



Hydrologie in Hessen, Heft 18

Gewässerkundlicher Jahresbericht 2018



Für eine lebenswerte Zukunft

Hydrologie in Hessen, Heft 18

Gewässerkundlicher Jahresbericht 2018

Wiesbaden, 2019

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Impressum

Hydrologie in Hessen, Heft 18

ISSN 1438-7859
ISBN 978-3-89026-718-0

Gewässerkundlicher Jahresbericht 2018

Redaktion: Cornelia Löns-Hanna

Layout: Nadine Monika Fechner, Nadine Senkpiel

Titelbild: Flächenhafte Verteilung des Niederschlags 2018, Lampertheimer Altrhein August 2018.

Herausgeber, © und Vertrieb:

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
Postfach 3209, 65022 Wiesbaden

Telefon: 0611 6939-111

Telefax: 0611 6939-113

E-Mail: vertrieb@hlnug.hessen.de

www.hlnug.de

Inhalt

1	Vorwort	4
2	Witterung	6
	CORNELIA LÖNS-HANNA	
2.1	Jahresüberblick	6
2.2	Lufttemperatur	7
2.3	Sonnenscheindauer	8
2.4	Niederschlag	9
2.5	Starkregen und Sturzfluten	17
3	Oberflächengewässer	23
3.1	Wasserstand und Durchfluss	23
	MONIKA SPICKER	
3.2	Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken	30
	MONIKA SPICKER	
3.3	Niedrigwasser	33
	MATTHIAS KREMER & CORNELIA LÖNS-HANNA	
3.4	Physikalisch-chemische Beschaffenheit oberirdischer Gewässer	40
	DR. CHRISTINA KLEIN & ANDREAS BURMEISTER	
3.5	Untersuchungen zur Fauna und Flora der Fließgewässer	53
	ELISABETH SCHLAG	
3.6	Gewässerstruktur	59
	JOACHIM WEDEL & HEIKO TRIER	
3.7	Seen – Trophische Untersuchungen	61
	MICHAEL HÄCKL	
4	Grundwasser	67
4.1	Grundwasserneubildung	67
	MARIO HERGESELL	
4.2	Grundwasserstände und Quellschüttungen	70
	MARIO HERGESELL	
4.3	Pflanzenschutzmittelwirkstoffe im Grundwasser	74
	MICHAELA KÜPPERSHAUS & HARALD RÜCKERT	
5	Zusammenfassung	78

1 Vorwort



Das Jahr 2018 war meteorologisch und hydrologisch durch verschiedene Extreme bestimmt. So war es zu Beginn wie auch in den Monaten des Vorjahres viel zu nass und zu warm. Immer wieder kam es im Januar zu kleineren Hochwasserereignissen. Extrem kalt und trocken war es Februar und

Anfang März, dann jedoch stiegen die Temperaturen. Bis Ende 2018 war es viel zu warm. 2018 war das wärmste Jahr seit Beginn der regelmäßigen Wetteraufzeichnungen durch den deutschen Wetterdienst in Deutschland seit 1881.

Zur Wärme hinzu kamen geringe Niederschläge, die hessenweit zu extrem niedrigen Abflüssen in den Gewässern führten; einige Gewässerabschnitte fielen zeitweise trocken. Gewässernutzungen, wie die Entnahme von Wasser aus Bächen zur Bewässerung, wurden zeitweise eingeschränkt.

Die geringen Niederschläge wirkten sich auch auf die Grundwasserneubildung aus, die 2018 nur ca. die Hälfte der durchschnittlichen Menge betrug. Dies hatte sinkende Grundwasserstände insbesondere bei der Nutzung von Grundwasser für Trinkwasser und landwirtschaftliche Bewässerung zur Folge.

In den folgenden Kapiteln wird die Situation des Jahres 2018 anhand der Ergebnisse der gewässerkundlichen Messungen im Einzelnen dargestellt. Die Durchführung und Auswertung dieser Messungen in Hessen ist eine zentrale Aufgabe des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG). Zur laufenden Überwachung des Gewässerzustandes verfügt das Land über eine Vielzahl gewässerkundlicher Messstellen (Abbildung 1). An diesen Messstellen werden vom HLNUG und von den Regierungspräsidien Messungen und Untersuchungen durchgeführt.

Aus diesen Messergebnissen, aus Sondermessprogrammen, aus Messungen für die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sowie aus den Daten Dritter (Nachbarländer, Bundeswasserstraßenverwaltung (WSV), Deutscher Wetterdienst (DWD), Wasserversorgungsunternehmen u. a.) wird ein gewässerkundlicher Datenpool aufbereitet und in Datenbanken ständig aktualisiert, die für überörtlich bedeutsame Planungen, Maßnahmen und Entscheidungen allgemein zur Verfügung stehen.

Prof. Dr. Thomas Schmid
Präsident des Hessischen Landesamtes für Naturschutz,
Umwelt und Geologie

A handwritten signature in black ink that reads "Thomas Schmid". The signature is written in a cursive, flowing style.

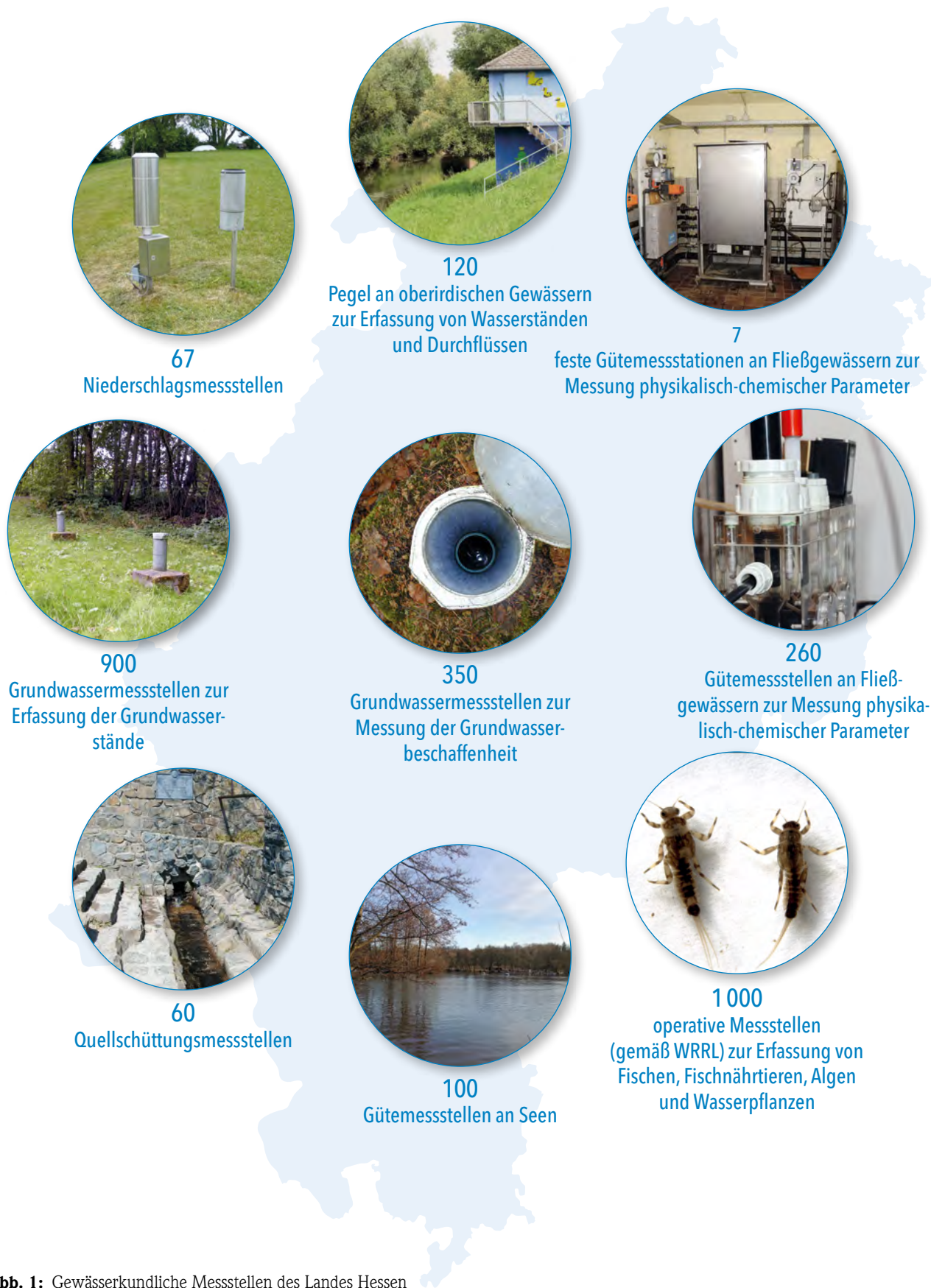


Abb. 1: Gewässerkundliche Messstellen des Landes Hessen

2 Witterung

CORNELIA LÖNS-HANNA

2.1 Jahresüberblick

2018 war ein außergewöhnliches Jahr, gekennzeichnet von extremen hydrometeorologischen Ausprägungen (Abb. 2). Nach Angaben des Deutschen Wetterdienstes (DWD) war es das wärmste und sonnigste seit Beginn regelmäßiger Aufzeichnungen. In Hessen betrug die mittlere Temperatur 10,5 °C.

Im Januar dominierten Tiefdruckgebiete das Wettergeschehen. Die regenreiche, trübe und relativ warme Witterung der vergangenen Monate setzte sich fort und führte in den hessischen Gewässern zu drei Hochwasserphasen mit zum Teil mehreren Scheiteln (siehe Bericht: https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/wasser/hochwasser/Hochwasserbericht_2017_2018_final.pdf).

Ab der zweiten Februarwoche und Anfang März war es sonnig, sehr kalt und extrem trocken. Kaltluft aus dem Osten brachte strenge Kälte, viel Sonne und kaum Niederschläge. Die Wasserstände sanken stark, es kam zu niedrigen Durchflüssen. Ab Mitte März sorgten kräftige Hochdruckeinflüsse für eine sonnenscheinreiche und warme Witterung. Lokal traten Starkregen auf, die punktuell zu Wasserstands- und Durchflussanstiegen führten. Insgesamt war es jedoch viel zu trocken.

Die Trockenheit hielt bis Dezember an, erst ab Mitte des Monats fielen größere Regenmengen.

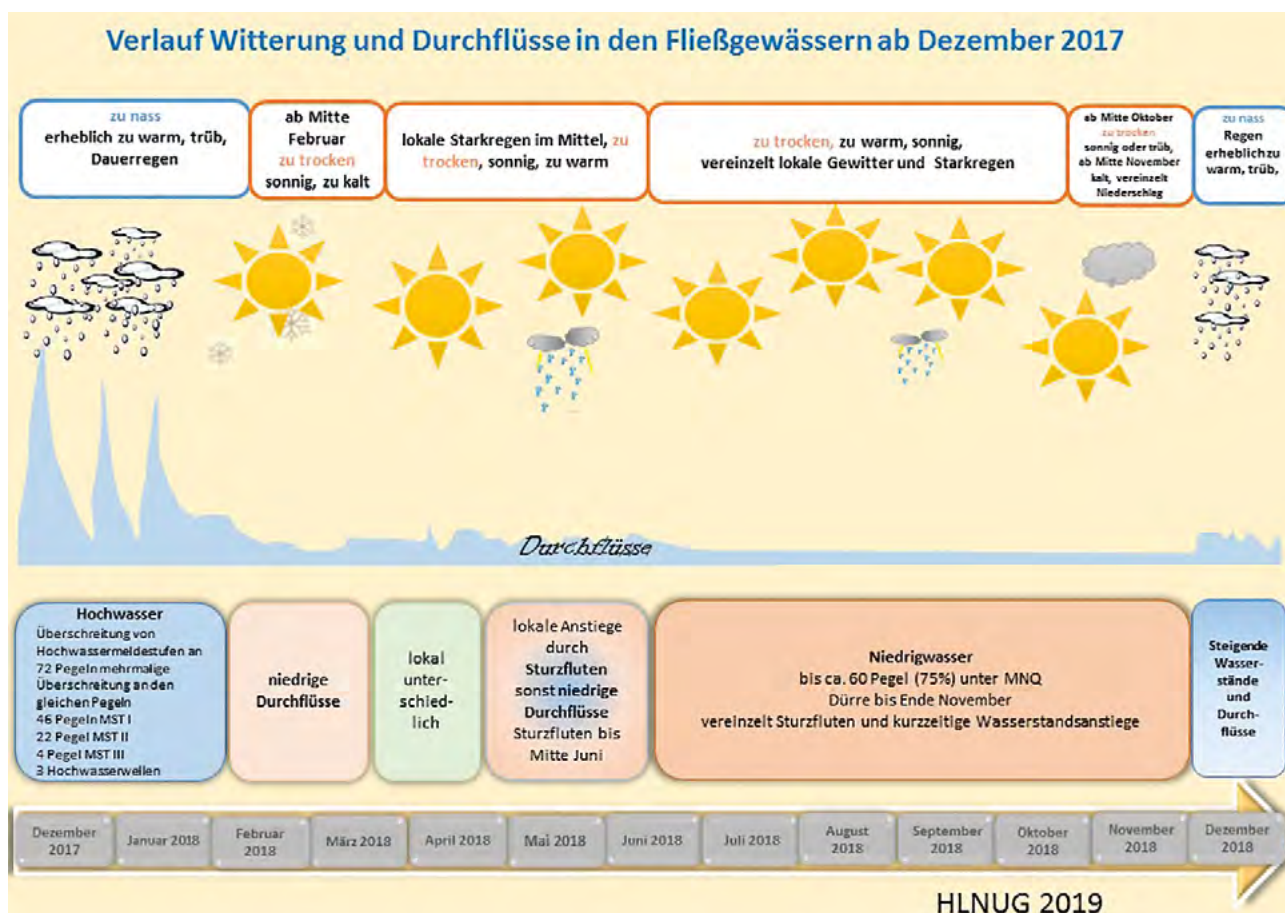


Abb. 2: Übersicht über das Witterungs- und Durchflussgeschehen ab Dezember 2017

2.2 Lufttemperatur

Lufttemperaturmessnetz, Zielsetzung und Aufgabe

Lufttemperaturwerte werden im Rahmen der Gewässerkunde benötigt:

- als Eingangswerte für Wärmemodelle der Gewässer,
- für die Beurteilung der physikalisch-chemischen Gewässerbeschaffenheit,
- für die Beurteilung der biologischen Gewässerbeschaffenheit,

- als Eingangswerte für Hochwasservorhersagemodelle und
- für die mengenmäßige Betrachtung von Grund- und Oberflächenwasser.

Messwerte der Lufttemperatur stehen von mehr als 100 Messstellen zur Verfügung. Die Lufttemperatur wird dabei an hesseneigenen Messstellen des Luftmessnetzes und des wasserwirtschaftlichen Niederschlagsmessnetzes erhoben. Außerdem kann für den internen Gebrauch auf Werte von Messstationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zugegriffen werden.

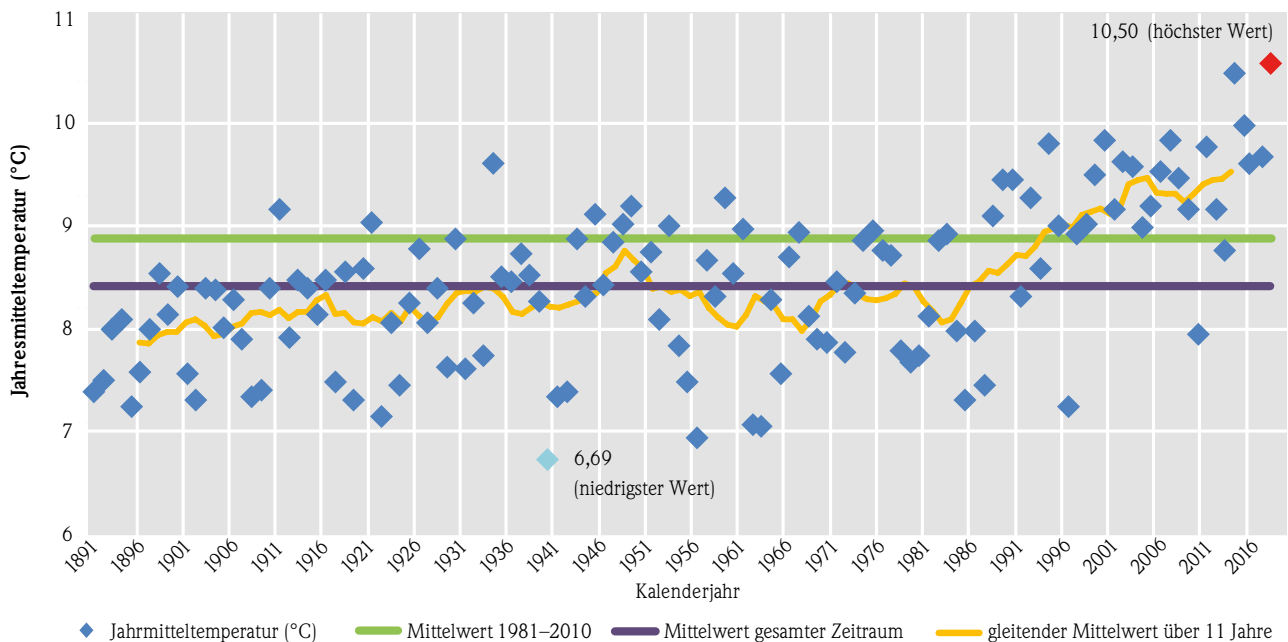


Abb. 3: Jahresmitteltemperaturen in Hessen (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst)

Verhältnisse im Jahr 2018

In Abbildung 3 sind die Jahresmittelwerte von Hessen seit 1881 dargestellt. Die mittlere Jahrestemperatur betrug im Jahr 2018 in Hessen 10,5 °C. Damit wurde die langjährige mittlere Temperatur des Vergleichszeitraums 1981 bis 2010 von 8,8 °C um 1,7 Grad überschritten. In zehn von zwölf Monaten wurden die langjährigen monatlichen Mittelwerte überschritten.

Die Temperaturentwicklung ist in Abbildung 4 dargestellt. 2018 begann ziemlich warm, die Januar-temperatur lag mit 4,1 °C 3,7 Grad über dem langjährigen Mittelwert. Viel zu kalt mit 2,9 Grad unter dem Mittel war es im Februar. Im März war es ebenfalls zu kalt. Von April bis Dezember lagen die Temperaturen über den Durchschnittswerten. Erheblich zu warm war der April mit einer mittleren Temperatur von 12,6 Grad, die 4,2 Grad über dem langjährigen Mittelwert lag.

Die Monate Mai bis August waren viel zu warm, die Temperaturen lagen zwischen 2 und 3 Grad über den Mittelwerten.

Trotz der kalten Monate Februar und März lag die Mitteltemperatur für die Monate Januar bis Dezember 2018 mit 10,5 Grad 1,7 Grad über dem langjährigen Mittelwert von 8,8 Grad. [1] [2].

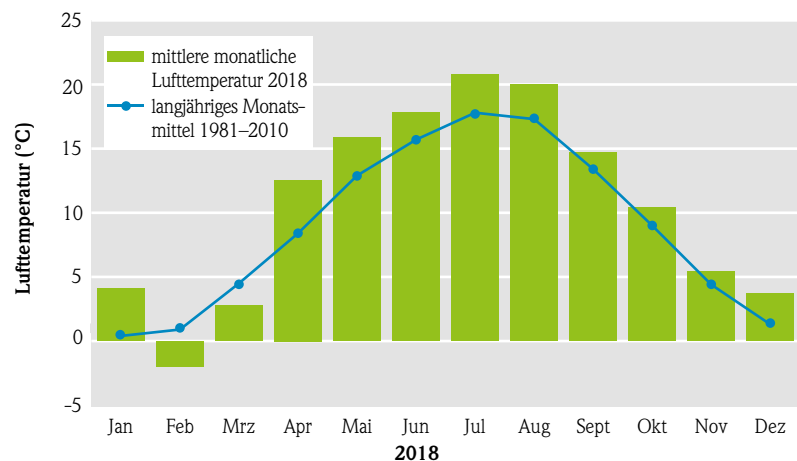


Abb. 4: Monatliche Lufttemperatur in Hessen im Vergleich zum langjährigen monatlichen Mittel 1981–2010 (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst)

2.3 Sonnenscheindauer

Sonnenscheinmessungen, Zielsetzung und Aufgabe

Angaben über die Sonnenscheindauer werden im Rahmen der Gewässerkunde ebenso wie die Lufttemperatur benötigt:

- als Eingangswerte für Wärmemodelle der Gewässer;

- für die Beurteilung der chemisch-physikalischen Gewässerbeschaffenheit,
- für die Beurteilung der biologischen Gewässerbeschaffenheit,
- als Eingangswerte für Hochwasservorhersagemodelle und
- für die mengenmäßige Betrachtung der Gewässer.



Abb. 5: Sonniger Tag im Oktober 2018 bei Rüdesheim

Verhältnisse im Jahr 2018

Insgesamt schien die Sonne in Hessen 1956 Stunden und damit 435 Stunden mehr als im Vergleichszeitraum (1521 Stunden, Zeitraum: 1981–2010). Abgesehen von den Monaten Januar und Dezember mit unterdurchschnittlichen Sonnenstunden und März und Juni mit annähernd normalen Werten wiesen die übrigen Monate überdurchschnittliche Werte auf (Abbildung 6) [1] [2].

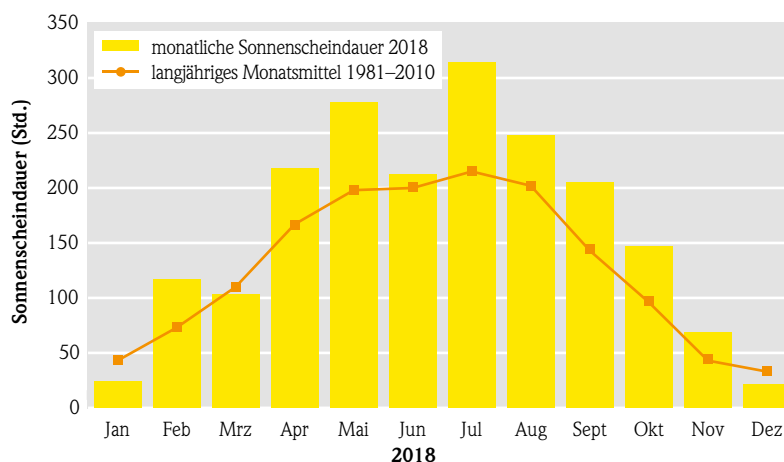


Abb. 6: Monatliche Sonnenscheindauer in Hessen 2018 im Vergleich zum langjährigen monatlichen Mittel 1981–2010 (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst)

2.4 Niederschlag

Niederschlagsmessnetz, Zielsetzung und Aufgabe

Kenntnisse über Menge und Verteilung des Niederschlags sind eine wesentliche Voraussetzung für die hydrologische Arbeit und deren Umsetzung in die wasserwirtschaftliche Praxis. Diese hydrologischen Werte

- bilden die Grundlage zur Bemessung wasserwirtschaftlicher Anlagen (Kanalnetze, Kläranlagen, Wasserversorgungseinrichtungen),
- sind fundierte Anhaltswerte für den Hochwasserwarndienst,
- sind wesentliche Eingangsdaten für Hochwasservorhersagesimulationen,
- sind Eingangsdaten für den Betrieb hydrologischer Modelle,
- liefern Hinweise bei der Ermittlung stofflicher Eintragungspfade,
- sind bedeutsam für die Landwirtschaft und
- bieten die Grundlage für langfristige Betrachtungen im Hinblick auf Veränderungen der hydrologischen Situation.

Das hessische Niederschlagsmessnetz umfasst derzeit 67 Messstellen im Rahmen des landeseigenen, hydrologisch ausgerichteten Messnetzes (siehe Abbildungen 7 und 9). An den meisten Messstellen stehen



Abb. 7: Niederschlagsmessstelle Freiensteinau (links: Pluviometer mit kontinuierlicher hochauflösender Messung und Datenfernübertragung, rechts Hellmann-Messgerät, Tagesmessung durch einen Beobachter)

sowohl ein Pluviometer (Messung von Minutenwerten mit Datenfernübertragung (DFÜ)) als auch ein Niederschlagsmessgerät nach Hellmann. Andere sind nur mit einem Pluviometer ausgestattet, da hier eine tägliche Ablesung durch einen Beobachter, wie sie bei Hellmann-Messgeräten erforderlich ist, nicht durchgeführt werden kann. Insgesamt gibt es 57 Messstellen, an denen hochaufgelöste Niederschlagsdaten registriert werden und deren Daten mittels DFÜ in eine zentrale Datenbank übertragen werden. Daneben gibt es noch 10 Messstellen, an denen nur einmal täglich mit einem Hellmann-Messgerät durch einen Beobachter gemessen wird. Betrieb und Unterhaltung der Niederschlagsmessgeräte erfolgt größtenteils durch die Regierungspräsidien. Einzelne Niederschlagsmessstellen werden von Dritten betrieben, beispielsweise von Wasserverbänden. Zuständig für die Datenfernübertragung, den Betrieb der Datenbank, die Veröffentlichung der Daten im Internet sowie die Datenweitergabe und die Datenauswertung ist das HLNUG.

Zusätzlich zu den Landesmessstellen werden in Hessen Messergebnisse von 75 Niederschlagsmessstellen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) im Rahmen des Datenaustausches sowie Daten Dritter (Nachbarkländer, Wasserverbände, usw.) dem HLNUG hauptsächlich für den Betrieb wasserwirtschaftlicher Modelle zur Verfügung gestellt.

Die Ergebnisse der Pluviometer des Landesmessnetzes werden im Internet auf der Homepage des HLNUG unter <http://www.hlnug.de/static/pegel/wiskiweb2/> zeitnah veröffentlicht.

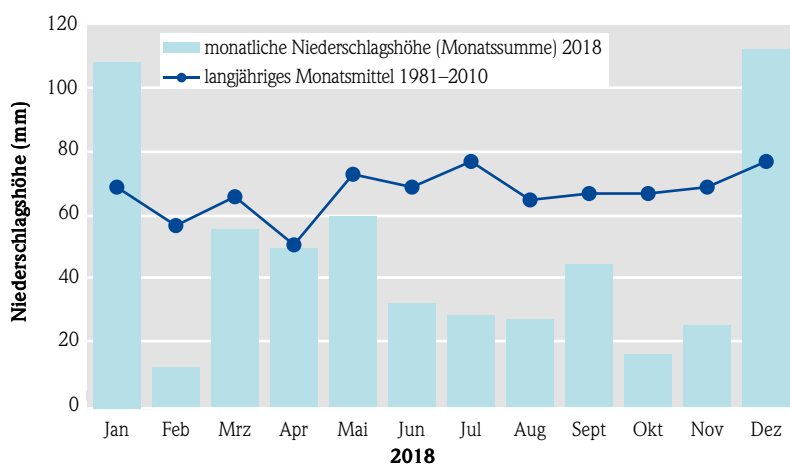


Abb. 8: Monatlicher Niederschlag in Hessen 2018 im Vergleich zum langjährigen monatlichen Mittel 1981–2010 (Daten: DWD)

Verhältnisse im Jahr 2018

Die Jahresniederschlagsmenge in Hessen betrug 577 mm (l/m^2). Diese entspricht ca. 71 % der durchschnittlichen Jahresniederschlagsmenge der Vergleichsperiode 1981–2010 von 808 mm. Die Niederschlagsverteilung war außergewöhnlich, zehn trockene Monate Februar bis November wurden von jeweils einem viel zu nassen Januar und Dezember eingerahmt.

Im Folgenden wird die Niederschlagsverteilung der einzelnen Monate beschrieben (Abbildung 8).

Im Januar dominierten wie schon im November und Dezember 2017 Tiefdruckgebiete das Wettergeschehen. Sie sorgten für eine lange anhaltende milde Witterung mit überdurchschnittlich hohen Niederschlägen. [1, 2] Mit 108 mm lag die Regenmenge 56 % über dem langjährigen Monatsmittel. Es war viel zu nass. In den hessischen Gewässern führte dies zu drei Hochwasserphasen mit zum Teil mehreren Scheiteln (siehe Bericht: https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/wasser/hochwasser/Hochwasserbericht_2017_2018_final.pdf).

Im Februar änderte sich die Wetterlage, kräftige Hochdruckgebiete über Nord- und Osteuropa verdrängten die Passage von Tiefdruckgebieten. Kaltluft aus dem Osten brachte strenge Kälte, viel Sonne und kaum Niederschläge [1,2]. Mit nur 13 mm Niederschlag fielen im Februar 44 mm (77,3 %) zu wenig, es war erheblich zu trocken. Im März regnete es 56 mm, 15 % weniger als in der Vergleichsperiode 1981–2020. Damit war es etwas zu trocken. Auf einen annähernd normalen April mit 50 mm (-2,5 %) folgte ein etwas zu trockener Mai, in dem 60 mm (-17,4 %) fielen.

Ab Juni folgte eine extrem niederschlagsarme Phase, abgesehen vom zu trockenen September mit 45 mm (-33,1 %) waren alle Monate erheblich zu trocken. So fielen im Juni 33 mm (-52,4 %), im Juli 29 mm (-62,7 %), im August 28 mm (-57,2 %) im Oktober 26 mm (-74,6 %) und im November 26 mm (-62,3 %) Regen.

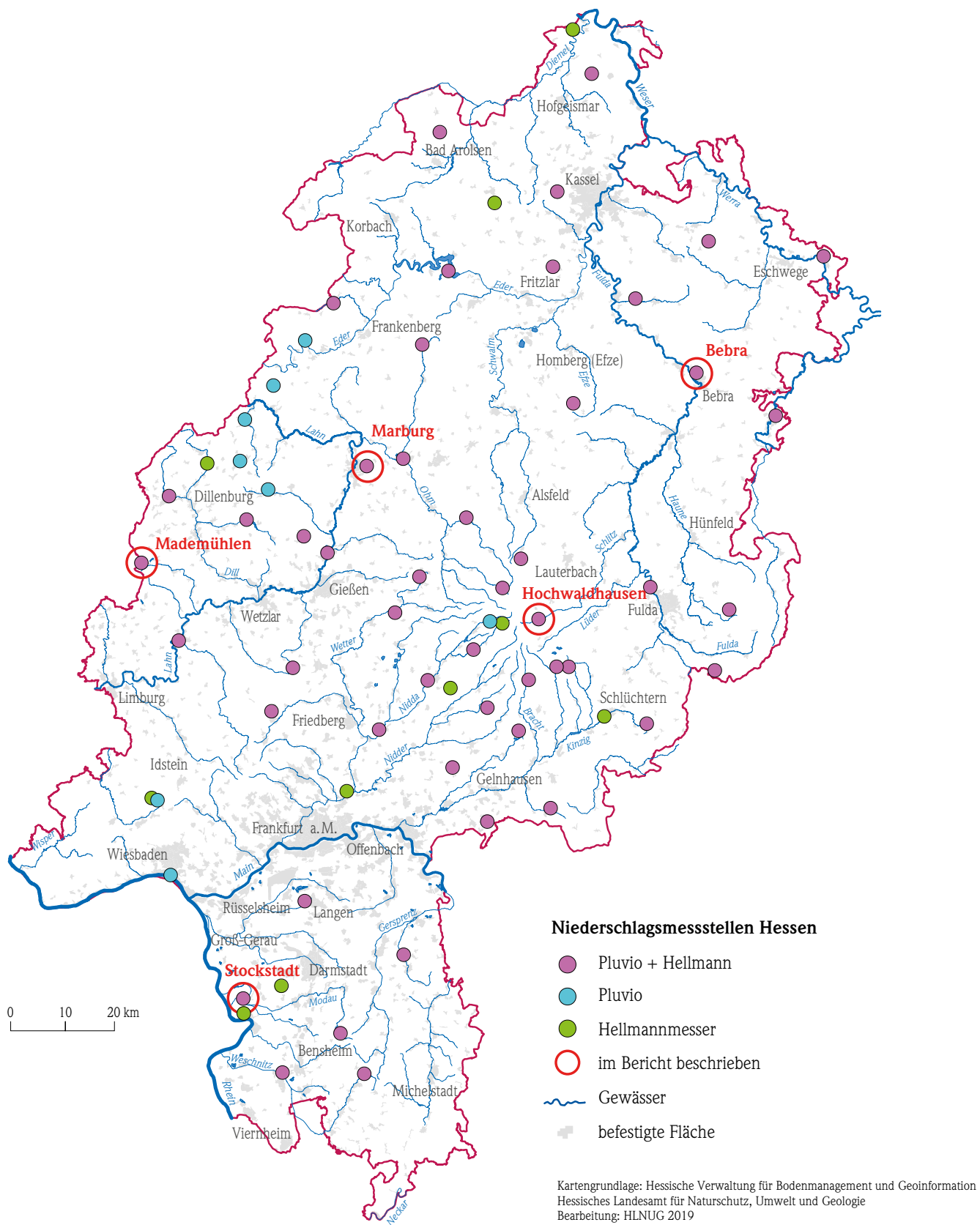


Abb. 9: Niederschlagsmessnetz landeseigener Niederschlagsmessstellen

Anfang Dezember schlug die Wetterlage um. Atlantische Tiefdruckgebiete sorgten für ergiebige Regenfälle. In Hessen fielen im Mittel 122 mm (+46,2%), damit war der Dezember viel zu nass. Die große Trockenheit wurde beendet. Insgesamt betrug das Niederschlagsdefizit für das Jahr 2018 231 mm, somit fielen nur 71 % des im Mittel zu erwartenden Niederschlags von 808 mm (Abbildung 10).

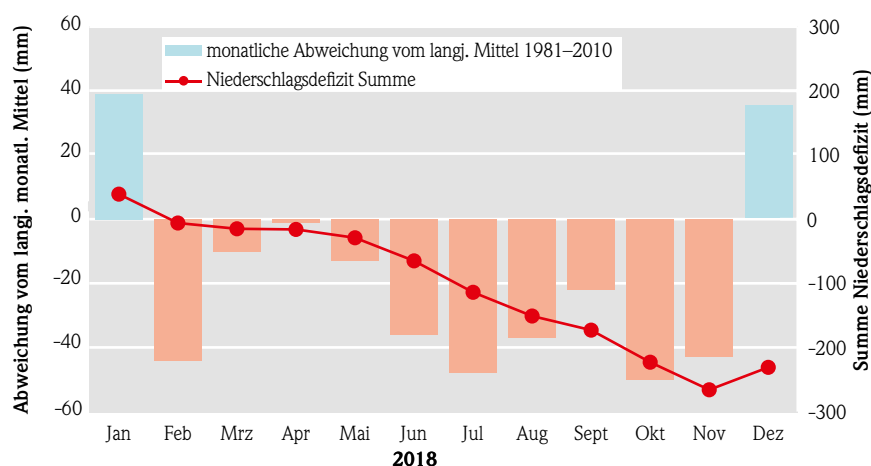


Abb. 10: Niederschlagsdefizit (Daten: DWD)

Betrachtet man den Zeitraum Februar bis November fehlen 305 mm. Die Niederschlagsmenge für diesen Zeitraum 2018 lag bei 54 % des mittleren Wertes (661,4 mm) (Abbildung 10).

Ab April kam es in verschiedenen Landesteilen immer wieder zu Gewittern, die zu teilweise heftigen

Starkregen und lokal zu Sturzfluten führten. Mindestens sieben Ereignisse sind als 100-jährliche Ereignisse einzuordnen (siehe Kapitel 2.5 Starkregen und Sturzfluten). Diese Starkregen waren jedoch lokal eng begrenzt und zeitlich kurz, sodass sie den auftretenden Niederschlagsmangel nicht nachhaltig beeinflussen konnten.

Flächenhafte Verteilung der Niederschläge

Die folgende Karte (Abbildung 11) stellt die flächenhafte Verteilung der Niederschläge zusammengefasst für 2018 dar. Erkennbar ist, dass nahezu in ganz Hessen die Jahresniederschläge unter 600 mm lagen. Lediglich in den Hochlagen der Gebirge, Westerwald und Rothaargebirge im Westen, Rhön im Osten, Vogelsberg und Taunus im Landesinneren und im Odenwald im Süden lagen die Jahresniederschlagsmengen zwischen 700 und 1000 mm.

In Tabelle 1 und den Grafiken der folgenden Abbildung 12 wird das Niederschlagsgeschehen an einzelnen in verschiedenen Regionen Hessens liegenden Niederschlagsmessstationen anhand der Monatssummen dargestellt. In den Grafiken der Abbildung 13 kann das Niederschlagsgeschehen 2018 mit denen der vorangegangenen Jahre verglichen werden.

An der **Messstelle Bebra in Nordhessen** fielen 492 mm. Der mittlere Wert der Jahre 1981 bis 2010 wurde um 27 % unterschritten.

An der **mittelhessischen Messstelle Marburg** wurden 612 mm (87 % des Vergleichswertes) registriert. Die Jahresniederschlagsmenge lag unterhalb des mittleren Wertes von 690 mm.

Im **Westerwald** an der **Messstelle Mademühlen** fielen mit 791 mm 72 % der mittleren langjährlichen Regenmenge. Hier war es das trockenste Jahr seit 1981.

An der **Messstelle Hochwaldhausen im Vogelsberggebiet**, wo in der Regel relativ große Niederschlagsmengen niedergehen, regnete es im Jahr 2018 1169 mm. Dies entspricht 89 % des langjährigen Wertes. Auch hier war 2018 ein trockenes Jahr.

Die **Messstelle Stockstadt** liegt in **Südhessen** und ist erst seit 2001 in Betrieb. Hier fielen 400 mm im Jahr 2018 (71 %). Es war das zweittrockenste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen.

Lagen die Niederschlagswerte an allen betrachteten Messstellen im Januar weit über dem Durchschnitt, war der Februar dagegen außergewöhnlich trocken.

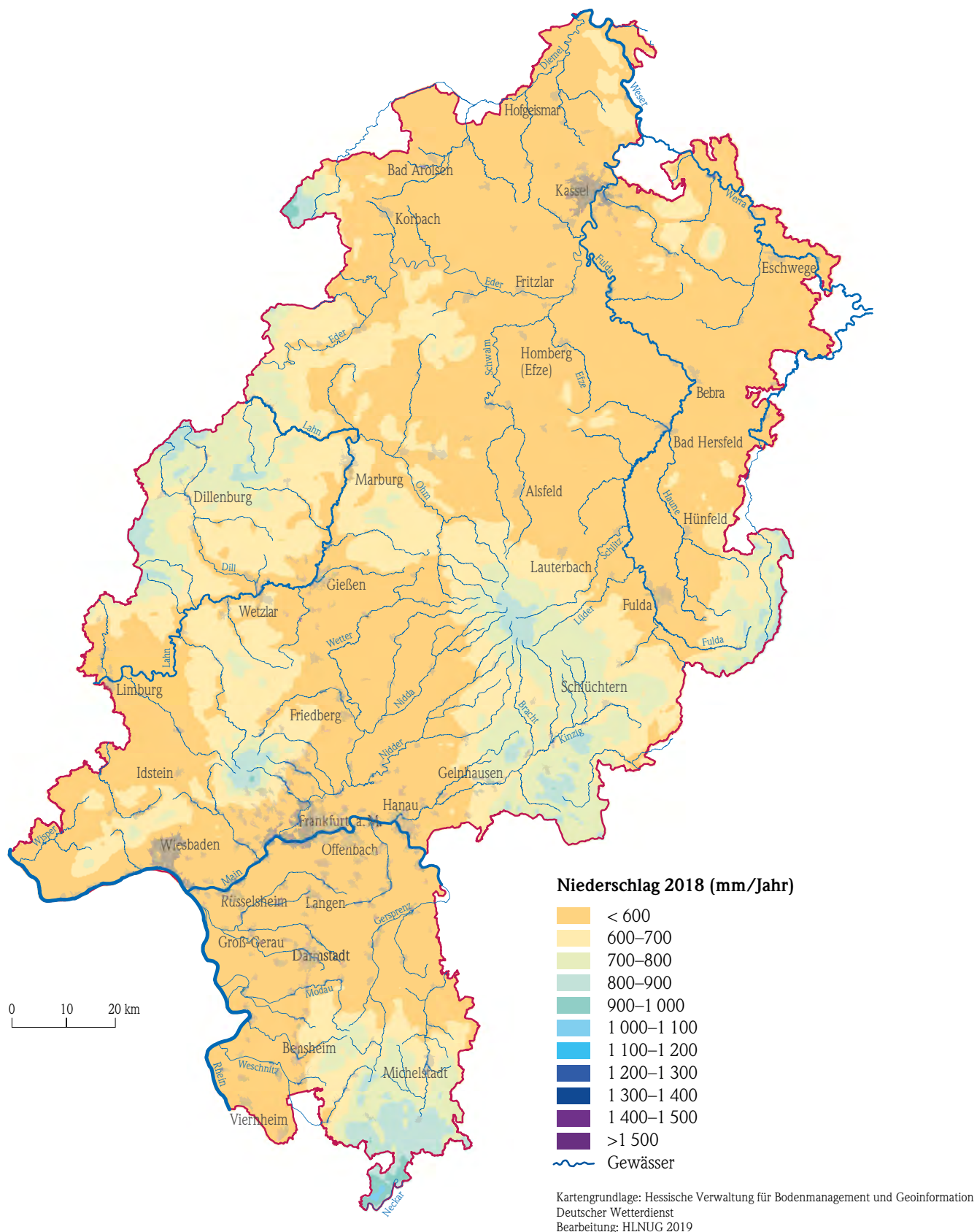


Abb. 11: Flächenhafte Verteilung der korrigierten Jahresniederschläge 2018 (Daten: DWD)

Tab. 1: Niederschlagswerte ausgewählter hessischer Niederschlagsmessstellen (mm) 2018

Monat	Hochwaldhausen		Bebra		Marburg		Mademühlen		Stockstadt	
	Mittel 1981–2010	2018	Mittel 1981–2010	2018	Mittel 1981–2010	2018	Mittel 1981–2010	2018	Mittel 2001–2018	2018
Jan	151,96	253,18	46,38	95,29	62,15	103,66	115,95	180,51	29,87	60,92
Feb	118,65	24,94	37,59	4,78	43,37	13,38	88,32	32,06	34,34	12,64
Mrz	129,21	112,65	47,17	40,95	54,88	52,02	103,63	88,58	38,06	44,17
Apr	76,14	83,15	36,84	32,32	42,74	54,46	61,83	56,96	35,18	41,31
Mai	91,10	144,62	57,66	81,09	64,03	100,27	74,26	48,05	64,21	47,27
Jun	81,55	85,57	60,54	9,57	60,02	21,31	77,59	27,07	55,00	31,08
Jul	93,34	34,24	59,96	19,39	64,11	25,71	87,90	44,09	62,93	8,16
Aug	78,74	21,26	52,61	28,48	51,84	30,76	78,93	39,52	73,80	15,14
Sep	102,16	97,16	48,21	65,94	63,64	63,96	91,20	50,4	34,85	28,47
Okt	117,78	38,81	44,40	16,39	65,47	15,48	97,78	32,97	47,46	4,97
Nov	117,89	42,76	53,31	20,13	51,34	31,17	103,31	26,07	41,57	19,59
Dez	154,83	230,86	50,20	77,69	66,41	99,76	122,72	164,9	44,06	86,56
Jahres- summe	1313,34	1169,20	594,87	492,02	689,99	611,94	1103,42	791,18	561,32	400,28

Im März und im April war das Niederschlagsgeschehen in Hessen unterschiedlich. So wurden beispielsweise in Nordhessen an der Messstelle Bebra leicht unterdurchschnittliche Monatswerte registriert, die Werte in Marburg und Hochwaldhausen lagen leicht unter oder leicht über den Mittelwerten. An der Messstelle Stockstadt fielen überdurchschnittliche Regenmengen wohingegen sie in Mademühlen unter den Durchschnittswerten lagen. Im Mai war es an den Messstellen Bebra, Marburg und Hochwaldhausen zu nass, hier wirkten sich wahrscheinlich in der Monatssumme die häufigen Starkregenereignisse (siehe Kap. 2.5) aus.

An den Messstellen Stockstadt und Mademühlen hingegen war es niederschlagsarm. Von Juni bis November fielen mit Ausnahme des Monats September an allen Stationen unterdurchschnittliche Regenmengen. Im September war es an der Messstelle Bebra zu nass, an den Messstellen Marburg und Hochwaldhausen lagen die Werte im Bereich der langjährigen Mittelwerte. Zu trocken war es im September an den Messstellen Mademühlen und Stockstadt. Im Dezember fielen hessenweit überdurchschnittliche Regenmengen.

Literatur

[1] DWD Pressemitteilung: Deutschlandwetter_2018, 28.12.2018, Deutscher Wetterdienst (DWD) abgerufen 21.1.2018.

[2] DWD Monatliche Klimastatusberichte 2018.

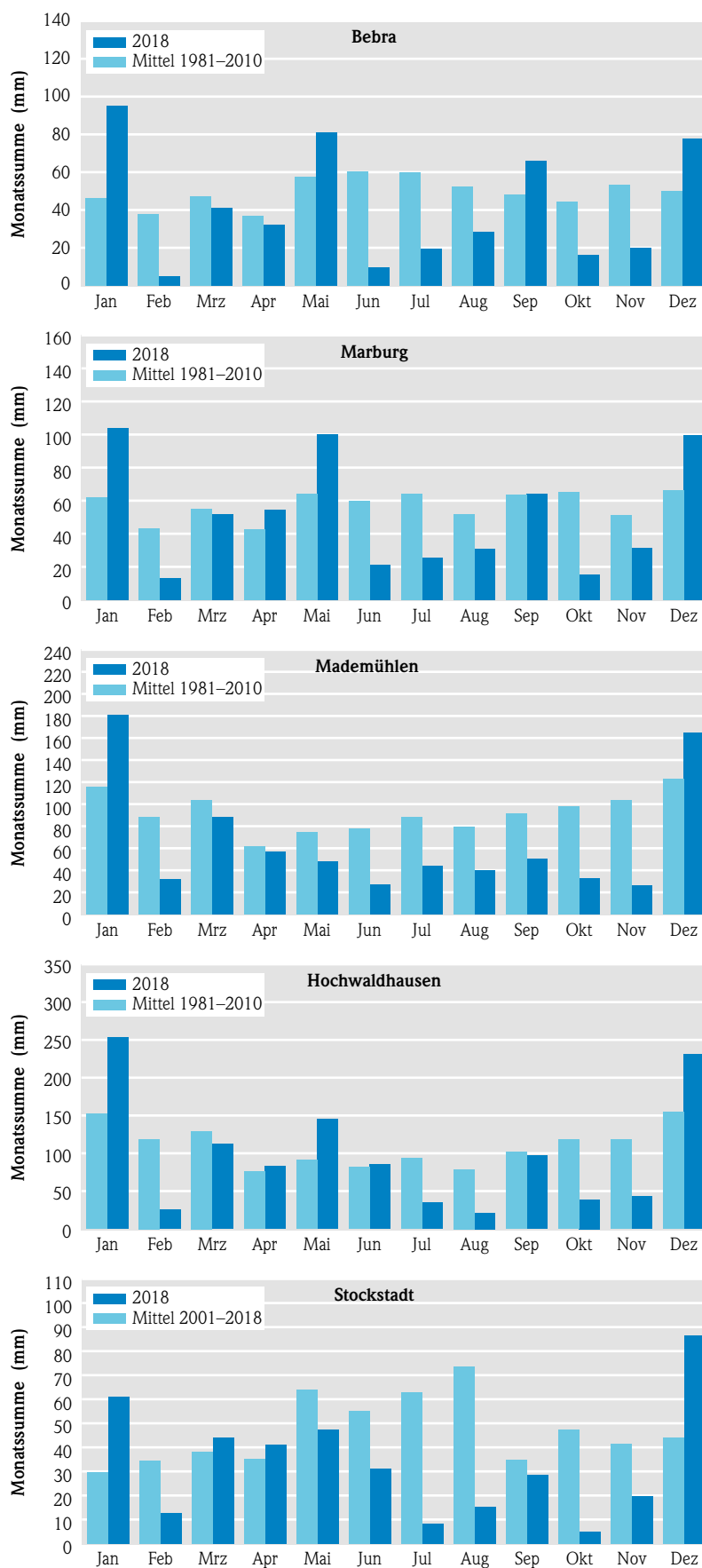


Abb. 12: Monatsniederschläge an fünf hessischen Niederschlagsmessstellen (Datenbasis: ungeprüfte Rohdaten)

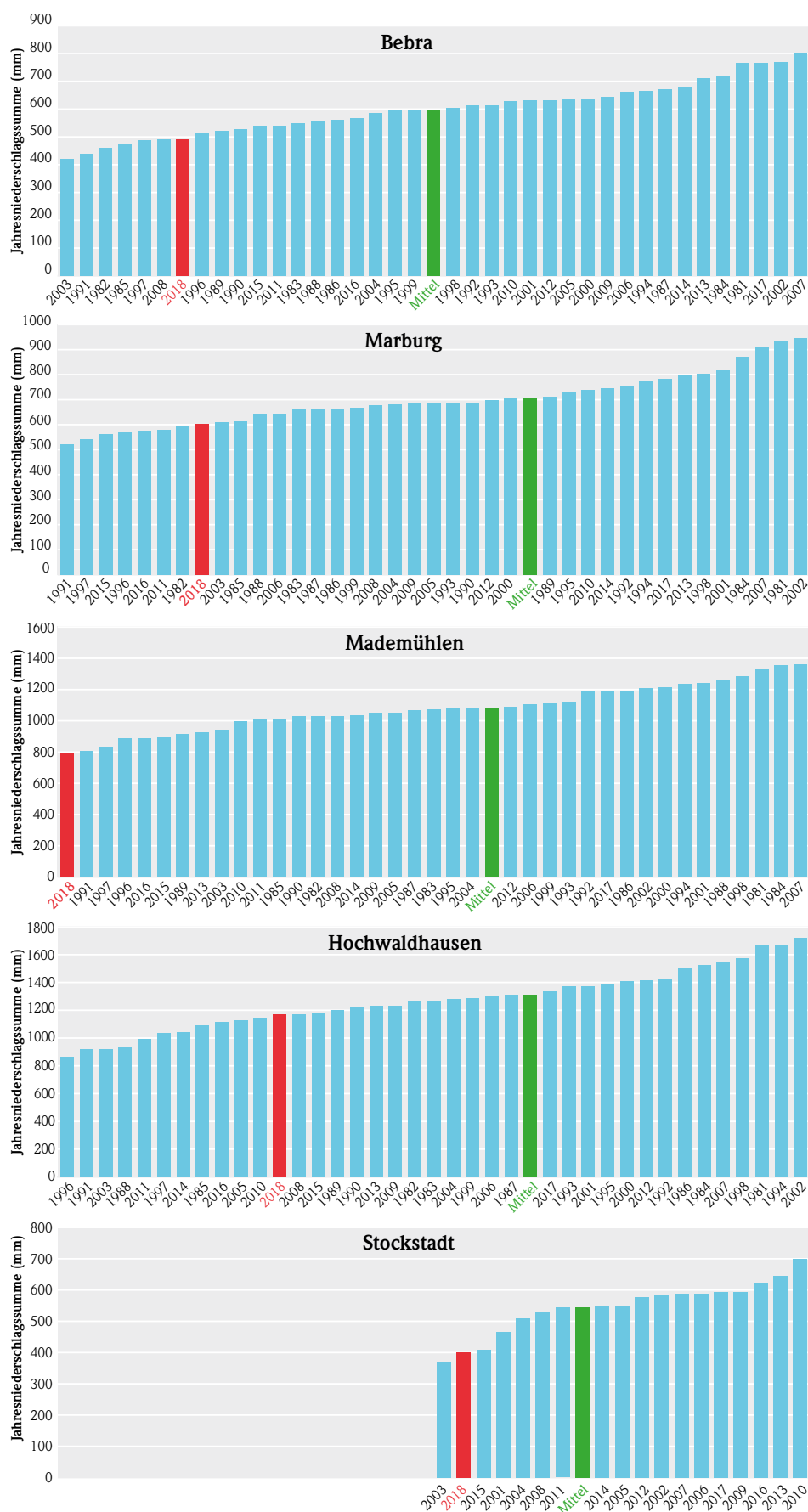


Abb. 13: Jahresniederschlagsmengen an fünf hessischen Niederschlagsmessstellen (rot: Jahressumme 2018, grün: langjähriges Mittel, Datenbasis: ungeprüfte Rohdaten)

2.5 Starkregen und Sturzfluten



Abb. 14: Wiesbaden Kurpark

Allgemeines

Immer wieder treten Starkregenereignisse auf. Diese führen in kleineren Gewässern in kürzester Zeit zum Ansteigen der Wasserstände und damit zum Hochwasser, zum Teil mit Überschwemmungen angrenzender Flächen. Aber auch abseits von Bachläufen und Flüssen führen diese Regenfälle zu Sturzfluten mit Überflutungen von Straßen und vollgelaufenen Kellern und Unterführungen (Abbildung 14). Häufig verursachen Starkregen Bodenerosion und damit Einträge von Feststoffen in Gewässer. Bei größeren Gewässern sind die Auswirkungen von Starkniederschlägen auf das Ansteigen von Wasserstand und Durchfluss gering und somit kaum relevant. Starkregenereignisse treten lokal sehr begrenzt auf. Der ge-

naue Ort, die zu erwartenden Niederschlagsmengen und der genaue Zeitpunkt sind nicht vorhersehbar, so dass keine Hochwasservorhersagen für Starkregenereignisse erstellt werden können.

Ursachen für Starkregen sind meist konvektive Wetterlagen, die sich in Gewittern entladen.

Nach DIN 4049 Teil 3[1] ist Starkregen ein Regen, der im Verhältnis zu seiner Dauer eine hohe Niederschlagsintensität hat und daher selten auftritt, z. B. im Mittel höchstens zweimal jährlich. Der Deutsche Wetterdienst spricht in seinem Wetterlexikon [2] von Starkregen bei Niederschlägen von 15 bis 25 mm Niederschlag pro Stunde oder 20 bis 35 mm in 6 Stunden und von markanten Starkregen bei mehr als 25 mm/

Stunde oder mehr als 35 mm in 6 Stunden. Andere Quellen definieren Starkregen ab 17 mm pro Stunde oder mehr als 30 mm pro Tag.

Eine Möglichkeit, Starkregenereignisse zu beurteilen, bietet die Einordnung der Wiederkehrwahrscheinlichkeit nach KOSTRA-DWD 2010R [3]. Hier wird angegeben, in welchen Zeitabständen (beispielsweise alle fünf, zehn oder 100 Jahre) mit welchem Ereignis im Mittel zu rechnen ist. Ein 100-jährliches Ereignis tritt demnach statistisch gesehen alle 100 Jahre einmal auf. In diesen Betrachtungen ist neben der gefallen Niederschlagssumme auch die Intensität, also die gefallene Niederschlagsmenge pro Zeiteinheit (beispielsweise 5 Minuten, zehn Minuten, 1 Stunde usw. eine wichtige Grundlage.

Auswirkungen und Schäden von Starkregenereignissen sind jedoch noch nicht nur von der gefallen Regenmenge und der Intensität, sondern auch von äußeren Rahmenbedingungen wie den topografischen und geografischen Gegebenheiten, der Bebauung oder landwirtschaftlichen Nutzung, der Jahreszeit, der Vorfeuchte uvm. abhängig. Deshalb können auch Starkregen mit relativ geringen Niederschlagsmengen bei ungünstigen Voraussetzungen große Schäden verursachen, wohingegen Starkregen in unbewohnten und land- und forstwirtschaftlich wenig genutzten Gebieten nur ein geringes Schadenspotential haben können.

Starkregen im Jahr 2018

Im Jahr 2018 traten in der Zeit April bis September punktuell immer wieder Starkregen auf, die zum Teil Sturzfluten verursachten. Eine Zusammenstellung der registrierten Starkregenereignisse kann Tabelle 2 entnommen werden. In den Abbildungen 16 und 17 sind die Starkregenereignisse in Hessen nach gefallener Regenmenge und nach Jährlichkeit dargestellt. An mindestens sieben Tagen waren die Starkregenereignisse so heftig, dass sie laut KOSTRA-DWD 2010R [3] als 50–100-jährliches oder mehr als 100-jährliches Ereignis einzuordnen sind, d. h. als Ereignisse, die statistisch gesehen nur alle 50 bis 100 Jahre bzw. nur alle 100 Jahre einmal auftreten.

In Abbildung 15 wird das heftigste im Jahr 2018 aufgetretene Ereignis ausgewertet. Dies fand am 7. August im Raum Kirchhain statt. Hier fielen enorme Niederschlagsmengen innerhalb von eineinhalb Stunden. An der hessischen Niederschlagsmessstelle Kirchhain Kläranlage wurden 142,6 mm in eineinhalb Stunden registriert. Die in der Nähe gelegene Messstelle des DWD Amöneburg-Rüdigheim hatte im gleichen Zeitraum 112,7 mm gemessen. In der betroffenen Region führten die Starkregen zu Sturzfluten mit massiven Überflutungen. Zahlreiche Keller liefen voll.

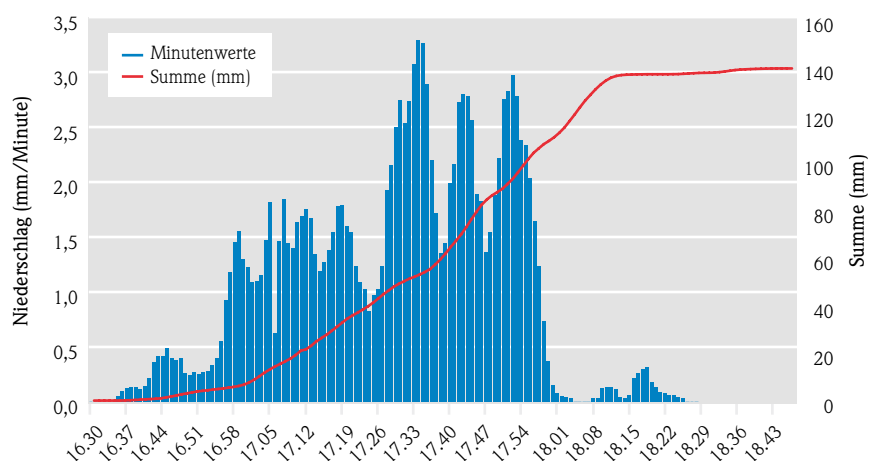


Abb. 15: Starkregenereignis am 7. August 2018 in Kirchhain

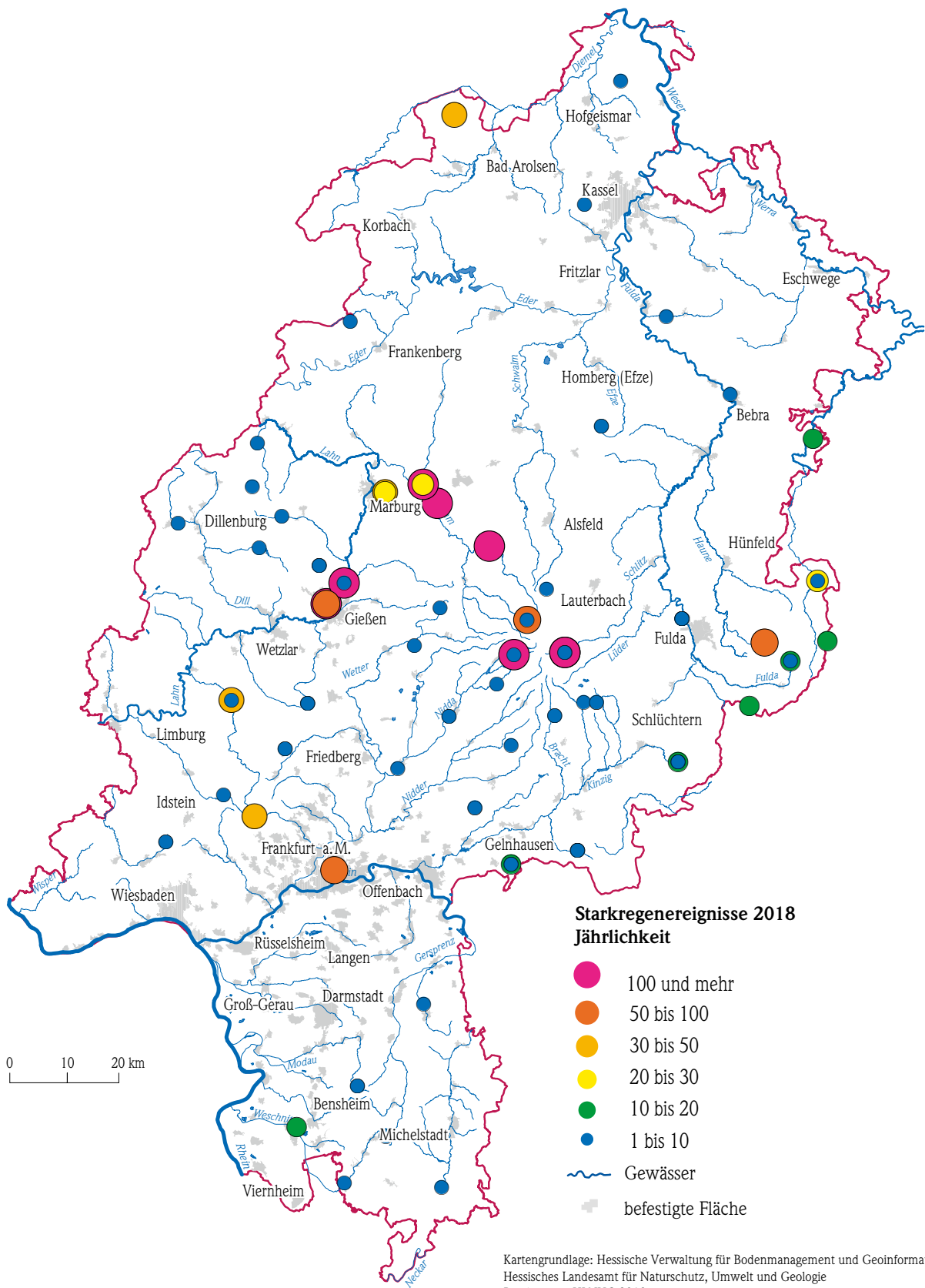


Abb.16: Starkregenerien in Hessen 2018 nach Jährlichkeiten gemäß KOSTRA-DWD 2010R

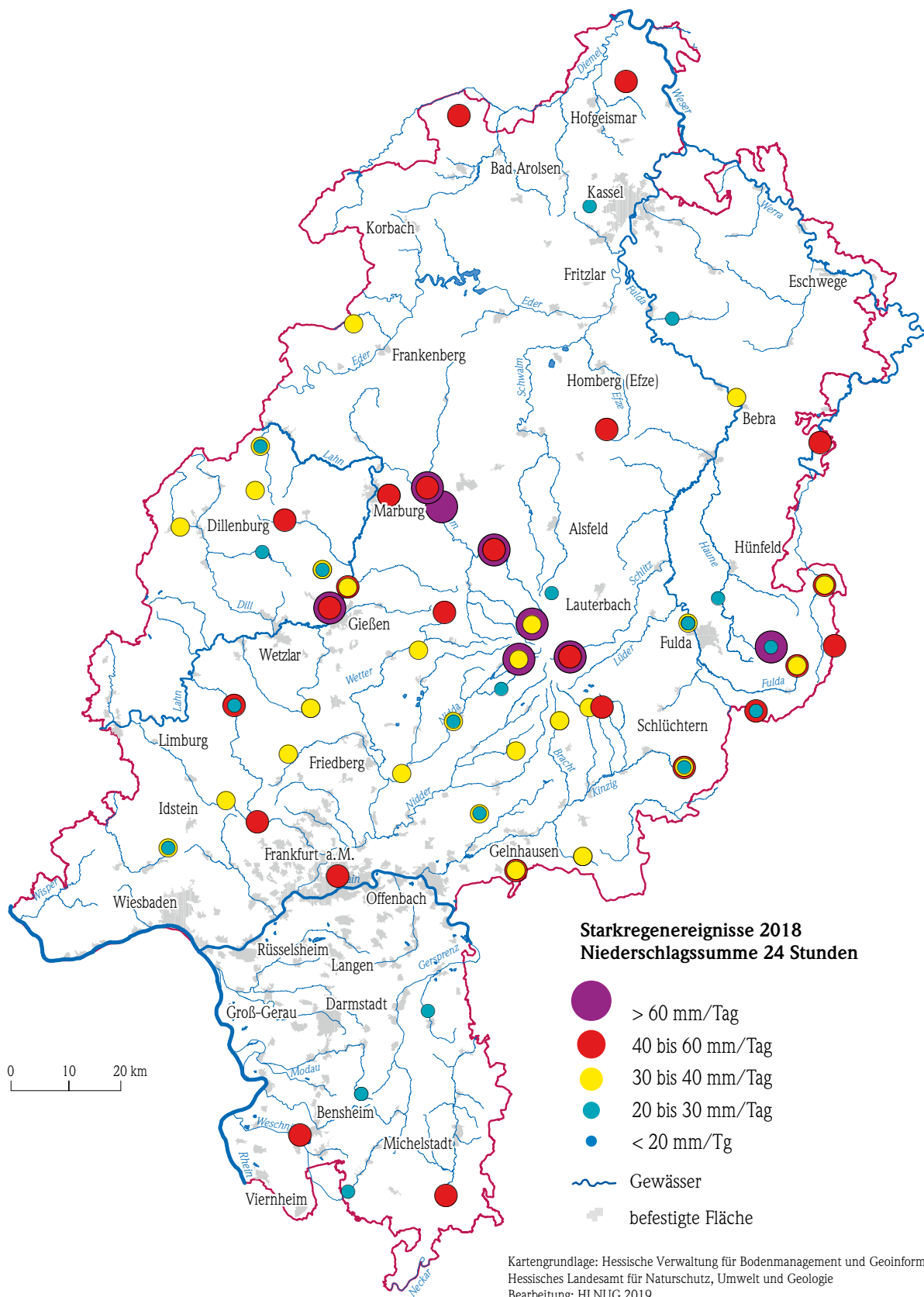


Abb. 17: Starkregenerereignisse in Hessen 2018 nach Tagessumme

Tab. 2: Starkregenereignisse in Hessen im Jahr 2018

Datum	Betroffene Gebiete	Höchste Messwerte (24-Stundensummen), Jährlichkeit	Auswirkungen
10.4.	Osthessen, Rhön	Tann / Rhön (DWD) 30,9 mm, Angelburg-Frechenhausen, 26,39 mm, Driedorf-Mademühlen, 26 mm.	Vollgelaufene Keller, Schlamm.
13.04.	Schwerpunkte: Rhön, Vogelsberg, Mittelhessen	Freigericht-Horbach 45,57 mm, Nidda-Kläranlage, 40 mm, Kefenrod-Bindsachsen 38,27 mm, Ronneburg-Hof-Waldeck, 37,79 mm, Biebergemünd-Bieber, 37,54 mm, Sinnal-Sterbfritz, 36,5 mm, Lich-Ober Bessingen 35,6 mm, Birstein-Kirchbracht, 35,23 mm, Langgöns-Espa, 34,55 mm, Freiensteinau 33,53 mm, 2–3-jährlich, Gersfeld-Rhön-Dalherda, 32,8 mm, 2–3-jährlich, Fulda-Gläserzell 30,79 mm, 2–3-jährlich, an 13 weiteren Messstellen Niederschläge zwischen 25 und 30 mm / Tag.	Lokale Überschwemmungen, Schlammlawinen, vollgelaufene Keller, (Künzell, Fulda, Eichenzell, Hoffbieber, Petersburg).
22.04.	LK Waldeck-Frankenberg, Gemarkung Vöhl	Niederschlagsmesswerte lagen unter 20 mm / 24 Stunden, keine Überschreitung von Starkregenschwellen (> 15 mm / Stunde).	Schlammlawine Bundesstraße 251.
23.04.	Odenwald	Modautal-Brandau-Kläranlage 29,56 mm (1 Stunde), 5–10-jährlich.	Überflutung von Straßen und Kellern, Sperrung einer Bahnstrecke.
10.05.	Nord- und Osthessen, Rhön	Dipperz-Giegenberg: 102 mm, 50–100-jährlich , Tann/Rhön (DWD) 50,6 mm, 20–30-jährlich, Wasserkuppe/Rhön (DWD) 50,8 mm, 10–20-jährlich, Birx / Rhön (DWD), 47,10 mm, 10–20-jährlich.	Überflutungen von Straßen und Kellern, Sperrung B 254 wegen einer Schlammlawine.
13.05.	Mittelhessen, Vogelsberg	Gemünden-Felda-Rülfenrod 94,9 mm, >100-jährlich . Grebenhain-Ilbeshausen-Hochwaldhausen 93,1 mm, >100-jährlich . Sinnal-Sterbfritz 62,6 mm, 10–20-jährlich, Ulrichstein-Selgenhof 60,9 mm, ca. 20-jährlich, Marburg-Lahnberge 57,2 mm, 30–50-jährlich, Grünberg 53,2 mm, 5–10-jährlich, Schotten-Hoherodskopf 39,2 mm, Kirchhain-Kläranlage 35,64 mm, Breidenbach, 34,27 mm, Vier weitere Messstellen mit Werten zwischen 25 und 30 mm / Tag.	Überschwemmte Straßen, vollgelaufene Keller, Schlammlawinen, innerörtliche Flutwellen.
22.05.	Punktuelle Niederschläge, Taunus, Rhein-Main-Gebiet, Vogelsberg, LK Waldeck-Frankenberg	Kleiner Feldberg/ Taunus 56,1 mm, 30–50-jährlich, Ronneburg-Hof Waldeck, 27,7 mm, 5–10-jährlich.	Überflutungen von Straßen, vollgelaufene Keller, Flugausfälle in Frankfurt.
27. 05.	Punktuelle Niederschläge in Nord-, Mittel- und Osthessen	Langgöns-Espa, 23,5 mm, 2–3-jährlich.	Überflutungen von Straßen, vollgelaufene Keller, Schlamm und Geröll-Fluten.
29.05.	Gießen, Nordhessen	Gießen-Wettenberg (DWD) 63,1 mm, ca. 100-jährlich , Lollar-KA 52 mm, ca. 100-jährlich , Gemünden 47,6 mm, 3–5-jährlich, Hofgeismar-Beberbeck 40,4 mm, 5–10-jährlich, Gersfeld-Dalherda 58,5 mm, 10–20-jährlich, Wettenberg-Koftorf-Waldhausen 36,2 mm 1–5-jährlich, Frankenberg-Eder, 32,73 mm.	Überflutungen von Straßen, vollgelaufene Keller.
07.06.	Punktuelle Starkregenfälle verteilt in ganz Hessen	Frankfurt/Main Westend (DWD), 51,8 mm, 50–100-jährlich , Gießen-Wettenberg (DWD), 42,2 mm 50-jährlich, Weilmünster (DWD), 41,6 mm, 30–50-jährlich, Tann / Rhön (DWD), 39,2 mm, 3–5-jährlich, Diemelstadt-Roden (DWD), 44,9 mm, 30–50-jährlich.	Überflutungen von Straßen, vollgelaufene Keller, Ausfälle im Bahn- und Flugverkehr (Frankfurt).
09.06.	Punktuell in Hessen, Taunus, Rhön, Vogelsberg, Mittelhessen, Nordhessen	Grebenhain 71,6 mm, > 100-jährlich , Biebergemünd-Bieber 34 mm, 3-jährlich, Freigericht-Horbach 39,7 mm, 5–10-jährlich, Fulda-Gläserzell, 27,07 mm.	Überflutungen von Straßen und Unterführungen, vollgelaufene Keller.

Datum	Betroffene Gebiete	Höchste Messwerte (24-Stundensummen), Jährlichkeit	Auswirkungen
11.06.	Südhessen	Lorsch-KA, 50 mm, 10–20-jährlich, Beerfelden (DWD), 44,7 mm, 3–5-jährlich, Modautal-Brandau, 26,6 mm.	Vollgelaufene Keller, Hochwassermeldestufe: Pegel Eberstadt / Modau MST 2 (190 cm, 19:45), Pegel Auerbach / Winkelbach die MST 1 (158 cm, 21:00 Uhr).
05.07.	Mittelhessen, Rhön, Rothaargebirge	Langgöns-Espa, 30,7 mm, 3–5-jährlich, Waldems-Reinborn (DWD), 36,8 mm, 3–5-jährlich, Fulda-Gläserzell, 28,9 mm, Weilmünster (DWD), 29,8 mm, 1–2-jährlich, Sinnatal-Sterbfritz, 25 mm.	Straßen und Keller in Mittelhessen wurden unter Wasser gesetzt. In Villmar kam es zu Erdbeben, eine Bahnstrecke musste gesperrt werden.
10.07.	Osthessen	Fulda-Gläserzell, 28,9 mm, Sinnatal-Sterbfritz, 29,95 mm, Lautertal-Vogelsberg, 25,7 mm.	Nicht bekannt
15.07.	Südhessen, Odenwald	Birkenau (DWD), 21,2 mm, 1,2-jährlich, Fürth-Odenwald (DWD), 19,2 mm, 1–2-jährlich, Modautal-Brandau KA, 18,7 mm in 1 Stunde <1-jährlich.	Kurzzeitige Hochwassermelde- stufenüberschreitungen an Weschnitz und Modau.
16.07.	Taunus, Rhön	Taunusstein-Neuhof, 34,2 mm, 2–3-jährlich, Wasserkuppe Rhön (DWD), 30,9 mm, 2–3-jährlich.	Nicht bekannt
21.07.	Osthessen	Biebergemünd-Bieber, 41,78.	Nicht bekannt
07.08.	Kirchhain, Mittelhessen	Kirchhain KA 142,6 mm >100-jährlich , Amöneburg-Rüdighheim (DWD) 112,7 mm, >100-jährlich , Sonst unter 5-jährlich.	Massive Überschwemmungen in den betroffenen Gebieten, vor allem in Kirchhain, vollgelaufene Keller.
04.09.	Wetterau, Vogelsberg, Rhön	Niddatal-Niederflorstadt, 29,9 mm 5–10-jährlich, Gersfeld-Rhön (Dalherda) 25,5 mm, 5–10-jährlich, Schotten-Hoherodskopf 25,7 mm, ca. 10-jährlich.	Nicht bekannt
06.09.	Vogelsberg, Nordhessen, Odenwald, Westerwald/ Rothaargebirge	Hoherodskopf (DWD) 70,5 mm ca. 100-jährlich , Grebhain-Ilbeshausen-H. 32,2 mm, 3–5-jährlich, Biebergemünd-Bieber 31,3 mm 1–2-jährlich.	Vollgelaufene Keller, teilweise Überflutungen von Straßen.
23.9.	Mittelhessen, Osthessen, Rhön, Vogelsberg, Taunus	Marburg-Lahnberge 51,6 mm, 20–30-jährlich, Heringen (Werra), 45,57 mm, 10–20-jährlich, Kirchhain-KA, 49,8 mm, 20–30-jährlich, Bad-Endbach KA, 46,1 mm, 3–5-jährlich, Gemünden-(Felda)Rülfenrod, 44,9 mm, 5–10-jährlich, Schwarzborn-Richberg, 44,2 mm, 3–5-jährlich, Freiensteinau-Salz, 37,2 mm, 5–10-jährlich, Grebhain-Ilbesh.Hochwaldhs.; 40,6 mm, 1–2-jährlich, Schotten-Hoherodskopf, 37 mm, 2–3-jährlich, Bebra, 39,2 mm, 3–5-jährlich, Birstein-Kirchbracht, 35,64 mm Ulrichstein-Selgenhof, 34,59 mm, Freiensteinau, 34,51 mm, Haiger, 35 mm, Tann (DWD), 32,4 mm, Angelburg-Frechenhausen 33,72 mm Sinnatal-Sterbfritz, 33,2 mm, Usingen, 31,35 mm, fünf weitere zwischen 25 und 30 mm / Tag.	Entspannung der Niedrigwasser- situation, Hochwassermeldestufen: Pegel Eppstein MST 1 209 cm (19:00 Uhr), Pegel Michelstadt MST 1 124 cm (17:00).

Literatur

- [1] Deutsches Institut für Normung e.V. (1994–10):
DIN 4049 Teil 3: Begriffe zur quantitativen
Hydrologie.
- [2] Wetterlexikon, Deutscher Wetterdienst <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?nn=103346&lv2=102248&lv3=102572> abgerufen 04.04.2019
- [3] KOSTRA DWD 2010R, itwh GmbH (Institut
für technisch-wissenschaftliche Hydrologie
GmbH), Hannover, 2017.

3 Oberflächengewässer

3.1 Wasserstand und Durchfluss

MONIKA SPICKER

Pegelmessnetz, Zielsetzung und Aufgabe

Kenntnisse der Wasserstände und der Durchflüsse in den Gewässern sind Voraussetzung für nahezu jede hydrologische Arbeit und deren Umsetzung in die wasserwirtschaftliche Praxis. Diese hydrologischen Werte

- bilden die Grundlage für die Bewirtschaftung der Gewässer,
- stellen die Basis zur Bemessung wasserwirtschaftlicher Anlagen dar,
- sind fundierte Anhaltswerte für den Hochwasserwarndienst,
- sind wesentliche Eingangsdaten für Hochwasservorhersagesimulationen,
- dienen zur Berechnung von Stofffrachten in den Gewässern
- sind Eingangsdaten für den Betrieb hydrologischer Modelle und
- bieten den Ausgangspunkt für langfristige Betrachtungen im Hinblick auf Veränderungen der hydrologischen und klimatologischen Situation.



Abb. 18+ 19: Pegel Muschenheim an der Wetter im November 2018

Zur Ermittlung der Wasserstands- und Durchflusswerte betreibt das Land Hessen ca. 120 Pegel (Abbildungen 18, 19 und 20). Diese erfassen und dokumentieren den Istzustand der Gewässer. Betrieb und Unterhaltung der Pegel sowie die Durchführung der Durchflussmessungen obliegen den Regierungspräsidien. Das landeseigene Pegelmessnetz wird er-

gänzt durch mehr als 40 Pegel von Verbänden und sonstigen Betreibern, die meist der Steuerung von Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken dienen. Die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) betreibt an den Bundeswasserstraßen in Hessen weitere 20 Pegel.

Die aktuellen Messwerte der Pegel sowie weitere Informationen sind im Internet auf der HLNUG-Webseite dargestellt:

www.hlnug.de/static/pegel/wikiweb2/.

Das Pegelmessnetz muss die Entwicklung der Abflüsse entlang der Gewässer abbilden. Die einzelnen Pegel sind je nach Funktion ausgestattet mit einem oder mehreren Geräten zur Erfassung der Wasserstände, zur Datenregistrierung und zur Datenfernübertragung sowie teilweise ergänzend mit Anlagen zur Durchflussermittlung. Zur Verbesserung der Datensicherheit sind diese Systeme bei den meisten Pegeln redundant ausgelegt.

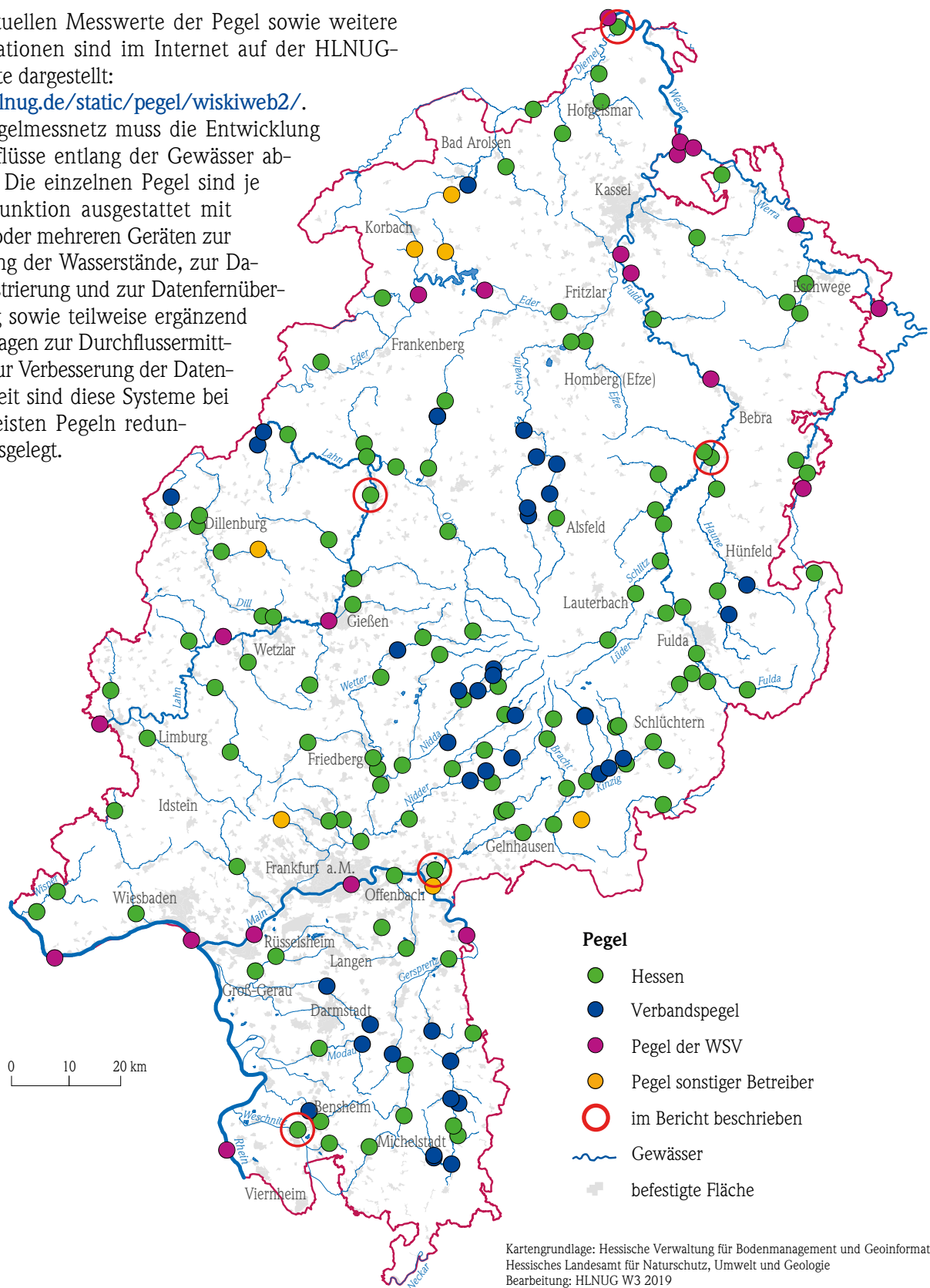


Abb. 20: Pegelmessnetz

Verhältnisse im Jahr 2018

Das Durchflussverhalten der hessischen Gewässer wird zusammenfassend in den Abbildungen 21 und 22 dargestellt. Hierfür wurden die Durchflüsse 16 repräsentativer hessischer Gewässer ausgewertet und auf die ganze Fläche Hessens hochgerechnet. Stand der Auswertung ist März 2019.

11 der 12 Monate des Jahres 2018 wiesen unterdurchschnittliche Abflüsse im Vergleich mit der langjährigen Reihe von 1981 bis 2010 aus. Bedenkt man, dass bereits von Juli 2016 bis Juni 2017 durchgehend die langjährigen mittleren Abflüsse unterschritten wurden, ahnt man das Ausmaß der Dürre, die im Jahr 2018 auftrat und in Kapitel 3.3 Niedrigwasser beschrieben wird. In den beiden Jahren 2017, 2018

blieben insgesamt gerade einmal 7 Monate übrig (in den Jahren 2016–2018 sogar nur 10 von 36), in denen mehr Wasser in hessischen Gewässern abgeflossen ist als im langjährigen Mittel.

Etliche Hochwasser prägten jedoch erst einmal den Januar. Die Serie, bei der vielerorts an den Pegeln mehrere Hochwasserwellen kurz hintereinander auftraten, ebte erst Anfang Februar wieder ab. Im ersten Monat des Jahres verzeichneten in ganz Hessen die Pegel fast doppelt so viel Abfluss wie im langjährigen Mittel. In quasi allen Flussgebieten und auch an den großen Flüssen Rhein und Main kam es zu Meldestufenüberschreitungen bis zur Meldestufe 3. Besonders stark betroffen war die Lahn. Hier kam es zu den häufigsten und höchsten Meldestufenüberschreitungen.

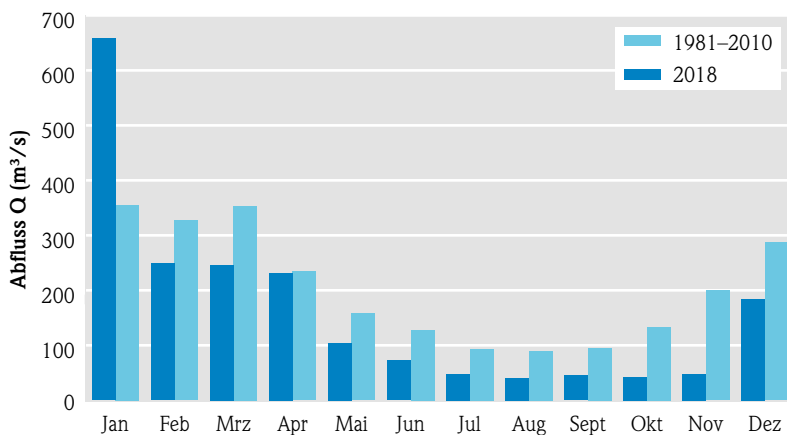


Abb. 21: Vergleich des mittleren monatlichen Abflusses mit dem langjährigen mittleren Abfluss

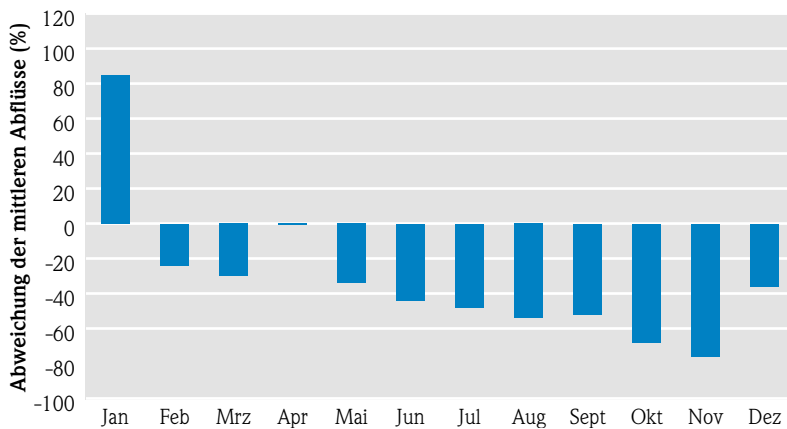


Abb. 22: Abweichung des mittleren monatlichen Abflusses (MO) vom langjährigen Monatsmittel (MO_{Reihe 1981-2010})

Die Monate Februar und März weisen im Vergleich zum langjährigen Mittel Defizite von 78 m³/s sowie 107 m³/s auf, was in etwa Defiziten von 25 % und 30 % entspricht. Insbesondere in der ersten Hälfte des Februars kam es noch an einigen Oberläufen zu Meldestufenüberschreitungen der Stufe 1. Im April wird der langjährige Mittelwert nur um 1 % verfehlt. Grund für die im Vergleich zu den anderen Monaten hohen Abflüsse waren Starkregenereignisse, die in diesem Monat besonders häufig über Hessen niedergingen. Auch hier kam es an etlichen Pegeln zu Meldestufenüberschreitungen. Ruhig wurde es für die Hochwasservorhersagezentrale ab dem Folgemonat. Wurden allein im Januar 12 Berichte zur Hochwasserlage geschrieben, war dies ab Mai bis Ende des Jahres überhaupt nicht mehr notwendig. Einzelne Meldestufenüberschreitungen von der Stufe 1 bis 3 in diesem Zeitraum sind vollständig auf lokale Starkregenereignisse zurückzuführen. Weitere Auswertungen zum Hochwasser sind unter <https://www.hlnug.de/themen/wasser/messwerteberichte/sonderberichte-zu-hochwasser-ereignissen.html>, Dezember 2017, Januar, Februar 2018 Hochwasser in Hessen zu finden.



Abb. 23: Pegel Hermannstein am Blasbach im Mai 2018

Im Zeitraum von Mai bis November lässt sich die immer stärkere Ausprägung des Niedrigwassers beobachten. Floss im Mai mit $104 \text{ m}^3/\text{s}$ noch etwa $2/3$ der langjährigen Monatsabflüsse ab, waren es in den Monaten Juni bis September nur noch um die 50%, im Oktober dann nur noch $1/3$. 46% Abweichung im August führte zum kleinsten Abflusswert des ganzen Jahres, denn in diesem Monat sind in Hessen gerade einmal $41 \text{ m}^3/\text{s}$, statt der $90 \text{ m}^3/\text{s}$ im langjährigen Mittel, abgeflossen. Im November war dann die maximale negative Abweichung erreicht. Hier kam mit $48 \text{ m}^3/\text{s}$ nur noch etwa $1/4$ des langjährigen Wertes von $200 \text{ m}^3/\text{s}$ zum Abfluss.

Beispielhaft für die hessischen Gewässer werden die Durchflüsse der Diemel (Pegel Helmarshausen) für Nordhessen, der Fulda (Pegel Bad Hersfeld 1) für Osthessen, der Lahn (Pegel Marburg) für Mittelhessen, der Kinzig (Pegel Hanau) für das Maingebiet und der Weschnitz (Pegel Lorsch) für Südhessen betrachtet (siehe Tabelle 3 und Abbildungen 24 und 25).

Markant, wenn auch durch den oben beschriebenen Jahresverlauf nicht verwunderlich, ist, dass alle 5 betrachteten Pegel in der Jahressumme die langjährigen Werte unterschreiten. Mit 88% kommt der Pegel Hanau/Kinzig dem langjährigen Mittel am nächsten. Im Januar verfehlt der Wasserstand am **Pegel Lorsch an der Weschnitz** um 1 cm die Meldestufe 1 ganz knapp. Das ganze Jahr über kam es durch viele Hochwasserspitzen zu abwechslungsreichen Wasserständen. Das Monatsmittel vom Februar liegt auf einer Höhe mit dem langjährigen Mittel, hier führte die Hochwasserwelle Anfang des Monats zu der verhältnismäßig großen Wassermenge. Im Dezember kam es dann doch noch zu einer kurzzeitigen Überschreitung der Meldestufe 1, auch wenn dies aus der Grafik nicht ersichtlich ist, da der Pegel stark verkrautet war und ein Korrekturwert dafür sorgt, dass der Abfluss deutlich minimiert wird.

Meldestufenüberschreitung der Stufe 1 gab es am **Pegel Hanau an der Kinzig** bereits im Januar und erneut im April. Von den insgesamt vier Hochwasserwellen Anfang des Jahres waren die letzten drei in etwa halb so groß wie die Erste. Die Starkregen im April zeigten sich an diesem Pegel besonders deutlich, so dass hier das Monatsmittel den langjährigen Wert recht deutlich übersteigt. Auch im Mai und Juni traten weitere Starkregenereignisse auf, dann jedoch herrschte bis Dezember weitgehend Ruhe.

Gleich am Anfang des Jahres in der Nacht vom 03. auf den 04.01. kam es am **Pegel Marburg an der Lahn** für 2,5 h zur Überschreitung der Meldestufe 3. Die drei Wellen, die im Anschluss folgten, wurden immer kleiner. Das Jahr über zeigte dieser Pegel den weiter vorne beschriebenen für ganz Hessen typischen Verlauf und erreicht mit einem Abfluss von 3,94 m³/s im November gerade einmal 23 % seines langjährigen Mittels.

Auffällig am **Pegel Bad Hersfeld 1 an der Fulda** waren gleich sechs Hochwasserwellen im Januar und Februar mit mehrfacher Überschreitung der Meldestufen 1 und 2 sowie der höhere Monatswert im April im Vergleich zum langjährigen Mittel. In den Monaten März und April entstanden noch beachtliche Hochwasserspitzen, die im April sogar dazu führten, dass die Meldestufe 2 überschritten wurde. In der Niedrigwasserperiode sind einzelne Starkregenereignisse gut sichtbar. Der Dezember klingt wie alle beschriebenen Pegel mit einigen Wellen höherer Wasserführung aus.

Der **Pegel Helmarshausen an der Diemel** war wie im Jahr 2017 der abflussärmste unter den fünf betrachteten Pegeln. Er erreichte 2018 lediglich 75 % des langjährigen Mittels. Ab Mitte April lag kein einziger Tagesmittelwert über dem langjährigen, gleitenden Mittel. Das ganze Jahr über gab es keine Meldestufenüberschreitung. Selbst im Dezember blieben die Wellen deutlich unter dem langjährigen Mittelwert.

Tab. 3: Durchflüsse (Monatsmittelwerte) an fünf hessischen Flüssen [Auswertestand: März 2019]

Monat	Q [m ³ /s]														
	Lorsch / Weschnitz			Hanau / Kinzig			Marburg / Lahn			Bad Hersfeld 1 / Fulda			Helmarshausen / Diemel		
	Monatsmittel 2018	Monatsmittel 1981–2010	[%]	Monatsmittel 2018	Monatsmittel 1981–2010	[%]	Monatsmittel 2018	Monatsmittel 1981–2010	[%]	Monatsmittel 2018	Monatsmittel 1981–2010	[%]	Monatsmittel 2018	Monatsmittel 1981–2010	[%]
Jan	8,1	4,10	197	32,1	18,13	177	58	32,29	180	66,5	36,59	182	42,1	22,32	189
Feb	4,62	4,63	100	14,8	17,41	85	17,7	26,86	66	27	33,12	82	20,7	23,29	89
Mrz	3,98	5,04	79	13,9	17,55	79	20	28,76	70	26,1	35,79	73	16	25,48	63
Apr	3,2	4,04	79	16,6	11,92	139	17,6	17,00	104	29,7	24,98	119	12,4	18,28	68
Mai	2,08	3,36	62	6,6	7,60	87	8,76	11,78	74	13,1	16,83	78	8,24	13,04	63
Jun	2,14	2,74	78	4,47	6,35	70	4,91	9,26	53	7,29	13,13	56	6,66	11,55	58
Jul	1,21	2,21	55	3,16	4,74	67	3,63	6,57	55	4,43	9,17	48	5,22	8,92	59
Aug	1,17	2,02	58	2,9	4,66	62	3,95	6,79	58	3,22	8,47	38	4,35	8,53	51
Sep	1,25	2,00	63	3,23	4,94	65	3,85	7,28	53	4,15	8,75	47	4,21	8,95	47
Okt	0,973	2,29	43	3,23	6,89	47	3,99	11,13	36	3,69	12,35	30	4,13	10,70	39
Nov	1	2,86	35	2,97	10,69	28	3,94	17,10	23	4,26	19,27	22	4,19	13,95	30
Dez	2,32	3,78	61	7,22	14,90	48	19,9	25,54	78	13,7	28,42	48	8,07	17,50	46
Jahr	32	39	82	111	126	88	166	200	83	203	247	82	136	183	75

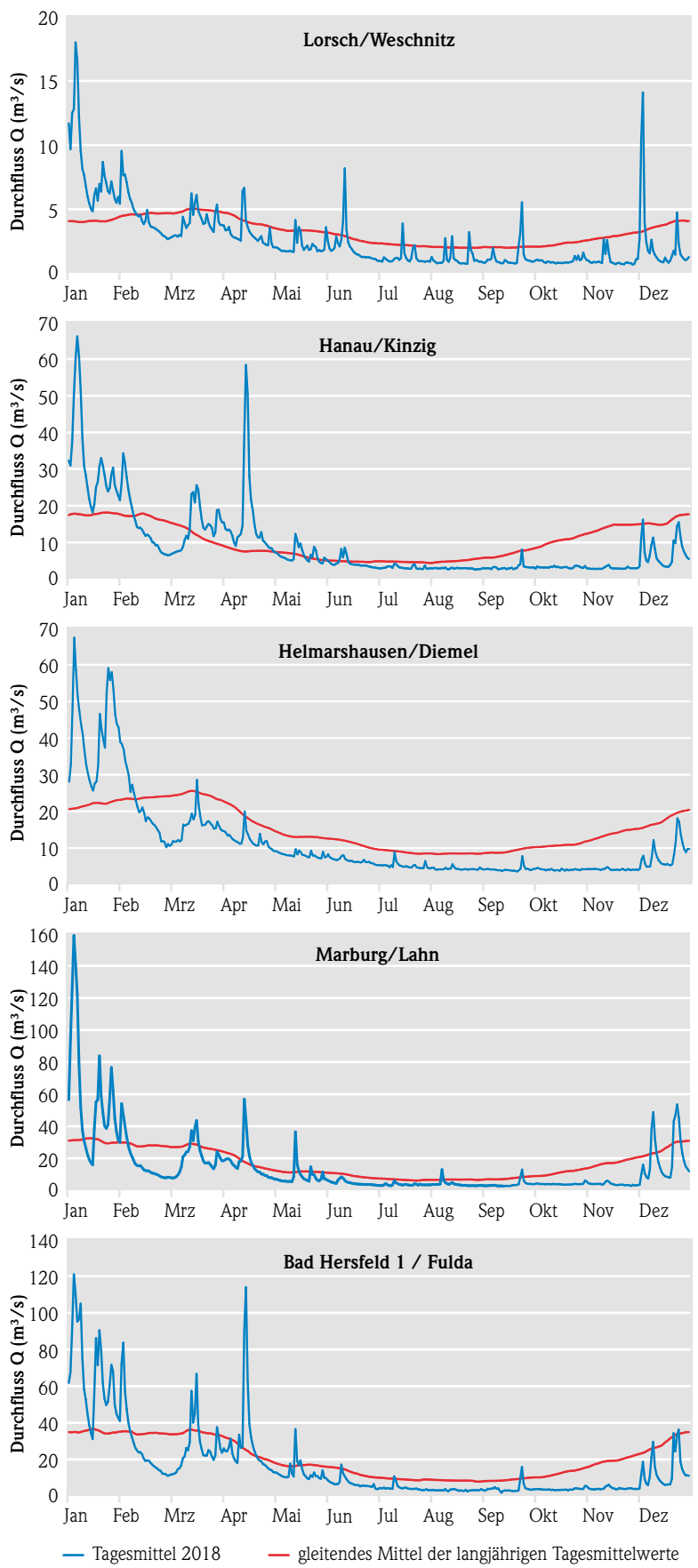


Abb. 24: Durchflüsse an fünf hessischen Pegeln

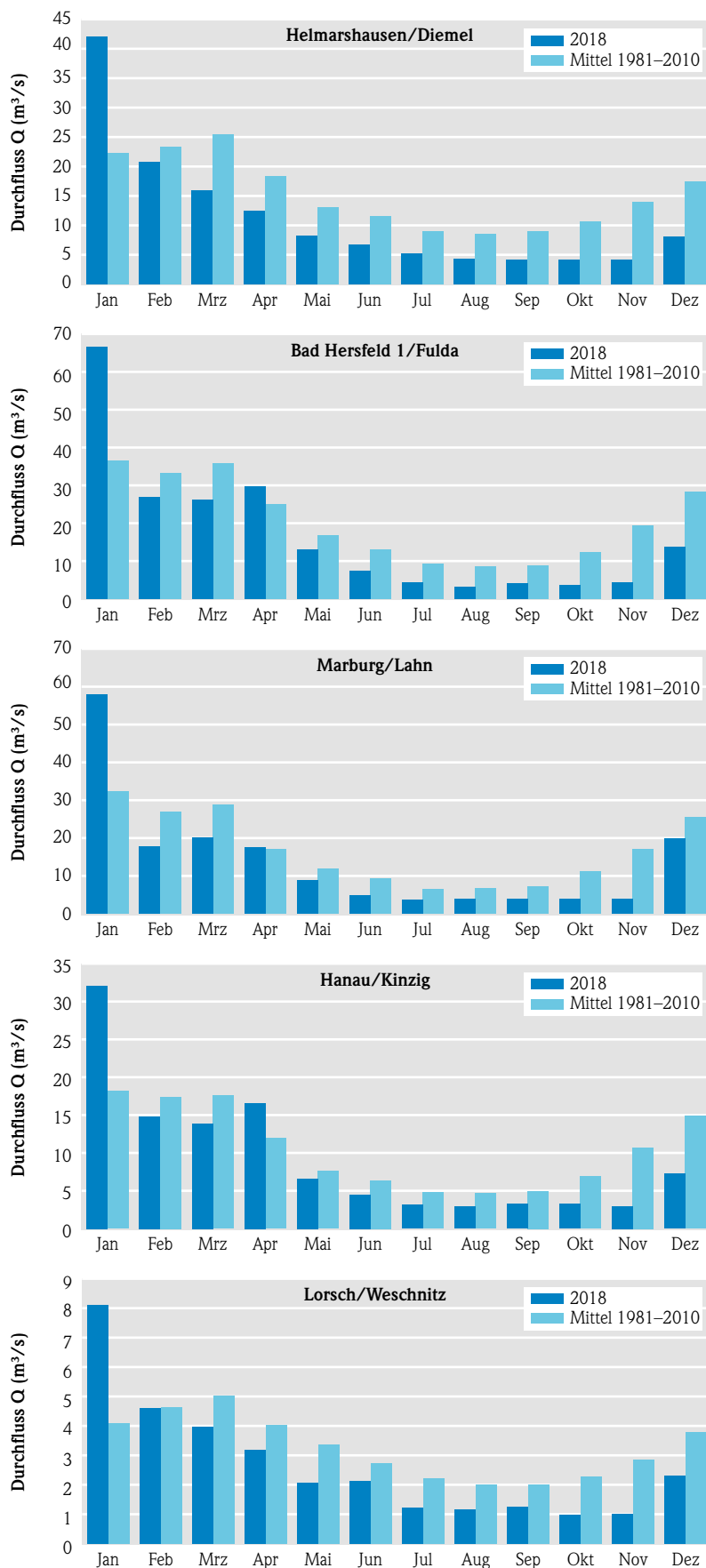


Abb. 25: Monatliche Durchflüsse an fünf hessischen Pegeln

3.2 Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken

MONIKA SPICKER

Übersicht

In Hessen gibt es 15 Talsperren (siehe Abbildungen 26, 27 und 33) sowie ca. 50 Hochwasserrückhaltebecken. Diese dienen:

- dem Hochwasserschutz,
- der Niedrigwasseraufhöhung,
- der Energieerzeugung,
- der Naherholung und
- der Erwerbsfischerei.

In Hochwasserrückhaltebecken wird vordringlich Wasser zum Hochwasserschutz der Unterlieger zurückgehalten. Wenn kein Hochwasserfall vorliegt, sind die Hochwasserrückhaltebecken nur teilweise (Becken mit Dauerstau) oder nicht gefüllt (sog. grüne Becken).

Eine Übersicht über die Lage der für den Hochwasserschutz wichtigsten Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken ist Abbildung 26 zu entnehmen.

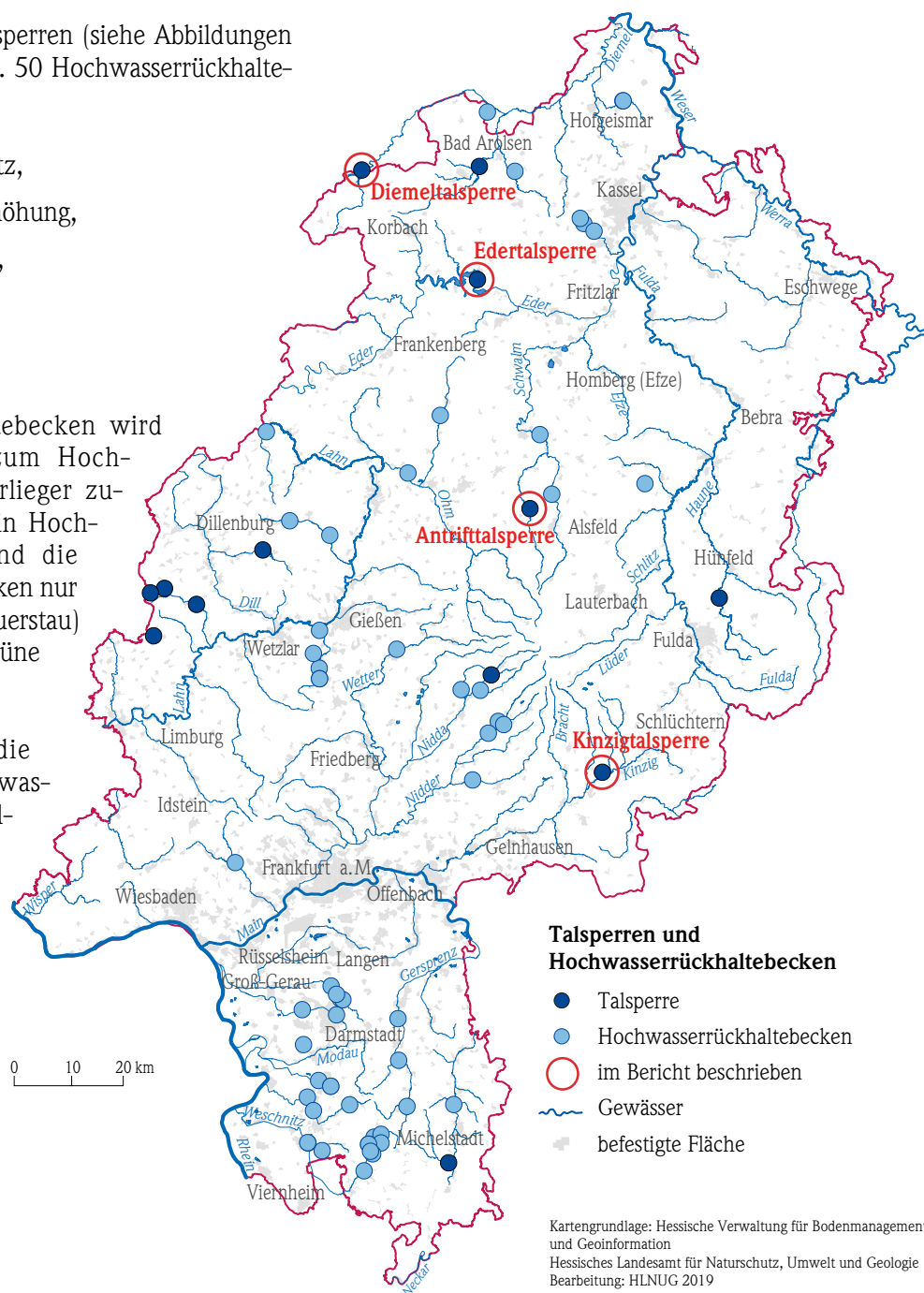


Abb. 26: Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken

Verhältnisse im Jahr 2018



Abb. 27: Haunetalstperre im Dezember 2018

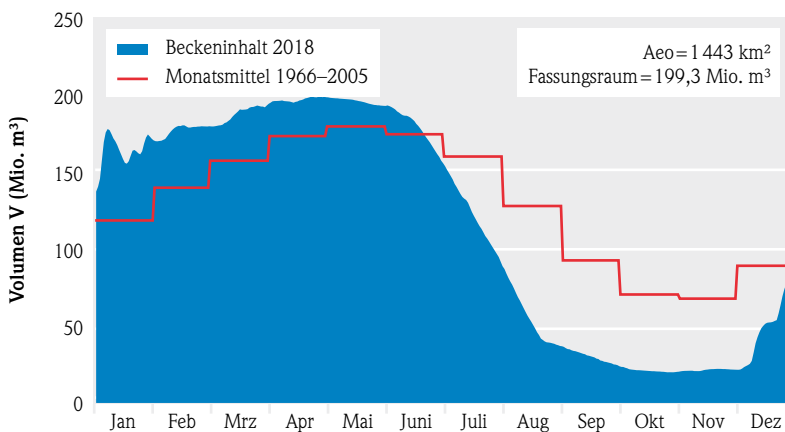


Abb. 28: Beckeninhalte der Edertalsperre

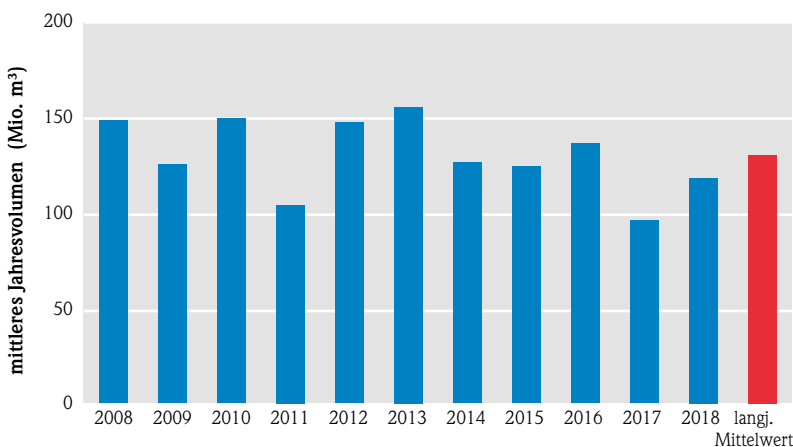


Abb. 29: Mittlere Jahresvolumen der Edertalsperre

Im Folgenden wird exemplarisch die Situation in den Talsperren anhand der großen Talsperren in Hessen, Edertalsperre und Diemeltalsperre, und anhand zweier kleinerer Talsperren beschrieben.

Edertalsperre (Edersee)

Die größte Talsperre in Hessen (die drittgrößte in Deutschland) ist die Edertalsperre mit 199,3 Mio. m³ Stauraum. Ursprünglich wurde sie in den Jahren 1908 bis 1914 für die Wasserbereitstellung der Schifffahrt bei Niedrigwasser für die Oberweser und den Mittellandkanal sowie für den Hochwasserschutz im Unterlauf der Eder errichtet. In den letzten Jahrzehnten wird die Edertalsperre intensiv für Freizeit und Erholung genutzt und stellt somit einen wesentlichen Faktor für den Tourismus in der Region dar. Weiterhin spielt die Wasserkraftnutzung eine wichtige Rolle.

Beckenfüllungen der Talsperren werden einerseits durch die Witterungsverhältnisse wie Temperatur und Niederschläge und andererseits durch die Talsperrensteuerung bestimmt.

Im Januar waren die Hochwasserwellen der Gewässer auch in der Talsperre sichtbar. Danach gab es einen stetigen Anstieg der Beckenfüllung bis der Maximalwert Ende April mit 199,4 Mio. m³ Inhalt erreicht wurde. Von Juni bis August kam es in knapp 3 Monaten zu einer Reduzierung von 150 Mio. m³. Rund 190 Mio. m³ befanden sich Anfang Juni im Edersee, Ende August nur noch 40 Mio. m³. Die minimale Beckenfüllung wurde am 29.10. erreicht. An diesem Tag war die Edertalsperre gerade einmal mit 19,95 Mio. m³ gefüllt, ähnlich dem bisher tiefsten Was-

serstand im November 2003. Die Trockenzeit im Jahr 2018 war länger als im sog. Jahrhundertsommer 2003. Mit 30% im Vergleich zum langjährigen Mittel war der Oktober der Monat, der die größte Abweichung aufwies. Mit den höheren Wasserständen in den Gewässern füllte sich auch die Ederalsperre Anfang Dezember wieder, erreichte aber, wie seit Juli, nicht das langjährige Mittel (Abbildung 28).

Diemeltalsperre (Diemelsee)

Wie die Ederalsperre dient die Diemeltalsperre der Niedrigwasseraufhöhung von Oberweser und Mittel-landkanal, dem Hochwasserschutz, der Wasserkraftnutzung und zu Erholungszwecken. Das Füllvolumen entspricht ca. 10% des Volumens der Ederalsperre.

Die Wellen der Januarhochwasser sind auch hier auffallend. Das Maximum wurde im Diemelsee ebenfalls im April erreicht. In den folgenden Monaten kam es zu einer gleichmäßigen Absenkung des Inhaltes bis zum Minimum, welches Anfang Dezember mit 4,5 Mio. m³ erreicht wurde. Direkt im Anschluss kam es wiederum zu einer Erhöhung durch den bereits bekannten erhöhten Wasserstand in den Gewässern (Abbildung 30).

Weitere Talsperren in Hessen

Beispielhaft werden die Kinzig- und die Antrifftalsperre als weitere Talsperren in Hessen dargestellt. Beide dienen, wie die anderen hessischen Talsperren, vorrangig dem Hochwasserschutz und der Niedrigwasseraufhöhung während der abflussarmen Zeiten sowie

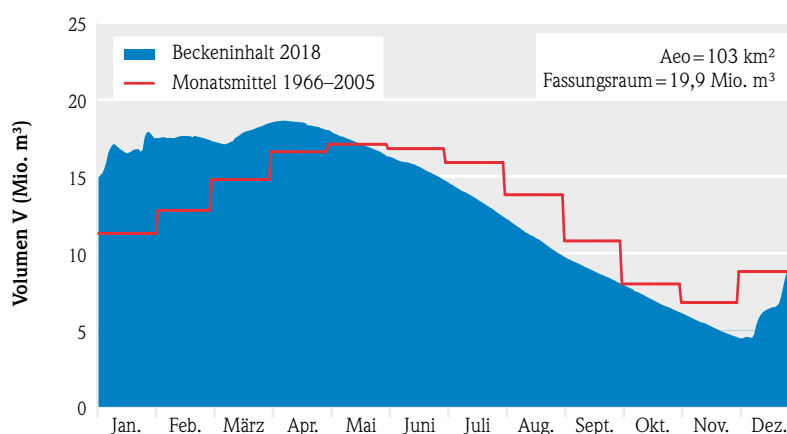


Abb. 30: Beckeninhalte der Diemeltalsperre

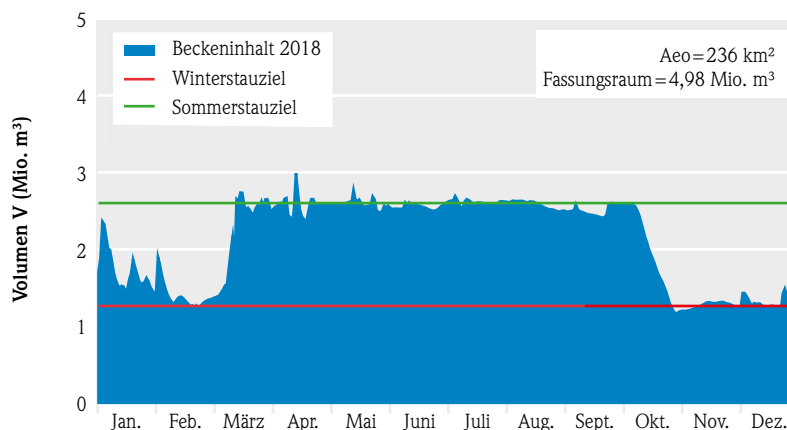


Abb. 31: Beckeninhalte der Kinzigtalsperre

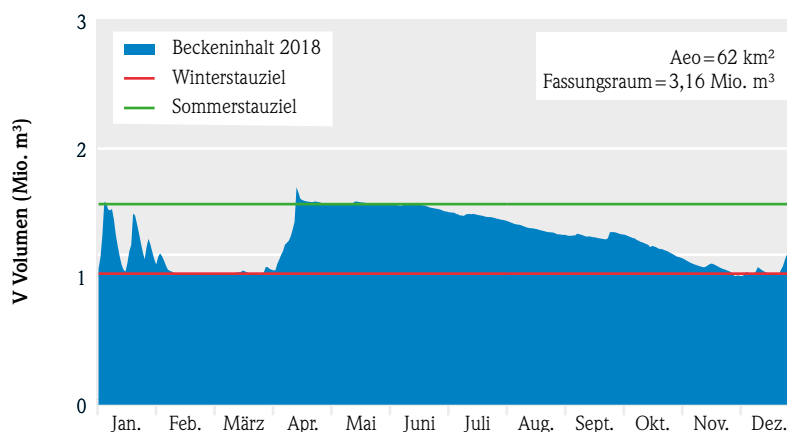


Abb. 32: Beckeninhalte der Antrifftalsperre



Abb. 33: Aartalsperre im Mai 2018

der Stromerzeugung (nur Kinzigtalsperre). Weiterhin werden beide Talsperren für verschiedene Freizeitaktivitäten genutzt.

Die Füllmengen von Kinzig- und Antrifttalsperre sind den Abbildungen 31 und 32 zu entnehmen. Diese wurden durch die Witterung, aber vor allem durch

die Talsperrensteuerung beeinflusst. Ergänzend werden in den beiden Abbildungen die Einzugsgebiete, die Stauraumgröße sowie die jahreszeitlich unterschiedlichen Stauziele angegeben. Die Stauziele wurden für die Winter- und Sommermonate nach der Nutzung, wie z. B. Naherholung und Niedrigwasseraufhöhung der Gewässer Kinzig bzw. Antrift, festgelegt.

Deutlich kann man erkennen, dass die einzelnen Stauziele die meiste Zeit eingehalten werden konnten. Immer wieder pausten sich Hochwasser der Gewässer im Beckeninhalte der Talsperre durch.

An der Antrifttalsperre konnte das Sommerstauziel nur von Mitte April bis Mitte Juni gehalten werden, danach trat das Ziel Niedrigwasseraufhöhung in den Vordergrund. Man sieht sehr gut, dass die Talsperre gleichmäßig entleert wurde, um in der Antrift für höheren Wasserstand zu sorgen.

3.3 Niedrigwasser

MATTHIAS KREMER & CORNELIA LÖNS-HANNA

Allgemeines

Niedrigwasser wird im Gegensatz zu Hochwasser von der Öffentlichkeit häufig kaum oder erst spät wahrgenommen. Die akuten Folgen führen nur selten zu Einschränkungen für einzelne Bürgerinnen

und Bürger. Die volkswirtschaftlichen Schäden können jedoch groß sein, weil z. B. Schifffahrt, Landwirtschaft und Energieerzeugung oft betroffen sind.

Als Niedrigwasser im Binnenbereich bezeichnet man nach DIN 4049-3 [1] den Zustand in einem oberir-



Abb. 34: Liederbach am 21. August 2018

Erläuterung: [nach 1 u. 2]

NQ: Niedrigwasser im betrachteten Zeitraum.

MNQ: Mittlerer Niedrigwasserdurchfluss, Mittel der jeweils geringsten Durchflusswerte der Einzeljahre

MNQ_{Monat}: Mittlerer Niedrigwasserdurchfluss Monat, Mittel der jeweils geringsten Durchflusswerte des jeweiligen Monats im betrachteten Zeitraum.

MO: Mittlerer Durchfluss: Mittel des täglichen Durchflusses im betrachteten Zeitraum.

dischen Gewässer, bei dem der Wasserstand oder der Durchfluss einen bestimmten Schwellenwert erreicht oder unterschritten hat. Dieses Niedrigwasser ist grundsätzlich witterungs- oder jahreszeitlich bedingt. Die regulären jahreszeitlichen Schwankungen werden mit dem mittleren Niedrigwasserdurchfluss (MNO) bemessen, darunter herrscht extremes Niedrigwasser.

Niederschlagsdefizit, Dürre 2018

Wie im Kapitel 2.3 beschrieben, fielen im Jahr 2019 nur 71 % der sonst üblichen Jahresniederschlagsmenge. Abbildung 35 zeigt die Abweichungen der im Zeitraum Februar bis November 2018 gefallenen Niederschläge im Vergleich zum Referenzzeitraum 1981 bis 2010 für Hessen. Besonders trocken war es

im Nordosten Hessens, hier fielen nur 40 bis 50 % der sonst üblichen Regenmengen. Im übrigen Hessen gingen, von einzelnen kleineren Gebieten abgesehen, zwischen 50 und 70 % der normalerweise zu erwartenden Regenmengen nieder.

Der vom Deutschen Wetterdienst ermittelte SPI (Standardized Precipitation Index) für die Zeiträume **Februar 2018 bis Juli 2018** (Abbildung 36) weist für weite Teile Deutschlands ein erhebliches Niederschlagsdefizit aus. Hessen kann überwiegend der Kategorie „schwere Dürre“ (SPI zwischen -1.5 und -2.0), Teile Nordhessens sogar einer „extremen Dürre“ (SPI \leq -2.0) zugeordnet werden. Betrachtet man den Zeitraum **Juni 2018 bis November 2018** kann für ganz Hessen von einer extremen Dürre gesprochen werden.

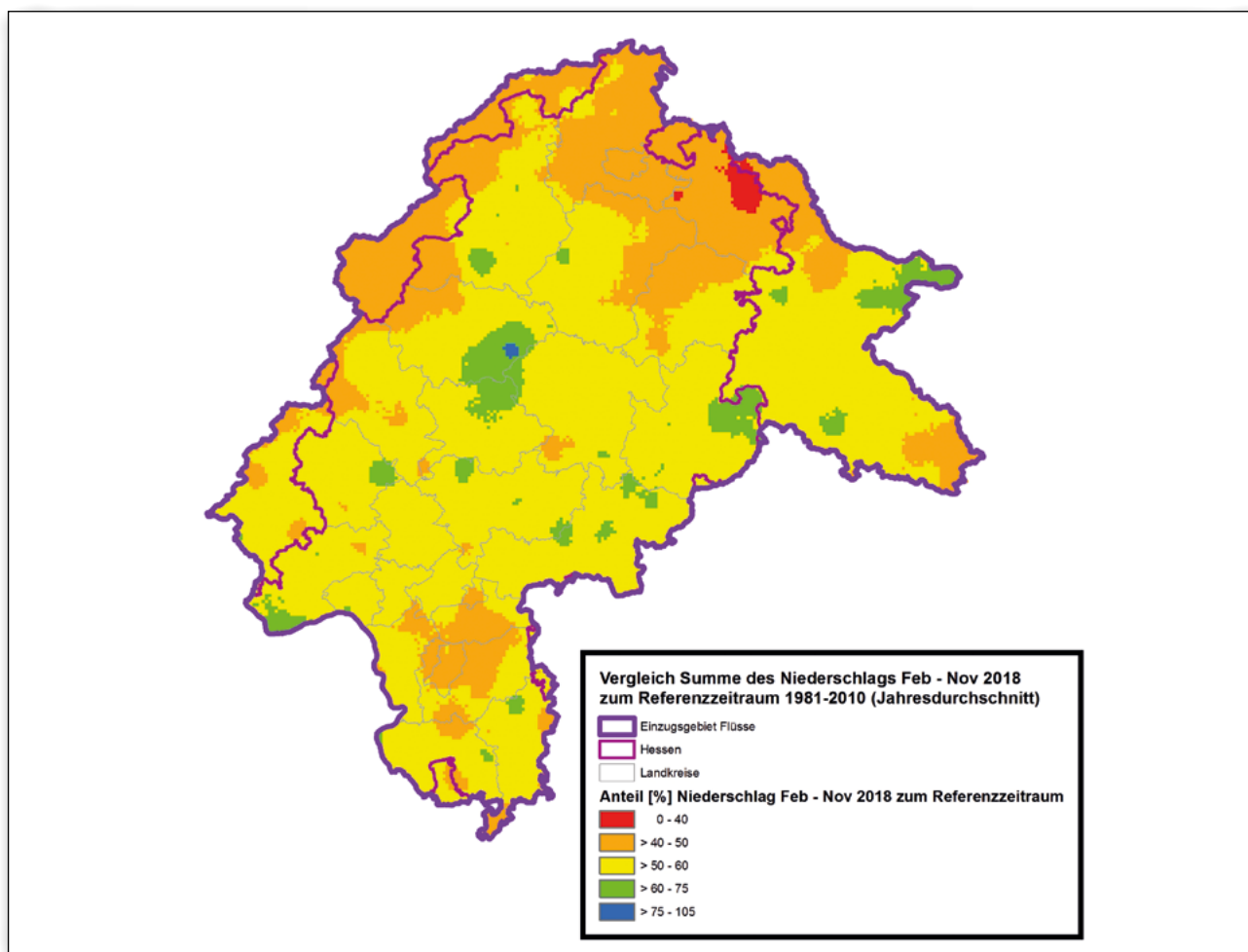


Abb. 35: Vergleich der Niederschläge im Zeitraum Februar bis November 2018 zum Referenzzeitraum 1981–2010 (erstellt: HLNUG, Daten: DWD)

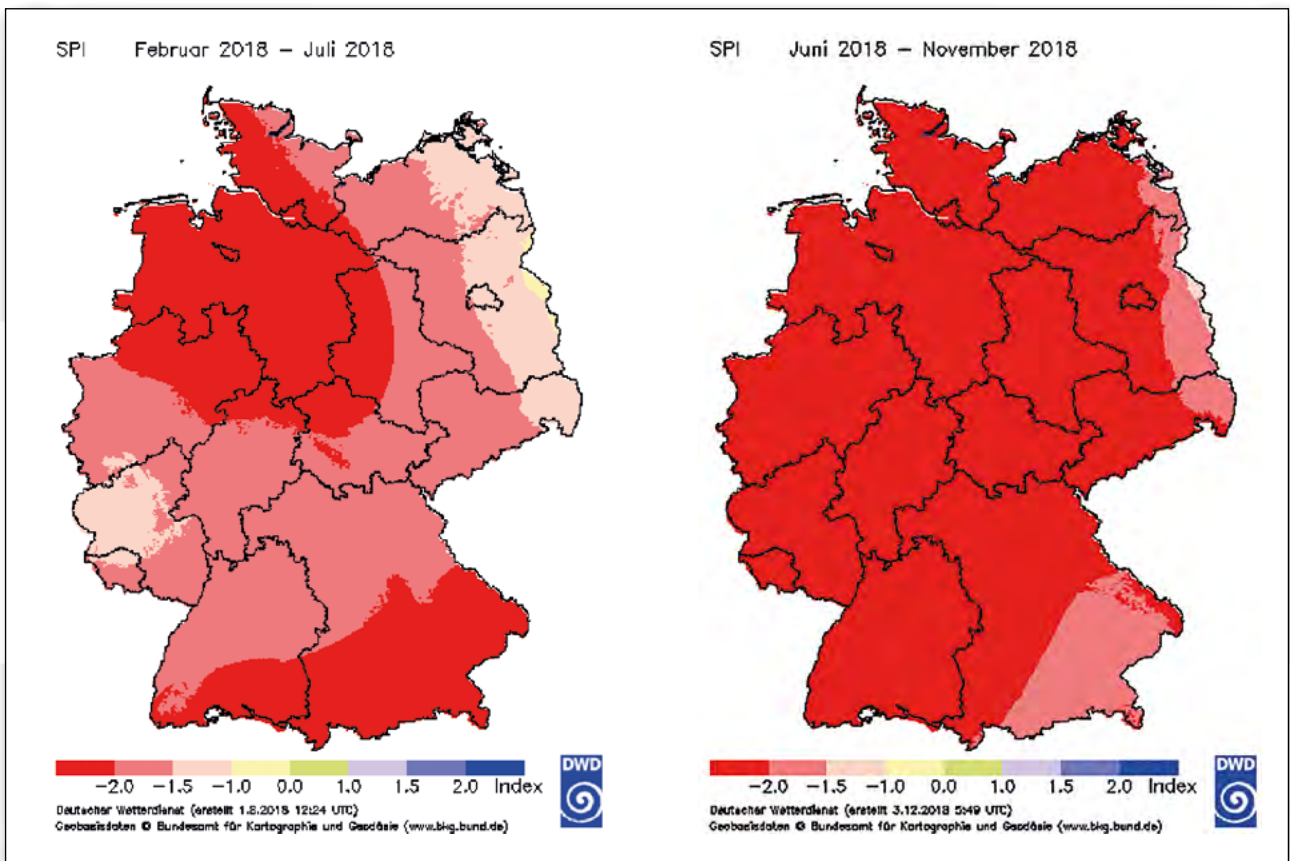


Abb. 36: SPI für den Zeitraum Februar 2018 bis Juli 2018 und Juni 2018 bis November 2018 (Quelle: DWD [3])

Niedrigwassersituation in Hessen 2018

In allen hessischen Gewässern sowie auch den Bundeswasserstraßen kam es zu sinkenden Wasserständen

und extrem niedrigen Durchflüssen. Einige Gewässer fielen zeitweise trocken.

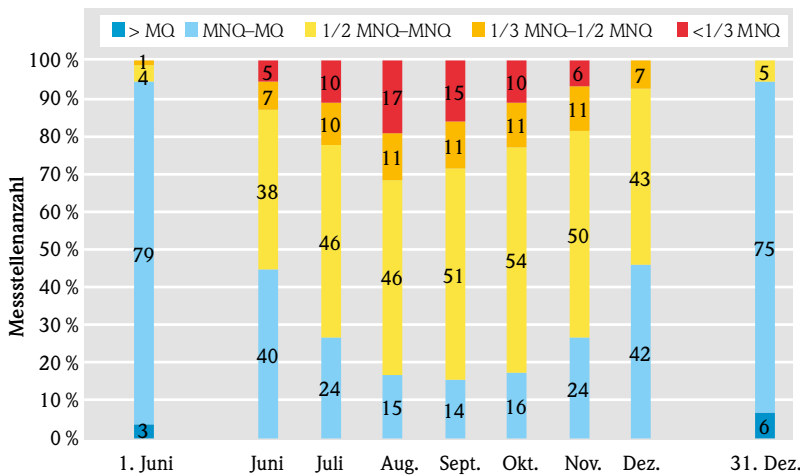


Abb. 37: Anzahl der Pegel mit den jeweils niedrigsten Tagesmitteldurchflüssen im Verhältnis zu MNO

Abbildung 37 kann der Verlauf der Niedrigwassersituation zusammenfassend für Hessen entnommen werden. Grundlage ist die Auswertung an ca. 90 Pegeln. Dargestellt sind die jeweils niedrigsten Durchflüsse (Tagesmittel) im Vergleich zum MNO. Zur besseren Darstellung des Beginns und des Endes der Niedrigwasserperiode wurden auch die Tagesmittel vom 1. Juni und vom 31. Dezember 2018 ausgewertet.

Lagen im Juni 2018 immerhin noch bei 42 % (40) der Pegel die niedrigsten Durchflüsse über MNO, nahm die Trockenheit soweit zu, dass im August nur 17 % (15) der Pegel Durchflüsse über MNO aufwiesen. Insgesamt verzeichneten im Sommer 2018 die

mittleren Durchflüsse von 90% der betrachteten Pegel über einen kürzeren oder längeren Zeitraum Durchflüsse unterhalb des MNQ. An 23 Pegeln war der Durchfluss zeitweise niedriger als ein Drittel des MNQ, an weiteren 16 Pegeln lag der niedrigste Durchfluss zwischen einem Drittel und einem halben MNQ.

Abbildung 38 zeigt die jeweils geringsten Durchflusswerte im Zeitraum Juni bis Dezember 2018 im Vergleich zum MNQ für die verschiedenen Pegel in Hessen. Erkennbar ist, dass insbesondere die Oberläufe kleinerer Gewässer von extremer Trockenheit betroffen waren (niedrigster Durchfluss kleiner als 1/3 MNQ).

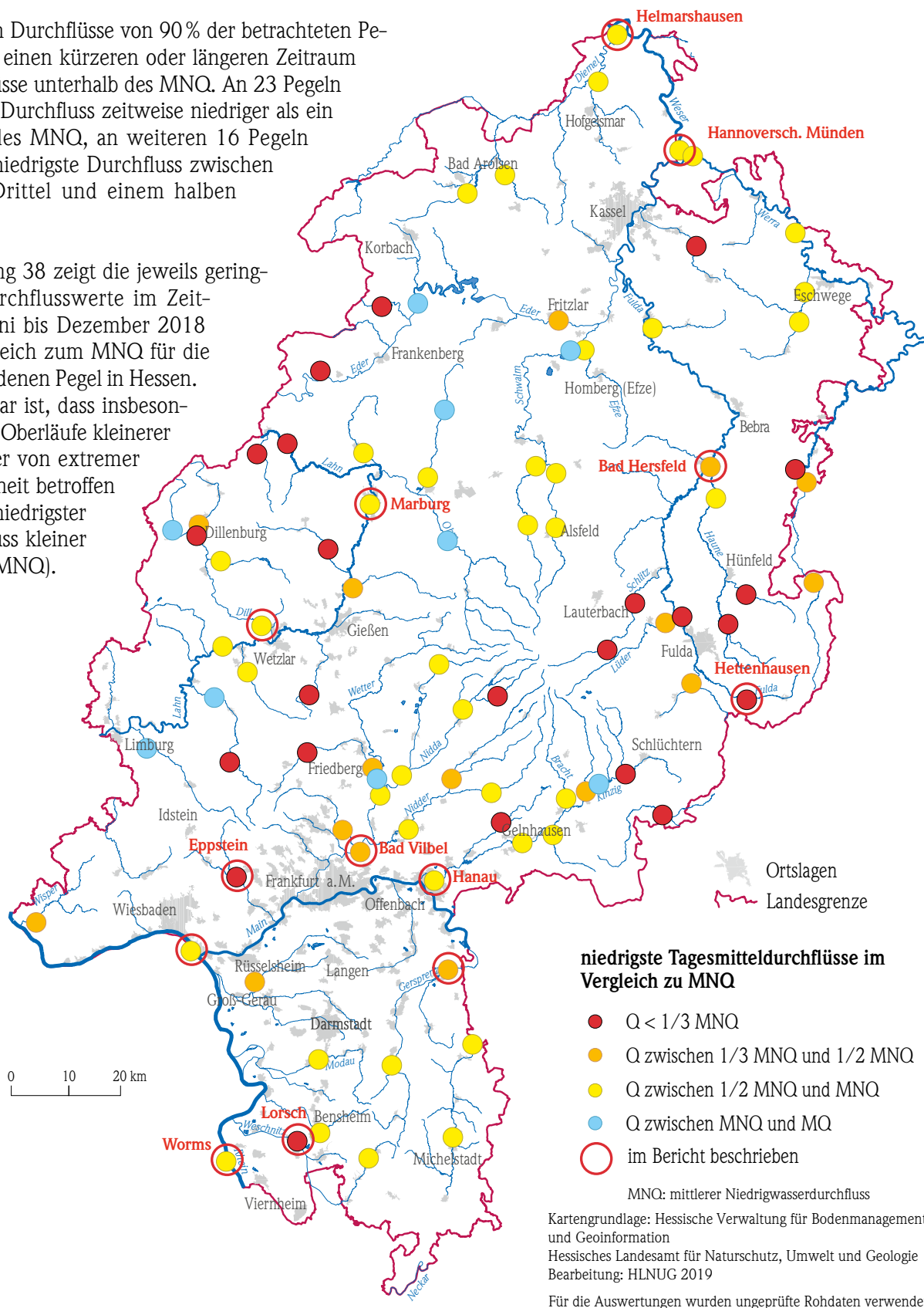


Abb. 38: Niedrigste Durchflüsse an hessischen Pegeln Juni bis Dezember 2018

Innerhessische Gewässer

Tab. 4: Auswertung hessische Pegel

Pegel	Gewässer	MNQ [m ³ /s]	Unterschreitungstage MNQ	Unterschreitungstage MNO _{Monat}	NNQ [m ³ /s]	Unterschreitungstage NNQ	MNW [cm]	Unterschreitungstage MNW
Helmarshausen	Diemel	5,58	156	263	2,62 (17.7.1993)	0	157	101
Aßlar	Dill	1,12	117	220	0,608 (05.09.1991)	11	35	94
Bad Hersfeld 1	Fulda	4,65	142	200	2,65 (16.08.2003)	2	197	27
Hettenhausen	Fulda	0,182	169	239	0,083 (03.10.2003)	89	85	128
Harreshausen	Gersprenz	0,792	119	210	0,37 (27.01.1995)	0	35	30
Hanau	Kinzig	2,66	89	202	1,64 (04.09.1991)	0	133	129
Marburg	Lahn	3,53	68	180	2,16 (02.09.1991)	0	161	155
Hainstadt	Mümling	1,35	127	218	0,908 (19.09.1991)	15	66	81
Bad Vilbel	Nidda	6,14	136	186	2,04 (07.09.1991)	0	55	0
Eppstein	Schwarzbach	0,208	172	266	0,086 (24.09.1991)	112	14	143
Lorsch	Weschnitz	1,11	124	202	0,547 (01.09.2009)	89	107	0

In Tabelle 4 sind statistische Auswertungen für verschiedene innerhessische Pegel aufgelistet. Der Tabelle ist zu entnehmen, dass die Niedrigwasserphase mit Unterschreitung des MNQ bzw. Unterschreitung des MNO_{Monat} über einen Zeitraum von drei bis sieben oder teilweise acht Monate andauerte. Insbesondere in den Oberläufen und in kleineren Gewässern war die Niedrigwasserphase relativ lange. Wie die Durchflüsse lagen auch die Wasserstände über einen längeren Zeitraum unter dem mittleren Niedrigwasser. Einige Gewässer wie z. B. die Weschnitz am Pegel Lorsch und die Kinzig am Pegel Bad Vilbel waren stark verkrautet, sodass die Wasserstandsmesswertgeber trotz niedriger Durchflüsse hohe Wasserstände anzeigten.

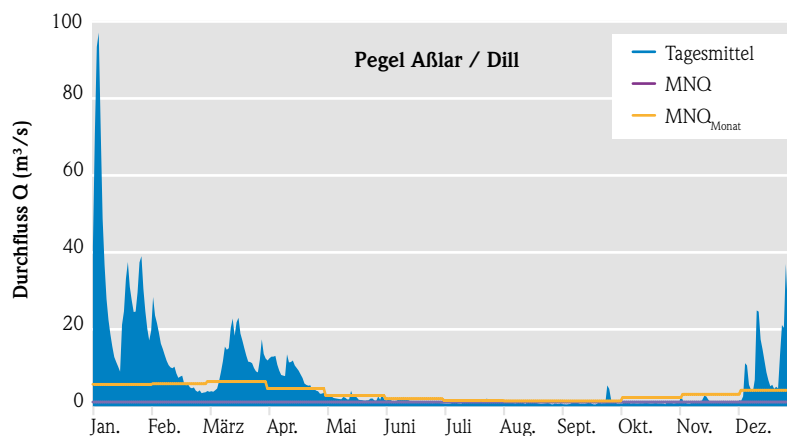


Abb. 39: Durchflüsse am Pegel Aßlar/Dill

Beispielhaft für den Verlauf der Durchflüsse im Jahr 2018 wird das Durchflussgeschehen am Pegel Aßlar/Dill in Abbildung 39 dargestellt.

Bundeswasserstraßen



Abb. 40: Rhein, Nahemündung bei Bingen/Rüdesheim, 17.10.2018

Erläuterung: [nach 1 u. 2]

NMQ7: niedrigstes Niedrigwasser an 7 aufeinander folgenden Tagen

NW: niedrigster aufgetretener Wasserstand

MNW: Mittlerer Niedrigwasserstand, Mittel der jeweils geringsten Durchflusswerte der Einzeljahre

Rhein

Ab August machte sich die Trockenheit im Rhein verstärkt bemerkbar, die Durchflüsse und Wasserstände sanken unter MNQ bzw. MNW (Abbildungen 41 und 42). Mitte September kam es infolge der Niederschläge durch das Sturmtief Fabienne zu einem Anstieg. Danach fielen die Durchflüsse und Wasserstände im September wieder massiv. An vielen Pegeln wurden wie auch in Worms und Mainz die Werte des Trockenjahres 2003 unterschritten, und zwar am Pegel Worms an zwölf Tagen und am Pegel Mainz

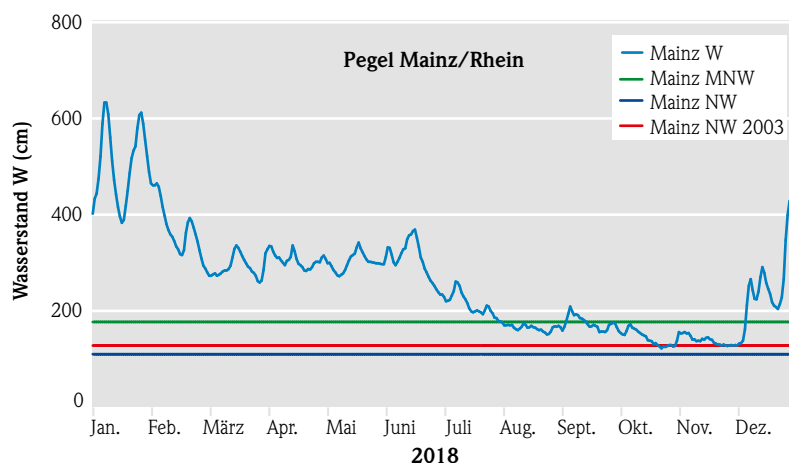


Abb. 41: Wasserstände am Pegel Mainz/Rhein ab Februar 2018 (Daten: Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung)

Tab. 5: Unterschreitung niedrigster Durchflüsse und Wasserstände im Rhein im Jahr 2018 (Daten: aus [3, 4 und 5])

Pegel	Worms		Mainz	
	Gewässerkundliche Hauptzahl	Unterschreitung 2018	Gewässerkundliche Hauptzahl	Unterschreitung 2018
NO [m ³ /s]	415 am 5.11.1947	0 Tage	460, am 30.10.1947	0 Tage
MNQ [m ³ /s]	664	109 Tage	776	45 Tage
NM7Q [m ³ /s]	424	0 Tage	467 m ³ /s	0 Tage
	31.10.–6.11.1947		25.10.–31.10.1947	
NNW [cm]	16 am 28.09.2003	27 Tage	110 am 2.11.1947	0 Tage
			129 am 8.9.2003	8 Tage
MNW [cm]	64	104 Tage	177	115 Tage

an sieben Tagen (Tabelle 5). Die Schifffahrt im Rhein musste stark eingeschränkt werden. Frachtschiffe konnten nur noch zum Teil beladen werden. Dadurch kam es zu Versorgungsengpässen mit Heizöl und Baustoffen [7]. Etliche Fähren mussten ihren Betrieb einstellen. Andere Fährbetreiber hielten durch den Einsatz spezieller Flachwasserfähren oder durch Baggerungen an den Anlegestellen den Betrieb aufrecht.

Weser

Bis zur dritten Augustwoche führte die Weser trotz Trockenheit ausreichend Wasser (Abbildung 42). Der Grund hierfür lag in der Stützung der Oberweser durch Wasser aus der Edertalsperre. Täglich wurden bis zum 22. August kontinuierlich zwischen 27 und 29 m³/s abgelassen. Ab der dritten Augustwoche wurde der Abfluss auf 6 m³/s gedrosselt.

Tab. 6: Unterschreitung niedrigster Durchflüsse und Wasserstände in der Weser im Jahr 2018 (Daten: aus [3, 4 und 6])

Pegel	Hannoversch-Münden	
	Gewässerkundliche Hauptzahl	Unterschreitung 2018
NQ [m ³ /s]	9,5 am 5.11.1949	0 Tage
MNQ [m ³ /s]	33,7	93 Tage
NM7Q [m ³ /s]	10,6 3.11. – 9.11.1949	0 Tage
MNW [cm]	97	100 Tage

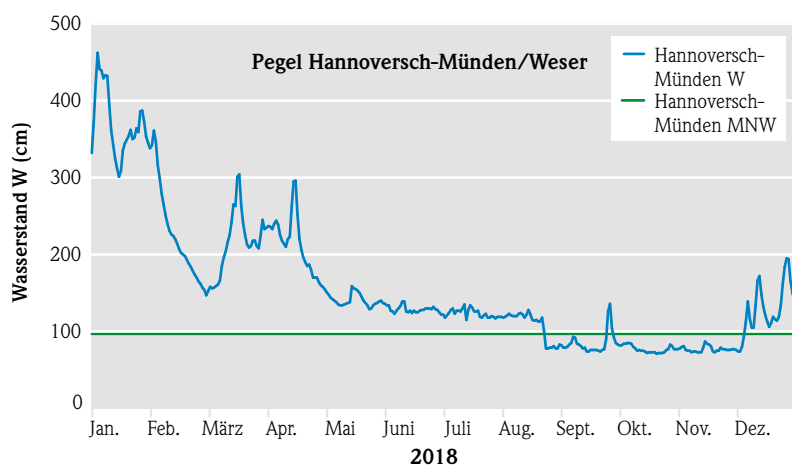


Abb. 42: Wasserstände am Pegel Hannoversch-Münden/Weser 2018 (Daten: Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung)

Literatur

- [1] Deutsches Institut für Normung e.V. (1994-10): DIN 4049 Teil 3: Begriffe zur quantitativen Hydrologie.
- [2] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser - LAWA (2018): Leitfaden zur Hydro-metrie des Bundes und der Länder – Pegelhandbuch, Teil C. https://www.lawa.de/documents/02_anhang_2_lawa_pegelhandbuch_2_3_1552303807.pdf
- [3] Bundesanstalt für Gewässerkunde, Informationsplattform Undine <http://undine.bafg.de/index.html>
- [4] Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung, Pegelonline: <http://www.pegelonline.wsv.de>
- [5] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (2005): Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch Rheingebiet Teil I, 2003, ISSN 0170-995X.
- [6] Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2011), Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Weser- und Emsgebiet, 2008, ISSN 0417-3430.
- [7] SWR, 8.10.2018 <https://www.swr.de/swraktuell/rheinland-pfalz/mainz/niedrigwasser-im-rhein-macht-heizoel-teuer,heizoel-niedrigwasser-100.html>, Stand: Oktober 2018
- [8] Niedrigwasser und Trockenheit 2018, HLNUG 2018 <https://www.hlnug.de/themen/wasser/messwerteberichte/sonderberichte-zu-niedrigwasser-ereignissen.html>

3.4 Physikalisch-chemische Beschaffenheit oberirdischer Gewässer

DR. CHRISTINA KLEIN & ANDREAS BURMEISTER

Bedeutung der physikalisch-chemischen Messgrößen und Standardparameter

Allgemeine physikalisch-chemische Parameter einschließlich der Nährstoff- und Salzgehalte bestimmen die Bedingungen und die Lebensqualität der in den Gewässern lebenden Pflanzen und Tiere. Sie sind mehr oder weniger stark von den geogenen und natürlichen Voraussetzungen geprägt und unterliegen in unterschiedlichem Maße auch saisonalen, meteorologischen und hydrologischen Einflüssen. Darüber hinaus gibt es vielfältige und komplexe Wechselwirkungen zwischen hydromorphologischen, biologischen und stofflichen Faktoren.

Hohe Lufttemperaturen, erhöhte Sonneneinstrahlung sowie ausbleibende Niederschläge über längere Zeiträume, wie sie im Jahr 2018 zu beobachten waren, wirken sich unmittelbar auf die dynamischen saisonalen und tageszeitlichen Schwankungen der physikalisch-chemischen Messgrößen aus und können das Wachstum und die Lebensbedingungen der aquatischen Organismen nachhaltig schädigen. Die möglichst flächendeckende und zeitlich hochaufgelöste Messung dieser Parameter ist deshalb aus Vorsorgegründen und zur Beurteilung des Einflusses von Extremwetterereignissen von großer Bedeutung.

Niedrige Wasserstände und kurzzeitig auftretende Starkniederschläge stellen den Betrieb von kontinuierlich arbeitenden Messstationen vor große Herausforderungen. In nicht stauregulierten Bereichen der Fließgewässer wie z. B. im Rhein bei Mainz musste der Betrieb der Rheinwasseruntersuchungsstation Mainz/Wiesbaden teilweise aufgrund des niedrigen Wasserstandes (s. Abb. 43) eingestellt werden.

Die Lagen der landesweiten Messstellen, die beprobt wurden, sowie der ortsfesten Messstationen sind in der nachfolgenden Karte (Abb. 44) dargestellt. Insgesamt werden an 7 Messstationen in Hessen kontinuierliche Probenahmen und Messungen durchgeführt.

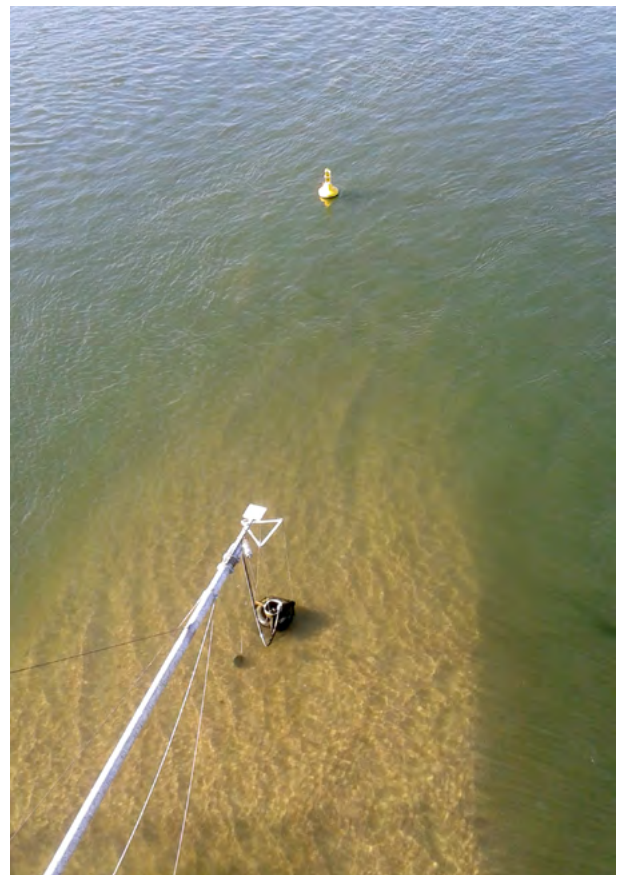


Abb. 43: Betriebseinstellung der Rheinwasseruntersuchungsstation Mainz/Wiesbaden am 13.10.2018 aufgrund des niedrigen Wasserstandes (Blick von der Theodor-Heuss-Brücke in Mainz auf den Pumpenausleger der Rheinwasseruntersuchungsstation)

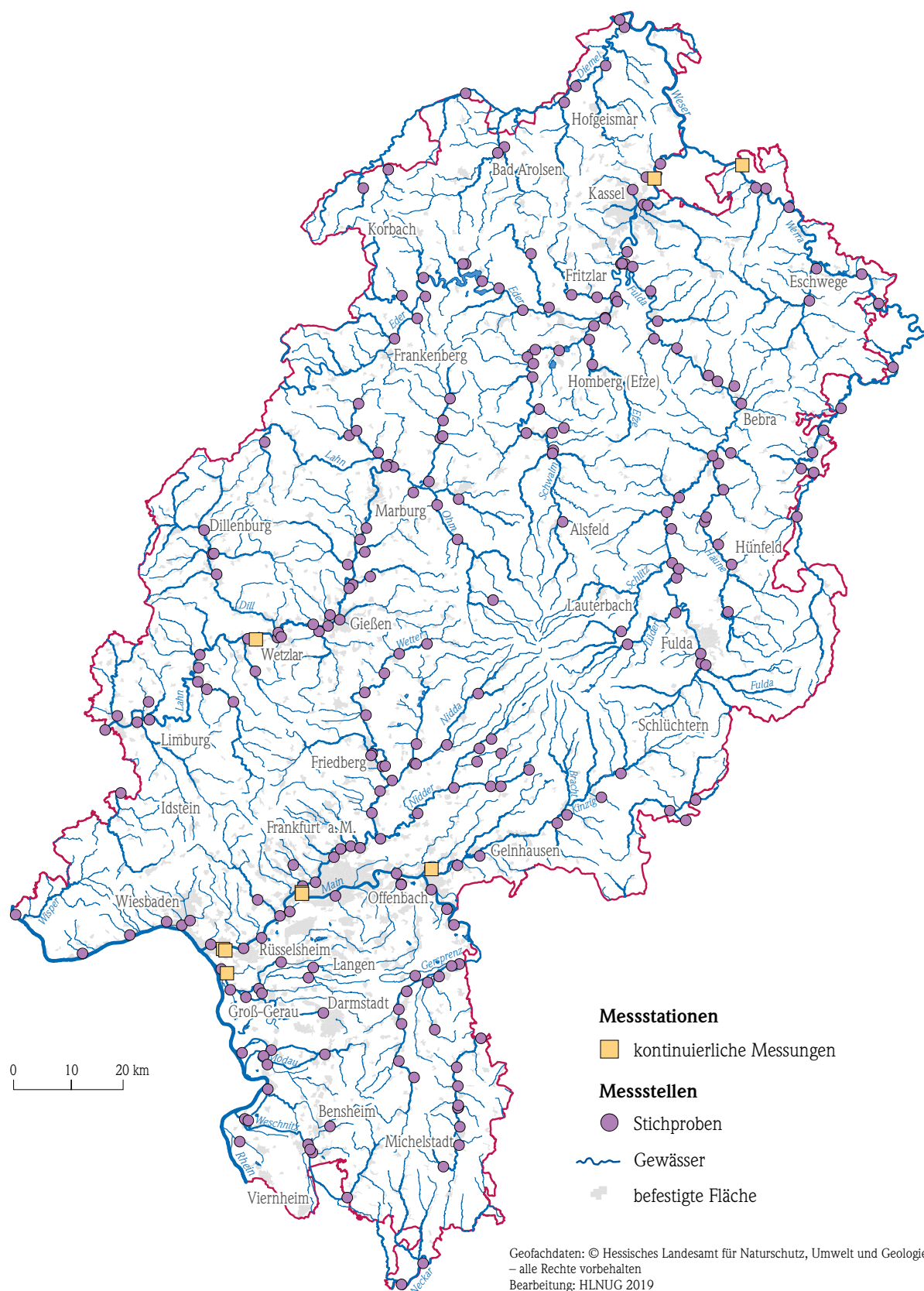


Abb. 44: Fließgewässermessstellen in Hessen im Jahr 2018. Die in rosa dargestellten Punkte geben die Lage der in 2018 monatlich beprobten Messstellen wieder. Die gelben Quadrate kennzeichnen die Standorte der Messstationen, in denen kontinuierliche Probenahmen und Messungen erfolgen.

Messergebnisse

Im Folgenden werden beispielhaft die Jahresganglinien für ausgewählte Parameter (Wassertemperatur, gelöster Sauerstoffgehalt, Phosphor und elektrische Leitfähigkeit) an den vier größeren hessischen Fließgewässern Main, Fulda, Lahn und Werra vor dem Hintergrund der Reduzierungsmaßnahmen für Phosphor und der in diesem Bericht dargestellten meteorologischen und hydrologischen Besonderheiten wiedergegeben.

Die Wassertemperatur

Die Wassertemperatur in den Fließgewässern beeinflusst nahezu alle biologischen und chemischen Prozesse im Gewässer. Sie verändert sich in erster Linie mit der Lufttemperatur, kann aber selbst in den abflussreichen großen Gewässern durch temporäre Einleitungen maßgeblich beeinflusst werden. Dies zeigt sich z. B. im Main, der in Folge von Wärmeinleitungen aus anliegenden Kläranlagen, Industriebetrieben und Kraftwerken meist ganzjährig höhere Wassertemperaturen aufweist als die weniger belasteten Flüsse.

In Abbildung 45 sind die Ganglinien der Tagesmaxima im Main, in der Lahn, der Fulda und der Werra vergleichend gegenübergestellt. Von Ende Juli bis

Anfang August 2018 wurden die höchsten absoluten Tagesmaxima in der Werra gemessen. Dies ist auf die hohen Lufttemperaturen, den geringen Wasserstand im nicht stauregulierten Bereich des Gewässers und die zusätzliche geringe Beschattung der Werra an der Messstation Witzenhausen zurückzuführen. Auch im März 2018 lagen die Tagesmaxima an der Werra über denen der anderen drei Fließgewässer.

Die Maximaltemperatur von 25°C für den Sommer nach OGewV 2016 wurde in allen hier betrachteten Fließgewässern außer in der Fulda überschritten. Die Messstation der Fulda in Wahnhausen ist stark beschattet und liegt im stauregulierten Bereich, so dass dort die Tagesmaxima ab Ende Juni bis Anfang August in Zeiten der höchsten Sonneneinstrahlung gegenüber den anderen Fließgewässern am geringsten sind. Die Maximaltemperatur von 10°C für den Winter nach OGewV 2016 wurde in keinem der Fließgewässer überschritten.

Der Einfluss der Wassertemperatur auf die Gewässerflora und -fauna hängt sowohl von dem Zeitpunkt auftretender Extremwerte als auch von der Dauer der Einwirkung ab. In den Abbildungen 46 a–d sind deshalb die Tagesmaxima, -minima und -mittelwerte in den vier Fließgewässern im Jahresverlauf dargestellt. Erkennbar sind dabei die im Sommer auftretenden Differenzen zwischen den Tagesminima und -maxima, die besonders deutlich in der Werra auftreten.

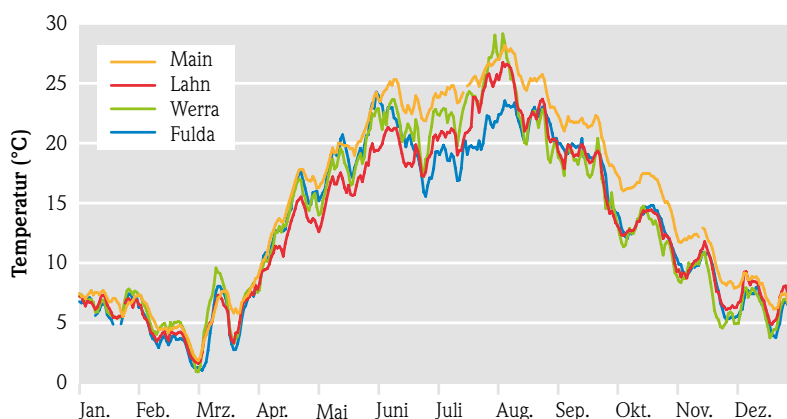


Abb. 45: Jahresganglinien der Temperaturmaxima¹ an den vier Messstationen

¹ Für den Main in Bischofsheim wurden die Mittelwerte der Temperaturmaxima aus rechtem und linkem Ufer berechnet und dargestellt.

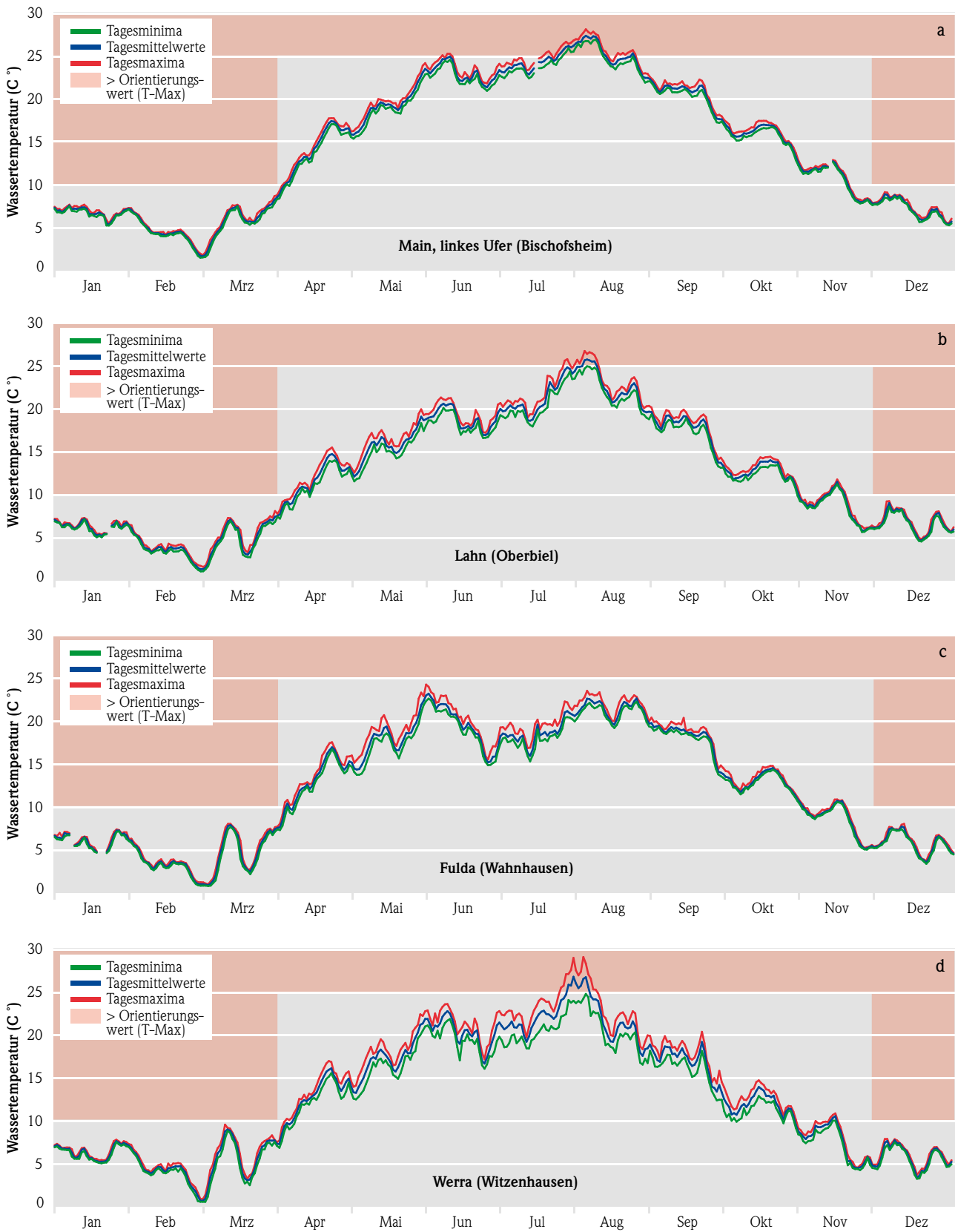


Abb. 46: Wassertemperatur als Tages-/Minima/Mittelwerte/Maxima an den vier Messstationen mit Darstellung der Orientierungswerte T_{max} (Sommer): 25 °C und T_{max} (Winter): 10 °C

Der gelöste Sauerstoffgehalt

Während bei der Temperaturbetrachtung Maximalwerte die kritischen Bewertungsmaßstäbe setzen, sind bei den Sauerstoffgehalten die Minimalwerte ausschlaggebend für die Beurteilung. Die Jahresganglinien der minimalen Sauerstoffgehalte (Tagesminima, Abb. 47) zeigen starke Einbrüche ab Mitte Mai. Diese Sauerstoffeinbrüche sind jedes Jahr im Frühjahr und Sommer zu beobachten und je nach Witterungsbedingungen mehr oder weniger stark ausgeprägt. Sie treten dann auf, wenn die Photosyntheseaktivität der Wasserpflanzen aufgrund der zunehmenden Phytoplanktonentwicklung ein Maximum erreicht hat. Wird die Sauerstoffproduktion in dieser Situation durch fehlende Sonneneinstrahlung oder durch den Eintrag von Trübstoffen unterbunden, kommt es verstärkt zur biologischen Sauerstoffzehrung und Veratmung verbunden mit einem steilen Abfall der Sauerstoffkonzentration. Der Orientierungswert von 7 mg/l im Minimum wurde im Jahr 2018 in allen vier Gewässern deutlich unterschritten. Im Main und in der Werra sind über mehr als zwei Monate im Sommer die stärksten Sauerstoffdefizite mit Werten deutlich unterhalb von 4 mg/l zu beobachten. Die Lahn und die Fulda zeigen weniger langanhaltende Minima, die auf Werte kleiner 5 mg/l zurückgehen.

Die Intensität und die Dauer von Sauerstoffdefiziten zeigen sich vor allem in den nachfolgenden Jahresverläufen der Tagesminima, -maxima und -mittelwerte des Sauerstoffgehaltes (Abb. 48a–d). Im Main lagen die Sauerstoffkonzentrationen ab Juni gantztägig über den Zeitraum von mehr als 8 Wochen unterhalb von 7 mg/l. Im August und September kam es erneut zu Algenblüten. Die durch die Photosynthese hervorgerufenen Tagesschwankungen im Sauerstoffgehalt wurden größer und die Tagesmittelwerte und -maxima überschritten die kritische Marke. Die Minima blieben jedoch noch häufig unter dem Orientierungswert. Erst im Oktober nach einer weiteren Algenblüte stabilisierten sich die Sauerstoffgehalte oberhalb des Orientierungswertes.

In der Lahn liegen die Maxima, Minima und Mittelwerte bis Mitte März und ab Ende Oktober sehr dicht beieinander. Besonders große Tagesschwankungen mit einer der höchsten in der Lahn gemessenen Sauerstoffkonzentrationen werden Anfang Mai beobachtet. Dies deutet auf eine erhöhte Photosyntheseaktivität hin. In direkter Folge fiel der Sauerstoffgehalt schlagartig ab und der Orientierungswert wurde erstmalig unterschritten. Ende Mai bis Anfang Juni waren gantztägige Unterschreitungen zu beobachten. Ab Mitte Juni kam es erneut zu erhöhten Photosyntheseaktivitäten mit großen Tagesschwankungen und kurzzeitigen deutlichen Unterschreitungen von 7 mg/l. Der Jahresminimumwert von (4,5 mg/l) wurde Anfang Juli (06.07.2018) gemessen. Die Mittelwerte und Maxima hingegen blieben weitgehend oberhalb des Orientierungswertes. Anfang September stabilisierten sich trotz anhaltender großer Schwankungen die Tagesminima auf Werte oberhalb des Orientierungswertes.

In der Fulda kam es Mitte April bis Mitte Mai zu einer Algenblüte mit erhöhter Photosyntheseaktivität und anschließend einer abrupten Abnahme der Sauerstoffkonzentration auf kleiner 7 mg/l. In den folgenden ca. 4 Wochen blieben ebenfalls die Mittelwerte unterhalb des Orientierungswertes, teilweise auch sogar die Maximalwerte. Die Minima lagen unter 5 mg/l. Mitte Juni bis Ende Juli erholten sich die Werte, erreichten jedoch Ende Juli wieder den Orientierungswert. Von August bis Oktober wurde der Orientierungswert mehrfach unterschritten und auch die Tagesmaxima lagen vereinzelt darunter. Ende September stiegen die Konzentrationen mit nur geringen Tagesschwankungen bis zum Jahresende an.

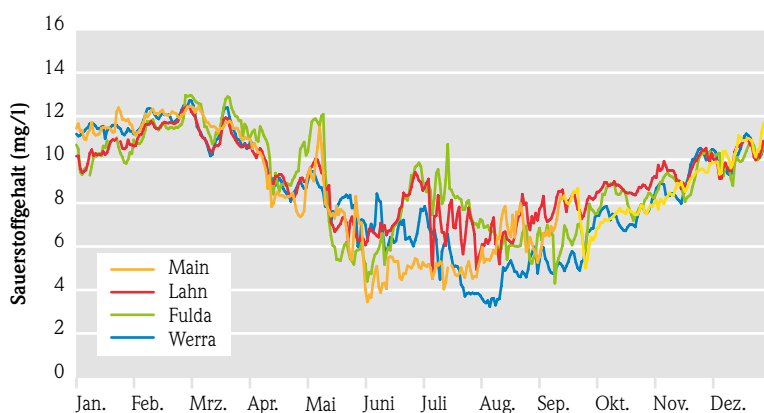


Abb. 47: Jahresganglinien der Tagesminima des Sauerstoffgehaltes an den vier Messstationen

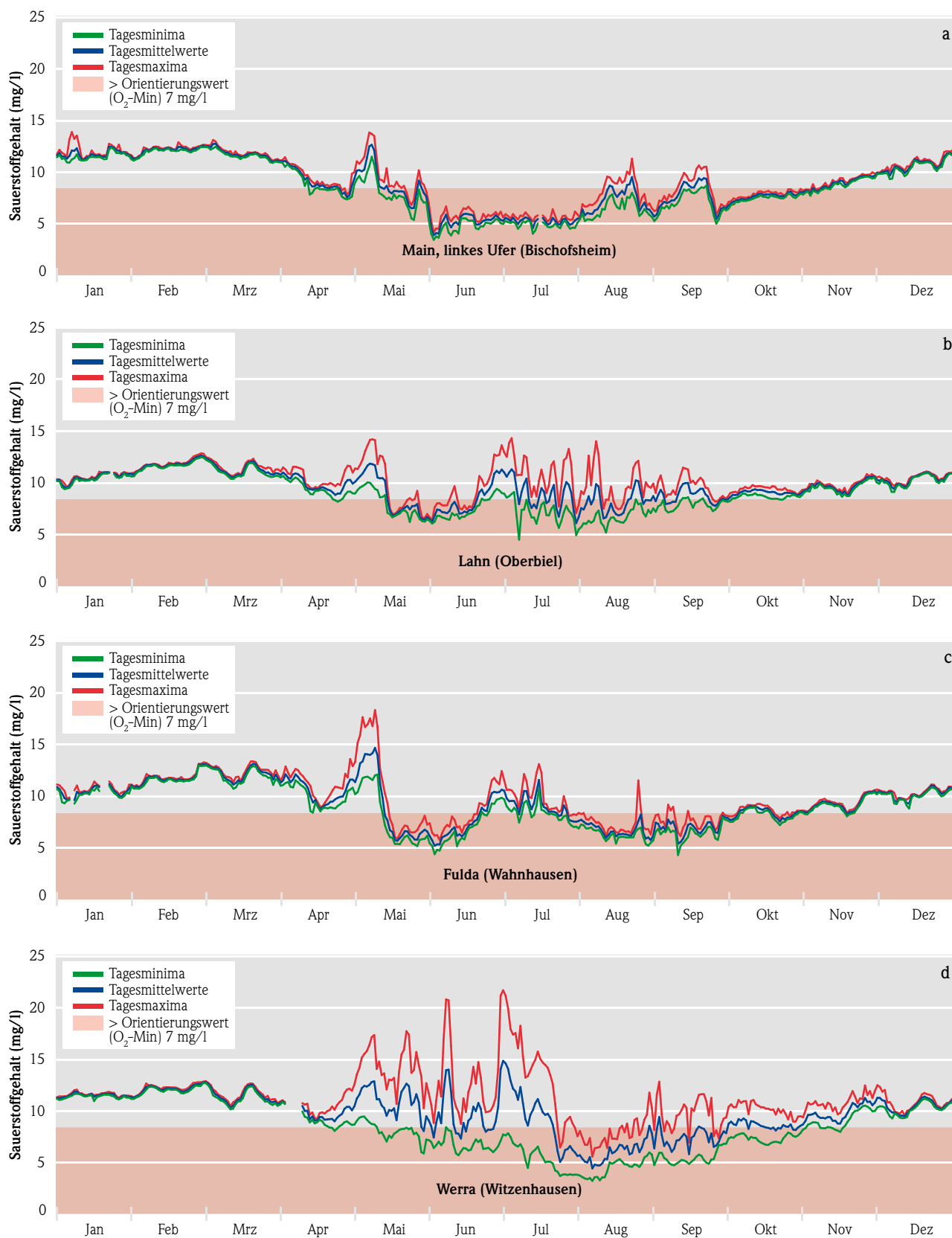


Abb. 48: Sauerstoffkonzentrationen als Tages-/Minima/Mittelwerte/Maxima an den vier Messstationen mit Darstellung des Orientierungswertes (O₂-Min) von 7 mg/l

Tab. 7: Absolute Sauerstoffminima und Temperaturmaxima

	O ₂ – Min mg/l	Datum	T - Max°C Sommer	Datum	T - Max°C Winter	Datum
Main	3,5	02.06.2018	28,2	04.08.2018	9,2	03.12.2018
Lahn	4,5	06.07.2018	26,7	03.08.2018	9,3	04.12.2018
Fulda	4,3	08.09.2018	24,3	31.05.2018	8,1	12.03.2018
Werra	3,2	05.08.2018	29,1	03.08.2018	9,6	11.03.2018

In der Werra zeigten sich ab Mitte April sehr große tageszeitliche Schwankungen, die auf eine erhöhte Sauerstoffproduktion und hohe Übersättigungen durch Photosynthese zurückzuführen sind. Diese Phase hielt bis Ende Juli an. Ab August wurden die Tagesschwankungen geringer. Allerdings lagen die Minima weiterhin bis Mitte September unterhalb des Orientierungswertes. Erst im Dezember rückten die Maxima, Minima und Mittelwerte, wie im Winter üblich, dicht zusammen.

Die absoluten Temperaturmaxima und die Minima der Sauerstoffkonzentrationen sind in Tabelle 7 angegeben.

Ortho-Phosphat und Gesamt-Phosphor

In den Diagrammen (Abb. 49) sind die Konzentrationsverläufe des gelösten Phosphats (Ortho-P) und des Gesamtposphors (Gesamt-P) wiedergegeben. Sie zeigen im Allgemeinen höhere Werte im Sommer als im Winter. Der Orientierungswert für die Gesamt-P-Konzentration von 0,1 mg/l wurde an allen vier hier betrachteten Gewässern nahezu durchgehend deutlich überschritten. Die Ortho-P-Konzentrationen hingegen lagen insbesondere in der Lahn und in der Fulda häufig unterhalb von 0,1 mg/l, so dass sich in der Lahn ein Jahresmittelwert von 0,06 mg/l und in der Fulda von 0,07 mg/l ergab. In der Werra betrug der Jahresmittelwert 0,08 mg/l und im Main lag er bei 0,11 mg/l. Der Orientierungswert nach der Oberflächengewässerverordnung (OGewV, 2016) liegt bei 0,07 mg/l.

Die Differenz zwischen Gesamt-P und dem gelösten Phosphatanteil entspricht dem an Partikel gebundenen oder in die Biomasse inkorporierten Phosphor. Nach Starkregenfällen ist dieser Anteil besonders hoch. Insgesamt ist dieser Phosphoranteil im Sommer aufgrund der ausbleibenden Niederschläge und fehlenden Feststoffeinträge auffallend gering.

In Abbildung 50 sind die Ortho-Phosphat-P-Konzentrationen auf Basis der Wasserkörper für den Betrachtungszeitraum 2007–2011 im Vergleich zum letzten verfügbarem Jahresmittelwert (meistens 2018) dargestellt. Als dominierende Eintragsquelle von Phosphor konnten anhand der hessischen Daten kommunale Kläranlagen identifiziert werden. Durch die Umsetzung des WRRL-Maßnahmenprogramms in Hessen 2015–2021 ergaben sich nun deutliche Reduktionen der Phosphor-Einträge kommunaler Kläranlagen. Dadurch nahm die mittlere Ortho-Phosphat-P-Konzentration trotz der außergewöhnlichen Trockenheit im Verlauf des Jahres 2018 und der damit fehlenden Verdünnung in den hessischen Fließgewässern erheblich ab. Dies wird auf Grundlage der aktuellsten Messergebnisse deutlich. Dennoch besteht weiterhin Handlungsbedarf, um zukünftig die Anforderungen an den „guten ökologischen Zustand“ zu erfüllen.

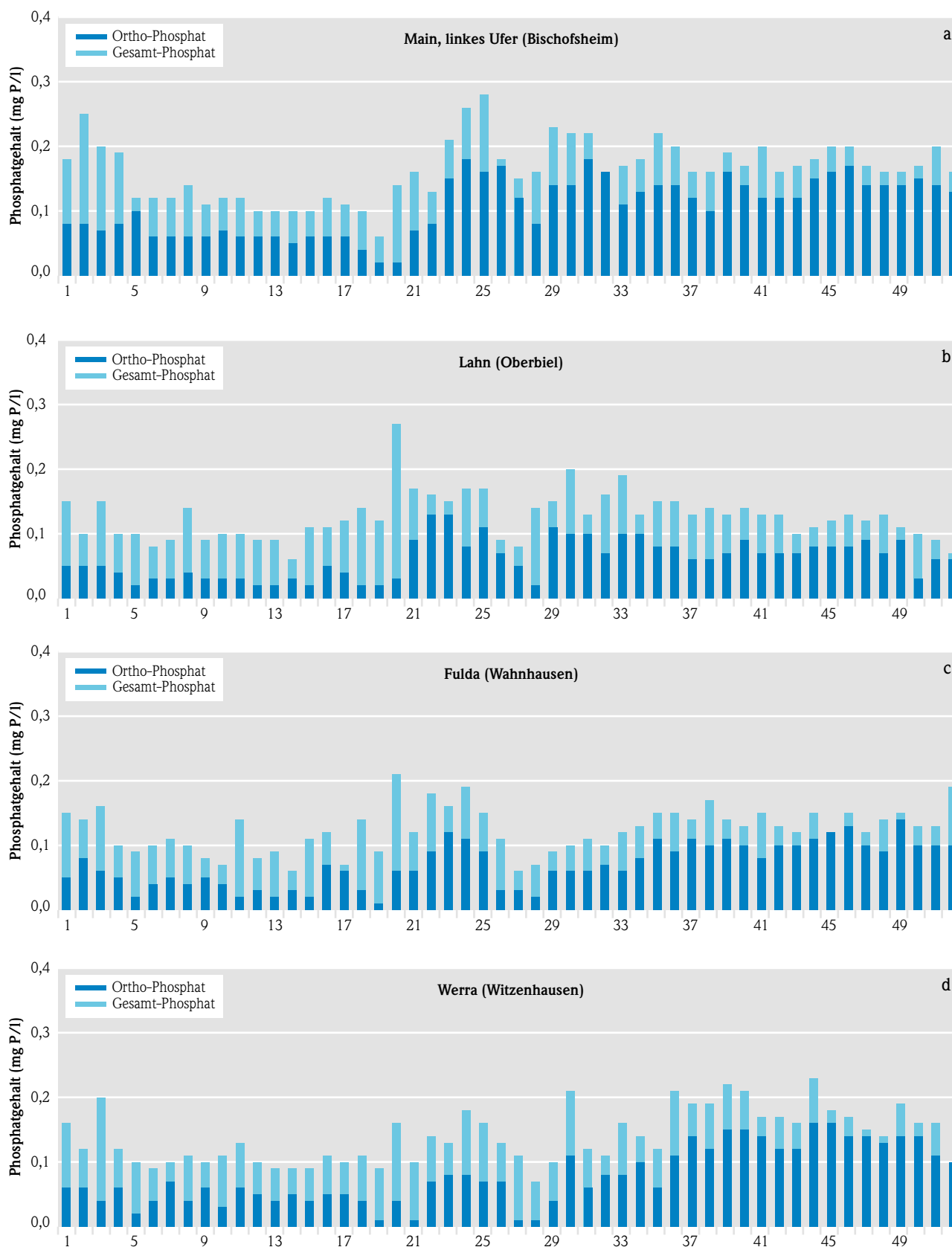


Abb. 49: Konzentration von gelöstem Phosphat (Ortho-P) in Wochenstichproben und Gesamtphosphor (Gesamt-P) in Wochenmischproben 2018 der Messstationen Bischofsheim/Main, Oberbiel/Lahn, Wahnhausen/Fulda und Witzenhausen/Werra

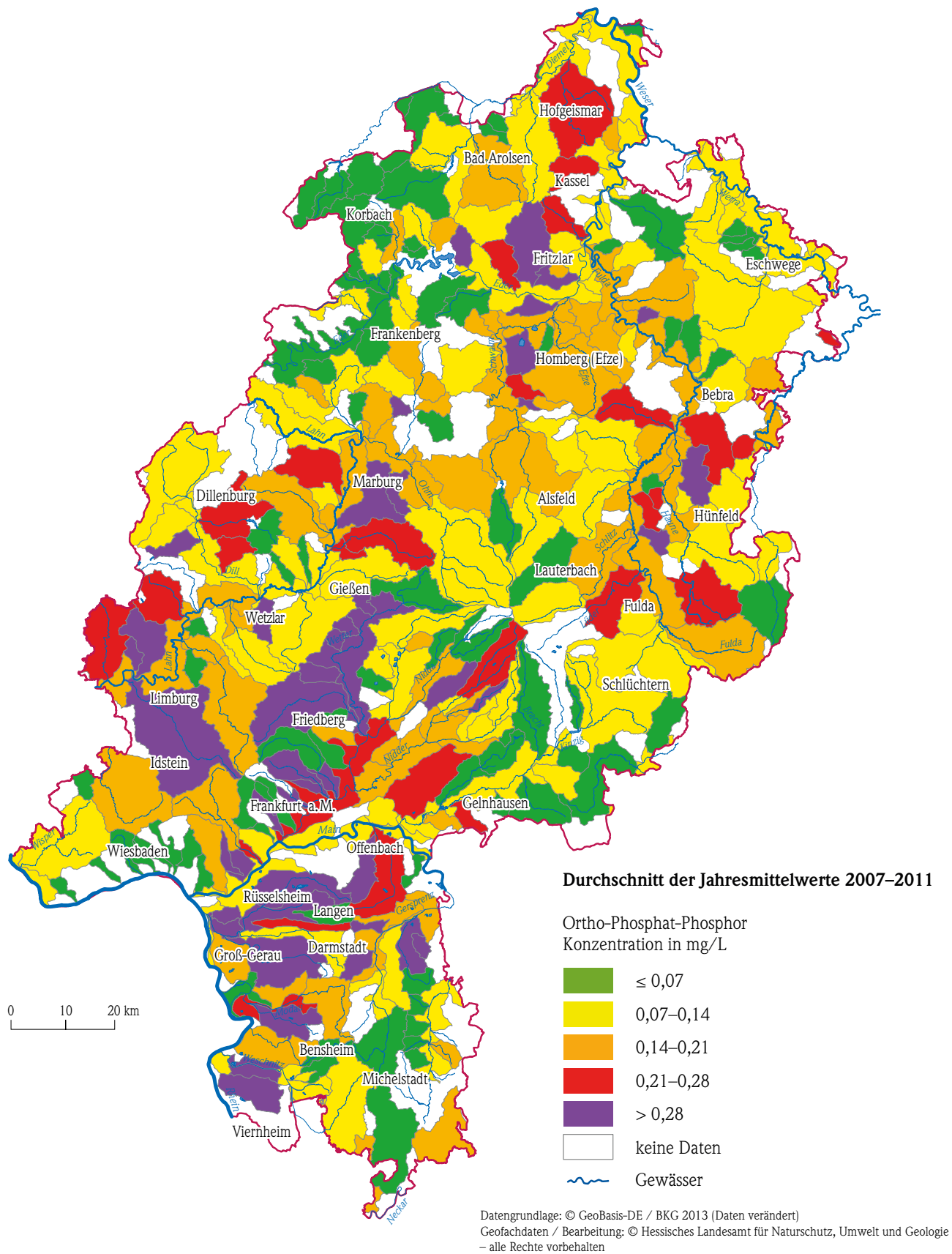


Abb. 50 a: Bewertung der Ortho-Phosphat-Konzentrationen auf der Basis des Durchschnitts der Jahresmittelwerte von 2007 bis 2011

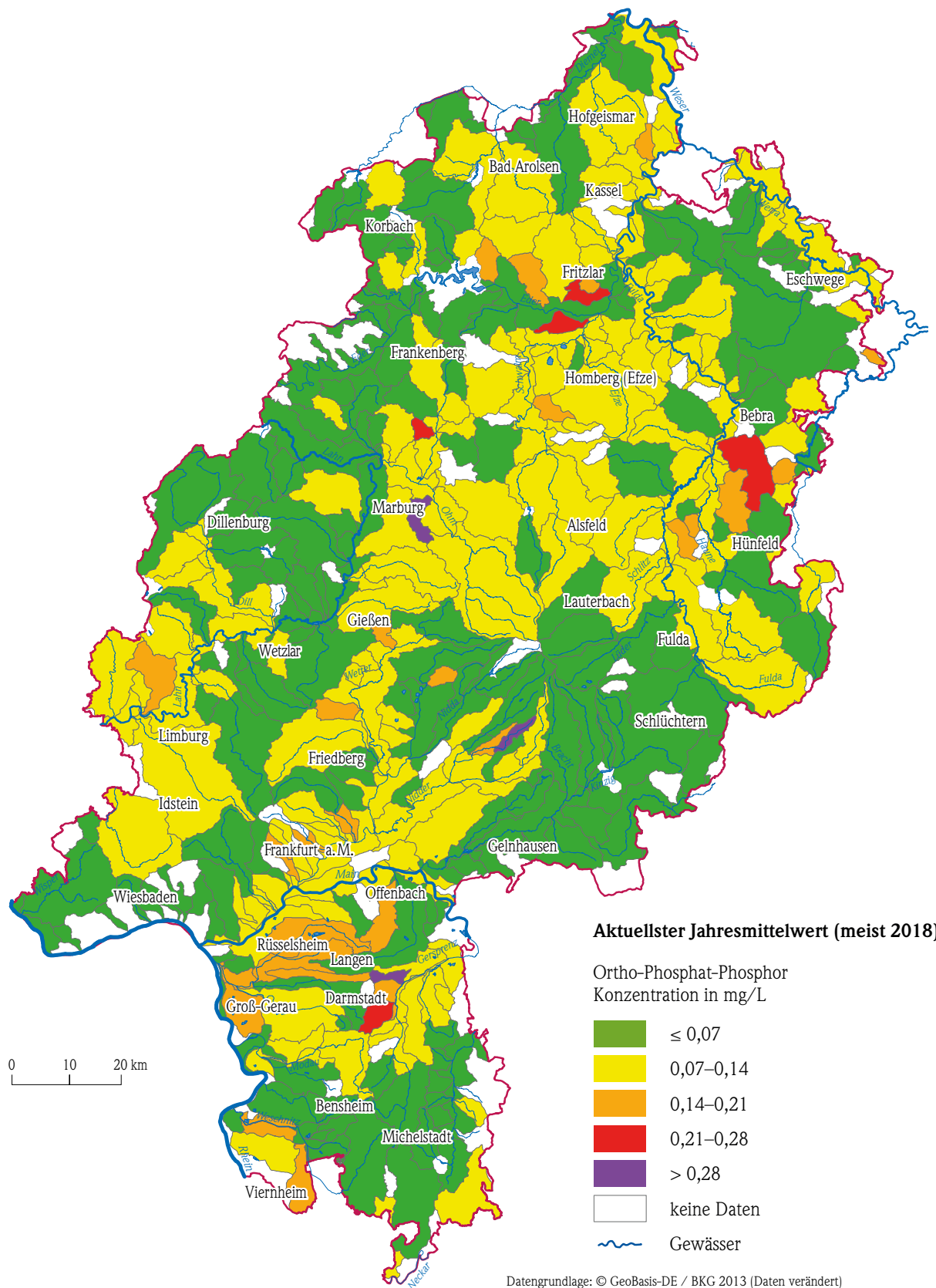


Abb. 50 b: Bewertung der Ortho-Phosphat-Konzentrationen auf der Basis der aktuellen Messergebnisse

Die elektrische Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit ist ein Maß für den Gehalt an gelösten Salzen eines Gewässers. Sie ist in erster Linie abhängig von den geogenen Bedingungen. So weisen z. B. anthropogen wenig oder unbelastete Quellwässer aus Kalkgesteinen (Keuper, Jura, Mergel) Werte über 1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ auf. Die hier betrachteten Gewässer haben jedoch deutlich geringere natürliche Leitfähigkeiten. Anthropogen bedingte Salzbelastungen überlagern die Hintergrundwerte.

Die Leitfähigkeiten an den hier betrachteten Flüssen stiegen im Jahresverlauf von April bis Dezember aufgrund der extremen Trockenheit und der ausblei-

benden Verdünnung durch Niederschlagswasser an. Dieser Anstieg war an der Werra und im Main besonders deutlich ausgeprägt.

Überregionale Niederschläge Ende September und Anfang Dezember führten im Main, der Lahn und der Fulda zu Einbrüchen der Leitfähigkeit.

In den nachfolgenden Tabellen 8 und 9 sind die Ergebnisse der Sondenmessung aggregiert auf Wochenmittelwerte bzw. Wochenextremwerte und die Laborergebnisse aus den Wochenmischproben für ausgewählte Parameter für die beiden Messstationen an der Werra in Witzenhausen und am Main in Bischofsheim beispielhaft dargestellt. Zusätzlich ist der Abfluss² als Wochenmittelwert angegeben.

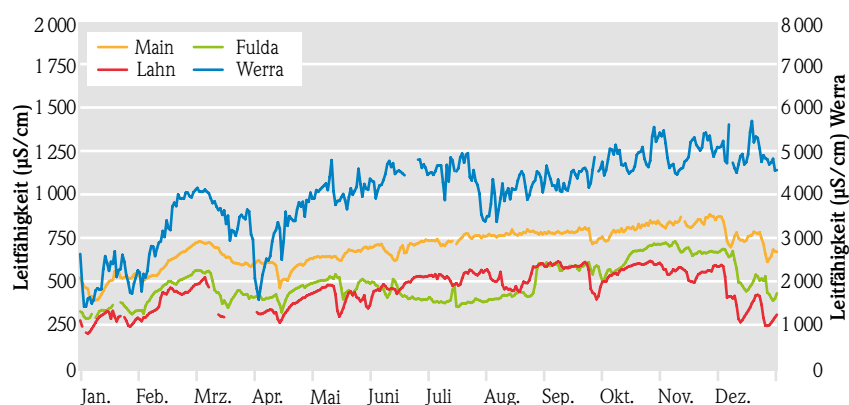


Abb. 51: Jahresganglinien der elektrischen Leitfähigkeit als Tagesmittelwerte im Main (Bischofsheim), in der Lahn (Oberbiel), in der Fulda (Wahnhausen) und in der Werra (Witzenhausen). Linke Skala für Main, Lahn und Fulda, rechte Skala für Werra.

² Datenquelle: Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV), bereitgestellt durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)

Tab. 8: Messergebnisse 2018 der Messstation Witzenhausen/Werra

Periode	Abfluss Q*	Tempe- ratur	Gelöster Sauerstoff O ₂ min	pH-Wert	Elek- trische Leitfähig- keit	Gesamt- Stickstoff	Gesamt org. Koh- lenstoff TOC	Ortho- Phosphat- Phosphor PO ₄ -P	Gesamt- Phosphor
Woche	(m ³ /s)	(°C)	(mg/l)		(mS/cm)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
1	176	6,9	11,1	8,0	1,73	3,6	8,8	0,06	0,16
2	160	6,2	11,4	8,0	1,96	3,8	6,9	0,06	0,12
3	122	5,4	11,0	8,0	2,37	3,7	4,1	0,04	0,20
4	140	6,8	11,1	8,1	2,13	3,7	4,2	0,06	0,12
5	133	6,7	11,2	8,1	2,07	3,6	3,7	0,02	0,10
6	93,8	4,3	11,8	8,1	2,67	4,1	3,0	0,04	0,09
7	67,0	4,5	11,9	8,1	3,23	4,3	2,4	0,07	0,10
8	52,9	4,0	11,7	8,1	3,90	5,0	2,1	0,04	0,11
9	45,3	1,4	12,1	8,1	4,04	4,3	1,8	0,06	0,10
10	47,0	6,0	10,5	8,1	4,00	5,2	2,7	0,03	0,11
11	77,4	7,2	10,2	8,1	3,62	4,5	7,3	0,06	0,13
12	69,2	4,2	11,2	8,2	3,22	4,1	3,1	0,05	0,10
13	71,8	7,5	10,5	8,2	3,39	4,3	3,6	0,04	0,09
14	89,1	9,3	10,7	8,1	2,05	4,2	3,9	0,05	0,09
15	74,6	12,2	8,8	8,1	2,98	4,3	4,6	0,04	0,09
16	60,6	14,6	8,4	8,1	3,23	3,8	3,0	0,05	0,11
17	47,4	14,6	8,1	8,3	3,68	3,8	2,7	0,05	0,10
18	39,3	14,2	8,7	8,5	3,99	3,5	2,7	0,04	0,11
19	35,8	17,2	7,5	8,7	4,28	3,6	2,8	0,01	0,09
20	35,7	16,8	7,1	8,4	3,85	3,5	3,4	0,04	0,16
21	29,9	18,2	7,6	8,7	4,16	3,5	2,9	0,01	0,10
22	32,2	21,2	5,9	8,3	4,20	3,5	4,2	0,07	0,14
23	25,4	21,9	6,7	8,7	4,28	3,2	5,6	0,08	0,13
24	23,9	20,3	5,7	8,4	4,60	3,2	3,4	0,08	0,18
25	20,7	19,0	6,3	8,7	4,46	2,9	3,9	0,07	0,16
26	18,9	19,8	6,0	8,6	4,66	3,0	4,3	0,07	0,13
27	17,3	21,1	6,3	8,6	4,57	2,4	4,2	0,01	0,11
28	18,0	20,7	4,5	8,6	4,47	3,9	5,0	0,01	0,07
29	15,5	22,5	4,1	8,6	4,79	3,2	6,5	0,04	0,10
30	15,6	24,3	3,7	8,1	4,20	3,4	6,4	0,11	0,21
31	14,5	26,2	3,2	8,0	3,71	2,6	4,0	0,06	0,12
32	13,3	23,1	3,3	7,8	3,89	2,9	3,1	0,08	0,11
33	13,8	20,3	4,8	8,0	4,22	2,7	4,3	0,08	0,16
34	13,6	20,4	4,6	7,9	4,18	3,2	3,5	0,10	0,14
35	13,8	18,1	4,8	8,1	4,41	3,2	3,9	0,06	0,12
36	14,5	18,1	4,8	7,9	4,19	3,4	2,6	0,11	0,21
37	12,6	17,5	4,9	8,1	4,33	3,8	3,1	0,14	0,19
38	12,4	17,3	4,9	8,2	4,47	3,1	3,3	0,12	0,19
39	19,4	13,4	6,0	8,0	4,81	3,8	3,4	0,15	0,22
40	14,3	11,3	7,2	8,1	4,85	4,0	3,0	0,15	0,21
41	14,3	12,9	6,7	8,1	4,72	3,6	3,1	0,14	0,17
42	14,4	12,7	6,7	8,1	4,81	3,3	3,0	0,12	0,17
43	16,2	10,7	7,5	8,1	5,00	3,7	3,6	0,12	0,16
44	15,7	8,3	8,2	8,1	5,17	4,0	3,6	0,16	0,23
45	14,4	9,5	8,2	8,1	4,58	4,1	3,6	0,16	0,18
46	15,2	8,5	8,0	8,1	5,05	4,1	3,6	0,14	0,17
47	14,6	4,8	10,0	8,2	5,23	3,9	3,9	0,14	0,15
48	13,5	5,3	9,9	8,2	5,06	3,9	2,8	0,13	0,14
49	23,4	7,4	9,3	8,1	5,15	3,8	4,7	0,14	0,19
50	32,2	5,5	9,4	8,0	4,90	4,4	4,4	0,14	0,16
51	22,1	5,1	10,1	8,1	5,18	5,1	5,3	0,11	0,16
52	44,4	5,7	10,1	8,0	4,71	5,6	5,2	0,10	

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

Tab. 9: Messergebnisse 2018 der Messstation Bischofsheim/Main

Periode	Abfluss Q*	Tempe- ratur	Gelöster Sauerstoff O ₂ min	pH-Wert	Elek- trische Leitfähig- keit	Gesamt- Stickstoff	Gesamt org. Koh- lenstoff TOC	Ortho- Phosphat- Phosphor PO ₄ -P	Gesamt- Phosphor
Woche	(m ³ /s)	(°C)	(mg/l)		(µS/cm)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
1	878	7,1	10,9	7,8	455	4,4	8,1	0,08	0,18
2	750	7,3	11,1	7,7	417	3,9	7,9	0,08	0,25
3	568	6,7	11,2	7,9	505	4,9	4,9	0,07	0,21
4	629	6,1	11,7	8,0	521	4,2	5,9	0,08	0,19
5	545	6,9	11,1	8,0	527	4,5	5,0	0,10	0,13
6	424	5,0	11,7	8,0	532	5,2	4,6	0,07	0,12
7	307	4,3	12,0	8,0	599	4,9	3,6	0,06	0,12
8	246	4,2	11,9	8,1	657	5,2	3,1	0,07	0,14
9	206	2,1	12,1	8,1	709	5,3	3,0	0,07	0,11
10	230	4,5	11,7	8,0	719	5,6	2,8	0,07	0,12
11	310	7,1	11,3	8,1	670	5,3	3,5	0,07	0,12
12	244	5,9	11,4	8,0	615	4,7	4,0	0,06	0,10
13	257	7,7	10,9	8,0	596	5,1	3,3	0,06	0,11
14	240	10,3	10,1	8,0	608	5,2	3,3	0,05	0,10
15	260	12,9	7,8	7,9	585	5,0	4,0	0,06	0,10
16	229	15,6	8,3	7,7	526	4,5	4,3	0,06	0,12
17	165	16,9	7,4	7,9	597	4,5	3,6	0,07	0,11
18	128	16,3	7,6	8,3	635	4,4	3,5	0,05	0,10
19	114	18,8	7,6	8,1	641	4,2	3,6	0,02	0,06
20	182	19,2	7,3	7,7	641	4,3	4,4	0,02	0,15
21	145	20,2	5,4	7,6	676	4,6	4,8	0,07	0,16
22	126	23,0	3,5	7,8	694	4,0	4,2	0,08	0,13
23	118	24,4	3,6	7,6	696	4,3	5,0	0,15	0,21
24	145	22,9	4,1	7,6	648	3,8	4,6	0,18	0,26
25	94,6	22,3	4,7	7,6	711	4,0	4,7	0,16	0,29
26	99,5	22,5	4,9	7,8	728	3,7	3,9	0,17	0,18
27	108	23,7	4,5	7,8	729	3,6	4,1	0,12	0,15
28	104	23,5	4,0	7,7	721	3,5	4,4	0,09	0,16
29	98,0	24,6	4,5	7,7	751	3,5	4,3	0,14	0,23
30	95,8	25,6	4,5	7,8	757	4,0	4,1	0,15	0,23
31	88,7	26,9	5,1	7,8	763	3,5	4,1	0,19	0,22
32	66,7	26,4	5,6	8,1	765	3,0	4,2	0,17	0,16
33	68,5	24,4	6,3	8,2	775	3,2	4,6	0,11	0,17
34	73,8	24,6	5,8	8,1	787	3,8	4,6	0,13	0,19
35	76,1	22,1	5,3	8,1	778	3,6	5,3	0,15	0,22
36	90,1	21,3	6,5	7,9	779	3,0	4,8	0,14	0,20
37	74,4	21,2	7,8	8,2	783	3,8	5,3	0,12	0,16
38	79,3	20,9	5,8	8,1	801	3,2	5,0	0,10	0,16
39	93,5	17,7	5,0	7,7	735	3,4	4,8	0,16	0,19
40	75,1	15,9	6,9	7,8	760	3,7	4,5	0,14	0,17
41	70,3	16,5	7,4	7,9	796	3,7	4,9	0,13	0,20
42	70,0	16,8	7,4	7,9	811	3,7	4,5	0,12	0,16
43	77,0	14,7	7,4	7,9	833	4,1	4,8	0,12	0,17
44	83,5	11,8	7,6	7,7	828	4,8	4,6	0,15	0,18
45	77,3	12,0	8,2	7,7	843	5,2	4,6	0,17	0,20
46	78,5	11,6	8,4	7,7	825	5,4	5,0	0,17	0,20
47	72,5	8,4	9,2	7,8	857	5,6	4,3	0,15	0,17
48	81,1	8,0	9,4	7,8	867	5,1	3,9	0,14	0,16
49	200	8,7	9,3	7,8	744	5,1	4,1	0,15	0,17
50	144	7,4	9,8	7,9	744	5,9	5,8	0,15	0,17
51	129	6,4	10,1	7,8	764	6,0	6,2	0,14	0,21
52	256	6,1	10,5	7,8	652	7,1	5,7	0,13	0,17

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

3.5 Untersuchungen zur Fauna und Flora der Fließgewässer

ELISABETH SCHLAG

Zielsetzung und Aufgabe

Am 22. Dezember 2000 trat die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL 2000/60/EG) [1] in Kraft. Kernziel der Richtlinie ist die Sicherung bzw. die Erreichung eines sehr guten bis guten ökologischen Zustands bzw. Potenzials der europäischen Gewässer.

Zur Ermittlung des ökologischen Zustands/Potenzials werden Fauna und Flora der Gewässer untersucht. Die biologischen Qualitätskomponenten unterscheiden sich dabei in ihrer Empfindlichkeit gegenüber stofflichen, strukturellen und thermischen Belastungen und sind damit im Hinblick auf das Anzeigen möglicher Defizite unterschiedlich gute Indikatoren. Untersucht werden Fische, Makrozoobenthos (Fischnährtiere), Makrophyten (Wasserpflanzen), benthische Diatomeen (am Boden wachsende Kieselalgen), restliches Phytobenthos (andere am Boden wachsende Algen) und Phytoplankton (frei im Wasser schwebende Algen) (Abb. 52 bis 55).

Beeinträchtigungen in der Durchwanderbarkeit und der Struktur der Gewässer sollen vor allem anhand des Fischbestandes erkannt werden. Das Makrozoobenthos zeigt u. a. ebenfalls die Qualität der Gewässerstruktur an. Seit langer Zeit ist diese Tiergruppe zudem als guter Indikator für den Grad der organischen

Belastung bekannt. Makrophyten, Diatomeen, das restliche Phytobenthos und Phytoplankton sind besonders geeignete Organismen, um die trophischen Belastungen, d. h. zu hohe Nährstoffkonzentrationen und die Gefahr einer Eutrophierung anzuzeigen.

Bei allen Qualitätskomponenten werden die Artenzusammensetzung und -häufigkeit erfasst; bei den Fischen auch die Altersstruktur.

Anhand des vorgefundenen Tier- und Pflanzenbestands wird geprüft, wie stark dieser von der eines vergleichbaren, von menschlichen Einflüssen (nahezu) unbelasteten Gewässers, abweicht. Weiterhin berücksichtigt die EG-WRRL die Variabilität der Gewässer und deren Lebensgemeinschaften. Deshalb wurde zunächst allen Gewässern ein entsprechender Gewässertyp zugeordnet (z. B. silikatischer grobmaterialreicher Mittelgebirgsbach oder silikatischer Mittelgebirgsfluss). Die ökologische Bewertung erfolgt dann für die verschiedenen Typen entsprechend unterschiedlich. Dabei werden die Gewässer in fünf ökologische Zustandsklassen von sehr gut bis schlecht eingestuft. Bei einer festgestellten Zustandsklasse von mäßig oder schlechter unterscheidet sich die Lebensgemeinschaft zu stark von der einer natürlichen oder naturnahen Biozönose und es besteht Handlungsbedarf.



Abb. 52: Fische: Nase *Chondrostoma nasus* © Korte, Institut für Gewässer- und Auenökologie (INGA), Riedstadt



Abb. 53: Makrozoobenthos: Köcherfliegenlarven *Brachycentrus subnubilus* © Banning, HLNUG, Wiesbaden

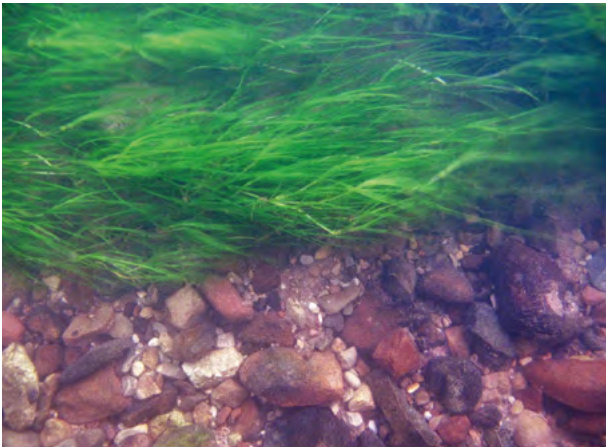


Abb. 54: Makrophyten: Sumpf-Teichfaden *Zannichellia palustris* © van de Weyer, Büro lanaplan, Nettetal

Um den von der EG-WRRL geforderten hinreichenden Grad an Zuverlässigkeit und Genauigkeit bei der Bewertung des Zustands zu erreichen und auch langfristige Veränderungen erkennen zu können, wird für die operative Überwachung anhand der biologischen Qualitätskomponenten ein Überwachungsintervall von jeweils 3 Jahren empfohlen.

In Abstimmung mit der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins erfolgen alle 6 Jahre umfassende biologische Erhebungen nach vergleichbaren Kriterien und im gleichen Zeitraum auf der gesamten Länge des Rheins [2]. So wurden im Auftrag des HLNUG auch die Fischfauna, das Makrozoobenthos, die Makrophyten, die benthischen Diatomeen und das Phytoplankton im hessischen Rheinabschnitt, bzw. an der Mainmündung, 2018 untersucht.

Untersuchungen und Ergebnisse

Entsprechend des o. g. Untersuchungsintervalls wurden in 2018 folgende Untersuchungen seitens des HLNUG beauftragt (Abb. 57):

Fische

Es wurde eine hessenweite Elektrobefischung an 406 PS (PS = Probestellen) durchgeführt (Abb. 56).

Zur Ermittlung der stofflichen Belastung wurden an 32 sich meist in größeren Flüssen befindenden Probestellen aus diesen 406 Befischungsabschnitten



Abb. 55: Diatomeen: *Cyclotella radiosa* © Werum, Büro AGL-HH, Frankfurt

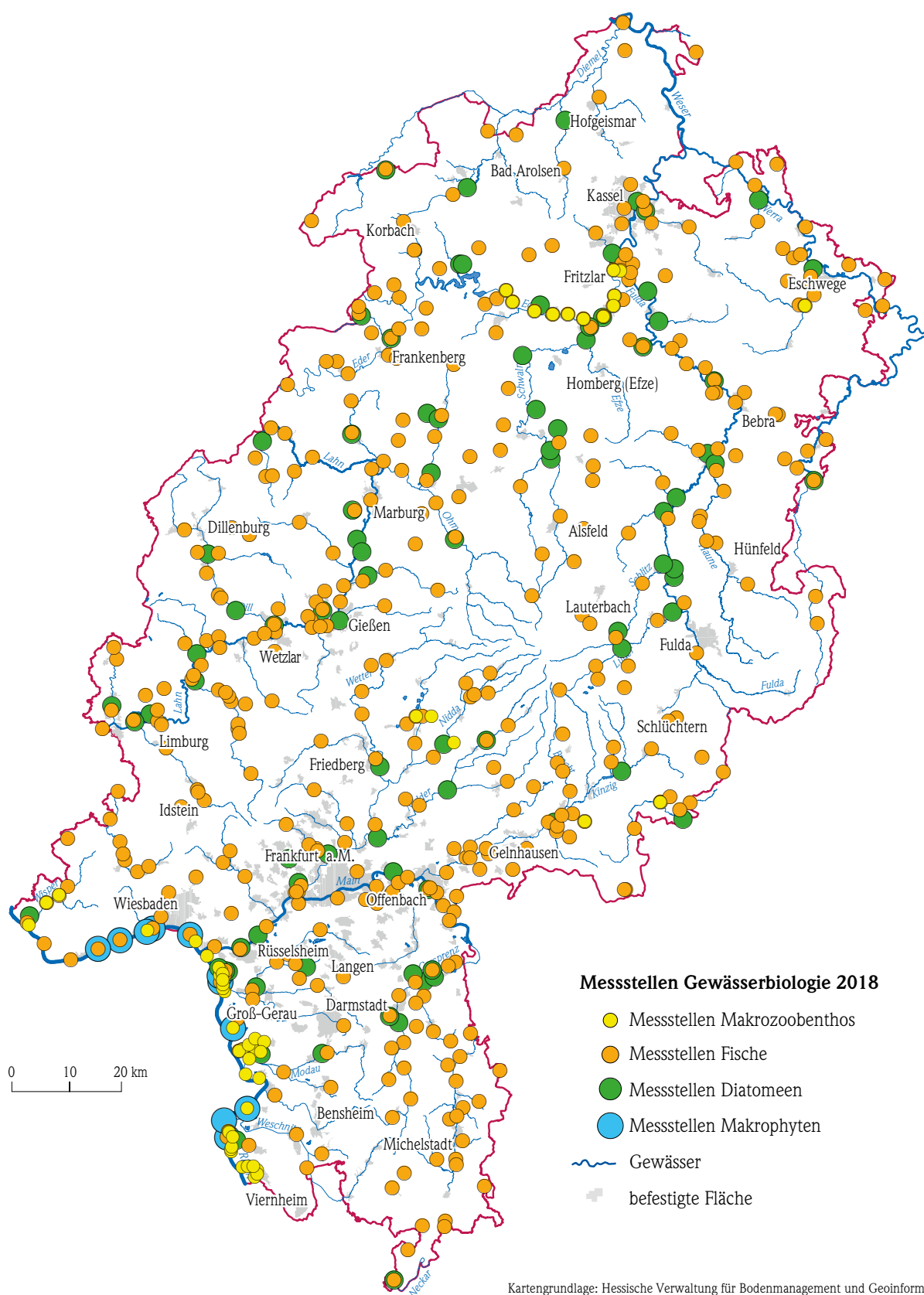
zusätzlich Fische zu Biota-/Gewebeuntersuchungen auf Schadstoffe entnommen.

In 23 Befischungsabschnitten war ein besonderes Augenmerk auf die FFH-Arten Bachneunauge, Bitterling, Groppe und Steinbeißer zu legen.

In den Niederungsfließgewässern der Main- und Oberrheinebene sollten für 37 Gewässerabschnitte die jeweilige Fischreferenz vor Ort überprüft werden. Im Hessischen Ried und in der Mainebene wurde einigen Gewässerabschnitten eine „Mischregion“ (also keine klassische Barben- bzw. Brachsenregion, sondern eine Übergangsregion) zugeordnet. Ihre charakteristische Fischfauna wird einerseits durch die Äschenregion des Mittelgebirges und andererseits durch die Rheinfischfauna geprägt. Bei der



Abb. 56: Fischbiologe bei der Elektrobefischung © Korte, Institut für Gewässer- und Auenökologie (INGA), Riedstadt



Kartengrundlage: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation
 Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
 Bearbeitung: HLNUG 2019

Abb. 57: Messstellen Gewässerbiologie 2018

Überprüfung sollte abgeschätzt werden, ob die zu Grunde gelegte Referenz zutreffend ist oder nicht; falls nicht, sollte eine geänderte Referenz vorgeschlagen werden.

Durch den heißen und niederschlagsarmen Sommer waren 36 PS weitgehend oder vollständig ausgetrocknet und konnten somit nicht befischt bzw. in die Bewertung mit aufgenommen werden. Von den verbleibenden 370 PS erreichten 1,9% (7 PS) eine sehr gute und 21,4% (79 PS) eine gute ökologische Zustandsklasse. 31,4% (116 PS) wurden in die Zustandsklasse mäßig und 30,3% (112 PS) in die Zustandsklasse unbefriedigend eingestuft. Eine schlechte ökologische Zustandsklasse erreichten 15,1% (56 PS) (siehe Abb. 58).

Die Ergebnisse zu den Biota-/Schadstoffuntersuchungen liegen aufgrund der hier durchzuführenden aufwendigen Analytik noch nicht vor.

Hinsichtlich der FFH-Arten konnten an 2 PS die Arten Bachneunauge und Groppe nicht nachgewiesen werden. An 1 PS wurde die Groppe nicht vorgefunden. An den restlichen PS wurden sämtliche o. g. FFH-Arten nachgewiesen, dabei zum Teil mit höheren relativen Abundanzen als laut typspezifischer Fischreferenz erwartet.

Von den 37 bezüglich ihrer Referenz zu überprüfenden Gewässerabschnitten waren 8 Abschnitte ausgetrocknet und Befischungen konnten hier somit nicht durchgeführt werden. In 12 der überprüften

Gewässerabschnitte wurde die bisherige Referenz beibehalten. In 14 Fällen wurde die Referenz „rhitraler“, d. h. hier wurde die Referenz nach oberhalb einer Forellen- bzw. Äschenregion zugeordnet. Nur in 3 Fällen wurde die Referenz „potamaler“ von der Forellen- bzw. Äschenregion hin zur Barben- bzw. Mischregion verschoben.

Makrozoobenthos

Das Makrozoobenthos sollte an 56 PS erfasst werden.

Hierbei wurden – wie bereits in 2016 und 2017 – 6 PS im Rahmen des Kooperationsvorhabens KLIWA „Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft“ untersucht.

Bei dem Kooperationsvorhaben KLIWA wird von den Bundesländern Bayern, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz ein gemeinsames Klima-Biomonitoring durchgeführt. Ziel des Klima-Biomonitorings ist die Ermittlung von Veränderungen des Klimas und des Wasserhaushalts sowie die Abschätzung der Auswirkungen möglicher Klimaveränderungen auf die Fließgewässerfauna.

Im Zuge des Nationalen Aktionsplans Pflanzenschutz (NAP) wurden 3 PS untersucht.

Der Nationale Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln ist Teil der Umsetzung der EU-Pflanzenschutz-Rahmenrichtlinie 2009/128/EG über einen Aktionsrahmen der Gemeinschaft für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden. Im Mittelpunkt des Nationalen Aktionsplans Pflanzenschutz steht die Reduktion von Risiken für Mensch, Tier und Naturhaushalt, die durch die Anwendung von zugelassenen Pflanzenschutzmitteln entstehen können. Dabei werden die gesundheitlichen, sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen Auswirkungen berücksichtigt [3].

In 2018 erfolgte die erste bundesweite Jahresmesskampagne des NAP Projektes mit der Pilotstudie zur Ermittlung der

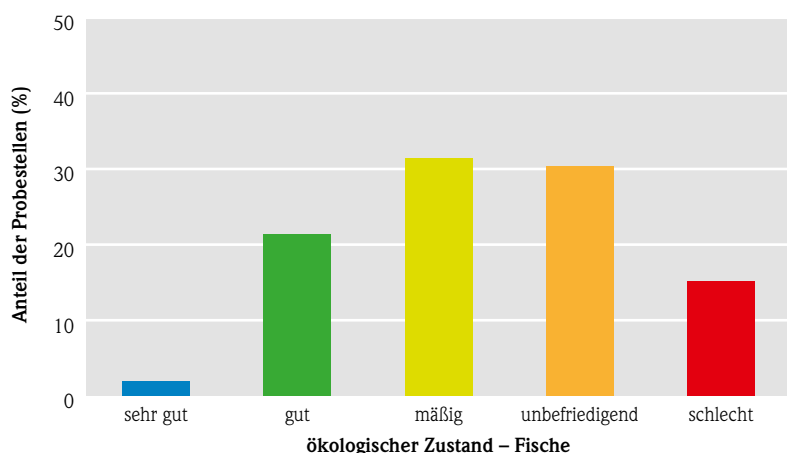


Abb. 58: Ergebnis der Fischbestandserhebung mit prozentualen Anteil der PS in der erreichten ökologischen Zustandsklasse

Belastung von Kleingewässern in der Agrarlandschaft mit Pflanzenschutzmittel-Rückständen. Die Messungen werden fortgesetzt. Ein abschließender Endbericht soll voraussichtlich 2020 veröffentlicht werden.

Die untere Eder wurde an 11 PS untersucht.

Zur Verbesserung der Bewirtschaftung der Edertalsperre wurde eine Reduzierung der Mindestabgabe in den Wintermonaten geprüft, die ein größeres Wasserdargebot im Sommer ermöglicht.

Da im Winter 2018/2019 (Anfang November bis Ende Februar) erstmals gemäß den Empfehlungen des HLNUG die Mindestwasserabgabe in die Untere Eder von bisher 6 m³/s auf 4 m³/s reduziert wurde, wurde sowohl die Fischfauna als auch das Makrozoobenthos hier mit einem verdichteten Messnetz erfasst. Nur so können mögliche Verbesserungen oder Verschlechterungen infolge der verminderten Mindestwasserabgabe erkannt werden.

Weiterhin wurden der Rhein und seine 4 Altarme an insgesamt 36 PS beprobt.

Die folgende Auswertung umfasst 51 PS, da 4 PS am Nordheimer und 1 PS am Maulbeerauer Altrhein wegen Unzugänglichkeit der Gewässerabschnitte nicht beprobt werden konnten. Bei 3,9% (2 PS) wurden ein sehr guter ökologischer Zustand erreicht. Bei 47,1% (24 PS) wurden ein guter und bei 23,5% (12 PS) ein mäßiger Zustand festgestellt. Einen unbefriedigenden ökologischen Zustand erreichten 19,6% (10 PS). 5,9% (3 PS) wurden in die Zustandsklasse schlecht eingestuft (siehe Abb. 59).

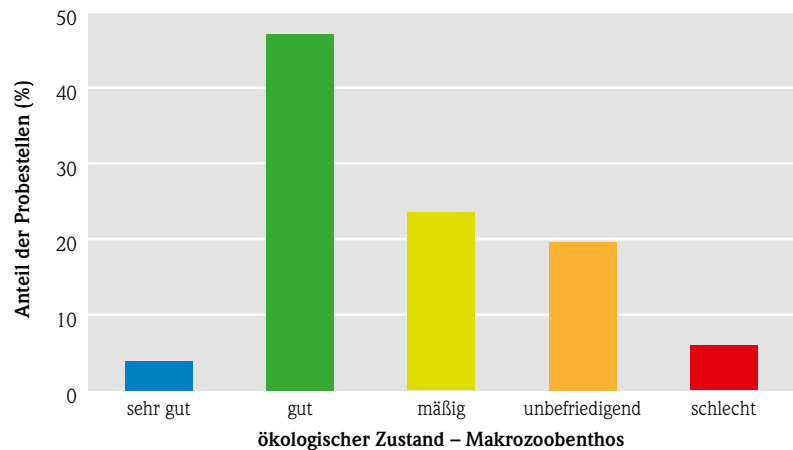


Abb. 59: Ergebnis der Makrozoobenthoserhebung mit prozentualem Anteil der PS in der erreichten ökologischen Zustandsklasse

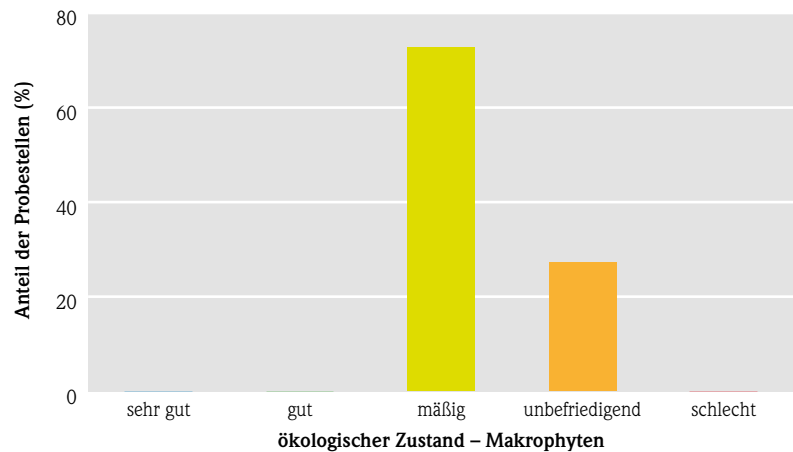


Abb. 60: Ergebnis der Makrophytenerhebung mit prozentualem Anteil der PS in der erreichten ökologischen Zustandsklasse

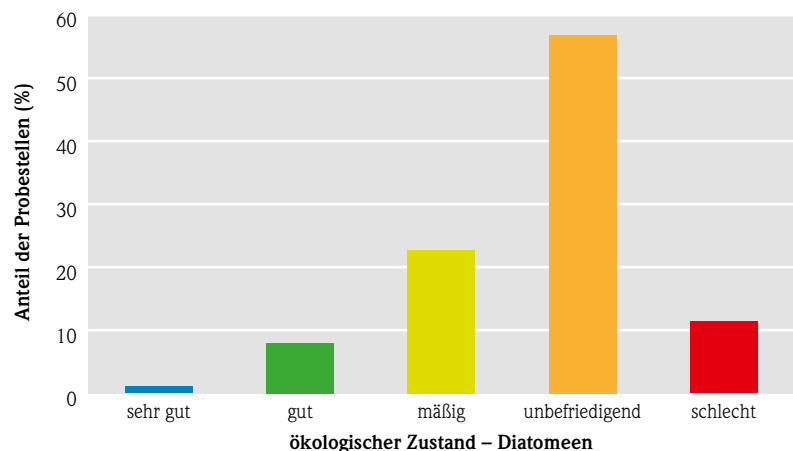


Abb. 61: Ergebnis der Diatomeenerhebung mit prozentualem Anteil der PS in der erreichten ökologischen Zustandsklasse

Makrophyten

Makrophyten wurden an 11 ausschließlich am Rhein gelegenen PS kartiert.

Von den untersuchten PS erreichte gemäß gutachterlicher Bewertung keine PS (0 %) eine sehr gute bzw. gute ökologische Zustandsklasse (0 %). 72,7 % (8 PS) wurden in die Zustandsklasse mäßig und 27,2 % (3 PS) wurden in die ökologische Zustandsklasse unbefriedigend eingestuft. Die Zustandsklasse schlecht wurde nicht vorgefunden (0 %) (siehe Abb. 60).

Diatomeen

In 2018 wurden 88 bereits in 2017 genommene Diatomeenproben taxonomisch ausgewertet. Die Bewertung des ökologischen Zustands erfolgte anhand des Trophie-Indexes nach PFISTER et al. (2016) und mit den Klassengrenzen nach BOXEN (2018) [4].

Eine sehr gute ökologische Zustandsklasse wurde bei 1,1 % (1PS) erreicht. In eine gute Zustandsklasse wurden 8 % (7 PS) und in eine mäßige Zustandsklasse wurden 22,7 % (20 PS) eingestuft. 56,8 % (50 PS) wurden mit der ökologischen Zustandsklasse unbefriedigend bewertet. Die Zustandsklasse schlecht wurde bei 11,4 % (10 PS) erreicht (siehe Abb. 61).

Ausblick

In 2019 soll an ca. 325 Untersuchungsbereichen das Makrozoobenthos in Bächen und Flüssen untersucht werden.

Weiterhin ist die Entnahme von 115 Diatomeenproben vorgesehen sowie die Auswertung von 92 in 2018 genommenen Proben (in 2018 gingen keine Angebote in einem preislich vertretbaren Rahmen ein).

Informationen zur Biologie der Fließgewässer finden Sie unter <http://www.hlnug.de/themen/wasser/fliessgewaesser/fliessgewaesser-biologie.html>. Hier sind neben Erläuterungen zu den biologischen Qualitätskomponenten und den angewendeten Bewertungsverfahren auch die Ergebnisse der seit 2004 durchgeführten Untersuchungen dargestellt. Darüber

hinaus werden dort auch vom HLNUG beauftragte Gutachten bzw. betreute wissenschaftliche Arbeiten zu speziellen Fragestellungen der Fließgewässerbiologie sowie die seit 1970 erstellten Gewässergütekarten veröffentlicht.

Über den Stand der Umsetzung der EG-WRRL informiert das Hessische Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV) in Form des Bewirtschaftungsplans 2015–2021 [5] und Maßnahmenprogramms 2015–2021 [6] unter dem Link: <http://flussgebiete.hessen.de>.

Literatur

- [1] EG – Europäische Gemeinschaften (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (WRRL).
- [2] IKSR – Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (2017): Rhein-Messprogramm Biologie 2018/2019.; Bericht Nr. 241; 34 S.; Koblenz.
- [3] BMEL – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2017): Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=Bundesministerium+f%C3%BCr+Ern%C3%A4hrung+und+Landwirtschaft%3B+Brosch%C3%BCre+Nationaler+Aktionsplan+Pflanzenschutz>; Stand: 15.04.2019
- [4] BOXEN, N. (2018): Masterarbeit – Erarbeitung einer Trophiekarte für Hessen einschließlich statistischer Auswertungen zu trophischen Belastungsfaktoren als Grundlage für eine effiziente Maßnahmenplanung an hessischen Gewässern. – 169 S.; Hannover.
- [5] HMUKLV – Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2015): Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen – Bewirtschaftungsplan Hessen 2015–2021. <http://flussgebiete.hessen.de/information/bewirtschaftungsplan-2015-2021/>; Stand: 15.04.2019

[6] HMUKLV – Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2015); Umsetzung der Wasser-rahmenrichtlinie in Hessen – Maßnahmenpro-

gramm 2015–2021. <http://flussgebiete.hessen.de/information/massnahmenprogramm-2015-2021/>; Stand: 15.04.2019

3.6 Gewässerstruktur

JOACHIM WEDEL & HEIKO TRIER

Stand der Nachkartierung veränderter Fließgewässerabschnitte in Hessen für das Jahr 2018

Wie jedes Jahr fand die Gewässerstrukturkartierung der Änderungsstrecken außerhalb der vom Wachstum der Pflanzen ausgeschlossenen Zeiträume zwischen November 2017 bis April 2018 sowie November und Dezember 2018 statt. Das Dezernat Gewässerökologie hat zusätzlich Anfang des Jahres 2018 in Wiesbaden und ebenso im Frühjahr 2019 für die Außenstelle in Kassel je eine Fachkraft eingestellt, die u. a. bei der Gewässerstrukturkartierung mitarbeiten, da auch in den kommenden Jahren mit einer Zunahme von Renaturierungsmaßnahmen im Zuge der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie einschließlich eigendynamischer Veränderungen an sich frei entwickelnden Gewässerläufen zu rechnen ist.

Der Schwerpunkt der Nachkartierung ist die Dokumentation umgesetzter Maßnahmen zur Verbesse-

rung der Gewässerstruktur und deren Auswirkung, um das gesteckte Minimalziel guter Gewässerstrukturen auf einem Drittel der Gewässerstrecke zu erreichen.

Die im Gelände erhobenen Daten werden für die Erstellung einer hessischen Übersichtskarte der Gewässerstrukturen verwendet sowie zur Aktualisierung im WRRL-Viewer. Daher erfolgt die Erfassung der Daten nun gänzlich mit elektronischen Kartiergeräten (Handhelds). Über eine entsprechende Software können die Daten weiterbearbeitet und in die Datenbank eingepflegt werden.

In den Bezirken der Regierungspräsidien wurden im oben beschriebenen Kampagnenzeitraum Abschnitte an folgenden Gewässern kartiert:

Regierungsbezirk Darmstadt: Mossau bei Ober und Untermossau; Wembach bei Reinheim; Stockheimer Bach in Usingen; Sattelbach bei Merzhausen; Daisbach, Klingbach bei Bad Soden-Salmünster,



Abb. 62: Kartierung der Neuanlage des Mündersbach im Unterlauf bei Rotenburg an der Fulda

Horloff bei Echzell-Bingenheim, Kuhmühlgraben bei OF-Rumpenheim, Bieber zwischen Heusenstamm und Dietzenbach; Weschnitz bei Rimbach-Fahrenbach, Gersprenz bei Überau (Reinheim) und Brensbach.

Regierungsbezirk Gießen: Ohm bei Schweinsberg; Bentreff bei Gemünden (Felda); die Dill bei Aßlar und Werdorf; Krebsbach in Alsfeld; Nebenarm des Roten Wassers bei Schönstadt; die Zwerster Ohm im Unterlauf (Ebsdorfergrund); die Allna bei Niederweimar.

Regierungsbezirk Kassel: Eder in der Gemeinde Edertal; Bauna in Baunatal; Geis in Bad Hersfeld; Grenff bei Caßdorf (Homburg-Efze); Haune südlich bei Bad Hersfeld; Mündersbach in Rotenburg an der Fulda; Obere Ems bei Dorla; Ohe bei Allendorf (Schwalm-Eder-Kreis); PfiEFFe bei Adelshausen.

Viele der Maßnahmen und eigendynamische Veränderungen haben zu einer deutlichen Verbesserung der Gewässerstruktur geführt. Die Ergebnisse werden im HLNUG aktualisiert und im WRRL-Viewer unter wrrl.hessen.de im Internet abrufbar sein.



Abb. 63: Naturnahe Bieber im Abschnitt 90 südlich Heusenstamm



Abb. 64: Die renaturierte Dill im Abschnitt 79 bei Aßlar



Abb. 65: Die Haune im Abschnitt 16 südlich von Bad Hersfeld

3.7 Seen - Trophische Untersuchungen

MICHAEL HÄCKL

Seenmessprogramm, Zielsetzung und Aufgabe

In Hessen gibt es insgesamt 773 Seen und Talsperren mit einer Fläche von größer als einem Hektar, davon 81 mit einer Fläche von mehr als zehn Hektar. Die Seen sind nicht natürlichen Ursprungs; die meisten entstanden durch Abgrabungen von Kies (Baggerseen) oder durch Ausbeutung von Braunkohle (Tageauseen). Des Weiteren wurden Fließgewässer aus wasserwirtschaftlichen Gründen zu Talsperren oder Weihern aufgestaut oder sie wurden begradigt, wobei seenähnliche Altwässer (Altarme) entstanden sind. Auch wenn es sich bei den hessischen Seen um künstliche Gewässer oder um Talsperren handelt, so bilden sie heute einerseits wertvolle Lebensräume mit vielfältigen Lebensgemeinschaften, andererseits auch begehrte Ziele in der Freizeit.

Ziel der trophischen Güteuntersuchungen der Seen ist es, durch die Beurteilung des trophischen und des allgemeinen Zustandes der Seen eventuelle Defizite zu erkennen und ggf. Handlungsempfehlungen zur möglichen Sanierung zu geben. Dabei sind die Anforderungen des Naturschutzes und der Nutzungen durch den Menschen zu berücksichtigen.

Für die Trophieklassifikation von Seen nach LAWA werden vom HLNUG ca. 120 Seen in unterschiedlichen Abständen regelmäßig untersucht (Abbildung 66). Der Turnus wird je nach Bedeutung des Sees und weiteren Aspekten auf jährlich oder alle drei, sechs oder zwölf Jahre festgelegt.

Für die Seen und Talsperren, die auch als Badegewässer genutzt werden, stehen die hygienischen Kriterien im Vordergrund, um bei den Badegästen eine Übertragung von Krankheiten auszuschließen. Nach der Badegewässerverordnung werden die Badegewässer von den Gesundheitsämtern auf Intestinale Enterokokken und *Escherichia coli* als Indikatorkeime für fäkale Verunreinigungen, mit denen Krankheitserreger einhergehen können,

untersucht und bewertet. Jedoch sind auch hier die trophischen Untersuchungen für die Bewirtschaftung und für die Erstellung der erforderlichen sogenannten Badegewässerprofile notwendig. So lässt sich hierdurch z. B. die Wahrscheinlichkeit einer Cyanobakterienmassenvermehrung („Blualgenblüte“) einschätzen.

Seen mit einer Fläche größer 50 Hektar müssen zusätzlich den Qualitätsansprüchen der EG-Wasser-Rahmenrichtlinie (WRRL) entsprechen, deren Ziel es ist, langfristig in Europa einen einheitlichen Standard der Bewertung der oberirdischen Gewässer und mit einem Gewässergütemanagement ein gemeinsames Güteziel zu erreichen. Das Güteziel ist der gute Zustand bzw. bei den nicht natürlichen Gewässern (wie in Hessen fast alle Seen) ein gutes ökologisches Potenzial. Dieses wird für die hessischen WRRL-Seen mit der biologischen Qualitätskomponente des Phytoplanktons ermittelt.

Trophie in der Tradition

Die klassische Bewertung der Seen orientiert sich an der Biomasse der Algen in der Freiwasserzone – dem sogenannten Phytoplankton. Hierfür spielt das Phosphat eine große Rolle, da dieses meist der das Algenwachstum begrenzende Nährstoff ist. Gemäß der Kenngrößen des Phytoplanktons (Chlorophyllgehalt und Sichttiefe) sowie des Gesamt-Phosphorgehaltes wird der See nach seiner Trophie klassifiziert¹). Weitere aus den Wasserproben ermittelte physikalische, chemische und biologische Daten dienen als zusätzliche Hilfsgrößen zur Gesamtbeurteilung der Belastungssituation. Der Begriff Eutrophierung steht für eine starke Zunahme der Biomasse infolge einer hohen Nährstoffbelastung – viele Seen weisen eine hohe Trophieklasse auf.

Das im November 2013 veröffentlichte LAWA-Handbuch zur Trophieklassifikation von Seen behandelt die Seen differenziert je nach Seegruppe.

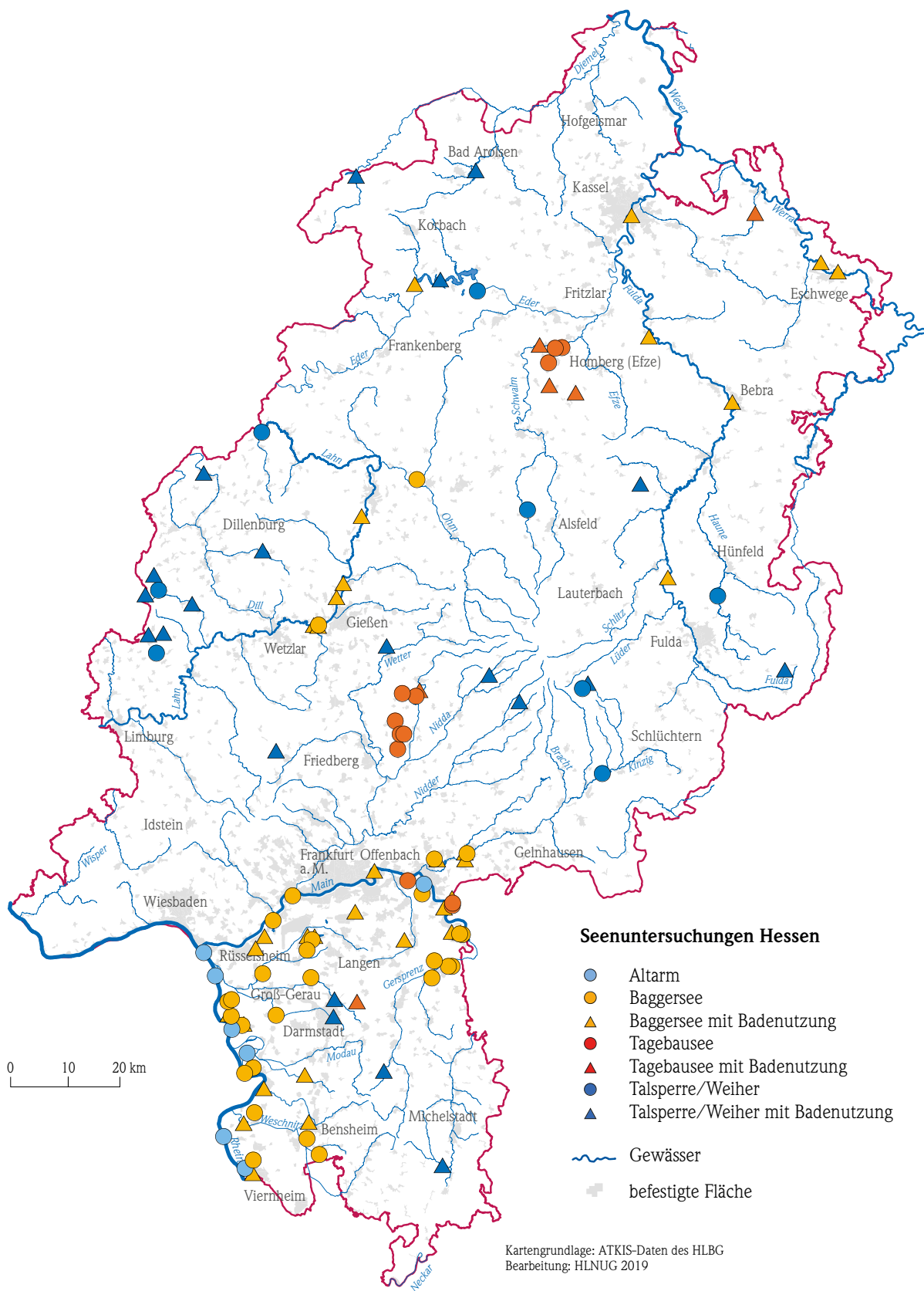


Abb. 66: Messstellen zur Überwachung der Wasserqualität der Seen

In Hessen wurden die zu untersuchenden Seen folgenden Seegruppen zugeteilt:

Tab. 10: Gruppierung hessischer Seen

Seengruppe	Kurzbezeichnung	Anzahl
geschichtete Alpenvorland- und Alpen-/Mittelgebirgs-Seen (ohne Talsperren, >5 Hektar)	AVAMgesch	ca. 5
geschichtete Talsperren (nur Talsperren, >5 Hektar)	geschTS	ca. 5
geschichtete Tieflandseen (ohne Talsperren, >5 Hektar)	TLgesch	ca. 50
geschichtete Kleinseen (ohne Talsperren, ≤5 Hektar)	geschklein	ca. 5
polymiktische (ungeschichtete) Seen mit mittlerer Tiefe >3 m	polygr3m	ca. 18
polymiktische (ungeschichtete) Seen mit mittlerer Tiefe ≤3 m	polykl3m	ca. 38

Die aktuelle LAWA-Klassifizierung wurde für die Jahre 2010 bis 2018 angewendet und führte zu folgenden Ergebnissen für die hessischen Seen (jeweils letztes Ergebnis und nur eine Messstelle pro See):

Tab. 11: LAWA-Klassifizierung hessischer Seen

LAWA-Klassifizierung	Trophie-Index	Anzahl
oligotroph	≤ 1,50	16
mesotroph 1	1,51–2,00	22
mesotroph 2	2,01–2,50	24
eutroph 1	2,51–3,00	23
eutroph 2	3,01–3,50	17
polytroph 1	3,51–4,00	15
polytroph 2	4,01–4,50	2
hypertroph	> 4,50	2

Zu berücksichtigen ist hierbei, dass es sich um eine Klassifizierung und nicht um eine Bewertung hinsichtlich des erreichbaren Seezustandes handelt. In Hessen können einige Seen aufgrund ihrer hydro-morphologischen Eigenschaften wie Volumen, Tiefe, Uferlänge auch unter natürlichen Bedingungen (d. h. ohne menschlichen Einfluss) keinen besseren Trophiezustand als eutroph 2 erreichen. In Tabelle 12 sind die Trophie-Ergebnisse des Jahres 2018 dargestellt (s. auch Abb. 67/68).

Die Trophie-Ergebnisse des Jahres 2018 fallen aufgrund des sehr trockenen und warmen Sommers allgemein etwas schlechter aus als im Durchschnitt der Vorjahre. Es wurden deutliche Verschlechterungen der Trophie im Waldschwimmbad Lich, Badesees Heuchelheim, Guckaisee, Tagebausee Gombeth und Ober-Mooser-See festgestellt. Von der extremen Trockenheit und den hohen Temperaturen waren besonders die auch ansonsten sehr flachen Seen in Lich, in Ober-Moos und der Guckaisee betroffen.

Trotz des extremen Sommers 2018 gab es auch mehrere positive Ergebnisse, besonders vom Meinhardsee (Ostteil), Lampertheimer Altrhein km5 (Heegwasser), Fuldaseitensee (Ostteil), Stauweiher Ewersbach, von der Kinzigtalsperre, vom Gedener See und vom Großen Woog. Hierfür verantwortlich waren im Wesentlichen Sanierungsmaßnahmen (z. B. Entschlammung Großer Woog), Sofortmaßnahmen (Belüftung Heegwasser Lampertheimer Altrhein) und das Ausbleiben von Starkregenereignissen (z. B. Kinzigtalsperre) sowie von Überflutungen (Fuldaseitensee Bebra).

Von der Trockenheit 2018 ganz besonders betroffen war das zum Lampertheimer Altrhein-System gehörige Welsche Loch, der einzige etwas größere natürliche See Hessens, der im August völlig austrocknete und vom Ufer her bereits schon Bewuchs aufwies (s. Abb. 69).

Literatur

- [1] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (2014): Trophieklassifikation von Seen – Richtlinie zur Ermittlung des Trophie-Index nach LAWA für natürliche Seen, Baggerseen, Talsperren und Speicherseen, Kiel.

Tab. 12: Messwerte und Trophie-Klassifizierung 2018

Zuständigkeitsregion	Jahr	Messort	Mst_id	Name	Gemeinde
Nordhessen	2018	W1 Affolderner Talsperre	552	Affolderner Talsperre, Südteil	Edertal
Nordhessen	2018	W1 Antrifttalsperre	562	Antrifttalsperre, v. Staudamm	Antrifttal
Südhessen	2018	W1 Badesee Heuchelheim	511	Badesee Heuchelheim, Südsee	Heuchelheim
Südhessen	2018	W1 Badesee Klein Krotzenburg	489	Badesee Klein Krotzenburg	Hainburg
Südhessen	2018	W1 Walldorfer See	472	Badesee Walldorf	Mörfelden-Walldorf
Südhessen	2018	W1 Badesee Niedernhausen	488	Badesee/Camp., Fbt.-Niedernhsn	Fischbachtal
Südhessen	2018	W1 Baggersee Kiebert	764	Baggersee Kiebert (Geinsheim)	Trebur
Südhessen	2018	W1 Dutenhofener See	514	Dutenhofener See	Wetzlar
Nordhessen	2018	W1 Edertalsperre	556	Edertalsperre, Waldecker Bucht	Edertal
Nordhessen	2018	W1 Fuldasee Beiseförth	540	Fuldasee Beiseförth, Südteil	Malsfeld
Nordhessen	2018	W1 Fuldaseitensee bei Bebra	541	Fuldaseitensee, Ostteil	Bebra
Südhessen	2018	W1 Gederner See	510	Gederner See	Gedern
Südhessen	2018	W1 Grosser Woog	477	Grosser Woog	Darmstadt
Nordhessen	2018	W1 Guckaisee	544	Guckaisee	Poppenhausen (Wasserkuppe)
Südhessen	2018	W1 Hardt-2-See	765	Hardt-2-See nordw. Babenh.	Babenhhausen
Südhessen	2018	W1 Hasselsee	759	Hasselsee	Babenhhausen
Südhessen	2018	W1 Kiesgrube Weiss	758	Kiesgrube Weiss	Babenhhausen
Südhessen	2018	W1 Kinzigtalsperre	495	Kinzigtalsperre, v. Staudamm	Bad Soden-Salmünster
Südhessen	2018	W1 Lampertheimer Altrhein	441	Lamperth. Altrhein, Fretterloch	Lampertheim
Südhessen	2018	W1 Lampertheimer Altrhein	443	Lamperth. Altrhein, km 3,0	Lampertheim
Südhessen	2018	W1 Lampertheimer Altrhein	445	Lamperth. Altrhein, km 5,0 Mitte	Lampertheim
Südhessen	2018	W1 Lampertheimer Altrhein	447	Lamperth. Altrh., Welsches Loch	Lampertheim
Südhessen	2018	W1 Launsbacher See	513	Launsbacher See	Wettenberg
Nordhessen	2018	W1 Meinhardsee	531	Meinhardsee, Ostteil	Meinhard
Südhessen	2018	W1 Mönchwaldsee	431	Mönchwaldsee	Kelsterbach
Südhessen	2018	W1 Ober-Mooser-See	546	Ober-Mooser-See, v. Staudamm	Freiensteinau
Südhessen	2018	W1 Raunheimer Waldsee	479	Raunheimer Waldsee	Raunheim
Nordhessen	2018	W1 Silbersee Frielendorf	567	Silbersee Frielendorf, Südteil	Frielendorf
Südhessen	2018	W1 Stauweiher Ewersbach	519	Stauweiher Ewersbach	Dietzhöhlztal
Nordhessen	2018	W1 Tagebau Gombeth	746	Tagebausee Gombeth	Borken (Hessen)
Südhessen	2018	W1 Vogel See	484	Vogel See, Geinsh.	Trebur
Südhessen	2018	W1 Waldschwimmbad Lich	508	Waldschwimmbad Lich	Lich
Südhessen	2018	W1 Waldschwimmbad Rüsselsh.	480	Waldschwimmbad Rüsselsh.	Rüsselsheim
Südhessen	2018	W1 Waldsee Winkels	528	Waldsee Winkels	Mengerskirchen
Nordhessen	2018	W1 Werratalsee	532	Werratalsee, Ostteil	Meinhard
Nordhessen	2018	W1 Werratalsee	533	Werratalsee, Westteil	Eschwege
Südhessen	2018	W1 Wölfersheimer See	507	Wölfersheimer See	Wölfersheim

See_LAWA_trophie_typ	MW Chlorophyll (µg/l)	Sichttiefe-Saison-Mw (M)	MW Pges (Mg/l)	MW Pges-Zirkul. (Frühjahr) (Mg/l)	Ges-Trophie-Index	Trophieklasse	Trophie Index Zuvor
polykl3m	15,9	1,29	0,058	0,042	3,00	eutroph_1	2,75
polygr3m	29,0	0,70	0,085	0,130	3,74	polytroph_1	3,64
TLgesch	16,0	1,64	0,028	0,064	2,85	eutroph_1	1,85
polygr3m	11,1	1,48	0,029	0,017	2,57	eutroph_1	2,27
TLgesch	3,6	3,38	0,020	0,012	1,75	mesotroph_1	1,92
polykl3m	11,2	1,80	0,047	0,028	2,67	eutroph_1	2,09
TLgesch	2,2	4,18	0,018	0,021	1,59	mesotroph_1	-
TLgesch	26,8	1,68	0,046	0,067	3,12	eutroph_2	3,31
geschTS	16,1	3,56	0,033	0,057	2,73	eutroph_1	2,49
polykl3m	28,4	1,30	0,048	0,038	3,13	eutroph_2	2,79
polygr3m	11,1	3,25	0,041	0,025	2,43	mesotroph_2	3,09
polykl3m	31,6	0,70	0,051	0,016	3,21	eutroph_2	3,70
polykl3m	5,0	2,40	0,033	0,026	2,22	mesotroph_2	2,6/3,2
polykl3m	37,3	0,75	0,068	0,030	3,42	eutroph_2	2,47
TLgesch	4,1	4,43	0,023	0,016	1,78	mesotroph_1	-
TLgesch	3,5	0,79	0,024	0,020	1,85	mesotroph_1	-
TLgesch	3,0	3,61	0,018	0,021	1,71	mesotroph_1	-
polykl3m	45,7	1,36	0,067	0,084	3,49	eutroph_2	4,00
polykl3m	109,6	1,40	0,111	0,039	3,76	polytroph_1	3,62
polykl3m	72,2	0,91	0,090	0,052	3,75	polytroph_1	3,78
polykl3m	46,9	1,00	0,079	0,045	3,52	polytroph_1	4,20
polykl3m	ab Juli nahezu trockengefallen, daher keine Trophie-Bewertung						
polygr3m	11,3	2,05	0,033	0,005	2,26	mesotroph_2	2,41
polykl3m	5,8	2,50	0,031	0,017	2,16	mesotroph_2	3,58
TLgesch	2,1	6,60	0,018	0,023	1,45	oligotroph	0,70
polykl3m	149,6	0,68	0,096	0,018	3,90	polytroph_1	3,09
polygr3m	1,4	1,11	0,028	0,036	1,63	mesotroph_1	1,34
AVAMGgesch	13,6	2,73	0,041	0,025	2,50	mesotroph_2	2,46
polykl3m	5,8	2,51	0,015	0,005	1,77	mesotroph_1	2,35
TLgesch	4,1	5,40	0,027	0,025	1,84	mesotroph_1	0,94
polygr3m	6,2	2,12	0,031	0,038	2,41	mesotroph_2	2,12
polykl3m	96,9	0,49	0,176	0,170	4,40	polytroph_2	3,15
polygr3m	10,1	2,85	0,031	0,031	2,43	mesotroph_2	2,14
geschklein	17,4	0,98	0,032	0,021	2,66	eutroph_1	2,97
polygr3m	39,0	2,04	0,063	0,067	3,28	eutroph_2	3,35
polygr3m	42,5	1,77	0,103	0,026	3,27	eutroph_2	3,43
TLgesch	68,7	0,43	0,180	0,340	4,56	hypertroph	3,97
Ø	27,9	2,1	0,1	0,0			
Ø ohne 2018 erstmalig untersuchte Seen					2,92		2,77



Abb. 67: Mönchwaldsee – oligotroph (2018)



Abb. 68: Wölfersheimer See – hypertroph (2018)



Abb. 69: Welsches Loch im August 2018

4 Grundwasser

4.1 Grundwasserneubildung

MARIO HERGESELL

Grundwasser entsteht überwiegend aus dem Teil des Niederschlags, der in den Untergrund versickert und dem Grundwasser zufließt. Eine weitere Komponente der Grundwasserneubildung ist die Versickerung von Wasser aus oberirdischen Gewässern. In Hessen wird Grundwasser in der Regel im Winterhalbjahr neu gebildet, wenn wegen ruhender Vegetation und niedriger Temperatur die Verdunstung zurückgeht und ein Teil des Niederschlags dem Grundwasser zu sickern kann.

Grundwasser nimmt am Wasserkreislauf teil, daher ist in Hessen allgemein davon auszugehen, dass ein ausgeglichener Wasserhaushalt gegeben ist. Voraussetzung dafür ist, dass die Grundwasserförderung für die Trink- und Brauchwassernutzung durch die Grundwasserneubildung wieder kompensiert, eine Übernutzung also vermieden wird. In Hessen wird das Trinkwasser nahezu vollständig aus dem Grundwasser gewonnen. Neben der Beobachtung der Grundwasserspiegel ist die Kenntnis der regional unterschiedlichen Grundwasserneubildung entscheidend für die Beurteilung des mengenmäßigen Grundwasserzustands.

Die Grundwasserneubildung lässt sich mittels hydrogeologischer Modelle errechnen. In Hessen kommt ein zweistufiges GIS-gestütztes Verfahren zum Einsatz, bei dem ein Bodenwasserhaushaltsmodell mit

einem speziell für Hessen entwickelten Regressionsmodell gekoppelt wurde. Mit diesem Modell errechnet sich für die Referenzperiode 1971–2000 ein langjähriges Flächenmittel von 101 mm/a, das heißt, pro Quadratmeter Landesfläche werden jährlich im Mittel 101 mm (entspricht 101 Liter) Grundwasser aus dem Niederschlag neu gebildet.

Umgerechnet auf die Fläche Hessens werden somit im langjährigen Mittel (1971–2000) jährlich rd. 2,13 Mrd. m³ Grundwasser neu gebildet. Demgegenüber werden jährlich rd. 407 Mio. m³ Grundwasser entnommen. Der Vergleich zeigt, dass hessenweit jährlich rd. 5-fach mehr Grundwasser neu gebildet als gefördert wird. Nicht genutztes Grundwasser strömt über die Vorflut als grundwasserbürtiger Abflussanteil wieder ab.

Das zuvor genannte Verfahren zur Ermittlung der Grundwasserneubildung aus Niederschlag ist ursprünglich für die Ermittlung langjähriger Mittelwerte der Grundwasserneubildung entwickelt worden. Unter Inkaufnahme gewisser Modellunsicherheiten wird das Verfahren im HLNUG auch für die Ermittlung von jährlichen Grundwasserneubildungsraten eingesetzt. Die folgende Karte (Abbildung 72) ist eine Übersichtsdarstellung der modellierten Grundwasserneubildung aus dem Niederschlag für das Jahr 2018. Die flächenhafte Verteilung der Grundwasser-

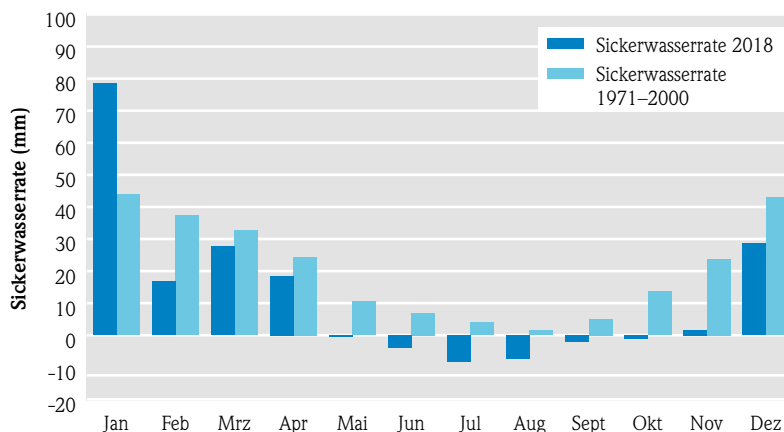


Abb. 70: Monatliche Sickerwasserraten in Hessen

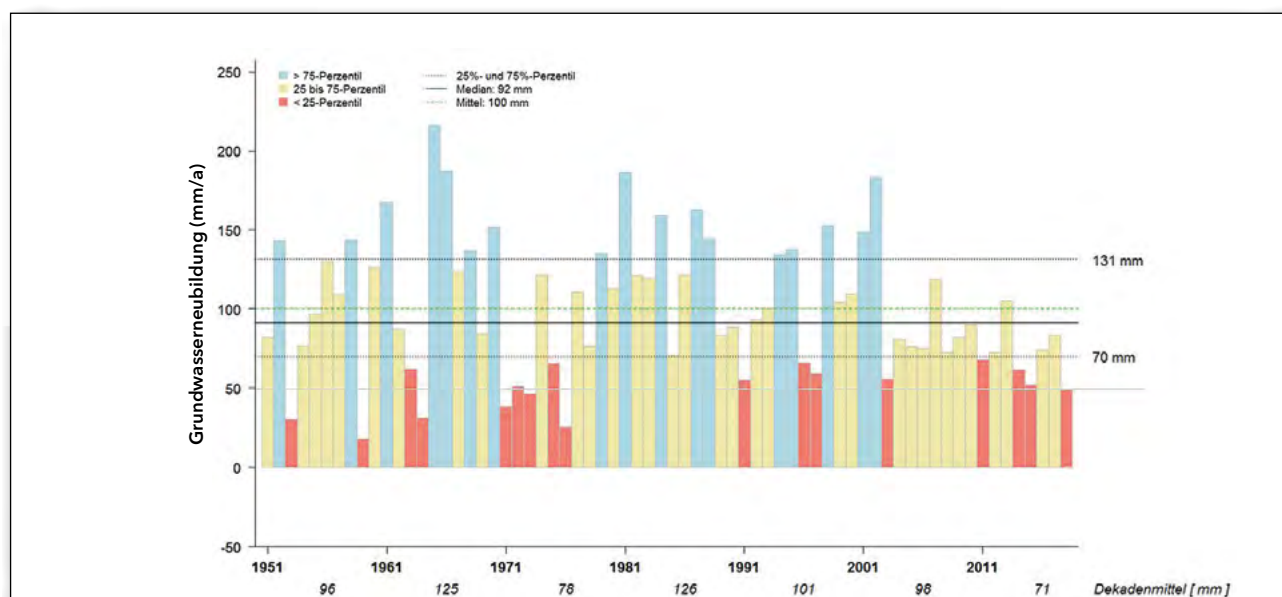


Abb. 71: Langjährige Entwicklung der Grundwasserneubildung in Hessen

neubildung folgt in etwa dem Niederschlag, wobei in Gebieten mit hohen Direktabflussanteilen (z. B. Rheinisches Schiefergebirge) und hohen Verdunstungsraten (z. B. Rhein-Main Gebiet und Wetterau) die Grundwasserneubildung aus Niederschlag geringer ausfällt.

Das Flächenmittel der Grundwasserneubildung betrug für das Jahr 2018 für Hessen 49 mm und lag damit rd. 51 % unter dem langjährigen Mittelwert der Referenzperiode 1971–2000. Die sehr niedrige Grundwasserneubildung im Jahr 2018 ist auf die von Februar bis November andauernde Trockenheit und der daraus resultierenden niedrigen Sickerwasserrate zurück zu führen. Die Sickerwasserrate aus dem Boden ergibt sich aus der Differenz von Niederschlag minus Verdunstung und Oberflächenabfluss. Das Sickerwasser bewegt sich der Schwerkraft folgend nach unten zum Grundwasserspiegel und trägt maßgeblich zur Grundwasserneubildung bei. Ein Teil des Sickerwassers kann auch lateral als Zwischenabfluss abfließen.

In Abbildung 70 ist der Verlauf der monatlichen Sickerwasserrate im Jahr 2018 im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten dargestellt. Im Jahresgang der Sickerwasserrate gab es deutliche Abweichungen gegenüber dem langjährig mittleren Verlauf. Nur im niederschlagsreichen Januar war die Sickerwasserrate überdurchschnittlich. In allen folgenden Monaten fiel

die Sickerwasserrate unterdurchschnittlich aus. Die negativen Sickerwasserraten von Mai bis Oktober sind auf Verdunstungsverluste durch kapillaren Aufstieg zurück zu führen. Selbst im nassen Dezember, der durch ergiebige Niederschläge geprägt war, fiel die Sickerwasserrate unterdurchschnittlich aus. Ein Großteil der Niederschläge füllte zunächst den völlig entleerten Bodenwasserspeicher auf, bevor überhaupt Sickerung einsetzen konnte.

In Abb. 71 ist die Entwicklung der Grundwasserneubildung aus dem Niederschlag von 1951 bis 2018 dargestellt. Die Jahreswerte unterliegen extremen Schwankungen, der Schwankungsbereich beträgt mehr als 200 mm. Für die Grundwasserneubildung ist über den gesamten Betrachtungszeitraum kein einheitlicher Trend erkennbar. Auffällig ist, dass die bis zum Jahr 2003 zu beobachtende extreme jährliche Variabilität ab dem Jahr 2003 deutlich weniger ausgeprägt ist und die jährliche Grundwasserneubildung meist unterhalb des langjährigen Mittelwertes liegt. Ausgeprägte Nassjahre wurden in Hessen seit 2003 nicht mehr beobachtet. Das Jahr 2018 hat den Trend der letzten Jahre zu niedrigeren Grundwasserneubildungsraten fortgesetzt. Infolge der langandauernden Trockenheit und der daraus resultierenden sehr niedrigen Grundwasserneubildung im Jahr 2018 sind die Grundwasserstände im Verlauf des Jahres deutlich gesunken und die Quellschüttungen sind deutlich zurückgegangen (vergl. Kapitel 4.2).

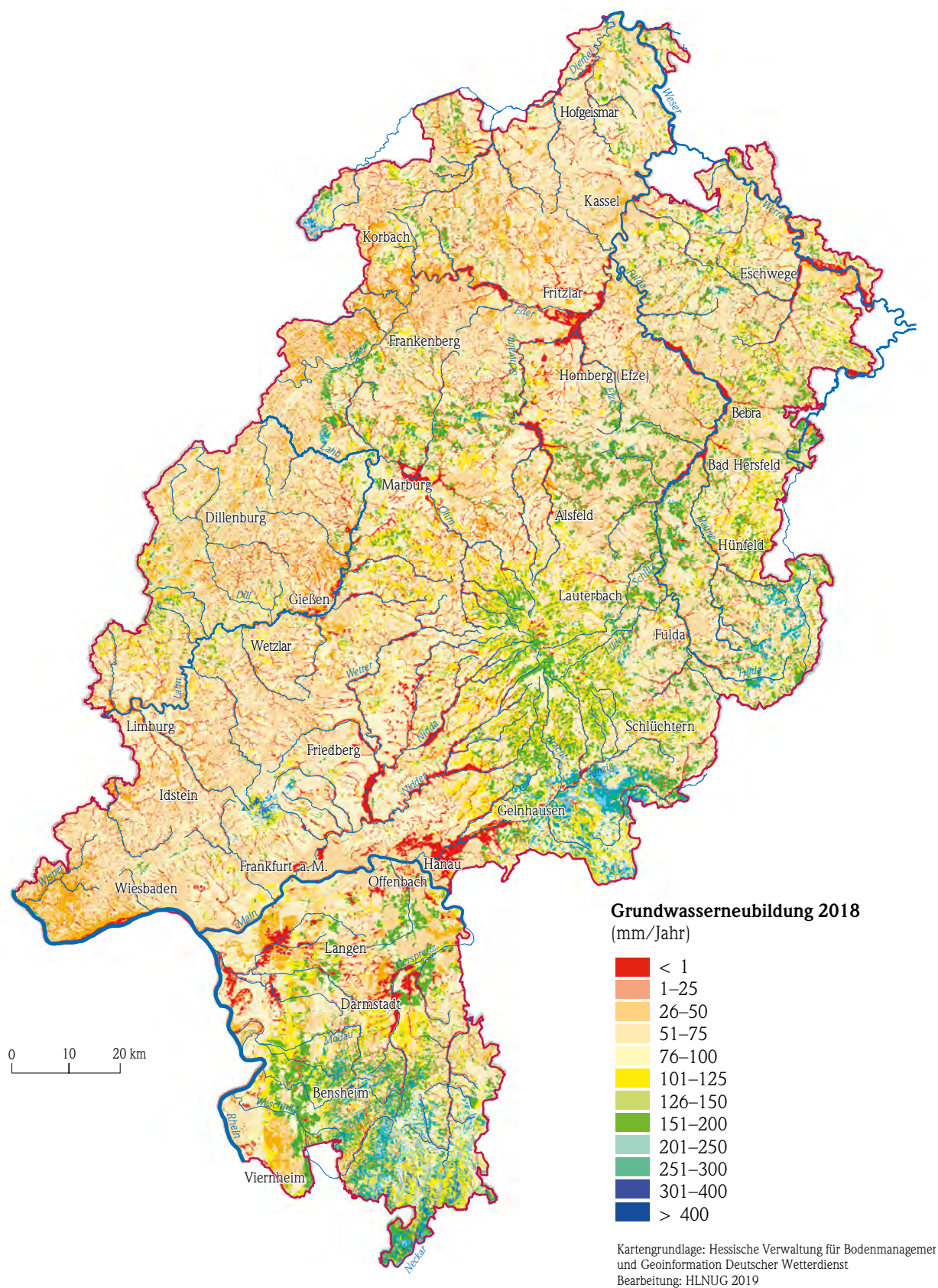


Abb. 72: Flächenhafte Darstellung der Jahressumme der Grundwasserneubildung aus Niederschlag für das Jahr 2018

4.2 Grundwasserstände und Quellschüttungen

MARIO HERGESELL

Grundwassermessnetz, Zielsetzung und Aufgabe

Das Grundwasser ist Teil des Wasserkreislaufs. Die Schwankungen der Grundwasserstände und der Quellschüttungen sind ein sicht- und messbarer Ausdruck für die Vorratsänderungen in den Grundwasserstockwerken. Im Rahmen des Landesgrundwasserdienstes wird ein flächendeckendes Messnetz (Abb. 73) unterhalten, das für Grundwasserstände und Quellschüttungen repräsentative Werte liefert.

Mit langfristigen Beobachtungen von Grundwasserständen und Quellschüttungen sind Entwicklungen zu erkennen, die als Grundlage für wasserwirtschaftliche Planungen dienen. Die Extremwerte, höchste und niedrigste Grundwasserstände und Quellschüttungen und deren Häufigkeit werden herangezogen, wenn z. B. Eingriffe in das Grundwasser zu beurteilen sind, u. a. für die Planung von Bauwerken.

Mit dem LGD-Viewer unter <http://lgd.hessen.de> können die folgenden Grundwasserinformationen zu allen Messstellen des Landesgrundwasserdienstes in Form von Daten und Grafiken recherchiert und eingesehen werden:

- Grundwasserstände
- Quellschüttungen
- Grundwasserbeschaffenheitsanalysen
- Stammdaten

Ergebnisse 2018

Die zeitliche Entwicklung der Grundwasserstände und Quellschüttungen wird als Gangliniengrafik dargestellt. Typische Ganglinien haben großräumig einen ähnlichen Verlauf, oft unabhängig von Art und Lage des Grundwasserleiters. Die Schwankungen sind im Wesentlichen geprägt durch die Höhe der Grundwasserneubildung und die hydraulische Durchlässigkeit des Grundwasserleiters. Die Lagepunkte der Messstellen, deren Messwerte als Ganglinien nachfolgend dargestellt werden, sind in der Übersichtskarte

(Abb. 73) mit roten Kreisen markiert. Zum Vergleich werden die Ganglinien des Jahres 2018 zusammen mit dem Verlauf von Jahren mit besonders niedrigen und hohen Grundwasserständen dargestellt (Abb. 74–77).

Infolge der sehr ergiebigen Niederschläge der Monate November 2017 bis Januar 2018 sind die Grundwasserstände und Quellschüttungen Anfang des Jahres 2018 auf ein verbreitet mittleres bis überdurchschnittliches Niveau angestiegen. Die Grundwasserspeicher haben sich in der ersten Hälfte des hydrologischen Winterhalbjahres 2018 gut füllen können, wodurch das Ausgangsniveau vor dem hydrologischen Sommerhalbjahr deutlich höher war als im Vorjahr.

Durch die folgende, langandauernde Trockenheit (Februar 2018–November 2018) und die ab April 2018 vorherrschenden hohen Temperaturen sind die Grundwasserstände im Jahresverlauf bis November 2018 deutlich auf ein überwiegend unterdurchschnittliches Niveau gefallen. Bereichsweise wurden sehr niedrige Grundwasserstände erreicht, an rund 10 % der Landesmessstellen wurden neue Niedrigstwerte registriert. Das überdurchschnittliche Ausgangsniveau zu Jahresbeginn hatte verhindert, dass langjährige Rekordniedrigstände an einer Vielzahl weiterer Grundwassermessstellen beobachtet wurden. Referenzzeitraum für historische Rekordniedrigstände sind in Hessen nach wie vor die 70-er Jahre, in denen die meisten historischen Niedrigststände beobachtet wurden.

Im Gegensatz zu den großräumigen Grundwasserleitern reagieren Quellen in der Regel schneller auf die aktuelle Witterung. Daher sind bei vielen Quellen, insbesondere mit kleinen Einzugsgebieten, die Schüttungsmengen deutlich zurückgegangen und bewegten sich bereits Ende Juli 2018 auf einem sehr niedrigen Niveau.

Die Grundwassersituation stellte sich am Ende der Trockenperiode (November 2018) in Hessen nicht einheitlich dar. Die regionalen Unterschiede waren auf die räumlich variable Niederschlagsverteilung

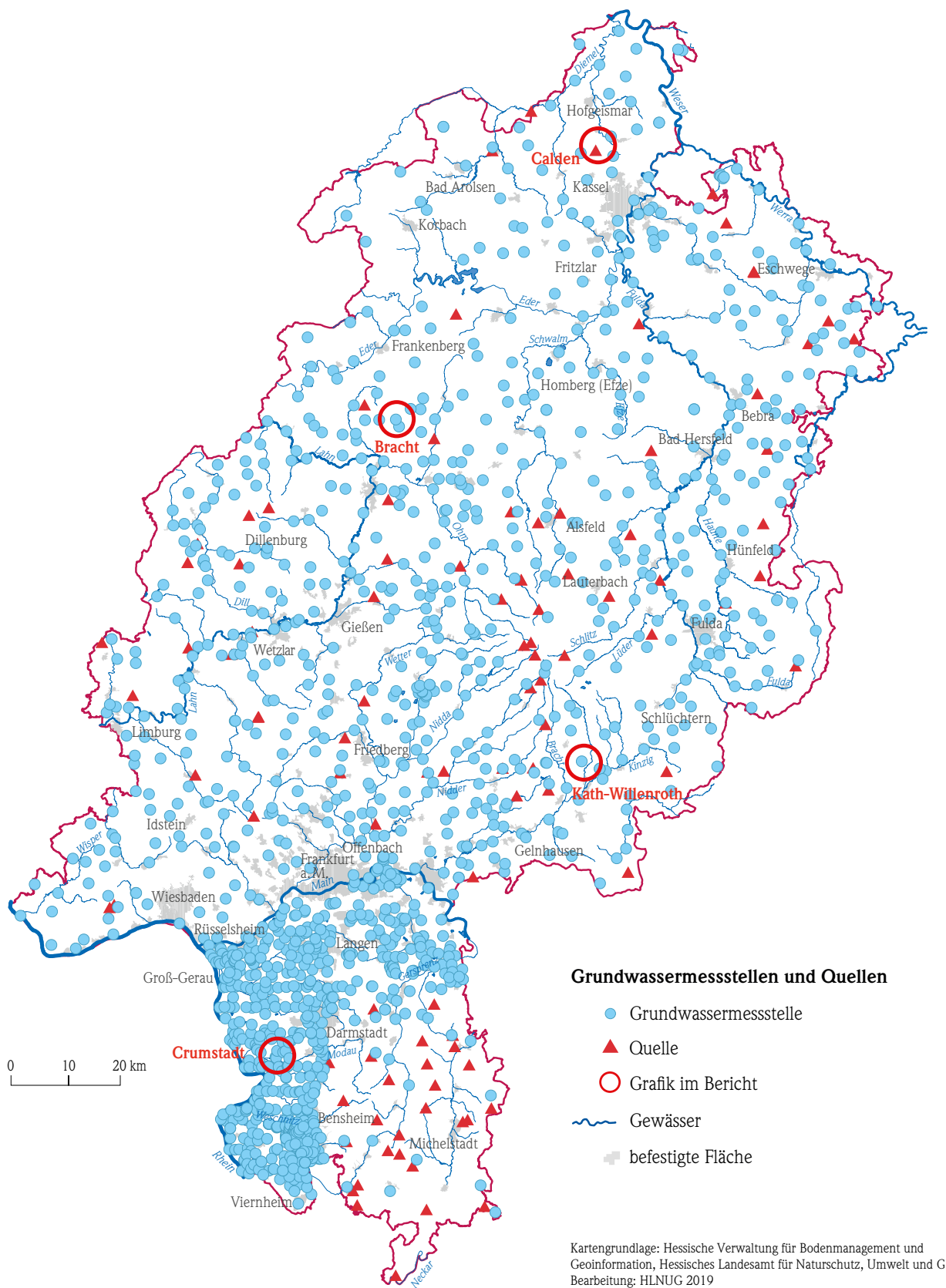


Abb. 73: Messstellen zur Überwachung der Grundwasserstände und Quellschüttungen

und die hydrogeologischen Eigenschaften des Untergrundes (Speicherfähigkeit und Durchlässigkeit) zurückzuführen. In Mittelgebirgsregionen mit gering speicherfähigen Kluftgrundwasserleitern sind die Grundwasserstände besonders schnell und tief gesunken. Dagegen bewegten sich die Grundwasserstände im mächtigen Porengrundwasserleiter des Hessischen Rieds selbst am Ende der Trockenperiode immer noch auf einem überwiegend mittleren bis leicht unterdurchschnittlichen Niveau. Dieser Grundwasserleiter verfügt über ein sehr großes Speichervolumen und reagiert daher sehr träge auf das Wettergeschehen. Zusätzlich werden die Grundwasserstände im Hessischen Ried durch die Infiltration von aufbereitetem Rheinwasser stabilisiert. Ein einzelnes Trockenjahr hat hier daher nur geringe Auswirkungen auf das Grundwasser. Erst wenn mehrere Trockenjahre aufeinanderfolgen, sinken die Grundwasserstände auch im Hessischen Ried längerfristig auf ein niedrigeres Niveau.

Als Folgewirkung der niedrigen Grundwasserstände und geringen Quellschüttungen kam es vereinzelt in Mittelgebirgsregionen, in denen die Trinkwasserversorgung mancherorts ausschließlich auf Quellen und flachen Brunnen beruht und gleichzeitig kein Anschluss an die überörtliche Wasserversorgung besteht, zu lokalen Versorgungsengpässen mit Trinkwasser. Die lokalen Versorgungsprobleme waren in erster Linie dem stark angestiegenen Spitzenwasserbedarf und der daraus resultierenden Überlastung der Wasserversorgungsinfrastruktur geschuldet.

Erst im Dezember 2018 hatte sich die Großwetterlage umgestellt und atlantische Tiefdruckgebiete haben in weiten Teilen Hessens sehr ergiebige Niederschläge gebracht, die die große Trockenheit beendet und zu einer Trendwende geführt haben. Die Grundwasserstandsanstiege fielen im Dezember 2018 trotz sehr ergiebiger und langanhaltender Niederschläge zunächst gering aus, da ein Großteil der Niederschläge zunächst den völlig entleerten Bodenwasserspeicher auffüllte, bevor überhaupt die Versickerung einsetzen konnte (vergl. Kapitel 4.1).

Die Schüttung der Quelle Calden nördlich von Kassel (Abb. 74) bewegte sich zu Beginn des Jahres 2018

auf dem deutlich überdurchschnittlichen Niveau des Jahres 1994. Infolge der langandauernden Trockenheit nahm die Quellschüttung von Februar bis Ende November kontinuierlich ab und lag ab Ende Oktober unterhalb der Niedrigwassersituation von 1996. Die Anfang Dezember einsetzenden Niederschläge bewirkten die Trendwende mit einer moderaten Zunahme der Schüttmengen.

Die Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Bracht im Burgwald (Abb. 75) zeigt langfristig einen ausgeglichenen jahreszeitlichen Verlauf, der von Trocken- und Nassperioden überprägt ist. An dieser Messstelle ist der Grundwasserstand aufgrund der hier zeitlich deutlich verzögerten Reaktion zunächst noch bis Ende April auf mittlere Höhen angestiegen, bevor er kontinuierlich von Anfang Mai bis Ende Dezember auf das Niveau der sehr niedrigen Grundwasserstände des Jahres 1977 gefallen ist.

Die Grundwasserstände der Messstelle Katholisch-Willenroth im Büdinger Wald (Abb. 76) lagen zu Beginn des Jahres 2018 auf einem überdurchschnittlichen Niveau. Auch an dieser Grundwassermessstelle ist der Grundwasserstand von Mai bis Ende des Jahres gefallen. Ende Dezember lag der Grundwasserstand nur noch knapp oberhalb des sehr niedrigen Niveaus des Jahres 1977.

Die langjährige Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Crumstadt im Hessischen Ried (Abb. 77) zeigt Anfang der 1970er Jahre ein starkes Absinken, welches auf hohe Grundwasserentnahmen und eine zeitgleiche Trockenperiode zurückzuführen ist. Durch Anreicherung des Grundwassers mit aufbereitetem Wasser aus dem Rhein und einer etwas erhöhten Grundwasserneubildung stieg die Grundwasseroberfläche in den 1990er Jahren wieder auf ein höheres Niveau.

Zum Jahresbeginn 2018 stand das Grundwasser leicht überdurchschnittlich hoch an und sank ab Mai nur geringfügig bis Ende November. Auch am Ende des Jahres bewegten sich Grundwasserstände hier immer noch auf einem leicht überdurchschnittlichen Niveau.

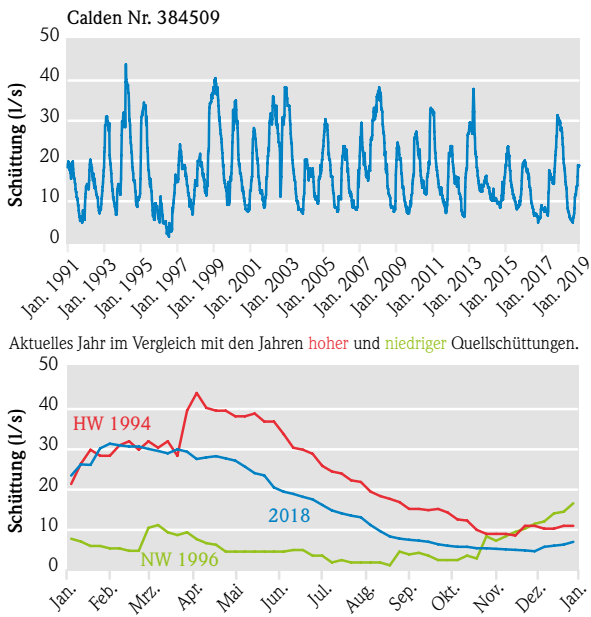


Abb. 74: Schüttungsganglinie der Quelle Calden

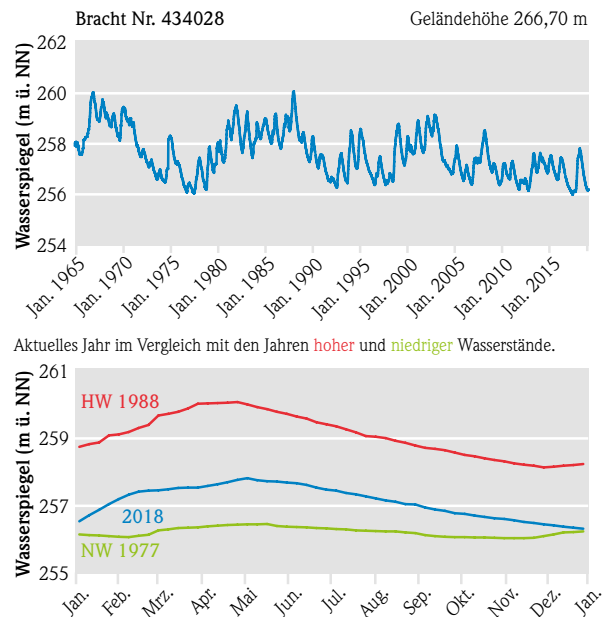


Abb. 75: Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Bracht

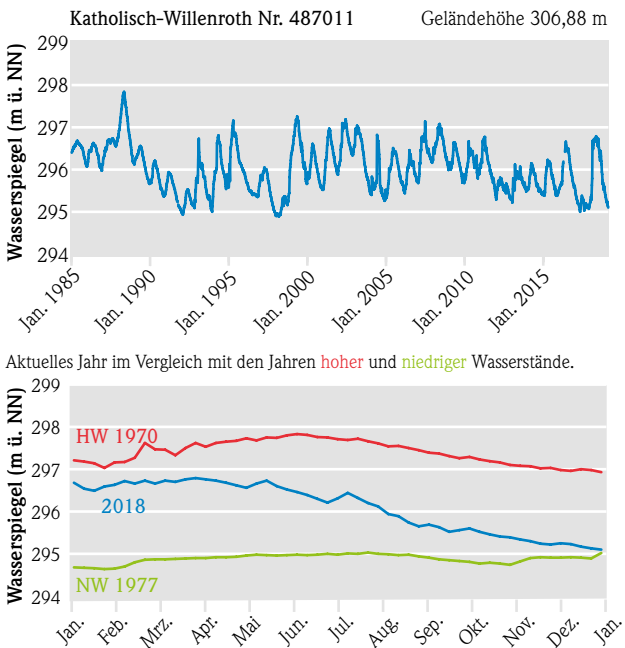


Abb. 76: Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Katholisch-Willenroth

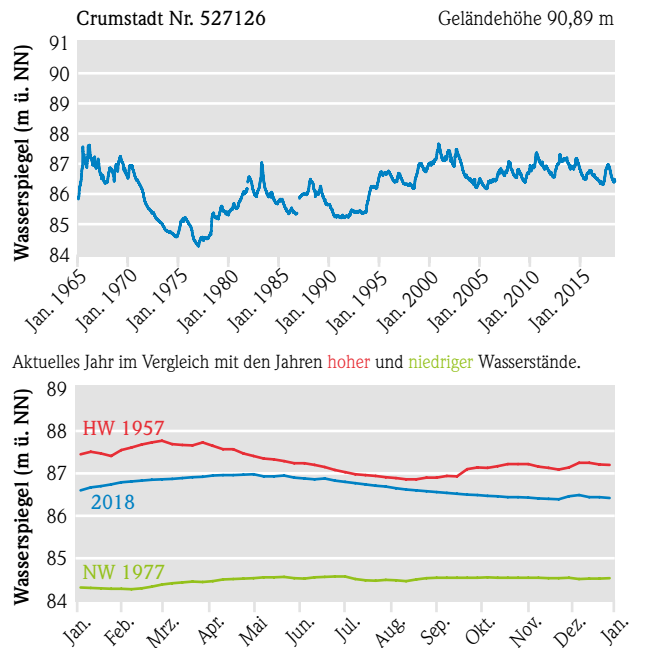


Abb. 77: Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Crumstadt

4.3 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe im Grundwasser

MICHAELA KÜPPERSHAUS & HARALD RÜCKERT

Allgemeines

In Hessen ist das Grundwasser die wichtigste Ressource für die Trinkwasserversorgung. Hierdurch kommt der Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit eine sehr hohe Bedeutung zu.

Diese basiert in Hessen auf Messnetzen mit unterschiedlichen Schwerpunkten. Die Wässer der ca. 350 Messstellen des staatlichen Landesgrundwasserdienstes (LGD) spiegeln überwiegend die natürliche Grundwasserbeschaffenheit der unterschiedlichen hydrogeologischen Räume von Hessen wider. Auf der Basis der Rohwasseruntersuchungsverordnung (RUV) sind die Wasserversorgungsunternehmen verpflichtet, in ihren Gewinnungsanlagen gewonnenes Rohwasser (ca. 3500 Messstellen) auf bestimmte Inhaltsstoffe zu untersuchen. Rohwasser ist Grundwasser, das zur Trinkwassergewinnung genutzt wird. Untersucht werden die Grundwässer z. B. auf Nitrat, Sulfat, Gesamthärte, Chlorid, Coliforme Keime, Escherichia Coli, Arzneimittel- und Pflanzenschutzmittelrückstände.

Beide Messnetze, sowohl das Grundwasser- als auch das Rohwassermessnetz, liefern einen umfangreichen Datenpool hinsichtlich der Grundwasserbeschaffenheit, der vom Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) zentral gesammelt und bewertet wird. Im Fachinformationssystem Grundwasser- und Trinkwasserschutz Hessen (Gru-Schu; <http://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang=de>) werden die Daten des Landesgrundwassermessnetzes bereitgestellt. Im Grundwasserbeschaffenheitsbericht 2017 (Grundwasser in Hessen, Heft 3) werden zahlreiche anorganische Parameter, wie beispielsweise Nitrat, organische Wasserinhaltsstoffe (Pflanzenschutzmittelwirkstoffe, Arzneimittelrückstände, andere Chemikalien) sowie mikrobiologische Parameter im hessischen Grundwasser eingehend dargestellt (<https://www.hlnug.de/themen/wasser/grundwasser/grundwasserbeschaffenheit.html>).

Pflanzenschutzmittel

Einführung

Nach § 2 des Pflanzenschutzgesetzes (PflSchG) sind Pflanzenschutzmittel Stoffe, die dazu bestimmt sind,

- a) Pflanzen oder lebende Teile von Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen zu schützen,
- b) Pflanzen oder lebende Teile von Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse vor Tieren, Pflanzen oder Mikroorganismen zu schützen, die nicht Schadorganismen sind,
- c) die Lebensvorgänge von Pflanzen zu beeinflussen, ohne ihrer Ernährung zu dienen (Wachstumsregler),
- d) das Keimen lebender Teile von Pflanzen und Pflanzenerzeugnissen zu hemmen, ausgenommen sind Wasser, Düngemittel im Sinne des Düngemittelgesetzes und Pflanzenstärkungsmittel; als Pflanzenschutzmittel gelten auch Stoffe, die dazu bestimmt sind, Pflanzen abzutöten oder das Wachstum von Pflanzen zu hemmen oder zu verhindern, ohne dass diese Stoffe unter Buchstabe a oder c fallen.

Für den Grundwasserschutz sind die Vermeidung von Schadstoffeinträgen, das Ergreifen von Maßnahmen zur Reduzierung bereits eingetretener Verunreinigungen und die Überwachung der Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser bedeutsam. Wegen der ökotoxikologischen Bedeutung kommt den Pflanzenschutzmittelwirkstoffen und deren Metaboliten (Abbauprodukte) im Grundwasserschutz eine besondere Bedeutung zu.

In Deutschland sind der Vertrieb und die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) seit vielen Jahren reglementiert. Seit 1968 besteht eine Zulassungspflicht. Danach haben sich die rechtlichen Vorschriften ständig weiterentwickelt.

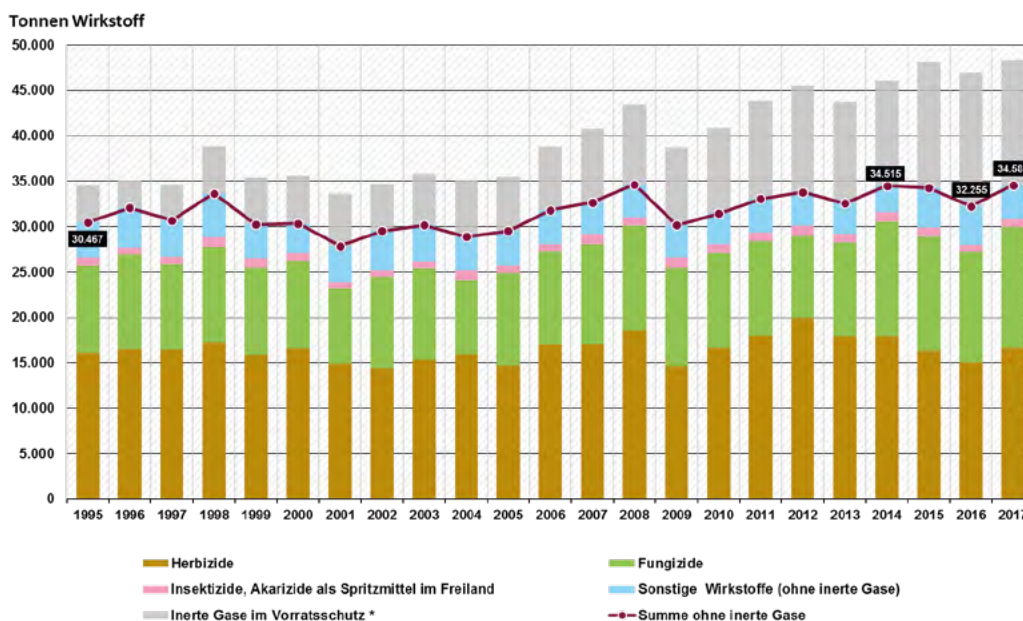


Abb. 78: Inlandsabsatz in Deutschland an Wirkstoffen in Tonnen, Entwicklung seit 1995 (BLV 2017, bearbeitet)

Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) in Braunschweig ist in Deutschland für die nationale Zulassung von Pflanzenschutzmitteln (Handelsprodukten) zuständig und stellt jährlich Daten über den Absatz von Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland zusammen. Die Ergebnisse stammen aus dem Jahr 2017.

Der Inlandsabsatz schwankt in den letzten 10 Jahren zwischen 30 000 und 35 000 t Wirkstoffe (ohne inerte Gase). Für das Jahr 2017 werden 34 583 t Wirkstoffe (ohne inerte Gase) ausgewiesen. Die Gruppe der Herbizide stellt mit mehr als 15 000 t den größten Anteil an den abgegebenen Pflanzenschutzmitteln dar. Die Fungizide sind mit rund 10 000 bis

12 000 t die zweitstärkste Gruppe. Der Inlandsabsatz an Insektiziden beträgt rund 1 000 t (Abb. 78).

Eintragungspfade von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen in das Grundwasser

Pflanzenschutzmittelwirkstoffe können auf verschiedenen Wegen ins Grundwasser gelangen. Grundsätzlich können Punktquellen und diffuse Eintragsquellen unterschieden werden. Ein direkter Eintrag der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe in das Grundwasser kann durch Versickerung z. B. von Acker-, Garten- und Grünflächen geschehen (Abb. 79).



Abb. 79: Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln © Dr. Frank Steinmann

Tab. 13: Häufigkeit der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe im Grundwasser 2017 (Auszug)

Pflanzenschutzmittelwirkstoff / Metabolit	Anzahl der Messstellen				
	insgesamt untersucht	nicht nachgewiesen	nachgewiesen		
			bis 0,1 µg/l	> 0,1 bis 1,0 µg/l	>1,0 µg/l
Desethylatrazin	2027	1919	97	10	1
Atrazin	2027	1996	30	1	
Bromacil	2018	1992	19	5	2
Bentazon	2012	1989	13	10	
Simazin	2019	1998	21		
Hexazinon	2018	1997	19	2	
Desisopropylatrazin	2004	1989	13	2	
Metazachlor	2017	2004	13		
Diuron	2015	2003	11	1	
Mecoprop	2012	2002	4	6	
AMPA	387	378	2	7	
Dikegulac	307	302	4	1	
Diethyltoluamid	13	11	2		
Propazin	2019	2017	2		
Isoproturon	2015	2013	1	1	
Dichlorprop	2011	2009	2		
Monuron	1950	1948	2		
Desethylterbuthylazin	762	760	1	1	
Chloridazon	883	882	1		
iso-Chloridazon	883	882	1		
Metamitron	194	193	1		

Als Punktquellen können genannt werden:

- Undichte Hofabläufe aus landwirtschaftlichen Betrieben
- PSM-Herstellung und Lagerung

Als diffuse Quellen können genannt werden:

- Run off (Oberflächenabfluss, Abschwemmung und Erosion)
- Drainagen
- Ackerflächen, Spraydrift
- Gärten oder öffentliche Grünflächen

Pflanzenschutzmittelbefunde für das Jahr 2017

Unter den rund 130 untersuchten Pflanzenschutzmittelwirkstoffen wurde am häufigsten Desethylatrazin mit 108 positiven Befunden gemessen. Dieser Stoff ist ein Hauptabbauprodukt des Herbizids Atrazin für das seit 1992 ein Anwendungsverbot in Deutschland existiert. Trotz dieses Verbots lässt sich Atrazin in 31 von 2027 untersuchten Messstellen nachweisen. Die hohe Anzahl der nachgewiesenen Befunde von Desethylatrazin verdeutlicht die Persistenz dieses Metaboliten im Grundwasserleiter.

An rund 0,2 % (4 von 2260) der untersuchten Messstellen wurde im Grundwasser der Summengrenzwert der PSM-Einzelwirkstoffe von $0,5 \mu\text{g/l}$ überschritten. Aufgrund der intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen Südhessens sind hier häufig erhöhte PSM-Konzentrationen in den Grundwässern zu finden. Dies liegt an den überwiegend sandig und kiesig aufgebauten Grundwasserleitern, die eine gute bis sehr gute hydraulische Durchlässigkeit aufweisen und somit zur Ausbreitung von eingetragenen Stoffen beitragen.

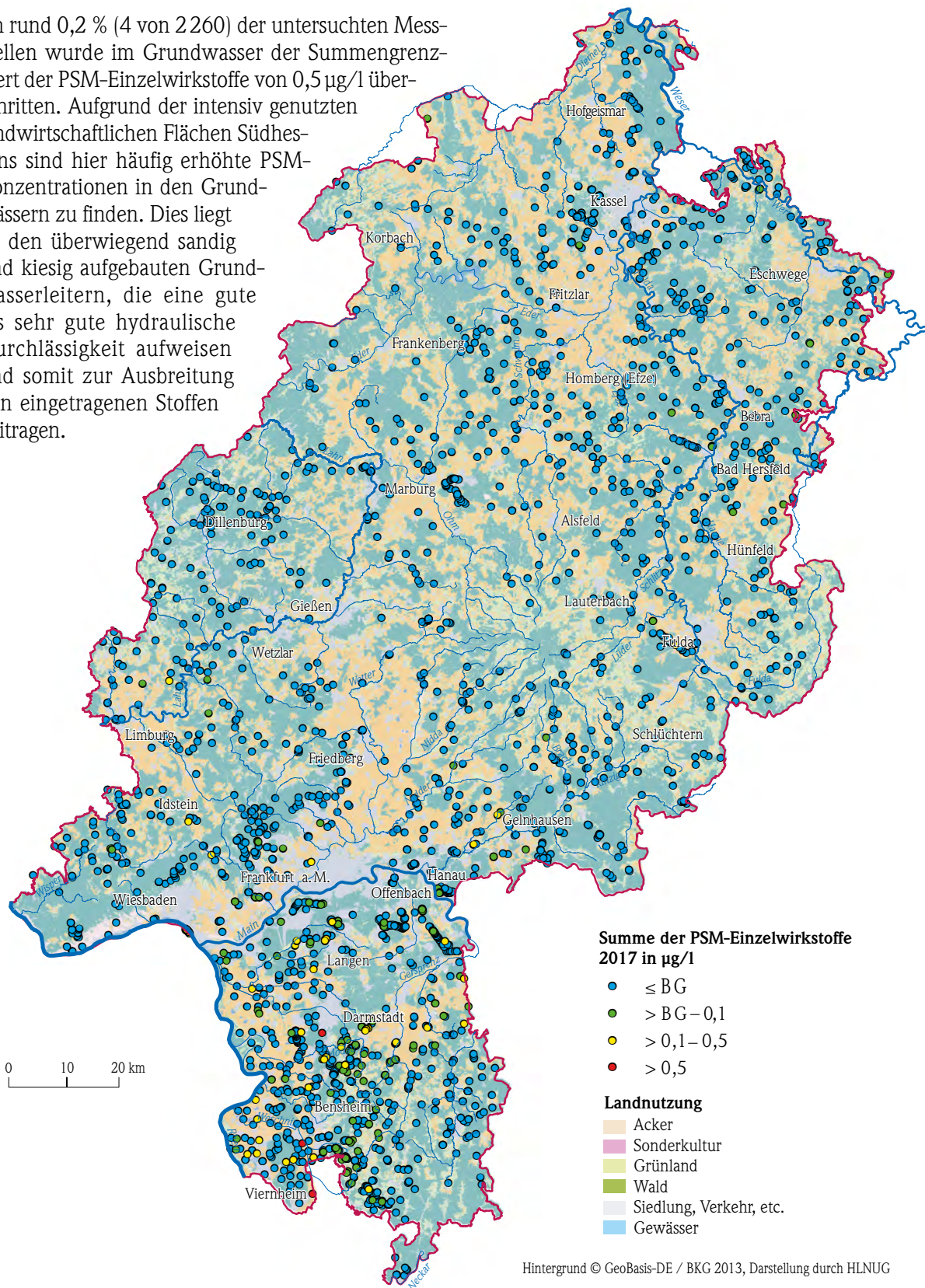


Abb. 80: Räumliche Verteilung der Summenkonzentration der PSM-Einzelwirkstoffe (RUV-Liste) in hessischen Grundwässern im Jahr 2017 (BG = Bestimmungsgrenze)

5 Zusammenfassung

Auch wenn 2018 zunächst ziemlich nass begann und im Februar und Anfang März extreme Kälte vorherrschte, war das Jahr – trotz zahlreicher Starkregenereignisse – insgesamt ziemlich trocken und sehr warm. Mit einem Jahresmittelwert von 10,5 Grad war 2018 das wärmste Jahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen 1881. Zehn von zwölf Monaten waren zu trocken, insgesamt ergab sich mit einer Jahresniederschlagssumme von 577 mm ein Defizit von 231 mm gegenüber dem langjährigen Mittelwert von 808 mm.

War der Anfang des Jahres noch von Hochwasser geprägt, änderte sich dies im Laufe der folgenden Monate zusehends. Im April kam es noch zu einem durchschnittlichen Abfluss in Hessen, dies lässt sich v. a. auf zahlreiche Starkregenereignisse zurückführen. Ab April sanken die Wasserstände und Durchflüsse. In den hessischen Gewässern herrschte über mehrere Monate Niedrigwasser, einige Gewässer fielen zeitweise trocken. Gebietsweise musste die Wasserentnahme für die Bewässerung eingeschränkt werden. Die monatlichen Durchflüsse lagen ab Februar unter den langjährigen Monatsmitteln. Ende des Jahres erreichte dann die negative Abweichung ihren Höhepunkt, im November floss nur noch $\frac{1}{4}$ des langjährigen Wertes ab.

In der zweiten Hälfte des Jahres kann man an den Beckeninhalten der Talsperren sehen, dass hier versucht wurde, durch gesteuerte Wasserabgabe das Niedrigwasser in den Fließgewässern aufzuheben. Im Vergleich zu den langjährigen Werten lagen die Füllstände des Jahres 2018 deutlich darunter. In den Wintermonaten konnten die Stauziele besser erreicht werden und auch der Beckeninhalt lag über dem langjährigen Mittel.

Die Sauerstoffgehalte in den Fließgewässern lagen aufgrund der lang anhaltenden geringen Wasserstände und der hohen Temperaturen im Main über mehrere Wochen ganztägig unterhalb des Orientierungswertes von 7 mg/l. Ebenso zeigte sich aufgrund der ausbleibenden Verdünnung durch Niederschläge im Jahresverlauf eine Tendenz zu ansteigenden Leitfähigkeiten. Trotz dieser ungünstigen Bedingungen bleibt der Erfolg der durchgeführten Maßnahmen zur P-Reduzierung in den hessischen Fließgewässern weiterhin deutlich erkennbar.

Zur Ermittlung des ökologischen Zustands der Fließgewässer wurden im Jahr 2018 Untersuchungen zum Fischbestand, zum Makrozoobenthos, zu Makrophyten und zu Diatomeen seitens des HLNUG beauftragt. Bei knapp 77% der hinsichtlich des Fischbestandes untersuchten Gewässerabschnitte wird der sehr gute/gute ökologische Zustand noch nicht erreicht. Das Makrozoobenthos zeigt an knapp 50% der Untersuchungsgebiete Handlungsbedarf an. Bei den Makrophyten verfehlen sämtliche der untersuchten Gewässerabschnitte den sehr guten bzw. guten ökologischen Zustand. Die Diatomeen zeigen bei knapp 91% der Untersuchungsgebiete noch Handlungsbedarf.

Die Nachkartierung der Strecken mit Änderungen in der Gewässerstruktur wurde in allen drei hessischen Regierungsbezirken fortgeführt. Daten zur Gewässerstruktur sind im Wasserrahmenrichtlinien-Viewer zu finden.

Die Untersuchung der hessischen Seen wurde planmäßig fortgeführt. Durch die extreme Wärme und Trockenheit im Sommer 2018 fallen die Trophieergebnisse insbesondere für die flacheren Seen tendenziell etwas ungünstiger aus als in den Vorjahren.

Das Flächenmittel der Grundwasserneubildung betrug für das Jahr 2018 für Hessen 49 mm und lag damit rd. 51% unter dem langjährigen Mittelwert der Referenzperiode 1971–2000. Die sehr niedrige Grundwasserneubildung im Jahr 2018 ist auf die von Februar bis November andauernde Trockenheit und die daraus resultierende niedrige Sickerwasserrate zurück zu führen. Das Jahr 2018 hat den seit 2003 andauernden Trend zu niedrigeren Grundwasserneubildungsraten fortgesetzt.

Infolge der von Februar bis November andauernden extremen Trockenheit waren die Grundwasserstände bis Ende des Jahres auf ein überwiegend unterdurchschnittliches Niveau gesunken. Bereichsweise wurden sehr niedrige Grundwasserstände beobachtet. Das überdurchschnittliche Ausgangsniveau zu Jahresbeginn hatte verhindert, dass verbreitet Rekordniedrigstände erreicht wurden. Bei Quellen, insbesondere mit kleinen Einzugsgebieten, sind die Schüttmengen von Februar bis Ende November deutlich zurückgegangen und bewegten sich im November

auf sehr niedrigem Niveau. In Mittelgebirgsregionen mit gering speicherfähigen Kluftgrundwasserleitern sind die Grundwasserstände besonders schnell und tief gesunken. Dagegen bewegten sich die Grundwasserstände im mächtigen Porengrundwasserleiter des Hessischen Rieds, die regional durch aufbereitetes Rheinwasser gestützt werden, selbst am Ende der Trockenperiode immer noch auf einem überwiegend mittleren bis leicht unterdurchschnittlichen Niveau.

Qualitative Beeinträchtigungen des Grundwassers durch Pflanzenschutzmittelrückstände kommen aufgrund der intensiven landwirtschaftlichen Bewirtschaftung vorwiegend in Südhessen vor. Die Anzahl der Messstellen, an denen der Summengrenzwert von $0,5 \mu\text{g}/\text{l}$ einzelner Pflanzenschutzmittelwirkstoffe überschritten wurde, ist im Vergleich zum Vorjahr leicht rückläufig. Auf andere Parameter, wie z. B. Nitrat und Arzneimittelrückstände, wird im Grundwasserbeschaffenheitsbericht 2017 (Grundwasser in Hessen, Heft 3) eingegangen.



Hessisches Landesamt für
Naturschutz, Umwelt und Geologie
Für eine lebenswerte Zukunft

www.hlnug.de