

Hydrologie in Hessen, Heft 16

Gewässerkundlicher Jahresbericht 2017

Wiesbaden, 2018

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Impressum

Hydrologie in Hessen, Heft 16

ISSN 1438-7859
ISBN 978-3-89026-716-6

Gewässerkundlicher Jahresbericht 2017

Redaktion: Cornelia Löns-Hanna

Layout: Nadine Senkpiel

Titelbild: Flächenhafte Verteilung des Niederschlags 2017, Edertalsperre August 2017

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

Erratum: Im Kapitel 3.4 „Untersuchungen zur Fauna und Flora der Fließgewässer“ im Absatz „Makrozoobenthos“ auf Seite 44 fehlt ein Textabschnitt. Der fehlende Textabschnitt befindet sich nun am Ende des Berichts auf Seite 67. (Stand: Februar 2019)

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

Inhalt

1	Vorwort	4
2	Witterung	6
	CORNELIA LÖNS-HANNA	
2.1	Allgemein.	6
2.2	Temperatur	6
2.3	Sonnenschein.	8
2.4	Niederschlag	9
3	Oberflächengewässer	19
3.1	Wasserstand und Durchfluss	19
	MONIKA SPICKER	
3.2	Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken	25
	MONIKA SPICKER	
3.3	Physikalisch-chemische Beschaffenheit oberirdischer Gewässer	28
	DR. CHRISTINA KLEIN	
3.4	Untersuchungen zur Fauna und Flora der Fließgewässer	40
	ELISABETH SCHLAG	
3.5	Gewässerstruktur	45
	HEIKO TRIER, JOACHIM WEDEL	
3.6	Seen – Trophische Untersuchungen	47
	MICHAEL HÄCKL	
3.7	Meteorologische und Hydrologische Dürre 2016–2017	51
	MATTHIAS KREMER, CORNELIA LÖNS-HANNA, PETRA MENK	
4	Grundwasser	55
4.1	Grundwasserneubildung	55
	MARIO HERGESELL	
4.2	Grundwasserstände und Quellschüttungen	58
	MARIO HERGESELL	
4.3	Grundwasserbeschaffenheit	62
	HARALD RÜCKERT	
5	Zusammenfassung	66

1 Vorwort



Die gewässerkundliche Situation des Jahres 2017 wird in diesem Bericht anhand der Ergebnisse der gewässerkundlichen Messungen 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 denen vom HLNUG oder von den Regierungspräsidien Messungen und Untersuchungen durchgeführt werden. Aus diesen Messnetzen, aus Sondermessprogrammen, Messungen für die 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.

Im vorliegenden Bericht wird zusammenfassend auf der Grundlage der Ergebnisse der Messungen die hydrologische Situation in Hessen für das Jahr 2017 beschrieben. Diese war durch extreme Gegensätze gekennzeichnet. Die erste Jahreshälfte war außergewöhnlich trocken. Hier setzte sich die Hochdruckphase des vorangegangenen Jahres fort. Infolge der

unterdurchschnittlichen Regenmengen fielen die Grundwasserstände und die Wasserstände in den Gewässern sanken. Die Böden trockneten aus und Quellschüttungen gingen zurück. Die Edertalsperre (Edersee) war so wenig gefüllt, dass im August weite Bereiche trocken gefallen waren und beispielsweise die Brücke von Asel frei lag. Bis Mitte September lagen die Füllmengen weit unter den jeweiligen monatlichen Werten. Ende Juni 2017 kam es zu lokalen Engpässen in der Trinkwasserversorgung. Betroffen waren u. a. Kommunen im Odenwald, wo die Wasserversorgung hauptsächlich über Quellschüttungen sichergestellt wird. Dort wo die Quellschüttungen nicht mehr zur Deckung des Bedarfs ausreichten, kamen Tankwagen zum Einsatz, um die Differenzmengen in die Hochbehälter einzuspeisen.

Ab Juli änderten sich die Wetterverhältnisse. Hessen wurde immer wieder von Tiefausläufern überquert, die zunächst Starkregen und zunehmend teils längere Dauerregen brachten. Diese Niederschläge lagen zum Teil weit über den Durchschnittswerten. Die Wasserstände im Grund- und Oberflächenwasser stiegen wieder an. In den Fließgewässern kam es immer wieder zu kleineren Hochwasserereignissen.

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

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



Abb. 1: Gewässerkundliche Messstellen

2 Witterung

CORNELIA LÖNS-HANNA

2.1 Allgemein

Jahresrückblick

Das Jahr 2017 in Hessen war im Mittel mit 9,6 °C zu warm. Laut Angaben des Deutschen Wetterdienstes (DWD) lag der Wert 2017 deutlich über dem vieljährigen Mittelwert. Die Sonnenstunden lagen annähernd im normalen Bereich. Insgesamt war es etwas zu nass.

Das Wettergeschehen 2017 war unbeständig und von extremen Ausprägungen gekennzeichnet. Im Gegensatz zu sonst überdurchschnittlichen Temperaturen war es zu Beginn im Januar extrem kalt mit strengen Nachtfrösten.

Die erste Jahreshälfte war, wie die zweite Hälfte des vorangegangenen Jahres, sehr trocken mit weit

unterdurchschnittlichen Niederschlägen. Es entwickelte sich eine Dürresituation mit sinkenden Grundwasserständen und niedrigen Wasserständen in fließenden und stehenden Gewässern (siehe Kapitel 3.7 Meteorologische und hydrologische Dürre).

Die zweite Hälfte hingegen war relativ nass. Besonders in den Sommermonaten Juli und August fielen Regenmengen, die weit über dem Durchschnitt lagen. Dies führte hessenweit zum Ansteigen der Wasserstände. Insgesamt wurden in diesem Zeitraum an 40 Pegeln Hochwassermeldestufen überschritten; davon an fünf die Meldestufe II und an zwei Pegeln die Meldestufe III. Auch Ende des Jahres ab November regnete es viel, so dass es im Dezember an 46 Pegeln zu Hochwassermeldestufenüberschreitungen kam (siehe Kapitel 3.1 Wasserstand und Durchfluss).

Literatur

[1] DWD Pressemitteilung: Deutschlandwetter im Jahr 2017, 29.12.2017, Deutscher Wetterdienst abgerufen 17.1.2018.

[2] DWD Witterungsreport Express – Jahreskurzübersicht 2017, 22.3.2018.

2.2 Temperatur

Lufttemperaturmessnetz, Zielsetzung und Aufgabe

Lufttemperaturwerte werden im Rahmen der Gewässerkunde 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 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 werden für den internen Gebrauch Werte von Messstationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zur Verfügung.

Ergebnisse 2017

In Abbildung 2 sind die Jahresmittelwerte von Hessen seit 1881 dargestellt. Die mittlere Jahrestemperatur betrug im Jahr 2017 in Hessen 9,6 °C. Damit wurde die langjährige mittlere Temperatur des Vergleichszeitraums 1981 bis 2010 von 8,8 °C um 0,8 Grad

überschritten. Das Jahr war zu warm, neue Temperaturrekorde wie in den Jahren 2014 mit 10,4 °C und 2015 mit 9,9 °C wurden nicht erreicht. Insgesamt wurden in neun von zwölf Monaten die langjährigen Mittelwerte überschritten.

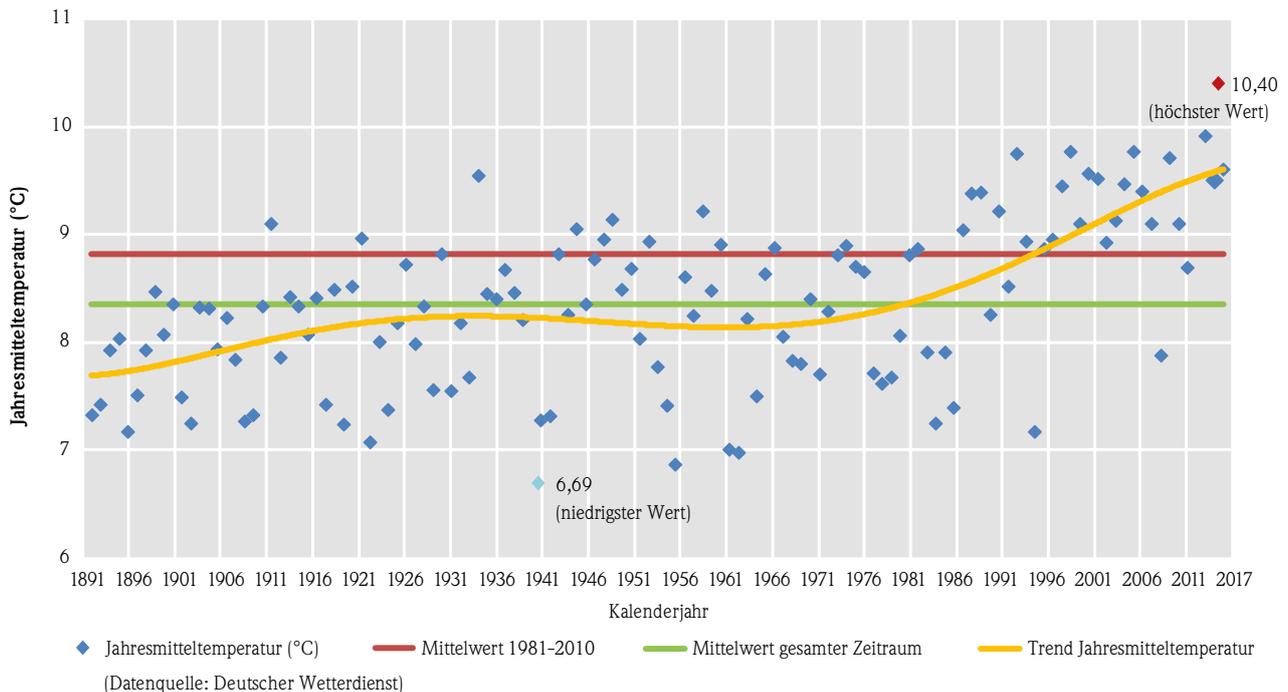


Abb. 2: Jahresmitteltemperaturen in Hessen (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst)

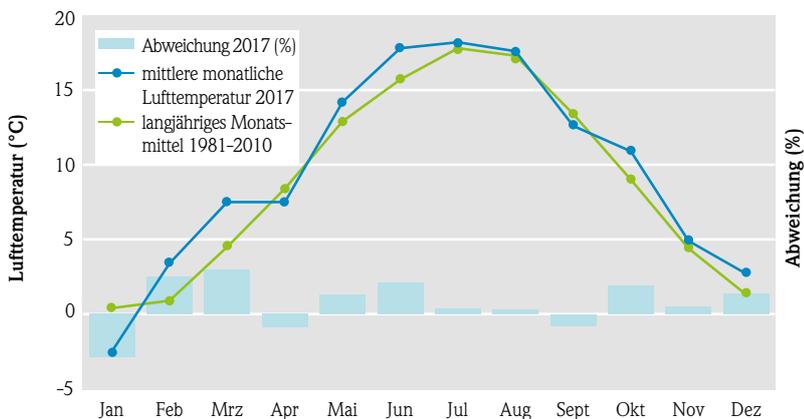


Abb. 3: Monatliche Lufttemperatur in Hessen und Abweichung der monatlichen Lufttemperatur 2017 vom langjährigen monatlichen Mittel 1981-2010 (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst)

Zunächst startete das Jahr jedoch mit einem viel zu kalten Januar. Die mittlere Temperatur lag mit -2,5 °C um 2,9 Grad unter dem Durchschnittswert des Vergleichszeitraums 1981-2010. Die darauffolgenden Monate Februar und März hingegen waren viel zu warm. Im Februar wurde der Referenzwert von 0,9 °C mit 3,4 °C sogar um 2,5 Grad überschritten, im März lag die die Mitteltemperatur mit 7,5 °C drei Grad über dem Referenzwert. Laut DWD war dieser März deutschlandweit der wärmste seit Beginn der Aufzeichnungen 1881. Im April hingegen war es mit 7,5 °C um 0,9 Grad

zu kalt. In den folgenden Monaten Mai bis August wurden die langjährigen Mittel um Werte zwischen 0,3 und 2,1 Grad überschritten. Vergleichsweise zu kalt fiel der September aus. Mit 12,6 °C war es 0,8 Grad kälter als im Mittel. Das Jahr endete mit drei

überdurchschnittlich warmen Monaten. Auf einen viel zu warmen Oktober mit 10,9 °C folgte ein etwas zu warmer November mit 4,9 °C und ein zu warmer Dezember mit 2,7 °C (Abbildung 3).

Literatur

[1] DWD Pressemitteilung: Deutschlandwetter im Jahr 2017, 29.12.2017, Deutscher Wetterdienst abgerufen 17.1.2018.

[2] DWD Witterungsreport Express – Jahreskurzübersicht 2017, 22.3.2018.

[3] Witterungsreporte Express, Januar bis Dezember 2017, Deutscher Wetterdienst.

2.3 Sonnenschein

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.

Ergebnisse 2017

Insgesamt schien die Sonne in Hessen 1 515 Stunden und erreichte damit annähernd durchschnittliche Werte (1 521 Stunden, Zeitraum: 1981–2010). Insgesamt gesehen war die erste Jahreshälfte sonnig, während die zweite zu trüb ausfiel.

Zunächst begann 2017 mit einem sonnigen Januar, in dem mit 80 Stunden die Sonne 87 % mehr als im Durchschnitt schien. Es folgten ein etwas trüber Februar mit 68 Sonnenstunden (93 %). Der März mit 148 Sonnenstunden (134 %)

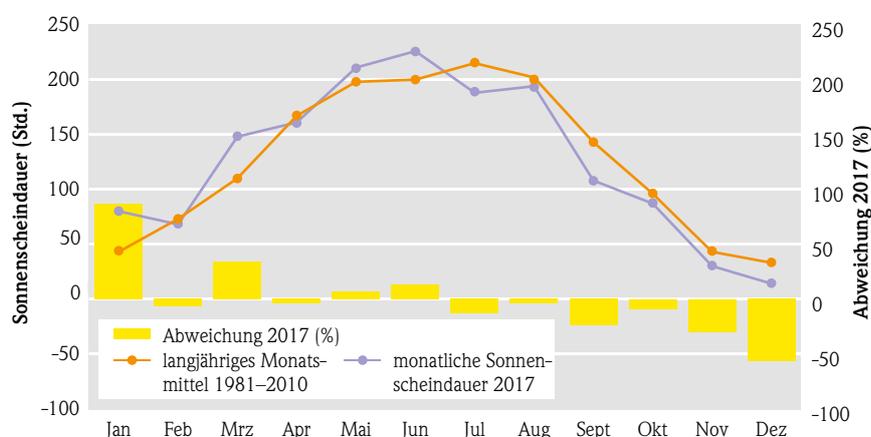


Abb. 4: Monatliche Sonnenscheindauer in Hessen 2017 und Abweichung der monatlichen Sonnenscheindauer 2017 vom langjährigen monatlichen Mittel 1981–2010 (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst)

war wieder sehr sonnig. Im April wiederum war es mit 161 Sonnenstunden etwas zu trüb. Im Mai und im Juni war es sonnig, im Mai schien die Sonne 211 Stunden (107 %), im Juni 226 (113 %) Stunden (Abbildung 4). In den folgenden sechs Monaten war die Sonne weniger als im Mittel zu sehen. Besonders trüb

war der September mit 108 Stunden (76 %) und der November mit 30 Stunden (70 %). Am dunkelsten war es im Dezember, hier ließ sich die Sonne nur 14 Stunden sehen, dies entspricht 43 % des mittleren Wertes. Seit Beginn der Aufzeichnungen des DWD 1950 war dies der dritttrübste Dezember.

Literatur

[1] DWD Pressemitteilung: Deutschlandwetter im Jahr 2017, 29.12.2017, Deutscher Wetterdienst abgerufen 17.1.2018.

[2] DWD Witterungsreport Express – Jahreskurzübersicht 2017, 22.3.2018.

[3] Witterungsreporte Express, Januar bis Dezember 2017, 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 Eintragspfade,
- 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 5 und 6). An den meisten Messstellen stehen 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 durch-



Abb. 5: Niederschlagsmessstelle Freiensteinau (links: Pluviometer mit kontinuierlicher Messung in Minutenschritten und Datenfernübertragung, rechts Hellmann-Messgerät, Tagesmessung durch einen Beobachter)

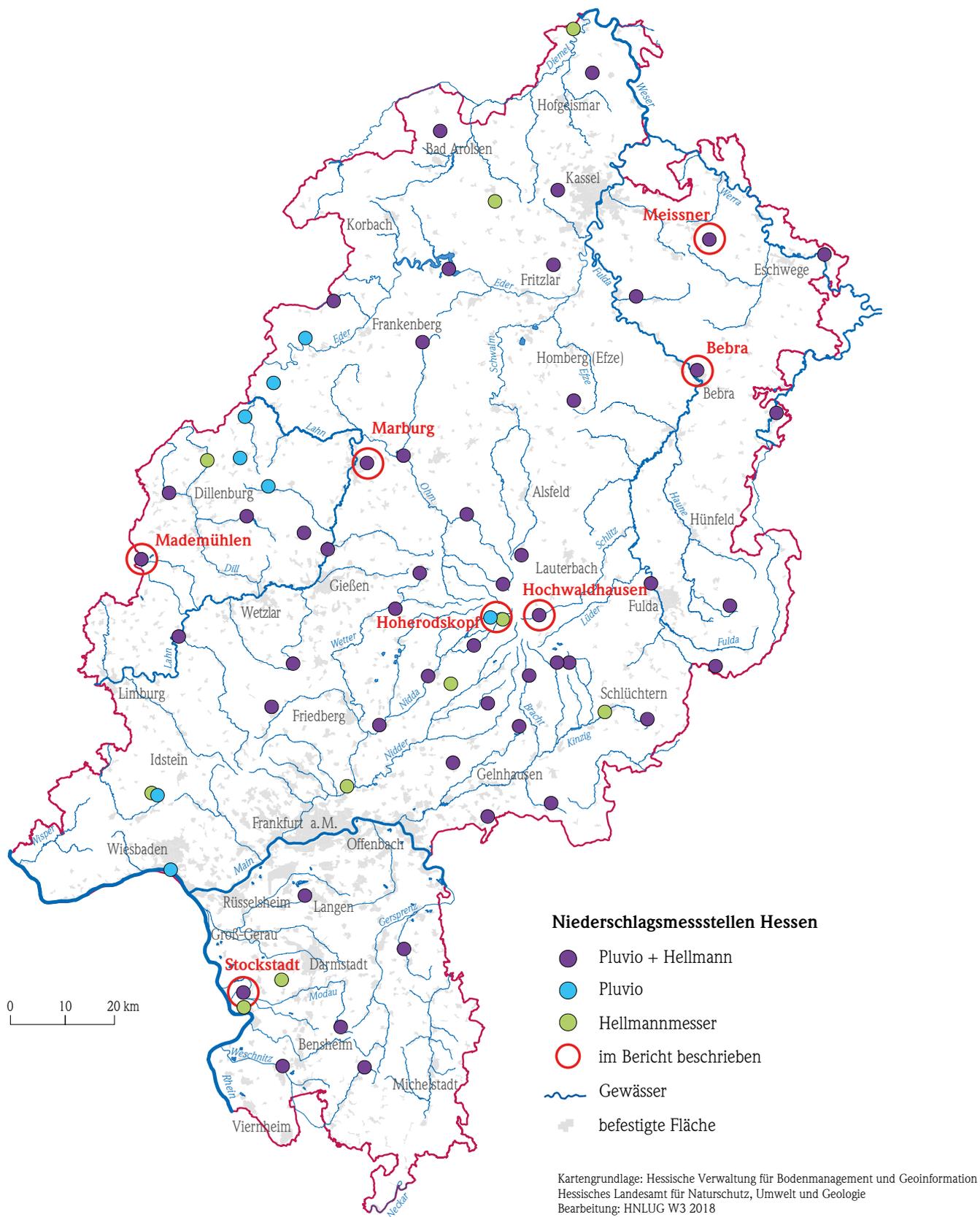


Abb. 6: Niederschlagsmessnetz landeseigener Niederschlagsmessstellen

geführt 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 (Nachbarländer, 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.

Ergebnisse 2017

Die Jahresniederschlagsmenge in Hessen betrug 837 mm (l/m^2). Diese entspricht ca. 105 % der durchschnittlichen Jahresniederschlagsmenge der Vergleichsperiode 1981–2010 von 807 mm. 2017 war damit ein etwas zu nasses Jahr. Nach 2007 war es nach neun trockenen Jahren das erste mit wieder überdurchschnittlichen Regenmengen (Abbildung 7).

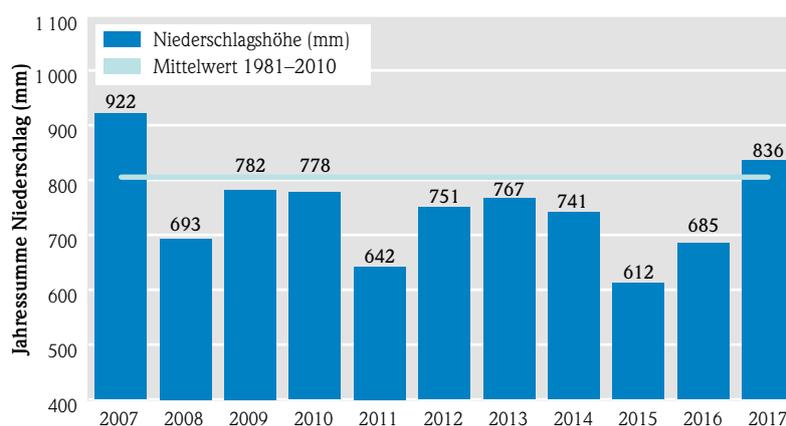


Abb. 7: Jahressumme des Niederschlags 2007 bis 2017 (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst)



Abb. 8: Monatlicher Niederschlag in Hessen und Abweichung des monatlichen Niederschlags 2017 vom langjährigen Monatsmittel 1981–2010 in Hessen (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst).

2017 verlief das Niederschlagsgeschehen entgegen dem normalen Trend. Die erste Jahreshälfte, in der gewöhnlich hohe Niederschlagsmengen fallen, war erheblich zu trocken, wohingegen in der zweiten Jahreshälfte teilweise hohe Regenmengen fielen.

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

Januar bis Juni:

In der ersten Jahreshälfte setzte sich die Trockenperiode des vergangenen Jahres fort. Im Januar fielen mit 35 mm nur knapp die Hälfte des mittleren

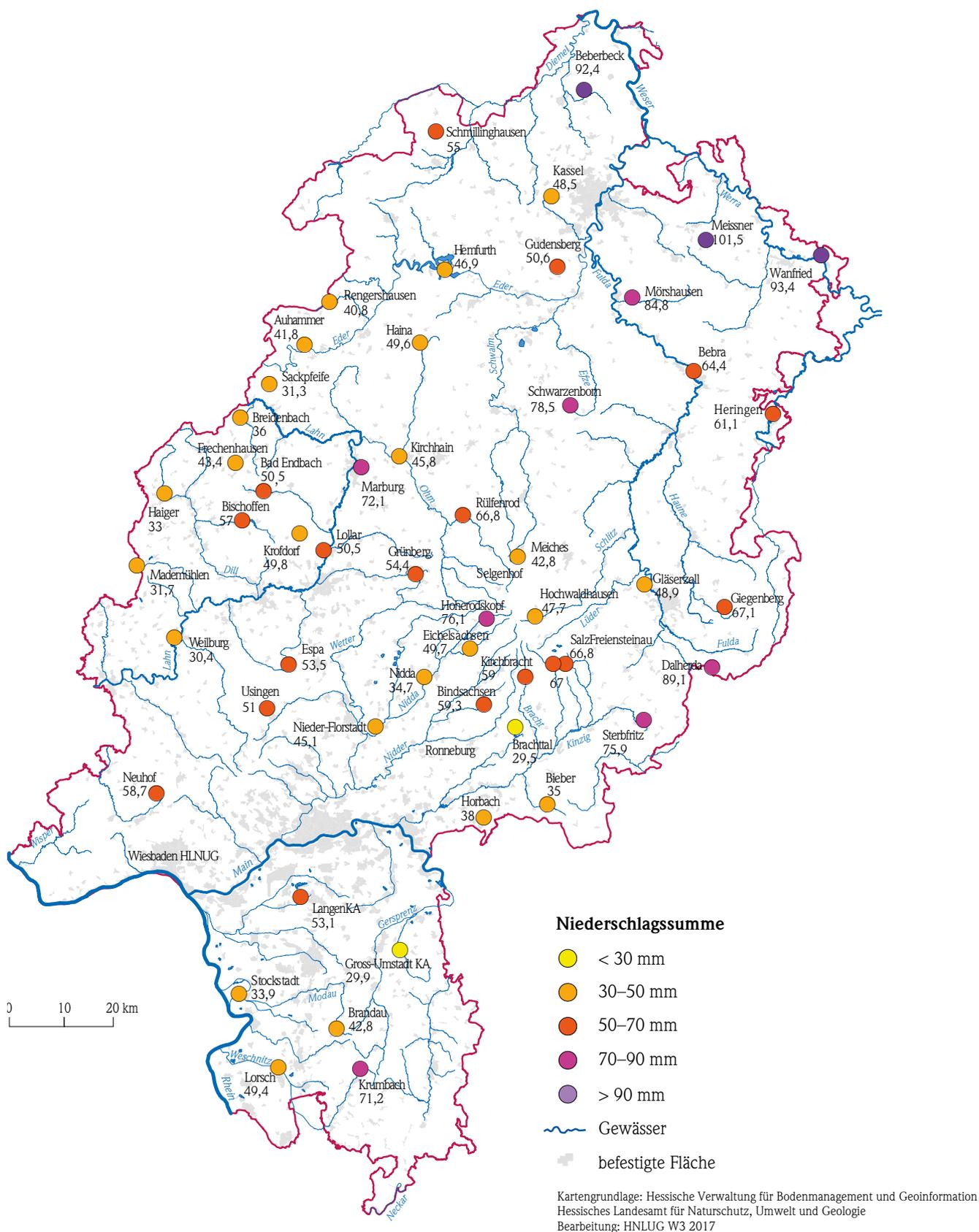


Abb. 9: Niederschlagssummen 24. bis 26. Juli 2017

Monatswertes der Reihe 1981 bis 2010 von 69 mm. Somit war es viel zu trocken. Auch der Februar mit 41 mm (72 %) und der März mit 51 mm (78 %) waren zu trocken. Erheblich zu trocken war es im April, in dem mit 20 mm nur 49 % der im Mittel zu erwartenden Regenmenge fiel. Im Mai regnete es mit 73 mm dann hessenweit annähernd normal. Im darauffolgenden Juni war es mit 64 mm Niederschlag (92 %) etwas zu trocken.

Insgesamt fielen im ersten Halbjahr 284 mm im Mittel in Hessen, dies entspricht 74 % der im Mittel zu erwartenden Regenmenge (1981–2010) von 385 mm.

Juli bis Dezember:

In der letzten Juliwoche brachten Ausläufer von Tiefdruckgebieten verstärkt schauerartige Niederschläge mit Gewittern und Starkregen. Besonders betroffen waren Ost- und Nordhessen, das Vogelsberggebiet und der südliche Odenwald. Die Regenphase begann zunächst mit einzelnen Starkregen, die dann in eine Dauerregenphase über ganz Hessen übergingen.

Besonders viel Regen fiel vom 24. bis zum 26. Juli (Abbildungen 9, 10 und 11). So fielen beispielsweise an der Messstelle Hessisch-Lichtenau am Meißner in Nordhessen etwas mehr als 100 mm in drei Tagen. Laut KOSTRA DWD [1] kann dies als ein 50- bis 100-jährliches Ereignis eingeordnet werden, d. h. mit einem derartigen Ereignis ist im Mittel alle 50 bis 100 Jahre an diesem Ort zu rechnen. Das Regenereignis am Hoherodskopf im Vogelsberggebiet mit 76 mm in drei Tagen entspricht einem 10- bis 20-jährlichen Ereignis.

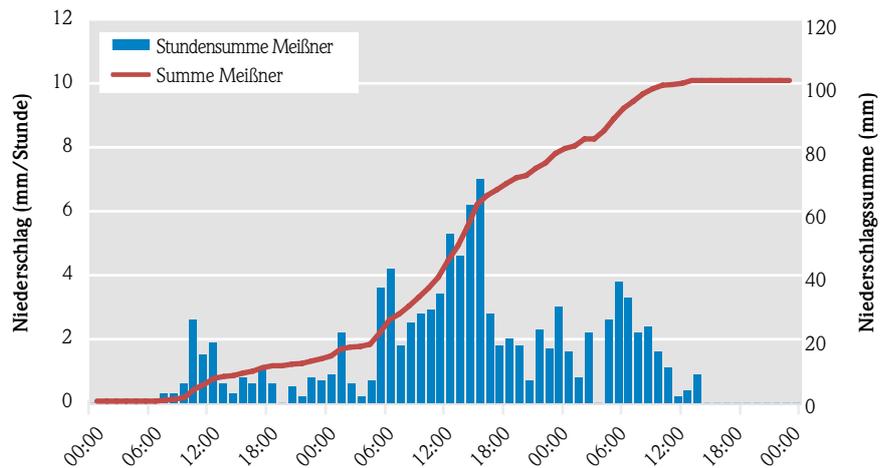


Abb. 10: Niederschlag vom 24. bis zum 26. Juli 2017, Messstelle Hessisch Lichtenau am Meißner/Nordhessen

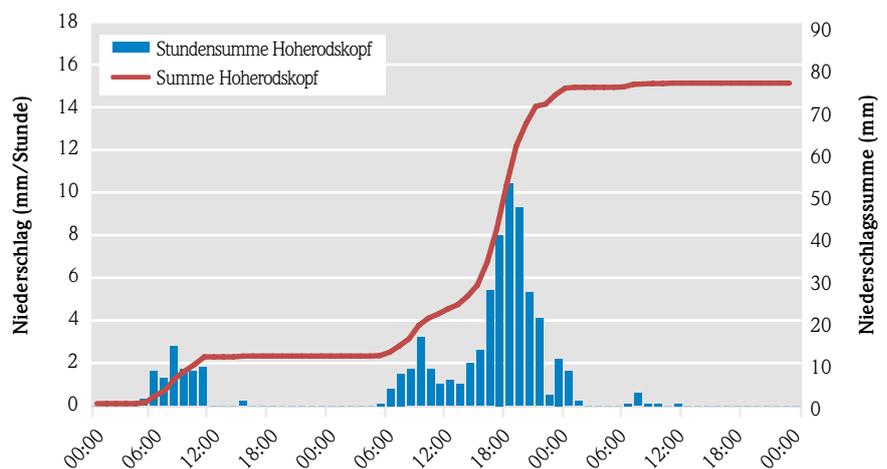


Abb. 11: Niederschlag vom 24. bis zum 26. Juli 2017, Messstelle Hoherodskopf/Vogelsberg

Diese heftigen Regenfälle überfluteten Keller, Straßen und Wege. Die Böden waren zum Teil so aufgeweicht, dass Bäume umfielen und Hänge zum Rutschen kamen. [2 und 3]. Die Wasserstände in den Gewässern, insbesondere in den kleineren, stiegen an. In diesem Zeitraum kam es an 20 Pegeln zu kurzzeitigen Hochwassermeldestufenüberschreitungen. Insgesamt regnete es im Juli im Mittel 159 mm und damit mehr als doppelt so viel wie im langjährigen Mittel (77 mm).

Auch im August regnete es mit 97 mm (148 %) überdurchschnittlich viel. Der September mit 63 mm (94 %) und der Oktober mit 53 mm (79 %) hingegen waren trockene Monate. Im November brachten

ergiebige Niederschläge 86 mm (125 %). Im Dezember setzte sich die feuchte Witterung fort. Mit 94 mm Niederschlag (123 %) war er ebenso wie der vorige Monat zu nass.

Im zweiten Halbjahr regnet es im Mittel 552 mm. Damit wurde der langjährige Wert (1981–2010) von 422 mm um 31 % überschritten.

Starkregenereignisse 2017

Insgesamt wurden an den hessischen Niederschlagsmessstellen (53 Messstellen) 48-mal Regenfälle mit mehr als 15 mm/Stunde (Starkregen nach Definition

des DWD) registriert. Davon fielen fünfmal mehr als 25 mm/Stunde (heftige Starkregen) (Abbildung 12).

Flächenhafte Verteilung der Niederschläge

Der folgenden Karte (Abbildung 13) ist die flächenhafte Verteilung der Niederschläge zusammengefasst für 2017 zu entnehmen. Hohe Niederschlagsmengen (mehr als 1 000 mm/Jahr) fielen in den höher gelegenen Gebieten, vor allem im am Hohen Meißner und im nördlichen Rothaargebirge (> 1 500 mm/Jahr).

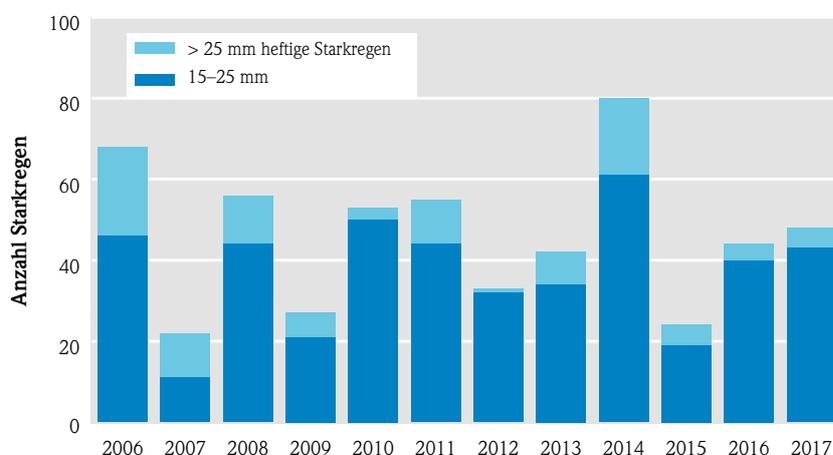


Abb. 12: Vergleich Anzahl der Starkregenereignisse 2017 mit den Vorjahren, gemessen an 53 Messstellen

Tab. 1: Niederschlagswerte ausgewählter Messstellen

Monat	Niederschlagssumme (l/m ²)									
	Bebra		Marburg		Mademühlen		Hochwaldhausen		Stockstadt	
	Mittel 1981–2010	2017	Mittel 1981–2010	2017	Mittel 1981–2010	2017	Mittel 1981–2010	2017	Mittel 2001–2014	2017
Jan	46,38	27,49	62,15	31,59	115,95	63,3	151,96	82,07	29,87	24,28
Feb	37,59	39,60	43,37	38,37	88,32	91,65	118,65	113,11	34,34	16,09
Mrz	47,17	48,05	54,88	35,99	103,63	113,29	129,21	104,46	38,06	28,84
Apr	36,84	18,54	42,74	23,87	61,83	19,73	76,14	27,80	35,18	5,87
Mai	57,66	42,50	64,03	71,51	74,26	79,77	91,10	79,92	64,21	72,59
Jun	60,54	65,06	60,02	69,03	77,59	52,91	81,55	58,96	55,00	37,57
Jul	59,96	166,13	64,11	134,34	87,90	204,32	93,34	196,80	62,93	96,49
Aug	52,61	129,88	51,84	126,14	78,93	124,21	78,74	118,70	73,80	94,62
Sep	48,21	46,85	63,64	44,26	91,20	75,98	102,16	107,74	34,85	43,72
Okt	44,40	45,43	65,47	27,41	97,78	68,09	117,78	105,54	47,46	29,47
Nov	53,31	62,00	51,34	76,00	103,31	113,78	117,89	165,79	41,57	74,57
Dez	50,20	75,58	66,41	103,88	122,72	181,81	154,83	173,38	44,06	68,42
Jahressumme	594,87	767,11	689,99	782,39	1 103,42	1 188,84	1 313,34	1 334,27	561,32	592,53

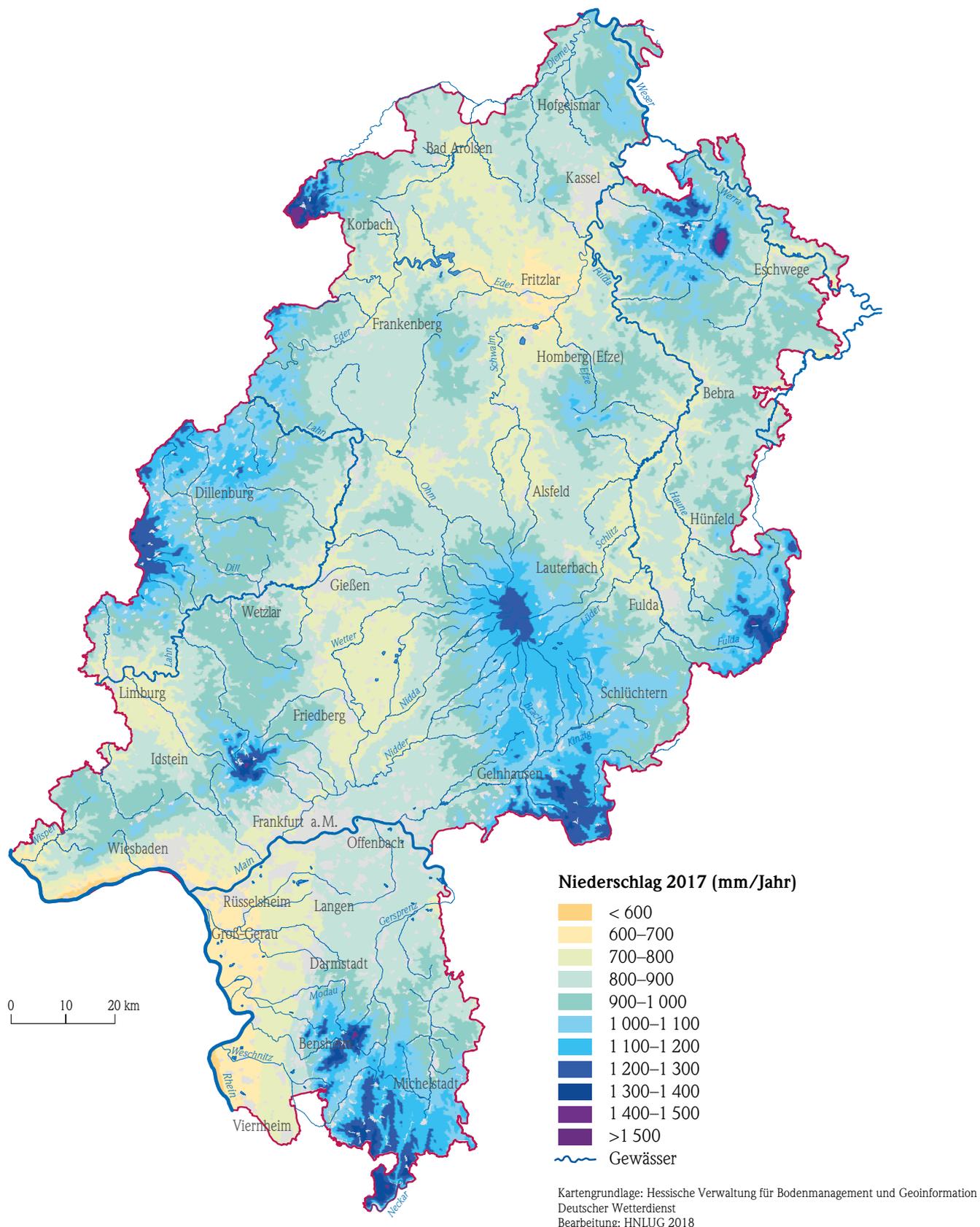


Abb.13: Flächenhafte Verteilung der korrigierten Jahresniederschläge 2017 (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst)

In den östlichen Gebirgen (Rhön, Spessart), im Vogelsberggebiet, im Westerwald und im Odenwald regnete es mehr als 1 300 mm/Jahr, ebenso vereinzelt im Taunus. Die tiefer gelegenen Gebiete in Nord- und Mittelhessen sowie im Rheingau, im hessischen Ried und in der Wetterau hingegen waren mit Niederschlägen zwischen 600 und 800 mm/Jahr verhältnismäßig zu anderen Jahre weniger trocken.

In Tabelle 1 und den Grafiken der folgenden Abbildung 14 wird das Niederschlagsgeschehen an einzelnen in verschiedenen Regionen Hessens liegenden Niederschlagsmessstationen anhand der Monatssummen dargestellt. In den Grafiken der Abbildung 15 kann das Niederschlagsgeschehen 2017 mit denen der voran gegangenen Jahre verglichen werden. Bei nahezu allen Messstellen war häufig die erste Jahreshälfte von unterdurchschnittlichen Regenmengen bestimmt. In der zweiten Jahreshälfte war es weitestgehend zu nass.

An der **Messstelle Bebra in Nordhessen** fielen 767 mm. Der mittlere Wert der Jahre 1981 bis 2010 wurde um 29 % überschritten. Damit wurden hier die dritthöchsten Niederschlagshöhen seit 1981 registriert.

An der **mittelhessischen Messstelle Marburg** wurden 782 mm (113 % des Vergleichswerts) registriert. Die Jahresniederschlagsmenge lag somit im oberen Mittel.

Im **Westerwald** an der **Messstelle Mademühlen** fielen mit 1 189 mm 108 % der mittleren langjährigen Regenmenge.

An der **Messstelle Hochwaldhausen im Vogelsberggebiet**, wo in der Regel relativ große Niederschlagsmengen niedergehen, regnete es im Jahr 2017 1 334 mm. Dies entspricht 101 % des langjährigen Wertes. Die Jahressumme liegt vergleichsweise im mittleren Bereich.

Die **Messstelle Stockstadt** liegt in **Südhessen** und ist erst seit 2001 in Betrieb. Hier wurde mit 592 mm im Jahr 2017 der Durchschnittswert der betrachteten 17 Jahre um 5 % überschritten.

Bei allen betrachteten Messstellen lagen die Niederschläge in den ersten sechs Monaten meist unter den langjährigen Mittelwerten, bei einigen gelegentlich im März, vor allem aber im Mai auch darüber. Weit überdurchschnittliche Monatssummen traten bei allen Messstellen im Juli und August auf. Somit entsprach der Niederschlagsverlauf bisher wie auch in folgenden Monaten dem hessenweiten Verlauf.

Literatur

- [1] DWD Pressemitteilung: Deutschlandwetter im Jahr 2017, 29.12.2017, Deutscher Wetterdienst abgerufen 17.1.2018.
- [2] DWD Witterungsreport Express – Jahreskurzübersicht 2017, 22.3.2018.
- [3] Witterungsreporte Express, Januar bis Dezember 2017, Deutscher Wetterdienst.
- [4] KOSTRA DWD 2010, itwh GmbH (Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH), Hannover, 2017.
- [5] HNA 26.07.2017, abgerufen 26. Juli 2017, <https://www.hna.de/kassel/kreis-kassel/hochwasser-ueberschwemmungen-in-kassel-goettingen-northeim-8520114.html>
- [6] hr 26.07.2017, abgerufen 26.07.2017, <http://www.hessenschau.de/index.html>

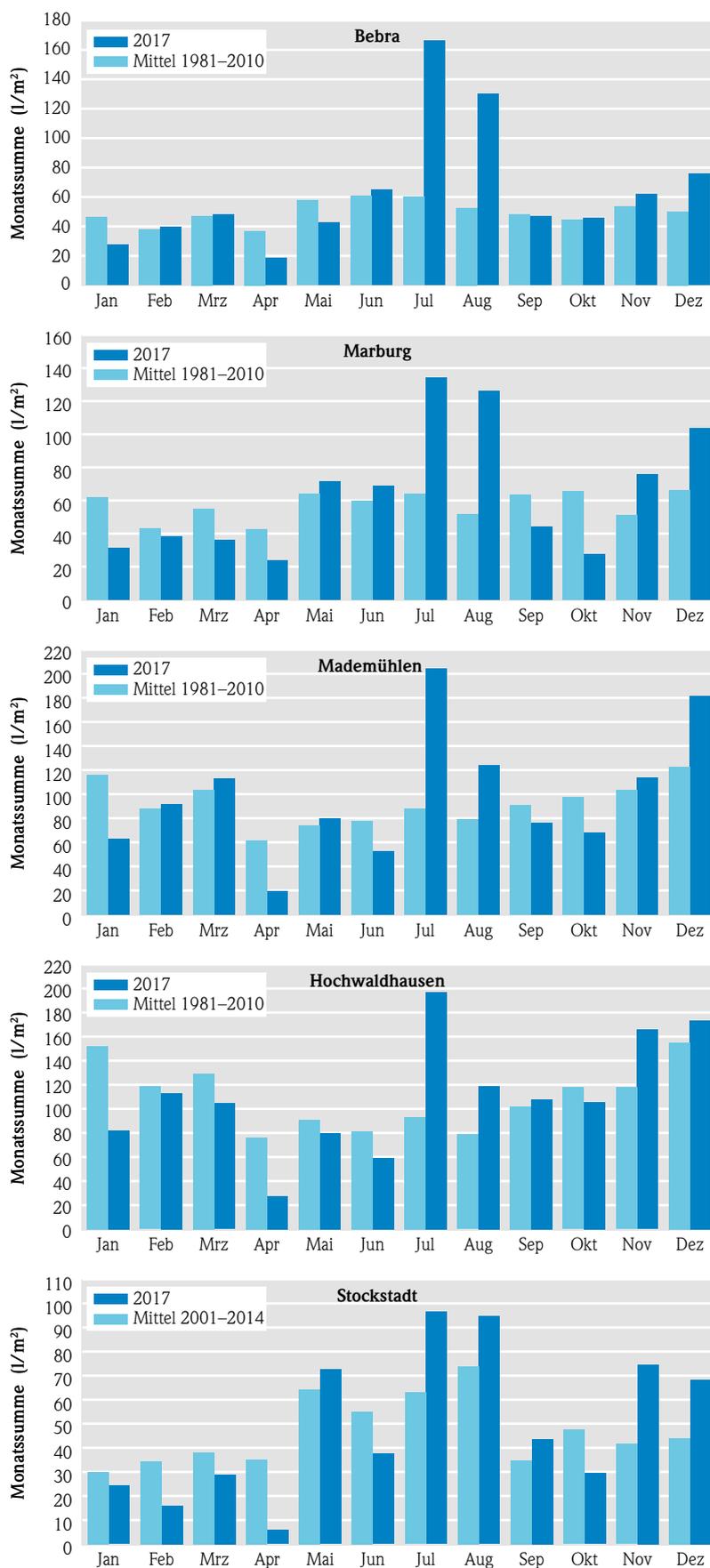


Abb. 14: Monatsniederschläge an fünf hessischen Niederschlagsmessstellen (Datenbasis: ungeprüfte Rohdaten)

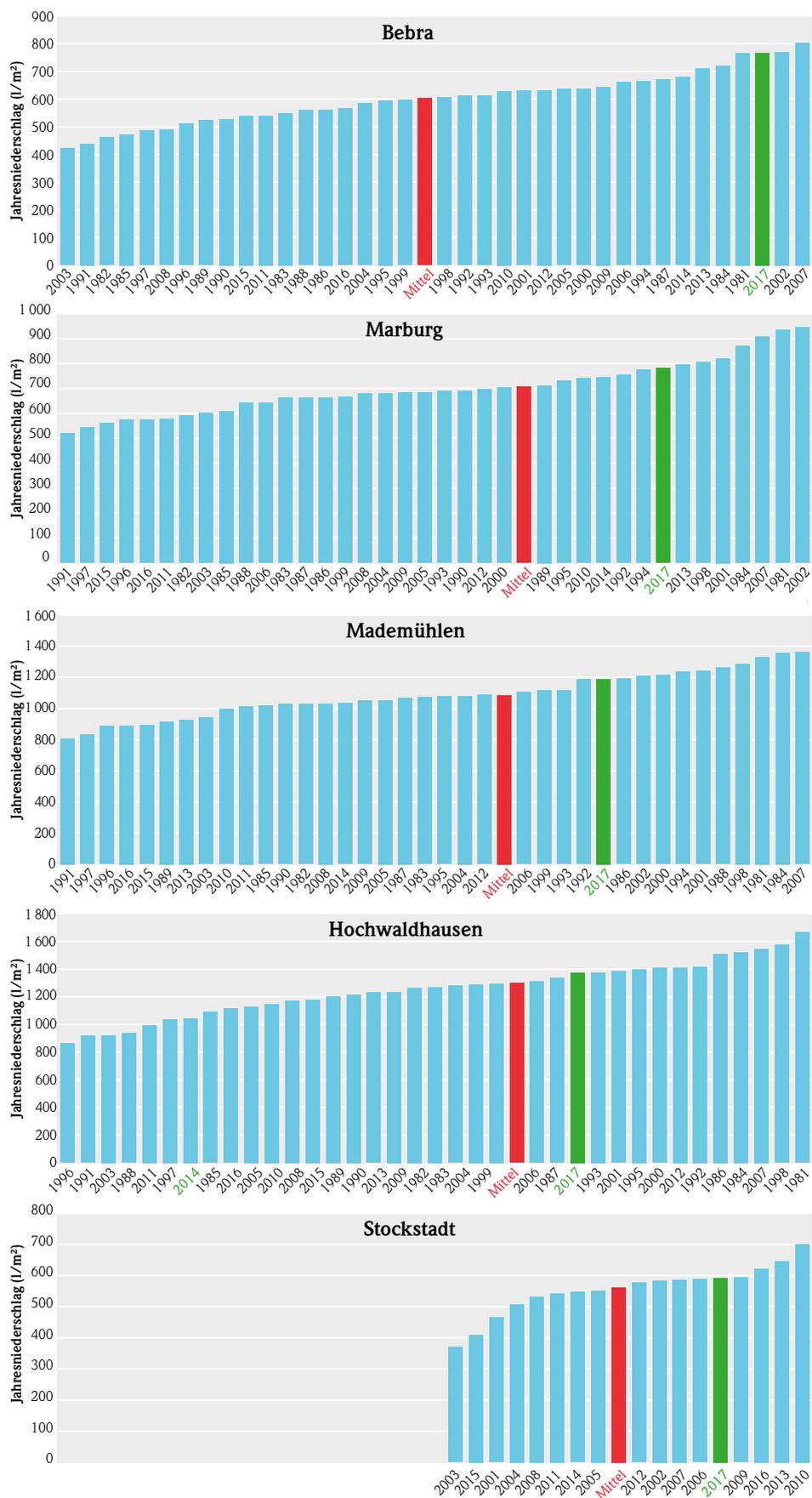


Abb. 15: Jahresniederschlagsmengen an fünf hessischen Niederschlagsmessstellen (grün: Jahressumme 2017, rot: langjähriges Mittel, Datenbasis: ungeprüfte Rohdaten)

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 zur Bemessung wasserwirtschaftlicher Anlagen,
- bilden die Grundlage für die Bewirtschaftung der Gewässer,
- 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 die Grundlage für langfristige Betrachtungen im Hinblick auf Veränderungen der hydrologischen und klimatologischen Situation.



Abb. 16 + 17: Pegel Ebersberg an der Mümling im August 2017

Zur Ermittlung der Wasserstands- und Durchflusswerte betreibt das Land Hessen ca. 120 Pegel (Abbildungen 16, 17 und 18). 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 ergänzt 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 ausgestattet.

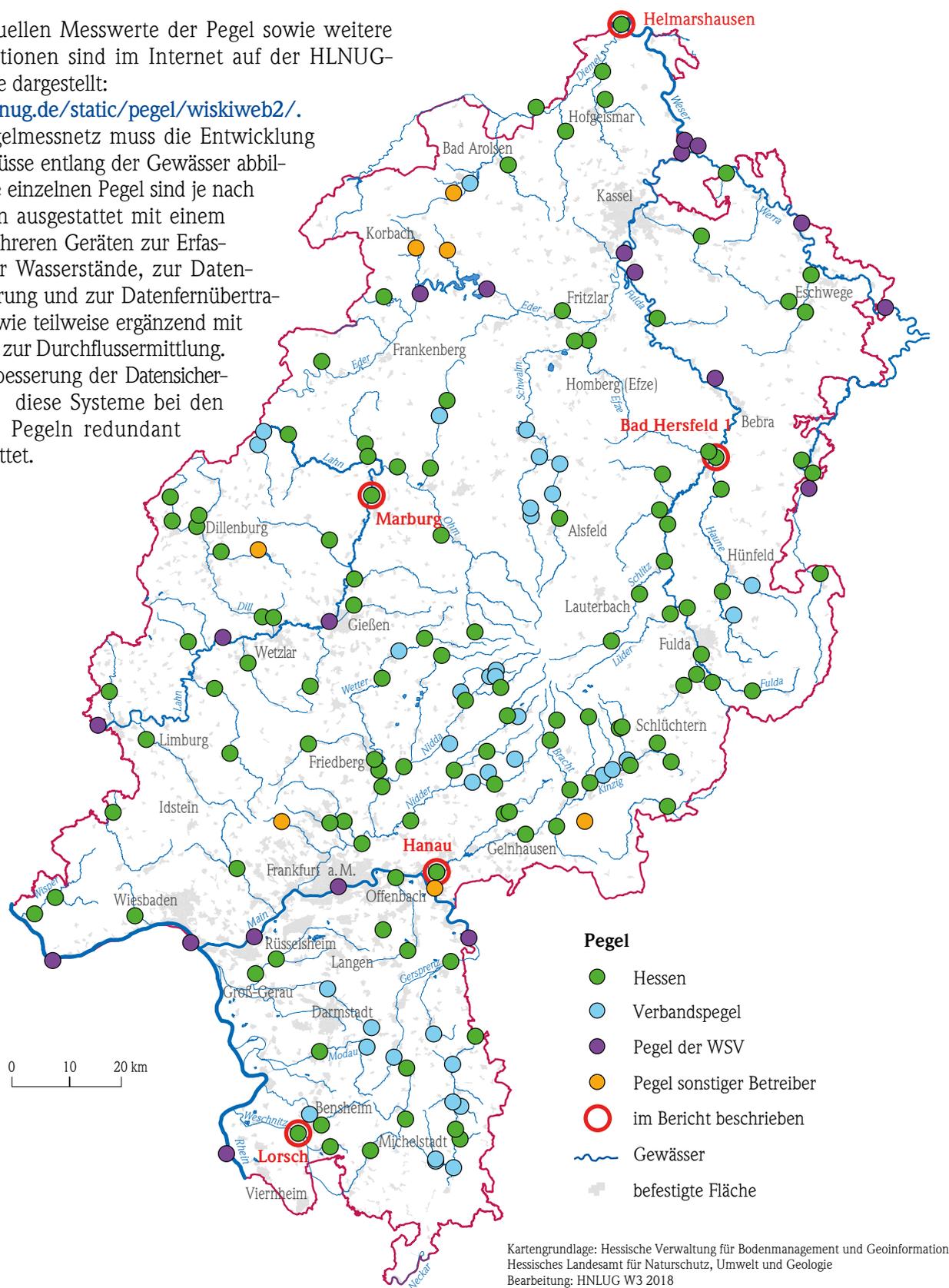


Abb. 18: Pegelmessnetz

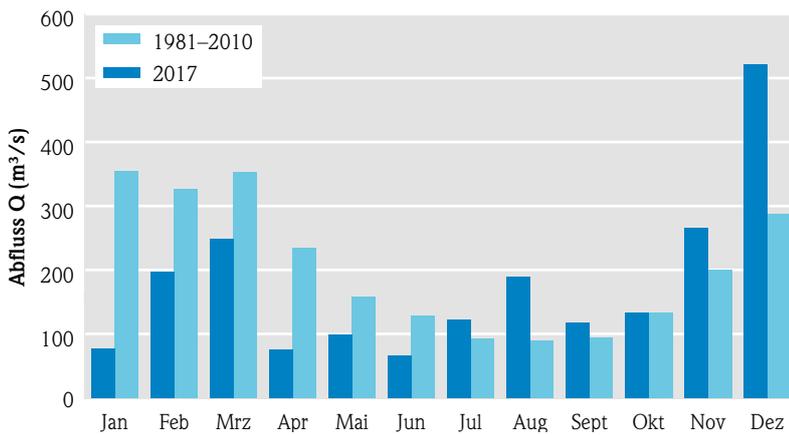


Abb. 19: Vergleich des mittleren repräsentativen Abflusses mit dem langjährigen mittleren Abfluss

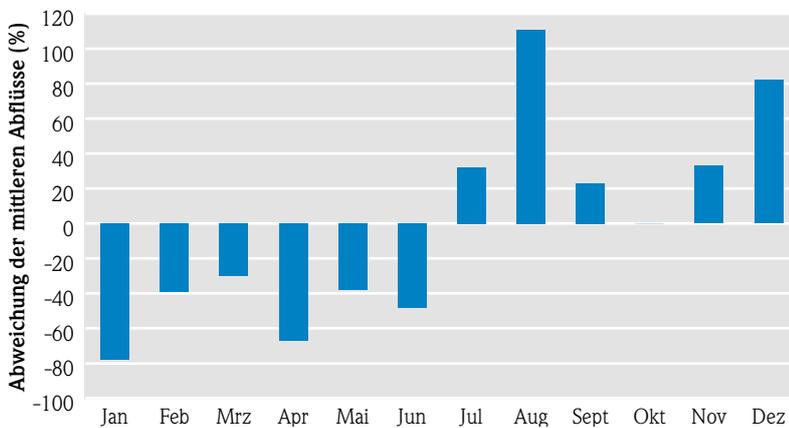


Abb. 20: Abweichung des mittleren monatlichen Abflusses (MQ) vom langjährigen Monatsmittel (MQ_{Reihe 1981-2010})

Ergebnisse 2017

Das Durchflussverhalten der hessischen Gewässer wird zusammenfassend in den Abbildungen 19 und 20 dargestellt. Hierfür wurden die Durchflüsse 16 repräsentativer hessischer Gewässer ausgewertet. Stand der Auswertung ist März 2018.

Unterdurchschnittliche Abflüsse prägten in Hessen bis in den Juni das Abflussgeschehen. Erst mit Einsetzen der sommerlichen Starkregenereignisse endet die Niedrigwasserperiode, die im Juli 2016 begann (s. Kapitel 3.7 Meteorologische und hydrologische Dürre). Bemerkenswert groß ist die Abweichung im Januar, hier weicht der Abfluss um mehr als 70 % vom langjährigen Mittel ab. Insgesamt gab es in den

Monaten Januar bis Juni nur eine sehr geringe Anzahl an Meldestufenüberschreitungen an sehr wenigen Pegeln. Die winterlichen, kleineren Hochwasser reichten jedoch nicht aus, um eine Trendwende herbei zu führen. Alle hessischen Einzugsgebiete weisen noch das gesamte erste Halbjahr Niedrigwasser auf. Zudem führte gefallener Regen nicht unmittelbar in den Gewässern zum Abfluss, da die Böden durch die lange Trockenzeit nach einer kurzen Weile das Wasser aufnehmen wie ein Schwamm. So ist auch erklärbar, warum der Abfluss im August deutlich höher als im Juli ist, obwohl es sich beim Niederschlag genau umgekehrt verhält, hier fallen nämlich größere Niederschlagssummen im Juli.

Ende Juli wurden mehrfach die Meldestufen 1–3 überschritten. Betroffen waren v. a. die Gebiete am Oberrhein, der Kinzig, in der Wetterau, der Schwalm, im Diemelgebiet sowie in ganz Osthessen. An der Lahn, der Dill und dem Unterlauf der Fulda kam es dann im August zu Meldestufenüberschreitungen der Stufen 1 und 2. Die hessenweite Betrachtung für diesen Monat zeigt, dass, statt der 90 m³/s im langjährigen Mittel, im August 190 m³/s abgefließen sind und damit einen prozentualen Wert von 211

erreicht. Nach einer Beruhigung der hessischen Gewässer im September und Oktober begann im November eine Serie von Hochwasserereignissen, die erst im Februar 2018 wieder abebbte. Zunächst wurden im November einzelne Überschreitungen in den Gebieten Oberrhein, Ohm, Schwalm und Ulster registriert. In der Kinzig und dem Oberlauf der Fulda entstanden am Stauhang der Rhön ebenfalls einige Hochwasser mit Meldestufenüberschreitungen. Ganz Hessen war dann im Dezember von erhöhten Abflüssen betroffen. In allen Teilen des Landes gab es viele Hochwasserwellen, die auch die großen Flüsse Rhein und Main betrafen.

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 2 und Abbildungen 22 und 23).

An allen fünf Pegeln wurde das langjährig vorherrschende Pluvio-Nivale-Regime quasi auf den Kopf gestellt. Finden im langjährigen Mittel die Abflüsse vor allem in den Monaten Dezember bis Mai statt, so ist für dieses Jahr zu beobachten, dass die Pegel in den Monaten Juli bis Dezember die größte Wasserführung haben. Bis auf den Pegel Lorsch/Weschnitz sind an allen anderen 4 Pegeln in der Summe die langjährigen Abflüsse unterschritten.

Die Jahresganglinie am **Pegel Lorsch an der Weschnitz** ist in idealtypischer Weise gegenläufig zum langjährigen Mittel und beschreibt mit ihrem Verlauf die oben skizzierte Besonderheit des Jahres. Trotz der hohen Abflüsse, die in den letzten beiden Monaten erreicht werden und den großen Abflussspitzen im Juli und September, kommt es im Laufe des Jahres zu keiner Meldestufenüberschreitung.

Sowohl im November als auch im Dezember überschritt dagegen der **Pegel Hanau an der Kinzig** jeweils die Meldestufe 1. In der Summe erreicht der Pegel 90 % des langjährigen Abflusses, jedoch finden an diesem Pegel 40 % der Jahresabflüsse in den bereits genannten zwei Monaten statt.

Hervorzuheben sind am **Pegel Marburg an der Lahn** die Abflüsse von August und Dezember. Obwohl es das ganze Jahr zu keiner Meldestufenüberschreitung gekommen ist, fließen im August mit ca. 19 m³/s fast 300 % von den in diesem Monat im langjährigen Mittel üblichen etwa 7 m³/s ab. Ebenso sticht der Dezember mit ca. 160 % heraus. Trotz dieser beiden Monate mit sehr großen Abflüssen erreicht der Pegel nur gute 80 % der mittleren, jährlichen Abflussmenge.

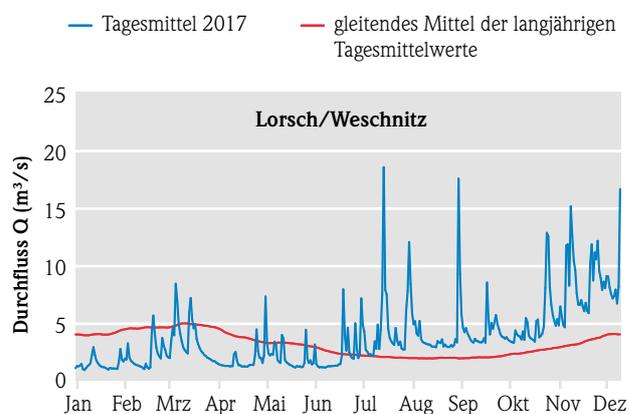
Der Jahresverlauf am **Pegel Bad Hersfeld 1 an der Fulda** sieht, im Gegensatz zu den eben beschriebenen drei Pegeln, recht harmlos aus, hat es aber bei genauerer Betrachtung in sich. Im ersten Halbjahr weist er die in diesem Jahr schon bekannten unterdurchschnittlichen Abflüsse auf und hat dann ab Juli eine überdurchschnittliche Wasserführung.



Abb. 21: Pegel Hermannspegel an der Haune im Dezember 2017

Im Dezember fließen $\frac{1}{4}$ der gesamten Jahresmenge ab und hier kratzt der Pegel auch an der Meldestufe 2. Im Juli und November wird die Meldestufe 1 ebenfalls überschritten.

Am **Pegel Helmarshausen an der Diemel** erkennt man an der Ganglinie der Tagesmittel sehr schön die Starkregenereignisse im Juli und im August. In den letzten beiden Monaten des Jahres kommt es zu einer deutlichen Überschreitung der langjährigen Mittel, hier fließen $\frac{1}{3}$ der Jahresmenge ab. Ansonsten ist der Pegel der abflussärmste unter den 5 betrachteten Pegeln. Er erreicht lediglich 79 % des langjährigen Mittels.



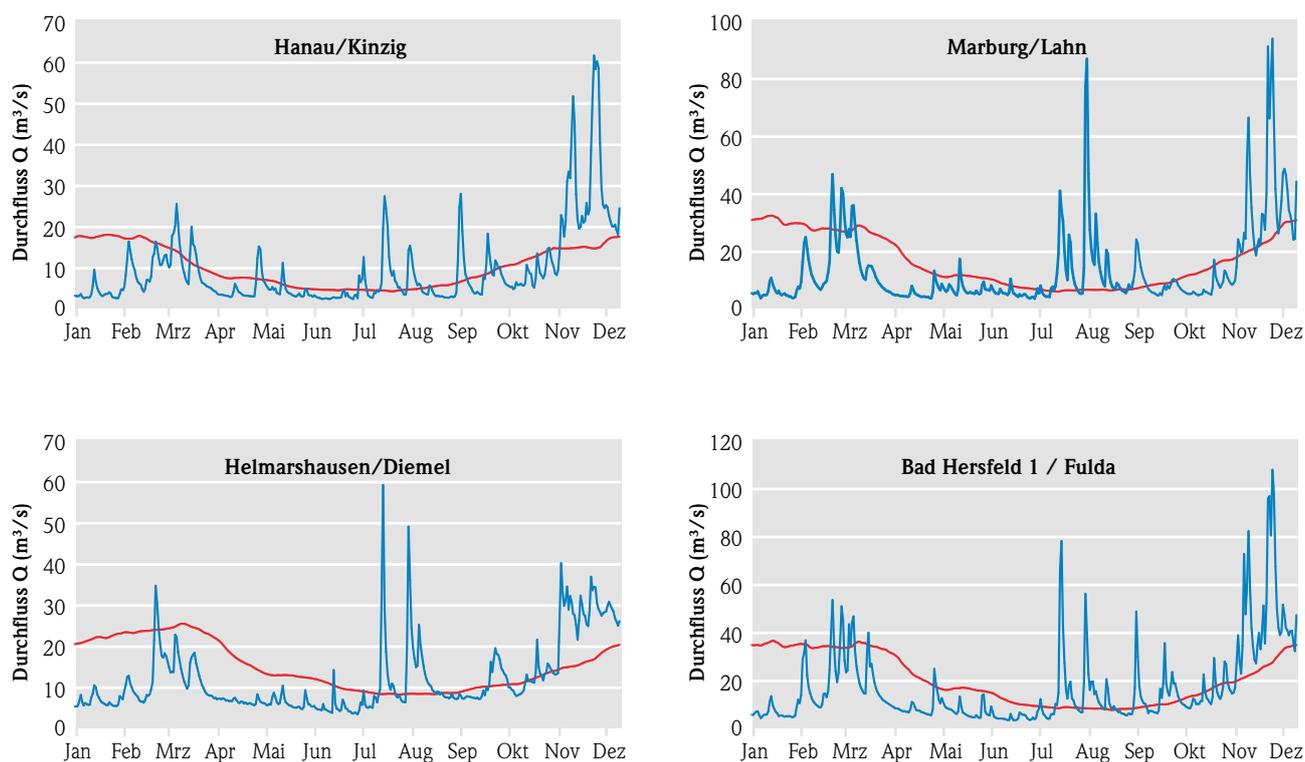


Abb. 22: Durchflüsse an fünf hessischen Pegeln

Tab. 2: Durchflüsse (Monatsmittelwerte an fünf hessischen Flüssen – Auswertestand: März 2017)

Monat	Helmarshausen/ Diemel		Bad Hersfeld/Fulda		Marburg/Lahn		Hanau/Kinzig		Lorsch/Weschnitz	
	Monatsmittel Q (m³/s)									
	2017	1981– 2010	2017	1981– 2010	2017	1981– 2010	2017	1981– 2010	2017	1981– 2010
Jan	1,45	4,10	3,76	18,13	5,70	32,29	6,52	36,59	6,66	22,32
Feb	2,12	4,63	9,31	17,41	16,10	26,86	19,70	33,12	12,30	23,29
Mrz	3,70	5,04	12,20	17,55	19,40	28,76	25,90	35,79	14,50	25,48
Apr	1,53	4,04	3,87	11,92	5,09	17,00	8,15	24,98	6,93	18,28
Mai	2,34	3,36	5,93	7,60	7,39	11,78	8,94	16,83	6,51	13,04
Jun	1,89	2,74	3,15	6,35	6,26	9,26	5,64	13,13	5,62	11,55
Jul	4,24	2,21	7,40	4,74	9,88	6,57	13,00	9,17	9,93	8,92
Aug	4,28	2,02	6,29	4,66	19,60	6,79	15,10	8,47	14,5	8,53
Sep	4,25	2,00	6,59	4,94	9,26	7,28	10,40	8,75	7,79	8,95
Okt	4,34	2,29	8,21	6,89	6,79	11,13	14,40	12,35	11,90	10,70
Nov	6,94	2,86	16,10	10,69	16,80	17,10	27,00	19,27	19,70	13,95
Dez	8,56	3,78	30,30	14,90	40,20	25,54	50,20	28,42	28,70	17,50

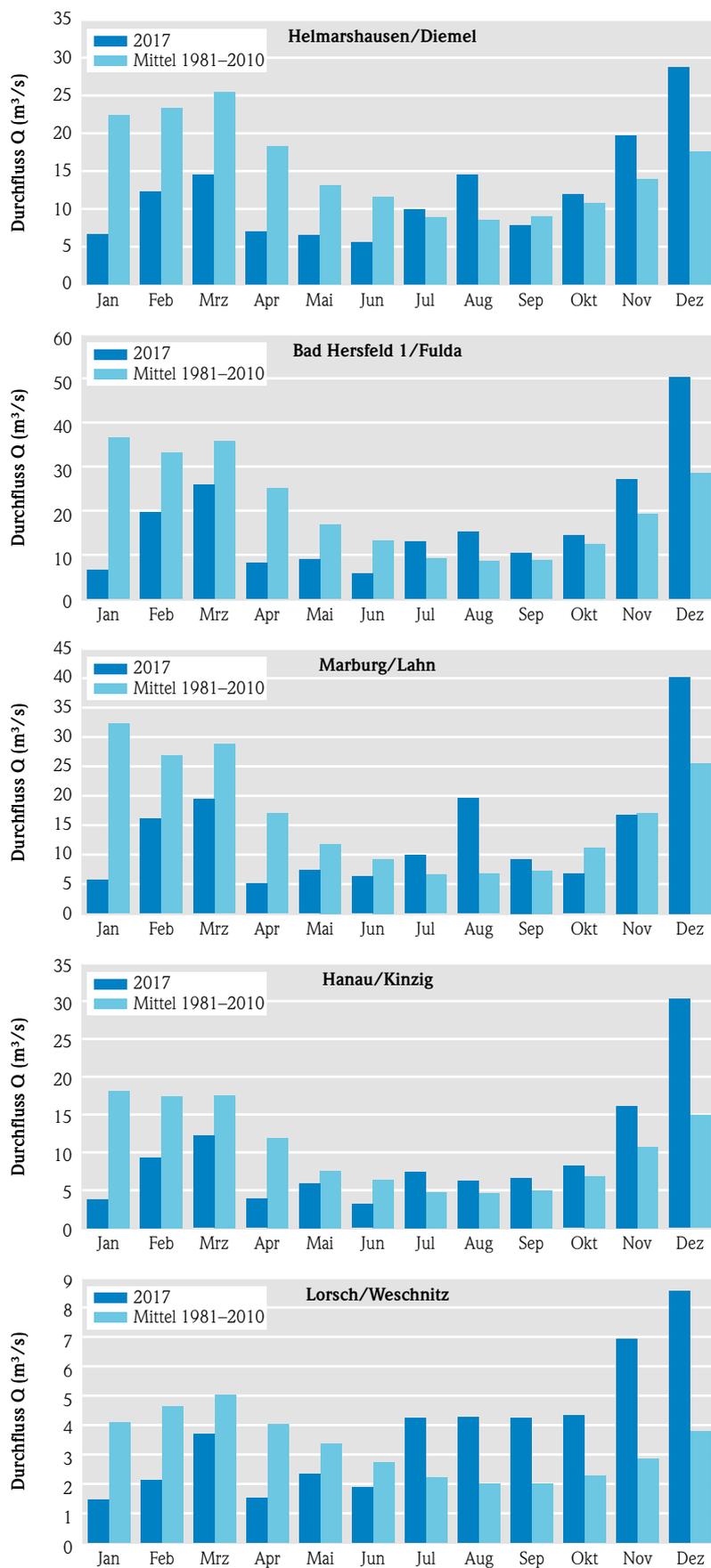


Abb. 23: Monatliche Durchflüsse an fünf hessischen Pegeln

3.2 Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken

MONIKA SPICKER

Übersicht

In Hessen gibt es 15 Talsperren und 30 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 24 zu entnehmen.

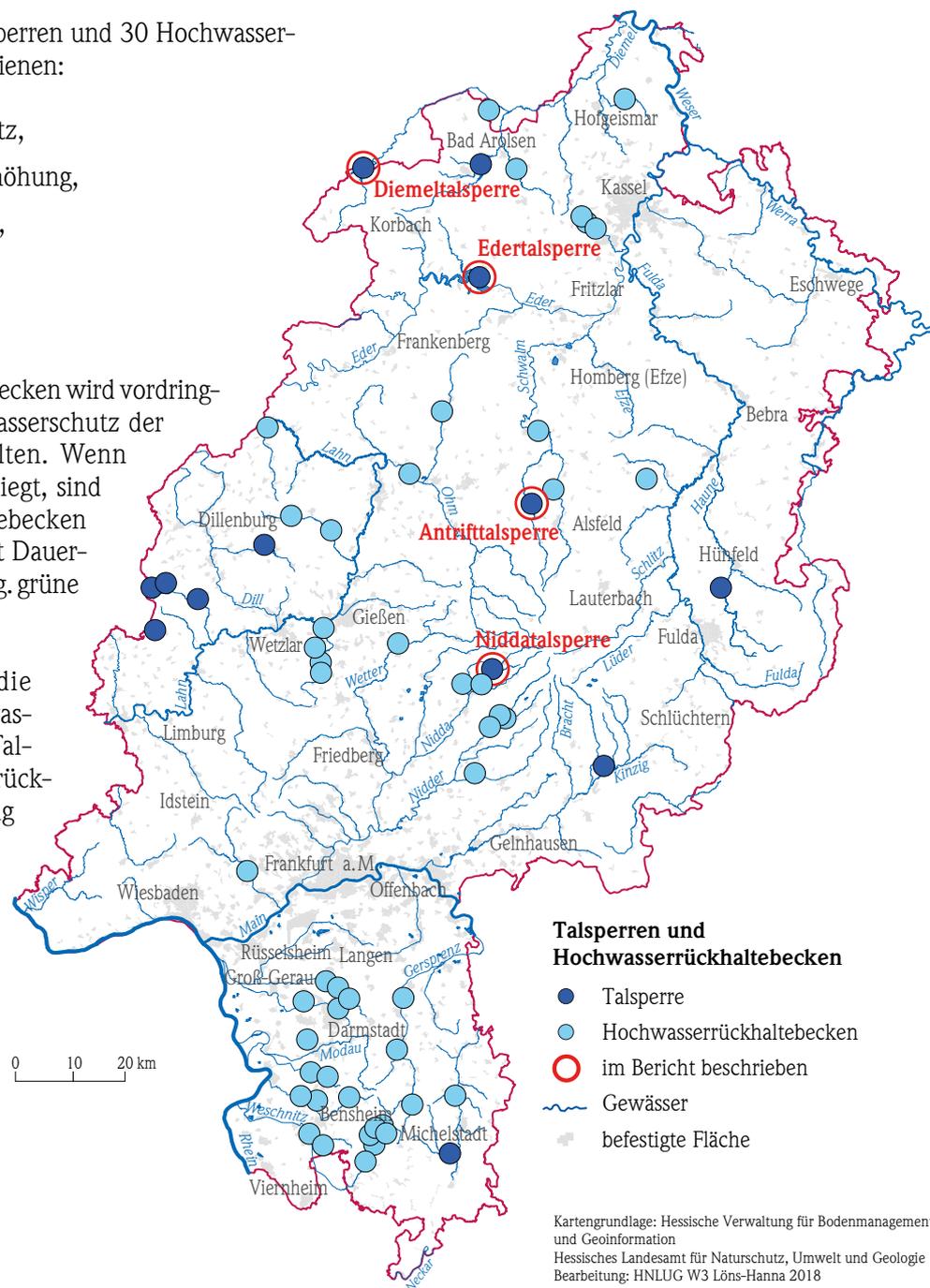


Abb. 24: Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken

Ergebnisse 2017

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 (Abbildung 25) 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 und den Hochwasserschutz im Unterlauf der Eder



Abb. 25: Edertalsperre im August 2017

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.

Bei Betrachtung des Beckeninhaltes der Edertalsperre (Abbildung 26) ist die Dürre (s. Kap. 3.7) gut erkennbar. Lediglich in den drei letzten Monaten des Jahres liegt die Füllung der Talsperre über dem langjährigen Mittel. Mit rund 95 Mio. m³ und ca. 48 % ist das mittlere Jahresvolumen historisch niedrig. Besonders der Januar ist herausragend, denn in diesem Jahr beträgt das monatliche Mittel gerade einmal 30 Mio. m³, das sind nur 26 % des langjährigen Mittels (119 Mio. m³). Im Frühjahr steigt der Beckeninhalt an, um am 07.04.17 mit 151,676 Mio. m³ den Jahreshöchststand zu erreichen. In den Folgemonaten sinkt das Volumen jedoch wieder kontinuierlich. Am 24.07.17 wird ein Beckeninhalt von 39,5 Mio. m³ gemessen, dies entspricht

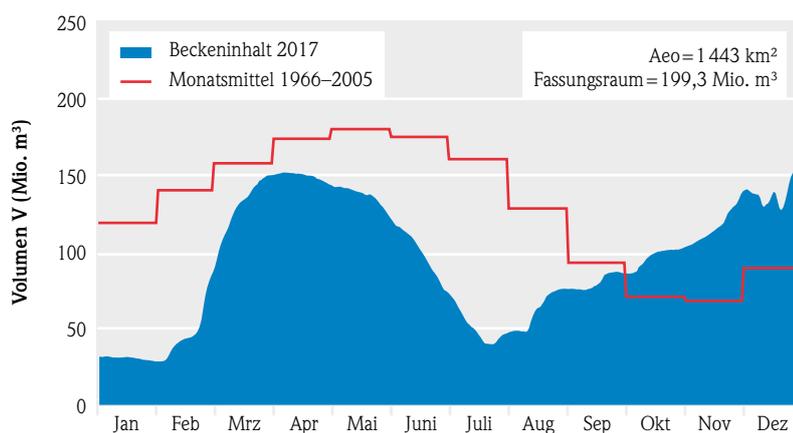


Abb. 26: Beckeninhalt der Edertalsperre

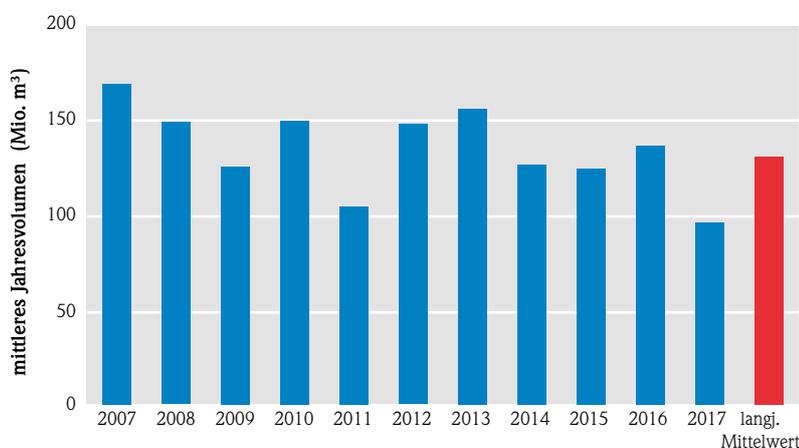


Abb. 27: Mittlere Jahresvolumen der Edertalsperre

noch 25 % des langjährigen Monatsmittels. Ab diesem Zeitpunkt kann der Beckeninhalte wieder steigen, die Dürre ist vorbei und die sommerlichen Starkregenereignisse lassen es zu, den Abfluss der Eder in der Talsperre zurückzuhalten. Anfang Oktober liegt dann der Beckeninhalte über dem langjährigen Mittel. Ende Dezember (27.12.17) kommt es mit 151,557 Mio. m³ beinahe zum Höchststand vom April.

Diemeltalsperre (Diemelsee)

Wie die Edertalsperre 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 Edertalsperre.

An der Diemeltalsperre ist die Dürre von Juli 2016 bis Juni 2017 nicht abzulesen (Abbildung 28). Lediglich die Monate Januar und Februar und ganz minimal der Juli lagen unterhalb des langjährigen Mittels, sowie einzelne Tage im Juni. Im Mittel war der Stauraum mit 15,27 Mio. m³ zu 77 % ausgefüllt. Anfang April (02.04.) hatte der Diemelsee seinen Maximalinhalt von 19,21 Mio. m³. Trotz absinkenden Stauvolumens blieb die Talsperre auf hohem Niveau gefüllt. Das typische Auslaufen des Stausees im 2. Halbjahr fand im Jahr 2017 nicht statt.

Weitere Talsperren in Hessen

Beispielhaft werden die Nidda- und die Antrifttalsperre als weitere Talsperren in Hessen dargestellt. Beide dienen, wie die anderen hessischen Talsperren,

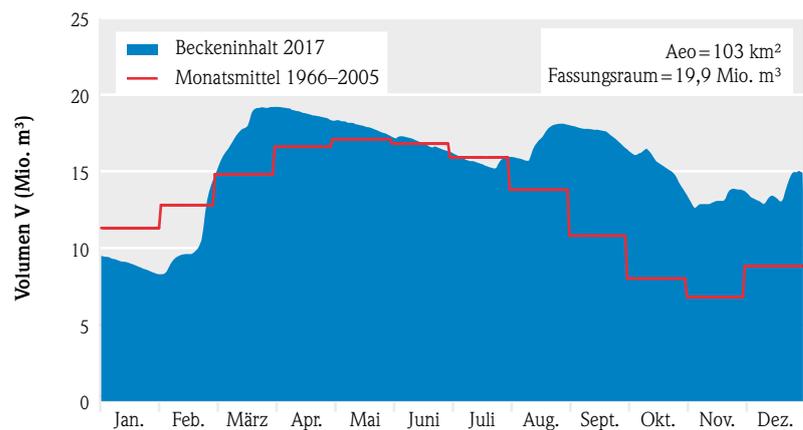


Abb. 28: Beckeninhalte der Diemeltalsperre

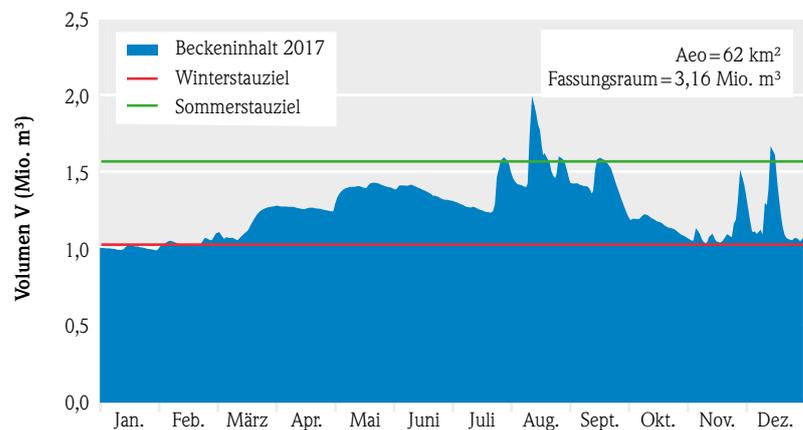


Abb. 29: Beckeninhalte der Antrifttalsperre

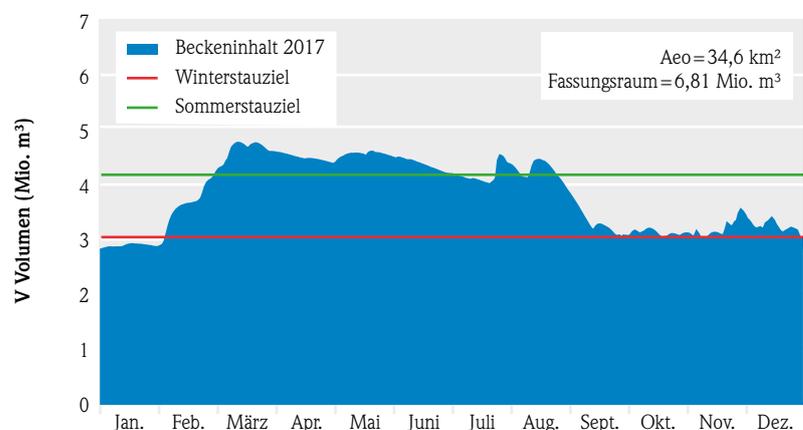


Abb. 30: Beckeninhalte der Niddatalsperre

vorrangig dem Hochwasserschutz und der Niedrigwasseraufhöhung während der abflussarmen Zeiten, sowie der Stromerzeugung (nur Niddatalsperre). Weiterhin werden beide Talsperren für verschiedene Freizeitaktivitäten genutzt.

Die Füllmengen von Antrift- und Niddatalsperre sind den Abbildungen 29 und 30 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 Nidda bzw. Antrift, festgelegt.

Der Beckeninhalt der Antrifttalsperre ist geprägt durch die Dürre. In den Sommermonaten wird das Stauziel, bis auf 4 kurze Spitzen, immer unterschritten. Das Stauziel von 1,023 Mio. m³ im Winter wird dagegen in allen entsprechenden Monaten mehr oder weniger erreicht (Abbildung 29).



Abb. 31: Antrifttalsperre im November 2017

In der gleichen Jahreszeit ist der Beckeninhalt der Niddatalsperre auf dem Niveau des Stauziels. Auch hier gibt es im November und Dezember einzelne Spitzen durch Hochwasser in den Flüssen. Für die Sommermonate liegt die Füllung der Talsperre die allermeiste Zeit sogar über dem geplanten Stauziel.

3.3 Physikalisch-chemische Beschaffenheit oberirdischer Gewässer

DR. CHRISTINA KLEIN

Bedeutung der physikalisch-chemischen Messgrößen und Standardparameter

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL 2000/60/EG) fordert, dass alle Fließgewässer bis spätestens 2027 den guten ökologischen und chemischen Zustand erreichen. Auf dem Weg dorthin kommt dem zeitlich und örtlich hochaufgelösten Gewässergütemonitoring eine hohe Bedeutung zu.

So ergibt sich aus der Interpretation der Messergebnisse sowohl eine Handlungsgrundlage für die Planung effektiver Maßnahmen zur Reduzierung schädlicher Einflüsse als auch eine Möglichkeit der zeitnahen Überprüfung der Auswirkungen und Erfolge umgesetzter Maßnahmen.

Allgemeine physikalisch-chemische Parameter einschließlich der Nährstoff- und Salzgehalte bestimmen die Bedingungen und die Lebensqualität der in den

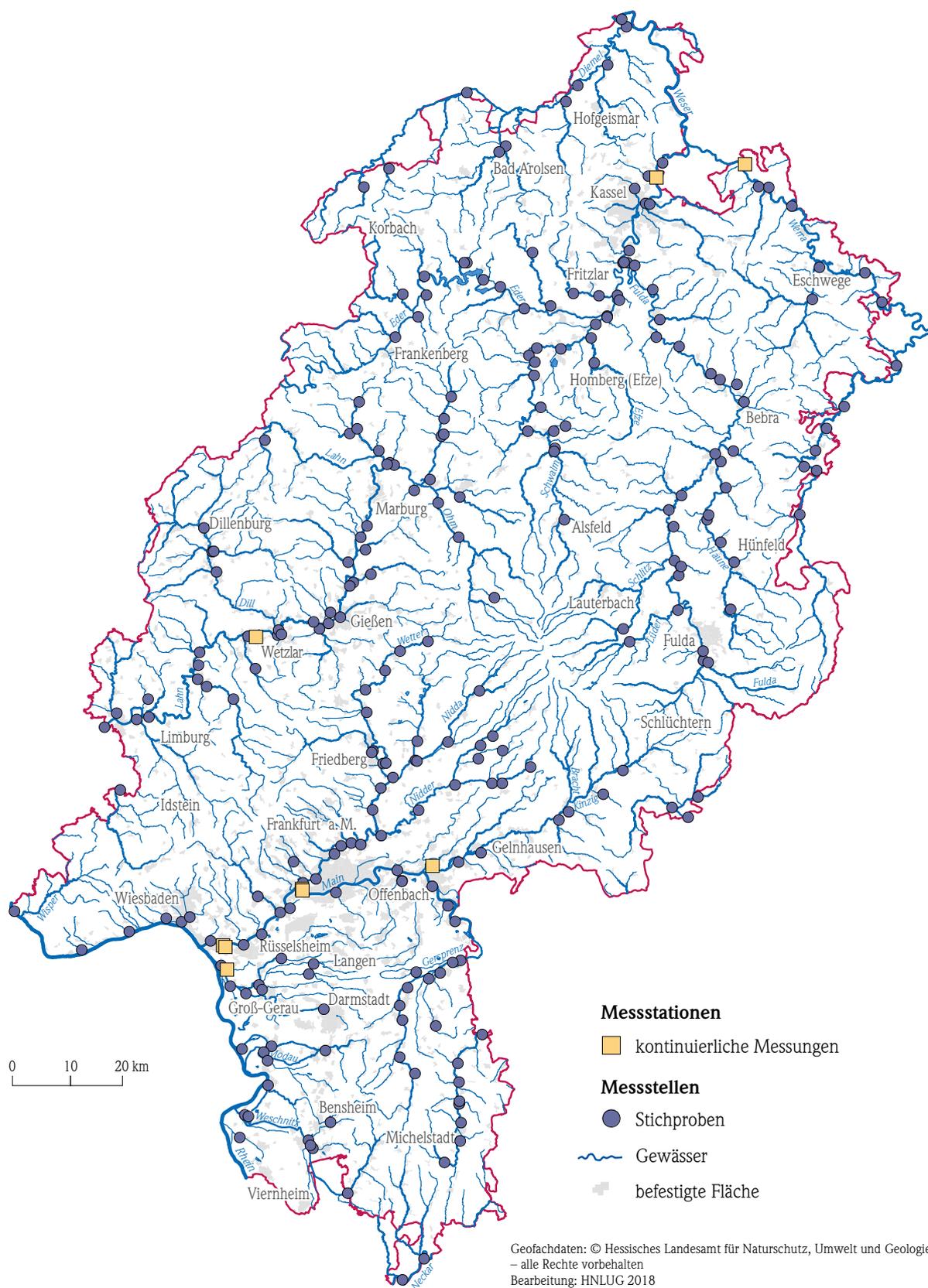


Abb. 32: Fließgewässermessstellen in Hessen im Jahr 2017. Die in blau dargestellten Punkte geben die Lage der in 2017 monatlich beprobten Messstellen wieder. Die gelben Quadrate kennzeichnen die Standorte der Messstationen, in denen kontinuierliche Probenahmen und Messungen erfolgen.

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.

Die Oberflächengewässerverordnung in der aktuellen Fassung [1] legt die Bewertungsmaßstäbe für die physikalisch-chemischen Parameter (Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt, pH-Wert) sowie für die Nährstoffgehalte (Kohlenstoff-, Stickstoff- und Phosphorparameter) und für einige weitere Ionen (Chlorid, Sulfat und Eisen) in Form von fließgewässertypspezifischen Orientierungswerten fest.

Im Folgenden werden die Jahresganglinien für ausgewählte Parameter an den vier größeren hessischen Fließgewässern Main, Fulda, Lahn und Werra vor dem Hintergrund der bereits durchgeführten Maßnahmen und der in diesem Bericht dargestellten meteorologischen und hydrologischen Besonderheiten wiedergegeben.

Die Lagen der landesweiten Messstellen, die beprobt wurden, sowie der ortsfesten Messstationen sind in Abbildung 32 dargestellt.

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 Wärmeleitungen aus anliegenden Kläranlagen, Industriebetrieben und Kraftwerken ganzjährig höhere Wassertemperaturen aufweist als in den weniger belasteten Flüssen. In Abbildung 34 sind die Temperaturganglinien der Lahn, der Fulda und der Werra vergleichend gegenübergestellt. Die gemittelten Werte liegen zu Beginn des Jahres bis Ende Februar in allen Gewässern unterhalb der 5 °C-Marke. Einige Gewässer sind



Abb. 33: Der Rhein bei Eltville am 21.01.2017

in flachen Uferbereichen aufgrund der zu Beginn des Jahres niedrigen Wasserstände und geringen Lufttemperaturen mit einer Eisschicht bedeckt (Abb. 33).

Von der 8. bis zur 14. Woche steigen die mittleren Temperaturen bis deutlich in den zweistelligen Bereich an. In der 16. Woche kommt es dann zu einem über zwei Wochen anhaltenden Temperatureinbruch. Die Maximaltemperaturen treten an den Gewässern Main, Lahn und Werra in der 25. Kalenderwoche auf und liegen im Mittel unterhalb von 25 °C (Abb. 34). Einen detaillierten Überblick über die Temperaturverhältnisse im Jahresverlauf erhält man in den Abbildungen 35 a) bis d). Hier sind die Temperaturwerte als Halbstundenwerte wiedergegeben, und die Tag/Nachtschwankungen wie auch kurzfristig auftretende absolute Temperaturmaxima sind deutlich zu erkennen. In der Fulda bewegen sich die Temperaturen ganzjährig unterhalb von 25° C. Besonders starke und häufige Überschreitungen der Maximaltemperatur treten in der Werra auf. Die Wassertemperaturen liegen dort auch nachts teilweise über 20 °C. Dies ist auf die hohen Lufttemperaturen und die geringe Beschattung zurückzuführen. Auch der Wintermaximalwert von 10 °C wird in der Werra bereits ab dem 22.02. mehrfach überschritten. Im Main kommt es ab dem 19.03., in der Fulda und der Lahn ab dem 22.03. zu Überschreitungen des Wintermaximalwertes von 10 °C.

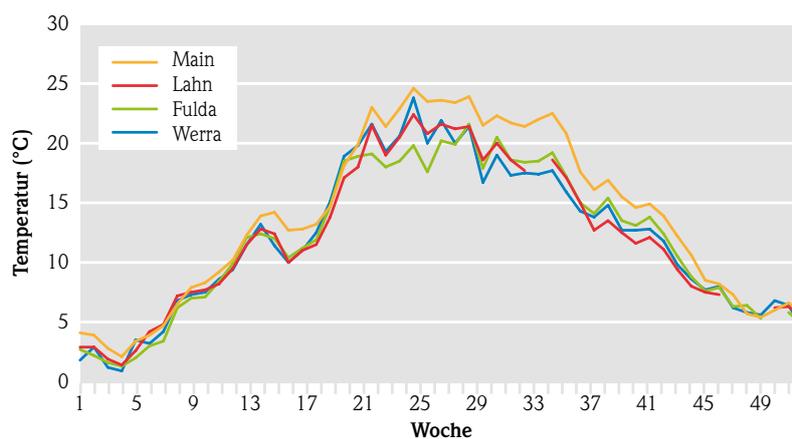


Abb. 34: Jahresganglinien der Temperaturmittelwerte¹ an den vier Messstationen

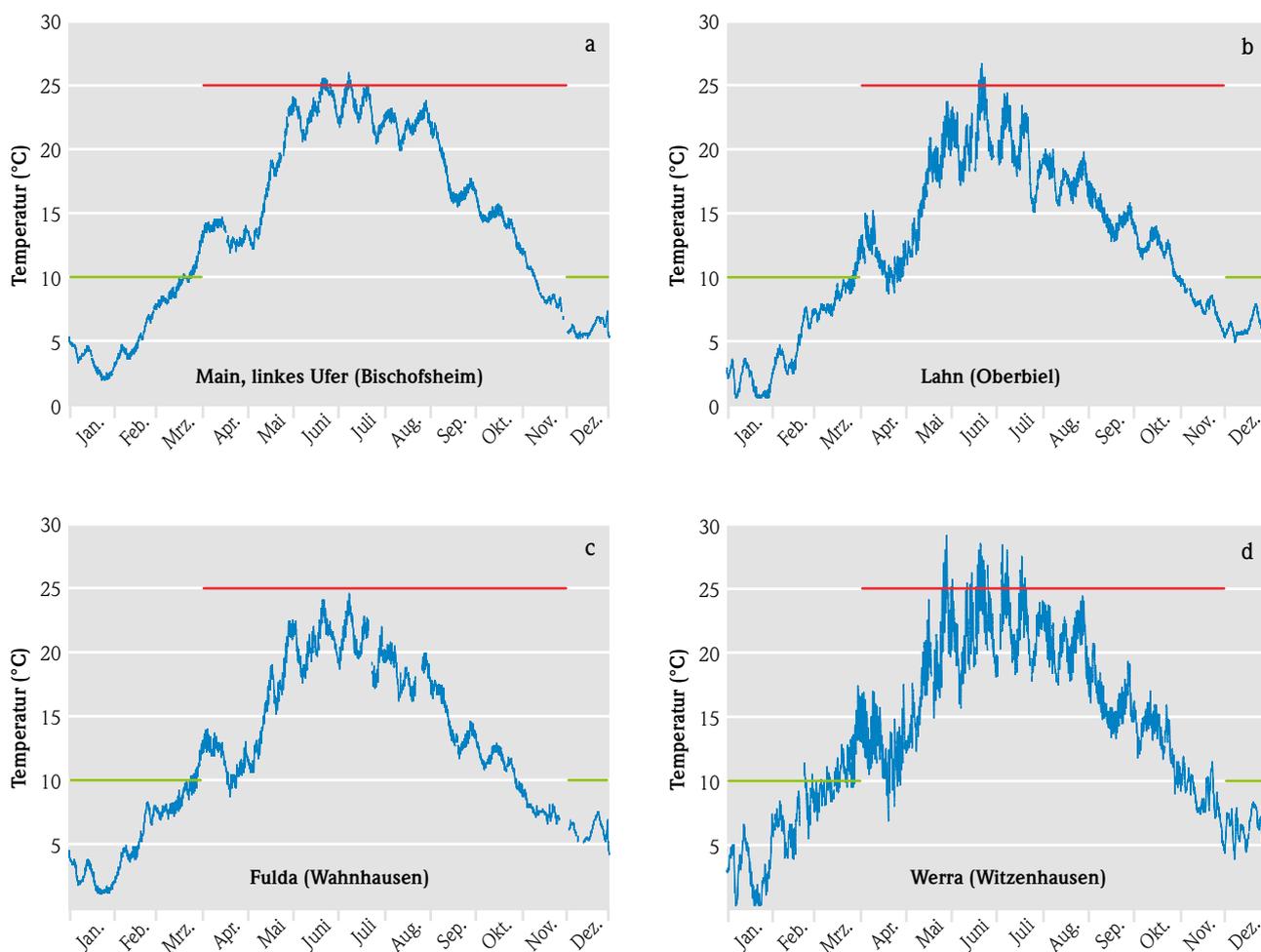


Abb. 35: Wassertemperatur als Halbstundensmittelwerte an den vier Messstationen;
Orientierungswerte (T_{\max} (Sommer, April bis November) 25 °C und T_{\max} (Winter, Dezember bis März) 10 °C)

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

Der 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 (Wochenmittelwerte der Tagesminima, Abb. 36) zeigen starke Einbrüche ab der 20. Kalenderwoche. Diese Sauerstoffeinbrüche sind jedes Jahr im Frühjahr und Sommer zu beobachten und je nach Witterungsbedingungen mehr oder weniger stark

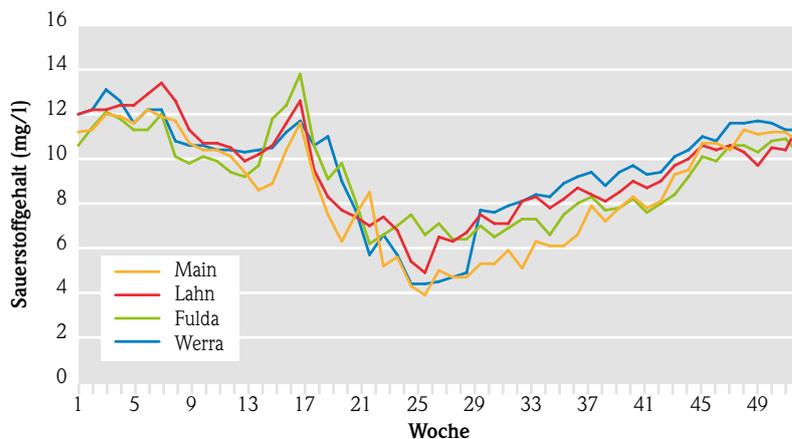


Abb. 36: Jahresganglinien der Wochenmittelwerte bezogen auf Tagesminima des Sauerstoffgehaltes an den vier Messstationen an Main, Lahn, Fulda und Werra

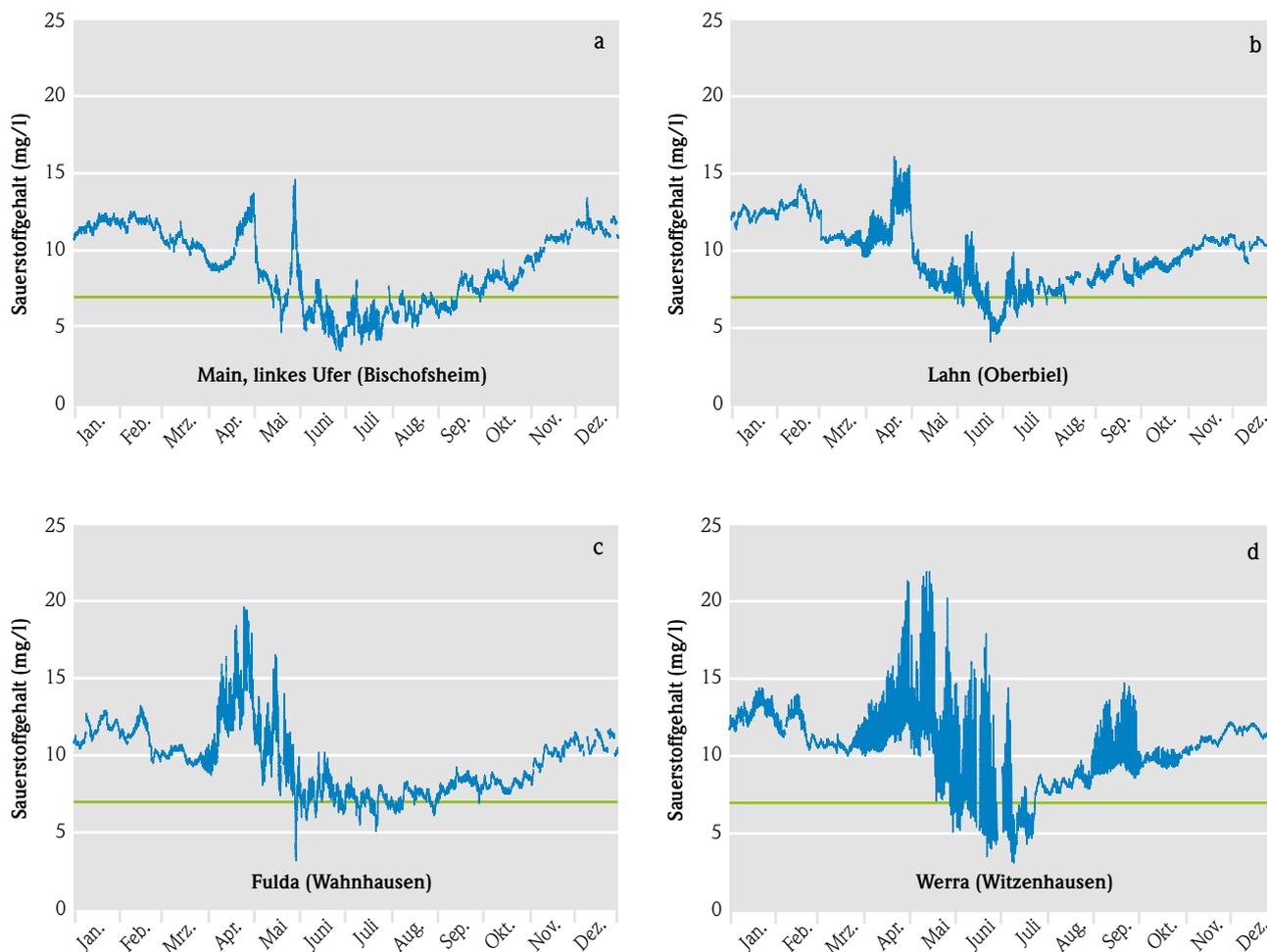


Abb. 37: : Sauerstoffkonzentrationen als Halbstundemittelwerte an den vier Messstationen mit Darstellung des Orientierungswertes (O_2 -Min) von 7 mg/l

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. Im Main werden durchgehend und langanhaltend von der 23. bis zur 37. Kalenderwoche geringe Sauerstoffkonzentrationen gemessen. In der Werra werden ebenfalls sehr geringe Gehalte beobachtet, jedoch steigt die Konzentration bereits ab der 30. Kalenderwoche auf ein stabiles Niveau oberhalb des Orientierungswertes an.

In den kontinuierlich aufgezeichneten Sauerstoffkonzentrationen (Abb. 37a–d) wird die unterschiedliche Photosyntheseaktivität in den betrachteten Fließgewässern deutlich. Die Schwankungsbreite zwischen der minimalen und maximalen Sauerstoffkonzentration einzelner Tage kennzeichnet das Ausmaß der Photosyntheseaktivität in den betrachteten Gewässern. Sie ist in der Werra besonders groß. Von Ende Mai bis August ist der Orientierungswert von 7 mg/l in den betrachteten Gewässern fast täglich für mehrere Stunden unterschritten. Im Main liegen auch die Tagesmaxima teilweise unterhalb von 7 mg/l.

Die absoluten Temperaturmaxima und die Minima der Sauerstoffkonzentrationen sind in der nachfolgenden Tabelle 3 angegeben.

Ortho-Phosphat und Gesamt-Phosphat

In den nachstehenden Diagrammen (Abb. 39a–d) sind die Konzentrationsverläufe des gelösten Phosphats (Ortho-P) und des Gesamtphosphats (Gesamt-P) wiedergegeben. Sie zeigen einen sehr heterogenen Verlauf. Der Orientierungswert für die Gesamt-P-Konzentration von 0,1 mg/l wird an allen vier hier betrachteten Gewässern deutlich überschritten.

Tab. 3: Absolute Sauerstoffminima und Temperaturmaxima

	O ₂ - Min mg/l	Datum	T - Max Sommer °C	Datum	T - Max Winter °C	Datum
Main	3,5	29.06.2017	26,0	09.07.2017	10,5	24.03.2017
Lahn	4,1	24.06.2017	26,7	22.06.2017	11,1	28.03.2017
Fulda	3,2	31.05.2017	24,5	09.07.2017	10,3	24.03.2017
Werra	3,1	11.07.2017	29,1	29.05.2017	11,4	22.02.2017

Die Jahresmittelwerte liegen an der Werra und der Lahn bei 0,17 mg/l, an der Fulda bei 0,16 mg/l und im Main bei 0,18 mg/l.

Die Ortho-P-Konzentrationen hingegen liegen insbesondere in der Lahn und in der Fulda häufig unterhalb von 0,1 mg/l, so dass sich an diesen beiden Gewässern ein Jahresmittelwert von 0,08 mg/l ergibt. In der Werra beträgt der Jahresmittelwert 0,10 mg/l und im Main liegt er bei 0,13 mg/l. Der Orientierungswert nach der Oberflächengewässerverordnung [1] liegt bei 0,07 mg/l. Er wird an der Fulda und der Lahn selbst unter den außergewöhnlichen Witterungsbedingungen wie Trockenheit und geringe Wasserstände im Winter und Starkregenfälle in den Sommermonaten nur noch geringfügig überschritten.

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. Zu Beginn des Jahres ist dieser Phosphoranteil im Main und in der Werra auffallend gering, was auf fehlende Niederschläge zurückgeführt werden kann. Im weiteren Jahresverlauf wird er deutlich größer und zeigt einige Spitzenkonzentrationen bei Starkregenereignissen.

In den letzten 5 Jahren ist der mittlere Ortho-Phosphatgehalt in den hessischen Gewässern aufgrund von Maßnahmen zur Phosphatreduktion in kommunalen Kläranlagen deutlich zurückgegangen (Abb. 38). Trotz der außergewöhnlichen Trockenheit zu Jahresbeginn und der damit einhergehenden fehlenden Verdünnung wird dies auf der Grundlage der Messergebnisse aus dem Jahr 2017 deutlich.

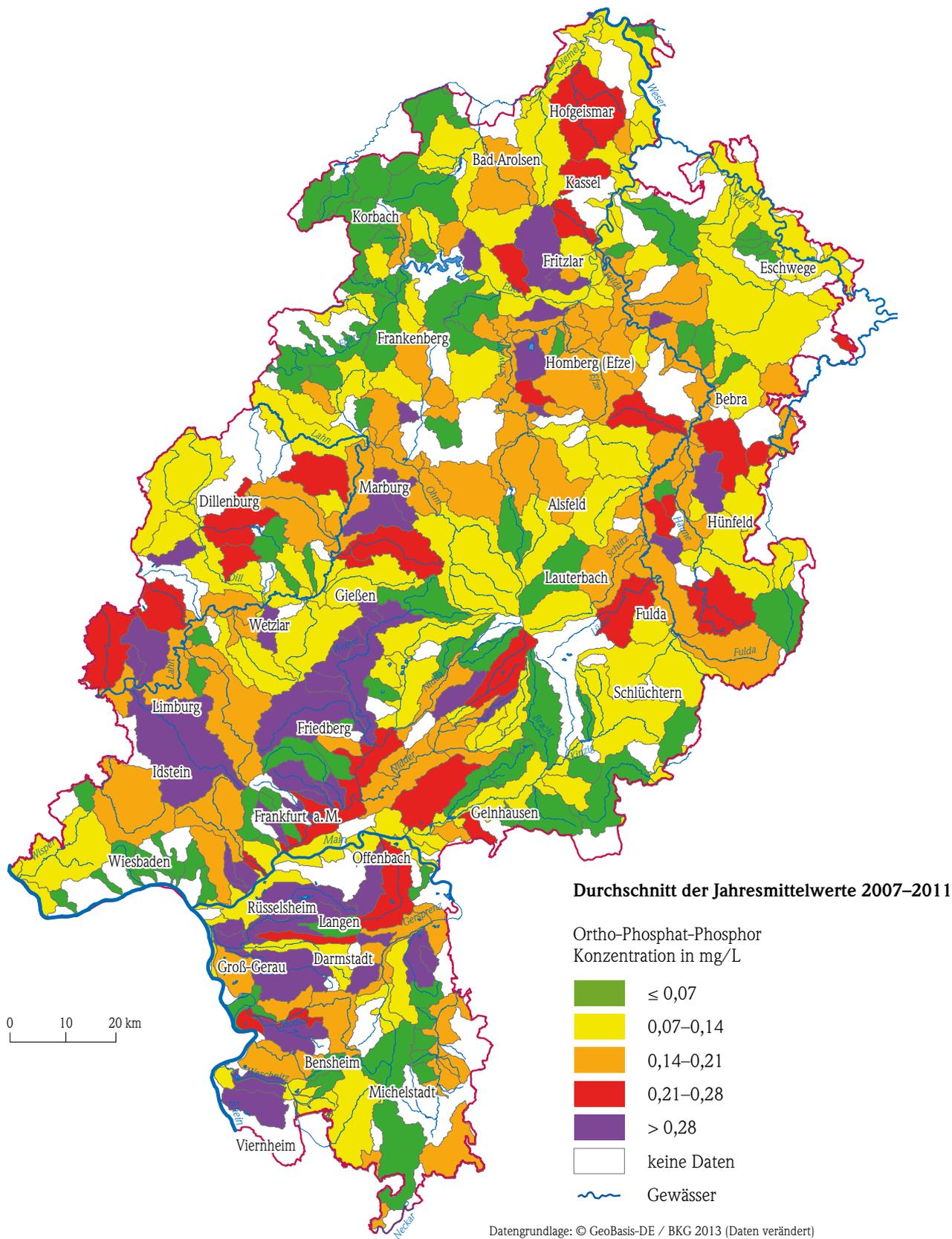


Abb. 38a: Bewertung der Ortho-Phosphat-Konzentrationen auf der Basis des Durchschnitts der Jahresmittelwerte von 2007 bis 2011

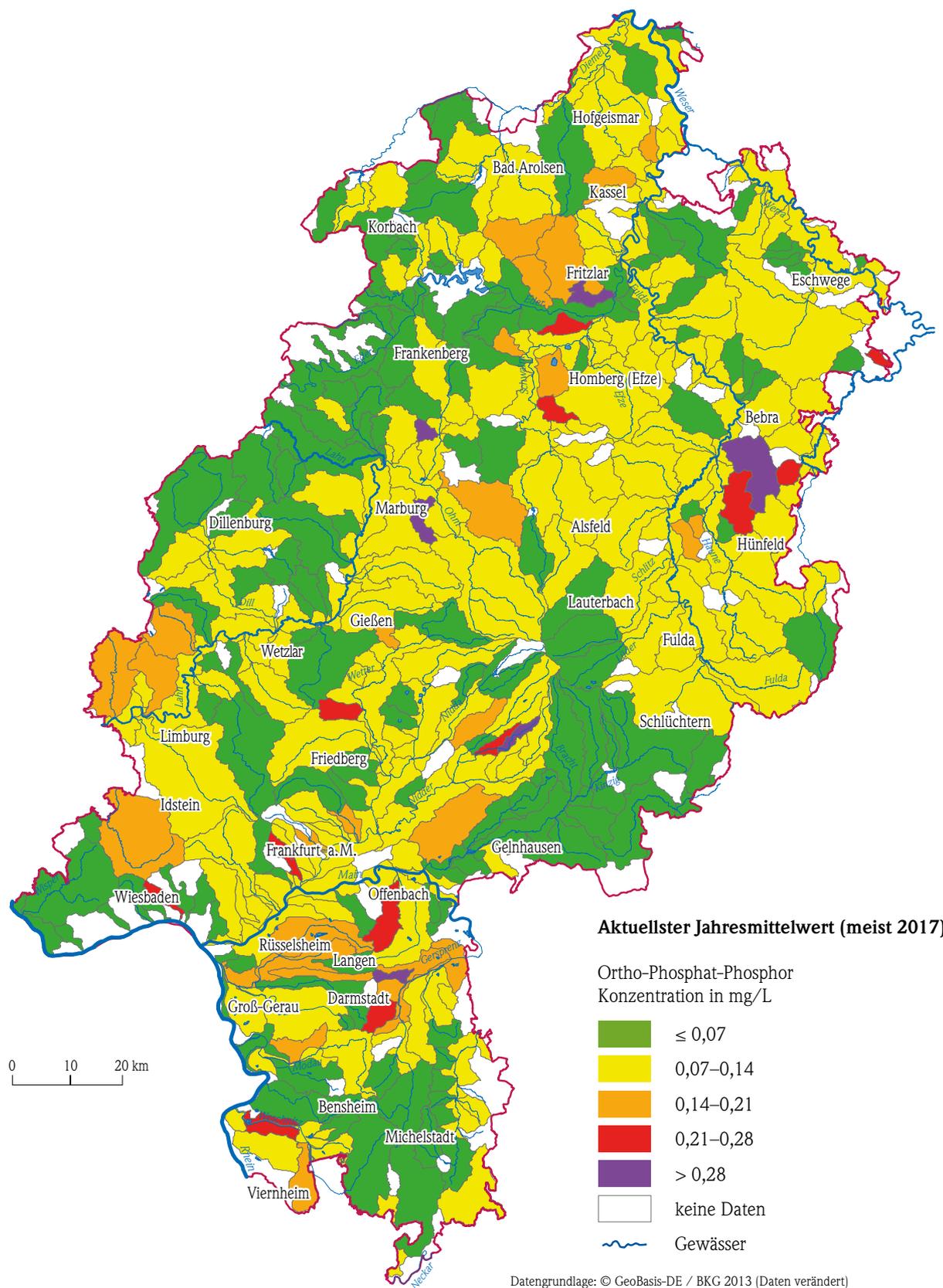


Abb. 38b: Bewertung der Ortho-Phosphat-Konzentrationen auf der Basis der aktuellen Messergebnisse

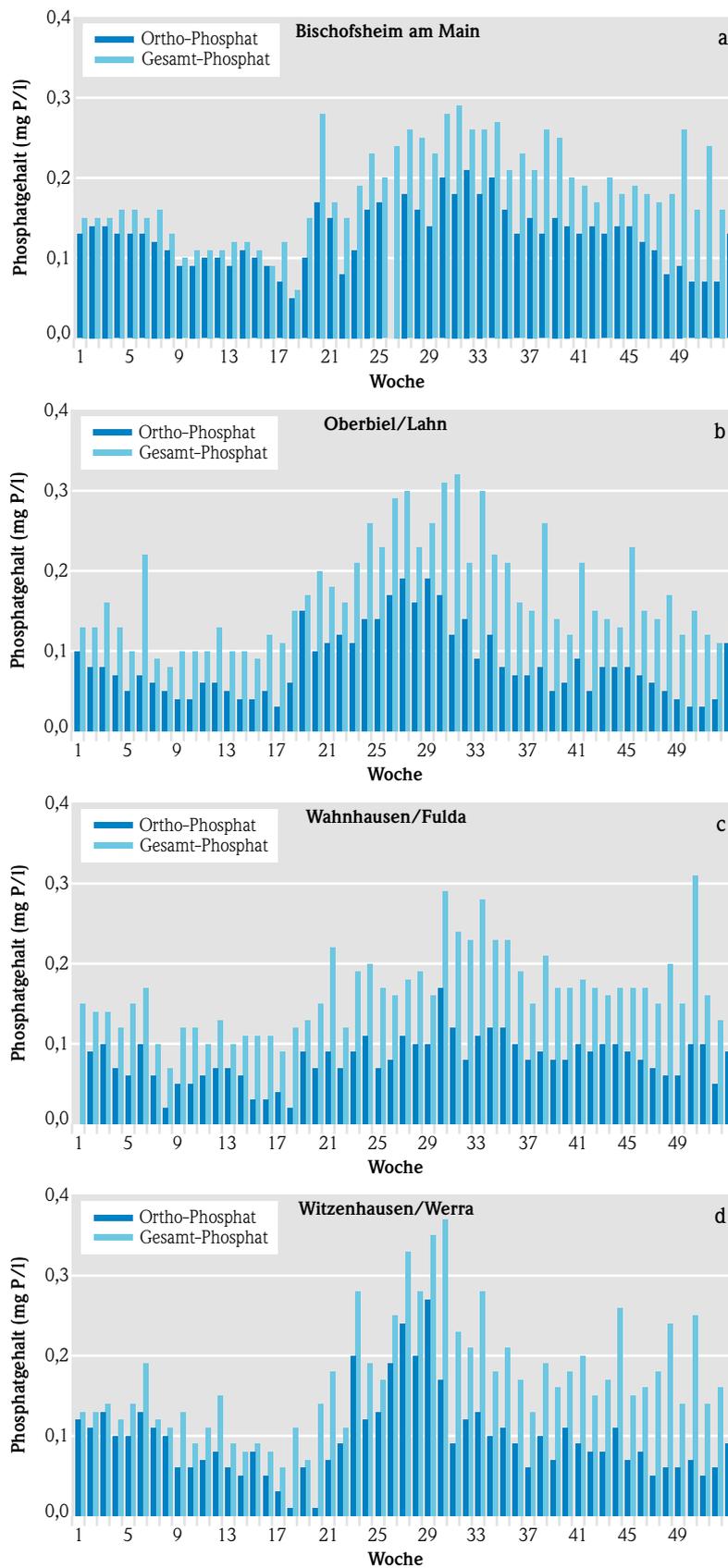


Abb. 39a-d: Konzentration von gelöstem Phosphat (Ortho-P) und Gesamtphosphat (Gesamt-P) im Main (Bischofsheim), in der Lahn (Oberbiel), in der Fulda (Wahnhausen) und in der Werra (Witzzenhausen)

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.

Zu Beginn des Jahres sind die Leitfähigkeiten an den hier betrachteten Flüssen aufgrund der Trockenheit, der damit einhergehenden geringen Wasserführung und der fehlenden Verdünnung durch Niederschläge sowie durch Einträge von Streusalzen relativ hoch. Die höchsten Leitfähigkeiten werden in der Lahn, der Werra und der Fulda in der 3. Kalenderwoche

gemessen. Im Main bewegt sich die Leitfähigkeit bis Mitte Februar auf einem nahezu gleichbleibend hohen Niveau. Der Abflussanstieg in der 8. bis 10. Kalenderwoche führt zu einem Rückgang der Leitfähigkeit. Ebenso führen die Niederschläge und der Abflussanstieg in der 30. Woche zu geringen Werten.

In den nachfolgenden Tabellen 5 und 6 sind für die beiden Messstationen an der Werra in Witzenhausen und am Main in Bischofsheim beispielhaft die Ergebnisse der Sondenmessung aggregiert auf Wochenmittelwerte bzw. Wochenextremwerte und die Laborergebnisse aus den Wochenmischproben für ausgewählte Kohlenstoff-, Stickstoff und Phosphorparameter dargestellt. Zusätzlich ist der Abfluss² als Wochenmittelwert angegeben.

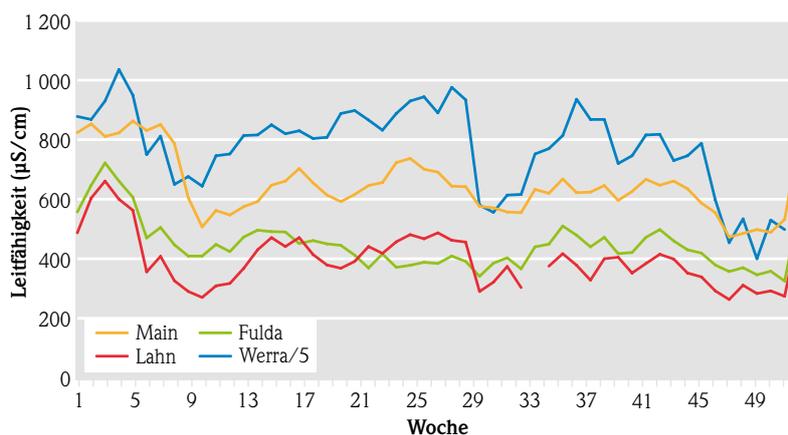


Abb. 40: Jahresganglinien der elektrischen Leitfähigkeit im Main (Bischofsheim), in der Lahn (Oberbiel) und in der Fulda (Wahnhausen) und in der Werra (Witzenhausen)

Literatur

- [1] Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer vom 20. Juni 2016, BGBl. IS. 1373.

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

Tab. 4: Messergebnisse 2017 der Messstation Witzenhausen/Werra

Periode	Abfluss Q ²	Tempe- ratur	Gelöster Sauerstoff O ₂ min	pH-Wert	Elek- trische Leitfähig- keit	Gesamt- Stickstoff	Gesamt org. Koh- lenstoff TOC	Ortho- Phosphat- Phosphor	Gesamt- Phosphor
Woche	(m ³ /s)	(°C)	(mg/l)		(µS/cm)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
1	22,1	1,8	12,0	8,2	4390	4,5	3,2	0,12	0,13
2	23,2	2,9	12,2	8,2	4340	4,6	3,1	0,11	0,13
3	17,7	1,2	13,1	8,3	4650	4,6	2,2	0,13	0,14
4	18,2	0,9	12,6	8,2	5180	4,6	2,3	0,10	0,12
5	27,9	3,5	11,6	8,2	4750	4,9	3,6	0,10	0,14
6	31,0	3,2	12,2	8,2	3750	6,2	3,9	0,13	0,19
7	28,2	4,2	12,2	8,3	4060	5,0	3,3	0,11	0,12
8	90,8	6,8	10,8	8,1	3250	5,5	10	0,10	0,11
9	81,9	7,3	10,6	8,1	3380	5,1	4,9	0,06	0,13
10	88,9	7,5	10,6	8,1	3220	5,7	5,5	0,06	0,09
11	69,9	8,6	10,4	8,2	3730	5,5	4,2	0,07	0,11
12	66,3	9,4	10,4	8,1	3760	5,2	4,9	0,08	0,15
13	46,4	11,5	10,3	8,3	4070	4,3	4,0	0,06	0,09
14	34,9	13,2	10,4	8,6	4080	3,5	3,1	0,05	0,08
15	27,4	11,4	10,5	8,6	4250	3,9	4,5	0,08	0,09
16	27,7	10,0	11,2	8,7	4100	3,8	4,6	0,05	0,08
17	23,6	11,0	11,7	9,0	4150	3,8	4,9	0,03	0,06
18	25,8	12,5	10,6	8,7	4020	3,9	4,8	0,01	0,11
19	24,1	15,1	11,0	9,0	4040	3,4	6,9	0,06	0,07
20	22,3	18,9	9,0	8,9	4440	3,1	6,4	0,01	0,14
21	18,7	19,8	7,7	8,8	4490	2,7	3,8	0,07	0,18
22	20,6	21,6	5,7	8,3	4330	2,4	4,4	0,09	0,11
23	21,6	19,3	6,6	8,3	4160	2,8	5,7	0,20	0,28
24	16,4	20,6	5,7	8,5	4440	2,3	4,6	0,12	0,19
25	15,1	23,8	4,4	7,8	4650	2,2	3,4	0,13	0,17
26	19,0	20,0	4,4	7,9	4720	2,9	5,1	0,19	0,25
27	15,6	21,9	4,5	8,2	4450	2,9	5,9	0,24	0,33
28	22,5	20,0	4,7	7,9	4880	3,1	5,9	0,20	0,28
29	21,5	21,4	4,9	7,9	4670	3,5	5,8	0,27	0,35
30	133,0	16,7	7,7	7,8	2900	4,2	17,0	0,17	0,37
31	66,5	19,0	7,6	7,9	2780	3,6	6,5	0,09	0,23
32	67,4	17,3	7,9	8,0	3070	3,8	7,4	0,12	0,21
33	66,3	17,5	8,1	8,0	3080	4,3	5,6	0,13	0,28
34	46,4	17,4	8,4	8,1	3760	4,2	4,8	0,10	0,18
35	36,3	17,7	8,3	8,1	3850	4,4	4,1	0,11	0,21
36	27,6	15,9	8,9	8,4	4070	4,1	2,4	0,09	0,17
37	33,8	14,3	9,2	8,3	4680	4,0	2,7	0,06	0,13
38	27,6	13,8	9,4	8,3	4340	3,9	3,0	0,10	0,19
39	26,3	14,8	8,8	8,3	4340			0,07	0,16
40	49,2	12,7	9,4	8,1	3600	3,5	5,3	0,11	0,18
41	59,3	12,7	9,7	8,1	3730	3,6	4,0	0,09	0,20
42	41,0	12,8	9,3	8,1	4080	4,2	2,7	0,08	0,15
43	41,6	11,8	9,4	8,1	4090	3,9	3,9	0,08	0,17
44	58,3	9,8	10,1	8,1	3650	3,9	4,5	0,11	0,26
45	51,8	8,6	10,4	8,1	3730	3,9	3,8	0,07	0,15
46	54,1	7,7	11,0		3940			0,08	0,16
47	91,3	8,0	10,8	7,9	2990	3,8	8,1	0,05	0,18
48	116,0	6,2	11,6	8,0	2270	3,4	3,6	0,06	0,24
49	98,8	5,8	11,6	8,1	2670	3,8	5,3	0,06	0,14
50	138,0	5,6	11,7	8,1	2000	4,1	7,2	0,07	0,25
51	106,0	6,8	11,6	8,1	2650	4,0	3,8	0,05	0,14
52	102,0	6,4	11,3	8,0	2490	4,5	3,8	0,06	0,16

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

Tab. 5: Messergebnisse 2017 der Messstation Bischofsheim/Main

Periode	Abfluss Q ²	Temperatur	Gelöster Sauerstoff O ₂ min	pH-Wert	Elektrische Leitfähigkeit	Gesamt- Stickstoff	Gesamt org. Koh- lenstoff TOC	Ortho- Phosphat- Phosphor	Gesamt- Phosphor
Woche	(m ³ /s)	(°C)	(mg/l)		(µS/cm)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
1	92,6	4,1	11,2	7,8	824	6,3	3,7	0,13	0,15
2	98,6	3,9	11,3	7,7	853	6,4	4,0	0,14	0,15
3	81,3	2,8	12,0	7,7	811	6,2	3,8	0,14	0,15
4	70,3	2,1	11,9	7,6	823	6,3	3,9	0,13	0,16
5	99,6	3,4	11,6	7,6	863	6,5	4,1	0,13	0,16
6	128,0	3,9	12,2	7,6	831	7,3	4,0	0,13	0,15
7	112,0	4,7	11,9	7,7	851	6,5	3,9	0,12	0,16
8	285,0	6,5	11,7	7,7	787	6,5	4,3	0,11	0,13
9	252,0	7,9	10,7	7,6	605	6,6	5,1	0,09	0,10
10	282,0	8,3	10,4	7,5	507	6,5	5,6	0,09	0,11
11	208,0	9,2	10,4	7,6	562	6,8	4,7	0,10	0,11
12	295,0	10,2	10,1	7,6	547	6,3	5,3	0,10	0,11
13	167,0	12,3	9,4	7,6	575	5,7	4,6	0,09	0,12
14	129,0	13,9	8,6	7,6	592	4,6	4,3	0,11	0,12
15	118,0	14,2	8,9	7,8	647	4,8	4,6	0,10	0,11
16	131,0	12,7	10,4	8,2	661	4,4	4,9	0,09	0,09
17	111,0	12,8	11,6	8,4	703	4,6	5,6	0,07	0,12
18	258,0	13,2	9,2	8,0	655	5,8	5,5	0,05	0,06
19	186,0	14,7	7,5	7,6	614	6,4	5,0	0,10	0,15
20	179,0	18,1	6,3	7,5	592	5,9	6,0	0,17	0,28
21	136,0	19,9	7,5	7,7	616	4,5	5,8	0,15	0,17
22	127,0	23,0	8,5	7,9	646	3,9	5,4	0,08	0,15
23	158,0	21,4	5,2	7,6	656	3,6	6,2	0,11	0,19
24	106,0	22,9	5,6	7,8	723	3,7	5,9	0,16	0,23
25	92,0	24,6	4,3	7,8	737	3,4	4,9	0,17	0,20
26	147,0	23,5	3,9	7,6	701	3,4	5,2	0,19	0,24
27	117,0	23,6	5,0	7,7	691	4,0	9,6	0,18	0,26
28	157,0	23,4	4,7	7,7	644	4,1	10,7	0,16	0,25
29	131,0	23,9	4,7	7,7	642	3,3	5,4	0,14	0,23
30	237,0	21,5	5,3	7,5	576	3,1	6,4	0,20	0,28
31	189,0	22,3	5,3	7,4	571	3,6	5,7	0,18	0,29
32	174,0	21,7	5,9	7,4	557	3,3	5,8	0,21	0,26
33	191,0	21,4	5,1	7,4	555	4,1	5,2	0,18	0,26
34	145,0	22,0	6,3	7,5	633	4,0	4,3	0,20	0,27
35	140,0	22,5	6,1	7,6	620	4,4	4,5	0,16	0,21
36	116,0	20,8	6,1	7,7	668	3,9	3,6	0,13	0,23
37	212,0	17,6	6,6	7,6	622	4,0	4,1	0,15	0,21
38	177,0	16,1	7,9	7,6	624	3,9	3,6	0,13	0,26
39	132,0	16,9	7,2	7,5	646	3,9	4,6	0,15	0,25
40	184,0	15,5	7,8	7,6	596	4,1	4,5	0,14	0,20
41	182,0	14,6	8,3	7,6	626	4,0	4,8	0,13	0,19
42	140,0	14,9	7,8	7,6	667	4,7	4,3	0,14	0,17
43	147,0	13,9	8,1	7,6	647	4,7	3,6	0,13	0,20
44	193,0	12,2	9,3	7,7	661	4,9	4,1	0,14	0,18
45	187,0	10,6	9,5	7,6	635	4,7	4,3	0,14	0,19
46	231,0	8,5	10,7	7,8	587	4,5	5,2	0,12	0,18
47	280,0	8,2	10,7	7,9	555	4,7	5,6	0,11	0,17
48	510,0	7,3	10,4	7,9	473	5,3	9,7	0,08	0,18
49	338,0	5,7	11,3	7,9	485	4,0	6,0	0,09	0,26
50	556,0	5,4	11,1	7,8	498	4,5	7,0	0,07	0,16
51	495,0	6,0	11,2	7,8	489	5,0	5,6	0,07	0,24
52	464,0	6,6	11,2	7,9	532	5,1	4,9	0,07	0,16

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

3.4 Untersuchungen zur Fauna und Flora der Fließgewässer

ELISABETH SCHLAG

Zielsetzung und Aufgabe

Am 22. Dezember 2000 trat die Europäische Wasser-rahmenrichtlinie (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) (Abbildungen 41 bis 44).

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 dem 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 silikatische Mittelgebirgsflüsse). 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. 41: Fische: Nase *Chondrostoma nasus* – © Korte, Institut für Gewässer- und Auenökologie (INGA), Riedstadt



Abb. 42: Makrozoobenthos: Köcherfliegenlarven *Brachycentrus subnubilus* – © Banning, HLNUG, Wiesbaden



Abb. 43: Makrophyten: Sumpf-Teichfaden *Zannichellia palustris* – © van de Weyer, Büro lanaplan, Nettetetal



Abb. 44: Diatomeen: *Cyclotella radiosa* – © Werum, Büro AGLHH, Frankfurt

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 drei Jahren empfohlen.

Untersuchungen und Ergebnisse

Entsprechend des o. g. Untersuchungsintervalls wurden in 2017 folgende Untersuchungen seitens des HLNUG beauftragt (Abbildung 45):

Fische

Im Rahmen des Bundesstichprobenmonitorings der Fische und Rundmäuler (Arten des Anhangs II der FFH-Richtlinie) sowie Fischbestandserhebungen gemäß WRRL wurde die Fischfauna in 13 Fließgewässern und einem Stehgewässer an insgesamt 14 Untersuchungsabschnitten bzw. Probestellen (PS) untersucht.

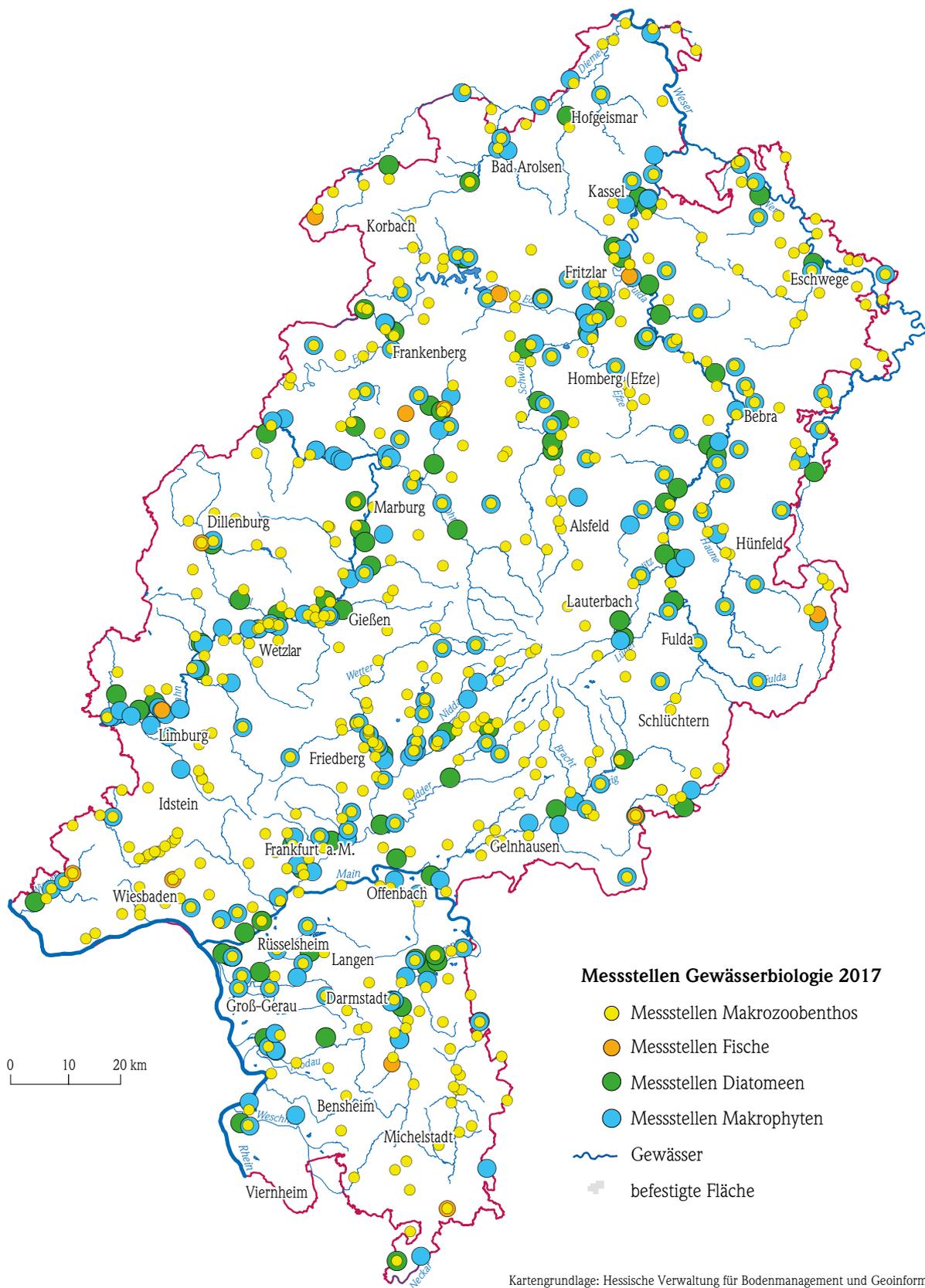
Ziel der Erhebungen war, die Entwicklung des Erhaltungszustandes ausgewählter Bachneunaugen-, Gropen- und Bitterling-Vorkommen in Hessen gemäß Art. 17 FFH-Richtlinie zu dokumentieren und gleichzeitig an diesen Probestellen die Fischbestandserhebungen für die Umsetzung der WRRL durchzuführen. Die Ergebnisse gehen u.a. in den FFH-Bericht an die EU im Jahr 2019 ein.

Die folgende Auswertung und Grafik (Abb. 47) dokumentieren die in den Fließgewässern mittels WRRL-Befischung festgestellten ökologischen Zustandsklassen.

Eine sehr gute ökologische Zustandsklasse erreichten 15,4 % (2 PS) und eine gute Zustandsklasse 46,2 % (6 PS). 23,1 % (3 PS) wurden in die Zustandsklasse mäßig und 15,4 % (2 PS) in die Zustandsklasse unbefriedigend eingestuft. Eine schlechte ökologische Zustandsklasse wurde nicht vorgefunden. Der relativ hohe Anteil an PS, die den guten bis sehr guten ökologischen Zustand erreichen, resultiert aus den hohen Individuendichten der gewässertypspezifischen Leitarten Bachforelle, Bachneunauge und Groppe sowie der Altersstrukturen dieser Populationen.



Abb. 45: 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 2018

Abb. 46: Messstellen Gewässerbiologie 2017

Makrozoobenthos

Das Makrozoobenthos wurde an 477 PS erfasst.

Hierbei wurden – wie bereits in 2016 – einige PS im Rahmen des Kooperationsvorhabens KLIWA „Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft“, des „NiddaMan-Projektes“ und des LIFE-IP-Projektes „LiLa – Living Lahn“ untersucht. Um den Einfluss von Kläranlagen auf das Makrozoobenthos erkennen zu können, fanden erstmals Untersuchungen unterhalb von jetzt stillgelegten Kläranlagen statt.

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

NiddaMan ist Teil der BMBF-Fördermaßnahme „Regionales Wasserressourcen-Management für den nachhaltigen Gewässerschutz in Deutschland (ReWaM)“ im Förderschwerpunkt „Nachhaltiges Wassermanagement (NaWaM)“. Das Einzugsgebiet der Nidda in Hessen ist geprägt von zahlreichen Nutzungskonflikten und ist in vielfacher Hinsicht repräsentativ für Fließgewässer in Mitteleuropa. Das Einzugsgebiet der Nidda wurde als Modellregion für umfangreiche Studien ausgewählt. Übergreifendes Ziel von NiddaMan ist, mit der Entwicklung von Systemlösungen für die wasserwirtschaftliche Praxis einen Beitrag für den nachhaltigen Gewässerschutz in Deutschland zu leisten. NiddaMan steht unter Leitung der Universität Frankfurt; das HLNUG ist hier assoziierter Partner.

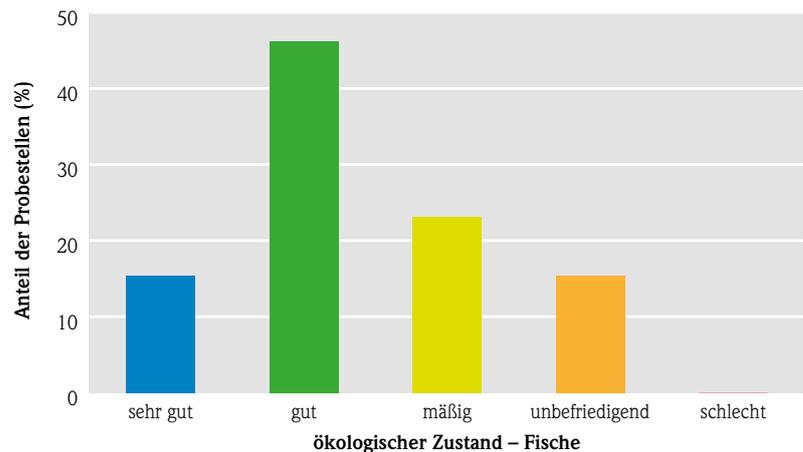


Abb. 47: Ergebnis der Fischbestandserhebung mit prozentualem Anteil der PS in der erreichten ökologischen Zustandsklasse

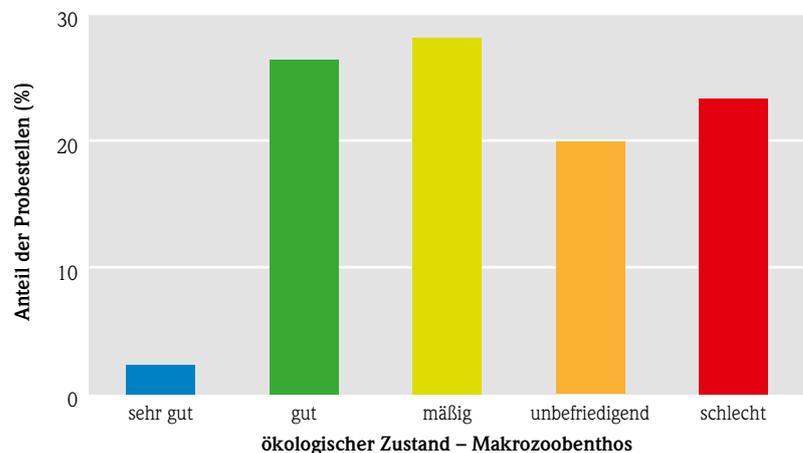


Abb. 48: Ergebnis der Makrozoobenthoserhebung mit prozentualem Anteil der PS in der erreichten ökologischen Zustandsklasse

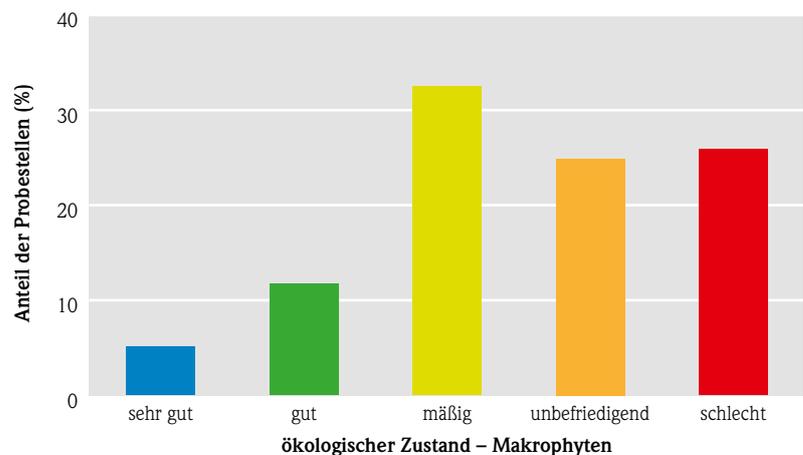


Abb. 49: Ergebnis der Makrophytenerhebung mit prozentualem Anteil der PS in der erreichten ökologischen Zustandsklasse

LIFE-IP ist ein spezielles Förderprogramm der Europäischen Kommission zur Finanzierung einer integrierten Entwicklung in einer Region. Die Besonderheit der „Integrierten Projekte“ (IP) liegt darin, dass sie Umwelt- und Klimapläne oder -strategien in einem großen räumlichen Maßstab und unter Einbeziehung der betroffenen Interessenvertreter umsetzen. Im assoziierten LIFE-IP-Projekt „LiLa – Living Lahn“ arbeiten der Bund, Rheinland-Pfalz und Hessen zusammen, um entlang der Bundeswasserstraße einen guten ökologischen Zustand / ein gutes ökologisches Potenzial, einen umweltverträglichen Hochwasserschutz und einen nachhaltigen Tourismus zu erreichen. Initiator des Projektes ist das Hessische Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV) in Wiesbaden, das auch die Federführung hat.

Bitte beachten Sie den ergänzenden Textabschnitt auf Seite 67!

Makrophyten

Makrophyten wurden an 197 PS kartiert.

Von den untersuchten PS erreichten gemäß PHYLIB (Version 5.3) bzw. gemäß gutachterlicher Bewertung 5,1 % (10 PS) eine sehr gute und 11,7 % (23 PS) eine gute ökologische Zustandsklasse. 32,5 % (64 PS) wurden in die ökologische Zustandsklasse mäßig eingestuft, 24,9 % (49 PS) wurden mit der ökologischen Zustandsklasse unbefriedigend und 25,9 % (51 PS) mit der Zustandsklasse schlecht bewertet. Somit verfehlen 83,2 % der Gewässerabschnitte hinsichtlich der Makrophyten den geforderten guten bis sehr guten ökologischen Zustand. Derzeit wird das nationale Bewertungsverfahren PHYLIB 5.3 überarbeitet. Dabei wird bei den derzeit als indifferent eingestuften Arten (Kat. B) eine neue Kategorie „B+“ eingeführt; das Vorkommen von solchen B+-Arten wird positiv bewertet. Es ist also davon auszugehen, dass sich bei der Bewertung mittels der neuen Version der Handlungsbedarf verkleinern wird.

Jedoch herrschten im Frühsommer 2017 zu Beginn des Wasserpflanzenwachstums oft auch erhöhte Abflüsse vor. Das mangelnde Wasserpflanzenaufkommen ist somit z. T. auf diese ungünstige hydrologische Situation zurückzuführen.

Diatomeen

In 2017 wurden 88 PS Diatomeenproben genommen. Die taxonomische Auswertung der Proben soll in 2018 erfolgen.

Ausblick

Für 2018 beabsichtigt das HLNUG die Vergabe einer hessenweiten Fischbestandserhebung an 410 PS. Des Weiteren sollen zur Ermittlung der stofflichen Belastung an 32 sich meist in größeren Flüssen befindenden Probestellen aus diesen 410 Befischungsabschnitten zusätzlich Fische zu Biota-/Gewebeuntersuchungen auf Schadstoffe entnommen werden sowie für 37 Gewässerabschnitte in der Main- und Oberrheinebene die jeweilige Fischreferenz vor Ort überprüft werden. Zudem ist in 23 Fließgewässerabschnitten ein besonderes Augenmerk auf die FFH-Arten (Bachneunauge, Bitterling, Groppe & Steinbeißer) zu legen.

Eine Makrozoobenthoserhebung soll an 59 PS durchgeführt werden. Hierbei werden mit 36 PS überwiegend der Rhein und seine vier Altrheinarme beprobt. Die verbleibenden 23 PS werden u. a. im Zuge des KLIWA-Monitorings (siehe oben) und des Nationalen Aktionsplans Pflanzenschutz (NAP) untersucht.

Der Nationale Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln wurde am 10. April 2013 von der Bundesregierung verabschiedet. Der Aktionsplan 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. Der Aktionsplan wurde unter Mitwirkung der Länder und Beteiligung von Verbänden, die sich mit Pflanzen oder Pflanzenerzeugnissen, dem Pflanzenschutz, dem Verbraucherschutz, der Wasserwirtschaft oder dem Umwelt- und Naturschutz befassen, erstellt.

Neben der taxonomischen Auswertung der 88 in 2017 genommenen Diatomeenproben ist für 2018 die Probenahme von weiteren 115 Diatomeenproben vorgesehen. Deren taxonomische Auswertung kann frühestens 2019 erfolgen, da für 2018 keine Angebote in einem preislich vertretbaren Rahmen zu erhalten waren.

Informationen zur Biologie der Fließgewässer sind unter <http://www.hlnug.de/themen/wasser/fliessgewaesser/fliessgewaesser-biologie.html> verfügbar. 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 HMUKLV in Form des Bewirtschaftungs-

plans 2015–2021 [2] und Maßnahmenprogramms 2015–2021 [3] 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] HMUKLV; Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen – Bewirtschaftungsplan Hessen 2015–2021 (www.flussgebiete.hessen.de → Bewirtschaftungsplanung).
- [3] HMUKLV; Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen – Maßnahmenprogramm 2015–2021 (www.flussgebiete.hessen.de → Bewirtschaftungsplanung).

3.5 Gewässerstruktur

HEIKO TRIER, JOACHIM WEDEL

Zielsetzung und Aufgabe

Die Gewässerstruktur beeinflusst die ökologische Funktionsfähigkeit der Fließgewässer in erheblichem Maße. Um den von der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) geforderten guten ökologischen Zustand erreichen zu können, muss daher auch die Gewässerstruktur gewisse Mindestanforderungen erfüllen. Deshalb ist die Kenntnis der aktuellen Gewässerstruktur erforderlich, um notwendige Maßnahmen zur Gewässerrenaturierung ableiten zu können.

Neukartierung 2012/2013

Da die Erstkartierung der Gewässerstruktur aller hessischen Fließgewässer (ca. 24 000 km) bereits Ende der 1990er Jahre erfolgte, war im Vorfeld der 2014 anstehenden Fortschreibung des WRRL-Bewirtschaftungsplans und -Maßnahmenprogramms eine

Neukartierung erforderlich. Diese wurde von Herbst 2012 bis Frühjahr 2013 durch externe Büros durchgeführt. Dabei wurden jedoch nur die gemäß WRRL berichtspflichtigen 8 000 km hessischen Fließgewässer ohne die großen Ströme Rhein, Main, Neckar und Weser kartiert.

Das Gesamtergebnis der Neukartierung wurde bereits im Gewässerkundlichen Jahresbericht 2015 dargestellt, das Projekt der Neukartierung wurde im HLUG-Jahresbericht 2014 ausführlich beschrieben. Beide Dokumente sind auf der Homepage des HLNUG zu finden.

Detailergebnisse der Neukartierung inkl. Fotos und Kartierbögen sind bereits seit 2015 im WRRL-Viewer des HLNUG zu finden (<http://wrri.hessen.de>). Seit dem 29.08.2017 ist nun auch eine neue und überarbeitete Version des WRRL-Viewers unter gleichlautender Adresse aktiv geschaltet.

Kontinuierliche Nachkartierungen

Um die Daten zur Gewässerstruktur auch nach der Neukartierung 2012/13 aktuell halten zu können, sind kontinuierliche Nachkartierungen von Änderungsstrecken erforderlich. Als Änderungsstrecken werden Gewässerabschnitte bezeichnet, in denen sich aufgrund von Renaturierungsmaßnahmen, Maßnahmen der Gewässerunterhaltung, eigendynamischen Entwicklungen oder sonstigen Bau- und Ausgleichsmaßnahmen seit der letzten Strukturkartierung strukturelle Merkmale der Gewässermorphologie verändert haben.

In der Kartiersaison 2017/18 wurde die Nachkartierung dieser Änderungsstrecken durch die Mitarbeiter des HLNUG wieder aufgenommen. Die Gewässerstrukturkartierung beschränkt sich üblicherweise auf die Monate November bis April, da die Gewässer sowie ihre Böschungs- und Uferbereiche in diesem Zeitraum aufgrund des Ruhens der Vegetation besser erreichbar und einsehbar sind.

Während der Kartiersaison 2017/18 wurden dabei u. a. Gewässerabschnitte an folgenden Bächen und Flüssen nachkartiert:

Bereich Regierungspräsidium Darmstadt:

- Weschnitz, Rodau, Bieber, Horloff, Gettenbach, Wickerbach, Gersprenz, Mossaubach, Sattelbach, Wembach

Bereich Regierungspräsidium Gießen:

- Allna, Ohm, Bauerbach, Nebenarm Rotes Wasser

Bereich Regierungspräsidium Kassel:

- Eder, Schwalm, Haune, Pfieffe, Geis, Mündersbach, Bentreff, Bauna, Ems, Ohebach, Grenff

Die Ergebnisse der durch das HLNUG durchgeführten Nachkartierungen werden im Laufe des Jahres 2018 im WRRL-Viewer (<http://wrrl.hessen.de>) dargestellt.

Grundlagen der Kartierungen

Die Neukartierung der Gewässerstrukturen in Hessen 2012/13 erfolgte auf Grundlage der Kartieranleitung „Gewässerstruktur in Nordrhein-Westfalen; Kartieranleitung für die kleinen bis großen Fließgewässer“ (LANUV-Arbeitsblatt 18; 2012), jedoch mit länderspezifischen Anpassungen für Hessen. So wurde das o. g. Kartierverfahren z. B. um die Talform „Mäandertal“ erweitert. Des Weiteren wurde für verschiedene Einzelparameter (z. B. EP 1.3 Längsbänke und EP 2.4 Querbänke) die Ausprägung „Ansätze“ hinzugefügt, um positive Entwicklungstendenzen dieser Parameter bereits frühzeitig berücksichtigen zu können.

2017 wurde durch die Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) die „LAWA-Verfahrensempfehlung Gewässerstrukturkartierung – Verfahren für kleine bis mittelgroße Fließgewässer (1. Auflage 2000)“ überarbeitet und erweitert.

Die Kartierung der Gewässerstruktur im Gelände sowie die Auswertung, Speicherung und Weiterverarbeitung der erhobenen Daten erfolgt in Hessen



Abb. 50: Strukturkartierung an der Pfieffe, einem östl. Zufluss der Fulda am 31.01.2018 (Gemeinde Spangenberg; Kartierabschnitt 117; Station 11+600 bis 11+700)

mittels einer elektronischen Kartiersoftware (BEACH_GSG_3). Diese Software wurde 2017 auf die Art und Weise angepasst, dass, nach einer ausführlichen Erprobung der Software in 2018, spätestens in der Kartiersaison 2018/19 mit den im Gelände erhobenen Daten gleichzeitig eine Auswertung nach beiden o. g. Kartieranleitungen (NRW/HS

2012/13 und LAWA 2017) möglich ist. Somit bleibt die Vergleichbarkeit zukünftiger Strukturkartierungen mit den Ergebnissen der Neukartierung aus der Kartiersaison 2012/13 erhalten und ermöglicht gleichzeitig eine Auswertung nach der neuen Verfahrensempfehlung für kleine bis mittelgroße Fließgewässer.

3.6 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 (Tagebauseen). 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 des Sees eventuelle Defizite zu erkennen und ggf. Handlungsempfehlungen zur möglichen Sanierung des Sees 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 51). 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-Wasserrahmenrichtlinie 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.

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 klassifiziert [1]. Weitere aus den Wasserproben ermittelte physikalische, chemische und biologische Daten dienen zur Gesamtbeurteilung der Belastungssituation und als Grundlage

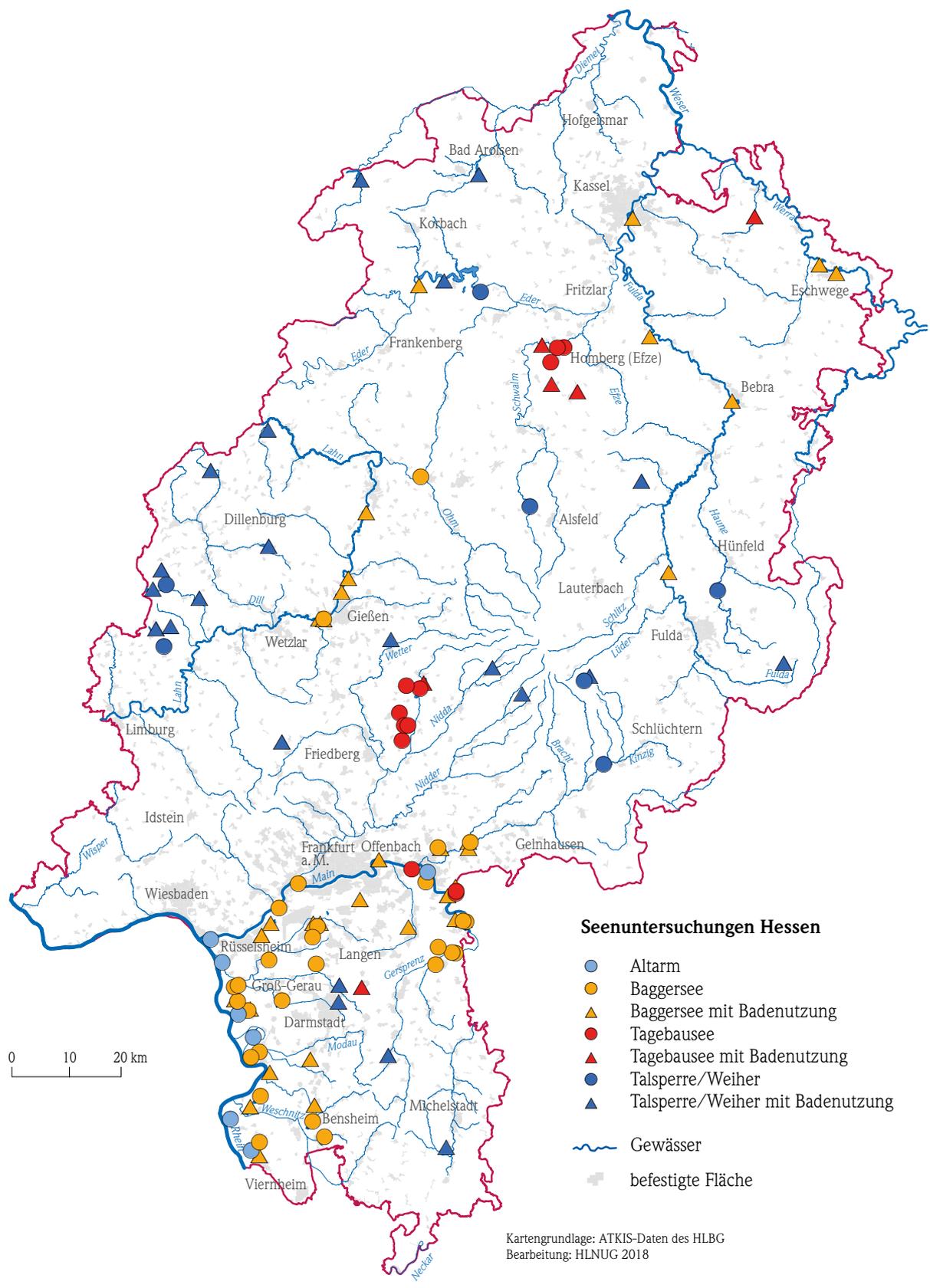


Abb. 51: Messstellen zur Überwachung der Wasserqualität der Seen

bei möglichen Sanierungsmaßnahmen. 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. In Hessen wurden die zu untersuchenden Seen folgenden Seegruppen zugeteilt:

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

Die neue LAWA-Klassifizierung wurde in den Jahren 2014 bis 2017 umgehend angewendet und führte zu folgenden Ergebnissen für die hessischen Seen (jeweils letztes Ergebnis):

- 14 x oligotroph – Trophieindex $\leq 1,50$
- 11 x mesotroph 1 – Trophieindex 1,51–2,00
- 24 x mesotroph 2 – Trophieindex 2,01–2,50
- 20 x eutroph 1 – Trophieindex 2,51–3,00
- 15 x eutroph 2 – Trophieindex 3,01–3,50
- 17 x polytroph – Trophieindex 3,51–4,00
- 1 x polytroph 2 – Trophieindex 4,01–4,50
- 0 x hypertroph – Trophieindex $> 4,50$

Zu berücksichtigen ist hierbei, dass es sich um eine Klassifizierung und nicht um eine Bewertung hinsichtlich des erreichbaren Seezustandes handelt. Es sind einige Seen enthalten, die aufgrund ihrer hydromorphologischen Eigenschaften wie Volumen, Tiefe, Uferlänge auch unter natürlichen Bedingungen



Abb. 52: Wechselsee Biebesheim – oligotroph



Abb. 53: Lampertheimer Altrhein km 5 – polytroph 2 (2015)

(d. h. ohne menschlichen Einfluss) keinen besseren Trophiezustand als eutroph 2 erreichen können.

Die Trophie-Ergebnisse des Jahres 2017 sind zwar allgemein etwas schlechter als im Durchschnitt der Vorjahre, was jedoch nur in Einzelfällen eine konkrete Verschlechterung der Wasserqualität als Ursache hatte, sondern im Wesentlichen in der Auswahl der untersuchten Seen begründet war.

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. 6: Auszug der Messwerte und Trophie-Klassifizierung 2017

See	Landkreis	Fläche (ha)	LAWA Trophie-Typ	MW Pges-Zirkul. (Frühjahr) (mg/l)	MW Pges (mg/l)	Sichttiefe-Saison-MW (m)	MW Chlorophyll (µg/l)	Ges-Trophie-Index aktuell/zuvor	Trophie-Klasse
Aartalsperre	Lahn-Dill-Kreis	80,3	polygr3m	32,4	1,56	0,055	0,056	3,25/2,94	eutroph_2
Arheilger Mühlchen	Darmstadt	1,1	polykl3m	50,7	0,42	0,148	0,040	3,93/3,04	polytroph_1
Badesee Lampertheim	Kreis Bergstraße	3,4	geschklein	2,0	4,88	0,022	0,010	1,52/2,43	mesotroph_1
Badesee Teichmann	Lk Waldeck-Frankenberg	6,9	polykl3m	19,2	1,68	0,059	0,034	2,96/2,61	eutroph_1
Bärensee	Main-Kinzig-Kreis	6,0	polykl3m	9,4	2,01	0,027	0,016	2,34/2,68	mesotroph_2
BUGA See	Kassel	33,7	polygr3m	48,1	2,18	0,154	0,062	3,48/3,14	eutroph_2
Diemeltalsperre	Lk Waldeck-Frankenberg	165,0	geschTS	8,3	3,00	0,037	0,032	2,5/2,45	mesotroph_2
Edertalsperre, Banfgebucht	Lk Waldeck-Frankenberg	1 050,2	geschTS	12,2	2,37	0,050	0,054	2,86/2,91	eutroph_1
EderTS, Waldecker Bucht	Lk Waldeck-Frankenberg	1 050,2	geschTS	9,9	2,93	0,030	0,030	2,49/2,37	mesotroph_2
Erlensee Bickenbach	Lk Darmstadt-Dieburg	12,6	Tlgesch	4,7	2,39	0,019	0,015	1,98/2,02	mesotroph_1
Ginsh. Altrh., Fähre, km 0,9	Kreis Groß-Gerau	65,1	polykl3m	4,1	1,57	0,081	0,065	2,66/-	eutroph_1
Ginsheimer Altrhein, km 2,1	Kreis Groß-Gerau	65,1	polykl3m	3,8	1,59	0,058	0,050	2,50/-	mesotroph_2
Ginsheimer Altrhein, km 4,8	Kreis Groß-Gerau	65,1	polykl3m	3,8	1,62	0,056	0,046	2,48/-	mesotroph_2
Grosser Pfordter See	Vogelsbergkreis	11,4	AVAMGgesch	29,0	1,25	0,062	0,080	3,04/3,05	eutroph_2
Grosser Woog	Darmstadt	6,0	polykl3m	11,7	2,24	0,049	0,027	2,62/3,18	eutroph_1
Haunetalsperre	Lk Fulda	15,2	polykl3m	58,8	0,88	0,138	0,078	3,87/3,71	polytroph_1
Hegbachsee	Kreis Groß-Gerau	9,6	Tlgesch	35,8	0,77	0,071	0,130	3,73/3,10	polytroph_1
Heisterberger Weiher	Lahn-Dill-Kreis	9,4	polykl3m	9,5	1,76	0,030	0,024	2,48/2,48	mesotroph_2
Ibratalsperre	Lk Hersfeld-Rotenburg	8,4	polygr3m	36,5	0,83	0,177	0,050	3,72/3,41	polytroph_1
Kinzigsee, Badebereich	Main-Kinzig-Kreis	23,3	Tlgesch	17,9	1,10	0,028	0,034	2,90/3,00	eutroph_1
Kinzigsee, Restsee	Main-Kinzig-Kreis	23,3	Tlgesch	23,4	0,83	0,039	0,037	3,18/3,58	eutroph_2
Langener Waldsee	Kreis Offenbach	89,1	Tlgesch	5,7	1,98	0,034	0,020	2,31/2,12	mesotroph_2
Marbachtalsperre	Odenwaldkreis	19,0	polykl3m	58,6	0,98	0,059	0,039	3,51/3,11	polytroph_1
Neuenhainer See	Schwalm-Eder-Kreis	4,4	geschklein	6,0	2,23	0,043	0,060	2,59/1,96	eutroph_1
Niddatalsperre	Vogelsbergkreis	42,4	geschTS	18,4	1,72	0,045	0,033	2,95/2,81	eutroph_1
NSG Mainflingen	Kreis Offenbach	58,0	polykl3m	3,8	2,56	0,025	0,025	2,04/1,74	mesotroph_2
Pfaffensee	Wetteraukreis	20,1	TLgesch	37,8	0,95	0,062	0,100	3,58/3,50	polytroph_1
Ruhsee	Main-Kinzig-Kreis	18,9	Tlgesch	43,5	0,88	0,089	0,100	3,75/3,84	polytroph_1
Schultheisweiher Rumpenh.	Offenbach	10,4	polykl3m	61,5	1,35	0,098	0,068	3,65/3,12	polytroph_1
Seeweier Waldernbach	Lk Limburg-Weilburg	11,2	polykl3m	15,9	1,36	0,047	0,049	2,97/3,05	eutroph_1
Singliser See	Schwalm-Eder-Kreis	74,6	TLgesch	2,2	7,50	0,022	0,046	1,61/1,14	mesotroph_1
Strandbad Grosskrotzenburg	Main-Kinzig-Kreis	21,2	Tlgesch	5,8	3,40	0,023	0,016	1,97/1,86	mesotroph_1
Trais-Horloffter See	Lk Gießen	35,1	Tlgesch	7,7	2,19	0,024	0,020	2,27/2,05	mesotroph_2
Ulbachtalsperre	Lahn-Dill-Kreis	6,7	geschTS	28,6	0,84	0,040	0,029	3,24/3,16	eutroph_2
Wechselsee Bibesh.	Kreis Groß-Gerau	10,6	Tlgesch	1,8	4,57	0,019	0,005	1,26/1,96	oligotroph

3.7 Meteorologische und Hydrologische Dürre 2016-2017

MATTHIAS KREMER, CORNELIA LÖNS-HANNA, PETRA MENK

Allgemeines

Unter Dürre wird ein Mangel an Wasser verstanden, verursacht durch geringe Niederschläge und/oder durch erhöhte Verdunstung infolge hoher Temperaturen oder Wind. Entsprechend ihrer Auswirkungen gibt es unterschiedliche Bezeichnungen. Im Folgenden wird dargestellt, wie Dürre und damit einhergehend Niedrigwasser definiert sind und inwieweit hessische Landschaften und Gewässer in den vergangenen Monaten betroffen waren.

Witterung

Anfang des Jahres lag Hessen, wie auch in den sechs Monaten des Vorjahres, meist im Einflussbereich von Hochdruckgebieten, die wenig Niederschlag brachten (siehe Kapitel 2 Witterung). Für diesen Zeitraum (Juli 2016 bis Ende Juni 2017) kann für Hessen von einer meteorologischen und hydrologischen Dürre gesprochen werden. Vom Juli 2016 bis zum Juni 2017 lagen die Niederschlagswerte für Hessen an elf Monaten unter den langjährigen Mittelwerten, was als hydrologische Dürre anzusehen ist. Insgesamt fielen 536 mm, dies entspricht nur 66 % der mittleren Jahresniederschlagsmenge von 807 mm (Referenzzeitraum 1981–2010) (Abbildung 54).

Dürreindex

Der Standardisierte Niederschlagsindex **SPI** (Standardized Precipitation Index) ist nach Angaben des Deutschen Wetterdienstes einer der gebräuchlichsten klimatologischen Niederschlagsindizes zur Identifikation von Niederschlagsüberschüssen und -defiziten. Er wird für verschiedene Zeitskalen berechnet, wobei gleitende Niederschlagsmittel gebildet und im Kontext zu langjährigen Werten betrachtet werden.

Definition Dürre: [nach 1]

Meteorologische Dürre:

ein bis zwei Monate trockener als üblich.

Landwirtschaftliche Dürre:

zwei und mehr Monate zu trocken, die Folge sind Ernteeinbußen infolge unzureichender Wasserversorgung der Pflanzen.

Hydrologische Dürre:

ab vier Monaten, betroffen sind Pegel und Grundwasser. Die Wasserstände fallen unter einen Normalwert. Wasserreserven im Grundwasser, in Seen und Talsperren fallen unter statistische Kennwerte.

Nach Auswertungen des Deutschen Wetterdienstes lag der Niederschlagsindex SPI (Abbildung 55) in weiten Teilen Hessens vom Juli 2016 bis zum Juni 2017 zwischen -1,5 und -2,0. Damit kann von einer schweren Dürre gesprochen werden. Im äußersten Westen Hessens waren die Werte des SPI unter -2,0 hier lag sogar eine extreme Dürre vor.

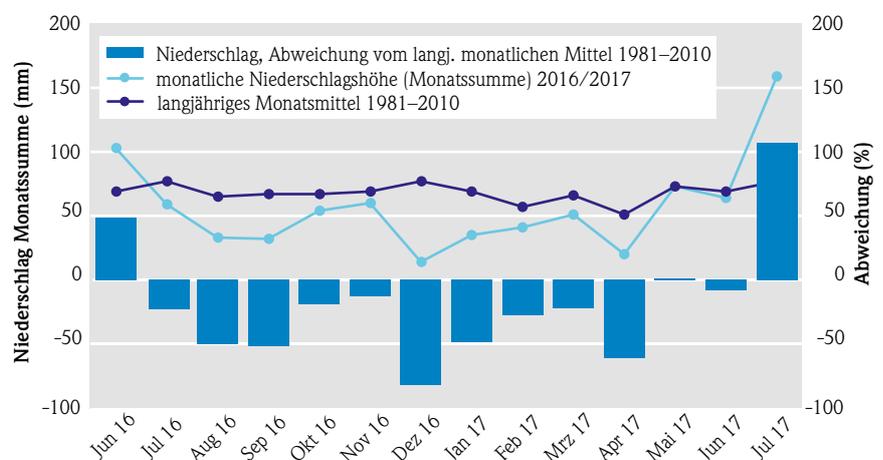


Abb. 54: Mittlerer monatlicher Niederschlag und Abweichung vom langjährigen Mittel (Quelle: DWD)

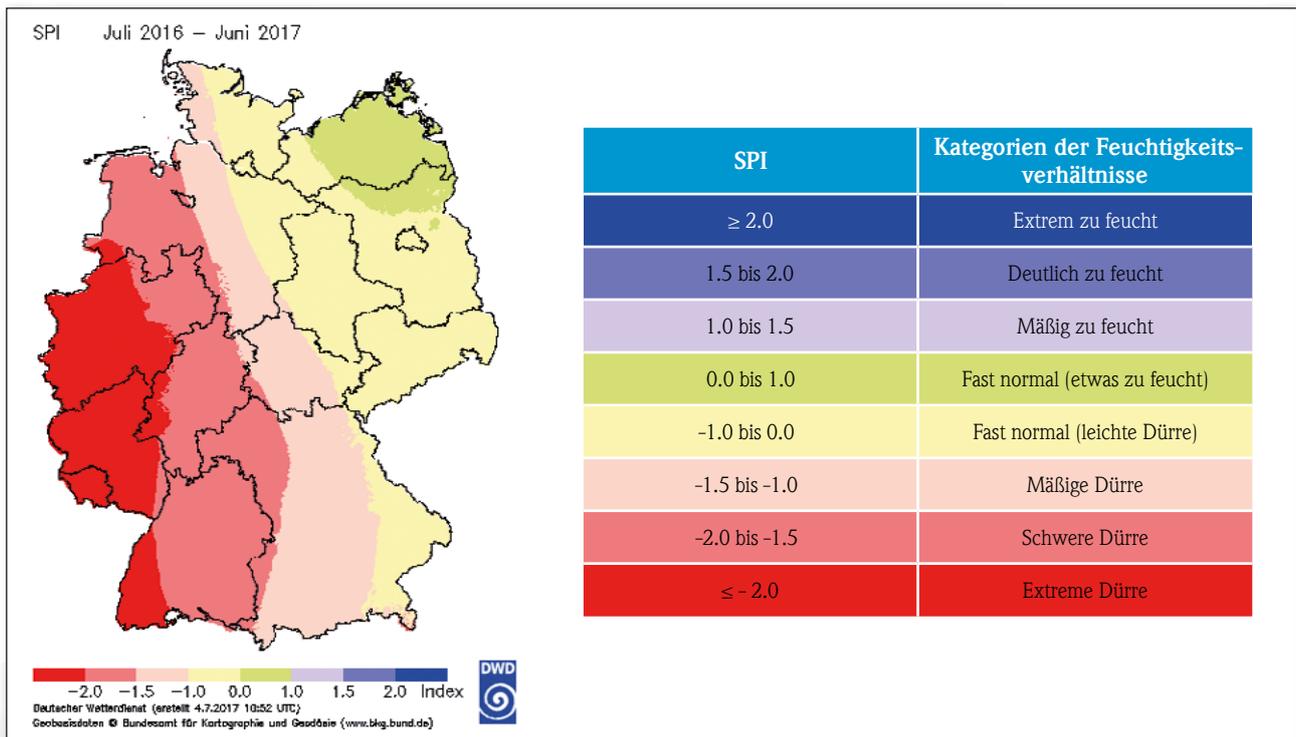


Abb. 55: Deutschlandweite Verteilung des SPI für den Zeitraum Juli 2016 bis Juni 2017 [5]

Abflüsse

Als **Niedrigwasser** im Binnenbereich wird nach DIN 4049-3 [5] der Zustand in einem oberirdischen Gewässer bezeichnet, bei dem der Wasserstand oder der Durchfluss einen bestimmten Schwellenwert erreicht oder unterschreitet. Dieses Niedrigwasser ist grundsätzlich wetter- oder jahreszeitlich bedingt.

Entsprechend dem pluvialen Abflussregime treten Niedrigwasserereignisse in Hessen im Spätsommer und Herbst oder in kalten Wintermonaten mit Wasserrückhalt in der Schneedecke auf. Hydrologische Kennwerte zur Einordnung von Mittel- und Niedrigwasser sind nachfolgend erläutert:

Erläuterung: [nach 6 u. 7]

NO: Niedrigwasserdurchfluss, geringster Tagesdurchfluss im betrachteten Zeitraum.

NO_{Monat}: Niedrigwasserdurchfluss Monat, geringster Tagesdurchfluss des jeweiligen Monats im betrachteten Zeitraum.

MNO: Mittlerer Niedrigwasserdurchfluss, Mittel der jeweils geringsten Durchflusswerte der Einzeljahre im betrachteten Zeitraum.

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

MQ: Mittlerer Durchfluss, Mittel des täglichen Durchflusses im betrachteten Zeitraum.

MQ_{Monat}: Mittlerer Durchfluss Monat, Mittel des täglichen Durchflusses des jeweiligen Monats im betrachteten Zeitraum.

Gleitendes Tagesmittel: Mittelwert aus jeweils 31 aufeinander folgenden Tagesmittelwerten.

Die Niederschlagsdefizite vor allem im Winter in Verbindung mit den überdurchschnittlichen Temperaturen führten in den innerhessischen Gewässern aber auch in den großen Wasserstraßen zu ausgeprägtem Niedrigwasser. Langjährige Durchflussmittelwerte wurden fast über den gesamten betrachteten Zeitraum unterschritten. Untersuchungen einzelner repräsentativer Gewässer ergaben, dass je nach Lage ausgeprägtes Niedrigwasser über einen längeren Zeitraum (ca. 30 bis 60 Tage lang) auftrat.

Ab Juli 2016 wirkten sich die geringen Niederschläge in den Gewässern aus. Auswertungen der Abflussverhältnisse (Abbildung 56) ergeben, dass von Juli 2016 bis Juni 2017, also zwölf Monate in Folge, die monatlichen Abflussmittelwerte (MQ_{Monat}) unterschritten wurden. Insbesondere im Dezember 2016 und im Januar 2017 durchfloss die Gewässer nur ca. ein Viertel der sonst üblichen Wassermenge. In Abbildung 56 sind die Abweichungen des monatlichen Mittelwertes des Abflusses von den langjährigen monatlichen Mittelwerten dargestellt. Grundlage sind Daten von elf Pegeln, die das Abflussgebiet von Hessen repräsentieren.

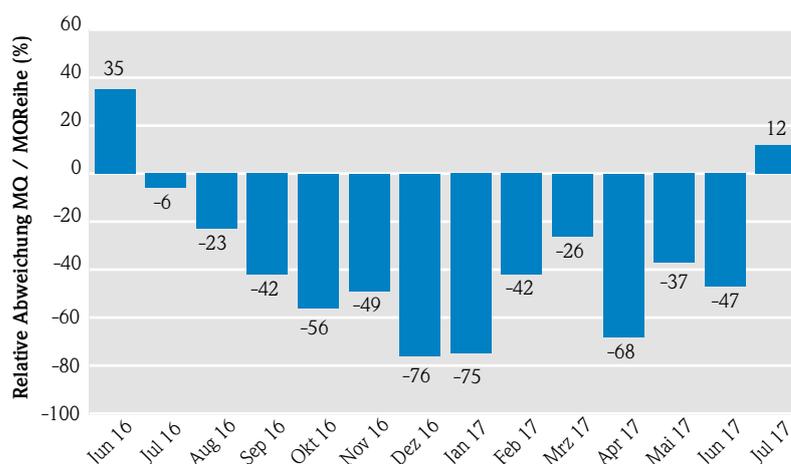


Abb. 56: Abweichung der mittleren monatlichen Abflüsse 2016/2017 vom langjährigen monatlichen Mittel (ab Beginn der Messungen in den 50er und 60er Jahren) für 11 Referenzpegel in Hessen

In Tabelle 7 wird für vier ausgewählte Pegel: **Helmarshausen/Diemel** für Nordhessen, **Bad Hersfeld 1/Fulda** für Ost-Hessen, **Marburg/Lahn** für Mittelhessen und **Lorsch/Weschnitz** für das Rheingebiet die Abflusssituation anhand von Niedrigwasserauswertungen genauer dargestellt. Hierfür werden die die Abweichungen der Tagesdurchflüsse von langjährigen statistischen Werten wie MQ, MNQ und NQ berechnet.

Tab. 7: Niedrigwasserauswertung für vier Pegel im Zeitraum Juni 2016 bis Juli 2017 (425 Tage)

Pegel	Helmarshausen	Bad Hersfeld 1	Marburg	Lorsch
Gewässer	Diemel	Fulda	Lahn	Weschnitz
Tage unter langjährigem gleitendem Tagesmittel	390	360	371	326
Tage unter MNQ_{Monat}	341	254	151	183
Tage unter MNQ (ausgeprägtes Niedrigwasser)	147	63	29	60
Tage unter NQ_{Monat}	1	0	14	7
Tage unter NQ	0	0	0	0
Zeitraum Referenzzeitreihen	1964–2012	1968–2012	1956–2010	1956–2010
NQ (m^3/s) (Datum des Auftretts)	2,62 (17.07.1993)	2,44 (28.08.1976)	1,5 (01.07.1976)	0,403 (03.08.2011)
MNQ (m^3/s)	5,56	4,63	3,38	1,15
MQ (m^3/s)	14,9	19,6	16,3	3,23
Einzugsgebiet (km^2)	1 757,12	2 120,20	1 666,20	382,80

Tab. 8: Niedrigwasserauswertung Pegel Mainz/Bundeswasserstraße Rhein im Zeitraum Juni 2016 bis Juli 2017 (425 Tage)

Pegel	Mainz
Gewässer	Rhein
Tage unter MQ_{Monat}	316
Tage unter MNQ_{Monat}	203
Tage unter MNQ (ausgeprägtes Niedrigwasser)	45
Tage unter NQ_{Monat}	0
Tage unter NQ	0
Zeitraum Referenzzeitreihe	1931–2014
NQ (m^3/s)	460 (30.10.1947)
MNQ (m^3/s)	772
MQ (m^3/s)	1 610
Einzugsgebiet (km^2)	98 206



Abb. 58: Edertalsperre, 1. August 2017

Auch die Durchflüsse im **Rhein** als großes Gewässer waren von den geringen Niederschlägen beeinflusst (Tabelle 7 und Abbildung 57). Dies verdeutlicht, dass ganz Mitteleuropa bzw. nahezu das gesamte Rheineinzugsgebiet (mit Alpenvorraum, Schwarzwald, Neckar- und Maingebiet) von dieser Dürre betroffen waren. Die jeweiligen monatlichen Niedrigwasserdurchflüsse (MNQ_{Monat}) wurden im betrachteten Zeitraum Juli 2016 bis Juni 2017 an 216 Tagen unterschritten. An 45 Tagen herrschte mit Wassermengen unter MNQ ($772 m^3/s$) ausgeprägtes Niedrigwasser. Das Niedrigwasser hatte zur Folge, dass im Januar 2017 mehrere Fähren, z. B. die von Niederheimbach/Lorch und Ingelheim/Oestrich-Winkel ihren Betrieb einstellen mussten [8 und 9].

Auswirkungen hatte die Dürre auch auf den größten hessischen Stausee, die Edertalsperre. Ihr Inhalt wird einerseits durch die Zuflüsse und andererseits durch die Talsperrensteuerung beeinflusst. Diese orientiert sich an den verschiedenen Nutzungen (siehe Kapitel 2.6 Talsperren). Die Füllmengen waren den gesamten Zeitraum (Juli 2016 bis Juli 2017) unterdurchschnittlich. Besonders vom Oktober 2016 bis zum März 2017 und im Spätsommer 2017 waren die Wassermengen und somit auch die Wasserstände extrem niedrig (Abbildung 5).

Ende Juli 2017 endete die Dürrephase, da dann für die Jahreszeit ungewöhnlich hohe Niederschläge (Juli: 120 % mehr, August: 69 % mehr als im langjährigen Mittel) fielen. Die Wassermengen in den Gewässern stiegen, kurzzeitig kam es sogar zu Hochwasser. Auch der Edersee füllte sich langsam wieder, sodass Ende September der für diese Jahreszeit übliche Füllgrad von ca. 50 % erreicht wurde.

An allen vier Pegeln lagen die Tagesmittelwerte in den Monaten Juli 2017 bis Februar 2017 und im April und Juni weitestgehend unter den langjährigen Tagesmittelwerten. Lediglich im Februar und März sowie vereinzelt im Mai wurden die Werte gelegentlich überschritten. Besonders niedrig waren die Durchflussmengen in den Wintermonaten Dezember 2016 und Januar 2017, also in Zeiten, in denen normalerweise eher hohe Durchflüsse zu erwarten sind. Im Juli 2017, in dem doppelt so viel Niederschlag wie sonst üblich fiel, stiegen die Wassermengen in den Flüssen an.

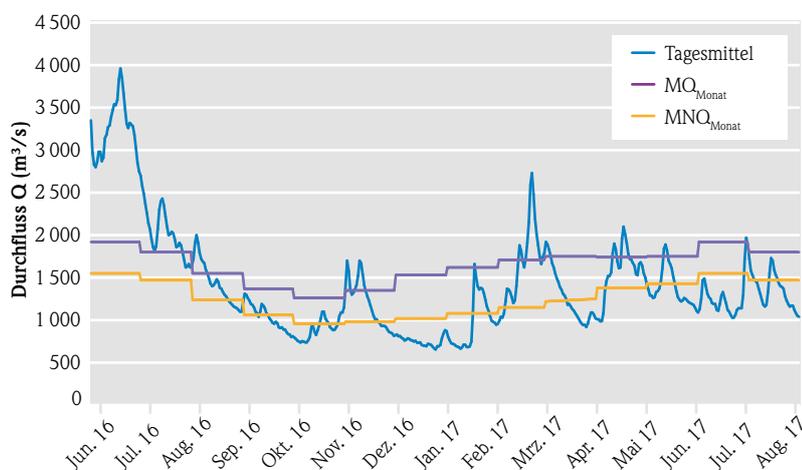


Abb. 57: Durchfluss am Pegel Mainz (Quelle: Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung)

Literatur

- [1] Deutscher Wetterdienst (2017): <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=100578&lv3=603288ter>. Wetterlexikon. Abgerufen im Oktober 2017.
- [2] Deutscher Wetterdienst (2016/2017) Pressemitteilungen https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/pressemitteilungen_node.html. Abgerufen im Oktober 2017.
- [3] METTE, T., RÖTZER, T. und PRETZSCH, H. (2011): Ein Dürre-Index für die Forstwirtschaft? LWF aktuell 85/2011.
- [4] Deutscher Wetterdienst (2015): Standardized Precipitation Index SPI. Dokumentation. Abteilung Agrarmeteorologie. Stand: November 2015.
- [5] Deutscher Wetterdienst (2017): <https://www.dwd.de/DE/leistungen/spi/spi.html>. Standardisierter Niederschlagsindex (SPI). Abgerufen im Oktober 2017.
- [6] Deutsches Institut für Normung e.V. (1994-10): DIN 4049 Teil 3: Begriffe zur quantitativen Hydrologie.
- [7] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser - LAWa (2017): Entwurf Leitfaden zur Hydrometrie des Bundes und der Länder – Pegelhandbuch, Teil C.
- [8] Frankfurter Allgemeine (2016): Rhein mit Niedrigwasser: Stopp für Fähren. Online-Zeitungsartikel der Frankfurter Allgemeinen Zeitung vom 29. Dezember 2016.
- [9] Allgemeine Zeitung Mainz (2017): Regen wird sehnüchzig erwartet. Zeitungsartikel der Allgemeinen Zeitung Mainz vom 26. Januar 2017.

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 regio-

nal 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, außerhalb der in Absatz 1 genannten Versickerungstrecken, 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 Abbildung 60 ist eine Übersichtsdarstellung der modellierten Grundwasserneubildung aus dem Niederschlag für das Jahr 2017. Die flächenhafte Verteilung der Grundwasserneubildung 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 2017 für Hessen 114 mm und lag damit rd. 13 % über dem langjährigen Mittelwert der Referenzperiode 1971–2000. Die erhöhte Grundwasserneubildung ist auf die gegenüber den langjährigen Mittelwerten überdurchschnittlichen Niederschläge in der zweiten Jahreshälfte und der daraus resultierenden überdurchschnittlichen Sickerwasserrate zurückzuführen. 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 zur Grundwasseroberfläche und trägt maßgeblich zur Grundwasserneubildung bei. Ein Teil des Sickerwassers kann auch lateral als Zwischenabfluss abfließen.

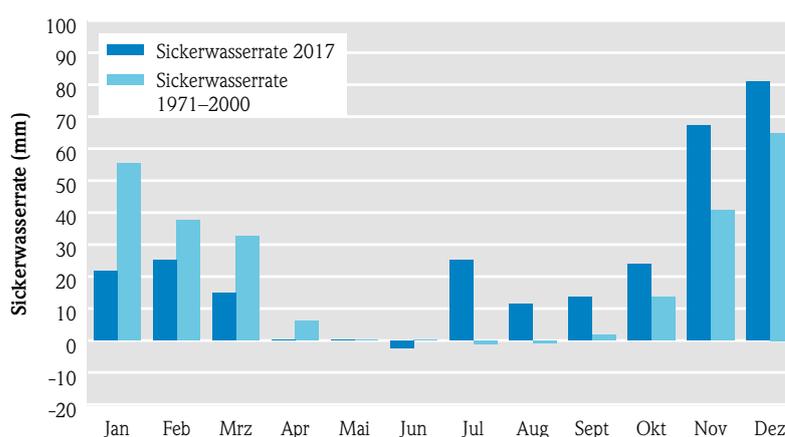


Abb. 59: Monatliche Sickerwasserraten in Hessen

In Abbildung 59 ist der Verlauf der monatlichen Sickerwasserrate im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten dargestellt. Im Jahresgang der Sickerwasserrate gab es deutliche Abweichungen gegenüber dem langjährig mittleren Verlauf. In den ersten sechs Monaten fiel die Sickerwasserrate infolge der geringen Niederschläge deutlich unterdurchschnittlich aus. Ab Juli änderte sich die Situation grundlegend und die Sickerwasserrate fiel bis Dezember in jedem Monat deutlich überdurchschnittlich aus.

Die sehr ergiebigen Niederschläge im Juli führten zu einer für diese Jahreszeit ungewöhnlich starken Sickerwasserbildung und einem frühen Einsetzen der Grundwasserneubildung. Sickerwasser- und Grundwasserneubildung im Sommerhalbjahr stellen eine Ausnahme vom Normalfall dar, da im Sommer die Verdunstung üblicherweise höher als der Niederschlag ausfällt. Im langjährigen Mittel kommt es erst gegen Oktober zum Einsetzen der Sickerwasser- und Grundwasserneubildung.

In der Summe fielen die Überschüsse der zweiten Jahreshälfte höher als die Defizite der ersten Jahreshälfte aus, was zu einer überdurchschnittlichen Sickerwasser- und Grundwasserneubildung geführt hat.

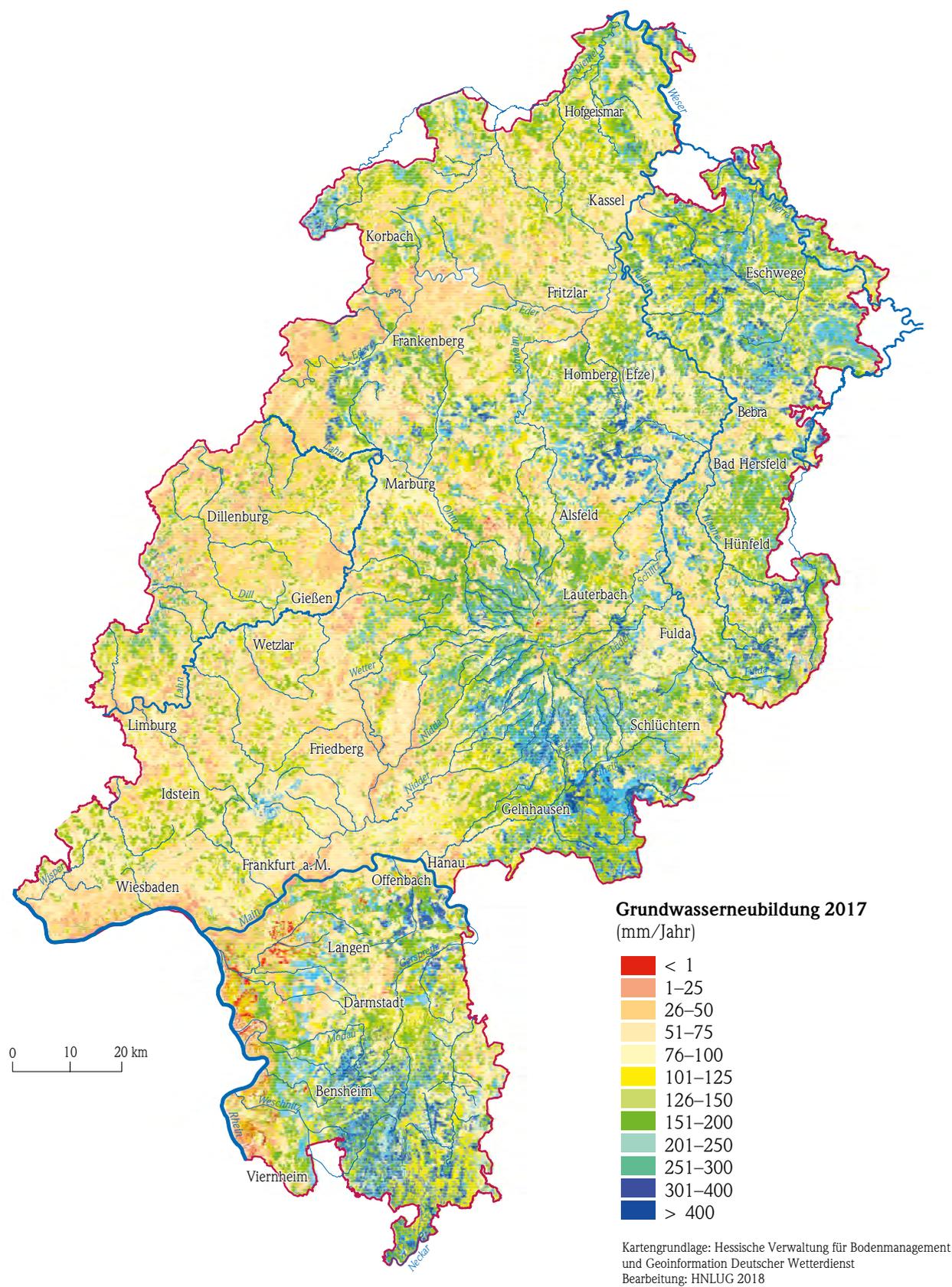


Abb. 60: Flächenhafte Darstellung der Jahressumme der Grundwasserneubildung aus Niederschlag für das Jahr 2017

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 (Abbildung 61, 62, 63) 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 (LGD) in Form von Daten und Grafiken recherchiert und eingesehen werden:

- Grundwasserstände
- Quellschüttungen
- Grundwasserbeschaffenheitsanalysen
- Stammdaten

Ergebnisse 2017

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 darge-



Abb. 61: Grundwasser, Fuldaquelle



Abb. 62: Grundwassermessstelle Sterzhausen

stellt werden, sind in der Übersichtskarte (Abbildung 63) mit roten Kreisen markiert. Zum Vergleich werden die Ganglinien des Jahres 2017 zusammen mit dem Verlauf von Jahren mit besonders niedrigen und hohen Grundwasserständen dargestellt (Abbildungen 64–67).

Infolge der von Juli 2016 bis Juni 2017 andauernden Trockenperiode lagen die Grundwasserstände und Quellschüttungen zu Beginn des Jahres 2017 in Mittel- und Nordhessen auf einem jahreszeitlich unterdurchschnittlichen Niveau. In Südhessen stellte sich die Situation dagegen entspannter dar. So wurden im Hessischen Ried Anfang des Jahres überwiegend mittlere Grundwasserstände beobachtet.

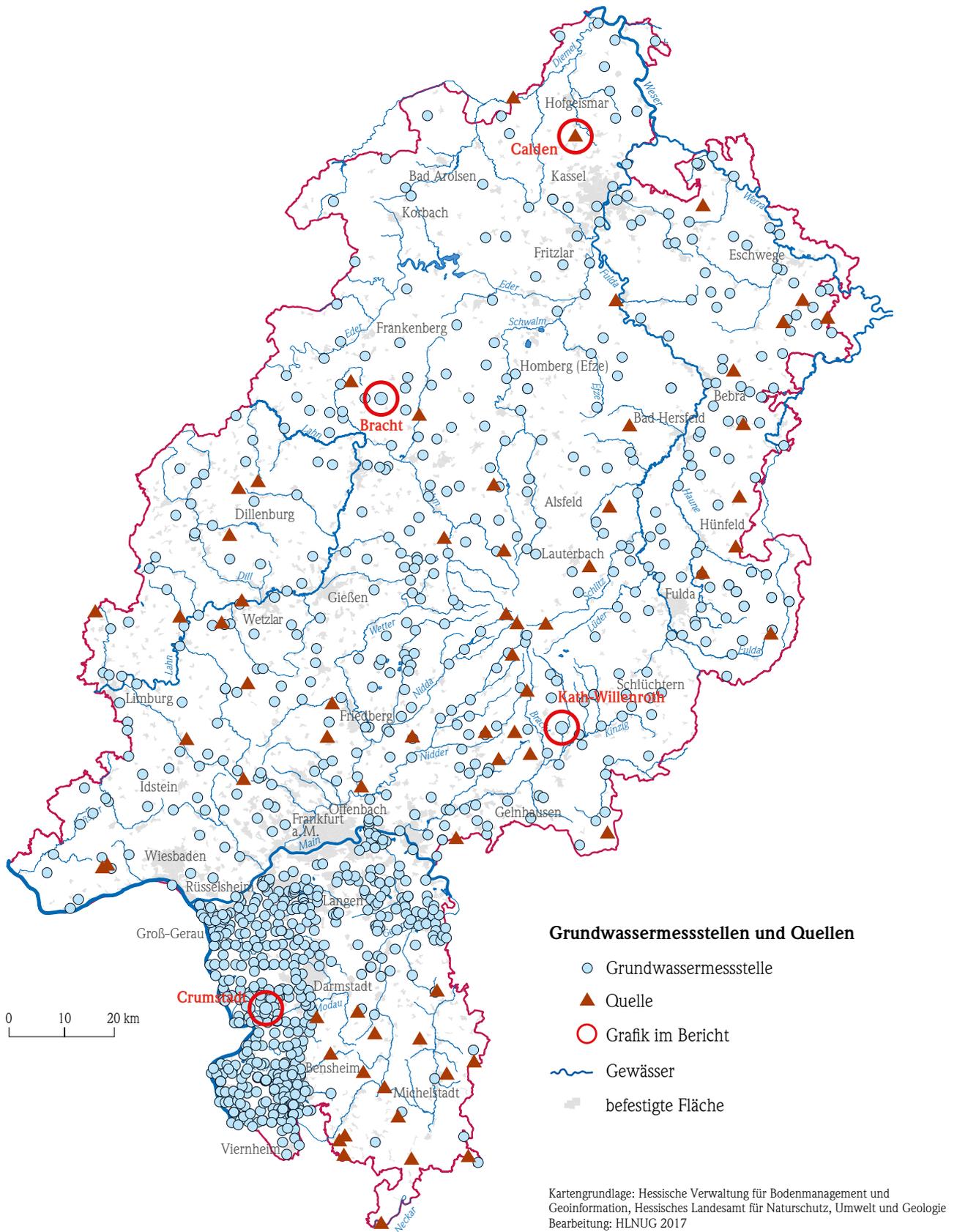


Abb. 63: Messstellen zur Überwachung der Grundwasserstände und Quellschüttungen

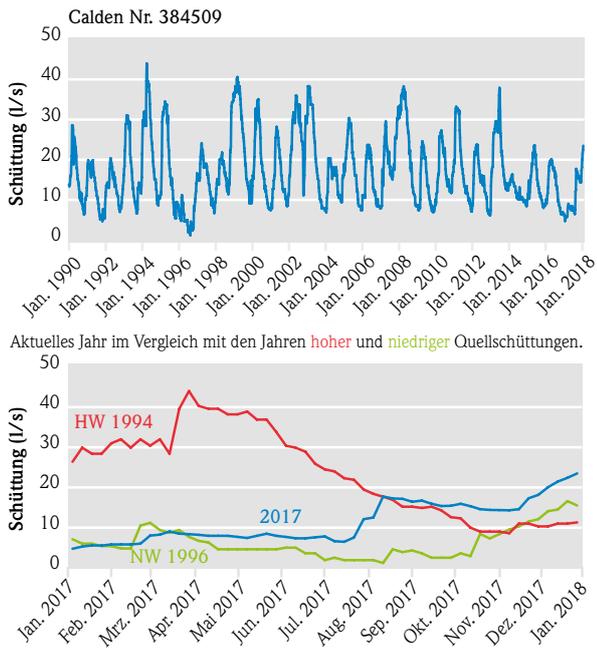


Abb. 64: Schüttungsganglinie der Quelle Calden

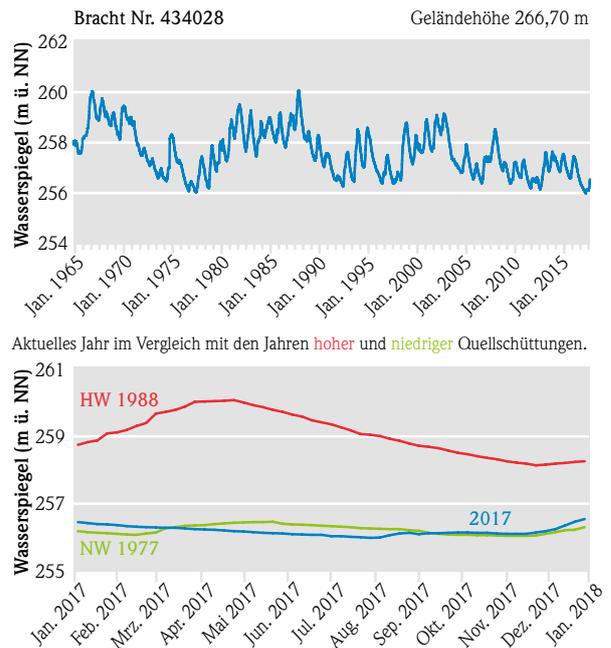


Abb. 65: Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Bracht

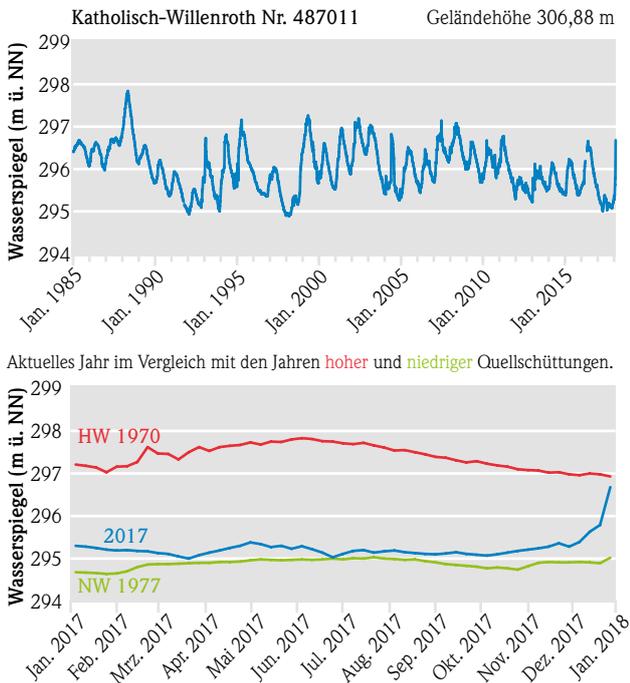


Abb. 66: Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Katholisch-Willenroth

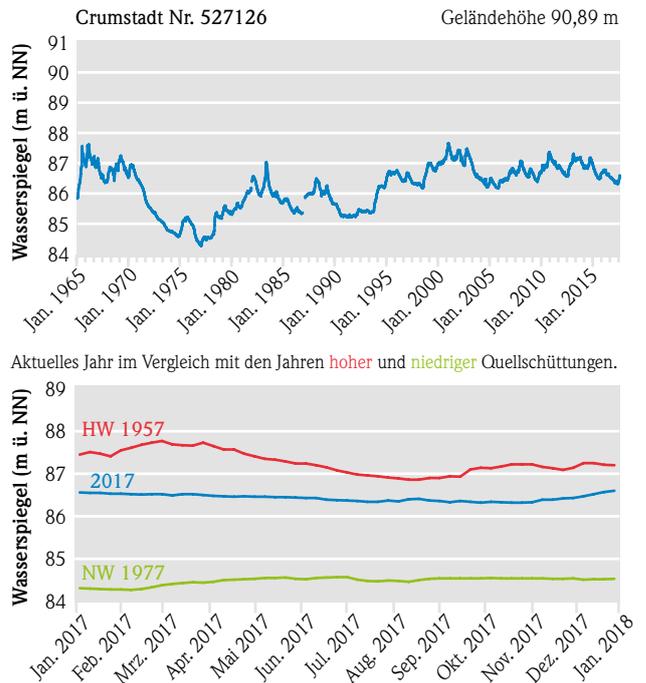


Abb. 67: Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Crumstadt

Im Jahresvergleich waren die Grundwasservorräte deutlich niedriger als zu Beginn des Jahres 2016. Durch das Ausbleiben der Niederschläge im hydrologischen Winterhalbjahr 2016/2017 kam es zu kaum nennenswerter Grundwasserneubildung und der für das hydrologische Winterhalbjahr typische und verbreitete Anstieg der Grundwasserstände blieb aus. Die Winter-Trockenheit bewirkte, dass die Grundwasserspeicher vielerorts nicht wieder aufgefüllt wurden. Die Quellschüttungen waren häufig so gering wie seit Jahren nicht mehr. Nur die teilweise ergiebigen Niederschläge in der zweiten Februarhälfte und der ersten Märzhälfte bewirkten örtlich eine leichte Entspannung und Trendumkehr zu kurzfristig steigenden Grundwasserständen und vorübergehend zunehmenden Quellschüttungen. In der Folgezeit waren dann erneut rückläufige Entwicklungen zu beobachten, die bis Ende Juli andauerten. Infolge des über 12 Monate aufsummierten Niederschlagsdefizits bewegten sich die Grundwasserstände und Quellschüttungen in Hessen im Juli 2017 auf einem teilweise deutlich unterdurchschnittlichen Niveau. An rund 20 % der Messstellen wurden die niedrigsten Juliwerte seit Messbeginn verzeichnet. In dem wasserwirtschaftlich bedeutsamen Porengrundwasserleiter des Hessischen Rieds waren im Juli immer noch überwiegend mittlere Verhältnisse anzutreffen. Als stabilisierender Einflussfaktor muss hier die Infiltration von gereinigtem Rheinwasser genannt werden.

Die sehr ergiebigen Niederschläge im Juli und August bewirkten vielerorts eine gegen Ende Juli einsetzende und sich im August fortsetzende Trendumkehr zu steigenden Grundwasserständen und zunehmenden Quellschüttungen. Normalerweise fallen die Grundwasserstände zu dieser Jahreszeit noch und beginnen in der Regel erst wieder im Oktober/November zu steigen. Das gegen Ende Juli und damit sehr frühe Einsetzen der Grundwasserneubildung kommt eher selten vor. Die mit Beginn des hydrologischen Winterhalbjahres im November einsetzenden und im Dezember andauernden ergiebigen Niederschläge haben zu einer signifikanten Zunahme der Grundwasservorräte und somit zu einer deutlichen Entspannung der quantitativen Grundwasserverhältnisse geführt. Im Dezember konnten landesweit stark ansteigende Grundwasserstände und zunehmende Quellschüttungen beobachtet werden. Am Ende des Jahres bewegten

sich die Grundwasserstände auf einem überwiegend mittleren Niveau mit weiter ansteigender Tendenz.

Die Schüttung der Quelle Calden nördlich von Kassel (Abbildung 64) hatte keinen jahrestypischen Verlauf. Von Jahresbeginn bis Mitte Juli bewegte sie sich auf sehr niedrigen Werten, zeitweise unterhalb der Niedrigwassersituation von 1996. Infolge der ergiebigen Niederschläge im Juli und August kam es zu einer sprunghaften Zunahme der Quellschüttung. Im Herbst verweilte die Schüttung auf einem deutlich überdurchschnittlichen Niveau bevor zum Jahresenden eine erneut deutliche Zunahme zu verzeichnen war.

Die Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Bracht im Burgwald (Abbildung 65) zeigt langfristig einen ausgeglichenen jahreszeitlichen Verlauf, der von Trocken- und Nassperioden überprägt ist. An dieser Messstelle fielen die Grundwasserstände seit dem Frühjahr 2016 kontinuierlich über mehr als 15 Monate und erreichten Mitte März das Niveau der sehr niedrigen Grundwasserstände des Jahres 1977. Ende Juli und Anfang August wurden die niedrigsten Grundwasserstände (255,98 m ü. NN) seit Messbeginn im Jahr 1965 registriert und der bisherige Rekordniedrigstand vom Oktober 1977 (256,04 m ü. NN) wurde um 6 cm unterschritten. Mitte August stiegen die Grundwasserstände infolge der ergiebigen Niederschläge im Juli und August auch hier erstmals wieder kurzzeitig an und verweilten von September bis November auf dem sehr niedrigen Niveau der Niedrigwassersituation von 1977. Erst die Niederschläge im November und Dezember bewirkten hier eine andauernde Trendwende zu steigenden Grundwasserständen.

Die Grundwasserstände der Messstelle Katholisch-Willenroth im Büdinger Wald (Abbildung 66) lagen zu Beginn des Jahres auf einem deutlich unterdurchschnittlichen Niveau. Auch hier blieb der für die Wintermonate typische Anstieg der Grundwasserstände infolge der im hydrologischen Winterhalbjahr 2016/2017 ausgebliebenen Niederschläge aus. Bis in den Herbst bewegten sich die Grundwasserstände nur knapp oberhalb des Niveaus der Niedrigwassersituation von 1977. Die ergiebigen Niederschläge zu Beginn des hydrologischen Winterhalbjahres 2017/2018 bewirkten hier im Dezember einen sprunghaften Anstieg auf ein sehr hohes Niveau, das

nur wenig unterm dem der Hochwassersituation von 1970 lag.

Die langjährige Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Crumstadt im Hessischen Ried (Abbildung 67) 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 stand das Grundwasser leicht überdurchschnittlich hoch an und sank nur geringfügig bis Ende Oktober. Ab Anfang November begannen auch hier die Grundwasserstände wieder zu steigen. Die in vielen Landesteilen von Juli 2016 bis Juli 2017 vorherrschende Trockenheit war im Hessischen Ried nur in abgeschwächter Form zu beobachten. Daher wurden in der Hessischen Rheinebene Ende des Jahres vielerorts mittlere Grundwasserstände beobachtet.

Grundwasserkarten Hessisches Ried und Mainebene

Das HLNUG veröffentlicht Grundwasserkarten für das Hessische Ried und die Mainebene. Die Karten bieten flächendeckende Informationen über die Grundwasserstände, die Tiefe des Grundwassers unter Gelände (Flurabstand) und die Grundwasserfließrichtung. Sie werden z. B. für Planungen von Bauwerken benötigt und dienen der Überwachung von Eingriffen in den Grundwasserhaushalt.

Es gibt Karten für extreme Situationen wie die hohen Grundwasserstände im Frühjahr der Jahre 1988 und 2001 und niedrige Grundwasserstände in den Jahren 1976 und 1993. Eine Karte der Situation des Jahres 1957 steht für frühere hohe Grundwasserstände als die Grundwasserentnahmen noch relativ gering waren und viele Brunnen noch nicht existierten. Die Karten stehen kostenfrei auf der Internetseite des HLNUG zur Verfügung: <http://www.hlnug.de/themen/wasser/grundwasser/grundwasserkarten.html>.

4.3 Grundwasserbeschaffenheit

HARALD RÜCKERT

Allgemeines

In Hessen ist das Grundwasser die wichtigste Ressource für die Trinkwasserversorgung von Bevölkerung und Wirtschaft. Mehr als 95 % der Trinkwasserversorgung wird durch das Grundwasser sichergestellt. Deshalb kommt der Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit eine hohe Bedeutung zu.

Diese basiert in Hessen auf Messnetzen mit unterschiedlichen Schwerpunkten. Die Wässer der ca. 350 Messstellen des staatlichen Landesgrundwasserdienstes spiegeln überwiegend die natürliche Grundwasserbeschaffenheit der unterschiedlichen hydrogeologischen Räume von Hessen wider. Auf der Basis der sog. Rohwasseruntersuchungsverordnung vom Mai 1991 sind die Wasserversorgungsunternehmen gehalten, in ihren Gewinnungsanlagen gewonnenes Rohwasser auf bestimmte Inhaltsstoffe

zu untersuchen (ca. 3500 Messstellen). Unter Rohwasser versteht man Grundwasser, das zur Trinkwassergewinnung genutzt wird. Untersucht werden die Grundwässer auf Nitrat, Sulfat, Gesamthärte, Chlorid, Coliforme Keime, Escherichia Coli, Arzneimittelrückstände und Pflanzenschutzmittelrückstände u. v. m.

Beide Messnetze, Grundwasser- und Rohwassermessnetz, liefern einen umfangreichen Datenpool hinsichtlich der Grundwasserbeschaffenheit, der vom Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie zentral gesammelt und bewertet wird. Im Fachinformationssystem Grundwasser- und Trinkwasserschutz Hessen (GruSchu) <http://gruschu.hessen.de> werden die Daten des Landesgrundwassermessnetzes bereit gestellt.

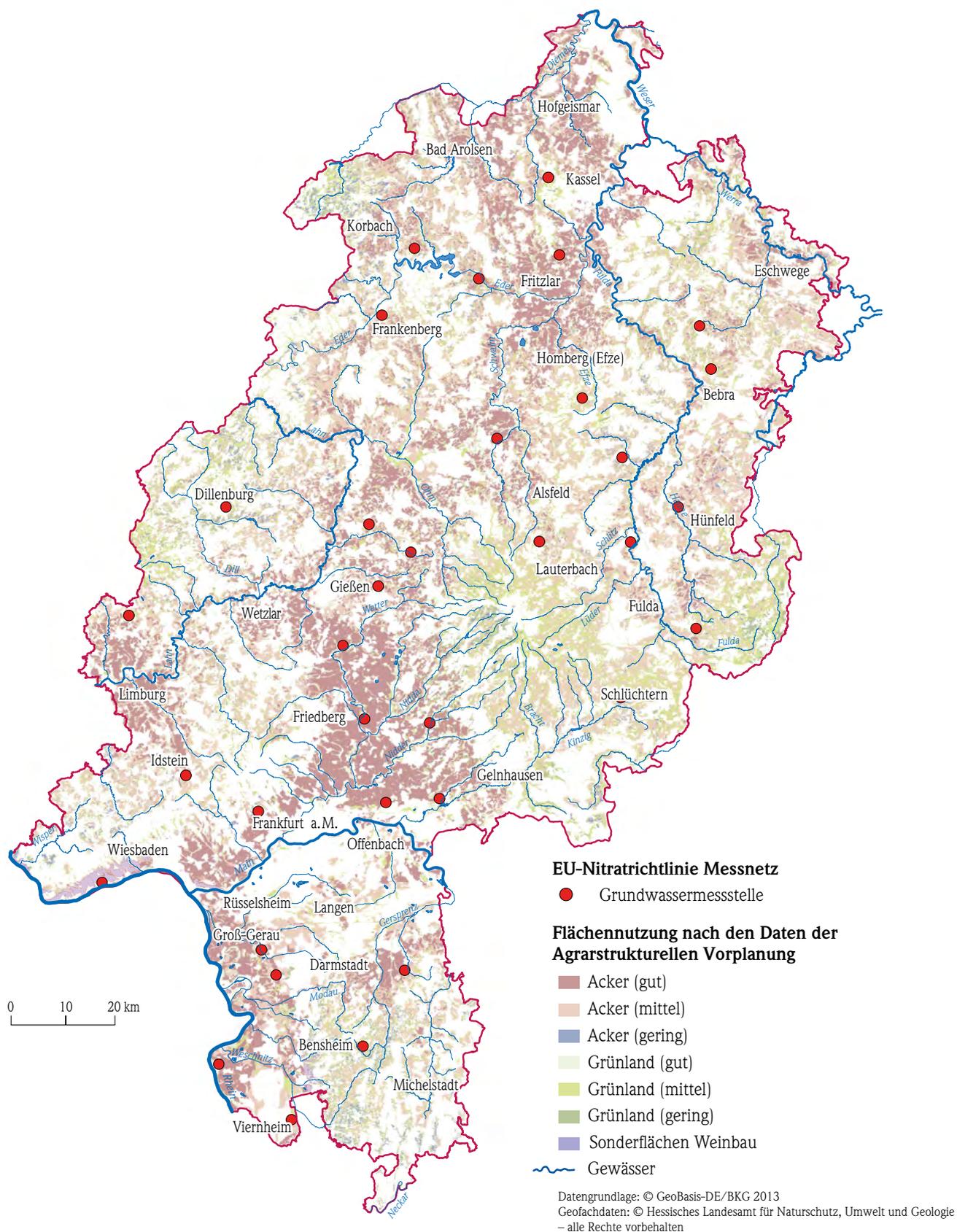


Abb. 68: EUA-Grundwassermessnetz zur Überwachung der Nitratkonzentration

EUA-Messnetz zur Überwachung der Nitratkonzentrationen im Grundwasser

Nitrat aus der landwirtschaftlichen Flächennutzung belastet europaweit das Grundwasser. Nach Artikel 5 (6) der EG-Nitratrichtlinie (91/676/EWG) ist es das Ziel, die Wirksamkeit von Aktionsprogrammen zur Verminderung der Nitratreinträge zu überprüfen. Mitgliedstaaten, die – wie Deutschland – den Artikel 5 in ihrem gesamten Gebiet anwenden, überwachen die Nitratkonzentrationen der Gewässer (Oberflächengewässer und Grundwasser) an ausgewählten Messstellen, an denen der Grad der Nitratbelastung der Gewässer aus landwirtschaftlichen Quellen festgestellt werden kann.

Die EG-Nitratrichtlinie 91/676/EWG (Artikel 5) fordert, dass bei der Auswahl der Messstellen ein Zusammenhang zwischen der Nitratbelastung der Gewässer und der landwirtschaftlichen Nutzung hergestellt werden kann. Daher wurden für die Berichterstattung aus dem EUA-Messnetz (EUA = Europäische Umwelt Agentur) nur diejenigen Messstellen ausgewählt, in deren Einzugsgebiet die Nutzungseinflüsse von

- Acker
- Grünland
- Sonderkulturen

auf das Grundwasser in den Grundwassermessstellen dominieren. Diese Grundwassermessstellen wurden zu einem „Teilmessnetz Landwirtschaft“ zusammengefasst, nachfolgend als „EU-Nitratmessnetz“ bezeichnet. Es beschreibt repräsentativ den Einfluss der landwirtschaftlichen Nutzung auf die Beschaffenheit des oberflächennahen Grundwassers (Nitratbericht 2016). Das EU-Nitratmessnetz hat bundesweit 697 Grundwassermessstellen, Hessen davon einen Anteil von 34 Grundwassermessstellen (s. Abb. 68). Im Nachfolgenden werden die Ergebnisse des hessischen Teils des EU-Nitratmessnetzes dargestellt.

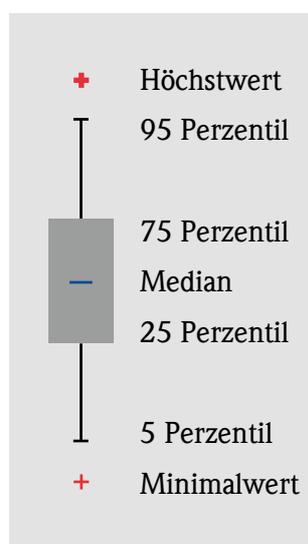


Abb. 69: Kennwerte der Boxplot-Darstellung

Die Nitratkonzentrationen veränderten sich seit 2001 im Median und 75-Perzentil relativ wenig. In den letzten beiden Jahren lag der Median etwas höher. Bei den Höchstwerten konnten in den letzten Jahren an einigen Messstellen Konzentrationen von über 150 mg/l festgestellt werden. Das 75-Perzentil verläuft stetig bei etwa 50 mg/l, was bedeutet, dass

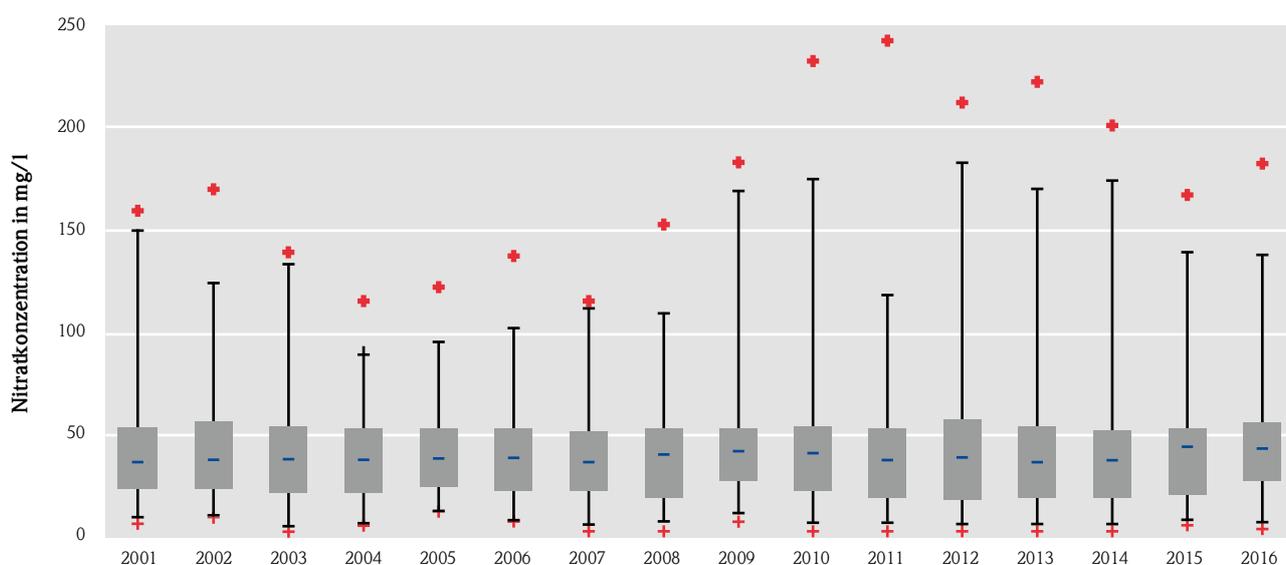


Abb. 70: Nitrat-Konzentrationen der Grundwässer in Hessen

bei rd. 25 % der Messstellen andauernd Nitratkonzentrationen von über 50 mg/l festgestellt werden können. Für die Summe aller EUA-Grundwassermessstellen ist eine landesweite signifikante Tendenz zu fallenden oder steigenden Nitratkonzentrationen nicht erkennbar.

Die Entwicklung der Nitratkonzentrationen stellte sich dennoch in einzelnen Grundwassermessstellen sehr unterschiedlich dar. Beispielsweise zeigen die Grundwässer von zwei Grundwassermessstellen einen signifikant steigenden Trend im Beobachtungszeitraum (s. Abb. 72). Andere hingegen haben einen signifikant abfallenden Trend (s. Abb. 71). Alle Grundwassermessstellen haben gemeinsam, dass sie in Maßnahmenräumen liegen, in denen Maßnahmen zur Reduzierung der Stickstoffeinträge stattfinden. Teils liegen die Einzugsgebiete auch in Wasserschutzgebietskooperationen. In den Wasserschutzgebietskooperationen arbeiten Wasserversorger und landwirtschaftliche Flächennutzer mit dem Ziel zusammen, eine dem Standort angepasste grundwasserschonende Landwirtschaft umzusetzen. Neben einer grundwasserschutzorientierten Beratung werden bilateral regionalspezifisch Maßnahmen vereinbart, die zu einer Verminderung der Stickstoffeinträge führen sollen. Für Maßnahmen, die zu Nutzungseinschränkungen führen, die über die gesetzlichen Vorgaben hinausgehen, stellt der Wasserversorger einen geldwerten Ausgleich zur Verfügung.

Weitere Untersuchungen müssen die Ursachen für diese unterschiedlichen Nitratkonzentrationsentwicklungen klären.

Da die diffuse Belastung des Grundwassers mit Nitrat überwiegend durch die Stickstoffeinträge aus der Landwirtschaft resultiert, sind Maßnahmenprogramme erforderlich, die sich auf eine grundwasserschutzorientierte Landwirtschaft konzentrieren. Aufgrund der im Rahmen der EG-WRRL

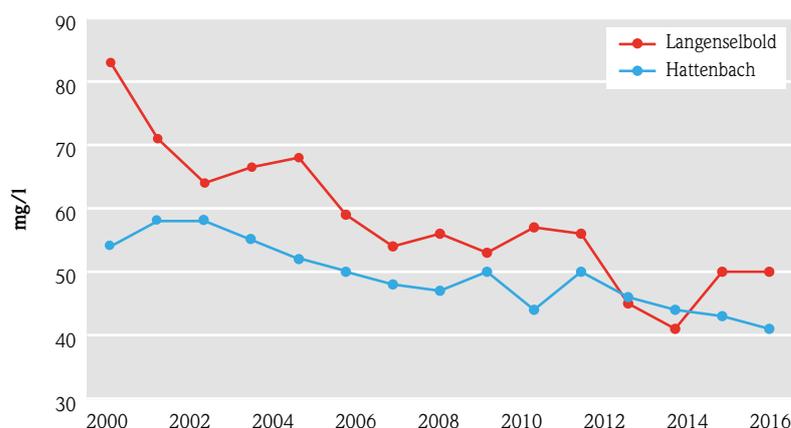


Abb. 71: Ausgewählte Grundwassermessstellen mit Grundwässern, die einen fallenden Nitratrend aufweisen

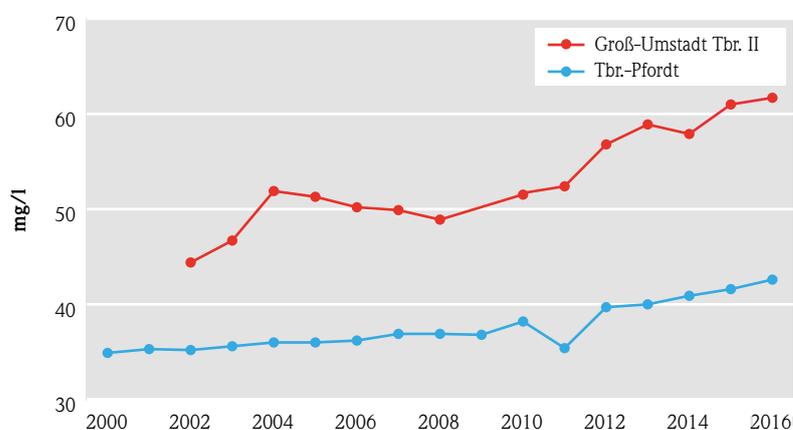


Abb. 72: Ausgewählte Grundwassermessstellen mit Grundwässern, die einen steigenden Nitratrend aufweisen

ergriffenen Maßnahmen gibt es in Hessen sogenannte „WRRL-Maßnahmenräume“, in denen die grundwasserschutzorientierte landwirtschaftliche Beratung im Vordergrund steht. Hiermit soll u. a. eine Reduzierung der Stickstoffeinträge in Boden und Grundwasser erreicht werden.

Literatur

- [1] Nitratbericht 2016: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), 53048 Bonn.

5 Zusammenfassung

2017 betrug die mittlere Temperatur in Hessen 9,6 °C und lag damit 0,8 Grad über dem langjährigen Mittelwert der Referenzperiode 1981–2010. Im Jahresdurchschnitt fielen 836 mm Niederschlag. Die Regenmenge lag damit 4 % über dem langjährigen Mittelwert. 2017 war zweigeteilt. Die erste Jahreshälfte war verhältnismäßig trocken. Es kann von einer meteorologischen und hydrologischen Dürre gesprochen werden. Die zweite Jahreshälfte hingegen wurde durch überdurchschnittliche Regenmengen mit Stark- und Dauerregen geprägt. Insgesamt gesehen war es 2017 zu warm und etwas zu nass.

Das langjährig vorherrschende Pluvio-Nivale-Regime wurde im Jahr 2017 quasi auf den Kopf gestellt. In der ersten Hälfte des Jahres, insbesondere in den gewöhnlich abflussreichen Monaten Januar bis Mai, waren die Abflüsse unterdurchschnittlich. Dies wirkte sich auch auf die Talsperren aus, insbesondere in der Edertalsperre lagen die Füllmengen in der ersten Jahreshälfte bis Anfang August immer unter den langjährigen Durchschnittswerten. Ab Juli stiegen die Wasserstände und führten zu überwiegend überdurchschnittlichen Abflüssen. Im Juli sowie Ende des Jahres im November und Dezember kam es immer wieder in ganz Hessen zu Hochwasserereignissen. Die Abflüsse für das ganze Jahr lagen überwiegend leicht unter den durchschnittlichen Werten.

Aufgrund der höheren Lufttemperaturen und der teilweise geringen Wasserführung kam es insbesondere in den wenig beschatteten großen Fließgewässern zu teilweise hohen Überschreitungen der Maximaltemperaturen von 25 °C im Sommer und 10 °C im Winter. Ebenso wurde das Sauerstoffminimum von 7 mg/L häufiger und länger anhaltend als im Vorjahr unterschritten. Ein Einfluss der außergewöhnlichen meteorologischen und hydrologischen Ereignisse auf die stoffliche Belastung der Gewässer etwa durch die ausbleibende Verdünnung konnte nicht festgestellt werden.

Zur Ermittlung des ökologischen Zustands der Fließgewässer wurden im Jahr 2017 Untersuchungen zum Fischbestand in FFH-Gebieten, zum Makrozoobenthos und zu den Makrophyten seitens des HLNUG beauftragt. Bei gut 38 % der hinsichtlich des Fischbestandes untersuchten Gewässerabschnitten wird

der gute ökologische Zustand noch nicht erreicht. Das Makrozoobenthos zeigt an gut 70 % der Untersuchungsbereiche Handlungsbedarf an. Bei den Makrophyten verfehlen über 80 % der Gewässerabschnitte den guten ökologischen Zustand.

Die Erstkartierung der Fließgewässerstruktur aller hessischen Gewässer (ca. 24000 km) wurde bereits Ende der 1990er Jahre durchgeführt, die Neukartierung der WRRL-relevanten Gewässer (ca. 8000 km) erfolgte im Zeitraum Herbst 2012 bis Frühjahr 2013. Um strukturelle Veränderungen der Gewässer im Vergleich zur Erstkartierung bzw. zur Neukartierung zu erfassen, werden durch das HLNUG kontinuierlich Nachkartierungen von Änderungsstrecken durchgeführt. Als Änderungsstrecken werden Gewässerabschnitte bezeichnet, in denen sich aufgrund von Renaturierungsmaßnahmen, Maßnahmen der Gewässerunterhaltung, eigendynamischen Entwicklungen oder sonstigen Bau- und Ausgleichsmaßnahmen seit der letzten Strukturkartierung strukturelle Merkmale der Gewässermorphologie verändert haben. Die Ergebnisse der durch das HLNUG durchgeführten Nachkartierungen werden im Laufe des Jahres 2018 im WRRL-Viewer (wrrl.hessen.de) dargestellt.

Im Jahr 2017 waren einige besonders stark belastete Seen zu untersuchen. So wurde 2017 acht Mal ein polytroph-1 Zustand festgestellt. Nur für zwei dieser Seen, dem Arheilger Mühlchen und dem Hegbachsee, bedeutete dies jedoch eine deutliche Verschlechterung. Ansonsten konnte den untersuchten Seen und seenähnlichen Altwässern eine allgemein gute Trophie attestiert werden. Ein polytroph-2 oder gar hypertropher Zustand wurde 2017 in keinem der untersuchten Gewässer festgestellt. Im gesamten Untersuchungszeitraum ab 2014 sind von 102 untersuchten Seen 18 polytroph, 35 eutroph und 49 oligo-/mesotroph. Somit besitzt fast die Hälfte aller untersuchten Seen und seenähnliche Altwässer in Hessen einen sehr guten oder guten trophischen Zustand.

In der Summe fielen die Sickerwasser-Überschüsse der zweiten Jahreshälfte höher als die Defizite der ersten Jahreshälfte aus, was zu einer überdurchschnittlichen Grundwasserneubildung im Jahr 2017 geführt hat. Das Flächenmittel der Grundwasserneu-

bildung betrug für das Jahr 2017 für Hessen 114 mm und lag damit rd. 13 % über dem langjährigen Mittelwert der Referenzperiode 1971–2000.

Infolge der von Juli 2016 bis Juni 2017 andauernden Trockenperiode lagen die Grundwasserstände und Quellschüttungen zu Beginn des Jahres 2017 in Mittel- und Nordhessen auf einem jahreszeitlich unterdurchschnittlichen Niveau. In Südhessen stellte sich die Situation dagegen entspannter dar. Der für das hydrologische Winterhalbjahr typische und verbreitete Anstieg der Grundwasserstände blieb zu Beginn des Jahres aus. Infolge des über 12 Monate aufsummierten Niederschlagsdefizits bewegten sich die Grundwasserstände und Quellschüttungen in Hessen zu Beginn der zweiten Jahreshälfte vielerorts

auf einem teilweise deutlich unterdurchschnittlichen Niveau. An einigen Messstellen wurden im Verlauf des Jahres Rekordniedrigstände registriert. Die ergiebigen Niederschläge der zweiten Jahreshälfte sorgten frühzeitig für steigende Grundwasserstände, zunehmende Quellschüttungen und eine deutliche Erholung der Grundwasservorräte. Am Ende des Jahres bewegten sich die Grundwasserstände auf einem überwiegend mittleren Niveau mit weiter ansteigender Tendenz.

Die Nitratkonzentrationen der Grundwässer stagnieren landesweit auf dem erreichten Niveau. Dennoch kann sich die Entwicklung der Nitratkonzentration im Grundwasser einzelner Messstellen sehr unterschiedlich darstellen.

Erratum: Kapitel 3.4 „Untersuchungen zur Fauna und Flora der Fließgewässer“. Fehlender Textabschnitt von Seite 44.

Bei 2,3 % (11 PS) wurden ein sehr guter ökologischer Zustand erreicht. Bei 26,4 % (126 PS) wurden ein guter und bei 28,1 % (134 PS) ein mäßiger ökologischer Zustand festgestellt. Einen unbefriedigenden ökologischen Zustand erreichten 19,9 % (95 PS). 23,3 % (111 PS) wurden in die ökologische Zustandsklasse schlecht eingestuft. Damit besteht noch bei 71,3 % der hier untersuchten Gewässerabschnitte Handlungsbedarf zur Verbesserung des ökologischen Zustands in Bezug auf Makrozoobenthos. Im Vergleich zur letzten landesweiten Untersu-

chung des Makrozoobenthos im Jahr 2011 (348 PS) hat sich der Handlungsbedarf von damals 79 % nun um knapp 8 % vermindert. Es ist anzunehmen, dass zum einen Renaturierungen erste Erfolge zeigen. Da das Makrozoobenthos aber auch durch zu hohe Phosphat-Konzentrationen und die damit einhergehende Eutrophierung beeinträchtigt wird, steht die sich hier abzeichnende positive Entwicklung vermutlich auch mit der Reduzierung der Phosphateinträge aus den Kläranlagen im Zusammenhang.

