



Rheinland-Pfalz

LANDESAMT FÜR UMWELT

DER SOMMER 2018 IN RHEINLAND-PFALZ

Ein wasserwirtschaftlicher Bericht



DER SOMMER 2018 IN RHEINLAND-PFALZ

EIN WASSERWIRTSCHAFTLICHER BERICHT

Mainz, März 2019

IMPRESSUM

Herausgeber: Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz (LfU)
Kaiser-Friedrich-Str. 7 • 55116 Mainz

Bearbeiter: Catherine Antoni
Dr. Christoph Deller
Dr. Thomas Ehlscheid
Dr. Michael Engel
Dr. Jochen Fischer
Dr. Wolfgang Frey
Nicole Gerlach
Yvonne Henrichs
Christian Iber
Jochen Kampf
Martin Schykowski
Ludwig Simon

Titelbild: Dr. Jochen Fischer

Fotos: Dr. J. Fischer, Dr. W. Frey, S. Gamez-Ergueta, C. Iber, Dr. K. Wendling, J. Werner

Layout: Tatjana Schollmayer

© März 2019

Nachdruck und Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Der Witterungsverlauf im hydrologischen Jahr 2018	7
3	Abflüsse	15
3.1	Landesgewässer	15
3.2	Bundeswasserstraßen	26
4	Grundwasser und Trinkwasserversorgung	29
4.1	Grundwasserstände und Quellschüttungen	29
4.2	Auswirkungen auf die Trinkwasserversorgung	31
5	Auswirkungen auf die Beschaffenheit der Fließgewässer	35
5.1	Temperaturregime und Stoffhaushalt der Flüsse	35
5.2	Entwicklung des Phytoplanktons in Mosel und Saar	46
6	Auswirkungen auf die Beschaffenheit der Stehgewässer	51
7	Auswirkungen auf die Tier- und Pflanzenwelt	54
8	Auswirkungen auf die Badegewässer	57
9	Klimawandel	59
9.1	Niederschlag und Lufttemperatur in der Zukunft	59
9.2	Zukünftige Niedrigwasserabflüsse und Dauer von Niedrigwasserphasen	60
9.3	Stresstest	60

1 EINLEITUNG

An den rheinland-pfälzischen Abschnitten der Flüsse Rhein, Mosel, Saar und Lahn wie auch an den Landesgewässern fielen die Wasserstände im Spätsommer und Herbst 2018 durch die extreme Trockenheit auf Rekordtiefe. Damit verbunden waren einige Auswirkungen auf Technik und Natur, die im vorliegenden Bericht näher beleuchtet werden.

Die extrem niedrigen Wasserstände an den Bundeswasserstraßen führten zu einer starken Behinderung des Schiffsverkehrs. Schiffe konnten nur noch mit vermindertem Tiefgang fahren. Infolgedessen stiegen beispielsweise die Heizölpreise in Süddeutschland Anfang November auf Rekordhöhe.

Eine hohe Sonneneinstrahlung und hohe Temperaturen hatten eine stärkere Blüte von potentiell toxinbildenden Cyanobakterien in der Mosel wie auch in den Badegewässern als in den Vorjahren zur Folge. Vereinzelt mussten Badeverbote ausgesprochen werden.

Der Sauerstoffgehalt in den großen staugeregelten Gewässern Mosel und Saar war 2018 im Vergleich zu den Vorjahren eher höher oder auf gleichem Niveau. Die mechanische Sauerstoffanreicherung durch Wehrabsenkungen blieben im üblichen Rahmen.

Die besondere Trockenheit und Hitze führte zu einem deutlich erhöhten Wasserverbrauch. Der hohe Verbrauch in Verbindung mit einem deutlichen Rückgang der Quellschüttungen in den Mittelgebirgen führte bereichsweise zu Förderengpässen, die durch Zukauf von Trinkwasser von benachbarten Versorgern kompensiert werden mussten.

Der heiße und trockene Sommer hatte also direkte Auswirkungen auf die Natur und die Lebensqualität der Menschen. Man muss aber auch mit Auswirkungen rechnen, die erst im Folgejahr zu erkennen sind. Die Fauna hatte durch Hitze und Niedrigwasser schlechte Bedingungen zur Fortpflanzung und es bleibt abzuwarten, ob die Bestände sich im Jahr 2019 erholen.

Im vorliegenden Bericht werden die Beobachtungen und Erkenntnisse in den einzelnen wasserwirtschaftlichen Themenfeldern dargestellt und bewertet. Auch werden die zur Zeit gültigen Klimaprojektionen für die Zukunft erläutert, d. h., es wird versucht, der Frage nachzugehen, ob der „Extremsummer“ 2018 zukünftig Normalität werden kann.



Nahemündung bei Bingen am 21.10.2018

2 DER WITTERUNGSVERLAUF IM HYDROLOGISCHEN JAHR 2018

Der Witterungsverlauf in Rheinland-Pfalz im hydrologischen Jahr 2018 ist in den Abbildungen 2.1 bis 2.4 dargestellt. Zusätzlich finden sich dort auch die mittleren Niederschlags- und Lufttemperaturwerte des Monats November 2018, da auch in diesem Monat die Niedrigwasserphase in Rheinland-Pfalz weiter anhält.

Die Abbildung 2.1 zeigt die für die gesamte Landesfläche Rheinland-Pfalz hergeleiteten mittleren Lufttemperaturen der Monate November 2017 bis November 2018 und die langjährigen Monatsmittel (Bezugszeitraum 1981–2010). Die Abweichungen dieser Monatswerte zu den langjährigen Mitteln können der Abbildung 2.2 entnommen werden.

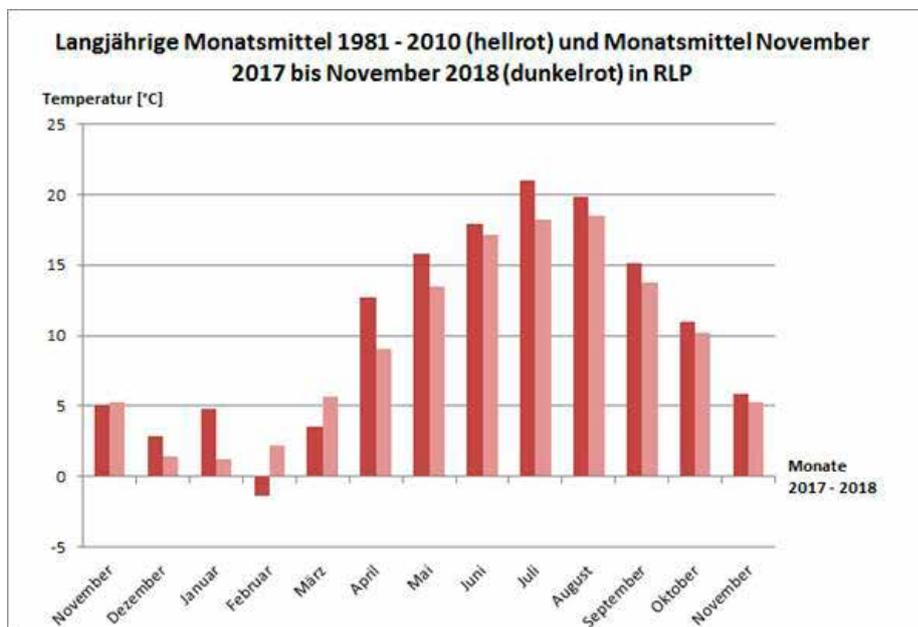


Abb. 2.1: Langjährige Monatsmittel 1981–2010 und Monatsmittel November 2017 bis November 2018 der Lufttemperatur in Rheinland-Pfalz (Datenbasis DWD)

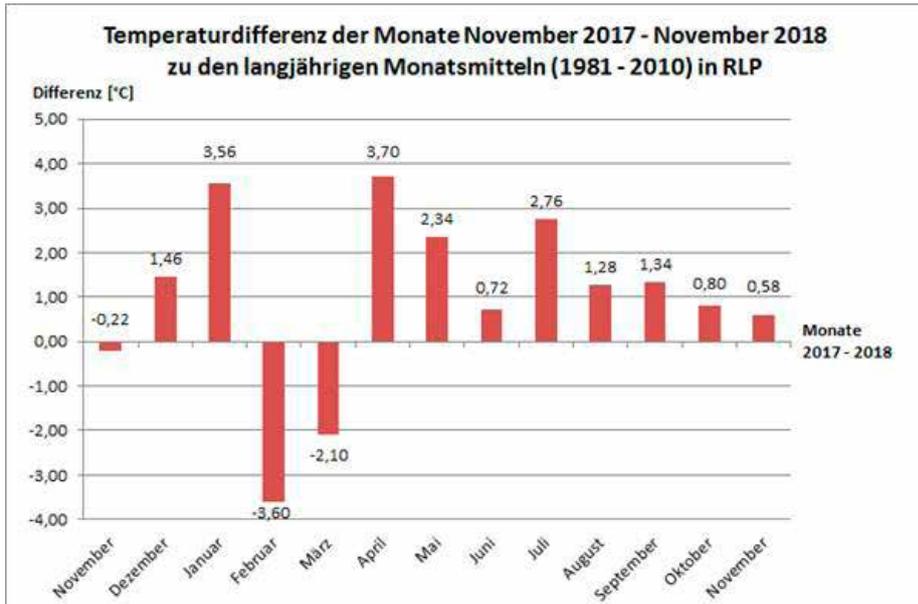


Abb. 2.2: Absolute Abweichung der monatlichen Lufttemperaturen November 2017 bis November 2018 zum langjährigen Mittel 1981 bis 2010 in Rheinland-Pfalz (Datenbasis DWD)

Die Abbildungen 2.3 und 2.4 geben Aufschluss über das Niederschlagsgeschehen in den Monaten November 2017 bis November 2018. Zum einen sind die in Rheinland-Pfalz gefallenen mittleren monatlichen Niederschlagssummen den langjährigen Monatsmitteln des Bezugszeitraums 1981 bis 2010 gegenübergestellt. Zum anderen werden die prozentualen Anteile dieser Niederschlagsmonatssummen zum langjährigen Mittel dargestellt.

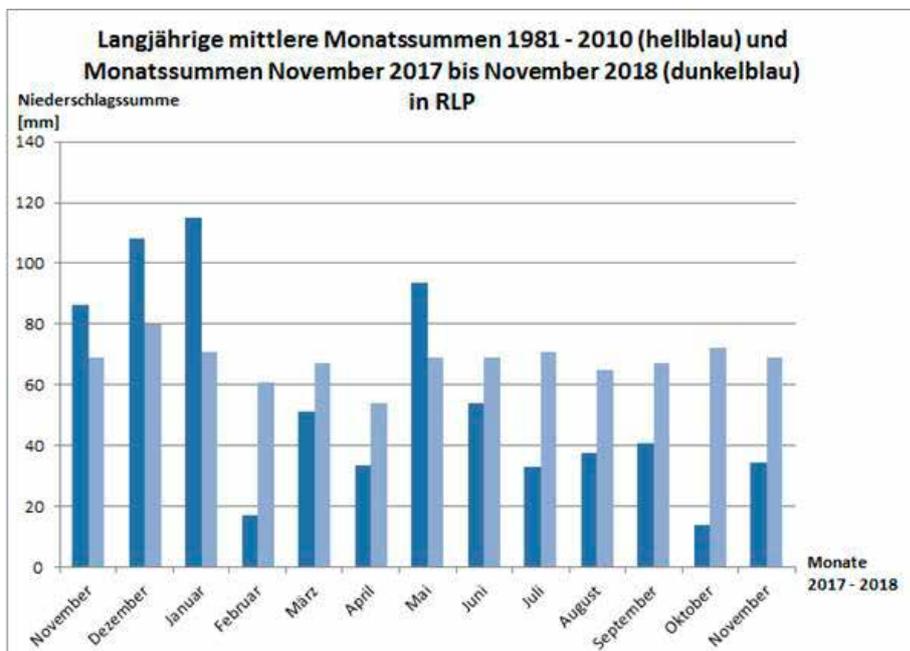


Abb. 2.3: Langjährige mittlere Monatssummen 1981–2010 und mittlere Monatssummen November 2017 bis November 2018 des Niederschlags in Rheinland-Pfalz (Datenbasis DWD)

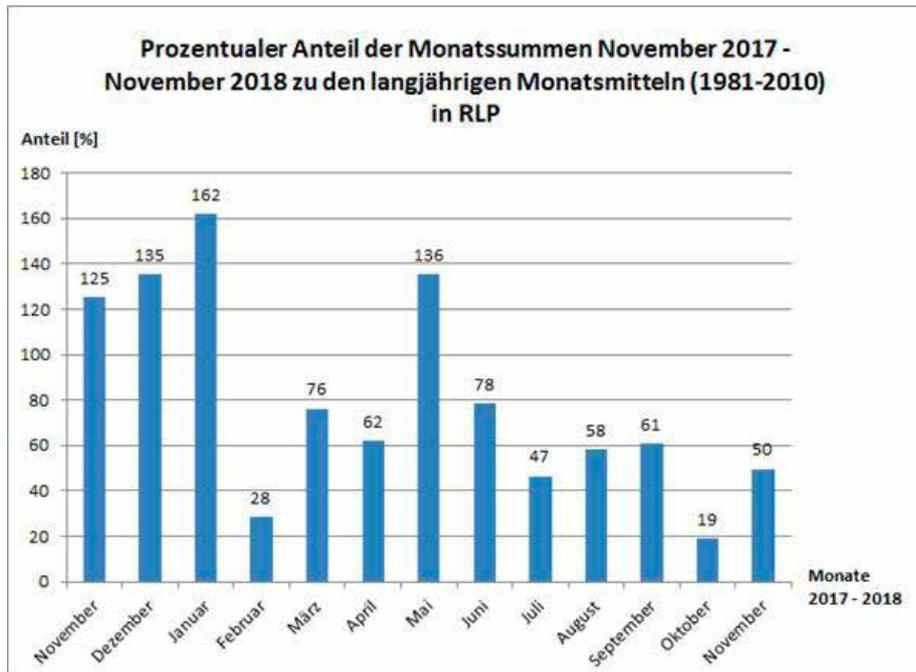


Abb. 2.4: Prozentualer Anteil der mittleren Niederschlagsmonatssummen November 2017 bis November 2018 zum langjährigen Mittel 1981 bis 2010 in Rheinland-Pfalz (Datenbasis DWD)

Die Monate November, Dezember und Januar des hydrologischen Winterhalbjahres 2018 waren bestimmt von wechselhafter Witterung. Tiefdruckgebiete mit westlicher Strömung sorgten immer wieder für reichlich Niederschlag und wenig Sonnenschein. Wie aus den Abbildungen 2.1 bis 2.4 hervorgeht, lagen im Dezember und Januar die monatlichen Lufttemperaturwerte deutlich über den langjährigen Mitteln, im Januar wich die Lufttemperatur sogar um mehr als 3,5 °C nach oben hin ab. Die Niederschlagssummen in Rheinland-Pfalz übertrafen in den Monaten November, Dezember und Januar deutlich die vieljährigen Mittelwerte, im Januar sind mehr als 160 % des langjährigen Mittels gefallen. Die Folge waren Hochwasser am Rhein und seinen Nebenflüssen. Die sehr milde und nasse Phase wurde durch wetterbestimmende Hochdruckgebiete über Nord- und Osteuropa beendet. Im Februar herrschte überwiegend eine trockene, sonnenscheinreiche und kalte Witterung vor. Diese Phase hielt auch im März überwiegend an. Im April sorgte kräftiger Hochdruckeinfluss für warmes und trockenes Wetter, nach Auswertung des Deutschen Wetterdienstes (DWD) handelte es sich um den wärmsten April seit Aufzeichnungsbeginn im Jahre 1881 in Deutschland (Quelle: DWD 2018^{1, 2, 5}). Dieser Witterungsverlauf bestätigt sich deutlich in den entsprechenden Abbildungen. Im Februar und März lagen die Lufttemperaturen in Rheinland-Pfalz weit unter dem Durchschnitt, im April hingegen wurde die mittlere Lufttemperatur um 3,7 °C deutlich überschritten. Im Februar fiel im Mittel kaum Niederschlag, der prozentuale Anteil zum langjährigen Mittel lag gerade mal bei 28 %. Auch in den Monaten März und April blieben die Niederschlagssummen weit hinter den Mittelwerten zurück (vgl. Abbildungen 2.1 bis 2.4).

Im Mai und Juni 2018 lag Rheinland-Pfalz mit der Zufuhr subtropischer Luft häufig im Gewitter- und Starkregeneinfluss. Vor allem ab Mitte Mai bis Mitte Juni zeichnete sich der Witterungsverlauf durch das wiederholte Auftreten von zu Starkniederschlag neigenden Wetterlagen aus (nähere Erläuterungen zur Starkregenphase im Mai und Juni 2018 finden sich am Ende dieses Abschnitts).

Vorherrschende Hochdruckgebiete sorgten dann ab Mitte Juni für einen außergewöhnlich warmen, niederschlagsarmen und sonnigen Sommer. Diese warme, trockene und sonnenscheinreiche Witterung setzte sich darüber hinaus bis weit in den Herbst hinein fort (Quelle: DWD 2018^{2,3,4,5}). In den Monaten Mai bis November lagen die Lufttemperaturwerte durchweg über dem Mittel, in den Monaten Mai und Juli mit ca. 2,3 °C und 2,8 °C am deutlichsten. Im Schnitt fiel in Rheinland-Pfalz im Mai überdurchschnittlich viel Niederschlag. Dazu geführt haben die wiederholt auftretenden Starkregenereignisse v.a. im Hunsrück und in der Westeifel, die teilweise auch relativ großflächig auftraten. Räumlich betrachtet ergab sich daraus ein differenzierteres Bild, wie am Ende des Abschnitts noch gezeigt wird. In den weiteren Monaten Juni bis November 2018 ergab sich ein deutliches Niederschlagsdefizit, die monatlichen Niederschlagssummen blieben weit hinter den langjährigen Mittelwerten zurück. Im Oktober trat die geringste Niederschlagsmenge auf, der prozentuale Anteil lag bei lediglich 19% des langjährigen Monatsmittels (vgl. Abbildungen 2.1 bis 2.4).

Aufschluss über die räumliche Verteilung des Niederschlags in den hydrologischen Halbjahren 2018 gibt Abbildung 2.5. Dargestellt sind die prozentualen Anteile der im hydrologischen Winter- und Sommerhalbjahr 2018 aufgetretenen Niederschlagssummen zum langjährigen Mittel (links: Winterhalbjahr 2018; rechts: Sommerhalbjahr 2018).

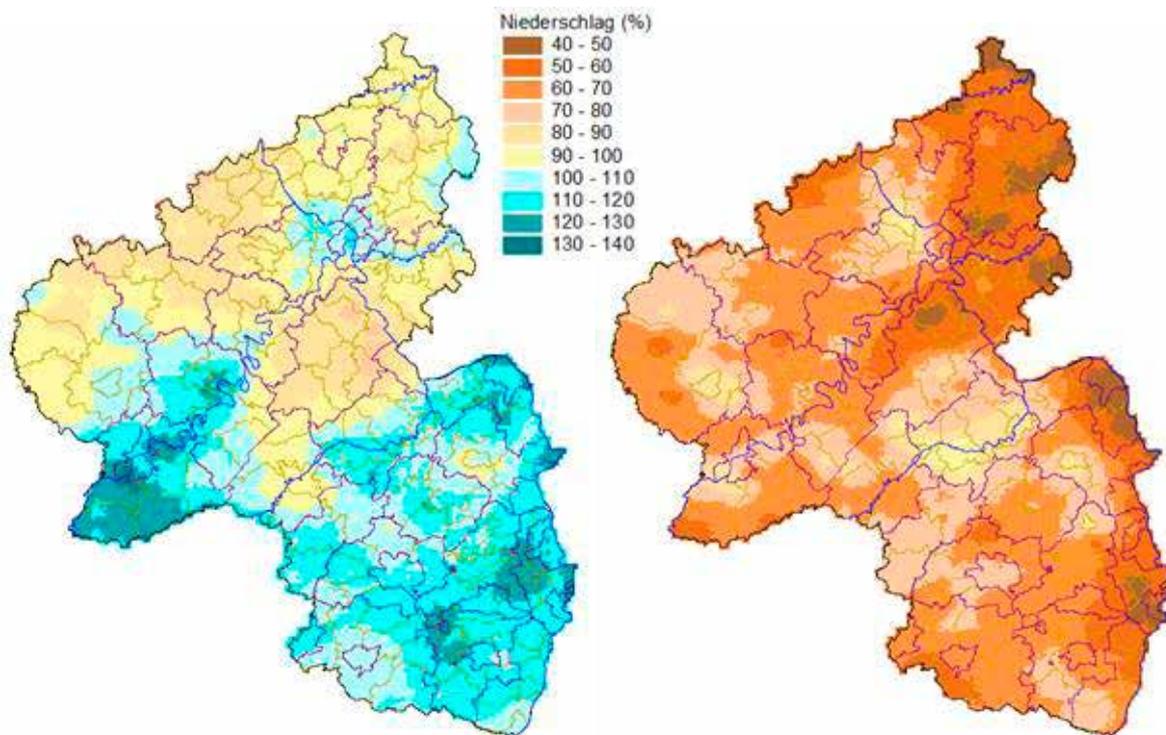


Abb. 2.5: Prozentualer Anteil der Niederschlagssummen zum langjährigen Mittel des Bezugszeitraums 1981–2010 (Datenbasis: REGNIE DWD) (links: Winterhalbjahr 2018; rechts: Sommerhalbjahr 2018)

Im hydrologischen Winterhalbjahr 2018 fielen räumlich verteilt zwischen 76 % und 138 % des mittleren Niederschlags. Auffällig ist eine Zweiteilung des Landes. Etwa nördlich der Nahe mit Ausnahme von Teilregionen im Westen und entlang der Mosel kamen eher ausgeglichene bis etwas unterdurchschnittliche Niederschlagssummen zusammen. Südlich der Nahe traten im Betrachtungszeitraum eher überdurchschnittlich hohe Niederschlagssummen auf. In der Pfalz, Vorderpfalz und entlang des

Oberrhens wurden bis zu 30 % mehr Niederschlag als im Mittel verzeichnet. Im Landkreis Trier-Saargurg wurden bis zu 138 % des Mittels erreicht. Der Niederschlagsüberschuss ist auf die nassen Monate November, Dezember und Januar zurückzuführen.

Die Darstellung des hydrologischen Sommerhalbjahres 2018 zeigt ein deutlich anderes Bild. In diesem Zeitraum lag der Niederschlagsanteil bei 41 % bis 100 % zum langjährigen Mittel, in weiten Teilen des Landes fielen weniger als 70% des mittleren Niederschlags. Besonders trocken war es in den östlichen Landesteilen. Im Westerwald, im Taunus, im nordöstlichen Hunsrück und entlang des Oberrhens wurden stellenweise nicht einmal 50 % des mittleren Niederschlags erreicht. Geringere Abweichungen zwischen 0 und 20% nach unten traten in Teilen der Westeifel und des Hunsrück, an der Nahe und in Regionen um Alzey, Grünstadt und nordwestlich von Koblenz auf. Diese geringeren Abweichungen können teilweise auf die konvektiven Ereignisse während der Starkregenphase im Mai und Juni 2018 zurückgeführt werden.

Der standardisierte Niederschlagsindex SPI (Standardized Precipitation Index) ist einer der gebräuchlichsten klimatologischen Niederschlagsindizes zur Identifikation von Niederschlagsüberschüssen und -defiziten (Dürren). Als Dürre wird hier die Andauer einer negativen SPI-Periode bezeichnet, in welcher der SPI den Wert -1 erreicht bzw. unterschreitet. Vom Deutschen Wetterdienst (DWD) wurde für einen Großteil der Landesfläche Rheinland-Pfalz ein SPI zwischen -1.5 und -2.0 im hydrologischen Sommerhalbjahr ausgegeben, was einer schweren Dürre entspricht. Betrachtet man den halbjährigen Zeitraum von Juni bis November 2018, kann Rheinland-Pfalz der Kategorie „extreme Dürre“ (SPI \leq -2.0) zugeordnet werden (vgl. Abbildung 2.6) (Quelle: DWD 2018⁶).

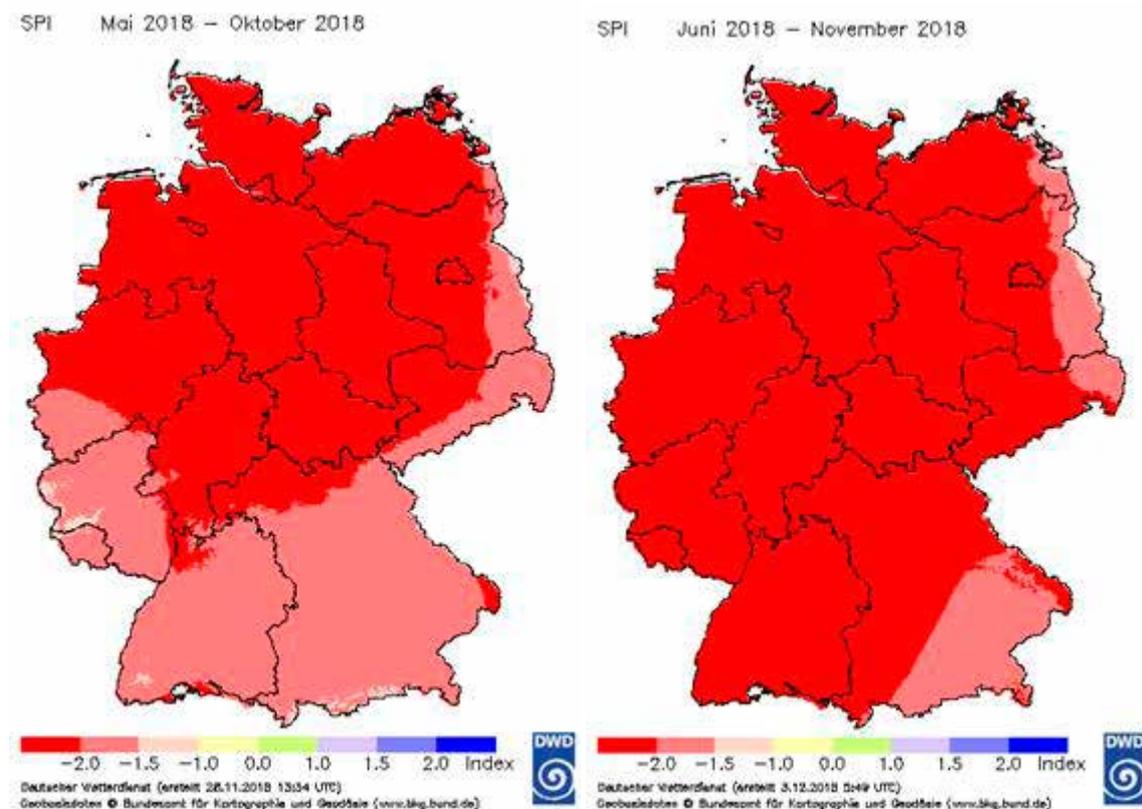


Abb. 2.6: Deutschlandweite SPI-Darstellung für die Trockenheit im hydrologischen Sommerhalbjahr Mai bis Oktober 2018 (links) und von Juni bis November 2018 (rechts) (Datenbasis: DWD)

Im Folgenden wird das Witterungsgeschehen von Mitte Mai bis Mitte Juni 2018 noch einmal aufgegriffen. Dieser Zeitraum war durch Gewitter- und Starkregenereignisse geprägt. Allein im Mai beherrschten die zu Starkregen neigenden Wetterlagen das Wettergeschehen an 10 Tagen, vom 22. Mai bis 27. Mai an sechs Tagen in Folge. Betroffen waren insbesondere der Hunsrück und die Westeifel. Dabei wurden sowohl für kurze Betrachtungszeiträume von einer oder zwei Stunden, als auch bei längeren Intervallen lokal Wiederkehrzeiten von 100 Jahren deutlich überschritten.

Die Niederschlagssumme für Mitte Mai bis Mitte Juni lag in Westeifel, Vulkaneifel, Bitburger Gutland, oberem Nahegebiet, Saargau, Kaiserslauterner Becken und Teilen des Pfälzer Waldes deutlich über 200 mm. Im Hunsrück wurden lokal sogar über 300 mm registriert. Der zeitliche Verlauf der Niederschläge war örtlich sehr verschieden. Stellenweise kam es über die gesamte Unwetterperiode zu mehreren Niederschlagsereignissen unterschiedlicher Höhe, die in der Summe die hohen Gesamtniederschläge bildeten. An anderen Orten gab es einzelne Extremereignisse, bei denen innerhalb sehr kurzer Zeit (wenige Stunden) ein Großteil der Gesamtniederschlagsmenge niederging.

Abbildung 2.7 verdeutlicht, wie außergewöhnlich hoch die Summen der gefallenen Niederschläge im betrachteten Zeitraum waren. Im Westen des Landes lag die Niederschlagssumme vielerorts bei 200 % bis 400 % des langjährigen Mittelwertes, was der zwei- bis vierfachen Menge entspricht. Im Westerwald regnete es in diesem Zeitraum hingegen weniger als im langjährigen Mittel.

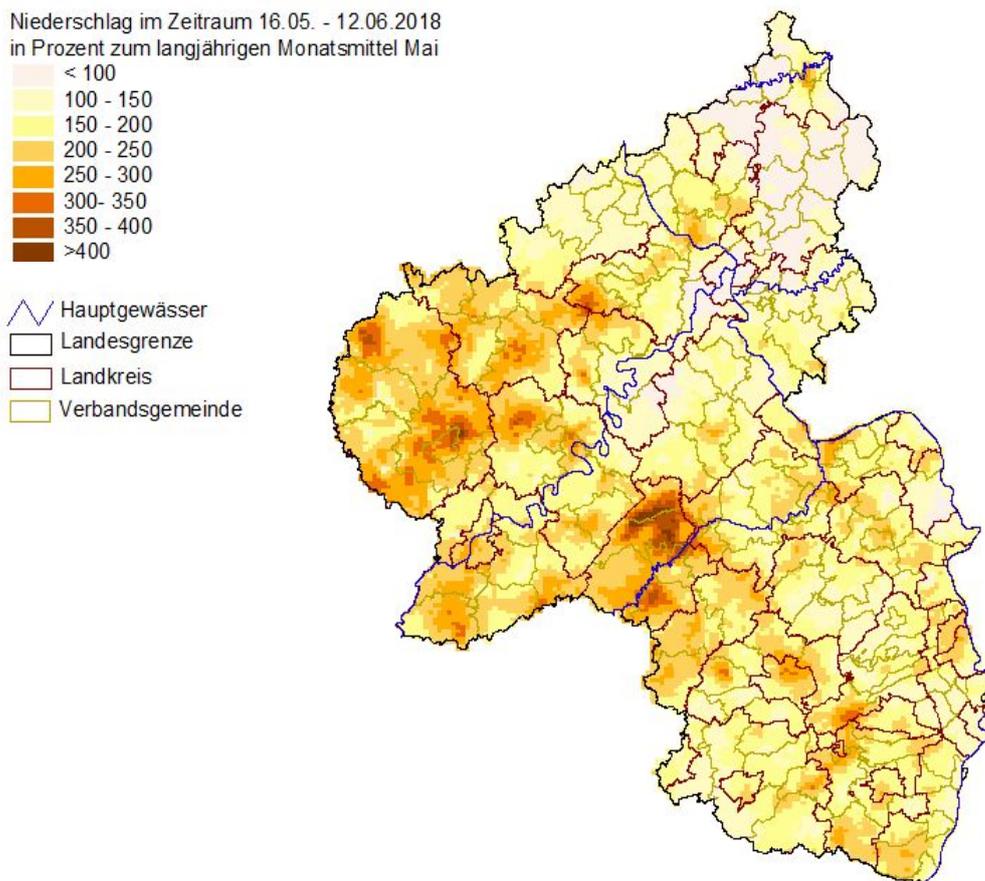


Abb. 2.7: Prozentualer Anteil der Niederschlagssummen im Zeitraum 16.05.2018 – 12.06.2018 zum langjährigen Monatsmittel Mai 1981 – 2010 (Datenbasis: RADOLAN-Online RW DWD; REGNIE DWD)

Diese Informationen wurden aus stündlichen – auf Radarmessungen beruhenden – online angeeichten Niederschlagsradar­daten (RADOLAN-RW-Daten) des Deutschen Wetterdienstes abgeleitet.

Hervorzuheben ist, dass in den Nachmittagsstunden des 27.05.2018 im Landkreis Birkenfeld ein kleinräumiges, aber sehr extremes Starkregenereignis auftrat (vgl. Abbildung 2.8). In etwas mehr als zwei Stunden fiel an der Niederschlags-Messstation Bruchweiler 147 mm Regen, etwas nordöstlich davon laut Radarmessung sogar 170 mm. Derartige Starkregen treten nur extrem selten mit einer Wiederkehrzeit von deutlich mehr als 100 Jahren auf. Nicht nur punktuell fiel extremer Niederschlag, auch das Gebietsmittel der Niederschlagssummen im Einzugsgebiet des Fischbachs war extrem hoch und lag bei etwa 71 mm.



Fischbach in Fischbach am 27.05.2018 (Quelle: VG Herrstein/Sebastian Schmitt)

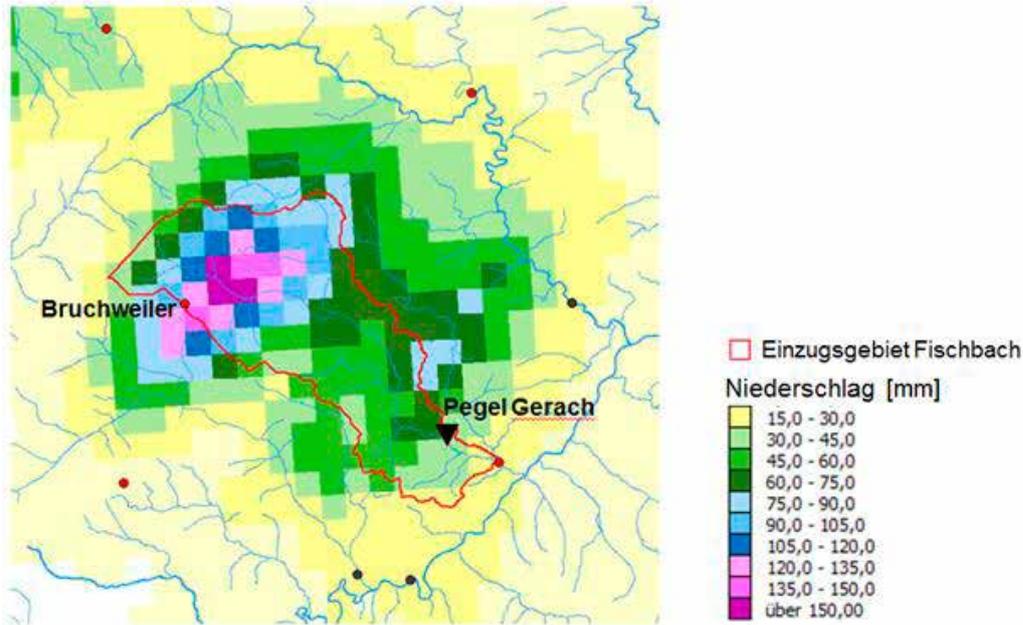


Abb. 2.8: Verteilung des mit Radar gemessenen Niederschlags (27.05.2018 16:00 – 19:00 Uhr MESZ) im Einzugsgebiet des Nahe-Zufusses Fischbach (Datenbasis: RADOLAN-Online RW DWD)

Weiterführende Informationen zu dem Witterungsgeschehen und den Starkregenereignissen von Mitte Mai bis Mitte Juni 2018 finden sich im Bericht zum Starkregen und Hochwasser im Mai/Juni 2018 auf der rheinland-pfälzischen Internetseite des Hochwassermelddienstes unter der Rubrik Publikationen (Quelle: LfU 2018).

- 1 Deutscher Wetterdienst DWD (20181): Deutschlandwetter im Winter 2017/18, unter: www.dwd.de.
- 2 Deutscher Wetterdienst DWD (20182): Deutschlandwetter im Frühjahr 2018, unter: www.dwd.de.
- 3 Deutscher Wetterdienst DWD (20183): Deutschlandwetter im Sommer 2018, unter: www.dwd.de.
- 4 Deutscher Wetterdienst DWD (20184): Deutschlandwetter im Herbst 2018, unter: www.dwd.de.
- 5 Deutscher Wetterdienst DWD (20185): Monatlicher Klimastatus Deutschland 01/2018 bis 11/2018, unter: www.dwd.de.
- 6 Deutscher Wetterdienst DWD (20186): Standardisierter Niederschlagsindex (SPI), unter: www.dwd.de.
- 7 Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz LfU (2018): Bericht - Starkregen und Hochwasser im Mai/Juni 2018, unter: www.hochwasser-rlp.de.

3 ABFLÜSSE

Große Niederschlagsdefizite bereits ab dem Spätwinter in Verbindung mit deutlich überdurchschnittlichen Temperaturen in den Sommermonaten und dadurch bedingter starker Verdunstung führten im Sommer 2018 bis weit in den Herbst hinein landesweit zu extrem niedrigen Wasserständen und Abflüssen in den oberirdischen Fließgewässern. Der stetige Rückgang der Abflüsse wurde lediglich durch intensive Starkregenereignisse in einigen Landesteilen vorübergehend unterbrochen. Gewässereinzugsgebiete, die überwiegend aus Grundwasserleitern mit hohem Rückhaltevermögen aufgebaut sind (z. B. Buntsandsteingebiet des Pfälzerwaldes), weisen generell geringere Abflussrückgänge auf als Gebiete, in denen Grundwasserleiter mit geringem Rückhaltevermögen vorherrschen (Quarzitgebiete des Hunsrück und des Westerwaldes).

3.1 Landesgewässer

Gegenstand der folgenden Ausführungen sind die Abflüsse im Sommer 2018 in verschiedene Regionen von Rheinland-Pfalz, repräsentiert durch jeweils einen oder mehrere Pegel.

Westerwald:

Die unterirdischen Einzugsgebiete der Pegel Alsdorf/Heller und Friedrichsthal/Wied liegen nahezu vollständig in der Grundwasserlandschaft (GWL) „Devonische Schiefer und Grauwacken“ und verfügen daher generell über ein geringes Rückhaltevermögen.

Eifel:

Das Pegelinzugsgebiet Bollendorf/Sauer gehört zu ca. 2/3 ebenfalls der GWL „Devonische Schiefer und Grauwacken“ an, die restlichen 1/3 der GWL „Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper“ sowie „Sandsteine des Lias“ mit hoher Speicherfähigkeit. Im Einzugsgebiet Altenahr/Ahr herrschen GWL mit geringem Rückhaltevermögen vor.

Hunsrück:

Das Einzugsgebiet des Pegels Kellenbach/Simmerbach gehört ebenfalls überwiegend der GWL „Devonische Schiefer und Grauwacken“ an.

Nordpfälzer Bergland:

Das Einzugsgebiet des Pegels Odenbach/Glan wird im Oberlauf aus der GWL „Buntsandstein“ mit hohem Rückhaltevermögen aufgebaut, der überwiegende Teil des Einzugsgebietes gehört jedoch zum GWL „Rotliegend Sedimente“ und „Rotliegend Magmatite“ mit geringer Speicherfähigkeit. Ähnliche Verhältnisse liegen im Pegelinzugsgebiet Altenbamburg/Alsenz vor.

Nahegebiet:

Das Pegelinzugsgebiet Oberstein/Nahe hat hauptsächlich Anteile an gering rückhaltenden Grundwasserlandschaften im Hunsrück und Nordpfälzer Bergland.

Pfälzer Wald:

Das Einzugsgebiet des Pegels Neustadt/Speyerbach wird fast ausschließlich aus der GWL „Buntsandstein“ mit hohem Rückhaltevermögen aufgebaut. Trockenperioden wirken sich dadurch weniger extrem auf die Niedrigwasserführung der Gewässer in dieser Region aus.

Rheinhessen:

Das Selz-Einzugsgebiet bis Pegel Oberingelheim liegt überwiegend in der GWL „Tertiäre Mergel und Tone“ mit geringem Speichervermögen.

Eine Übersicht der untersuchten Pegel findet sich in Tabelle 3.1

Tab. 3.1: Untersuchte Pegel mit Einzugsgebietsgröße und Naturraum

Pegel	Gewässer	Einzugsgebiet [km ²]	Naturraum
Alsdorf	Heller	183	Westerwald
Friedrichsthal	Wied	680	Westerwald
Bollendorf	Sauer	3213	Eifel
Altenahr	Ahr	748	Eifel
Kellenbach	Simmerbach	362	Hunsrück
Odenbach	Glan	1088	Nordpfälzer Bergland
Altebamburg	Alsens	318	Nordpfälzer Bergland
Oberstein	Nahe	557	Nahegebiet
Neustadt	Speyerbach	312	Pfälzer Wald
Oberingelheim	Selz	365	Rheinhessen

Im Hinblick auf die durch Starkregen verursachten Hochwasser werden außerdem die Pegel Gerach/Fischbach, Echtershausen/Prüm, Wiersdorf/Prüm und Gemünd/Irsen behandelt. Bezüglich extremer Niedrigwasserabflüsse werden die Pegel Daun/Lieser, Thörlingen/Baybach und Steinebrück/Kyll betrachtet.

Das dem Sommer 2018 vorausgegangene Winterhalbjahr (November 2017 bis April 2018) kann an den ausgewählten Pegeln insgesamt als normal bezeichnet werden. An den meisten Pegeln lag der mittlere Abfluss im Winterhalbjahr geringfügig über den Vergleichswerten der langjährigen Reihe der Wintermonate in den Jahren 1959 bis 2016. Zum Ende des Winterhalbjahres wurden aufgrund der vergleichsweise nur sehr geringen Niederschläge in den Monaten Februar bis April jedoch bereits unterdurchschnittliche monatliche Abflüsse an allen untersuchten Pegeln gemessen. Die mittleren monatlichen Abflüsse im April lagen zum Teil bei nur einem Drittel oder der Hälfte der langjährigen monatlichen Vergleichswerte.

Abbildung 3.1 zeigt beispielhaft für Pegel Altenahr/Ahr den mittleren Jahresgang des Abflusses auf der Basis der langjährigen monatlichen mittleren Abflüsse und im Vergleich dazu die monatlichen Abflüsse in 2018. Bereits im Spätwinter ist ein deutlich reduzierter Abfluss zu verzeichnen. Das zu trockene Ende des Winterhalbjahres setzt sich bis in den Mai hinein fort.

Die Abflüsse erholen sich durch mehrere ergiebige Niederschlagsereignisse im Zeitraum von Anfang bis Mitte Juni zunächst wieder, um im weiteren Verlauf des Sommerhalbjahres stetig zu fallen. Maßgebliche Ursache für den drastischen und fast ununterbrochenen Rückgang der Abflüsse waren die deutlichen Niederschlagsdefizite von Mitte Juni bis in den November hinein. Die überdurchschnittlichen Lufttemperaturen in den Monaten Mai bis November führten darüber hinaus zu einer verstärkten Verdunstung der wenigen, aber intensiven Niederschläge, die in einzelnen Landesteilen Ende Mai bzw. Anfang Juni gefallen waren, wodurch der Abflussrückgang zusätzlich beschleunigt wurde. Dies spiegelt sich in dem relativ schnellen Wechsel von einem leichten Abflussüberschuss im Juni zu einem deutlichen Abflussdefizit im Juli am Pegel Altenahr/Ahr wieder.

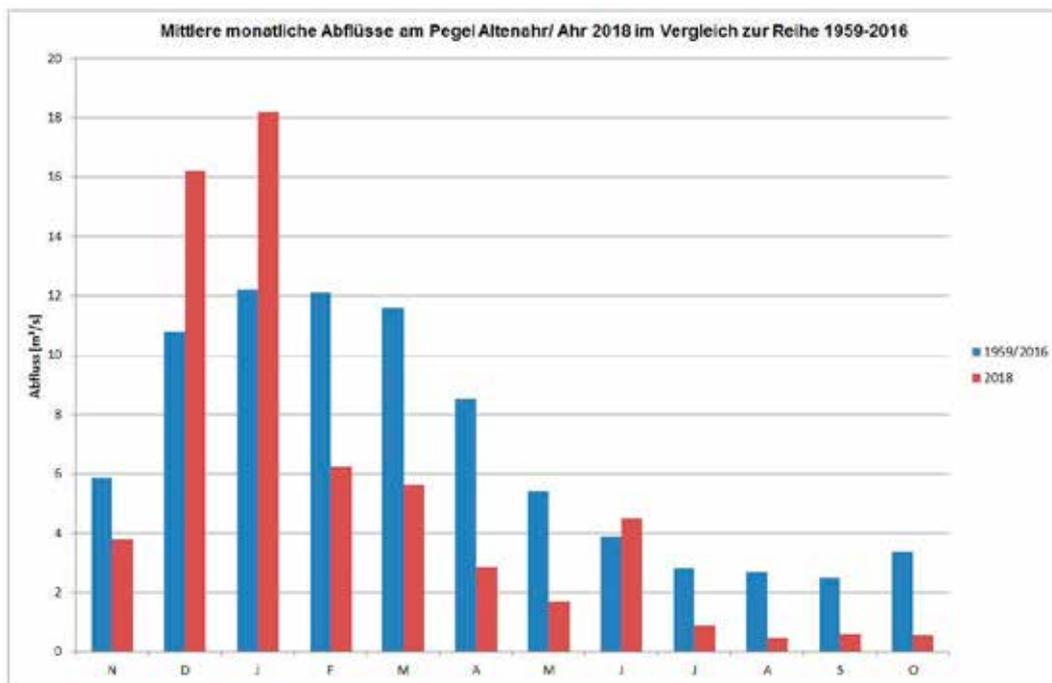


Abb. 3.1: Mittlere Monatsabflüsse am Pegel Altenahr/Ahr im langjährigen Mittel und in 2018

Nicht an allen untersuchten Pegeln lässt sich die eben beschriebene Abflussentwicklung feststellen, regionale Unterschiede sind erkennbar. Die Abflüsse am Hunsrückpegel Kellenbach/Simmerbach sowie am rheinhessischen Pegel Oberingelheim/Selz starten im Mai und Juni mit für diese Monate normalen Verhältnissen und geraten erst ab Juli in ein dauerhaftes Abflussdefizit, wobei dieses in Rheinhessen noch vergleichsweise moderat ausfällt. Beim Nahe-Gebiet (Pegel Oberstein/Nahe) und der Südeifel (Pegel Bollendorf/Sauer) sind die überdurchschnittlich hohen Juni-Abflüsse, ausgelöst durch lokale Starkregenereignisse, bemerkenswert. In beiden Gebieten liegen die mittleren Juni-Abflüsse um 100 % über den Vergleichswerten der langjährigen Reihe.

An den beiden Westerwaldpegeln Alsdorf/Heller und Friedrichsthal/Wied herrschen dagegen durchgängig im gesamten Sommerhalbjahr deutlich reduzierte Abflüsse. Das lag zum einen Teil daran, dass es u.a. im Westerwald im Sommerhalbjahr 2018 noch trockener war als in anderen Landesteilen. Das geringe Rückhaltevermögen des in beiden Einzugsgebieten dominierenden Grundwasserleiters ist eine weitere Ursache dafür, dass dort und am Eifelpegel Altenahr/Ahr die Abflussrückgänge besonders gravierend waren.

Tabelle 3.2 zeigt die prozentualen Abweichungen der mittleren monatlichen Abflüsse im Sommerhalbjahr 2018 im Vergleich zur langjährigen Reihe 1959–2016.

Tab. 3.2: Prozentuale Abweichungen der mittleren monatlichen Abflüsse im Sommerhalbjahr 2018 im Vergleich zur langjährigen Reihe 1959–2016

Pegel	Mai	Juni	Juli	August	Sep- tember	Okto- ber
Westerwald						
Alsdorf	-58	-70	-87	-82	-74	-82
Friedrichsthal	-41	-40	-66	-70	-66	-74
Eifel						
Bollendorf	-37	102	-44	-46	-53	-74
Altenahr	-69	15	-68	-83	-76	-83
Hunsrück						
Kellenbach	-2	1	-47	-54	-63	-75
Nordpfälzer Bergland						
Odenbach	-43	18	-30	-37	-37	-60
Altebamburg	-52	-25	-47	-54	-62	-70
Nahegebiet						
Oberstein 2	-63	112	-68	-71	-75	-91
Pfälzer Wald						
Neustadt	-32	-16	-26	-31	-33	-35
Rheinhessen						
Oberingelheim	2	14	-33	-28	-33	-43

> 100 %
20 % bis 100 %
-20,0 % bis 20,0 %
-20,1 % bis -40,0 %
-40,1 % bis -60,0 %
-60,1 % bis -80,0 %
> 80,1 %

Bevor näher auf die Starkregeneignisse und die extremen Niedrigwasserabflüsse an ausgewählten Pegeln eingegangen werden soll, soll der Gesamteindruck vom Sommer 2018 durch die Ergebnisse des so genannten Niedrigwassermonitorings ergänzt und abgerundet werden.

Das für das Mosel-Saar-Einzugsgebiet und seit 2018 ergänzend für weitere Pegel in Rheinland-Pfalz auf der Grundlage des wöchentlichen NM7Q durchgeführte Niedrigwassermonitoring gibt Aufschluss über Dauer und Intensität einer Niedrigwasserperiode. Der wöchentliche NM7Q entspricht für die jeweils zurückliegende Woche dem niedrigsten arithmetischen Mittel der Tagesmittelwerte des Abflusses (gleitendes Mittel) der sieben vorangegangenen Tage. Mit diesem Wert werden punktuelle Schwankungen an den Gewässern (z. B. durch Öffnung oder Schließung von Stauwehren, Einleitungen) geglättet. Anhand von pegelspezifischen Schwellenwerten basierend auf den jährlichen NM7Q der Wiederkehrintervalle 2 Jahre, 5 Jahre, 10 Jahre, 20 Jahre und 50 Jahre lässt sich die Anzahl der Wochen ermitteln, in denen ein häufiges, weniger häufiges, seltenes, sehr seltenes oder extrem seltenes Niedrigwasser herrschte (siehe Tabelle 3.3).



Nahemündung am 21.10.2018

Pegel	KW 24	KW 25	KW 26	KW 27	KW 28	KW 29	KW 30	KW 31	KW 32	KW 33	KW 34	KW 35	KW 36	KW 37	KW 38	KW 39	KW 40	KW 41	KW 42	KW 43	KW 44	KW 45	KW 46	KW 47	KW 48	KW 49	
Contwig	4,315	3,243	2,928	2,816	2,89	2,793	2,516	2,401	2,287	2,515	2,629	2,368	2,334	2,478	2,398	2,883	2,506	2,485	2,553	2,491	2,639	2,727	3,042	2,646	2,67	2,67	3,734
Althornbach 2	3,498	2,498	2,255	2,177	2,131	2,162	2,044	1,991	1,965	2,29	2,085	2,282	2,21	2,039	2,003	2,462	2,216	2,23	2,286	2,352	2,539	2,682	3,15	2,662	2,662	4,134	
Gemünd Our	13,2	5,4	3,08	1,83	1,19	0,715	0,614	0,322	0,273	0,447	0,287	0,308	0,267	0,224	0,192	0,54	0,406	0,406	0,368	0,365	0,441	0,627	1,311	0,868	0,891	2,907	
Bollendorf	32,9	16,81	10,98	9,75	9,005	8,537	7,212	6,728	6,53	7,458	6,026	5,902	6,598	5,931	5,656	7,833	6,203	6,145	5,885	5,739	5,7	6,636	9,439	7,041	7,38	15,63	
Seffern	1,529	0,872	0,636	0,577	0,527	0,401	0,346	0,328	0,322	0,339	0,296	0,307	0,302	0,287	0,287	0,342	0,319	0,322	0,317	0,328	0,33	0,366	0,388	0,29	0,304	0,951	
Prümzutlay	8,774	2,999	1,664	1,347	1,051	0,834	0,615	0,52	0,521	0,702	0,566	0,477	0,466	0,478	0,416	0,715	0,529	0,493	0,541	0,487	0,495	0,684	0,933	1,151	1,149	3,272	
Saarburg 2	0,612	0,423	0,364	0,339	0,306	0,288	0,256	0,249	0,242	0,241	0,217	0,23	0,251	0,214	0,208	0,231	0,219	0,212	0,204	0,203	0,211	0,232	0,287	0,258	0,267	0,685	
Trier	205,8	102,8	79,71	70,11	62,74	64,78	59,56	63,8	58,2	60,49	56,46	55,8	54,13	49,05	46,33	49,89	44,72	43,85	41,09	43,09	46,36	59,9	66,33	64,64	89,18	159,3	
Cochern	258	127,9	85,9	76,03	67,02	64,38	54,72	51,31	55,07	56,23	48,13	48,81	53,84	46,31	43,99	61,38	46,51	42,38	42,07	43,49	45,95	56,82	69,38	55,73	57,12	95,93	
Hentern	1,102	0,828	0,551	0,431	0,381	0,374	0,297	0,273	0,266	0,28	0,223	0,224	0,259	0,204	0,194	0,245	0,217	0,195	0,186	0,187	0,196	0,23	0,326	0,26	0,275	1,166	
Densborn 2	6,47	2,763	1,916	1,78	1,777	1,481	1,357	1,209	1,178	1,28	1,162	1,119	1,088	1,046	1,015	1,287	1,155	1,153	1,452	1,48	1,457	1,308	1,625	1,338	1,315	1,921	
Kordel	14,06	5,95	4,322	4,034	3,822	3,124	2,92	2,753	2,711	2,82	2,612	2,621	2,671	2,537	2,481	3,138	2,724	2,782	3,156	3,294	3,318	3,164	3,517	3,117	3,123	4,751	
Papiermühle	0,915	0,657	0,42	0,356	0,256	0,238	0,297	0,28	0,396	0,418	0,283	0,189	0,177	0,151	0,133	0,227	0,163	0,151	0,137	0,14	0,16	0,175	0,205	0,194	0,207	0,888	
Platten 2	4,49	1,806	0,942	0,745	0,578	0,527	0,437	0,394	0,375	0,476	0,366	0,368	0,457	0,42	0,381	0,896	0,467	0,441	0,416	0,416	0,44	0,555	0,944	0,585	0,583	2,423	
Burgen 2	0,231	0,115	0,09	0,075	0,069	0,072	0,052	0,045	0,039	0,054	0,025	0,02	0,019	0,021	0,018	0,072	0,037	0,033	0,032	0,04	0,045	0,053	0,042	0,042	0,161		
Friedrichsthal	3,5	2,17	1,71	1,5	1,62	1,4	1,26	1,17	0,903	1,27	0,942	0,998	1,09	0,93	0,803	1,97	1,48	1,2	1,12	1,07	1,32	1,41	1,54	1,388	1,44	2,407	
Betzdorf	3,604	1,758	1,326	1,171	1,598	1,323	1,124	1,226	1,245	1,659	1,225	1,244	1,244	1,206	1,211	2,234	1,416	1,319	1,434	1,433	1,647	1,544	2,571	1,709	1,856	5,572	
Altenahr	2,867	1,689	0,948	0,821	0,843	0,649	0,566	0,425	0,4	0,555	0,406	0,406	0,426	0,431	0,382	0,717	0,564	0,507	0,479	0,491	0,611	0,658	0,883	0,69	0,706	0,888	
Martinstein 2	10,57	7,848	4,179	3,661	2,981	2,995	3,151	2,796	2,471	2,488	2,186	2,186	2,1	2,063	2,05	3,196	2,317	2,288	2,136	2,288	2,41	3,136	2,787	3,021	10,64		
Boos	14,51	10,79	6,733	5,999	4,927	5,368	5,361	3,884	3,573	4,218	3,614	3,698	4,546	3,355	2,971	4,591	3,732	3,762	2,89	2,799	3,891	4,433	5,737	5,565	5,329	12,78	
Eschenau	3,327	1,653	1,149	1,013	0,956	1,241	1,048	0,796	0,84	0,936	0,813	0,81	0,97	0,84	0,79	1,221	0,933	0,972	0,968	1,036	1,053	1,07	1,569	1,271	1,353	3,583	
Neustadt a. d. W.	2,001	1,651	1,566	1,525	1,433	1,421	1,381	1,259	1,226	1,247	1,189	1,152	1,117	1,012	1,036	1,128	1,035	1,033	1,018	1,007	1,08	1,046	1,069	1,044	1,067	1,268	
Staddecken	0,415	0,282	0,228	0,202	0,164	0,188	0,149	0,14	0,135	0,153	0,162	0,186	0,181	0,121	0,114	0,242	0,195	0,207	0,169	0,15	0,16	0,173	0,228	0,241	0,246	0,433	
Masau	1428	1214	965,9	930,1	822,2	751,9	703,4	626	613,9	614,6	580,6	604,9	713,5	663,7	574,1	572,7	599,8	539,9	455,9	447,5	468,9	495,1	488,8	458,2	451,2	488,7	
Mainz	1662	1515	1173	1090	1069	923,9	906,4	789,1	753,7	750,1	706,6	715,5	785	800,8	727,1	728,5	715,8	679,4	578,3	555	596,7	626,3	620,7	563,1	585,4	602,1	
Andernach	1915	1728	1314	1201	1201	999,2	980,3	854,4	818,5	820,1	765	765,8	832,3	855,7	789,6	802,4	774,3	753,6	661,4	629,5	632,2	712,8	711,5	657	653,9	697,5	

Abb. 3.2: Wöchentlicher NM7Q-Wert ausgewählter Pegel (Niedrigwassermonitoring)

Im Jahr 2018 lag für einen Großteil der Monitoring-Pegel von Ende Juli (KW 30) bis Mitte November (KW45) eine ausgeprägte Niedrigwassersituation vor, wobei die niedrigsten Wasserstände regional abhängig im August, September und / oder Oktober, in einzelnen Fällen sogar noch im November auftraten. Abbildung 3.2 zeigt die wöchentlichen NM7Q-Werte für die Monitoring-Pegel (Abfluss in m³/s) in der Zeit von Mitte Juni bis Anfang Dezember (KW 24 bis 49), farblich hinterlegt entsprechend der folgenden Klassifizierung (siehe Tabelle 3.3).

Tab. 3.3: Abflussschwellenwerte zur Bewertung der Intensität eines Niedrigwassers

	Jährlichkeit NM7Q	Intensität
	T = 2 Jahre	Häufiges Niedrigwasser
	T = 5 Jahre	Weniger häufiges Niedrigwasser
	T = 10 Jahre	Seltenes Niedrigwasser
	T = 20 Jahre	Sehr seltenes Niedrigwasser
	T = 50 Jahre	Extrem seltenes Niedrigwasser

Am Pegel Altenahr/Ahr begann die Unterschreitung des 2-jährlichen NM7Q noch früher als an anderen Pegeln und dauerte bis in den Dezember 2018 hinein an. Von August bis in die zweite Septemberhälfte herrschte hier sehr seltenes, in der KW38 sogar extrem seltenes Niedrigwasser, was der Unterschreitung eines 20- bzw. 50-jährlichem NM7Q entspricht. Abbildung A3 zeigt den Verlauf des wöchentlichen NM7Q-Wertes im Sommer 2018 am Pegel Altenahr/Ahr. Der Peak Ende Mai/Anfang Juni entspricht in etwa dem langjährigen Sommer-MQ des Pegels.

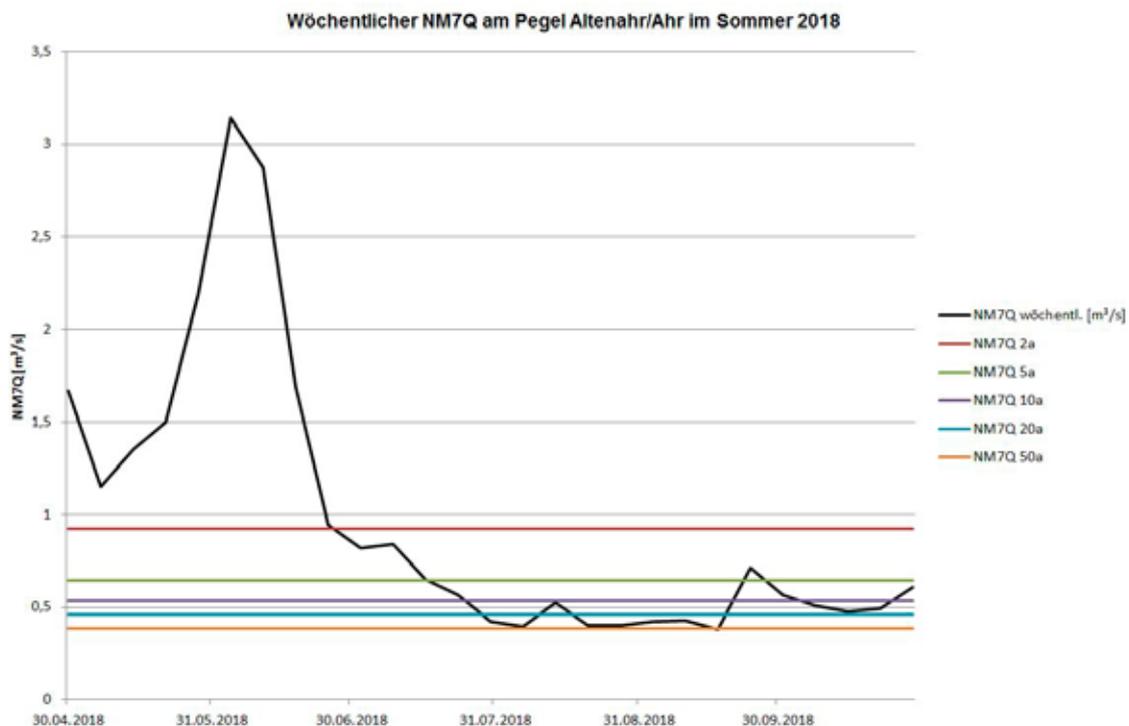


Abb. 3.3: Wöchentlicher NM7Q am Pegel Altenahr/Ahr im Sommer 2018

Im Folgenden sollen einige hydrologische Besonderheiten im Sommerhalbjahr 2018 beschrieben und ein Vergleich mit dem Niedrigwasser im Jahr 2003 angestellt werden.

Starkregenereignisse im Mai und Juni:

Nach den eher trockenen Monaten Februar bis April (Mai) gelangte Rheinland-Pfalz im Mai und Juni zunehmend unter Gewitter- und Starkregeneinfluss, wovon insbesondere der Hunsrück und die Westeifel betroffen waren. Infolge der im Zeitraum vom 27.5. bis 11.6.2018 aufgetretenen Starkregenereignisse kam es beispielsweise am Abend des 27. Mai im ca. 63 km² großen Einzugsgebiet des Fischbachs, einem kleinen Nahe-Zufluss im Hunsrück, am Pegel Gerach zu einem 125-jährlichen Hochwasserereignis. Innerhalb von nur 2 Stunden stieg der Abfluss von ca. 1 m³/s auf 67 m³/s. Diese Hochwasserwelle führte in den Orten Herrstein und Fischbach zu großen Schäden.

Abbildung 3.4 zeigt die Abflussganglinie am Pegel Gerach/Fischbach mit dem an der Niederschlagsstation Bruchweiler gemessenen Niederschlag. An benachbarten Pegeln wurden lediglich 1- bis 5-jährliche Hochwasser registriert.

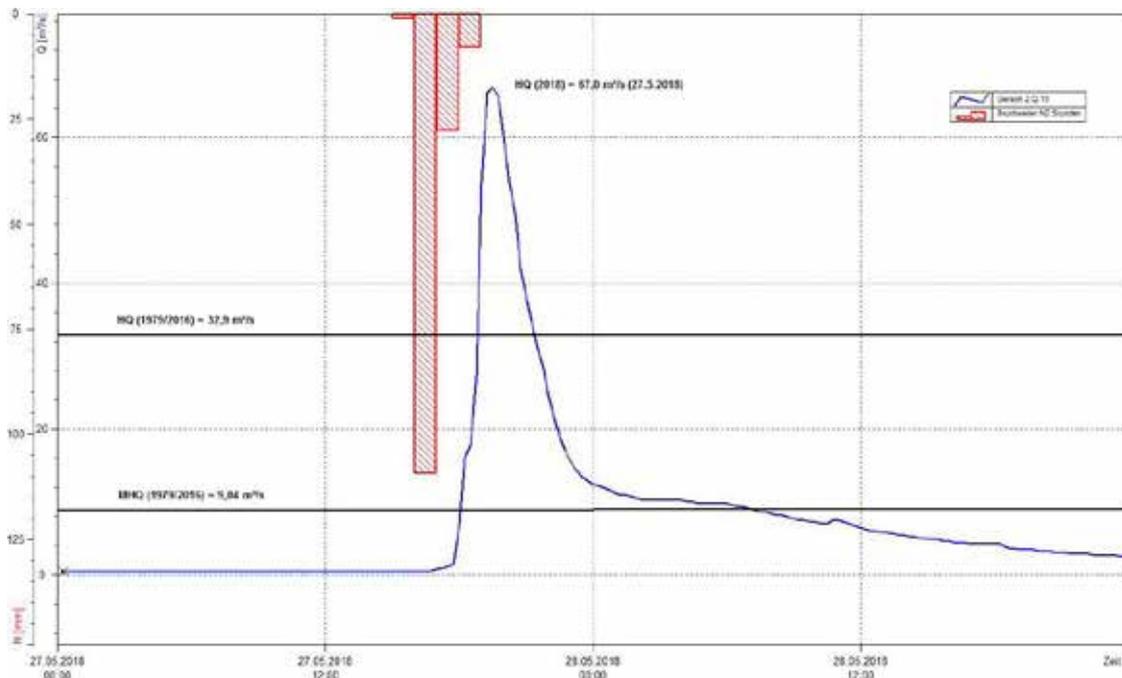


Abb. 3.4: Wasserstand am Pegel Gerach/Fischbach am 27./28.5.2018

Am 1. Juni fiel ein großflächiger Starkniederschlag über den Oberläufen der Eifel Flüsse Prüm und Our, der an beiden Gewässern zu schnell ansteigenden Wasserständen führte. An der Prüm kam es dadurch zu einer Füllung des Stausees Bitburg. Letzterer konnte über die Hochwasserentlastung kontrolliert abgelassen werden. Während im Oberlauf der Prüm Wiederkehrintervalle von 70–80 Jahren erreicht wurden, trat im Unterlauf ein nur noch etwa 20-jährliches Hochwasser auf.

Tabelle 3.4 gibt einen Überblick über die wichtigsten Hochwasserereignisse infolge Starkregens im Frühsommer 2018.

Tabelle 3.4: ausgewählte Starkregen-Hochwasserereignisse in RLP im Frühsommer 2018

Pegel	EZG [km ²]	W [cm]	Q [m ³ /s]	Datum	Uhrzeit [MESZ]	Jährlichkeit HQT [Jahre]	Reihe
Nahegebiet							
Gerach/Fischbach	62,8	293	67,0	27.05.2018	20:30	125	1979-2018
Eifel							
Echtershausen/ Prüm	327	288	216	01.06.2018	12:45	80	1973-2018
Wiersdorf/Prüm	340	301	214	01.06.2018	14:15	70	1973-2018
Gemünd/Irsen	125	229	83	01.06.2018	11:15	100	1977-2018

Die Starkregenereignisse in Rheinland-Pfalz sind im LfU-Bericht „Starkregen und Hochwasser im Mai/Juni 2018“ ausführlich dokumentiert.

Niedrigwasserextremwerte:

Der gewässerkundliche Hauptwert NQ ist der niedrigste Abfluss (Tagesmittelwert) eines Pegels bezogen auf eine langjährige Reihe.

In Tabelle 3.5 sind die für 2018 ermittelten NQ-Werte den NQ-Werten der langjährigen Reihe gegenübergestellt. Der bisherige NQ wurde bei den repräsentativen Pegeln trotz der langen und intensiven Trockenheit nur im Fall von Friedrichsthal/Wied unterschritten. Beim Pegel Friedrichsthal/Wied und Altenahr/Ahr handelte es sich –bezogen auf den niedrigsten Tagesabfluss– jeweils um ein über 50-jährliches Niedrigwasserereignis.

An mindestens zwei weiteren Pegeln außerhalb der repräsentativen Auswahl traten nach derzeitigem Kenntnisstand jedoch ebenfalls extrem geringe Abflüsse auf bzw. wurde der NQ-Wert unterschritten. Hierzu muss angemerkt werden, dass die Messungenauigkeiten im Niedrigwasserbereich generell größer sind als im Mittel- und Hochwasserbereich. Insofern sind die Aussagen zu NQ bzw. zu extrem niedrigen Wasserständen und Abflüssen im Sommer 2018 bis zu ihrer endgültigen Bestätigung durch hydrologische Plausibilisierung als vorläufig zu betrachten.

Am Pegel Daun/Lieser mit einem Einzugsgebiet von ca. 43 km² wurde der bisherige NQ-Wert der langjährigen Reihe 1978/2016 von 3 l/s (9.8.1996) im Sommer 2018 gleich an 3 Tagen unterschritten. Am 21. und 23. August sowie am 13. September 2018 trat hier bei einem Wasserstand von 0 cm ein Abfluss von 2 l/s auf.

Am Pegel Thörlingen/Baybach, einem rechtsseitigen Moselzufluss mit einem Einzugsgebiet von ca. 29 km², wurde an insgesamt 32, allerdings nicht durchgängig zusammenhängenden, Tagen in den Monaten Juli, August und September des Jahres 2018 ein niedrigster Abfluss in Höhe von 1 l/s bei einem Wasserstand von 9 cm beobachtet. Der NQ-Wert der langjährigen Reihe 1980/2016 beträgt 0 l/s (10.8.2003). Der nordöstliche Teil des Hunsrücks, in dem sich das Pegelinzugsgebiet befindet, zählte im Sommer 2018 zu den trockensten Landesteilen von Rheinland-Pfalz.

Tab. 3.5: NQ-Werte im Sommerhalbjahr 2018 im Vergleich zur langjährigen Reihe 1959/2016

Pegel	Gewässer	NQ [m ³ /s] (1959/2016)	am	NQ [m ³ /s] (2018)	Nq [l/s km ²] (2018)	NW [cm] (2018)	am
Westerwald							
Alsdorf	Heller	0,046	22.07.1971	0,112	0,61	30	27.07.2018
Friedrichsthal	Wied	0,372	30.08.1964	0,360	0,53	24	14.09.2018
Eifel							
Bollendorf	Sauer	2,600	27.07.1964	5,360	1,66	54	23.10.2018
Altenahr	Ahr	0,292	08.07.1976	0,355	0,47	35	20.09.2018
Hunsrück							
Kellenbach	Simmer- bach	0,027	27.08.1976	0,203	0,56	47	20.09.2018
Nordpfälzer Bergland							
Odenbach	Glan	0,645	04.09.1964	2,04	1,88	105	06.08.2018
Altembam- berg	Alsenz	0,105	13.08.1990	0,232	0,73	67	13.09.2018
Nahegebiet							
Oberstein 2	Nahe	0,095	10.08.2003	0,321	0,58	14	20.10.2018
Pfälzer Wald							
Neustadt	Speyer- bach	0,849	20.07.1976	0,992	3,18	21	11.09.2018
Rheinhessen							
Oberingel- heim	Selz	0,066	18.08.1998	0,143	0,39	23	03.09.2018

Am Pegel Steinebrück/Kyll mit einem Einzugsgebiet von ca. 48 km² wurde der bisherige NQ der Reihe 1979/2016 in Höhe von 3 l/s am 12.9. und im Zeitraum vom 17. bis 22.9.2018 unterschritten. An den genannten Tagen flossen am Pegel nur noch 2 l/s.

Abbildung 3.5 zeigt den Pegel Steinebrück/Kyll am 16.10.2018 bei einem Abfluss von 4 l/s.



Abb. 3.5: Pegel Steinebrück/Kyll am 16.10.2018 (Quelle: SGD Nord, RSWAB Trier)

Vergleich mit 2003

Verglichen mit dem Sommer 2003 war die Niedrigwasserperiode im Jahr 2018 deutlich länger. In beiden Jahren begann diese gegen Mitte/Ende Juli, während jedoch in der zweiten Oktoberwoche des Jahres 2003 ein Großteil der betrachteten Pegel bereits wieder aus dem Niedrigwasserbereich heraus war, traten in 2018 noch bis weit in den November hinein an zahlreichen Pegeln Abflüsse in der Größenordnung eines häufigen Niedrigwassers auf.

Unterschiede gab es auch hinsichtlich der regionalen Ausdehnung und der Intensität. Während in 2003 im Pfälzer Wald als einziger Region sogar noch überdurchschnittliche monatliche Abflüsse gemessen wurden, umfasste das Niedrigwasser in 2018 alle Regionen von Rheinland-Pfalz, wenn auch unterschiedlich stark. In 2018 waren Westerwald, Eifel und Nahegebiet am stärksten betroffen, im Sommer 2003 waren es dagegen v.a. der Hunsrück, das Nordpfälzer Bergland, wiederum das Nahegebiet und Teile der Eifel. Im Jahr 2003 wurden in den genannten Regionen die langjährigen mittleren Monatsabflüsse in den extremsten Perioden um -40 bis -70 % unterschritten, im Nordpfälzer Bergland wurde sogar eine Unterschreitung von fast -80 % erreicht.

Im Sommer 2018 traten um über 80 % gegenüber dem langjährigen Monatsmittel reduzierte Abflüsse an mehreren der betrachteten Pegel und in jeweils mehr als einem Monat auf (siehe Tabelle 3.2), Die Niedrigwasserperiode im Sommer 2018 war also gebietsweise auch deutlich intensiver als im Sommer 2003.

3.2 Bundeswasserstraßen

Für den Vergleich der Wasserstände der Bundeswasserstraßen im Sommer 2018 mit den langjährigen Mittelwerten wurde die Reihe 2009-2018 herangezogen. Die Bewertung der Abflüsse erfolgte -wie bei den Landespegeln- auf der Grundlage der langjährigen Reihen.

Das Jahr 2018 startete am Rhein mit mehreren Hochwasserereignissen, bis etwa Mitte Juli bewegten sich die Wasserstände dann im Mittelwasserbereich. Infolge der sich anschließenden langen Trockenperiode, während der insbesondere entlang des Oberrheins beträchtliche Niederschlagsdefizite zu verzeichnen waren, trat in den Sommermonaten am Rhein eine langanhaltende Niedrigwasserphase auf, welche bis Ende November/Anfang Dezember andauerte.

An Mosel, Saar und Lahn war die Abflusssituation im Jahresverlauf ähnlich, dauerhaft niedrige Wasserstände und Abflüsse waren an den Pegeln dort jedoch bereits ab der zweiten Junihälfte zu beobachten.

Tabelle 3.6 zeigt die mittleren monatlichen Wasserstände in cm ausgewählter Pegel an den Bundeswasserstraßen in den Sommermonaten 2018 im Vergleich mit dem langjährigen Mittel der Reihe 2009 bis 2018. Bei den rot markierten Daten handelt es sich um noch nicht plausibilisierte Rohdaten.

Tab. 3.6: Mittlerer monatlicher Wasserstand [cm] ausgewählter Pegel an den Bundeswasserstraßen im Sommerhalbjahr 2018 und im langjährigen Mittel der Reihe 2009 bis 2018

Pegel	Aeo [km ²]	Mai		Juni		Juli		August		September		Oktober	
		9-18	2018	9-18	2018	9-18	2018	9-18	2018	9-18	2018	9-18	2018
Rhein													
Worms	68827	238	211	268	219	220	107	183	56	152	69	129	29
Mainz	98206	317	302	338	306	301	212	272	164	248	174	229	143
Ander- nach	139549	280	258	302	269	245	134	212	76	182	87	167	49
Mosel													
Trier	23857	280	256	276	290	241	232	236	228	237	227	253	226
Saar													
Fremers- dorf	6983	211	205	210	213	205	205	204	207	205	207	207	207
Lahn													
Kalkofen_ Neu	5304	205	200	200	186	195	178	193	177	187	178	193	176

- Datenquelle: Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV), bereitgestellt durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Im gesamten Sommerhalbjahr 2018 lagen an den untersuchten Pegeln an Ober- und Mittelrhein die mittleren Monatsabflüsse unter den Vergleichswerten, besonders drastisch war die Abflusssituation in den Monaten Juli bis Oktober. Im Juli und September wurde nur die Hälfte, im August nur noch etwa ein Drittel des mittleren Monatsabflusses erreicht. Im Oktober wurde am Pegel Worms/Rhein am Oberrhein noch 20 % des mittleren monatlichen Abflusses beobachtet. Aufgrund der Zuflüsse von

Neckar und Main zeigte der Rhein am Pegel Mainz im Vergleich zum Oberliegerpegel Worms/Rhein und zum Unterliegerpegel Andernach/Rhein durchgängig geringere Abflussdefizite.

An den staugeregelten Flüssen Mosel, Saar und Lahn gab es im Sommer 2018 dagegen nur moderate Unterschreitungen der langjährigen monatlichen Abflüsse, im Juni war an den Pegeln Trier/Mosel und Fremersdorf/Saar sogar ein leichter Abflussüberschuss zu verzeichnen.

Trotz der zum Teil extremen Abflüsse wurden an den Rheinpegeln Worms, Mainz und Andernach keine historischen Abflüsse unterschritten. Die bisherigen niedrigsten Abflüsse in den Jahren 1947 bzw. 1957 wurden im Sommer 2018 nicht unterschritten. An allen drei Pegeln traten jedoch – bezogen auf die 10-jährige Reihe 2001–2010 – im Oktober 2018 die bislang niedrigsten gemessenen Wasserstände auf. Besonders hervorzuheben ist der Wasserstand von 2 cm, der am 20.10.2018 am Pegel Worms/Rhein gemessen wurde.

An den Pegeln an Mosel, Saar und Lahn wurden die bislang gültigen NQ-Werte der langen Reihen im Sommer 2018 ebenfalls nicht unterschritten.

Tabelle 3.7 zeigt die NW- und NQ-Werte der untersuchten Bundespegel im Sommerhalbjahr 2018 im Vergleich zu den langjährigen Reihen. Bei den rot markierten Daten handelt es sich um ungeprüfte Daten.

Tab. 3.7: NW- und NQ-Werte im Sommerhalbjahr 2018 im Vergleich zur langjährigen Reihe

Pegel	Wasserstand [cm]			Abfluss [m ³ /s]			
	NW (2018)	am	NW (2001-2010)	NQ (2018)	am	NQ ¹⁾ (lange Reihe)	am
Rhein							
Worms	2	20.10.2018	16	435	20.10.2018	415	05.11.1957
Mainz	122	21.10.2018	129	536	21.10.2018	460	30.10.1947
Andernach	24	22.10.2018	36	614	22.10.2018	565	31.10.1947
Mosel							
Trier	222	02.10.2018		37,0	10.10.2018	21,0	03.07.1976
Saar							
Fremersdorf	198	30.06.2018	185	12,6	28.09.2018	7,44	09.08.2015
Lahn							
Kalkofen_Neu	174	25.07.2018	172	9,39	16.09.2018	3,00	29.06.1976

- 1) langjährige Reihe: 1931-2018 (Rhein); Trier: 1965-2018; Fremersdorf: 1953-2018; Kalkofen_Neu: 1946-2018
- Datenquelle: Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV), bereitgestellt durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG); NW(2001-2010): Pegelonline

Am Pegel Kaub am Mittelrhein, der nicht Gegenstand der detaillierten Auswertung war, wurde der aktuell gültige NW von 35 cm der Reihe 2001–2010 ebenfalls unterschritten. Am 22.10.2018 wurde dort ein mittlerer Tageswasserstand von 25 cm gemessen.

Abbildung 3.6 zeigt die Wasserstandsganglinie für Pegel Kaub/Rhein im Sommer 2018 zusammen mit den aktuell gültigen gewässerkundlichen Hauptwerten der Reihe 2001–2010.

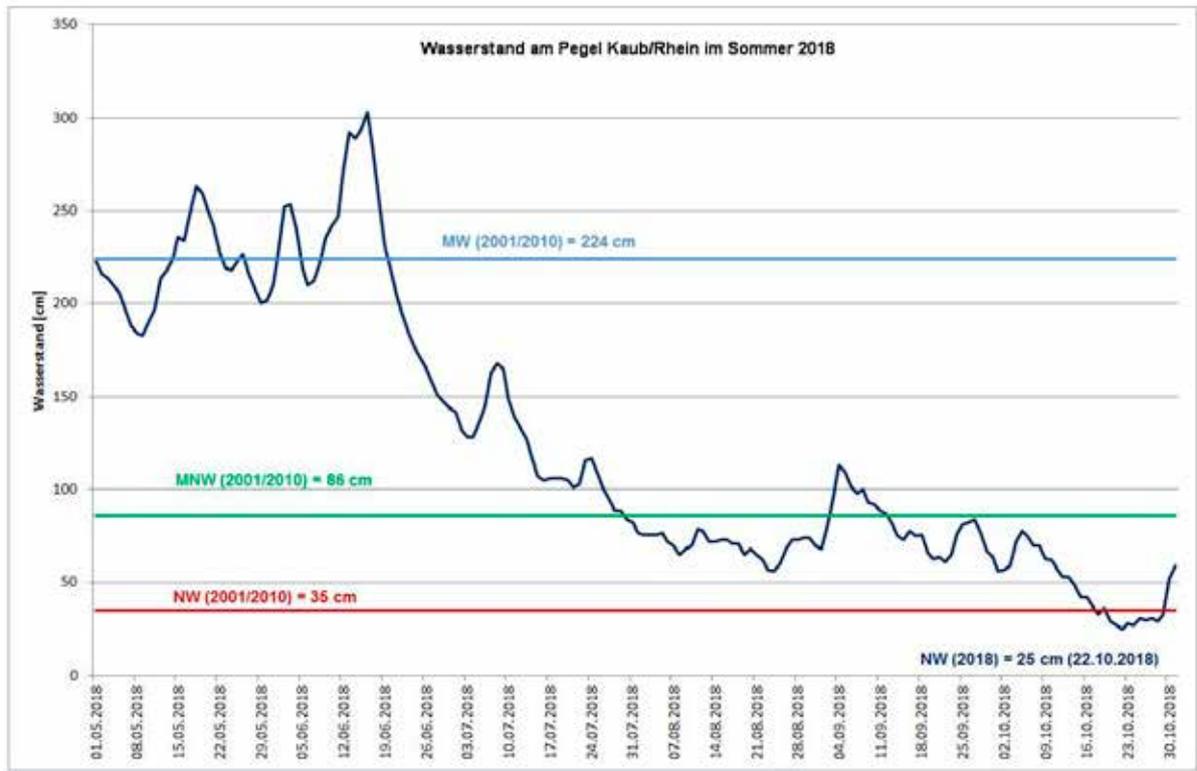


Abb. 3.6: Wasserstandsganglinie Pegel Kaub / Rhein im Sommer 2018 mit gewässerkundlichen Hauptwerten

Im Vergleich zur Niedrigwasserperiode 2003 war das Niedrigwasser 2018 am Rhein deutlich langanhaltender und auch intensiver, was die Unterschreitung maßgeblicher Schwellenwerte betrifft (siehe Ausführungen zum Niedrigwassermonitoring). Die Lahn war im Sommer 2003 nach dieser Kategorisierung nicht betroffen gewesen, in 2018 dagegen über viele Wochen.

4 GRUNDWASSER UND TRINKWASSERVERSORGUNG

4.1 Grundwasserstände und Quellschüttungen

In Rheinland-Pfalz wird das Trinkwasser fast ausschließlich aus Grundwasser gewonnen. Die Grundwasserneubildung aus Niederschlag ist ein Maß für die natürliche Regenerationsfähigkeit der Grundwasserressource und deshalb eine wichtige hydrogeologische Kenngröße für die Beurteilung des mengenmäßigen Grundwasserzustands. Die Grundwasserneubildung findet hauptsächlich im hydrologischen Winterhalbjahr statt, wenn die Verdunstung sowie der Wasserverbrauch durch die Vegetation gering ist und der Niederschlag größtenteils versickern kann. Die vegetationsfreie Zeit wird definiert als Zeitraum zwischen der Verfärbung der Blätter der Stiel-Eiche und der Blüte der Hasel. Diese Zeitspanne hat sich – bedingt durch die klimatischen Veränderungen – in den letzten 60 Jahren im Schnitt um ca. drei Wochen verkürzt.

Klimatisch bedingte Änderungen in der Grundwasserneubildung führen zu Schwankungen in den Grundwasserständen und Quellschüttungen, die die Vorratsänderung im Grundwasserleiter zeigen. Änderungen der Grundwasserneubildungsrate haben damit direkte Auswirkungen auf die Grundwasservorkommen (Abb. 4.1).

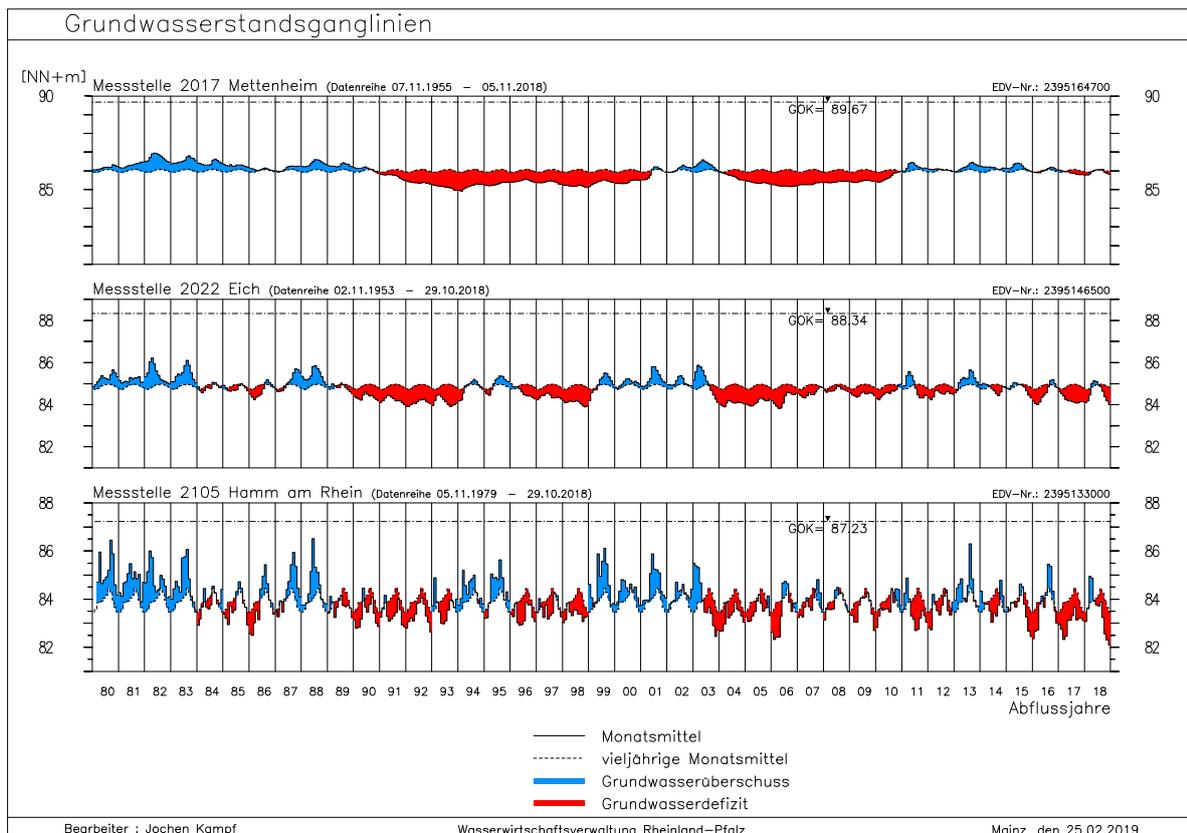


Abb. 4.1: Grundwasserstandsschwankungen im Eicher Rheinbogen 1980 bis 2018

In der rheinnahen Messstelle 2105 Hamm sank der Grundwasserspiegel in Folge des niedrigen Rheinwasserstandes auf den niedrigsten Stand im Beobachtungszeitraum, während einige Kilometer entfernt die Messstelle 2017 Mettenheim im Mittelwasserbereich lag.

Die Grundwasserstände sind in der Regel mit steigenden Wasserständen im Winterhalbjahr und sinkenden im Sommer und Herbst jahreszeitlich geprägt. Hierbei handelt es sich um saisonale Schwankungen, die man bei normalen klimatischen Verhältnissen beobachten kann. Aufgrund der natürlichen Klimavariabilität unterliegen die Temperatur und der Niederschlag sehr großen Schwankungen, so dass es immer wieder zu Abweichungen und Anomalien gegenüber den mittleren Verhältnissen kommen kann. Insofern sind die ausgebliebenen Niederschläge im Sommer 2018 für die Entwicklung des Grundwasserdargebotes zunächst einmal von untergeordneter Bedeutung. Die saisonalen Schwankungen (Jahresgang) werden dann von Trocken- und Nassperioden (periodischen Schwankungen) überlagert.

Folgen in Trockenperioden mehrere trockene Jahre aufeinander, sinken die Grundwasserstände meist längerfristig auf ein niedrigeres Niveau. Im Zeitraum 2011–2015 ging in Folge mehrerer trockenen Jahren die Grundwasserneubildung im Vergleich zur langjährigen Reihe 1951–2010 um 22,1 % zurück. (s. Tab. 4.1)

Tab. 4.1: Änderungen der Wasserhaushaltskomponenten in Rheinland-Pfalz

Vieljähriges Jahresmittel	Reihe 1951-2010	Reihe 2011-2015	Änderung
Temperatur	8,9 °C	9,9 °C	+ 1,0 °C
Niederschlag	788 mm	712 mm	- 9,6 %
Verdunstung	510 mm	494 mm	- 3,0 %
Abfluss	278 mm	222 mm	-20,4 %
Grundwasserneubildung	104 mm	81 mm	-22,1 %

Das Winterhalbjahr 2017/2018 war von einer insgesamt mittleren Grundwasserneubildungsrate geprägt. Auch wenn ein durchschnittliches Winterhalbjahr nicht die Defizite der vorausgegangenen trockenen Winterhalbjahre ausgleichen kann, haben sich die Grundwasserstände insgesamt nach mehreren trockenen Jahren etwas erholen können. Aus hydrologischer Sicht stand daher auch 2018 genügend „nutzbares Grundwasserdargebot“ zur Trinkwasserversorgung zur Verfügung. Diese Aussage wurde durch die Umfrage bei den Wasserversorgungsunternehmen des Landes bestätigt.

4.2 Auswirkungen auf die Trinkwasserversorgung

Die Sommermonate Juni bis August sind in der Regel die Spitzenmonate für die Trinkwasserabgabe an die Bevölkerung. Dabei war der Bedarf im Sommer 2018 regional sehr unterschiedlich. Einzelne Wasserversorgung verzeichneten um bis zu 30 % höhere Wasserabnahmen im Vergleich zum langjährigen Mittel der vergangenen Sommer. Bei anderen Wasserversorgern war kein zusätzlicher Bedarf erkennbar.

Allerdings gab es – in Abhängigkeit der Herkunft des Trinkwassers – in einzelnen Regionen deutliche Rückgänge in der Wassergewinnung. Insbesondere im nördlichen Rheinland-Pfalz wurde bei den dort überdurchschnittlich oft genutzten Quellen ein Rückgang von teilweise mehr als 50 % des Wasserdargebots verzeichnet. Quellschüttungen reagieren – je nach Lage und Einzugsgebiet – unmittelbar auf die verminderten Niederschläge, d.h. hier können auch die Niederschläge im Sommerhalbjahr – je nach Lage des Quelleinzugsgebietes – von Bedeutung sein.

Aber auch im Bereich von sehr flachen Uferfiltratsanlagen verzeichneten die Wasserversorger deutliche Einbußen. Bei diesen Gewinnungsanlagen war der niedrige Wasserstand des Rheins die Ursache für Rückgänge der Förderung um bis zu 40 %. Die niedrigen Wasserstände führen zu einer geringeren Versickerungsrate und haben damit unmittelbar Auswirkung auf das zur Verfügung stehende Grundwasserdargebot.



Rhein bei Bingen

In einigen Gebieten kam es im Jahr 2018 zu Problemen bzw. wird künftig mit Problemen gerechnet:

Im Kreis Altenkirchen konnten drei Wasserversorger auf Grund der Trockenheit weniger Grundwasser fördern, als benötigt wurde. Zur verminderten Förderung kam der gestiegene Bedarf durch die Hitzeperiode. Die Probleme konnten jedoch durch Verbände mit benachbarten Versorgern ausgeglichen werden. Bei allen drei Wasserversorgern wird im Fall eines weiteren trockenen Jahres mit den gleichen Problemen gerechnet. Zur mittel- bis langfristigen Sicherung der Trinkwasserversorgung werden bei den Wasserversorgern der Ausbau der Verbundleitungen und die Erschließung neuer zusätzlicher Brunnen angedacht.

Im Kreis Neuwied gab es lediglich im Bereich der Verbandsgemeinde Rengsdorf Probleme. Hier wurden zwei ehemalige Gewinnungsanlagen kurzfristig wieder in Betrieb genommen. Andere Wasserversorger haben ihre zeitweiligen Engpässe über Verbände mit anderen Wasserversorgern überbrücken können. Die Wasserversorger sehen im Fall eines weiteren trockenen Jahres die Trinkwasserversorgung vor allem durch ihre Anbindung an das Kreiswasserwerk Neuwied gesichert. Im Fall der Verbandsgemeinde Rengsdorf ist eine Erkundungsbohrung zur Erschließung neuer Grundwasservorkommen für dieses Jahr bereits vorgesehen.

Im Rhein-Lahn-Kreis sind Probleme bei den Verbandsgemeindewerken Diez aufgetreten, da die Wasseraufbereitung an ihre Kapazitätsgrenzen stieß. Bei anhaltender Trockenheit auch im Jahr 2019 würden die Wasserversorger im Bedarfsfall die Bevölkerung zur Sparsamkeit aufrufen und bestimmte Anwendungen (Gartenbewässerung, Schwimmbäder) einschränken.

Im Westerwaldkreis gab es im Bereich von Hachenburg teilweise Rückgänge der Quellschüttungen um bis zu 50 %. Auch wenn die Versorgung der Bevölkerung über Verbundleitungen jederzeit gesichert war, wurde die Bevölkerung präventiv zum Wassersparen aufgefordert. Für ein weiteres Trockenjahr ist die Versorgung über Verbundleitungen zu anderen Wasserversorgern im gesamten Kreis gesichert. Der Stollen Alexandria im Bereich der Verbandsgemeinde Bad Marienberg hat noch deutliche Reserven, die genutzt werden können. Mittel- bis langfristig ist lediglich im Bereich der Verbandsgemeinde Selters geplant, eine alte, gut funktionierende Quelfassung zusätzlich ins Netz einzubinden.

Im Eifelkreis Bitburg-Prüm hatten die Kommunalen Netze Eifel keine Versorgungsprobleme. Bei einem weiteren niederschlagsarmen Jahr erwarten sie allerdings Probleme im Bereich der Gewinnung von Trinkwasser aus Quellen und oberflächennahen Gewinnungsanlagen. Langfristig ist hier daher eine stärkere Vernetzung geplant, insbesondere zur Absicherung der kleineren autarken Wasserversorger.

Im Kreis Cochem-Zell wurde im Jahr 2018 zeitweise mehr Wasser benötigt, als gefördert bzw. aufbereitet werden konnte. Es gab daher eine Allgemeinverfügung, die die Entnahme von Trinkwasser aus der öffentlichen Wasserversorgung für Zwecke der Bewässerung von Grünanlagen, Spiel- und Freizeitanlagen sowie für Feuerwehrrübungs zwecke untersagte. Durch Zukauf und die Nutzung der Ringverbände konnte aber die Trinkwasserversorgung gesichert werden. Auch bei einem weiteren trockenen Jahr ist die Wasserversorgung gesichert, allerdings muss damit gerechnet werden, dass wiederum eine Allgemeinverfügung erlassen wird. Für die Zukunft muss bei anhaltenden Trockenbedingungen aus Sicht des Wasserversorgers eine überregionale Vernetzung stattfinden, die der Wasserversorger aber ökonomisch nicht leisten kann.

Größere Schwierigkeiten gab es im Rhein-Hunsrück-Kreis. So waren im Bereich des Versorgers Rhein-Hunsrück Wasser Anfang Herbst die Grundwasserstände bis zur Oberkante der Filterstrecke abgesunken. Um langfristig mit solch niedrigen Grundwasserständen problemlos umgehen zu können werden derzeit die Brunnenpumpen mit Frequenzumrichtern ausgestattet, um gleichbleibend konstante Wassermengen fördern zu können. Alle Pumpen sollen beim nächsten turnusgemäßen Wechsel mit einem Kühlmantel versehen werden, um die Kühlung bei abgesenktem Grundwasserstand zu verbessern. Die Verbandsgemeinde Kirchberg hatte mit hydraulischen Problemen zu kämpfen. Zu geringe Speicherkapazitäten bei hoher Abnahme führten zu hohen Belastungen. Ähnlich wie in Kirchberg stellte sich die Situation in Simmern dar. Sollte sich dies im kommenden Jahr fortsetzen, müsste mit Verbrauchseinschränkungen (z. B. Verbot der Grünanlagenbewässerung) reagiert werden. Um die entstandenen Probleme zu lösen, sollen in den Jahren 2019 und 2020 zwei neue Brunnen erschlossen werden und das Verbundsystem optimiert werden. Zusätzlich ist die Erhöhung der Speicherkapazität an einzelnen Hochbehältern geplant.

In den Kreisen Mainz-Bingen und Alzey-Worms führte der niedrige Rheinwasserstand zu einer um 40 % geringeren Förderung aus dem flachen Uferfiltratbrunnen bei Bodenheim. Diese Mindermengen konnten durch die Uferfiltratbrunnen bei Guntersblum aufgefangen werden. Die Wasserversorgung Rheinhessen versorgt auch weite Teile des Donnersbergkreises. Hier war eigentlich geplant, einige Brunnen im Donnersbergkreis stillzulegen. Auf Grund der Auslastung der Verbundleitungen im Jahr 2018 ist aber jetzt vorgesehen, diese Brunnen weiter zu betreiben.



Rhein bei Bingen

Im Landkreis Bad Dürkheim hat die Gemeinde Weidenthal ein grundsätzliches Versorgungsproblem. Derzeit wird sowohl eine Verbundlösung als auch die Erschließung einer neuen Quelle geprüft. Beide Lösungen sind allerdings für die Gemeinde wirtschaftlich nicht darstellbar. In Freinsheim kam es durch hohe nächtliche Entnahmen (Beregnung) zu Engpässen, die durch den Verbund mit der Friedelsheimer Gruppe aufgefangen werden konnten. Aus dem Verbund zum Leininger Land konnte kein Wasser mehr geliefert werden. Derzeit laufen Studien zur Erschließung neuer Brunnen bzw. Reaktivierung alter aufgelassener Brunnenstandorte. Im Bereich der Verbandsgemeindewerke Lambrecht wird bei weiteren trockenen Jahren damit gerechnet, dass die Quellschüttungen deutlich weniger Wasser liefern. Zur Lösung dieses Problems werden neben der Neufassung weiterer Quellen auch die Umstellung auf vorhandene Tiefbrunnen und der Verbund mit den Stadtwerken Lambrecht ins Auge gefasst.

Im Rhein-Pfalz Kreis war in Schifferstadt die Maximalbelastungsgrenze erreicht. Die zusätzlichen Wassermengen konnten über Verbundsysteme geliefert werden.

Auch in Landau wurde die maximale Förderleistung erreicht, bei Tagesförderraten bis zu 100 % über den Durchschnittstagesmengen. Daher wurde bereits über Verbrauchseinschränkungen (z. B. Verbot der Grünanlagenbewässerung) nachgedacht. Die zusätzlichen Wassermengen konnten über Verbundsysteme geliefert werden.

Im Landkreis Südliche Weinstraße konnten die Stadtwerke Annweiler am Trifels die benötigten Wassermengen gerade noch liefern, zur künftigen Sicherung der Versorgung werden sowohl Verbundlösungen als auch die Erschließung neuer bzw. Regenerierung alter Brunnenanlagen angedacht. In Bad Bergzabern rechnet man bei weiterhin trockenen Bedingungen mit Engpässen auf Grund der Versorgung über Quellschüttungen und führt daher umfangreiche technische Erneuerungsmaßnahmen durch, um optimale Förderbedingungen zu erreichen.

Insgesamt sind – trotz der oben geschilderten lokalen Schwierigkeiten – die Wasserversorger gut aufgestellt und konnten die Trinkwasserversorgung der Bevölkerung immer sicherstellen. Die lokalen Probleme machen aber deutlich, dass einzelne Wasserversorger immer wieder auf Grund unterschiedlicher Ursachen Versorgungsprobleme bekommen können. Daher ist es notwendig, die bestehenden Verbundsysteme zwischen den Versorgern zu erhalten und auszubauen. In einzelnen Gebieten kann die Erschließung neuer Grundwassergewinnungsanlagen notwendig werden. Allerdings zeigt die Entwicklung auch, dass die bestehenden Gewinnungsanlagen alle benötigt werden und ihr Schutz einen sehr hohen Stellenwert haben muss.

5 AUSWIRKUNGEN AUF DIE BESCHAFFENHEIT DER FLIESSGÄSSE

5.1 Temperaturregime und Stoffhaushalt der Flüsse

Temperaturregime des Rheins

■ Rheinwasser-Untersuchungsstation Mainz-Wiesbaden

Die Temperaturmittelwerte im Querschnitt des Rheins bei Mainz im Jahr 2018 sind in den Maximalwerten mit denen des Hitzesommers 2003 vergleichbar (Abb. 5.1). Zur besseren Vergleichbarkeit werden die Verlaufskurven der Jahre 2006 als ein ebenfalls sehr warmes Jahr und 2012 als „Normaljahr“ mit aufgeführt.

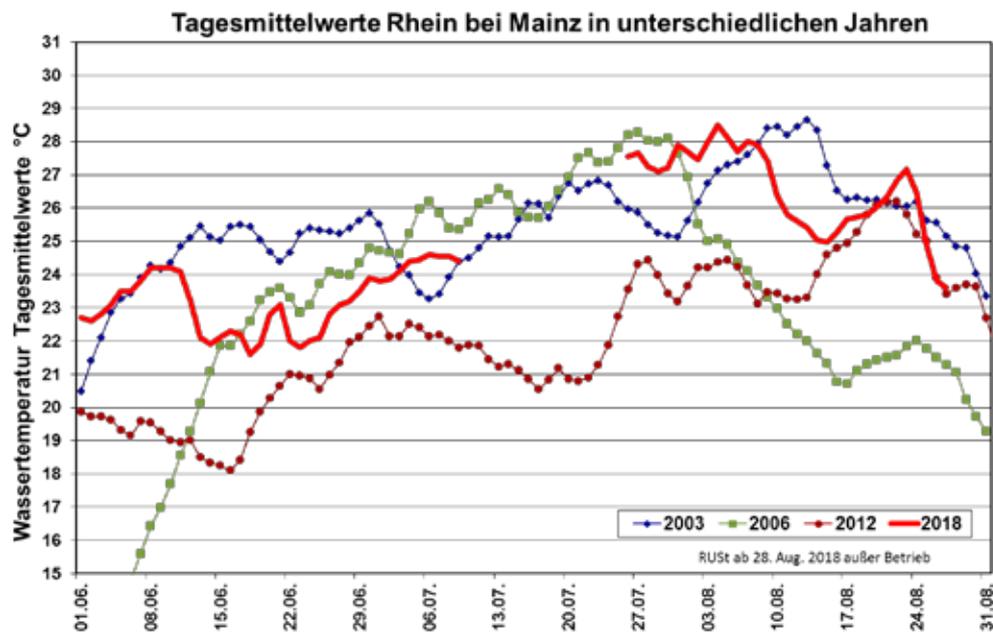


Abb. 5.1: Temperaturverlauf des Rheins bei Mainz

Der maximale Tagesmittelwert der Rheinwassertemperatur von 28,5°C wurde 2018 bereits am 04. August erreicht. Im Gegensatz dazu wurde im Extremsommer 2003 der maximale Wert (28,7 °C) erst am 13. August erreicht.

2003 sank die Rheinwassertemperatur nach dem Erreichen des Maximums um den 10. August stetig (mit einem Plateau bei einem Betrag um 25 °C) bis zum Ende des Monats auf unter 23 °C ab. 2018 stieg die Temperatur nach einer zwischenzeitlichen Absenkung am 23. August erneut auf ein lokales Maximum von 27,2 °C an. Erst zum Monatsende fiel die Wassertemperatur aufgrund von Regenfällen im südlichen Einzugsgebiet des Rheins wieder auf Werte unterhalb von 24 °C.

Eine Tagesmitteltemperatur von 28 °C und höher wurde 2018 an vier Tagen (3. bis 5. und 7. August) erreicht, 2003 an sechs Tagen (9. bis 14. August). Die 27 °C-Schwelle wurde 2018 im Rhein bei Mainz an 16 Tagen sicher überschritten.¹

Zur Einordnung der Temperaturverläufe des Rheinwassers bei Mainz der Jahre 2003 und 2018 sind diese vor dem Hintergrund der Gesamtschwankungsbreite aller Jahre seit 1993 eingebettet (Abbildung 5.2). Die Schwankungsbreite wird durch das jeweilige tägliche Tagesminimum und Tagesmaximum definiert. Die waagerechte gelbe Linie steht für den Mittelwert von 27 °C, die orange für 28 °C und die rote Linie für 29 °C.

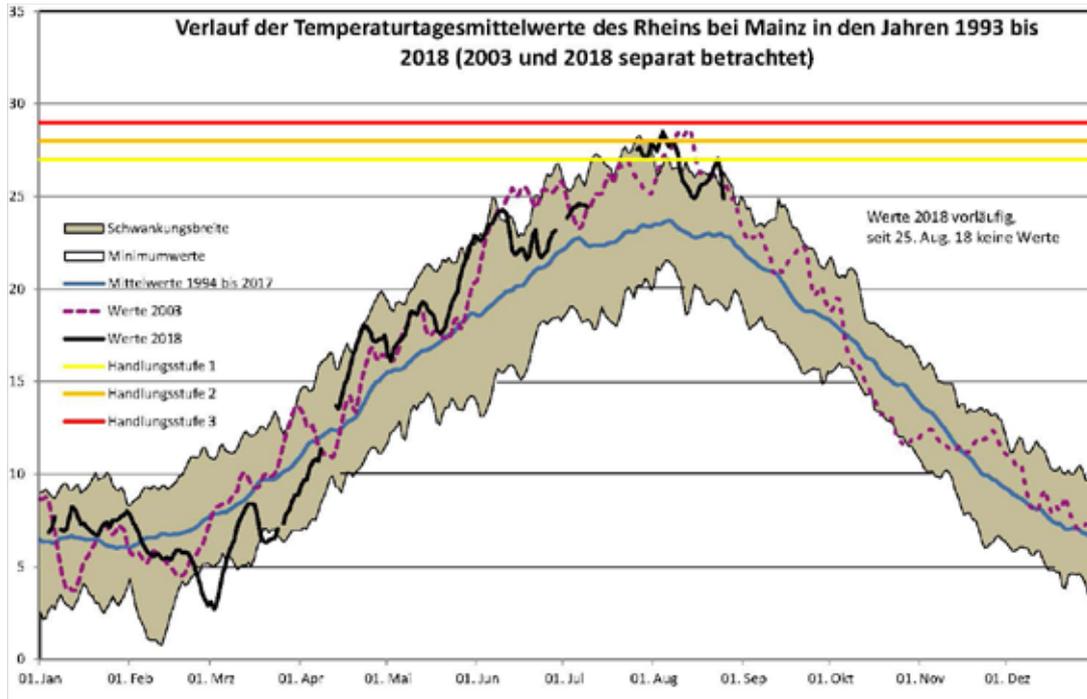


Abb. 5.2: Verlauf der Tagesmittelwerte des Rheins bei Mainz innerhalb der Schwankungsbreite seit 1993

■ Rheingütestation Worms

Die Wassertemperaturganglinien von Worms und Mainz verlaufen weitgehend synchron, wobei die Temperaturwerte in Mainz geringfügig höher liegen.

Die maximalen Rheinwassertemperaturen in Worms waren 2018 deutlich niedriger als 2003. Im Berichtsjahr 2018 betrug der maximale Tagesmittelwert bei Worms am 3. August 28,0 °C, am Folgetag wurden 28,1 °C ermittelt. Im Jahr 2003 wurde die 28 °C-Grenze im Zeitraum vom 9. bis 13. August an fünf Tagen überschritten. Der maximale Tagesmittelwert erreichte am 13. August 2003 28,6 °C.

Eine Zusammenstellung der mittleren Tagestemperaturen größer 25 °C und größer 27 °C der beiden Stationen ist in Tabelle 5.1 dargestellt:

- 1 Aufgrund von technischen Problemen konnten im Juli 2018 an 20 Tagen keine durchgängigen Messdaten erhoben werden. Ein zeitnaher Austausch der Pumpen war wegen des niedrigen Rheinwasserpegels nicht möglich. Am 28. August 2018 fiel in Mainz auch die letzte Messwasserpumpe aus. Wahrscheinlich sind die Störungsursachen für alle Ausfälle in der Abrasion der Laufräder durch Feststoffpartikel aus dem Messwasser zu suchen.

Tabelle 5.1: Anzahl der Tage mit Überschreitungen der 25 bzw. 27 °C-Marke an den Rhein-Messtationen Mainz und Worms. Vergleich 2003 versus 2018.

Jahr	Anzahl Tage		Kriterium
	Worms	Mainz	
2003	53	47	$T \geq 25 \text{ °C}$
	9	12	$T \geq 27 \text{ °C}$
2018	40	~40	$T \geq 25 \text{ °C}$
	15	~17	$T \geq 27 \text{ °C}$

Zusammenfassend lässt sich schließen, dass die mittleren Wassertemperaturen des Rheins 2018 ungewöhnlich hoch waren. Sie reichen fast an die des Jahres 2003 heran.

Temperaturregime staugeregelter Fließgewässer

Die Temperaturmittelwerte in staugeregelten Fließgewässern im Jahr 2018 lagen im Vergleich zum Rhein auf niedrigerem Niveau (Abb. 5.3 bis 5.4). Die Tagesmittelwerte der Wassertemperaturen erreichten nicht die Marke von 28 °C. Die höchsten Tagesmitteltemperaturen wies die Mosel am 6. August an der Messstation Fankel mit 27,5 °C sowie in Palzem am 4. August mit 27,2 °C auf. Die Mosel bei Fankel war an fünf Tagen, die Mosel bei Palzem an zwei Tagen wärmer als 27 °C.

In den Jahren 2003 und 2006 wurden bei den Wassertemperaturwerten sowohl in der Mosel als auch in der Saar bei Kanzem (Abb. 5.4) deutlich höhere Tagesmittelwerte gemessen als im Jahr 2018. Der höchste Tagesmittelwert des Saarwassers wurde am 7. August 2018 mit 25,8 °C gemessen.

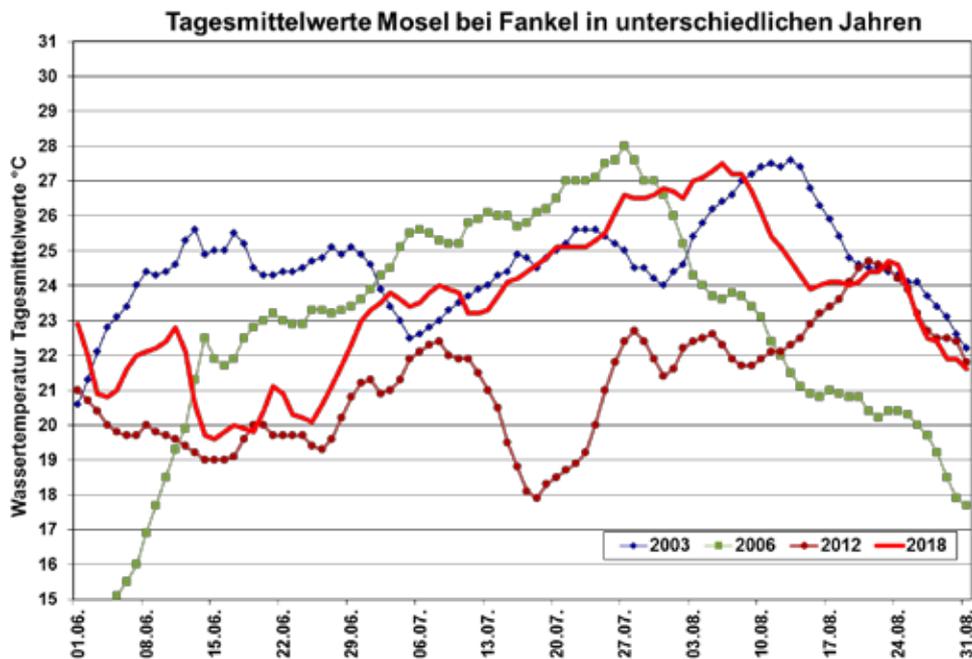


Abb. 5.3: Temperaturverlauf der Mosel bei Fankel

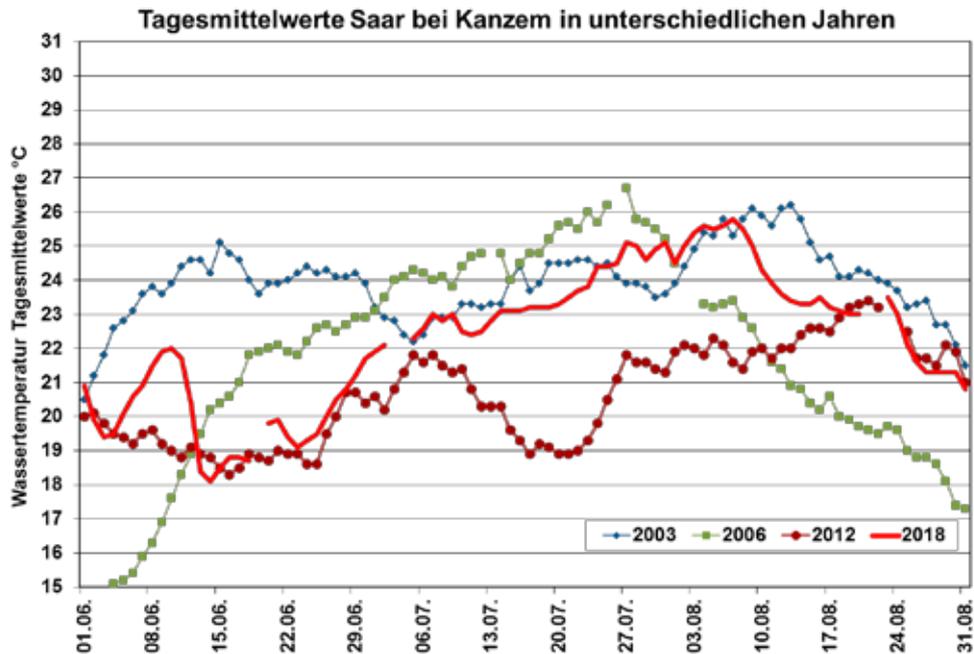


Abb. 5.4: Temperaturverlauf der Saar bei Kanzem

Fazit Temperaturbelastung der rheinland-pfälzischen Fließgewässer im Sommer 2018:

Der Rhein erreichte 2018 ungewöhnlich hohe mittlere Wassertemperaturen. Die Temperaturmittelwerte lagen 2018 auf einem geringfügig niedrigeren Niveau als im Hitzesommer 2003, aber auf einem vergleichbaren Niveau wie in 2006. Es wurden Wassertemperaturen über 28 °C erreicht. Die Schwellenwerte lösten Aktivitäten der obersten und der oberen Wasserbehörden aus.

Die Temperaturmessungen der staugeregelten Gewässer in RP zeigten ebenfalls hohe Werte, die aber unterhalb des Levels von 2003 und 2006 lagen. Für die kleinen Fließgewässer lassen sich keine belastbaren Aussagen ableiten, da hier nur Stichprobendaten vorliegen.

Sauerstoffhaushalt Rhein

Im Gegensatz zu den Temperaturwerten, werden bei den Sauerstoffkonzentrationen die (Tages)Minimumwerte als Bewertungskriterium herangezogen. Der Sauerstoffgehalt des Rheins bei Mainz lag 2018 an keinem Tag unterhalb von 5,7 mg/L (Abb. 5.5). In Worms unterschritt die Sauerstoffkonzentration nie den Wert von 6,0 mg/L (Abb. 5.6).

Als Orientierungswert für die Einhaltung des guten ökologischen Zustands sollte nach der OGeWV das Sauerstoffminimum eines Fließgewässers im Jahresverlauf nicht längerfristig unter 7 mg/L absinken. Akute Schäden für die Lebensgemeinschaften sind jedoch erst weit unterhalb dieses Wertes zu befürchten.

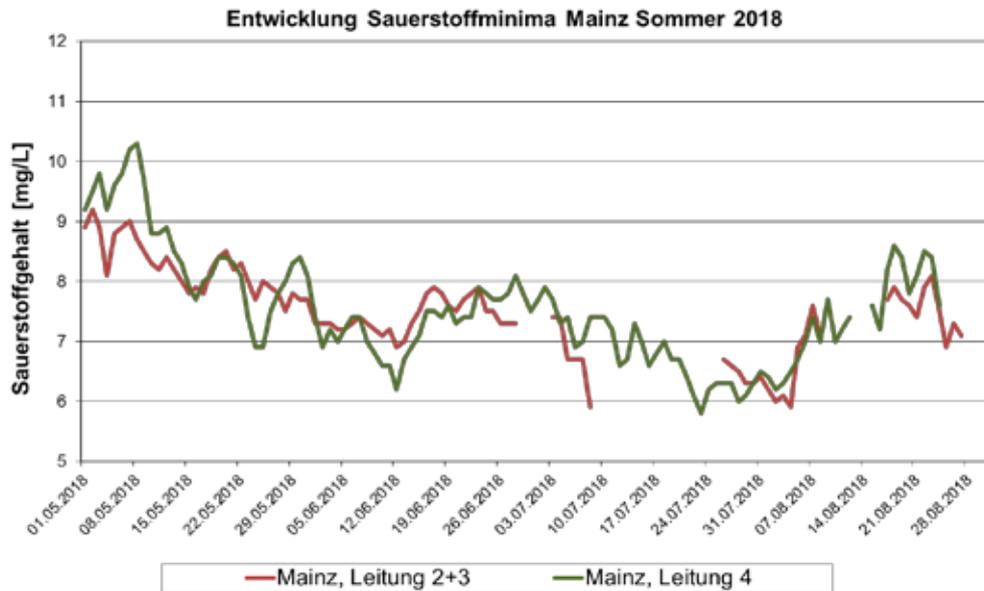


Abb. 5.5: Entwicklung der Sauerstoffgehalte (Tagesminima) des Rheinwassers bei Mainz

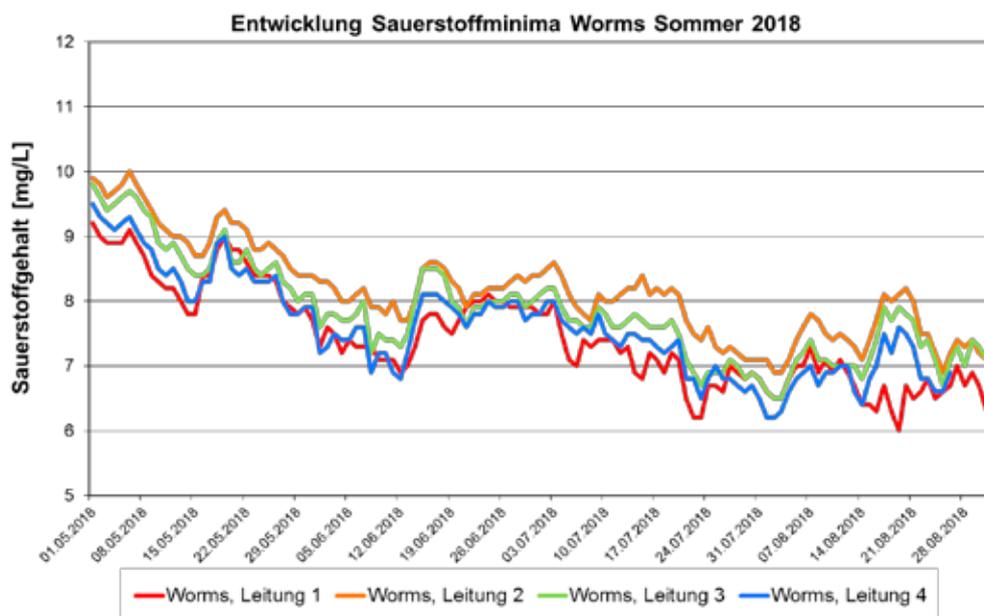


Abb. 5.6: Entwicklung der Sauerstoffgehalte (Tagesminima) des Rheinwassers bei Worms

Sauerstoffhaushalt staugeregelte Fließgewässer

In staugeregelten Gewässern von Rheinland-Pfalz wird ein Sauerstoffgehalt von 2 mg/L im Oberwasser und 4 mg/L im Unterwasser als operative Handlungsschwelle für Wasserkraftanlagen gefordert (Drosselung der Kraftwerke, Wehrüberfälle zu Belüftungszwecken).

Die Mosel wies 2018 bei der Gewässeruntersuchungsstation Fankel (Oberwasser) nach diesen Kriterien keine Sauerstoffdefizite auf (Abb. 5.7). Die Sauerstoffmesswerte in der Mosel bei Palzem (Entnahme im Oberwasser) erreichten Anfang August scheinbar einen sehr geringen Wert. An diesen Tagen wurde wegen des Ausfalls der Messwasserpumpen (Tauchpumpen) vorübergehend auf Ersatz (Schneckenpumpen) umgestellt. Diese Art der Messwasserförderung begünstigt den Verlust von im Wasser gelöstem Sauerstoff enorm. Die Messwerte in diesem Zeitraum sind aus diesem Grund nicht repräsentativ. Nach drei Tagen konnte auf das ursprüngliche Fördersystem umgestellt und repräsentative Werte gemessen werden. Sie lagen oberhalb des Schwellenwerts von 4 mg O₂/L.

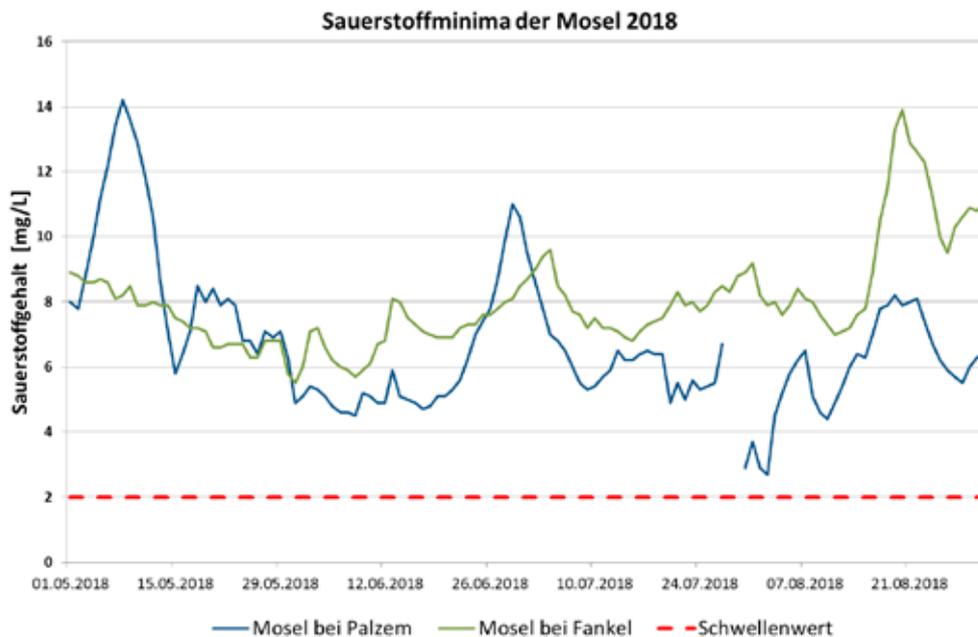


Abb. 5.7: Entwicklung der Sauerstoffgehalte (Tagesminima) der Mosel

In der Saar traten 2018, wie bereits in anderen Jahren, die geringsten Sauerstoffgehalte für diesen Gewässertyp auf. Sie resultieren aus den z. T. sehr tiefen Einstautiefen. Die Messstation Kanzem befindet sich im „frei fließenden“ Wiltinger Saarbogen, die Messeinrichtung Schoden der WSA im Bereich Oberwasser des Saarkanals.

Die Fa. Innogy SA steht als Betreiber der Wasserkraftwerke an Mosel und Saar in engem Kontakt mit dem LfU. Beide beobachten die Sauerstoffkonzentrationen an allen wichtigen Punkten der Gewässer. Sobald Sauerstoffdefizite (im oben genannten Sinne) identifiziert werden, wird die Energiegewinnung an den Kraftwerken gedrosselt oder eingestellt. Vom Kraftwerksbetreiber angestoßene Wehrüberfälle sorgen für mechanischen Eintrag von Luftsauerstoff im Unterwasser der Stauregulierung. Die Abbildungen 5.8 und 5.9 vergleichen die Sauerstoffkonzentrationsverläufe der Saar der Jahre 2017 und 2018. Es wird deutlich, dass im Vorjahr in der Saar größere Sauerstoffprobleme als 2018 auftraten.

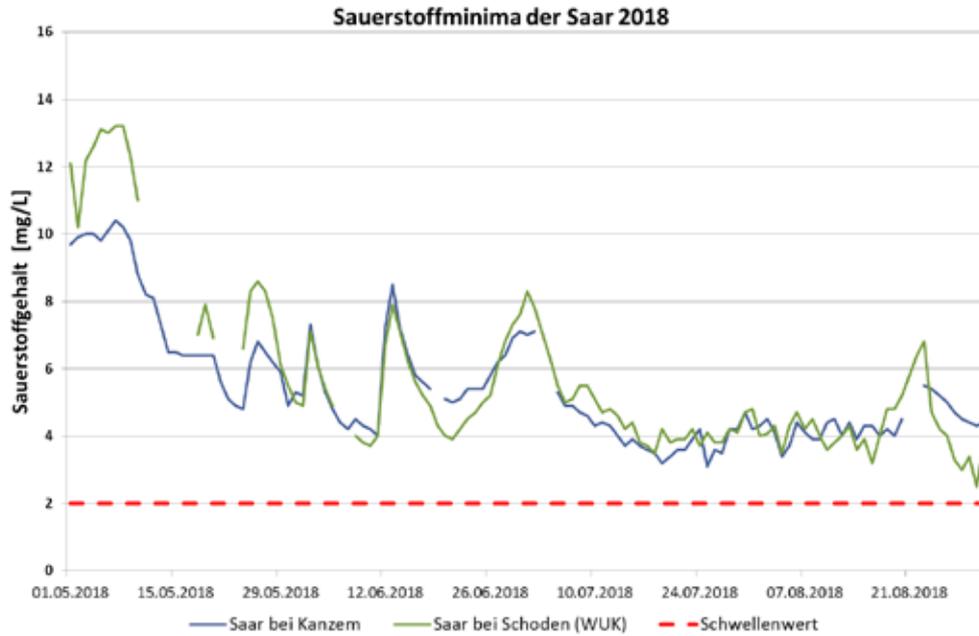


Abb. 5.8: Entwicklung der Sauerstoffgehalte (Tagesminima) des Saarwassers 2018



Abb. 5.9: Entwicklung der Sauerstoffgehalte (Tagesminima) des Saarwassers 2017

Fazit Sauerstoffhaushalt der rheinland-pfälzischen Fließgewässer:

An Fließgewässern mit kontinuierlichen Sauerstoffaufzeichnungen (Messstationen) konnten im Extremsommer 2018 keine akut kritischen Sauerstoffdefizite gemessen werden. Für Bäche und kleinere Flüsse sind, wie auch für die Wassertemperatur, nur Stichprobendaten vorhanden, die wenig über die tatsächlich aufgetretenen Sauerstoffminima aussagen. Fischsterben auf Grund von akutem Sauerstoffmangel sind dem LfU nicht bekannt geworden.

Stoffhaushalt der Flüsse

Durch die niedrigen Abflüsse in den Gewässern wurden eingeleitete Schadstoffe weniger stark verdünnt. Um diesen Effekt auf den Stoffhaushalt der Fließgewässer für das Extremjahr 2018 zu untersuchen, wurden stellvertretend die Konzentrationen der beiden Salze Chlorid und Sulfat betrachtet. Chlorid kann als Vertreter von anthropogen eingetragenen Verbindungen angesehen werden. Sulfat ist eine Verbindung, die teilweise eine geogene Herkunft hat. Der Hintergrundwert für Sulfat liegt bei rund 30 mg/L im Rhein.²

Die zusammengeführten und gemittelten Analysenwerte der Stichproben des Zeitraums April bis Oktober 2018 wurden zum Vergleich denen der Jahre 2016/17 gegenübergestellt. Es konnten zwei Arten der Entwicklung der Konzentrationen festgestellt werden:

- In einigen Gewässern (z. B. Nette und Nister) sind die mittleren Konzentrationen im Jahr 2018 gegenüber denen der Vorjahre angestiegen (Abb. 5.10 und 5.11).
- In anderen Gewässern ist die mittlere Konzentration gegenüber einem der Vorjahre erniedrigt. Beispielhaft gilt dies für den Glan (Abb. 5.12). Die Konzentrationen 2018 bewegen sich bei Lauterecken auf geringerem Konzentrationsniveau als diejenigen im Jahr 2016.

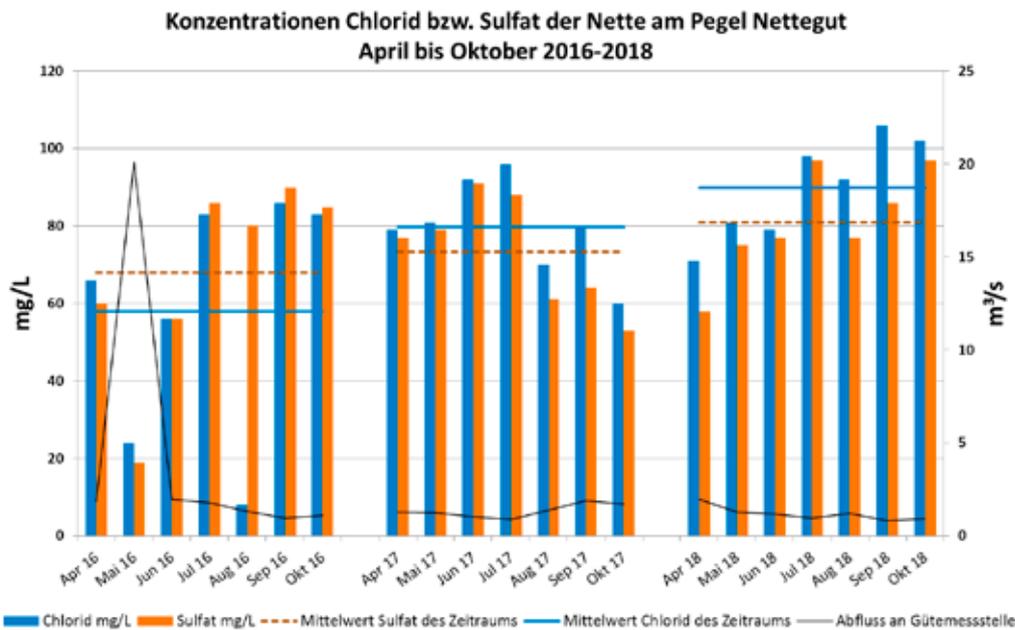


Abb. 5.10: Stoffkonzentrationen (Chlorid und Sulfat) in einem kleinen Fließgewässer (Nette)

² In der ÖGewV werden für einige Gewässertypen, wie z. B. die Typen 5 oder 5.1, Sulfat-Jahresmittelwerte von maximal 75 mg/L im Jahresmittel als Zielwert für den guten ökologischen Zustand angegeben. Der analoge Wert dieser Typen für Chlorid beträgt 200 mg/L. Im vorliegenden Fall wird nur ein Zeitraum von maximal sechs Monate betrachtet. Die Anwendung der Zielwerte ist daher nur als Richtschnur zu werten.

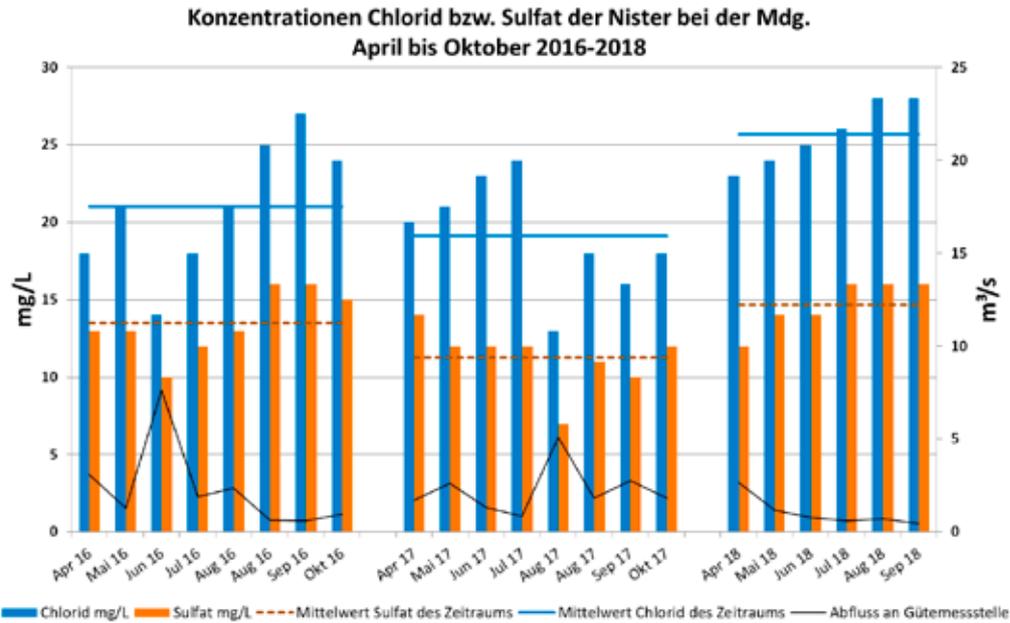


Abb. 5.11: Stoffkonzentrationen (Chlorid und Sulfat) in einem kleinen Fließgewässer (Nister)

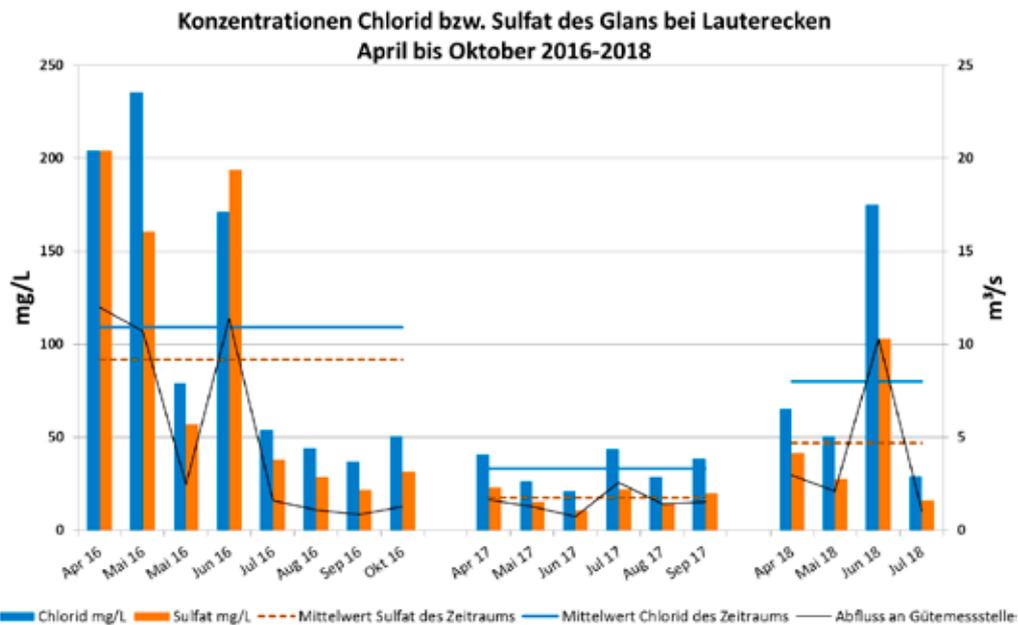


Abb. 5.12: Stoffkonzentrationen (Chlorid und Sulfat) eines kleinen Fließgewässers (Glan)

Für den Rhein wurden die Stoffkonzentrationen von Chlorid und Sulfat insbesondere vor dem Hintergrund der Trinkwassergewinnung als „Indikatoren für die Aufkonzentrierung persistenter Schadstoffe“ bei geringen Abflüssen analysiert (Abb. 5.13 und 5.14).

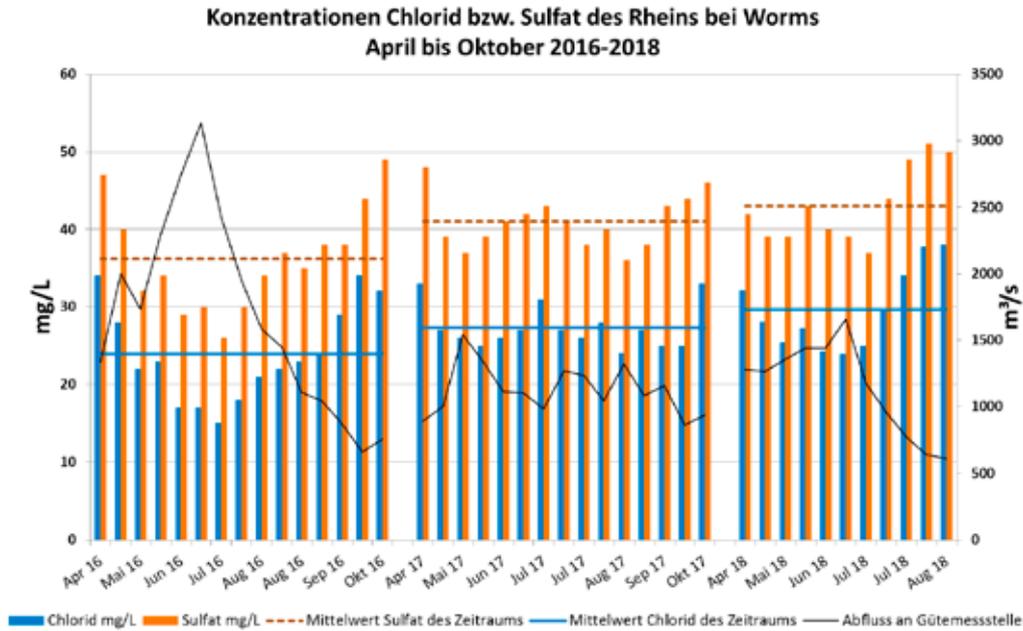


Abb. 5.13: Stoffkonzentrationen (Chlorid und Sulfat) des Rheins bei Worms

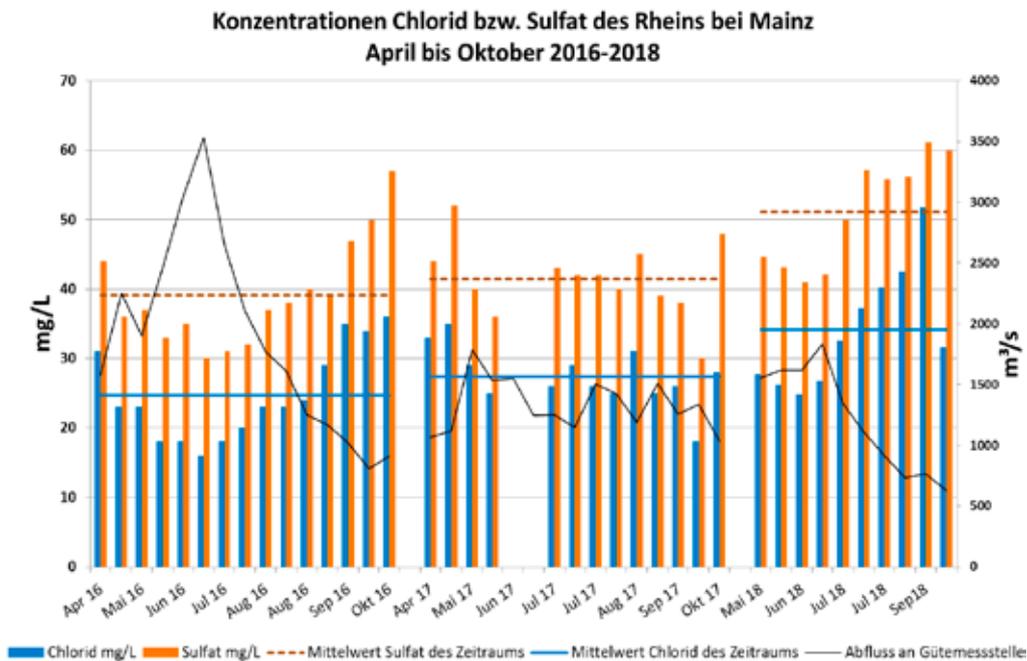


Abb. 5.14: Stoffkonzentrationen (Chlorid und Sulfat) des Rheins bei Mainz

Über den betrachteten Zeitraum von 2016 bis 2018 ist ein Konzentrationsunterschied der beiden Salze in den Jahren 2016 – 2018 deutlich erkennbar (Tabelle 5.2).

Tabelle 5.2: Mittlere Salzkonzentrationen (Chlorid, Sulfat) im Rhein bei Worms und Mainz 2016 – 2018.

	Salzkonzentrationen [mg/L]			
	Worms		Mainz	
Jahr	Chlorid	Sulfat	Chlorid	Sulfat
2016	24	36	25	39
2017	27	41	27	42
2018	30	43	34	51

In Worms liegt die Konzentration für Chlorid in 2018 um 20 % über der von 2016. In Mainz beträgt dieser Unterschied 26 %. Für Sulfat ergeben sich Unterschiede von 16 % (Worms) bzw. 24 % (Mainz). Die Sulfat-Konzentration von 51 mg/L ist außergewöhnlich hoch für den Rhein bei Mainz.

Fazit Stoffhaushalt (Chlorid und Sulfat) der rheinland-pfälzischen Fließgewässer:

Im Rhein bei Worms und Mainz wurden erhöhte Stoffkonzentrationen im Sommer 2018 festgestellt. An kleineren Fließgewässern hingegen lässt sich kein eindeutiger Trend feststellen.



Mäuseturm bei Bingen

5.2 Entwicklung des Phytoplanktons in Mosel und Saar

Der Begriff Phytoplankton umfasst alle, in der Regel mikroskopisch kleine Zellen, die im freien Wasser schweben und Fotosynthese betreiben können. Die wichtigsten Algengruppen des Flussplanktons sind die Kieselalgen oder Diatomeen, die Grünalgen, die Schlundalgen und die Blaualgen. Letztere besitzen keinen Zellkern und sind biologisch den Bakterien zuzuordnen. Korrekt ist daher die Bezeichnung Cyanobakterien. Im Sommer 2018 trat wie bereits im Jahr 2017 eine Cyanobakterienblüte in der gesamten Mosel auf, die erst Ende Mitte Oktober endete. In zahlreichen Gewässer- und Uferabschnitten wurden deutliche „Blaualgenansammlungen“ in Form von Schlieren oder sogar „Teppichen“ festgestellt. Durch mikroskopische Untersuchungen konnte die potenziell Toxine bildende Gattung *Microcystis* als Verursacher identifiziert werden. Daher wurden in Rheinland-Pfalz aus Vorsorgegründen Warnhinweise zur Freizeitnutzung an der Mosel veröffentlicht:

*„Das Trinken oder Verschlucken von Wasser ist zu vermeiden,
auch Haustiere sind von den Gewässern fernzuhalten.“*

Die massiven Algenblüten beeinflussten auch die Wasserbeschaffenheit, insbesondere den Sauerstoffhaushalt und den pH-Wert.

Entwicklung von Abfluss, Temperatur und Sauerstoffgehalten in der Mosel

Bereits im Mai unterschritt der Abfluss der Mosel $100 \text{ m}^3/\text{s}$. Nach zwei Anstiegen Anfang und Mitte Juni setzte schon Ende Juni eine Phase niedriger Abflusswerte ein. Insgesamt lagen im betrachteten Zeitraum an 80 Tagen die Tagesmittelwerte unter dem MNQ 1931–2016 von $59,9 \text{ m}^3/\text{s}$. Unter stationären Bedingungen beträgt die Fließzeit der Mosel bei MNQ von Mosel-km 229,9 (Moselwasser-Untersuchungsstation Palzem) bis zur Mündung in den Rhein mehr als 30 Tage.

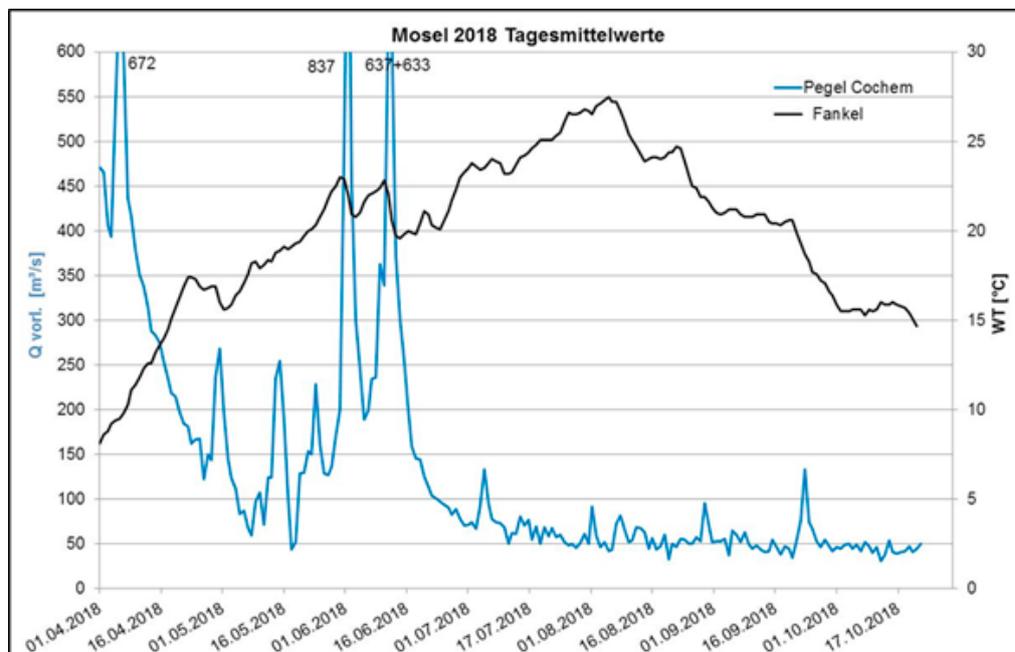


Abb. 5.15: Ganglinien des vorläufigen Abflusses [Quelle: WSV] und der Wassertemperatur der Mosel von April bis Oktober 2018

Die Zwanziggradmarke der Wassertemperatur wurde in der Gewässer-Untersuchungsstation Mosel-Saar (Fankel) erstmals am 23. Mai überschritten. An 24 Tagen lagen die Tagesmittelwerte der Wassertemperatur über 25 °C, Anfang August wurde der Spitzenwert von 27,5 °C gemessen.

Hohe Sauerstoffkonzentrationen über 10 mg/L korrespondieren mit Sauerstoffsättigungen größer 125 %. Diese wurden in der Zeit der höchsten Chlorophyll-Konzentrationen (vgl. Abb. 4) von Mitte August bis Ende September beobachtet. In diese Zeitspanne fallen auch die hohen Tagesmittel des pH-Wertes > 8,5.

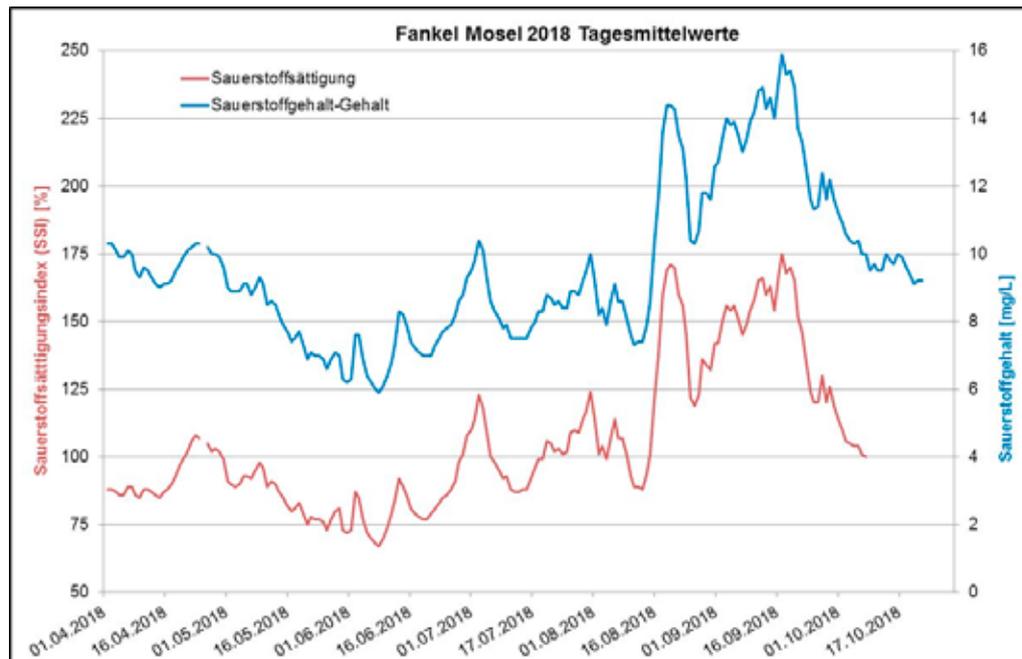


Abb. 5.16: Ganglinien des Sauerstoffgehaltes und der Sauerstoffsättigung in der Mosel von April bis Oktober 2018.

Phytoplanktonentwicklung

Die gesamte rheinland-pfälzische Moselstrecke einschließlich des gemeinsamen deutsch-luxemburgischen Teiles (Kondominium) bis zur Mündung in den Rhein war von Anfang August bis Ende September durch eine massive „Blualgenblüte“ geprägt, die in der Untermosel bis Anfang Oktober andauerte.

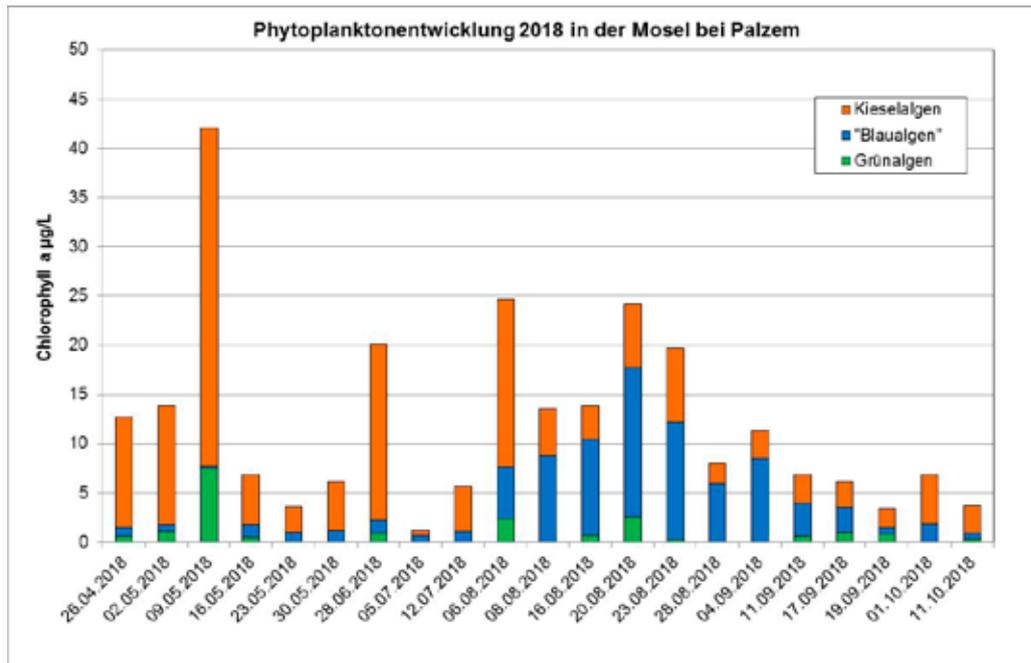


Abb. 5.17: Phytoplanktonentwicklung 2018 in der Mosel bei Palzem.

Mosel bei Palzem:

Nach einer klassischen Kieselalgenblüte im Frühjahr stiegen die Cyanobakterien-Gehalte Anfang August an. Nach einem Maximum von 15,1 µg/L am 20. August gingen die Blaualgendichten in der oberen Mosel bei Palzem (Mosel-km 229,9) seit Anfang September deutlich zurück auf Werte unter 2 µg/L.

Mosel bei Fankel:

In der unteren Mosel bei Fankel und Koblenz waren die Cyanobakterien-Konzentrationen (vgl. Abb. 4) deutlich höher als in der Mosel bei Palzem. Der Anstieg der fluorimetrisch gemessenen Konzentrationen von Gesamt-Chlorophyll a und Cyanobakterien-Chlorophyll a in der Mosel bei Fankel (Mosel-km 59,5) verlief ab Mitte August rasant. Die massive Cyanobakterienblüte mit Konzentrationen über 50 µg/L und Spitzenwerten von mehr als 80 µg/L Cyanobakterien-Chlorophyll dauerte bis Anfang Oktober an. Die Werte schwanken dabei von Natur aus aufgrund der variablen räumlichen und zeitlichen Verteilung der Cyanobakterien.

Im Vergleich zu 2017 ist festzuhalten, dass die Cyanobakterienblüte 2018 in der Mosel deutlich stärker ausgeprägt war und auch längere Zeit andauerte als im Vorjahr. Im Jahr 2017 wurden die „Blaualgen“ durch eine Phase hoher Abflüsse Mitte September „ausgeschwemmt“. 2018 trat eine deutliche Abflusserhöhung erst Anfang Dezember ein. Der Rückgang der Cyanobakterien in der Mosel bei Fankel ab Anfang Oktober ist vermutlich auf ein verringertes Wachstum zurückzuführen, das wahrscheinlich durch niedrige Wassertemperaturen und verringerten Lichteinfall ausgelöst wurde.

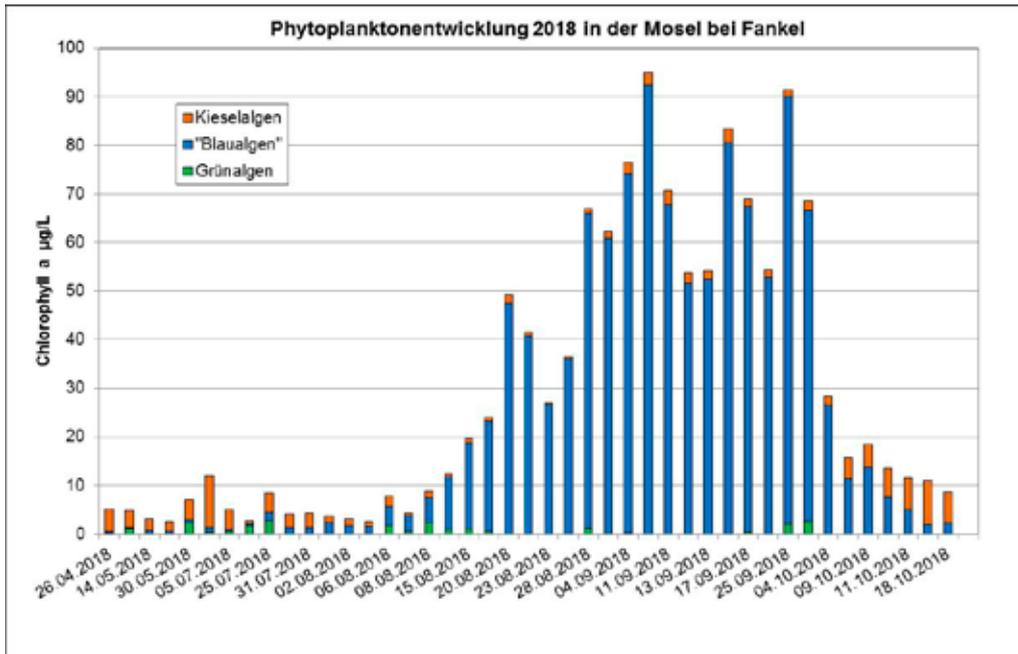


Abb. 5.18: Phytoplanktonentwicklung 2018 in der Mosel bei Fankel.

Saar bei Kanzem:

In der Saar waren die Blaualgendichten 2018 gering. Sie lagen in den Proben aus der Saarwasser-Untersuchungsstation Kanzem stets unter 2 µg Cyanobakterien-Chlorophyll a pro Liter. Die Frühjahrsblüte der Kieselalgen begann in der Saar bereits Ende April und damit wohl früher als in der Mosel bei Palzem (Abb.5).

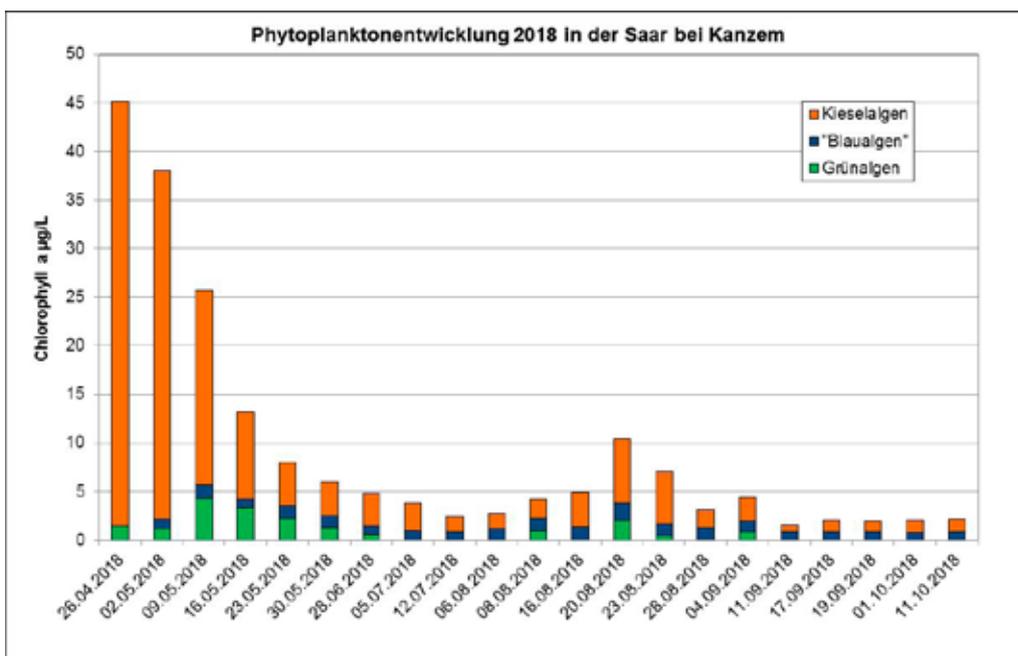


Abb. 5.19: Phytoplanktonentwicklung 2018 in der Saar bei Kanzem.

Ursachen der Blaualgenentwicklung

Für die Entstehung der „Blaualgenblüten“ spielen mehrere Faktoren eine Rolle. Die lang andauernde Niedrigwassersituation verursachte in der Mosel lange Aufenthaltszeiten des sehr langsam fließenden Wassers in den Staustufen, wodurch eine Entwicklung von Blaualgen begünstigt wird. Starke Sonneneinstrahlung und hohe Temperaturen durch die Wettersituation verstärkten dies.



Mosel bei Oberfell am 30.09.2018

6 AUSWIRKUNGEN AUF DIE BESCHAFFENHEIT DER STEHGEWÄSSER

Auch die Seespiegel an den rheinland-pfälzischen Stehgewässern waren 2018 außergewöhnlich tief. Diese korrespondieren mit den Grundwasserständen oder mit den niedrigen Abflüssen ihrer Zuläufe. Die Wasserstände der meisten Altrheinarme der Oberrheinebene sind unmittelbar mit denen des Rheins verbunden und haben daher die stärksten Absenkungen erfahren.

Negative Auswirkungen wie vermehrte Algenblüten und dadurch bedingte Sauerstoffdefizite wurden jedoch überwiegend aufgrund der anhaltend hohen Temperaturen und der starken Sonneneinstrahlung begünstigt, während die Wasserstände hierfür weniger relevant sind.

Kritische Zustände hinsichtlich der Sauerstoffversorgung ergaben sich 2018 bei der herbstlichen Durchmischung an einigen Stehgewässern der Rheinebene z. B. am Neuhofener Altrhein und am Nachtweideweiher in Bobenheim-Roxheim. Mit Hilfe von Sofortmaßnahmen konnten Fischsterben verhindert werden.

Anhand der Darstellung der Sichttiefen im Neuhofener Altrhein kann man die besondere Relevanz der Witterungsverhältnisse auf das (Blau-)Algenwachstum erkennen (Abb. 6.1).



Badestelle am Neuhofener Altrhein mit 22 cm Sichttiefe (Aufnahme vom 21.08.2018)

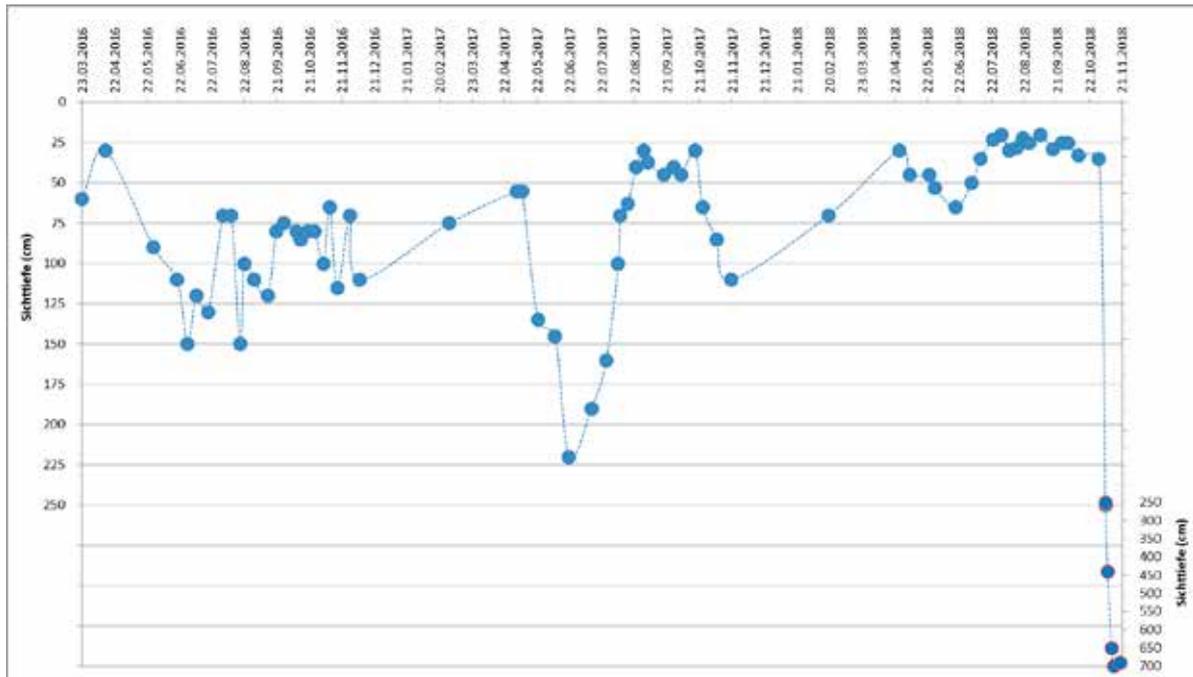


Abb. 6.1: Sichttiefen (Messung mit Secchi-Scheibe) im ausgekiesten Teil des Neuhofener Altrheins 2016 bis 2018. Zur besseren Veranschaulichung wurden die Einzelmessungen mit gestrichelter Linie verbunden und für hohe Sichttiefen eine abweichende Skalierung (rechte X-Achse) eingeführt

2018 traten dort gegenüber den beiden vorangegangenen Jahren langandauernd (Juli bis Oktober) extrem geringe Sichttiefen unter 30 cm auf. Das fröhsommerliche Klarwasserstadium war nur sehr schwach ausgeprägt (max. 65 cm, vgl. dagegen die deutliche Ausprägung 2017). Gleichzeitig sind die Phosphorgehalte seit 2018 aufgrund von seeinternen Maßnahmen (Tiefenwasserableitung) deutlich zurückgegangen. Daher liegt der Schluss nahe, dass die außergewöhnliche Wetterlage als wichtigste Ursache für das übermäßige Algenwachstum angesehen werden kann.

Ungewöhnlich war hier auch das plötzliche und komplette Abstreben der Biomasse im November, welches Sichttiefen von bis zu 7 m ermöglichte. Auch andere Gewässer waren von Massentwicklungen von Planktonarten, häufig Cyanobakterien („Blualgen“), betroffen (siehe Fotos unten und Kap. 8).

An den Seeufern bewirkten die zurückgehenden Wasserstände Verschiebungen in der Zonierung der Ufervegetation und bei trockenfallenden Seeböden durchaus auch positive Effekte wie die Ausbildung seltener (Pionier-)Pflanzengesellschaften. Insbesondere an den Altrheinen ist dies Teil der natürlichen Dynamik, mit denen die Lebensgemeinschaften gut zurechtkommen.



Fotos v. oben: Trockenfallende Ufer am Roxheimer Altrhein (22.11.2018, oben) und am Wiesensee (25.09.2018, Mitte), Cyanobakterienmassenentwicklung am Dreifelder Weiher (03.08.2018, unten)

7 AUSWIRKUNGEN AUF DIE TIER- UND PFLANZENWELT

Eine physikalische Folge geringer Abflüsse mit Auswirkungen auf die Ökologie der Gewässer ist die Einengung des Lebensraumes. In Gewässern 3. Ordnung betrifft dies besonders die Austrocknung oberflächennah gespeister Quellen und kleiner Bachoberläufe, bei größeren Gewässern 2. und 3. Ordnung vor allem das Trockenfallen ufernaher Lebensraumstrukturen. In den Bundeswasserstraßen konzentriert sich das Wasser zunehmend auf die Fahrrinne. Die Durchgängigkeit und ggf. auch die Anbindung und Erreichbarkeit von Nebengewässern ist bei sehr niedrigen Wasserständen eingeschränkt.

Der Abfluss ist darüber hinaus für viele Wanderfischarten auch ein wichtiger Impulsgeber für die Wanderaktivität. So sind Aufstiege von kleinen Sommerlachsen in die Sieg an der Lachs-Zählstation in Buisdorf (NRW) bis Oktober 2018 fast gänzlich ausgeblieben. Auch die abflussgesteuerten Abwanderungen bei laichbereiten Aalen sind bis Anfang Dezember (erste anhaltende Tiefdruckgebiete im EZG von Mosel und Rhein) ausgeblieben.

Auf den Sauerstoffhaushalt der Fließgewässer haben hohe Temperaturen einen maßgeblichen Einfluss, da die Sättigung von Sauerstoff bei steigender Wassertemperatur sinkt. Gleichzeitig steigt der Stoffwechsel der wechselwarmen Gewässerorganismen bei steigender Wassertemperatur. Dadurch steigt ihr Sauerstoffbedarf, bei sinkendem Sauerstoffdargebot im Wasser. Lang anhaltende Hitzeperioden (insbesondere in Verbindung mit niedrigen Abflüssen) führen daher zu Dauerstresssituationen und erhöhter Anfälligkeit gegenüber Krankheiten unter den Organismen. Dies ist insbesondere für Fische (Aalrotseuche, Furunkulose und Proliferative Nierenkrankheit bei Salmoniden) und Muscheln belegt (Absterben von Körbchenmuschelbeständen im Sommer 2003, 2013).



Algen- und Wasserpflanzenentwicklung in der Nahe bei Bingen am 26.08.2018

Fischzuchten hatten im Sommer 2018 erheblich mit stresshaltungsbedingten Erkrankungen zu kämpfen. Der für die Fischgesundheit notwendige mehrfache Wasserwechsel eines Fischteiches pro Tag wurde aufgrund des zu geringen Wasserdargebotes der Zuläufe unter einen einmaligen Wasserwechsel pro Tag gedrückt. Einem krankmachenden Überhandnehmen von Ektoparasiten insbesondere bei jungen Fischen musste aufwändig begegnet werden. Trotz therapeutischer Gegenmaßnahmen und auch völligen Verzicht auf die Verabreichung von Futter waren Ausfälle in Fischzuchten die Folge. Die haltungsbedingten Verluste bzw. Extra-Aufwendungen zur Abwehr von Verlusten seitens der Fischereibetriebe waren 2018 besonders hoch.

Im nördlichen Oberrhein konnte Anfang August 2018 ein partielles Muschelsterben der massenhaft verbreiteten und im Rhein als gebietsfremd geltenden Wandermuschel *Dreissena rostriformis* beobachtet werden. Die Wassertemperaturen im Rhein stiegen in dieser Zeit auf Tagesmittelwerte von über 28 °C an (Maximum am 04.08.2018 mit 28,5 °C). Witterungsbedingte Fischsterben wurden dagegen in Rheinland-Pfalz nicht bekannt, auch nicht im Rhein. Letzteres wird mit der unter diesen Umständen noch ausreichenden Sauerstoffversorgung erklärt. Im Rhein fielen die minimalen Tagesmittelwerte des Sauerstoffs nie unter 5,7 mg/L. In den stauregulierten Flüssen lagen die minimalen Tagesmittelwerte dagegen darunter (siehe Kapitel 5.1).

Die Sauerstoffgehalte der Fließgewässer 1. und 2. Ordnung erreichten im Sommerhalbjahr 2018 flächendeckend keine dauerhaft kritischen Werte, was auch hier das Ausbleiben größerer Fischsterben erklärt. Im Zeitraum von 1. Okt. 2018 bis ca. 1.12.2018 war die Situation der Pegel an rheinland-pfälzischen Fließgewässern nahezu unverändert, die Wasserstände schwankten geringfügig um ein sehr niedriges Niveau. Der Rückgang der Temperaturen, vor allem in den Nachtstunden, entschärfte das mögliche Problem der geringen Sauerstoffgehalte auch bezüglich der Stoffwechselintensität wechselwarmer Wassertiere in den Gewässern.

Die wasserstandsabhängigen Ökosysteme der Auen sind an wechselhafte Wasserstände angepasst. Tümpel, bzw. Altarme sind dadurch charakterisiert, dass sie zeitweise sehr wenig Wasser halten bzw. trockenfallen. Diese Dynamik war 2018 besonders stark in Richtung Trockenheit ausgeprägt. Über das natürliche Maß hinausgehende, trockenheitsbedingte, ökologische Schäden in den Ökosystemen der Flussauen sind aber nicht bekannt geworden. Allerdings wurden Verluste unter spätläichenden Amphibienarten gemeldet (u. a. Wechsel- und Kreuzkröte) sowie bei Arten, die eine lange Larvalphase haben (z. B. Kammolch und Knoblauchkröte).

Die Sommertrockenheit führte z. T. auch zu einer Trockenruhe, weil den Tieren die Feuchtigkeit fehlte. Auch bei den Insekten (Libellen, Wasserkäfer, Wasserwanzen u. a.) konnten einige Arten die Metamorphose nicht beenden. Manchen Vogelarten, die in kleineren Gewässern brüteten (u. a. Teichhuhn und Zwergtaucher) gingen die Brutgewässer teilweise verloren. Diese Ereignisse sind allerdings auentypisch und von den Arten zu überstehen, wenn sie nicht mehrere Jahre nacheinander auftreten. Bei manchen Pflanzenarten hat das Niedrigwasser lokal sogar zu einer starken Vermehrung geführt. So wurden in den austrocknenden Flussbetten, Bühnenfeldern und Altarmen des Rheins große Populationen des Schwimmfarns (*Salvinia natans*) und der Schwänenblume (*Butomus umbellatus*) sowie flächenhaften Ausprägungen seltener „Schlammfluren“ entdeckt.



Zwergpflanzen der Flussuferboden-Gesellschaft (Cypero-Limoselletum) mit den Charakterarten Schlammling (*Limosella aquatica*) und Braunes Zypergras (*Cyperus fuscus*) (Rheinufer bei Bingerbrück, 20.10.2018)

8 AUSWIRKUNGEN AUF DIE BADEGEWÄSSER

Um die Sicherheit der Badegäste zu gewährleisten, wird auf Grundlage der BadeGewV (Rheinland-Pfalz) in regelmäßigen Abständen in EU- Badegewässern die Konzentration potentiell toxinbildender Cyanobakterien (PTCB) ermittelt. Da deren Wachstum neben der Lichtausbeute insbesondere von der Nährstoffsituation abhängt, wurde der Fokus der Untersuchungen auf die Überwachung eu- und polytropher Seen gerichtet. Während der Badesaison vom 1.6. bis zum 31.8. 2018 wurden in Rheinland-Pfalz 70 EU-Badegewässern untersucht, um PTCB-Vorkommen oder -Massenentwicklungen und deren Verlauf zu beobachten und die Badegäste rechtzeitig zu warnen und zu schützen.

Die Bewertung der PTCB-Konzentrationen wird mithilfe der „Empfehlung zum Schutz von Badenden vor Cyanobakterientoxinen (2015)“ des Umwelt-Bundesamtes vorgenommen. Hiernach werden drei von der PTCB-Konzentration abhängige Stufen unterschieden, wobei als Kriterium für die PTCB-Konzentration der Chlorophyllgehalt einer Probe mit Dominanz von PTCBs im Phytoplankton herangezogen wird: Liegt diese Chlorophyllkonzentration oberhalb von $5 \mu\text{g/l}$ wird die Überwachungshäufigkeit verdichtet (Stufe: „erhöhte Aufmerksamkeit“). Oberhalb einer Konzentration von $15 \mu\text{g/l}$ werden Warnhinweise (Wirkung von Cyanobakterientoxinen, Verhaltensweisen) veröffentlicht (Stufe: „Warnstufe“), oberhalb von $75 \mu\text{g/l}$ wird ggf. ein Badeverbot empfohlen (Stufe: „Alarmstufe“).



Waldsee Rieden Sommer 2018

Die Anzahl der Gewässer, an denen Cyanobakterienvorkommen angetroffen wurden blieb zwischen den Jahren 2016–2018 konstant bei 30 Gewässern. Im Vergleich zu den beiden Vorjahren 2016 und 2017 wurden aber im Jahr 2018 an einer größeren Anzahl an Gewässern höhere

PTCB-Konzentrationen angetroffen (siehe Abb. 8.1), was zur Umsetzung entsprechender Maßnahmen zum Schutz der Badegäste führte. Während im Jahr 2017 an nur acht Gewässern die „Warnstufe“ ausgerufen werden musste, wurden im Jahr 2018 an elf Gewässern Algenkonzentrationen beobachtet, die zu einer Warnstufe führten. Auch die Anzahl der Gewässer, an denen die PTCB-Konzentrationen oberhalb von $75 \mu\text{g/l}$ lagen („Alarmstufe“) hat sich im Vergleich zum Jahr 2016 im Jahr 2018 verdreifacht.

Ein Zusammenhang des qualitativen und quantitativen Anstiegs von PTCB-Vorkommen mit der lange andauernden Hitzeperiode ist für das Jahr 2018 im Vergleich mit den vorherigen Jahren klar erkennbar: Zum einen ist die Wachstumsrate vieler PTCB-Spezies direkt an die Wassertemperatur an der Wasseroberfläche und in oberen Wasserschichten gekoppelt, die in diesem Jahr im Vergleich zu den Vorjahren deutlich erhöht war. Zum anderen trägt die in diesem Jahr im Vergleich zu den Vorjahren ebenfalls stark erhöhte Sonneneinstrahlungsdauer und die damit verbundenen hohen Lichtausbeuten der Photosynthese-betreibenden PTCB zu deren schnellerem Wachstum bei.

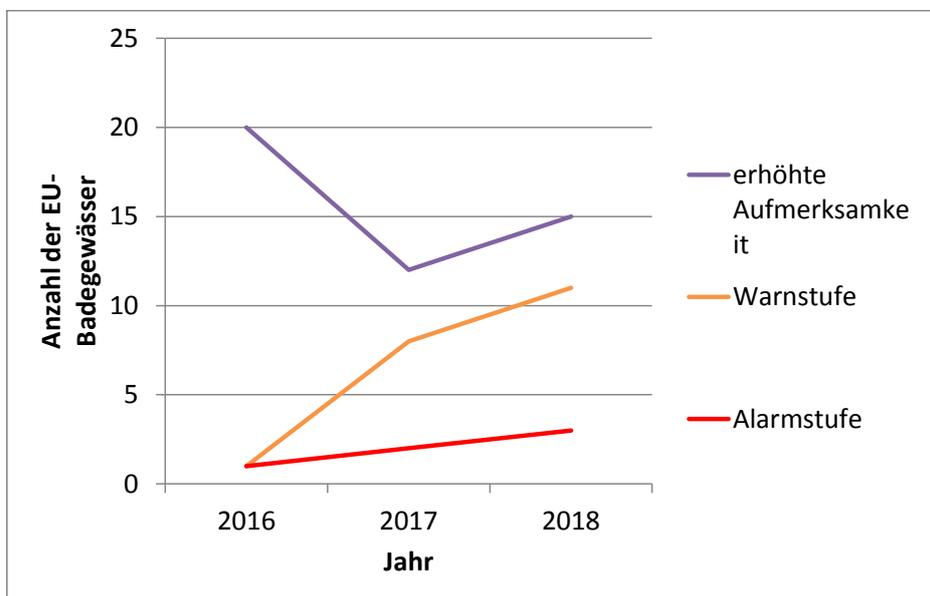


Abb. 8.1: Anzahl der Gewässer mit erhöhter PTCB-Konzentration in den Jahren 2016–2018.

9 KLIMAWANDEL

9.1 Niederschlag und Lufttemperatur in der Zukunft

Zur Abschätzung der zukünftigen klimatischen Entwicklung werden regionale Klimaszenarien verwendet, über welche letztlich auch der Abfluss simuliert wird. In Rheinland-Pfalz liegen flächendeckende Ergebnisse mit dem regionalen Klimamodell COSMO-CLM (Version 4.8), angetrieben durch das globale Klimamodell MPI-ECHAM5, vor. Die Verwendung eines Klimamodells stellt ein begrenztes Abbild der Realität dar. Um dieser Thematik Rechnung zu tragen, werden hier drei unterschiedliche, aber gleich wahrscheinliche Läufe verwendet, die im Folgenden als Läufe 1 bis 3 bezeichnet werden. Jeder dieser Läufe zeichnet eine mögliche Entwicklung der zukünftigen Klimaänderung auf. Eine kollektive Betrachtung der drei Läufe lässt eine Aussage in Form einer Bandbreite zu, welche belastbarer ist als das Ergebnis eines einzelnen Laufs.

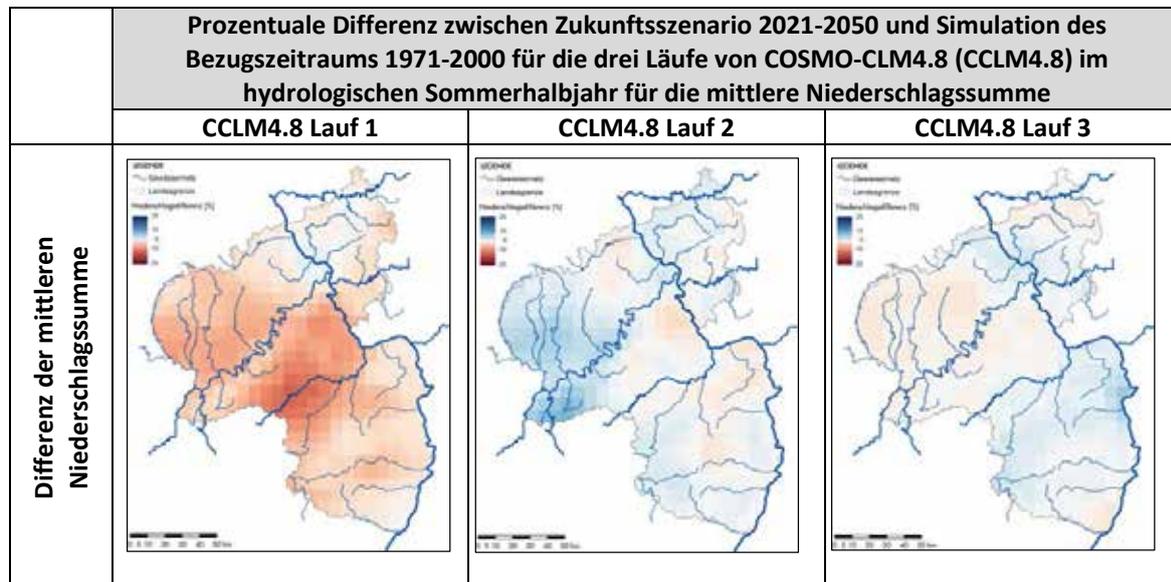


Abb. 9.1: Prozentuale Unterschiede im Niederschlagsregime der Zukunft in den drei COSMO-CLM4.8-Läufen im hydrologischen Sommerhalbjahr zeigen regionale Differenzen für jeden Lauf.

Die Simulationen zeigen im Vergleich zu einem, mit dem heutigen Klima vergleichbaren Bezugszeitraum (1971–2000) in der nahen Zukunft (2021–2050) eine über das Jahr verteilte Zunahme der Niederschläge in Rheinland-Pfalz. Bei der Betrachtung nur des hydrologischen Sommerhalbjahres ergeben sich regional differenzierte Änderungen in allen drei Läufen (Abb. 9.1). Der Lauf 1 weist dabei Abnahmen von bis zu -15 % die größten Änderungen auf, insbesondere im Nahegebiet, welche durch Zunahmen im Winterhalbjahr auf das Jahr verteilt wieder ausgeglichen werden. Bei den Läufen 2 und 3 ergeben sich geringe Zu- bzw. Abnahmen. Insgesamt ergeben sich keine klaren gemeinsamen regionalen Muster. Die voraussichtlichen Niederschlagsänderungen in Rheinland-Pfalz können daher auf Basis dreier COSMO-CLM4.8-Läufe nicht eindeutig als zu- oder abnehmend beschrieben werden.

Eine ebenfalls wichtige Kenngröße ist die Lufttemperatur. Hier ergeben sich in den 3 Läufen keine signifikanten regionalen Unterschiede, die Veränderungen der Lufttemperatur treten also flächendeckend weitgehend gleich auf. Die Bandbreite der Änderungen im Sommerhalbjahr umfasst dabei einen Anstieg von +1,0 bis +1,3 °C. Der Trend zu wärmeren Sommerhalbjahren ist in allen 3 Läufen eindeutig.

9.2 Zukünftige Niedrigwasserabflüsse und Dauer von Niedrigwasserphasen

In Rheinland-Pfalz liegen Ergebnisse flächendeckender Wasserhaushaltssimulationen mit dem regionalen Klimamodell COSMO-CLM4.8 mit seinen 3 Läufen vor. Der Zeitraum 1971–2000, welcher als Bezug für das aktuelle Klima gewählt wurde, wird hierbei verglichen mit den Ergebnissen aus dem zukünftigen Zeitraum 2021–2050. Die folgenden Auswertungen zeigen eine Auswahl der Pegel, die generellen Aussagen beziehen sich hingegen auf einzelne Regionen des Landes, da eine Aussage über einzelne Pegel keine repräsentativen Aussagen zur Fläche darstellen. Ausgewertet wurden die niedrigwasserspezifischen Kennwerte MQSo, MNQSo, NM7QSo sowie die durchschnittliche Dauer der jährlichen längsten Niedrigwasserphasen und die jährliche Gesamtanzahl von Tagen mit Niedrigwasser jeweils für das hydrologische Sommerhalbjahr.

Die Ergebnisse zeigen ein insgesamt nicht eindeutiges Bild. Je nach Region können sowohl Zu- als auch Abnahmen bzw. keine Änderungstendenz bestehen. Im Süden des Landes sind demnach in der Zukunft gleichbleibende oder gar moderate Zunahme des Niedrigwasserabflusses zu erwarten. Ebenfalls leichte Zunahmen der Abflüsse werden für das Lahnggebiet erwartet. Für das Nahegebiet sind keine klaren Änderungstendenzen erkennbar, die Tendenz geht jedoch zu geringfügigen Abnahmen der Niedrigwasserabflüsse. Im Moselgebiet, das auch die Nebenflüsse einschließt, deutet sich eine moderate Verschärfung der Abflüsse in sommerlichen Niedrigwasserphasen an. Im Norden des Landes können keine eindeutigen Änderungstendenzen festgestellt werden. An den Rheinpegeln zeichnet sich ein, im Vergleich zu den restlichen Pegeln im Land, klareres Bild ab. Demnach sind moderate bis deutliche Abnahmen der Niedrigwasserabflüsse am Rhein zukünftig möglich. Für den mittleren Abfluss im Sommerhalbjahr ergeben sich vergleichbare Tendenzen.

Die Dauer von Niedrigwasserphasen zeigt zumeist ebenfalls keine klare Tendenz. Hier ist an vielen Pegeln von in etwa gleichen Verhältnissen wie heute auszugehen. An einzelnen Pegeln zeichnet die Bandbreite jedoch auch gleichzeitige Verschärfungen bzw. Entspannungen von bis zu 10 Tagen ab. Dies gilt auch für die absolute Änderung von Tagen mit Niedrigwasser. Für den überwiegenden Teil des Landes ist somit keine klare Änderungstendenz bezüglich der Dauer von Niedrigwasserperioden erkennbar. Am Rhein zeigen die Ergebnisse jedoch, dass die Dauer von Niedrigwasserperioden länger werden und gleichzeitig die absolute Anzahl von Tagen mit Niedrigwasser ansteigen wird. Am Rhein ist somit eine zukünftige Verschärfung der Niedrigwassersituation zu erwarten.

9.3 Stresstest

In einer Studie im Rahmen der Kooperation KLIWA wurden die rheinland-pfälzischen Fließgewässer einem Stresstest-Szenario unterzogen. Bei diesem Stresstest wurde untersucht, welchen Einfluss ein angenommenes mehrfaches Wiederholen eines extremen Jahres, hier das Trockenjahr 2003, auf die Gewässer hat. An allen untersuchten Pegeln waren Abnahmen der Abflüsse zu erkennen. Besonders ausgeprägte Abnahmen traten an der Nahe und an einzelnen kleineren Nebenflüssen im Moselgebiet auf. Es gibt keine Region in Rheinland-Pfalz, auf welche sich eine dreimalige Abfolge des Trockenjahres

2003 nicht negativ auf die Abflüsse auswirken würde. Die Abweichungen zum normalen Stand der Niedrigwasserkennwerte sind deutlich unterdurchschnittlich mit zunehmender Tendenz, je häufiger sich das Szenario wiederholt.

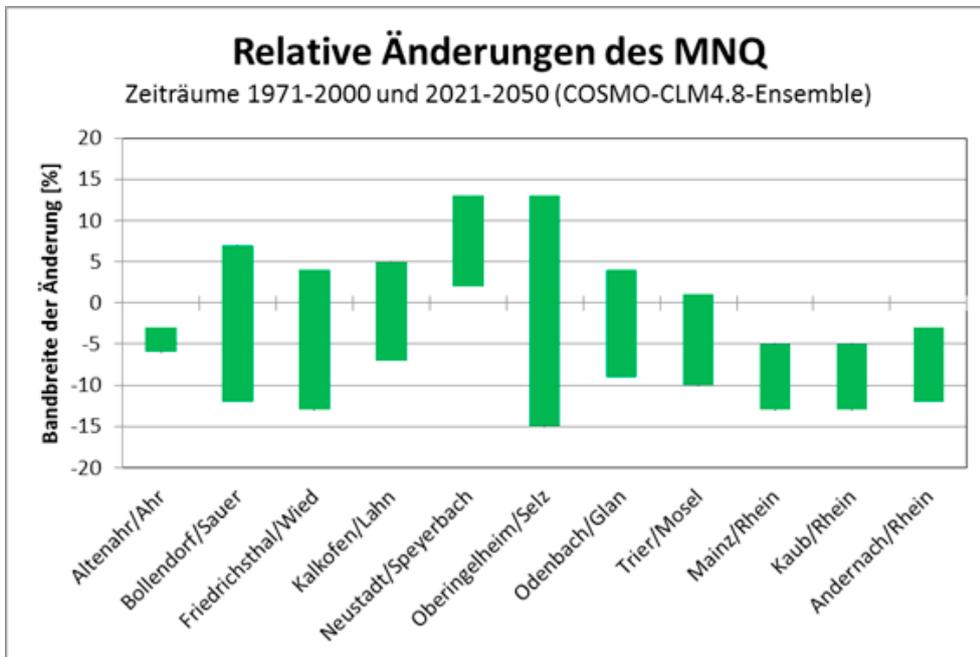


Abb. 9.2: Bandbreite der relativen Änderungen des mittleren Niedrigwasserabflusses (MNQ) zwischen dem Ist-Zeitraum und der Zukunft bis 2050 an ausgewählten Pegeln (COSMO-CLM4.8-Ensemble) im hydrologischen Sommerhalbjahr.

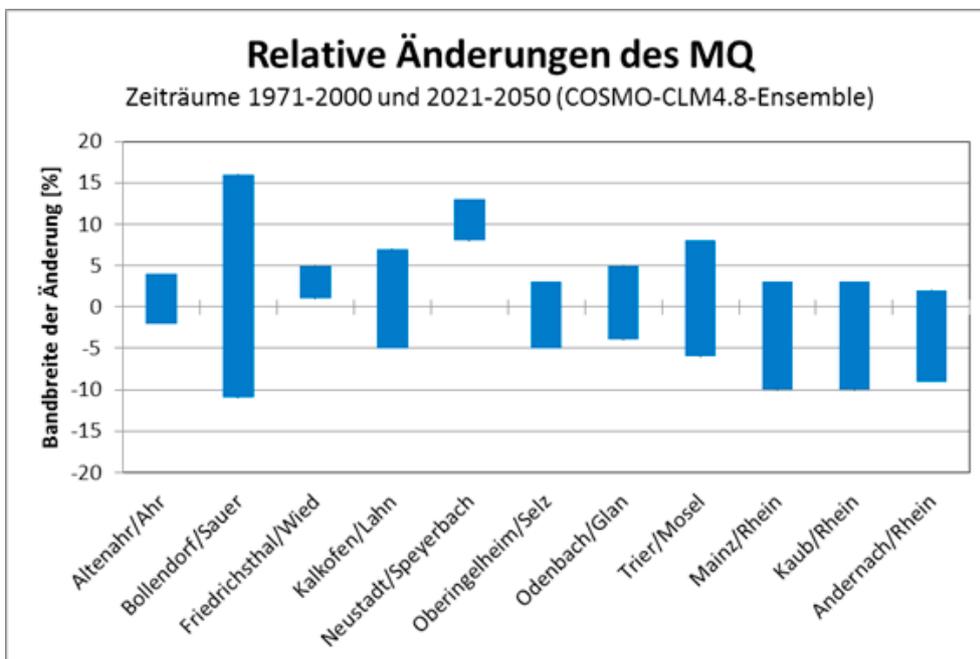


Abb. 9.3: Bandbreite der relativen Änderungen des mittleren Abflusses (MQ) zwischen dem Ist-Zeitraum und der Zukunft bis 2050 an ausgewählten Pegeln (COSMO-CLM4.8-Ensemble) im hydrologischen Sommerhalbjahr.