



Hydrologie in Hessen, Heft 8

# Gewässerkundlicher Jahresbericht 2011



Hydrologie in Hessen, Heft 8

# **Gewässerkundlicher Jahresbericht 2011**

Wiesbaden, 2012

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

# Impressum

Hydrologie in Hessen, Heft 8

ISSN 1438-7859  
ISBN 978-3-89026-708-1

## **Gewässerkundlicher Jahresbericht 2011**

Redaktion: Cornelia Löns-Hanna

Layout: Nadine Monika Lockwald

Titelbild: Flächenhafte Verteilung des Niederschlags 2011, Niedrigwasser am Rhein

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](mailto:vertrieb@hlug.hessen.de)

[www.hlug.de](http://www.hlug.de)

# Inhalt

<b>Einleitung</b> .....	4
<b>Witterung</b>	
CORNELIA LÖNS-HANNA Witterungsverlauf im Jahr 2011 .....	5
PETRA MENK & CORNELIA LÖNS-HANNA Starkregenereignisse im Sommerhalbjahr .....	10
<b>Oberflächengewässer</b>	
CORNELIA LÖNS-HANNA Wasserstand und Abfluss .....	15
MATTHIAS KREMER Niedrigwasser .....	20
CORNELIA LÖNS-HANNA Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken .....	23
DR. PETER CIKRYT Wasserqualität der Fließgewässer .....	28
ANDREAS GRÜNDEL & WINFRIED STAUDT Neuigkeiten bei den Badeseen – Die Badesaison 2011 .....	34
<b>Grundwasser</b>	
MARIO HERGESELL Grundwasserneubildung .....	40
WOLF-PETER VON PAPE Grundwasserstände und Quellschüttungen .....	42
DR. GEORG BERTHOLD & HARALD RÜCKERT Grundwasserbeschaffenheit – Sulfat im Grundwasser .....	45
<b>Zusammenfassung</b> .....	48

## Einleitung

Eine zentrale Aufgabe des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie ist die Durchführung und Auswertung gewässerkundlicher Messungen. Zur laufenden Überwachung des Gewässerzustandes verfügt das Land über eine Vielzahl gewässerkundlicher Messstellen (Abbildung 1), an denen vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie oder von den Regierungspräsidien Messungen und Untersuchungen durchgeführt werden. Aus diesen Mess-

netzen, 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 2011 werden in diesem Bericht präsentiert.



**Abb. 1:** Gewässerkundliche Messstellen.

## Witterung

CORNELIA LÖNS-HANNA

### Witterungsverlauf im Jahr 2011

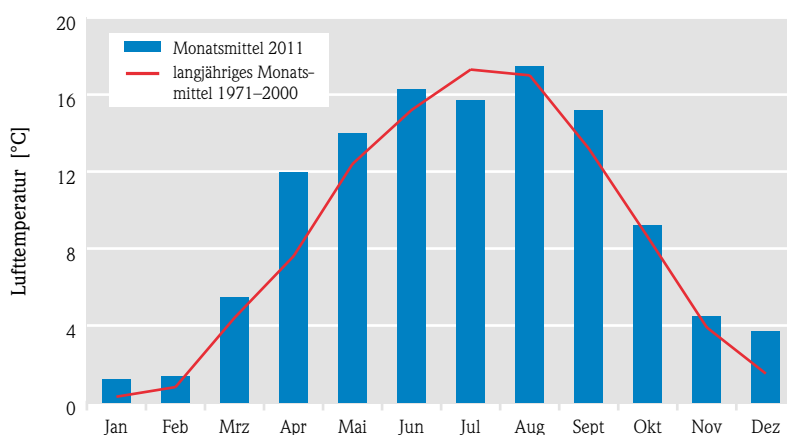
#### Lufttemperatur

Im Jahr 2011 lag die mittlere Lufttemperatur in Hessen bei 9,7 °C. Damit war es um 1,2 Grad wärmer als im langjährigen Mittel von 1971 bis 2000, dessen Wert 8,5 °C beträgt. Elf von zwölf Monaten waren wärmer als im Durchschnitt der Referenzperiode (Abbildung 2). Nur der Juli fiel zu kühl aus, die mittlere Temperatur lag um 1,6 Grad unter dem langjährigen Mittelwert von 17,3 °C. Erheblich wurde der langjährige Mittelwert von 7,6 °C im April überschritten, mit 12,0 °C lag die Temperatur 2011 um 4,4 Grad höher. Viel zu warm war auch der Dezember, er war mit 3,7 °C um 2,2 Grad wärmer als im Mittel. Laut Einschätzung des DWD gehört das Jahr 2011 damit zu den viert-wärmsten Jahren seit 1881.

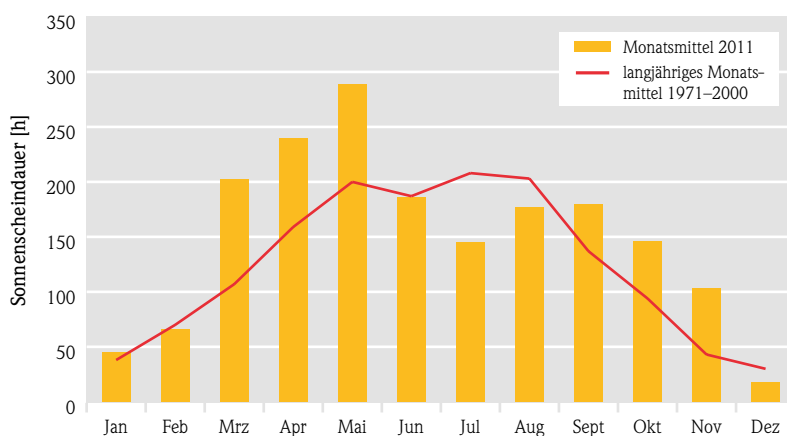
#### Sonnenschein

Die Sonnenscheindauer in Hessen betrug 1 796 Stunden, das waren 319 Stunden mehr als im Mittel (1 477 Stunden). Sonnenscheinreich waren die Frühjahrsmonate März, April und Mai sowie die Herbstmonate September, Oktober und November (Abbildung 3). Der Mai war mit 289 Stunden insgesamt gesehen der sonnenscheinreichste Monat im Jahr 2011. Während im Juni die Sonnenscheindauer den Durchschnittswerten entsprach, waren der Juli und der August sonnenscheinarm. Im Juli schien mit 145 Stunden die Sonne 63 Stunden zu wenig im Vergleich zum Durchschnitt. Im

November gab es mit 103 Sonnenstunden 2,4-mal soviel Sonnenschein wie im langjährigen Monatsmittel. Nach den Jahren 2003 und 1959 war 2011 laut DWD das dritt-sonnenscheinreichste Jahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen (1881).



**Abb. 2:** Mittlere monatliche Lufttemperatur in Hessen (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst).



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

## Niederschlag

Für wasserwirtschaftliche Planungen, für die Landwirtschaft, den Hochwasserschutz und die Hochwasservorhersage, Freizeitplanung u. v. m. sind Erkenntnisse über Menge und Verteilung des Regens von großer Bedeutung. Deshalb wird seit vielen Jahrzehnten der Niederschlag systematisch erfasst.

In Hessen werden ca. 70 Messstellen im Rahmen des landeseigenen, hydrologisch ausgerichteten Messnetzes betrieben (siehe Abbildungen 4 und 5). Derzeit sind 55 Messstellen mit Datenfernübertragung ausgestattet. Die aktuellen Messwerte sind im Internet auf der HLOG-Website [www.hlug.de/popups/wasser-aktuelle-messdaten.html](http://www.hlug.de/popups/wasser-aktuelle-messdaten.html) zu finden. Zusätzlich zu den Landesmessstellen werden in Hessen 150 Niederschlagsmessstellen vom DWD betrieben, deren Messergebnisse im Rahmen des Datenaustausches dem HLOG zur Verfügung stehen und unter anderem in Hochwasservorhersagemodelle eingehen.

Im Jahr 2011 fielen mit 642 mm ca. 83 % der mittleren jährlichen Niederschlagsmenge von 777 mm. Damit war es zu trocken. In acht von zwölf Monaten fiel unterdurchschnittlich wenig Regen (Abbildung 5).

Im Januar regnete es 65 mm, dies entspricht dem durchschnittlichen langjährigen Mittelwert. Da im Januar die Temperatur stark anstieg, schmolz die in den vorhergegangenen Monaten gebildete Schneedecke, was zu einem starken Ansteigen der Gewässer führte. Der darauf folgende Februar war mit 31 mm (62 % des Mittelwertes) viel zu trocken. In den nächsten Monaten März, April und Mai regnete es noch weniger, es war erheblich zu trocken.

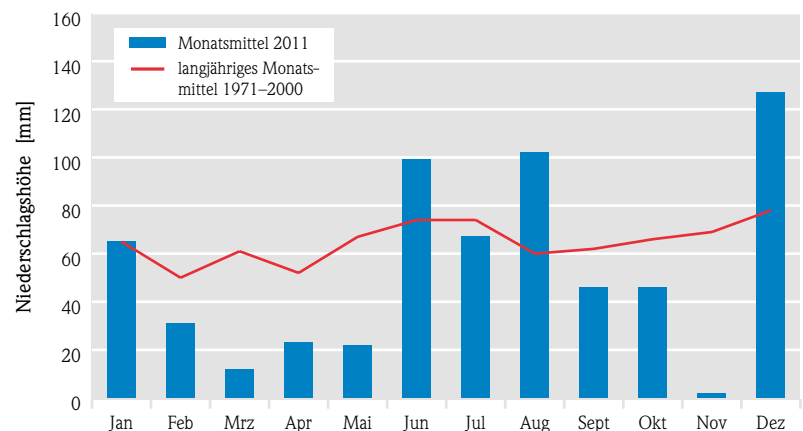
Erst der Juni war mit 99 mm Niederschlag (134 %) zu nass. Regionale Starkregenereignisse wie am 5.6. im Raum Alsfeld mit 60 bis 100 l/m<sup>2</sup> innerhalb von zwei Stunden und am 29.6. im Gebiet der Efze mit knapp 30 mm pro Stunde sorgten u. a. für Überschwemmungen von Verkehrsflächen und Kellerräumen sowie zum Anstieg der Gewässer.



**Abb. 4:** Niederschlagsmessstelle Freiensteinau mit automatisch aufzeichnendem Messgerät mit Datenfernübertragung (Pluvio) (links) und Hellmann-Messer (rechts).

Auf den etwas zu trockenen Juli folgte mit 102 mm Regen (171 % des Mittels) ein viel zu nasser August, der geprägt war durch sintflutartige Niederschläge. Diese sorgten beispielsweise in der Zeit vom 24. bis zum 26. August für Überflutungen von Straßen und umstürzende Bäume im Maingebiet und in Südhessen.

Die Herbstmonate September und Oktober waren wieder zu trocken. Aber auch wenn im September



**Abb. 5:** Höhe des monatlichen Niederschlags in Hessen (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst).

unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen fielen, führten lokale Starkregen örtlich zu Schäden und Hochwasser, wie am 4.9. im Lahn-Dill-Bergland (Hinterland) sowie in Nord- und Mittelhessen am 11. September.

Extrem zu trocken war der November, im Durchschnitt fielen in Hessen nur 2 mm Regen. Es war der trockenste November seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Das Jahr endete mit einem viel zu nassen Dezember.

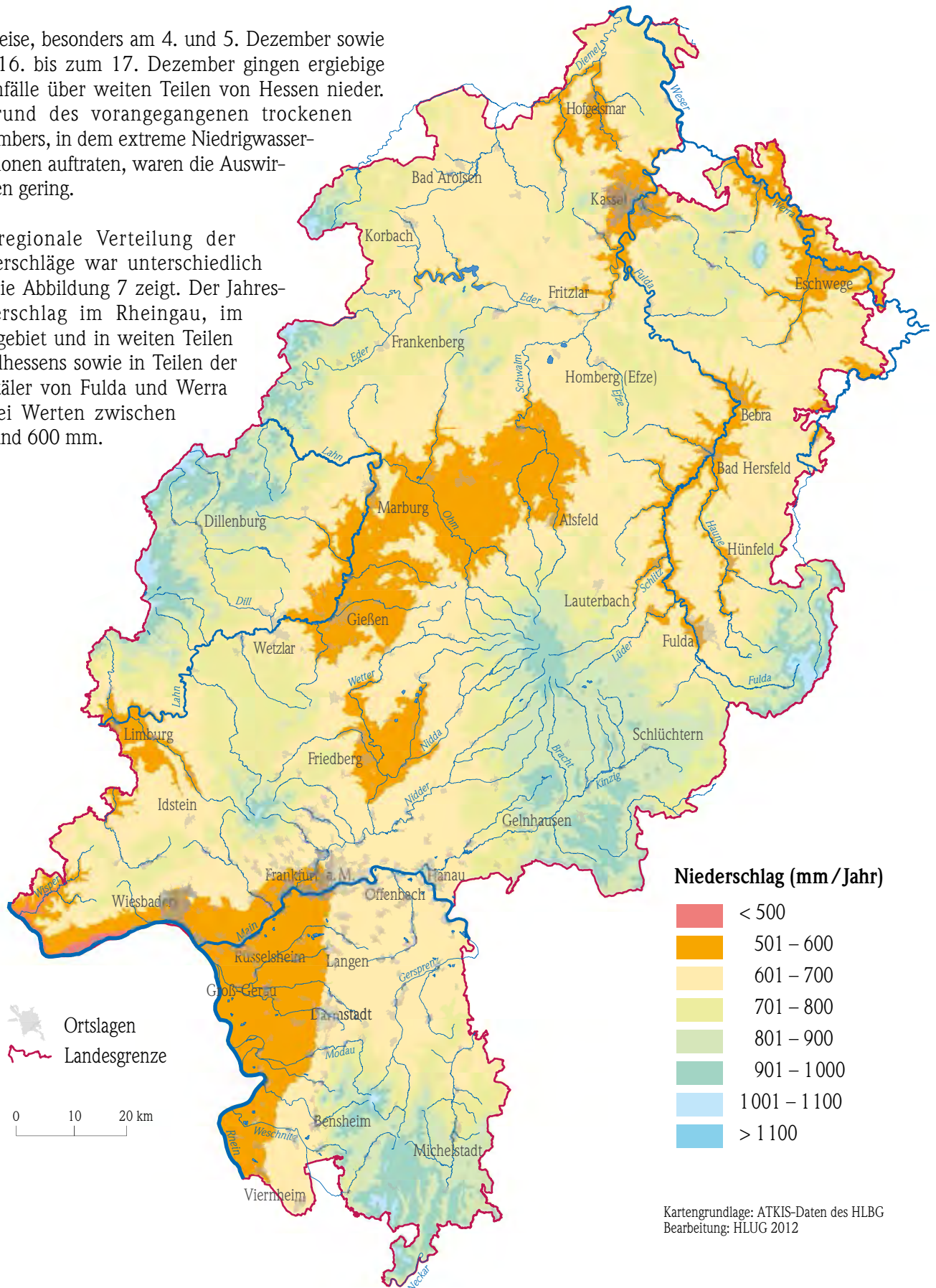


Abb. 6: Niederschlagsmessstellen des Landes.



Zeitweise, besonders am 4. und 5. Dezember sowie vom 16. bis zum 17. Dezember gingen ergiebige Regenfälle über weiten Teilen von Hessen nieder. Aufgrund des vorangegangenen trockenen Novembers, in dem extreme Niedrigwasser-situationen auftraten, waren die Auswirkungen gering.

Die regionale Verteilung der Niederschläge war unterschiedlich wie die Abbildung 7 zeigt. Der Jahresniederschlag im Rheingau, im Maingebiet und in weiten Teilen Mittelhessens sowie in Teilen der Flusstäler von Fulda und Werra lag bei Werten zwischen 500 und 600 mm.



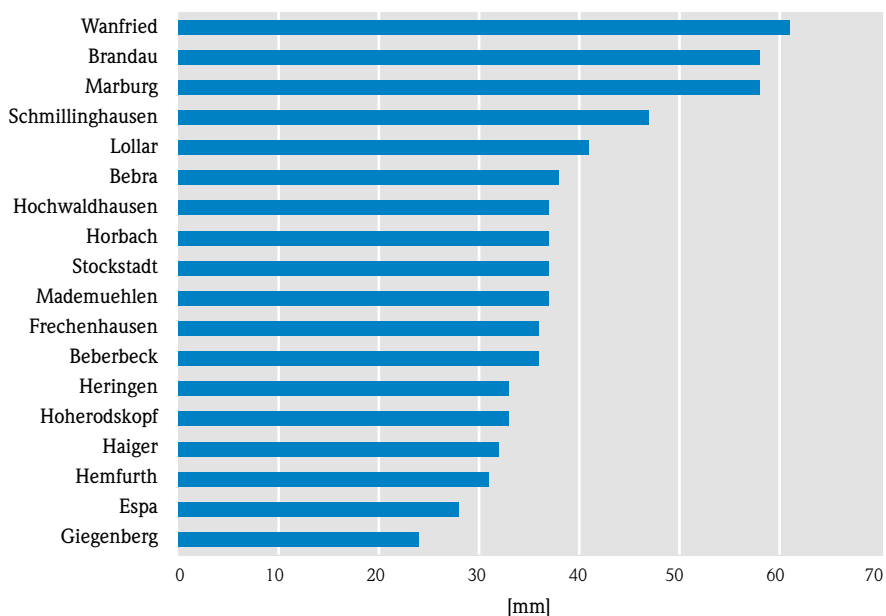
**Abb. 7:** Flächenhafte Verteilung der korrigierten Jahresniederschläge (Quelle: Deutscher Wetterdienst).

**Tab. 1:** Niederschlagswerte ausgewählter Messstellen.

Im Rheingau wurden teilweise Jahresniederschläge von weniger als 500 mm registriert. Größere Niederschlagshöhen bis 1 000 mm oder etwas darüber fielen in den Hochlagen der Mittelgebirge wie Odenwald, Westerwald und Rhön sowie im Vogelsberggebiet.

Maximale Jahres- und Tagesniederschläge ausgewählter Messstellen sind der Tabelle 1 und den Abbildungen 8 und 9 zu entnehmen. Die höchsten Jahresniederschläge wurden an der Messstelle Mademühlen mit 1 015 mm aufgezeichnet, die niedrigsten wurden an der Messstelle Bebra mit 541 mm registriert. Der höchste Tagesniederschlag (60 mm) fiel an der Messstelle Wanfried.

Messstelle	Gelände- höhe	Max. Tagesniederschlag 2011		Jahres- nieder- schlag 2011
		Datum	[mm]	
Beberbeck	242	29.6.	36	602
Bebra	192	11.9.	38	541
Brandau	320	4.12.	58	789
Espa	405	4.12.	28	610
Frechenhausen	435	4.9.	36	835
Giegenberg	630	6.6.	24	680
Haiger	255	26.8.	32	756
Hemfurth	210	29.6.	31	579
Heringen	228	29.6.	33	559
Hochwaldhausen	475	4.12.	37	994
Hoherodskopf	763	22.6.	33	957
Horbach	198	4.12.	37	720
Lollar	161	11.9.	41	549
Mademühlen	548	6.8.	37	1015
Marburg	325	11.9.	58	578
Schmillinghausen	248	5.6.	47	637
Stockstadt	89	23.8.	37	545
Wanfried	167	29.6.	60	603

**Abb. 8:** Maximale Tagesniederschläge ausgewählter Messstellen.

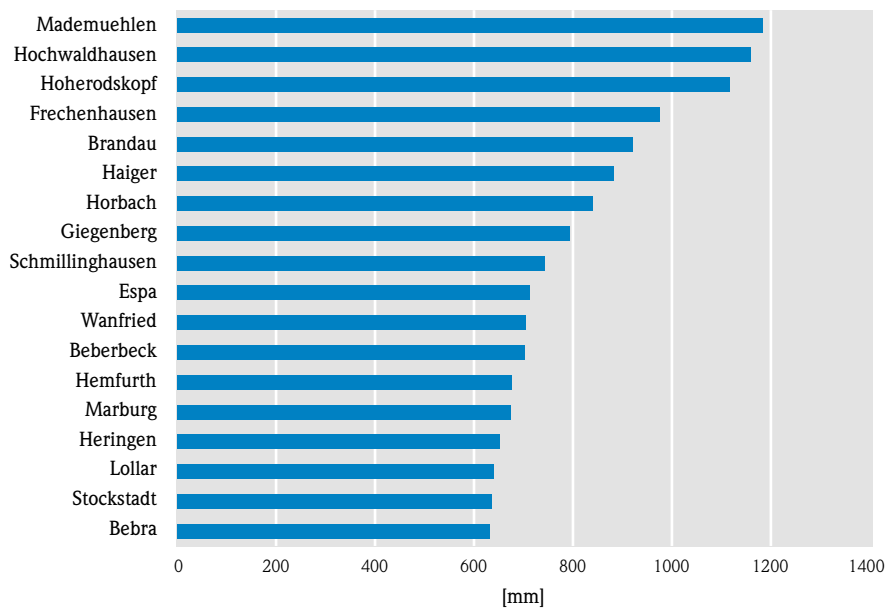


Abb. 9: Jahresniederschlag ausgewählter Messstellen.

## Starkregenereignisse im Sommerhalbjahr

PETRA MENK & CORNELIA LÖNS-HANNA

Im Sommerhalbjahr 2011 sorgten lokale Starkregenereignisse an unterschiedlichen Orten in Hessen mit ihren Auswirkungen für Schlagzeilen. Von Starkregen wird gesprochen, wenn 10 bis 25 mm Niederschlag pro Stunde fallen, von heftigen Starkregen bei Niederschlägen von mehr als 25 mm pro Stunde. Im Sommer 2011 traten diese Ereignisse vermehrt in Hessen auf (Abbildung 10). So fielen beispielsweise am 5.6. im Raum Alsfeld innerhalb von zwei Stunden 60 bis 100 l/m<sup>2</sup> und am 4.9. im Lahn-Dill-Bergland teilweise über 75 l/m<sup>2</sup> Niederschlag.

Ursachen dieser heftigen Regenereignisse, die nur in einem begrenzten lokalen Bereich auftreten, sind meist Sommergewitter.

Abbildung 11 zeigt die Entstehung eines Sommergewitters. Im Sommer sind thermische Auslöser (Sonneneinstrahlung) die Ursache von Gewittern. Warme und feuchte Luft steigt auf. Mit zunehmender Höhe

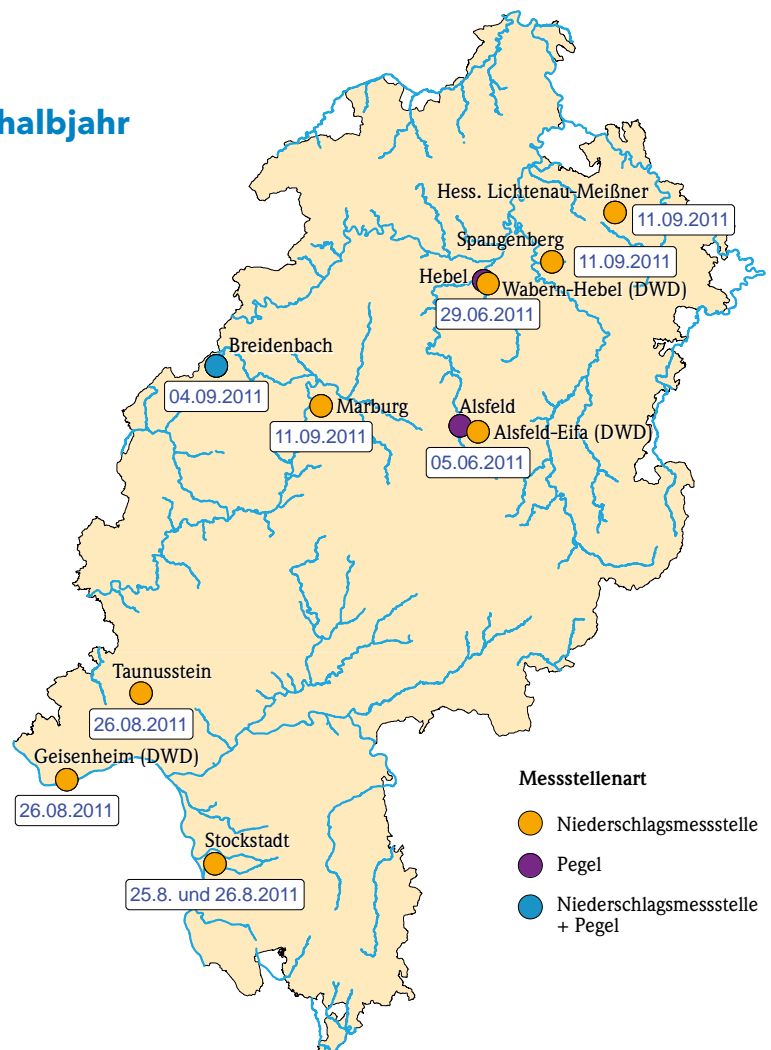
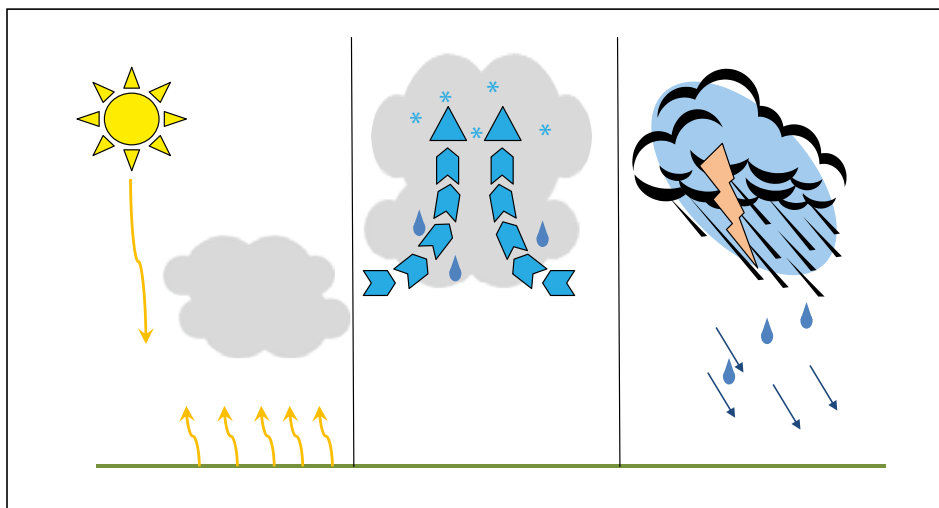


Abb. 10: Starkregenereignisse im Sommer 2011 in Hessen.



**Abb. 11:** Entstehung eines Sommergewitters.

nimmt die Temperatur ab. Durch Kondensation des Wasserdampfes entsteht eine Gewitterwolke, die durch die bei dem Kondensationsprozess frei werdende Wärme weiter aufsteigt. Durch die dadurch bedingten starken Aufwinde können die entstehenden Regentropfen oder Eiskörner nicht nach unten fallen. Die aufsteigenden Eiskörner werden mit zunehmender Höhe größer. Wenn sie so groß geworden sind, dass sie von den Aufwinden nicht mehr nach oben transportiert werden können, fallen sie als Regen, Graupel oder Hagel auf die Erde.

Starkregenereignisse treten lokal sehr begrenzt auf und sind auch meist nicht vorhersehbar, sodass den Betroffenen meist nur die Beseitigung und Behebung der Schäden bleibt. Diese können ganz erheblich sein. Die kurzzeitig auftretenden gewaltigen Wassermassen können von der Kanalisation nicht mehr aufgenommen und abgeleitet werden, sodass sich das Wasser ungehindert seinen Weg bahnt. Die Folge sind u. a. voll gelaufene Kellerräume oder Eindringen von Wasser in niedrig gelegene Räume, weggeschwemmte Autos oder sogar aufgeweichte Hänge,

die ins Rutschen geraten. Auch die Bäche können die gewaltigen Wassermassen, die in kurzer Zeit auftreten nicht aufnehmen und ableiten, sodass sie über die Ufer treten und die angrenzenden Gebiete überfluten.

Für das Jahr 2011 werden für Hessen relevante Starkregenereignisse betrachtet (Tabelle 2). Eine Einordnung der Ereignisse in Bezug auf ihre Wiederkehrzeit zeigt, dass lediglich die beiden Ereignisse in Alsfeld-Eifa und in Breidenbach außergewöhnliche Ereignisse waren, die in der Regel sehr selten (>>100 Jahre) auftreten. Bei diesen Ereignissen kam es zu Niederschlagsintensitätsspitzen von 63 mm in 2 Stunden. Ein seltenes Ereignis ist auch das Starkregenereignis in Marburg mit einer Wiederkehrzeit von etwa 40 Jahren. Die anderen Ereignisse können jedoch häufiger auftreten.

Beispielhaft für Ablauf und Auswirkungen von Starkregen werden im Folgenden die Ereignisse in Alsfeld am 5./6. Juni 2011 und im Lahn-Dill-Bergland (Hinterland) am 4. September 2011 beschrieben.

**Tab. 2:** Starkregenereignisse im Jahr 2011.

Station	Rechtswert	Hochwert	Höhe NN+m	Wert mm Tag	Intensitätsspitze [mm/2h]	Datum	Einordnung T=Wiederkehrzeit a=Jahr
Wabern-Hebel (DWD)	3526844	5659149	203	55,7	36,7	29.06.2011	T = 10 a
Alsfeld-Eifa (DWD)	3524464	5623287	300	64,9	63,3	05.6.2011	T >> 100 a
Stockstadt	3460860	5518920	89	32,0	29,8	25.08.2011 26.08.2011	T = 4 a
Geisenheim (DWD)	3425111	5539245	110	33,8	23,0	26.08.2011 27.08.2011	T = 2 a
Taunusstein	3443050	5560140	452	21,7	12,8	26.08.2011 27.08.2011	T = 0,5 a
Breidenbach	3461220	5639250	305	82,1	63,0	04.09.2011	T >> 100 a
Hess. Lichtenau-Meißner	3557560	5676280	508	45,9	36,9	11.09.2011	T = 10 a
Marburg	3486520	5629570	325	57,8	41,7	11.09.2011	T = 40 a
Spangenberg	3542370	5664380	196	47,6	31,0	11.09.2011	T = 8 a

### Ereignis am 5. Juni 2011 in Alsfeld

Am 5. Juni 2011 gelangte subtropische Warmluft nach Deutschland. Um die Mittagszeit bauten sich Gewitterzellen auf, die lokal hohe Regenmengen brachten. Im Raum Alsfeld wurde an der Station Alsfeld-Eifa des DWD 55 mm (entspricht 55 l/m<sup>2</sup>) Regen gemessen, der innerhalb von einer Stunde gefallen war (Abbildung 12). Insgesamt regnete es 63 mm im Zeitraum von zwei Stunden, dies entspricht etwa einem Zehntel der Regenmenge, die in dieser Region in einem Jahr fällt.

Diese Unwetter richteten in der Region große Schäden an. Laut Medienberichten (Fuldaer Zeitung, hr-online) musste die Autobahn A5 wegen Überflutungen teilweise gesperrt werden. In mehreren Ortsteilen von Alsfeld standen Straßen und Keller unter Wasser, die Feuerwehr zählte über 100 Einsätze. Besonders betroffen war der Ortsteil Berfa, hier schwoll der Bach Berf derart an, dass das gesamte Dorf überschwemmt wurde. Dort sollen 100 Liter/m<sup>2</sup> niedergegangen sein.

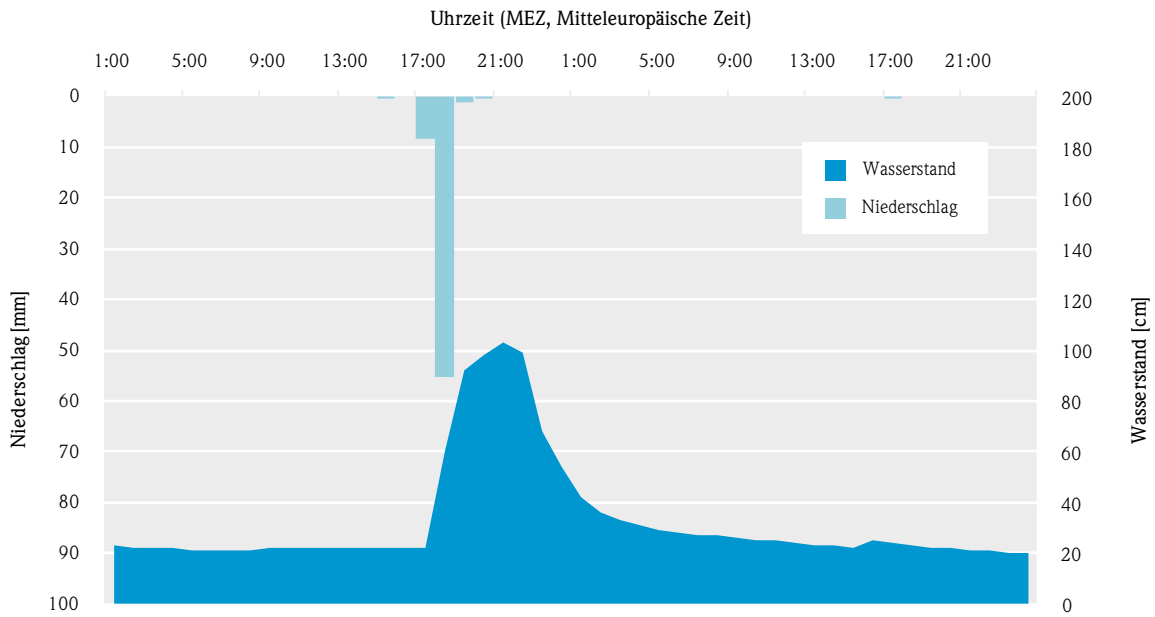
Auch in Alsfeld führte der Regen zum schnellen Anstieg der Schwalm, der höchste gemessene Wasserstand am Pegel Alsfeld lag mit 103 cm jedoch weit

unter dem Wert der Hochwassermeldestufe I von 220 cm (Abbildung 12). Hochwassermeldestufe I bedeutet: „Meldebeginn überschritten, stellenweise kleine Ausuferungen“.

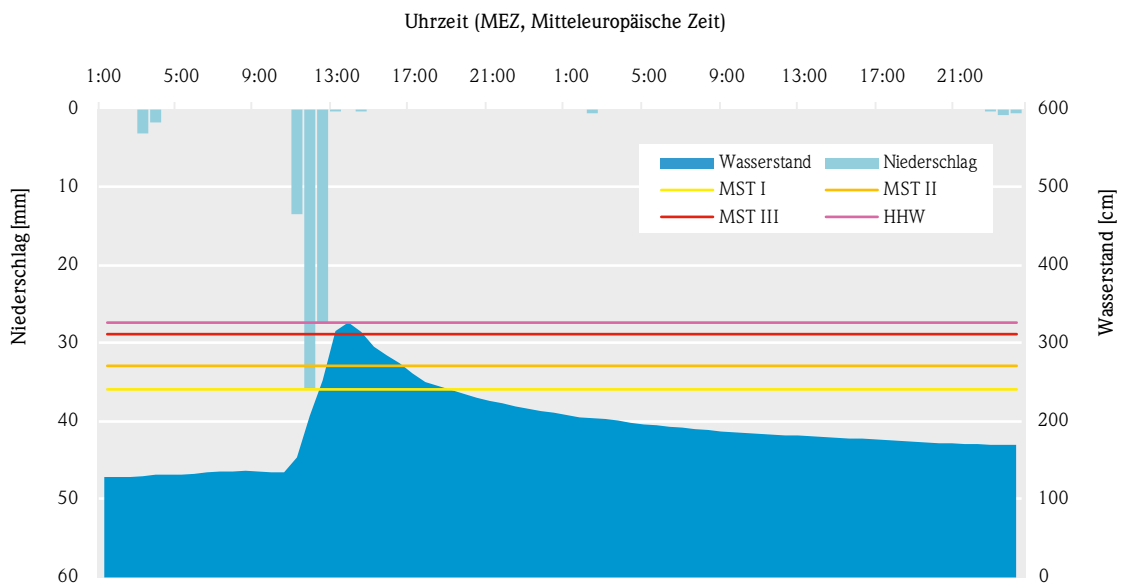
### Ereignis am 4. September 2011 im Lahn-Dill-Bergland (Hinterland)

Am 4. September führten im nördlichen Hinterland zwischen Dautphetal, Angelburg und Biedenkopf starke, heftige Regenfälle am späten Nachmittag zu Überflutungen, da die Kanalisation die Regenmengen nicht aufnehmen konnten. Die Gewässer wurden schnell zu reißenden Bächen.

Am Beispiel der Messwerte der landeseigenen Niederschlags- und Pegelmessstellen in Breidenbach an der Perf wird der Ablauf des Starkregenereignisses beschrieben (Abbildung 13). Innerhalb von zweieinhalb Stunden fielen in Breidenbach von 15:30 bis 18:00 Uhr (MEZ) 77 mm Niederschlag. In der Perf schwoll die Wassermenge in kürzester Zeit an, der bis zu diesem Zeitpunkt gemessene Höchststand (HHW) von 325 cm (gemessen am Pegel Breidenbach) wurde erreicht. Dieser Höchststand lag über dem Wert der Hochwassermeldestufe III, dies würde bedeuten: „Bebaute Gebiete sind in größerem Umfang über-



**Abb. 12:** Niederschlag an der Station Alsfeld-Eifa (DWD), Wasserstand am Pegel in Alsfeld/Schwalm am 5. und 6. Juni 2011.



**Abb. 13:** Niederschlag an der Messstation Breidenbach, Wasserstand am Pegel Breidenbach/Perf vom 4. bis zum 6. September 2011.



**Abb. 14+15:** Überschwemmungen im Hinterland, Fotos: Holger Grebe.

flutet, Sperrung von überörtlichen Verkehrsverbindungen, Einsatz von Deich- und Wasserwehr erforderlich“. Jedoch fast so schnell wie der Wasserstand der Perf anstieg, fiel er wieder. Bereits um 3:45 Uhr

(MEZ) war der Wasserstand von 240 cm, der zum Auslösen der Meldestufe I (MST I) führen würde, unterschritten. (Siehe auch Abbildungen 14 und 15).

## Oberflächengewässer

### Wasserstand und Abfluss

CORNELIA LÖNS-HANNA



**Abb. 16+17:** Pegel Essershausen/Weil, Außen- und Innenansicht.



**Abb. 18+19:** Abflussmessung, Entfernung von Verkrautungen.

Die Kenntnis über Wasserstände und Abflüsse ist u. a. wichtig für den Hochwasserwarndienst und zur Bearbeitung zahlreicher wasserwirtschaftlicher Fragestellungen. Hierzu betreibt das Land Hessen 116 Pegel (Abbildungen 16, 17 und 20). Betrieb und Unterhaltung der Pegel obliegen den Regierungspräsidien. Im Jahr 2011 wurden in einer Arbeitsgruppe, bestehend aus Vertretern der Regierungspräsidien und des HLUG einheitliche Mindeststandards für den Betrieb und die Unterhaltung der Pegelanlagen sowie für die Bewältigung weiterer hydrologischer Arbeiten

(Abbildungen 18 und 19) festgelegt. Dadurch soll die Einheitlichkeit und Vergleichbarkeit der Qualität der hydrologischen Arbeiten der einzelnen Regierungspräsidien sowie des HLUG in Hessen gewährleistet sein.

Das landeseigene Pegelmessnetz wird ergänzt durch mehr als 40 Pegel von Verbänden, die meist der Steuerung von Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken dienen. Zudem betreibt die WSV an den Bundeswasserstraßen in Hessen 21 Pegel. Die ak-



tuellen Messwerte sowie weitere Informationen zu den Pegeln sind im Internet auf der HLOG-Website [www.hlug.de/popups/wasser-aktuelle-messdaten.html](http://www.hlug.de/popups/wasser-aktuelle-messdaten.html) dargestellt.

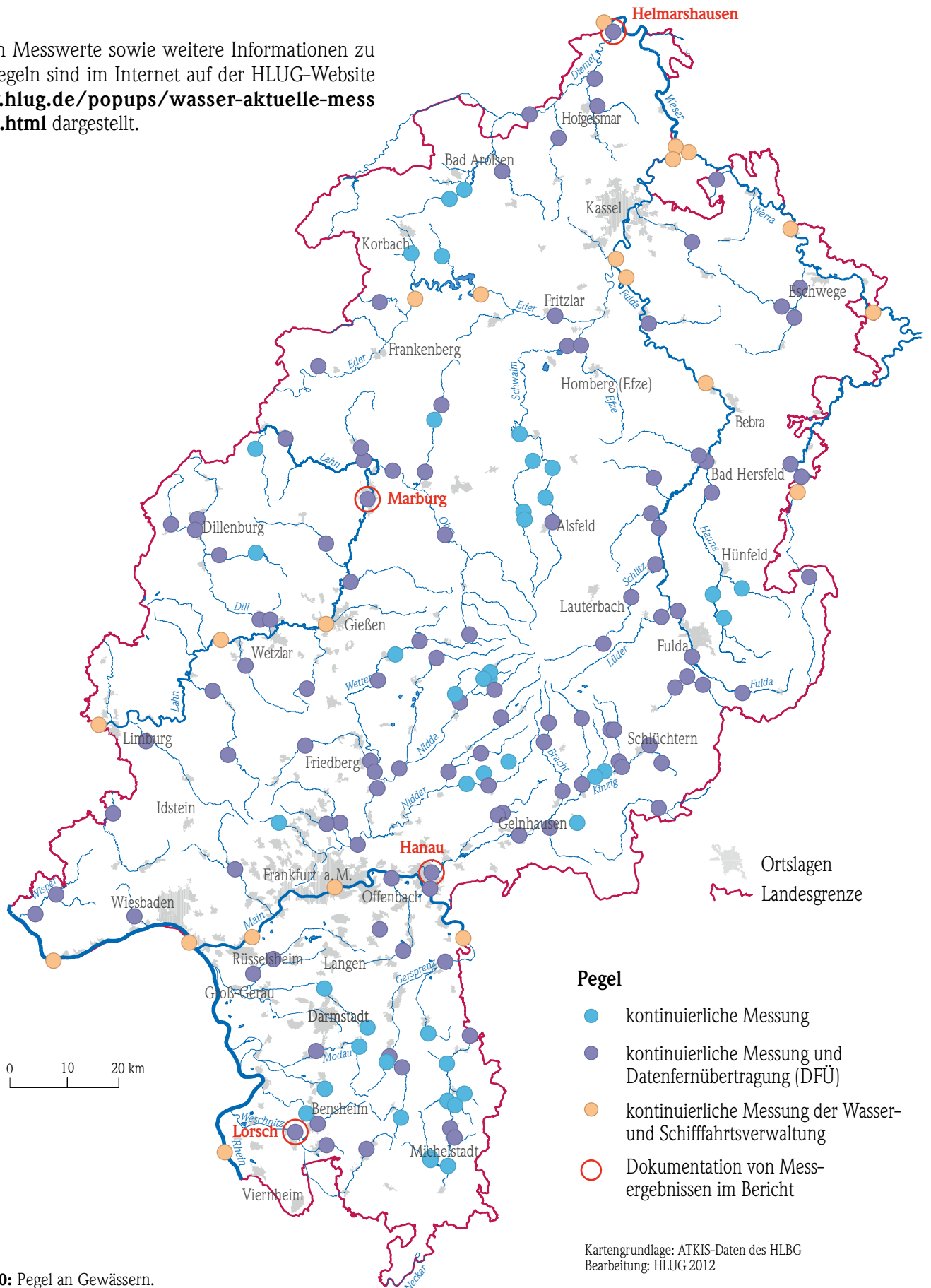
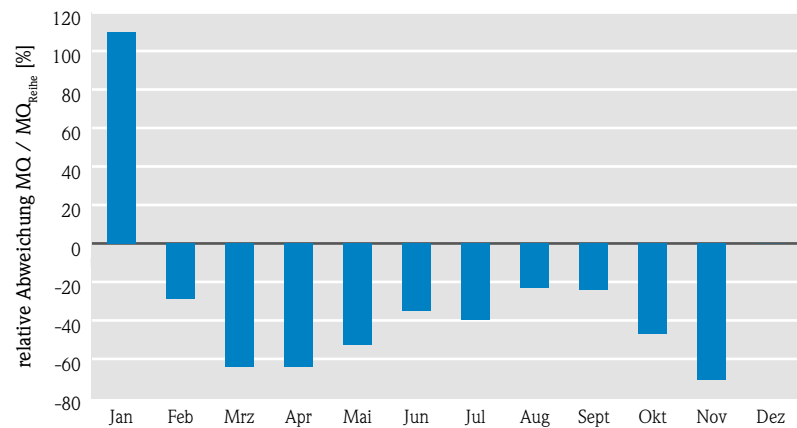


Abb. 20: Pegel an Gewässern.

Die Abflusssituation der hessischen Gewässer wird zusammenfassend für das Jahr 2011 in Abbildung 21 dargestellt. Hierfür wurden die Abflüsse repräsentativer hessischer Gewässer zusammenfassend ausgewertet. Deutlich wird, dass sich die Witterungsverhältnisse weitgehend im Abflussgeschehen widerspiegeln. Im Jahr 2011 gab es ein ausgeprägtes Winterhochwasser im Januar (Abbildungen 22 und 23), kurzzeitige lokale Hochwasserereignisse infolge von Starkregen im Sommerhalbjahr und ausgedehnte Niedrigwasserperioden (Abbildung 24). Insgesamt ist das Jahr 2011 mit zehn abflussarmen Monaten als abflussarmes Jahr anzusehen.

Im Januar 2011 trat im Zeitraum vom 6.1. bis 22.1. in nahezu allen hessischen Gewässern wie auch in zahlreichen Gewässern in Deutschland und angrenzenden europäischen Ländern Hochwasser auf. Ursache hierfür war das Abschmelzen der Schneedecke, die nahezu ganz Hessen bedeckte, durch starke Temperaturanstiege verbunden mit einsetzenden Niederschlägen. Durch diese zum Abfluss gelangenden Wassermengen wurde der mittlere monatliche Abfluss der hessischen Gewässer um über 100 % überschritten. Das Januarhochwasser lief in Hessen in den meisten Gewässern in zwei Wellen ab. Am 7.1. stiegen die Wasserstände infolge von Schneeschmelze und Niederschlägen stark an. Bei dieser ersten Hochwasserwelle wurden vielerorts in Hessen Hochwassermeldestufen überschritten. Besonders im Fulda-, Werra- und Lahngbiet wurde an vielen Pegeln die Meldestufe III erreicht. Die Schwerpunkte der Hochwasserentwicklung lagen in den Mittelgebirgsregionen Rhön, Vogelsberg und Rothaargebirge.

Am 12.1. waren nur noch in den Unterläufen einiger hessischer Gewässer



**Abb. 21:** Relative Abweichung des mittleren monatlichen Abflusses (MQ) des Jahres 2011 vom langjährigen Mittel (MQ<sub>Reihe</sub>).



**Abb. 22+23:** Hochwasser Frankfurt am Main, Januar 2011.

Meldestufen überschritten. Ausnahmen bildeten Main, Rhein und Neckar. Hier führten die ablaufenden Wassermengen aus oberliegenden Einzugsgebieten zu steigenden Wasserständen im Main bzw. auf hohem Niveau verharrenden Wasserständen in Rhein und Neckar. Eine Woche später sorgten erneut intensive Regenfälle für eine zweite Hochwasserwelle.

Eine ausführliche Beschreibung des Januar-Hochwassers 2011 ist in einem gesonderten Bericht dargestellt. [www.hlug.de/fileadmin/dokumente/wasser/sonstige\\_berichte/Hochwasserbericht\\_2011.pdf](http://www.hlug.de/fileadmin/dokumente/wasser/sonstige_berichte/Hochwasserbericht_2011.pdf)

Auf den Januar 2011 folgten zehn Monate mit unterdurchschnittlichem Abfluss. Insbesondere in den warmen, trockenen Monaten März und April sowie im November wurden die langjährigen mittleren Abflüsse um mehr als 50 % unterschritten. (Abbildung 21). Näheres zu den Niedrigwasserperioden im Jahr 2011 findet sich im Kapitel „Niedrigwasser“. Die überdurchschnittlichen Regenfälle im Sommerhalbjahr sorgten zwar teilweise für einen Anstieg der Wassermengen in den Gewässern, konnten aber die Trockenperioden nicht ausgleichen, so dass die Abflüsse unter den langjährigen Mittelwerten blieben.

Starkregenereignisse sorgten in den Sommermonaten vermehrt für Überschwemmungen von Straßen, Kellern und Grünflächen. Verursacht werden diese heftigen Regenereignisse, die meist in einem begrenzten lokalen Bereich auftreten und in der Regel nicht vorhersehbar sind, durch Sommergewitter. Betroffen waren beispielsweise am 5.6. der Raum Alsfeld und am 4.9. das Lahn-Dill-Bergland (siehe Kapitel „Starkregenereignisse im Sommerhalbjahr“).

Auswirkungen dieser lokal begrenzten Starkregen waren in größeren Gewässern kaum bemerkbar, da die Wasserstände sehr niedrig waren. In kleineren Gewässern führten sie kurzfristig zu starken Anstiegen von Wasserstand und Abfluss, wie am Beispiel der Weschnitz (Abbildung 28) zu sehen ist.

Zum Ende des Jahres sorgten die überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen im Dezember für normale Abflussmengen in den hessischen Gewässern. Die Abflüsse entsprachen den langjährigen Mittelwerten. Insgesamt lagen die mittleren Abflüsse des Jahres 2011 in den betrachteten Gewässern Diemel, Lahn und Weschnitz unter den langjährigen mittleren Jahresabflüssen, nur in der Kinzig war der Jahresmittelwert etwas höher (Tabelle 3).



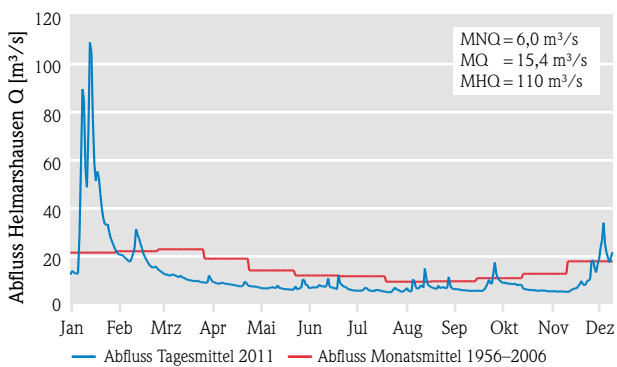
**Abb. 24:** Niedrigwasser im Rhein, November 2011.

**Tab. 3:** Abflüsse (Monatsmittelwerte, Jahresmittelwert) an vier hessischen Flüssen (Auswertungsstand April 2012).

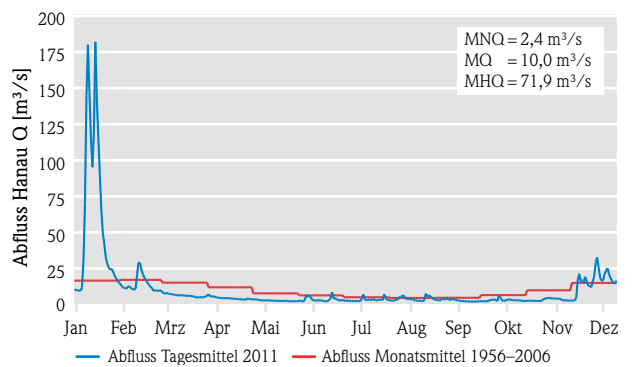
Monat	Helmarshausen/Diemel		Marburg/Lahn		Hanau/Kinzig		Lorsch/Weschnitz	
	Q [m³/s]							
	2011	langj. Mittel	2011	langj. Mittel	2011	langj. Mittel	2011	langj. Mittel
Jan	44,5	21,6	52,4	29,5	60,5	16,6	10,9	4,1
Feb	20,4	22,2	15,8	26,8	14,2	17,1	4,3	4,8
Mrz	11,4	23,0	5,9	25,6	6,3	15,2	2,9	4,6
Apr	8,8	19,1	4,7	17,6	4,4	12,0	2,2	3,9
Mai	6,9	14,2	3,2	11,7	2,8	7,8	1,4	3,4
Jun	7,7	12,1	4,1	8,9	3,6	6,4	1,5	2,9
Jul	6,3	11,8	3,5	8,4	3,3	5,1	1,8	2,6
Aug	7,0	9,5	5,3	7,1	4,0	4,6	1,9	2,2
Sep	6,7	9,7	8,2	7,5	2,9	4,7	1,6	2,2
Okt	8,8	11,0	3,9	11,0	3,1	6,6	1,6	2,4
Nov	5,8	12,8	2,4	16,8	3,3	9,9	0,9	2,8
Dez	14,0	18,0	29,2	27,7	16,7	15,0	4,0	3,7
Jahr	12,4	15,4	11,6	16,5	10,5	10,0	2,9	3,3

Beispielhaft für die hessischen Gewässer im Jahr 2011 werden die Abflüsse der Diemel (Pegel Helmarshausen) für Nordhessen, der Lahn (Pegel

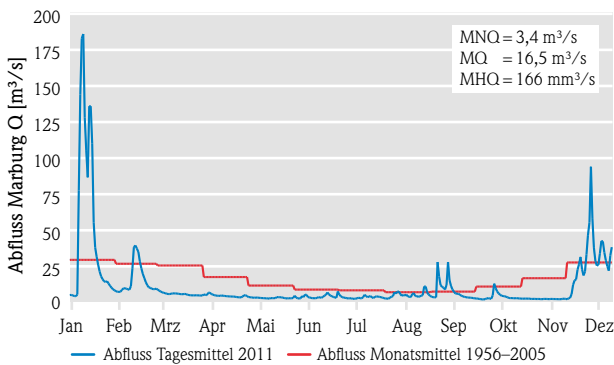
Marburg) für Mittelhessen, der Kinzig (Pegel Hanau) für das Mainingebiet und der Weschnitz (Pegel Lorsch) für Südhessen dargestellt (s. Abbildungen 25 bis 28).



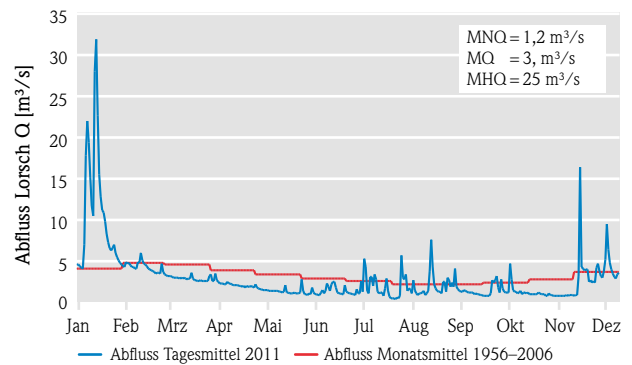
**Abb. 25:** Abfluss am Pegel Helmarshausen/Diemel.



**Abb. 27:** Abfluss am Pegel Hanau/Kinzig.



**Abb. 26:** Abfluss am Pegel Marburg/Lahn.



**Abb. 28:** Abfluss am Pegel Lorsch/Weschnitz.

## Niedrigwasser

MATTHIAS KREMER

### 2011 - ein Jahr mit zwei ausgeprägten Niedrigwasserperioden

Das Jahr 2011 war hessenweit durch gleich zwei Trockenperioden, im Frühjahr und Herbst, mit mehreren außergewöhnlich niederschlagsarmen Monaten geprägt. Der Gebietsniederschlag erreichte mit insgesamt 642 mm lediglich etwa 83% des langjährigen Mittels. Die mit Abstand trockensten Monate des vergangenen Jahres in Hessen waren der März mit etwa 20% und der November mit sogar nur 3% der üblichen Niederschlagsmenge (siehe Kapitel Witterung). Somit geht der November nach Angaben des Deutschen Wetterdienstes als der trockenste Monat seit Beginn der Messungen im Jahre 1881 in die Geschichte ein.

#### Erste Trockenperiode im Frühjahr

Nach einem außergewöhnlich schneereichen und kalten Winter 2010/2011 führte ein rascher Witterungswechsel mit sprunghaft ansteigenden Lufttemperaturen kurz nach Jahreswechsel zu einer landesweit ausgeprägten Hochwassersituation in Hessen. Die anschließende äußerst niederschlagsarme Periode

im Frühjahr wurde durch eine sehr stabile Wetterlage mit einer Folge mehrerer Hochdruckgebiete im Norden und Nordosten Deutschlands verursacht. Hessenweit wurde im Zeitraum Februar bis Mai nur 38% der üblichen Niederschlagsmenge von 230 mm ( $l/m^2$ ) gemessen, was einem Defizit von knapp 143 mm entspricht. Gegen Ende der ersten Trockenphase wiesen die Pegel der innerhessischen Fließgewässer für die Jahreszeit außergewöhnlich niedrige Wasserstände im Bereich des langjährigen mittleren Niedrigwassers (MNO) auf. Beispielsweise sorgte der Abfluss der Dill am Pegel Aßlar im April mit  $1,87 m^3/s$  nicht nur für den dort geringsten Aprilabfluss seit 1963, sondern blieb zudem über Monate hinweg auf sehr niedrigem Niveau (Tabelle 4).

Die geringe Wasserführung des Rheins resultierte einerseits aus einem spärlichen Gebietsniederschlag (von Februar bis Mai machte die Niederschlagsmenge im Einzugsgebiet bis zur Mündung des Mains mit ca. 124 mm lediglich 40% des Solls aus). Andererseits trug auch das auffällig geringe Wasserdargebot aus weiten Teilen der Alpen zum Niedrigwasserabfluss bei. So wurden z. B. am Bodensee (Pegelstation Bregenz), Ursprung und neben der Aare bedeutendster Wasserlieferant des Hochrheins, vor allem in den

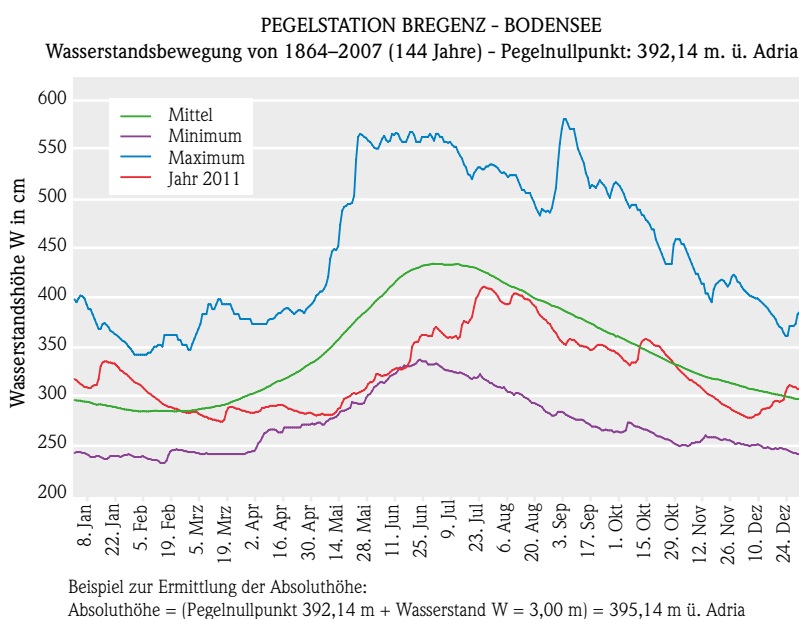


Abb. 29: Rhein bei Rudesheim/Bingen, November 2011.

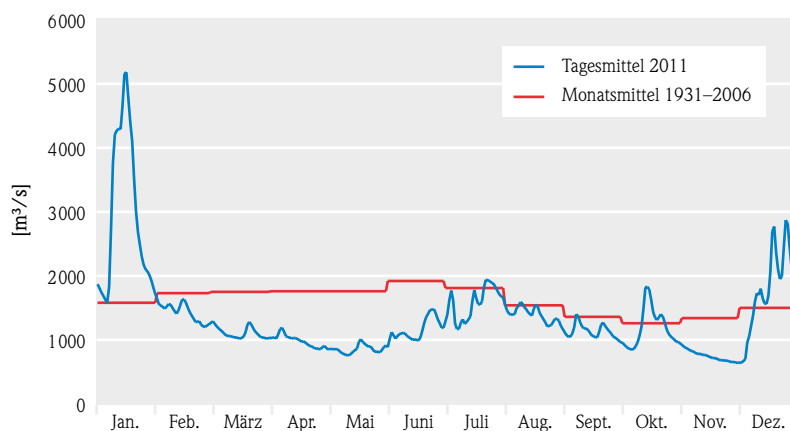
Monaten Mai und Juni ungewöhnlich niedrige Wasserstände registriert (Abbildung 30).

Während es für die Schiffbarkeit an verschiedenen Gewässerstrecken des Rheins zu deutlichen Einschränkungen kam, waren die Auswirkungen entlang des staugeregelten Unteren Mains vergleichsweise gering. Am Rhein-Pegel Mainz wurde mit  $759 \text{ m}^3/\text{s}$  der im Monat Mai bisher niedrigste Abfluss NQ von  $777 \text{ m}^3/\text{s}$  seit Beginn der Messungen sogar um

$18 \text{ m}^3/\text{s}$  unterschritten (Abbildung 31). Insgesamt bewegen sich die an den hessischen Pegeln gemessenen Abflusswerte überwiegend in einem Bereich, der in der Regel erst gegen Ende der wärmeren Jahreszeiten im Spätsommer oder Herbst zu erwarten ist. Selbst die folgenden, überdurchschnittlich regenreichen Sommermonate Juni und August bewirkten an den meisten Pegeln in Hessen keine wesentliche Entspannung der Niedrigwassersituation.



**Abb. 30:** Wasserstand des Bodensees im Jahr 2011. Quelle: [www.vorarlberg.at](http://www.vorarlberg.at).



**Abb. 31:** Abfluss (Tagesmittel 2011 und Monatsmittel 1931–2006) am Pegel Mainz/Rhein. Quelle: [www.pegelonline.de](http://www.pegelonline.de).

## Zweite Trockenperiode im Herbst

Nach einem von Tiefdruckgebieten dominierten Sommer folgte eine zweite niederschlagsarme Phase, die von Mitte September bis in den Dezember hinein reichte. An zahlreichen hessischen Pegeln wurde nur ein Bruchteil der sonst üblichen Abflüsse registriert. Vielerorts waren die niedrigsten Novemberabflüsse der letzten Jahre zu verzeichnen. An der Lahn (Pegel Marburg) wurden im Verlauf des Jahres an fünf Mo-

naten (April und Mai sowie Oktober, November und Dezember) die jeweils niedrigsten monatlichen Niedrigwasserabflüsse seit 1956 unterschritten. Am Pegel Bad Hersfeld (Fulda) erreichte im November selbst der mittlere Monatsabfluss MQ mit 3,80 m<sup>3</sup>/s nicht den aus langjährigen Messungen ermittelten, bis dahin niedrigsten Monatswert NQ (3,99 m<sup>3</sup>/s). Vergleichsweise geringe Abflüsse ergaben z. B. auch die Aufzeichnungen am Pegel Bad Vilbel (Nidda, Abbildung 32).

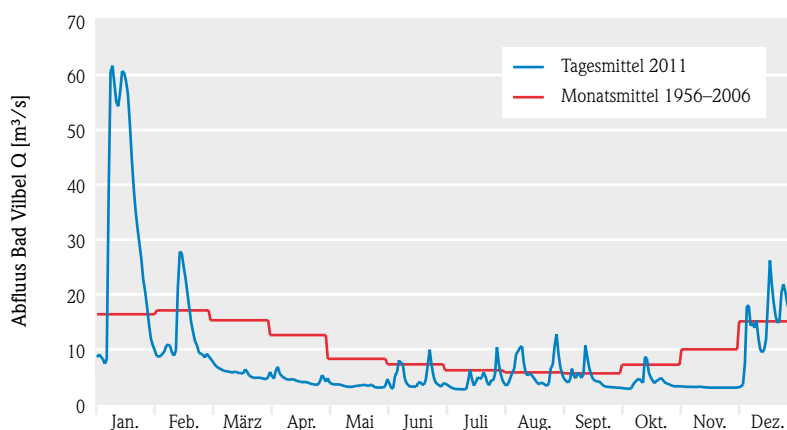
**Tab. 4:** Monatsabflüsse (vorläufige Auswertung 2011 und langjährig) ausgewählter hessischer Pegel.

[m <sup>3</sup> /s]		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Bad Vilbel (Nidda)	NQ 2011	7,36	8,49	4,55	3,52	3,00	2,88	2,65	3,32	2,99	2,81	3,02	3,11
	MNQ (1956–2006)	7,17	8,00	7,53	6,79	4,69	4,01	3,78	3,39	3,47	3,99	5,03	6,73
	NQ (1956–2006)	3,04	2,25	2,82	3,04	1,94	1,28	1,22	1,20	1,54	1,93	2,24	2,46
	MQ 2011	33,5	13,3	5,79	4,54	3,41	4,66	4,27	6,15	4,62	4,12	3,08	14,7
	MQ (1956–2006)	16,4	17,1	15,3	12,6	8,27	7,27	6,19	5,80	5,62	7,20	10,0	15,1
Hainstadt (Mümling)	NQ 2011	4,43	2,64	2,33	1,97	1,49	1,36	1,31	1,27	1,11	1,09	1,18	1,24
	MNQ (1959–2006)	2,73	3,12	3,16	3,08	2,41	2,09	1,82	1,60	1,55	1,52	1,85	2,20
	NQ (1959–2006)	1,06	1,06	1,00	1,13	1,06	0,970	0,780	0,810	0,760	0,720	1,04	0,980
	MQ 2011	13,3	4,48	2,87	2,18	1,74	1,92	1,71	1,68	1,29	1,37	1,31	3,81
	MQ (1959–2006)	4,92	5,61	5,34	4,51	3,50	2,99	2,51	2,16	2,04	2,30	2,90	4,17
Aßlar (Dill)	NQ 2011	5,34	4,82	2,71	1,87	1,21	1,08	1,05	0,989	1,41	1,12	1,32	1,44
	MNQ (1963–2006)	5,36	5,76	5,68	4,90	2,92	1,96	1,70	1,43	1,43	2,07	3,01	5,17
	NQ (1963–2006)	1,42	1,41	1,87	2,07	1,12	0,680	0,500	0,500	0,608	0,680	0,934	1,24
	MQ 2011	34,9	12,6	4,05	2,62	1,62	1,93	1,61	2,99	3,98	3,02	1,54	17,2
	MQ (1963–1999)	16,9	15,5	16,2	10,8	6,53	4,15	3,66	2,90	3,22	5,33	9,40	16,2
Marburg (Lahn)	NQ 2011	4,30	7,26	4,76	3,52	2,70	2,75	2,50	2,58	2,78	2,01	2,27	2,24
	MNQ (1956–2005)	9,54	10,3	9,95	8,65	6,06	4,84	4,51	4,10	4,10	5,01	6,86	8,92
	NQ (1956–2005)	3,50	3,00	3,55	4,59	2,80	1,60	1,50	1,70	1,85	2,20	3,00	2,98
	MQ 2011	52,4	15,8	5,90	4,67	3,17	4,05	3,52	5,26	8,16	3,92	2,44	29,2
	MQ (1956–2005)	29,5	26,8	25,6	17,6	11,7	8,90	8,43	7,08	7,50	11,0	16,8	27,7
Bad Hersfeld (Fulda)	NQ 2011	15,2	14,9	8,33	5,40	4,20	3,77	3,94	4,10	3,19	2,97	3,37	3,82
	MNQ (1968–2007)	13,0	14,9	15,3	14,2	9,77	8,00	6,59	5,36	5,33	6,33	8,43	10,3
	NQ (1968–2007)	3,60	5,50	5,25	6,62	5,00	3,40	2,62	2,44	2,62	3,33	3,99	3,60
	MQ 2011	82,6	21,2	10,9	7,25	5,13	6,03	6,09	6,78	4,65	6,14	3,80	25,1
	MQ (1968–2007)	33,6	32,3	32,9	24,7	17,1	13,4	10,6	8,83	8,62	12,3	18,4	27,5
Helmars- hausen (Diemel)	NQ 2011	12,5	15,3	9,29	7,57	6,14	6,41	5,46	5,10	5,67	5,61	5,27	5,32
	MNQ (1956–2007)	12,3	14,0	13,4	13,2	10,1	8,86	7,69	7,34	7,46	8,14	8,94	11,0
	NQ (1956–2007)	5,11	4,70	5,63	5,77	4,24	3,47	2,62	3,75	3,20	3,20	3,90	4,08
	MQ 2011	44,5	20,4	11,4	8,80	6,93	7,74	6,29	6,99	6,65	8,81	5,77	14,0
	MQ (1956–2007)	21,5	22,1	23,0	18,9	14,1	12,0	11,8	9,72	9,85	11,1	13,2	18,3

NQ: Niedrigster Abfluss

MQ: Mittlerer Abfluss

MNQ: Mittlerer Niedrigwasserabfluss



**Abb. 32:** Abfluss (Tagesmittel 2011 und Monatsmittel 1956–2006) am Pegel Bad Vilbel/Nidda).

Der Niedrigwasserabfluss des Rheins führte nicht nur zu erneuten Einschränkungen der Schifffahrt, darüber hinaus kamen auch reihenweise, zum Teil tonnenschwere Bomben aus dem Zweiten Weltkrieg zum Vorschein. Von der langanhaltenden Trockenheit deutlich beeinflusst zeigte sich beispielsweise auch der nordhessische Edersee, der im November

bei einem Inhalt von etwa 30 Mio m<sup>3</sup> einen vergleichbar geringen Wasserstand zuletzt infolge des Jahrhundertssummers 2003 aufwies. Ausbleibende Niederschläge im Einzugsgebiet der Eder konnten die Abgaben aus der Talsperre zur Erhöhung der Wasserstände in Fulda und Weser nicht ausreichend kompensieren.

## Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken

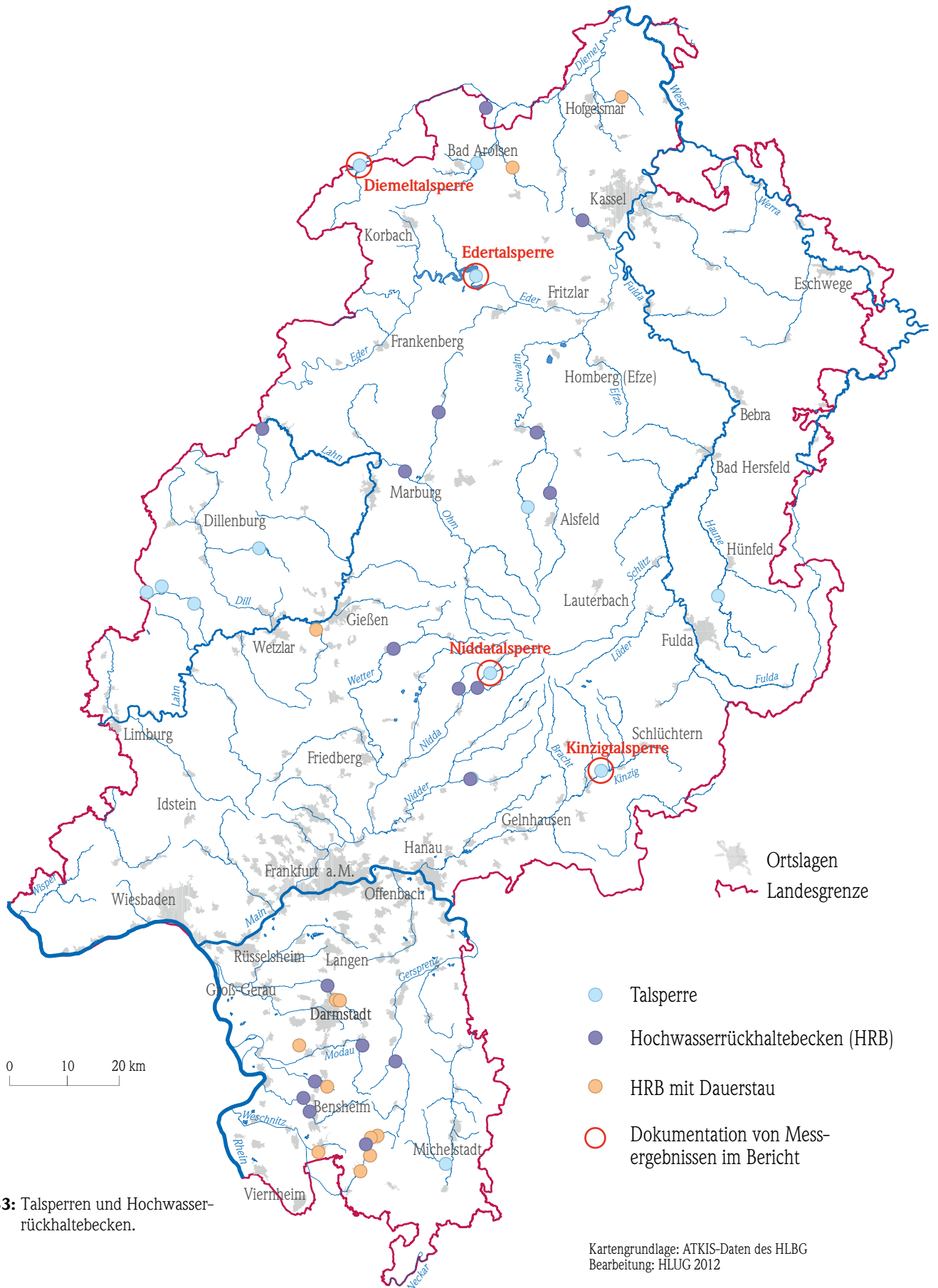
CORNELIA LÖNS-HANNA

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 (HRB) nur teilweise (Becken mit Dauerstau) oder nicht gefüllt (grüne Becken). Eine Übersicht über die Lage der für den Hochwasserschutz wichtigsten Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken ist Abbildung 33 zu entnehmen.

### Edertalsperre (Edersee)

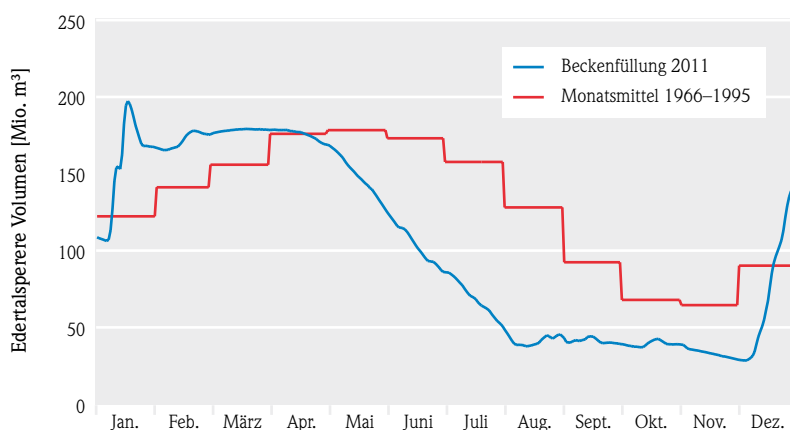
Die Edertalsperre ist mit 199,3 Mio. m<sup>3</sup> Stauraum die größte Talsperre in Hessen (die drittgrößte in Deutschland, Abbildung 35). Sie dient dem Hochwasserschutz und der Wasserbereitstellung bei Niedrigwasser für die Oberweser und den Mittellandkanal. Die Edertalsperre wird darüberhinaus intensiv 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.





**Abb. 33:** Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken.

Kartengrundlage: ATKIS-Daten des HLBG  
 Bearbeitung: HLUUG 2012



**Abb. 34:** Beckenfüllung der Edertalsperre 2011.



**Abb. 35:** Edertalsperre.

Die extremen Witterungsverhältnisse des Jahres 2011 wirkten sich auf die Talsperrensteuerung und somit auf die Talsperreninhalte aus (Abbildung 34). Im Januar wurde das Wasser der Eder während des Hochwassers zum Schutz der Unterlieger in der Edertalsperre zurückgehalten. Dabei wurde die Talsperre nahezu bis zum maximalen Füllvolumen aufgestaut. Danach wurde Wasser abgelassen. Bis zum April lag das Füllvolumen jedoch über den langjährigen Mittelwerten. Ab Mai wurde die Edertalsperre wie auch sonst in den Sommermonaten geleert. Infolge der geringen Zuflüsse sank der Talsperreninhalt unter die

Durchschnittswerte und lag bis Ende November zwischen einem Drittel bzw. der Hälfte des langjährigen Durchschnittswertes. Ab Mitte Dezember stieg die Füllmenge infolge der ergiebigen Regenfälle an und lag Ende des Jahres über den Mittelwerten.

### Diemeltalsperre (Diemelsee)

Wie die Edertalsperre dient die Diemeltalsperre der Niedrigwasseraufhöhung von Oberweser und Mittellandkanal, dem Hochwasserschutz, der Wasserkraftnutzung und zu Erholungszwecken. Das Füll-

volumen entspricht ca. 10% dem der Edertalsperre. Wie Abbildung 36 zu entnehmen ist, war der Verlauf der Füllgrade ähnlich dem der Edertalsperre.

In Abbildung 37 sind die mittleren Jahresvolumina von Eder- und Diemeltalsperre denen der Vorjahre sowie dem langjährigen mittleren Füllvolumen gegenübergestellt. Im Jahr 2011 betrug die Füllmenge beider Talsperren insgesamt gesehen trotz der nahezu 100%-igen Füllung im Januar nur ca. 75%.

### Weitere Talsperren in Hessen

Wie Eder- und Diemeltalsperre wurden die meisten anderen hessischen Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken im Januar zum Schutz der Unterlieger eingesetzt. Die maximalen Füllgrade der Talsperren und einiger Hochwasserrückhaltebecken können Tabelle 5 entnommen werden. Beispielfhaft werden Nidda- und Kinzigtalsperre dargestellt. Die Füllmengen dieser Talsperren sind den Abbildungen 38 und 39 zu entnehmen. Diese wurden durch die Witterung sowie durch 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 der Niddatalsperre wurde im Jahr 2011 das Sommerstauziel aufgrund der langen Trockenperioden nicht eingehalten. Die Füllmengen der Kinzigtalsperre lagen größtenteils jeweils im Bereich der Stauziele.

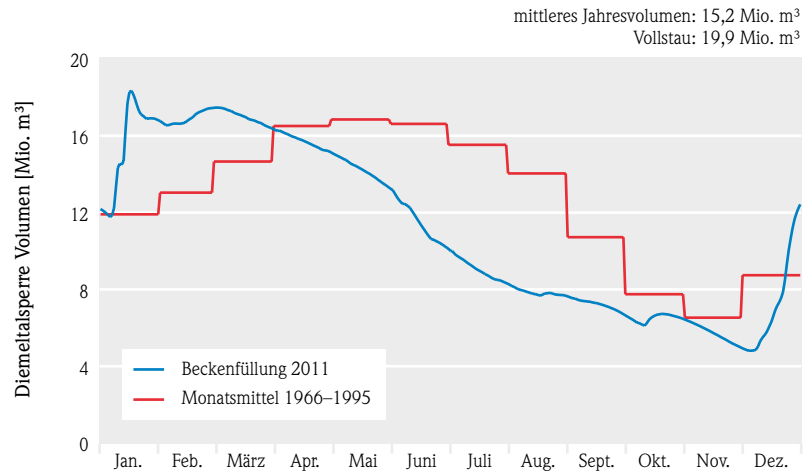


Abb. 36: Beckenfüllung der Diemeltalsperre 2011.

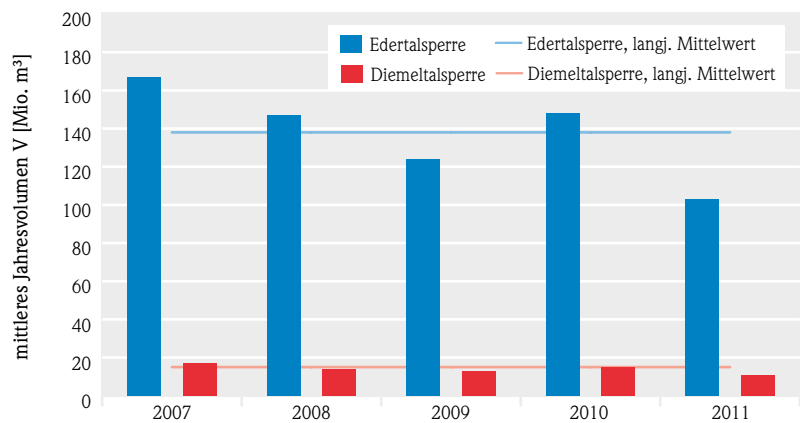


Abb. 37: Jahresfüllungen von Eder- und Diemeltalsperre 2007 bis 2011.

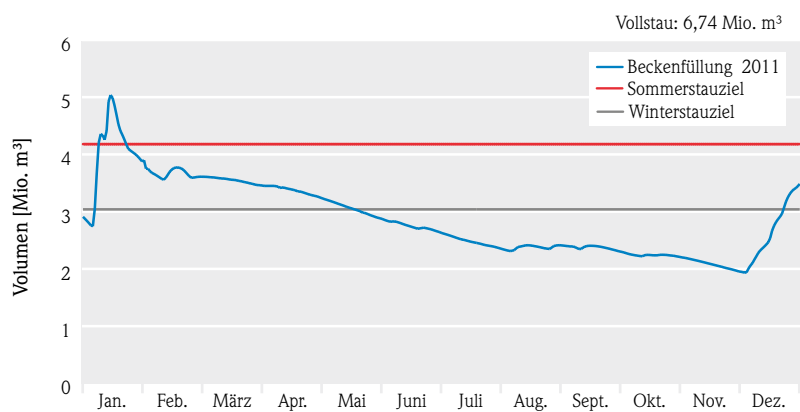
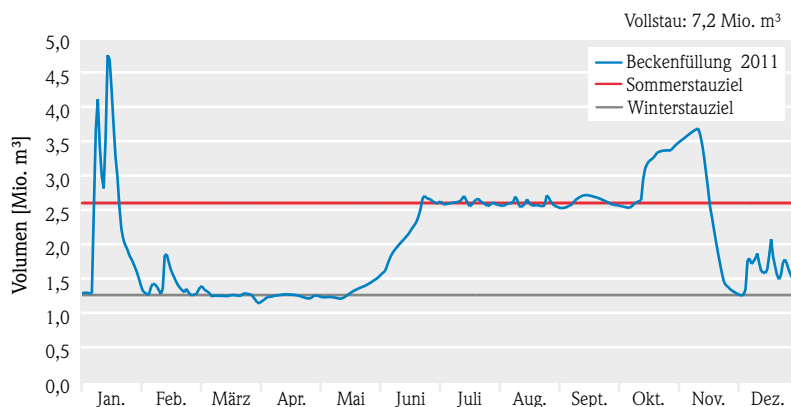


Abb. 38: Beckenfüllung der Niddatalsperre 2011.



**Abb. 39:** Beckenfüllung der Kinzigtalsperre 2011.

**Tab. 5:** Maximale Inhalte der Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken während des Januar-Hochwassers 2011.

Talsperren/HRB	max. Stauvolumen [Mio. m <sup>3</sup> ]	größter Inhalt im Januar 2011		Höchster Füllgrad [%]
		Datum	[Mio. m <sup>3</sup> ]	
Aartalsperre	3,29	10.1.	2,46	74,8
Antriftalsperre	3,16	9.1.	2,77	87,7
Diemeltalsperre	19,93	16./17.1.	18,39	92,3
Edertalsperre	199,3	17.1.	197,7	99,2
Haunetalsperre	3,2	8./9.1.	2,41	75,3
HRB Breidenbach	2,56	9.1.	2,32	90,6
HRB Düdelsheim	5,02	14.1.	3,38	67,3
HRB Heidelbergbach	5,6	10.1.	4,01	71,6
HRB Kirchhain	14,9	10.1.	9,7	65,1
HRB Lich	3,28	10.1.	1,64	50,0
HRB Treysa	8,8	15.1.	8	90,9
HRB Ulfa	0,994	14.1.	0,085	8,6
HRB Wohra	1,61	10.1.	1,11	68,9
Kinzigtalsperre	7,2	14.1.	4,82	66,9
Marbachtalsperre	3	14.1.	2,44	81,3
Niddatalsperre	6,74	15.1.	5,04	74,8
Twistetalsperre	10	17.1.	5,37	53,7
Ulmachtalsperre	0,765	14.1.	0,42	54,9

## Wasserqualität der Fließgewässer

DR. PETER CIKRYT

Die EG-Wasserrahmenrichtlinie verfolgt für Oberflächengewässer bis Ende 2015 das Ziel, alle Gewässer in einen guten ökologischen und chemischen Zustand zu versetzen. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden Ende 2009 ein Bewirtschaftungsplan und ein Maßnahmenprogramm für Hessen veröffentlicht. Ein umfangreiches Monitoringprogramm im Bereich Stoffe soll den Erfolg der Umsetzung der Gewässerbewirtschaftung und der geplanten Maßnahmen kontrollieren. Der Rahmen dieses stofflichen Monitorings wird durch die Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung – OgewV) vom 20.07.2011, BGBl. Teil I S. 1429–1469 abgesteckt.

Um das Ergebnis aller Einwirkungen auf die Gewässergüte zu erfassen, werden an vielen Messstellen in den insgesamt 433 hessischen Oberflächenwasserkörpern Bestimmungen der physikalisch-chemischen Parameter bzw. Probenahmen für weitergehende chemische und biologische Untersuchungen durchgeführt. Prinzipiell wird zwischen

- der kontinuierlichen Gewässerüberwachung in ortsfesten Messstationen (Abbildungen 40 und 41)

mit der zusätzlichen Möglichkeit der automatischen Probenahme von Misch- und Stichproben sowie

- der ausschließlich stichprobenartigen Gewässerüberwachung an den für die jeweiligen Wasserkörper bzw. Wasserkörpergruppen repräsentativen Messstellen unterschieden.

Die Zeitintervalle der Einzelprobenahmen variieren zwischen minimal vierzehntägig in der Anwendungszeit von Pflanzenschutzmitteln bis maximal vierteljährlich für die Schwebstoffuntersuchungen.

Die Abbildung 42 „Chemie-Fließgewässermessstellen in Hessen im Jahr 2011“ gibt einen Überblick über alle Messstellen des Jahresmessprogramms 2011 im Bereich der Fließgewässer und zeigt, welche spezifischen Untersuchungen an einzelnen Messstellen vorgenommen wurden.

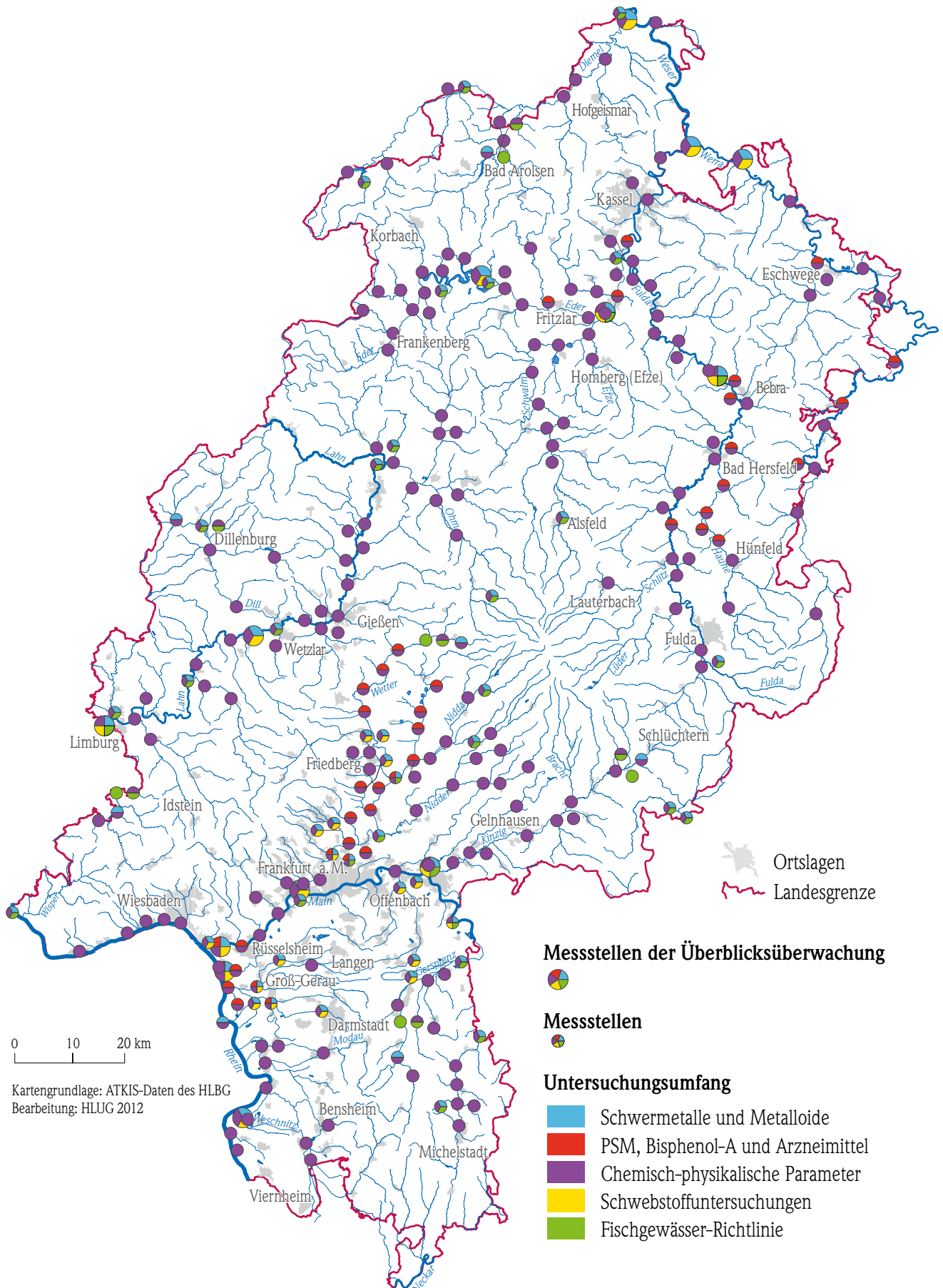
Die ermittelten Ergebnisse werden in einer internen Datenbank gesammelt und stehen punktuell für einzelne Stoffgruppen auf der Website [www.hlug.de/popups/wassermessdaten.html](http://www.hlug.de/popups/wassermessdaten.html) zur Verfügung.



**Abb. 40:** Mischprobennehmer in der Messstation Bischofsheim/Main.



**Abb. 41:** Probenahmeeinrichtung an der Messstation Bischofsheim/Main.



**Abb. 42:** Chemie-Fließgewässermessstellen in Hessen im Jahr 2011.

**Tab. 6:** Messergebnisse 2011 der Messstation Wahnhausen/Fulda, Flusskilometer 93,5.

Periode	Abfluss Q*	Tempe- ratur	Gelöster Sauerstoff O <sub>2</sub> min	pH- Wert	elektr. Leitfähig- keit	Gesamt- Stickstoff	Gesamt org. Kohlenstoff TOC	Ortho- Phosphat- Phosphor PO <sub>4</sub> -P	Gesamt- Phosphor
Woche	[m <sup>3</sup> /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 <sub>2</sub> min = niedrigster Halbstundenwert; Gesamt-N, TOC, o-Phosphat-P = Wochenmischprobe. Bezugspunkt ist die jeweilige Periode = Woche!									
1	57,8	0,6		7,8	524	4,1	2,8	0,11	0,12
2	153,0	1,7	10,2	7,8	530	4,6	4,3	0,13	0,29
3	392,4								
4	262,1	3,8	8,8	7,7	338	4,7	3,1	0,08	0,10
5	110,2	3,0	9,2	7,7	415	5,3	2,8	0,09	0,11
6	61,4	1,8	11,3	7,8	483	5,4	2,5	0,11	0,11
7	64,2	4,4	11,5	7,8	479	4,9	2,4	0,11	0,13
8	89,4	3,9	12,0	7,8	440	4,9	3,7	0,10	0,13
9	60,2	1,7	13,2	7,9	444	5,3	2,7	0,17	0,19
10	40,2	3,6	12,5	8,0	508	5,1	2,8	0,08	0,10
11	32,8	4,3	13,3	8,3	562	5,2	3,0	0,06	0,08
12	32,4	7,1	12,1	8,5	563	4,8	3,4	0,04	0,08
13	27,8	7,9	14,0	8,9	564	4,4	3,6	0,05	0,14
14	26,8	9,5	15,0	9,2	569	4,4	5,9	0,04	0,30
15	27,4	12,1	12,8	9,0	556	3,7	4,1	0,07	0,22
16	24,0	12,0	14,9	9,4	544	4,2	11,0	0,01	0,17
17	25,5	13,0	15,6	9,3	513	3,9	9,9	0,01	0,22
18	28,9	14,8	12,9	9,2	489	3,9	11,0	0,02	0,26
19	27,9	13,6	14,4	9,4	500	3,6	7,6	0,12	0,20
20	32,8	15,0	12,0	9,1	423	3,4	7,8	0,07	0,14
21	30,2	14,7	10,8	8,9	460	3,3	7,1	0,10	0,15
22	31,2	16,2	8,6	8,4	460	3,2	4,8	0,08	0,10
23	36,3	15,9	7,7	7,9	438	3,2	4,1	0,09	0,12
24	38,4	17,4	5,3	7,5	480	3,8	5,6	0,25	0,26
25	37,6	16,7	8,2	7,9	430	3,3	4,6	0,12	0,15
26	35,7	16,1	8,1	7,9	488	3,3	4,5	0,16	0,19
27	38,3	17,7	7,3	7,7	442	3,6	5,4	0,18	0,21
28	30,5	17,8	7,5	7,8	510	3,2	4,7	0,15	0,20
29	32,3	18,6	7,9	8,0	489	2,9	4,4	0,17	0,23
30	31,8	17,9	8,0	7,9	520	3,0	4,3	0,19	0,25
31	36,4	17,1	8,2	8,0	480	2,8	4,6	0,13	0,17
32	37,7	19,3	7,8	8,0	454	2,4	3,8	0,15	0,19
33	27,9	18,4	7,3	7,9	547	3,2	4,8	0,21	0,24
34	24,3	19,2	7,3	7,8	532	3,0	4,5	0,21	0,28
35	34,5	20,4	6,9	7,8	533	3,1	5,2	0,25	0,29
36	34,3	17,7	7,5	7,8	459	2,6	4,4	0,17	0,19
37	27,6	17,9	7,4	7,7	522	3,0	4,7	0,21	0,22
38	40,8	16,7	7,0	7,6	459	3,4	5,6	0,18	0,29
39	27,3	15,3	8,0	7,7	480	2,9	3,8	0,19	0,23
40	21,5	16,1	8,2	7,8	625	2,7	3,3	0,16	0,19
41	22,7	15,7	7,7	7,8	641	3,0	4,2	0,18	0,23
42	32,0	12,2	8,4	7,7	616	3,7	5,3	0,23	0,26
43	29,0	9,4	9,5	7,7	526	3,2	4,9	0,18	0,20
44	26,1	8,6	10,4	7,8	520	2,9	3,7	0,13	0,16
45	26,3	10,0	9,6	7,8	602	2,8	3,2	0,17	0,18
46	23,3	8,7	9,5	7,8	595	2,9	3,2	0,18	0,18
47	22,8	5,4	10,8	7,8	660	3,0	4,2	0,15	0,17
48	22,4	4,9	11,6	7,8	671	3,3	3,0	0,18	0,18
49	22,6	4,6	11,8	7,9	683	3,4	3,9	0,17	0,19
50	43,5	4,6	10,9	7,7	601	3,7	5,1	0,22	0,25
51	67,5	4,0	11,3	7,7	473	4,3	6,2	0,18	0,23
52	74,5	3,9	11,9	7,6	452	4,2	5,4	0,13	0,16

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

**Tab. 7:** Messergebnisse 2011 der Messstation Oberbiel/Lahn, Flusskilometer 19,1.

Periode	Abfluss Q*	Tempe- ratur	Gelöster Sauerstoff O <sub>2</sub> min	pH- Wert	elektr. Leitfähig- keit	Gesamt- Stickstoff	Gesamt org. Kohlenstoff TOC	Ortho- Phosphat- Phosphor PO <sub>4</sub> -P	Gesamt- Phosphor
Woche	[m <sup>3</sup> /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 <sub>2</sub> min = niedrigster Halbstundenwert; Gesamt-N, TOC, o-Phosphat-P = Wochenmischprobe. Bezugspunkt ist die jeweilige Periode = Woche!									
1	24,5	1,7	12,8	7,9	461	3,8	2,4	0,03	0,11
2	128,8	2,7	12,0	7,7	414	4,0	4,2	0,14	0,34
3	266,7	5,3	10,9	7,4	246	4,4	5,7	0,16	0,21
4	87,4	5,3	11,5	7,6	301	4,4	2,9	0,08	0,10
5	34,9	3,9	11,8	7,8	369	4,8	2,7	0,09	0,11
6	23,0	2,6	12,1	7,8	436	5,3	2,1	0,12	0,12
7	40,2	5,5	11,0	7,7	405	4,8	2,5	0,12	0,15
8	70,9	5,1	11,4	7,7	296	4,0	3,3	0,08	0,11
9	30,2	2,9	12,1	7,8	379	4,7	2,7	0,08	0,10
10	22,3	4,9	11,5	7,9	416	4,8	2,8	0,08	0,11
11	17,8	5,4	11,6	8,1	450	4,6	2,3	0,06	0,09
12	17,1	8,3	10,5	8,1	455	4,7	2,9	0,06	0,09
13	14,4	8,9	11,3	8,3	461	4,1	3,6	0,08	0,12
14	14,6	10,6	11,2	8,6	465	4,5	5,7	0,05	0,26
15	14,3	13,0	10,4	8,4	475	3,9	3,6	0,18	0,24
16	12,3	12,8	10,2	8,6	482	4,3	6,6	0,09	0,21
17	10,7	14,1	12,0	9,0	493	4,2	7,1	0,09	0,25
18	11,8	16,1	11,1	9,0	472	3,9	10,0	0,09	0,27
19	9,4	15,1	13,2	9,2	473	4,2	8,6	0,17	0,21
20	7,9	17,2	12,0	9,0	486	4,4	9,8	0,10	0,22
21	8,6	17,1	9,1	8,7	531	4,4	8,1	0,16	0,19
22	7,6	18,4	9,7	8,7	532	4,2	8,3	0,17	0,19
23	8,4	19,0	6,6	7,9	542	3,9	5,3	0,19	0,22
24	10,3	19,6	5,6	7,6	492	4,1	6,0	0,29	0,31
25	7,9	19,5	7,3	7,8	509	4,0	6,0	0,23	0,26
26	11,8	18,0	7,6	7,9	481	4,0	5,1	0,25	0,27
27	10,0	20,0	7,7	8,0	469	4,2	5,2	0,24	0,28
28	7,2	20,3	7,5	8,1	488	4,0	5,1	0,32	0,33
29	7,8	20,3	7,0	7,9	531	4,2	5,6	0,41	0,46
30	9,9	18,4	7,8	7,8	491	3,8	4,7	0,32	0,33
31	10,0	18,1	8,0	7,7	478	4,0	3,4	0,14	0,17
32	10,0	19,9	7,9	7,8	491	3,7	4,2	0,25	0,28
33	13,7	18,8	7,5	7,7	422	3,4	5,0	0,23	0,28
34	10,7	19,9	7,0	7,7	441	3,2	3,9	0,27	0,32
35	16,1	20,8	6,7	7,7	419	3,3	6,3	0,26	0,30
36	12,4	17,8	7,7	7,7	407	3,2	4,7	0,24	0,25
37	23,4	17,3	7,8	7,6	351	3,1	6,4	0,20	0,22
38	26,1	16,4	8,0	7,6	337	3,3	6,1	0,23	0,31
39	10,7	15,2	8,6	7,8	430	3,7	4,1	0,15	0,17
40	8,2	16,3	9,0	8,0	499	3,7	3,4	0,17	0,19
41	9,0	15,6	8,8	8,0	531	4,0	3,7	0,21	0,24
42	19,1	12,8	9,0	8,0	431	3,4	3,9	0,20	0,22
43	13,5	9,6	10,0	8,0	384	3,6	4,1	0,18	0,21
44	9,7	8,5	10,4	8,0	470	4,2	3,3	0,14	0,18
45	9,1	10,1	9,7	7,9	514	4,1	3,1	0,17	0,21
46	8,3	9,2	9,5	7,9	537	4,4	3,1	0,17	0,19
47	8,2	6,5	10,4	7,9	553	4,3	2,9	0,18	0,20
48	8,0	5,6	10,9	8,0	567	5,1	2,9	0,18	0,18
49	10,0	5,8	10,8	8,0	566	5,0	3,1	0,19	0,19
50	41,7	5,9	10,6	7,8	359	3,8	6,2	0,17	0,22
51	84,9	5,4	11,0	7,7	270	4,0	7,0	0,14	0,20
52	70,1	5,6	11,2	7,8	293	3,6	4,7	0,08	0,11

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



In den Tabellen 6 und 7 sind beispielhaft für zwei ortsfeste Gewässergütemessstationen an der Fulda in Wahnhausen und an der Lahn in Oberbiel die Ergebnisse der kontinuierlichen Gewässerüberwachung für die Parameter Temperatur, gelöster Sauerstoff, pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit dargestellt. Diese Parameter werden direkt vor Ort bestimmt und per Datenfernübertragung auf einen zentralen Rechner übermittelt und als Halbstunden-Mittelwerte ausgewertet. Zur Bewertung der Gewässergüte spielen die gemessenen Temperaturmaxima sowie die Sauerstoffminima eine große Rolle. Die Parameter Gesamtstickstoff, gesamter organischer Kohlenstoff (TOC) sowie ortho-Phosphat-Phosphor und Gesamtphosphor wurden dagegen aus einer in der Messstation gesammelten Wochenmischprobe im Labor bestimmt.

Die Jahresganglinien der Temperatur im Jahr 2011 an den vier Gewässergütemessstationen an der Fulda, der Lahn, dem Main und der Werra sind in Abbildung 43 dargestellt. Die Wassertemperaturverläufe folgen prinzipiell der mittleren monatlichen Lufttemperatur der Abbildung 2. Im Jahr 2011 wurde keine Vereisung der Gewässer beobachtet. Der Temperaturverlauf des stark staugeregelten und durch viele Wärmeleiter belasteten Mains liegt fast ganzjährig deutlich oberhalb des Temperaturverlaufs für die Flüsse Lahn (Oberbiel), Werra (Witzenhausen) und Fulda (Wahnhausen).

Die Jahresganglinien für die elektrische Leitfähigkeit im Jahr 2011 (Abbildung 44) für die großen hessischen Flüsse bzw. Flussabschnitte Fulda, Lahn, Main und Werra weisen gegenüber den Vorjahren keine Besonderheiten auf. Die elektrische Leitfähigkeit spiegelt den Salzgehalt der Gewässer wider. Die Leitfähigkeit des Mains liegt bedingt auch durch Einleitungen aus Industrie bzw. Industrieparks ganzjährig

rig oberhalb der vergleichsweise geringer belasteten Fulda und Lahn. Die Werra ist durch die direkten Salzeinleitungen der Kaliindustrie und zusätzlich durch diffuse Einträge aus der noch praktizierten Salzabwasserversenkung in hohem Maße mit den

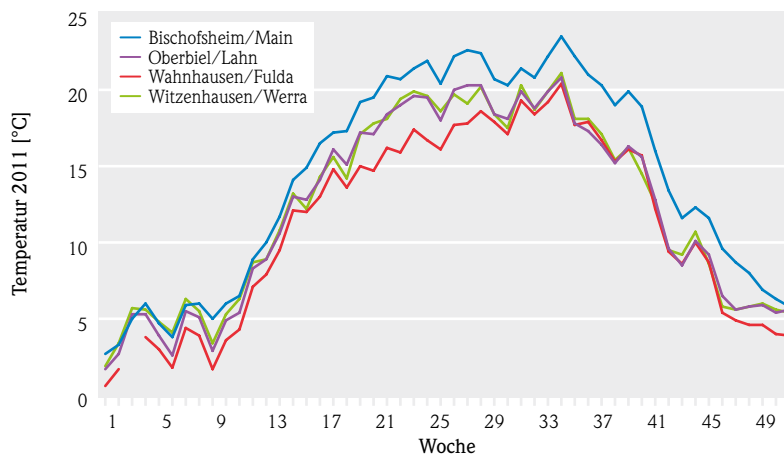


Abb. 43: Jahresganglinien der Temperatur an vier Messstationen.

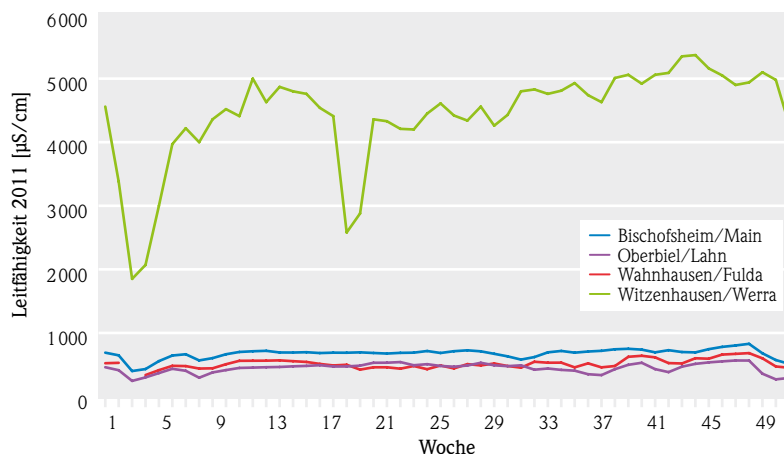


Abb. 44: Jahresganglinien der elektrischen Leitfähigkeit an vier Messstationen.

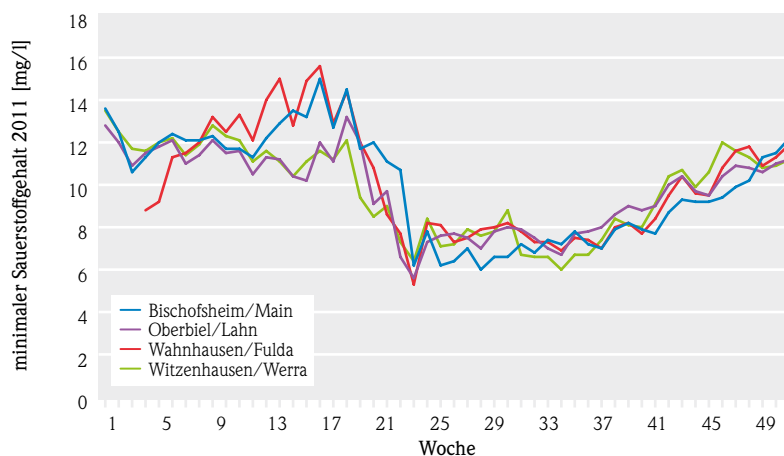


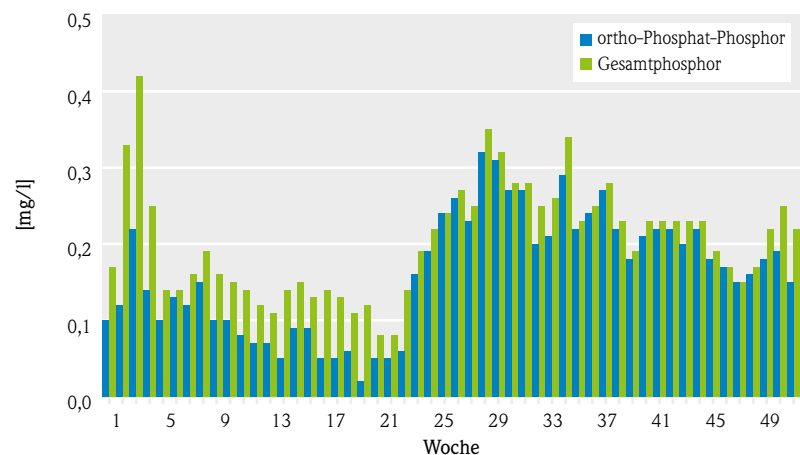
Abb. 45: Jahresganglinien des minimalen Sauerstoffgehalts an vier Messstationen.

Anionen Chlorid und Sulfat sowie den Kationen Natrium, Kalium, Magnesium und Calcium belastet. Die großen Schwankungen des Kurvenverlaufs der elektrischen Leitfähigkeit in der Werra sind auf die abflussbezogene Salzlaststeuerung der Einleitungen der Kaliindustrie zurückzuführen. Das Absinken der Leitfähigkeit in der 3. Woche ist an allen vier Gewässern erkennbar und kann durch die Hochwasserbedingte Verdünnung entstanden sein. Die verringerte Leitfähigkeit in der 19. und 20. Woche ist auf einen verminderten Salzabstoß der Kaliindustrie zurückzuführen.

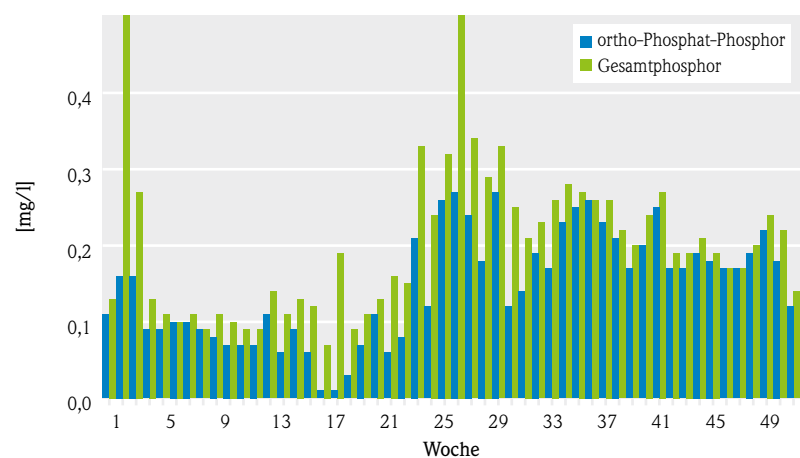
Die Jahresganglinien für den minimalen Sauerstoffgehalt für das Jahr 2011 (Abbildung 45) sind wie jedes Jahr durch die gegenläufigen Prozesse der Sauerstoffbildung durch die Photosynthese von Wasserpflanzen und die Sauerstoffzehrung (durch den biologischen Abbau organischer Substanz), die Atmung von Wasserorganismen und in geringem Ausmaß auch durch chemische Oxidationsprozesse geprägt. Für die Bewertung der Sauerstoffkonzentrationen wird der Orientierungswert der LAWA für den guten Zustand von  $> 6 \text{ mg/l}$  zugrunde gelegt. Dieser Orientierungswert für den minimalen Sauerstoffgehalt wird in den Sommermonaten in den Flüssen Main und Werra erreicht bzw. in der Fulda und in der Lahn in der 24. Kalenderwoche unterschritten. Ansonsten zeigt der Kurvenverlauf eine Jahresrhythmik mit hohen Sauerstoffgehalten zu Jahresbeginn und im Frühling, einem Absinken in den Sommermonaten und einem langsam beginnenden Anstieg im Herbst bis zum Erreichen des hohen Niveaus im Winter. Diese Jahresrhythmik für den minimalen Sauerstoffgehalt ist von Jahr zu Jahr in Abhängigkeit vom jeweiligen Witterungsverlauf mehr oder weniger stark ausgeprägt.

In den Abbildungen 46 und 47 sind die Ergebnisse der ortho-Phosphat-Phosphor- und Gesamtphosphor-Bestimmungen für die Messstationen Bischofsheim/Main und Witzenhausen/Werra dargestellt. Die blaue

Säule repräsentiert die gemessenen ortho-Phosphat-Phosphor-Gehalte, die grüne Säule entsprechend die Gesamtphosphor-Ergebnisse. Insgesamt ist festzustellen, dass die Einzelwerte der Wochenmischprobe den als Jahresmittelwert von  $0,07 \text{ mg/l}$  festgelegten Orientierungswert für ortho-Phosphat-Phosphor in beiden Fließgewässern nur im Frühjahr beginnend mit der 11. bzw. 12. Kalenderwoche einhalten bzw. unterschreiten. Die niedrigen ortho-Phosphat-Phosphorkonzentrationen in den Gewässern sind u. a. durch das zu dieser Jahreszeit mit einem hohen Phosphatverbrauch einhergehende Algen- und Pflanzenwachstum bedingt. Im Vergleich dazu wird der als Jahresmittelwert von  $0,1 \text{ mg/l}$  festgelegte Orientierungswert für Gesamtphosphor nur in deutlich geringerem Ausmaß eingehalten bzw. unterschritten. Der Jahresverlauf der ortho-Phosphat-Phosphor- und Gesamtphosphor-Konzentrationen ist sowohl durch



**Abb. 46:** Konzentration von ortho-Phosphat-Phosphor und Gesamtphosphor in den Wochenmischproben 2011 in der Messstation Bischofsheim/Main.



**Abb. 47:** Konzentration von ortho-Phosphat-Phosphor und Gesamtphosphor in den Wochenmischproben 2011 in der Messstation Witzenhausen/Werra.

das Eutrophierungsgeschehen, als auch durch die Höhe des jeweiligen Abflusses geprägt. Der Anteil von ortho-Phosphat am Gesamtphosphor variiert an beiden Messstationen. Der mittlere Anteil beträgt in Bischofsheim ca. 76 %, in Wahnhausen ca. 73 %. Dies zeigt im Zusammenhang mit anderen Untersuchungen, dass in den Flüssen Main und Lahn die Phosphor-Emissionen der Kläranlagen die Hauptursache für die hohe Belastung darstellen und andere Phosphorquellen für den Gesamtphosphorgehalt in den beiden Gewässern nur eine untergeordnete Rolle spielen.



Abb. 48: Gewässerproben.



Abb. 49: Gewässergütemessstation Niederbrechen.

## Neuigkeiten bei den Badeseen - Die Badesaison 2011

ANDREAS GRÜNDEL & WINFRIED STAUDT

Seen und Talsperren lösen an sonnigen und warmen Sommertagen einen besonderen Reiz auf viele Menschen aus; sie laden zum Schwimmen und Baden ein, sofern sie als offizielle Badeseen bei der EU-Kommission gemeldet sind und hinsichtlich ihrer Qualität untersucht, bewertet und bewirtschaftet werden.

In Hessen gibt es über 60 Seen und Talsperren mit insgesamt 65 Badestellen, die für sommerliche Freizeitaktivitäten sowie für Erholung und Sport zur Verfügung stehen. Während die Seen und Talsperren vom Grundsatz her regelmäßig hinsichtlich der allge-

meinen Gewässergüte wie etwa auf den Nährstoffgehalt und die Algen untersucht werden, gelten für die Untersuchung der Badeseen besondere Kriterien. Für die Gewährleistung einer hygienisch einwandfreien Badewasserqualität steht hier die Untersuchung von Bakterien im Vordergrund, die eine Indikation für Krankheitserreger darstellen. Diese Überwachung der Badeseen wird federführend von den Gesundheitsämtern der Landkreise durchgeführt. Am Ende des Beitrages sind alle Badeseen in Hessen in einer Übersichtskarte dargestellt (Abbildung 54).

## Starkes Reglement für ein sicheres Baden in naturnahen Seen und Talsperren

Während die meisten Seen nur eine Badestelle aufweisen, gibt es große Talsperren, wie die Edertalsperre, mit mehreren Badestellen. Damit das Baden in diesen Seen ohne gesundheitliche Bedenken stattfinden kann, hat die Europäische Union Qualitätsanforderungen festgelegt, die in Hessen mit der Badegewässerverordnung umgesetzt worden sind. Die Gesundheitsämter untersuchen die Badegewässer nach einem festgelegten Zeitplan, mindestens einmal pro Monat während der Badesaison, auf die Bakterien *Escherichia coli* und *Intestinale Enterokokken* und machen eine Sichtkontrolle der Badestellen. Bei den Bakterien handelt es sich um Indikatorkeime, die von warmblütigen Tieren (auch Vögel) und vom Menschen durch den Kot ausgeschieden werden und somit auf fäkale Verunreinigung des Badegewässers hinweisen.

Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung sowie die der Sichtkontrolle und der vor Ort gemessenen Daten werden zeitnah auf die Badegewässer-Homepage (<http://badeseen.hlug.de/badewaesser.html>) gestellt (Abbildung 51).

Interessierte Bürgerinnen und Bürger können die aktuellen Befunde der Untersuchungen sowie die Bewertung „ihrer Badeseen vor Ort“ einsehen. Darüber hinaus ist an dieser Stelle eine große Anzahl von Informationen in den sogenannten Badegewässerprofilen in Text, Tabellen und Grafiken verfügbar. Dort findet man sowohl den Betreiber und die zuständigen Gesundheitsämter der Badeseen/Badestellen sowie Angaben über deren potenzielle Verschmutzungen und in der Regel auch eine Tiefenkarte.



**Abb. 50:** Werratalsee Ostufer, Gemeinde Meinhard, Werra-Meißner-Kreis.

Abb. 51: Startseite der Badegewässer-Homepage.

### Die Badesaison 2011: Kein schlechter Sommer

Das Strandbad Spessartblick im Main-Kinzig-Kreis eröffnete am 15.04.2011 als erster Badensee in Hessen. Bei den meisten Badeseen war der Start der Saison im Mai oder gar im Juni. Der Marbach-Stausee im Odenwaldkreis sowie ein Badensee im Landkreis Bergstraße und zwei Badeseen im Landkreis Hersfeld-Rotenburg eröffneten ihre Badesaison mit dem 01.07.2011 relativ spät.

Obwohl der Sommer 2011 gefühlsmäßig eher als schlechter Sommer beschrieben wird, zeigt die Statistik etwas anderes: Die Temperaturen waren zwar im Monat Juli vergleichsweise kühl, doch waren alle übrigen Monate eher warm, d. h. die Temperaturen lagen über dem langjährigen Mittel. Hinsichtlich des Niederschlages waren die Monate April, Mai und Juli zu trocken, lediglich die Monate Juni und August lagen über dem langjährigen Mittel und gelten daher eher als zu nass (siehe Kapitel Witterung).

Trotz der objektiv „nicht schlechten Wetterlage“ beendeten vier Badeseen die Saison bereits vorzeitig und begründeten dies u. a. mit einem zu geringen Badebetrieb. Die meisten Badeseen stellten ihren Betrieb Ende August oder Anfang September ein. Am längsten währte die Badesaison im Strandbad Spessartblick und im Badesee Bensheim an der Bergstraße bis zum 30.09.2011.

### Neue Auswertung - neue Bewertung der Badeseen

Die neue EU-Badegewässer-Richtlinie vom 2. Juli 2008 verlangt die Auswertung der Keimzahlen der Indikatorbakterien in der Regel aus den letzten vier Badesaisons mit mindestens 16 Werten. Da im Jahr 2008 mit der Untersuchung der neuen Hygieneparameter im Sinne der neuen Badegewässer-Richtlinie begonnen wurde, ist eine erstmalige Bewertung mit dem Ablauf der Badesaison 2011 möglich. Bis dahin galt eine Übergangsregelung, wobei zunächst jeder einzelne Wert anhand von Leit- und Grenzwerten bewertet wurde.

Das neue Berechnungsverfahren, das die Messwerte der letzten 4 Jahre berücksichtigt, geht dagegen von einem arithmetischen Mittel, der Standardabweichung und von der Annahme einer logarithmischen Verteilung der Daten aus. Dies drückt sich in einer Formel aus, die die Berechnung der Perzentilwerte der Keimzahlen von *Escherichia coli* und von intestinalen Enterokokken zum Ziel hat. Dieser Perzentilwert aus mindestens 16 Einzelwerten erlaubt die Einstufung der Badestelle in eine ausgezeichnete, eine gute oder ausreichende Qualität. Sind die Kennzahlen einer ausreichenden Qualität nicht erreicht, so ist die Badestelle als mangelhaft einzustufen.

Während bei der bisherigen Bewertungsmethode der Badeseen bei der Übergangsregelung weitstreuende Einzelwerte sich im arithmetischen Jahresmittel wenig ausgewirkt haben, so macht sich dies nun bei der neuen Perzentil-Betrachtung stark bemerkbar. Nun führen schwankende Befunde der Keimzahlen viel schneller zu ungünstigen Einstufungen der Badeseen. Die Bilanz der Badesaison 2011 sieht nach der erst-

maligen Anwendung der neuen Berechnung gemäß der Badegewässerverordnung folgendermaßen aus:

**Tab. 8:** Auswertung des ersten Bewertungszeitraumes der Badestellen in Hessen.

Einstufung nach Auswertung der letzten 4 Badesaisons 2008 bis 2011	Anzahl der Badestellen	in Prozent
ausgezeichnete Qualität	57	87,7
gute Qualität	4	6,2
ausreichende Qualität	1	1,5
mangelhafte Qualität	1	1,5
keine Bewertung, da zu wenig Daten vorhanden (noch keine 4 Saisons bzw. keine 16 Einzelwerte)	2	3,1

Die überwiegende Anzahl der Badestellen – 87,7% – hatten eine ausgezeichnete Qualität. Mit einer guten Qualität wurden bewertet: Großer Woog (Darmstadt), Seeweiher Mengerskirchen (Limburg-Weilburg), Großer Pfordter See sowie Nidda-Stausee (beide Vogelsbergkreis).

Der Trais-Horloffter See (Landkreis Gießen) wurde als ausreichend und der Wißmarer See (Landkreis Gießen) mit mangelhaft bewertet. Der Gederner See (Wetteraukreis) sowie der Schultheis-Weiher (Offenbach) weisen eine ungenügende Datenlage auf, da sie in 2011 nach längerer Zeit erstmalig wieder untersucht worden sind.

Die gleichen Daten der Badestellen der Saison 2011 nach der Übergangsregelung ausgewertet, ergeben ein anderes Bild: 47 Badestellen wären mit ausgezeichnet, 18 Badestellen mit gut bewertet. Damit zeigt sich, dass die neue Bewertung nach der Perzentil-Betrachtung zwar mehr ausgezeichnete Badestellen ergibt, aber die bisher als gut bewerteten Badestellen nun näher differenziert darstellt und in einem Fall auch zu einer mangelhaften Einstufung der Badestelle führt.

### Wasservögel als hygienische Belastung

Ein weiterer Aspekt ergibt sich bei der Betrachtung der beiden Indikatorkeime. Bei vier von sechs Badeseen, die mit gut, ausreichend oder gar mangelhaft eingestuft wurden, lagen hohe Werte der Intestinalen Enterokokken vor. Da die Enterokokken vorwiegend auf die Verunreinigungen mit Vogelkot hinweisen,

drängt sich der Verdacht auf einen hohen Bestand von Wasservögeln an den Badeseen auf. In der Tat geht diese Feststellung einher mit den Beobachtungen vor Ort. An vielen Badeseen wird häufig eine starke Ansammlung von Wasservögeln beobachtet. Dies gilt insbesondere für die nicht einheimischen Arten wie etwa die Nil- und Kanadagänse (Abbildung 52), die an den Liegewiesen und den Badestränden hohe Populationsdichten aufweisen und mit ihren Hinterlassenschaften zu hohen hygienischen Belastungen führen können.



**Abb. 52:** Nil- und Kanadagänse am Badestrand des Wißmarer Sees im Herbst 2011.

Häufig wird das Problem der Wasservögel noch verstärkt durch einen falsch verstandenen Naturschutz bzw. falsch verstandene Tierliebe einiger Besucher, die die Wasservögel zusätzlich füttern. Daher sollte seitens der Betreiber der Badeseen das Füttern von Vögeln durch entsprechende Aufklärungsarbeit unterbunden werden, etwa durch die Aufstellung geeigneter Schilder. Bei besonders starker Population von Wasservögeln an den Badeseen sollten auch Maßnahmen zur Vergrämung erwogen werden.

### Cyanobakterien - die besonderen Blaualgen

In einigen stark eutrophen, d. h. nährstoffbelasteten Gewässern war in 2011 eine Massenvermehrung von Cyanobakterien vorhanden, die auch als Blaualgen bezeichnet werden. Dies war insbesondere bei den Badeseen Seepark Kirchheim (Landkreis Hersfeld-Rotenburg), Dutenhofener See (Lahn-Dill-Kreis), Nieder-Mooser-See und Nidda-Stausee (beide Vogelsbergkreis) der Fall. Infolge der nachteiligen Wirkung der Cyanobakterien auf die Badenden wurde seitens der Gesundheitsämter vorsorglich vom Baden

abgeraten. Viele Badeseen, die gemäß der Angabe in den Badegewässerprofilen eine hohe Neigung zu einer Massenentwicklung von Cyanobakterien aufweisen, waren im Sommer 2011 unauffällig. Dies gilt vor allem auch für den Schultheis-Weiher in Offenbach, der nach einer langjährigen, umfangreichen Sanierung von der Problematik der Cyanobakterien nicht betroffen war.

### Ausblick Saison 2012

Die Vorbereitungen für die neue Badesaison wurden bereits getroffen. Hierzu zählen die neue Liste der angemeldeten Badeseen und die neu gestaltete Badegewässer-Homepage. Der Birkensee (Main-Kinzig-Kreis) ist nicht mehr mit dabei, da er zum Baden aufgrund einer Nutzungsänderung nicht mehr zur Verfügung steht. Dafür ist der Naturbadensee Beiseförth (Schwalm-Eder-Kreis) als neuer Badensee angemeldet. Für die Einstufung der Badeseen nach den neuen Kriterien gibt es künftig auch neue Symbole (Abbildung 53), die einheitlich in allen Mitgliedstaaten der Europäischen Union verwendet werden und die klar und verständlich den Sachverhalt der Wasserqualität der Badeseen darstellen.



**Abb. 53:** Neue Zeichen für die Bewertung der Badeseen.

Für die Unterrichtung der Öffentlichkeit hat das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie ein Faltblatt erstellt. Dieses bietet einen Überblick über das Baden in hessischen Seen und Talsperren. Eine Liste aller offiziellen Badeseen/Badestellen nebst Übersichtskarte ist darin ebenso zu finden, wie Verhaltenstipps zum umweltgerechten Baden, Angaben zur Überwachung und Zuständigkeiten der Badeseen, sowie Hinweise auf weiterführende Informationsquellen rund um den vom Besucher ausgewählten Badensee.

Somit können wir entspannt der nächsten Badesaison entgegen sehen und dem Reiz erliegen, der von den Seen und Talsperren an schönen Sommertagen ausgeht.

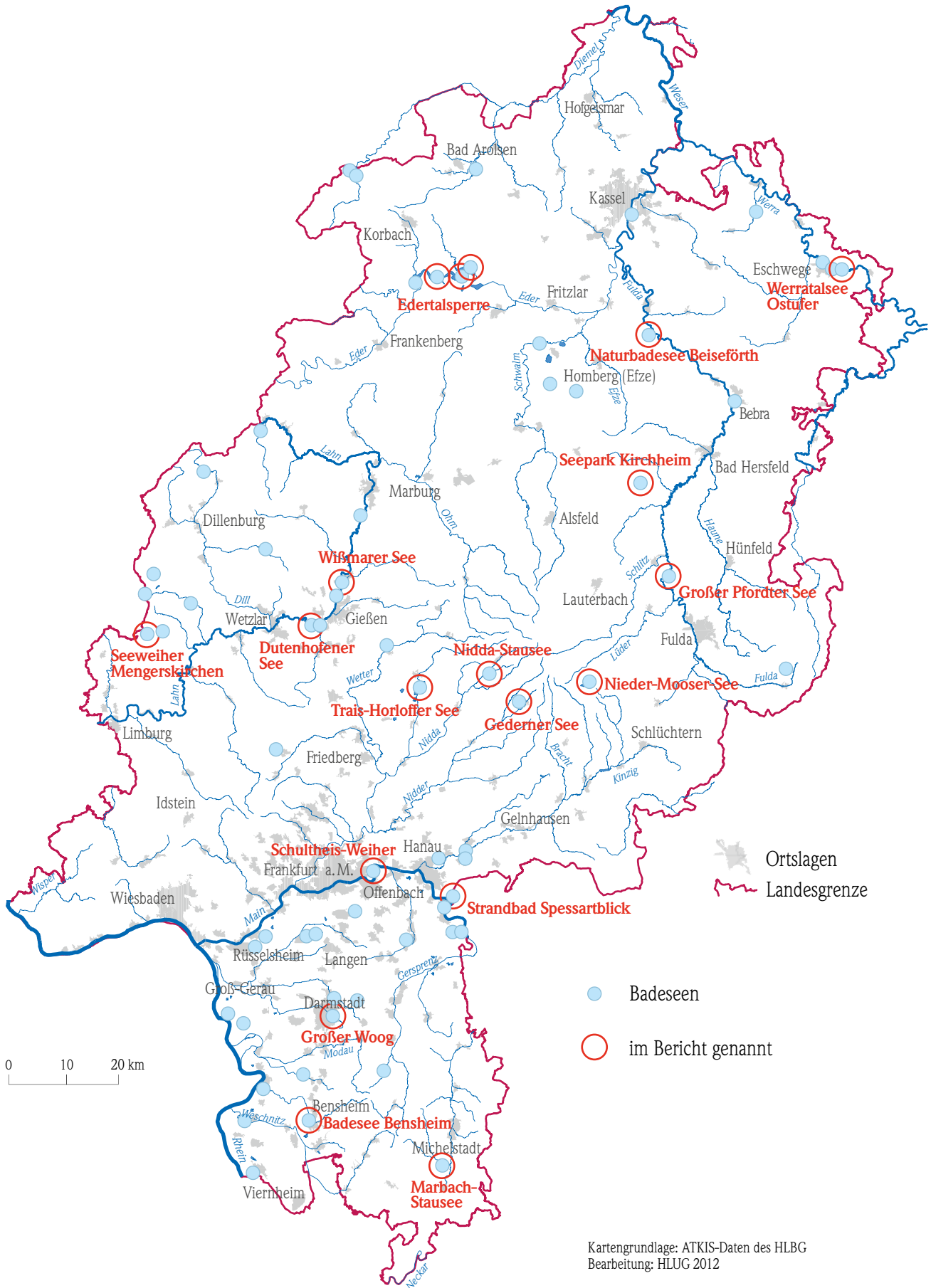


Abb. 54: Übersichtskarte Badeseen in Hessen.



## 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.

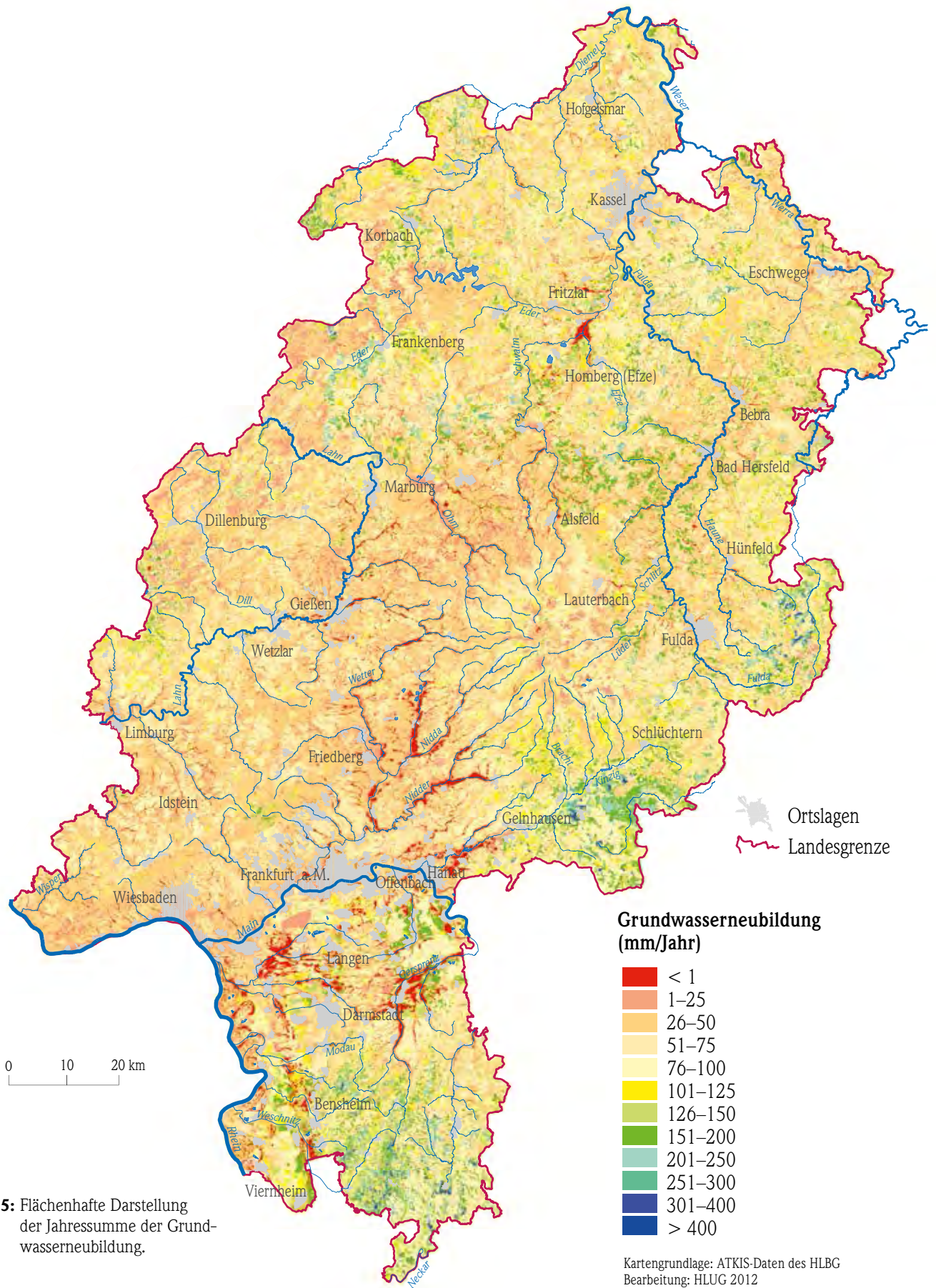
Grundwasser nimmt am Wasserkreislauf teil, daher ist in Hessen allgemein davon auszugehen, dass ein ausgeglichener Wasserhaushalt gegeben ist. Voraussetzung dafür ist, dass die Grundwasserförderung für die Trink- und Brauchwassernutzung durch die Grundwasserneubildung wieder kompensiert, eine Übernutzung also vermieden wird. In Hessen wird 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 kann in Hessen nicht flächendeckend durch Messungen bestimmt werden. Sie lässt sich aber 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 l/m<sup>2</sup>) Grundwasser neu gebildet.

Umgerechnet auf die Fläche Hessens werden somit im langjährigen Mittel (1971–2000) jährlich rd. 2,13 Mrd. m<sup>3</sup> Grundwasser neu gebildet. Demgegenüber werden jährlich rd. 407 Mio. m<sup>3</sup> 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 dem Niederschlag ist ursprünglich für die Ermittlung langjähriger Mittelwerte der Grundwasserneubildung entwickelt worden. Unter Inkaufnahme gewisser Modellunsicherheiten wird das Verfahren im HLOG auch für die Ermittlung von jährlichen Grundwasserneubildungsraten eingesetzt. Die folgende Karte (Abb. 55) ist eine Übersichtsdarstellung der modellierten Grundwasserneubildung aus dem Niederschlag für das Jahr 2011. Die flächenhafte Verteilung der Grundwasserneubildung folgt in etwa dem Niederschlag, wobei in Gebieten mit hohen Direktabflussanteilen (z. B. Rheinisches Schiefergebirge, Hoher Vogelsberg) und hohen Verdunstungsraten (z. B. Rhein-Main Gebiet und Wetterau) die Grundwasserneubildung geringer ausfällt. Das Flächenmittel der Grundwasserneubildung für das Jahr 2011 betrug für Hessen 65 mm und lag damit deutlich (35 %) unter dem langjährigen Mittelwert der Referenzperiode 1971–2000. Die geringe Grundwasserneubildung im Jahr 2011 ist auf die geringen Niederschläge im Frühjahr und Herbst zurück zu führen (vergl. Kapitel Witterung).



**Abb. 55:** Flächenhafte Darstellung der Jahressumme der Grundwasserneubildung.

## 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 (Abb. 56, 57, 59) unterhalten, das für die Grundwasserstände und Quellschüttungen über das Land verteilt repräsentativ Werte liefert.



Abb. 56: Grundwassermessstelle in Zell, nördlicher Vogelsberg.



Abb. 57: Grundwassermessstelle in Frischborn, Vogelsberg.

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 verdeutlicht. 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 (Abb. 59) rot markiert. Zusätzlich sind ausgewählte Ganglinien des Jahres 2011 zusammen mit dem Verlauf von Jahren mit besonders niedrigen und hohen Grundwasserständen dargestellt (Abb. 58 und Abb. 60–62).

Die Schüttung der Quelle Calden nördlich von Kassel stieg zu Jahresbeginn stark an und blieb bis April auf einer für die Jahreszeit normalen Rate. Im weiteren Lauf des Jahres nahm die Schüttung zunächst schnell und seit August langsamer ab. Im Dezember begann der Wiederanstieg. Im Vergleich mit früheren Jahren war die Situation an dieser Quelle normal.

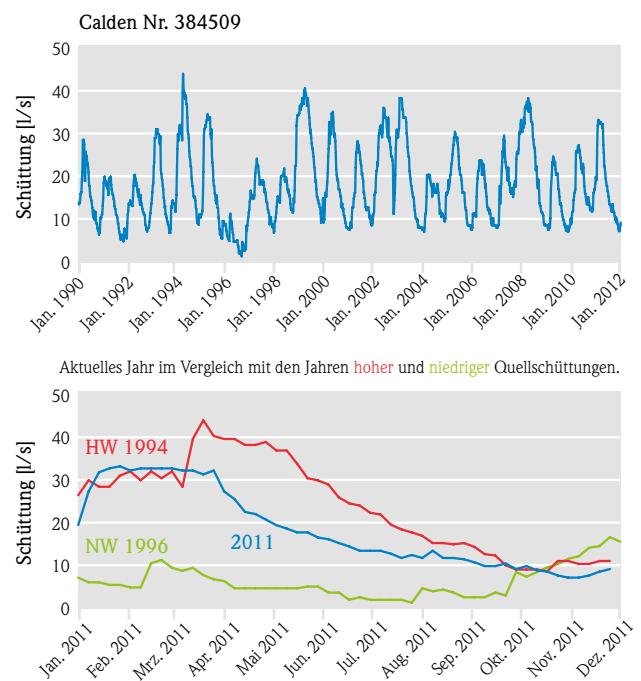
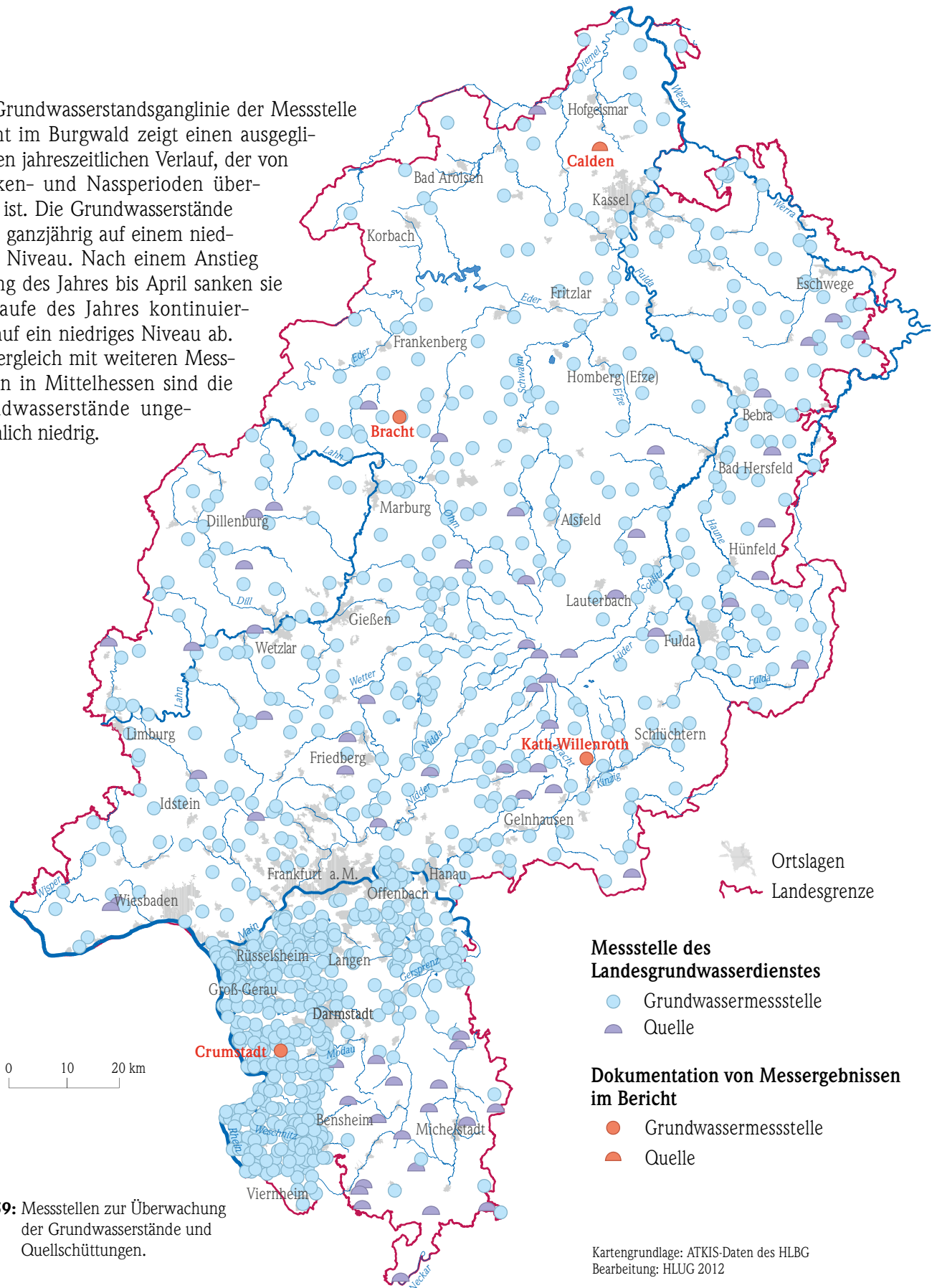


Abb. 58: Schüttungsganglinie der Quelle Calden.

Die Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Bracht im Burgwald zeigt einen ausgeglichenen jahreszeitlichen Verlauf, der von Trocken- und Nassperioden überprägt ist. Die Grundwasserstände lagen ganzjährig auf einem niedrigen Niveau. Nach einem Anstieg Anfang des Jahres bis April sanken sie im Laufe des Jahres kontinuierlich auf ein niedriges Niveau ab. Im Vergleich mit weiteren Messstellen in Mittelhessen sind die Grundwasserstände ungewöhnlich niedrig.



**Abb. 59:** Messstellen zur Überwachung der Grundwasserstände und Quellschüttungen.

Kartengrundlage: ATKIS-Daten des HLBG  
Bearbeitung: HLOG 2012

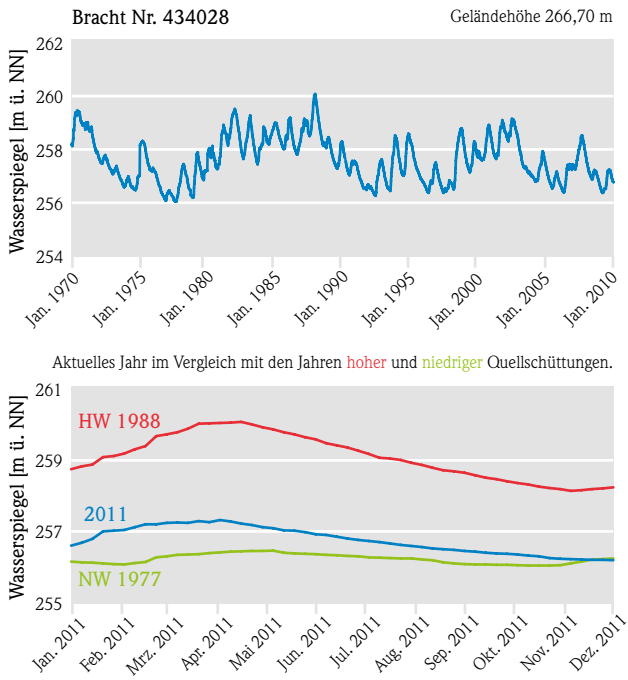


Abb. 60: Schüttungsganglinie der Messstelle Bracht.

Die Grundwasserstände der Messstelle Katholisch-Willenroth im Büdinger Wald stiegen von Januar bis März an und sanken von da an kontinuierlich bis Dezember ab. Im Dezember begann der Wiederanstieg. Das starke Absinken über fast das ganze Jahr war im Vergleich mit früheren Jahren nicht ungewöhnlich.

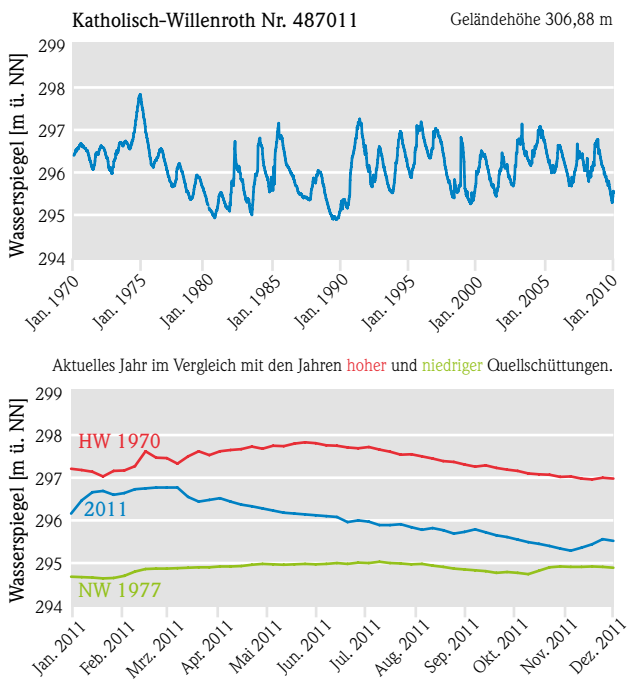


Abb. 61: Schüttungsganglinie der Messstelle Katholisch-Willenroth.

Die langjährige Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Crumstadt im Hessischen Ried 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 z. T. über dem Mittel liegenden Grundwasserneubildung stieg die Grundwasseroberfläche in den 1990er Jahren wieder auf ein höheres Niveau.

Im Jahr 2011 stieg das Grundwasser bis März an und sank danach kontinuierlich mit einem geringen Anstieg im September ab.

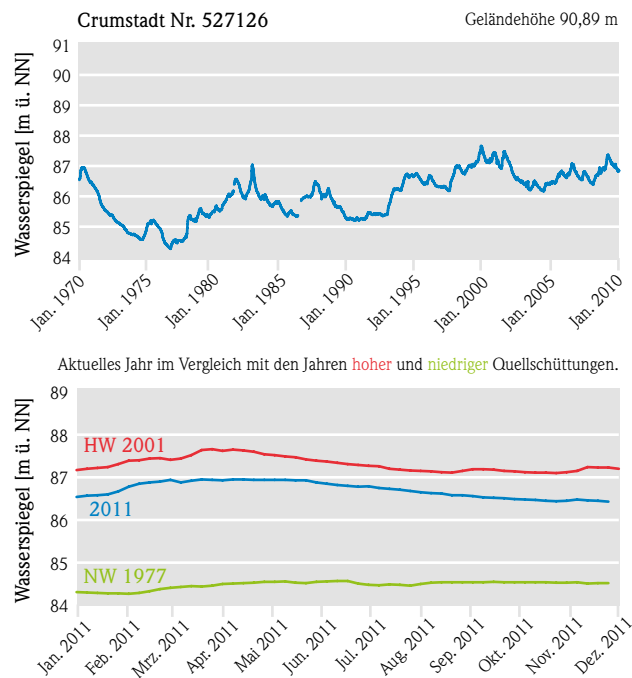
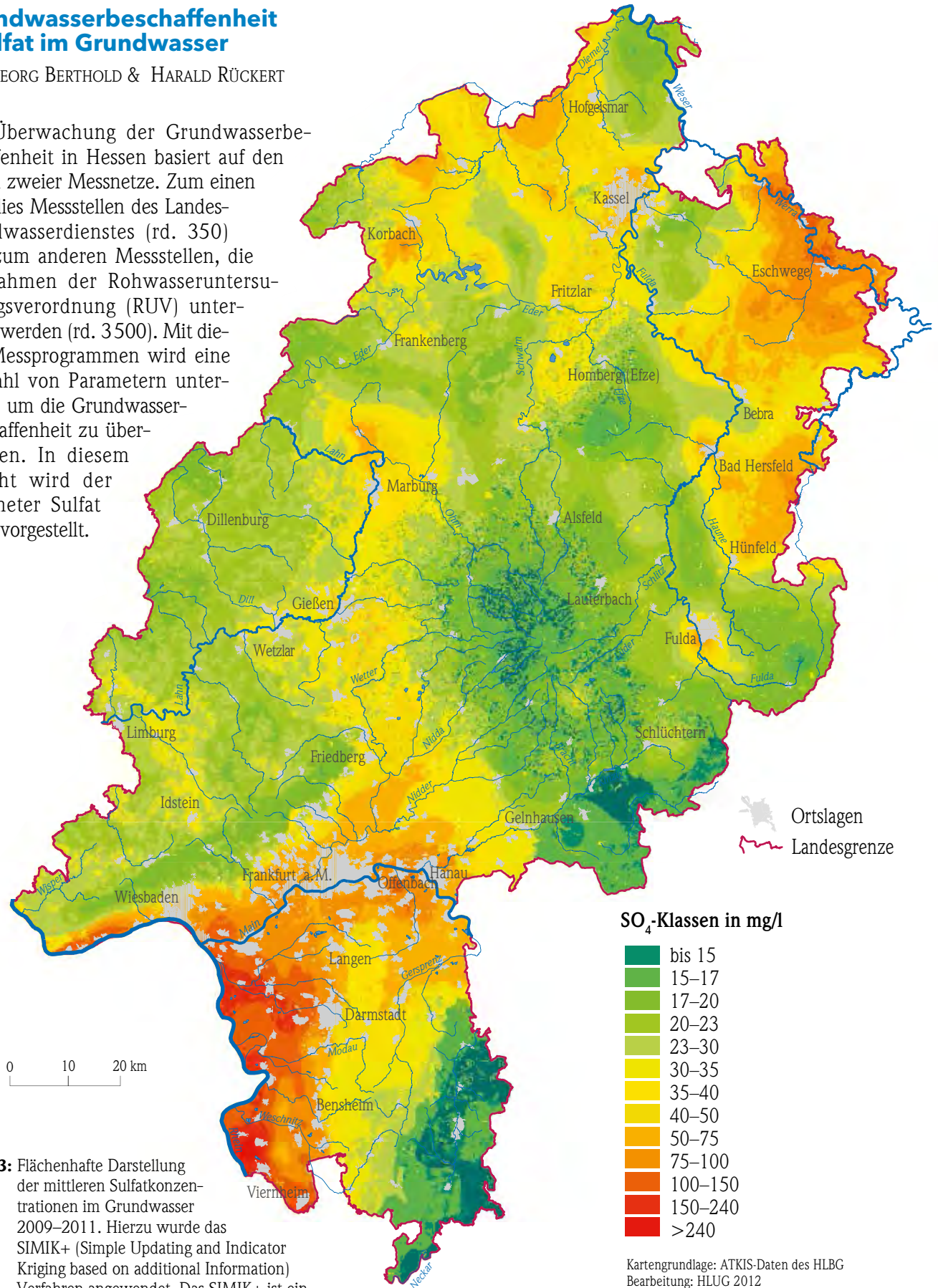


Abb. 62: Schüttungsganglinie der Messstelle Crumstadt.

## Grundwasserbeschaffenheit - Sulfat im Grundwasser

DR. GEORG BERTHOLD & HARALD RÜCKERT

Die Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit in Hessen basiert auf den Daten zweier Messnetze. Zum einen sind dies Messstellen des Landesgrundwasserdienstes (rd. 350) und zum anderen Messstellen, die im Rahmen der Rohwasseruntersuchungsverordnung (RUV) untersucht werden (rd. 3500). Mit diesen Messprogrammen wird eine Vielzahl von Parametern untersucht, um die Grundwasserbeschaffenheit zu überwachen. In diesem Bericht wird der Parameter Sulfat ( $\text{SO}_4$ ) vorgestellt.



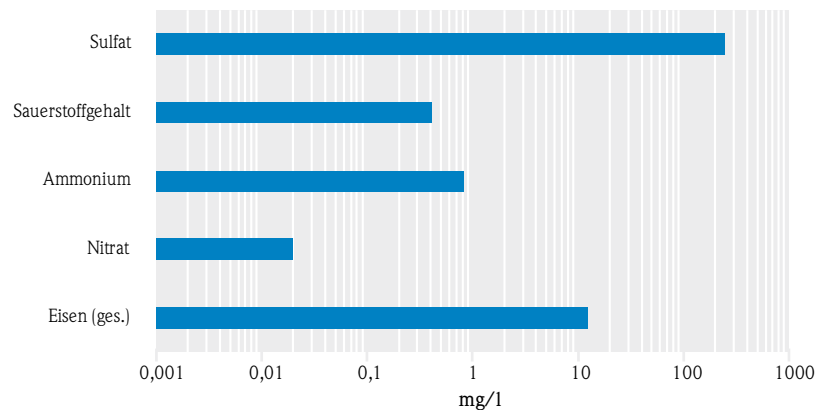
**Abb. 63:** Flächenhafte Darstellung der mittleren Sulfatkonzentrationen im Grundwasser 2009–2011. Hierzu wurde das SIMIK+ (Simple Updating and Indicator Kriging based on additional Information) Verfahren angewendet. Das SIMIK+ ist ein geostatistisches Verfahren und wurde von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz in Baden-Württemberg entwickelt.

Sulfate sind die am weitesten verbreiteten anorganischen Verbindungen des Schwefels und kommen insbesondere in den Evaporiten als Gips und Anhydrit vor. Sulfat ist einer der geogenen Hauptbestandteile der Grundwasserinhaltsstoffe. Die Sulfatkonzentrationen der Grundwässer variieren sehr stark in Abhängigkeit von der Geologie. Hohe geogene Konzentrationen finden sich vor allem in Gesteinen des Muschelkalks und des Gipskeupers. Zudem können als anthropogene Quellen schwefelhaltiger Dünger, Abwässer, Abfalldeponien und auch Schwefeleinträge über Niederschläge genannt werden. Schwefeldioxid und die daraus resultierenden Sulfateinträge konnten durch Maßnahmen wie Rauchgasentschwefelung bei Großfeuerungsanlagen oder die Einführung von schwefelarmen Kraftstoffen deutlich verringert werden. Dennoch bleibt der Jahrzehnte andauernde Säureeintrag, der sich in den Wäldern durch die Auskämmeffekte besonders bemerkbar macht, als „Altlast“ in den Böden und Grundwasserleitern erhalten. Die Werte liegen immer noch über dem Dreifachen dessen, was Waldböden an Säure vertragen und abpuffern können (Presseinformation Hessen-Forst, 01.02.2011).

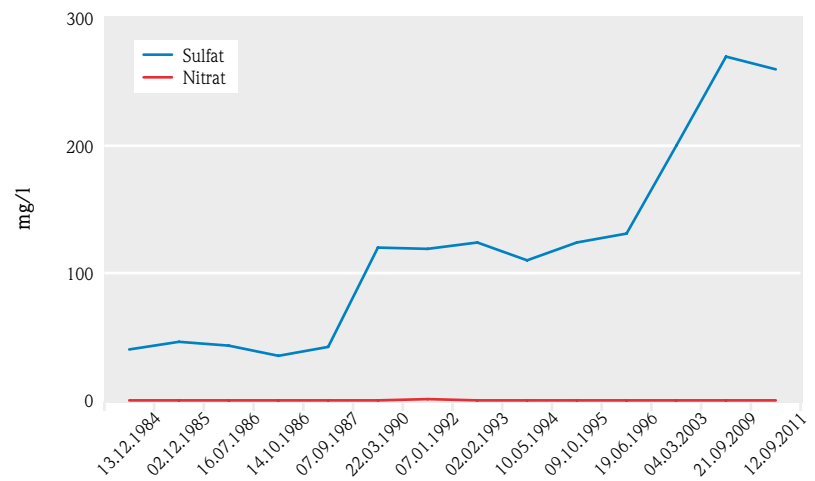
Der Grenzwert für Sulfat beträgt in der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) 240 mg/l. Dieser Grenzwert ist weniger durch gesundheitliche Aspekte begründet, als durch die Eigenschaft, dass höhere Sulfatkonzentrationen zu einer erhöhten Korrosivität und zu Geschmacksveränderungen im Wasser führen können.

In Hessen werden hohe Sulfatkonzentrationen vor allem im Hessischen Ried und in der Thüringischen Senke angetroffen (Abbildung 63). Die hohen Sulfatkonzentrationen im Hessischen Ried können sowohl geogen als auch anthropogen bedingt sein. Die quartären Sande des Hessischen Rieds weisen dort hohe Sulfatkonzentrationen auf, wo sulfat- und pyritartige Sedimente anzutreffen sind. Ein anthropogener Einfluss, der zu erhöhten Sulfatkon-

zentrationen im Grundwasser führen kann, ist der Einsatz von schwefelhaltigem Dünger. Weiterhin liegen im Hessischen Ried verbreitet reduzierende Grundwasserverhältnisse vor. Das bedeutet, dass die Nitrat- und Sauerstoffkonzentrationen auffallend gering sind. Ammonium-, Eisen- und Sulfatkonzentrationen sind dagegen merklich höher (Abbildung 64). Bei Nitratreinträgen und gleichzeitigem Vorhandensein von Pyrit (Eisen-Schwefel-Verbindung) kommt es zum Nitratabbau (Denitrifikation). Gleichzeitig geht dieser Nitratabbau mit steigenden Sulfatkonzentrationen einher, dabei bleiben die Nitratkonzentrationen auf sehr niedrigem Niveau (Abbildung 65). Dies kann als Zeichen dafür gedeutet werden, dass ein Zusammenhang besteht zwischen den steigenden Sulfatkonzentrationen und den überwiegend durch die Landwirtschaft bedingten Nitratreinträgen.



**Abb. 64:** Typische mittlere Konzentrationen von Sulfat, Sauerstoff, Nitrat, Eisen und Ammonium einer Grundwassermessstelle in einem Grundwasserstockwerk in dem reduzierende Verhältnisse durch Pyrit vorliegen (logarithmierte Skalierung).



**Abb. 65:** Zeitlicher Verlauf der Sulfatkonzentration im Vergleich zur Nitratkonzentration.

Im Norden und Nordosten Hessens, so z.B. in der Borgentreicher Mulde, dem Kasseler Graben, der Thüringischen Senke und der Eiterfelder Mulde, sind die Grundwasserleiter des Keupers, des Muschelkalks und des Zechsteins weit verbreitet. Eine verhältnismäßig hohe geogene Schwefel-Verfügbarkeit dieser Gesteine führt zu hohen Konzentrationen. Insbesondere durch die z. T. karbonatisch-sulfatischen Gesteine des Zechsteins können Sulfate in Lösung gehen und tragen somit zu den hohen Konzentrationen im Grundwasser bei.

Niedrige Konzentrationen finden sich vor allem in den Festgesteinsgrundwasserleitern der Mittelgebirgslandschaften. Dies ist einerseits durch die generelle Schwefel-Armut der grundwasserleitenden Gesteine, andererseits aber auch durch die Umwandlung des Sulfats zu Schwefelwasserstoff ( $H_2S$ ) in stark reduzierten Grundwässern begründet. Hier können Vogelsberg, Spessart, Westerwald, Rheinisches Schiefergebirge und der Buntsandstein-Odenwald als Beispiele genannt werden (Abbildung 63).



## Zusammenfassung

Das Jahr 2011 bot aus gewässerkundlicher Sicht Abwechslung. Zu Beginn des Jahres war ganz Hessen von Schnee bedeckt. Temperaturanstiege und starke Regenfälle führten zum Abtauen der Schneedecke und zum Ansteigen fast aller hessischen Gewässer. Zum Schutz der Unterlieger wurde das Wasser in den Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken aufgefangen. Dabei wurde die Edertalsperre bis nahezu 100 Prozent gefüllt.

Bis auf Juni, August und Dezember waren alle folgenden Monate zu trocken. Infolge davon sanken die Wasserstände und Abflüsse in den Gewässern. Insbesondere im Mai und vor allem im November, in dem an hessischen Stationen Niederschlagshöhen zwischen 0 und 4 mm registriert wurden, und der der trockenste November seit Beginn der Wetteraufzeichnungen war, traten ausgeprägte Niedrigwassersituationen in Fließgewässern und Talsperren auf.

In den Monaten Mai bis September machten lokal auftretende Starkregenereignisse Schlagzeilen. Diese Ereignisse traten plötzlich und in einem lokal eng begrenzten Gebiet auf. Die in kurzer Zeit auftretenden Regenmengen führten vor Ort zu einem raschen An-

stieg der Gewässer sowie kurzzeitig zu Überschwemmungen von Kellern, Verkehrsflächen und ufernahen Grundstücken.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass der Verlauf der Grundwasserstände und Quellschüttungen im Jahr 2011 von einer hohen Grundwasserneubildung zum Jahresbeginn geprägt war. Der Niederschlag und der geschmolzene Schnee zu Beginn dieses Jahres versickerten teilweise in den Boden, was zu besonders hoher Grundwasserneubildung und damit zu steigenden Grundwasserständen und zunehmenden Quellschüttungen führte. Grundwasserstände in geringer Tiefe reagierten mit raschem Anstieg.

Schon ab Februar oder März sanken die Grundwasserstände jedoch kontinuierlich ab. Auf die nassen Sommerwochen reagierte das Grundwasser nur wenig oder mit geringen Anstiegen. Die Grundwasserstände sanken allgemein bis Ende des Jahres ab, um dann wieder leicht anzusteigen. Insgesamt lagen sie Anfang 2011 im Bereich der Mittelwerte und erreichten Ende des Jahres ein mittleres bis etwas unter dem Mittel liegendes Niveau.