

Internationale Kommission zum Schutz der Elbe
Mezinárodní komise pro ochranu Labe



Analyse der Niedrigwasserperiode 2014 – 2020 im Einzugsgebiet der Elbe

Teil A: Oberflächengewässer
(Seiten 3 – 46)

Teil B: Grundwasser
(Seiten 47 – 76)



Magdeburg

2023

Herausgeber

Internationale Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE)

Mezinárodní komise pro ochranu Labe (MKOL)

Postfach 1647/1648, 39006 Magdeburg

Tel.: +49 (0)391 400 03-0

E-Mail: sekretariat@ikse-mkol.org

Internet: www.ikse-mkol.org

ISBN

978-3-910400-02-3

Teil A

Bewertung der Oberflächengewässer

Inhalt:

1	Einleitung	5
2	Kurze Charakteristik des Zeitraums 04/2014 – 03/2021	5
3	Vorgehen und Beschreibung der wichtigsten Ergebnisse	7
4	Kommentar zu den Ergebnissen für die einzelnen Pegel	13
5	Die lange Reihe in Magdeburg (1727 – 2020)	17
6	Die lange Reihe in Děčín (1851 – 2020)	20
7	Ausblick	23
8	Anlagen	24

Fachliche Bearbeitung und Redaktion

Expertengruppe „Hydrologie“ (Hy) der IKSE

Vorsitzender: Petr Šercl (Český hydrometeorologický ústav)

Mitglieder (in alphabetischer Reihenfolge):

Jörg Uwe Belz (Bundesanstalt für Gewässerkunde)

Miloň Boháč (Český hydrometeorologický ústav)

Radek Čekal (Český hydrometeorologický ústav)

Tomáš Kendík (Povodí Vltavy, státní podnik)

Jiří Kremsa (Povodí Labe, státní podnik)

Nico Marche (Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt)

Petra Walther (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie)

Mit Unterstützung der Arbeitsgruppe „Hochwasserschutz“ (FP) und des Sekretariats der IKSE.

Dank gebührt außerdem allen weiteren, nicht namentlich aufgeführten, Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern verschiedener Institutionen, die ebenfalls an der Erarbeitung der Publikation beteiligt waren.

Teil A: Bewertung der Oberflächengewässer

1 Einleitung

Seit 2014 war das Einzugsgebiet der Elbe durch unterdurchschnittliche Niederschläge und überdurchschnittliche Lufttemperaturen geprägt. Das hatte zur Folge, dass sich im tschechischen und im deutschen Teil des Elbeeinzugsgebietes bis zum Jahre 2020 wiederholt sehr lange Niedrigwassersituationen mit jeweils unterschiedlichem räumlichen Ausmaß und unterschiedlicher Intensität einstellten.

Nach Erarbeitung der notwendigen Datengrundlagen für den Zeitraum 2014 bis 2020 wurde eine Analyse dieses siebenjährigen Niedrigwasserzeitraumes für das gesamte Elbeeinzugsgebiet vorgenommen. Diese ergänzt die bereits publizierten detaillierten Untersuchungen der Niedrigwasserjahre 2015 und 2018¹.

Für die Analyse wurden 11 maßgebliche Pegel aus dem Einzugsgebiet der Elbe ausgewählt. Betrachtet wurden Kenngrößen der Lufttemperatur, des Niederschlages und des Abflusses für den Zeitraum 2014 bis 2020, die mit der Bezugsperiode 1981 bis 2010 verglichen wurden. Die entsprechenden Tabellen und Grafiken sind in der Anlage zu ersehen.

Die Niedrigwasserperiode war so bedeutsam, dass der reine Vergleich mit den Kenngrößen für den 30-jährigen Bezugszeitraum bei weitem nicht ausreichend ist. Deswegen wurde für die Pegel an der Elbe in Děčín (ab 1851) und in Magdeburg (ab 1727) für die statistische Einordnung dieses Niedrigwasserzeitraumes auf lange Beobachtungsreihen zurückgegriffen. Die diesbezüglichen Auswertungen zeigen, dass der siebenjährige Zeitraum 2014 – 2020 zu den abflussärmsten seit Beobachtungsbeginn dieser Pegel gehört.

2 Kurze Charakteristik des Zeitraums 04/2014 – 03/2021

Im Einzugsgebiet der Elbe deutete bis Ende 2013 nichts auf den Beginn einer sehr bedeutenden und langen Niedrigwasserphase hin. Der Winter 2012/2013 zog sich bis Anfang April, auch der Mai war sehr kalt und regnerisch. Der Boden im Einzugsgebiet der Elbe war stellenweise extrem gesättigt. Anfang Juni traten nach ergiebigen Regenfällen bedeutende Hochwasser auf. Im Hinblick auf die Temperaturen war das Jahr 2013 durchschnittlich und in Bezug auf die Niederschläge überdurchschnittlich.

In der ersten Dezemberdekade 2013 lag in den Mittelgebirgen im Einzugsgebiet der Elbe eine überdurchschnittliche Schneemenge. Im Laufe des Dezembers setzte aber Tauwetter ein und bis zum Ende des Winters 2013/2014 schneite es bis auf einige wenige Tage fast nicht mehr. Vor allem die zweite Winterhälfte war im Hinblick auf die Schneerücklagen extrem unterdurchschnittlich und Schnee lag überwiegend in den Kammlagen der Mittelgebirge. Die Schneerücklagen waren im tschechischen Einzugsgebiet der Elbe die geringsten seit 1970. Eine für das Auffüllen der Grundwasserspeicher bedeutsame Schneeschmelze gab es im Frühjahr praktisch nicht.

Das Jahr 2014 war im Hinblick auf die Temperaturen stark bis extrem überdurchschnittlich und in Bezug auf die Niederschläge nur durchschnittlich bis unterdurchschnittlich. Die Grundwasserstände erreichten zwar schrittweise den unterdurchschnittlichen Bereich, sanken aber vorerst nicht bis unter die Niedrigwassergrenze. Gerade die Speisung aus dem Grundwasser in die Fließgewässer reichte noch aus, dass in den Gewässern nur vereinzelt Abflüsse unterhalb des Q_{10} auftraten, obwohl die Abflüsse schrittweise auch deutlich unterdurchschnittliche Werte erreichten.

¹ <https://www.ikse-mkol.org/publikationen/niedrigwasser/1>

Der Winter 2014/2015 war im Hinblick auf die Temperaturen überdurchschnittlich und auf die Schneerücklagen durchschnittlich bis unterdurchschnittlich. Die Grundwasserspeicher wurden somit erneut nicht aufgefüllt. Das Jahr 2015 war in Bezug auf die Temperaturen in Tschechien stark bis extrem überdurchschnittlich und auf die Niederschläge stark unterdurchschnittlich. Auch in Deutschland lag die Jahresmitteltemperatur deutlich über dem Durchschnitt. Hinsichtlich des Niederschlags war das Jahr 2015 in Deutschland zu trocken. Die Sommerzeit mit einem Niederschlagsmangel war im Juli und August von Hitzewellen mit extrem hohen Lufttemperaturen begleitet, in dieser Zeit überschritten die Maxima an mehreren Tagen sogar 35 °C. Etwa ab Anfang Juli begann ein sehr ausgeprägter Niedrigwasserzeitraum, in dem sich die mittleren Tagesabflüsse meistens unter dem Q_{10} hielten. An einer Reihe von Gewässern wurden historische Abflussminima erreicht. Die Grundwasserstände fielen bereits im Laufe des Junis unter den Grenzwert des Niedrigwassers.

Im Jahr 2015 verschärfte sich die Niedrigwassersituation. Bis zum Ende des Bewertungszeitraums waren alle Jahre im Hinblick auf die Temperaturen überdurchschnittlich, wobei die Jahre 2018 (das wärmste Jahr seit 1961) und 2019 sogar extrem überdurchschnittlich waren. In Deutschland gehören die Jahre 2018, 2019 und 2020 zu den wärmsten Jahren seit Beginn der systematischen Wetteraufzeichnungen im Jahr 1881.

Im Hinblick auf die Niederschläge waren in Tschechien die Jahre 2015, 2016, 2018 und 2019 unterdurchschnittlich, die Jahre 2014, 2017 und 2020 aber durchschnittlich. In Deutschland waren alle Jahre außer das Jahr 2017 zu trocken. Die Winter waren auch weiterhin in Bezug auf die Temperaturen überwiegend überdurchschnittlich und aus der Sicht der Schneerücklagen bis auf den Winter 2016/2017 durchschnittlich bis unterdurchschnittlich. Die Niedrigwasserperiode wurde nur vorübergehend in einigen Teilen des Einzugsgebiets der Elbe unterbrochen.

Die Niedrigwassersituation aus dem Jahr 2015 wiederholte sich 2018 und war im deutschen Einzugsgebiet der Elbe extremer als 2015. Die Wasservorräte im Schnee in den Gebirgen waren überwiegend durchschnittlich, aber im Tiefland gab es nur kurzzeitig Schnee. Im April schmolzen die Schneerücklagen auch aus den Gebirgen schnell ab. Obwohl im Mai und Juni lokal ergiebige Niederschläge auftraten, vor allem in der Südwesthälfte Böhmens und im Vogtland, begann sich das Niedrigwasser ab Mitte Juni deutlich zu verstärken. Die atmosphärischen Zirkulationsbedingungen verhinderten den Durchzug von Frontsystemen vom Atlantik oder dem Mittelmeer in das Gebiet Mitteleuropas, wohin sie ergiebigere Niederschläge gebracht hätten. Die meteorologische Trockenheit erfasste nicht nur Tschechien, sondern auch die meisten der europäischen Staaten. Der Witterungsverlauf im Sommer und seine synoptischen Ursachen waren sehr ähnlich wie im Jahr 2015. Charakteristisch waren lange Zeiträume mit der überdurchschnittlichen Lufttemperatur, insbesondere im April, Mai, Juli und August, sowie lange Zeiträume mit unterdurchschnittlichen Niederschlagshöhen, wobei in einigen längeren Phasen überhaupt keine Niederschläge auftraten. Im Juli und August wurden nur etwa 50 % des Normalwerts des Niederschlags gemessen. In Folge der hohen Verdunstung sank die Wasserführung im überwiegenden Teil des Einzugsgebiets der Elbe bis unter Q_{10} und sehr niedrige Abflüsse traten in den Gewässern praktisch bis Ende November auf. Einige kleinere Gewässer- oder Abschnitte von ihnen fielen trocken. Das Niedrigwasser im Jahr 2018 übertraf mit seinen Parametern, d. h. der Höhe und der Länge der Dauer der Niedrigwasserabflüsse und dem Fallen der Grundwasserstände, auch das Jahr 2015.

Obwohl der Winter 2018/2019 aus der Sicht der Wasservorräte durchschnittlich war, in den Mittelgebirgen stellenweise überdurchschnittlich, reichte dies nicht aus, um das aufgebaute Defizit im Grundwasser wieder auszugleichen. Im Laufe des Jahres 2019 stellte sich die Niedrigwassersituation wieder ein und die Wasserführung ging erneut mehrfach bis unter Q_{10} zurück. Erst 2020 kam es teilweise zu einer Verbesserung insbesondere in Tschechien. Hier war das Jahr in Bezug auf die Temperaturen zwar stark überdurchschnittlich, aber im Hinblick auf die Niederschläge

durchschnittlich bis überdurchschnittlich. Mehr Niederschläge und Hochwasserereignisse erfassten den südöstlichen Teil des tschechischen Einzugsgebiets der Elbe. Im nordwestlichen Teil hingegen, aber auch auf dem Gebiet Deutschlands, hielt das Niedrigwasser weiterhin an. In Deutschland war 2020 erneut ein zu warmes und zu trockenes Jahr. Die Aufeinanderfolge der Trockenjahre 2018, 2019 und 2020 stellt in Deutschland eine seit Beginn der Wetteraufzeichnung noch nie dagewesene Extremsituation dar.

Für den Zeitraum von 2014 bis 2020 war ferner typisch, dass auch nach außergewöhnlich intensiven Niederschlägen keine bedeutenden Hochwasser auftraten. Dies wurde dadurch verursacht, dass die Grundwasserstände über lange Zeit im unterdurchschnittlichen Bereich lagen und darüber hinaus eine sehr niedrige Bodensättigung überwog. Bei Niederschlagsereignissen wurden zum Teil nur 10 % des Niederschlags abflusswirksam. Dies führte dazu, dass nach kleinen Abflussspitzen ein rasches Absinken der Wasserführung zurück in den Niedrigwasserbereich zu beobachten war. An der Elbe selbst blieb in diesem Zeitraum eine Periode mit einer bedeutenden Abflusszunahme aus, an der gesamten Elbe erreichte der höchste Scheitelabfluss nicht einmal den Wert des HQ_1 .

3 Vorgehen und Beschreibung der wichtigsten Ergebnisse

Bewertete Pegel

Die Bewertung wurde für elf Pegel vorgenommen (4 an der Elbe und 7 an den Nebenflüssen) – siehe Tabelle 3-1. Die Pegel an der Elbe charakterisieren die Verhältnisse an der Oberen (Kostelec nad Labem und Děčín) und der Mittleren Elbe (Magdeburg-Strombrücke und Neu Darchau). Die durch Ebbe und Flut beeinflusste Untere Elbe (Tideelbe) unterhalb des Wehres Geesthacht war nicht Gegenstand der Bewertung. Der letzte bewertete Pegel Neu Darchau repräsentiert 89 % der Fläche des Einzugsgebiets der Elbe. Die Pegel an den Nebenflüssen wurden so gewählt, dass es sich um Teileinzugsgebiete mit einer möglichst geringen anthropogenen Beeinflussung des hydrologischen Regimes handelt.

Tab. 3-1: *Ausgewählte Pegel im Einzugsgebiet der Elbe*

Nummer	Gewässer	Pegel	Einzugsgebiet [km ²]
1	Elbe	Kostelec nad Labem	13 183
2	Otava	Písek	2 914
3	Sázava	Zruč nad Sázavou	1 421
4	Berounka	Beroun	8 286
5	Elbe	Děčín	51 120
6	Freiberger Mulde	Nossen 1	586
7	Vereinigte Mulde	Bad Dübén 1	6 171
8	Saale	Calbe-Grizéhne	23 719
9	Elbe	Magdeburg-Strombrücke	94 942
10	Sude	Garlitz	735
11	Elbe	Neu Darchau	131 950

Grundsätze für die Erarbeitung

- Bewertet wurden die Wasserhaushaltsjahre jeweils von April bis März des Folgejahres. Der Bewertungszeitraum reicht vom 1. April 2014 bis zum 31. März 2021. Damit wird gewährleistet, dass Zeiträume mit den niedrigsten Abflüssen innerhalb eines Jahres als Ganzes beurteilt werden, weil in der Zeit Ende März / Anfang April gewöhnlich keine Niedrigwasserabflüsse auftreten.
- Gewählt wurde der Bezugszeitraum 1981 – 2010 für die mehrjährigen Kenngrößen der Abflüsse, der Niederschläge und der Temperaturen.
- Bewertet wurden die mittleren Jahresabflüsse (z. B. die 7-jährigen gleitenden Mittel) für den Pegel Magdeburg seit 1727 (längste historische Abflussreihe im Einzugsgebiet der Elbe) und für den Pegel Děčín seit 1851 (längste historische Abflussreihe für die Elbe auf dem tschechischen Gebiet).

Grafische und tabellarische Ergebnisse

Für die 11 ausgewählten Pegel wurden einheitlich grafische und tabellarische Auswertungen erarbeitet (**siehe Anlagen 1 bis 11**), die im Weiteren am Beispiel der Ergebnisse für den Pegel **Magdeburg-Strombrücke an der Elbe** beschrieben werden:

Diagramm 1 veranschaulicht den Vergleich der mittleren Monatswerte der Lufttemperaturen (**A**), der Niederschläge (**B**) und der Abflüsse (**C**) im Bewertungszeitraum 04/2014 – 03/2021 mit den mehrjährigen Monatsmitteln **für den Zeitraum 1981 – 2010**:

- **Diagramm 1A:** Abweichungen der mittleren Monatstemperaturen in °C von den Werten der mehrjährigen Monatsmittel. 65 Monate lagen über den Normalwerten und nur 19 unter den Normalwerten. Die größte positive Abweichung beträgt 5,1 °C (12/2015), die größte negative Abweichung -3,5 °C (01/2017).
- **Diagramm 1B:** Mittlere Monatsniederschläge in Prozent der Werte der mehrjährigen Monatsmittel. 52 Monate lagen über den Normalwerten und 32 unter den Normalwerten. Die größte positive Abweichung vom Normalwert beträgt 121 % (02/2020), die größte negative Abweichung -81 % (02/2015).
- **Diagramm 1C:** Mittlere Monatsabflüsse in Prozent der Werte der mehrjährigen Monatsmittel. 76 Monate lagen über den Mittelwerten und nur 8 unter den Mittelwerten. Die größte positive Abweichung beträgt 34 % (02/2021), die größte negative Abweichung -69 % (04/2020).

Magdeburg-Strombrücke – Elbe
Diagramm 9-1 (siehe Anlage 9)

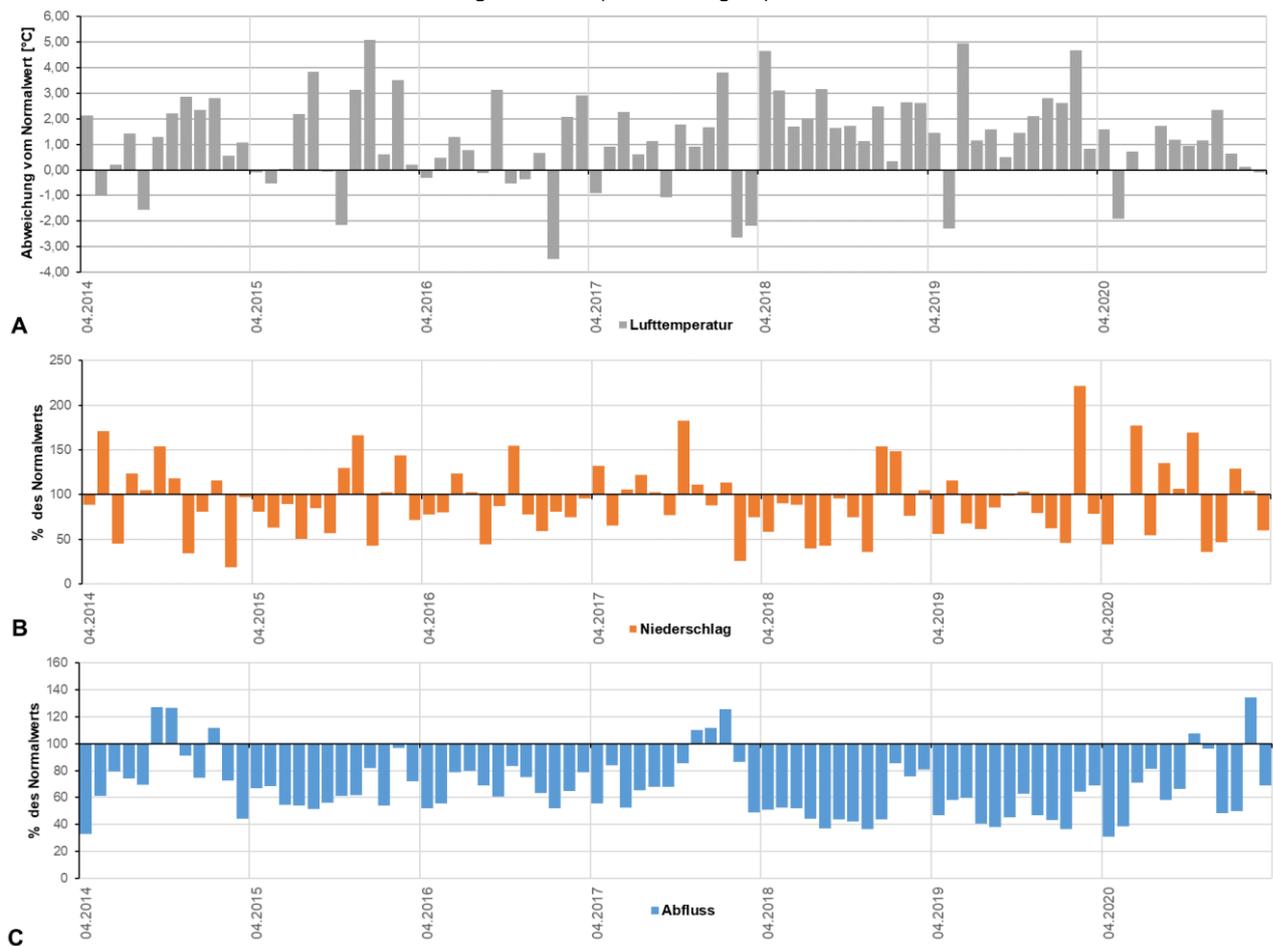


Diagramm 2 dokumentiert die Entwicklung der hydrologischen Situation im Zeitraum 2014 – 2020. Es enthält Ganglinien der mittleren Tages- und Monatsabflüsse sowie der mehrjährigen Werte für die einzelnen Monate (MQ_{Monat}) sowie die Höhe der Abflüsse Q_{10} und MNQ für die Jahresreihe 1981 – 2010.

- Q_{10} – mittlerer Tagesabfluss, der im Jahr im Mittel an 10 Tagen unterschritten wird
- MNQ – arithmetisches Mittel der niedrigsten mittleren Tagesabflüsse der Einzeljahre

Zum Beispiel bewegten sich im Zeitraum 07/2018 – 11/2018, also über eine Zeit von 5 Monaten, die mittleren Monatsabflüsse deutlich unter Q_{10} und MNQ.

Magdeburg-Strombrücke – Elbe
Diagramm 9-2 (siehe Anlage 9)

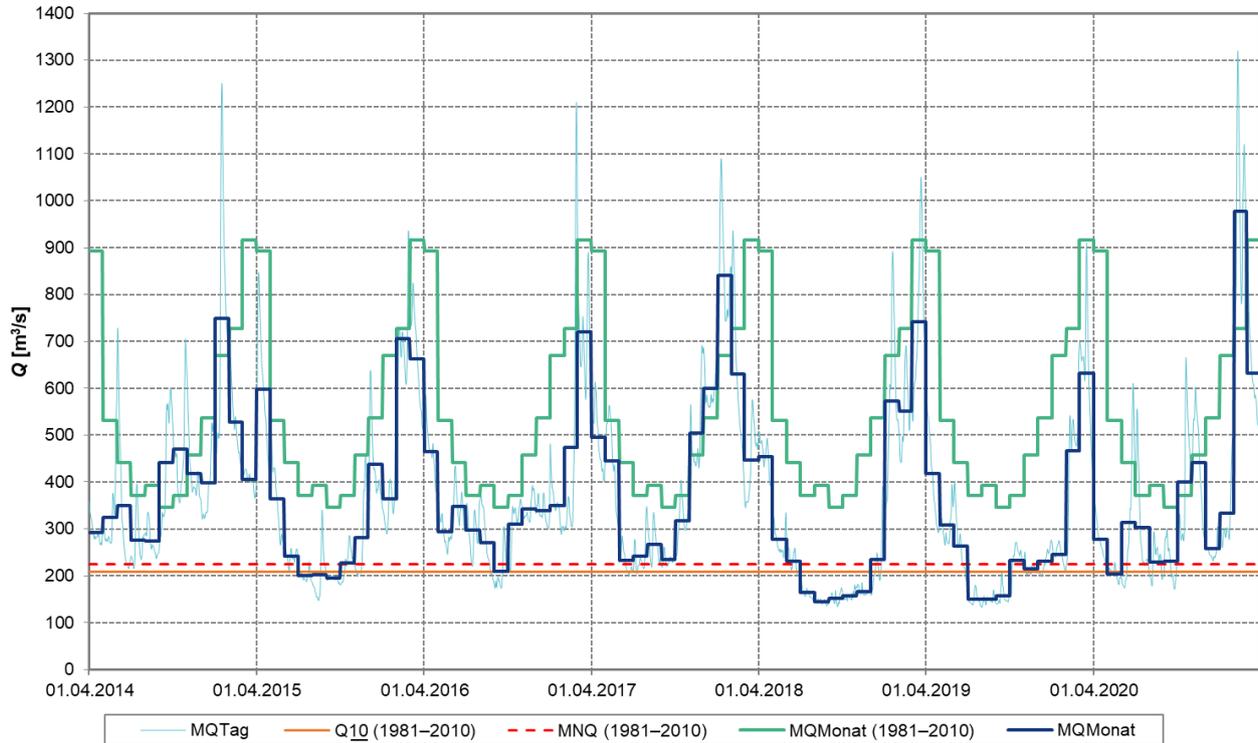


Diagramm 3 zeigt, wie es im Zeitraum seit 2014 zum Anstieg des Defizits des Abfluss- und des Niederschlagsvolumens in Bezug auf die mehrjährigen Werte für den Zeitraum 1981 – 2010 kam.

Im 7-jährigen Zeitraum 04/2014 – 03/2021 wuchs das Abflussdefizit bis auf 41 Mrd. m³ (433 mm Abflusshöhe), was bedeutet, dass in diesem Zeitraum der Abfluss um 34 % niedriger als die mehrjährigen Mittelwerte war. Das Niederschlagsdefizit desselben Zeitraums entspricht volumenbezogen annähernd dem Abflussdefizit, wenngleich in diesem Zeitraum nur 8 % weniger Niederschlag als im mehrjährigen Mittel fiel.

Magdeburg-Strombrücke – Elbe
Diagramm 9-3 (siehe Anlage 9)

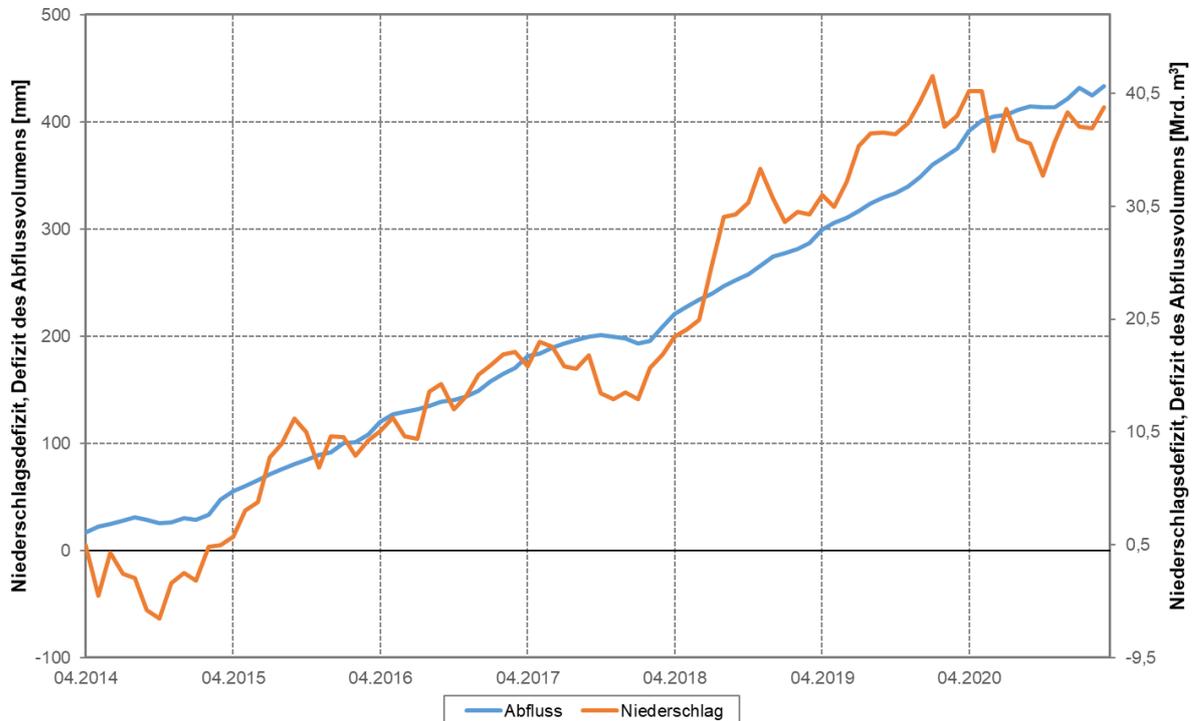


Tabelle A enthält ausgewählte Kenngrößen der Jahreswerte (vom 01.04. bis zum 31.03.) und der Werte für den gesamten Zeitraum 2014 – 2020 sowie ihren Vergleich mit den mehrjährigen Mitteln für den Zeitraum 1981 – 2010. Es handelt sich um folgende Werte:

- Lufttemperatur
- Niederschlagshöhe
- Abfluss
- Abflussdefizit im Vergleich zum mehrjährigen mittleren Abfluss für den Zeitraum 1981 – 2010
- ausgewählte Kenngrößen der Niedrigwasserabflüsse:
 - Q_{10} – mittlerer Tagesabfluss, der im Jahr im Mittel an 10 Tagen unterschritten wird
 - MNQ (mittlerer Niedrigwasserabfluss) – arithmetisches Mittel der niedrigsten mittleren Tagesabflüsse der Einzeljahre des jeweiligen Zeitraums
 - NQ – der kleinste mittlere Tagesabfluss des jeweiligen Zeitraums oder Jahres
 - NM7Q – das kleinste arithmetische Mittel der Abflüsse an 7 aufeinanderfolgenden Tagen der Einzeljahre des jeweiligen Zeitraums
 - Min. NM7Q – der kleinste mittlere 7-tägige Abfluss des jeweiligen Zeitraums oder Jahres

Anmerkung: Im Falle der Werte für die Einzeljahre sind die Werte MNQ und NQ sowie die Werte NM7Q und Min. NM7Q identisch und drücken den kleinsten Wert des jeweiligen Jahres aus.

Erläuterungen:

- MQ_{Tag} mittlerer Tagesabfluss
- MQ_{Monat} mittlerer Monatsabfluss
- MQ mehrjähriger mittlerer Abfluss
- * mehrjähriger Mittel-/Normalwert

Tabelle A-9 (siehe Anlage 9): Vergleich ausgewählter Kenngrößen des Zeitraums 2014 – 2020 sowie der Einzeljahre am Pegel **Magdeburg-Strombrücke** mit den mehrjährigen Mitteln für den Zeitraum 1981 – 2010:

	1981 – 2010*	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2014-2020
Mittlere Jahrestemperatur der Luft [°C]	8,0	9,2	9,3	8,6	8,6	10,3	9,8	8,7	9,2
Abweichung vom Normalwert [°C]		1,2	1,3	0,5	0,6	2,3	1,8	0,7	1,2
Anzahl der Monate über dem Monats-Normalwert		10	8	7	8	12	11	9	65
Jährliche Niederschlagshöhe [mm]	676	673	580	595	680	547	585	670	619
% des jährlichen Normalwerts des Niederschlags		100	86	88	101	81	87	99	92
Anzahl der Monate unter dem Monats-Normalwert		6	8	9	5	9	9	6	52
Jährlicher MQ [m³/s]	554	410	372	368	437	319	288	379	368
% des mehrjährigen MQ		74	67	66	79	58	52	68	66
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter den mehrjährigen MQ _{Monat}		9	12	12	9	12	12	10	76
Abflussdefizit [Mrd. m³]		4,53	5,76	5,87	3,67	7,38	8,40	5,50	41,1
Q₁₀ [m³/s]	209	226	171	185	210	140	140	180	179
% des mehrjährigen Q ₁₀		108	82	89	100	67	67	86	86
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Q ₁₀		0	3	0	0	5	3	1	12
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Q ₁₀		0	93	29	8	176	122	60	488
MNQ [m³/s]	225	215	147	173	201	134	133	171	168
% des mehrjährigen MNQ		96	65	77	89	60	59	76	75
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen MNQ		0	3	1	0	5	4	1	14
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen MNQ		9	116	37	40	186	159	81	628
NQ [m³/s]	173	215	147	173	201	134	133	171	133
% des mehrjährigen NQ		124	85	100	116	77	77	99	77
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NQ		0	0	0	0	5	3	0	8
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NQ		0	12	0	0	142	85	1	240
NM7Q [m³/s]	239	220	152	180	206	139	137	178	173
% des mehrjährigen NM7Q		92	64	75	86	58	57	74	72
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NM7Q		0	4	1	2	7	6	3	23
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NM7Q		21	135	47	70	193	174	102	742
Min. NM7Q [m³/s]	175	220	152	180	206	139	137	178	137
% des mehrjährigen Min. NM7Q		126	87	103	118	79	78	102	78
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	0	0	0	5	3	0	8
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	12	2	0	145	89	4	252

4 Kommentar zu den Ergebnissen für die einzelnen Pegel

Wie aus den Diagrammen 1 (siehe Anlage) und der Tabelle 4-1 ersichtlich ist, lagen die **mittleren Monatstemperaturen** für die Einzugsgebiete der ausgewählten Pegel im bewerteten 7-jährigen Zeitraum meistens über ihren mehrjährigen Normalwerten, in einigen Monaten sogar um 4 bis 5 °C. Die mittlere Abweichung für den gesamten Zeitraum gegenüber dem mehrjährigen Normalwert betrug +1,1°C (Einzugsgebiet der Otava und der Sude) bis +1,4°C (Einzugsgebiet der Sázava).

Die **mittleren Monatsniederschläge** lagen in 50 (Einzugsgebiet der Otava) bis 60 (Einzugsgebiet der Freiberger Mulde) der insgesamt 84 Monate des Bewertungszeitraums unter dem Normalwert.

Die Jahresniederschlagssummen erreichten 85 % (Einzugsgebiet der Freiberger Mulde) bis 93 % (Sázava in Zruč) des mehrjährigen jährlichen Normalwerts.

Von den insgesamt 84 Monaten des Bewertungszeitraums lagen die **mittleren Monatsabflüsse** in 70 (Písek – Otava, Zruč – Sázava) bis 77 (Beroun – Berounka) Monaten unter ihren mehrjährigen Monatsmitteln. In den Zuflüssen zur Elbe im deutschen Einzugsgebiet der Elbe lagen diese in 68 (Nossen 1 – Freiberger Mulde) bis 74 (Calbe-Crizehne – Saale) Monaten unter ihren mehrjährigen Monatsmitteln. An der Elbe selbst unterschritten die mittleren Monatsabflüsse ihre mehrjährigen Werte in Děčín in 75 Monaten, in Magdeburg-Strombrücke und Neu Darchau in 76 Monaten.

Bei den **mittleren Abflüssen** wurden an den elf bewerteten Pegeln für den Zeitraum 2014 – 2020 nur 60 (Beroun – Berounka) bis 84 % (Garlitz – Sude) ihrer mehrjährigen Mittel für den Bezugszeitraum 1981 – 2010 erreicht. An der Elbe selbst am Pegel Kostelec betrug der mittlere Abfluss 63 %, an den Pegeln Děčín und Magdeburg-Strombrücke 66 % sowie am Pegel Neu Darchau 68 % des mehrjährigen Mittels.

Anhand der Entwicklung der **mittleren Tagesabflüsse** für den gesamten Bewertungszeitraum (siehe Diagramme 2 in der Anlage) wird deutlich, dass die Abflüsse Q_{10} bzw. MNQ, die als Niedrigwassergrenze betrachtet werden, in relativ langen Zeitperioden unterschritten worden sind, vor allem in den Jahren 2015, 2018 und 2019. Statistisch gesehen wird der Abfluss Q_{10} ca. 10 Tage im Jahr unterschritten, folglich sind für den 7-jährigen Zeitraum etwa 70 Tage zu erwarten. Im Bewertungszeitraum wurde der Abfluss Q_{10} an den Nebenflüssen der Moldau an 269 (Zruč – Sázava) bis 371 Tagen (Beroun – Berounka) und an den Nebenflüssen der Elbe an 86 (Garlitz – Sude) bis 490 Tagen (Calbe-Crizehne – Saale) unterschritten. An den Pegeln der Elbe war das in Děčín an 453 und in Magdeburg-Strombrücke an 488 Tagen der Fall.

Wesentlich unterschritten wurde auch der mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ), und zwar an 342 (Zruč – Sázava) bis 602 Tagen (Beroun – Berounka) an den Moldauzuflüssen sowie an 235 (Garlitz – Sude) bis 710 Tagen (Calbe-Crizehne – Saale) an den deutschen Elbezuflüssen. An den Pegeln der Elbe war das in Děčín an 485 Tagen und in Magdeburg-Strombrücke an 710 Tagen der Fall.

Die niedrigsten mittleren Tagesabflüsse traten an den bewerteten Pegeln im tschechischen Einzugsgebiet zwischen August und September 2015 (Písek – Otava am 1. September mit 3,31 m³/s, d. h. 46 % des mehrjährigen MNQ, Beroun – Berounka am 14. August mit 4,57 m³/s, d. h. ebenfalls 46 % des MNQ) sowie von Ende Juli bis September 2018 (Zruč – Sázava am 22. August mit 0,425 m³/s, d. h. nur 21 % des MNQ, Kostelec – Elbe am 20. August mit 15,6 m³/s, d. h. 61 % des MNQ und Děčín – Elbe am 13. September 69,8 m³/s, d. h. 63 % des MNQ) auf.

Die niedrigsten mittleren Tagesabflüsse an den bewerteten Pegeln im deutschen Einzugsgebiet der Elbe wurden dagegen erst Ende Juli bis September 2019 registriert (Magdeburg-Strombrücke

– Elbe am 31. Juli mit 133 m³/s, d. h. mit 59 % des MNQ und Neu Darchau – Elbe am 08. September mit 133 m³/s, d. h. mit 59 % des MNQ, Calbe-Grzechne – Saale am 05. September mit 29,2 m³/s, d. h. 62 % des MNQ, Garlitz – Sude am 27. August mit 0,494 m³/s, d. h. mit 45 % des MNQ). Im Muldeinzugsgebiet stellten sich die niedrigsten Tagesmittelwerte im August bis September 2020 ein (Bad Dübener See – Vereinigte Mulde am 21. September mit 5,33 m³/s, d. h. mit 32 % des MNQ und Nossen 1 – Freiburger Mulde am 09. August mit 0,565 m³/s, d. h. mit 41 % des MNQ).

In den Diagrammen 3 (siehe Anlage) ist die Entwicklung für das **Abfluss- und Niederschlagsdefizit** in Bezug zu den mehrjährigen Werten für den Bezugszeitraum 1981 – 2010 in Monatschritten dargestellt. Dabei ist eine eindeutige Korrelation zwischen Abfluss und Niederschlag erkennbar. Innerhalb des Auswertzeitraums von 2014 bis 2020 baute sich das Defizit an den betrachteten Pegeln kontinuierlich weiter auf. Im Zusammenhang mit den überwiegend schnee-armen Wintern (Ausnahme der Winter 2016/2017) ist eine deutlich stärkere Zunahme des Abflussdefizits im Frühjahr zu beobachten.

Das verhältnismäßig niederschlagsreiche Jahr 2017 resultierte allgemein in einer Verlangsamung bzw. Minderung der Niedrigwasserausprägung, teilweise sogar in einer positiven Volumenbilanzentwicklung. Ergiebige Niederschläge Ende Juni führten zu einem deutlichen Niederschlagsüberschuss im Nordostdeutschen Raum, was insbesondere am Pegel Garlitz an der Sude zu erkennen ist. Ähnliche Entwicklungen haben sich auch 2020 abgezeichnet, welche regional zu einer Verringerung des Abflussdefizits in Folge bedeutender Niederschläge im östlichen und südöstlichen Teil des Einzugsgebiets der Elbe in Tschechien führten (Pegel Zruč an der Sázava). In der Elbe selbst wirkte sich eine temporäre Entspannung des Niederschlagsdefizits nur marginal auf die mittelfristige Abflussentwicklung aus. Mitunter ist bei über den Normalwerten liegenden Niederschlägen eine sich fortsetzende Zunahme des Abflussdefizits zu beobachten (u. a. Pegel Magdeburg-Strombrücke 2020). Maßgebliche Ursache dafür sind die sehr niedrigen Abflüsse in den meisten Fließgewässern und die deutlich unter das Normalniveau abgefallenen Grundwasserstände mit zum Teil historischen Tiefstständen. In deren Konsequenz kann das Grundwasser die Wasserführung nicht mehr in dem Maße stützen, sondern führt zu einer zunehmenden Entkopplung von Oberflächen- und Grundwasserkörper und somit zu influenten Abflussverhältnissen (das Grundwasser wird aus dem Fließgewässer gespeist).

Eine demgegenüber gegenläufige Entwicklung tritt durch die Abflussstützung der Talsperren auf. Dabei nimmt das Abflussdefizit nicht in der Größenordnung wie das Niederschlagsdefizit zu (u. a. Pegel Calbe-Grzechne – Saale 2018). Entsprechend können trockene Witterungsperioden mit niedrigen Abflüssen zum Teil kompensiert werden.

Tab. 4-1: Übersichtliche Zusammenfassung der Kenngrößen für den Zeitraum 2014 – 2020 (aus den Tabellen A in der Anlage) und Vergleich mit dem Bezugszeitraum 1981 – 2010

Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Gewässer	Elbe	Otava	Sázava	Berounka	Elbe	Freiberger Mulde	Vereinigte Mulde	Saale	Elbe	Sude	Elbe
Pegel	Kostelec nad Labem	Písek	Zruč nad Sázavou	Beroun	Děčín	Nossen 1	Bad Dübén 1	Calbe-Grizelhe	Magdeburg-Strombr.	Garlitz	Neu Darchau
Fläche des Einzugsgebiets [km ²]	13 183	2 914	1 421	8 286	51 120	586	6 171	23 719	94 942	735	131 950
Mittlere Jahrestemperatur der Luft [°C]	9,4	8,2	8,8	9,1	9,1	8,8	8,8	9,9	9,2	10,2	9,4
Abweichung vom Normalwert [°C]	1,2	1,1	1,4	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2
Anzahl der Monate über dem Monats-Normalwert	65	66	70	67	67	65	64	65	65	61	64
Jährliche Niederschlagshöhe [mm]	638	701	664	570	618	762	749	590	619	623	594
% des jährlichen Normalwerts des Niederschlags	88	92	93	91	91	85	91	91	92	93	91
Anzahl der Monate unter dem Monats-Normalwert	55	50	54	53	54	60	55	53	52	53	56
Jährlicher MQ [m³/s]	66,0	16,7	6,66	22,4	207	5,15	42,1	78,0	368	3,85	476
% des mehrjährigen MQ	63	68	71	60	66	73	66	67	66	84	68
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter den mehrjährigen MQ _{Monat}	73	70	70	77	75	68	69	74	76	68	76
Abflussdefizit [Mrd. m³]	8,34	1,69	0,593	3,27	23,8	0,428	4,51	8,62	41,1	0,166	49,3
Q₁₀ [m³/s]	23,1	5,90	1,65	7,04	92,5	1,11	11,6	38,5	179	1,17	222
% des mehrjährigen Q ₁₀	89	93	92	81	86	87	74	90	86	140	93
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Q ₁₀	13	5	6	9	11	9	11	12	12	3	9
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Q ₁₀	428	301	269	371	453	374	478	490	488	86	356
MNQ [m³/s]	20,9	4,91	1,27	6,18	82,7	0,933	10,1	35,2	168	1,01	207
% des mehrjährigen MNQ	82	68	63	62	75	68	60	74	75	91	76
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen MNQ	13	9	8	14	12	10	11	18	14	6	15
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen MNQ	414	446	342	602	485	443	547	710	628	235	511

Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Gewässer	Elbe	Otava	Sázava	Berounka	Elbe	Freiberger Mulde	Vereinigte Mulde	Saale	Elbe	Sude	Elbe
Pegel	Kostelec nad Labem	Písek	Zruč nad Sázavou	Beroun	Děčín	Nossen 1	Bad Dübén 1	Calbe-Grizehne	Magdeburg-Strombr.	Garlitz	Neu Darchau
NQ [m³/s]	15,6	3,31	0,425	4,57	69,8	0,565	5,33	29,2	133	0,494	160
% des mehrjährigen NQ	117	106	50	90	84	121	45	82	77	165	92
Anzahl der Monate mit MQ_{Monat} unter dem mehrjährigen NQ	0	0	1	0	0	0	6	4	8	0	0
Anzahl der Tage mit MQ_{Tag} unter dem mehrjährigen NQ	0	0	31	9	73	0	254	140	240	0	45
NM7Q [m³/s]	22,7	5,51	1,55	6,69	91,5	1,06	11,1	37,1	173	1,11	214
% des mehrjährigen NM7Q	73	71	63	62	75	63	60	73	72	89	75
Anzahl der Monate mit MQ_{Monat} unter dem mehrjährigen NM7Q	15	13	14	19	17	16	18	23	23	11	16
Anzahl der Tage mit MQ_{Tag} unter dem mehrjährigen NM7Q	633	534	562	718	681	601	677	854	742	324	592
Min. NM7Q [m³/s]	15,9	3,48	0,450	4,86	75,3	0,693	5,73	31,0	137	0,541	164
% des mehrjährigen Min. NM7Q	86	106	46	92	83	137	44	84	78	169	94
Anzahl der Monate mit MQ_{Monat} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q	1	0	1	0	4	0	8	5	8	0	0
Anzahl der Tage mit MQ_{Tag} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q	91	0	50	26	164	0	324	193	252	0	52

Erläuterungen:

MQ_{Tag} mittlerer Tagesabfluss

MQ_{Monat} mittlerer Monatsabfluss

MQ mehrjähriger mittlerer Abfluss

Q_{10} mittlerer Tagesabfluss, der im Jahr im Mittel an 10 Tagen unterschritten wird

MNQ arithmetisches Mittel der niedrigsten Tagesabflüsse der Einzeljahre des jeweiligen Zeitraums

NQ der kleinste mittlere Tagesabfluss des jeweiligen Zeitraums

NM7Q das kleinste arithmetische Mittel der Abflüsse an 7 aufeinanderfolgenden Tagen der Einzeljahre des jeweiligen Zeitraums

Min. NM7Q der kleinste mittlere 7-tägige Abfluss des jeweiligen Zeitraums

5 Die lange Reihe in Magdeburg (1727 – 2020)

Anhand von überlieferten Pegelaufzeichnungen an der Elbe in Magdeburg wurden auf der Grundlage einer Auswertung zahlreicher historischer Dokumente Wasserstands-Durchfluss-Tabellen (Schlüsselkurven) erstellt, aus denen Abflussreihen für den Zeitraum von 1727 bis 1890 abgeleitet wurden². Ergänzt um die bestehende Abflussreihe von 1890 bis 2020 wird so ein beinahe 300 Jahre umfassender Referenzzeitraum erschlossen. Trotz der Tatsache, dass diese abgeleiteten historischen Daten nicht dieselbe Genauigkeit aufweisen können wie moderne Messdaten, lassen sich vor diesem einzigartigen hydrologischen Hintergrund gegenwärtige Niedrigwasserbedingungen zumindest näherungsweise einordnen.

Die Größenordnung des Wasserdargebots eines Bezugszeitraums spiegelt sich im jeweiligen Abflussmittel (MQ) wider (vgl. Abb. 5-1 und Tab. 5-1). Bezogen auf Wasserhaushaltsjahre fällt rezent am Elbepegel Magdeburg-Strombrücke insbesondere das Jahr 2019 auf; im Zeitraum seit 1727 gab es nur drei Jahre mit geringerem Wasserdargebot. Mit Bezug auf Siebenjahressequenzen lässt sich die extreme Stellung der aktuellen Niedrigwasserfolge gut belegen. Der jüngste Analysezeitraum 2014 bis 2020 ist mit deutlichem Abstand der abflussärmste in diesem langen historischen Zeitfenster (368 m³/s), der Zeitraum 2013 bis 2019 ordnet sich mit einer durchschnittlichen Wasserführung von 405 m³/s auf dem dritten Rang ein, obwohl das extreme Hochwasserereignis 2013 in der Statistik enthalten ist.

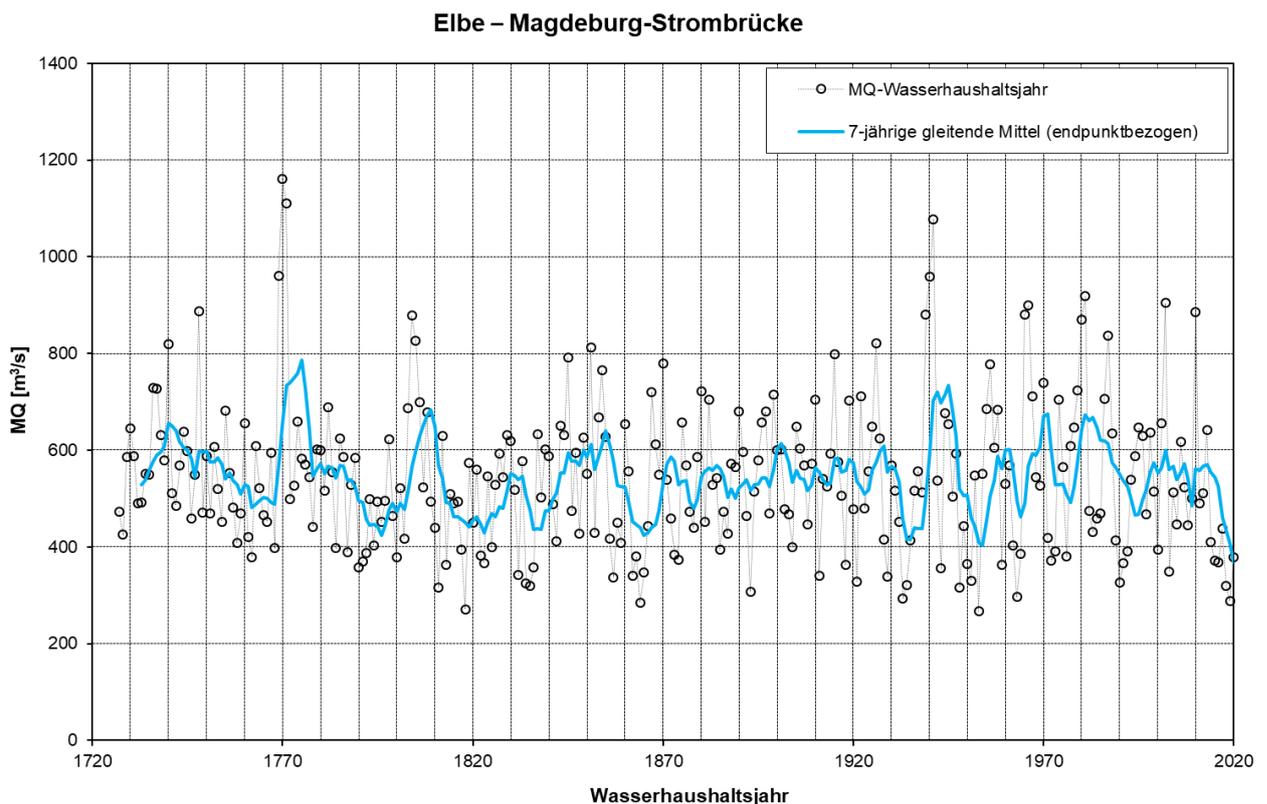


Abb. 5-1: Mittlere Jahresabflüsse einschließlich 7-jährigem gleitendem Mittel am Pegel Magdeburg-Strombrücke (Elbe) (Referenz: Wasserhaushaltsjahre) – Quelle: BfG, Daten: BfG, WSV

² FAIST et al. (2020) – Faist H., Th. Recknagel, H. Vietinghoff (2020): Historische Abflussdaten für die Elbe – Ableitung von Tagesabflüssen am Pegel Magdeburg-Strombrücke im Zeitraum von 1727 bis 1890. Koblenz, Bundesanstalt für Gewässerkunde, 68 S. In: Mitteilungen, Nr. 34. DOI: 10.5675/BfG Mitteilungen 34.2020

Tab. 5-1: *Pegel Magdeburg-Strombrücke (Elbe): Die zwanzig abflussärmsten Einzeljahre bzw. Siebenjahresmittel des Zeitraums 1727 bis 2020 (Wasserhaushaltsjahre, Werte aus dem 21. Jahrhundert sind hervorgehoben)*

Wasserhaushaltsjahre			Siebenjahresmittel (endpunktbezogen)		
Jahr	MQ [m ³ /s]	Rang	Jahr (Endpunkt)	[m ³ /s]	Rang
1953	266	1	2020	368	1
1818	271	2	1954	403	2
1864	285	3	2019	405	3
2019	288	4	1953	409	4
1933	293	5	1935	415	5
1963	296	6	1934	415	6
1893	308	7	1796	423	7
1811	316	8	1865	425	8
1948	316	9	1823	428	9
1835	319	10	1866	429	10
2018	319	11	1838	436	11
1934	321	12	1836	437	12
1834	325	13	2018	437	13
1990	327	14	1938	438	14
1921	328	15	1937	438	15
1951	330	16	1837	439	16
1857	337	17	1867	439	17
1929	339	18	1864	439	18
1911	341	19	1936	440	19
1862	341	20	1819	442	20

Ein geeigneter Parameter zur Kennzeichnung und Untersuchung einer Niedrigwassersituation ist NM30Q, d. h. das niedrigste Abflussmittel von dreißig aufeinanderfolgenden Tagen eines Untersuchungszeitraums. Dieser Parameter wird in Abbildung 5-2 für die Wasserhaushaltsjahre sowie als sieben- und zehnjährliches gleitendes Mittel im historischen Kontext 1727 bis 2020 betrachtet. Es ist bei annuellem Fokus festzustellen, dass die NM30Q(a) der Wasserhaushaltsjahre 2018 und 2019 sehr niedrig ausfielen, wenngleich sie in der Vergangenheit mehrfach unterschritten wurden (2018 siebenmal seit 1727, 2019 neunmal). Je höher die gleitenden Mehrjahresmittel aggregiert sind, desto weniger extrem fallen die NM30Q-Werte aus. Die Siebenjahressequenz 2014 – 2020 liegt nur auf Rang 9 der niedrigsten Ereignisse; der dekadische NM30Q-Mittelwert der Sequenz 2011 – 2020 wurde in der Vergangenheit noch deutlicher und häufiger unterboten.

Elbe – Magdeburg-Strombrücke

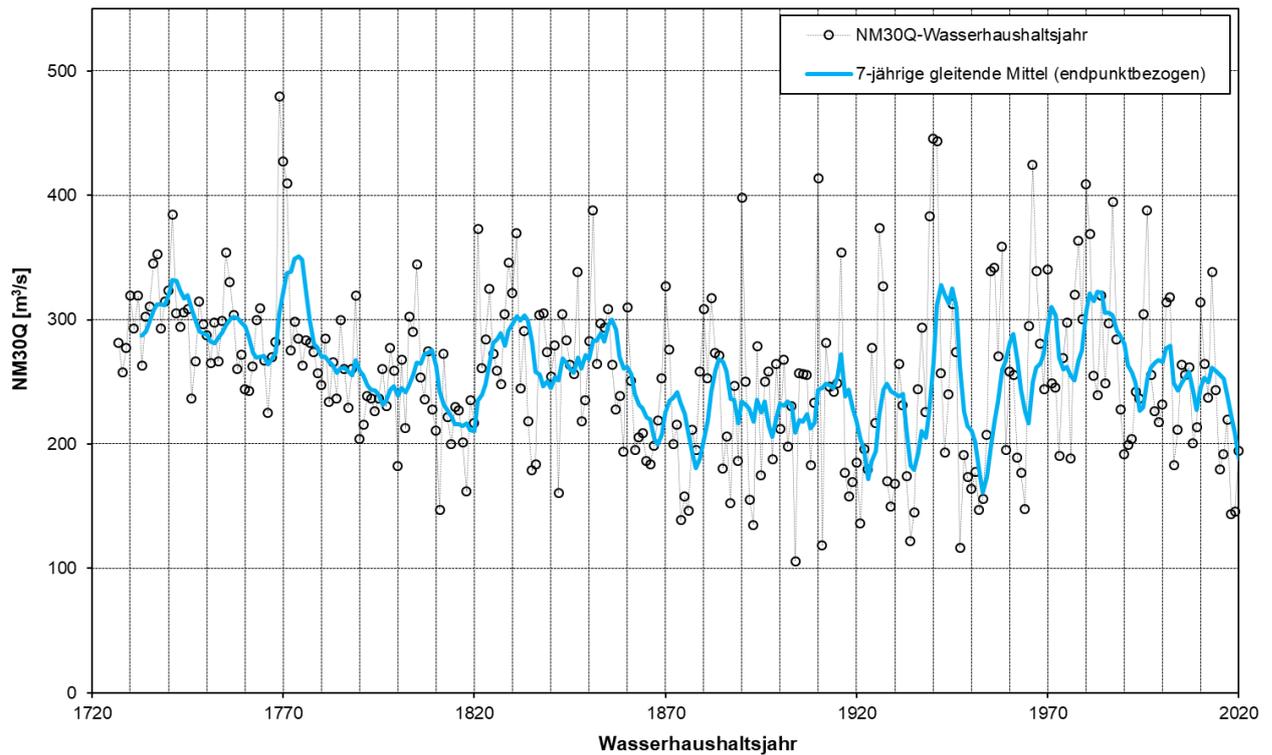


Abb. 5-2: *Jährliche Niedrigwasserextreme als niedrigste 30-Tagesmittel des Abflusses (NM30Q) einschließlich 7-jährigem gleitendem Mittel am Pegel Magdeburg-Strombrücke an der Elbe (Bezug: Wasserhaushaltsjahre) – Quelle: BfG, Daten: BfG, WSV*

Aus dem Diagramm in Abbildung 5-2 geht auch hervor, dass ab Mitte der 60er Jahre des 20. Jahrhunderts an der Elbe die 30-tägigen Niedrigwasserabflüsse im Vergleich zum vorherigen Zeitraum im Durchschnitt höher waren (mit einer kurzen Unterbrechung in den 90ern), was durch die Niedrigwasseraufhöhung aus den großen Talsperren verursacht wurde.

Trotz dieser Aufhöhungseffekte bewegt sich die derzeitige Niedrigwasserperiode der Elbe am unteren Rand der natürlichen Variabilität vor dem Talsperrenbau.

6 Die lange Reihe in Děčín (1851 – 2020)

Am Pegel Děčín werden die Wasserstände schon seit 1851 beobachtet. Mittlere Tagesabflüsse sind zwar erst seit 1888 verfügbar, aber die mittleren Monatsabflüsse sind bereits seit Beobachtungsbeginn ermittelt worden. Eine Analyse der mittleren Jahresabflüsse kann deshalb an einer 170 Jahre langen Reihe vorgenommen werden.

In Abbildung 6-1 sind die für das Wasserhaushaltsjahr berechneten mittleren Jahresabflüsse für die Jahresreihe 1851 – 2020 dargestellt. Innerhalb dieses Zeitraums war 1864 mit einem Jahresabfluss von 117 m³/s das abflussärmste Jahr, gefolgt von den Jahren 1953, 1857 und 1873. Aus der Sicht des bewerteten Zeitraums von 2014 – 2020 wurde der mittlere Jahresabfluss im Jahr 2019 im Zeitraum 1851 – 2020 siebenmal und der Abfluss im Jahr 2018 dreizehnmal unterschritten – siehe Tabelle 6-1.

Tab. 6-1: Pegel Děčín (Elbe): Die zwanzig abflussärmsten Einzeljahre bzw. Siebenjahresmittel des Zeitraums 1851 bis 2020 (Wasserhaushaltsjahre, Werte aus dem 21. Jahrhundert sind hervorgehoben)

Wasserhaushaltsjahre			Siebenjahresmittel (endpunktbezogen)		
Jahr	MQ [m ³ /s]	Rang	Jahr (Endpunkt)	[m ³ /s]	Rang
1864	117	1	2020	207	1
1953	130	2	1865	218	2
1857	141	3	1954	219	3
1873	150	4	2019	220	4
1933	158	5	1864	223	5
1863	165	6	1953	224	6
1874	167	7	1866	226	7
2019	167	8	1863	226	8
1862	171	9	1874	236	9
1893	172	10	1877	236	10
1948	173	11	1868	236	11
1921	176	12	1867	237	12
1990	179	13	2018	239	13
2018	180	14	1862	239	14
1934	181	15	1934	240	15
1943	182	16	1935	240	16
1963	183	17	1878	242	17
1951	187	18	1955	244	18
1872	188	19	1952	245	19
2016	189	20	1876	246	20

Ferner sind die mittleren Jahresabflüsse für den 7-jährigen gleitenden Zeitraum abgebildet. Aus der Bewertung der 7-jährigen Zeiträume hat der letzte Zeitraum 2014 – 2020 den kleinsten mittleren Abfluss (207 m³/s), danach folgen die Zeiträume 1859 – 1865 und 1948 – 1954 – siehe Tabelle 6-1.

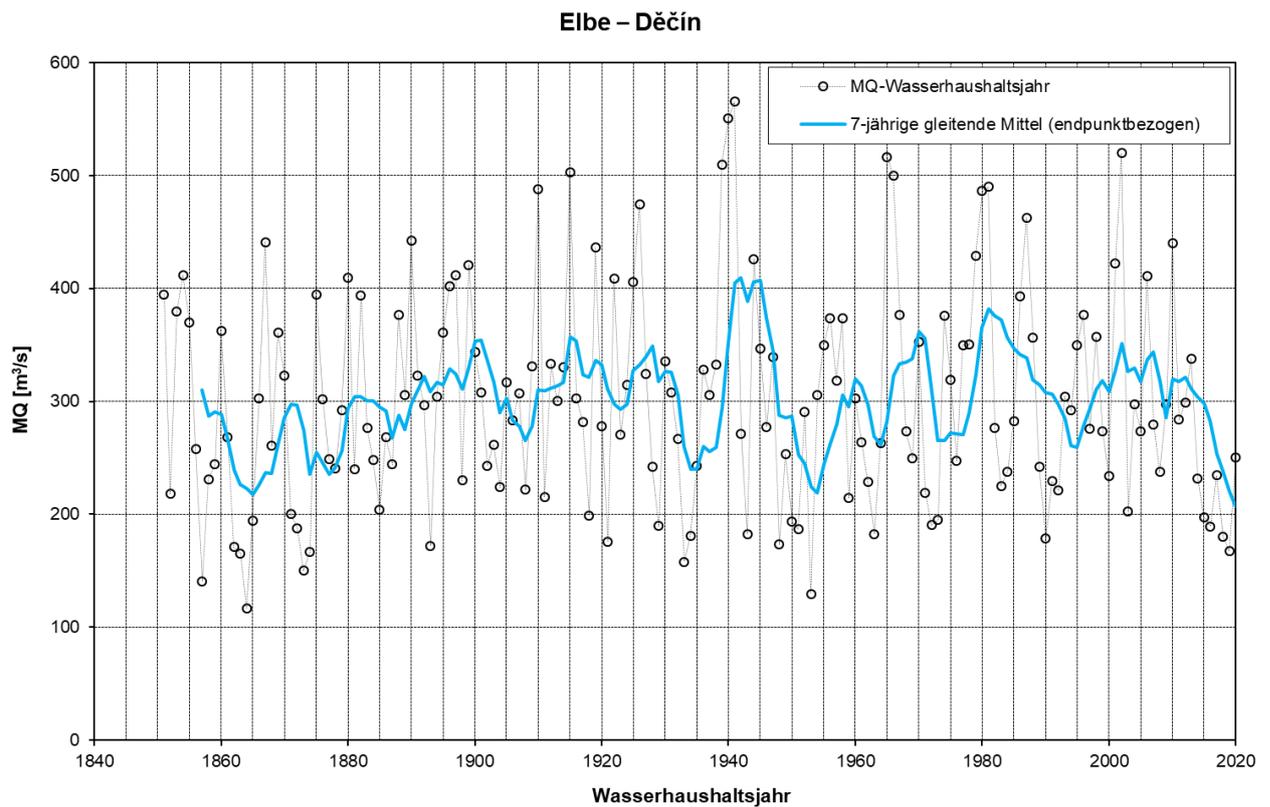


Abb. 6-1: *Mittlere Jahresabflüsse für die Wasserhaushaltsjahre einschließlich 7-jährigem gleitendem Mittel am Pegel Děčín an der Elbe für den Zeitraum 1851 – 2020, Quelle: ČHMÚ*

Für die Erfassung der Charakteristik der Niedrigwasserperiode ist es günstig, die Werte des 30-tägigen Niedrigwasserabflusses (NM30Q) zu nutzen. In Abbildung 6-2 sind die 30-tägigen Niedrigwasserabflüsse sowie ihre gleitenden Mittel für 7 Jahre im Zeitraum 1888 – 2020 dargestellt.

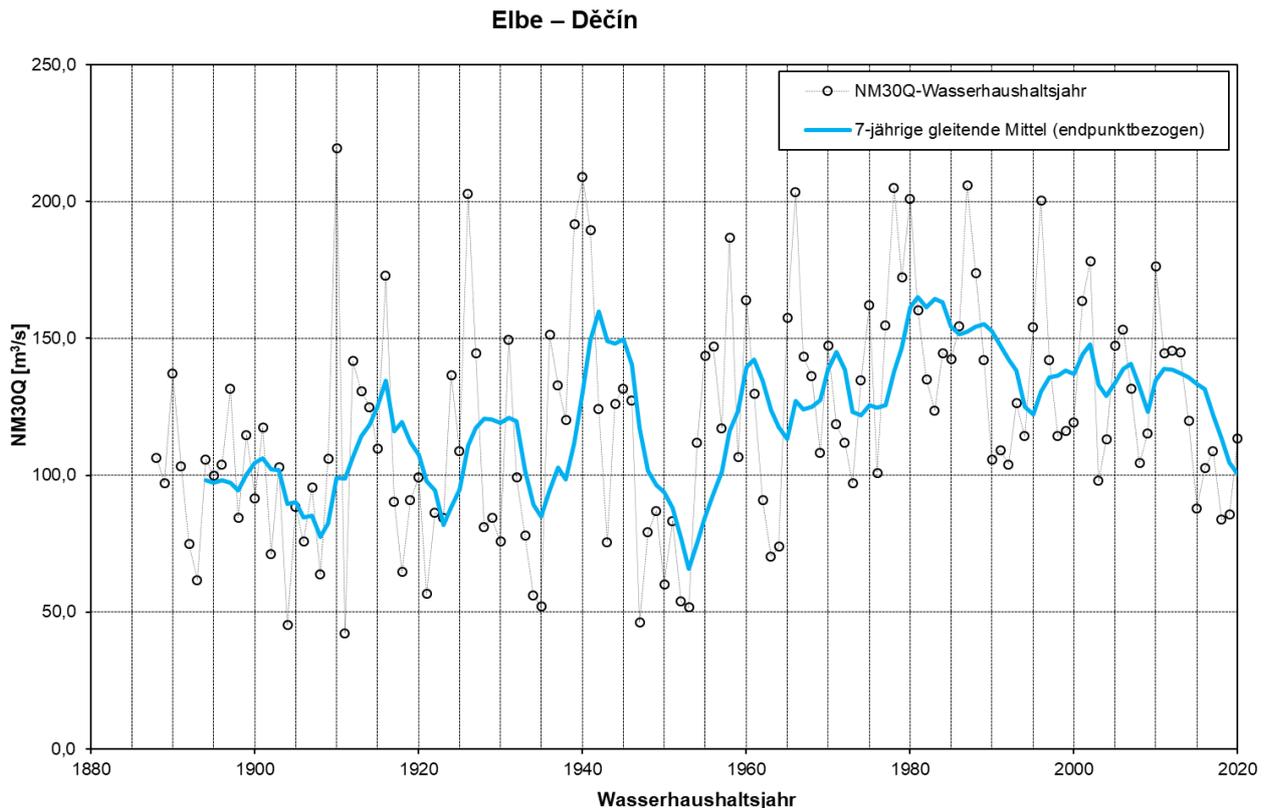


Abb. 6-2: *Jährliche Niedrigwasserextreme als niedrigste 30-tägige Niedrigwasserabflüsse einschließlich 7-jährigem gleitendem Mittel am Pegel Děčín an der Elbe für den Zeitraum 1888 – 2020, Quelle: ČHMÚ*

Die 30-tägigen Niedrigwasserabflüsse der Wasserhaushaltsjahre 2018 (83,7 m³/s) und 2019 (85,6 m³/s) waren die niedrigsten seit Beginn der Niedrigwasseraufhöhung aus den Talsperren im Jahre 1964. Die niedrigsten Werte traten 1911 (42,3 m³/s), 1904 (45,2 m³/s) und 1947 (46,3 m³/s) auf.

Im Rahmen der Auswertung der Niedrigwasserperiode im Jahr 2018 wurden die „bereinigten“ mittleren Tagesabflüsse (ohne Talsperreneinfluss) an der Moldau in Prag und an der Elbe in Děčín geschätzt. Der anhand dieser Daten abgeleitete 30-tägige Niedrigwasserabfluss für 2018 beläuft sich in Děčín auf ca. 41,0 m³/s, was theoretisch der kleinste Wert für den Zeitraum 1888 – 2020 wäre.

Aus Abbildung 6-2 sind vier bedeutende Gruppen der 7-jährigen Mittel der 30-tägigen Niedrigwasserabflüsse ersichtlich. Die niedrigsten 7-jährigen Mittel traten Ende der 40er und Anfang der 50er Jahre des 20. Jahrhunderts (1947 – 1953, 1948 – 1954 a 1946 – 1952), zu Beginn des 20. Jahrhunderts (1902 – 1908, 1903 – 1909), in den Jahren 1917 – 1923 sowie in der Mitte der 30er Jahre des 20. Jahrhunderts (1929 – 1935) auf. Erst danach folgt der bewertete Zeitraum 2014 – 2020, in dem die Abflüsse jedoch durch den Betrieb der Talsperren wesentlich aufgehört wurden. Der Einfluss der Talsperren auf die Aufhöhung von Niedrigwasserabflüssen ist in den IKSE-Publikationen zur Auswertung der Niedrigwassersituation von 2015 und von 2018 ausführlich beschrieben.³

³ <https://www.ikse-mkol.org/publikationen/niedrigwasser/1>

7 Ausblick

Die vorliegende Niedrigwasseranalyse endet mit dem 31.03.2021, also mit dem Wasserhaushaltsjahr 2020. Aktuell ist festzustellen, dass sich das in den sieben Jahren aufgebaute Niederschlags- und Abflussdefizit im Jahr 2022 – nach zwischenzeitlicher Abmilderung in 2021 – wieder vertieft hat. Es ist nicht auszuschließen, dass sich dieses Defizit auch in 2023 vergrößern kann, weil die Schneerücklagen im Winter 2022/2023 unterdurchschnittlich waren und die Grundwasserstände in weiten Teilen des Einzugsgebietes sich bisher noch nicht erholt haben. Die zukünftige Entwicklung gilt es zu beobachten und zu analysieren. Sollte sich der Zeitraum mit dem wachsenden Abflussdefizit weiter fortsetzen, wird seine Auswertung vorgenommen, zum Beispiel für die Dekade 2014 bis 2023.

8 Anlagen

Daten: ČHMÚ, DWD, WSV, LfJULG SN, LHW ST, StALU WM

Anlage 1: Kostelec nad Labem (Elbe)

Anlage 2: Písek (Otava)

Anlage 3: Zruč nad Sázavou (Sázava)

Anlage 4: Beroun (Berounka)

Anlage 5: Děčín (Elbe)

Anlage 6: Nossen 1 (Freiberger Mulde)

Anlage 7: Bad Dübén 1 (Vereinigte Mulde)

Anlage 8: Calbe-Grizéhne (Saale)

Anlage 9: Magdeburg-Strombrücke (Elbe)

Anlage 10: Garlitz (Sude)

Anlage 11: Neu Darchau (Elbe)

Tabelle A-1: Vergleich ausgewählter Kenngrößen des Zeitraums 2014 – 2020 sowie der Einzeljahre mit den mehrjährigen Mitteln für den Zeitraum 1981 – 2010

	1981-2010	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2014-2020
Mittlere Jahrestemperatur der Luft [°C]	8,1	9,5	9,5	8,7	8,6	10,6	10,0	8,8	9,4
Abweichung vom Normalwert [°C]		1,4	1,3	0,5	0,5	2,4	1,9	0,7	1,2
Anzahl der Monate über dem Monats-Normalwert		10	9	7	8	12	11	8	65
Jährliche Niederschlagshöhe [mm]	729	668	560	557	754	535	637	755	638
% des jährlichen Normalwerts des Niederschlags		92	77	76	103	73	87	104	88
Anzahl der Monate unter dem Monats-Normalwert		8	9	9	6	9	8	6	55
Jährlicher MQ [m³/s]	104	67	64	52	82	51	59	87	66
% des mehrjährigen MQ		64	61	50	79	49	56	84	63
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter den mehrjährigen MQ _{Monat}		11	12	12	8	12	11	7	73
Abflussdefizit [Mrd. m³]		1,16	1,26	1,62	0,673	1,67	1,43	0,528	8,34
Q₁₀ [m³/s]	25,9	30,0	18,4	23,8	26,8	16,3	18,2	28,0	23,1
% des mehrjährigen Q ₁₀		116	71	92	103	63	70	108	89
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Q ₁₀		0	3	1	0	6	3	0	13
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Q ₁₀		0	111	34	5	176	99	3	428
MNQ [m³/s]	25,5	27,3	16,0	21,5	24,6	15,6	16,1	24,9	20,9
% des mehrjährigen MNQ		107	63	84	96	61	63	98	82
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen MNQ		0	3	1	0	6	3	0	13
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen MNQ		0	109	28	3	175	97	2	414
NQ [m³/s]	13,3	27,3	16,0	21,5	24,6	15,6	16,1	24,9	15,6
% des mehrjährigen NQ		205	120	162	185	117	121	187	117
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NQ		0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NQ		0	0	0	0	0	0	0	0
NM7Q [m³/s]	30,9	29,3	16,7	23,1	26,0	15,9	18,9	29,0	22,7
% des mehrjährigen NM7Q		95	54	75	84	51	61	94	73
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NM7Q		0	4	2	0	6	3	0	15
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NM7Q		17	134	97	42	197	123	23	633
Min. NM7Q [m³/s]	18,4	29,3	16,7	23,1	26,0	15,9	18,9	29,0	15,9
% des mehrjährigen Min. NM7Q		159	91	126	141	86	103	158	86
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	0	0	0	1	0	0	1
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	11	0	0	67	13	0	91

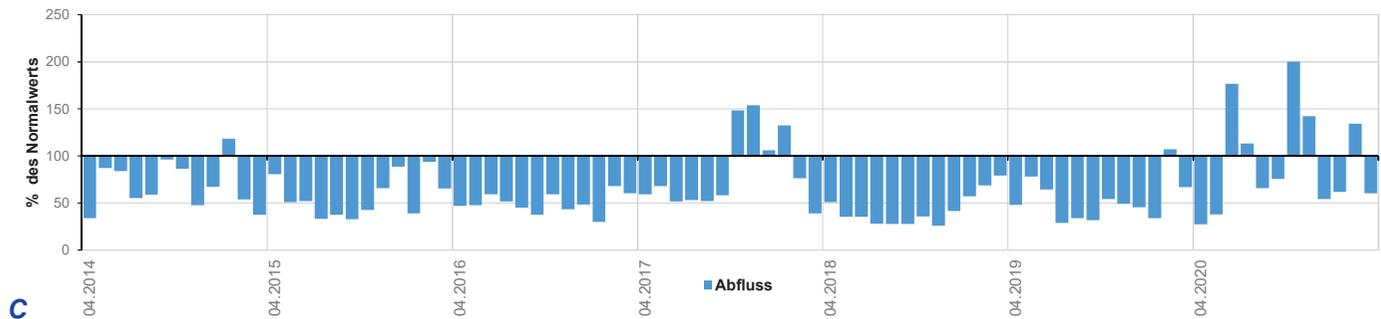
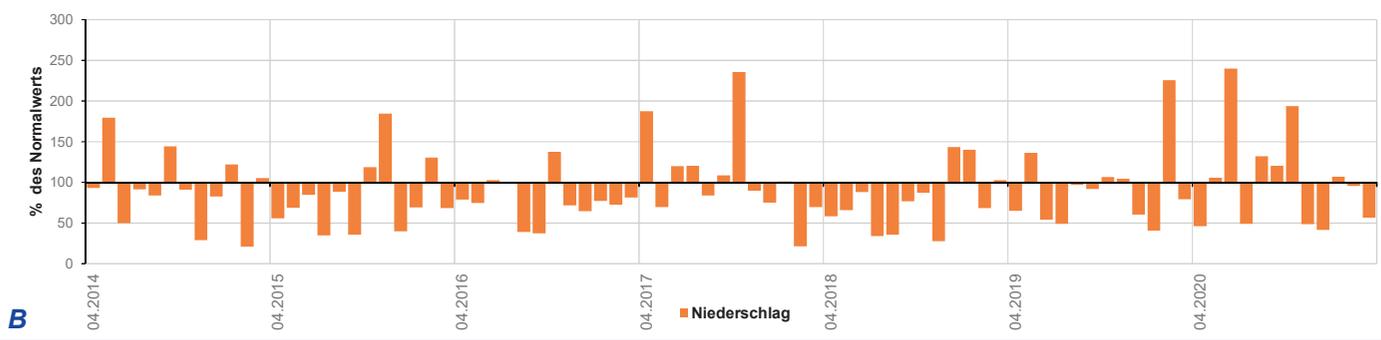
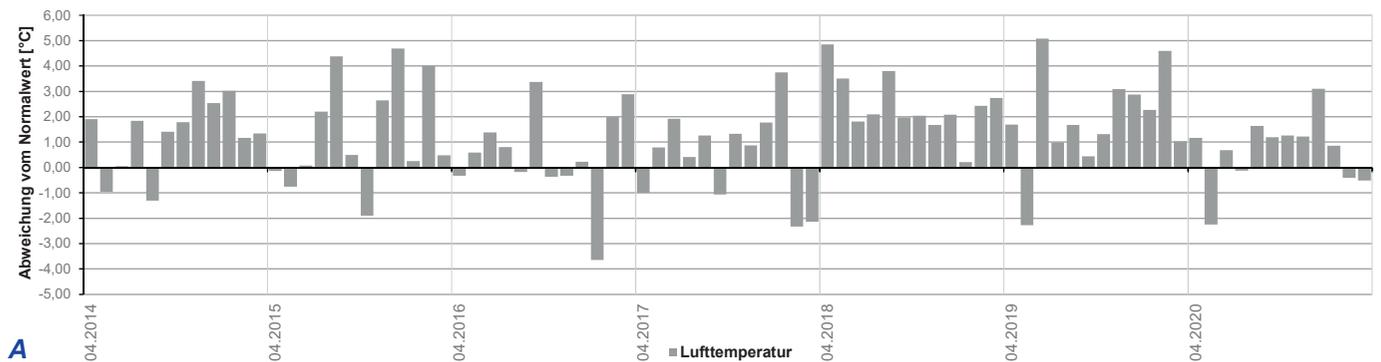


Diagramm 1-1: Vergleich der mittleren Monatswerte der Lufttemperaturen (A), der Niederschläge (B) und der Abflüsse (C) im Bewertungszeitraum 04/2014 – 03/2021 mit den mehrjährigen Monatsmitteln für den Zeitraum 1981 – 2010

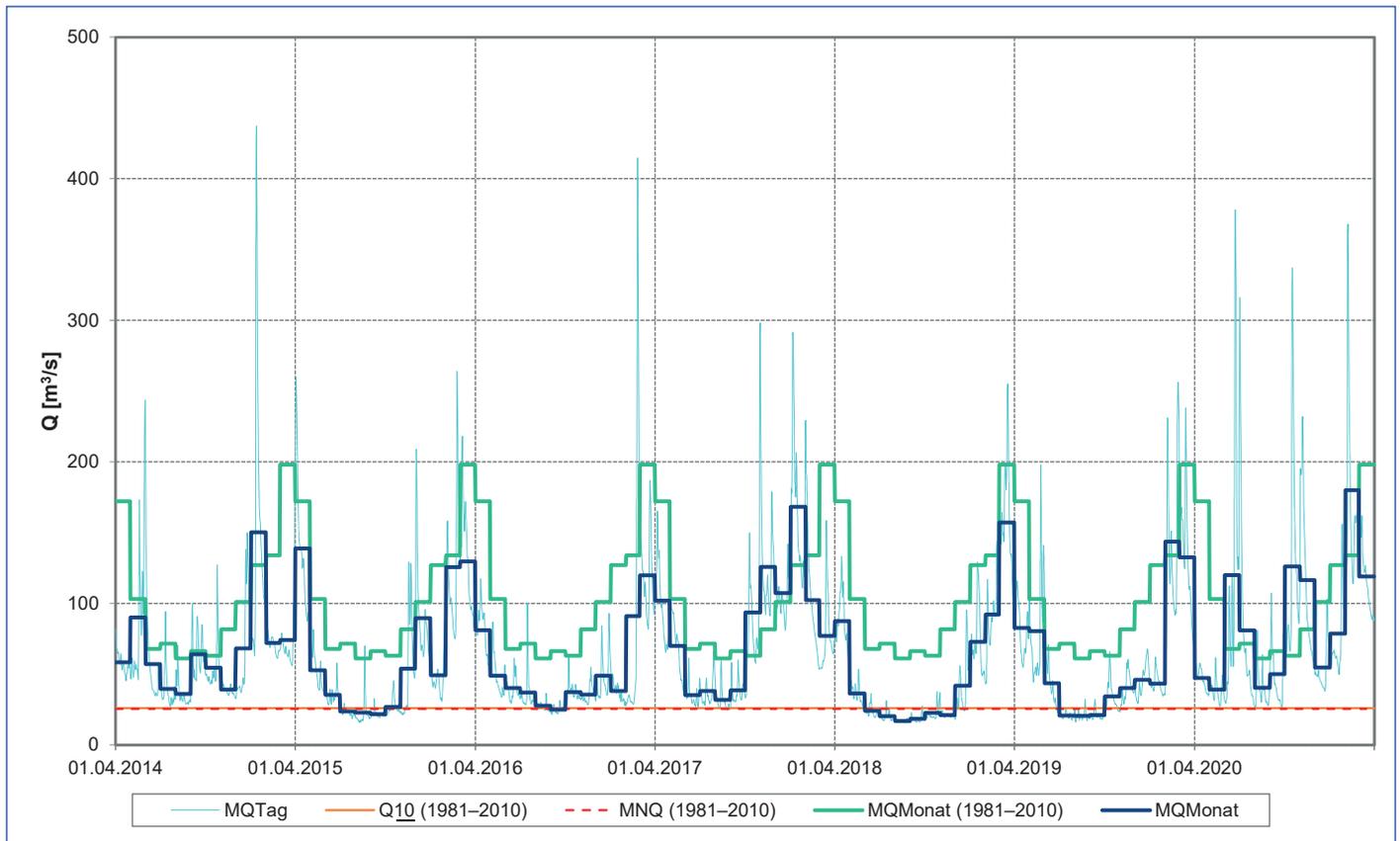


Diagramm 1-2: Entwicklung der hydrologischen Situation im Zeitraum 2014 – 2020

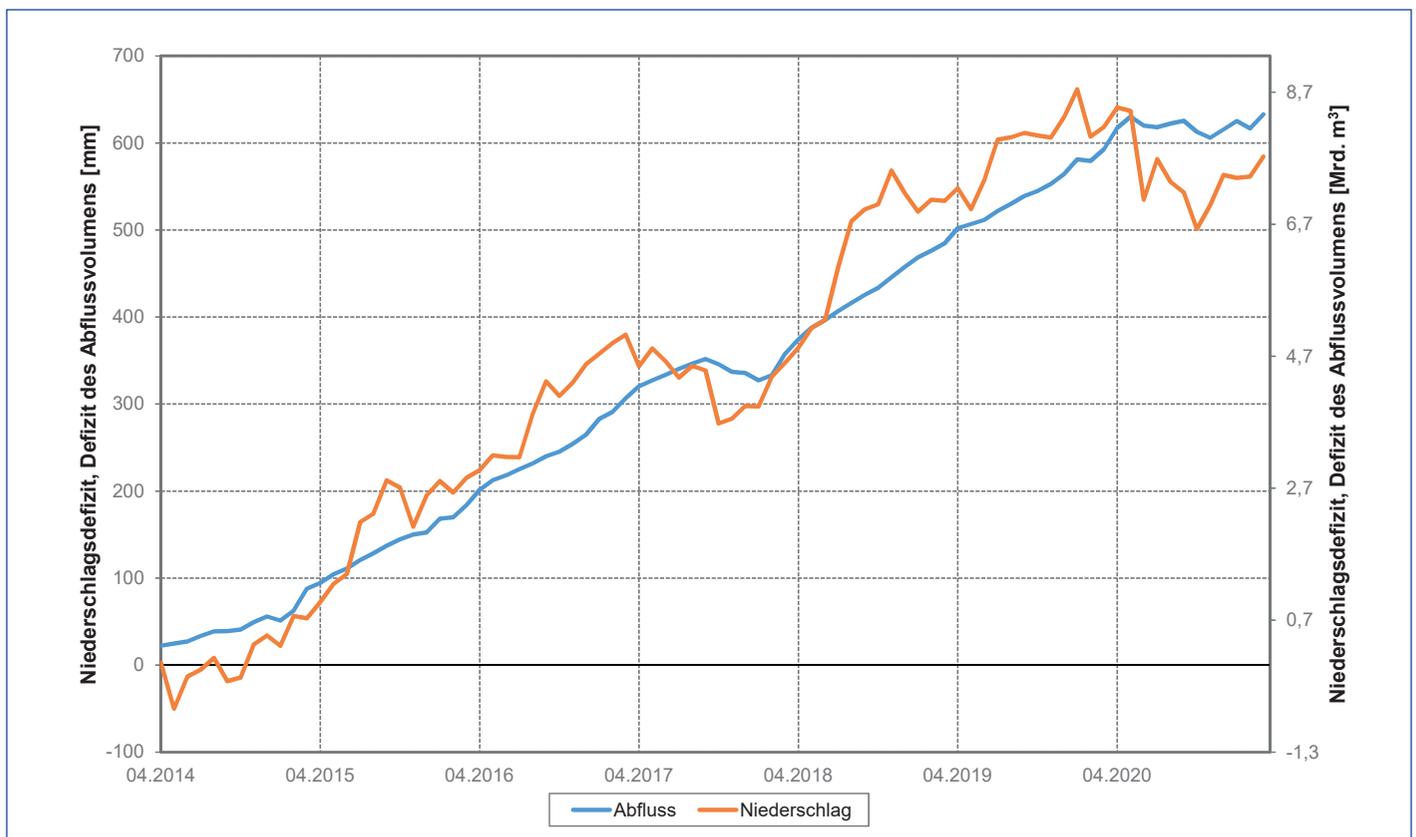


Diagramm 1-3: Entwicklung des Defizits des Abfluss- und des Niederschlagsvolumens in Bezug auf die mehrjährigen Werte für den Zeitraum 1981 – 2010

Tabelle A-2: Vergleich ausgewählter Kenngrößen des Zeitraums 2014 – 2020 sowie der Einzeljahre mit den mehrjährigen Mitteln für den Zeitraum 1981 – 2010

	1981-2010	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2014-2020
Mittlere Jahrestemperatur der Luft [°C]	7,2	8,2	8,6	7,5	7,7	9,2	8,8	7,7	8,2
Abweichung vom Normalwert [°C]		1,0	1,4	0,4	0,5	2,0	1,7	0,5	1,1
Anzahl der Monate über dem Monats-Normalwert		10	9	7	8	12	11	9	66
Jährliche Niederschlagshöhe [mm]	760	794	581	700	696	738	631	768	701
% des jährlichen Normalwerts des Niederschlags		104	76	92	92	97	83	101	92
Anzahl der Monate unter dem Monats-Normalwert		5	8	7	8	5	10	7	50
Jährlicher MQ [m³/s]	24,4	20,4	13,9	17,0	16,5	17,7	14,0	17,5	16,7
% des mehrjährigen MQ		83	57	70	68	72	57	72	68
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter den mehrjährigen MQ _{Monat}		9	11	11	10	9	11	9	70
Abflussdefizit [Mrd. m³]		0,127	0,330	0,232	0,248	0,212	0,328	0,218	1,69
Q₁₀ [m³/s]	6,36	8,24	3,66	6,57	5,49	4,79	5,06	7,50	5,90
% des mehrjährigen Q ₁₀		130	58	103	86	75	80	118	93
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Q ₁₀		0	3	0	0	1	1	0	5
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Q ₁₀		0	113	8	38	79	62	1	301
MNQ [m³/s]	7,25	6,51	3,31	5,42	4,67	3,89	4,48	6,07	4,91
% des mehrjährigen MNQ		90	46	75	64	54	62	84	68
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen MNQ		0	4	0	1	2	2	0	9
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen MNQ		3	139	18	71	107	101	7	446
NQ [m³/s]	3,13	6,51	3,31	5,42	4,67	3,89	4,48	6,07	3,31
% des mehrjährigen NQ		208	106	173	149	124	143	194	106
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NQ		0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NQ		0	0	0	0	0	0	0	0
NM7Q [m³/s]	7,79	7,63	3,48	5,84	5,43	4,33	4,66	7,18	5,51
% des mehrjährigen NM7Q		98	45	75	70	56	60	92	71
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NM7Q		0	4	0	3	3	3	0	13
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NM7Q		5	155	25	89	115	131	14	534
Min. NM7Q [m³/s]	3,29	7,63	3,48	5,84	5,43	4,33	4,66	7,18	3,48
% des mehrjährigen Min. NM7Q		232	106	178	165	132	142	218	106
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	0	0	0	0	0	0	0

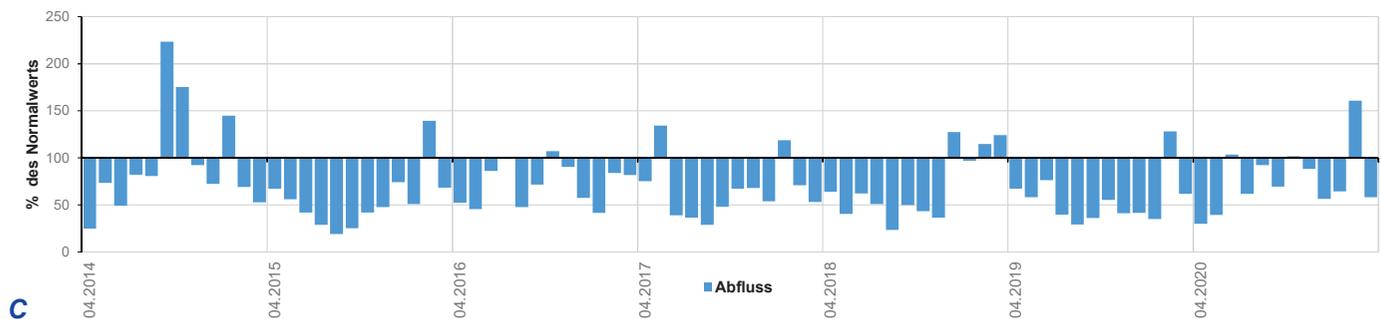
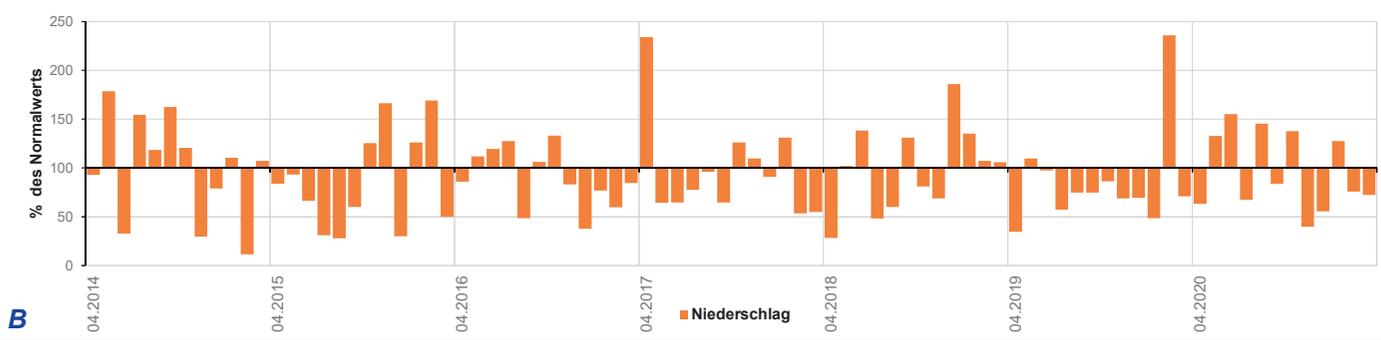
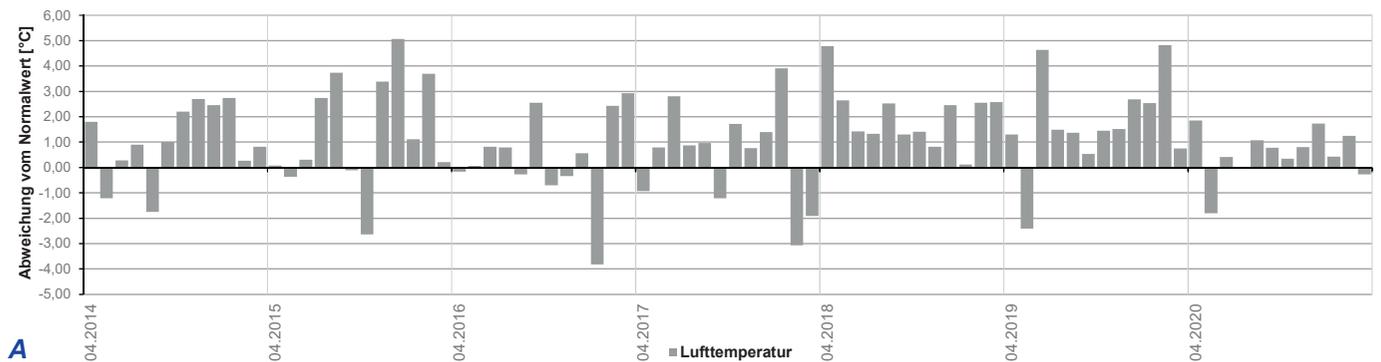


Diagramm 2-1: Vergleich der mittleren Monatswerte der Lufttemperaturen (A), der Niederschläge (B) und der Abflüsse (C) im Bewertungszeitraum 04/2014 – 03/2021 mit den mehrjährigen Monatsmitteln für den Zeitraum 1981 – 2010

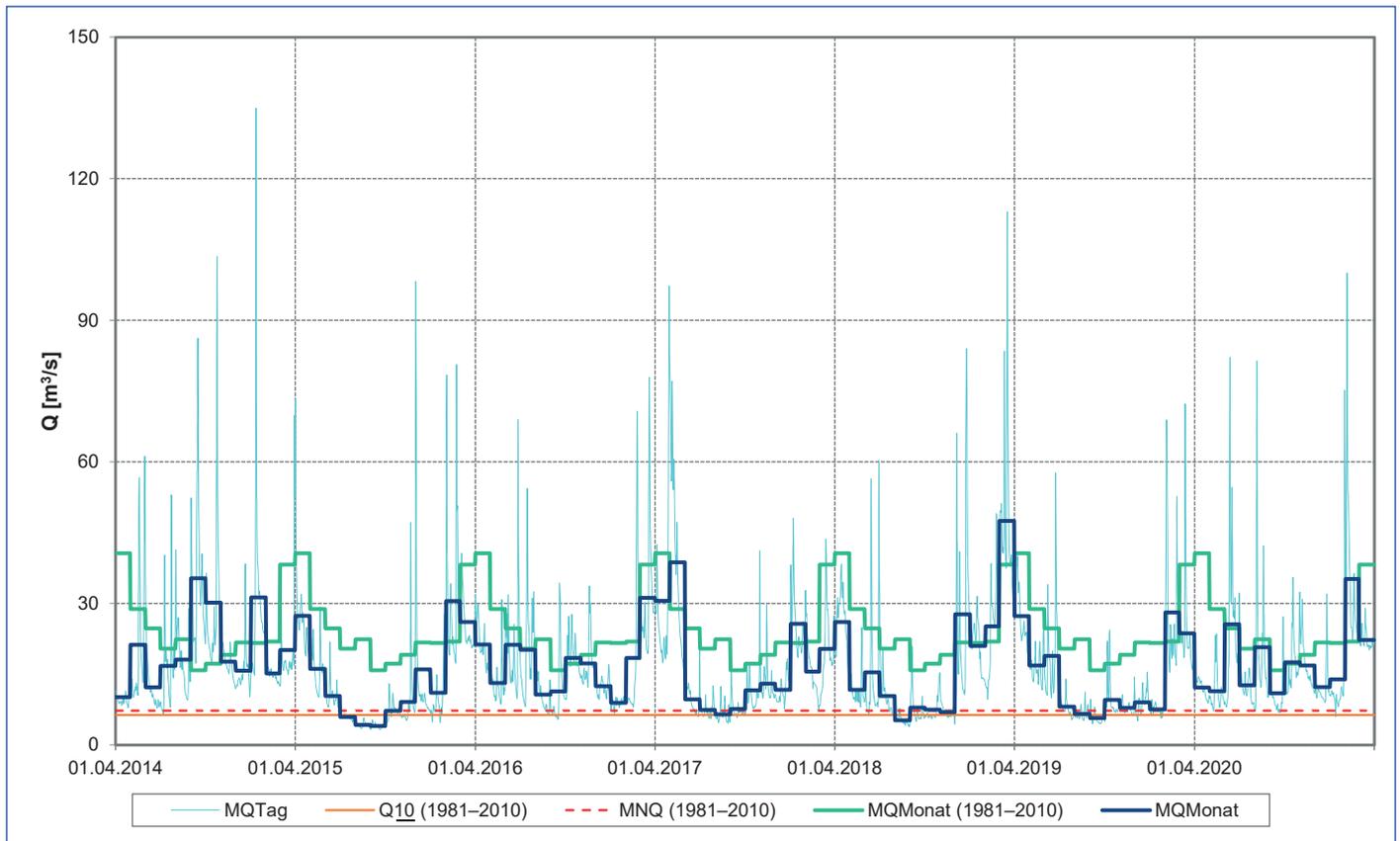


Diagramm 2-2: Entwicklung der hydrologischen Situation im Zeitraum 2014 – 2020

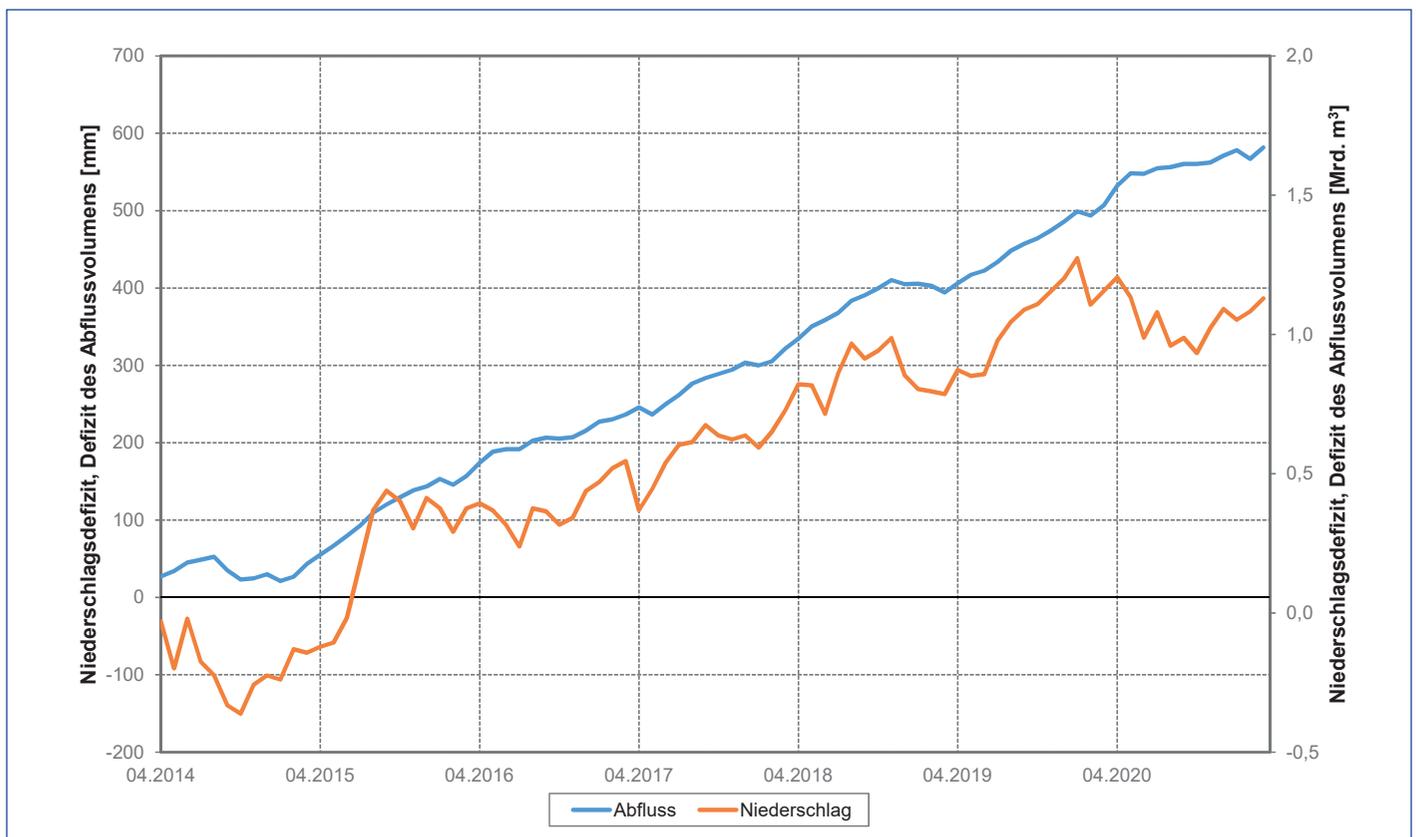


Diagramm 2-3: Entwicklung des Defizits des Abfluss- und des Niederschlagsvolumens in Bezug auf die mehrjährigen Werte für den Zeitraum 1981 – 2010

Tabelle A-3: Vergleich ausgewählter Kenngrößen des Zeitraums 2014 – 2020 sowie der Einzeljahre mit den mehrjährigen Mitteln für den Zeitraum 1981 – 2010

	1981-2010	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2014-2020
Mittlere Jahrestemperatur der Luft [°C]	7,4	8,8	9,0	8,1	8,2	10,0	9,4	8,3	8,8
Abweichung vom Normalwert [°C]		1,4	1,6	0,7	0,8	2,6	2,0	0,9	1,4
Anzahl der Monate über dem Monats-Normalwert		10	10	9	8	12	11	10	70
Jährliche Niederschlagshöhe [mm]	714	709	582	563	694	620	653	830	664
% des jährlichen Normalwerts des Niederschlags		99	81	79	97	87	92	116	93
Anzahl der Monate unter dem Monats-Normalwert		8	9	10	7	7	8	5	54
Jährlicher MQ [m³/s]	9,35	7,71	5,94	4,42	6,01	5,61	5,28	11,7	6,66
% des mehrjährigen MQ		82	64	47	64	60	56	125	71
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter den mehrjährigen MQ _{Monat}		9	12	12	9	11	12	5	70
Abflussdefizit [Mrd. m³]		0,052	0,108	0,155	0,105	0,118	0,129	-0,073	0,593
Q_{1d} [m³/s]	1,80	2,13	0,967	1,33	1,55	0,554	1,67	3,36	1,65
% des mehrjährigen Q _{1d}		118	54	74	86	31	93	187	92
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Q _{1d}		0	1	1	0	4	0	0	6
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Q _{1d}		4	57	42	23	126	17	0	269
MNQ [m³/s]	2,01	1,31	0,504	1,03	1,23	0,43	1,46	2,94	1,27
% des mehrjährigen MNQ		65	25	51	61	21	73	146	63
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen MNQ		0	2	1	1	4	0	0	8
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen MNQ		7	74	48	40	142	31	0	342
NQ [m³/s]	0,851	1,31	0,504	1,03	1,23	0,425	1,46	2,94	0,425
% des mehrjährigen NQ		154	59	121	145	50	172	345	50
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NQ		0	0	0	0	1	0	0	1
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NQ		0	6	0	0	25	0	0	31
NM7Q [m³/s]	2,44	1,92	0,81	1,27	1,35	0,450	1,69	3,34	1,55
% des mehrjährigen NM7Q		79	33	52	55	18	69	137	63
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NM7Q		0	3	3	2	5	1	0	14
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NM7Q		20	100	122	64	182	74	0	562
Min. NM7Q [m³/s]	0,975	1,92	0,81	1,27	1,35	0,450	1,69	3,34	0,450
% des mehrjährigen Min. NM7Q		197	83	130	138	46	173	343	46
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	0	0	0	1	0	0	1
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	12	0	0	38	0	0	50

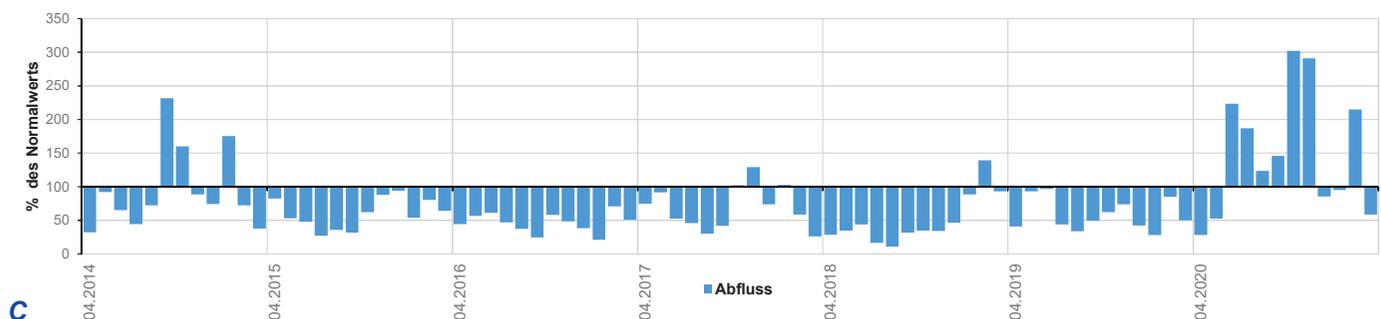
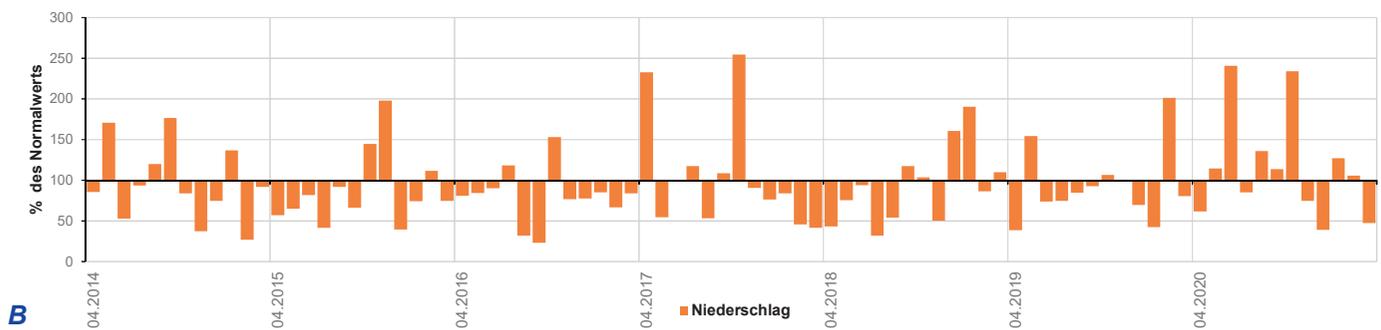
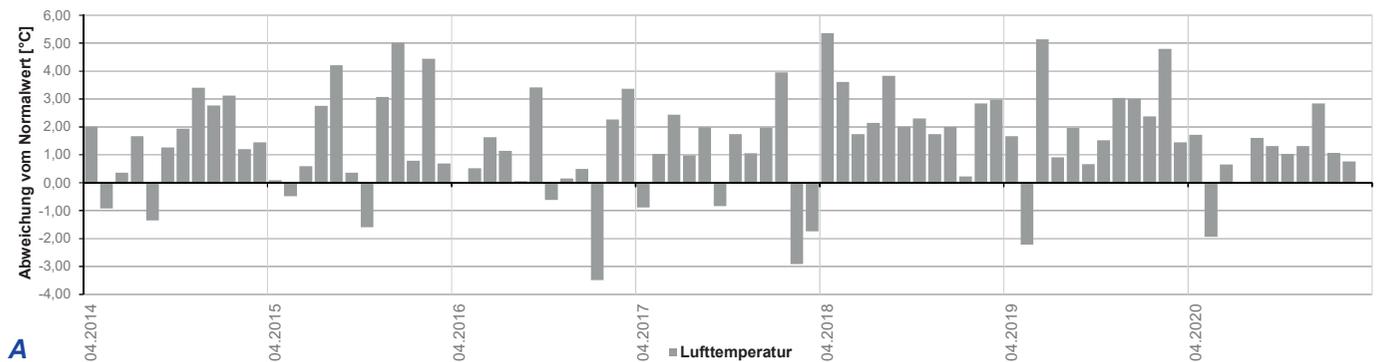


Diagramm 3-1: Vergleich der mittleren Monatswerte der Lufttemperaturen (A), der Niederschläge (B) und der Abflüsse (C) im Bewertungszeitraum 04/2014 – 03/2021 mit den mehrjährigen Monatsmitteln für den Zeitraum 1981 – 2010

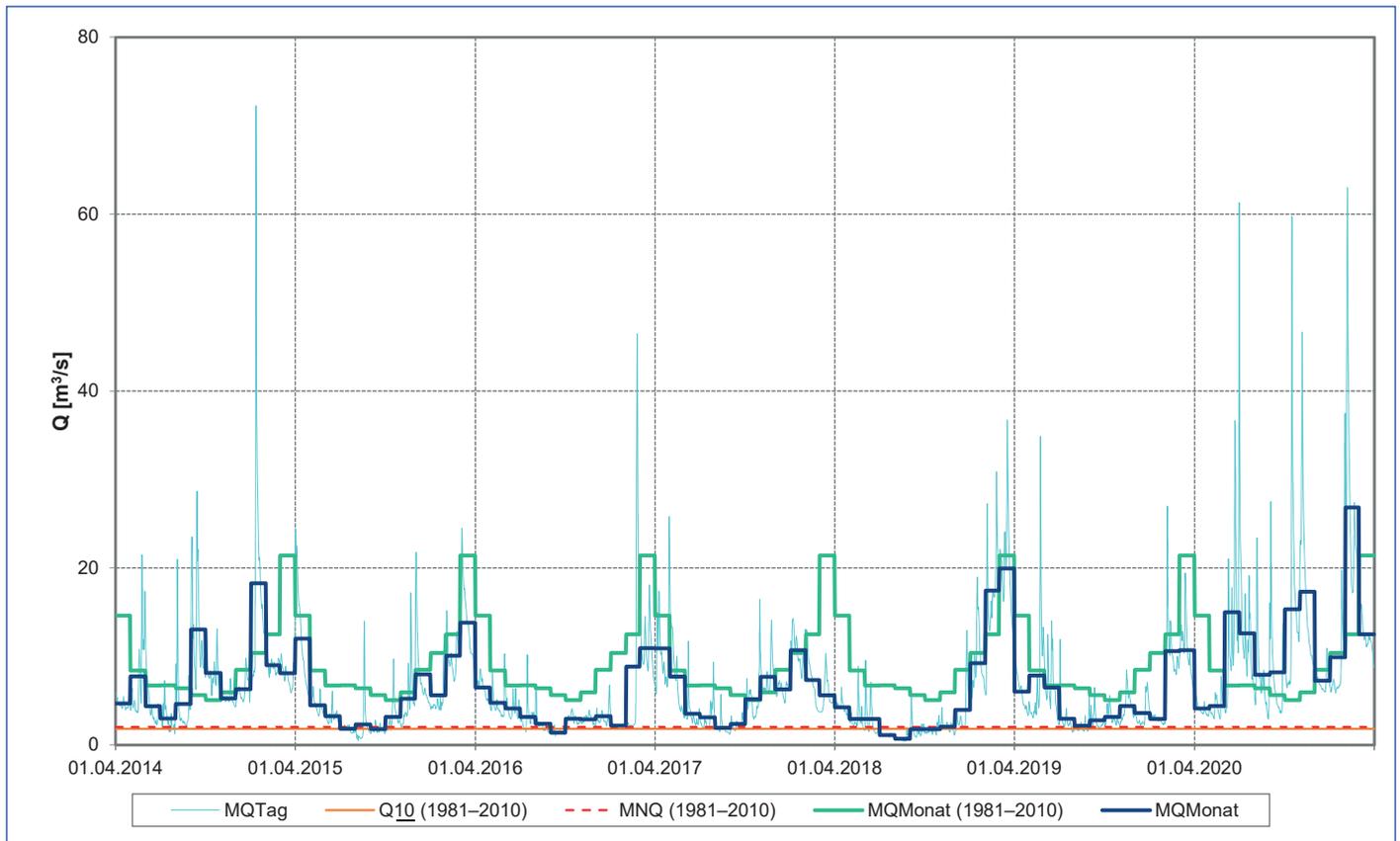


Diagramm 3-2: Entwicklung der hydrologischen Situation im Zeitraum 2014 – 2020

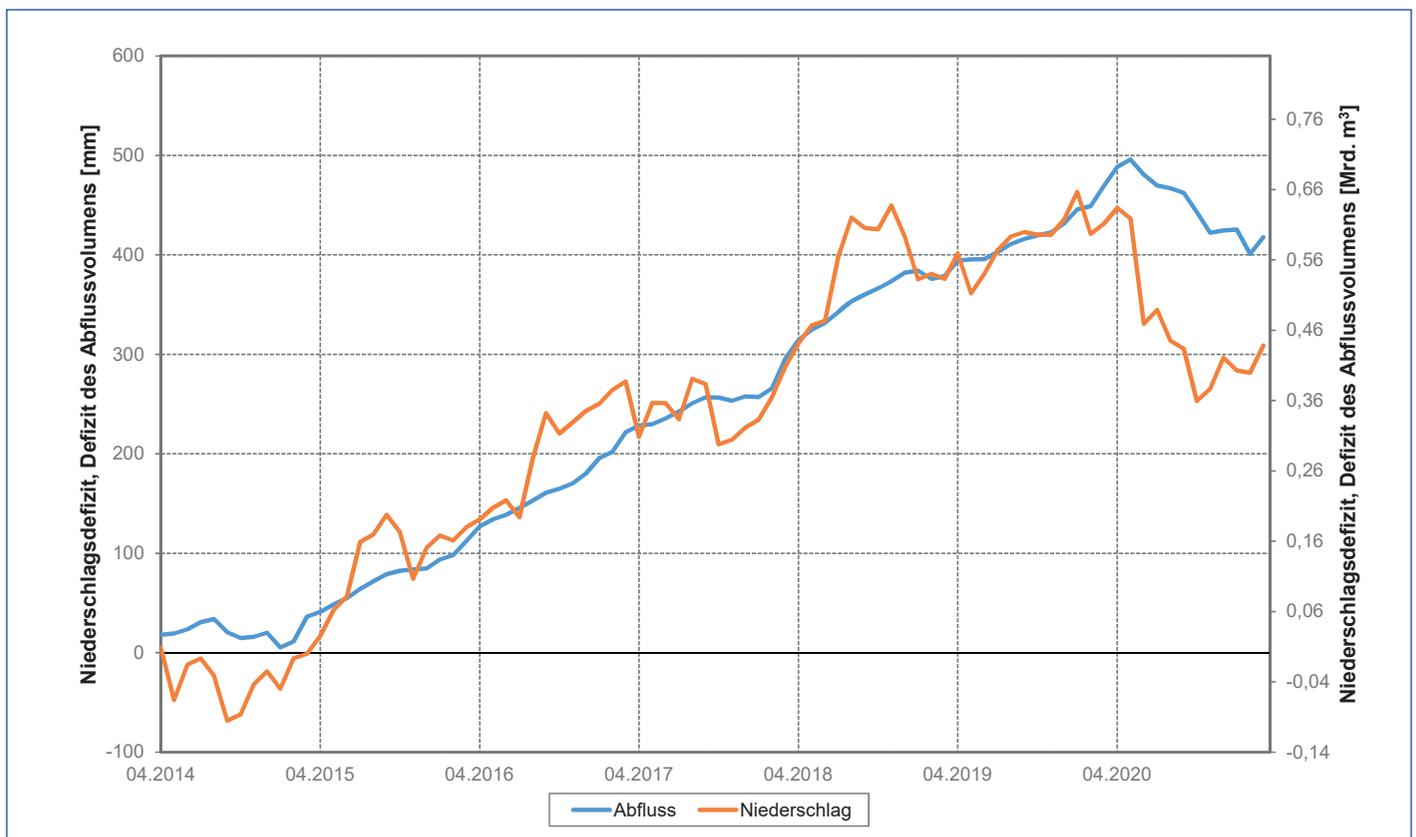


Diagramm 3-3: Entwicklung des Defizits des Abfluss- und des Niederschlagsvolumens in Bezug auf die mehrjährigen Werte für den Zeitraum 1981 – 2010

Tabelle A-4: Vergleich ausgewählter Kenngrößen des Zeitraums 2014 – 2020 sowie der Einzeljahre mit den mehrjährigen Mitteln für den Zeitraum 1981 – 2010

	1981-2010	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2014-2020
Mittlere Jahrestemperatur der Luft [°C]	7,8	9,1	9,2	8,3	8,5	10,1	9,6	8,5	9,1
Abweichung vom Normalwert [°C]		1,2	1,4	0,5	0,7	2,2	1,8	0,7	1,2
Anzahl der Monate über dem Monats-Normalwert		10	9	7	8	12	11	10	67
Jährliche Niederschlagshöhe [mm]	624	649	511	570	597	523	544	600	570
% des jährlichen Normalwerts des Niederschlags		104	82	91	96	84	87	96	91
Anzahl der Monate unter dem Monats-Normalwert		7	8	8	8	7	8	7	53
Jährlicher MQ [m³/s]	37,2	29,8	22,2	22,7	26,2	19,3	15,2	21,7	22,4
% des mehrjährigen MQ		80	60	61	70	52	41	58	60
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter den mehrjährigen MQ _{Monat}		8	12	12	10	12	12	11	77
Abflussdefizit [Mrd. m³]		0,235	0,476	0,459	0,349	0,566	0,697	0,490	3,27
Q₁₀ [m³/s]	8,64	10,5	5,45	8,65	6,90	5,34	5,55	6,88	7,04
% des mehrjährigen Q ₁₀		122	63	100	80	62	64	80	81
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Q ₁₀		0	3	0	1	3	1	1	9
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Q ₁₀		0	86	10	57	104	78	36	371
MNQ [m³/s]	9,99	8,91	4,57	7,83	6,53	4,92	5,08	5,41	6,18
% des mehrjährigen MNQ		89	46	78	65	49	51	54	62
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen MNQ		0	3	0	2	5	3	1	14
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen MNQ		8	110	22	87	153	143	79	602
NQ [m³/s]	5,05	8,91	4,57	7,83	6,53	4,92	5,08	5,41	4,57
% des mehrjährigen NQ		176	90	155	129	97	101	107	90
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NQ		0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NQ		0	6	0	0	3	0	0	9
NM7Q [m³/s]	10,8	10,1	4,86	8,15	6,98	5,18	5,27	6,29	6,69
% des mehrjährigen NM7Q		94	45	75	65	48	49	58	62
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NM7Q		0	3	0	3	5	6	2	19
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NM7Q		11	122	27	102	168	191	97	718
Min. NM7Q [m³/s]	5,29	10,1	4,86	8,15	6,98	5,18	5,27	6,29	4,86
% des mehrjährigen Min. NM7Q		191	92	154	132	98	100	119	92
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	10	0	0	9	7	0	26

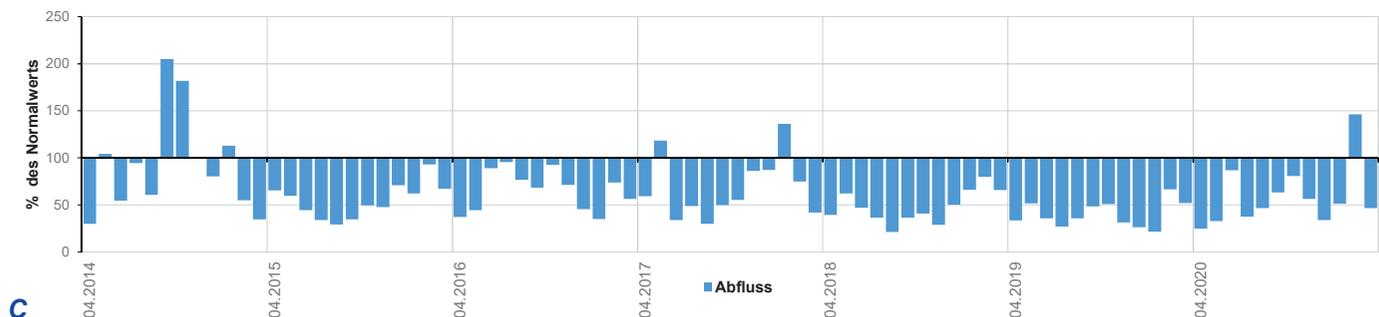
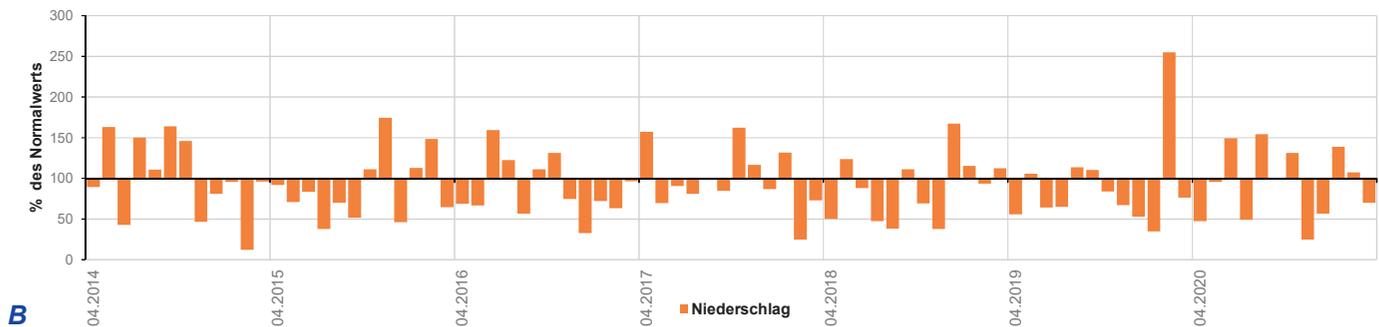
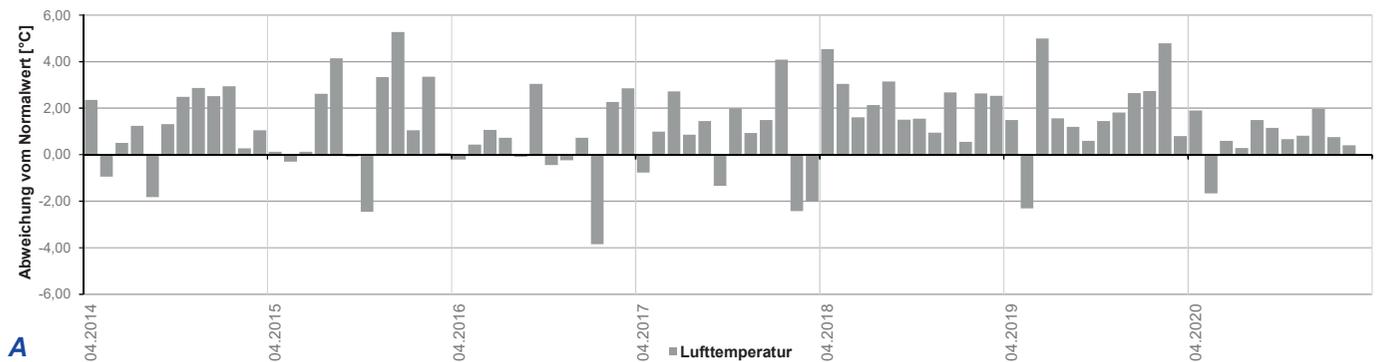


Diagramm 4-1: Vergleich der mittleren Monatswerte der Lufttemperaturen (A), der Niederschläge (B) und der Abflüsse (C) im Bewertungszeitraum 04/2014 – 03/2021 mit den mehrjährigen Monatsmitteln für den Zeitraum 1981 – 2010

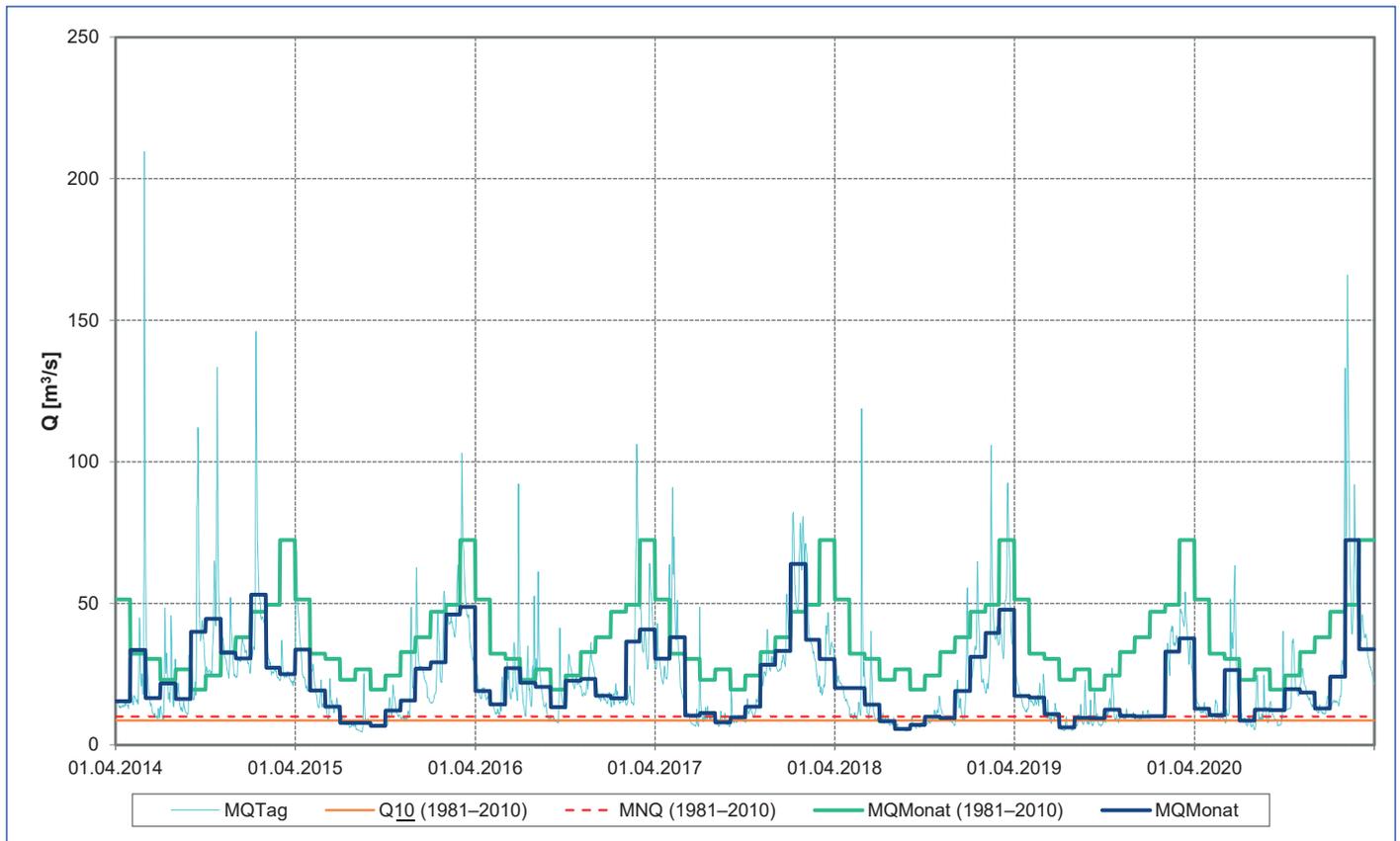


Diagramm 4-2: Entwicklung der hydrologischen Situation im Zeitraum 2014 – 2020

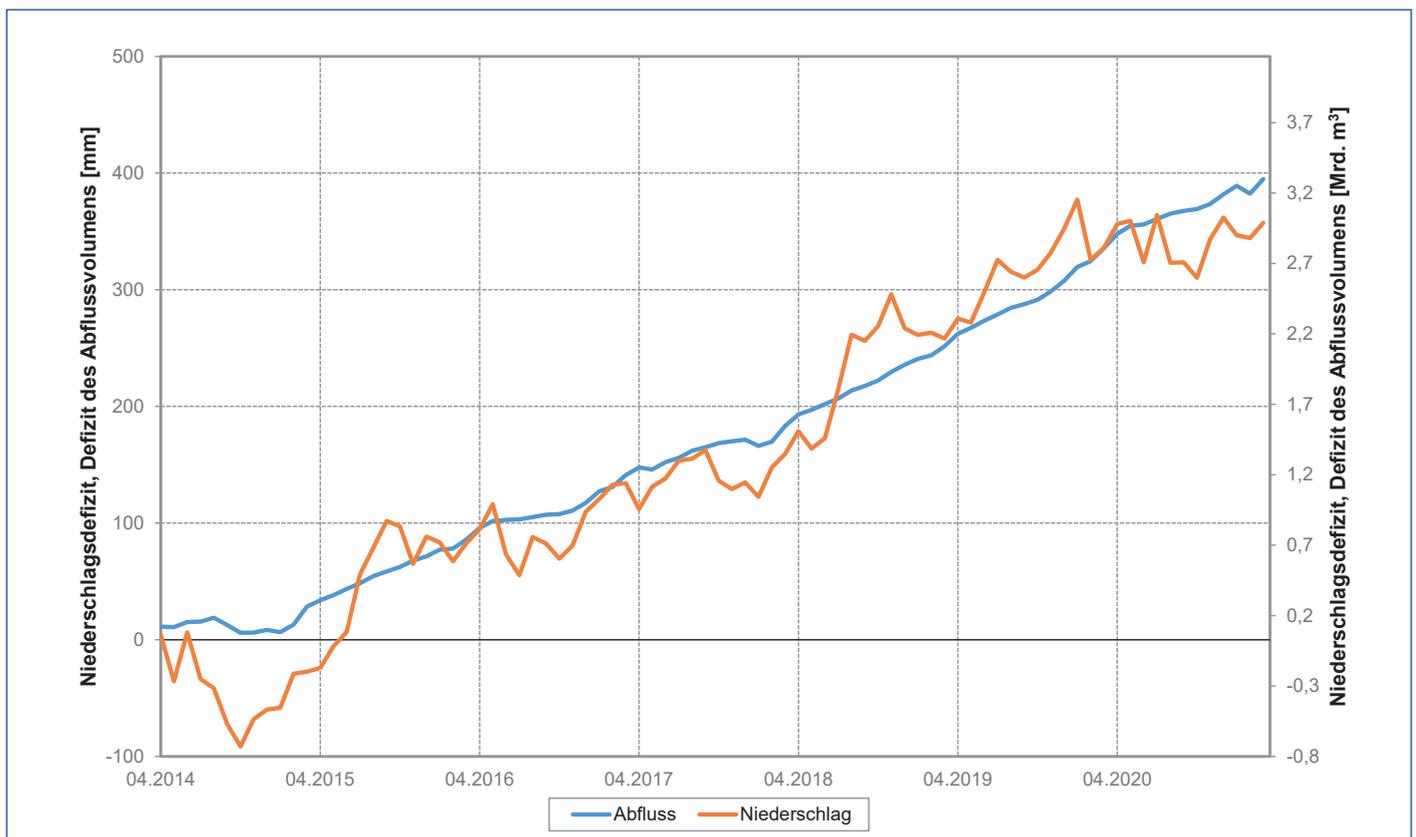


Diagramm 4-3: Entwicklung des Defizits des Abfluss- und des Niederschlagsvolumens in Bezug auf die mehrjährigen Werte für den Zeitraum 1981 – 2010

Tabelle A-5: Vergleich ausgewählter Kenngrößen des Zeitraums 2014 – 2020 sowie der Einzeljahre mit den mehrjährigen Mitteln für den Zeitraum 1981 – 2010

	1981-2010	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2014-2020
Mittlere Jahrestemperatur der Luft [°C]	7,9	9,1	9,2	8,4	8,5	10,2	9,7	8,6	9,1
Abweichung vom Normalwert [°C]		1,2	1,3	0,5	0,6	2,3	1,8	0,6	1,2
Anzahl der Monate über dem Monats-Normalwert		10	9	7	8	12	11	10	67
Jährliche Niederschlagshöhe [mm]	681	672	554	595	671	557	586	689	618
% des jährlichen Normalwerts des Niederschlags		99	81	87	99	82	86	101	91
Anzahl der Monate unter dem Monats-Normalwert		6	9	9	7	8	10	5	54
Jährlicher MQ [m³/s]	315	232	198	189	235	180	167	250	207
% des mehrjährigen MQ		74	63	60	74	57	53	79	66
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter den mehrjährigen MQ _{Monat}		9	12	12	10	12	12	8	75
Abflussdefizit [Mrd. m³]		2,62	3,71	3,97	2,53	4,25	4,67	2,04	23,8
Q₁₀ [m³/s]	108	110	82,7	98	98,7	76,0	81,1	101	92,5
% des mehrjährigen Q ₁₀		102	77	91	91	70	75	94	86
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Q ₁₀		0	3	0	0	5	3	0	11
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Q ₁₀		7	102	30	40	163	94	17	453
MNQ [m³/s]	110	100	74,3	85,9	87,8	69,8	71,8	89,7	82,7
% des mehrjährigen MNQ		91	68	78	80	63	65	82	75
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen MNQ		0	3	0	1	5	3	0	12
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen MNQ		8	108	31	49	169	97	23	485
NQ [m³/s]	83,3	100	74,3	85,9	87,8	69,8	71,8	89,7	69,8
% des mehrjährigen NQ		120	89	103	105	84	86	108	84
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NQ		0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NQ		0	12	0	0	41	20	0	73
NM7Q [m³/s]	122	108	75,3	95,7	98,3	78,4	80,6	104	91,5
% des mehrjährigen NM7Q		89	62	78	81	64	66	85	75
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NM7Q		0	4	1	2	6	3	1	17
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NM7Q		27	141	51	87	191	134	50	681
Min. NM7Q [m³/s]	90,9	108	75,3	95,7	98,3	78,4	80,6	104	75,3
% des mehrjährigen Min. NM7Q		119	83	105	108	86	89	114	83
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	0	0	0	3	1	0	4
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	25	3	1	82	52	1	164

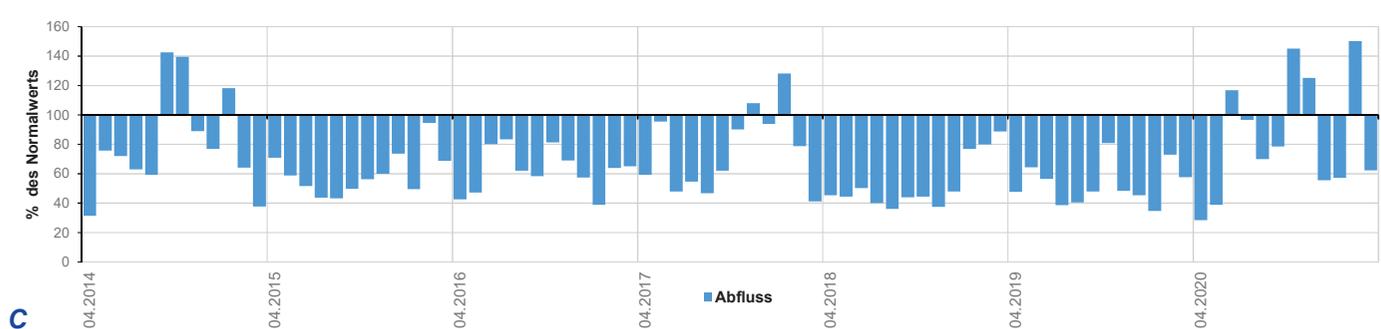
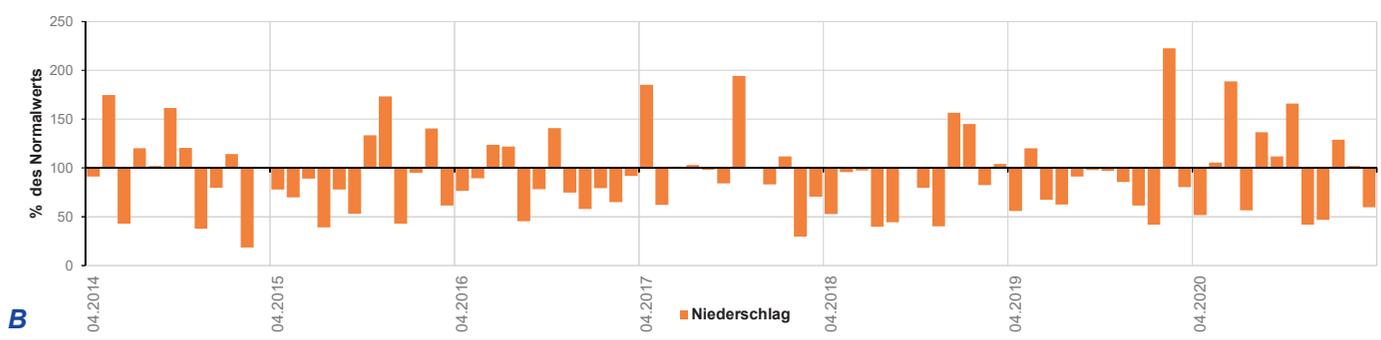
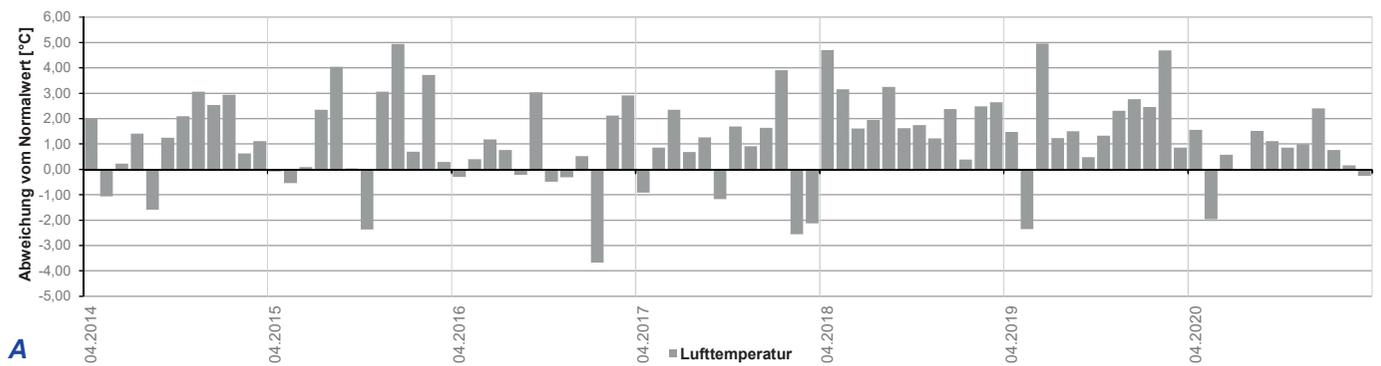


Diagramm 5-1: Vergleich der mittleren Monatswerte der Lufttemperaturen (A), der Niederschläge (B) und der Abflüsse (C) im Bewertungszeitraum 04/2014 – 03/2021 mit den mehrjährigen Monatsmitteln für den Zeitraum 1981 – 2010

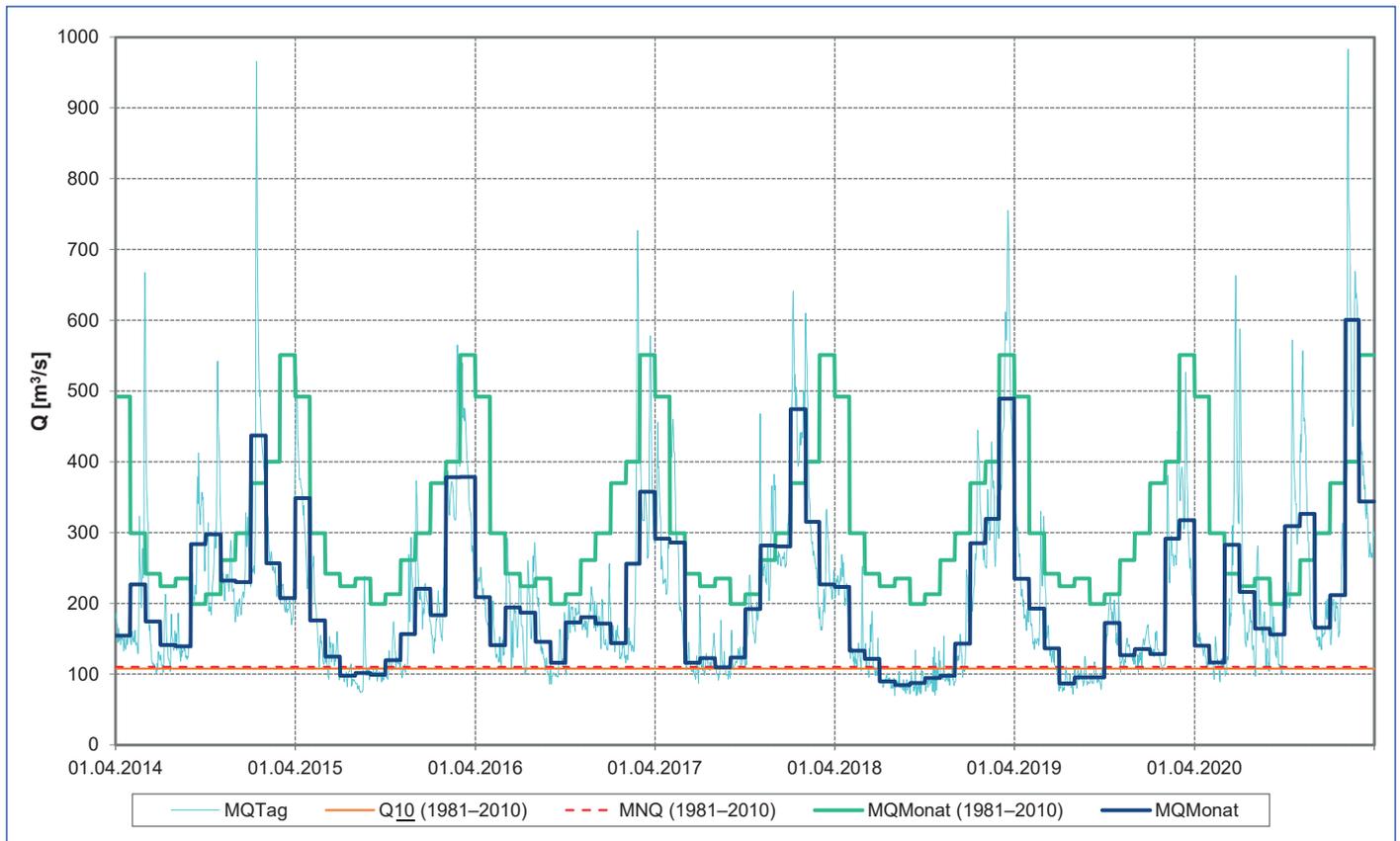


Diagramm 5-2: Entwicklung der hydrologischen Situation im Zeitraum 2014 – 2020

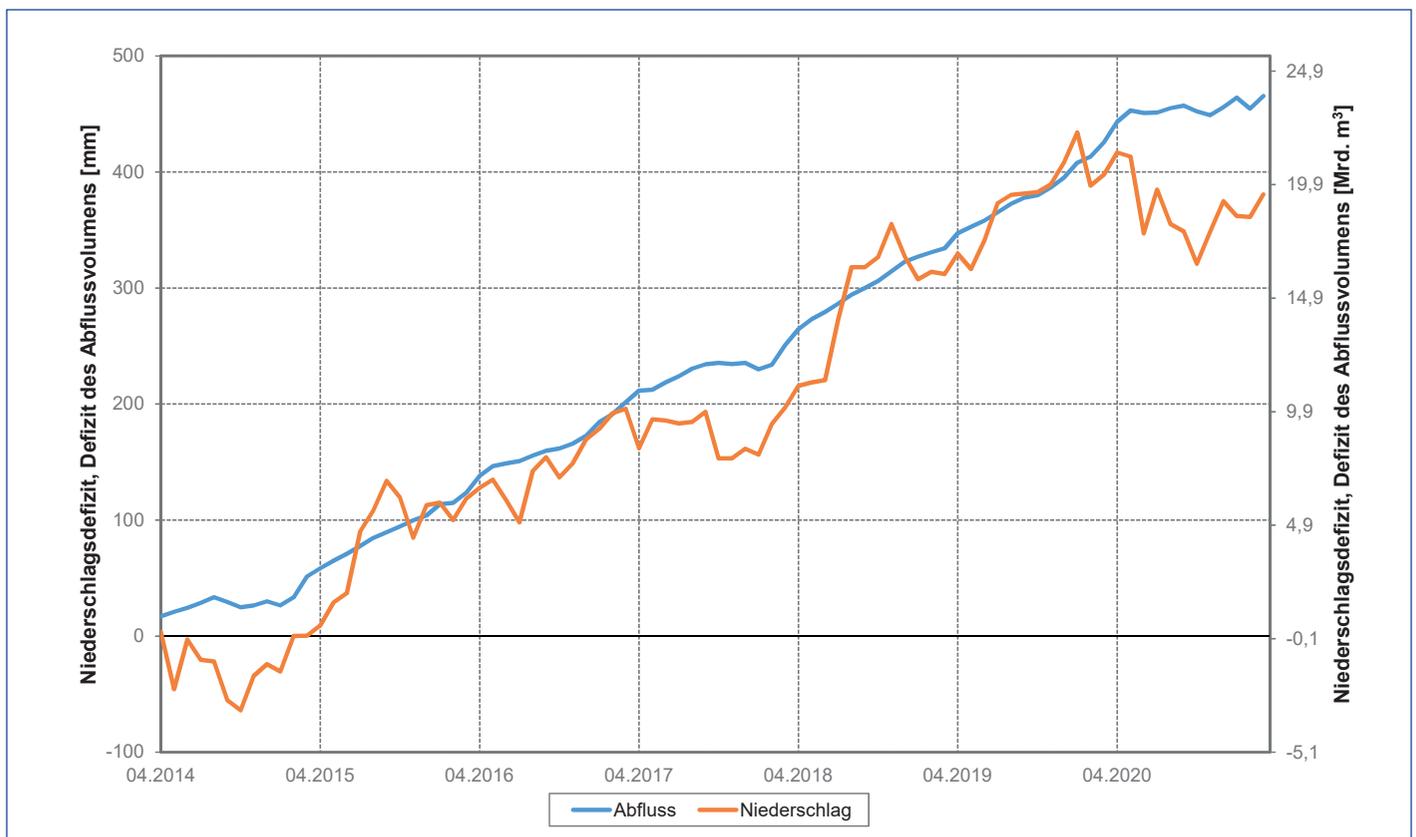


Diagramm 5-3: Entwicklung des Defizits des Abfluss- und des Niederschlagsvolumens in Bezug auf die mehrjährigen Werte für den Zeitraum 1981 – 2010

Tabelle A-6: Vergleich ausgewählter Kenngrößen des Zeitraums 2014 – 2020 sowie der Einzeljahre mit den mehrjährigen Mitteln für den Zeitraum 1981 – 2010

	1981-2010	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2014-2020
Mittlere Jahrestemperatur der Luft [°C]	7,5	8,7	8,8	8,2	8,0	9,8	9,4	8,5	8,8
Abweichung vom Normalwert [°C]		1,2	1,3	0,8	0,5	2,3	1,9	1,0	1,3
Anzahl der Monate über dem Monats-Normalwert		10	6	8	8	11	11	11	65
Jährliche Niederschlagshöhe [mm]	896	808	794	809	790	728	686	721	762
% des jährlichen Normalwerts des Niederschlags		90	89	90	88	81	77	80	85
Anzahl der Monate unter dem Monats-Normalwert		8	8	9	8	9	9	9	60
Jährlicher MQ [m³/s]	7,08	4,97	5,40	6,74	5,35	5,70	3,39	4,47	5,15
% des mehrjährigen MQ		70	76	95	76	81	48	63	73
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter den mehrjährigen MQ _{Monat}		9	11	8	9	9	12	10	68
Abflussdefizit [Mrd. m³]		0,066	0,054	0,011	0,055	0,043	0,117	0,082	0,428
Q₁₀ [m³/s]	1,28	1,67	1,07	1,35	1,41	0,742	0,797	0,717	1,11
% des mehrjährigen Q ₁₀		130	84	105	110	58	62	56	87
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Q ₁₀		0	0	0	0	5	3	1	9
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Q ₁₀		0	29	5	1	138	114	87	374
MNQ [m³/s]	1,38	1,48	0,806	1,17	1,23	0,640	0,640	0,565	0,933
% des mehrjährigen MNQ		107	58	85	89	46	46	41	68
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen MNQ		0	0	0	0	5	3	2	10
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen MNQ		0	43	13	5	145	131	106	443
NQ [m³/s]	0,468	1,48	0,806	1,17	1,23	0,640	0,640	0,565	0,565
% des mehrjährigen NQ		316	172	250	263	137	137	121	121
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NQ		0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NQ		0	0	0	0	0	0	0	0
NM7Q [m³/s]	1,69	1,66	0,857	1,29	1,46	0,693	0,711	0,733	1,06
% des mehrjährigen NM7Q		98	51	76	86	41	42	43	63
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NM7Q		0	2	0	0	5	5	4	16
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NM7Q		11	72	20	49	169	155	125	601
Min. NM7Q [m³/s]	0,507	1,66	0,857	1,29	1,46	0,693	0,711	0,733	0,693
% des mehrjährigen Min. NM7Q		327	169	254	288	137	140	145	137
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	0	0	0	0	0	0	0

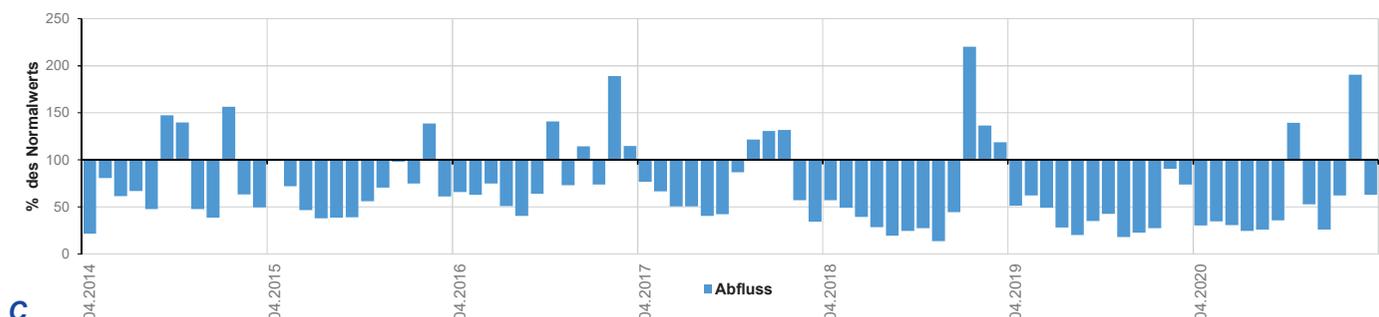
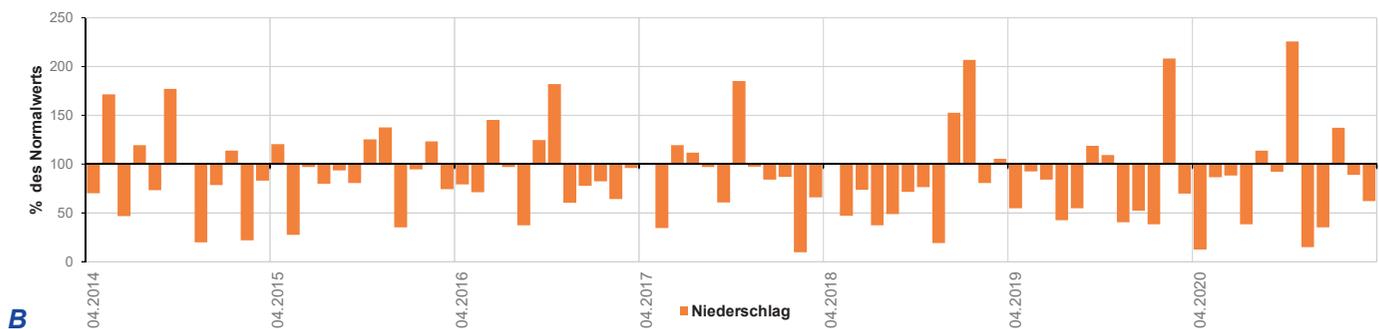
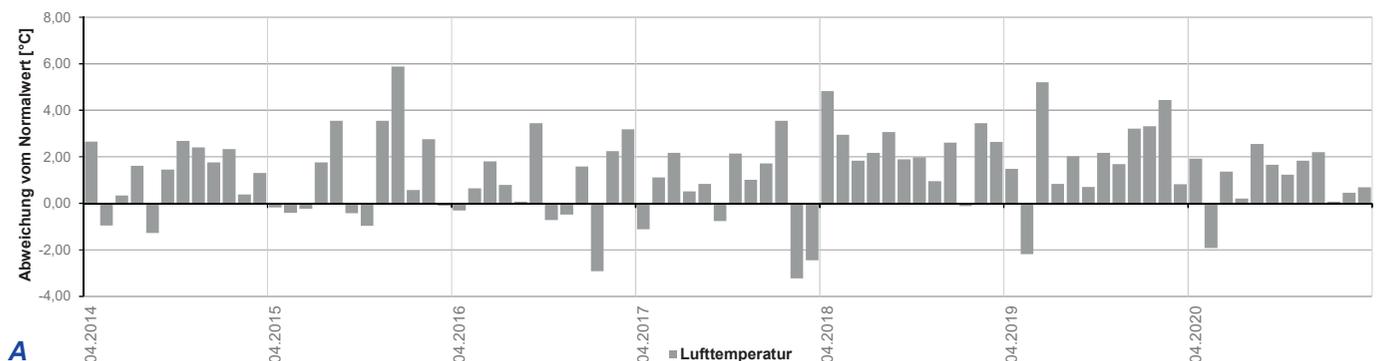


Diagramm 6-1: Vergleich der mittleren Monatswerte der Lufttemperaturen (A), der Niederschläge (B) und der Abflüsse (C) im Bewertungszeitraum 04/2014 – 03/2021 mit den mehrjährigen Monatsmitteln für den Zeitraum 1981 – 2010

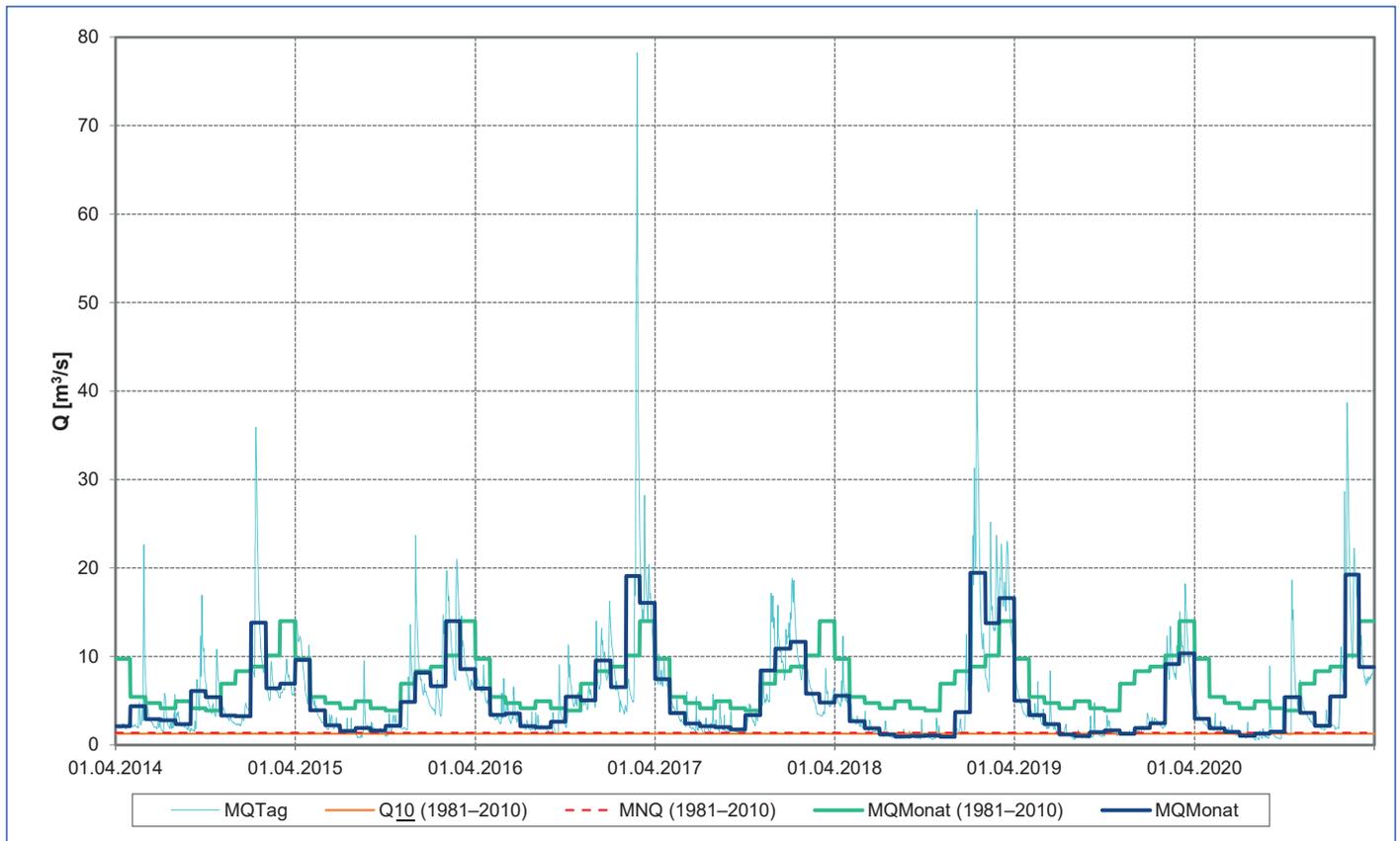


Diagramm 6-2: Entwicklung der hydrologischen Situation im Zeitraum 2014 – 2020

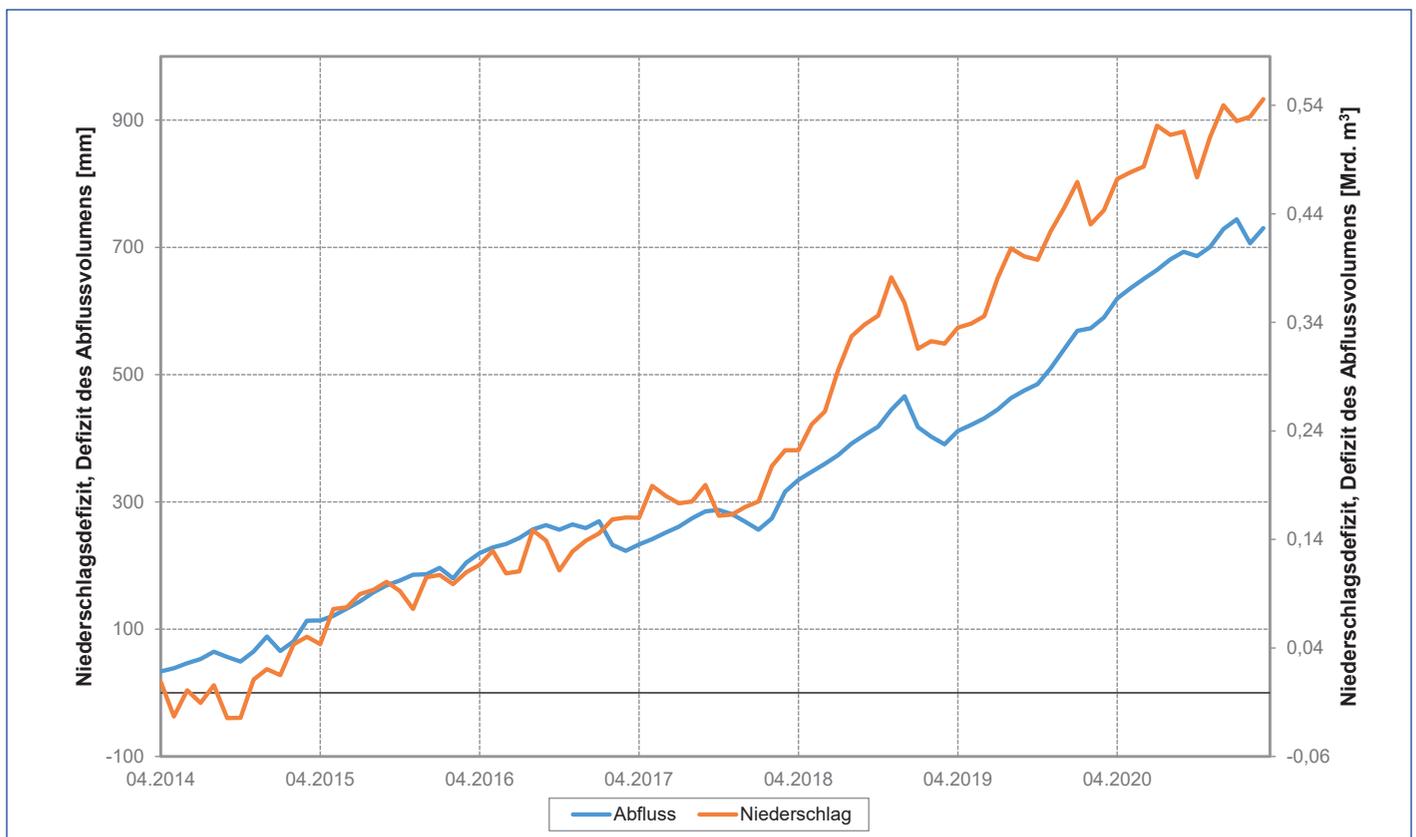


Diagramm 6-3: Entwicklung des Defizits des Abfluss- und des Niederschlagsvolumens in Bezug auf die mehrjährigen Werte für den Zeitraum 1981 – 2010

Tabelle A-7: Vergleich ausgewählter Kenngrößen des Zeitraums 2014 – 2020 sowie der Einzeljahre mit den mehrjährigen Mitteln für den Zeitraum 1981 – 2010

	1981-2010	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2014-2020
Mittlere Jahrestemperatur der Luft [°C]	7,6	8,7	8,8	8,3	8,0	9,9	9,4	8,6	8,8
Abweichung vom Normalwert [°C]		1,1	1,2	0,7	0,4	2,3	1,8	1,0	1,2
Anzahl der Monate über dem Monats-Normalwert		10	6	8	8	11	11	10	64
Jährliche Niederschlagshöhe [mm]	825	807	772	766	805	698	673	722	749
% des jährlichen Normalwerts des Niederschlags		98	94	93	98	85	82	88	91
Anzahl der Monate unter dem Monats-Normalwert		7	7	9	6	9	9	8	55
Jährlicher MQ [m³/s]	63,3	40,0	42,6	52,4	50,6	44,4	30,1	34,6	42,1
% des mehrjährigen MQ		63	67	83	80	70	48	55	66
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter den mehrjährigen MQ _{Monat}		9	11	9	8	9	12	11	69
Abflussdefizit [Mrd. m³]		0,710	0,631	0,317	0,375	0,570	1,03	0,881	4,51
Q₁₀ [m³/s]	15,7	14,7	11,8	12,4	16,9	8,96	9,51	7,21	11,6
% des mehrjährigen Q ₁₀		94	75	79	108	57	61	46	74
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Q ₁₀		0	0	0	0	5	4	2	11
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Q ₁₀		12	39	20	4	152	140	111	478
MNQ [m³/s]	16,8	13,5	10,3	11,2	14,0	8,23	8,15	5,33	10,1
% des mehrjährigen MNQ		80	61	67	83	49	49	32	60
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen MNQ		0	0	0	0	5	4	2	11
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen MNQ		18	58	26	10	157	153	125	547
NQ [m³/s]	11,9	13,5	10,3	11,2	14,0	8,23	8,15	5,33	5,33
% des mehrjährigen NQ		113	87	94	118	69	68	45	45
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NQ		0	0	0	0	4	1	1	6
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NQ		0	12	5	0	110	58	69	254
NM7Q [m³/s]	18,6	15,1	10,7	12,0	16,8	8,53	8,88	5,73	11,1
% des mehrjährigen NM7Q		81	58	65	90	46	48	31	60
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NM7Q		0	2	0	0	5	6	5	18
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NM7Q		47	83	32	29	169	162	155	677
Min. NM7Q [m³/s]	12,9	15,1	10,7	12,0	16,8	8,53	8,88	5,73	5,73
% des mehrjährigen Min. NM7Q		117	83	93	130	66	69	44	44
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	0	0	0	4	2	2	8
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	16	13	0	126	88	81	324

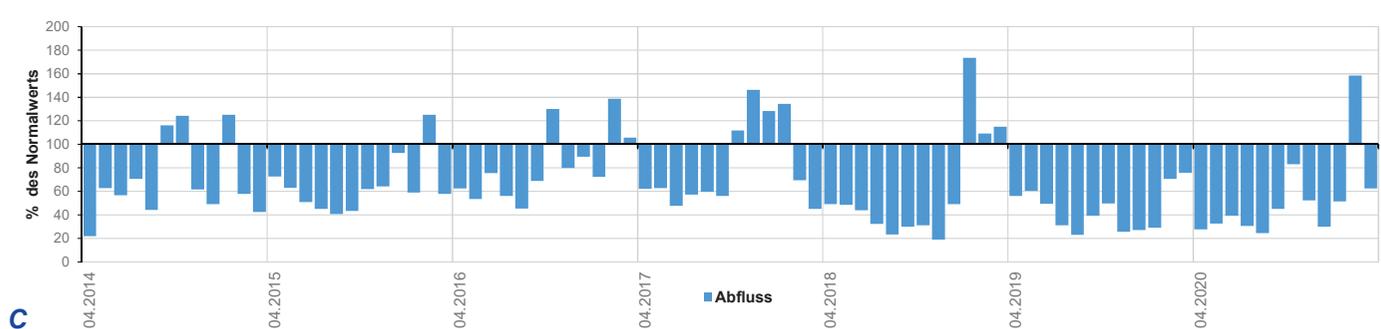
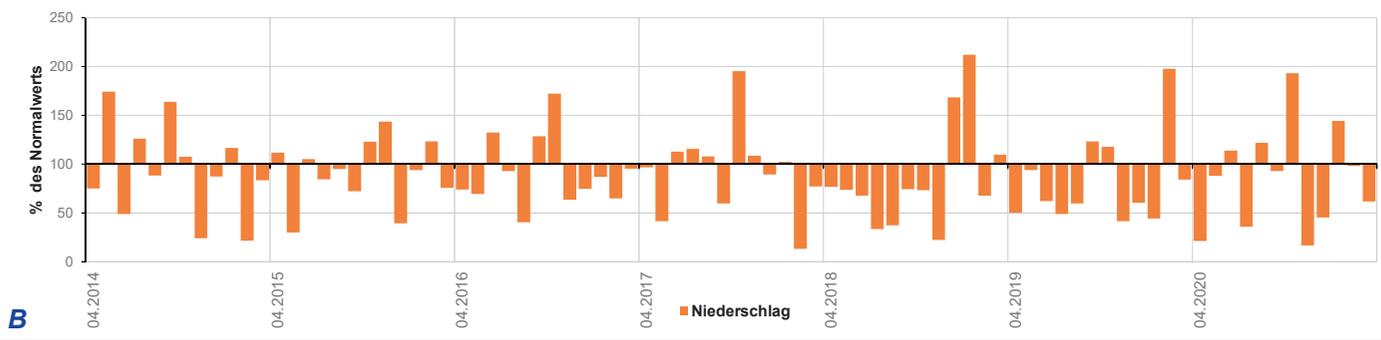
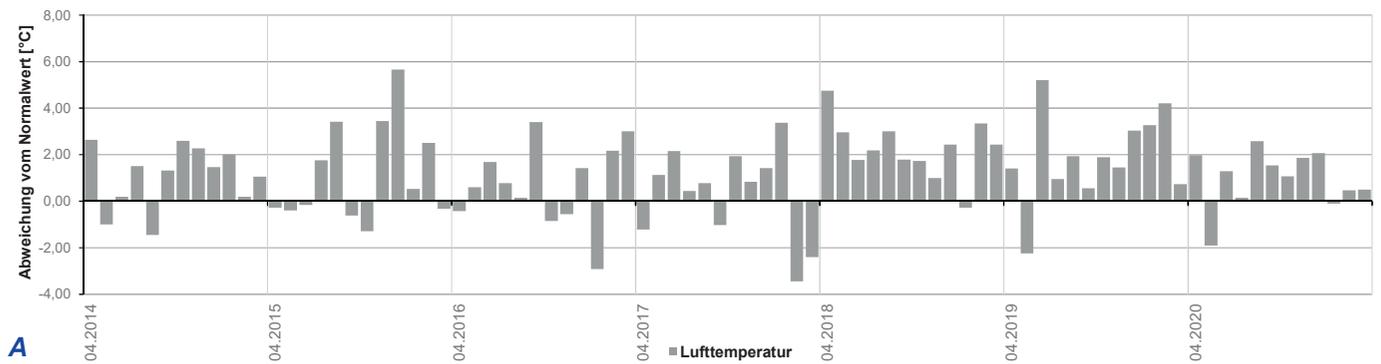


Diagramm 7-1: Vergleich der mittleren Monatswerte der Lufttemperaturen (A), der Niederschläge (B) und der Abflüsse (C) im Bewertungszeitraum 04/2014 – 03/2021 mit den mehrjährigen Monatsmitteln für den Zeitraum 1981 – 2010

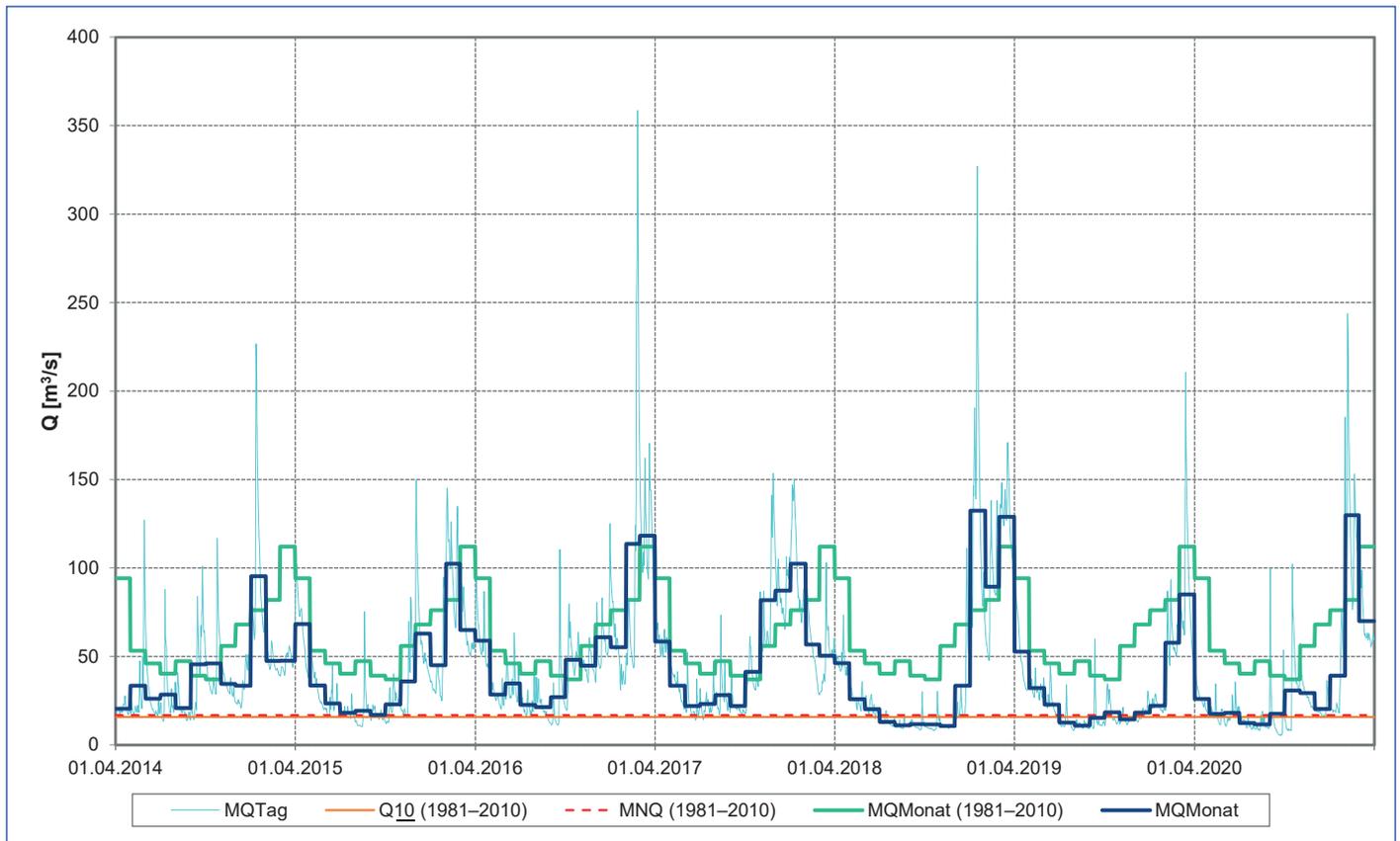


Diagramm 7-2: Entwicklung der hydrologischen Situation im Zeitraum 2014 – 2020

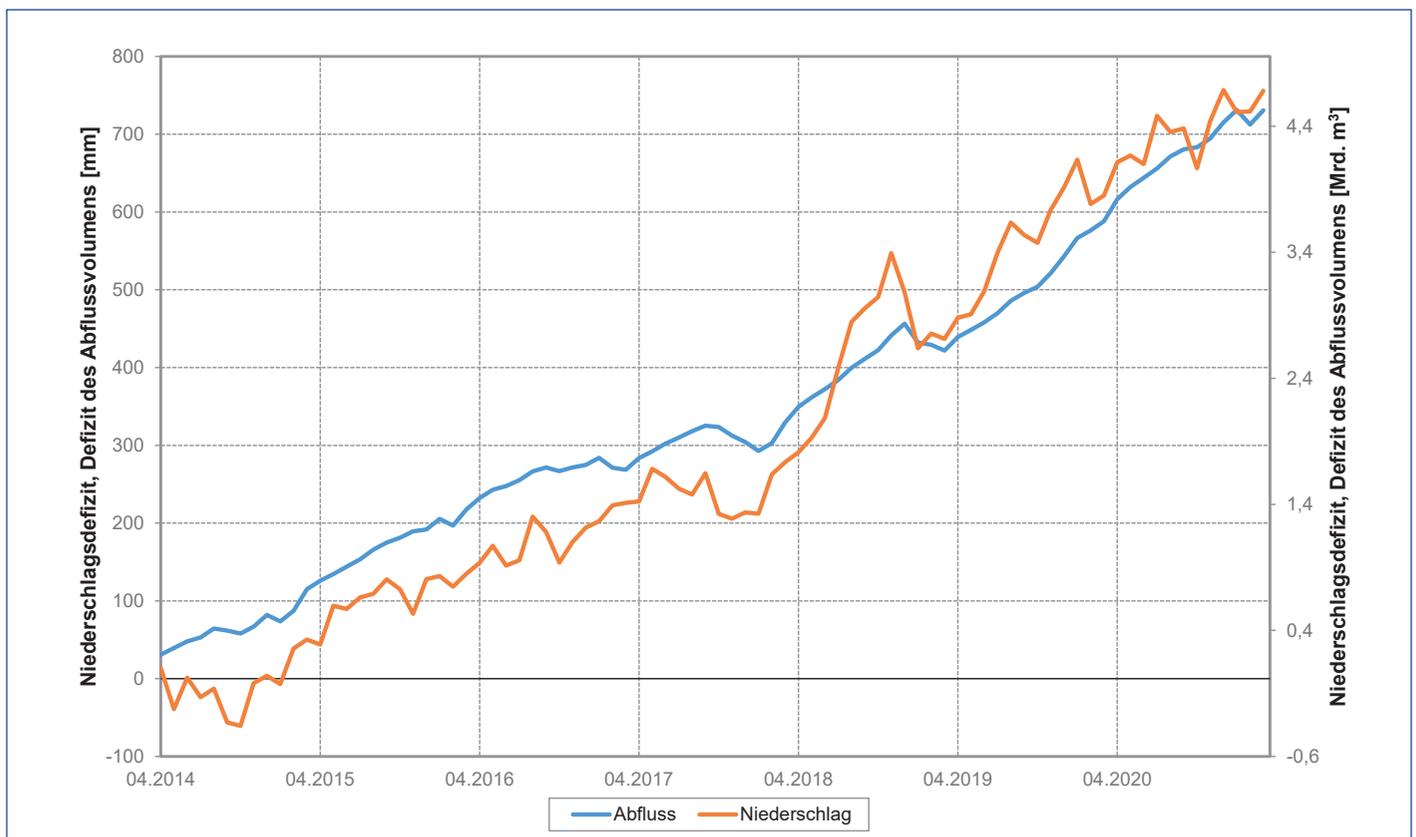


Diagramm 7-3: Entwicklung des Defizits des Abfluss- und des Niederschlagsvolumens in Bezug auf die mehrjährigen Werte für den Zeitraum 1981 – 2010

Tabelle A-8: Vergleich ausgewählter Kenngrößen des Zeitraums 2014 – 2020 sowie der Einzeljahre mit den mehrjährigen Mitteln für den Zeitraum 1981 – 2010

	1981-2010	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2014-2020
Mittlere Jahrestemperatur der Luft [°C]	8,6	9,7	9,8	9,4	9,1	10,9	10,4	9,6	9,9
Abweichung vom Normalwert [°C]		1,1	1,2	0,8	0,5	2,3	1,8	1,0	1,2
Anzahl der Monate über dem Monats-Normalwert		10	6	8	8	12	11	10	65
Jährliche Niederschlagshöhe [mm]	649	672	602	537	709	459	576	574	590
% des jährlichen Normalwerts des Niederschlags		104	93	83	109	71	89	88	91
Anzahl der Monate unter dem Monats-Normalwert		6	6	10	6	9	9	7	53
Jährlicher MQ [m³/s]	117	90,1	81,4	72,3	103	66,9	62,2	70,2	78,0
% des mehrjährigen MQ		77	70	62	88	57	53	60	67
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter den mehrjährigen MQ _{Monat}		8	11	12	8	12	12	11	74
Abflussdefizit [Mrd. m³]		0,846	1,13	1,41	0,444	1,58	1,74	1,48	8,62
Q₁₀ [m³/s]	42,8	50,6	41,5	38,0	41,4	33,3	31,2	33,5	38,5
% des mehrjährigen Q ₁₀		118	97	89	97	78	73	78	90
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Q ₁₀		0	0	0	0	5	4	3	12
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Q ₁₀		0	17	35	12	148	135	143	490
MNQ [m³/s]	47,3	43,2	36,7	35,2	39,1	30,9	29,2	32,0	35,2
% des mehrjährigen MNQ		91	78	74	83	65	62	68	74
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen MNQ		0	1	2	0	5	6	4	18
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen MNQ		4	73	57	26	180	190	180	710
NQ [m³/s]	35,4	43,2	36,7	35,2	39,1	30,9	29,2	32,0	29,2
% des mehrjährigen NQ		122	104	99	110	87	82	90	82
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NQ		0	0	0	0	1	3	0	4
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NQ		0	0	2	0	28	81	29	140
NM7Q [m³/s]	50,9	48,0	37,8	37,0	40,9	32,0	31,0	33,2	37,1
% des mehrjährigen NM7Q		94	74	73	80	63	61	65	73
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NM7Q		0	3	2	1	5	6	6	23
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NM7Q		13	113	77	45	189	217	200	854
Min. NM7Q [m³/s]	36,7	48,0	37,8	37,0	40,9	32,0	31,0	33,2	31,0
% des mehrjährigen Min. NM7Q		131	103	101	111	87	84	90	84
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	0	0	0	1	3	1	5
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	0	5	0	53	90	45	193

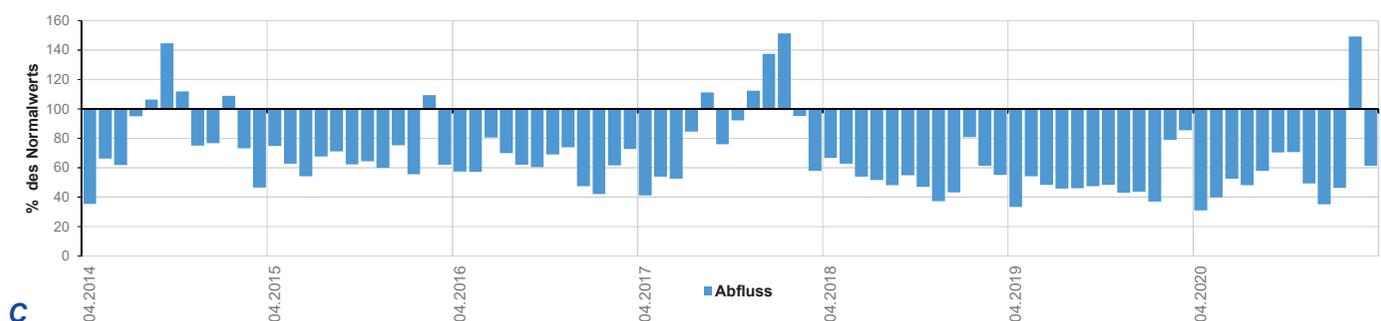
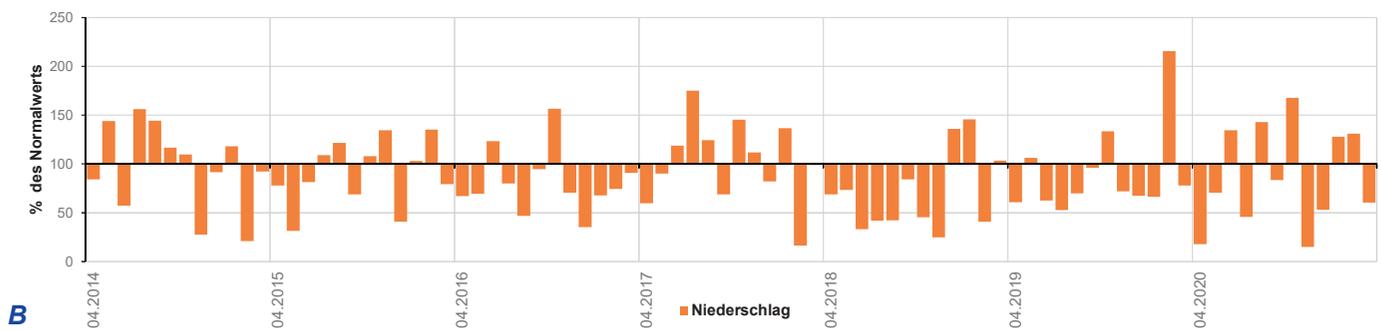
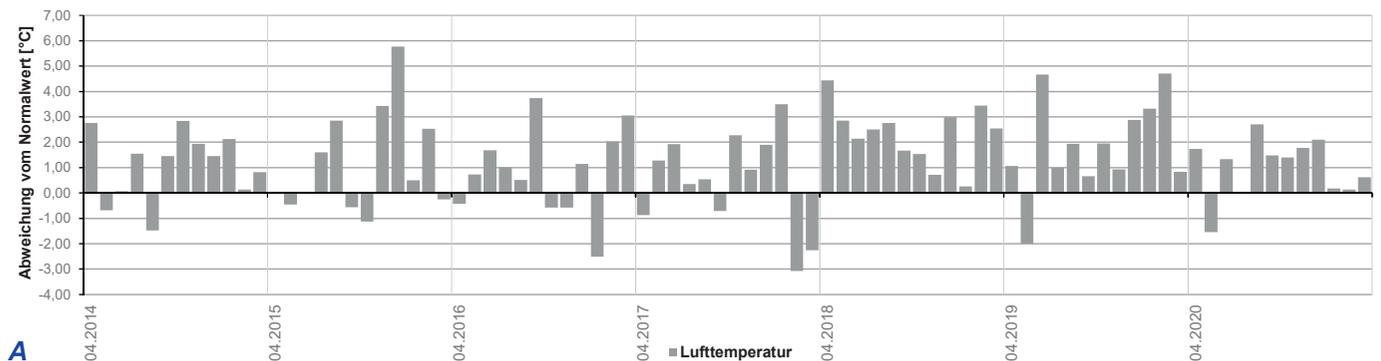


Diagramm 8-1: Vergleich der mittleren Monatswerte der Lufttemperaturen (A), der Niederschläge (B) und der Abflüsse (C) im Bewertungszeitraum 04/2014 – 03/2021 mit den mehrjährigen Monatsmitteln für den Zeitraum 1981 – 2010

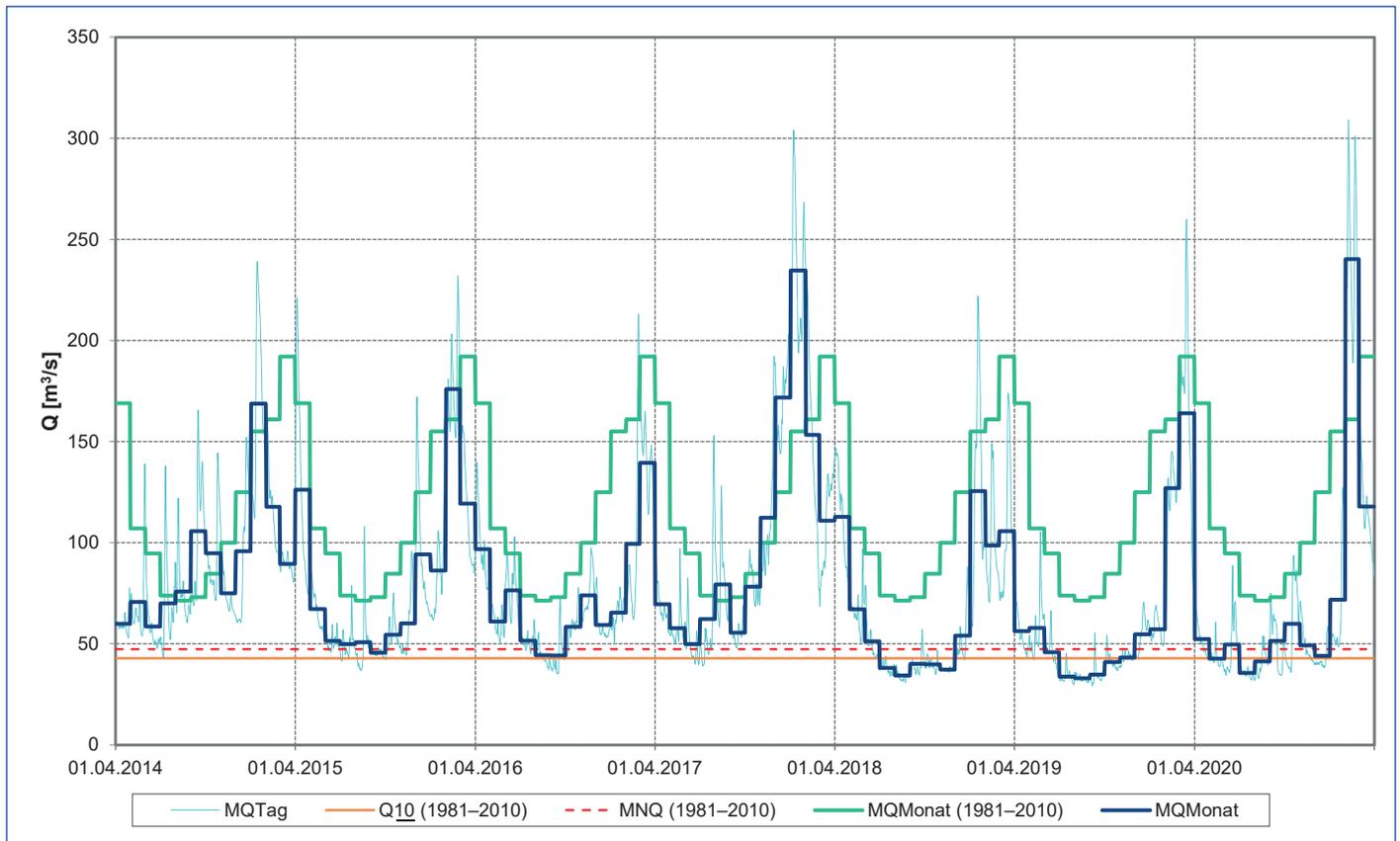


Diagramm 8-2: Entwicklung der hydrologischen Situation im Zeitraum 2014 – 2020

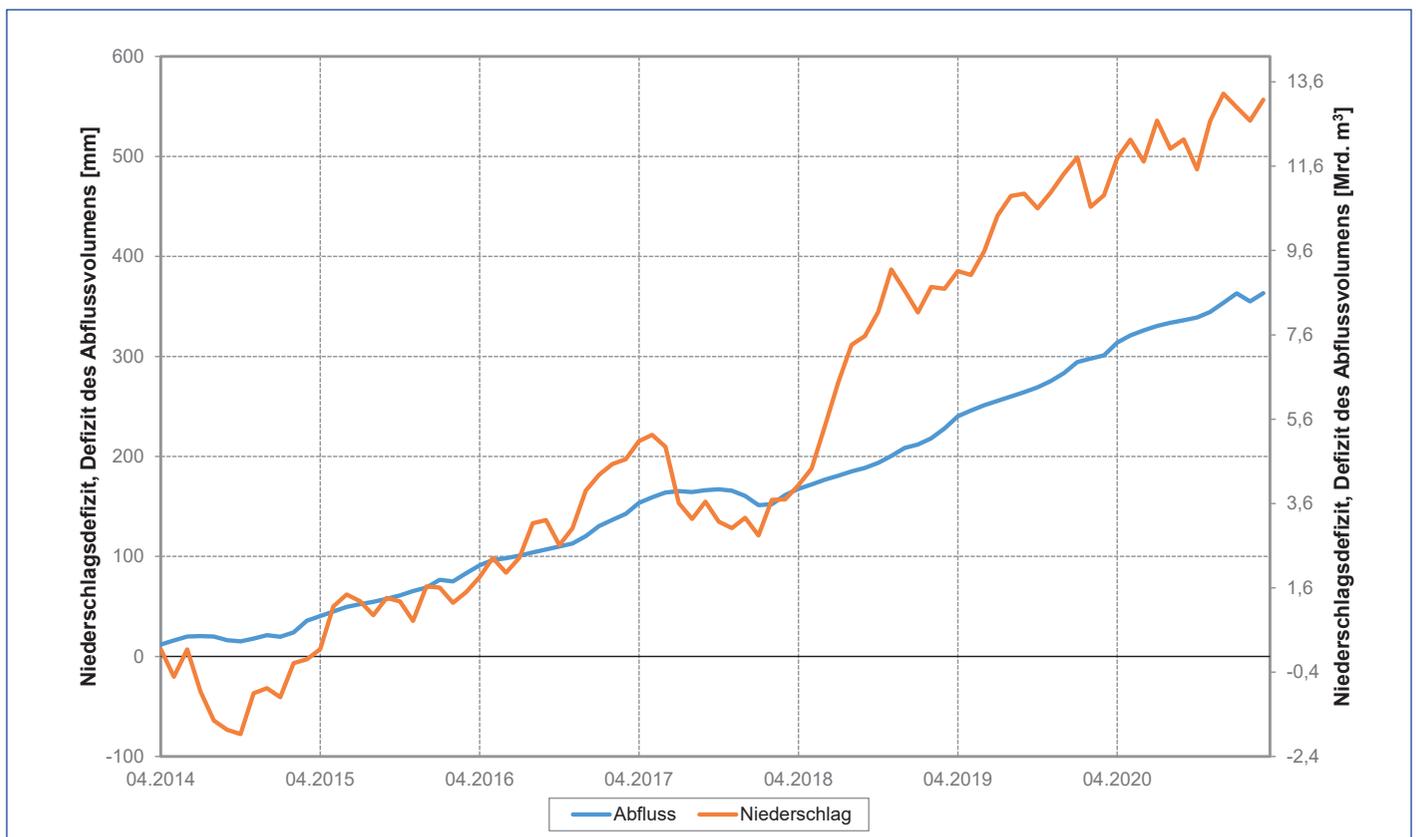


Diagramm 8-3: Entwicklung des Defizits des Abfluss- und des Niederschlagsvolumens in Bezug auf die mehrjährigen Werte für den Zeitraum 1981 – 2010

Tabelle A-9: Vergleich ausgewählter Kenngrößen des Zeitraums 2014 – 2020 sowie der Einzeljahre mit den mehrjährigen Mitteln für den Zeitraum 1981 – 2010

	1981-2010	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2014-2020
Mittlere Jahrestemperatur der Luft [°C]	8,0	9,2	9,3	8,6	8,6	10,3	9,8	8,7	9,2
Abweichung vom Normalwert [°C]		1,2	1,3	0,5	0,6	2,3	1,8	0,7	1,2
Anzahl der Monate über dem Monats-Normalwert		10	8	7	8	12	11	9	65
Jährliche Niederschlagshöhe [mm]	676	673	580	595	680	547	585	670	619
% des jährlichen Normalwerts des Niederschlags		100	86	88	101	81	87	99	92
Anzahl der Monate unter dem Monats-Normalwert		6	8	9	5	9	9	6	52
Jährlicher MQ [m³/s]	554	410	372	368	437	319	288	379	368
% des mehrjährigen MQ		74	67	66	79	58	52	68	66
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter den mehrjährigen MQ _{Monat}		9	12	12	9	12	12	10	76
Abflussdefizit [Mrd. m³]		4,53	5,76	5,87	3,67	7,38	8,40	5,50	41,1
Q₁₀ [m³/s]	209	226	171	185	210	140	140	180	179
% des mehrjährigen Q ₁₀		108	82	89	100	67	67	86	86
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Q ₁₀		0	3	0	0	5	3	1	12
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Q ₁₀		0	93	29	8	176	122	60	488
MNQ [m³/s]	225	215	147	173	201	134	133	171	168
% des mehrjährigen MNQ		96	65	77	89	60	59	76	75
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen MNQ		0	3	1	0	5	4	1	14
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen MNQ		9	116	37	40	186	159	81	628
NQ [m³/s]	173	215	147	173	201	134	133	171	133
% des mehrjährigen NQ		124	85	100	116	77	77	99	77
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NQ		0	0	0	0	5	3	0	8
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NQ		0	12	0	0	142	85	1	240
NM7Q [m³/s]	239	220	152	180	206	139	137	178	173
% des mehrjährigen NM7Q		92	64	75	86	58	57	74	72
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NM7Q		0	4	1	2	7	6	3	23
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NM7Q		21	135	47	70	193	174	102	742
Min. NM7Q [m³/s]	175	220	152	180	206	139	137	178	137
% des mehrjährigen Min. NM7Q		126	87	103	118	79	78	102	78
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	0	0	0	5	3	0	8
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	12	2	0	145	89	4	252

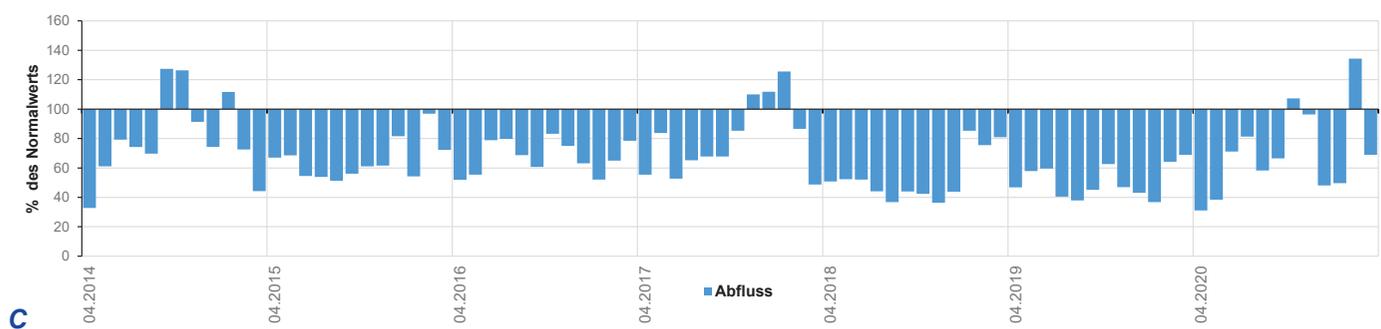
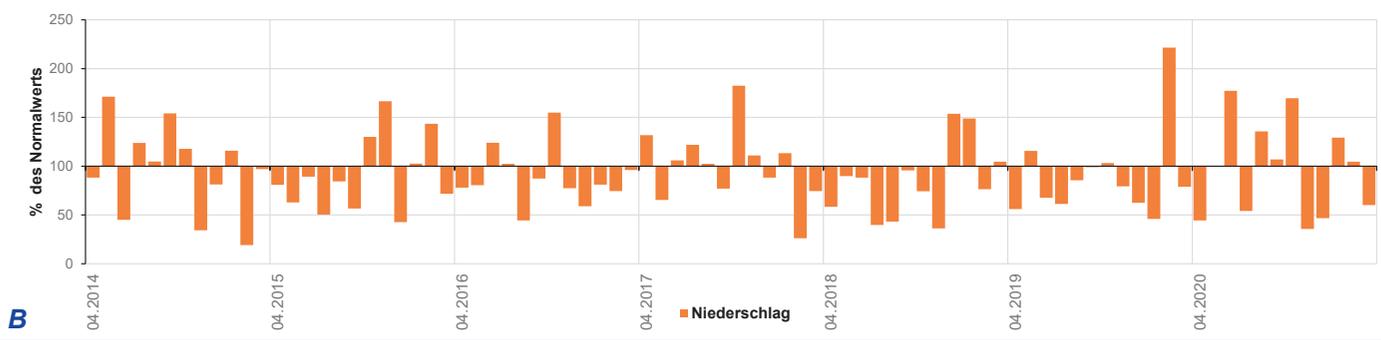
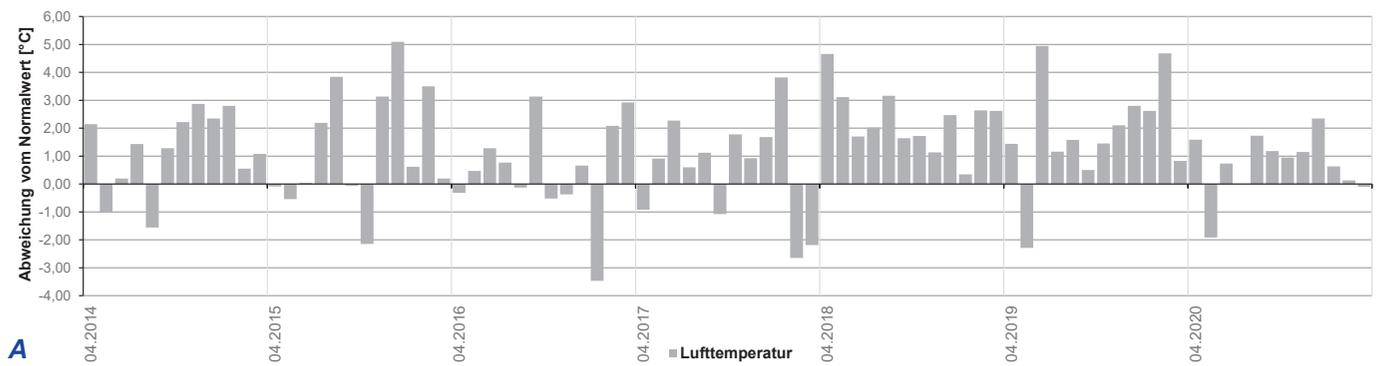


Diagramm 9-1: Vergleich der mittleren Monatswerte der Lufttemperaturen (A), der Niederschläge (B) und der Abflüsse (C) im Bewertungszeitraum 04/2014 – 03/2021 mit den mehrjährigen Monatsmitteln für den Zeitraum 1981 – 2010

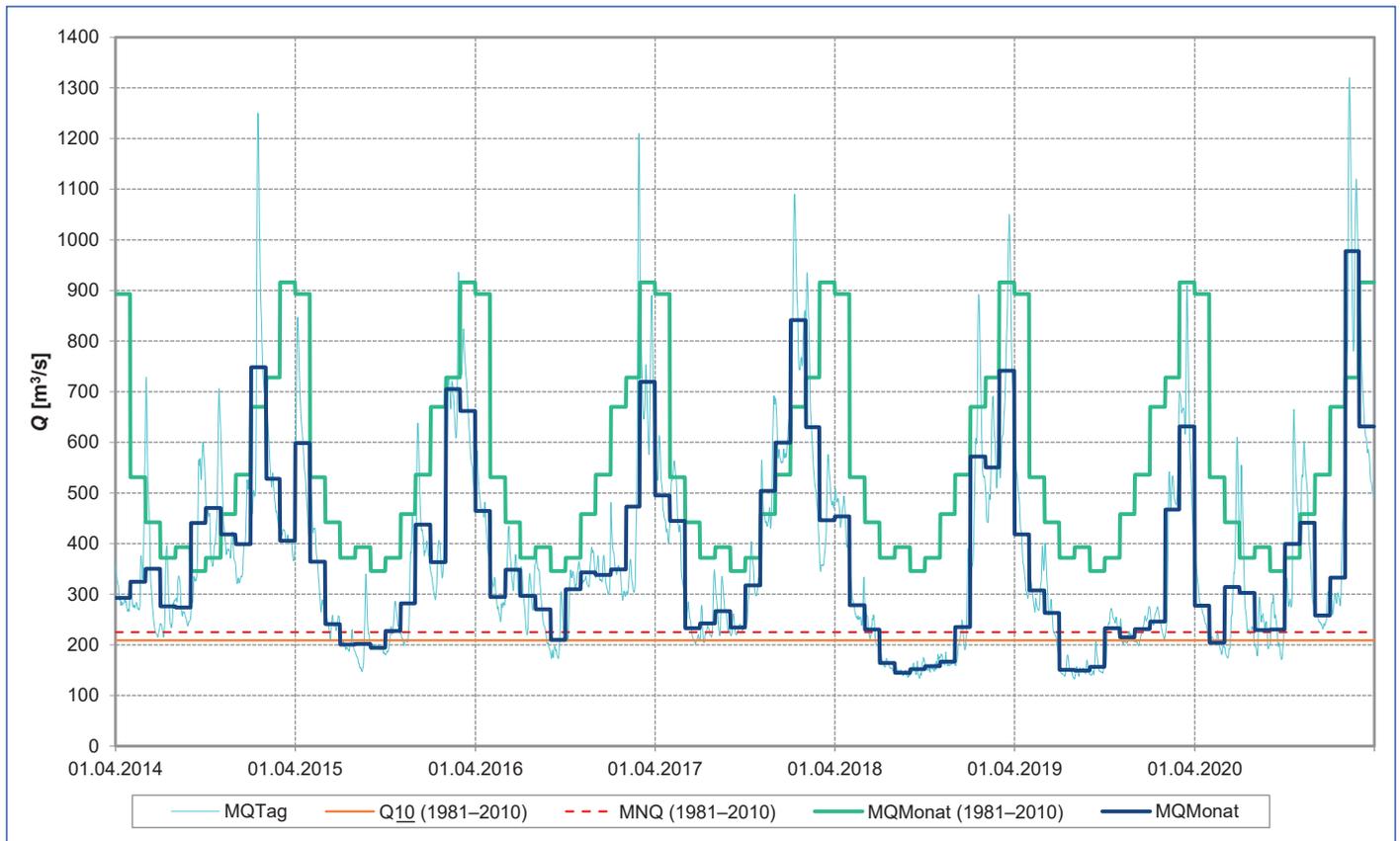


Diagramm 9-2: Entwicklung der hydrologischen Situation im Zeitraum 2014 – 2020

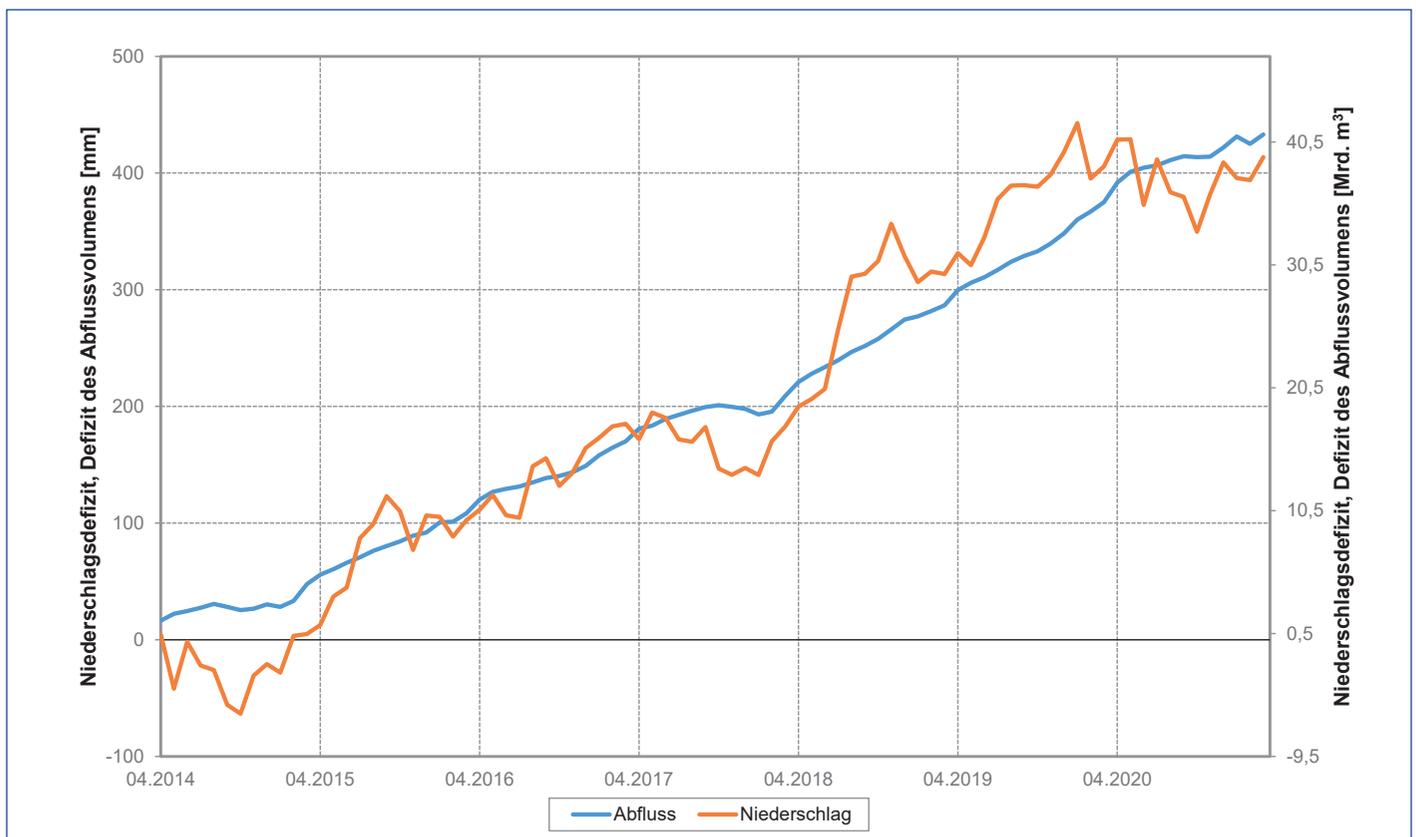


Diagramm 9-3: Entwicklung des Defizits des Abfluss- und des Niederschlagsvolumens in Bezug auf die mehrjährigen Werte für den Zeitraum 1981 – 2010

Tabelle A-10: Vergleich ausgewählter Kenngrößen des Zeitraums 2014 – 2020 sowie der Einzeljahre mit den mehrjährigen Mitteln für den Zeitraum 1981 – 2010

	1981-2010	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2014-2020
Mittlere Jahrestemperatur der Luft [°C]	9,1	10,4	9,8	9,9	9,3	11,4	10,8	10,1	10,2
Abweichung vom Normalwert [°C]		1,3	0,7	0,8	0,2	2,3	1,7	1,0	1,1
Anzahl der Monate über dem Monats-Normalwert		10	5	7	6	12	11	10	61
Jährliche Niederschlagshöhe [mm]	671	672	637	574	894	392	654	537	623
% des jährlichen Normalwerts des Niederschlags		100	95	86	133	58	97	80	93
Anzahl der Monate unter dem Monats-Normalwert		5	8	9	4	10	7	10	53
Jährlicher MQ [m³/s]	4,60	3,38	4,15	3,06	7,61	2,72	3,20	2,81	3,85
% des mehrjährigen MQ		73	90	67	165	59	69	61	84
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter den mehrjährigen MQ _{Monat}		11	9	12	3	10	11	12	68
Abflussdefizit [Mrd. m³]		0,038	0,014	0,048	-0,095	0,059	0,045	0,056	0,166
Q₁₀ [m³/s]	0,840	1,40	1,29	1,15	2,12	0,932	0,594	0,726	1,17
% des mehrjährigen Q ₁₀		167	154	137	252	111	71	86	140
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Q ₁₀		0	0	0	0	0	3	0	3
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Q ₁₀		0	0	0	0	0	63	23	86
MNQ [m³/s]	1,11	1,20	1,16	1,03	1,70	0,882	0,494	0,620	1,01
% des mehrjährigen MNQ		108	105	93	153	79	45	56	91
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen MNQ		0	0	0	0	1	3	2	6
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen MNQ		0	0	3	0	61	107	64	235
NQ [m³/s]	0,300	1,20	1,16	1,03	1,70	0,882	0,494	0,620	0,494
% des mehrjährigen NQ		400	387	343	567	294	165	207	165
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NQ		0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NQ		0	0	0	0	0	0	0	0
NM7Q [m³/s]	1,25	1,33	1,26	1,14	1,93	0,929	0,541	0,656	1,11
% des mehrjährigen NM7Q		106	101	91	154	74	43	52	89
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NM7Q		0	0	1	0	3	4	3	11
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NM7Q		2	4	19	0	99	118	82	324
Min. NM7Q [m³/s]	0,320	1,33	1,26	1,14	1,93	0,929	0,541	0,656	0,541
% des mehrjährigen Min. NM7Q		416	394	356	603	290	169	205	169
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	0	0	0	0	0	0	0

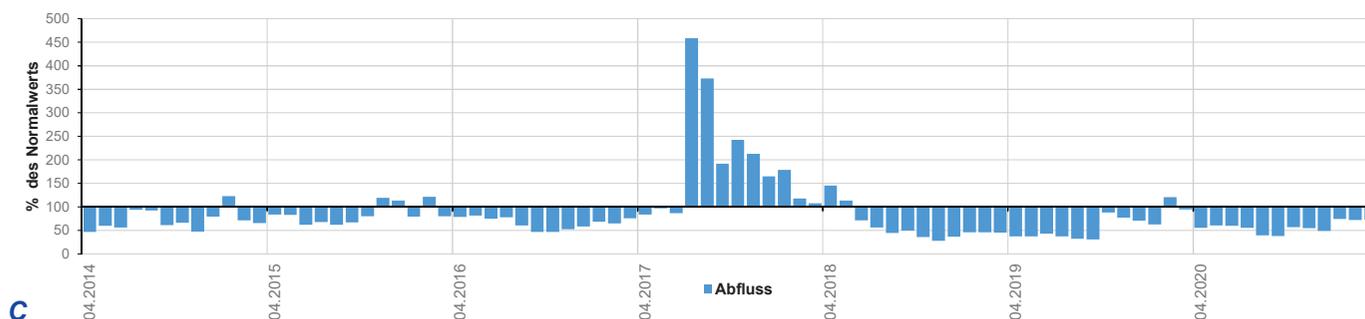
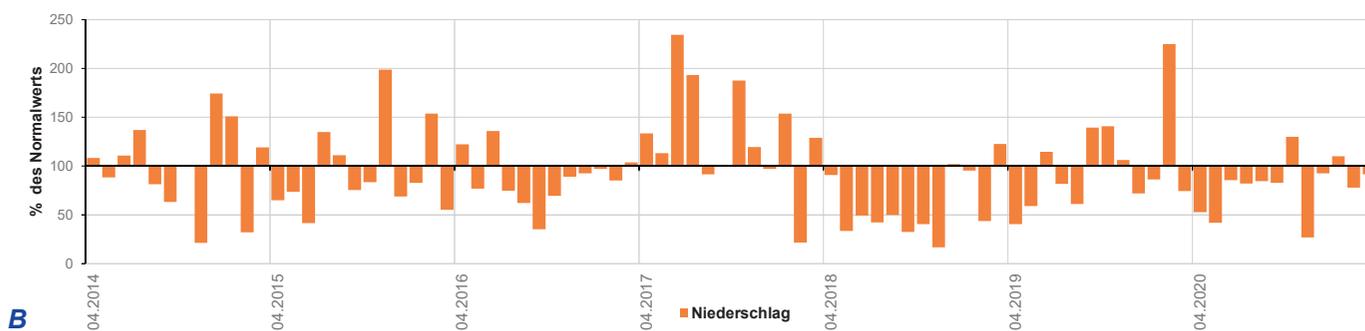
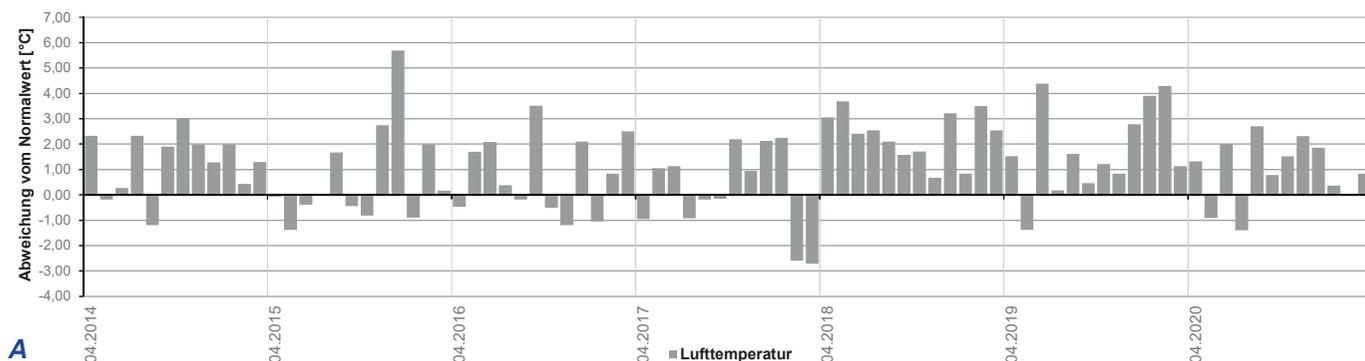


Diagramm 10-1: Vergleich der mittleren Monatswerte der Lufttemperaturen (A), der Niederschläge (B) und der Abflüsse (C) im Bewertungszeitraum 04/2014 – 03/2021 mit den mehrjährigen Monatsmitteln für den Zeitraum 1981 – 2010

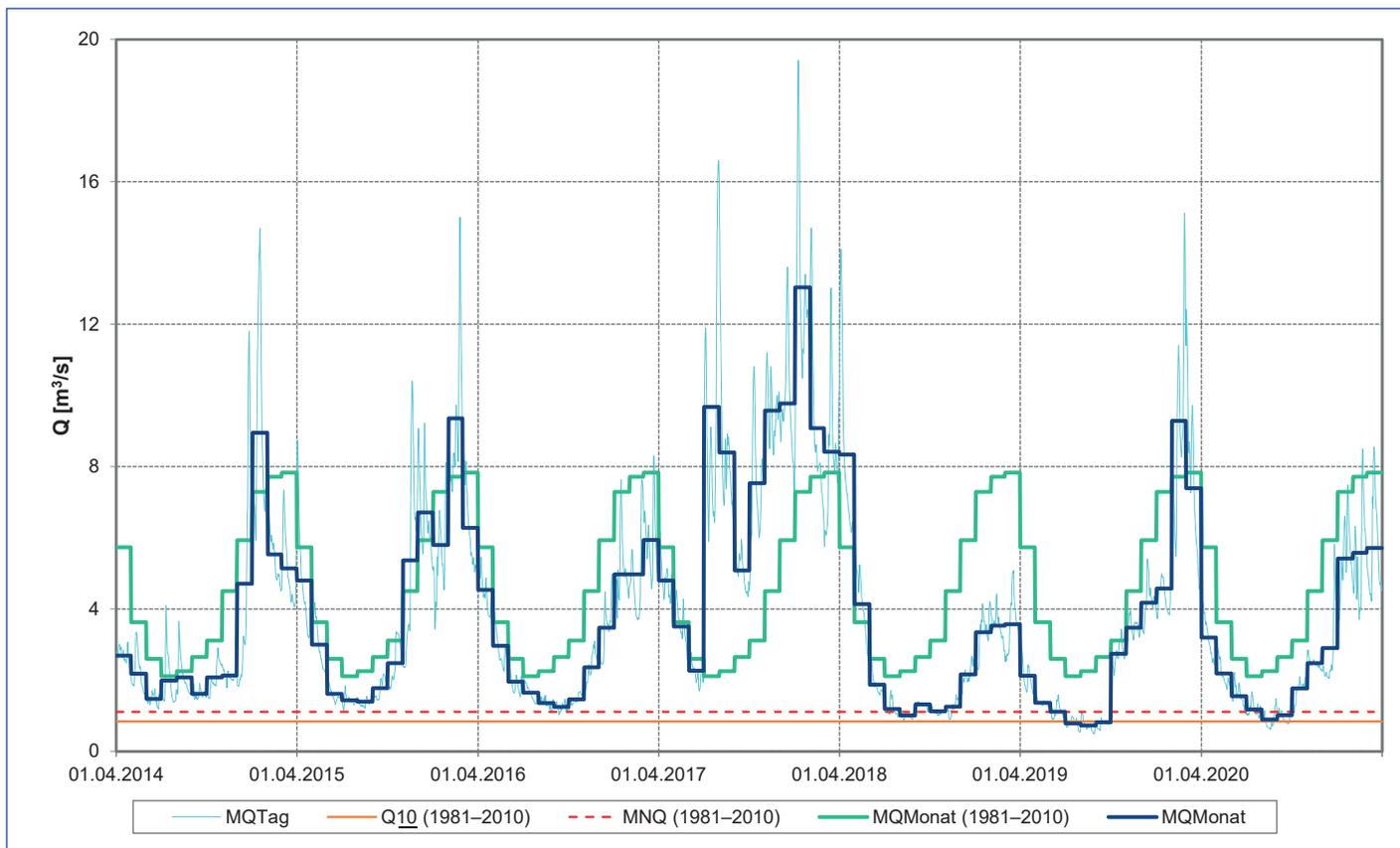


Diagramm 10-2: Entwicklung der hydrologischen Situation im Zeitraum 2014 – 2020

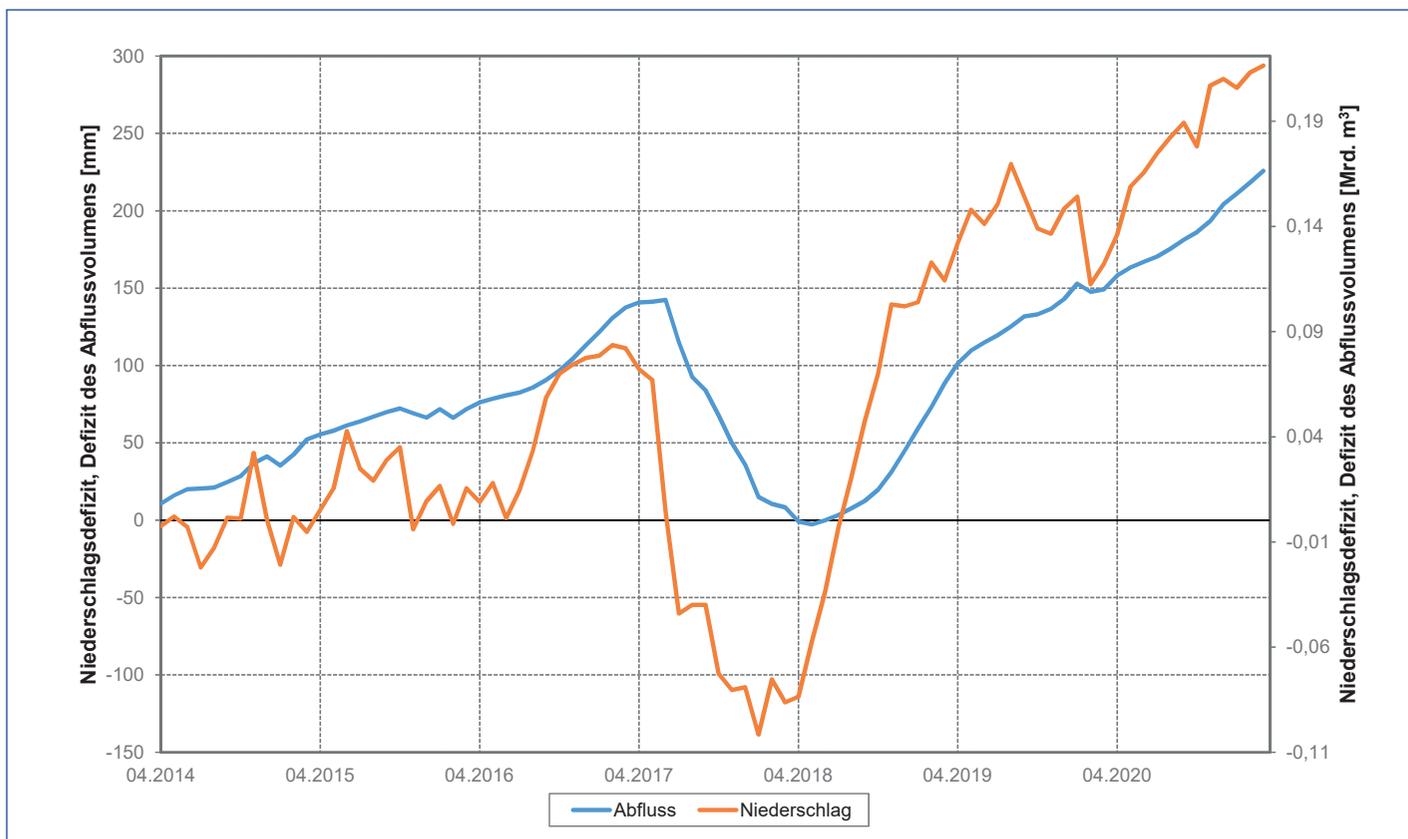


Diagramm 10-3: Entwicklung des Defizits des Abfluss- und des Niederschlagsvolumens in Bezug auf die mehrjährigen Werte für den Zeitraum 1981 – 2010

Tabelle A-11: Vergleich ausgewählter Kenngrößen des Zeitraums 2014 – 2020 sowie der Einzeljahre mit den mehrjährigen Mitteln für den Zeitraum 1981 – 2010

	1981-2010	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2014-2020
Mittlere Jahrestemperatur der Luft [°C]	8,2	9,4	9,4	8,8	8,7	10,5	10,0	9,0	9,4
Abweichung vom Normalwert [°C]		1,2	1,2	0,6	0,5	2,3	1,8	0,8	1,2
Anzahl der Monate über dem Monats-Normalwert		10	7	7	8	12	11	9	64
Jährliche Niederschlagshöhe [mm]	650	664	576	572	618	527	557	648	594
% des jährlichen Normalwerts des Niederschlags		102	89	88	95	81	86	100	91
Anzahl der Monate unter dem Monats-Normalwert		6	9	10	8	9	8	6	56
Jährlicher MQ [m³/s]	699	525	487	464	633	399	369	455	476
% des mehrjährigen MQ		75	70	66	91	57	53	65	68
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter den mehrjährigen MQ _{Monat}		9	12	12	8	12	12	11	76
Abflussdefizit [Mrd. m³]		5,50	6,73	7,40	2,08	9,46	10,4	7,70	49,3
Q₁₀ [m³/s]	239	280	202	224	288	169	170	222	222
% des mehrjährigen Q ₁₀		117	85	94	121	71	71	93	93
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Q ₁₀		0	1	0	0	5	3	0	9
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Q ₁₀		0	39	22	0	165	97	33	356
MNQ [m³/s]	271	261	177	209	263	163	160	215	207
% des mehrjährigen MNQ		96	65	77	97	60	59	79	76
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen MNQ		0	3	1	0	5	3	3	15
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen MNQ		2	92	35	6	181	108	87	511
NQ [m³/s]	173	261	177	209	263	163	160	215	160
% des mehrjährigen NQ		151	102	121	152	94	92	124	92
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NQ		0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NQ		0	0	0	0	21	24	0	45
NM7Q [m³/s]	284	277	182	218	267	166	164	222	214
% des mehrjährigen NM7Q		98	64	77	94	58	58	78	75
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen NM7Q		0	3	1	0	6	3	3	16
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen NM7Q		12	109	47	8	187	126	103	592
Min. NM7Q [m³/s]	174	277	182	218	267	166	164	222	164
% des mehrjährigen Min. NM7Q		159	105	125	153	95	94	128	94
Anzahl der Monate mit MQ _{Monat} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl der Tage mit MQ _{Tag} unter dem mehrjährigen Min. NM7Q		0	0	0	0	26	26	0	52

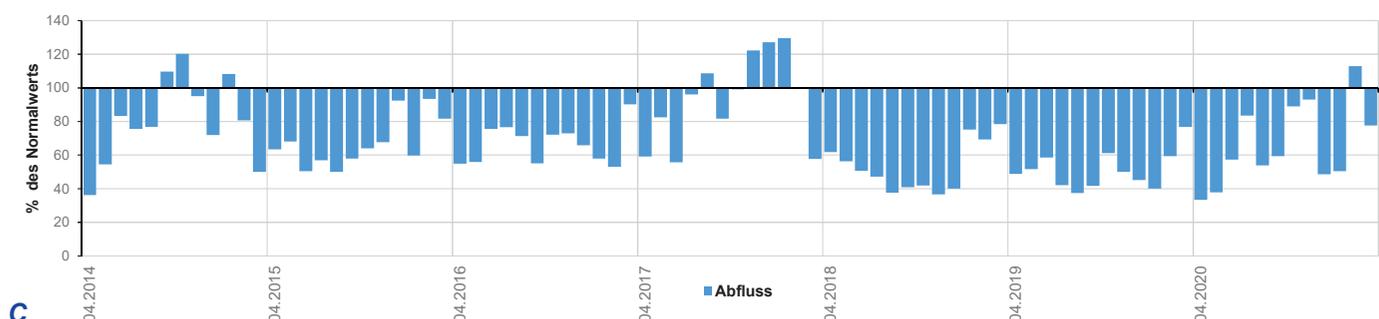
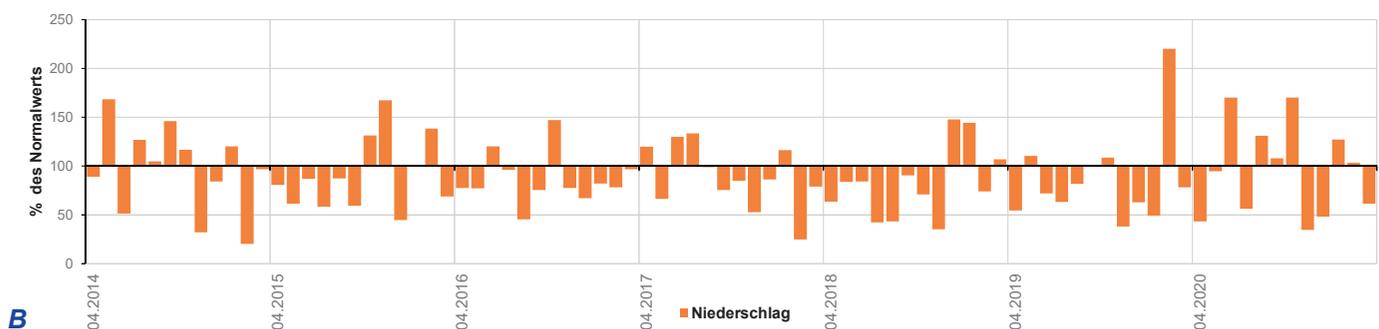
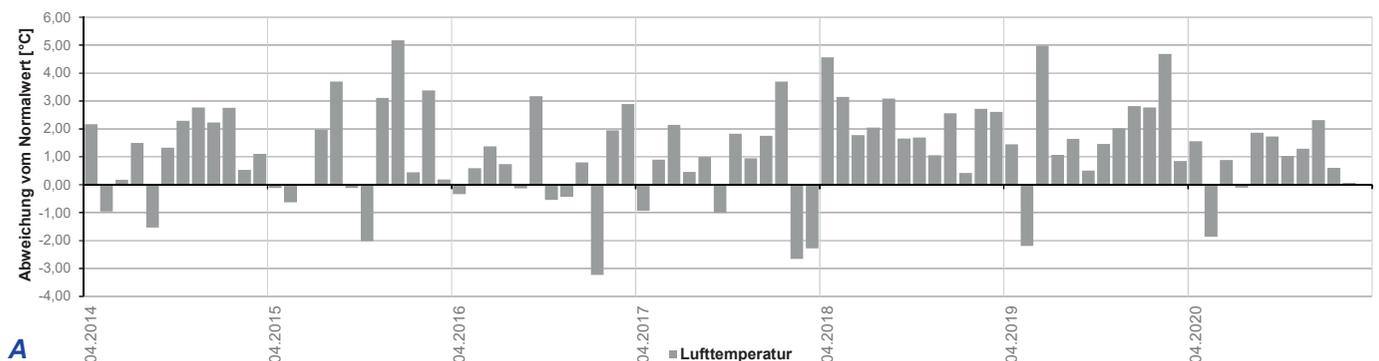


Diagramm 11-1: Vergleich der mittleren Monatswerte der Lufttemperaturen (A), der Niederschläge (B) und der Abflüsse (C) im Bewertungszeitraum 04/2014 – 03/2021 mit den mehrjährigen Monatsmitteln für den Zeitraum 1981 – 2010

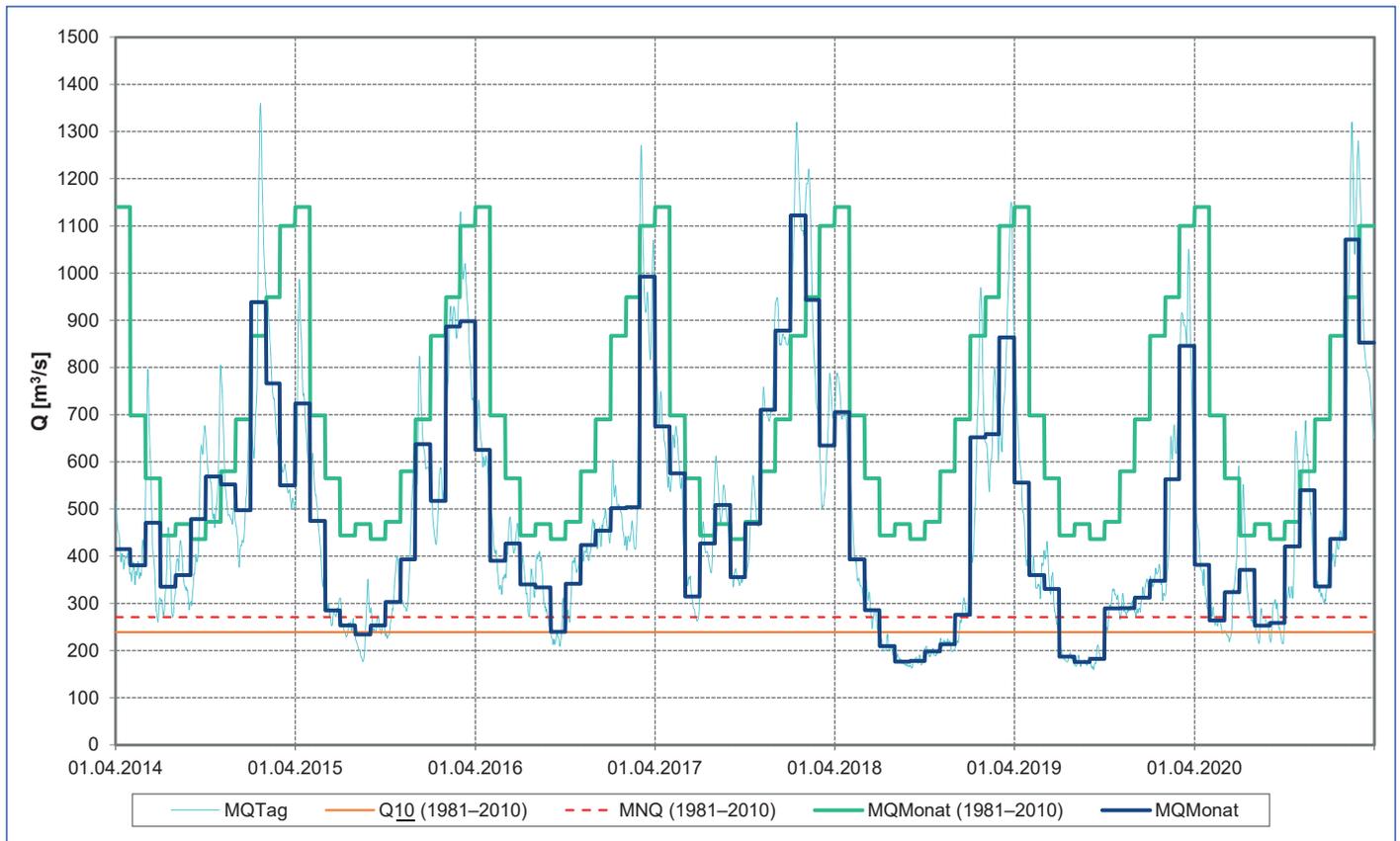


Diagramm 11-2: Entwicklung der hydrologischen Situation im Zeitraum 2014 – 2020

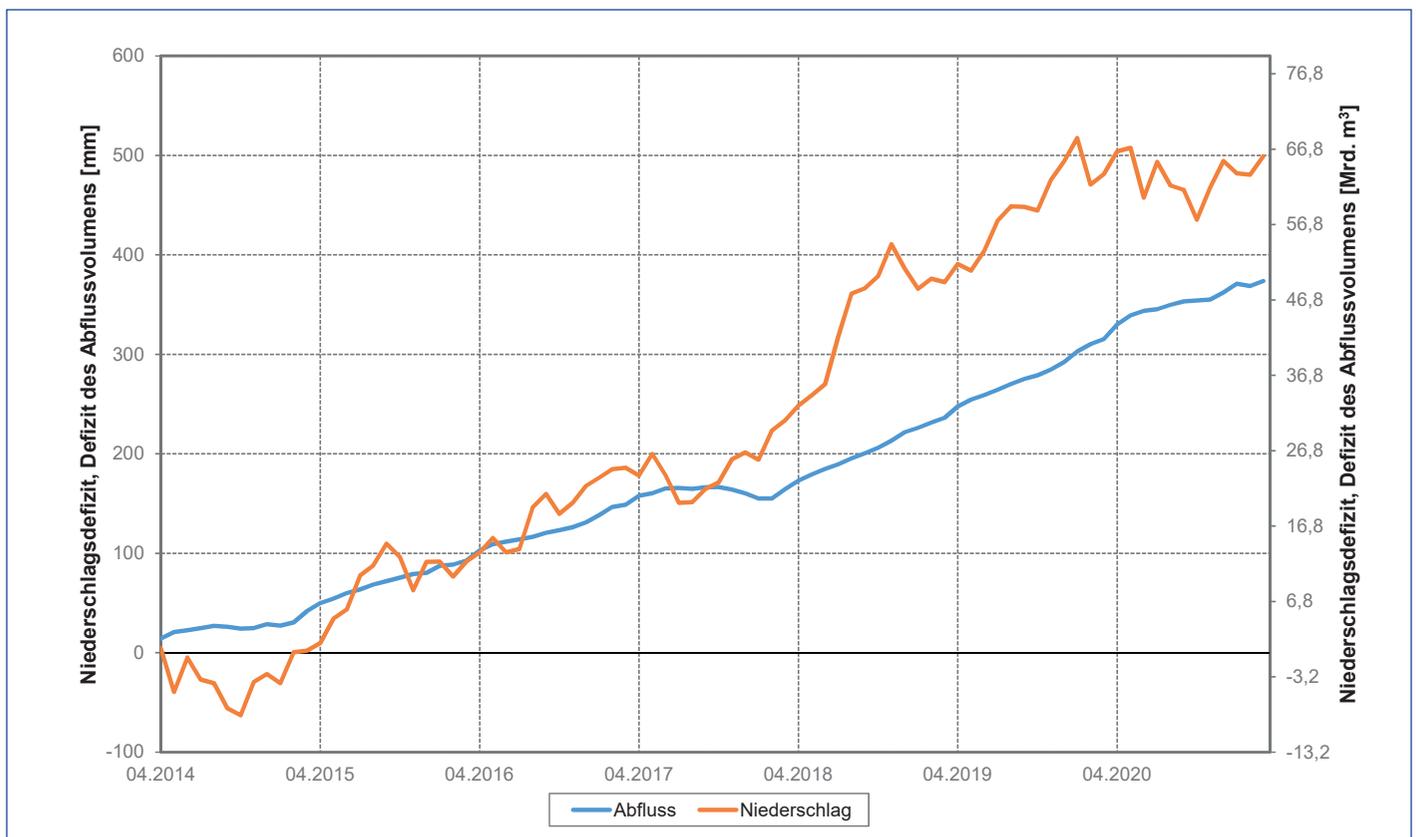


Diagramm 11-3: Entwicklung des Defizits des Abfluss- und des Niederschlagsvolumens in Bezug auf die mehrjährigen Werte für den Zeitraum 1981 – 2010

Teil B

Bewertung des Grundwassers

Inhalt:

1	Einleitung	49
2	Vorgehen	49
3	Auswertung des Einflusses der Trockenperiode auf das Grundwasser	51
3.1	Auswertung des Einflusses der Trockenperiode auf das Grundwasser im tschechischen Teil des Einzugsgebiets der Elbe	51
3.1.1	Gesamtbewertung des tschechischen Teils des Einzugsgebiets der Elbe – Flachbohrungen	51
3.1.2	Gesamtbewertung des tschechischen Teils des Einzugsgebiets der Elbe – Tiefbohrungen	52
3.1.3	Bewertung der Koordinierungsräume (Flachbohrungen)	52
3.1.4	Bewertung der ausgewählten wasserwirtschaftlich bedeutenden hydrogeologischen Gebiete (Tiefbohrungen)	58
3.2	Auswertung des Einflusses der Trockenperiode auf das Grundwasser im deutschen Teil des Einzugsgebiets der Elbe	61
3.2.1	Gesamtbewertung des deutschen Teils des Einzugsgebiets der Elbe (Flachbohrungen)	61
3.2.2	Bewertung der Koordinierungsräume (Flachbohrungen)	61
4	Ausblick	67
5	Liste der Abkürzungen	68
Anlage 1: Flachbohrungen		69
Anlage 2: Tiefbohrungen (nur im tschechischen Teil des Einzugsgebiets der Elbe)		75

Fachliche Bearbeitung und Redaktion

Expertengruppe „Grundwasser“ (GW) der IKSE

Vorsitzende: Susanna Börner (Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft)

Mitglieder (in alphabetischer Reihenfolge):

Nikolaus Classen (Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft, Hamburg)

Petr Ferbar (Povodí Labe, státní podnik)

Zuzana Keprtová (Povodí Vltavy, státní podnik)

Vít Kodeš (Český hydrometeorologický ústav)

Sandra Naumann (Geschäftsstelle der Flussgebietsgemeinschaft Elbe)

Lea Petrová (Ministerstvo životního prostředí ČR)

Pavel Poledníček (Povodí Ohře, státní podnik)

Hana Prchalová (Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.)

René Schenk (Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg)

Externe Bearbeiter (in alphabetischer Reihenfolge):

Ute Brase (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz)

Barbara Hölzel (Landesamt für Umwelt Brandenburg)

Anna Lamačová (Český hydrometeorologický ústav)

Udo Mellentin (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie)

Annett Peters (Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz)

Radek Vlnas (Český hydrometeorologický ústav)

Mit Unterstützung der Arbeitsgruppe „Hochwasserschutz“ (FP) und des Sekretariats der IKSE.

Dank gebührt außerdem allen weiteren, nicht namentlich aufgeführten, Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern verschiedener Institutionen, die ebenfalls an der Erarbeitung der Publikation beteiligt waren.

Teil B: Bewertung des Grundwassers

1 Einleitung

Im Jahr 2014 begann im Einzugsgebiet der Elbe eine Periode mit überwiegend unterdurchschnittlichen Niederschlägen und überdurchschnittlichen Lufttemperaturen. Das wirkte sich sowohl auf die Oberflächengewässer als auch auf das Grundwasser aus. Nach den hydrologischen Auswertungen der Niedrigwassersituation im Einzugsgebiet der Elbe im Jahr 2015 (Publikation der IKSE 2017) und im Jahr 2018 (Publikation der IKSE 2022) wurde nun die Auswertung der gesamten Niedrigwasserperiode 2014 – 2020 erarbeitet. Es wurde eine kurze Form der Auswertung gewählt, mit einem kurzen Text und Fokus auf tabellarische und grafische Übersichten, die eine einfache Erweiterung der Auswertung im Falle der Fortsetzung der Niedrigwassersituation in weiteren Jahren ermöglicht.

Eine kurze Charakteristik des Zeitraums 2014 – 2020 aus der Sicht der Niederschläge, der Lufttemperaturen und der Niedrigwasserentwicklung ist im Kapitel 2 des Teils „Bewertung der Oberflächengewässer“ enthalten.

2 Vorgehen

- Bewertete Grundwassermessstellen:
 - Flachbohrungen – insgesamt 186 Messstellen im tschechischen und 86 im deutschen Teil des Einzugsgebiets der Elbe, ähnliche Auswahl wie in der Auswertung für das Jahr 2018 (IKSE 2022)
 - Tiefbohrungen – nur im tschechischen Teil des Einzugsgebiets der Elbe, insgesamt 22 Messstellen in den ausgewählten wasserwirtschaftlich bedeutenden hydrogeologischen Gebieten
- Bewerteter Zeitraum und Werte:
 - Monatsmittelwerte des Grundwasserstands von 01/2014 bis 12/2020
- Referenzzeiträume:
 - Flachbohrungen (Tschechien, Deutschland): 01/1981 – 12/2010 (30 Jahre)
 - Tiefbohrungen (nur Tschechien): 01/1991 – 12/2010 (20 Jahre – mit dem Monitoring der Tiefbohrungen wurde erst in den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts begonnen)

Für die einzelnen Messstellen wurden aus den Monatsmittelwerten des Referenzzeitraums monatliche statistische Merkmale unter Einbeziehung der Werte Minimum, Maximum und Perzentilwerte 5 %, 15 %, 25 %, 75 %, 85 %, 95 % festgelegt. Auf diese Weise kann der charakteristische Jahresgang der einzelnen Messstellen im Rahmen des Referenzzeitraums dargestellt werden. Diesen Merkmalen wurden die Monatsmittelwerte aus dem bewerteten Zeitraum 01/2014 – 12/2020 zugeordnet und in sieben Kategorien von extremem Niedrigwasser ($\leq 5\%$) bis zu extremem Hochwasser ($> 95\%$) eingestuft. Die einzelnen Kategorien und die entsprechende Farbskala sind in der Abbildung 2-1 dargestellt (siehe unten).

Perzentilwert für den Referenzzeitraum	Farbe und Beschreibung der Kategorie	
> 95 %		extremes Hochwasser
> 85 a ≤ 95 %		starkes Hochwasser
> 75 a ≤ 85 %		Hochwasser
> 25 a ≤ 75 %		normale Werte
> 15 a ≤ 25 %		Niedrigwasser
> 5 a ≤ 15 %		starkes Niedrigwasser
≤ 5 %		extremes Niedrigwasser

Abb. 2-1: Kategorien des Grundwasserstands im Hinblick auf den Referenzzeitraum

Die Auswertung erfolgte separat für den tschechischen und für den deutschen Teil des Elbeeinzugsgebiets und auch getrennt für die Flach- und die Tiefbohrungen im tschechischen Teil. Auf Grundlage der Grundwasserstände in den Flachbohrungen wurde in einem Kommentar die Entwicklung in den einzelnen Koordinierungsräumen der internationalen Flussgebietseinheit Elbe bewertet. Im tschechischen Teil fand noch eine gesonderte Bewertung der Grundwasserstände in den Tiefbohrungen von drei ausgewählten wasserwirtschaftlich bedeutenden hydrogeologischen Gebieten statt: der Südböhmischen Becken, der Nordböhmischen Kreide und der Ostböhmischen Kreide. Die Lage der einzelnen Koordinierungsräume/Gebiete und der bewerteten Messstellen ist in Abbildung 2-2 dargestellt. Für die mit großen Punkten und den Namen gekennzeichneten Messstellen sind die Ganglinien des Grundwasserstands im bewerteten Zeitraum in Diagrammen abgebildet.

Die Bewertung der Koordinierungsräume im Kommentar basiert in Deutschland auf der Bewertung einzelner Messstellen. In Tschechien beruht die Bewertung der Koordinierungsräume oder der Gebiete mit Tiefbohrungen im Text auf der mit statistischen Verfahren vorgenommenen Gesamtklassifizierung des Grundwasserstands im jeweiligen Koordinierungsraum/Gebiet.

Neben dem Kommentar und den Diagrammen für ausgewählte Messstellen gibt es bei den Flachbohrungen für jeden Koordinierungsraum auch Tabellen mit dem prozentualen Anteil der Messstellen, in denen in den einzelnen Monaten des bewerteten Zeitraums starkes oder extremes Niedrigwasser erreicht wurde. Für die Gebiete mit Tiefbohrungen im tschechischen Teil des Einzugsgebiets sind in den Tabellen hingegen für die einzelnen Monate und Jahre des bewerteten Zeitraums die Gesamtklassifizierung anhand der Perzentilwerte und der o. g. Kategorien des Grundwasserstands dargestellt.

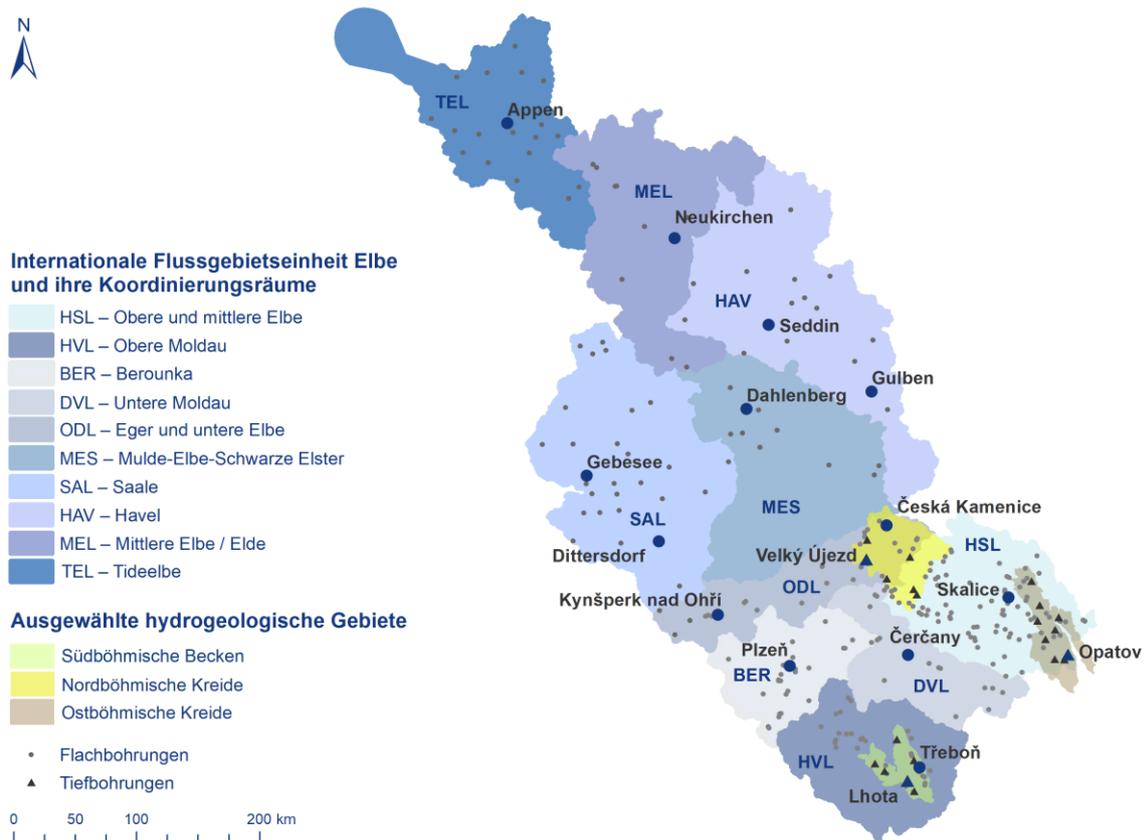


Abb. 2-2: Lage der Messstellen, der Koordinierungsräume und der ausgewählten tschechischen wasserwirtschaftlich bedeutenden hydrogeologischen Gebiete in der internationalen Flussgebietseinheit Elbe (Quelle: ČHMÚ)

3 Auswertung des Einflusses der Trockenperiode auf das Grundwasser

3.1 Auswertung des Einflusses der Trockenperiode auf das Grundwasser im tschechischen Teil des Einzugsgebiets der Elbe

3.1.1 Gesamtbewertung des tschechischen Teils des Einzugsgebiets der Elbe – Flachbohrungen

Der Grundwasserstand im flachen Kreislauf war 2014 insgesamt normal. Im Frühjahr lag er zwar im Bereich des starken Niedrigwassers, im Laufe des Jahres stieg er aber bis zum starken Hochwasser im Herbst an. Der günstige Grundwasserstand Anfang 2015 begann sich schnell im gesamten Gebiet zu verschlechtern. Am stärksten wirkte sich die Trockenheit während des Sommers in den Koordinierungsräumen HVL und HSL aus. Insgesamt lag der Grundwasserstand 2015 im Bereich des starken Niedrigwassers. Auch 2016 setzte sich die Niedrigwassersituation fort, der Grundwasserstand war jedoch regional unterschiedlich. Am stärksten wirkte sich die Trockenheit im Koordinierungsraum HSL aus, wo der Grundwasserstand im Sommer extremes Niedrigwasser erreichte. In den Koordinierungsräumen HVL und BER gab es Niedrigwasser nur im April und Mai, insgesamt war dort der Grundwasserstand normal. Das insgesamt starke Niedrigwasser dauerte auch 2017 an. Im Jahr 2018 sank der Grundwasserstand bereits ab Januar und meistens herrschte im gesamten Gebiet extremes Niedrigwasser vor. Am stärksten zeigte sich das Niedrigwasser im Koordinierungsraum HSL, wo im August bei 90 % der Messstellen extremes oder starkes Niedrigwasser verzeichnet wurde. Das Jahr 2018 war insgesamt das trockenste seit Beginn der Beobachtungen (seit 1971). Das extreme Niedrigwasser dauerte auch 2019 an, selbst wenn es im Sommer im überwiegenden Teil des Gebiets die Minima des Vorjahres nicht

erreichte – mit Ausnahme der Koordinierungsräume HVL und BER, in denen das Niedrigwasser am stärksten war. Extremes Niedrigwasser herrschte bis Mai 2020 vor. Während der zweiten Jahreshälfte 2020 verbesserte sich der Grundwasserstand in den Koordinierungsräumen HVL, DVL und HSL, am Jahresende sogar bis zum Hochwasser. In den Koordinierungsräumen BER und ODL zeigte sich die Verbesserung jedoch nur minimal. 2020 lag der Grundwasserstand insgesamt im Bereich des starken Niedrigwassers. In Anlage 1 ist für jeden Koordinierungsraum eine Tabelle mit dem prozentualen Anteil der Messstellen, in denen in den einzelnen Monaten des bewerteten Zeitraums starkes oder extremes Niedrigwasser im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010 erreicht wurde, aufgeführt.

3.1.2 Gesamtbewertung des tschechischen Teils des Einzugsgebiets der Elbe – Tiefbohrungen

Der Grundwasserstand der Südböhmischen Becken und der Nordböhmischen Kreide lag im Jahr 2014 insgesamt im Bereich des Hochwassers, der Grundwasserstand in der Ostböhmischen Kreide war insgesamt normal. In den Folgejahren fiel der Grundwasserstand in den Südböhmischen Becken und der Nordböhmischen Kreide langfristig, so dass er sich 2017 bereits im Bereich des starken Niedrigwassers und seit der zweiten Hälfte des Jahres 2018 überwiegend im Bereich des extremen Niedrigwassers befand. Bis zum Jahresende 2019 fiel er weiter. Im Jahr 2020 stagnierte der Grundwasserstand in der Nordböhmischen Kreide, in den Südböhmischen Becken stieg er leicht an. In der Ostböhmischen Kreide fiel der Grundwasserstand auch langfristig bis in den Bereich des extremen Niedrigwassers im Jahr 2019. Im Jahr 2020 stieg er aber bis in den Bereich des starken Hochwassers im November an. In Anlage 2 ist für jedes o. g. Gebiet eine Tabelle mit der Gesamtbewertung des Grundwasserstands im betreffenden Gebiet in den einzelnen Monaten des bewerteten Zeitraums anhand der Perzentilwerte und der Kategorien des Grundwasserstands im Vergleich zum Referenzzeitraum 1991 – 2010 aufgeführt.

3.1.3 Bewertung der Koordinierungsräume (Flachbohrungen)

3.1.3.1 Koordinierungsraum Obere und mittlere Elbe (HSL)

2014 war der Grundwasserstand meistens normal, mit Ausnahme des starken Niedrigwassers im März und April (8 % bzw. 7 % Perzentil – im Folgenden wird nur die Prozentangabe aufgeführt). Der normale Zustand setzte sich auch Anfang 2015 fort, allerdings herrschte von März bis November starkes Niedrigwasser vor. Am meisten wirkte sich die Trockenheit im Juli und August aus, als bei 76 % bzw. 69 % der Messstellen extremes oder starkes Niedrigwasser verzeichnet wurde. 2016 war der Grundwasserstand nur im Februar und März normal, von April bis Ende des Jahres herrschte starkes Niedrigwasser vor. Ab Januar 2017 sank der Grundwasserstand und bis August war er im Bereich des extremen oder starken Niedrigwassers. Ab September stieg der Grundwasserstand allerdings an und war bis zum Ende des Jahres überwiegend normal. Vom Hochwasser (80 %) im Januar 2018 sank der Grundwasserstand deutlich bis zum September und von Mai bis zum Jahresende dauerte das extreme Niedrigwasser an. Das stärkste Niedrigwasser trat im Juli und August auf, dennoch wurde bei mehr als 80 % der Messstellen von Juli bis Dezember extremes oder starkes Niedrigwasser verzeichnet. Grundwasserstände im Bereich des extremen oder starken Niedrigwassers traten auch während des gesamten Jahres 2019 auf, sie sanken jedoch nicht so tief wie im Vorjahr. Am stärksten war das Niedrigwasser im Sommer, als der Grundwasserstand im Juli und August bei 75 – 77 % der Messstellen im Bereich des extremen oder starken Niedrigwassers lag. Auch Anfang 2020 setzte sich das Niedrigwasser fort, in der zweiten Jahreshälfte erholte sich der Grundwasserstand jedoch und erreichte Normalwerte oder sogar starkes Hochwasser (Juli, Oktober und November).

Abbildung 3.1.3-1 zeigt als Beispiel die Ganglinie des Grundwasserstands an der Messstelle VP0093 – Skalice im bewerteten Zeitraum 2014 – 2020 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010.

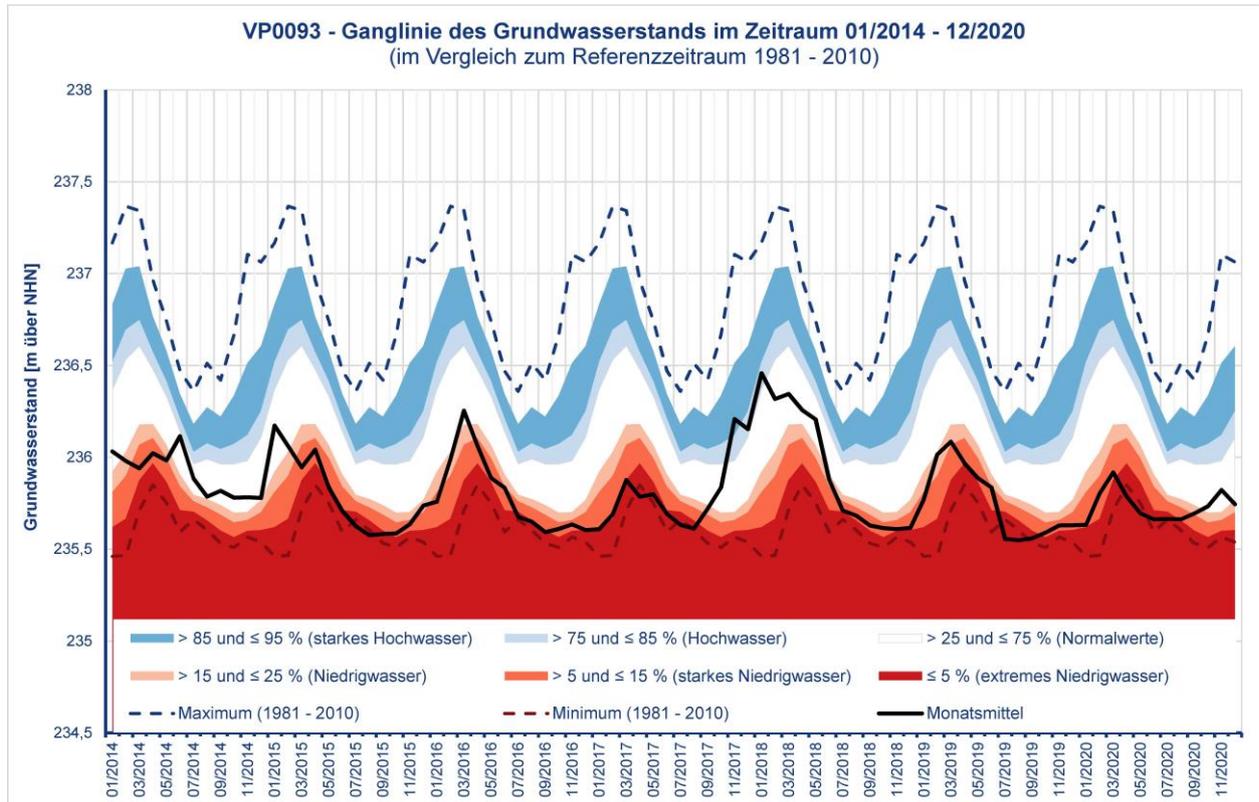


Abb. 3.1.3-1: Ganglinie des Grundwasserstands an der Messstelle VP0093 – Skalice im Koordinierungsraum Obere und mittlere Elbe im Zeitraum 01/2014 – 12/2020 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010. Die Position der Messstelle ist in Abbildung 2-2 dargestellt. (Quelle: ČHMÚ)

3.1.3.2 Koordinierungsraum Obere Moldau (HVL)

Der Anfang 2014 normale Grundwasserstand verschlechterte sich bis zum extremen Niedrigwasser im April. In der zweiten Jahreshälfte stieg der Grundwasserstand überwiegend an und von September bis November erreichte er sogar starkes Hochwasser (90 – 93 %). Stark hoch war er auch im Januar 2015 (87 %), danach sank er aber bis zum extrem niedrigen Grundwasserstand im August und September, als bei 75 % der Messstellen extremes oder starkes Niedrigwasser verzeichnet wurde. Im Dezember stieg der Grundwasserstand bis auf Normalwerte an. Normale Grundwasserstände herrschten auch meistens im Jahr 2016 vor, mit Ausnahme des starken Niedrigwassers im April und Mai. 2017 lag der Grundwasserstand insgesamt im starken Niedrigwasserbereich. Am schlimmsten war es im Juli (3 %), als bei 63 % der Messstellen der Grundwasserstand extremes oder starkes Niedrigwasser erreichte. 2018 lag der Grundwasserstand bis auf den normalen Januar meistens im Bereich des extremen oder starken Niedrigwassers. Am schlimmsten war es im Mai (0 %), als 78 % der Messstellen extremes oder starkes Niedrigwasser verzeichneten. Im Januar bis März 2019 war der Grundwasserstand normal, danach sank er bis auf ein extrem niedriges Minimum im September 2019, das noch niedriger als im Vorjahr war. Das extreme Niedrigwasser dauerte von Juli 2019 bis Mai 2020 an, als der Grundwasserstand bei 63 – 97 % der Messstellen im Bereich des extremen oder starken Niedrigwassers lag. Von Juni 2020 bis zum Ende des Jahres stieg der Grundwasserstand überwiegend an und es herrschte ein normaler Zustand vor, im November 2020 der Grundwasserstand sogar im Bereich des starken Hochwassers (86 %).

Abbildung 3.1.3-2 zeigt als Beispiel die Ganglinie des Grundwasserstands an der Messstelle VP1009 – Třeboň im bewerteten Zeitraum 2014 – 2020 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010.

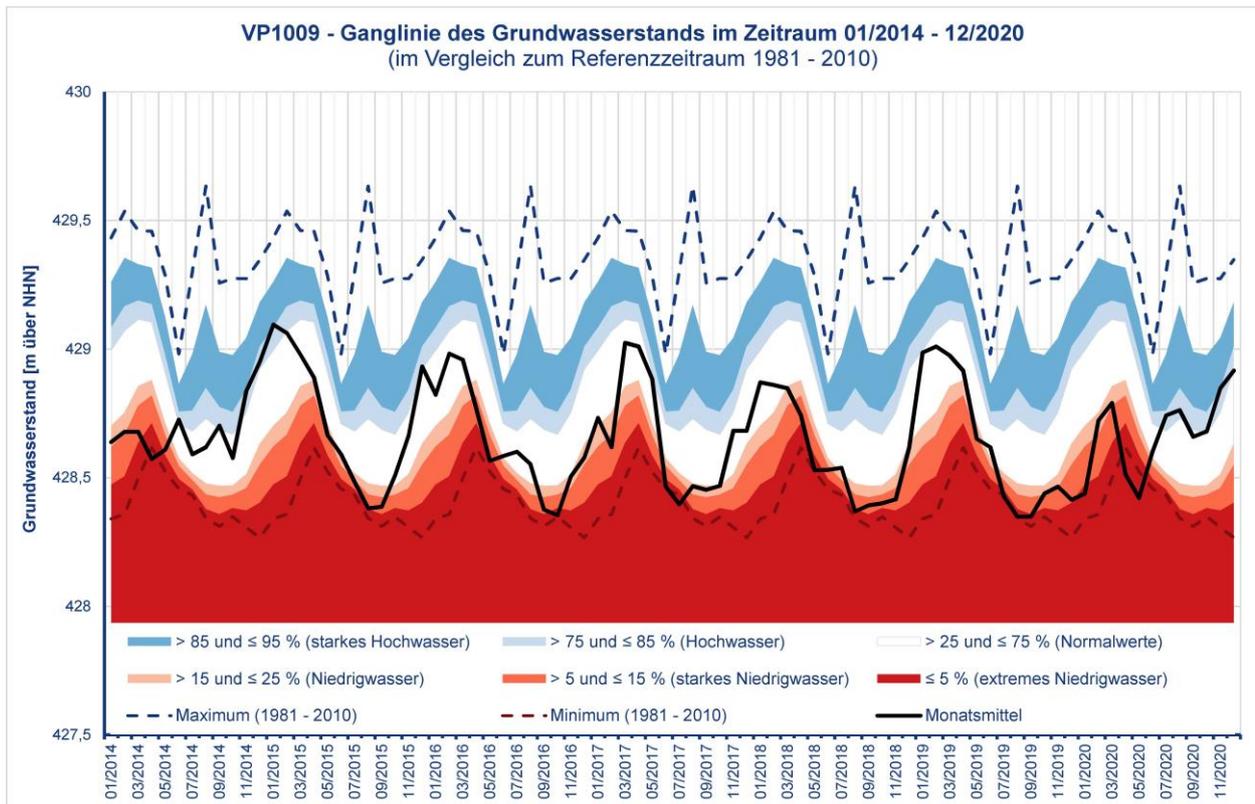


Abb. 3.1.3-2: Ganglinie des Grundwasserstands an der Messstelle VP1009 – Třeboň im Koordinierungsraum Obere Moldau im Zeitraum 01/2014 – 12/2020 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010. Die Position der Messstelle ist in Abbildung 2-2 dargestellt. (Quelle: ČHMÚ)

3.1.3.3 Koordinierungsraum Berounka (BER)

Der Grundwasserstand war 2014 insgesamt hoch. Nur im März und April erreichte er starkes Niedrigwasser (9 – 13 %). Ab Juni stieg er deutlich bis zum extrem hohen Grundwasserstand (95 %) im Oktober an. Starkes Hochwasser gab es auch im Januar 2015, danach sank der Grundwasserstand und von Juli bis zum Ende des Jahres lag er überwiegend im Bereich des starken Niedrigwassers. 2016 herrschte ein normaler Grundwasserstand vor, Niedrigwasser gab es nur im April und Mai (8 – 12 %). 2017 trat in den Sommermonaten extremes Niedrigwasser auf (Juni bis August, 7 – 13 %), aber zum Jahreswechsel 2017/2018 lag der Grundwasserstand im normalen Bereich. Danach fiel der Grundwasserstand schnell. Im Mai war er bereits extrem niedrig. Am schlimmsten war es im August (3 %), als 59 % der Bohrungen extremes oder starkes Niedrigwasser verzeichneten. Die Niedrigwassersituation dauerte bis zum Ende des Jahres an. Januar und Februar 2019 waren normal, ab März sank der Grundwasserstand aber. Das Jahresminimum im Juli war noch niedriger als im Vorjahr und 74 % der Messstellen waren von extremem oder starkem Niedrigwasser betroffen. Das Niedrigwasser (2 – 15 %) setzte sich bis Juli 2020 fort. In der zweiten Jahreshälfte trat eine Verbesserung ein, aber nur bis in den Bereich des Niedrigwassers oder der Normalwerte.

Abbildung 3.1.3-3 zeigt als Beispiel die Ganglinie des Grundwasserstands an der Messstelle VP1571 – Pízeň (Pilsen) im bewerteten Zeitraum 2014 – 2020 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010.

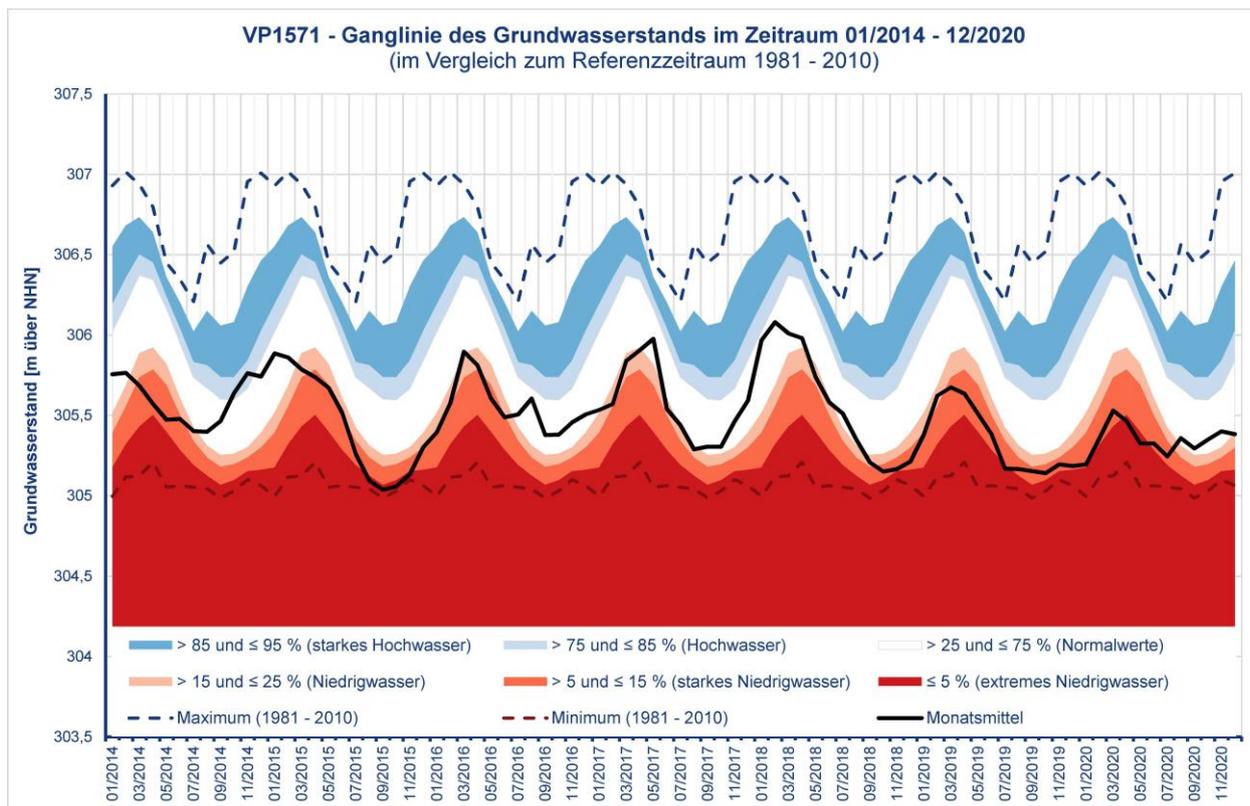


Abb. 3.1.3-3: Ganglinie des Grundwasserstands an der Messstelle VP1571 – Plzeň im Koordinierungsraum Berounka im Zeitraum 01/2014 – 12/2020 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010. Die Position der Messstelle ist in Abbildung 2-2 dargestellt. (Quelle: ČHMÚ)

3.1.3.4 Koordinierungsraum Untere Moldau (DVL)

Der Grundwasserstand war 2014 meistens normal, bis auf das starke Niedrigwasser (6 – 8 %) im März und April. Auch das Jahresmaximum im Januar 2015 lag im normalen Bereich. Danach sank der Grundwasserstand bis September überwiegend und von Mai bis Oktober lag er im Bereich des Niedrigwassers bis starken Niedrigwassers. Zum Jahresende hin verbesserte er sich bis auf Normalwerte und blieb bis zum August des Folgejahres normal. Von September 2016 bis September 2017 erreichte der Grundwasserstand überwiegend Niedrigwasser oder starkes Niedrigwasser. Im Oktober 2017 verbesserte er sich bis in den normalen Bereich und blieb so bis Februar 2018. Im März erreichte der Grundwasserstand bereits starkes Niedrigwasser und von April bis zum Jahresende sogar extremes Niedrigwasser mit dem Minimum im August, als 71 % der Messstellen von extremem oder starkem Niedrigwasser betroffen waren. Im Januar bis März 2019 lag der Grundwasserstand im normalen Bereich, ab April überwog aber wieder starkes Niedrigwasser mit Tiefstwerten im Juli (3 %), als 60 % der Messstellen extremes oder starkes Niedrigwasser verzeichneten. Das Niedrigwasser setzte sich (bis auf den normalen Februar) auch im ersten Quartal 2020 fort. Am schlimmsten war es im April (2 %), als es bei 70 % der Messstellen extremes oder starkes Niedrigwasser gab. Von Juni bis zum Ende des Jahres verbesserte sich der Grundwasserstand bis in den normalen Bereich.

Abbildung 3.1.3-4 zeigt als Beispiel die Ganglinie des Grundwasserstands an der Messstelle VP1320 – Čerčany im bewerteten Zeitraum 2014 – 2020 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010.

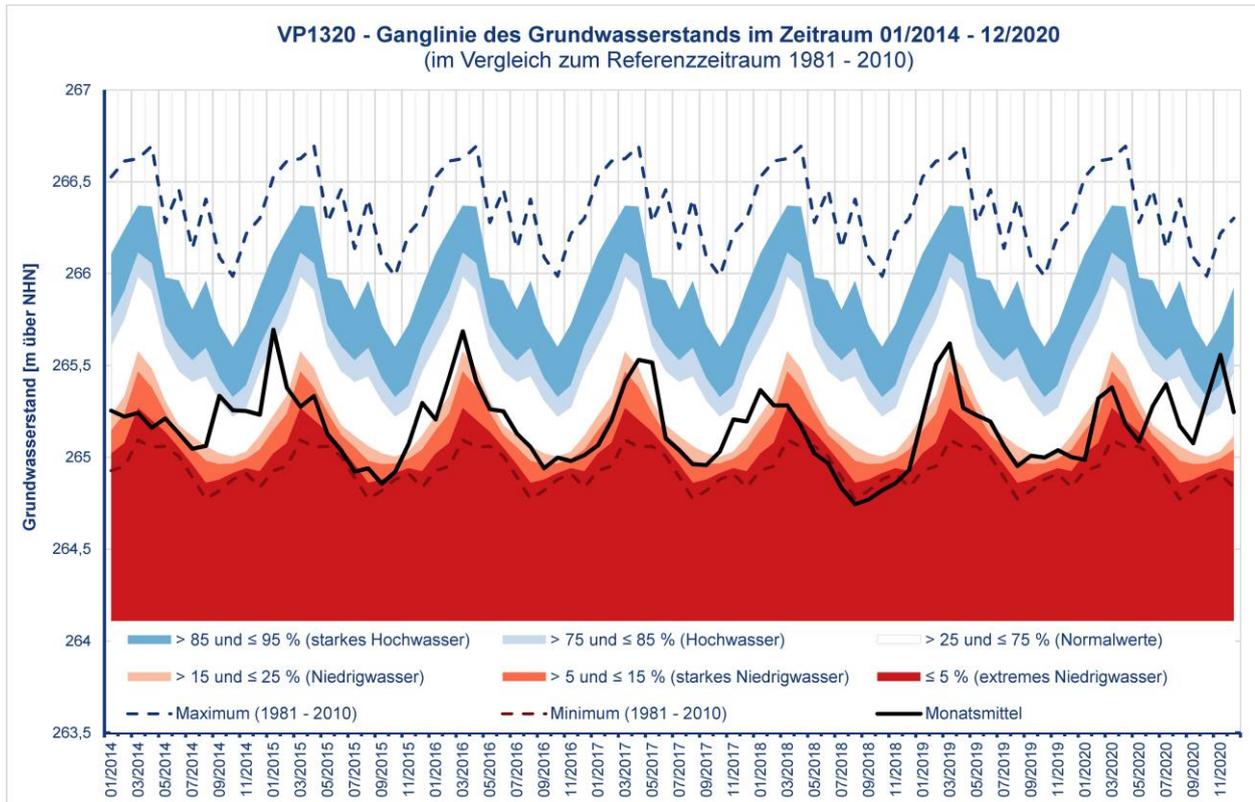


Abb. 3.1.3-4: Ganglinie des Grundwasserstands an der Messstelle VP1320 – Čerčany im Koordinierungsraum Untere Moldau im Zeitraum 01/2014 – 12/2020 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010. Die Position der Messstelle ist in Abbildung 2-2 dargestellt. (Quelle: ČHMÚ)

3.1.3.5 Koordinierungsraum Eger und untere Elbe (ODL)

2014 gab es starkes Niedrigwasser nur im März und April (9 – 12 %), während des restlichen Jahres erreichten die Grundwasserstände überwiegend Normalwerte. In den Jahren 2015 bis 2017 war der Grundwasserstand insgesamt niedrig mit einem ähnlichen Verlauf wie im Koordinierungsraum BER. Extremes Niedrigwasser trat nur im Juni und Juli 2017 auf, als der Grundwasserstand bei 47 % der Messstellen extremes und bei 38 % starkes Niedrigwasser erreichte. Von Mai 2018 bis Ende 2020 überwog extremes Niedrigwasser, eine Ausnahme bildete nur die Verbesserung bis in den niedrigen bis normalen Bereich im Januar bis März 2019 sowie Februar und März 2020 und bis in den Niedrigwasserbereich im Oktober und November 2020. Am stärksten war das Niedrigwasser im August und September 2018, als der Grundwasserstand bei 78 % der Messstellen im Bereich des extremen und bei 72 % des starken Niedrigwassers lag. Den zweitstärksten Niedrigwasserzeitraum gab es im Juli und August 2019, als 75 % der Messstellen von extremem und 72 % von starkem Niedrigwasser betroffen waren.

Abbildung 3.1.3-5 zeigt als Beispiel die Ganglinie des Grundwasserstands an den Messstellen VP1808 – Kynšperk nad Ohří (Westböhmen) und VP1995 – Česká Kamenice (Nordböhmen) im bewerteten Zeitraum 2014 – 2020 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010.

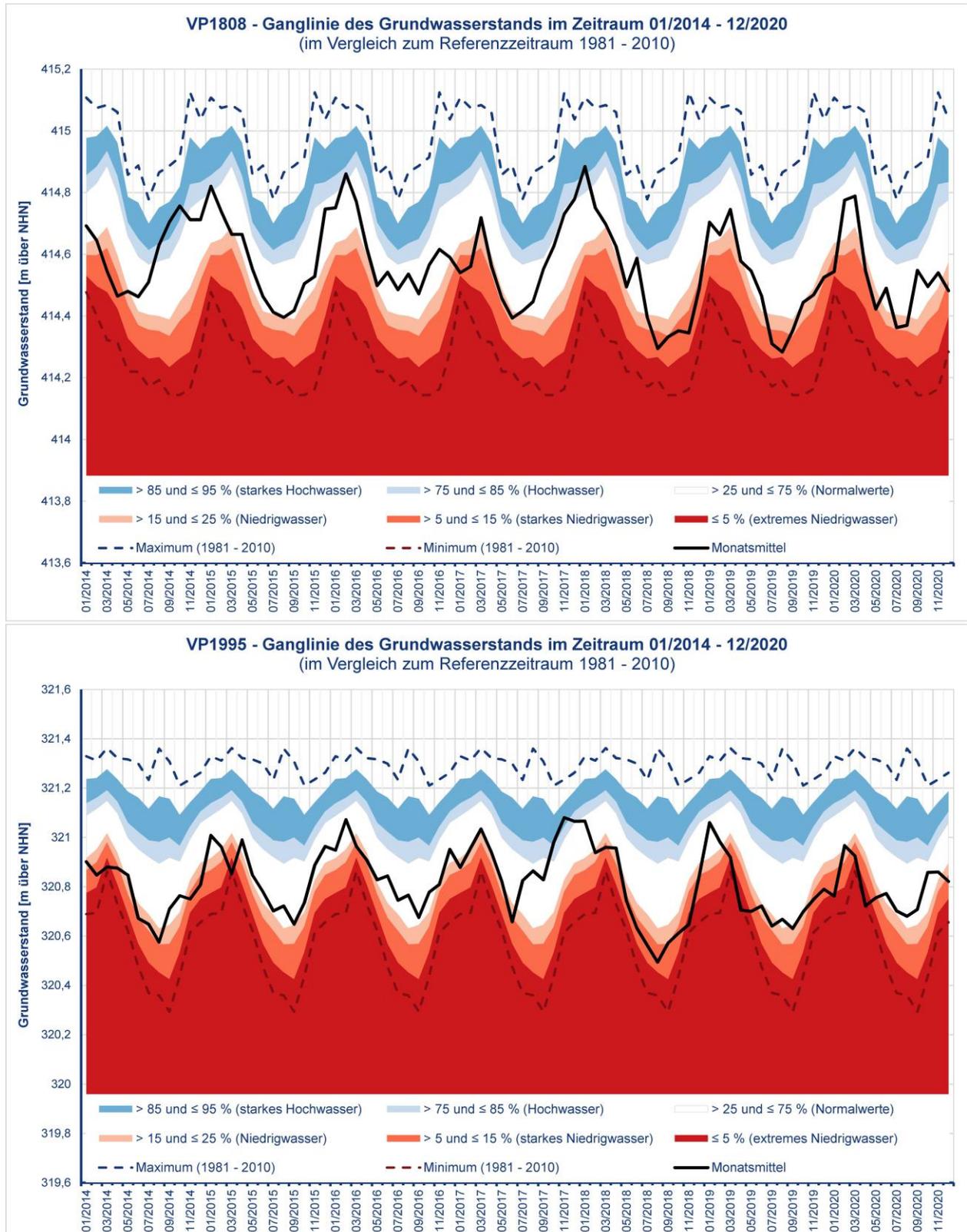


Abb. 3.1.3-5: Ganglinien des Grundwasserstands an den Messstellen VP1808 – Kynšperk nad Ohří und VP1995 – Česká Kamenice im Koordinierungsraum Eger und untere Elbe im Zeitraum 01/2014 – 12/2020 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010. Die Position der Messstellen ist in Abbildung 2-2 dargestellt. (Quelle: ČHMÚ)

3.1.4 Bewertung der ausgewählten wasserwirtschaftlich bedeutenden hydrogeologischen Gebiete (Tiefbohrungen)

3.1.4.1 Südböhmische Becken

Der Grundwasserstand in den Tiefbohrungen im Gebiet der Südböhmischen Becken weist einen mehrjährigen Rückgang auf. Am besten war der Grundwasserstand im Januar und Februar 2014 mit Werten im Bereich des starken Hochwassers. Die hohen Werte blieben anschließend 2014 meistens bestehen. In der ersten Jahreshälfte 2015 gab es Normalwerte, aber im September und Oktober sank der Grundwasserstand bereits in den Bereich des extremen Niedrigwassers. Im Januar bis März 2016 trat eine Verbesserung bis in den Bereich der Normalwerte ein. In den restlichen Monaten des Jahres ging der Grundwasserstand allerdings überwiegend moderat zurück und war insgesamt niedrig. Auch 2017 erreichte der Grundwasserstand insgesamt starkes Niedrigwasser. Im August 2018 trat eine Verschlechterung bis in den Bereich des extremen Niedrigwassers ein. Mit Ausnahme der Verbesserung zum niedrigen Grundwasserstand von Januar bis März 2019 setzte sich das extreme Niedrigwasser bis zum Dezember 2020 fort, mit dem Minimum im Mai 2020.

Abbildung 3.1.4-1 zeigt als Beispiel die Ganglinie des Grundwasserstands an der Messstelle VP7712 – Lhota im bewerteten Zeitraum 2014 – 2020 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1991 – 2010.

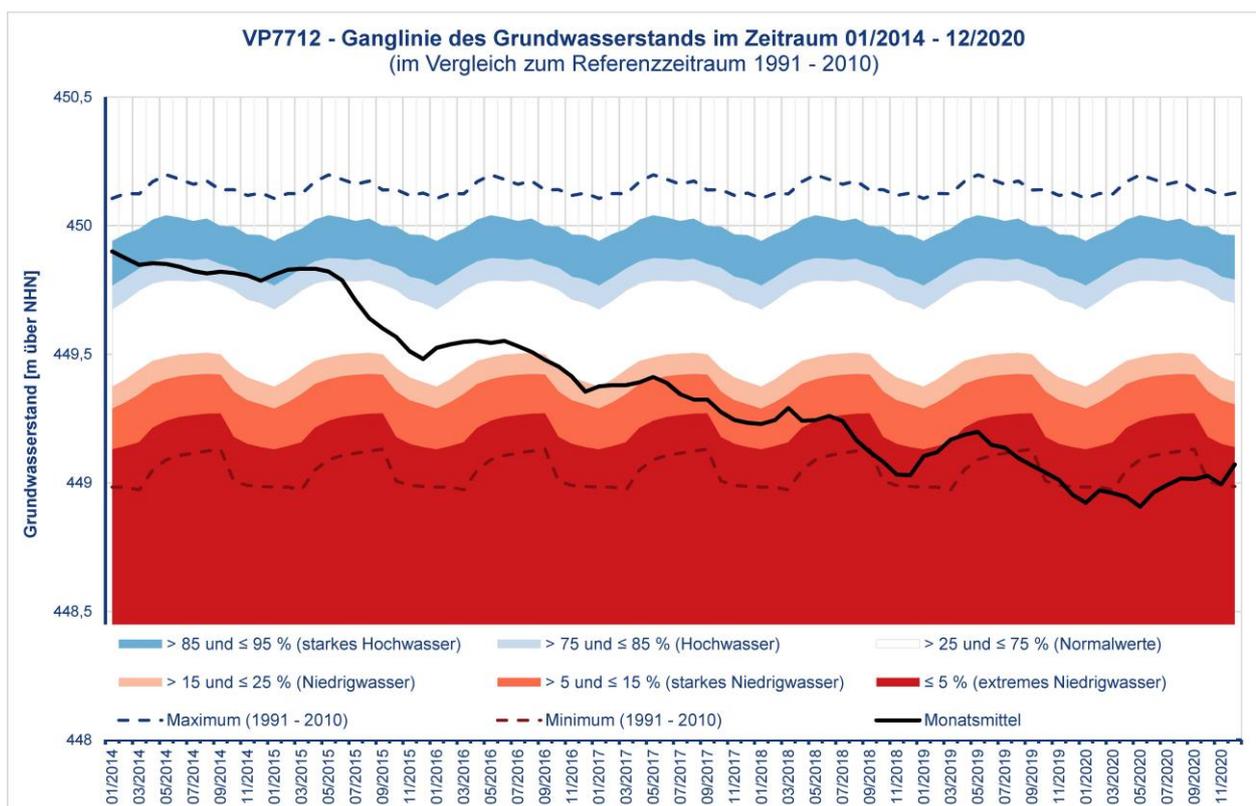


Abb. 3.1.4-1: Ganglinien des Grundwasserstands an der Messstelle VP7712 – Lhota in der Gruppe der hydrogeologischen Rayons – Südböhmische Becken (untersuchter Grundwasserleiter – Kreide), die sich im Koordinierungsraum Obere Moldau befindet, im Zeitraum 01/2014 – 12/2020 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1991 – 2010. Die Position der Messstelle ist in Abbildung 2-2 dargestellt. (Quelle: ČHMÚ)

3.1.4.2 Nordböhmisches Kreide

In den Tiefbohrungen, die den Turon-Grundwasserleiter in der Nordböhmisches Kreide untersuchen, ging der Grundwasserstand im bewerteten Zeitraum zurück. Am höchsten war er Anfang 2014, als er den Bereich des starken Hochwassers erreichte. Insgesamt war der Grundwasserstand 2014 hoch. Trotz des überwiegenden Rückgangs herrschten in den Jahren 2015 und 2016 Normalwerte vor. Das Jahr 2017 war insgesamt durch starkes Niedrigwasser gekennzeichnet, der tiefste Grundwasserstand (extremes Niedrigwasser) wurde im Juli und August erreicht. Im Januar und Februar 2018 verbesserte sich der Grundwasserstand bis in den Bereich der Normalwerte. Von März bis Juni lag der Grundwasserstand im Bereich des starken Niedrigwassers und von Juli 2018 bis Dezember 2020 war er extrem niedrig mit dem Minimum für den gesamten bewerteten Zeitraum im Juni 2020.

Abbildung 3.1.4-2 zeigt als Beispiel die Ganglinie des Grundwasserstands an der Messstelle VP8221 – Velký Újezd im bewerteten Zeitraum 2014 – 2020 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1991 – 2010.

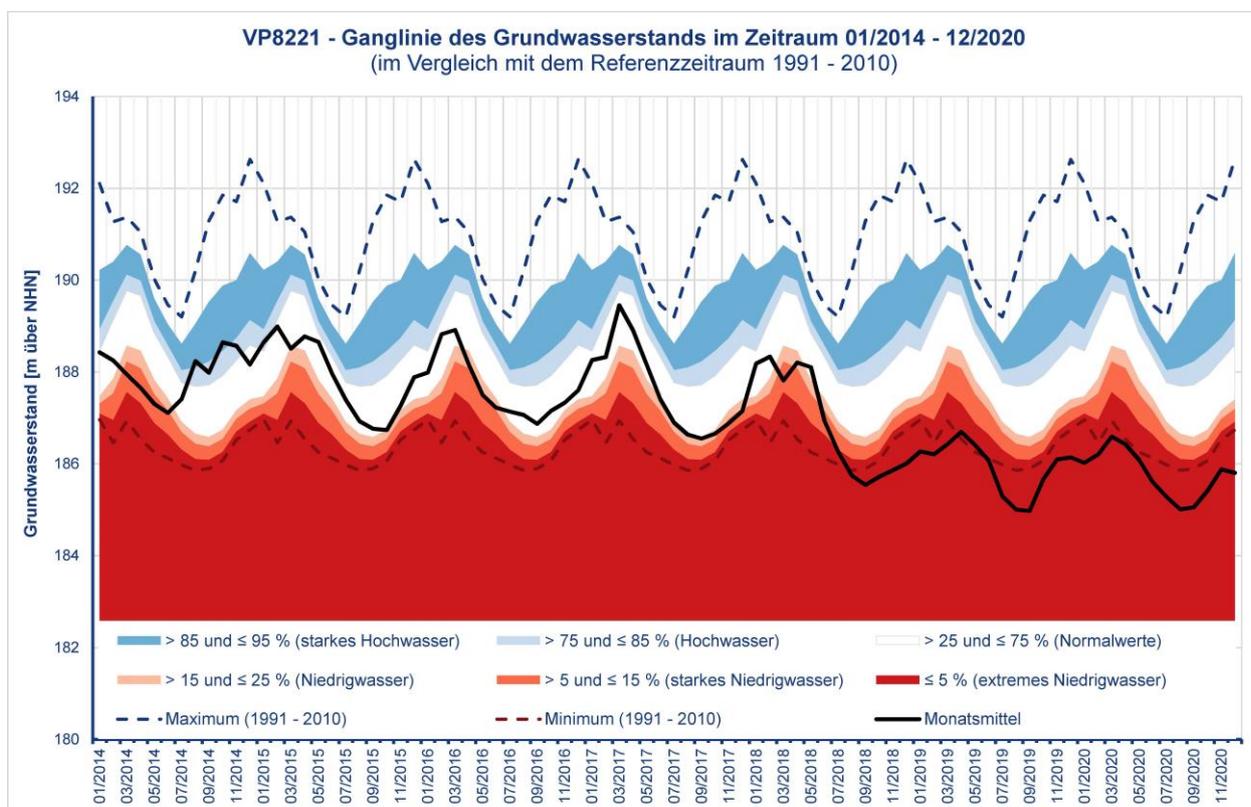


Abb. 3.1.4-2: Ganglinien des Grundwasserstands an der Messstelle VP8221 – Velký Újezd, in der Gruppe der hydrogeologischen Rayons – Nordböhmisches Kreide (untersuchter Grundwasserleiter – Mittelturon) in den Koordinierungsräumen Eger und untere Elbe sowie Obere und mittlere Elbe im Zeitraum 01/2014 – 12/2020 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1991 – 2010. Die Position der Messstelle ist in Abbildung 2-2 dargestellt. (Quelle: ČHMÚ)

3.1.4.3 Ostböhmisches Kreide

Das Jahr 2014 war insgesamt normal, von März bis Juli lag der Grundwasserstand aber im Bereich des starken oder sogar extremen (April und Mai) Niedrigwassers. Danach verbesserte sich der Grundwasserstand und war von September 2014 bis Juni 2015 überwiegend normal, mit Ausnahme des Hochwassers im Januar und Februar 2015. Von Juli 2015 bis Januar 2016 lag der

Grundwasserstand im Niedrigwasserbereich und 2016 meistens im Bereich des starken Niedrigwassers. Von Januar bis Juli 2017 erreichte er extremes, bis Oktober dann starkes Niedrigwasser. Im November verbesserte er sich bis auf Normalwerte, die bis März 2018 andauerten. Danach kam es zu einer schnellen Verschlechterung bis in den Bereich des extremen Niedrigwassers. Der Grundwasserstand fiel bis auf das Minimum für den gesamten bewerteten Zeitraum im Dezember 2018, und das extreme Niedrigwasser überwog bis Juni 2020. Ab Juli 2020 begann sich der Grundwasserstand deutlich zu verbessern. Von Juli bis September war er normal, im Oktober im Bereich des starken Hochwassers und im November 2020 trat sogar das extrem hohe Maximum für den gesamten bewerteten Zeitraum auf.

Abbildung 3.1.4-3 zeigt als Beispiel die Ganglinie des Grundwasserstands an der Messstelle VP7218 – Opatov v Čechách im bewerteten Zeitraum 2014 – 2020 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1991 – 2010.

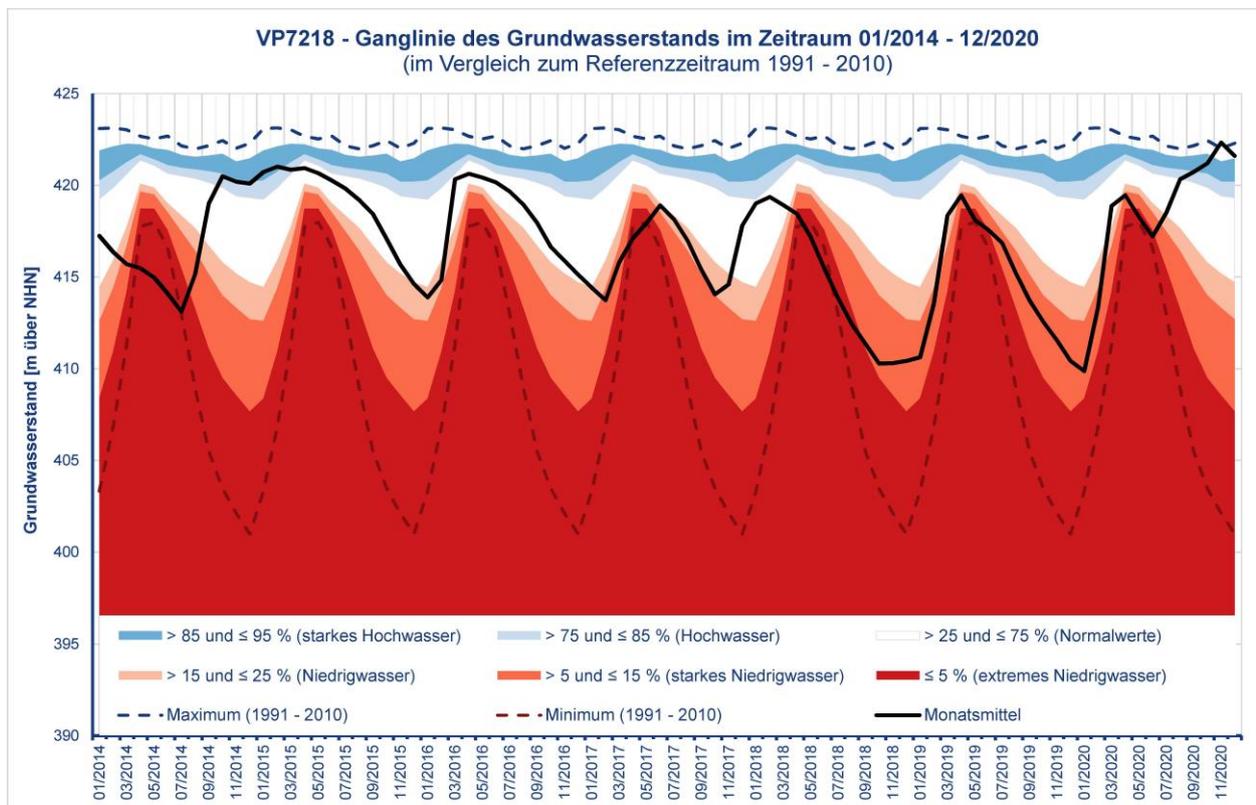


Abb. 3.1.4-3: Ganglinien des Grundwasserstands an der Messstelle VP7218 – Opatov v Čechách, in der Gruppe der hydrogeologischen Rayons – Ostböhmisches Kreide (untersuchter Grundwasserleiter – Mittelturon) im Koordinierungsraum Obere und mittlere Elbe im Zeitraum 01/2014 – 12/2020 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010. Die Position der Messstelle ist in Abbildung 2-2 dargestellt. (Quelle: ČHMÚ)

3.2 Auswertung des Einflusses der Trockenperiode auf das Grundwasser im deutschen Teil des Einzugsgebiets der Elbe

3.2.1 Gesamtbewertung des deutschen Teils des Einzugsgebiets der Elbe (Flachbohrungen)

Im Gegensatz zu den hydrologischen Auswertungen der Niedrigwassersituationen in den Einzeljahren 2015 (IKSE 2017) und 2018 (IKSE 2022) ergibt sich für die Periode 2014 bis 2020 für die Koordinierungsräume des deutschen Teils der internationalen Flussgebietseinheit Elbe ein einheitlicheres Bild. In allen Teilräumen gab es Unterschreitungen der im Referenzzeitraum (1981 – 2010) gemessenen Minima des Grundwasserstands. Von den insgesamt betrachteten 86 Messstellen zeigten 44 Messstellen zwischen 2014 und 2020 solch ein neues Minimum und an insgesamt 73 Messstellen befand sich der Grundwasserstand im Vergleich zum Referenzzeitraum im Bereich eines extremen Niedrigwassers. Zudem gab es bei 47 % der Messstellen zwischen 2014 und 2020 einen stark fallenden Trend (-4 % nach Grimm-Strele¹) und bei weiteren 19 Messstellen einen fallenden Trend (-2 %) der Grundwasserstände. Die Jahre mit den extremsten Grundwasserständen waren insbesondere 2018 und 2019 und an einzelnen Messstellen auch die Jahre 2014 und 2015. Eine Normalisierung der Grundwasserstände in 2020 (mindestens zehn Monate im Bereich der Normalwerte) im Vergleich zum Referenzzeitraum hat erst bei ca. 10 % der Messstellen stattgefunden. In Anlage 1 ist für jeden Koordinierungsraum eine Tabelle mit dem prozentualen Anteil der Messstellen, in denen in den einzelnen Monaten des bewerteten Zeitraums starkes oder extremes Niedrigwasser im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010 erreicht wurde, aufgeführt.

3.2.2 Bewertung der Koordinierungsräume (Flachbohrungen)

3.2.2.1 Koordinierungsraum Mulde-Elbe-Schwarze Elster (MES)

Bei ca. 2/3 der 11 Messstellen im Koordinierungsraum MES gab es 2014 im Vergleich zum Referenzzeitraum noch normale bis hohe Grundwasserstände. Während die Messstelle Dahlenberg (Abb. 3.2.2-1) in 2015 weiterhin noch normale Grundwasserstände aufwies, zeigte die Hälfte der Messstellen im Koordinierungsraum in 2015 Niedrigwasser bis extremes Niedrigwasser, wobei das Minimum der Vergleichsperiode teilweise unterschritten wurde. In 2016 und 2017 normalisierten sich die Grundwasserstände bei einigen der Messstellen wieder, bei anderen blieben sie auf niedrigem Niveau. Die Trockenperiode in 2018 und 2019 führte bei fast allen Messstellen zu sinkenden Grundwasserständen, meist auch unterhalb des Minimums des Referenzzeitraums, die, wie die Abbildung 3.2.2-1 zeigt, auch noch in 2020 fortbestanden. Die Trendanalyse ergab bei allen Messstellen im Zeitraum 2014 bis 2020 stark fallende bis fallende Trends der Grundwasserstände.

¹ GRIMM-STRELE, J. (2003): WRRL – Mengenmäßiger Zustand des Grundwassers. – LAWA-Workshop Bonn, Mai 2003. [unveröffentlichte Sitzungsunterlagen]. Die Methode der Trendberechnung wird z. B. im „Leitfaden für die Bewertung des mengenmäßigen Zustandes der Grundwasserkörper in Niedersachsen und Bremen nach EG-WRRL“ – siehe https://www.nlwkn.niedersachsen.de/Bewirtschaftungsplan_Massnahmenprogramm2021_2027/hintergrunddokumente_2009/hintergrunddokumente-2009-45644.html – erklärt: „Der Trend ergibt sich aus dem Verhältnis von *Steigung der Regressionsgeraden in cm pro Jahr* und der *Spannweite der Extremwerte der Zeitreihe in cm*.“

Dahlenberg (SN_43420072) - Ganglinie des Grundwasserstands im Zeitraum 01/2014 - 12/2020
(im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 - 2010)

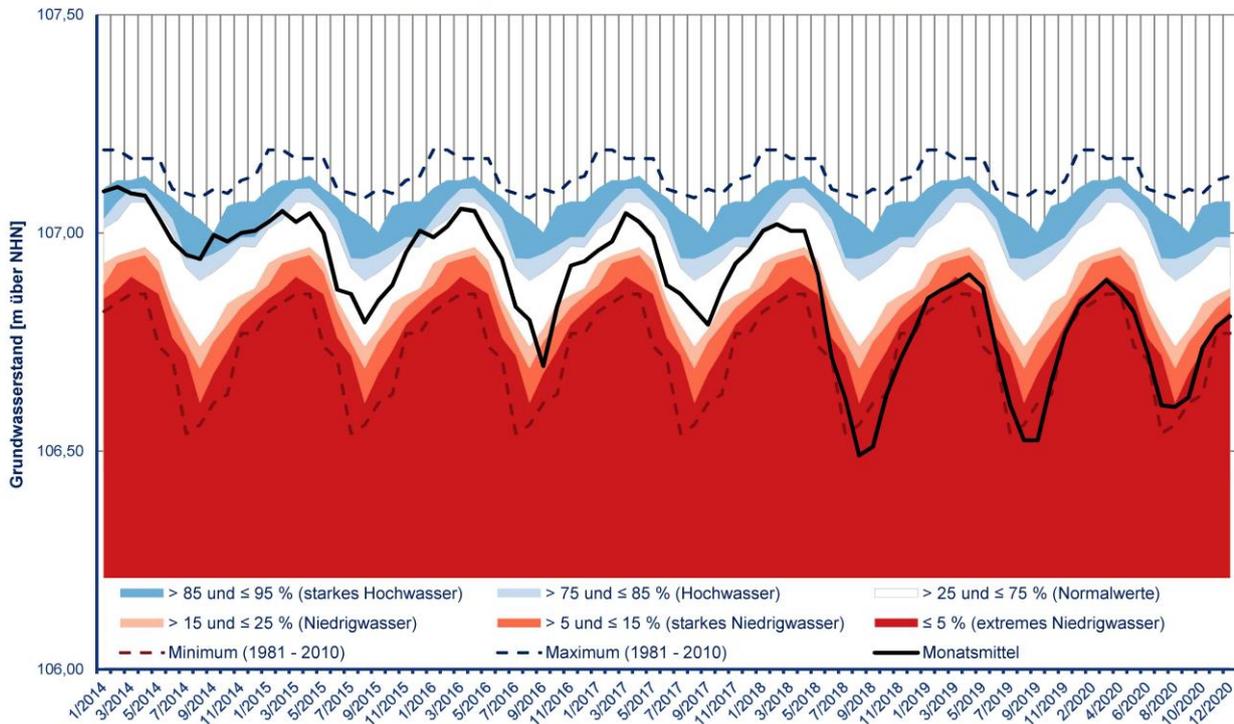


Abb. 3.2.2-1: Ganglinie des Grundwasserstands an der Messstelle Dahlenberg (SN_43420072) im Koordinierungsraum Mulde-Elbe-Schwarze Elster im Zeitraum 01/2014 – 12/2020 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010. Die Position der Messstelle ist in Abbildung 2-2 dargestellt. (Quelle: FGG Elbe, Daten: zuständige Behörde des Freistaats Sachsen)

3.2.2.2 Koordinierungsraum Saale (SAL)

Auch im Koordinierungsraum SAL waren im Zeitraum 2014 bis 2020 niedrige bis extrem niedrige Grundwasserstände zu verzeichnen. Mehr als 80 % der Referenzmessstellen zeigen für diesen Zeitraum einen stark fallenden oder fallenden Trend der Grundwasserstände. An der Hälfte der Messstellen wurde ebenfalls das Minimum des Referenzzeitraums im Zeitraum 2014 – 2020 und insbesondere in 2018 und 2019 (siehe Abbildung 3.2.2-2 – Gebesee) unterschritten. Allerdings gibt es räumliche Unterschiede. Während im nördlichen bis mittleren Bereich des Koordinierungsraums die Trockenperioden in der Regel zu sinkenden Grundwasserständen führten, spiegelte sich dieser Trend im südlichen Koordinierungsraum (paläozoische Einheiten der Mittelgebirge) nur in abgeschwächter Form wider. Hier zeigt sich in den Wintermonaten bei entsprechender Grundwasserneubildung zwar ein kurzzeitiger Anstieg der Grundwasserstände – teilweise sogar bis in den Hochwasserbereich, diese fallen jedoch im Sommer rasch wieder ab und erreichen in den Jahren 2018 und 2019 den Bereich sehr niedriger bis extrem niedriger Grundwasserstände (siehe Abbildung 3.2.2-2 – Dittersdorf).

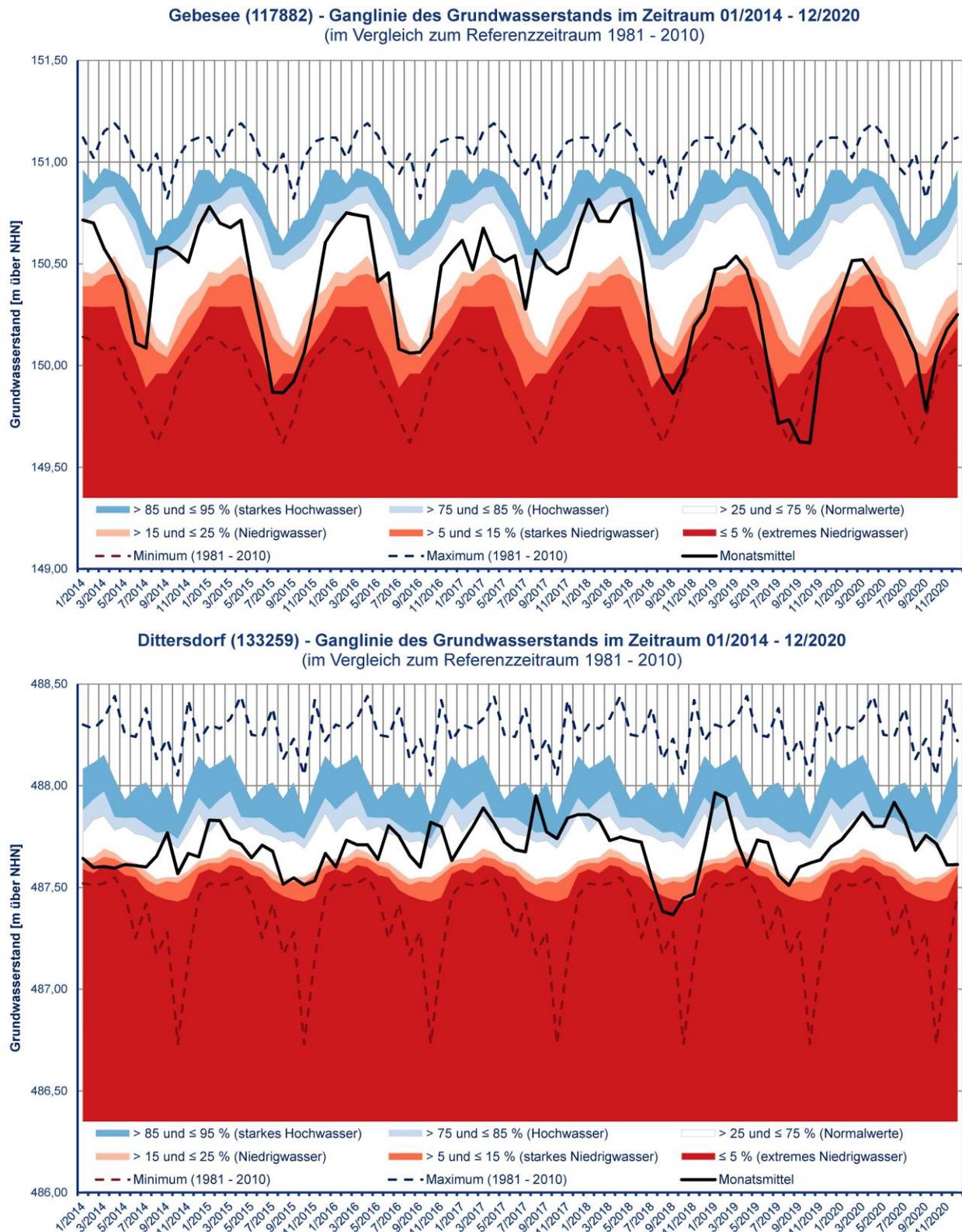


Abb. 3.2.2-2: Ganglinie des Grundwasserstands an den Messstellen Gebese (117882) und Dittersdorf (133259) im Koordinierungsraum Saale im Zeitraum 01/2014 – 12/2020 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010. Die Position der Messstellen ist in Abbildung 2-2 dargestellt. (Quelle: FGG Elbe, Daten: zuständige Behörde des Freistaats Thüringen)

3.2.2.3 Koordinierungsraum Havel (HAV)

Im Koordinierungsraum HAV zeigen alle Messstellen bis auf wenige in Berlin gelegene Messstellen einen bis Ende 2020 anhaltenden fallenden Trend. Zwei Drittel der Messstellen haben den Referenzwert für das langjährige Mittel des Minimums unterschritten. Im Gegensatz zu anderen Koordinierungsräumen fallen bei zahlreichen Messstellen seit 2014 kontinuierlich die Grundwasserstände aufgrund des Ausbleibens der ausgiebigen Winterniederschläge (siehe Abbildung 3.2.2-3 – Seddin). Im Stadtgebiet von Berlin wird das klimainduzierte Wasserregime teilweise anthropogen beeinflusst. Daher weisen einige dieser Messstellen für den Koordinierungsraum atypische Verläufe mit einem fast gleichbleibenden Grundwasserniveau auf.

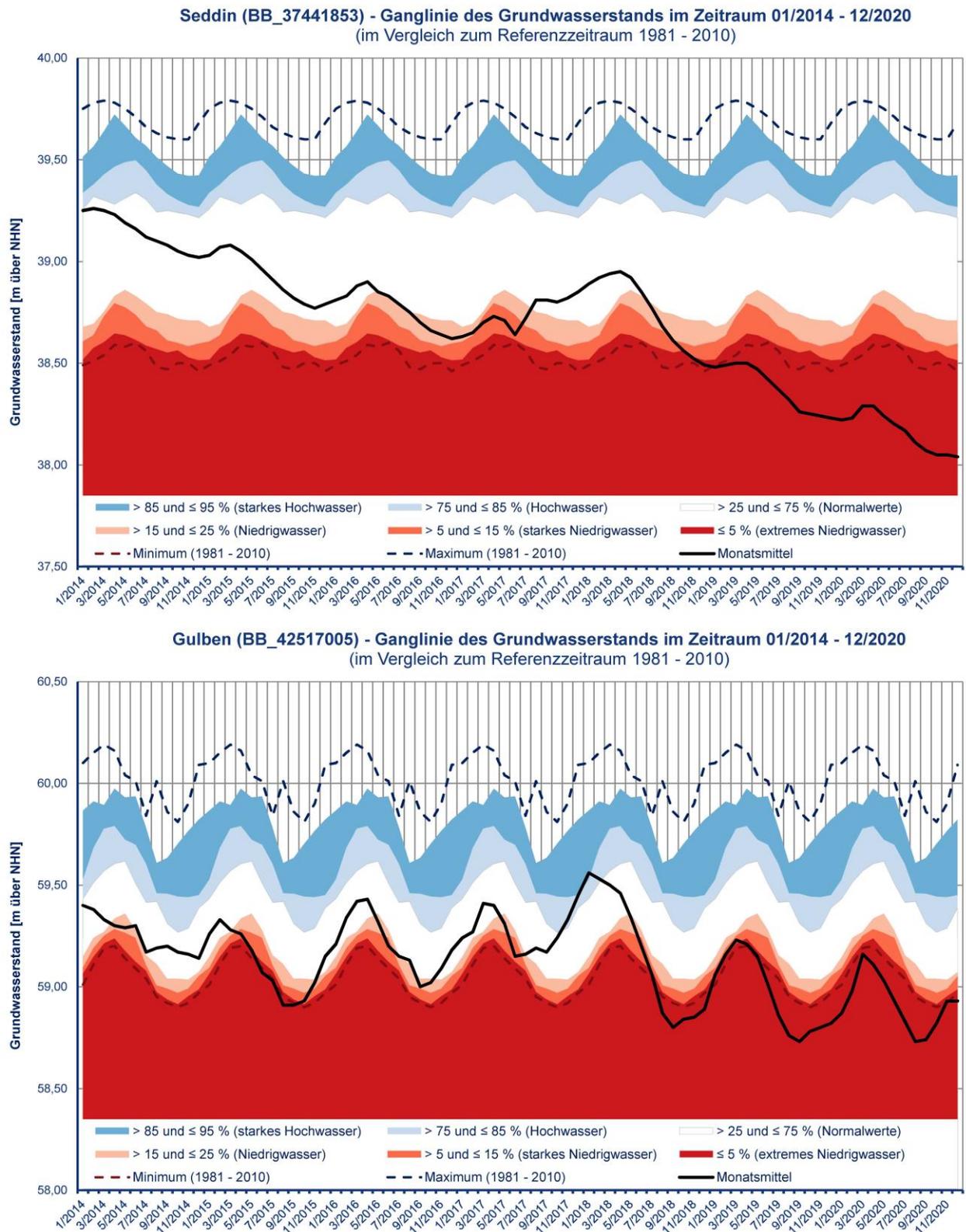


Abb. 3.2.2-3: Ganglinie des Grundwasserstands an den Messstellen Seddin (BB_37441853) und Gulben (BB_42517005) im Koordinierungsraum Havel im Zeitraum 01/2014 – 12/2020 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010. Die Position der Messstellen ist in Abbildung 2-2 dargestellt. (Quelle: FGG Elbe, Daten: zuständige Behörde des Landes Brandenburg)

3.2.2.4 Koordinierungsraum Mittlere Elbe / Elde (MEL)

Im Koordinierungsraum MEL zeigen die Messstellen im westlichen Bereich nördlich der Elbe keinen signifikanten Trend, wogegen die weiteren Messstellen allesamt einen fallenden bzw. stark fallenden Trend aufweisen. Auch hier sind alle Messstellen seit dem Sommer 2018 durch ein Wasserdefizit gekennzeichnet und der niedrigste Grundwasserstand des Referenzzeitraums wurde an vier Messstellen zwischen 2014 und 2020 unterschritten (siehe Abbildung 3.2.2-4).

Neukirchen (31370001) - Ganglinie des Grundwasserstands im Zeitraum 01/2014 - 12/2020
(im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 - 2010)

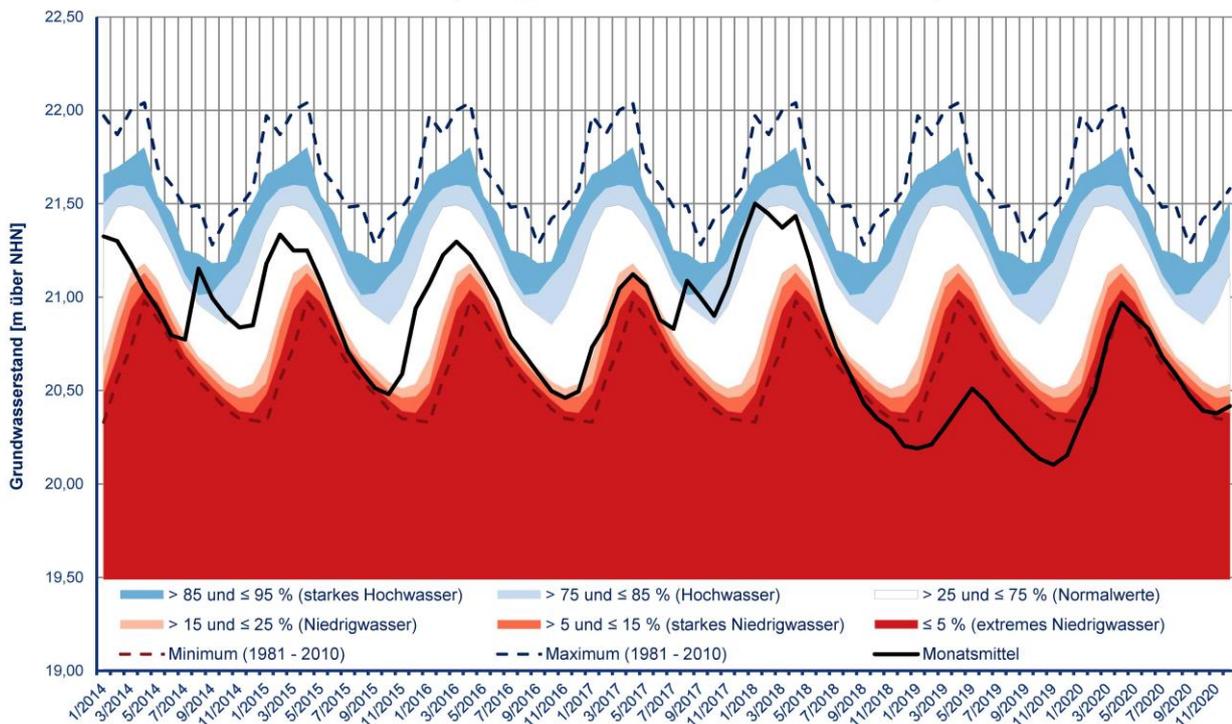


Abb. 3.2.2-4: Ganglinie des Grundwasserstands an der Messstelle Neukirchen (31370001) im Koordinierungsraum Mittlere Elbe / Elde im Zeitraum 01/2014 – 12/2020 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010. Die Position der Messstelle ist in Abbildung 2-2 dargestellt. (Quelle: FGG Elbe, Daten: zuständige Behörde des Landes Sachsen-Anhalt)

3.2.2.5 Koordinierungsraum Tideelbe

Im Koordinierungsraum TEL weisen 14 von 19 Messstellen einen fallenden bzw. stark fallenden Trend zwischen 2014 und 2020 auf. Allerdings traten die meisten signifikanten Änderungen in den Ganglinien erst ab Sommer 2018 auf (siehe Abbildung 3.2.2-5). In den Jahren zuvor hatten die meisten Messstellen noch normale Grundwasserstände, die vor allem durch die hohen Winterniederschläge bis einschließlich Frühjahr 2018 begründet werden können. Viele, der vor allem in Schleswig-Holstein liegenden Messstellen, zeigen eine leichte Erholung der Ganglinien und der damit einhergehenden Grundwasserstände bereits wieder in 2020.

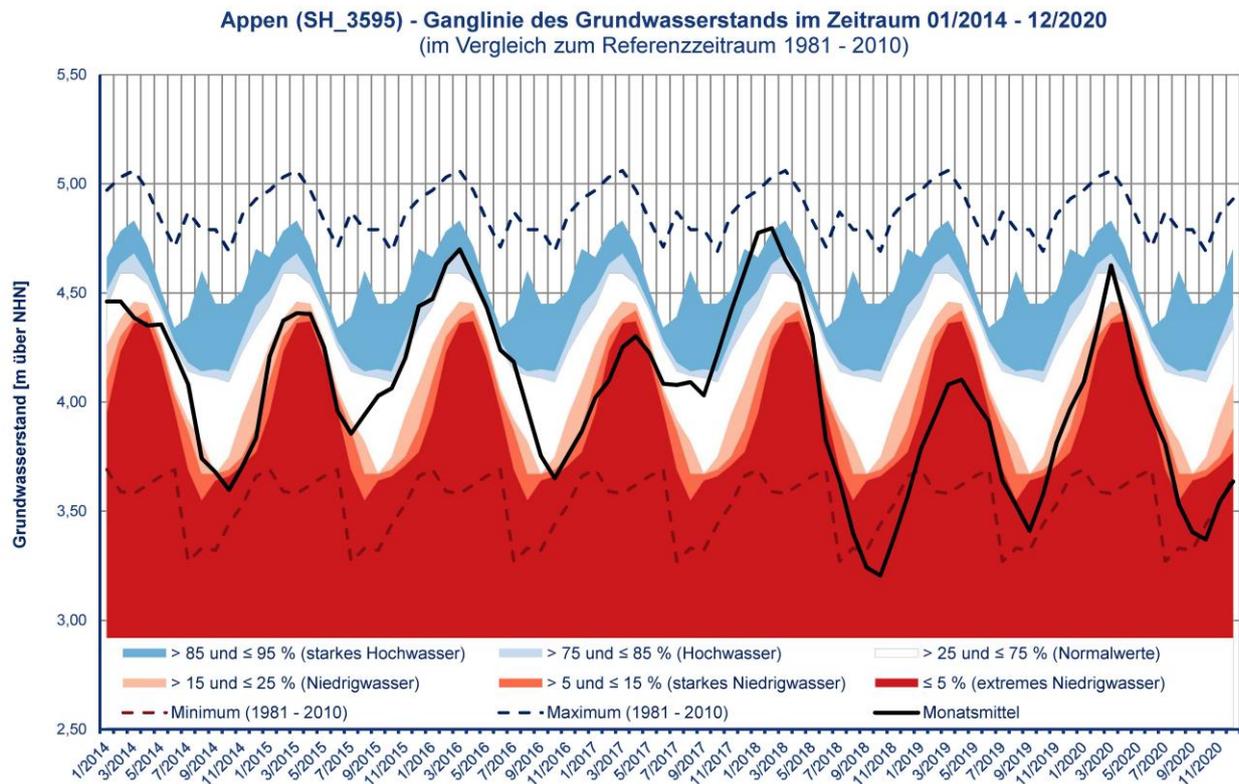


Abb. 3.2.2-5: Ganglinie des Grundwasserstands an der Messstelle Appen (SH_3595) im Koordinierungsraum Tideelbe im Zeitraum 01/2014 – 12/2020 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010. Die Position der Messstelle ist in Abbildung 2-2 dargestellt. (Quelle: FGG Elbe, Daten: zuständige Behörde des Landes Schleswig-Holstein)

4 Ausblick

Die vorliegende Niedrigwasseranalyse endet mit dem Jahr 2020. Aktuell ist festzustellen, dass sich das in den sieben Jahren aufgebaute Niederschlags- und Abflussdefizit im Jahr 2022 – nach zwischenzeitlicher Abmilderung in 2021 – wieder verstärkt hat. Es ist nicht auszuschließen, dass sich dieses Defizit auch in 2023 vergrößern kann, weil die Schneerücklagen im Winter 2022/2023 unterdurchschnittlich waren und die Grundwasserstände sich in weiten Teilen des Einzugsgebiets bisher noch nicht erholt haben. Die weitere Entwicklung gilt es zu beobachten und zu analysieren. Sollte sich der Zeitraum mit wachsendem Abflussdefizit weiter fortsetzen, wird diese Auswertung erweitert, zum Beispiel auf die Dekade 2014 bis 2023.

5 Liste der Abkürzungen

KOR	Koordinierungsraum
HSL	(Koordinierungsraum) Obere und mittlere Elbe
HVL	(Koordinierungsraum) Obere Moldau
DVL	(Koordinierungsraum) Untere Moldau
BER	(Koordinierungsraum) Berounka
ODL	(Koordinierungsraum) Eger und untere Elbe
MES	(Koordinierungsraum) Mulde-Elbe-Schwarze Elster
SAL	(Koordinierungsraum) Saale
HAV	(Koordinierungsraum) Havel
MEL	(Koordinierungsraum) Mittlere Elbe / Elde
TEL	(Koordinierungsraum) Tideelbe
ČHMÚ	Tschechisches Hydrometeorologisches Institut (Český hydrometeorologický ústav)
FGG Elbe	Flussgebietsgemeinschaft Elbe

Anlage 1: Flachbohrungen

Tabellen der Koordinierungsräume mit dem prozentualen Anteil der Messstellen (Flachbohrungen), in denen in den einzelnen Monaten des bewerteten Zeitraums im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010 starkes oder extremes Niedrigwasser erreicht wurde.

Legende:

Anzahl der Messstellen in %	
Auftreten des starken Niedrigwassers (Kat. 2)	x
Auftreten des extremen Niedrigwassers (Kat. 1)	y

Prozentualer Anteil der Messstellen im Koordinierungsraum Obere und mittlere Elbe mit starkem (hellrot) bzw. extremem (dunkelrot) Niedrigwasser												
Anzahl der Messstellen: 81												
Jahre	Monate											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2014	6	30	32	31	26	7	12	14	4	4	7	10
	0	2	28	27	7	1	4	2	0	0	0	2
2015	1	10	40	14	36	35	41	49	40	37	27	14
	0	0	22	5	7	14	35	20	20	19	10	0
2016	41	16	14	35	40	32	30	32	41	42	40	42
	4	1	1	15	16	22	26	19	26	20	20	23
2017	34	26	36	26	31	29	19	30	16	6	2	4
	50	57	19	35	14	39	38	15	5	1	0	0
2018	1	6	27	27	35	23	25	19	28	25	28	33
	0	0	9	24	37	47	57	71	62	62	59	56
2019	41	30	39	45	42	29	14	28	34	31	31	42
	21	14	14	44	26	19	61	49	39	32	25	30
2020	38	22	28	30	27	16	7	9	6	4	2	11
	43	15	7	59	57	14	5	6	2	1	2	1

Prozentualer Anteil der Messstellen im Koordinierungsraum Obere Moldau mit starkem (hellrot) bzw. extremem (dunkelrot) Niedrigwasser												
Anzahl der Messstellen: 32												
Jahre	Monate											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2014	9	19	56	28	41	16	22	6	0	0	0	0
	3	0	19	56	9	0	0	0	0	0	0	0
2015	0	0	19	41	28	19	41	50	50	31	28	22
	0	0	0	0	3	0	19	25	25	28	16	0
2016	28	12	12	41	28	9	0	0	12	6	6	16
	3	0	0	22	25	3	0	0	3	3	0	0
2017	22	34	12	6	6	34	38	34	22	16	9	22
	0	6	3	6	3	12	25	3	3	16	6	3
2018	16	16	41	47	22	28	28	38	41	38	44	28
	0	0	3	31	56	19	16	41	28	38	28	19
2019	9	6	9	31	22	12	34	34	41	41	38	59
	3	0	0	19	19	9	34	38	38	34	31	34
2020	50	38	28	6	12	9	3	3	3	3	0	6
	47	25	59	91	72	22	9	6	3	0	0	0

Prozentualer Anteil der Messstellen im Koordinierungsraum Berounka mit starkem (hellrot) bzw. extremem (dunkelrot) Niedrigwasser												
Anzahl der Messstellen: 27												
Jahre	Monate											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2014	0	4	22	33	26	11	4	4	0	0	0	0
	4	4	15	15	4	0	0	0	0	0	0	0
2015	0	0	19	11	19	11	41	22	22	22	19	19
	0	4	4	4	4	4	7	22	22	19	15	4
2016	7	0	0	30	44	15	11	7	7	4	7	7
	4	4	4	7	11	4	0	4	4	4	0	0
2017	11	11	11	7	7	37	19	22	7	7	7	15
	7	4	4	7	0	22	19	19	11	11	4	4
2018	0	19	15	22	22	19	22	22	30	37	30	30
	0	0	11	15	33	15	19	37	26	26	33	15
2019	19	19	26	33	37	33	15	44	26	19	22	30
	11	4	15	30	19	22	59	19	15	19	19	30
2020	33	22	26	30	26	44	37	11	19	7	11	30
	33	19	26	48	44	7	15	7	7	7	4	4

Prozentualer Anteil der Messstellen im Koordinierungsraum Untere Moldau mit starkem (hellrot) bzw. extremem (dunkelrot) Niedrigwasser												
Anzahl der Messstellen: 17												
Jahre	Monate											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2014	6	24	29	29	18	6	18	6	6	6	6	6
	0	0	18	18	6	0	6	6	0	0	0	0
2015	0	0	35	24	12	24	6	24	12	12	18	12
	0	0	12	6	18	6	35	18	24	24	6	0
2016	18	6	18	24	29	24	18	24	24	18	29	35
	0	0	0	6	6	0	12	6	18	18	12	12
2017	29	35	29	18	18	35	29	29	35	18	12	6
	12	12	0	0	0	12	12	6	6	6	6	6
2018	12	0	12	29	24	29	24	24	35	35	41	35
	0	6	18	24	41	35	41	47	41	41	41	
2019	13	7	7	40	27	13	47	27	40	40	27	47
	7	7	7	13	13	7	13	20	0	0	7	7
2020	47	6	24	41	47	12	6	6	12	0	0	6
	18	6	6	29	12	6	6	6	6	6	6	0

Prozentualer Anteil der Messstellen im Koordinierungsraum Eger und untere Elbe mit starkem (hellrot) bzw. extremem (dunkelrot) Niedrigwasser												
Anzahl der Messstellen: 32 (einschließlich 3 Messstellen in Bayern)												
Jahre	Monate											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2014	6	28	25	16	13	16	13	13	9	9	19	9
	0	3	28	38	16	6	9	3	0	0	3	9
2015	3	9	19	22	19	6	13	19	28	19	19	0
	3	6	28	3	9	19	22	19	13	16	6	6
2016	13	3	9	31	41	22	22	6	13	9	13	9
	6	3	0	3	16	3	3	3	3	0	0	6
2017	31	19	6	19	6	34	19	34	22	9	16	6
	13	13	3	6	6	13	19	6	6	6	0	3
2018	0	6	31	25	38	38	31	28	22	28	25	16
	3	3	6	6	13	19	44	50	50	47	56	47
2019	19	19	22	31	25	16	31	28	25	25	28	25
	25	16	13	28	19	25	44	44	44	31	31	38
2020	16	13	25	28	22	19	13	22	16	9	16	25
	50	19	16	41	47	28	31	31	28	22	16	28

Prozentualer Anteil der Messstellen im Koordinierungsraum Mulde-Elbe-Schwarze Elster mit starkem (hellrot) bzw. extremem (dunkelrot) Niedrigwasser												
Anzahl der Messstellen: 11												
Jahre	Monate											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2014	0	0	18	9	9	9	9	0	9	0	0	0
	0	0	9	18	18	18	27	27	18	9	9	9
2015	0	9	27	0	0	9	0	0	0	0	0	0
	9	9	18	55	55	45	55	55	36	36	36	36
2016	0	9	27	36	0	0	0	0	9	9	0	9
	36	18	0	9	27	27	27	27	27	27	27	18
2017	0	9	27	9	9	9	0	0	9	0	0	0
	27	27	9	27	27	27	36	27	27	36	36	9
2018	9	9	18	9	9	0	0	9	9	9	0	9
	0	0	9	27	36	55	55	55	55	55	64	55
2019	18	18	27	27	27	9	9	18	18	27	27	18
	36	36	36	36	36	64	64	64	64	55	45	45
2020	18	9	27	18	18	9	9	9	9	9	0	27
	55	64	45	64	73	82	91	91	82	73	64	64

Prozentualer Anteil der Messstellen im Koordinierungsraum Saale mit starkem (hellrot) bzw. extremem (dunkelrot) Niedrigwasser												
Anzahl der Messstellen: 28												
Jahre	Monate											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2014	0	4	25	21	32	21	7	4	4	4	4	7
	4	4	14	36	14	18	18	0	0	0	0	0
2015	4	4	11	4	18	25	14	14	18	18	18	14
	4	4	4	7	7	29	36	32	25	21	18	7
2016	7	7	14	11	32	14	21	14	4	14	29	32
	14	7	4	11	18	18	25	36	39	32	4	7
2017	7	21	21	25	25	29	18	4	7	7	11	4
	32	29	25	32	32	29	32	14	11	7	4	4
2018	4	4	4	7	7	25	11	11	14	18	18	11
	4	4	7	4	7	29	57	61	61	57	61	50
2019	21	14	14	18	29	21	11	21	18	14	14	18
	25	32	36	50	39	46	57	54	61	50	39	39
2020	21	11	7	18	18	14	21	11	18	7	11	21
	39	29	21	50	54	50	50	54	50	46	43	50

Prozentualer Anteil der Messstellen im Koordinierungsraum Havel mit starkem (hellrot) bzw. extremem (dunkelrot) Niedrigwasser												
Anzahl der Messstellen: 16												
Jahre	Monate											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2014	0	0	6	6	6	0	0	0	6	6	6	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
2015	0	6	13	19	19	6	13	25	0	13	0	0
	6	0	0	6	6	19	19	13	19	13	6	6
2016	0	0	0	0	0	6	6	13	13	6	6	6
	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
2017	13	19	13	6	13	19	13	6	6	0	6	0
	6	6	6	13	13	13	6	0	0	6	0	0
2018	0	0	0	0	0	6	13	13	19	13	13	13
	0	0	0	0	0	0	6	6	13	25	25	25
2019	6	13	19	19	13	6	0	6	0	0	6	13
	31	25	25	44	50	63	63	63	63	63	50	44
2020	19	25	19	25	13	19	13	31	13	6	6	19
	50	44	38	44	50	50	50	50	63	63	56	50

Prozentualer Anteil der Messstellen im Koordinierungsraum Mittlere Elbe / Elde mit starkem (hellrot) bzw. extremem (dunkelrot) Niedrigwasser												
Anzahl der Messstellen: 9												
Jahre	Monate											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2014	0	0	0	22	22	11	22	11	11	0	11	22
	0	0	0	11	22	22	0	0	0	0	0	0
2015	11	11	0	11	11	11	22	11	11	22	0	11
	0	0	11	11	11	11	11	22	22	11	11	0
2016	11	11	11	11	11	11	22	0	11	22	33	11
	0	0	0	0	11	11	0	11	11	11	11	22
2017	33	11	22	11	22	22	11	11	11	11	22	0
	11	22	22	33	22	22	22	11	11	11	0	0
2018	0	0	0	0	11	11	22	11	0	11	33	11
	0	0	0	0	0	0	0	11	22	22	22	44
2019	0	0	22	0	0	0	11	11	0	0	11	11
	56	56	44	56	56	56	56	56	67	67	56	56
2020	22	11	11	11	0	22	0	11	11	11	11	11
	44	56	44	44	56	33	56	56	56	56	56	56

Prozentualer Anteil der Messstellen im Koordinierungsraum Tideelbe mit starkem (hellrot) bzw. extremem (dunkelrot) Niedrigwasser												
Anzahl der Messstellen: 19												
Jahre	Monate											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2014	0	5	53	63	21	16	21	32	11	37	16	32
	0	0	5	21	21	26	16	32	53	53	79	58
2015	16	21	16	21	26	26	26	11	0	0	5	0
	21	5	16	11	11	32	32	32	32	26	21	11
2016	16	11	5	11	11	21	5	0	5	32	26	32
	5	5	11	5	5	0	0	11	21	21	32	42
2017	37	16	11	21	37	26	11	0	5	0	5	5
	26	47	42	37	16	16	11	11	11	11	5	5
2018	0	0	0	0	5	26	16	16	16	26	11	0
	5	0	0	0	0	11	26	53	58	53	68	74
2019	21	16	16	26	16	11	11	11	16	5	11	11
	63	53	47	47	63	63	68	68	68	58	42	37
2020	21	11	0	11	26	16	26	16	16	16	11	5
	37	26	16	21	26	37	26	47	63	74	74	79

Anlage 2: Tiefbohrungen (nur im tschechischen Teil des Einzugsgebiets der Elbe)

Tabellen der ausgewählten wasserwirtschaftlich bedeutenden hydrogeologischen Gebiete im tschechischen Teil des Einzugsgebiets der Elbe mit der Gesamtbewertung des Grundwasserstands im betreffenden Gebiet in den einzelnen Monaten und Jahren des bewerteten Zeitraums anhand der Perzentilwerte und der Kategorien des Grundwasserstands im Vergleich zum Referenzzeitraum 1991 – 2010.

Legende:

Perzentilwert für den Referenzzeitraum	Farbe und Beschreibung der Kategorie	
> 95 %		extremes Hochwasser
> 85 a ≤ 95 %		starkes Hochwasser
> 75 a ≤ 85 %		Hochwasser
> 25 a ≤ 75 %		normale Werte
> 15 a ≤ 25 %		Niedrigwasser
> 5 a ≤ 15 %		starkes Niedrigwasser
≤ 5 %		extremes Niedrigwasser

Gebiet Südböhmische Becken													
Anzahl der Messstellen: 6													
Jahre	Perzentilwerte												Jahr
	Monate												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2014	94	93	85	80	84	77	60	63	84	86	76	55	81
2015	63	56	47	51	53	44	23	9	2	5	12	24	19
2016	32	33	29	23	21	23	27	35	14	15	22	20	20
2017	27	20	22	18	42	19	8	9	10	4	17	21	14
2018	30	31	26	9	11	21	14	1	<0,5	<0,5	1	4	7
2019	19	22	18	4	6	2	2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2
2020	1	1	1	<0,5	<0,5	1	4	1	<0,5	<0,5	2	4	1

Gebiet Nordböhmische Kreide													
Anzahl der Messstellen: 6													
Jahre	Perzentilwerte												Jahr
	Monate												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2014	90	79	61	40	47	74	85	85	86	91	82	60	77
2015	80	66	34	38	45	55	41	39	42	62	58	50	43
2016	49	56	49	23	21	34	48	43	68	66	22	14	28
2017	29	22	41	25	42	12	4	2	20	39	18	15	11
2018	64	47	8	11	10	9	1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
2019	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
2020	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5

Gebiet Ostböhmische Kreide													
Anzahl der Messstellen: 10													
Jahre	Perzentilwerte												Jahr
	Monate												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2014	60	34	10	1	1	9	11	20	53	74	73	68	28
2015	80	78	52	29	36	35	22	19	22	22	21	25	30
2016	17	14	39	14	11	15	15	14	13	12	13	13	14
2017	5	2	1	<0,5	<0,5	<0,5	1	6	7	11	29	52	7
2018	72	66	27	3	1	<0,5	<0,5	1	2	2	2	3	8
2019	1	2	3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	3	4	6	6	4
2020	2	5	13	2	<0,5	1	58	63	74	88	96	92	38

