



Hydrologie in Hessen, Heft 3

Gewässerkundlicher Jahresbericht 2007



Hydrologie in Hessen, Heft 3

Gewässerkundlicher Jahresbericht 2007

Wiesbaden, 2008

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Impressum

Hydrologie in Hessen, Heft 3

ISSN 1438-7859
ISBN 978-3-89026-703-6

Gewässerkundlicher Jahresbericht 2007

Bearbeitung: KLAUS GÖBEL, CORNELIA LÖNS-HANNA & WOLF-PETER V. PAPE

mit Beiträgen von: NORBERT RINGEL-KAISER & WERNER TEICHMANN: Wasserqualität der Fließgewässer
MECHTHILD BANNING: Biologische Gewässergüte
ANDREAS GRÜNDEL: Wasserqualität der Seen
MARIO HERGESELL: Grundwasserneubildung
GEORG BERTHOLD: Grundwasserbeschaffenheit

Titelbild: Flächenhafte Verteilung des Jahresniederschlags und Pegel Dalwigksthäl an der Orke

Herausgeber:

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

Telefon: 0611 69390
Telefax: 0611 6939555

www.hlug.de

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

Inhalt

Zusammenfassung	5
Gewässerkundliche Messstellen	7
Lufttemperatur	7
Niederschlag	8
Wasserstand und Abfluss	13
Talsperren	16
Wasserqualität der Fließgewässer	17
Biologische Gewässergüte	23
Wasserqualität der Seen	25
Grundwasserneubildung	28
Grundwasserstände und Quellschüttungen	29
Grundwasserbeschaffenheit	35

Zusammenfassung

Gewässerkundliche Untersuchungen sind Grundlage für die ordnungsgemäße Bewirtschaftung der Gewässer und für den Schutz der Gewässer als Bestandteil des Naturhaushaltes. Sie dienen der Gewinnung von Grundlagendaten für umweltpolitische Zielvorgaben im Hinblick auf planerische Zwecke und den Hochwasserschutz. So bilden die gewässerkundlichen Untersuchungen z. B. die Basis für die Erstellung von Gewässer-Bewirtschaftungsplänen gemäß der von der Europäischen Union erlassenen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Diese hat das Ziel, dass für alle Gewässer ein guter Zustand erreicht wird. Eine andere Verwendung der Daten liegt im Bereich des Hochwasserschutzes. Hier werden aktuelle Wasserstands-, Abfluss- und Niederschlagsdaten u. a. im Internet bereitgestellt und für Hochwasservorhersagen genutzt.

Aus der Vielzahl der klimatologischen und gewässerkundlichen Messungen im Jahr 2007 lässt sich für Hessen zusammenfassen:

Es bestätigte sich erneut der Trend zu immer wärmerer **Witterung**. Das Jahr 2007 war insgesamt außergewöhnlich warm und zudem ziemlich nass. Es gilt laut Aussage des Deutschen Wetterdienstes (DWD) als zweitwärmstes Jahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Der Jahresniederschlag übertraf mit 922 mm den langjährigen Mittelwert um 17 %. Fast gar nichts dazu beigetragen hat der extrem trockene und warme April 2007, hier wurde in Hessen so gut wie kein Niederschlag gemessen.

Das **Abflussverhalten der Flüsse und Bäche** im Jahr 2007 entsprach in seiner zeitlichen und regionalen Verteilung ungefähr dem Niederschlagsverhalten. Es war ein abflussreiches Jahr, der Mittelwert überschritt den Wert der langjährigen Beobachtung um nahezu 30 %. Eine Besonderheit des Jahres war der weit unterdurchschnittliche Abfluss im April. Das langjährige Mittel wurde hier als Folge des fast niederschlagsfreien Monats um ca. 50 % unterschritten. Ab Juli bis zum Jahresende waren die Abflüsse größer als der Durchschnittswert. Als Folge der regenreichen Sommermonate wurde im August eine Überschreitung des Normalwertes von über 200 % beobachtet. Dies stellte eine weitere Besonderheit im Abflussverhalten des Jahres 2007 dar. Ausgepräg-

te Hochwasserereignisse mit sehr hohen Wasserständen und Abflüssen gab es nicht. Statistisch gesehen war an den betrachteten Pegeln ein 2-jährliches Hochwasser das Maximum, d. h. alle zwei Jahre ist mit dem Auftreten eines derartigen Hochwassers zu rechnen.

Die **Talsperren** waren gut gefüllt. Die sommerliche Abnahme der Beckenfüllung von Eder- und Diemeltalsperre erfolgte in diesem Jahr später als sonst. Es wurde einerseits nicht so viel Wasser für die Erhaltung der Schiffbarkeit der unterliegenden Bundeswasserstraßen benötigt, andererseits war der Zufluss größer als in den Vorjahren.

Die **Beschaffenheit der Fließgewässer** wird am Beispiel von vier Messstationen an den Flüssen Main, Lahn, Fulda und Werra dargestellt. Die Jahresganglinien für Sauerstoff wiesen aufgrund der durch das schöne Wetter verursachten Algenblüte bereits im Frühjahr ein Maximum auf. In der nachfolgenden Phase des Biomasseabbaus wurde der LAWA-Orientierungswert für Sauerstoff von 6 mg/l im Main kurzzeitig erreicht. Für die Parameter Gesamtstickstoff und Nitrat, die auch für den Meeresschutz große Bedeutung haben, sind bisher bei Fließgewässern keine Orientierungswerte festgelegt worden. Im Laufe des Jahres 2007 wurden an den untersuchten Messstationen maximal 7,2 mg Gesamtstickstoff/l und 5 mg Nitrat/l beobachtet. Der LAWA-Orientierungswert von 6 mg/l für TOC (total organic carbon) wurde an allen Messstationen phasenweise überschritten.

Das Ergebnis der **Seenuntersuchungen** in 2007 zeigte ein breites Spektrum von Trophiestufen, in denen sich die Entwicklung der Algenpopulationen widerspiegelt. So reichte der Trophiegrad der Seen und Talsperren von oligotroph (geringe Produktivität) bis zu polytroph (übermäßig hohe Algenentwicklung). Der überwiegende Teil der Stehgewässer entsprach dem jeweiligen Leitbild oder wich um eine Trophiestufe davon ab. Einige Seen hatten Gütedefizite, die einen Handlungsbedarf erforderlich machen. Im Vergleich zu den Vorjahren wiesen die meisten hessischen Seen und Talsperren in 2007 ähnliche Gütezustände auf. In wenigen Fällen war eine deutliche Zunahme der Nährstoffverfügbarkeit der Stehgewässer und demzufolge auch der Trophie und der Bewertungszahlen zu verzeichnen. Trotz eines

reichhaltigen Wasserdargebots und einer ähnlichen Nährstoffsituation wie im Vorjahr wurden an einigen Talsperren starke Wasserblüten Toxin bildender Cyanobakterien (Blualgen) festgestellt.

Der Verlauf der **Grundwasserstände** im Jahr 2007 war von einer besonders hohen Grundwasserneubildung im Sommer geprägt. Typischerweise sinken die Grundwasserstände ab April bis sie ab November wieder ansteigen. Im Sommer 2007 hingegen sanken die Grundwasserstände nur an wenigen Messstellen, in vielen blieben sie konstant, und in einigen stiegen sie sogar etwas an. Die Schüttungen der Quellen zeigten die gleiche Besonderheit.

Die **Grundwasserbeschaffenheit** wird anhand von ausgewählten Messstellen dargestellt. Der hydrogeologische „Background“ hat einen wesentlichen Ein-

fluss auf die Beschaffenheit der Grundwässer. Dieser entscheidet darüber, ob es sich um weiche und damit versauerungsempfindliche oder harte Grundwässer handelt. Vor allem in den Buntsandsteingebieten des Odenwaldes sowie im Fulda-Werra Bergland und Solling treten niedrige pH-Werte im Grundwasser auf. Durch die geringe Pufferkapazität dieser hydrogeologischen Teilräume sind die daraus entstehenden Grundwässer besonders versauerungsgefährdet. Der Einfluss der Jahreswitterung wirkte sich stark abgeschwächt auf die Grundwasserbeschaffenheit aus. Lediglich bei den Quellen machte sich das nasse Sommerhalbjahr von 2007 durch geringere Lösungsgehalte bemerkbar. Der Parameter Nitrat war vor allem in den Grundwässern unter intensiver landwirtschaftlicher Nutzung erhöht. Eine generelle Tendenz hinsichtlich abnehmender Nitratgehalte in den Grundwässern ist derzeit nicht erkennbar.

Gewässerkundliche Messstellen

Zur laufenden Überwachung des Gewässerzustandes besitzt das Land folgende Messstellen, die vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) oder von den Regierungspräsidien betrieben werden:

- 108 Pegel an oberirdischen Gewässern zur Erfassung des Wasserstandes und daraus abgeleitet des Abflusses
- 75 Niederschlagsmessstellen
- 916 Grundwassermessstellen zur Erfassung des Wasserstandes sowie 67 Quellschüttungsmessstellen, davon
- 351 Grundwassermessstellen und Quellen des Grundmessnetzes zur Erfassung und Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit
- 10 Gütemessstationen an Fließgewässern
- 254 Gütemessstellen an Fließgewässern
- 94 Gütemessstellen an Seen

Aus diesen Messnetzen, aus Sondermessprogrammen, ergänzenden Messungen für die WRRL sowie aus der Datenbeschaffung von Dritten (Nachbarlän-



Abb. 1: Pegel Dalwigksthalm an der Orke.

der, Bundeswasserstraßenverwaltung, Deutscher Wetterdienst, Wasserversorgungsunternehmen u. a.) wird ein gewässerkundlicher Datenpool aufbereitet und in Datenbanken ständig aktualisiert.

Von ausgewählten Messstellen werden hier Messergebnisse und Auswertungen des Jahres 2007 gezeigt.

Lufttemperatur

Die mittlere Lufttemperatur in Hessen war im Jahr 2007 mit einem Wert von 9,8 °C zu warm verglichen mit dem Mittelwert der Temperaturen der Jahresreihe 1961–1990 von 8,3 °C. In der nachfolgenden Grafik sind die mittleren monatlichen Lufttemperaturen in Hessen im Vergleich zum langjährigen Monatsmittel zu sehen.

Im ersten Quartal 2007 war es durchgehend zu warm, damit wurde der Trend des Vorjahres fortgesetzt. Insbesondere in den Monaten Januar und

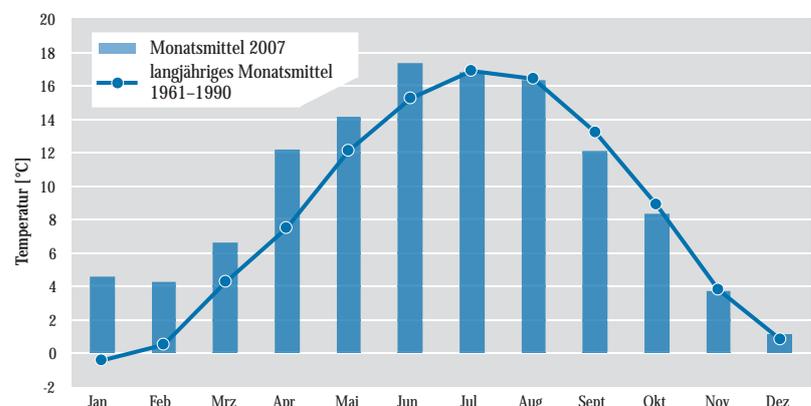


Abb. 2: Mittlere monatliche Lufttemperatur in Hessen.
Quelle: Deutscher Wetterdienst

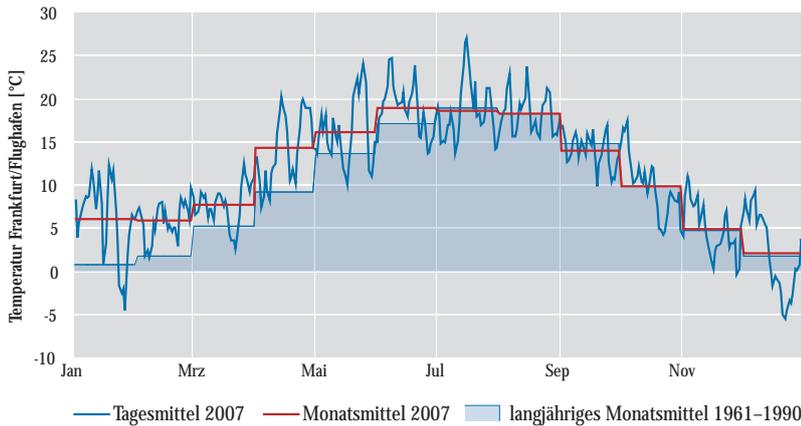


Abb. 3: Temperaturverlauf an der Messstation Frankfurt am Main/Flughafen.
Quelle: Deutscher Wetterdienst

Februar lagen die mittleren Temperaturen 5 bzw. 3,8 Grad über dem langjährigen Mittel. Seit Beginn der Wetteraufzeichnungen im Jahre 1901 ist der wärmste Winter in Hessen zu verzeichnen. Im zweiten Quartal fiel aus den langjährigen Messreihen der außergewöhnlich warme April heraus, in dem mit einer mittleren Temperatur von 12,1 °C, verstärkt durch die extreme Trockenheit, nahezu sommerliche Verhältnisse herrschten. Auch in den folgenden Monaten Mai und Juni lagen die Temperaturen ca. 2

Grad über dem Mittelwert. Im dritten Quartal 2007 entsprachen die Temperaturen im Juli und August den Mittelwerten, im September lag der Durchschnittswert sogar um 1 Grad darunter. Im vierten Quartal folgten mit den Monaten Oktober und November zwei geringfügig zu kühle Monate, wohingegen die Temperatur im Dezember um 0,3 Grad wärmer als im langjährigen Mittel war.

Für die Messstation Frankfurt am Main Flughafen ist in Abb. 3 die mittlere tägliche Temperatur dargestellt.

Der tendenzielle Temperaturverlauf entspricht dem monatlichen Verlauf in ganz Hessen. Bedingt durch die Lage im Oberrheingraben liegen die Temperaturen insgesamt aber höher. So betrug die mittlere Jahrestemperatur 2007 dieser Station 11,4 °C, das langjährige Jahresmittel liegt hier bei 9,7 °C. Im Dezember ist auffällig, dass die erste Hälfte mit mittleren Temperaturen von 6,1 °C sehr warm war, wohingegen die Temperaturen in der zweiten Hälfte mit -1,5 °C unter dem langjährigen Mittel von 1,8 °C lagen.

Niederschlag

Erkenntnisse über Menge und Verteilung des Regens sind für viele Bereiche (Landwirtschaft, Hochwasserschutz, Freizeitplanung u.v.m.) von großer Bedeutung. Deshalb wird seit vielen Jahrzehnten der Niederschlag systematisch erfasst.

Derzeit werden 75 Messstellen im Rahmen des landeseigenen, hydrologisch ausgerichteten Messnetzes betrieben. 45 Messstellen sind mit Datenfernübertragung ausgestattet. Die aktuellen Messwerte sind im Internet auf der HLUG-Website (www.hlug.de) unter **Wasser/Niederschlag/aktuelle Messwerte** zu finden. Zusätzlich zu den Landesmessstellen werden in Hessen 70 Niederschlagsmessstel-



Abb. 4: Niederschlagsmessstelle Grebenhain.

len vom DWD betrieben, deren Messergebnisse im Rahmen des Datenaustausches zur Verfügung stehen.

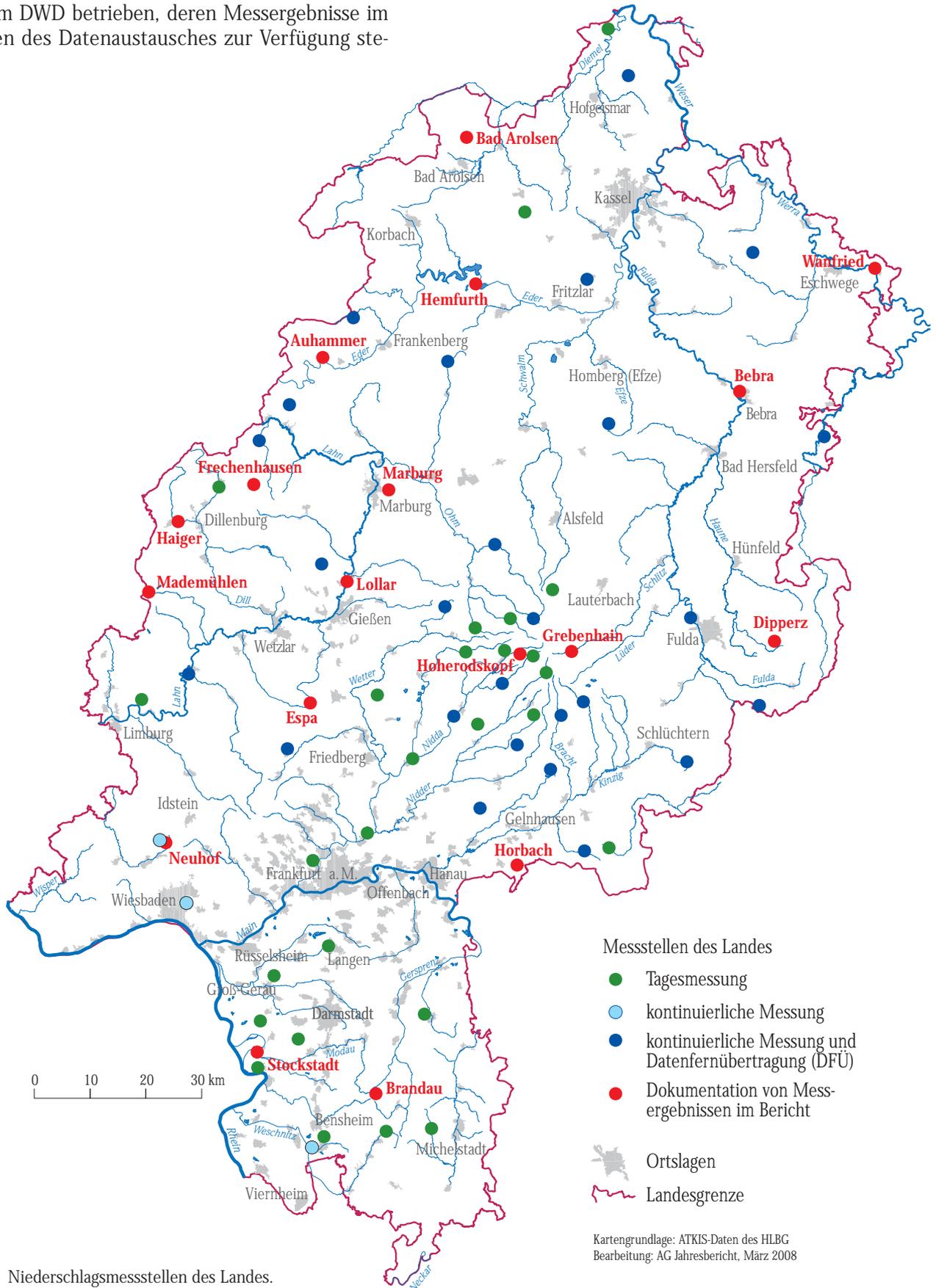


Abb. 5: Niederschlagsmessstellen des Landes.

Der mittlere Jahresniederschlag 2007 betrug 922 mm und überschritt den langjährigen Mittelwert von 786 mm um 17 %. Die Verteilung auf die einzelnen Monate ist Abb. 7 zu entnehmen.

Extrem war der trockene April, hier wurde in Hessen so gut wie kein Niederschlag verzeichnet. Auf den trockensten April seit Beginn der Wetteraufzeichnungen zu Beginn des 20. Jahrhunderts folgte der nasseste Mai, dessen Niederschlagsmenge 80 % über dem Mittel lag. Auch die Monate Juni bis September waren zu nass. Im Mai und Juni kam es zu vereinzelt Starkniederschlägen, zum Beispiel fielen am 20.6. an der Messstelle Auhammer 80 mm Regen, das entspricht ca. 80 % des mittleren Monatsniederschlags (s. Abb. 10). Auch in den Sommermonaten, insbesondere im August, traten häufig lokale Starkniederschläge auf.

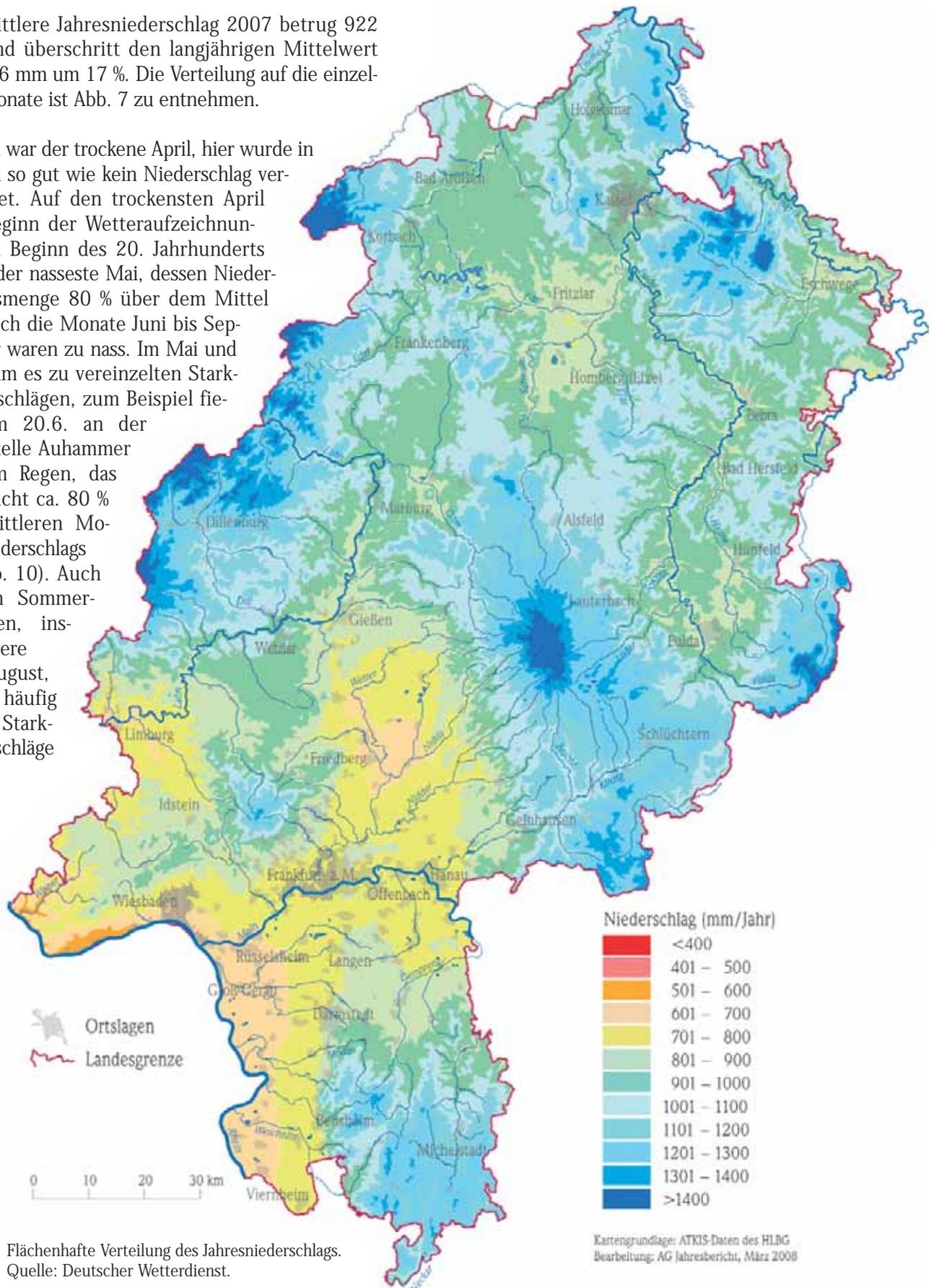


Abb. 6: Flächenhafte Verteilung des Jahresniederschlags.
Quelle: Deutscher Wetterdienst.

Niederschlag

Ende September fielen flächendeckend in Hessen über mehrere Tage Niederschläge mit Tagessummen von 30 mm, 40 mm und mehr. Im Oktober hingegen wurden mit 13 mm nur 23 % des langjährigen Mittelwertes erreicht. Im November fielen 82 mm Niederschlag, mit 16 % über dem langjährigen Mittel war er etwas zu nass, wohingegen der Dezember mit 64 mm 16 % unter dem langjährigen Mittelwert lag.

Die Verteilung der Niederschläge war regional unterschiedlich wie Abb. 6 zeigt.

Der Jahresniederschlag schwankte zwischen Werten von 500 bis 700 mm im Rheingau und Hessischen Ried sowie über 1300 mm in den Hochlagen der Mittelgebirge wie Vogelsberg und Westerwald. Die geringsten Jahresniederschläge wurden in Hessen an der Messstelle Stockstadt mit 546 mm und der DWD-Station in Geisenheim mit 511 mm gemessen, die sogar deutschlandweit im Jahr 2007 die Station mit dem wenigsten Niederschlag war. Die größten Niederschlagshöhen wurden an der Messstelle Grebenhain-Ilbeshausen mit 1546 mm, sowie an den Messstellen Driedorf-Mademühlen mit 1383 mm, Angelburg-Frechenhausen mit 1340 mm und Schotten-Hoherodskopf mit 1334 mm verzeichnet.

In den Abb. 8 und 9 und der Tab. 1 sind die Jahresniederschläge sowie die maximalen Tagesniederschläge ausgewählter hessischer Messstellen dargestellt.

Abb. 9: Maximale Tagesniederschläge 2007 ausgewählter Messstellen. ▶

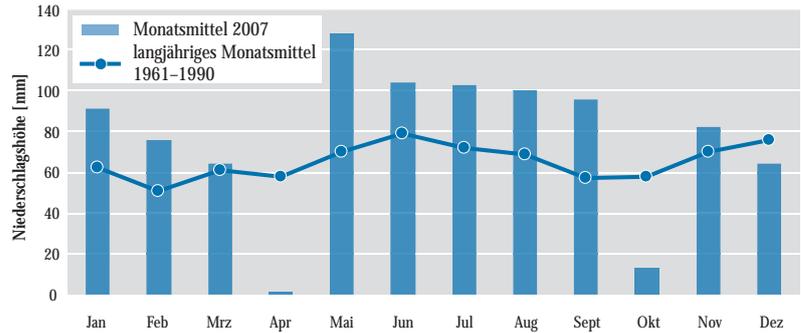


Abb. 7: Höhe des monatlichen Niederschlags in Hessen. Quelle: Deutscher Wetterdienst

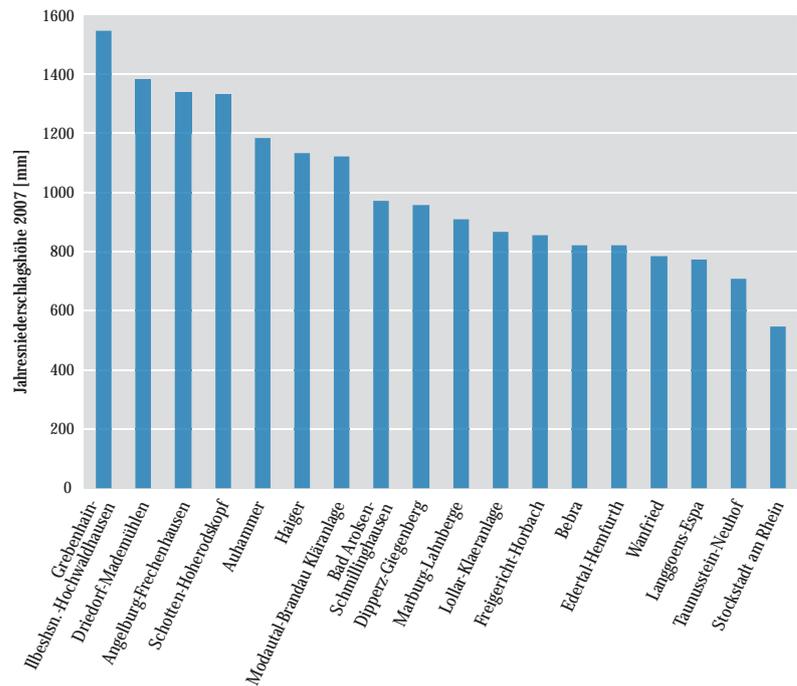
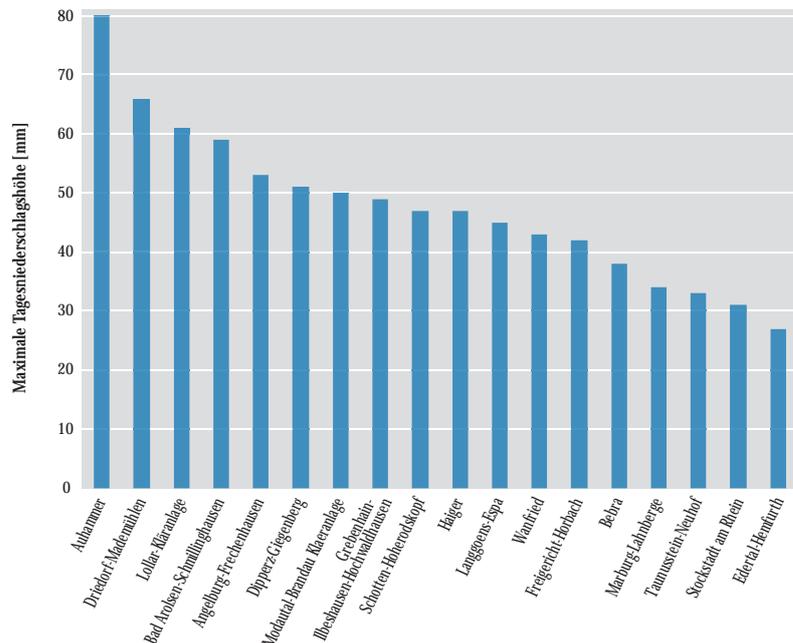


Abb. 8: Jahresniederschlag 2007 ausgewählter Messstellen.



Tab. 1: Niederschlagswerte ausgewählter Messstellen.

Messstelle	Jahresniederschlag 2007 [mm]	Maximaler Tagesniederschlag 2007 [mm]	Geländehöhe [m ü. NN]
Angelburg-Frechenhausen	1340	53	435
Arolsen-Schmillinghausen	971	59	248
Auhammer	1185	80	298
Bebra	822	38	192
Dipperz-Giegenberg	957	51	630
Driedorf-Mademuehlen	1383	66	548
Edertal-Hemfurth	821	27	210
Freigericht-Horbach	856	42	198
Grebenhain-Ilbeshausen-Hochwaldhausen	1546	49	475
Haiger	1133	47	255
Langgoens-Espa	774	45	405
Lollar-Klaeranlage	867	61	161
Marburg-Lahnberge	909	34	325
Modautal-Brandau Klaeranlage	1123	50	320
Schotten-Hoherodskopf	1334	47	763
Stockstadt am Rhein	546	31	89
Taunusstein-Neuhof	709	33	452
Wanfried	786	43	167

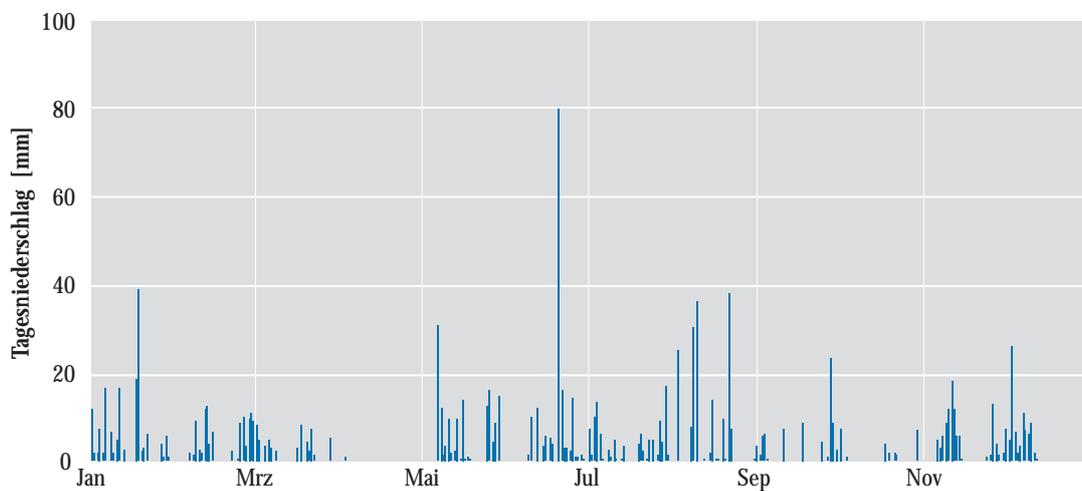


Abb. 10: Tagesniederschläge an der Messstelle Auhammer, Kreis Waldeck-Frankenberg

Wasserstand und Abfluss

Die Kenntnis über Wasserstände und Abflüsse ist u. a. wichtig für den Hochwasserwarndienst und zur Bearbeitung zahlreicher wasserwirtschaftlicher Fragestellungen. Hierzu betreibt das Land Hessen 108 Pegel. Betrieb und Unterhaltung der Pegel obliegen den Regierungspräsidien. Ergänzt werden die landeseigenen Pegel durch 42 Pegel von Verbänden, die meist der Steuerung von Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken dienen. Zudem besitzt die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) an den Bundeswasserstraßen in Hessen eigene Pegel. 97 der 108 landeseigenen Pegel sind mit Datenfernübertragung (DFÜ) ausgestattet, zum Großteil mit Alarmmeldung. Die aktuellen Messwerte sowie weitere Informationen zu den Pegeln sind im Internet auf der HLUG-Website (www.hlug.de) dargestellt unter **Wasser/Hochwasser/aktuelle Messwerte**.

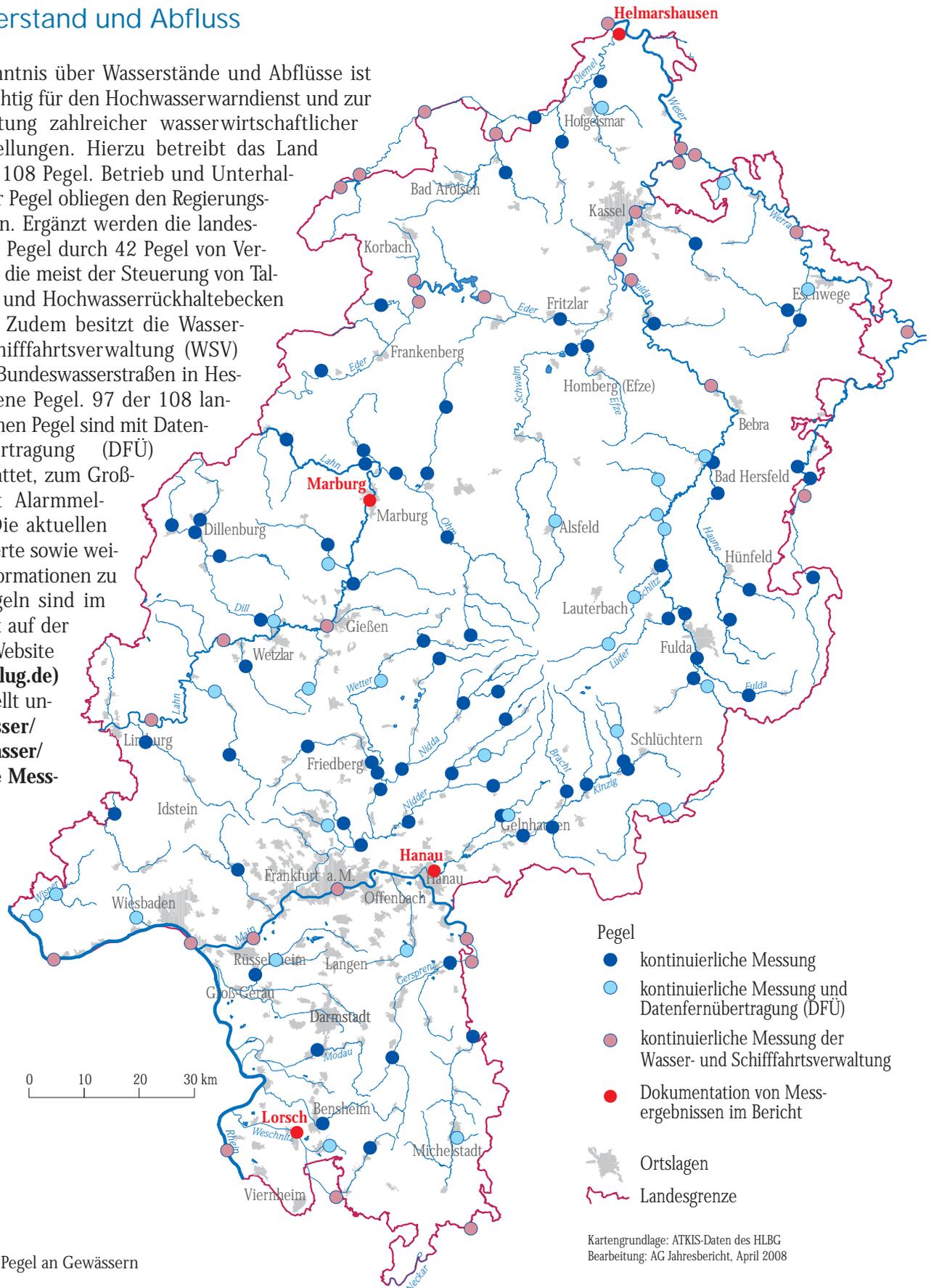


Abb. 11: Pegel an Gewässern

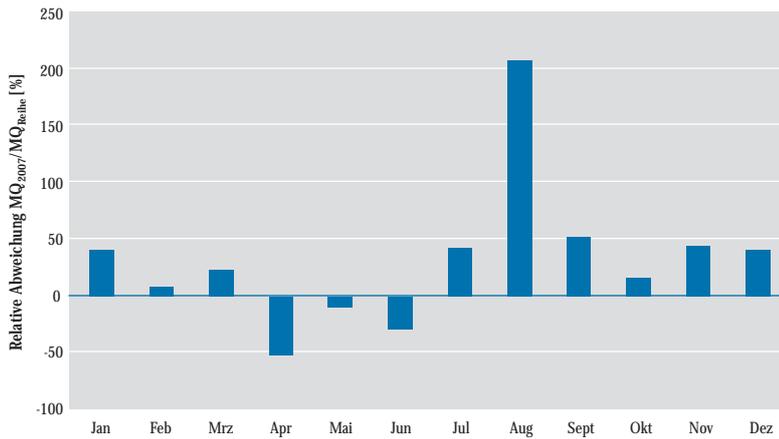


Abb. 12: Relative Abweichung des mittleren monatlichen Abflusses (MQ) des Jahres 2007 vom langjährigen Mittel (MQ-Reihe).

Das Abflussverhalten der oberirdischen Gewässer im Jahr 2007 entsprach in seiner zeitlichen und regionalen Verteilung ungefähr dem Niederschlagsverhalten. Es war ein abflussreiches Jahr, in dem der Mittelwert den Wert der langjährigen Beobachtung um nahezu 30 % überschritt.

Das Jahr war geprägt von einem überdurchschnittlichen Abflussverhalten in den ersten drei Monaten (Januar bis März). Eine Besonderheit des Jahres war der weit unterdurchschnittliche Abfluss im April. Das langjährige Mittel wurde hier als Folge des fast niederschlagsfreien Monats um 52 % unterschritten. Ab Juli bis zum Jahresende waren die Abflüsse größer als der Durchschnittswert. Als Folge der regenreichen Sommermonate wurde im August eine Überschreitung von über 200 % des Normalwertes beobachtet. Das bedeutet, dass die dreifache Menge des langjährigen Mittelwerts abgeflossen war. Dies stellte eine weitere Besonderheit im Abflussverhalten des Jahres 2007 dar. Ausgeprägte Hochwasserereignisse mit sehr hohen Wasserständen und Abflüssen gab es nicht. Statistisch gesehen war an den unten beschriebenen Pegeln ein 2-jährliches Hochwasser das Maximum, d. h. alle zwei Jahre

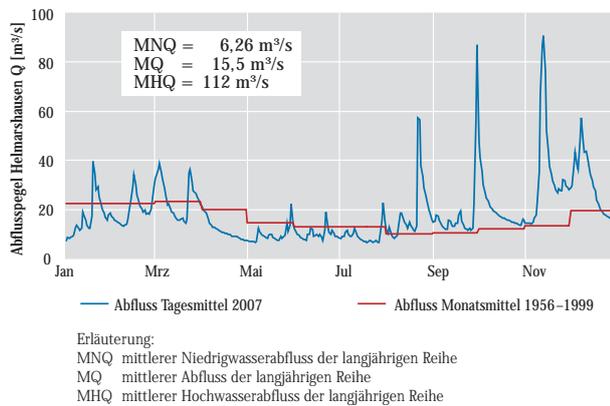


Abb. 13: Abfluss am Pegel Helmarshausen/Diemen 2007.

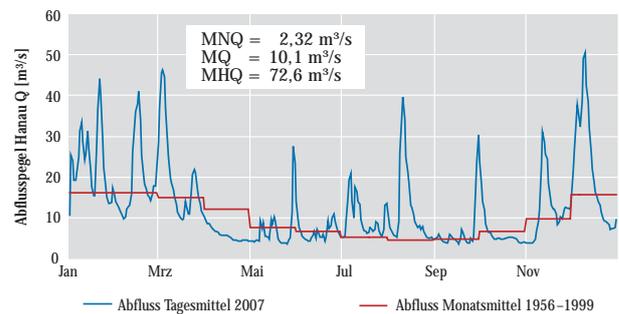


Abb. 15: Abfluss am Pegel Hanau/Kinzig 2007.

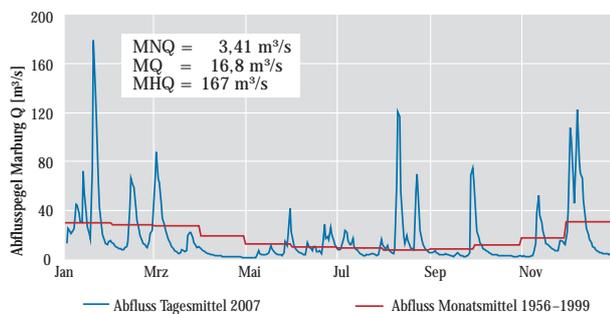


Abb. 14: Abfluss am Pegel Marburg/Lahn 2007.

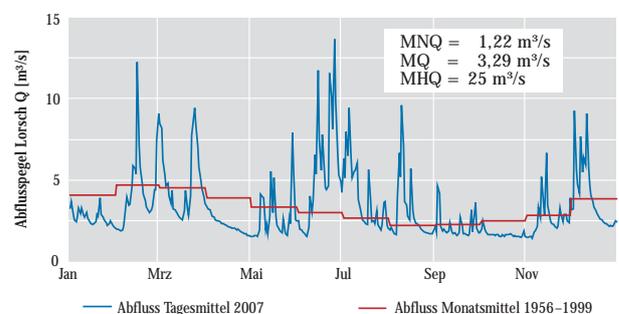


Abb. 16: Abfluss am Pegel Lorsch/Weschnitz 2007.

ist mit dem Auftreten eines derartigen Hochwassers zu rechnen.

Die Wasserführung in Nordhessen, hier beispielhaft beschrieben durch den **Pegel Helmarshausen** an der Diemel (Abb. 13), wurde durch mehrere kleine Wellenscheitel geprägt. Die höchsten Abflüsse traten Ende September und Ende November auf und überschritten die Hochwassermeldestufe I. Diese Hochwässer hatten mit einer Wiederkehrzeit von zwei Jahren wenig Bedeutung in der Hochwasserstatistik. Der höchste Tagesmittelwert des Jahres 2007 lag mit ca. 90 m³/s unter dem Mittelwert der langjährigen Reihe von 1956–1999 von 112 m³/s.

Am **Pegel Marburg** an der Lahn (Abb. 14), kam es zu vier Hochwasserereignissen, wobei ein Hochwasserereignis definiert wird durch den Beginn des Hochwassermeldestandes. Der höchste Scheitelabfluss im Januar entsprach auch hier etwa einem Hochwasserereignis, das alle zwei Jahre auftritt. Aufgrund der geringen Niederschläge im April wur-

de Anfang Mai mit ca. 3,0 m³/s der zweitniedrigste jemals in diesem Monat gemessene Wert registriert.

Im Kinzig-Gebiet (Abb. 15) wurde mehrmals in Folge kleiner Hochwässer der Hochwassermeldestand eingeleitet. Der höchste Wellenscheitel am **Pegel Hanau** lag mit ca. 50 m³/s jedoch immer noch unter einem Hochwasserereignis, das statistisch gesehen jährlich einmal auftritt. Die niedrigsten Abflüsse wurden mit ca. 3,4 m³/s im September und Oktober verzeichnet. Die Werte lagen jedoch erheblich über den Werten der langjährigen Reihe (MNQ = 2,32 m³/s).

An dem für Südhessen ausgewählten **Pegel Lorsch** an der Weschnitz (Abb. 16) kam es nur zu einem Abflussereignis, bei dem Hochwasseralarm ausgelöst wurde. Das im Juni abgelaufene Hochwasser entsprach einem Hochwasser, das statistisch gesehen einmal pro Jahr auftritt. Die geringsten Abflüsse wurden mit etwa 1,5 m³/s Anfang Mai und Ende Oktober registriert. Der mittlere jährliche Niedrigwasserabfluss von 1,22 m³/s wurde nicht unterschritten.

Tab. 2: Abflüsse (Monatsmittelwerte) an vier Pegeln.

Monat	Helmarshausen/Diemel		Marburg/Lahn		Hanau/Kinzig		Lorsch/Weschnitz	
	2007	langj. Mittel	2007	langj. Mittel	2007	langj. Mittel	2007	langj. Mittel
Jan	17	21,9	40,1	29,5	23,3	16,8	2,68	4,12
Feb	19,9	22,2	21,2	26,8	19,3	17	4,18	4,8
Mrz	24,7	23	21	25,6	20,1	15,3	5,02	4,63
Apr	11,7	19	3,33	17,6	5,9	11,6	2,29	3,94
Mai	9,67	14,2	6,97	11,7	7,08	7,61	2,72	3,37
Jun	10,2	12,1	10,8	8,9	6,71	6,32	5,37	2,92
Jul	9,34	12	8,77	8,43	9,87	5,1	4,02	2,6
Aug	18,8	9,6	24,7	7,08	12,2	4,54	2,97	2,17
Sep	18,3	9,79	10,3	7,5	6,61	4,72	2,17	2,21
Okt	20,4	11,2	6,47	11	6,63	6,69	1,65	2,44
Nov	34	12,9	12,6	16,7	12,3	10	2,66	2,88
Dez	29,6	18,7	32,7	27,8	21,7	15,4	3,95	3,83

Talsperren

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. Das Wasser der hier beschriebenen Eder- und Diemeltalsperre wird darüber hinaus bei niedrigen Wasserständen in der Weser zur Aufrechterhaltung eines Mindestwasserstandes für die Schifffahrt benötigt.

In den Abb. 18 bis 21 sind Ganglinien der Beckenfüllungen der Eder- und der Diemeltalsperre des Jahres 2007 dargestellt. Zudem erfolgt ein Vergleich mit der mittleren monatlichen Füllung der vergangenen Jahre. Normalerweise werden die Talsperren im Frühjahr und Frühsommer aufgestaut, zum Spätsommer und Herbst hin wird das Wasser abgelassen, einerseits um für einen für die Schifffahrt ausreichenden Wasserstand in den Gewässern zu sorgen, andererseits um Auffangraum für zu erwartende starke Niederschläge im Herbst und Winter zu schaffen. Im Jahr 2007 hingegen waren beide Talsperren von Beginn des Jahres an bis August/ September nahezu



Abb. 17: Überlauf an der Staumauer der Edertalsperre.
Quelle: Wasser- und Schifffahrtsamt Hann. Münden 2008

erseite um Auffangraum für zu erwartende starke Niederschläge im Herbst und Winter zu schaffen. Im Jahr 2007 hingegen waren beide Talsperren von Beginn des Jahres an bis August/ September nahezu

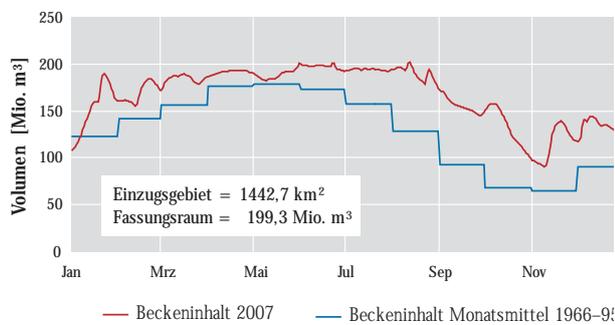


Abb. 18: Beckenfüllung der Edertalsperre 2007.

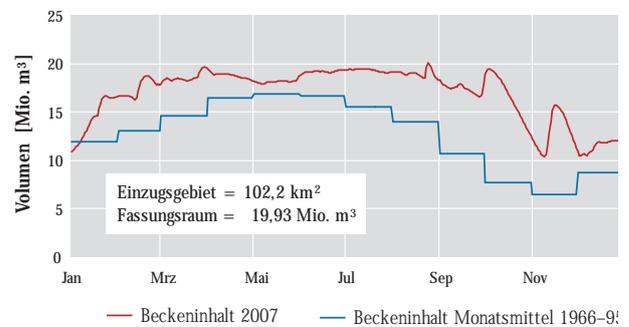


Abb. 20: Beckenfüllung der Diemeltalsperre 2007.

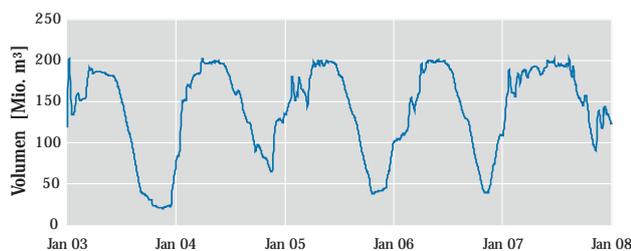


Abb. 19: Beckenfüllung der Edertalsperre in den Jahren 2003 bis 2007.

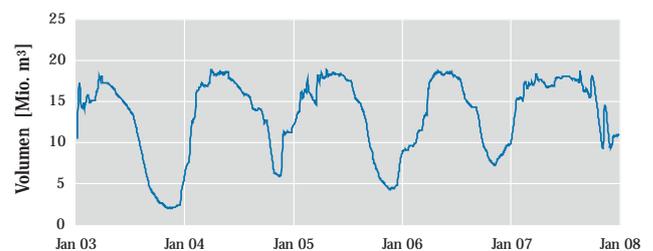


Abb. 21: Beckenfüllung der Diemeltalsperre in den Jahren 2003 bis 2007.

voll aufgestaut. Grund hierfür waren die ab Mai gefallenen ergiebigen Niederschläge, die dazu führten, dass der Zufluss zu den Talsperren deutlich höher als der Abfluss war. Darüber hinaus war aufgrund der hohen Sommerniederschläge bis zum September

wenig Zuschusswasser für die Oberweser erforderlich. Erst im Oktober wurde Wasser abgelassen, die Beckenfüllung wurde jedoch nicht so stark wie in den Vorjahren reduziert.

Wasserqualität der Fließgewässer

Zunehmende Ansprüche an die Beschaffenheit der oberirdischen Gewässer sowie die Auswirkungen der zahlreichen Einleitungen fordern einen umfassenden Gewässerschutz mit einer laufenden Überwachung des Gewässerzustandes. Überwachungsziele sind die Beobachtung von Langzeitwirkungen und die Erkennung kurzfristiger Änderungen der Gewässerbeschaffenheit.

Um Einwirkungen auf die Gewässer zu erfassen, werden an vielen Messpunkten umfangreiche physikalische, chemische und biologische Untersuchungen durchgeführt. Unterschieden werden:

- kontinuierliche Gewässerüberwachung,
- periodische, stichprobenartige Gewässerüberwachung.

Die kontinuierliche Gewässerüberwachung erfolgt an zehn Messstationen, bei denen mittels Pumpeinrichtungen Wasser aus dem Fluss entnommen und zu den Messsonden gefördert wird. Die Messstationen sind mit Geräten zur kontinuierlichen Messung und Registrierung der Parameter Sauerstoff, Temperatur, pH-Wert, Leitfähigkeit und Trübung ausgestattet. In

einigen Messstationen werden darüber hinaus die Nährstoffparameter ortho-Phosphat, Ammonium und Nitrat erfasst. Die aktuellen Messdaten werden von einem zentralen Rechner per Datenfernübertragung abgerufen und zur Datenauswertung bereitgestellt. An die Messwasserleitung angeschlossen sind außerdem diverse Probenahmegeräte, die Flusswasser einmalig (als Stichprobe) oder regelmäßig (als wöchentliche, tägliche etc. Mischprobe) entnehmen. Letztere Probennahmeart eignet sich beson-



Abb. 22: Messstation Wahnhausen/Fulda.

ders für die lückenlose Erfassung von Parametern. Der im Labor untersuchte Parameterumfang umfasst in der Regel die Nährstoffe Ammonium, Nitrat, Phosphat sowie TOC (Gesamtorganischer Kohlenstoff), Erdalkalielemente, Schwermetalle und Salze wie Chlorid und Sulfat.

Die ermittelten Ergebnisse werden in einer Datenbank gesammelt und stehen für diverse Auswertungen zur Verfügung.

Die Messstationen befinden sich in der Regel in Mündungsnähe und erfassen somit den stofflichen Austrag aus dem jeweiligen Einzugsgebiet.

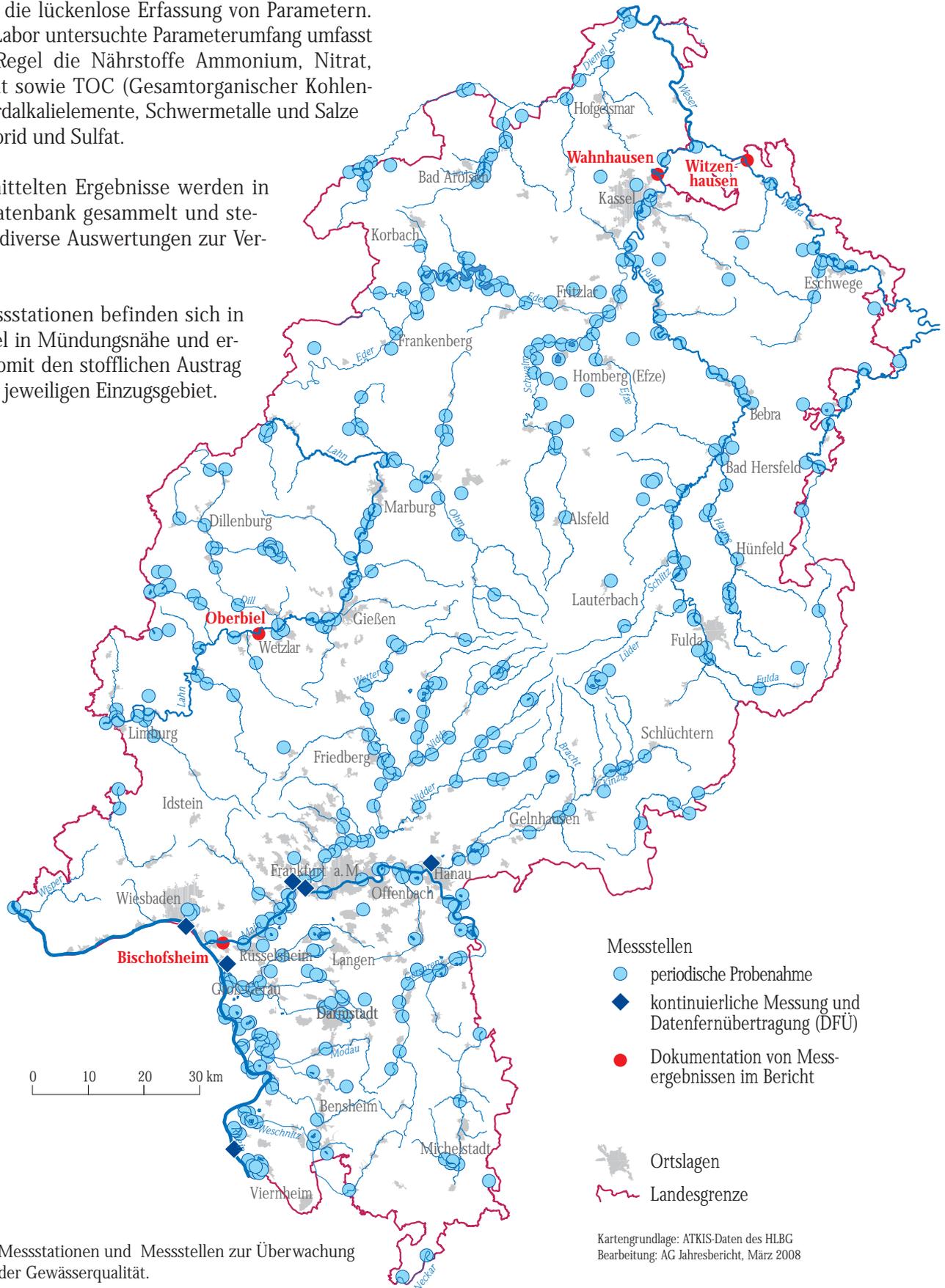


Abb. 23: Messstationen und Messstellen zur Überwachung der Gewässerqualität.

Die stichprobenartige Gewässerüberwachung erfolgt über eine in der Regel monatliche Probennahme an über 250 Messstellen. Diese Messstellen liefern zwar im Vergleich zur kontinuierlichen Messung nur eine Momentaufnahme der Gewässerqualität, bieten dafür aber ein dichtes Messstellennetz, das über die Fläche Hessens verteilt ist. Bei Bedarf kann das Messnetz durch zusätzliche Messstellen verdichtet werden. Bei jeder Probenahme werden die Parameter Sauerstoff, Temperatur, Leitfähigkeit und pH-Wert vor Ort erfasst. Der im Labor untersuchte Parameterumfang gleicht dem der festen Messstationen.



Abb. 24: Innenansicht der Messstation Bischofsheim/Main.

Tab. 3: Messergebnisse 2007 der Messstation Bischofsheim/Main.

Periode	Abfluss	Temperatur	Sauerstoff	pH-Wert	elektr. Leitfähigkeit	Ammonium	Nitrat	Stickstoffgehalt	Gesamtorganischer Kohlenstoff
14 Tage	Q [m ³ /s]	[°C]	O ₂ [mg/l]		[µS/cm]	NH ₄ -N [mg/l]	NH ₃ -N [mg/l]	N _{gesamt} [mg/l]	TOC [mg/l]
1	303,4	7,7	12,5	8,0	630	< 0,07	4,6	6,6	7,1
2	384,0	7,7	12,0	7,9	504	0,07	4,5	6,6	7,2
3	306,3	6,5	12,8	8,0	621	< 0,07	4,9	6,8	6,7
4	464,6	7,6	13,1	8,0	538	< 0,07	4,3	6,0	6,2
5	483,8	8,6	12,7	7,9	527	< 0,07	4,4	6,2	7,1
6	295,9	9,6	11,6	8,0	611	< 0,07	4,9	5,7	10,0
7	295,1	11,3	11,7	8,1	638	< 0,07	5,0	6,3	5,5
8	166,5	15,7	15,4	8,6	686	0,08	4,5	5,9	7,1
9	125,2	19,4	11,4	8,2	722	< 0,07	4,1	5,3	4,9
10	180,0	17,6	9,1	7,9	724	< 0,07	4,2	5,4	5,9
11	212,6	20,6	9,4	7,7	689	0,09	4,4	6,1	4,9
12	163,1	22,6	5,9	7,3	616	< 0,07	5,0	7,2	5,8
13	226,5	21,8	7,2	7,5	625	0,07	4,4	5,7	4,7
14	228,9	19,7	8,4	7,8	614	< 0,07	4,1	5,0	6,6
15	217,3	22,2	7,9	7,8	630	< 0,07	4,1	5,2	5,1
16	227,9	20,6	8,3	7,7	582	< 0,07	3,8	4,9	6,1
17	200,0	20,8	8,3	7,8	614	< 0,07	4,3	5,2	5,9
18	144,6	20,2	8,3	7,9	714	< 0,07	4,5	5,1	4,4
19	144,9	17,8	9,4	8,0	727	< 0,07	4,5	4,8	3,9
20	227,8	15,2	8,5	7,9	617	< 0,07	4,4	5,1	5,2
21	141,3	13,9	9,0	7,8	622	< 0,07	4,5	5,2	5,3
22	123,7	11,3	9,8	8,0	705	< 0,07	5,0	5,7	4,2
23	326,1	8,8	11,1	8,1	656	< 0,07	5,0	5,7	7,2
24	247,2	6,5	11,6	8,1	564	0,09	4,6	5,4	6,4
25	602,1	7,3	11,8	8,0	469	< 0,07	4,1	5,6	5,7
26	244,9	3,5	13,2	8,1	554	0,07	4,8	6,8	3,8



Abb. 25: Probenarm der Messstation Witzenhausen/Werra.

In den Tab. 3 und Tab. 4 sind für die Messstationen Bischofsheim/Main und Witzenhausen/Werra Messwerte ausgewählter Parameter aufgeführt. Für die Wassertemperatur, den Sauerstoffgehalt, den pH-Wert und die Leitfähigkeit ist der Mittelwert einer 14-tägigen Messreihe mit halbstündlichen Werten wiedergegeben. Für die Nährstoffe Ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$) und Gesamt-Stickstoff sowie für TOC sind die Laboranalysenergebnisse der 14-tägigen Mischproben dargestellt.

Tab. 4: Messergebnisse 2007 der Messstation Witzenhausen/Werra.

Periode	Abfluss	Temperatur	Sauerstoff	pH-Wert	elektr. Leitfähigkeit	Ammonium	Nitrat	Stickstoffgehalt	Gesamtorganischer Kohlenstoff
14 Tage	Q [m ³ /s]	[°C]	O ₂ [mg/l]		[μS/cm]	NH ₄ -N [mg/l]	NH ₃ -N [mg/l]	N _{gesamt} [mg/l]	TOC [mg/l]
1	33,6	5,3	12,1	8,1	4400	0,11	3,7	5,6	2,4
2	77,5	7,5	11,1	8,0	4400	0,08	3,9	6,0	9,6
3	70,6	5,7	12,3	8,1	4500	0,11	4,0	6,0	4,8
4	76,0	5,8	12,4	8,1	4420	< 0,070	4,1	6,0	4,7
5	82,1	7,1	11,2	8,1	4310	< 0,070	3,9	5,9	4,5
6	80,7	8,0	11,1	8,1	4390	0,08	3,9	5,7	5,3
7	79,7	7,7	11,6	8,1	4230	0,10	4,4	5,9	7,3
8	51,0	10,4	12,3	8,3	4490	0,16	3,5	3,9	9,9
9	33,1	14,5	15,4	8,8	4880	0,25	2,3	3,8	4,5
10	27,6	15,3	13,8	8,7	4820	0,27	1,6	3,2	7,6
11	30,7	17,4	12,4	8,6	4820	0,86	0,5	2,7	6,4
12	51,2	17,3	10,1	8,1	4080	0,14	2,6	4,5	8,2
13	38,1	20,2	9,1	8,1	4530	0,13	3,1	4,5	7,8
14	39,9	17,0	9,2	8,1	5000	< 0,070	3,3	3,3	6,4
15	35,4	19,4	10,7	8,3	4950	0,11	2,9	3,0	7,4
16	50,2	17,3	8,9	8,0	4380	< 0,070	3,2	4,1	5,7
17	44,6	18,0	9,2	8,1	4530	< 0,070	3,5	4,1	6,5
18	30,4	17,4	11,3	8,4	4790	< 0,070	3,2	3,9	4,4
19	28,4	14,7	10,7	8,3	4700	< 0,070	3,3	3,9	4,3
20	65,0	13,9	10,5	8,2	3950	< 0,070	3,4	3,5	7,8
21	78,9	12,2	9,8	8,0	4100	0,07	3,8	4,6	5,3
22	37,7	9,5	10,7	8,1	4580	< 0,070	4,0	4,3	3,6
23	43,1	8,8	11,0	8,1	3600	< 0,070	3,8	4,2	3,2
24	111,9	6,6	11,7	8,1	3720	0,08	4,1	5,0	6,8
25	119,3	6,6	11,6	8,1	3660	0,07	3,6	4,4	4,0
26	133,0	4,9	12,2	8,1	3380	0,10	4,0	5,1	3,0

Temperatur

Die Temperatur des Wassers folgte, wie nicht anders zu erwarten, den vor Ort herrschenden Temperaturverhältnissen. Da die Messstationen an größeren Gewässern liegen, ist der Verlauf hier gedämpft und zeitlich versetzt. Kleinere Temperaturschwankungen, wie sie z. B. in Bächen stündlich auftreten können, entfallen hier bzw. sind abgepuffert. Die Erwärmung/Abkühlung erfolgte langsam und erreichte ein geringeres Niveau und schwang dem Lufttemperaturverlauf nach. Für den Jahresverlauf zeigte sich ein Minimum Ende Januar/Februar und ein Maximum im Juli/August, wobei sich hier ein mehr oder weniger gleichmäßig geschwungener Verlauf ergibt. Für das Jahr 2007 ist auffällig, dass die Wassertemperatur im April übermäßig stark anstieg. Dies ist als eine Folge des außergewöhnlich warmen Wetters in diesem Monat anzusehen.

Elektrische Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit ist ein Maß für den Salzgehalt eines Gewässers. Diese wird umso größer, je höher der Salzgehalt im Wasser ist. Während die drei Flüsse Main, Lahn und Fulda den Salzgehalt typischer Binnengewässer besitzen, zeigen die vergleichsweise fast 10fach erhöhten Werte der Werra eine deutliche Salzbelastung dieses Gewässers an. Die Ursachen liegen hier nicht nur in dem Eintrag durch natürliche Ablaugung des Salzlagers im Untergrund des Grenzgebietes Hessen-Thüringen sondern auch durch Salzabwassereinleitungen infolge des Kaliabbaus.

Saustoffgehalt

Der Sauerstoffgehalt der Flüsse wird wesentlich durch zwei gegenläufige Prozesse gesteuert. Bei der Photosynthese von Wasserpflanzen wird Sauerstoff freigesetzt, so dass der Sauerstoffgehalt zunimmt. Der Eintrag durch die Strömung spielt bei den in der

Regel träge fließenden Flüssen keine wesentliche Rolle. Der Sauerstoffgehalt in den Gewässern verringert sich hingegen durch die Atmung der Wasserorganismen.

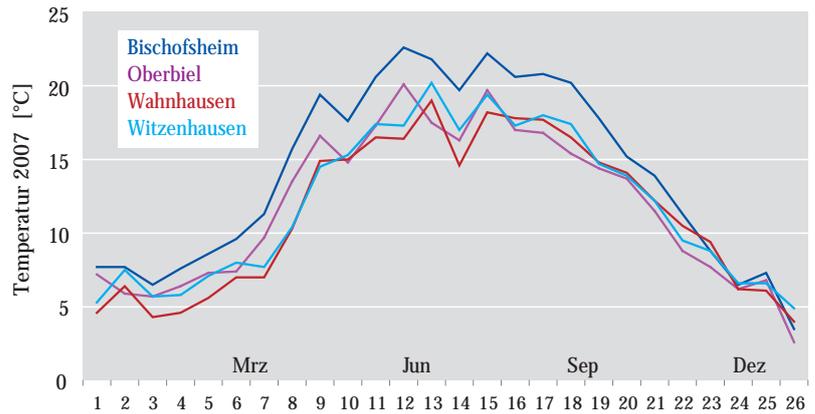


Abb. 26: Jahresganglinien der Temperatur an vier Messstationen.

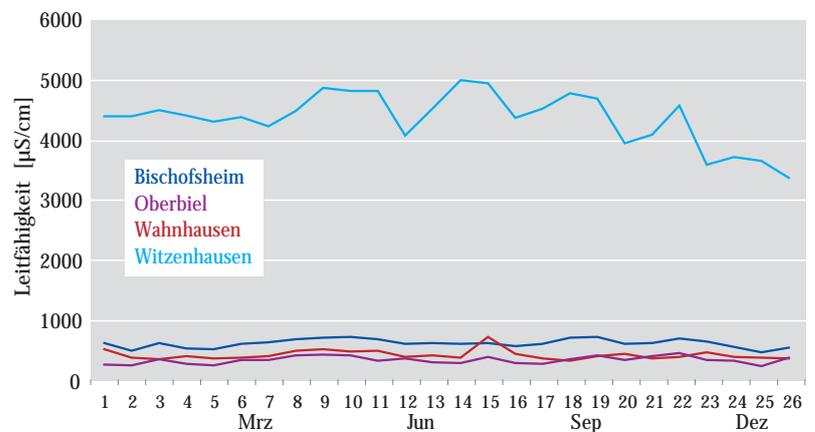


Abb. 27: Jahresganglinien der elektrischen Leitfähigkeit an vier Messstationen .

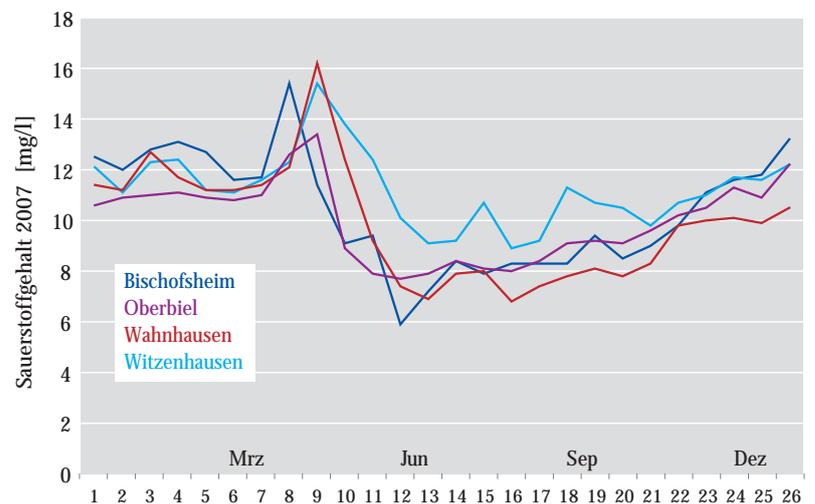


Abb. 28: Jahresganglinien des Sauerstoffgehaltes an vier Messstationen.

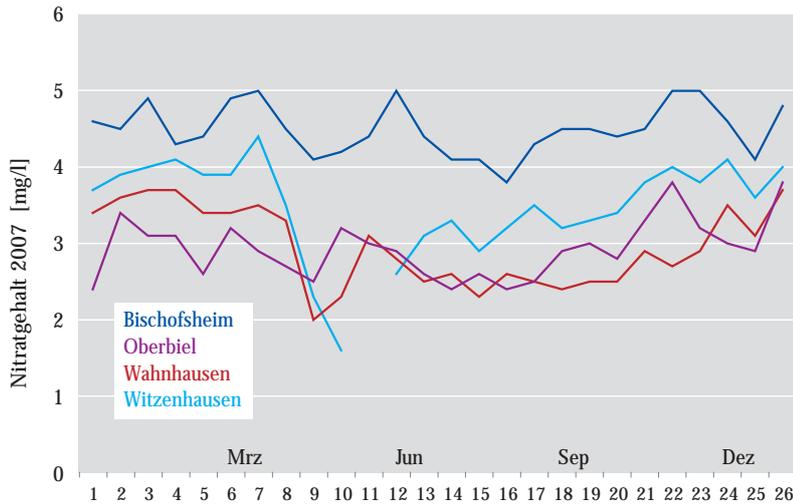


Abb. 29: Jahresganglinien des Nitratgehaltes an vier Messstationen.

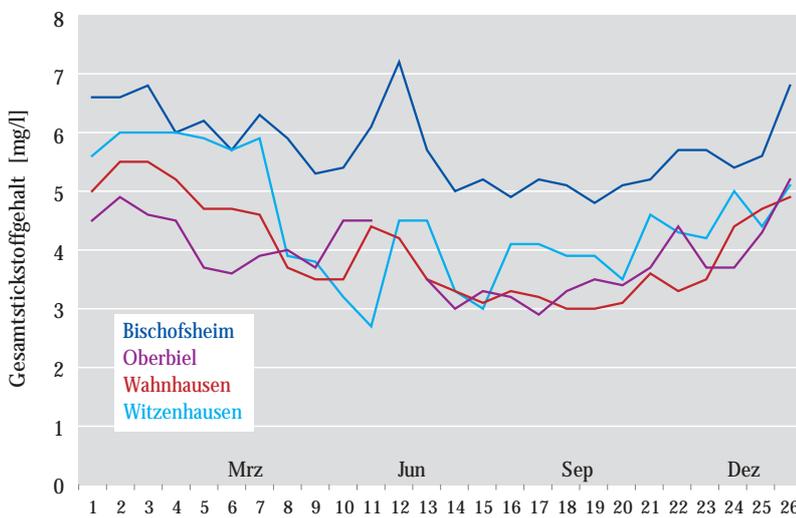


Abb. 30: Jahresganglinien des Gesamtstickstoffgehaltes an vier Messstationen.

Die in der Grafik dargestellten Ganglinien spiegeln die im Laufe des Jahres abwechselnden Auf- und Abbauprozesse wider. Deutlich wird, dass bedingt durch die Schönwetterperiode Mitte April (klares, sonniges Wetter) ein starker Anstieg der Sauerstoffgehalte an allen Messstellen als Folge des sich explosionsartig vermehrenden Phytoplanktons und dessen Photosyntheseleistungen zu verzeichnen war. In der Regel liegt dieses Maximum in der Sommerperiode

Juli/August. Der LAWA-Orientierungswert für Sauerstoff von 6 mg/l wurde nicht unterschritten, lediglich im Main wurde er in der Phase des Biomasseabbaus kurzzeitig erreicht.

Nitrat und Ammonium

Die Parameter Nitrat und Ammonium (zusammen mit Nitrit als Gesamtstickstoff bezeichnet) gelangen über die Auswaschung des Oberbodens, über Einleitungen aus Kläranlagen und Siedlungs- und Straßenabläufe in die Gewässer. Sie stellen wichtige Pflanzennährstoffe dar und fördern das Wachstum von Algen und anderen Wasserpflanzen. Da eine starke Biomassenproduktion und der daraus resultierende spätere mikrobielle Abbau (nach dem Absterben) zu einer Verschlechterung des Gewässerzustands führen, ist ein hoher Gehalt an Pflanzennährstoffen im Gewässer nicht wünschenswert. Durch Kläranlagen und breite Uferrandstreifen wird versucht, diese Belastungen zu minimieren. Für die Parameter Gesamtstickstoff und Nitrat, die auch für den Meeresschutz eine große Bedeutung haben, sind bisher für die Fließgewässer keine Orientierungswerte festgelegt worden.

Zusammen betrachtet liegen die Messergebnisse der Nährstoffe im Jahr 2007 in allen Messstationen relativ eng beieinander. Höhere Werte wurden nur an der Station Bischofsheim/Main mit bis zu 7,2 mg Gesamtstickstoff/l und 5 mg Nitrat/l in den 14-Tagesmischproben beobachtet. Das höhere Niveau der Gesamtstickstoff- (Ges.N) und Nitratwerte ($\text{NO}_3\text{-N}$) an dieser Station ist auf die hohe Besiedlungsdichte im Einzugsgebiet zurückzuführen.

Biologische Gewässergüte

Eines der ältesten Verfahren zur Beschreibung der biologischen Gewässergüte ist das Saprobien-System, welches vor allem Beeinträchtigungen von Fließgewässern durch biologisch leicht abbaubare Stoffe und sich hieraus ergebende Defizite des Sauerstoffhaushaltes aufzeigt. Aufgrund ihres unterschiedlichen Sauerstoffbedarfs eignen sich die Fischnährtiere gut, um anhand ihres Vorkommens Rückschlüsse auf die jeweilige Gewässergütekategorie zu ziehen. Hinsichtlich der Sauerstoffverfügbarkeit besonders anspruchsvoll sind beispielsweise die Steinfliegen- und viele Eintagsfliegenlarven; hingegen können Wasserasseln oder verschiedene Egel auch noch bei zum Teil erheblichen Sauerstoffdefiziten im Gewässer überleben. Bei der Überwachung der Fließgewässer dient die biologische Gewässergüte immer als Leitparameter für die Beschaffenheit der Gewässer und lässt sowohl Handlungsbedarf als auch Sanierungserfolge leicht erkennen.

Bisher war das Bewirtschaftungsziel für alle Fließgewässer die Güteklasse II (mäßig belastet), d. h. der Saprobienindex sollte immer unter einem Wert von 2,3 liegen. Die Anforderungen galten also sowohl für einen kleinen, von turbulenter Strömung geprägten Mittelgebirgsbach als auch für einen langsam fließenden Fluss.

Mit der im Dezember 2000 in Kraft getretenen EU-Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG werden an die Gewässerbewertung und -bewirtschaftung nun neue und umfassendere Anforderungen gestellt. Im Grundsatz fordert die Richtlinie einen guten Zustand der Gewässer. Dabei wird die Zielerreichung am Vorhandensein der gewässertypischen Tiere (Fische und Fischnährtiere) und Pflanzen (Wasserpflanzen und Algen), der chemischen Qualität, aber auch an der technischen Realisierbarkeit und wirtschaftlichen Verhältnismäßigkeit gemessen. Zudem fordert die Richtlinie bei der Einstufung in eine ökologische



Abb. 31: Köcherfliegenlarven als Indikator der biologischen Gewässergüte.

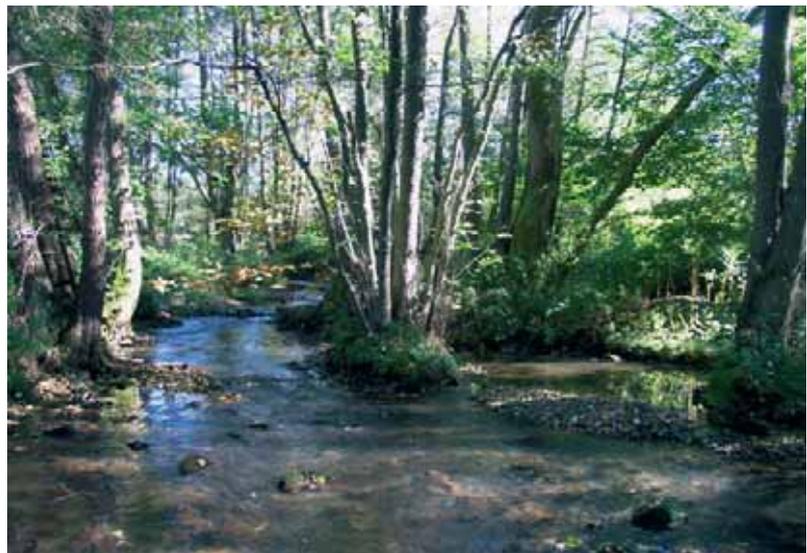


Abb. 32: Merkenfritzbach, renaturiertes Gewässer.

Zustandsklasse einen Vergleich mit einem nahezu unbeeinträchtigtem Gewässer gleichen Typs. Durch die Berücksichtigung von typspezifischen Klassengrenzen wird jetzt der Tatsache Rechnung getragen, dass beispielsweise ein Saprobienindex von 2,2 (innerhalb des bisherigen Qualitätsziels der Güteklasse II) in einem großen Fluss keine beeinträchtigende Belastung indiziert. Hingegen muss in einem Mittelgebirgsbach mit einem hohen physikalischen Sauerstoffeintrag bei einem Wert von 2,2 bereits von einer merklichen Belastung ausgegangen werden. Aufgrund der gestiegenen Anforderungen verfehlen

hinsichtlich der Gewässergüte derzeit ca. 25 % der Fließgewässerabschnitte den guten ökologischen Zustand, in ca. 75 % besteht diesbezüglich kein Handlungsbedarf (siehe Abb. 33).

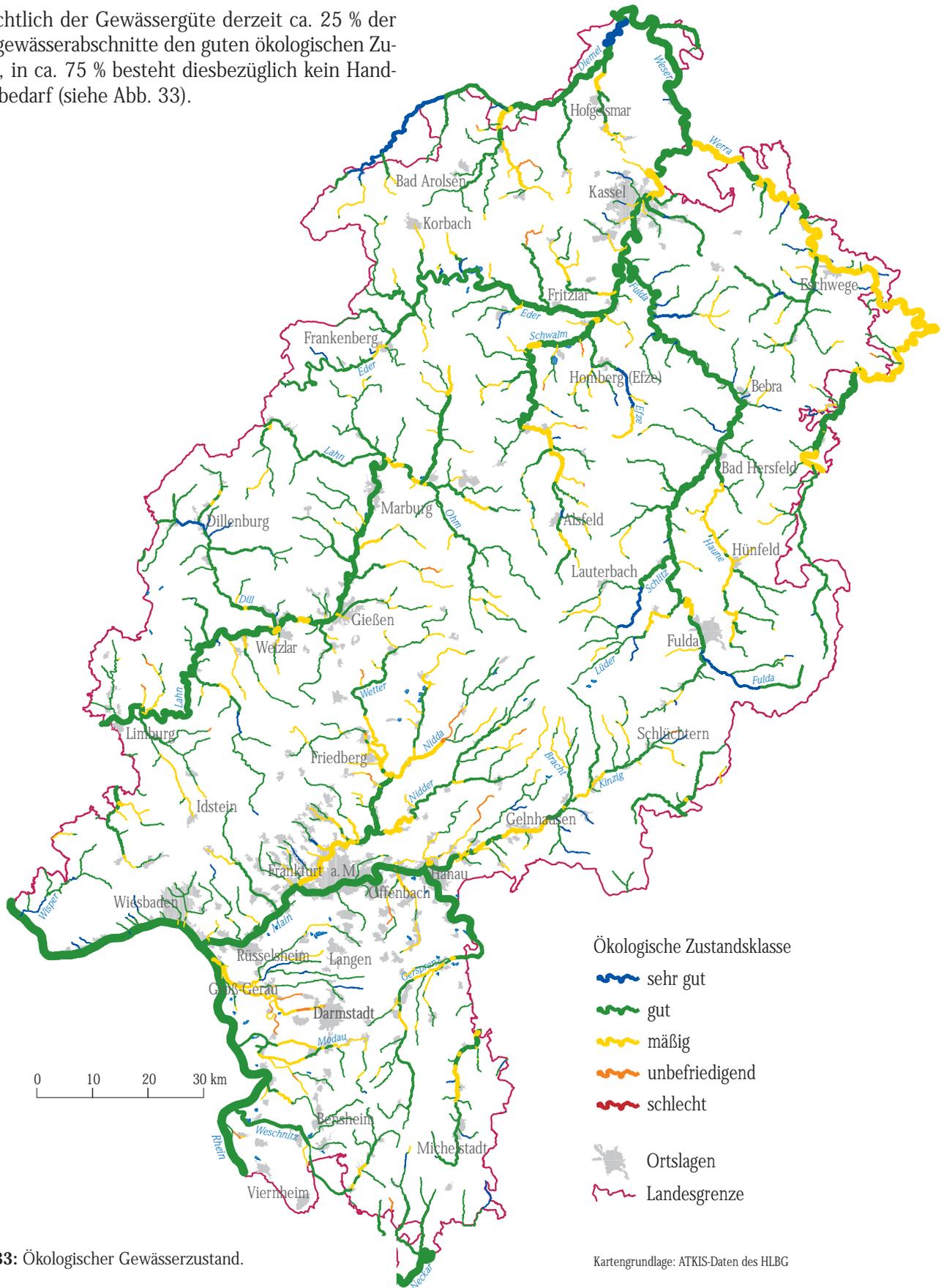


Abb. 33: Ökologischer Gewässerzustand.

Wasserqualität der Seen

Stehende Wasser-Ressourcen

In Hessen gibt es insgesamt 773 Seen und Talsperren mit einer Fläche von größer als einem Hektar, davon 81 mit einer Fläche von mehr als zehn Hektar. Die Seen sind nicht natürlichen Ursprungs, sondern künstlich geschaffen. Einige sind durch Abgrabungen von Kies (Baggerseen) oder durch Ausbeutung von Kohle (Tagebauseen) entstanden. Bei anderen wurden aus Gründen des Hochwasserschutzes oder der Niedrigwassererhöhung Fließgewässer aufgestaut und so Talsperren angelegt. Auch wenn es sich bei den hessischen Seen um künstliche Gewässer handelt, so bilden sie heute gleichwohl wertvolle Lebensräume mit vielfältigen Lebensgemeinschaften.

Viele Seen und Talsperren werden gerne für verschiedene Freizeitaktivitäten, insbesondere zum Baden, genutzt. Dazu wurden vielerorts Badestellen mit der dazugehörigen Infrastruktur eingerichtet. Für das Jahr 2007 sind in Hessen 64 Badegewässer registriert, für die die Qualitätskriterien der Europäischen Badegewässer-Richtlinie gelten.



Abb. 34: Badesee Stockelache in Borken, Schwalm-Eder-Kreis.

Seenmessprogramm

Für die Gütebewertung werden vom HLUg in unterschiedlichen zeitlichen Abständen 94 Seen untersucht. Die aus den Wasserproben ermittelten physikalischen, chemischen und biologischen Daten bil-

den die Grundlage für die Bewertung. Dabei sind der Chlorophyllgehalt, die Sichttiefe und der Gesamtphosphatgehalt wichtige Messgrößen. Sie erlauben die Beschreibung der Algenentwicklung des Sees, die überwiegend von der Nährstoffverfügbarkeit abhängig ist. Fachleute sprechen von der Trophie eines Gewässers, die bei klaren Seen gering und bei trüben Seen hoch ist.

Die Seen, die nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) nach einer ersten Abschätzung das Ziel eines guten ökologischen Potenzials nicht erreicht haben, werden weiterhin anhand von biologischen Qualitätskomponenten untersucht und bewertet. In Hessen wird bei 9 Seen und Talsperren für die Jahre 2007/2008 ein entsprechendes Monitoring durchgeführt.

Für die Seen und Talsperren, die auch als Badegewässer genutzt werden, stehen die hygienischen Kriterien im Vordergrund, um bei den Badegästen eine Übertragung von Krankheiten auszuschließen. Nach der Badegewässerverordnung werden die Badegewässer von den Gesundheitsämtern auf gesamtcoliforme und fäkalkoliforme Keime untersucht und bewertet. Diese Bakterien gelten als Anzeiger für Krankheitserreger.

Die Ergebnisse der Untersuchungen in 2007 bildeten ein breites Spektrum von Trophiestufen ab, in dem sich die Entwicklung der Algenpopulationen widerspiegelte. Zudem zeigte sich eine große Spannweite der Bewertungszahlen, die den Befund auf seinen Referenzzustand beziehen. So reichte der Trophiegrad der Seen und Talsperren von oligotroph (geringe Produktivität) über meso- und eutroph bis zu polytroph (übermäßig hohe Algenentwicklung). Der überwiegende Teil der Stehgewässer entsprach seinem Leitbild oder wich um eine Trophiestufe davon ab (Bewertungszahl 1 oder 2). Bewertungszahlen größer 2 weisen auf Gütedefizite hin, die einen Handlungsbedarf erforderlich machen.

Im Vergleich zu den Vorjahren wiesen die meisten hessischen Seen und Talsperren in 2007 ähnliche Gütezustände auf. In wenigen Fällen wurde eine deutliche Zunahme der Nährstoffverfügbarkeit der Stehgewässer und demzufolge auch der Trophie und der Bewertungszahl festgestellt. Bei einigen dieser Seen wurden bereits weitergehende Untersuchungen eingeleitet, die zum Vorschlag geeigneter Maßnahmen führen sollen. Trotz eines reichhaltigen Wasserdargebots und einer ähnlichen Nährstoffsituation wie im Vorjahr wurden an einigen Talsperren starke Wasserblüten von Cyanobakterien (umgangssprachlich: Blaualgen) festgestellt.

Alle Gütedaten und Bewertungen der Seen und Talsperren sowie die hygienische Bewertung der Badegewässer sind im Internet auf der HLUG-Website (www.hlug.de) unter **Messwerte/Wasser** einsehbar.

Gewässergüte der Diemeltalsperre

Die Diemeltalsperre hatte im Jahr 2007 ein reichhaltiges Wasserdargebot, der Talsperreninhalt lag deutlich über dem langjährigen Mittel. Die Güteuntersuchungen der Diemeltalsperre ergaben im Jahr 2007 gemäß der Nährstoffverfügbarkeit, der Sichttiefe und des Chlorophyllgehaltes ein mäßig eutrophes Gewässer und entsprachen damit der Gütebeurteilung der Vorjahre. Der Wasserkörper der Diemeltalsperre war von April bis zum Juli thermisch geschichtet, d. h. das oberflächennahe Wasser war warm und mit Sauerstoff übersättigt und im Tiefenwasser bis vor Grund in 26 m Tiefe kühl und sauerstoffarm.

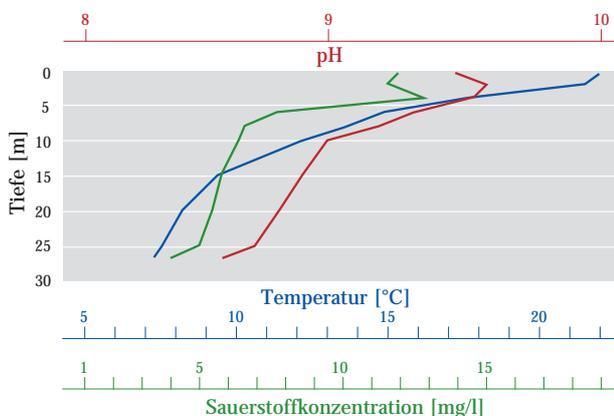


Abb. 35: Tiefenprofile der Diemeltalsperre vor Staudamm, 12.06.2007.

Im Juli wurden in der Diemelbucht und in der Itterbucht starke Algenblüten beobachtet, die bis in den September anhielten. An der Oberfläche bildeten sich große zusammenhängende, grün gefärbte Flächen. Nach den mikroskopischen Untersuchungen waren an der Wasserblüte von Cyanobakterien die Gattungen *Microcystis*, *Aphanizomenon* und *Anabena* beteiligt. Von der Art *Microcystis aeruginosa*



Abb. 36: Wasserblüte von Cyanobakterien in der Diemeltalsperre.

wurde vor der Staumauer am 06. September 2007 die höchste Dichte mit 64 000 Zellen pro ml festgestellt. Infolge des Verdachts der Toxinbildung, die von einigen Cyanobakterienarten ausgehen kann, wurde an den beiden Badestränden der Diemeltalsperre vom Baden abgeraten.

Die Bewertung des ökologischen Potenzials der Diemeltalsperre anhand der Befunde aus den Phytoplankton-Untersuchungen steht noch aus.

Das spontane Auftreten einer Wasserblüte mit Cyanobakterien lässt sich nicht mit den bisher durchgeführten Untersuchungen erklären. Hierzu sind de-

tailliertere Untersuchungen notwendig. Eine Arbeitsgruppe mit Vertretern des Gesundheitsamtes, der unteren Wasserbehörde und des HLUG hat im Januar 2008 ein Maßnahmenprogramm aufgestellt. Dies sieht bei den Abwasserbehandlungsanlagen im Einzugsgebiet der Talsperre eine weitere Verminderung des Phosphates vor und empfiehlt ein begleitendes Monitoring für das Erkennen von Ursachenzusammenhängen bei erneutem Auftauchen von Cyanobakterienblüten.

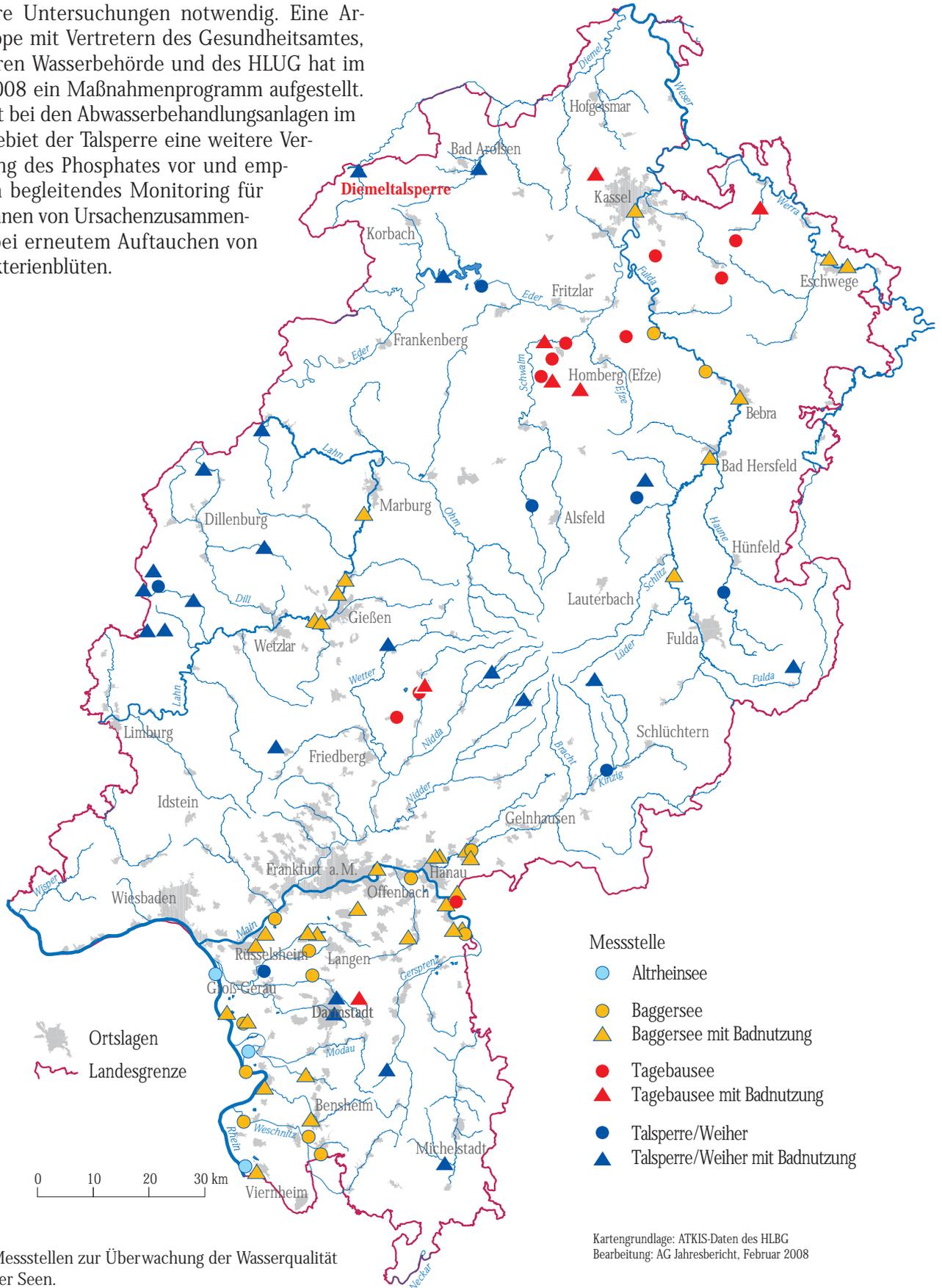


Abb. 37: Messstellen zur Überwachung der Wasserqualität der Seen.

Abgesehen vom Niederschlag ist sie abhängig von der Jahreszeit, der Art der Vegetation, der Flächennutzung, den Eigenschaften des Untergrundes, der Topographie, der Tiefe des Grundwassers und der Lage zu Gewässern.

Die regionale Untersuchung der Grundwasserneubildung ist ein zentrales Aufgabengebiet der Hydrogeologie. Sie dient vor allem zur Abschätzung der erschließbaren Grundwassermengen und ist eine Grundvoraussetzung für die nachhaltige Bewirtschaftung der natürlichen Grundwasserressourcen.

Die Berechnung der Grundwasserneubildung basiert auf den monatlichen Niederschlags- und Verdunstungssummen, die vom DWD flächenhaft berechnet zur Verfügung gestellt werden. Zusammen mit den vorher genannten Eigenschaften werden die Daten mit einem Modell berechnet. Das Rechenmodell zur Bestimmung der Grundwasserneubildung besteht aus zwei Komponenten. Im ersten Verfahrensschritt werden aus Witterungsdaten, Landnutzung und Bodeneigenschaften die tatsächliche Verdunstung sowie der Gesamtabfluss berechnet. Im zwei-

ten Verfahrensschritt werden diese Ergebnisse mit den gemessenen Abflüssen der Vorfluter in Relation gesetzt. Hier erfolgt dann eine Auftrennung in die Abflusskomponenten Grundwasserneubildung und Direktabfluss.

Die Abb. 38 ist eine Übersichtsdarstellung der Grundwasserneubildung, lokale Besonderheiten werden derzeit noch nicht mit ausreichender Genauigkeit wiedergegeben. Für die Rhein- und Mainebene ist das Berechnungsmodell nicht optimal geeignet, weshalb im Jahr 2008 ein alternatives Berechnungsverfahren zur Anwendung kommt.

Das Ergebnis für das Jahr 2007 ist, dass die Grundwasserneubildung insgesamt mit 131 mm um 30 % über dem langjährigen Mittel lag, was auch den mittleren Abflüssen der Gewässer entspricht. Die flächenhafte Verteilung der Grundwasserneubildung folgt in etwa dem Niederschlag, wobei in Gebieten mit hohen Direktabflussanteilen die Grundwasserneubildung geringer ausfällt (z. B. Rheinisches Schiefergebirge, Hoher Vogelsberg und Westerwald).

Grundwasserstände und Quellschüttungen



Abb. 39: Beispiele für Grundwasseraufschlüsse, an denen Quellschüttung und Wasserstände gemessen werden; links: gemauerter Brunnenschacht, Springen; rechts: Grundwassermessstelle Helmarshausen.

Das Grundwasser ist ein Teil im Wasserkreislauf. Niederschlag, Verdunstung und oberirdischer Abfluss üben den wesentlichen Einfluss auf das unterirdische Wasser aus. Die Schwankungen des Grundwasserstandes und der Quellschüttung sind ein sicht- und messbarer Ausdruck für die Vorratsänderung im Grundwasserleiter. Im Rahmen des Landesgrundwasserdienstes wird ein Messnetz unterhalten, das hinsichtlich der Grundwasserstände und Quellschüttungen repräsentativ im Land verteilt ist.

Mit langfristigen Beobachtungen von Grundwasserständen und Quellschüttungen sind Entwicklungen und Trends zu erkennen, die als Grundlage für wasserwirtschaftliche Planungen dienen. Die

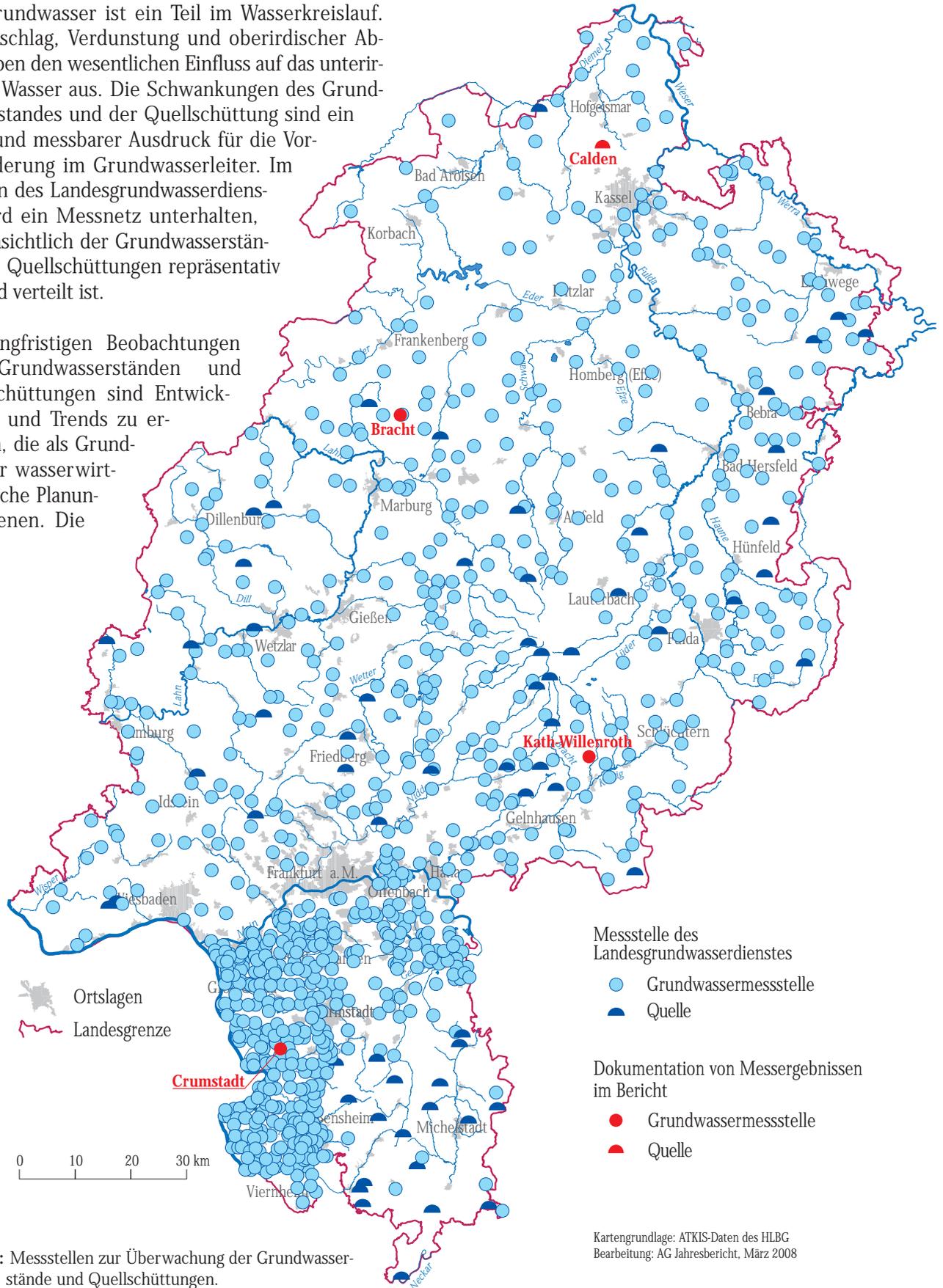


Abb. 40: Messstellen zur Überwachung der Grundwasserstände und Quellschüttungen.

Extremwerte, höchste und niedrigste Grundwasserstände, und deren Häufigkeit werden herangezogen, wenn z. B. Eingriffe in das Grundwasser zu beurteilen sind, unter anderem für die Planung von Bauwerken.

Die zeitliche Entwicklung von Grundwasserständen und Quellschüttungen wird als Gangliniengrafik verdeutlicht. Typische Ganglinien haben großräumig ähnlichen Verlauf, oft unabhängig von Art und Lage

des Grundwasserleiters. Die Schwankungen sind geprägt durch die Höhe der Grundwasserneubildung und die Größe des Hohlraumvolumens. Die Lagepunkte der Messstellen, deren Messwerte in den Gangliniengrafiken der Abb. 41–44 dargestellt werden, sind in der Übersichtskarte rot markiert.

Die Schüttung der **Quelle Calden** nördlich von Kassel (Abb. 41) ging ab April 2007 zurück, nahm aber

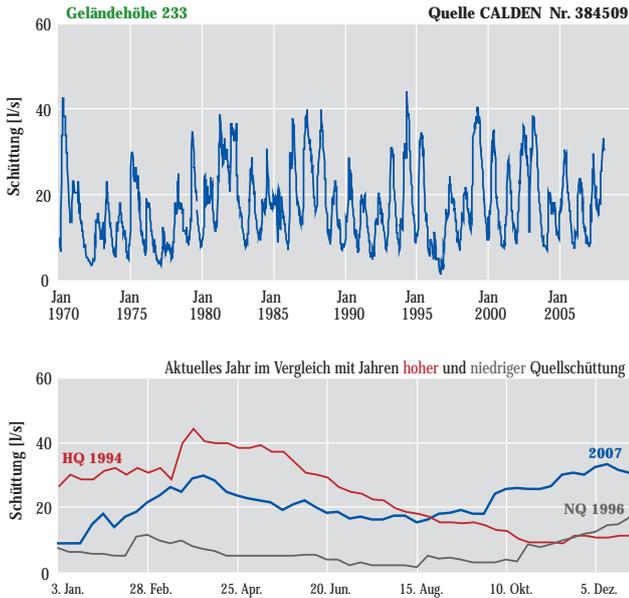


Abb. 41: Schüttungsganglinie der Quelle Calden.

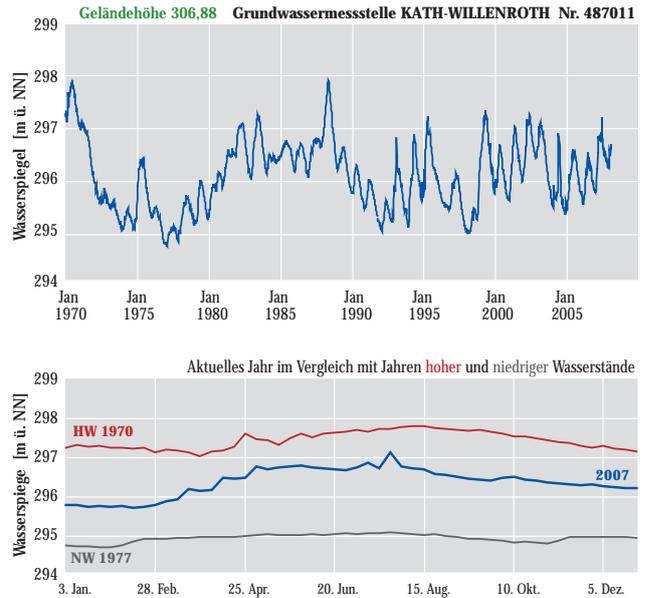


Abb. 43: Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Kath-Willenroth.

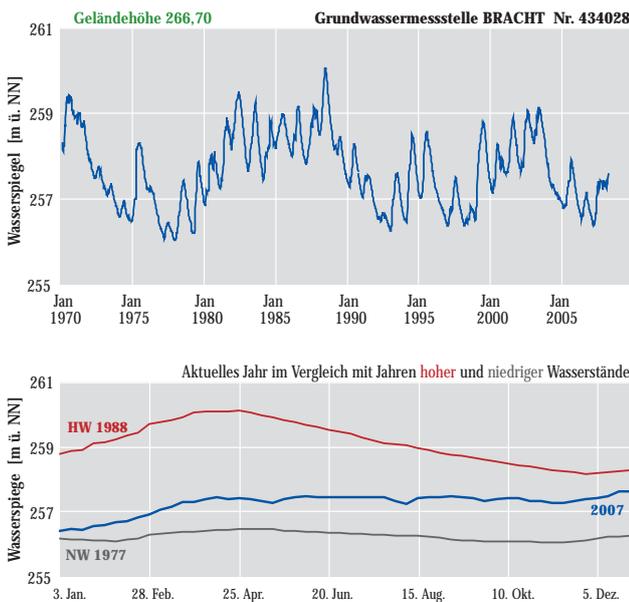


Abb. 42: Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Bracht.

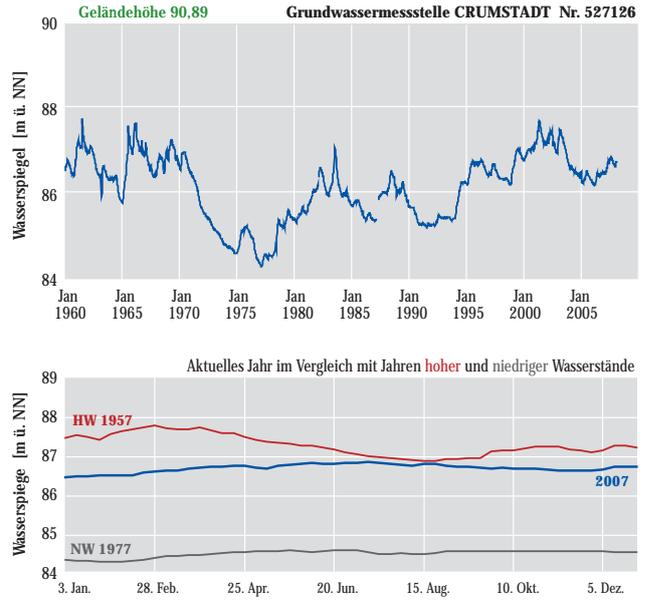


Abb. 44: Grundwasserstandsganglinie der Messstelle Crumstadt.

schon ab August 2007 wieder zu. Ende 2007 war sie für die Jahreszeit ungewöhnlich hoch.

Die Grundwasserstandsganglinie der **Messstelle Bracht** im Burgwald (Abb. 42) zeigt einen jahreszeitlichen Verlauf, der von Trocken- und Nassperioden überprägt ist. Die Grundwasserstände stiegen im Laufe des Jahres 2007 von einem niedrigen auf ein mittleres Niveau an.

Die Grundwasserstandsganglinie der **Messstelle Kath-Willenroth** im Büdinger Wald (Abb. 43) zeigt einen jahreszeitlichen Verlauf, der von Trocken- und Nassperioden überprägt ist. Die Wasserstände lagen im Jahr 2007 etwas über der durchschnittlichen Höhe.

Die Grundwasserstandsganglinie der **Messstelle Crumstadt** im Hessischen Ried (Abb. 44) zeigt eine starke Absenkung Anfang der 1970er Jahre, herbeigeführt von einer hohen Grundwasserentnahme und einer zeitgleich aufgetretenen Trockenperiode. Eine Anreicherung des Grundwassers mit aufbereitetem Wasser aus dem Rhein und die ausgeglichene Grundwasserneubildung im letzten Jahrzehnt haben derzeit zu einem mittleren Niveau geführt.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass der Verlauf der Grundwasserstände im Jahr 2007 von einer besonders hohen Grundwasserneubildung im Sommer geprägt war. Typischer-

weise sinken die Grundwasserstände ab April und steigen ab November wieder an. Im Sommer 2007 hingegen sanken die Grundwasserstände nur an wenigen Messstellen, in vielen blieben sie konstant und in einigen stiegen sie sogar etwas an. Die Schüttungen der Quellen zeigten die gleiche Besonderheit.

Insgesamt waren die Grundwasserverhältnisse Anfang 2007 auf einem mittleren bis unterdurchschnittlichen Niveau, am Ende des Jahres lagen sie etwas über dem Durchschnitt. Das Jahr 2008 beginnt daher mit einer für das Grundwasser ausgeglichenen Situation, in der wahrscheinlich keine Extremsituationen mit Vernässungen oder Niedrigwasser zu erwarten sind.

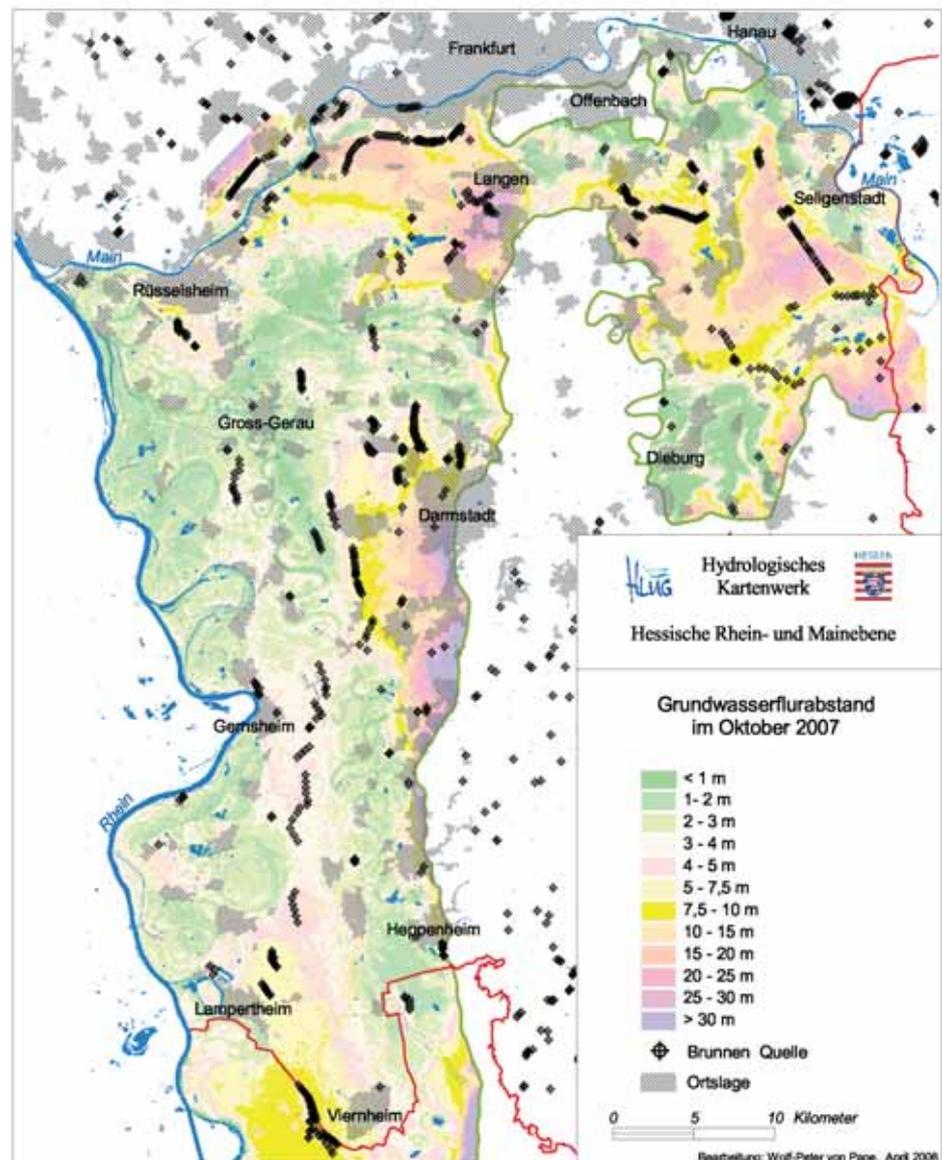


Abb. 45: Grundwasserflurabstände in der Rhein- und Mainebene.

Grundwasserkarten der Rhein- und Mainebene

Im HLUG werden regelmäßig Grundwasserkarten erstellt, die auf www.hlug.de unter **Wasser/Grundwasser** zur Verfügung stehen. Grundlage für die Karten sind Messwerte von Grundwasserständen, die in ausreichender Dichte und einheitlichen Grundwasserleitern vorliegen müssen. Diese Voraussetzungen sind in der hessischen Rhein- und Mainebene gegeben. Tertiäre und quartäre Sedimente des Oberrheingraben und der Untermainsenke bilden zusammenhängende Porengrundwasserleiter.

2007 wurden hier über 3000 Grundwassermessstellen regelmäßig beobachtet, zum großen Teil von den

Betreibern der Wasserwerke, viele im Rahmen der Überwachung von Deponien und vom Landesgrundwasserdienst. Die Grundwasseroberfläche wird in folgenden Varianten dargestellt:

Grundwasserflurabstand im Oktober 2007

Die Karte der Grundwasserflurabstände zeigt die Differenz zwischen Geländeoberfläche und Grundwasserspiegel des oberen Grundwasserleiters. Die Standorte wichtiger Brunnen und Anlagen zur Grundwasseranreicherung sind eingetragen. Da die Grundwasseroberfläche relativ eben und fast nur in der Nähe von Brunnen und einigen Gewässern gestört ist, spiegelt sich das Relief des Hessischen

Rieds wider. In den Tieflagen in Rheinnähe und Geländemulden, besonders in den verlandeten Mäandern des früheren Neckarlaufes, gibt es geringe Flurabstände. Dagegen gibt es hohe Flurabstände im Westen am Rand des Odenwaldes und des Sprendlinger Horstes, wo das Gelände ansteigt.

Grundwasserhöhengleichen im Oktober 2007

In der Karte sind die Grundwasserstände des oberen Grundwasserleiters als Linien gleicher Höhen bezogen auf die Meereshöhe Normal Null [m. ü. NN] dargestellt. Die Standorte wichtiger Brunnen und Anlagen zur Grundwasseranreicherung sind eingetragen. Die Grundwasserströmung, die

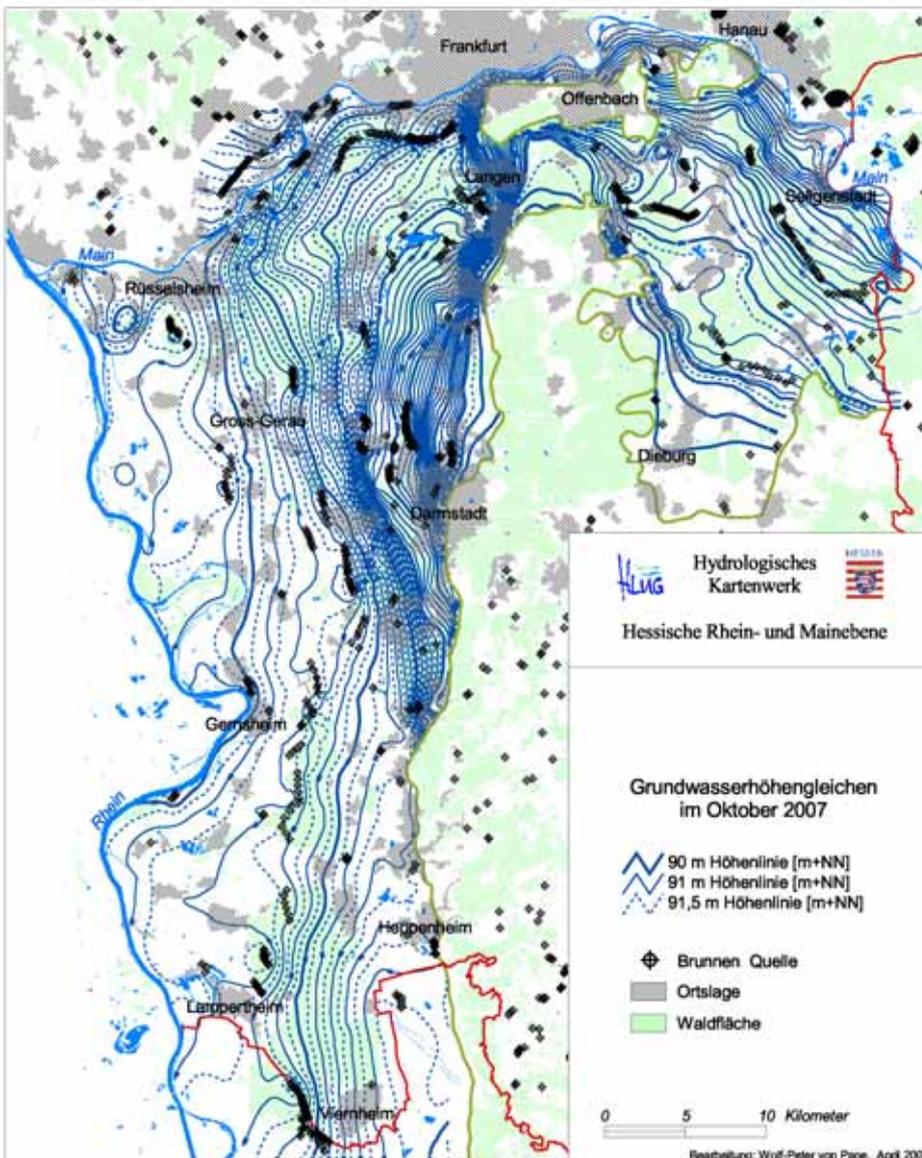


Abb. 46: Grundwasserhöhengleichen in der Rhein- und Mainebene.

senkrecht zu den Höhenlinien fließt, ist im Hessischen Ried generell von Osten nach Westen zum Rhein hin gerichtet. In der Untermainebene fließt das Grundwasser in vorwiegend nördlicher Richtung zum Main hin. In den Einflussbereichen der Grundwasserentnahmen ist der gerade Linienverlauf gestört, da das Grundwasser abgesenkt ist.

Im Oktober 2007 stand das Grundwasser auf einem für diese Jahreszeit mittleren Niveau. Tiefe Grundwasserstände wurden im Norden in den Gebieten

um Groß-Gerau, Bauschheim und südlich Offenbach beobachtet. Im Gebiet Viernheim, wo das Grundwasser in den letzten Jahren besonders hoch angestiegen war, ist es auf ein mittleres Niveau gesunken. Im mittleren Teil der Rheinebene, zwischen Einhausen, Groß-Rohrheim, Gernsheim, Pfungstadt und Griesheim, stand das Grundwasser auf dem Niveau der mittleren Richtwerte für die Grundwasserbewirtschaftung. Die Steuerung durch die Infiltrationsanlagen des Wasserverbandes Hessisches Ried zeigt hier die gewünschte Wirkung.

Grundwasserbeschaffenheit

Die Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit in Hessen basiert auf Messnetzen mit unterschiedlichen Schwerpunkten.

Die Wässer der 351 Messstellen des staatlichen Landesgrundwasserdienstes spiegeln überwiegend die natürliche Grundwasserbeschaffenheit der unterschiedlichen hydrogeologischen Verhältnisse von Hessen wider. Auf der Basis der sog. Rohwasseruntersuchungsverordnung vom Mai 1991 sind die Wasserversorgungsunternehmen gehalten, in ihren Gewinnungsanlagen gewonnenes Grundwasser auf bestimmte Inhaltsstoffe untersuchen zu lassen (ca. 3 500 Messstellen). Beide Messnetze, Grundwasser- und Rohwassermessnetz, liefern einen umfangreichen Datenpool hinsichtlich der Grundwasserbeschaffenheit, der vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie zentral gesammelt und bewertet wird.

Abb. 47 zeigt die Lage der Messstellen des Landesgrundwasserdienstes. Wie zu ersehen ist, gibt es eine Konzentrierung der Messstellendichte im Hessi-

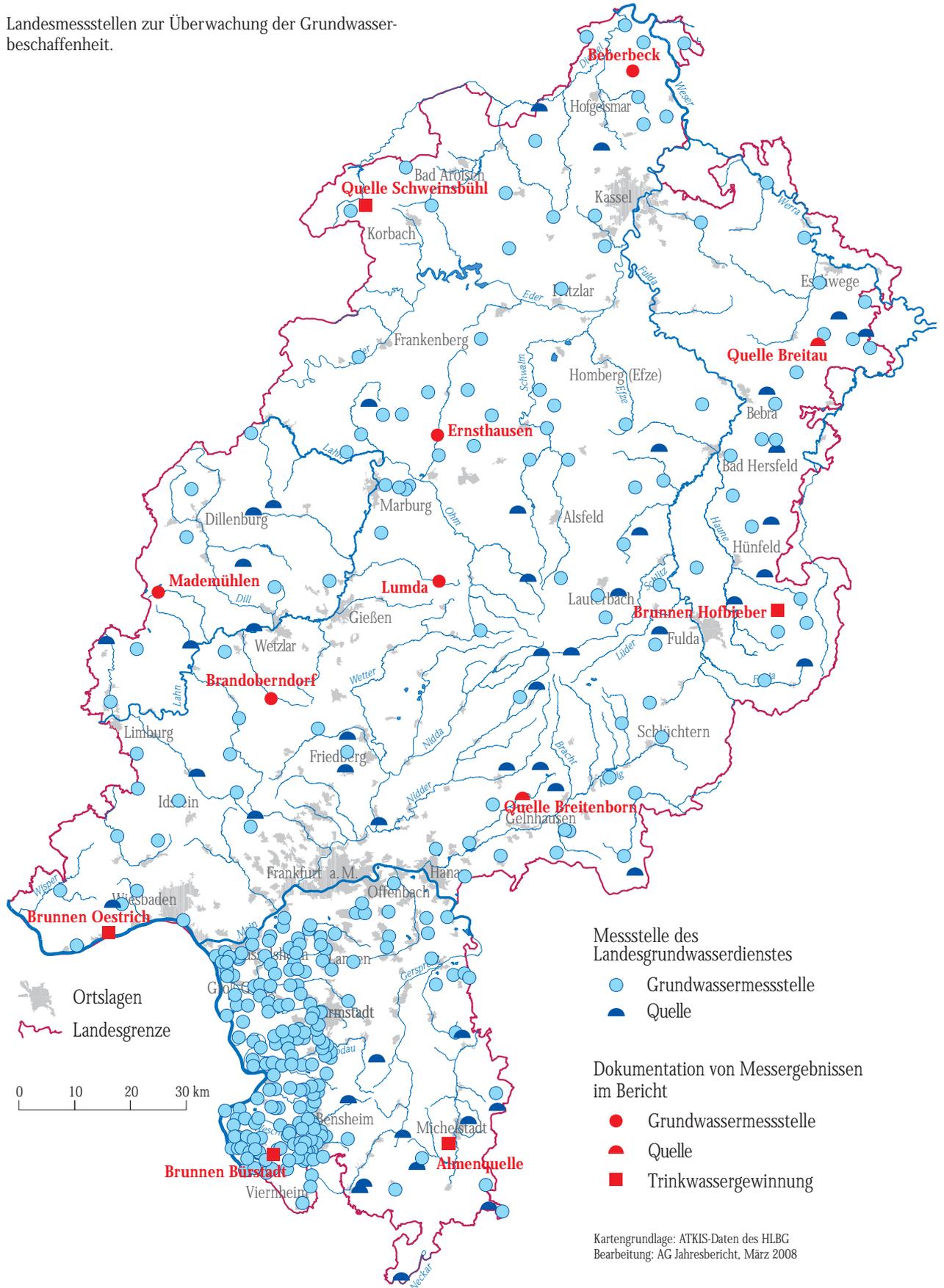
schen Ried, um seiner wasserwirtschaftlichen Bedeutung Rechnung zu tragen.

Der geogene bzw. natürliche Stoffinhalt des Grundwassers muss bekannt sein, um anthropogene Beeinflussungen erkennen zu können. Welche Bestandteile in welcher Konzentration im Grundwasser zu finden sind, wird vornehmlich durch die hydrogeologischen Verhältnisse, die Landnutzung sowie durch die Höhe der Grundwasserneubildung bestimmt.

Die Beschaffenheit des oberflächennahen Grundwassers wird hauptsächlich von der Landnutzung sowie der Quellschüttung bestimmt, die stark vom Wettergeschehen abhängig ist. Beim tieferen Grundwasser hat die aktuelle Witterung nur eine abgeschwächte Wirkung auf die Beschaffenheit. Mit zunehmender Verweildauer des Wassers im Untergrund nimmt der Einfluss der aktuellen Witterung immer mehr ab.

Die in den Diagrammen auf S. 36 aufgeführten Wasserinhaltsstoffe Calcium, Magnesium, Natrium und

Abb. 47: Landesmessstellen zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit.



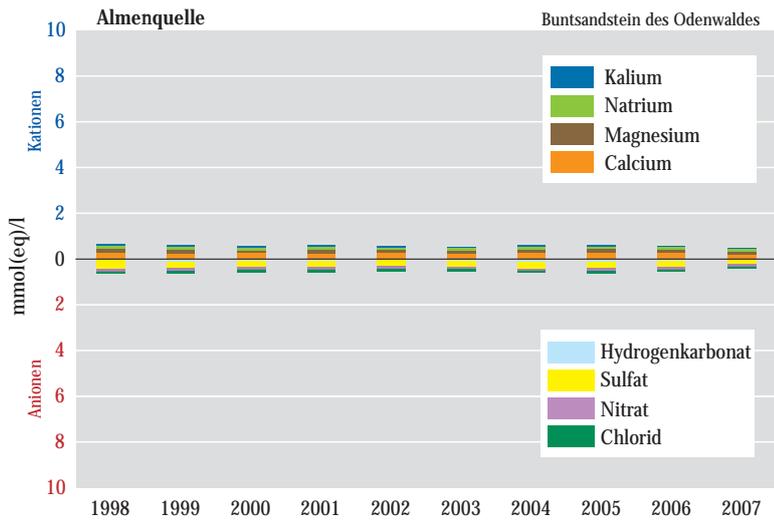


Abb. 48: Ionenkonzentrationen im Wasser der Almenquelle.

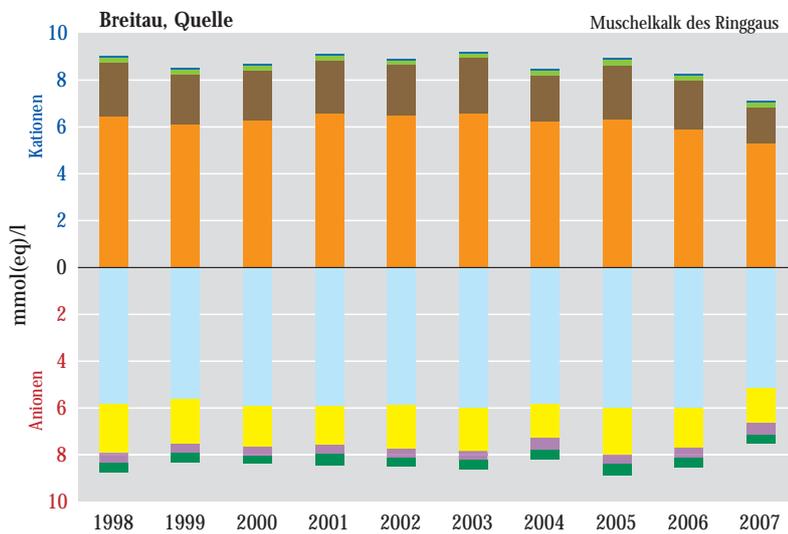


Abb. 49: Ionenkonzentrationen im Wasser der Quelle Breittau.

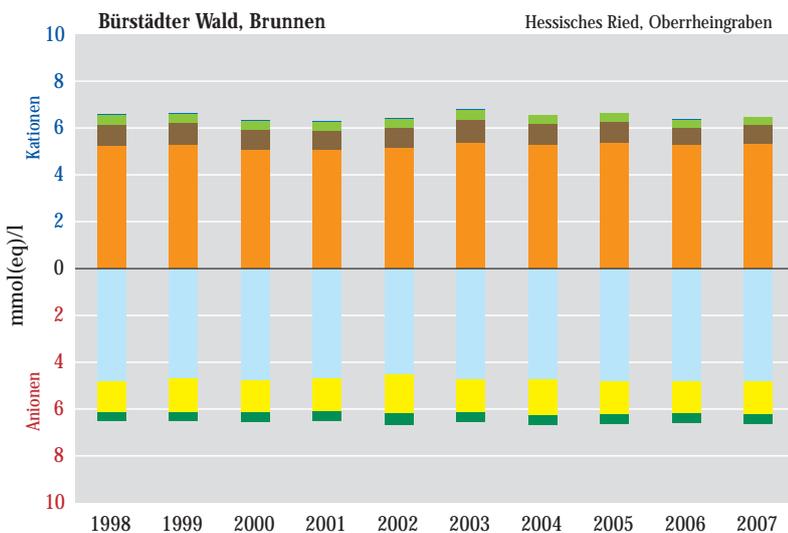


Abb. 50: Ionenkonzentrationen im Wasser des Brunnens Bürstadt.

Kalium (Kationen) sowie Hydrogencarbonat, Sulfat, Nitrat und Chlorid (Anionen) bilden das mineralische „Gerüst“ der Grundwässer. Um diese Wasserinhaltsstoffe in der richtigen Relation zueinander darstellen zu können, ist allerdings eine Umrechnung der gebräuchlichen Einheit „mg/l“ in mmol(eq)/l erforderlich.

Wie aus den Diagrammen (Abb. 48–50) zu erkennen ist, haben die Grundwässer in Abhängigkeit ihrer hydrogeologischen Herkunft unterschiedliche Konzentrationsmuster. Hohe Mineralstoffgehalte werden in den Grundwässern aus der Rheingraben-scholle erreicht (Bürstadt, Brunnen). In diesen Grundwässern sind vor allem die Gehalte an Calcium und Magnesium (Kationen) sowie Hydrogencarbonat und teilweise Sulfat (Anionen) für den hohen Mineralstoffgehalt verantwortlich. Im Gegensatz dazu werden für die Messstellen aus dem Buntsandstein des Odenwaldes nur sehr geringe Stoffgehalte ausgewiesen.

Die zeitliche Entwicklung der Stoffgehalte der Grundwässer zeigt deutlich, dass die Witterung hier nur einen sehr gedämpften Einfluss ausübt. Bei den Messstellen, die als Brunnen ausgebaut sind (Bürstadt), ist der Einfluss der Witterung nahezu nicht erkennbar, da die durchschnittliche Verweilzeit der Grundwässer viele Jahrzehnte beträgt. Bei den beispielhaft aufgeführten Quellen (Breittau, Almenquelle) dagegen ist der Witterungseinfluss deutlicher. Das Jahr 2007, mit überdurchschnittlichen Niederschlägen im Sommerhalbjahr, führte bei den Quellwässern zu einem leichten Rückgang der Stoffgehalte, der durch kleinere Säulen im Diagramm sichtbar wird. Quellen reagieren in der Regel kurzfristig (einige Tage bis mehrere Monate) auf die aktuelle Witterung.

Die Übersichtskarte (Abb. 51) zeigt die hydrogeologischen Räume von Hessen. Die Größe der Tortendiagramme steht im direkten Verhältnis zur Menge der gelösten Wasserinhaltsstoffe. Ein großer Kreis steht demnach für hohe gelöste Mineralstoffgehalte (harte Grundwässer), ein kleiner Kreis für geringe Lösungsmengen an Mineralien (weiche Grundwässer). Mit Ausnahme des Nitrates sind alle Parameter als natürliche Bestandteile von Grundwässern anzusehen. Merkbliche Nitratgehalte im Grundwasser werden hauptsächlich durch die landwirtschaftliche Nutzung verursacht.

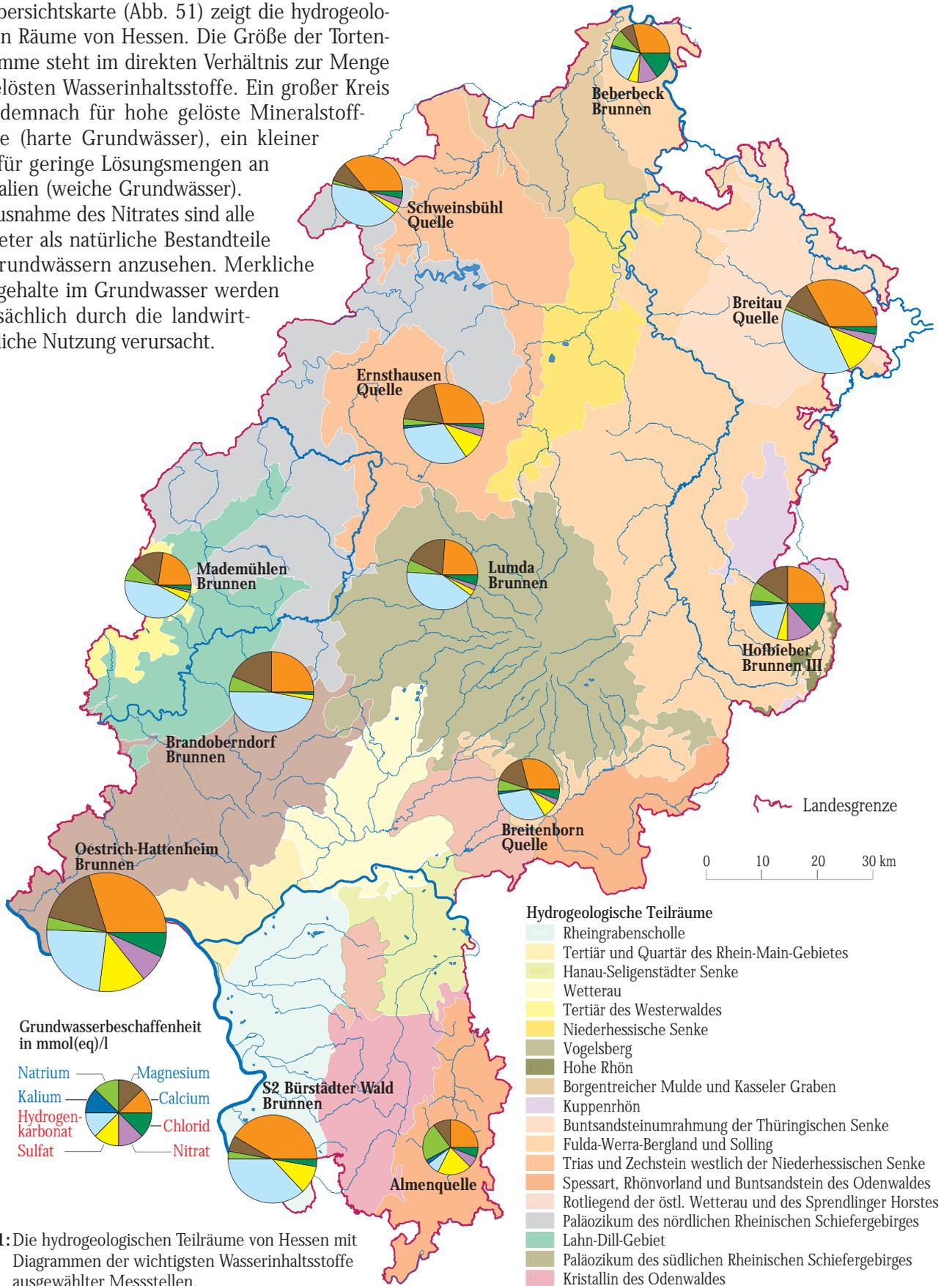


Abb. 51: Die hydrogeologischen Teilräume von Hessen mit Diagrammen der wichtigsten Wasserinhaltsstoffe ausgewählter Messstellen.

Einzelbeschreibung ausgewählter Beschaffenheitsparameter

pH-Wert

Der pH-Wert ist das Maß für den Säuren/Basengehalt des Wassers. Wesentlichen Einfluss auf den pH-Wert hat vor allem das Kalk/Kohlensäure-Gleichgewicht. Somit ergeben sich für kalkreiche Grundwasserleiter (z. B. Rheingraben-scholle) höhere pH-Werte als für kalkarme (z. B. Granite oder Sandsteine).

Auch wenn sich der Säureeintrag aus der Luft in den Boden in den letzten Jahren drastisch verringert hat, bleibt dennoch der Jahrzehnte andauernde Säureeintrag als „Altlast“ in den Böden und Grundwasserleitern unter Wald erhalten. Die starke Filterwirkung des Waldes gegenüber Schwefel- und Stickoxidemissionen verstärkt hierbei diesen Versauerungseffekt gegenüber landwirtschaftlich genutzten Flächen erheblich.

Abb. 52 visualisiert die pH-Werte in den Grundwässern der ausgewählten Messstellen. Vor allem die Grundwässer mit überwiegend Wald im Einzugsgebiet, gepaart mit kalkarmen Grundwasserleitern (z. B. Almenquelle, Buntsandstein des Odenwaldes) weisen die niedrigsten pH-Werte aus. Die Waldgebiete in diesen Regionen sind daher am stärksten versauerungsgefährdet. In kalkreichen Grundwasserleitern bzw. bei Brunnen und Quellen mit landwirtschaftlicher Nutzung im Einzugsgebiet (z. B. Quelle Breitau, Oestrich-Winkel) werden pH-Werte im leicht basischen Bereich nachgewiesen. Durch die periodische Ausbringung von Kalk in versauerungsempfindlichen Waldregionen wird der Versauerung entgegengewirkt.

Gesamthärte

Die Gesamthärte wird durch den Gehalt an Calcium und Magnesium bestimmt. Da die Härte einen großen Einfluss auf die Verwendung der Wasser hat, sind verschiedene Härtestufen definiert (s. Tabelle). Innerhalb der hydrogeologischen Teileinheiten ist eine große Schwankungsbreite der Gesamthärten anzutreffen. Dies wird bereits aus der Abb. 51 deutlich. Ähnlich variabel verhalten sich die Gesamthärten der Grundwässer.

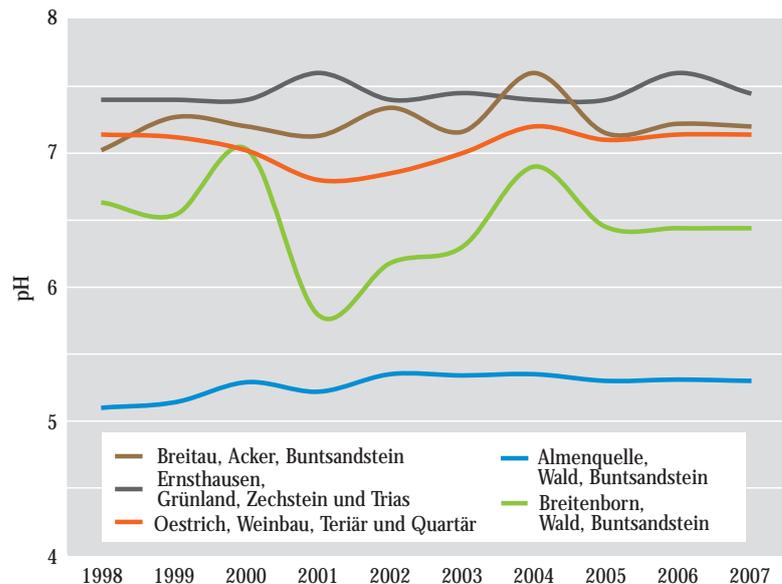


Abb. 52: pH-Werte ausgewählter Messstellen, 2007.

Grad deutscher Härte	Härtebereich
< 4	sehr weich
4–8	weich
8–12	mittelhart
12–18	etwas (ziemlich) hart
18–30	hart
> 30	sehr hart

Besonders weiche Wässer werden im Buntsandsteingebiet des Odenwaldes sowie im Fulda-Werra-Bergland und Solling angetroffen (z.B. Almenquelle). In diesen Gebieten ist nur eine geringe Pufferkapazität gegenüber dem Eintrag von Säuren anzutreffen. Im Tertiär und Quartär des Rhein-Main Gebietes (Oestrich-Hattenheim) werden durchweg harte Grundwässer vorgefunden. Die Mehrzahl der hessischen Grundwässer kann allerdings den Bereichen „weich“ bis „mittelhart“ zugeordnet werden.

Sulfat

Sulfate sind die am weitesten verbreiteten anorganischen Verbindungen des Schwefels; sie kommen insbesondere als Gips vor. Große Mengen an Schwefeldioxid werden als Folge des hohen Energieverbrauches durch Kohle-, Erdöl- und Erdgasverbrennung in die Atmosphäre emittiert. Vor allem auf Waldstandorten bewirkt dies eine starke Versauerung der Böden.

Auch über die mineralische Düngung landwirtschaftlicher Flächen gelangen Schwefelverbindungen in die Böden.

Die in Abb. 53 dargestellten Sulfatgehalte der ausgewählten Messstellen bewegen sich überwiegend im Bereich von 5 bis 30 mg/l Sulfat. Im Grundwasser des Brunnens Oestrich-Hattenheim wurden hohe Sulfatgehalte gefunden. Diese höheren Sulfatgehalte sind typisch für das Tertiär und Quartär des Rhein-Main Gebietes, gepaart mit den mächtigen Lössdecken im Rheingau. Der Trinkwassergrenzwert für Sulfat, der bei 240 mg/l liegt, wurde allerdings auch hier unterschritten.

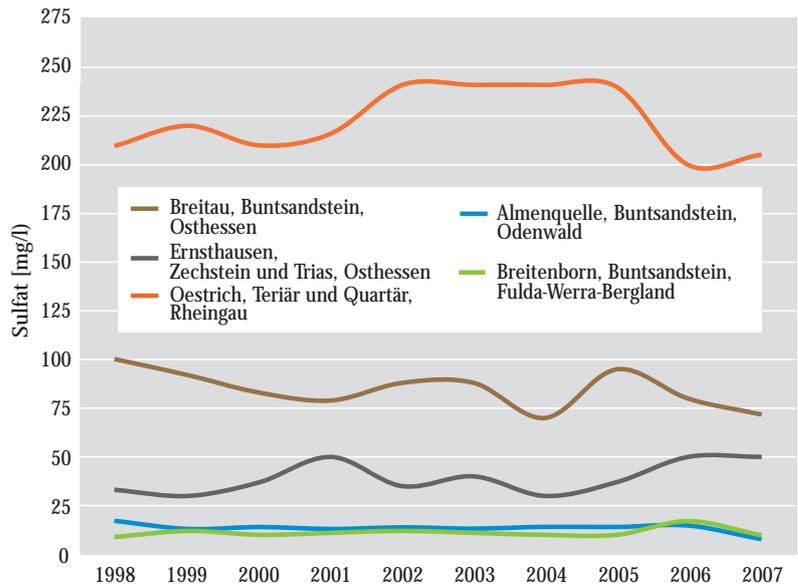


Abb. 53: Sulfatgehalte ausgewählter Messstellen, 2007.

Nitrat

Die Nitratkonzentration im Grundwasser ist nicht in erster Linie auf die hydrogeologischen Gegebenheiten zurückzuführen, da in Grundwasserleitern organischer Stickstoff nur eine sehr geringe Bedeutung hat. Deswegen kann Nitrat als einer der wichtigsten Indikatoren für eine anthropogene Beeinflussung des Grundwassers angesehen werden.

Der größte Eintrag von Nitrat in das Grundwasser erfolgt im Zusammenhang mit der ackerbaulichen Flächennutzung. Sandböden, die eine geringere Wasserspeicherkapazität als Lehm-, Löss- oder Tonböden haben, werden stärker und schneller ausgewaschen als diese. Wie aus Abb. 54 zu ersehen ist, bewegt sich ein großer Teil der Nitratkonzentrationen in den Grundwässern zwischen 2 und 25 mg/l Nitrat. Der Grenzwert für Nitrat im Trinkwasser liegt bei 50 mg/l.

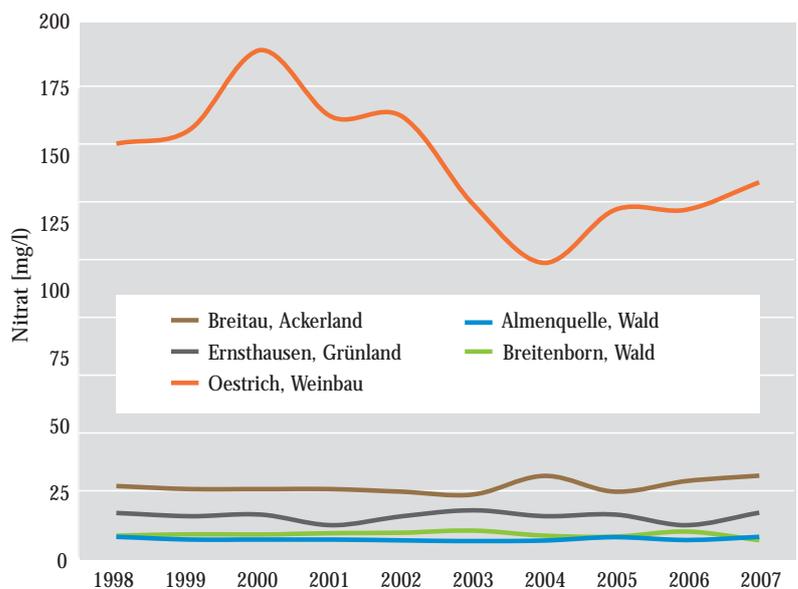


Abb. 54: Nitratkonzentrationen in den Grundwässern ausgewählter Messstellen in Abhängigkeit von der Landnutzung im Einzugsgebiet, 2007.

Die in Abb. 54 dargestellten Nitratganglinien zeigen eindeutig ihren Bezug zur Landnutzung auf. Geringe (natürliche) Nitratkonzentrationen zwischen 2 und 7 mg/l Nitrat sind in den Grundwässern unter Wald anzutreffen. Grundwässer mit überwiegend Grünland im Einzugsgebiet (z. B. Ernsthausen) haben in der Regel leicht erhöhte Nitratgehalte. Grundwässer mit erheblichem Ackeranteil im Einzugsgebiet (z. B.

Breital) liegen meist zwischen 25 und 30 mg/l Nitrat. Deutlich erhöhte Nitratkonzentrationen werden in der Regel in Gebieten mit Sonderkulturanbau angetroffen (z. B. Oestrich-Hattenheim). Mit Ausnahme des Oestrich-Hattenheimer Brunnenwassers, dessen Nitratkonzentration zurückgegangen ist, wird bei den anderen ausgewählten Messstellen keine Veränderung der Nitratkonzentrationen beobachtet.