



Hydrologie in Hessen, Heft 11

Gewässerkundlicher Jahresbericht 2013



Hydrologie in Hessen, Heft 11

Gewässerkundlicher Jahresbericht 2013

Wiesbaden, 2014

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Impressum

Hydrologie in Hessen, Heft 11

ISSN 1438-7859
ISBN 978-3-89026-711-1

Gewässerkundlicher Jahresbericht 2013

Redaktion: CORNELIA LÖNS-HANNA

Layout: MELANIE GÖRGEN

Titelbild: Flächenhafte Verteilung des Niederschlags 2013 / Rhein bei Biebrich

Herausgeber, © und Vertrieb:

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Postfach 3209, 65022 Wiesbaden

Telefon: 0611 6939-111

Telefax: 0611 6939-113

E-Mail: vertrieb@hlug.hessen.de

www.hlug.de

Inhalt

Vorwort	4
Witterung	
CORNELIA LÖNS-HANNA Lufttemperatur	6
Sonnenschein	7
Niederschlag	7
Oberflächengewässer	
CORNELIA LÖNS-HANNA Wasserstand und Durchfluss	14
CORNELIA LÖNS-HANNA Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken	18
DR. CHRISTINA KLEIN Wasserqualität der Fließgewässer	21
DIRK BASTIAN, DR. GERHARD BRAHMER, MATTHIAS KREMER, CORNELIA LÖNS-HANNA Hochwasser Mai - Juni 2013	30
Grundwasser	
MARIO HERGESELL Grundwasserneubildung	43
WOLF-PETER VON PAPE Grundwasserstände und Quellschüttungen	45
JEANNETTE STÜBER-RENSCHIN Anorganische Spurenstoffe in hessischen Grundwässern am Beispiel von Metallen	50
Zusammenfassung	55

Vorwort

*Das Wasser ist ein freundliches Element
für den,
der damit bekannt ist
und es zu behandeln weiß.*

(Johann Wolfgang von Goethe aus „Die Wahlverwandschaften“, 1809)



Abb. 1: Karlsau (Kassel).



Wasser ist wie oben zitiert nicht nur ein „freundliches“ Element, sondern von existenzieller Bedeutung für das Leben von Menschen, Tieren und Pflanzen. Ohne Wasser in ausreichender Menge und von guter Qualität wäre Leben auf der Erde nicht denkbar.

Wasser kann aber auch zur Bedrohung werden, wenn es nach übermäßigen Regenfällen als Hochwasser auftritt. Wie bedrohlich, wurde auch im Jahr 2013 im Mai/Juni deutlich, als an vielen Flüssen und Strömen in Mitteleuropa extremes Hochwasser auftrat.

Um gegen die durch Hochwasser möglichen Gefahren gewappnet zu sein, aber auch um in regenärmeren Zeiten immer ausreichend Wasser als Trink- und Beregnungswasser für die Tier- und Pflanzenwelt im und am Gewässer zur Verfügung zu haben, sind fundierte Kenntnisse über die Wassermengen und die Wasserbeschaffenheit im Oberflächen- und im Grundwasser erforderlich. Hierzu werden umfangreiche Messungen durchgeführt.

Die Durchführung und Auswertung gewässerkundlicher Messungen in Hessen ist eine zentrale Aufgabe des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie. Zur laufenden Überwachung des Gewässerzustandes verfügt das Land über eine Vielzahl gewässerkundlicher Messstellen (Abbildung 2) an denen vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie 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. Die Ergebnisse des Jahres 2013 werden in diesem Bericht präsentiert, wobei besonders auf die Auswirkungen der starken Regenfälle im Mai/Juni auf Grund- und Oberflächenwasser eingegangen wird.

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



Abb. 2: Gewässerkundliche Messstellen.

Witterung

CORNELIA LÖNS-HANNA

Lufttemperatur

Im Jahr 2013 lag die mittlere Lufttemperatur in Hessen bei 8,7 °C. Damit war das Temperaturmittel um 0,2 Grad höher als das langjährige Mittel von 1971 bis 2000, dessen Wert 8,5 °C beträgt, und damit ist 2013 als geringfügig zu warm einzuordnen. Vergleicht man den Wert 2013 jedoch mit dem langjährigen Jahresmittel der Reihe 1981 bis 2010, die jetzt häufig als Referenzreihe genutzt wird, liegt der Wert des Jahres 2013 um 0,1 Grad unter dem Mittel von 8,8 °C. Die Jahrestemperatur wäre bei dieser Betrachtung als annähernd normal einzuschätzen.

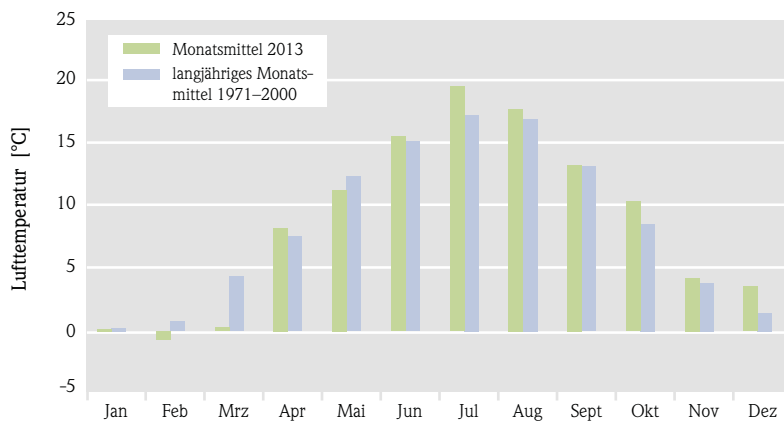


Abb. 3: Mittlere monatliche Lufttemperatur in Hessen. (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst)



Abb. 4: Kassel Karlsau February 2013.

Im Folgenden wird wie in den Vorjahresberichten die Reihe 1971 bis 2000 als Referenzreihe herangezogen. Bei Betrachtung der einzelnen Monate (Abbildung 3 und 5) wird deutlich, dass der Temperaturverlauf im Jahr 2013 nicht dem durchschnittlichen Muster entsprach.

Das Jahr 2013 begann mit einer langen Kälteperiode mit gleich drei unterdurchschnittlich kalten Monaten. Der Januar war zu Beginn noch mild. Ab Mitte Januar folgte dann eine lang andauernde winterliche Periode. Insgesamt lag die Durchschnittstemperatur mit 0,2 °C im Bereich des langjährigen monatlichen Mittels (0,3 °C). Mit -0,7 °C im Vergleich zum Mittelwert von 0,8 °C war der Februar zu kalt (Abbildung 4). Der darauf folgende März wurde durch eine ungewöhnliche extreme Kältewelle beherrscht. Mit einem Mittelwert von 0,3 °C war der Monat um 4,1 Grad kälter als im langjährigen Vergleich und gehört nach Einschätzung des DWD bundesweit zu den sechs kältesten Märzmonaten seit Messbeginn 1881. Auf den mit 8,3 °C etwas zu warmen April folgte ein zu kalter Mai, dessen Mitteltemperatur mit 11,3 °C um 1,1 Grad unter der Durchschnittstemperatur lag.

Mit einem geringfügig zu warmen Juni (15,6 °C) begann der Sommer. Im Juli herrschten dann hochsommerliche Temperaturen. Mit einem mittleren Wert von 19,6 °C wurde der langjährige Mittelwert um 2,3 Grad überschritten. Laut DWD gab es seit 1881 in Deutschland nur fünfmal wärmere Julimonate, die alle in den letzten Jahren wie 2006 mit 22,0 °C, dann 1994, 1983, 2010 und 1995 auftraten. Zuvor sei in mehr als hundert Jahren kein einziger Juli so warm gewesen, so der DWD. Auch im August setzte sich die sommerliche Witterung mit 17,8 °C (Vergleichswert: 17,0 °C) weiter fort.

Im September lagen die Temperaturen (13,3 °C) weitgehend im Durchschnittsbereich (13,2 °C).

Das Jahr endete mit drei überdurchschnittlich warmen Monaten. Im Oktober überstieg die mittlere Temperatur mit 10,4 °C den Durchschnittswert um 1,8 Grad, der November war mit 4,3 °C nur geringfügig zu warm (Mittelwert: 3,9 °C). Viel zu warm war es dann im Dezember, die Temperatur lag mit 3,6 °C um 2,1 Grad über dem Durchschnittswert (1,5 °C).

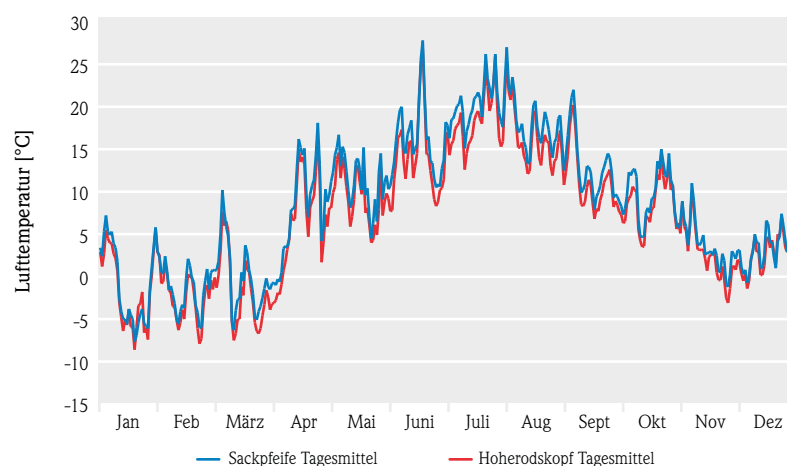


Abb. 5: Verlauf der Jahrestemperatur an zwei hessischen Messstellen.

Sonnenschein

Die Sonnenscheindauer in Hessen betrug 1408 Stunden, das waren ca. 70 Stunden weniger als im Mittel (1 477 Stunden, Reihe 1971 - 2000).

Zu Jahresbeginn schien im Januar und Februar die Sonne weniger als halb so viel wie im langjährigen Durchschnitt. Laut DWD war der Winter der sonnenscheinärmste seit Beginn der Aufzeichnungen im Jahr 1951. Im März lag die Zahl der Sonnenstunden trotz der extremen Kälte mit 116 Stunden um 9 Stunden über dem Durchschnittswert. Im April wurde es wieder trübe, die Sonne schien mit 134 Stunden 25 Stunden zu wenig. Gar nicht sonnig war der Wonnemonat Mai, mit 114 Sonnenstunden wurden nur 57 % des Soll erreicht (Abbildung 6).

In den Monaten Juni, Juli und August schien die Sonne überdurchschnittlich viel. Während im Juni und August die Durchschnittswerte nur wenig überschritten wurden, wurden im Juli mit 290 Sonnenstunden 82 mehr als im langjährigen Mittel registriert.

Geringfügig unter den Referenzwerten lagen die Sonnenstunden im Oktober und November. Das Jahr 2013 endete mit einem vergleichsweise sonnigen Dezember, in dem die Sonne mit 50 Stunden 20 Stunden mehr als im Durchschnitt am Himmel zu sehen war.

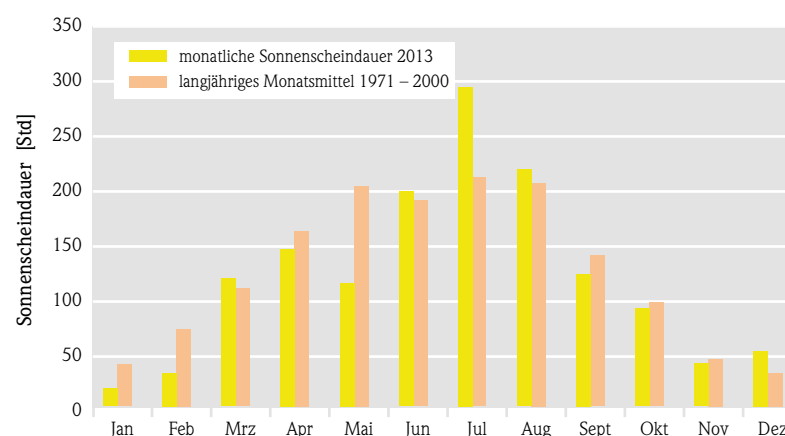


Abb. 6: Monatliche Sonnenscheindauer in Hessen.
(Datenquelle: Deutscher Wetterdienst)

Niederschlag

Seit vielen Jahrzehnten wird der Niederschlag in Hessen systematisch erfasst. Dafür werden 68 Messstellen im Rahmen des landeseigenen, hydrologisch ausgerichteten Messnetzes betrieben (siehe Abbildungen 7 und 8). An den meisten Messstellen stehen sowohl ein Pluvio 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 sind 56 Messstellen mit DFÜ ausgerüstet. Daneben gibt es noch Messstellen, an denen nur einmal täglich mit einem Hellmann-Messgerät gemessen wird.



Abb. 7: Landeseigene Niederschlagsmessstellen.

Die Niederschlagsdaten finden beispielsweise bei wasserwirtschaftlichen Planungen (Kanalnetzberechnungen, Kläranlagenkonzeptionen usw.), bei Maßnahmen zum Hochwasserschutz und zur Hochwasservorhersage Eingang. Für die Landwirtschaft, die Freizeitplanung u.v.m. sind Erkenntnisse über Menge und Verteilung des Regens von großer Bedeutung.

Die aktuellen Messwerte sind im Internet auf der HLUG-Website <http://www.hlug.de/popups/wasser-aktuelle-messdaten.html> zu finden.

Zusätzlich zu den Landesmessstellen werden in Hessen 75 Niederschlagsmessstellen vom DWD betrieben, deren Messergebnisse im Rahmen des Datenaustausches dem HLUG zur Verfügung stehen und unter anderem in Hochwasservorhersagemodelle eingehen.

Im Jahr 2013 fielen 767 Liter pro Quadratmeter [l/m^2] Niederschlag, wobei ein Liter pro Quadratmeter einer gemessenen Niederschlagshöhe von einem Millimeter [mm] entspricht. Somit fiel 2013 ca. 1 % weniger als im jährlichen Mittel der Jahre 1971 bis 2000 ($777 l/m^2$). Damit ist das Jahr insgesamt gesehen als normal einzuordnen. (Abbildung 9). Verglichen mit dem Mittelwert der Jahresreihe 1981 bis 2010 von $807 l/m^2$ wäre 2013 etwas zu trocken gewesen.

Bei Betrachtung der einzelnen Monate zeigt sich, dass die Niederschlagsverhältnisse 2013 nicht dem durchschnittlichen Verlauf folgten. Die ersten Monate Januar, Februar und März waren trockener als

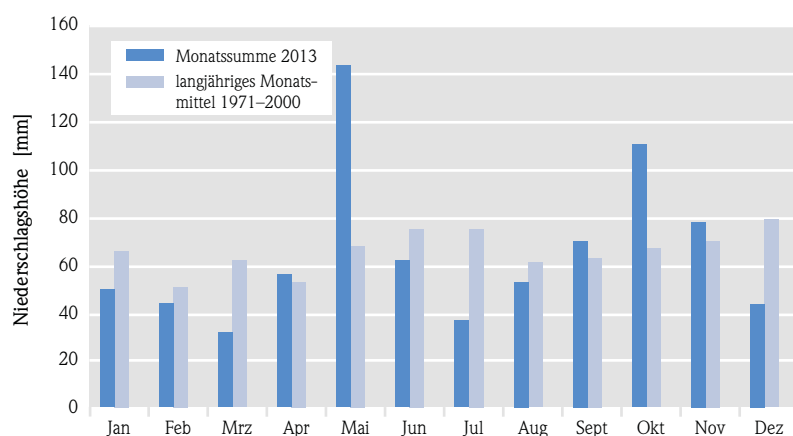


Abb. 9: Monatliche Niederschlagsmenge (Monatssumme) in Hessen. (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst)



Abb. 8: Niederschlagsmessstelle Grebenhain-Ilbeshausen-Hochwaldhausen.

im Durchschnitt, im März fiel mit $31 l/m^2$ nur ca. halb so viel Regen, wie normalerweise fallen müsste ($61 l/m^2$). Der April hingegen war mit einer Menge von $55 l/m^2$ gegenüber dem Mittelwert von $52 l/m^2$ etwas zu nass.

Im Mai wurde die Wetterlage durch lang anhaltende Tiefdruckzentren dominiert. Diese brachten ergiebige Niederschläge. Die mittlere Regenmenge in Hessen betrug $142 l/m^2$ und lag damit 112 % über dem Mittelwert. Laut DWD ist der Mai 2013

als der zweitnasseste Mai seit Beginn der Wetteraufzeichnungen im Jahr 1882 einzustufen. Auch Anfang Juni wurden vor allem in Süd- und Osthessen ergiebige Niederschläge registriert. Diese Regenfälle führten besonders in Ost- und Südhessen wie auch in vielen anderen Regionen Deutschlands zu Hochwasser. Gegen Ende des Monats fiel weniger Regen, sodass der Juni mit einem monatlichen Wert von $61 l/m^2$ (Mittel: $74 l/m^2$) insgesamt als trockener Monat einzuordnen ist. Näheres zum Witterungsverlauf im Mai und Juni kann dem Kapitel „Hochwasser Mai-Juni 2013“ entnommen werden.

Der Juli war erheblich zu trocken. Mit 36 l/m^2 wurde der Durchschnittswert nur zu 49 % erreicht. In den Monaten August und September wurde Niederschlagsmengen im annähernd durchschnittlichen Bereich festgestellt. Nach einem viel zu nassen Oktober, der mit 109 l/m^2 den langjährigen Mittelwert von 66 l/m^2 um 65 % überschritt, und einem etwas zu nassen November mit 77 l/m^2 (Mittel: 69 l/m^2) endete das Jahr mit einem viel zu trockenen Dezember. Hier fielen mit 431 l/m^2 nur 55 % der durchschnittlichen Menge.

Abhängig von der Geografie in Hessen variiert die regionale Verteilung der Niederschläge (Abbildung 10). Größere Niederschlagsmengen zwischen 900 mm und 1500 mm im Jahr wurden vor allem im Vogelsberggebiet und im Odenwald verzeichnet.

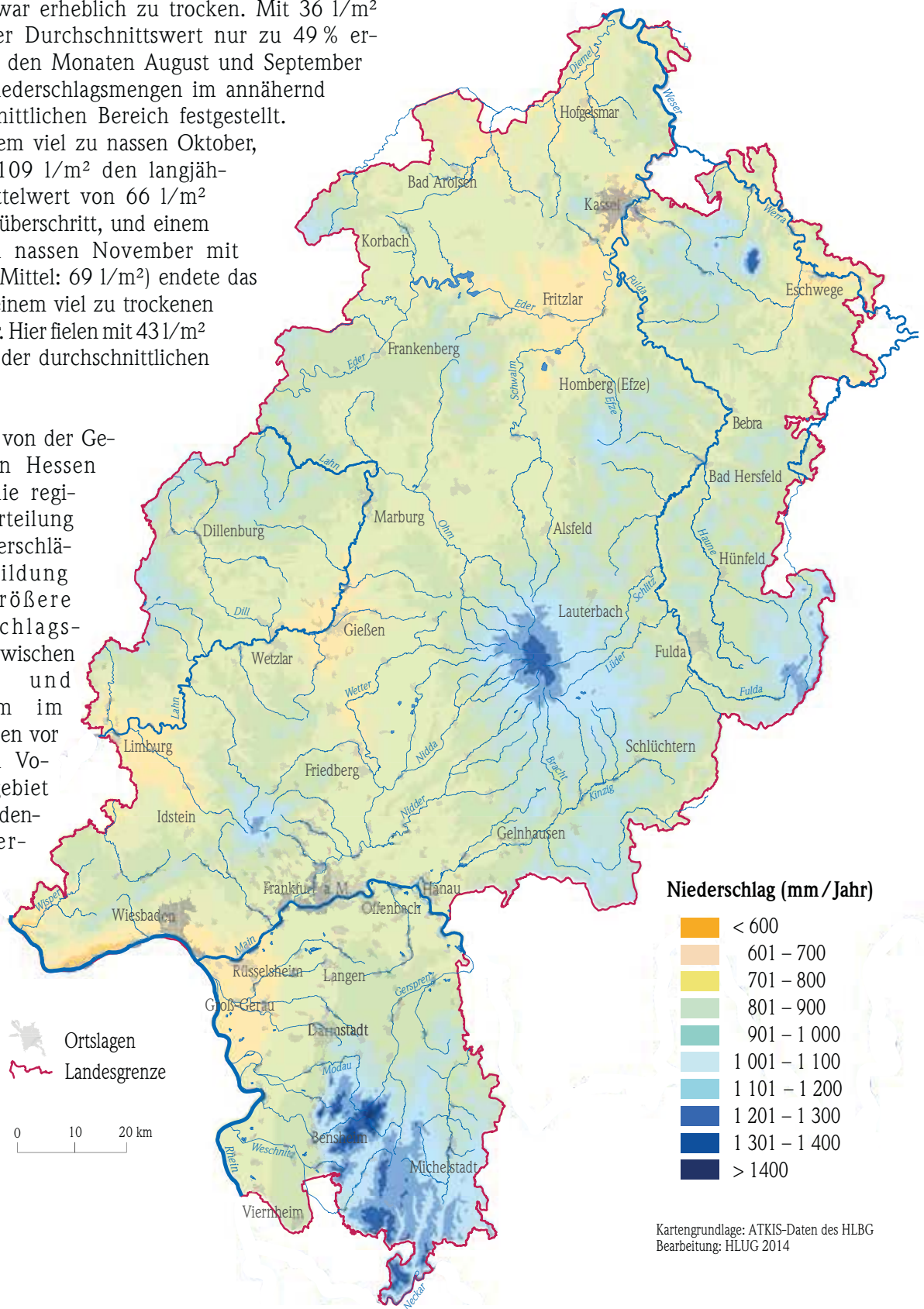


Abb. 10: Flächenhafte Verteilung der korrigierten Jahresniederschläge 2013 (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst).

Tabelle 1 und die Abbildungen 11 und 12 weisen Niederschlagsdaten ausgewählter Messstellen aus.

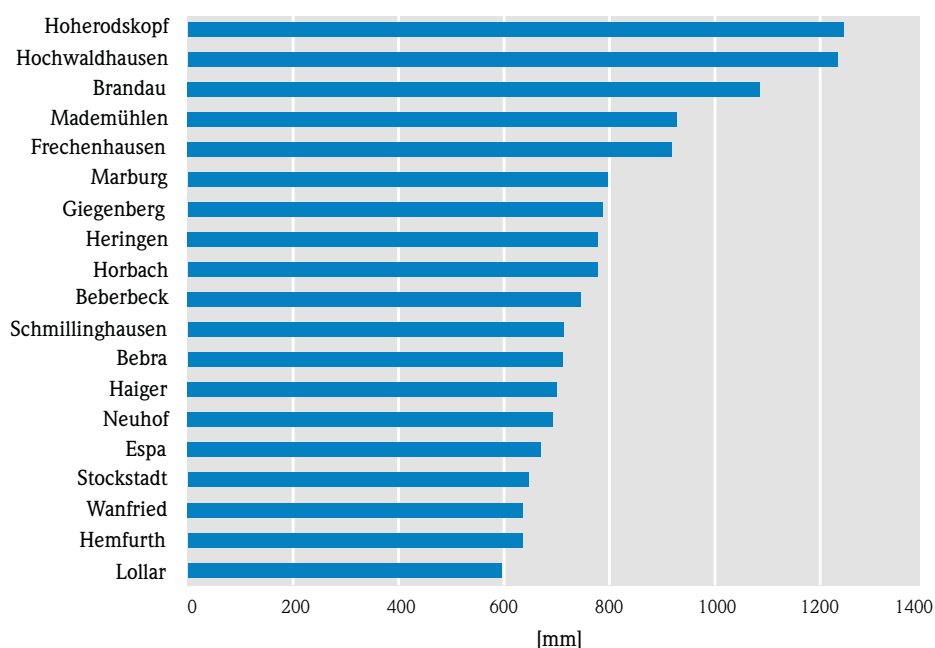


Abb. 11: Jahresniederschlag an ausgewählten Messstellen.

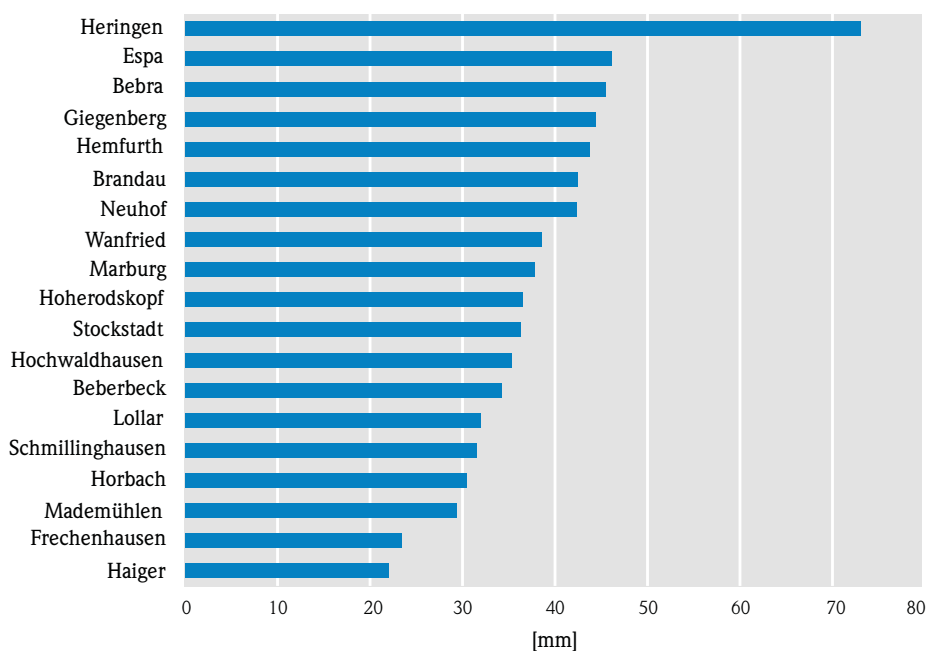


Abb. 12: Maximaler Tagesniederschlag an ausgewählten Messstellen.

Auch in der Rhön, im Taunus und in Nordhessen am Hohen Meißner fielen gebietsweise mehr als 1000 mm Regen im Jahr. Dagegen wurden im Westen, im Rothargebirge und im Westerwald, maximal 1000 mm ermittelt.

In den niedrigeren Gebieten Rheingau, Maingebiet und in weiten Teilen Mittelhessens sowie in Teilen der Flusstäler von Fulda und Werra lag der Jahresniederschlag bei Werten zwischen 600 und 900 mm.

Tab. 1: Niederschlagswerte ausgewählter Messstellen.

Messstelle	Maximaler Tagesniederschlag		Jahresniederschlag	Geländehöhe
	[mm]	Datum		
Beberbeck	34	26.5.	746	242
Bebra	46	17.5.	711	192
Brandau	42	26.5.	1085	313
Espa	46	5.10.	670	405
Frechenhausen	23	4.10.	918	435
Giegenberg	44	26.5.	787	630
Haiger	21	18.8.	700	255
Hemfurth	44	20.6.	635	210
Heringen	73	17.5.	778	228
Hochwaldhausen	35	29.1.	1232	475
Hoherodskopf	37	20.6.	1244	763
Horbach	30	11.4.	777	198
Lollar	32	5.10.	595	161
Mademühlen	29	7.11.	928	548
Marburg	38	5.10.	796	325
Neuhof	42	5.10.	693	452
Schmillinghausen	32	28.7.	713	248
Stockstadt	36	26.5.	646	89
Wanfried	39	5.10.	636	167

geringer Jahresniederschlag) in Mittelhessen und Brandau im Odenwald. Die Diagramme zeigen, dass das Niederschlagsgeschehen örtlich recht verschieden ist.

In Heringen sorgten im Jahr 2013 einzelne Ereignisse für hohe Tagesniederschlagsmengen, so fielen am 17. Mai 73 mm. Fast die Hälfte des Jahres wurde kein Niederschlag verzeichnet, an 49 % der Tage lagen die Regenmengen unter 10 mm. Die Jahresniederschlags-summe lag im mittleren Bereich.

An der Messstelle Hoherodskopf im Vogelsberg wurde mit 1244 mm die höchste Jahresniederschlagsmenge einer hessischen Niederschlagsmessstelle registriert. An dieser Messstelle, die auf 763 m liegt, wurden bereits in der Vergangenheit hohe Jahresniederschläge verzeichnet, die auch in niederschlagsarmen Jahren immer mehr als 1000 mm betragen. An 11 % des Jahres fielen mehr als 10 mm, an fast einem Drittel des Jahres wurden Werte von mehr als 1 mm gemessen. Größere Regenmengen über 20 mm fielen an elf Tagen (3 %) und an vier Tagen wurden jeweils mehr als 30 mm registriert.

Mit 595 mm Jahresniederschlag fiel im Bereich der Messstellen Lollar weniger als halb so viel Regen wie an der Messstelle Hoherodskopf. In der Hälfte des

In den Abbildungen 13 bis 16 wird das Niederschlagsgeschehen an einzelnen hessischen Niederschlagsmessstellen anhand der Tagessummen betrachtet. Ausgewählt wurden Hoherodskopf (höchster Jahresniederschlag) im Vogelsberggebiet, Heringen (höchster Tagesniederschlag) im Nordwesten, Lollar (relativ

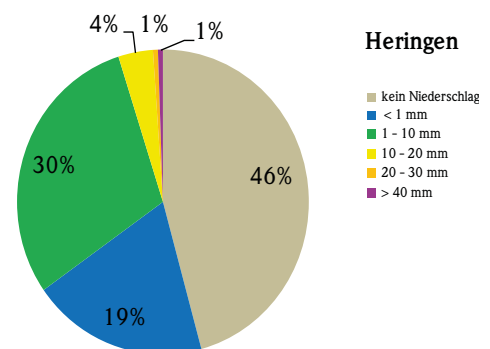
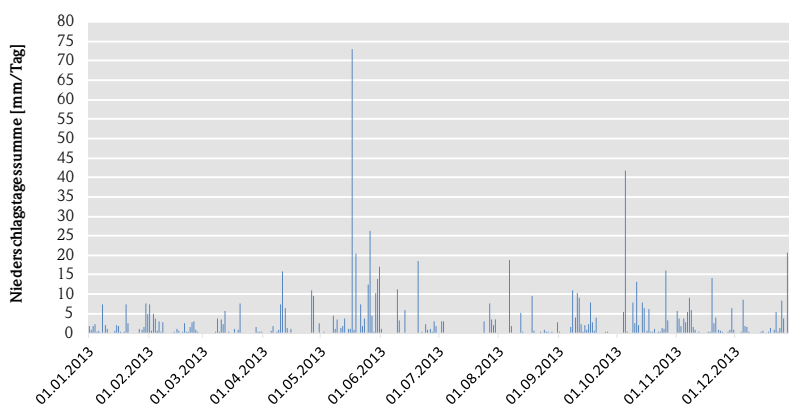


Abb. 13: Tagesniederschläge Heringen.

Jahres regnete es nicht. Nur an 3 % der Tage wurden mehr als 10 mm gemessen, über 20mm regnete es an nur einem Tag, am 5. Oktober wurden hier 32 mm verzeichnet.

Näheres zur Witterung in den einzelnen Monaten kann den Wasserwirtschaftlichen Monatsberichten entnommen werden: <http://www.hlug.de/start/wasser/messwerteberichte/monatsberichte.html>.

An der Niederschlagsmessstelle Brandau wurden an 57 % der Tage Niederschläge registriert. An 32 Tagen fielen mehr als 10 mm am Tag, davon an jeweils vier Tagen zwischen 20 und 30 bzw. 30 und 40 mm.

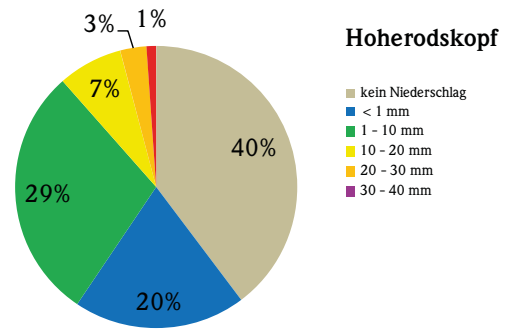
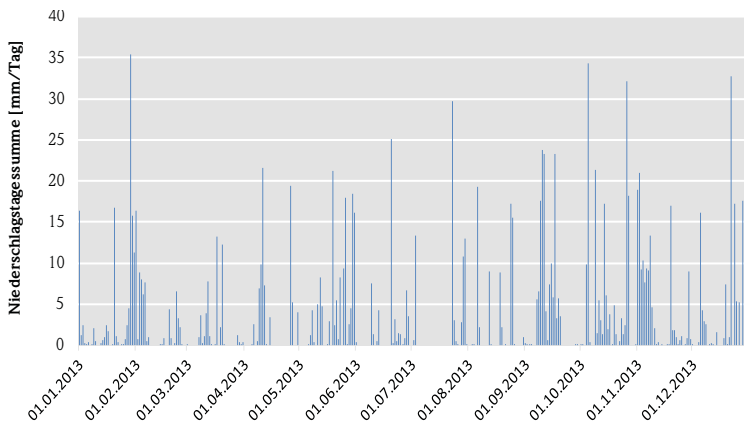


Abb. 14: Tagesniederschläge Hoherodskopf.

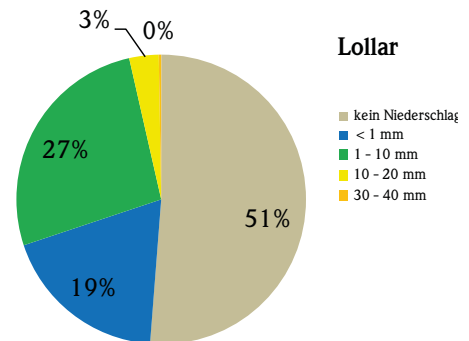
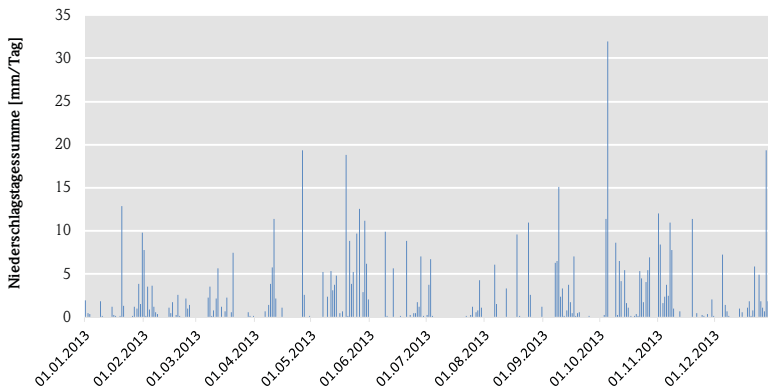


Abb. 15: Tagesniederschläge Lollar.

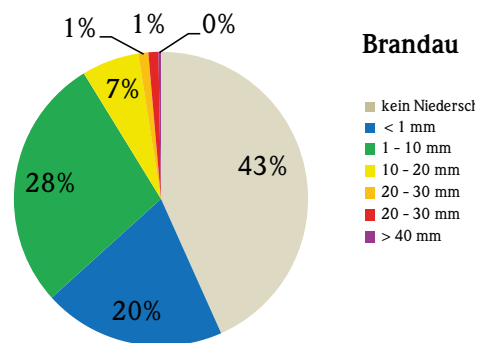
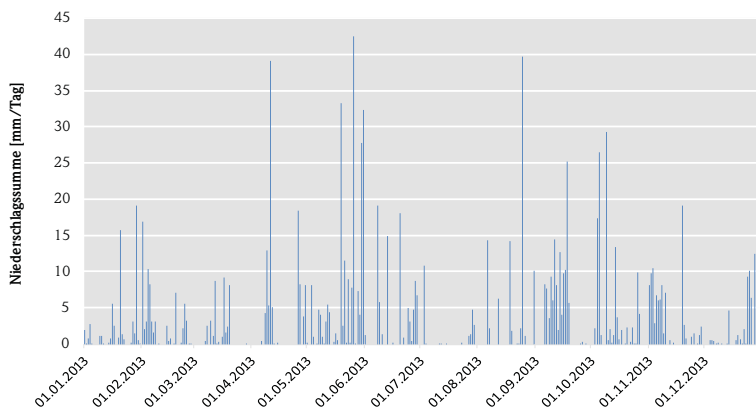


Abb. 16: Tagesniederschläge Brandau.

Oberflächengewässer

Wasserstand und Durchfluss

CORNELIA LÖNS-HANNA



Abb. 17+18: Pegel Büdingen, Außen- und Innenansicht.



Abb. 19: Durchflussmessung mit mobilem Doppler Ultraschallgerät (ADCP).



Abb. 20: Messflügel.

Die Kenntnis der Wasserstände und Durchflüsse in den Gewässern ist Voraussetzung für nahezu jede hydrologische Arbeit und deren Umsetzung in die wasserwirtschaftliche Praxis. Diese hydrologischen Werte bilden die wesentliche Grundlage zur Bemessung wasserwirtschaftlicher Anlagen und sind die Eingangsdaten für den Betrieb mathematischer Modelle für den Hochwasserwarndienst.

Zur Ermittlung der Wasserstands- und Durchflusswerte betreibt das Land Hessen 118 Pegel (Abbildungen 17, 18 und 21). Betrieb und Unterhaltung

der Pegel sowie der Durchflussmessungen (Abbildungen 19 und 20) obliegen den Regierungspräsidien. Das landeseigene Pegelmessnetz wird ergänzt durch mehr als 40 Pegel von Verbänden, die meist der Steuerung von Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken dienen. Die WSV betreibt an den Bundeswasserstraßen in Hessen weitere 20 Pegel. Die aktuellen Messwerte dieser Pegel sowie weitere Informationen sind im Internet auf der HLOG-Webseite <http://www.hlug.de/popups/wasser-aktuelle-messdaten.html> dargestellt.

Die Situation der hessischen Gewässer wird zusammenfassend für das Jahr 2013 in Abbildung 22 dargestellt. Hierfür wurden die Durchflüsse repräsentativer hessischer Gewässer ausgewertet. Zu Beginn des Jahres 2013 im Januar und Februar entsprachen die mittleren Durchflüsse den Durchschnittswerten. Die geringen Niederschläge im Februar und März ließen die Wassermengen um ein Drittel sinken. Auch die etwas überdurchschnittlichen Regenfälle im April wirkten sich in diesem Monat noch nicht aus. Die ergiebigen, langdauernden Niederschläge im Mai und zu Beginn des Junis sorgten für starke Anstiege der Wasserstände und Durchflüsse in nahezu allen hessischen Gewässern mit Überschreiten von Hochwasser-meldestufen. (Näheres siehe „Kapitel Hochwasser im Mai-Juni 2013“).

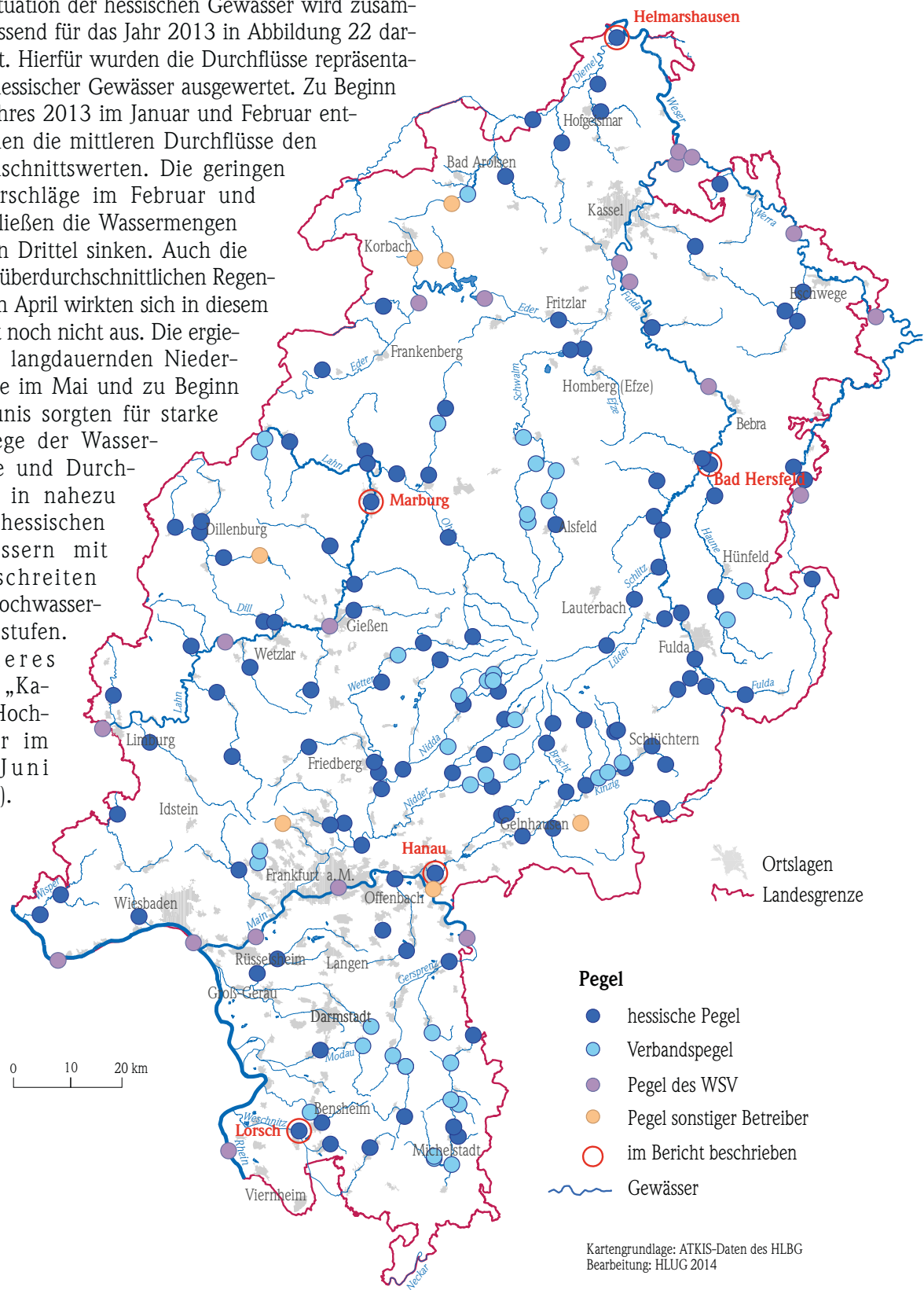


Abb. 21: Pegel an Gewässern.

Im Mai wurden die mittleren Jahreswerte um knapp die Hälfte überschritten, im Juni lagen sie sogar um 80 % über den Durchschnittswerten. In den trockenen Sommermonaten Juli und August und auch im September wurden die Referenzwerte unterschritten. Die regenreichen Herbstmonate Oktober und November füllten die Gewässer wieder. Im trockenen Dezember hingegen lagen die Durchflüsse um ein Viertel unter den Durchschnittswerten.

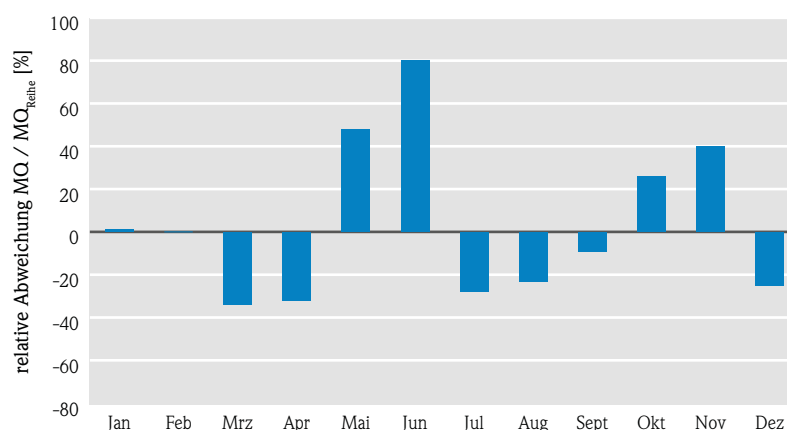


Abb. 22: Relative Abweichung des mittleren monatlichen Abflusses (MQ) des Jahres 2013 vom langjährigen Mittel (MQ_{Reihe}).

Beispielhaft für die hessischen Gewässer im Jahr 2013 werden die Durchflüsse der Diemel (Pegel Helmarshausen) für Nordhessen, der Fulda (Bad Hersfeld) für Osthessen, der Lahn (Pegel Marburg) für Mittelhessen, der Kinzig (Pegel Hanau) für das Maingebiet und der Weschnitz (Pegel Lorsch) für Südhessen dargestellt (siehe Tabelle 2 und Abbildungen 23 bis 27). Anhand der Grafiken für die einzelnen Flüsse ist erkennbar, dass sich die Regenfälle auf die Gewässer unterschiedlich auswirkten. Ende Januar/Anfang Februar nahmen die Durchflüsse in der Diemel, der Fulda, der Lahn und der Kinzig stark zu, wohingegen im

Süden in der Weschnitz nur geringfügige Zunahmen zu verzeichnen waren. Das Mai/Juni-Hochwasser zeigte sich besonders im Norden und Osten Hessens, beispielhaft an Fulda und Diemel und im Süden (Beispiel: Weschnitz). An der Lahn und der Kinzig unterschritten die Wassermengen im Mai/Juni deutlich die des Januar/Februars. Allgemein stiegen die Durchflussmengen im Herbst in nahezu allen Gewässern. Zeitlicher Verlauf und Menge waren jedoch unterschiedlich.

Tab. 2: Durchflüsse (Monatsmittelwerte, Jahresmittelwert) an fünf hessischen Flüssen (Auswertungsstand Januar 2014).

Pegel	Helmarshausen/ Diemel		Bad Hersfeld/ Fulda		Marburg/ Lahn		Hanau/ Kinzig		Lorsch/ Weschnitz	
	2013	langj. Mittel	2013	langj. Mittel	2013	langj. Mittel	2013	langj. Mittel	2013	langj. Mittel
Jan	15,8	21,3	26,7	32,8	15,8	28,6	11,5	16,4	3,25	3,89
Feb	22,6	22,4	34,1	31,9	25,8	26,5	19,8	16,9	4,71	4,62
Mrz	15,4	23,6	21,5	33,3	14,7	26,4	10,1	15,9	2,97	4,56
Apr	11,5	19,3	18,0	24,5	12,7	18,0	8,83	12,2	3,69	3,91
Mai	16,2	13,8	28,4	16,8	18,0	11,6	10,9	7,79	6,74	3,39
Jun	15,8	11,9	37,9	13,1	11,7	9,12	14,3	6,47	8,25	2,9
Jul	8,8	10,7	8,2	10,4	4,87	7,97	4,31	5,15	2,33	2,53
Aug	6,95	9,11	6,62	8,84	4,12	6,83	3,67	4,69	1,82	2,13
Sep	8,26	9,33	7,67	8,56	4,68	6,87	4,49	4,53	2,79	2,06
Okt	7,96	10,6	18,4	12,0	13,2	10,2	10,1	6,16	3,34	2,24
Nov	13,2	13,0	27,8	18,4	27,2	16,7	13,8	9,20	3,61	2,73
Dez	13,7	18,1	17,2	27,1	13,2	27,3	8,01	15,1	2,18	3,76
Jahr	13,0	15,3	21,0	19,8	13,8	16,4	9,98	10,1	3,81	3,22

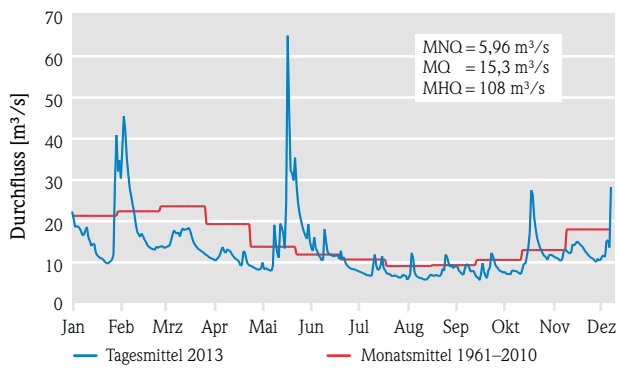


Abb. 23: Durchfluss am Pegel Helmarshausen/Diemel.

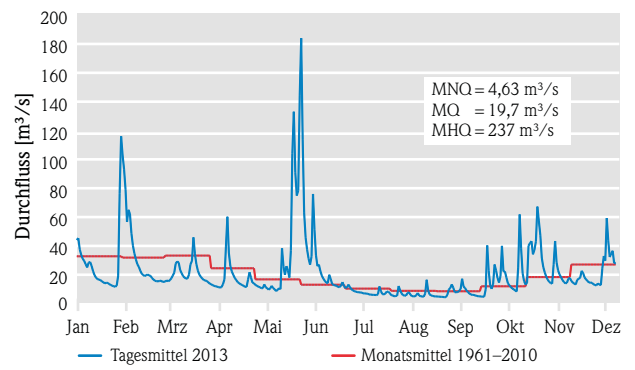


Abb. 24: Durchfluss am Pegel Bad Hersfeld/Fulda.

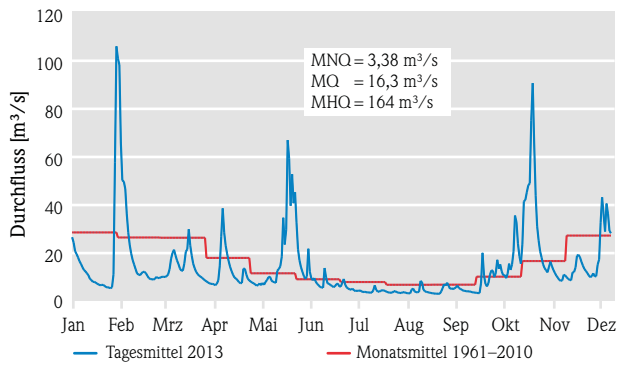


Abb. 25: Durchfluss am Pegel Marburg/Lahn.

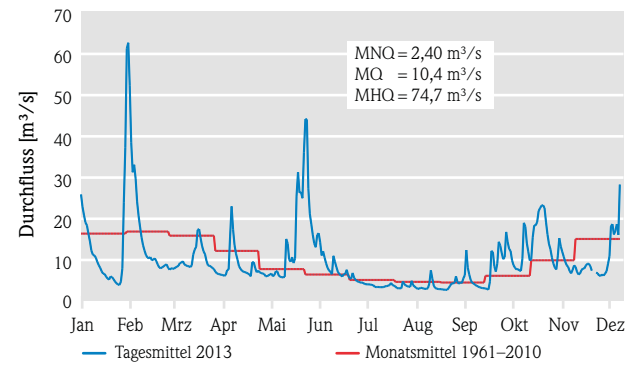


Abb. 26: Durchfluss am Pegel Hanau/Kinzig.

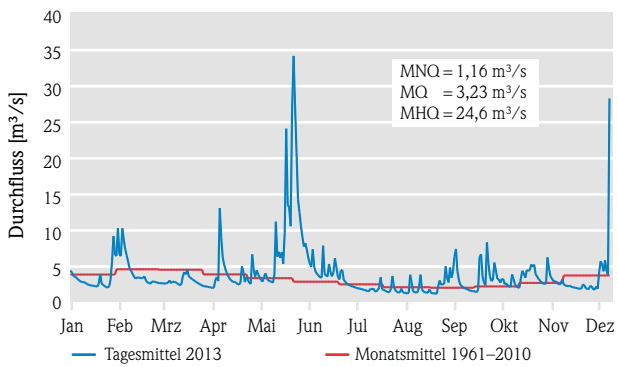


Abb. 27: Durchfluss am Pegel Lorsch/Weschnitz.

Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken

CORNELIA LÖNS-HANNA

Talsperren dienen verschiedenen Zwecken wie z.B. dem Hochwasserschutz, der Niedrigwasseraufhöhung und der Energieerzeugung. Zudem werden sie und ihre nähere Umgebung häufig für Freizeit- und Sportaktivitäten genutzt. 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 31 zu entnehmen.



Abb. 28: Edertalsperre.

Edertalsperre (Edersee)

Die Edertalsperre ist mit 199,3 Mio. m³ Stauraum die größte Talsperre in Hessen (die drittgrößte in Deutschland, Abbildung 28). Sie dient dem Hochwasserschutz und der Wasserbereitstellung der Schifffahrt bei Niedrigwasser für die Oberweser und den Mittellandkanal. Die Edertalsperre wird darüber hinaus 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.

mittleres Jahresvolumen: 154,00 Mio. m³
Vollstau: 199,3 Mio. m³

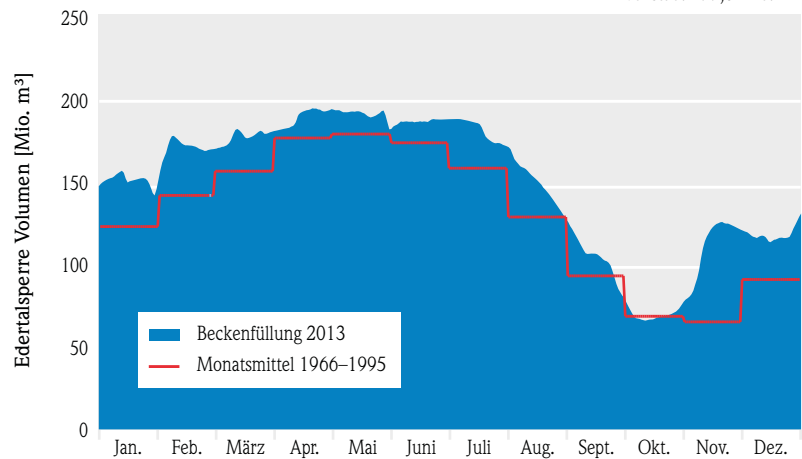


Abb. 29: Beckenfüllung der Edertalsperre 2013.

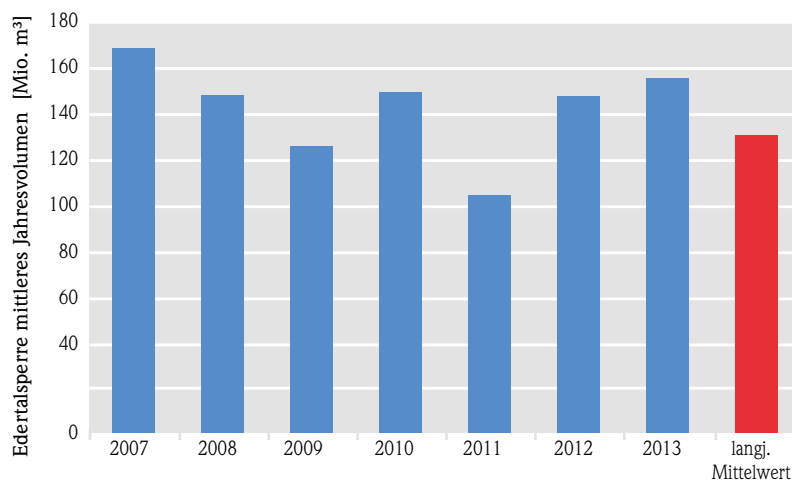


Abb. 30: Mittlere Jahresvolumen der Edertalsperre.

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

Im Jahr 2013 lag die Beckenfüllung (Abbildung 29 und Abbildung 30) der Edertalsperre mit im Mittel 154 Mio. m³ um 20 % über den langjährigen Wert (129 Mio. m³). Während des ganzen Jahres wurden die langjährigen Werte überschritten. Von Ende April bis Anfang Juni war das maximale Stauvolumen infolge der ergebnisreichen Niederschläge im Mai voll

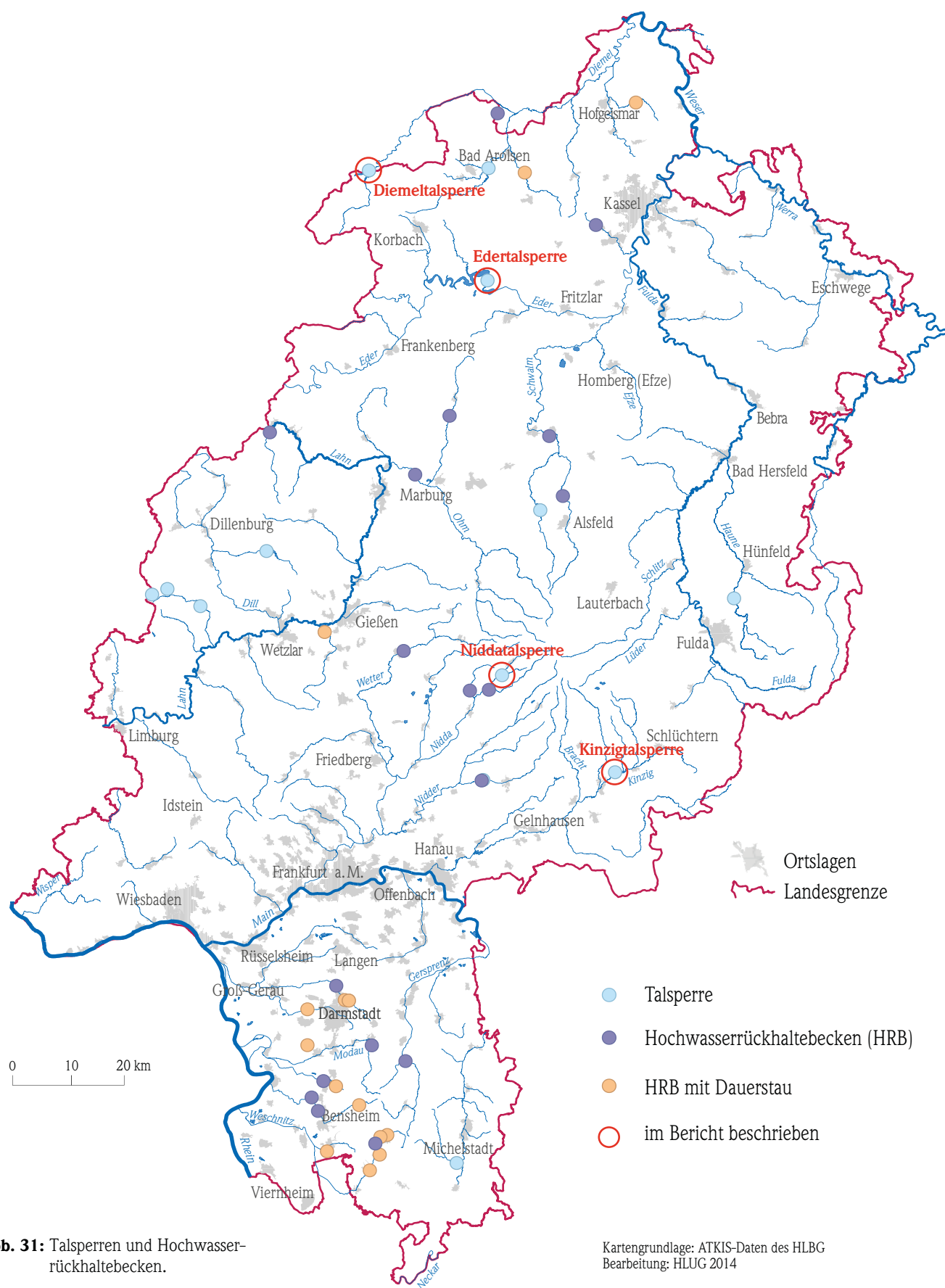


Abb. 31: Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken.

Kartengrundlage: ATKIS-Daten des HLBG
 Bearbeitung: HLUG 2014

ausgeschöpft. Zum Herbst hin wurde wie in jedem Jahr das Wasser abgelassen, im Oktober betrug die Wassermenge 72 Mio. m³, lag aber immer noch über den Referenzwerten. Zum Ende Jahres stieg die Wassermenge an und lag über den Durchschnittswerten.

Diemeltalsperre (Diemelsee)

Wie die Edertalsperre dient die Diemeltalsperre der Niedrigwasseraufhöhung von Oberweser und Mittelndkanal, dem Hochwasserschutz, der Wasserkraftnutzung und zu Erholungszwecken. Das Füllvolumen entspricht ca. 10% des Volumens der Edertalsperre. Wie in der Edertalsperre lag auch in der Diemeltalsperre die Füllmenge während des ganzen Jahres über den Referenzwerten (Abbildung 32). Im Mittel war die Talsperre mit 15,7 Mio. m³ um 23% mehr als im langjährigen Mittel gefüllt. Auch in der Diemeltalsperre wurden im April/Mai und Anfang Juni die maximal möglichen Stauvolumina voll ausgeschöpft.

Weitere Talsperren in Hessen

Beispielhaft für weitere Talsperren in Hessen werden Nidda- und Kinzigtalsperre dargestellt. Die Niddatalsperre (Niddastausee) und die Kinzigtalsperre dienen, wie die anderen hessischen Talsperren, vorrangig dem Hochwasserschutz und der Niedrigwasseranreicherung der Gewässer Nidda bzw. Kinzig während der abflussarmen Zeiten, sowie der Stromerzeugung. Weiterhin werden die Talsperren für verschiedene Freizeitaktivitäten genutzt.

Die Füllmengen von Kinzig- und Niddatalsperre sind den Abbildungen 33 und 34 zu entnehmen. Diese wurden durch die Witterung sowie durch

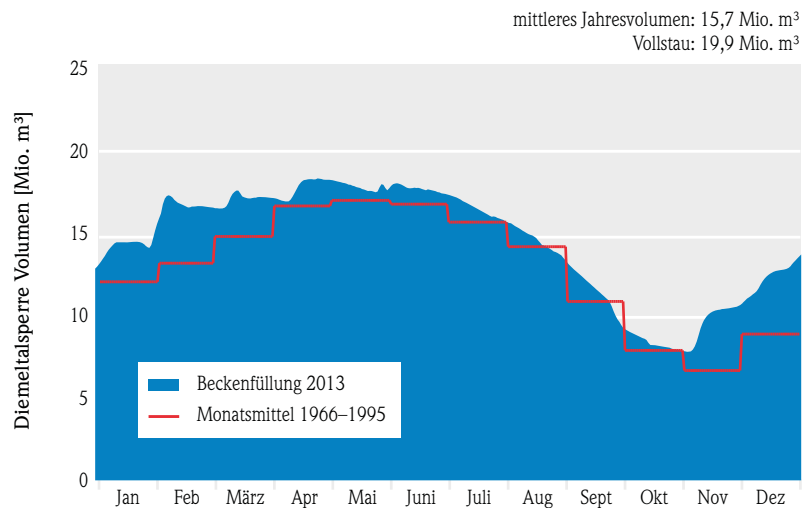


Abb. 32: Beckenfüllung der Diemeltalsperre 2013.

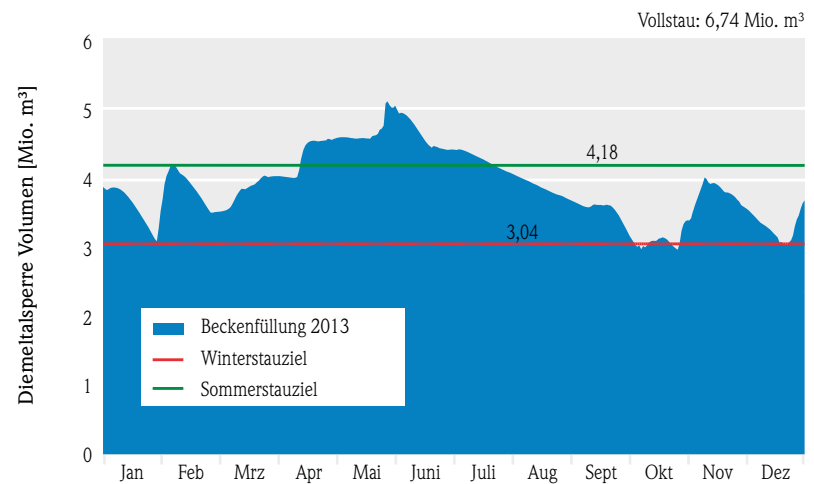


Abb. 33: Beckenfüllung der Niddatalsperre 2013.

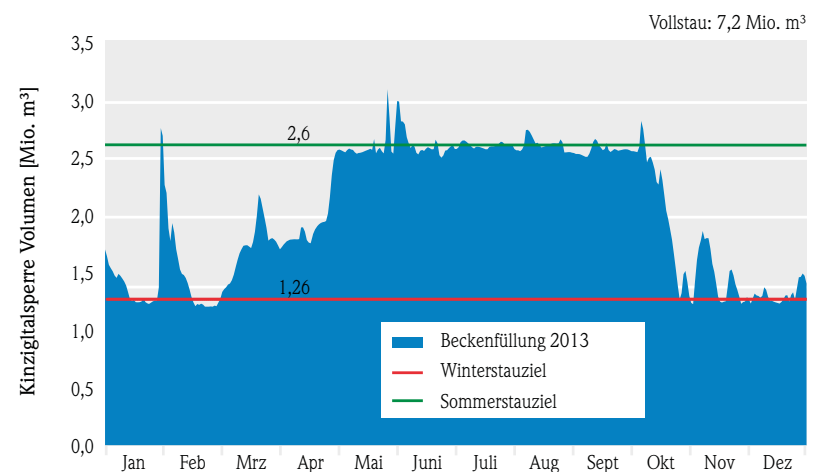


Abb. 34: Beckenfüllung der Kinzigtalsperre 2013.

die Talsperrensteuerung beeinflusst. Die Steuerung orientiert sich an den Stauzielen, die jahreszeitlich sowie nach Nutzung, wie z.B. Freizeitnutzung und Niedrigwasseraufhöhung im Gewässer, variieren

können. In den Abbildungen 33 und 34 wird deutlich, inwieweit die Niederschläge und die damit verbundenen hohen Abflüsse im Mai/Juni zu einem Anstieg der Staumengen Mitte des Jahres führten.

Wasserqualität der Fließgewässer

DR. CHRISTINA KLEIN

Prioritäre Stoffe und andere Schadstoffe

Die derzeit gültigen Umweltqualitätsnormen (UQN) für eine Vielzahl von Stoffen, darunter auch die prioritären Stoffe, werden in Deutschland durch die Oberflächengewässerverordnung (OGewV, 2011) geregelt. Die OGewV setzt eine als UQN-Richtlinie bekannte Richtlinie der EU (2008/105/EG) in nationales Recht um. Im August 2013 wurde eine neue EU-Richtlinie (2013/39/EU) verabschiedet, die eine ganze Reihe von Neuerungen gegenüber den Richtlinien (2000/60/EG und 2008/105/EG) beinhaltet und nun ihrerseits bis zum 14.09.2015 in nationales Recht umgesetzt werden muss. Dies hat zur Folge, dass die derzeit gültige OGewV bis zu diesem Zeitpunkt überarbeitet und angepasst sein muss.

Die wichtigsten Änderungen und Ergänzungen betreffen die folgenden Punkte:

- Die Liste der prioritären Stoffe wurde um 12 neue Stoffe erweitert.
- Die Umweltqualitätsnormen und zulässigen Höchstkonzentrationen einiger Stoffe der Liste für die wässrige Phase wurden geändert.
- Zusätzliche Umweltqualitätsnormen für Biota wurden festgelegt.
- Es wurde eine sogenannte Beobachtungsliste (watch-list) für Problemstoffe erstellt, die kontinuierlich fortgeschrieben wird.

Einige dieser Änderungen (die überarbeiteten UQN) werden bereits in dem derzeit in der Aufstellung befindlichen Bewirtschaftungsplan für den Zeitraum 2015 bis 2021 berücksichtigt. Die neu in die Liste aufgenommenen Stoffe müssen ab 2018 in die Überwachungs- und Maßnahmenprogramme aufgenommen werden. Die neuen Bewertungsmaßstäbe (UQN) für den chemischen Zustand gelten für bestehende Stoffe ab 2021 und für die neuen Stoffe ab 2027. Die Bewertung des chemischen Zustandes bis 2015 kann bei einer Aufweichung der Umweltqualitätsnormen gegenüber denen nach 2008/105/EG nach den neuen schwächeren UQN erfolgen.

Bei den 12 neuen Stoffen handelt es sich vornehmlich um Pestizide. Ein großer Teil dieser Stoffe (Dicofol, Quinoxifen, Aclonifen, Bifenox, Cybutryn, Cypermethrin, Dichlorvos, Terbutryn) wurde bereits an einigen hessischen Messstellen im Rahmen verschiedener Messprogramme untersucht, so dass hierfür bereits Daten vorliegen. Die folgende Abbildung (Abbildung 35) gibt die Ergebnisbewertung bis 2009 hinsichtlich der bis dahin in der Diskussion befindlichen UQN der Bundesverordnung von $0,03 \mu\text{g/l}$ für den Stoff Terbutryn wieder (Entwurf der Oberflächengewässerverordnung vom 01.08.2010). Die aktuell gesetzte UQN liegt bei $0,065 \mu\text{g/l}$, so dass die gelben Flächen in der Karte nach dem derzeitigen Maßstab grün würden.

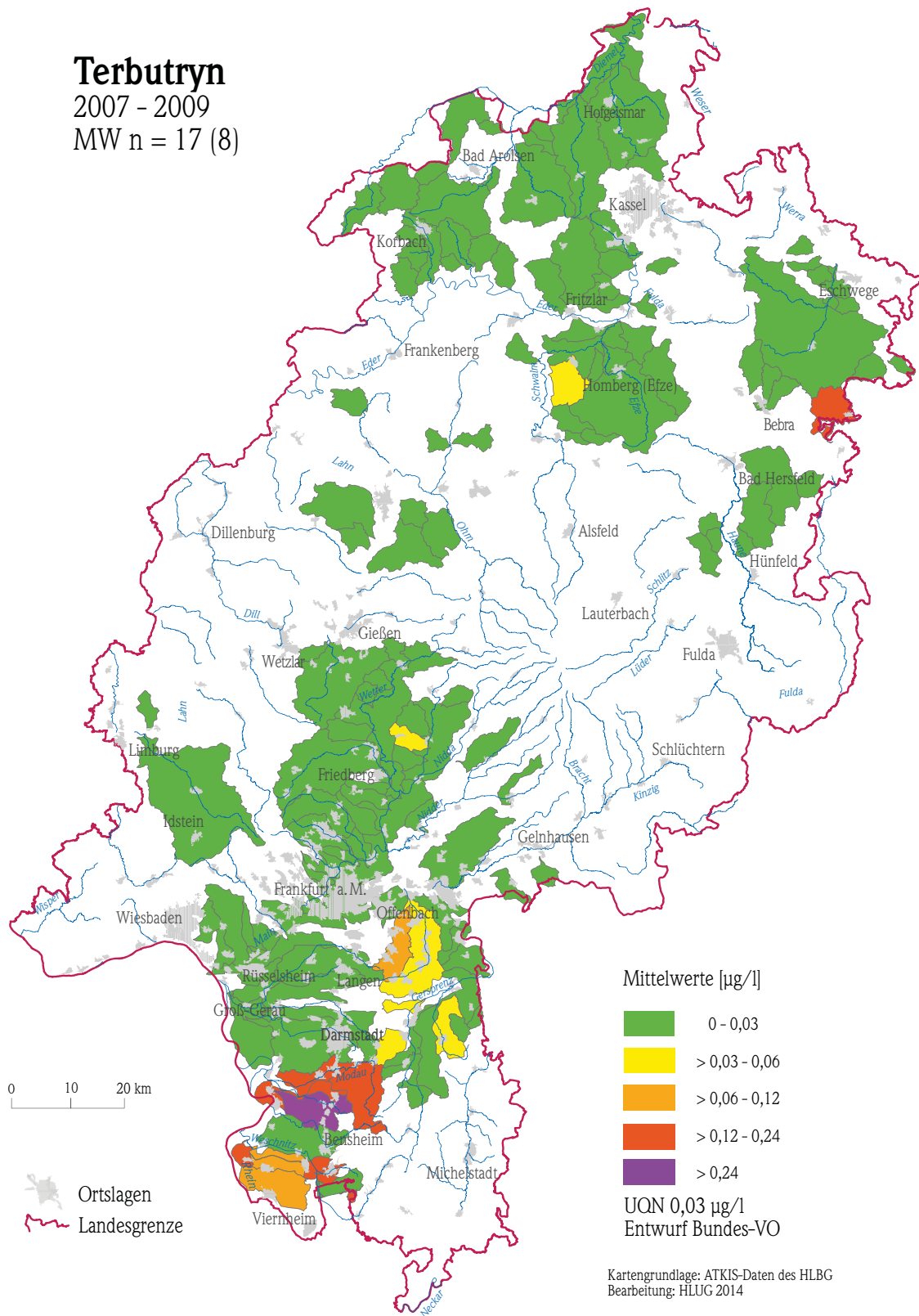


Abb. 35: Bewertung der Terbutrynkonzentration gemäß dem Entwurf der OGewV vom 01.08.2010 in hessischen Fließgewässern. Für die weißen Flächen lag bis 2010 noch keine belastbare Datenbasis vor.

Die geänderten Umweltqualitätsnormen wurden i.d.R. gegenüber den aktuell gültigen verschärft. Abgeschwächt wurde lediglich das Kriterium der maximal zulässigen Höchstkonzentration von Benzo(a)pyren, welches zukünftig als Marker für alle PAK angesehen wird und als alleiniger Bewertungs- und Untersuchungsparameter für PAKs gilt. Für einige Stoffe der Liste, die sich vornehmlich in biologischen Matrizen anreichern, wurden die UQN für die Wasserphase aufgehoben und durch die Biota UQN ersetzt.

Die Beobachtungsliste besteht derzeit aus drei Stoffen: dem weitverbreiteten Arzneimittel Diclofenac, welches vor allem in der Humanmedizin als Schmerzmittel angewendet wird und den beiden Sexualhormonen 17-beta-Östradiol (E2) und 17-alpha-Ethinylöstradiol (EE2), die in Empfängnisverhütungsmitteln eingesetzt werden.

Allgemeine physikalisch-chemische Stoffe und Standardparameter

Die gewässertypabhängigen Bewertungskriterien und die allgemeinen physikalisch-chemischen Parameter werden durch die Richtlinie 2013/39/EU nicht beeinflusst. Seit Mitte 2013 können die Messergebnisse der allgemeinen Standardparameter der landesweiten Messungen in Hessen auf der Internetseite des HLOG (<http://www.hlug.de/start/wasser/fliessgewaesser-chemie/hauptparameter/landesweite-messungen.html>) zeitnah ein-

gesehen und heruntergeladen werden (Abbildung 36). In Ergänzung zu den kontinuierlich gemessenen Daten (Rohdaten) der Messstationen an den großen Gewässern unter dem Link <http://www.hlug.de/popups/wassermessdaten.html>, sind damit auch die Ergebnisse aus den Stichproben an den kleineren hessischen Fließgewässern einsehbar.

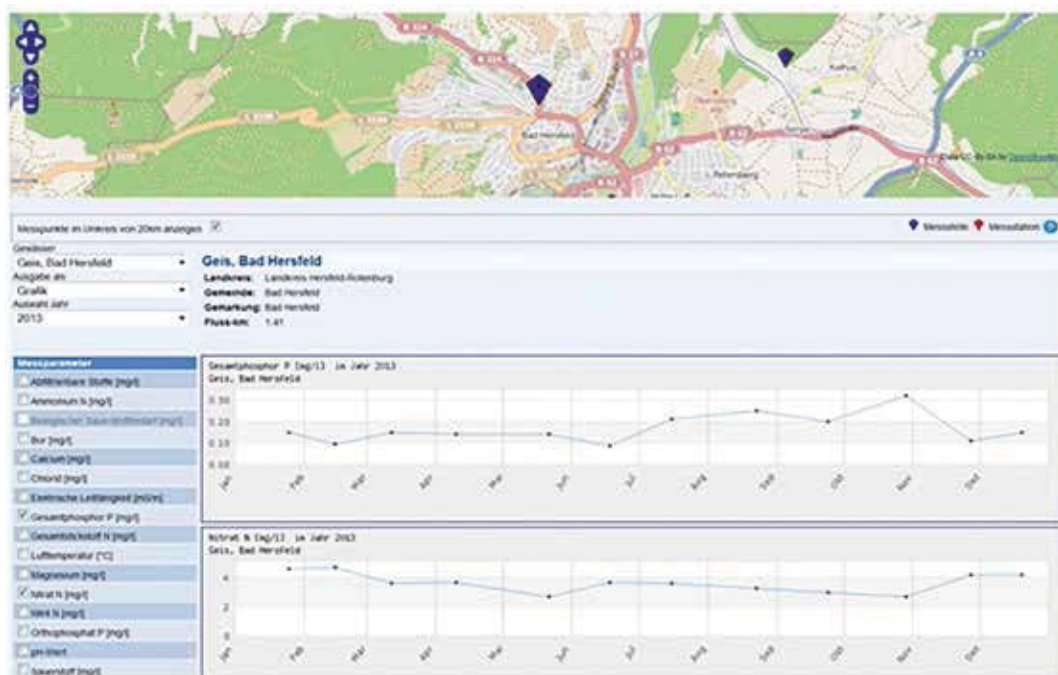


Abb. 36: Abruf der Messergebnisse für die Standardparameter an allen hessischen Messstellen auf der Internetseite des HLOG.

Jahresüberblick 2013

Die folgende Abbildung (Abbildung 37) gibt einen Überblick über alle Messstellen des Jahresmessprogramms 2013 im Bereich der Fließgewässer und zeigt, welche spezifischen Untersuchungen an den einzelnen Messstellen vorgenommen wurden.

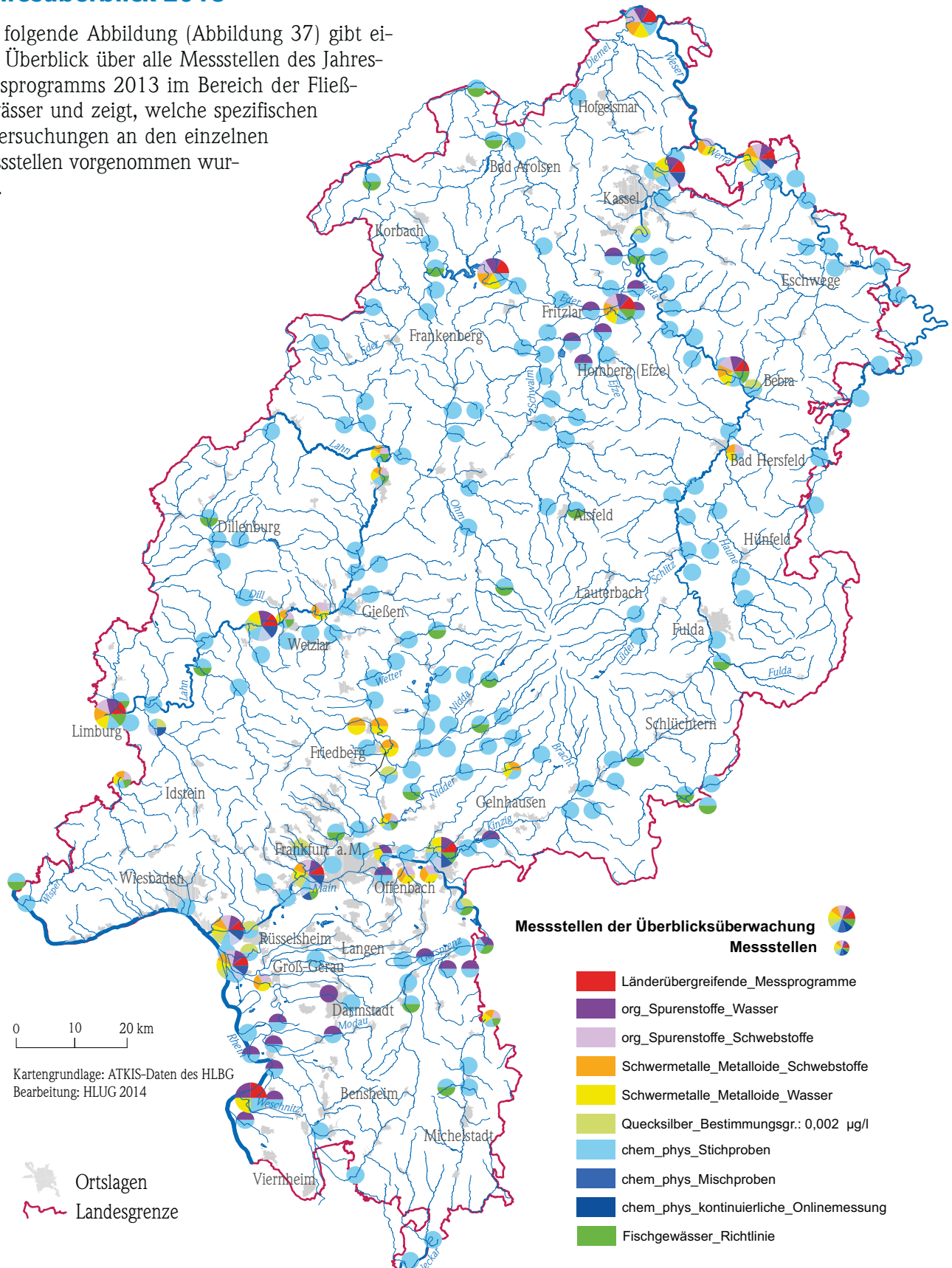


Abb. 37: Chemie-Fließgewässermessstellen in Hessen im Jahr 2013.

In der folgenden Grafik (Abbildung 38) ist der Jahresgang der Wassertemperatur für die Messstationen an den großen Flüssen Main, Lahn, Fulda und Werra wiedergegeben. Die Verläufe folgen in erster Linie dem Gang der mittleren Lufttemperatur (vgl. Kap. Witterung, Abbildung 3) und sind somit für alle vier Gewässer ähnlich. Die Maximalwerte im Main (Bischofsheim) zeigen 2013 nahezu ganzjährig, auch aufgrund der Wärmeinleitungen der anliegenden Kraftwerke und Industriebetriebe, deutlich höhere Temperaturen. So wird in der 30. Kalenderwoche der Orientierungswert von 25 °C (Tmax) überschritten. Bezogen auf die Stundenmittelwerte beträgt das Maximum 26,0 °C auf der linken Seite des Mains. Diese Wärmebelastung mit Temperaturen oberhalb der 25 °C-Marke hält über den Zeitraum von ungefähr einer Woche an.

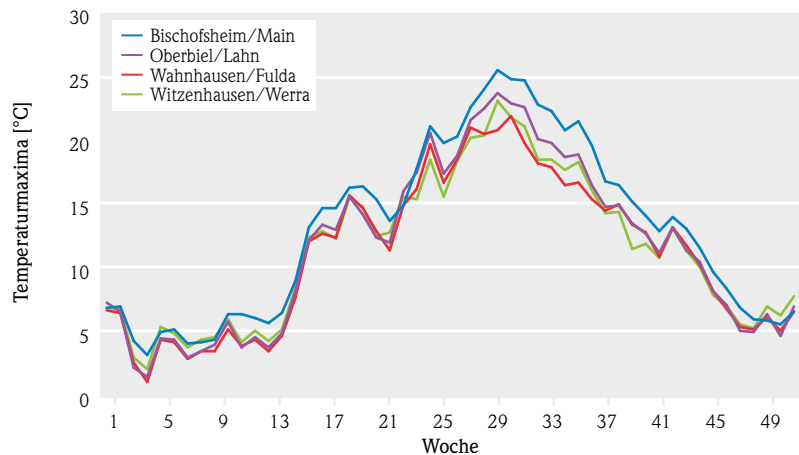


Abb. 38 Jahresganglinien der Temperaturmaxima¹ an den vier Messstationen

oder durch den Eintrag von Trübstoffen unterbunden, kommt es verstärkt zur biologischen Sauerstoffzehrung und Veratmung verbunden mit einem steilen Abfall der Sauerstoffkonzentration.

Die Jahresganglinien der minimalen Sauerstoffgehalte (Abbildung 39) verlaufen entsprechend der temperaturabhängigen Löslichkeit des Sauerstoffs invers zu den Wassertemperaturen. Die Minima treten 2013 zeitgleich mit den Maxima der Wassertemperaturen in der 30. und 31. Kalenderwoche auf. In der Fulda ist der Einbruch der Sauerstoffkonzentration am stärksten ausgeprägt und erreicht ein Minimum von nur 3 mg/l in der 30. Kalenderwoche. In der Werra tritt das stärkste Sauerstoffdefizit zeitversetzt zum Temperaturmaximum in einer Phase niedrigen Abflusses in der 36. Kalenderwoche auf. Alle gemessenen Jahresminima unterschreiten den gewässertypabhängigen Orientierungswert im Minimum von 6 mg/l. Diese Sauerstoffeinbrüche sind jedes Jahr zu beobachten und je nach Witterungsbedingungen mehr oder weniger stark ausgeprägt. Sie treten dann auf, wenn die Photosyntheseaktivität der Wasserpflanzen aufgrund der zunehmenden Phytoplanktonentwicklung ein Maximum erreicht hat. Wird die Sauerstoffproduktion in dieser Situation durch fehlende Sonneneinstrahlung

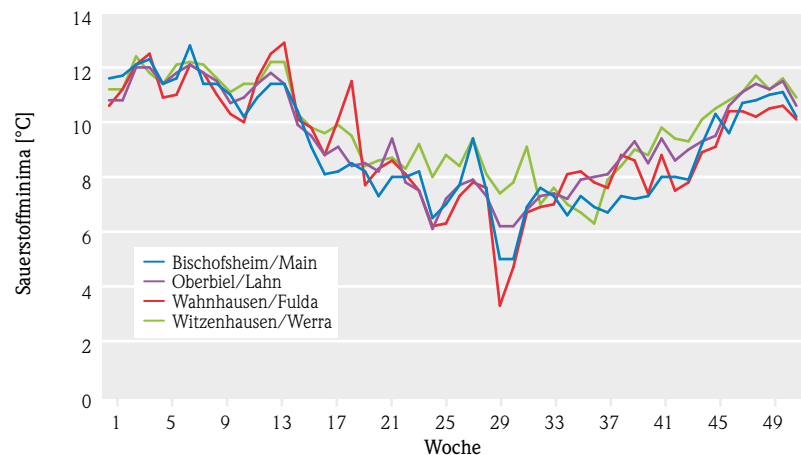


Abb. 39: Jahresganglinien des Wochenminimums bezogen auf Halbstundenwerte des Sauerstoffgehaltes an den vier Messstationen an Main, Lahn, Fulda und Werra.

In den nachfolgenden Diagrammen (Abbildung 40 und Abbildung 41) sind die Konzentrationsverläufe des gelösten Phosphats (Ortho-Phosphat) und des Gesamtphosphors im Main und in der Werra dargestellt. Die Jahresganglinien des Phosphors verhalten sich an beiden Standorten ähnlich. Im Vergleich zum Vorjahr liegen jedoch in 2013 keine länger anhaltenden Phasen mit geringen Konzentrationen an

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

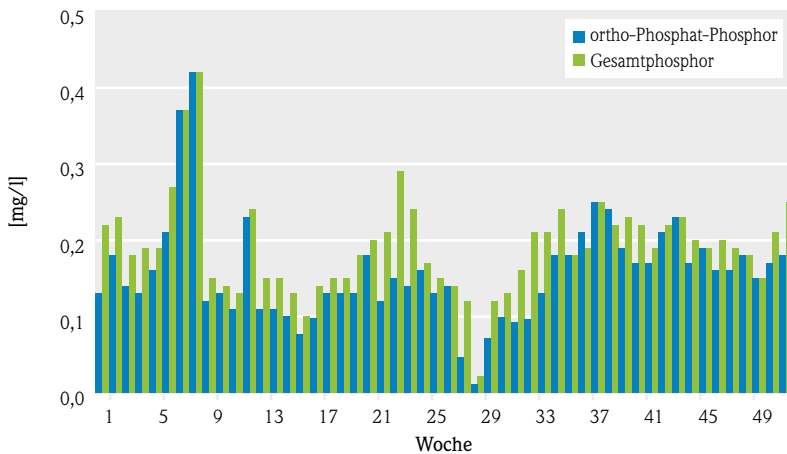


Abb. 40: Konzentration von ortho-Phosphat-Phosphor und Gesamtphosphor in den Wochenmischproben 2013 in der Messstation Bischofsheim/Main.

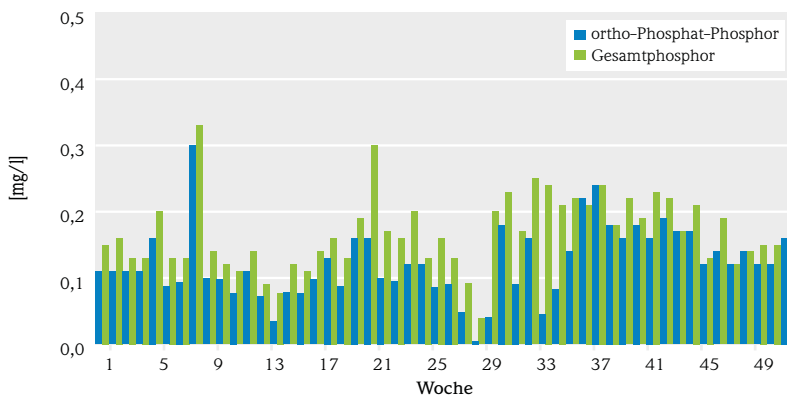


Abb. 41: Konzentration von ortho-Phosphat-Phosphor und Gesamtphosphor in den Wochenmischproben 2013 in der Messstation Witzenhausen/Werra.

gelöstem Phosphat vor. Die minimalen Konzentrationen werden nahezu gleichzeitig mit dem Sauerstoffmaximum gemessen (vgl. Abbildung 42 am Beispiel des Mains). Sie liegen an beiden Standorten in der 28. und 29. Kalenderwoche. In dieser Zeit kommt es zu einem vermehrten Pflanzenwachstum, so dass das pflanzenverfügbare gelöste Phosphat in die Biomasse eingebaut wird. Damit einhergehend wird mehr Sauerstoff durch die gesteigerte Photosyntheseaktivität der Pflanzen produziert. Die Orientierungswerte für Gesamtphosphat von 0,1 mg/l und für Ortho-phosphat von 0,07 mg/l werden lediglich über den

Zeitraum von zwei Wochen deutlich unterschritten. Der Anteil an gebundenem Phosphat (Differenz aus Gesamtphosphor und Ortho-Phosphat) ist vor allem in den Frühjahrs- und Wintermonaten groß. In der 28. und 29. Woche ist dies auf den Einbau des gelösten Phosphates in die Biomasse zurückzuführen, während sich in den Wintermonaten vor allem der zusätzliche Eintrag von an Partikel gebundenem Phosphat bemerkbar macht.

Die elektrische Leitfähigkeit ist 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. Quellwässer aus Kalkgesteinen (Keuper, Jura, Mergel) können Leitfähigkeiten über 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aufweisen. Die hier betrachteten Gewässer sollten aufgrund ihrer geogenen Voraussetzungen Leitfähigkeiten unterhalb von 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aufweisen. In Abbildung 43 zeigt sich, dass der Main gegenüber den Flüssen Lahn und Fulda ganzjährig über hohe Leitfähigkeiten

verfügt, was auf die regelmäßigen Einleitungen der anliegenden Industriebetriebe zurückzuführen ist. In den abflussreichen Wintermonaten ist die Leitfähigkeit an allen Standorten aufgrund der erhöhten Verdünnung durch Regenwassereinträge sehr viel geringer als in den restlichen Monaten. In der 22. Kalenderwoche zeigt sich in allen betrachteten Gewässern ein ausgeprägtes Minimum durch die abfluss wirksamen Niederschläge Ende Mai und Anfang Juni. In der Werra (Abbildung 43) ist die Leitfähigkeit aufgrund des hohen Chloridgehaltes bis um den Faktor 10 höher als an den anderen Fließgewässern.

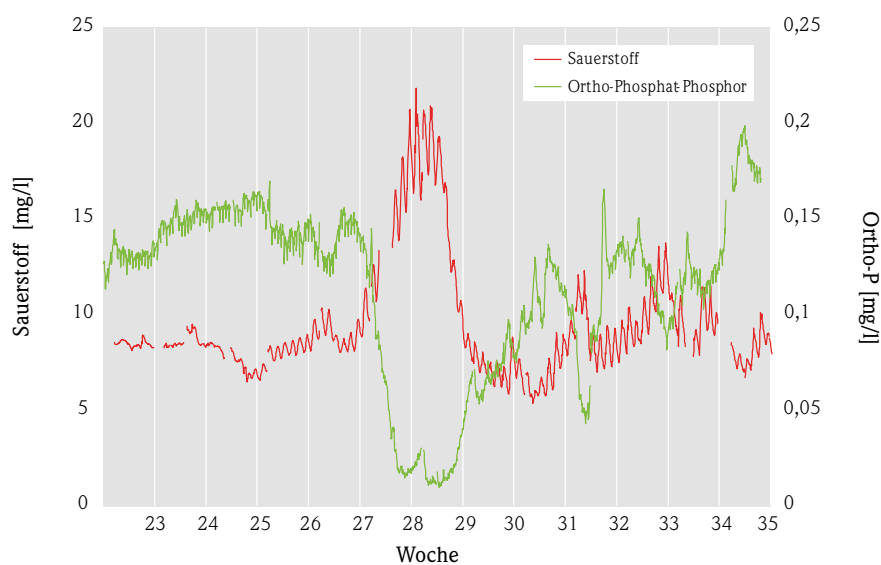


Abb. 42: Kontinuierlich gemessener Konzentrationsverlauf von Ortho-Phosphat-Phosphor und Sauerstoff in der Messstation Bischofsheim (linkes Ufer).

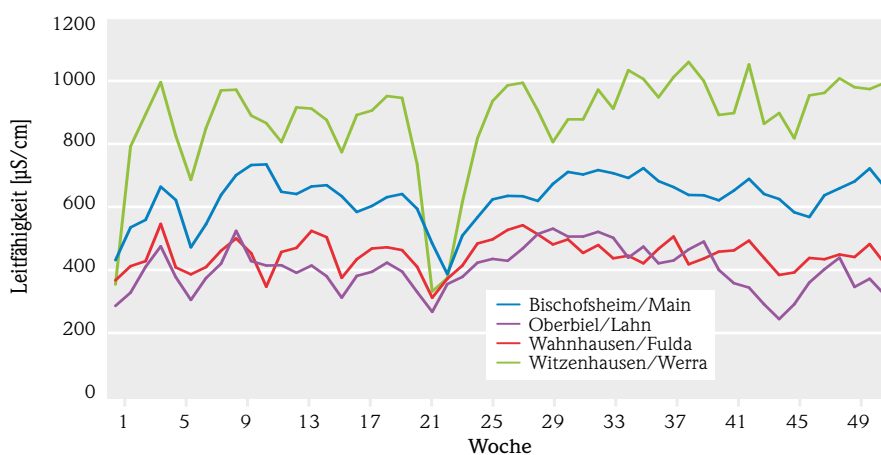


Abb. 43: Jahresganglinien der elektrischen Leitfähigkeit im Main (Messstation Bischofsheim), in der Lahn (Messstation Oberbiel) und in der Fulda (Messstation Wahnhausen).

In den nachfolgenden Tabellen 3 und 4 sind für die beiden Messstationen an der Werra (Witzzenhausen) und am Main (Bischofsheim) beispielhaft die Ergebnisse der Sondenmessung aggregiert auf Wochenmittelwerte bzw. Wochenextremwerte und die

Ergebnisse der Labormessungen aus den Wochenmischproben für ausgewählte Kohlenstoff-, Stickstoff und Phosphorparameter dargestellt. Zusätzlich ist der Abfluss* als Wochenmittelwert angegeben.

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

Tab. 3: Messergebnisse 2013 der Messstation Witzenhausen/Werra.

Periode	Abfluss Q*	Tempe- ratur	Gelöster Sauerstoff O ₂ min	pH- Wert	elektr. Leitfähig- keit	Gesamt- Stickstoff	Gesamt org. Kohlenstoff TOC	Ortho- Phosphat- Phosphor PO ₄ -P	Gesamt- Phosphor
Woche	[m ³ /s]	[°C]	[mg/l]		[µS/cm]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Hinweis: Abfluss = Wochenmittelwert; Temperatur, pH-Wert, elektr. Leitf. = Halbstunden-Mittelwert; O ₂ min = niedrigster Halbstundenwert; Gesamt-N, TOC, o-Phosphat-P = Wochenmischprobe. Bezugspunkt ist die jeweilige Periode = Woche!									
1	111	6,8	11,2	8,2	1770	4,3	4,2	0,11	0,15
2	89	6,7	11,2	8,2	3960	5,7	4,1	0,11	0,16
3	63	2,9	12,4	8,2	4470	6,4	2,9	0,11	0,13
4	48	2,0	11,8	8,3	4980	6,3	3,0	0,11	0,13
5	106	5,3	11,4	8,2	4130	6,9	8,1	0,16	0,20
6	118	4,8	12,1	8,1	3430	6,5	4,7	0,09	0,13
7	67	3,7	12,2	8,2	4250	6,8	3,8	0,09	0,13
8	54	4,3	12,1	8,2	4850	6,8	4,0	0,30	0,33
9	47	4,5	11,6	8,2	4860	6,8	2,9	0,10	0,14
10	58	5,9	11,1	8,3	4450	8,1	3,7	0,10	0,12
11	64	4,1	11,4	8,2	4330	6,9	3,9	0,08	0,11
12	64	5,0	11,4	8,2	4030	7,3	3,8	0,11	0,14
13	50	4,2	12,2	8,3	4580	7,2	3,0	0,07	0,09
14	42	5,1	12,2	8,4	4560	6,8	2,9	0,03	0,08
15	69	8,4	10,3	8,4	4380	7,2	5,6	0,08	0,12
16	70	12,3	9,8	8,3	3870	5,5	4,0	0,08	0,11
17	53	12,8	9,6	8,4	4460	5,6	3,6	0,10	0,14
18	48	12,2	9,9	8,4	4530	5,4	3,2	0,13	0,16
19	42	15,4	9,5	8,7	4760	5,2	3,9	0,09	0,13
20	48	14,7	8,4	8,5	4730	4,2	4,8	0,16	0,19
21	124	12,4	8,6	8,2	3680	5,1	14,0	0,16	0,30
22	289	12,7	8,7	7,9	1660	3,4	7,8	0,10	0,17
23	257	15,5	8,3	8,0	1870	3,5	5,1	0,10	0,16
24	109	15,3	9,2	8,2	3080	3,7	4,7	0,12	0,20
25	67	18,4	8,0	8,1	4090	4,2	4,5	0,12	0,13
26	53	15,5	8,8	8,1	4680	4,0	3,6	0,09	0,16
27	43	18,3	8,4	8,4	4930	3,4	4,2	0,09	0,13
28	32	20,1	9,4	8,8	4970	3,2	8,6	0,05	0,09
29	28	20,3	8,1	8,7	4530	3,2	5,1	0,01	0,04
30	30	23,0	7,4	8,4	4030	3,5	6,3	0,04	0,20
31	26	21,7	7,8	8,4	4390	3,5	5,3	0,18	0,23
32	25	21,0	9,1	8,5	4390	3,5	5,9	0,09	0,17
33	22	18,4	7,0	8,7	4860	3,6	5,7	0,16	0,25
34	20	18,4	7,6	8,8	4560	3,6	6,7	0,05	0,24
35	19	17,6	7,0	8,9	5170	3,4	6,1	0,08	0,21
36	18	18,2	6,7	8,8	5030	3,5	5,2	0,14	0,22
37	29	16,0	6,3	8,4	4740	3,6	4,4	0,22	0,21
38	27	14,2	7,9	8,2	5060	3,7	3,9	0,24	0,24
39	21	14,3	8,4	8,3	5300	4,5	4,7	0,18	0,18
40	23	11,4	9,0	8,5	5000	4,6	4,9	0,16	0,22
41	32	11,8	8,8	8,3	4460	4,5	5,7	0,18	0,19
42	37	10,7	9,8	8,4	4490	4,7	6,0	0,16	0,23
43	31	13,0	9,4	8,4	5260	4,5	4,5	0,19	0,22
44	34	11,3	9,3	8,4	4320	4,4	4,1	0,17	0,17
45	65	10,0	10,1	8,4	4490	4,9	6,4	0,17	0,21
46	56	7,8	10,5	8,4	4090	5,2	3,7	0,12	0,13
47	55	6,9	10,8	8,4	4770	5,7	5,2	0,14	0,19
48	49	5,5	11,1	8,3	4810	4,4	3,9	0,12	0,12
49	44	5,2	11,7	8,3	5040	4,5	3,6	0,14	0,14
50	48	6,9	11,2	8,2	4900	4,5	3,7	0,12	0,15
51	41	6,2	11,6	8,2	4870	4,4	4,1	0,12	0,15
52	53	7,7	10,9	8,2	4970	4,3	4,1	0,16	0,24

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

Tab. 4: Messergebnisse 2013 der Messstation Bischofsheim/Main.

Periode	Abfluss Q*	Tempe- ratur	Gelöster Sauerstoff O ₂ min	pH- Wert	elektr. Leitfähig- keit	Gesamt- Stickstoff	Gesamt org. Kohlenstoff TOC	Ortho- Phosphat- Phosphor PO ₄ -P	Gesamt- Phosphor
Woche	[m ³ /s]	[°C]	[mg/l]		[µS/cm]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Hinweis: Abfluss = Wochenmittelwert; Temperatur, pH-Wert, elektr. Leitf. = Halbstunden-Mittelwert; O ₂ min = niedrigster Halbstundenwert; Gesamt-N, TOC, o-Phosphat-P = Wochenmischprobe. Bezugspunkt ist die jeweilige Periode = Woche!									
1	442	6,8	11,6	7,9	431	4,8	6,2	0,13	0,22
2	376	6,9	11,7	8,0	535	5,3	4,8	0,18	0,23
3	238	4,2	12,1	8,0	559	7,4	4,7	0,14	0,18
4	190	3,1	12,3	7,9	664	7,7	4,2	0,13	0,19
5	555	4,9	11,4	8,0	622	7,9	5,5	0,16	0,19
6	573	5,1	11,6	7,9	472	6,7	6,3	0,21	0,27
7	300	4,0	12,8	8,0	545	7,1	5,2	0,37	0,37
8	244	4,1	11,4	8,1	638	7,6	3,9	0,42	0,42
9	224	4,3	11,4	8,1	701	8,2	4,1	0,12	0,15
10	251	6,3	11,0	8,0	733	9,8	3,4	0,13	0,14
11	254	6,3	10,2	8,1	735	9,2	3,8	0,11	0,13
12	326	6,0	10,9	8,0	648	8,0	4,3	0,23	0,24
13	227	5,6	11,4	8,2	641	8,0	4,2	0,11	0,15
14	185	6,4	11,4	8,3	665	7,8	4,3	0,11	0,15
15	276	8,9	10,4	8,3	669	8,3	4,1	0,10	0,13
16	243	13,1	9,1	8,3	634	7,4	4,2	0,08	0,10
17	209	14,6	8,1	8,3	584	6,8	5,0	0,10	0,14
18	218	14,6	8,2	8,1	603	6,8	4,8	0,13	0,15
19	198	16,2	8,5	8,1	631	6,8	4,9	0,13	0,15
20	197	16,3	8,2	8,1	641	5,3	5,5	0,13	0,18
21	313	15,3	7,3	8,0	594	5,3	6,2	0,18	0,20
22	820	13,6	8,0	8,2	484	4,8	10,0	0,12	0,21
23	936	14,8	8,0	8,1	387	3,7	7,7	0,15	0,29
24	397	17,7	8,2	8,0	509	4,4	5,7	0,14	0,24
25	256	21,0	6,5	7,9	567	4,8	5,1	0,16	0,17
26	217	19,7	7,0	8,0	624	4,8	4,8	0,13	0,15
27	179	20,2	7,7	8,1	635	4,7	4,9	0,14	0,14
28	137	22,5	9,4	8,4	634	4,3	4,6	0,05	0,12
29	123	23,9	7,5	8,2	619	3,7	4,6	0,01	0,02
30	127	25,4	5,0	7,8	673	4,0	4,6	0,07	0,12
31	133	24,7	5,0	8,0	711	3,9	4,3	0,10	0,13
32	128	24,6	6,9	8,2	703	4,0	7,0	0,09	0,16
33	109	22,7	7,6	8,4	717	4,2	6,9	0,10	0,21
34	136	22,2	7,3	8,5	707	4,2	6,9	0,13	0,21
35	126	20,7	6,6	8,1	692	4,2	5,5	0,18	0,24
36	107	21,4	7,3	8,2	723	4,3	5,3	0,18	0,18
37	182	19,5	6,9	8,1	682	4,3	5,1	0,21	0,19
38	239	16,7	6,7	8,0	663	4,3	4,7	0,25	0,25
39	140	16,4	7,3	7,9	638	5,4	5,8	0,24	0,22
40	145	15,1	7,2	7,8	637	5,9	6,4	0,19	0,23
41	168	14,0	7,3	7,9	621	5,4	6,8	0,17	0,22
42	181	12,8	8,0	8,0	652	5,5	5,7	0,17	0,19
43	163	13,9	8,0	8,0	689	5,9	4,4	0,21	0,22
44	175	13,0	7,9	8,1	641	5,5	5,2	0,23	0,23
45	314	11,5	9,2	8,2	625	5,4	4,1	0,17	0,20
46	261	9,6	10,3	8,2	583	5,6	5,4	0,19	0,19
47	250	8,3	9,6	8,2	568	5,6	5,0	0,16	0,20
48	187	6,8	10,7	8,3	637	5,0	5,0	0,16	0,19
49	173	5,9	10,8	8,3	659	5,2	5,3	0,18	0,18
50	190	5,8	11,0	8,4	681	5,5	4,4	0,15	0,15
51	168	5,5	11,1	8,4	722	5,5	4,0	0,17	0,21
52	234	6,5	10,2	8,3	663	5,3	4,7	0,18	0,25

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

Hochwasser Mai-Juni 2013

DIRK BASTIAN, DR. GERHARD BRAHMER, MATTHIAS KREMER, CORNELIA LÖNS-HANNA

Witterungsverlauf

Im Frühjahr 2013 herrschte, mit Ausnahme einiger milder Tagen im März, winterliches Wetter. Die Monate Januar bis April waren überwiegend niederschlagsreich und kühl, die Sonne schien vergleichsweise wenig.

Im Mai wurde das Wettergeschehen in Hessen durch lang anhaltende wechselnde Tiefdruckzentren bestimmt. Diese sorgten für starke Niederschläge. Ende des Monats brachten die Tiefdruckgebiete „Christopher“ und „Dominik“ weitere ergiebige Regenfälle. Insgesamt war der Mai 2013 in Hessen erheblich zu nass und zu kalt. Laut DWD (Deutscher Wetterdienst) ist der Mai 2013 deutschlandweit als der

zweitnasseste Mai seit Beginn der Wetteraufzeichnungen 1882 einzuordnen. Der Gebietsniederschlag in Hessen betrug im Mai 142 mm und lag damit 112 % über dem langjährigen Mittelwert für den Monat (Reihe 1971 - 2000) [1].

Besonders große Niederschlagsmengen fielen im Nordosten, im Osten und im Süden Hessens. In Abbildung 44 sind die Niederschlagsmengen vom 25. bis 28. Mai mit den deutlich erkennbaren Schwerpunkten in Nordosthessen dargestellt. An einigen Messstellen wurde dabei im Mai 2013 ein Fünftel der sonst üblichen Jahresniederschlagsmengen registriert.

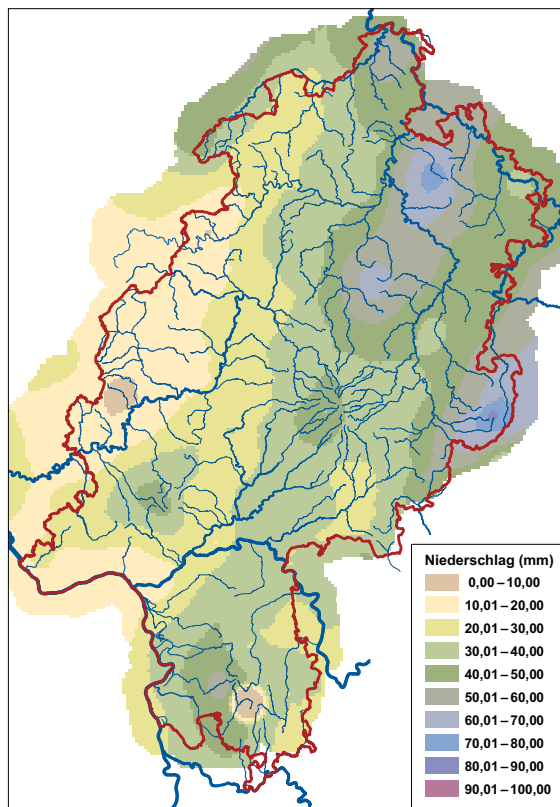


Abb. 44: Niederschlag in Hessen vom 25.05.2013 05 Uhr bis 28.05.2013, 05 Uhr MEZ.

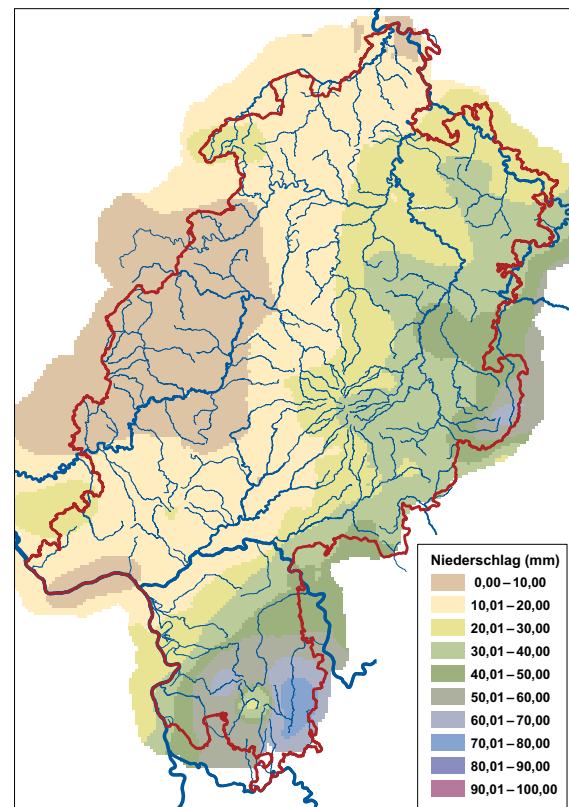


Abb. 45: Niederschlag in Hessen vom 30.05.2013, 05 Uhr bis 02.06.2013, 05 Uhr MEZ.

In den ersten Junitagen brachten die Tiefdruckgebiete „Frederik“ und „Günther“ erneut große Niederschlagsmengen, wie sie für den Zeitraum 30.5. bis 2.6. in Abbildung 45 dargestellt sind. Am zweiten Juniwochenende gingen dann noch vereinzelt starke Niederschläge infolge von Gewittern nieder.

Die folgende Abbildung 46 zeigt die gemessenen Niederschlagsverläufe (als Tagessummen) einzelner hessischer Niederschlagsmessstationen für den Zeitraum 24.05.2013 bis 11.06.2013. beispielhaft für Südhessen.

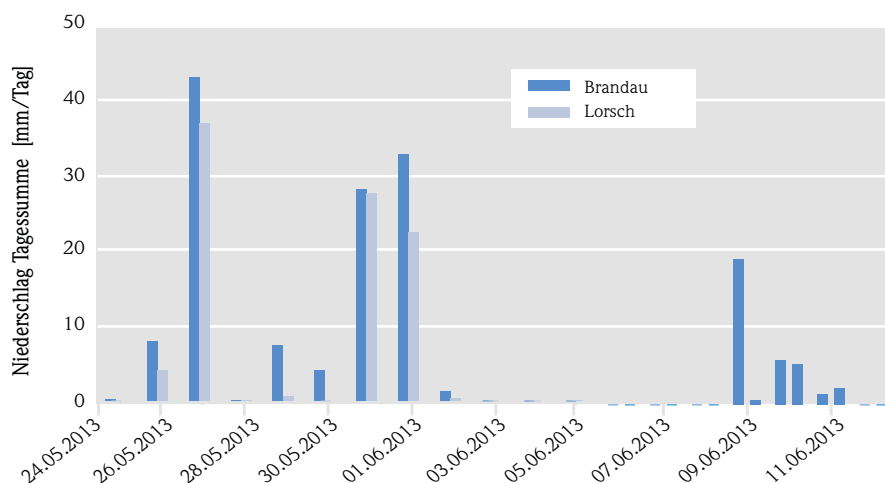


Abb. 46: Niederschlagshöhen an ausgewählten hessischen Niederschlagsmessstationen in Südhessen.

Hochwasserverlauf

Die ergiebigen Niederschläge im Mai 2013 sorgten für eine flächendeckende Sättigung des Bodens. Nach Angaben des DWD stellten sich so nasse Bodenfeuchteverhältnisse ein wie zuletzt vor 50 Jahren. In Abbildung 47 sind die relativen Füllungsgrade der Böden nach Wasserhaushaltmodellrechnungen für Hessen dargestellt. Im Fulda- und Werragebiet, aber auch in den übrigen Mittelgebirgslagen wurden Werte von 80 bis 100 % der nutzbaren Feldkapazität der Böden erreicht.

Die starken Niederschläge vom 26. und 27. Mai trafen auf die verbreitet gesättigten Böden und konnten daher nicht mehr aufgenommen werden. Sie führten am 27. und 28. Mai zu Hochwasser mit Meldestufenüberschreitungen (Tabelle 5) an Fulda und Werra und ihren Zuflüssen im Nordosten Hessens. Im Süden waren die Gewässer Weschnitz, Lauter und Mümling vom Hochwasser betroffen. Ebenfalls wurden Meldestufen am Schwarzbach (Pegel Eppstein) erreicht. Auch im Lahnggebiet führten die Niederschläge zu Hochwassermeldestufenüberschreitungen. An Rhein, Main und Neckar bestand zunächst keine Hochwassergefahr.

In den folgenden Tagen gingen die Wasserstände an den kleineren hessischen Gewässern zurück. Angespannt blieb die Hochwasserlage infolge der Zuflüsse an der Werra. Hier wurde über mehrere Tage an einigen Pegeln die Hochwassermeldestufe III überschritten.

Die erneuten Niederschläge Ende Mai, Anfang Juni (29. Mai bis 02. Juni) in Nord- und Osthessen sowie im Süden führten in der Werra und ihren Zuflüssen, sowie in der Fulda und in den südhessischen Gewässern Weschnitz, Mümling und Gersprenz zu erneuten Wasseranstiegen. An den kleineren Gewässern floss das Wasser mit mehreren Wellenscheiteln ab. In der Werra bildete sich eine lang gestreckte Hochwasserwelle mit zum Teil mehreren Scheiteln aus. An mehreren Pegeln wurde die Meldestufe III erreicht. Hier wurden zeitweise die höchsten bisher gemessenen Wasserstände (HHW) überschritten.

Gegen Ende Mai stiegen infolge der Niederschläge im Süden und Osten Deutschlands die Wasserstände von Rhein, Main und Neckar an. Im Rhein bildete sich wie im Unterlauf des Mains sowie im Neckar

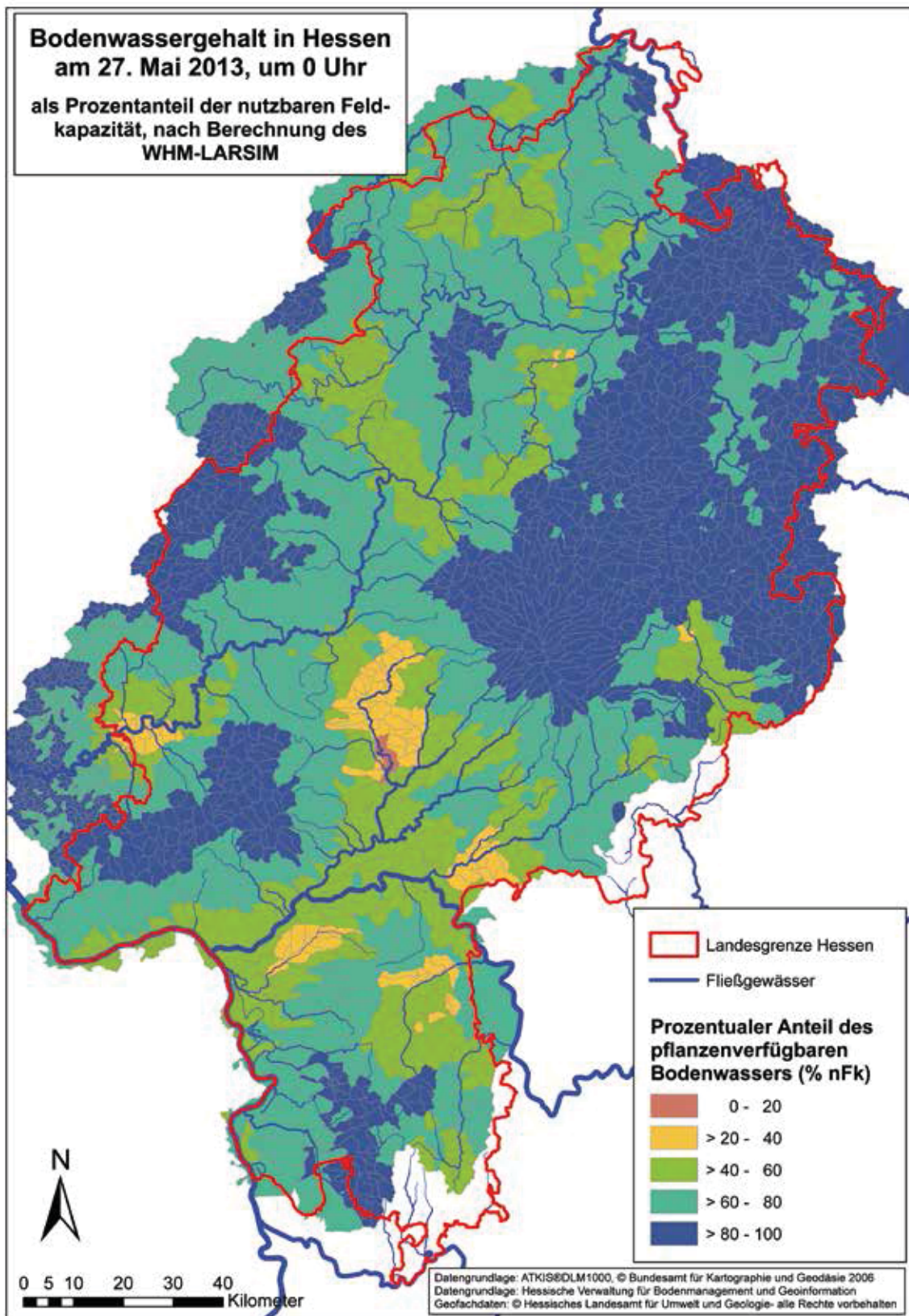


Abb. 47: Bodenfeuchteverhältnisse in Hessen (aus dem Wasserhaushaltsmodell LARSIM).




nur eine Hochwasserwelle aus. Im hessischen Rheinabschnitt verharrte der Rhein unterhalb der Mainmündung mehrere Tage auf hohem Niveau oberhalb der Meldestufe III (Abbildung 48). Maßgebend hierfür waren die Zuflüsse des Mains, der ebenfalls längere Zeit auf erhöhtem Niveau in der Meldestufe II blieb. Der Neckar stieg innerhalb von zwei Tagen ab dem 31. Mai sehr schnell an, fiel aber noch schneller wieder. Die Wasserstände des Scheitels lagen weit über dem Meldewert der Stufe III.

Etwa eine Woche später, am 9. und 10. Juni sorgten erneute Starkregen im Nordosten und im Süden wiederum für einen Anstieg der Wasserstände. Diese führten jedoch nur im Oberlauf der Werra und den Zuflüssen Haune und Ulster sowie im Oberlauf der Fulda zum kurzzeitigen Überschreiten der Meldestufe I.



Abb. 48: Überschreitung der Meldestufe III bei Mainz-Kastel.

Tab.: 5: Hochwassermeldestufen in Hessen.

Hochwassermeldestufe I 	Meldebeginn	bordvoller Abfluss im Gewässer, stellenweise kleine Ausuferungen
Hochwassermeldestufe II 	größeres Hochwasser	flächenhafte Überflutung ufernaher Grundstücke, leichte Verkehrsbehinderungen auf Gemeinde- und Hauptverkehrsstraßen Gefährdung einzelner Gebäude, Überflutung von Kellern
Hochwassermeldestufe III 	außergewöhnliches Hochwasser	bebaute Gebiete in größerem Umfang überflutet, Sperrung von überörtlichen Verkehrsverbindungen, Einsatz von Deich- und Wasserwehr erforderlich

Hochwasserverlauf in den einzelnen Flussgebieten

Südessen (Ried und Odenwald)

Mümling

An der Mümling sorgten die Niederschläge am 26. und 27. Mai zunächst für einen leichten Anstieg der Abflussmengen und der Wasserstände. Meldestufen wurden jedoch nicht überschritten. Die erneuten

starken Niederschläge vom 31. Mai bis zum 2. Juni führten zu einer deutlichen Zunahme der Wassermengen und der Wasserstände, die in einer zweigipfeligen Welle abflossen. Am Pegel Hainstadt wurde dabei kurz nacheinander zweimal die Hochwassermeldestufe III erreicht (siehe Abbildung 49). Der

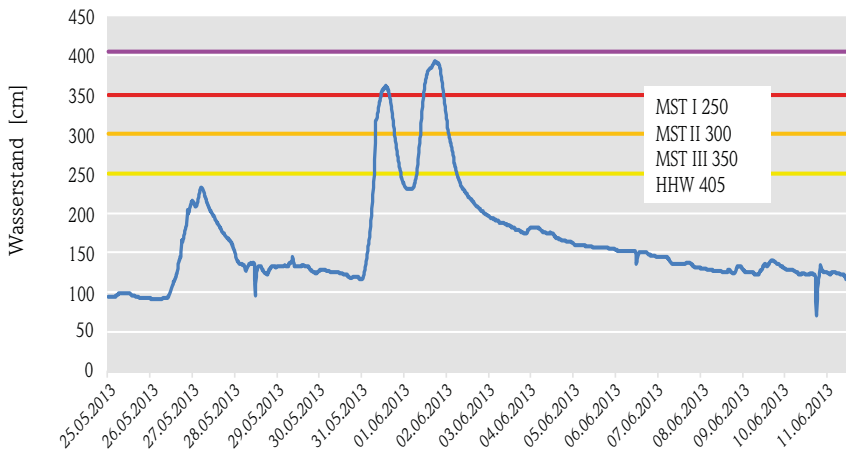


Abb. 49: Wasserstände am Pegel Hainstadt/Mümling.

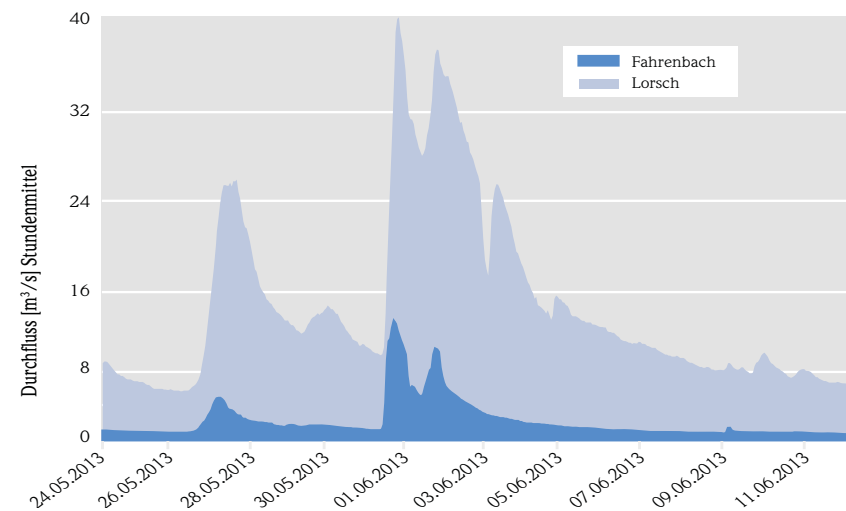


Abb. 50: Durchflüsse an der Weschnitz.

Scheitelwert wurde mit 392 cm im zweiten Scheitel am 1. Juni um 18:00 Uhr gemessen. Im Oberlauf am Pegel Michelstadt wurden nur Wasserstände erreicht, die den Werten der Meldestufe I entsprechen (siehe Tabelle 5 und Abbildung 62).

Weschnitz

Ähnlich wie an der Mümling sorgten die Niederschläge am 26. und 27. Mai zunächst für einen leichten Anstieg der Abflussmengen und der Wasserstände. Am Pegel Lorsch wurde die Hochwassermeldestufe I erreicht. Die erneuten Niederschläge vom 31. Mai bis zum 2. Juni führten zu einem starken Anstieg der Wasserstände mit Überschreitung der Meldewerte der Stufe II am Pegel Lorsch. Hier bildeten sich drei Scheitel in der abfließenden Hochwasserwelle aus (siehe Abbildung 50). Die Scheithöchstwerte lagen bei 384 cm am 31. Mai um 11:45 Uhr und bei 383 cm am 1. Juni um 18:00 Uhr. Auch im Oberlauf am Pegel Fahrenbach wurde die Hochwassermeldestufe II erreicht, der Höchststand lag bei 188 cm (31. Mai, 9:30 Uhr, siehe Tabelle 6 und Abbildung 62).

Weitere Gewässer

Der Hochwasserverlauf der **Gersprenz** verlief im Prinzip ähnlich wie an den vorher beschriebenen Gewässern. Am 26. und 27. Mai wurde zunächst ein leichter Anstieg der Abflussmengen und der Wasserstände verzeichnet, jedoch ohne Meldestufenüber-

schreitungen. Die erneuten starken Niederschläge vom 31. Mai bis zum 2. Juni führten zu einer starken Zunahme der Wassermengen und der Wasserstände. Am Pegel Wersau im Oberlauf floss das Wasser in einer zweigipfeligen Welle ab, wohingegen sich im Unterlauf in Harreshausen ein breiter Wellenscheitel mit

Überschreitung der Meldestufe II und einem Höchstwert von 224 cm am 2. Juni um 10:30 ausbildete.

Neben den oben beschriebenen Gewässern wurde am Riedgewässer **Lauter** am Pegel Bensheim die Meldestufe I überschritten. Meldestufen im südhessischen Raum wurden darüber hinaus bei Niederbrechen am **Emsbach** und Eppstein am **Schwarzbach** mit Meldestufe II erreicht. An der Kinzig wurde an den Pegeln Hanau und Gelnhausen und an der Weil am Pegel Rod an der Weil nur die Meldestufe I erreicht (vgl. Tabelle 6 und Abbildung 62).



Abb. 52: Schulberg in Eschwege in Richtung Osten am 03.06.2013. Quelle: A. Müller-Brandl, Stadt Eschwege.

Werragebiet

Werra

In der Werra führten die Niederschläge am 26. und 27. Mai zum starken Ansteigen der Wasserstände und Durchflussmengen (Abbildungen 53, 51, 54, und 52). An den Pegeln Heimbaldshausen und Allendorf wurde am 27. Juni die Meldestufe II erreicht, am Pegel Heldra die Meldestufe III. Nachdem die Wasserstände zunächst leicht zurückgingen, sorgten die durch die starken Regenfälle in Ostdeutschland verursachten hohen Zuflüsse für große und langanhaltende Wasserstandsanstiege an den hessischen Pegeln der Werra.

An den Pegeln Heimbaldshausen und Heldra wurden jeweils die höchsten seit Beginn der Messungen registrierten Wasserstände (HHW) gemessen. Meist bildeten sich langgestreckte Scheitel aus. Der höchste Scheitelwert bei Heimbaldshausen betrug 458 cm am 1. Juni (14:30 bis 20:45 Uhr). Bei Heldra wurde mit 488 cm der höchste Wasserstand am 3. Juni von 5:00 bis 11:30 Uhr gemessen. Der Scheitelhöchstwert am Pegel Allen-

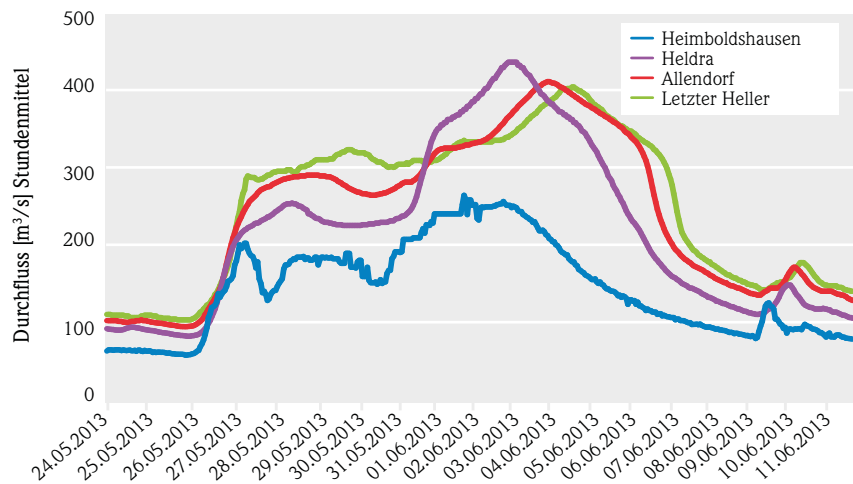


Abb. 51: Durchflüsse an der Werra.

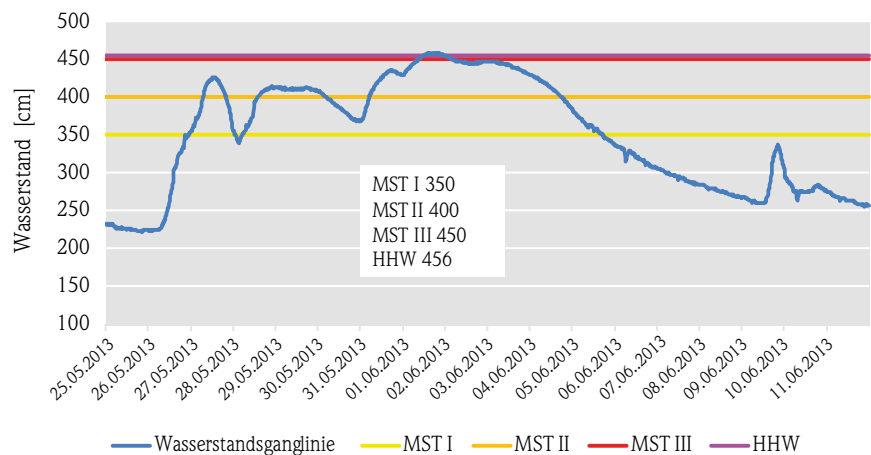


Abb. 53: Wasserstände am Pegel Heimbaldshausen/Werra.

dorf lag am 4. Juni bei 453 cm (5:00 bis 8:15 Uhr). Flussabwärts am Pegel Letzter Heller lagen die Wasserstände während des gesamten Hochwasserzeitraums vom 27. Mai bis zum 7. Juni im Bereich der Meldestufe I. Der höchste Scheitelwert betrug hier 487 cm am 4. Juni (20:15 bis 22:00 Uhr).

Ulster

Im Werrazulfluss Ulster sorgten die Niederschläge zu mehreren, teils mehrgipfiligen Durchflusswellen (Abbildung 55). Am Pegel Philippsthal wurde mehrmals die Meldestufe II erreicht. Der höchste Scheitelwert trat am 27. Mai zwischen 7:45 und 10:15 Uhr mit 370 cm auf.

Fuldagebiet

Dem Niederschlagsgeschehen folgend durchflossen die Fulda mehrere Hochwasserwellen (siehe Abbildung 56). Im Oberlauf der Fulda wurden beim Ablauf der ersten Welle höhere Wasserstände gemessen, wohingegen die zweite Hochwasserwelle im Unterlauf für höhere Wasserstände sorgte.

Die Meldestufe III wurde nur einmal im Oberlauf am Pegel Hettenhausen mit einem Höchstwert von 216 cm am 27. Mai überschritten (siehe Abbildung 57). An den übrigen Pegeln lagen die Wasserstandswerte im Bereich der Meldestufe II. Der höchste Scheitelwert am Pegel Kämmerzell wurde mit 380 cm am 27. Mai um 3:00 Uhr mit Ablauf der ersten Hochwasserwelle erreicht, im weiteren Verlauf der Fulda hingegen waren die Scheitelhöchstwerte der zweiten Welle höher. So wurden am Pegel Bad

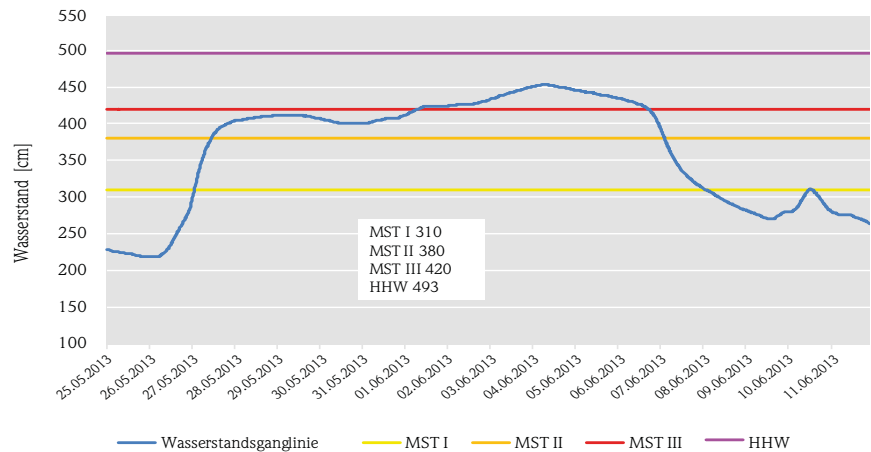


Abb. 54: Wasserstände am Pegel Allendorf/Werra.

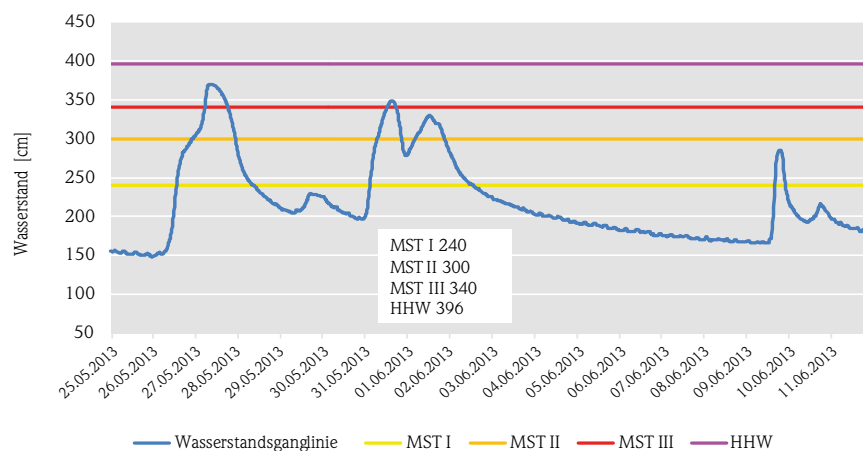


Abb. 55: Wasserstände am Pegel Philippsthal/Ulster.

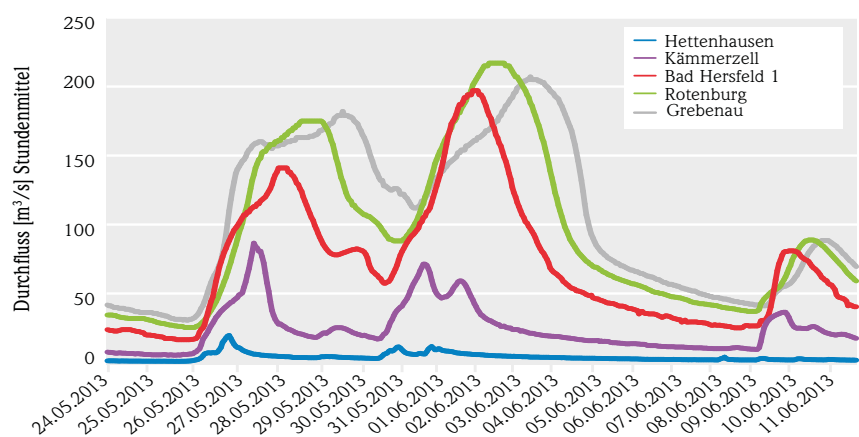


Abb. 56: Durchflüsse an der Fulda.

Hersfeld am 2. Juni 541 cm (7:30 bis 10:00 Uhr), am Pegel Rotenburg in der Nacht vom 2. auf den 3. Juni 443 cm und in Grebenau am 3. Juni 372 cm (18:00 Uhr) gemessen.

An den Fuldazuflüssen Haune (Pegel Melzdorf und Hermannspegel) und Efze (Pegel Hebel) wurden Werte der Meldestufe III überschritten. An der Efze wurden die höchsten Wasserstände seit Beginn der Aufzeichnungen 1962 gemessen. Der Scheitelhöchstwert betrug hier am 27. Mai (8:15 bis 9:15 Uhr) 270 cm.

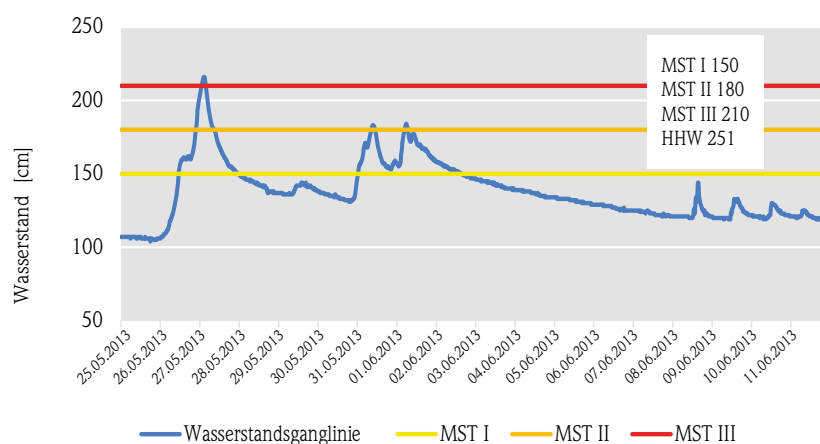


Abb. 57: Wasserstände am Pegel Hettenhausen/Fulda.

Rhein, Main und Neckar

Die Hochwasserwelle im **Rhein** erreichte den hessischen Abschnitt Ende Mai. Am gesamten hessischen Rhein wurde die Hochwassermeldestufe III überschritten. Maßgeblich geprägt wurde das Hochwassergeschehen hier durch die Zuflüsse des Oberrheins, des Neckars und des Mains. Durch den Einsatz von Retentionsmaßnahmen am Rhein konnten die Scheitel abgemindert werden. Insgesamt wurde am Oberrhein ein Abflussvolumen von etwa 53 Mio. m³ durch Rückhaltmaßnahmen der fließenden Welle entzogen [4]. Für den Pegel Worms konnte dadurch eine Wasserstandsminderung um 15 cm, für den Pegel Mainz um 11 cm und für den Pegel Kaub um 13 cm erzielt werden [4]. Darüber hinaus erfolgten auch schon an schweizer Alpenrandseen Vorabsenkungen mit entsprechender Bereitstellung von wirksamen Rückhalteräumen, die zu einer Minderung des Hochwasserablaufs an der Aare und somit am Hoahrhein beitrugen [3].

Am Pegel Worms wurde die Meldestufe I am 1. Juni überschritten, aufgrund des schellen Anstiegs wurde bereits am 3. Juni die Meldestufe III erreicht. Der Scheitelwasserstand betrug hier 708 cm am 3. Juni um 13:30 Uhr. Hier am Pegel Worms machte sich der Einfluss des **Neckars** bemerkbar. Dieser stieg sehr schnell an, der Scheitel lag am Pegel Rockenau mit 823 cm am 2. Juni von 16:45 Uhr bis 18:15 Uhr weit über dem Wert der Meldestufe III. Schneller noch als er anstieg, fiel der Wasserstand im Neckar wieder, sodass am 5. Juni vormittags keine Hochwassergefahr mehr vorlag



Abb. 58: Rheingau/Rhein, 02.06.2013.

Am Pegel Mainz wurde aufgrund des hohen Zuflusses aus dem Main die Meldestufe I ebenfalls in der Nacht zum 1. Juni überschritten. Hier bildete sich ein langgestreckter Hochwasserscheitel (mit 10 Tagen durchgehender Meldestufenüberschreitung) aus. Die Meldestufe III lag hier vom frühen Morgen des 3. Juni bis zum frühen Morgen des 7. Juni vor. Der Scheitel wurde am 5. Juni mit 682 cm erreicht. Erst am Vormittag des 10. Juni wurden keine Hochwassermeldestufen mehr überschritten (Abbildung 59).

Den Rheinabschnitt am Pegel Kaub (Überschreitung der Meldestufe III vom 3. bis 6. Juni) durchfloss der Scheitel mit 719 cm am 5. Juni von 07:15 Uhr bis 17:30 Uhr.

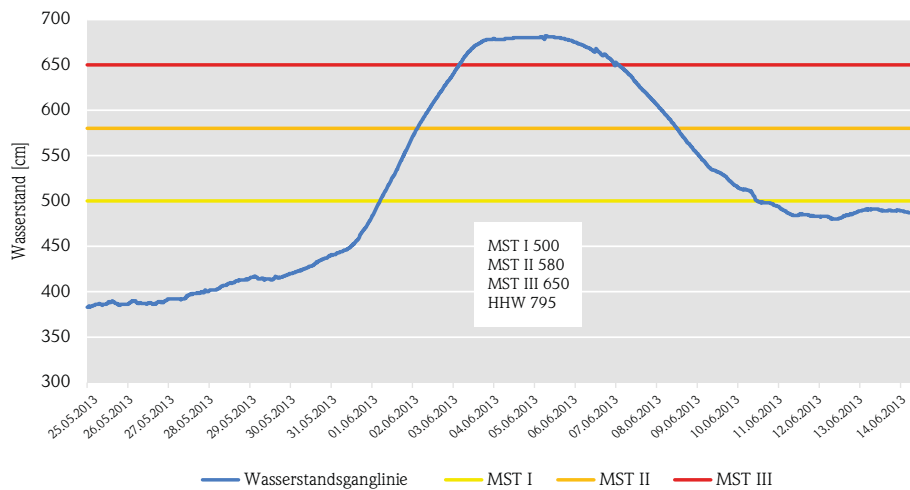


Abb. 59: Wasserstände am Pegel Mainz/Rhein.

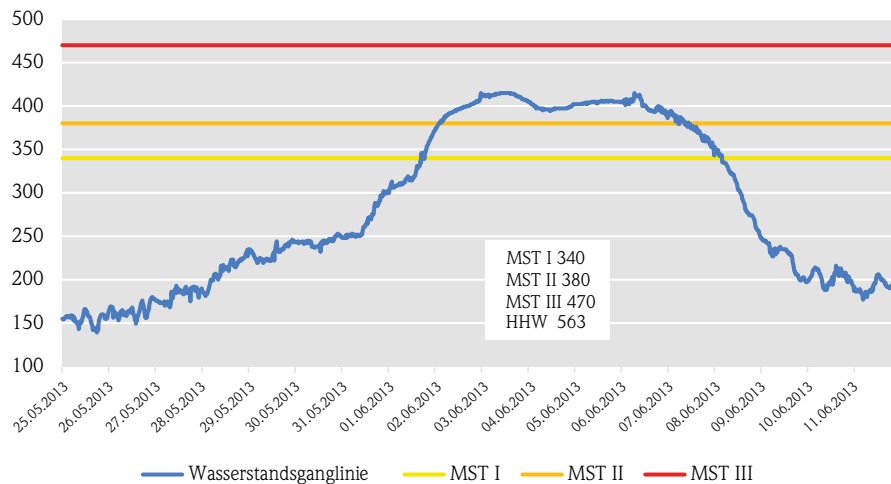


Abb. 60: Wasserstände am Pegel Raunheim/Main.

Am **Main** wurde am Pegel Raunheim (Abbildung 60) vom 2. Juni bis zum 7. Juni die Meldestufe II mit einem lang gestreckten Scheitelwert von 415 cm am 3. Juni überschritten. Am Pegel Frankfurt/Main wurde im gleichen Zeitraum die Meldestufe I überschritten, die Meldestufe II wurde dort nur am 3. und 4. Juni knapp überschritten. Der langanhaltende Hochwasserscheitel des Mains (Abbildung 60) führte in Überlagerung mit der Rheinwelle vom Oberrhein zu der im Gegensatz zum Pegel Worms deutlich breiteren Rheinwelle am Pegel Mainz (Abbildung 59).



Abb. 61: Maarau/Main, 05.06.2013..

Einordnung des Hochwasserereignisses

Im Verlauf des Hochwassers kam es an folgenden Gewässerabschnitten zu Überschreitungen der Hochwassermeldestufe III (die Angaben in der Klammer geben die Bezugspegel an denen die Hochwassermeldestufe III überschritten wurde mit den dortigen Scheitelwasserständen wieder):

a) Am gesamten hessischen **Rhein**abschnitt, das Hochwasser kann als 10 bis 15-jährliches Ereignis eingeordnet werden.

(Worms (708 cm), Mainz (682 cm), Kaub (719 cm))

b) Am gesamten hessischen **Neckar**abschnitt, das Hochwasser entsprach einem 10-jährlichen Ereignis.

(Rockenau (823 cm))

c) Am Unterlauf der **Mümling** unterhalb der Ortslage Michelbach, das Hochwasser entsprach einem 20-jährlichen Ereignis.

(Hainstadt (392 cm))

d) Am gesamten hessischen **Werra**abschnitt, dort handelte es sich um ein 10 bis 20-jährliches Ereignis, wobei im mittleren Werraabschnitt (Pegel Heimboldshausen bis Pegel Heldra) durch Zuflüsse aus stärker von Niederschlägen heimgesuchten Nebengewässern höhere Jährlichkeiten (HQ40) auftraten.

(Heimboldshausen (458 cm), Heldra (488 cm), Allendorf (453 cm))

e) Am Unterlauf der **Ulster** (von der Landesgrenze bis zur Ulstermündung), dort stellte sich ein 10-jährliches Ereignis ein.

(Philippsthal (370 cm))

f) Am **Fulda**oberlauf bis vor Einmündung der Fliede, dort entsprach das Hochwasser einem 8-jährlichen Ereignis.

(Hettenhausen (216 cm))

g) Am gesamten Verlauf der **Haune**, dort entsprach das Hochwasser oberhalb der Haunetalsperre einem 10-jährlichen und am Hauneunterlauf einem 5-jährlichen Ereignis.

(Melzdorf (307 cm), Herrmannspegel (379 cm))

h) Am gesamten Verlauf der **Efze**, das Hochwasser kann als ein etwa 50-jährliches oder selteneres Ereignis abgeschätzt werden.

(Hebel (270 cm / HHW))

Die Angaben zu den Hochwasserjährlichkeiten sind vorläufige Werte, sie basieren auf Rohdaten zu Wasserständen, die in entsprechende Abflüsse umgesetzt wurden. Insbesondere an der Efze, wo am Pegel Hebel die größten Wasserstände seit Beginn der Messungen verzeichnet wurden (HHW), ist die Abflussermittlung sehr unsicher. Bei einem Sommerereignis ist generell mit höheren Stauwerten durch Vegetationseinfluss zu rechnen, die zu einem erhöhten Wasserstand gegenüber gleichen Abflüssen ohne Vegetationseinfluss führen können.

Am hessischen Main wurde die Hochwassermeldestufe II überschritten, an Schwalm und Kinzig die Meldestufe I, die Flüsse Lahn, Nidda, Diemel und Eder zeigten keine Meldestufenüberschreitung.

Tab. 6: höchste Meldestufenüberschreitungen.

Gewässer	Pegel	höchster Scheitel			Meldestufe
		Datum	Uhrzeit	Wasserstand [cm]	
Werra	Heimboldshausen	01.06.	14:30 - 20:45	458	III/ HHW
	Heldra	03.06.	5:00 - 11:30	488	III/ HHW
	Allendorf	04.06.	5:00 - 8:15	453	III
	Letzter Heller	04.06.	20:15 - 22:00	487	I I
Ulster	Philippsthal	27.05.	7:45 - 10:15	370	III
	Günthers	27.05.	2:45 - 3:30	274	II
Fulda	Hettenhausen	27.05.	2:30 - 3:00	216	III
	Kämmerzell	27.05.	18:00 u. 19:45	380	II
	Bad Hersfeld	02.06.	7:30 - 10:00	541	II
	Rotenburg	02.06.16:15	bis 03.06. 2:30	443	II
	Grebenau	3.6.	18:00	372	II
Haune	Melzdorf	27.05.	6:30 - 7:30	307	III
	Hermannspegel	01.06.	11:15	379	III
Efze	Hebel	27.05.	8:15 - 9:15	270	III/ HHW
Pfiefte	Adelshausen	27.05.	4:45 - 7:00	238	I
Emsbach	Niederbrechen	27.05.	11:30	181	II
Wohra	Gemünden	29.05.	16:15	154	I
	Bartenhausen	27.05.	8:15 - 11:15	293	I
Ohm	Ober-Ofleiden	27.05.	2:15 - 5:30	283	I
Weil	Rod a.d. Weil	27.05.	8:15	79	I
Weschnitz	Fahrenbach	31.05.	09:30	188	II
	Lorsch	31.05.	11:45	384	II
Mümling	Michelstadt	01.06.	10:45	173	I
	Hainstadt	01.06.	17:45 - 18:00	392	III
Gersprenz	Harreshausen	02.06.	10:30	224	II
Lauter	Bensheim	01.06.	7:45	108	I
Schwarzbach	Eppstein	31.05.	11:00	136	II
Kinzig	Gelnhausen	01.06.	17:30 - 18:45	351	I
	Hanau	03.06.	05:45	311	I
Rhein	Worms	03.06.	13:15 - 13:30	708	III
	Mainz	05.06.	6:30 - 7:30	682	III
	Kaub	05.06.	7:15 - 17:30	719	III
Main	Frankfurt	03.06.	00:30	386	II
	Raunheim	02.06.	10:00 - 15:00	415	II
Neckar	Rockenau	02.06.	16:45 - 18:15	823	III

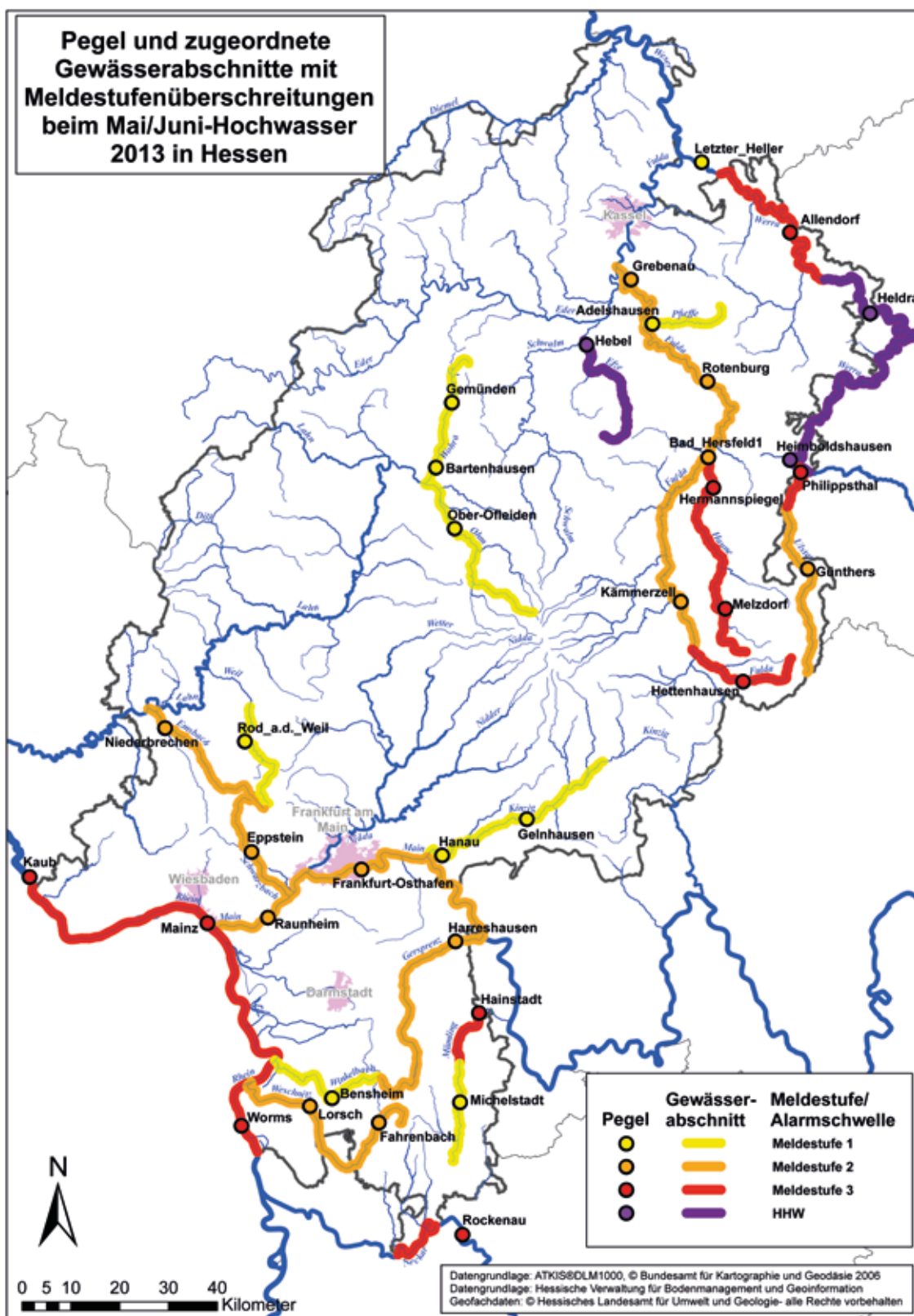


Abb. 62: Höchste Meldestufenüberschreitungen.

Literatur

- [1] Witterungsreport Express- Witterungsverlauf, Großwetterlagen –DEUTSCHER WETTERDIENST Mai 2013
- [2] Wetter und Landwirtschaft in Deutschland im Frühjahr 2013- Extreme Bodenfeuchte wie seit 50 Jahren nicht mehr -Pressemitteilung des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES Offenbach, 31. Mai 2013
- [3] Das Juni-Hochwasser des Jahres 2013 in Deutschland BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE, DEUTSCHER WETTERDIENST BfG-Bericht Nr. 1793, Koblenz 27. Juni 2013
- [4] Hochwasser im Rhein BERICHT DES LANDESAMTES FÜR UMWELT, WASSERWIRTSCHAFT UND GEWERBE-AUFSICHT RHEINLAND-PFALZ Juli 2013

Grundwasser

Grundwasserneubildung

MARIO HERGESELL

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

Grundwasser nimmt am Wasserkreislauf teil. In Hessen ist allgemein davon auszugehen, dass ein ausgeglichener Wasserhaushalt gegeben ist. Voraussetzung dafür ist, dass die Grundwasserförderung für die Trink- und Brauchwassernutzung durch die Grundwasserneubildung kompensiert und eine Übernutzung vermieden wird. In Hessen wird rd. 95 % des Trinkwassers aus dem Grundwasser gewonnen. Deshalb ist neben der Beobachtung der Grundwasserspiegel die Kenntnis der regional unterschiedlichen Grundwasserneubildung entscheidend für die Beurteilung des mengenmäßigen Grundwasserzustands.

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

Umgerechnet auf die Fläche Hessens werden somit im langjährigen Mittel (1971 – 2000) jährlich rd. 2,13 Mrd. m³ Grundwasser

neu gebildet. Demgegenüber werden jährlich rd. 407 Mio. m³ Grundwasser entnommen. Der Vergleich zeigt, dass hessenweit jährlich rd. 5-fach mehr Grundwasser neu gebildet als gefördert wird.

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 HLUg auch für die Ermittlung von jährlichen Grundwasserneubildungsraten eingesetzt. Die folgende Karte (Abbildung 64) ist eine Übersichtsdarstellung der modellierten Grundwasserneubildung aus dem Niederschlag für das Jahr 2013. 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.

Obwohl die Jahresniederschlagssumme in etwa dem langjährigen Mittelwert der Jahre 1971 – 2000 entsprach, betrug das Flächenmittel der Grundwasserneubildung für das Jahr 2013 für Hessen 120 mm und lag damit rd. 19 % über dem langjährigen Mittelwert der Referenzperiode. Die erhöhte Grundwasserneubildung im Jahr 2013 ist auf die teilweise deutlich

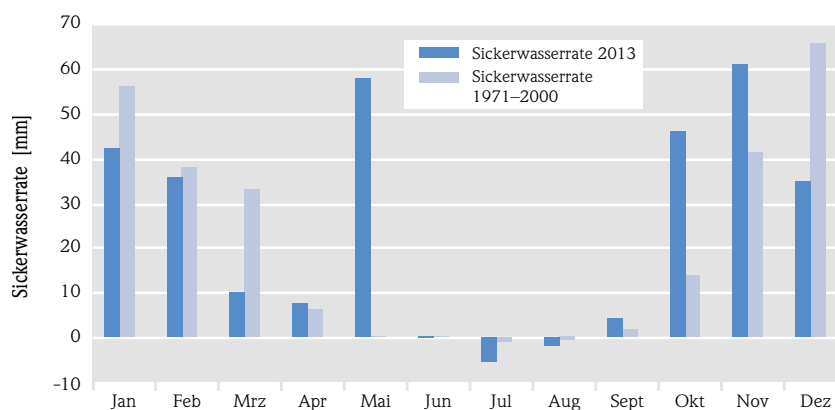


Abb. 63: Monatliche Sickerwasserraten in Hessen.

gegenüber den langjährigen Mittelwerten abweichenden Monatssummen zurück zu führen. So sorgte vor allem der Rekordniederschlag im Mai für eine extrem hohe Versickerung, die zu dieser Jahreszeit normalerweise sehr gering ausfällt (siehe Abbildung 63). Zusätzlich trugen auch noch der viel zu nasse Oktober und der nasse November zu der erhöhten Grundwasserneubildung bei. Untypisch niedrig fiel dagegen die Versickerung im viel zu trockenen Dezember aus.

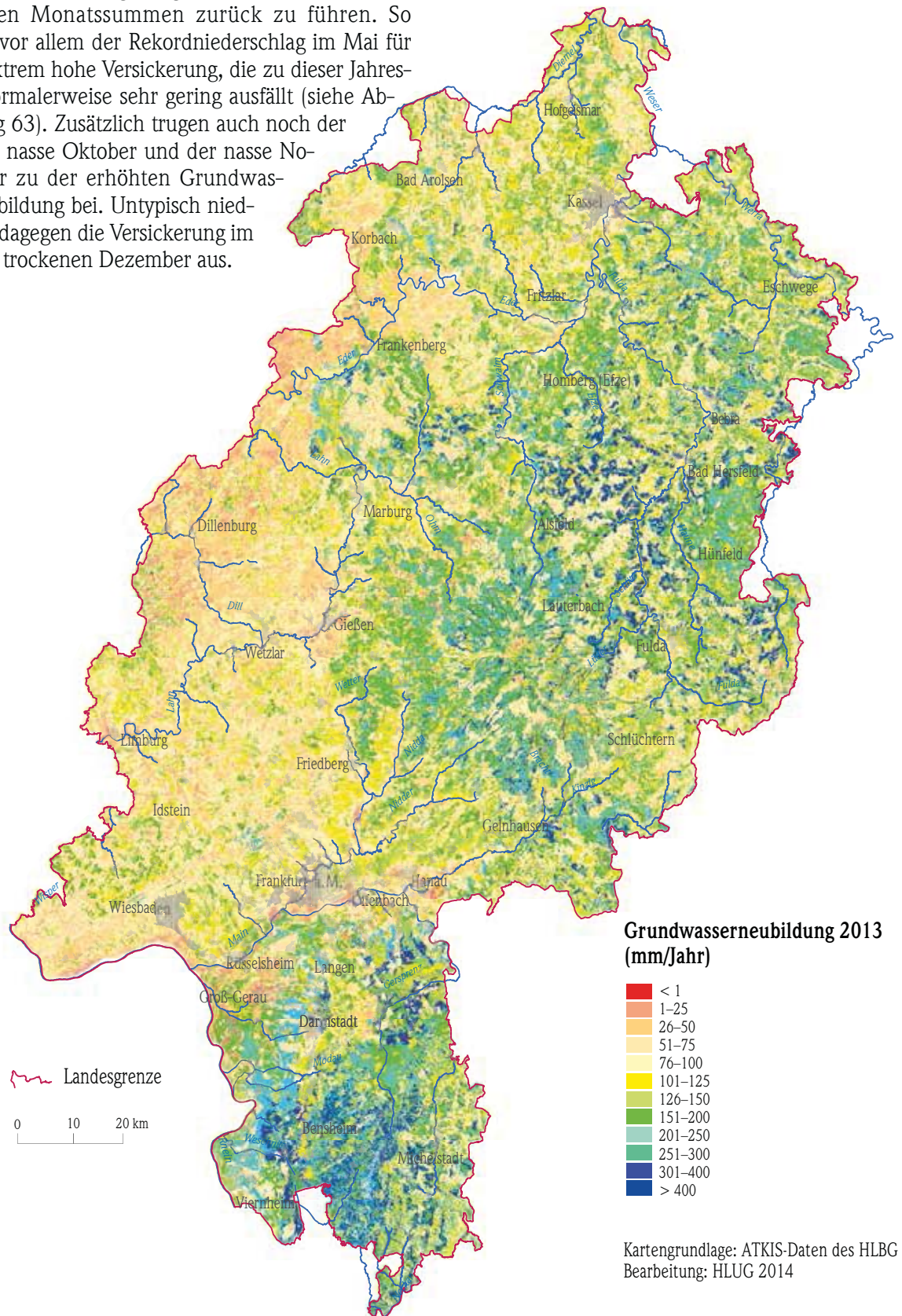


Abb. 64: Flächenhafte Darstellung der Jahressumme der Grundwasserneubildung aus Niederschlag für das Jahr 2013.

Grundwasserstände und Quellschüttungen

WOLF-PETER VON PAPE

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 Messnetz (Abbildungen 65, 66, 68) unterhalten, das für die Grundwasserstände und Quellschüttungen über das Land verteilt repräsentativ Werte liefert.

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

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 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 mit roten Ringen markiert. Zum Vergleich werden die Ganglinien des Jahres 2013 zusammen mit dem Verlauf von Jahren mit besonders niedrigen und hohen Grundwasserständen dargestellt.

Die Schüttung der Quelle Calden nördlich von Kassel (Abbildung 69) hatte im Jahr 2013 einen fast jahrestypischen Verlauf. Am Jahresbeginn nahm sie normal zu, und hatte eine starke Zunahme von Ende Mai bis Mitte Juni, dem besonders niederschlagsreichen Zeitraum. In den Sommermonaten ging die Schüttung stetig zurück und blieb ab Oktober bis zum Jahresende fast konstant. Im Vergleich zu früheren Jahren ist die Situation an dieser Quelle mit Ausnahme des verspäteten Frühjahrsanstiegs normal.

Die Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Bracht im Burgwald (Abbildung 70) zeigt langfri-



Abb. 65: Bohrung für eine Grundwassermessstelle in Trebur.



Abb. 66: Bohrkern.



Abb. 67: Grundwassermessstellen in Ürzell, Muschelkalk in Kinzigtal.

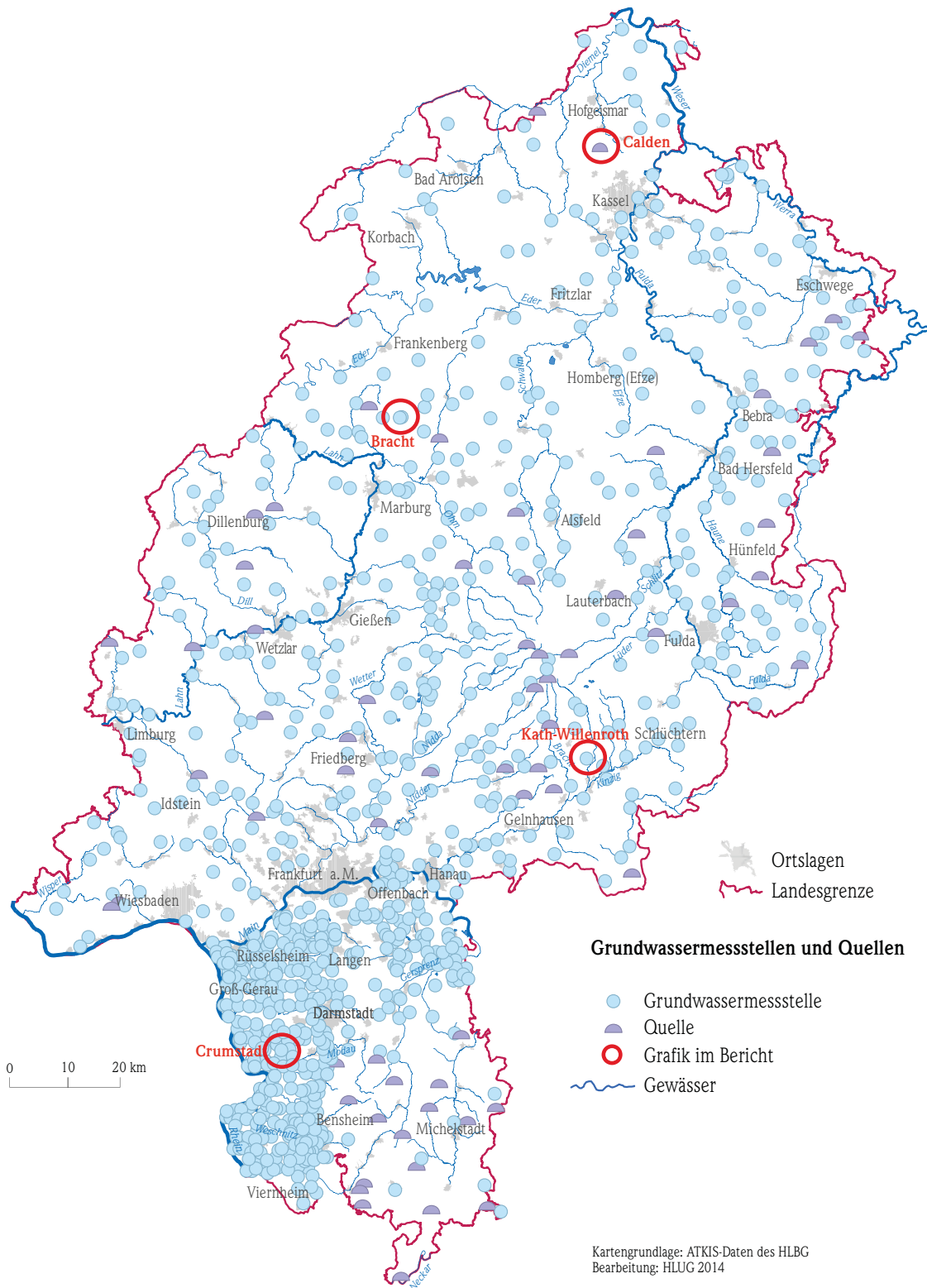


Abb. 68: Messstellen zur Überwachung der Grundwasserstände und Quellschüttungen.

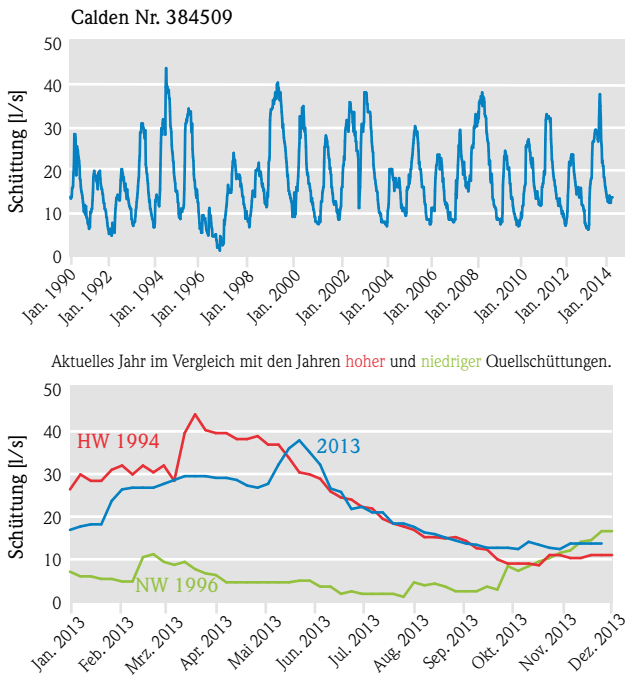


Abb. 69: Schüttungsganglinie der Quelle Calden.

stig einen ausgeglichenen jahreszeitlichen Verlauf, der von Trocken- und Nassperioden überprägt ist. Anfang 2013 stieg das Grundwasser von einem niedrigen Niveau, vergleichbar mit der Situation im Trockenjahr 1976, bis Juli auf fast mittlere Höhe an. Die Wasserstände, die normalerweise im Mai sinken, stiegen ab Ende Mai bis Juni zunehmend an, was mit den niederschlagsreichen Wochen übereinstimmt. In

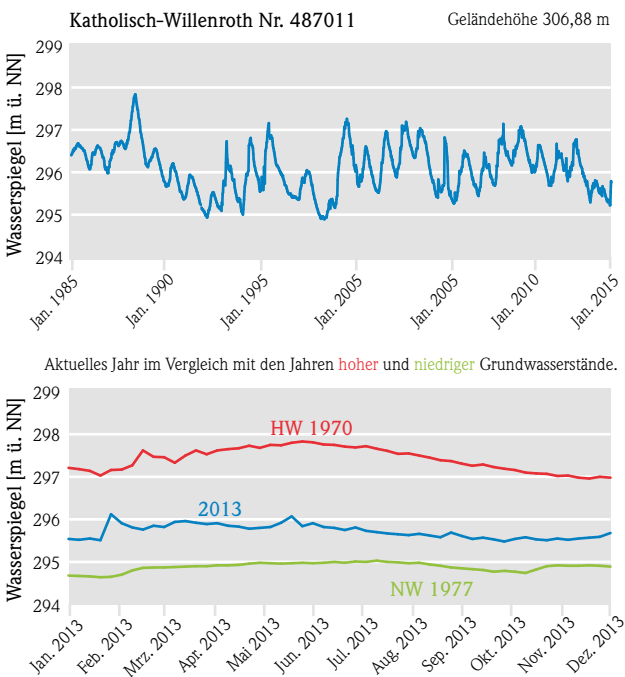


Abb. 71: Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Katholisch-Willenroth.

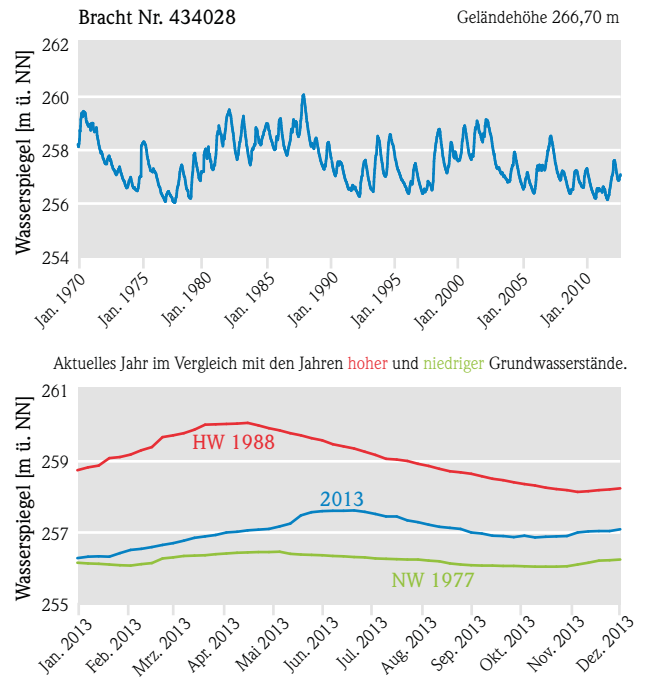


Abb. 70: Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Bracht.

den Sommermonaten sank das Grundwasser bis es ab November wieder leicht anstieg. Im Vergleich mit weiteren Messstellen in Mittelhessen sind die Grundwasserstände in den letzten Jahren ungewöhnlich niedrig.

Die Grundwasserstände der Messstelle Katholisch-Willenroth im Büdinger Wald (Abbildung 71) lagen

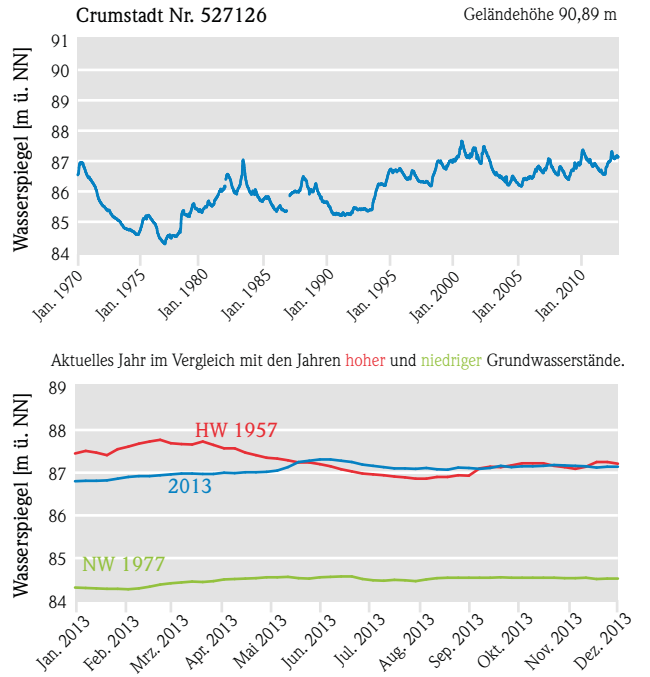


Abb. 72: Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Crumstadt.

im Jahr 2013 auf unterdurchschnittlichem Niveau. Es gab einen schwach ausgeprägten jahreszeitlichen Verlauf. Nach einem Anstieg des Grundwassers bis Februar gab es nur geringe Veränderungen der Wasserstände. Ende Mai gab es einen kurzen Anstieg in Folge des hohen Niederschlags. Bis November sank das Grundwasser bis am Jahresende ein Wiederanstieg erfolgte.

Die langjährige Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Crumstadt im Hessischen Ried (Abbildung 72) zeigt ein starkes Absinken Anfang der 1970er Jahre herbeigeführt von einer hohen Grundwasserentnahme und einer zeitgleichen Trockenperiode. 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. Im Jahr 2013 stieg das Grundwasser Anfang des Jahres leicht und von Ende Mai bis Juni infolge des hohen Niederschlags stärker an. Danach sank es bis Oktober und stieg bis zum Jahresende wieder leicht an.

Grundwasserkarten Hessischen Ried und Mainebene

Das HLUG veröffentlicht Grundwasserkarten des Hessischen Rieds und der Mainebene. Die Karten bieten flächendeckende Information über die Grundwasserstände, die Tiefe des Grundwassers unter Gelände und die Fließrichtung. Sie werden für Planungen von Bauwerken benötigt und dienen der Überwachung von Eingriffen in den Grundwasserhaushalt. Es gibt Karten für extreme Situationen wie den hohen Grundwasserständen im Frühjahr

der Jahre 1988 und 2001 und niedriger 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 in den Internetseiten des HLUG zur Verfügung.

Grundlage für die **Karten Oktober 2013** sind 2 800 Messwerte von Grundwasserständen des oberen Grundwasserleiters, die in den quartären Sedimenten des Oberrheingrabens und der Untermainsenke zu einem zusammenhängenden Grundwasserleiter gehören.

In der **Grundwasserflurabstandskarte** wird der Grundwasserstand unter der Geländehöhe dargestellt. Die Karte 2013 basiert auf einem neuen Geländehöhenmodell, das mit modernster Geländevermessung (Laserscanning) aufgenommen wurde. Gegenüber früheren Werken ist diese Karte genauer und feiner strukturiert.

In der **Grundwasserhöhengleichenkarte** sind die Grundwasserstände des oberen Grundwasserleiters als Linien gleicher Höhen bezogen auf die Meereshöhe Normal Null [m+NN] dargestellt. Zusätzlich sind die Standorte von Brunnen und Grundwassermessstellen eingetragen. Das Grundwasser strömt mit geringem Gefälle senkrecht zu den Höhenlinien und generell von Osten nach Westen zum Rhein und im Norden nach Nordwesten zum Main hin. In den Einflussbereichen der Grundwasserentnahmen ist der Linienverlauf „gestört“ und die Linien biegen um und zwar im Grundwasseroberstrom um die Brunnen herum.



Abb. 73: Kartenausschnitt nördliche Rhein-/Mainebene – Grundwasserflurabstand.

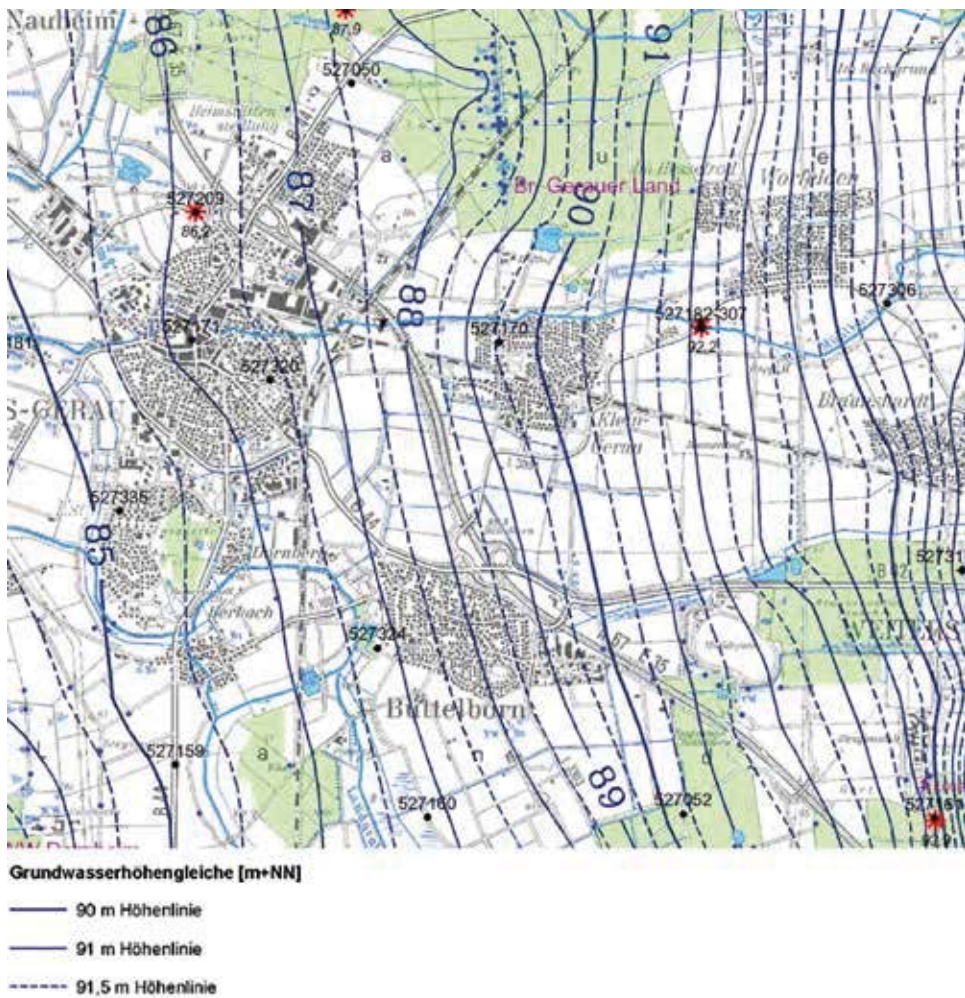


Abb. 74: Kartenausschnitt nördliche Rhein-/Mainebene – Grundwasserhöhengleichen.

Anorganische Spurenstoffe in hessischen Grundwässern am Beispiel von Metallen

JEANNETTE STÜBER-RENSCHIN

Die Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit in Hessen basiert zum einen auf Analysen von Grundwasserproben aus Messstellen des Landesgrundwasserdienstes (rd. 350), zum anderen auf Grundwasserproben aus Messstellen, die im Rahmen der Rohwasseruntersuchungsverordnung (RUW) bei hessischen Wasserversorgungsunternehmen untersucht werden (rd. 3.500).

Als Spurenstoffe werden die anorganischen Wasserinhaltsstoffe bezeichnet, welche Konzentrationen in Mikro- und Nanogramm pro Liter aufweisen. Spurenstoffe haben z.T. für den menschlichen Organismus eine wichtige Funktion. Sie können jedoch auch ein erhöhtes Toxizitätspotenzial aufweisen (EBERMANN & ELMADFA 2008), welches von Art und Konzentration sowie vom Zusammentreffen verschiedener Spurenstoffe abhängig ist.

Einige Spurenstoffe sind Metalle und können im Grundwasser geogen bedingt vorkommen. Seit der Industrialisierung gelangen jedoch immer mehr Substanzen in die Umwelt. Die anthropogen bedingte Belastung des Grundwassers durch Metalle nimmt zu. Die moderne Analytik ermöglicht das Auffinden von Stoffen, die in geringen bis sehr geringen Konzentrationen im Grundwasser vorkommen. Daher hat auch die Diskussion über das Gefährdungspotenzial von Metallen zugenommen, die in Spuren im Grundwasser gelöst sind. Problematisch ist dies u.a. deshalb, weil Metalle persistent sind und langfristig im Boden angereichert werden. Die meisten Metalle gehen im Erdreich in die Oxidform über und binden sich dort reversibel an organische Bodensubstanz oder Tonminerale. Auswaschungen ins Grundwasser sind jedoch möglich, insbesondere bei Bodenversauerung.

Die Schädigung der Metalle im Boden beruht in der Hauptsache auf ihrer Wirkung als Enzyminhibitoren. Mikroorganismen im Boden können geschädigt werden und dadurch folgen Artenverschiebungen in Bodenfauna und Flora. Pflanzen können mit Wachstumsschäden und Erkrankungen reagieren.

Für toxische, persistente und bioakkumulierbare Spurenstoffe wurden in Deutschland durch die Grundwasserverordnung (GrundwV) – deren Grundlage die europäische Grundwasserrichtlinie ist – sogenannte Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) eingeführt. Dabei handelt es sich um Konzentrationen, bei deren Unterschreitung und Exposition über die Nahrungskette von keiner Gefährdung auszugehen ist. Für einige Stoffe sind Grenzwerte nach der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) verfügbar, die zusätzlich zur Beurteilung herangezogen werden.

Die grundwasserleitenden Gesteine im Einzugsgebiet von Wassergewinnungsanlagen haben einen großen Einfluss auf die Rohwasserbeschaffenheit. So können z.B. in gabbroid-basaltischen Gesteinen die Elemente Cobalt, Chrom, Nickel und Vanadium, in granitischen Gesteinen die Elemente Barium, Lithium, Blei und Uran sowie in Schwarzschiefern die Elemente Kupfer, Blei, Uran und Zink beachtlich angereichert sein (FAUTH ET AL. 1985).

Desweiteren bestimmen die lokale Säurekapazität und die Gesamthärte der Grundwässer die Aufnahmefähigkeit für Protonen und damit die Löslichkeit von Metallen. Vereinzelt gibt es in Hessen auch Altlastenstandorte, die als Punktquellen zu erhöhten Schwermetallkonzentrationen im Grundwasser führen können. Die bekannten, relevanten Fälle befinden sich in Sanierungsprogrammen.

Im Folgenden werden am Beispiel von **Cadmium** und **Chrom gesamt** (Cr gesamt) die aktuellen Messwerte in hessischen Grundwasserproben für den Zeitraum 2010 und 2013 ausgewertet.

Mögliche geogene Quellen für in Grundwasser gelöstem **Cadmium** sind laut HEM (1985) Zink- und Kupfererz-Minerale. MATTHES (1994) nennt außerdem Bleierze. Im unbelasteten Grundwasser sind Konzentrationen im Bereich von 0,1 bis 0,3 µg/l typisch (SCHLEYER & KERNDORF 1992), vereinzelt können jedoch auch Werte bis zu 2 µg/l auftreten (KUNKEL, R., VOIGT, H.-J., WENDLAND, F., HANNAPPEL, S. 2004).

Bei den hessischen Messungen war in nur wenigen Proben (8,5 % von 667 untersuchten Grundwasserproben) Cadmium in Grundwässern nachweisbar, alle anderen Proben lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze. Bei den Grundwässern der 57 positiv beprobten Messstellen lag der Median bei 0,17 µg/l und der Maximalwert bei 2,3 µg/l (Abbildung 75).

Der Grenzwert nach GrundwV liegt bei 0,5 µg/l. Dieser Wert wurde bei Proben aus 9 Messstellen überschritten.

Erzminerale, die signifikante Mengen an Cadmium aufweisen können, sind als mögliche Ursache für die nachgewiesenen Cadmiumkonzentrationen unwahrscheinlich, da diese Lagerstätten in den jeweiligen Grundwasserleitern nicht ausgebildet sind (LUDWIG, F., 2013)

Chrom tritt geogen in relativ hohen Konzentrationen in Silikatmineralien auf. Eine Anreicherung kann außerdem in Lateriten als Fe-Cr-Oxid erfolgen (HEM, J. D., 1985).

Charakteristisch für Chrom ist die unterschiedliche Mobilität für die verschiedenen Oxidationsstufen. Während dreiwertiges Chrom (Cr(III)) gering wasserlöslich ist, sind die toxischen, sechswertigen Chromverbindungen (Cr(VI)) gut löslich. (KUNKEL, R., VOIGT, H.-J., WENDLAND, F., HANNAPPEL, S. 2004) Bis vor kurzem wurde davon ausgegangen, dass Chrom in natürlicher Umgebung überwiegend als Cr(III) vor-

liegt. Ergebnisse aus neueren Forschungsarbeiten zeigen hingegen, dass in Deutschland auch Cr(VI) in Grund- und Rohwässern vorkommen kann. Auf Grundlage der bisherigen Ergebnisse eines Sondergutachtens zur „Potentiellen Schädlichkeit von Chrom im Trinkwasser“ plant das UBA einen lebenslang akzeptablen Leitwert von 0,3 µg/l für Cr(VI) zu empfehlen. Das HLUG wird 2014 erstmalig eine flächendeckende Untersuchung zu Cr(VI)-Gehalten in hessischen Grundwässern durchführen.

Im Folgenden wird auf die hessischen Analyseergebnisse für Cr gesamt eingegangen.

In natürlichen Grundwässern sind Chromgehalte unter 1,5 µg/l typisch, HEM (1985) hält jedoch auch geogene Chromkonzentrationen bis 10 µg/l für plausibel. Der derzeit angewandte Geringfügigkeitschwellenwert der LAWA für Chrom im Grundwasser liegt bei 7 µg/l, der Grenzwert in der Trinkwasserverordnung wurde bei 50 µg/l festgelegt.

Bei 793 untersuchten hessischen Grundwasseralysen auf Cr gesamt konnten in 33 % der Proben Messwerte über der Bestimmungsgrenze analysiert werden. Bei diesen 260 Proben lag der Median bei 3 µg/l Cr gesamt und der Maximalwert bei 18 µg/l. Bei 193 Proben lag die Chrom-Konzentration zwischen 1,5 µg/l und 7 µg/l, bei 65 Proben (8,2 %) lag der Messwert über dem Geringfügigkeitsschwellenwert der LAWA (Abbildung 76).

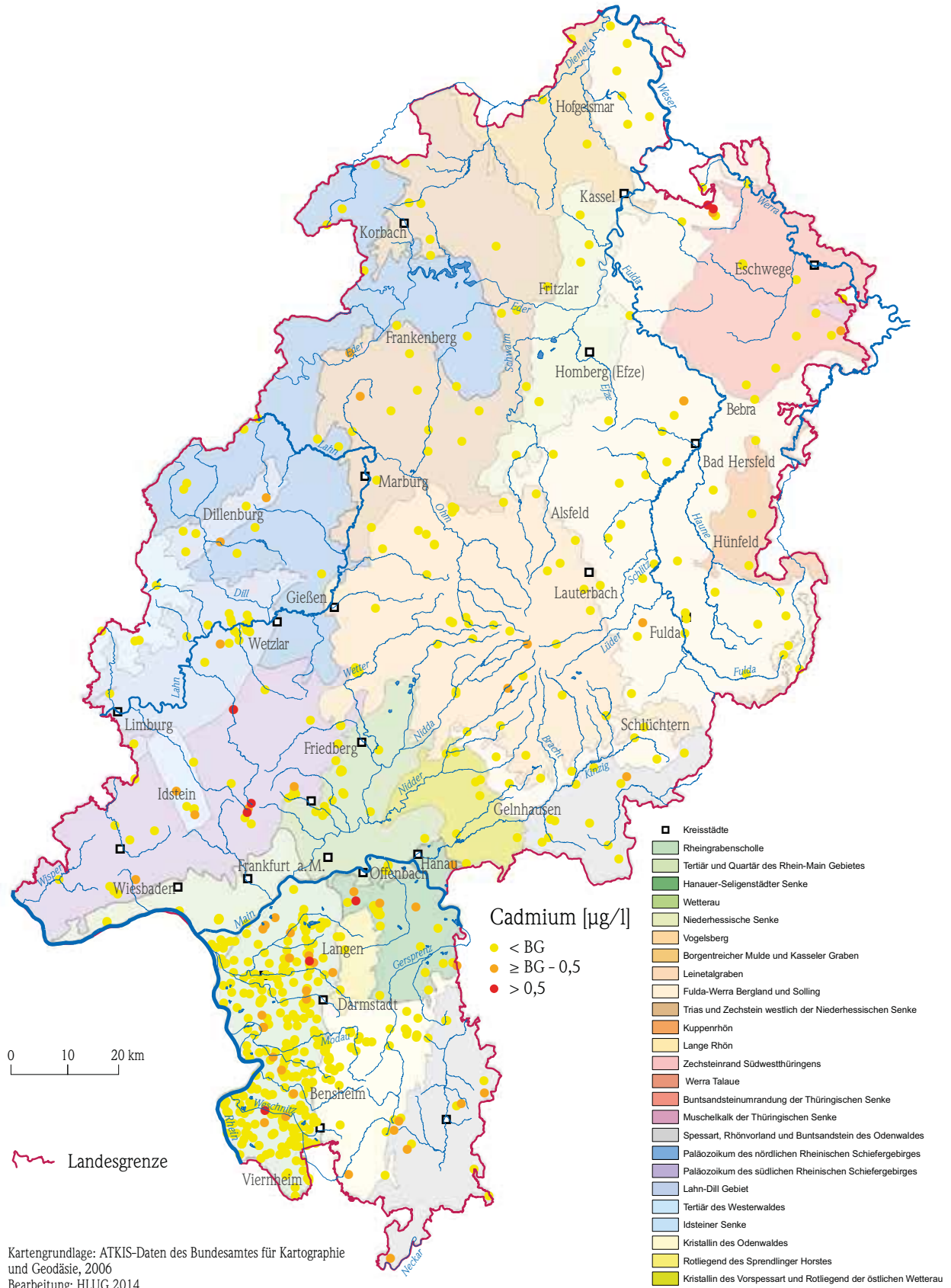


Abb. 75: Cadmium in hessischen Grundwässern.

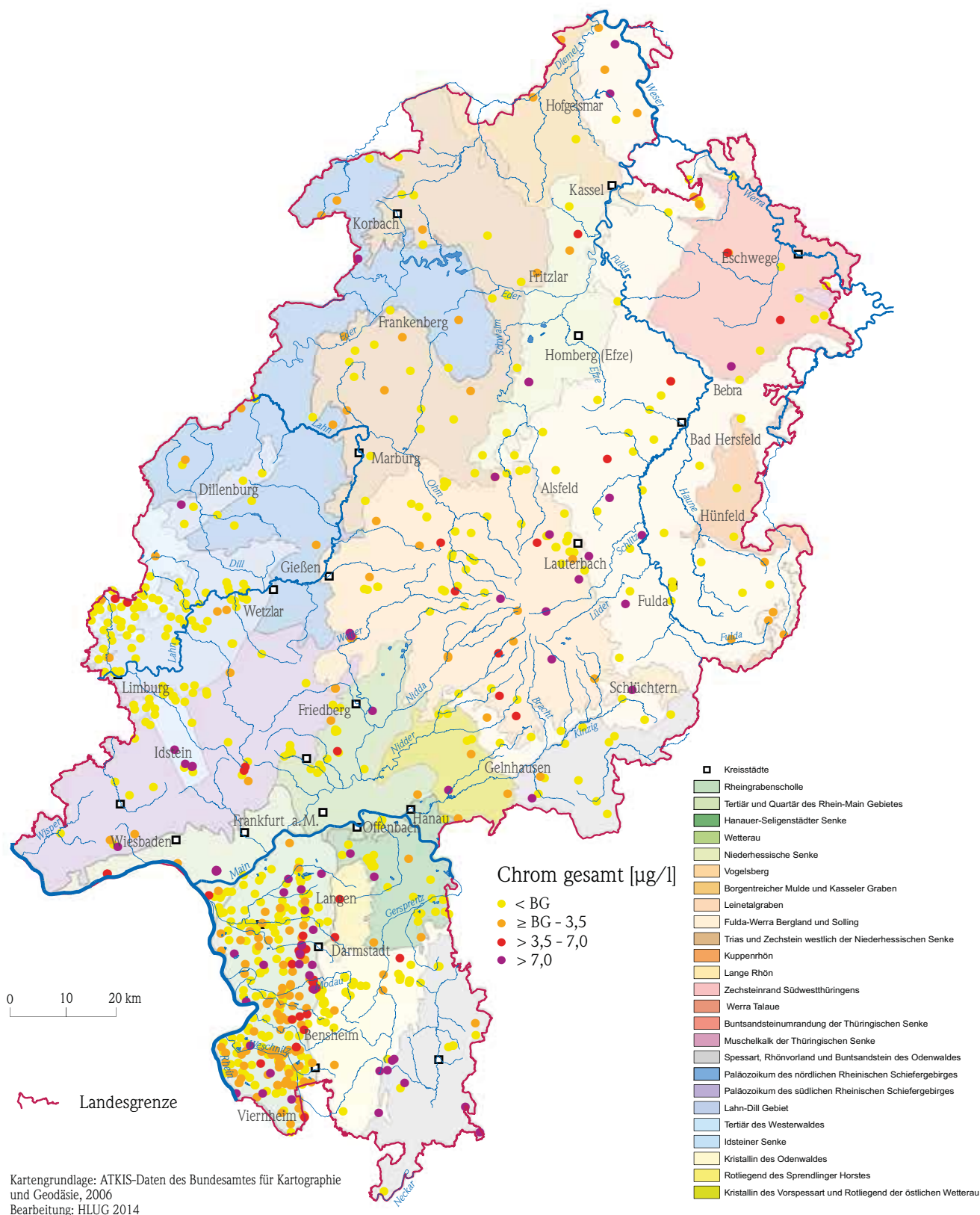


Abb. 76: Chrom gesamt in hess. Grundwässern.

Literatur-Verzeichnis

- EBERMANN, R., ELMADFA, I. (2008): Lehrbuch Lebensmittelchemie und Ernährung, 121 S., Springer - Wien New York
- HEM, J. D. (1985): Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. – US Geol. Survey Water Supply Pap., 2254, 3rd ed., 263 p., Washington D.C.
- SCHLEYER, R., KERNDORFF H. (1992): Die Grundwasserqualität westdeutscher Trinkwasserressourcen; Verlag VCH, 245 S., Weinheim
- KUNKEL, R., VOIGT, H.-J., WENDLAND, F., HANNAPPEL, S. (2004): Die natürliche, ubiquitär überprägte Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland; Forschungszentrum Jülich, HYDOR, Brandenburgische Technische Universität Cottbus; Band/Volume 47, 204 S., Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt/Environment
- LUDWIG, F. (2013): Geogene Hintergrundwerte der Hauptbestandteile der Spurenstoffe in hessischen Grundwässern, Geologische Abhandlungen Hessen, Band 118
- MATHESS, G. (1994): Lehrbuch der Hydrogeologie; Band 2 – Die Beschaffenheit des Grundwassers, 3. Überarbeitete Auflage, Verlag Borntraeger, 499 S., Berlin – Stuttgart
- TRINKWV (2001): Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch, Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. November 2011 (BGBl. I S. 2370), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 5. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2562) geändert worden ist.

Zusammenfassung

Mit einer mittleren Temperatur von 8,7 °C und einer durchschnittlichen Niederschlagsmenge von 767 l/m² ist das Jahr 2013 insgesamt gesehen (verglichen mit den Referenzwerten der langjährigen mittleren Reihen 1981 - 2000: Temperatur 8,5 °C, Niederschlagshöhe 777 l/m²) als geringfügig zu warm mit annähernd normalem Niederschlag einzuordnen. Die Sonnenscheindauer lag um 70 Stunden unter dem Mittelwert von 1 477 Stunden.

Abweichend davon fallen die Monatswerte aus dem Rahmen. Besonders bemerkenswert sind eine dreimonatige Kälteperiode mit zahlreichen Frosttagen und geringen Niederschlägen zu Jahresbeginn sowie langdauernde ergiebige Niederschläge im Mai. Diese betragen mit 142 l/m² 75 l/m² mehr als die mittlere Jahresmenge.

Diese meteorologischen Gegebenheiten spiegeln sich sowohl in den oberirdischen als auch im Grundwasser nieder. Die außergewöhnlich ergiebigen und hohen Niederschläge im Mai und Anfang Juni führten im Süden und im Osten Hessens zu Hochwasser mit Überschreitung von Hochwassermeldestufen. Besonders hoch war es an Werra, Fulda, Haune und Efze im Norden und Osten Hessens sowie in Südhessen an Mümling und Weschnitz, sowie an Rhein, Main und Neckar. Hohe Abflüsse gab es noch im Oktober und November, im übrigen Jahr waren die Wassermengen in den Fließgewässern unterdurchschnittlich.

Die Talsperren und Rückhaltebecken waren Ende Mai/Anfang Juni stark gefüllt, die Edertalsperre war von Ende April bis Anfang Juni voll eingestaut.

Hinsichtlich der Bewertung des chemischen Zustandes der Oberflächengewässer ist im August 2013 eine neue EU-Richtlinie verabschiedet worden, die neue Umweltqualitätsnormen vorgibt und bis Mitte September 2015 in nationales Recht umgesetzt

werden muss. Seit Mitte 2013 können die Ergebnisse der Messungen für die Standardparameter an allen Messstellen in Hessen auf der Internetseite des HLUJ eingesehen und heruntergeladen werden. Die Messungen an den großen Fließgewässern zeigen die höchsten Wassertemperaturen im Main in der 30. Kalenderwoche bei 26 °C. Die Sauerstoffminima treten ebenfalls in der 30. Kalenderwoche auf und sind in der Fulda im Minimum von nur 3 mg/l außerordentlich gering.

Obwohl die Jahresniederschlagssumme in etwa dem langjährigen Mittelwert der Jahre 1971 – 2000 entsprach, betrug das Flächenmittel der Grundwassererneubildung für das Jahr 2013 für Hessen rund 120 mm und lag damit rd. 19 % über dem langjährigen Mittelwert der Referenzperiode. Die erhöhte Grundwassererneubildung im Jahr 2013 ist vor allem auf den Rekordniederschlag im Mai sowie den viel zu nassen Oktober und den nassen November zurückzuführen.

Die Grundwasserstände blieben bis Mai auf mittlerer bis etwas unterdurchschnittlicher Höhe. Der hohe Niederschlag Ende Mai und Juni führte vor allem bei geringen Flurabständen zu für die Jahreszeit ungewöhnlich starkem Grundwasseranstieg. Insgesamt blieb die Grundwassersituation 2013 ausgeglichen.

Die Grundlage zur Beschreibung der Grundwasserbeschaffenheit sind Wasseranalysen. Als Spurenstoffe werden die anorganischen Wasserinhaltsstoffe bezeichnet, welche Konzentrationen in Mikro- und Nanogramm pro Liter aufweisen. Im Grundwasser sind, meist geogen bedingt, auch metallene Spurenstoffe enthalten. Am Beispiel von Cadmium und Chrom gesamt wurden Spurenstoffkonzentrationen in hessischen Grundwässern ausgewertet und bezogen auf die hydrogeologischen Teilräume dargestellt. Geringfügigkeitsschwellenwerte und gesetzliche Grenzwerte werden selten überschritten.

