

Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR)



Jahresbericht der KHR 2011

Redaktion: Eric Sprokkereef

Textbeiträge: Stephan Bader - MeteoSchweiz, Zürich

Jörg Uwe Belz - Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

Adrian Jakob - Bundesamt für Umwelt, Bern

Clemens Mathis - Amt der Vorarlberger Landesregierung, Bregenz

Silvia Morf-Graf - Bundesamt für Umwelt, Bern

Michael Mürlebach - Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

Marc Schürch - Bundesamt für Umwelt, Bern

Sekretariat der KHR

Postfach 17

8200 AA Lelystad

Niederlande

Email: info@chr-khr.org

Website: www.chr-khr.org

Die 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 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 VII/3 - Wasserhaushalt (Hydrographisches Zentralbüro), Wien, Österreich,
- Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung VIId – Wasserwirtschaft, Bregenz, Österreich,
- Bundesamt für Umwelt, Bern, Schweiz,
- CEMAGREF, Antony, Frankreich
- Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, Deutschland,
- Hessisches Landesamt für 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 – Waterdienst, Lelystad, Niederlande.

1. Hydrologische Übersicht für das Rheineinzugsgebiet

Meteorologische Charakteristik

Österreich

Die Jahresniederschlagssumme lag im österreichischen Teil des Rheineinzugsgebietes zwischen 85 und 103 % des langjährigen Mittelwertes. In den Monaten Februar bis April, August, Oktober und November waren die Niederschläge unterdurchschnittlich. Außergewöhnlich war der Monat November, erstmalig seit Aufnahme der Niederschlagsmessungen wurde in einem November bei den meisten Niederschlagsmessstellen kein Niederschlag gemessen.

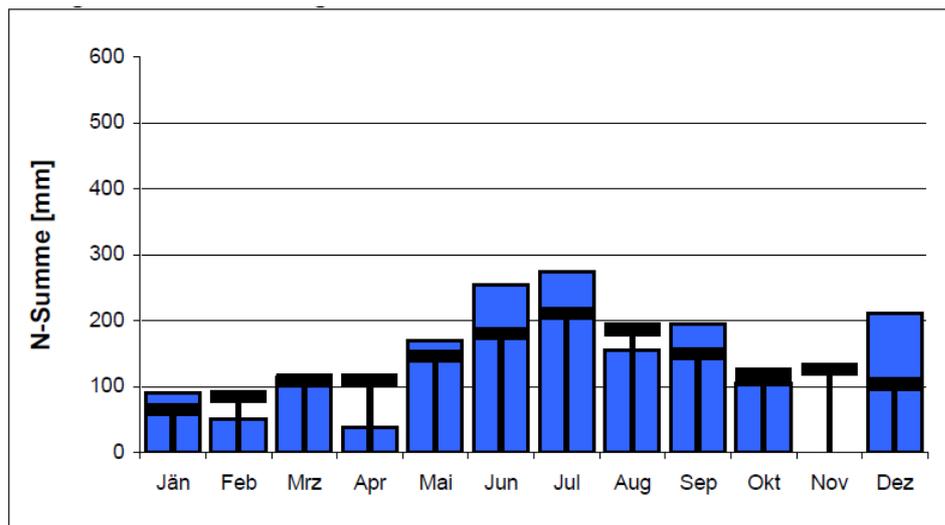


Abbildung 1: Monatsniederschlagssummen im Jahre 2011 im Vergleich zu den vieljährigen Monatsmitteln bei der Messstelle Bregenz Altreutheweg

Im österreichischen Rheineinzugsgebiet war das Jahresmittel der Lufttemperatur um ca. 1,5 C über dem langjährigen Mittelwert.

Schweiz

Mit einem Temperaturüberschuss von 2 Grad war 2011 gesamtschweizerisch das wärmste Jahr seit Messbeginn 1864. Landesweit war es deutlich zu trocken und es herrschten extrem sonnige Verhältnisse. Die ersten vier Monate zeigten sich ungewöhnlich mild und extrem niederschlagsarm. Der Frühling 2011 war der wärmste in der rund 150jährigen Messreihe. Das Tessin verzeichnete erstmals Hitzetage bereits im April. Nach einem wechselhaften Sommer mit deutlich zu kühlen Julitemperaturen folgte der zweitwärmste Herbst seit Messbeginn. Rekord-Trockenheit im Norden und Rekordwärme in den Bergen brachte der November. Grosse Schneemengen fielen in Berglagen im September und im Oktober, dann aber erst wieder ab Mitte Dezember, als es auch erstmals Schnee bis ins Flachland gab. Am Jahresende lag in höheren Lagen verbreitet überdurchschnittlich viel Schnee.

Nach einem winterlich kalten und vor allem im Mittelland schneereichen Dezember beherrschten ab Jahresbeginn 2011 milde Luftmassen das Witterungsgeschehen. In der ersten Januarhälfte stiegen die Temperaturen im Mittelland auf frühlingshafte 17 Grad, in den Föhngebieten sogar bis auf 18 Grad. Unter Hochdruckeinfluss bewegte sich Mitte Januar die Nullgradgrenze in einer Höhe von über 3500 m. Auf den milden Januar folgte ein noch milderer Februar. War der Dezember noch 1,5 Grad kälter als im Mittel 1961-1990, zeigten

sich der Januar 1 Grad und der Februar knapp 2 Grad zu warm. Über den ganzen Winter gemittelt ergab sich schließlich ein geringer Überschuss von 0,4 Grad. In den Niederungen zeigte sich der Winter verbreitet 0,5 bis 1,0 Grad zu warm. In Gipfellagen wurden dank des kalten Dezembers normale oder zum Teil auch leicht unternormale Wintertemperaturen verzeichnet.

Die Wärme erreichte im Frühling ihren Höhepunkt. Im März lagen die Tageshöchstwerte im Norden in den Niederungen wieder zwischen 15 und 19 Grad, in den Föhngebieten und im Süden sogar bei 20 Grad. Im Norden wurde die Wärme von weit überdurchschnittlich viel Sonnenschein begleitet. In der ersten Aprilhälfte brachte dann eine subtropische Luftmasse den Sommer in die Schweiz. Am 7. April 2011 stiegen die Temperaturen recht verbreitet auf oder über die Sommermarke von 25 Grad. Nicht nur im Flachland, sondern auch in höheren Lagen seit Messbeginn war es noch nie so früh im Jahr so warm. Und als weitere Steigerung brachte der April die frühesten Hitzetage in der Schweiz seit Messbeginn. Die anhaltende Wärme führte zum wärmsten Frühling seit Beginn der Aufzeichnungen im Jahr 1864. Die oft hochdruckbestimmte und damit niederschlagsarme Witterung seit Jahresbeginn mündete in eine ausgeprägte Trockenheit. Im Oberengadin war es bis Mitte April der trockenste, in der Region Engelberg der dritt-trockenste Jahresbeginn seit Messbeginn 1864. Bereitete der fehlende Niederschlag in den ersten beiden Monaten vor allem den Skiorten Sorgen, wurde er im Frühling zum Problem für die Landwirtschaft. Gemittelt über die Niederungen der Nordschweiz brachte der Frühling 2011 nicht einmal die Hälfte der normalen Niederschlagsmengen. Damit belegt er bezüglich Trockenheit Rang drei in der rund 150jährigen Messreihe. Ähnlich trocken war hier letztmals der Frühling 1976. Der trockenste Frühling der Nordschweiz datiert aus dem Jahr 1893 mit weniger als 40 Prozent der normalen Niederschlagsmengen.

Die wechselhaften Monate Juni und Juli lieferten neben großen Gewitterniederschlägen mit Überschwemmungen auch schwere Hagelschläge. Der Juli war der kühlfste seit dem Jahr 2000. Die regnerische Witterung hielt auch in der ersten Augushälfte an. Erst in der zweiten Augushälfte kam der langersehnte Hochsommer.

Nach einem hochsommerlichen Herbstbeginn brachte feuchte Polarluft große Schneemengen in den Bergen. Auf das winterliche Intermezzo folgte wieder sonnige und sehr milde Witterung. In den ersten Oktobertagen beendete Polarluft das sommerliche Treiben. In höheren Lagen fielen zwischen 50 und 100 cm Schnee. Eine schnelle Wiedererwärmung mit massiver Schneeschmelze und Starkniederschlägen verursachte Überschwemmungen mit großen Schäden.

Als Folge permanenter Hochdruckbedingungen blieben Niederschläge ab dem 19. Oktober bis zum Novemberende vor allem vom Wallis über die Zentralschweiz bis zum Bodensee weitgehend aus. Hier war der November 2011 der trockenste seit Beginn der Aufzeichnungen im Jahr 1864. Das milde und sehr sonnige Herbstwetter führte in Gipfellagen zum mildesten November seit Messbeginn 1864. Das fortgesetzt laue Spätsommerwetter mündete schließlich schweizweit gemittelt zum zweitwärmsten Herbst seit Messbeginn.

Nach einem harzigen Winterbeginn fielen Mitte Dezember in vielen Bergregionen endlich die lange ersehnten großen Schneemengen. Besonders mit Schnee verwöhnt wurde dabei zunächst das Wallis, später im Monat auch die Ostalpen. Im Flachland schneite es am 17. Dezember erstmals verbreitet, wobei der Schnee nur oberhalb etwa 500 bis 700 m ü.M. liegen blieb. Erstmals ganz in weiß vom Genfersee bis zum Bodensee präsentierte sich die

Alpenordseite am 19. und 20. Dezember. Mit dichtem Schneetreiben lag am Abend des 20. Dezember im Flachland der Alpenordseite verbreitet eine Schneedecke zwischen 5 und 10 cm, regional bis 20 cm. Entlang der zentralen und östlichen Voralpen gab es gebietsweise über einen halben Meter Neuschnee. Noch vor den Festtagen wurde es mild und der Schnee verschwand aus dem Flachland. Über die Weihnachtstage herrschte in den Bergen prächtiges Wintersportwetter. Nochmals reichlich Schnee in den Bergen brachten die letzten Tage des Jahres, so dass am Jahresende in höheren Lagen verbreitet überdurchschnittlich viel Schnee lag.

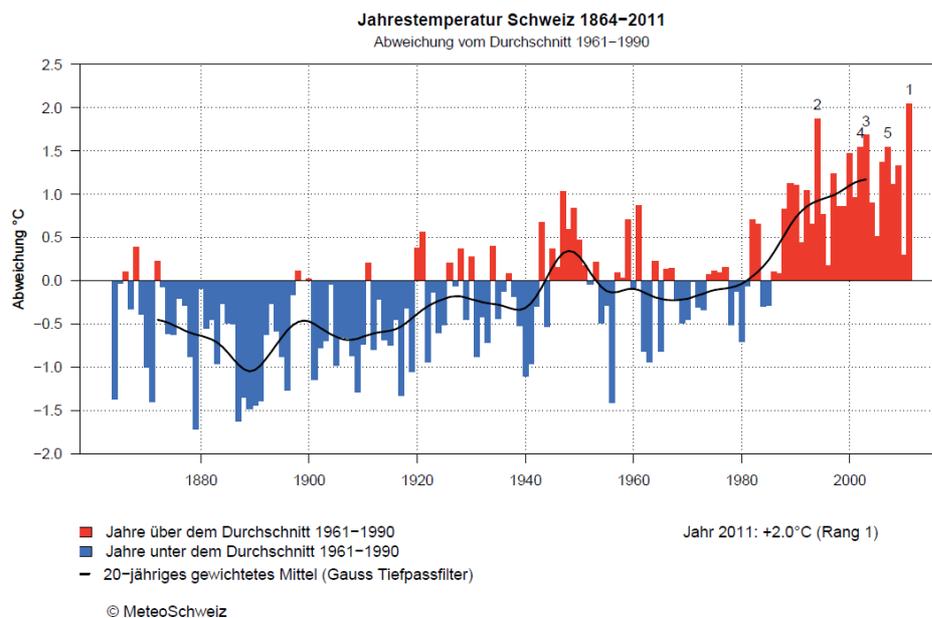


Abbildung 2: Die jährliche Abweichung der Temperatur in der Schweiz vom vieljährigen Durchschnitt (Referenzperiode 1961-1990). Die zu warmen Jahre sind rot, die zu kalten Jahre blau angegeben. Fest ausgezogene Linie: 20-jähriges gewichtetes Mittel

Deutschland

Wie in den Vorjahren lagen die Lufttemperaturen im Abflussjahr 2011 (Nov. 09 - Okt. 10) erneut über den langjährig beobachteten Mittelwerten der Reihe 1961/90, diesmal mit einem Mittel von $9,0^{\circ}\text{C}$ um $+0,8^{\circ}\text{K}$. Im Monatsvergleich wurden lediglich im Dezember 2010 und Juli 2011 mit $-4,5$ bzw. $-0,8^{\circ}\text{K}$ die langjährigen Mittel unterschritten, der Monat April lag mit $4,2^{\circ}\text{K}$ am deutlichsten über dem Mittelwert.

Die Dezembertemperaturen waren über das Rheingebiet hinaus im gesamten Deutschland außergewöhnlich: Mit der festgestellten Abweichung der Monatsmitteltemperatur über dem Gebiet der Bundesrepublik von $-4,5^{\circ}\text{K}$ war es nach Aussage des DWD der kälteste Dezember seit 41 Jahren. Nordwestlich einer Linie Saarbrücken – Berlin war es im Mittel um ca. 50% zu trocken, südöstlich davon überdurchschnittlich niederschlagsreich. Im Oberrhein- und Neckargebiet wurde regional mehr als das Doppelte der dezemberüblichen Niederschlagssummen registriert. Temperaturbedingt baute sich in ganz Deutschland im letzten Dezemberdrittel eine geschlossene Schneedecke auf, diese erreichte zum Jahreswechsel selbst in den Niederungen Höhen bis zu 40 cm. Im Januar sorgten milde Luft und intensive Niederschläge für deren rasches Abschmelzen. Damit wurde gleichzeitig die Grundlage für die Entstehung einer Hochwassersituation gelegt, die nicht nur den Rhein und seine Nebenflüsse, sondern nahezu alle Stromgebiete in Deutschland betraf.

Beispielhaft für das Rheingebiet sind in Abbildung 3 meteorologische Daten für die Messstation Köln/Rhein dargestellt. Im Frühling sorgte eine schier endlose Reihe von Hochdruckgebieten für warmes, sonnenscheinreiches (sonnigster Frühling seit Aufzeichnungsbeginn im Jahre 1951) und damit trockenes Wetter. Als Folge sanken nun die Pegelstände und im Mai führten viele Flüsse, an denen im Januar noch Hochwasser geherrscht hatte, bereits extremes Niedrigwasser.

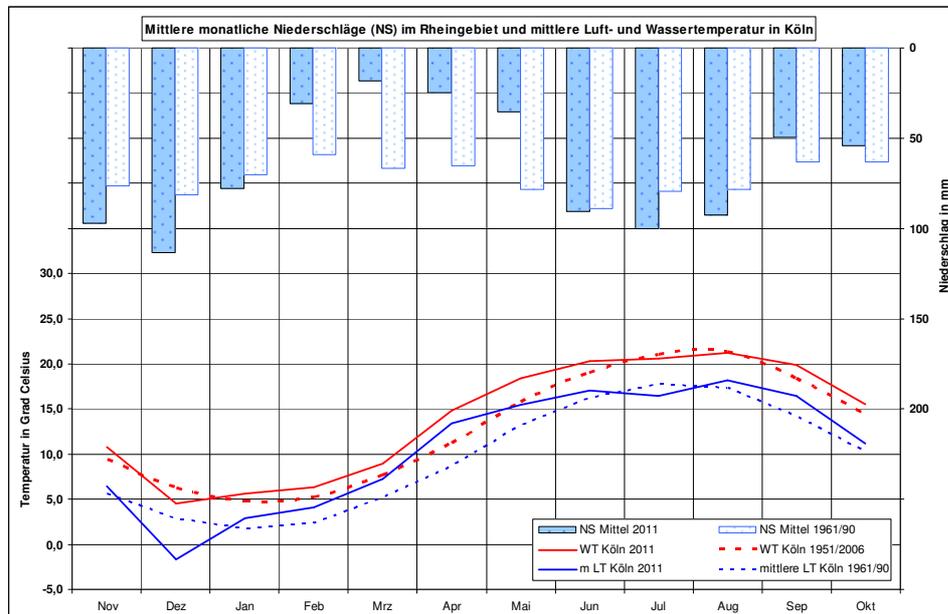


Abbildung 3: Pegel Köln/Rhein: monatliche Niederschlagssummen (NS) und Monatsmittel der Wassertemperatur (WT) im Abflussjahr 2011 und im vieljährigen Mittel

Die Niederschlagssummen im deutschen Rheineinzugsgebiet waren insgesamt unterdurchschnittlich und lag in den Monaten November und Januar bei jeweils ca. 125% der vieljährig beobachteten Durchschnittswerte der Reihe 1961/90, im Zeitraum Februar bis Mai bei 40% und für den Zeitraum Juni bis September entsprachen sie in etwa (mit im Mittel 104%) den langjährig beobachteten Niederschlagssummen.

Die Niederschlagsaufteilung zwischen Winter- und Sommerhalbjahr zeigte mit 46 zu 54% eine leichte Abweichung gegenüber der vieljährig beobachteten Niederschlagsverteilung (Winter 48,5%, Sommer 51,5%) zugunsten der warmen Jahreszeit.

Niederlande

In den Niederlanden endete das Jahr 2011 an dritter Stelle in der Reihe der wärmsten Jahre seit 1901. Die mittlere Jahrestemperatur an der Messstation De Bilt betrug 10,9 °C - bei einem langjährigen Mittelwert von 10,1 °C. In dieser Reihe befinden sich die Jahre 2006 und 2007 mit einer mittleren Temperatur von 11,2 °C an erster Stelle. Das Jahr 2011 war überdurchschnittlich sonnig und die Niederschlagsmengen lagen unter dem Mittelwert.

Der Winter zeigte sich in den Monaten Januar und Februar kaum. Beide Monate waren sehr mild. Der Frühling war extrem mild, was vor allem durch einen sehr warmen Monat April verursacht wurde. Dieser Monat endete, zusammen mit dem Monat April 2007, an erster Stelle in der Reihe der wärmsten Aprilmonate seit 1706. Nach dem warmen Frühling verlief der Sommer eher kühl. Während fast des gesamten Sommers lag die Temperatur im Bereich oder unter dem langjährigen Mittelwert. Insbesondere der Monat Juli war zu kalt. In diesem

Monat lag die mittlere Temperatur an der Messstelle De Bilt mit 15,9 °C zwei Grad unter dem langjährigen Mittelwert. Nach dem kühlen Sommer folgten ab September wieder milde Monate mit sommerlichen Tagen, wovon sogar einige noch zu Anfang des Monats Oktober auftraten.

Im Durchschnitt wurden in den Niederlanden 781 mm Niederschlag gemessen; im vieljährigen Durchschnitt sind es immerhin 847 mm. Kennzeichnend für das Jahr 2011 war der Wechsel von sehr trockenen und sehr nassen Perioden. Der Frühling war der trockenste des vergangenen Jahrhunderts. Insgesamt wurden nur 49 mm Niederschlag gemessen, normal wären 172 mm. Die geringe Niederschlagsmenge in Zusammenhang mit einer hohen Verdunstung durch das warme Frühlingswetter verursachte (ein für die Jahreszeit) historisch großes Niederschlagsdefizit (Niederschlag minus Verdunstung). Mit durchschnittlich 350 mm Niederschlag (der Normalwert liegt bei 225mm) war der Sommer dagegen wieder der nasseste seit mehr als hundert Jahren. Der November zeigte sich mit durchschnittlich 9 mm vor dem Hintergrund angesichts des langjährigen Mittels von 82 mm als außergewöhnlich trocken.

Mit durchschnittlich 1836 Sonnenstunden (vieljähriger Mittelwert: 1639 Stunden) war 2011 ein sonniges Jahr. Groß war der Gegensatz zwischen Frühling und Sommer. Der Frühling 2011 ist mit 713 Sonnenstunden als der sonnigste seit über einem Jahrhundert einzustufen, während der Sommer mit nur 528 Sonnenstunden der trübste der vergangenen 14 Jahren war.

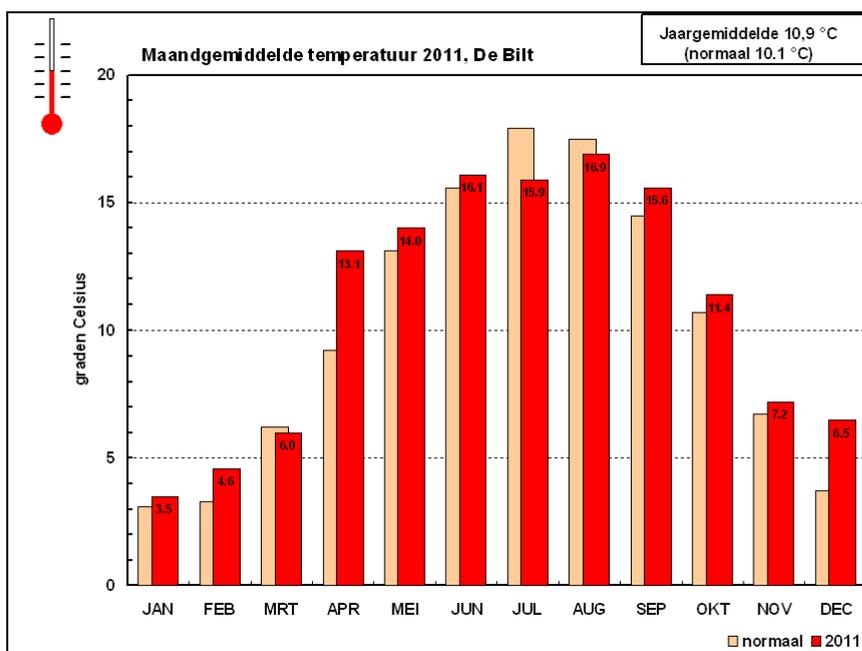


Abbildung 4: Monatsmittelwerte der Temperatur an der Station De Bilt / Niederlande 2011 im Vergleich zum vieljährigen Mittelwert (Quelle: KNMI).

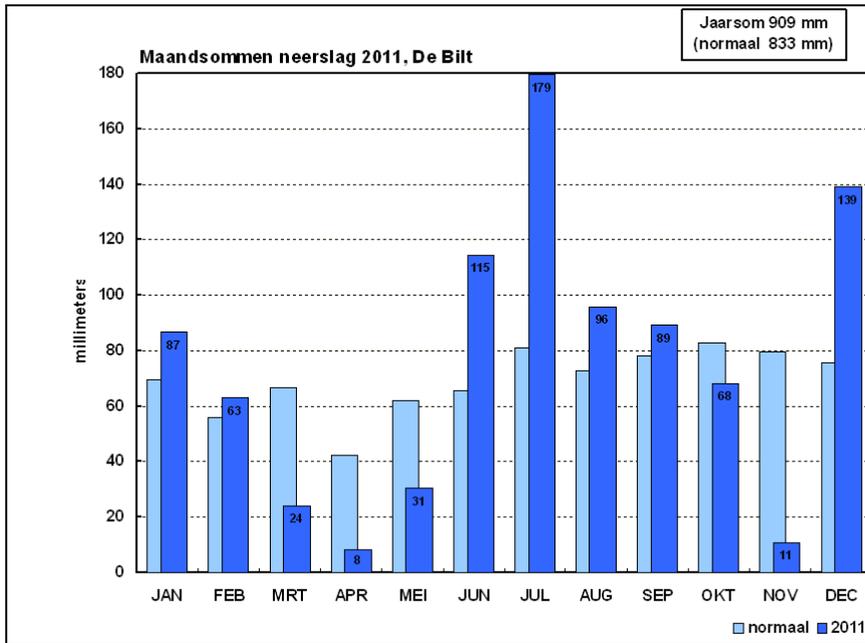


Abbildung 5: Monatssommen des Niederschlags an der Station De Bilt / Niederlande 2011 im Vergleich zum vieljährigen Mittelwert (Quelle: KNMI).

Hydrologische Situation im Rheingebiet im Jahre 2011

Wasserstände der großen Seen im Einzugsgebiet des Rheins

Am Bodensee lag der Wasserstand am Pegel Bregenz zu Jahresanfang bis zum 23. Februar über den jeweiligen langjährigen Tagesmittelwerten. Auf Grund der geringen Schneehöhen des Winters 2010/2011 und der damit verbundenen geringen Schneeschmelze in den Monaten März bis Juni blieb der Wasserstand dann bis 10. Oktober unter den jeweiligen Tagesmittelwerten der Beobachtungsreihe 1864-2010. Vom 13. bis 16. Juni wurden neue Tagesminima gemessen. Für ca. zwei Wochen im Oktober sowie an den letzten Tagen des Jahres erreichte der Wasserstand überdurchschnittliche Werte. Dazwischen bewirkte der trockene November unterdurchschnittliche Wasserstände (siehe Abbildung 6).

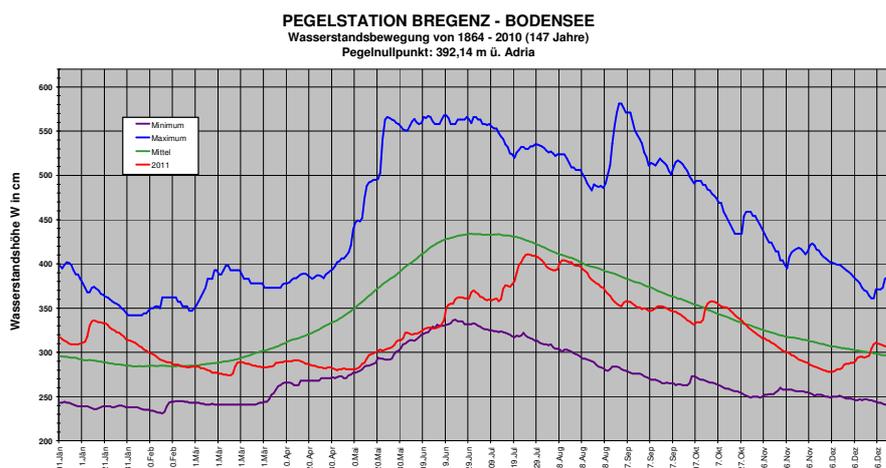


Abbildung 6: Pegelstation Bregenz/Bodensee. Wasserstandsbewegung des Jahres 2011 und Hauptwerte der Periode 1864 - 2008 (145 Jahre) - Pegelnulppunkt: 392,14 m ü. Adria.

Wasserstände und Abflüsse der Fließgewässer

Österreich

Die Abflüsse der wichtigsten Zubringer zum Bodensee lagen 2011 unter den langjährigen Durchschnittswerten.

- an der Bregenzerach bei 87 % (MQ 2011 = 40,9 m³/s, langjähriges MQ = 46,4 m³/s);
- am Alpenrhein bei 85 % (MQ 2011 = 195 m³/s, langjähriges MQ = 230 m³/s);

Schweiz

Infolge der geringen Niederschlagsmengen, vor allem in der westlichen Schweiz, zeigte das schweizerische Rheingebiet insgesamt einen unterdurchschnittlichen Jahresabfluss (knapp 80% des langjährigen Mittelwertes). Die Abflussmengen des Rheins bei Basel blieben abgesehen vom Januar und Dezember, sowie von Spitzen nach starken Regenereignissen über das ganze Jahr hinweg unter den Normalwerten. Dieselbe Aussage kann auch für die Aare bei Brugg, die Reuss bei Mellingen und die Limmat bei Baden gemacht werden. Insbesondere in Teileinzugsgebieten des Flussgebietes der Aare lagen die Jahresabflüsse deutlich unter den langjährig beobachteten Werten. In den Einzugsgebieten der Saane, Areuse und Dünnern wurde nur rund die Hälfte des normalen Jahresabflusses beobachtet.

Die außergewöhnliche Frühlingstrockenheit ist auf die besonders milden und extrem niederschlagsarmen ersten vier Monate zurückzuführen. Eine weitere Ursache war die relativ dünne Schneedecke im Winter, die zu wenig Schmelzwasser brachte. Die Wasserstände und Abflüsse des Frühlings entsprachen Werten, die etwa alle 2 bis 5 Jahre vorkommen, lokal auch seltener.

Außergewöhnlich niedrige Abflüsse wurden vor allem in der Westschweiz und im Mittelland verzeichnet. In mehreren Einzugsgebieten der Aare wurden zwischen Februar und Mai nicht einmal ein Drittel der sonst üblichen monatlichen Abflussmengen erreicht. Der Abfluss im Rhein zum Beispiel bei Rheinfelden machte von Februar bis Ende Mai vielfach nur rund die Hälfte der Normalwerte aus.

Bei den Jurarandseen wurden bereits Ende März und beim Walensee im Mai neue saisonale Tiefstwerte verzeichnet. Während mehrerer Tage im Juni erreichten auch die Wasserstände des Zürichsees und des Bodensees für die Jahreszeit historische Tiefstwerte. Während die Seepegel Ende Juni sehr tief lagen, führten die ersten Sommergewitter mit ihren teilweise hohen Niederschlagsintensitäten zu Hochwassern in den Fliessgewässern. Ende Juni wurde an der Sihl ein 5- bis 10-jährliches, an der Lorze und der Engelberger Aa sogar ein 10- bis 20-jährliches Hochwasser gemessen.

Durch die wechselhafte und eher nasse Witterung während den Sommermonaten stiegen die Wasserstände und Abflüsse an, doch sie blieben verbreitet leicht unterdurchschnittlich. In den Einzugsgebieten der Thur, Töss und Glatt wurden überdurchschnittliche Juli-Abflüsse registriert.

Im Oktober sind die überdurchschnittlichen Monatsabflüsse der meisten Teileinzugsgebiete des Rheins auf das Ereignis vom 10. Oktober 2011 zurückzuführen. Starkniederschläge und eine intensive Schneeschmelze verursachten vor allem im Berner Oberland, im Wallis und in Teilen der Zentralschweiz Hochwasser, wobei an verschiedenen Messstationen für den Oktober neue Höchstwerte registriert wurden. An der Kander bei Hondrich beispielsweise wurde eine Abflussspitze von $265 \text{ m}^3/\text{s}$ gemessen, was einem über 100-jährlichen Ereignis entspricht. Der Rhein bei Basel erreichte am 11. Oktober mit $1665 \text{ m}^3/\text{s}$ das dritt größte Tagesmittel im Jahr 2011.

Eine zweite Trockenperiode ereignete sich auf der Alpennordseite im November. In Zürich fiel nur 0.1 mm Niederschlag und in Engelberg, Davos und auf dem Säntis gar keiner. Diese Rekord-Trockenheit im Norden hatte erneut sehr tiefe Wasserstände und Abflüsse zur Folge. Die Abflüsse der Einzugsgebiete der Thur, Töss, Reuss, Limmat und teilweise auch der Aare betragen ungefähr die Hälfte der langjährigen Monatsmittel.

Das Jahr 2011 endete mit überdurchschnittlichen Wasserständen und Abflüssen aufgrund des Schmelzwassers des vielen Schnees, der ab Mitte Dezember bis in die Niederungen gelangte. Im Dezember lagen die mittleren Monatsabflüsse in den meisten schweizerischen Teileinzugsgebieten des Rheins über dem Durchschnitt.

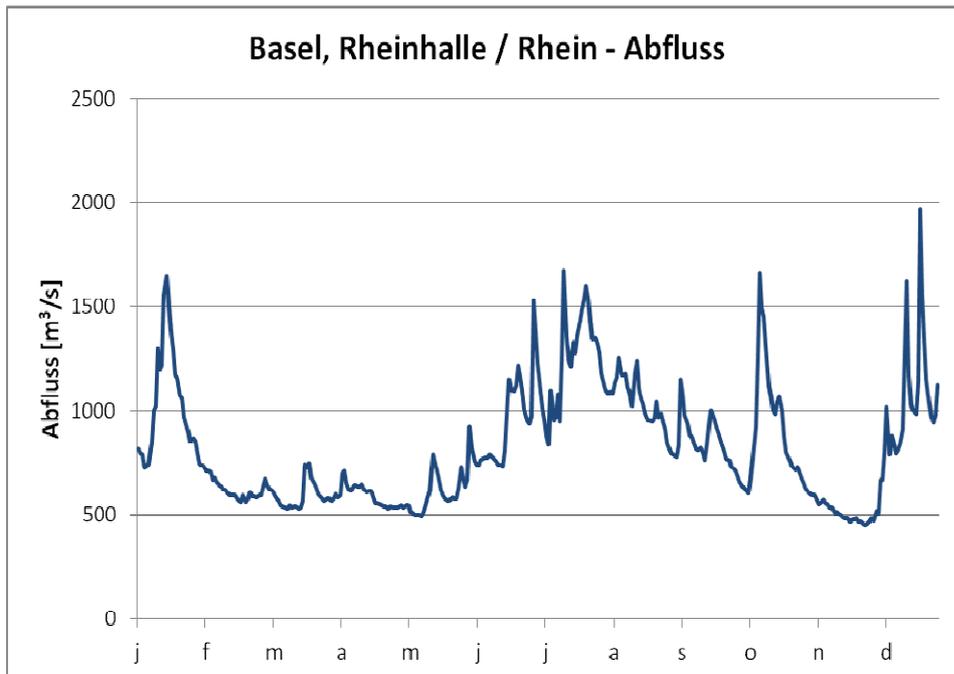


Abbildung 7: Abflussganglinie am Pegel Basel, Rheinhalle / Rhein im Jahr 2011 (provisorische Daten)

Deutschland

Der Abflussgang des hydrologischen Jahres 2011 war am Rhein und seinen großen Nebenflüssen durch mehrere Extreme geprägt: Einem teils bedeutenden Hochwasser im Januar und zwei Niedrigwasserereignissen im Frühjahr und im Herbst, die sich regional auch zu einer zusammenhängenden Defizitsituation vereinigten (Beispiele Cochem und Köln, wo die mittleren Abflüsse (MQ) seit Februar unterschritten blieben - vg. Abb. 11 und 12).

Das Abflussgeschehen im November verlief vor dem Hintergrund von zunächst milden und niederschlagsreichen Wetterlagen, was an allen Pegeln zu leicht erhöhten Wasserständen führte. Mit Dezemberbeginn fielen die Temperaturen und weitere Niederschläge gingen häufig als Schnee nieder. Eine zyklonale Warmfront sorgte im Einzugsgebiet des Oberrhein und Neckar sowohl zu abschmelzender Schneedecke als auch zu hohen Niederschlagssummen und in deren Folge zu einer ersten Hochwasserwelle. Diese brachte im Oberrhein allerdings keine extremen Scheitelhöhen und blieb z.B. am Pegel Worms mit 3440 m³/s am 10.12.2010 um 40 m³/s unter dem MHQ von 3480m³/s.

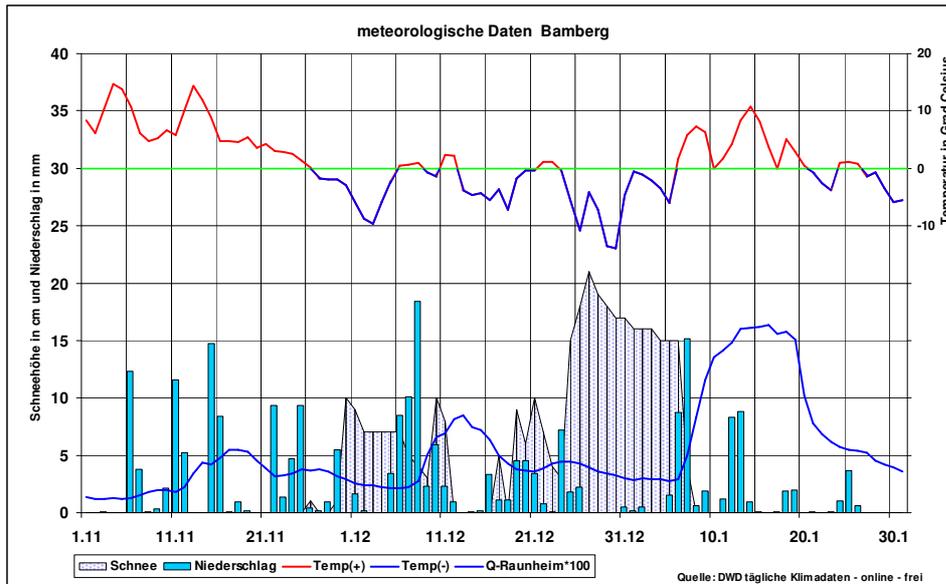


Abbildung 8: Ausgewählte meteorologische Daten der Messstation Bamberg und Abflussgang am Pegel Raunheim/Main (DWD tgl. Klimadaten – online- frei)

Ungewöhnlich zu der Jahreszeit, ungewöhnlich in der Ausbreitung: Der Januar 2011 brachte, begünstigt durch die extremen Witterungsverhältnisse des vorangegangenen Dezembers, ein außerordentliches Hochwasserereignis im Rheingebiet, das in besonderer Weise den Main betraf. Das letztendlich auslösende Witterungsereignis setzte zum Ende der ersten Januarwoche mit massivem Tauwetter und gleichzeitig hohem Niederschlagsangebot ein (vgl. Abb. 8: Beispiel Bamberg/Main). Die bis Mitte des Monats andauernden Niederschläge führten zu einem kompletten Abtauen der Schneedecken und zeitigten am Rhein und allen Nebenflüssen ein beachtliches Hochwasser. Die bei den statistischen Betrachtungen ermittelten Wiederkehrzeiten der Hochwasserscheitel lagen zwischen 2 und 45 Jahren (Tabelle 1).

Tabelle 1: Statistische Einordnung des Januarhochwassers 2011 im deutschen Rheingebiet

Fluss	Pegel	W [cm]	Q [m ³ /s]	Datum	Wiederkehrintervall [in Jahren]	Abflusssumme Nov-Jan [in % des AJ 2011]
Rhein (Oberrhein)	Maxau	736	2680	14. Jan	<2	33,5
Neckar	Rockenau	727	1460	14. Jan	4	55,8
Main	Raunheim	497	1660	16. Jan	21	52
Rhein (Mittelrhein)	Kaub	688	5570	16. Jan	6	40,3
Lahn	Kalkofen	737	566	10. Jan	8	58,4
Mosel	Cochem	807	2650	08. Jan	4	68,2
Rhein (Niederrhein)	Köln	890	7780	10. Jan	5	44,4

Wertet man die Abflusssummen der jeweils ausgesuchten Pegel an den Zuflüssen aus, stellt man fest, dass insbesondere an Neckar und Lahn in den ersten 3 Monaten des Abflussjahres nahezu 70% der Jahresabflusssumme zu verzeichnen waren; an der Mosel floss sogar mehr als 75% der Jahressumme in der Zeit von November bis Januar ab. An den Rheinpegeln lagen diese Werte mit 40% in Maxau und etwa 50 % in Kaub und Köln deutlich niedriger.

Bei der Betrachtung des Verlaufes der Jahresabflussganglinien der ausgewählten Pegel zeigen sich im Verlauf des ersten Quartals vier ausgeprägte Spitzen. Die dann einsetzende Niedrigwasserperiode führte an vereinzelt Pegeln schon im Februar zu einem Unterschreiten der monatlichen mittleren Niedrigabflüsse (mMNQ). In den folgenden Monaten bis Ende Juni wurden diese Werte nur noch tageweise überschritten. Ab Juli pendelten die Abflüsse in der Größenordnung zwischen mMQ und mMNQ.

Die Anzahl der Tage der Unterschreitung der vieljährigen monatlichen Niedrigwassermittel (mMNQ) war besonders markant in dem Zeitraum von März bis Juni. Hier wurden die mMNQ an Rhein, Mosel und Lahn nur an 4 bis maximal 12 Tagen überschritten, am Pegel Raunheim/Neckar waren es 23 Tage, lediglich für Raunheim lag der Überschreitungszeitraum bei immerhin 53 Tagen. Am Pegel Maxau war MNQ im Winter an 74 Tagen und im Sommer an 101 Tagen unterschritten. An den Pegeln Kaub und Köln war das Verhältnis mit 56 zu 93 Tagen, bzw. 62 zu 107 Tagen ähnlich, wobei die Anzahl der Unterschreitungstage im Sommer ein deutliches Übergewicht darstellt.

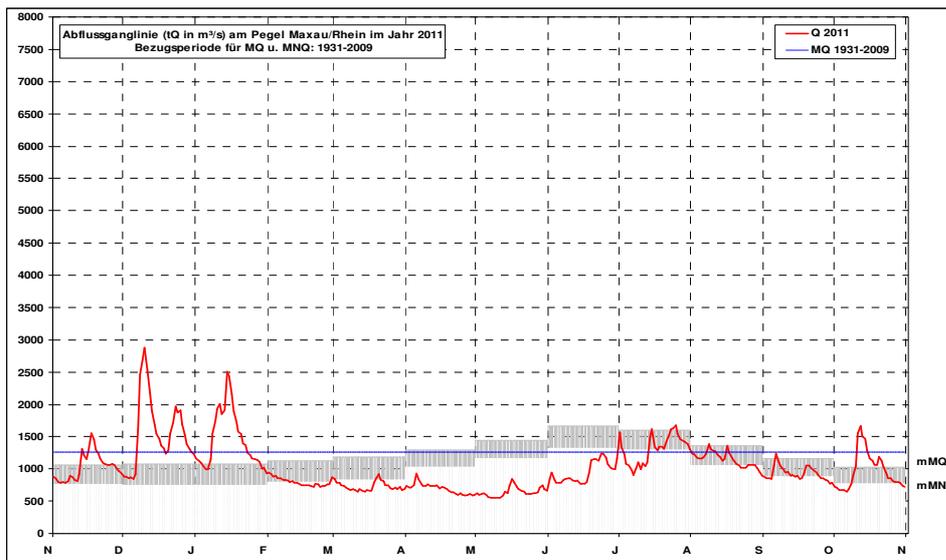


Abbildung 9: Abflussganglinie (tQ) am Pegel Maxau (Rhein) im Jahre 2011 in m³/s (Bezugsperiode für MQ, mMQ und mMNQ: Zeitraum 1931-2009)

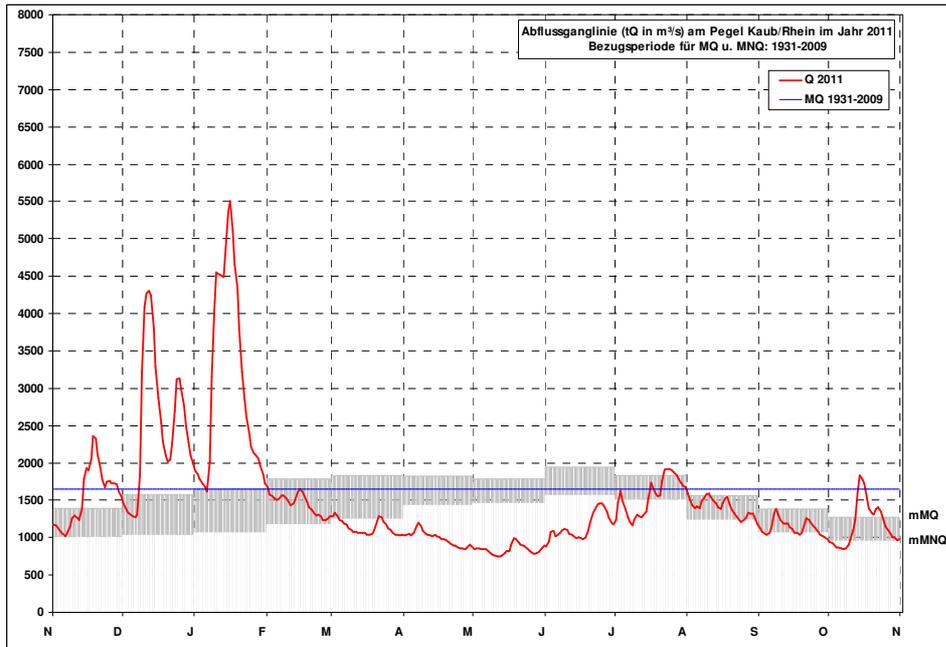


Abbildung 10: Abflussganglinie (tQ) am Pegel Kaub (Rhein) im Jahre 2011 in m³/s (Bezugsperiode für MQ, mMQ und mMNQ: Zeitraum 1931-2009)

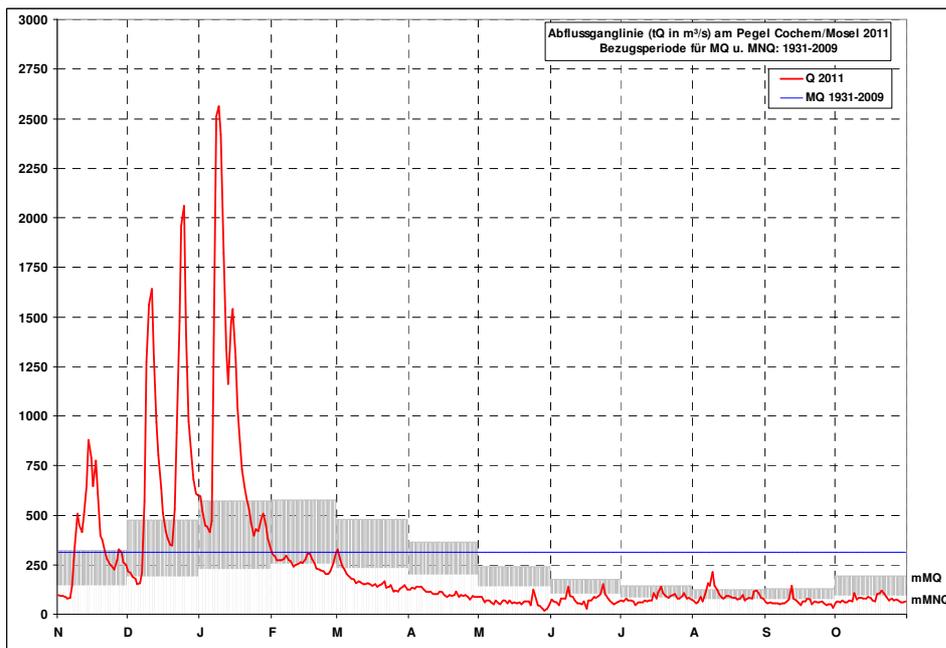


Abbildung 11: Abflussganglinie (tQ) am Pegel Cochem (Mosel) im Jahre 2011 in m³/s (Bezugsperiode für MQ, mMQ und mMNQ: Zeitraum 1931-2009)

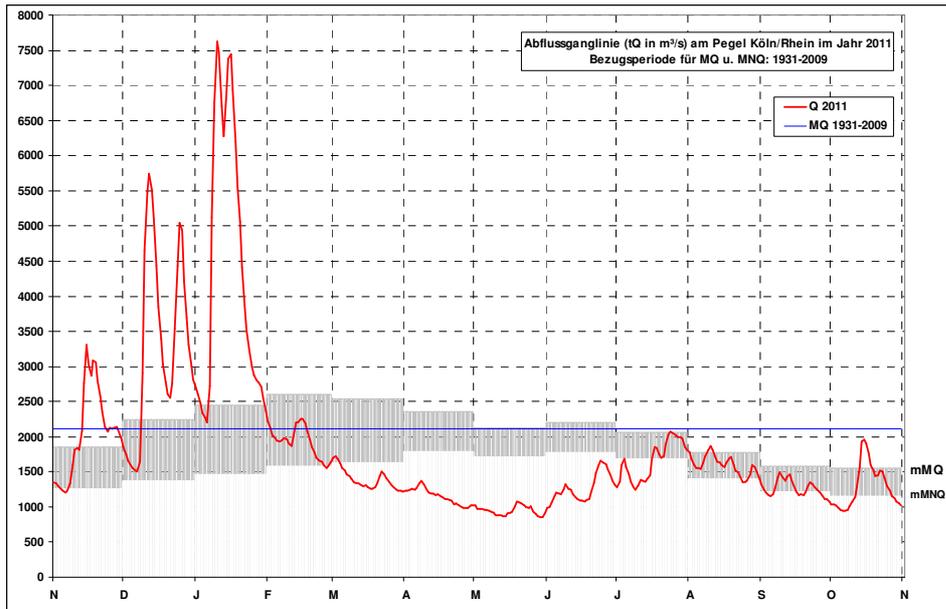


Abbildung 12: Abflussganglinie (tQ) am Pegel Köln (Rhein) im Jahre 2011 in m³/s (Bezugsperiode für MQ, mMQ und mMNQ: Zeitraum 1931-2009)

Der Jahresabfluss entsprach an Oberrhein, Mosel und Lahn ca. 80 % der vieljährig beobachteten Jahresmittel, an Mittel- und Niederrhein in etwa 90 %. Für den Neckar wurde ein Jahresmittelabfluss mit 99% entsprechend dem vieljährigen Durchschnitt verzeichnet, lediglich der Main lag mit 116 % deutlich im Plus.

Aufgrund des, wie aus den vorhergehenden Grafiken ersichtlich, außergewöhnlichen Abflussgeschehens lag der Anteil der Winter-MQ im Verhältnis zu den Sommer-MQ erheblich höher. Am Oberrhein wurde entgegen der üblichen Aufteilung der Winter- zu Sommer-MQ (1131 zu 1374 m³/s der langen Reihe) mit 1050 zu 990m³/s ein Übergewicht zugunsten des Winter-MQ ermittelt. Im weiteren Verlauf zeigte Kaub ein Verhältnis von 1800 zu 1210 m³/s, in Köln war das Verhältnis mit 2380 zu 1340 noch deutlicher auf Seiten der Winter-MQ.

Wassertemperaturen

Das Jahresmittel der Wassertemperatur des Bodensees lag mit 13,1°C um 1,3°C über dem langjährigen Mittelwert von 11,8 °C. Anfang April und an einzelnen Tagen im Mai und September wurden teilweise neue Rekordwerte für einzelne Kalendertage gemessen. Von Mitte März bis Ende Juni und ab Anfang August bis Jahresende war die Wassertemperatur bis auf wenige Tage deutlich höher als die durchschnittliche Wassertemperatur des jeweiligen Kalendertages.

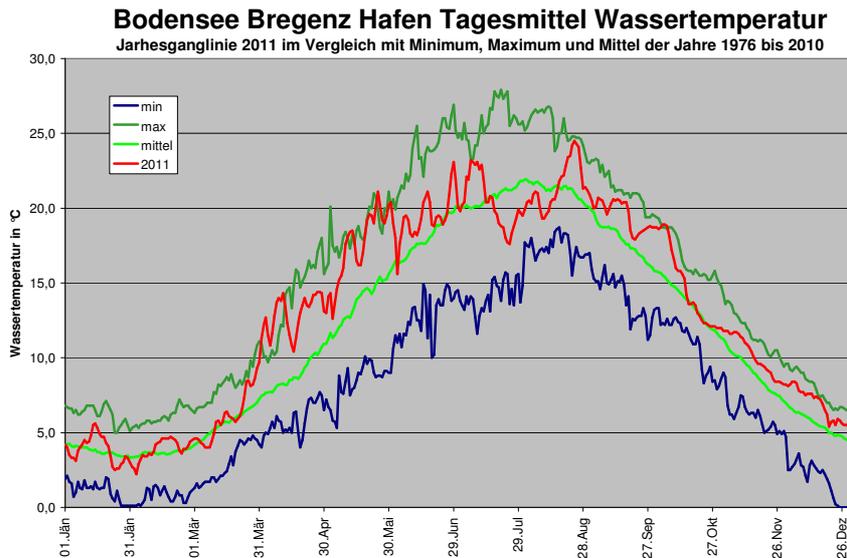


Abbildung 13: Wassertemperaturen 2011 des Bodensees beim Pegel Bregenz im langjährigen Vergleich

Für den November und Dezember liegen die Monatsmittel für Kaub um 1,2 °C in Köln um 0,5 °C unter vieljährig (1996-2010) errechneten Jahresmitteln. Ab Mitte Januar bis Ende Juni liegen die Mittel um 2,5 °C (Kaub) bzw. 2,0 °C über den Mittelwerten der langen Reihe. Ursache hierfür ist die von Februar bis Ende Juni herrschende Niedrigwassersituation. Markant zeigt sich der Verlauf im Juli, die Lufttemperaturen im Rheineinzugsgebiet lagen im Mittel nach Aussage des DWD um ca. 1,5 °C unter den langjährig beobachteten Mittelwerten der Reihe 1961/90, die gemittelten Abweichungen für den Monat Juli betragen in Kaub - 2,2 °C, in Köln sogar -4,3 °C.

Die für den Beobachtungszeitraum verzeichneten Jahresmittel liegen mit 14,2 °C an der Messstelle Kaub um 1,2 °C über den vieljährig (1996-2010) errechneten Jahresmitteln, am Pegel Köln mit 13,9 °C jedoch um 0,6°C höher.

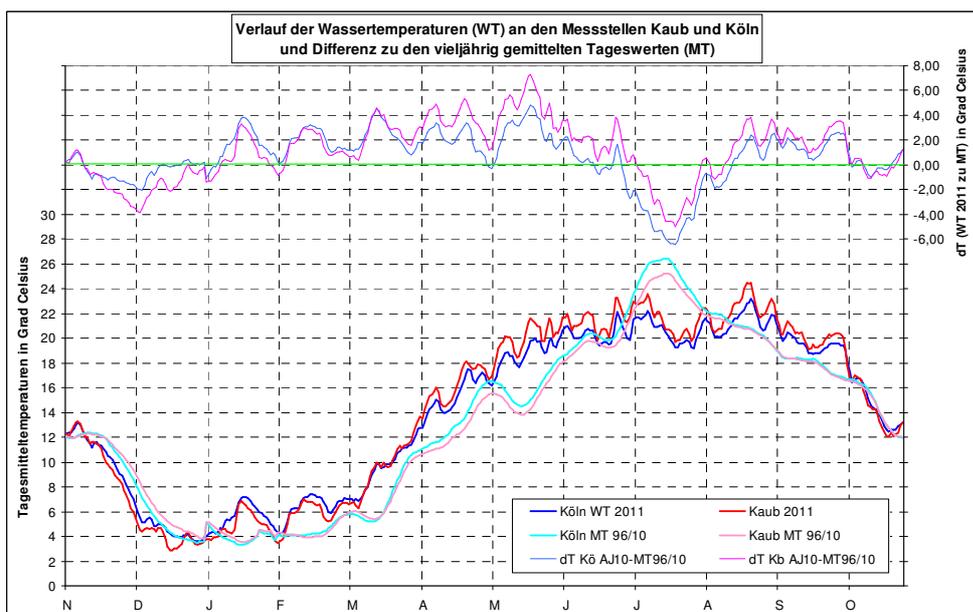


Abbildung 14: Wassertemperaturen im Vergleich zu den vieljährigen Mittelwerten

Am Pegel Lobith lag der Mittelwert der Wassertemperatur mit 14,4 °C etwa 1,5 °C über den vieljährigen (1961-2011) errechneten Jahresmittelwert.

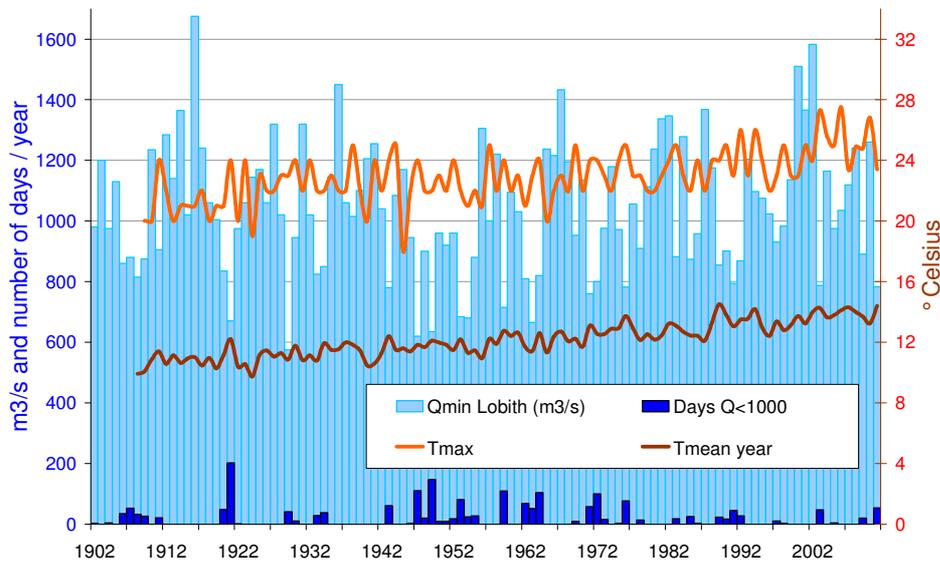


Abbildung 15: Mittlere und maximale Wassertemperaturen am Pegel Lobith/Rhein

Grundwasser

Die unterdurchschnittliche Schneemenge des Winters 2010/2011 und die unterdurchschnittlichen Niederschläge des Jahres 2011 wirkten sich in österreichischen Teil des Rheingebietes in überdurchschnittlich fallende Grundwasserstände im Frühjahr und Herbst aus. Bei einigen Messstellen wurden für den Zeitraum November und Anfang Dezember neue Minima für diese Kalendertage gemessen.

In der Schweiz prägte eine außergewöhnlich lang anhaltende Trockenheit von Januar bis November das Jahr 2011. Ausgehend von normalen Grundwasserständen zu Beginn des Jahres sanken die Grundwasserstände infolge des Niederschlagsdefizites im Einzugsgebiet des Rheins seit Jahresbeginn stark ab. Die Grundwasserstände und Quellschüttungen waren im Vergleich zum Hitzesommer 2003 im Mai und Juni 2011 bedeutend tiefer, da sie in 2003 von einem höheren Ausgangsniveau im Winter ausgingen.

In den kleinen Flusstälern des Jura, des Mittellandes und des Alpenvorlandes lagen die Grundwasserstände im Mai und Juni 2011 im Vergleich zu den langjährigen Frühjahrsgroundwasserständen außergewöhnlich tief. In den Tälern der großen Alpenflüsse (Aare, Reuss, Rhein) waren die Grundwasserstände infolge des Niederschlagsdefizites und der geringen Schneeschmelze ebenfalls tief. Einen sehr starken Rückgang der Schüttung verzeichneten im Jahresverlauf Karstquellen im Jura und Lockergesteinsquellen im Mittelland, die aus oberflächennahen Grundwasservorkommen gespeist werden. Die Kluftquellen reagierten im Allgemeinen weniger stark auf die Trockenheit.

Verlauf und Eigenschaften der Schwebstoffkonzentrationen im deutschen Teil des Rheins im Jahr 2011

Um einen Überblick über die Schwebstofffrachten zu erhalten wurden die Daten der Messstellen Maxau (für den Oberrhein) und Weißenthurm (für den Bereich unterhalb der größten Zuflüsse) ausgewertet, vgl. hierzu auch Abb. 16a und 16b.

In Maxau betrug die jährliche Schwebstofffracht mit 0,453 Mio. t und entsprach somit etwa 36% des langjährigen Mittels (Bezugsperiode 1965-2007). In Weißenthurm wurden mit 2,034 Mio. t vergleichsweise 66% des Mittels errechnet. Während in Maxau im Dezember mit einer gesamten Fracht von 0,15 Mio. t einen Anteil von 33 % an der gesamten Jahresfracht ermittelt wurden, lag die Summe der Schwebstofffracht an der Messstelle Weißenthurm im Zeitraum von Nov. – Dez. mit 1,62 Mio. t bei ca. 80 % der gesamten Jahresfracht, der höchste Monatswert ergab sich (hochwasserbedingt) im Januar mit ca. 0,8 Mio. t.

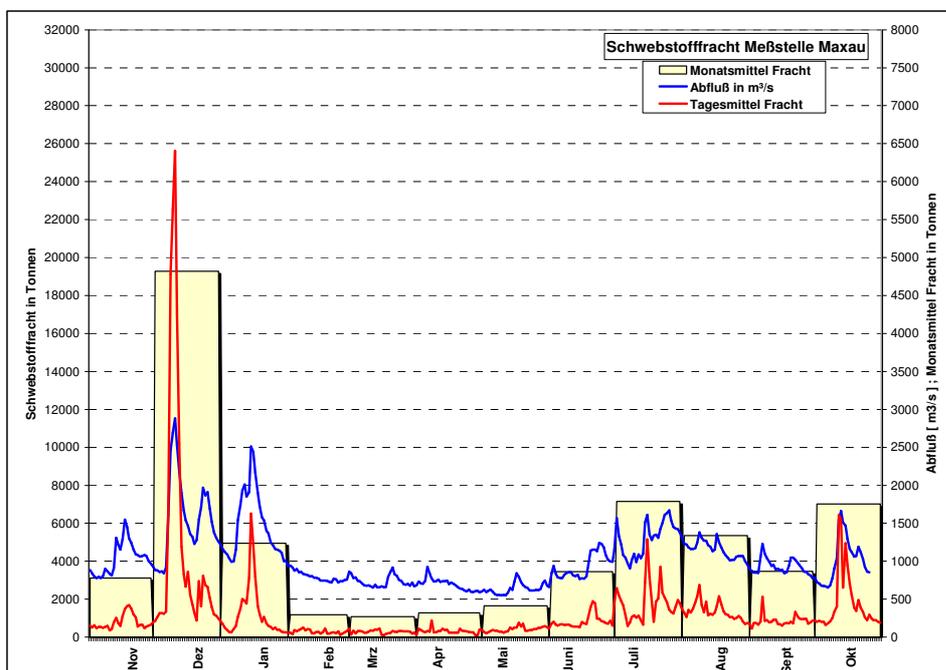


Abbildung 16a: Schwebstoffmessstelle Maxau, Rhein-km. 362,3

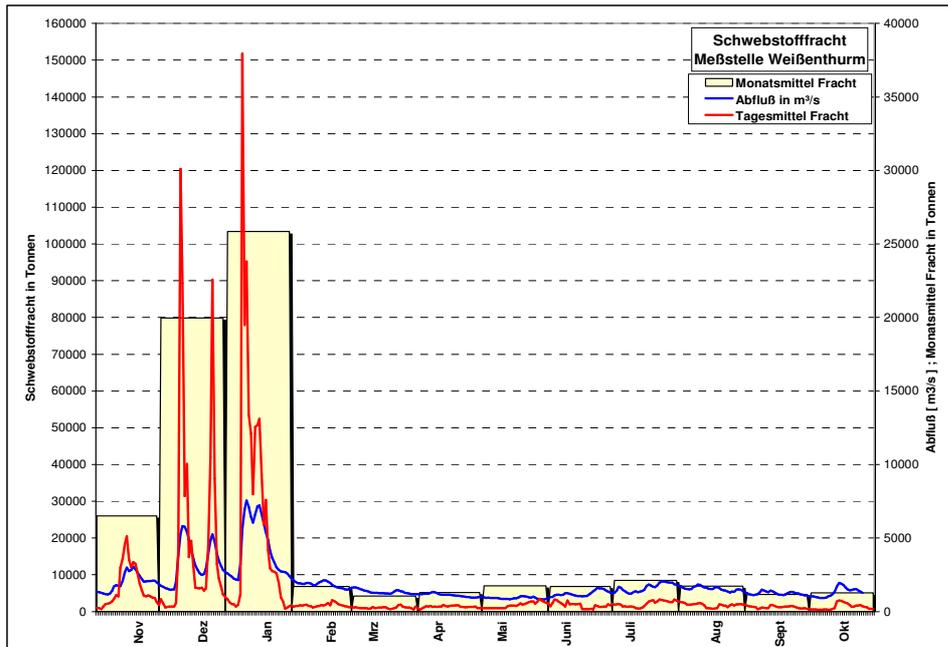


Abbildung 16b: Schwebstoffmessstelle Weißenthurm, Rhein-km. 608,2

2. Aktivitäten der Internationalen Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR) im Jahre 2011

Die KHR hat im Jahre 2011 zweimal getagt, am 16. und 17. März in Hohenems (Österreich) und am 14. und 15. November in Weggis (Schweiz).

Änderungen innerhalb der KHR

Die Vertreterin Luxemburgs, Frau Bastian, hat sich in der Frühjahrssitzung wegen Mutterschaftsurlaub vorübergehend von der KHR verabschiedet. Luxemburg wurde in der Herbstsitzung von ihrem Kollege Herrn Schoder vertreten.

Auf Bitten des heutigen Präsidenten der KHR, Herr Spreafico, hat das Sekretariat vorgeschlagen, dass die ständigen Vertreter der KHR die Übergabe der Präsidentschaft der Kommission von Herrn Prof. Dr. Manfred Spreafico an Herrn Prof. Dr. Hans Moser, zu Beginn der 69. Sitzung der KHR zustimmen. Die ständigen Vertreter haben diesem Vorschlag zugestimmt, so dass Herr Spreafico sich im Juni 2012 nach 22 Jahren von der KHR verabschieden wird.

Aktivitäten in den KHR-Projekten

Änderungen im Abflussregime

Die Bearbeitung eines gemeinsamen Artikels über die Projekte ‚Änderungen im Abflussregime‘ und ‚RheinBlick2050‘ wurde dem luxemburgischen Forschungsinstitut Gabriel Lippmann im Auftrag gegeben.

RheinBlick2050

Zwei Zeitschriftartikel über das Projekt sind in Bearbeitung, weitere Artikel sind geplant. Die Projektergebnisse wurden auf der ‚World Climate Research Program Open Science Conference‘ in Denver vorgestellt.

Es gibt die Möglichkeit, den RheinBlick2050-Schlussbericht in dem nächsten IPCC-report zitieren zu lassen.

HYMOG

Die erste Phase des Projektes, in der konsistente Datenreihen für den Rhein vom Bodensee bis Lobith erstellt wurden, wurde mit einem Bericht abgeschlossen. Der Bericht wird mit einem Begleitschreiben an die mitarbeitenden Institutionen versandt. In dem Schreiben werden die Institutionen darüber informiert, dass die HYMOG-Daten von der KHR auf Anfrage für wissenschaftliche Zwecke zur Verfügung gestellt werden.

Es wurde beschlossen, dass es keine zweite Phase des HYMOG-Projektes geben wird. Es wurde eine Alternative in Form eines hydrologischen Forums vorgeschlagen. In einem solchen Forum sollen sich Modellierer von staatlichen Ämtern, Universitäten und privaten Betrieben aus dem Rheingebiet zu einer fachlichen Diskussion und ggf. für den Anstoß von gemeinsamen Projekten treffen. Dieser Vorschlag soll von Deltares weiter ausgearbeitet werden.

Beitrag Schnee- und Gletscherschmelze zu den Rheinabflüssen

Die Finanzierung des Projektes wurde sichergestellt. Das Projekt wird von der Schweiz, Österreich, Deutschland und den Niederlanden gemeinsam finanziert.

Die ad-hoc Steuerungsgruppe hat zuerst über die Rahmenbedingungen, gemeinsame Interessen und Verknüpfung zu laufenden Arbeiten gesprochen und anschließend die Vergabe des Projektes vorbereitet. Dazu wurde mit einer Vorklärung des Marktes angefangen. Es sind

ausgewählte Institutionen eingeladen, eine Interessensbekundung für die Durchführung des Projektes abzugeben. Die Ausschreibung wird 2012 erfolgen.

Künftige Aktivitäten

Es liegt ein Vorschlag für eine Niedrigwasserszenario-Studie vor. Die niederländischen Vertreter in der KHR werden diesen Vorschlag weiter ausarbeiten.

Anfang 2011 hat eine ausführliche Diskussion über die künftigen Aktivitäten der KHR und über die Art und Weise in der diese Aktivitäten durchgeführt werden sollten, stattgefunden. Als wichtigste Themen für die nächsten Jahre betrachtet die KHR die Bereiche 'Vorhersagen' und 'Modelle'. Eine Vorbereitungsgruppe hat vorgeschlagen, einen Vergleich verschiedener hydrologischer Modelle für verschiedene Gebiete und verschiedene Verhältnisse durchzuführen. Dies hat zu dem Workshop im September 2011 in Koblenz geführt..

Das Regulierungspotential des Bodensees, insbesondere bei Niedrigwasser, wurde als ein mögliches künftiges Forschungsthema für die KHR genannt.

Zum Thema 'Klimaänderungen' hat die Vorbereitungsgruppe darüber diskutiert, ob die KHR sich mit der Entwicklung einer abgestimmten Adaptationsstrategie befassen sollte.

Es hat Gespräche gegeben zwischen WMO und KHR und IKSR und KHR über eine Verbesserung der Zusammenarbeit.

Konferenzen und Workshops

Im September 2011 haben WMO, IHP und KHR zusammen den Workshop 'Intercomparison of Flood Forecasting Models' organisiert. Von verschiedenen operationellen Diensten aus der ganzen Welt sind 15 Modelle vorgestellt. Es wurden Themen wie Datenassimilierung, Bestimmung von Unsicherheiten und Fehlerkorrektur behandelt. Die Modelle sind anschließend in einer Matrix geordnet, der als Eingabe für einen Synthesebericht zur Unterstützung von hydrologischen Diensten bei der Auswahl eines geeigneten Modellsystems.