

Wasserhaushaltsbericht 2019



Bildquellen: StALU MS und StALU VP

Bericht zur meteorologischen und hydrologischen Lage in Mecklenburg-Vorpommern im hydrologischen Jahr 2019

MEIN WASSER
MEHR INFOS UNTER: MEIN-WASSER-MV.DE

Mecklenburg Vorpommern 

Landesamt für Umwelt,
Naturschutz und Geologie

IMPRESSUM

Herausgeber: Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie
Mecklenburg-Vorpommern (LUNG M-V)
Goldberger Straße 12, 18273 Güstrow
Telefon 03843 – 777-0, Fax 03843 – 777-106
www.lung.mv-regierung.de

Bearbeitung: LUNG Abteilung 3 – Geologie, Wasser und Boden

Zu zitieren als: LUNG M-V (Hrsg.) (2020): Wasserhaushaltsbericht 2019: Bericht zur meteorologischen und hydrologischen Lage in Mecklenburg-Vorpommern im hydrologischen Jahr 2019 - Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG M-V), Güstrow.

Titelbild: Der Thüren, Mützelburger Beeke, Putzärer See, Brandmühlengraben
(© StALU MS und StALU VP 2019)

ISSN: -

Einzelpreis: -

Güstrow, im Dezember 2020

Diese Publikation wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten und Helfern während des Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwandt werden. Dies gilt für alle Wahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwandt werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zu Gunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden kann. Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist.

Inhalt

1. Einleitung	4
2. Meteorologie	5
2.1 Lufttemperatur	5
2.2 Sonnenscheindauer	11
2.3 Niederschlag	15
2.4 Klimatische Wasserbilanz.....	20
2.5 Starkregenereignisse	21
3. Wasserstände und Abflüsse im hydrologischen Jahr 2019	23
3.1 Fließgewässer	23
3.2 Standgewässer einschließlich bewirtschafteter Seenspeicher.....	31
3.3 Grundwasser	36
3.3.1 Bodenwasser am Beispiel des Dürremonitors Deutschland	36
3.3.2 Grundwasserneubildung am Beispiel der Lysimeterstationen	38
3.3.3 Wasserstand oberflächennaher Grundwasserkörper	40
4. Fazit.....	47
5. Quellenverzeichnis	49
6. Abbildungsverzeichnis	50
7. Tabellenverzeichnis	54
8. Abkürzungsverzeichnis	55

1. Einleitung

Dieser Bericht richtet sich an die interessierte Öffentlichkeit. Er stellt die meteorologische und hydrologische Situation im hydrologischen Jahr 2019 (01.11.2018-01.11.2019) dar und ordnet sie in die langjährigen Verhältnisse ein. Diese Analyse basiert auf amtlichen hydrologischen und meteorologischen Daten und Statistiken.

In Mecklenburg-Vorpommern dienen insgesamt 915 Pegel (Stand 2019) zur Beobachtung der hydrologischen Verhältnisse in Fließgewässern (164 Pegel) und Seen (89 Pegel) sowie im Grundwasser (662 Pegel). Der überwiegende Teil der Pegel liegt in der Verantwortung des Gewässerkundlichen Landesdienstes. 17 Pegel werden von der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) des Bundes betrieben. Zur Beurteilung der meteorologischen Lage und des Witterungsverlaufes werden die Dienste des Deutschen Wetterdienstes herangezogen, der 46 Wetterstationen im Land betreibt. Aufgrund der Vielzahl der Pegel und Wetterstationen sind die Auswertungen in diesem Jahresbericht auf ausgewählte Standorte beschränkt, die für die jeweilige Region eine repräsentative Aussage treffen.

Bei der Beurteilung der meteorologisch-hydrologischen Lage werden Bezüge zu den Vorjahren hergestellt, da sie die aktuellen Verhältnisse wesentlich beeinflussen. Dem besseren Verständnis der Auswirkungen des Witterungsverlaufes auf den Wasserhaushalt dienen die Auswertungen der Klimatischen Wasserbilanz und der Grundwasserneubildung an den Lysimeterstationen Groß Lüsewitz und Kittendorf.

Die meteorologischen und hydrologischen Verhältnisse im Jahr 2019 unterscheiden sich, wie das bereits durch Wetterextreme gekennzeichnete Vorjahr, von den langjährigen Beobachtungsreihen. Im Jahresmittel war es deutlich wärmer und trockener und es schien häufiger die Sonne als im langjährigen Mittel. Ungewöhnlich war auch das Ausbleiben der winterlichen Niederschläge, die zur Erholung der Wasserdefizite in den Wasserspeichern und im Grundwasser erforderlich gewesen wären. Die Befürchtungen aus dem Jahresbericht 2018 (LUNG, 2019) haben sich im Jahresverlauf 2019 bestätigt.

Das Jahr 2019 war wie 2018 ebenfalls durch Dürreperioden gekennzeichnet. Dürre bezeichnet einen „Mangel an Wasser, der durch weniger Niederschlag und/oder eine höhere Verdunstung durch erhöhte Temperatur (oder Wind) verursacht wird“ (Wetterlexikon des DWD, 2020, Dürre). Je nachdem wie lange es trockener als üblich ist, spricht man von meteorologischer Dürre (1-2 Monate), landwirtschaftlicher Dürre (2 Monate und länger), hydrologischer Dürre (ab 4 Monate) oder sozioökonomischer Dürre (ab einem Jahr).

Wie 2018 kann man in 2019 ebenfalls von hydrologischer Dürre sprechen, da die Pegel von Grundwasser und Oberflächengewässern deutlich reagierten. In den Oberflächengewässern herrschten fast durchgehend Niedrigwasserverhältnisse und einige Fließgewässer fielen sogar trocken. Der Wasserstand in den oberirdischen Wasserspeichern der Mecklenburger

Oberseen konnte sich bis zum Ende des hydrologischen Jahres nicht erholen. Auch Grundwasserleiter, insbesondere oberflächennahe, wiesen fallende Pegelstände auf.

2. Meteorologie

In diesem Abschnitt werden mit der Lufttemperatur, der Sonnenscheindauer und dem Niederschlag die für die Hydrologie wesentlichen Parameter des Wärme- und des Wasserhaushalts im Jahresverlauf dargestellt.

2.1 Lufttemperatur

Neben den Gebietsmitteln für Mecklenburg-Vorpommern wurden die DWD-Stationen Arkona, Schwerin, Greifswald, Waren und Warnemünde ausgewählt, um die Verhältnisse zusätzlich auf lokaler Ebene zu betrachten. Es ist festzustellen, dass es mit +2,3 K Abweichung im Vergleich zum langjährigen Jahresmittel (1961-1990) in Mecklenburg-Vorpommern deutlich zu warm war (Tabelle 1). Mit Ausnahme des Monats Mai war dies für alle Monate des hydrologischen Jahres 2019 der Fall. Der Juni verzeichnete in Mecklenburg-Vorpommern einen Allzeitrekord bei den Temperaturmessungen mit 4,4 K Überschreitung der langjährigen Reihe. Im Vergleich zum Gebietsmittel sind beim monatlichen Temperaturverlauf an den genannten Messstationen keine starken Abweichungen festzustellen (Abbildung 1-5). Grundsätzlich folgen die Aufzeichnungen aller Stationen der gleichen Dynamik. Da die Lufttemperatur maßgeblichen Einfluss auf den Wasserhaushalt hat, haben die deutlich wärmeren Lufttemperaturen des hydrologischen Jahres 2019 erhebliche Auswirkungen auf Prozesse wie Verdunstung und die Bildung von schauerartigen Starkniederschlägen etc. (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Monatsmitteltemperaturen für das hydrologische Jahr 2019 in **Mecklenburg-Vorpommern**; rot zeigt Überschreitungen und blau Unterschreitungen der langjährigen Reihen (Datenquelle: DWD 2019)

Monat	2019 [°C]	Abweichung 1961-1990 [K]	Abweichung 1981-2010 [K]	1961-1990 [°C]	1981-2010 [°C]
November	5,0	0,5	0,4	4,5	4,6
Dezember	4,5	3,4	3,1	1,1	1,4
Januar	1,5	2,1	0,9	-0,6	0,6
Februar	4,5	4,5	3,9	0,0	0,9
März	6,4	3,6	2,7	2,8	3,7
April	9,3	2,6	1,4	6,7	7,9
Mai	11,3	-0,6	-1,2	11,9	12,5
Juni	19,8	4,4	4,4	15,4	15,4
Juli	18,2	1,4	0,3	16,8	17,9
August	19,3	2,7	1,8	16,6	17,5
September	14,3	0,9	0,5	13,4	13,8
Oktober	10,5	1,2	1,2	9,3	9,3
Mecklenburg-Vorpommern 2019	10,4	2,3	1,6	8,2	8,8

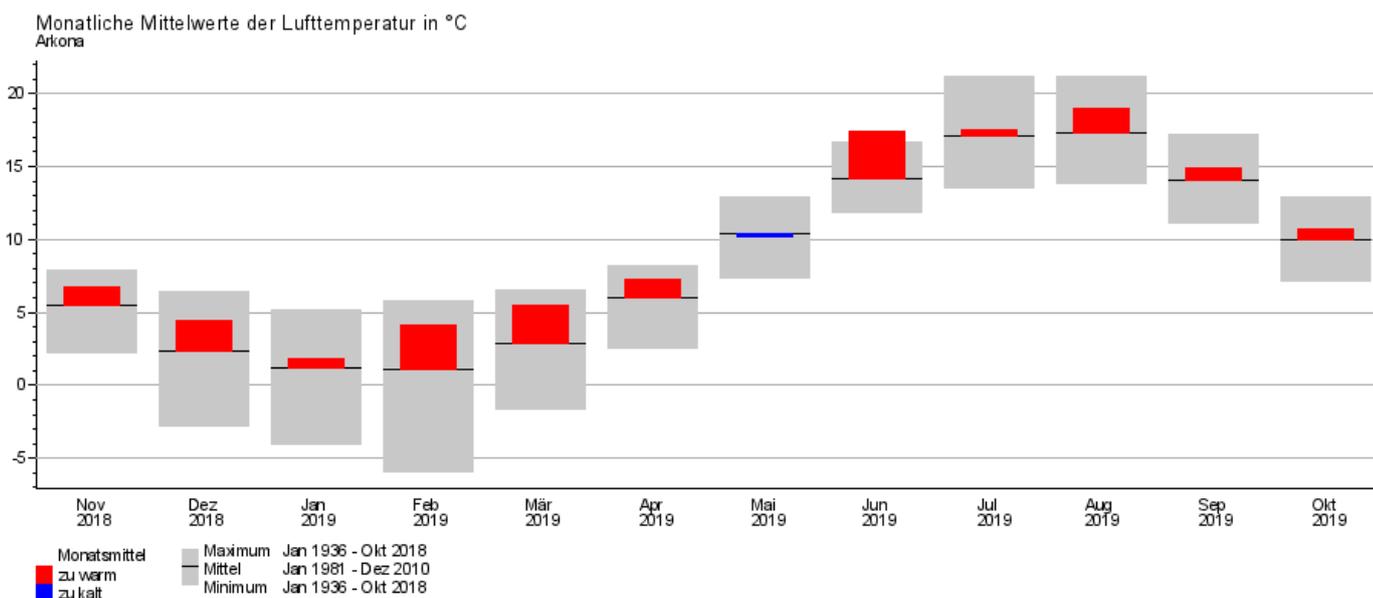


Abbildung 1: Monatliche Mittelwerte der Lufttemperatur für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation **Arkona** im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)

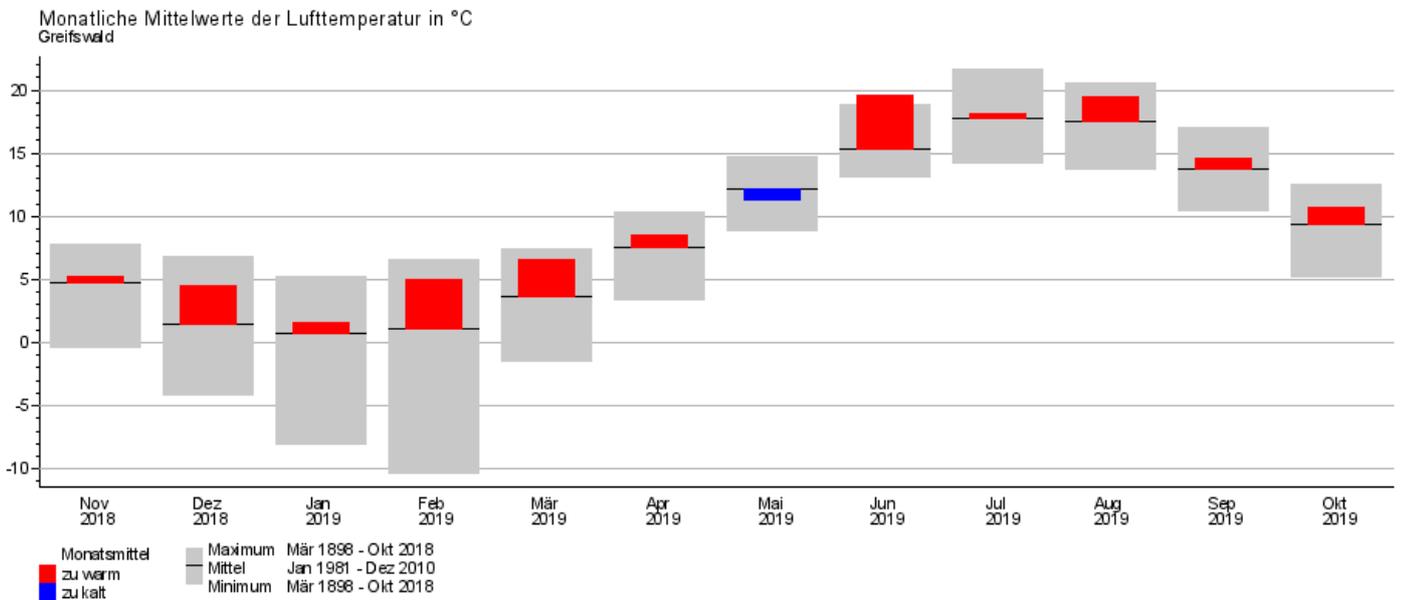


Abbildung 2: Monatliche Mittelwerte der Lufttemperatur für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation **Greifswald** im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)

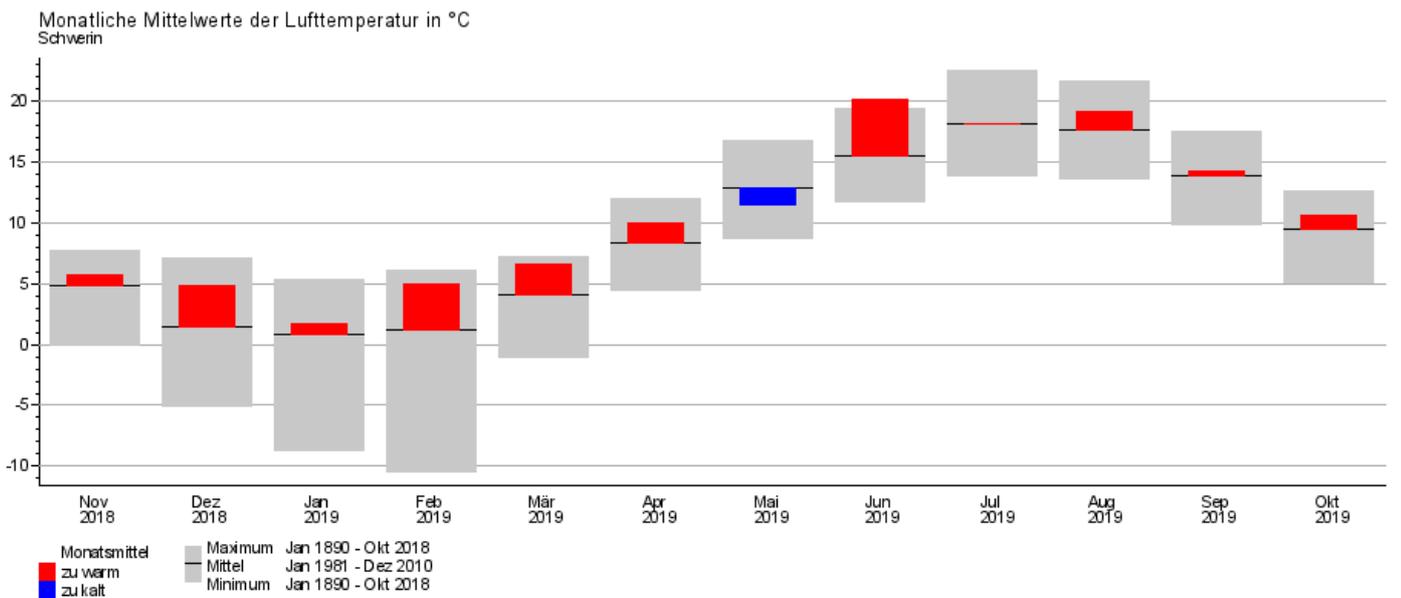


Abbildung 3: Monatliche Mittelwerte der Lufttemperatur für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation **Schwerin** im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)

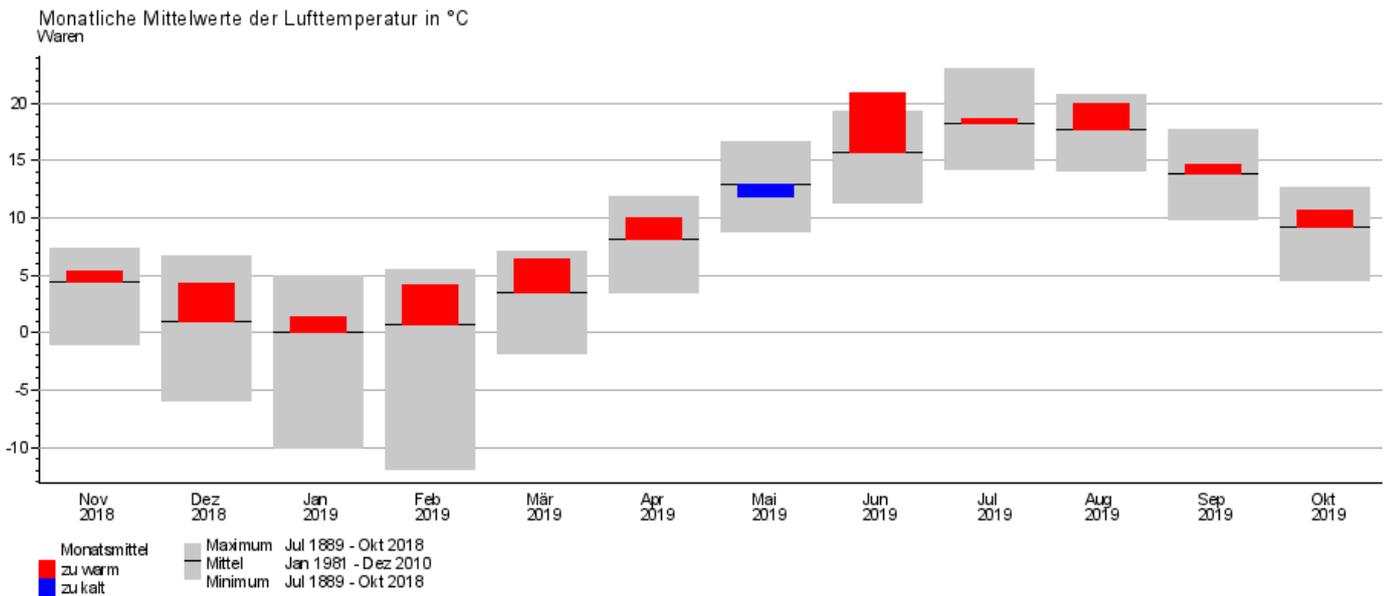


Abbildung 4: Monatliche Mittelwerte der Lufttemperatur für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation **Waren** im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)

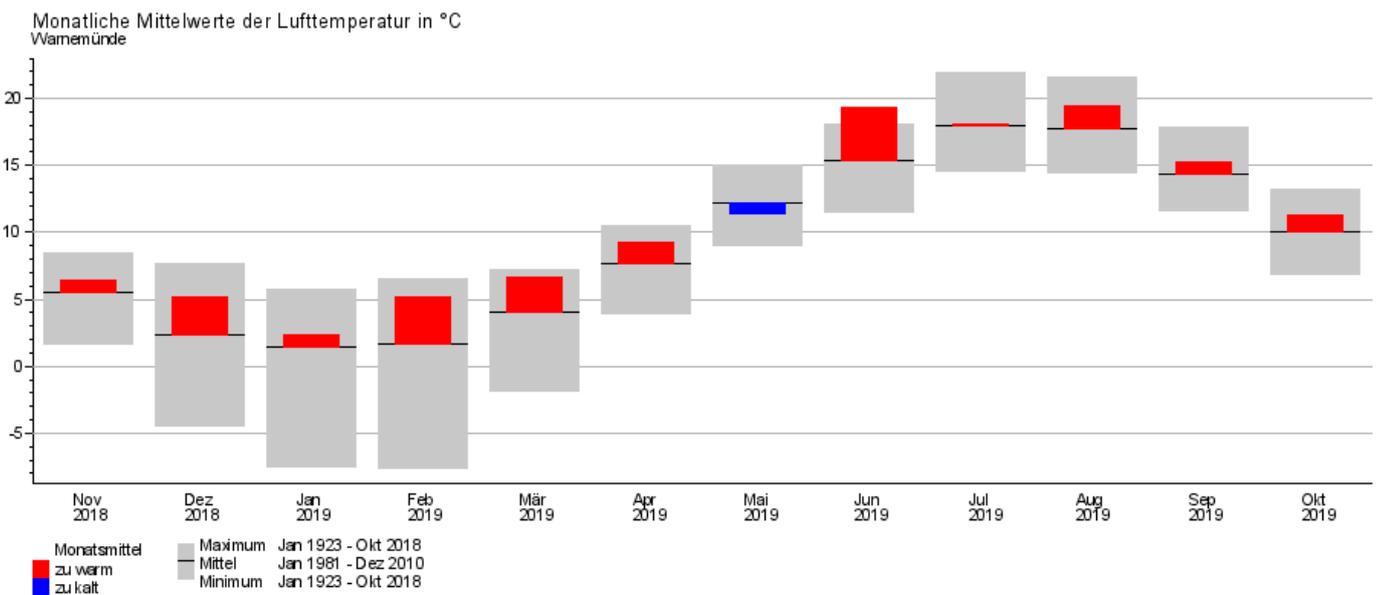


Abbildung 5: Monatliche Mittelwerte der Lufttemperatur für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation **Warnemünde** im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)

Das Gebietsmittel des Jahres 2019 für Mecklenburg-Vorpommern ist in Abbildung 6 in die Entwicklung der Jahresmittelwerte seit 1881 eingereiht. Der lineare Trend der Lufttemperaturen steigt seit den 1960ern gegenüber dem langjährigen Trend (gelb) deutlich an. In Gelb, Orange und Rot sind die linearen Trends für immer kürzere Zeiträume bis heute dargestellt. Die Trendlinie wird steiler.

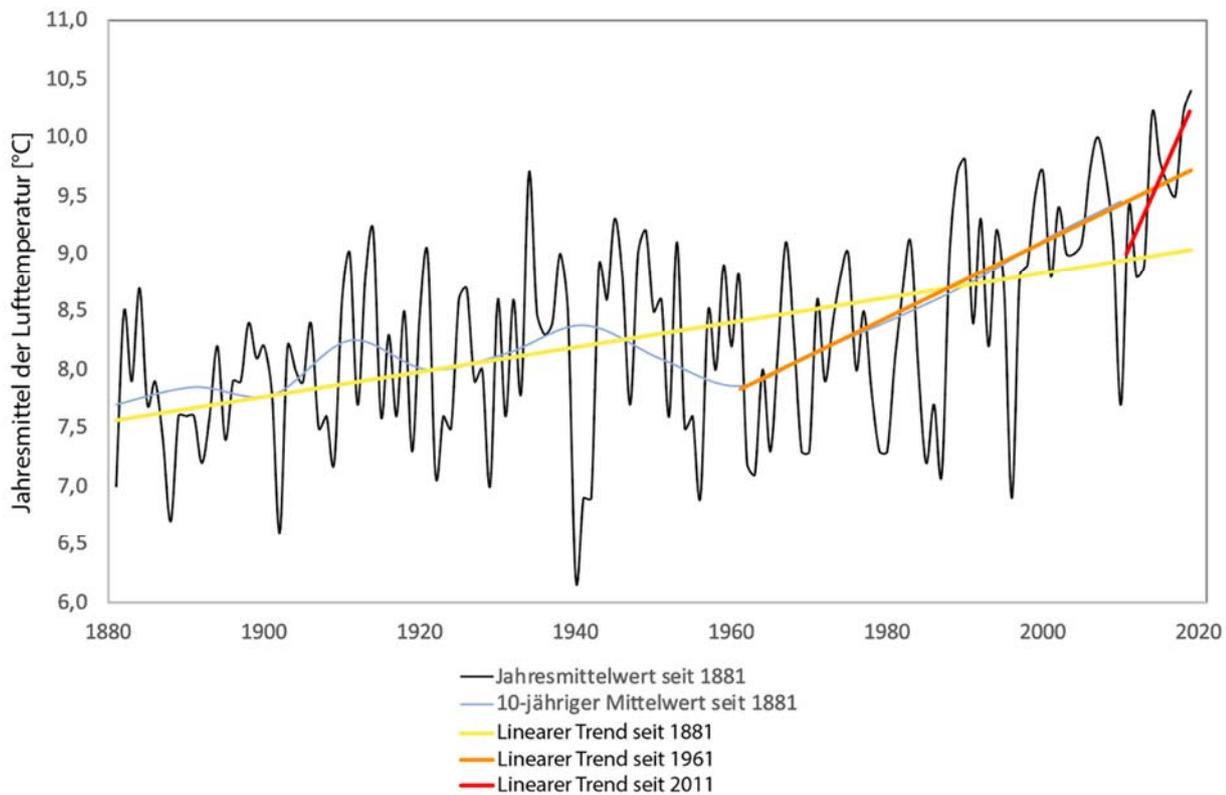


Abbildung 6: Verlauf der Jahresmitteltemperaturen in **Mecklenburg-Vorpommern** von 1881-2019 im Vergleich zum 10-jährigen, geglätteten Mittelwert und Trendbetrachtungen für drei verschiedene Zeiträume (Datenquelle: DWD 2020)

Das Jahr 2019 ist mit einem Temperaturunterschied von +2,3 K gegenüber dem Referenzzeitraum (1961-1990) das wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen. In Abbildung 7 ist die Temperaturanomalie, also die Abweichung der Jahresmitteltemperaturen vom vieljährigen Mittelwert (in Kelvin), seit 1881 vom Referenzzeitraum 1961-1990 dargestellt. Um die Jahrhundertwende 1900 fallen eher deutlich kältere Jahre auf. Danach, bis zum Jahr 1988, gibt es einen Wechsel zwischen kalten und warmen Jahren. Mit Ausnahme des Jahres 2010 gab es danach nur wärmere Jahre. Der lineare Trend über den gesamten Zeitraum ist positiv und weist eine Erwärmung von 1,5 K seit 1881 auf.

Temperaturanomalie
Mecklenburg-Vorpommern Jahr
1881 - 2019
Referenzzeitraum 1961 - 1990

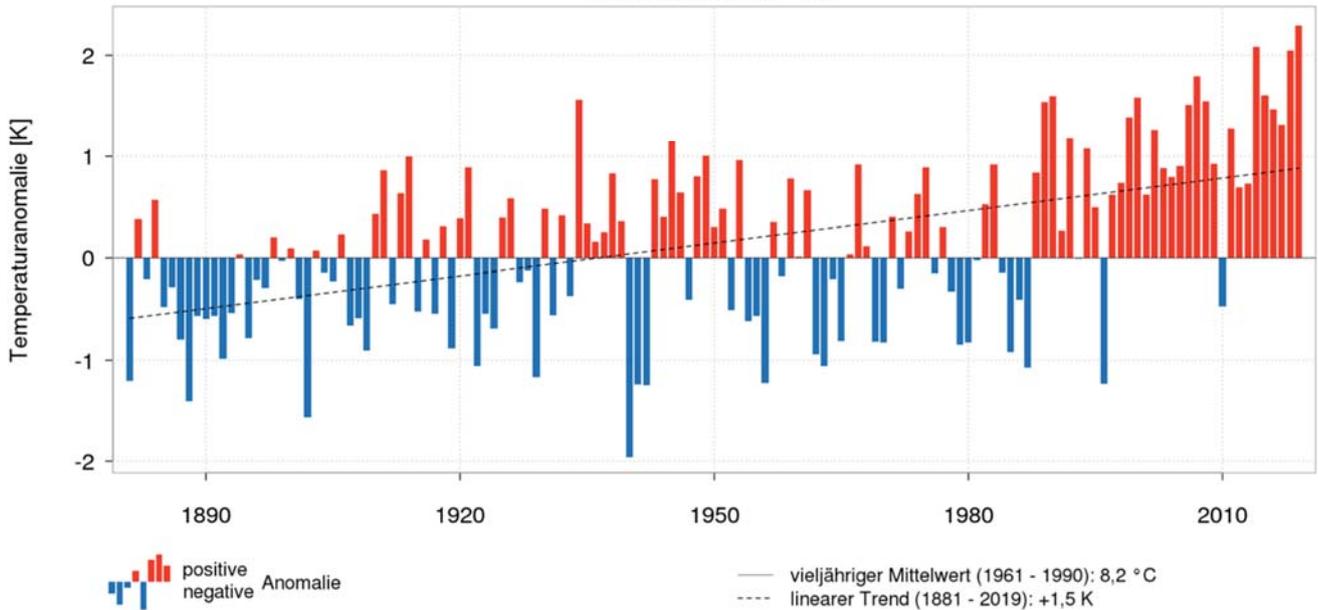


Abbildung 7: Anomalie der Lufttemperatur in **Mecklenburg-Vorpommern** von 1881 bis 2019 im Vergleich zum vieljährigen Mittelwert (1961-1990) und linearen Trend für Zeit von 1881-2019 (Quelle: DWD, 2020, Zeitreihen und Trends)

Die in den letzten Jahren deutlich positivere Temperaturanomalie ist als messbares Zeichen des Klimawandels zu werten. Höhere Lufttemperaturen haben Auswirkungen auf die Dynamik des Wasserhaushalts – insbesondere auf die Verdunstung (Vereinfachte Wasserhaushaltsgleichung: Niederschlag=Abfluss+Verdunstung±Änderung des Wasserspeichers).

2.2 Sonnenscheindauer

Die für das Gebiet von Mecklenburg-Vorpommern gemittelte Sonnenscheindauer weist für das hydrologische Jahr 2019 keine deutliche Abweichung im Vergleich zum langjährigen Mittel (+160 h i. V. z. 1961-1990; +132,7 h i. V. z. 1981-2010) auf. Die Monatssummen von 7 Monaten liegen über den Mittelwerten der langjährigen Reihen von 1961-1990 sowie 1981-2010. Die Monate April (+104,6 h i. V. z. 1961-1990 bzw. +88,1 h i. V. z. 1981-2010) und Juni (+90,5 h i. V. z. 1961-1990 bzw. +108,7 h i. V. z. 1981-2010) zeigen die deutlichsten Überschreitungen und März (-36,7 h i. V. z. 1961-1990 bzw. -39,7 h i. V. z. 1981-2010) und Mai (-32,9 h i. V. z. 1961-1990 bzw. -37,6 h i. V. z. 1981-2010) die deutlichsten Unterschreitungen im Vergleich zu den beiden langjährigen Reihen (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Monatssumme der Sonnenscheindauer für das hydrologische Jahr 2019 für **Mecklenburg-Vorpommern**; rot zeigt Überschreitungen und blau Unterschreitungen der langjährigen Reihen (Datenquelle: DWD 2019)

Monat	2019 [h]	Abweichung 1961-1990 [h]	Abweichung 1981-2010 [h]	1961-1990 [h]	1981-2010 [h]
November	66,2	13,8	13,5	52,4	52,7
Dezember	17,6	-18,9	-19,6	36,5	37,2
Januar	42,2	1,3	-5,1	40,9	47,3
Februar	105,3	38	37,5	67,3	67,8
März	76,8	-36,7	-39,7	113,5	116,5
April	271,8	104,6	88,1	167,2	183,7
Mai	202,6	-32,9	-37,6	235,5	240,2
Juni	326,7	90,5	108,7	236,2	218,0
Juli	219,3	-3,3	-16,9	222,6	236,2
August	230,7	13,6	18,8	217,1	211,9
September	142,9	-11,5	-9,5	154,4	152,4
Oktober	106,4	1,6	-5,5	104,8	111,9
Mecklenburg-Vorpommern 2019	1808,5	160,1	132,7	1648,4	1675,8

In den von den DWD-Stationen (Abbildung. 8-12) repräsentierten Regionen des Landes stellte sich die Situation nicht wesentlich anders dar. Zu erwähnen ist jedoch, dass an der Station Waren im Juni 2019 ein Allzeitspitzenwert verzeichnet wurde (siehe Abbildung 11). An der DWD-Station Schwerin gab es Datenlücken über mehrere Monate. Für das Landesmittel und die einzelnen DWD-Stationen ist der Jahresverlauf allerdings insgesamt als durchschnittlich anzusehen.

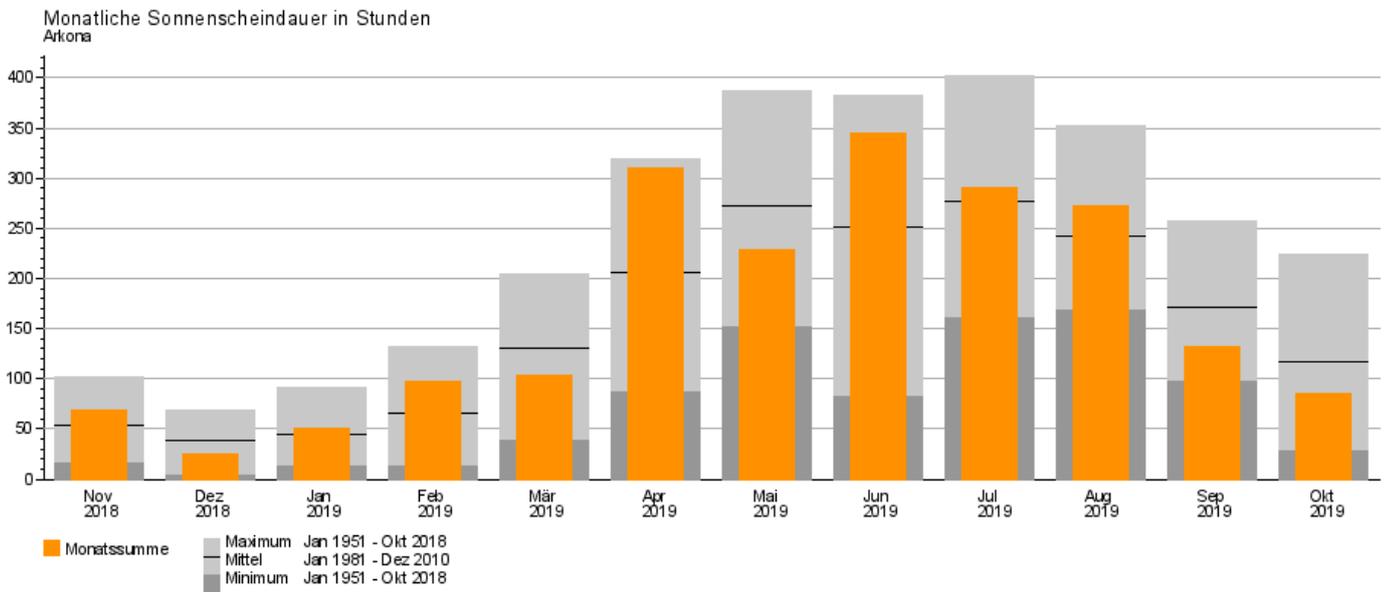


Abbildung 8: Monatssummen der Sonnenscheindauer für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation **Arkona** im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)

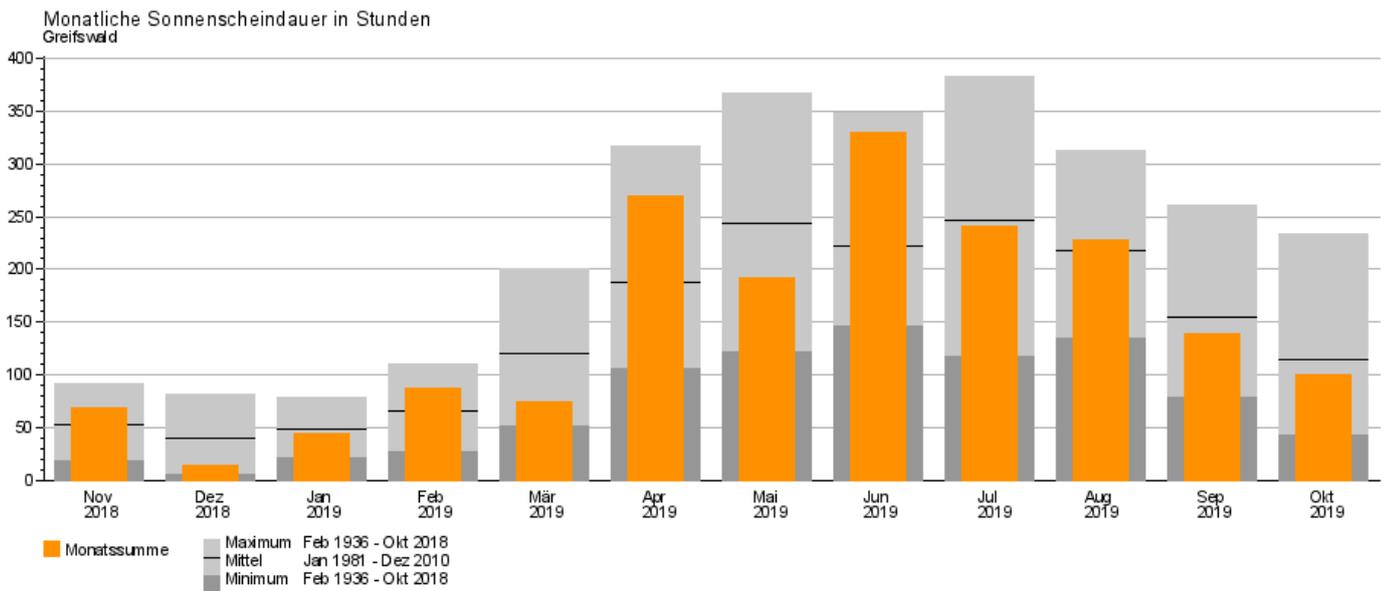


Abbildung 9: Monatssummen der Sonnenscheindauer für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation **Greifswald** im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)

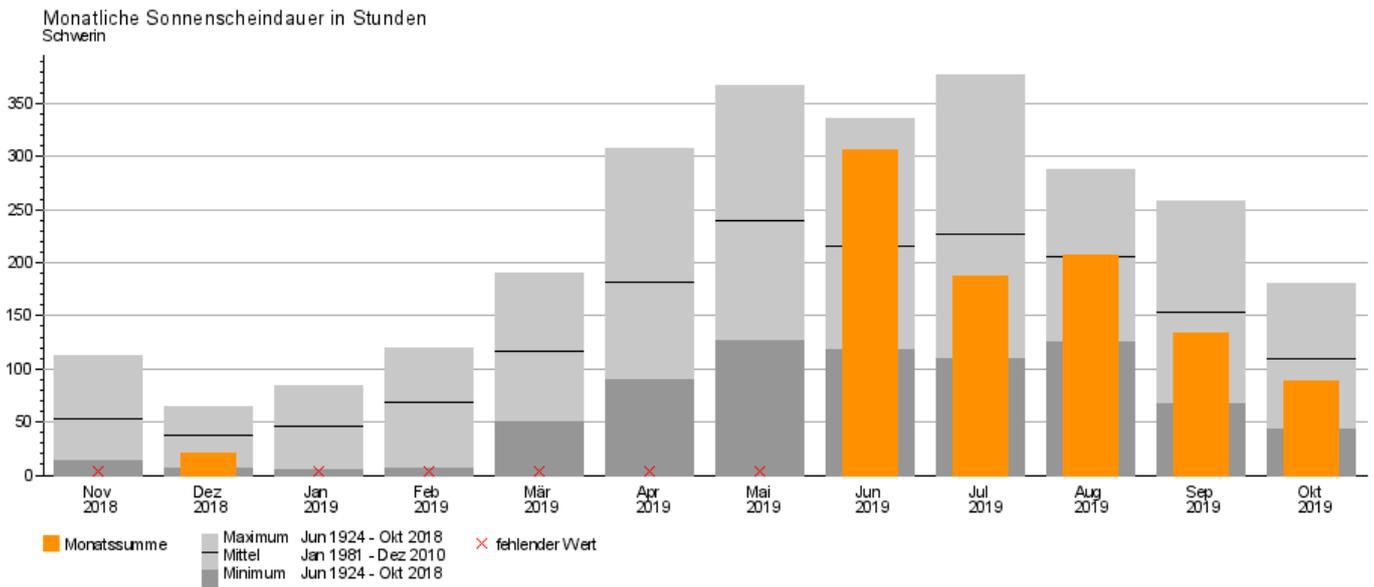


Abbildung 10: Monatssummen der Sonnenscheindauer für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation **Schwerin** im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)

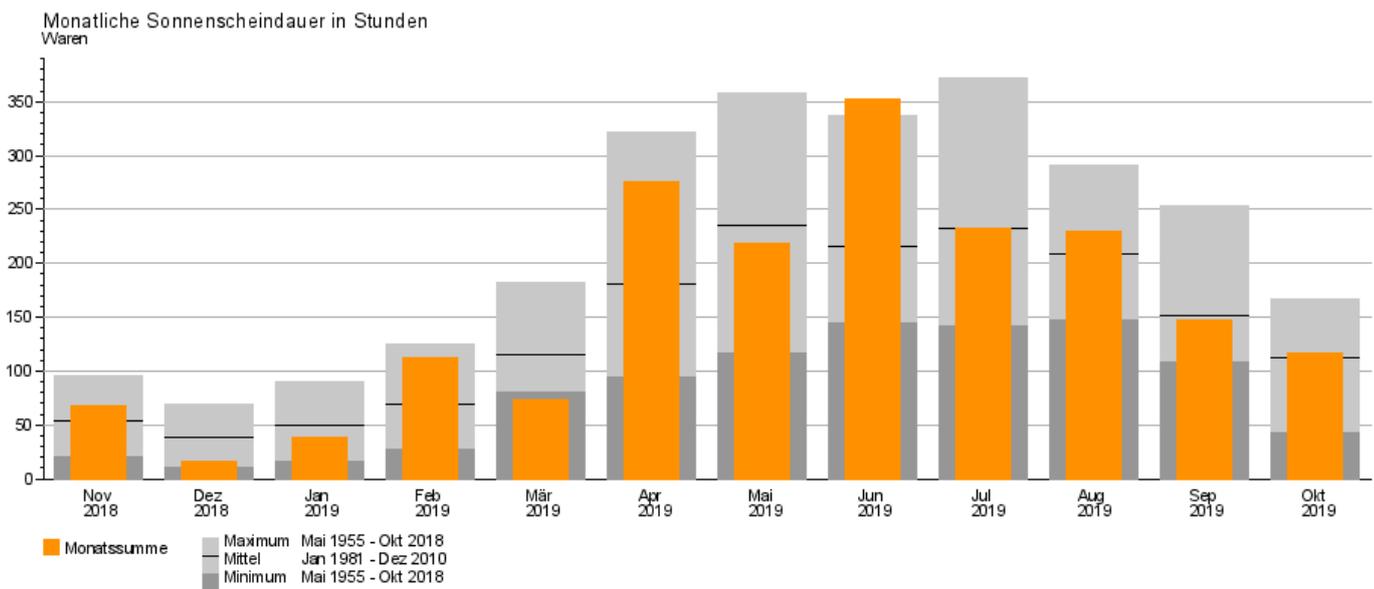


Abbildung 11: Monatssummen der Sonnenscheindauer für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation **Waren** im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)

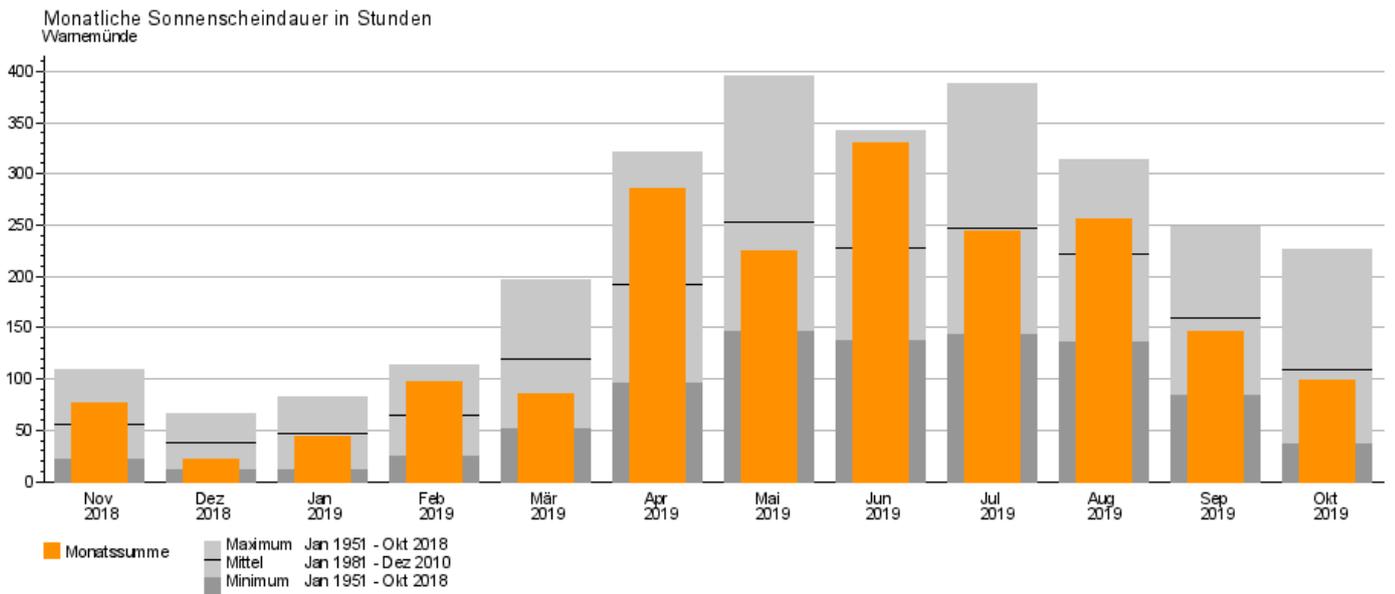


Abbildung 12: Monatssummen der Sonnenscheindauer für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation **Warnemünde** im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)

2.3 Niederschlag

Die Daten des Niederschlags werden nachfolgend analog zu den meteorologischen Parametern Lufttemperatur und Sonnenscheindauer dargestellt. Tabelle 3 listet die mittleren monatlichen Niederschlagssummen sowie die Jahressumme für das Gebiet Mecklenburg-Vorpommerns auf und zeigt die Abweichungen zu den langjährigen Mittelwerten. Es ist erkennbar, dass es 2019 zu trocken war. Mit -45,8 mm i. V. z. 1961-1990 und -69,6 mm i. V. z. 1981-2010, wurde der Normalwert um 13 % (i. V. z. 1961-1990) bzw. 11,2 % (i. V. z. 1981-2010) unterschritten.

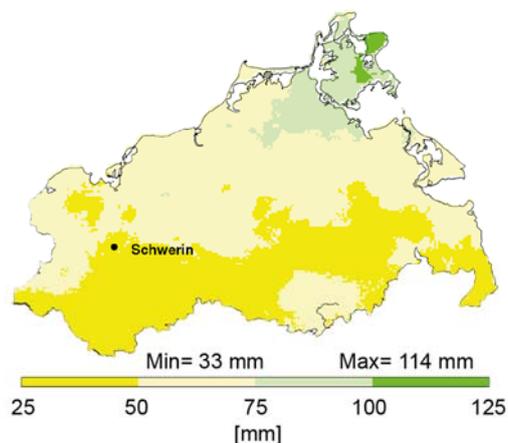
Tabelle 3: Monatssumme des Niederschlags für das hydrologische Jahr 2019 für **Mecklenburg-Vorpommern**; rot zeigt Überschreitungen und blau Unterschreitungen der langjährigen Reihen (Datenquelle: DWD 2019)

Monat	2019 [mm]	Abweichung 1961-1990 [mm]	Abweichung 1981-2010 [mm]	1961-1990 [mm]	1981-2010 [mm]
November	11,5	-40,5	-38,6	52,0	50,1
Dezember	58,1	6	5,8	52,1	52,3
Januar	52,5	7,2	2,7	45,3	49,8
Februar	25,5	-5,9	-14,4	31,4	39,9
März	51,6	10,2	5,8	41,1	45,8
April	13,9	-27,9	-21,8	41,8	35,7
Mai	37,5	-13,8	-16,2	51,3	53,7
Juni	72,0	9,4	5,9	62,6	66,1
Juli	51,1	-14,5	-11,9	65,6	63,0
August	37,2	-21,5	-26,3	58,7	63,5
September	73,5	22,6	20,7	50,9	52,8
Oktober	64,9	22,9	18,7	42,0	46,2
Mecklenburg-Vorpommern 2019	549,3	-45,8	-69,6	594,8	618,9

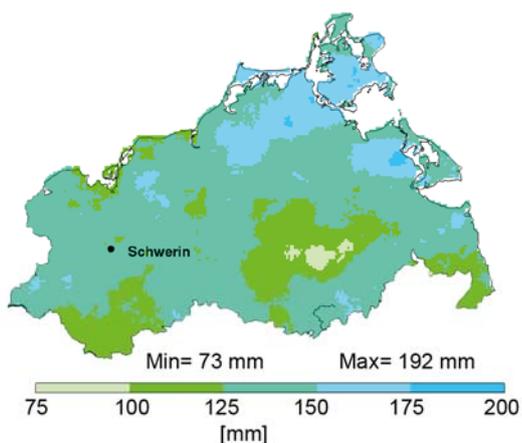
Bei der Betrachtung des Gebietsmittels der Niederschlagssumme für Mecklenburg-Vorpommern für 2019 wird klar, dass eine Dürresituation bei einem Defizit im Jahresverlauf von nur ca. 10% nicht direkt erkennbar ist (vgl. Tab. 1 Jahressumme 2019 i. V. z. den Reihen 1961-2010, 1981-2010). Sommerliche Schauer und Starkregenereignisse verzerren jedoch den Gesamteindruck in der Bewertung des hydrologischen Jahres 2019 und führen zu einer normalen Monatssumme ohne den Jahresverlauf realistisch abzubilden. Es genügt daher nicht, nur auf die Monatssumme zu schauen. In 6 Monaten unterschritt das Gebietsmittel für Mecklenburg-Vorpommern die jeweilige mittlere Monatssumme der langjährigen Reihe. In den anderen 6 Monaten lag aber eine Überschreitung vor (Tabelle 3). Die Monate mit den deutlichsten Defiziten waren demnach November 2018 (-40,5 mm i. V. z. 1961-1990), April 2019 (-27,9 mm i. V. z. 1961-1990) und August 2019 (-21,5 mm i. V. z. 1961-1990). Die deutlichsten

Überschüsse wurden im September 2019 (+ 22,6 mm i.V. z. 1961-1990) und Oktober 2019 (+ 22,9 mm i. V. z. 1961-1990) verzeichnet.

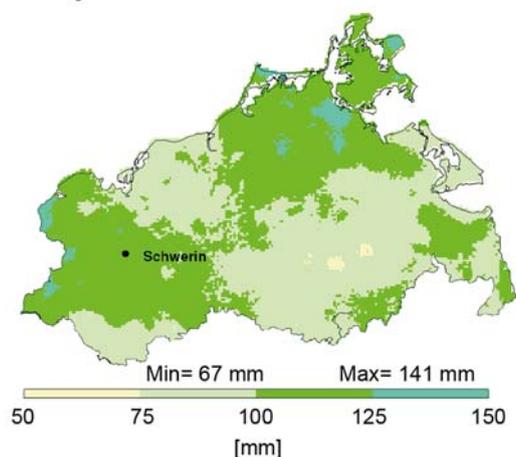
Herbst 2018



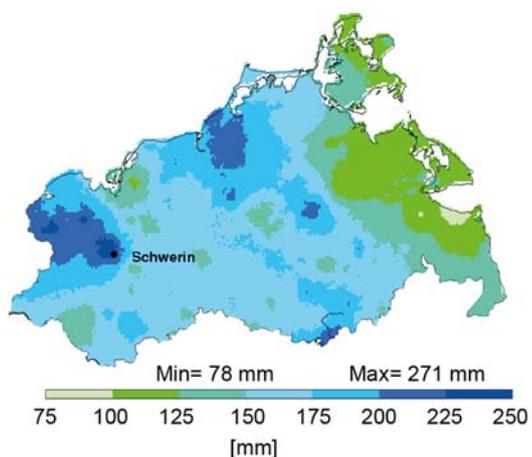
Winter 2018/2019



Frühjahr 2019



Sommer 2019



Herbst 2019

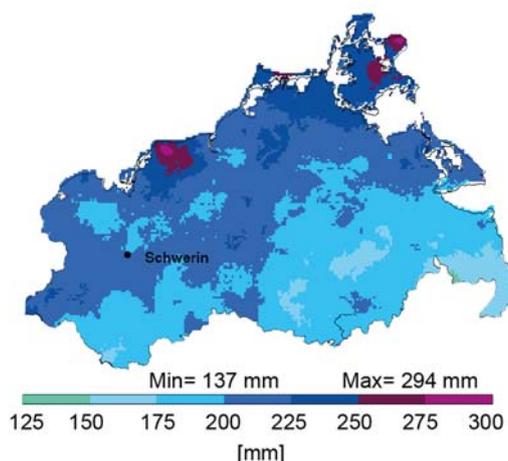


Abbildung 13: Räumliche Niederschlagsverteilung in **Mecklenburg-Vorpommern** im hydrologischen Jahr 2019 in jahreszeitlicher Auflösung (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort, Produkt modifiziert durch LUNG Mecklenburg-Vorpommern 2020)

Die Abbildungen 14-18 stellen den Jahresverlauf des Niederschlags für die DWD-Messstationen Arkona, Greifswald, Schwerin, Waren und Warnemünde und den Vergleich mit der

langjährigen Reihe dar. Die eher heterogene räumliche Niederschlagsverteilung in Mecklenburg-Vorpommern 2019 (Abbildung 13) deckt sich mit den gemessenen Niederschlagssummen an den DWD-Stationen Arkona, Greifswald, Waren, Schwerin und Warnemünde (Abbildung 14-18). Arkona weist mit je sechs überdurchschnittlich bzw. durchschnittlich nassen und sechs zu trockenen Monaten noch einen ausgewogenen Jahresverlauf auf. Die anderen drei Stationen weisen trockenere Verhältnisse auf. So wurden in Greifswald (Abbildung 15) sieben Monate mit unterdurchschnittlichen Niederschlagssummen registriert und in Waren (Abbildung 17) sogar acht. Warnemünde (Abbildung 18) lässt sich nicht uneingeschränkt vergleichen, da für die regenreicheren Monate September und Oktober leider keine Daten vorliegen.

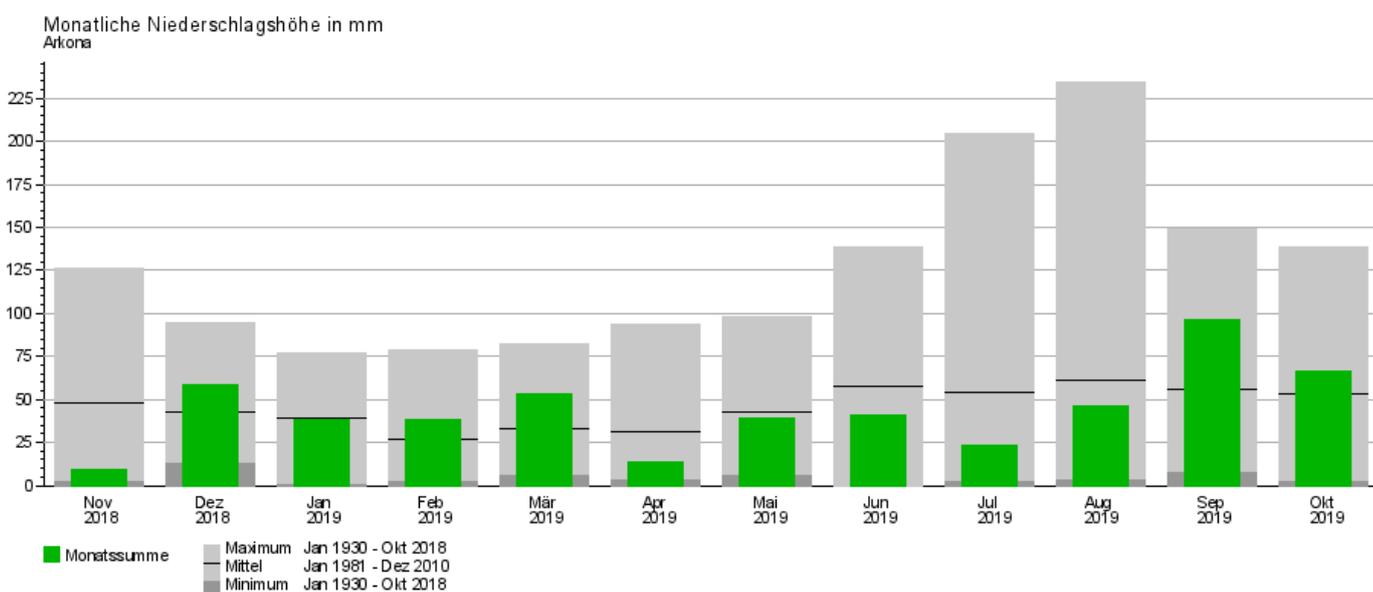


Abbildung 14: Monatssummen des Niederschlags für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messtation **Arkona** im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)

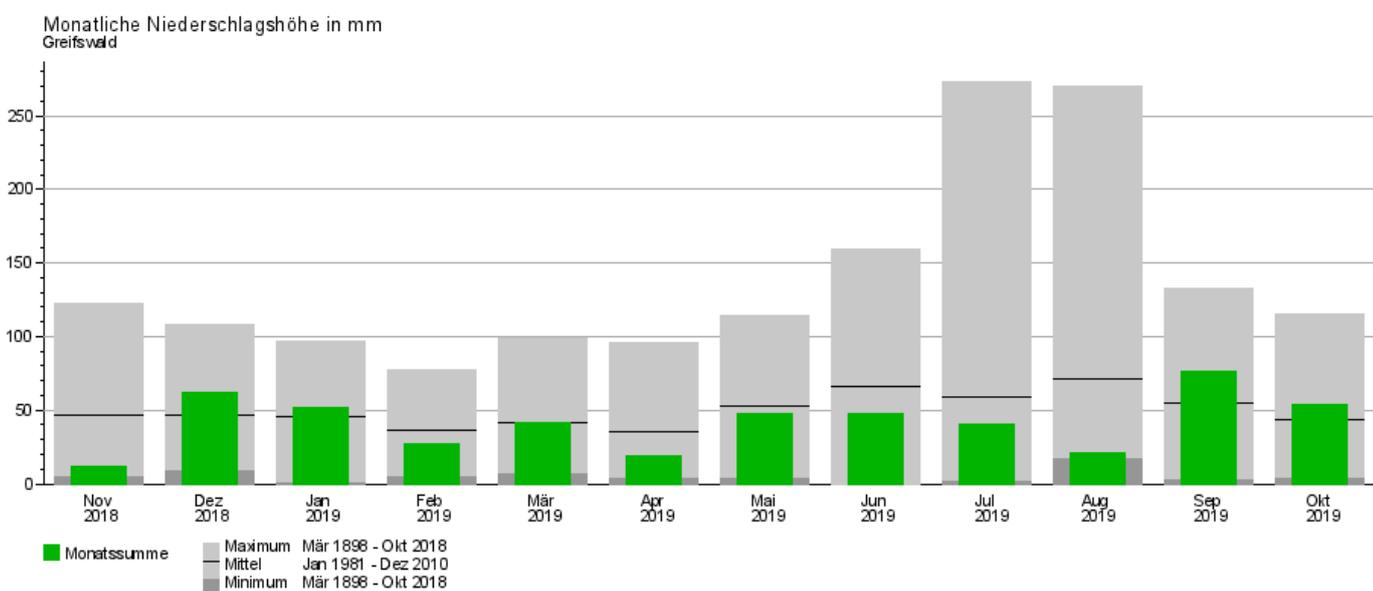


Abbildung 15: Monatssummen des Niederschlags für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation **Greifswald** im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)

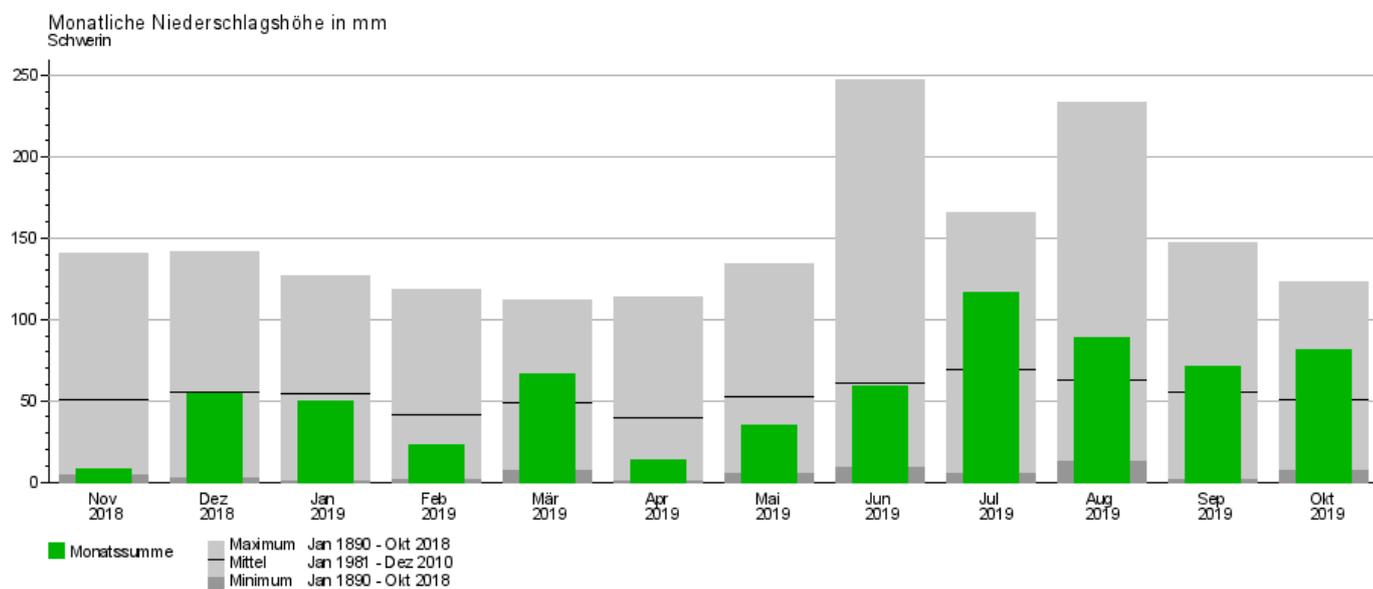


Abbildung 16: Monatssummen des Niederschlags für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation **Schwerin** im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)

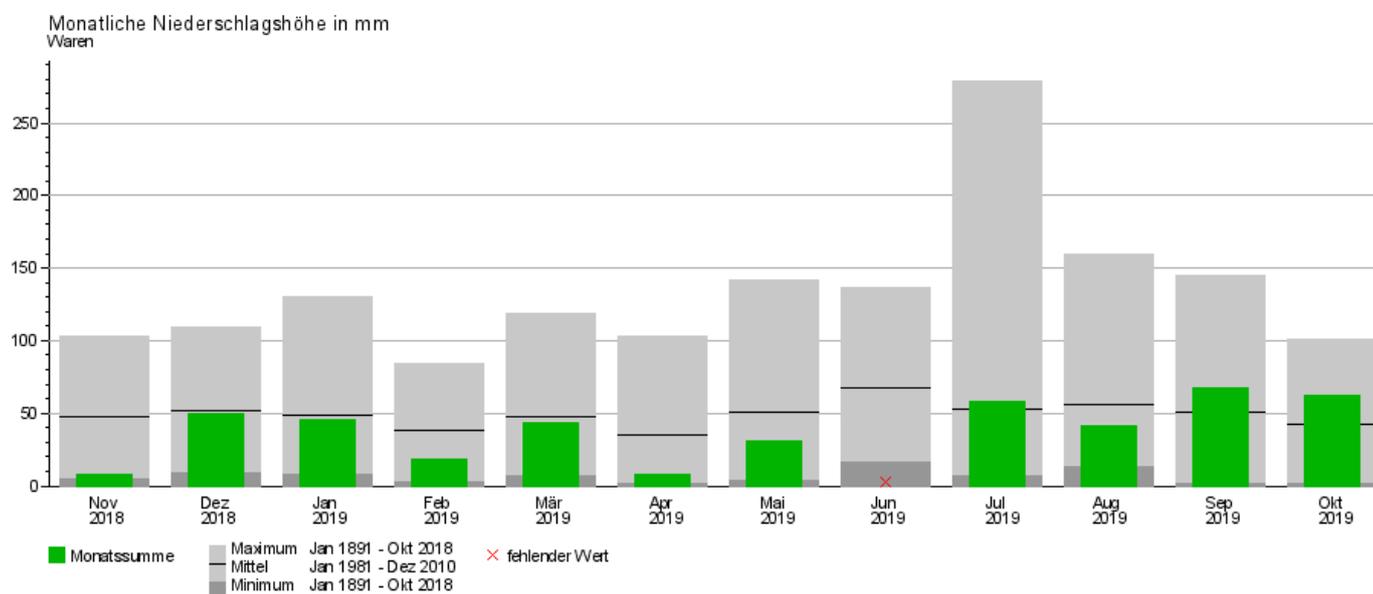


Abbildung 17: Monatssummen des Niederschlags für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation **Waren** im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)

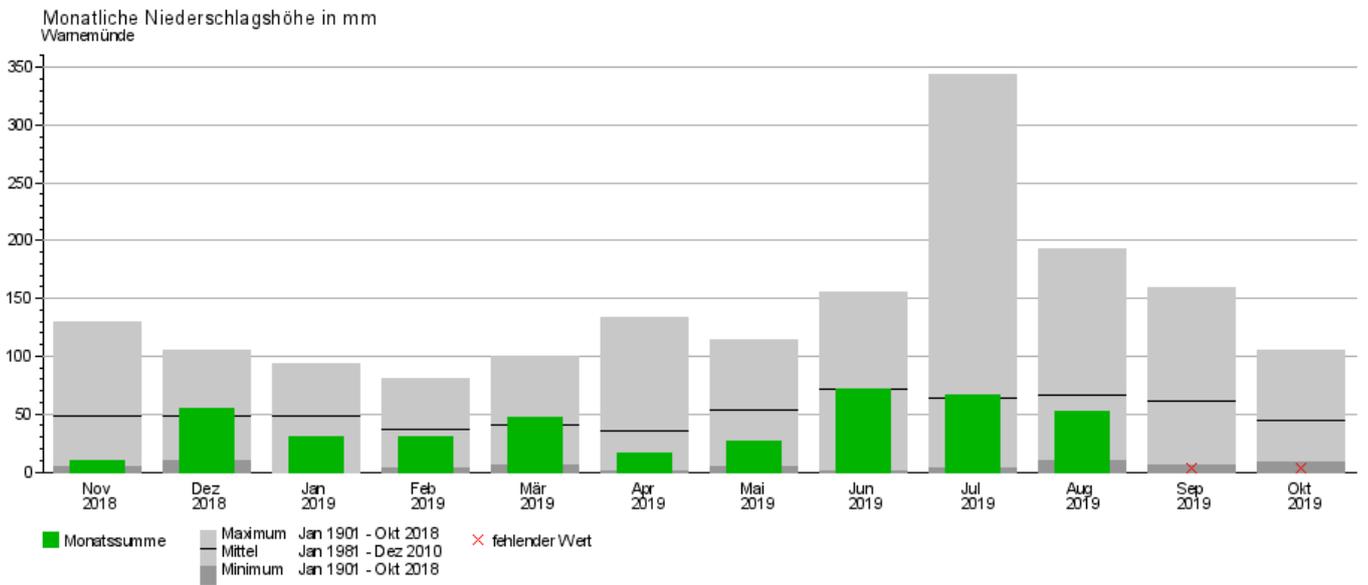


Abbildung 18: Monatssummen des Niederschlags für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation **Warnemünde** im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)

2.4 Klimatische Wasserbilanz

Die Klimatische Wasserbilanz (KWB) bestimmt sich als Differenz aus dem gefallenen Niederschlag und der potentiellen Verdunstung eines Gebietes für einen definierten Zeitraum (Wetterlexikon des DWD, 2020, Klimatische Wasserbilanz). Sie ist die bestimmende Wasserhaushaltsgröße, denn nur diese Wassermenge steht tatsächlich für die Abflussbildung und für Änderungen der Boden- und Grundwasserspeicher zur Verfügung. Exemplarisch wurden hierbei die Messergebnisse, die im hydrologischen Jahr 2019 an der Lysimeteranlage Groß Lüsewitz erfasst wurden, ausgewertet.

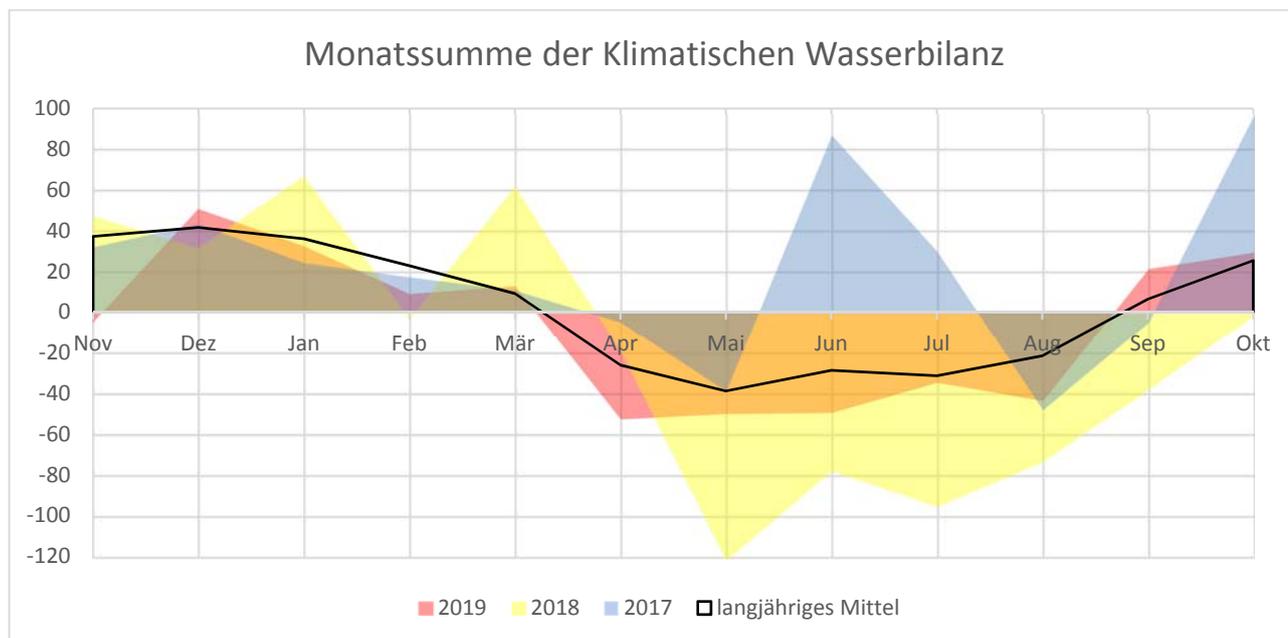


Abbildung 19: Monatssummen der Klimatischen Wasserbilanz für die hydrologischen Jahre 2017-2019 anhand von Daten der **Lysimeterstation Groß Lüsewitz** (Datenquelle: Universität Rostock, 2020)

Die im hydrologischen Jahr 2019 verzeichneten Wetterbedingungen stellen sich entsprechend markant dar (Abbildung 19: roter Graph). Hier ist eine deutlich defizitäre Situation in den Monaten März- Juni erkennbar. Die Jahre 2018 (Abbildung 19: gelber Graph), 2019 (Abbildung 19: roter Graph) zeigen darüber hinaus deutlich höhere Defizite der KWB als 2017 (Abbildung 19: blauer Graph) und die langjährige Reihe (Abbildung 19: schwarzer Graph). Defizite, die bis zu ca. 50 mm in der Monatssumme unterschreiten, wurden 2019 im April, Mai und im Juli verzeichnet. Weiterhin sticht das Jahr 2018 mit besonders großen Defiziten von mehr als 80 mm in Mai und Juli hervor.

2.5 Starkregenereignisse

Überdurchschnittlich hohe Lufttemperaturen führen in Abhängigkeit von der zur Verfügung stehenden Feuchtigkeit neben Dürren auch zu Starkregenereignissen. Niederschlagsereignisse ab 15 mm Niederschlag pro Stunde werden als Starkregen bezeichnet. (Wetterlexikon des DWD, 2020, Starkregen). Nach Berechnungen des Helmholtz-Zentrums für Material- und Küstenforschung (Norddeutscher Klimamonitor, 2020) hat sich die durchschnittliche Zahl der Starkregentage in der Periode 1986-2015 gegenüber 1981-2010 von einem auf zwei Tage erhöht.

Abbildung 20 stellt ein Starkregenereignis am 28. August 2019 in der Region Schwerin dar. Dieses Ereignis war in Schwerin bereits das zweite nach dem am 12. Juli 2019. Innerhalb von zwei Stunden wurden an der DWD-Messstation Schwerin 45,9 mm Niederschlag gemessen. Die Radardaten des DWD offenbaren auch die lokale Betroffenheit solcher Ereignisse. Während die Gewitterzellen über Schwerin und anschließend nordöstlich in Richtung Rostock weiterzogen, waren andere Regionen an diesem Tage deutlich weniger betroffen. Die Spitzenreiter in M-V waren 2019 am 15. Juni Grevesmühlen (65 mm), Boltenhagen (62 mm), Carlow (50 mm) und am 11. Juni Malk Göhren (58 mm). Ueckermünde hatte hingegen seinen regenreichsten Tag am 4. November mit 39 mm.

Die Starkregenereignisse im Sommer und Herbst 2019 haben dazu geführt, dass die monatlichen Niederschlagssummen die Normalwerte der langen Reihen nur geringfügig unterschreiten. Durch die hohe Niederschlagsintensität innerhalb kurzer Zeit sind sie jedoch für den Wasserspeicher nur geringfügig wirksam. Sie fließen schnell ab und werden somit zügig dem lokalen Wasserhaushalt entzogen bzw. stehen nicht für die Pflanzen zur Verfügung. 2019 trafen die starken Niederschläge auf tiefgründig ausgetrockneten Boden, was die Einsickerung ebenso behindert wie überstauter Boden.

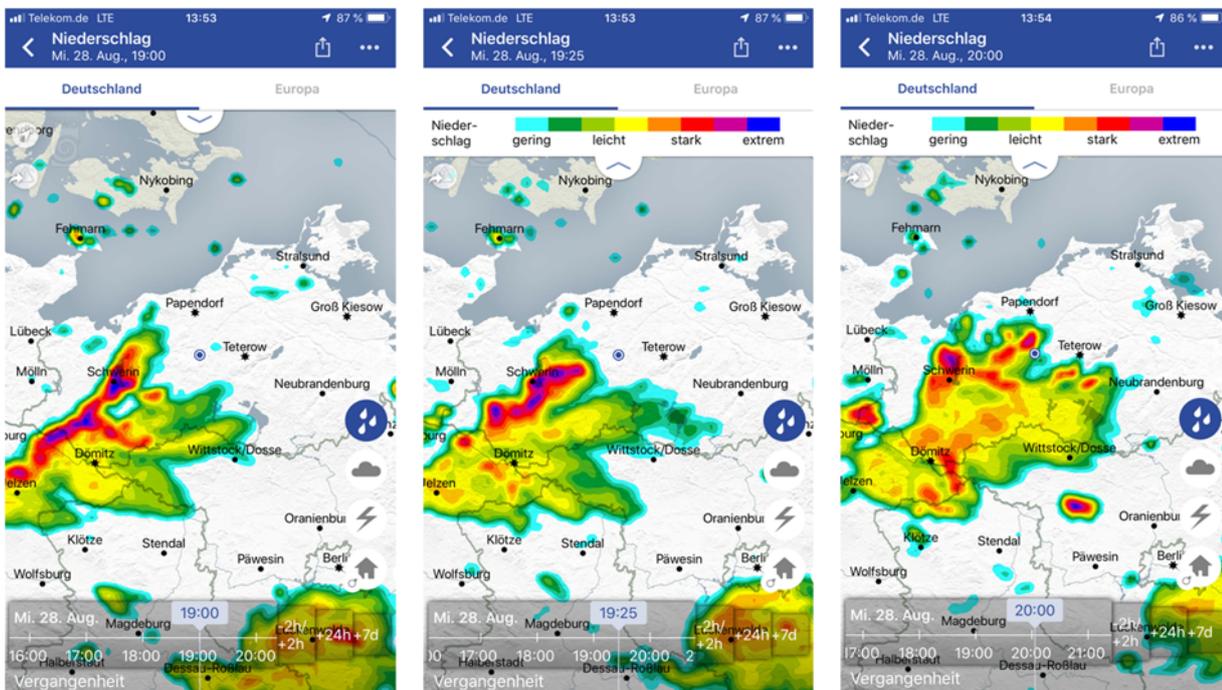


Abbildung 20: Verlauf des Starkregenereignisses vom 28.08.2019 (Datenquelle: DWD-Warnwetter iOS12-App, 2019)

Um den Einfluss von konvektiven Niederschlägen auf die Niederschlagsbilanz, also von Schauer- bzw. Starkregenereignissen, im Sommer zu untersuchen, wurde seitens des LUNG die Zeitreihe der DWD-Messstation Schwerin um alle konvektiven Sommerregenereignisse bereinigt. In Schwerin umfassten die konvektiven Regenereignisse 207 mm, also knapp ein Drittel der Jahressumme von 665 mm. Wie sich diese Verteilung auf die Abflüsse sowie die ober- und unterirdischen Speicher ausgewirkt hat, wird in den folgenden Abschnitten dargestellt.

3. Wasserstände und Abflüsse im hydrologischen Jahr 2019

3.1 Fließgewässer

Die Wasserstände und Abflüsse der Fließgewässer spiegeln die Dürresituation der Jahre 2018 und 2019 wider. Einige Fließgewässer 2. Ordnung sind dabei im Sommer 2019 sogar trockengefallen. Beispiele hierfür sind der Brandmühlengraben im Landkreis Vorpommern-Greifswald und die Bresenitz im Landkreis Rostock (Abbildung 21).



Abbildung 21: Links der **Pegel Brandmühlengraben B109** (Quelle: StALU VP) und der **Pegel Brücke B192** an der Bresenitz (Quelle: LUNG-Naturpark: Sternberger Seenland, 2019)

An den rückstaubeinflussten Fließgewässern wie z.B. der Peene und der Uecker kam es durch den ostseeseitigen Zustrom in den mündungsnahen Bereichen häufiger als in Normaljahren zu Fließrichtungswechseln. Dies zeigt beispielhaft die Durchflussganglinie des Pegels Anklam/Peene (Abbildung 22). Die hohen negativen Durchflusswerte im Januar 2019 sind Sturmflutereignissen der Ostsee zuzuordnen.

Durchfluss Pegel Anklam/Peene für das hydrologische Jahr 2019

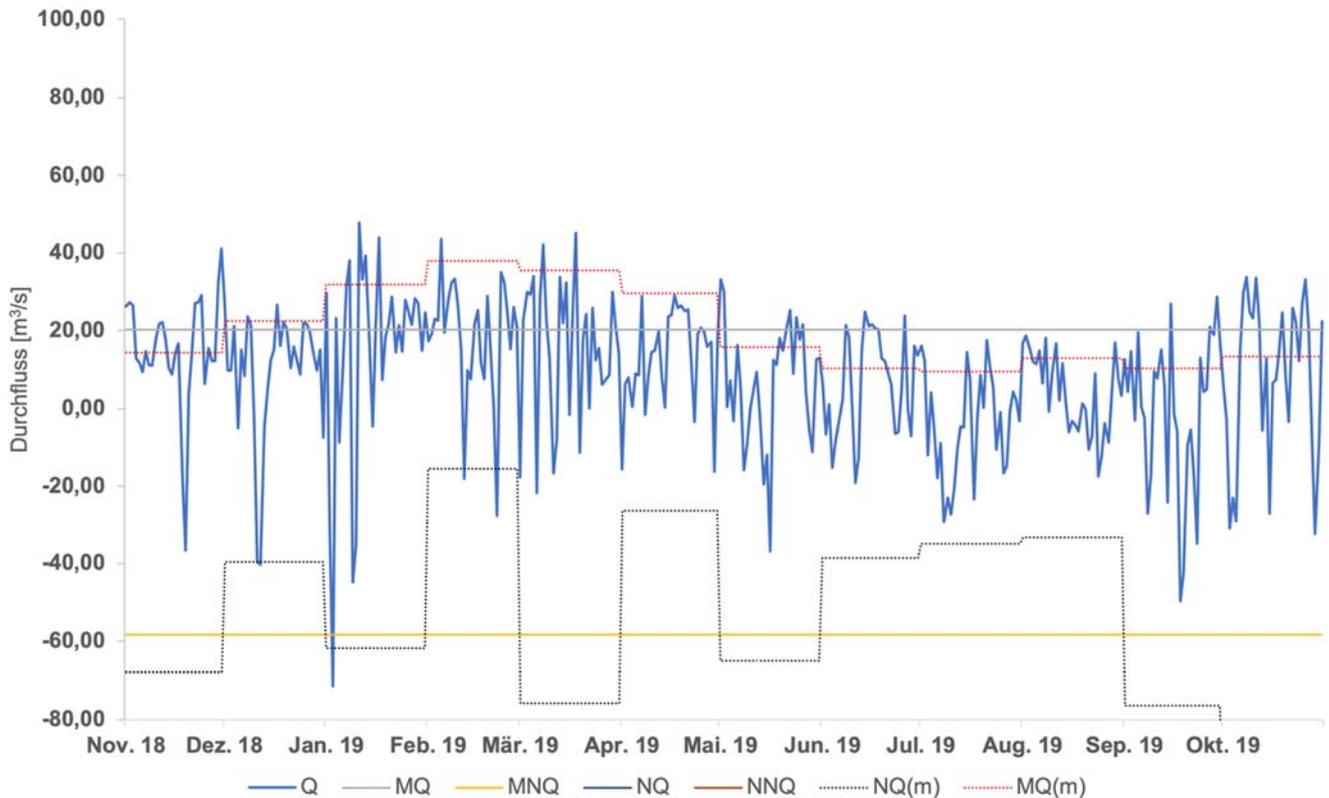


Abbildung 22: Durchfluss Q am **Pegel Anklam/Peene** für das hydrologische Jahr 2019 im Verhältnis zu jährlichen (z.B. MQ) und monatlichen (z.B. NQ(m)) Hauptwerten der Teilperiode von 2006-2015

Die Uecker zeigt am Pegel Pasewalk Bollwerk keinerlei Rückstaubeinflussung mehr (Abbildung 23). Hier weist der Durchflussverlauf des Jahres 2019 deutliche Niedrigwasserperioden von Juni bis Anfang September auf. In dieser Zeit bewegte sich der Durchfluss mit Ausnahme einer kleinen Spitze ausschließlich zwischen dem Mittleren Niedrigwasserdurchfluss (MNQ) und dem Niedrigwasserdurchfluss. Betrachtet man den Durchflussverlauf im Vergleich zu den monatlichen Hauptwerten der Teilperiode 2006-2015, ist erkennbar, dass sich 2019 überwiegend im Niedrigwasserbereich bewegte und zeitweise sogar der monatliche Niedrigwasserdurchfluss NQ(m) unterschritten wurde.

Durchfluss Pegel Pasewalk Bollwerk/Uecker für das hydrologische Jahr 2019

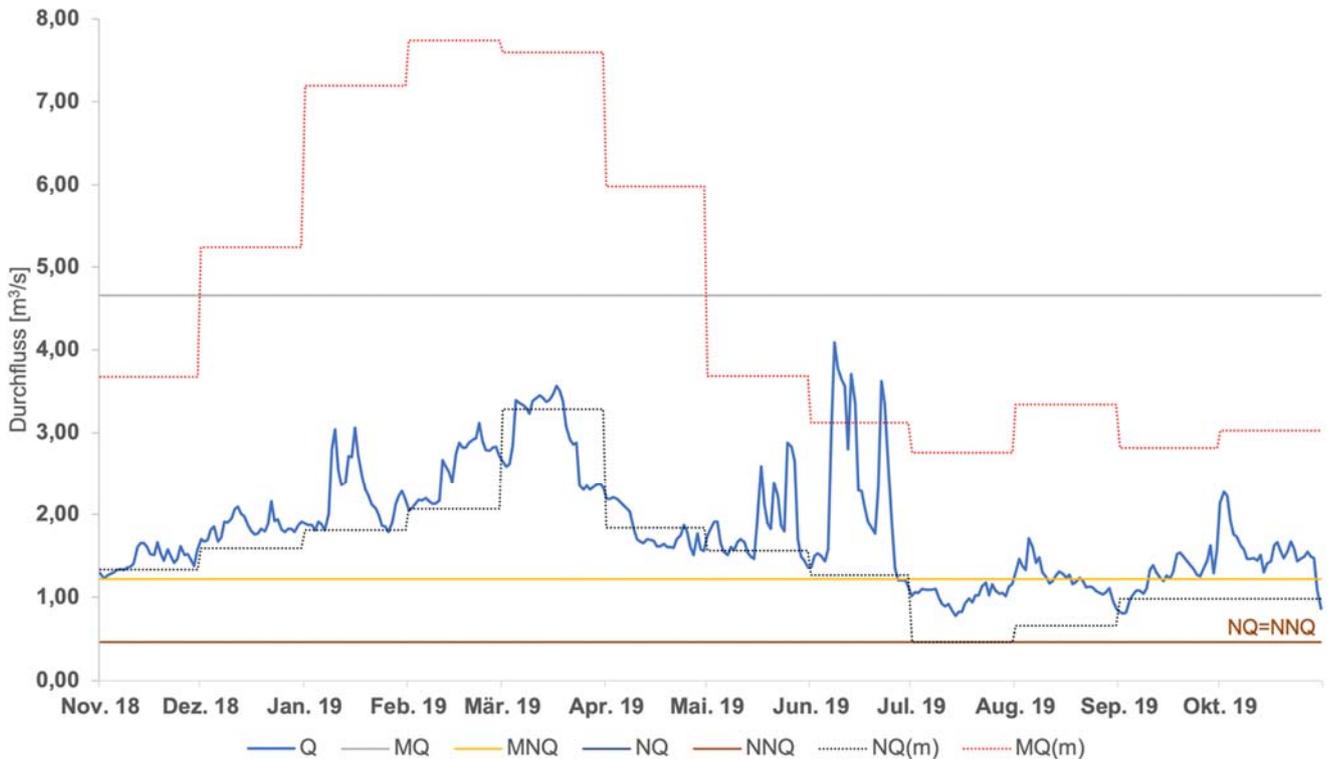


Abbildung 23: Durchfluss Q am **Pegel Pasewalk Bollwerk/Uecker** für das hydrologische Jahr 2019 im Verhältnis zu jährlichen und monatlichen Hauptwerten (z.B. NQ(m)) der Teilperiode von 2006-2015

Durchfluss Pegel Redebas/Barthe für das hydrologische Jahr 2019

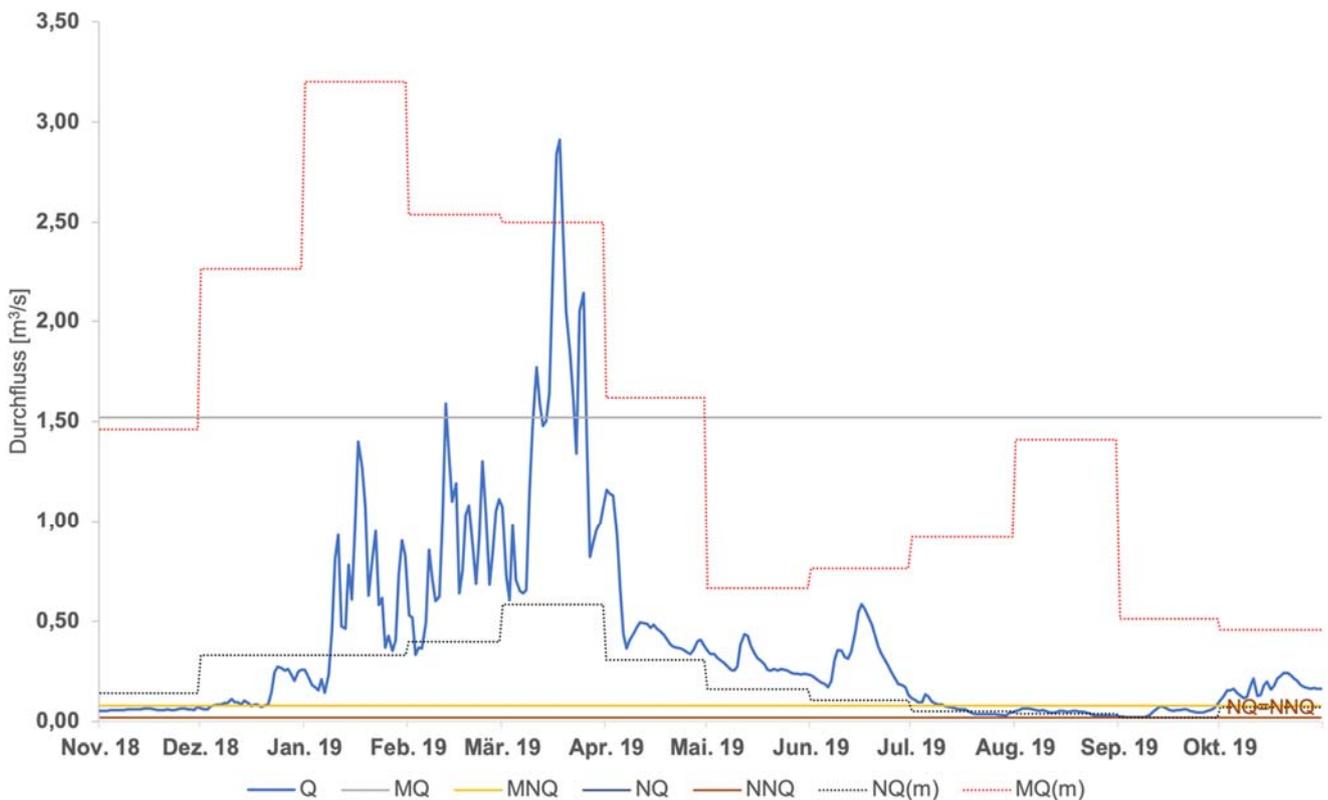


Abbildung 24: Durchfluss Q am **Pegel Redebas/Barthe** für das hydrologische Jahr 2019 im Verhältnis zu jährlichen und monatlichen Hauptwerten der Teilperiode von 2006-2015

Der Durchflussverlauf an der Barthe (Abbildung 24) zeigt ein nahezu analoges Verhalten in der grundsätzlichen Dynamik wie die Uecker, mit dem Unterschied, dass in der Barthe Anfang und Ende des hydrologischen Jahres 2019 eine deutlich geringere Wasserführung zu beobachten war. Hierbei bewegt sich der Durchfluss im November 2018 und von Juli bis September 2019 deutlich unter dem MNQ und teilweise im Bereich des NNQ. Mit Ausnahme einer Abflussspitze im März überschreitet die Barthe den monatlichen Mittelwasserdurchfluss (MQ(m)) im gesamten Jahresverlauf nicht.

Noch stärkere Abweichungen von den mittleren Durchflusskennwerten zeigt die Durchflussganglinie des hydrologischen Jahres 2019 für die Warnow am Pegel Bützow (Abbildung 25).

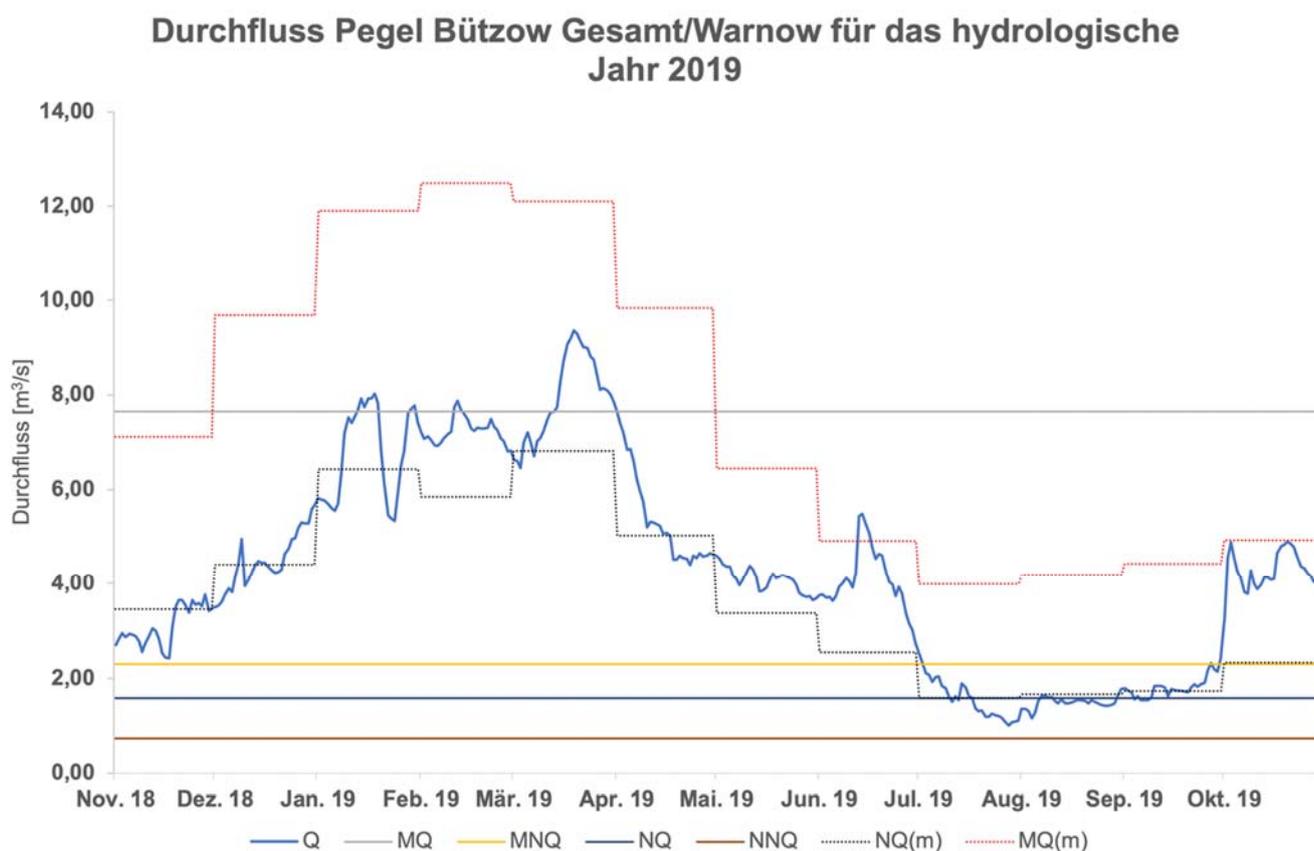


Abbildung 25: Durchfluss Q am **Pegel Bützow Gesamt/Warnow** für das hydrologische Jahr 2019 im Verhältnis zu jährlichen und monatlichen Hauptwerten (z.B. NQ(m)) der Teilperiode von 2006-2015

In Folge der langanhaltenden Trockenheit wurden an der Warnow sehr niedrige Durchflüsse beobachtet. Aufgrund der Niedrigwassersituation war die Oberwarnow im Zeitraum von Juli bis Oktober zwischen Bützow und Rostock fast vollständig ausgespiegelt. Infolge des minimalen Wasserspiegelgefälles ähnelte die Oberwarnow hierbei eher einem Standgewässer. Von Juli bis August unterschritt der mittlere Tagesdurchfluss mehrfach den Jahres-NQ (2006-2015) und näherte sich dem NNQ. Das absolute Minimum des Abflusses wurde hierbei am 28.07.2019 erreicht.

Ein ähnliches Verhalten wie die Durchflüsse der Warnow am Pegel Bützow zeigen die Durchflüsse ihres Zuflusses Nebel am Pegel Wolken (Abbildung 26). Im Sommer 2019 war die Situation hier allerdings weniger kritisch als an der Warnow.

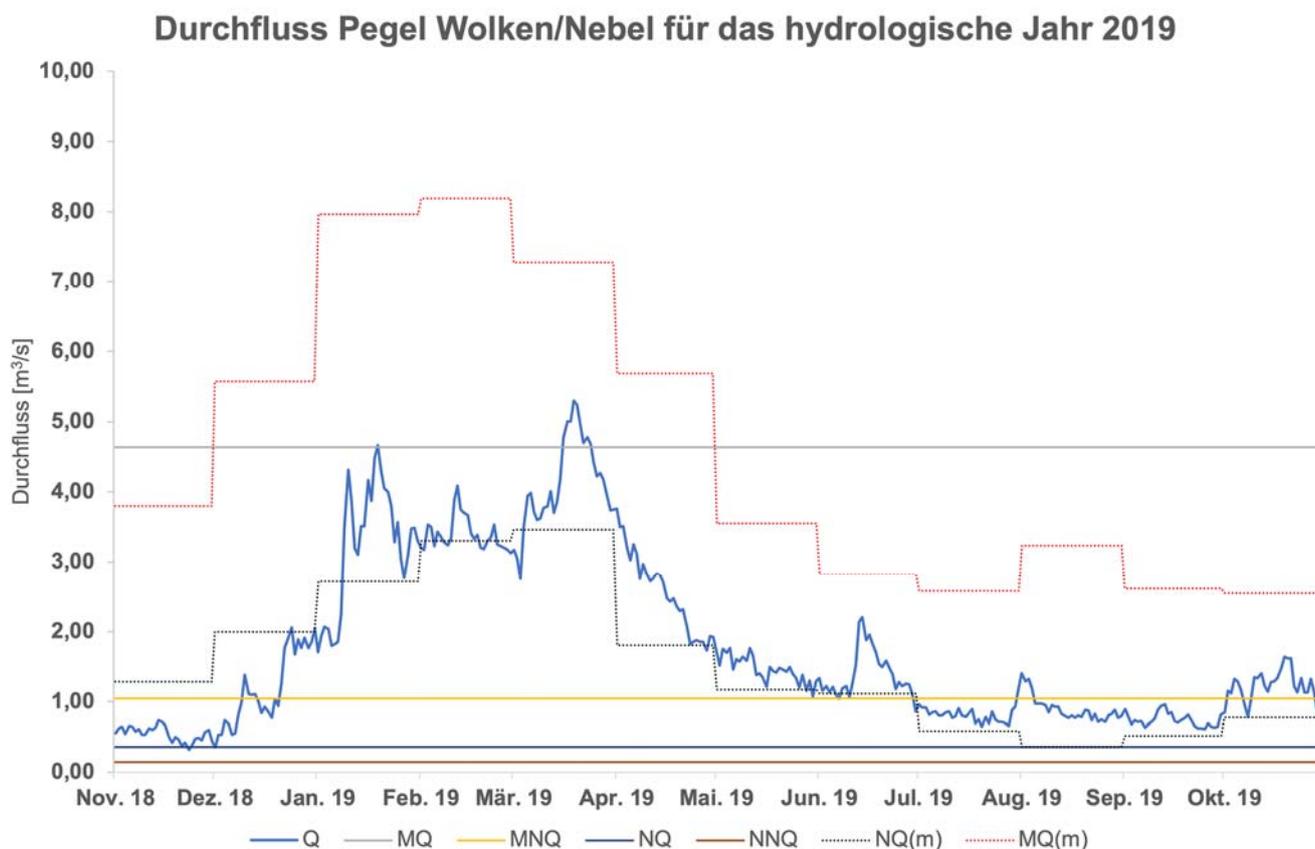


Abbildung 26: Durchfluss Q am **Pegel Wolken/Nebel** für das hydrologische Jahr 2019 im Verhältnis zu jährlichen und monatlichen Hauptwerten (z.B. NQ(m)) der Teilperiode von 2006-2015

Auch die Tollense zeigt am Pegel Klempenow Straßenbrücke (Abbildung 27) ähnliche Durchflussverläufe wie Uecker, Barthe, Warnow und Nebel an den beschriebenen Pegeln. Die unternormalen Abflussverhältnisse, die für die Tollense an diesem Pegel für den gesamten Jahresverlauf erfasst wurden, verdeutlichen die Tatsache, dass der monatliche Mittelwasserdurchfluss (MQ(m)) zu keinem Zeitpunkt im Verlauf des Jahres überschritten wurde. Im Verlauf der Monate Juli und August wurde, wie bei vielen anderen Fließgewässern in Mecklenburg-Vorpommern, eine deutliche Unterschreitung des Jahres-NQ im Durchflussverlauf beobachtet.

Durchfluss Pegel Klempenow Straßenbrücke/Tollense für das hydrologische Jahr 2019



Abbildung 27: Durchfluss Q am **Pegel Klempenow Straßenbrücke/Tollense** für das hydrologische Jahr 2019 im Verhältnis zu jährlichen und monatlichen Hauptwerten (z.B. NQ(m)) der Teilperiode von 2006-2015

Auch am Pegel Garlitz/Sude (Abbildung 28) war der Durchflussverlauf in seiner Dynamik dem der übrigen Fließgewässer (mit Ausnahme der Peene), die in diesem Bericht dargestellt werden, sehr ähnlich. Auch die Durchflussganglinie dieses Pegels ist gekennzeichnet durch eine Periode niedriger Werte im Sommer von Juli bis September, wobei der MNQ dauerhaft und kurzzeitig der monatliche NQ(m) unterschritten wurden. Die besondere Trockenheit des hydrologischen Jahres wird auch hier durch zwei Umstände deutlich: der monatliche Mittelwasserdurchfluss MQ(m) im gesamten Jahresverlauf wird nicht überschritten und der Jahresmittelwasserdurchfluss von $4,19 \text{ m}^3/\text{s}$ wird nur zweimal kurzzeitig im Februar und März überschritten.

Durchfluss Pegel Garlitz/Sude für das hydrologische Jahr 2019

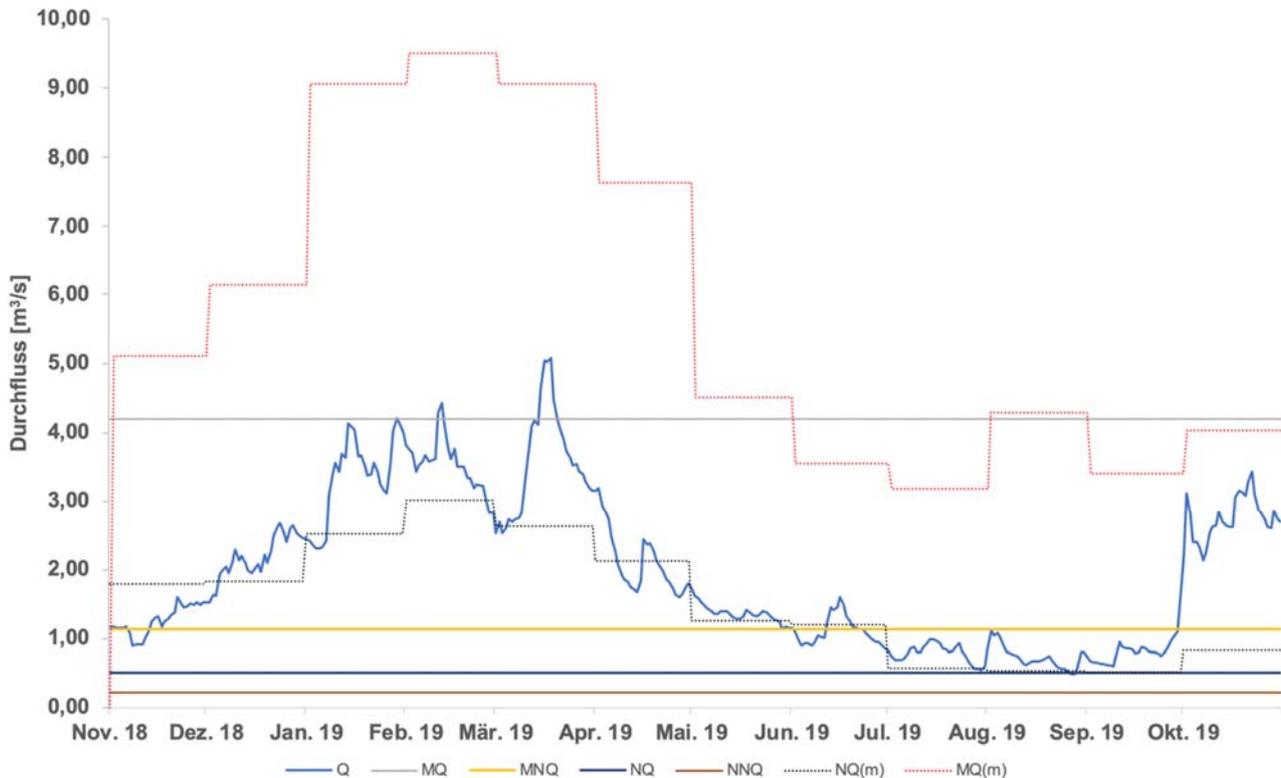


Abbildung 28: Durchfluss Q am **Pegel Garlitz/Sude** für das hydrologische Jahr 2019 im Verhältnis zu jährlichen und monatlichen Hauptwerten (z.B. NQ(m)) der Teilperiode von 2006-2015

An der Elbe hat sich die durch unternormale Wasserstände gekennzeichnete Vorjahressituation nicht wesentlich verändert. Nachdem im Vorjahr am 30. August 2018 sogar ein neues NNW (niedrigster je gemessener Wert) mit einem Wasserstand von 4 cm am Pegel Dömitz/Elbe gemessen wurde, war der Verlauf des hydrologischen Jahres 2019 ähnlich (Abbildung 29). Im November und Dezember 2018 und von Juli bis Anfang Oktober 2019 bewegte sich der gemessene Wasserstand durchgehend unterhalb des mittleren Niedrigwasserstands (MNW). Am 04. und 08. September 2019 wurde am Pegel ein Wasserstand von 2 cm gemessen. Damit ist der NNW aus dem Jahr 2018 im Jahr 2019 um 2cm unterschritten worden. Nur von Januar bis Anfang April wurde am Pegel Dömitz der Mittelwasserstand erreicht oder kurzzeitig überschritten. Die Wasserstandsmessungen am Pegel Dömitz bewegen sich im Gleichklang mit nahezu allen hydrometeorologischen und hydrologischen Beobachtungen im hydrologischen Jahr 2019 und unterstreichen die besondere Situation deutlich.

Tagesmittel des Wasserstands am Pegel Dömitz/Elbe

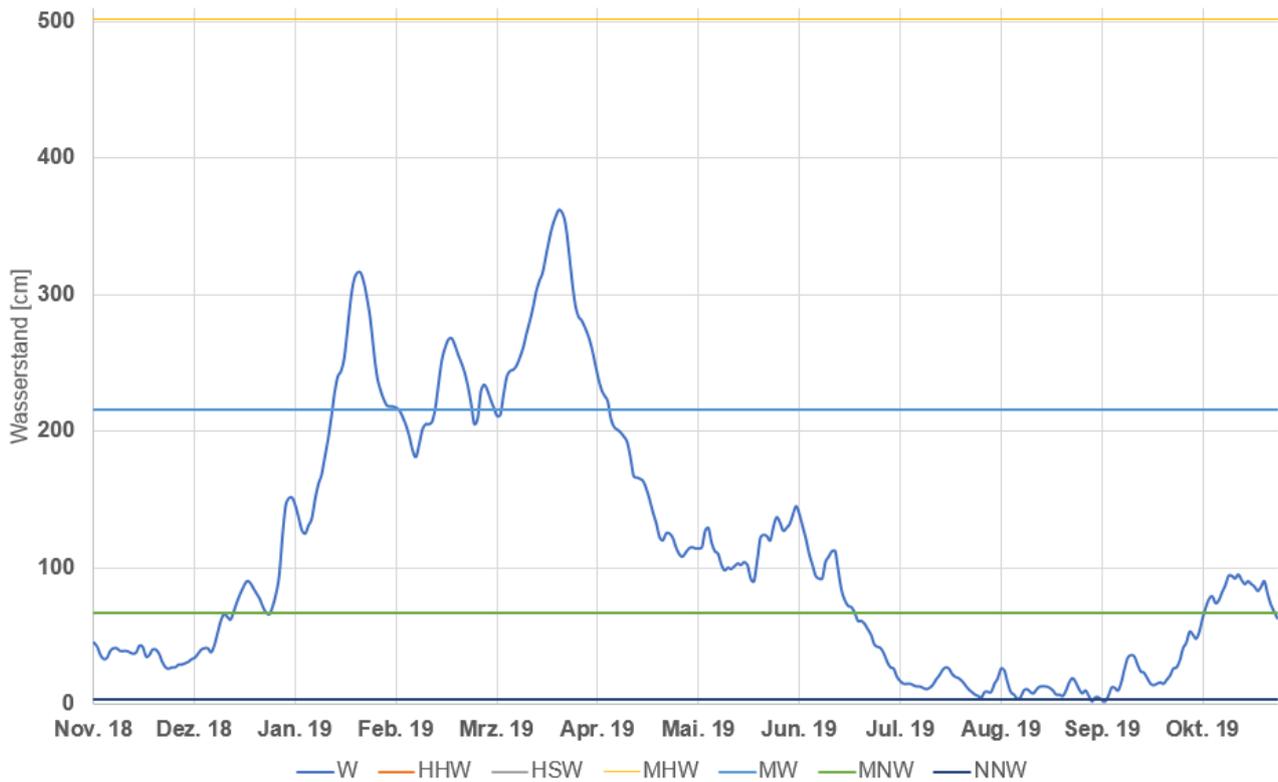


Abbildung 29: Wasserstand W am **Pegel Dömitz/Elbe** für das hydrologische Jahr 2019 im Verhältnis zu jährlichen Hauptwerten der Teilperiode von 2006-2015 und einem NNW vom 30.08.2018 (Datenquelle: WSA Magdeburg)

3.2 Standgewässer einschließlich bewirtschafteter Seenspeicher

Die Trockenheit des hydrologischen Jahres 2019 zeigt sich auch an den Standgewässern des Landes. Einige flache Standgewässer, wie beispielsweise der Putzarer See im Landkreis Vorpommern-Greifswald (Abbildung 30: A), waren fast vollständig trockengefallen. Der von der Mützelburger Beeke durchflossene Mützelburger See (Abbildung 30: B), ebenfalls Landkreis Vorpommern-Greifswald, wies aufgrund der Niedrigwassersituation keinen Abfluss mehr auf und der Wasserstand der Seenverbindung zwischen Nebel und Im Langen Ort (Der Thüren; Abbildung 30-C, D) in der Mecklenburgischen Seenplatte war im Sommer so niedrig, dass die sonst vorherrschende Ausspiegelung mit der Müritz nicht mehr gegeben war.

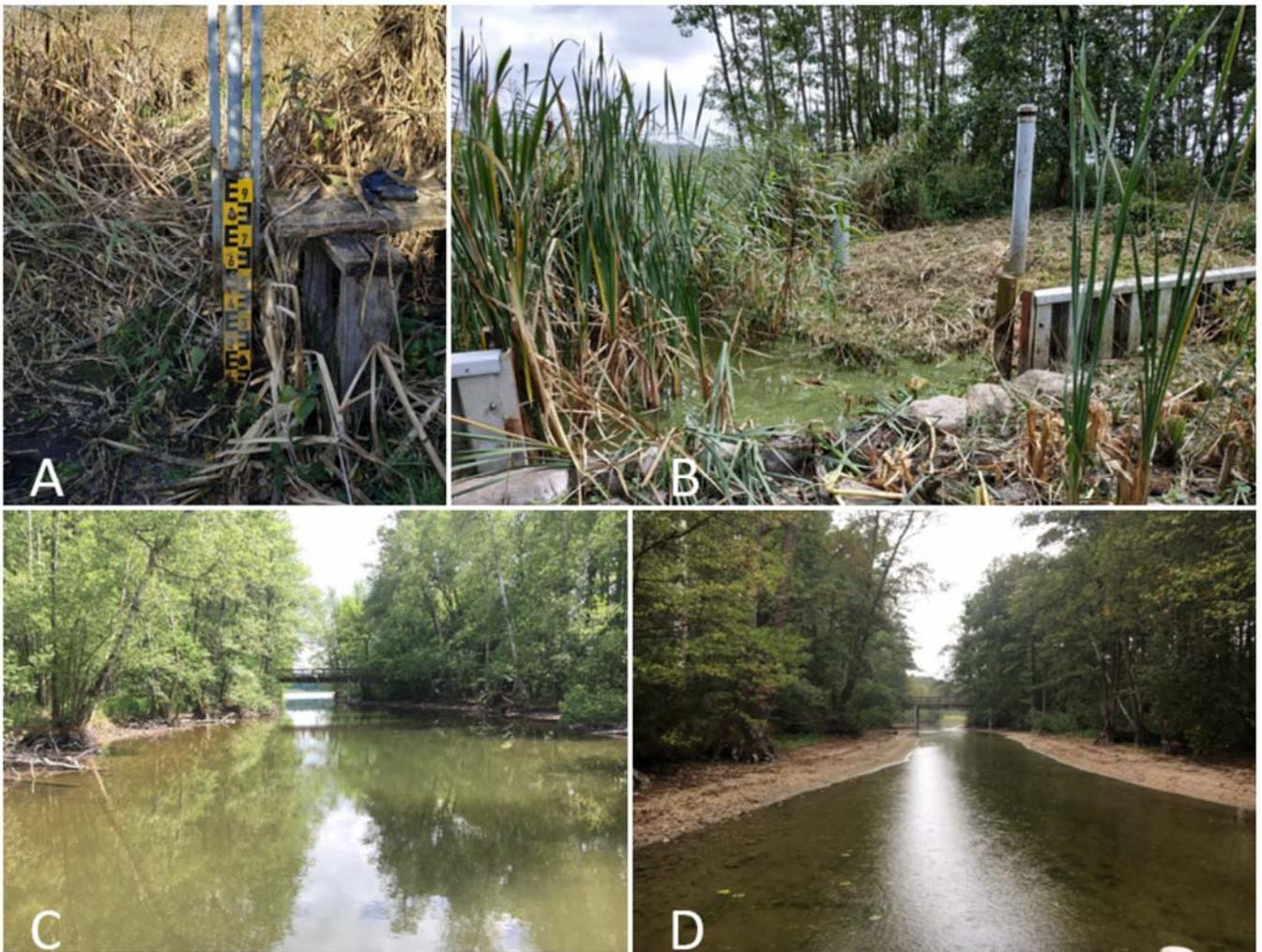


Abbildung 30: Niedrigwassersituationen in Standgewässern: **A: Putzarer See** (Quelle: StALU Vorpommern); **B: Mützelburger See** (Quelle: StALU Vorpommern); **C: Seenverbindung zwischen Nebel und Im Langen Ort** am 10.06.2019 im W=170 cm und **D: Seenverbindung zwischen Nebel und Im Langen Ort** am 25.09.2019 im W=142 cm (C, D – Quelle: StALU Mecklenburgische Seenplatte)

Nachfolgend werden die drei großen bewirtschafteten Seenspeicher betrachtet. Das sind die Mecklenburger Oberseen (MOS) mit dem Leitpegel Waren/Müritz, der Schweriner See mit

dem Leitpegel Schwerin/Werderbrücke und der Tollensesee mit dem Leitpegel Neubrandenburg SW. Dabei sind die Wasserstandsverläufe und Speicherfüllgrade (Abbildung 31-34) dieser Seenspeicher für das hydrologische Jahr 2019 im Vergleich zu den Wasserstands-Ganglinien der Jahre 2017 und 2018 im Kontext der Haupt- und Bewirtschaftungskennwerte (Gewässerkundliche Hauptzahlen, Stauziele) dargestellt. Abbildung 31 zeigt deutlich, dass eine normale Speicherbewirtschaftung entsprechend der Stauziele an den MOS und dem Schweriner See zeitweise nicht möglich war. An den MOS wurden von November bis Dezember 2018 sowie Juli bis Oktober 2019 Wasserstände unterhalb des unteren Stauzieles verzeichnet. Kurzfristig wurde im September auch das unterste Stauziel unterschritten. Für den Schweriner See war dies im November und Dezember 2018 der Fall. Nur am Tollensesee bewegten sich die Wasserstände im hydrologischen Jahr 2019 innerhalb des bewirtschaftbaren Speichervolumens (Abbildung 31).

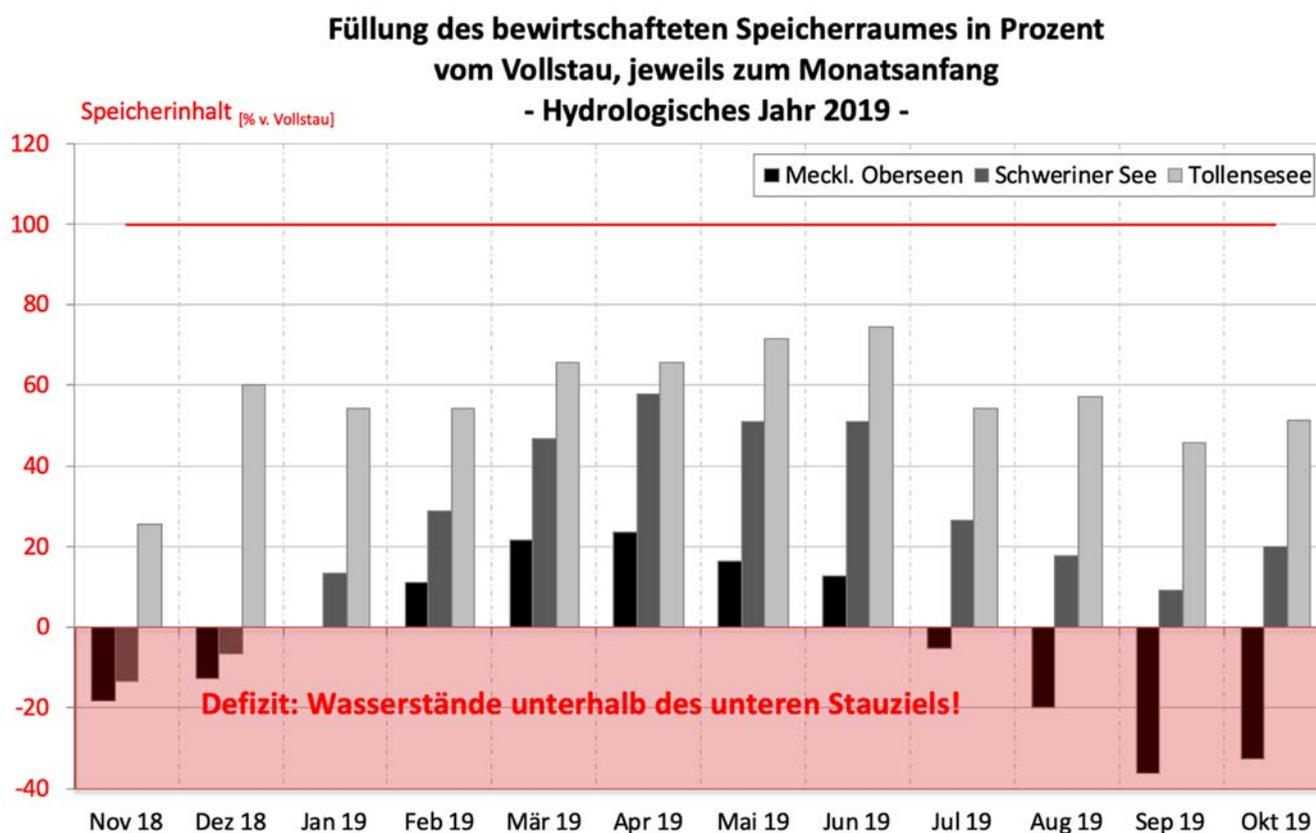


Abbildung 31: Monatsmittel der Speicherinhalte der **Mecklenburger Oberseen (MOS)**, des **Schweriner Sees** und des **Tollensesees** (Datenquelle W-Daten MOS und Schweriner See: WSA Lauenburg)

Abbildung 32 stellt den Wasserstandsverlauf im hydrologischen Jahr 2019 für die Mecklenburger Oberseen dar. Für 2019 ist festzuhalten, dass sich der Wasserstand über den kompletten Jahresverlauf unterhalb des Niedrigwasserwasserstands (NW) bewegt. Hinsichtlich der Bewirtschaftungskriterien bewegt sich der Wasserstand W ganzjährig unterhalb des

Stauziels von 220 cm und unterschreitet das untere Stauziel mit 165 cm über einen Zeitraum von 7 Monaten. Selbst das unterste Stauziel von 145 cm wird im September 2019 unterschritten. Die Wasserstandsganglinie des Jahres 2019 liegt vollständig unter jenen der Jahre 2017 und 2018, im Extremen (Mai 2018 zu Mai 2019) mehr als 50 cm.

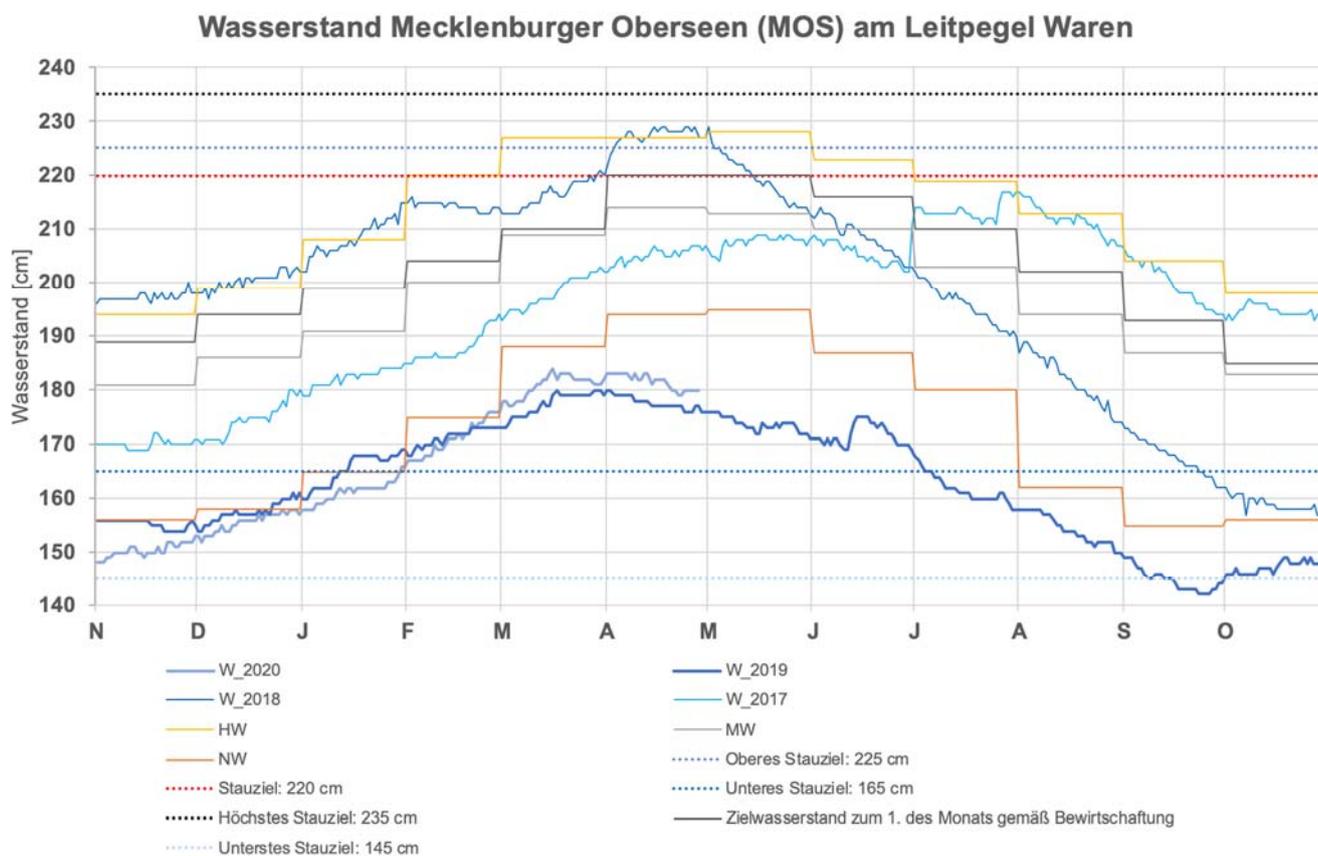


Abbildung 32: Wasserstandsverlauf der drei hydrologischen Jahre 2017, 2018, 2019 und aktuell am **Leitpegel Waren/Müritz für die Mecklenburger Oberseen** im Verhältnis zu den Bewirtschaftungskennwerten, sowie den monatlichen Hauptwerten: höchster Wasserstand (HW), mittlerer Wasserstand (MW) und niedrigster Wasserstand (NW) für die Bezugsperiode von 2000-2010 (Datenquelle: WSA Lauenburg)

Der Schweriner See zeigt im Vergleich zu den MOS im hydrologischen Jahr 2019 geringere Abweichungen vom normalen Wasserstandsverlauf (Abbildung 33). Der Wasserstand unterschreitet das untere Stauziel nur zu Beginn des hydrologischen Jahres (Nov/Dez 2018). Gegen Ende des hydrologischen Jahres (Oktober 2019) nähert sich der Wasserstand deutlich dem Mittelwasserwasserstand (MW) an. Im gesamten Jahresverlauf folgt der Wasserstand überwiegend dem Verlauf der monatlichen NW, unterschreitet diese jedoch nicht wesentlich. Damit ist die Gesamtsituation am Schweriner See im Verlauf des hydrologischen Jahres 2019 sicherlich als Niedrigwassersituation zu bewerten, jedoch nicht so dramatisch wie die der MOS. Der Vergleich der Wasserstandsganglinie 2019 mit denen von 2017 und 2018 zeigt (Abbildung 33), dass 2019 ein außergewöhnlich trockenes Jahr war.

Wasserstand Schweriner See am Pegel Schwerin Werderbrücke

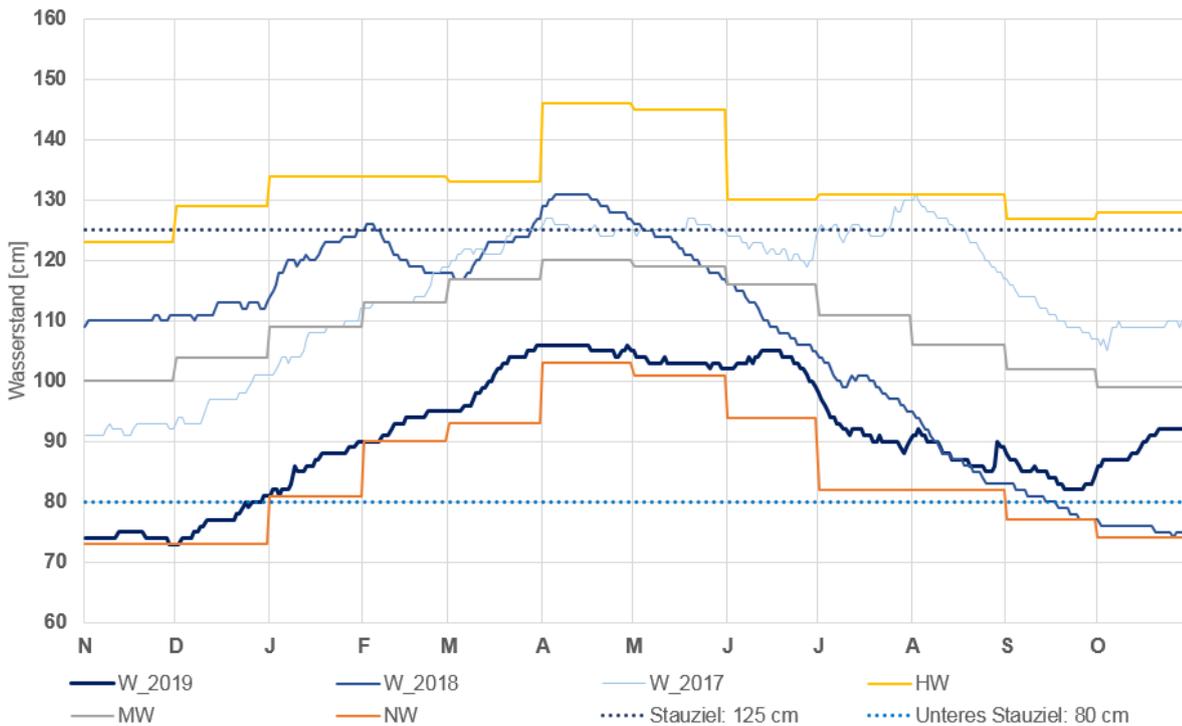


Abbildung 33: Wasserstandsverlauf der drei hydrologischen Jahre 2017, 2018, 2019 und aktuell am **Pegel Schwerin/Werderbrücke für den Schweriner See** im Verhältnis zu den Bewirtschaftungskennwerten, sowie den monatlichen Hauptwerten: höchster Wasserstand (HW), mittlerer Wasserstand (MW) und niedrigster Wasserstand (NW) für die Bezugsperiode von 2000-2010 (Datenquelle: WSA Lauenburg)

Den normalsten Verlauf in Bezug auf die Bewirtschaftungsziele (Erreichen der Stauziele) der diskutierten Wasserstandsganglinien weist der Tollensesee am Pegel Neubrandenburg SW für 2019 auf (Abbildung 34). Hier wurde das untere Stauziel von 30 cm wie auch der monatliche NW zu keinem Zeitpunkt unterschritten. Von Februar bis September lagen die Wasserstände unter dem monatlichen MW. Der Hochwasserwasserstand (HW) wurde im hydrologischen Jahr 2019 nicht erreicht oder überschritten. Dies ist ein weiterer Beleg für die vorherrschende Trockenheit.

Wasserstand Tollensesee am Pegel Neubrandenburg SW

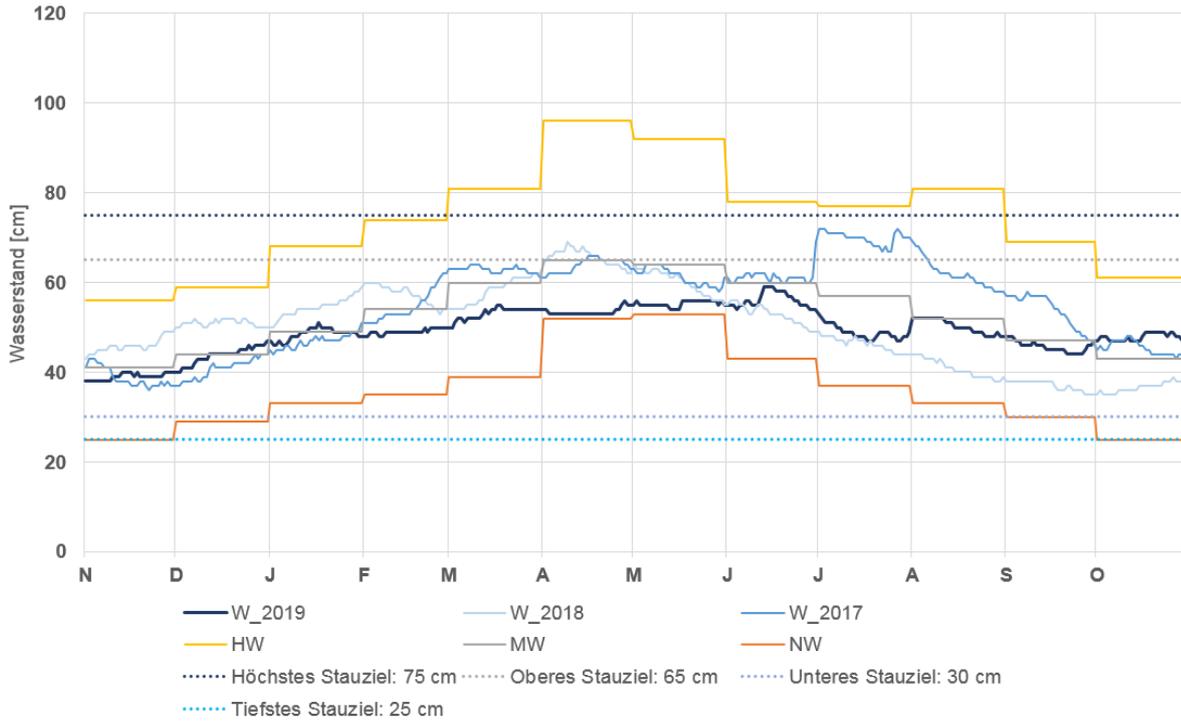


Abbildung 34: Wasserstandsverlauf der drei hydrologischen Jahre 2017, 2018, 2019 und aktuell am **Pegel Neubrandenburg SW für den Tollensesee** im Verhältnis zu den Bewirtschaftungskennwerten, sowie den monatlichen Hauptwerten: höchster Wasserstand (HW), mittlerer Wasserstand (MW) und niedrigster Wasserstand (NW) für die Bezugsperiode von 2000-2010 (Datenquelle: WSA Lauenburg)

3.3 Grundwasser

Der mengenmäßige Zustand des Grundwassers ist von zahlreichen Faktoren abhängig. Mitentscheidend ist die Speisung des Grundwassers. Diese bezeichnet man als Grundwasserneubildung. Die Grundwasserneubildung ergibt sich vereinfacht aus der Differenz von Niederschlag und der Summe von Verdunstung und oberirdischem Abfluss. Die Entwicklung des Grundwasserstandes hängt im Weiteren von den geologischen Gegebenheiten ab. Bei geringen Flurabständen (Abstand Geländeoberkante – Grundwasseroberfläche) kann eine direkte Abhängigkeit des Grundwassers von Niederschlagsereignissen gegeben sein. Mit zunehmendem Flurabstand wird die Abhängigkeit schwächer und die Reaktionszeit der Grundwasseroberfläche auf oberirdische Einflüsse verlängert sich. Auch die Eigenschaften der das Grundwasser überlagernden Schichten –vorrangig die Porosität – können sich über die Beeinflussung der Sickerwasserverweilzeit erheblich auf die Grundwasserstandsganglinie auswirken. Bevor die Grundwasserneubildung einsetzen kann, muss ausreichend Bodenwasser zur Verfügung stehen.

3.3.1 Bodenwasser am Beispiel des Dürremonitors Deutschland

Eine wichtige Informationsquelle für den Wassergehalt des Bodens ist der Dürremonitor des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung (Dürremonitor, 2020). Er liefert tägliche Informationen zum Bodenfeuchtezustand in Deutschland. Diesen Informationen liegt ein hydrologisches Modell zugrunde, das Daten (u.a. Niederschlag, Verdunstung) von rd. 2500 Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes nutzt, um mit Hilfe weiterer Parameter (Boden, Geologie, Bewuchs) in einem 4-km-Raster das pflanzenverfügbare Bodenwasser sowie einen sogenannten Dürreindex (SMI) für den Oberboden (bis 25 cm) und die gesamte Bodensäule (bis 1,8 m Bodentiefe) berechnet. Der Dürrebegriff des UFZ ist deutlich anders zu interpretieren als die o.g. Dürredefinition des Deutschen Wetterdienstes. Das Modell des UFZ spricht erst dann von „Dürre“, bzw. von ungewöhnlicher Trockenheit, wenn die aktuelle Bodenfeuchte unter das 20%-Perzentil fällt. Dies ist der Wert, der nur von 20% aller Werte einer langjährigen Reihe erreicht wird. Ein SMI von 0.02 (außergewöhnliche Dürre) sagt aus, dass der Wert nur in 2% der langjährigen Simulationswerte unterschritten wird. Der Dürreindex gilt als wichtiger Indikator für das sogenannte Langzeitgedächtnis des Bodens für die vorangegangene Witterung an einem Ort.

Abbildung 35 zeigt einen Ausschnitt für Mecklenburg-Vorpommern mit den Monatsmittelwerten des SMI von Mai 2018 bis zum Ende des hydrologischen Jahres im Oktober 2019. Der erste Kartenausschnitt zeigt M-V im Mai 2018, weil das den Beginn dieser ungewöhnlichen Trockenperiode darstellt. Mit dem auslaufenden hydrologischen Jahr 2018 hatte sich eine

große Trockenheit im Boden eingestellt, die bis zum Ende des hydrologischen Jahres 2019 andauerte. Selbst die durchaus nennenswerten Niederschläge im Dezember 2018 sowie im Januar, März, Juni und Juli 2019 haben nur lokal und zeitlich begrenzt zur Erhöhung der Bodenfeuchte geführt. Zum Ende des hydrologischen Jahres im Oktober 2019 ist die Dürre im Boden nahezu flächendeckend als extrem bis außergewöhnlich anzusprechen.

Da der Bodenwasserhaushalt die Schnittstelle zwischen Oberflächen- und Grundwasser darstellt, kann davon ausgegangen werden, dass die Grundwasserneubildung im betrachteten Zeitraum sehr gering ausgefallen ist.

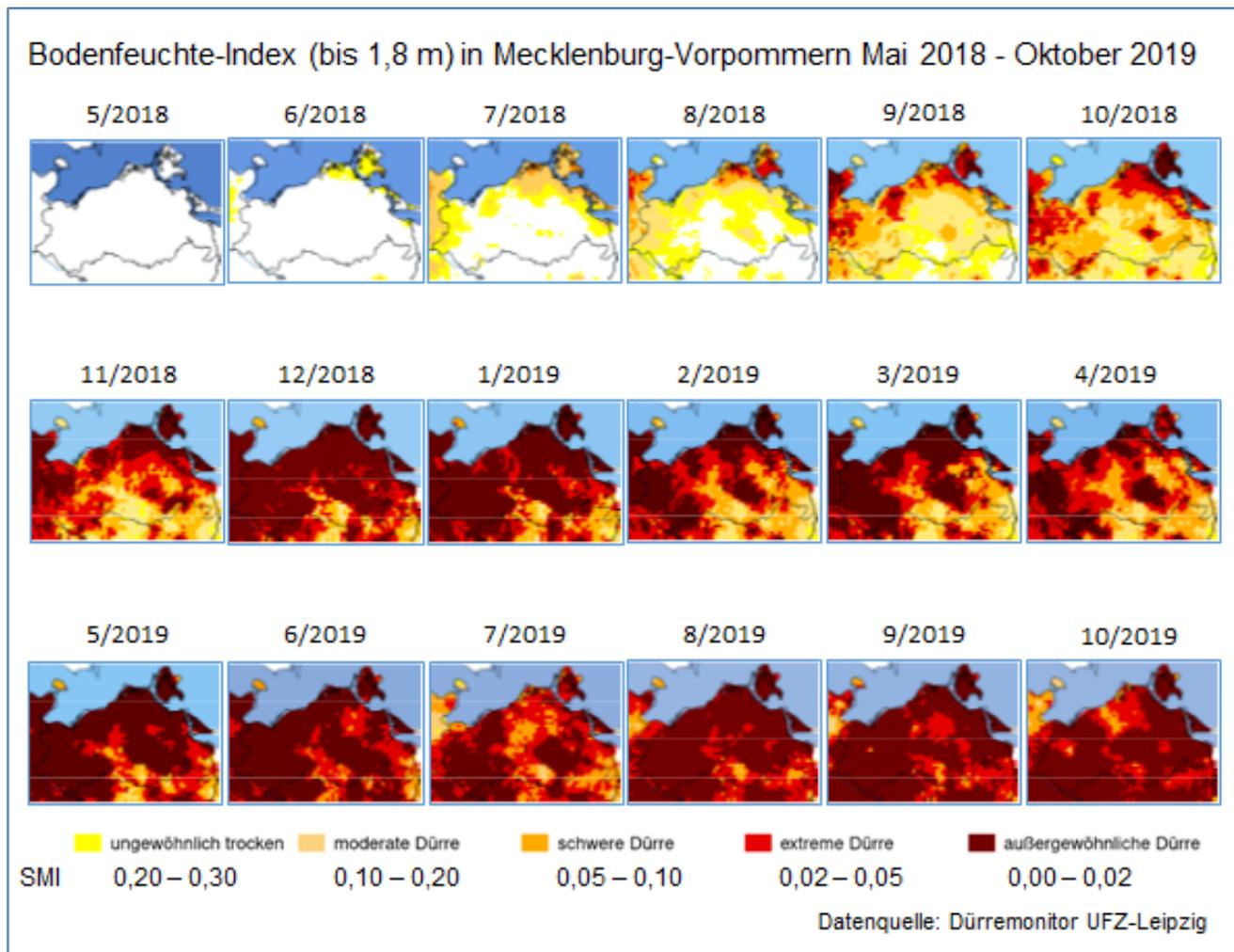


Abbildung 35: Feuchteindex (SMI) des Bodens bis 1,8 m Tiefe in M-V von Mai 2018 bis Oktober 2019 (modifiziert von LUNG Mecklenburg-Vorpommern nach Dürremonitor 2020; Link zur Erläuterung der Dürreklassen unter Menüpunkt „Was bedeutet Dürre“: <https://www.ufz.de/index.php?de=37937#ccms-cit-accordion-element-5580092>)

3.3.2 Grundwasserneubildung am Beispiel der Lysimeterstationen

Lysimeter sind zylindrische, mit weitgehend ungestörten Bodenmonolithen gefüllte Gefäße, die bodengleich in die Umgebung eingelassen sind. Sie dienen der Erfassung des Bodenwasserhaushalts und in den letzten Jahren zunehmend des Stoffhaushaltes, insbesondere des Stickstoffs. Das Land Mecklenburg-Vorpommern betreibt zwei Lysimeterstationen in Groß-Lüsewitz (Betreuung durch die Universität Rostock) und Kittendorf (Betreuung durch das StALU Mecklenburgische Seenplatte).

Die Lysimeteranlage in Groß Lüsewitz besitzt sechs wägbare Bodenmonolithen, die unter landwirtschaftlichen Kulturen erforscht werden. Gemessen werden der Niederschlag, der auf die Lysimeteroberfläche fällt, sowie die Wasserabgaben aus dem Bodenmonolithen infolge Verdunstung und Durchsickerung. Das aus der Bodensäule im Lysimeter austretende Wasser ist ein Indikator für die Grundwasserneubildung. Tabelle 4 stellt für alle sechs Lysimeter die gemittelten Ergebnisse des hydrologischen 2019 dar. Deutlich erkennbar ist, dass 2019 mit einer Durchsickerung von nur 4 mm ein Ausnahmejahr war. Dieser Wert unterschreitet den langjährigen Mittelwert um 195 mm. Ein so geringer Wert wurde in der fast 50-jährigen Betriebszeit der Lysimeteranlage noch nie gemessen. Eine Grundwasserneubildung erfolgte an diesem Standort im hydrologischen Jahr 2019 praktisch nicht. Die Verdunstung war dagegen mit einer Überschreitung des langjährigen Mittelwertes um 97 mm überdurchschnittlich hoch. Der Niederschlag ordnet sich mit einer vergleichsweise geringen Unterschreitung des langjährigen Mittelwertes um 31 mm gut in die landesweiten Verhältnisse ein.

Tabelle 4: Messwerte des hydrologischen Jahres 2019 im Vergleich zum langjährigen Mittel an der **Lysimeterstation Groß Lüsewitz** (Quelle: Klehr, Zachow und Miegel, 2020)

	langjähriges Mittel (40 Jahre: 1973- 2012)	Hydrologisches Jahr 2019	Delta = Abweichung vom langjährigen Mittelwert
Niederschlag [mm]	688	657	-31 mm
mittl. Lufttemperatur [°C]	8,3	10,1	+ 1,8 K
Durchsickerung [mm]	199	4	-195 mm
Verdunstung [mm]	505	601	+97 mm
Speicheränderung [mm]	16	55	+39 mm

An der Lysimeterstation Kittendorf werden Durchsickerungen des Niederschlages bis in 2,5 m Tiefe in sandigen und lehmigen Böden gemessen. Bei der Auswertung des hydrologischen Jahres 2019 wurden die Werte der Winter des Vorjahres sowie des Nachfolgejahres einbezogen. Abbildung 36 zeigt die Durchsickerung seit Januar 2018 im Mittel aus sieben Monolithen beider Bodenarten. Alle 7 Monolithen repräsentieren Brachflächen ohne jeglichen Bewuchs oder sind mit Gras bewachsen. Es handelt sich in Kittendorf um nicht-wägbare Lysimeter. Insgesamt liegen die Sickerraten ein wenig höher als in Groß-Lüsewitz, spiegeln aber den Niederschlagsverlauf sowie die Monatsmittel des Bodenfeuchteindex des UFZ-Leipzig wider. Zwischen Mai 2018 und September 2019 gab es kaum nennenswerte Durchsickerung. Selbst die Höchstwerte im Winter 2019 erreichten nur etwa die Hälfte des langjährigen Mittels. Erst ab Oktober 2019 gab es nennenswerte Durchsickerungsraten. Ob dies zu einer Erholung geführt hat, wird das Folgejahr zeigen.

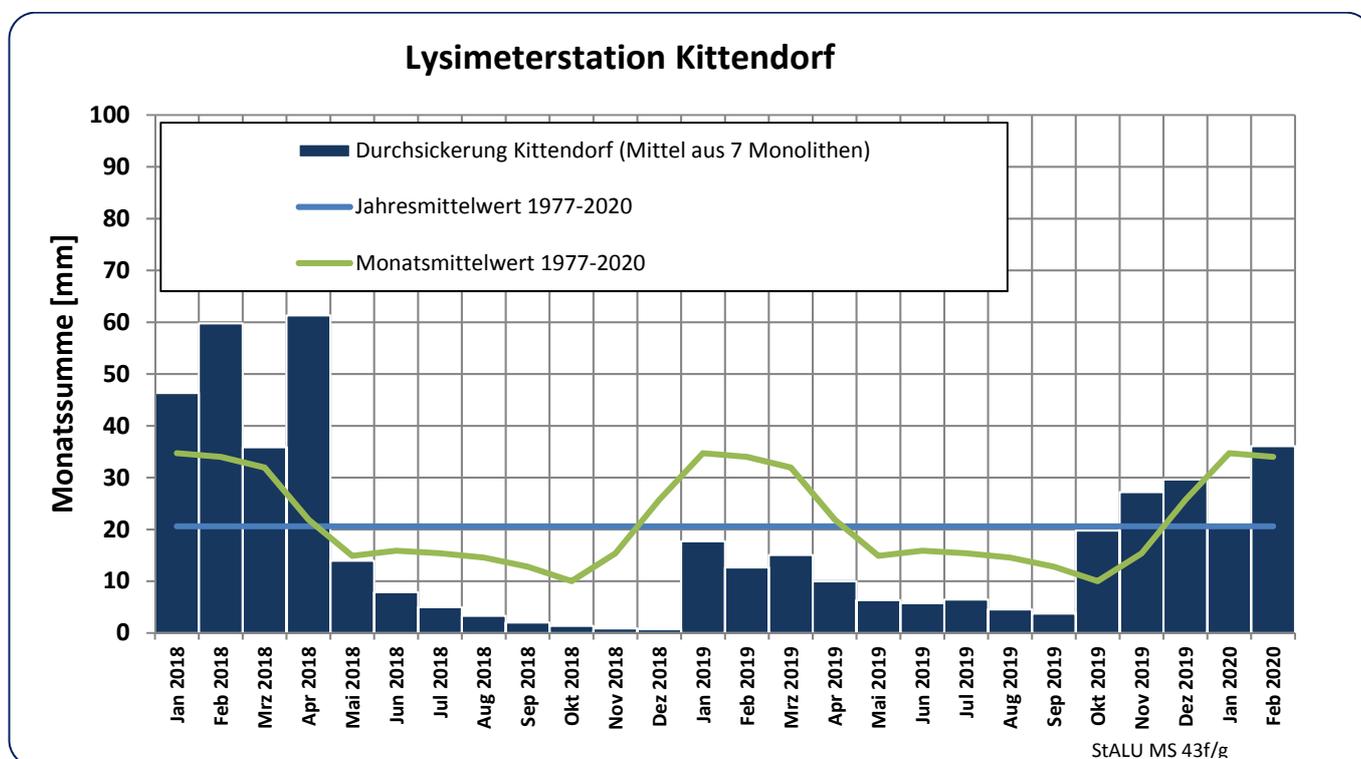


Abbildung 36: Durchsickerung am Lysimeter Kittendorf im Mittel aus 7 Monolithen von Januar 2018 bis Februar 2020 im Vergleich mit langjährigen Werten 1977-2020

3.3.3 Wasserstand oberflächennaher Grundwasserkörper

Um den Einfluss der Extremjahre 2018 und 2019 auf die Quantität des Grundwassers zu beurteilen, werden im Folgenden beispielhaft Grundwassermessstellen dargestellt, die nahe eines Oberflächengewässers mit sinkendem Wasserspiegel stehen. Sie spiegeln eher den Einfluss der Witterung und die hydraulische Kopplung der Oberflächen- und Grundwassersysteme wider als solche mit geringdurchlässigen Schichten bedeckte oder tiefere Grundwasserleiter.

Die Grundwassermessstelle Hanshagen 2/71 Oberpegel befindet sich im Greifswalder Umland in unmittelbarer Nähe des im hydrologischen Jahr 2019 zeitweise trockengefallenen Brandmühlengrabens (vgl. Abbildung 30 in Abschnitt 3.2). Die Grundwassermessstelle Waren-DEA liegt etwa 800 m vom Nordufer der Müritz entfernt am Rande von Waren und damit ebenfalls in direkter Nähe zu einem im hydrologischen Jahr 2019 von starkem Niedrigwasser betroffenen Gewässer. Als Dritte wird die Grundwassermessstelle Kobrow betrachtet, welche hydrologisch mit dem Fließgewässer Bresenitz (vgl. Abbildung 30 in Abschnitt 3.2) im Zusammenhang steht. Die Bresenitz war im Spätsommer 2019 trockengefallen. Die Abbildungen 37-39 zeigen die Ganglinien der langen Reihen der Messstellen. Bei Berücksichtigung des gesamten Messzeitraums sind bei statistischer Auswertung mittels linearer Regression gleichbleibende oder im Fall von Hanshagen 2/71 OP sogar leicht steigende Grundwasserstände zu sehen. Verkürzt man jedoch den Betrachtungszeitraum (Abbildung. 37-39; roter Bereich der Ganglinie) auf die Jahre 2010-2019, ergibt sich ein deutlich fallender Trend der Grundwasserstandsganglinien. Das Grundwasser zeigt an den betrachteten Messstellen eine typische jahreszeitliche Abhängigkeit mit im Winter steigenden und im Sommer fallenden Grundwasserständen aufgrund der über das Jahr ungleich verteilten Niederschlagsmenge und der unterschiedlichen Verdunstung. Bei den dargestellten Grundwasserstandsganglinien fällt trotz des seit 2010 allgemein fallenden Trends der Peak im Frühjahr 2018 besonders hoch aus. Dafür ist das überaus niederschlagsreiche Jahr 2017 verantwortlich. Trotzdem kam es in den Jahren 2018 und 2019 zu einem besonders starken Absinken der Grundwasserstände, die sich selbst in den Wintermonaten nicht wieder erholten.

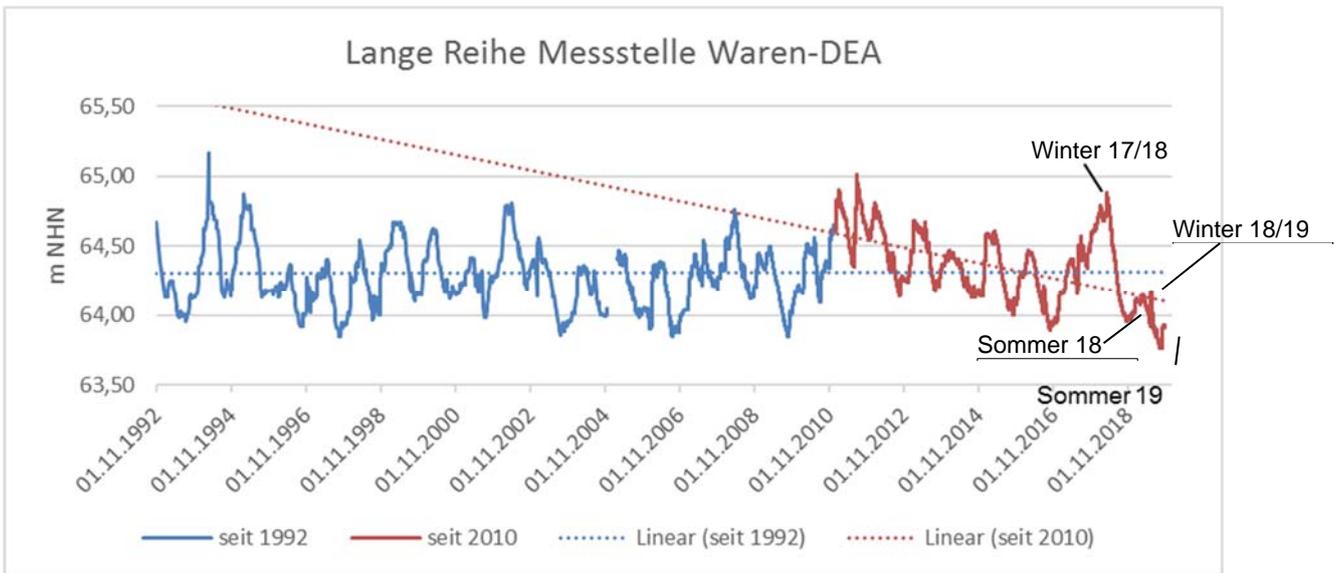


Abbildung 37: Grundwasserstandsganglinie **Waren-DEA**, lange Reihe der hydrologischen Jahre 1993-2019

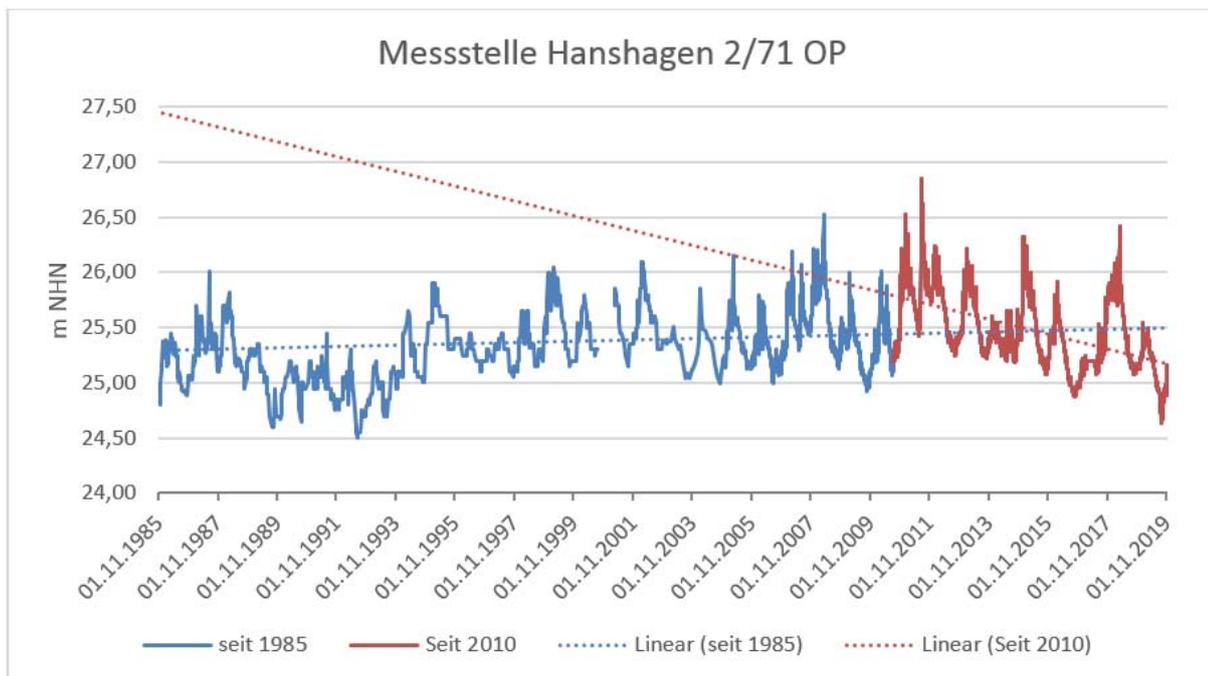


Abbildung 38: Grundwasserstandsganglinie **Hanshagen 2/71 OP**, lange Reihe der hydrologischen Jahre 1986-2019

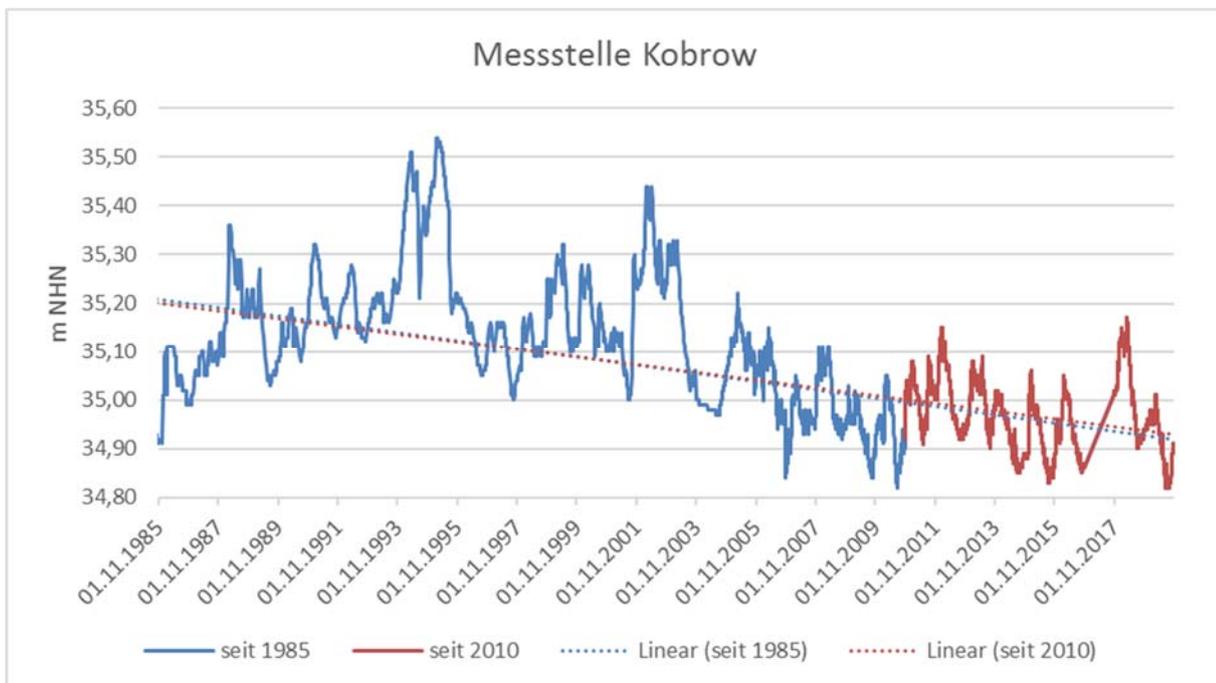


Abbildung 39: Grundwasserstandsganglinie **Kobrow**, lange Reihe der hydrologischen Jahre 1986-2019

Die Abbildungen 40 bis 42 zeigen den Jahresgang 2019 der Messstellen Hanshagen 2/71 OP, Waren-DEA und Kobrow sowie Mittelwert, Minimum und Maximum der jahreszeitlichen Wasserstände der langen Reihen. In dieser Darstellungsform ist zu erkennen, dass der Grundwasserstand im hydrologischen Jahr 2019 (blaue durchgezogene Linie) zu jedem Zeitpunkt das langjährige Mittel (blau gestrichelte Linie) deutlich unterschreitet. Zeitweise wird sogar das langjährige Minimum unterschritten (rote Linie). An der Messstelle Waren-DEA wird am 26. September 2019 mit 63,76 m NHN ein neuer historischer Tiefststand erreicht. Die bisherige Marke lag bei 63,85 m NHN, gemessen im Jahr 2009.

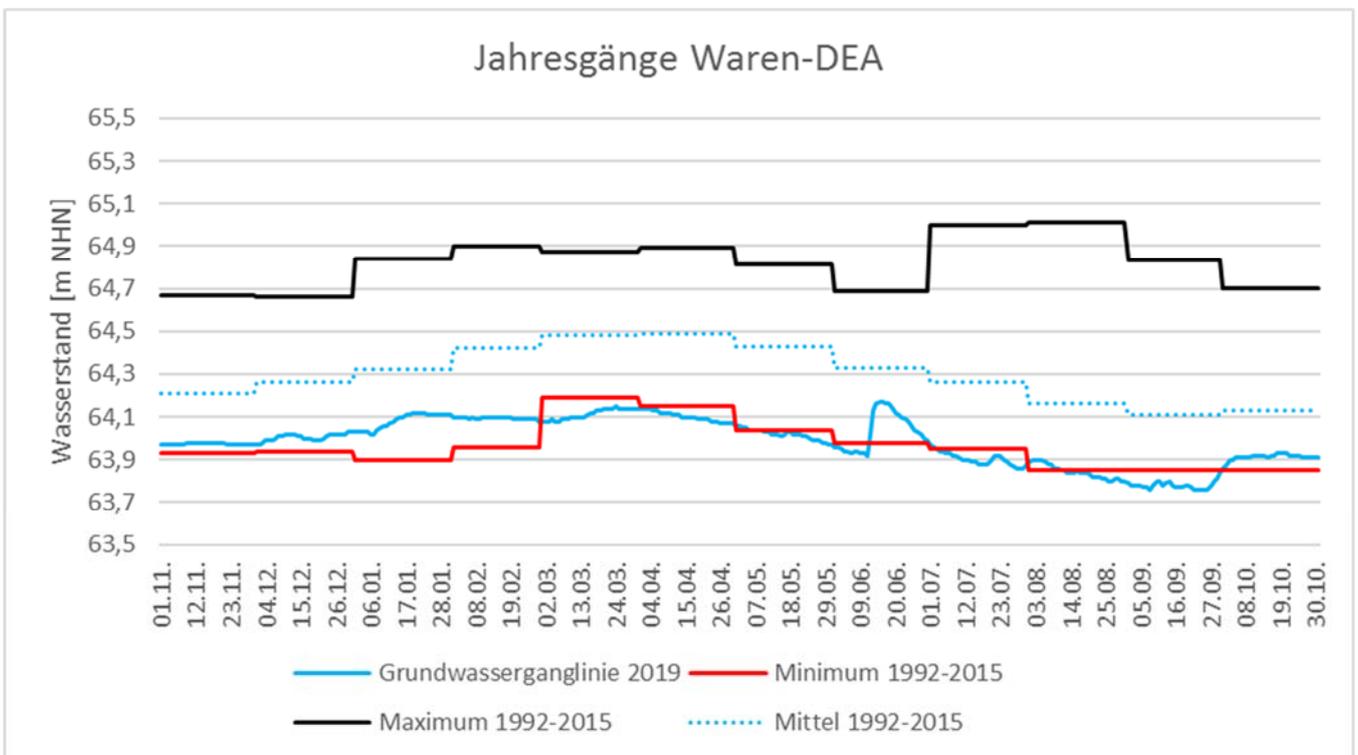


Abbildung 40: statistische Auswertung des Jahresgangs Messstelle **Waren-DEA**

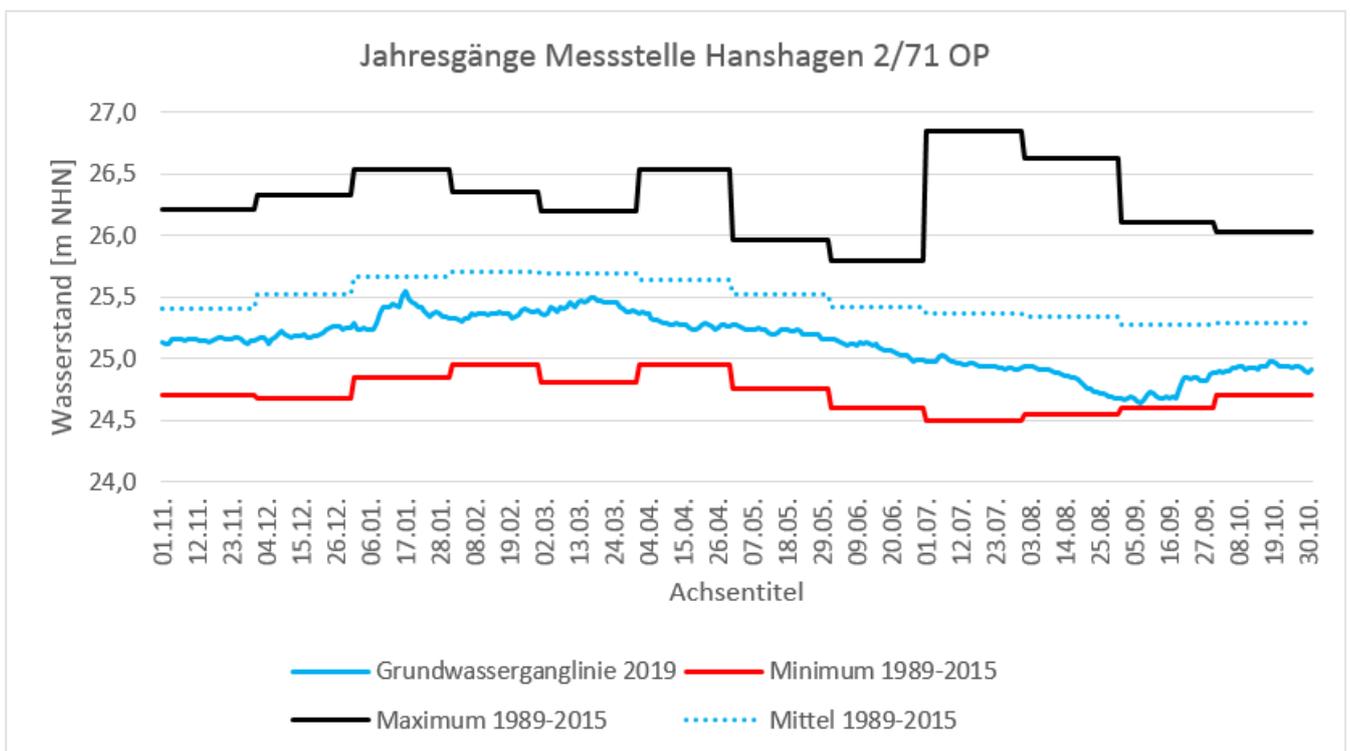


Abbildung 41: statistische Auswertung des Jahresgangs Messstelle **Hanshagen 2/71 OP**

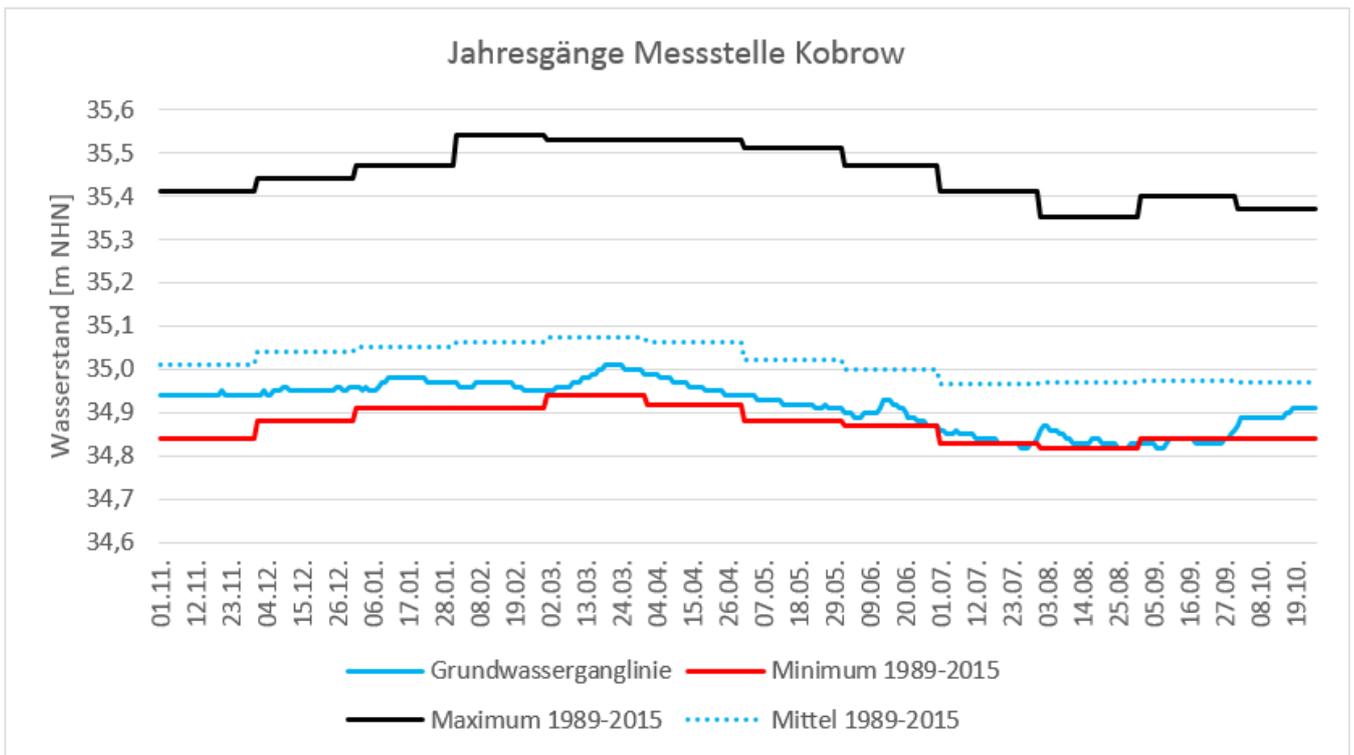


Abbildung 42: statistische Auswertung des Jahresgangs Messstelle **Kobrow**

Die vierte untersuchte Messstelle ist Zahrendorf OP. Sie zeigt im Gegensatz zu den vorangegangenen Messstellen seit Beginn der Messungen einen leicht steigenden Trend des Grundwasserstandes (Abbildung 43). Insbesondere seit 2010 scheint sich dieser Trend sogar zu verstärken.

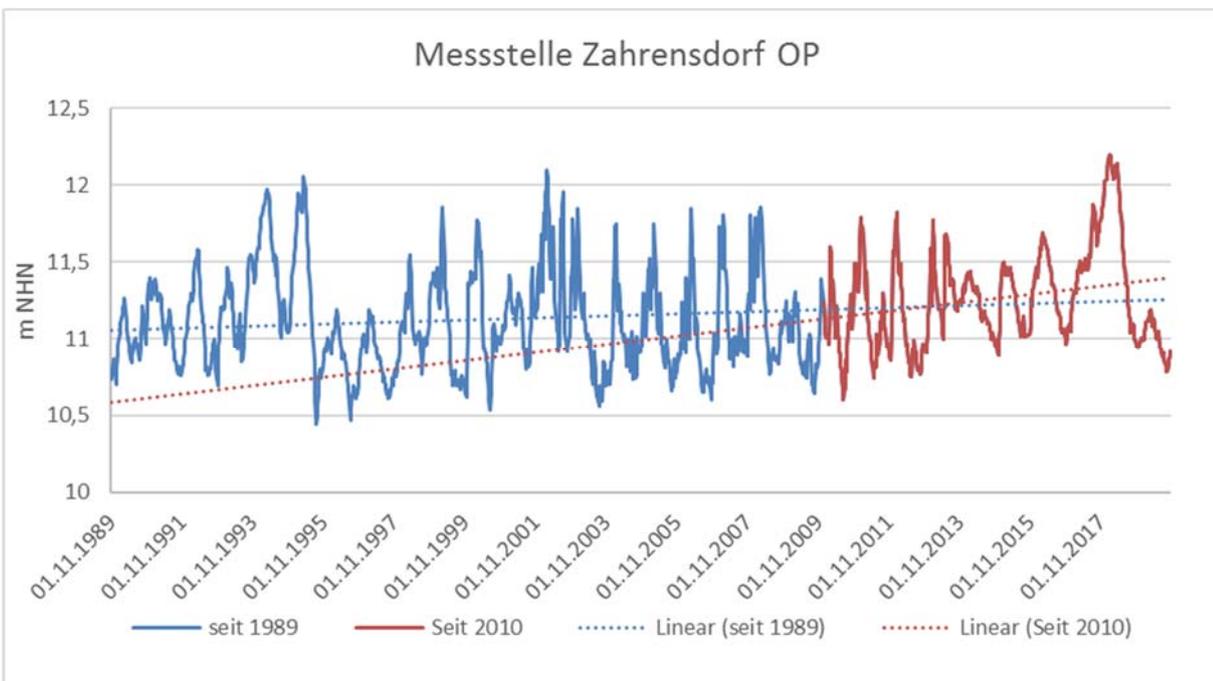


Abbildung 43: Grundwasserganglinie **Zahrendorf OP**, lange Reihe 1989-2019

Der Grundwasserpegel Zahrendorf liegt westlich des Ortes in der Schaaleniederung ca. 50 m vom Fluss entfernt, der hier das Urstromtal der Elbe erreicht. Durch die eher sandig-kiesigen Sedimente ist ein unmittelbarer hydraulischer Kontakt zwischen der Schaale und dem Grundwasser gegeben. Der Vergleich mit dem Wasserstand in der Schaale am Fließgewässerpegel Klein Bengersdorf ca. 5 Flusskilometer stromaufwärts für den gleichen Zeitraum zeigt, dass die jahreszeitlichen Schwankungen sowie Extreme nach oben und unten weitgehend synchron verlaufen. Der leicht zunehmende Trend im Wasserdargebot (Grund- und Oberflächengewässer) geht wahrscheinlich auf die Bestrebungen zurück, die Wasserabgabe aus dem Schaalsee zugunsten der Lebensräume im FFH-Gebiet Schaalsee zu erhöhen, wie es der Managementplan 2011 forderte. Gleichzeitig sollte die Wasserabgabe über das Kraftwerk Farchau in das Einzugsgebiet der Trave vermindert werden.

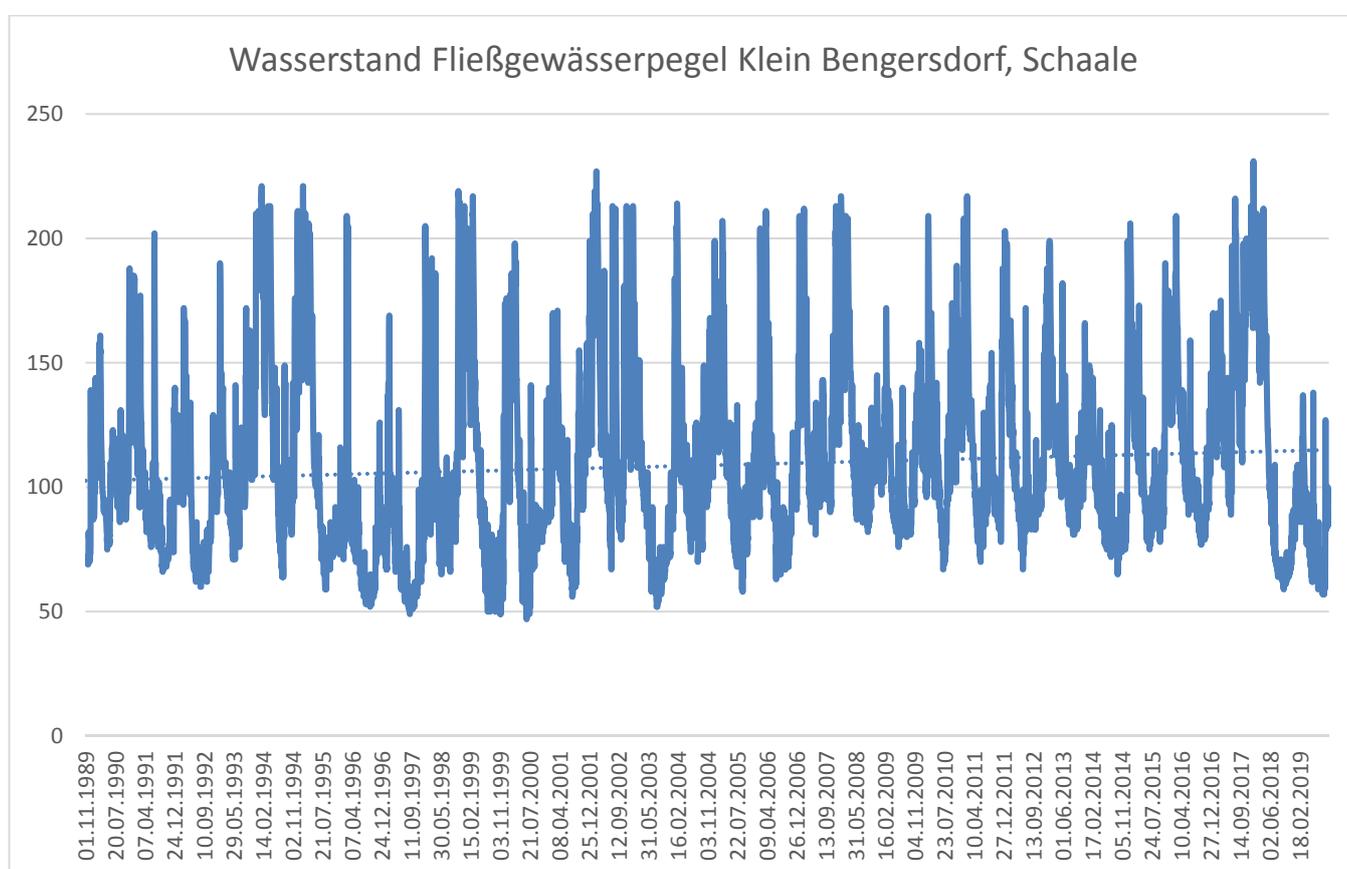


Abbildung 44: Wasserstand am Fließgewässerpegel Klein Bengersdorf, Schaale 1989-2019

Wie an den anderen vorgestellten Messstellen ist der markante Wasserstandsverlauf (Abbildung 44) der letzten drei Jahre auch an den beiden Grund- und Oberflächenwasserpegeln an der Schaale deutlich zu erkennen. Nach einem hohen Peak im Winter 2017/18, der im Grundwasser sogar einen neuen historischen Höchststand erreichte (12,20m NHN; vorher: 12,10m NHN aus 2002) und dem Tiefstand im Frühherbst 2018 folgte nur ein moderater Anstieg im Winter 2018/19. Dies führte dazu, dass die Vegetationsperiode mit einem sehr

geringen Wasservorrat startete und der Grundwasserstand im Sommer 2019 die Tiefstwerte vor 2011 erreichte.

Der Jahresgang 2019 des Grundwasserstandes in Zahrendorf entspricht im Vergleich zu den langjährigen Werten (Abbildung 45) in etwa dem Mittelwert. Die Dynamik der letzten drei Jahre wird von der Tatsache „verdeckt“, dass in den 1990er und 2000er Jahren allgemein niedrigere Wasserstände zu verzeichnen waren.

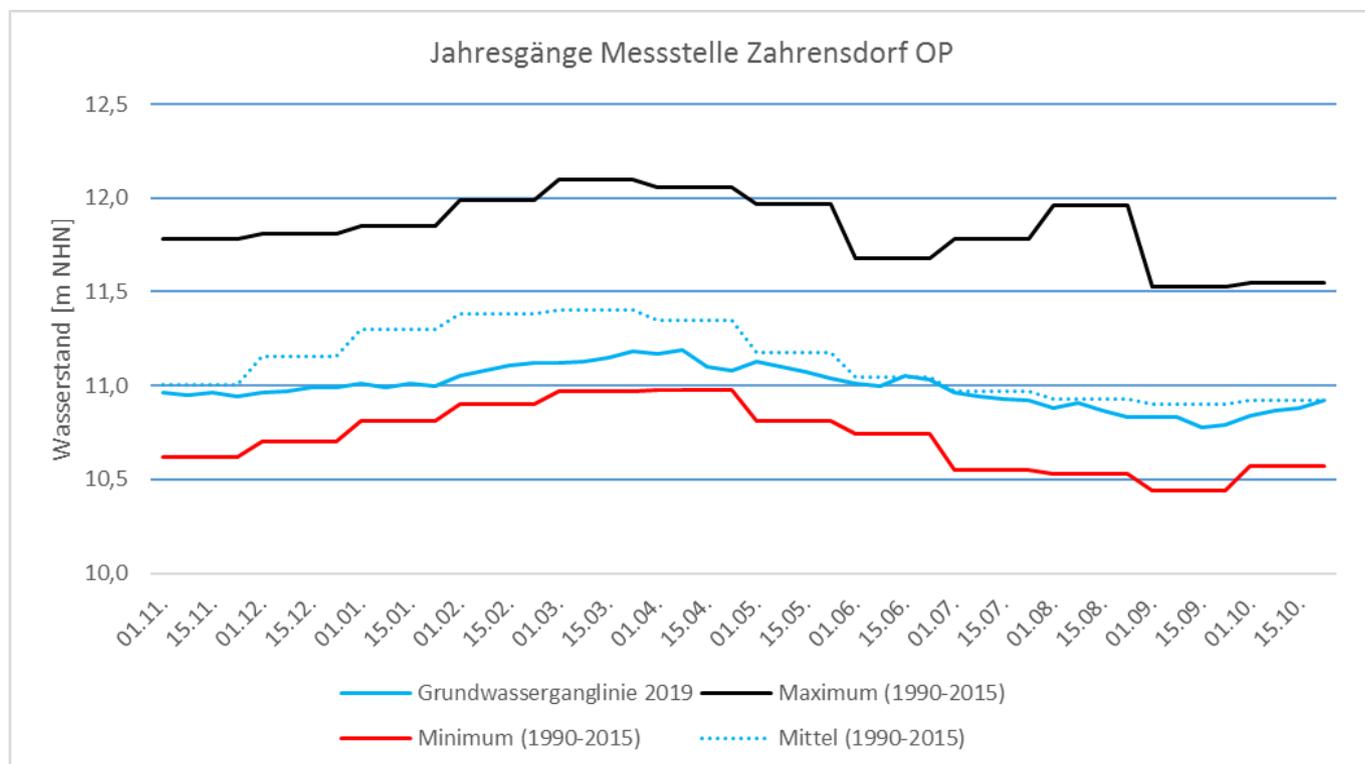


Abbildung 45: statistische Auswertung des Jahresgangs Messstelle **Zahrendorf OP**

Die betrachteten Beispiele verdeutlichen die unmittelbaren Auswirkungen des Niederschlagsdefizites der Jahre 2018 und 2019 auf den oberflächennahen Grundwasserstand. Sie können als repräsentativ für große Teile des Landes Mecklenburg-Vorpommern angenommen werden. Sie legen auch nahe, in zukünftigen Berichten das Dargebot auch in tieferliegenden Grundwasserkörpern zu berücksichtigen.

4. Fazit

Im hydrologischen Jahr 2019 kam es wie im Vorjahr zu Perioden hydrologischer Dürre. Deutlich wärmere Lufttemperaturen und unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen hatten außergewöhnlich trockene Böden und oft weiter sinkende Wasserstände in Grund- und Oberflächengewässern zur Folge. Die wichtigsten Fakten sind:

- Das Jahr 2019 ist mit einem Temperaturunterschied von +2,3 K gegenüber dem Referenzzeitraum (1961-1990) das wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen.
- Im zweiten Jahr in Folge gab es 2019 unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen von 549 mm (Normal: 618 mm für 1981-2010).
- Der Anteil der konvektiven (Stark-) Niederschläge beträgt bis zu einem Drittel der Gesamtsumme, fließt überwiegend oberflächlich ab und nur ein geringer Anteil kann versickern.
- Lange Trockenperioden bei hohen Temperaturen fördern die Verdunstung und führten nahezu flächendeckend zu extremer Bodentrockenheit, die bereits 2018 einsetzte
- Es gab 2019 ebenso wie 2018 kaum Grundwasserneubildung, wie die Aufzeichnungen der Lysimeterstationen zeigen. In Groß-Lüsewitz waren es 2019 nur 4 mm statt 199 mm im langjährigen Mittel.
- Die Wasserspeicher in den Seen weisen niedrige Wasserstände auf. In den Mecklenburger Oberseen lag der Wasserstand am Ende des hydrologischen Jahres 45 cm unterhalb des langjährigen Mittels für diese Zeit. Das unterste Stauziel am Pegel Waren (145 cm) wurde im September 2019 sogar unterschritten.
- Die Fließgewässer wiesen durchweg niedrige Durchflüsse aus, die in den Sommermonaten bei MNQ und darunterlagen. Einige fielen sogar trocken.

Damit haben sich die Befürchtungen aus dem Vorgängerbericht für das hydrologische Jahr 2018 bestätigt. Selbst bei „normalen“ Witterungsbedingungen hätte es nach 2018 einige Jahre gedauert, bis sich der Wasserhaushalt und insbesondere die ober- und unterirdischen Wasserspeicher erholen. Ein erneut zu trockenes und zu warmes Jahr 2019 mit langen Dürreperioden hat die Gesamtsituation im Wasserhaushalts weiter verschärft. Die Prognosen für das Folgejahr zum Ausgleich des Wasserdefizits sind wenig optimistisch.

In Mecklenburg-Vorpommern war in den letzten zwei Jahren zu spüren, wie sich die prognostizierten Klimaveränderungen anfühlen. Neben der Frage, ob der Wasserhaushalt in Mecklenburg-Vorpommern robust genug gegenüber diesen Veränderungen ist, muss sich

der Gewässerkundliche Landesdienst stärker mit der Frage beschäftigen, wie sich mit zunehmendem Klimawandel die regional und jahreszeitlich differenzierte Ausprägung der Wasserhaushaltsgrößen Niederschlag, Abfluss, Verdunstung entwickelt und wie sich das auf die oberirdischen und unterirdischen Wasservorräte auswirkt. Hierzu sollten die Mess- und Beobachtungsdaten verstärkt in Wasserhaushalts- und Niederschlag-Abflussmodelle einfließen.

5. Quellenverzeichnis

- (1) Klehr, Zachow und Miegel, 2020. Universität Rostock. Jahresbericht 2019 „Ermittlung von Daten des Wasserhaushalts an der Lysimeteranlage Groß Lüsewitz“. Professur für Hydrologie und Meteorologie, Satower Straße 48, 18059 Rostock
- (2) Dürremonitor. 2020. Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ. Verfügbar unter: <https://www.ufz.de/index.php?de=37937#ccms-cit-accordion-element-5580092>. Abruf am 05.05.2020
- (3) DWD, 2020. Zeitreihen und Trends. Temperaturanomalie Mecklenburg-Vorpommerns. Verfügbar unter: <https://www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.html?nn=18256>. Abruf am 05.05.2020
- (4) DWD, 2019. Wetter und Klima vor Ort. Mecklenburg-Vorpommern. Messstationen: Arkona, Greifswald, Schwerin, Waren und Warnemünde. Verfügbar unter: https://www.dwd.de/DE/wetter/wetterundklima_vorort/mecklenburg-vorpommern/mvp_node.html. Abruf am 21.11.2019
- (5) DWD-Warnwetter iOS12-App, 2019. Abruf am 28.08.2019
- (6) Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V (LUNG M-V), 2019. Hydrologisches Jahr 2018-Bericht zur hydrometeorologischen und hydrologischen Lage in Mecklenburg-Vorpommern-01.11.2017-31.10.2018. Verfügbar unter: http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/jahresbericht_2018_hymet_lage_final_20190204.pdf. Abruf am 09.11.2020
- (7) Norddeutscher Klimamonitor, 2020. Helmholtz-Zentrum Geesthacht: Zentrum für Material- und Küstenforschung, Verfügbar unter: <https://www.norddeutscher-klimamonitor.de/klima/1986-2015/jahr/durchschnittliche-temperatur/norddeutschland/e-obs-14-0.html>. Abruf am 26.10.2020
- (8) Wetterlexikon des DWD, 2020. Definitionen: Dürre, Klimatische Wasserbilanz, Starkregen. Verfügbar unter: <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=100932&lv3=621778>. Abruf am 09.11.2020.

6. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Monatliche Mittelwerte der Lufttemperatur für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation Arkona im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)	6
Abbildung 2: Monatliche Mittelwerte der Lufttemperatur für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation Greifswald im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)	7
Abbildung 3: Monatliche Mittelwerte der Lufttemperatur für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation Schwerin im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)	7
Abbildung 4: Monatliche Mittelwerte der Lufttemperatur für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation Waren im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)	8
Abbildung 5: Monatliche Mittelwerte der Lufttemperatur für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation Warnemünde im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)	8
Abbildung 6: Verlauf der Jahresmitteltemperaturen in Mecklenburg-Vorpommern von 1881-2019 im Vergleich zum 10-jährigen, geglätteten Mittelwert und Trendbetrachtungen für drei verschiedene Zeiträume (Datenquelle: DWD 2020)	9
Abbildung 7: Anomalie der Lufttemperatur in Mecklenburg-Vorpommern von 1881 bis 2019 im Vergleich zum vieljährigen Mittelwert (1961-1990) und linearen Trend für Zeit von 1881-2019 (Quelle: DWD, 2020, Zeitreihen und Trends).....	10
Abbildung 8: Monatssummen der Sonnenscheindauer für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation Arkona im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)	12
Abbildung 9: Monatssummen der Sonnenscheindauer für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation Greifswald im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)	12
Abbildung 10: Monatssummen der Sonnenscheindauer für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation Schwerin im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)	13
Abbildung 11: Monatssummen der Sonnenscheindauer für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation Waren im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)	13

Abbildung 12: Monatssummen der Sonnenscheindauer für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation Warnemünde im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)	14
Abbildung 13: Räumliche Niederschlagsverteilung in Mecklenburg-Vorpommern im hydrologischen Jahr 2019 in jahreszeitlicher Auflösung (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort, Produkt modifiziert durch LUNG Mecklenburg-Vorpommern 2020)	16
Abbildung 14: Monatssummen des Niederschlags für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation Arkona im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)	17
Abbildung 15: Monatssummen des Niederschlags für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation Greifswald im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)	18
Abbildung 16: Monatssummen des Niederschlags für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation Schwerin im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)	18
Abbildung 17: Monatssummen des Niederschlags für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation Waren im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)	18
Abbildung 18: Monatssummen des Niederschlags für das hydrologische Jahr 2019 an der DWD-Messstation Warnemünde im Vergleich zu Maximum, Mittel und Minimum der langen Reihe (Quelle: DWD, 2019, Wetter und Klima vor Ort)	19
Abbildung 19: Monatssummen der Klimatischen Wasserbilanz für die hydrologischen Jahre 2017-2019 anhand von Daten der Lysimeterstation Groß Lüsewitz (Datenquelle: Universität Rostock, 2020)	20
Abbildung 20: Verlauf des Starkregenereignisses vom 28.08.2019 (Datenquelle: DWD-Warnwetter iOS12-App, 2019)	22
Abbildung 21: Links der Pegel Brandmühlengraben B109 (Quelle: StALU VP) und der Pegel Brücke B192 an der Bresenitz (Quelle: LUNG-Naturpark: Sternberger Seenland, 2019).....	23
Abbildung 22: Durchfluss Q am Pegel Anklam/Peene für das hydrologische Jahr 2019 im Verhältnis zu jährlichen (z.B. MQ) und monatlichen (z.B. NQ(m)) Hauptwerten der Teilperiode von 2006-2015	24
Abbildung 23: Durchfluss Q am Pegel Pasewalk Bollwerk/Uecker für das hydrologische Jahr 2019 im Verhältnis zu jährlichen und monatlichen Hauptwerten (z.B. NQ(m)) der Teilperiode von 2006-2015	25
Abbildung 24: Durchfluss Q am Pegel Redebas/Barthe für das hydrologische Jahr 2019 im Verhältnis zu jährlichen und monatlichen Hauptwerten der Teilperiode von 2006-2015.....	25

Abbildung 25: Durchfluss Q am Pegel Bützow Gesamt/Warnow für das hydrologische Jahr 2019 im Verhältnis zu jährlichen und monatlichen Hauptwerten (z.B. NQ(m)) der Teilperiode von 2006-2015	26
Abbildung 26: Durchfluss Q am Pegel Wolken/Nebel für das hydrologische Jahr 2019 im Verhältnis zu jährlichen und monatlichen Hauptwerten (z.B. NQ(m)) der Teilperiode von 2006-2015.....	27
Abbildung 27: Durchfluss Q am Pegel Klempenow Straßenbrücke/Tollense für das hydrologische Jahr 2019 im Verhältnis zu jährlichen und monatlichen Hauptwerten (z.B. NQ(m)) der Teilperiode von 2006-2015	28
Abbildung 28: Durchfluss Q am Pegel Garlitz/Sude für das hydrologische Jahr 2019 im Verhältnis zu jährlichen und monatlichen Hauptwerten (z.B. NQ(m)) der Teilperiode von 2006-2015.....	29
Abbildung 29: Wasserstand W am Pegel Dömitz/Elbe für das hydrologische Jahr 2019 im Verhältnis zu jährlichen Hauptwerten der Teilperiode von 2006-2015 und einem NNW vom 30.08.2018 (Datenquelle: WSA Magdeburg)	30
Abbildung 30: Niedrigwassersituationen in Standgewässern: A: Putzarer See (Quelle: StALU Vorpommern); B: Mützelburger See (Quelle: StALU Vorpommern); C: Seenverbindung zwischen Nebel und Im Langen Ort am 10.06.2019 im W=170 cm und D: Seenverbindung zwischen Nebel und Im Langen Ort am 25.09.2019 im W=142 cm (C, D – Quelle: StALU Mecklenburgische Seenplatte).....	31
Abbildung 31: Monatsmittel der Speicherinhalte der Mecklenburger Oberseen (MOS), des Schweriner Sees und des Tollensesees (Datenquelle W-Daten MOS und Schweriner See: WSA Lauenburg)	32
Abbildung 32: Wasserstandsverlauf der drei hydrologischen Jahre 2017, 2018, 2019 und aktuell am Leitpegel Waren/Müritz für die Mecklenburger Oberseen im Verhältnis zu den Bewirtschaftungskennwerten, sowie den monatlichen Hauptwerten Hochwasserwasserstand (HW), Mittelwasserstand (MW) und Niedrigwasserstand (NW) für die Bezugsperiode von 2000-2010 (Datenquelle: WSA Lauenburg).....	33
Abbildung 33: Wasserstandsverlauf der drei hydrologischen Jahre 2017, 2018, 2019 und aktuell am Pegel Schwerin/Werderbrücke für den Schweriner See im Verhältnis zu den Bewirtschaftungskennwerten, sowie den monatlichen Hauptwerten Hochwasserwasserstand (HW), Mittelwasserstand (MW) und Niedrigwasserstand (NW) für die Bezugsperiode von 1951-2019 (Datenquelle: WSA Lauenburg).....	34
Abbildung 34: Wasserstandsverlauf der drei hydrologischen Jahre 2017, 2018, 2019 und aktuell am Pegel Neubrandenburg SW für den Tollensee im Verhältnis zu den Bewirtschaftungskennwerten, sowie den monatlichen Hauptwerten	

Hochwasserwasserstand (HW), Mittelwasserstand (MW) und Niedrigwasserstand (NW) für die Bezugsperiode von 1967-2019	35
Abbildung 35: Feuchteindex (SMI) des Bodens bis 1,8 m Tiefe in M-V von Mai 2018 bis Oktober 2019 (modifiziert von LUNG Mecklenburg-Vorpommern nach Dürremonitor 2020; Link zur Erläuterung der Dürreklassen unter Menüpunkt „Was bedeutet Dürre“: https://www.ufz.de/index.php?de=37937#ccms-cit-accordion-element-5580092)	37
Abbildung 36: Durchsickerung am Lysimeter Kittendorf im Mittel aus 7 Monolithen von Januar 2018 bis Februar 2020 im Vergleich mit langjährigen Werten 1977-2020.....	39
Abbildung 37: Grundwasserstandsganglinie Waren-DEA , lange Reihe der hydrologischen Jahre 1993-2019.....	41
Abbildung 38: Grundwasserstandsganglinie Hanshagen 2/71 OP , lange Reihe der hydrologischen Jahre 1986-2019.....	41
Abbildung 39: Grundwasserstandsganglinie Kobrow , lange Reihe der hydrologischen Jahre 1986-2019.....	42
Abbildung 40: statistische Auswertung des Jahresgangs Messstelle Waren-DEA	43
Abbildung 41: statistische Auswertung des Jahresgangs Messstelle Hanshagen 2/71 OP	43
Abbildung 42: statistische Auswertung des Jahresgangs Messstelle Kobrow	44
Abbildung 43: Grundwasserganglinie Zahrensdorf OP , lange Reihe 1989-2019	44
Abbildung 44: Wasserstand am Fließgewässerpegel Klein Bengersdorf, Schaale 1989-2019.....	45
Abbildung 45: statistische Auswertung des Jahresgangs Messstelle Zahrensdorf OP	46

7. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Monatsmitteltemperaturen für das hydrologische Jahr 2019 in Mecklenburg-Vorpommern ; rot zeigt Überschreitungen und blau Unterschreitungen der langjährigen Reihen (Datenquelle: DWD 2019).....	6
Tabelle 2: Monatssumme der Sonnenscheindauer für das hydrologische Jahr 2019 für Mecklenburg-Vorpommern ; rot zeigt Überschreitungen und blau Unterschreitungen der langjährigen Reihen (Datenquelle: DWD 2019)	11
Tabelle 3: Monatssumme des Niederschlags für das hydrologische Jahr 2019 für Mecklenburg-Vorpommern ; rot zeigt Überschreitungen und blau Unterschreitungen der langjährigen Reihen (Datenquelle: DWD 2019)	15
Tabelle 4: Messwerte des hydrologischen Jahres 2019 im Vergleich zum langjährigen Mittel an der Lysimeterstation Groß Lüsewitz (Quelle: Klehr, Zachow und Miegel, 2020).....	38

8. Abkürzungsverzeichnis

DWD	Deutscher Wetterdienst
°C	Grad Celsius
K	Kelvin
Jan–Dez	Kalendermonate des Jahres
i. V. z.	Im Verhältnis zu
Tab.	Tabelle
Abb.	Abbildung
h	Stunden
%	Prozent
mm	Millimeter
cm	Zentimeter
m	Meter
LUNG Mecklenburg-Vorpommern	Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern
KWB	Klimatische Wasserbilanz
mittl.	mittlere
MPA	Druck in Megapascal
ha	Hektar
mm/a	Millimeter pro Jahr
Q	Durchfluss
HHQ	Höchster je an einem Pegel gemessener Hochwasserdurchfluss
HQ	Jahres-Hochwasserdurchfluss einer Periode
MHQ	Mittlerer Jahres-Hochwasserdurchfluss einer Periode
MQ	Jahres-Mittelwasserdurchfluss einer Periode
MNQ	Mittlerer Jahres-Niedrigwasserdurchfluss einer Periode
NQ	Jahres-Niedrigwasserdurchfluss einer Periode
NNQ	Niedrigster je an einem Pegel gemessener Niedrigwasserdurchfluss
NNW-HHW	Gewässerkundliche Hauptzahlen analog für den Wasserstand
MQ(m), MW(m)	Monatliche Hauptzahlen für W und Q analog zu denen der Jahre
HSW	Höchster schiffbarer Wasserstand
WSA	Wasser- und Schifffahrtsamt
StALU	Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt
MOS	Mecklenburger Oberseen
OP	Oberpegel
UP	Unterpegel
NHN	Normalhöhe Null nach amtlichem Höhenmessnetz