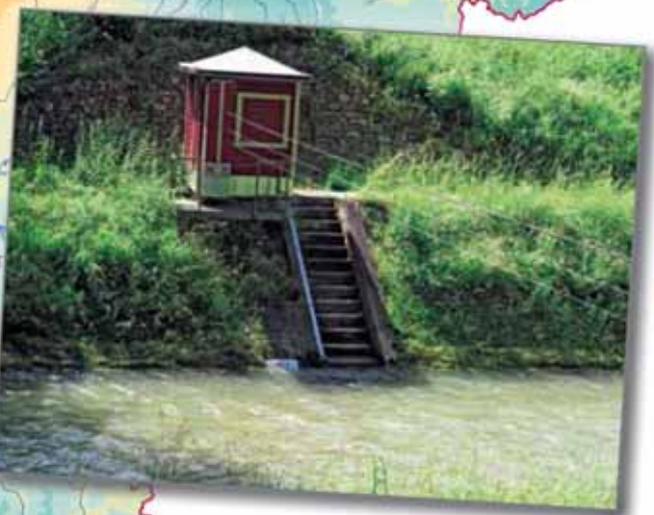




Hydrologie in Hessen, Heft 15

Gewässerkundlicher Jahresbericht 2016



Hydrologie in Hessen, Heft 15

Gewässerkundlicher Jahresbericht 2016

Wiesbaden, 2017

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Impressum

Hydrologie in Hessen, Heft 15

ISSN 1438-7859

ISBN 978-3-89026-715-9

Gewässerkundlicher Jahresbericht 2016

Redaktion: Cornelia Löns-Hanna

Layout: Nadine Senkpiel

Titelbild: Flächenhafte Verteilung des Niederschlags 2016, Pegel Pfaffenthal/Wisper

Herausgeber, © und Vertrieb:

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

Telefon: 0611 6939-111

Telefax: 0611 6939-113

E-Mail: post@hlnug.hessen.de

www.hlnug.de

Inhalt

1	Vorwort	4
2	Witterung	6
	Allgemein CORNELIA LÖNS-HANNA	
2.2	Temperatur	6
	CORNELIA LÖNS-HANNA	
2.3	Sonnenschein	8
	CORNELIA LÖNS-HANNA	
2.4	Niederschlag	9
	CORNELIA LÖNS-HANNA	
2.5	Starkregenereignisse und Hochwasser	16
	CORNELIA LÖNS-HANNA	
3	Oberflächengewässer	28
3.1	Wasserstand und Durchfluss	28
	MONIKA SPICKER	
3.2	Niedrigwasser	33
	MONIKA SPICKER	
3.3	Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken	36
	MONIKA SPICKER	
3.4	Physikalisch-chemische Beschaffenheit der Fließgewässer	39
	DR. CHRISTINA KLEIN	
3.5	Untersuchungen zur Fauna und Flora der Fließgewässer	49
	ELISABETH SCHLAG	
3.6	Strukturkartierung der Fließgewässer	54
	THOMAS OTT	
3.7	Seen –Trophische Untersuchungen	56
	MICHAEL HÄCKL	
4	Grundwasser	60
4.1	Grundwasserneubildung	60
	MARIO HERGESELL	
4.2	Grundwasserstände und Quellschüttungen	62
	MARIO HERGESELL	
4.3	Grundwasserbeschaffenheit – Dauerbrenner „Nitrat“	66
	DR. GEORG BERTHOLD	
5	Zusammenfassung	72

1 Vorwort



In diesem Bericht werden einige Ergebnisse des Jahres 2016 der gewässerkundlichen Messungen präsentiert. 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.

Anhand der Messergebnisse und deren Auswertung kann die gewässerkundliche Situation in Hessen dargestellt werden. Diese wurde im Jahr 2016 durch Starkregen im ersten Halbjahr und durch eine lange Trockenphase in der zweiten Jahreshälfte bestimmt.

Starkregen, die schwer vorhersehbar sind, führten in vielen hessischen Orten regional zu Überschwemmungen und Schlammlawinen. In den Oberläufen kleinerer Gewässer traten infolge dieser Regenergebnisse kurzfristige Wasserstandsanstiege mit Überschreitung von Hochwassermeldestufen auf.

In der zweiten Jahreshälfte regnete es weniger als im langjährigen Durchschnitt. Diese Trockenphase dauerte noch bis ins Jahr 2017 hinein an. Die Folge hiervon waren niedrige Wasserstände in den Gewässern sowie fallende Grundwasserstände und abnehmende Quellschüttungen.

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

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



Abb. 1: Gewässerkundliche Messstellen

2 Witterung

2.1 Allgemein

CORNELIA LÖNS-HANNA

Das Jahr 2016 in Hessen war wie auch in weiten Teilen Deutschlands gekennzeichnet durch Starkregen- und Sturzflutphasen im Mai und Juni und durch eine lange Trockenphase, die die gesamte zweite Jahreshälfte umfasste. Insgesamt gesehen war es 2016 zu warm und zu trocken.

Abgesehen von einer kurzen Frostperiode mit Schnee im Januar wurde 2016 in den ersten Monaten durch

milde, feuchte Witterung dominiert. Wechselnde Hoch- und Tiefdruckgebiete gestalteten das Wetter bis Mitte Mai überwiegend trüb, nass und kühl. Ende Mai und im Juni zogen feucht-warme Luftmassen über Deutschland, die regional, auch in Hessen, zu Starkniederschlägen mit punktuell hohen Niederschlagsmengen führten (siehe Kapitel 2.5). Ab Juli war es hessenweit zu trocken und abgesehen von Oktober und November zu warm. [1]

2.2 Temperatur

CORNELIA LÖNS-HANNA

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 2016

In Abbildung 2 sind die Jahresmittelwerte von Hessen seit 1981 dargestellt. Die mittlere Jahrestemperatur betrug im Jahr 2016 in Hessen 9,40 °C, damit wurde die langjährige mittlere Jahrestemperatur des Vergleichszeitraums 1971 bis 2000 von 8,5 °C um 0,9 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.

Der Januar war zu warm. Die mittlere Temperatur war mit 1,6 °C um 1,3 Grad wärmer als der Durchschnittswert des Vergleichszeitraums 1971 – 2000. Der darauffolgende Februar übertraf den Referenzwert mit 3,1 °C sogar um 2,3 Grad und war somit viel zu warm. Im März war es etwas zu kalt mit 3,9 °C, wohingegen im April die Temperatur annähernd dem Mittelwert entsprach. In den folgenden Monaten wurden die langjährigen Mittel um Werte zwischen 0,8 und 1,4 Grad überschritten. Vergleichsweise heiß fiel der September aus. Mit 16,9 °C war es 3,7 Grad wärmer als im Mittel. Auf einen geringfügig zu kalten Oktober mit 8,3 °C folgten mit einem November mit 3,9 °C und einem Dezember mit 1,6 °C zwei Monate mit annähernd normalen Temperaturen (Abbildungen 3 und 4).

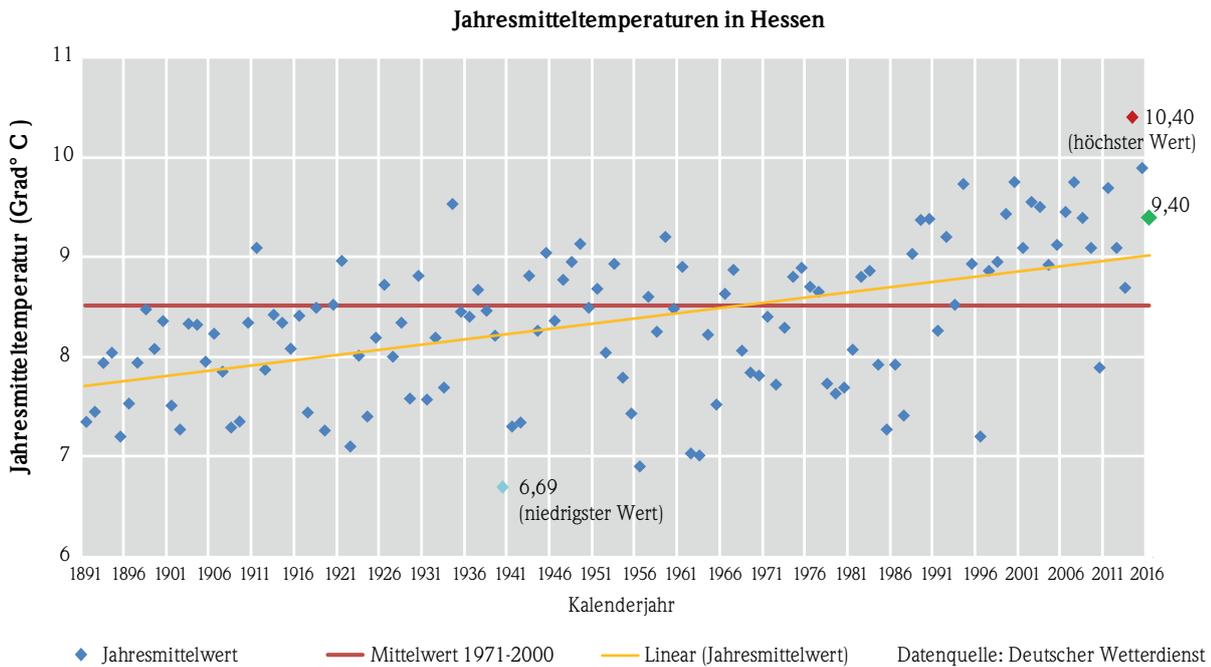


Abb. 2: Jahresmitteltemperaturen in Hessen (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst)

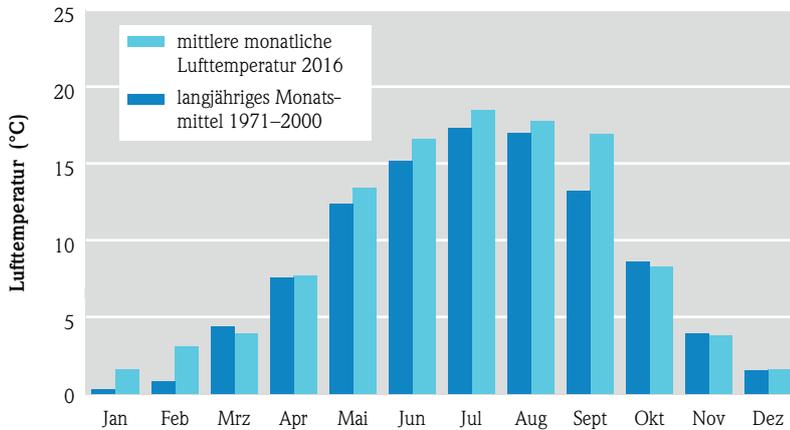


Abb. 3: Monatliche Lufttemperatur in Hessen (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst)

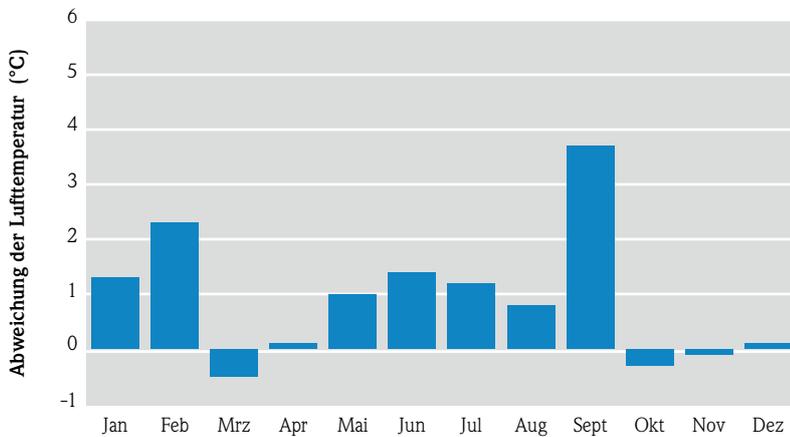


Abb. 4: Abweichung der monatlichen Lufttemperatur 2016 vom langjährigen monatlichen Mittel 1971-2000 (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst)

2.3 Sonnenschein

CORNELIA LÖNS-HANNA

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 2016

Insgesamt schien die Sonne in Hessen 1483 Stunden und erreichte damit annähernd durchschnittliche Werte (1478 Stunden).

Zunächst begann 2016 mit einem sonnigen Januar, in dem mit 43 Stunden die Sonne 13 % mehr als im Durchschnitt schien. Es folgten ein trüber Februar mit 48 Sonnenstunden (69 %) und ein sonnenschein- armer März mit 88 Sonnenstunden (82 %). Im April und Mai wurden ungefähr durchschnittliche Werte erreicht. Wenig Sonne gab es im Juni (85 %) und im Juli (89 %). Endlich wurde es sommerlich, mit 235 Sonnenstunden schien im August die Sonne 16 % mehr als normal. Mit 207 Sonnenstunden folgte ein son- niger September, das Monatsmittel wurde um 51 % überschritten. Der trübe Oktober wurde von zwei sonnenscheinreichen Monaten abgelöst. Im Dezember schien die Sonne mit 54 Stunden 24 mehr (78 %) als erwartet. Laut DWD war es deutschlandweit der drittsonnigste Dezember seit dem Beginn der Messungen 1951 (Abbildungen 5 und 6).

Literatur

- [1] Witterungsreport Express, Jahreskurzübersicht 2016, Deutscher Wetterdienst

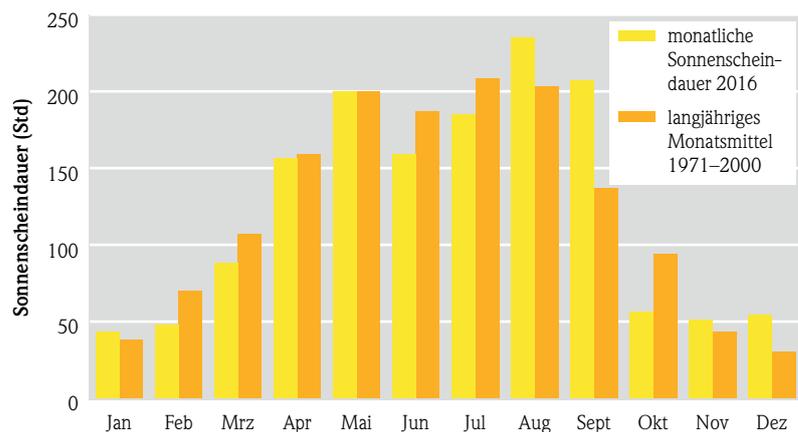


Abb. 5: Monatliche Sonnenscheindauer in Hessen (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst)

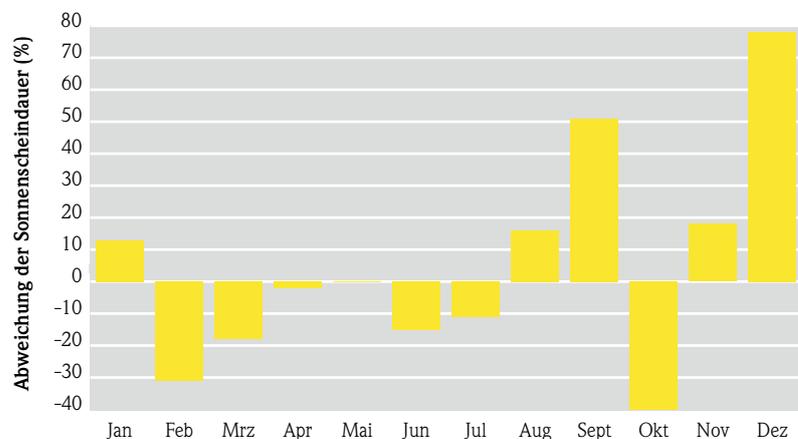


Abb. 6: Abweichung der monatlichen Sonnenscheindauer 2016 vom langjährigen Monatsmittel 1971 – 2000 (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst)

2.4 Niederschlag

CORNELIA LÖNS-HANNA

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,
- sind bedeutsam für die Landwirtschaft und
- bieten die Grundlage für langfristige Betrachtungen im Hinblick auf Veränderungen der hydrologischen Situation.

Das hessische Niederschlagsmessnetz umfasst derzeit 70 Messstellen im Rahmen des landeseigenen, hydrologisch ausgerichteten Messnetzes (siehe Abbildung 8). An den meisten Messstellen (Abbildung 7) stehen sowohl ein Pluvio (Messung von Minutenwerten mit Datenfernübertragung (DFÜ) als auch ein Niederschlagsmessgerät nach Hellmann. Andere sind nur mit einem Pluvio (mit DFÜ) ausgestattet, da hier eine tägliche Ablesung durch einen Beobachter, wie sie bei Hellmann-Messgeräten erforderlich ist, nicht durchgeführt werden kann. Insgesamt gibt es 57 Messstellen, an denen hochaufgelöste Niederschlagsdaten registriert werden und deren Daten mittels DFÜ in eine zentrale Datenbank übertragen werden. Daneben gibt es noch 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 dem HLNUG sowie Daten Dritter (Nachbarländer, Wasserverbände, usw.) hauptsächlich für den Betrieb wasserwirtschaftlicher Modelle zur Verfügung gestellt.

Die Ergebnisse der Pluvio des Landesmessnetzes werden im Internet auf der Homepage des HLNUG unter <http://www.hlnug.de/static/pegel/wiski-web2> zeitnah veröffentlicht.



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

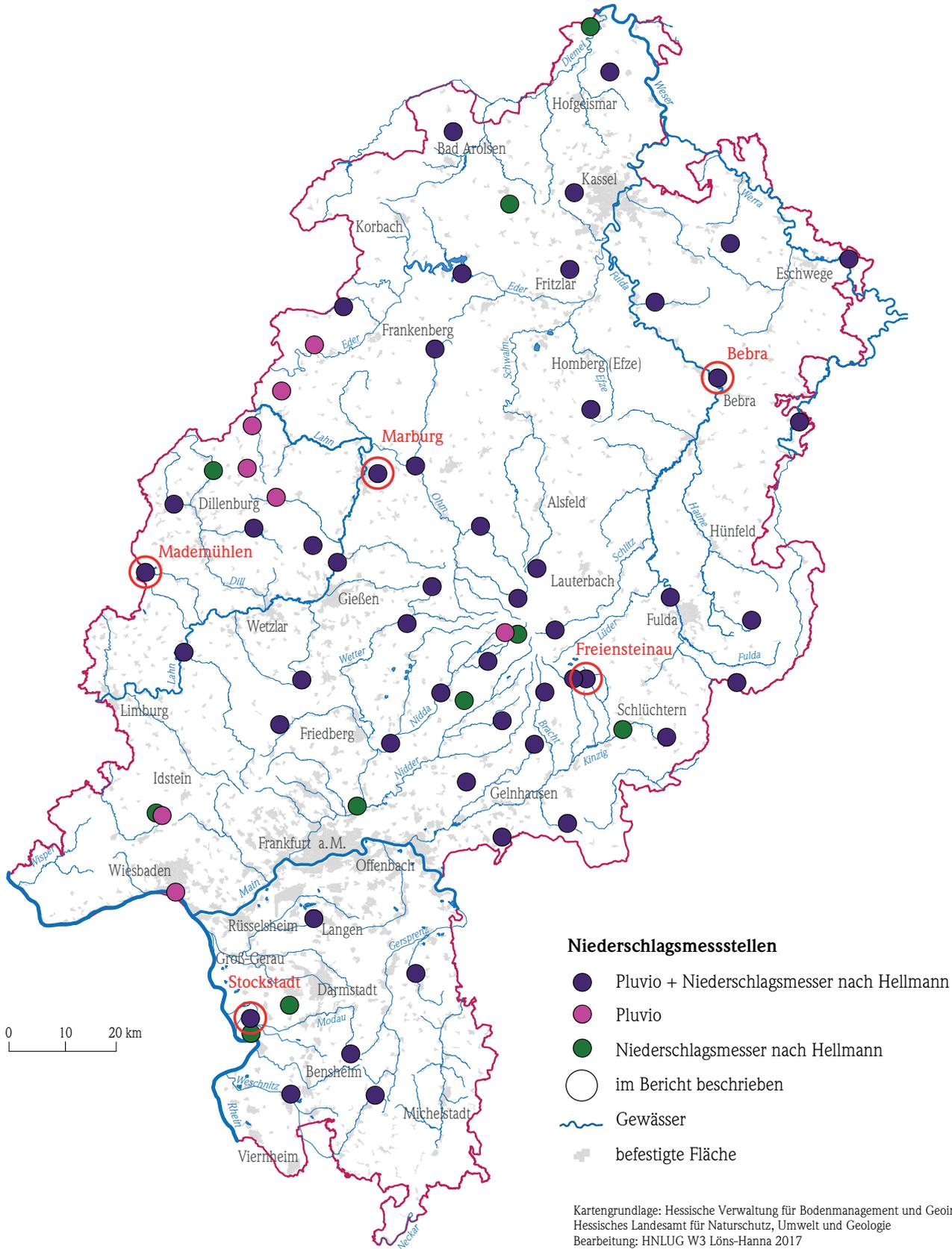


Abb. 8: Niederschlagsmessnetz landeseigener Niederschlagsmessstellen

Ergebnisse 2016

Die Jahresniederschlagsmenge in Hessen betrug 2016 682 l/m². Diese entspricht ca. 88 % der durchschnittlichen Jahresniederschlagsmenge der Vergleichsperiode 1971 – 2000 von 777 l/m². 2016 war damit ein zu trockenes Jahr und das sechste zu trockene Jahr in Folge. Verglichen mit dem Durchschnittswert der Jahre 1981 – 2010 fielen sogar 15 % zu wenig Regen.

Der folgenden Karte (Abbildung 9) ist die flächenhafte Verteilung der Niederschläge zusammengefasst

für 2016 zu entnehmen. Hohe Niederschlagsmengen (mehr als 1000 mm/Jahr) fielen in den höher gelegenen Gebieten, vor allem im südlichen Odenwald (> 1400 mm/Jahr) und den östlichen Gebirgen (Rhön, Spessart). Ebenso vereinzelt im Taunus und am Hohen Meißner. Relativ trockener war es mit 900 bis 1100 mm/Jahr im Westen, im Rothargebirge und im Westerwald. In den tiefer gelegenen Gebieten in Nord- und Mittelhessen fielen zwischen 500 und 800 mm/Jahr. Im Rheingau und im hessischen Ried sowie in der Wetterau hingegen war es mit Niederschlägen zwischen 600 und 800 mm/Jahr verhältnismäßig zu anderen Jahren weniger trocken.

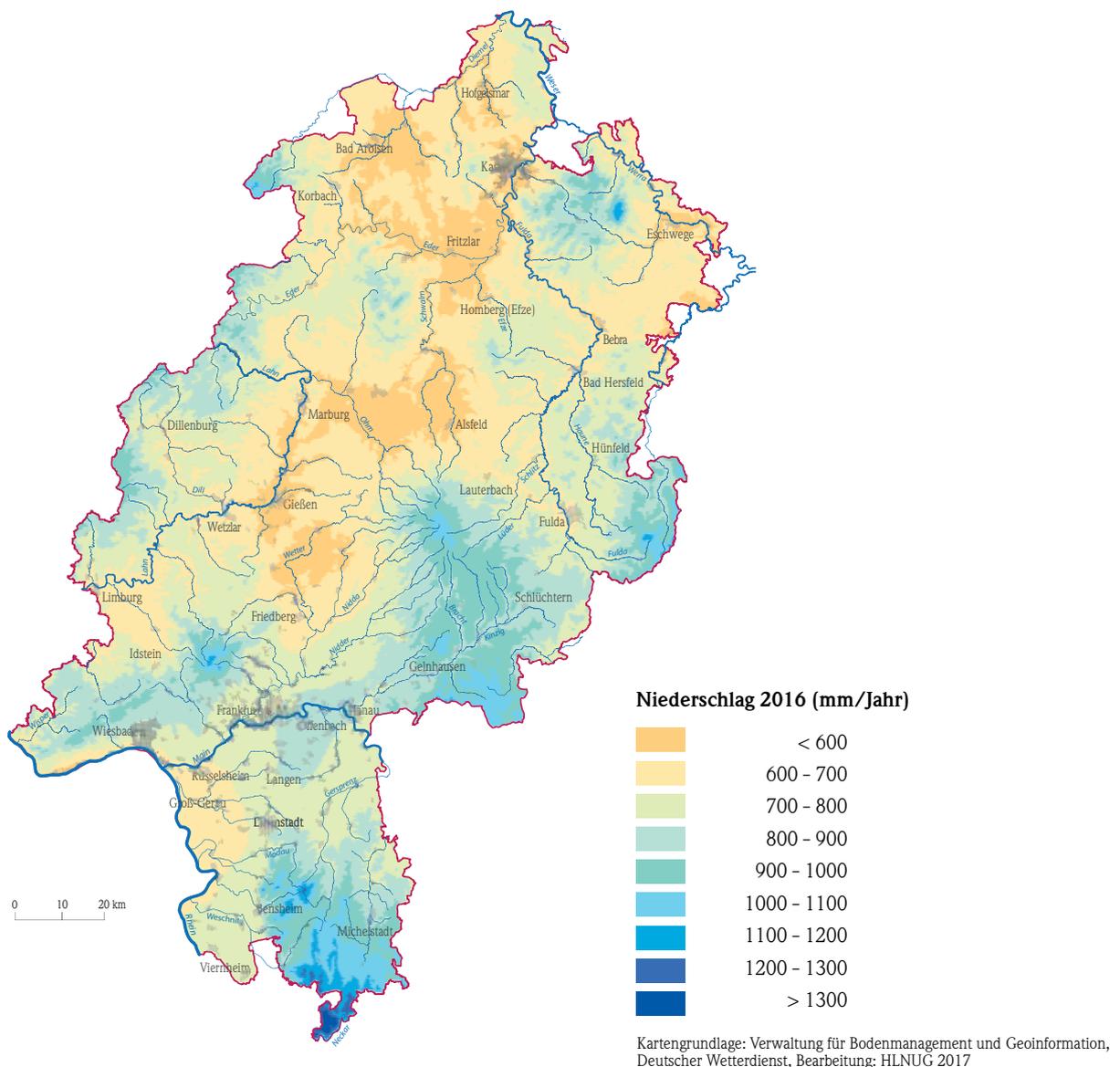


Abb. 9: Flächenhafte Verteilung der korrigierten Jahresniederschläge 2016 (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst)

Im Folgenden wird die Niederschlagsverteilung der einzelnen Monate beschrieben (Abbildungen 10 und 11).

Zunächst begann 2016 mit niederschlagsreichen Monaten. Im Januar fiel mit 72 l/m^2 11 % mehr Regen als im Durchschnitt. Im Februar war es mit Regenmengen von 78 l/m^2 , mit 55 % mehr als im Durchschnitt, zu nass. In etwa normale bzw. leicht abweichende Niederschlagsmengen waren in den Monaten März, April und Mai zu verzeichnen. Ende Mai und im Juni brachten außergewöhnlich häufige und starke Gewitter oft lokal große Wassermengen (siehe Kapitel 2.5). Mit 103 l/m^2 (139 %) war der Juni zu nass. Ab Juli folgte eine zu trockene zweite Jahreshälfte mit sechs Monaten mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen. Besonders trocken waren mit 33 l/m^2 (55 %) der August und mit 32 l/m^2 (52 %) der September. Extrem zu trocken war der Dezember mit nur 14 l/m^2 , in dem nur 18 % der sonst üblichen Regenmengen niedergingen. Laut DWD gehört er zu den zwölf trockensten Dezembermonaten seit Beginn der Messungen 1881. Diese außergewöhnlich geringen Niederschläge führten zu Niedrigwasserständen in Oberflächengewässern (Kap. 3.3) und zum Abfallen der Grundwasserstände (Kap. 4.2).

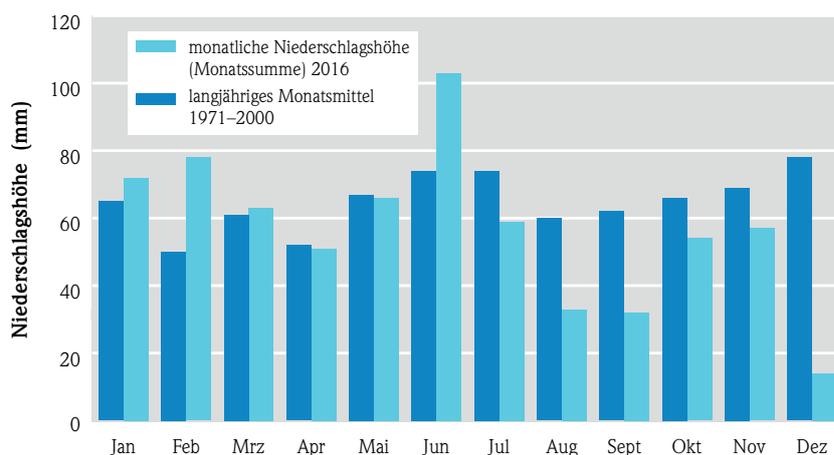


Abb. 10: Monatlicher Niederschlag in Hessen (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst)

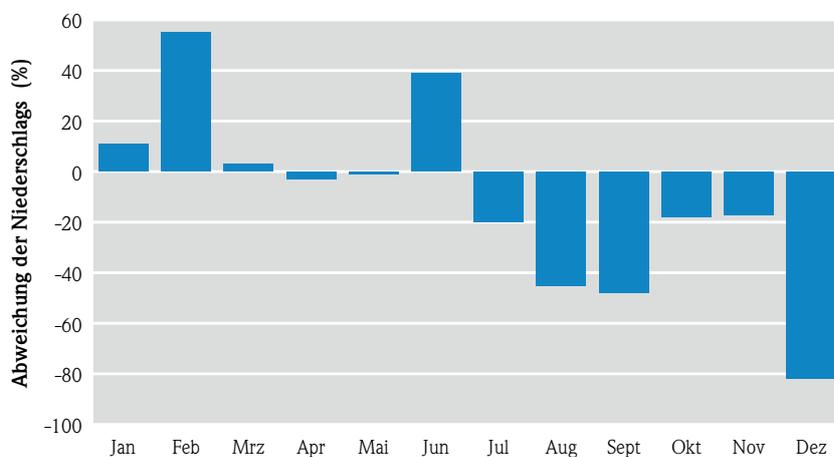


Abb. 11: Abweichung des monatlichen Niederschlags 2016 vom langjährigen Monatsmittel 1971 – 2000 in Hessen (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst)

In Tabelle 1 und den folgenden Abbildungen 12 wird das Niederschlagsgeschehen an einzelnen in verschiedenen Regionen Hessens liegenden Niederschlagsmessstationen anhand der Monatssummen dargestellt. In den Abbildungen 13 kann das Niederschlagsgeschehen 2016 mit denen der voran gegangenen Jahre verglichen werden. Die erste Jahreshälfte war häufig von überdurchschnittlichen Regenmengen bestimmt, wohingegen die zweite Jahreshälfte weitestgehend zu trocken war.

Tab. 1: Niederschlagswerte ausgewählter Messstellen

Monat	Niederschlagssumme [l/m ²]									
	Bebra		Marburg		Mademühlen		Freiensteinau		Stockstadt	
	2016	Mittel 1981–2015	2016	Mittel 1981–2015	2016	Mittel 1981–2015	2016	Mittel 1981–2015	2016	Mittel 2001–2015
Jan	55,37	48,54	66,90	62,05	134,51	116,42	119,88	110,98	53,56	33,01
Feb	58,79	35,72	64,15	45,18	120,60	84,01	127,86	77,46	67,84	33,56
Mrz	57,44	43,59	73,40	49,86	87,99	93,81	77,12	84,31	45,34	36,63
Apr	42,65	37,70	33,50	43,61	68,80	61,28	73,57	59,45	58,74	34,06
Mai	50,85	59,00	49,44	69,52	50,65	72,75	84,61	77,85	82,02	60,73
Jun	74,94	60,87	86,23	64,89	126,41	76,83	96,43	72,94	90,43	54,35
Jul	80,07	64,48	47,34	70,30	40,96	91,75	40,86	86,98	53,78	59,81
Aug	13,44	52,17	18,16	60,44	39,03	79,28	57,11	77,13	31,58	71,50
Sep	32,88	47,89	25,62	58,56	26,85	87,46	29,24	80,89	25,70	36,25
Okt	42,59	46,18	42,94	59,83	54,28	97,28	58,87	95,92	58,84	46,03
Nov	44,60	51,17	53,82	54,44	86,40	101,59	75,81	92,56	44,67	42,65
Dez	12,67	50,38	12,96	67,28	29,70	125,03	22,64	119,79	8,82	42,78
Jahres- summe	566,29	597,68	574,46	705,96	866,18	1087,48	864,00	1036,27	621,32	551,35

An der Messstelle **Bebra in Nordhessen** fielen im Jahr 2016 566 l/m², dies entspricht ca. 95 % der durchschnittlichen jährlichen Regenmenge der Jahre 1981 bis 2015. Der Regenmenge des Jahres 2016 liegt verglichen mit den Jahressummen des Zeitraums 1981 bis 2015 im mittleren Bereich.

An der **mittelhessischen Messstelle Marburg-Lahnberge** wurden für das Jahr 2016 574 l/m² (81 % des Vergleichswerts) registriert. Hier trat 2016 das fünft-trockenste Jahr im betrachteten Zeitraum 1981 bis 2015 auf.

Im **Westerwald an der Messstelle Driedorf-Mademühlen** fielen mit 866 l/m³ (80 %) der mittleren langjährlichen Regenmenge. Damit war es hier das dritt-trockenste Jahr seit 1981.

An der Messstelle **Freiensteinau im Vogelsberggebiet**, wo in der Regel relativ große Niederschlagsmengen niedergehen, regnete es im Jahr 2016 864 l/m². Dies entspricht 83 % des langjährigen Wertes. Die Jahressumme liegt vergleichsweise im unteren mittleren Bereich.

Die Messstelle **Stockstadt** liegt in **Südhessen** und ist erst seit 2001 in Betrieb. Hier wurde mit 621 l/m² im Jahr 2016 der Durchschnittswert der betrachteten 16 Jahre um 13 % überschritten. Hier war 2016 damit das dritt-nasseste Jahr seit 2001. In der ersten Jahreshälfte fielen hier in jedem Monat überdurchschnittliche Regenmengen.

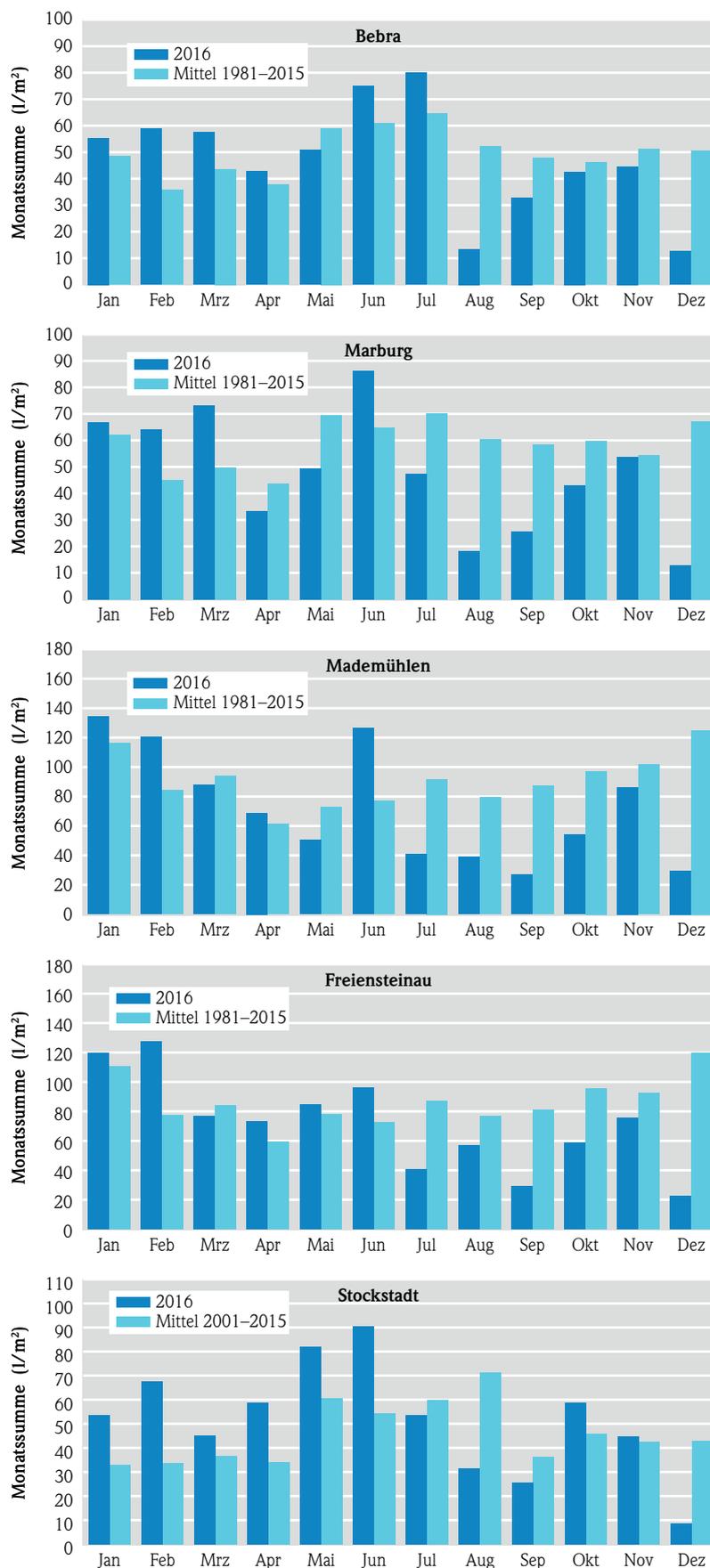
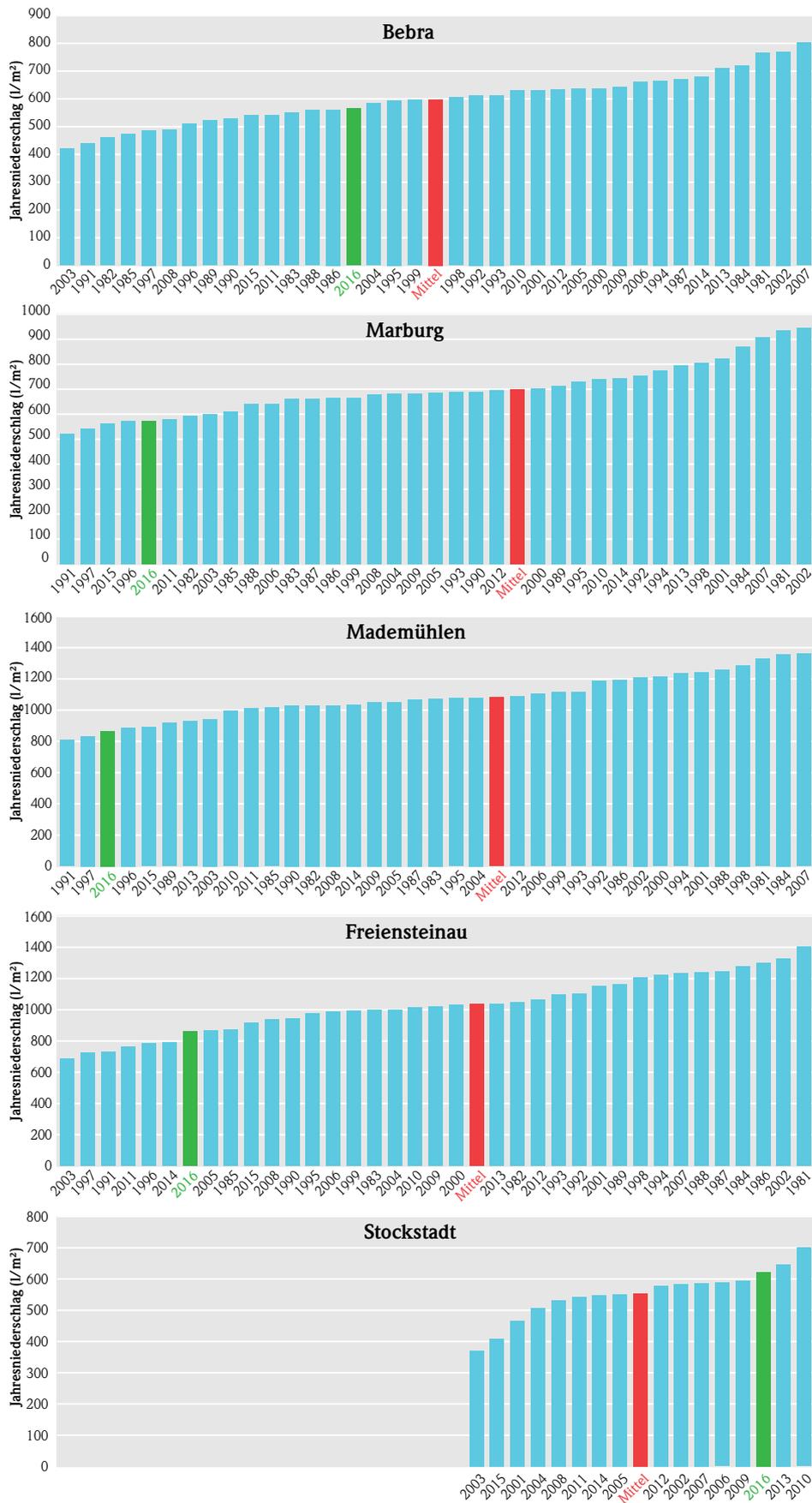


Abb. 12: Monatliche Niederschlagsmengen an fünf hessischen Niederschlagsmessstellen (Datenbasis: ungeprüfte Rohdaten)



2.5 Starkregenereignisse und Hochwasser

CORNELIA LÖNS-HANNA



Abb. 14: Schlagzeilen, Quellen: (1) HNA, 2.6.2016, (2) Hessenschau.de, 6.6.2016, (3) Oberhessen-live.de, 6.6.2016, (4) Rüsselsheimer Echo 31.5.2016

Ende Mai und im Juni wurde die Witterung außergewöhnlich lange, ca. 14 Tage, durch die Großwetterlage „Tief Mitteleuropa“ bestimmt. Tiefdruckgebiete brachten feuchtwarme Luft nach Deutschland. Langsam ziehende Gewitter, oft mit Starkregen und Hagel, führten innerhalb kurzer Zeit zu punktuell enormen Niederschlagsmengen und verursachten Überschwemmungen und SchlammLawinen in vielen Orten Deutschlands.

Süddeutschland war von diesen sogenannten Sturzflutereignissen besonders stark betroffen. Beispielsweise verwandelten sich am 29. Mai im Baden-Württembergischen Ort Braunsbach zwei kleine Bäche in reißende Ströme und rissen Autos und

Baumstämme mit sich. Zahlreiche Häuser wurden beschädigt, etliche waren einsturzgefährdet. Ebenfalls Schlagzeilen in den Medien machte die Überflutung des Ortes Simbach am 3. Juni im Rottal-Innkreis. Starkregen führten zum Anschwellen eines sonst kleinen Baches und zur Überschwemmung des Ortskerns. Infolge dieser Überschwemmungen starben sieben Menschen.

Aber auch in etlichen Orten in Hessen verursachten Sturzflutereignisse Ende Mai und im Juni regional Überflutungen von Straßen und Plätzen und sorgten für vollgelaufene Keller (Abbildung 14), wenn auch die Ausmaße geringer waren als in anderen Bundesländern.

Im Juli sorgten gelegentlich auftretende Starkregen weiterhin für Überschwemmungen. Die folgenden Monate August und September waren vergleichsweise warm und trocken, dennoch wurden auch in diesem Zeitraum an hessischen Messstationen hin und wieder Starkregenereignisse registriert.

Definition und Entstehung

Im deutschen Sprachraum wird ab einer Menge von 5 Litern auf den Quadratmeter in 5 Minuten, mehr als 10 Liter auf den Quadratmeter in 10 Minuten oder mehr als 17 Liter pro Quadratmeter und Stunde von Starkregen gesprochen oder bei Niederschlagsmengen von mehr als 30 Millimetern pro Tag. [Wikipedia].

Laut DWD-Wetterlexikon sind Starkregen mit mehr als 10 mm Niederschlag pro Stunde, heftige Starkregen mit mehr als 25 mm/Stunde definiert. Ursachen sind meist konvektive Wetterlagen, die sich in Gewittern entladen.

Abbildung 15 zeigt die Entstehung eines sommerlichen Starkregenereignisses. Solche Starkregenereignisse treten oft entlang von Luftmassengrenzen auf, an denen kalte und warme Luftmassen aufeinander treffen. Hierbei werden feuchte Luftmassen stark angehoben, wodurch heftige Niederschläge ausgelöst werden.

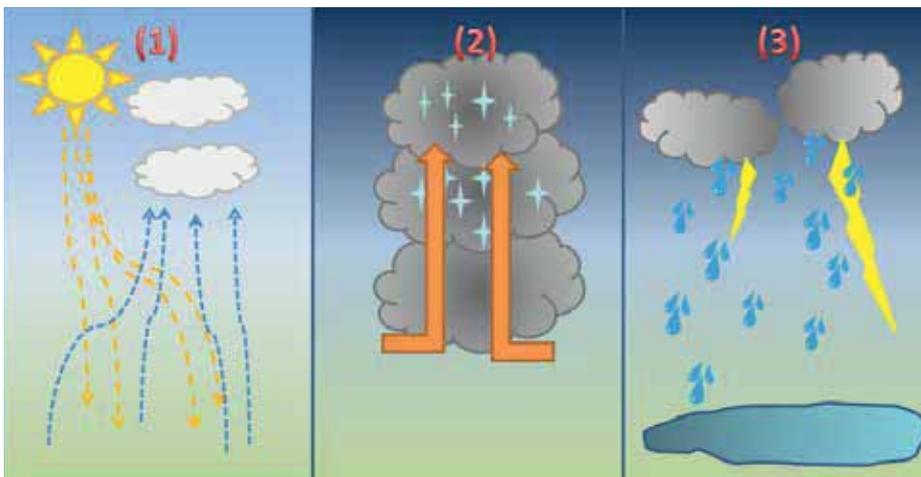


Abb. 15: Entstehung eines Sommergewitters

(1) Im Sommer sind thermische Auslöser (Sonneneinstrahlung) die Ursache von Gewittern. Zunächst steigt feuchte und warme Luft auf. Die Sonneneinstrahlung bewirkt eine Instabilität der Schichtungen.

(2) Mit zunehmender Höhe nimmt die Temperatur soweit ab, sodass ein Luftpaket durch Kondensation instabil wird und aufsteigt, es entsteht eine Gewitterwolke. In der Gewitterwolke herrschen starke Aufwinde, die bewirken, dass die entstehenden Regentropfen oder Eiskörner nicht nach unten fallen können.

(3) Durch Kondensation wachsen die Eiskörner an. Dies geschieht solange bis die Eiskörner so groß geworden sind, dass sie von den Aufwinden nicht mehr nach oben transportiert werden können und als Graupel, Hagel oder getaut als Regen auf die Erde fallen.

Auswirkungen

In kleineren Gewässern führen Starkregen in kürzester Zeit zum Ansteigen der Wasserstände und damit zum Hochwasser, zum Teil mit Überflutungen angrenzender Flächen. Häufig verursachen Starkregen Bodenerosion und damit Einträge von Feststoffen in Gewässer. Bei größeren Gewässern sind die Auswirkungen auf das Ansteigen von Wasserstand und Durchfluss gering und somit kaum relevant. Durch Starkniederschläge können jedoch auch weit ab von Gewässern beachtliche Schäden verursacht werden.

Starkregenereignisse treten lokal sehr begrenzt auf. Der genaue Ort, die zu erwartenden Niederschlagsmengen und der genaue Zeitpunkt sind nicht vorhersehbar, so dass keine Hochwasservorhersagen für Starkregenereignisse für einzelne Pegel erstellt werden können. Starkregen traten in den letzten Jahren in Hessen in den Jahren 2011, 2014 und 2016 verstärkt auf.

Ereignisse 2016

Das Wetter im Sommerhalbjahr 2016, insbesondere Ende Mai/Anfang Juni war durch eine Vielzahl von Gewittern geprägt, die oftmals große Niederschlagsmengen brachten. Die folgenden Auswertungen dieser Ereignisse beruhen überwiegend auf der Auswertung der hessischen Landes-Niederschlagsmessstationen, die punktuell die Niederschlagsituation erfassen.

Ein Vergleich der Stundenwerte hessischer Niederschlagsmessstellen der Jahre 2016, 2014 und 2011, also Jahren mit Starkregenereignissen in den Monaten Mai bis September, (Abb. 16) zeigt, dass der größte Teil der Stundensummen zwischen 10 und 20 mm/Stunde liegt. Extremere Ereignisse sind seltener. Im Jahr 2016 wurden Starkregen mit mehr als 20 mm/Stunde nur etwa halb so oft gemessen wie in den Vergleichsjahren.

Im Sommer 2016 wurden unterschiedliche Regionen Hessens von starken Regenfällen überzogen. Während beispielsweise am 29. Mai besonders Südhessen betroffen war, regnete es am 1. Juni besonders heftig im Norden und Westen des Landes (siehe Abbildung 18 und 22). In Tabelle 1 sind für den Zeitraum Ende Mai bis September 2016 alle Ereignisse mit Stundensummen ≥ 10 mm zusammengefasst. Hiernach wurden an lediglich sechs Niederschlagsmessstellen im genannten Zeitraum nie Stundensummen von mehr als 10 mm, also Starkregenereignisse registriert. Tagessummen¹ von mehr als 30 mm wurden an ca. 30 hessischen Niederschlagsmessstellen erfasst (Tabelle 2). Im Folgenden werden wegen der Vielzahl der Ereignisse nur einige wenige beispielhaft angeführt.

Ereignisse 29./30. Mai und Anfang Juni

Ein Tiefdruckgebiet (Abbildung 17) über Deutschland sorgte in der Nacht von Sonntag, den **29. Mai auf Montag, den 30. Mai** für lokal kräftige und langanhaltende Regenfälle, vor allem in weiten Teilen Süd- und Mittelhessens sowie in der Rhön. Tagessummen¹ von mehr als 40 mm wurden an folgenden hessischen

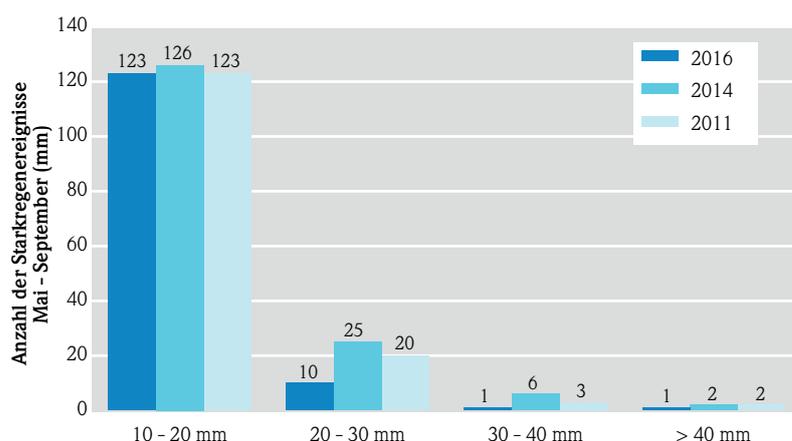


Abb. 16: Vergleich Anzahl Starkregenereignisse 2011, 2014 und 2016 an hessischen Stationen

Stationen registriert: Taunusstein-Neuhof (45,1 mm), Langen-Kläranlage (45,7 mm), Lorsch-Kläranlage (71,47 mm) und Fürth-Krumbach (47,1 mm). An den übrigen hessischen Niederschlagsmessstationen in Süd- und Mittelhessen wurden Tagessummen von mehr als 20 mm gemessen (Abbildung 18). An der Messstelle Lorsch-Kläranlage handelt es sich statistisch gesehen um ein 30-jährliches Ereignis (Einschätzung nach KOSTRA-DWD), d. h. mit solchen Regenintensitäten ist im Schnitt nur alle 30 Jahre zu rechnen. Die Ereignisse an den übrigen Messstellen hingegen sind als ca. 2-jährliche Ereignisse einzuordnen.



Abb. 17: Satellitenbild 29.5.2016, Quelle: Witterungsreport Express Mai 2016 des DWD

¹ Tagessummen werden für den Zeitraum 7:30 bis 7:30 des folgenden Tages gemessen. Als Datum wird der erste Tag angegeben.

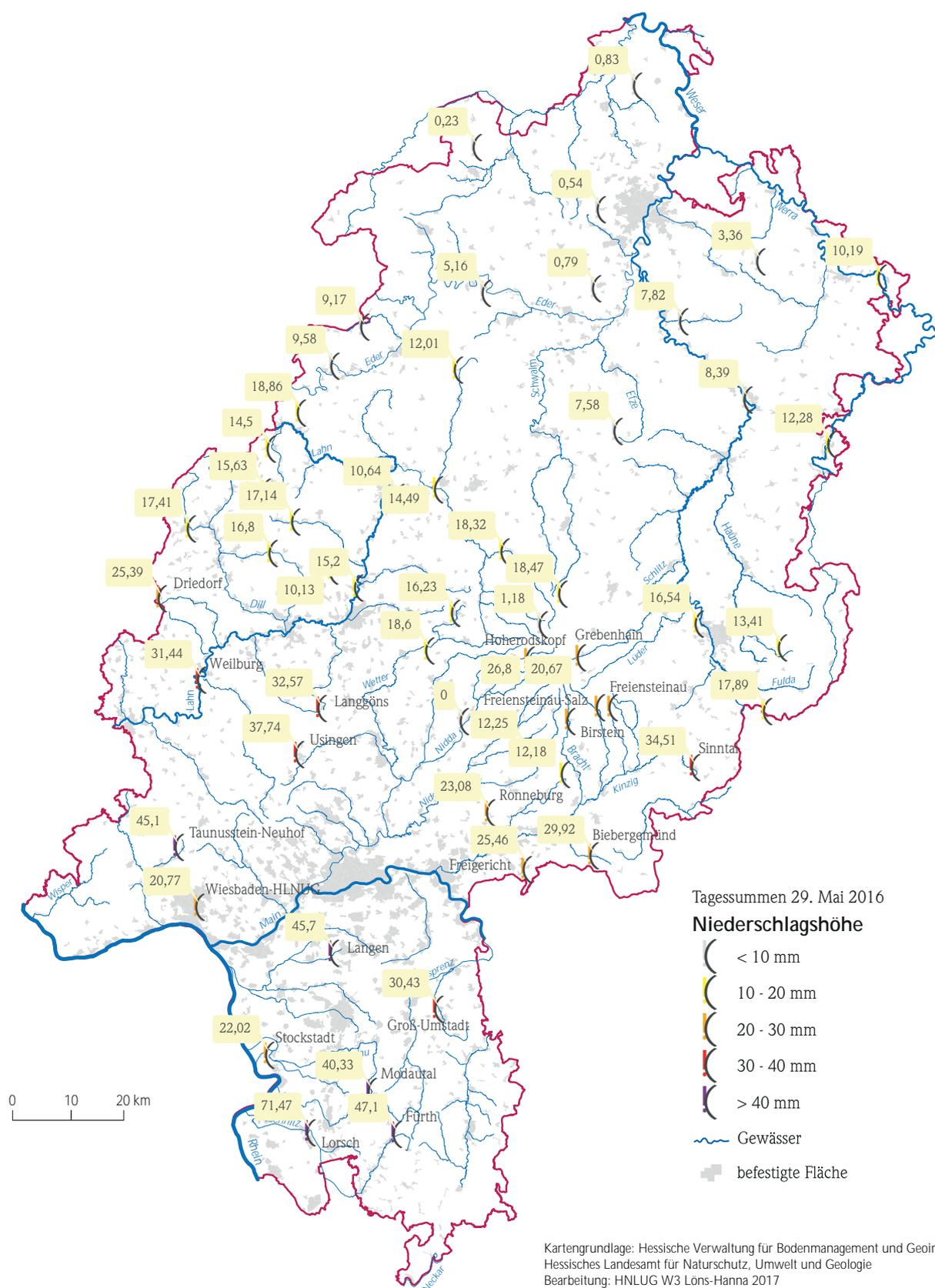


Abb. 18: Starkregenverteilung am 29. Mai 2016, gemessen an hessischen Niederschlagsmessstationen

Während die Starkregen der vorhergehenden Tage zunächst nur lokal zu Überschwemmungen führten, wirkten sich die Niederschläge von Sonntagnacht auch auf die größeren Gewässer aus und führten zu Meldestufenüberschreitungen. Insbesondere in den südlichen Landesteilen und im Bereich des Oberlaufs der Fulda waren die Wasserstände teils deutlich angestiegen.

Die Meldestufe 2 wurde überschritten an den Pegeln Lorsch/Weschnitz (Abb. 19), Michelbach/Aar, Auerbach/Winkelbach (Abb. 20) und Eppstein/Schwarzbach, die Meldestufe 1 an den Pegeln Niederbrechen/Emsbach, Bensheim/Lauter, Eberstadt/Modau und Ober-Erlenbach/Erlenbach. Der Verlauf der Wasserstandsganglinie infolge von punktuellen, starken Regenfällen ist dabei fast immer gleich. Innerhalb weniger Stunden steigt der Wasserstand sprunghaft an um dann zunächst fast genauso schnell wieder unter kritische Wasserstände zu sinken. Im weiteren Verlauf fällt der Wasserstand dann i. d. R. langsam und stetig².

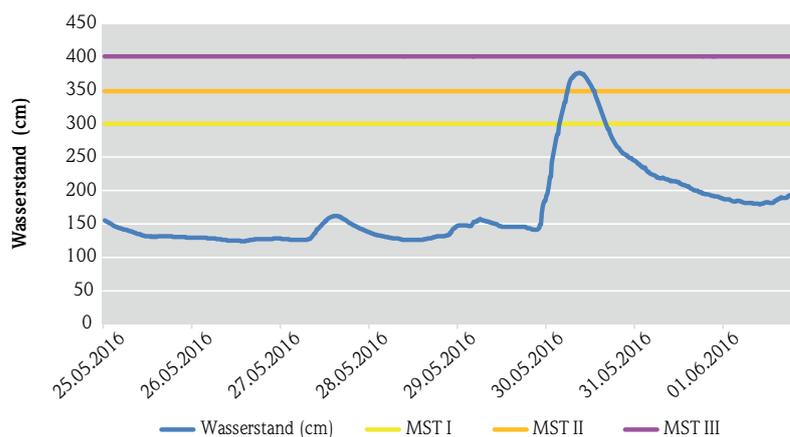


Abb. 19: Wasserstände am Pegel Lorsch/Weschnitz

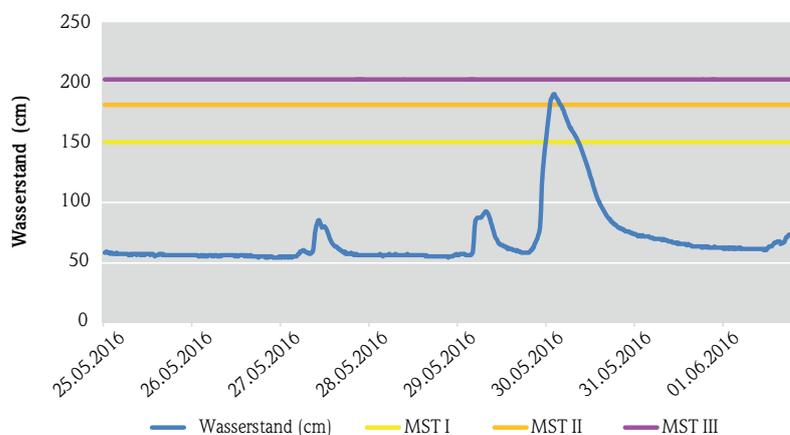


Abb. 20: Wasserstände am Pegel Auerbach/Winkelbach

Anfang Juni setzte sich die Wetterlage mit feucht warmer Luft und einem Tief über Zentraleuropa fort (Abbildung 21). Infolgedessen fielen in Hessen vom **1. bis zum 2. Juni** im Oberlauf der Eder ergiebige Regen mit mehr als 40 mm (Abbildung 22). Folgende Regenmengen über 40 mm wurden an hessischen Niederschlagsmessstationen registriert: Ederthal-Hemfurth (47,7 mm) Frankenberg (Eder)-Rengershausen (44,7 mm) und Auhammer (42,5 mm). Statistisch gesehen handelt es sich um 2-jährliche Regenereignisse.



Abb. 21: Satellitenbild 01.06.2016, Quelle: Witterungsreport Express Juni 2016 des DWD

² ausgewertet wurden unkorrigierte Rohdaten

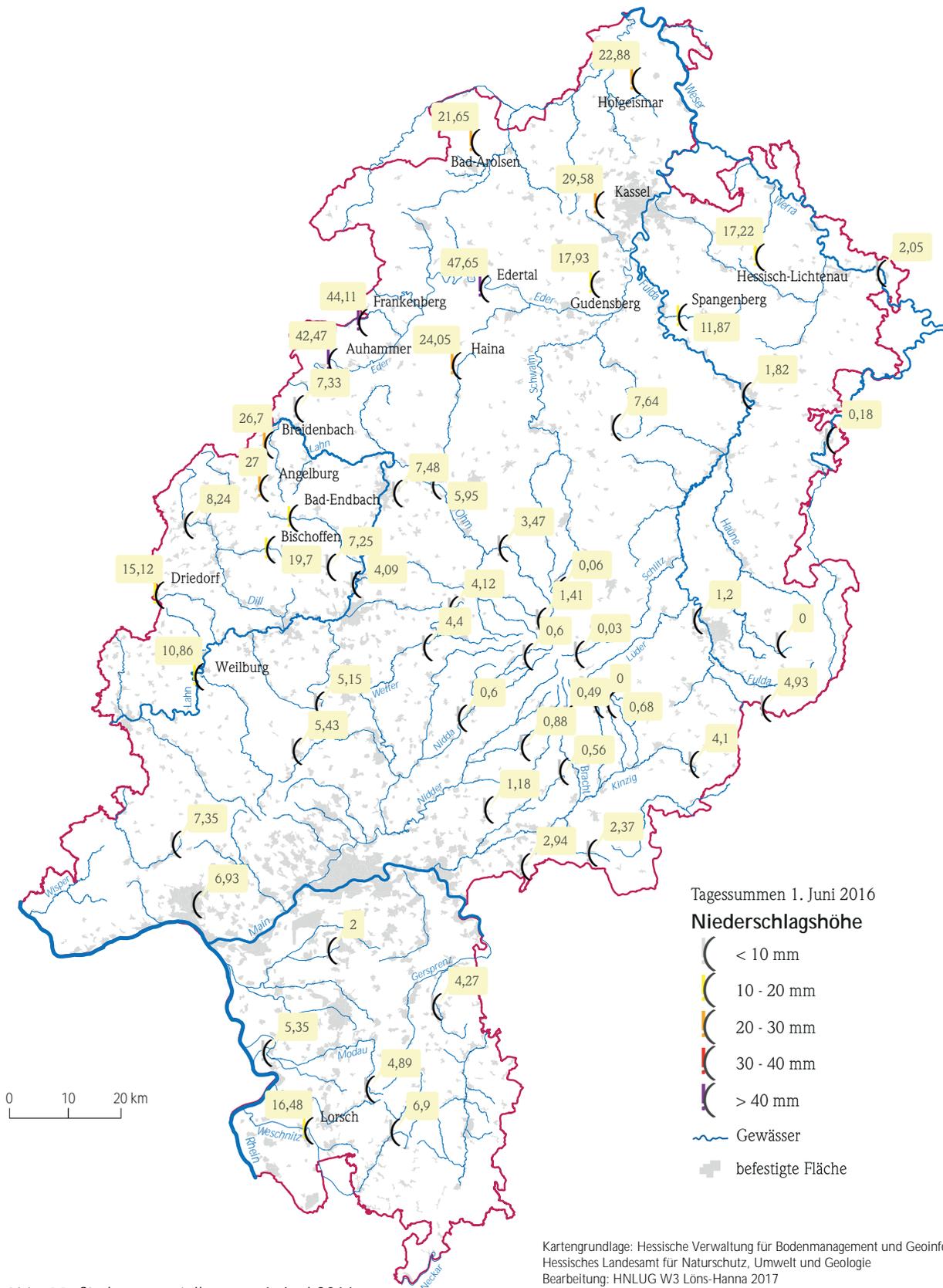


Abb. 22: Starkregenverteilung am 1. Juni 2016, gemessen an hessischen Niederschlagsmessstationen

Infolge dieser Niederschläge stiegen die Gewässer am Oberlauf der Eder an. Am Pegel Dalwigkthal/Orke wurde die Meldestufe 1 überschritten.

Heftige Niederschläge **am 6. Juni** fielen vor allem in Ost- und Mittelhessen sowie im Raum Fulda. Diese sorgten für überflutete Straßen und vollgelaufenen Keller in Gießen und Osthessen (Abbildung 14).

Weitere Ereignisse im Sommer 2016

In den folgenden Wochen traten an verschiedenen Orten in Hessen kurze, starke Regen auf, zum Teil mit Hagel. Am 23. Juni entstand eine Luftmassengrenze mit heißer Luft über weiten Teilen Deutschlands und deutlich kühlerer Luft über der Nordsee. Am Abend entwickelten sich im Bereich dieser Konvergenz Schauer und Gewitter. Diese wurde stärker und zogen langsam südostwärts. Nach kurzem Abflauen lebte am Nachmittag **des 24.** die Gewitteraktivität wieder auf. Ein Unwetterkomplex bewegte sich von Rheinland-Pfalz zur Ostsee. Am Abend und in der Nacht zog ein weiterer von Baden-Württemberg nach. Heftige Unwetter, zum Teil mit Hagel, traten punktuell in Nord- und Mittelhessen auf (Abb. 25).

Beispielhaft wird der Niederschlagsverlauf am 24. Juni in Hessisch Lichtenau dargestellt (Abbildung 23). Hier fielen in einer halben Stunde mehr als 40 l/m². Dieses Ereignis ist als ein mehr als 100 jährliches Ereignis einzuordnen, d. h. solch ein Ereignis ist statistisch gesehen weniger als einmal in 100 Jahren zu erwarten.

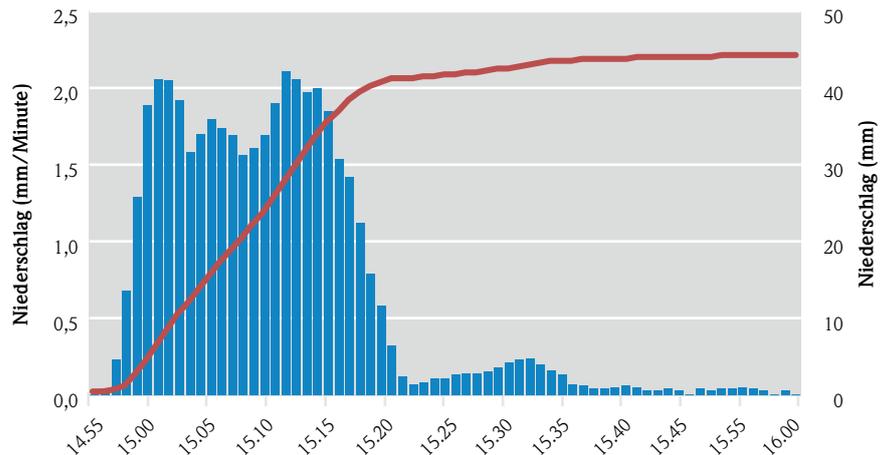


Abb. 23: Niederschlag an der Messstation Hessisch-Lichtenau Messstelle am Meißner am 24. Juni 2016

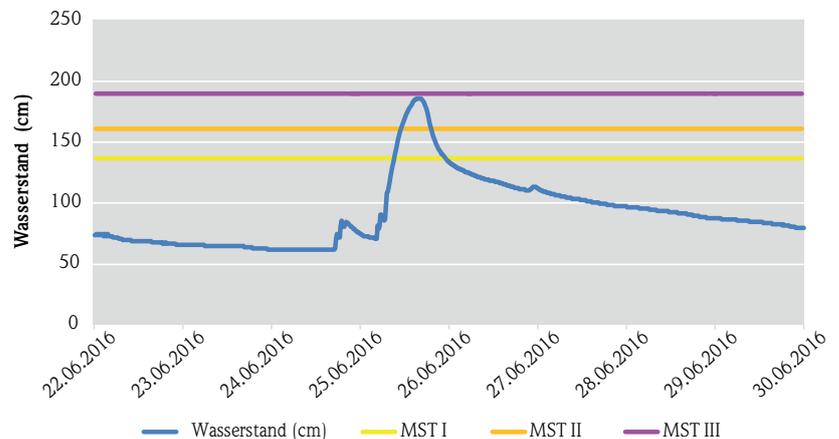


Abb. 24: Wasserstände am Pegel Michelbach/Aar

Diese Unwetterfront, verstärkt durch erneute Niederschläge am folgenden Tag, führte kurzzeitig zu schnellen Wasserstandsanstiegen mit Meldestufenüberschreitungen an den Oberläufen kleinerer Gewässer sowie der Fulda. So wurden in der Nacht vom 25. auf den 26. Juni an den Pegeln Michelbach/Aar (Abbildung 24) und Niederbrechen/Emsbach die Meldestufe 2 überschritten. An neun weiteren Pegeln: Rothemann/Döllbach, Kämmerzell/Fulda, Steinau/Kinzig, Helsa/Losse, Michelstadt/Mümling, Rockenau/Neckar, Bartenhausen/Wohra, Gemünden/Wohra und Adelshausen/Pfieffe wurde jeweils kurzzeitig Meldestufe 1 erreicht.

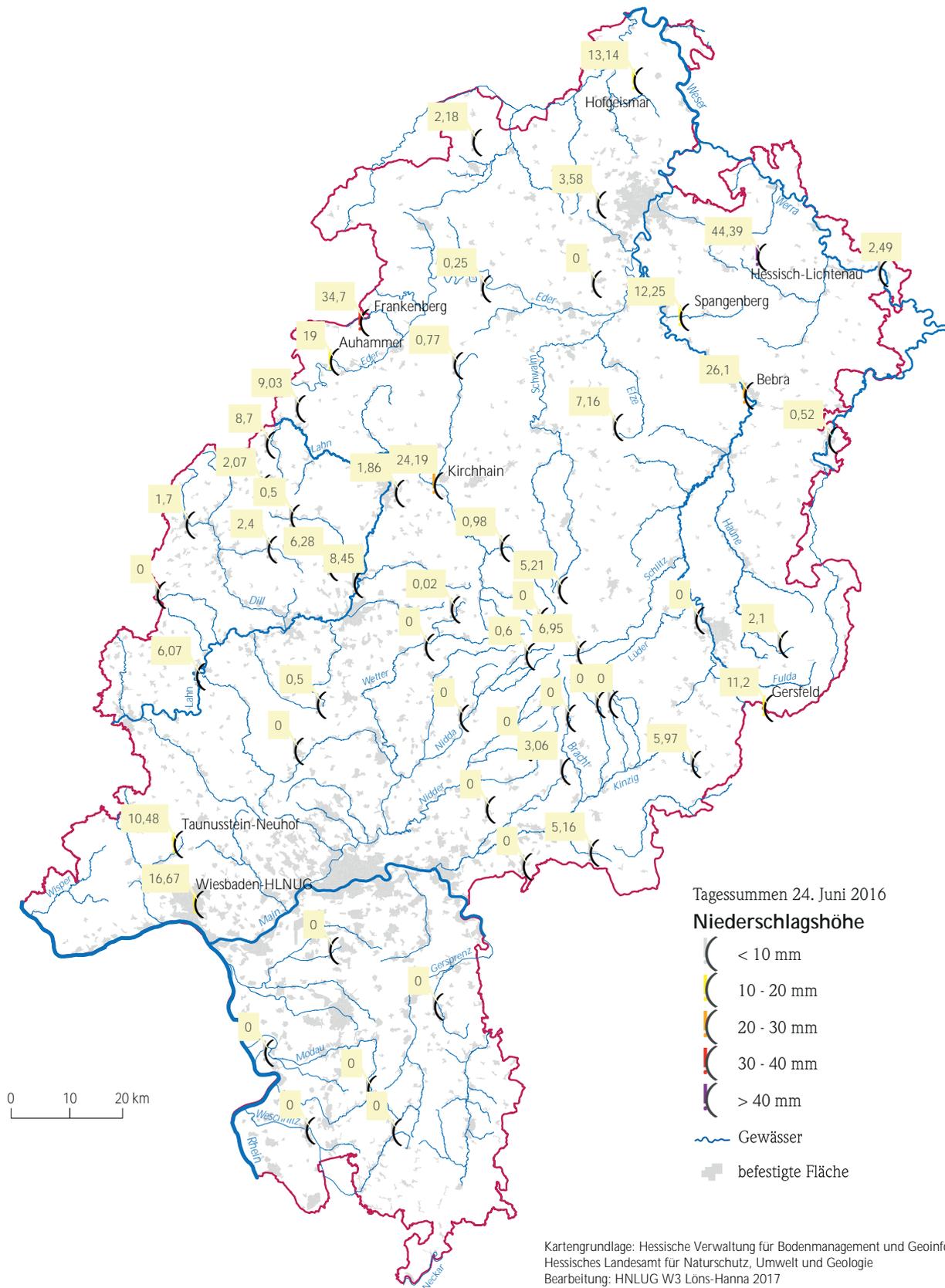


Abb. 25: Niederschlagstagesummen am 24. Juni 2016

Tab. 2: Niederschlagsstundensummen ≥ 10 mm/Stunde an hessischen Niederschlagsmessstellen
Zeitraum Ende Mai bis September 2016 *

Niederschlags- messstation	Datum Uhrzeit Wert (mm/Std.)	Datum Uhrzeit Wert (mm/Std.)	Datum Uhrzeit Wert (mm/Std.)	Niederschlags- messstation	Datum Uhrzeit Wert (mm/Std.)	Datum Uhrzeit Wert (mm/Std.)	Datum Uhrzeit Wert (mm/Std.)
Angelburg- Frechenhausen	1. Juni 18:00 10,9			Freiensteinau-Salz	18. Juni 18:00 11,6	12. Juli 21:00 11	
Auhammern N	1. Juni 14:00 15	6. Juni 23:00 15,5	24. Juni 14:00 18,4	Freigericht-Horbach	27. Mai 5:00 10,54	13. Juni 11:00 10,38	14. Juni 17:00 20,46
	25. Juni 5:00 11,4	28. Aug. 16:00 15,25	4. Sep. 14:00 16,44		17. Juni 17:00 12,8	28. Juli 21:00 12,55	
Bad Arolsen- Schmillinghausen	13. Juni 15:00 21,83			Fürth-Krumbach	30. Mai 0:00 12,6	30. Mai 04:00 11,2	8. Juni 17:00 22
Bad Endbach- Kläranlage	28. Mai 21:00 10,1	14. Juni 14:00 22,2	4. Sep. 16:00 16,05	Gemünden (Felda)- Rülfenrod	30. Mai 1:00 11,5		
Bebra	24. Juni 16:00 26,1			Gersfeld (Rhön)- Dalherda	28. Mai 19:00 11,82	6. Juni 13:00 11,04	15. Juni 13:00 11,08
Biebergemünd-Bieber	30. Mai 0:00 23,22	5. Juni 15:00 10,09	28. Juli 21:00 11,69		13. Juli 4:00 14,75	23. Juli 8:00 14,18	24. Juli 17:00 16,65
Biedenkopf-Sackpfeife	27. Mai 19:00 18,82	30. Mai 01:00 11,71	28. Aug. 16:00 10,88	Grebenhain-Ilbeshsn.- Hochwaldh.	21. Juli 11:00 10,4		
Birstein- Kirchbracht	30. Mai 0:00 10,69	12. Juli 20:00 12,28	4. Sep. 14:00 10,38	Groß-Umstadt- Kläranlage	29. Mai 6:00 14,08	30. Mai 00:00 12,17	23. Juli 19:00 14,84
Breidenbach N	27. Mai 19:00 18,1	1. Juni 18:00 14,1	21. Juli 18:00 21,3	Grünberg	30. Mai 1:00 10,32		
Dipperz-Giegenberg	30. Mai 1:00 12,26	6. Juni 14:00 18,21	23. Juli 8:00 13,11	Gudensberg	13. Juni 20:00 10	3. Juli 16:00 10,08	
	23. Juli 9:00 20,73	23. Juli 10:00 10,25		Haiger N	28. Mai 13:00 15,37	11. Juni 21:00 12,79	8. Juli 19:00 12,78
Driedorf- Mademühlen	30. Mai 2:00 13,7	11. Juni 21:00 13,48	11. Juni 22:00 11,01	Haina-Kloster	1. Juni 14:00 10,66	26. Juli 19:00 11,54	28. Aug. 17:00 16,36
Edertal-Hemfurth	1. Juni 12:00 11,32	1. Juni 15:00 18			4. Sep. 15:00 16,16	27. Sep. 4:00 13,42	
Frankenberg (Eder)- Rengershausen	27. Mai 19:00 11,77	1. Juni 13:00 14,25	25. Juni 5:00 10,12	Heringen (Werra)	21. Juli 11:00 17,2	22. Juli 18:00 11,6	4. Sep. 16:00 11,8
	25. Juni 6:00 16,3	21. Juli 16:00 13,95	22. Juli 16:00 10,52	Hessisch-Lichtenau- H.a.Meißner	13. Juni 16:00 10,77	24. Juni 16:00 40,26	3. Juli 16:00 10,91
	25. Juli 12:00 32,8			Hofgeismar-Beberbeck	22. Juli 15:00 11,89		

* Ausgewertet werden Rohdaten.

Niederschlags- messstation	Datum Uhrzeit Wert (mm/Std.)	Datum Uhrzeit Wert (mm/Std.)	Datum Uhrzeit Wert (mm/Std.)
Kassel- Wilhelmshöhe	1. Juni 13:00 11,1	2. Juni 21:00 13,8	13. Juni 16:00 15,94
	28. Aug. 17:00 21,05		
Kefenrod- Bindsachsen	28. Mai 16:00 10,32	13. Juni 14:00 14,5	12. Juli 21:00 28,95
Kirchhain- Kläranlage	25. Juni 5:00 14,96	25. Juni 10:00 24,18	
Langen- Kläranlage	28. Mai 19:00 14	29. Mai 23:00 12,9	30. Mai 0:00 18,7
	7. Juni 21:00 11,2	14. Juni 17:00 17,7	
Langgöns-Espa	30. Mai 2:00 20,1		
Lautertal (Vogelsberg)- Meiches	30. Mai 2:00 12,3	28. Aug. 18:00 11,12	
Lich- Ober-Bessingen	30. Mai 2:00 10,9		
Lorsch-Kläranlage	30. Mai 0:00 11,25	30. Mai 03:00 14,48	30. Mai 4:00 15,72
	23. Juli 17:00 10,95		
Marburg-Lahnberge	25. Juni 10:00 15,67	26. Juli 18:00 11,22	
Modautal-Brandau- Kläranlage	27. Mai 9:00 10,25	28. Mai 22:00 10,77	29. Mai 5:00 11,42
	30. Mai 0:00 12,32	5. Juni 20:00 10,09	12. Juli 19:00 11,5
Nidda-Kläranlage	5. Juni 17:00 11,08	18. Juni 17:00 10,79	23. Juli 2:00 10,45
Ronneburg- Hof-Waldeck	28. Mai 19:00 12,2	30. Mai 00:00 10,96	13. Juni 13:00 12,01
	12. Juli 21:00 14,38	22. Juli 21:00 14,82	

Niederschlags- messstation	Datum Uhrzeit Wert (mm/Std.)	Datum Uhrzeit Wert (mm/Std.)	Datum Uhrzeit Wert (mm/Std.)
Schotten- Eichelsachsen	12. Juni 9:00 12,12		
Schotten- Hoherodskopf	11. Juni 16:00 10,8	12. Juni 09:00 10,9	12. Juni 18:00 10,8
	24. Juni 14:00 10,33		
Schwarzenborn- Richberg	23. Juli 6:00 14,08	23. Juli 09:00 11,29	
Sinnatal-Sterbfritz	29. Mai 18:00 15,92	30. Mai 1:00 11,88	4. Juni 19:00 10,78
	5. Juni 18:00 11,54	11. Juni 17:00 13,66	23. Juli 8:00 14,07
Spangenberg- Mörshausen	13. Juli 19:00 11,27	17. Juli 15:00 10,64	23. Juli 7:00 14,78
	4. Sep. 15:00 12,7		
Stockstad am Rhein	25. Juni 13:00 12,39	25. Juni 14:00 10,67	
Tausenstein-Neuhof	30. Mai 0:00 22,61		5. Juni 14:00 12,32
	14. Juni 15:00 14,03		
Ulrichstein- Selgenhof	29. Juli 15:00 15,96	30. Mai 1:00 12,06	
Usingen	30. Mai 1:00 22,59	13. Juli 11:00 14,49	13. Juli 12:00 17,32
Wanfried	21. Juli 12:00 11,4		
Weilburg- Kläranlage	30. Mai 3:00 15,44		13. Juli 12:00 16,06
Wettenberg-Krofdorf- Gleiberg-Waldhs.	27. Sep. 4:00 12,83	8. Juni 14:00 15,13	
Wiesbaden-HLNUG	27. Sep. 4:00 12,83		

10–20 mm/h	20–30 mm/h	30–40 mm/h	> 40 mm/h
---------------	---------------	---------------	--------------

Tab. 3: Niederschlagstagesummen ≥ 30 mm/Tag an hessischen Niederschlagsmessstellen
Zeitraum Ende Mai bis September 2016*

Niederschlags- messstation	28. Mai	29. Mai	1. Juni	5. Juni	12. Juni	24. Juni	12. Juli	13. Juli	21. Juli	22. Juli	23. Juli	24. Juli	25. Juli	4. Sep.
Angelburg-Frechenhausen	9,54	15,63	27	0,33	10,75	2,07	3,61	1,98	0,29	7,79	0,09	0	0	14,09
Auhammer N	11,59	9,58	42,47	5,45	5,62	19	1,24	1,91	5,21	8,39	0,31	0	0	27,85
Bad Arolsen-Schmillinghausen	4,17	0,23	21,65	3,92	3,2	2,18	1,25	0	0	1,97	0	0	0	9,78
Bad Endbach-Kläranlage	18,18	17,14	15,95	0,97	5,41	0,5	6,8	4,8	0	6,15	0	0,03	0,03	1,38
Bebra	5,27	8,39	1,82	0	4,17	26,1	3,19	0,54	23,06	6,26	19,22	0	0	20,11
Biebergemünd-Bieber	13,64	29,92	2,37	12,73	5,4	5,16	0,6	2,71	3,77	5,11	3,55	0	0	5,4
Biedenkopf-Sackpfeife	14,15	18,86	7,33	0	6,69	9,03	1,02	0,75	0	6,15	0,21	0	0	27,43
Birstein-Kirchbrach	13,68	24,24	0,49	11,62	17,43	0	18,65	1,62	2,61	6,87	0	7,01	0	6,61
Bischoffen N	9,7	16,8	19,7	0	4,2	2,4	2,3	6,8	0	5,3	0,1	0	0	9,1
Brachtal-Spielberg	6,26	12,18	0,56	2,85	22,79	3,06	8,25	0,9	1,57	4,64	0,49	0,11	0	7,88
Breidenbach N	22,4	14,5	26,7	3,3	6,8	8,7	1,4	1,9	22,7	4,4	0	0	0	18,4
Dipperz-Giegenberg	15,08	13,41	3,81	0,03	19,39	2,1	9,42	2,46	5,48	1,95	45,87	3,69	5,5	10,01
Driedorf-Mademühlen	0	25,39	15,12	0	5,45	0	3,18	0	0	7,53	0	0	0	15,93
Edertal-Hemfurth	1,37	5,16	47,65	4,17	0,57	0,25	0,34	4,98	2,16	7,96	4,71	0	0	
Frankenberg (Eder)-Rengersh.	8,44	9,17	44,11	2,9	4,89	34,7	1,97	0,15	15,99	14,67	1,14	0	33,08	6,39
Freiensteinau	3,41	25,8	0,68	0,03	28,45	0	13,22	0,98	4,37	3,88	0	0,03	4,79	11,35
Freiensteinau-Salz	2	29,1	0	4,6	31,8	0	16,8	4,9	1,9	10,2	1,3	4,1	0	7,22
Freigericht-Horbach	13,43	25,46	2,94	9,49	13,13	0	0,17	5,3	4,03	8,3	3,96	2,34	0	5,5
Fulda-Gläserzell-Kläranlage	7,18	16,54	1,2	0	14,9	0	11,37	0	0	2,84	0	0,28	0	5,36
Fürth-Krumbach	6,9	47,1	6,9	2	23,3	0	2	2	4,6	6,8	0,1	0	0	8
Gemünden (Felda)-Rülfenrod	2,4	18,32	3,47	0	4,61	0,98	-	-	-	-	-	-	-	8,1
Gersfeld (Rhön)-Dalherda	32,34	17,89	4,93	2,8	13,25	11,2	19,73	0	0	13,73	0	30,61	0	22,22
Grebenhain-Ilbeshsn.-Hochw.	16,67	20,67	0,03	0	18,3	6,95	2,97	1	5,25	0,5	1,7	1,68	11,49	5,67
Groß-Umstadt-Kläranlage		30,43	4,27	16,91	11,57	0	2,97	1	5,25	0,5	1,7	1,68	11,49	15,25
Grünberg	2,75	16,23	4,12	0	8,71	0,02	0,9	1,64	4,54	10,74	0	0	0,48	7,07
Gudensberg	0,94	0,79	17,93	0,94	1,43	0	2,44	1,64	1,77	1,68	18,85	0	0	7,02
Haiger N	20,32	17,41	8,24	2,47	8,1	1,7	2,15	1,68	0,06	7,43	0,15	0	0	8,48
Haina-Kloster	7,39	12,01	24,05	2,6	7,88	0,77	1,98	13,51	0	8,45	3,18	0	0	10,9
Heringen (Werra)	12,18	12,28	0,18	0,44	2,92	0,52	1,91	0,11	36,81	34,51	13,27	0	0	31,25

* Ausgewertet werden Rohdaten.

Niederschlags- messstation	28. Mai	29. Mai	1. Juni	5. Juni	12. Juni	24. Juni	12. Juli	13. Juli	21. Juli	22. Juli	23. Juli	24. Juli	25. Juli	4. Sep.
Hessisch Lichtenau-H.a.M.	3,06	3,36	17,22	2,47	4,37	44,39	2,44	3,09	0,48	4,78	3,93	0,15	0	20,24
Hofgeismar-Beberbeck	6,3	0,83	22,88	4,65	1,68	13,14	1,71	1,4	0	24,09	3,08	0	0,23	
Kassel-Wilhelmshöhe	1,02	0,54	29,58	2,59	7,04	3,58	1,05	6,33	4,61	3,43	17,83	0	0	0
Kefenrod-Bindsachsen	15,39	12,25	0,88	4,75	14,78	0	30,45	1,62	2,07	4,47	0,03	2,91	0	10,59
Kirchhain-Kläranlage	5,58	14,49	6,41	0	4,54	24,19	0,59	9,51	2,33	12,11	1,11	0	0	13,48
Langen-Kläranlage	18,2	45,7	2	5,8	6,8	0	0,2	2,7	7,5	12,5	6,2	0	0	6,88
Langgöns-Espa	1,68	32,57	5,15	0	7,59	0,5	0	9,87	2,13	6,06	0,03	0	0	7,4
Lautertal (Vogelsberg)-M.	2,04	18,47	0,06	0	2,55	5,21	0,86	0,79	4,36	1,31	1,11	0	0	6,73
Lich-Ober-Bessingen	2	18,6	4,4	0	8	0	0,4	1,8	3,2	2,9	0	0	0	5,12
Lollar-Kläranlage	1,56	15,2	4,09	0	5,14	8,45	0,08	8,76	1,77	2,19	0,07	0	0,03	10,7
Lorsch-Kläranlage	9,89	71,47	16,48	3,21	17,29	0	5,12	1,25	9,25	6,96	10,95	0	0	8,28
Marburg-Lahnberge	19,13	10,64	7,48	0	1	1,86	2,56	3,07	0,61	7,41	0,03	0	0	9,75
Modautal-Brandau-KA	13,31	40,33	4,89	10,21	20,52	0	11,5	0,72	9,31	5,19	0	0	0	8,47
Nidda-Kläranlage	8,7	0	0,6	14	24,24	0	7,1	2	3,2	18	0	0	0,3	9,88
Ronneburg-Hof Waldeck	33,9	23,08	1,18	1,86	10,49	0	20,25	3,59	2,05	24,09	0	1,3	3,47	6,28
Schotten-Eichelsachsen	-	-	-	-	-	-	3,88	1,98	4,24	19,58	0,06	0	0	6,96
Schotten-Hoherodskopf	13,7	26,8	0,6	0,3	38,9	0,6	3,1	0,9	4,8	3,8	0,3	0	0,1	12,69
Schwarzenborn-Richberg	3,6	7,58	7,64	0	7,59	7,16	1,05	0,87	3,71	25,5	27,57	0	0	13
Sinntal-Sterbfritz	32,79	34,51	4,1	11,99	0	5,97	2,91	7,22	2,16	22,23	3,33	0	0,43	16,57
Spangenberg-Mörshausen	1,7	7,82	11,87	0,08	1,25	12,25	2	16,76	1,38	19,27	17,38	0	0	12,95
Stockstadt am Rhein	21,75	22,02	5,35	8,13	9,72	0	2,66	0,06	16,34	10,11	1,96	0,03	0	19,96
Taunusstein-Neuhof	2,87	45,1	7,35	32,62	8,58	10,48	0,12	0	2,63	9,59	9,01	1,32	0	8,93
Ulrichstein-Selgenhof	5,01	1,18	1,41	0	11,27	0	2,62	0,79	6,33	4,73	0,62	0	0	3,29
Usingen	8,18	37,74	5,43	0,97	2,59	0	0	32,18	1,91	8,28	0,03	0,33	0	18,51
Wanfried	3,87	10,19	2,05	1,57	4,62	2,49	1,78	0,95	15,22	0,04	1,38	0	0,07	4,99
Weilburg-Kläranlage	0,07	31,44	10,86	0	13,02	6,07	0,19	3,23	4,87	16,05	0,45	0	0	7,39
Wettenberg-Krofdorf-G.-W.	8,18	10,13	7,25	0	8,94	6,28	0,52	21,61	0	1,46	0,03	0	0	7,76
Wiesbaden-HLNUG	5,92	20,77	6,93	4,77	6,9	16,67	0	0,02	4,19	3,61	22,38	0	0	19,8

< 30 mm/Tag	30–40 mm/Tag	> 40 mm/Tag
----------------	-----------------	----------------

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,
- sind Eingangsdaten für den Betrieb hydrologischer Modelle und
- bilden die Grundlage für langfristige Betrachtungen im Hinblick auf Veränderungen der hydrologischen und klimatologischen Situation.

Zur Ermittlung der Wasserstands- und Durchflusswerte betreibt das Land Hessen ca. 120 Pegel (Abbildungen 26, 27 und 28). 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.



Abb. 26 + 27: Pegel Uttershausen an der Schwalm (außen und innen)

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

www.hlnug.de/static/pegel/wiskiweb2/.

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.

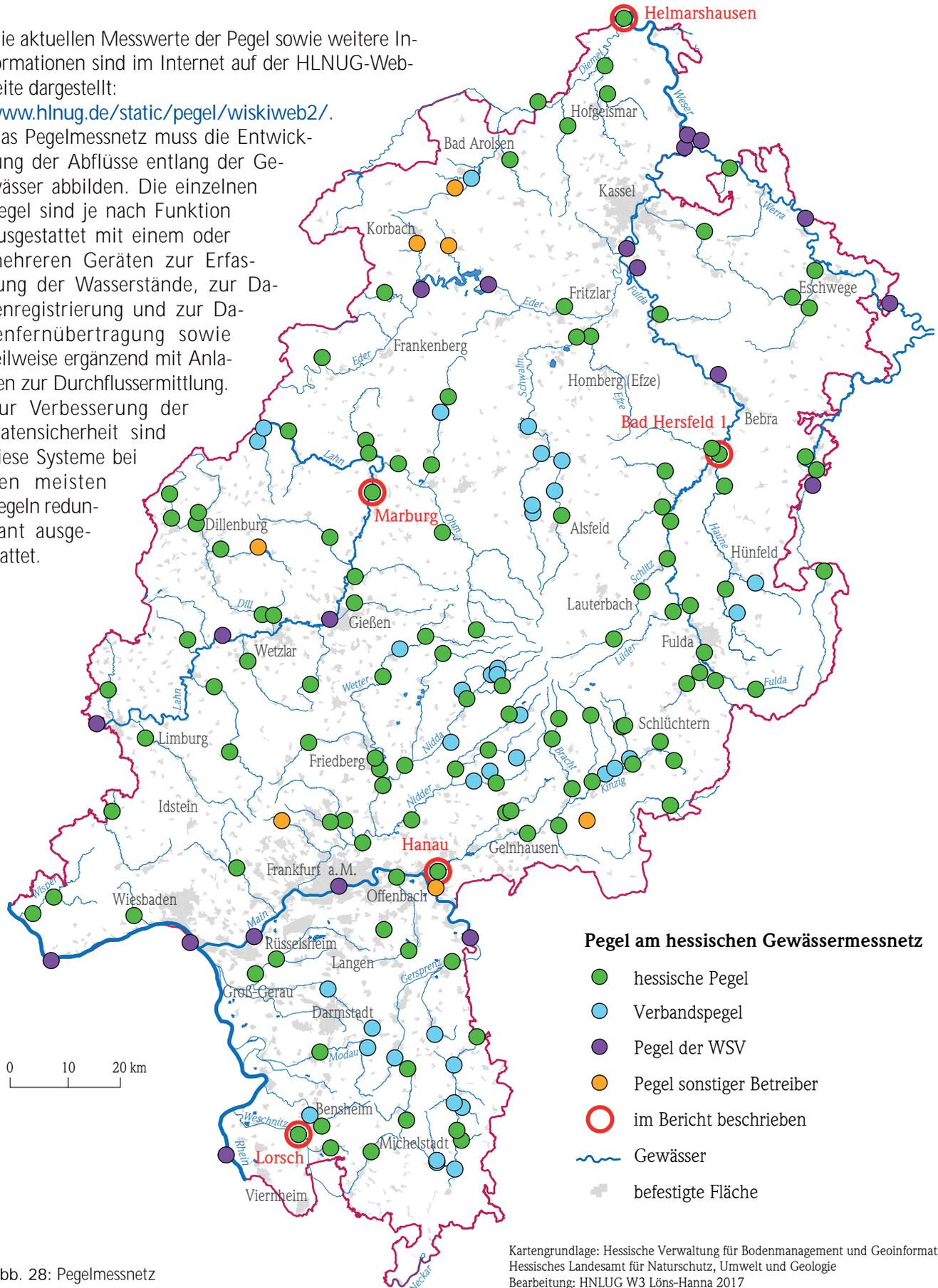


Abb. 28: Pegelmessnetz

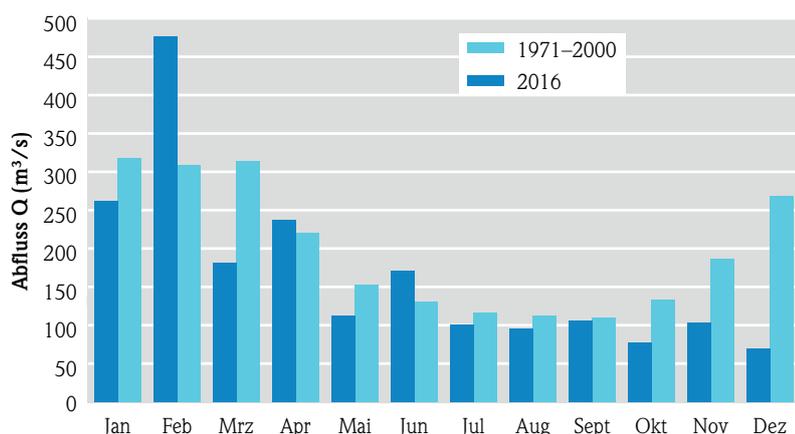


Abb. 29: Vergleich des mittleren repräsentativen Abflusses mit dem langjährigen mittleren Abfluss

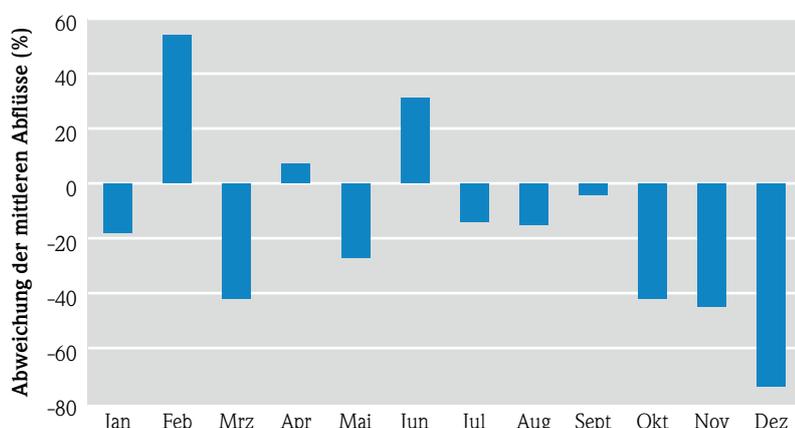


Abb. 30: Abweichung des mittleren monatlichen Abflusses (MQ) vom langjährigen Monatsmittel (MQReihe 1971-2010)

Ergebnisse 2016

Das Durchflussverhalten der hessischen Gewässer wird zusammenfassend für das Jahr 2016 in den Abbildungen 29 und 30 dargestellt. Hierfür wurden die Durchflüsse repräsentativer hessischer Gewässer ausgewertet. Stand der Auswertung: März 2017.

Bemerkenswert ist, dass es lediglich drei Monate mit mehr Abfluss als im langjährigen Mittel gegeben hat, den Februar und den Juni und mit geringfügiger Abweichung den April. Im Februar kam es immer mal wieder zu Überschreitungen der Meldestufen 1 und 2, v. a. im Oberlauf der Fulda, aber auch im Kinziggebiet, dem Taunus und dem Odenwald. Im April kam es an den Nebenflüssen der Fulda zur Überschreitung

der Meldestufe 1. Ende Mai, im Juni und auch noch einmal im Juli kam es immer wieder zu lokalen Starkniederschlägen, siehe dazu die ausführliche Beschreibung im Kapitel 2.5 „Starkregenereignisse und Hochwasser“. Diese führten zu kurzem, teils erheblichem Ansteigen der Gewässer mit Meldestufenüberschreitungen, im Monatsmittel machen sie sich jedoch nur im Juni bemerkbar. Erneut geben die Abflüsse die geringen Niederschläge des Jahres wider. Die Niedrigwassersituation begann im Juli und dauert bis in das Jahr 2017 an (siehe Kapitel 2.6).

Beispielhaft für die hessischen Gewässer im Jahr 2016 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 4 und Abbildungen 32 und 33).

An allen fünf Pegeln wurden für die überwiegende Mehrzahl der Monate unterdurchschnittliche Durchflüsse gemessen.

Am **Pegel Helmarshausen an der Diemel** lag 2016 lediglich im Februar der monatliche Durchfluss über dem langjährigen Mittelwert. Nur im Juni ist der Abfluss wegen der Starkregenereignisse fast identisch mit dem Mittelwert aus den Jahren 1971 bis 2010. Dennoch kann man an diesem Pegel von einer Niedrigwassersituation seit März sprechen.

Der **Pegel Bad Hersfeld 1 an der Fulda** zeigt quasi fast den idealtypischen Abflussverlauf, wie er für Gesamthessen berechnet wurde. Überschreitungen der langjährigen Monatsmittel nur in den Monaten Februar, April und Juni und ansonsten weniger Abfluss. Im Juli liegt der Abfluss leicht über dem langjährigen Mittel, auch hier machen sich die Starkniederschlagsereignisse bemerkbar. Die Meldestufe

1 wurde im Februar und April überschritten.

Die monatlichen Abflüsse in Osthessen am **Pegel Marburg an der Lahn** entsprechen mit ihren Überschreitungen der langjährigen Mittel in den Monaten Februar, April und Juni und ansonsten Unterschreitungen dem berechneten Mittel von Hessen.

Am **Pegel Hanau an der Kinzig** kann man, wie in Bad Hersfeld, beinahe den typischen hessenweit gemittelten Abflussverlauf erkennen. Hier führen die Starkniederschlagsereignisse im Mai dazu, dass der Abfluss über dem langjährigen Mittel liegt. Im Februar wurde die Meldestufe 1 kurzzeitig überschritten und mehrfach beinahe erreicht.

Die Starkregenereignisse sieht man am **Pegel Lorsch an der Weschnitz** im Juni sehr deutlich. Im Mai wurde für 4 h die Meldestufe 2 überschritten. Auch hier war es in den Spätsommer- und Herbstmonaten trockener als im langjährigen Mittel.



Abb. 31: Pegel Pfaffental an der Wisper im Juni 2016

Tab. 4: : Durchflüsse (Monatsmittelwerte an fünf hessischen Flüssen – Auswertestand: März 2017)

Monat	Helmarshausen/ Diemel		Bad Hersfeld/Fulda		Marburg/Lahn		Hanau/Kinzig		Lorsch/Weschnitz	
	Monatsmittel Q (m ³ /s)									
	2016	1971 - 2010	2016	1971 - 2010	2016	1971 - 2010	2016	1971 - 2010	2016	1971 - 2010
Jan	12,40	20,42	25,90	33,16	22,90	28,96	16,80	16,45	2,39	3,82
Feb	28,00	20,90	50,40	31,48	38,50	25,65	29,30	16,48	4,57	4,43
Mrz	12,80	22,47	19,90	32,77	13,20	26,39	13,60	15,88	2,58	4,55
Apr	12,30	17,16	28,10	23,84	17,40	16,55	15,70	11,21	3,57	3,71
Mai	7,84	12,41	12,60	16,14	6,27	11,21	7,57	7,17	3,24	3,25
Jun	10,70	10,78	16,70	12,98	11,8	8,74	13,30	5,94	4,95	2,70
Jul	7,06	8,96	10,80	10,46	6,04	7,16	4,90	4,99	2,23	2,49
Aug	5,20	8,14	6,62	8,69	5,62	6,52	3,89	4,49	1,96	2,01
Sep	4,47	8,56	4,60	8,27	5,33	6,55	3,52	4,42	1,79	1,94
Okt	5,19	9,94	5,99	11,70	5,76	9,98	3,97	6,21	2,36	2,23
Nov	6,37	13,04	11,00	18,74	9,22	16,15	6,12	10,01	2,60	2,77
Dez	5,55	17,05	6,45	28,15	4,60	25,22	3,76	14,45	1,43	3,69
Jahr	9,82	14,15	16,59	19,70	12,22	15,76	10,20	9,81	2,81	3,13

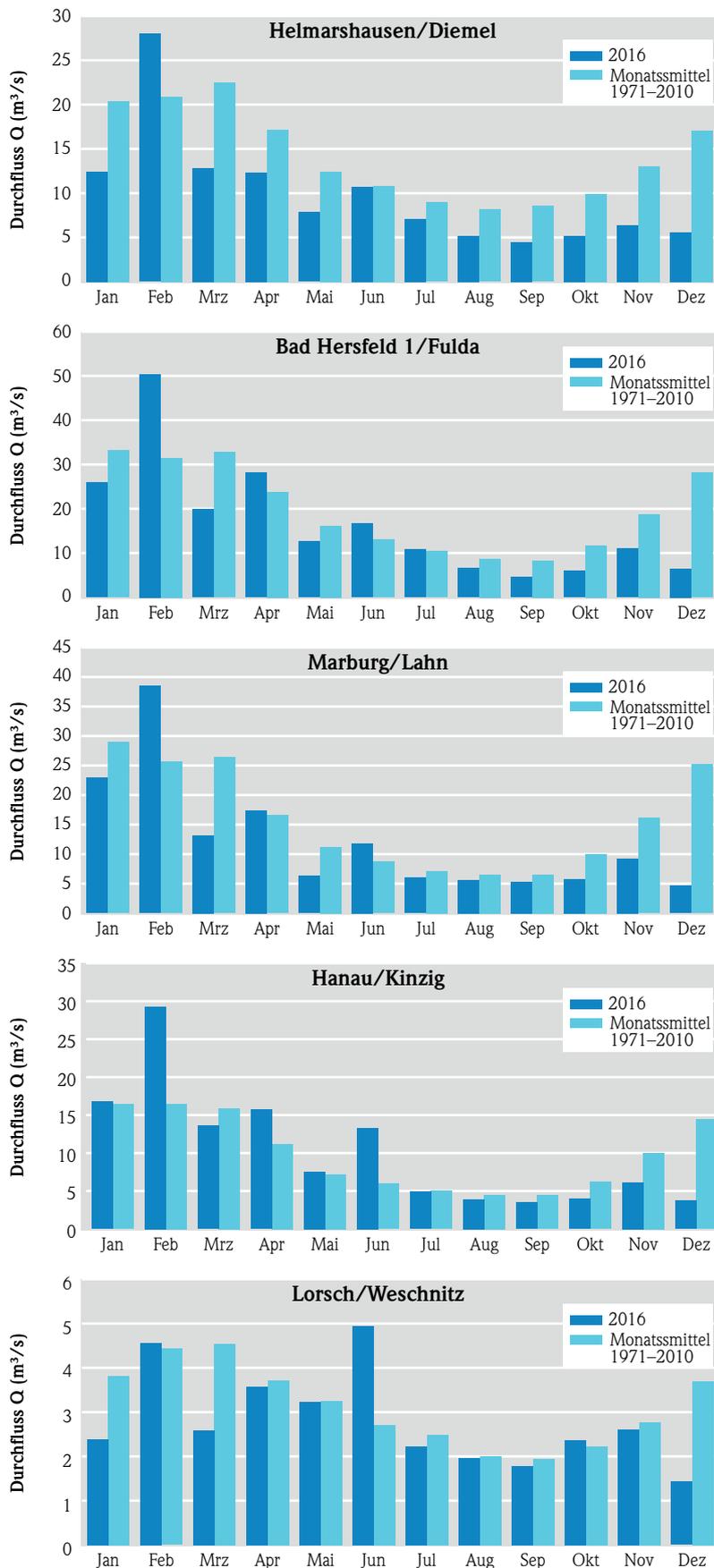


Abb. 32: Monatliche Durchflüsse an fünf hessischen Pegeln

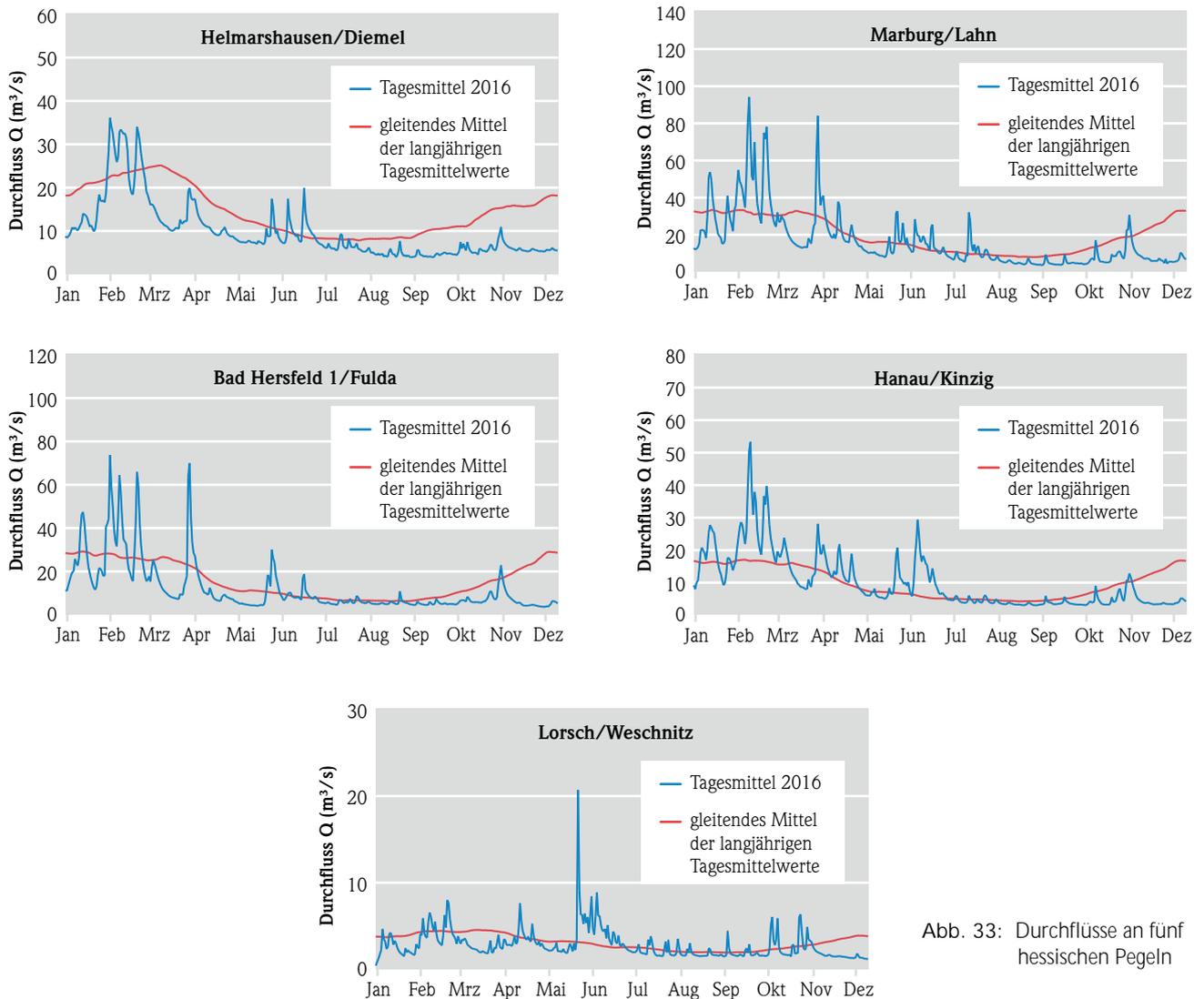


Abb. 33: Durchflüsse an fünf hessischen Pegeln

3.2 Niedrigwasser

MONIKA SPICKER

Seit Juli 2016 unterdurchschnittliche Abflüsse

Das Jahr 2016 war geprägt von einer außergewöhnlichen Trockenperiode. In Hessen blieb der Gebietsniederschlag seit Juli 2016 unter dem langjährigen Durchschnitt und wies zum Ende des Jahres ein Defizit von 40 % auf. An einzelnen Pegeln waren die Abflüsse jedoch auch in den Monaten davor bereits unterdurchschnittlich.

Insgesamt fiel im Jahr 2016 etwa 88 % der durchschnittlichen Jahresniederschlagsmenge der Vergleichsperiode 1971–2000, das sind 682 l/m². Im Dezember lag die Regenmenge aufgrund dominierender Hochdruckgebiete sogar 82 % unter dem langjährigen Mittel. Mit nur 14 l/m² war er ein sehr trockener Monat, was sich auch bei den Abflüssen bemerkbar machte, die nur 27 % der langjährigen Mittel erreichten.

In Tabelle 5 sind die Niedrigwasserkennwerte für repräsentative hessische Pegel zusammengestellt. Hervorgehoben sind jeweils die Monate, deren monatlicher Niedrigwasserwert kleiner als das langjährige, mittlere Niedrigwasser gewesen ist.

Am Pegel ABlar an der Dill in Osthessen sind die Niedrigwasserwerte von September bis Dezember nicht nur geringer als die mittleren, sondern sogar geringer als die monatlichen Niedrigwasserwerte der langjährigen Reihe. Im September sank der Abfluss auf $0,547 \text{ m}^3/\text{s}$, in der langjährigen Reihe von 1971–2010 war der geringste Septemberwert bei $0,608 \text{ m}^3/\text{s}$ gelegen. Dieser Wert trat 1991 auf. Der Oktoberniedrigwasserwert im Jahr 1976 von $0,680 \text{ m}^3/\text{s}$ wurde letztes Jahr noch um $0,111 \text{ m}^3/\text{s}$ unterschritten. Der Novemberwert 2016 war sogar $0,256 \text{ m}^3/\text{s}$ kleiner als im Jahr 1991.

Auch in Nordhessen war es im Jahr 2016 sehr trocken. An der Diemel wurden fast das ganze Jahr über die langjährigen Monatsmittel unterschritten, so lagen die Niedrigwasserwerte nur im Monat Februar über dem langjährigen mittleren Niedrigwasserabfluss. Ähnliches kann man am Pegel Hainstadt an der Mümling beobachten. Hier lagen die Monate Februar, April (nur +8 %) und Juni (+15 %) mit den monatlichen Niedrigwasserwerten über dem langjährigen mittleren Niedrigwasserabfluss.

Das Niedrigwasser machte sich auch an den großen Flüssen des Landes bemerkbar. Am Pegel Mainz am Rhein erreichte es im Januar 2017 einen Tiefstand,

der nur etwa alle 10 Jahre auftritt. Dies lag zum großen Teil auch daran, dass es in der Schweiz ebenfalls außergewöhnlich trocken war. Laut Meteo Schweiz war der Dezember 2016 in vielen Regionen der Schweiz der niederschlagärmste seit Messbeginn im Jahr 1864. Die Rekordtrockenheit seit Herbst 2016 führte zu ausgeprägter Schneearmut in den Bergen, sodass auch kein Wasseranstieg in den Flüssen durch Schmelzwasser zu erwarten war.

Der Pegel Mainz registrierte am 09.01.2017 den NQ-Wert des Wasserwirtschaftsjahres von $655 \text{ m}^3/\text{s}$. Bei einem langjährigen MNQ von $838 \text{ m}^3/\text{s}$ entspricht dieser Abfluss einem ca. 10-jährigem Ereignis. Die Unterschreitungsdauer des MNM7Q (der mittlere langjährige kleinste Niedrigwasserabfluss von 7 aufeinanderfolgenden Tagen) betrug 34 Tage. Beendet wurde diese Niedrigwasserperiode von einem nur leichten Ansteigen des Abflusses am 15. /16.01., welcher knapp über dem MNQ aber noch deutlich unter dem monatlichen Niedrigwasserwert lag. Wäre diese kurze Unterbrechung nicht gewesen, entspräche die Situation im Januar 2017 sogar einem Niedrigwasser, welches lediglich alle 20 Jahre auftritt.

Die extrem niedrigen Wasserstände, die bis Ende Januar 2017 dauerten, führten nach Aussagen des stellvertretenden Leiters des Wasser- und Schifffahrtsamts Bingen [1] dazu, dass Frachtschiffe nicht mehr voll beladen fahren konnten. Fähren zwischen Rheinland-Pfalz und Hessen mussten ihren Betrieb einstellen. So waren beispielsweise, wie Medienberichten [2] zu entnehmen ist, ab dem zweiten Weihnachtsfeiertag 2016 der Fährbetrieb zwischen Lorch und Niederrheinbach und zwischen Mittelheim und Ingelheim, abgesehen von kurzen Unterbrechungen, bis Ende Januar 2017 nicht möglich.

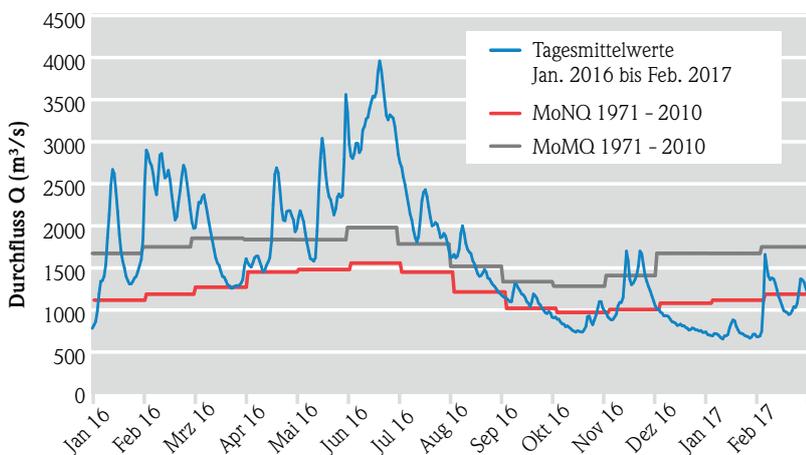


Abb. 34: Durchfluss (Tagesmittel 2016 und Monatsmittel 1971–2010) am Pegel Mainz/Rhein

Literatur

- [1] Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 29. Dezember 2016.
- [2] Artikel aus der Allgemeinen Zeitung Mainz vom 26. Januar 2017

Tab. 5: : Niedrigwasserkennwerte ausgewählter hessischer Pegel (Auswertestand: März 2017)

Pegel	Abfluss (m ³ /s)	Jan.	Feb.	Mär.	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
Bad Vilbel/ Nidda	NNQ	1,20 am 09.08.1976											
	MNQ 2016	5,05											
	MoNQ 2016	7,54	13,3	5,94	7,36	3,69	4,67	3,03	2,59	2,52	2,90	3,20	3,89
	MoNQ 1971-2010	3,04	2,92	3,04	3,04	1,94	1,28	1,22	1,20	1,54	1,93	2,30	2,46
	MoMNQ 1971-2010	6,92	7,50	7,50	6,23	4,40	3,81	3,46	3,12	3,19	3,79	4,62	5,98
Hainstadt/ Mümling	NNQ	0,720 am 06.10.1960											
	MNQ 2016	2,10											
	MoNQ 2016	1,41	5,08	3,09	3,23	1,83	2,28	1,69	1,46	1,35	1,13	1,38	1,21
	MoNQ 1971-2010	1,18	1,21	1,00	1,20	1,30	0,970	0,780	0,900	0,800	0,860	1,01	1,06
	MoMNQ 1971-2010	2,65	3,04	3,33	3,02	2,27	2,00	1,73	1,51	1,48	1,48	1,81	2,10
Aßlar/Dill	NNQ	0,5 am 05.07.1976											
	MNQ 2016	3,15											
	MoNQ 2016	7,25	11,6	4,86	4,11	1,99	2,77	1,36	0,923	0,547	0,569	0,678	1,13
	MoNQ 1971-2010	1,65	1,41	1,87	2,10	1,12	0,680	0,500	0,500	0,608	0,680	0,934	1,24
	MoMNQ 1971-2010	5,37	5,62	5,92	4,47	2,80	1,91	1,60	1,36	1,31	2,05	2,90	4,50
Marburg/Lahn	NNQ	1,5 am 01.07.1976											
	MNQ 2016	6,52											
	MoNQ 2016	11,0	15,5	7,25	6,38	4,04	6,64	4,37	4,8	4,4	4,69	5,56	3,62
	MoNQ 1971-2010	4,04	3,86	5,20	4,59	3,40	1,60	1,50	1,70	2,08	2,60	3,00	3,50
	MoMNQ 1971-2010	9,06	9,65	10,3	8,24	5,87	4,93	4,23	3,92	3,89	4,85	6,34	8,27
Bad Hersfeld 1/ Fulda	NNQ	2,44 am 28.08.1976											
	MNQ 2016	9,34											
	MoNQ 2016	12,0	26,1	13,0	15,7	7,85	10,5	5,37	4,34	3,63	4,11	4,98	4,47
	MoNQ 1971-2010	3,60	5,50	5,25	6,62	5,00	3,40	2,62	2,44	2,62	3,33	3,99	3,60
	MoMNQ 1971-2010	12,9	14,4	15,2	13,6	9,36	7,69	6,40	5,18	5,10	6,11	8,20	10,6
Helmarshausen/ Diemel	NNQ	2,62 am 17.07.1993											
	MNQ 2016	7,28											
	MoNQ 2016	8,40	18,4	10,0	9,01	6,89	7,09	5,48	4,03	3,94	4,31	4,53	5,24
	MoNQ 1971-2010	5,11	4,70	5,63	5,96	4,24	3,47	2,62	3,75	3,20	3,34	3,68	4,87
	MoMNQ 1971-2010	11,6	13,4	13,5	12,2	9,28	8,19	6,82	6,28	6,63	7,54	8,33	10,0

3.3 Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken

MONIKA SPICKER

Übersicht

In Hessen gibt es 15 Talsperren und 30 Hochwasserrückhaltebecken. Diese dienen:

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

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 36 zu entnehmen.

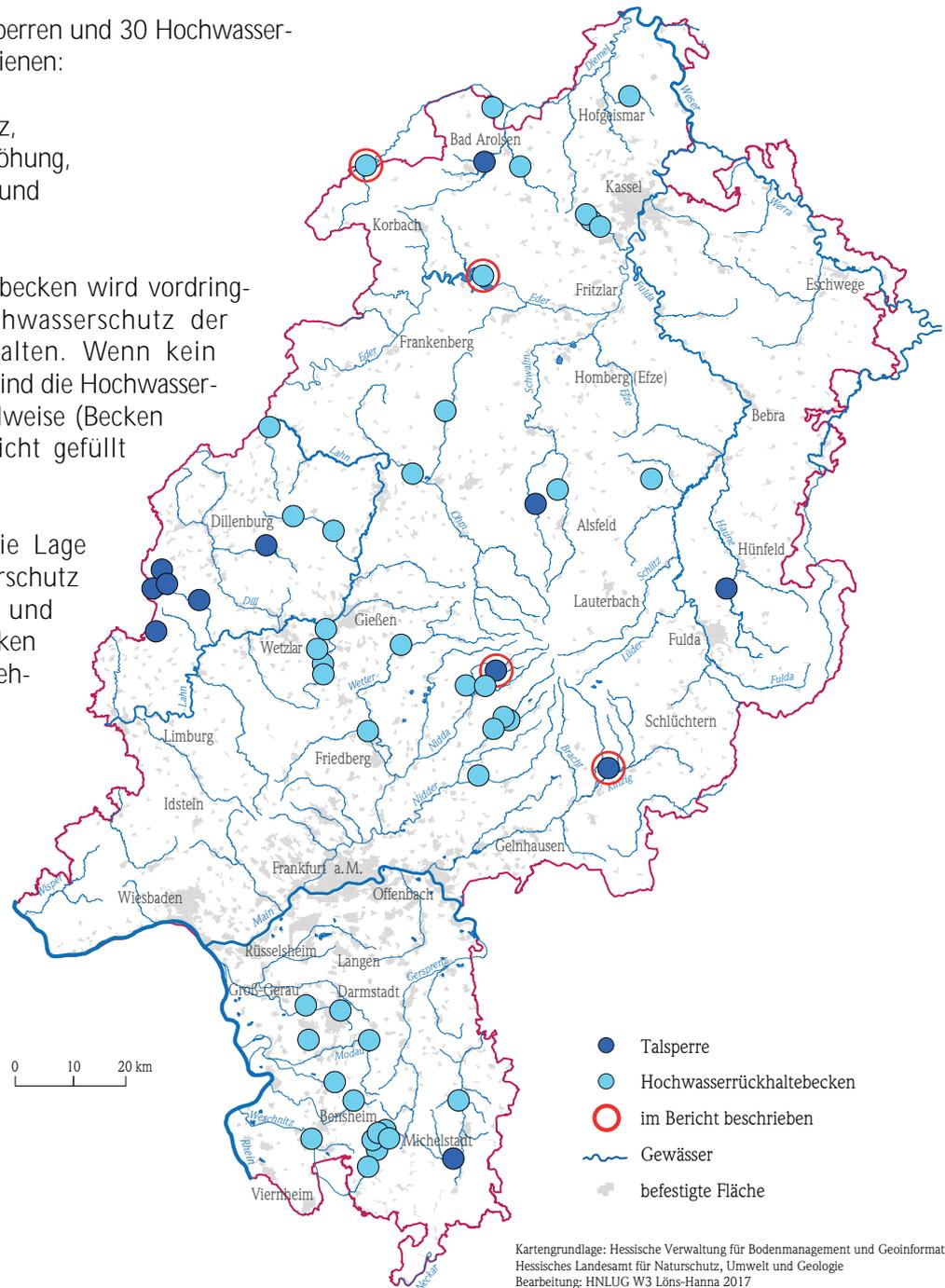


Abb. 36: Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken

Ergebnisse 2016

Im Folgenden wird exemplarisch die Situation in den Talsperren im Jahr 2016 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 (Abb. 37) 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 errichtet.



Abb. 37: Edertalsperre

In den letzten Jahrzehnten wird die Edertalsperre intensiv für Freizeit und Erholung genutzt und stellt somit einen wesentlichen Faktor für den Tourismus in der Region dar. Weiterhin spielt die Wasserkraftnutzung eine wichtige Rolle.

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

Im Jahr 2016 lag die mittlere Beckenfüllung der Edertalsperre mit 134 Mio. m³ etwas über dem langjährigen Mittel von 129,5 Mio. m³, dennoch sank der Wasserstand im November auf einen sehr niedrigen Wert (Abb. 38 und 39). Am 16.11.2016 wurden nur noch 27,64 Mio. m³ registriert, im sog. „Jahrhundertsummer“ 2003 19,9 Mio. m³. Die höchste Füllmenge war am 05.05.2016 zu beobachten und betrug 198,591 Mio. m³. Sie lag damit nur knapp unter dem maximalen Stauraum. Lediglich 3,5 Monate war die Beckenfüllung im Jahr 2016 kleiner als im langjährigen Mittel.

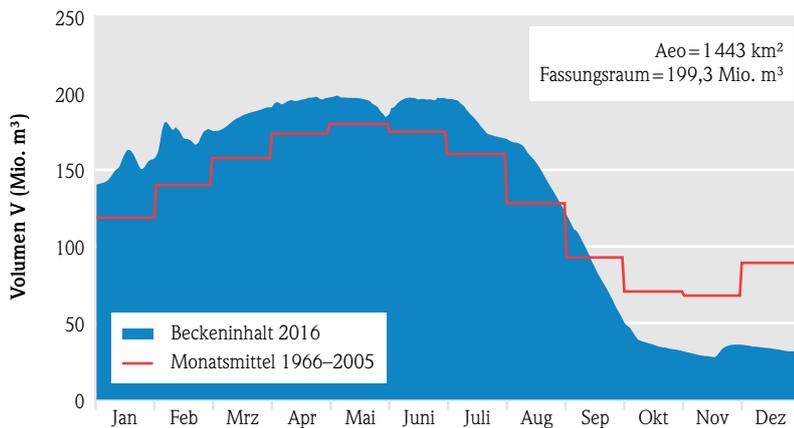


Abb. 38: Beckenfüllung der Edertalsperre

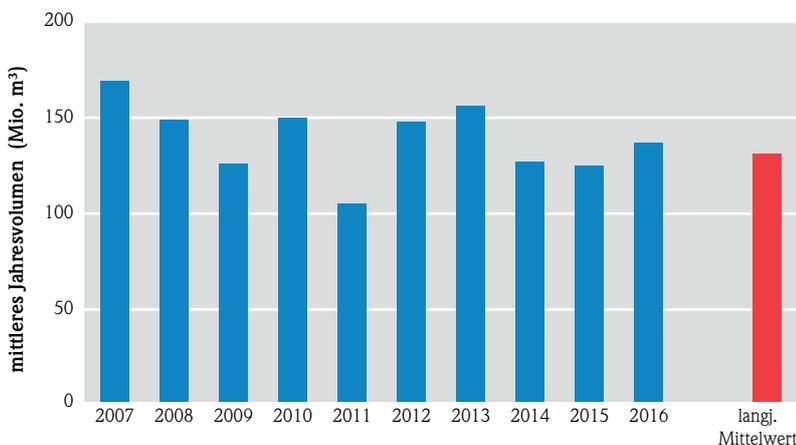


Abb. 39: Mittlere Jahresvolumen der Edertalsperre

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.

Die Beckenfüllung lag das ganze Jahr über den langjährigen Monatsmitteln. In den Monaten Februar, April und Juli war der Stauraum fast vollständig ausgeschöpft, wobei am 10.02.2016 der maximale Stauwert von 19,9 Mio. m³ aufgezeichnet wurde. Die Entleerung des Diemelstausees begann im Juli und setzte sich bis ins Jahr 2017 fort, daher ist der minimale Beckeninhalte am 31.12.2016 mit 9,5 Mio. m³ zu finden.

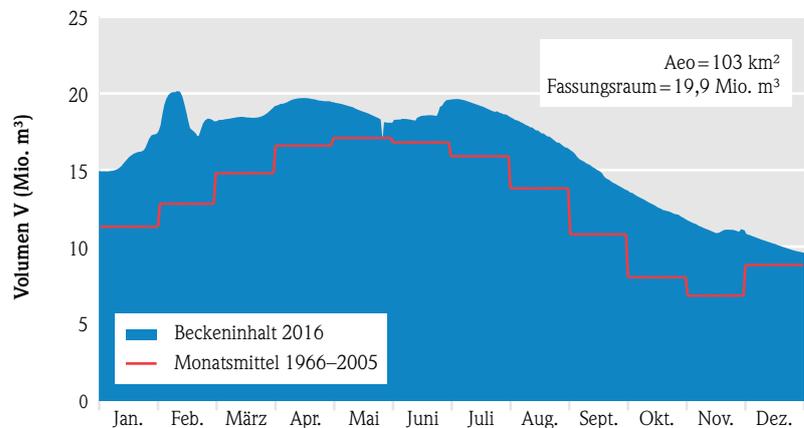


Abb. 40: Beckenfüllung der Diemeltalsperre

Weitere Talsperren in Hessen

Beispielhaft werden die Nidda- und die Kinzigtalsperre als weitere Talsperren in Hessen dargestellt. Beide dienen, wie die anderen hessischen Talsperren, vorrangig dem Hochwasserschutz und der Niedrigwasseraufhöhung während der abflussarmen Zeiten, sowie der Stromerzeugung. Weiterhin werden beide Talsperren für verschiedene Freizeitaktivitäten genutzt.

Die Füllmengen von Kinzig- und Nidda-talsperre sind den Abbildungen 41 und 42 zu entnehmen. Diese wurden durch die Witterung, aber vor allem durch die Talsperrensteuerung beeinflusst. Ergänzend werden in den beiden Abbildungen die Einzugsgebiete (Aeo), die Stauraumgröße sowie die jahreszeitlich unterschiedlichen Stauziele angegeben. Die Stauziele wurden für die

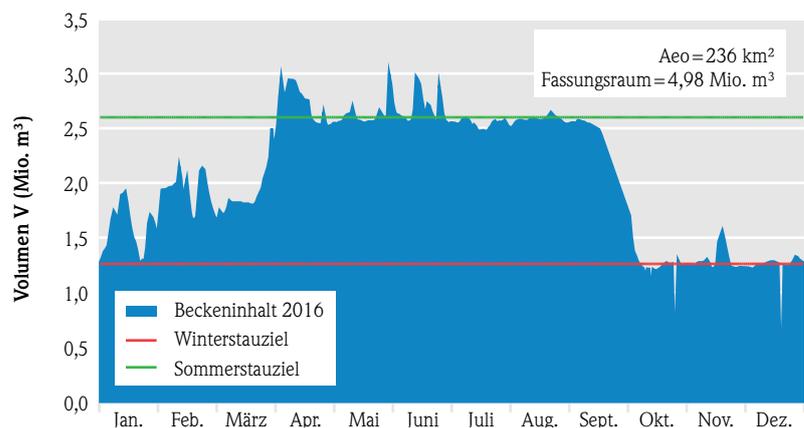


Abb. 41: Beckeninhalte der Kinzigtalsperre

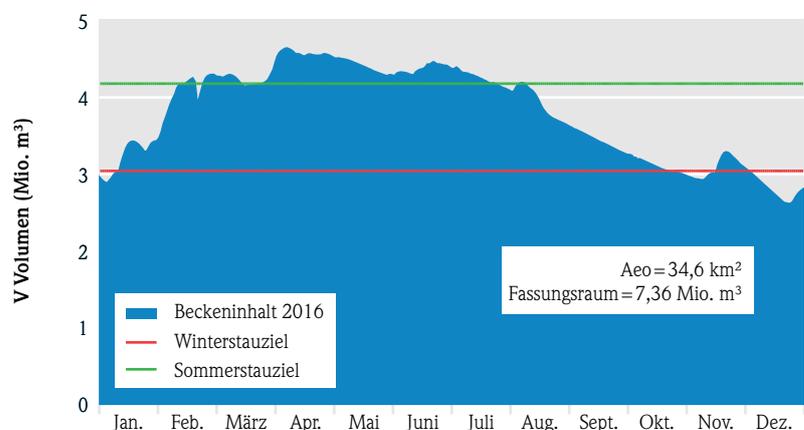


Abb. 42: Beckeninhalte der Niddatalsperre

Winter- und Sommermonate nach der Nutzung, wie z. B. Naherholung und Niedrigwasseraufhöhung der Gewässer Nidda bzw. Kinzig, festgelegt.

Beide Talsperren orientieren sich an den Stauzielen, wobei sich einzelne kleinere Hochwasser immer wieder durch kurze Spitzen bemerkbar machen.

Auch die Starkniederschlagsereignisse im Mai und Juni treten bei der Kinzigtalsperre unverkennbar hervor. Im Frühjahr beginnt der Einstau, der bei der Kinzigtalsperre erneut deutlicher sichtbar ist. Im Herbst wird das einbehaltene Wasser wieder abgelassen, dies erfolgt bei der Niddatalsperre über einen wesentlich längeren Zeitraum, als bei der Kinzigtalsperre.

3.4 Physikalisch-chemische Beschaffenheit der Fließgewässer

DR. CHRISTINA KLEIN

Zielsetzung und Aufgabe

Mit der Novellierung der Oberflächengewässerverordnung (OGewV, 2016) wurde die Richtlinie 2013/39/EU in nationales Recht umgesetzt. Gegenüber der Verordnung aus dem Jahr 2011 (OGewV, 2011) ergeben sich einige Neuerungen unter anderem im Hinblick auf die Orientierungswerte des ökologischen Zustandes und somit hinsichtlich der Bewertung der physikalisch-chemischen Beschaffenheit der Oberflächengewässer. Die Änderungen sind aufgrund der Ablösung der Fischgewässerrichtlinie und in Ergänzung zu den bereits bestehenden gewässertypspezifischen Maßstäben zur Erreichung des guten Zustandes bzw. Potentials erfolgt. Sie umfassen sowohl eine Erweiterung der Qualitätskomponenten als auch eine Anpassung der Bewertungsmaßstäbe.

Die Orientierungswerte sind Hilfsgrößen, die nur zusammen mit den biologischen Qualitätskomponenten den ökologischen Zustand der Fließgewässer bestimmen. Sie sind nicht als Grenzwerte oder Sanierungsziele anzusehen, sondern können z. B. einen Hinweis auf mögliche Ursachen bei der Verfehlung des guten Zustandes geben. Sie kennzeichnen im Einzelnen:

- die Temperaturverhältnisse (z. B. über die maximale Wassertemperatur oder Temperaturdifferenzen),
- den Salzgehalt (z. B. über die Leitfähigkeit),
- den Sauerstoffhaushalt (z. B. über den Sauerstoffgehalt),

- den Versauerungszustand (z. B. über den pH-Wert) und
- den Nährstoffgehalt (z. B. anhand der Phosphatkonzentration)

Im Gegensatz zu den biologischen Qualitätskomponenten spiegeln die chemisch-physikalischen Parameter den Momentanzustand der Wasserbeschaffenheit wider. Bei den Messgrößen Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt, pH-Wert und Leitfähigkeit handelt es sich um sogenannte Feldparameter, die standardmäßig zum Zeitpunkt der Probenahme „im Feld“ gemessen werden. Sie unterliegen sowohl starken tageszeitlichen als auch saisonalen Schwankungen. Eine flächendeckende Aufnahme der Daten ist im Allgemeinen nur anhand von Stichprobenmessungen möglich. Diese erfolgen jährlich im vierwöchigen Abstand an mehr als 200 Messstellen hessenweit (siehe Abbildung 43). An den größeren hessischen Fließgewässern werden diese Messgrößen in ortsfesten Messstationen kontinuierlich überwacht. Durch die damit verbundene hohe zeitliche Auflösung ist es möglich sowohl die Dauer von kritischen Einwirkungen als auch die absoluten Extremwerte, die für die im Gewässer lebenden Organismen maßgeblich sind, aufzuzeichnen und bei der Bewertung des Gewässerzustands zu berücksichtigen. Die Standorte liegen am Gebietsauslass großer, stark belasteter Einzugsgebiete oder an hessischen Landesgrenzen. Die Ergebnisse der kontinuierlichen Messungen werden zu Halbstundenmittelwerten

In der Karte (Abbildung 43) sind die landesweiten Messstellen des Jahresmessprogramms 2016 und die Lage der Gewässergütemessstationen an den Fließgewässern dargestellt.

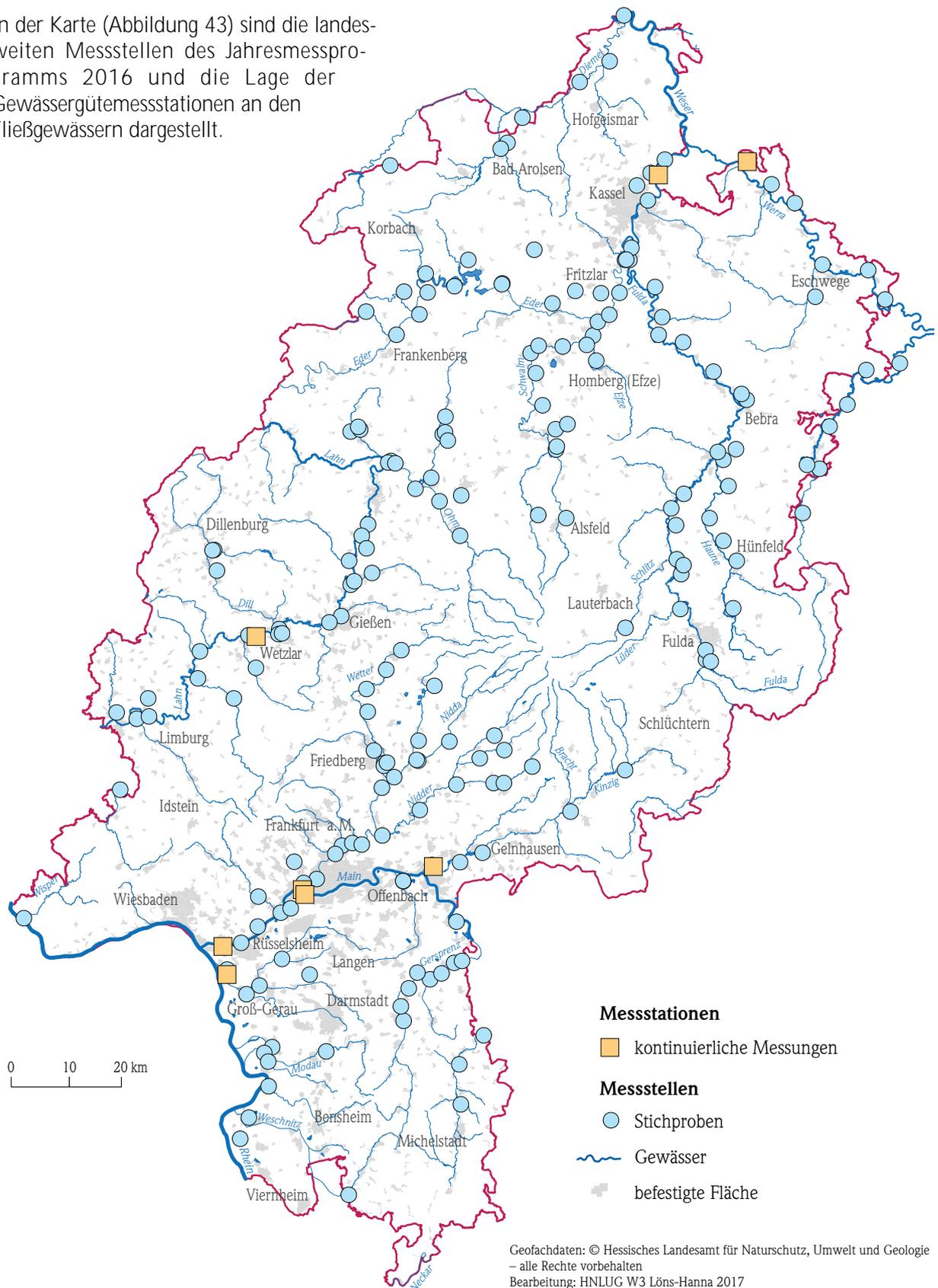


Abb. 43: Fließgewässermessstellen in Hessen im Jahr 2016

aggregiert und mehrmals täglich an einen zentralen Rechner im Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie übertragen. Die so erfassten Rohdaten können aktuell auf der Internetseite <http://www.hlnug.de/popups/wassermessdaten.html> eingesehen und herunter geladen werden. Die Ergebnisse der Labormessungen an allen hessischen Messstellen sind über den Link <http://www.hlnug.de/themen/wasser/fliessgewaesser/fliessgewaesser-chemie/hauptparameter/landesweite-messungen.html> abrufbar.

Ergebnisse 2016

In Abbildung 46 sind die Jahreganglinien der Wassertemperaturen als Wochenmittelwerte für die Messstationen an den großen Flüssen Main, Lahn, Fulda und Werra vergleichend gegenübergestellt. Die Verläufe werden zeitverzögert durch die Lufttemperatur (Kap. Witterung, Abbildung 3) beeinflusst und unterliegen ebenso starken saisonalen und tageszeitlichen Schwankungen. Die Jahresminima werden meist im Januar oder Februar gemessen, die Maxima im Juli oder August. Die Tagesminima liegen in den frühen Morgenstunden, die Maxima am späten Nachmittag. Weitere Einflussfaktoren sind unter anderem die Sonneneinstrahlung und damit auch die Beschattung des Gewässers, die Fließgeschwindigkeit, die Wassermenge sowie Wärmeeinleitungen. Der Main zeigt nahezu ganzjährig höhere Wassertemperaturen aufgrund von Wärmeeinleitungen anliegender Kraftwerke und Industriebetriebe und fehlender Beschattung. Im Gegensatz zum Vorjahr liegen die gemittelten Werte trotz langanhaltender Niedrigwasserperioden in 2016 deutlich unterhalb der 25 °C-Marke (s. Kap. 3.2).

Betrachtet man die Halbstundenmittelwerte der Temperatur im Main (Abb. 47a), so erkennt man lediglich im Juli und August eine minimale kurzzeitige Überschreitung des Sommermaximums von 25 °C (Tmax, Fließgewässertyp 10) am linken Flussufer. Die absoluten Maxima liegen am 28.8. bei 25,0 bis 25,1 °C und am 26.7. um 16 Uhr bei 24,9 °C. In den Gewässern Lahn, Werra und Fulda liegen die gemessenen Temperaturwerte ganzjährig unterhalb von 25 °C (Abb. 47b-d). Überschreitungen des Wintermaximums wurden an den hier betrachteten Gewässern nicht festgestellt. Lediglich die Werra erreicht am 26.3. um 18 Uhr kurzzeitig die 10 °C Marke (Abb. 47d).



Abb. 44: Homogenisator zur Durchmischung von Proben und Erstellung von Teilproben im Feld



Abb. 45: Kühlvorrichtung und Homogenisator in den Fahrzeugen zur mobilen Probenahme

Insgesamt zeigt sich im Vergleich zum Vorjahr ein etwas günstigerer Verlauf mit weniger Überschreitungen der Sommer- und Wintermaximaltemperaturen.

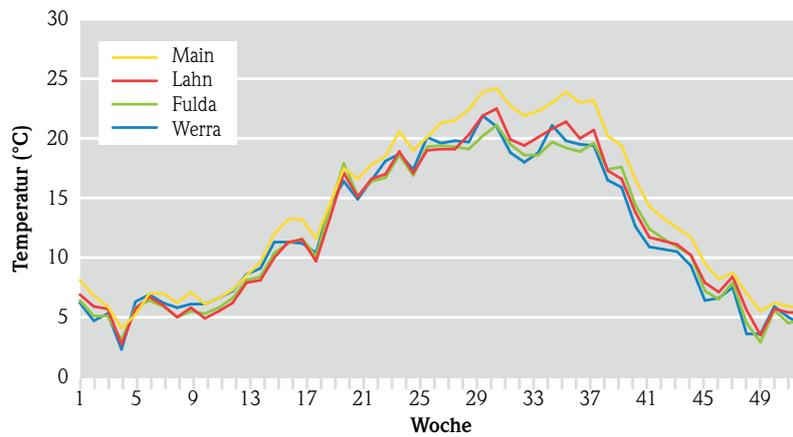


Abb. 46: Jahresganglinien der Temperaturmittelwerte¹ an den vier Messstationen

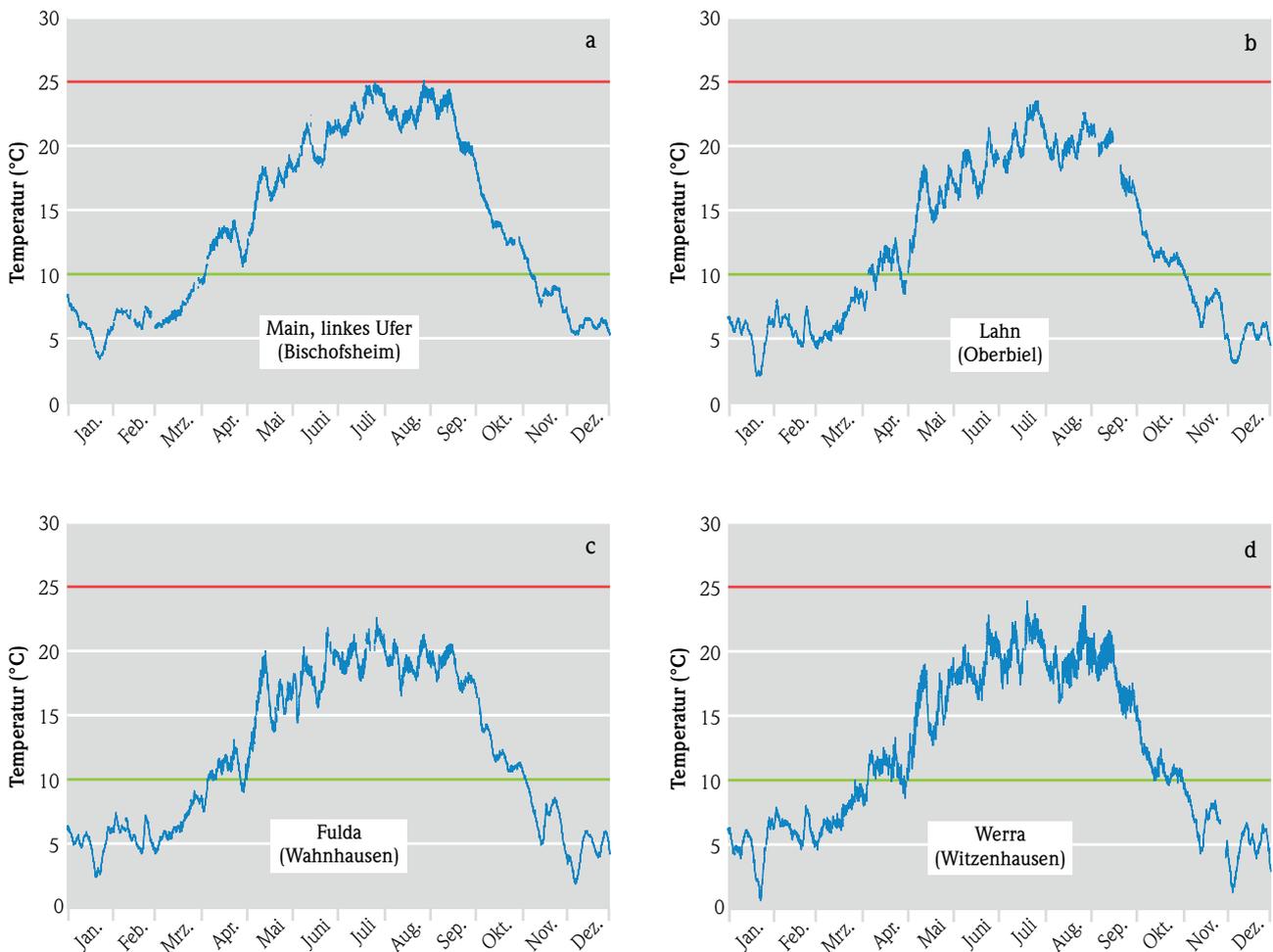


Abb. 47: Wassertemperatur als Halbstundenmittelwerte an den vier Messstationen;
Orientierungswerte (T_{max} (Sommer) 25 °C und T_{max} (Winter) 10 °C)

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

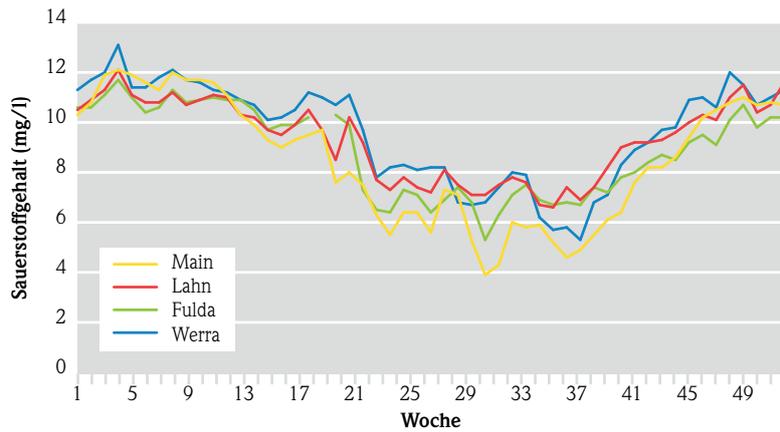


Abb. 48: Jahrganglinien der Wochenmittelwerte bezogen auf Tagesminima des Sauerstoffgehaltes an den vier Messstationen an Main, Lahn, Fulda und Werra

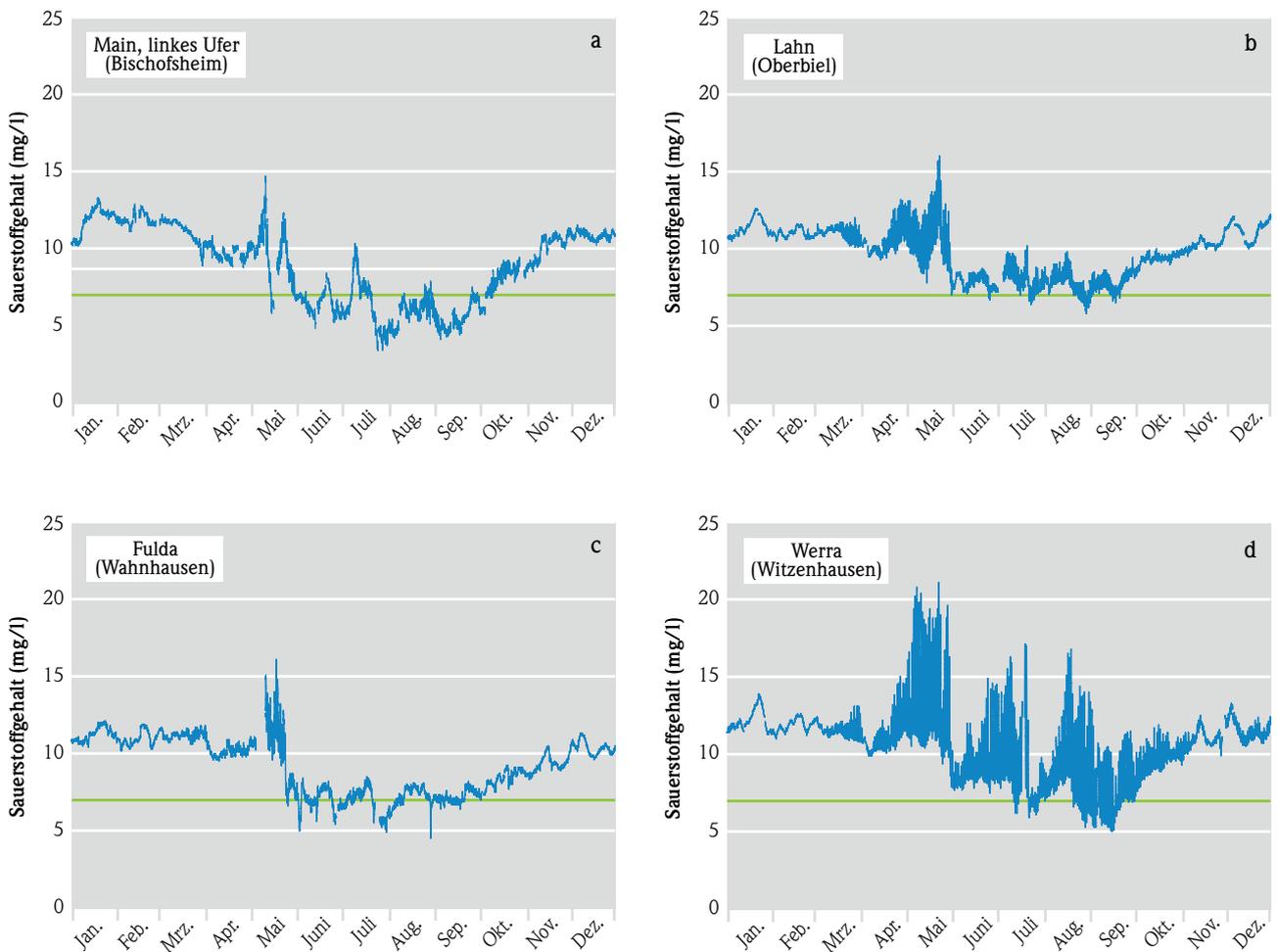


Abb. 49: : Jahrgang der Sauerstoffkonzentration

Die Ganglinien der minimalen Sauerstoffgehalte (Wochenmittelwerte der Tagesminima, Abb. 48) zeigen starke Einbrüche ab der 21. bzw. 23. Woche. Länger anhaltende Perioden geringer Sauerstoffgehalte erstrecken sich von der 30. bis zur 34. Woche sowie von der 35. bis zur 41. Woche. Besonders stark ausgeprägt sind diese Phasen im Main zu beobachten. Sie treten nahezu zeitgleich zu anhaltend hohen Wassertemperaturen auf.

Die absoluten Sauerstoffminima liegen im Main bei 3,4 mg/LI, in der Fulda bei 4,5 mg/l, in der Werra bei 5,0 mg/l und in der Lahn bei 5,8 mg/l (Abb. 49a bis 49d). Im Main und in der Fulda sinken die Sauerstoffgehalte bereits in den Frühjahrsmonaten auf Konzentrationswerte kleiner 7 mg/l. In der Lahn wird dieser Wert im Jahresverlauf mehrmals kurzzeitig unterschritten. Die tageszeitlichen Schwankungen sind in der Werra durch die starke Phytoplanktonentwicklung und die damit verbundene hohe Photosyntheseaktivität besonders stark ausgeprägt.

In den nachfolgenden Diagrammen (Abb.50 a bis d) sind die Konzentrationsverläufe des gelösten Phosphats (Ortho-P) und des Gesamtposphats (Gesamt-P) als Wochenmittelwerte wiedergegeben. Die Jahresganglinien des pflanzenverfügbaren gelösten Anteils zeigen in den Sommermonaten an allen Standorten höhere Werte als im Winter. Besonders deutlich ist diese Differenz in der Lahn und in der Werra. Die minimalen Konzentrationen werden nahezu gleichzeitig mit den Sauerstoffmaxima in der 19. bis 22. Woche gemessen. Zu dieser Zeit wird das pflanzenverfügbare gelöste Phosphat in die Biomasse eingebaut. Dadurch geht die Konzentration dieses Phosphatanteils im Gewässer stark zurück. Man bezeichnet diesen jedes Jahr auftretenden Zeitabschnitt geringer Ortho-P-Konzentration auch

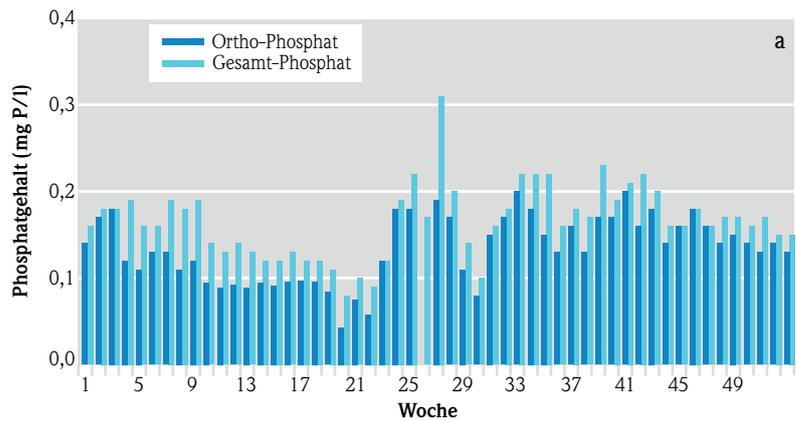


Abb. 50a: Konzentration von gelöstem Phosphat (Ortho-P) und Gesamt-Phosphat in den Wochenstichproben 2016 in der Messstation Bischofshausen/Main

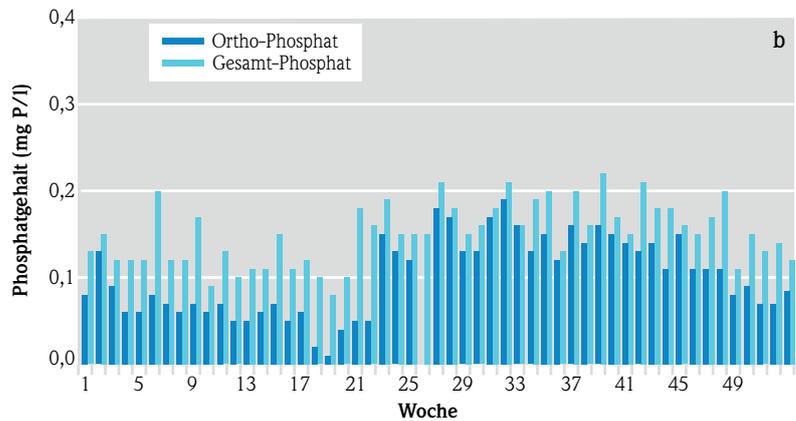


Abb. 50b: Konzentration von gelöstem Phosphat (Ortho-P) und Gesamt-Phosphat in den Wochenstichproben 2016 der Messstation Oberbiel/Lahn

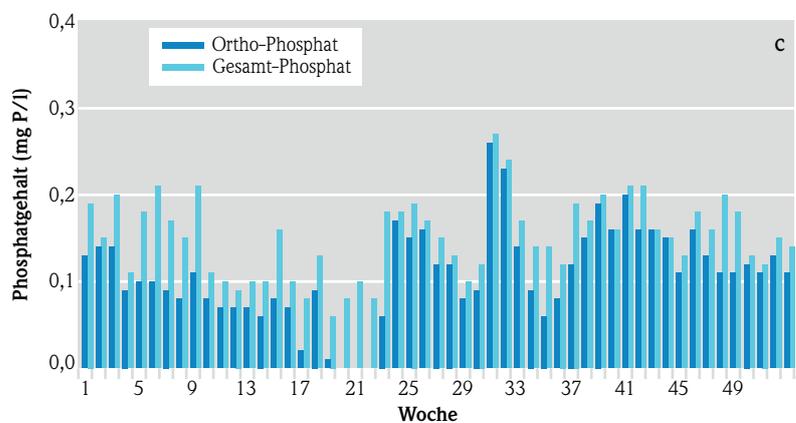


Abb. 50c: Konzentration von gelöstem Phosphat (Ortho-P) und Gesamt-P in den Wochenstichproben 2016 der Messstation Witzhausen/Werra

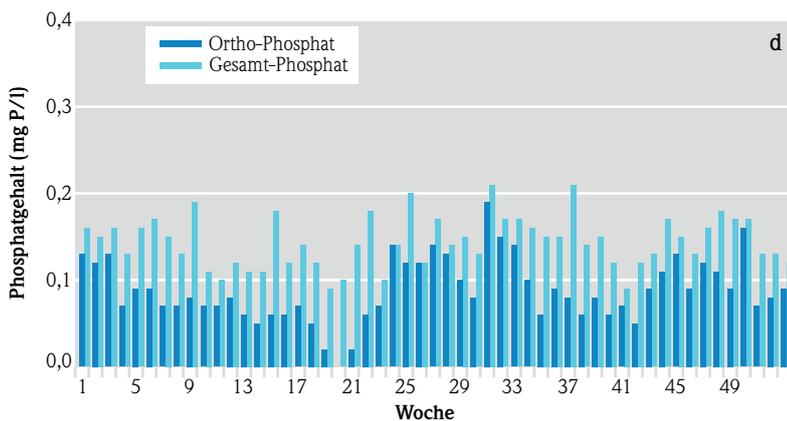


Abb. 50d: Konzentration von gelöstem Phosphat (Ortho-P) und Gesamt-P in den Wochenstichproben 2016 der Messstation Wahnhausen/Fulda

als Zehrungsphase. Im Main ist diese Phase in 2016 im Vergleich zu den hier betrachteten Gewässern weniger stark ausgeprägt und auch geringer als in den vergangenen Jahren. Besonders deutlich jedoch tritt der Effekt in der Werra auf. Hier liegen die Konzentrationen über den Zeitraum von drei Wochen sogar unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,005 mg/l (Tab. 6). Der Jahresgang der Konzentration von Gesamtposphor verläuft etwas gleichmäßiger. Konzentrationsspitzen treten vor allem nach starken Regenfällen auf. Sie sind jedoch im Vergleich zum Vorjahr seltener und von geringerer Intensität. Der Anteil an gebundenem Phosphat (Differenz aus Gesamt-P und Ortho-P) ist vor allem in den Frühjahrs- und Wintermonaten groß. In der Zehrungsphase ist dies auf den geringen Ortho-P-Gehalt durch Einbau in die Biomasse zurückzuführen, während sich in den Wintermonaten vor allem der durch Regenfälle verursachte zusätzliche Eintrag von an Partikel gebundenem Phosphat bemerkbar macht. In der 27. Woche wird im Main eine Konzentrationsspitze von 0,3 mg/l Gesamt-P mit einem Anteil von 0,19 mg/l Ortho-P beobachtet. Sie ist auf Einträge durch Regenereignisse (erhöhte Einträge durch Kläranlagenabläufe, Mischwasserentlastungen und diffuse Einträge) zurückzuführen. Gleichzeitig wird auch ein Einbruch der Leitfähigkeit verzeichnet (Abb.52).

Durch die Reduzierung der Phosphoreinträge aus kommunalen Kläranlagen im Rahmen des Maßnahmenprogramms zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie verringern sich die mittleren

Konzentrationen in den hessischen Gewässern. In Abb. 51 ist beispielhaft für die Messstation an der Fuldamündung dargestellt, wie in den letzten sieben Jahren die Gewässerkonzentrationen von Gesamtphosphor und von Ortho-Phosphat-Phosphor parallel zu den mittleren Kläranlagenablaufkonzentrationen der 248 kommunalen Kläranlagen oberhalb der Messstation reduziert werden konnten.

Die elektrische Leitfähigkeit kennzeichnet den Ionengehalt eines Gewässers und ist somit ein Maß für den Gehalt an gelösten Salzen. Sie ist einerseits abhängig von den geogenen Bedingungen des Fließgewässers, andererseits aber auch ein Indikator für anthropogene Salzbelastungen. Durch Einträge von Streusalzen kann es in den Wintermonaten zu Leitfähigkeitsanstiegen kommen. Regenfälle hingegen führen aufgrund von Verdünnung der Salzkonzentration zu einem Abfall der Leitfähigkeit. Die Werra zeigt aufgrund der Einleitungen aus dem Salzbergbau ganzjährig um den Faktor 5 bis 10 höhere Leitfähigkeiten als die anderen hier betrachteten Gewässer. Aufgrund der regelmäßigen Einleitungen anliegender großer Industriebetriebe und kommunaler Kläranlagen weist auch der Main im Vergleich zur Fulda und Lahn ganzjährig eine höhere Leitfähigkeit auf. Einbrüche sind in der 7. Woche (8. KW), der 15. Woche (16. KW), der 23. Woche (24. KW), der 27. Woche (28. KW) und der 48. Woche (49. KW) aufgrund überregionaler länger anhaltender Niederschläge zu verzeichnen. Insgesamt steigt die Leitfähigkeit im Jahresverlauf an. An der Lahn ist dieser Effekt in 2016 am wenigsten stark ausgeprägt.

In den nachfolgenden Tabellen 6 und 7 sind die Messergebnisse für ausgewählte Standardparameter, in den beiden Messstationen der Werra in Witzenhäusen und des Mains in Bischofsheim aggregiert auf Wochenmittelwerte bzw. Wochenextremwerte dargestellt. Zusätzlich ist der Abfluss² als Wochenmittelwert angegeben.

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

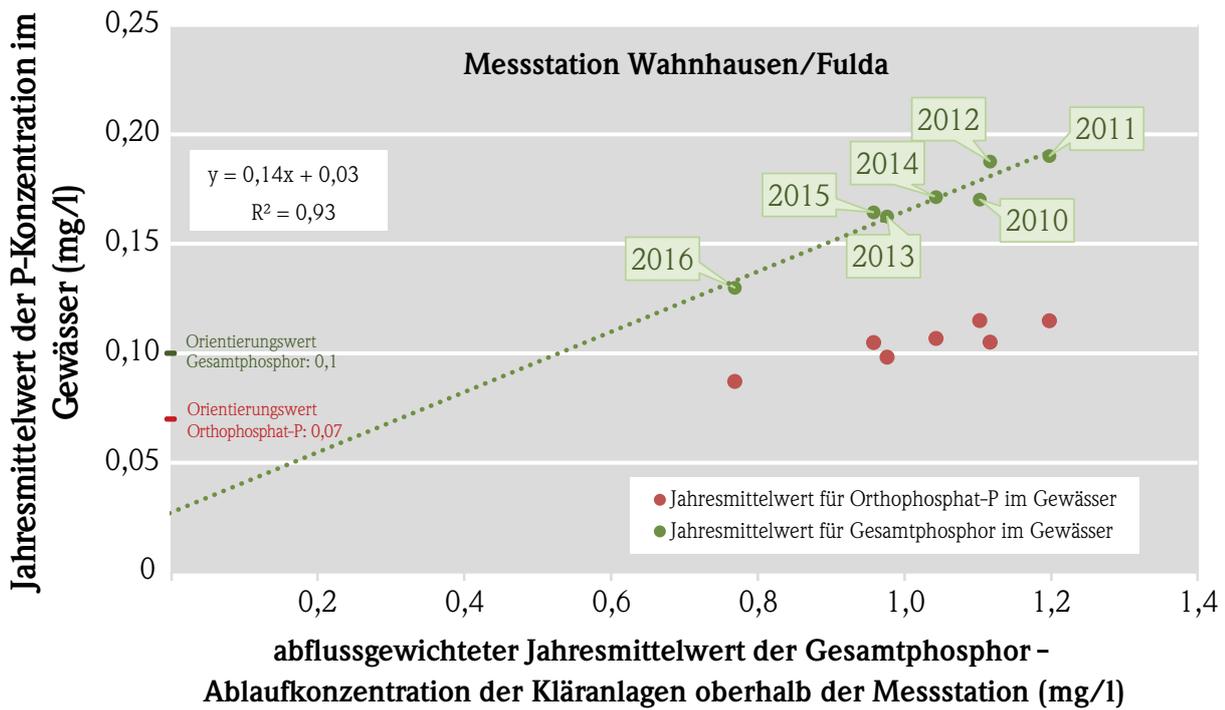


Abb. 51: Konzentrationen von gelöstem Phosphat (Ortho-P) und Gesamt-Phosphat (Gesamt-P) als Jahresmittelwerte in der Messstation Fulda/Wahnhausen in den Jahren 2010 bis 2016 in Abhängigkeit von den mittleren Ablaufkonzentrationen der kommunalen Kläranlagen oberhalb

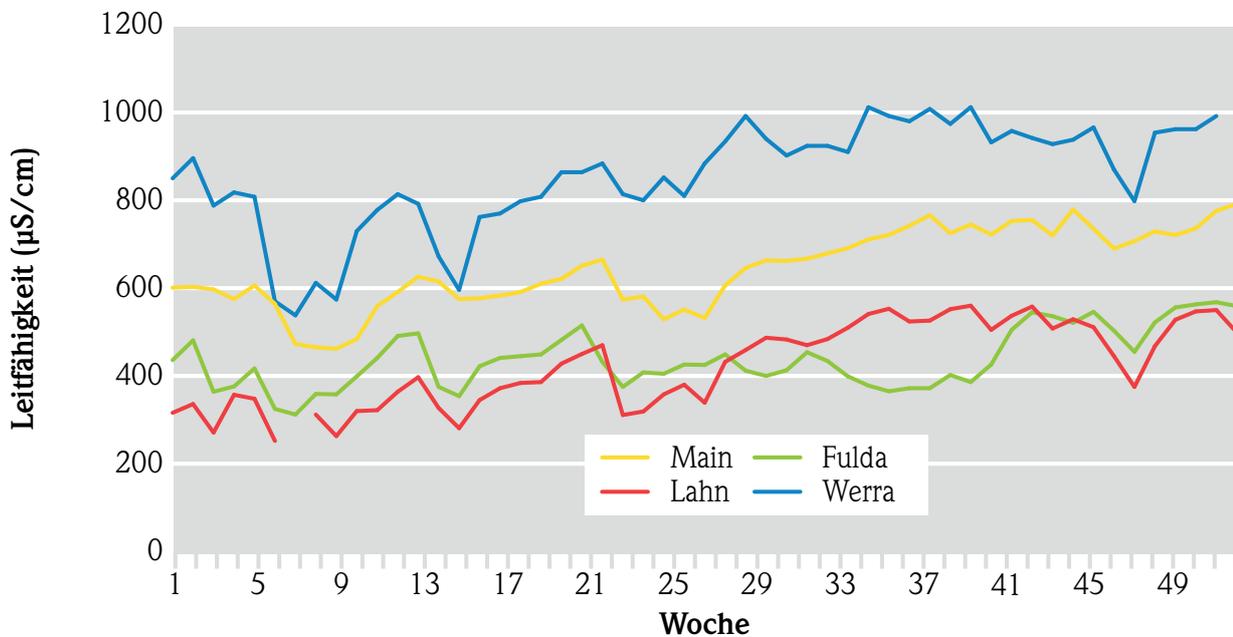


Abb. 52: Jahresganglinien der elektrischen Leitfähigkeit im Main (Bischofsheim), in der Lahn (Oberbiel) und in der Fulda (Wahnhausen) und in der Werra (Witzenhausen)

Tab. 6: Messergebnisse 2016 der Messstation Witzenhausen/Werra

Periode	Abfluss Q*	Tempe- ratur	Gelöster Sauerstoff O ₂ min	pH-Wert	Elek- trische Leitfähig- keit	Gesamt- Stickstoff	Gesamt org. Koh- lenstoff TOC	Ortho- Phosphat- Phosphor	Gesamt- Phosphor
Woche ³	(m ³ /s)	(°C)	(mg/l)		(µS/cm)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
1	31,4	6,2	11,3	8,1	4,25	4,6	3,1	0,13	0,19
2	39,4	4,7	11,7	8,2	4,48	4,7	2,6	0,14	0,15
3	74,7	5,3	12,0	8,1	3,94	5,1	3,5	0,14	0,20
4	50,6	2,3	13,1	8,2	4,09	5,4	2,4	0,09	0,11
5	74,8	6,3	11,4	8,1	4,04	5,1	3,3	0,10	0,18
6	118,0	6,9	11,4	8,1	2,85	4,0	3,5	0,10	0,21
7	121,3	6,2	11,8	8,1	2,69	4,9	4,4	0,09	0,17
8	89,5	5,8	12,1	8,1	3,06	5,0	5,7	0,08	0,15
9	101,6	6,1	11,7	8,1	2,87	4,2	4,8	0,11	0,21
10	70,8	6,1	11,6	8,2	3,65	4,3	3,4	0,08	0,11
11	56,0	6,6	11,3	8,2	3,89	4,2	2,8	0,07	0,10
12	44,0	7,2	11,2	8,3	4,07	4,2	2,6	0,07	0,09
13	41,2	8,6	10,9	8,3	3,96	4,0	2,8	0,07	0,10
14	76,5	9,1	10,7	8,2	3,36	3,8	6,3	0,06	0,10
15	69,9	11,3	10,1	8,2	2,98	3,9	4,2	0,08	0,16
16	53,1	11,3	10,2	8,3	3,81	3,9	3,3	0,07	0,10
17	46,9	11,2	10,5	8,4	3,85	3,3	3,7	0,02	0,08
18	43,3	10,4	11,2	8,7	3,99	3,1	3,2	0,09	0,13
19	34,4	14,4	11,0	8,9	4,04	2,9	4,7	0,01	0,06
20	29,3	16,4	10,7	8,8	4,32	2,9	6,4	< 0,005	0,08
21	26,2	14,9	11,1	8,9	4,32	2,7	4,2	< 0,005	0,10
22	30,9	16,5	9,7	8,7	4,42	3,5	5,1	< 0,005	0,08
23	48,9	18,1	7,8	8,0	4,07	3,8	5,7	0,06	0,18
24	39,5	18,7	8,2	8,2	4	3,3	4,8	0,17	0,18
25	41,5	17,4	8,3	8,2	4,26	3,3	3,8	0,15	0,19
26	33,1	20,1	8,1	8,4	4,05	3,1	6,3	0,16	0,17
27	25,8	19,6	8,2	8,7	4,42	3,2	3,0	0,12	0,15
28	22,5	19,8	8,2	8,8	4,67	3,1	2,7	0,12	0,13
29	20,2	19,7	6,8	8,5	4,96	3,1	2,6	0,08	0,10
30	28,9	21,9	6,7	8,2	4,7	3,2	5,9	0,09	0,12
31	27,5	21,0	6,8	8,0	4,51	3,6	6,7	0,26	0,27
32	25,1	18,8	7,4	8,1	4,62	4,1	4,5	0,23	0,24
33	21,0	18,0	8,0	8,4	4,62	3,3	5,0	0,14	0,17
34	17,9	18,8	7,9	8,8	4,55	2,7	5,8	0,09	0,14
35	16,6	21,1	6,2	8,6	5,06	2,6	5,0	0,06	0,14
36	15,4	19,8	5,7	8,5	4,96	2,8	4,5	0,08	0,12
37	17,3	19,5	5,8	8,2	4,9	3,5	3,9	0,12	0,19
38	15,6	19,4	5,3	8,1	5,04	2,9	4,1	0,15	0,17
39	15,5	16,5	6,8	8,1	4,87	3,9	3,7	0,19	0,20
40	17,5	15,9	7,1	8,1	5,06	3,9	3,8	0,16	0,16
41	20,6	12,6	8,3	8,1	4,66	4,0	3,8	0,20	0,21
42	17,7	10,9	8,9	8,1	4,79	4,0	3,5	0,16	0,21
43	18,6	10,7	9,2	8,2	4,71	4,2	3,5	0,16	0,16
44	24,9	10,5	9,7	8,1	4,64	3,4	4,9	0,15	0,15
45	20,6	9,3	9,8	8,1	4,69	3,7	4,2	0,11	0,13
46	26,3	6,4	10,9	8,2	4,83	3,6	4,0	0,16	0,18
47	39,0	6,6	11,0	8,1	4,35	4,5	7,0	0,13	0,16
48	37,0	7,5	10,6	8,0	3,99	4,0	5,1	0,11	0,20
49	25,0	3,6	12,0	8,1	4,77	4,2	3,3	0,11	0,18
50	21,2	3,6	11,5	8,2	4,81	4,9	3,1	0,12	0,13
51	21,4	5,9	10,7	8,2	4,81	4,9	3,1	0,11	0,12
52	18,7	5,0	11,0	8,2	4,96	4,8	2,9	0,13	0,15
53	23,7	4,4	11,3	8,2	4,94	4,6	2,9	0,11	0,14

Tab. 7: Messergebnisse 2017 der Messstation Bischofsheim/Main

Periode	Abfluss Q*	Tempe- ratur	Gelöster Sauerstoff O ₂ min	pH-Wert	Elek- trische Leitfähig- keit	Gesamt- Stickstoff	Gesamt org. Koh- lenstoff TOC	Ortho- Phosphat- Phosphor	Gesamt- Phosphor
Woche ³	(m ³ /s)	(°C)	(mg/l)		(µS/cm)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
1	136,4	8,1	10,3	7,8	601	5,6	4,4	0,14	0,16
2	236,9	6,8	10,8	7,8	603	5,8	3,5	0,17	0,18
3	379,6	5,9	11,9	7,9	597	6,3	3,9	0,18	0,18
4	236,5	4,1	12,1	7,8	575	6,5	4,4	0,12	0,19
5	277,8	5,2	11,9	7,7	606	6,4	3,7	0,11	0,16
6	396,1	7,0	11,6	7,8	564	5,1	3,9	0,13	0,16
7	519,6	7,0	11,3	7,6	473	5,8	4,4	0,13	0,19
8	426,4	6,2	12,0	7,6	465	5,8	8,6	0,11	0,18
9	533,1	7,1	11,7	7,7	462	5,0	6,0	0,12	0,19
10	355,4	6,1	11,7	7,7	484	4,8	5,1	0,095	0,14
11	310,3	6,6	11,6	7,8	559	4,9	4,5	0,089	0,13
12	216,7	7,3	11,1	7,8	591	5,1	4,3	0,092	0,14
13	192,4	8,5	10,3	7,8	626	5,2	3,4	0,089	0,13
14	268,2	9,6	9,9	7,8	615	4,6	4,0	0,095	0,12
15	256,4	12,0	9,3	7,7	575	4,6	4,3	0,091	0,12
16	206,6	13,2	9,0	7,6	577	4,5	4,3	0,096	0,13
17	240,3	13,2	9,3	7,7	583	4,6	3,8	0,097	0,12
18	217,3	11,6	9,5	7,8	591	4,2	4,2	0,096	0,12
19	165,8	14,5	9,7	8,0	610	4,3	4,0	0,084	0,11
20	146,3	17,5	7,6	7,7	621	4,1	4,1	0,043	0,08
21	126,8	16,6	8,0	7,8	651	3,6	4,1	0,075	0,10
22	157,0	17,8	7,5	7,7	665	4,5	4,8	0,058	0,09
23	306,9	18,5	6,3	7,4	574	4,6	6,3	0,12	0,12
24	231,9	20,6	5,5	7,4	581	4,2	5,0	0,18	0,19
25	315,3	19,0	6,4	7,4	529	4,2	4,8	0,18	0,22
26	268,5	20,1	6,4	7,4	551	4,0	6,6		0,17
27	155,2	21,3	5,6	7,4	532	5,0	5,6	0,19	0,31
28	124,1	21,5	7,3	7,6	606	4,4	4,3	0,17	0,20
29	120,4	22,4	7,1	7,7	646	3,9	3,8	0,11	0,14
30	117,9	23,9	5,3	7,6	663	3,5	4,1	0,079	0,10
31	137,6	24,2	3,9	7,5	662	4,0	4,4	0,15	0,16
32	130,0	22,7	4,3	7,4	667	4,6	3,9	0,17	0,18
33	106,5	21,9	6,0	7,6	679	4,0	5,3	0,2	0,22
34	90,7	22,3	5,8	7,6	691	4,0	5,0	0,18	0,22
35	88,6	23,0	5,9	7,7	711	3,6	4,7	0,15	0,22
36	78,5	23,9	5,2	7,7	721	3,5	4,5	0,13	0,16
37	83,9	23,0	4,6	7,6	742	4,2	4,1	0,16	0,18
38	86,5	23,2	4,9	7,7	766	3,7	4,4	0,13	0,17
39	107,5	20,2	5,5	7,7	725	4,8	4,0	0,17	0,23
40	84,6	19,4	6,1	7,6	745	4,7	7,5	0,17	0,19
41	86,9	16,5	6,4	7,6	722	4,7	4,8	0,2	0,21
42	85,4	14,3	7,6	7,7	753	4,8	4,4	0,16	0,22
43	108,5	13,3	8,2	7,7	755	5,0	4,3	0,18	0,20
44	106,5	12,5	8,2	7,6	720	4,4	4,4	0,14	0,16
45	91,1	11,7	8,6	7,7	779	4,7	4,5	0,16	0,16
46	116,0	9,5	9,4	7,7	735	4,6	4,4	0,18	0,18
47	144,0	8,2	10,2	7,7	690	4,5	4,4	0,16	0,16
48	148,7	8,7	10,5	7,8	707	5,2	4,8	0,14	0,17
49	97,6	7,0	10,8	7,7	729	5,5	4,9	0,15	0,17
50	88,1	5,5	11,0	7,7	721	6,2	4,6	0,14	0,16
51	89,3	6,2	10,7	7,6	736	6,2	4,6	0,13	0,17
52	85,5	5,9	10,8	7,7	776	6,3	4,2	0,14	0,15
53	103,5	5,8	10,7	7,7	792	6,4	4,1	0,13	0,15

3.5 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 53 bis 56).

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 be-

sonders geeignete Organismen, um die trophischen Belastungen, d. h. zu hohe Nährstoffkonzentrationen und die Gefahr einer Eutrophierung anzuzeigen.

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

Anhand des vorgefundenen Tier- und Pflanzenbestands wird geprüft, wie stark dieser von der eines vergleichbaren, von menschlichen Einflüssen (nahezu) unbelasteten Gewässers abweicht. Weiterhin berücksichtigt die EG-WRRL die Variabilität der Gewässer und deren Lebensgemeinschaften. Deshalb wurde zunächst allen Gewässern ein entsprechender Gewässertyp zugeordnet (z. B. silikatischer grobmaterialreicher Mittelgebirgsbach oder 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.

Um den von der EG-WRRL geforderten hinreichenden Grad an Zuverlässigkeit und Genauigkeit bei der Bewertung des Zustands zu erreichen und auch lang-



Abb. 53: Fische: Nase *Chondrostoma nasus* – © Korte, Institut für Gewässer- und Auenökologie (INGA), Riedstadt



Abb. 54: Makrozoobenthos: Köcherfliegenlarven *Brachycentrus subnubilus* – © Banning, HLNUG, Wiesbaden



Abb. 55: Makrophyten: Sumpf-Teichfaden *Zannichellia palustris* – © van de Weyer, Büro lanaplan, Nettetal

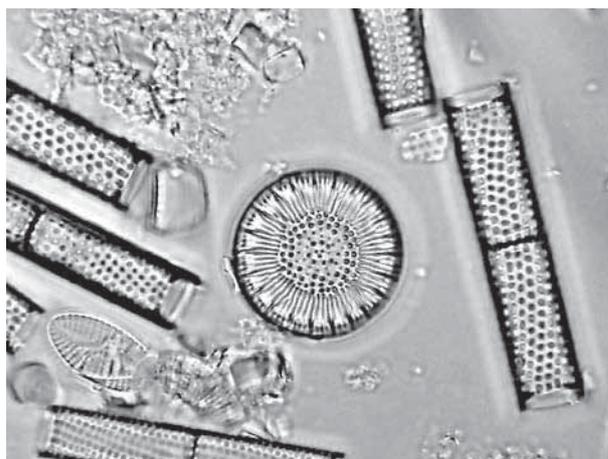


Abb. 56: Diatomeen: *Cyclotella radiosa* – © Werum, Büro AGLHH, Frankfurt

fristige Veränderungen erkennen zu können, wird für die operative Überwachung anhand der biologischen Qualitätskomponenten ein Überwachungsintervall von jeweils drei Jahren empfohlen.

Fische

Der Fischbestand wurde an der Lahn im Bereich von Marburg bis Solms-Oberbiel an 11 Probestellen (PS) erfasst. 10 PS liegen in einem Abschnitt der Bundeswasserstraße, der als erheblich verändert ausgewiesen ist, so dass hier das zu erreichende Ziel nicht der gute ökologische Zustand, sondern das gute ökologische Potenzial ist. Die Untersuchung erfolgte mittels Elektrofischung und fand im Rahmen des LIFE-IP-Projektes „LiLa – Living Lahn“ statt.

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 des Flusses 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.

Bei 9,1 % (1 PS) wurde ein gutes ökologisches Potential erreicht, bei 27,3 % (3 PS) wurden ein mäßiges und bei 18,2 % (2 PS) ein unbefriedigendes ökologisches Potenzial bzw. ökologischer Zustand festgestellt. Eine schlechte Potenzialklasse erreichten 45,4 % (5 PS). Damit wird nur bei einer PS das von der EG-WRRL geforderte mindestens gute ökologische Potenzial erzielt (siehe Abb. 59). Dieses lässt sich auf den Nachweis von Aal, Barbe, Döbel und Hasel an diesem Gewässerabschnitt zurückführen.

Das überwiegend mäßige bis schlechte Potenzial der untersuchten Gewässerabschnitte lässt sich mit



Abb. 57: Fischbiologie bei der Elektrofischung – © Korte, Institut für Gewässer- und Auenökologie (INGA), Riedstadt

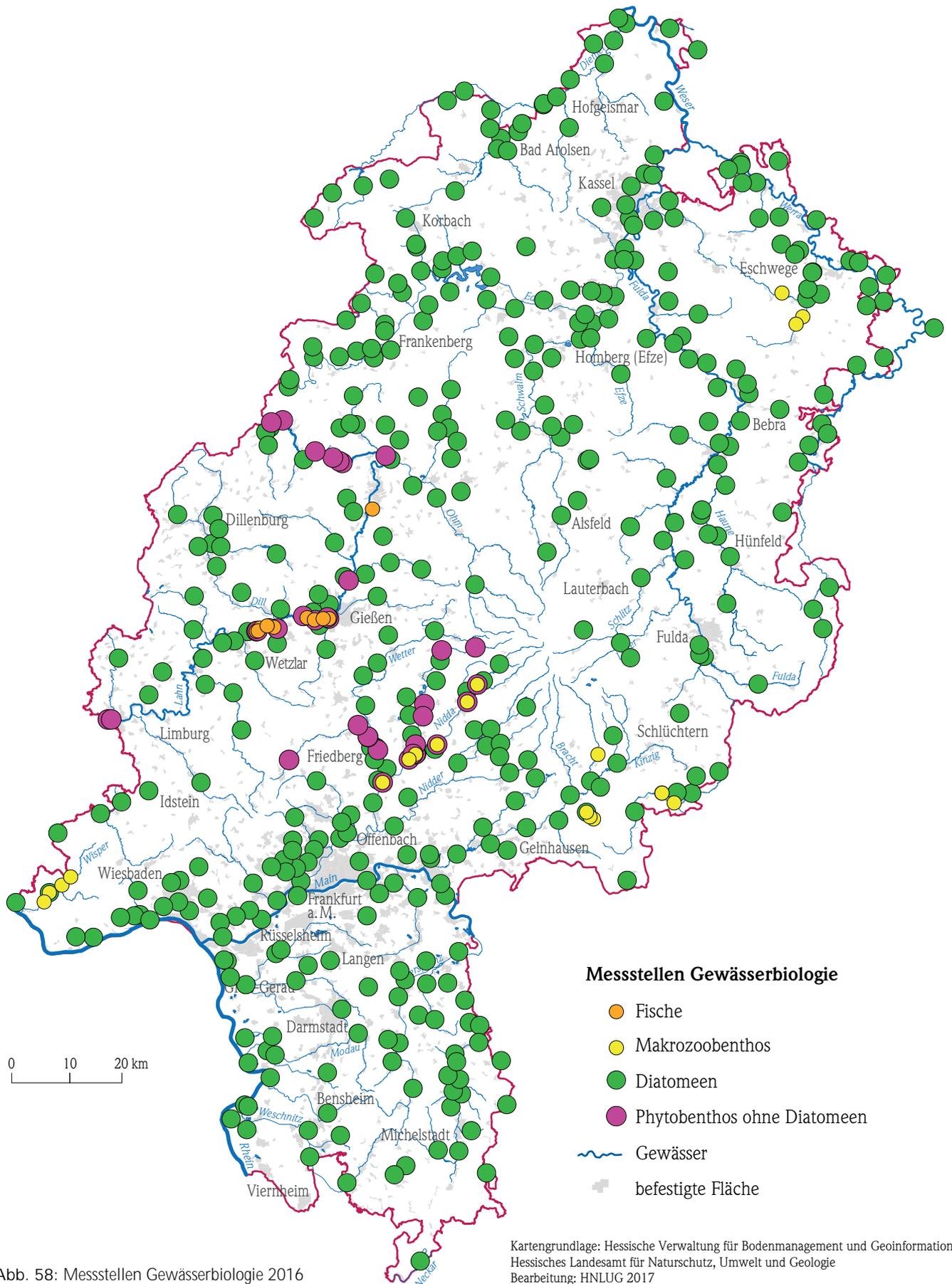


Abb. 58: Messstellen Gewässerbiologie 2016

der Positionierung der PS erklären. Diese wurden größtenteils dicht ober- oder unterhalb von Wehren sowie in Stauwurzeln gelegt. Die Verortung in solche, durch Stauhaltung und beeinträchtigte Durchgängigkeit belasteten Bereiche erfolgte unter dem Aspekt der geplanten Stauraumstrukturierung. Im Zuge des LIFE-IP-Projekt „LiLa – Living Lahn“ sollen im Frühjahr 2017 Maßnahmen zur Stauraumstrukturierung ergriffen werden. Die Fischbestandserhebungen dienten als Voruntersuchungen.

Makrozoobenthos

Das Makrozoobenthos wurde an 20 PS erfasst. Hierbei wurden in 5 Gewässern 14 PS im Rahmen des Kooperationsvorhabens KLIWA „Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft“ untersucht. Innerhalb dieses Vorhabens ist von den Bundesländern Bayern, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz ein gemeinsames Klima-Biomonitoring geplant. 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. Die Untersuchung der o.g. 14 Makrozoobenthos-PS diente der Klärung, ob diese geeignete Referenzmessstellen für ein langfristiges gewässerökologisches Klimamonitoring Fließgewässer sind.

Die Untersuchung der weiteren 6 an der Nidda gelegenen PS erfolgte im Rahmen des NiddaMan-Projektes. NiddaMan ist Teil der BMBF-Fördermaßnahme „Regionales Wasserressourcen-Management für den nachhaltigen Gewässerschutz in Deutschland (ReWaM)“ im Förderschwerpunkt „Nachhaltiges Wassermanagement (NaWaM)“.

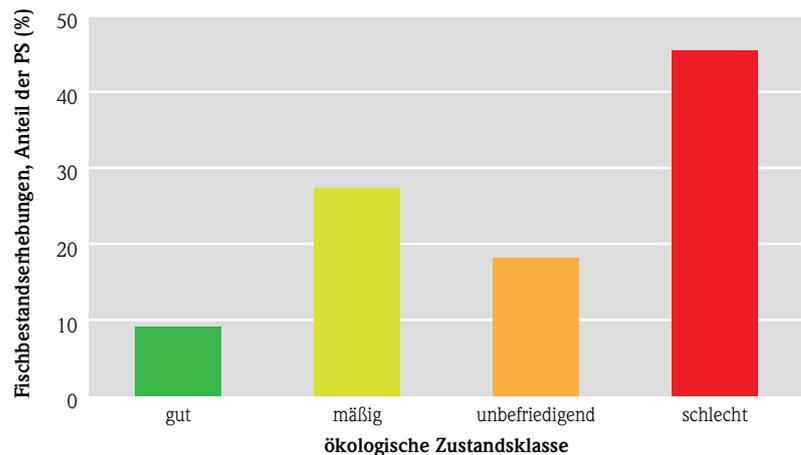


Abb. 59: Ergebnis der Fischbestandserhebung mit prozentualen Anteil der PS in der erreichten ökologischen Zustands-/Potenzialklasse im Lahngebiet

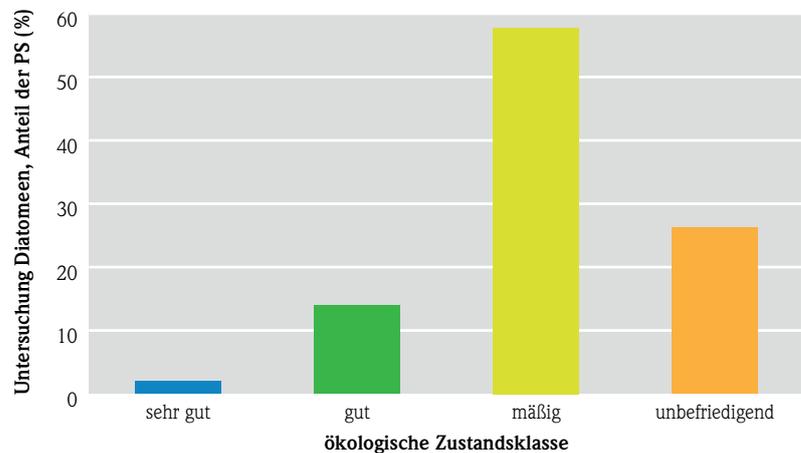


Abb. 60: Ergebnis der Diatomeenerhebung mit prozentualen Anteil der PS in der erreichten ökologischen Zustandsklasse in Nord- und Südhessen

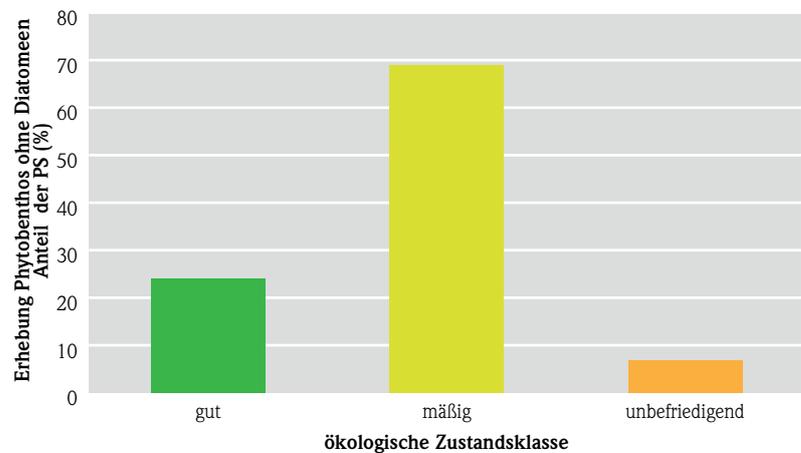


Abb. 61: Ergebnis der Erhebung des Phyto­benthos ohne Diatomeen mit prozentualen Anteil der PS in der erreichten ökologischen Zustandsklasse an Horloff, Usa, Nidda und Lahn

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.

Von den 14 zum Kooperationsvorhaben KLIWA untersuchten PS erwiesen sich 10 als geeignete Referenzmessstellen für ein langfristiges gewässerökologisches Klimamonitoring und die verbleibenden 4 als ungeeignet.

Von den 6 im Zuge des NiddaMan-Projektes untersuchten PS erreichte 1 PS eine gute und 1 PS eine mäßige ökologische Zustandsklasse. Die restlichen 4 PS wurden in die Zustandsklasse schlecht eingestuft.

Diatomeen

Die Diatomeen wurden in 337 Gewässern an 430 PS untersucht. Die Ergebnisse aus Nord- und Südhessen mit 244 PS liegen bereits vor und zeigten folgende Verteilung:

In einem sehr guten ökologischen Zustand befanden sich 2,0 % (5 PS). Eine gute Zustandsklasse zeigten 13,9 % (34 PS). 57,8 % (141 PS) wurden in die Zustandsklasse mäßig und 26,2 % (64 PS) in die Zustandsklasse unbefriedigend eingestuft (siehe Abb. 60).

Phytobenthos ohne Diatomeen

Im Rahmen des „NiddaMan“- und „Living-Lahn LiLa“- Projektes (s. o.) wurde in 2016 erstmals auch das Phytobenthos ohne Diatomeen (PoD) erhoben [2]. Es wurden insgesamt 34 PS an Horloff, Usa, Nidda und Lahn untersucht. 29 davon konnten bewertet werden.

24,1 % (7 PS) erreichten einen guten und 69 % (20 PS) einen mäßigen ökologischen Zustand. 6,9 % (2 PS) wurden in die Zustandsklasse unbefriedigend eingestuft (siehe Abb. 61).

Ausblick

Für 2017 beabsichtigt das HLNUG die Vergabe einer hessenweiten Makrozoobenthoherhebung an ca. 500 PS sowie einer hessenweiten Makrophytenkartierung an ca. 200 PS.

Informationen zur Biologie der Fließgewässer finden Sie unter <http://www.hlnug.de/themen/wasser/fliesssgewaesser/fliesssgewaesser-biologie.html>. Hier sind neben Erläuterungen zu den biologischen Qualitätskomponenten und den angewendeten Bewertungsverfahren auch die Ergebnisse der seit 2004 durchgeführten Untersuchungen dargestellt. Darüber hinaus werden dort auch vom HLNUG beauftragte Gutachten bzw. betreute wissenschaftliche Arbeiten zu speziellen Fragestellungen der Fließgewässerbiologie sowie die seit 1970 erstellten Gewässergütekarten veröffentlicht.

Über den Stand der Umsetzung der EG-WRRL informiert das HMUKLV in Form des Bewirtschaftungsplans 2015 – 2021 [3] und Maßnahmenprogramms 2015 – 2021 [4] 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] Humberg B. (2015) Erfassung des Phytobenthos ohne Diatomeen (PoD) in 34 Fließgewässern Hessens, HLNUG (www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/wasser/fliesssgewaesser/biologie/Bericht_Hessen_PoD_2016_low.pdf)
- [3] HMUKLV; Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen – Bewirtschaftungsplan Hessen 2015 – 2021 (www.flussgebiete.hessen.de ► Bewirtschaftungsplanung).
- [4] HMUKLV; Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen – Maßnahmenprogramm 2015 – 2021 (www.flussgebiete.hessen.de ► Bewirtschaftungsplanung).

3.6 Strukturkartierung der Fließgewässer

THOMAS OTT

Zielsetzung und Aufgabe

Die Gewässerstruktur beeinflusst die ökologische Funktionsfähigkeit der Fließgewässer in einem ganz erheblichen 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 vorsehen zu können.

Neukartierung 2012/2013

Da die Erstkartierung der Gewässerstruktur aller hessischen Gewässer (ca. 24.000 km) bereits Ende der 1990er Jahre erfolgte, war im Vorfeld der 2014

anstehenden Fortschreibung des WRRL-Bewirtschaftungsplans mit Maßnahmenprogramm eine Neukartierung erforderlich. Diese wurde von Herbst 2012 bis Frühjahr 2013 durch vier ausgewählte Fachbüros mit insgesamt 60 Kartierern durchgeführt. Dabei wurden aber nur die gut 8.000 km wasserrahmenrichtlinienrelevanten hessischen Fließgewässer (allerdings ohne die großen Ströme Rhein, Main, Neckar und Weser) kartiert.

Das Gesamtergebnis der Neukartierung war bereits als Diagramm und Karte im letzten Gewässerkundlichen Jahresbericht dargestellt, das Projekt der Neukartierung ist im HLUJG-Jahresbericht 2014 ausführlicher beschrieben. Beide Dokumente sind auf der HLNUG-Homepage zu finden (<http://www.hlnug.de/themen/wasser/messwerteberichte/jahresberichte.html> bzw. <http://www.hlnug.de/ueber-uns/jahresberichte/jahresbericht-2014.html>).

Detailergebnisse der Kartierung incl. Fotos und Kartierbögen sind für jeden 100-m-Abschnitt in dem bereits Anfang 2015 in einer neuen Version zur Verfügung gestellten WRRL-Viewer zu finden: <http://wrri.hessen.de/>.

Die dortige Darstellung ersetzt das Gewässerstrukturgüteinformationssystem GESIS, das bis 2014 vom Hessischen Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz unter [gesis.hessen.de](http://www.gesis.hessen.de) bereitgestellt wurde.

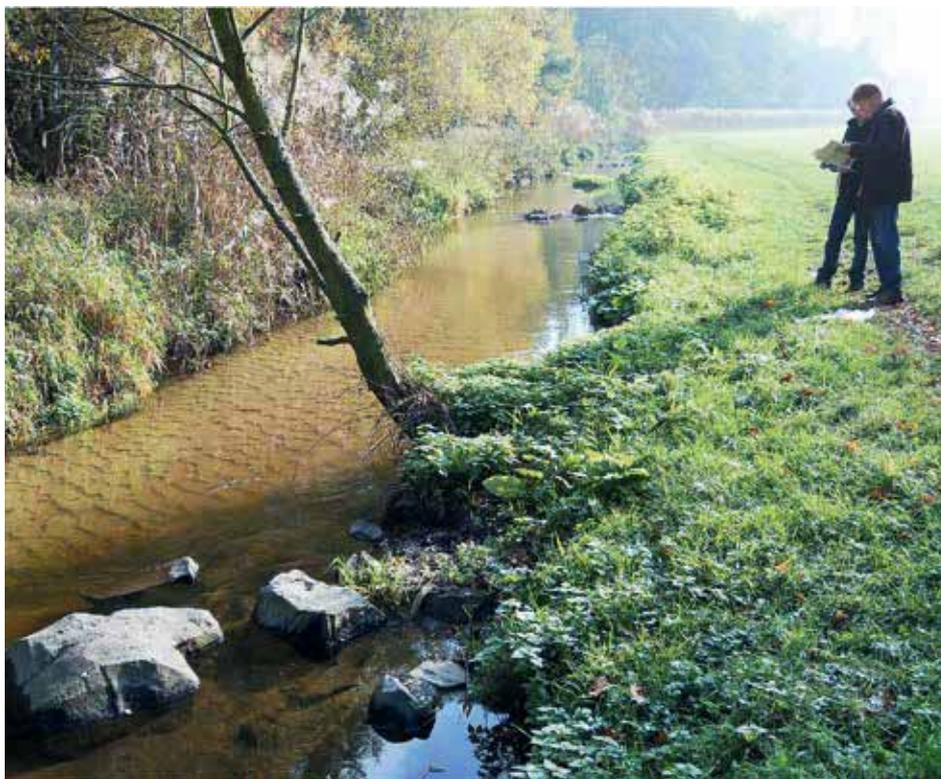


Abb. 62: Kartierer bei der Geländearbeit

Kontinuierliche Nachkartierungen

Die Gewässerstruktur ist (glücklicherweise) nicht statisch. Um die Daten zur Gewässerstruktur auch nach der Neukartierung aktuell halten zu können, ist eine kontinuierliche Nachkartierung von Änderungsstrecken erforderlich. Deshalb wurden die Wasserbehörden im November 2016 durch das HLNUG gebeten, alle Gewässerstrecken, deren Morphologie bzw. strukturellen Merkmale sich seit der Ersterhebung 1997 (Nicht-WRRL-Gewässer) bzw. Neukartierung 2012/13 (WRRL-Gewässer) verändert haben (z. B. als Folge einer anderen baulichen Maßnahme Dritter (Naturschutz-, Flurbereinigungsverwaltung, Straßenbau etc., soweit sie nicht in der WRRL-Maßnahmendatenbank geführt sind) und Strecken, welche sich aufgrund ihrer Eigendynamik oder im Zuge der Gewässerunterhaltung verändert haben) zur Nachkartierung zu melden. Dies betrifft nicht gezielte und geförderte Renaturierungen im Rahmen des Maßnahmenprogrammes zur WRRL, da diese dem HLNUG bereits aus der WRRL-Maßnahmendatenbank bekannt sind.

Im Winter 2016/2017 wurde nun die Nachkartierung von Änderungsstrecken, die ebenfalls im oben beschriebenen Viewer dargestellt werden sollen, wieder aufgenommen und an folgenden Gewässerläufen veränderte Abschnitte neu kartiert:

Für den Bereich im RP Darmstadt:

Fallbach, Krebsbach, Rodau, Gersprenz, Bizzenbach, Ohlebach, Wehrbach, Sülzbach, Biebersgraben, Beinesgraben, Horlachgraben, Kesselbach, Aubach, Fischbach (Hennethal), Kinzig, Landwehrgraben (Nidderau), Jossa, Weschnitz, Braubach, Brühlgraben
Im Dezember 2016 wurde die Jossa noch einmal komplett durch das 2012/13 mit der dortigen Kartierung beauftragte Büro im Rahmen der Gewährleistung nachkartiert, nachdem bei Stichproben durch das HLNUG Fehler in der Kartierung festgestellt worden waren.

Für den Bereich im RP Gießen:

Lahn, Göringer Bach, Brenderwasser, Wannbach, Kemmete, Alte Hasel, Wadebach, Wieseck, Wörsbach, Lückenbach,

Für den Bereich im RP Kassel:

Olmes, Ulfe, Ahne, Netze, Wilde, Elbe (Frieda), Solz, Iba

Mit den Ergebnissen dieser Nachkartierungen werden im Laufe des Jahres die entsprechenden Abschnitte im o.g. Viewer aktualisiert.

3.7 Seen -Trophische Untersuchungen

MICHAEL HACKL

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). Desweiteren 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 (Abb. 63). 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 (Blaualgenblüte) 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.

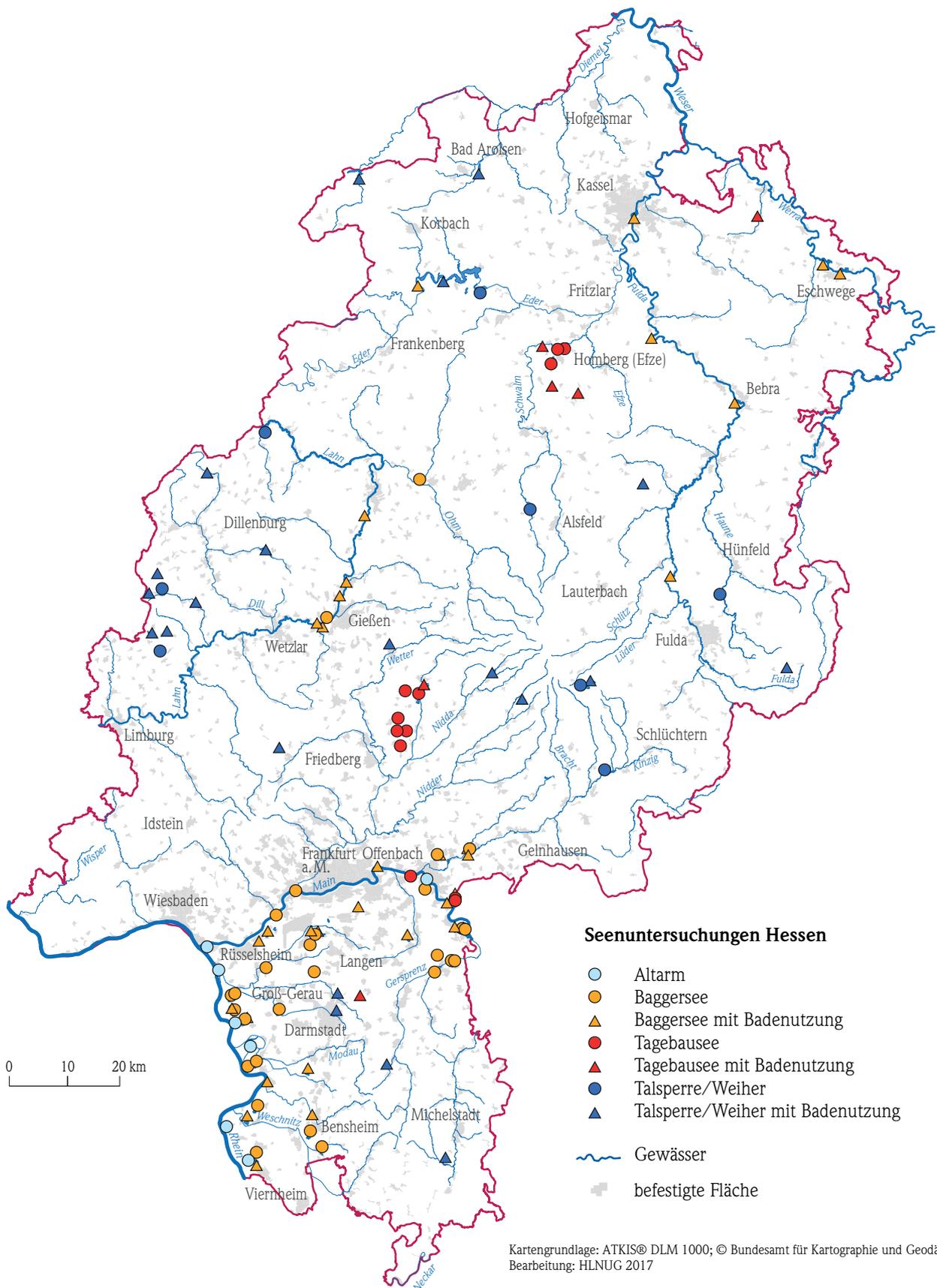


Abb. 63: Messstellen zur Überwachung der Wasserqualität der Seen

Tab. 8: Auszug der Messwerte und Trophie-Klassifizierung 2016

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	Trophieklasse (* = ohne Sichttiefe)
Affolderner Talsperre	Waldeck-Frankenberg	158,5	polykl3m	0,047	0,036	1,90	13,9	2,75	eutroph 1
Badesee Gernsheim	Groß-Gerau	3,8	geschklein	0,045	0,026	3,14	9,8	2,46	mesotroph 2
Badesee Mainflingen	Offenbach	7,5	polykl3m	0,018	0,019	3,46	3,9	1,83	mesotroph 1
Badesee Niederweimar	Marburg-Biedenkopf	15,0	TLgesch	0,017	0,012	5,89	1,2	1,16	oligotroph
Badesee - Autobahn Bensheim	Bergstraße	7,7	TLgesch	0,025	0,018	2,35	6,2	2,15	mesotroph 2
Borkener See	Schwalm-Eder-Kreis	139,3	TLgesch	0,018	0,010	6,38	1,1	1,10	oligotroph
Diemeltalsperre	Waldeck-Frankenberg	165,0	geschTS	0,023	0,018	2,93	16,1	2,45	mesotroph 2
Edertalsperre - Waldecker Bucht	Waldeck-Frankenberg	1050,2	geschTS	0,044	0,028	3,63	6,8	2,91	eutroph 1
Edertalsperre - Banfebucht	Waldeck-Frankenberg	1050,2	geschTS	0,065	0,047	1,80	9,8	2,37	mesotroph 2
Erlache Bensheim	Bergstraße	59,5	TLgesch	0,010	0,013	2,73	1,2	1,08	oligotroph *
Grosser Woog	Darmstadt	6,0	polykl3m	0,027	0,035	0,71	29,2	3,18	eutroph 2
Grüner See	Werra-Meißner-Kreis	0,4	polykl3m	0,025	0,033	0,93	37,1	3,15	eutroph 2
Hattsteinweiher Usingen	Hochtaunuskreis	1,6	polykl3m	0,020	0,025	1,18	26,8	2,87	eutroph 1
Königsee Zellhausen	Offenbach	14,6	TLgesch	0,021	0,013	3,05	4,7	1,85	mesotroph 1
Naturbadesee Campingpl. Fischbachtal-Ndh.	Darmstadt-Dieburg	0,2	polykl3m	0,025	0,023	2,54	4,7	2,09	mesotroph 2
Nieder-Mooser-See	Vogelsbergkreis	30,6	polykl3m	0,057	0,085	0,98	33,5	3,48	eutroph 2
Nieder-Rodener See	Offenbach	38,5	TLgesch	0,013	0,017	1,00	2,7	1,53	mesotroph 1 *
Oberwaldsee Dietesheim	Offenbach	19,3	TLgesch	0,005	0,012	6,94	2,1	1,03	oligotroph
Pfaffensee	Wetteraukreis	20,1	TLgesch	0,120	0,055	1,12	34,2	3,50	eutroph 2
Riedsee bei Leeheim, südl. See	Groß-Gerau	20,9	TLgesch	0,011	0,006	6,62	2,8	1,44	oligotroph
Riedsee Biblis	Bergstraße	50,6	TLgesch	0,019	0,012	5,52	2,6	1,11	oligotroph
Riedsee Leeheim, nördl. See (Bad)	Groß-Gerau	24,0	TLgesch	0,010	0,006	6,34	1,5	0,93	oligotroph
See FKK Orplid Neu-Isenburg	Offenbach	0,3	polykl3m	0,016	0,015	2,33	8,9	2,14	mesotroph 2
Stockelache	Schwalm-Eder-Kreis	8,5	TLgesch	0,020	0,015	4,33	2,0	1,52	mesotroph 1
Stockstadt-Erfelder Altrh. - Fretter Loch	Groß-Gerau	163,5	polykl3m	0,059	0,054	0,79	29,5	3,40	eutroph 2
Stockstadt-Erfelder Altrhein - km 1,2	Groß-Gerau	163,5	polykl3m	0,056	0,065	0,71	2,6	2,51	eutroph 1
Stockstadt-Erfelder Altrhein - km 11	Groß-Gerau	163,5	polykl3m	0,054	0,050	0,96	1,5	2,66	eutroph 1
Stockstadt-Erfelder Altrhein - km 6	Groß-Gerau	163,5	polykl3m	0,058	0,060	0,97	2,3	2,31	mesotroph 2
Strandbad Rodenbach	Main-Kinzig-Kreis	2,6	polykl3m	0,045	0,024	1,38	12,2	2,69	eutroph 1
Teufelsee	Wetteraukreis	21,6	TLgesch	0,018	0,012	2,01	2,6	1,48	oligotroph *
Twistetalsperre	Waldeck-Frankenberg	121,0	geschTS	0,041	0,028	2,03	14,8	2,72	eutroph 1
Werratalsee - Westteil	Werra-Meißner-Kreis	117,0	polygr3m	0,079	0,107	1,77	35,5	3,35	eutroph 2
Werratalsee - Ostteil	Werra-Meißner-Kreis	117,0	polygr3m	0,057	0,093	1,92	40,1	3,43	eutroph 2
Wissmarer See	Gießen	9,6	polykl3m	0,044	0,046	1,06	49,6	3,39	eutroph 2

* Beeinträchtigung der Sichttiefe durch mineralische Trübung, deshalb Bewertung ohne Sichttiefe

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 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



Abb. 64: Badeseesee Niederweimar – oligotroph

Die neue LAWA-Klassifizierung wurde in den Jahren 2014 bis 2016 umgehend angewendet und führte zu folgenden Ergebnissen für die hessischen Seen (jeweils letztes Ergebnis):

- **13 x oligotroph** - Trophieindex ≤ 1,50
- **10 x mesotroph 1** - Trophieindex 1,51–2,00
- **21 x mesotroph 2** - Trophieindex 2,01–2,50
- **20 x eutroph 1** - Trophieindex 2,51–3,00
- **22 x eutroph 2** - Trophieindex 3,01–3,50
- **11 x polytroph 1** - 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 (d. h. ohne menschlichen Einfluss) keinen besseren Trophiezustand als eutroph 2 erreichen können.

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



Abb. 65: Lampertheimer Altrhein km 5 – polytroph 2 (2015)

4 Grundwasser

4.1 Grundwasserneubildung

MARIO HERGESELL

Grundwasser entsteht überwiegend aus dem Teil des Niederschlags, der in den Untergrund versickert und so 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 zusickern kann.

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

Die Grundwasserneubildung lässt sich mittels hydrogeologischer Modelle errechnen. In Hessen kommt ein zweistufiges GIS-gestütztes Verfahren zum Einsatz, bei dem ein Bodenwasserhaushaltsmodell mit einem speziell für Hessen entwickelten Regressionsmodell gekoppelt wurde. Mit diesem Modell errechnet sich für die Referenzperiode 1971–2000 ein langjähriges Flächenmittel von 101 mm/a, das heißt, pro Quadratmeter Landesfläche werden jährlich im Mittel 101 mm (entspricht 101 Liter) Grundwasser aus dem Niederschlag neu gebildet.

Umgerechnet auf die Fläche Hessens werden somit im langjährigen Mittel (1971–2000) jährlich rund 2,13 Mrd. m³ Grundwasser neu gebildet. Demgegenüber werden jährlich rd. 407 Mio. m³ Grundwas-

ser entnommen. Der Vergleich zeigt, dass hessenweit jährlich rund 5-fach mehr Grundwasser neu gebildet als gefördert wird. Nicht genutztes Grundwasser strömt über die Vorflut als grundwasserbürtiger Abflussanteil wieder ab.

Das zuvor genannte Verfahren zur Ermittlung der Grundwasserneubildung aus Niederschlag ist ursprünglich für die Ermittlung langjähriger Mittelwerte der Grundwasserneubildung entwickelt worden. Unter Inkaufnahme gewisser Modellunsicherheiten wird das Verfahren im HLNUG auch für die Ermittlung von jährlichen Grundwasserneubildungsraten eingesetzt. Die folgende Karte (Abbildung 66) ist eine Übersichtsdarstellung der modellierten Grundwasserneubildung aus dem Niederschlag für das Jahr 2016. 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 2016 für Hessen 83 mm und lag damit rd. 18 % unter dem langjährigen Mittelwert der Referenzperiode 1971–2000. Die niedrigere Grundwasserneubildung im Jahr 2016 ist auf die gegenüber den langjährigen Mittelwerten teilweise deutlich zu niedrigen Monatssummen des Niederschlags und der daraus resultierenden Sickerwasserrate zurück zu führen. Die Sickerwasserrate aus dem Boden ergibt sich aus der Differenz von Niederschlag minus Verdunstung und Oberflächenabfluss. Das Sickerwasser bewegt sich der Schwerkraft folgend nach unten zur Grundwasseroberfläche und trägt maßgeblich zur Grundwasserneubildung bei. Ein Teil des Sickerwassers kann auch lateral als Zwischenabfluss abfließen.

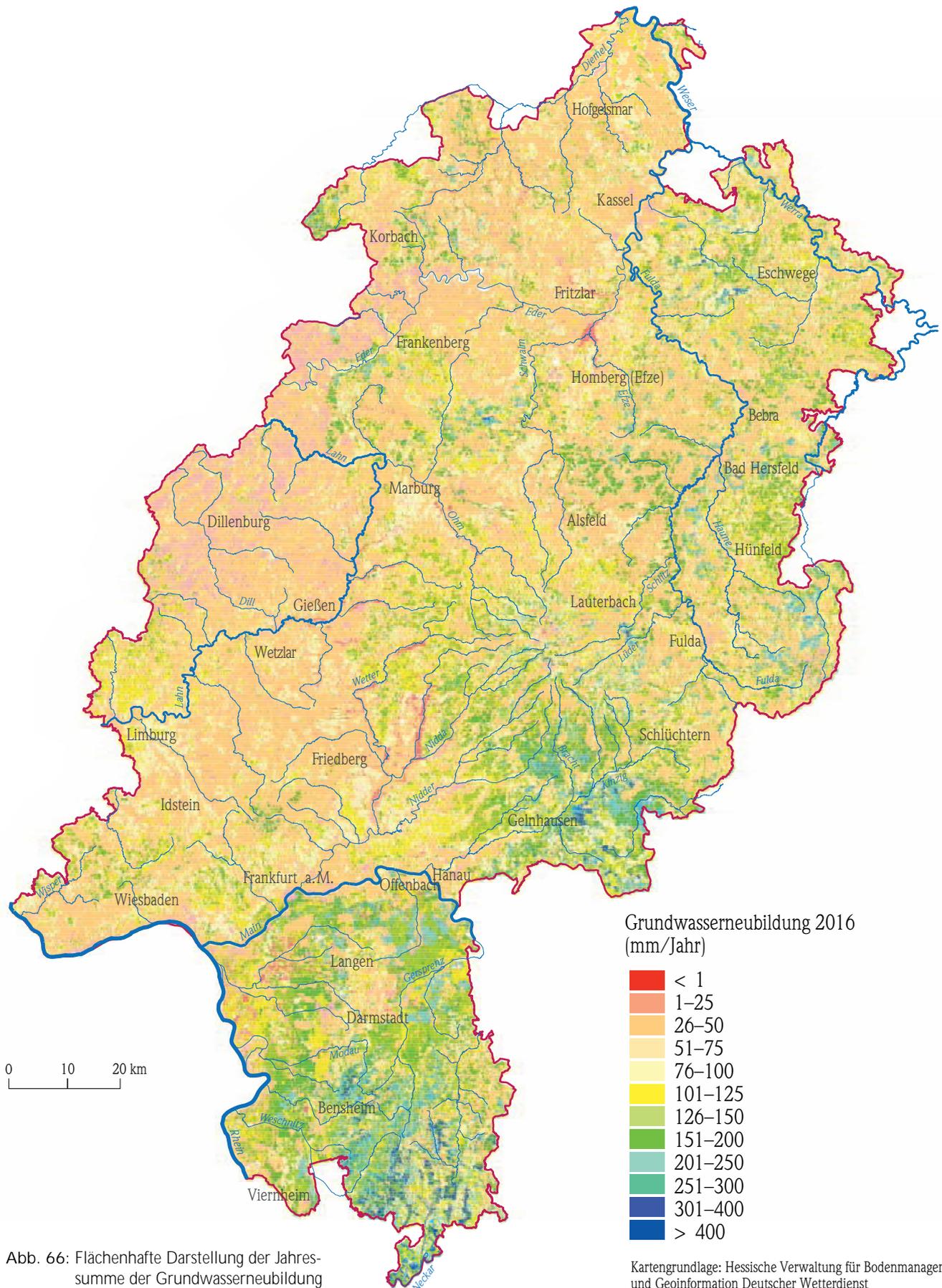


Abb. 66: Flächenhafte Darstellung der Jahressumme der Grundwasserneubildung aus Niederschlag für das Jahr 2016

In Abbildung 67 ist der Verlauf der monatlichen Sickerwasserrate im Jahr 2016 im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten dargestellt. In den ersten sechs Monaten fiel die Sickerwasserrate überdurchschnittlich aus. Besonders deutlich war die Abweichung im Februar mit einer rd. 70 % höheren Sickerwasserrate als im langjährigen Mittel.

Die hohen Niederschläge im Juni führten vielerorts zu einer für diese Jahreszeit ungewöhnlich starken Sickerwasserbildung. Sickerwasser- und Grundwasserneubildung im Sommerhalbjahr stellt eine Ausnahme vom Normalfall dar. Ab Juli änderte sich die Situation grundlegend und die Niederschläge fielen bis Dezember in jedem Monat unterdurchschnittlich aus. In den Monaten Juli bis September fand infolge hoher Verdunstung und dadurch bedingtem kapillaren Aufstieg Grundwasserzehrung statt. Die üblicherweise im Oktober einsetzende Sickerwasser- und Grundwasserneubildung

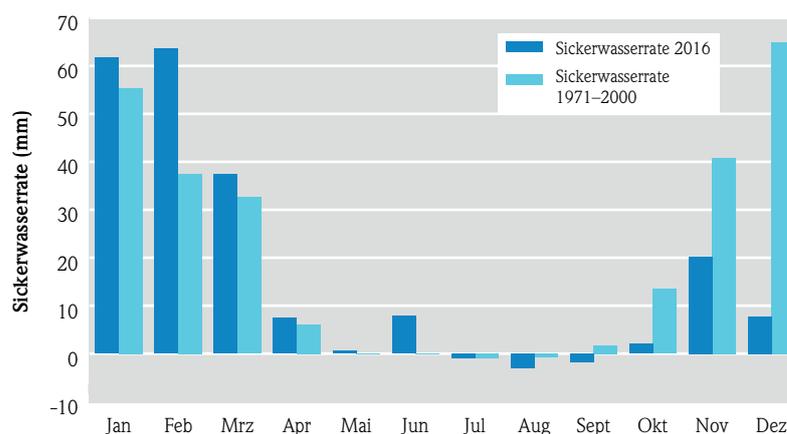


Abb. 67: Monatliche Sickerwasserraten in Hessen

fiel in den letzten drei Monaten des Jahres extrem niedrig aus. Besonders deutlich war das Defizit im Dezember (-88 %). In der Summe fielen die Defizite der zweiten Jahreshälfte höher als die Überschüsse der ersten Jahreshälfte aus, was zu einer unterdurchschnittlichen Sickerwasser- und Grundwasserneubildung im Jahr 2016 geführt hat.

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 68) 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 Quellschüt-

tungen, 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/mapapps/resources/apps/lgd/index.html?lang=de> können die folgenden Grundwasserinformationen zu allen Messstellen des Landesgrundwasserdienstes in Form von Daten und Grafiken recherchiert und eingesehen werden:

- Grundwasserstände
- Quellschüttungen
- Grundwasserbeschaffenheitsanalysen
- Stammdaten

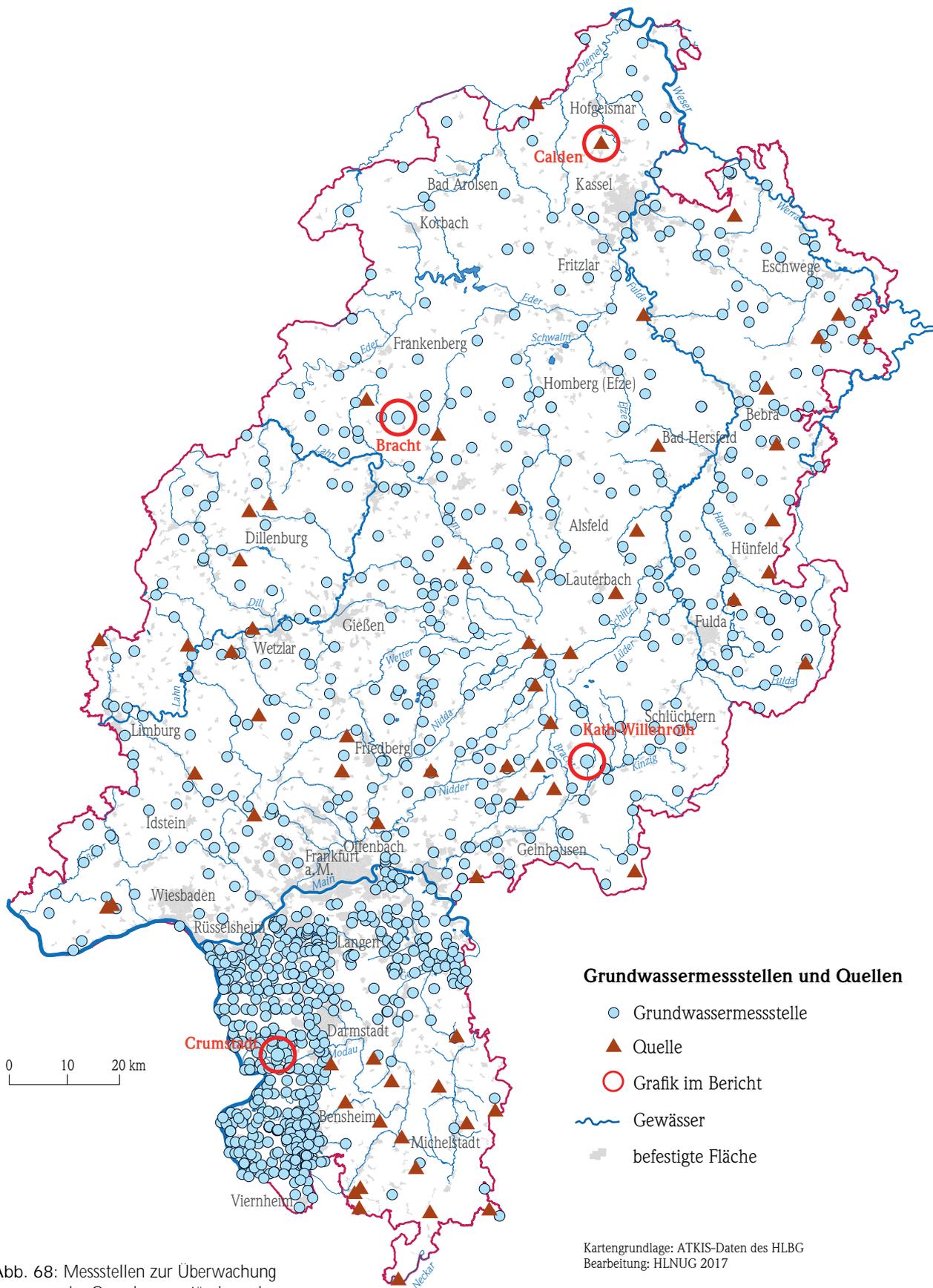


Abb. 68: Messstellen zur Überwachung der Grundwasserstände und Quellschüttungen.

Ergebnisse 2016

Die zeitliche Entwicklung der Grundwasserstände und Quellschüttungen wird als Gangliniengrafik dargestellt. Typische Ganglinien haben großräumig einen ähnlichen Verlauf, oft unabhängig von Art und Lage des Grundwasserleiters. Die Schwankungen sind im Wesentlichen geprägt durch die Höhe der Grundwasserneubildung und die hydraulische Durchlässigkeit des Grundwasserleiters. Die Lagepunkte der Messstellen, deren Messwerte als Ganglinien nachfolgend dargestellt werden, sind in der Übersichtskarte (Abb. 68) mit roten Kreisen markiert. Zum Vergleich werden die Ganglinien des Jahres 2016 zusammen mit dem Verlauf von Jahren mit besonders niedrigen und hohen Grundwasserständen dargestellt (Abbildungen 69–71).

Zu Beginn des Jahres 2016 lagen die Grundwasserstände auf unterdurchschnittlichen bis mittleren Höhen und die Quellschüttungen waren jahreszeitlich normal. Die Niederschläge im Frühjahr und Frühsommer 2016 ließen die Grundwasserstände teilweise bis Ende Juni ansteigen. Ab Juli fielen die Niederschläge in Hessen bis Ende des Jahres unterdurchschnittlich aus, was verbreitet zu sinkenden Grundwasserständen und abnehmenden Quellschüttungen geführt hat. Infolge der andauernden Trockenheit wurden auch zum Jahreswechsel noch rückläufige Tendenzen beobachtet, was sehr selten vorkommt und untypisch für die Jahreszeit ist. Normalerweise werden die Grundwasservorräte in den Wintermonaten durch eine erhöhte Grundwasserneubildung wieder aufgefüllt. Ende des Jahres 2016 befanden sich die Grundwasserstände vielerorts auf einem unterdurchschnittlichen Niveau. An einigen Messstellen Nord- und Mittelhessens wurden extrem niedrige Dezemberwerte verzeichnet. In Südhessen stellte sich die Situation dagegen entspannter dar. So wurden im Hessischen Ried Ende des Jahres fast überall mittlere Grundwasserstände beobachtet.

Die Schüttung der Quelle Calden nördlich von Kassel (Abbildung 69) hatte im Jahr 2016 zunächst einen deutlich ausgeprägten jahrestypischen Verlauf. Zum Jahresbeginn nahm sie ausgehend von deutlich unterdurchschnittlichen Werten zu und befand sich im März auf einem mittleren Niveau. Von April bis Mitte Oktober ging die Schüttung zurück, im November stagnierte sie und zum Jahresende nahm sie erneut leicht ab. Die für die Wintermonate typische Zunahme der Quellschüttung blieb infolge der von Juli bis Ende des Jahres andauernden Trockenheit aus. Die Schüttung lag

am Ende des Jahres unter der Niedrigwassersituation von 1996.

Die Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Bracht im Burgwald (Abbildung 70) zeigt langfristig einen ausgeglichenen jahreszeitlichen Verlauf, der von Trocken- und Nassperioden überprägt ist. Die Ganglinie des letzten Jahrzehnts gleicht der einer Trockenperiode. Anfang 2016 stieg das Grundwasser von einem leicht unterdurchschnittlichen Niveau bis Mai an und sank von Mitte Juni bis zum Jahresende kontinuierlich ab. Aufgrund der unterdurchschnittlichen Niederschläge von Juli bis Ende des Jahres und insbesondere wegen der trockenen Wintermonate blieb der für diese Jahreszeit typische und verbreitete Anstieg der Grundwasserstände aus. Ende des Jahres lagen die Grundwasserstände unterhalb des Niveaus des Vorjahres und erreichten fast das Niveau der Niedrigwasserstände des Jahres 1977.

Die Grundwasserstände der Messstelle Katholisch-Willenroth im Büdinger Wald (Abbildung 71) lagen zu Beginn des Jahres 2016 auf einem durchschnittlichen Niveau. Bis Ende April stieg das Grundwasser auf ein leicht überdurchschnittliches Niveau an, bevor es in den folgenden acht Monaten kontinuierlich bis Ende des Jahres auf deutlich unterdurchschnittliche Höhen sank. Auch hier blieb der für die Wintermonate typische Anstieg der Grundwasserstände infolge des in der zweiten Jahreshälfte andauernden Niederschlagsdefizits aus.

Die langjährige Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Crumstadt im Hessischen Ried (Abbildung 72) 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 2016 stand das Grundwasser überdurchschnittlich hoch an und stieg bis Mitte August stetig an. Ab Mitte August sank es bis zum Jahresende kontinuierlich auf das Niveau wie zu Beginn des Jahres ab. Die in vielen Landesteilen in der zweiten Hälfte des Jahres 2016 vorherrschende Trockenheit war im Hessischen Ried nicht oder nur in abgeschwächter Form zu beobachten. Daher wurden in der Hessischen Rheinebene Ende des Jahres vielerorts mittlere Grundwasserstände beobachtet.

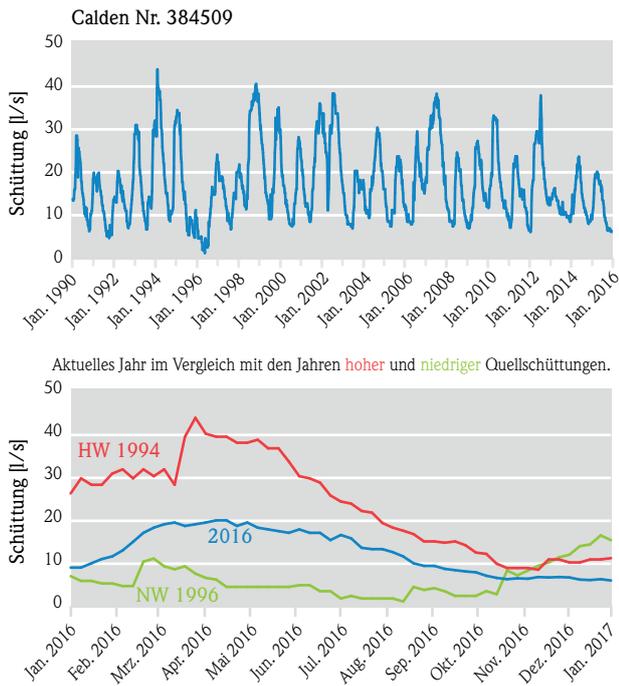


Abb. 69: Schüttungsganglinie der Quelle Calden

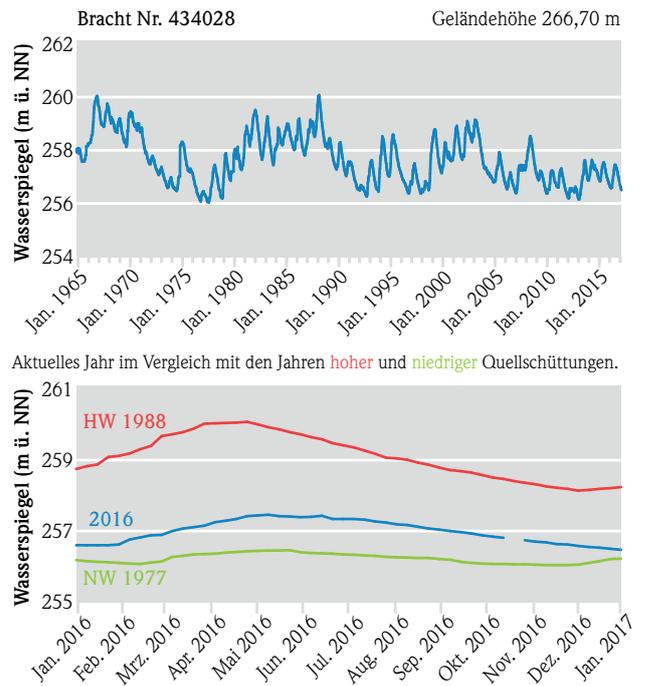


Abb. 70: Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Bracht

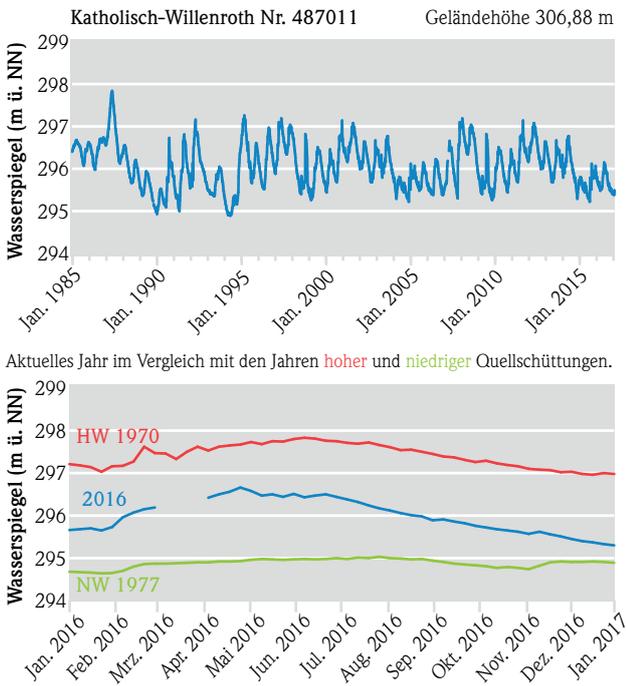


Abb. 71: Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Katholisch-Willenroth

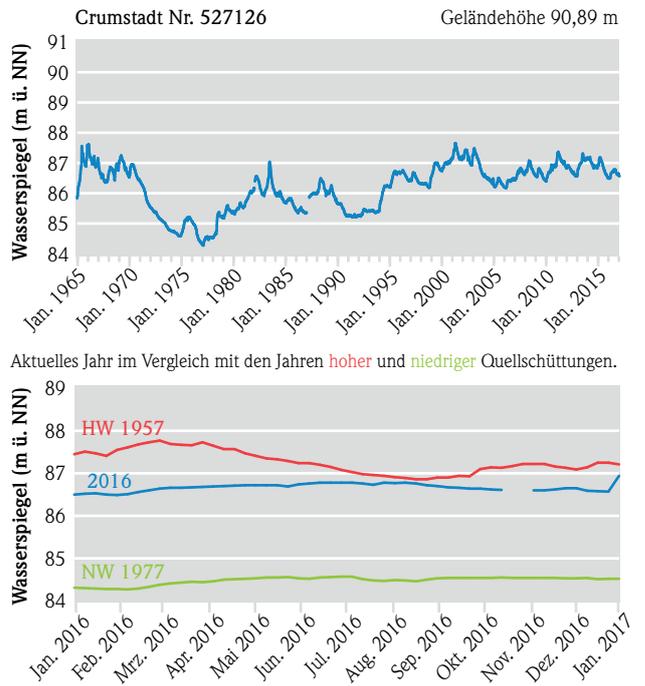


Abb. 72: Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Crumstadt

Grundwasserkarten Hessisches Ried und Mainebene

Das HLNUG veröffentlicht Grundwasserkarten des Hessischen Rieds und der Mainebene. Die Karten bieten flächendeckende Informationen über die Grundwasserstände, die Tiefe des Grundwassers unter Gelände und die Fließrichtung. 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 - Dauerbrenner „Nitrat“

DR. GEORG BERTHOLD

Einleitung

Die Bundesrepublik Deutschland wurde im Jahr 2016 von der EU-Kommission wegen des Verstoßes gegen die europäische Nitrat-Richtlinie verklagt. Die Klage betrifft vor allem Verstöße gegen Art. 5 VII der Nitrat-Richtlinie (z. B. ausgewogene Düngung, Sperrzeiten für die Ausbringung von organischen Düngern, Lagerkapazitäten, Höchstmengen für Stickstoffausbringung, Umgang mit stark geneigten Flächen sowie ein Verbot der Ausbringung von organischen Düngern auf wassergesättigte oder gefrorene Flächen).

Als Reaktion hierauf gelten in Deutschland künftig strengere Regeln für den Einsatz von Düngern in der Landwirtschaft. Der Bundesrat hat am 10.03.2017 der Reform des Düngegesetzes zugestimmt, die der Bundestag am 16.02.2017 verabschiedet hatte. Am 2.06.2017 trat die Novelle der Düngeverordnung (DüV) in Kraft.

Die Novelle setzt die europäische Nitrat-Richtlinie in nationales Recht um und regelt u. a. das Ausbringen von Gülle auf landwirtschaftlichen Flächen. Ziel ist es u. a., Überdüngungen zu verhindern und die Nitratbelastung der Grundwässer zu reduzieren. Eine sogenannte Stoffstrombilanzierung, deren Entwurf vorliegt, soll die Kontrolle über die Nährstoffmenge auf Äckern ermöglichen und den Behörden die not-

wendigen Daten zur Überprüfung geben. Zudem mahnt der Bundesrat, dass die hohe Stickstoffbelastung der Böden eines der größten ungelösten Umweltprobleme unserer Zeit darstelle. Ein wesentlicher Teil der Stickstoffüberschüsse stamme aus der Intensivlandwirtschaft und der nicht flächengebundenen Tierhaltung. Der Bundesrat fordert daher, die Auswirkungen der neuen düngerechtlichen Vorschriften auf Wasser, Klima und Luft zu evaluieren.

Die novellierte Düngeverordnung eröffnet den Ländern mit der eingeführten Länderöffnungsklausel (§ 13 DüV) neue Möglichkeiten. In Gebieten, in denen mehr als 50 mg/l Nitrat bzw. mehr als 37,5 mg/l Nitrat, bei anhaltend steigenden Nitratkonzentrationen im Grundwasser vorliegen, müssen die Länder mind. 3 der 14 in § 13 DüV aufgezählten Anforderungen vorschreiben.

Aber auch auf regionaler Ebene sind erhöhte Nitratkonzentrationen in den Grundwässern bzw. Trinkwässern im Blickpunkt des öffentlichen Interesses. Auch in Hessen gibt eine Reihe von Gebieten, in denen die Grundwässer hohe und weiterhin steigende Nitratkonzentrationen aufweisen. Der Beobachtung bzw. dem „Controlling“ der zeitlichen Entwicklung der Nitratkonzentrationen kommt daher eine herausragende Rolle zu. Bei der Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist das Controlling von großer Wichtigkeit, da hierdurch die

Wirkungen von ergriffenen Maßnahmen beurteilt werden können, auch wenn sich deren Wirkungen dem Grundwasser meist mit mehreren Jahren Verzögerung mitteilen.

Nitratkonzentrationen der hessischen Grund- und Rohwässer und deren zeitliche Entwicklungen

Zum Zeitpunkt der Datenauswertung waren 4 618 Grund- und Rohwassermessstellen in der Grundwasserdatenbank Hessen mit Nitratmessungen vorhanden. Jedoch „nur“ bei 3 592 Messstellen waren mehr als 10 Einzelmessungen für den Parameter Nitrat vorhanden. Nur diese gingen in die weitere Auswertung ein.

In der nachfolgenden Tabelle werden die Häufigkeiten der Nitrat-Konzentrationen, die in die jeweiligen Klassen fallen, aufgeführt.

Tab. 9: Häufigkeitsverteilung der Nitrat-Konzentrationen in den hessischen Grund- und Rohwässern (Stand: 2016)

Nitrat-Konzentrationen in mg/l	Anzahl der Messstellen	Prozentualer Anteil der Messstellen
< 5	967	27
≥ 5 bis 10	829	23
≥ 10 bis 25	1 197	33
≥ 25 bis 37,5	393	11
≥ 37,5 bis 50	131	4
≥ 50	75	2

Ein gutes Viertel aller Grund- und Rohwässer weisen Nitrat-Konzentrationen < 5 mg/l auf. Ein weiteres knappes Viertel hat Nitrat-Konzentrationen zwischen 5 und 10 mg/l. Damit liegt genau die Hälfte aller Nitrat-Konzentrationen unter 10 mg/l. Mit Ausnahme der Grund- und Rohwässer, die reduzierende Verhältnisse aufweisen und gleichzeitig in landwirtschaftlich intensiv genutzten Regionen lokalisiert sind, können diese Grund- und Rohwässer als weitgehend anthropogen unbeeinflusst deklariert werden.

Ein weiteres Drittel der Grund- und Rohwässer kommt im Konzentrationsbereich zwischen 10 und

25 mg/l zum Liegen. Hier zeichnet sich bereits eine anthropogene Überprägung der Wässer ab. Weitere 15 % aller Grund- und Rohwässer zeigen Nitrat-Konzentrationen zwischen 25 und 50 mg/l. Diese sind, wie bereits bei der Beschreibung der räumlichen Verteilung erwähnt, überwiegend in landwirtschaftlich genutzten Bereichen anzutreffen. Zwei Prozent aller Grund- und Rohwässer haben Nitrat-Konzentrationen, die oberhalb des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung bzw. der Qualitätsnorm der Grundwasserverordnung (50 mg/l) liegen.

Neben dem Aufzeigen der derzeitigen landesweiten „Nitratsituation“ ist jedoch die zeitliche Entwicklung seit Inkrafttreten der WRRL von Interesse. Von einem steigenden Trend wird gesprochen, wenn die zeitliche Veränderung der Nitrat-Konzentrationen größer als Null ist. Bei fallenden Trends liegen die zeitlichen Veränderungen unter Null

Eine deutliche anthropogene Überprägung der Grundwasserbeschaffenheit ist bei der Überschreitung von 25 mg/l Nitrat gegeben. Auch in der Verwaltungspraxis hat sich die Klassifizierung von Wasserschutzgebieten auf Grund ihrer Nitrat-Konzentrationen in den Rohwässern bewährt. Mit der Einführung der Muster-Wasserschutzgebietsverordnung (1996) sind festzusetzende Wasserschutzgebiete in die Klasse C einzustufen, wenn die Nitrat-Konzentration des Rohwassers größer als 25 mg/l ist.

Aus diesen Gründen wurde bei der weiteren Auswertung der Nitratganglinien der Schwerpunkt auf diejenigen Grund- und Rohwässer gelegt, deren mittlere Nitrat-Konzentrationen mehr als 25 mg/l Nitrat betragen. Mit diesem Selektionsschritt verbunden ist eine Fokussierung auf Grund- und Rohwässer, die überwiegend durch die ackerbauliche Nutzung beeinflusst werden.

Betrachtet man die zeitlichen Veränderungen der Nitrat-Konzentrationen von Grund- und Rohwässern, deren mittlere Nitrat-Konzentrationen größer 25 mg/l sind und damit deutlich anthropogen überprägt sind, werden wiederum für die überwiegende Anzahl der Grund- und Rohwässer keine gerichteten Veränderungen ausgewiesen.

Einfluss der Landnutzung auf die räumliche Verteilung der Nitrat-Konzentrationen sowie deren zeitliche Veränderungen

Die Bestandsaufnahme der WRRL hat gezeigt, dass ein Teil der Grund- und Rohwässer erhöhte Nitrat-Konzentrationen aufweisen. Ein Teil des Stickstoffs, der zu hohen Nitrat-Konzentrationen führt, wird über die Luft eingetragen. Verursacher der Stickstoffdepositionen sind u. a. der Verkehr, die Industrie und die Landwirtschaft. Der Haupteintragspfad von Stickstoff in das Grundwasser resultiert jedoch aus der landwirtschaftlichen Flächennutzung, insbesondere aus der Anwendung von stickstoffhaltigen Düngemitteln.

Auch bei einer sachgerecht nach der DüV zu erstellenden Stickstoffbedarfsermittlung kann es zu Stickstoffbilanzüberschüssen kommen, wenn durch unvorhersehbare Witterungsbedingungen die Nährstoffe nicht entsprechend der Kalkulation aufgenommen werden können (v. a. Trockenperioden). Dadurch kann es nach der Ernte je nach Standortbedingungen und Höhe des Niederschlags zu einer Auswaschung des überschüssigen Nitrats bis in das Grundwasser kommen, wenn nicht durch ackerbauliche Maßnahmen (z. B. Zwischenfruchtanbau) gegengesteuert wird.

Wie aus der Abbildung 73 ersichtlich wird, treten höhere Nitrat-Konzentrationen (≥ 25 mg/l Nitrat) vor allem in durch den Ackerbau bzw. Weinbau geprägten Regionen auf. Vereinzelt gilt dies auch für Siedlungsbereiche. In Waldgebieten, aber auch in den Grünlandregionen der Mittelgebirgsregionen, sind deutlich niedrigere Nitrat-Konzentrationen anzutreffen. Meist liegen die Nitrat-Konzentrationen aus „Waldwässern“ unter 10 mg/l Nitrat.

Wenn in ackerbaulich geprägten Einzugsgebieten extrem niedrige Nitrat-Konzentrationen (< 5 mg/l Nitrat) auftreten, ist dies ein Hinweis auf die dort stattfindende Denitrifikation, die für den Nitratabbau sorgt. In diesen Grundwässern sind dann jedoch steigende Sulfat- bzw. Hydrogencarbonat-Konzentrationen anzutreffen, die ebenfalls die Grundwasserbeschaffenheit negativ beeinflussen.

Als Kartenhintergrund wurde in der Abbildung 74 die natürliche Standorteignung für landbauliche Nutzungen gewählt. Die landwirtschaftlich genutzte Feldflur in Hessen umfasst rund 40 % des Landesgebietes und erreicht damit den gleichen Flächenanteil wie der Wald.

Die Standortnutzungsseignung liefert Grunddaten für die Planung künftiger agrarischer Landnutzung. Vor allem aber ist sie unabhängig von der kurzfristig veränderbaren (aktuellen) Realnutzung, längerfristig gültig und erlaubt einen Vergleich der landwirtschaftlichen Nutzflächen untereinander in Hessen. Die natürliche Nutzungsseignung von Flächen für den Landbau wird in 3 Hauptgruppen als Ackereignung (gut, mittel und gering) und Grünlandeignung (gut, mittel und gering) ermittelt. Die Standortnutzungsseignung gibt daher Auskunft über die sich aus den natürlichen Bedingungen ergebenden optimalen landbaulichen Nutzungsmöglichkeiten. Gebiete, für die eine „gute“ ackerbauliche Nutzungsseignung ausgewiesen wird, werden auch sehr intensiv ackerbaulich genutzt (z. B. Südhessen, Bereich Groß-Umstadt, Wetterau, Rheingau und Kassler Graben).

In der Abbildung 74 werden ausschließlich Messstellen von Grund- und Rohwässern dargestellt, die Nitrat-Konzentrationen ≥ 25 mg/l aufweisen. Deutlich zu erkennen ist, dass sich mit wenigen Ausnahmen alle Messstellen in den Gebieten mit der Ackereignung „gut“ und Ackereignung „mittel“ befinden.

Gleichfalls wird deutlich, dass in den Gebieten mit guter Ackereignung oft steigende Nitrat-Konzentrationen zu beobachten sind.

Fallende Nitrat-Konzentrationen, meist unter 50 mg/l, sind lokal in Mittel- und Nordhessen anzutreffen. Besonderheit hierbei ist eine Bündelung von fallenden Nitrat-Konzentrationen im Bereich der Mittelgebirge. Vor allem der Odenwald fällt durch zurückgehende Nitrat-Konzentrationen auf. Die Mittelgebirgsregionen zeichnen sich häufig durch eine überwiegende Flächennutzung durch Wald- und Grünland aus. Die landwirtschaftliche Nutzung ist weniger intensiv als in den Gebieten der reinen Ackerbaustandorte. Gleichfalls haben die Mittelgebirgsregionen in den letzten Jahrzehnten einen

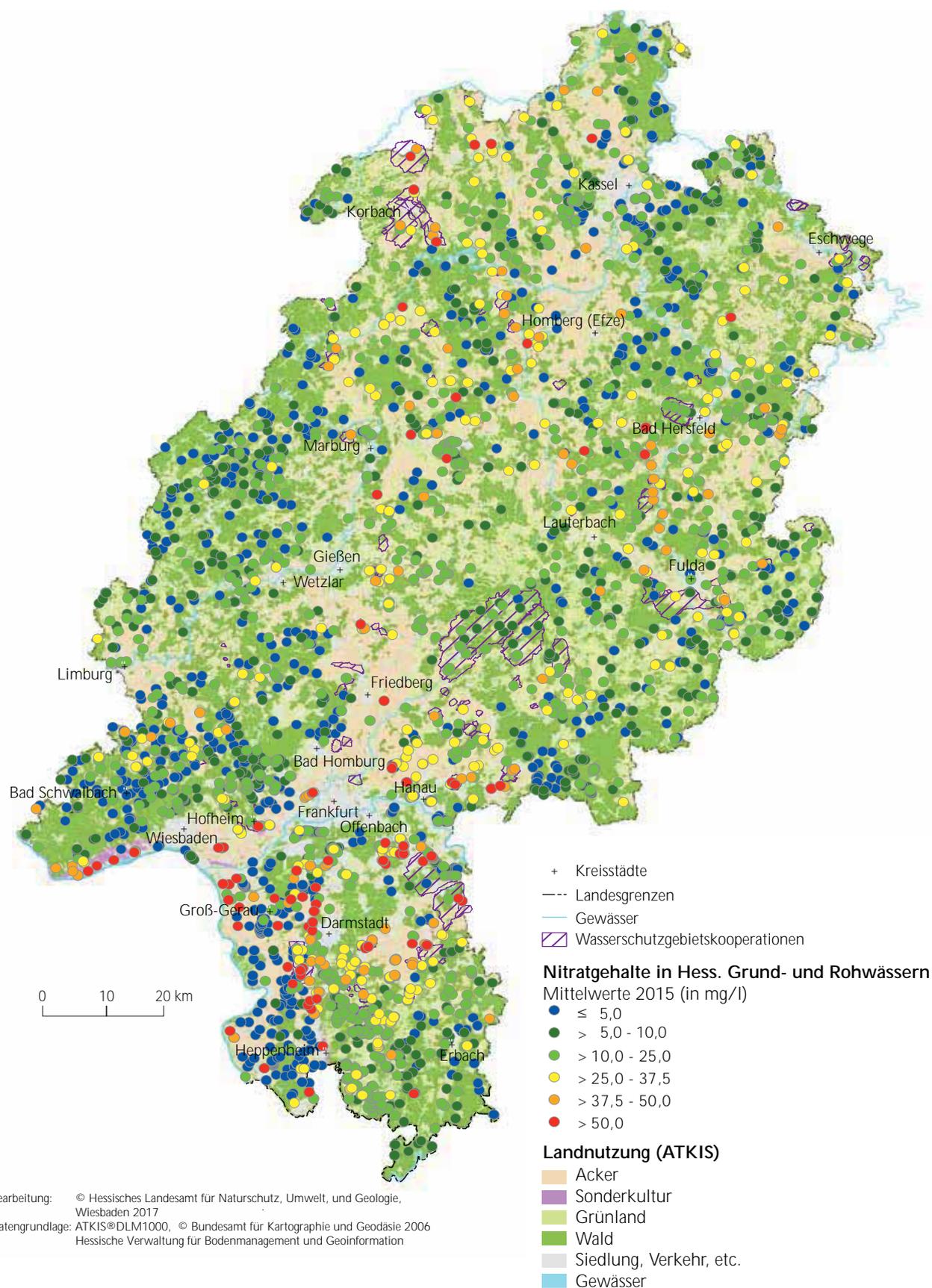


Abb. 73: Nitrat-Konzentrationen der Grundwässer in Hessen.

Strukturwandel erfahren, der besonders die Landwirtschaft betrifft. In diesen Regionen hat sich die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe in den letzten Jahrzehnten deutlich reduziert. Damit verbunden ist auch eine Extensivierung der Landbewirtschaftung, die wiederum einen positiven Einfluss auf die Entwicklung der Nitrat-Konzentrationen ausübt.

Die aktuelle Entwicklung der hessischen Landwirtschaft wurde in der Pressemitteilung des Hessischen statistischen Landesamtes „Wie steht es um die hessische Landwirtschaft? – Erste Ergebnisse der Agrarstrukturerhebung 2016 (13.12.2016)“ herausgegeben. Diese Informationen sind abrufbar unter: <https://statistik.hessen.de/pressemitteilungen/wie-steht-es-um-die-hessische-landwirtschaft-%E2%80%94-erste-ergebnisse-der> auf der Internetseite des Statistischen Landesamtes.

Im Jahr 1999 waren 29 700 landwirtschaftliche Betriebe in Hessen zu verzeichnen. Im Jahr 2016 gab es dagegen nur noch 16 300 Betriebe, wobei die Betriebsgröße eine ständige Zunahme erfahren hat. Insgesamt ging jedoch die Ackerfläche in den letzten Jahren leicht zurück. Diese Veränderungen betreffen die strukturschwächeren Mittelgebirgsregionen in besonderem Maße und haben zwangsläufig Auswirkungen auf die Umweltkompartimente.

Zu erkennen ist auch ein Rückgang der Nitrat-Konzentrationen im Bereich des hessischen Weinbaus. Gleiches gilt für den Bereich der Untermainebene im Raum Mörfelden-Walldorf. Die Reduktion der Nitrat-Konzentrationen geht auf das Wirken der dortigen Kooperationen zurück. Allerdings liegen die Nitrat-Konzentrationen dort oft noch oberhalb des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung von 50 mg/l Nitrat.

Allerdings weisen nicht alle bestehenden Wasserschutzgebietskooperationen diese positiven Entwicklungen auf. In einigen Kooperationen werden trotz langjähriger Beratung der Landwirte immer noch steigende bzw. stagnierende Nitrat-Konzentrationen in den Grundwässern angetroffen. Dies ist vor allem in Gebieten mit intensiver Ackernutzung der Fall. Hier werden in der Regel auch hohe Rest-N_{min}-Gehalte in den Böden angetroffen. Mit der N_{min}-Methode wird der pflanzenverfügbare mineralisierte Stickstoff im Boden ermittelt. Mit der

N_{min}-Methode erfolgt üblicherweise im Frühjahr die Ermittlung einer bedarfsgerechten Stickstoffdüngermenge. Der N_{min} (mineralisierter Stickstoff) liegt in den Böden überwiegend als gelöstes Nitrat vor. Da Nitrat nicht im Boden fixiert wird, besteht ein hohes Verlagerungsrisiko hin zum Grundwasser. Der Rest-N_{min}-Gehalt ist also ein Maß für die Nitratmenge, die zum Jahresende in den Böden als „Rest“ vorliegt und hochgradig auswaschungsgefährdet ist. Fallende Nitrat-Konzentrationen in den Grundwässern sind daher erst nach einem markanten und nachhaltigen Rückgang der Herbst-N_{min}-Gehalte zu erwarten.

Fazit

Die Mehrheit der hessischen Grund- und Rohwässer weist keine gerichtete Veränderung der Nitrat-Konzentrationen auf. Von den anthropogen überprägten Grund- und Rohwässern, die Nitrat-Konzentrationen größer 25 mg/l aufweisen, sind ebenfalls drei Viertel aller Grund- und Rohwässer ohne eine gerichtete zeitliche Veränderung der Nitrat-Konzentrationen. Beim verbleibenden Viertel der Grund- und Rohwässer ist der Anteil mit fallenden Nitrat-Konzentrationen größer als der mit steigenden.

Hinsichtlich der räumlichen Verteilung ist ein deutlicher Zusammenhang zur ackerbaulichen Nutzungseignung zu erkennen. In Gebieten mit intensiver Ackernutzung sind oft steigende Nitrat-Konzentrationen anzutreffen. Diese intensiv genutzten Regionen kristallisieren sich immer stärker als „Belastungsgebiete“ heraus. Im Hinblick auf die Zielerreichung nach den Vorgaben der WRRL („guter chemischer Zustand“) ist zu empfehlen, sich auf diese Gebiete zu konzentrieren und entsprechende Maßnahmen im Sinne einer gewässerschutzorientierten Landbewirtschaftung umzusetzen. Die neue DüV kann hierzu einen Beitrag leisten.

Daneben können sich Struktureffekte, wie die Abnahme von landwirtschaftlichen Betrieben in Mittelgebirgsregionen mit der damit verbundenen Extensivierung der Flächennutzung, positiv auf die Entwicklung der Nitrat-Konzentrationen auswirken. In einigen Regionen lassen sich die Nitratrückgänge auf die Tätigkeit der landwirtschaftlichen Beratung zurückführen. Dies ist allerdings nicht in allen Kooperationsprojekten der Fall.

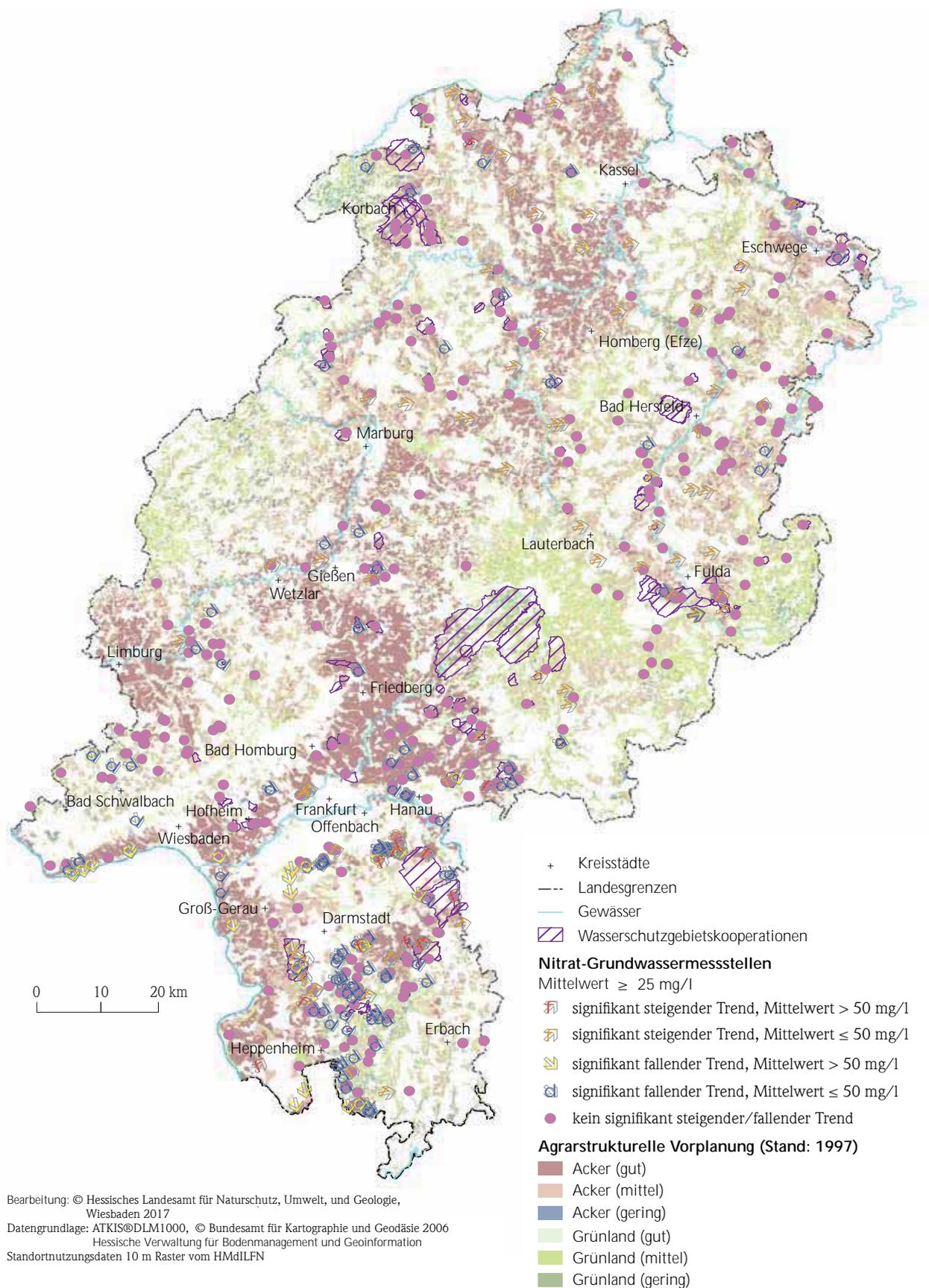


Abb. 74: Zeitliche Entwicklung der Nitrat-Konzentrationen in den Grund- und Rohwässern von Hessen (2000 bis dato).

5 Zusammenfassung

2016 betrug die mittlere Temperatur in Hessen 9,4 °C und lag damit 0,9 Grad über dem langjährigen Mittelwert. Im Jahresdurchschnitt fielen mit 682 Liter pro Quadratmeter, damit wurde das langjährige Jahressoll zu 88 % erreicht. Gekennzeichnet war 2016 durch Sturzflut- und Starkregenphasen im Mai und Juni und in der zweiten Jahreshälfte durch eine lange Trockenphase mit sechs aufeinander folgenden Monaten mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen. Insgesamt gesehen war es 2016 zu warm und zu trocken.

2016 gab es lediglich drei Monate mit mehr Oberflächenabfluss als im langjährigen Mittel. Im Februar wurden gelegentlich Hochwassermeldestufen 1 und 2 überschritten Starkregen im Mai und Juni führten kurzzeitig ebenfalls zu starken Anstiegen der Wasserstände mit Meldestufenüberschreitungen. Ab Juli begann eine Niedrigwassersituation, die bis ins folgende Jahr andauerte.

Trotz der hohen Lufttemperaturen und der im Juli beginnenden niedrigen Wasserstände zeigen die physikalisch-chemischen Parameter keine langanhaltende außergewöhnlich hohe oder niedrige Werte. Die Temperatur-, Sauerstoff- und Nährstoffverhältnisse stellen sich sogar insgesamt etwas günstiger als im Vorjahr dar.

Zur Ermittlung des ökologischen Zustands der Fließgewässer wurden im Jahr 2016 Untersuchungen zum Fischbestand der Lahn, zum Makrozoobenthos, u. a. an der Nidda, zu den Diatomeen und erstmals auch zum Phytobenthos ohne Diatomeen (PoD) seitens des HLNUG beauftragt. Bei gut 90 % der hinsichtlich des Fischbestandes untersuchten Gewässerabschnitte wird der gute ökologische Zustand noch nicht erreicht. Das Makrozoobenthos zeigt an der Nidda an fast allen Untersuchungsbereichen Handlungsbedarf an. Bei den Diatomeen verfehlen über 80 % und bei Phytobenthos ohne Diatomeen gut 75 % der Gewässerabschnitte den guten ökologischen Zustand.

Die Erstkartierung der Fließgewässerstruktur aller hessischen Gewässer (ca. 24 000 km) wurde bereits Ende der 1990er Jahre durchgeführt, die Neukartierung der wrriI-relevanten Gewässer (ca. 8 000 km) erfolgte im Zeitraum Herbst 2012 bis Frühjahr 2013.

Um strukturelle Veränderungen der Gewässer im Vergleich zur Erstkartierung bzw. zur Neukartierung zu erfassen, werden dem HLNUG einmal jährlich die neuen Änderungstrecken von den Wasserbehörden mitgeteilt und sollen dann innerhalb von zwei bis drei Jahren nachkartiert werden. Die Ergebnisse der bisherigen Nachkartierungen sollen im Laufe des Jahres 2017 im WRRL-Viewer aktualisiert werden.

Im Jahr 2016 konnte den untersuchten Seen und seenähnlichen Altwässern insgesamt eine gute Trophie attestiert werden. Kein einziges der untersuchten Gewässer hatte 2016 einen polytrophen oder gar hypertrophen Zustand. Im gesamten Untersuchungszeitraum ab 2014 waren noch 12 von 98 (=12 %) polytroph, 42 (43 %) eutroph und 44 (45 %) oligo-/mesotroph. Somit besitzt fast die Hälfte aller untersuchten Seen und seenähnliche Altwässer in Hessen einen sehr guten oder guten trophischen Zustand.

Infolge des deutlichen Niederschlagsdefizits in der zweiten Jahreshälfte, insbesondere in den Monaten Oktober bis Dezember, fiel die Grundwasserneubildung niedriger als im langjährigen Mittel aus. Das Flächenmittel der Grundwasserneubildung betrug für das Jahr 2016 für Hessen 83 mm und lag damit rd. 18 % unter dem langjährigen Mittelwert der Referenzperiode 1971 – 2000.

Zu Beginn des Jahres 2016 lagen die Grundwasserstände auf unterdurchschnittlichen bis mittleren Höhen und die Quellschüttungen waren jahreszeitlich normal. Infolge der ab Juli einsetzenden Trockenheit nahmen die Quellschüttungen deutlich ab und die Grundwasserstände sanken bis Ende des Jahres vielerorts auf ein unterdurchschnittliches Niveau ab. An einigen Messstellen Nord- und Mittel Hessens wurden extrem niedrige Dezemberwerte verzeichnet. In Südhessen stellte sich die Situation dagegen entspannter dar. So wurden im Hessischen Ried Ende des Jahres fast überall mittlere Grundwasserstände beobachtet.

Die Nitratkonzentrationen der Grundwässer stagnieren auf dem erreichten Niveau.