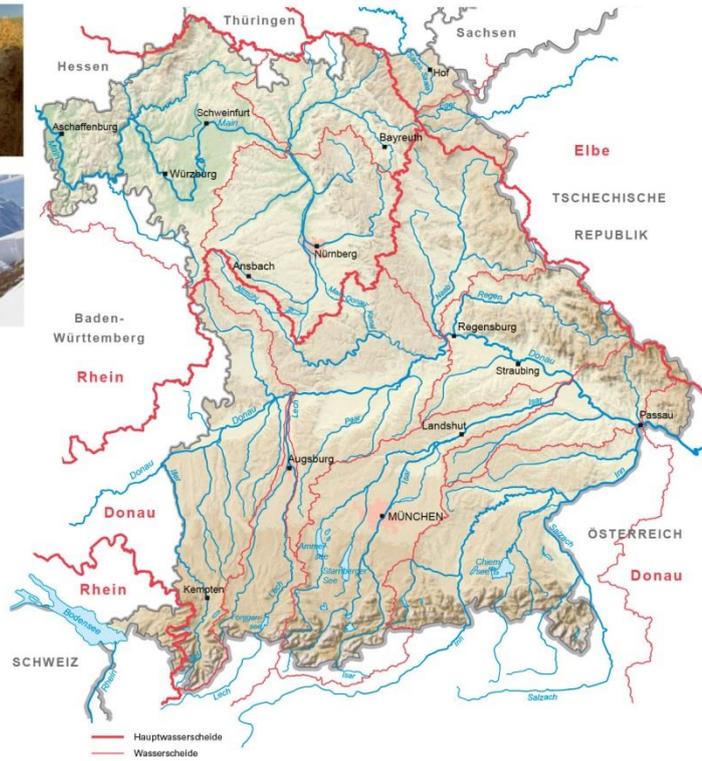




# Gewässerkundlicher Jahresbericht



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorwort</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Witterung</b>	<b>4</b>
2.1	Regionaler Überblick	4
2.1.1	Nördlich der Donau	4
2.1.2	Südlich der Donau	5
2.2	Niederschläge	7
<b>3</b>	<b>Fließgewässer und Seen</b>	<b>14</b>
3.1	Abflüsse von Fließgewässern	14
3.1.1	Nördlich der Donau	14
3.1.2	Südlich der Donau	16
3.2	Wasserstände an Seen	18
3.2.1	Wassertemperatur	19
3.3	Wasserspeicher	21
3.3.1	Niedrigwasser 2015 – Auswirkung auf die Speicherbewirtschaftung	21
3.4	Gewässerqualität	23
3.4.1	Überwachung des ökologischen und chemischen Zustandes	23
3.4.2	Qualität der Fließgewässer	24
3.4.3	Qualität der Seen	30
<b>4</b>	<b>Grund- und Bodenwasser</b>	<b>33</b>
4.1	Verlauf des Niedrigwassers 2015 im Grundwasser	33
4.2	Grundwasserstände	34
4.3	Quellen	39
4.3.1	Quellschüttung	39
4.3.2	Wassertemperatur an Quellen	41
4.4	Grundwasserbeschaffenheit	42
4.5	Bodenwasser	43
<b>5</b>	<b>Lawinenwarndienst</b>	<b>45</b>
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>48</b>

# 1 Vorwort

Der Gewässerkundliche Jahresbericht 2015 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 unter anderem die Grundlage für Warn- und Informationsdienste, das heißt 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 EG-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, wie 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 2015 sind in diesem Bericht zusammengestellt.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. Werner Wahliß

Leiter des Gewässerkundlichen Dienstes im Bayerischen Landesamt für Umwelt

## 2 Witterung

### 2.1 Regionaler Überblick

In der Gesamtbilanz war das Jahr 2015 zu trocken und **markant zu warm**. So betrug die Jahresmitteltemperatur für Bayern 9,4 °C und lag um 1,3 Grad über dem 30-jährigen Mittel der Jahre 1981 bis 2010. Damit war das Jahr 2015, nach dem Jahr 2014, das **zweitwärmste Jahr** in der gesamten Beobachtungsreihe seit 1881. Der Jahresniederschlag 2015 summierte sich für Bayern auf 744 mm und liegt um 23 % unter dem langjährigen Referenzwert (Mittel 1981–2010).

Im Witterungsverlauf lassen sich folgende bemerkenswerte Ereignisse hervorheben:

- Durch Starkniederschläge und Schneeschmelze kam es in der ersten Januarhälfte zu kleineren Hochwasserereignissen und in kurzer Folge überquerten die Orkantiefs „Elon“ und „Felix“ Bayern.
- Der **Februar** fiel in **Nordbayern markant zu trocken** aus und bis einschließlich Oktober blieben in Nordbayern neun Monate in Folge zu trocken.
- Ende März verursacht das Orkantief „Niklas“ ergiebige Niederschläge sowie Orkanböen und sorgt für Behinderungen im Bahn-, Straßen- und Flugverkehr.
- Im Mai werden zwei Tornados beobachtet (13. Mai nördlich von Augsburg, 29. Mai in der Oberpfalz) und im letzten Monatsdrittel sorgen Dauerregenfälle für ein kleineres Hochwasser im Donaauraum
- Lokale Gewitter und Starkregenereignisse verursachten im Juni große Schäden (großflächige Stromausfälle in München am 8. und Schlammlawine in Oberstdorf am 14.)
- Im Juli und August wurden überdurchschnittlich viele heiße Tage registriert und bei extremer Hitze wurde in Kitzingen an zwei Tagen mit 40,3 °C ein neuer deutscher Temperaturrekord gemessen. Die anhaltende Trockenheit führte zu Niedrigwasser und in Franken traten Waldbrände auf.
- Das hydrologische Sommerhalbjahr 2015 war in Nordbayern das trockenste seit dem Beobachtungsbeginn 1961
- Die bis Anfang November anhaltende Trockenheit ließ im Bayerischen Wald einzelne Trinkwasserquellen versiegen.
- Durch Dauerregen und Schneeschmelze wurde Anfang Dezember in Nordbayern ein Hochwasser ausgelöst. Insgesamt fiel der **Dezember** in Bayern **markant zu warm** aus.

Die langzeitlichen Veränderungen von meteorologischen sowie hydrologischen Messgrößen (Klimawandel) werden in dem Vorhaben „Klimaveränderung und Wasserwirtschaft“ (KLIWA) intensiv untersucht: [www.kliwa.de/](http://www.kliwa.de/).

#### 2.1.1 Nördlich der Donau

Im langjährigen Vergleich (Mittel 1981 bis 2010) fielen 7 Monate des Jahres 2015 zu warm aus und nur der Februar, Mai, September und Oktober blieb statistisch zu kalt. Die Monatsmitteltemperatur im April erreichte den langjährigen Durchschnitt. Als deutlich zu warm (Abweichung vom Mittel um mindestens + 2,1 Grad) erwiesen sich die Monate Januar, Juli, August und November. Der **Dezember** war sogar **markant zu warm**, da die Monatsmitteltemperatur um 4,9 Grad über dem vieljährigen Mittel lag (Abb. 1).

Im Januar und Februar wurden nur sehr wenige Eistage (Tage mit Höchsttemperaturen unter 0° C) registriert (z. B. Nürnberg: 3 Eistage, 10 Tage weniger als im langjährigen Mittel). Im Warmsektor des Orkantiefs „Felix“ wurde am 10. subtropische Meeresluft herangeführt und in Würzburg 14,6 °C gemessen. Die tiefste Temperatur des ausgehenden Winters wurde Anfang Februar gemessen (z. B. Weiden: -10,8 °C am 4. und Lautertal-Oberlauter: -10,9 °C am 7.). Im März und April wurden keine Eistage mehr verzeich-

net und zeitweilig war es bei sonnigem Hochdruckwetter schon frühlingshaft warm (Tageshöchsttemperatur Bamberg: 20,4 °C am 25.3.). Die Anzahl der Frosttage im April reichte von 1 (z. B. Würzburg) bis 19 (z. B. Bamberg). Im Mai traten dann keine Frosttage mehr auf und bei häufigen Westlagen wurden an den Stationen nur ein bis zwei Sommertage (Tageshöchsttemperatur mindestens 25 °C) beobachtet. Am 12.5. wurde örtlich der erste heiße Tag des Jahres (Tag mit Höchsttemperatur größer oder gleich 30 °C) beobachtet (z. B. Bamberg 30,4 °C am 12.5.). Weitere heiße Tage folgten in den Sommermonaten sowie im September (Anzahl heißer Tage: 3 in der ersten Junihälfte, 11 im Juli, 15 im August und 1 Tag im September). Im Jahr 2015 wurden verbreitet 31 heiße Tage registriert und damit rund 19 Tage mehr als im langjährigen Vergleich. Die höchsten Lufttemperaturen wurden am 05. Juli und 07. August in Kitzingen jeweils mit 40,3 °C gemessen und dies bedeutete einen neuen deutschen Lufttemperaturrekord. Anfang September gab es den letzten heißen Tag des Jahres (Bamberg: 30,1 °C am 1.) und verbreitet noch einen Sommertag. Zwar dominierte im Oktober noch häufig mildes Hochdruckwetter, aber nachts wurde schon der Gefrierpunkt unterschritten (1 bis 6 Frosttage in Nordbayern). Der November blieb ungewöhnlich mild, aber am Monatsende trat doch noch ein Eistag auf. Im Dezember gab es nur 5 bis 10 Frosttage und vereinzelt einen Eistag und insgesamt war es markant zu warm. Bei grünen Weihnachten erreichten die Höchsttemperaturen um 12 °C.

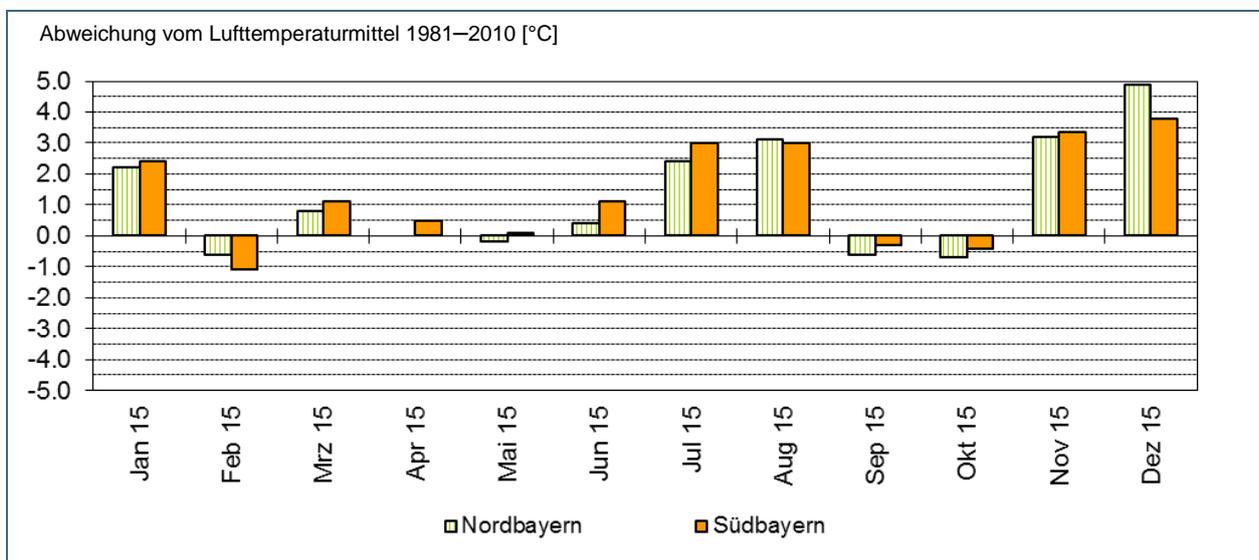


Abb. 1: Lufttemperaturverhältnisse in Bayern (Abweichung der Monatsmittel in 2015 vom Mittelwert der Periode 1981–2010)

Zehn von zwölf Monaten blieben vergleichsweise zu trocken, wobei von Februar bis Oktober neun zu trockene Monate unmittelbar aufeinanderfolgten. Der **Februar** war **markant zu trocken** und Juli sowie Dezember jeweils deutlich zu trocken. Im langjährigen Vergleich zu nass blieb der Januar und deutlich zu nass fiel der November aus.

Nordbayern wies im Kalenderjahr 2015 eine Gebietsniederschlagshöhe von 611 mm auf und erreichte damit 73 % der Referenzperiode 1981/2010 (Maingebiet: 758 mm, 72 % vom Mittel). Damit fiel der Jahresniederschlag 2015 deutlich zu trocken aus, aber im langjährigen Vergleich waren die Jahre 2003 (560 mm), 1976 und 1964 in Nordbayern noch trockener.

### 2.1.2 Südlich der Donau

Im langjährigen Vergleich (Mittel 1981–2000) fielen 9 Monate des Jahres 2015 zu warm aus und nur der Februar, September und Oktober blieben unter ihrem langjährigen Durchschnitt. Dabei waren der Januar, Juli, August sowie November jeweils deutlich zu warm und der Dezember, mit einer Abweichung von +3,8 Grad vom Mittel, sogar markant zu warm (Abb. 1).

Im Januar wurden nur sehr wenige Eistage (Tage mit Höchsttemperaturen unter 0° C) registriert (z. B. Augsburg: 1 Eistag, 10 Tage weniger als im langjährigen Mittel). Im Warmsektor des Orkantiefs „Felix“ wurde am 10. subtropische Meeresluft herangeführt und in Piding/Lkr. Berchtesgadener Land 20,5 °C gemessen. Die tiefste Temperatur des ausgehenden Winters wurde Anfang Februar gemessen (z. B. Oberstdorf: -17,1 °C am 4.). Im März und April wurden in den tieferen Lagen keine Eistage mehr verzeichnet und zeitweilig war es bei sonnigem Hochdruckwetter schon frühlingshaft warm (Tageshöchsttemperatur München: 17,9 °C am 17.3.). Die Anzahl der Frosttage im April reichte von 9 (z. B. Augsburg) bis 18 (z. B. Oberstdorf). Im Mai traten dann in tieferen Lagen keine Frosttage mehr auf und bei häufigen Westlagen wurden an den Stationen nur ein bis drei Sommertage (Tageshöchsttemperatur mindestens 25 °C) beobachtet. Am 3. Juni wurde örtlich der erste heiße Tag des Jahres (Tag mit Höchsttemperatur größer oder gleich 30 °C) beobachtet (z. B. Regensburg 30,6 °C am 3.6.). Weitere heiße Tage folgten in den Sommermonaten sowie im September (Anzahl heißer Tage verbreitet: 1 im Juni, 10 im Juli, 16 im August und 2 Tage im September). Im Jahr 2015 wurden verbreitet 29 heiße Tage registriert und damit rund 22 Tage mehr als im langjährigen Vergleich. Die höchsten Lufttemperaturen wurden am 07. Juli (z. B. Oberstdorf: 35,6 °C) und 07. August (z. B. München: 36,5 °C) gemessen. Im September gab es den letzten heißen Tag des Jahres (Mühlendorf: 33,3 °C am 17.) und verbreitet noch vier Sommertage. Zwar dominierte im Oktober noch häufig mildes Hochdruckwetter, aber nachts wurde schon der Gefrierpunkt unterschritten (1 bis 6 Frosttage in Südbayern). Der November blieb ungewöhnlich mild, aber am Monatsende trat doch noch ein Eistag auf. Im Dezember gab es 7 bis 29 Frosttage und vereinzelt einen Eistag und insgesamt war es markant zu warm. Bei grünen Weihnachten erreichten die Höchsttemperaturen um 10 °C.

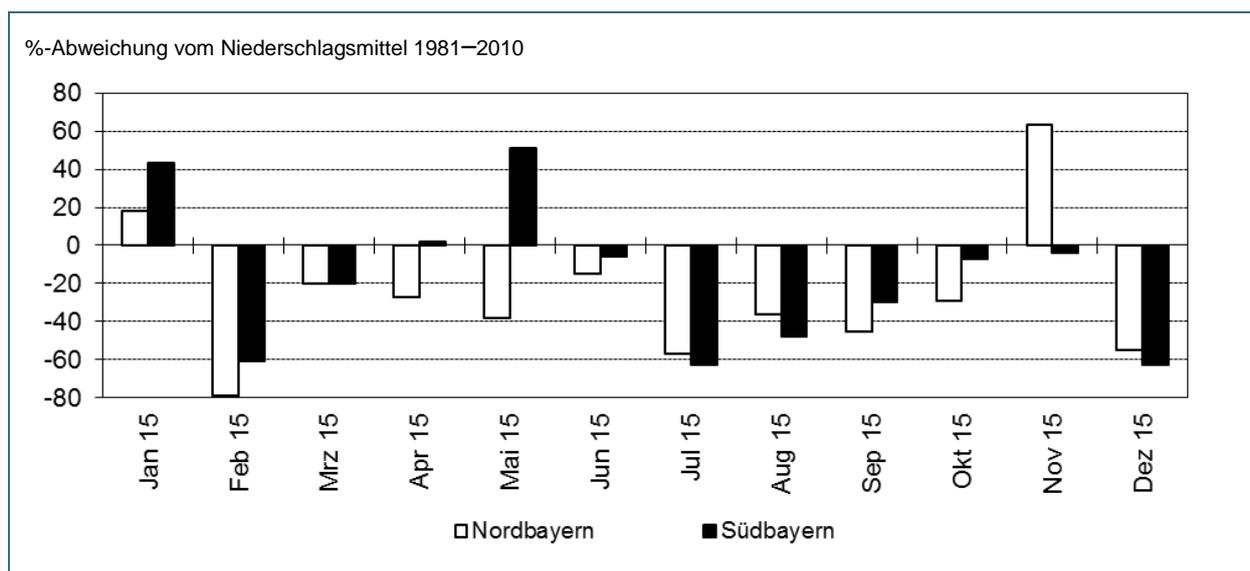


Abb. 2: Niederschlagsverhältnisse in Bayern (Abweichung der Monatssummen in 2015 vom Mittelwert der Periode 1981–2010)

In Südbayern waren neun Monate des Jahres im langjährigen Vergleich (Mittel 1981 bis 2010) zu trocken. Dabei sind vor allem jeweils die deutlich zu trockenen Monate Februar, Juli und Dezember hervorzuheben. Im langjährigen Vergleich zu nass blieb der Januar und deutlich zu nass fiel der Mai aus. Im April wurde der langjährige Durchschnitt nur geringfügig überschritten (Abb. 2). Insgesamt fielen im Kalenderjahr 2015 mit 909 mm Niederschlag 19 % weniger als im 30-jährigen Mittel. Noch trockener waren in der langjährigen Beobachtungsreihe die Jahre 2003 (799 mm), 1972 und 1971 in Südbayern.

Der Jahresniederschlag im gesamten Donaeinzugsgebiet bis zur bayerischen Grenze summierte sich auf 793 mm und erreichte damit 79 % 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 2015.

Im Folgenden werden die Niederschlagsverhältnisse des Jahres 2015 monatsweise erläutert und außergewöhnliche Ereignisse näher beschrieben.

Der Januar fiel in Nord- und Südbayern im langjährigen Vergleich zu nass aus, wobei in Südbayern zwischen 14 bis 18 Niederschlagstage auftraten (Nordbayern: 12 bis 16). Am Monatsbeginn war Bayern schneebedeckt (Schneehöhe am 1., z. B.: München 23 cm, Hof: 10 cm). Nur in der ersten Monathälfte traten Starkniederschläge auf und diese in Verbindung mit Westwetterlagen. Beim Durchzug von Tief „Alexander“ am 4. fiel teils Schnee, teils Regen (Inzell/Lkr. Traunstein: 45 mm am 3., Balderschwang/Lkr. Oberallgäu: 42 mm am 3.) und in Verbindung mit der Schneeschmelze trat im Südwesten Bayerns ein kleineres Hochwasser auf. Die tieferen Lagen Südbayerns waren dann schneefrei, während Teile Nordbayerns noch eine Schneebedeckung aufwiesen (z. B. Hof 9 cm Schneehöhe am 5.). Am 9. und 10. überquerten in rascher Folge die beiden Orkantiefs „Elon“ und „Felix“ Bayern und verursachten weitere Starkniederschläge (Gr. Arber: 69 mm am 9., Lindberg-Buchenau/Lkr. Regen: 36 mm am 9., Press-eck/Lkr. Kulmbach: 31 mm am 9.) und kurz aufeinanderfolgende Luftmassenwechsel (Temperatursturz um 10 Grad in 24 Stunden). Die Folge war eine zeitweilige Tauflut, die zu einem kleineren Hochwasser in Bayern führte. Mit der Südwestlage am 17. endete die milde Luftmassenzufuhr und in der Folgezeit bis zum Monatsende gelangte wieder Kaltluft nach Bayern. Die durchziehenden Frontenzüge waren nur schwach wetterwirksam, aber im letzten Monatsdrittel traten wieder Schneefälle auf. Die Schneehöhe am 31. betrug zum Beispiel: 25 cm in Hof und 47 cm in Oberstdorf. Die Monatszahl der Schneetage in den tieferen Lagen reichte von 5 (z. B. Würzburg) bis 15 (z. B. Passau).

Im Februar wurden keine Starkniederschläge verzeichnet, die Anzahl der Niederschlagstage war sehr gering und dadurch blieb der Monat verbreitet deutlich zu trocken – in Nordbayern sogar markant zu trocken. Bis zum 7. Februar lenkte ein umfangreiches Tiefdrucksystem Kaltluft nach Bayern, es herrschte verbreitet Dauerfrost und die zeitweiligen Niederschläge fielen bis in tiefe Lagen als Schnee. Anfang des Monats wurden die größten Schneehöhen registriert (Oberstdorf: 63 cm am 2., Hof: 26 cm am 3) und in Teilen Oberfrankens kam es zu Behinderungen aufgrund von Schneebruch. Vom 9. bis zum 20. sorgte Hochdruckeinfluss für meist neblig-trübes, kaltes und trockenes Wetter. Am 22. Februar verzeichneten die Stationen eine mindestens 12-tägige Trockenperiode. In Unterfranken und Niederbayern wurden sogar 21-tägige Trockenperioden beobachtet. Im letzten Monatsdrittel verlagerte sich ein westeuropäisches Tiefdrucksystem nach Mitteleuropa, die Tiefausläufer lenkten mildere Luftmassen nach Bayern, die Niederschläge gingen in Regen über und die Schneedecke taute ab. Bereits am 23. waren die tieferen Lagen Bayerns komplett schneefrei. Die Monatsanzahl der Schneetage reichte in den tiefen Lagen von 2 (z. B. Würzburg) bis 17 (z. B. Passau).

Auch im März wurden nur wenige Niederschlagstage verzeichnet (verbreitet 5 bis 11) und es blieb bayernweit zu trocken, aber am Anfang und Ende des Monats wurden auch Starkniederschläge registriert. Der Monat begann mit einer Westlage und beim Durchzug des Sturmtiefs „Zacharias“ traten Starkregenfälle auf (Tagesniederschläge am 2.: Weiler-Simmerberg/Lkr. Lindau: 39 mm, Aschau-Stein/Lkr. Rosenheim: 27 mm). Dabei lag der Niederschlagsschwerpunkt an den Alpen und insbesondere im Allgäu kam es zu einer starken Schneeschmelze. Vom 5. bis zum 24. herrschte meist sonniges und weitgehend trockenes Hochdruckwetter. Tagsüber blieben die Temperaturen frühlingshaft warm und die Schneedecke in den alpinen Hochlagen und in den Mittelgebirgslagen ging deutlich zurück. In der Zeit vom 25. bis 28. wurden die durchziehenden Tiefdruckgebiete nur schwach wetterwirksam und in Oberfranken sowie Mittelfranken wurde bei einzelnen Stationen eine 26-tägige Trockenperiode beobachtet. In weiten Landesteilen war bei dem Hochdruckwetter eine 11- bis 15-tägige Trockenperiode entstanden. In einer kräftigen

Nordwestströmung überquerten am Monatsende das Sturmtief „Mike“ und das Orkantief „Niklas“ mit Starkregenfällen Bayern. Dabei lag der Niederschlagschwerpunkt am 29. im Oberallgäu und in Oberfranken. Am 30. fiel der meiste Niederschlag an den Alpen und dort insbesondere im Chiemgau. Die zweitägigen Niederschlagssummen betragen am 30. zum Beispiel: Balderschwang/Lkr. Oberallgäu: 89 mm, Teuschnitz-Wickendorf/Lkr. Kronach: 57 mm und Aschau-Stein/Lkr. Rosenheim: 58 mm). In der Folge traten bei einigen nordbayerischen Fließgewässern kleinere Ausuferungen auf. Zum Monatsende nahm die Schneedecke in den Hochlagen wieder zu, aber in den tieferen Lagen wurden im März nur 1 bis 2 Schneetage mit geringer Schneemächtigkeit registriert (z. B. Hof: 2 cm am 3.).

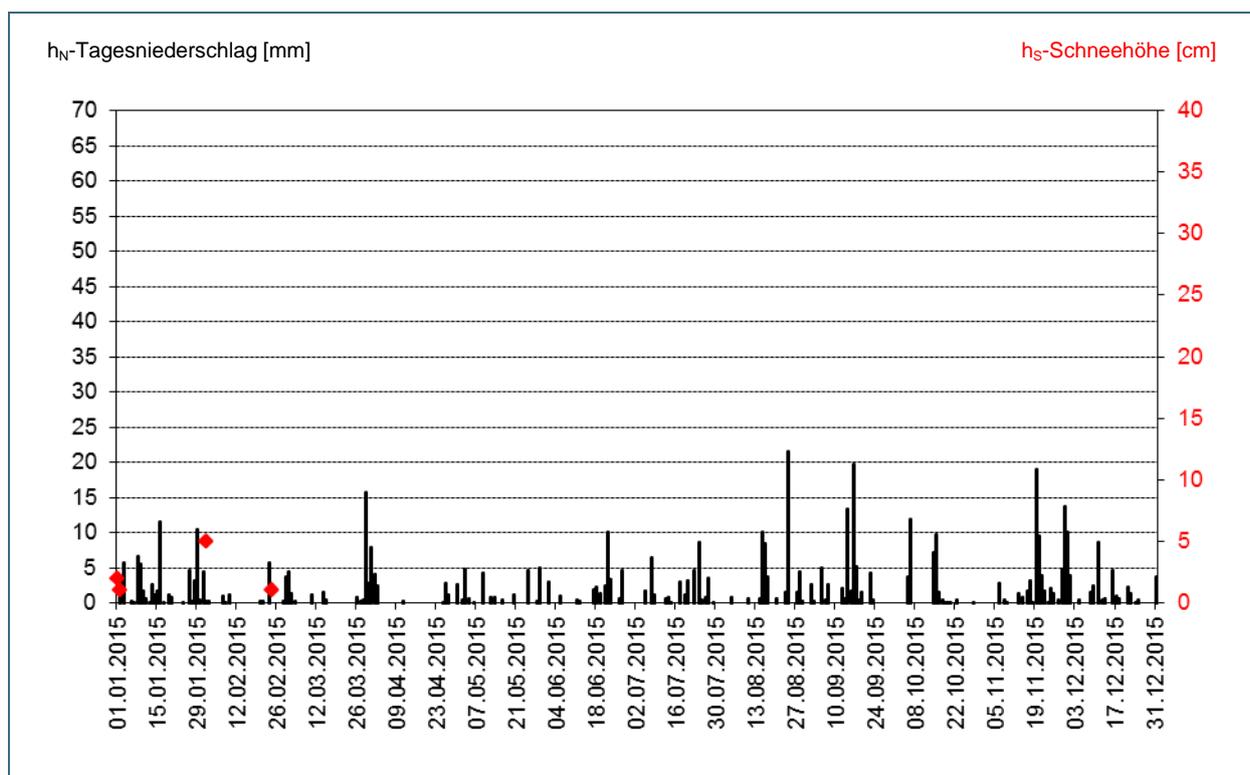


Abb. 3: Niederschläge  $h_N$  und Schneehöhen  $h_S$  der Ombrometerstation Hammelburg

Auch der April hatte nur eine geringe Anzahl von Niederschlagstagen (an den meisten Stationen nur 4 bis 11 Tage), aber in Südbayern gab es mehrere Starkregenfälle und so blieb es nur in Nordbayern im langjährigen Vergleich zu trocken. Anfang des Monats gelangte in einer starken Nordwestströmung subpolare Meeresluft nach Bayern und im Allgäu und an den Alpen traten Starkniederschläge auf, die zum Teil als Schnee fielen. Die Zweitagesniederschlagssummen in den Niederschlagsschwerpunkten betragen am 2.: Balderschwang/Lkr. Oberallgäu: 63 mm, Kochel-Einsiedl: 45 mm. Vom 3. bis zum 26. sorgte Hochdruckwetter für eine mindestens 14-tägige Trockenperiode. Am 17. verursachte eine Kaltfront nur in Alpennähe stärkere, schauerartige Regenfälle (Oberstdorf-Rohrmoos/Lkr. Oberallgäu: 39,8 mm, Aschau-Stein/Lkr. Rosenheim: 41 mm). Somit verlängerte sich die Trockenperiode in Unter- und Mittelfranken auf einen Zeitraum von 24 Tagen. Vom 27. bis zum Monatsende sorgte ein ausgedehntes mitteleuropäisches Tief für kühles, regnerisches Wetter. Dabei kam es im Bereich der Kaltfront von Tief „Vasco“, in einem Band vom Oberallgäu über das nördliche Oberbayern bis nach Oberfranken, zu Gewittern und Starkregenfällen. Die Tagesniederschläge am 27. erreichten: Oberstaufen-Thalkirchdorf/Lkr. Oberallgäu: 58 mm, Kösching/Lkr. Eichstätt: 39 mm, Berching/Lkr. Neumarkt i. d. Oberpfalz: 39 mm). Die Anzahl der Schneetage im April belief sich auf 1 (z. B. München mit 2 cm am 1.) bis 6 (Oberstdorf mit Schneemaximum von 15 cm am 2.). Der Niederschlag summierte sich im hydrologischen Winterhalbjahr (November 2014 bis April 2015) in Nordbayern auf 275 mm (71 % vom Mittel 1981-2010) und in Südbayern auf 367 mm (82 % vom Mittel) und damit startete das weitere Abflussjahr schon mit einem Niederschlagsdefizit.

Anfang Mai überquerten in rascher Folge Tiefdruckgebiete in einer überwiegend westlichen, zwischenzeitlich südwestlichen Strömung Bayern. Beim Durchzug der Frontensysteme von Tief „Yvo“ vom 1. bis zum 3. kam es in Schwaben und dem westlichen Oberbayern zu Dauerniederschlägen. Die Dreitagesniederschlagssummen betragen zum Beispiel: Weiler-Simmerberg/Lkr. Lindau: 100 mm, Ottobeuren/Lkr. Unterallgäu: 72 mm, Fahrenzhausen/Lkr. Freising: 40 mm. Vom 10. bis 18. dominierte über dem südlichen Mitteleuropa Hochdruckeinfluss und die von Westen heranziehenden Tiefdruckgebiete wurden gar nicht oder nur in abgeschwächter Form wetterwirksam. Am 13. lag Südbayern im Bereich einer scharf ausgeprägten zonalen Luftmassengrenze mit subpolarer Luft im Norden und subtropischer Warmluft im Süden. Im Großraum Augsburg entstand ein Tornado, der zu Verwüstungen in den Gemeinden Stettkirchen und Affing führte. Vom 19. bis zum 27. beherrschte ein ausgedehntes Tiefdrucksystem das Wetter in Deutschland und Kaltluft sowie zahlreiche Frontensysteme gelangten nach Bayern. Die Kaltfront des Nordseetiefs „Diethelm“ schleifte ab dem 19. an den Alpen und anschließend blieb das Adriatief „Erika“ bis zum 23. weitgehend stationär. Dadurch entstanden Dauerniederschläge in Südbayern und ein kleineres Donauhochwasser wurde ausgelöst. Der Niederschlagsschwerpunkt erstreckte sich vom oberen Isargebiet bis ins Berchtesgadener Land, wobei hohe 5-Tagesniederschläge registriert wurden, z. B.: Mittenwald-Buckelwiesen/Lkr. Garmisch-Partenkirchen: 143 mm, Berchtesgaden/Jenner: 176 mm. Vom 28. bis zum Monatsende erstreckte sich eine südeuropäische Hochdruckzone nach Bayern und die von Westen hereinziehenden Tiefausläufer wurden nur schwach wetterwirksam. Mit 12 bis 17 Niederschlagstagen und häufigen Dauerniederschlägen blieb es in Südbayern zu nass, dagegen war der Mai in Nordbayern, bei 4 bis 10 Niederschlagstagen, zu trocken.

Der Juni gestaltete sich wechselhaft, da oft Hitzeperioden durch Gewittertätigkeit unterbrochen wurden. Bei 7 bis 14 Niederschlagstagen war der Juni bayernweit zu trocken. Am Monatsbeginn sorgte eine Kaltfront an den Alpen für stärkere Niederschläge (Miesbach: 47 mm am 1.). Anschließend dominierte Hochdruckeinfluss, der Teilen Unterfrankens eine 15-tägige Trockenperiode bescherte. Das übrige Bayern geriet in den Einflussbereich von Luftmassengrenzen, an denen Gewitter und Starkregen entstanden. So erstreckte sich am 6. eine Gewitterlinie von Mittelfranken (Pleinfeld-M./Lkr. Weißenburg-Gunzenhausen: 55 mm) in die Oberpfalz (Tirschenreuth: 34 mm). Die wellende Kaltfront von Tief Lothar, die im Satellitenbild als Superzelle (riesige, langlebige und stark organisierte Gewitterzelle) zu beobachten war, brachte am 8. weiten Teilen Bayerns gewitterige Starkniederschläge (Siegsdorf-Höll/Lkr. Traunstein: 68 mm, Teisnach/Lkr. Regen: 45 mm). Nach weitgehend ruhigem Hochdruckwetter bis zum 12., überquerten Tiefdruckgebiete in einer südwestlichen Strömung Bayern. Am 14. traten im Bereich der Frontensysteme von Tief „Michel“ Gewitter und Starkregenfälle auf, die örtlich extrem ausfielen. Der Niederschlagsschwerpunkt lag in Südbayern und Finsing/Lkr. Erding wurden 88 mm als Tagesniederschlag gemessen. Im Oberallgäu wurde in den Radarsignalen sogar ein Stundenniederschlag von 88 mm identifiziert und dieses Starkregenereignis am 14. nachmittags löste in einem Oberstdorfer Ortsteil eine Schlammlawine aus. Von Mitte Juni bis zum 23. lag Bayern im Randbereich eines Ostatlantikhochs, eine nordwestliche Strömung sorgte für kühlere Witterung und im Alpenstau trat Starkregen auf (Aschau-Stein/Lkr. Rosenheim: 43 mm). Vom 24. bis zum Monatsende dominierte hoher Luftdruck über Deutschland und lediglich am 27. gelangte ein Tiefausläufer mit lokalen Starkniederschlägen nach Bayern.

Im Juli dominierten Hochdruckwetterlagen und es wurden verbreitet nur 4 (Bamberg) bis 11 (München) Niederschlagstage beobachtet. Die Starkniederschlagsereignisse waren selten und dadurch blieb der Monat deutlich zu trocken. Der Monat begann mit einer stabilen „Omegalage“, wobei das Hoch „Annelie“ bis zum 4. stationär über Mitteleuropa lag. Dabei wurde subtropische Warmluft herangeführt und die Tiefdruckgebiete wurden um das Hoch und somit um Deutschland herumgelenkt. Am 5. streifte die Kaltfront des Nordostatlantiktiefs „Siegfried“ Bayern und in Oberfranken kam es zu Starkregenfällen (Mee-der-Ottowind/Lkr. Coburg: 29 mm am 5.). Vom 5. bis zum Monatsende verblieb Bayern weitgehend in einer Westlage mit Prägung durch Hochdruckgebiete. Die Temperaturen stiegen von Tag zu Tag und es entstand eine Hitzeperiode, die vom 8. bis 10., durch kühlere Luftmassenzufuhr aus Nordwesten unterbrochen wurde. Anschließend entstand bei ruhigem Hochdruckwetter eine weitere Hitzeperiode.

Am 22. geriet Bayern in den Einflussbereich einer ostwärts querenden Kaltfront und es bildeten sich kräftige Gewitter mit Starkregen und örtlichem Hagel. Die Niederschlagschwerpunkte lagen im oberen Isargebiet (Krün/Lkr. Garmisch-Partenkirchen: 45 mm) in Mittelfranken (Bechhofen-Voggendorf/Lkr. Ansbach: 41 mm) und in Oberfranken (Fichtelberg/Lkr. Bayreuth: 45 mm). Bis zum Monatsende traten weitere Gewitter und schwache Tiefausläufer auf, deren Niederschläge aber meist nur gering waren.

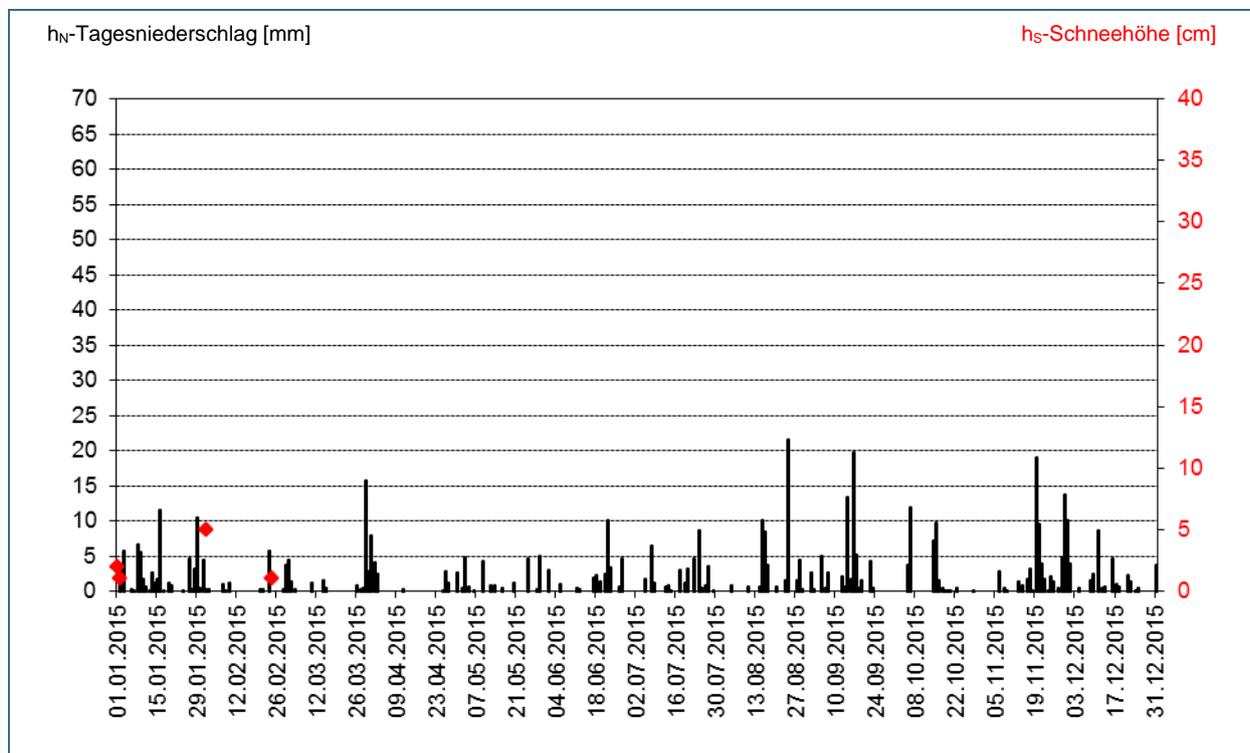


Abb. 4: Niederschläge  $h_N$  und Schneehöhen  $h_S$  der Ombrometerstation Utting-Achselschwang

Vom 1. bis 13. August herrschte meist hoher Luftdruck über Mitteleuropa und bei großräumigem Absinken blieb es häufig wolkenfrei und trocken. Die zeitweilige südwestliche Luftmassenzufuhr begünstigte die Entstehung einer Hitzeperiode und in der Oberpfalz sowie in Oberfranken wurde eine 12-tägige Trockenperiode registriert. In den übrigen Gebieten gingen zeitweise gewittrige Schauer nieder (Ettal-Linderhof: 81 mm am 9.). Zur Monatsmitte überquerten Tiefausläufer Bayern, wobei der Niederschlagschwerpunkt im westlichen Voralpenland lag (Zweitagesniederschlag am 15.: Bernbeuren-Prachtsried/Lkr. Weilheim-Schongau: 91 mm, Kaufbeuren: 80 mm). Bis zum 26. gab es weitere zeitweilige Niederschläge, die aber nur lokal Starkregenschwellen überschritten. Vom 27. bis zum Monatsende sorgte eine Hochdrucklage mit südwestlicher Strömung für eine Folge von heißen Tagen und es blieb verbreitet trocken. Bei 4 bis 11 Niederschlagstagen war der August bayernweit zu trocken. Der Sommer-niederschlag der Monate Juni, Juli und August addierte sich in Nordbayern auf 154 mm (64 % vom Mittel 1981-2010) und in Südbayern auf 240 mm (61 % vom Mittel).

Anfang September beendete die Kaltfront von Tief „Jonas“ die seit Ende August anhaltende Hitzeperiode und bis zum 7. kam es in ganz Bayern zu zeitweiligen Regenfällen, wobei die stärksten Niederschläge in Alpennähe auftraten (Mittenwald-Buckelwiesen/Lkr. Garmisch-Partenkirchen: 36 mm am 1. und Samerberg-Geisenkam/lkr. Rosenheim: 40 mm am 3.). Vom 8. bis zum 11. sorgte ein Skandinavienhoch für eine kurze Wetterberuhigung. In der Folgezeit verlagerte sich ein ausgedehntes Tiefdrucksystem von West- nach Mitteleuropa und es traten zahlreiche Niederschlagstage auf. Es wurden keine flächigen Starkniederschläge verzeichnet. Vom 24. bis zum Monatsende stieg der Luftdruck deutlich an und über Mitteleuropa etablierte sich ein umfangreiches, blockierendes Hoch (Hoch „Netti“) und es blieb trocken. Insgesamt brachte der September den bayerischen Landesteilen 8 bis 15 Niederschlagstage. Es blieb im langjährigen Vergleich zu trocken.

Bis zum 3. Oktober verlagerte sich das umfangreiche Mitteleuropahoch „Netti“ nach Südosteuropa und die niederschlagsfreie Zeit ging zu Ende. Vom 4. bis 8. wurden Tiefausläufer von den Britischen Inseln her in ganz Bayern, zum Teil mit gewittrigen Schauern wetterwirksam und am 7. lag der Niederschlagschwerpunkt im Chiemgau (Aschau-Stein/Lkr. Rosenheim: 76 mm am 7.). Ein Skandinavienhoch sorgte in der Folgezeit bis zum 12. für eine Wetterberuhigung. Vom 13. bis zum 19. gelangte Höhenkaltluft nach Bayern, sorgte für Labilisierung und daraus resultieren aufeinanderfolgende Regentage. Am 13. wurde von Südosten her feuchtwarme Mittelmeerluft gegen die über Bayern liegende kühle Kontinentalluft gelenkt und an dieser Luftmassengrenze entstand ein Niederschlagsband, das vom Oberallgäu bis nach Oberfranken reichte (Oy-Mittelberg/Lkr. Ostallgäu: 34 mm). In Nordbayern wurde der erste Schneefall des beginnenden Winters beobachtet (Schneehöhe Hof am 14.: 4 cm). Vom 18. bis zum Monatsende dominierte Hochdruckeinfluss und vielerorts entstand eine 14-tägige Trockenperiode. Bei 6 bis 10 Niederschlagstagen und seltenen Starkniederschlagsereignissen blieb der Oktober zu trocken. In Nordbayern waren nun neun Monate in Folge zu trocken geblieben.

Der Niederschlag im hydrologischen Sommerhalbjahr summierte sich in Nordbayern auf 283 mm (63 % vom Mittel 1981-2010) und in Südbayern auf 539 mm (80 % vom Mittel). In der langjährigen Beobachtungsreihe seit 1961 war **2015 das trockenste hydrologische Sommerhalbjahr in Nordbayern**, vor 1976 mit 302 mm. In Südbayern waren die hydrologischen Sommerhalbjahre 1972 (494 mm), 2003 und 1962 trockener als 2015. Die Auswertung von beispielhaften Stationen mit noch längeren Beobachtungsreihen zeigt, dass das hydrologische Sommerhalbjahr 1947 noch trockener ausfiel (Niederschlagssumme Augsburg: 314 mm, Hof: 168 mm).

Die nachfolgende Abbildung zeigt, dass gebietsweise ein außergewöhnliches Niederschlagsdefizit mit Werten um 50 % entstand (im Vergleich zum Mittel 1961-1990). Das höchste Niederschlagsdefizit wurde für Mittelfranken, Unterfranken und Oberfranken ermittelt. Die Ursache war die Häufung von sogenannten Trocken-Großwetterlagen, die insbesondere durch Hochdruckgebiete geprägt waren. Die häufigste Wetterlage im Sommerhalbjahr 2015 war die „Westlage antizyklonal“, bei der weite Teile Bayerns unter Hochdruckeinfluss verblieben und Tiefausläufer nur schwach wetterwirksam wurden. Die für die Trockenheit kritischen Großwetterlagen (inklusive „Westlage antizyklonal“) summierten sich in Bayern im hydrologischen Sommer 2015 auf 84 Tage (2003: 83 Tage und 1947: 121 Tage). Außerdem wurden im Jahr 2015 häufig Wetterlagen beobachtet, die durch subtropische Luftmassenzufuhr das Entstehen von Hitzeperioden begünstigten.

Im Jahr 2015 bildete sich immer wieder eine Niedrigwassersituation aus und im Zeitraum vom 22.03. bis 24.11.2015 wurden 38 Niedrigwasser-Lageberichte im LfU erstellt, die unter [www.nid.bayern.de](http://www.nid.bayern.de) veröffentlicht wurden. Der Niedrigwasser Informationsdienst wurde sehr gut nachgefragt und verzeichnete im Sommerhalbjahr durchschnittlich 3900 Besuche des NID-Internetangebots pro Tag.

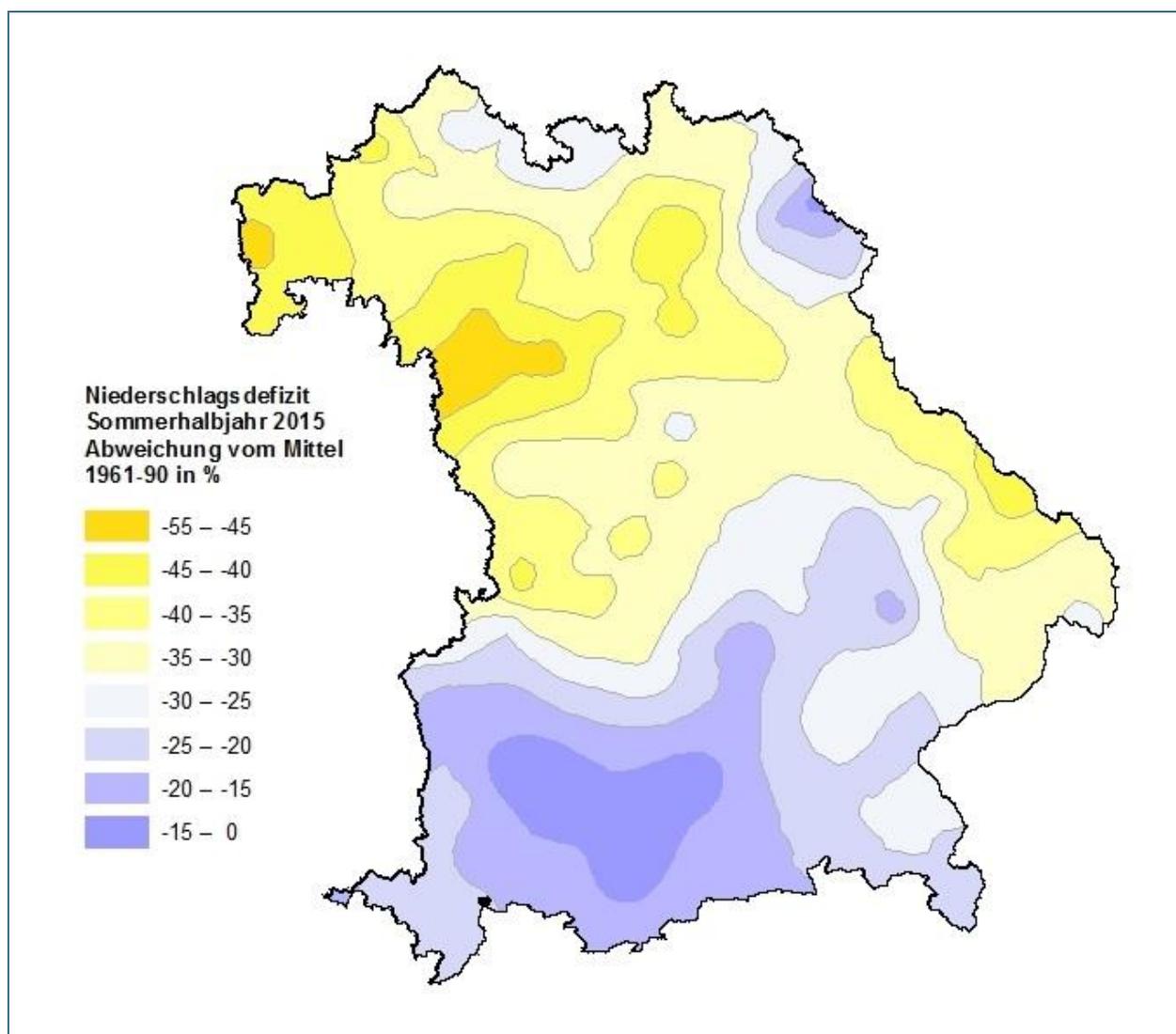


Abb. 5: Niederschlagsdefizit im hydrologischen Sommerhalbjahr 2015 (Mai bis Oktober) im Vergleich zum Mittel 1961-1990

Anfang November sorgte ein blockierendes Hoch über dem östlichen Mitteleuropa sowie ein nachfolgender Hochdruckkeil für eine Fortsetzung der trockenen Oktoberwitterung. Vielerorts verlängerte sich die Trockenperiode des Vormonats um weitere 12 Tage, in Schwaben teilweise um 18 Tage. Vom 13. bis 20. sorgte eine Westlage für wechselhaftes Wetter, immer wieder brachten Tiefausläufer Regenfälle und eine zonale Luftmassengrenze mit Starkniederschlägen verlagerte sich südwärts. Dabei lag der Niederschlagschwerpunkt am 19. im Norden Bayerns und am 20. in Alpennähe. Die Zweitagesniederschläge betragen am 20.: Fichtelberg/Lkr. Bayreuth: 76 mm, Balderschwang/Lkr. Oberallgäu: 98 mm. Weitere, leichtere Niederschläge verursachte ein mitteleuropäisches Höhentief in der Zeit in der Zeit vom 21. bis 28. Vom 29. bis zum Monatsende gelangte die Kaltfront des Tiefs „Nils“ in einer starken Nordwestströmung nach Bayern und in den östlichen Mittelgebirgslagen fiel der meiste Niederschlag (Zweitagesniederschlag am 30.: Lindberg-Buchenau/Lkr. Regen: 91 mm, Teuschnitz/Lkr. Kronach: 74 mm). Durch die Starkniederschlagsereignisse im letzten Monatsdrittel blieb der November in Nordbayern deutlich zu nass und die Reihe der neun zu trockenen Monate war in Nordbayern beendet. Im November fiel nur sehr wenig Schnee (2 bis 3 Schneetage in den tieferen Lagen) und die Schneemächtigkeiten waren gering (z. B. maximale Schneehöhe Nürnberg: 2 cm am 22. und 25., Hof: 6 cm am 29.).

Am 1. Dezember setzte sich die Nordwestlage des Vormonats noch fort und die Kaltfront des Tiefs „Oscar“ brachte den östlichen Mittelgebirgslagen sowie dem Chiemgau Starkniederschläge (Tagesniederschläge am 1.: Aschau-Stein/Lkr. Rosenheim 63 mm, Lindberg-Buchenau/Lkr. Regen: 36 mm). Im Dezember überwogen Hochdruckwetterlagen und schwache Tiefausläufer(5. und 9.) erfassten meist nur den Norden Bayerns. Am 16. brachten die Fronten des Tief „Xola“ am Alpenrand Starkniederschläge, wobei der Niederschlagsschwerpunkt sich vom Oberallgäu bis ins obere Isargebiet erstreckte (Balderchwang/Lkr. Oberallgäu: 44mm, Jachenau-Tannern/Lkr. Bad Tölz-Wolfratshausen: 41 mm). Vom 17. bis zum 30. entstand bei einer zeitweiligen Omegalage eine 14-tägige Trockenperiode, die durch bayernweite Niederschläge beim Durchzug des Tiefs „Friedbert“ beendet wurde. Der Monat blieb im langjährigen Niederschlagsvergleich bayernweit deutlich zu trocken, wobei es in Südbayern nur 4 bis 6 und in Nordbayern 6 bis 9 Niederschlagstage gab. Nur die Hochlagen der Mittelgebirge und Alpen verzeichneten einige Schneetage (z. B. Gr. Arber: 10 Schneetage).

Der Gebietsniederschlag für Bayern lag im Jahr 2015 unter dem langjährigen Mittel (1961/90). Dieses Niederschlagsdefizit zeigen auch die beispielhaft angeführten Stationen (Abb. 6). Weitere Niederschlagsdaten finden Sie im Internet unter: [www.hnd.bayern.de](http://www.hnd.bayern.de), [www.nid.bayern.de](http://www.nid.bayern.de) und [www.gkd.bayern.de](http://www.gkd.bayern.de).

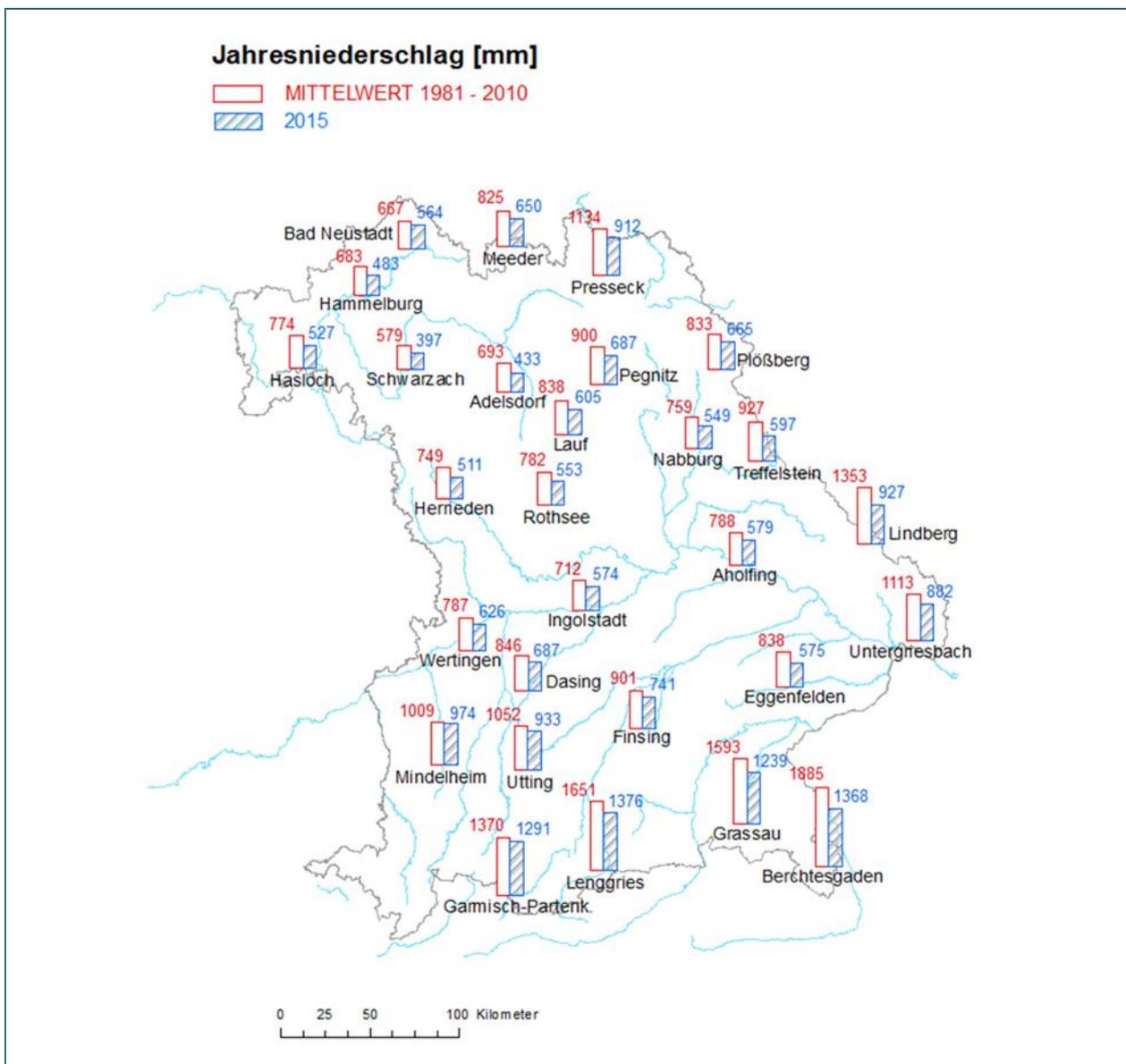


Abb. 6: Jahresniederschläge ausgewählter Ombrometerstationen

### 3 Fließgewässer und Seen

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

Wassertemperaturdaten von oberirdischen Gewässern werden zum Bearbeiten und Erstellen von hydrologischen Anfragen und Fachgutachten in der Wasserwirtschaft benötigt. Gerade in diesem Sommer waren die Wassertemperaturen von besonderem Interesse. Das Wassertemperaturmessnetz in Bayern umfasst derzeit circa 120 Messstellen.

Die Daten werden unter dem Gewässerkundlichen Portal [www.gkd.bayern.de](http://www.gkd.bayern.de) bereitgestellt. Aktuelle Daten sind auch Basis für die Internetauftritte Niedrigwasserinformationsdienst ([www.nid.bayern.de](http://www.nid.bayern.de)) sowie Hochwassernachrichtendienst ([www.hnd.bayern.de](http://www.hnd.bayern.de)).

#### 3.1 Abflüsse von Fließgewässern

Bestimmt wurde das Abflussgeschehen im Jahr 2015 vor allem durch die ungewöhnlich langandauernde Trockenheit sowie die extreme Hitzeperiode in den Sommermonaten, die bayernweit zu einer ausgeprägten Niedrigwasserperiode mit sehr geringen Abflüssen und auch Seewasserständen geführt hat. Hiervon sind besonders die Bereiche nördlich der Donau betroffen. Hochwasserereignisse spielen nur eine untergeordnete Rolle (Größenordnungen bis in den Bereich von HQ5). Insgesamt ist die Abflussbilanz für 2015 negativ.

##### 3.1.1 Nördlich der Donau

Exemplarisch wird am Pegel Kemmern / Main (Einzugsgebietsgröße 4.223,8 km<sup>2</sup>) die Abflussentwicklung im Jahr 2015 für das Main- und das bayerische Elbegebiet sowie für die nördlichen Donauzuflüsse charakterisiert (Abb. 7 und Abb. 8).

Insgesamt zeigt sich 2015 der für Nordbayern typische Jahresverlauf mit höheren Abflüssen in den Winter- und geringeren Abflüssen in den Sommermonaten. In der ersten Januarhälfte kommt es in Folge von Starkniederschlägen und Schneeschmelze zu erhöhten Abflüssen und kleinerem Hochwasser. Besonders betroffen sind der Bereich des Bayerischen Waldes mit den Einzugsgebieten von Regen und Itz sowie das Gebiet des Oberen Mains. Hier liegen die Scheitelabflüsse in einer Größenordnung von HQ1 bis HQ5. Der mittlere Abfluss im Januar bewegt sich in der Größenordnung des langjährigen Monatsmittelwertes (Abb. 8). Im anschließenden Zeitraum spiegeln sich die fehlenden Niederschläge im Zeitraum von Februar bis einschließlich Oktober in einem deutlichen Abflussdefizit wider. Ab Februar bis einschließlich November liegen die monatlichen Abflüsse durchgängig deutlich unter dem langjährigen Mittel (Abb. 8). Ende März / Anfang April führen die Starkniederschläge des Orkantiefs „Niklas“ nochmals zu höheren Abflüssen. Ab Mitte April nehmen dann die Abflüsse kontinuierlich ab. Anfang Juli stellt sich eine ausgeprägte Niedrigwassersituation ein. Die sehr hohen Lufttemperaturen mit der damit einhergehenden hohen Verdunstung sowie das Niederschlagsdefizit im Zeitraum von Anfang Juli bis Mitte August lassen die Abflüsse nördlich der Donau nahezu flächendeckend in den Bereich des langjährigen mittleren Niedrigwasserabflusses (MNQ) absinken (Abb. 9). Mitte August werden verbreitet die niedrigsten Abflüsse im Jahr 2015 registriert. Oft handelt es sich um die niedrigsten Abflüsse der letzten 10 Jahre (2005 – 2014). Vereinzelt liegen die Abflüsse im Bereich der Niedrigstwerte. Bis Mitte November bleiben die Abflüsse auf diesem sehr niedrigen Niveau. Kleinere, lokale Niederschläge bringen kaum eine Entspannung der Situation. Erst mit den Niederschlägen ab Mitte November zeigt sich verbreitet eine merkliche Erholung. Anfang Dezember führen die Starkniederschläge verbunden mit dem Durchzug des Tiefs „Oscar“ zu deutlich höheren Abflüssen und einem kleineren Hochwasserereignis. Besonders betroffen sind die östlichen Mittelgebirgsregionen, hier vor allem die Einzugsgebiete der Rodach im Frankenwald

sowie des Regens und der Itz im Bayerischen Wald. Hier werden Abflüsse registriert, die statistisch alle 5 Jahre auftreten.

Die Abflussbilanz für das Jahr 2015 ist negativ. Am Pegel Kemmern / Main beträgt der Jahresabfluss nur circa 68 % gegenüber dem langjährigen Mittel. 10 Monate in Folge liegt der monatliche Abfluss unter dem langjährigen Mittel.

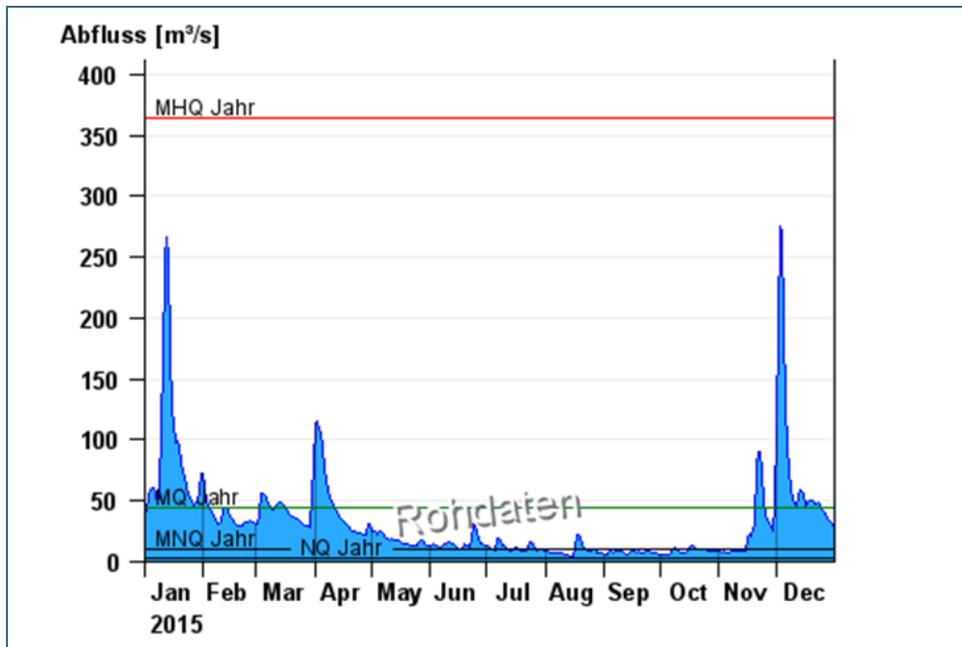


Abb. 7:  
Abflussentwicklung  
Kemmern / Main im  
Berichtsjahr 2015

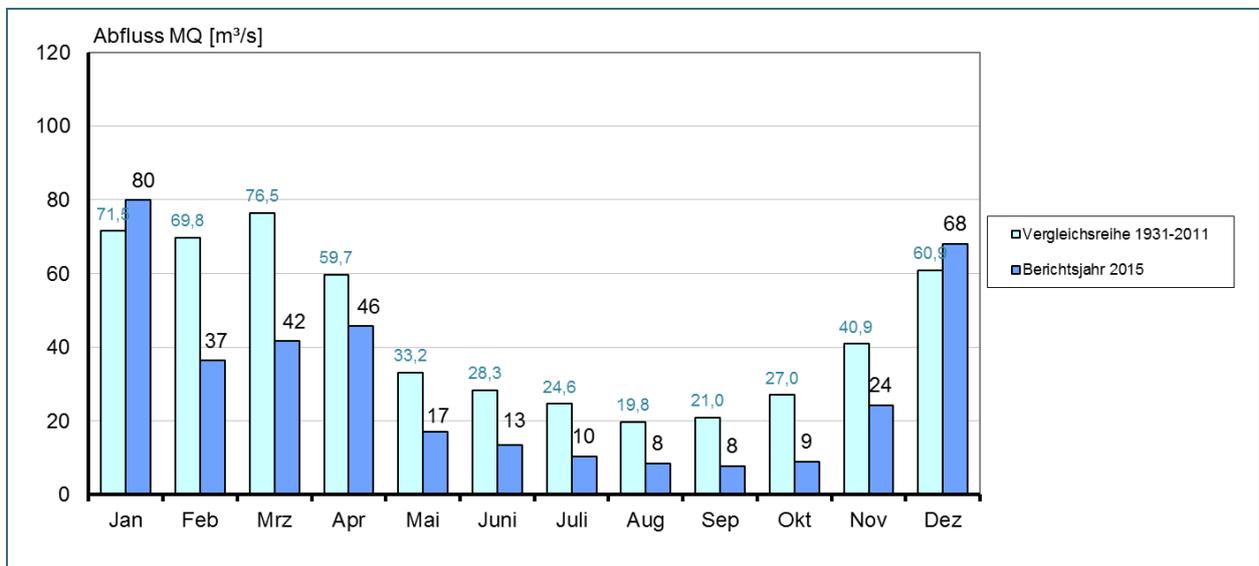


Abb. 8: Abfluss Kemmern / Main – Vergleich des aktuellen und langjährigen Monatsmittelwertes (Rohdaten)

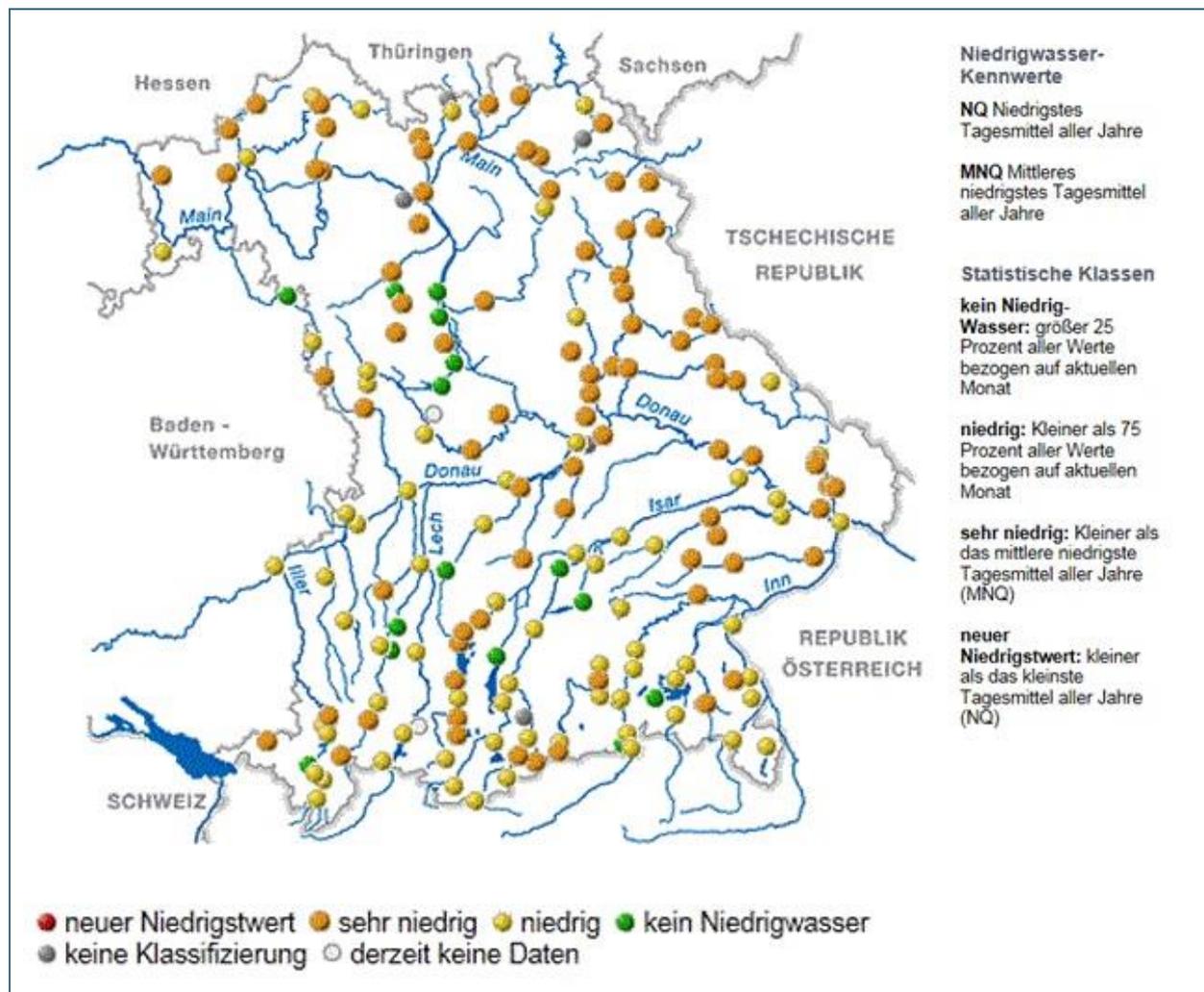


Abb. 9: Niedrigwassersituation am 13.8.2015 in Bayern, Darstellung aus dem Niedrigwasserinformationsportal [www.nid.bayern.de](http://www.nid.bayern.de). Verbreitet werden sehr niedrige Abflüsse registriert, nördlich der Donau nahezu flächendeckend. An Rednitz und Regnitz werden die Abflüsse künstlich durch das Überleitungssystem erhöht (Datenquelle: Rohdaten aus [www.nid.bayern.de](http://www.nid.bayern.de)).

### 3.1.2 Südlich der Donau

Stellvertretend wird am Beispiel Pegel Kelheim / Donau (Einzugsgebietsgröße 23.019 km<sup>2</sup>) die Abflussentwicklung an den südlichen Donauzuflüssen sowie der Donau dargestellt (Abb. 10 und Abb. 11).

Wie nördlich der Donau führen auch hier die Niederschläge in der ersten Januarhälfte zusammen mit der Schneeschmelze zu höheren Abflüssen und kleinerem Hochwasser. Vor allem die südwestlichen Donauzuflüsse sind betroffen. Verbreitet werden Abflüsse im Bereich von HQ1 und HQ2, im Gebiet von Mindel und Günz auch HQ5, registriert. Der mittlere Abfluss im Januar ist deutlich höher als im langjährigen Mittel (am Pegel Kelheim / Donau circa 60 %). Im sehr trockenen Februar sinken die Abflüsse auf das für die Jahreszeit übliche niedrige Niveau ab. Im März und April führen immer wieder Niederschläge, zum Teil mit Schneeschmelze, zu Anstiegen der Abflüsse. Anfang Mai führen Dauerniederschläge zu einem kleineren Hochwasser. Vor allem die Donauzuflüsse und die Donau im Bereich von Schwaben und westlichem Oberbayern sind betroffen. Hier werden vielfach Abflüsse im Bereich von HQ1 und HQ2, lokal HQ 5, registriert. In der 2. Maihälfte führen wieder Dauerniederschläge zu höheren Abflüssen und im östlichen Bereich im Gebiet von Isar und Inn zu einem kleineren Hochwasser bis HQ1, lokal HQ2. Der zu nasse Mai zeigt sich auch im Abfluss. Am Pegel Kelheim / Donau fließen im Mai nahezu 50 % mehr Abfluss im Vergleich zum langjährigen Mittel für diesen Monat ab. Im Juni lassen immer wieder, meist

gewittrige Niederschläge die Pegel kurzzeitig ansteigen. Im Juli wird wie in Nordbayern aufgrund der Trockenheit und Hitze ein drastischer Rückgang der Abflüsse verzeichnet. Diese sinken bis in den Bereich des langjährigen mittleren Niedrigabflusses ab (Abb. 11). Im Juli beträgt der monatliche Abfluss nur 57 % des langjährigen Mittels. Auch in den folgenden Monaten bis zum Jahresende sind die monatlichen Abflüsse niedriger im Vergleich zum langjährigen Mittel. Ab Mitte August sorgen zwar hin und wieder Niederschläge für kurzzeitige Anstiege, führen jedoch zu keiner deutlichen Erholung, so dass insgesamt verbreitet ein abnehmender Trend zu verzeichnen ist.

Die Abflussbilanz über das Jahr ist ausgeglichener als in Nordbayern. So liegt der Jahresabfluss am Pegel Kelheim / Donau mit 90 % des langjährigen Mittels nur etwas niedriger.

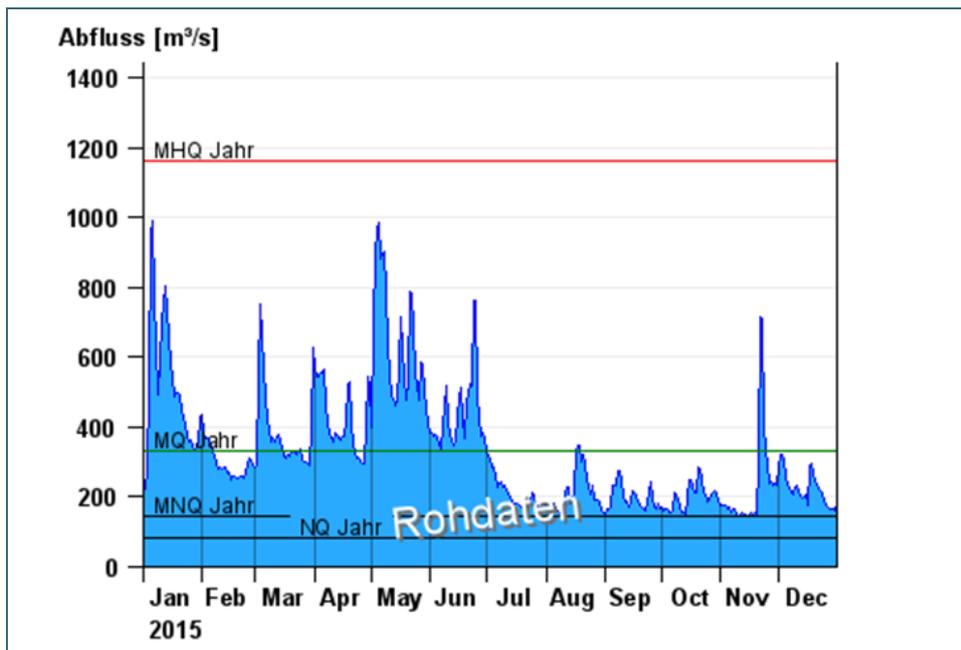


Abb. 10:  
Abflussentwicklung  
Kelheim / Donau im  
Berichtsjahr 2015

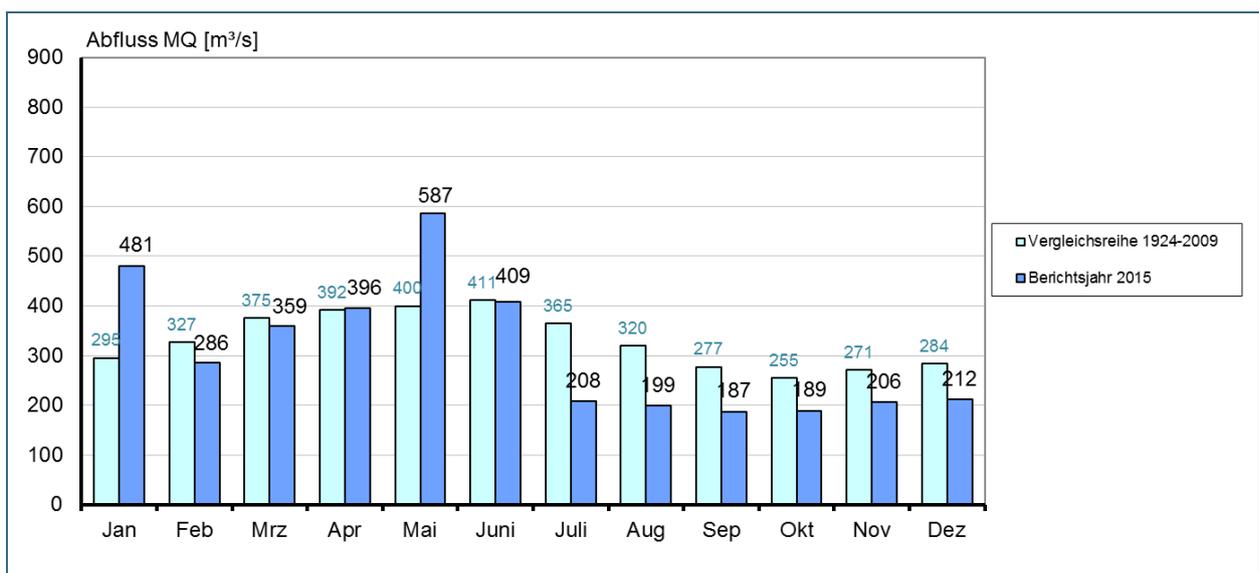


Abb. 11: Abfluss Kelheim / Donau – Vergleich des aktuellen und langjährigen Monatsmittelwertes (Rohdaten)

### 3.2 Wasserstände an Seen

Derzeit werden von der bayerischen Wasserwirtschaft für hydrologische Zwecke an 15 größeren Seen kontinuierliche Aufzeichnungen des Wasserstandes durchgeführt. Weiterhin bestehen noch an kleineren Seen Messstellen von örtlichem Interesse. Die großen Seen Bayerns liegen südlich der Donau. So zeigt sich bei der Entwicklung der Seewasserstände eine Parallele zu der Abflussentwicklung an den südlichen Donauzuflüssen.

Stellvertretend für die bayerischen Seen ist in den folgenden Abbildungen der Jahresgang der Wasserstände (Abb. 12) und der Vergleich mit den langjährigen Werten am Pegel Stock / Chiemsee dargestellt.

Im Jahr 2015 zeigt sich generell der typische Verlauf mit niedrigeren Wasserständen in den Winter- und höheren Wasserständen in den Sommermonaten. Ausnahme bildet auch hier der zu nasse Januar, in dessen Folge die Wasserstände höher als die langjährigen Monatsmittel liegen (Abb. 13). Infolge des zu trockenen Februars sinken die Wasserstände deutlich unter den mittleren Seewasserspiegel ab. Diese niedrigen Wasserstände sind allerdings typisch, was die Gegenüberstellung des langjährigen Mittelwertes zeigt. Auch im März werden niedrige Wasserstände im Bereich des langjährigen Mittels registriert. Die Starkniederschläge Ende März lassen die Wasserstände deutlich ansteigen. Im Mai sorgen die hohen Niederschläge für weitere Anstiege und höhere Wasserstände. Der mittlere Wasserstand im Mai liegt im Bereich des langjährigen Monatsmittelwertes. Aufgrund von Trockenheit und Hitze sinken die Wasserstände im Juli drastisch ab. Im weiteren zeitlichen Verlauf erholen sich die Wasserstände nicht. Vielfach setzt sich der Abwärtstrend verlangsamt fort, der jedoch immer wieder durch kurzzeitige kleinere Anstiege unterbrochen und verzögert wird. Am Pegel Krottenmühl / Simssee sinken die Wasserstände zeitweise in den Bereich des Niedrigstwertes ab. Erst die Niederschläge ab Mitte November und hier vor allem die Starkniederschläge Anfang Dezember führen zu einer deutlichen Erholung. Diese ist allerdings nur kurzzeitig, so dass im Anschluss die Wasserstände verbreitet wieder bis zum Jahresende hin absinken.

Hervorzuheben sind vor allem die niedrigen Wasserstände von Juli bis Dezember, die deutlich unter dem langjährigen Mittel liegen. Besonders in den Monaten Juli und August sind die Wasserstände deutlich niedriger, verglichen mit den langjährigen monatlichen Mittelwerten.

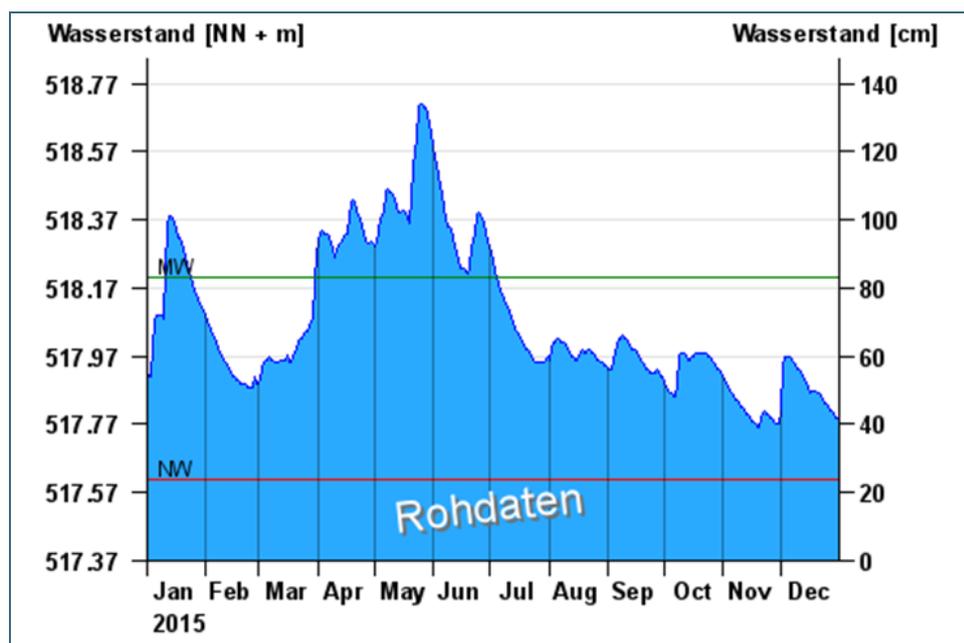


Abb. 12:  
Wasserstandsentwicklung Pegel Stock / Chiemsee im Berichtsjahr 2015

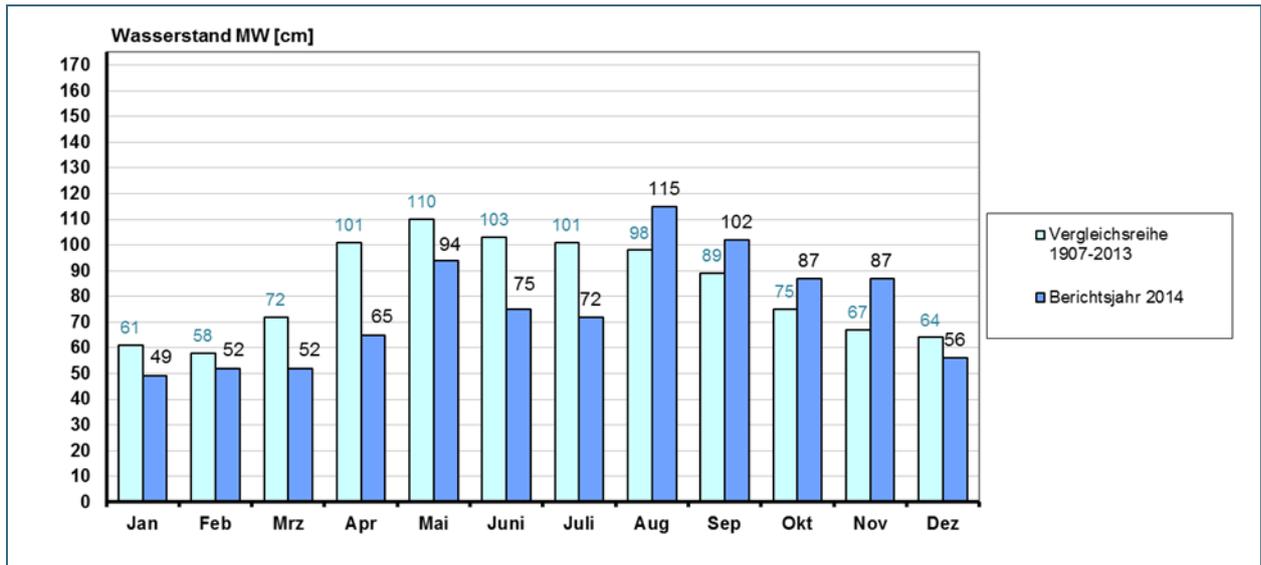


Abb. 13: Wasserstand Pegel Stock / Chiemsee – Vergleich des aktuellen und langjährigen Monatsmittelwertes (Rohdaten)

### 3.2.1 Wassertemperatur

Die Hitzeperiode im Sommer 2015 ist das prägende Ereignis in diesem Jahr. Die hohen Lufttemperaturen schlagen sich auch in den Wassertemperaturen nieder. Im Juli und August werden an den Wassertemperaturmessstellen in ganz Bayern verbreitet neue Höchstwerte seit Beobachtungsbeginn erfasst.

Verstärkt wird die Situation durch die sehr niedrigen Wasserstände und Abflüsse in dieser Zeit. Zum Teil führt die geringe Wasserüberdeckung und das vereinzelt Trockenfallen von Temperatursonden an einigen Messstellen zu unrealistischen Messwerten. Diese Messstellen werden nicht in die aktuelle Bewertung einbezogen. Von den 108 betrachteten Messstationen wird an circa 64 % im Sommer 2015 ein neuer Höchstwert seit Beobachtungsbeginn erreicht.

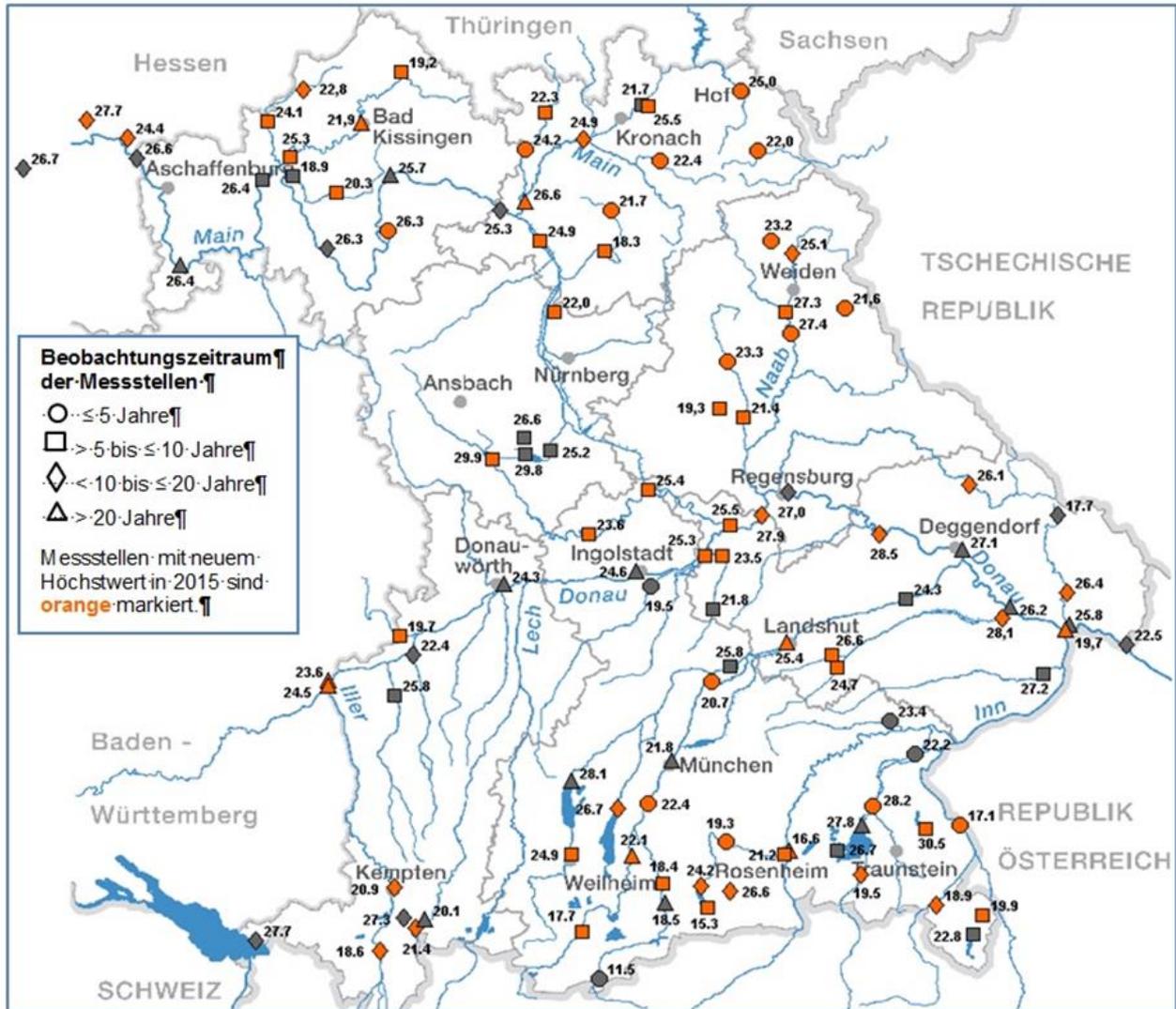


Abb. 14: Gemessene Wassertemperaturmaxima im Jahr 2015 in °C. (Rohdaten). Die Pegel, an denen ein neuer Höchstwert seit Beobachtungsbeginn erfasst wurde, sind orange markiert. Die Symbolform gibt Auskunft über die Länge der Beobachtungszeitreihe.

Je nach Messstation bzw. Gewässer reicht die Spannweite der Höchstwerte im Jahr 2015 von 12,0 °C am Pegel **Mittenwald / Isar** bis zu 30,5 °C an den Pegeln **Buchwinkel / Waginger See** und **Brombachsee Seepiegel / Brombachsee**.

Die neuen Temperatur-Höchstwerte sind kritisch zu betrachten, wenn die Beobachtungsdauer nicht ausreichend lang ist. Die Beobachtungszeiträume reichen bei den hier dargestellten Pegeln von 3 bis 35 Jahre:

- |   |          |
|---|----------|
| ▪ Beobachtungszeitraum kürzer oder gleich 5 Jahre:                    | 19 Pegel |
| ▪ Beobachtungszeitraum länger als 5 bis kürzer oder gleich 10 Jahre:  | 41 Pegel |
| ▪ Beobachtungszeitraum länger als 10 bis kürzer oder gleich 20 Jahre: | 28 Pegel |
| ▪ Beobachtungszeitraum länger als 20 Jahre:                           | 20 Pegel |

Etwa 82 % der betrachteten Messstellen werden seit weniger als 20 Jahren beobachtet, so dass in diesen Fällen die Aussagekraft eines neuen Temperatur-Höchstwerts eingeschränkt ist.

Exemplarisch sind in der nachfolgenden Abbildung die Jahresverläufe der Wassertemperatur an zwei Pegelmessstellen gegenübergestellt (Abb. 15). Dafür ist je ein Pegel aus Nordbayern (Windischeschenbach / Naab) und ein Pegel aus Südbayern (Kempten / Iller) ausgewählt.

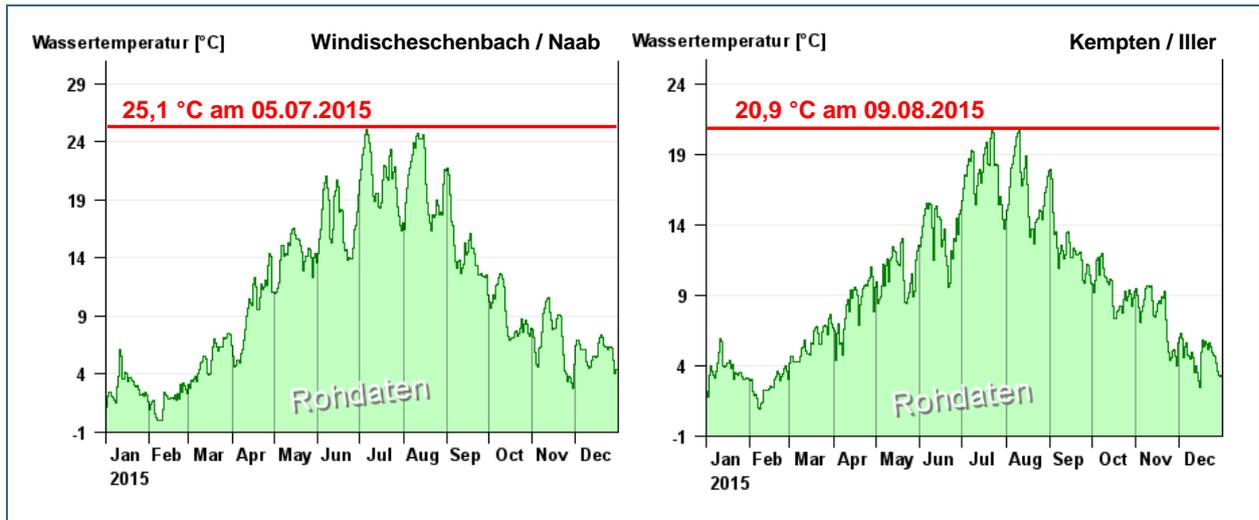


Abb. 15: Jahresverlauf 2015 und Jahreshöchstwert der Wassertemperatur an den Messstellen Windischeschenbach / Naab (links) und Kempten / Iller (rechts).

An den Pegeln **Windischeschenbach** und **Kempten** ist ein ähnlicher Jahrestemperaturverlauf zu erkennen. Nach einer kleinen Temperaturspitze im Januar fällt die Wassertemperatur Anfang Februar noch einmal deutlich ab und steigt in der ersten Jahreshälfte kontinuierlich an. Auf eine kurze Abkühlung in der zweiten Junihälfte folgt Anfang Juli der neue Höchstwert von 25,1 °C am Pegel Windischeschenbach. Mitte August steigt die Wassertemperatur erneut signifikant an, erreicht aber den Spitzenwert vom Juli nicht ganz. An der Messstelle Kempten bilden sich ebenfalls im Sommer zwei deutliche Temperaturspitzen aus, die sich Mitte Juli und Anfang August einstellen. Der höchste bisher an der Messstelle festgestellte Messwert wird in der ersten Augusthälfte mit 20,9 °C aufgezeichnet. Nach einem letzten geringeren Temperaturanstieg Ende August fallen die Messwerte an beiden Pegeln stetig bis zum Ende des Jahres. Weder zu Jahresbeginn noch zu Jahresende war an einer der Messstellen eine Eisphase zu verzeichnen.

Bei den beiden Messstellen aus Nord- und Südbayern sind die zwei Hitzephase im Sommer 2015 am Verlauf der Wassertemperatur deutlich erkennbar. Bis auf einen geringen zeitlichen Versatz und einen messstellen- bzw. gewässerspezifischen Unterschied in den absoluten Messwerten, sind die beiden Temperatur-Ganglinien sehr ähnlich.

### 3.3 Wasserspeicher

#### 3.3.1 Niedrigwasser 2015 – Auswirkung auf die Speicherbewirtschaftung

Das LfU, federführend Referat 62, erstellt zur Analyse von Niedrigwassersituationen an den elf staatlichen Speichern mit der Funktion der Niedrigwasseraufhöhung fortlaufend ausführliche Statusberichte. Diese veranschaulichen und quantifizieren den jeweils aktuell verfügbaren Betriebsraum eines Speichers zur Niedrigwasseraufhöhung und geben Prognosen ab, über wie viele Tage ein bewirtschaftbarer Raum unter Beachtung der aktuellen Zuflüsse und Abgaben noch verfügbar ist.

Während der Niedrigwasserperiode 2015 sanken die Seepiegel der bayerischen Speicher kontinuierlich ab. Jedoch standen Mitte August immer noch circa 75 % der Betriebsräume für die Niedrigwasseraufhöhung zur Verfügung. Eine Ausnahme bildete der Brombachsee, der wegen des trockenen Winters 2014/2015 nur noch mit circa 50 % gefüllt war.

Vom Ellertshäuser See im Nordwesten über die Förmitztalsperre bis zum Eixendorfer See im Osten Bayerns und weiter bis zur TWT Frauenau, sorgten die staatlichen Talsperren für ausreichende Wasserstände in den unterliegenden Gewässern. Selbst der Sylvensteinspeicher im regenreicheren Süden

musste in dieser Zeit der Isar Wasser zuschießen, um einen guten Gewässerzustand zu erhalten. Wegen der ungewöhnlichen lang anhaltenden Trockenzeit ging auch der Rottachsee im Bereich des WWA Kempten noch Ende Oktober in die Niedrigwasseraufhöhung der Iller und somit der Donau über.

Beispielhaft zeigt die Abb. 16 die Situation an den staatlichen Wasserspeichern vom 19.08.2015. Die Mindestabgaben an das Unterwasser konnten von allen Speichern durchgehend eingehalten werden. Bei den Trinkwassertalsperren Mauthaus und Frauenau war die Versorgung der Wasseraufbereitungsanlagen mit ausreichend und qualitativ gutem Trinkwasser jederzeit gegeben.

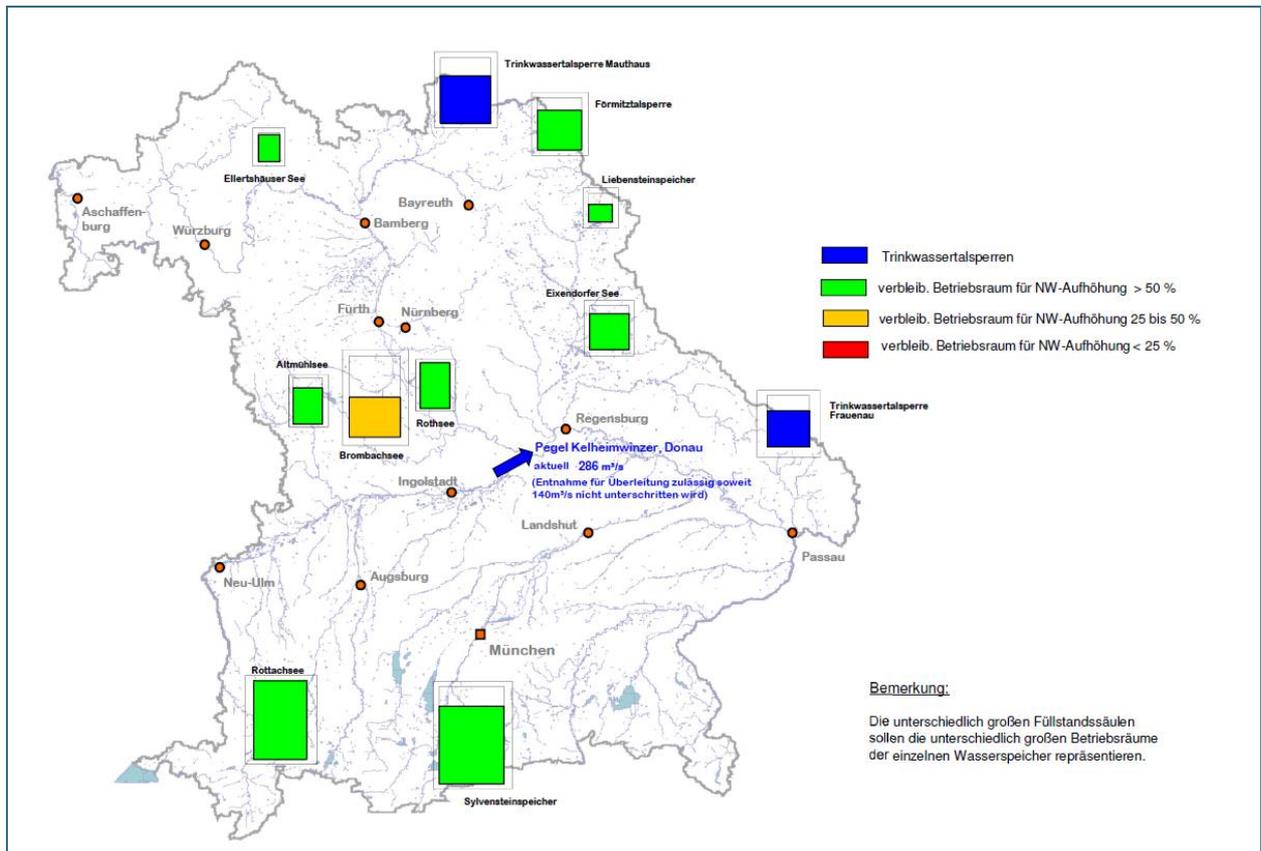


Abb. 16: Niedrigwassersituation der staatlichen Wasserspeicher vom 19.08.2015

### 3.4 Gewässerqualität

#### 3.4.1 Überwachung des ökologischen und chemischen Zustandes

Die Bewertung des ökologischen Zustands der Flüsse und Seen orientiert sich an Gewässertypen. In Bayern sind dies 20 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. 17 dargestellt.

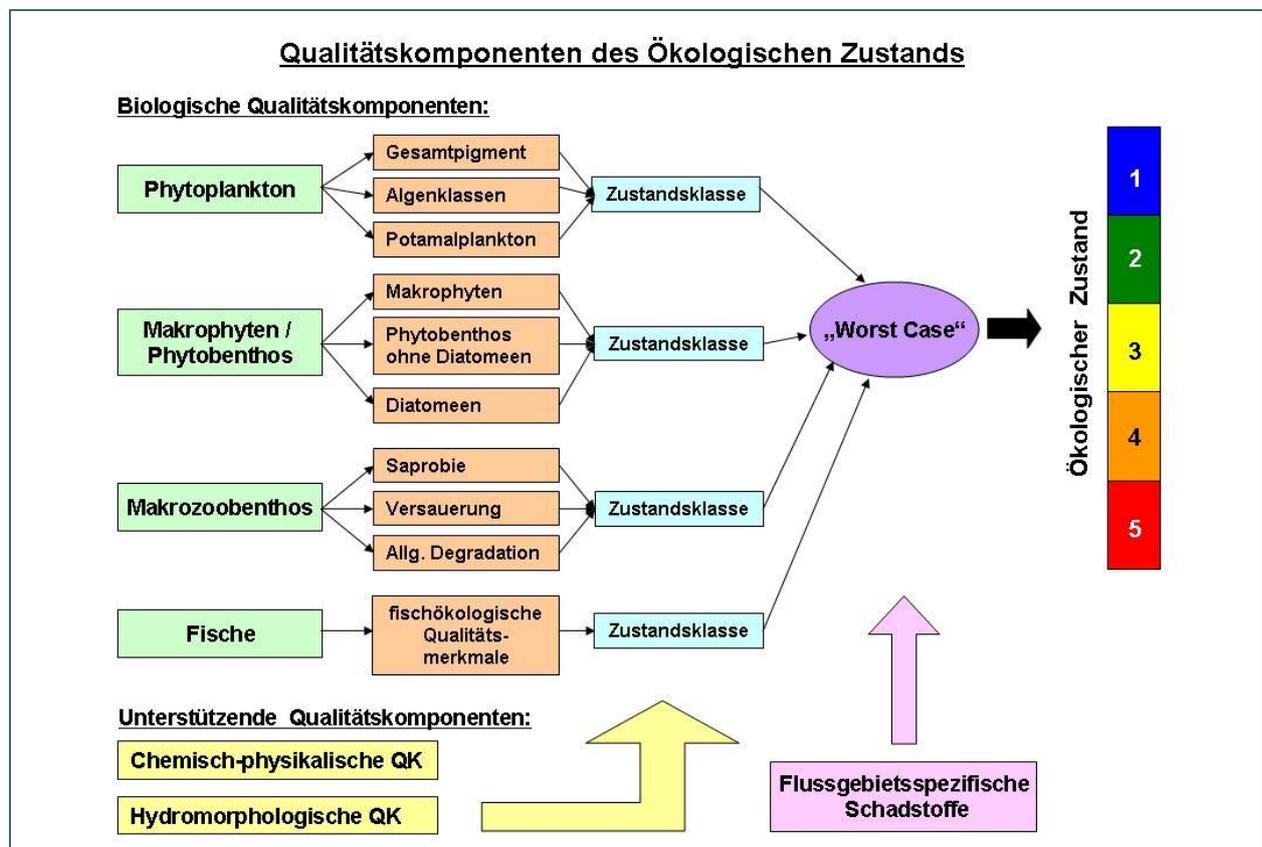


Abb. 17: Ablaufschema Bewertung des ökologischen Zustandes nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (aus Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg; 2011 unveröffentlicht)

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.

Weiterführende Informationen zum Thema erhalten Sie unter:

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

### **3.4.2 Qualität der Fließgewässer**

Die Untersuchung der Gewässer findet an ausgewählten Messstellen statt. Bedeutende Gewässer werden regelmäßig auf chemisch-physikalische Basisparameter untersucht. Diese Gewässer sind durch ein Wassereinzugsgebiet von mindestens 2.500 km<sup>2</sup> und einen hohen mittleren Abfluss definiert und sind als Messnetz zur Überblicksüberwachung zusammengefasst. An diesen Messstellen finden biologische Untersuchungen in der Regel in einem Drei-Jahres-Zyklus statt. Ausnahmen bilden biologische Untersuchungen zu speziellen Fragestellungen. Die Ergebnisse der biologischen und chemischen Untersuchungen werden alle 6 Jahre in Form von sogenannten Bewirtschaftungsplänen veröffentlicht. Die Ergebnisse des 1. Bewirtschaftungsplans stehen im Kartendienst Bewirtschaftungsplanung zur Verfügung [www.lfu.bayern.de/wasser/wrrl/kartendienst](http://www.lfu.bayern.de/wasser/wrrl/kartendienst). Die nächste Aktualisierung wurde im Jahr 2015 (Monitoring-ergebnisse aus dem Zyklus 2009–2013) durchgeführt und mit diesem Gewässerkundlichen Jahresbericht veröffentlicht.

#### **Phytoplankton sowie Makrophyten & Phytobenthos als Indikatoren für Nährstoffe**

Phytoplankton sind pflanzliche Organismen (Algen), die frei schwebend im Wasser leben, die Organismengruppe "Makrophyten & Phytobenthos" fasst höhere Wasserpflanzen, Moose und Armeleuchteralgen (Makrophyten) sowie verschiedenste Formen weiterer Algen (Kieselalgen und übriges Phytobenthos) zusammen. Ihnen allen ist gemeinsam, dass sie in der Lage sind, Nährstoffe im Gewässer zu indizieren.

Die Untersuchung der Komponente Makrophyten & Phytobenthos zeigt, dass insbesondere in intensiv landwirtschaftlich genutzten Regionen eine erhöhte Nährstoffbelastung (Trophie) zu verzeichnen ist. So verfehlen gegenwärtig rund 59 Prozent der Flusswasserkörper den guten ökologischen Zustand. Das Phytoplankton wird an wesentlich weniger Flusswasserkörpern und hauptsächlich an Flüssen und großen Strömen untersucht. Hierbei verfehlen derzeit etwa 55 % den guten Zustand.

Zwischen dem ersten und dem zweiten Bewirtschaftungsplan änderten sich die Bewertungsergebnisse nur unwesentlich.

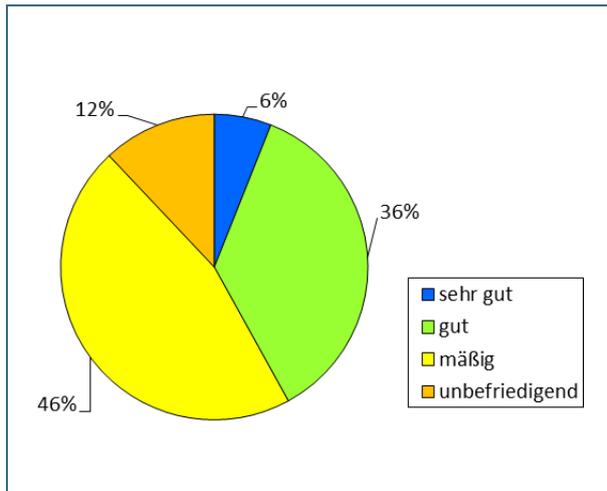


Abb. 18: Ökologischer Zustand / Potenzial – Qualitätskomponente Makrophyten & Phytoplankton für den Zeitraum 2007 – 2009 (1. Bewirtschaftungsplan)

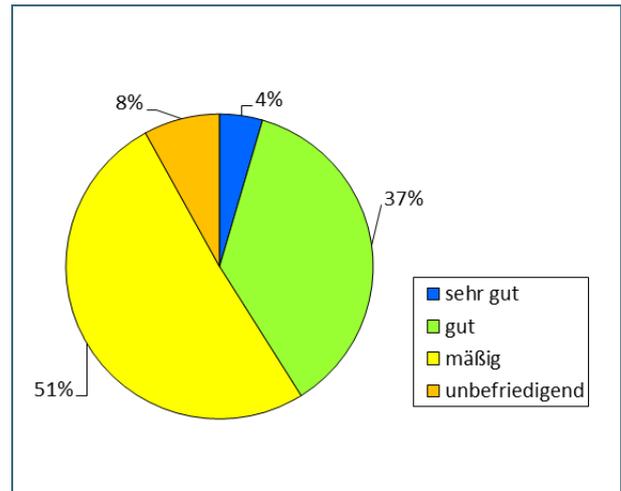


Abb. 19: Ökologischer Zustand / Potenzial – Qualitätskomponente Makrophyten & Phytoplankton für den Zeitraum 2011 – 2013 (2. Bewirtschaftungsplan)

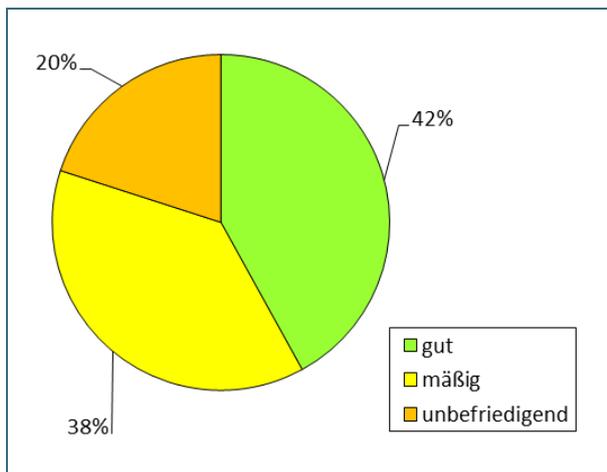


Abb. 20: Ökologischer Zustand / Potenzial – Qualitätskomponente Phytoplankton für den Zeitraum 2007 – 2009 (1. Bewirtschaftungsplan)

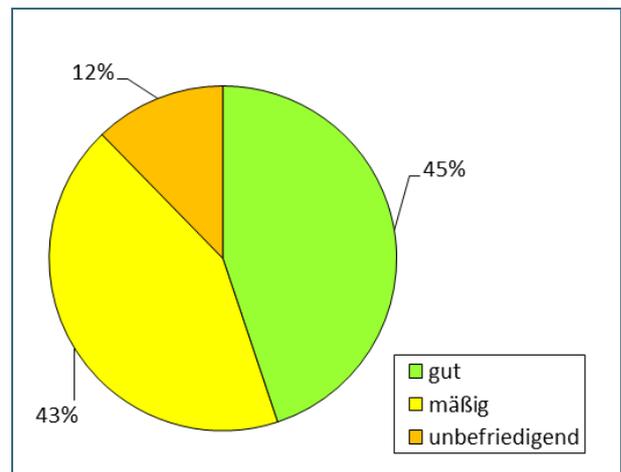


Abb. 21: Ökologischer Zustand / Potenzial – Qualitätskomponente Phytoplankton für den Zeitraum 2011 – 2013 (2. Bewirtschaftungsplan)

### Makrozoobenthos als Indikator für organische Belastungen

Beim sogenannten Makrozoobenthos handelt es sich um mit dem bloßen Auge erkennbare wirbellose Tiere, die auf der Gewässersohle oder im Kieslückensystem unterhalb der Gewässersohle leben.

Die Organismengruppe ist geeignet, Verschmutzungen der Gewässer mit leicht abbaubaren organischen Stoffen zu erkennen, wie sie etwa aus häuslichen Abwassereinleitungen stammen. Die Untersuchungsergebnisse belegen deutlich die großen Erfolge, die auf dem Gebiet der Abwasserbehandlung in den letzten Jahren erzielt werden konnten. So erreichen bereits heute circa 87 % der bayerischen Flusswasserkörper bei der Qualitätskomponente Makrozoobenthos den guten ökologischen Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial.

Auch bei dem Bewertungsmodul Makrozoobenthos „Saprobie“ sind die Veränderungen bei den Bewertungsergebnissen zwischen erstem und zweitem Bewirtschaftungsplan gering mit einem leichten Trend zu besseren Bewertungsergebnissen.

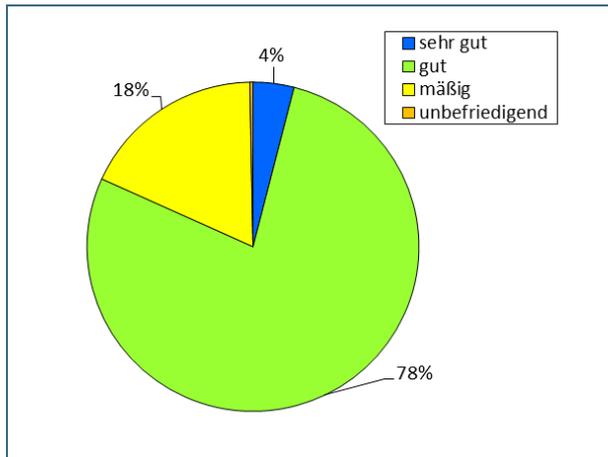


Abb. 22: Ökologischer Zustand / Potenzial – Qualitätskomponente Makrozoobenthos Modul Saprobie für den Zeitraum 2007 – 2009 (1. Bewirtschaftungsplan)

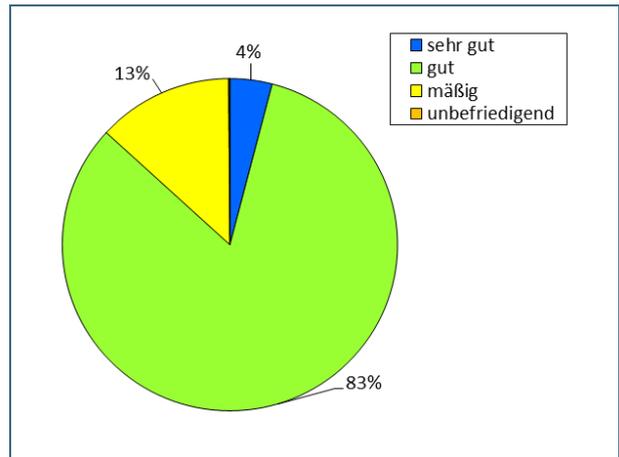


Abb. 23: Ökologischer Zustand / Potenzial – Qualitätskomponente Makrozoobenthos Modul Saprobie für den Zeitraum 2011 – 2013 (2. Bewirtschaftungsplan)

### Fische und Makrozoobenthos als Indikatoren für Beeinträchtigungen der Gewässerstruktur

Fische sowie das Makrozoobenthos (Bewertungsmodul „Allgemeine Degradation“) sind besonders gut geeignet, um Belastungen aus dem Bereich der Hydromorphologie (z. B. Aufstau, mangelnde Durchgängigkeit, Begradigung, fehlende Habitatvielfalt) zu erkennen und gezielt Maßnahmen zur Verbesserung des Lebensraumes vorzunehmen. Die Untersuchungsergebnisse für beide Qualitätskomponenten belegen Defizite in der Gewässerstruktur für zahlreiche Flusswasserkörper. So verfehlen 43 % der Wasserkörper die Ziele der Wasserrahmenrichtlinie durch die Untersuchungsergebnisse der Qualitätskomponente Makrozoobenthos (Abb. 25), bei Fischen (Abb. 27) wird das Ziel für 73 % der Wasserkörper verfehlt. Die leichte Verbesserung bei der Qualitätskomponente Makrozoobenthos ist teilweise durch methodische Änderungen bedingt, zum Teil schlagen sich jedoch auch Erfolge strukturverbessernder Maßnahmen nieder.

Die größten Veränderungen ergeben sich bei der Bewertung mittels der Qualitätskomponente Fische. Da eine Untersuchung der Fischfauna mit sehr hohem Aufwand verbunden ist, lagen für den ersten Bewirtschaftungsplan noch nicht für alle Wasserkörper Fischergebnisse vor. Für den zweiten Bewirtschaftungsplan konnte die Anzahl an Wasserkörpern mit Fischergebnis erheblich gesteigert werden. In einer hohen Anzahl von Fällen führte diese methodenbedingte Änderung zu einer Verschlechterung des Ergebnisses.

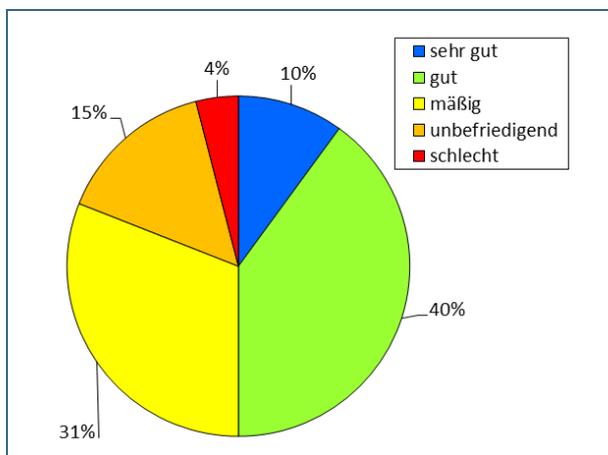


Abb. 24: Ökologischer Zustand / Potenzial – Qualitätskomponente Makrozoobenthos Modul „Allgemeine Degradation“ für den Zeitraum 2007 – 2009 (1. Bewirtschaftungsplan)

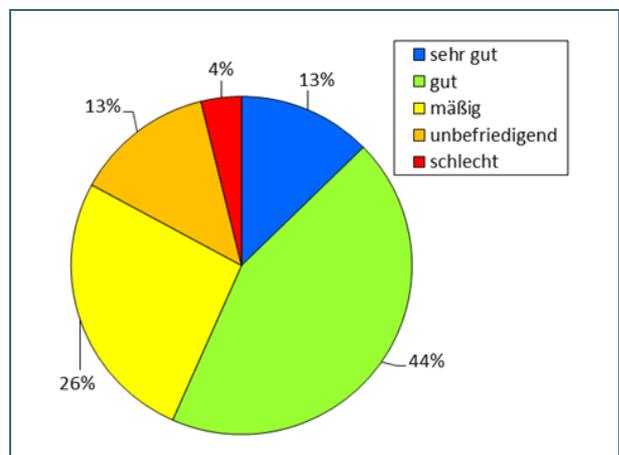


Abb. 25: Ökologischer Zustand / Potenzial – Qualitätskomponente Makrozoobenthos Modul „Allgemeine Degradation“ für den Zeitraum 2011 – 2013 (2. Bewirtschaftungsplan)

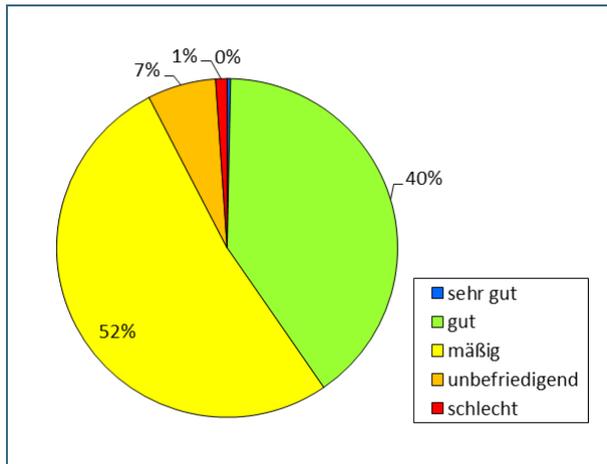


Abb. 26: Ökologischer Zustand / Potenzial – Qualitätskomponente Fische für den Zeitraum 2007 – 2009 (1. Bewirtschaftungsplan)

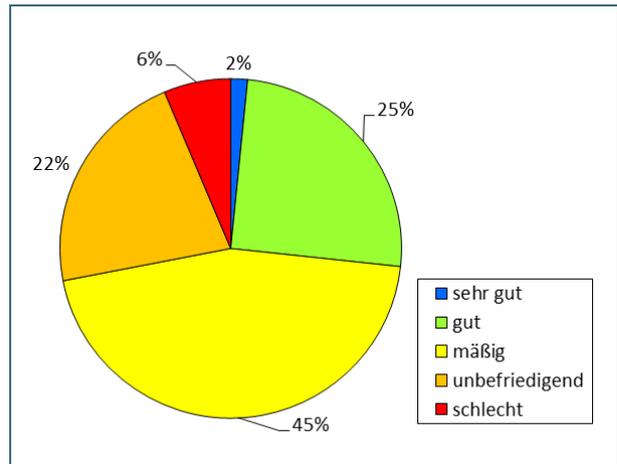


Abb. 27: Ökologischer Zustand / Potenzial – Qualitätskomponente Fische für den Zeitraum 2011 – 2013 (2. Bewirtschaftungsplan)

Weitere Details zur Bewertung des Ökologischen Zustands der Gewässer finden Sie in den Bewirtschaftungsplänen: [http://www.lfu.bayern.de/wasser/wrrl/bewirtschaftungsplaene\\_1621/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/wasser/wrrl/bewirtschaftungsplaene_1621/index.htm).

### Chemisch-physikalische Basisparameter

Die Untersuchung ausgewählter chemisch-physikalischer Basisparameter findet 4-wöchentlich statt. An den größeren Gewässern liegen langjährige Datenreihen vor, die teilweise bis 1982 zurück reichen. Die Datenreihen können über [www.gkd.bayern.de](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 ebenfalls unter [www.gkd.bayern.de](http://www.gkd.bayern.de) abgerufen werden. Die 15-Minuten-Takt Aufzeichnungen sind für die Parameter Wassertemperatur und Sauerstoff unter [www.nid.bayern.de](http://www.nid.bayern.de) abrufbar.

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. 28 zeigt den Jahresverlauf für die Parameter Wassertemperatur und Sauerstoff an der Messstation Kahl am Main.

Die Wassertemperatur stieg ab Mitte Februar kontinuierlich an. Anfang Juli wurde die Vorwarnstufe des Alarmplanes für den Main von 25 °C überschritten und bald danach der Jahreshöchststand von 26,6 °C erreicht. Insgesamt wurde zwischen Anfang Juli und Mitte August an 25 Tagen eine Vorwarnung und an 21 Tagen sogar eine Warnung wegen Überschreitung von 26 °C von der Regierung von Unterfranken ausgesprochen. Erst Ende August fiel die Wassertemperatur allmählich wieder ab bis zu einem Herbst/Winterniveau von etwa 6 °C.

Der Sauerstoffgehalt stieg erst Mitte April an, bis es Ende des Monats zu einer Sauerstoffzerrung kam. Danach hielt sich der Sauerstoff bis auf einige Ausnahmen noch auf einem hohen Niveau. Anfang Juli jedoch, auch bedingt durch die sehr hohen Wassertemperaturen, fiel der Sauerstoff rapide ab und durchschritt die Vorwarn- und Warnstufe des Alarmplanes bis auf ein Minimum von unter 3 mg/l. Bei begleitenden physikalisch-chemischen Messungen wurde festgestellt, dass der Einbruch beim Sauerstoffgehalt im Wesentlichen nur auf einer relativ kurzen Strecke von der Staustufe Kleinostheim bis Kahl a. M. stattfand. Erst Ende August stieg der Sauerstoff wieder kontinuierlich an und erreichte schließlich das Winterniveau von 11 mg/l.

Bis zum Monat April zeigte die Phosphatkonzentration kaum Abweichungen vom langjährigen Mittel. Das Ende April stattfindende starke Algenwachstum bedingte für den Monat Mai ein sehr deutliches Absinken der Phosphatkonzentration auf etwa ein Zehntel des über die Jahre zuvor beobachteten Wertes. Auch in den darauf folgenden Monaten blieb die Phosphatkonzentration deutlich unter dem Jahresmittel der Vergleichsreihe 2000-2014, da auch in den Folgemonaten eine starke Biomasseproduktion stattfand. Erst gegen Ende des Jahres nähern sich die Phosphatkonzentrationen dem Mittel der Vergleichsreihe wieder an.



Abb. 28: Sauerstoff und Wassertemperatur an der automatischen Messstation Kahl am Main im Vergleich mit Stichprobenergebnissen von Ortho-Phosphat als Monatsmittel für das Jahr 2015 und dem langjährigen Mittel der Jahre 2000–2014

### **Südbayern – Donau, Bittenbrunn und Donau, Ingolstadt**

Abb. 29 zeigt den Jahresverlauf der Wassertemperatur und Sauerstoffkonzentration für die Donau, Messstation Ingolstadt, Luitpoldstraße.

Die Wassertemperatur stieg wieder sehr früh, ab Mitte Februar, kontinuierlich an und erreichte Anfang Juli ein Niveau von fast 24,0 °C. Der Höchststand von 24,6 °C wird Mitte August gemessen. Anfang September fielen die Werte langsam wieder ab, bis schließlich das Herbst/Winterniveau von 5 °C erreicht wird.

Der Sauerstoffgehalt war im Frühjahr lange Zeit weitgehend stabil. Durch den Anstieg der Wassertemperatur kam es Anfang Juni zu einem kurzen Anstieg und einer folgenden Zehrung des Sauerstoffs. Dieser Vorgang wiederholte sich bei fallenden Werten mehrmals, bis Anfang August die niedrigsten Sauerstoffwerte von 6,7 mg/l erreicht wurden. Ab Mitte des Monats stiegen die Werte langsam wieder an und erreichen nach kleinen Schwankungen am Ende des Jahres das Winterniveau von 11,5 mg/l.

Die Messergebnisse der Nährstoffgehalte (Phosphat) stammen von der etwa 20 km flussaufwärts gelegenen Messstelle Bittenbrunn. Im langjährigen Mittel ist in den ersten Monaten des Jahres ein stetiges Sinken der Phosphatkonzentration zu beobachten. Im Jahr 2015 blieb die Konzentration von Februar bis Mai annähernd gleich und übertraf im Mai das langjährige Mittel um über das Doppelte. Erst im Juni mit Beginn des Sommers bis in den Herbst hinein waren verringerte Konzentrationen zu beobachten, welche auch deutlich unter dem Vorjahresdurchschnitt von circa 0,03 mg/l lagen.

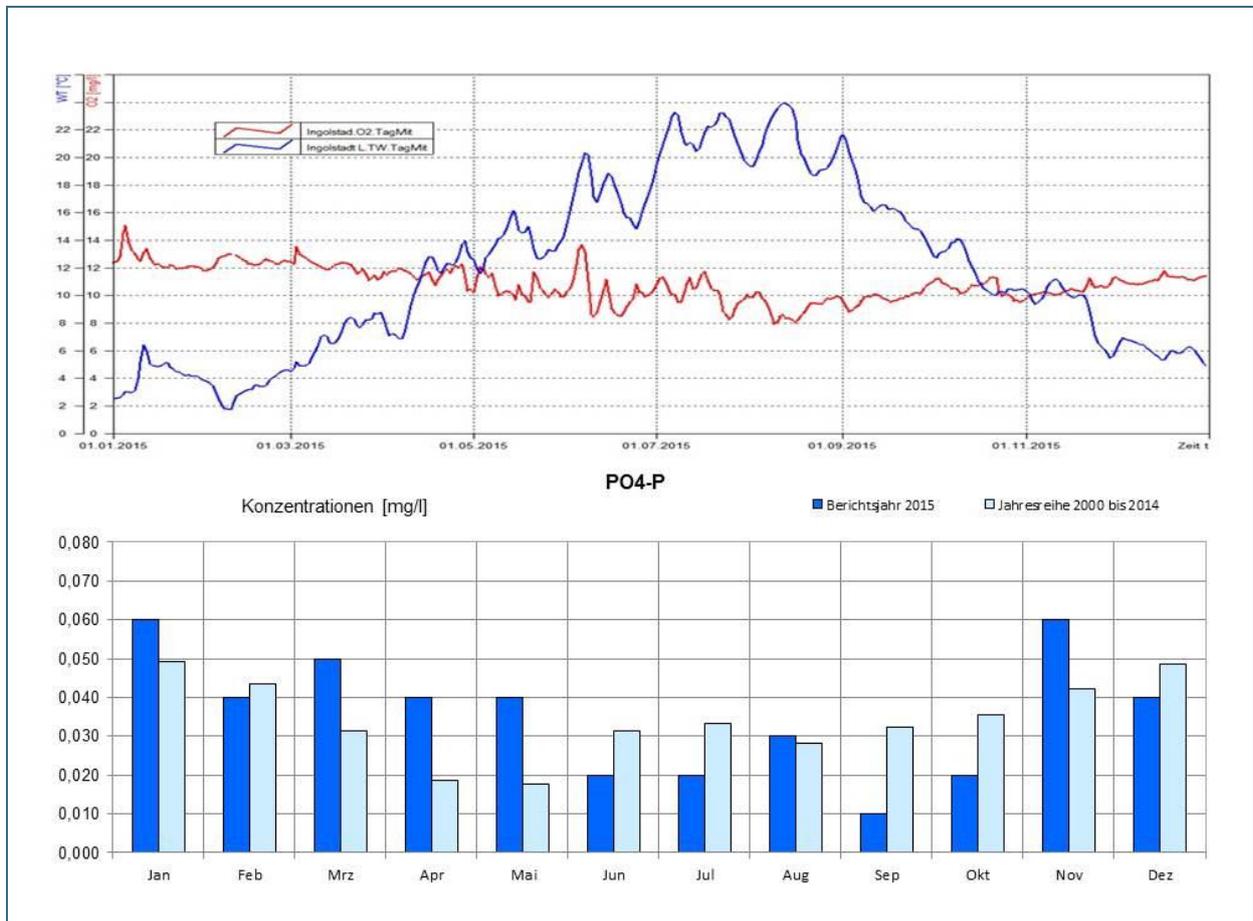


Abb. 29: Sauerstoff und Wassertemperatur an der automatischen Messstation Donau, Ingolstadt im Vergleich mit Ortho-Phosphat der Messstelle Bittenbrunn als Monatsmittel für das Jahr 2015 und dem langjährigen Mittel der Jahre 2000–2014.

### Niedrigwasser und Gewässerökologie

Vor allem in den Sommermonaten kann es bei geringen Abflüssen und hohen Lufttemperaturen zu kritischen Situationen für die Gewässerökologie kommen. Besonders ökologisch bedeutsame Parameter sind dabei der im Wasser gelöste Sauerstoff und die Wassertemperatur. Für beide Parameter existieren gesetzlich vorgegebene Orientierungswerte, die Schädigungen des Ökosystems verhindern sollen (Oberflächengewässerverordnung). Im Sommer 2016 wurden in Bayern in vielen Gewässern hohe Wassertemperaturen und sehr geringe Abflüsse gemessen.

Für den stauregulierten, schiffbaren Teil des bayerischen Mains zwischen Kahl (Main-km 66,6) und Bischberg (Main-km 384,2) besteht eine besondere Situation. Die vielen Stauanlagen verhindern zwar ein starkes Absinken des Wasserstandes. Durch die geringen Fließgeschwindigkeiten kann sich das Wasser aber stärker aufheizen. Gleichzeitig nimmt die Durchmischung ab und in tieferen Wasserschichten können Zehrungsprozesse zu extrem niedrigen Sauerstoffkonzentrationen führen. Für den Main wurde 2012 durch die Regierung von Unterfranken ein überarbeiteter „Alarmplan Gewässerökologie“ vorgelegt, der

neben einer intensiven Überwachung im Ernstfall auch kurzfristige Maßnahmen zum Schutz der Gewässerbiologie vorsieht.

Im Main wurden im Juli und August 2015 besonders zwischen Erlabrunn und Kahl sehr hohe Wassertemperaturen und geringe Sauerstoffgehalte gemessen. Daher musste zum ersten Mal seit 2012 die Meldestufe „Warnung“ ausgesprochen werden.

Von besonderer Bedeutung für den Main war in diesem Sommer die Überleitung von Wasser aus dem Donau- in das Main Einzugsgebiet. Über einen Zeitraum von mehreren Wochen wurden aus dem Donaugebiet bis zu 30 % des Main-Abflusses, bezogen auf Trunstadt und Schweinfurt, bereitgestellt. Durch das relativ kühlere Wasser aus dem Überleitungssystem konnte die gewässerökologische Situation im Main entscheidend gestützt werden.

Bayernweit wurden in den überwiegend freifließenden Flüssen und Bächen extrem niedrige Abflüsse gemessen. Viele Oberläufe und kleinere Fließgewässer in den Flussauen, aber auch die Uferbereiche und Altarme der großen Flüsse sind komplett trockengefallen. An vielen Stellen wurden durch lokale Akteure wie die Muschelbeauftragten oder die Fischereiberechtigten intensive Schutzmaßnahmen ergriffen und in Einzelfällen gar Evakuierungsmaßnahmen durchgeführt.

Die geringen Abflüsse führen in der Regel auch zu hohen Wassertemperaturen und geringen Sauerstoffgehalten. Hinzu kamen Gewitter mit Starkregenereignissen, die zu einem kurzzeitigen Eintrag von Nährstoffen in kleine Fließgewässer führen können. Die verschiedenen Faktoren führten während der Sommermonate in weiten Teilen Bayerns zu Beeinträchtigungen bis hin zum temporären Trockenfallen von Gewässerabschnitten. Vereinzelt Fischsterben waren die Folge.

Die Wassertemperatur als wichtiger Faktor für alle Lebensprozesse im Gewässer reagiert schnell auf Änderungen in der Witterung. Daher hat sich die Situation an vielen Flüssen und Bächen ab Ende August deutlich entspannt. Dagegen wurden bei den Abflüssen noch bis weit in den Herbst hinein geringe Werte gemessen. In einem betroffenen Gewässer musste daher noch im November eine Evakuierungsmaßnahme zum Schutz einer Bachmuschelpopulation durchgeführt werden.

### **3.4.3 Qualität der Seen**

#### **Ergebnisse aus dem zweiten Bewirtschaftungsplan 2015 für die Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie**

Die landesweite Überwachung der Seenqualität und die Beobachtung deren Entwicklungen erfolgt an Seen mit einer Oberfläche ab 0,5 km<sup>2</sup>. Die Untersuchungen werden im drei- bis sechsjährigen Turnus durchgeführt. Um die Seen Bayerns, die unter diese gesetzlich verankerte Berichtspflicht fallen nach den bundesweit einheitlichen Vorschriften und Verfahren beurteilen zu können, wurden in den Jahren 2009 bis einschließlich 2013 Untersuchungen durchgeführt.

Von den 47 betroffenen Gewässern sind 33 natürlichen Ursprungs. Ein See wird zur Untersuchung in zwei Wasserkörper geteilt und zwei dieser Seen sind durch künstlich herbeigeführte Wasserstandsschwankungen so stark geprägt, dass sie als „erheblich verändert“ bezeichnet werden. 14 Seen sind aus aufgestauten Flussläufen entstanden, auch diese werden als „erheblich veränderte Wasserkörper“ geführt. In Bayern gibt es somit 48 berichtspflichtige Seewasserkörper.

Insgesamt waren 65 Seeuntersuchungen nötig, um die entsprechenden Informationen zu erhalten. Dabei besteht eine Seeuntersuchung aus der Erfassung der verschiedenen Pflanzen- und Tiergesellschaften im Gewässer. Einmal pro Jahr werden an verschiedenen Uferstellen Pflanzen untersucht, an der tiefsten Stelle des Sees werden je nach Witterung bis zu zwölfmal Proben zur Untersuchung des Planktons entnommen. Außerdem werden, ebenfalls an der tiefsten Stelle zu den gleichen Zeitpunkten Probenent-

nahmen und Messungen zur Ermittlung chemischer und physikalischer Parameter durchgeführt. Das findet, je nach Tiefe des Sees in bis zu acht verschiedenen Tiefenstufen statt.



Abb. 30: Makrophyten & Phytobenthos = makroskopische Wasserpflanzen und Aufwuchsalgen

Bei der Untersuchung der Wasserpflanzen wird zwischen den großen, mit bloßem Auge sichtbaren Pflanzen, den Makrophyten, und mikroskopisch kleinen auf dem Boden aufwachsenden Algen, den Kieselalgen, unterschieden. Diese Organismengruppe wird in der WRRL als **Makrophyten & Phytobenthos** bezeichnet. Kennt man die Artenzusammensetzung der Wasserpflanzen an einer Probestelle, so kann ein Wert berechnet werden, der eine Aussage über den ökologischen Zustand dieser Uferstelle zulässt. Um einen ganzen See mit dieser Methode beurteilen zu können braucht man je nach Größe des Gewässers mehrere repräsentativ gelegte Stellen. Für den Bewertungszeitraum 2009 bis 2013 wurden bayernweit an 601 Uferstellen (Transekten) insgesamt 2465 Proben untersucht. Dabei wurden 107 Makrophytenarten und 586 Kieselalgenarten gefunden. In Summe ergab das knapp 40.000 Messwerte.

Das **Phytoplankton**, das an der tiefsten Stelle des Sees beprobt wird, ist diejenige Organismengruppe, die mit der längsten Tradition in Seen untersucht wird und die eine hohe Aussagekraft über den Nährstoffgehalt des Wassers besitzt. Es besteht aus einer Vielzahl verschiedenster taxonomischer Gruppen. Die meisten Arten können im Lichtmikroskop bei einer 200- bis 400-fachen Vergrößerung bestimmt werden. Für die im Wasser frei schwebenden Kieselalgen, die im Plankton bayerischer Seen in großen Mengen vorhanden sind, ist jedoch eine 1000-fache Vergrößerung im Lichtmikroskop und zusätzlich Untersuchungen im Raster-Elektronenmikroskop (REM) nötig. Für die Bewertung der Seen im fraglichen Zeitraum wurden die Artenzusammensetzungen sowie die Biomassen der Arten von 582 Proben bestimmt, das heißt es wurden circa 12.200 Messwerte ermittelt. Ebenfalls für die Beurteilung nach WRRL werden für diese Komponente Angaben über den Chlorophyll a-Gehalt der Proben sowie über dessen Abbauprodukte der Phaeopigmente benötigt. Dafür wurden mehr als 1.000 Labor-Messungen durchgeführt.



Abb. 31: Phytoplankton = Schwebalgen

Für die Ermittlung der **Fisch**gesellschaften wurden die über Jahre hinweg gesammelten Daten verschiedener Befischungen ausgewertet.

Das **Makrozoobenthos** ist diejenige Gruppe, für die in Seen am wenigsten Erfahrung vorliegt. Die Erarbeitung eines Bewertungsverfahrens das den Vorgaben der WRRL entspricht, stellte sich Deutschlandweit als sehr komplex und schwierig heraus. Während bei den anderen Organismengruppen auf langjährige Erfahrung zurückgegriffen werden konnte, mussten hier Grundlagen neu erarbeitet werden. Aus diesen Gründen wurde und wird an dieser Organismengruppe gearbeitet, jedoch konnte das Bewertungsverfahren nicht rechtzeitig zum Berichtstermin fertig gestellt werden. Deswegen wurde für diesen Bewirtschaftungsplan auf die Meldung von Bewertungsergebnissen zu dieser Organismengruppe verzichtet.

Unterstützend für die Beurteilung des ökologischen Zustandes werden **physikalische und chemische Standardparameter** herangezogen. Bei jeder Probenahme, also bis zu zwölfmal pro See im Jahr, werden fünf physikalisch-chemische Sonden-Parameter erhoben, die Sichttiefe ermittelt und 14 chemische Parameter im Labor gemessen. Diese Untersuchungen erfolgen in den verschiedenen Tiefenstufen eines Sees über die ganze Wassersäule hinweg. Für Bayern bedeutet das im Rahmen der zweiten Meldung für die WRRL über 103.000 Messungen in Proben aus 482 Tiefenstufen.

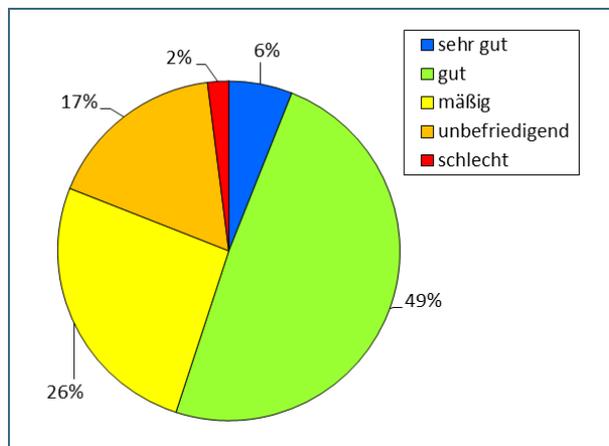


Abb. 32:  
Ökologische Zustandsklasse bzw. ökologische Potenzialbewertung für die biologischen Qualitätskomponenten der Seen im Bayern: Prozent der Seewasserkörper je Zustandsklasse. \*Für erheblich veränderte Gewässer (HMWB) wird das Ökologische Potential ermittelt, hierbei werden die Klassen „gut“ und „sehr gut“ unter „gut“ zusammengefasst

Die bayerischen Seen befinden sich zu 55 % in einem sehr guten oder guten Zustand. Bei 45 % der Seen ist das Ziel der WRRL noch nicht erreicht, hier müssen Maßnahmen ergriffen werden. Allerdings gibt es gerade im Bereich derjenigen Seen, die sich in einem mäßigen Zustand befinden einige, bei denen in der Vergangenheit bereits Maßnahmen in größerem Umfang durchgeführt worden sind, sich die biologischen Verhältnisse aber noch nicht wieder an die verringerte Nährstoffzufuhr angepasst hat. Hier ist eine Verbesserung bereits eingeleitet, es benötigt aber noch Zeit, bis sich das Gewässer endgültig von den früheren Beeinträchtigungen erholt hat.

Für die Beurteilung des **chemischen Zustandes** wurden für die Umsetzung der WRRL im zweiten Berichtszeitraum 80 verschiedene Schadstoffe untersucht, in erster Linie Pflanzenschutzmittel und deren Abbauprodukte. Alle 48 Seewasserkörper Bayerns befinden sich nach den Vorgaben der WRRL demnach im guten chemischen Zustand, wenn man vom Quecksilber absieht, dessen Messwerte die festgelegte UQN in allen Gewässern Deutschlands überschreiten und daher zu einer nicht guten Bewertung des chemischen Zustands führen.

Messwerte zu den chemischen und physikalischen Parametern werden im Internetauftritt des Gewässerkundlichen Dienstes Bayern zur Verfügung gestellt ([www.gkd.bayern.de](http://www.gkd.bayern.de)).

Das Jahr 2015 war auch für die bayerischen Seen durch die außergewöhnliche Trockenheit und Hitze ein besonderes Jahr. Vor allem fielen die niedrigen Seewasserstände und die zeitweise übermäßig hohen Wassertemperaturen in den oberen Wasserschichten auf. An den größeren Seen Bayerns konnten dadurch jedoch keine messbaren außergewöhnlichen ökologischen Reaktionen verzeichnet werden. An etlichen kleinen Seen wurden übermäßige Algenentwicklungen, auch mit Cyanobakterien, beobachtet, die z. T. auch zu Badeverboten führten.

## 4 Grund- und Bodenwasser

### 4.1 Verlauf des Niedrigwassers 2015 im Grundwasser

Das Jahr 2015 war durch außergewöhnlich niedrige Grundwasserstände und Quellschüttungen gekennzeichnet. Zur genauen Beschreibung der bayernweiten Entwicklung können die tagesaktuellen Daten des 2008 eingerichteten Niedrigwasser-Informationsdienstes (NID) herangezogen werden ([www.nid.bayern.de](http://www.nid.bayern.de)). Der NID umfasst insgesamt etwa 400 Messstellen, die entweder dem oberflächennahen Grundwasser, Quellen, oder tieferen Grundwasserleitern zugeordnet sind. Auf der Basis einer statistischen Einteilung erfolgt für jede Messstelle mit einer mindestens fünfjährigen Messreihe eine Klassifikation der aktuellen Niedrigwassersituation (kein Niedrigwasser; niedrig; sehr niedrig; neuer Niedrigstwert). Betrachtet man den zeitlichen Verlauf des Messstellanteils, der innerhalb des NID mindestens als niedrig eingestuft war, so ergibt sich die in Abb. 33 dargestellte und im Weiteren näher beschriebene Entwicklung.

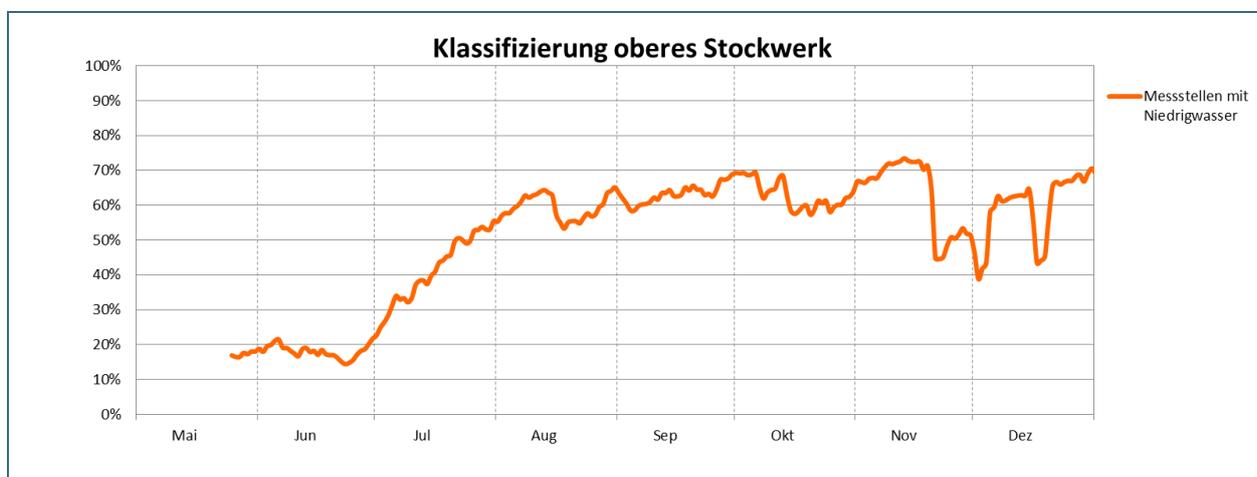


Abb. 33: Verlauf der Niedrigwassersituation 2015 im Grundwasser: Grundwassermessstellen und Quellen des oberen Stockwerks (einschließlich Quellen) mit einer Beobachtungsdauer > 5 Jahre

Bis Ende Juni lag an den meisten bayerischen Messstellen noch keine besondere Niedrigwassersituation vor. Lediglich knapp 20 % der Messstellen zeigten zu diesem Zeitpunkt niedrige oder sehr niedrige Wasserstände. Mit Einsetzen der Hitzeperiode und der lang anhaltenden Trockenheit während der Sommermonate fielen bayernweit die Grundwasserstände. Ende Juli wurden dann bereits an über 50 % der Messstellen im oberen Grundwasserstockwerk niedrige und sehr niedrige Messwerte registriert. Einzelne feuchtere Witterungsabschnitte wirkten sich günstig auf die Grundwasserverhältnisse aus und sorgten kurzzeitig für Entspannung. Unabhängig davon stieg die Zahl der Messstellen, an denen niedrige und sehr niedrige Wasserstände aufgezeichnet wurden, in den folgenden Monaten noch weiter an. Der Höhepunkt wurde Mitte November mit über 70 % als niedrig oder sehr niedrig eingestuftes Messstellen erreicht. Ende November wurde diese Entwicklung durch feuchtere Witterung mit verhältnismäßig großen Regenmengen unterbrochen. Aufgrund der niedrigeren Temperaturen und dem Ende der Vegetationsperiode konnten jetzt die gefallen Niederschläge in ausreichender Menge im Boden versickern und zu einer spürbaren Grundwasserneubildung beitragen. Das führte bei den Grundwasserständen und vor allem bei den Quellen zu einem deutlichen Anstieg. So sank die Zahl der Messstellen mit niedrigen und sehr niedrigen Messwerten Ende November erstmals wieder nennenswert unter 50 %. Diese Entspannung war jedoch nicht von Dauer und die Anzahl der Messstellen mit niedrigen oder sehr niedrigen Werten erreichte zum Jahresende erneut ein Niveau von knapp 70 %. Bezogen auf das gesamte staatliche Grundnetz in Bayern wurden im Jahr 2015 an mehr als 250 Messstellen neue Niedrigstwerte beobachtet.

## 4.2 Grundwasserstände

Die Grundwasservorkommen Bayerns sind auf hydrogeologische Einheiten verteilt, die mit ihrem regionalen Aufbau insgesamt 29 großräumige hydrogeologische Teilräume ausbilden. Wasserwirtschaftlich bedeutsame Grundwasservorkommen unterliegen einer regelmäßigen Beobachtung, indem die hydrologische Entwicklung in den hydrogeologischen Einheiten als Spiegelbild der jeweiligen grundwasserhydraulischen Eigenschaften und der witterungsbedingten Ereignisse erfasst und dokumentiert wird. Die nachfolgende Darstellung und Beschreibung der Grundwasserverhältnisse im Jahr 2015 konzentriert sich auf die weitflächigen Porengrundwasserleiter (Tertiär, Quartär) im südbayerischen Raum sowie auf die Kluft- und Karstgrundwasserleiter (Trias bis Kreide) nördlich der Donau, wie auch auf die räumlich eingegrenzten Porengrundwasserleiter in den Talräumen im Main Einzugsgebiet.

Im Gebiet der weiträumigen quartären Schotterflächen südlich der Donau setzte zum Jahresende 2014 ein kurzfristiger Anstieg der Grundwasserstände ein, der aufgrund der ausbleibenden Grundwasserneubildung Ende Januar 2015 bereits wieder abebbte und bis Ende April in einen leicht abfallenden Trend überging. Mit Niederschlägen Anfang Mai stiegen die Grundwasserstände nochmals an und erreichten gegen Ende Juni bzw. Anfang Juli regional die Jahreshöchststände. Ab Juli setzte ein Trend abfallender Grundwasserstände in den Porengrundwasserleitern ein, der bis zum Jahresende 2015 anhielt. Lediglich größere Niederschlagsmengen schlugen kurzfristig auf die Grundwasserverhältnisse durch. In Gebieten mit größeren Flurabständen wirkten sich diese Neubildungsereignisse deutlich gedämpfter auf die Grundwasserstände aus als an Messstellen mit geringem Flurabstand oder in Fließgewässernähe. Die Grundwasserstandsentwicklung an der Messstelle Eching 275 D (Abb. 34) zeigt stellvertretend die Entwicklung der Grundwasserverhältnisse in den Schotterflächen. Der Jahreshöchstwert wurde hier im Juni erreicht. Dennoch wurde ganzjährig das Niveau des langjährigen Mittelwertes nicht erreicht. Die stärkeren Niederschlagsereignisse im November und Dezember 2015 konnten den bis Jahresende abfallenden Trend nicht aufhalten. Ein neuer Niedrigstwert wurde im Jahr 2015 nicht beobachtet.

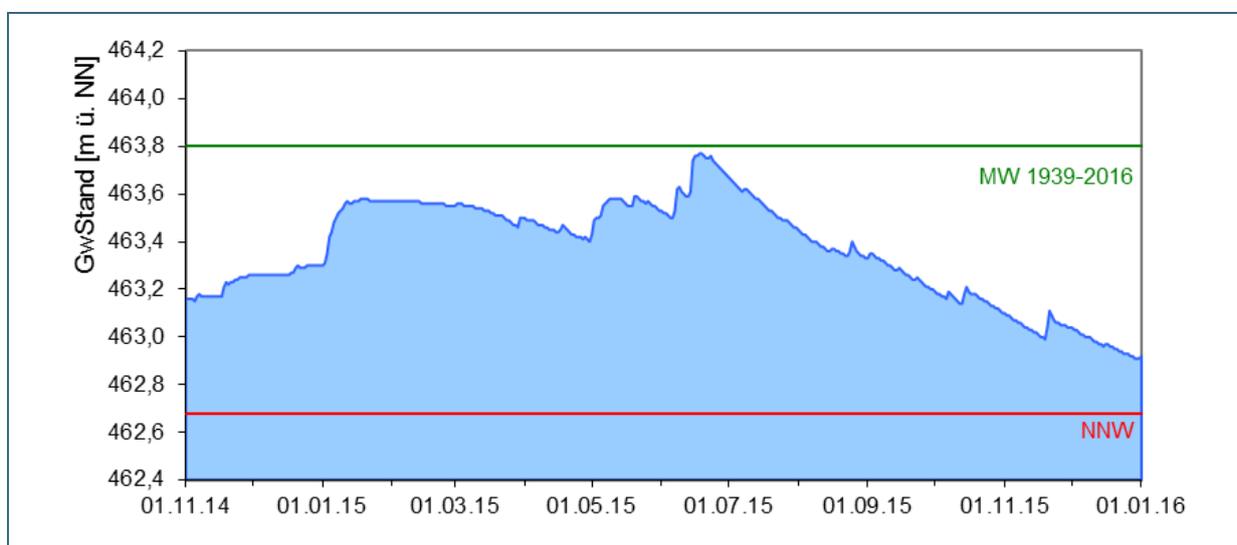


Abb. 34: Verlauf der Grundwasserstände im Niederterrassenschotter der Münchener Schotterebene (Messstelle Eching 275D, beobachtet seit 1939) - HHW: 465,59 m ü. NN, MW: 463,80 m ü. NN, NNW: 462,68 m ü. NN

Die räumlich eingegrenzten und geringmächtigen quartären Grundwasservorkommen in den Flusstälern Nordbayerns werden maßgeblich durch flächige Grundwasserneubildungsereignisse oder durch seitliche Randzuflüsse beeinflusst und stehen mit den zugehörigen Fließgewässern in enger hydraulischer Wechselwirkung, insbesondere in Abschnitten mit Stauhaltungen. Sie zeigen deshalb rasche Grundwasserstandsschwankungen als Folge von Niederschlagsereignissen oder Wasserstandsänderungen in den angekoppelten Fließgewässern. Am Beispiel der Referenzmessstelle Frühlingslust 86A (Abb. 35) ist die Entwicklung der Grundwasserstände über das Jahr 2015 gut zu erkennen. Gegen Ende des Jahres 2014

lagen bereits sehr niedrige Grundwasserverhältnisse vor. Der leichte Anstieg, der im Januar 2015 einsetzte, hatte seinen Höhepunkt bereits im März erreicht. Danach fiel der Grundwasserspiegel an der Messstelle Frühlingslust kontinuierlich bis Jahresende. Im September wurde hier erstmals seit 1993 wieder ein neuer Niedrigstwert erreicht. Der Wasserstand sank folglich noch weiter, so dass der absolute Niedrigstwert am 19.11.2015 gemessen wurde. Bis Jahresende verweilte der Grundwasserspiegel etwa auf diesem Niveau.

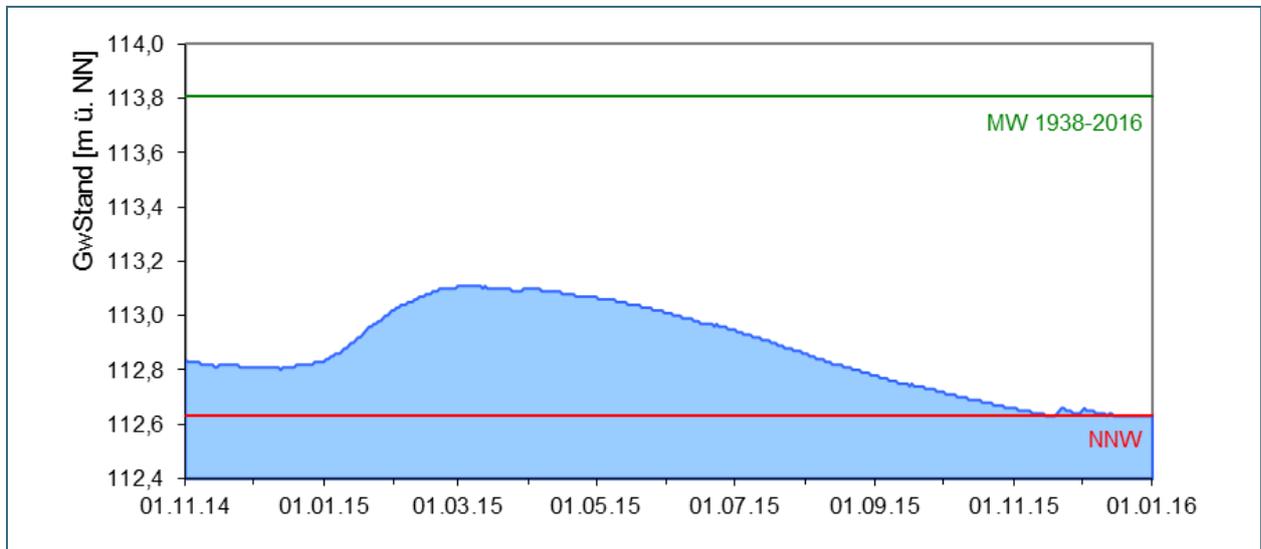


Abb. 35: Verlauf der Grundwasserstände im Quartär (Messstelle Frühlingslust 86A, beobachtet seit 1938)  
- HHW: 116,34 m ü. NN, MW: 113,81 m ü. NN, NNW: 112,63 m ü. NN

Das Grundwasser im tertiären Molassebecken südlich der Donau liegt in Tiefen von rund 50 m bis 200 m unter Gelände. In der Regel sind hier die Grundwässer gespannt und fließen natürlicherweise den im Molassegebiet vorkommenden größeren Fließgewässern zu. Bedingt durch die Tiefenlage unter Gelände reagiert das Grundwasser relativ träge und zeitverzögert auf das Niederschlagsgeschehen. Ausgehend von absinkenden Grundwasserspiegeln gegen Ende des Jahres 2014 wirkten sich z. B. an der Grundwassermessstelle Mauern T1 die Niederschlagsereignisse zu Jahresbeginn mit Erreichen eines Jahreshöchststandes im Februar aus (Abb. 36). Der Druckspiegel verharrte anschließend in etwa auf dem Niveau des langjährigen Mittels und stieg bis Anfang Juli noch leicht an. Der Beginn der sommerlichen Hitzeperiode und der langanhaltenden Trockenperiode zeigte dann einen deutlichen Einfluss, indem die Grundwasserstände in einen bis Jahresende abfallenden Trend einschwenkten. Lokal wurden auch neue Niedrigstwerte der Grundwasserstände registriert. An der Messstelle Mauern T1 wurde der niedrigste Wasserstand des Jahres am 10.12.2015 gemessen. Ein neuer Niedrigstwert trat nicht auf.

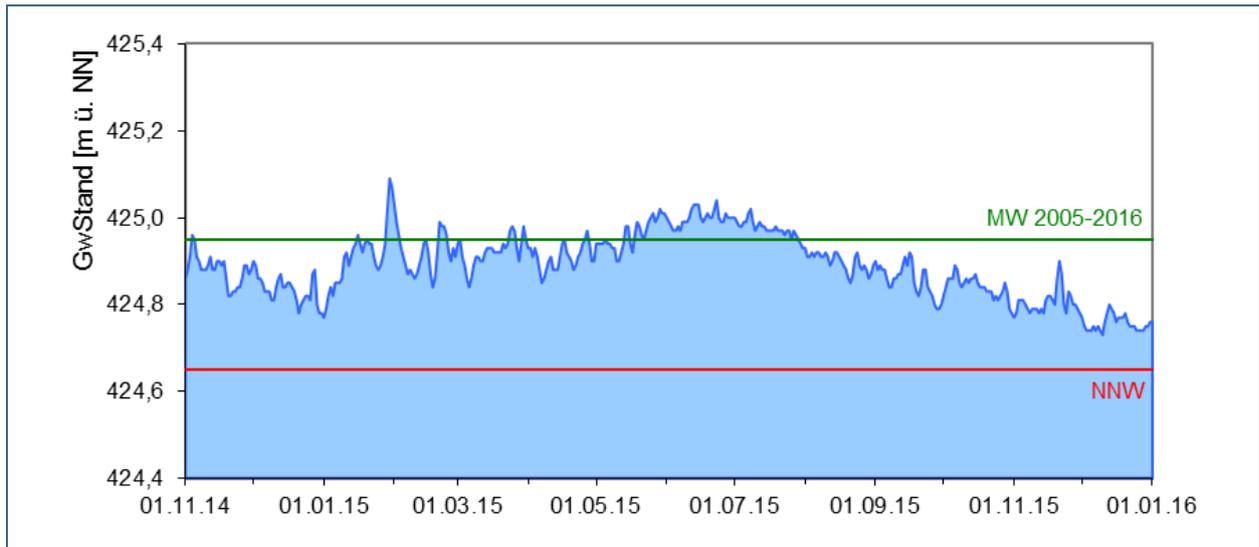


Abb. 36: Verlauf der Grundwasserstände der Oberen Süßwassermolasse des Tertiärs (Messstelle Mauern T 1, beobachtet seit 2005) - HHW: 425,39 m ü. NN, MW: 424,95 m ü. NN, NNW: 424,65 m ü. NN

Im Weißem Jura (Malm) der Fränkischen Alb mit seiner fortgeschrittenen Verkarstung bewegt sich das Grundwasser in Kluff- und Schichtfugen, die vielfach durch Verkarstungsprozesse zu unterirdischen Fließgerinnen ausgeweitet sind. Die Ausprägung der Klüftung und die Raumlage der Karsthohlräume bestimmt maßgebend das Fließgeschehen, welches rasch auf Niederschlags- und Hochwasserereignisse reagiert. Oberhalb des Grundwasserspiegels befindliche Karsthohlräume können zudem als temporäre Zwischenspeicher wirken. Das zu Jahresbeginn signifikante Niederschlags- und Abflussereignis äußert sich an der beispielhaft ausgewählten Messstelle Heiligenstadt 9 (Abb. 37) durch einen raschen Anstieg der Grundwasserstände bis auf den Jahreshöchststand Anfang Februar. Wegen der folgenden Trockenperioden im Frühjahr bzw. wieder ab Spätsommer setzte bereits gegen Ende Februar ein Trend abfallender Grundwasserstände ein, der bis Mitte November anhielt und zu einem neuen Niedrigstwert führte. Erst die Niederschlagsereignisse ab Mitte November bewirkten wieder einen deutlichen Anstieg. Die Grundwasserverhältnisse an der Messstelle Heiligenstadt 9 bewegten sich, mit Ausnahme der kurzen Periode im Januar und Februar, generell deutlich unter dem langjährigen Mittel.

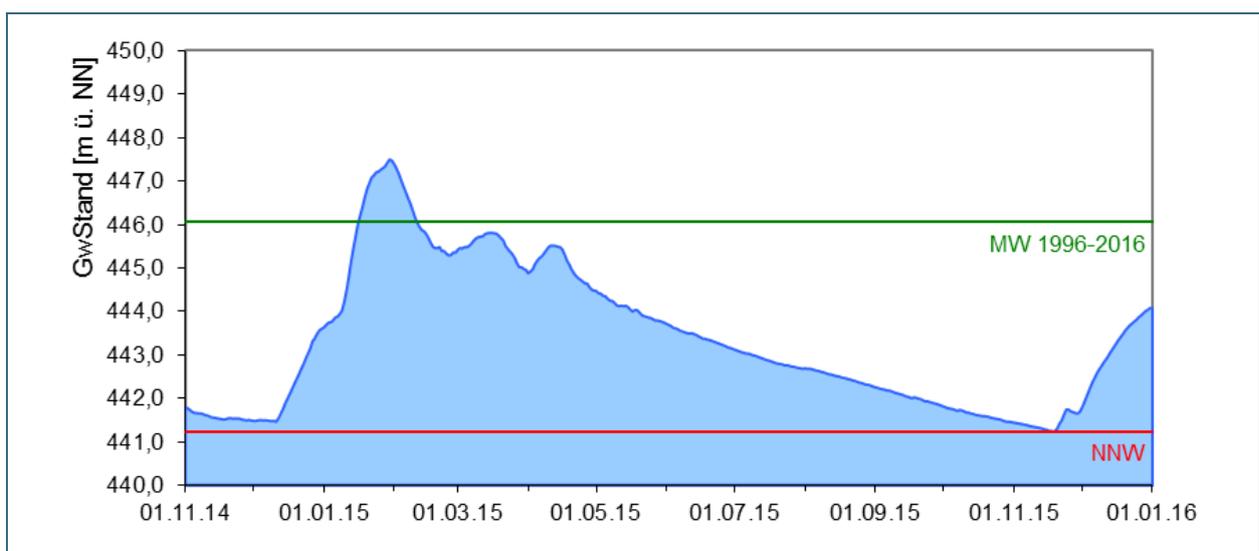


Abb. 37: Verlauf der Grundwasserstände im Malmkarst (Messstelle Heiligenstadt 9, beobachtet seit 1996) - HHW: 458,69 m ü. NN, MW: 446,08 m ü. NN, NNW: 441,23 m ü. NN

In den Kluftgrundwasserleitern des Sandsteinkeupers setzte sich der seit drei Jahren anhaltende Abwärtstrend der Grundwasserstandsentwicklung auch im Jahresverlauf 2015 fort. Die Grundwasserstände lagen permanent unter den mittleren Verhältnissen und zeigen großflächig Niedrigwasserbedingungen. Vielerorts wurden im Herbst neue Niedrigwasserstände erreicht. Am Beispiel der Messstelle Hallstadt 16, die stellvertretend für den Sandsteinkeuper unter Überdeckung steht, begann das Jahr 2015 mit Grundwasserständen, die bereits deutlich unter dem langjährigen Mittel lagen (Abb. 38). Die Grundwasserneubildung im Winterhalbjahr 2014/2015 bewirkte einen Anstieg der Grundwasserstände mit Jahreshöchststand bereits Anfang März. Das Niveau des langjährigen Mittelwerts konnte jedoch nicht erreicht werden. In der Folge setzte eine Phase sinkender Grundwasserstände ein, die bis in den Monat November reichte. Am 14.11.2015 wurde der niedrigste Wasserstand des Jahres an der Messstelle Hallstadt 16 ermittelt. Ein neuer Niedrigstwert wurde an dieser Messstelle nur knapp verfehlt. Ab Mitte November einsetzende Niederschlagsereignisse brachten die Trendwende und führten die Grundwasserstände wieder leicht nach oben. Zum Jahresende 2015 lag ein niedrigerer Grundwasserstand als zu Jahresbeginn vor.

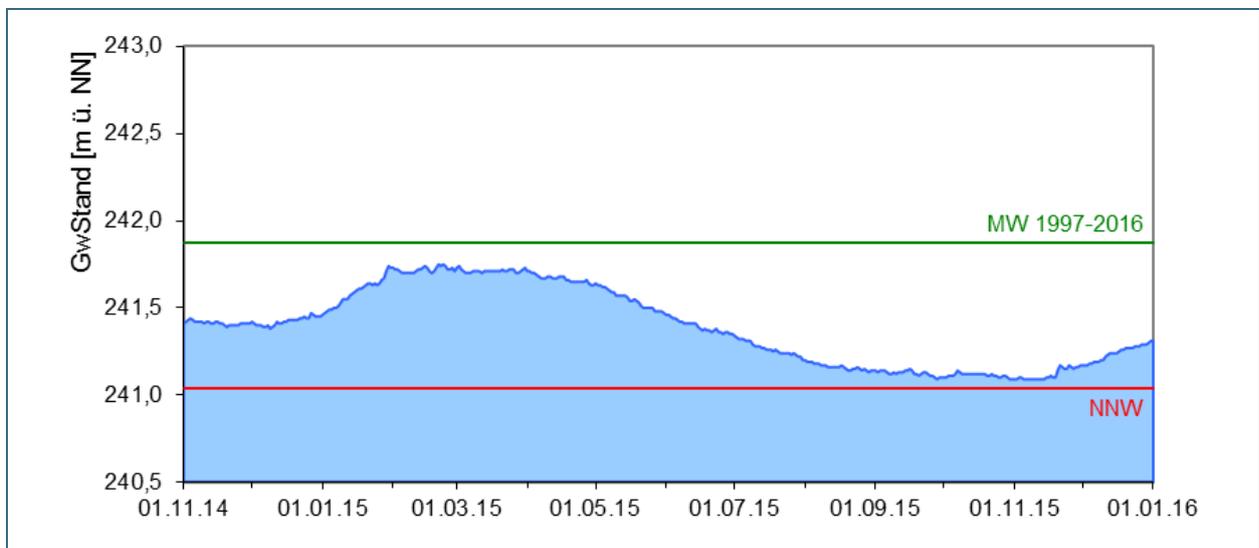


Abb. 38 :Verlauf der Grundwasserstände im Sandsteinkeuper (Messstelle Hallstadt 16, beobachtet seit 1997)  
- HHW: 243,14 m ü. NN, MW: 241,87 m ü. NN, NNW: 241,04 m ü. NN

Die tief liegenden Grundwasservorkommen im verkarsteten und überdeckten Muschelkalk Mittel- und Unterfrankens reagieren zeitlich verzögert auf Niederschlags- bzw. Neubildungsereignisse und zeigen einen insgesamt trägeren wie auch gedämpften Verlauf der Grundwasserstandsschwankungen. Die Grundwasserneubildung fiel in oberflächennahen und überdeckten Grundwasserleitern sehr gering aus. Auch im tief liegenden Karstaquifer verläuft die Regeneration der Grundwasservorräte sehr mäßig. Der Jahreshöchstwert an der ausgewählten Messstelle Rothof (WÜ-MU 8) stellte sich mit entsprechender zeitlicher Verzögerung zu den Niederschlägen gegen Mitte April ein (Abb. 39). Anschließend ging der Grundwasserstand langsam, aber kontinuierlich zurück. Im Dezember ist ein leichter Anstieg als Folge ausgeprägter Niederschlagsereignisse zu verzeichnen. Im Laufe des Jahres 2015 bewegten sich die Grundwasserstände an der Messstelle durchgängig unter dem langjährigen Mittelwert.

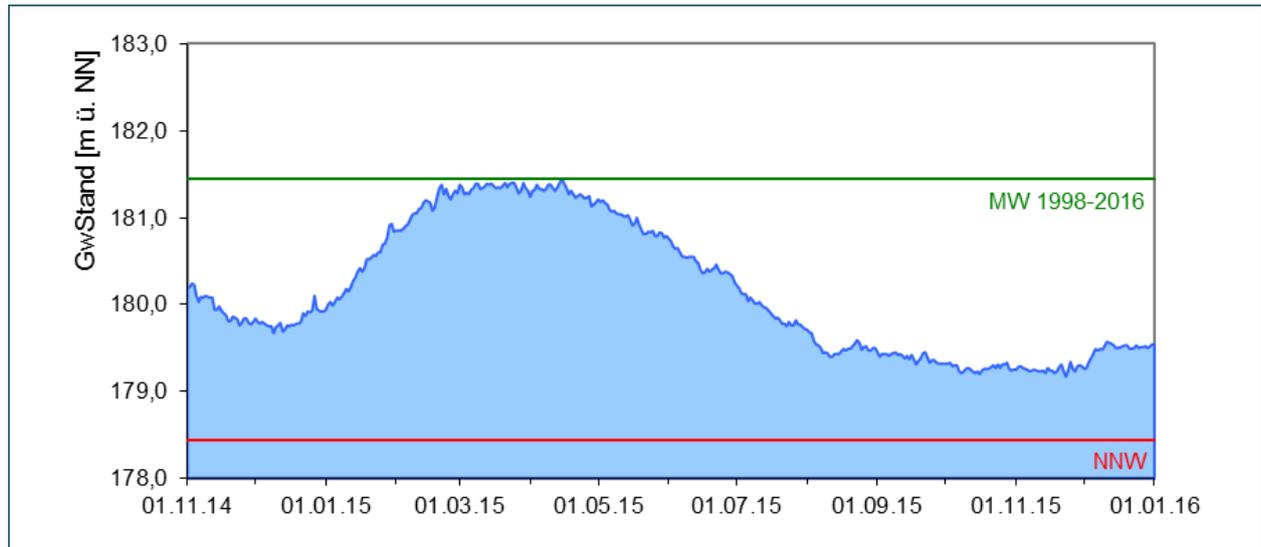


Abb. 39: Verlauf der Grundwasserstände im Muschelkalk (Messstelle ROTHOF (WÜ-MU 8), beobachtet seit 1998)  
 HHW: 186,68 m ü. NN, MW: 181,45 m ü. NN, NNW: 178,43 m ü. NN

Für die Kluftgrundwasserleiter des Buntsandsteins ist die Entwicklung der Grundwasserstände abhängig von der Ausbildung der Klüfte und deren Anbindung an die Erdoberfläche. Dementsprechend prägen sich Niederschlagsereignisse unterschiedlich rasch und intensiv bis auf die Grundwasserspiegel aus. Bei Überdeckung durch den Oberen Buntsandstein zeigt sich in der Regel ein gedämpfter Verlauf der Grundwasserstände.

In den Verbreitungsgebieten des Buntsandsteins begann das Jahr 2015 überwiegend mit Mittelwasser- verhältnissen, die zu Jahresbeginn mit den Auswirkungen der Niederschlags- und Neubildungsereignisse die langjährigen Mittelwasserstände leicht überstiegen. Mit Ende des Winterhalbjahres waren die Jahreshöchststände bereits überschritten. Anschließend setzte eine deutlich ausgeprägte Absenkphase ein, die vielerorts bis Mitte November anhielt. Mit der Niederschlags- und Neubildungsperiode ab Ende November stiegen die Grundwasserstände meist wieder rasch bis auf Mittelwasserniveau an. Abb. 40 veranschaulicht die genannte Entwicklung beispielhaft an der für Buntsandstein repräsentativen Messstelle Kothen S 5.

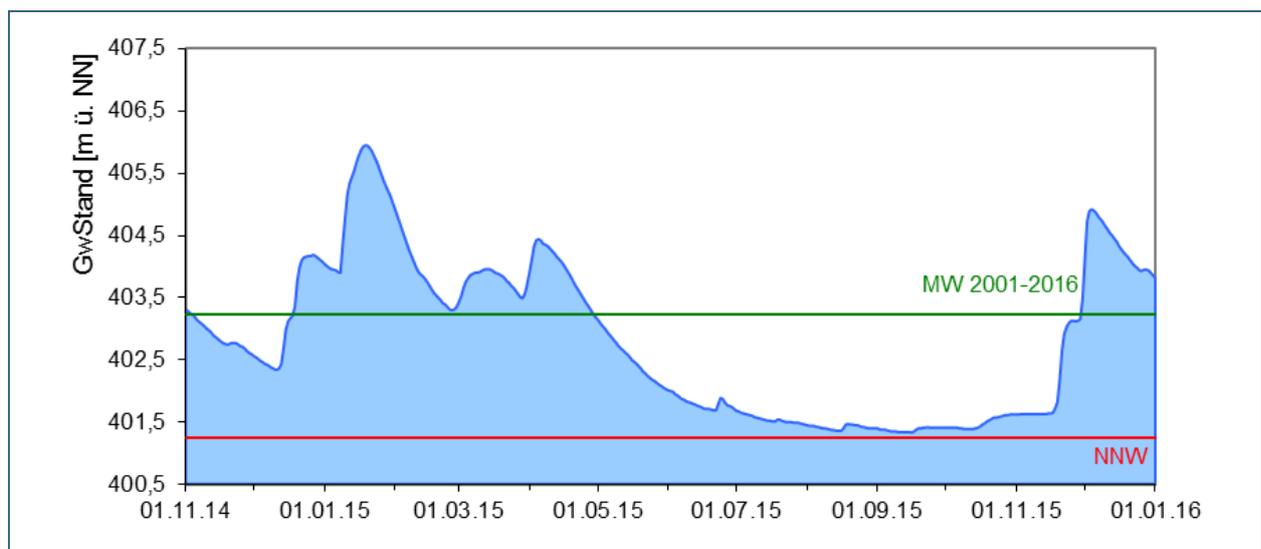


Abb. 40: Verlauf der Grundwasserstände im Buntsandstein (Messstelle Kothen S5, beobachtet seit 2001)  
 - HHW: 406,78 m ü. NN, MW : 403,22 m ü. NN, NNW: 401,24 m ü. NN

## 4.3 Quellen

### 4.3.1 Quellschüttung

Das Landesmessnetz Quellen deckt die Grundwasserkörper ab, die aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse nicht mit Hilfe von Grundwassermessstellen beobachtet werden können. Dabei handelt es sich in erster Linie um Grundwasserkörper im kristallinen Grundgebirge, im voralpinen Moränengürtel und im alpinen Raum. Diese drei hydrogeologischen Einheiten sollen im Folgenden behandelt werden.

Die Kluftgrundwasserleiter im Ostbayerischen Kristallin reagieren in der Regel schnell auf Niederschlagsereignisse und zeichnen sich durch geringe bis mäßige Ergiebigkeiten aus. In der für diesen hydrogeologischen Teilraum repräsentativen Quellschüttungsmessstelle Rassreuth (Abb. 41), zeigte sich im Januar ein jahreszeitlicher Schüttungsanstieg. Bis Mitte Juli lag die Quellschüttung über dem langjährigen Mittelwert. Auf Grund der einsetzenden Hitzeperiode und Trockenphase ging die Schüttung dann stark zurück und erreichte im November einen neuen Niedrigstwert. Die im Spätherbst gefallenen Niederschläge führten an der Messstelle Rassreuth nur zu einem leichten Schüttungsanstieg. Die Quellschüttung war am Jahresende 2015 jedoch deutlich niedriger als zu Jahresbeginn.

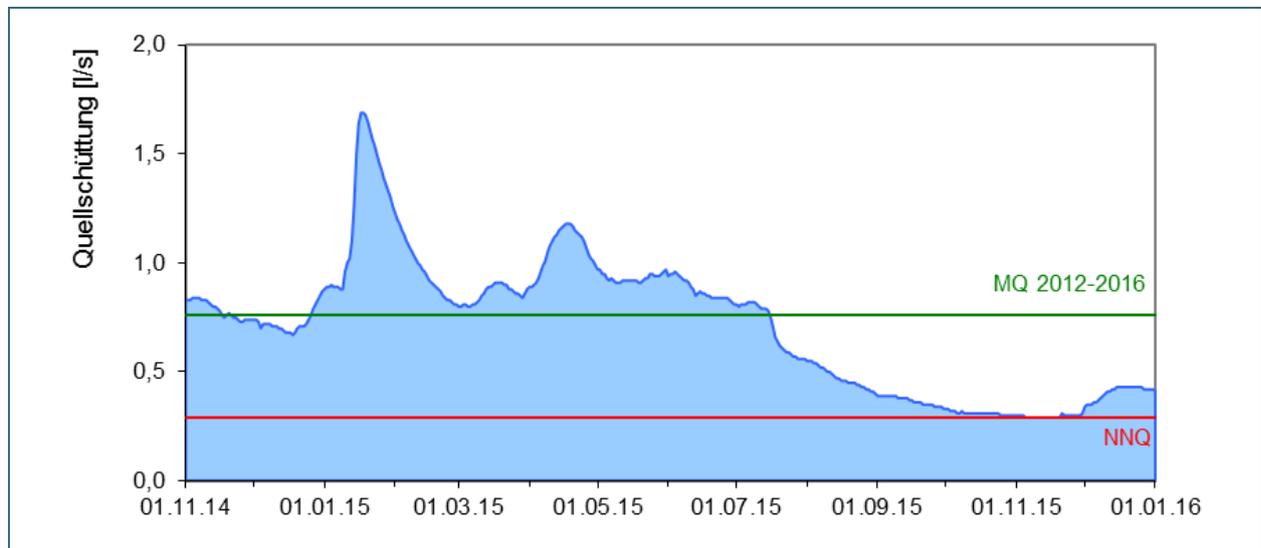


Abb. 41: Verlauf der Quellschüttungen im Ostbayerischen Kristallin (Messstelle Rassreuth, beobachtet seit 2012)  
- HQ: 2,73 l/s, MQ:0,76 l/s, NQ: 0,29 l/s

Auf Grund der großen geologischen Inhomogenität des voralpinen Moränengürtels zeigen die einzelnen Quellen voneinander abweichende Schüttungscharakteristiken. Die Reaktionen der z.T. ergiebigen Grundwasserleiter sind insgesamt deutlich gedämpfter als z. B. im Kristallin. Die Phase der Grundwasserneubildung mit einem Anstieg der Quellschüttung zog sich bis zum Monat Juni hin, bevor in Folge der lang anhaltenden Trockenperiode die Schüttung dann ab Jahresmitte deutlich zurück ging. Zum Teil wurden dabei neue Niedrigstwerte erreicht. An der Kalkofenquelle (Abb. 42) wirkten sich im ersten Halbjahr Niederschlags- bzw. Neubildungsereignisse in Form von auffällig raschen Schüttungsanstiegen aus, so Anfang Januar, März und Mai. Von Januar bis Ende August lag die Schüttung der Quelle durchgängig über dem langjährigen Mittelwert. Die niedrigsten Schüttungen im Jahresverlauf wurden mit Erreichen eines neuen Niedrigstwertes am 16.12. registriert.

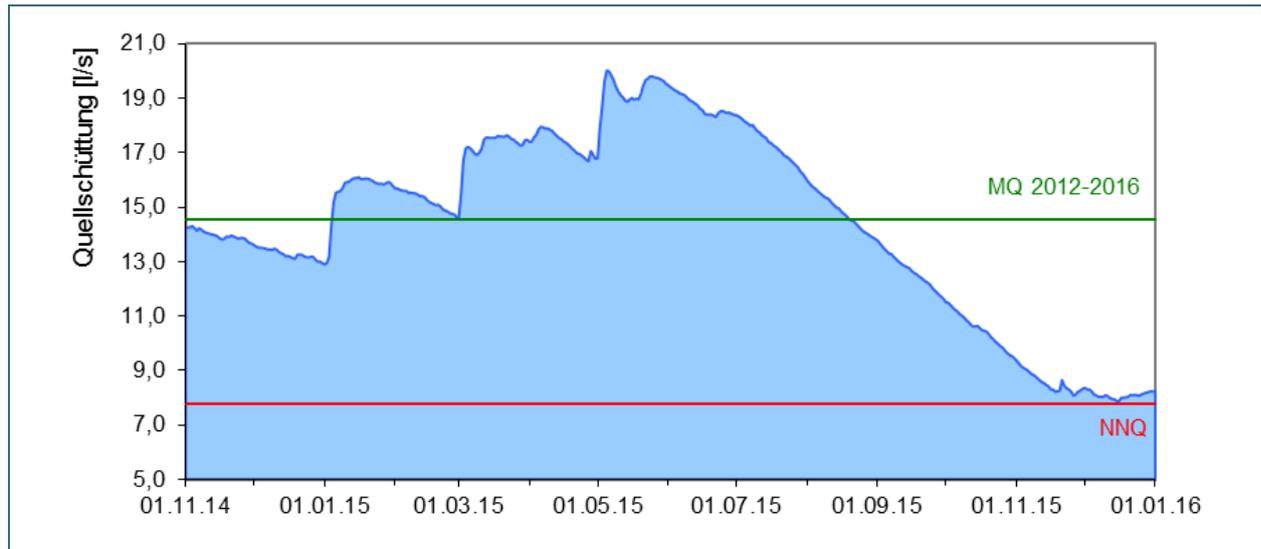


Abb. 42: Verlauf der Quellschüttungen im voralpinen Moränengürtel (Messstelle Kalkofenquelle, beobachtet seit 2012) - HQ: 24,29 l/s, MQ: 14,57 l/s, NQ: 7,78 l/s

Die Quellen des alpinen Raumes in Gebieten mit Kluft- und Karstgrundwasserleitern reagieren rasch auf Niederschlag und Schneeschmelze. Am Beispiel der Ganglinie der Quelle Strailach (Abb. 43) lassen sich alle größeren Niederschlagsereignisse gut erkennen. Die temporären Anstiege der Quellschüttung überschritten nur selten den langjährigen Mittelwert. Ab Juli setzte ein deutlicher Rückgang der Quellschüttung ein, der sein Minimum am 29.11.2015 mit einem neuen Niedrigstwert erreichte. Nach einem kurzen Anstieg Anfang Dezember sank die Schüttung wieder deutlich ab und lag zum Jahresende nur knapp über dem bisher gemessenen Niedrigstwert.

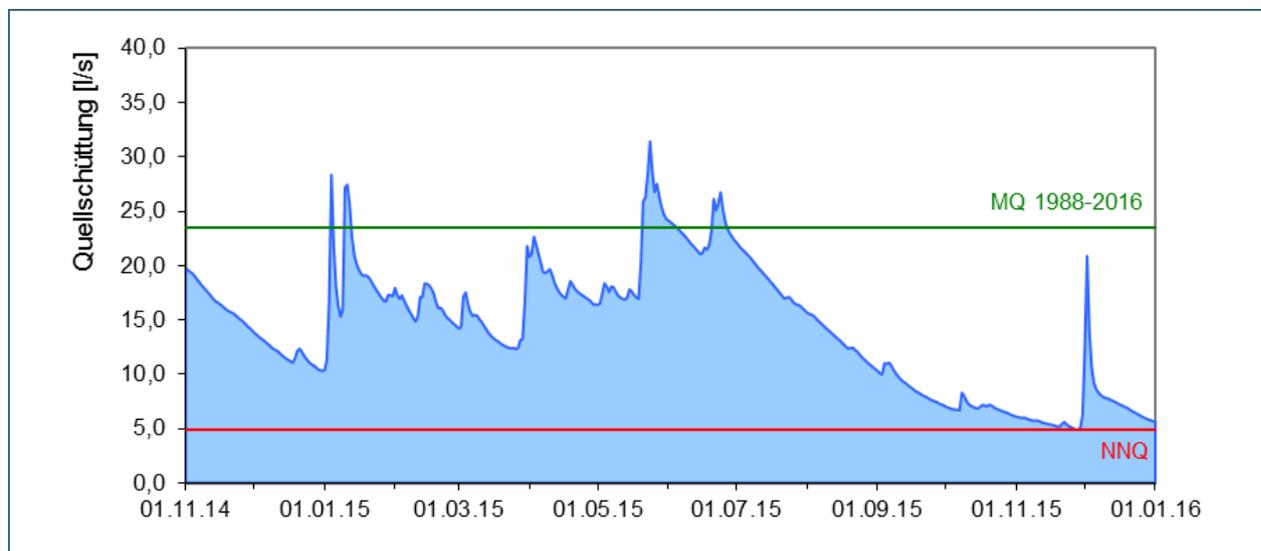


Abb. 43: Verlauf der Quellschüttungen im alpinen Raum (Messstelle Strailach 3-5, beobachtet seit 1988) HQ: 55,93 l/s, MQ: 23,51 l/s, NQ: 4,91 l/s

Die Entwicklung der Grundwasserstände und Quellschüttungen in Bayern kann im Internet im Gewässerkundlichen Dienst (GKD) unter [www.gkd.bayern.de](http://www.gkd.bayern.de) eingesehen werden. Hier ist auch ein Download der Tagesmittelwerte möglich. Im Niedrigwasser-Informationssystem (NID, [www.nid.bayern.de](http://www.nid.bayern.de)) wird eine fachliche Einschätzung der aktuellen Grundwasserstände im Hinblick auf eine Niedrigwassersituation angeboten. Der Hochwassernachrichtendienst (HND, [www.hnd.bayern.de](http://www.hnd.bayern.de)) bietet ausgewählte Grundwassermessstellen mit Bezug zu hochwassergefährdeten Bereichen an.

### 4.3.2 Wassertemperatur an Quellen

An mehreren Quellmessstellen wird zusätzlich zur Quellschüttung auch die Wassertemperatur kontinuierlich erfasst. Die Schwankungsbreite der Quelltemperatur ist oft sehr gering und beträgt in der Regel nur wenige Grad oder z. T. auch nur Zehntel-Grad (Celsius). Der Temperaturverlauf an Quellen hängt dabei von der örtlichen Überdeckung und dem Verlauf der Lufttemperaturen ab. Bei geringeren Überdeckungen ergeben sich größere Schwankungen und bei größeren Überdeckungen sind eher geringe Temperaturschwankungen zu erwarten. Die Jahreshöchstwerte werden meist im Spätsommer erreicht, die tiefsten Werte stellen sich zu Winterende ein. Nachfolgend wird an ausgewählten Quellen der Temperaturverlauf der letzten vier Jahre dargestellt.

Die Quelle Oberröslau liegt im ostbayerischen Kristallin in Oberfranken. Bei Betrachtung des Temperaturverlaufs (Abb. 44) der letzten Jahre ist ein Anstieg der Grundwassertemperatur festzustellen, wobei im Jahr 2015 die höchsten Werte erreicht wurden. Insgesamt zeichnet sich eine steigende Tendenz ab. Der Maximalwert im Jahr 2015 ist etwa 1 °C höher als der Jahreshöchstwert aus 2013. Auch das Jahresminimum von 2015 liegt deutlich höher als in den vergangenen Jahren.

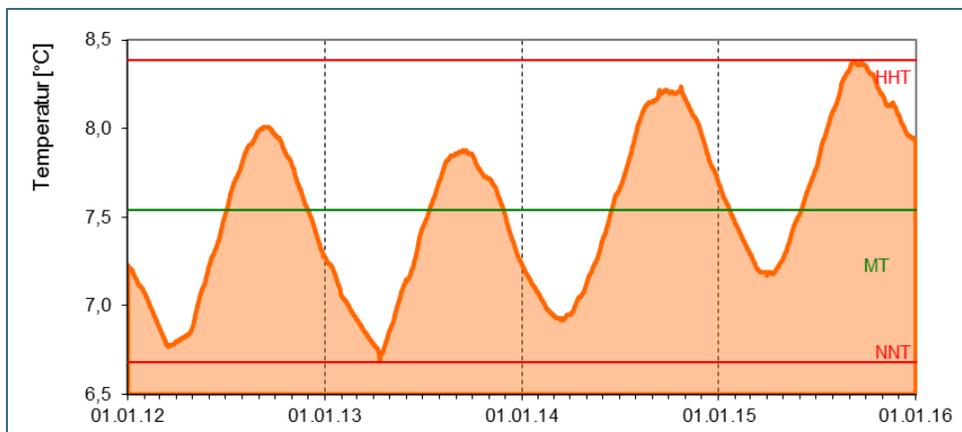


Abb. 44:  
Verlauf der Wassertemperatur an der Quelle Oberröslau von 2012 bis 2016. HT: 8,39 °C, MT: 7,54 °C, NT: 6,68 °C

Die Quellmessstelle Unterwaiz liegt in der geologischen Region des Trias - Kreide - Bruchschollenlands. Die Temperaturganglinie von Unterwaiz (Abb. 45) zeigt 2015 ein deutlich höheres Maximum als in den vergangenen 3 Jahren. Anders als bei der zuvor beschriebenen Quelle im Kristallin liegt jedoch auch das Minimum 2015 tiefer als in der Vergangenheit. Insgesamt zeigt das Jahr 2015 damit eine größere Spannweite als die Vorjahre.

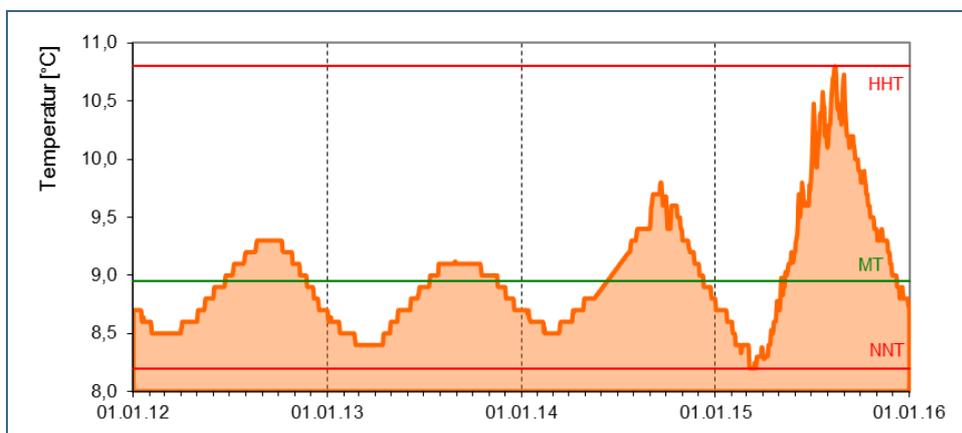


Abb. 45:  
Verlauf der Wassertemperatur an der Quelle Unterwaiz von 2012 bis 2016. HT: 10,8 °C, MT: 8,95 °C, NT: 8,2 °C

Der Temperaturverlauf der oben dargestellten Quellen mit steigenden Werten in den letzten Jahren stellt sich an zahlreichen weiteren Quellen ähnlich auffällig dar. Ein einheitlicher bayernweiter Trend ist derzeit jedoch noch nicht feststellbar. Andere Quellen im Messnetz weichen im Jahr 2015 hingegen kaum von den Vorjahren ab.

#### 4.4 Grundwasserbeschaffenheit

Das Grundwasser liefert circa 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 gleichzeitig die überblicksweises Überwachung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie abdeckt. Hierzu werden mehr als 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 10 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 circa 160 Messstellen) nicht wesentlich verändert (Abb. 46). Der Anteil an anthropogen unbelasteten Messstellen liegt seit mehr als 20 Jahren gleichbleibend bei fast 50 %. Belastungen des Grundwassers zwischen mehr als 10 und 40 mg/l werden im selben Zeitraum in circa 40 % der Messstellen erfasst. Auch der Anteil an Messstellen mit hohen Nitratgehalten > 40 mg/l variiert im Untersuchungszeitraum nur geringfügig und liegt aktuell bei rund 14 %.

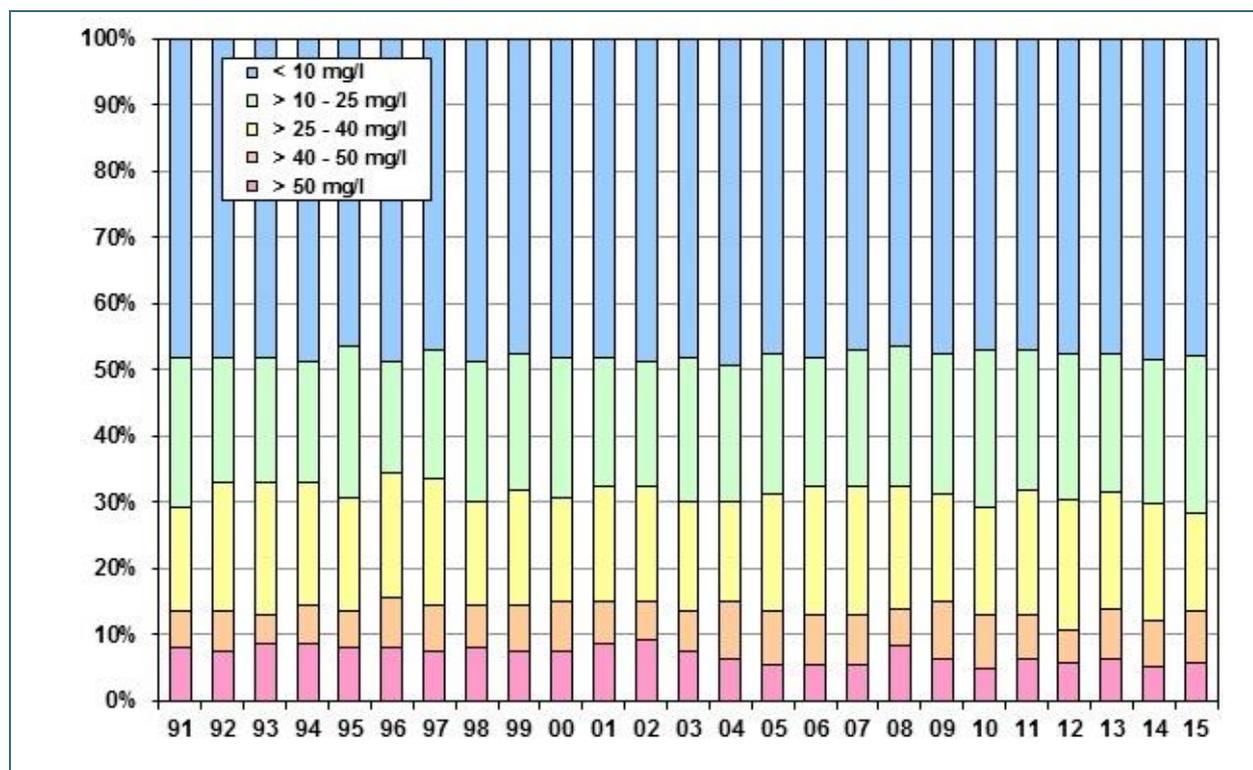


Abb. 46: Entwicklung der Nitratgehalte im Grundwasser 1991–2015 (Messstellen je Konzentrationsklasse in %)

## 4.5 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 Verlauf der Bodenfeuchte als wesentliche Einflussgröße für die Entwicklung der Sickerwasserflüsse und der Grundwasserneubildung am Beispiel eines bewaldeten Standorts im westlichen Unterfranken (Messgebiet Hochspessart). Durchfeuchtung und Austrocknung des Bodens werden vom Wechselspiel aus Niederschlag und Verdunstung bestimmt. Bei hohem Bodenwassergehalt bildet sich freies Sickerwasser, das in durchlässigen Böden der Schwerkraft folgend dem Grundwasser zufließt. Die Bodenfeuchte wird direkt als Bodenwassergehalt (Vol. %) und indirekt als Bodensaugspannung in Hektopascal (hPa) gemessen. Als Messgeräte sind pro Messtiefe je 4 Tensiometer für die Saugspannungsmessung, 4 Sonden zur Messung des volumetrischen Wassergehalts und 8 Saugkerzen zur Entnahme von Bodenwasser eingebaut.

Der Standort im Spessart ist durch Silikatgesteine des Mittleren Buntsandsteins aufgebaut und durch dessen Verwitterungsprodukte (lehmig-sandig bis sandig-lehmige Braunerden) geprägt. Er wird forstwirtschaftlich (Buchenaltbestand) genutzt.

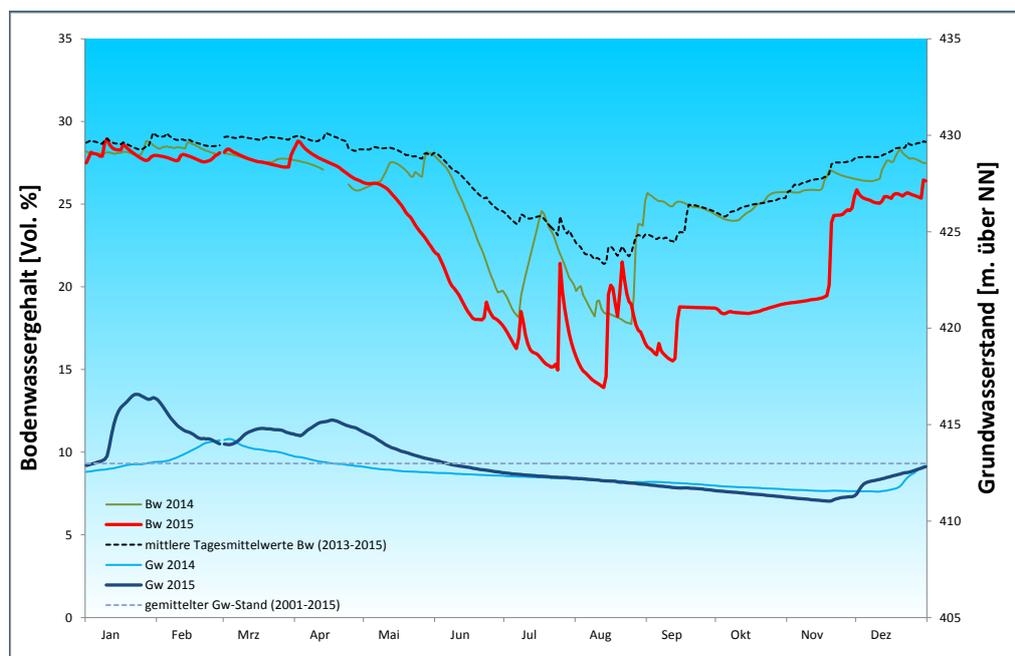


Abb. 47: Jahresverlauf von Bodenwassergehalt (Bw) in 50 cm Tiefe und Grundwasserstand (Gw) am Messstandort „Hochspessart“ der Jahre 2014 und 2015

Betrachtet man den in Abb. 47 dargestellten Jahresverlauf des Bodenwassergehaltes in 50 cm Tiefe, so zeigt sich, dass der Bodenwassergehalt in den Monaten Januar bis März auf einem relativ konstanten, für die Jahreszeit – wie im Vorjahr – aber vergleichsweise niedrigem Niveau (circa 27 %) lag. Laut Witterungsbericht war das Jahr 2015 das zweitwärmste Jahr nach 2014 in der gesamten Beobachtungszeitreihe seit 1881. Außerdem waren die Monate Februar bis Oktober im Vergleich zum langjährigen Mittel (Zeitraum 1981-2010) von einem deutlichen Niederschlagsdefizit geprägt. Die Niederschläge reichten zwar aus, um den oberen Boden feucht zu halten, nicht aber um in nennenswertem Umfang Sickerwasser zu bilden.

Mit Einsetzen der Vegetationsperiode ab März/April und der damit verbundenen erhöhten Evapotranspiration aufgrund der warmen Temperaturen trat, ähnlich wie im Jahr 2014, eine verstärkte Zehrung des Bodenwasservorrates auf. Im Laufe der lange andauernden sommerlichen Austrocknungsphase erreichte der Bodenwassergehalt nur noch Werte  $\leq 15\%$ , die 2015 damit weit unter den durchschnittlichen Ver-

hältnissen und den Werten des Vorjahres lagen. Nach dieser ausgeprägten Trockenperiode war der November in Nordbayern der erste Monat mit einem Niederschlagsüberschuss gegenüber dem langjährigen Mittel. Erst jetzt waren, begünstigt durch den zu dieser Jahreszeit reduzierten Wasserbedarf der Vegetation, wieder steigende Bodenwassergehalte zu beobachten.

Vergleicht man die Bodenwasserspannungen der Jahre 2001 bis 2015 in zwei Metern Tiefe (Abb. 48), so kann man auch hier die Auswirkungen der außergewöhnlichen Trockenheit 2015 sehr gut nachvollziehen. Ausgehend von den Jahreshöchstwerten Ende März / Anfang April setzte eine fast achtmonatige Phase kontinuierlich sinkender Wasserspannungen ein, bei der bereits ab Mai durchgehend Werte unterhalb der Tagesmittelwerte der Jahre 2001 bis 2015 beobachtet wurden. Das Jahresminimum wurde schließlich im November erreicht. Nur im Trockenjahr 2003 war der Verlauf der Minima bzw. das Austrocknungsverhalten im Jahresverlauf ähnlich. In beiden Fällen konnte ein spürbarer Anstieg der Bodenwasserspannungen erst wieder in den letzten Wochen des Jahres beobachtet werden.

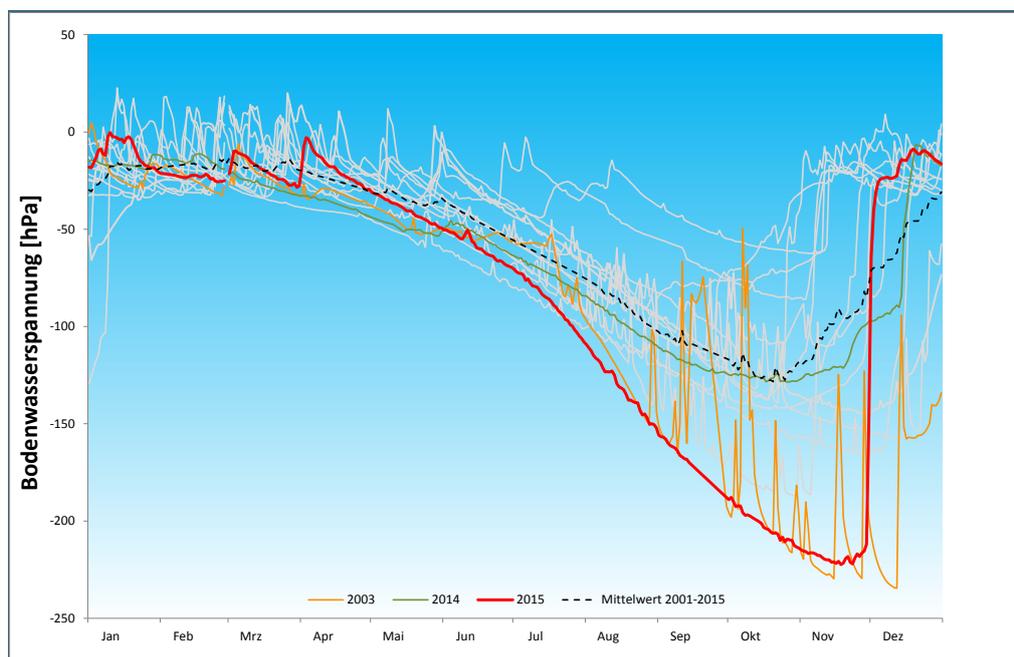


Abb. 48:  
Tagesmittel der  
Bodenwasser-  
spannung in 200 cm  
Tiefe der Jahre  
2001 bis und 2015

## 5 Lawinenwarndienst

Trotz eines späten Startes in die Lawinenlageberichtssaison Ende Dezember waren die Lawinenkommissionen und Sicherheitsbehörden im Winter 2014/2015 mehrfach gefordert. Kritische Lawinensituationen Ende Dezember 2014, Ende Januar bis Anfang Februar 2015 und Ende März, Anfang April veranlassten die Sicherheitsbehörden im Allgäu Straßensperrungen auszusprechen. In diesen kritischen Phasen kam es auch zu einigen Lawinenunfällen mit Personenbeteiligung, die glücklicherweise glimpflich verliefen.

Bis auf einen Wintereinbruch Ende Oktober war der Herbst 2014 sehr mild und schneearm. Erst nach Weihnachten gab es den ersten nennenswerten Schneefall, der von starkem Wind begleitet wurde und zu einer angespannten Lawinensituation Ende des Jahres führte. In Hochlagen lagerte sich der Schnee bis zu einem Meter hoch ab. Durch die gespeicherte Wärme im Boden und milde Temperaturen zu Jahresbeginn 2015 entwickelte sich eine große Gleitschneeaktivität, die den ganzen Winter andauerte. Besonders starke Bewegungen der Schneedecke waren Anfang Januar, Anfang Februar und im März zu beobachten (siehe Abb. 49). Zahlreiche Gleitschneelawinen rutschten auf dem Boden ab und erreichten kleine und mittlere Größe.

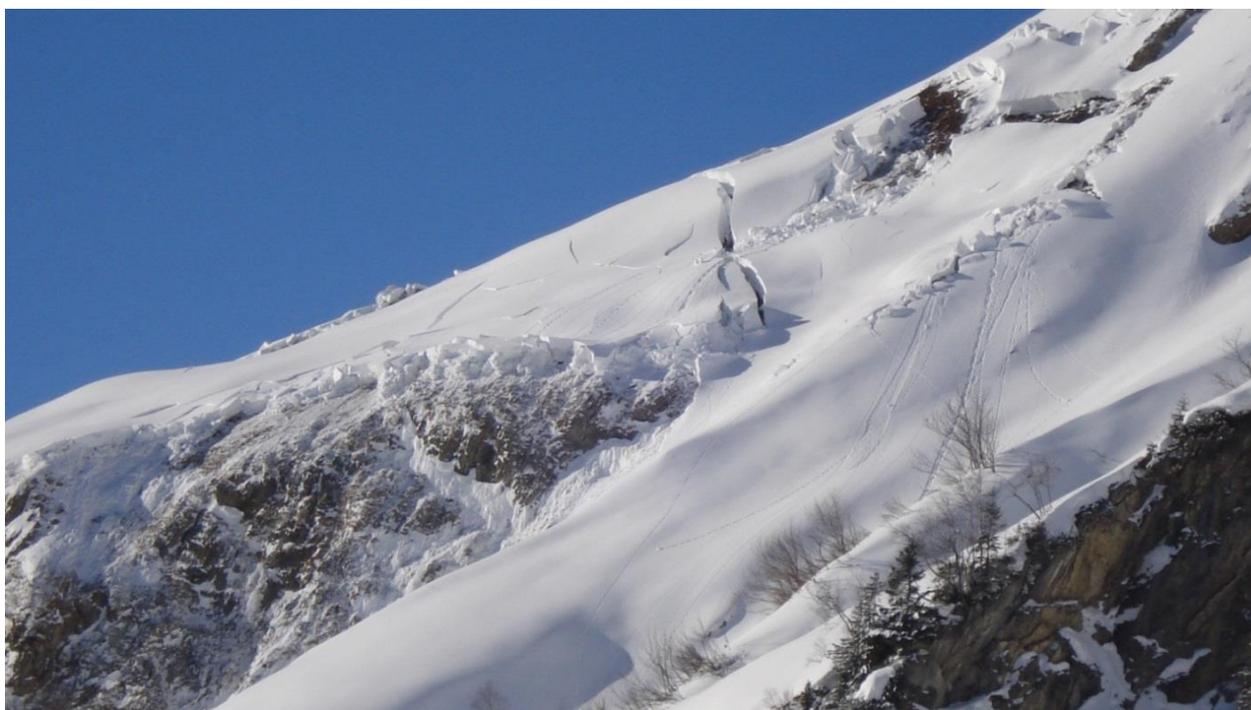


Abb. 49: .Schneegleiten im Allgäu am 26. Februar

Im Verlauf des Januars setzte sich die Schneedecke bei stabilem Hochdruckwetter zusehends. Dabei waren die Temperaturen erneut sehr mild und erst ein deutlicher Neuschneezuwachs Ende des Monats verschärfte die Gefahrensituation im bayerischen Alpenraum. Eine markante Schwachschicht bildete sich unterhalb der verharschten Altschneedecke und blieb in der Folgezeit störanfällig. Trotz des deutlichen Neuschneezuwachses von 80 bis 120cm konnte diese am Übergang von wenig zu viel Schnee schon mit geringer Zusatzbelastung gestört und Schneebrettlawinen ausgelöst werden. Die Gefahrenstellen waren zahlreich, da der starke bis stürmische Wind den Schnee großräumig verfrachtete und die Gesamtschneehöhen im Gelände sehr variabel gestaltete.

Anfang Februar wurden in den tiefergelegenen Messstationen die Maxima der absoluten Schneehöhen erreicht. Danach setzte erneut stabiles Hochdruckwetter ein und der Februar verblieb ohne bedeutenden Neuschneezuwachs. Schneeverfrachtung durch starken Wind führte gegen Ende des Monats zu einem

Anstieg der Lawinengefahr. Das Wetter im März gestaltete sich mehrheitlich mild mit Regen bis in die Hochlagen Ende des Monats. Die Gleitschneeaktivität nahm in dieser Zeit erneut zu.

Insgesamt kann der Winter 2014/2015 als schneearm bezeichnet werden. Erst Anfang April wurden im bayerischen Alpenraum nochmal überdurchschnittliche Schneehöhen erreicht als in Folge des Orkans „Niklas“ kühle und feuchte Luft in den Alpenraum einströmte. Die Ostertage waren winterlich und viele Schneemessstationen meldeten die saisonalen Schneehöhenmaxima in dieser Periode. Warmes Frühlingwetter beendete den Winter 2014/2015, so dass bis Ende April der Schnee großflächig ausaperte.

Die Lawinengefahr im Winter 2014/2015 entwickelte sich wie folgt:

Bedingt durch den milden, schneearmen Herbst startete die Lageberichtssaison erst am 26. Dezember als starker Neuschneezuwachs die Lawinengefahr auf erheblich ansteigen ließ. Der Neuschnee lag dabei schattseitig auf einer aufgebaut umgewandelten Altschneedecke, die sich als störanfällig herausstellte. Böiger Wind führte zu einer weiteren Verschärfung der Situation, so dass mehrere Straßen und Fahrwege im südlichen Allgäu zeitweise für die Benutzung gesperrt werden mussten. Eine groß angelegte Verschüttetensuche wurde an der Kampenwand in Folge eines Schneebrettes, das ein Skifahrer ausgelöst hatte, veranlasst. Die Lawinengefahr war an diesem Tag, den 31. Dezember auf „groß“ (Stufe 4 der fünfteiligen Gefahrenskala) angestiegen. In den nächsten Wochen entspannte sich die Lawinenlage zusehends, wobei die größte Gefahr von am Boden abrutschenden Gleitschneelawinen ausging.

Zum 28. Januar wurde die Lawinenwarnstufe erneut auf 4, „groß“ angehoben, da sich umfangreiche Neu- und Tribschneeansammlungen auf einer schwachen Altschneedecke leicht auslösen ließen (siehe Abb. 50). Talsperrungen im Oberallgäu waren die Folge. Mehrere Lawinenunfälle am Scheinberg, an der Kanzelwand und am Koblat verdeutlichen die angespannte Situation. Neuschnee und Wind führten am 3. Februar nochmal zu „großer“ Lawinengefahr im bayerischen Alpenraum und Straßen im Oberallgäu mussten für den Verkehr gesperrt werden.



Abb. 50:  
Verblasener Schnee am  
Miesing am 7. Februar

Danach entspannte sich die Lawinenlage zusehends und ging bis zum 17. des Monats auf die Warnstufe 1 „gering“ zurück. Geringfügiger Neuschneezuwachs in Verbindung mit Wind ließ die Lawinengefahr Ende Februar und Anfang März mehrmals auf „erheblich“ (3. Stufe der fünfteiligen Gefahrenskala) ansteigen. Größere Lawinenabgänge blieben aber aus und die Gefahrenstellen waren vor allem in höheren Lagen zu finden.

Verkehrswege und Straßen wurden bis Ende des Winters nicht mehr gesperrt. Die Lawinenkommissionen mussten jedoch weiterhin in Bereitschaft bleiben, besonders Anfang April, als die Lawinengefahr vom Allgäu bis zum Werdenfelser Land nochmal auf Stufe 4, „groß“ Anstieg. Starker Schneefall und Sturm in Verbindung mit einem schwachen Altschneefundament waren Auslöser für diesen Anstieg der Lawinengefahr. Da sich die große Lawinengefahr auf die Hochlagen beschränkte waren keine Sicherheitsmaßnahmen im Tal nötig. Kameradenhilfe verhinderte Schlimmeres als Wintersportler an der Kanzelwand und am Scheinberg von Schneemassen erfasst und teilweise verschüttet wurden. Nachdem sich die Schneedecke im Laufe des restlichen Monats deutlich setzen konnte, entwickelten sich gute Skitourenverhältnisse mit klaren Strahlungsnächten und Firn tagsüber. Die Lageberichtssaison wurde noch bis zum 3. Mai weitergeführt.

Insgesamt ist der Gefährdungsverlauf im Winter 2014/2015 als normal bis mäßig einzustufen mit zwei markanten Gefahrensituationen Ende Dezember und Ende Januar als Straßen im Allgäu wegen Lawinengefährdung geschlossen werden mussten. Sieben Lawinenunfälle mit Verletzten wurden bekannt und es gab glücklicherweise keinen tödlichen Lawinenunfall in diesem Winter. Wir danken den ehrenamtlichen Lawinenkommissionsmitgliedern und Beobachtern für ihre Einsatzbereitschaft, die einen unersetzbaren Beitrag leisten, um die Bevölkerung vor Lawinenunglücken zu schützen.

Aktuelle Informationen sowie Daten zum Berichtszeitraum (Lawinenlageberichte, Schneedeckenberichte, Lawinenunfälle) sind verfügbar unter [www.lawinenwarmndienst.bayern.de](http://www.lawinenwarmndienst.bayern.de).

## 6 Zusammenfassung

- In der Gesamtbilanz war das Jahr 2015 zu trocken und markant zu warm. So betrug die Jahresmitteltemperatur für Bayern 9,4 °C und lag um 1,3 Grad über dem 30-jährigen Mittel der Jahre 1981 bis 2010. Damit war das Jahr 2015, nach dem Jahr 2014, das zweitwärmste Jahr in der gesamten Beobachtungsreihe seit 1881. Der Jahresniederschlag 2015 summierte sich für Bayern auf 744 mm und liegt um 23 % unter dem langjährigen Referenzwert (Mittel 1981–2010).
- Bestimmt wurde das Abflussgeschehen im Jahr 2015 vor allem durch die ungewöhnlich langandauernde Trockenheit sowie die extreme Hitzeperiode in den Sommermonaten, die bayernweit zu einer ausgeprägten Niedrigwasserperiode mit sehr geringen Abflüssen und auch Seewasserständen geführt hat. Hiervon sind besonders die Bereiche nördlich der Donau betroffen. Hochwasserereignisse spielen nur eine untergeordnete Rolle (Größenordnungen bis in den Bereich von HQ5). Insgesamt ist die Abflussbilanz für 2015 negativ.
- Während der Niedrigwasserperiode 2015 sanken die Seepiegel der bayerischen Speicher kontinuierlich ab. Jedoch standen Mitte August immer noch circa 75 % der Betriebsräume für die Niedrigwasseraufhöhung zur Verfügung. Eine Ausnahme bildete der Brombachsee, der wegen des trockenen Winters 2014/2015 nur noch mit circa 50 % gefüllt war.
- Die hohen Lufttemperaturen schlugen sich auch in den Wassertemperaturen nieder. Im Juli und August werden an den Wassertemperaturmessstellen in ganz Bayern verbreitet neue Höchstwerte seit Beobachtungsbeginn erfasst.
- Viele Oberläufe und kleinere Fließgewässer in den Flussauen, aber auch die Uferbereiche und Altarme der großen Flüsse sind komplett trockengefallen. An vielen Stellen wurden durch lokale Akteure wie die Muschelbeauftragten oder die Fischereiberechtigten intensive Schutzmaßnahmen ergriffen und in Einzelfällen gar Evakuierungsmaßnahmen durchgeführt.
- Im Main wurden im Juli und August 2015 besonders zwischen Erlabrunn und Kahl sehr hohe Wassertemperaturen und geringe Sauerstoffgehalte gemessen. Daher musste zum ersten Mal seit 2012 die Meldestufe „Warnung“ ausgesprochen werden.
- Das Jahr 2015 war auch für die bayerischen Seen durch die außergewöhnliche Trockenheit und Hitze ein besonderes Jahr. Vor allem fielen die niedrigen Seewasserstände und die zeitweise übermäßig hohen Wassertemperaturen in den oberen Wasserschichten auf. An den größeren Seen Bayerns konnten dadurch jedoch keine messbaren außergewöhnlichen ökologischen Reaktionen verzeichnet werden. An etlichen kleinen Seen wurden übermäßige Algenentwicklungen, auch mit Cyanobakterien, beobachtet, die z.T. auch zu Badeverboten führten.
- Grundwasser: bis Ende Juni lag an den meisten bayerischen Messstellen noch keine besondere Niedrigwassersituation vor. Ende Juli wurden dann bereits an über 50 % der Messstellen im oberen Grundwasserstockwerk niedrige und sehr niedrige Messwerte registriert. Der Höhepunkt wurde Mitte November mit über 70 % als niedrig oder sehr niedrig eingestuften Messstellen erreicht. Ende November wurde diese Entwicklung durch feuchtere Witterung mit verhältnismäßig großen Regenmengen unterbrochen. Diese Entspannung war jedoch nicht von Dauer und die Anzahl der Messstellen mit niedrigen oder sehr niedrigen Werten erreichte zum Jahresende erneut ein Niveau von knapp 70 %. Bezogen auf das gesamte staatliche Grundnetz in Bayern wurden im Jahr 2015 an mehr als 250 Messstellen neue Niedrigstwerte beobachtet.
- Lawinewarndienst: Insgesamt ist der Gefährdungsverlauf im Winter 2014/2015 als normal bis mäßig einzustufen mit zwei markanten Gefahrensituationen Ende Dezember und Ende Januar als Straßen im Allgäu wegen Lawinengefährdung geschlossen werden mussten. Sieben Lawinenunfälle mit Verletzten wurden bekannt und es gab glücklicherweise keinen tödlichen Lawinenunfall in diesem Winter.

- Die im Bericht beschriebenen Entwicklungen in Bayern können im Gewässerkundlichen-Dienst (GKD) im Internet unter: [www.gkd.bayern.de](http://www.gkd.bayern.de) eingesehen werden. Im Niedrigwasser-Informationssdienst (NID; [www.nid.bayern.de](http://www.nid.bayern.de)) erfolgt zudem eine fachliche Einschätzung der aktuellen Situation im Hinblick auf Niedrigwasser.

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Lufttemperaturverhältnisse in Bayern (Abweichung der Monatsmittel in 2015 vom Mittelwert der Periode 1981–2010)	5
Abb. 2:	Niederschlagsverhältnisse in Bayern (Abweichung der Monatssummen in 2015 vom Mittelwert der Periode 1981–2010)	6
Abb. 3:	Niederschläge $h_N$ und Schneehöhen $h_S$ der Ombrometerstation Hammelburg	8
Abb. 4:	Niederschläge $h_N$ und Schneehöhen $h_S$ der Ombrometerstation Utting-Achselschwang	10
Abb. 5:	Niederschlagsdefizit im hydrologischen Sommerhalbjahr 2015 (Mai bis Oktober) im Vergleich zum Mittel 1961-1990	12
Abb. 6:	Jahresniederschläge ausgewählter Ombrometerstationen	13
Abb. 7:	Abflussentwicklung Kemmern / Main im Berichtsjahr 2015	15
Abb. 8:	Abfluss Kemmern / Main – Vergleich des aktuellen und langjährigen Monatsmittelwertes (Rohdaten)	15
Abb. 9:	Niedrigwassersituation am 13.8.2015 in Bayern, Darstellung aus dem Niedrigwasserinformationsportal <a href="http://www.nid.bayern.de">www.nid.bayern.de</a> . Verbreitet werden sehr niedrige Abflüsse registriert, nördlich der Donau nahezu flächendeckend. An Rednitz und Regnitz werden die Abflüsse künstlich durch das Überleitungssystem erhöht (Datenquelle: Rohdaten aus <a href="http://www.nid.bayern.de">www.nid.bayern.de</a> ).	16
Abb. 10:	Abflussentwicklung Kelheim / Donau im Berichtsjahr 2015	17
Abb. 11:	Abfluss Kelheim / Donau – Vergleich des aktuellen und langjährigen Monatsmittelwertes (Rohdaten)	17
Abb. 12:	Wasserstandsentwicklung Pegel Stock / Chiemsee im Berichtsjahr 2015	18
Abb. 13:	Wasserstand Pegel Stock / Chiemsee – Vergleich des aktuellen und langjährigen Monatsmittelwertes (Rohdaten)	19
Abb. 14:	Gemessene Wassertemperaturmaxima im Jahr 2015 in °C. (Rohdaten). Die Pegel, an denen ein neuer Höchstwert seit Beobachtungsbeginn erfasst wurde, sind orange markiert. Die Symbolform gibt Auskunft über die Länge der Beobachtungszeitreihe.	20
Abb. 15:	Jahresverlauf 2015 und Jahreshöchstwert der Wassertemperatur an den Messstellen Windischeschenbach / Naab (links) und Kempten / Iller (rechts).	21
Abb. 16:	Niedrigwassersituation der staatlichen Wasserspeicher vom 19.08.2015	22
Abb. 17:	Ablaufschema Bewertung des ökologischen Zustandes nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (aus Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg; 2011 unveröffentlicht)	23
Abb. 18:	Ökologischer Zustand / Potenzial – Qualitätskomponente Makrophyten & Phytobenthos für den Zeitraum 2007 – 2009 (1. Bewirtschaftungsplan)	25
Abb. 19:	Ökologischer Zustand / Potenzial – Qualitätskomponente Makrophyten & Phytobenthos für den Zeitraum 2011 – 2013 (2. Bewirtschaftungsplan)	25
Abb. 20:	Ökologischer Zustand / Potenzial – Qualitätskomponente Phytoplankton für den Zeitraum 2007 – 2009 (1. Bewirtschaftungsplan)	25
Abb. 21:	Ökologischer Zustand / Potenzial – Qualitätskomponente Phytoplankton für den Zeitraum 2011 – 2013 (2. Bewirtschaftungsplan)	25
Abb. 22:	Ökologischer Zustand / Potenzial – Qualitätskomponente Makrozoobenthos Modul Saprobie für den Zeitraum 2007 – 2009 (1. Bewirtschaftungsplan)	26
Abb. 23:	Ökologischer Zustand / Potenzial – Qualitätskomponente Makrozoobenthos Modul Saprobie für den Zeitraum 2011 – 2013 (2. Bewirtschaftungsplan)	26
Abb. 24:	Ökologischer Zustand / Potenzial – Qualitätskomponente Makrozoobenthos Modul „Allgemeine Degradation“ für den Zeitraum 2007 – 2009 (1. Bewirtschaftungsplan)	26
Abb. 25:	Ökologischer Zustand / Potenzial – Qualitätskomponente Makrozoobenthos Modul „Allgemeine Degradation“ für den Zeitraum 2011 – 2013 (2. Bewirtschaftungsplan)	26

Abb. 26: Ökologischer Zustand / Potenzial – Qualitätskomponente Fische für den Zeitraum 2007 – 2009 (1. Bewirtschaftungsplan)	27
Abb. 27: Ökologischer Zustand / Potenzial – Qualitätskomponente Fische für den Zeitraum 2011 – 2013 (2. Bewirtschaftungsplan)	27
Abb. 28: Sauerstoff und Wassertemperatur an der automatischen Messstation Kahl am Main im Vergleich mit Stichprobenergebnissen von Ortho-Phosphat als Monatsmittel für das Jahr 2015 und dem langjährigen Mittel der Jahre 2000–2014	28
Abb. 29: Sauerstoff und Wassertemperatur an der automatischen Messstation Donau, Ingolstadt im Vergleich mit Ortho-Phosphat der Messstelle Bittenbrunn als Monatsmittel für das Jahr 2015 und dem langjährigen Mittel der Jahre 2000–2014.	29
Abb. 30: Makrophyten & Phytobenthos = makroskopische Wasserpflanzen und Aufwuchsalgen	31
Abb. 31: Phytoplankton = Schwebalgen	31
Abb. 32: Ökologische Zustandsklasse bzw. ökologische Potenzialbewertung für die biologischen Qualitätskomponenten der Seen im Bayern: Prozent der Seewasserkörper je Zustandsklasse. *Für erheblich veränderte Gewässer (HMWB) wird das Ökologische Potential ermittelt, hierbei werden die Klassen „gut“ und „sehr gut“ unter „gut“ zusammengefasst	32
Abb. 33: Verlauf der Niedrigwassersituation 2015 im Grundwasser: Grundwassermessstellen und Quellen des oberen Stockwerks (einschließlich Quellen) mit einer Beobachtungsdauer > 5 Jahre	33
Abb. 34: Verlauf der Grundwasserstände im Niederterrassenschotter der Münchener Schotterebene (Messstelle Eching 275D, beobachtet seit 1939) - HHW: 465,59 m ü. NN, MW: 463,80 m ü. NN, NNW: 462,68 m ü. NN	34
Abb. 35: Verlauf der Grundwasserstände im Quartär (Messstelle Frühlingslust 86A, beobachtet seit 1938) - HHW: 116,34 m ü. NN, MW: 113,81 m ü. NN, NNW: 112,63 m ü. NN	35
Abb. 36: Verlauf der Grundwasserstände der Oberen Süßwassermolasse des Tertiärs (Messstelle Mauern T 1, beobachtet seit 2005) - HHW: 425,39 m ü. NN, MW: 424,95 m ü. NN, NNW: 424,65 m ü. NN	36
Abb. 37: Verlauf der Grundwasserstände im Malmkarst (Messstelle Heiligenstadt 9, beobachtet seit 1996) - HHW: 458,69 m ü. NN, MW: 446,08 m ü. NN, NNW: 441,23 m ü. NN	36
Abb. 38 :Verlauf der Grundwasserstände im Sandsteinkeuper (Messstelle Hallstadt 16, beobachtet seit 1997) - HHW: 243,14 m ü. NN, MW: 241,87 m ü. NN, NNW: 241,04 m ü. NN	37
Abb. 39: Verlauf der Grundwasserstände im Muschelkalk (Messstelle ROTHOF (WÜ-MU 8), beobachtet seit 1998) HHW: 186,68 m ü. NN, MW: 181,45 m ü. NN, NNW: 178,43 m ü. NN	38
Abb. 40: Verlauf der Grundwasserstände im Buntsandstein (Messstelle Kothen S5, beobachtet seit 2001) - HHW: 406,78 m ü. NN, MW : 403,22 m ü. NN, NNW: 401,24 m ü. NN	38
Abb. 41: Verlauf der Quellschüttungen im Ostbayerischen Kristallin (Messstelle Rassreuth, beobachtet seit 2012) - HQ: 2,73 l/s, MQ:0,76 l/s, NQ: 0,29 l/s	39
Abb. 42: Verlauf der Quellschüttungen im voralpinen Moränengürtel (Messstelle Kalkofenquelle, beobachtet seit 2012) - HQ: 24,29 l/s, MQ: 14,57 l/s, NQ: 7,78 l/s	40
Abb. 43: Verlauf der Quellschüttungen im alpinen Raum (Messstelle Strailach 3-5, beobachtet seit 1988) HQ: 55,93 l/s, MQ: 23,51 l/s, NQ: 4,91 l/s	40
Abb. 44: Verlauf der Wassertemperatur an der Quelle Oberröslau von 2012 bis 2016. HT: 8,39 °C, MT: 7,54 °C, NT: 6,68 °C	41
Abb. 45:Verlauf der Wassertemperatur an der Quelle Unterwaiz von 2012 bis 2016. HT: 10,8 °C, MT: 8,95 °C, NT: 8,2 °C	41
Abb. 46: Entwicklung der Nitratgehalte im Grundwasser 1991–2015 (Messstellen je Konzentrationsklasse in %)	42
Abb. 47: Jahresverlauf von Bodenwassergehalt (Bw) in 50 cm Tiefe und Grundwasserstand (Gw) am Messstandort „Hochspessart“ der Jahre 2014 und 2015	43

Abb. 48: Tagesmittel der Bodenwasser-spannung in 200 cm Tiefe der Jahre 2001 bis und 2015	44
Abb. 49: Schneegleiten im Allgäu am 26. Februar	45
Abb. 50: Verblasener Schnee am Miesing am 7. Februar	46

---

#### 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](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)

Internet: <http://www.lfu.bayern.de>

##### Bearbeitung:

Abteilung 8 mit Referat 62 und 92

##### Bildnachweis:

Kristian Rath, 87541 Bad Hindelang (Titel Schneegleiten), Walter Alkofer, 83727 Schliersee (Titel Verblasener Schnee)

##### Stand:

Februar 2016

##### Postanschrift:

Bayerisches Landesamt für Umwelt  
86177 Augsburg

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – wird um Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars gebeten.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter [direkt@bayern.de](mailto:direkt@bayern.de) erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.