



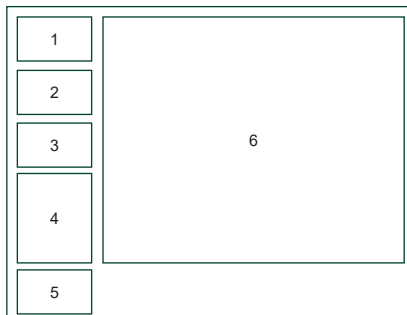
Hydrologische Auswertung der Niedrigwassersituation 2018 im Einzugsgebiet der Elbe

Hydrologische Auswertung
der Niedrigwassersituation 2018 im Einzugsgebiet der Elbe

Magdeburg

2022

FOTOS TITELBLATT



- 1: Der Wasserlauf Hadovka im Einzugsgebiet des Baches Úterský potok (Mže, Berounka) am 25.08.2018 (Foto: Povodí Vltavy, státní podnik)
- 2: Die Elbe unterhalb von Ústí nad Labem unweit der Gemeinde Povrly am 19.09.2018 (Foto: Povodí Labe, státní podnik)
- 3: Trocken gefallene Schwarze Elster in Senftenberg am 24.07.2018 (Foto: LfULG)
- 4: Magdeburg, Alte Elbe – Brücke am Wasserfall (Foto: Sekretariat der IKSE)
- 5: Elbe Pegel Dresden, zweite Pegellatte für Niedrigwasser an der Augustusbrücke am 14.09.2018, Wasserstand 45 cm (Foto: BfUL)
- 6: Magdeburg, Elbe – Domfelsen mit Blick auf die Hubbrücke (Foto: Sekretariat der IKSE)

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

978-3-910400-00-9

| | | | |
|--|-----------|---|-----------|
| 1 Einleitung | 5 | 3.6 Einfluss auf die Nutzungen der Oberflächengewässer | 39 |
| 2 Entwicklung der zur Entstehung der Niedrigwassersituation führenden meteorologischen Verhältnisse | 7 | 3.6.1 Wasserspeicherung in den Stauseen und Wasserentnahmen | 39 |
| 2.1 Entwicklung der synoptischen Situation | 7 | 3.6.2 Schifffahrt | 40 |
| 2.2 Entwicklung der Schneerücklagen im Winter 2017/2018 | 9 | 3.7 Niedrigwasser 2018 im Vergleich zu historischen Niedrigwasserereignissen | 42 |
| 2.3 Niederschlagshöhen | 12 | 3.8 Dokumentation historischer Niedrigwassermarken | 49 |
| 3 Einfluss der Trockenperiode auf die Oberflächengewässer | 21 | 3.9 Zusammenfassung | 51 |
| 3.1 Dokumentation ausgewählter Niedrigwasserabfluss- messungen an den Pegeln | 21 | 4 Einfluss der Trockenperiode auf das Grundwasser | 52 |
| 3.2 Entwicklung der Wasserführung ausgewählter Gewässer | 21 | 4.1 Methodenbeschreibung | 52 |
| 3.2.1 Einzugsgebiet der Elbe bis zum Grenzprofil in Hřensko | 21 | 4.2 Vorgehensweise und Präsentation der Ergebnisse | 52 |
| 3.2.2 Einzugsgebiet der Elbe von der Staatsgrenze bis zum Wehr Geesthacht | 24 | 4.3 Auswertung des Einflusses der Trockenperiode auf das Grundwasser | 58 |
| 3.3 Analyse der Wiederkehrintervalle der Niedrigwasserabflüsse | 29 | 4.4 Zusammenfassung | 63 |
| 3.4 Indikatoren für die Bewertung von Niedrigwasser | 31 | 5 Ausblick | 64 |
| 3.5 Anthropogene Beeinflussung der Niedrigwasserabflüsse | 32 | Fachliche Bearbeitung und Redaktion | 66 |
| 3.5.1 Bewirtschaftung der Talsperren | 33 | | |
| 3.5.2 Beeinflussung der Niedrigwasserabflüsse an der Unteren Moldau und der Elbe unterhalb der Moldau durch bedeutende tschechische Talsperren | 36 | | |

1 EINLEITUNG

Das Jahr 2018 war das fünfte trockene Jahr in Folge und spiegelte sich auch in der extremen Niedrigwassersituation in den Oberflächengewässern und im Grundwasser wider. In weiten Teilen des Einzugsgebiets der Elbe wurden an vielen Messstellen Abfluss- und Wasserstandminima der letzten Jahre und häufig auch seit Beobachtungsbeginn erreicht. Ziel dieses Berichts ist es, das Phänomen der hydrologischen Trockenheit im Jahr 2018 aus einer grenzüberschreitenden Perspektive für das gesamte Einzugsgebiet der Elbe umfassend zu bewerten und zu beschreiben (**Abb. 1-1 und Tab. 1-1**).

Niedrigwasser ist ein sich langsam entwickelndes Phänomen, dessen Erscheinungsformen und Auswirkungen sich erst mit einiger Verzögerung entwickeln. Die meteorologischen Ursachen der Niedrigwassersituation in Form von ausbleibenden Niederschlägen, oft in Kombination mit hoher Lufttemperatur und hoher Verdunstung, zeigen sich zunächst in einem Bodenfeuchtedefizit. Zeitlich verzögert gehen allmählich die Abflüsse in den Fließgewässern zurück und der Grundwasserspiegel fällt. Stellt sich eine solche Situation ein, erholt sich der Wasserhaushalt nur schwer und auch überdurchschnittliche Niederschlagsereignisse können eine niedrige Abflusssituation in den Oberflächengewässern nur kurzfristig unterbrechen. Dem Jahr 2018 ging an der Elbe eine Trockenperiode von 2014 bis 2017 voran und in vielen Gebieten im Einzugsgebiet der Elbe bewegten sich die Grundwasserstände auf einem kritischen Niveau. Deshalb konnten sich Dürresymptome

in Form von geringen Abflüssen und niedrigen Grundwasserständen schneller und gegenüber der meteorologischen Trockenheit nur wenig verzögert einstellen.

Die Niedrigwassersituation im Jahr 2018 betraf große Teile West- und Mitteleuropas, darunter auch die Tschechische Republik und die Bundesrepublik Deutschland. Im tschechischen und im deutschen Teil des Einzugsgebiets der Elbe kam es zu einer Zunahme der Niederschlagsdefizite im Jahresverlauf, was sich insbesondere in den Sommermonaten durch einen deutlichen Wassermangel in der Landschaft und im Boden, einen spürbaren Rückgang des Grundwasserspiegels und niedrige Abflüsse in den Fließgewässern bemerkbar machte. Es kam zu einer extremen Niedrigwassersituation, die von der Expertengruppe „Hydrologie“ im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit unter Federführung der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE) in diesem gemeinsamen Bericht ausgewertet wurde.

Die Auswertung des Niedrigwasserjahres 2018 erfolgte unter zeitlicher Zugrundelegung des sog. Wasserhaushaltsjahres vom 01.04. des Auswertungsjahres bis zum 31.03. des Folgejahres. Diese Auswertung im Wasserhaushaltsjahr wurde gewählt, weil extreme Niedrigwasserperioden oft über den Jahreswechsel des im Oktober endenden Abflussjahres, aber auch über den des Kalenderjahres hinausreichen. Dagegen kommt es während des Winters und des zeitigen Frühjahrs bedingt durch den Einfluss von niedriger Verdunstung und Schneeschmelze zur Grundwasserneubildung, was zu steigenden Abflüssen und damit zur Beendigung einer Niedrigwasserlage führt. Daher kann regelhaft davon ausgegangen werden, dass Niedrigwasserereignisse nicht über den Jahreswechsel des Wasserhaushaltsjahres (31.03./01.04.) andauern und somit innerhalb eines einzigen Zeitraums von 12 Monaten erfasst werden.

Der Bericht beschreibt die Entwicklung der meteorologischen Rahmenbedingungen von November 2017 bis März 2019. Er bewertet die Entwicklung der Schneerücklagen für die Winterzeit 2017 und 2018 sowie die räumliche Verteilung der Niederschläge in den einzelnen Monaten.

Besonderes Augenmerk wird auf die Analyse der Auswirkungen der meteorolo-

Tab. 1-1: Geomorphologische Einteilung der Elbe

| Einteilung der Elbe | Elbeabschnitte | Elbelänge [km] | Einzugsgebiet [km ²] |
|---------------------|--|----------------|----------------------------------|
| Obere Elbe | Elbequelle bis zum Übergang zum Nord-deutschen Tiefland beim Schloss Hirschstein (Elbe-km 96,0 auf deutschem Gebiet) | 463 | 54 170 |
| Mittlere Elbe | Vom Schloss Hirschstein (Elbe-km 96,0) bis zum Wehr Geesthacht (Elbe-km 585,9) | 489 | 80 843 |
| Untere Elbe | Wehr Geesthacht (Elbe-km 585,9) bis zur Mündung in die Nordsee an der Seegrenze bei Cuxhaven-Kugelbake (Elbe-km 727,7); dieser Abschnitt wird auch als Tideelbe bezeichnet, weil er durch Ebbe und Flut beeinflusst wird; ab dem Elbe-km 654,9 handelt es sich um ein Übergangsgewässer. | 142 | 13 255 |
| Elbe gesamt | Elbequelle bis Mündung in die Nordsee | 1 094 | 148 268 |

gischen Bedingungen auf den Zustand der Oberflächen-
gewässer und des Grundwassers gelegt. Die Entwicklung
der Abflusssituation wird mithilfe ausgewählter Pegel an
den Fließgewässern im Einzugsgebiet der Elbe beschrie-
ben. Die Abflüsse an den Pegeln sind in Ganglinien von
April 2018 bis März 2019 dargestellt und mit den Abfluss-
verläufen im Jahr 2015 verglichen.

Untersetzt werden die Auswertungen mit den Ergebnissen
der hydrometrischen Messungen an den Pegeln. Abschlie-
ßend erfolgt eine statistische Analyse der Niedrigwasser-
abflüsse. Ergänzt wird diese Analyse durch eine zusätz-
liche extremwertstatistische Auswertung an ausgewählten
Pegeln, die jeweils gleichzeitig über eine sehr lange
Beobachtungsreihe verfügen und nicht durch Talsperren-
betrieb anthropogen beeinflusst sind.

Das Wissen über die Auswirkungen des Wassermanage-
ments ist wichtig für das Verständnis der Prozesse, die
Beginn und Ausmaß dieser Niedrigwasserperiode bestimmt
haben. In diesem Zusammenhang ist die Bewirtschaftung
der großen Talsperren wichtig. Deren Einfluss wurde mit
hydraulischen Modellen untersucht sowie mit einfachen
Bilanzverfahren ermittelt. Es lässt sich nachweisen, dass
nur durch die Abflussstützung aus den Talsperren, vor
allem aus der Moldaukaskade, noch extremeres Niedrig-
wasser am deutschen Elbeabschnitt verhindert werden
konnte.

Nur kurz wird auf die Auswirkungen dieser Niedrigwasser-
periode auf die Bevölkerung und die Wirtschaft eingegan-
gen, da dies nicht Schwerpunkt der Auswertung war. Die
statistischen Auswertungen wurden in einen historischen
Kontext gestellt. Dies geschah durch den Vergleich mit
historischen Niedrigwasserepisoden, abgeleitet aus langen
Abfluss-Beobachtungsreihen und noch vorhandenen tradi-
tionellen Niedrigwassermarken auf den sog. Hungersteinen.

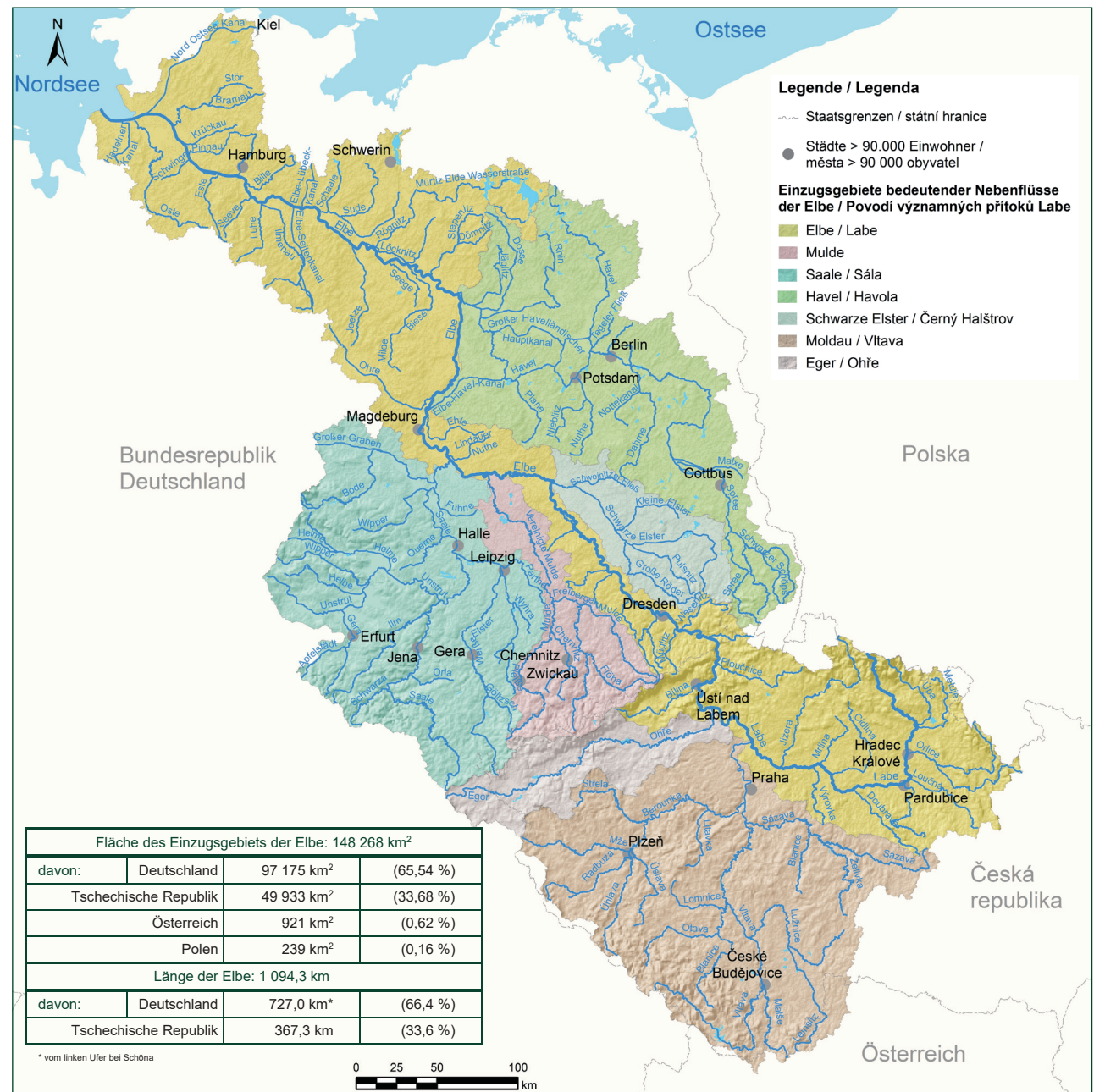


Abb. 1-1: Einzugsgebiet der Elbe (Quelle: BfG, IKSE)

2 ENTWICKLUNG DER ZUR ENTSTEHUNG DER NIEDRIGWASSERSITUATION FÜHRENDEN METEOROLOGISCHEN VERHÄLTNISSE

2018 war das wärmste Jahr, das bisher in Tschechien und Deutschland seit 1961 beobachtet wurde. An einigen Messstellen war es sogar das wärmste Jahr seit Beginn der regelmäßigen Aufzeichnungen im Jahr 1881. Die Niederschläge waren in diesem Jahr außergewöhnlich gering. Bezogen auf die Gesamtniederschlagsmenge hatte Tschechien die zweitrockenste Periode seit 1961 und nur 2003 wurde noch weniger Niederschlag registriert. Auch im deutschen Einzugsgebiet der Elbe war es eines der niederschlagsärmsten Jahre, in einigen Teilen wie Brandenburg und Sachsen-Anhalt sogar das niederschlagsärmste seit 1881. Subnormale Niederschläge, gepaart mit hohen Lufttemperaturen, verschlimmerten die Wasserknappheit in der Landschaft und im Boden, was zum deutlichen Fallen der Grundwasserstände und zu langen Perioden mit Niedrigwasserabflüssen führte.

2.1 Entwicklung der synoptischen Situation

Charakteristisch für das Jahr 2018 waren Zirkulationsbedingungen, die ein häufigeres Vordringen von Frontalsystemen vom Atlantik oder dem Mittelmeer bis in das Gebiet Mitteleuropas verhinderten, wohin sie ergiebigere Niederschläge gebracht hätten. Die meteorologische Trockenheit betraf die Mehrzahl der europäischen Staaten.

Der Verlauf der Witterung und ihre synoptischen Ursachen waren 2018 ähnlich wie die Situation im sehr trockenen Jahr 2015. Charakteristisch waren lange Zeiträume mit überdurchschnittlichen Abweichungen der Lufttemperatur, insbesondere im April, Mai, Juli und August sowie lange Zeiträume mit unter den Normalwerten liegenden Niederschlagshöhen, wobei über mehrere längere Perioden überhaupt keine Niederschläge fielen.

► November – Dezember 2017

Die Monate November und Dezember 2017 waren in Bezug auf Niederschlag und Temperatur normal, mit einer signifikant warmen Periode am Ende des Jahres vom 21. bis zum 28. Dezember. Die Schneerücklagen bildeten sich in der Winterzeit 2017/2018 ab der zweiten Novemberdekade und wuchsen sukzessive, die größte Wassermenge war in der Schneedecke Mitte Dezember gespeichert. Bis Ende Dezember schmolz sie infolge des Weihnachtstauwetters.

► Januar – März 2018

Das wechselhafte Regenwetter der Vormonate setzte sich Anfang Januar fort. Danach überquerten einzelne Fronten aus nordwestlichen bis südwestlichen Richtungen Mitteleuropa und brachten gelegentliche Niederschläge und für diese Jahreszeit zu warme Temperaturen mit sich. Diese Zufuhr warmer und feuchter Luft vom Atlantik wurde in der zweiten Februarhälfte von einem massiven Hochdruckgebiet mit Zentrum über Nordeuropa abgelöst. Der Hochdruckeinfluss wurde von trockenem und meist sonnigem Wetter begleitet. Kalte und trockene Luft strömte aus nordöstlichen bis östlichen Richtungen nach Mitteleuropa und an einigen Tagen herrschte zum Teil ganztägiger Frost. Die kalte Jahreszeit erreichte Anfang März ihre höchste Intensität. Im März erholte sich das Tiefdruckgebiet über dem östlichen Atlantik wieder. Mitteleuropa lag überwiegend auf der vorderen Seite, die Fronten brachten gelegentlich Niederschläge. In einem großen Teil des Einzugsgebiets herrschte mildes und regnerisches Wetter, nur der Nordosten lag zum Monatsende wieder unter einer Schneedecke.

► April – Juni 2018

Im April begann warme Luft von Südwest und Süd nach Mitteleuropa einzuströmen. Aus diesen Richtungen überquerten das Gebiet auch schwache Fronten,

die von Hochdruckgebieten abgelöst wurden. Immer häufiger traten sonnige Tage mit hohen bis extremen Temperaturen auf. An einigen Messstellen wurden die wärmsten Temperaturen im April seit 1881 gemessen. Im Mai und in der ersten Junidekade befand sich die Nordwesthälfte des europäischen Festlands überwiegend unter dem Einfluss eines ausgedehnten Hochdruckgebiets. Während des Vorhandenseins der sehr warmen Luft, die sich über die meiste Zeit in diesem Teil des europäischen Festlands hielt, gelangten nach Mitteleuropa nur sporadisch leichte Tiefdruckgebiete. Diese waren mit Wetterfronten verbunden und überquerten Mitteleuropa in der Regel von Südwest bis Süd. Dabei traten lokale Regenniederschläge, lokal auch extreme Starkniederschläge auf. Auch im Mai wurden an einigen Stationen die höchsten Temperaturen seit 1881 gemessen. Bis Ende Juni herrschte dann über dem zentralen Teil Europas antizyklonales Wetter, das mitunter durch Frontalstörungen von West bis Nordwest und mit Zufuhr von etwas kälterer Luft unterbrochen wurde. Mitte Juni brachten Luftströmungen aus dem Westen und später aus dem Norden kühlere Meeresluft. Es gab eine Abfolge von Tiefdruck- und Hochdruckübergängen, bevor sich wieder ein Hochdruckgebiet über Nordeuropa festsetzte, an dessen Südrand sich sonniges, trockenes und heißes Sommerwetter einstellte.

► Juli – August 2018

Von Ende Juni bis Anfang der dritten Augustdekade war eine deutliche Abnahme der Niederschläge zu registrieren. Im Juli wechselte sich der Einfluss starker Druckhochs mit der Aktivität von Drucktiefs ab. Mitte Juli begann ein weiterer sehr warmer Zeitraum mit überdurchschnittlichen Temperaturen. Der Jetstream über den Nordatlantik wurde im Bereich der Britischen Inseln weiterhin nach Nordosten abgelenkt. Die in das Binnenland strömenden Frontalstörungen waren wenig ausgeprägt und brachten meist geringe Niederschläge in Form von Schauern und vereinzelt auch Gewittern. Vor ihnen gelangte sehr warme Luft von Südwest bis Süd nach West-, Mittel- und Nordeuropa. An einzelnen Tagen gab es bei Gewitter zwar auch ergiebigere Niederschläge, aber auf die Entwicklung des Gesamtniederschlagsdefizits hatte dies fast keinen Einfluss. Im August setzte sich die Welle sehr hoher Temperaturen, die Ende Juli begann, fort, bevor sie zum Ende der ersten Dekade durch Gewitter gemildert wurde. Erst in der letzten Augustdekade gelangten deutlichere Tiefdruckrinnen von Westen in das

Binnenland Europas. Das Vordringen der Fronten nach Osten fing an sich zu verlangsamen, die Fronten begannen Wellen zu bilden und brachten außer stärkeren Niederschlägen auch eine leichte Abkühlung. Konvektive Niederschläge führten lokal zu sehr unterschiedlichen Regenmengen und konnten die monatelange Trockenheit in vielen Teilen der Region nicht beenden.

► September – Dezember 2018

Im September herrschte vorwiegend überdurchschnittlich warmes Wetter. In einem Hochdruckgebiet begannen in einer warmen südwestlichen Strömung allmählich weniger ausgeprägte Fronten nach Mitteleuropa zu gelangen, die schwache Niederschläge brachten. Diese Zirkulation, die sich bis Mitte November fortsetzte, wurde Ende September und Anfang Oktober vorübergehend durch das Eindringen von kühlerer Luft aus Nordwest unterbrochen. Ende Oktober brachte ein nach Nordosten vordringendes Tiefdruckgebiet nach längerer Zeit ergiebigere Niederschläge und spürbare Abkühlung. In der zweiten Novemberhälfte gelangte Mitteleuropa unter den Einfluss eines Hochdruckgebiets, das sich über Ost- und später Nordeuropa konzentrierte. Das trockene Wetter setzte sich bis Ende November fort. Während zu Beginn dank der südlichen Strömung warmes und sonniges Wetter herrschte, strömte im letzten Monatsdrittel kalte Luft aus dem Osten in das Gebiet. Im Dezember setzte die niederschlagsreiche Westströmung wieder ein und beendete eine Serie von trockenen Monaten seit Februar. Die Frontalzone verschob sich nach Süden und die Frontalsysteme drangen in schneller Abfolge über den Atlantik in das Binnenland Europas vor, wobei mitunter auch kühlere Luft aus höheren geografischen Breiten nach Mitteleuropa eindrang. Im größten Teil des Gebiets wurden über den Normalwerten liegende Niederschläge registriert, die jedoch das Jahresniederschlagsdefizit nur unwesentlich veränderten.

► Januar – März 2019

Das erste Quartal 2019 war bereits nicht mehr so niederschlagsarm wie das Jahr 2018. Der Januar wies überwiegend Niederschlagssummen über den Normalwerten und in einigen Gebieten auch stark über den Normalwerten auf. Im nördlichen Teil des Einzugsgebiets unterhalb der Mündung der Havel lag der monatliche Niederschlag aber deutlich unter dem Normalwert. Der Februar war hinsichtlich der Niederschlagssummen leicht bis stark unter den Normalwerten liegend, der

März war normal bis übernormal. In Bezug auf die Temperaturen war der Zeitraum von Januar bis März 2019 überdurchschnittlich, der März war der zwölfte überdurchschnittlich warme Monat in Folge.

Die überdurchschnittlichen Niederschläge der Monate Dezember 2018 und Januar 2019 reichten nicht aus, um das Defizit im Boden und im Grundwasser aus den vorangegangenen zehn trockenen Monaten auszugleichen. Vor allem im Nordosten Deutschlands herrschte weiterhin eine deutlich überdurchschnittliche Trockenheit und auch ein überdurchschnittlicher März-niederschlag konnte das daraus resultierende Wasserdefizit in der Landschaft nicht ausgleichen.

► Zusammenfassung

Die sich über dem nordamerikanischen Kontinent oder über dem Nordatlantik ausbildenden Frontalsysteme drangen auf einer weiter nördlich gelegenen Bahn als üblich nach Osten vor. Eine der grundlegenden Ursachen war die Ablenkung des Jetstreams über den Nordatlantik im Bereich der Britischen Inseln. Das Vorhandensein von Hochdruckgebieten über Europa bewirkte ein langsames Vordringen der feuchten Meeresluft vom Atlantik in das Binnenland und die Frontalsysteme wurden sehr oft nach Nordosten abgelenkt, bevor sie das europäische Festland überquerten. Dies hatte zur Folge, dass in den größeren Teil Europas warme Luft aus Südwest bis Süd strömte.

Die Frontalsysteme, die nach Mitteleuropa gelangten, besaßen bereits nicht mehr ausreichend Feuchtigkeit, was insbesondere im Sommer von grundsätzlicher Bedeutung für die Entwicklung von Gewittern ist, die in dieser Zeit die überwiegende Niederschlagsquelle sind. Die trockene Landschaft trug mit ihrem Feuchtigkeitsmangel in Kombination mit einer relativ stabilen Luftschichtung ebenfalls nicht zur Bildung sog. Wärmegewitter bei, die im Sommer eine weitere Niederschlagsquelle darstellen. Die vorhandene sehr warme und trockene Luft war in der Lage, eine größere Menge Wasserdampf zu absorbieren, wodurch sich die Wasserknappheit in der Landschaft noch weiter verstärkte. Alle diese Umstände führten dazu, dass in Mitteleuropa weit unter den Normalwerten liegende Niederschläge auftraten und zusätzlich die Feuchtigkeit aus dem Boden und der Landschaft in Anspruch genommen wurde.

2.2 Entwicklung der Schneerücklagen im Winter 2017/2018

Der Winter mit einer im Vergleich zur Vegetationsperiode wesentlich niedrigeren Verdunstung spielt eine sehr wichtige Rolle bei der Grundwasserneubildung, zu welcher der erhöhte Abfluss aus der Schneeschmelze einen spürbaren Beitrag leistet. Daher sind Menge und Form der Niederschläge sowie ihre zeitliche und räumliche Verteilung im Winter und der Verlauf der Lufttemperatur sehr bedeutsam für das Auftreten von Perioden, in denen sich die Schneedecke ausbildet und schmilzt. Hinsichtlich der Temperaturen waren die Winter in den Jahren 2014 – 2017 überwiegend überdurchschnittlich, so dass es längerfristig nur in den Mittelgebirgslagen eine Schneedecke gab und der Schneemangel in den mittleren Lagen dazu beitrug, dass die Grundwasserressourcen nicht wieder komplett aufgefüllt wurden.

Das Maximum der Wasservorräte im Schnee wurde in der Wintersaison 2017/2018 in allen ausgewerteten Einzugsgebieten zu Beginn der dritten Januardekade erreicht. Im Vergleich zum Bezugszeitraum 1981 – 2010 bewegten sich die Schneerücklagen für diese Jahreszeit in den meisten der ausgewerteten Einzugsgebiete in der Nähe des Mittelwertes, in einigen Fällen waren sie auch überdurchschnittlich, z. B. im Einzugsgebiet der Moldau bis zur Talsperre Orlík. Nahezu schneefrei war jedoch z. B. ein beträchtlicher Teil des Tieflandgebiets entlang der Elbe zwischen Jaroměř und Lovosice (Polabská nížina). Den größten Wasservorrat im Schnee gab es im Einzugsgebiet der Moldau bis zur Talsperre Orlík (462,5 Mio. m³), im Einzugsgebiet der Otava bis zur Mündung (203,4 Mio. m³), im Einzugsgebiet der Elbe bis Přelouč (191,1 Mio. m³) und im Einzugsgebiet der Eger bis zur Talsperre Nechanice (124,3 Mio. m³). Bis Ende Januar verringerten sich die Schneerücklagen dann allmählich infolge einer Erwärmung.

Während des Februars erhöhten sich erneut nach und nach die in der Schneedecke gespeicherten Wasservorräte und in der zweiten Monatshälfte wurde im Hinblick auf die Gesamtwassermenge in der Schneedecke in den meisten untersuchten Einzugsgebieten ein zweites Maximum registriert.

Im Laufe des März taute die Schneedecke schrittweise ab, am Monatsende gingen die Schneerücklagen dann infolge einer Erwärmung auch in den höchsten Lagen

deutlich zurück. Zum Ende der ersten Aprildekade zeigte sich eine Schneedecke nur noch in den Gipfellagen des Riesengebirges, des Böhmerwaldes, teilweise auch des Erz- und des Adlergebirges.

Das Schmelzen der Schneedecke zeigte sich darin, dass die Abflüsse in den Gewässern von Ende Dezember 2017 bis Mitte Februar 2018 höher waren, im März und April lagen die Abflüsse bereits unter den Mittelwerten, was ein Grund für das Auftreten der Niedrigwassersituation im Jahr 2018 war.

Die folgenden grafischen Darstellungen veranschaulichen die Entwicklung der Schneerücklagen in den einzelnen Wintern seit 1970 für das Einzugsgebiet der Elbe bis zum Pegel Přelouč (**Abb. 2.2-1**), die Einzugsgebiete der Talsperren Orlík (**Abb. 2.2-2**) und Nechanice (**Abb. 2.2-3**) sowie den gesamten tschechischen Teil des Einzugsgebiets der Elbe (**Abb. 2.2-4**). In den Grafiken ist außer dem Winter 2017/2018, der dem Niedrigwasserjahr 2018 vorausging, auch die Wintersaison 2016/2017 hervorgehoben. Darüber hinaus sind in den Grafiken die Winterperioden 2013/2014 und 2014/2015 hervorgehoben, um einen Vergleich zwischen den Niedrigwasserjahren 2015 und 2018 ziehen zu können. Aus dem Vergleich der Winter 2014/2015 und 2017/2018 in den ausgewählten Einzugsgebieten geht hervor, dass z. B. die in der Schneedecke gespeicherte Gesamtwassermenge im Einzugsgebiet der Moldau (Talsperre Orlík) im Winter 2017/2018 etwa doppelt so hoch wie im Winter 2014/2015 war. Gegenüber dem mehrjährigen Mittelwert für die Jahresreihe 1981 – 2010 war der Winter 2017/2018 im tschechischen Teil des Einzugsgebiets der Elbe durchschnittlich bis leicht unterdurchschnittlich, der Winter 2014/2015 hingegen deutlich unterdurchschnittlich.

In der räumlichen Verteilung und bezogen auf das gemittelte Wasseräquivalent für das hydrologische Winterhalbjahr der letzten acht Jahre war der Winter 2017/2018 in Deutschland den Vorjahren 2016/2017 und 2014/2015 sehr ähnlich, aber mit etwas höheren Werten. In einigen Regionen war der Wert des Wasseräquivalents höher. Er nimmt Rang vier der seit 2010 ausgewerteten Winter ein. Im Mittel war mehr als doppelt so viel Wasser in der Schneedecke gespeichert wie in den Wintern 2013/2014 und 2015/2016. Der Winter 2017/2018 war durch mindestens drei Schneeperioden gekennzeichnet und die Schneemenge hatte eine hohe Variabilität. Das höchste Wasseräquivalent im Winter 2017/2018 trat in der dritten Januardekade auf. Schnee lag dabei auch in den deutschen

Mittelgebirgen des Elbeeinzugsgebiets. Nördlich von Erzgebirge und Harz war es nahezu schneefrei.

Die folgenden grafischen Darstellungen veranschaulichen die Entwicklung der Schneerücklagen in den einzelnen Wintern seit 2005 für die Einzugsgebiete ausgewählter Talsperren im deutschen Einzugsgebiet der Elbe (**Abb. 2.2-5 bis 2.2-8**). In den Grafiken sind außer dem Winter 2017/2018, der dem Niedrigwasserjahr 2018 vorausging, die Winterperioden 2013/2014, 2014/2015 und 2016/2017 hervorgehoben, um einen Vergleich zwischen den Niedrigwasserjahren 2015 und 2018 ziehen zu können.

Aus dem Vergleich der Winter 2014/2015 und 2017/2018 in den ausgewählten Talsperreneinzugsgebieten geht hervor, dass die in der Schneedecke gespeicherte Gesamtwassermenge im Winter 2017/2018 eine ähnliche Größenordnung wie im Winter 2014/2015 aufweist. Im Vergleich aller Winter seit 2005 waren beide Winter fast normal bis leicht unterdurchschnittlich.

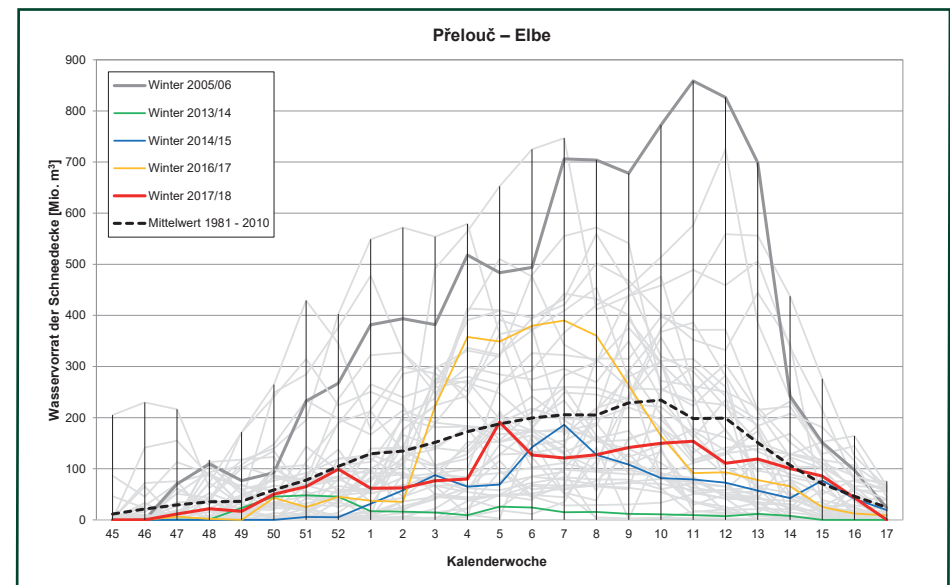


Abb. 2.2-1: Entwicklung der Schneerücklagen für das Einzugsgebiet bis zum Pegel Přelouč an der Elbe (Quelle: ČHMÚ)

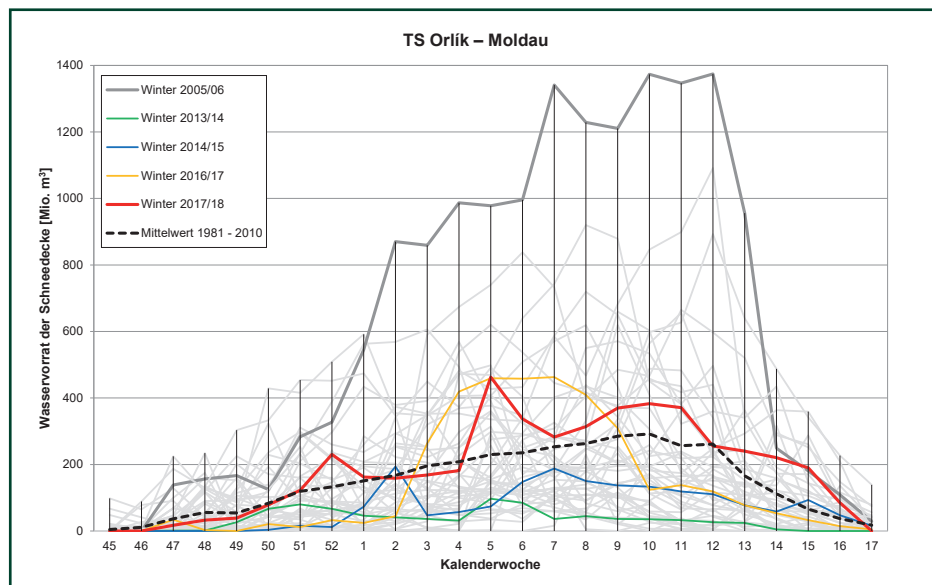


Abb. 2.2-2: Entwicklung der Schneerücklagen für das Einzugsgebiet der Talsperre Orlik an der Moldau (Quelle: ČHMÚ)

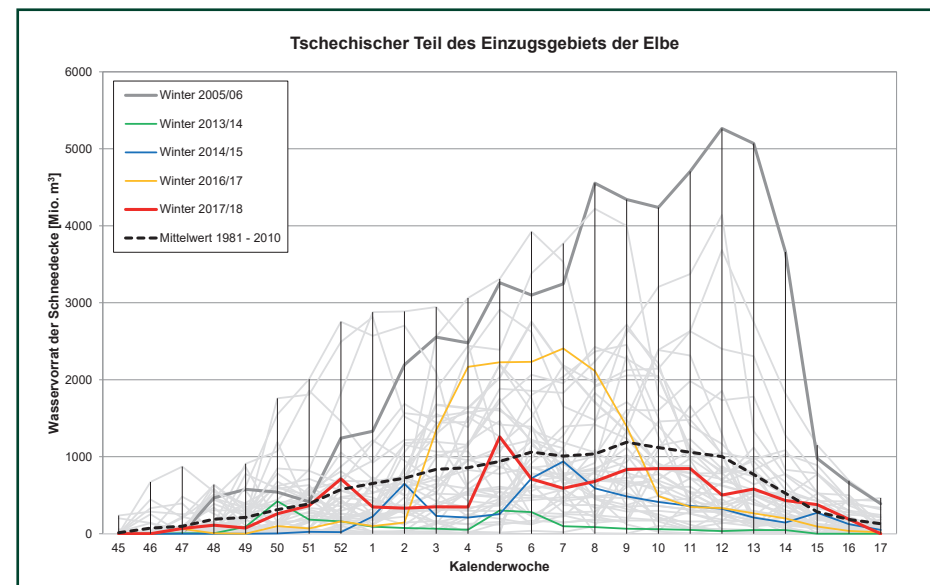


Abb. 2.2-4: Entwicklung der Schneerücklagen für den gesamten tschechischen Teil des Einzugsgebiets der Elbe (Quelle: ČHMÚ)

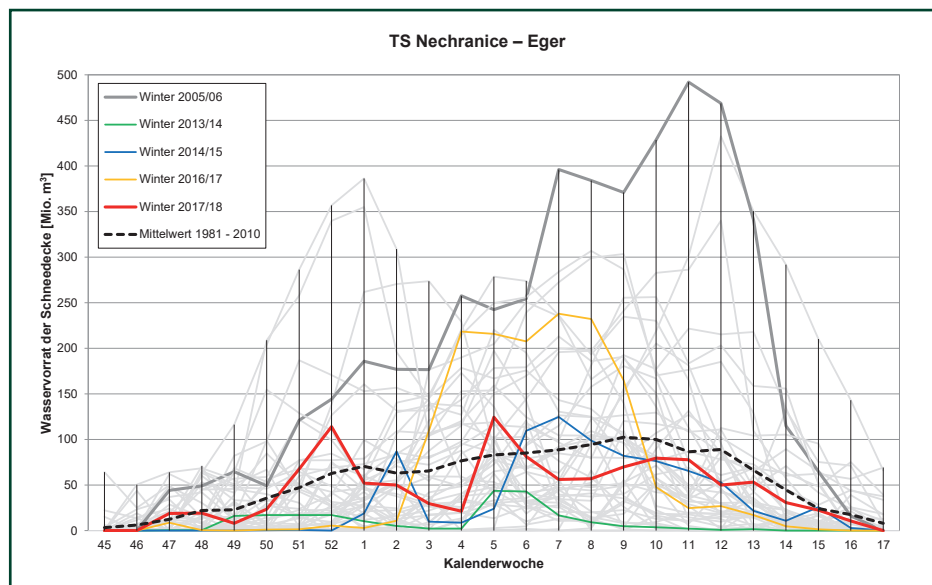


Abb. 2.2-3: Entwicklung der Schneerücklagen für das Einzugsgebiet der Talsperre Nechanice an der Eger (Quelle: ČHMÚ)

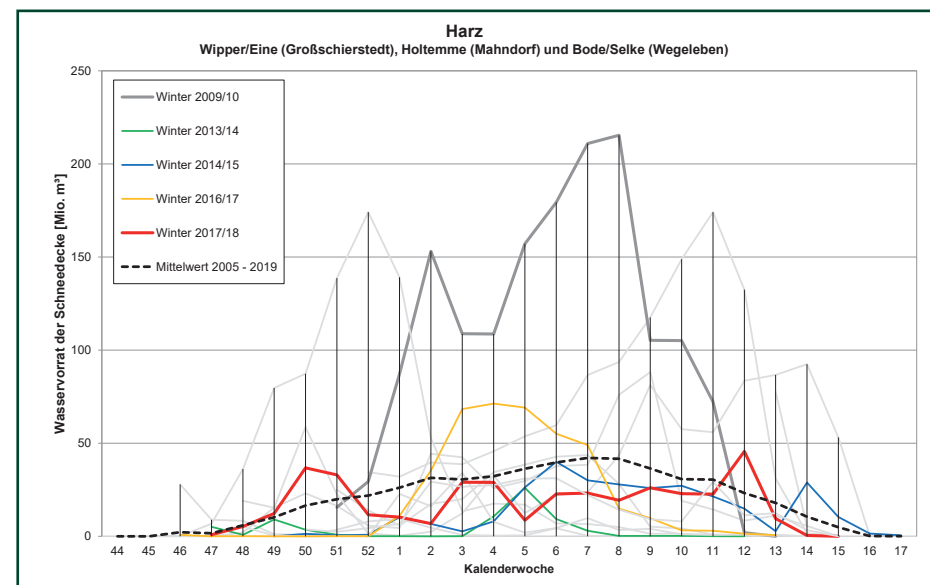


Abb. 2.2-5: Entwicklung der Schneerücklagen für die Einzugsgebiete im Harz (Quelle: LHW ST, Daten: DWD)

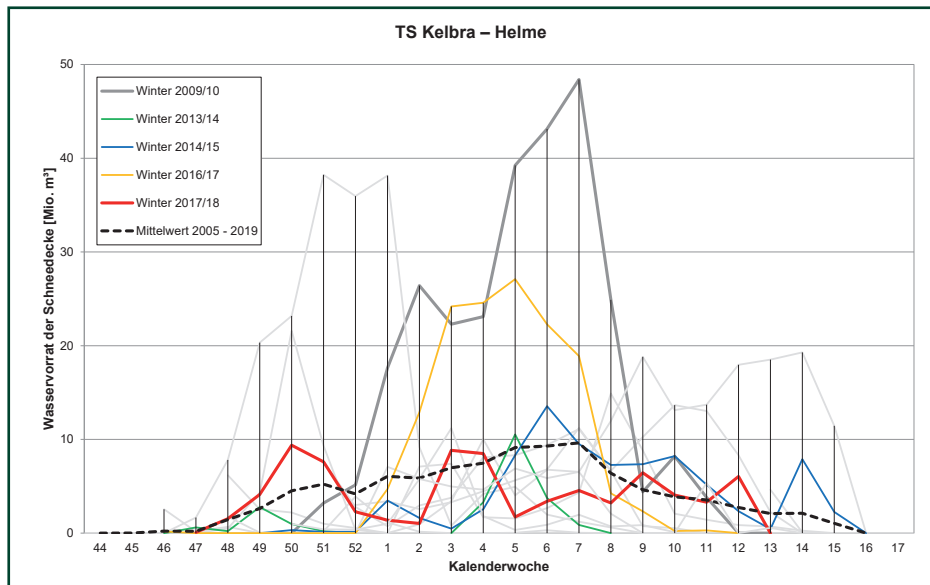


Abb. 2.2-6: Entwicklung der Schneerücklagen für das Einzugsgebiet der Talsperre Kelbra an der Helme (Quelle: LHW ST, Daten: DWD)

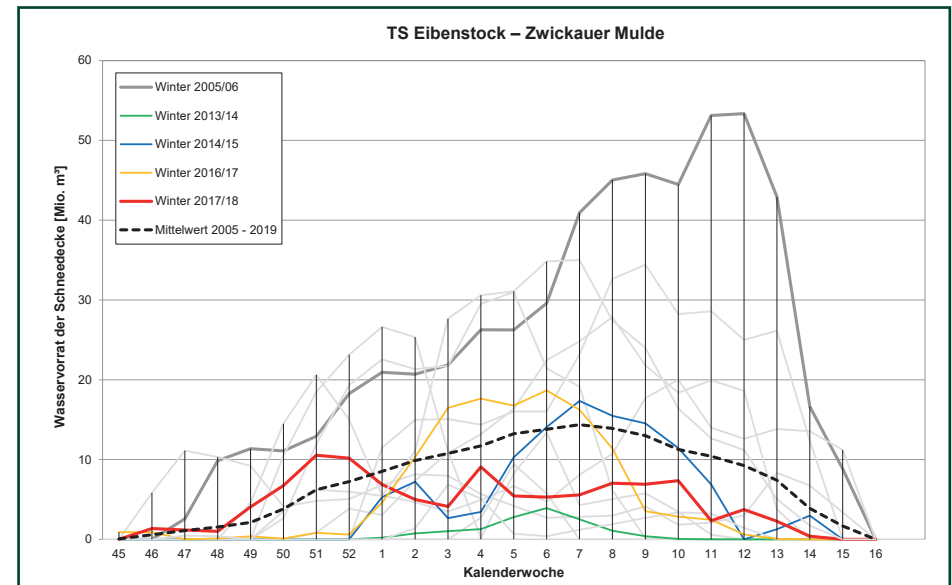


Abb. 2.2-8: Entwicklung der Schneerücklagen für das Einzugsgebiet der Talsperre Eibenstock an der Zwickauer Mulde (Quelle: LTV SN)

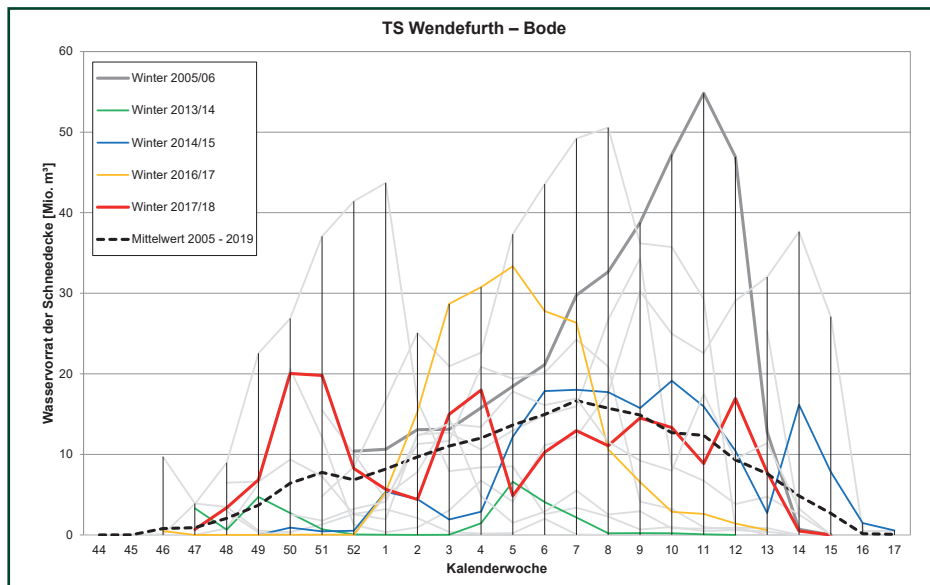


Abb. 2.2-7: Entwicklung der Schneerücklagen für das Einzugsgebiet der Talsperre Wendefurth an der Bode (Quelle: LHW ST, Daten: DWD)

2.3 Niederschlagshöhen

Das Jahr 2018 war unter dem Aspekt der Gesamtniederschläge das zweit-trockenste im Zeitraum seit 1961, die geringsten Niederschläge wurden 2003 gemessen. Die Entwicklung des Niederschlagsdefizits von April 2018 bis Ende März 2019 zeigen die **Abbildungen 2.3-1 bis 2.3-12** mit der Darstellung der mittleren Monatsniederschläge in Prozent der Normalwerte für die Jahresreihe 1981 – 2010 (**Abb. 2.3-13**) für das gesamte Einzugsgebiet der Elbe.

Die niedrigsten Monatsniederschläge, bezogen auf die monatlichen Normalwerte für die Jahresreihe 1981 – 2010, wurden im Juli und August verzeichnet (**Abb. 2.3-4 und Abb. 2.3-5**), als in den allermeisten Teilen des Einzugsgebiets nicht einmal die Hälfte der in diesen Monaten des Jahres üblichen Niederschläge fiel. Ein weiterer niederschlagsarmer Monat war der November 2018 (**Abb. 2.3-8**), in dem die Niederschlagshöhen im größten Teil des Einzugsgebiets der Elbe niedriger als in den Monaten Juli und August waren. Nur im Gebiet des Böhmerwaldes und des Gratzener Berglands fielen die Niederschläge überdurchschnittlich aus.

Die Monate April, Mai und Juni 2018 waren durch eine sehr unterschiedliche räumliche Verteilung der Monatssummen im Einzugsgebiet der Elbe charakterisiert. Während im April der tschechische Teil des Einzugsgebiets der Elbe deutlich niederschlagsärmer als der deutsche Teil war, war es im Mai und Juni genau umgekehrt. Eine ähnliche Differenzierung bei der Verteilung der Monatsniederschläge ist auch im September und Oktober 2018 sowie im Februar 2019 erkennbar. Insbesondere im deutschen Teil des Einzugsgebiets lagen die Niederschlagshöhen in diesen Monaten unter den Normalwerten. Im tschechischen Teil des Einzugsgebiets gab es ausgedehnte Gebiete mit überdurchschnittlichen, stellenweise auch deutlich überdurchschnittlichen Niederschlägen (insbesondere im September 2018 und Februar 2019). Auch im März 2019 ist sowohl im tschechischen als auch im deutschen Einzugsgebiet der Elbe eine ausgeprägte räumliche Differenzierung der Niederschlagsverteilung zu erkennen.

Demgegenüber zeigen der Dezember 2018 (**Abb. 2.3-9**) und der Januar 2019 (**Abb. 2.3-10**) im gesamten Einzugsgebiet Niederschlagshöhen über den Normalwerten. Dabei überstiegen diese im Dezember 2018 auf mehr als zwei Dritteln des Einzugsgebiets den Normalwert um fast 50 %. Im Januar 2019 erreichten die Niederschlagshöhen im Bereich des Erzgebirges und des Gratzener Berglands sogar das Zwei- bis Dreifache des Normalwertes für die Jahresreihe 1981 – 2010.

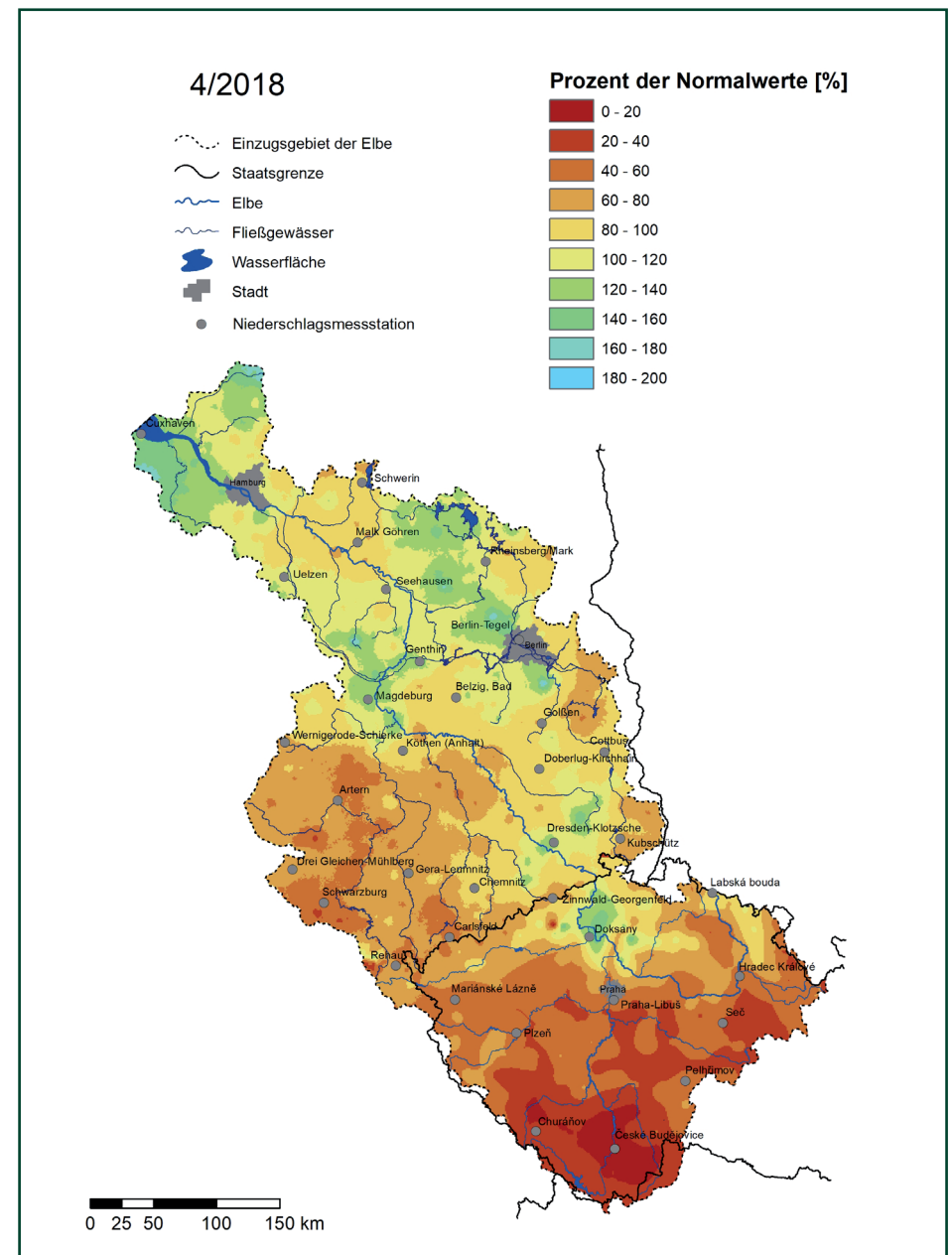


Abb. 2.3-1: Niederschlagshöhen im April 2018 in Prozent der Normalwerte 1981 – 2010 (Quelle: ČHMÚ, DWD)

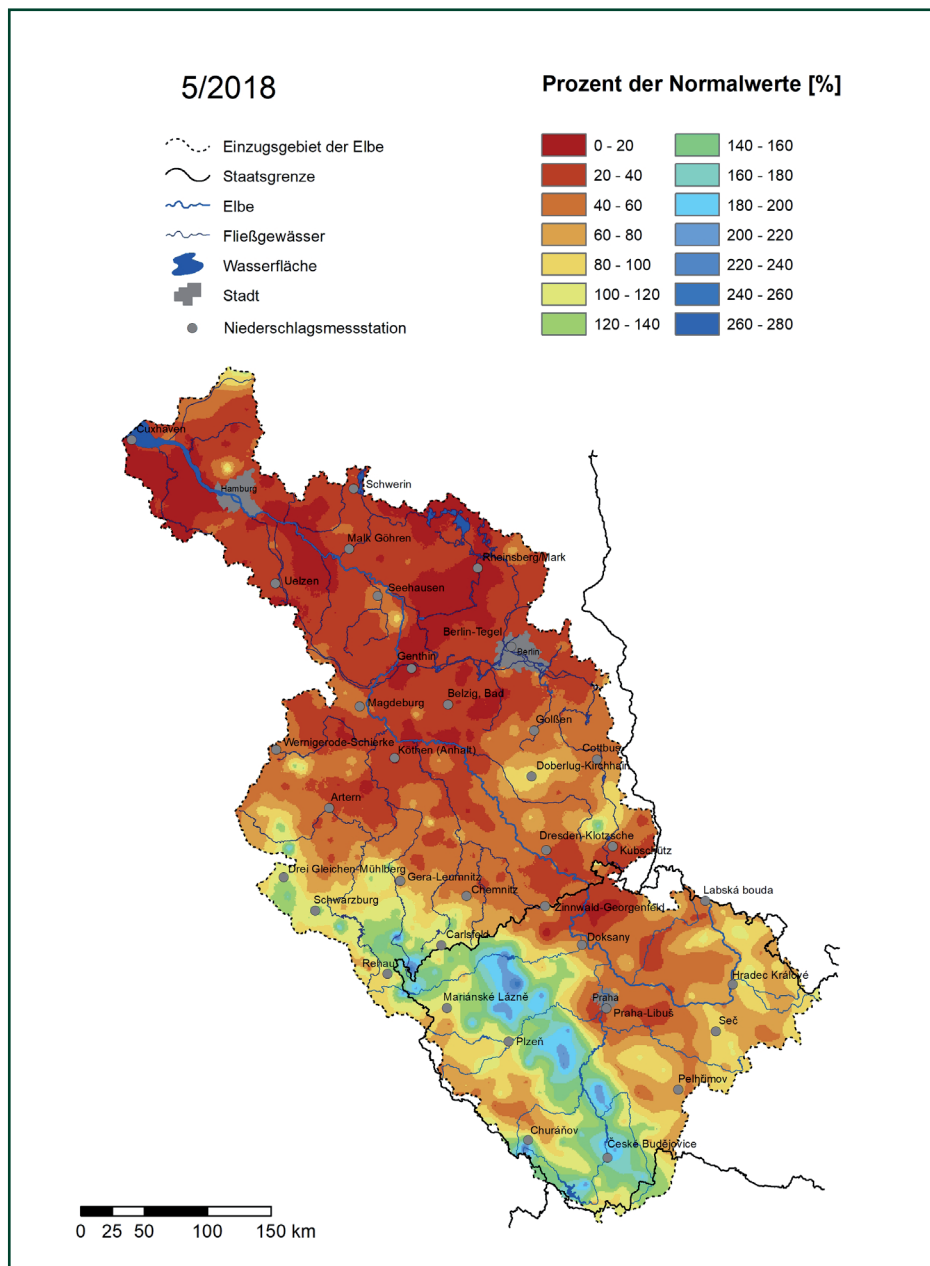


Abb. 2.3-2: Niederschlagshöhen im Mai 2018 in Prozent der Normalwerte 1981 – 2010 (Quelle: ČHMÚ, DWD)

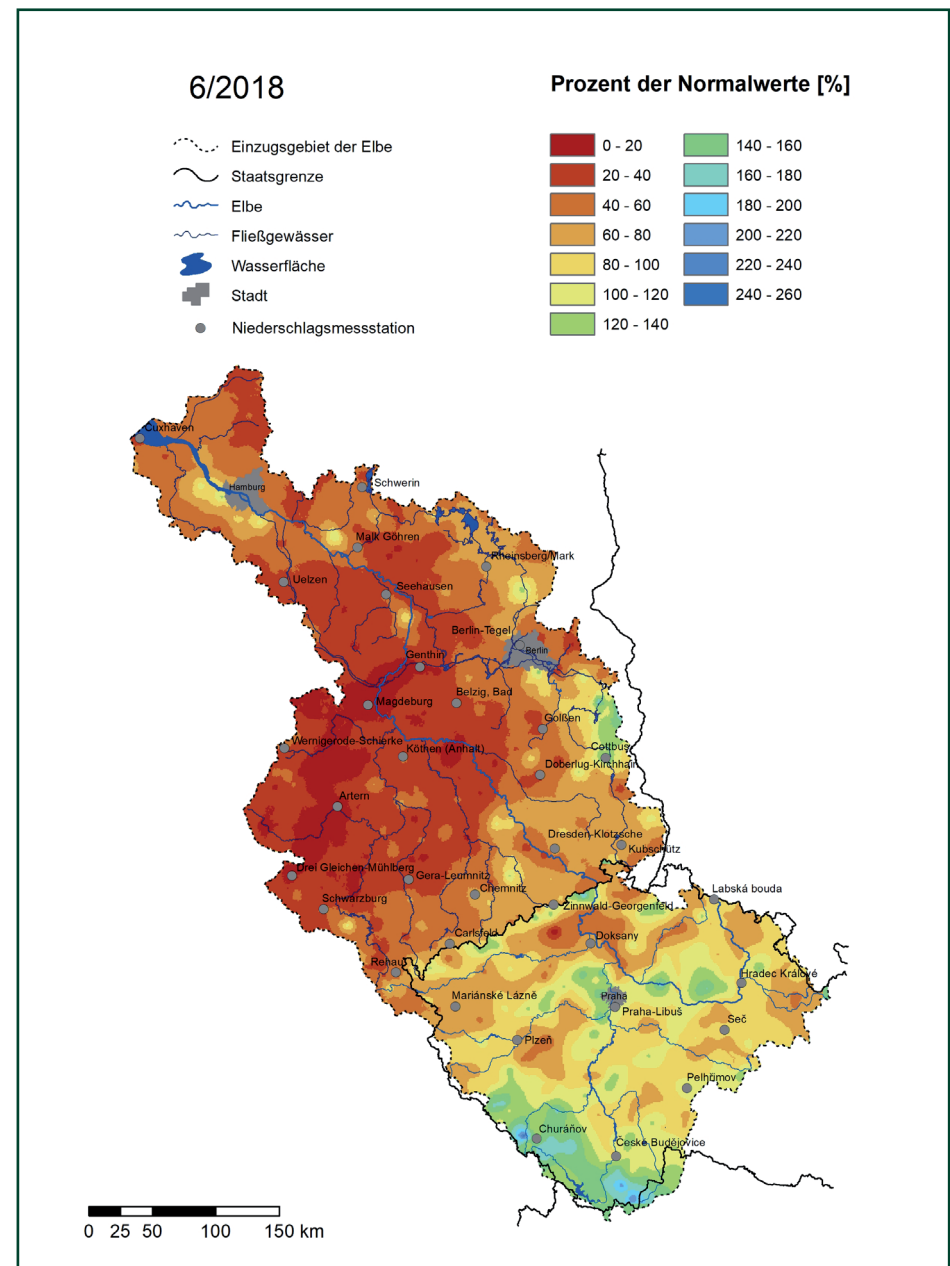


Abb. 2.3-3: Niederschlagshöhen im Juni 2018 in Prozent der Normalwerte 1981 – 2010 (Quelle: ČHMÚ, DWD)

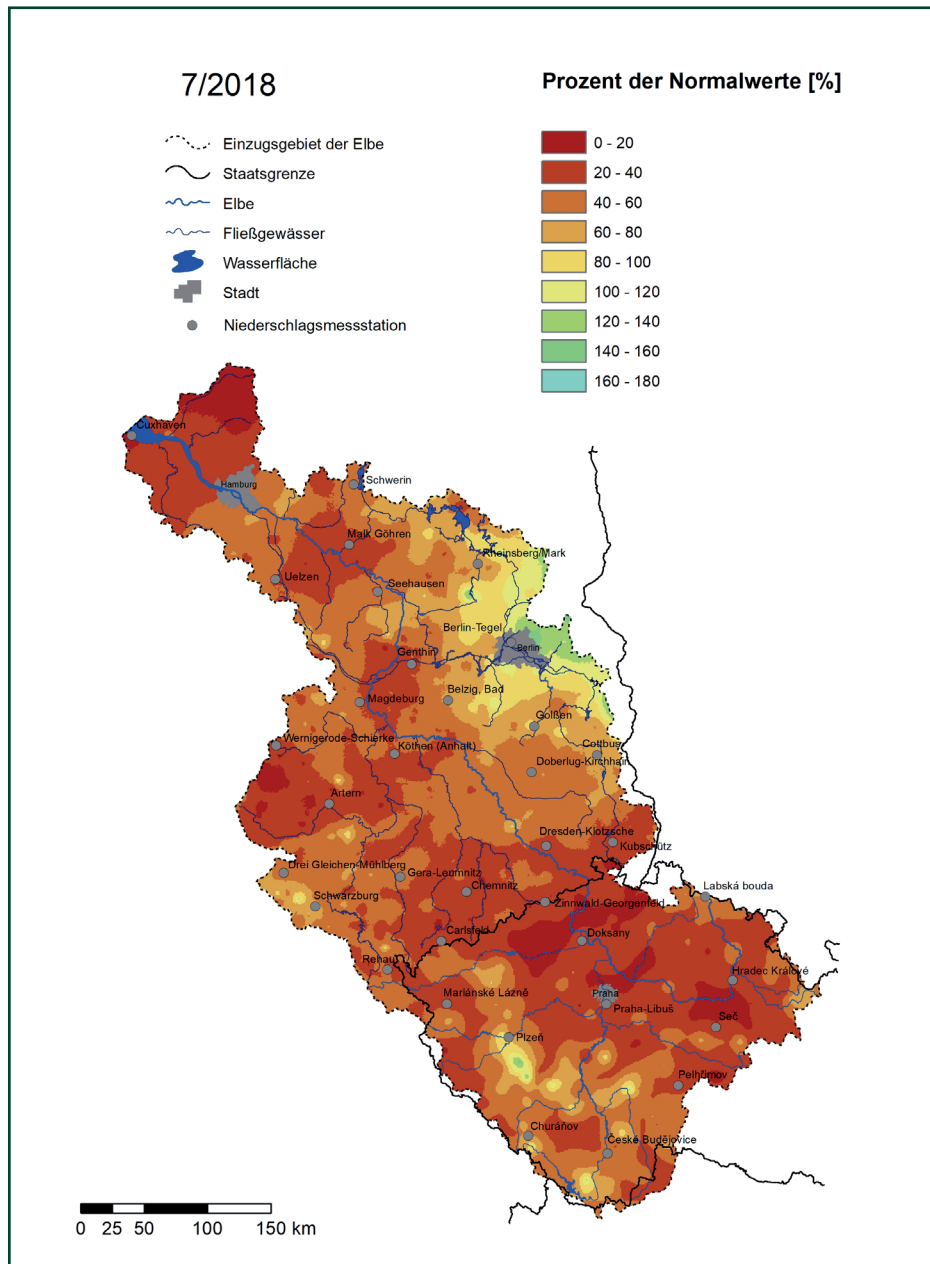


Abb. 2.3-4: Niederschlagshöhen im Juli 2018 in Prozent der Normalwerte 1981 – 2010 (Quelle: ČHMÚ, DWD)

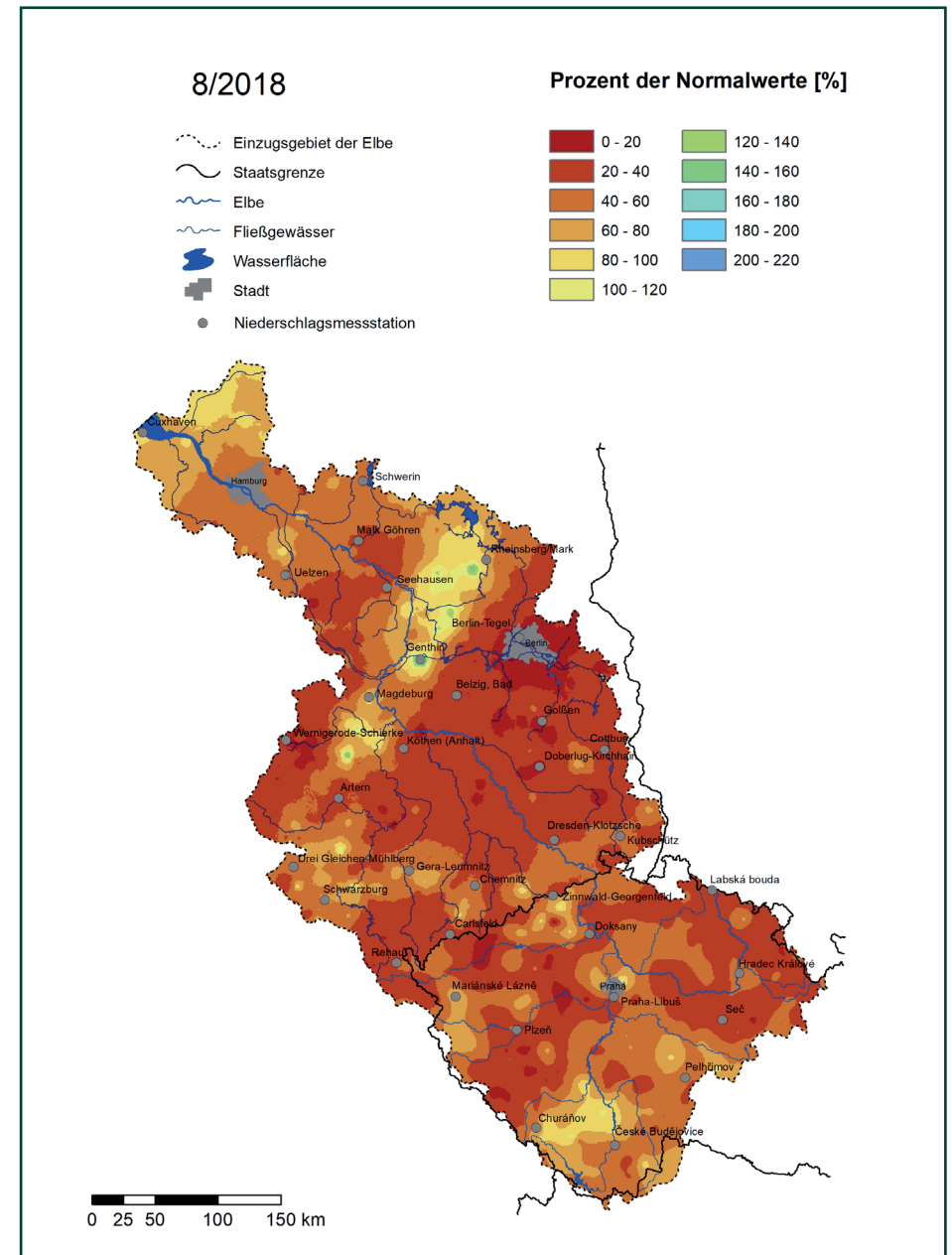


Abb. 2.3-5: Niederschlagshöhen im August 2018 in Prozent der Normalwerte 1981 – 2010 (Quelle: ČHMÚ, DWD)

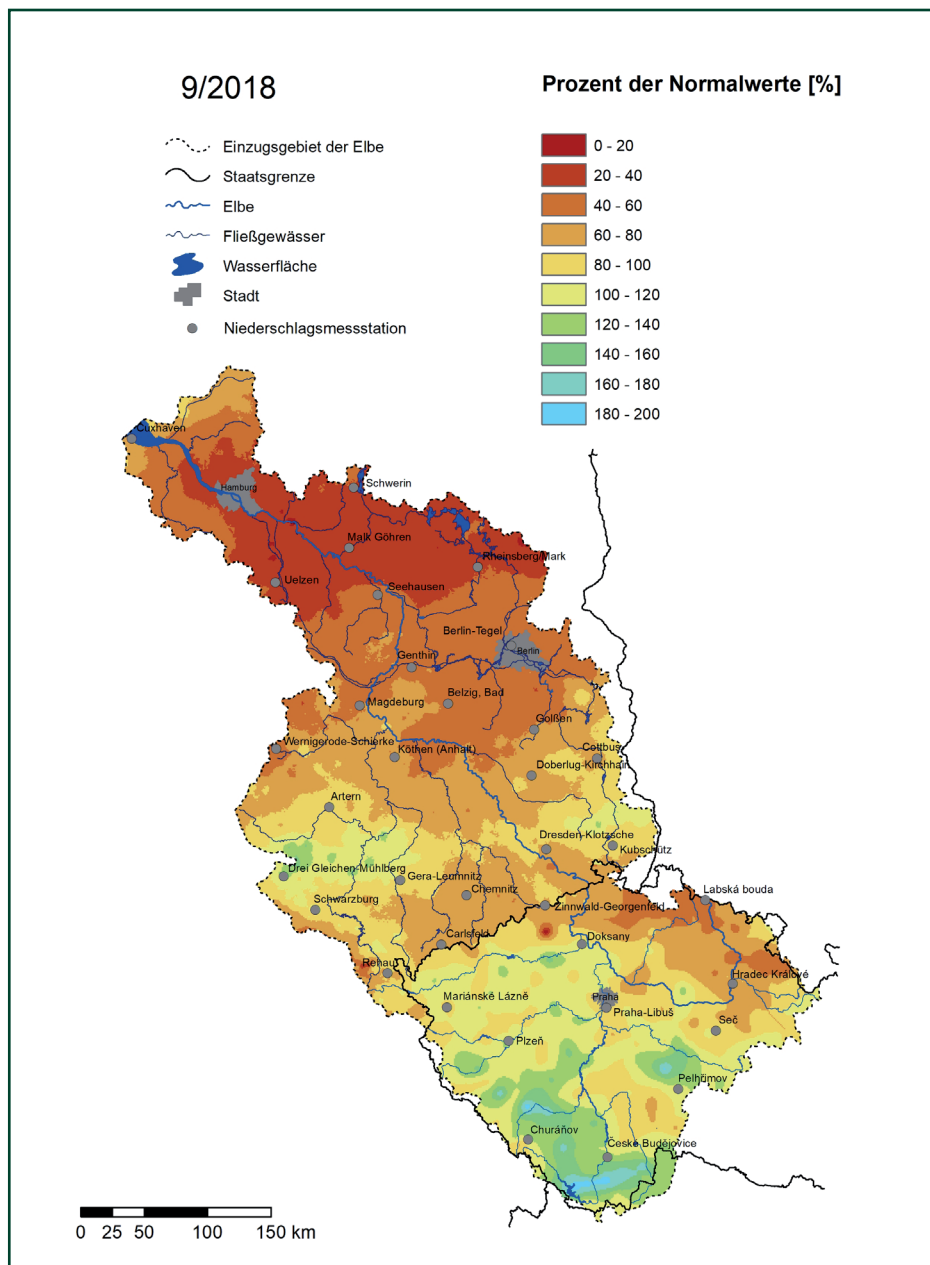


Abb. 2.3-6: Niederschlagshöhen im September 2018 in Prozent der Normalwerte 1981 – 2010 (Quelle: ČHMÚ, DWD)

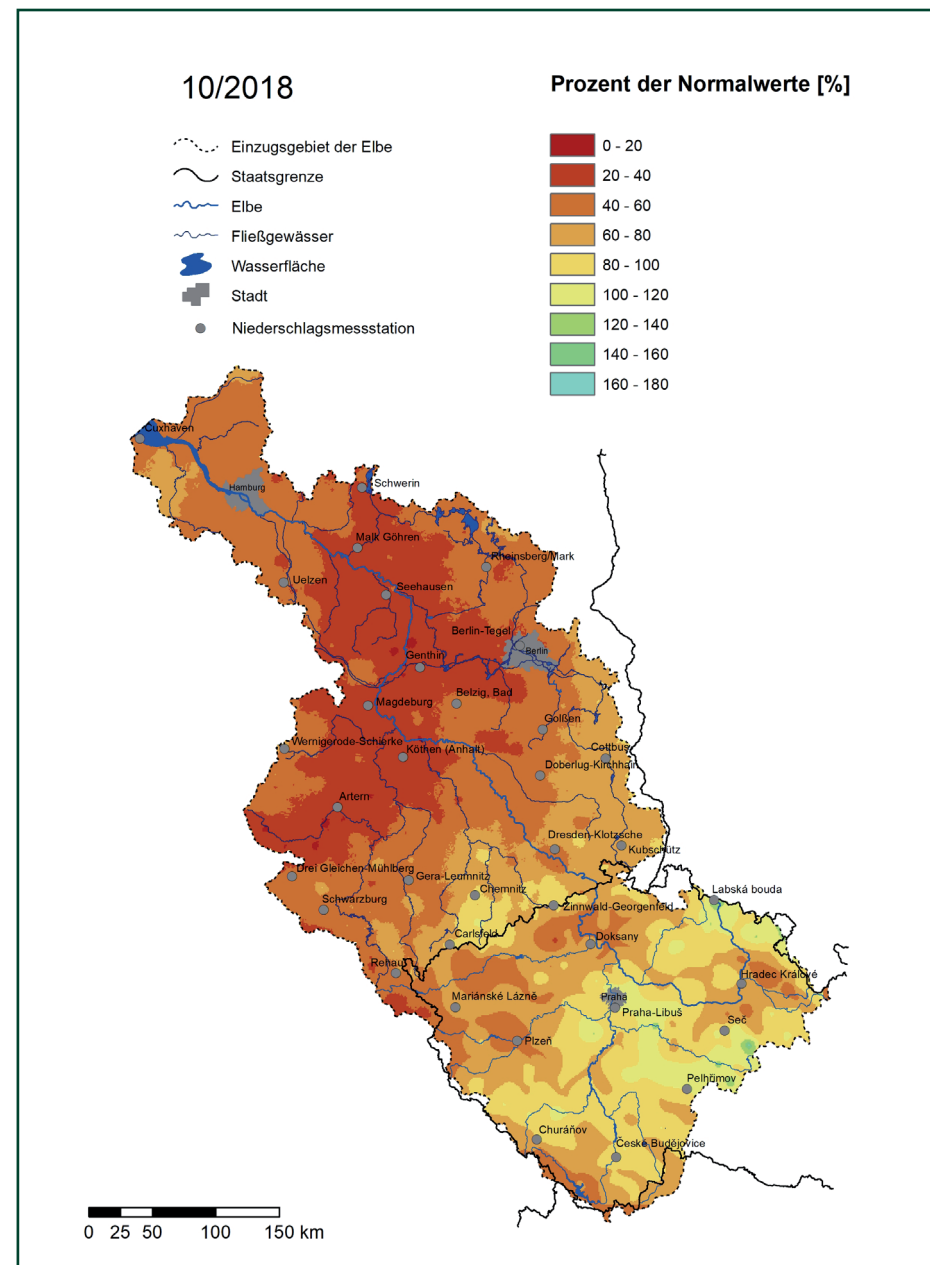


Abb. 2.3-7: Niederschlagshöhen im Oktober 2018 in Prozent der Normalwerte 1981 – 2010 (Quelle: ČHMÚ, DWD)

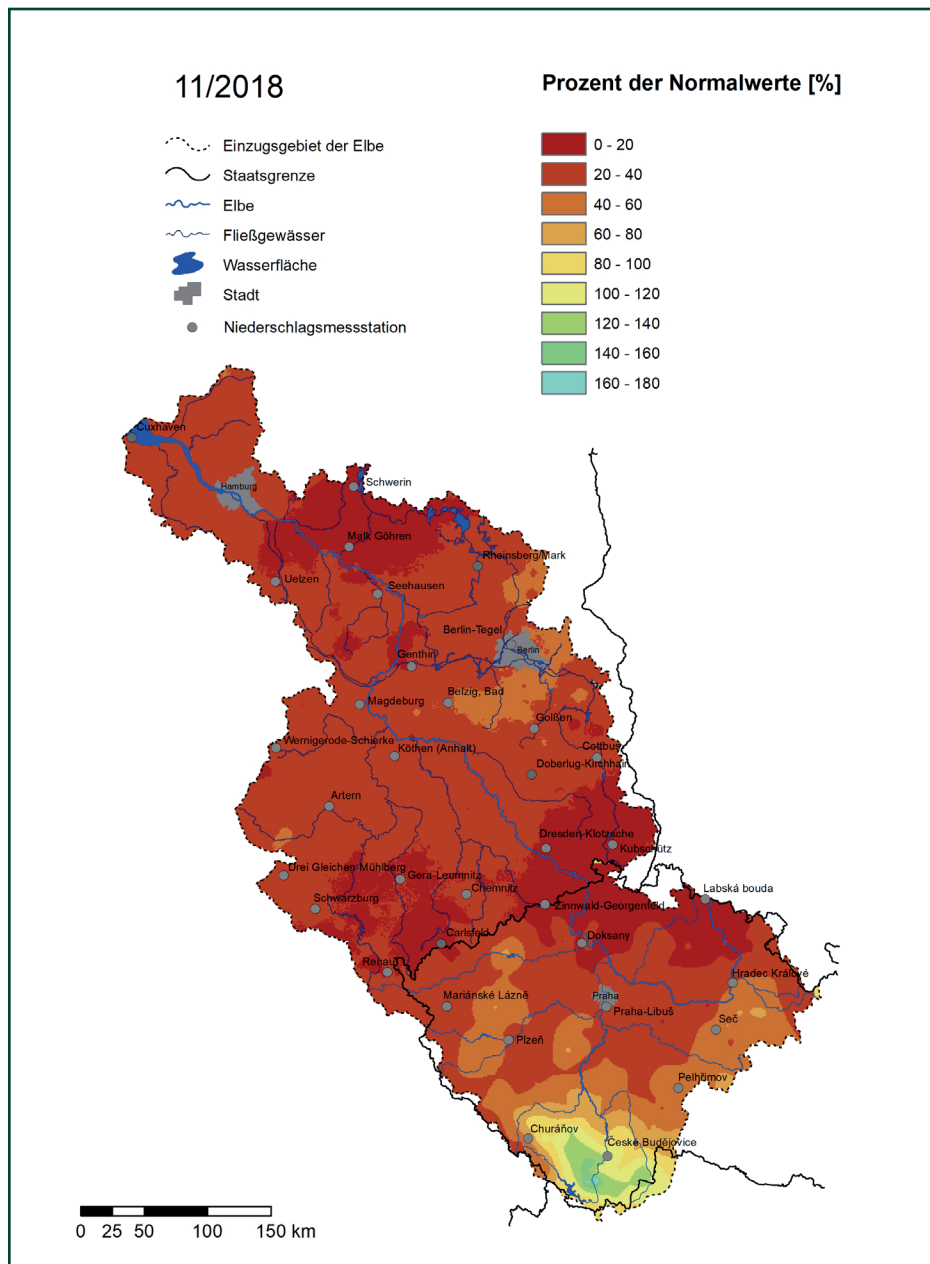


Abb. 2.3-8: Niederschlagshöhen im November 2018 in Prozent der Normalwerte 1981 – 2010 (Quelle: ČHMÚ, DWD)

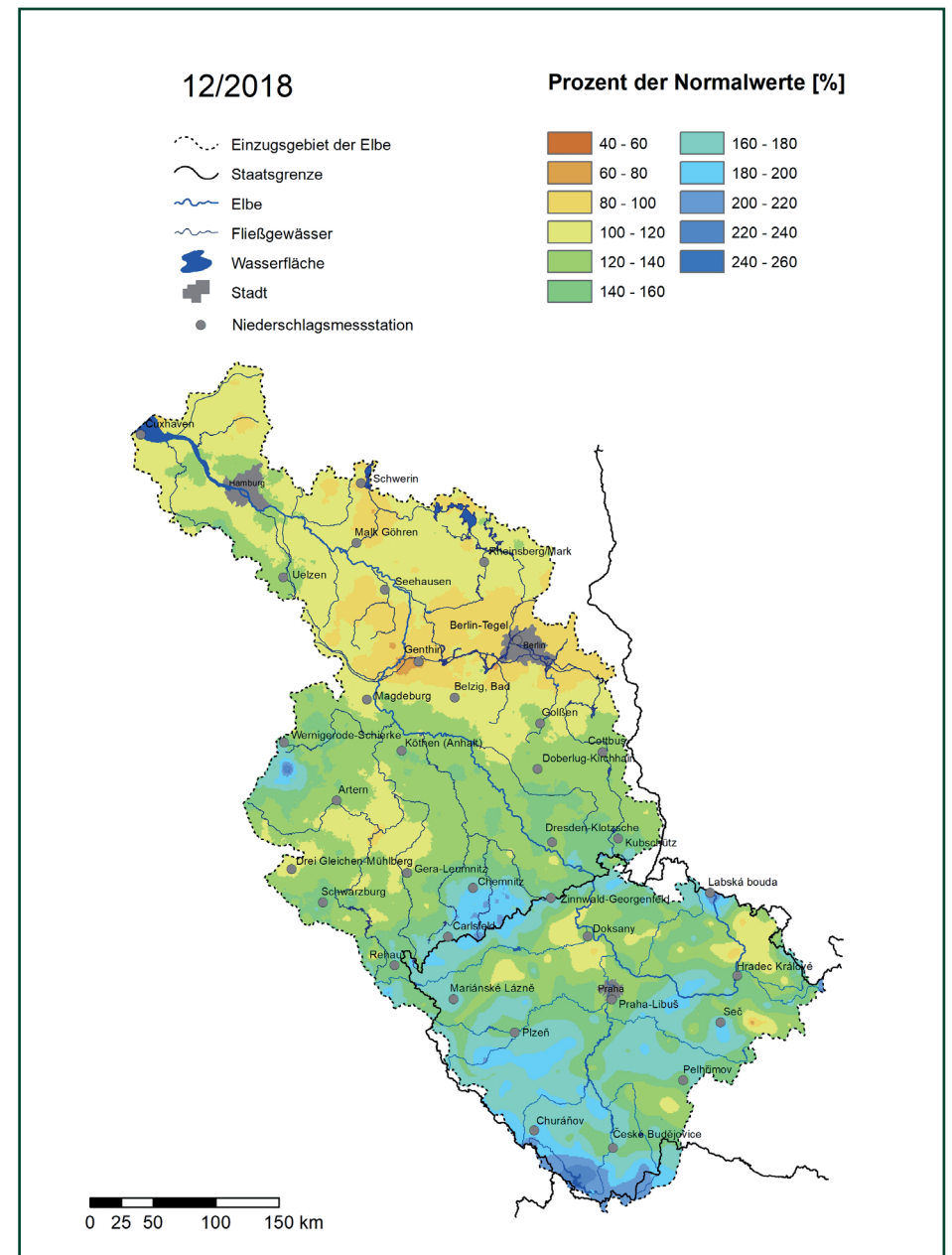


Abb. 2.3-9: Niederschlagshöhen im Dezember 2018 in Prozent der Normalwerte 1981 – 2010 (Quelle: ČHMÚ, DWD)

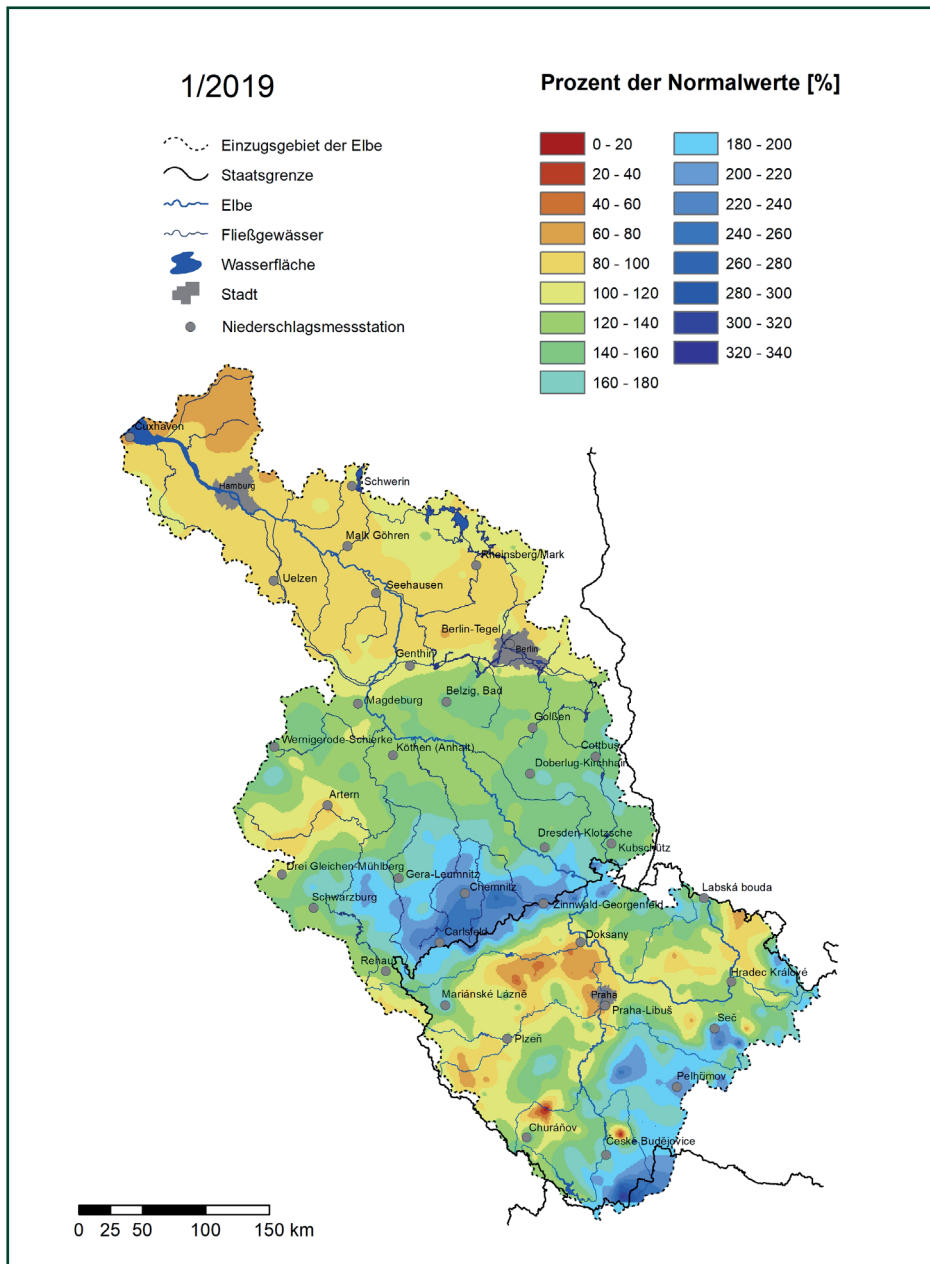


Abb. 2.3-10: Niederschlagshöhen im Januar 2019 in Prozent der Normalwerte 1981 – 2010 (Quelle: ČHMÚ, DWD)

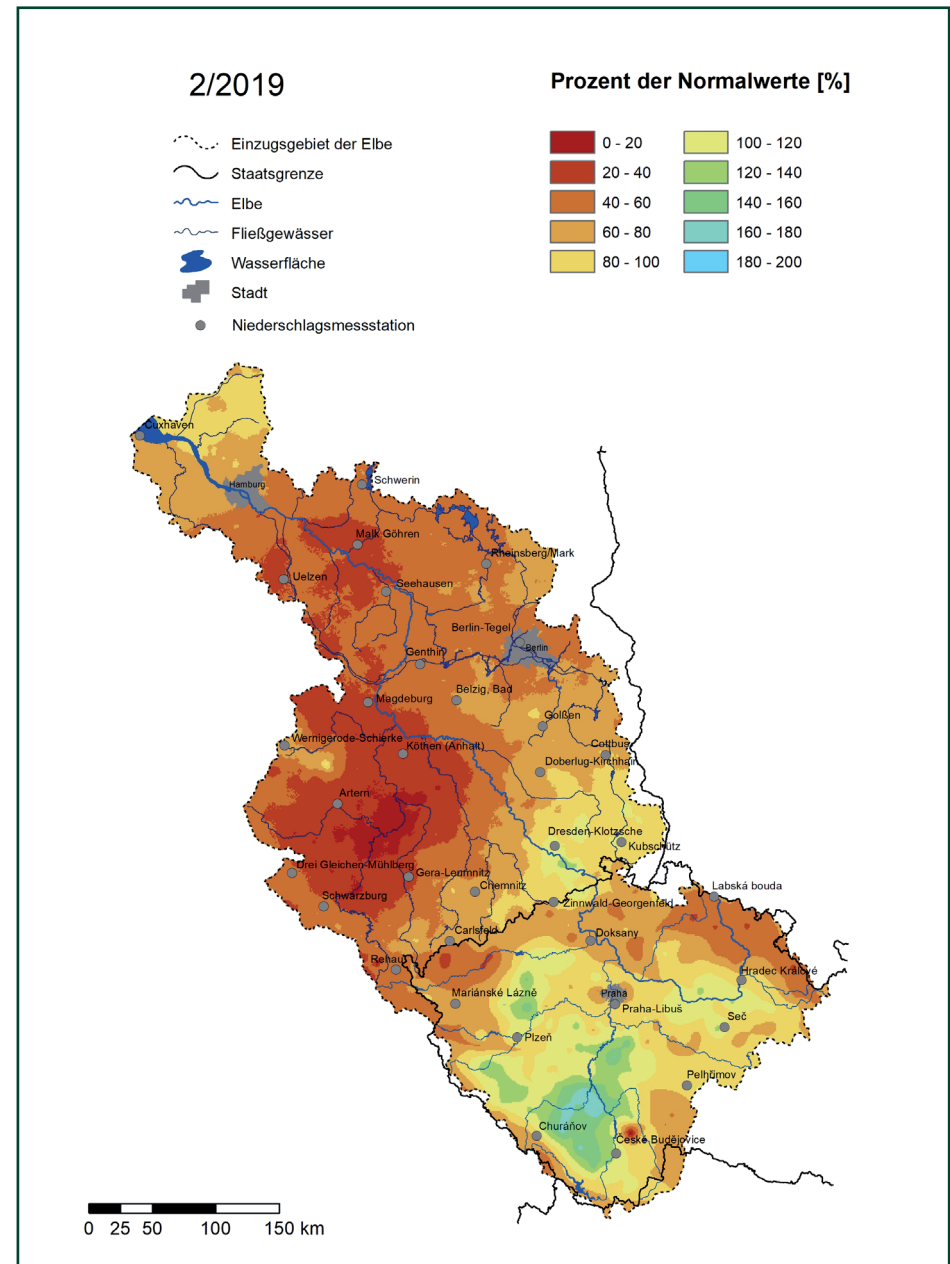


Abb. 2.3-11: Niederschlagshöhen im Februar 2019 in Prozent der Normalwerte 1981 – 2010 (Quelle: ČHMÚ, DWD)

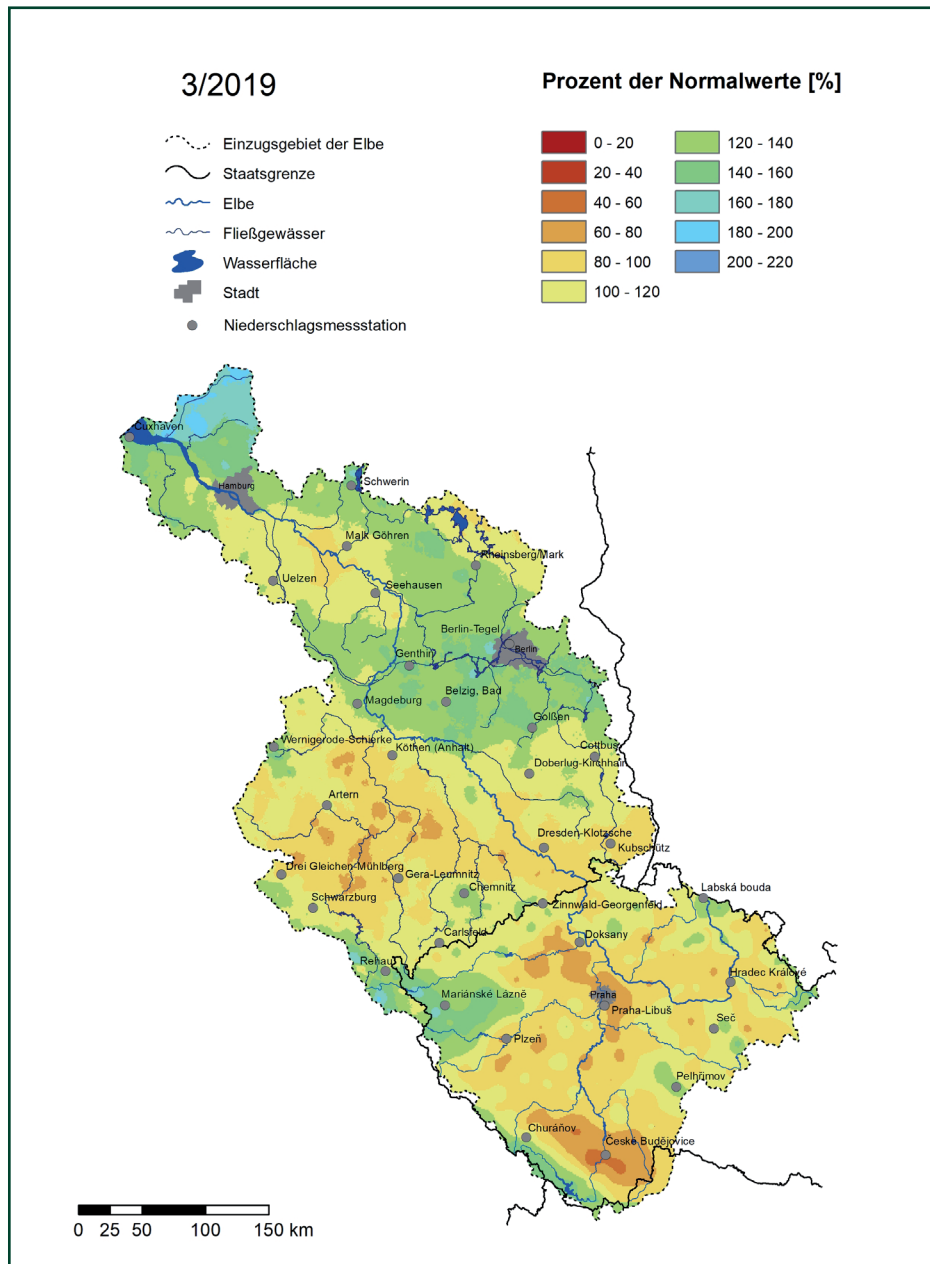


Abb. 2.3-12: Niederschlagshöhen im März 2019 in Prozent der Normalwerte 1981 – 2010
(Quelle: ČHMÚ, DWD)

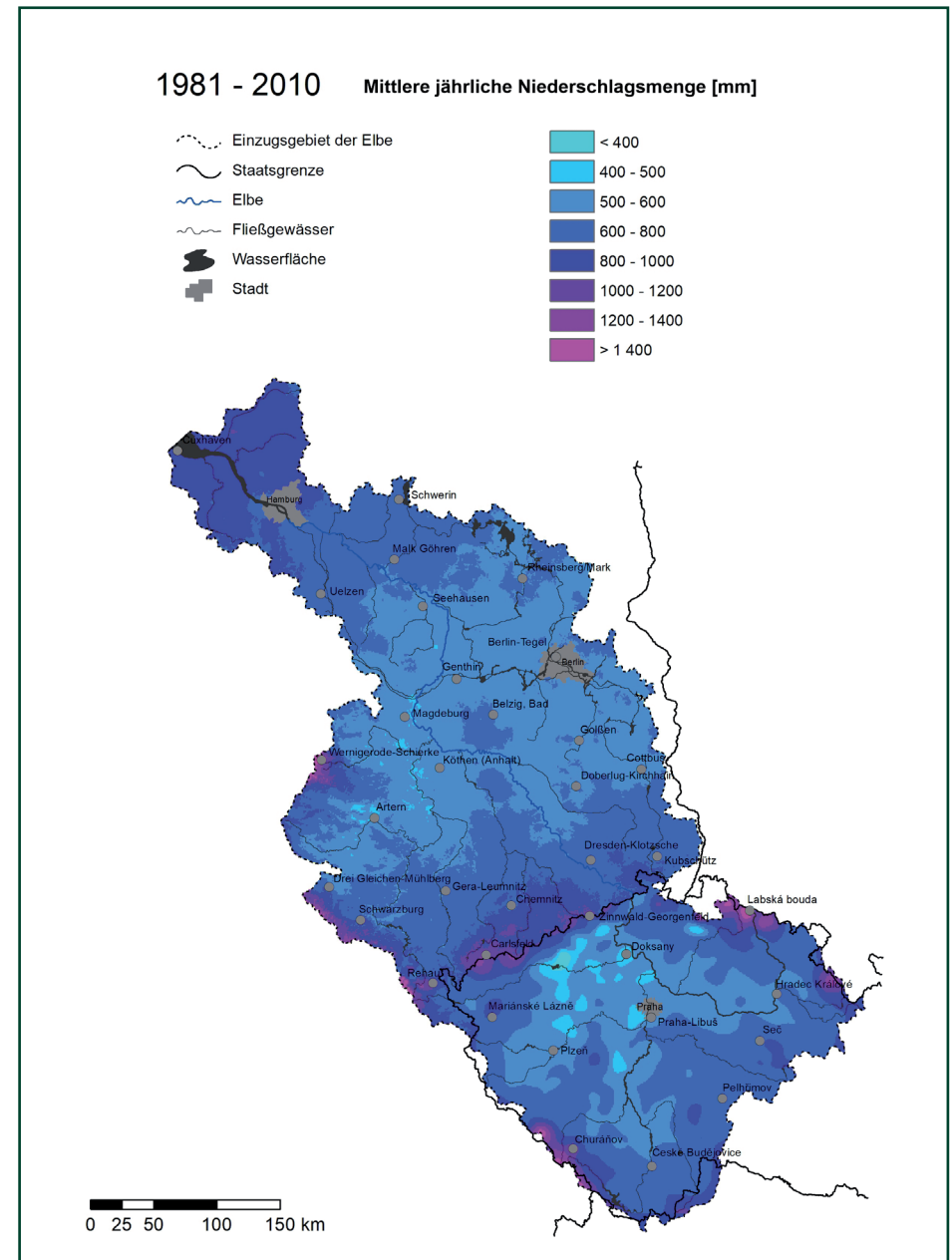


Abb. 2.3-13: Mittlere jährliche Niederschlagshöhen in mm für die Jahresreihe 1981 – 2010
(Quelle: ČHMÚ, DWD)

3 EINFLUSS DER TROCKENPERIODE AUF DIE OBERFLÄCHENGEWÄSSER

Niedrigwasserabflüsse in den Fließgewässern kommen in der Vegetationsperiode immer im Zusammenhang mit erheblichem Niederschlagsdefizit und allmählich abnehmendem Wasserdargebot im Einzugsgebiet vor. Bei Gewässern mit natürlichem Abflussregime werden Niedrigwasserabflüsse ausschließlich aus dem Grundwasserabfluss gebildet. Falls es zu bedeutenderen Niederschlägen kommt, steigen die Abflüsse kurzfristig an und gehen in der Regel schnell auf das Niveau vor dem Niederschlagsereignis zurück.

Eine grundlegende Kenngröße für den Beginn einer Niedrigwasserperiode und die Entstehung einer Niedrigwassersituation ist der Rückgang der Abflusswerte unter die Q_{10} -Marke, ggf. unter den mehrjährigen mittleren Niedrigwasserabfluss (MNQ). Bei einer weiteren Abnahme der Abflüsse kann es sich bereits um eine sehr gravierende Niedrigwassersituation handeln.

3.1 Dokumentation ausgewählter Niedrigwasserabflussmessungen an den Pegeln

Von den Mitarbeitern des Tschechischen Hydrometeorologischen Instituts (ČHMÚ), der deutschen Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung sowie den Fachbehörden der deutschen Bundesländer wurden an den Gewässern im Einzugsgebiet der Elbe während der Niedrigwasserphase zwischen Juli und Oktober zahlreiche Abflussmessungen durchgeführt. An einigen Stellen wurden dabei die niedrigsten Abflüsse seit Beginn der Beobachtungen an den Pegeln gemessen.

Für ausgewählte Pegel der Elbe und ihrer bedeutenden Nebenflüsse sind in **Tabelle 3.1-1** die gemessenen niedrigsten Abflüsse des Jahres 2018 aufgeführt. Diese niedrigsten gemessenen Abflüsse erreichten an der Jizera nur 31 % des MNQ (für die Jahresreihe 1981 – 2010). Die Tabelle enthält ferner die Abweichungen der Messwerte von den Abflüssen, die sich aus der zum Zeitpunkt der Durchführung der Messung gültigen Abflusskurve ergeben. Nach den Abflussmessungen mussten diese Kurven an einigen Pegeln deutlich angepasst werden.

3.2 Entwicklung der Wasserführung ausgewählter Gewässer

Es war ein ausgesprochen trockenes Jahr im gesamten Einzugsgebiet. Der mittlere Abfluss des Wasserhaushaltsjahres 2018 lag auf dem gesamten Elbeabschnitt von Jaroměř bis Neu Darchau zwischen 47 und 58 % des mehrjährigen Mittels für den Zeitraum 1981 – 2010.

Für ausgewählte Pegel sind in den **Abbildungen 3.2-1 bis 3.2-21** die Ganglinien der mittleren Tagesabflüsse für den Zeitraum vom 01.04.2018 bis zum 31.03.2019 dargestellt und als Linien die mehrjährigen hydrologischen Kenngrößen für den Bezugszeitraum 1981 – 2010 markiert. Das sind der mehrjährige mittlere Abfluss (MQ), der im Durchschnitt an 10 Tagen pro Jahr unterschrittene Abfluss (Q_{10}) und der mehrjährige Niedrigwasserabfluss (MNQ). Mit der gestrichelten Linie wird zum Vergleich die Ganglinie für das Jahr 2015 dargestellt.

3.2.1 Einzugsgebiet der Elbe bis zum Grenzprofil in Hřensko

Die Entwicklung der Wasserführung im Jahresverlauf war vor allem durch ein sich fortsetzendes und vertiefendes Niederschlagsdefizit und über den Normalwerten liegende Lufttemperaturen von April bis Dezember gekennzeichnet. Die Schneerücklagen in den Gebirgen schmolzen in der ersten Aprilhälfte sehr schnell. Die Schneeschmelze war nicht von bedeutenden Niederschlägen begleitet, jedoch von für diese Zeit sehr hohen Lufttemperaturen. Sie verlief so schnell, dass z. B. an der Elbe in Špindlerův Mlýn (Spindlermühle) für drei Tage die 1. Hochwasseralarmstufe (1. HWAS) überschritten wurde.

Einen nicht weniger wesentlichen Einfluss auf den Abflussverlauf hatte das sich bereits seit fünf Jahren (seit 2014) fortsetzende Niederschlagsdefizit, das insbesondere im Einzugsgebiet der Elbe bis zur Moldaumündung und in der Böhmischemährischen Höhe im Einzugsgebiet der Sázava und in den benachbarten Einzugsgebieten Extremwerte erreichte. Das sich fortsetzende Niederschlagsdefizit äußerte sich in einer weiteren Abnahme des Grundwasserdargebots und

Tab. 3.1-1: Ausgewählte bedeutsame Niedrigwassermessungen

| Gewässer | Pegel | Datum | Wasserstand | Abfluss Q_{gem} | Art der Messung | Abweichung von der gültigen W-Q-Beziehung ¹⁾ | | MNQ (1981 – 2010) | Quotient $Q_{\text{gem}}/\text{MNQ}$ (1981 – 2010) |
|-----------------|-----------------------|------------|-----------------|--------------------------|------------------|---|--------|---------------------|--|
| | | | [cm] | [m ³ /s] | | [m ³ /s] | [%] | [m ³ /s] | [-] |
| Elbe | Jaroměř | 28.08.2018 | – ²⁾ | 3,23 | ADCP | – | – | 4,67 | 0,69 |
| Orlice | Týniště nad Orlicí | 15.08.2018 | 37 | 1,85 | ADCP | -0,499 | -21,2 | 4,46 | 0,41 |
| Elbe | Němčice | 10.07.2018 | 52 | 8,56 | ADCP | 0,757 | 9,7 | 13,1 | 0,65 |
| Elbe | Přelouč | 05.09.2018 | 23 | 9,31 | ADCP | -2,440 | -20,8 | 17,3 | 0,54 |
| Jizera | Tuřice-Předměřice | 06.08.2018 | 101 | 2,08 | ADCP | -0,142 | -6,4 | 6,81 | 0,31 |
| Eger | Louny | 21.09.2018 | 162 | 6,82 | Flügel | -0,335 | -4,7 | 12,8 | 0,53 |
| Elbe | Ústí nad Labem | 21.08.2018 | 124 | 75,2 | ADCP | 0,720 | 1,0 | 97,6 | 0,77 |
| Elbe | Děčín | 30.07.2018 | 82,5 | 68,8 | ADCP | -5,02 | -6,8 | 110 | 0,63 |
| Elbe | Hřensko | 21.08.2018 | 116 | 79,8 | ADCP | 0,326 | 0,4 | 112 | 0,71 |
| Elbe | Dresden | 23.08.2018 | 44 | 73,0 | ADCP | 0,17 | 0,23 | 114 | 0,64 |
| Elbe | Torgau | 22.08.2018 | 38 | 89,9 | ADCP | -2,25 | -2,44 | 127 | 0,71 |
| Schwarze Elster | Löben | 20.08.2018 | 33 | 1,88 | ADCP (StreamPro) | -2,26 | -45 | 4,71 | 0,40 |
| Elbe | Wittenberg | 11.09.2018 | 71 | 95,7 | ADCP | 7,59 | 8,62 | 141 | 0,67 |
| Mulde | Bad Dübener1 | 20.09.2018 | 142 | 9,39 | ADCP | 8,16 | 15,1 | 16,8 | 0,56 |
| Elbe | Aken | 15.08.2018 | 32 | 116 | ADCP | 111 | 5,29 | 4,77 | 168 |
| Saale | Calbe Grizehne | 29.08.2018 | 155 | 29,8 | ADCP | -2,11 | -6,61 | 47,3 | 0,62 |
| Elbe | Barby | 15.08.2018 | 24 | 132 | ADCP | -9,51 | -6,74 | 221 | 0,59 |
| Elbe | Magdeburg-Strombrücke | 20.09.2018 | 45 | 151 | ADCP | 6,79 | 4,72 | 225 | 0,67 |
| Elbe | Tangermünde | 27.08.2018 | 98 | 138 | ADCP | 0,29 | 0,21 | 229 | 0,60 |
| Elbe | Wittenberge | 30.08.2018 | 68 | 148 | ADCP | -17,98 | -10,83 | 267 | 0,55 |
| Elbe | Neu Darchau | 24.10.2018 | 82 | 187 | ADCP | -8,14 | -4,17 | 271 | 0,68 |

¹⁾ während der Niedrigwasserperiode gültige W-Q-Beziehung, nach den Messungen sind einige Kurven aktualisiert worden

²⁾ im Stau eines kleinen Wasserkraftwerks

langanhaltenden Niedrigwasserabflüssen in den Gewässern in den erwähnten Gebieten. Die bedeutende Niedrigwassersituation erfasste jedoch auch weitere Gebiete, insbesondere die nördlichen Grenzgebirge in Böhmen.

In den oben erwähnten am stärksten betroffenen Gebieten ging die Wasserführung in den Gewässern schon seit der zweiten Aprilhälfte zurück und die Abflüsse blieben trotz kleiner Schwankungen im Laufe des Jahres bis Ende November 2018 im Niedrigwasserbereich. Das lässt sich an den Beispielen der Ganglinien der mittleren Tagesabflüsse an den Pegeln im Einzugsgebiet der Elbe oberhalb

der Moldaumündung dokumentieren, und zwar konkret an der Elbe in Jaroměř (**Abb. 3.2-1**), an der Orlice in Týniště nad Orlicí (**Abb. 3.2-2**), an der Jizera in Předměřice (**Abb. 3.2-3**) und an der Elbe in Kostelec nad Labem (**Abb. 3.2-4**). An allen diesen Pegeln war der Abflussverlauf im Laufe des Jahres ziemlich ähnlich. An einigen Pegeln traten mittlere Tagesabflüsse auf, die niedriger als im Jahr 2015 waren, an der Elbe waren es am 19.09. in Jaroměř 1,98 m³/s und am 20.08. in Kostelec nad Labem 15,6 m³/s, am 28.08. in Týniště nad Orlicí an der Orlice 1,88 m³/s und am 20.09. in Tuřice-Předměřice an der Jizera 4,11 m³/s.

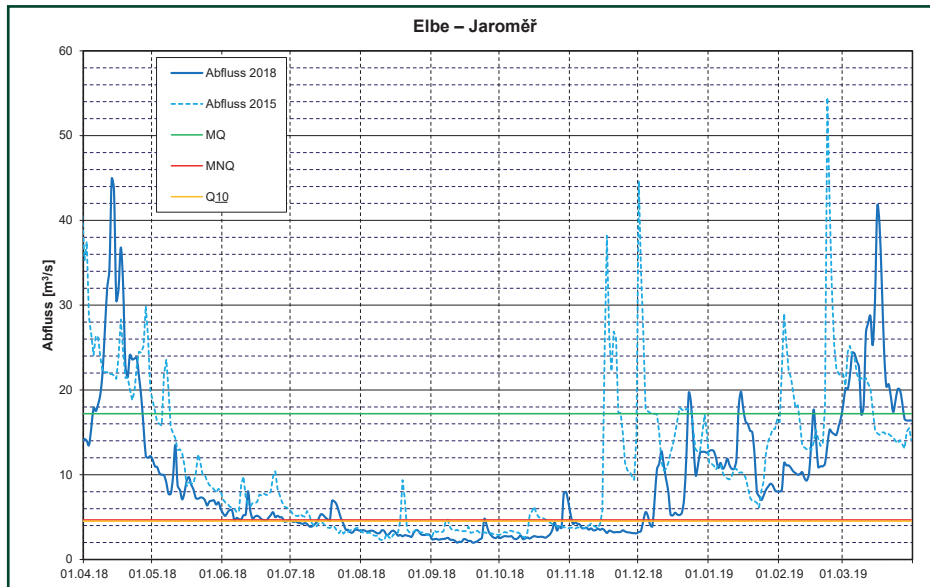


Abb. 3.2-1: Ganglinie der mittleren Tagesabflüsse am Pegel Jaroměř an der Elbe (Quelle: ČHMÚ)

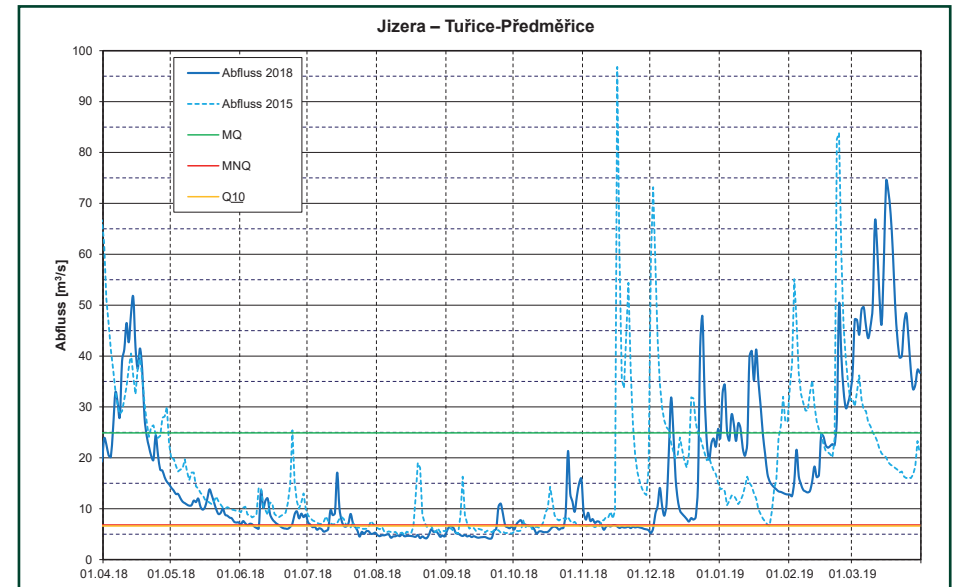


Abb. 3.2-3: Ganglinie der mittleren Tagesabflüsse am Pegel Předměrice an der Jizera (Quelle: ČHMÚ)

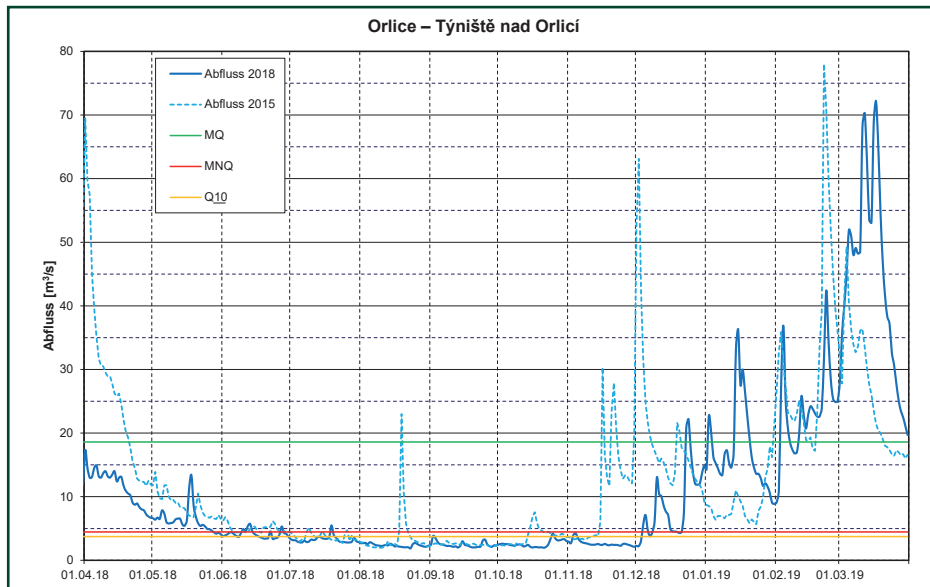


Abb. 3.2-2: Ganglinie der mittleren Tagesabflüsse am Pegel Týniště nad Orlicí an der Orlice (Quelle: ČHMÚ)

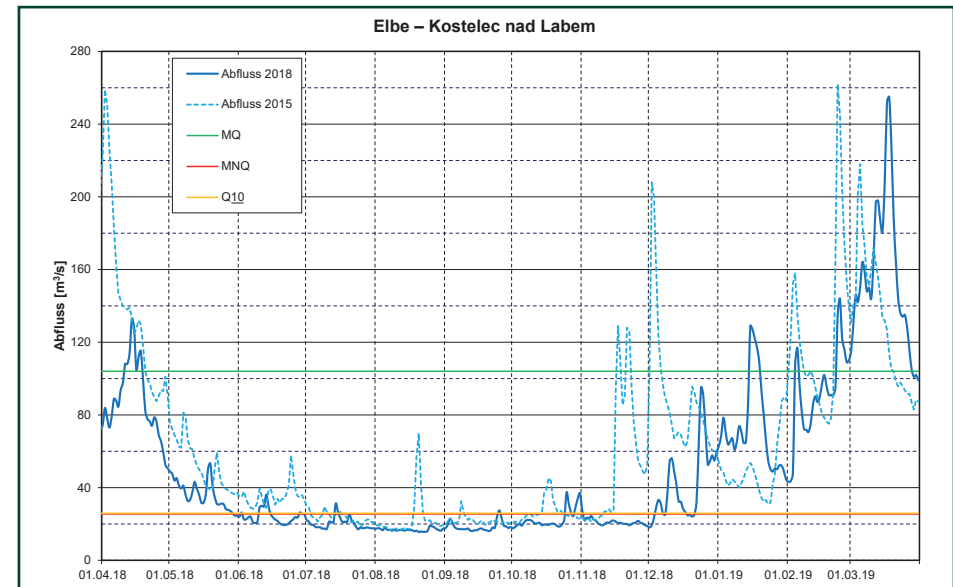


Abb. 3.2-4: Ganglinie der mittleren Tagesabflüsse am Pegel Kostelec nad Labem an der Elbe (Quelle: ČHMÚ)

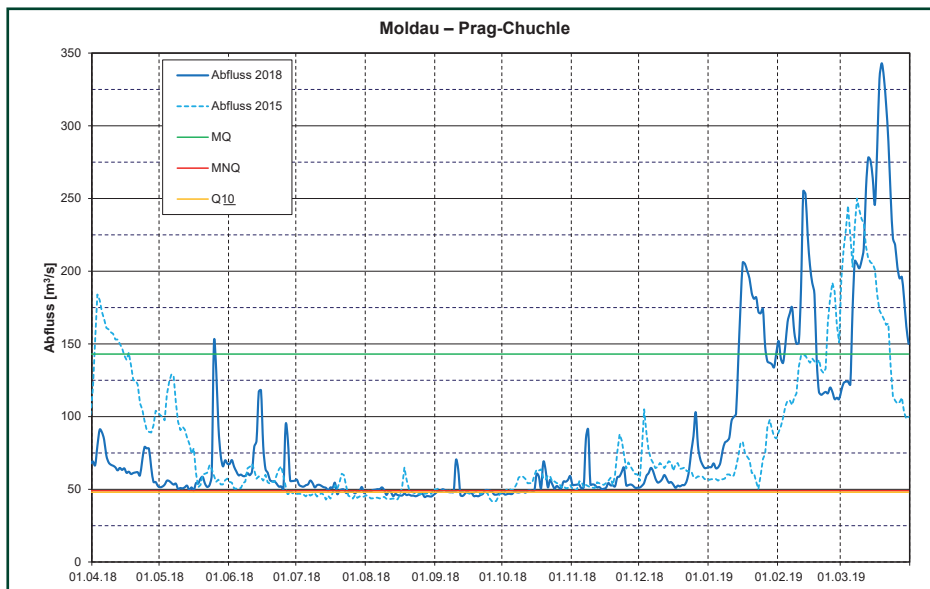


Abb. 3.2-5: Ganglinie der mittleren Tagesabflüsse am Pegel Prag-Chuchle an der Moldau (Quelle: ČHMÚ)

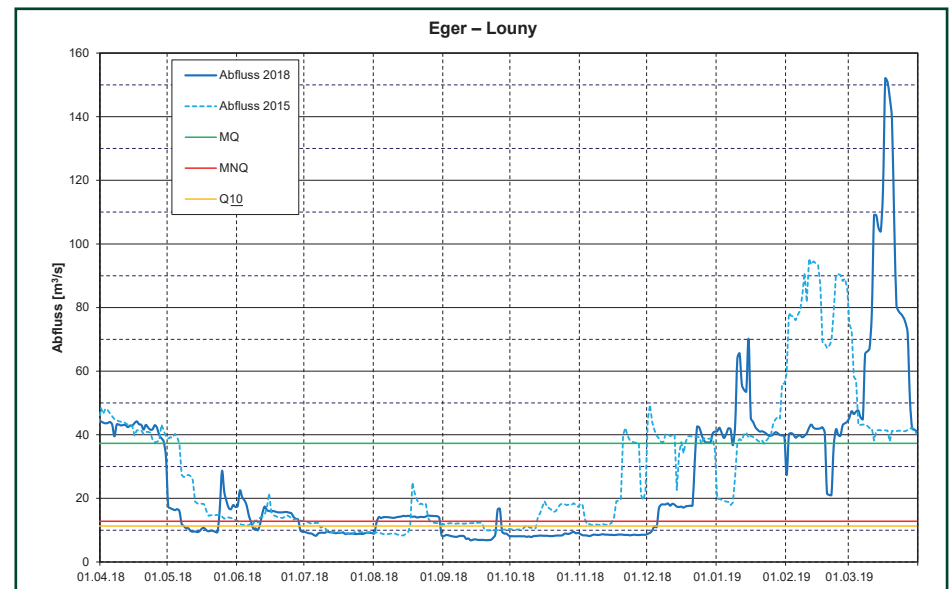


Abb. 3.2-7: Ganglinie der mittleren Tagesabflüsse am Pegel Louny an der Eger (Quelle: ČHMÚ)

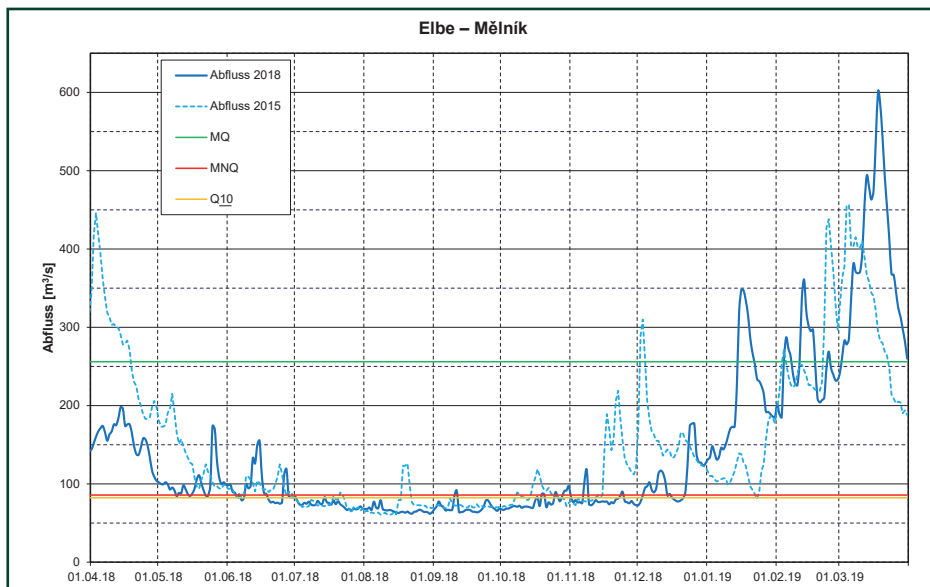


Abb. 3.2-6: Ganglinie der mittleren Tagesabflüsse am Pegel Mělník an der Elbe (Quelle: ČHMÚ)

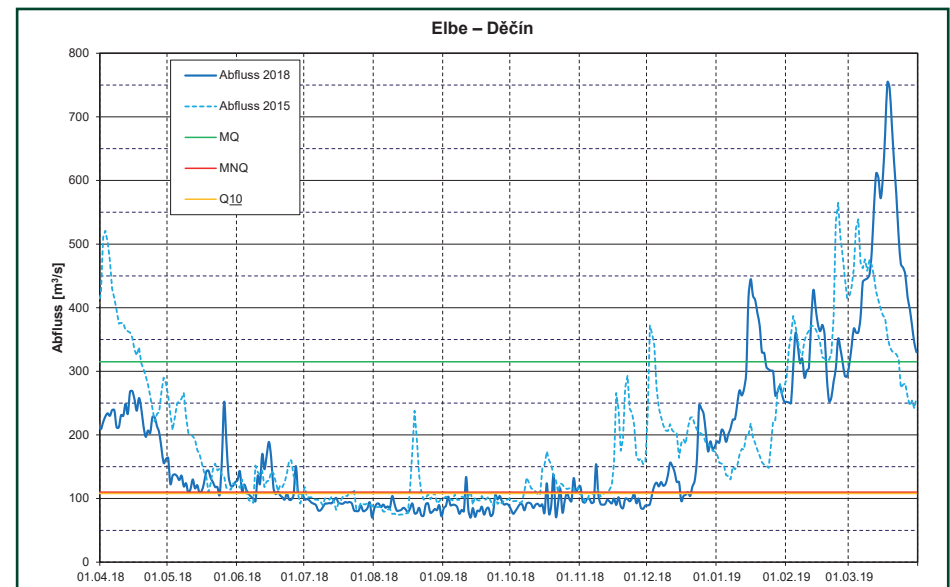


Abb. 3.2-8: Ganglinie der mittleren Tagesabflüsse am Pegel Děčín an der Elbe (Quelle: ČHMÚ)

Anders war der Verlauf der Abflüsse an den Gewässern im Einzugsgebiet der Moldau, insbesondere in den Oberläufen. Hier gingen die Abflüsse erst im Laufe des Julis in den Niedrigwasserbereich zurück, da insbesondere im Juni in Südböhmen mehrere bedeutendere Niederschlagsereignisse auftraten. Das ist auch an der Ganglinie der Abflüsse an der Moldau in Prag zu erkennen (**Abb. 3.2-5**), obwohl dieser Pegel durch die Bewirtschaftung der Moldaukaskade stark beeinflusst wird.

Der Pegel an der Elbe in Mělník (**Abb. 3.2-6**) befindet sich unmittelbar unterhalb der Mündung der Moldau in die Elbe. Der Gang der Abflüsse an diesem Pegel entspricht der Überlagerung der Ganglinien an der Moldau in Prag und an der Elbe in Kostelec nad Labem. Mit nur kurzen Unterbrechungen traten dort Niedrigwasserabflüsse unterhalb von Q_{10} und MNQ von Anfang Juli bis Ende November auf. Praktisch identisch ist der Gang der Abflüsse auch an der Elbe in Děčín (**Abb. 3.2-8**). Der niedrigste mittlere Tagesabfluss wurde in Mělník am 30.08. mit dem Wert von $61,8 \text{ m}^3/\text{s}$ verzeichnet. Dieser Wert war nur wenig höher als im Jahr 2015. Im Gegensatz dazu war in Děčín der niedrigste mittlere Tagesabfluss von $69,8 \text{ m}^3/\text{s}$ niedriger als der niedrigste mittlere Tagesabfluss im Jahr 2015.

Die Abflüsse an der Eger am Pegel Louny (**Abb. 3.2-7**) werden stark durch die Bewirtschaftung des Talsperrensystems im Einzugsgebiet der Eger, insbesondere der Talsperre Nechanice, beeinflusst. Aus der Ganglinie in Louny ist ersichtlich, dass der erforderliche Mindestabfluss bereits im Laufe des Mai und danach de facto zusammenhängend von Anfang Juli bis Ende November 2018 durch die Talsperren gestützt wurde.

Im Zeitraum von Anfang Dezember 2018 bis Ende März 2019 sind die Abflüsse nicht mehr unter das Niveau von Q_{10} und MNQ gefallen.

3.2.2 Einzugsgebiet der Elbe von der Staatsgrenze bis zum Wehr Geesthacht

Bereits zu Beginn des Wasserhaushaltsjahres im April 2018 wies die Elbe eine saisonal klar unterdurchschnittliche Wasserführung auf. Im Elbestromabschnitt zwischen Schöna und der Saalemündung verzeichneten die Pegel Dresden, Torgau, Wittenberg und Aken zwischen April 2018 bis Januar 2019 keine Abfluss-Monatsmittel, die größer als 50 % des mehrjährigen Mittels waren. Die

Wasserführung der Elbe unterhalb der Saalemündung lag ebenfalls früh auf niedrigem Niveau, profitierte aber im zeitigeren Frühjahr zunächst noch leicht vom Zufluss aus der Saale, so dass Monatsabflüsse unterhalb des mehrjährigen Durchschnittswertes zwischen Barby und Neu Darchau einheitlich erst ab Mai auftraten.

Der charakteristische Niedrigwasserswellenwert MNQ war bis in den Dezember hinein am Pegel Dresden an insgesamt 160 Tagen des Jahres unterschritten. Stromabwärts steigerte sich dieses; am Pegel Neu Darchau wurde MNQ sogar an 181 Tagen unterschritten. Das MQ-Niveau konnte allenthalben erst wieder im ersten Januardrittel 2019 erreicht bzw. überschritten werden.

Die Abflussminima stellten sich regimetyppisch im Spätsommer im Zeitraum vom 23.08. bis zum 29.08.2018 ein, Ausnahme: Torgau, NQ(a) $90,1 \text{ m}^3/\text{s}$ erst am 15.09.2018.

Die großen Nebenflüsse im deutschen Teileinzugsgebiet der Elbe wiesen im Wasserhaushaltsjahr 2018 einen ähnlichen Verlauf auf, wobei die Ganglinienamplitude aber in der Regel extremer ausfiel. Im Falle der Schwarzen Elster, Mulde, Saale, Havel, Elde und Jeetzel lagen die Monatsmittel des Abflusses (relativ gesehen!) zunächst noch deutlich höher als im Elbestrom, verfielen aber dann bis zum Spätsommer auf tiefere Vergleichsniveaus.

Dies zeigt u. a. das Beispiel der Schwarzen Elster am Pegel Löben, wo das Monatsmittel des Abflusses im April bei $16,5 \text{ m}^3/\text{s}$ lag und damit immerhin 73 % des Referenzwertes erreichte. Das MQ_{August} betrug hier mit $2,04 \text{ m}^3/\text{s}$ dann gerade noch 17 % des mehrjährigen Vergleichswertes.

Noch weiter auseinander liegt die Spanne im Falle der weitgehend kanalisiertem Elde: Am Pegel Malliß verzeichnete man im April noch ein hohes Abflussmittel, das mit $19,3 \text{ m}^3/\text{s}$ bei 153 % des mehrjährigen Vergleichswertes anzusetzen ist. Auch der MQ_{Mai} war mit 106 % noch leicht überdurchschnittlich. Im August konnte dann mit $0,65 \text{ m}^3/\text{s}$ nunmehr ein Monatsmittelabfluss registriert werden, der weniger als ein Viertel (24 %) des Wertes der Referenzperiode ausmachte.

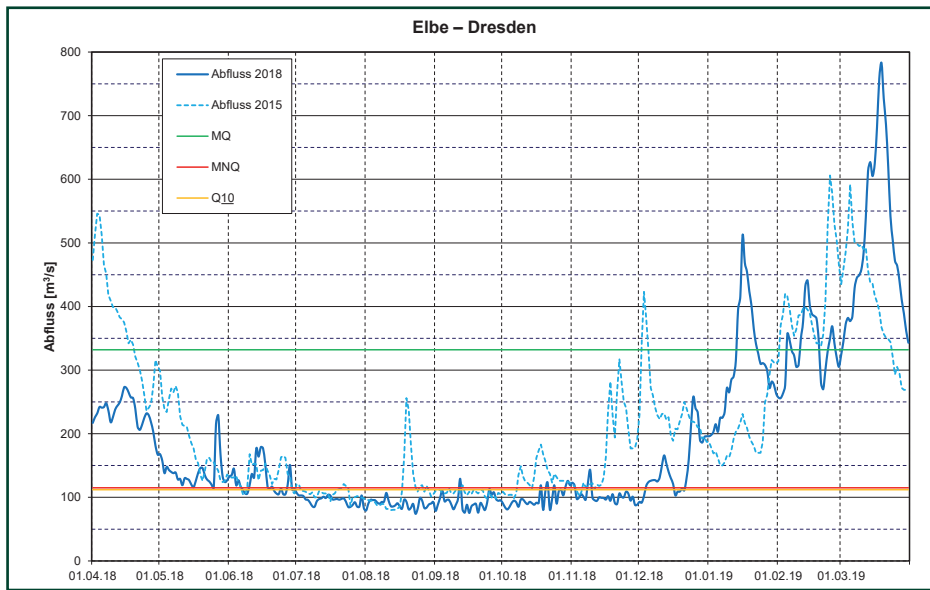


Abb. 3.2-9: Ganglinie der mittleren Tagesabflüsse am Pegel Dresden an der Elbe (Quelle: WSV, BfG)

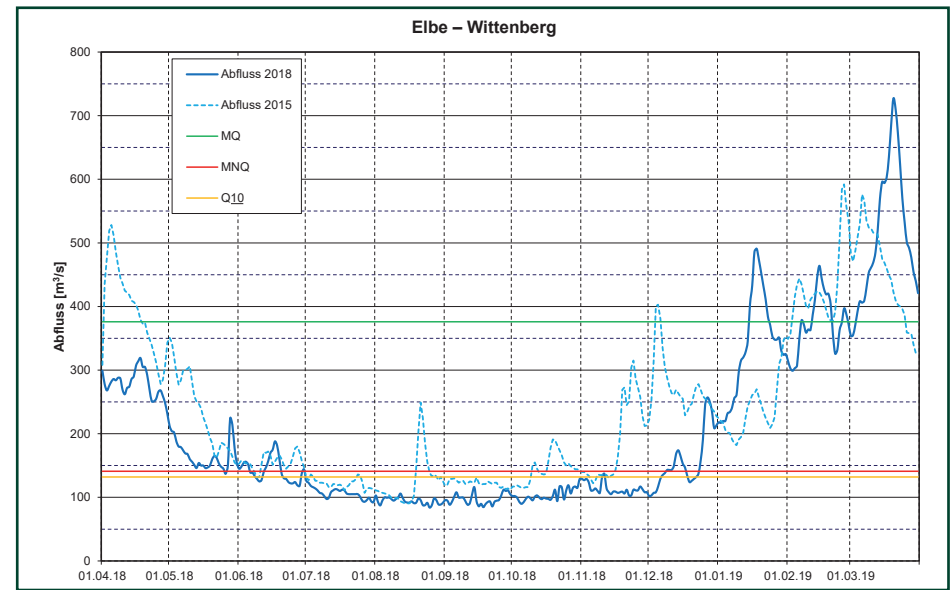


Abb. 3.2-11: Ganglinie der mittleren Tagesabflüsse am Pegel Wittenberg an der Elbe (Quelle: WSV, BfG)

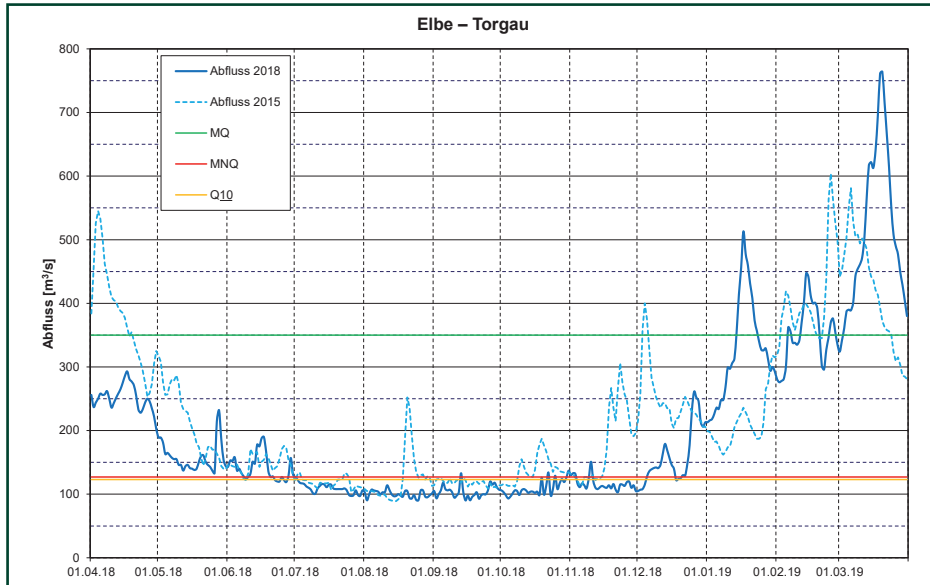


Abb. 3.2-10: Ganglinie der mittleren Tagesabflüsse am Pegel Torgau an der Elbe (Quelle: WSV, BfG)

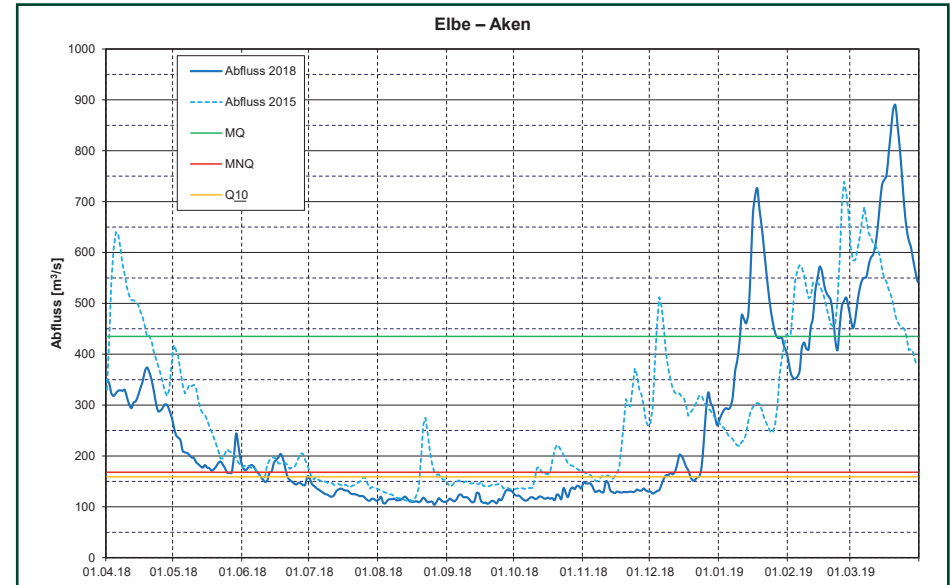


Abb. 3.2-12: Ganglinie der mittleren Tagesabflüsse am Pegel Aken an der Elbe (Quelle: WSV, BfG)

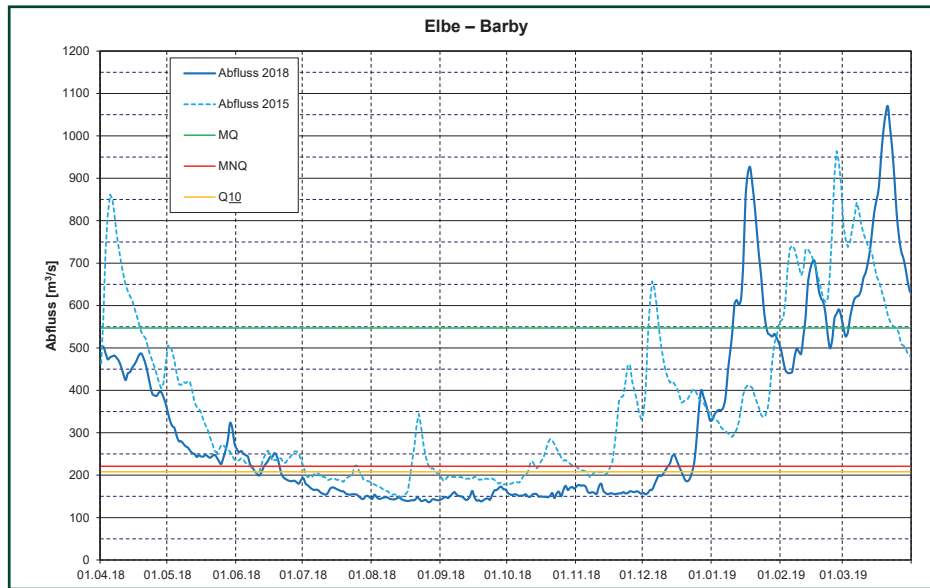


Abb. 3.2-13: Ganglinie der mittleren Tagesabflüsse am Pegel Barby an der Elbe (Quelle: WSV, BfG)

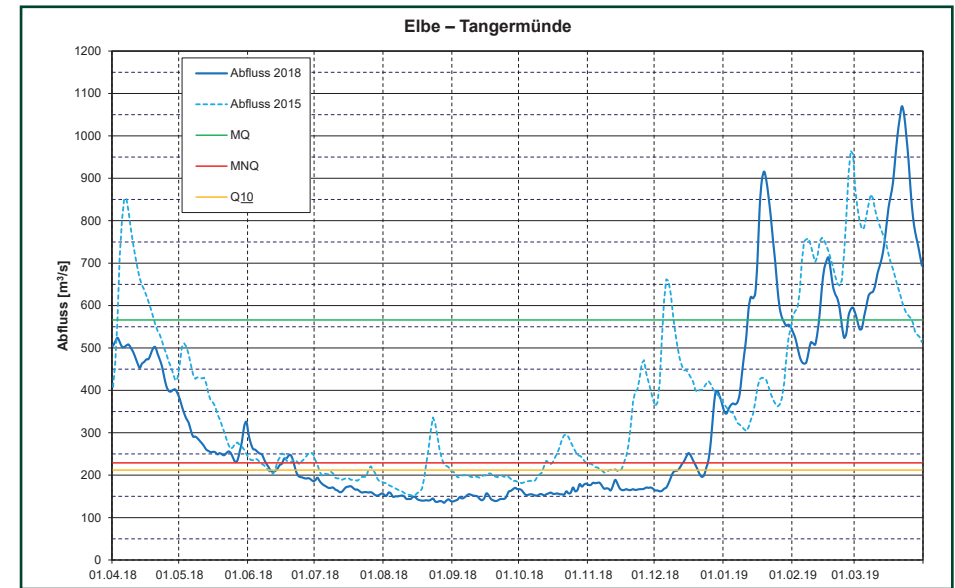


Abb. 3.2-15: Ganglinie der mittleren Tagesabflüsse am Pegel Tangermünde an der Elbe (Quelle: WSV, BfG)

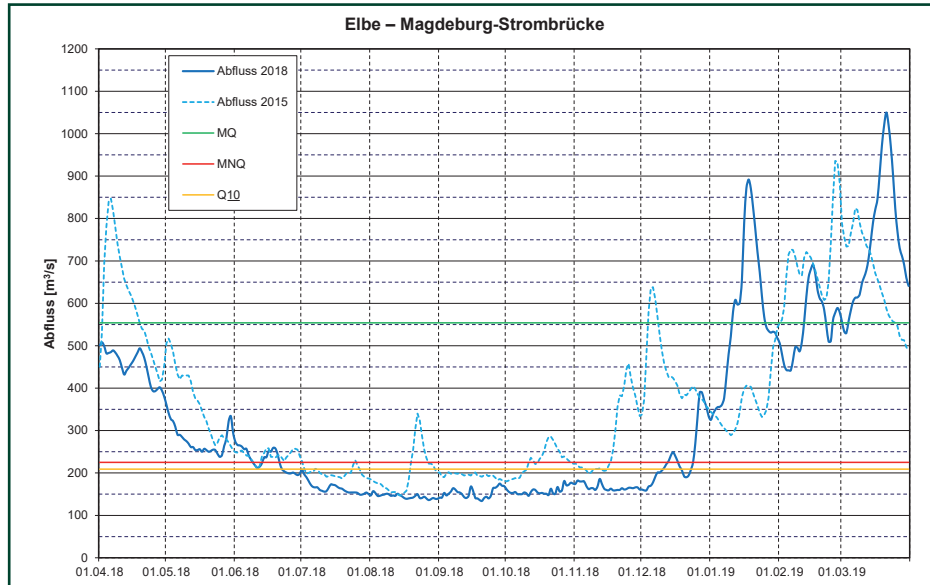


Abb. 3.2-14: Ganglinie der mittleren Tagesabflüsse am Pegel Magdeburg-Strombrücke an der Elbe (Quelle: WSV, BfG)

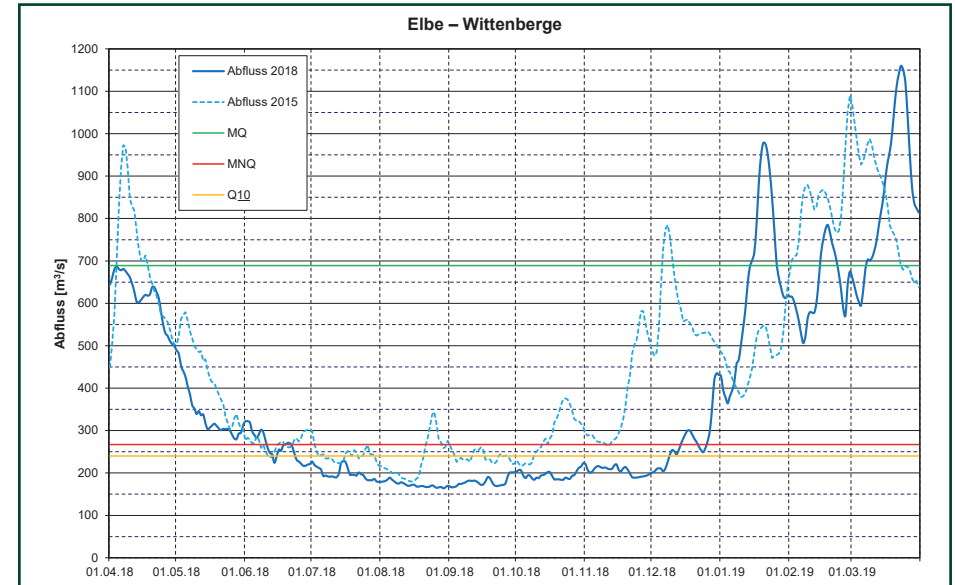


Abb. 3.2-16: Ganglinie der mittleren Tagesabflüsse am Pegel Wittenberge an der Elbe (Quelle: WSV, BfG)

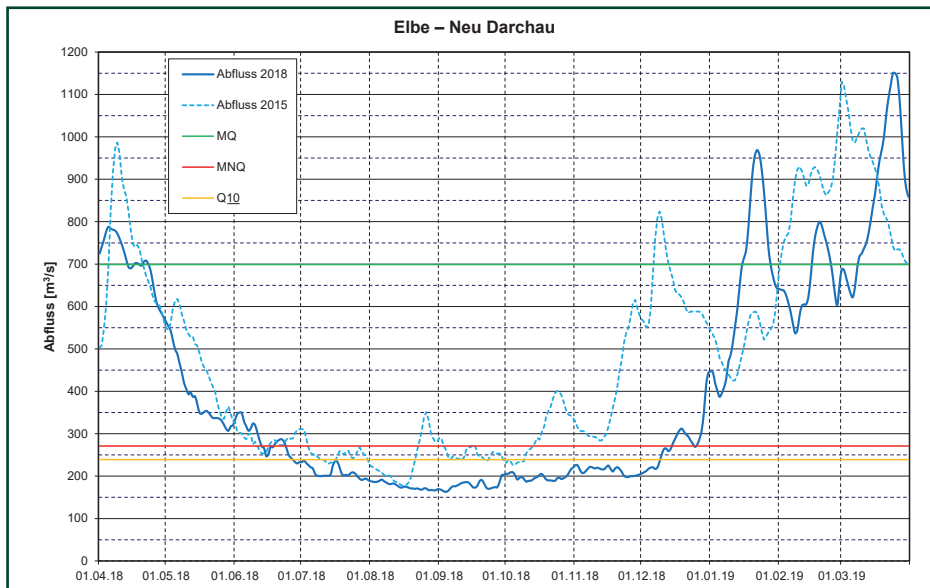


Abb. 3.2-17: Ganglinie der mittleren Tagesabflüsse am Pegel Neu Darchau an der Elbe (Quelle: WSV, BfG)

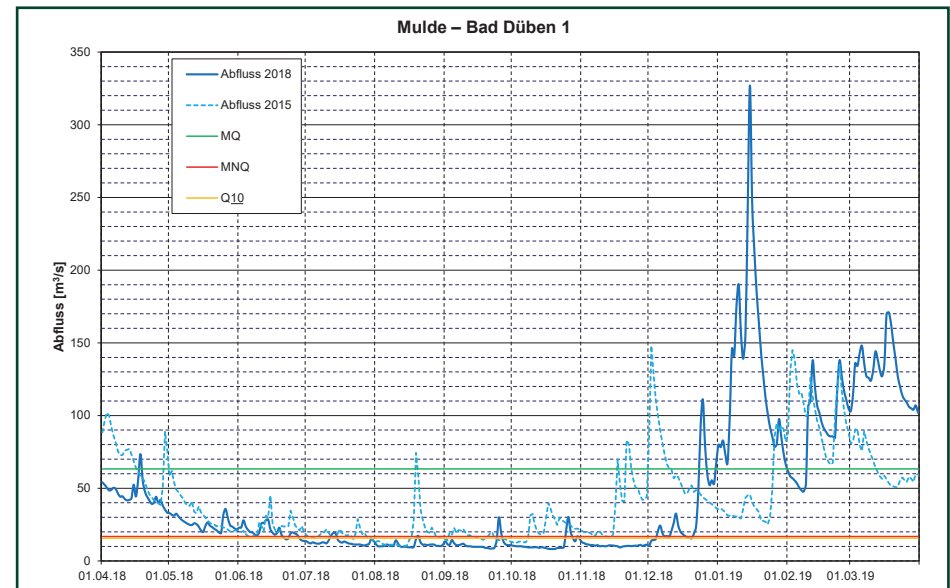


Abb. 3.2-19: Ganglinie der mittleren Tagesabflüsse am Pegel Bad Dübén 1 an der Mulde (Quelle: LfULG SN)

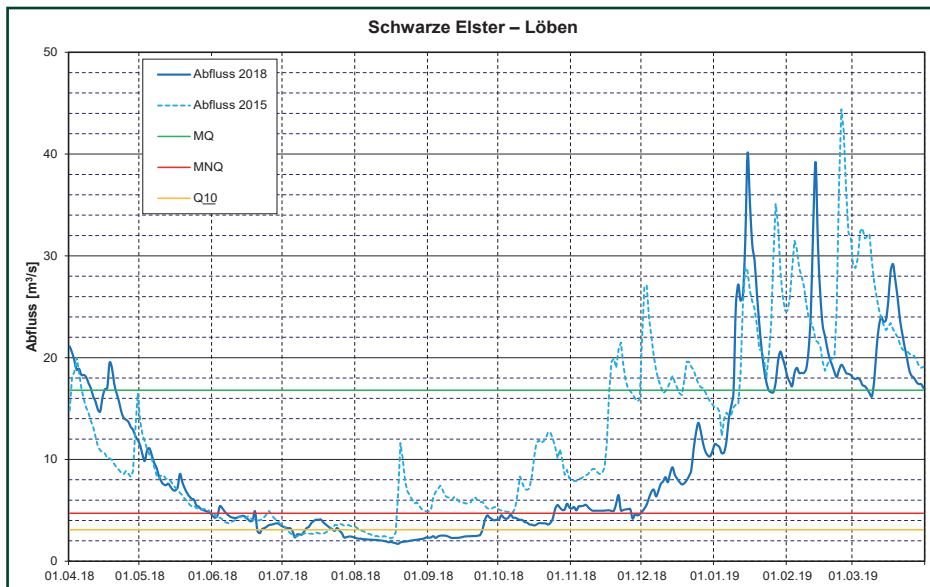


Abb. 3.2-18: Ganglinie der mittleren Tagesabflüsse am Pegel Löben an der Schwarzen Elster (Quelle: LHW ST)

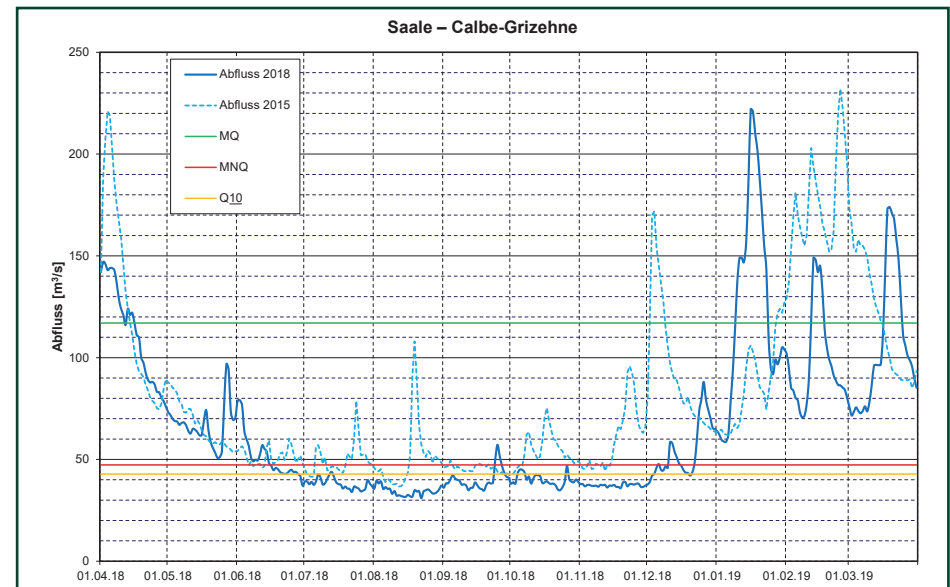


Abb. 3.2-20: Ganglinie der mittleren Tagesabflüsse am Pegel Calbe-Grizehne an der Saale (Quelle: WSV, BfG)

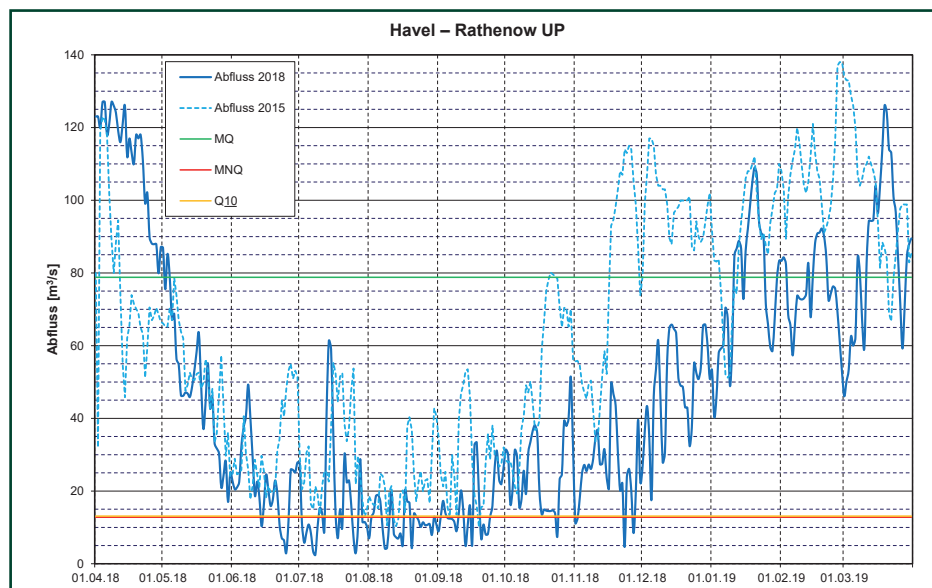


Abb. 3.2-21: Ganglinie der mittleren Tagesabflüsse am Pegel Rathenow UP an der Havel (Quelle: WSV, BfG)

3.3 Analyse der Wiederkehrintervalle der Niedrigwasserabflüsse

Die Intensität von Niedrigwasserereignissen lässt sich gut über den Kennwert NM7Q (niedrigstes arithmetisches Abflussmittel von sieben aufeinanderfolgenden Tagen) einordnen. Die entsprechenden Zahlenwerte an den üblicherweise in der IKSE bewerteten Pegeln sind in **Tabelle 3.3-1** angegeben, als Eintrittsdatum wurde die Mitte des 7-tägigen Zeitraums angegeben.

Wie **Tabelle 3.3-1** zeigt, erreichen oder überschreiten diese Abflüsse an einigen Pegeln das Wiederkehrintervall von 100 Jahren. An der Oberen Elbe waren dies die Stationen Jaroměř, Přelouč, Nymburk, Kostelec nad Labem und an der Mittel- elbe schließlich Tangermünde und Wittenberge; an den Nebenflüssen gilt dies für Týniště nad Orlicí an der Orlice, Tuřice-Předměřice an der Jizera und Benešov nad Ploučnicí an der Ploučnice. Aufgrund der Niedrigwasseraufhöhungen durch die Moldaukaskade wiesen die NM7Q in Prag an der Moldau nur zwei- bis fünf- jährliche Wiederkehrintervalle auf. Ähnliches gilt für die NM7Q an der Eger, wo

am Pegel Louny dank der Bewirtschaftung der Talsperre Nechanice nur ein Wiederkehrintervall von 5 bis 10 Jahren zu verzeichnen war.

Die Abflusserhöhung aus den Speichern wirkte sich auch auf die Elbe positiv aus. Direkt unterhalb der Moldaumündung am Pegel Mělník entsprach das Wiederkehrintervall 10 bis 20 Jahren, in Ústí nad Labem 20 Jahren und in Děčín

Tab. 3.3-1: Wiederkehrintervall der niedrigsten arithmetischen Abflussmittel von sieben aufeinanderfolgenden Tagen an ausgewählten Pegeln

| Lfd. Nr. | Fluss | Pegel | Einzugs- gebiet [km ²] | Datum | NM7Q 2018 | Wiederkehr- intervall |
|----------|-----------------|-----------------------|------------------------------------|------------|---------------------|-----------------------|
| | | | | | [m ³ /s] | [Jahre] |
| 1 | Elbe | Jaroměř | 1 224 | 17.09.2018 | 2,18 | >100 |
| 2 | Orlice | Týniště nad Orlicí | 1 554 | 19.10.2018 | 2,05 | >100 |
| 3 | Elbe | Němčice | 4 298 | 30.09.2018 | 8,27 | 20 – 50 |
| 4 | Elbe | Přelouč | 6 438 | 19.10.2018 | 10,7 | 100 |
| 5 | Elbe | Nymburk | 9 722 | 21.08.2018 | 11,3 | >100 |
| 6 | Jizera | Tuřice-Předměřice | 2 157 | 18.09.2018 | 4,31 | >100 |
| 7 | Elbe | Kostelec nad Labem | 13 183 | 21.08.2018 | 15,9 | 100 |
| 8 | Moldau | Prag-Chuchle | 26 730 | 27.08.2018 | 45,7 | 2 – 5 |
| 9 | Elbe | Mělník | 41 831 | 19.08.2018 | 63,4 | 10 – 20 |
| 10 | Eger | Louny | 4 980 | 19.09.2018 | 6,92 | 5 – 10 |
| 11 | Elbe | Ústí nad Labem | 48 561 | 16.09.2018 | 72,2 | 20 |
| 12 | Ploučnice | Benešov nad Ploučnicí | 1 157 | 31.07.2018 | 2,63 | >100 |
| 13 | Elbe | Děčín | 51 120 | 16.09.2018 | 78,4 | 20 – 50 |
| 14 | Elbe | Dresden | 53 096 | 14.09.2018 | 82,8 | 10 – 20 |
| 15 | Elbe | Torgau | 55 211 | 15.09.2018 | 95,5 | 5 – 10 |
| 16 | Schwarze Elster | Löben | 4 327 | 15.08.2018 | 1,83 | 20 – 50 |
| 17 | Elbe | Wittenberg | 61 879 | 16.09.2018 | 88,8 | 20 – 50 |
| 18 | Mulde | Bad Dübén 1 | 6 171 | 16.10.2018 | 8,53 | 50 – 100 |
| 19 | Elbe | Aken | 70 093 | 17.09.2018 | 109 | 50 – 100 |
| 20 | Saale | Calbe-Grizehne | 23 719 | 12.08.2018 | 32,0 | 20 – 50 |
| 21 | Elbe | Barby | 94 260 | 23.08.2018 | 140 | 20 – 50 |
| 22 | Elbe | Magdeburg-Strombrücke | 94 942 | 26.08.2018 | 139 | 50 – 100 |
| 23 | Elbe | Tangermünde | 97 780 | 24.08.2018 | 139 | >100 |
| 24 | Havel | Rathenow UP | 19 288 | 03.07.2018 | 7,10 | 50 |
| 25 | Elbe | Wittenberge | 123 532 | 26.08.2018 | 167 | 100 |
| 26 | Elde | Mallíř OP | 2 920 | 27.07.2018 | 0,40 | 5 – 10 |
| 27 | Jeetzel | Lüchow | 1 300 | 08.08.2018 | 0,40 | 50 – 100 |
| 28 | Elbe | Neu Darchau | 131 950 | 30.08.2018 | 166 | 20 – 50 |
| 29 | Sude | Garlitz | 735 | 21.08.2018 | 0,93 | 2 – 5 |
| 30 | Ilmenau | Bienenbüttel | 1 434 | 03.08.2018 | 3,73 | 20 |

20 bis 50 Jahren. Diese Aufhöhungswirkung, teilweise beeinflusst durch Steuerungsmaßnahmen in den tschechischen Stauhaltungen, zeigte sich auch nach Grenzüberschreitung in der deutschen Oberen Elbe. Die Pegel Dresden (T = 10 – 20 Jahre) und vor allem Torgau (T = 5 – 10 Jahre) wiesen vergleichsweise kleine Wiederkehrintervalle auf; erst im weiteren Verlauf der Mittel- und Oberelbe mit zunehmender Entfernung von den großen Speichern sank ihr Einfluss und das Wiederkehrintervall stieg wieder (**Tab. 3.3-1**).

Für die Bewertung des Wiederkehrintervalls eines solchen bedeutenden Niedrigwassers ist die bestehende Referenztabelle mit den aus einem verhältnismäßig kurzen Zeitraum (1961 – 2005) abgeleiteten T-jährlichen NM7Q-Werten, die zudem den Niedrigwasserzeitraum 2014 – 2018 nicht enthält, weniger repräsentativ. Deshalb kann die vorgenommene Wahrscheinlichkeitsbewertung der niedrigsten arithmetischen Abflussmittel von sieben aufeinanderfolgenden Tagen nur tendenzielle Aussagen zulassen.

Aus diesem Grund wurde die Bewertung um weitere Pegel an Nebenflüssen mit genügend langer Beobachtungsreihe erweitert. Ausgewählt wurden solche Stationen, deren Abflussdaten möglichst wenig durch anthropogene Maßnahmen beeinflusst sind. Dazu wurden als Orientierung die T-jährlichen Wiederkehrintervalle der Niedrigwasserabflüsse NM7Q für den Zeitraum seit Beginn der Beobachtungen bis einschließlich 2018 gerechnet, siehe **Tabelle 3.3-2**. Die

höchste Intensität des Niedrigwasserereignisses des Jahres 2018 wurde an der Sázava mit einem Wiederkehrintervall von größer als 100 Jahren ermittelt. An der Lainsitz in Bechyně wurde das Niedrigwasser mit T = 50 – 100 Jahren eingeordnet. An der Otava in Písek entspricht NM7Q einem Wiederkehrintervall von 10 bis 20 Jahren. Eine bedeutende Niedrigwasserperiode war auch an der Jizera in Železný Brod mit 20 bis 50 Jahren und an der Orlice in Týniště nad Orlicí mit 20 Jahren.

Gerade das Beispiel der Pegel in Týniště nad Orlicí und in Železný Brod offenbart anschaulich den Einfluss der Länge der zugrunde liegenden Zeitreihe auf die berechneten Wiederkehrintervalle. In **Tabelle 3.3-1** bezieht sich die Wahrscheinlichkeitsbewertung zumeist auf den Zeitraum 1961 – 2005, in **Tabelle 3.3-2** handelt es sich jedoch um weitaus längere Bezugsperioden (nämlich die einhundertacht Jahre des Zeitraums 1911 – 2018). Die längere Reihe beinhaltet zahlreiche weitere ausgeprägte Niedrigwasserphänomene. Entsprechend ist das Ereignis 2018 nicht mehr so ungewöhnlich, wie es bei Bezug auf den kürzeren Beobachtungszeitraum der Fall ist. Die Folge ist, dass statistisch niedrigere (= häufigere) Wiederkehrintervalle ausgewiesen werden. Dies ist allerdings nicht immer in der gleichen umfassenden Weise wie am Beispiel Týniště nad Orlicí der Fall. So verschiebt sich die Einstufung bei den Beispielen Pegel Adorf an der Weißen Elster und Pegel Elbersdorf an der Wesenitz nur von einer Jährlichkeit 5 bis 10 Jahre auf 2 bis 5 Jahre, am Pegel Písek ist sie mit 10 bis 20 Jahren gleich.

Tab. 3.3-2: Wiederkehrintervall der niedrigsten arithmetischen Abflussmittel von sieben aufeinanderfolgenden Tagen an ausgewählten Pegeln

| Fluss | Pegel | Datum | NM7Q 2018 [m³/s] | Lange Zeitreihe | | Kurze Zeitreihe | |
|--------------|--------------------|------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| | | | | Bezugsperiode | Wiederkehrintervall | Bezugsperiode | Wiederkehrintervall |
| | | | | | [Jahre] | | [Jahre] |
| Orlice | Týniště nad Orlicí | 19.10.2018 | 2,05 | 1911 – 2018 | 20 | 1961 – 2005 | >100 |
| Jizera | Železný Brod | 14.10.2018 | 2,49 | 1912 – 2018 | 20 – 50 | 1961 – 2005 | >100 |
| Lainsitz | Bechyně | 13.08.2018 | 1,12 | 1911 – 2018 | 50 – 100 | 1961 – 2005 | >100 |
| Otava | Písek | 28.08.2018 | 4,33 | 1912 – 2018 | 10 – 20 | 1961 – 2005 | 10 – 20 |
| Sázava | Zruč nad Sázavou | 20.08.2018 | 0,453 | 1943 – 2018 | >100 | 1961 – 2005 | >100 |
| Weiße Elster | Adorf | 26.08.2018 | 0,310 | 1926 – 2018 | 2 – 5 | 1961 – 2005 | 5 – 10 |
| Wesenitz | Elbersdorf | 20.08.2018 | 0,596 | 1921 – 2018 | 2 – 5 | 1961 – 2005 | 5 – 10 |

3.4 Indikatoren für die Bewertung von Niedrigwasser

Für eine erste Beurteilung der Messwerte und Dauerzahlen der Abflüsse, die im Laufe eines hydrologischen Jahres ermittelt werden, können die für mehrjährige Bezugszeiträume berechneten Kenngrößen verwendet werden. Dafür eignen sich z. B. folgende Kenngrößen:

- der mittlere Abfluss (MQ)
das aus der Reihe der mittleren Tagesabflüsse errechnete arithmetische Mittel
- der mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ)
das arithmetische Mittel der niedrigsten Tagesabflüsse der Einzeljahre
- der mittlere Tagesabfluss, der im Mittel an 10 Tagen im Jahr unterschritten wird (Q_{10})
- der mittlere Tagesabfluss, der im Mittel an höchstens 1 Tag im Jahr unterschritten wird (Q_1)

- das kleinste arithmetische Mittel der Abflüsse an 7 aufeinander folgenden Tagen des jeweiligen Bezugszeitraums (Min. NM7Q)

Als Bezugszeitraum wurde die Jahresreihe 1981 – 2010 gewählt, für die diese Kenngrößen an ausgewählten Pegeln der Elbe und ihrer Nebenflüsse erarbeitet worden sind. Aus den in **Tabelle 3.4-1** aufgeführten Ergebnissen ist zu erkennen, dass sich die Abflüsse an der gesamten Elbe im Zeitraum April 2018 – März 2019 an über 300 Tagen unterhalb des mittleren Abflusses bewegt haben. Aus dem Vergleich mit den Niedrigwasserkenngrößen geht hervor, dass – mit Ausnahme der Moldau in Prag – die Abflüsse im Bewertungszeitraum kleiner als die zugehörigen mehrjährigen Abfluss-Referenzwerte ausfielen und zwar über die Dauer von mehreren Monaten. An vielen untersuchten Pegeln wurde sogar die Unterschreitung der niedrigsten NM7Q (Min. NM7Q) registriert.

Tab. 3.4-1: Dauer der Werte der mittleren Tagesabflüsse unterhalb der Schwellenwerte im Zeitraum April 2018 – März 2019

| Nr. | Fluss | Pegel | Dauer der Werte unterhalb der Schwellenwerte [Tage] für die für den Zeitraum 1981 – 2010 abgeleiteten Schwellenwerte [m^3/s] | | | | | | | | | |
|-----|-----------------|-----------------------|--|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|
| | | | MQ | | MNQ | | Q_{10} | | Q_1 | | Min. NM7Q | |
| | | | [m^3/s] | [Tage] | [m^3/s] | [Tage] | [m^3/s] | [Tage] | [m^3/s] | [Tage] | [m^3/s] | [Tage] |
| 1 | Elbe | Jaroměř | 17,2 | 311 | 4,67 | 149 | 4,53 | 142 | 3,62 | 112 | 3,41 | 96 |
| 2 | Orlice | Týniště nad Orlicí | 18,6 | 301 | 4,46 | 185 | 3,73 | 160 | 2,71 | 100 | 2,32 | 46 |
| 3 | Elbe | Němčice | 47,1 | 313 | 13,1 | 185 | 13,0 | 185 | 10,2 | 125 | 8,64 | 29 |
| 4 | Jizera | Tuřice-Předměřice | 24,9 | 293 | 6,81 | 130 | 6,61 | 120 | 5,52 | 59 | 5,12 | 48 |
| 5 | Elbe | Kostelec nad Labem | 104 | 316 | 25,5 | 175 | 25,9 | 176 | 18,7 | 70 | 18,4 | 68 |
| 6 | Moldau | Prag-Chuchle | 143 | 310 | 48,4 | 56 | 48,4 | 56 | 43,5 | 0 | 40,0 | 0 |
| 7 | Elbe | Mělník | 256 | 316 | 85,7 | 170 | 82,2 | 151 | 71,3 | 74 | 70,6 | 68 |
| 8 | Eger | Louny | 37,3 | 243 | 12,8 | 152 | 11,3 | 146 | 9,84 | 134 | 9,35 | 119 |
| 9 | Elbe | Ústí nad Labem | 296 | 312 | 97,6 | 146 | 97,9 | 148 | 83,0 | 70 | 81,7 | 66 |
| 10 | Elbe | Děčín | 315 | 314 | 110 | 169 | 108 | 163 | 94,3 | 114 | 90,9 | 83 |
| 11 | Elbe | Dresden | 332 | 312 | 114 | 160 | 113 | 157 | 95,8 | 87 | 93,7 | 74 |
| 12 | Elbe | Torgau | 350 | 312 | 127 | 157 | 123 | 149 | 107 | 81 | 105 | 61 |
| 13 | Schwarze Elster | Löben | 16,8 | 273 | 4,71 | 146 | 3,09 | 70 | 2,03 | 12 | 1,84 | 3 |
| 14 | Elbe | Wittenberg | 376 | 316 | 141 | 185 | 132 | 171 | 117 | 143 | 113 | 133 |
| 15 | Mulde | Bad Dübén 1 | 63,3 | 279 | 16,8 | 157 | 15,7 | 152 | 13,6 | 133 | 11,9 | 110 |
| 16 | Elbe | Aken | 435 | 302 | 168 | 188 | 159 | 174 | 140 | 146 | 132 | 124 |
| 17 | Saale | Calbe-Grizehne | 117 | 322 | 47,3 | 180 | 42,8 | 148 | 37,4 | 70 | 36,7 | 53,0 |
| 18 | Elbe | Barby | 547 | 307 | 221 | 186 | 208 | 180 | 182 | 159 | 171 | 143 |
| 19 | Elbe | Magdeburg-Strombrücke | 554 | 307 | 225 | 186 | 209 | 176 | 187 | 156 | 175 | 145 |
| 20 | Elbe | Tangermünde | 566 | 308 | 229 | 189 | 212 | 178 | 181 | 151 | 167 | 111 |
| 21 | Havel | Rathenow UP | 78,8 | 287 | 12,8 | 60 | 13,1 | 64 | 7,37 | 20 | 7,14 | 18 |
| 22 | Elbe | Wittenberge | 689 | 321 | 267 | 187 | 240 | 170 | 194 | 93 | 175 | 33 |
| 23 | Elbe | Neu Darchau | 699 | 302 | 271 | 181 | 239 | 165 | 191 | 65 | 174 | 26 |

3.5 Anthropogene Beeinflussung der Niedrigwasserabflüsse

Dieses Kapitel widmet sich der Beschreibung des Einflusses der Talsperren auf die Niedrigwasserabflüsse im Einzugsgebiet der Elbe während der Niedrigwassersituation 2018.

Die Lage der Talsperren, die in den Kapiteln 3.5 und 3.6 bewertet werden, ist in **Abbildung 3.5-1** dargestellt. **Tabelle 3.5-1** enthält eine zusammenfassende Übersicht über allgemeine Parameter dieser Talsperren.

Tab. 3.5-1: Zusammenfassende Übersicht über allgemeine Parameter der bewerteten Talsperren

| Lfd. Nr. | Name der Talsperre | Gewässer / Teileinzugsgebiet | Einzugsgebiet | Mittlerer Abfluss ¹⁾ | Absenzziel | Stauziel | Betriebsraum ²⁾ |
|----------|--------------------------|-------------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------|-----------------|----------------------------|
| | | | [km ²] | [m ³ /s] | [m. ü. NHN] | [m ü. NHN] | [Mio. m ³] |
| 1 | Les Království | Elbe | 531 | 8,89 | 307,60 | 315,60 / 314,60 | 1,42 / 1,09 |
| 2 | Pastviny | Divoká Orlice | 180 | 3,91 | 454,60 | 468,60 / 467,60 | 6,24 / 5,53 |
| 3 | Rozkoš ³⁾ | Rozkošský potok, Úpa / Metuje | 45 / 416 | 0,223 / 6,79 | 271,60 | 280,50 / 279,60 | 45,95/39,81 |
| 4 | Seč | Chrudimka | 217 | 2,30 | 469,61 | 486,81 | 14,07 |
| 5 | Souš | Černá Desná | 14 | 0,505 | 756,05 | 766,45 | 4,59 |
| 6 | Lipno I | Moldau | 949 | 13,40 | 716,10 | 724,90 | 252,99 |
| 7 | Lipno II | Moldau | 997 | 13,70 | 557,60 | 562,70 | 1,44 |
| 8 | Římov | Maltsch | 489 | 4,38 | 442,50 | 470,65 | 30,02 |
| 9 | Hněvkovice | Moldau | 3 540 | 30,60 | 364,60 | 370,10 | 12,16 |
| 10 | Husinec | Blanice / Otava | 213 | 2,09 | 515,33 | 522,33 | 1,98 |
| 11 | Orlík | Moldau | 12 115 | 81,20 | 329,60 | 349,90 | 343,08 |
| 12 | Švihov | Želivka / Sázava | 1 179 | 6,99 | 343,10 | 377,00 | 246,07 |
| 13 | Slapy | Moldau | 12 957 | 85,20 | 246,60 | 270,60 | 200,50 |
| 14 | Vrané | Moldau | 17 785 | 110,00 | 199,10 | 200,10 | 2,52 |
| 15 | Hracholusky | Mže | 1 609 | 8,27 | 339,60 | 354,10 | 32,02 |
| 16 | Žlutice | Střela / Berounka | 214 | 1,24 | 493,60 | 507,05 | 10,46 |
| 17 | Klabava | Klabava / Berounka | 330 | 2,04 | 344,40 | 345,70 | 0,49 |
| 18 | Skalka | Eger | 672 | 6,22 | 435,60 | 442,20 / 437,60 | 13,66 / 2,45 |
| 19 | Jesenice | Odrava / Eger | 411 | 3,57 | 427,30 | 439,20 / 437,60 | 47,12 / 37,46 |
| 20 | Horka | Libocký potok / Eger | 70 | 0,76 | 481,60 | 504,49 | 16,54 |
| 21 | Stanovice | Lomnický potok / Teplá | 92 / 278 | 0,560 / 2,350 | 483,00 | 513,35 / 511,80 | 20,16 / 18,38 |
| 22 | Nechranice | Eger | 3 590 | 30,80 | 235,40 | 269,00 | 233,22 |
| 23 | Bleiloch ⁴⁾ | Saale | 1 240 | keine Angabe | 398,00 | 407,45 | 70,32 |
| 24 | Burgkammer ⁴⁾ | Saale | 1 249 | keine Angabe | 351,50 | 356,00 | 3,08 |
| 25 | Walsburg ⁴⁾ | Saale | 1 262 | keine Angabe | 336,00 | 339,45 | 1,48 |
| 26 | Hohenwarte ⁴⁾ | Saale | 1 657 | keine Angabe | 285,00 | 302,74 | 96,66 |
| 27 | Eichicht ⁴⁾ | Saale | 1 665 | 16,1 | 236,50 | 244,00 | 4,44 |
| 28 | Rappbode ⁴⁾ | Rappbode / Bode | 116 | 2,47 | 364,00 | 422,57 | 101,11 |
| 29 | Wendefurth ⁴⁾ | Bode | 314 | 3,80 | 336,00 | 344,87 | 3,26 |
| 30 | Eibenstock | Zwickauer Mulde | 199 | 2,63 | 509,89 | 536,66 | 55,64 |
| 31 | Bautzen | Spree | 310 | 2,69 | 162,00 | 167,50 | 24,24 |
| 32 | Quitzdorf | Schwarzer Schöps | 176 | 0,869 | 157,80 | 159,45 | 9,28 |

¹⁾ am Abgabeprofil der Talsperre

²⁾ Stauraum zwischen dem Absenk- und dem Stauziel, bei zwei Angaben handelt es sich um die Werte für das hydrologische Sommer-/Winterhalbjahr.

³⁾ Stauraum bezieht sich nur auf südlichen Stausee, der für die ausgleichende Niedrigwasseraufhöhung genutzt wird.

⁴⁾ Stauziel und Betriebsraum beziehen sich gemäß Angaben von TLUG und LHW/TSB auf das Sommerhalbjahr mit Stand 2015.



Abb. 3.5-1: Übersichtskarte mit den bewerteten Talsperren (Quelle: ČHMÚ)

3.5.1 Bewirtschaftung der Talsperren

Die Bewirtschaftung der Talsperren im Einzugsgebiet der Elbe trug zum Teil in bedeutender Weise zur Minderung der Auswirkungen der Trockenwetterperiode 2018 auf die Abflüsse in der Elbe bei. Da sich an der Elbe selbst keine Talsperre mit nennenswertem Betriebsraum befindet, war für die Niedrigwasseraufhöhung im Elbestrom die Stützungswassermenge aus den Talsperren an den Nebenflüssen und hier vor allem der Moldau entscheidend.

► Die Talsperre Rozkoš

Die Talsperre Rozkoš ist ein vom Bach Rozkošský potok und primär von einem Zuleiter aus der Úpa bei Zlíč gespeister Speicher im Nebenschluss. Das Wasser aus dem Stausee wird in den Bach Rozkošský potok geleitet, der in die Metuje mündet, die dann weiter bei Jaroměř in die Elbe fließt. Primäre Nutzungen der Talsperre sind die Überleitung von Wasser aus der Úpa und seine Speicherung im Betriebsraum des Stausees mit anschließender Nutzung als ausgleichende Niedrigwasseraufhöhung der Elbe bis zum Wehr Opatovice nad Labem (Gewährleistung einer Mindestwasserführung von 5,0 m³/s), Entnahmen für das Kraftwerk Opatovice bis zu maximal 11,6 m³/s und Wasserüberleitung über den Opatovický kanál in Höhe von maximal 2,5 m³/s. Ferner wird im Bach Rozkošský potok unterhalb der Talsperre eine Mindestwasserführung von 0,08 m³/s gewährleistet.

Insgesamt spielte der Stausee Rozkoš während der Niedrigwasserperiode 2018 eine sehr positive Rolle, indem er die Abflüsse am Knoten Opatovice mit 2 bis 5 m³/s aufhöhte. Der tatsächliche Bedarf an Wasser für die Abflusstützung betrug 41,8 Mio. m³. Der niedrigste Füllstand des Betriebsraums der Talsperre Rozkoš von 17 % wurde Anfang Dezember mit 273,60 m ü. NHN erreicht (**Abb. 3.5-2**). Während des Niedrigwassers im August und September, als sich die Abflüsse oberhalb des Wehres Opatovice nad Labem im Bereich von 8 bis 12 m³/s bewegten, betrug der Anteil des aus der Talsperre Rozkoš abgeleiteten Wassers ca. 40 bis 60 % des Gesamtabflusses.

In diesem Zeitraum erfolgte auch eine Niedrigwasseraufhöhung in der Elbe aus weiteren Talsperren, die vom staatlichen Wasserwirtschaftsbetrieb für die Elbe (Povodí Labe, státní podnik) bewirtschaftet werden. Dabei betrug die gesamte Niedrigwasseraufhöhung der Elbe aus den Talsperren während der extremen Trockenheit bis zu 6,0 m³/s.

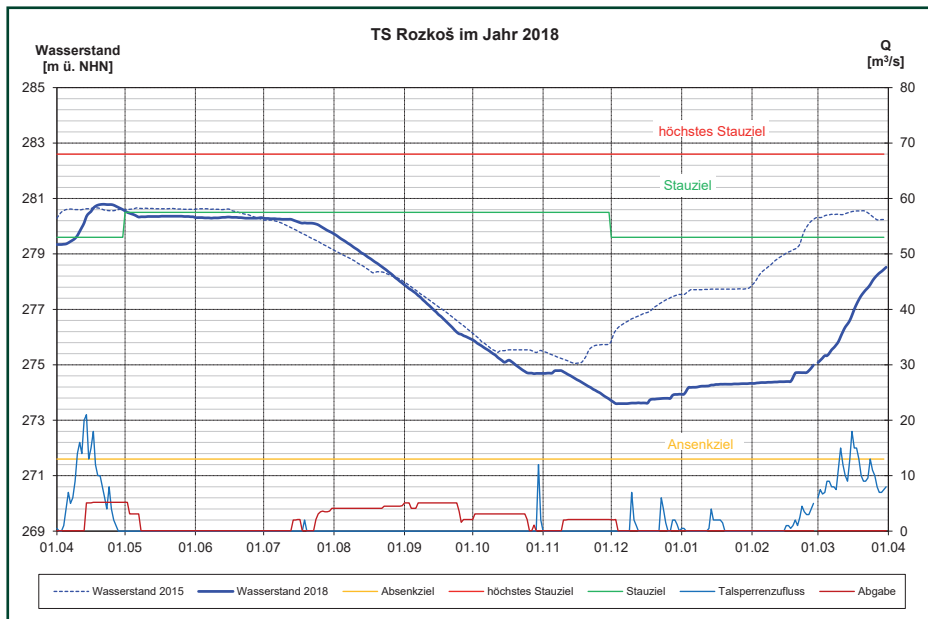


Abb. 3.5-2: Bewirtschaftung der Talsperre Rozkoš im Jahr 2018
(Quelle: Povodí Labe, státní podnik)

► Die Moldaukaskade

An den Talsperren der Moldaukaskade wurde in den Betriebsräumen der Staueisen durch die Steuerung der Abgabe aus der Talsperre Vrané eine ausreichende Menge an gespeichertem Wasser gesichert, um die wichtigste Nutzung dieses Speichersystems erfüllen zu können. Durch den Einfluss der erhöhten Talsperrenzuflüsse im Frühjahr wurde der Betriebsraum der Talsperre Lipno I aufgefüllt. Die Betriebsräume der Talsperren Orlík und Slapy waren in diesem Zeitraum gut aufgefüllt. Zu Beginn der Sommersaison waren die Wasserspiegel in allen Talsperren auf einem Niveau, mit dem alle Nutzungen erfüllt werden konnten. Der Sommer war von einem Niederschlagsdefizit geprägt. Trotzdem war es möglich, den Beckenwasserstand im Stausee Lipno bis fast Ende September auf einer Höhe zu halten, die für die Erholungsnutzung optimal war. Das im Stausee Lipno gespeicherte Wasservolumen wurde für die Niedrigwasseraufhöhung der Moldau genutzt, um das Fallen des Wasserspiegels im Stausee Orlík zu verlangsamen. Dadurch sank der Wasserstand der Talsperre Orlík erst Ende Juli / Anfang August unter einen Wert von 347,60 m ü. NHN und die Schiffe konnten über die Hälfte der Schifffahrtssaison über die Staustufe Kořensko geschleust werden.

Die Einschränkung der Schifffahrt wurde durch die niedrigen Zuflüsse verursacht, die niedriger als der Mindestabfluss von 40 m³/s aus der Talsperre Vrané waren. Das Volumen des in den Staueisen der Moldaukaskade gespeicherten Wassers lag jedoch über die gesamte Zeit deutlich über den Angaben des nach den Schemata vorgeschriebenen Mindestvolumens. Die wichtigste Nutzung des Talsperrensystems war also mit einer Reserve gesichert.

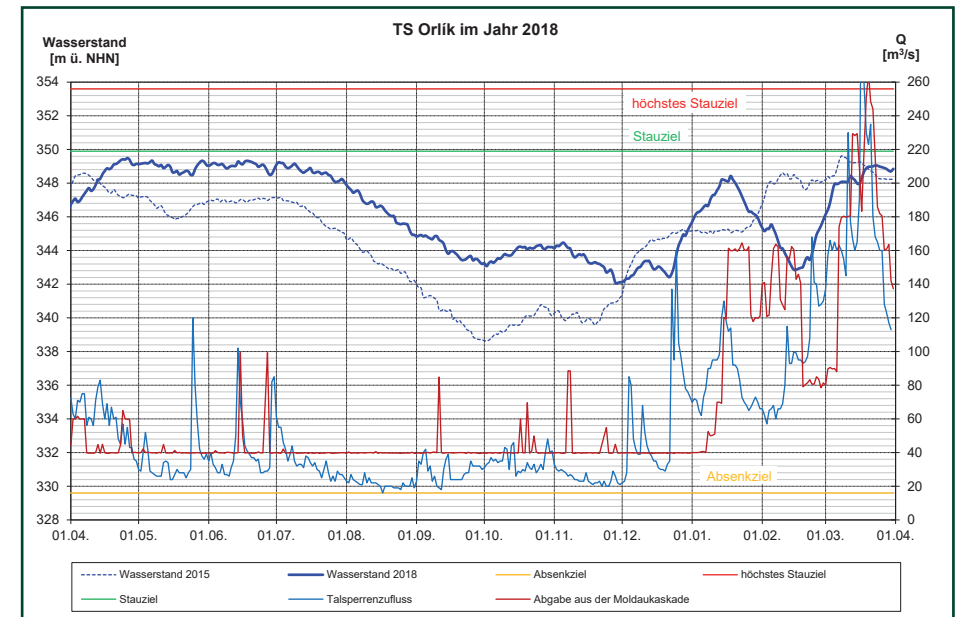


Abb. 3.5-3: Bewirtschaftung der Talsperre Orlík im Jahr 2018
(Quelle: Povodí Vltavy, státní podnik)

► Die Talsperren an der Eger

An der Eger gibt es drei bedeutende Talsperren, die bei Niedrigwasser einen direkten Einfluss auf die hydrologische Situation in der Eger haben. Es handelt sich um die Talsperren Skalka, Jesenice und Nechanice. Zu den wichtigsten Nutzungen der Talsperren im System Skalka – Jesenice – Nechanice gehören die ausgleichende Niedrigwasseraufhöhung in der Eger für die Energieerzeugung, die Industrie sowie auch die Aufrechterhaltung der Abflüsse für einen günstigen hydroökologischen Zustand im Gewässer. Dazu ist in den Staueisen Skalka und Jesenice für den Sommer ein Betriebsraum von fast 60 Mio. m³ ausgewiesen. In der Talsperre Nechanice wird dafür ein Betriebsraum von 233 Mio. m³ vorgehalten.

Im August 2018 betrug der Anteil der Niedrigwasseraufhöhung aus den Stauseen am Pegel Louny 80 % des Abflusses und im September etwa 50 %. Im Monat August lag die Gesamtabgabe aus der Talsperre Nechranice bei 13 m³/s und im September bei 8 bis 9 m³/s. Der Beckenfüllstand der Talsperre Nechranice betrug im Dezember 2018 am Ende der Niedrigwasserperiode 64 % des Betriebsraums.

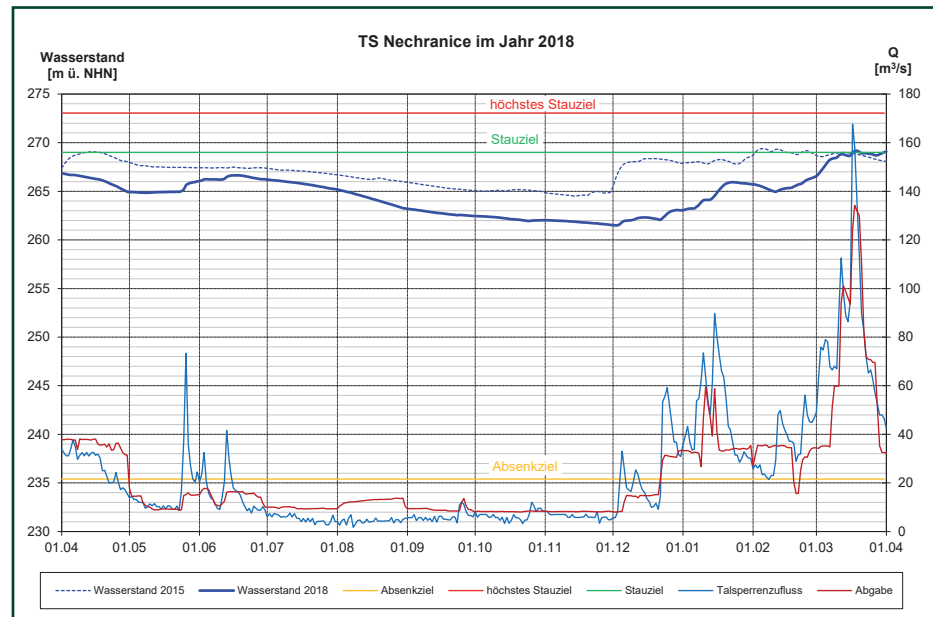


Abb. 3.5-4: Bewirtschaftung der Talsperre Nechranice im Jahr 2018 (Quelle: Povodí Ohře, státní podnik)

► Talsperren im deutschen Einzugsgebiet der Elbe

Das größte Speichersystem im deutschen Einzugsgebiet der Elbe stellt die Saalekaskade mit der Bleilochtalsperre, der Hohenwarttalsperre sowie den Talsperren Walsburg, Burgkhammer und Eichicht dar. Danach folgen die Rappbodetalsperre und die Talsperre Eibenstock an der Zwickauer Mulde.

Im Jahr 2018 verlief die Beanspruchung des Stauraums jahreszeittypisch mit Aufstau im Winter und Frühjahr, gefolgt von einer deutlichen Speicherinhaltszehrung bis in den Herbst hinein. In diesem Zeitraum wurden aus den sächsischen Talsperren insgesamt 68,9 Mio. m³, an der Saale bei einer zu gewährleistenden

Mindestabgabe von 6 m³/s etwa 75 Mio. m³ zur Niedrigwasseraufhöhung abgegeben. Der aus der Rappbodetalsperre erforderliche Zuschussbedarf zur Gewährleistung der Mindestabgabe für die Bode (Nebenfluss der Saale) betrug für das Jahr 2018 lediglich ca. 6 Mio. m³, da der Großteil des gespeicherten Wassers der Trinkwasserversorgung dient.

Besonders schwierig war im Niedrigwasserjahr 2018 im deutschen Einzugsgebiet der Elbe die Niedrigwassersteuerung im Spreegebiet (die Spree ist der bedeutendste Zufluss der Havel). Hier stehen jährlich insgesamt 20 Mio. m³ aus den sächsischen Talsperren Bautzen und Quitzdorf für die Verbesserung der Abflusssituation sowohl in Menge und Güte (Senkung der Sulfatkonzentration) der Spree in Brandenburg und Berlin zur Verfügung. Bei der Niedrigwasserbewirtschaftung in diesem Gebiet werden die zukünftigen Speicher aus den ehemaligen Tagebaurestseen (Wasserspeichersystem Lohsa II und Speicher Bärwalde) mit einem zu erwartenden Seevolumen von max. 340 Mio. m³ eine immer größere Rolle spielen.

Wenngleich die Steuerung der Talsperren (Abb. 3.5-5 bis 3.5-7) in den Sommermonaten zu einer deutlichen Verbesserung der Abflusssituationen in den

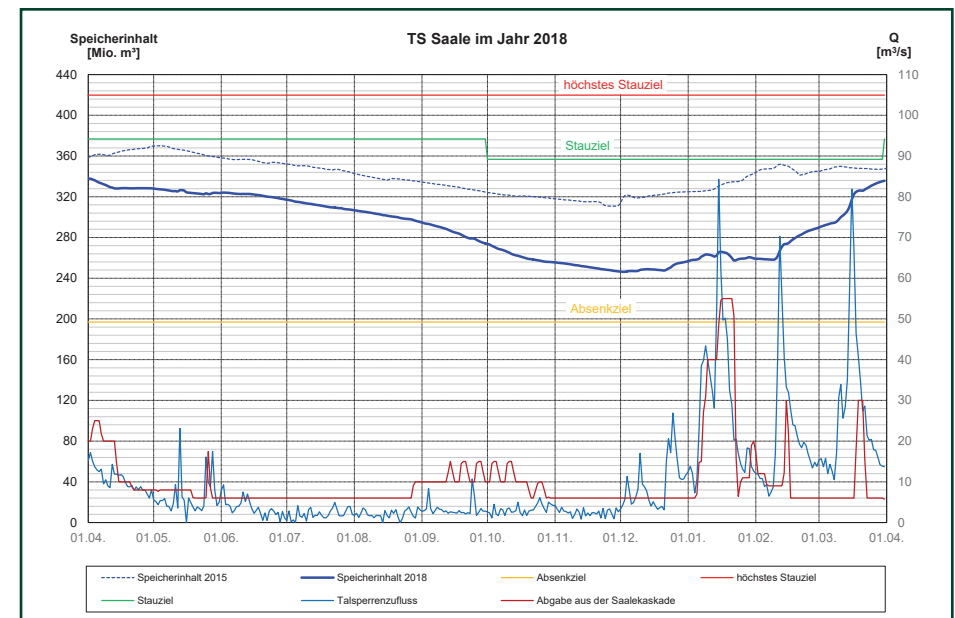


Abb. 3.5-5: Bewirtschaftung der Saaletalsperren im Jahr 2018 (Quelle: LHW ST, Daten: TLUG)

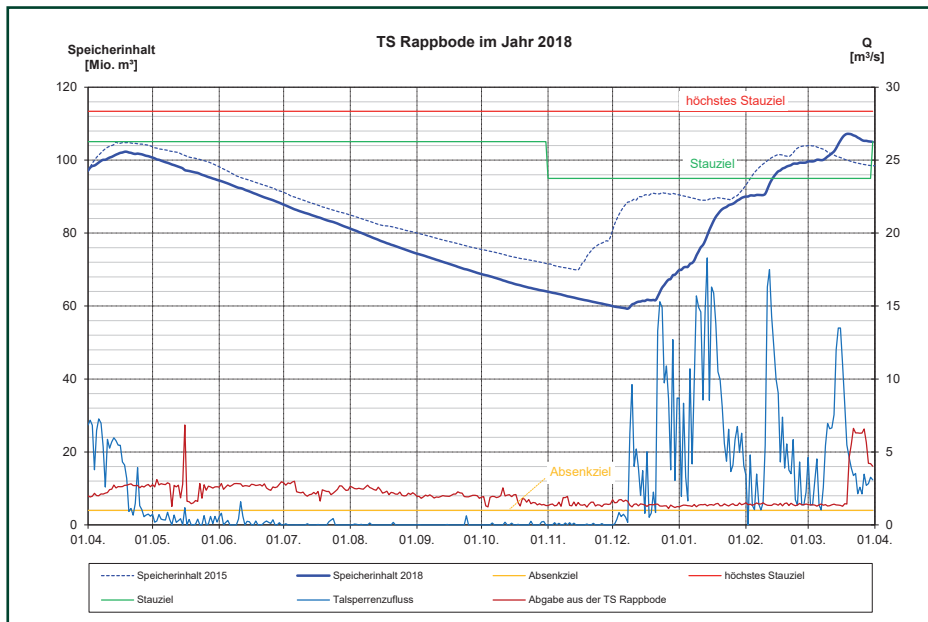


Abb. 3.5-6: Bewirtschaftung der Rappbodetalsperre im Jahr 2018 (Quelle: LHW ST, Daten: TSB ST)

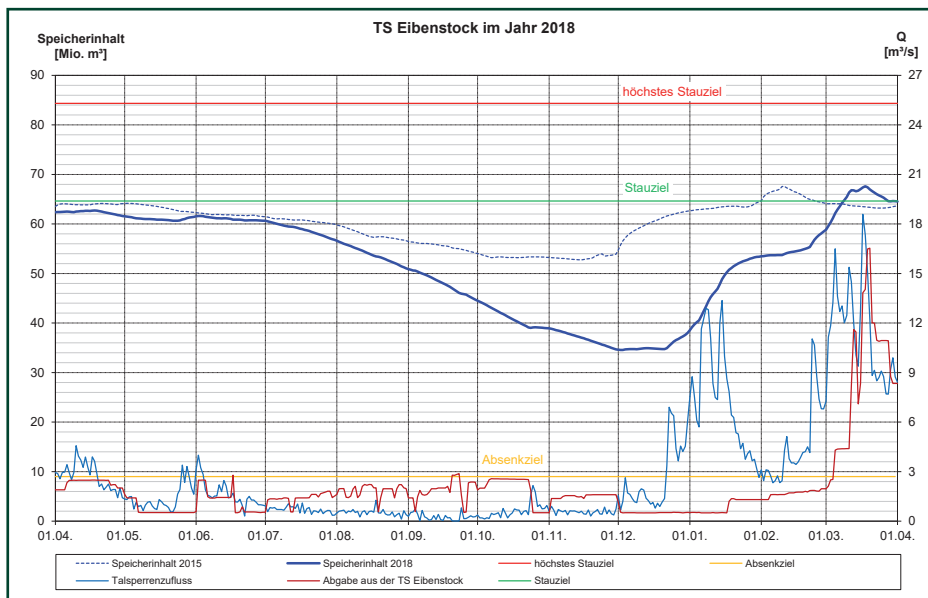


Abb. 3.5-7: Bewirtschaftung der Talsperre Eibenstock im Jahr 2018 (Quelle: LTV SN)

unterhalb liegenden Gewässerabschnitten beigetragen hat, ist der Einfluss auf die Abflusssituation in der Elbe im Jahr 2018 durch die zusätzlichen Abgaben aus den Talsperren im deutschen Teil des Elbeinzugsgebiets als marginal einzustufen.

3.5.2 Beeinflussung der Niedrigwasserabflüsse an der Unteren Moldau und der Elbe unterhalb der Moldau durch bedeutende tschechische Talsperren

Das Abflussregime wird vor allem an Gewässerabschnitten beeinflusst, die unterhalb von bedeutenden Talsperren mit großem Betriebsraum liegen. Mit niedriger werdenden Abflüssen nimmt die Größe des dem Einfluss der Talsperrenbewirtschaftung unterliegenden Abflussanteils zu. Die Niedrigwasseraufhöhung unterhalb von Talsperren dient dazu, Einschränkungen der Gewässerbenutzungen weiter stromab möglichst zu vermeiden und die ökologischen Funktionen des Gewässers zu sichern.

Um den Einfluss der Talsperren auf die Höhe der Niedrigwasserabflüsse an der Unteren Moldau und der Elbe zu ermitteln, erfolgte eine Bereinigung der Reihe der mittleren Tagesabflüsse Q_d an den Pegeln Prag-Chuchle (Abb. 3.5-8) und Děčín (Abb. 3.5-9) um den Einfluss der Aufhöhung durch die ausgewählten großen Talsperren.

Die Ermittlung der Reihe der bereinigten mittleren Tagesabflüsse (im Folgenden „bereinigte Abflüsse“) basiert auf einem Schätzverfahren, welches in der hydrologischen Auswertung der Niedrigwassersituation von 2015¹⁾ ausführlich beschrieben ist.

Aus dem Vergleich der Reihen der beobachteten und der berechneten mittleren Tagesabflüsse geht hervor, dass die Niedrigwasseraufhöhung durch die Talsperren in Prag-Chuchle (Abb. 3.5-8) in der Zeit mit den niedrigsten Abflüssen bis zu ca. 30 m³/s erreichte. Der Zeitraum, in dem die Abflüsse stark gestützt wurden, dauerte von der ersten Julidekade bis Anfang Dezember.

Anhand des Vergleichs der bereinigten mittleren Tagesabflüsse mit der Abflussganglinie aus dem Jahr 1947 für den Pegel Prag-Modřany (Abb. 3.5-8) kann

¹⁾ IKSE (2017): Hydrologische Auswertung der Niedrigwassersituation 2015 im Einzugsgebiet der Elbe

festgestellt werden, dass ohne Niedrigwasseraufhöhung offensichtlich ein Niedrigwasserabfluss erreicht worden wäre, der noch niedriger als der im Jahr 1947 gewesen wäre.

Bei der Berechnung der Reihe der bereinigten mittleren Tagesabflüsse am Pegel Děčín an der Elbe (**Abb. 3.5-9**) wurde ähnlich verfahren wie für den Pegel Prag-Chuchle. Für die Abschätzung der Reihe der bereinigten mittleren Abflüsse am Pegel Děčín wurden 75 Pegel verwendet, die den Abfluss von 77,3 % der Fläche des Einzugsgebiets repräsentieren.

Aus dem Vergleich der beobachteten und der berechneten bereinigten Reihe der mittleren Tagesabflüsse an der Elbe in Děčín ergeben sich ähnliche Schlussfolgerungen wie für den Pegel Prag-Chuchle. Der Zeitraum, in dem sich der Verlauf der beobachteten und der berechneten mittleren Tagesabflüsse deutlich ändert und in dem es also 2018 zu einer starken Niedrigwasseraufhöhung gekommen ist, fällt in die zweite Julidekade.

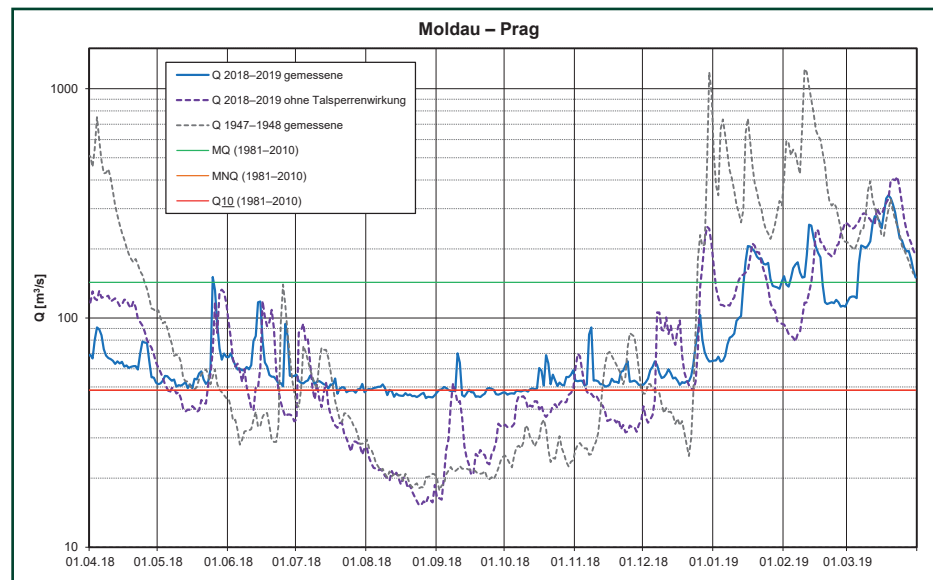


Abb. 3.5-8: Beobachtete und abgeleitete bereinigte Abflüsse 2018 sowie beobachtete Abflüsse 1947 in der Moldau in Prag. Zum Vergleich sind für den Bezugszeitraum 1981 – 2010 die Werte MQ, der mehrjährige mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ) sowie Q_{10} aufgeführt (Quelle: ČHMÚ).

Da sich die beobachteten mittleren Tagesabflüsse im August 2018 auch unter $80 \text{ m}^3/\text{s}$ bewegten und der abgeleitete bereinigte Niedrigwasserabfluss Ende August ca. $37 \text{ m}^3/\text{s}$ beträgt, kann die Niedrigwasseraufhöhung am Elbe-Pegel in Děčín auf ca. $40 \text{ m}^3/\text{s}$ geschätzt werden.

Für den anschließenden **deutschen Abschnitt der Binneneibe** wurden vom Übergabepiegel Děčín an (nahe der deutsch-tschechischen Grenze) mit dem hydrodynamisch-numerischen 1D-SOBEK-Modell der BfG Modellläufe durchgeführt, um die stromabwärtige Wirkung der Niedrigwasseraufhöhung aus den tschechischen Talsperren beurteilen zu können. Als obere Randbedingung sind in die Modellierung die für den Pegel Děčín vorgegebenen Daten aus oben genannter Abschätzung (Abfluss-Tagesmittel „gemessen, inklusive Talsperrenwirkung“ sowie „bereinigt, ohne Talsperrenwirkung“) eingegangen.

Obwohl, vor allem bei der Modellierung des Extremszenarios ohne abflussstützende Wirkung der Talsperren, Abflüsse abgebildet werden, in denen durch

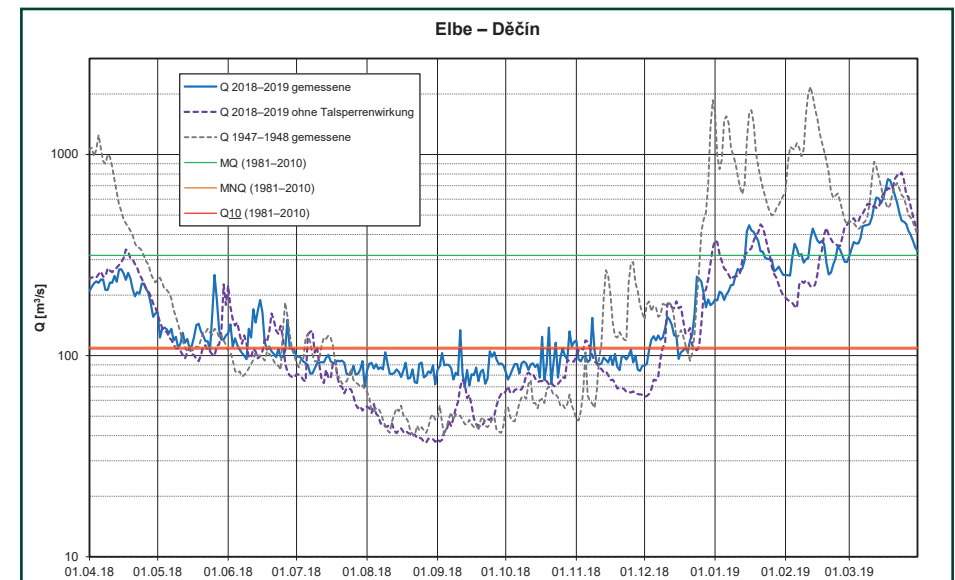


Abb. 3.5-9: Beobachtete und abgeleitete bereinigte Abflüsse 2018 sowie beobachtete Abflüsse 1947 in der Elbe in Děčín. Zum Vergleich sind für den Bezugszeitraum 1981 – 2010 die Werte MQ, der mehrjährige mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ) sowie Q_{10} aufgeführt (Quelle: ČHMÚ).

Messdaten ausreichend abgedeckte Datengrundlagen (bspw. Abflusskurven) teilweise fehlen und bei denen, gerade in Gewässerabschnitten mit starker Erosionsdynamik, mit einer höheren Ergebnisunsicherheit zu rechnen ist, lässt sich eine verlässliche Abschätzung der Talsperrenwirkung entlang der deutschen Elbestrecke vornehmen. Beispielhaft sind in **Abbildung 3.5-10** für den Pegel Barby unterhalb der Saalemündung Modellergebnisse (Abflüsse) sowie die Messdaten für den ausgewerteten Zeitraum von März bis Ende Dezember 2018 dargestellt.

Die Schätzung der Niedrigwasseraufhöhung am Pegel Děčín beträgt rund $40 \text{ m}^3/\text{s}$ (siehe oben), wobei nennenswerte tägliche Schwankungen auftreten. Vergleicht man demgegenüber gemäß **Abbildung 3.5-9** die jeweiligen niedrigsten Tagesabflüsse der Reihe „beobachtet“ ($69,8 \text{ m}^3/\text{s}$) und der bereinigten Reihe „ohne Talsperren“ ($36,9 \text{ m}^3/\text{s}$), dann ergibt sich eine Differenz von $32,9 \text{ m}^3/\text{s}$, d. h. rund $33 \text{ m}^3/\text{s}$. Dieser Wert wurde den nachstehenden SOBEK-Modellierungsrechnungen im Hinblick auf die wasserstandsbezogene Wirkung dieser Zuschusswassermenge zugrunde gelegt. Der Aufhöhungseffekt ist laut Modellierung auch

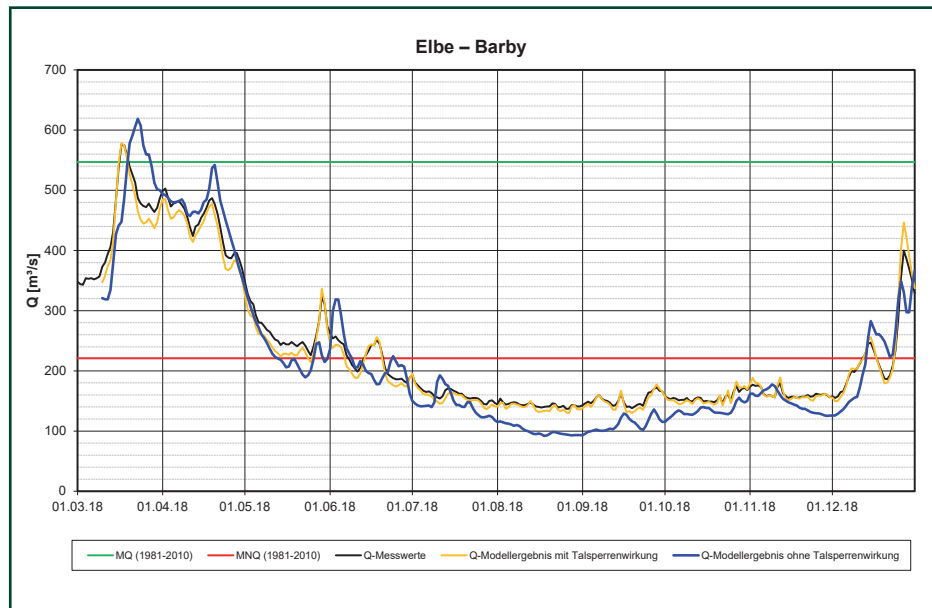


Abb. 3.5-10: Ergebnisse der hydraulischen Modellierung (Ganglinienverlauf des Abflusses, Tagesmittelwerte) hinsichtlich der Wirkung der Niedrigwasseraufhöhung aus tschechischen Talsperren (TS) am Pegel Barby (Quelle: BfG)

an der Unteren Mittelbe noch zu beobachten: Für die Wasserstände bedeutet dies, dass der jeweils niedrigste berechnete Wasserstand an der deutschen Elbe oberhalb der Saalemündung durch das „Zuschusswasser“ aus den tschechischen Talsperren um 31 cm bis 57 cm höher liegt als im Fall ohne Talsperrenwirkung, unterhalb der Saale-Mündung beträgt der Unterschied 23 und 35 cm.

Die positive (wasserstandsanehebende) Wirkung ist lokal abhängig von der morphologischen Situation im Gerinne und kann ggf. mit weiteren abflussstützenden Effekten (bspw. an Elbenebenflüssen) wechselwirken (in der Modellierung nicht berücksichtigt). Das Gesamtbild in **Abbildung 3.5-11** zeigt in den oberen Abschnitten des Stroms den größten Effekt. Selbst an den Pegeln der unteren Mittelbe beträgt die Wirkung aber noch deutlich mehr als 20 cm. Der Streckenabschnitt unterhalb Elbe-km 550, in dem der Einfluss des Wehrs Geesthacht sukzessive zunimmt, ist nicht dargestellt.

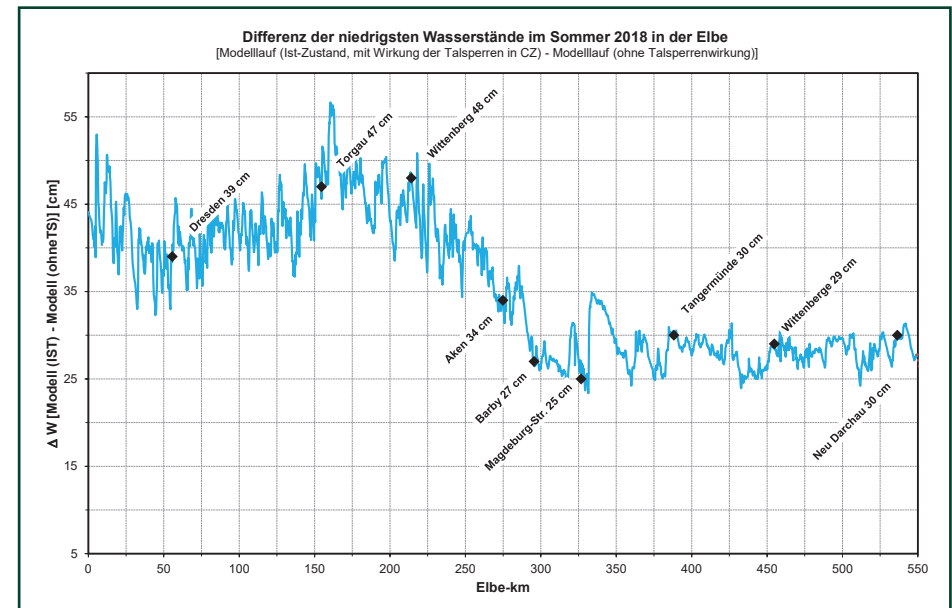


Abb. 3.5-11: Differenz der niedrigsten Wasserstände im Sommer 2018 in der deutschen Elbe (Modelllauf „mit Wirkung der Talsperren in Tschechien“ vs. Modelllauf „ohne Talsperrenwirkung“)

3.6 Einfluss auf die Nutzungen der Oberflächengewässer

3.6.1 Wasserspeicherung in den Stauseen und Wasserentnahmen

In Tschechien wurde während der Niedrigwassersituation des Jahres 2018 ein besonderes Augenmerk auf die Wasserverfügbarkeit für unterschiedliche Zwecke gelegt. Dies gilt insbesondere für Entnahmen von Oberflächenwasser, obwohl sich die Situation im Grundwasser ähnlich entwickelte, wenn auch mit einer gewissen Verzögerung. Einschränkungen gab es vor allem bei Entnahmen aus den Oberflächengewässern für das Waschen von Autos, das Bewässern von Sportplätzen und Rasenflächen sowie das Füllen von Speichern und Schwimmbecken. In mehreren Verwaltungseinheiten wurden Oberflächenwasserentnahmen auch komplett verboten. Wasserentnahmen für die Trinkwasseraufbereitung wurden zu keinem Zeitpunkt eingeschränkt. Insbesondere im Sommer und Herbst war die Situation kritisch, d. h. in der Zeit mit erhöhten Anforderungen an den Wasserbedarf für die Bewässerung landwirtschaftlicher Kulturen (Getreide, Obstgärten u. Ä.). Zum Jahresende hin (Winter) stand hingegen die Situation bezüglich des Wasserbedarfs für das künstliche Beschneien der Abfahrten und der Skilaufareale in den Mittelgebirgsregionen im Mittelpunkt. An den meisten Orten im Einzugsgebiet wurden die Entnahmeverbote bis Ende 2018 aufgehoben.

Das in den Betriebsräumen der Talsperren gespeicherte Wasser wurde genutzt, um alle wasserrechtlich genehmigten Entnahmen zu befriedigen, vor allem die Sicherung der Entnahmen für die Trinkwasseraufbereitung, die Niedrigwasseraufhöhung in den Gewässern unterhalb der Stauseen, die Verbesserung der hygienischen Bedingungen in den Gewässern und allgemein zur Reduzierung der negativen Auswirkungen des Niedrigwassers. In Übereinstimmung mit den gültigen Bewirtschaftungsplänen wurde in der Niedrigwasserphase die Abgabe aus den Talsperren auf das Niveau der Mindestwasserabgabe eingestellt, die oft größer als der Talsperrenzufluss war. Dadurch entleerte sich der Betriebsraum der Talsperren. In den Fließgewässern unterhalb der Stauseen konnten damit höhere Abflüsse gehalten werden, als es der aktuellen hydrologischen Situation entsprach.

Durch den Rückgang der Beckenwasserstände in den Talsperren waren u. a. die Schifffahrt und die Freizeitnutzung stark eingeschränkt. Aber auch die landschaftsgestaltende Wirkung der Talsperren war beeinträchtigt. Das zeigte sich

z. B. sehr deutlich am Stausee Orlík an der Moldau. Hier waren die Schifffahrt und die Nutzung zur Erholung stark eingeschränkt. Aber nur so war es möglich, an der Talsperre Vrané über den gesamten Niedrigwasserzeitraum die vorgeschriebene Abgabe von 40 m³/s zu halten. Mit diesem Abfluss werden die bedeutenden wasserrechtlich genehmigten Entnahmen am Unterlauf der Moldau abgesichert, aber auch der Niedrigwasserabfluss in der Elbe auf dem deutschen Gebiet.

An zwei Talsperren mit kleinem Speichervolumen (Talsperren Seč an der Chrudimka und Hracholusky am Reichenbach (tschechisch: Mže)) nahm der Inhalt so stark ab, dass zur außergewöhnlichen Bewirtschaftung übergegangen werden musste. Die Mindestabgabe aus den Talsperren musste reduziert werden, damit die wichtigsten Nutzungen von den Talsperren weiterhin abgesichert waren.

Bei keiner der bedeutenden Talsperren kam es zu einem kritischen Wassermangel oder einem vollständigen Leerfahren des Betriebsraums. Dabei wurde der Betriebsraum zu mehr als 50 % bei den Talsperren Rozkoš (83 %), Pastviny (80 %), Seč (71 %), Souš (57 %) und Hracholusky (55 %) in Anspruch genommen. Im Einzugsgebiet der Eger wurden die Betriebsräume der bedeutenden Talsperren nicht über 50 % ausgenutzt. Anders war die Situation im benachbarten Einzugsgebiet der Bílina. Hier wurde der Betriebsraum der Talsperre Újezd zu 85 % und der Talsperre Všechny zu 86 % in Anspruch genommen. Trotz des Leerfahrens der Betriebsräume waren die wasserrechtlich genehmigten Entnahmen immer abgesichert. Die mehrmonatige Niedrigwasserperiode wurde bis zum Ansteigen der Abflüsse während der Schneeschmelze im März 2019 durch die Abgaben aus den Talsperren überbrückt.

In den betrachteten deutschen Talsperren im Einzugsgebiet der Elbe standen zu Beginn des Jahres 2018 die Betriebsräume zur Rohwasserbereitstellung für Trinkwasser, Brauchwasser und zur Niedrigwasseraufhöhung vollständig zur Verfügung. Insbesondere in Sachsen war das Jahr 2018 in allen Talsperreneinzugsgebieten eines der trockensten und zum Teil das trockenste seit Bestehen der Stauanlagen. Durch ein sehr hohes Niederschlagsdefizit in Sachsen beginnend im Februar 2018 resultierten historisch niedrige Zuflüsse zu den Talsperren.

Die Versorgung der Wasserwerke mit Rohwasser für Trinkwasser konnte mit den zur Verfügung stehenden Betriebsräumen und der bestehenden Vernetzung der Talsperren durch Überleitungssysteme vollständig abgesichert werden. Die Qualitätsanforderungen in den Trink- und Brauchwassertalsperren wurden während des Trockenjahres 2018 weitgehend eingehalten. Es kam nur an wenigen Talsperren zu qualitativen Einschränkungen bei der Rohwasserbereitstellung.

Von der Trockenheit waren auch die Mecklenburger Oberseen (MOS) bestehend aus der Müritz und acht weiteren Seen betroffen. Die gesamte Wasserfläche umfasst 196 km² und bildet damit eines der größten geschlossenen Süßwasserreservoirs in Europa. Mit der Bewirtschaftung der MOS werden die Wasserstraßen Müritz-Havel, Obere Havel, Havel-Oder und Müritz-Elde gestützt, die direkt zur Elbe führen.

Anfang April 2018 waren die MOS vollständig gefüllt, zum Teil war auch der Hochwasserrückhalteraum der Seen eingestaut. Dieser guten Ausgangssituation war es zu verdanken, dass im Oktober 2018 das Wasserstandsniveau der Seen knapp unter dem unteren Stauziel, aber deutlich über dem untersten Stauziel lag. Während der Sommermonate waren kaum Zuflüsse aus den oberirdischen Einzugsgebieten zu den MOS und den zu bewirtschaftenden Wasserstraßen zu verzeichnen. Die großen Verdunstungsverluste in den Wasserstraßen (an heißen Tagen resultiert der Wasserstandsrückgang in den MOS zu 60 % aus der Verdunstung) konnten aufgrund des guten Ausgangsniveaus in den Seen zum Teil ausgeglichen werden. Das Niedrigwasser in den MOS verschärfte sich erst 2019, da in der Winterperiode von 2018 zu 2019 die sommerlichen Verluste nicht ausgeglichen werden konnten.

In zahlreichen Landkreisen im deutschen Einzugsgebiet der Elbe wurden die wasserrechtlichen Erlaubnisse zur Wasserentnahme aus Oberflächengewässern eingeschränkt und mussten mit der Unterschreitung von kritischen Mindestabflüssen in den Fließgewässern auch ganz eingestellt werden. Insbesondere sollte auf Entnahmen aus Oberflächen- und Grundwasser mittels Pumpen bei Niedrigwasser verzichtet werden. Auch mussten aufgrund des wenigen Wassers in den Flüssen einzelne Fischaufstiegsanlagen geschlossen werden. Wegen des aktiven Braunkohle- und des Sanierungsbergbaus im Gebiet der Spree und der Schwarzen Elster erforderte in dieser Situation neben der Wassermengenbewirtschaftung

auch die Sulfatsteuerung in den Fließgewässern besondere Aufmerksamkeit. Dabei ist es gelungen, aufgrund der sparsam eingesetzten Wasserressourcen aus den Talsperren und Speichern die Abflüsse von Spree und Schwarzer Elster soweit zu stabilisieren, dass negative wasserwirtschaftliche und ökologische Auswirkungen der extremen Trockenheit minimiert bzw. weitgehend vermieden werden konnten.

3.6.2 Schifffahrt

In Tschechien im staugeregelten Abschnitt der Elbe-Wasserstraße oberhalb des Wehres Střekov entsprachen die Bedingungen für die Schifffahrt ohne Einschränkungen den gültigen Vorschriften. An der regulierten Elbe unterhalb des Wehres Střekov bewegte sich der Wasserstand am Leitpegel Ústí nad Labem im Kalenderjahr 2018 an insgesamt 148 Tagen im Bereich von 155 bis 540 cm, also im für die Schifffahrt nutzbaren Bereich. Im Vergleich zu 2015 waren es 60 Tage weniger.

Die Schifffahrt auf der regulierten Elbe war durch die extreme Niedrigwassersituation im Jahr 2018 stark eingeschränkt. An 217 Tagen (2015 waren es 147 Tage) wurde am Pegel Ústí nad Labem ein garantierter Wasserstand von 150 cm und niedriger, d. h. unterhalb der Grenze für eine wirtschaftliche Nutzbarkeit, erreicht. Diese Dauer der Erreichung/Unterschreitung von 150 cm ist die längste am Pegel Ústí nad Labem seit Beginn der Beobachtungen im Jahr 1937. Im Gegensatz dazu dauerte der die volle Schifffahrt garantierende Wasserstand von über 275 cm 36 Tage an. In der zweiten Augusthälfte erreichte der Wasserstand in Ústí nad Labem mit 108 cm sein Minimum, dieser war also um 10 cm niedriger als im extrem trockenen Jahr 2015 und ist der niedrigste registrierte Wert seit 1963.

Die Intensität der Schifffahrt auf der regulierten Elbe in Tschechien war von Anfang Mai bis Ende 2018 minimal. Die Güterschifffahrt ist praktisch zum Erliegen gekommen und die Schleusen wurden insbesondere von Sportbooten passiert. Das Schleusen von Fahrgastschiffen wurde darüber hinaus im Juli und August komplett eingestellt. An der Staustufe Střekov wurden 2018 insgesamt 863 Schiffe geschleust, d. h. um 30 % weniger als 2015. Auf Wunsch von Transportunternehmen wurden die Schifffahrtsbedingungen in 93 Fällen kurzfristig verbessert, wobei die Aufhöhung in 22 Fällen 25 cm und mehr ausmachte. Die Stützung der Abflüsse erfolgte meistens aus der Kapazität der Stauhaltung Střekov, aber auch durch eine vorübergehende Erhöhung der Abgabe aus der Moldaukaskade. Dies

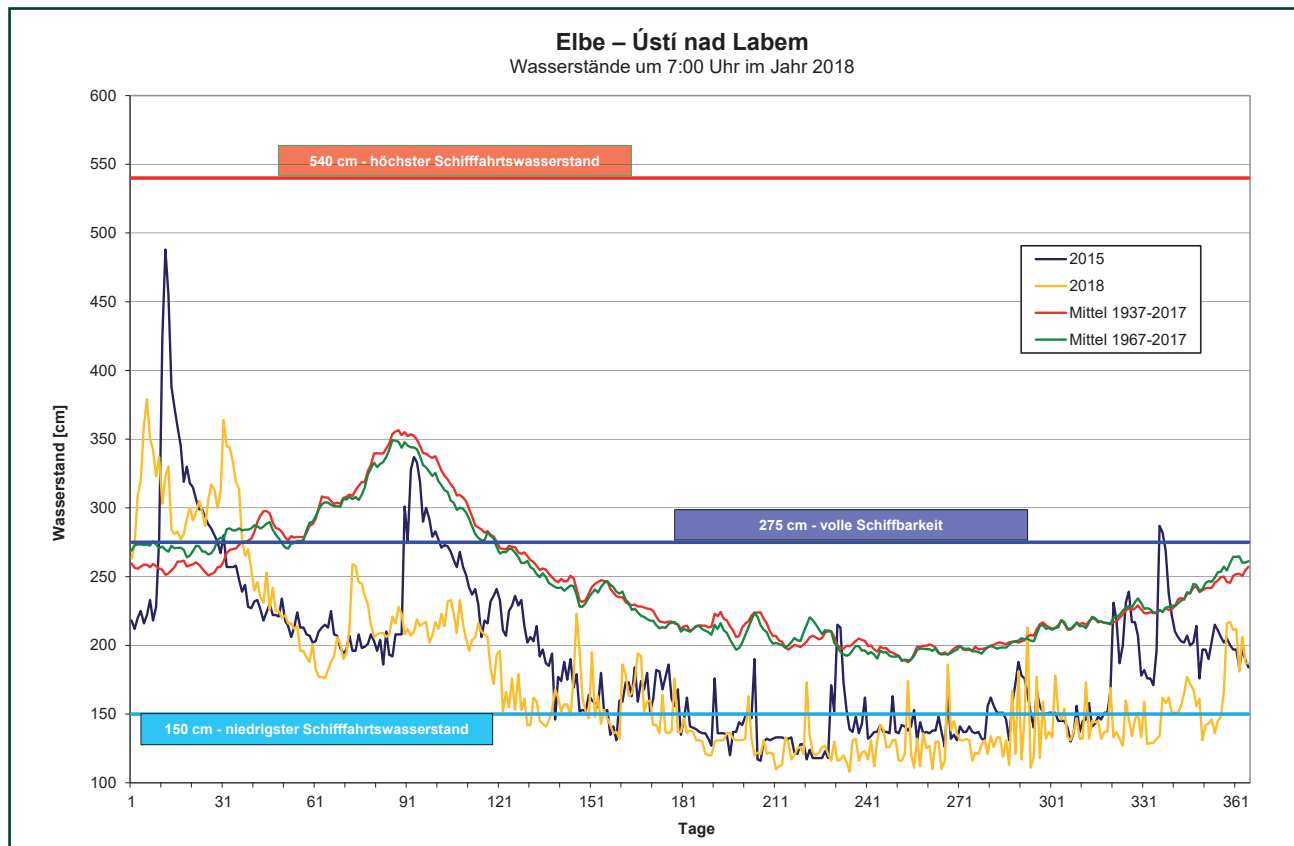


Abb. 3.6-1: Wasserstände um 7:00 Uhr in Ústí nad Labem im Jahr 2018
(Quelle: Povodí Labe, státní podnik)

nutzten Güter- und Fahrgastschiffe mit einem höheren Tiefgang aus, um den kritischen Elbeabschnitt zwischen Střekov und Děčín zu passieren.

Wichtiger Kennwert zur Bewertung des Einflusses des Niedrigwassers auf die Schifffahrt in Deutschland ist der sog. GIW (= „Gleichwertiger Wasserstand“, der im Durchschnitt an 20 eisfreien Tagen des Jahres erreicht oder unterschritten wird).

Der GIW wurde entlang der gesamten deutschen Elbe oft und langfristig unterschritten, z. B. am Pegel Dresden an 183 Tagen und am Pegel Magdeburg-Strombrücke 190 Tage vom 01.04.2018 bis zum 31.03.2019 (Tab. 3.6-1). Die

Folge waren Einschränkungen für die Schifffahrt. Fahrverbote wurden nicht verfügt; jeder Schiffsführer ist in solchen Fällen gehalten, selbst unter Beachtung der Navigationsbedingungen über Beladung (Abladung) und Fahrtaufnahme zu entscheiden. Im Ergebnis kamen in den Sommermonaten die Fahrgastschifffahrt und auch die Güterschifffahrt auf dem deutschen Elbeabschnitt weitgehend zum Erliegen. Die Oberelbe-Häfen, zu denen die deutschen Binnenhäfen Dresden, Riesa, Torgau, Mühlberg, Roßlau sowie die tschechischen Häfen Děčín und Lovosice gehören, waren durch das Niedrigwasser stark eingeschränkt. Die niedrigen Wasserstände in der Elbe führten hier zur siebenmonatigen Einstellung der Binnenschifffahrt (05.02.2019 Pressemeldungen-Sächsische Binnenhäfen Oberelbe GmbH). Auch die Sächsische Dampfschifffahrt war wegen der extrem niedrigen Wasserstände in der Elbe stark eingeschränkt und kam an acht Tagen im Sommer ganz zum Erliegen.

Tab. 3.6-1: Unterschreitung des GIW 1991/2010 im Zeitraum vom 01.04.2018 bis zum 31.03.2019 an maßgeblichen Pegeln der Elbe

| Pegel | GIW 1991/2010 | Unterschreitungsdauer Wasserhaushaltsjahr 2018 |
|-----------------------|---------------|--|
| | [cm] | [Tage] |
| Dresden | 84 | 183 |
| Torgau | 75 | 177 |
| Wittenberg | 123 | 190 |
| Aken | 79 | 188 |
| Barby | 73 | 184 |
| Magdeburg-Strombrücke | 88 | 190 |
| Tangermünde | 155 | 181 |
| Wittenberge | 120 | 170 |
| Neu Darchau | 124 | 179 |

3.7 Niedrigwasser 2018 im Vergleich zu historischen Niedrigwasserereignissen

Für die Untersuchung der Intensität des Niedrigwassers in den Fließgewässern wurden die 7-tägigen Niedrigwasserabflüsse (NM7Q) gewählt, die für das Jahr 2018 sowie für die einzelnen Jahre des Bewertungszeitraums der Abflüsse an den ausgewählten Pegeln berechnet wurden. Ermittelt wurden die NM7Q auf der Basis der sog. Wasserhaushaltsjahre, die mit dem 1. April beginnen und dem 31. März des Folgejahres enden. Analog wurden die NM7Q auch für das Jahr 2019 berechnet.

Die **Abbildungen 3.7-1 bis 3.7-14** zeigen für die ausgewählten Pegel Säulendiagramme, wobei die Säulen die NM7Q für den gesamten Bewertungszeitraum der Abflüsse darstellen. In den Abbildungen sind die Jahre markiert, in denen die Beeinflussung der Abflüsse (im Falle des Niedrigwassers ihre Aufhöhung) durch bedeutende Talsperren begonnen hat.

Feststellen lässt sich, dass an den Pegeln im Einzugsgebiet der Elbe oberhalb der Moldaumündung die NM7Q für 2018 am niedrigsten sind, ggf. zu den niedrigsten seit 1947 bzw. seit 1954 gehören (**Abb. 3.7-1 bis 3.7-6**).

Am seit November 1947 beobachteten Pegel Jaroměř an der Elbe, siehe **Abbildung 3.7-1**, wurde 2018 der niedrigste NM7Q seit Beginn der Beobachtungen ausgewertet, er lag unter dem Wert von 2015. Dieses Minimum vom September 2018 wurde jedoch im Folgejahr 2019 übertroffen.

An dem seit 1910 beobachteten Pegel Týniště nad Orlicí an der Orlice, siehe **Abbildung 3.7-2**, wurde das Minimum vom Oktober 2018 nur im Juni 1918 und im September 1921 übertroffen. Im Jahr 2015 waren die NM7Q nur geringfügig höher.

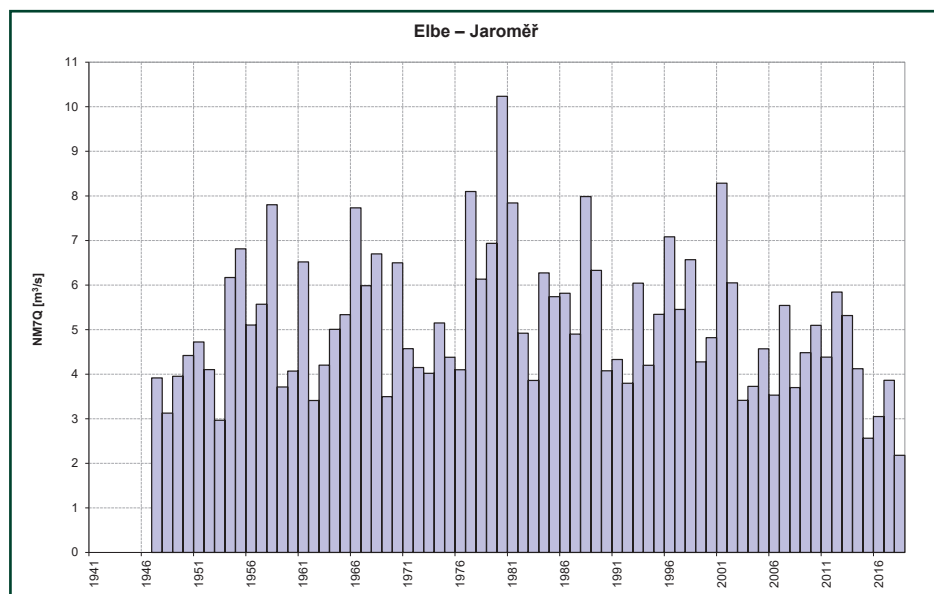


Abb. 3.7-1: 7-tägige Niedrigwasserabflüsse an der Elbe in Jaroměř (Quelle: ČHMÚ)

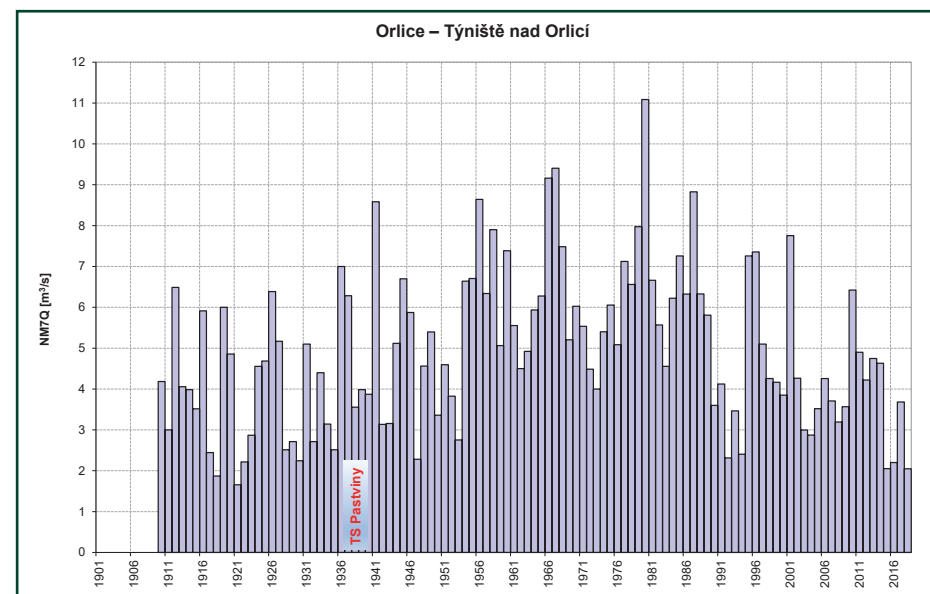


Abb. 3.7-2: 7-tägige Niedrigwasserabflüsse an der Orlice in Týniště nad Orlicí (Quelle: ČHMÚ)

Der Pegel Nĕmčice an der Elbe, siehe **Abbildung 3.7-3**, wird seit 1946 beobachtet. Im Jahr 1972 wurde die Talsperre Rozkoš fertiggestellt, welche die Niedrigwasserabflüsse deutlich aufhöht. Die niedrigsten NM7Q wurden daher im September 1947, im Februar 1954 und im Februar 1963 registriert. Die NM7Q in den Jahren 2015 und 2018 waren vergleichbar und belegten den vierten und fünften Rang.

Ähnlich sieht es am Pegel Nymburk an der Elbe aus, siehe **Abbildung 3.7-4**, an dem die Abflüsse seit 1931 ausgewertet werden. Hier sind die NM7Q für 2015 und 2018 gleich und nur im September 1947 sowie im Februar 1954 sind die Werte niedriger.

Am Pegel Tuřice-Předmĕřice bzw. Tuřice an der Jizera, siehe **Abbildung 3.7-5**, liegt die Reihe der Tageswerte der Abflüsse seit November 1910 vor. Zu erkennen ist, dass die NM7Q im Jahr 2018 deutlich niedriger als im Jahr 2015 gewesen sind. Nur im August 1911 und im Februar 1954 werden diese Werte noch unterschritten.

An der Elbe oberhalb der Moldaumündung am Pegel Kostelec nad Labem, der seit 2006 den Pegel Brandýs nad Labem ersetzt, gibt es seit 1911 eine Reihe der ausgewerteten mittleren Tagesabflüsse, siehe **Abbildung 3.7-6**. Aus dem Diagramm ist ersichtlich, dass die NM7Q im Jahr 2018 erheblich niedriger als im Jahr 2015 und die niedrigsten seit 1954 waren. Niedrigere NM7Q traten nur im September 1921, im Juli 1930, im September 1947 und im Februar 1954 auf.

Für den Pegel Prag an der Moldau, **siehe Abbildung 3.7-7**, liegt die Reihe der ausgewerteten mittleren Tagesabflüsse seit 1901 mit einer Unterbrechung in den Jahren 1921 und 1922 vor. Der NM7Q im Jahr 2018 weist den Wert 45,7 m³/s auf. Das Abflussregime ist deutlich durch die Bewirtschaftung der Talsperren der Moldaukaskade (TS Slapy seit 1954, TS Lipno 1960, TS Orlick 1963) u. a. durch die Abflussaufhöhung in den Niedrigwasserperioden beeinflusst. Aus dem Diagramm in **Abbildung 3.7-7** ist ersichtlich, dass es vor dem Talsperrenbau im August 1904 und im Januar 1954 sehr ausgeprägte Niedrigwasser gab. Dabei ist der bereinigte NM7Q-Wert vom August 2018 mit 15,8 m³/s nur geringfügig höher als der NM7Q-Wert vom August 2015 mit 15,6 m³/s (**siehe Kap. 3.5.2**). Damit lassen sich die NM7Q-Werte der Jahre 2015 und 2018 unmittelbar nach dem Jahr 1904 einordnen.

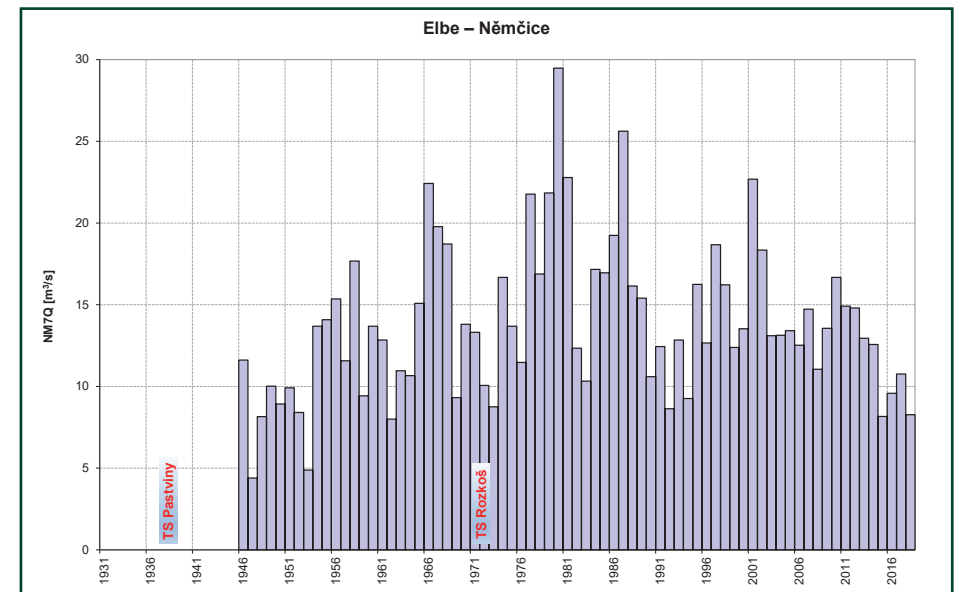


Abb. 3.7-3: 7-tägige Niedrigwasserabflüsse an der Elbe in Nĕmčice (Quelle: ČHMÚ)

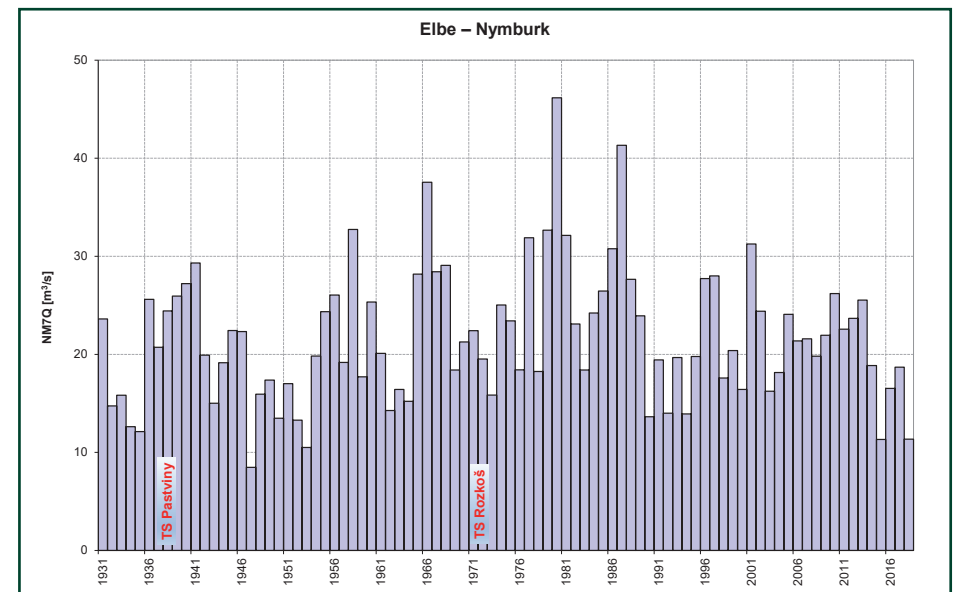


Abb. 3.7-4: 7-tägige Niedrigwasserabflüsse an der Elbe in Nymburk (Quelle: ČHMÚ)

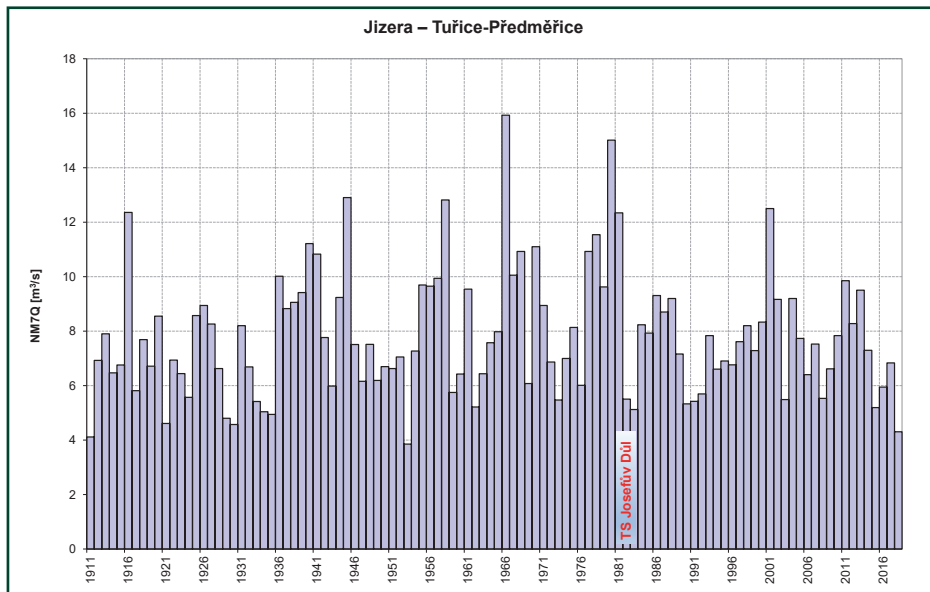


Abb. 3.7-5: 7-tägige Niedrigwasserabflüsse an der Jizera in Tuřice bzw. Předměřice (Quelle: ČHMÚ)

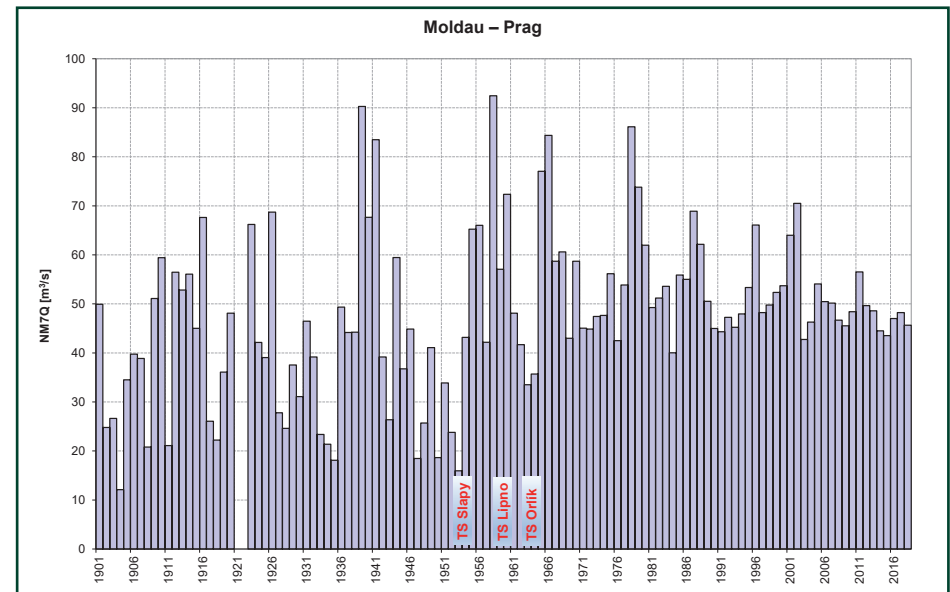


Abb. 3.7-7: 7-tägige Niedrigwasserabflüsse an der Moldau in Prag (Quelle: ČHMÚ)

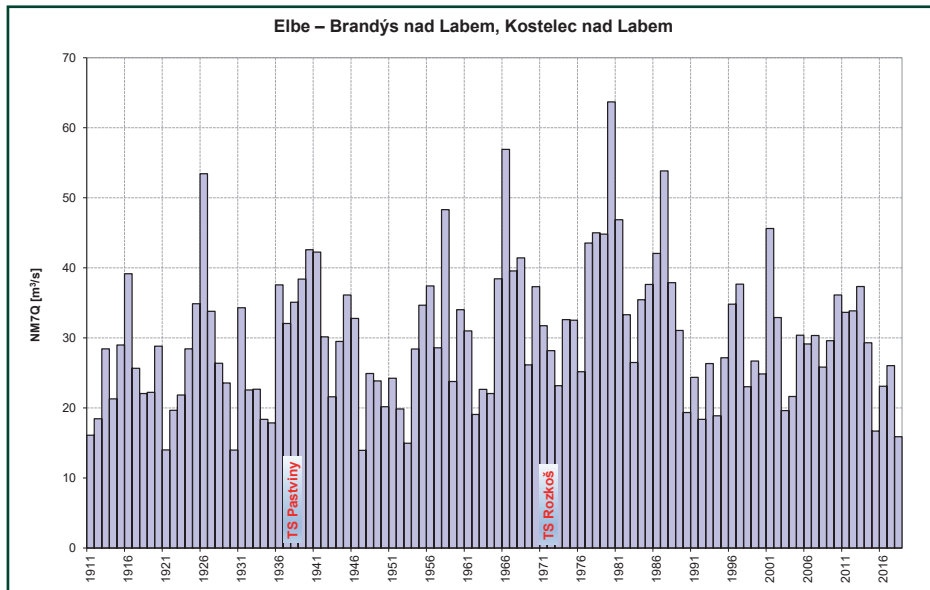


Abb. 3.7-6: 7-tägige Niedrigwasserabflüsse an der Elbe in Brandýs nad Labem bzw. Kostelec nad Labem (Quelle: ČHMÚ)

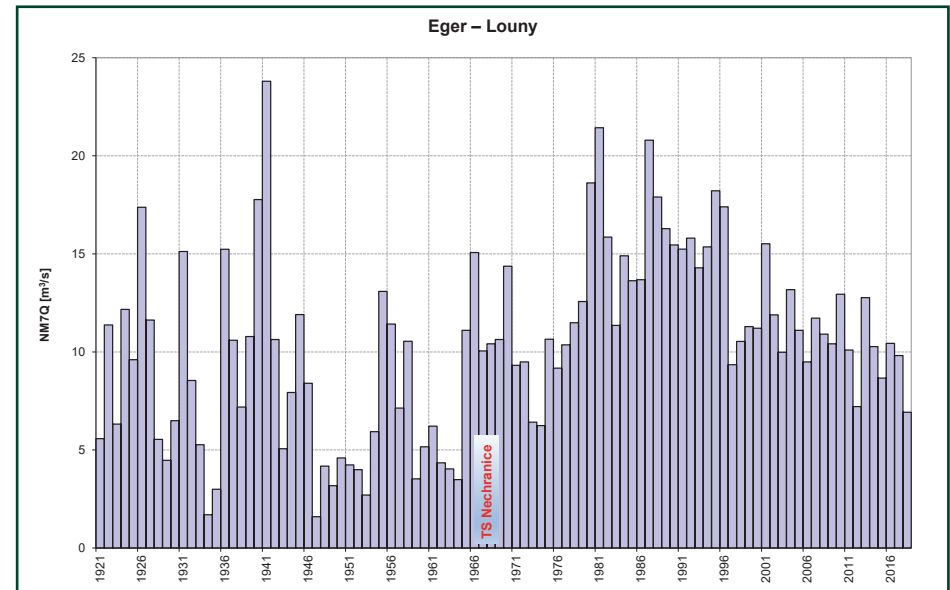


Abb. 3.7-8: 7-tägige Niedrigwasserabflüsse an der Eger in Louny (Quelle: ČHMÚ)

Für den Pegel Louny an der Eger werden die mittleren Tagesabflüsse seit 1921 ausgewertet, siehe **Abbildung 3.7-8**. Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass die NM7Q nach dem Bau der Talsperre Nechranice (1968) ausgeglichener sind. Der Wert vom September 2018 ist der niedrigste seit 1974. Vor dem Bau der Talsperre traten die am stärksten ausgeprägten Niedrigwasserabflüsse im August 1947, im Juli 1934 und im Januar 1954 auf.

Für den Pegel Děčín an der Elbe, siehe **Abbildung 3.7-9**, liegt die seit 1888 ausgewertete längste Reihe der mittleren Tagesabflüsse vor. Im Diagramm sind die Daten wegen der besseren Übersichtlichkeit erst ab 1901 dargestellt. Der kleinste ermittelte NM7Q im Jahr 2018 weist den Wert 78,4 m³/s auf und ist damit um ca. 3 m³/s höher als im Jahr 2015. Das Abflussregime ist deutlich durch die Bewirtschaftung der Moldaukaskade beeinflusst, teilweise auch durch den Betrieb der Talsperren im Einzugsgebiet der Elbe oberhalb der Moldaumündung (z. B. TS Rozkoš) sowie durch die Talsperre Nechranice an der Eger. Aus dem Diagramm ist ersichtlich, dass in der Zeit vor der Errichtung der Talsperren bedeutende

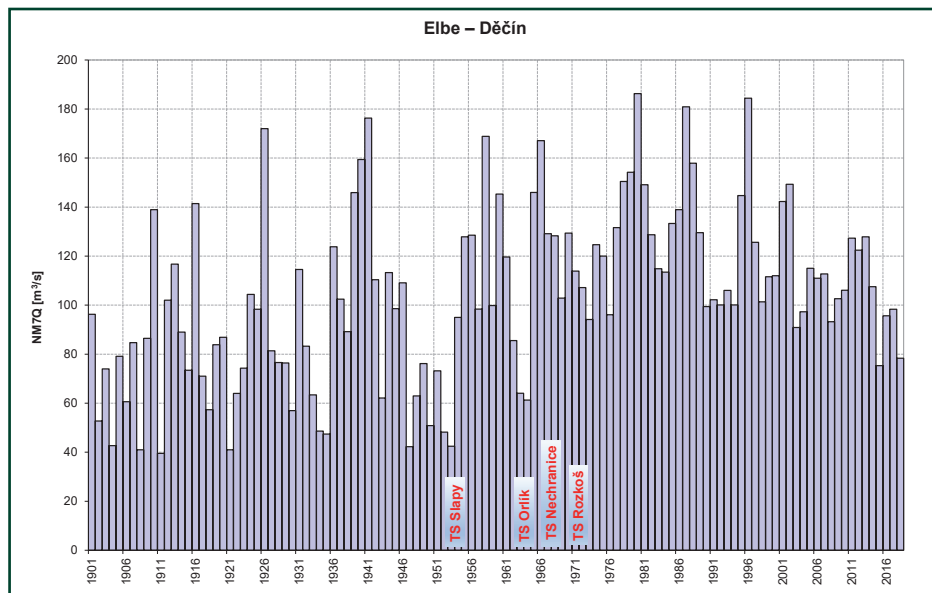


Abb. 3.7-9: 7-tägige Niedrigwasserabflüsse an der Elbe in Děčín (Quelle: ČHMÚ)

Niedrigwasser im August 1904, im Februar 1909, jeweils im August der Jahre 1911, 1921 und 1947 sowie im Januar 1954 aufgetreten sind. Das Niedrigwasser 2018 an der Elbe unterhalb der Moldaumündung ist in dem durch den Betrieb der Talsperren (seit 1964) beeinflussten Zeitraum das zweitniedrigste, gleich nach dem im Jahr 2015. Wird der bereinigte NM7Q von Ende August 2018 von 37,9 m³/s zugrunde gelegt (**siehe Kap. 3.5.2**), wäre dieser NM7Q-Wert, der auch niedriger als der NM7Q-Wert des Jahres 2015 mit 47,7 m³/s ist, offensichtlich der niedrigste seit Beginn der Abflussauswertungen im Jahr 1888.

Dem Pegel Dresden an der Elbe, siehe **Abbildung 3.7-10**, liegt eine ausgewertete Datenreihe ab 1901 zugrunde. In dem durch den tschechischen Talsperrenbetrieb beeinflussten Zeitraum ab 1965 weist das Jahr 2018 mit 82,8 m³/s den zweitniedrigsten NM7Q-Wert nach 2015 (81,7 m³/s) auf. Vor 1964 traten regelmäßig niedrigere Abflüsse auf, mit nur 26,0 m³/s wurde 1953 der extremste NM7Q verzeichnet. Für den gesamten Zeitraum seit 1901 lässt sich das Jahr 2018 an 25. Stelle einordnen, was den Effekt der Talsperren verdeutlicht.

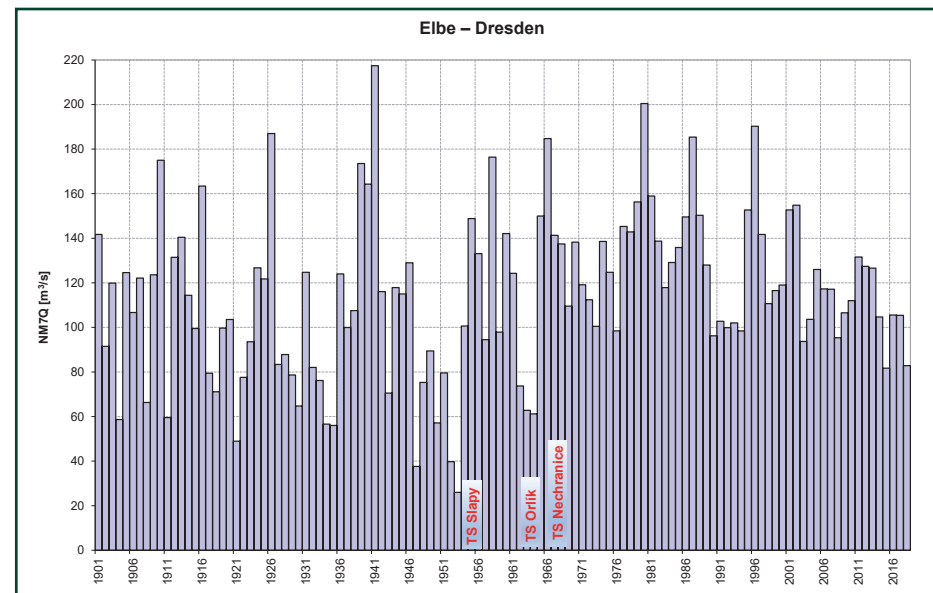


Abb. 3.7-10: 7-tägige Niedrigwasserabflüsse an der Elbe in Dresden (Quelle: BfG, Daten: WSV)

An der Vereinigten Mulde wird der Pegel Bad Düben 1, siehe **Abbildung 3.7-11**, mit einer Abflussreihe seit 1961 herangezogen. Der NM7Q lag im Jahr 2018 bei 8,53 m³/s und somit deutlich niedriger als 2015 (10,7 m³/s). Nur 1976 wurde mit 6,31 m³/s ein noch geringerer Wert verzeichnet.

An der Saale weist der Pegel Calbe-Grzehne, siehe **Abbildung 3.7-12**, erfasste Daten seit 1932 auf. Die extremsten NM7Q stellten sich in den 1930er und 40er Jahren mit dem niedrigsten Wert von 15,5 m³/s im Jahre 1934 ein. Durch den Bau der großen Talsperrenanlagen Bleiloch und Hohenwarte konnte eine abflussstützende Wirkung für den Unterlauf erfolgen, wengleich diese nicht so markant wie an der Moldau bzw. oberen Elbe ausfällt. In dem beeinflussten Zeitraum lässt sich das Jahr 2018 mit 32,0 m³/s hinter 1964, 1976 und 1952 eingliedern. Die vergangenen etwa 20 Jahre brachten wiederholt NM7Q im Bereich unter 40 m³/s hervor, im Jahr 2018 wurde dieser Wert jedoch noch deutlicher unterschritten.

Am Pegel Barby an der Elbe, siehe **Abb. 3.7-13**, ordnet sich das Jahr 2018 in der Beobachtungsreihe ab 1901 mit einem NM7Q von 140 m³/s an 16. Stelle ein, liegt

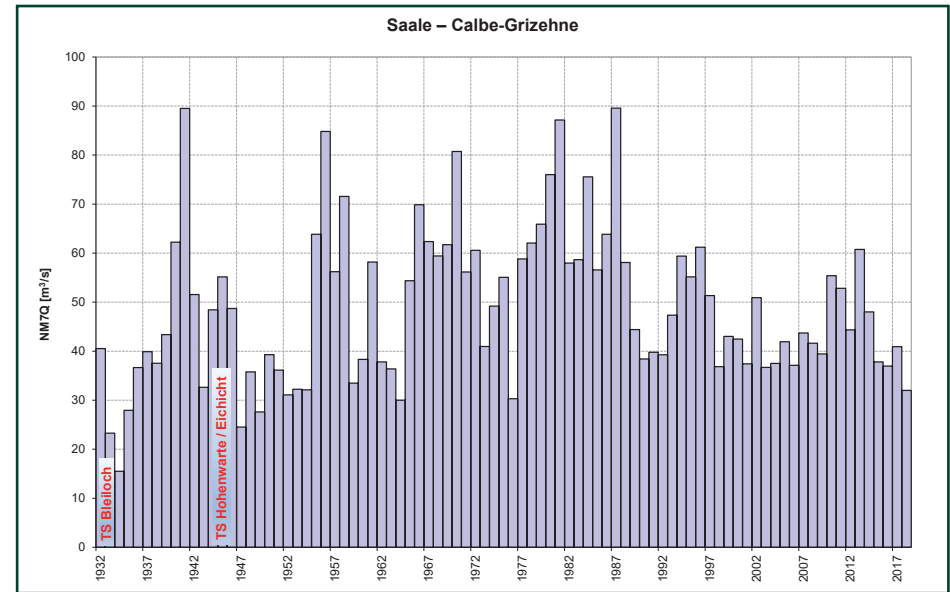


Abb. 3.7-12: 7-tägige Niedrigwasserabflüsse an der Elbe in Calbe-Grzehne (Quelle: BfG, Daten: WSV)

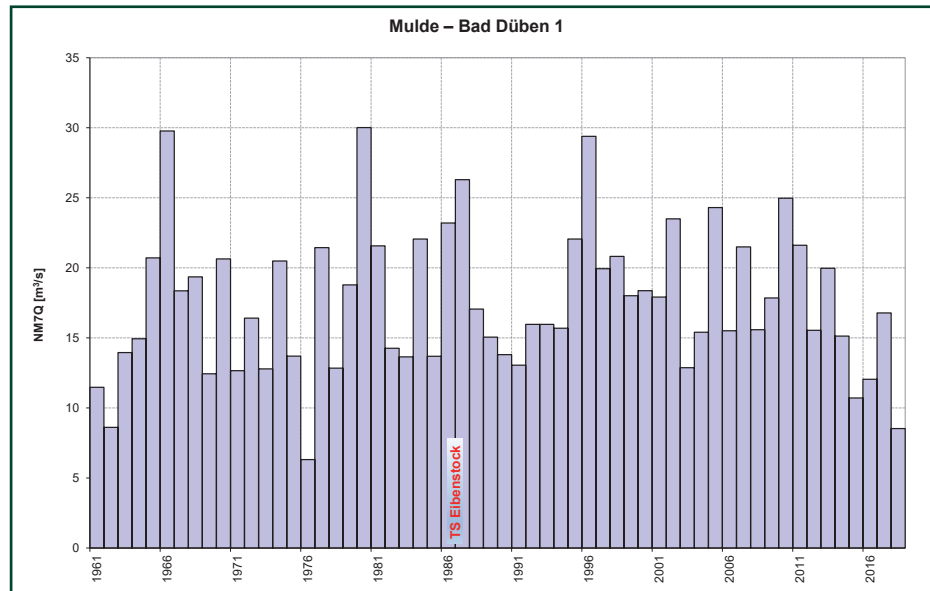


Abb. 3.7-11: 7-tägige Niedrigwasserabflüsse an der Mulde in Bad Düben 1 (Quelle: BfG, Daten: LfULG SN)

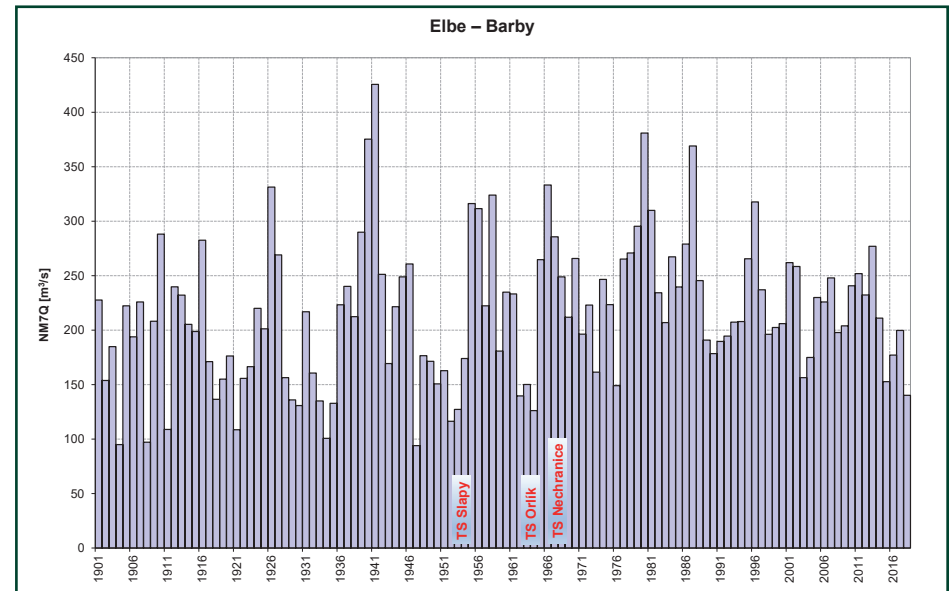


Abb. 3.7-13: 7-tägige Niedrigwasserabflüsse an der Elbe in Barby (Quelle: BfG, Daten: WSV)

damit etwa 13 m³/s niedriger als das Abflussminimum im Jahr 2015 und ergibt den niedrigsten Wert seit 1964. Dies ist u. a. auf die sehr niedrigen Abflüsse in der Mulde und Saale im Jahr 2018 zurückzuführen. NM7Q unter 100 m³/s traten lediglich in den Jahren 1904, 1908 und 1947 auf, als das Abflussregime noch nicht von Talsperren beeinflusst wurde.

Für den Pegel Wittenberge an der Elbe, siehe **Abbildung 3.7-14**, wurden die mittleren Tagesabflüsse seit 1901 ausgewertet. 2018 ist mit einem NM7Q von 167 m³/s niedriger als 2015 (183 m³/s). Ebenso trug die Wasserführung der Havel mit zum Teil nur 10 m³/s nicht zu einer Verbesserung der Abflusssituation der Elbe bei. Seit 1964, seitdem die Abflüsse deutlich aus Talsperren gestützt werden, ist dies der niedrigste beobachtete NM7Q. Niedrigere NM7Q traten zwischen 1901 und 1964 in sieben Jahren auf, wobei die intensivsten Jahre 1911 (124 m³/s), 1947 (133 m³/s) und 1904 (134 m³/s) waren.

Für den deutschen Teil der Elbe wird das Niveau des NM7Q von 2018 im Vergleich zur Vergangenheit als außergewöhnlich eingestuft. Der von Dresden bis

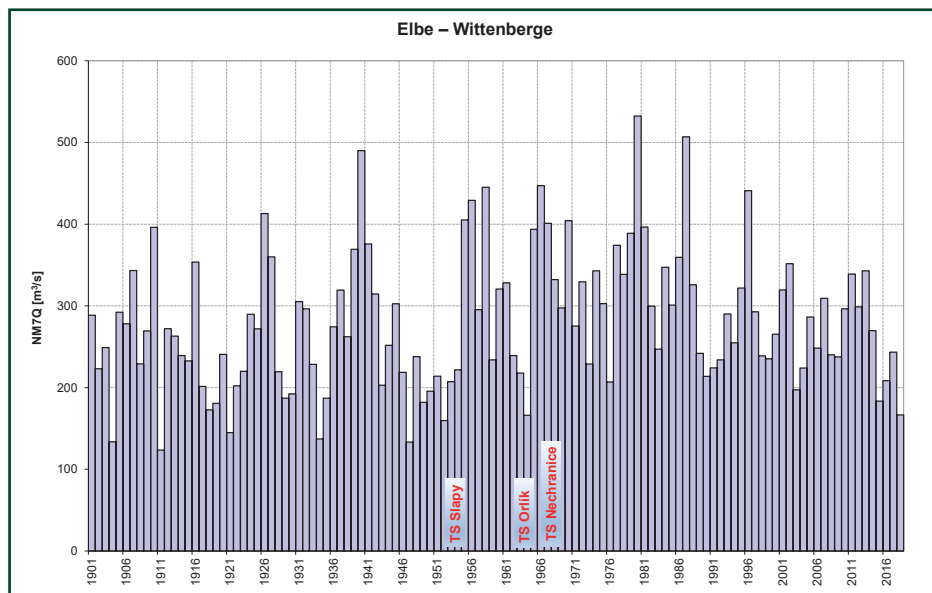


Abb. 3.7-14: 7-tägige Niedrigwasserabflüsse an der Elbe in Wittenberge
(Quelle: BfG, Daten: WSV)

Neu Darchau nachlassende Effekt der Talsperren in Verbindung mit den gleichzeitig niedrigen Zuflüssen der Nebengewässer führte zu einer zunehmenden Verschärfung der Niedrigwassersituation im Längsschnitt. Für die meisten Pegel war es der niedrigste NM7Q der letzten 50 Jahre.

► Niedrigwasserereignisse am Pegel Magdeburg-Strombrücke an der Elbe im Zeitraum 1727 – 2018

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 2018 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 historischen Hintergrund die Niedrigwasserbedingungen des Jahres 2018 zumindest orientierend einordnen.

Die Abflussmittel (MQ) für die Wasserhaushaltsjahre im Zeitraum 1727 – 2018 (siehe **Abb. 3.7-15** und **Tab. 3.7-1**) zeigen, dass die durchschnittliche Wasserführung der Elbe am Pegel Magdeburg im Jahr 2018 im Zeitraum seit 1727 nur in neun Jahren unterboten wurde.

Ein geeigneter Parameter zur Auswertung einer Niedrigwassersituation ist NM30Q, d. h. das niedrigste Abflussmittel von dreißig aufeinanderfolgenden Tagen eines Untersuchungszeitraums. Dieser Parameter wird in **Abbildung 3.7-16** in Einzeljahresauflösung sowie als 5- und 10-jähriges Mittel im Zeitfenster 1727 bis 2018 betrachtet. Es ist festzustellen, dass der NM30Q des Wasserhaushaltsjahres 2018 ungewöhnlich ausfiel, wenngleich er in der Vergangenheit mehrfach unterschritten wurde. Konkret zeigt **Tabelle 3.7-2**, dass der NM30Q des Jahres 2018 mit 144 m³/s an achter Stelle der niedrigsten 30-Tage-Abflüsse in der Jahresreihe seit 1727 liegt. Deutlich weniger extrem waren die Mehrjahresmittel

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

NM7Q in der Pentade 2014 – 2018. Hier liegt der Wert nur auf Rang 19 der niedrigsten Ereignisse. Der dekadische NM30Q-Mittelwert der Sequenz 2009 – 2018 wurde in der Vergangenheit sogar noch häufiger unterboten.

Tab. 3.7-1: Pegel Magdeburg-Strombrücke (Elbe): Die zwanzig abflussärmsten Einzeljahre des Zeitraums 1727 bis 2018 (Wasserhaushaltsjahre)

| Wasserhaushaltsjahre | | | | | |
|----------------------|--------|------|------|--------|------|
| Jahr | MQ | Rang | Jahr | MQ | Rang |
| | [m³/s] | | | [m³/s] | |
| 1953 | 266 | 1 | 1934 | 321 | 11 |
| 1818 | 271 | 2 | 1834 | 325 | 12 |
| 1864 | 285 | 3 | 1990 | 327 | 13 |
| 1933 | 293 | 4 | 1921 | 328 | 14 |
| 1963 | 296 | 5 | 1951 | 330 | 15 |
| 1893 | 308 | 6 | 1857 | 337 | 16 |
| 1811 | 316 | 7 | 1929 | 339 | 17 |
| 1948 | 316 | 8 | 1911 | 341 | 18 |
| 1835 | 319 | 9 | 1862 | 341 | 19 |
| 2018 | 319 | 10 | 1832 | 342 | 20 |

Aus dem Diagramm in **Abbildung 3.7-16** geht hervor, dass ab Mitte der 60er Jahre des 20. Jahrhunderts bis 2015 keine außergewöhnlichen Niedrigwassersituationen auftraten, da die Niedrigwasser-Aufhöhungseffekte der großen tschechischen Stauseen bei Niedrigwasser eine große Rolle spielen.

Tab. 3.7-2: Pegel Magdeburg-Strombrücke (Elbe): Die zwanzig ausgeprägtesten NM30Q-Ereignisse bei Einzeljahresbezug (Wasserhaushaltsjahre des Zeitraums 1727 bis 2018)

| Wasserhaushaltsjahre | | | | | |
|----------------------|--------|------|------|--------|------|
| Jahr | NM30Q | Rang | Jahr | NM30Q | Rang |
| | [m³/s] | | | [m³/s] | |
| 1904 | 106 | 1 | 1811 | 147 | 11 |
| 1947 | 117 | 2 | 1952 | 147 | 12 |
| 1911 | 118 | 3 | 1964 | 148 | 13 |
| 1934 | 122 | 4 | 1929 | 150 | 14 |
| 1893 | 135 | 5 | 1887 | 153 | 15 |
| 1921 | 136 | 6 | 1892 | 155 | 16 |
| 1874 | 139 | 7 | 1953 | 156 | 17 |
| 2018 | 144 | 8 | 1875 | 158 | 18 |
| 1935 | 145 | 9 | 1918 | 158 | 19 |
| 1876 | 147 | 10 | 1842 | 161 | 20 |

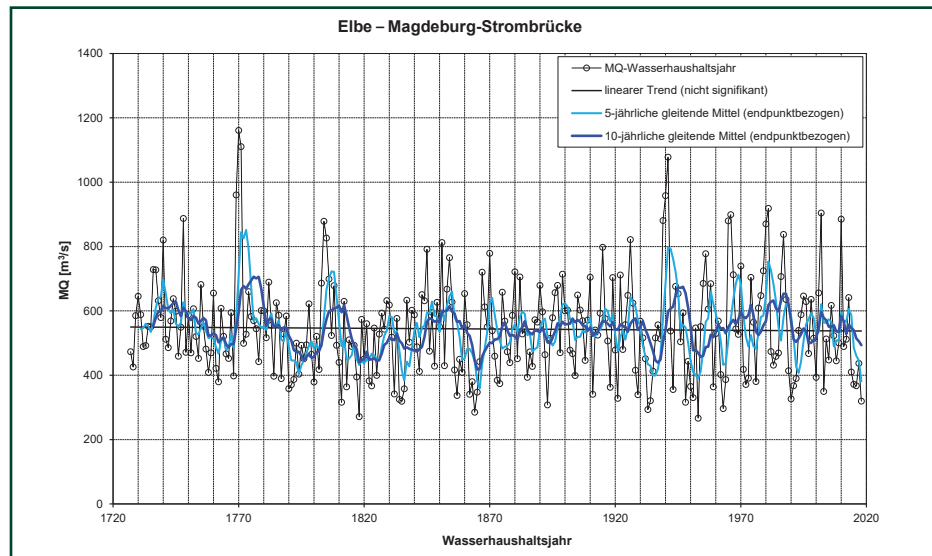


Abb. 3.7-15: Mittlere Jahresabflüsse einschließlich des 5-jährigen (hellblau) und 10-jährigen (dunkelblau) gleitenden Mittels am Pegel Magdeburg-Strombrücke (Elbe) (Referenz: Wasserhaushaltsjahre) – Quelle: BfG, Daten: BfG, WSV

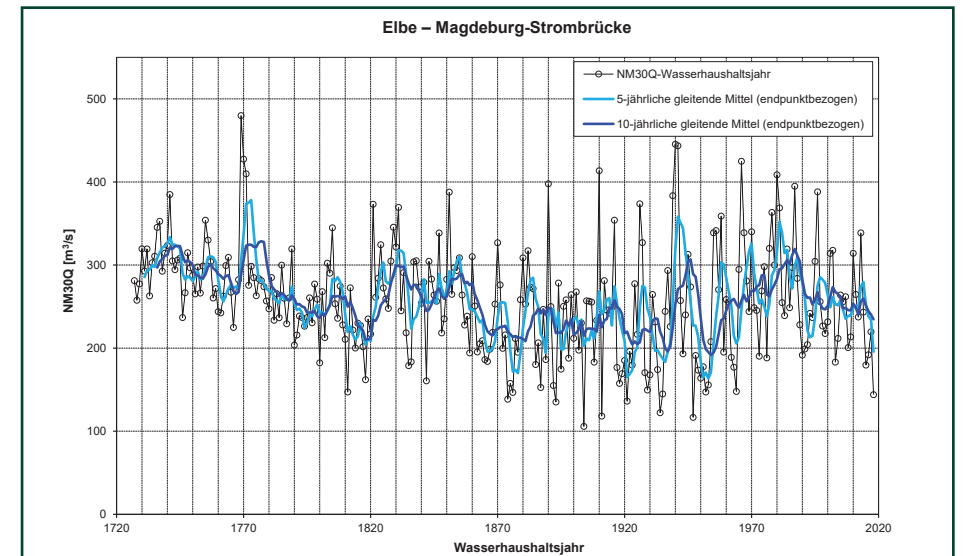


Abb. 3.7-16: Jährliche Niedrigwasserextreme als niedrigste 30-Tagesmittel des Abflusses (NM30Q(a)) mit übergreifender Mittelung eines 5-jährigen (hellblau) und eines 10-jährigen Zeitfensters (dunkelblau) am Pegel Magdeburg-Strombrücke (Elbe) (Bezug: Wasserhaushaltsjahre) – Quelle: BfG, Daten: BfG, WSV

3.8 Dokumentation historischer Niedrigwassermarken

An der Elbe kann auf lange und kontinuierliche Beobachtungsreihen von Wasserstand und Abfluss an den Pegelstandorten wie z. B. in Děčín, Dresden und Magdeburg zurückgegriffen werden. Viel älter sind historische Markierungen von Hochwassern, aber auch von Niedrigwassern an Brücken, Gebäuden oder Felsen.

Geröll oder Felsen, die Markierungen von Niedrigwasserständen, z. B. mit Jahreszahlen tragen, werden auch als Hungersteine oder Hungerfelsen bezeichnet. Denn tauchten diese Steine im Fluss auf, war durch die langanhaltende Trockenheit nicht nur wenig Wasser im Flussbett, sondern auch die Ernte gefährdet und eine Hungersnot drohte.

In den vergangenen Zeiten sind in der Elbe wiederholt außergewöhnliche Niedrigwasserzeiten belegt. Berichte dazu reichen bis in das 16. Jahrhundert zurück. In Zusammenarbeit des ČHMÚ mit dem Museum und Archiv Děčín konnte ein Chronikeintrag über die Besichtigung des Hungersteines in Dolní Žleb (Niedergrund) aus dem Jahre 1842 mit der bisher ältesten und den zugleich tiefsten Markierungen des Niedrigwasserstands aus den Jahren 1516 gefunden werden.³⁾

Seit dem Jahr 1964, nachdem die großen tschechischen Talsperren in der Moldau und Eger schon in Betrieb genommen waren, tauchten die Niedrigwassermarkierungen an Felsen oder Geröllen in der Elbe immer seltener auf. Erst in den außergewöhnlichen Trockenjahren und dann vor allem in den Sommermonaten der Jahre 2015, 2018 und 2019 sind die historischen Markierungen von Niedrigwasserständen wieder in den Blickpunkt gerückt.

Der wohl bekannteste Hungerstein in der Elbe ist der von Děčín nahe der tschechisch-deutschen Grenze. Das historische Foto in der **Abbildung 3.8-1** zeigt den Hungerstein von Děčín (Tetschen-Bodenbach) im Jahr 1911.

Während des Tiefstands im Sommer 2018 wurde der gesamte Hungerstein im Auftrag des ČHMÚ dreidimensional gescannt. Eine Sedimentschicht von etwa 60 cm wurde abgegraben, ein Teil des Steines trockengelegt und die Oberfläche gereinigt.

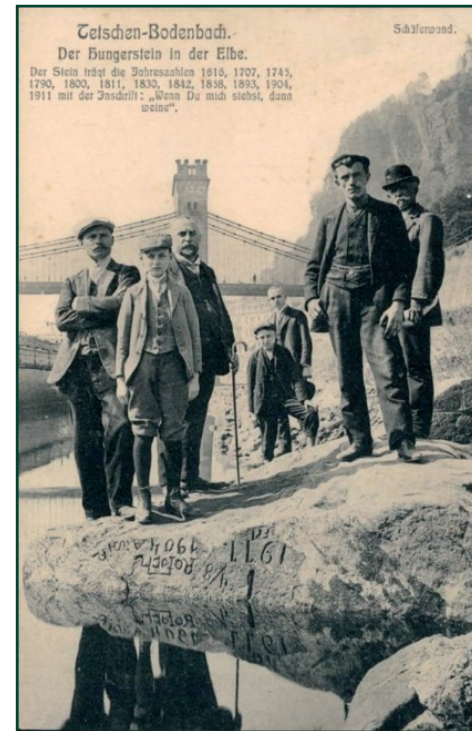


Abb. 3.8-1: Historisches Foto aus dem Jahre 1911, der Mann mit dem Spazierstock ist Franz Mayer, in dessen Auftrag die meisten neuzeitlichen Markierungen eingemeißelt wurden. (historische Ansichtskarte – Quelle unbekannt)

An der 3D-Version des Hungersteines in Děčín wurde die älteste Markierung aus dem Jahr 1536 erkannt (**Abb. 3.8-2**). Nach den historischen Einträgen über die Dürreperioden gehören die Jahre 1534, 1536 und 1540 zu den kritischsten Zeiten mit belegten Niedrigwasserständen der Moldau und der Elbe. Bemerkenswert ist auch, dass die Markierungen der Dürrezeiten von 1616 und 1842 auf ähnlichem Niveau liegen.

Auch auf deutscher Seite wurden Untersuchungen zu den Hungersteinen in einem gemeinsamen Projekt der Senckenberg Naturhistorischen Sammlungen in Dresden, des Landesamts für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie und der Archäologischen Gesellschaft in Sachsen e. V. durchgeführt. Dabei kamen die niedrigen Wasserstände der Elbe vor allem in den Sommern 2015 und 2018 dem Projekt zugute, um die Liste der bis dahin bekannten Hungersteine in der Elbe zwischen Techlovice nad Labem (Tichlowitz) bei Děčín (Tetschen-Bodenbach) bis Magdeburg zu revidieren und um neue Funde zu ergänzen.⁴⁾

³⁾ Chronik von Dolní Žleb aus der Dürreperiode von 1842 (Beschreibung der Lage von Inschriften und Markierungen auf dem Hungerstein in Dolní Žleb aus dem Jahr 1516).

Elleder, L., Kašpárek, L., Šírová, J. and Kabelka, T.: Low water stage marks on hunger stones: verification for the Elbe from 1616 to 2015. Clim. Past, 16, 1821 – 1846, <https://doi.org/10.5194/cp-16-1821-2020>, 2020

⁴⁾ Jan-Michael Lange, Stephan Büttig, Nadine Janetschke, Martin Kaden, Anja Kaltfofen, Peter Suhr, Petra Walther: Hungersteine in der Elbe, Sächsische Heimatblätter Heft 4/2019 S. 324 – 329 (ISSN 0486-8234) https://zkg-dd.de/images/Bilder/SaechsischeHeimatblaetter/Jahresinhaltsverzeichnis_SHB_Jg65.pdf

Im Projekt wurden bis zu 100 Hungersteine, aber auch großflächige Untiefen in Form ausgeprägter Schotterbänke und anstehender Felsformationen erfasst und dokumentiert. In der **Abbildung 3.8-3** ist eine Übersicht der Fundstätte von Hungersteinen und Untiefen in der Elbe aus den Jahren 2003, 2015 und 2018



Abb. 3.8-2: Gescannter uferseitiger Teil des Hungersteines von Děčín mit den ältesten Markierungen 1536 – 1868 (Quelle: ČHMÚ)

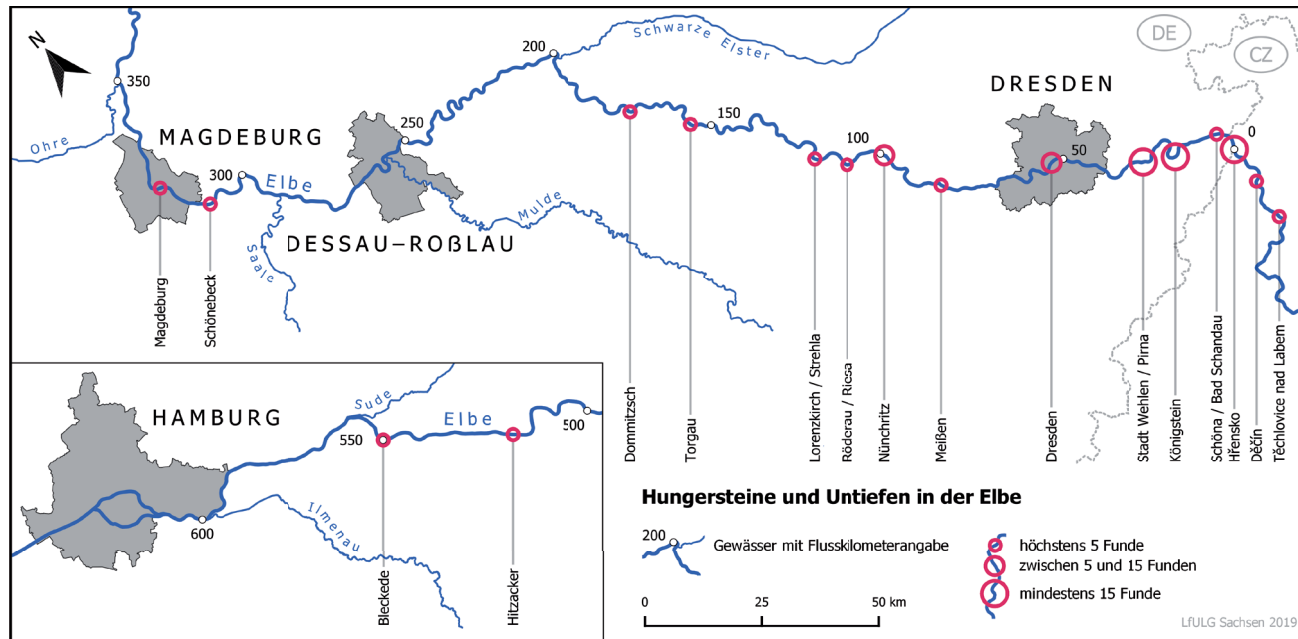


Abb. 3.8-3: Übersicht der Fundstätten von Hungersteinen und Untiefen in der Elbe von 2003, 2015 und 2018 (Quelle: LfULG)

zusammengestellt. Weitere Informationen zum Datenbestand sind auf dem sächsischen Datenportal iDA (interdisziplinäre Daten und Auswertungen) in Form einer interaktiven Karte veröffentlicht.

Im Engtal der Elbe im Elbsandsteingebirge zwischen Lovosice und Schmilka sind an besonders vielen Stellen mit Hungersteinen Niedrigwasserstände markiert. Zu den bekanntesten außer dem in Děčín gehören der Hungerstein in Těchlovice (rechtselbisch) und mehrere linkselbische Hungersteine in Dolní Žleb (11 Steine) und in Hřensko (14 Steine). Leider sind die Steine und Inschriften in diesem Teil der Elbe anders als in Děčín nicht so gut zugänglich. Auch in den Jahren 2018 und 2019 standen die Markierungen aufgrund der Abflussaufbesserung aus der Moldaukaskade teilweise recht tief unter Wasser. Weitere Häufungen von Hungersteinen sind in Königstein, Pirna und Leckwitz bei Riesa belegt.

Der Hungerstein von Pirna-Oberposta (**Abb. 3.8-4**) ist der größte bekannte Hungerstein in Deutschland. Auf dem 5,8 x 3,3 m großen kantengerundeten Sandsteinblock sind insgesamt 24 Jahreszahlen von Niedrigwasserereignissen eingraviert, die älteste von 1707⁴). Bei der Aufnahme des Steines im Rahmen des gemeinsamen Projekts wurde

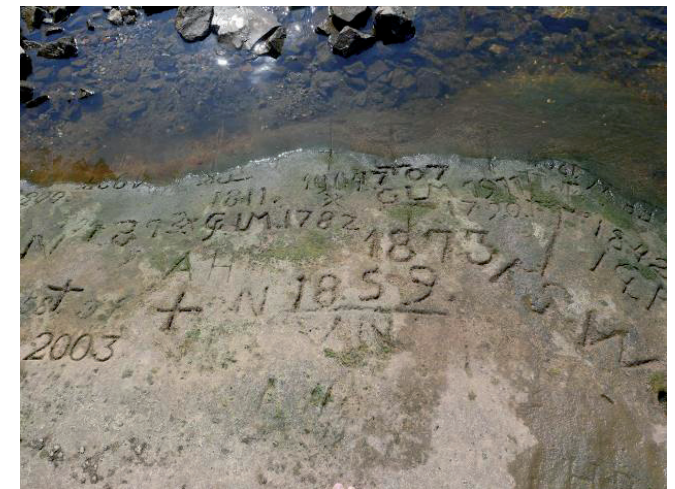


Abb. 3.8-4: Der Hungerstein von Pirna-Oberposta aufgenommen am 01.08.2018. (Foto: LfULG)

auf der linken Seite eine nur noch schwer zu erkennende amtliche Marke der Königlichen Wasserbaudirektion von 1842 registriert.

Hungersteine sind vor allem entlang der Elbe ein historisches Phänomen. Ihre Vielzahl ist damit begründet, dass es insbesondere zwischen Děčín und Dresden an der Elbe geeignetes Gestein gab, das widerstandsfähig und gut bearbeitbar war. Zum anderen siedelten die Menschen hier seit Jahrhunderten und die Kenntnis der Extremereignisse war für sie von existenzieller Bedeutung. Dem Wissen und Können dieser Menschen sind diese zum Teil hochwertigen sehr alten Markierungen zu verdanken.

Hungersteine sind ein Indikator der hydrologischen Variabilität der letzten Jahrhunderte. Die historischen Markierungen sind eine Hilfestellung für die hydrologische und klimatische Rekonstruktion vor allem für die Zeit vor regelmäßigen Wasserstandsaufzeichnungen an den Pegeln.

Außerdem sind sie als wirtschafts- und kulturgeschichtliche Zeugnisse am Elbestrom von außergewöhnlicher Bedeutung und deshalb besonders schützenswert.

3.9 Zusammenfassung

Im Einzugsgebiet der Elbe war das Jahr 2018 im Hinblick auf die Temperaturen extrem überdurchschnittlich und wurde somit zum wärmsten Jahr seit 1961. Gleichzeitig war es als Ganzes in Bezug auf die Niederschläge stark unter den Normalwerten liegend.

Die Schneerücklagen im Winter 2017/2018 waren eher unterdurchschnittlich, wobei die Schneedecke von einem großen Teil des Gebiets, mit Ausnahme der höchsten Gebirgslagen, während des Januar taute. Infolge deutlich überdurchschnittlicher Lufttemperaturen und unter nur geringer Beteiligung von Regen schmolz der Schnee während des Aprils in allen Lagen komplett und sehr schnell ab. Im Juli und August wurden im Mittel nur 50 % des Normalwertes der Niederschläge gemessen. Die überdurchschnittlichen Lufttemperaturen dauerten an und die Verdunstung war sehr hoch. Die geringen Niederschläge, eine überdurchschnittliche Verdunstung, aber auch die tiefen Grundwasserstände hatten zur Folge, dass die Wasserführung auf dem überwiegenden Teil des

Einzugsgebiets der Elbe stark zurückging und an den Pegeln die Abflüsse bis auf Werte unter Q_{10} fielen. Die sehr niedrigen Abflüsse in den Gewässern traten praktisch bis Ende November auf. Erst im Dezember begannen diese wieder infolge eines deutlicheren Niederschlagsgeschehens anzusteigen.

Im Jahr 2018 war der Abfluss im Einzugsgebiet der Elbe an allen ausgewerteten Pegeln unterdurchschnittlich bis stark unterdurchschnittlich. Die Jahresmittel der Abflüsse reichten an der Elbe von 47 % (Nymburk) bis 58 % (Aken) und an den Nebenflüssen von 48 % (Lüchow – Jeetzel) bis 70 % (Bad Dübener Heide – Mulde) in Bezug auf die mehrjährigen Jahresmittelwerte (für die Reihe 1981 – 2010).

Die Wasserführung fast aller Fließgewässer im Einzugsgebiet der Elbe war im Jahr 2018 von Trockenheit betroffen. An den meisten Pegeln sind die Abflüsse mehrere Monate deutlich unter das Niveau von Q_{10} gefallen. In manchen Regionen sind kleinere Fließgewässer, aber auch Abschnitte von größeren Fließgewässern komplett trocken gefallen. Die Analyse der Wiederkehrintervalle der Abflussminima zeigt, dass die größte Intensität der Niedrigwassersituation im Einzugsgebiet der Elbe wie im Jahr 2015 oberhalb des Zusammenflusses mit der Moldau auftrat. Hier überschritt das Wiederkehrintervall der ausgewerteten NM7Q-Werte an einigen Pegeln 100 Jahre. An der Elbe unterhalb der Moldaumündung, wo das hydrologische Regime bereits durch die Moldaukaskade beeinflusst wird, entspricht das Wiederkehrintervall 20 bis 50 Jahren. An manchen Pegeln waren die Abflussminima im Jahr 2018 tiefer als im Jahr 2015.

Ein Vergleich der Niedrigwassersituation 2018 mit historischen Ereignissen seit 1727 am Pegel Magdeburg-Strombrücke zeigt, dass das Jahr 2018 in Bezug auf das Auftreten von Mindestabflüssen als extrem einzustufen ist. Ein geringerer mittlerer Abfluss als 2018 wurde hier seit 1727 nur in neun Jahren nachgewiesen, die alle vor 1964 liegen. Das kann als signifikanter Beleg für die abmildernde Wirkung der Talsperren im Einzugsgebiet der Elbe auf das Auftreten von Niedrigwasser angesehen werden.

Die hydrologische Trockenheit im Jahr 2018 übertraf in ihren Parametern, d. h. in den Werten und der Dauer der Niedrigwasserabflüsse und der Grundwasserstände, das Jahr 2015. 2018 bildete somit den Höhepunkt einer stark unterdurchschnittlichen Abflussperiode seit 2014.

4 EINFLUSS DER TROCKENPERIODE AUF DAS GRUNDWASSER

4.1 Methodenbeschreibung

Im Nachgang des Niedrigwasserberichts zu 2015 haben sich die Staaten im Einzugsgebiet der Elbe auf nachfolgende internationale Methodik für die hydrologische Auswertung von Niedrigwassersituationen im Grundwasser verständigt.

1. Teufenvorgabe für die Messstellen:
 - Festlegung des Bezugshorizonts. Beobachtet werden soll der obere Grundwasserleiter bzw. das obere Grundwasserstockwerk.
2. Anpassung des Referenzzeitraums:
 - in Schritten von jeweils 10 Jahren (analog zum meteorologischen Auswertintervall, 1981 – 2010/1991 – 2020)
3. Zu verwendende Datenbasis:
 - Mindestanforderung: Monats- oder Monatsmittelwerte
 - wünschenswert: Wochen- oder Wochenmittelwerte
4. Festlegung der Perzentilwerte:

| | |
|-----------------|------------------------|
| • ≤ 5 | extremes Niedrigwasser |
| • > 5 und ≤ 15 | starkes Niedrigwasser |
| • > 15 und ≤ 25 | Niedrigwasser |
| • > 25 und ≤ 75 | Normalwerte |
| • > 75 und ≤ 85 | Hochwasser |
| • > 85 und ≤ 95 | starkes Hochwasser |
| • > 95 | extremes Hochwasser |
5. Anforderung an die Messstellen:
 - ausreichend lange und möglichst lückenlose Messreihen mindestens seit 1981
 - gesicherte hydrogeologische Zuordnung (oberer Grundwasserleiter); dazu sind Ausbauinformationen sowie ein geologisches Schichtenverzeichnis der Messstelle erforderlich
 - keine Beeinflussung durch Entnahmen bzw. Einleitungen
 - Regelmäßige Funktionsprüfung der Messstelle

4.2 Vorgehensweise und Präsentation der Ergebnisse

Die Auswertung erfolgt für die einzelnen Koordinierungsräume, in die die internationale Flussgebietseinheit Elbe im Rahmen der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie⁵⁾ (WRRL) eingeteilt wurde (überwiegend nach hydrografischen Gesichtspunkten und ohne Berücksichtigung nationaler Grenzen) – siehe **Abbildung 4.2-1**.

Für die Auswertung der Auswirkungen der Niedrigwassersituation auf den Grundwasserstand wurden insgesamt 226 repräsentative Messstellen, 138 im tschechischen und 88 im deutschen Teil des Einzugsgebiets der Elbe ausgewählt (**Abb. 4.2-1**). Es handelt sich um Flachbohrungen, die den oberen Grundwasserleiter beobachten. Es wird hier das Niveau des freien Grundwasserspiegels in der oberen geologischen Schicht gemessen (in der Regel handelt es sich um Quartärformationen). Die Auswertung ist auf den Bezugszeitraum 01.01.1981 bis 31.12.2010 bezogen. Für die einzelnen Messstellen wurden aus den Monatsmittelwerten des Bezugszeitraums 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 30-jährigen Bezugszeitraums dargestellt werden. Diesen Merkmalen wurden die aktuellen Monatsmittelwerte aus dem Zeitraum 4/2018 – 3/2019 zugeordnet und in sieben Kategorien von extremem Niedrigwasser (≤ 5 %) bis zu extremem Hochwasser (> 95 %) eingestuft. Die einzelnen Kategorien und die entsprechende Farbskala sind in der Legende zu den **Abbildungen 4.2-2 bis 4.2-5** dargestellt.

Die Grundwasserstände an den einzelnen Messstellen und ihre Häufigkeitsverteilung im Wasserhaushaltsjahr 2018 sind für den tschechischen Teil des Einzugsgebiets der Elbe in den **Abbildungen 4.2-2 und 4.2-3** und für den deutschen Teil in den **Abbildungen 4.2-4 und 4.2-5** grafisch dargestellt. Im Hinblick auf die geringere Anzahl der Messstellen wurde im deutschen Teil des Einzugsgebiets der Elbe im Unterschied zum tschechischen Teil keine Gesamtklassifizierung der Grundwasserstände für die Koordinierungsräume vorgenommen.

⁵⁾ Richtlinien 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik

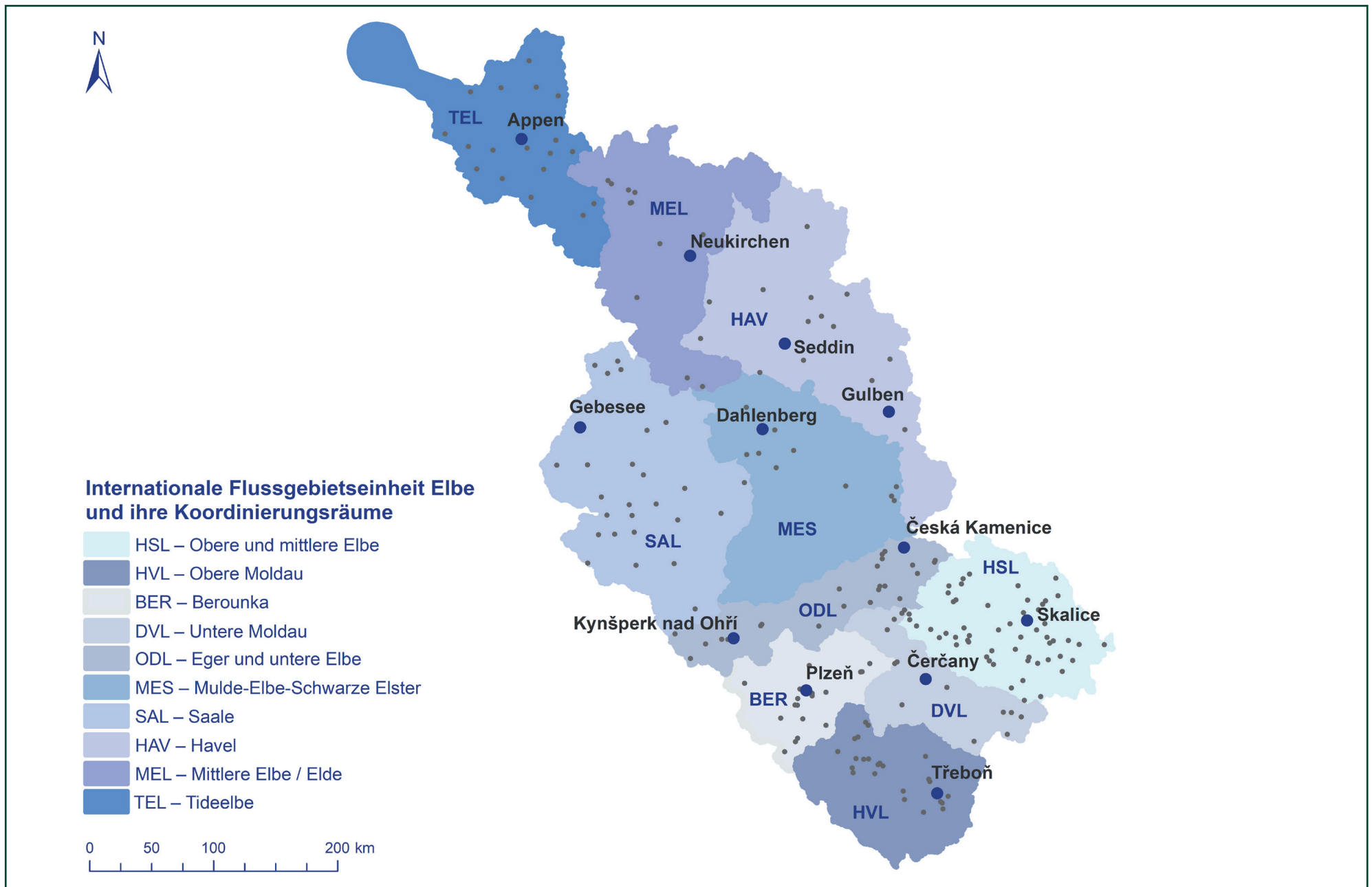
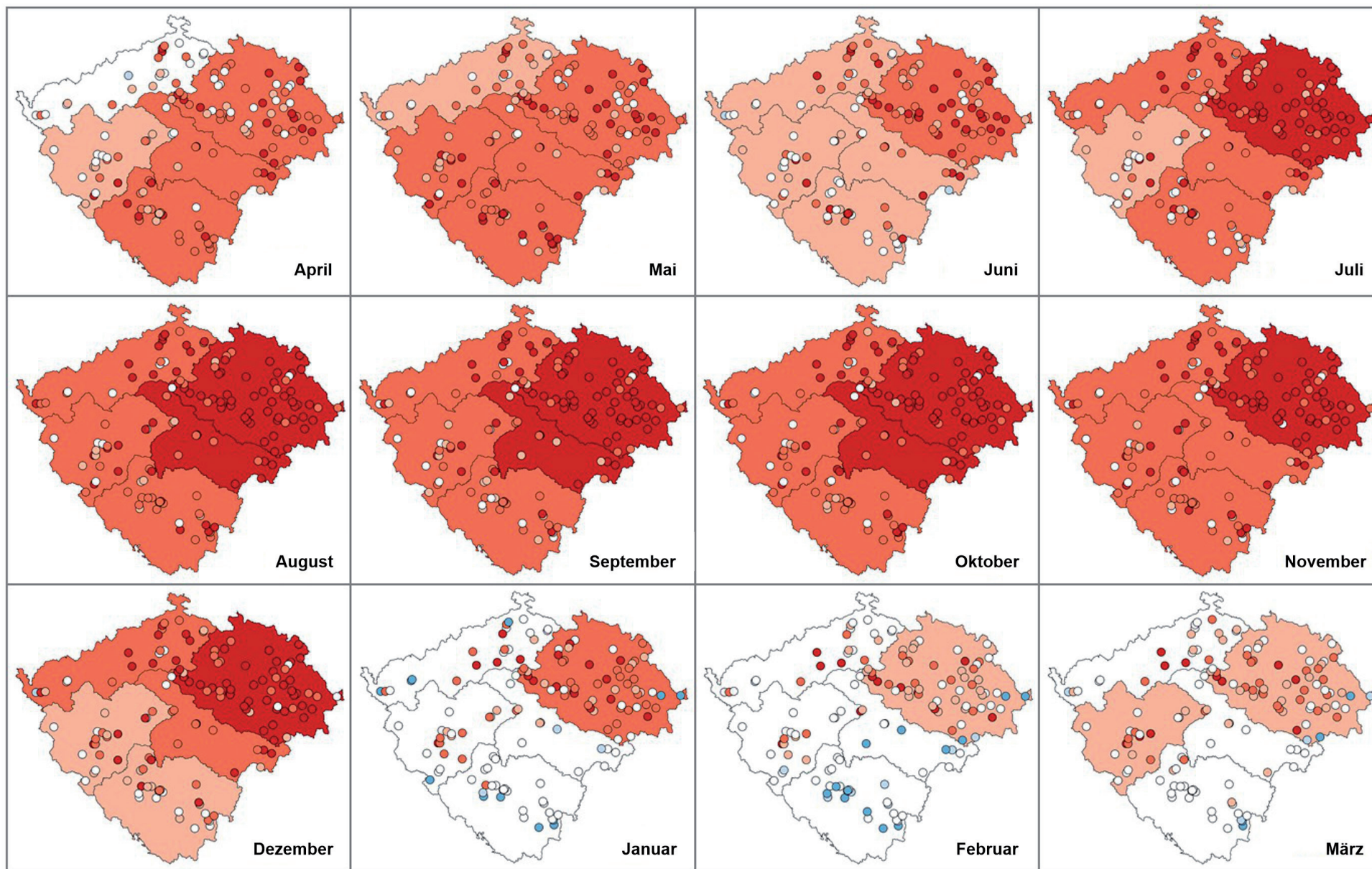


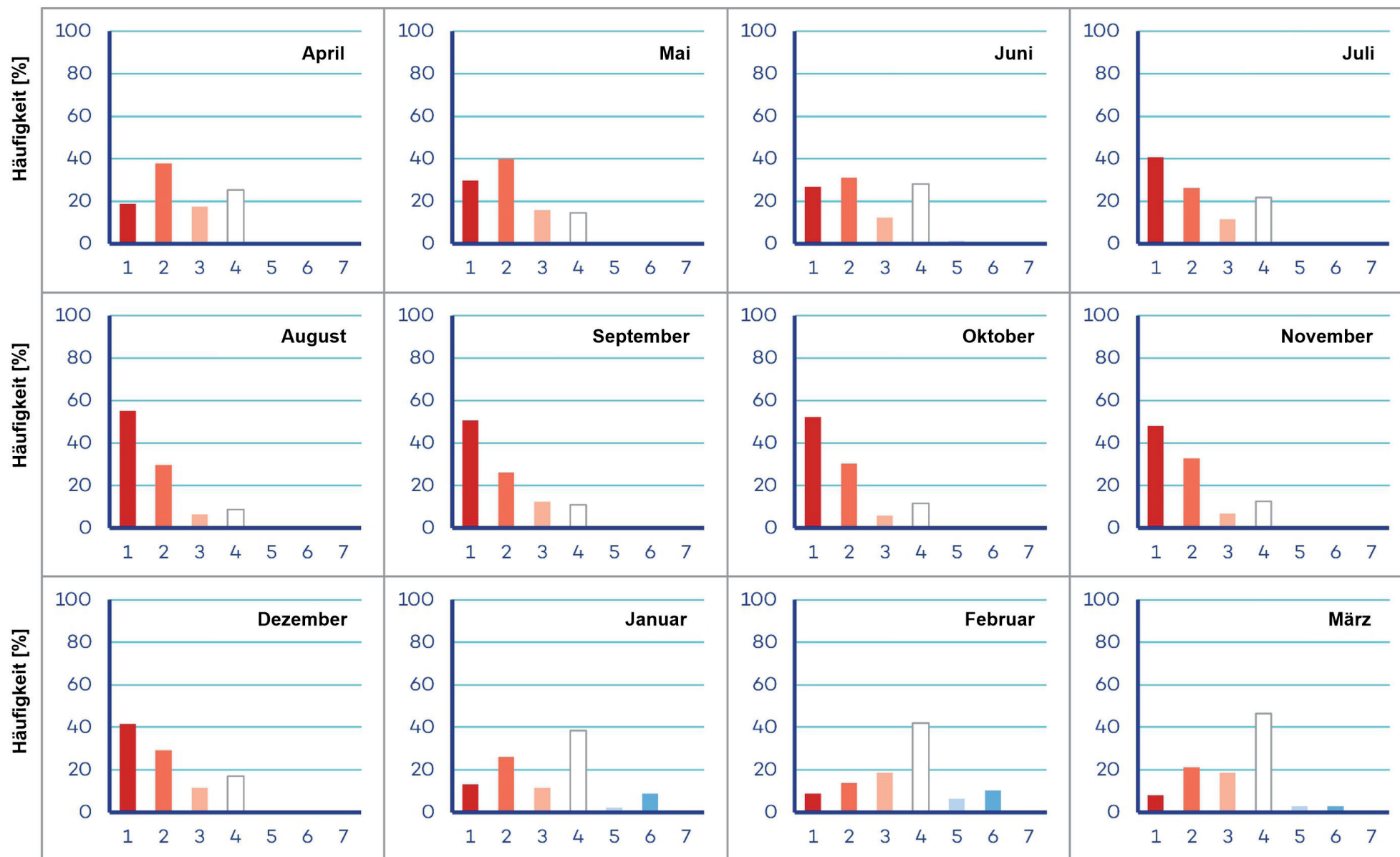
Abb. 4.2-1: Lage der Messstellen und Koordinierungsräume in der internationalen Flussgebietseinheit Elbe (Quelle: ČHMÚ; Daten: ČHMÚ, zuständige Behörden der Bundesländer)



Legende: Klassifizierung der Monatsmittelwerte der Grundwasserstände im Vergleich mit dem Referenzzeitraum 1981 – 2010:

| | | | | | | | |
|------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|---------------------|--|
| | | | | | | | |
| ≤ 5 % | > 5 und ≤ 15 % | > 15 und ≤ 25 % | > 25 und ≤ 75 % | > 75 und ≤ 85 % | > 85 und ≤ 95 % | > 95 % | |
| extremes Niedrigwasser | starkes Niedrigwasser | Niedrigwasser | Normalwerte | Hochwasser | starkes Hochwasser | extremes Hochwasser | |

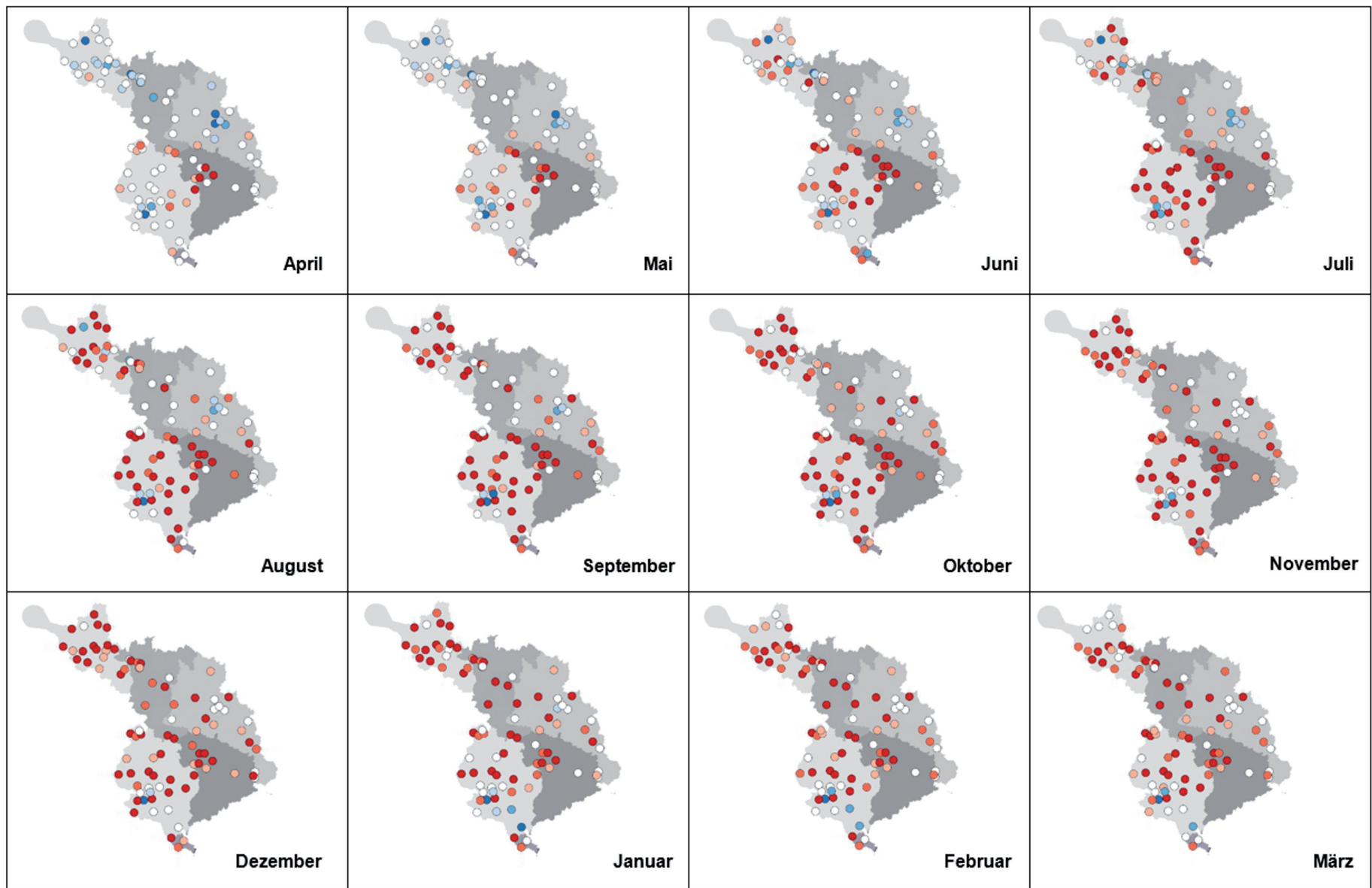
Abb. 4.2-2: Grundwasserstände im tschechischen Teil des Einzugsgebiets der Elbe im Wasserhaushaltsjahr 2018 (04/2018 – 03/2019) – Quelle: ČHMÚ



Legende: Klassifizierung der Monatsmittelwerte der Grundwasserstände im Vergleich mit dem Referenzzeitraum 1981 – 2010:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------------|-----------------------|------------------------------|---------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|---------------------|----------|
| 1 | $\leq 5\%$ | 2 | $> 5 \text{ und } \leq 15\%$ | 3 | $> 15 \text{ und } \leq 25\%$ | 4 | $> 25 \text{ und } \leq 75\%$ | 5 | $> 75 \text{ und } \leq 85\%$ | 6 | $> 85 \text{ und } \leq 95\%$ | 7 | $> 95\%$ |
| extremes Niedrigwasser | | starkes Niedrigwasser | | Niedrigwasser | | Normalwerte | | Hochwasser | | starkes Hochwasser | | extremes Hochwasser | |

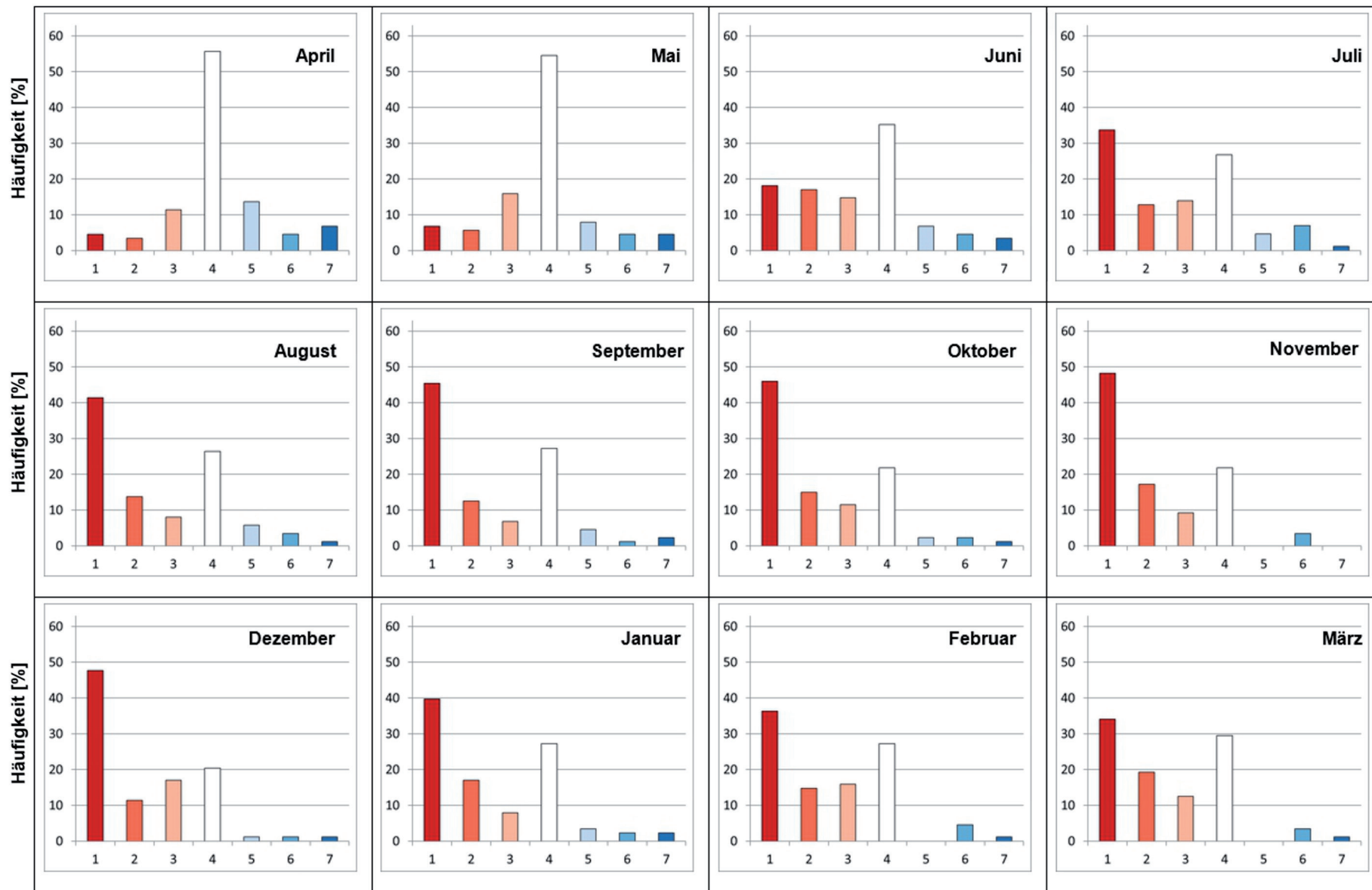
Abb. 4.2-3: Häufigkeitsverteilung der Grundwasserstände im tschechischen Teil des Einzugsgebiets der Elbe im Wasserhaushaltsjahr 2018 (04/2018 – 03/2019) – Quelle: ČHMÚ



Legende: Klassifizierung der Monatsmittelwerte der Grundwasserstände im Vergleich mit dem Referenzzeitraum 1981 – 2010:

| | | | | | | |
|------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|---------------------|
| | | | | | | |
| ≤ 5 % | > 5 und ≤ 15 % | > 15 und ≤ 25 % | > 25 und ≤ 75 % | > 75 und ≤ 85 % | > 85 und ≤ 95 % | > 95 % |
| extremes Niedrigwasser | starkes Niedrigwasser | Niedrigwasser | Normalwerte | Hochwasser | starkes Hochwasser | extremes Hochwasser |

Abb. 4.2-4: Grundwasserstände im deutschen Teil des Einzugsgebiets der Elbe im Wasserhaushaltsjahr 2018 (04/2018 – 03/2019)
 Quelle: FGG Elbe; Daten: zuständige Behörden der Bundesländer



Legende: Klassifizierung der Monatsmittelwerte der Grundwasserstände im Vergleich mit dem Referenzzeitraum 1981 – 2010:

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------|-----------------------|----------------|---------------|-----------------|-------------|-----------------|------------|-----------------|--------------------|-----------------|---------------------|--------|
| 1 | ≤ 5 % | 2 | > 5 und ≤ 15 % | 3 | > 15 und ≤ 25 % | 4 | > 25 und ≤ 75 % | 5 | > 75 und ≤ 85 % | 6 | > 85 und ≤ 95 % | 7 | > 95 % |
| extremes Niedrigwasser | | starkes Niedrigwasser | | Niedrigwasser | | Normalwerte | | Hochwasser | | starkes Hochwasser | | extremes Hochwasser | |

Abb. 4.2-5: Häufigkeitsverteilung der Grundwasserstände im deutschen Teil des Einzugsgebiets der Elbe im Wasserhaushaltsjahr 2018 (04/2018 – 03/2019)

Quelle: FGG Elbe; Daten: zuständige Behörden der Bundesländer

4.3 Auswertung des Einflusses der Trockenperiode auf das Grundwasser

Die Auswirkungen der Trockenperiode auf das Grundwasser im Wasserhaushaltsjahr 2018 (April 2018 bis März 2019) wurden in den einzelnen Koordinierungsräumen der internationalen Flussgebietseinheit Elbe bewertet (**Abb. 4.2-1**). Da im tschechischen Teil des Elbebeckens ähnlich wie in den Vorjahren die übliche Erholung der Grundwasserreserven im Frühling ausblieb, herrschten bereits zu Beginn des Wasserhaushaltsjahres niedrige Grundwasserstände. Die Situation im deutschen Teil des Einzugsgebiets stellte sich heterogener dar und wird im Folgenden genauer beschrieben.

► Koordinierungsraum Obere und mittlere Elbe (HSL)

Infolge der Kombination von außerordentlich überdurchschnittlichen Temperaturen (April, Mai und August) und oft sogar stark unterdurchschnittlichen Niederschlägen (Juli, August) gingen die bereits niedrigen Grundwasserstände weiter zurück, so dass der Grundwasserstand seit April dem starken Niedrigwasser und seit Dezember sogar dem extrem starken Niedrigwasser (3 % Perzentil – im Folgenden wird nur die Prozentangabe aufgeführt) entsprach. Von Juni bis Dezember

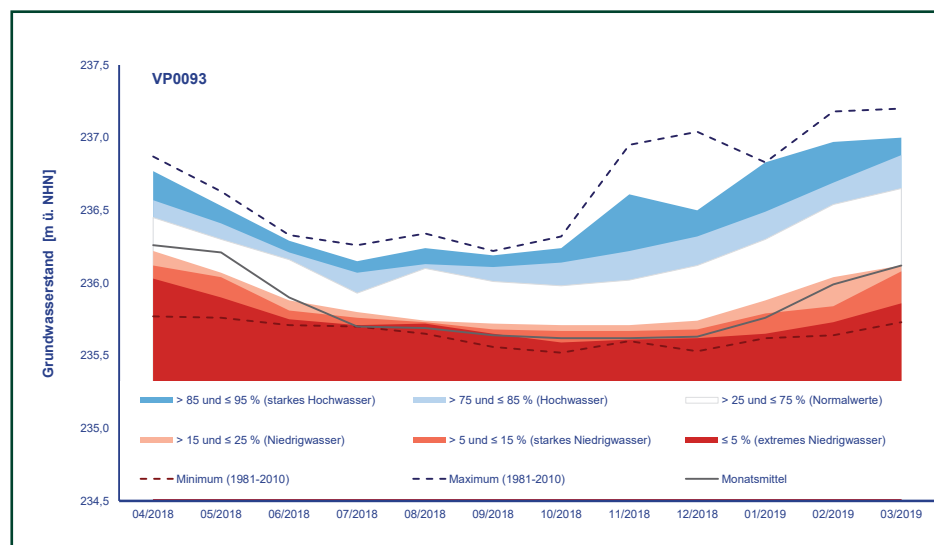


Abb. 4.3-1: Jahresgang der Messstelle VP0093 – Skalice im Koordinierungsraum Obere und mittlere Elbe im Zeitraum 4/2018 – 3/2019 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010. Die Position der Messstelle ist in Abb. 4.2-1 dargestellt. (Quelle: ČHMÚ)

waren 43 – 79 % der Messstellen außerordentlich unter dem Normalstand, nur 2 – 5 % der Messstellen waren normal und von April bis Dezember gab es keine Messstellen über dem Normalstand. Der Dezember mit überdurchschnittlichen Niederschlägen und der insgesamt normale Folgezeitraum spiegelten sich in einem deutlichen Anstieg des Grundwasserspiegels von Februar bis März bis fast zur Grenze der Normalwerte (21 %) wider.

► Koordinierungsraum Obere Moldau (HVL)

Im Februar und März 2018 fielen nur ca. 50 % der normalen Niederschläge für den Zeitraum 1981 – 2010, im April nur 29 %. April (Abweichung +4,8 °C) und Mai waren durch außerordentlich hohe Temperaturen gekennzeichnet. Dies führte zu einem schnellen Abfall des Grundwasserstands auf starkes Niedrigwasser im April und Mai (8 – 10 %). Nach einer geringen Verbesserung im Juni dauerte das starke Niedrigwasser bis November (8 – 15 %). Von August bis November wiesen 15 bis 27 % der Messstellen extremes Niedrigwasser auf, 4 bis 15 % der Messstellen waren im Normalbereich und von April bis Dezember wurde bei überhaupt

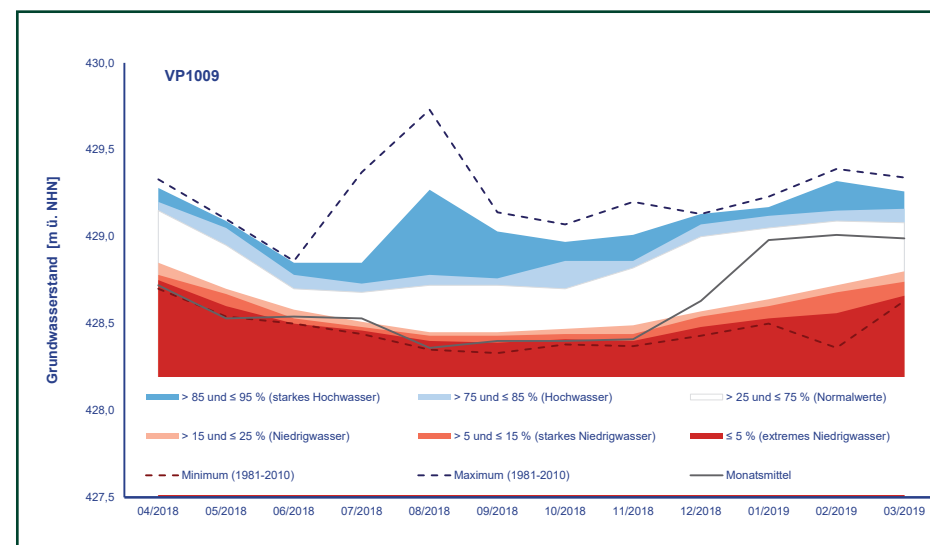


Abb. 4.3-2: Jahresgang der Messstelle VP1009 – Třeboň im Koordinierungsraum Obere Moldau im Zeitraum 4/2018 – 3/2019 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010. Die Position der Messstelle ist in Abb. 4.2-1 dargestellt. (Quelle: ČHMÚ)

keiner Messstelle ein Stand über dem Normalbereich verzeichnet. Nach den stark überdurchschnittlichen Niederschlägen im Dezember folgte eine signifikante Verbesserung bis zum normalen Zustand von Januar bis März 2019 (52 – 69 %).

► Koordinierungsraum Untere Moldau (DVL)

Im Februar 2018 fielen nur 40 %, im März 67 % und im April 45 % der normalen Niederschläge. Die Temperaturen im April (Abweichung +4,9 °C) und Mai (Abweichung +3,2 °C) lagen außerordentlich hoch über dem Normalbereich. Die Folge waren schnell sinkende Grundwasserstände auf starkes Niedrigwasser im April und Mai (11 – 13 %). Nach einer geringen Verbesserung im Juni folgte die Zeit von Juli bis Dezember mit starkem bis extremem Niedrigwasser (3 – 7 %). Nach den überdurchschnittlichen Niederschlägen im Dezember und Januar, die in tieferen Lagen als Regen fielen, folgte eine wesentliche Verbesserung bis zum Normalstand von Januar bis März 2019 (43 – 57 %). Von April bis Dezember zeichneten 29 bis 43 % der Messstellen extremes Niedrigwasser auf, nur 7 bis 21 % der Messstellen hatten normale Werte und es gab kaum Messstellen mit Werten über dem Normalbereich.

► Koordinierungsraum Berounka (BER)

Im Februar 2018 fielen nur 24 % und im April 50 % der normalen Niederschläge. Die Temperaturen im April (Abweichung +4,5 °C) und Mai (+3,0 °C) waren außerordentlich überdurchschnittlich. Dies führte zu einem andauernden Rückgang des Grundwasserspiegels bis zum starken Niedrigwasser im Mai (11 %). Nach einer geringen Verbesserung im Juni und Juli dauerte bis November die Periode mit starkem Niedrigwasser (11 – 14 %) an. Von August bis November zeichneten 16 bis 37 % der Messstellen starkes Niedrigwasser auf, 26 bis 47 % der Messstellen hatten normale Werte und während des ganzen Jahres wurden an fast keinen Messstellen Werte über dem Normalbereich verzeichnet. Nach dem Dezember mit überdurchschnittlichen Niederschlägen folgte die Verbesserung zum normalen Stand von Januar bis Februar (31 – 37 %).

► Koordinierungsraum Eger und untere Elbe (ODL)⁶⁾

Im Februar 2018 fielen nur 13 % der durchschnittlichen Niederschlagsmenge,

⁶⁾ Die Auswertung wurde nur auf Grundlage von Messstellen im tschechischen Teil des Einzugsgebiets der Elbe vorgenommen.

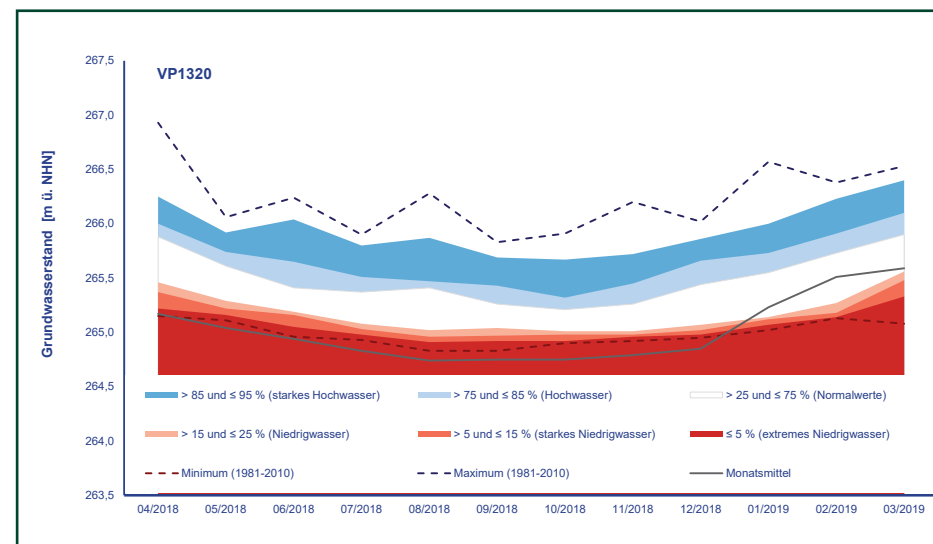


Abb. 4.3-3: Jahressgang der Messstelle VP1320 – Čerčany im Koordinierungsraum Untere Moldau im Zeitraum 4/2018 – 3/2019 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010. Die Position der Messstelle ist in Abb. 4.2-1 dargestellt. (Quelle: ČHMÚ)

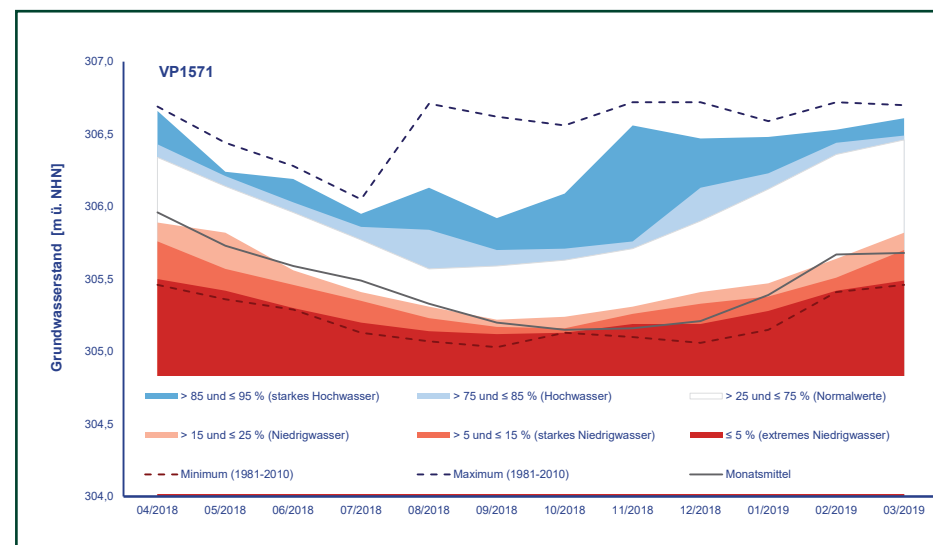


Abb. 4.3-4: Jahressgang der Messstelle VP1571 – Plzeň im Koordinierungsraum Berounka im Zeitraum 4/2018 – 3/2019 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010. Die Position der Messstelle ist in Abb. 4.2-1 dargestellt. (Quelle: ČHMÚ)

aber die Monate März bis Juni lagen im normalen Bereich (79 – 89 % des Mittelwertes). Die Temperaturen im April (+4,3 °C Abweichung) und Mai (+3,1 °C) waren außerordentlich überdurchschnittlich. Die Folge war ein langsamerer Rückgang

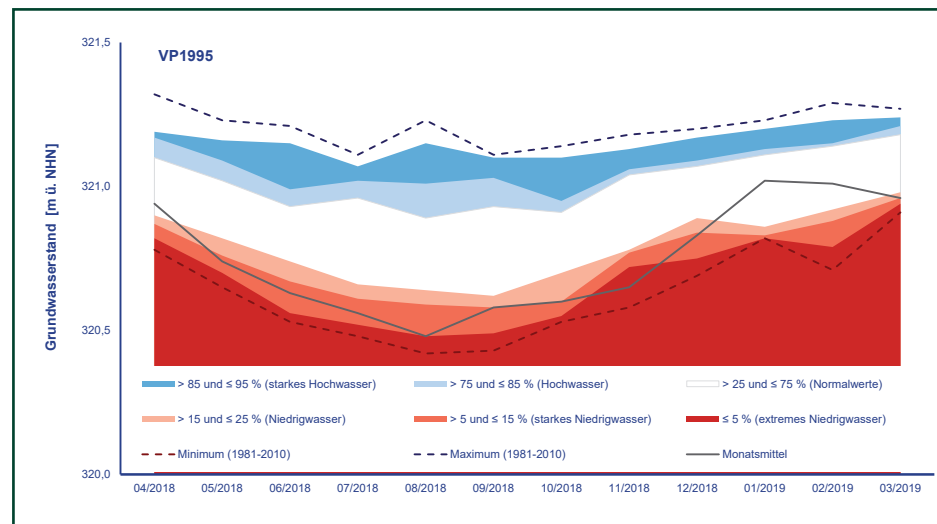
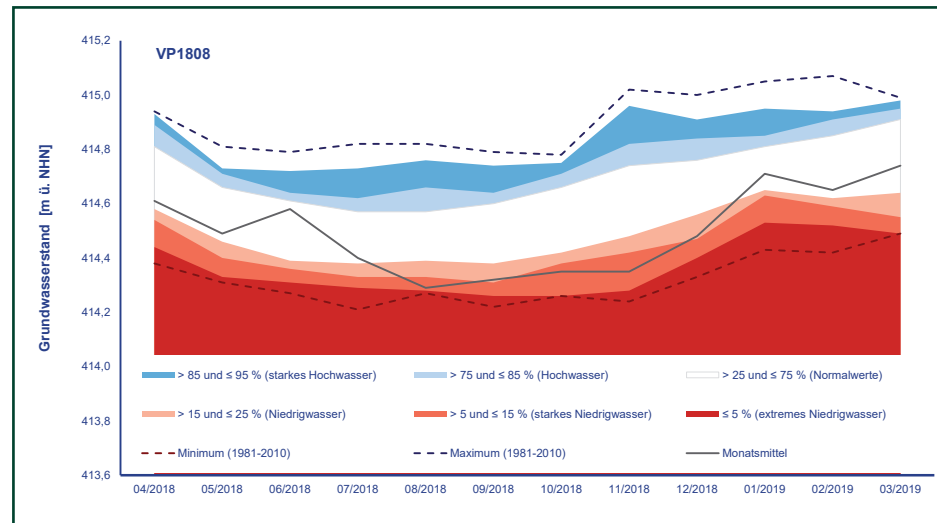


Abb. 4.3-5: Jahresgang der Messstellen VP1808 – Kynšperk nad Ohří und VP1995 – Česká Kamenice im Koordinierungsraum Eger und untere Elbe im Zeitraum 4/2018 – 3/2019 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010. Die Position der Messstellen ist in Abb. 4.2-1 dargestellt. (Quelle: ČHMÚ)

des Wasserstands als in anderen Teilen des Einzugsgebiets auf ein leichtes Niedrigwasser bis Juni (22 %). Es folgte ein rascher Rückgang, so dass der Grundwasserstand von Juli bis Dezember bei starkem Niedrigwasser lag (6 – 12 %). Nach überdurchschnittlichen Niederschlägen im Dezember und Januar verbesserte sich der Grundwasserstand im Januar auf ein normales Niveau (33 %) und blieb bis März normal (29 %). Von Juli bis Dezember zeichneten 39 bis 52 % der Messstellen extremes Niedrigwasser auf, nur 17 bis 26 % hatten normale Werte und mit Ausnahme des Januars gab es fast keine Messstellen mit Werten über dem Normalbereich.

► Koordinierungsraum Mulde–Elbe–Schwarze Elster (MES)

Niedrige Grundwasserstände sind bereits seit April typisch. Aufgrund fehlender Niederschläge gingen die Grundwasserstände bis Anfang Dezember verbreitet weiter zurück. In den Monaten Januar bis März 2019 war mit überdurchschnittlich hohen Niederschlägen im Dezember 2018 und Januar 2019 ein leichter Anstieg der Grundwasserstände zu erkennen, die dabei dennoch verbreitet im Bereich von extremen bis starken Niedrig-Grundwasserständen verblieben (**Abb. 4.3-6**).

► Koordinierungsraum Saale (SAL)

Der Beginn des Wasserhaushaltsjahres war durch mäßige bis hohe Grundwasserstände gekennzeichnet (siehe überwiegend weiße und blaue Messpunkte in den Monaten April und Mai in **Abb. 4.2.4**). Ab Juli bis etwa Dezember 2018 überwog die Anzahl der Grundwassermessstellen mit sehr niedrigen bis extrem niedrigen Grundwasserständen (siehe rote und orangefarbene Messpunkte in **Abb. 4.2.4**). In den Monaten Januar bis März 2019 war an einigen Messstellen ein leichter Anstieg der Grundwasserstände zu erkennen (**Abb. 4.3-7**).

► Koordinierungsraum Havel (HAV)

Die Grundwasserdargebotssituation war im April im oberen Normalbereich einzuordnen. Anfang 2018 bahnte sich aber durch extreme Trockenheit im Februar und Mai eine Dürresituation an. Diese führte ab Februar bis Ende 2018 schnell zu einem tendenziellen Abfall der Grundwasserstände bis in den starken bis extremen Niedrigwasserbereich. In Teilbereichen der mittelbrandenburgischen Platten und Niederungen sowie der Brandenburgischen Urstrom- und Nebentäler kam es bereits vereinzelt zu Unterschreitungen der bisher niedrigsten Grundwasserstands-niveaus (**siehe Abb. 4.3-8 und 4.3-9**). Mit nur 84 % der durchschnittlichen

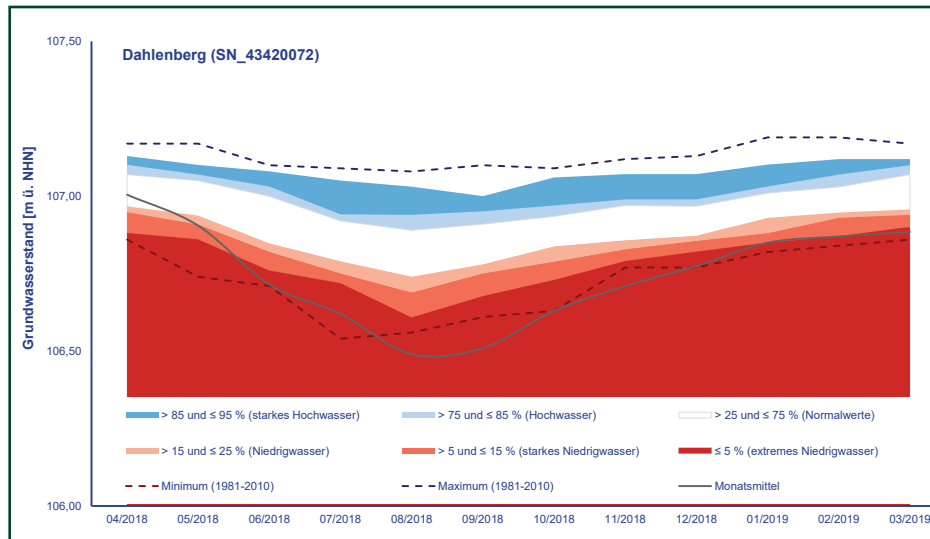


Abb. 4.3-6: Jahresgang der Messstelle Dahleberg im Koordinierungsraum Mulde-Elbe-Schwarze Elster im Zeitraum 4/2018 – 3/2019 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010. Die Position der Messstelle ist in Abb. 4.2-1 dargestellt. (Quelle: FGG Elbe; Daten: zuständige Behörde des Freistaats Sachsen)

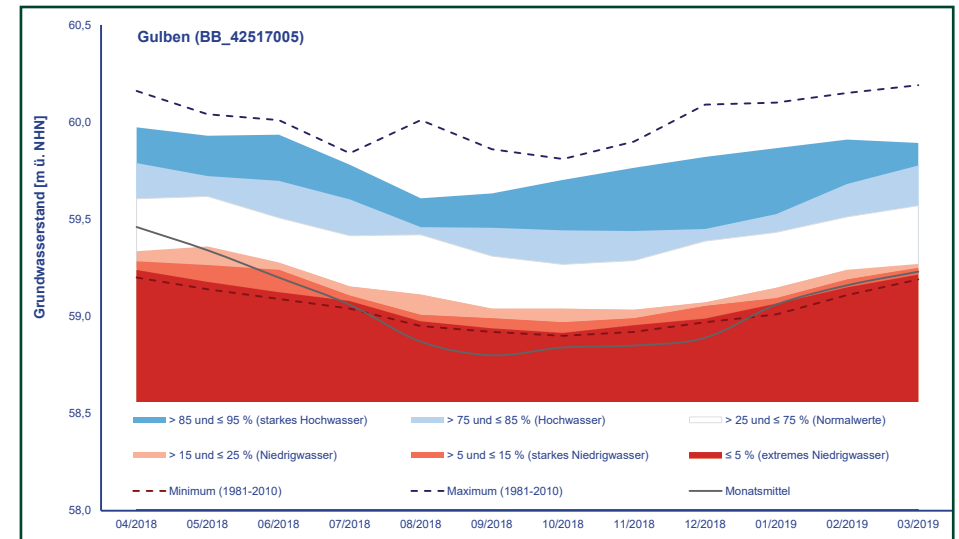


Abb. 4.3-8: Jahresgang der Messstelle Gulben im Koordinierungsraum Havel im Zeitraum 4/2018 – 3/2019 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010. Die Position der Messstelle ist in Abb. 4.2-1 dargestellt. (Quelle: FGG Elbe; Daten: zuständige Behörde des Landes Brandenburg)

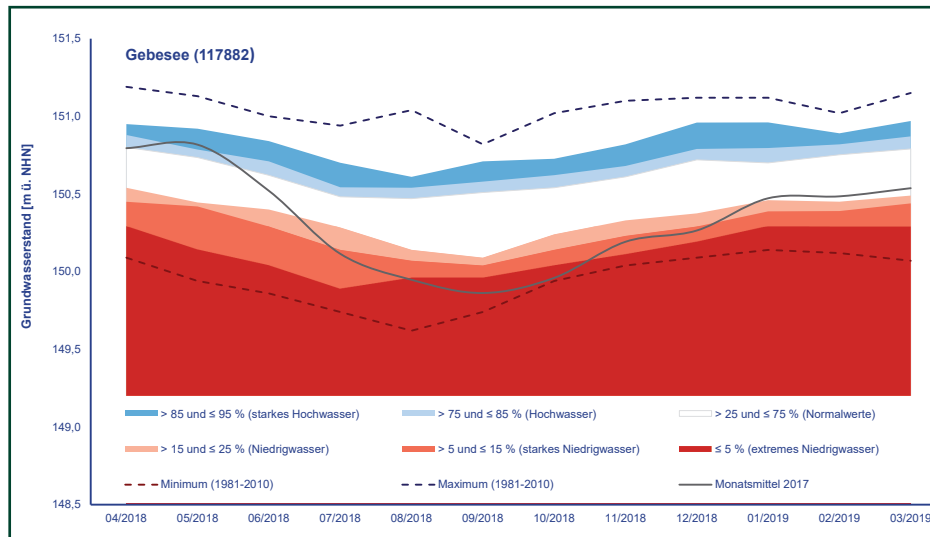


Abb. 4.3-7: Jahresgang der Messstelle Gebesee im Koordinierungsraum Saale im Zeitraum 4/2018 – 3/2019 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010. Die Position der Messstelle ist in Abb. 4.2-1 dargestellt. (Quelle: FGG Elbe; Daten: zuständige Behörde des Freistaats Thüringen)

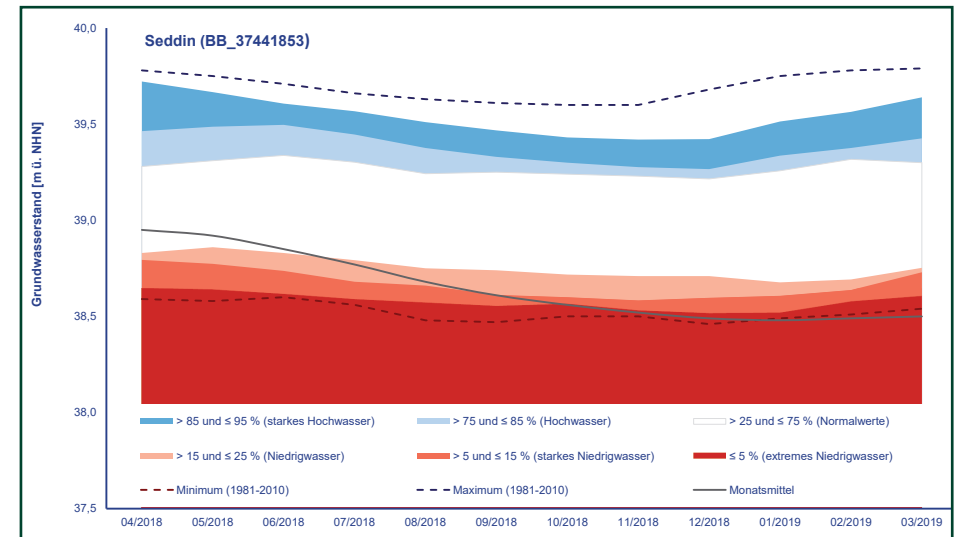


Abb. 4.3-9: Jahresgang der Messstelle Seddin im Koordinierungsraum Havel im Zeitraum 4/2018 – 3/2019 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010. Die Position der Messstelle ist in Abb. 4.2-1 dargestellt. (Quelle: FGG Elbe; Daten: zuständige Behörde des Landes Brandenburg)

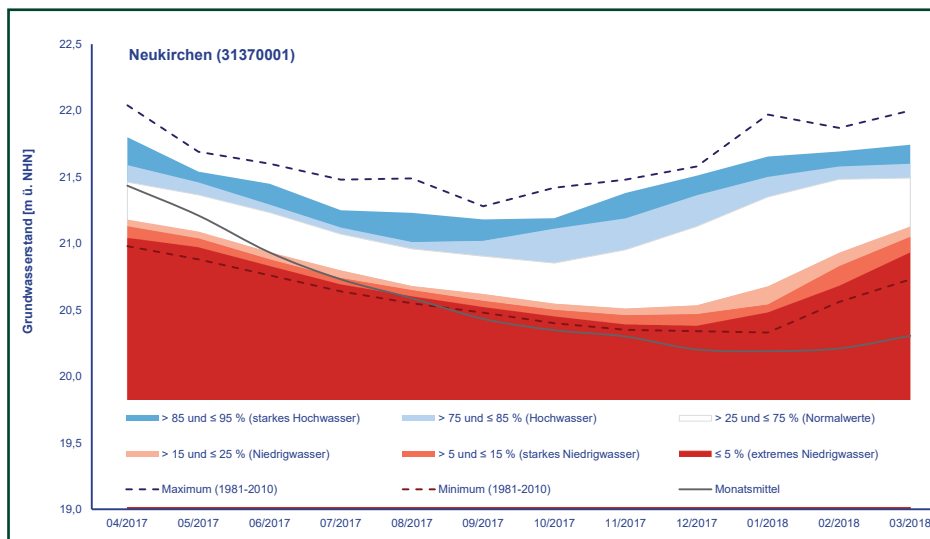


Abb. 4.3-10: Jahresgang der Messstelle Neukirchen im Koordinierungsraum Mittlere Elbe / Elde im Zeitraum 4/2018 – 3/2019 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010. Die Position der Messstelle ist in Abb. 4.2-1 dargestellt. (Quelle: FGG Elbe; Daten: zuständige Behörde des Landes Sachsen-Anhalt)

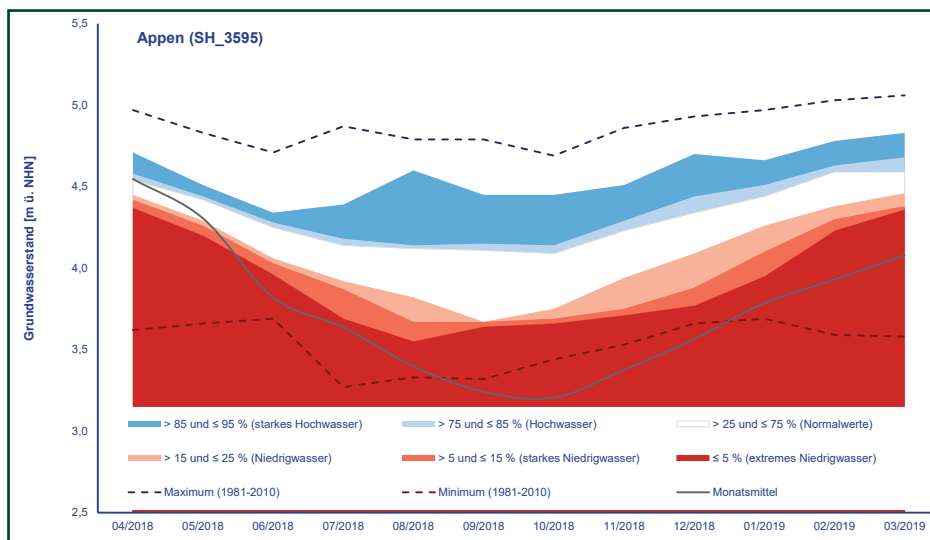


Abb. 4.3-11: Jahresgang der Messstelle Appen im Koordinierungsraum Tideelbe im Zeitraum 4/2018 – 3/2019 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 – 2010. Die Position der Messstelle ist in Abb. 4.2-1 dargestellt. (Quelle: FGG Elbe; Daten: zuständige Behörde des Landes Schleswig-Holstein)

Niederschläge konnte das Dargebotsdefizit im folgenden Winterhalbjahr nicht ausgeglichen werden. Damit herrschte zu Beginn des Jahres 2019 beim Grundwasserdargebot eine deutlich schlechtere Ausgangssituation als 2018 vor.

► Koordinierungsraum Mittlere Elbe / Elde (MEL)

Zu Beginn des Wasserhaushaltsjahres lagen die Grundwasserstände im Mittel im normalen Bereich. Aufgrund sehr geringer Niederschläge im Vergleich zum mehrjährigen Mittel der Referenzperiode nahmen die Grundwasserstände jedoch im Verlauf des Sommerhalbjahres ab und erreichten Bereiche des starken bis extremen Niedrigwassers (Abb. 4.3-10). Die im Winterhalbjahr verzeichneten Niederschläge konnten die Defizite der vorangegangenen Sommermonate nicht ausgleichen. Zum Ende des Wasserhaushaltsjahres hin konnte lediglich ein leichter Anstieg in den Grundwasserständen beobachtet werden, jedoch ohne dabei die Situation nachhaltig zu verbessern. Zu diesem Zeitpunkt waren bereits neueste Niedrigstände erreicht mit einer Vielzahl der Messstellen noch immer im extremen Niedrigwasser.

► Koordinierungsraum Tideelbe (TEL)

Zu Beginn des Wasserhaushaltsjahres wiesen die Messstellen weitgehend normale bis teilweise hohe Grundwasserstände auf. Die Grundwasserstände beginnen ab Juni 2018 stark in den Niedrigwasserbereich zu sinken (Abb. 4.3-11). Bereits im Juni 2018 liegen bei rund der Hälfte der Messstellen die Grundwasserstände unterhalb des normalen Grundwasserstands des Referenzzeitraums. Im Juli 2018 zeigen 25 % aller Messstellen niedrige Wasserstände. Im August 2018 befinden sich die Grundwasserstände von rund 75 % der Messstellen im Niedrigwasserbereich, 50 % aller Messstellen weisen sogar extrem niedrige Grundwasserstände auf. Im Dezember 2018 zeigen rund 70 % der Messstellen extremes Niedrigwasser. Bis zum Ende des Wasserhaushaltsjahres steigen die Grundwasserstände etwas an, liegen aber zu rund 40 % im Bereich des extremen und zu rund 30 % im Bereich des starken Niedrigwassers. Im Laufe des Jahres lagen die Werte an ca. 50 % der Messstellen unterhalb des Minimums der Vergleichsperiode 1981 – 2010.

4.4 Zusammenfassung

Im Jahr 2018 lagen die Temperaturen im Einzugsgebiet der Elbe weit über dem Normalbereich. Die Niederschläge in dem Jahr lagen stark unter dem Normalbereich. Bis außerordentlich unterdurchschnittlich waren regional die Niederschläge im November 2018 und stark unterdurchschnittlich im ganzen Gebiet im Juli und August (**Abb. 2.3.-1 bis 2.3-12**). Die Niederschläge haben in keinem der Monate vom Frühling bis Herbst die Normalwerte erreicht, besonders im nordöstlichen Teil des Einzugsgebiets. Erst zum Jahresende wurde die Gesamtbilanz der Niederschläge besser.

Aufgrund der geringen Wassermenge in der Schneedecke im Frühling 2018 (in höheren Lagen bis 50 % der normalen Mengen, in tieferen Lagen nur bis 20 – 30 %) ist die übliche Grundwasserneubildung im Frühjahr in diesem Jahr teilweise ausgeblieben. Die Kombination der außerordentlich überdurchschnittlichen Temperaturen und bis stark unterdurchschnittlichen Niederschläge führte dazu, dass der Grundwasserstand sank. Der Einfluss der Trockenperiode auf das Grundwasser wird durch die Zeitreihen der monatlichen Grundwasserstände deutlich (**Abb. 4.2-2 bis 4.2-5**).

Die Grundwasserstände waren im tschechischen Teil des Einzugsgebiets der Elbe von April bis Dezember im Bereich des starken Niedrigwassers (6 – 19 %). Im August war der Grundwasserstand auf dem Niveau des extremen Niedrigwassers (4 %). Von Juli bis Dezember wiesen 40 bis 55 % der Messstellen extremes Niedrigwasser auf, nur 9 bis 22 % der Messstellen hatten normale Werte und von April bis Dezember gab es kaum Messstellen mit Werten über dem Normalbereich (**Abb. 4.2-2 und 4.2-3**). Der Dezember mit überdurchschnittlichen Niederschlägen und die normalen Niederschläge in den Monaten danach führten zu einem deutlichen Anstieg des Grundwasserspiegels fast bis zum normalen Stand (25 %) sowie einem schon leichteren weiteren Anstieg im Februar und März innerhalb des Normalbereiches (29 – 37 %).

Im deutschen Teil des Einzugsgebiets der Elbe bewegten sich zu Beginn des Wasserhaushaltsjahres im April und Mai 2018 über 50 % der Messstellen im normalen Bereich (**Abb. 4.2-4 und 4.2-5**). Ab Mai 2018 sanken die Grundwasserstände wieder ab und zum Ende des Jahres 2018 wiesen zwei Drittel der

Messstellen extrem niedrige bis niedrige Grundwasserstände auf. Da sich die hydrologische Situation im Winter 2018/2019 nicht verbesserte, verschärfte sich die Niedrigwassersituation im Grundwasser im Wasserhaushaltsjahr 2019 weiter.

► Vergleich mit dem Wasserhaushaltsjahr 2015

Das Jahr 2015 war in Tschechien hinsichtlich der Beobachtung der Flachbohrungen das dritttrockenste seit 1971. In den Folgejahren vertiefte sich die Dürre. Da der Schnee vor allem in tieferen Lagen ausblieb, kam es im Frühjahr zu keiner bedeutenden Grundwasserneubildung. Die überdurchschnittlichen Temperaturen im Frühling und im Sommer erhöhten die Evapotranspiration, was sich ebenfalls negativ auf das Grundwasser auswirkte. Auch die normalen Niederschläge im Jahre 2017 konnten das Defizit nicht ausgleichen. Das Jahr 2018 wurde in Bezug auf Flachbohrungen als das trockenste seit 1971 ausgewertet. Die trockenste Periode wurde von August bis Dezember verzeichnet, der Grundwasserstand wurde als starkes bis extremes Niedrigwasser bewertet.

Während sich die Trockenperiode des Jahres 2015 auf das Grundwasser in Deutschland regional sehr unterschiedlich auswirkte, hatte das trockene Jahr 2018 bis auf wenige Regionen flächendeckenden Einfluss auf das Grundwasser in Deutschland. So fiel 2018 in Nordbayern (Koordinierungsraum Saale) mit einem Niederschlagsdefizit von -24 % gegenüber dem mehrjährigen Mittel von 1951 – 2010 die Grundwasserneubildung mit -36 % gegenüber dem Mittelwert ebenfalls deutlich niedriger aus. In Sachsen (Koordinierungsräume Mulde-Elbe-Schwarze Elster, Havel und Saale) bewegten sich die Grundwasserstände 2018 auf dem Niveau von 2015/2016, an einigen wenigen Messstellen wurden Niedrigststände erreicht. In Brandenburg (Koordinierungsraum Havel) führten die Defizite der Jahresniederschlagssummen und damit auch der Grundwasserneubildung 2018/2019 bei einem Viertel der beobachteten Messstellen ebenfalls zu neuen Niedrigstgrundwasserständen seit Beobachtungsbeginn. In Hamburg (Koordinierungsraum Tideelbe) befanden sich die Grundwasserstände hingegen trotz unterdurchschnittlicher Niederschläge ähnlich wie 2015 auf einem meist noch mittleren bzw. vereinzelt niedrigen Niveau. Niedrigstwasserstände konnten nur an sehr wenigen Messstellen festgestellt werden und die Grundwasserneubildung bewegte sich analog zu 2015 auf einem mittleren Niveau.

5 AUSBLICK

Ende 2013 begann eine meteorologische Trockenheit, die sich bereits im Jahr 2015 mit einer ausgeprägten Niedrigwassersituation insbesondere im tschechischen Einzugsgebiet der Elbe zeigte, aber auch im deutschen Teileinzugsgebiet verbreitet extrem ausfiel. Mit 2016 und 2017 folgten zwar etwas niederschlagsreichere, aber abflussbezogen immer noch defizitäre Jahre, die nicht für eine Erholung des Wasserhaushalts im Einzugsgebiet ausreichten. Bereits im Frühjahr 2018 stellte sich mit Ausbleiben signifikanter Niederschläge sehr zeitig wieder eine Niedrigwassersituation ein, die den größten Teil des Einzugsgebiets der Elbe betraf. Die beobachteten Niedrigwasserabflüsse und vor allem die Dauer des Niedrigwassers ordnen übergreifend das Niedrigwasser des Jahres 2018, in Tschechien auch jenes des Jahres 2015, zu den bedeutendsten Niedrigwasserereignissen der Elbe in der Geschichte der systematischen Beobachtungen ein.

Die Niedrigwassersituation hielt auch in den Jahren 2019 und 2020 an. In diesen Jahren wurden ebenfalls deutlich unterdurchschnittliche Abflüsse im Einzugs-

gebiet der Elbe verzeichnet (**Abb. 5-1**). Obwohl die Niedrigwasserabflüsse an der Elbe nicht auf das Niveau von 2018 fielen, sanken die Grundwasserstände in einigen Gebieten im Vergleich zu 2018 weiter.

Seit 2014 überwiegen im Einzugsgebiet der Elbe in den Fließgewässern verbreitet unterdurchschnittliche Abflüsse mit ausgeprägter Niedrigwassercharakteristik. Gleichzeitig wurde diese Niedrigwassersequenz von keinem Jahr mit Abflüssen auf mindestens normalem mehrjährigem (mittlerem) Niveau unterbrochen. Obwohl die **Abbildung 5-1** zeigt, dass der Wechsel von mehrjährigen Hoch- und Niedrigwasserperioden im Einzugsgebiet der Elbe nicht ungewöhnlich ist, sticht der Zeitraum seit 2014 hinsichtlich seiner Länge und Intensität hervor. Daher ist es vorgesehen, im Rahmen der Arbeit der IKSE eine hydrologische Auswertung der kompletten Niedrigwasserperiode 2014 – 2020 im Einzugsgebiet der Elbe und deren Auswirkungen auf die Wasserführung der Fließgewässer und die Grundwasserstände zu erstellen, die bei einer weiteren Fortsetzung der Niedrigwasserperiode kontinuierlich aktualisiert wird.

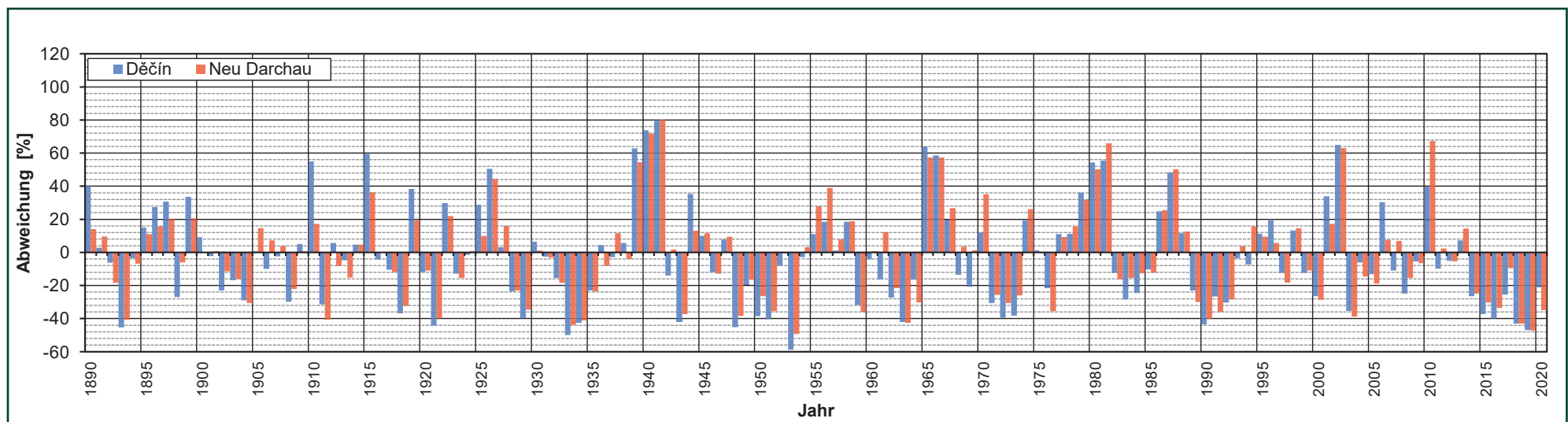
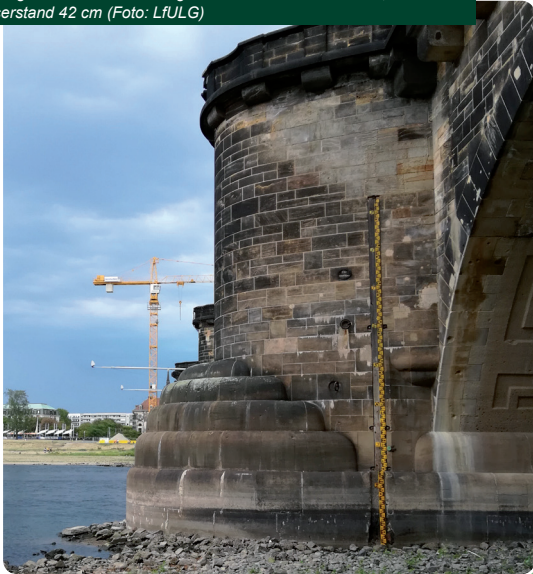


Abb. 5-1: Abweichungen der mittleren Jahresabflüsse im Wasserhaushaltsjahr im Zeitraum 1890 – 2020 vom mehrjährigem Mittel (1981 – 2010) an den Pegeln Děčín und Neu Darchau an der Elbe (Quelle: IKSE, Daten: ČHMÚ, WSV – bereitgestellt durch die BfG)

Elbe Pegel Dresden an der Augustusbrücke am 23.08.2018,
Wasserstand 42 cm (Foto: LfJULG)



Trocken gefallener Weidigtbach am Pegel Gorbitz 2 in Dresden am 28.06.2018
(Foto: BfUL)



Elbe Pegel Strombrücke in Magdeburg am 30.08.2018,
Wasserstand 46 cm (Foto: Sekretariat der IKSE)



„Alte Elbe“ in Magdeburg am 19.07.2018
(Foto: Sekretariat der IKSE)



Die Talsperre Pastviny am 23.10.2018
(Foto: Povodí Labe, státní podnik)



Trocken gefallene Prießnitz in Dresden am 23.08.2018
(Foto: LfJULG)



Elbe bei Hřensko am 19.09.2018
(Foto: Povodí Labe, státní podnik)



▪ 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)

▪ Expertengruppe „Grundwasser“ (GW) der IKSE (Kapitel 4)

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 Kepřtová (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.



ISBN 978-3-910400-00-9