein Leistungsverzeichnis erstellt.

Es wurde eine Projekt-Vorbereitungsgruppe gebildet unter der Leitung von Herrn Ruijgh (Deltares). Die Gruppe organisiert eine Reihe von Workshops, in denen zunächst die Basisinformationen aus den verschiedenen Sektoren bzw. von den verschiedenen Stakeholdern inventarisiert und zusammengestellt werden.

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.

Zusammenarbeit mit anderen Organisationen

Die KHR hat eine Anfrage für fachliche Unterstützung zu einem Workshop der Mekong River Commission in Laos zum Thema „Water Diplomacy“ erhalten. Herr Grabs hat die KHR in diesem Workshop vertreten. Der Endbericht des Workshops kann [hier](#) heruntergeladen werden.

Die Huaihe River Commission (China) hat die KHR zu einem Huaihe-Rhein-Workshop nach China eingeladen. Der Workshop hat Anfang 2017 stattgefunden.

Von der KHR organisierte Veranstaltungen

Im März 2016 wurde in Zusammenarbeit mit dem Arbeitsbereich Religionspädagogik des Instituts für Katholische Theologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg ein internationales und interdisziplinäres Symposium zu Fragen der menschlichen Bewertung, Prävention und Bewältigung von singulären Wasserkatastrophen durchgeführt. Titel des Symposiums war: „Land unter – der Mensch vor der Katastrophe“.

Der Titel ist – zumindest in seiner deutschsprachigen Version – durchaus in zweifacher Weise interpretierbar: Zunächst ging es um Menschen angesichts von Wasserkatastrophen, den Umgang mit Katastrophen, die immer wieder auftreten werden und die Frage des menschlichen Planens, Erwartens, Verarbeitens und Strategieentwickelns für ihre Verhinderung und technische sowie geistige Bewältigung. Zum anderen ging es im Symposium um die Frage menschlicher Selbstwahrnehmung und -deutung zeitlich vor der nächsten Katastrophe, die unausweichlich kommen wird.

Der Fokus lag also auf ‚singulären‘ Ereignissen, auf Ereignissen, die zwar (im Nachhinein) erklärbar sind, doch eben keiner vorausberechenbaren Regelmäßigkeit gehorchen und daher für den Menschen schwierig präventiv zu bearbeiten bleiben.

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