

Gewässerkundlicher Jahresbericht



2013



Inhalt

1	Vorwort	3
2	Witterung	4
2.1	Regionaler Überblick	4
2.1.1	Nördlich der Donau	4
2.1.2	Südlich der Donau	5
2.2	Niederschläge	7
3	Fließgewässer und Seen	15
3.1	Abflüsse von Fließgewässern	15
3.1.1	Nordbayern	15
3.1.2	Südbayern	16
3.2	Wasserstände an Seen	17
3.3	Hochwasser	19
3.4	Wasserspeicher	21
3.5	Gewässerqualität	22
3.5.1	Gewässerüberwachung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie	22
3.5.2	Überwachung des ökologischen und chemischen Zustandes	22
3.5.3	Qualität der Fließgewässer	24
3.5.4	Qualität der Seen - Beispiel Drachensee	27
4	Grund- und Bodenwasser	30
4.1	Grundwasserstände	30
4.2	Quellschüttung	34
4.3	Grundwasserbeschaffenheit	36
4.4	Bodenwasser	37
5	Lawinenwarndienst	39
6	Zusammenfassung	42
7	Abbildungsverzeichnis	44

1 Vorwort

Der Gewässerkundliche Jahresbericht 2013 setzt die Reihe der jährlichen Berichte über Daten und Fakten aus dem Bereich der Gewässerkunde in Bayern fort. Die Wasserwirtschaftsverwaltung in Bayern betreibt mehr als 4000 gewässerkundliche Messstellen in unterschiedlichen Messnetzen und wertet die Daten aus. Die auf diese Weise erhaltenen Informationen über die bayerischen Gewässer sind u.a. die Grundlage für Warn- und Informationsdienste, d.h. den Hochwassernachrichtendienst, den Niedrigwasserinformationsdienst und den Lawinenwarndienst. Die Gewässerkunde liefert darüber hinaus auch Planungs- und Entscheidungsgrundlagen für die Wasserwirtschaft. Je länger eine Zeitreihe ist, desto größer ist ihre statistische Aussagekraft und desto mehr Rückschlüsse können aus den Daten gezogen werden. Bei einigen Pegeln werden die Wasserstands- und Abflussdaten schon seit mehr als 100 Jahren ermittelt. Auf diese Weise lässt sich beobachten, ob und wie sich das Abflussgeschehen langfristig geändert hat – wichtige Informationen, die z. B. benötigt werden, um Veränderungen durch den Klimawandel abschätzen oder den Hochwasserschutz zu planen.

Die Gewässerkunde beschäftigt sich auch mit Fragen der Gewässerqualität. Gemessen werden die Belastungen der Gewässer durch chemische Stoffe und die Zusammensetzung von Fauna und Flora. Durch fortlaufende Beobachtung wird ermittelt, wie sich der ökologische und chemische Zustand der Gewässer verändert, vor allem, um Verschlechterungen rechtzeitig entgegen zu wirken und das zentrale Ziel der EU-Wasserrahmenrichtlinie zu erreichen, alle Gewässer bis spätestens 2027 in den guten Zustand zu bringen. Eine weitere Aufgabe der Gewässerkunde ist die Untersuchung von unvermittelt auftretenden Veränderungen an Gewässern, z. B. der Algenblüte in einem See, mit dem Ziel, die Ursachen zu erkunden und mögliche Maßnahmen und Lösungen zu entwickeln.

Die Gewässerkunde ist quasi das Auge und das Gedächtnis der Wasserwirtschaft. Die vielen Daten aus den Messnetzen liefern Informationen über den Wasserhaushalt und den Zustand der Gewässer, aber auch Grundlagen für vorausschauende Planungen von wasserwirtschaftlichen Maßnahmen.

Die wichtigsten Daten und Auswertungen aus dem Jahr 2013 sind in diesem Bericht zusammengestellt.

2 Witterung

2.1 Regionaler Überblick

In der Gesamtbilanz war das Jahr 2013 durchschnittlich warm und etwas zu trocken. So betrug die Jahresmitteltemperatur für Bayern 8,1 °C. Dies entspricht dem 30-jährigen Mittel der Jahre 1981 bis 2010. Der Jahresniederschlag 2013 summiert sich für Bayern auf 933 mm und liegt um 4 % unter dem langjährigen Referenzwert (Mittel 1981-2010).

Auch eine Reihe von bemerkenswerten Wetterereignissen trat auf. Beispiele hierfür sind:

- Tauwetter und Regenfälle führten zu Hochwasser im Januar/Februar,
- bei deutlich unterdurchschnittlicher Sonnenscheindauer blieb der Winter zu trüb,
- die Witterung im **Mai** fiel **in Nordbayern markant zu nass** aus,
- durch ergiebige Dauerregenfälle und Staulagen kam es im Mai/Juni zu einem extremen Hochwasser in Bayern mit teils katastrophalen Auswirkungen,
- Hitzeperioden im Juni und Juli sprengten Autobahnplatten auf, der **Juli** war **in Südbayern markant zu trocken**,
- Anfang Oktober führten starke Nassschneefälle in Alpennähe zu großen Verkehrsbeeinträchtigungen,
- der **Dezember** fiel **in Südbayern markant zu trocken** aus.

Im Gegensatz zu den bisherigen Jahresberichten, die Vergleiche zu den Mittelwerten der Jahre 1961 bis 1990 enthielten, wird im Folgenden, in Analogie zu Auswertungen des Deutschen Wetterdienstes, nun die aktuellere, 30-jährige Referenzperiode 1981 bis 2010 herangezogen. Die langzeitlichen Veränderungen von meteorologischen sowie hydrologischen Messgrößen (Klimawandel) werden in dem Vorhaben "Klimaveränderung und Wasserwirtschaft" (KLIWA) intensiv untersucht:

<http://www.kliwa.de/>

2.1.1 Nördlich der Donau

Im langjährigen Vergleich (Mittel 1981 bis 2010) fielen sechs Monate des Jahres 2013 zu warm aus. Dabei handelte es sich um den Januar, Juli, August, Oktober, November sowie Dezember. Das monatliche Lufttemperaturmittel von April erreichte mit 8,6 °C den 30-jährigen Durchschnitt, die restlichen fünf Monate waren zu kalt (Februar, März, Mai, Juni und September). Dabei blieb der März sogar deutlich zu kalt (Abweichung: -3,6 Grad vom Mittel, Abb. 1).

In den Monaten Januar bis März wurde eine Reihe von Eistagen (Tage mit Höchsttemperaturen unter 0° C) verzeichnet. Insbesondere im zweiten Monatsdrittel des Januars trat eine längere Dauerfrostperiode auf (verbreitet 11 Eistage am Stück). Die Tiefsttemperatur des Jahres wurde am 15. Januar gemessen (z.B. Bad Kissingen: -10,5 °C am 15.). Die Zahl der Eistage reduzierte sich im Februar in weiten Landesteilen auf 8 und im März auf 2. Bei häufig neblig-trübem Wetter blieben die Höchsttemperaturen deutlich unter 10 °C. Im April wurden nur noch bei einzelnen Stationen Eistage registriert, Frosttage (Tage mit Tiefsttemperaturen unter 0 °C) wurden bis zum 8. beobachtet. Anschließend kam es zu einer deutlichen Erwärmung, bis zum Monatsende entwickelten sich verbreitet zwei Sommertage (Tage mit Höchsttemperaturen größer oder gleich 25 °C, z.B. Nürnberg am 18. und 26.). Im wolken- und regenreichen Mai lagen die Höchsttemperaturen weitgehend unter 25 °C, lediglich bei einzelnen Stationen wurde ein Sommertag verzeichnet. Eine erste Hitzeperiode mit vier

aufeinanderfolgenden heißen Tagen (Tage mit Höchsttemperaturen größer oder gleich 30 °C) wurde vom 17. bis 20. Juni verzeichnet (z.B. Kitzingen: 37,1 °C am 19.). Die nächste Hitzeperiode folgte in der zweiten Julihälfte mit insgesamt zwei bis neun heißen Tagen, wobei die höchste Lufttemperatur des Jahres am 27. Juli auftrat (z.B. Kitzingen: 38,4 °C am 27.). Die dritte Hitzewelle des Sommers folgte Anfang August mit bis zu sechs heißen Tagen insgesamt. Bis zum 7. September blieb es weiterhin sommerlich warm und es wurden weitere Sommertage verzeichnet (August: 10 bis 12 Sommertage, September: 3 bis 4 Sommertage). Am 3. Oktober wurde stellenweise der erste Frost registriert, die Höchsttemperaturen stiegen im weiteren Verlauf nur noch vereinzelt über 20 °C. Bereits am Monatsende wurde ein weiterer Frosttag beobachtet. Der November begann mit milden und wolkenreichen Luftmassen, die Höchsttemperaturen erreichten dadurch Werte zwischen 5 und 16 °C. Im weiteren Verlauf traten dann zeitweise Frosttage auf, in polarer Kaltluft wurden am 27. verbreitet Tiefsttemperaturen um -10 °C gemessen. Der Dezember blieb sehr mild, häufig wurden Tageshöchsttemperaturen über 8 °C registriert (z.B. Würzburg: 12,6 °C am 24.), vielerorts wurden gar keine Eistage registriert.

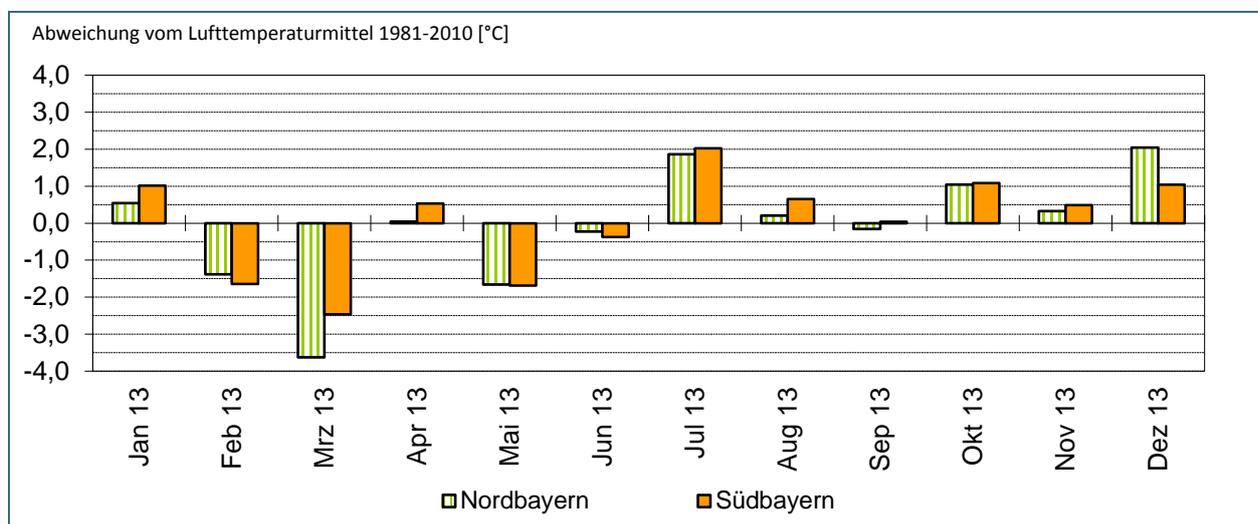


Abb. 1: Lufttemperaturverhältnisse in Bayern (Abweichung der Monatsmittel in 2013 vom Mittelwert der Periode 1981-2010)

Sieben von zwölf Monaten blieben vergleichsweise zu trocken. Insbesondere März, Juli sowie Dezember fielen deutlich zu trocken aus. Auch die Monatsniederschläge von Januar bis April sowie Oktober lagen unter dem Mittel 1981/2010. Der Augustniederschlag erreichte den langjährigen Mittelwert, zu nass blieben Mai, Juni, September und November. Durch die häufigen und lang anhaltenden Regenfälle im Mai war dieser Monat sogar **markant zu nass** (Abb. 2).

Nordbayern wies im Kalenderjahr 2013 eine Gebietsniederschlagshöhe von 802 mm auf und erreichte damit 96 % der Referenzperiode 1981/2010 (Mainingebiet: 780 mm, 98 % vom Mittel).

2.1.2 Südlich der Donau

Im langjährigen Vergleich (Mittel 1981-2000) fielen sieben von 12 Monaten zu warm aus. Im Einzelnen waren der Januar, der April, der Juli, der August und die Monate Oktober bis Dezember zu warm. Das Monatsmittel der Lufttemperatur erreichte im September den langjährigen Mittelwert,

die restlichen Monate fielen unterdurchschnittlich kalt aus (Februar, März, Mai und Juni). Hervorzuheben ist dabei der deutlich zu kalte März, dessen Lufttemperaturmittel um 2,5 Grad unter dem 30-jährigen Vergleichswert lag (Abb. 1).

In den Monaten Januar bis März wurde eine Reihe von Eistagen verzeichnet. Insbesondere im zweiten Monatsdrittel des Januars trat eine längere Dauerfrostperiode auf (verbreitet 10 Eistage am Stück), die Tiefsttemperatur des Jahres wurde am 10. Februar gemessen (z.B. Kempten: -17,8 °C am 10.). Die Zahl der Eistage variierte im Februar regional zwischen 8 und 15 Tagen (z.T. 7-tägige Dauerfrostperioden) und reduzierte sich März auf 4. Im April wurden in den außeralpinen Lagen keine Eistage mehr registriert, bei südwestlicher Luftmassenzufuhr kam es zu einer deutlichen Erwärmung am Monatsende. Verbreitet wurden zwei Sommertage registriert (z.B. München am 18. und 26.). Im wolken- und regenreichen Mai lagen die Höchsttemperaturen weitgehend unter 25 °C, lediglich bei einzelnen Stationen wurde ein Sommertag verzeichnet. Eine erste Hitzeperiode mit vier aufeinanderfolgenden heißen Tagen wurde vom 17. bis 20. Juni verzeichnet (z.B. München: 35,2 °C am 18.). Die nächste Hitzeperiode folgte in der zweiten Julihälfte mit insgesamt drei bis sieben heißen Tagen, wobei die höchste Lufttemperatur des Jahres am 27. Juli auftrat (z.B. München: 36,9 °C am 27.). Die dritte Hitzewelle des Sommers folgte Anfang August mit bis zu sieben heißen Tagen insgesamt. Bis zum 7. September blieb es weiterhin sommerlich warm und es wurden weitere Sommertage verzeichnet (August: 10 bis 18 Sommertage, September: 2 bis 5 Sommertage). Am 3. Oktober wurde stellenweise der erste Frost registriert, die Höchsttemperaturen stiegen im weiteren Verlauf nur noch vereinzelt über 20 °C (z.B. Kempten: 24,4 °C am 22.). Der November begann mit milden Luftmassen wodurch die Höchsttemperaturen Werte zwischen 8 bis 19 °C bei Föhneinfluss erreichten. Im weiteren Verlauf traten dann zeitweise Frosttage auf, in polarer Kaltluft wurden am 27. verbreitet Tiefsttemperaturen um -10 °C gemessen. Zum Monatsende entstanden dann zwei Eistage. Der Dezember blieb sehr mild, insbesondere am ersten Weihnachtsfeiertag wurden Tageshöchsttemperaturen über 15 °C gemessen (z.B. Chieming: 18,9 °C am 25.). Im Dezember wurden in den außeralpinen Regionen 0 bis 5 Eistage registriert.

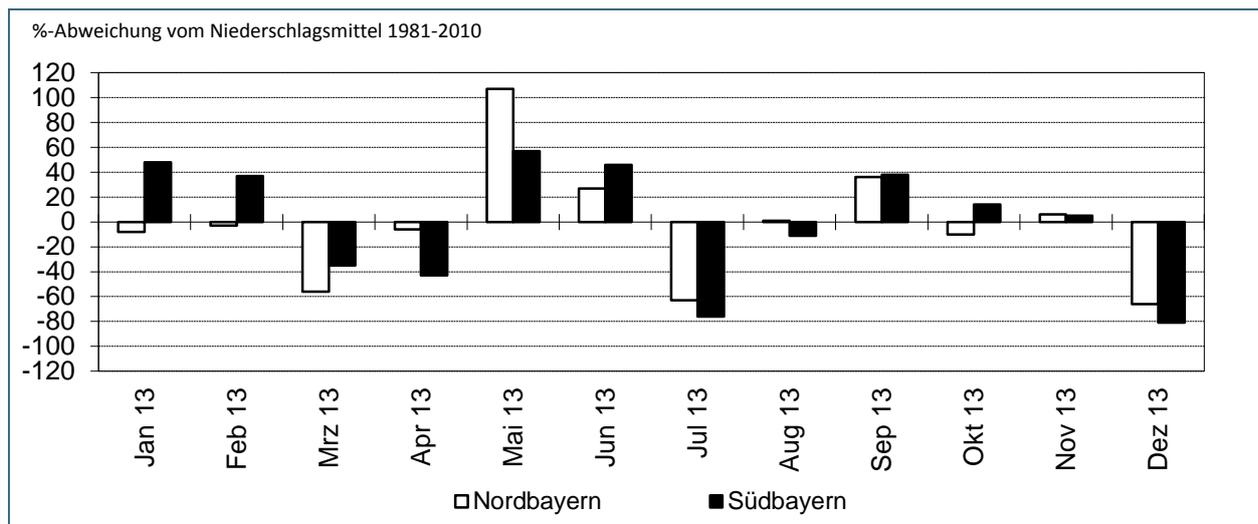


Abb. 2: Niederschlagsverhältnisse in Bayern (Abweichung der Monatssummen in 2013 vom Mittelwert der Periode 1981-2010)

Bei den ersten zehn Monaten des Jahres wechselten jeweils alle zwei Monate die Einstufungen der Monatsniederschläge. So waren im Vergleich zum Mittelwert der Reihe 1981/2010 die Monate Januar und Februar zu nass, März und April zu trocken, Mai und Juni zu nass, Juli und August zu trocken sowie September und Oktober zu nass. Dabei sind insbesondere der deutlich zu nasse Mai und der **markant zu trockene Juli** hervorzuheben. Auf den im Vergleich zum Mittel 1981/2010 zu nassen November folgte dann ein **markant zu trockener Dezember** (Abb. 2). Insgesamt fielen mit 1101 mm Niederschlag 2 % weniger als im 30-jährigen Mittel.

Der Jahresniederschlag im gesamten Donaueinzugsgebiet bis zur bayerischen Grenze summierte sich auf 977 mm und erreichte damit 97 % vom Mittelwert der Reihe 1981-2010

2.2 Niederschläge

Im Niederschlagsmessnetz (Ombrometermessnetz) der Bayerischen Wasserwirtschaft werden zeitlich hoch aufgelöste Daten erfasst. Die Registrierungen der Ombrometerstationen Hammelburg (Abb. 3) und Utting-Achselschwang (Abb. 4) zeigen exemplarisch die Niederschlagsverhältnisse im Jahr 2013.

Im Folgenden werden die Niederschlagsverhältnisse des Jahres 2013 monatsweise erläutert und außergewöhnliche Ereignisse näher beschrieben.

Der Januar war in Nordbayern im langjährigen Vergleich etwas zu trocken und vielerorts blieben 11 Tage niederschlagsfrei. Dagegen wurden in Südbayern verbreitet 25 Niederschlagstage registriert und der Monat fiel dort zu nass aus. Bereits Anfang Januar 2013 verursachte eine Nordwestlage (Frontensysteme Tief „Alfredo“) flächendeckende Niederschläge, die insbesondere in den Staulagen Südostbayerns lang anhielten und ergiebig ausfielen (z.B. Aschau-Stein/Lkr. Rosenheim: 222 mm vom 3. bis 5., Inzell/Lkr. Traunstein: 100 mm am 4.). Da die Schneefallgrenze zwischen 800 und 1200 m lag, gingen die Niederschläge verbreitet als Regen nieder und verursachten eine Hochwasserlage im Inngbiet sowie in den östlichen Landesteilen. Ab dem 11. wurden Großwetterlagen mit überwiegend nördlicher Grundströmung wetterwirksam. Hierdurch gelangten kältere Luftmassen nach Bayern, Schneefälle setzten ein, ganz Bayern bekam eine Schneebedeckung. Vielerorts wurden am 18. die höchsten Schneehöhen des Monats registriert (z.B. Schneehöhen am 18.: München: 19 cm, Nürnberg: 8 cm). Vom 27. bis 31. lenkte eine Westlage milde Luftmassen nach Bayern und die eingelagerten Tiefausläufer brachten zeitweise starke Regenfälle. Der Niederschlagsschwerpunkt lag in den ostbayerischen Staulagen. Am 29. wurden Tagesniederschläge über 30 mm verzeichnet (z.B. Lindberg-Buchenau/Lkr. Regen: 46 mm am 29.). Durch die Regenfälle und das starke Tauwetter entstand vor allem im Bereich nördlich der Donau eine Hochwasserlage. Ab dem 30. gab es in den tieferen Lagen keine Schneebedeckung mehr. Insgesamt wurden im Januar in den tieferen Lagen 13 Schneetage (z.B. Nürnberg) bis 20 Schneetage (z.B. Passau) registriert.

In der ersten Februardekade war es sehr niederschlagsreich, wobei die stärksten Niederschläge bei einer Westlage am 1. Februar in Südbayern fielen (z.B. Oberstaufen/Lkr. Oberallgäu: 45 mm am 1.). Die Hochwasserlage des Vormonats hielt im nördlichen Bayern zunächst an, wobei ab dem 6. ein umfangreiches Tiefdrucksystem über Mitteleuropa Polarluft und Schneefälle nach Bayern lenkte und die Hochwassersituation beruhigte. Nach ruhigem, niederschlagsarmen Hochdruckwetter im zweiten

Monatsdrittel sorgte ein Höhentief vom 19. bis zum 26. für weitere Schneefälle. In dieser Zeit wurden auch die höchsten Schneehöhen des Monats gemessen (z.B. Schneehöhe München: 19 cm am 20., Nürnberg: 15 cm am 25.). Zum Monatsende lenkte ein Hoch bei den britischen Inseln mildere Luft nach Bayern, zeitweise gab es leichte Regenfälle, wobei weite Teile Bayerns schneebedeckt blieben (Ausnahme westliches Donauvorland). Die Monatszahl der Schneetage in den tieferen Lagen reichte von 11 (z.B. Würzburg) bis 26 (z.B. Passau). Im langjährigen Vergleich blieb der Februar in Nordbayern etwas zu trocken und südlich der Donau war es zu nass.

Bis zum 7. März blieb es bei Hochdruckeinfluss weitgehend niederschlagsfrei und die Schneeschmelze setzte ein. Am 9. fand sich nur noch in den Mittelgebirgslagen sowie im Bereich der Alpen Schnee. Anschließend etablierte sich eine zonale Luftmassengrenze und auf der kalten Seite, im nördlichen Franken, und in den höheren Lagen Südbayerns fielen die Niederschläge als Schnee (12.). Weitere flächendeckende Niederschläge, die insbesondere in Oberfranken als Schnee fielen, wurden am 18. verzeichnet, als in einer südlichen Strömung milde Luftmassen auf die kalte osteuropäische Luft trafen. Vom 21. bis zum Monatsende sorgte ein Hoch über dem Nordmeer in Teilen Nordbayerns für eine 11-tägige Trockenperiode. In Südbayern verursachten Tiefausläufer am 26. leichte Schneefälle. Im März traten keine Starkniederschläge auf. Im langjährigen Vergleich blieb der Monat zu trocken (Nordbayern: deutlich zu trocken). Die Anzahl der Schneetage summierte sich in den tieferen Lagen auf 5 (z.B. Würzburg) bis 12 (z.B. Passau). Die größte Schneehöhe wurde in weiten Teilen Bayerns zu Beginn des Monats registriert (z.B. München: 12 cm am 1. März), in Unterfranken am 13. (z.B. Würzburg: 8 cm am 13.). Am 31. März gab es in Teilen Südbayerns „weiße Ostern“ (München: 2 cm).

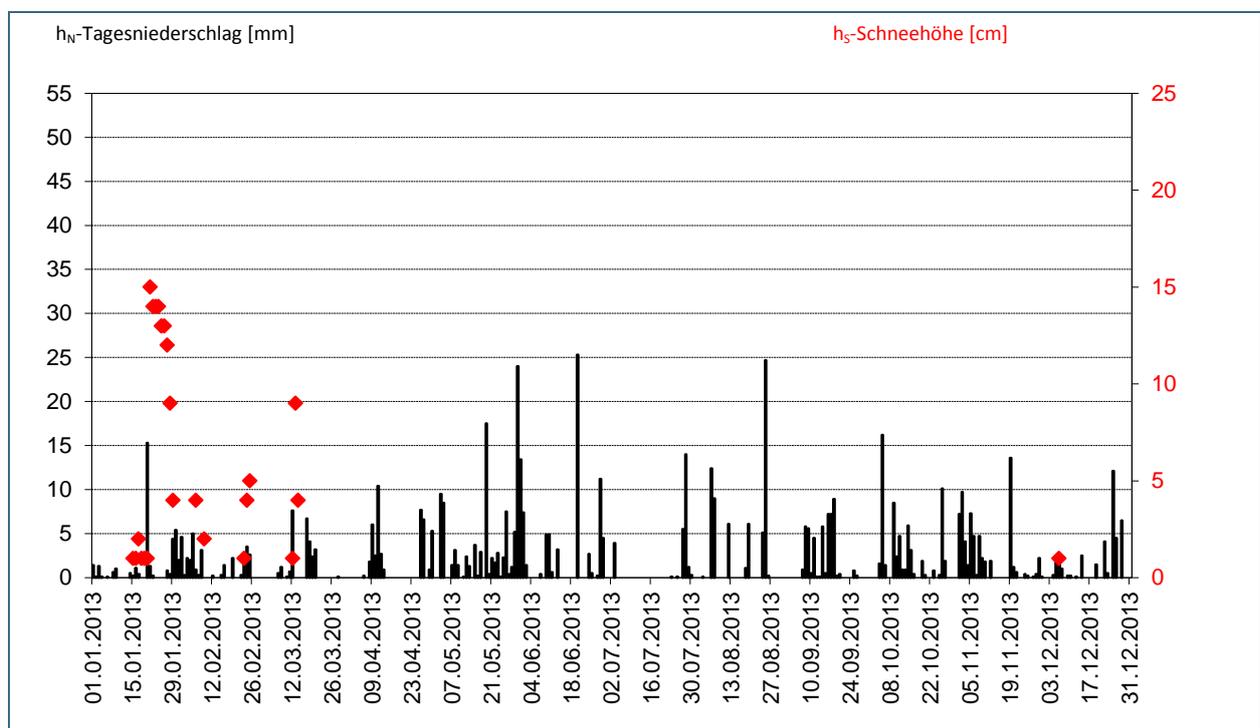


Abb. 3: Niederschläge h_N und Schneehöhen h_S der Ombrometerstation Hammelburg

Die ersten 7 Tage des April blieben weitgehend niederschlagsfrei. In den höheren Lagen Nord- und Südbayern lag noch etwas Schnee (z.B. Helmbrechts/Lkr. Hof: 9 cm am 8., Bernbeuren-Prachtsried/Lkr. Weilheim-Schongau: 3 cm am 8.). Anschließend lenkte eine Westlage in rascher Folge Tiefausläufer und milde Meeresluft nach Bayern. Am 9. und 11. kam es zu flächendeckenden Regenfällen, Tauwetter setzte ein und im nördlichen Franken kam es stellenweise zu kleineren Ausfrierungen. In der Folge war dann nur noch in den Hochlagen der Alpen und des Bayerischen Waldes eine Schneebedeckung zu finden. Am 19. verursachten Ausläufer eines Italientiefs Starkregenfälle in Schwaben (z.B. Mering/Lkr. Aichach-Friedberg: 26 mm am 19.), in Alpennähe und im Bayerischen Wald fiel Schnee (z.B. Griesen/Lkr. Garmisch-Partenkirchen: 2 cm). Anschließend dominierte Hochdruckeinfluss, in Teilen Südostbayerns wurde bis zum Monatsende eine 11-tägige Trockenperiode registriert. In den übrigen Landesteilen wurde ein westeuropäisches Tiefdrucksystem wetterwirksam und verursachte gewittrige Regenfälle (z.B. Landshut: 30 mm am 27.), im Raum München-Landshut auch mit Hagel. Insgesamt blieb der April im langjährigen Vergleich sowohl in Nord- als auch in Südbayern zu trocken, die Zahl der Schneetage in den tieferen Lagen variierte zwischen 0 (z.B. München) bis 9 (z.B. Helmbrechts).

Im Mai dominierten Tiefdruckgebiete mit häufigen Stark- und Dauerniederschlägen das Wettergeschehen. Die Folge war eine kühle, nasse und meist stark bewölkte Witterung. Bei 18 bis 25 Niederschlagstagen blieb der Monat im langjährigen Vergleich deutlich zu nass, in Nordbayern sogar **markant zu nass**. Vom 1. bis 8. lag eine Hochdruckbrücke über Mitteleuropa, die immer wieder von Tiefausläufern durchbrochen wurde, wobei der Niederschlag nur einzelne Landesteile erfasste. Örtlich traten jedoch Starkniederschläge auf (z.B. Inzell/Lkr. Traunstein: 42 mm am 2., Oberstaufen-Thalkirchdorf/Lkr. Oberallgäu: 46 mm am 3., Plech/Lkr. Bayreuth: 59 mm am 7.). Die anschließende Westwetterlage (9. bis 14.) lenkte Tiefdruckgebiete nach Bayern, die von einem umfangreichen Hoch über Osteuropa nach Norden abgelenkt wurden. Dies führte zu flächenhaften Überregnungen. Am 9. lag er Niederschlagsschwerpunkt in einem Streifen von Mittelfranken bis zum Alpenvorland (z.B. Attenkam/Lkr. Bad Tölz-Wolfratshausen: 29 mm am 9.), am 10. alpennah in Südbayern (z.B. Samerberg-Geisenkam/Lkr. Rosenheim: 40 mm am 10.). Ab Mitte Mai etablierte sich über Westeuropa eine Troglage, die kühle Luft aus Norden nach Bayern lenkte. Diese meridionale Zirkulationsform führte zu einer scharf ausgeprägten Luftmassengrenze, die kühle Meeresluft in Westeuropa von subtropischer Warmluft in Osteuropa trennte. Entlang dieser Frontalzone kam es immer wieder zu ergiebigen Regenfällen. So lag der Niederschlagsschwerpunkt am 17. über den ostbayerischen Landesteilen (z.B. Selb/Lkr. Wunsiedel i. Fichtelgebirge: 42 mm am 17.), am 19. im nördlichen Franken (z.B. Teuschnitz-Wickendorf/Lkr. Kronach: 37 mm am 19.). Der Trog über Westeuropa verlagerte sich nach Mitteleuropa und wurde das Steuerungszentrum für das Wettergeschehen. Auf der Trogvorderseite, im Raum Osteuropa, entstanden immer wieder Bodentiefdruckgebiete, die sich mit der Warmluft aus dem Mittelmeerraum intensivierten und west- bis südwestwärts zogen. Vom 26. bis 27. verlagerte sich das Bodentief „Christopher“ von Polen nach Brandenburg. Dabei wurde feucht-warme Luft aus dem Ostseeraum gegen den Uhrzeigersinn, von Norden her, über die in Bayern liegende kalte Luft geschoben. Nördlich der Donau wurden starke Regenfälle mit Niederschlagshöhen über 40 mm registriert (in den Hochlagen der Alpen und des Bayerischen Waldes fiel Schnee). Der Niederschlagsschwerpunkt lag im oberen Maingebiet, im Gebiet der Regnitz sowie im Bereich Oberpfälzer Wald und Bayerischer Wald. Sehr hohe Tagesniederschläge wurden am 26. zum Beispiel in

Ebrach/Lkr. Bamberg mit 60 mm, in Lauf-Pegnitz/Lkr. Nürnberger Land mit 39 mm und in St. Engimar/Lkr. Straubing-Bogen mit 97 mm gemessen. Letztere Tagessumme wird im Mittel nur alle 100 Jahre erreicht oder übertroffen (Jährlichkeit 100 a). Dieses Niederschlagsgeschehen löste in Nordbayern ein Hochwasser aus. Ab dem 30. Mai setzte ergiebiger Dauerregen ein, der durch das über dem östlichen Mitteleuropa liegende Bodentief „Frederick“ verursacht wurde. Am 30. lag der Niederschlagsschwerpunkt über Mittelfranken (z.B. Colmberg-Binzangen/Lkr. Ansbach: 43 mm) und dem Chiemgau (z.B. Aschau-Stein/Lkr. Rosenheim: 71 mm). Am 31. wurden die höchsten Niederschlagssummen im Isarwinkel, im Oberallgäu sowie im Chiemgau registriert (z.B. Jachenau-Tannern/Lkr. Bad Tölz Wolfratshausen: 73 mm und Balderschwang/Lkr. Oberallgäu: 67 mm am 31.). Nun begann auch in Südbayern eine Hochwasserlage.

Anfang Juni hielten sich zunächst noch die zentralen Tiefdruckgebiete über Mitteleuropa. Die Tiefdruckgebiete „Frederik“ und „Günther“ lenkten wasserreiche Luftmassen aus dem Mittelmeerraum aus nordöstlichen bis nördlichen Richtungen nach Bayern. Bis zum 2. hielten die starken Dauerregenfälle an. Die Schneefallgrenze lag am 1. und 2. Juni zwischen 1700 und 2000 m. Bei 5 Niederschlagsstationen wurden Summen von über 300 mm im 4-Tageszeitraum (30.05. bis 02.06.2013) beobachtet. Die Niederschlagsschwerpunkte lagen im Tegernseer Land, im Chiemgau, im Berchtesgadener Land und im Hallein (Land Salzburg). Für Aschau-Stein/Lkr. Rosenheim betrug die maximale 96-Stundensumme 406 mm (Jährlichkeit im Mittel 500 a oder seltener), bei der Station Herrenchiemsee wurden in 96 Stunden 224 mm (Jährlichkeit 50 bis 100 a) registriert. Im Vergleich hierzu wies eine herausragende nordbayerische Niederschlagsstation (Pegnitz/Lkr. Bayreuth) 129 mm in 96 Stunden auf (Jährlichkeit ca. 100 a oder seltener). Am 3. Juni wurde Hoch „Sabine“ von Westen her zunehmend wetterwirksam, in den östlichen Landesteilen ließ der Dauerregen langsam nach, jedoch hielt die Hochwasserlage weiter an. Anschließend verlagerte sich das Hoch in Richtung Nordmeer wodurch eine Wetterberuhigung einsetzte, die am 9./10. durch ein von Südwesten her durchziehendes Tief „Ira“ unterbrochen wurde. Der Niederschlagsschwerpunkt lag dabei in Schwaben (z.B. Zweitagesniederschläge vom 9. bis 10.: Balderschwang/Lkr. Oberallgäu: 112 mm, Zusmarshausen/Lkr. Augsburg: 92 mm). Vom 14. bis 21. lag Bayern in einer südwestlichen Strömung und warme sowie labile geschichtete Luftmassen gelangten nach Bayern. Am 20. überquerte eine Kaltfront von Südwesten her Bayern, die stärksten Niederschläge wurden in einem Streifen von Schwaben bis nach Oberfranken gemessen (z.B. Pegnitz/Lkr. Bayreuth: 68,5 am 20.). Anschließend wurde ein ausge dehntes Tiefdrucksystem über Mitteleuropa wetterwirksam und sorgte zeitweise für ergiebige Regenfälle, wobei der Niederschlagsschwerpunkt über Südostbayern lag (z.B. Dreitagesniederschlag vom 23. bis 25.: Aschau-Stein/Lkr. Rosenheim: 117 mm und Berchtesgaden-Jenner/Lkr. Berchtesgadener Land: 95 mm). Durch die häufigen Starkniederschläge und die gebietsweise 13 bis 23 Niederschlagstage fiel der Juni im statistischen Vergleich bayernweit zu nass aus.

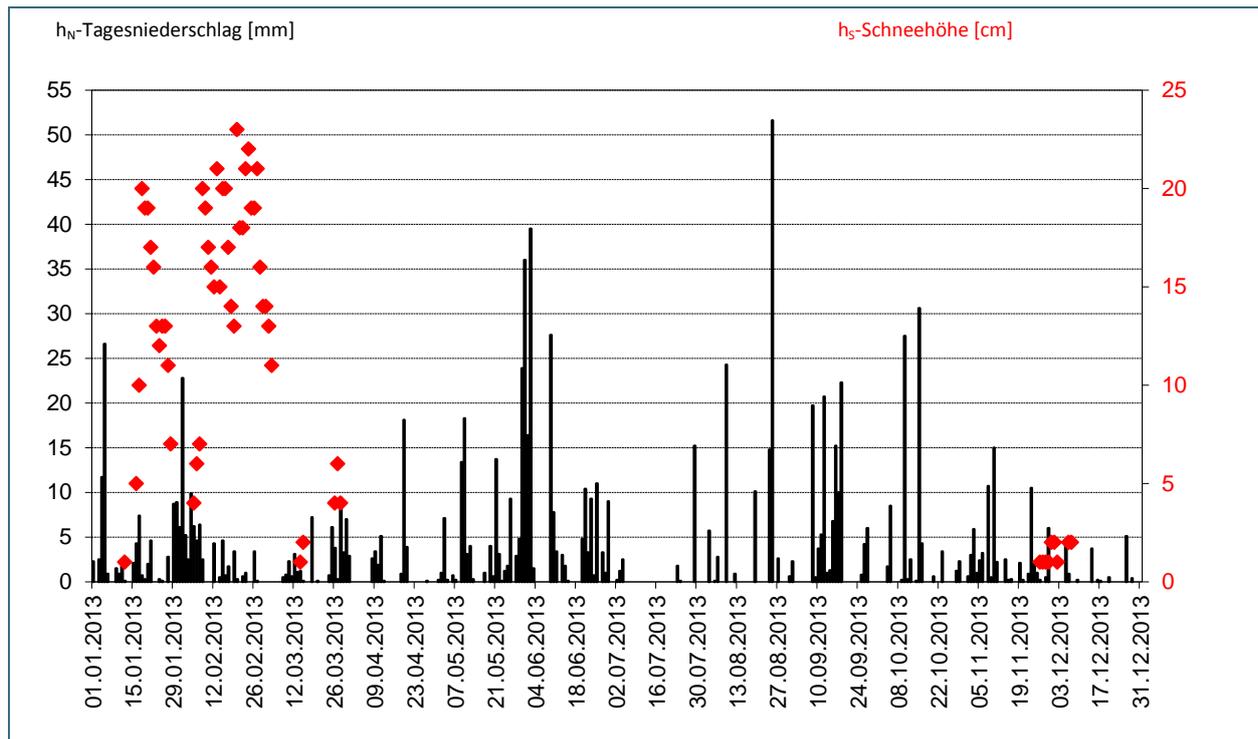


Abb. 4: Niederschläge h_N und Schneehöhen h_S der Ombrometerstation Utting-Achselschwang

Bis zum 3. Juli blieb Bayern unter schwachem Tiefdruckeinfluss, wobei nur in Alpennähe ganz vereinzelt gewittrige Starkregenfälle auftraten (z.B. Ettal/Lkr. Garmisch-Partenkirchen : 35 mm am 2.). Anschließend dominierte trockenes Hochdruckwetter, zeitweise als stabile Omegalage, wodurch eine verbreitete 20 Tage andauernde Trockenperiode entstand. Vom 24. bis 26. verursachten Hitzetiefs örtlich stärkere, konvektive Regenfälle (z.B. Maßbach/Lkr. Bad Kissingen: 59 mm am 24., Oberaurach-Fatschenbrunn/Lkr. Haßberge: 41 mm am 25.). Eine Südlage lenkte vom 27. bis 29. schwül heiße Luft nach Bayern, es entstanden unwetterartige Gewitter. Am 28. lag der Niederschlagsschwerpunkt in Nordbayern (z.B. Wassertrüdingen/Lkr. Ansbach: 49 mm am 28.), während am 29. nahezu flächendeckende Regenfälle fielen (z.B. Helmbrechts/Lkr. Hof: 33 mm am 29., Oberstaufen-Thalkirchdorf/Lkr. Oberallgäu: 28 mm am 29.). Die Niederschlagsmengen der Westlage zum Monatsende waren eher gering. Durch die langen Hitze- und Trockenperioden blieb der Juli im Vergleich zum langjährigen Mittel deutlich zu trocken. In Südbayern war es sogar **markant zu trocken**. An einzelnen Stationen wurden sogar nur 10 % des langjährigen Mittels erreicht.

Anfang August gelangte sehr warme und feuchte Luft aus Südwesten nach Bayern. Die Niederschlagstätigkeit war sehr stark konvektiv geprägt und erreichte meist keine bayernweite Überdeckung. Örtlich kam es zu heftigen Gewittern, starken Regenschauern (z.B. Schlüsselfeld/Lkr. Neustadt a. d. Aisch-Bad Windsheim : 52 mm am 3., Selb/Lkr. Wunsiedel i. Fichtelgebirge: 48 mm am 6., Feldkirchen-Westerham/Lkr. Rosenheim: 49 mm am 6., Lindberg-Buchenau/Lkr. Regen: 74 mm am 9.) und Hagelschlag. Vom 10. bis 23. wurde eine Westlage und eine Hochdruckbrücke über Mitteleuropa wetterbestimmend. Stärkere flächendeckende, konvektiv geprägte Niederschläge fielen dabei nur am 19., als die Hochdruckbrücke von einem Tiefausläufer durchbrochen wurde. Die höchsten Regenmengen wurden dabei an den Alpen registriert (z.B. Marktschellenberg/Lkr. Berchtesgä-

dener Land: 47 mm am 19., Oberstaufen-Thalkirchdorf/Lkr. Oberallgäu: 33 mm am 19.). Vom 24. bis zum Monatsende gelangten einzelne Tiefausläufer aus nordöstlichen und nordwestlichen Richtung nach Bayern. Besonders niederschlagsintensiv fiel dabei die Tiefdruckpassage von Tief „Joseph“ aus. Am 24. lag der Niederschlagsschwerpunkt in Südbayern (z.B. Gilching/Lkr. Starnberg: 47 mm am 24.), am 25. in Nordbayern mit den stärksten Regenfällen in Unterfranken (z.B. Schwarzach/Lkr. Kitzingen: 58 mm). Insgesamt war der August im langjährigen Vergleich südlich der Donau zu trocken. In Nordbayern wurde der langjährige Mittelwert nur knapp überschritten.

In den ersten 7 Septembertagen waren Hochdrucklagen vorherrschend und bei spätsommerlich warmer Witterung blieb es weitgehend niederschlagsfrei. Vom 8. bis zum 20. verlagerte sich ein ausgedehntes Tiefdrucksystem von West- nach Mitteleuropa. Immer wieder kam es im Bereich von Tiefausläufern zu frontalen Niederschlägen. Bei der Passage des Tiefs „Obama“ am 8. traten bayernweit flächendeckende Regenfälle auf, wobei die Niederschlagsschwerpunkte in Oberfranken (z.B. Rodach/Lkr. Coburg: 58 mm am 8.) und Schwaben (z.B. Wertingen/Lkr. Dillingen an der Donau: 43 mm am 8.) lagen. Am 12. fiel an den Alpen Dauerregen und im Bereich Oberallgäu bis Miesbach wurden die stärksten Niederschläge gemessen (z.B. Oberstaufen-Thalkirchdorf/Lkr. Oberallgäu: 71 mm und Kochel/Lkr. Bad Tölz-Wolfratshausen: 48 mm am 12.). Bereits am 16., beim Durchzug von Tief „Roland“, gab es wieder flächendeckende Regenfälle, die in den Regionen Oberallgäu, Chiemgau und Berchtesgadener Land besonders stark ausfielen (z.B. Oberstaufen-Thalkirchdorf/Lkr. Oberallgäu: 42 mm am 16.). Nach dieser Vorsättigung der Böden löste das Niederschlagsgeschehen des nachfolgenden Tiefs „Schorsch“ Hochwasser bei einzelnen Fließgewässern nördlich der Donau und an der Donau selbst aus. Bei dieser bayernweiten Überregnung am 18. lagen die Niederschlagsschwerpunkte in Oberfranken (z.B. Gößweinstein/Lkr. Forchheim: 37 mm) und an den Alpen (z.B. Inzell/Lkr. Traunstein: 63 mm). Im letzten Monatsdrittel sorgte ein atlantischer Hochdruckkeil und Hochdruckgebiete über dem Nordmeer für eine niederschlagsarme Witterung. In Nordbayern wurde sogar eine 11-tägige Trockenperiode beobachtet. Bei 13 bis 19 Niederschlagstagen (örtlich 13 aufeinanderfolgende Niederschlagstage) fiel der September im langjährigen Vergleich (Mittel 1981 bis 2010) bayernweit zu nass aus.

Anfang Oktober dominierte ruhiges, weitgehend niederschlagsfreies Hochdruckwetter. Am 5. lag eine Tiefdruckrinne über dem westlichen Bayern, unterbrach eine Hochdruckbrücke und brachte insbesondere Unterfranken Starkniederschläge (z.B. Großostheim/Lkr. Aschaffenburg: 26 mm am 5.). Vom 10. bis 15. blieb ein Tiefdruckgebiet über Mitteleuropa relativ ortsfest, es kam immer wieder zu frontalen Niederschlägen. Am 10. gelangte subpolare Luft nach Bayern, es kam zu flächendeckenden Niederschlägen, wobei der Niederschlagsschwerpunkt im Isarwinkel lag (z.B. Lenggries-Syldenstein-speicher/Lkr. Bad Tölz-Wolfratshausen: 60 mm am 10.). Die Schneefallgrenze sank auf ca. 700 m (**1. Schneefall** des Winters in den tieferen Lagen). Die starken Nassschneefälle ließen die noch belaubten Bäume umstürzen und führten zu starken Verkehrsbeeinträchtigungen - die Kinder im Lkr. Garmisch Partenkirchen bekamen schulfrei (z.B. Schneehöhe Mittenwald: 42 cm am 11.). Flächendeckende, frontale Regenfälle folgten am 15., wobei die Starkniederschläge vor allem im Ober- und Ostallgäu auftraten (z.B. Marktoberdorf-Sulzschneid/Lkr. Ostallgäu: 41 mm am 15.). Die Großwetterlagen der zweiten Monatshälfte (Nordwest, Südwest- und Westwetterlagen) waren niederschlagsarm und lenkten eher warme Luftmassen nach Bayern. In den tieferen Lagen betrug die

Zahl der Schneetage im Oktober zwischen 0 bis 4 (z.B. Hof). Insgesamt war der Monat in Südbayern vergleichsweise zu nass und in Nordbayern zu trocken.

Die erste Novemberdekade war sehr regenreich, da in einer westlichen bis südwestlichen Strömung immer wieder Tiefausläufer nach Bayern gelangten und sich zeitweise auch ausgedehnte Tiefdrucksysteme etablierten. Am 6. traten flächendeckende Regenfälle und Starkniederschläge auf, wobei der Niederschlagsschwerpunkt an den Alpen lag (z.B. Oberstdorf-Rohrmoos/Lkr. Oberallgäu: 45 mm am 6.). Vom 12. bis 18. dominierte eine Hochdruckbrücke mit ruhigem, teils neblig-trübem Herbstwetter, die zeitweise durch schwache frontale Niederschläge unterbrochen wurde. Im letzten Monatsdrittel gelangte kalte Polarluft nach Bayern, in den höheren Lagen der Alpen und Mittelgebirge fiel zeitweise Schnee. Am 23. und 24. erstreckte sich ein ausgedehntes Tiefdrucksystem über Mitteleuropa, südlich der Donau kam es zu kräftigen Niederschlägen, wobei der Niederschlagsschwerpunkt im Oberland (z.B. Miesbach: 43 mm in 2 Tagen) und in der Region Südostbayern (z.B. Ruhpolding/Lkr. Traunstein: 65 mm in 2 Tagen) lag. In den höheren Lagen des Alpenvorlands fiel Schnee. Eine Nordwestlage am Monatsende brachte den Staulagen weitere Schneefälle. Insgesamt gab es in den tieferen Lagen im November ein (z.B. München) bis vier (z.B. Hof) Schneetage bei geringen Schneehöhen (z.B. Schneehöhe Passau: 4 cm am 30.). Im statistischen Vergleich war der November bayernweit zu nass.

Im Dezember traten keine Starkniederschläge auf und es gab nur wenige Niederschlagstage (z.B. Augsburg 6 und Hof 16 Tage). Dadurch fiel der Monat im langjährigen Vergleich deutlich zu trocken aus. In **Südbayern** war es sogar **markant zu trocken**, da weniger als 25 % des Mittelwertes registriert wurden. Ausläufer des Orkantiefs „Xaver“ brachten am 5./6. geringe, flächendeckende Niederschläge, die verbreitet als Schnee fielen (z.B. Schneehöhen am 7.: Würzburg: 2 cm, Passau: 3 cm). Ab dem 10. folgten Hochdruck- und Südwestwetterlagen, die zu einer 12- bis 22-tägigen Trockenperiode führten. Die Südwestströmung zum Monatsende lenkte sehr milde Luft nach Bayern, das Wetter blieb unbeständig und zeitweise kam es zu schwachen Regenfällen. Bei frühlingshaft warmem Wetter gab es in weiten Teilen Bayerns „grüne Weihnachtsfeiertage“. In den tieferen Lagen wurden im Dezember nur 0 bis 4 Schneetage (Würzburg: 1, Passau: 4) registriert.

Der Gebietsniederschlag für Bayern lag im Jahr 2013 etwas unter dem langjährigen Mittel (1961/90), bei den Stationen fiel die Bilanz regional unterschiedlich aus (Abb. 5).

Weitere Niederschlagsdaten finden Sie im Internet unter:

<http://www.hnd.bayern.de>

<http://www.nid.bayern.de>

<http://www.gkd.bayern.de>

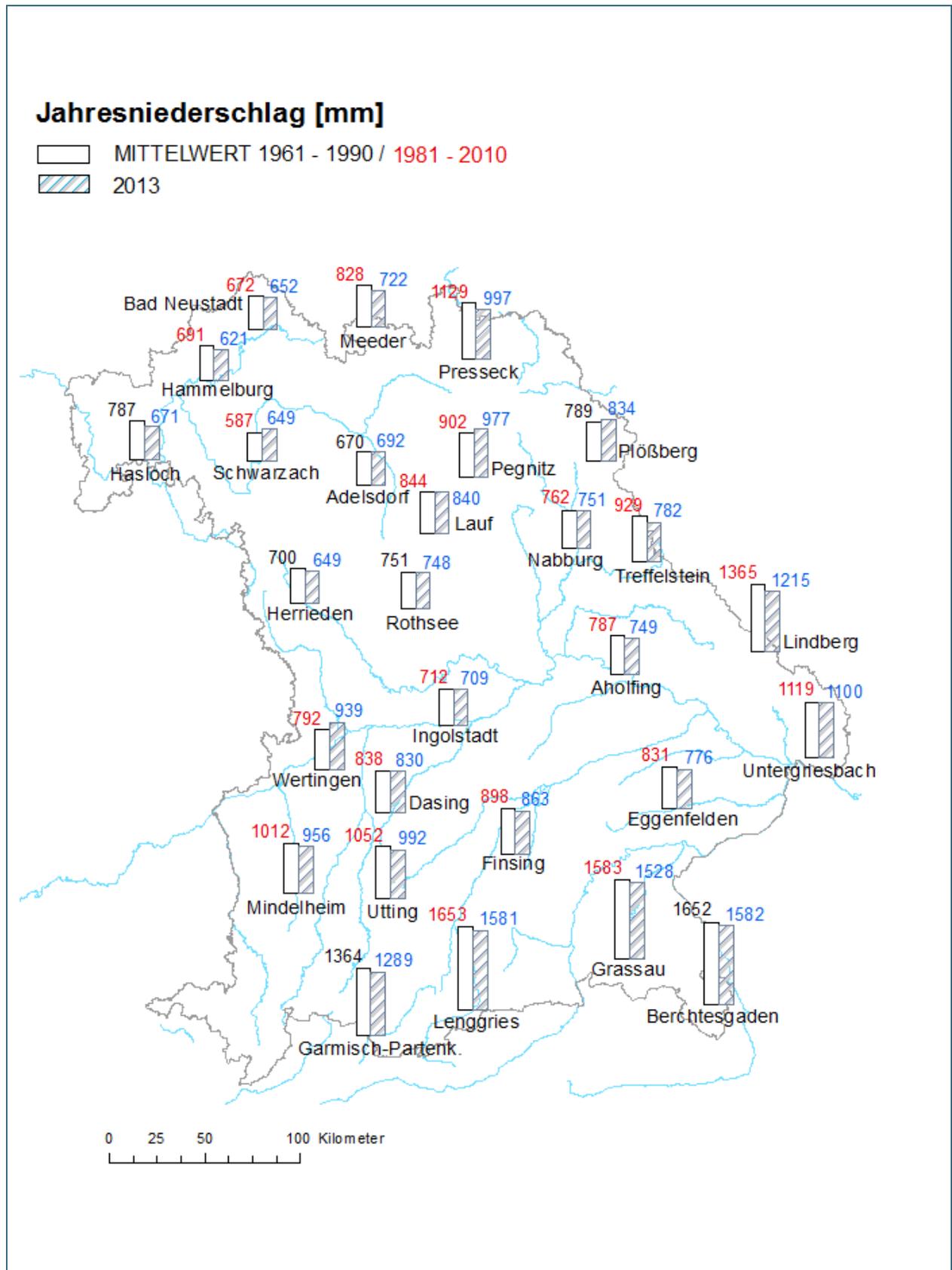


Abb. 5: Jahresniederschläge ausgewählter Ombrometerstationen

3 Fließgewässer und Seen

3.1 Abflüsse von Fließgewässern

Wasserstand und Abfluss sind die wichtigsten Parameter in der quantitativen Hydrologie. Sie sind nicht nur unverzichtbare Grundlage für sämtliche Planungsleistungen in der Wasserwirtschaft, sondern werden von einer Vielzahl von Kunden aus den unterschiedlichsten Bereichen nachgefragt.

Die aktuellen Daten werden deshalb auf den Internetseiten des Hochwassernachrichtendienstes (www.hnd.bayern.de) und des Niedrigwasserinformationsdienstes (www.nid.bayern.de) zur Verfügung gestellt. Daten der Vergangenheit stehen seit kurzem zum Download auf den Internetseiten des Gewässerkundlichen Dienstes (www.gkd.bayern.de) bereit.

Wasserstand und Abfluss werden in Bayern derzeit an rund 560 Pegeln gemessen.

3.1.1 Nordbayern

In Nordbayern lässt sich das Abflussgeschehen in 2 Bereiche einteilen: die erste Jahreshälfte war deutlich zu nass, so dass hier die Abflüsse durchgehend über dem langjährigen mittleren Abfluss lagen, dagegen war die zweite Jahreshälfte eher zu trocken. Gerade die Sommermonate bis teilweise in den Oktober hinein, unterschritten den langjährigen Mittelwert deutlich. Für Entspannung sorgten dann der November und Dezember. Milde Temperaturen und Regen führten umgehend zu einem Wiederanstieg der Abflüsse, so dass sich das Jahr 2013 mit einem deutlichen Plus in der Abflussbilanz verabschiedete.

Außergewöhnlich niedrige oder hohe Abflüsse mit neuen Extremwerten wurden jedoch nicht gemessen. Das Hochwasser Ende Mai / Anfang Juni sorgte zwar für zahlreiche Überschwemmungen, Rekorde – wie im Süden – wurden aber nicht gebrochen (siehe Kap. 3.3).

Die mittleren Jahresabflüsse lagen in 2013 im Main-Einzugsgebiet insgesamt über dem langjährigen Mittel. Besonders hervorzuheben sind die abflussreichen Monate Mai und Juni. Die tatsächlichen Abflüsse lagen oftmals bis zum 3-fachen über dem langjährigen Mittelwert.

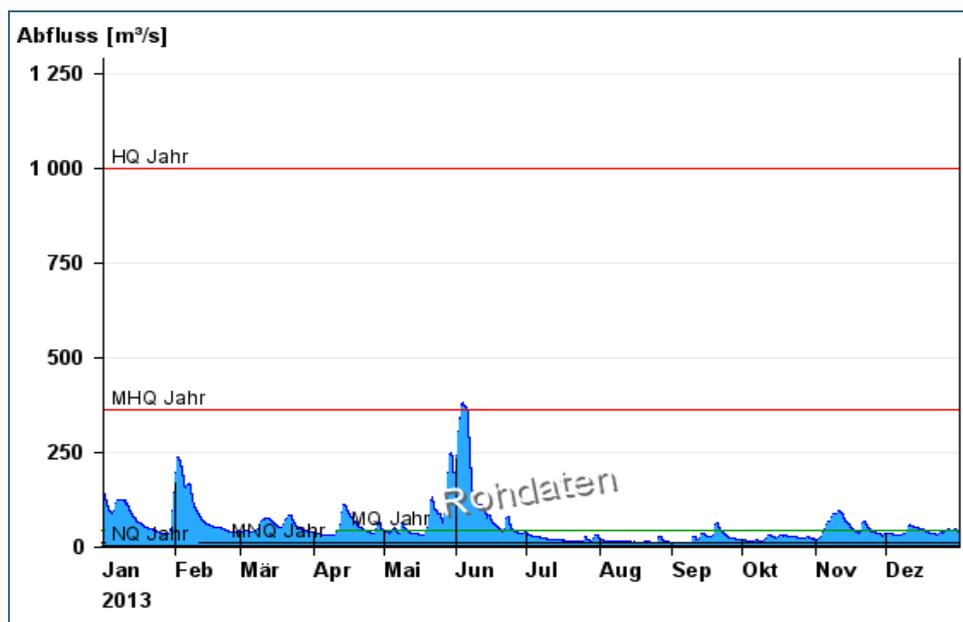


Abb. 6:
Abflussentwicklung Kemmern / Main im Berichtsjahr 2013

Am Pegel Kemmern / Main, der stellvertretend für Nordbayern in der Abb. 6 und Abb. 7 dargestellt ist, sind rd. 100 m³/s im Mittel abgeflossen. Das langjährige Mittel liegt bei 28,3 m³/s.

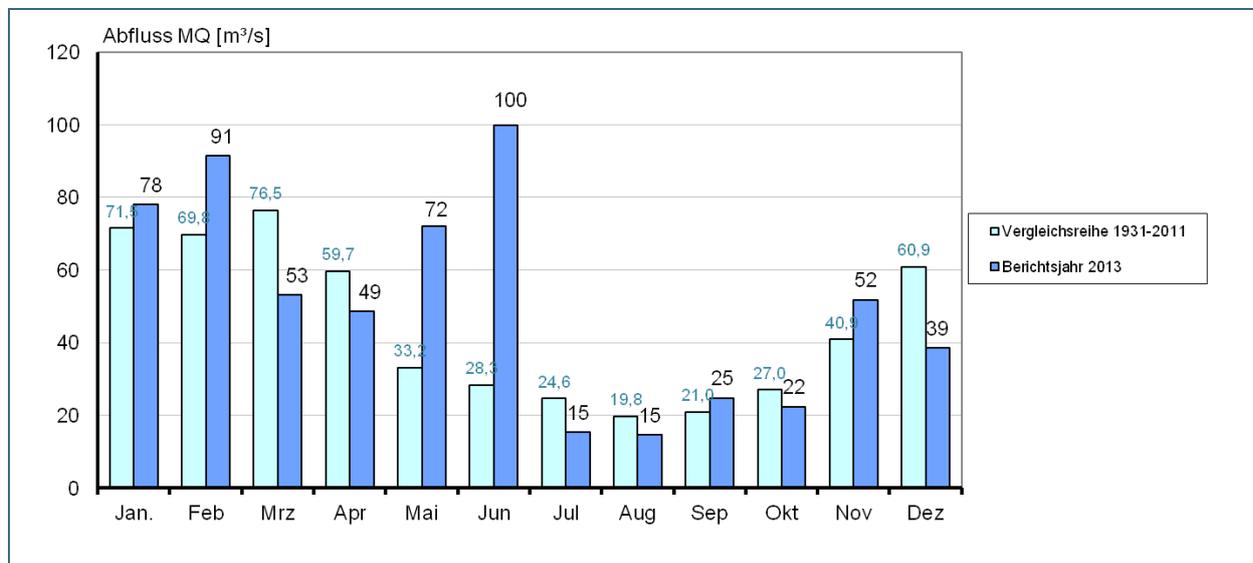


Abb. 7: Abfluss Kemmern / Main – Vergleich des aktuellen und langjährigen Monatsmittelwertes

3.1.2 Südbayern

Die niederschlagsreichen Monate Januar und Februar führten in Verbindung mit Schneeschmelze südlich der Donau dazu, dass die mittleren monatlichen Abflüsse in diesen beiden Monaten deutlich überschritten wurden. An Alz, Mangfall, Traun und Tiroler Achen wurde gleich zu Jahresbeginn ein mittleres Hochwasser (MHQ) registriert. Von März bis Mai wurden im Donauebiet im Durchschnitt mittlere Abflüsse registriert. Erst zum Monatswechsel hin schnellten alle Pegel nach oben – ganz Südbayern meldete Hochwasser mit Rekordwasserständen an Donau, Inn und Mangfall (siehe dazu Kap. 3.3). Die nachfolgenden Monate Juli und August waren dann wieder sehr trocken, so dass die Abflüsse eher im unteren Abflussbereich verharrten. Nur kurze Gewitterphasen sorgten für Entspannung. Der langjährige mittlere Abfluss (MQ) wurde über längere Perioden unterschritten. Ab September stellte sich dann wieder wechselhaftes und regnerisches Wetter ein und sorgte für einen schnellen Wiederanstieg der Abflüsse. Hochwasser wurde aber nicht mehr gemessen. Das Jahr verabschiedete sich dann mit einem sehr trockenen Dezember.

Die Jahressumme der Abflüsse überstieg 2013 das langjährige Mittel deutlich. Hervorzuheben ist auch hier der Juni 2013. Oftmals ist auch hier doppelt soviel Wasser abgeflossen, wie sonst üblich.

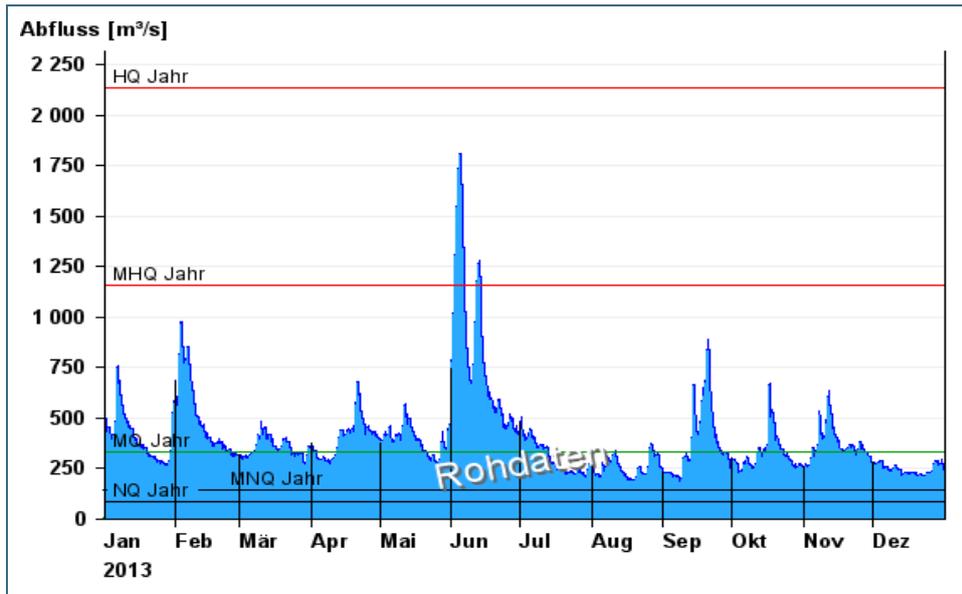


Abb. 8: Abflussentwicklung Kelheim / Donau im Berichtsjahr 2013

Dies gilt auch für den Pegel Kelheim / Donau, der stellvertretend für Südbayern ist und in der Abb. 8 und Abb. 9 dargestellt ist.

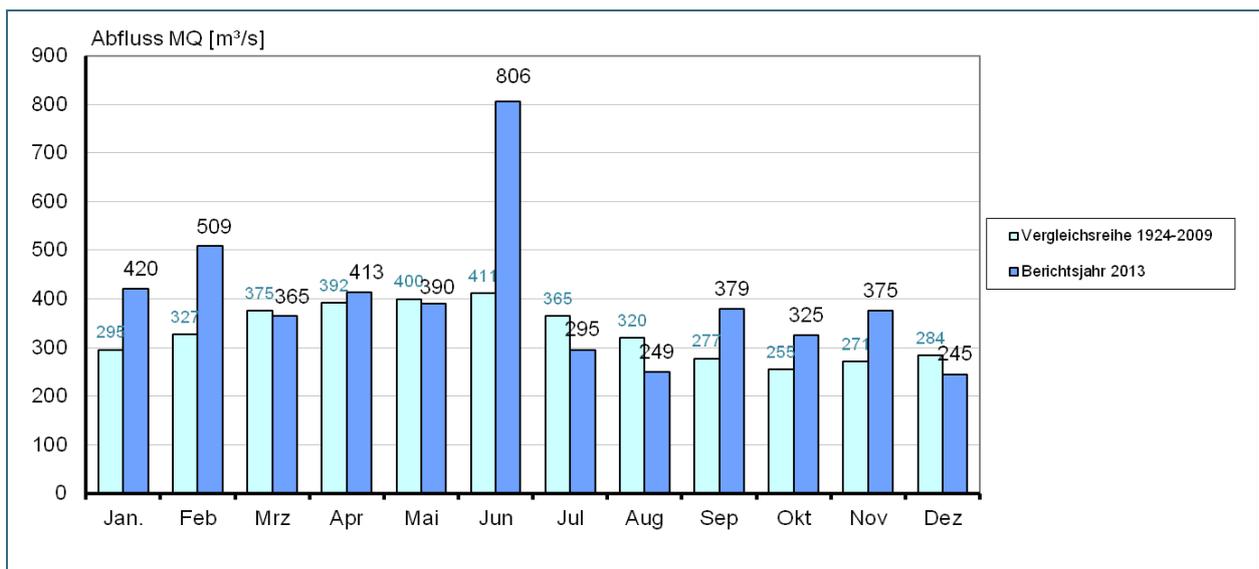


Abb. 9: Abfluss Kelheim / Donau – Vergleich des aktuellen und langjährigen Monatsmittelwertes

3.2 Wasserstände an Seen

Derzeit werden von der bayerischen Wasserwirtschaft für hydrologische Zwecke an 15 Seen kontinuierliche Aufzeichnungen des Wasserstandes durchgeführt. Weiterhin bestehen noch an kleineren Seen Messstellen von örtlichem Interesse.

Im gesamten Jahr 2013 waren die bayerischen Seen gut mit Wasser gefüllt. Schneeschmelze und Niederschläge sorgten von Januar bis Anfang April für Wasserstände deutlich über dem langjährigen Mittel. Erst Ende April sanken die Wasserstände deutlich ab – jedoch nicht von langer Dauer. Bereits im Mai war der mittlere Seewasserstand an allen Seen wieder erreicht. Auch das Hochwasser

ging nicht spurlos vorüber. Die enormen Wassermengen der Tiroler Achen ließen z.B. den Chiemsee innerhalb einer Woche um eineinhalb Meter steigen (Abb. 10):

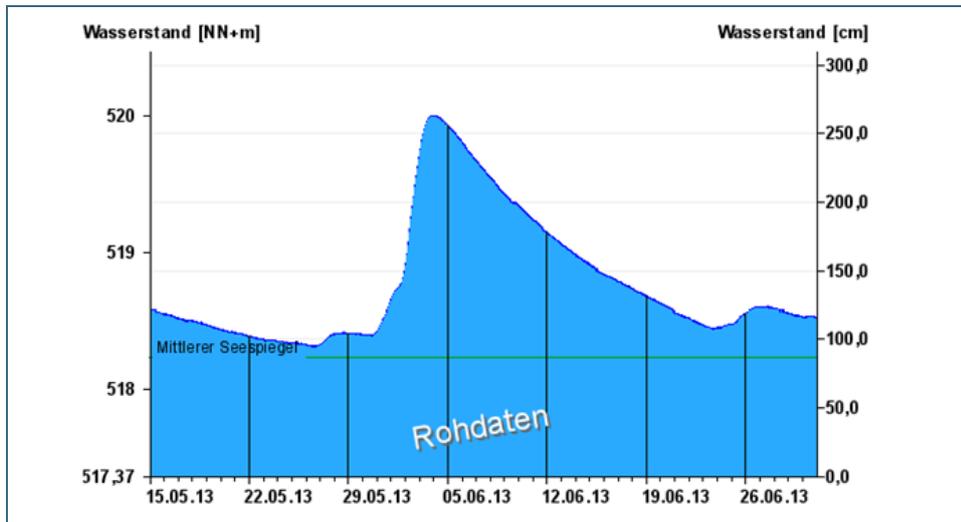


Abb. 10:
Wasserstandsentwicklung
Pegel Stock / Chiemsee
im Mai /Juni 2013

Auch die anderen südbayerischen Seen zeigen ähnliche Sprünge in ihren Wasserständen. Der trockene Juli und August sorgten dann für Entspannung. Mitte August lagen die Wasserstände der Seen meist deutlich unter dem mittleren langjährigen Seewasserspiegel. Der absolute Tiefpunkt der Sommerperiode war erreicht (Abb. 11).

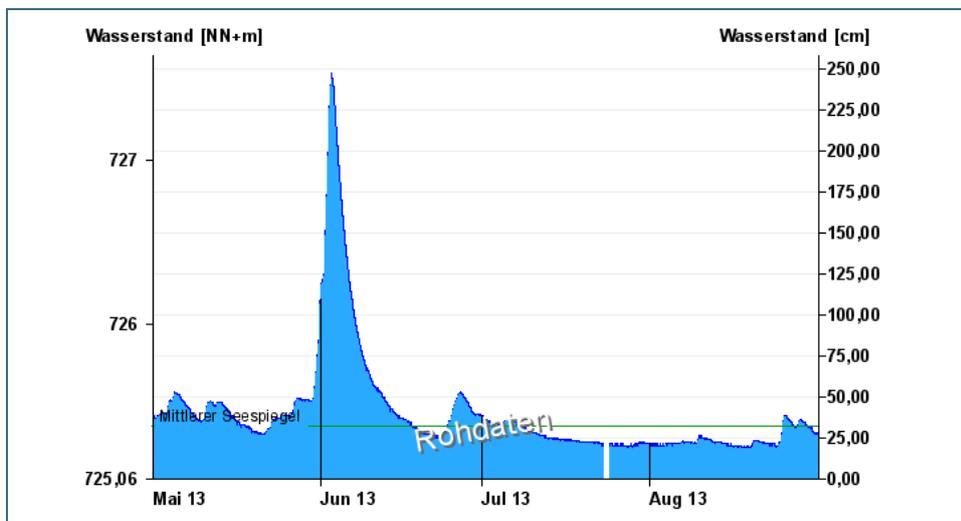


Abb. 11:
Wasserstandsentwicklung
Pegel St. Quirin / Tegern-
see im Mai bis August
2013

Die zunehmende Niederschlagstätigkeit ab Ende August führte insgesamt zu einem Wiederanstieg der Pegel. Einzelne Regenereignisse ließen zwar die Pegel immer wieder mal sprunghaft ansteigen, aber ebenso schnell beruhigte sich die Situation auch wieder. Dieses Auf und Ab der Wasserstände setzte sich bis Ende November fort.

Mit dem viel zu trockenen Dezember wurde dieses Intermezzo unterbrochen. Die Wasserstände sanken stetig ab, bis ein weiterer Tiefpunkt der Wasserstände an den Seen erreicht war. Bis auf den Starnberger See, der auch durch das Grundwasser gespeist wird, waren alle Wasserstände unter den mittleren Seewasserspiegel gesunken.

Stellvertretend für die bayerischen Seen ist in den folgenden Abbildungen der Jahresgang (Abb. 12) und der Vergleich mit den langjährigen Werten (Abb. 13) des Chiemsees am Pegel Stock dargestellt. Es zeigt sich, dass auch hier die mittleren Seenwasserstände über 8 Monate hinweg überschritten wurden. Die Abweichungen sind im Januar und im Juni besonders deutlich.

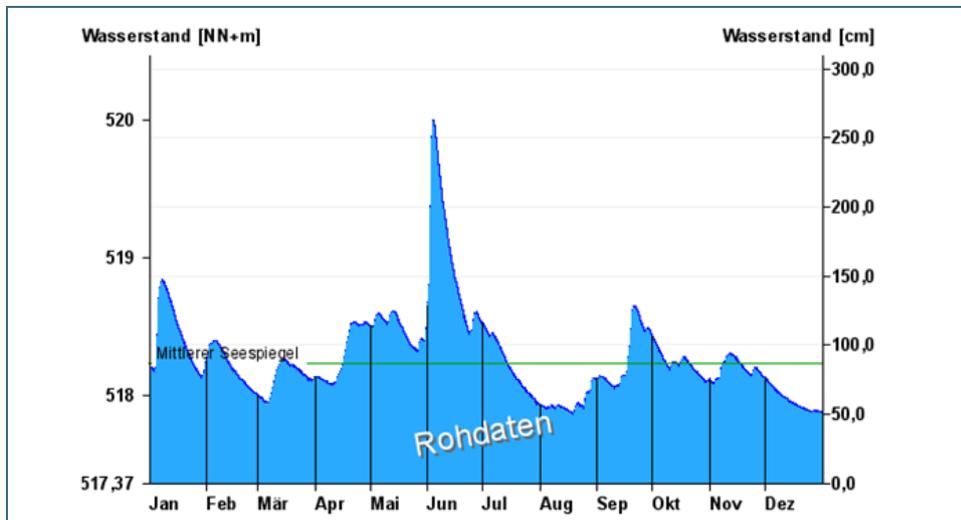


Abb. 12:
Wasserstandsentwicklung
Pegel Stock / Chiemsee im
Berichtsjahr 2013

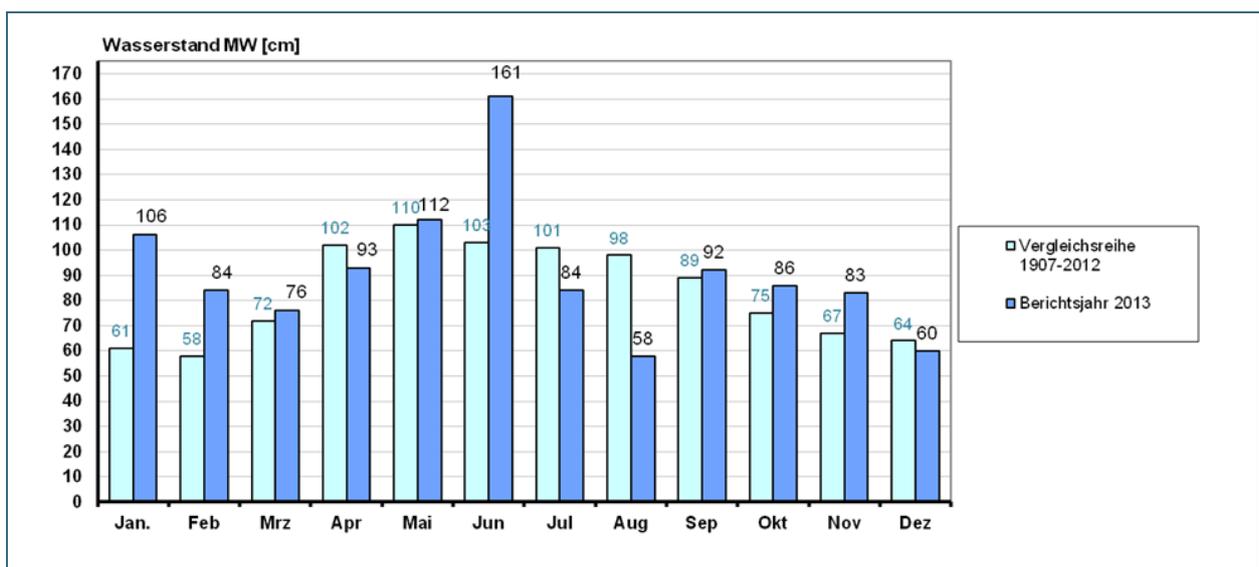


Abb. 13: Wasserstand Pegel Stock / Chiemsee – Vergleich des aktuellen und langjährigen Monatsmittelwertes

3.3 Hochwasser

Das Jahr 2013 wurde vom Junihochwasser dominiert. Das herausragende Ereignis begann Ende Mai, erreichte seinen Höhepunkt Anfang Juni und war in mehrfacher Hinsicht bemerkenswert. Sommerereignisse sind im Maingebiet selten, üblicherweise treten die höchsten Jahresabflüsse im hydrologischen Winterhalbjahr auf. 2013 lief ein Sommerhochwasser ab, das fast das gesamte Einzugsgebiet betraf. Da das Donauegebiet ebenfalls nahezu vollständig betroffen war kam es zu einem bayernweiten Hochwasser. Dabei traten in Südbayern zum Teil außerordentliche Wasserstände und Abflüsse mit Jährlichkeiten von über 100 Jahren auf. Das Junihochwasser ist in einem gesonderten Bericht

detailliert beschrieben (siehe Pfad am Seitenende), nachfolgend soll kurz auf den restlichen Verlauf des Jahres eingegangen werden, der weitgehend unspektakulär verlief.

Einen Überblick über die Hochwasserperioden des Jahres gibt Abb. 14. Die Ganglinie des Pegels Oberndorf/Donau ist repräsentativ für weite Teile Bayerns.

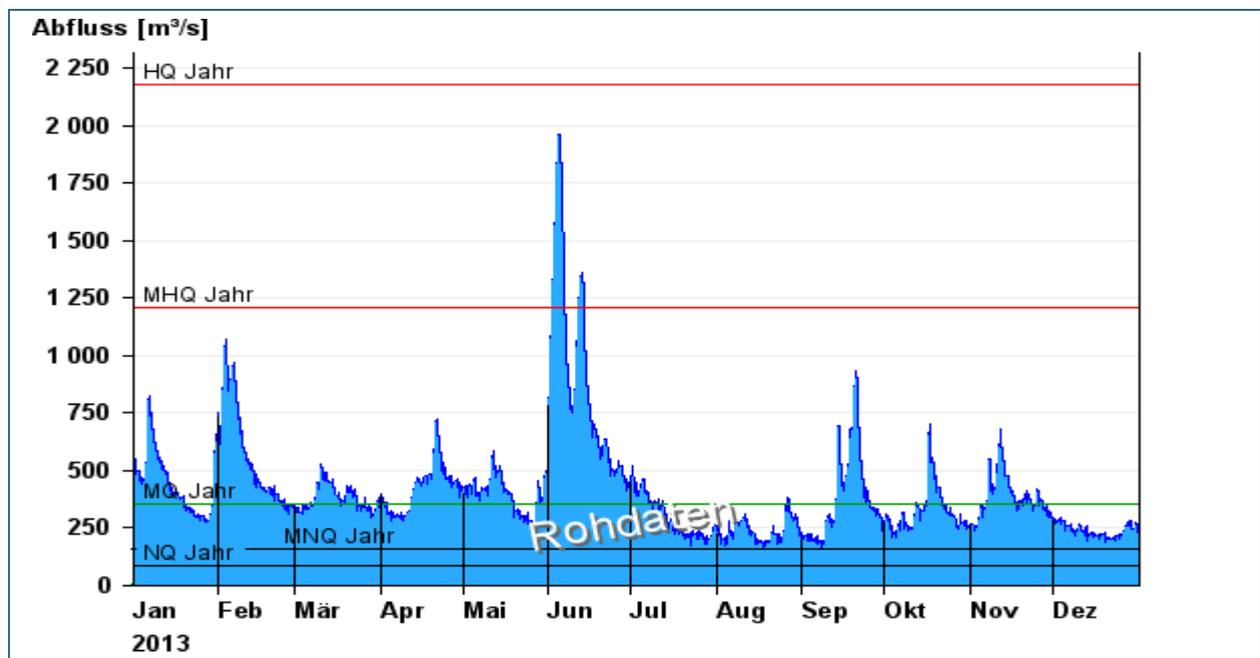


Abb. 14: Abflussganglinie für das Jahr 2013 am Pegel Oberndorf/Donau.

Zum Jahresbeginn traten verbreitet typische Winterhochwasser resultierend aus Schneeschmelze und Regen auf. Dabei wurden nur vereinzelt Jährlichkeiten größer 1 erreicht. Tendenziell war das Februarereignis höher als das von Anfang Januar und der Osten des Landes etwas stärker betroffen. Nach dem großen Hochwasser im Juni und anschließender weitgehend trockener Periode kam es erst in der zweiten Septemberhälfte vor allem in Südbayern zu einem Hochwasser, wie es statistisch jedes Jahr auftritt. Eine Ausnahme bildete der Lech oberhalb des Forggensees, wo ein ca. 10-jährliches Ereignis stattfand.

Im Berichtszeitraum wurden 54 Hochwasserlageberichte und 10 Informationen zur Hochwasserlage herausgegeben, davon entfielen allein 40 Berichte und zwei Informationen auf das Junihochwasser.

Detaillierte Informationen zum Junihochwasser finden Sie im wasserwirtschaftlichen Bericht „Junihochwasser 2013“ als Download unter <http://www.bestellen.bayern.de>.

Aktuelle Informationen zu Hochwasser finden Sie unter <http://www.hnd.bayern.de/> oder als mobiles Angebot für Smartphones unter <http://m.hnd.bayern.de>.

3.4 Wasserspeicher

In Bayern stehen an den 25 staatlichen Wasserspeichern plus einen Flutpolder insgesamt rund 145 Mio. m³ Rückhalteraum für den Hochwasserschutz und ca. 135 Mio. m³ für die Niedrigwasseraufhöhung zur Verfügung.

Beim Hochwasserereignis vom Juni 2013 waren mehr oder weniger alle 25 staatlichen Wasserspeicher sowie der Flutpolder Weidachwiesen betroffen (Abb. 15). Brennpunkte für den Hochwasserrückhalt waren an den Wasserspeichern im östlichen Bereich Bayerns und im Alpenvorland. Dort bestanden der Sylvensteinspeicher und der Surspeicher eine weitere Bewährungsprobe. In Niederbayern waren Vilstalsee und Rottauensee besonders gefordert. Dank der Überleitung Donau-Main konnte das Hochwasser der Altmühl im Altmühlsee aufgefangen und zum Brombachsee übergeleitet werden (bis zu 51,4 m³/s). Somit wurde eine wesentliche Entlastung der Altmühl sowie des unterhalb liegenden Donauebietes erreicht.

Die staatlichen Speicher insgesamt haben die Hochwasserwellen erfolgreich zurückgehalten und erneut einen wertvollen Beitrag zur Schadensminimierung in den unterhalb gelegenen Gebieten geliefert. Dabei wurden die Hochwasser-Rückhalteräume der Speicher in sehr hohem Maße beziehungsweise vollständig ausgenutzt.

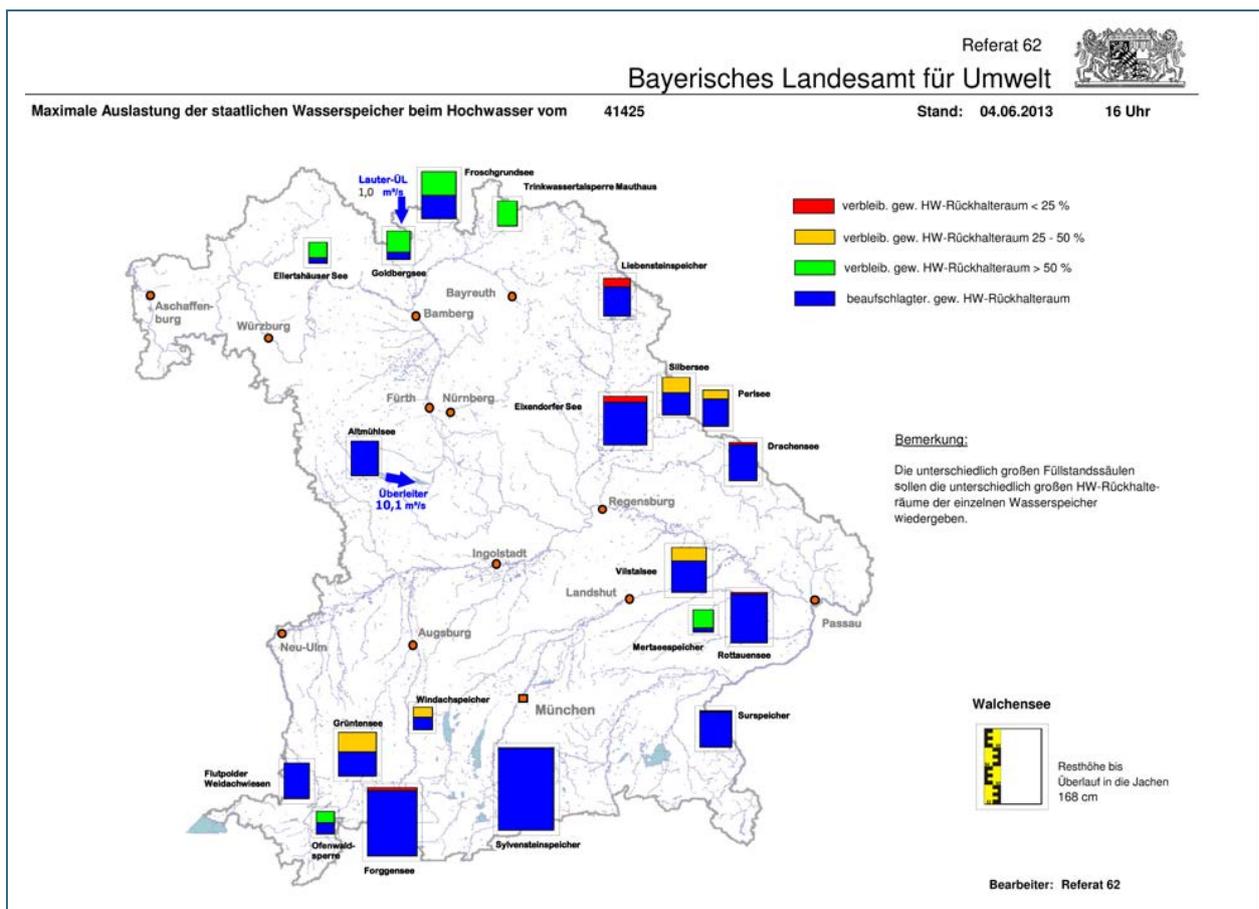


Abb. 15: Maximale Beaufschlagung der einzelnen Wasserspeicher während des gesamten Hochwasserereignisses. Daraus ist auch ein schneller Überblick zu gewinnen, welche Speicher bei diesem Hochwasser besonders im Fokus standen (siehe rote Säulen).

3.5 Gewässerqualität

3.5.1 Gewässerüberwachung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie

Seit 2007 bildet das Monitoring nach Wasserrahmenrichtlinie den Kern der bayerischen Gewässerüberwachung. Hierzu wurden die bestehenden Messnetze und Überwachungsprogramme für Flüsse, Seen und das Grundwasser nach den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie angepasst. Ziel des Monitoring ist es, die Gewässer in Europa mit vergleichbaren Methoden im Hinblick auf ihren ökologischen und chemischen Zustand umfassend zu untersuchen. Im März 2007 hat Bayern sein Monitoringkonzept an die EU-Kommission gemeldet. Es war zunächst bis 2009 gültig und wurde dann – anhand der gewonnenen Erfahrungen – überarbeitet. Zusätzliche, bereits existierende Messstellen und Sondermessprogramme – wie etwa das Fisch-Schadstoffmonitoring - ergänzen in Bayern die Gewässerüberwachung nach Wasserrahmenrichtlinie.

Das Monitoring nach Wasserrahmenrichtlinie gliedert sich in:

- eine Überblicksüberwachung,
- eine operative Überwachung und
- eine Überwachung zu Ermittlungszwecken.

Die überblicksweise Überwachung dient dazu, großräumige Trends in der Gewässerqualität zu erkennen. Bei der operativen Überwachung werden vorwiegend die Gewässer unter die Lupe genommen, die den guten ökologischen Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial noch nicht erreicht haben.

Zu den wichtigsten Zielen der Überwachung zählen:

- Überprüfung des Gewässerzustands und des Grades der Einhaltung der Umweltziele
- Beobachtung langfristiger Entwicklungen und Ermittlung von Trends
- Feststellung des Ausmaßes und der Auswirkungen von Verschmutzungen und Veränderungen
- Hilfe bei der Planung und Erfolgskontrolle von Maßnahmen
- Überwachung von Schutzgebieten

3.5.2 Überwachung des ökologischen und chemischen Zustandes

Die Bewertung des ökologischen Zustands der Flüsse und Seen orientiert sich an Gewässertypen. In Bayern sind dies 18 Fließgewässer- und 7 Seentypen. Zur Bewertung der Fließgewässer und Seen wird ihr ökologischer und ihr chemischer Zustand untersucht. Nur wenn beide Kriterien jeweils gut bewertet werden, ist das Gewässer insgesamt in einem guten oder sehr guten Zustand.

Im Mittelpunkt der Überwachung von Fließgewässern und Seen steht das Gewässer als Lebensraum und seine ökologische Funktionsfähigkeit. Dazu werden Gewässerorganismen als Indikatoren für den Zustand der Gewässer genutzt. Untersucht werden vier Organismengruppen, in der Wasserrahmenrichtlinie als biologische Qualitätskomponenten bezeichnet:

- Makrozoobenthos (wirbellose Kleintiere im Substrat)
- Makrophyten und Phytobenthos (fest sitzende Pflanzen)
- Phytoplankton (frei schwebende Algen)
- Fische

Chemisch-physikalische Basisparameter, wie pH-Wert, Sauerstoffgehalt und Temperatur, sowie die Gewässerstruktur gehen als unterstützende Qualitätskomponenten in die Bewertung des ökologischen Gewässerzustands ein. Zusätzlich wird untersucht, ob ausgewählte Industrie- und Agrarchemikalien, sogenannte flussgebietspezifische Schadstoffe, die für sie geltenden Umweltqualitätsnormen (Grenzwerte) einhalten. Der Ablauf der Bewertung ist in Abb. 16 dargestellt.

Der chemische Zustand eines Gewässers wird unabhängig vom ökologischen Zustand ermittelt. Untersucht wird dabei eine EU-weit einheitliche Liste von derzeit 33 prioritären Stoffen. Zum Erreichen des guten chemischen Zustands müssen alle Umweltqualitätsnormen (Grenzwerte) für diese prioritären Stoffe eingehalten werden. Der chemische Zustand wird entweder mit gut oder nicht-gut bewertet.



Abb. 16: Ablaufschema Bewertung des ökologischen Zustandes nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (aus Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg; 2011 unveröffentlicht)

Weiterführende Informationen zum Thema erhalten Sie unter:

<http://www.lfu.bayern.de/wasser/wrrl/gewaesserueberwachung/index.htm>

3.5.3 Qualität der Fließgewässer

Chemisch-physikalische Basisparameter werden laufend gemessen, somit liegen jährlich aktuelle Datenreihen vor. Biologische Untersuchungen finden in der Regel in einem Drei-Jahres-Zyklus statt. Ausnahmen bilden biologische Untersuchungen zu speziellen Fragestellungen. Die biologischen und chemischen Ergebnisse des 1. Bewirtschaftungsplans wurden mit Veröffentlichung des Bewirtschaftungsplans zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus stehen die Ergebnisse auch im Kartendienst Bewirtschaftungsplanung zur Verfügung

<http://www.lfu.bayern.de/wasser/wrrl/kartendienst/index.htm> und können dort heruntergeladen werden. Die nächste Aktualisierung wird im Jahr 2014 (Ergebnisse aus dem Zyklus 2010-2012) stattfinden und mit dem Jahresbericht 2014 veröffentlicht.

Chemisch-physikalische Basisparameter

Die Untersuchung ausgewählter chemisch-physikalischer Basisparameter findet zweiwöchentlich statt. An den größeren Gewässern liegen langjährige Datenreihen ab 1982 vor. Die Datenreihen können nun auch über <http://www.gkd.bayern.de/> abgerufen werden und sind auch als Download verfügbar. Darüber hinaus sind an Main, Regnitz und Donau automatische Messstationen installiert. Sie liefern im 15-Minuten-Takt Aufzeichnungen wichtiger Parameter wie Sauerstoff, pH-Wert und Leitfähigkeit. Aktuelle Werte können über <http://www.nid.bayern.de> abgerufen werden.

Für Nordbayern werden im Folgenden die Ergebnisse für die Parameter Temperatur, Sauerstoff sowie Nährstoffkonzentration am Beispiel Phosphat an der Messstation Kahl am Main dargestellt. Zur Beschreibung der Situation in Südbayern wurden Messdaten der Donau (Bittenbrunn sowie Ingolstadt) verwendet.

Nordbayern – Kahl am Main

Abb. 17 zeigt den Jahresverlauf für die Parameter Wassertemperatur und Sauerstoff an der Messstation Kahl am Main. Die Wassertemperatur steigt erst Ende April kontinuierlich an. Im heißen und trockenen Juli wird die Vorwarnstufe des Alarmplanes für den Main von 25 °C erreicht und überschreitet diese Anfang August an mehreren Tagen. In der zweiten Augushälfte fällt die Wassertemperatur, bis auf einen kurzen Anstieg im September, auf das Herbst/Winterniveau von etwa 6 °C.

Der Sauerstoffgehalt ist im Frühjahr lange Zeit weitgehend stabil. Durch den Anstieg der Wassertemperatur Ende April kommt es zu einer Sauerstoffabnahme. Ab Anfang Juli kommt es, ausgelöst durch eine Algenblüte, zu einer Sauerstoffübersättigung. Die Sonde bricht die Aufzeichnungen hier bei 21 mg/l ab (Kontrollmessungen von Hand ergaben über 28 mg/l). Nach ca. 10 Tagen ist die Übersättigung beendet und die Werte fallen, bedingt durch die Sauerstoffzehrung, bis auf ca. 8 mg/l. Nach weiteren Schwankungen und einem Absinken bis ca. 7 mg/l, steigen die Werte ab September wieder an.

Eine verstärkte Biomasseentwicklung in April sowie Juli und August lässt sich auch in der Jahresganglinie der Phosphatgehalte erkennen. Infolge der hohen Temperaturen in den Sommermonaten kommt es zu einer massenhaften Vermehrung von Algen (auch Algenblüte genannt) unter Zehrung der vorhandenen Nährstoffe. Ein massiver Einbruch der Phosphat-Konzentrationen ist die Folge. Das Ausbleiben von Niederschlägen und damit verbunden von Nährstoffeinträgen durch Abschwem-

mung aus der Fläche verstärkt den Trend zusätzlich und wirkt auch im August noch nach. Vergleichsweise hohe Niederschläge und Düngemaßnahmen führen in Mai zu erhöhten Phosphat-Konzentration, die über den Gehalten im langjährigen Mittel liegen. In den übrigen Monaten liegen die Phosphatgehalte geringfügig unter dem Durchschnitt der Vergleichsreihe der Jahre 2000 bis 2012.

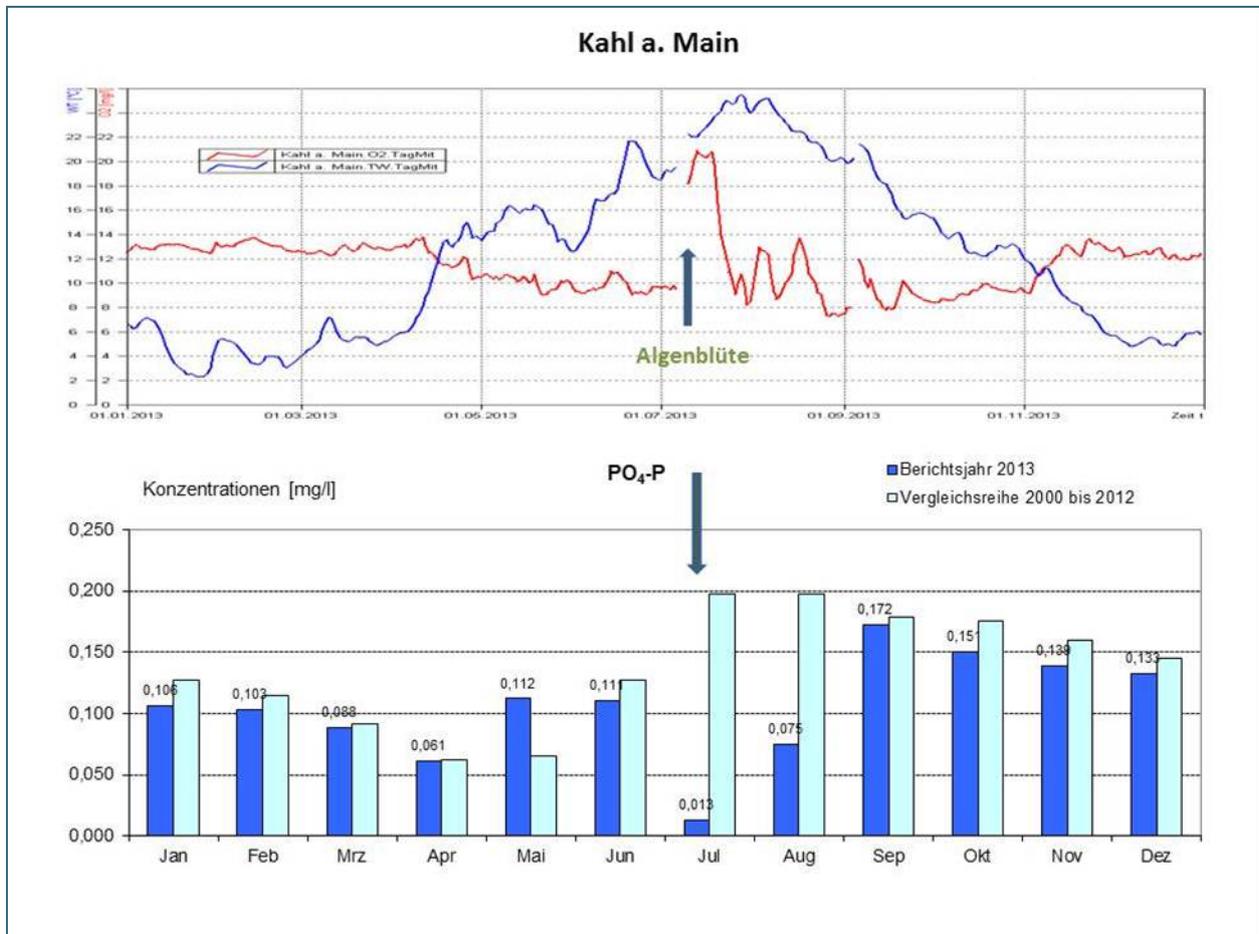


Abb. 17: Sauerstoff und Wassertemperatur an der automatischen Messstation Kahl am Main im Vergleich mit Stichprobenergebnissen von Ortho-Phosphat als Monatsmittel für das Jahr 2013 und dem langjährigen Mittel der Jahre 2000-2012

Südbayern – Donau, Bittenbrunn und Donau, Ingolstadt

Abb. 18 zeigt den Jahresverlauf der Wassertemperatur und Sauerstoffkonzentration für die Donau, Messstation Ingolstadt, Luitpoldstraße. Die Wassertemperatur steigt erst Anfang April kontinuierlich an. Im Mai und Juni kommt es zu Schwankungen, ausgelöst auch durch das Donauhochwasser. Die Wassertemperatur liegt Anfang Juni nur bei ca. 10 °C. Danach steigen die Werte bis auf 19 °C. Ende Juni kommt es zu einem kurzen Temperaturrückgang, bis Ende Juli der Höchststand von 23 °C erreicht wird. Ab Anfang August fallen die Werte mit einigen Schwankungen auf das gewohnte Herbst/Winterniveau ab.

Der Sauerstoffgehalt ist im Frühjahr lange Zeit weitgehend stabil. Durch den Anstieg der Wassertemperatur Anfang April kommt es zu einer Sauerstoffabnahme. In Folge des Donauhochwassers

Anfang Juni steigen die Werte kurzfristig an. Im Juli kommt es zu einer Sauerstoffübersättigung mit Höchstwerten von 14 mg/l, danach beginnt eine Sauerstoffzehrung mit heftigen Schwankungen. Tiefstwerte werden Anfang August mit ca. 7 mg/l erreicht. Danach weist der Sauerstoffgehalt einen typischen zunehmenden Trend mit Schwankung bis Ende des Jahres auf.

Die Messergebnisse der Nährstoffgehalte (Phosphat) stammen von der etwa 20 km flussaufwärts gelegenen Messstelle Bittenbrunn. Die hohen Niederschläge in Mai und Juni führen zu deutlich höheren Phosphat-Konzentration als im langjährigen Mittel. Für die in Juli vergleichsweise niedrigen Konzentrationen sind zum einen geringe Niederschläge verantwortlich. Zudem deutet der Rückgang insbesondere unter Berücksichtigung der schwankenden Sauerstoffkonzentrationen auf zunehmende Biomasseentwicklung hin. Von Oktober bis November liegen die Werte leicht über dem Durchschnitt der Vergleichsreihe der Jahre 2000-2012

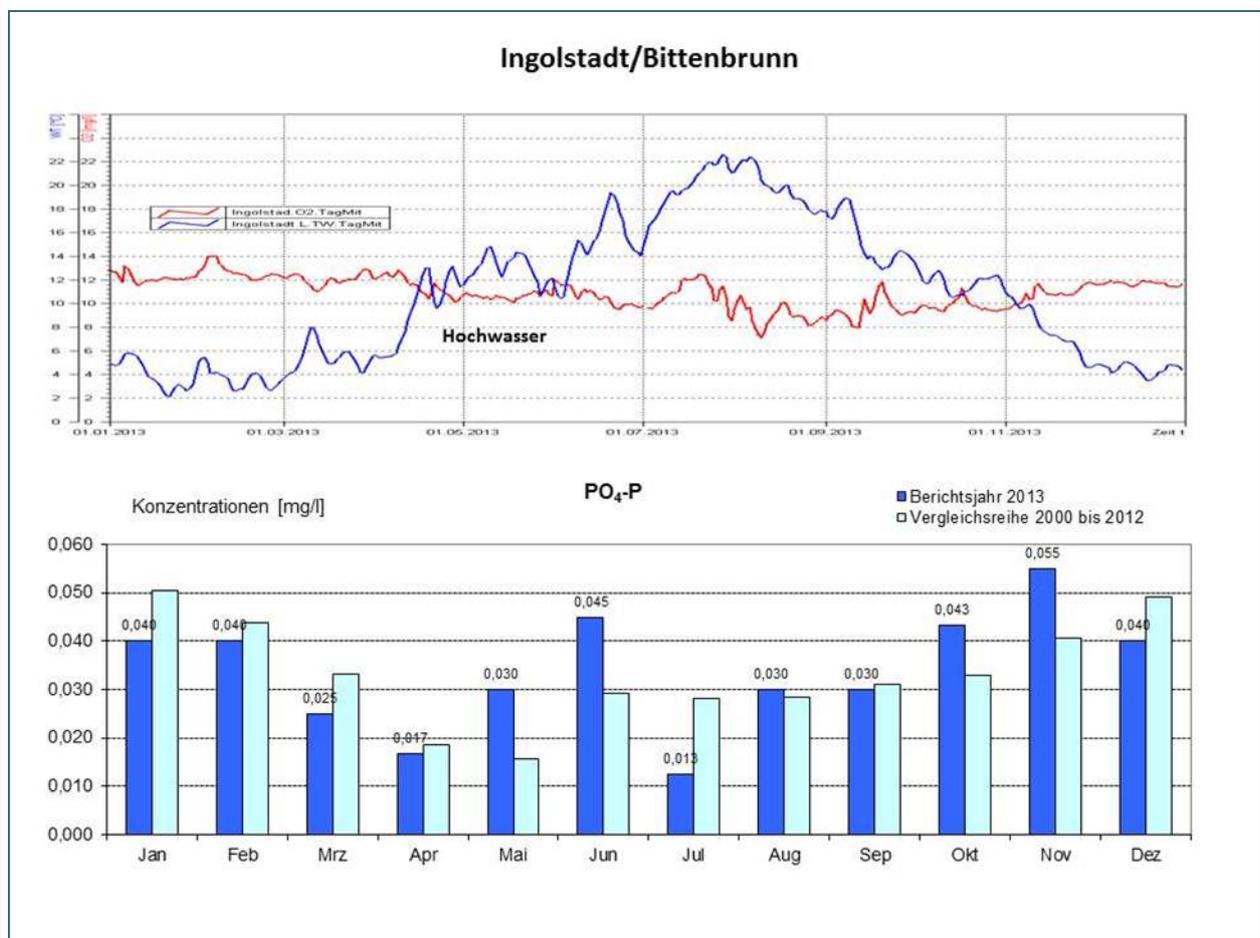


Abb. 18: Sauerstoff und Wassertemperatur an der automatischen Messstation Donau, Ingolstadt im Vergleich mit Ortho-Phosphat der Messstelle Bittenbrunn als Monatsmittel für das Jahr 2013 und dem langjährigen Mittel der Jahre 2000-2012.

3.5.4 Qualität der Seen - Beispiel Drachensee

Die natürlichen Seen in Bayern sind während der Würmeiszeit entstanden, also vor ca. 10.000 Jahren. Während dieser Jahrtausende stellten sich in den Gewässern, abhängig von der jeweilig vorherrschenden Geologie und der geographischen Lage chemische und physikalische Bedingungen ein. Die über verschiedenste Wege in die Seen gelangten Pflanzen und Tiere konnten sich entsprechend der abiotischen Gegebenheiten besser oder schlechter etablieren. Dies führte zu spezifischen Ausprägungen der Lebensgemeinschaften in den Gewässern. Alle wissenschaftlichen Untersuchungen beginnen zeitlich in einem weit fortgeschrittenen Stadium der Seenentwicklung.

Mit dem Drachensee, einem Hochwasserspeicher im Landkreis Cham, wurde ein künstlicher See geschaffen. Damit bietet sich die Möglichkeit, einen See vom ersten Jahr an in regelmäßigen Abständen zum Beginn seiner Entwicklung mit Untersuchungen und Messungen zu begleiten und Erkenntnisse über die Veränderungen in der Chemie und der Biologie bei der Entstehung eines Lebensraumes zu gewinnen. Von der Chamb gespeist liegt er in einem landwirtschaftlich intensiv genutzten, silikatischen Einzugsgebiet.

Nach dem Einstau im Jahr 2009 wurden seit 2010 und werden jedes Jahr die chemisch-physikalischen Parameter sowie die pflanzlichen Komponenten Phytoplankton und Makrophyten & Phyto benthos untersucht, um so Aussagen zur Sukzession treffen zu können

Der Entwicklung und die Veränderungen der erhobenen Werte seit 2010 werden im Folgenden aufgezeigt.

Chemisch-physikalische Basisparameter

Seit dem ersten Jahr nach dem Einstau haben die Parameter Chlorophyll a (Chl a) und Gesamt-Phosphor (Ges-P) deutlich zugenommen, während die Sichttiefe gravierend abgesunken ist (Abb. 19). Das lässt auf eine höhere Planktonentwicklung und damit höhere Trophiestufe im Lauf der Entwicklung schließen.

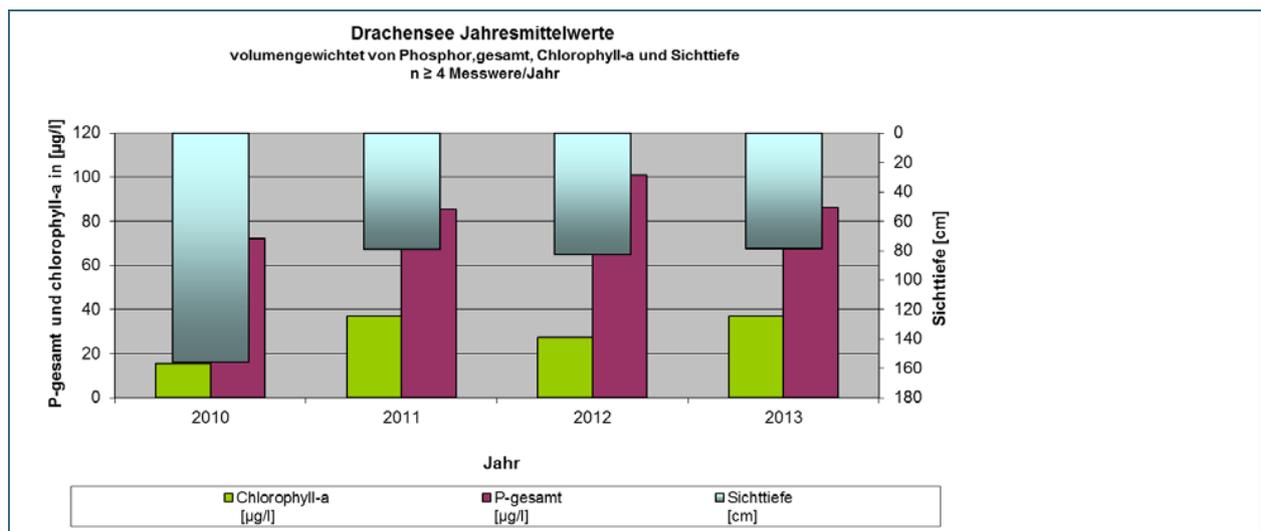


Abb. 19: Jahresmittelwerte der Parameter Chlorophyll a ($\mu\text{g/l}$), Gesamt-Phosphor ($\mu\text{g/l}$) und Sichttiefe (cm) in den Untersuchungsjahren 2010, 2011, 2012 und 2013.

Die Entwicklung der O₂ Konzentration über dem Seegrund verschlechterte sich von Jahr zu Jahr. Der Zeitpunkt ab dem erhebliche Sauerstoffdefizite auftraten verschob sich jahreszeitlich kontinuierlich nach vorne, das Ausmaß des Sauerstoffdefizits ausgedrückt in der minimalen O₂ Konzentration verstärkte sich – immer früher war immer weniger Sauerstoff vorhanden. Das deutet auf eine jedes Jahr höhere Biomasse hin, die während der Stagnationsphase im Sommer mikrobiell unter Verbrauch von Sauerstoff zersetzt wird (Abb. 20).

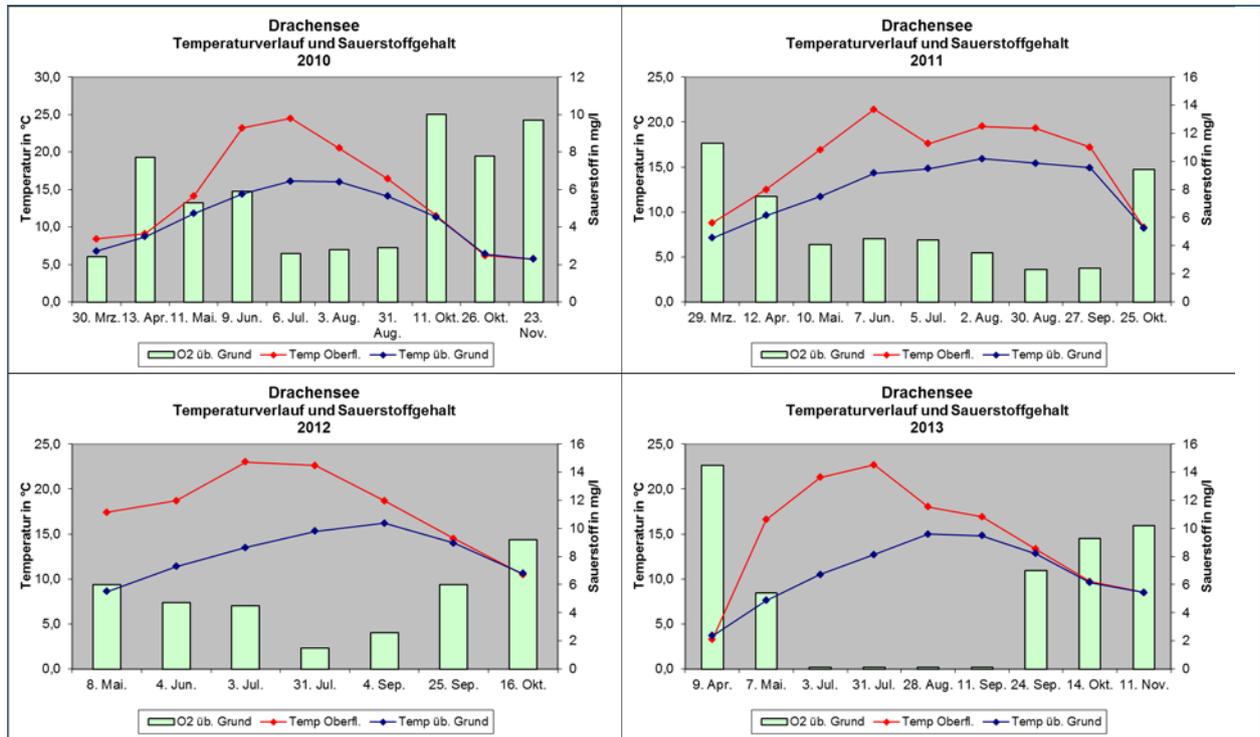


Abb. 20: Drachensee – Jahresverlauf der Parameter Sauerstoffgehalt und Wassertemperatur über Gewässergrund und Wassertemperatur an der Oberfläche während der Untersuchungsjahre 2010, 2011, 2012 und 2013

Phytoplankton

Wie in Abb. 21 deutlich wird, hat das Biovolumen, also die Gesamtmenge an Phytoplanktonalgen in den vier Untersuchungs Jahren deutlich zugenommen, hauptsächlich durch den rapiden Anstieg der Biomasse in der Algengruppe „Centrales“, den im Wasser schwebenden Kieselalgen. Sterben diese Algen nach kurzer Lebensdauer ab, sinken sie zu Boden und werden dort durch Sauerstoff verbrauchende Prozesse mineralisiert (siehe auch Abb. 20).

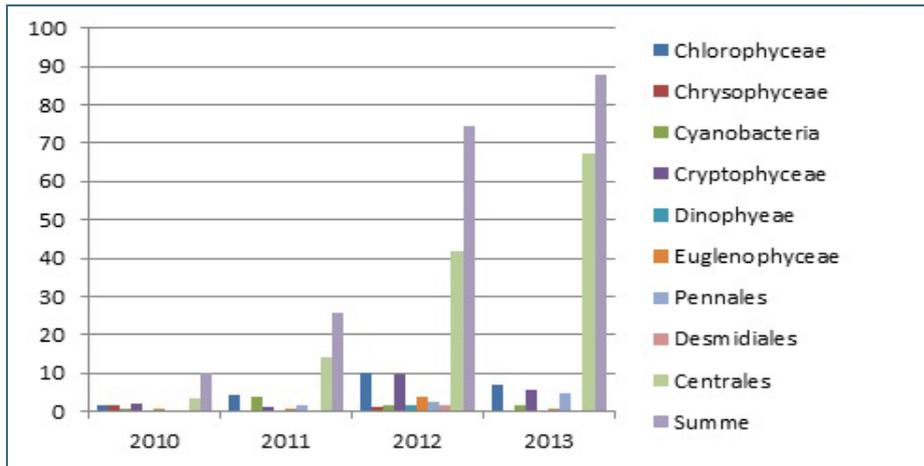


Abb. 21:
Drachensee – Biomassen der
aufgeführten Algenklassen in
den Untersuchungsjahren 2010
bis 2013 in mm³/l sowie deren
Summe

Makrophyten & Phytobenthos

Die Wasserpflanzenuntersuchung führte lediglich im ersten Untersuchungsjahr zu einer ausreichenden Anzahl von Wasserpflanzen- und Kieselalgenarten, die eine Aussage über den Gewässerzustand zulässt. In den drei Folgejahren wurden zu wenig Wasserpflanzen gefunden und die Lebensgemeinschaft der Aufwuchskieselalgen, die im Regelfall sehr zuverlässige Anzeiger für die Ökologie eines Sees sind, bestand hauptsächlich aus wenig indikativen Arten. Das Defizit der Wasserpflanzen lässt auf wenig geeignete Umweltbedingungen für diese Organismengruppe schließen. Das können zum einen ungeeignete strukturelle Bedingungen sein, aber auch suboptimale Lichtbedingungen aufgrund der algenbürtigen Trübung.

Zusammenfassung:

Der Verlauf der untersuchten Parameter über die vier Jahre lässt erkennen, dass es sich bei dem Drachensee um ein Gewässer handelt, das sich in einer Phase der Veränderung befindet. Über den bisher untersuchten Zeitraum hat sich die Gewässerqualität verschlechtert.

4 Grund- und Bodenwasser

4.1 Grundwasserstände

Die Grundwasservorkommen Bayerns lassen sich elf großräumigen hydrogeologischen Einheiten zuordnen. Ihre unterschiedlichen hydrologischen Reaktionen werden im Wesentlichen von den Eigenschaften der jeweiligen geologischen Formation, insbesondere durch den Kluft- oder Porenraum, bestimmt. Ferner unterscheiden sie sich in Bezug auf Ergiebigkeit und Größe der zusammenhängenden Grundwasserkörper. Die folgende landesweite Darstellung der Grundwasserhältnisse im Jahr 2013 behandelt die weitflächigen südbayerischen Porengrundwasserleiter (Tertiär, Quartär) sowie die Kluft- und Karstgrundwasserleiter (Trias bis Kreide) nördlich der Donau.

Im Bereich der weiträumigen quartären Schotterflächen südlich der Donau führte die verstärkte Grundwasserneubildung bereits ab Ende des Vorjahres zu einem kontinuierlichen Anstieg der Grundwasserstände. Grundsätzlich reagieren die Schotterflächen aufgrund ihrer Größe und ihrer hydrogeologischen Eigenschaften wesentlich gedämpfter auf einen Niederschlagsbeitrag oder auch auf ein Niederschlagsdefizit als andere Grundwasserleiter. Stellvertretend für die Entwicklung des Grundwasserstandes im Bereich der Münchener Schotterebene werden in Abb. 22 die Messdaten der Messstelle Eching 275D veranschaulicht. Die ergiebigen Niederschläge von Mai und Juni sind im Verlauf der Grundwasserganglinie deutlich zu erkennen. Begünstigt durch den u.a. deutlich zu trockeneren Monat Juli und Dezember sank der Grundwasserstand an der Messstelle Eching 275D nach dem für dieses Jahr zweithöchsten Grundwasserstand am 26. Juli kontinuierlich ab. Zum Jahresende erreichte der Grundwasserstand hier einen Wert unterhalb des langjährigen Mittelwertes.

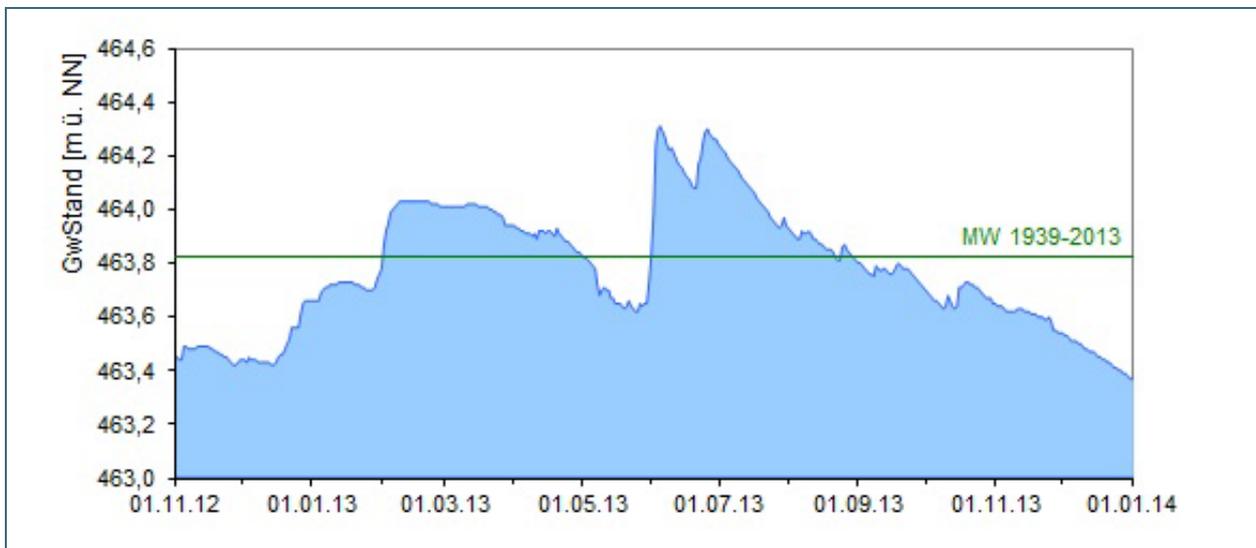


Abb. 22: Verlauf der Grundwasserstände im Niederterrassenschotter der Münchener Schotterebene (Messstelle Eching 275D, beobachtet seit 1939) - HHW: 465,59 m ü. NN, MW: 463,82 m ü. NN, NNW: 462,68 m ü. NN

Die zumeist geringmächtigen, oberflächennahen quartären Grundwasservorkommen in den Flusstälern stehen in der Regel in Wechselwirkung mit den Fließgewässern. Sie zeigen deshalb rasche Grundwasserstandsschwankungen als Folge von Niederschlagsereignissen und Wasserstandsänderungen in den nahegelegenen Vorflutern. Der Grundwasserstand an der ausgewählten Messstelle Kirchehrenbach 6 in Oberfranken (Abb. 23) steht beispielsweise in Kontakt mit dem Abflussgesche-

hen der nahegelegenen Wiesent. Die intensiven Niederschläge im Mai 2013 zeichnen sich daher im Verlauf der Ganglinie deutlich ab. An der Messstelle Kirchehrenbach 6 ist der Grundwasserstand innerhalb weniger Tage um rund zwei Meter angestiegen. Der Wasserstand in dem nahe gelegenen Fließgewässer Wiesent folgt dieser Entwicklung in ähnlicher Weise.

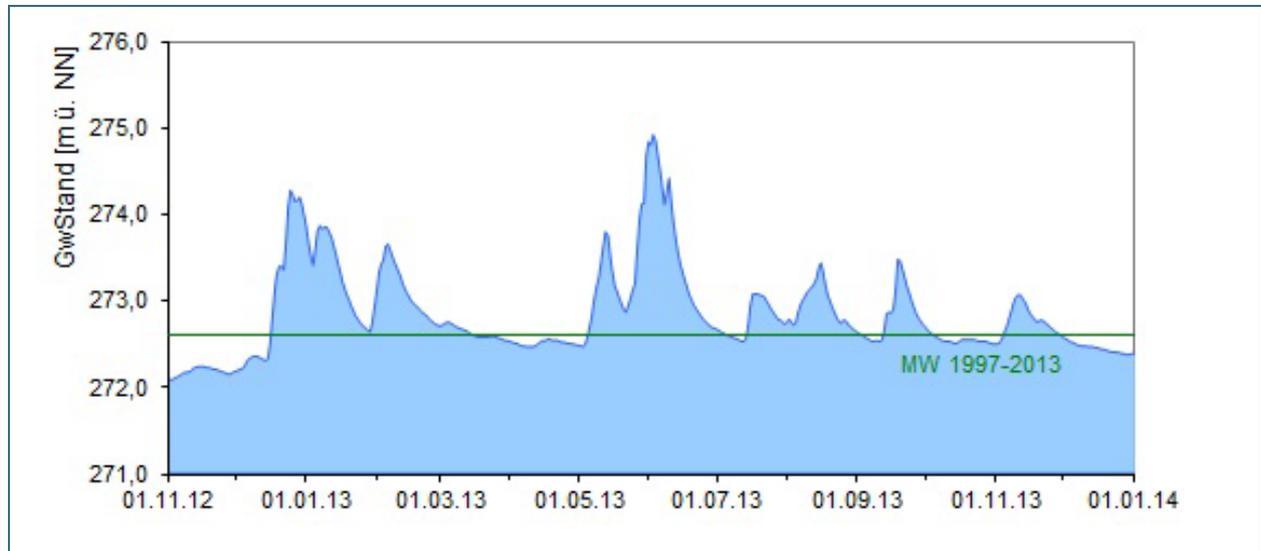


Abb. 23: Verlauf der Grundwasserstände im Quartär (Messstelle Kirchehrenbach 6, beobachtet seit 1997)
 - HHW: 275,04 m ü. NN; MW: 272,62 m ü. NN; NNW: 271,97 m ü. NN

Das Grundwasser im tertiären Molassebecken (Raum südlich der Donau, grundwasserführend bis zur Linie Memmingen-Starnberg-Burghausen) liegt in Tiefen von 60 bis 200 m. Ab August des Vorjahres wurde an der Grundwassermessstelle Niederroth T 7f ein kontinuierlich steigender Grundwasserstand beobachtet (Abb. 24). Dieser Trend hielt bis März 2013 an. Der höchste Grundwasserstand mit 475,27 m ü. NN wurde am 17. März 2013 gemessen. Dieser Wert stellt gleichzeitig den höchsten Wert seit Beginn der Messung im Jahr 2001 an dieser Messstelle dar. Unterbrochen von leichten Wasserstandsschwankungen sank das Grundwasserniveau bis Ende Mai ab. Trotz der regenreichen Witterung wurde Ende Mai / Anfang Juni nur ein moderater Grundwasseranstieg dokumentiert. Ein deutliches Absinken hingegen konnte an der Tertiär-Messstelle Niederroth T 7f - aufgrund der trockenen Witterung - im Monat Juli beobachtet werden (niedrigster Wert am 29. Juli 2013; 474,44 m ü. NN). Ausgehend von diesem niedrigsten Wert stieg der Grundwasserstand an der Messstelle Niederroth T 7f bis in den November hinein an und verharrte dann auf einem annähernd gleichbleibenden Niveau.

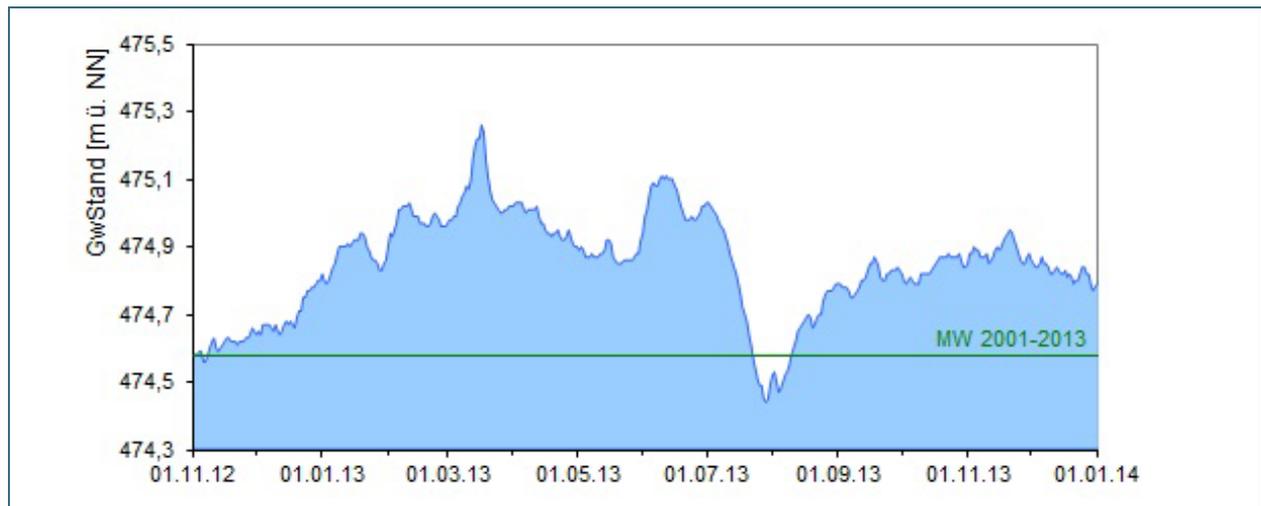


Abb. 24: Verlauf der Grundwasserstände der Oberen Süßwassermolasse des Tertiärs (Messstelle Niederroth T 7f, beobachtet seit 2001) - HHW: 475,27 m ü. NN, MW: 474,58 m ü. NN, NNW: 474,07 m ü. NN

Im Weißen Jura (Raum Eichstätt-Regensburg-Bamberg-Bayreuth) bewegt sich das Grundwasser in Klüften und Schichtfugen, die vielfach durch Verkarstung zu unterirdischen Fließgerinnen erweitert sind. Die Ausprägung der Klüfte bestimmt stark die Reaktion des Grundwassers. In der Regel reagiert dieses rasch auf Niederschlags- und Hochwasserereignisse, andererseits können die oberhalb des Grundwasserspiegels gelegenen Hohlräume auch als Zwischenspeicher dienen. Aufgrund der Wetterlage und verstärkten Grundwasserneubildung stiegen die Grundwasserstände Anfang Februar stark an und übertrafen die mittleren Verhältnisse an ausgewählten Messstellen zum Teil deutlich (Abb. 25). Hohe Grundwasserstände wurden vielerorts auch im Juni beobachtet. Im weiteren Jahresverlauf variierte der Grundwasserstand an der für den Malmkarst repräsentativen Messstelle Gungolding 928 im Bereich des langjährigen Mittelwertes.

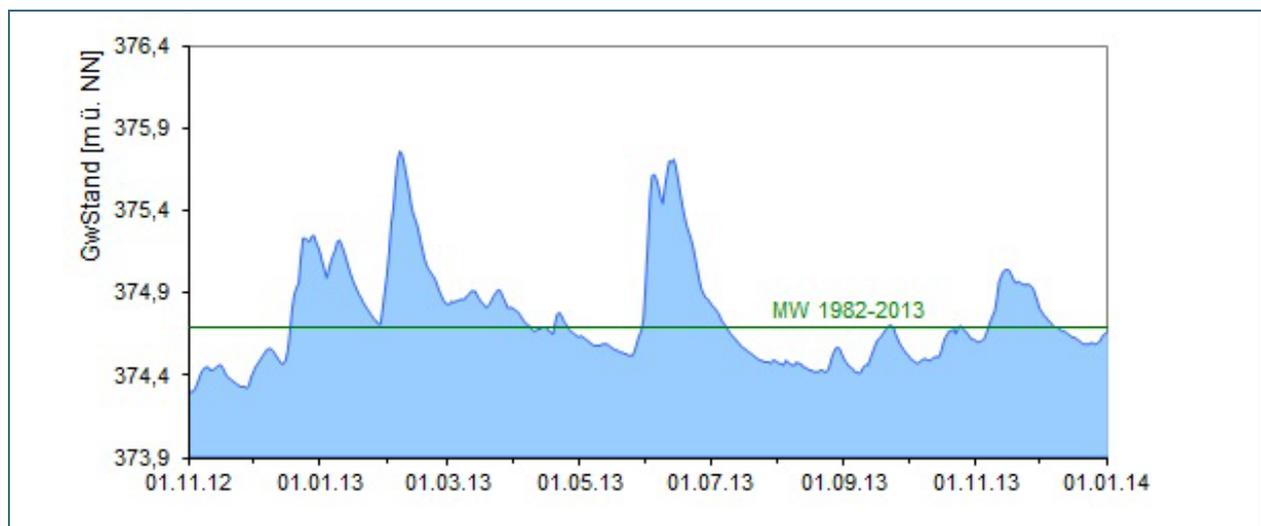


Abb. 25: Verlauf der Grundwasserstände im Malmkarst (Messstelle Gungolding 928, beobachtet seit 1982) - HHW: 376,80 m ü. NN, MW: 374,69 m ü. NN, NNW: 374,20 m ü. NN

Die vergleichsweise tiefen Grundwasservorkommen im Muschelkalk in Mittel- und Unterfranken reagieren zeitlich verzögert auf Niederschlagsereignisse und zeigen einen insgesamt trägeren Verlauf als oberflächennahe Grundwasserleiter. Nach dem Erreichen des Maximums (183,42 m ü. NN) am

15. Juni 2013 ging der Grundwasserstand an der Messstelle ROTHOF (WÜ-MU 8) bis zum Jahreswechsel kontinuierlich zurück und lag Ende 2013 knapp unterhalb des langjährigen durchschnittlichen Niveaus (Abb. 26).

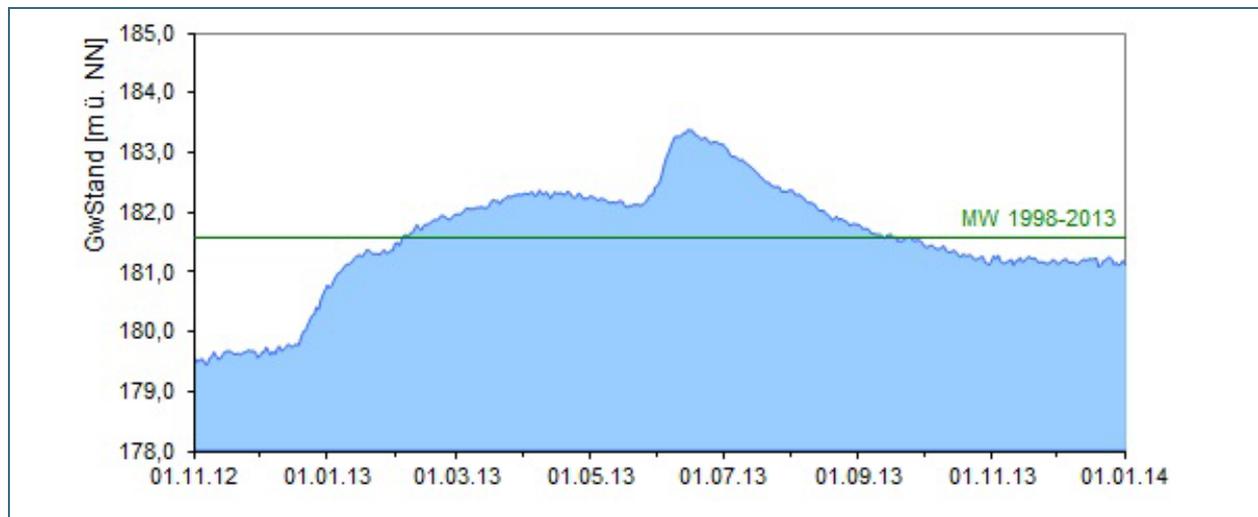


Abb. 26: Verlauf der Grundwasserstände im Muschelkalk (Messstelle ROTHOF (WÜ-MU 8), beobachtet seit 1998)
 HHW: 186,68 m ü. NN, MW: 181,56 m ü. NN, NNW: 178,43 m ü. NN

Im Buntsandstein zeigten die Grundwasserstände einen ähnlichen Verlauf wie in anderen großflächigen Grundwasserleitern Bayerns. Mit zunehmender Grundwasserneubildung und steigenden Grundwasserständen im Januar und Februar lag das Grundwasserniveau zum Jahresende vielerorts über den mittleren langjährigen Verhältnissen. Abb. 27 veranschaulicht diese Entwicklung beispielhaft an der für den Buntsandstein repräsentativen Messstelle Kothen S5. Zwischen März und Mai 2013 schwankte der Grundwasserstand hier im Bereich des langjährigen Mittels. Ende Mai führten die intensiven Niederschläge auch an der Messstelle Kothen S5 zu einem deutlichen Anstieg des Grundwasserspiegels. Infolge der anschließenden Hochdruckwetterlage und der sich daraus ergebenden Trockenperiode sank der Grundwasserstand bis September stetig ab. Der niedrigste Wert von 401,59 m ü. NN wurde für den Zeitraum 10. bis 12. September 2013 dokumentiert. Anschließend stieg der Grundwasserstand an und erreichte zum Jahresende ein Niveau knapp oberhalb des langjährigen Mittelwertes.

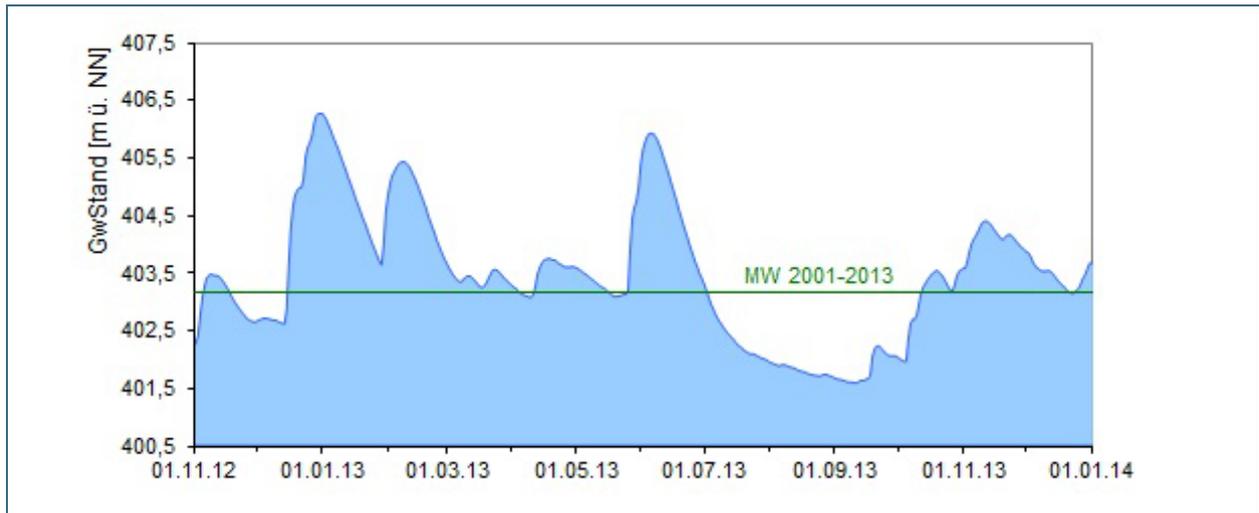


Abb. 27: Verlauf der Grundwasserstände im Buntsandstein (Messstelle Kothen S5, beobachtet seit 2001)
 - HHW: 406,78 m ü. NN, MW : 403,18 m ü. NN, NNW: 401,24 m ü. NN

Die Entwicklung der Grundwasserstände in Bayern können im Gewässerkundlichen-Dienst (GKD) im Internet unter: <http://www.gkd.bayern.de/> eingesehen werden. Im Niedrigwasser-Informationendienst (NID; <http://www.nid.bayern.de/>) erfolgt zudem eine fachliche Einschätzung der aktuellen Grundwasserstände im Hinblick auf eine Niedrigwassersituation.

Allgemeine Informationen zum Landesgrundwasserdienst werden bereitgestellt unter:
<http://www.lfu.bayern.de/wasser/grundwasserstand/index.htm>

4.2 Quellschüttung

Das Landesmessnetz Quellen deckt die Grundwasserkörper ab, die aufgrund der hydrogeologischen Situation nur schlecht durch Grundwassermessstellen erfasst werden können. Dies sind in erster Linie die Grundwasserkörper im kristallinen Grundgebirge, im voralpinen Moränengürtel und im alpinen Raum. Diese drei hydrogeologischen Einheiten sollen folgend behandelt werden.

Die Kluftgrundwasserleiter im Ostbayerischen Kristallin reagieren in der Regel schnell auf Niederschlagsereignisse.

Bereits im Januar und Februar stiegen die Quellschüttungen aufgrund der Tauwetterlage und Schneeschmelze deutlich an. Im weiteren Verlauf sank die Schüttung bis Ende Mai wieder ab, bevor ergiebige Dauerregenfälle die Quellschüttung erneut stark ansteigen ließen. An vielen Quellen im Ostbayerischen Kristallin wurden Anfang Juni neue Höchstwerte gemessen. Die Quelle Rasseuth hatte ihren bislang höchsten Wert am 07.06.2013 (Abb. 28).

Nach einem stetigen Absinken der Schüttungen unter das langjährige Mittel verlief die zweite Jahreshälfte unauffällig.

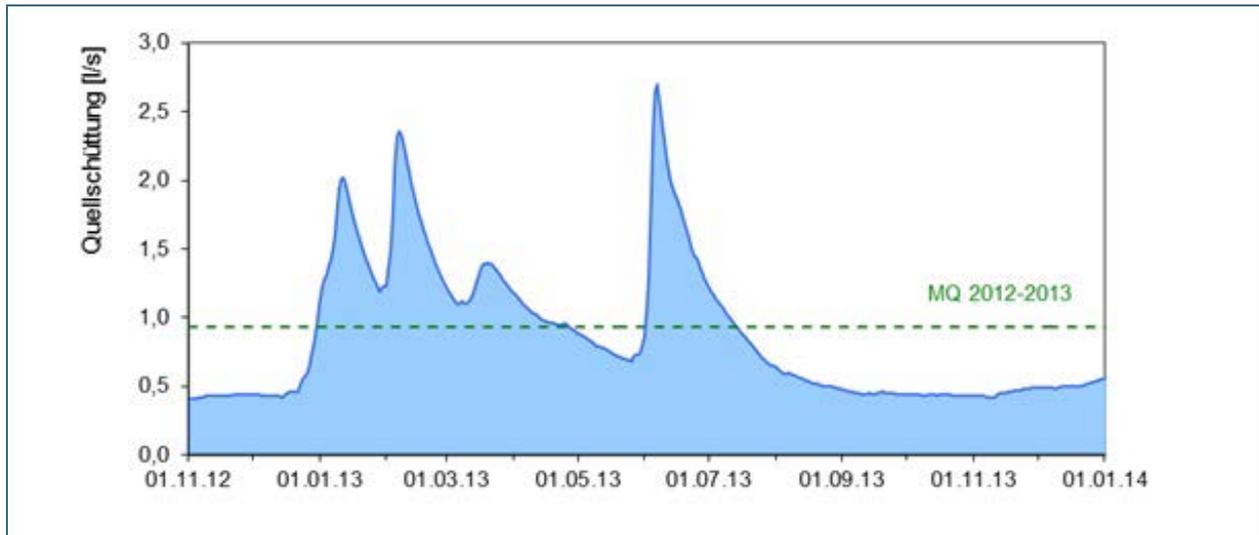


Abb. 28: Verlauf der Quellschüttungen im Ostbayerischen Kristallin (Messstelle Rassreuth, beobachtet seit 2012)
- HQ: 2,73 l/s, MQ:0,86 l/s, NQ: 0,40 l/s

Aufgrund der großen geologischen Inhomogenität des voralpinen Moränengürtels zeigen die einzelnen Quellen voneinander abweichende Charakteristika. Die Reaktion auf das Niederschlagsgeschehen ist insgesamt wesentlich gedämpfter als z.B. im Kristallin. Aufgrund der extremen Niederschläge ist Anfang Juni an allen Quellmessstellen des Moränengürtels ein deutlicher Anstieg zu verzeichnen. Auch die Stauquelle Steindorf (Abb. 29) hatte am 07.06.2013 ihre bislang höchste Quellschüttung.

Nach dem Hochwasserereignis nahmen die Schüttungen langsam aber stetig wieder ab. An einigen Messstellen wie der Stauquelle Steindorf hielt dieser Trend bis Jahresende an.



Abb. 29: Verlauf der Quellschüttungen im voralpinen Moränengürtel (Messstelle Stauquelle Steindorf, beobachtet seit 2011) -
HQ: 3,28 l/s, MQ: 1,72 l/s, NQ: 1,06 l/s

Die Quellen des alpinen Raumes reagieren rasch auf Faktoren wie Niederschlag und Schneeschmelze.

Das Extremwetterereignis von Mai/Juni zeichnet sich bei der Quelle Strailach deutlich anhand längerfristig hoher Schüttungen ab, aber auch die Schneeschmelze im Januar und der niederschlagreiche September sind gut erkennbar (Abb. 30). Am 02.06.2013 wurde an der Quelle Strailach mit 51,05 l/s der zweithöchste Wert seit Beginn der Aufzeichnungen gemessen. Lediglich ein Messwert im März 2002 war geringfügig höher.



Abb. 30: Verlauf der Quellschüttungen im alpinen Raum (Messstelle Strailach 3-5, beobachtet seit 1988)
 HQ: 55,93 l/s, MQ: 24,24 l/s, NQ: 5,31 l/s

4.3 Grundwasserbeschaffenheit

Das Grundwasser liefert ca. 92 % des Trinkwassers in Bayern. Aus versickernden Niederschlägen wird Grundwasser ständig neu gebildet und fließt verzögert über den Untergrund den Vorflutern zu. Gelöste Stoffe, zugeführt mit dem Sickerwasser und im Untergrund freigesetzt, bestimmen seinen chemischen Charakter. Die Zufuhr von Nähr- und Schadstoffen über das Sickerwasser führt zu Belastungen und Verunreinigungen. Die Grundwasserbeschaffenheit in der Fläche, ihre zeitliche Entwicklung und ihre Beziehung zum Wasser- und Stoffkreislauf wird langfristig mit dem Landesmessnetz Grundwasserbeschaffenheit überwacht, das zugleich Überblicksmessnetz für die EG-Wasserrahmenrichtlinie ist. Hierzu werden 500 Messstellen auf bis zu 290 verschiedene Stoffe überwacht. Darüber hinaus wird derzeit in vier Intensivmessgebieten in Bayern der Stoffeintrag über die ungesättigte Zone (Sickerwasser) in das Grundwasser untersucht.

Nitrat-Stickstoff als wesentlicher Pflanzennährstoff stammt aus natürlichen Mineralisierungsprozessen im Boden sowie aus organischen und mineralischen Düngern. Bis zu 15 mg Nitrat pro Liter können natürlicher Herkunft sein. Zuviel Nitrat im Trinkwasser kann Gesundheitsschäden verursachen, deshalb geben die Trinkwasserverordnung und die Grundwasserverordnung (GrwV) einen Grenzwert von 50 mg/l vor.

Seit Anfang der 1990er Jahre haben sich die durchschnittlichen Nitratgehalte in Bayern (kontinuierlich gemessen an ca. 160 Messstellen) nicht wesentlich verändert (Abb. 31). Der Anteil an Messstellen mit Nitratgehalten > 40 mg/l liegt aktuell bei rund 14 %.

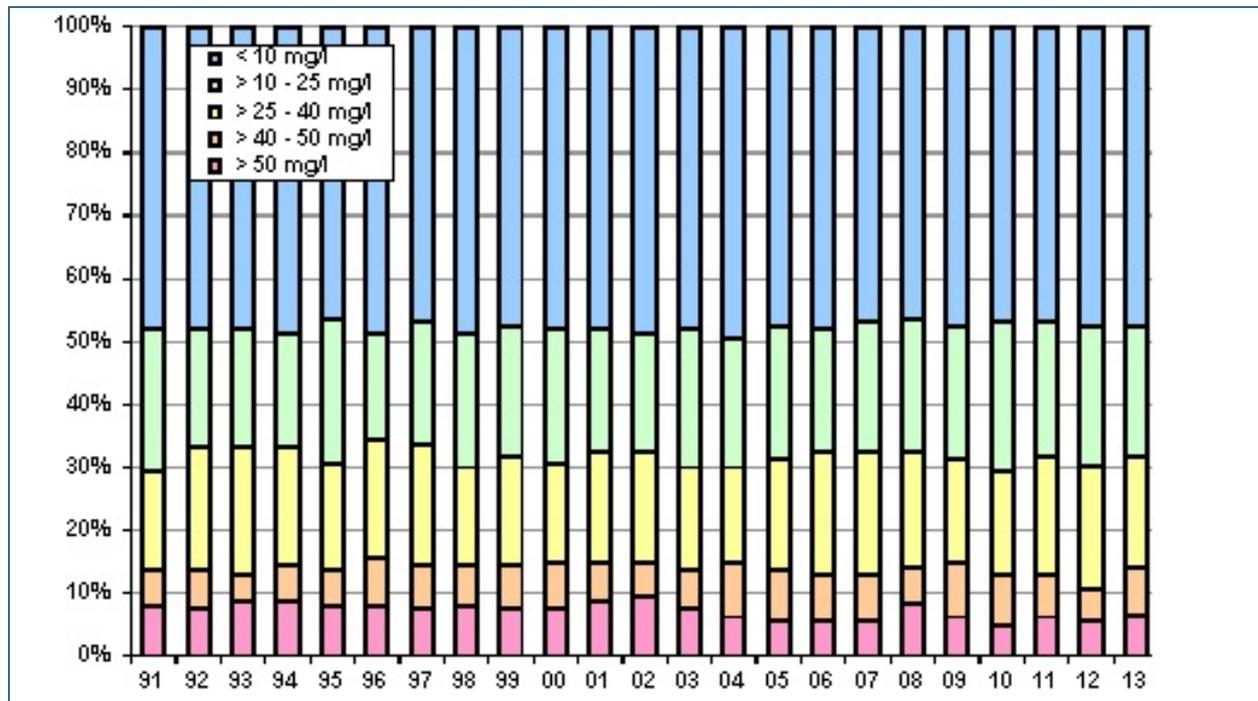


Abb. 31: Entwicklung der Nitratgehalte im Grundwasser 1991-2013 (Messstellen je Konzentrationsklasse in %)

4.4 Bodenwasser

Zur medienübergreifenden Beobachtung von Stoffflüssen und Stoffbelastungen im Wasserkreislauf wird im Rahmen des Integrierten Hydrologischen Monitorings (IHM) der Weg des Wassers mit seinen Inhaltsstoffen vom Niederschlag über das Sickerwasser bis zum Grundwasser und Gebietsabfluss untersucht.

Im Folgenden beschrieben ist der Jahresgang des Bodenwassergehalts als Parameter zur Beschreibung von Abflussbildung und Grundwasserneubildung am Beispiel des Messgebietes „Hochspessart“. Der Standort im Spessart ist bewaldet und wird durch einen markanten Buchenaltbestand geprägt. Er ist aus Silikatgesteinen des Mittleren Buntsandsteins und deren Verwitterungsprodukte (lehmig-sandig bis sandig-lehmige Braunerden) aufgebaut. Die mittlere Niederschlagshöhe liegt hier bei etwa 800 mm/a, von denen ein großer Teil direkt wieder verdunstet, so dass für Abfluss bzw. Grundwasserneubildung nur etwa 100 mm/a verbleiben. Das Grundwasser steht hier erst im Mittel in etwa 11m Tiefe an.

Durchfeuchtung und Austrocknung des Bodens werden vom Wechselspiel aus Niederschlag und Verdunstung bestimmt. Bei hohem Bodenwassergehalt (>15 Vol. %) bildet sich freies Sickerwasser, das in durchlässigen Böden der Schwerkraft folgend dem Grundwasser zufließt. Die Bodenfeuchte wird direkt als Bodenwassergehalt und indirekt als Bodensaugspannung in Hektopascal (hPa) gemessen.

sen. Als Messgeräte sind am Standort Hochspessart 4 Sonden zur Messung des volumetrischen Wassergehalts und 8 Saugkerzen zur Entnahme von Bodenwasser eingebaut.

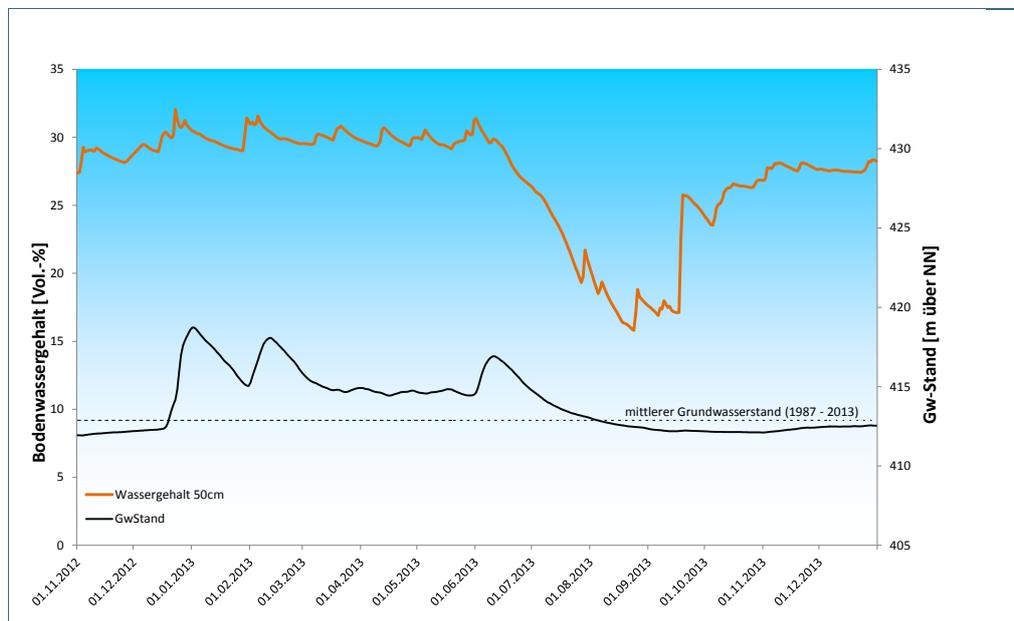


Abb. 32:
Jahresverlauf
2013 von
Bodenwassergehalt
und
Grundwasserstand
am IHM-
Messstandort
„Hochspessart“

Betrachtet man den in Abb. 32 dargestellten Jahresverlauf des Bodenwassergehaltes in 50 cm Tiefe, so fällt auf, dass sich die erste Jahreshälfte (Januar – Juni) durch insgesamt hohe Bodenwassergehalte (etwa 30 Vol. %), auszeichnet. Tauwetter und Regenfälle zu Jahresbeginn führten zu einer wiederholten Aufsättigung des Bodenspeichers. Die dadurch bedingte Bildung erheblicher Sickerwassermengen spiegelt sich nicht nur im Bodenwassergehalt sondern mit geringfügiger zeitlicher Verzögerung auch im Grundwasserstand wieder. Die sehr deutlichen Reaktionen sind dabei auch auf den jahreszeitlich bedingt minimalen Einfluss der Verdunstung zurückzuführen. In diesem Zusammenhang fällt auf, dass trotz weiterhin hoher Bodenwassergehalte im Verlauf des Frühjahrs 2013 mit einsetzender Vegetationsentwicklung offenbar weniger Grundwasserneubildung erfolgte. So blieb der Grundwasserstand anschließend bis Ende Mai auf einem konstanten Niveau, ehe die sehr ergiebigen Dauerregenfälle Ende Mai/Anfang Juni zu einem erneuten Anstieg (wenngleich auch in geringerem Maße als zu Jahresbeginn) führten. Erst der sehr trockene Monat Juli hatte, bedingt durch den hohen Wasserbedarf der Buchen deutliche (negative) Auswirkungen auf den Bodenwasserhaushalt. Bis in den September (September: 3-4 Sommertage) hinein blieb der Bodenwassergehalt gering und es wurde kaum Sickerwasser neu gebildet. Dies ist zum einen auf die zu dieser Jahreszeit hohe Verdunstungsleistung der Vegetation und zum anderen auf die insgesamt geringen Niederschläge zurückzuführen. Die Niederschläge im letzten Quartal führten dann sukzessive zu einem Ausgleich des sommerlichen Bodenwasserdefizits, ohne dass eine Reaktion der Grundwasserstände erkennbar war.

5 Lawinenwarndienst

Im Winter 2012/2013 waren Lawinenkommissionen und Sicherheitsbehörden während zweier Witterungssituationen gefordert, Empfehlungen zur Abwehr von Lawinengefahren abzugeben bzw. sie in sicherheitsrechtliche Anordnungen umzusetzen. Bereits Mitte Dezember mussten vor allem im Landkreis Oberallgäu Wanderwege und Gemeindestrassen gesperrt werden, da die am Boden warme Schneedecke in Steiflächen als Bodenlawinen abzugehen drohten. Auch die Landkreise Tölz-Wolfratshausen und Miesbach waren betroffen. Mitte Februar traf es wieder schwerpunktmäßig den Landkreis Oberallgäu, als turbulentes Wetter mit Starkschneefällen, Sturm mit Schneeverfrachtungen und hochreichendem Regen zur Gefährdung von Infrastruktur durch Lawinen führte. Insgesamt kann der Winterverlauf 2012/13 aus Sicht der Sicherheitsbehörden als eher harmlos eingestuft werden.

Wie im Vorjahr setzte der Winter erst sehr spät, Anfang Dezember, ein. Dafür fielen innerhalb weniger Tage 80 cm Neuschnee, der sich durch umfangreiche Windverfrachtungen örtlich sehr unterschiedlich ablagerte und einen warmen Boden einschneite. Nach neuerlichen Schneefällen Mitte Dezember mit durchschnittlichen Gesamtschneehöhen von 110 cm in mittleren Lagen fing die Schneedecke an zu Gleiten. An der Basis der Schneedecke bildete sich innerhalb von zwei Wochen durch die Bodenwärme eine nasse Schmierschicht, die auf steilen, glatten Hängen das Gleiten der Schneedecke förderte. In Folge war der Winter 2012/13, wie auch der Winter des Vorjahres, geprägt von einer permanenten Gleitschneeaktivität (Abb. 33).



Abb. 33:
Gleitschneelawine in
steilem Wiesenhang (All-
gäuer Alpen)

Rath Kristian

Die Schneehöhenmaxima des Winters 2012/13 wurden bereits Mitte Februar in allen Höhenlagen erreicht. In der Regel stellen sich die Maxima der Schneehöhe in höheren Lagen im Spätwinter, also Ende März ein. Die automatischen Messstationen des Bayerischen Lawinenwarndienstes zeichneten im Bereich der 15- bis 19-jährigen Messreihen überdurchschnittliche Schneehöhen, aber keine neuen Höchstwerte der Gesamtschneehöhe, auf. Als Charakteristikum des Winters 2012/13 ist die lange Schneebedeckungsdauer in Folge der kalten Witterung auch in mittleren Lagen anzuführen, die gute Bedingungen für Frühjahrsskitouren gewährte.

Die Gefährdungssituation durch Lawinen im bayerischen Alpenraum im Winter 2012/13 lässt sich wie folgt charakterisieren:

Wie im Vorjahr verursachten Starkschneefälle vor Weihnachten mit über 80 cm Neuschnee in wenigen Tagen vor allem im Landkreis Oberallgäu große Lawinengefahr (=Gefahrenstufe 4 der 5-teiligen europäischen Gefahrenskala), die zu kurzzeitigen Sperrungen exponierter Wanderwege und Gemeindestraßen führte. Hochreichender Regen brachte dann kurz vor Weihnachten nochmals große Lawinengefahr. Selbstauslösungen von Lockerschnee- und Schneebrettlawinen auf Grund der massiven Durchfeuchtung der Schneedecke waren zu erwarten. In den Zuständigkeitsbereichen der Lawinenkommissionen blieb dann das Lawinengeschehen aber überschaubar, Maßnahmen der Sicherheitsbehörden zur Sperrung von Verkehrswegen waren nicht erforderlich.

Der Januar war geprägt von einem ständigen Wechsel von Starkschneefällen, Erwärmungsphasen, Föhneinbrüchen, hochreichendem Regen und Wind. In der Schneedecke entstanden durch die Witterungswechsel störanfällige Schwachschichten, die vor allem im Skitourensektor eine schwierig zu bestimmende Lawinengefahr verursachte. Die Lawinengefahrenstufe im bayerischen Alpenraum verharrte meistens bei erheblicher Lawinengefahr, die für den Skitourengeher auf Grund der vielen Gefahrenstellen im Gelände als gefährlich einzuschätzen ist. Mehrere skitouristische Unfälle, die ohne Todesfolge blieben, bestätigten Mitte des Monats die Gefährlichkeit der Lawinensituation.

Anfang Februar lagerten sich auf einer Eislamelle, die durch hochreichenden Regen Ende Januar entstanden war, mehr als ein halber Meter Neuschnee unter starkem Windeinfluss ab. Die Bindung zwischen Eislamelle und Neuschnee war unzureichend. Mit Schwerpunkt im Landkreis Oberallgäu herrschte dann um den 08. Februar große Lawinengefahr. Dort sperrten die Sicherheitsbehörden zum zweiten Mal in diesem Winter gefährdete Gemeindestraßen und Wanderwege. Wie angebracht diese Maßnahmen waren, zeigte der Lawinenabgang auf den Erschließungsweg der Falkenhütte in der Gemeinde Oberstaufen, wo aus Sicherheitsgründen eine großangelegte Verschüttetensuche durchgeführt wurde. Zum Glück waren keine Personen betroffen. Bis Ende Februar entspannte sich die Lawinensituation weitgehend. Kaltes, niederschlagsarmes Wetter führte zu einer kontinuierlichen Setzung und Verfestigung der Schneedecke bis zum Monatsende.



Abb. 34:
Starker Windeinfluss auf
die Schneedecke der
höheren Lagen (hier im
Landkreis Oberallgäu)

Rath Kristian

Anfang März hielt mildes und frühlingshaftes Wetter Einzug, größere Lawinenabgänge wurden nicht dokumentiert. Verfrachtender Wind und ein halber Meter Neuschnee führten im skitouristischen Gelände Mitte März noch ein Mal zu gefährlichen Schwachschichten in der Schneedecke (Abb. 34). Ende März entwickelten sich mit Neuschnee zu Ostern und kalter Witterung hervorragende Skitourenbedingungen, mit ausreichender Schneelage bis in die Täler und idealen Firnverhältnissen.

Im April fehlte dann weiterer Neuschneezuwachs und Mitte des Monats war dann auch bis 1300 m in Schattenlagen die Schneedecke ausgeapert. Durch das zunehmend frühlingshafte Wetter gingen hauptsächlich im Tagesverlauf auf Sonnseiten kleinere Bodenlawinen ab.

Am 09. Mai ereignete sich außerhalb der Lawinenwarndienstsaison am Grünen ein tödlicher Bergunfall, bei dem ein Bergsteiger durch das Abtreten eines Altschneerestes in einer steilen Mulde auf 1600 m zu Tode kam (Näheres unter www.lawinenwarndienst.bayern.de in der Rubrik Lawinenunfälle).

Rückblickend lässt sich sagen, dass im Winter 2012/13 die Lawinenkommissionen und Sicherheitsbehörden durch das turbulente Wettergeschehen im Dezember sehr schnell gefordert waren, die Lawinengefahr zu meistern. Ansonsten war der Winter eher harmlos für die Lawinenwarndienstorganisation einzuschätzen. Aber gerade in Wintern, in denen die Gefährdung von Infrastruktureinrichtungen durch Lawinen nicht im Vordergrund steht, ist es wichtig, die Einsatzbereitschaft zu wahren, um schnell auf etwaige Gefährdungssituationen reagieren zu können. Dafür ist den ehrenamtlichen Lawinenkommissionen, die in ihren Zuständigkeitsbereichen Gefährdungen von Leib und Leben erfolgreich verhindern sollen, Respekt zu zollen.

Aktuelle Informationen sowie Daten zum Berichtszeitraum (Lawinenlageberichte, Schneedeckenberichte, Lawinenunfälle) sind verfügbar unter www.lawinenwarndienst.bayern.de.

6 Zusammenfassung

In der Gesamtbilanz war das Jahr 2013 durchschnittlich warm und etwas zu trocken. Die Jahresmitteltemperatur betrug 8,1 °C. Dies entspricht dem 30-jährigen Mittel der Jahre 1981 bis 2010. Der Jahresniederschlag 2013 erreichte 927 mm, das entspricht einem Niederschlagsdefizit von 4 % zum langjährigen Referenzwert (Mittel 1981-2010).

Bemerkenswerte Wetterereignissen traten in 2013 mehrere auf, unter anderem:

- Tauwetter und Regenfälle, die zu Hochwasser im Januar/Februar führten
- Ein insgesamt zu trüber Winter bei deutlich unterdurchschnittlicher Sonnenscheindauer
- In Nordbayern ein markant zu nasser Mai
- Extremes Hochwasser durch ergiebige Dauerregenfälle und Staulagen im Mai/Juni mit teils katastrophalen Auswirkungen
- Hitzeperioden im Juni und Juli, die zu massiven Beschädigungen von Autobahnen führten
- In Südbayern ein markant zu trockener Juli
- Starke Nassschneefälle in Alpennähe Anfang Oktober, die zu großen Verkehrsbeeinträchtigungen führten
- In Südbayern ein markant zu trockener Dezember.

Das Jahr 2013 wurde vom Junihochwasser dominiert. Das herausragende Ereignis begann Ende Mai, erreichte seinen Höhepunkt Anfang Juni und war in mehrfacher Hinsicht bemerkenswert. Sommerereignisse sind im Maingebiet selten, üblicherweise treten die höchsten Jahresabflüsse im hydrologischen Winterhalbjahr auf. 2013 lief ein Sommerhochwasser ab, das fast das gesamte Einzugsgebiet betraf. Da das Donaugebiet ebenfalls nahezu vollständig betroffen war kam es zu einem bayernweiten Hochwasser. Dabei traten in Südbayern zum Teil außerordentlich hohe Wasserstände und Abflüsse mit Jährlichkeiten (statistischen Wiederkehrwahrscheinlichkeiten) von über 100 Jahren auf. Das Junihochwasser ist in einem gesonderten Bericht detailliert beschrieben

An der Messstation Main, Kahl wird die Vorwarnstufe des Alarmplanes Main von 25 °C im Juli erreicht und Anfang August an mehreren Tagen überschritten. Infolge der hohen Temperaturen in den Sommermonaten kommt es zu einer massenhaften Vermehrung von Algen (auch Algenblüte genannt) unter Umsetzung der vorhandenen Nährstoffe. Ein massiver Einbruch der Phosphatkonzentrationen ist die Folge.

Am Beispiel des Drachensees, einem 2009 als Hochwasserspeicher geschaffenen künstlichen See im Landkreis Cham, werden durch begleitende chemische und biologische Untersuchungen in den Jahren 2010 bis 2013 die Entwicklung und Veränderung bei der Entstehung eines neuen Lebensraumes erfasst. Der Verlauf der untersuchten Parameter über die vier Jahre lässt erkennen, dass es sich bei dem Drachensee um ein Gewässer handelt, das sich in einer Phase der Veränderung befindet. Über den bisher untersuchten Zeitraum hat sich die Gewässerqualität verschlechtert.

Bezogen auf die Situation im Grundwasser wurde das Jahr 2013 durch das Hochwasser im Juni geprägt. Nachdem schon im Frühjahr ergiebige Niederschläge zu einer hohen Grundwasserneubildung und einer weitgehenden Aufsättigung des Bodenwassers geführt hatten, bewirkten die Starknieder-

schläge im Juni in den meisten bayerischen Grundwasserleitern einen unmittelbaren und sprunghaften Anstieg der Grundwasserstände. Dabei wurden die bisherigen langjährigen Höchstmarken an 137 von 575 Grundwassermessstellen übertroffen. Die unmittelbar folgenden, sehr regenarmen Monate Juli und August ließen die Grundwasserstände schnell wieder bis auf ein mittleres Niveau absinken. Die Quellschüttungen fielen im Herbst sogar deutlich unter das mittlere Schüttungsniveau.

Im Winter 2012/2013 waren Lawinenkommissionen und Sicherheitsbehörden während zweier Witterungssituationen gefordert, Empfehlungen zur Abwehr von Lawinengefahren abzugeben bzw. sie in sicherheitsrechtliche Anordnungen umzusetzen. Wie im Vorjahr setzte der Winter erst spät, Anfang Dezember, ein. An der Basis der Schneedecke bildete sich durch die Bodenwärme eine nasse Schmierschicht, die auf steilen, glatten Hängen das Gleiten der Schneedecke förderte. In Folge war der Winter 2012/13, wie auch der Winter des Vorjahres, geprägt von einer permanenten Gleit-schneeaktivität. Als Charakteristikum des Winters 2012/13 ist in Folge der kalten Witterung die lange Schneebedeckungsdauer auch in mittleren Lagen anzuführen.

7 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Lufttemperaturverhältnisse in Bayern (Abweichung der Monatsmittel in 2013 vom Mittelwert der Periode 1981-2010)	5
Abb. 2: Niederschlagsverhältnisse in Bayern (Abweichung der Monatssummen in 2013 vom Mittelwert der Periode 1981-2010)	6
Abb. 3: Niederschläge hN und Schneehöhen hS der Ombrometerstation Hammelburg	8
Abb. 4: Niederschläge hN und Schneehöhen hS der Ombrometerstation Utting-Achselschwang	11
Abb. 5: Jahresniederschläge ausgewählter Ombrometerstationen	14
Abb. 6: Abflussentwicklung Kemmern / Main im Berichtsjahr 2013	15
Abb. 7: Abfluss Kemmern / Main – Vergleich des aktuellen und langjährigen Monatsmittelwertes	16
Abb. 8: Abflussentwicklung Kelheim / Donau im Berichtsjahr 2013	17
Abb. 9: Abfluss Kelheim / Donau – Vergleich des aktuellen und langjährigen Monatsmittelwertes	17
Abb. 10: Wasserstandsentwicklung Pegel Stock / Chiemsee im Mai /Juni 2013	18
Abb. 11: Wasserstandsentwicklung Pegel St. Quirin / Tegernsee im Mai bis August 2013	18
Abb. 12: Wasserstandsentwicklung Pegel Stock / Chiemsee im Berichtsjahr 2013	19
Abb. 13: Wasserstand Pegel Stock / Chiemsee – Vergleich des aktuellen und langjährigen Monatsmittelwertes	19
Abb. 14: Abflussganglinie für das Jahr 2013 am Pegel Oberndorf/Donau.	20
Abb. 15: Maximale Beaufschlagung der einzelnen Wasserspeicher während des gesamten Hochwasserereignisses. Daraus ist auch ein schneller Überblick zu gewinnen, welche Speicher bei diesem Hochwasser besonders im Fokus standen (siehe rote Säulen).	21
Abb. 16: Ablaufschema Bewertung des ökologischen Zustandes nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (aus Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg; 2011 unveröffentlicht)	23
Abb. 17: Sauerstoff und Wassertemperatur an der automatischen Messstation Kahl am Main im Vergleich mit Stichprobenergebnissen von Ortho-Phosphat als Monatsmittel für das Jahr 2013 und dem langjährigen Mittel der Jahre 2000-2012	25
Abb. 18: Sauerstoff und Wassertemperatur an der automatischen Messstation Donau, Ingolstadt im Vergleich mit Ortho-Phosphat der Messstelle Bittenbrunn als Monatsmittel für das Jahr 2013 und dem langjährigen Mittel der Jahre 2000-2012.	26
Abb. 19: Jahresmittelwerte der Parameter Chlorophyll a ($\mu\text{g/l}$), Gesamt-Phosphor ($\mu\text{g/l}$) und Sichttiefe (cm) in den Untersuchungsjahren 2010, 2011, 2012 und 2013.	27
Abb. 20: Drachensee – Jahresverlauf der Parameter Sauerstoffgehalt und Wassertemperatur über Gewässergrund und Wassertemperatur an der Oberfläche während der Untersuchungsjahre 2010, 2011, 2012 und 2013	28
Abb. 21: Drachensee – Biomassen der aufgeführten Algenklassen in den Untersuchungsjahren 2010 bis 2013 in mm^3/l sowie deren Summe	29
Abb. 22: Verlauf der Grundwasserstände im Niederterrassenschotter der Münchener Schotterebene (Messstelle Eching 275D, beobachtet seit 1939) - HHW: 465,59 m ü. NN, MW: 463,82 m ü. NN, NNW: 462,68 m ü. NN	30

Abb. 23: Verlauf der Grundwasserstände im Quartär (Messstelle Kirchehrenbach 6, beobachtet seit 1997) - HHW: 275,04 m ü. NN; MW: 272,62 m ü. NN; NNW: 271,97 m ü. NN	31
Abb. 24: Verlauf der Grundwasserstände der Oberen Süßwassermolasse des Tertiärs (Messstelle Niederroth T 7f, beobachtet seit 2001) - HHW: 475,27 m ü. NN, MW: 474,58 m ü. NN, NNW: 474,07 m ü. NN	32
Abb. 25: Verlauf der Grundwasserstände im Malmkarst (Messstelle Gungolding 928, beobachtet seit 1982) - HHW: 376,80 m ü. NN, MW: 374,69 m ü. NN, NNW: 374,20 m ü. NN	32
Abb. 26: Verlauf der Grundwasserstände im Muschelkalk (Messstelle ROTHOF (WÜ-MU 8), beobachtet seit 1998) HHW: 186,68 m ü. NN, MW: 181,56 m ü. NN, NNW: 178,43 m ü. NN	33
Abb. 27: Verlauf der Grundwasserstände im Buntsandstein (Messstelle Kothen S5, beobachtet seit 2001) - HHW: 406,78 m ü. NN, MW : 403,18 m ü. NN, NNW: 401,24 m ü. NN	34
Abb. 28: Verlauf der Quellschüttungen im Ostbayerischen Kristallin (Messstelle Rassreuth, beobachtet seit 2012) - HQ: 2,73 l/s, MQ:0,86 l/s, NQ: 0,40 l/s	35
Abb. 29: Verlauf der Quellschüttungen im voralpinen Moränengürtel (Messstelle Stauquelle Steindorf, beobachtet seit 2011) - HQ: 3,28 l/s, MQ: 1,72 l/s, NQ: 1,06 l/s	35
Abb. 30: Verlauf der Quellschüttungen im alpinen Raum (Messstelle Strailach 3-5, beobachtet seit 1988) HQ: 55,93 l/s, MQ: 24,24 l/s, NQ: 5,31 l/s	36
Abb. 31: Entwicklung der Nitratgehalte im Grundwasser 1991-2013 (Messstellen je Konzentrationsklasse in %)	37
Abb. 32: Jahresverlauf 2013 von Bodenwassergehalt und Grundwasserstand am IHM-Messstandort „Hochspessart“	38
Abb. 33: Gleitschneelawine in steilem Wiesenhang (Allgäuer Alpen)	39
Abb. 34: Starker Windeinfluss auf die Schneedecke der höheren Lagen (hier im Landkreis Oberallgäu)	41

Impressum:

Herausgeber:
Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Telefon: 0821 9071-0
Telefax: 0821 9071-5556
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: <http://www.lfu.bayern.de>

Postanschrift:
Bayerisches Landesamt für Umwelt
86177 Augsburg

Bearbeitung:
Abteilung 8

Bildnachweis:
LfU, Stefan Rusch (Titel, Lawinenabbruch), Hartmut Paulus (Titel, Bodenprofil), WWA Aschaffenburg (Titel, Grundwassermessstelle), WWA Kempten (Titel, Hochwasser), Kristian Rath (Abb. 33, Gleitschneelawinen; Abb. 34, Windeinfluss auf Schneedecke)

Stand:
04/2014

