

Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR)

Jahresbericht der KHR 2022

Redaktion: Roel Burgers – Rijkswaterstaat, VWM, Lelystad



Foto Titelseite: Mündung Hinter- Vorderrhein
Foto von: Roy Frings, Rijkswaterstaat



Textbeiträge:

Bundesamt für Umwelt, Abteilung Hydrologie, Bern MeteoSchweiz, Zürich

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

Geographisches Institut der Universität Fribourg

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

Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

Deutscher Wetterdienst, Offenbach

Amt der Vorarlberger Landesregierung, Bregenz

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien

Rijkswaterstaat, Verkeer und Water Management, Lelystad

Königliches Niederländisches Meteorologisches Institut, De Bilt

Sekretariat der KHR

Postfach 2232

3500 GE Utrecht

Niederlande

Email: info@chr-khr.org

Website: www.chr-khr.org

Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes International Commission for the Hydrology of the Rhine Basin

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

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

Inhaltsangabe

1. Hydrologische Übersicht für das Rheineinzugsgebiet	7
1.1 Meteorologische Charakteristik	7
1.1.1 Österreich	7
1.1.2 Meteorologische Charakteristik für das österreichische Rheingebiet.	11
1.1.3 Schweiz	12
1.1.4 Deutschland	14
1.1.5 Niederlande.....	18
1.2 Schnee und Gletscher	20
1.2.1 Schnee	20
1.2.2 Gletscher	21
1.3 Hydrologische Situation im Rheingebiet 2022	22
1.3.1 Wasserstände der großen Seen im Einzugsgebiet des Rheins	22
1.3.1.1 Österreich	22
1.3.1.2 Schweiz	22
1.3.2 Wasserstände und Abflüsse der Fließgewässer	23
1.3.2.1 Österreich	23
1.3.2.2 Schweiz	24
1.3.2.3 Deutschland	25
1.3.2.4 Niederlande.....	28
1.3.3 Wassertemperaturen.....	29
1.3.3.1 Österreich	29
1.3.3.2 Schweiz	30
1.3.3.3 Niederlande.....	30
1.3.4 Grundwasser	31
1.3.4.1 Österreich	31
1.3.4.2 Schweiz	33
1.3.5 Schwebstoffe.....	33
1.3.5.1 Österreich	33
2. Aktivitäten der internationalen Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR) im Jahr 2022	35

1. Hydrologische Übersicht für das Rheineinzugsgebiet

1.1 Meteorologische Charakteristik

1.1.1 Österreich

Quelle: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG)

Temperatur

Im Jahr 2022 überwogen wie schon in den Vorjahren die Phasen mit ungewöhnlich hohen Temperaturen und es gab nur wenige deutlich zu kalte Abschnitte. Vor allem wenn man das Jahr 2022 mit dem Klimamittel 1961-1990, das noch nicht so stark von der Klimaerwärmung betroffen war, vergleicht, tritt dieser Umstand deutlich hervor. Mehrere Monate verliefen extrem warm und insgesamt erreichten fünf Monate Platzierungen unter den Top 10. Dazu gehören Mai (Platz 7), Juni (5), Juli (8), August (6) und Oktober (1). Die Anomalien dieser genannten Monate lagen im Bereich von +3,0 °C bis +4,2 °C zum Mittel 1961-1990 bzw. von +1,2 °C bis +2,8 °C zum Mittel 1991-2020. Jänner, Februar und November waren mit den Plätzen 24, 14 bzw. 19 ebenfalls ungewöhnlich warm. April und September lagen im Mittelfeld der zweieinhalb Jahrhunderte langen österreichischen Temperaturzeitreihe.

Mit der Fülle an warmen bis sehr warmen Monaten war 2022 insgesamt deutlich wärmer als die meisten Jahre der vergangenen 255 Jahre. Die Temperaturabweichung zum Mittel 1991-2020 beträgt +1,0 °C und zum Mittel 1961-1990 +2,3 °C. Damit belegt das Jahr 2022, gemeinsam mit 2019, den dritten Platz hinter den Jahren 2018 (+1,3 °C) und 2014 (+1,1 °C). Auf den Bergen war es gemeinsam mit 2015 das zweitwärmste Jahr. Die Temperaturabweichung betrug in den Gipfelregionen +1,0 °C und war damit nur etwas geringer wie wärmsten Jahr 2020.

Die größten Anomalien zum klimatologischen Mittel traten in Vorarlberg und Nordtirol sowie in Teilen des Innviertels auf. In diesen Regionen war 2022 gegenüber dem klimatologischen Mittel 1991-2020 um 1,3 bis 1,6 °C zu warm. In allen anderen Landesteilen lagen die Temperaturabweichungen zwischen 0,7 und 1,3 °C

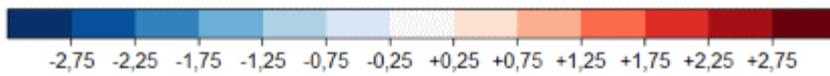
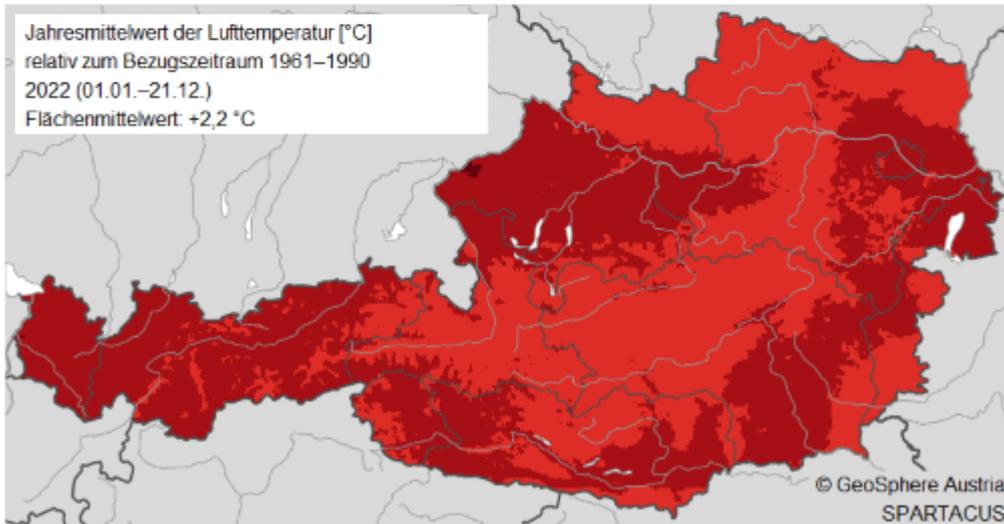
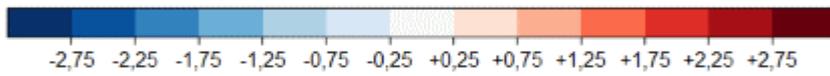
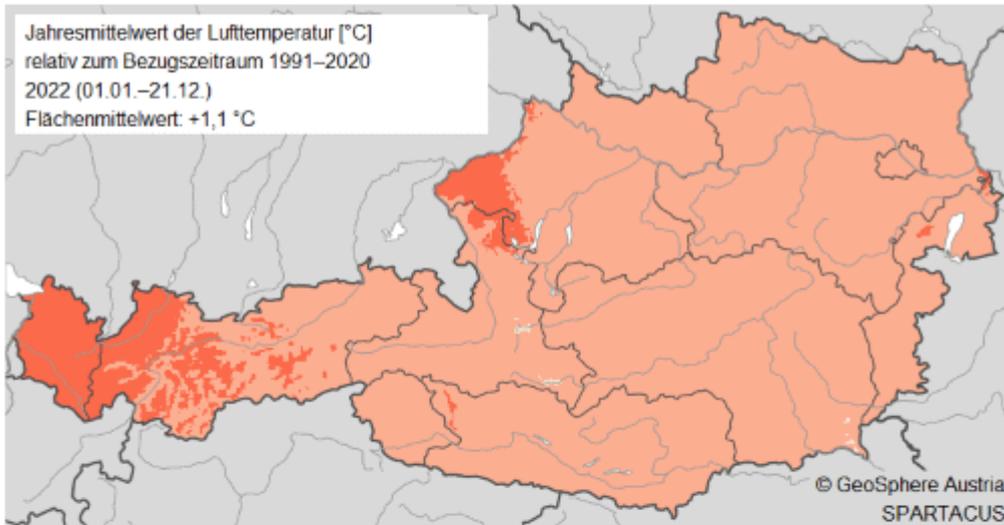


Abbildung 1: Temperatur in Österreich im Jahre 2022. Bild unten im Vergleich zum Mittel 1961-1990, Bild oben im Vergleich zum Mittel 1991-2020. Quelle ZAMG

Niederschlag

In Österreich gab es im Jahr 2022 kaum ein Monat oder eine Region, in dem bzw. in der die Niederschlagsmengen das klimatologische Mittel erreichten oder dieses sogar übertrafen. Im Südosten des Landes (Unterkärnten, West-, Südost und Oststeiermark und Burgenland) gab es nur im September überdurchschnittliche Niederschlagsverhältnisse. In den restlichen Monaten lagen die Niederschlagsmengen immer unterhalb der klimatologischen Mittelwerte. In den nordwestlichen Landesteilen fiel vergleichsweise viel Niederschlag (normale bis leicht überdurchschnittliche Mengen im Vergleich zum vieljährigen Mittel) und es gab jeweils im April, Juni, September, November und Dezember ein Niederschlagsplus.

An einigen wenigen Wetterstationen wurde sogar neue Negativrekorde aufgestellt. In Eisenstadt fiel 2022 mit bisher 415 mm (Abw. -40 %) um 50 mm weniger Niederschlag als im bisher trockenstem Jahr 1952. Ganz im Westen Österreichs hingegen, in Bregenz, gab es mit 1.649 mm (Stand 21.12.) einen Überschuss von 9 Prozent. Ein Achtel der Jahressumme fiel in Bregenz bei einem Rekordniederschlagsereignis am 19. August, bei dem binnen 24 Stunden eine Regenmenge von 212 mm zusammenkam. Die absolut trockensten Regionen des Landes sind mit 370 bis 430 mm rund um den Neusiedlersee, im Marchfeld und südlich von Wien zu finden. Die nassesten Regionen mit 1.600 bis 2.000 mm Niederschlag, waren vor allem Vorarlberg und stellenweise das Salzkammergut.

Im Flächenmittel summierte sich österreichweit um 15 Prozent weniger Niederschlag. Damit war es ähnlich trocken wie in den Jahren 2015 und 2011, jedoch etwas niederschlagsreicher als im Jahr 2003, das um 21 Prozent weniger Niederschlag brachte. Damit gehört das Jahr 2022 zu den fünfzehn niederschlagsärmsten Jahren der vergangenen 165 Jahren. Deutlich trockener war es jedoch 1865 (Abw. -33%), 1971 (-25%) oder 1868 (-23%). Dass das Defizit so hoch ausgefallen ist, liegt vor allem daran, da in den sonst niederschlagsreichen Sommermonaten Juli und August um 29 bzw. 16 Prozent weniger Regen fiel und der März mit einer Abweichung von -73 Prozent besonders trocken ausfiel.

Defizite von 23 bis 40 Prozent traten vorwiegend entlang und südlich der Drau, im Lavanttal, in der West- und Oststeiermark, im Industrieviertel, Wien und dem Nordburgenland auf. Im Weinviertel, Mostviertel, in der Obersteiermark, im zentralen Teil Kärntens, in weiten Teilen Salzburgs und im Innviertel sowie in Tirol und Vorarlberg lag die Jahressumme um 7 bis 22 Prozent unterhalb der Klimamittel. Im Tennengau und Pongau, in weiten Teilen Oberösterreichs sowie im Waldviertel entsprachen die Niederschlagsverhältnisse des Jahres 2022 in etwa den vieljährigen Mittelwerten

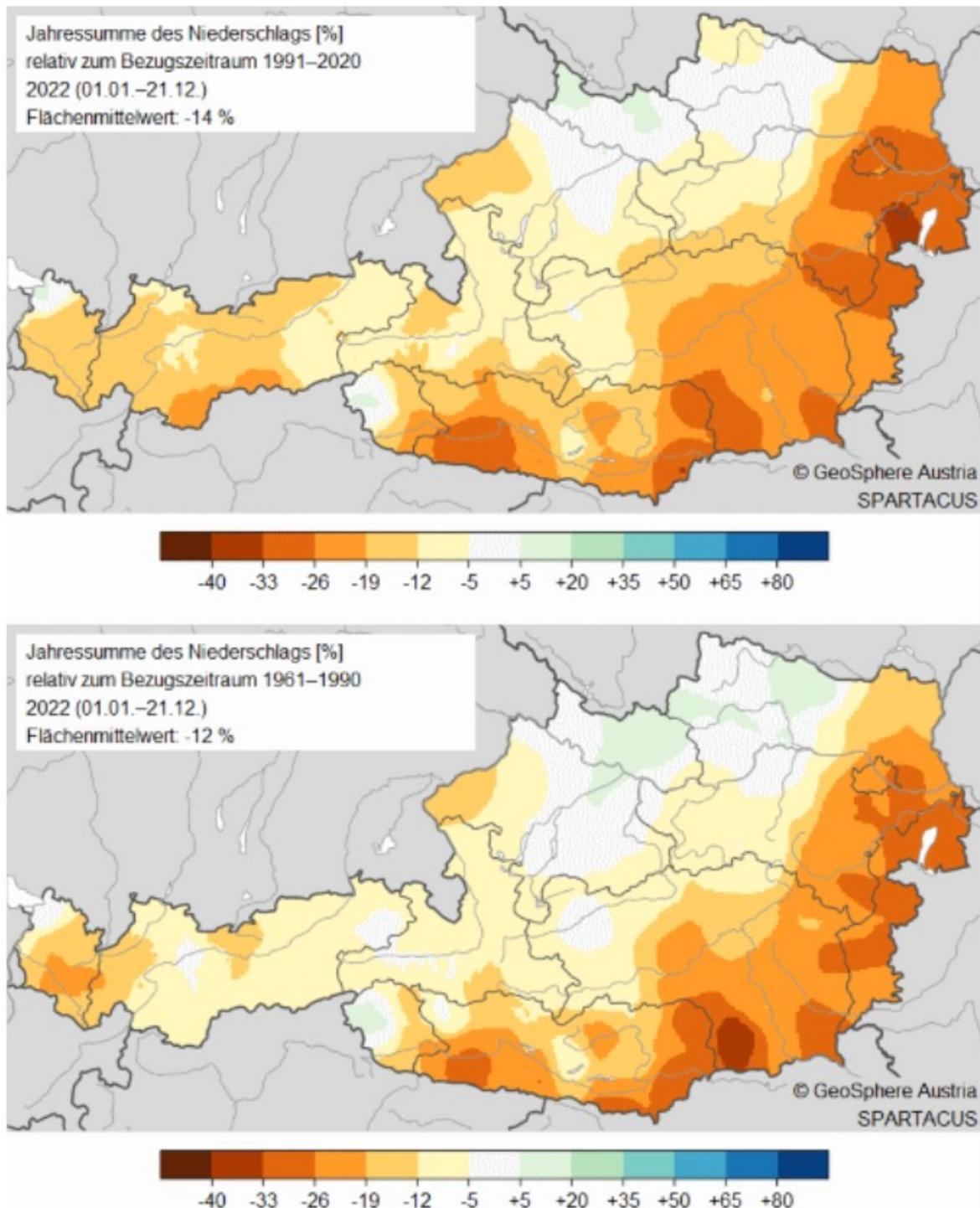


Abbildung 2: Niederschläge in Österreich im Jahre 2021: Abweichung des Niederschlags vom Mittel. Bild unten im Vergleich zum Mittel 1961-1990, Bild oben im Vergleich zum Mittel 1991-2020. Auswertung mit SPARTACUS-Daten bis inkl. 21.12.2022.. Quelle ZAMG

Sonne

Reich an Sonnenschein gestaltete sich das Jahr 2022 im Westen und Süden des Landes. Vor allem in Vorarlberg, im Tiroler Unterland, in Osttirol und in den Kärntner Gebieten entlang und südlich der Drau schien die Sonne, im Verhältnis zum Klimamittel 1991-2020, um 5 bis 15

Prozent länger. Ähnliche Abweichungen zum Mittel gab es auch im Oberösterreichischen Zentralraum sowie im Wald- und Weinviertel und Nordburgenland. In allen anderen Landesteilen lagen die Abweichungen zwischen -5 und +5 Prozent.

Ein herausragend sonniger Monat im Jahr 2022 war der März, der im Flächenmittel eine Anomalie von 53 Prozent aufweist. Ebenfalls sonnenreicher als im Mittel waren die Monate Jänner, Februar, Juni, Juli, Oktober und November die um 9 bis 17 Prozent sonniger verliefen. Deutlich weniger Sonnenschein bekamen der September (-23%) und Dezember (voraussichtlich -30%) ab.

Österreichweit schien im Mittel die Sonne um 6 Prozent länger und damit ist das Jahr 2022 das achtsonnigste der vergangenen 98 Jahre.

1.1.2 Meteorologische Charakteristik für das österreichische Rheingebiet.

Quelle: Hydrographischer Dienst Vorarlberg

Die Jahresniederschlagssumme war im Jahre 2022 im österreichischen Teil des Rheineinzugsgebietes unterdurchschnittlich und erreichte nur 88 % des langjährigen Mittelwertes. Die Monatssummen der Niederschläge lagen nur im August und September über dem Durchschnitt des jeweiligen Monats. Die Monate Februar, Oktober und November verzeichnete durchschnittliche Niederschlagsmengen, während die übrigen Monate zum Teil deutlich unterdurchschnittliche Niederschlagssummen aufwiesen (Abbildung 3). Die Trockenheit im Frühling und im Sommer war sehr markant.

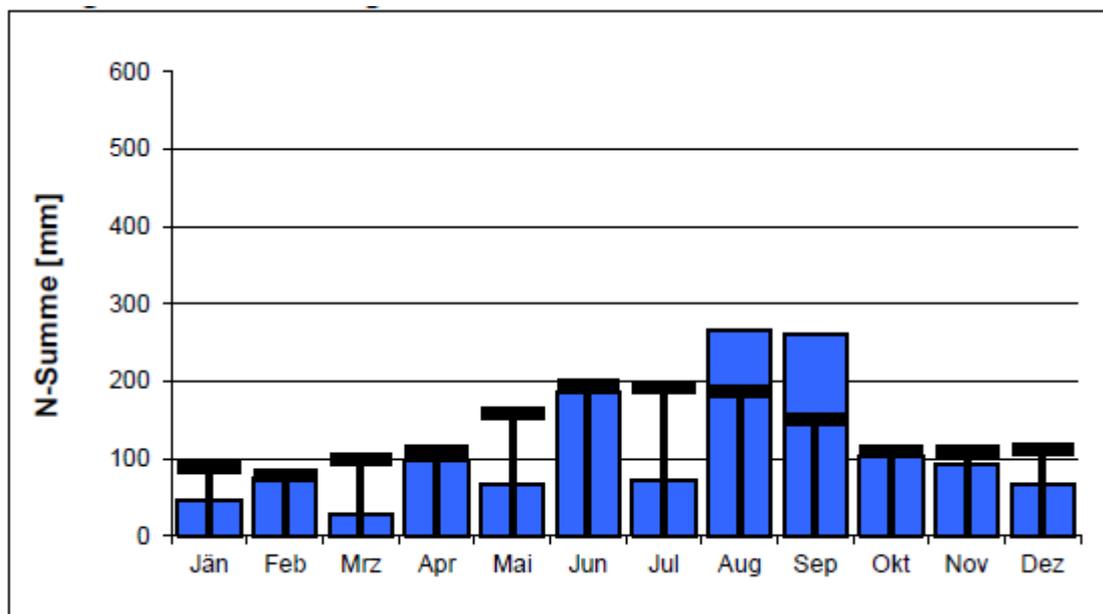


Abbildung 3: Monatsniederschlagssummen im Jahre 2022 (blaue Säulen) im Vergleich mit langjährigen Monatsmitteln (1981 – 2010) bei der Messstelle Bregenz Altreuteweg.

Im österreichischen Rheineinzugsgebiet war das Jahresmittel der Lufttemperatur um 1,5 °C über dem langjährigen Mittelwert der Jahre 1991 - 2020.

1.1.3 Schweiz

Quelle: Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie (MeteoSchweiz)

Auf der Alpensüdseite waren alle drei Wintermonate niederschlagsarm. In der übrigen Schweiz erreichte die winterliche Niederschlagssumme verbreitet zwischen 90 und 120 % der Norm 1991-2020.

Im Frühling blieben die Niederschlagsmengen verbreitet deutlich unter der Norm und lagen regional auf rekordtiefen Werten. Auf der Alpensüdseite war es lokal mit weniger als 40 % der Norm der niederschlagsärmste Frühling seit mehr als 60 Jahren. Wenig Niederschlag fiel vor allem in den Monaten März und Mai. Auf der Alpensüdseite fielen lokal nur 10 % der März-Norm 1991–2020. Im Mai blieben die Niederschlagssummen abermals verbreitet unter der Norm. An zahlreichen Messstandorten der Westschweiz war es der niederschlagsärmste Mai seit Messbeginn.

Die Schweiz erlebte den zweitwärmsten Sommer seit Messbeginn 1864. Der heisse Sommer brachte drei Hitzewellen: Die erste Hitzeperiode setzte Mitte Juni ein, gegen Mitte Juli wurde die Schweiz von einer zweiten Hitzeperiode erfasst und Anfang August setzte die dritte Hitzeperiode ein. Die sommerlichen Niederschlagssummen von Juni bis August erreichten in vielen Gebieten der Schweiz zwischen 60 und 80 % der Norm. In einzelnen Regionen, vor allem in der Westschweiz, fielen weniger als 60 % der normalen Regenmengen, während die Alpensüdseite, die Ostschweiz und das zentrale Mittelland gebietsweise mehr als 80 % erhielten. Im Juni erreichten die Regenmengen in der Schweiz verbreitet zwischen 80 und 120 % der Norm. Einzelne Messstandorte verzeichneten einen der nassesten Junimonate seit Messbeginn. Im Juli hingegen fielen in einigen Regionen der Schweiz weniger als 30 %, lokal auch weniger als 10 % der normalen Regenmengen. In der Südwestschweiz wurde gebietsweise der niederschlagsärmste Juli seit über 50 Jahren verzeichnet. Zusammen mit der hohen Temperatur und der damit verbundenen hohen Verdunstung sowie mit dem Regenmangel der Monate davor ergab sich in dieser Region eine grosse Trockenheit. Im August blieben die Niederschläge – mit nur 40 bis 70 % der Norm – in vielen Gebieten der Schweiz erneut unterdurchschnittlich. Reichlich Regen fiel hingegen zwischen Schaffhausen und Bodensee mit 130 bis 180 % der Norm.

Im Herbst fielen nördlich der Alpen verbreitet überdurchschnittliche Niederschlagsmengen. In der Westschweiz und lokal im zentralen Mittelland stiegen sie über 130 % der Norm. In den Alpen bewegten sich die Werte vielerorts zwischen 80 und 120 %. Die Alpensüdseite und angrenzende Gebiete erhielten demgegenüber verbreitet nur 60 bis 90 % der Norm 1991-2020.

Der Dezember zeigte sich bis nach der Monatsmitte kühl und es fiel mehrmals Schnee bis in tiefe Lagen. Eine kräftige Erwärmung liess anschliessend die Schneefallgrenze auf über 2000 m ansteigen.

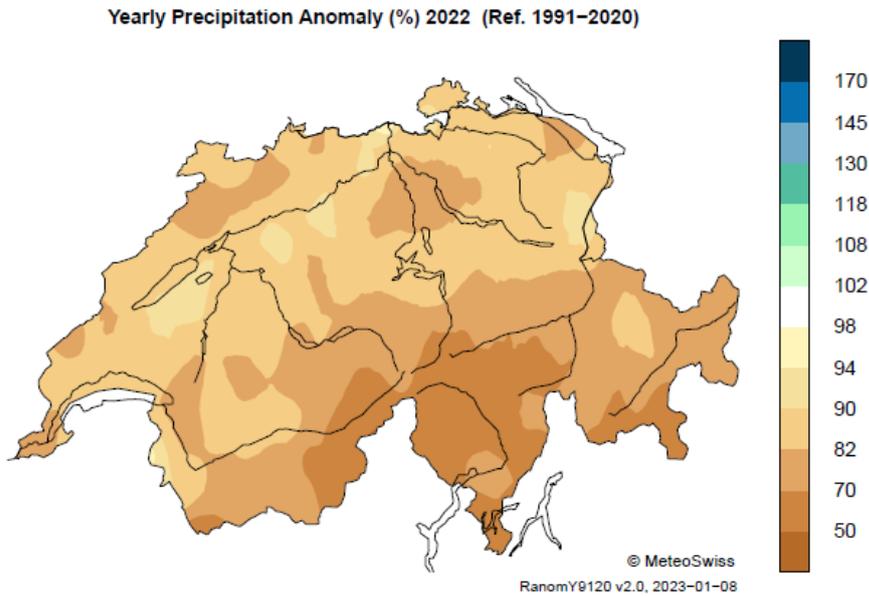


Abbildung 4: Jahresniederschlagssumme Schweiz 2022 in Prozenten der Norm (1981-2010). Die Jahresniederschläge 2022 erreichten verbreitet 70 bis 90 % der Norm 1991–2020. Auf der Alpensüdseite lagen die Werte zwischen 50 und 75 % der Norm.

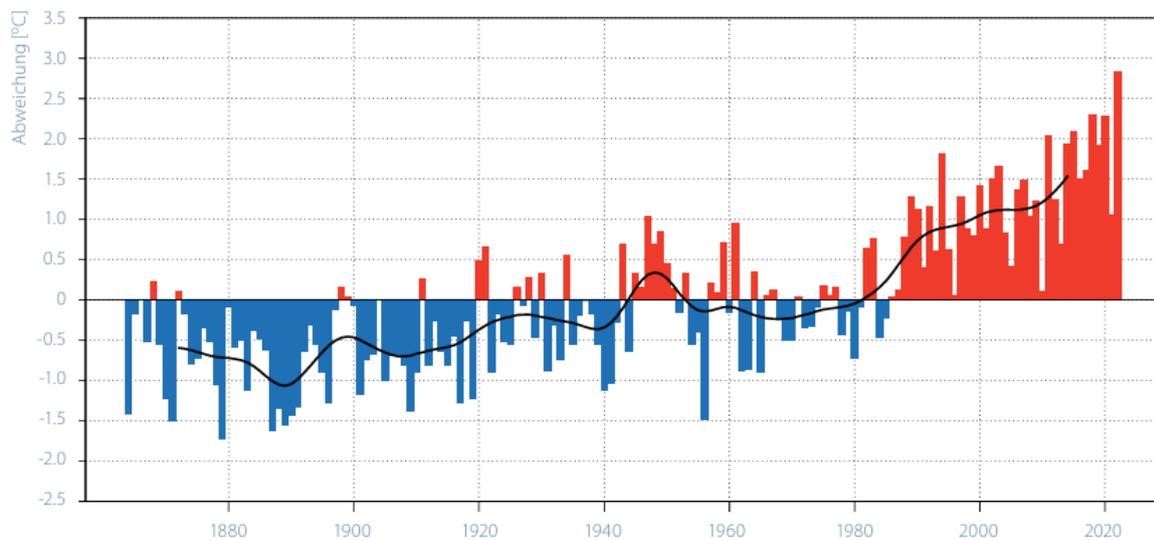


Abbildung 5: Langjähriger Verlauf der Jahrestemperatur gemittelt über die gesamte Schweiz. Dargestellt ist die jährliche Abweichung der Temperatur in °C von der Norm 1961–1990 (rot = positive Abweichungen, blau = negative Abweichungen). Die schwarze Kurve zeigt das 20-jährige, gewichtete Mittel. Bild: MeteoSchweiz.

Tabelle 1: Jahreswerte 2022 an ausgewählten MeteoSCHWEIZ-Messstationen im Vergleich zur Norm 1991-2020

Station	Höhe m.ü.M	Temperatur (°C)			Sonnenscheindauer (h)			Niederschlag (mm)		
		Mittel	Norm	Abw.	Summe	Norm	%	Summe	Norm	%
Bern	553	11,0	9,3	1,7	2143	1797	119	895	1022	88
Zürich	556	11,5	9,8	1,7	2149	1694	127	872	1108	79
Genf	420	12,8	11,0	1,8	2342	1887	124	694	946	73
Basel	316	12,6	11,0	1,6	2119	1687	126	795	842	94
Engelberg	1036	8,4	6,8	1,6	1608	1380	117	1271	1568	81
Sion	482	12,2	10,7	1,5	2400	2158	111	486	583	83
Lugano	273	14,4	13,0	1,4	2514	2120	119	1096	1567	70
Samedan	1709	3,5	2,4	1,1	1998	1767	113	571	710	80

Norm = Langjähriger Durchschnitt 1991-2020
 Abw. = Abweichung der Temperatur zur Norm
 % = Prozent im Verhältnis zu Norm (Norm = 100%)

1.1.4 Deutschland

Quelle: Deutscher Wetterdienst (DWD)

Nach dem mit 944 mm Jahresniederschlag als „Normaljahr“ einzuordnenden hydrologischen Jahr 2021 setzte sich die Folge der drei vorangegangenen niederschlagsarmen und sehr warmen Jahre 2018 bis 2020 im hydrologischen Jahr 2022 (November 2021 bis Oktober 2022) fort. Dies zeigt sich in den hier betrachteten beiden Einzugsgebietsanteilen des Rheingebietes (Pegel Basel bis Pegel Mainz, 62309 km² und Pegel Mainz bis Pegel Lobith, 61690 km²). Gemittelt über beide Teileinzugsgebiete wurden in 2022 mit 786 mm nur 76% der vieljährigen Niederschlagsmittelwerte der Zeitreihe 1981 bis 2010 erreicht (vgl. Abbildung 6).

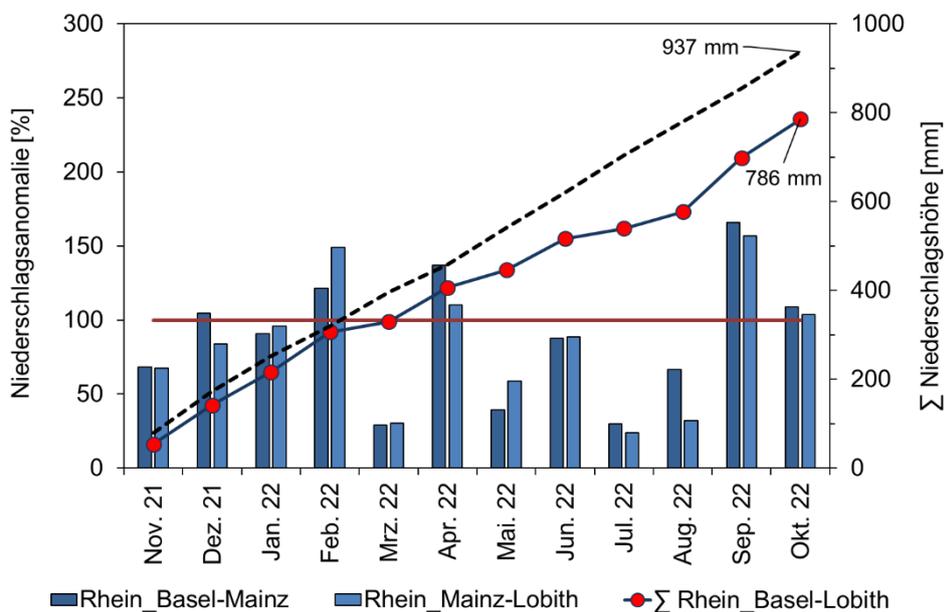


Abbildung 6: Monatliche relative Anomalien (blaue Balken) der Gebietsniederschlagshöhen des hydrologischen Jahres 2022 im Rheingebiet für die Teileinzugsgebiete Oberrhein (Basel bis Mainz einschließlich Main, 62309 km²) sowie Mittel- und Niederrhein (Mainz bis Lobith, 61690 km²) vor dem Hintergrund der vieljährigen Mittel der Referenzreihe 1981 bis 2010 (purpurrote Horizontale). In schwarz aufgetragen die aufsummierten monatlichen Gebietsniederschlagshöhen für das Rheingebiet von Basel

bis Lobith (Σ) für das hydrologische Jahr 2021 im Vergleich der Summenlinie der Zeitreihe 1981 bis 2010 (strichlierte Linie) (Datenquelle: DWD und Wetterdienste des benachbarten Auslandes, vorläufige Daten, Auswertung: Bundesanstalt für Gewässerkunde) und Wetterdienste des benachbarten Auslandes, Auswertung: Bundesanstalt für Gewässerkunde)

Die Durchschnittstemperatur lag in dem durch die Pegel Basel und Lobith begrenzten Teileinzugsgebiet des Rheins mit 10.9 °C im Jahresmittel +1.6 Grad über dem vieljährigen Mittel von 1981-2020. Im Vergleich zu den Jahren 2018, 2019 und 2020 mit 10.7 °C, 10.5 °C und 10.8 °C fiel die Jahresmitteltemperatur damit nochmals etwas wärmer aus. Nur in den Monaten November und April lag die Temperatur geringfügig unter dem Klimamittel. Ansonsten bewegten sich die Temperaturen in der Mehrzahl der Monate die Temperaturen zum Teil sehr deutlich über den Mittelwerten. Mit Abweichungen über +3 Grad waren dies die Monate Februar, August und Oktober. Aber auch die Junitemperaturen lagen +2.6 Grad über dem Mittelwert (vgl. Abbildung 7).

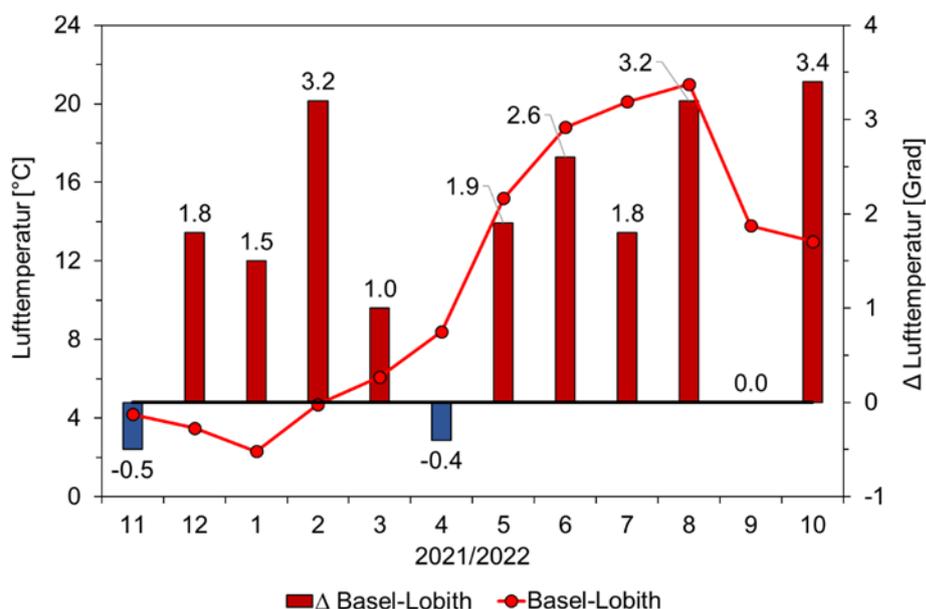


Abbildung 7: Monatsmittel und Monatsanomalien der Lufttemperatur für das Teileinzugsgebiet des Rheins von Basel bis Lobith für das hydrologische Jahr 2022. Die Anomalien (Δ Lufttemperatur, Säulen, bezogen auf die rechte Ordinate) beziehen sich auf die Zeitreihe 1981 bis 2010 (Datenquelle: DWD und Wetterdienste des benachbarten Auslandes, vorläufige Daten, Auswertung: Bundesanstalt für Gewässerkunde)

Die Niederschläge überschritten nur in den Monaten Februar, April und September merklich die vieljährigen Mittel. Der September fiel mit +55% über dem Klimamittel in beiden Teileinzugsgebieten besonders feucht aus und beendete damit eine von Mai andauernde viermonatige Trockenheit. Im Mittel- und Niederrheingebiet ist unter Berücksichtigung des sehr trockenen Monats März und der nur geringfügig über dem Mittel liegenden Monatssumme des Niederschlages sogar eine sechsmonatige Trockenheit zu verzeichnen. Sehr markante Niederschlagsdefizite traten gleich in mehreren Monaten auf. So wurden im März und Juli nur 29 % bzw. 30 % bis 24 % des Niederschlags beobachtet. Und auch in den Monaten Mai und August fielen immer noch weniger als die Hälfte der klimatisch erwartbaren Niederschlagshöhen (vgl. Abbildung 6).

Der Witterungscharakter der einzelnen Monate lässt sich wie folgt charakterisieren:

Das hydrologische Jahr 2022 begann mit einem zumeist wolkenverhangenen November. Tiefdruckgebiete und ihre Ausläufer dominierten zunächst das Wetter. Daran schloss sich eine mehrtägige Phase an, die von Hochdruck- oder gradientschwachen Wetterlagen geprägt war. Der November endete dann unter verstärkter Tiefdruckaktivität mit Sturm und erste Schneefälle bis in mittlere Lagen. So fiel der sonnenscheinarme November kälter (vgl. Abbildung 7) und gebietsweise deutlich zu trocken aus.

Ein Dezember mit Sturm, Eis und Schnee endete sehr mild. Tiefdruckgebiete prägten die Witterung der ersten Dezemberdekade mit teilweise kräftigen Schneefällen (vgl. Abbildung 8). Danach streiften Tiefausläufer meist den Norden und Osten Deutschlands, während weite Gebiete am Rande westeuropäischer Hochdruckgebiete in einer feuchten Grundschicht mit tiefer Bewölkung lagen. Zu Beginn der dritten Dekade dominierte trockene Kaltluft mit sonnigen Tagen und eiskalten Nächten, bevor ab dem 23. milde Meeresluft die arktische Kaltluft langsam nordostwärts verdrängte und der Dezember ungewöhnlich mild und regnerisch endete. Der Monat war sonnenscheinarm und fiel in den hier betrachteten Rheingebietsteilen insgesamt mild und trocken aus. Die meisten Niederschläge fielen während seiner ersten und der letzten Dekade. Dabei verzeichnete vor allem das südliche gelegene Rheingebiet überdurchschnittliche Niederschlagshöhen.

Zu Jahresbeginn verwirbelten Tiefdruckgebiete die ungewöhnlich milden Temperaturen. Auf ein Tief am 04. Januar, das sich mit ergiebigem Regen vor allem wieder auf das südliche Rheingebiet auswirkte, folgte am 08. Januar ein Randtief mit Schneefall bis in tiefe Lagen (vgl. Abbildung 8). Ab der zweiten Dekade dominierten Hochdruckgebiete. Ende Januar fegten die Ausläufer mehrerer skandinavischer Sturmtiefs über Deutschland hinweg, von denen ein Sturmtief am 31. Januar in Staulagen im Süden reichlich Schnee brachte. Der überwiegend sonnenscheinarme und milde Januar fiel in weiten Gebieten zu trocken aus.

Der niederschlagreichste Wintermonat war in beiden Teilgebieten der Februar, wo im Teileinzugsgebiet von Basel bis Mainz +21 % und im Gebiet stromab +49 % mehr Niederschlag gegenüber dem vieljährigen Mittel aufgetreten sind (vgl. Abbildung 6). Stürmische Westwetterlagen prägten den Witterungsverlauf. Dennoch fiel der Monat überdurchschnittlich insgesamt sonnenscheinreich aus.

Den März prägte dann eine außergewöhnlich lange Periode hohen Luftdrucks. Schwache Tiefausläufer brachten nur an einzelnen Tagen geringe Niederschläge. Deutschlandweit betrachtet, war der März der Sonningste seit Aufzeichnungsbeginn im Jahr 1951. Die Monatssumme der Verdunstung überstieg deutlich die Niederschlagssumme. Sehr trockene Luft, bei intensiver Sonneneinstrahlung und großen täglichen Temperaturschwankungen charakterisieren die Witterung.

Unter dem Zustrom polarer Kaltluft startete der April mit Schneefällen bis in tiefe Lagen. Skandinavische Sturmtiefs brachten unbeständiges und stürmisches Wetter, bei dem sich gebietsweise eine Schneedecke bildete. Insgesamt war der April bei ausgeglichener Sonnenscheinbilanz zu kalt und überwiegend zu nass.

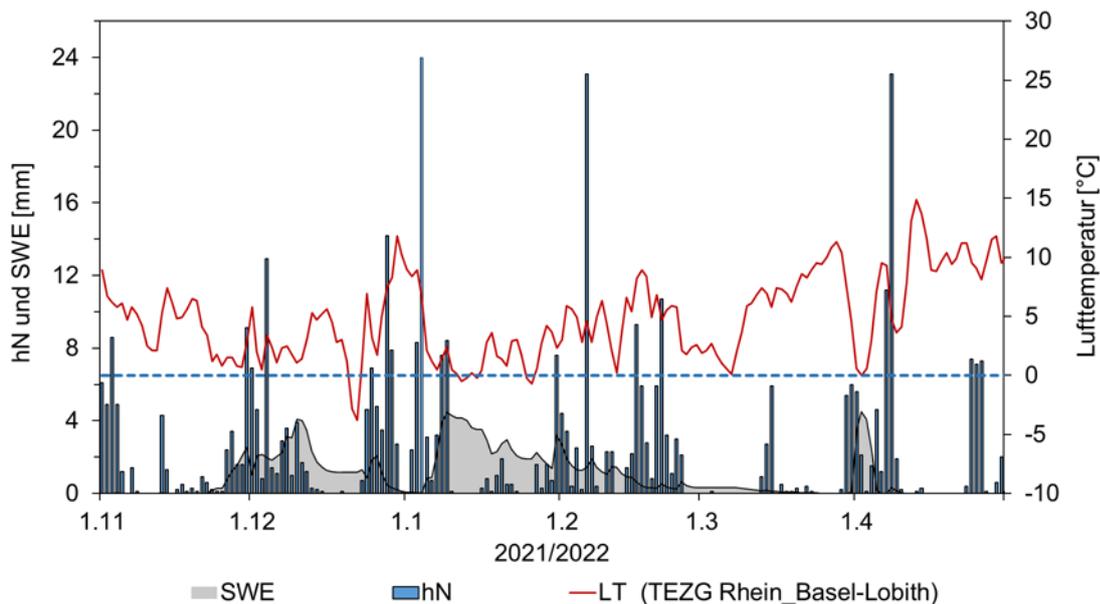


Abbildung 8: Tageswerte von Niederschlag (hN), Schneewasseräquivalent (SWE) und Lufttemperatur (LT) für das Flächenmittel des Teileinzugsgebietes des Rheins von Basel bis Lobith für das Hydrologische Winterhalbjahr 2022 (1.11.2021 bis 30.4.2022). Die strichlierte blaue Linie stellt die Null-Grad-Linie dar (Datenquelle: DWD und Wetterdienste des benachbarten Auslandes, vorläufige Daten, Auswertung: Bundesanstalt für Gewässerkunde)

Die täglichen Niederschlagshöhen und Tagesmitteltemperaturen sowie die mit dem Wasserhaushaltsmodell LARSIM-ME berechneten Schneewasseräquivalente sind für das Hydrologische Winterhalbjahr in Abbildung 8 dargestellt. Deutlich erkennbar sind mehrere Phasen des Schneedeckenaufbaus: Ende November/Anfang Dezember und Mitte Dezember in 2021 sowie Anfang Januar und Anfang April 2022. Daran schlossen sich auf Grund der überwiegend vorherrschenden milden Witterung entsprechende Schneeschmelzperioden an. Hervorzuheben sind im Winterhalbjahr auch die einzelnen Tage (4.1., 6.2. und 8.4.2022) mit flächenhaft sehr ergiebigen Regen von im Flächenmittel 20 mm und mehr.

Im hydrologischen Sommerhalbjahr waren die Monate Mai bis August an vielen Tagen durch Hochdruckeinfluss mit sonnenscheinreichen und warmen Tagen geprägt. Andererseits zogen immer wieder Tiefdruckgebiete bzw. deren Kaltfronten über das Gebiet hinweg. An der Luftmassengrenze zwischen den kalten und warmen Luftmassen bildeten sich immer wieder intensive konvektive Niederschläge (Gewitter und Starkregen), die räumlich und zeitlich jedoch große Unterschiede aufwiesen, so dass die Gesamtbilanz in diesen Monaten dennoch sonnenscheinreich und trocken ausfällt. Auch eine intensive Hitzewelle im Juni wurde von einer Kaltfrontpassage, verbunden mit einem markanten Temperaturrückgang, beendet.

Nachdem der September zunächst noch trocken und sonnenscheinreich am Südrand eines skandinavischen Hochs gestartet war, lenkte ein Tief über dem Ostatlantik mit südwestlicher Strömung feuchtwarme und labil geschichtete Luft in den Südwesten. Eingelagerte Tiefausläufer mit kräftigen Schauern und schweren Gewittern verdrängten allmählich die trockene Luft nordostwärts. Kurze sonnige Hochdruckphasen unterbrachen die dominierende Tiefdrucktätigkeit, deren Tiefausläufer gebietsweise große Niederschlagsmengen brachten. Das Temperaturniveau sank kontinuierlich und in den Hochlagen den Alpen fiel der erste Schnee. So fiel der September bei ausgeglichener Sonnenscheinbilanz zu kühl und zu nass aus.

Den Oktober kennzeichnete ein Wechsel von regnerischem Tiefdruckeinfluss und sonnenscheinreichen, teils auch nebligen Hochdruckphasen. Westströmungen sorgten für einen vergleichsweise kühlen Monatsbeginn, bevor in der zweiten Dekade die Strömung auf Südwest drehte und sehr milde Luft nach Deutschland führte. Der sonnenscheinreiche Oktober fiel deutlich zu warm. Deutschlandweite war er der wärmste Oktober in der seit 1881 bestehenden Messreihe (gleichauf mit 2001).

1.1.5 Niederlande

Quelle: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI)

Temperatur

Das Jahr 2022 war mit einer Durchschnittstemperatur von 11,6 °C das drittwärmste Jahr seit Beginn der Messungen im Jahr 1901. Normalerweise liegt die Durchschnittstemperatur bei 10,5 °C. Die niedrigste Temperatur, -10,6 °C, wurde am 13. Dezember in Eelde gemessen und die höchste Temperatur, 39,5 °C, am 19. Juli in Beek. Nur im April, September und Dezember lag die Durchschnittstemperatur leicht unter dem Normalwert.

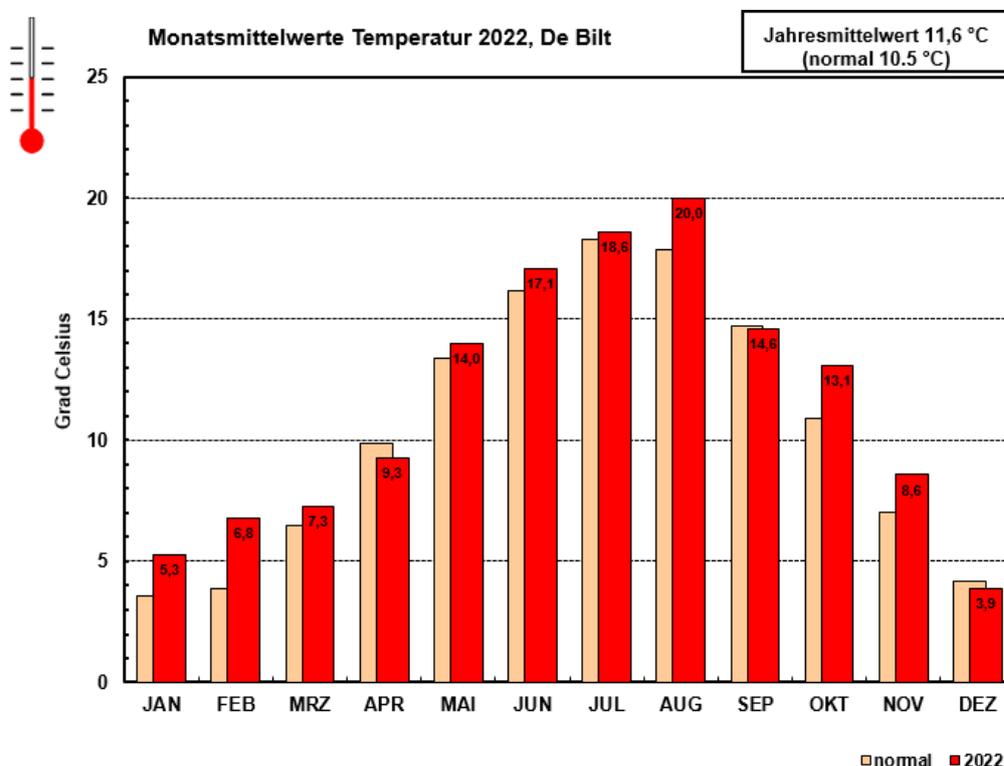


Abbildung 9: Monatsmittelwerte der Temperatur an der Station De Bilt 2022 im Vergleich zum vieljährigen(1991-2020) Mittelwert (Quelle: KNMI)

Niederschlag

Mit einem Landesdurchschnitt von etwa 729 Millimetern war 2022 ein trockenes Jahr, vor allem im Osten der Niederlande. Der normale nationale Durchschnitt lag bei 795 Millimetern. Noch nie in diesem Jahrhundert war es so trocken wie 2022. Die trockenste KNMI-Station war Hupsel, wo nur 593 mm fielen, etwa 180 mm weniger als normal. Terschelling war die nasseste Station mit 856 mm, über 50 mm mehr als normal. Am 31. März und 1. April lag vielerorts eine Schneedecke von 2 bis 5 Zentimetern. Am 5. Dezember gab es in den Limburger Bergen etwa 5 cm Schnee. Auch in diesem Sommer war die Trockenheit erheblich. Bis zum 5. September stieg das landesweite Niederschlagsdefizit auf 318 mm; nie zuvor war das Niederschlagsdefizit

an einem einzigen Tag so groß. Trotz des feuchten Septembers lag das landesweite Niederschlagsdefizit Ende September im Durchschnitt immer noch bei über 220 mm.

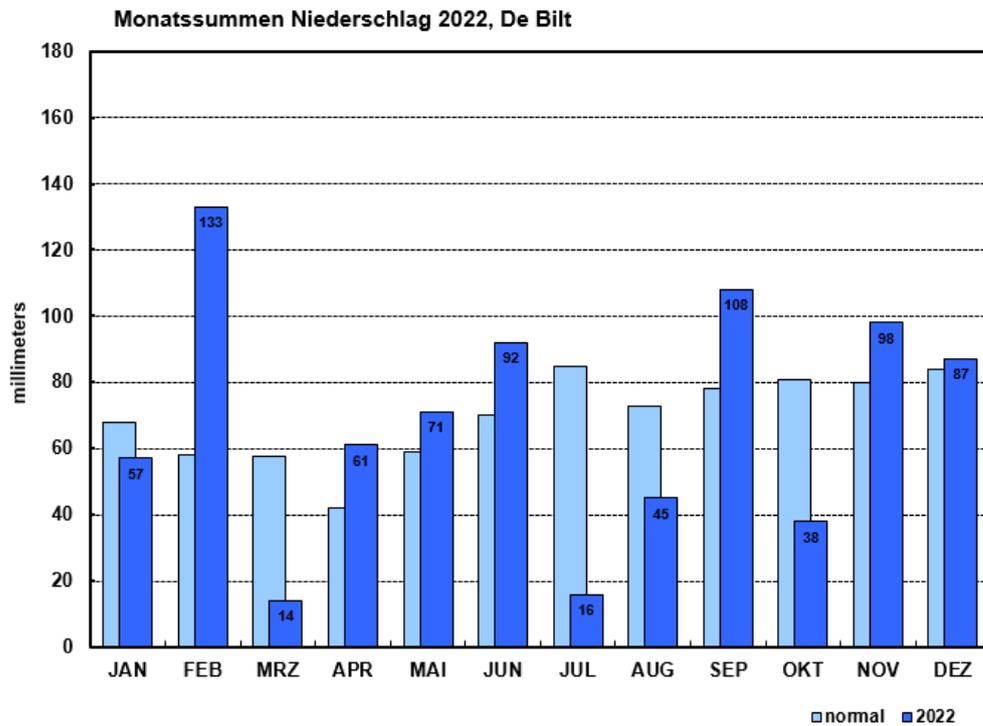


Abbildung 10: Monatssummen des Niederschlags an der Station De Bilt 2022 im Vergleich zum vieljährigen (1991-2020) Mittelwert (Quelle: KNMI)

Sonne

Mit einem nationalen Durchschnitt von 2233 Sonnenstunden war 2022 das sonnigste Jahr seit Beginn der Beobachtungen. Normal sind 1774 Stunden. Alle Monate außer dem Januar waren sonniger als normal. Der alte Rekord wurde bereits im Oktober erreicht. An der Küste war es am sonnigsten: in De Kooy schien die Sonne 2403 Stunden, 515 Stunden mehr als normal.

1.2 Schnee und Gletscher

1.2.1 Schnee

Quelle: WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF

Das Einschneien erfolgte schweizweit Anfang November 2021 in Höhenlagen oberhalb rund 2200 m, in Graubünden sogar oberhalb von rund 1500 m. Am Alpennordhang bildete sich die winterliche Schneedecke oberhalb 800 m verbreitet am 26. und 27. November. Viele weitere Schneefälle in den nachfolgenden Tagen und Wochen trugen dazu bei, dass einzelne Westschweizer Stationen auf rund 1300 m kurz vor Monatsmitte rekordhohe Schneehöhen für dieses Datum verzeichneten. Eine Woche vor Weihnachten waren die Schneehöhen zwischen 500 und 1500 m am Alpennordhang rund zwei- bis viermal so hoch wie normal, oberhalb von 2000 m noch rund eineinhalbmal so hoch wie im Durchschnitt.

Die Schneedecke blieb oberhalb von 1000 m am Alpennordhang bis Mitte März 2022 erhalten. Damit lag die Anzahl Tage mit Schneedecke bis Ende März im normalen Bereich, mit Ausnahme des Höhenbandes zwischen 600 und 900 m, wo eine leicht überdurchschnittliche Anzahl Tage mit Schnee verzeichnet werden konnte. Im Gegensatz dazu lag im Mittelland verbreitet nur wenig Schnee. Nach einer aussergewöhnlich langen Phase von rund 30 Tagen ohne Neuschnee wurden Ende März oberhalb von 1500 m am Alpennordhang und im Engadin verbreitet noch 30 bis 60 % der üblichen Schneehöhe registriert.

Ganz anders präsentierte sich die Situation am Alpensüdhang, insbesondere im Tessin und im Simplongebiet: Unterhalb von 1800 m lag Ende März kein oder nur wenig Schnee. Aufgrund der seit Anfang Winter anhaltenden Niederschlagsarmut gab es dort seit November nur oberhalb von 1800 m eine dünne permanente Schneedecke. Entsprechend war die seit November täglich aufsummierte Neuschneesumme an vielen Stationen in diesen Regionen der kleinste je gemessene Wert.

Über die ganze Periode von November 2021 bis Ende März 2022 betrachtet, waren die mittleren Schneehöhen am Alpennordhang unterhalb von 800 m wegen überdurchschnittlich hoher Wintertemperaturen und am Alpensüdhang unterhalb von 1700 m wegen gleichzeitiger grosser Niederschlagsarmut stark unterdurchschnittlich. So wurde an den Stationen Airolo (TI, 1140 m), Campo Blenio (TI, 1215 m), Bosco Gurin (TI, 1525 m) und San Bernardino (GR, 1640 m) seit mindestens 1959 noch nie eine so geringe mittlere Schneehöhe gemessen. Oberhalb 2000 m waren die mittleren Schneehöhen am Alpensüdhang nur rund halb so hoch wie normal. Am Alpennordhang und im Engadin lagen die mittleren Schneehöhen seit 1. November zwischen 1200 und 2000 m bei 80 bis 100 % und oberhalb 2000 m bei 70 bis 90 % der langjährigen Normwerte 1991-2020.

Aufgrund stark überdurchschnittlicher Temperaturen im Mai und Juni erfolgte die Ausaperung auf allen Höhenstufen rund einen Monat früher als normal. Die knapp 90-jährige Messreihe auf dem Weissfluhjoch (GR, 2540 m) zeigte das zweitfrüheste je gemessene Ausaperungsdatum (6. Juni). Nur drei Tage früher erfolgte die Ausaperung im Jahr 1947. In beiden Jahren wurden mehrere starke Saharastaub-Ereignisse im Verlauf des Winters beobachtet, welche zu grösseren Schmelzraten geführt haben.

1.2.2 Gletscher

Quelle: Departement für Geowissenschaften der Universität Freiburg und Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich

Das Jahr 2022 war für Schweizer Gletscher katastrophal: Mit sehr wenig Schnee im Winter und anhaltenden Hitzewellen im Sommer wurden sämtliche Rekorde der Eisschmelze gebrochen. Die Abschmelzraten übertreffen die bisherigen Rekorde aus dem Hitzesommer 2003 bei weitem: Die Gletscher haben im Jahr 2022 rund drei Kubikkilometer Eis verloren, das sind mehr als sechs Prozent des verbleibenden Volumens. Als Vergleich: Bislang bezeichnete man Jahre mit zwei Prozent Eisverlust als «extrem». Besonders einschneidend war der Verlust für kleine Gletscher. Der Pizolgletscher SG, der Vadret dal Corvatsch GR und der Schwarzbachfirn UR sind praktisch verschwunden – die Messungen wurden eingestellt.

Im Engadin und im südlichen Wallis verschwand auf 3000 Metern über Meer eine Eisschicht von vier bis sechs Metern Dicke. Das ist teilweise mehr als doppelt so viel wie das bisherige Maximum. Selbst an den allerhöchsten Messpunkten (z.B. beim Jungfrauoch) wurden deutliche Verluste gemessen. Der mittlere Eisdickenverlust liegt in allen Regionen bei rund drei Metern, erreicht zum Teil gar Werte über vier Meter (z.B. Griesgletscher (VS), Ghiacciaio del Basòdino (TI)). Beobachtungen zeigen, dass viele Gletscherzungen zerfallen und Felsinseln aus dem dünnen Eis inmitten des Gletschers auftauchen. Diese Prozesse beschleunigen den Zerfall weiter.

Die Situation war schon im Winter und Frühling aussergewöhnlich: Das Einschneien erfolgte im Winter 2021/22 für die meisten Gletscher Anfang November, was ungefähr der Norm entspricht. Allerdings verschwand die Schneedecke auf allen Höhenstufen rund einen Monat früher als üblich. Die Schneehöhe in den Alpen war im Frühling so gering wie noch selten, vor allem im Süden der Schweiz. Hinzu kamen die grossen Mengen an Saharastaub zwischen März und Mai. Der verunreinigte Schnee nahm mehr Sonnenenergie auf und schmolz schneller. Damit verloren die Gletscher den schützenden Schnee bereits im Frühsommer. Die anhaltende, teils massive Hitze zwischen Mai bis Anfang September dezimierte deshalb das Gletschereis.

1.3 Hydrologische Situation im Rheingebiet 2022

1.3.1 Wasserstände der großen Seen im Einzugsgebiet des Rheins

1.3.1.1 Österreich

Quelle: Hydrographischer Dienst Vorarlberg

Von Jahresbeginn bis zum 12. März lag der Wasserstand des Bodensees über dem langjährigen Mittelwert der Reihe 1864 – 2020 für den jeweiligen Kalendertag. Danach wirkten sich die unterdurchschnittlichen Niederschläge der Monate Jänner bis Juli in unterdurchschnittlichen Wasserständen bis zum 24. Oktober aus. Anschließend waren die Wasserstände bis zum 23. Dezember im Bereich des jeweiligen Mittels des Kalendertages. Das Weihnachtshochwasser bewirkte zum Jahresende überdurchschnittliche Wasserstände. Der Jahreshöchststand wurde am 10. Juni mit 382 cm gemessen (siehe Abbildung 11) und war damit über einen Meter niedriger als im Jahr 2021.

Das Jahresmittel des Wasserstandes in Bregenz war mit 324 cm um 21 cm unter dem langjährigen Jahresmittel (345 cm).

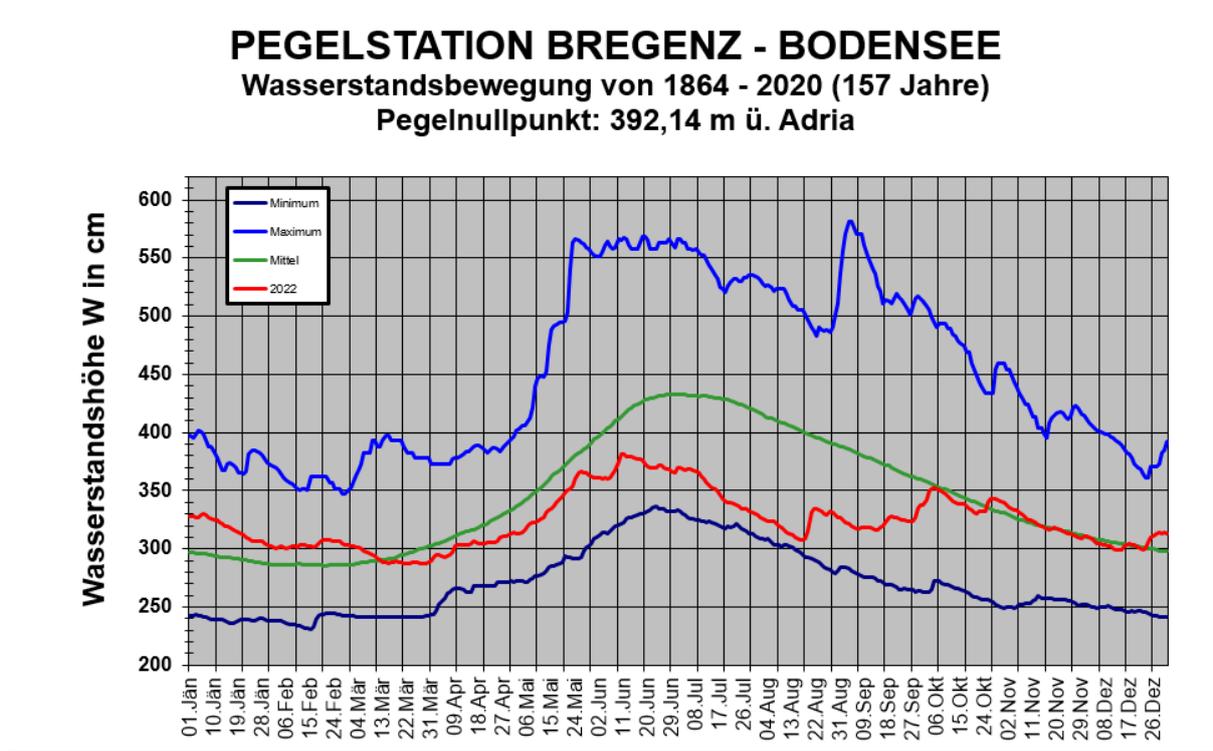


Abbildung 11: Ganglinie des Wasserstands des Bodensees beim Pegel Bregenz im Jahre 2022 (rote Kurve) im Vergleich mit langjährigen Minima, Maxima und Mittelwerten

1.3.1.2 Schweiz

Quelle: Das Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Der anhaltende Niederschlagsmangel und die hohen Temperaturen im Jahr 2022 haben auch bei den Seen Spuren hinterlassen. Von den grossen Seen lag nur beim Genfersee der Jahresmittelwert des Wasserstands mit 3 cm nennenswert über dem langjährigen Mittel der Normperiode

1991-2020. Er profitierte von den stark überdurchschnittlichen Zuflüssen aus den vergletscherten Einzugsgebieten. Bei einem halben Dutzend grosser Seen entsprach das Jahresmittel ziemlich genau dem Normwert. Beim überwiegenden Teil lag der Jahresmittelwert 2022 jedoch deutlich unter dem langjährigen Mittel. Die grössten Unterschreitungen zeigten die Pegel der Stationen an den nicht regulierten Seen Walensee (-20 cm), Bodensee-Romanshorn (-16 cm) und Bodensee-Berlingen (-32 cm) sowie die beiden Tessiner Seen Lago di Lugano (-29 cm) und Lago Maggiore (-88 cm). Am Lago Maggiore entspricht der Wasserstand von 192,61 m ü. M. dem tiefsten Jahresmittelwert in der 80-jährigen Messreihe. Er liegt mehr als 20 cm unter dem Wert aus dem Jahr 1949. Auch beim Lago di Lugano ist der Wert von 2022 ein neuer Rekord: Es ist der tiefste Wasserstand in der knapp 60-jährigen Messreihe.

Beim Lago di Lugano ist der Jahresverlauf des Pegels mit diesem sehr tiefen Jahresmittelwert sehr eindrücklich: Von Januar bis und mit September gab es an diesem See neue monatliche Tiefstwerte. Mitte September bewegte sich der Pegel erstmals im Jahr 2022 in einem für die Jahreszeit normalen Bereich. Und Ende Oktober wurde dann ein kleines Hochwasser verzeichnet. Am Lago Maggiore gab es trotz der äusserst tiefen Pegelstände nur einen neuen monatlichen Tiefstwert - im Juni. Aber auch wenn es nur einen neuen Tiefstwert gab, ist das Bild des Verlaufs der monatlichen Pegelstände sehr eindrücklich: Alle zwölf Werte blieben deutlich unter dem langjährigen Mittelwert der Periode 1991-2020. Die Abweichung von der Norm betrug im Juni, im Juli und im Dezember mehr als ein Meter. Nur im August und im September lag der Pegel weniger als 70 cm unterhalb des monatlichen Normwerts. Weitere neue tiefste monatliche Pegelstände wurden am Bodensee in Berlingen im Juli und August und am Walensee im August gemessen. Der Wasserstand des Bodensee bewegte sich Anfang und Ende Jahr weitgehend innerhalb der gewohnten Grenzen. Ab Mitte Jahr bis in den Herbst hinein blieben die Pegel auf einem für die Jahreszeit tiefen bis sehr tiefen Niveau. Die monatlichen Mittelwerte von Juni bis September lagen deutlich unter den langjährigen Mittelwerten für diese Monate.

Der Wasserstand des Neuenburgersees lag in den ersten und den letzten Tagen des Jahres deutlich über dem Pegel, der in der entsprechenden Jahreszeit zu erwarten wäre. Ausserdem reagierte der See zwischen Mitte August und Ende Oktober mit deutlichen Pegelanstiegen auf die einzelnen Niederschlagsereignisse. Im Gegensatz zu den Seen der Südschweiz lag der Wasserstand am Genfersee häufig über dem langjährigen Mittelwert: Von Anfang Jahr bis Ende April durchgehend. Einzig im Mai gab es eine längere Phase mit unterdurchschnittlichen Pegelständen. Ab Mitte Jahr lag der Wasserstand – mit Ausnahme von ein paar Ausschlägen - auf dem gewohnt konstanten Niveau.

An keinem der grösseren Seen der Schweiz wurde 2022 ein neues monatliches Maximum registriert. Und an keinem der grösseren Seen erreichte der Wasserstand die Gefahrenstufe 2

1.3.2 Wasserstände und Abflüsse der Fließgewässer

1.3.2.1 Österreich

Quelle: Hydrographischer Dienst Vorarlberg

Der Abfluss des Alpenrheins lag 2022 um 28 % unter dem langjährigen Mittelwert. Auch die beiden größten Bodenseezubringer aus Österreich, die Bregenzerach und die Dornbirnerach, wiesen eine unterdurchschnittliche Jahresfracht auf. Der mittlere Jahresabfluss betrug im Vergleich zum langjährigen Mittel:

- an der Bregenzerach 91 % (MQ 2022 = 42,4 m³/s, langjähriges MQ = 46,5 m³/s, Jahresreihe 1951-2021);
- an der Dornbirnerach 78 % (MQ 2022 = 5,51 m³/s, langjähriges MQ = 7,04 m³/s, Jahresreihe 1984-2021);

- am Alpenrhein 72 % (MQ 2022 = 167 m³/s, langjähriges MQ = 231 m³/s, Jahresreihe 1951-2021).

1.3.2.2 Schweiz

Quelle: Das Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Die Jahresmittelwerte des Abflusses lagen 2022 in allen grossen Flussgebieten der Schweiz deutlich unter dem langjährigen Mittel der Normperiode 1991-2020. Keines erreichte mehr als 90 % des normalen Abflusses. Die Rhone bei Porte du Scex kam auf gut 89 %. Deren Einzugsgebiet weist von den grossen Flussgebieten der Schweiz mit 10 % den grössten Vergletscherungsgrad auf. Dass die Gletscherschmelze ihren Beitrag zu diesem verhältnismässig hohen Abfluss geliefert hat, zeigen die Messungen an der Station unterhalb des Aletschgletschers: An der Massa wurde der höchste Jahresabfluss in der 92-jährigen Messreihe registriert. Neben der Rhone erreichte nur der Abfluss des Inns einen Anteil von mehr als 80 % der Norm. Zwischen 70 bis 80 % wurden an der Reuss, am Alpenrhein, an der Thur, an der Aare und an der Limmat erreicht. Nur rund zwei Drittel der normalen Wassermenge führten die Birs und der Doubs. Dramatisch war es auf der Alpensüdseite: Mit einem Jahresmittelwert von 33 m³/s sind im Ticino bei Bellinzona nur etwas mehr als die Hälfte der langjährigen durchschnittlichen Wassermenge abgeflossen. Der Wert des Jahres 2022 ist der tiefste in der über 100-jährigen Messreihe. Sogar nur ein Viertel des normalen Abflusses wurde an der Maggia bei Locarno gemessen. Auch das ist ein neuer Rekord in der knapp 40-jährigen Messreihe.

Unter den mittelgrossen Einzugsgebieten gab es im Jahr 2022 nur wenige Gebiete mit normalen (90 bis 110 % der Norm 1991-2020) und überdurchschnittlichen Abflüssen (110 bis 130 % resp. 130 bis 150 % der Norm). Bei den Gebieten mit überdurchschnittlichen Abflüssen spielte die Vergletscherung eine massgebende Rolle. Wie bereits erwähnt, verzeichnete die Massa 2022 einen neuen höchsten Jahresabfluss; er lag in diesem Einzugsgebiet 34 % über dem langjährigen Mittelwert. Ebenfalls rund 35 % über der Norm lag der Abfluss an der Engelberger Aa bei Buochs. Dort ist der Jahresabfluss 2022 jedoch kein neuer Höchstwert, er liegt aber nur unwesentlich unter dem Rekordwert vom Vorjahr. Knapp 15 % über dem langjährigen Mittelwert lagen die Abflüsse an der Lonza bei Blatten und beim Rosegbach in Pontresina. Auch dort wurden in früheren Jahren bereits höhere Jahresmittelwerte des Abflusses gemessen. Die Einzugsgebiete mit Abflüssen im Bereich von 70 bis 90 % der Norm liegen zum grössten Teil auf der Alpennordseite, von der West- bis in die Ostschweiz. Die Gebiete mit stark unterdurchschnittlichen Abflüssen findet man in der Zentral- und Nord- bis Nordostschweiz sowie auf der Alpensüdseite. In diesen Regionen gab es bei rund 30 Messstationen des BAFU-Messnetzes neue tiefste Jahresmittelwerte. Drei Gebiete weisen extrem tiefe Jahresmittelwerte auf: Der Brenno bei Loderio, der Cassarate bei Pregassona und die Saltina bei Brig lieferten nur rund 45 % des jährlichen Abflusses. Nur bei der Saltina bedeuteten die rund 45 % der Norm aber auch ein neuer Tiefstwert. Der Cassarate 2003 und der Brenno 2005 haben Jahre mit noch tieferen Jahresmittelwerten erlebt.

Hinter tiefen Jahresmittelwerten stecken tiefe Monats- und Tagesmittelwerte. Damit es neue Rekordwerte geben kann, braucht es längere Niedrigwasserperioden. Diese gab es im Jahr 2022 in weiten Teilen der Schweiz. Die Abflüsse im Juni, Juli, August und – etwas weniger ausgeprägt – im September lagen verbreitet weit unter den entsprechenden langjährigen Mittelwerten. Am Rhein bei Diepoldsau erreichten die Monatsabflüsse von Juni bis September höchstens zwei Drittel der Norm. Im Juli und August lagen sie knapp über 50 %. Der Anteil der Monatswerte im Jahr 2022 an den langjährigen Mittelwerten betrug an der Aare bei Brugg im März, Mai, Juni Juli und August nie mehr als 60 %. Nimmt man April und September hinzu, führte die Aare sieben Monate durchgehende deutlich unterdurchschnittliche Abflüsse. Die

Venoge bei Ecublens war bereits unterdurchschnittlich ins Jahr gestartet. Von März bis August blieben die Abflüsse dann auf einem sehr bescheidenen Niveau. Im Mai und Juli stiegen sie nicht über 40 % der Norm.

Noch extremer war die Situation auf der Alpensüdseite: Sowohl beim Ticino bei Bellinzona als auch bei der Maggia bei Locarno lagen im Jahr 2022 keine Monatsabflüsse über den entsprechenden Normwerten 1991-2020. An der Maggia blieb der Anteil an der Norm in jedem Monat unter 70 %. Die tiefsten Anteile wurden im Mai (14 %), September und November (je rund 15 %) beobachtet. In der Summe ergab dies in beiden Einzugsgebieten einen neuen tiefsten Jahresmittelmittelwert bezogen auf die ganze Messperiode.

Im Herbst fielen auf der Alpennordseite überdurchschnittliche Niederschlagsmengen. Die Wasserstände in den meisten Fliessgewässern und Seen haben sich in der Folge erholt.

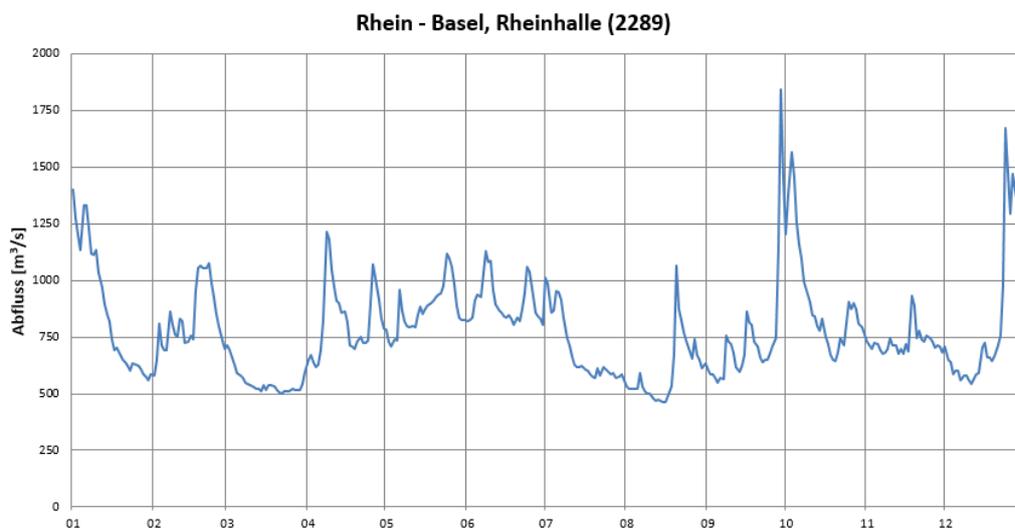


Abbildung 12: Abflussganglinie am Pegel Rhein - Basel, Rheinhalle im Jahr 2022

1.3.2.3 Deutschland

Quelle: Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Entsprechend der hydrometeorologischen Rahmenbedingungen entwickelte sich das hydrologische Jahr 2022 am Rhein zu einem streckenübergreifenden Niedrigwasserjahr. Die Durchflüsse an den Pegeln erreichten übers Jahr gesehen nur rund drei Viertel des vieljährigen Mittels (vgl. Tabelle 2). Besonders abflussschwach zeigte sich das Sommerhalbjahr, wo weniger als zwei Drittel des saisonüblichen Abflussdurchschnitts verzeichnet wurden. Aber auch das Winterhalbjahr blieb abflussbezogen um 17 bis 21 % unter den vieljährigen Normalwerten (Tabelle 2).

Tabelle 2: Ganzjährige und saisonale Abfluss-Mittelwerte des hydrologischen Jahres 2022 im Vergleich zu den vieljährigen Referenzwerten der Periode 1961 bis 2020 an den Pegeln Maxau /Oberrhein, Kaub / Mittelrhein und Duisburg-Ruhrort / Niederrhein (Datengrundlage: WSV)

hydrologische Jahre	MQ(1961/2020)	MQ(2022)		SoMQ(1961/2020)	SoMQ(2022)		WIMQ(1961/2020)	WIMQ(2022)	
	[m³/s]	[m³/s]	Verhältnis zum MQ(1961/2020) [%]	[m³/s]	[m³/s]	Verhältnis zum SoMQ(1961/2020) [%]	[m³/s]	[m³/s]	Verhältnis zum WIMQ(1961/2020) [%]
Maxau	1260	883	70	1350	839	62	1170	928	79
Kaub	1690	1230	73	1640	1050	64	1740	1420	82
Duisburg-Ruhrort	2260	1660	73	1970	1230	62	2550	2120	83

Tagesabflussbezogen wurde zu keiner Zeit im Jahr Hochwasserniveau erreicht; sogar im verhältnismäßig abflussstarken Januar 2022 blieb die vieljährige MHQ-Marke einheitlich deutlich außer Reichweite; die HQ(a) lagen an den drei Beispielpiegeln bei 18 (Duisburg-Ruhrort) bis 30 % (Pegel Maxau) des vieljährigen MHQ. Selbst die Mittelwasserschwelle wurde im hydrologischen Jahr 2022 mit jeweils deutlich über 300 Tagen erheblich häufiger unter- als überschritten (Tabelle 3).

Tabelle 3: Unterschreitungstage der vieljährigen Hauptwerte MQ (mittlerer Abfluss) und MNQ (mittlerer Niedrigwasserabfluss) der Referenzperiode 1961 bis 2020 an den Pegeln Maxau /Oberrhein, Kaub / Mittelrhein und Duisburg-Ruhrort / Niederrhein (Datengrundlage: WSV)

hydrologisches Jahr 2022	Unterschreitungstage	
	MQ (1961/2020)	MNQ (1961/2020)
Maxau	329	35
Kaub	315	55
Duisburg-Ruhrort	306	69

Wie anhand der Abbildungen 13, 14 und 15 sowie den Tabellen 4 und 5 nachvollzogen werden kann, lagen die Abflussextrême des Jahres zeitlich jeweils recht einheitlich Ende Dezember/Ende Januar (HQ(a)) bzw. Mitte August (NQ(a) und NM7Q(a)). Die Wiederkehrintervalle der HQ(a) betragen dabei stets <1 Jahr. Statistisch als deutlich extremer sind die Niedrigwasserphasen einzuordnen, die sich zudem von Süden nach Norden hin intensivierten. Am Niederrhein (Pegel Duisburg-Ruhrort) sind Niedrigwasserereignisse auf dem Niveau des Jahres 2022 nur alle 50 bis 100 Jahre zu erwarten (Tabelle 5).

Tabelle 4: Mittel- und Extremwerte des Abflusses des hydrologischen Jahres 2022 im Vergleich zu den vieljährigen Referenzwerten der Periode 1961 bis 2020 an den Pegeln Maxau /Oberrhein, Kaub / Mittelrhein und Duisburg-Ruhrort / Niederrhein (Datengrundlage: WSV)

hydrologische Jahre	MQ(1961/2020)	MQ(2022)	MNQ(1961/2020)	NQ(2022)		NM7Q(2022)		MHQ(1961/2020)	HQ(2022)	
	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	Datum	[m³/s]	Datum	[m³/s]	[m³/s]	Datum
Maxau	1260	883	600	434	15.08.2022	456	17.08.2022	3240	2290	31.12.2021
Kaub	1690	1230	792	571	15.08.2022	583	19.08.2022	4330	3350	06.01.2022
Duisburg-Ruhrort	2260	1660	1040	669	17.08.2022	682	20.08.2022	6640	5490	07.01.2022

Tabelle 5: Niedrigwasserextreme NM7Q(2022) an Ober-, Mittel- und Niederrhein und ihre Wiederkehrintervalle (Datengrundlage: WSV)

hydrologisches Jahr 2022	NM7Q [m³/s]	Wiederkehr- intervall [Jahre]
Maxau	456	10-20
Kaub	583	20
Duisburg-Ruhrort	682	50-100

Die Ganglinienverläufe in den Abbildungen 13, 14 und 15 zeigen, dass der Oberrhein (Pegel Maxau) über das gesamte hydrologische Jahr hinweg zwar unterdurchschnittliche, dabei aber im Bereich zwischen MQ und MNQ größtenteils ausgeglichene Wasserführung aufwies. Untypisch für das Abflussregime des Rheins, dessen Wasserführung im vieljährigen Durchschnitt mit zunehmender Flußstrecke eigentlich ausgeglichener wird, schwankte das Wasserdargebot im Jahre 2022 in Fließrichtung stärker. D.h. die Spannweite zwischen den (jeweils moderaten) Abflussspitzen und den Abflussminima wuchs im Rheinverlauf an. Dies ist vor allem das Resultat der in Abbildung 6 (Kapitel 1.1.4) erkennbaren ausgeprägten negativen Anomalie des Niederschlags im Teileinzugsgebiet zwischen Mainz und Lobith in den Hochsommermonaten, die im südlichen Einzugsgebiet weniger ausgeprägt war.

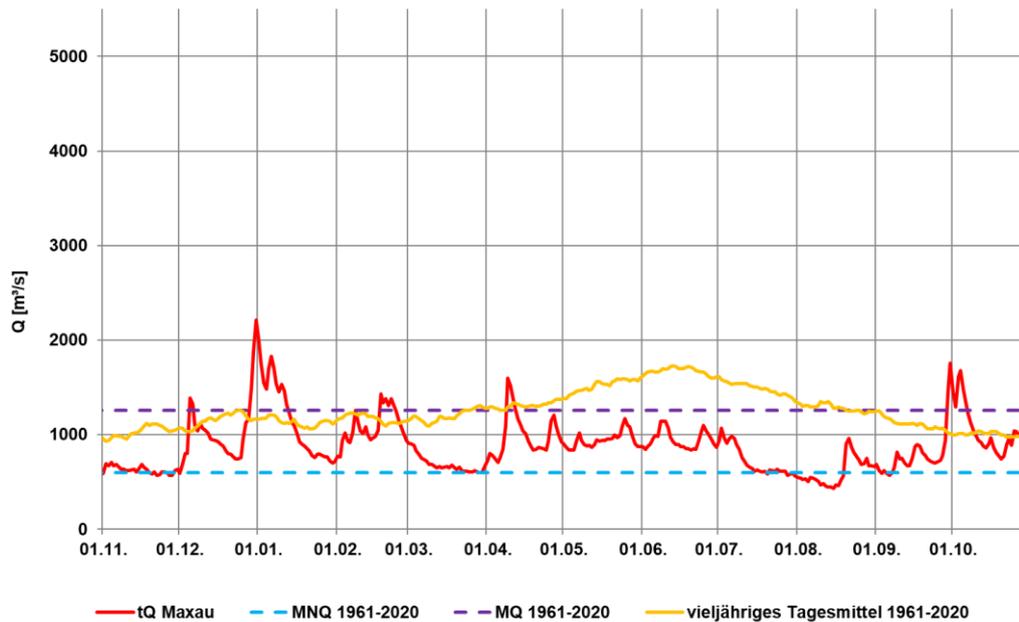


Abbildung 13: Tagesabflüsse (tQ) am Oberrheinpegel Maxau im hydrologischen Jahr 2022 vor dem Hintergrund der vieljährigen Tagesmittel sowie der MNQ- und MQ-Werte der Bezugsperiode 1961 bis 2020

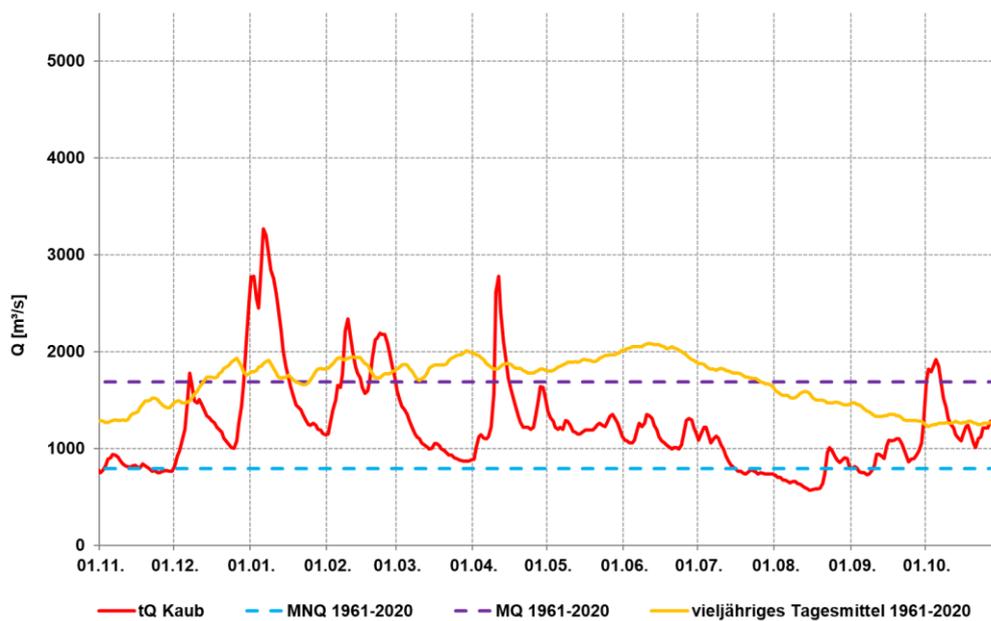


Abbildung 14: Tagesabflüsse (tQ) am Mittelrheinpegel Kaub im hydrologischen Jahr 2022 vor dem Hintergrund der vieljährigen Tagesmittel sowie der MNQ- und MQ-Werte der Bezugsperiode 1961 bis 2020

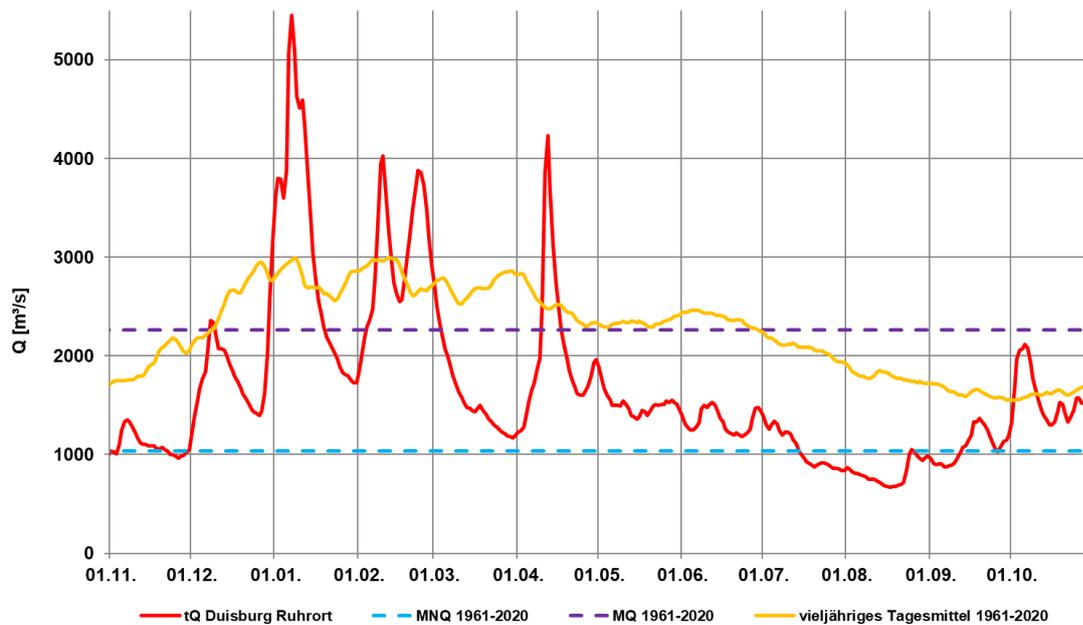


Abbildung 15: Tagesabflüsse (tQ) am Niederrheinpegel Duisburg-Ruhrort im hydrologischen Jahr 2022 vor dem Hintergrund der vieljährigen Tagesmittel sowie der MNQ- und MQ-Werte der Bezugsperiode 1961 bis 2020

1.3.2.4 Niederlande

Quelle: Water Management Center, Rijkswaterstaat (RWS)

Für den Rhein in den Niederlanden wurden im Jahr 2022 keine Zustands- oder Hochwasser-meldungen abgegeben. Der höchste gemessene Abfluss bei Lobith trat am 8. Januar mit einem Tagesmittelwert von 5.139 m³/s auf. Dies beinhaltet einen Wasserstand von 12,81 m über NAP. Die Zustandsmeldung für den Rhein im Winterhalbjahr beginnt bei 13 m über NAP.

Der Rhein hatte fast während der gesamten Trockenzeit Abflüsse unter dem langjährigen Mittelwert. Der Abfluss lag sogar an 42 Tagen unter 900 m³/s. Einmal, im Jahr 1921, war diese Anzahl von Tagen sogar noch höher. Damals lag der Abfluss 48 Tage lang unter 900 m³/s. Von Mitte Juli bis Ende August war der Abfluss sehr niedrig. Danach schwankte der Abfluss wochenlang um 800 m³/s (die Grenze der 5 % niedrigsten Abflüsse liegt bei 1000 m³/s) mit einem Tiefststand am 18. August von 679 m³/s. Danach stieg der Abfluss allmählich an, bis der Abfluss am 14. September wieder über 1000 m³/s lag. Der durchschnittliche Tagesabfluss des Rheins bei Lobith für das Jahr 2022 ist in Abbildung 16 dargestellt.

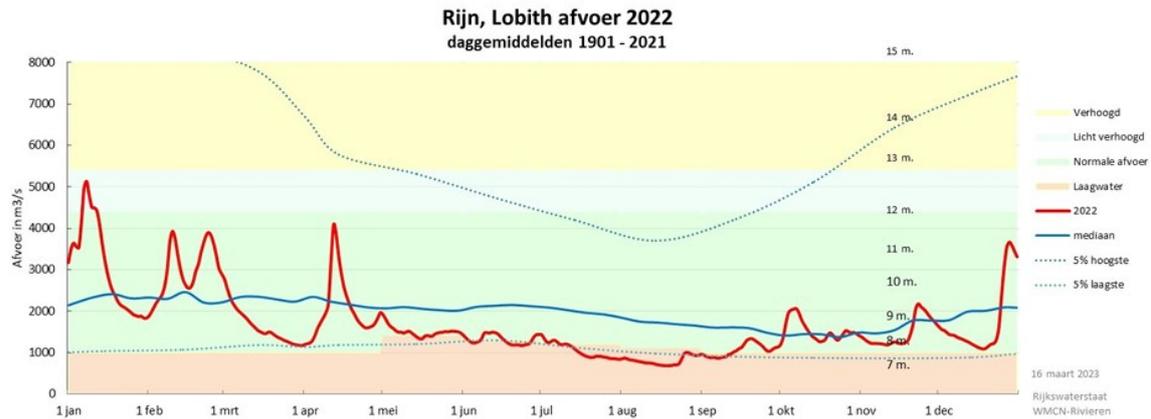


Abbildung 16: Ganglinie der Tagesmittelwerte des Abflusses am Pegel Lobith im Jahr 2022 (rote Kurve) im Vergleich mit langjährigen Minima, Maxima und Mittelwerten der Jahre 1901-2021

1.3.3 Wassertemperaturen

1.3.3.1 Österreich

Quelle: Hydrographischer Dienst Vorarlberg

Das Jahresmittel der Wassertemperatur des Bodensees lag am Pegel Bregenz Hafen mit 14,1 °C um 1,9 °C über dem langjährigen Mittelwert von 12,2 °C. Mit wenigen Ausnahmen waren die Tagesmittel vom Jahresanfang bis zum Jahresende über den Tagesmitteln der langjährigen Reihe 1976-2020 (siehe Abbildung 17).

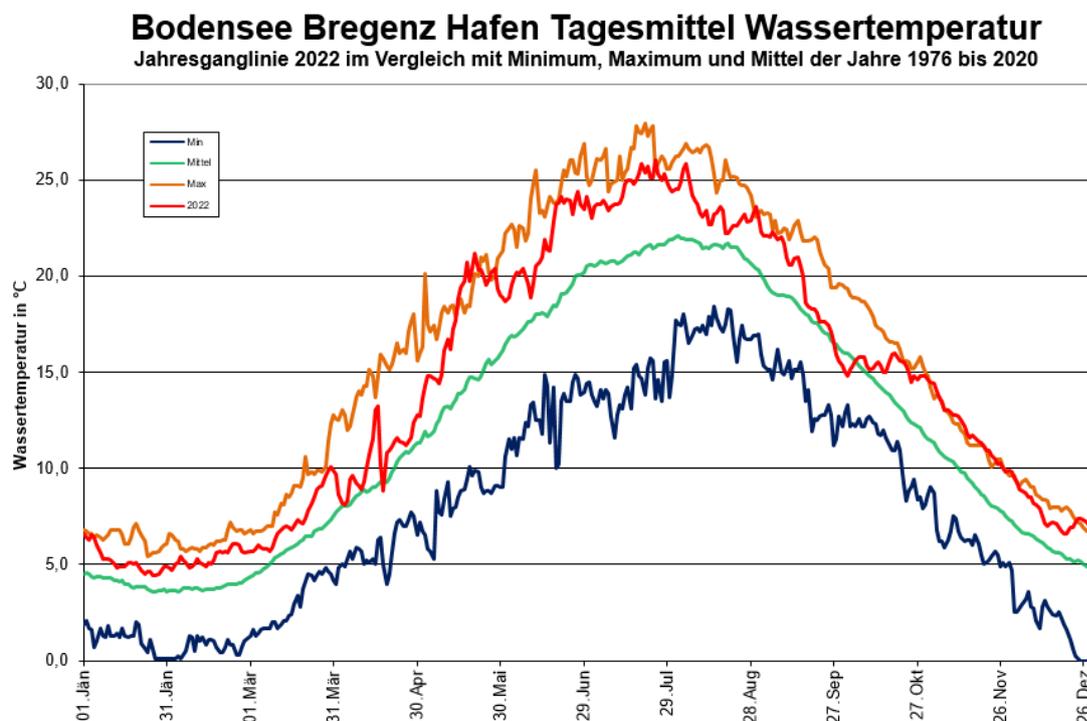


Abbildung 17: Ganglinie der Wassertemperatur des Bodensees beim Pegel Bregenz im Jahre 2022 (rote Kurve) im Vergleich mit langjährigen Minima, Maxima und Mittelwerten

1.3.3.2 Schweiz

Quelle: Das Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Die Jahresmittelwerte der Wassertemperatur erreichten im Jahr 2022 Rekordhöhen. Der milde Frühling, aber vor allem die drei saisonal ausgeprägten Hitzeperioden mit gleichzeitigem Niederwasser wirkten sich deutlich auf den Verlauf der Wassertemperaturen aus. Bei knapp einem Drittel der BAFU-Stationen wurden Überschreitungen der bisherigen Jahresmittelwerte beobachtet. Dies ist etwas weniger als im letzten Extremjahr 2018, setzt den Trend der Temperaturerhöhung nach den eher ausgeglichenen Jahren (2019 bis 2021) nun aber wieder deutlich verstärkt fort. Vor allem im Rheingebiet und im Zuflussbereich der Aare in den Rhein überschritten die Temperaturen an praktisch allen Stationen die bisherigen Maximalwerte. Keine neue höchste Jahresmittel gab es bei den Stationen im Jurabogen und in den westlichen Zentralalpen.

Zu Beginn des ersten Quartals des Jahres 2022, während der ersten Januartage, lagen die Wassertemperaturen bei vielen Stationen deutlich höher als die langjährigen Messwerte. Die Lufttemperaturen waren während des gesamten Quartals zwar aussergewöhnlich hoch, dies wirkte sich jedoch nicht übermässig auf die Anzahl Überschreitungen der bisherigen Maximalwerte der Wassertemperaturen der Monate Januar bis April aus. Dagegen war im extrem milden, niederschlagsarmen und gebietsweisen sehr sonnigen Mai und vor allem im Juni ein auffälliger Anstieg der Wassertemperaturen zu beobachten, der sich in den darauffolgenden Sommermonaten weiter fortsetzte.

Vor allem im Juli und September wurden bereits bei einem Drittel der Stationen die langjährigen maximalen Monatsmittel überschritten. Davon ausgenommen waren wieder die Stationen im Jurabogen und in den westlichen Zentralalpen.

Auch im Herbst blieben die Wassertemperaturen bei vielen Stationen über mehrere Monate überdurchschnittlich hoch. Neue monatliche Maximalwerte gab es jedoch erst vorwiegend im Monat November bei knapp einem Viertel der Stationen, dies insbesondere im Rheingebiet und im Zuflussbereich der Aare in den Rhein.

1.3.3.3 Niederlande

Quelle: Water Management Center, Rijkswaterstaat (RWS)

Am Pegel Lobith lag der Mittelwert der Wassertemperatur mit 14,2 °C etwa 1 °C höher als der vieljährige (1961-2020) errechnete Jahresmittelwert (Abbildung 18).

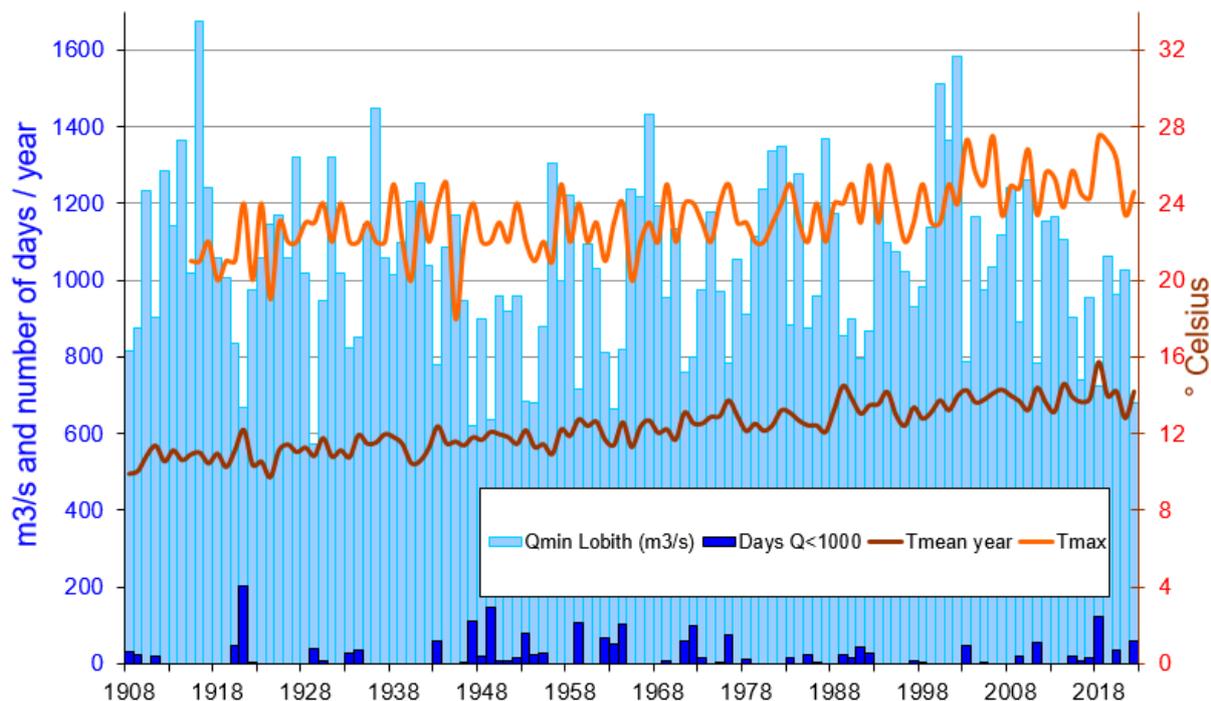


Abbildung 18: Mittlere und maximale Wassertemperaturen 1908-2022 am Pegel Lobith/Rhein

1.3.4 Grundwasser

1.3.4.1 Österreich

Quelle: Hydrographischer Dienst Vorarlberg

Am Jahresanfang 2022 waren die Grundwasserstände im österreichischen Teil des Rheingebietes überdurchschnittlich. Durch die unterdurchschnittlichen Niederschläge von Jahresanfang bis August sanken – mit zwischenzeitlichen kurzen Wiederanstiege durch die Schneeschmelze – die Grundwasserstände bis zum Hochwasser am 19. August. Bei manchen Messstellen wurden die niedrigsten Grundwasserstände seit Messbeginn erreicht. In Folge der starken Niederschläge ab 19. August und im September stiegen die Grundwasserstände an.

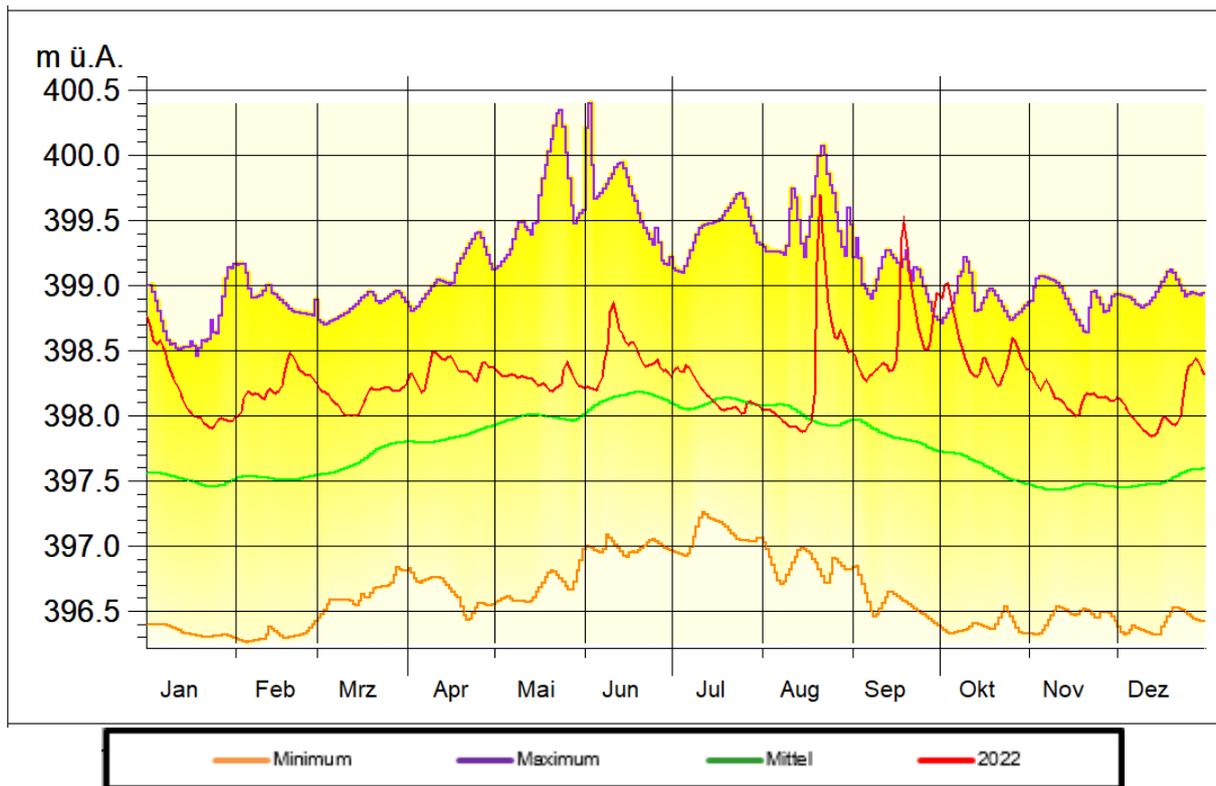


Abbildung 19: Ganglinien des Grundwasserstandes im Jahre 2022 im Vergleich mit langjährigen Minima, Maxima und Mittelwerten (1964 – 2021) Messstelle Bregenz, Bl 50.1.09 B

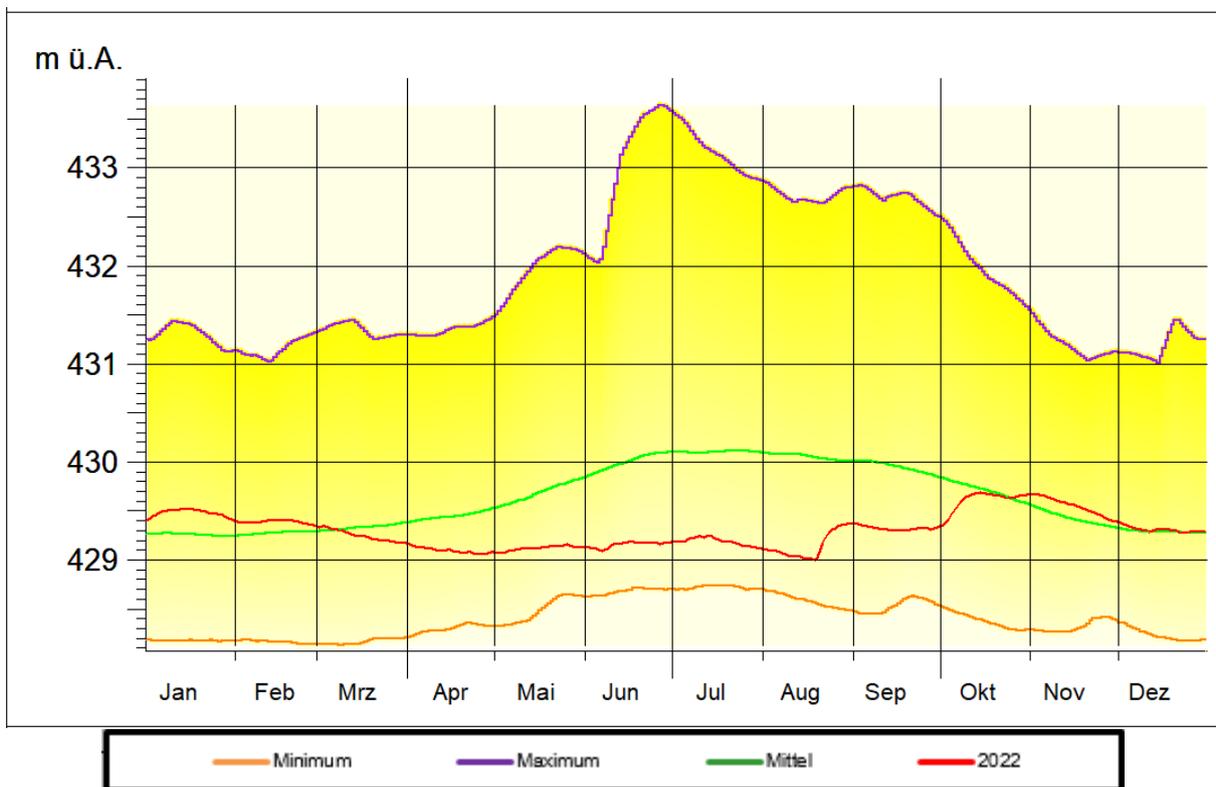


Abbildung 20: Ganglinien des Grundwasserstandes im Jahre 2022 im Vergleich mit langjährigen Minima, Maxima und Mittelwerten (1962 – 2021) Messstelle Feldkirch-Altenstadt, Bl 01.32.01 A

1.3.4.2 Schweiz

Quelle: Das Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Die kontinuierliche Beobachtung von Grundwasserstand bzw. Quellabfluss an etwa 100 Messstellen im Rahmen der Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA ermöglicht es, den aktuellen Zustand und die Entwicklung der Grundwassermenge auf Landesebene im Vergleich zu langjährigen Datenreihen abzubilden. Hiermit können auch mögliche langfristige Auswirkungen auf die Grundwasserressourcen infolge der Klimaänderung – etwa durch die prognostizierte Zunahme von Extremereignissen wie Hochwasser und Trockenheit – aufgezeigt werden.

Entsprechend dem mehrjährigen Witterungsverlauf (Temperatur und Niederschläge) lassen sich im Grundwasser der Schweiz häufig längere Perioden mit eher niedrigem bzw. eher hohem mengenmässigen Zustand der Grundwasserverhältnisse erkennen. In dieser Hinsicht liegt das Jahr 2022 in einer Periode mit im langjährigen Vergleich tiefen Grundwasserständen und Quellabflüssen.

Während der Dezember 2021 auf der Alpennordseite noch überdurchschnittliche Niederschlagsmengen aufwies, war der Januar 2022 landesweit niederschlagsarm. So waren Anfang Februar normale Grundwasserstände und Quellabflüsse mit uneinheitlicher Tendenz zu verzeichnen. Im Zuge der insgesamt unterdurchschnittlichen Niederschlagsmengen von Januar bis Mai waren Anfang Juni an rund jeder zweiten Messstelle tiefe Grundwasserstände und Quellabflüsse zu beobachten. Die Niederschläge vom September liessen die Grundwasserstände und die Quellabflüsse vor allem von oberflächennahen Grundwasservorkommen ansteigen. So waren Mitte Oktober verbreitet normale Grundwasserstände und Quellabflüsse mit uneinheitlicher Tendenz zu beobachten. Während im November unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen fielen, begann der Dezember wechselhaft. So lagen im Dezember normale Grundwasserstände und Quellabflüsse mit uneinheitlicher Tendenz vor.

1.3.5 Schwebstoffe

1.3.5.1 Österreich

Quelle: Hydrographischer Dienst Vorarlberg

Die Schwebstoffjahresfracht war am Alpenrhein bei der Messstelle Lustenau im Jahre 2022 mit ca. 0,95 Mio. Tonnen deutlich unter dem Durchschnitt der Jahresreihe 2010 – 2020 (ca. 2,3 Mio. Tonnen). Die höchste Monatsfracht wurde für den Mai mit ca. 0,294 Mio. t ermittelt. Dies entspricht ca. 31% der gesamten Jahresfracht.

Die größte Tagesfracht wurde für den 24. Mai mit einer Fracht von 115 130 t (ca 12 % der Jahresfracht) berechnet (siehe Abbildung 21).

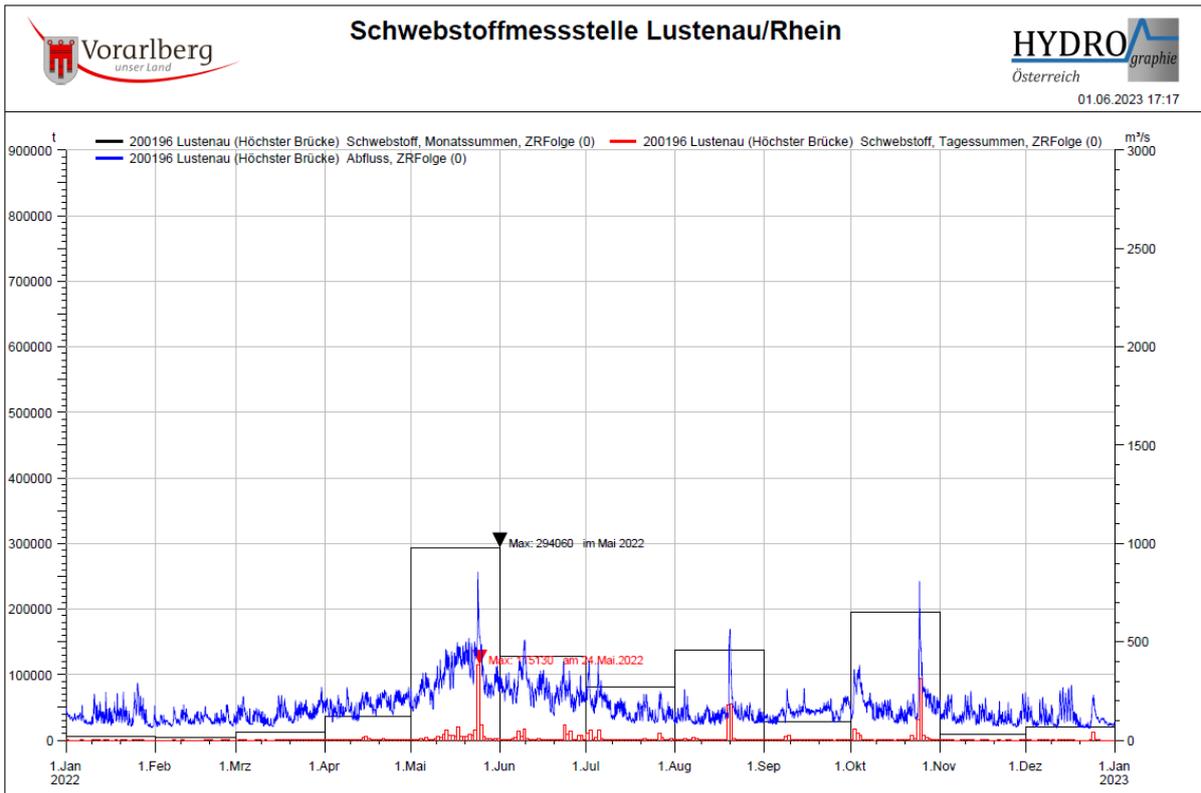


Abbildung 21: Schwebstoff-Monatsfrachten des Alpenrheins beim Pegel Lustenau im Jahre 2022 mit Tagesfrachten (rote Kurve) und Abflussganglinie (blaue Kurve).

2. Aktivitäten der internationalen Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR) im Jahr 2022

KHR Sitzungen

Im Jahr 2022 fanden zwei offizielle KHR-Plenarsitzungen statt. Die Frühjahrssitzung (Nr. 89) wurde am 17. und 18. März aufgrund von COVID-19-Beschränkungen online abgehalten. Die Herbstsitzung (Nr. 90) fand am 3. und 4. November in Antony-Paris (Frankreich) statt.

Personelle Änderungen innerhalb der KHR

Die Frühjahrssitzung war die letzte KHR-Sitzung für Herrn Gerhard Brahmer, der in den Ruhestand geht. Er wird ersetzt durch Herrn Sebastian Wrede, ebenfalls HLNUG (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie).

Ab Mitte 2022 übernimmt Herr Johannes Cullmann von der WMO einen neuen Posten. Frau Sulagna Mishra wird fortan die WMO innerhalb der KHR vertreten.

Laufende Aktivitäten in den KHR-Projekten

ASG-Rhein 2 (ASG2): Beitrag von Schnee- und Gletscherschmelze zu den Rheinabflüssen

Die zweite Phase des ASG-Projektes (ASG2) hat 2018 angefangen. In ASG1 wurde die Schnee- und Gletscherschmelze in den letzten 100 Jahren untersucht. In ASG2 haben wir uns darauf konzentriert, wie sich die Schnee- und Gletscherschmelze in den nächsten 100 Jahren entwickeln und wie diese mit dem Rheinabfluss zusammenhängt. Der [endgültige Synthesebericht \(Abschlussbericht\) von ASG2](#) wurde im Frühjahr 2022 veröffentlicht. Die wichtigsten Ergebnisse des Berichts sind:

- Dieses Projekt quantifizierte tägliche Anteile der Abflusskomponenten für ein zukünftiges Klimaszenario in allen Nebenflüssen und entlang des Hauptstroms.
- Damit angetriebene hydrologische Modellsimulationen ergeben, dass die Regenkomponente die jahreszeitlichen Abflussschwankungen in Zukunft stärker dominieren wird als in der Vergangenheit.
- Schnee schmilzt im Winter und Frühjahr früher, was zu einer geringeren saisonalen Wasserspeicherung in der Schneedecke führt.
- Das Abschmelzen der Gletscher wird sich fortsetzen und trotz unterschiedlicher Rückzugsgeschwindigkeiten einzelner Gletscher wird die Eisschmelzkomponente im Hauptstrom des Rheins den Projektionen zufolge schnell abnehmen und bis Ende des Jahrhunderts fast verschwinden.
- Insgesamt werden laut den Simulationen die Abflussvariabilität und die Niedrigwasser-Extreme zunehmen.

Aus Sicht der KHR bestätigen diese neuen Erkenntnisse die Bedeutung einer klimaresistenten weiteren Anpassung des Wassermanagements im Rheineinzugsgebiet. Zum Abschluss des ASG2-Projekts organisierte die KHR im Juni 2022 in Olten (Schweiz) ein Symposium mit dem Titel: „[Der Rhein in einem zukünftigen Klima: Veränderungen vom Quellgebiet bis zum Tiefland](#)“. Vertreter von Universitäten, Regierungen und anderen Organisationen verfolgten die Präsentation der Ergebnisse mit großem Interesse. Alle beteiligten Wissenschaftler und KHR-Vertreter hoffen, dass diese Studie in Zukunft zu einem (schonenderen) Umgang mit den Wasserressourcen beitragen wird.



Abbildung 22: Teilnehmer-KHRs ASG2-Symposium Juni 2022 in Olten Schweiz

Sozio-ökonomische Szenarien (SES) und Einflüsse auf das Niedrigwasserregime des Rheins

Im Rahmen des SES-Projekts fanden Ende 2021 und Anfang 2022 Interviews innerhalb der KHR-Community (mit Vertretern aus den Rheinanrainerstaaten und Kommissionen) statt. Diese Interviews konzentrierten sich auf Folgeschritte und Ideen innerhalb des SES-Projekts. Schließlich wurde im Vorjahr ein Rheinmodell (RIBASIM) entwickelt, das Einblicke in die Auswirkungen der Wassernutzung auf den Rheinabfluss ermöglicht. Nun galt es zu definieren, wie mit der Datenerhebung und der Nutzung des Modells zu verfahren ist. Die Interviews zeigen, dass es schwierig ist, valide Daten zum Wasserverbrauch, zum Beispiel aus der Landwirtschaft, zu erhalten. Es zeigte sich auch die Notwendigkeit, Narrative und Was-wäre-wenn-Szenarien bezüglich der Wassernutzung im Einzugsgebiet zu entwickeln.

Im Herbst 2022 organisierte die KHR im Vorfeld des KHR-Herbsttreffens in Antony-Paris einen kleinen SES-Workshop. Hier wurden eine Reihe von Arbeitspaketen für die Nachverfolgung definiert, wie z. B. 1. die Erhebung nationaler SES-Studien, 2. die Definition von Was-wäre-wenn-Szenarien und 3. die Organisation umfassender Workshops mit Wassernutzungssektoren.

Im Rahmen des SES-Projekts begann Deltares Ende 2022 mit einer Bestandsaufnahme der Auswirkungen des Kühlwasserverbrauchs durch Kraftwerke im Rheinbecken. Diese Erkenntnisse werden zum Gesamtbild der Wassernutzer innerhalb des Beckens beitragen und Input für das RIBASIM-Modell liefern.

Sediment

Anfang 2022 beendeten die BOKU-Universität (Wien, Österreich) und Blueland (niederländische Beratungsagentur) ihre Arbeit am KHR-Sedimentprojekt. Dieses Projekt bestand aus einer Bestandsaufnahme von Sedimenten in Bezug auf Wissen, Aktivitäten, Forschung und Überwachung auf Einzugsgebietsebene. Somit sind 22 Interviews ausgeführt mit Experten aus der Schweiz, Österreich, Frankreich, Deutschland, Luxemburg und den Niederlanden. Dies hat zu einem aktuellen Bericht geführt, der im Frühjahr 2022 [veröffentlicht](#) wurde und den Rheinkommissionen IKSr und ZKR offiziell angeboten wurde.

Mögliche im aktuellen Bericht identifizierte Folgemaßnahmen umfassen unter anderem a. die Auswirkungen des Klimawandels auf den Sedimenthaushalt und b. die Aktualisierung der Sedimentbilanz und -trends sowie den Sedimenttransportprozess. In Abstimmung mit unseren Hauptakteuren wie der IKSr und der ZKR hofft die KHR, weiter daran arbeiten zu können. Auf diese Weise hoffen wir, eine aktuelle Wissensbasis über Sediment(-gleichgewicht) zu schaffen, die für die Erstellung eines Sedimentmanagementplans unerlässlich ist, der im Arbeitsprogramm 2040 der IKSr erwähnt wird.

Hydrologisches Gedächtnis des Rheins

In der Herbstsitzung 2018 hat die KHR ihr Interesse an einem Projekt in dem historische Daten gesammelt und verfügbar gestellt werden, ausgesprochen. Es wurde beschlossen, zuerst eine Vorstudie durchzuführen. Dazu wurde im April 2022 ein Kooperationsvertrag zwischen der BfG und der Universität Bonn (Prof. Herget) unterzeichnet. Im Rahmen dieses Vertrages wur-

den 2022 Fortschritte bei Datenstudien an Rhein und Main sowie einer Literaturstudie zu historischen Niedrigwasserereignissen erzielt. Darüber hinaus wurden Untersuchungen zur Dokumentation und Messung einiger Hochwasserereignisse mit historischen Überschwemmungssteinen durchgeführt.

Des Weiteren wurde während der KHR-Herbstplenarsitzung 2022 in Antony-Paris ein Mehrjahresplan (2022-2028) vorgestellt. Darin wurden Ideen für einen Themenworkshop im Herbst 2023 und eine mögliche Beteiligung der KHR-Mitglieder an weiteren Aktionen ausgetauscht.

KHR Informationssystem

Nachdem 2021 die ersten gemeinsamen Ideen innerhalb der KHR-Community inventarisiert wurden, wurde Anfang 2022 ein Online-Workshop unter der Leitung vom deutschen Berater Mundialis organisiert. In diesem Workshop brachte der KHR-Lenkungsausschuss weitere Schwerpunkte und Richtungen zum Ausdruck. Im Anschluss daran beauftragte die KHR Mundialis mit der Entwicklung eines ersten Konzepts und Prototyps des KHR-Informationssystems. Erste Ergebnisse wurden auf der KHR-Herbstplenarsitzung 2022 in Antony-Paris vorgestellt. Der Prototyp enthält einen ersten Satz von (historischem) Kartenmaterial, das eine Reihe von Zeitreihen von einer Reihe von Messstellen entlang des Rheins umfasst. Dieser erste Prototyp wurde innerhalb der KHR gut angenommen und es wurde vereinbart, die nächsten Schritte in Richtung der nächsten Benutzerversion des KHR-Informationssystems im Jahr 2023 zu unternehmen.

Stars4Water

Das [4-jährige](#) Projekt Stars4Water startete Ende 2022. Dieses vom Europäischen Horizont-Rahmenprogramm finanzierte Kooperationsprojekt zielt darauf ab, das Verständnis für die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserverfügbarkeit und die Anfälligkeit für Ökosysteme, die Gesellschaft und die Wirtschaft im Flussgebietsmaßstab zu verbessern. Im Rahmen des Projekts arbeitet ein Konsortium unter der Leitung von Deltares in 7 verschiedenen Flusseinzugsgebieten in Europa zusammen, um unter anderem Modelle, Informationssysteme und Datensätze zu entwickeln. Mehrere KHR-Organisationen sind im Konsortium tätig. Das Projekt kann auch die Möglichkeit bieten, bestimmte KHR-Projekte wie das SES-Projekt zu unterstützen, bei denen daran gearbeitet werden kann, das RIBASIM-Modell zu verbessern oder sozialökonomische Szenarien zu erarbeiten. Ab 2022 hat die KHR auch ein Mitglied für die Teilnahme am Beirat des Stars4Water-Projekts benannt.

Strategische Ausrichtung der KHR

Auch im Jahr 2022 arbeitet die KHR im Einklang mit ihrer Strategie für den Zeitraum [2020-2030](#).

Öffentlichkeitsarbeit

Die neue KHR-Website (www.chr-khr.org) wurde Anfang April 2021 veröffentlicht. Im Jahr 2022 wurden einige weitere Verbesserungen vorgenommen und neue Inhalte auf der Website veröffentlicht.

Auch der sichere Teil für KHR-Mitglieder (zum Teilen von Sitzungsdokumenten) ist immer noch im Einsatz.

Publikationen der KHR

Die KHR hat den [hydrologischen Jahresbericht 2021](#) für das Rheingebiet in zwei Sprachen publiziert. Und wie oben erwähnt, hat die KHR im Sommer 2022 [den Abschlussbericht des ASG2-Projekts](#) veröffentlicht.