

# Wasser in Bayern

Gewässerkundlicher

Monatsbericht November 2009



Abb. 1: Bayernkarte mit Bildern aus den Arbeitsbereichen des Gewässerkundlichen Dienstes

Dieser Bericht veranschaulicht das Geschehen des **abgelaufenen Monats**

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
<b>Witterung</b>	<b>3</b>
Wetterlagen im November	3
Niederschläge im November	4
<b>Fließgewässer und Seen</b>	<b>9</b>
Fließgewässer	9
Wasserstand und Abfluss	9
Abflüsse	9
Wasserstände an Seen	11
Hochwasser (kein Bericht für diesen Monat)	12
Wassertemperaturen und Gewässerqualität	12
<b>Grund- und Bodenwasser</b>	<b>18</b>
Grundwasserstände	18
Bodenwasser	21
<b>Fachbegriffe und Abkürzungen</b>	<b>26</b>
<b>Übersichtskarte Messstellen</b>	<b>27</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>28</b>

**Im Internet erhalten Sie weitere Informationen zu folgenden Themen:**

Internetangebot des LfU:	<a href="http://www.lfu.bayern.de">http://www.lfu.bayern.de</a>
Gewässerkundliches Informationssystem:	<a href="http://www.lfu.bayern.de/wasser/index.htm">http://www.lfu.bayern.de/wasser/index.htm</a>
<b>Bei Fragen wenden sie sich bitte an:</b>	<a href="mailto:Birgit.Wolf@lfu.bayern.de">Birgit.Wolf@lfu.bayern.de</a>

## Witterung

### Wetterlagen im November

Am 1. schwächte sich der Hochdruckeinfluss über Mitteleuropa ab und bis zum 5. zogen in westlicher Strömung zwei Tiefdruckgebiete über Bayern hinweg. Beim Durchzug des Sturmtiefs "Berti" (Abb. 2) kam es im Bereich der ausgedehnten Frontensysteme zu starken Regenfällen, die in Mittelfranken, der Oberpfalz und in Alpennähe ergiebiger ausfielen. Die Höchsttemperaturen lagen verbreitet zwischen 3 bis 13 °C, im Alpenvorland bei längerem Sonnenschein am 1. um 17 °C.

Vom 6. bis 12. verlagerte sich ein Tiefdrucksystem von West- nach Mitteleuropa und dabei gelangten atlantische Tiefausläufer sowie feuchtkalte Meeresluft nach Bayern. Die Witterungsperiode war sehr wolkenreich, die Höchsttemperaturen schwankten zwischen 3 bis 11 °C und zeitweilig regnete es leicht.

Die anschließende Südwestlage vom 13. bis 18. lenkte milde, subtropische Luftmassen und Tiefausläufer nach Bayern. Bei Föhn wurden im Alpenvorland zeitweilig Höchsttemperaturen um 20 °C (z.B. Wielenbach/Lkr. Weilheim-Schongau: 21,1 °C am 17.) und in den übrigen Landesteilen zwischen 7 und 16 °C gemessen. Es kam immer wieder zu leichten Regenfällen, aber nur am 16. und 17. fielen verbreitet mehr als 10 mm pro Tag (Tief "Ingmar").

Vom 19. bis 22. lag Hoch "Beata" über dem südlichen Mitteleuropa, Bayern verblieb in einer südwestlichen Strömung und bei Hochdruckeinfluss blieb es weitgehend niederschlagsfrei. Nach zögernder Nebel- bzw. Hochnebelauflösung war es häufig sonnig und die Höchsttemperaturen erreichten, in Abhängigkeit der Nebelndauer, zwischen 7 bis 17 °C.

Die Witterungsperiode vom 23. bis zum Monatsende dominierte eine westliche bis südwestliche Strömung, es blieb weiterhin mild (Höchsttemperaturen zwischen 7 bis 16 °C) und Ausläufer von Sturmtiefdruckgebieten über der Nordsee wurden nur zeitweilig mit leichten Regenfällen wetterwirksam. Am 30. zog von Westen eine Tiefdruckrinne nach Bayern, es fiel flächendeckender Niederschlag, der in Höhenlagen ab ca. 600 m in Schnee übergang.

Durch die häufigen West- und Südwestlagen fiel der **November** gegenüber dem langjährigen Mittel in Bayern **deutlich zu warm** aus. Deutschlandweit gehört der November 2009 laut Aussage des Deutschen Wetterdienstes zu den drei wärmsten Novembermonaten seit 1881.

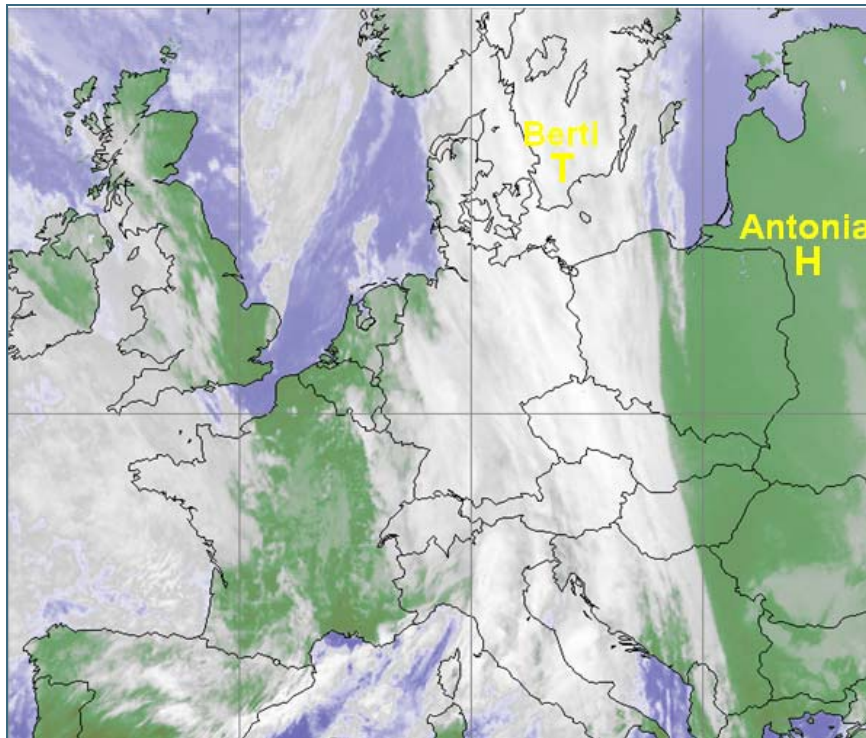


Abb. 2: Infrarot-Satellitenbild vom 02.11.2009, 14:45 Uhr (gebietsweise starke Niederschläge im Bereich der langgestreckten Frontensysteme von Tief "Berti")

## Niederschläge im November

Die Stationsaufzeichnungen der automatischen Niederschlagsmessstellen Hammelburg/Lkr. Bad Kissingen und Utting-Achselschwang/Lkr. Landsberg a. Lech (Ombrometernetz der Bayer. Wasserwirtschaft) werden exemplarisch für die Betrachtung der Niederschlagsverhältnisse in Bayern herangezogen.

Der **November** war im Vergleich zum langjährigen Niederschlagsmittel 1961/90 **in Südbayern verbreitet zu trocken** und **in Nordbayern verbreitet zu nass** (Abb. 3, Abb. 4 und Abb. 9). Dies belegen auch die Monatsniederschläge von Utting-Achselschwang mit 50 mm (69 % vom Mittel) und Hammelburg mit 86 mm (145 % vom Mittel).

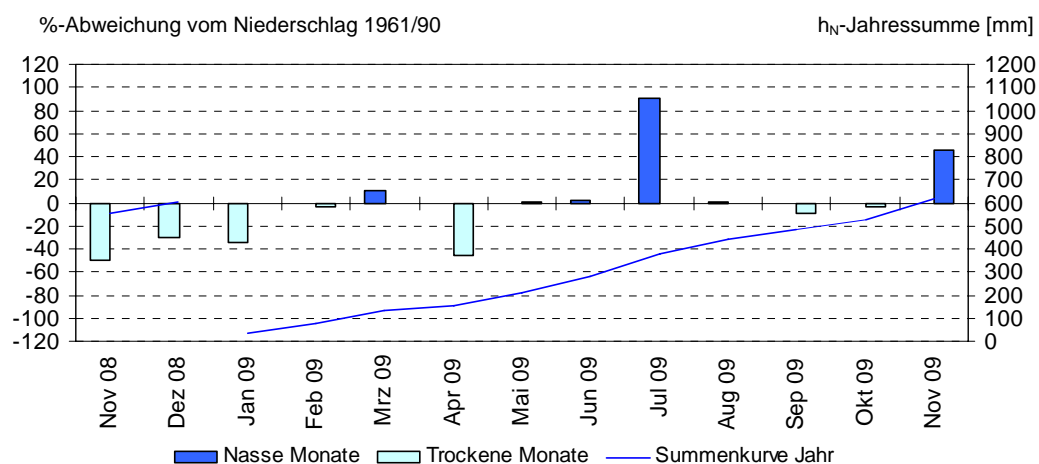


Abb. 3: Niederschlagsverhältnisse der Ombrometerstation Hammelburg

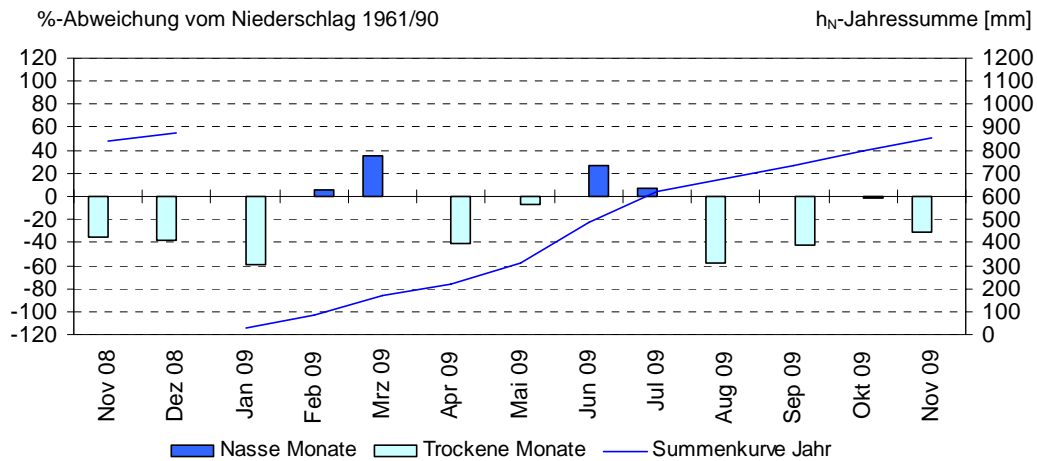
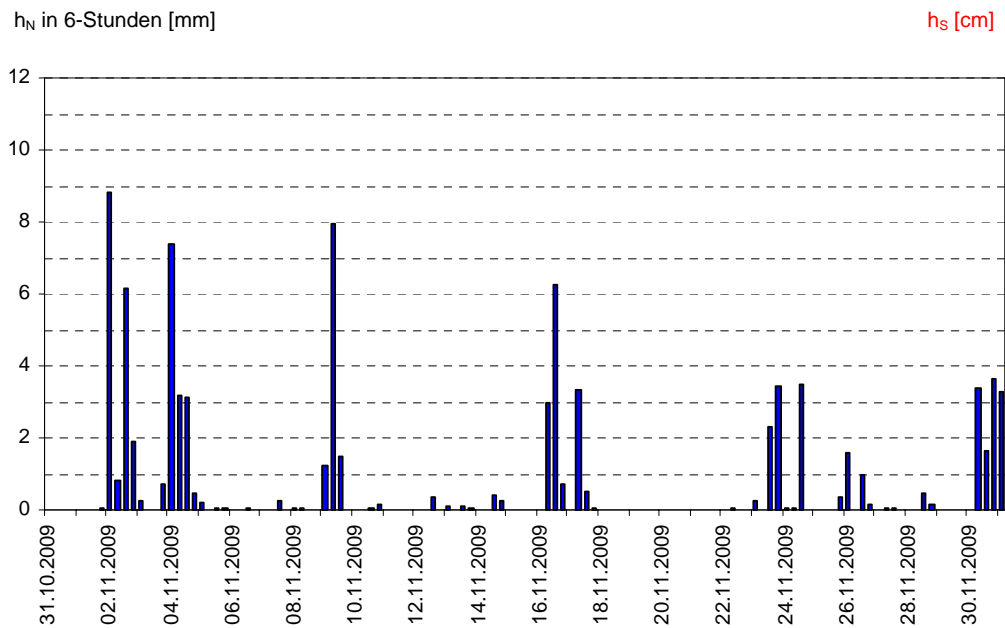
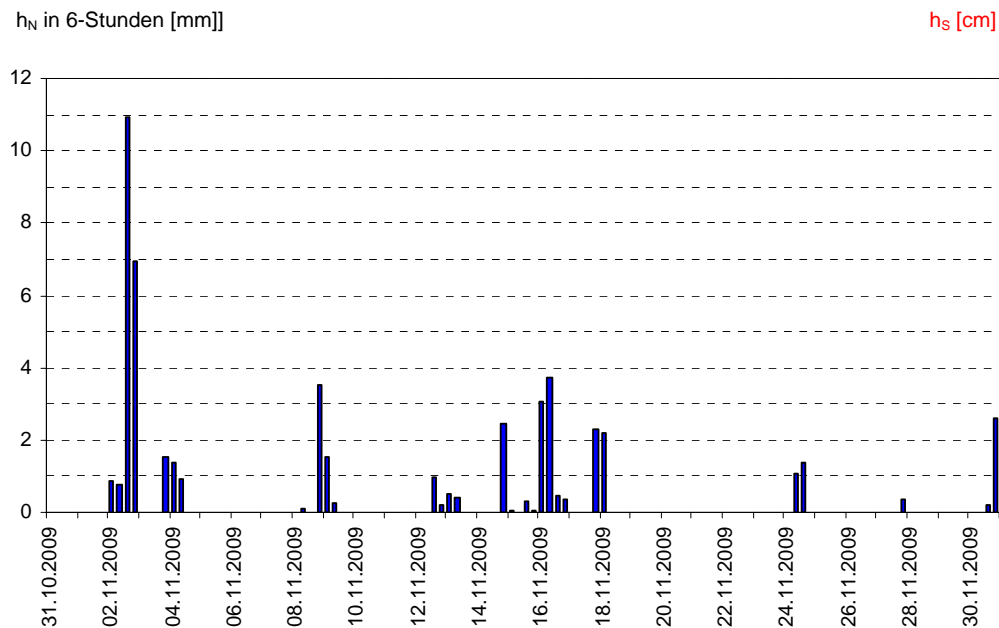


Abb. 4: Niederschlagsverhältnisse an der Ombrometerstation Utting-Achselschwang

Abb. 5: Niederschlag h<sub>N</sub> der Ombrometerstation Hammelburg

Abb. 6: Niederschlag h<sub>N</sub> der Ombrometerstation Utting-Achselschwang

Nachfolgend werden die herausragenden Niederschlagsereignisse des Monats beschrieben.

Vom 2. bis 4. zogen die Frontensysteme der Sturmtiefdruckgebiete "Berti" und "Cassen" in westlicher Strömung über Bayern hinweg und insbesondere im Bereich der Kaltfront von Tief "Berti" kam es am 2. zu starken Regenfällen. Die Niederschlagsschwerpunkte (Abb. 7) lagen in Mittelfranken, der Oberpfalz und im Alpenvorland (Tagesniederschläge am 2.: Lauf-Pegnitz/Lkr. Nürnberger Land: 35,6 mm, Nabburg/Lkr. Schwandorf: 32,9 mm, Rohrmoos/Lkr. Oberallgäu: 38,5 mm und Inzell/Lkr. Traunstein: 34,6 mm).

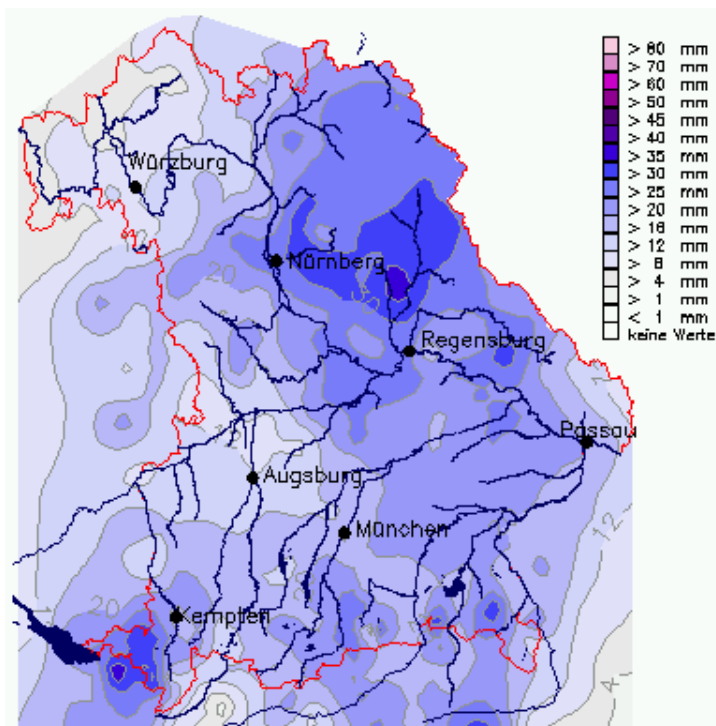


Abb. 7: Karte der Tagesniederschläge vom 02.11.2009

Am 23. tangierte die Kaltfront des Nordseesturmtiefs "Ludwig" Nordbayern, es traten aber nur örtlich eng begrenzt in Oberfranken Starniederschläge auf. So betrug der Tagesniederschlag der Station

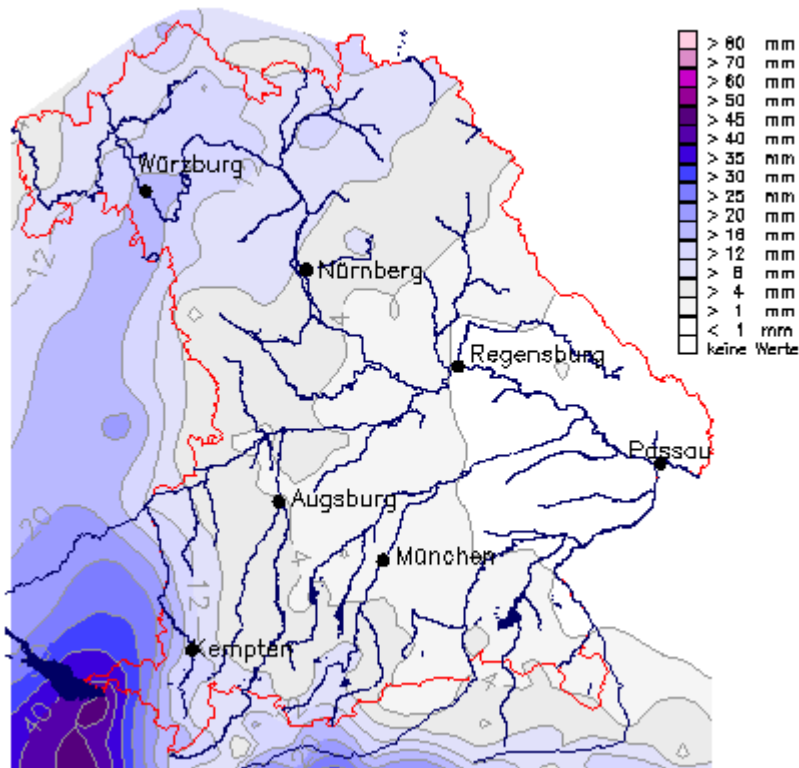


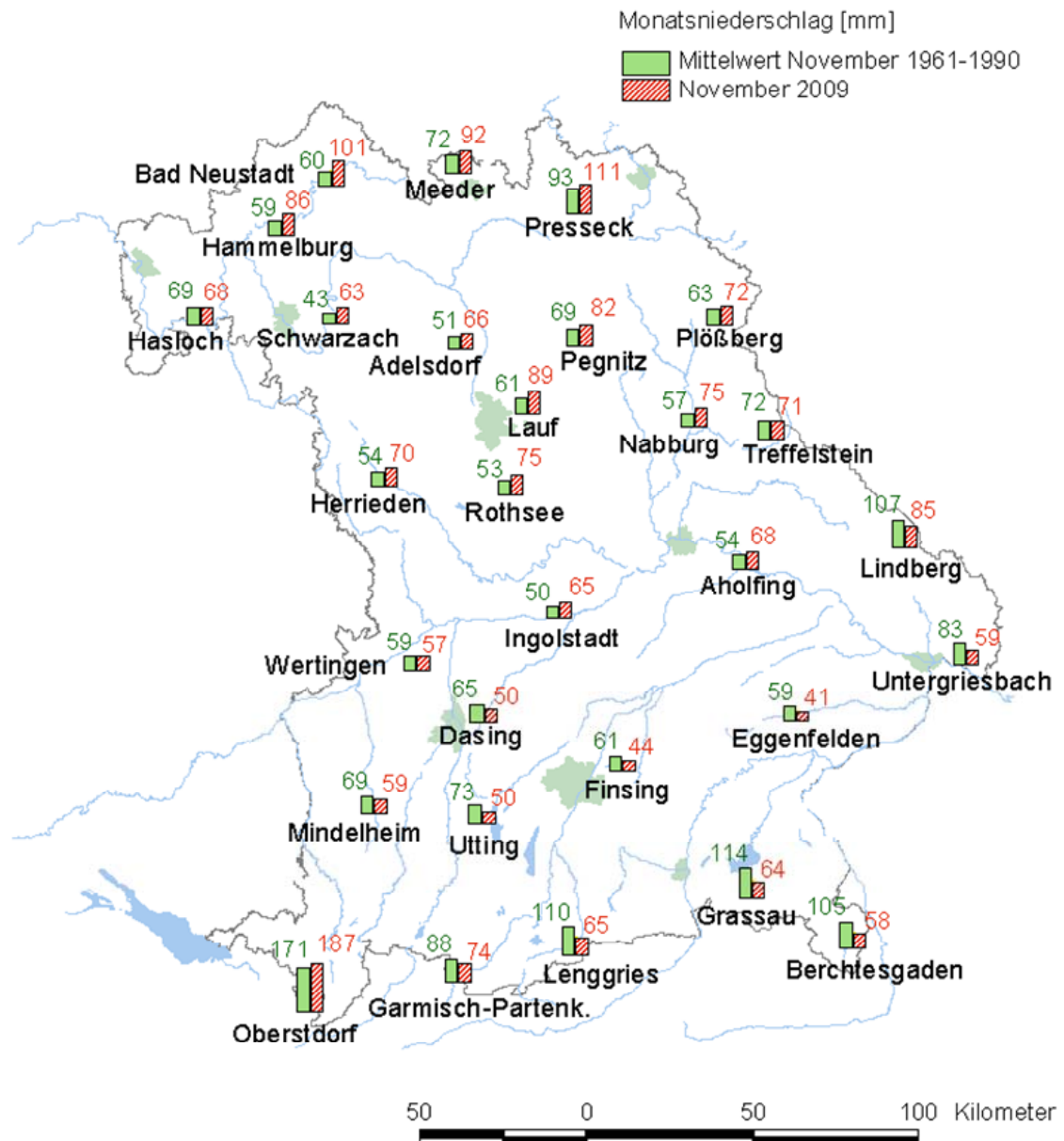
Abb. 8: Karte der Tagesniederschläge vom 30.11.2009

Teuschnitz-Wickendorf/lkr. Kronach: 38,3 mm.

Am Monatsende ging die milde Witterung der West- und Südwestlagen mit den zeitweiligen Regenfällen zu Ende. Von Westen erreichte eine Tiefdruckrinne Bayern (Abb. 8) und bis in Höhenlagen um 600 m ging der Niederschlag in Schnee über.

Weitere Niederschlagsdaten finden Sie im Internet unter: <http://www.hnd.bayern.de/> oder unter <http://www.nid.bayern.de/>





Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt

Abb. 9: Monatsniederschläge ausgewählter Ombrometerstationen



## Fließgewässer und Seen

### Fließgewässer

#### Wasserstand und Abfluss

Wasserstand und Abfluss sind die wichtigsten Parameter in der quantitativen Hydrologie. Sie sind nicht nur Grundlage für viele Planungsleistungen in der Wasserwirtschaft, sondern auch für ein Hoch- und Niedrigwassermanagement von außerordentlicher Bedeutung.

Die aktuellen Daten werden deshalb auf den Seiten des Hochwassernachrichtendienstes ([www.hnd.bayern.de](http://www.hnd.bayern.de)) und des Niedrigwasser-Informationsdienstes ([www.nid.bayern.de](http://www.nid.bayern.de)) zur Verfügung gestellt.

In Bayern wird der Wasserstand und Abfluss an rund 600 Pegeln gemessen.

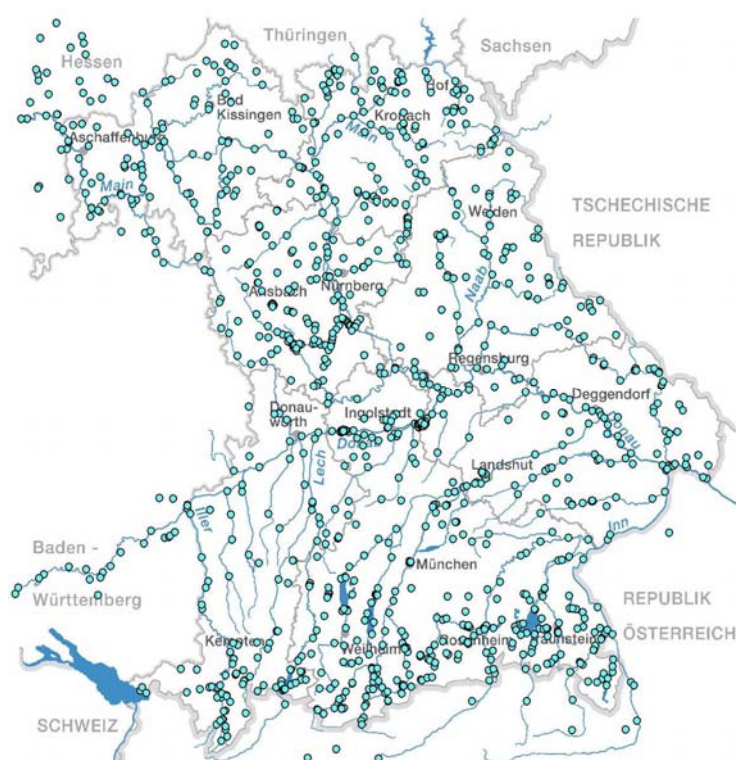
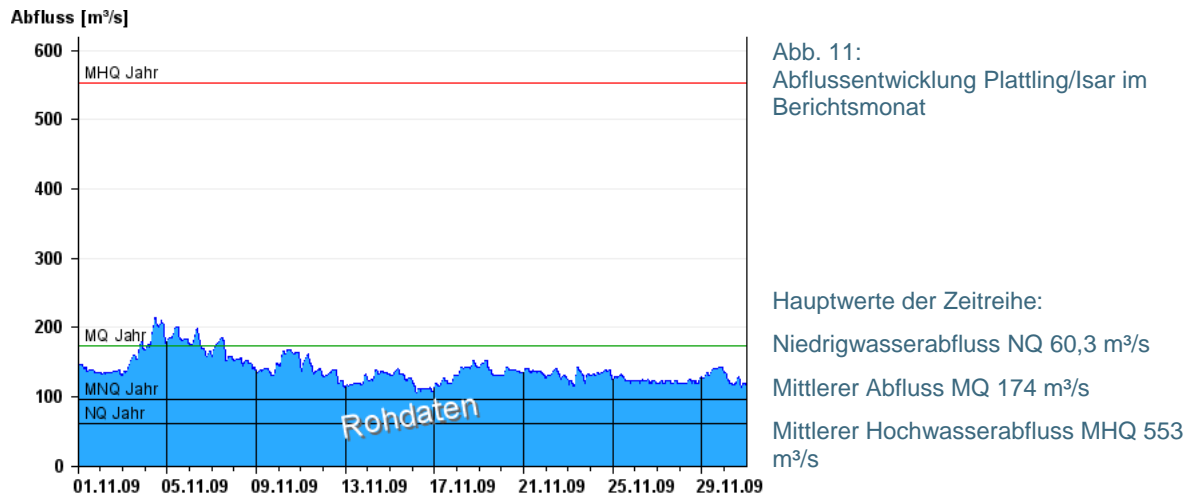


Abb. 10:  
Auswahl von Messstellen der  
quantitativen Hydrologie

#### Abflüsse

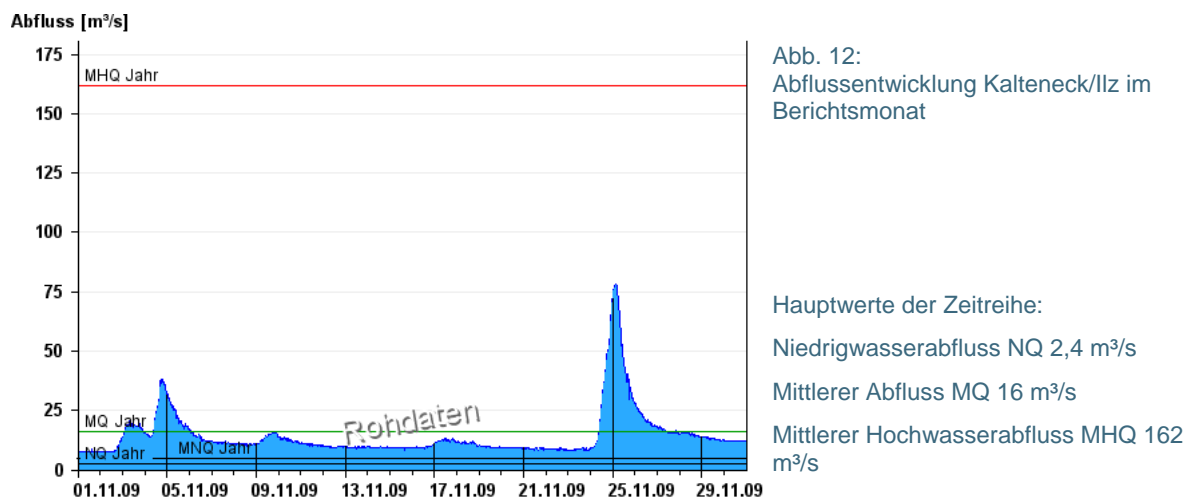
Der Monat November begann mit Niederschlägen, die insbesondere im Einzugsgebiet der Naab und der Pegnitz stärker ausgeprägt waren. Wechselhaftes Wetter und im Monatsverlauf wiederkehrende Niederschläge wirkten sich jedoch in ganz Bayern unterschiedlich auf das Abflussgeschehen aus. Die meisten Pegel zeigten im Monatsverlauf stets wechselnde Tendenzen mit einer Spitze am Monatsbeginn.

Die Abb. 11 zeigt den Verlauf der Abflussentwicklung des Pegels Plattling an der Isar. Niederschläge im Vormonat hatten hier den Abfluss erhöht. Die Niederschläge Anfang November sorgten nochmals für einen Anstieg über den Mittleren Abfluss MQ. In der Folge zeigt sich ein geringer Rückgang, die Werte bewegten sich bis zum Monatsende im Bereich zwischen dem mittleren Niedrigwasserabfluss MNQ und dem Mittleren Abfluss MQ auf relativ konstantem Niveau.



© 2010 Bayerisches Landesamt für Umwelt

Örtlich begrenzte Niederschläge sowie die insgesamt milden Temperaturen zum Monatsende hin spiegeln sich in den Abflusskurven einzelner Pegel mit einem sprunghaften Anstieg wider. Dies konnte am Pegel Kalteneck an der Ilz (siehe Abb. 12) deutlich beobachtet werden. Dort schnellte der Abfluss kurzzeitig von ca. 8 m³/s auf gut 75 m³/s, gefolgt von einem schnellen Rückgang auf unter MQ zum Monatsende.



© 2010 Bayerisches Landesamt für Umwelt

Im Einzugsgebiet des Mains waren über den Monat verteilt mehrere und zum Teil auch stärkere Schwankungen zu beobachten.

Der Pegel Kemmern am Main (siehe Abb. 13) reagierte schnell auf die Niederschläge am Monatsbeginn und erreichte seinen höchsten Wert mit rund 85 m³/s in der Nacht zum 6. November. Anschließend zeigte der Pegel bis zum 24. November insgesamt eine fallende Tendenz, welche von zwei kleineren Ereignissen unterbrochen wurde. Erneute Niederschläge ab dem 23. November führten nochmals zu einem Anstieg mit einer Spitze von ca. 73 m³/s.

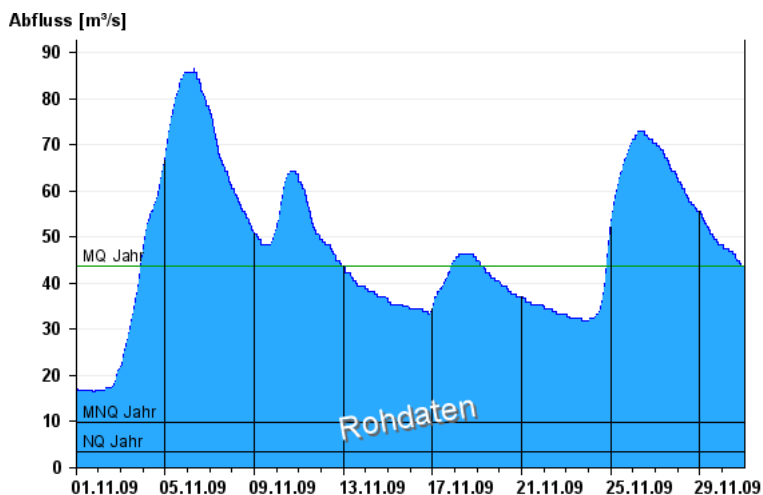


Abb. 13:  
Abflussentwicklung Kempten/Main im  
Berichtsmonat

#### Hauptwerte der Zeitreihe:

Niedrigwasserabfluss **NQ** 3,44 m³/s

Mittlerer Abfluss **MQ** 43,6 m³/s

Mittlerer Hochwasserabfluss **MHQ** 362 m³/s

© 2010 Bayerisches Landesamt für Umwelt

Die Abflussbilanz für den November fällt insgesamt, wie bereits im Vormonat, negativ aus.

## Wasserstände an Seen

Die mittleren Wasserstände fast aller südbayerischer Seen lagen im November unter den Werten der langjährigen Reihen (MW). Es stellten sich aber Monatsmittel ein, die für den Berichtsmonat typisch sind.

Im außergewöhnlich milden November führten nur in der ersten Woche ergiebige Niederschläge eines Tiefdruckgebietes zu geringen Wasserspiegelanstiegen der Seen. Die monatlichen Höchststände wurden gemessen. Danach sorgte das trockene Wetter, außer einer Störung in der dritten Woche, bis zum Monatsende hin für mäßig sinkende Pegel.

Die Schwankungen zwischen den niedrigsten und höchsten Wasserständen der Seen waren überwiegend moderat. Sie betrugen am Ammersee und Starnberger See geringe 5 bis 7 cm und waren am Tegernsee und Großen Alpsee mit knapp 25 cm am größten. Der Wasserstand am Bodensee lag auf einem für die Jahreszeit unterdurchschnittlichen Niveau.

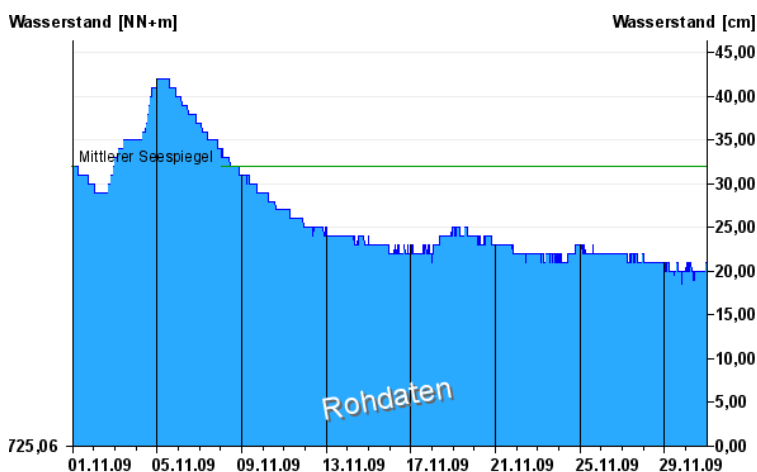


Abb. 14:  
Wasserstandsentwicklung  
St. Quirin / Tegernsee  
im Berichtsmonat

Seespiegel: **Mittlerer Seespiegel** 725,38 m ü. NN

© 2010 Bayerisches Landesamt für Umwelt

Die aktuellen Werte finden Sie im Internet unter: [www.hnd.bayern.de](http://www.hnd.bayern.de) bzw. [www.nid.bayern.de](http://www.nid.bayern.de)

## Hochwasser

(Kein Bericht für diesen Monat)

Aktuelle Informationen zu Hochwasser finden Sie unter <http://www.hnd.bayern.de/>

## Wassertemperaturen und Gewässerqualität

### Fließgewässer

#### Die Wassertemperatur in Bayern

Die Wassertemperaturdaten sind eine wichtige Grundlage zur Bewertung von Wärmeeinträgen in Fließgewässer, z.B. durch Kühlwassereinleitungen oder Wärmepumpen. Darüber hinaus liefern sie auch wertvolle Informationen zu chemischen und biologischen Prozessen und ermöglichen Aussagen zu Stoffumsätzen und Einflüssen auf die Biozönose. Im Zeichen des fortschreitenden Klimawandels fließen die Wassertemperaturen auch vermehrt in Klimamodelle ein.

Das Wassertemperaturmessnetz in Bayern umfasst derzeit rund 70 Messstellen, davon liegen 10 Messstellen an den bayerischen Seen. Die Messungen erfolgen an den hydrologischen Pegeln in Verbindung mit der Wasserstandsmessung. Eine Aussage zur Oberflächentemperatur ist damit nur bedingt möglich.

**Der November 2009** erwies sich, vor allem in der zweiten Monatshälfte, als relativ milder Monat.

Die Wassertemperaturentwicklung der Fließgewässer im November 2009 wird am Beispiel des Pegels Windischeschenbach/ Waldnaab beschrieben. Während im ersten Monatsdrittel die Wassertemperaturen noch unter dem langjährigen Mittel lagen, überschritten sie dieses im restlichen Monat konstant. Am 17. gelangte ein Schub sehr milder, ja sogar warmer Luft nach Süddeutschland. Dieser ließ die Wassertemperaturen bis auf 7,4°C ansteigen. Die Warmfront „Max“ sorgte am 25. für den Rekordwert im November (7,6°C). Erst zum Monatsende hin näherten sich die Wassertemperaturen wieder dem langjährigen Mittel an.

Insgesamt lag das Monatsmittel der Wassertemperatur am Pegel Windischeschenbach im November 2009 um 0,9 K über dem Wert des langjährigen Mittels des Vergleichszeitraumes (2000-2008). Damit entsprach, aus Sicht der Wassertemperatur, dieser Monat einem deutlich zu warmen November.

°C

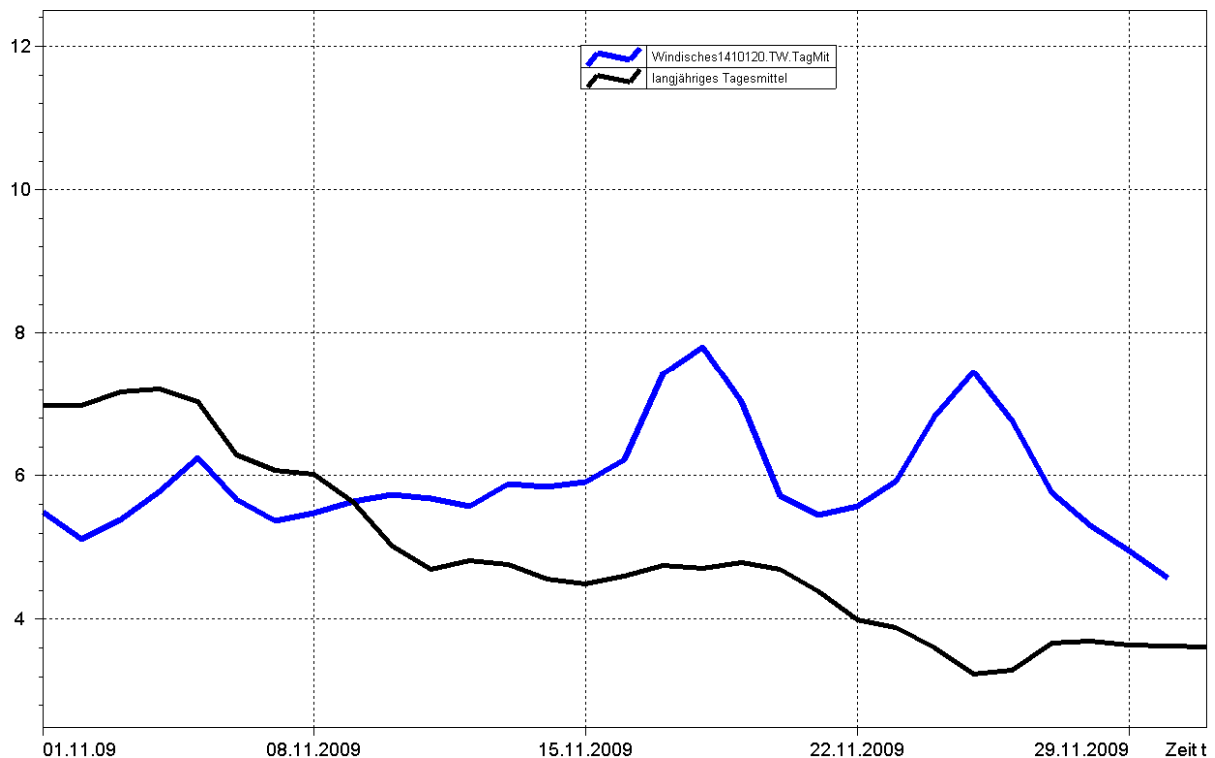


Abb. 15: Jahresganglinie (Tagesmittel) der Wassertemperatur November 2009 im Vergleich zu den Tagesmittelwerten 2000/ 2008 des Pegels Windischeschenbach/ Waldnaab

### Untersuchung der Gewässerqualität

Der Zustand und die langfristige Entwicklung der Gewässerqualität in Bayern wird in landesweiten Messnetzen erfasst. Vier automatische Messstationen, je zwei an Donau und Main, messen darüber hinaus einige wichtige Kenngrößen der Gewässerqualität wie Sauerstoffgehalt und Leitfähigkeit. Regelmäßige Untersuchungen zur Biologie und Chemie werden weiterhin an 37 Überblickmessstellen durchgeführt, ein Belastungsmonitoring findet an ca. 600 operativen Messstellen statt. Untersucht wird das Wasser selbst, die im Wasser schwebenden organischen und anorganischen Partikel, der so genannte Schwebstoff sowie die im Wasser lebenden Organismen, Tiere wie Pflanzen. Am Schwebstoff haften häufig schwerer lösliche organische Stoffe und Schwermetalle an.

In den großen Gewässern wie Main und Donau entwickeln sich im Sommer Algenblüten, teilweise mehrere in Folge. Typisch für einen Entwicklungszyklus ist zunächst ein Ansteigen der Sauerstoffkonzentrationen, zunehmend stärker werdende Tagesschwankungen und dann schließlich ein oft abrupter Abfall der Sauerstoffwerte, wenn absterbendes Algenmaterial unter Sauerstoffverbrauch im Gewässer abgebaut wird. Je langsamer die Fließgeschwindigkeit desto ausgeprägter fällt die Algenblüte aus. Auch Temperatur und Nährstoffangebot steuern die Algenentwicklung. Eine Limitierung durch zu geringe Nährstoffgehalte (Stickstoff und Phosphor) tritt jedoch am Main nie, an der Donau zwischen Altmühl- und Innmündung häufiger auf.

### Gewässerqualität des Mains

Die Gewässerqualität des Mains wird regelmäßig untersucht. Die meisten Untersuchungen erfolgen stichprobenartig einmal jährlich bis 14tägig. An derzeit zwei Messstationen der Wasserwirtschafts-

verwaltung werden die chemisch-physikalischen Bedingungen am Main auch kontinuierlich registriert. Als Indikatoren für die Gewässerqualität dienen chemische Wasserinhaltsstoffe und physikalische Eigenschaften. Der Gewässergütewarndienst Main stützt sich, neben weiterer Beobachtung, auf diese Kenndaten, insbesondere Sauerstoffgehalt und Wassertemperatur. In Extremfällen wird eine Gütewarnung ausgesprochen. Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über physikalisch-chemische Messwerte der Messstation Erlabrunn, bei Würzburg. Angegeben sind jeweils der Monatsmittelwert und die Extremwerte (Minimum, Maximum). Erläuterungen zu einzelnen Messgrößen siehe Anhang „Messstellen“.

Parameter	Monats- mittelwert	Minimum	Maximum
Sauerstoff (mg/l)	10,3	9,7	10,9
Wassertemperatur (°C)	8,9	8,3	10,1
pH-Wert	8,0	7,9	8,2
Leitfähigkeit bei 20°C (µS/cm)	560	500	610

Tabelle 1:

Physikalisch -chemische Messwerte  
des Mains, Messstation Kahl a. Main  
im **November 2009**

### Gesamtbewertung November 2009

Anfang November fiel die Wassertemperatur im Main nochmals um 2 Kelvin ab, um sich dann den restlichen Monat bei etwa 8,5 Grad einzupendeln. Der Sauerstoffgehalt lag ähnlich stabil bei etwas über 10 Milligramm pro Liter. Es liegt damit eine typische Wintersituation vor, die sich durch geringe Schwankungen der chemisch-physikalischen Gewässereigenschaften auszeichnet. Weiterhin lagen keine Meldungen zu besonderen Vorkommnissen im Main vor.

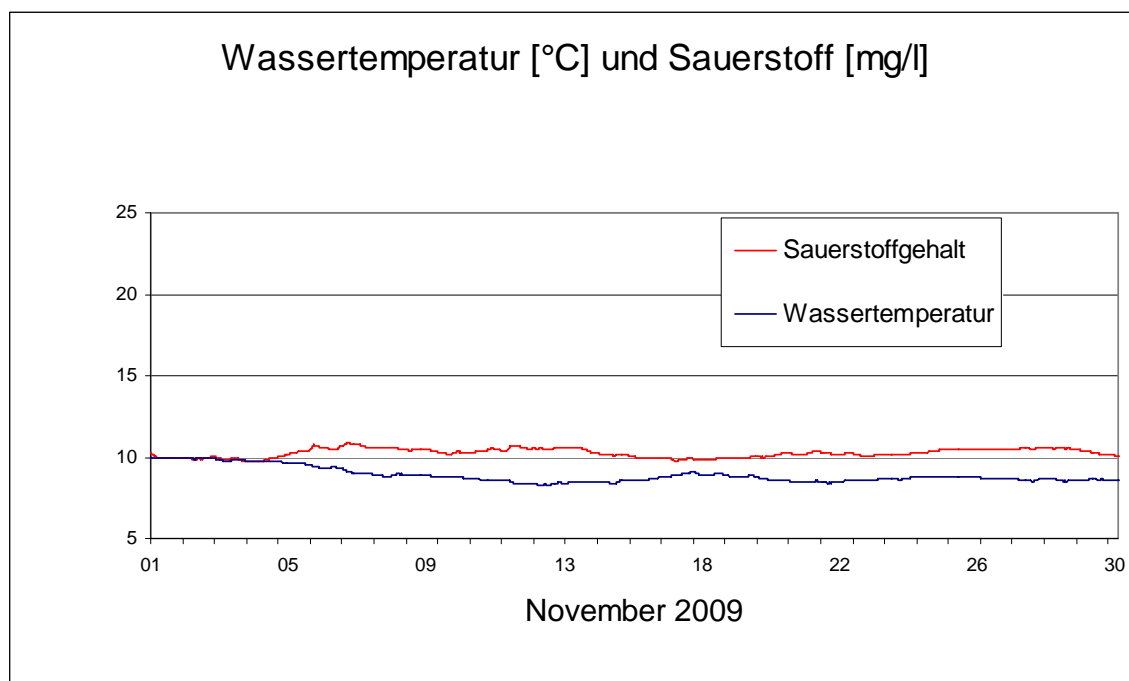


Abb. 16: Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt des Mains, Messstation Kahl a. Main

## Gewässerqualität der Donau

Die Gewässerqualität der Donau wird auf der gesamten Fließstrecke durch Bayern an mehreren Stellen regelmäßig untersucht. Zusätzlich zu diesen Untersuchungen wird die Donau nahe Regensburg in der Messstation Bad Abbach (Fl.-km. 2400) kontinuierlich überwacht. Eine weitere Station befindet sich an der österreichischen Grenze bei Jochenstein (Fl.-km. 2203,8). Als Indikatoren für die Gewässerqualität dienen chemische Wasserinhaltsstoffe und physikalische Eigenschaften des Wassers sowie biologische Wirkungen. Nachfolgende Tabelle 1 gibt einen Überblick über physikalisch-chemische Messwerte. Angegeben sind jeweils der Monatsmittelwert und die Extremwerte (Minimum, Maximum). Kontinuierliche Biotests detektieren toxische Einflüsse auf verschiedene Gewässerorganismen (Tiere, Pflanzen, Bakterien). Diese biologischen Warnsysteme zeigen Abweichungen vom Normalzustand an (Tabelle 2). Erläuterungen zu einzelnen Messgrößen siehe Anhang „Messstellen“.

Tagesaktuelle Daten der Gütemessstation an der Donau finden Sie online unter:

[http://www.lfu.bayern.de/analytik\\_stoffe/daten/messstation\\_donau/](http://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/daten/messstation_donau/)

Parameter	Monats- mittelwert	Minimum	Maximum
Wassertemperatur (°C)	8,6	7,1	10,0
pH-Wert	8,0	8,,0	8,1
Leitfähigkeit bei 25 °C (µS/cm)	562	525	587
Trübung (FNU)	7	4	12
Sauerstoff (mg/l)	10,6	10,0	11,4
Ammonium-N (mg/l)	< 0,034	< 0,034	0,05
Nitrat-N (mg/l)	2,6	2,1	3,0
ortho-Phosphat-P (mg/l)	0,05	0,04	0,06
Chlorophyll a (µg/l)	1	1	4

Tabelle 1:

Physikalisch -chemische Messwerte  
des Donau, Messstation Bad Abbach  
im **November 2009**

Statusmeldung	Normalzustand (grün)	Warnstufe (gelb)
Biologische Wirkungen	●	

Tabelle 2:  
Biologische Warnsysteme

## Gesamtbewertung für November 2009:

Im November 2009 zeigen die physikalischen und chemischen Messparameter in der Donau an der Messstelle Bad Abbach einen der Jahreszeit entsprechenden Verlauf. Die Wassertemperatur wich allerdings deutlich vom Normalverhalten ab (Abb. 17). Während in der ersten Monatshälfte die Wassertemperatur noch nahe beim Mittelwert der Vergleichsperiode von 1997 – 2008 lag, ließ die warme Witterung ab der Monatsmitte die Tagesmittelwerte für die zweite Monatshälfte sogar über die 90-Perzentilgrenze der Vergleichsperiode steigen. Die Ganglinie des Sauerstoffs (Abb. 18, blaue Kurve) zeigt für November einen recht gleichmäßigen Verlauf. Die leichten Tagesschwankungen werden durch das Wachstum von Phytobenthos oberhalb der Messstation Bad Abbach hervorgerufen.



(siehe Monatsbericht Oktober 2009). Auch der Nährstoffparameter Nitrat weist im Monatsverlauf nur geringe Veränderungen auf (Abb. 18, rote Kurve).

### Temperaturverlauf Nov. 2009 im Vergleich zur Periode 1997 - 2008

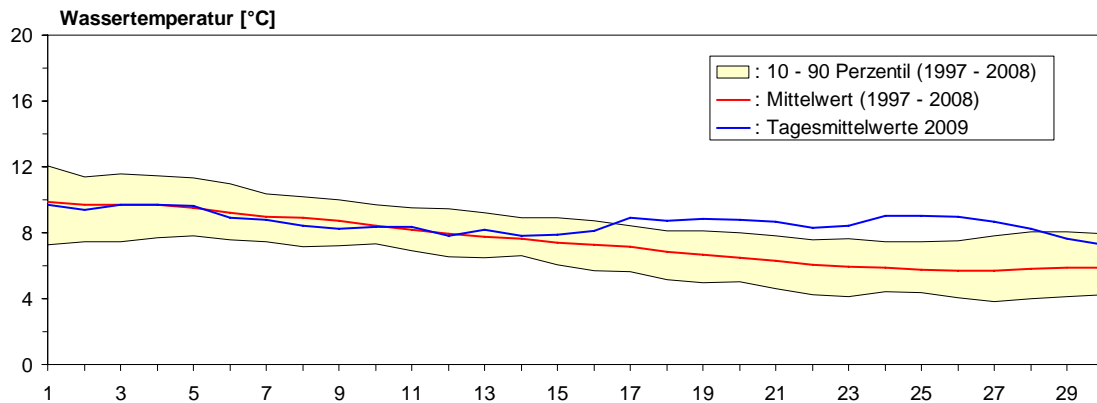


Abb. 17: Wassertemperatur der Donau, Messstation Bad Abbach (Tagesmittelwerte)

.....Vergleich der Daten von 2009 zur Periode 1997 – 2009;

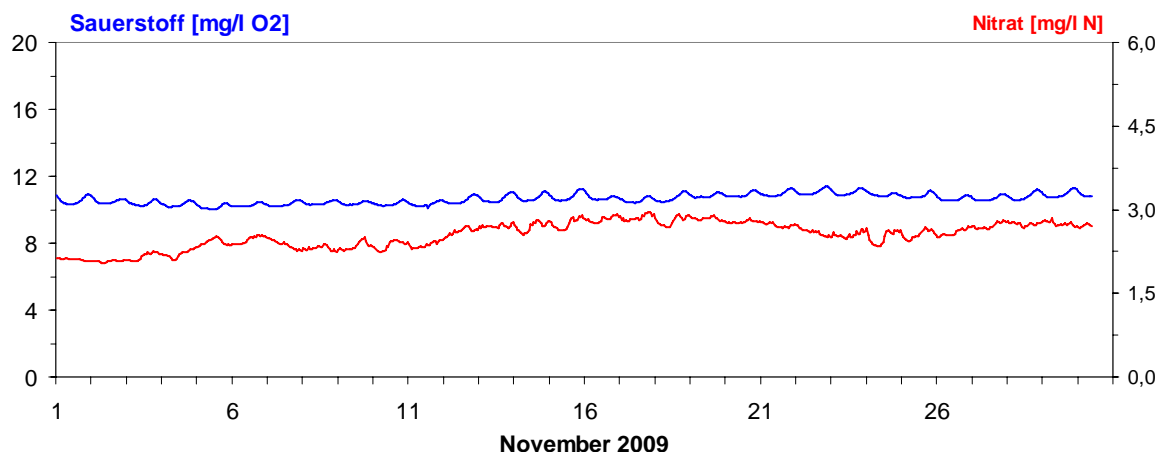


Abb. 18: Sauerstoff und pH- Wert in der Donau, Messstation Bad Abbach (Stundenmittelwerte)

## Seen

### Seentemperaturen

Die Wassertemperaturentwicklung im November 2009 wird am Beispiel des Ammersees beschrieben.

Zu Beginn des Monats lagen die Wassertemperaturen ungefähr auf dem Niveau des langjährigen Mittels. Nach dem ersten Drittel des Monats überstiegen die Wassertemperaturen das langjährige Mittel deutlich. Ausschlaggebend für diese relativ hohen Temperaturen waren verschiedene Warmluftfronten, die Süddeutschland erreichten. So war es z.B. der Warmfront „Ludwig“ zu verdanken, dass am 21.11.2009 um 16.00 Uhr noch milde 9,3°C im Ammersee gemessen werden konnten. Zum Monatsende hin vollzog sich dann eine vorübergehende Umstellung der Großwetterlage, die auch die Wassertemperaturen etwas sinken lies.

Insgesamt lag das Monatsmittel der Wassertemperatur des Ammersees im November 2009 um 0,9 K über dem Wert des langjährigen Mittels des Vergleichszeitraums (2000-2008). Damit fiel der Monat etwas zu warm aus.

°C

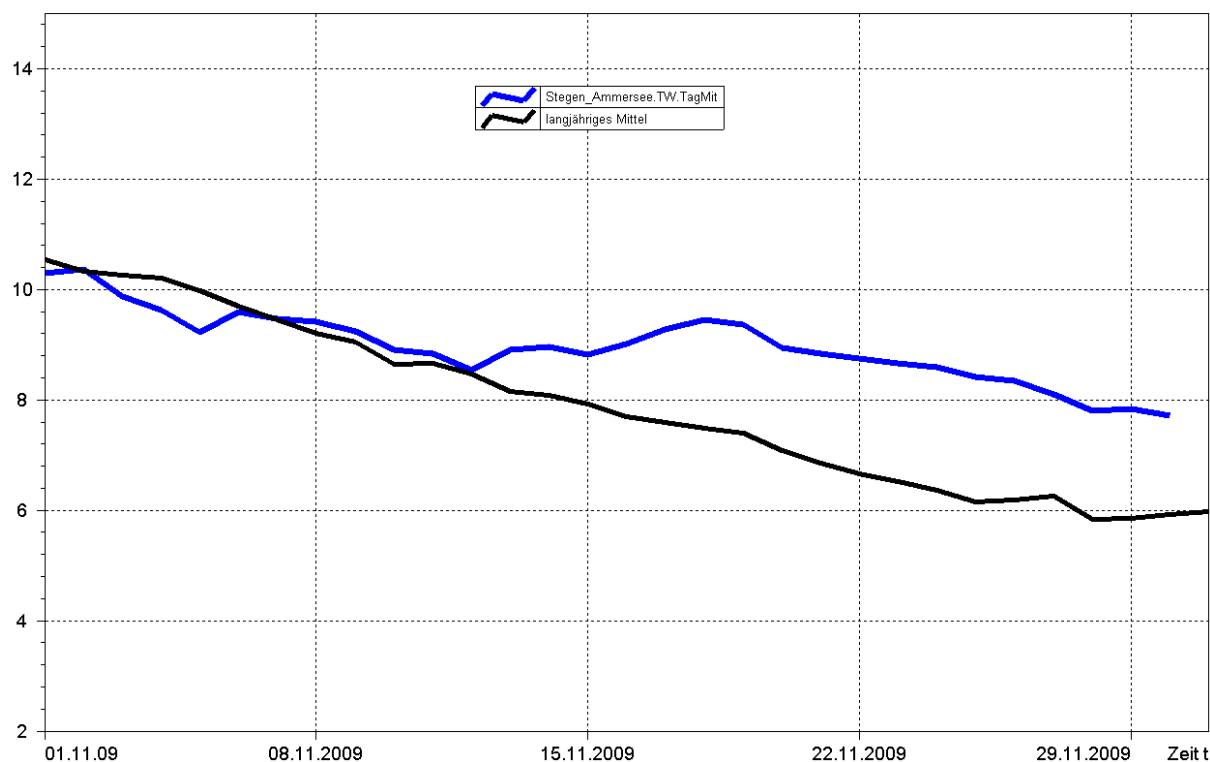


Abb. 19: Tagesmittelwerte der Wassertemperatur im Vergleich zu den Tagesmittelwerten 2000/2008 des Pegels Stegen Ammersee

### Untersuchung der Gewässerqualität

Der ökologische Zustand und die Entwicklung der Seen werden im Landesmessnetz Seen beobachtet. Dieses Landesmessnetz wurde vor dem Hintergrund der EG-Wasserrahmenrichtlinie erweitert und umfasst mit derzeit 54 Messstellen alle natürlichen und künstlichen Seen Bayerns mit einer Oberfläche größer 0,5 km<sup>2</sup>.

Untersucht werden der chemisch-physikalische Zustand im Hinblick auf die Trophie sowie die biologische Auswirkung der Nährstoffverhältnisse. Neben allgemeinen Qualitätskriterien wie Temperatur, pH-Wert und Sauerstoffgehalt sind die wesentlichen Nährstoffkomponenten Phosphor und Stickstoff zu untersuchen. Die trophieanzeigenden Kriterien sind die pflanzlichen Organismen wie z.B. planktische Mikroalgen und sichtbare Wasserpflanzen der Flachwasserzonen, Hilfskriterien sind die Chlorophyll a-Konzentration und die Sichttiefe.

## Grund- und Bodenwasser

### Grundwasserstände

Die Grundwasserstände werden in Bayern an rund 2000 staatlichen Messstellen beobachtet. Für diesen Monatsbericht wurden 48 Messstellen ausgewertet, die weiträumig repräsentativ über das oberflächennahe Grundwasserstockwerk Aufschluss geben. Nachfolgend sind für vier Messstellen die Jahresganglinien dargestellt.

Nach den trockenen Vormonaten, fielen im Oktober wieder deutlich mehr Niederschläge in Bayern. Diese führten in einigen Regionen zu einer deutlichen Abschwächung des seit den Sommermonaten anhaltenden Abwärtstrends der Grundwasserstände bis hin zu den ersten Anzeichen einer einsetzenden Erholung. Andernorts setzte sich allerdings das Absinken der Grundwasserstände trotz der Niederschläge fort. Insgesamt betrachtet scheint aber im Oktober der Jahrestiefststand der Grundwasserstände in den meisten Landesteilen erreicht zu sein.

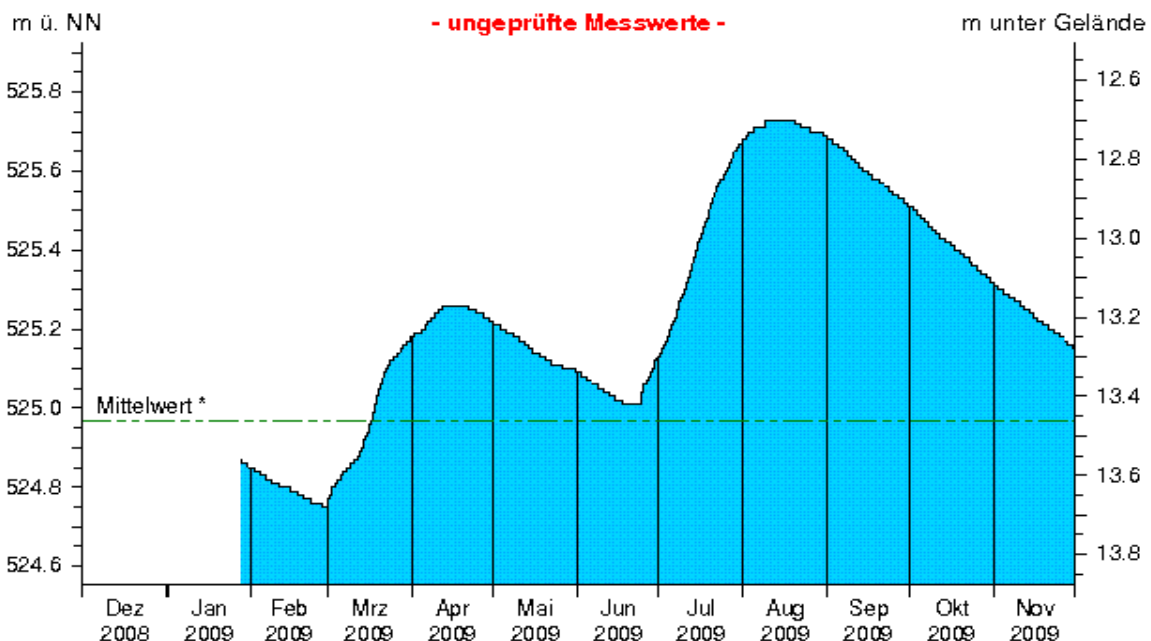
Die Niederschläge im November zeigen eine weitgehend zweigeteilte Tendenz in Bayern. In weiten Teilen **Südbayerns** fielen im November im Vergleich zum langjährigen Monatsmittelwert des Beobachtungszeitraums 1961 bis 1990 leicht unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen (siehe Kapitel „Witterung, Niederschläge im November“, Abb. 9). Im großräumigen Aquifer der Münchner Schotterebene setzte sich der Trend sinkender Wasserstände dementsprechend aus den Vormonaten weitgehend fort (siehe Messstelle Eglfing Lehrer, Abb.: 20). Allerdings deutete sich an anderen Messstellen in der Schotterebene bereits eine Verlangsamung der Abnahme, zeitweise sogar eine leichte Erholung der Grundwasserstände an. Dies gilt im Allgemeinen für Messstellen mit geringen Flurabständen, an denen sich lokale Niederschlagsereignisse zeitnah widerspiegeln.

#### Messstelle: Eglfing Lehrer 265B

Grundwasserleiter: Quartär

Nr: 16006

Geländehöhe: 538,43 m ü. NN



\* seit 1915

Letzter Messwert vom 02.02.2010, 01:15 Uhr: 524,93 m ü. NN

Abb.: 20: Verlauf der Grundwasserstände in der Münchner Schotterebene (Messstelle Eglfing Lehrer 265B, beobachtet seit 1915)

Im Bereich der kleinräumigen Flusstalfüllungen und steilem Relief werden die Grundwasserstände wesentlich durch den Abflussgang der Fließgewässer beeinflusst. Diese zeigten in weiten Teilen Bayerns stets wechselnde Tendenzen mit einer Spitze am Monatsbeginn (siehe Kapitel „Fließgewässer, Wasserstand und Abfluss“). Entsprechend zeigen die Grundwasserstände zum Teil deutliche Schwankungen (siehe Messstelle Sonthofen Bahnhof, Abb. 21). Eine generell stabile bis steigende Tendenz der Monatsmittel vieler Messstellen im Vergleich zum Oktober ist auch durch das Ende der Vegetationsperiode und der damit sinkenden Verdunstung zu erklären.

### Messstelle: Sonthofen Bahnhof

Grundwasserleiter: Quartär

Nr: 13145

Geländehöhe: 739,00 m ü. NN

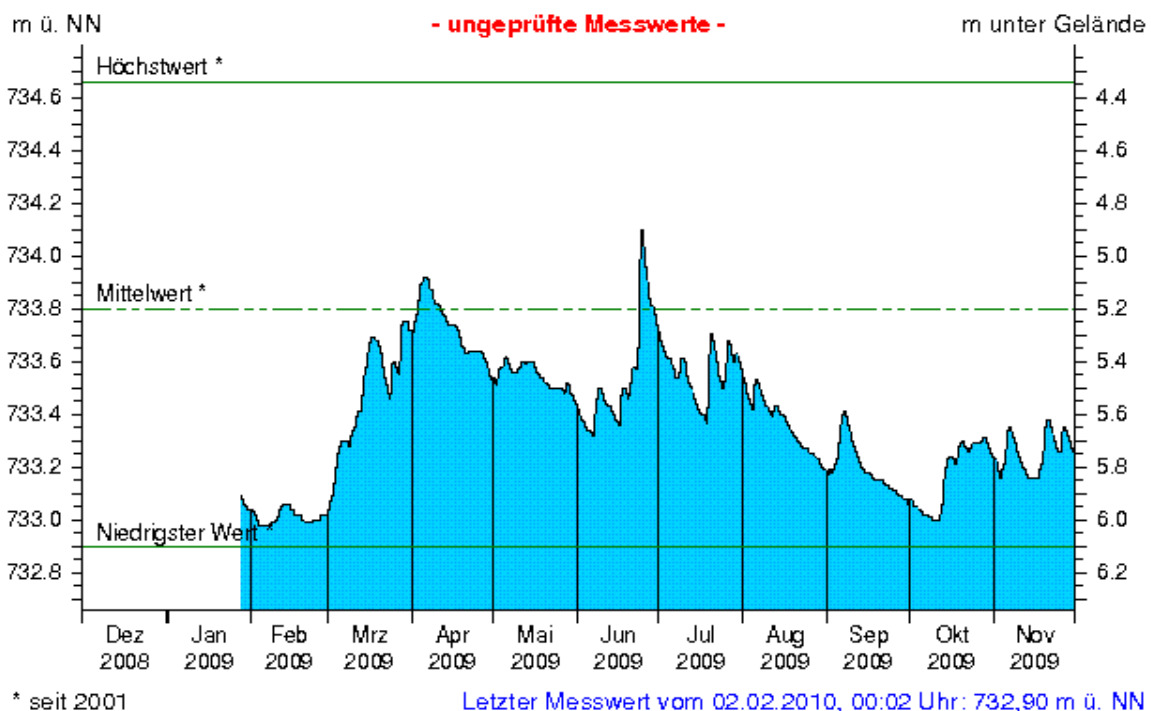


Abb. 21: Verlauf der Grundwasserstände in den Flusstalfüllungen der Iller, Schwaben (Messstelle Sonthofen Bahnhof, beobachtet seit 2001)

In **Nordbayern** lagen die Niederschlagsmengen teils deutlich über dem langjährigen Monatsmittel (siehe Kapitel „Witterung, Niederschläge im November“, Abb. 9).

Während die Grundwasserstände in den großvolumigen Schottern des Aschaffener Beckens trotz der im Laufe des Monats gefallenen Niederschläge nur eine Verlangsamung der Abnahme zeigen (siehe Messstelle Frühlingslust, Abb. 22), ist in den quartären Flusstalfüllungen geringer Ausdehnung meist ein deutliches, schnelles Ansteigen besonders am Monatsbeginn zu beobachten (siehe Messstelle Kirchhellenbach, Abb. 23). Dies erklärt sich auch hier aus dem geringen Speichervolumen bei gleichzeitig hohem Zustrom aus den erhöhten Oberflächenabflüssen. Lediglich in großvolumigeren Bereichen des Mainquartärs und Flurabständen im Bereich mehrerer Meter werden noch stagnierende bis weiterhin fallende Grundwasserstände beobachtet, wobei sich bei Letzteren bereits eine Abschwächung des Abwärtstrends abzeichnet.

### Messstelle: Frühlingslust 86A

Grundwasserleiter: Quartär

Nr: 04108

Geländehöhe: 118,43 m ü. NN

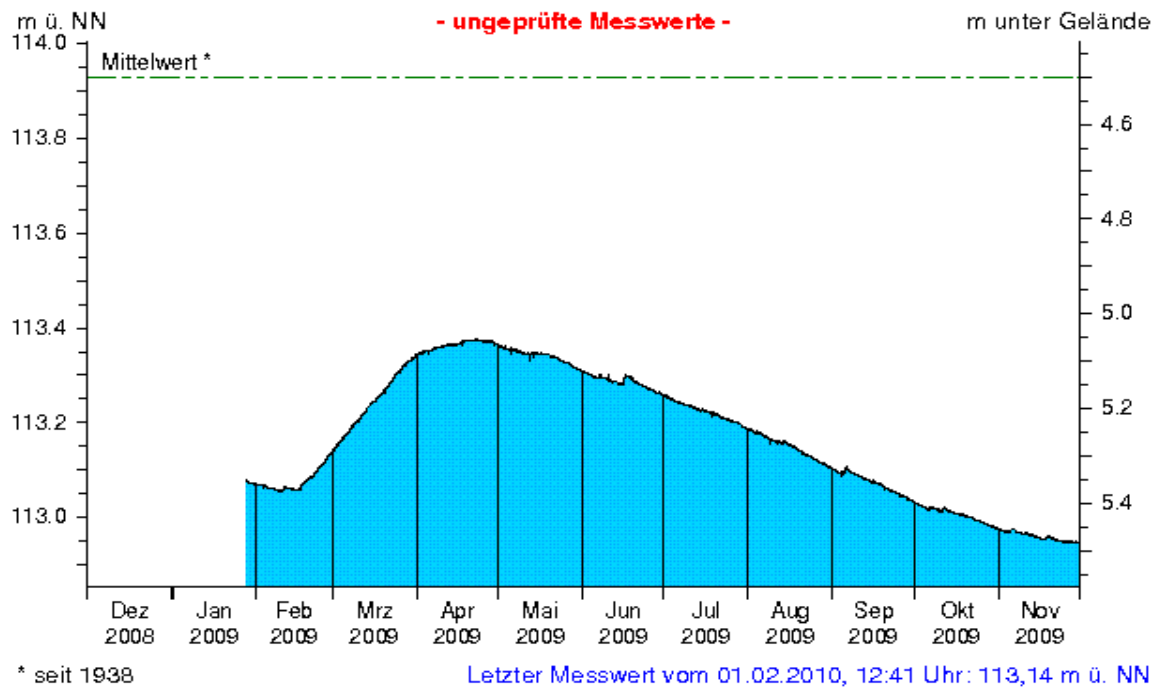


Abb. 22: Verlauf der Grundwasserstände im Aschaffener Becken (Messstelle Frühlingslust 86A, beobachtet seit 1938)

### Messstelle: Kirchehrenbach 6

Grundwasserleiter: Quartär

Nr: 05165

Geländehöhe: 275,53 m ü. NN

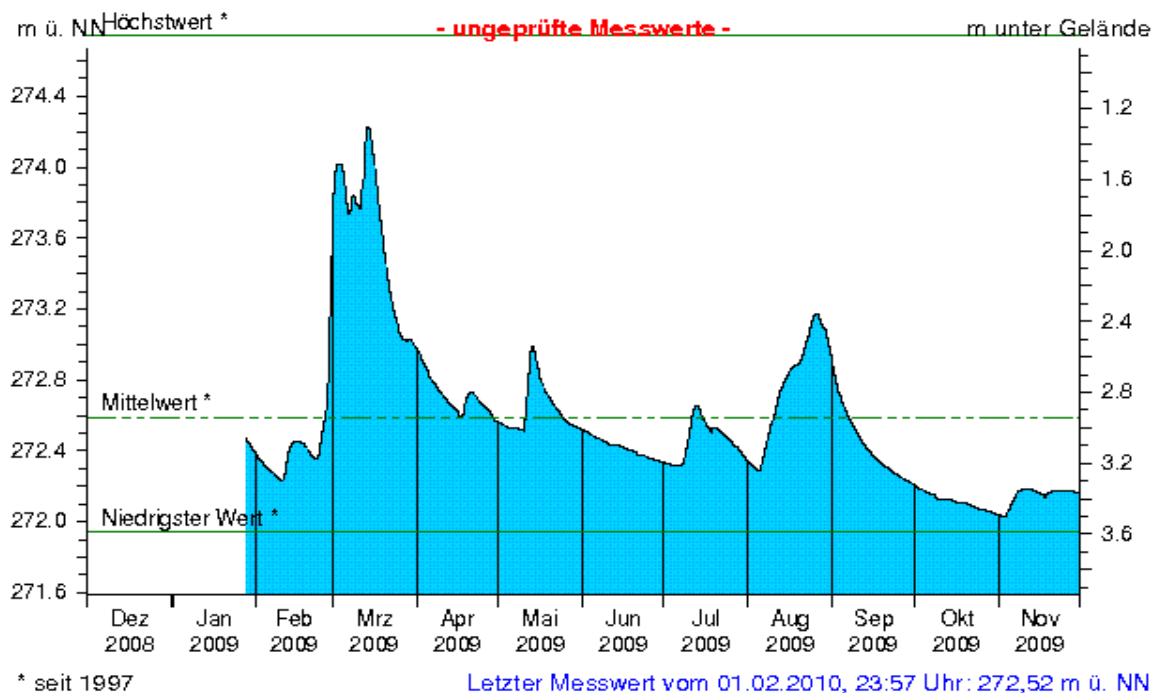


Abb. 23: Verlauf der Grundwasserstände in der quartären Talfüllung der Wiesent in Oberfranken (Messstelle Kirchehrenbach 6, beobachtet seit 1997)

Die Entwicklung der Grundwasserstände in Bayern und eine fachliche Einschätzung des Stellenwertes des aktuellen Grundwasserstandes im Hinblick auf eine Niedrigwassersituation können im neuen Niedrigwasser-Informationsdienst unter: <http://www.nid.bayern.de/grundwasser/> eingesehen werden.

Aktuelle Messdaten des Landesgrundwasserdienstes für Oberbayern und Schwaben sind zu finden unter: [http://www.lfu.bayern.de/wasser/daten/grundwasserstand\\_messdaten/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/wasser/daten/grundwasserstand_messdaten/index.htm)

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

## Bodenwasser

Das Messnetz Stoffeintrag-Grundwasser dient der integrierenden Beobachtung von Stoffflüssen und Stoffbelastungen im Wasserkreislauf:

[http://www.lfu.bayern.de/wasser/fachinformationen/grundwasser\\_wasser\\_und\\_stoffhaushalt/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/wasser/fachinformationen/grundwasser_wasser_und_stoffhaushalt/index.htm)

Dazu wird in sieben wasserwirtschaftlich bedeutenden Messgebieten der Weg des Wassers mit seinen Inhaltsstoffen vom **Niederschlag** über das **Sickerwasser** bis zum **Grundwasser** und zum **Gebietsabfluss an Typstandorten** untersucht. Die Gebiete sind: Hochspessart, Fichtelgebirge, Bayerischer Wald/Nationalpark, Südliche Frankenalb, Donau/Gäuboden, Münchener Schotterebene und Nördliches Lechfeld. Hier dargestellt ist der Gang der Bodenfeuchte als Regulativ für die Entwicklung der Sickerwasserflüsse und der Grundwasserneubildung. Durchfeuchtung und Austrocknung des Bodens werden vom Wechselspiel aus Niederschlag und Verdunstung bestimmt. Bei hoher Bodenfeuchte bildet sich freies Sickerwasser, das in durchlässigen Böden dem Grundwasser zufließt.

Die Bodenfeuchte wird indirekt als Bodensaugspannung in Hektopascal (hPa) gemessen. In den Grafiken zeigen sehr niedrige Werte eine **starke Austrocknung**, Werte nahe 0 hPa (gestrichelte Grenzlinie) eine **starke Durchfeuchtung** mit Bildung von **Sickerwasser** an. Bei Werten um oder über 0 hPa bildet sich Stauwasser, im hängigen Gelände auch Hangabfluss. Als Messgeräte sind pro Messtiefe je vier Saugspannungsmesser (Tensiometer) und ein Temperaturfühler eingebaut.

Vergleichend wird ein Lösslehmstandort und ein Schotterstandort vorgestellt.

Der **Lösslehmstandort** im Gebiet Donau /Gäuboden wird von einem viehlosen Ackerbaubetrieb bewirtschaftet (2008: Triticale, 2009: Kartoffeln). Hier sind auf mehrere Meter mächtigen Lösslehm schluffig-lehmige Böden entwickelt, die erhebliche pflanzenverfügbare Wassermengen speichern können (nutzbare Feldkapazität ca. 190 mm). Das Grundwasser wird in 9 bis 11 m Tiefe in den unterlagernden Terrassenschottern angetroffen. Im regionalen Bezug ist der Standort Straubing durch relativ geringe Niederschläge und höhere Lufttemperaturen gekennzeichnet. Sickerwasser wird weitgehend im Winter und Frühjahr gebildet, wenn die Böden ausreichend durchnässt sind. Das Bodenwasser wird von einem Messschacht aus in 1 bis 8 m Tiefe, das Grundwasser an einer benachbarten Messstelle untersucht.

Generell verzögert die mächtige Lehmüberdeckung das Signal des Niederschlagseintrags um einige Monate. Das im Winterhalbjahr gebildete Sickerwasser führt deshalb erst im Sommer zum jährlichen Grundwasserhöchststand (Abb. 24).

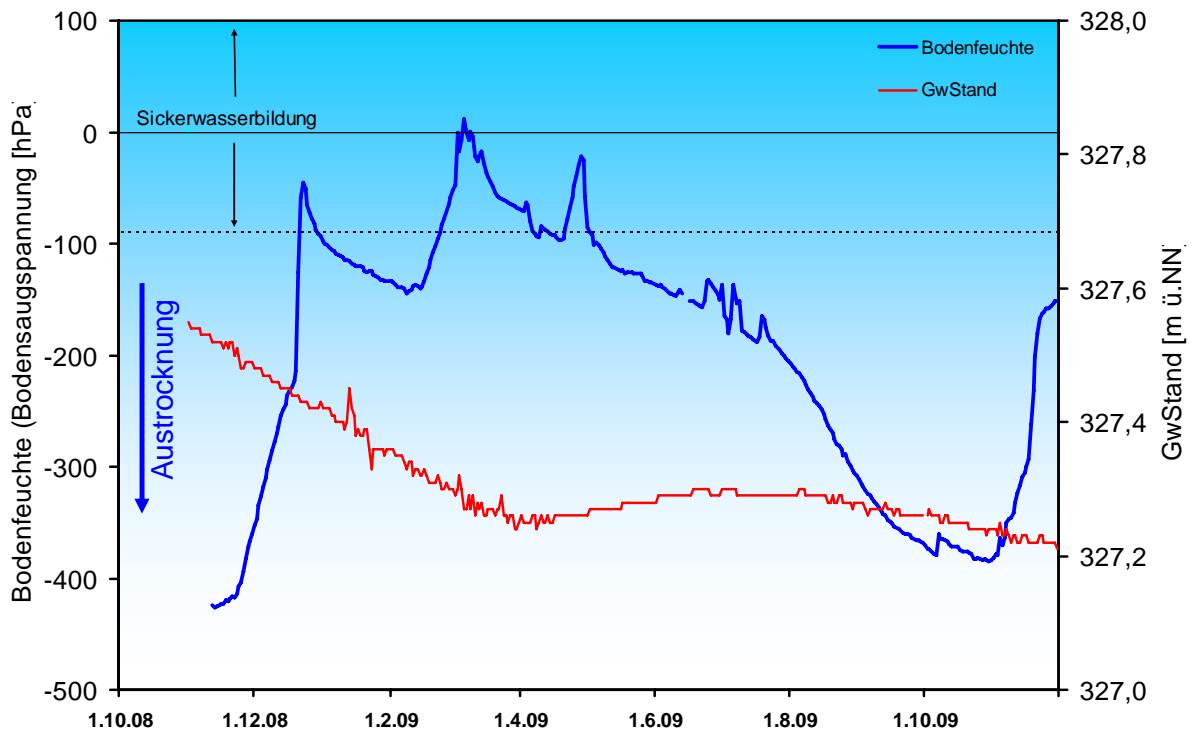


Abb. 24 Jahresverlauf Bodenfeuchte (100 cm Tiefe) und Grundwasserstand, Messstation Straubing, Donau / Gäuboden (Acker)

Anhaltende Niederschläge im November führten zu einem langsamen kontinuierlichem Aufsättigen des Bodens (Abb. 25). Die Niederschläge reichten jedoch noch nicht aus, um den Boden bis in ein Meter Tiefe so weit aufzusättigen, dass sich Sickerwasser in nennenswerten Mengen bilden kann.

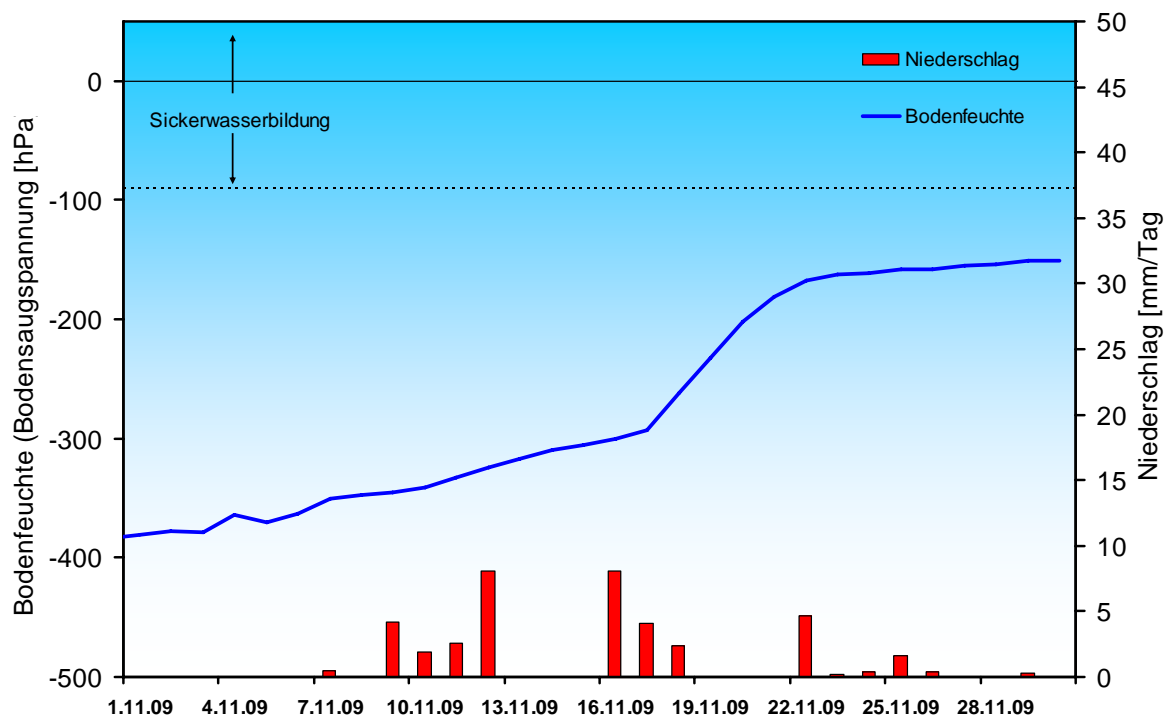


Abb. 25: Niederschlag und Bodenfeuchte (100 cm Tiefe) November 2009, Messstation Straubing, Donau / Gäuboden (Acker)



Der milde Winter 2006/07 hatte mehrmonatige Rekordbodentemperaturen ausgelöst, die mit zunehmender zeitlicher Verzögerung über alle Bodentiefen bis in das Grundwasser wirkten. Im November 2009 lag die durchschnittliche Bodentemperatur in 1 m Tiefe durch die ungewöhnlich warme Witterung noch bei 9,5°C (Abb. 26).

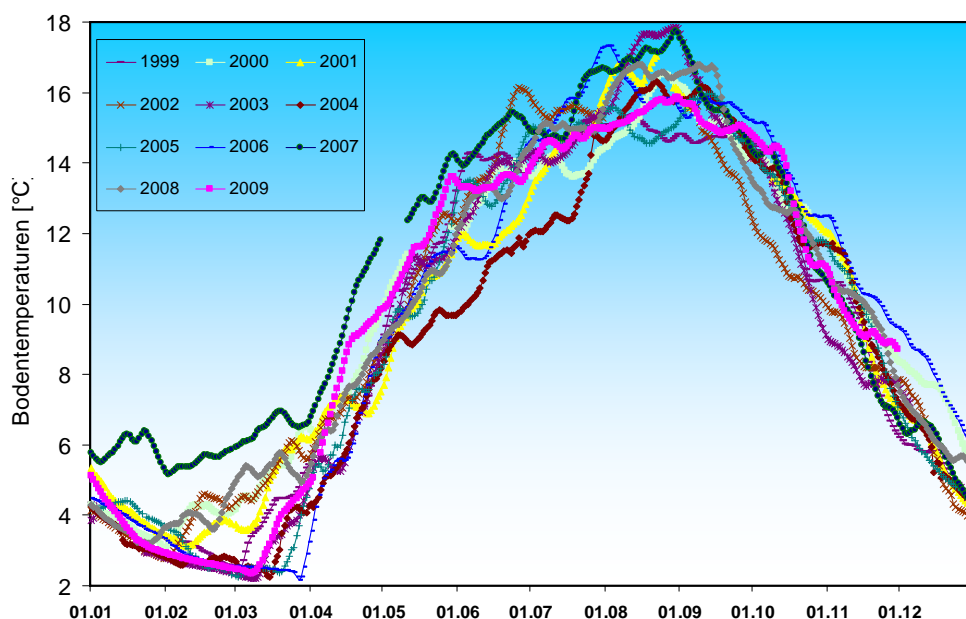


Abb. 26: Bodentemperatur in 1 m Tiefe im Zeitraum Januar – Dezember der Jahre 1999 – 2009, Messstation Straubing, Donau/ Gäuboden

In 8 m Tiefe (tiefste beobachtete Sickerzone, 3 bis 6 m über dem Grundwasserspiegel) wurde trotz allmählichen Rückgangs seit dem Jahreswechsel 2007/2008 immer noch ein hohes Monatsmittel von 10,1°C registriert (Abb. 27). Auswirkungen längerfristiger Temperaturverschiebungen auf die Stoffumsätze und Sickerwassertransporte sind unter dem Gesichtspunkt des Klimawandels von besonderem Interesse.

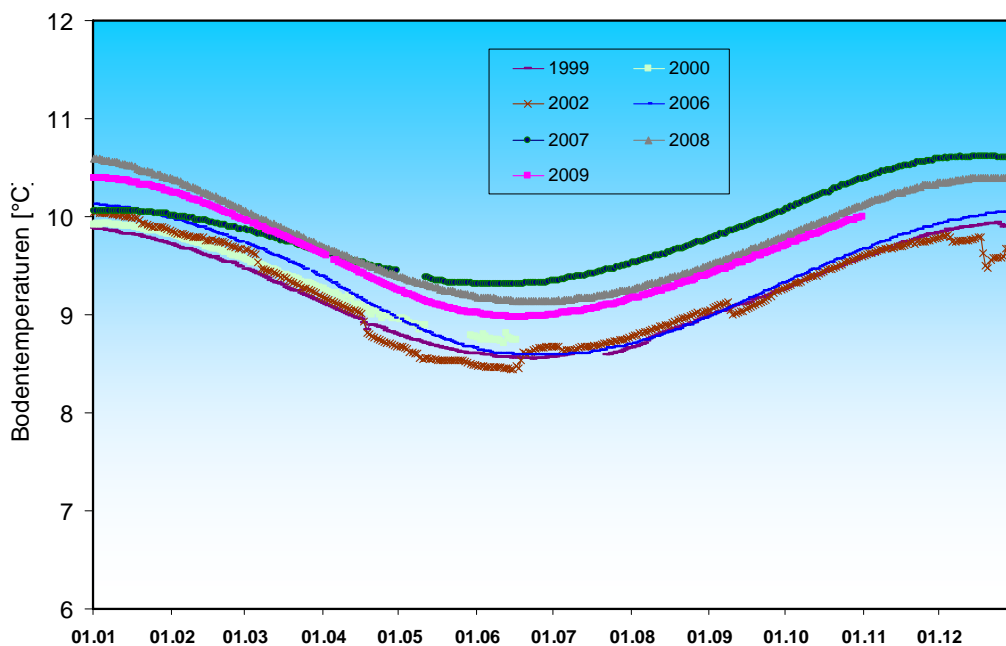


Abb. 27: Bodentemperatur in 8 m Tiefe im Zeitraum Januar – Dezember der Jahre 1999 - 2009, Messstation Straubing, Donau/ Gäuboden

Der Vergleichsstandort „**Nördliches Lechfeld**“ liegt in extensiv genutztem Grünland auf ehemaligem Acker. Auf feinkornarmen, groben Talschottern, z. T. mit eingelagerten Schluff- und Sandlinsen, sind flachgründige, überwiegend hoch durchlässige Böden ausgebildet. Mit einer nutzbaren Feldkapazität von ca. 60 mm ist der pflanzenverfügbare Bodenwasserspeicher sehr gering. Annähernde Wassersättigung tritt nur selten bei extremen Starkregen auf. Im Gegensatz zum Lösslehm kann der Schotterboden in Trockenzeiten sehr schnell austrocknen, andererseits Niederschlagswasser zügig in Richtung Grundwasser weiterleiten. Die vertikale Sickerstrecke bis zum Lech begleitenden Grundwasserstrom beträgt 2 bis 3 m. Die Dynamik der örtlichen Grundwasserstände steht unter dem kombinierten Einfluss der flächenhaften Sickerwasserzufuhr und der oberstromigen Stauhaltung des Lechs.

Durch Zufuhr von Sickerwasser und die Stauhaltung des Lechs blieb der Grundwasserspiegel im März 2009 zunächst einige Zeit konstant, fiel aber im April wegen geringer Niederschläge und steigender Verdunstung kontinuierlich ab. Durch die Niederschläge Anfang Mai kam es zeitverzögert zu einem leichten Grundwasseranstieg. Die Niederschläge im Juni führten zu einem Grundwasseranstieg auf das Niveau vom März, anschließend sank der Grundwasserspiegel kontinuierlich, wobei sowohl der Verlauf als auch das Niveau des Grundwasserstandes den Vorjahreswerten sehr ähnlich ist (Abb. 28).

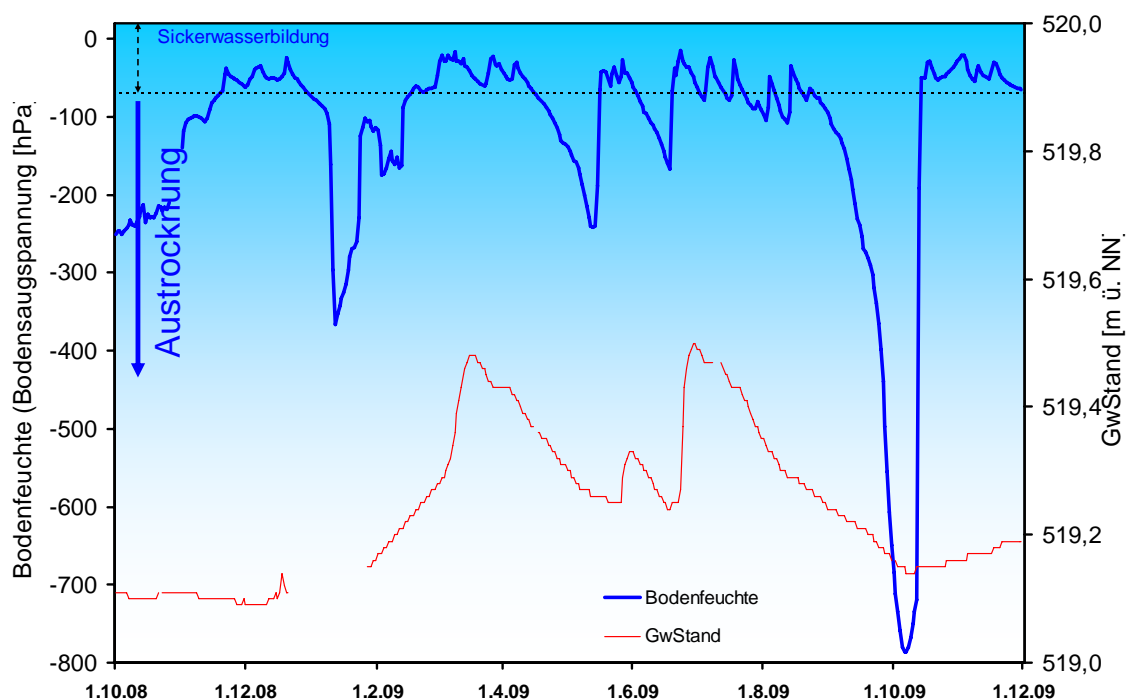


Abb. 28: Jahresverlauf Bodenfeuchte (50 cm Tiefe) und Grundwasserstand, Messstelle Fohlenhof, Nördliches Lechfeld (Grünland)

Einzelne starke Schauer im Juli und August führten wiederholt zu kurzen Anstiegen der Bodenfeuchte (Abb. 28), sodass an diesem Standort mit geringem Abstand zum Grundwasser die typische sommerliche Austrocknungsphase erst im September auftrat. Die Austrocknung fiel wegen sehr geringer Niederschläge und warmem Spätsommerwetter in diesem Jahr sehr deutlich aus. Sie wurde durch die Niederschläge im Oktober, vor allem am 12.10 (Tagessumme 23,6 mm) beendet. Der Boden blieb im November durch wiederholte Niederschläge so feucht, dass sich Sickerwasser bilden konnte (Abb. 29). Der rasche Wechsel vom trockenen in den feuchten Zustand ist auf den durchlässigen Boden zurückzuführen.

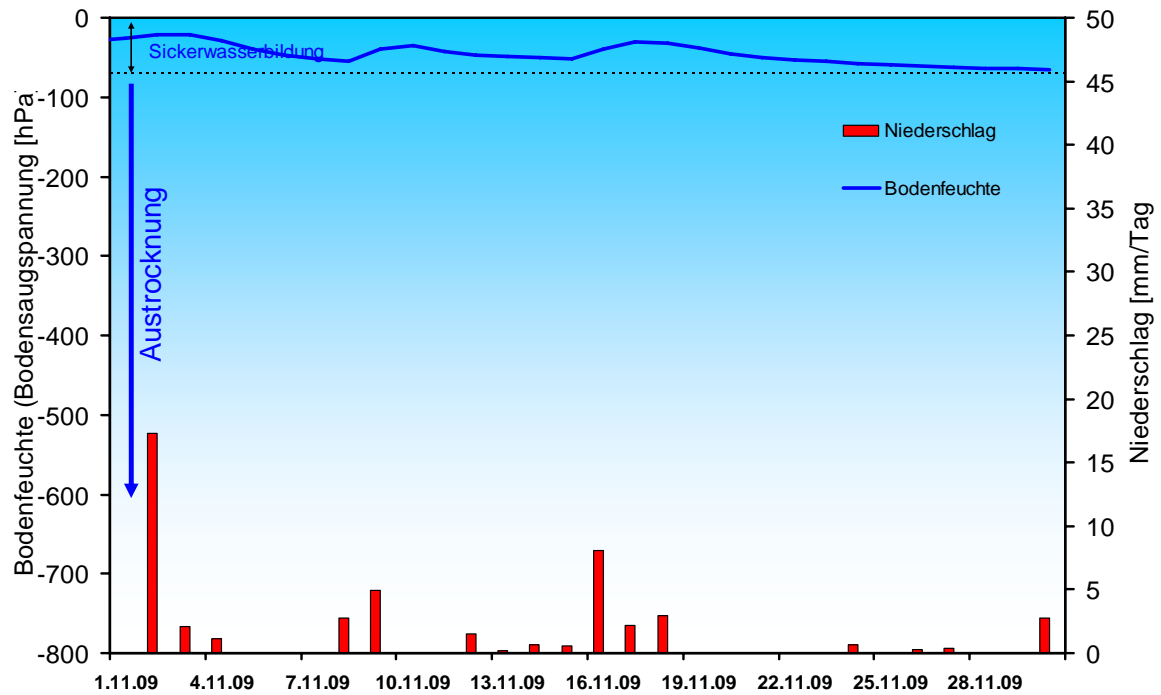


Abb. 29: Niederschlag und Bodenfeuchte (50 cm Tiefe) im November 2009, Messstelle Fohlenhof, Nördliches Lechfeld (Grünland)

Im Vergleich zu den anderen betrachteten Jahren wurden in 50 cm Tiefe in den ersten drei Monaten des Jahres 2009 sowie im Juni und Juli relativ niedrige Bodentemperaturen gemessen (Abb. 30). Im Gegensatz dazu lagen die Temperaturen im späten Frühling sowie in den Herbstmonaten über dem Durchschnitt.

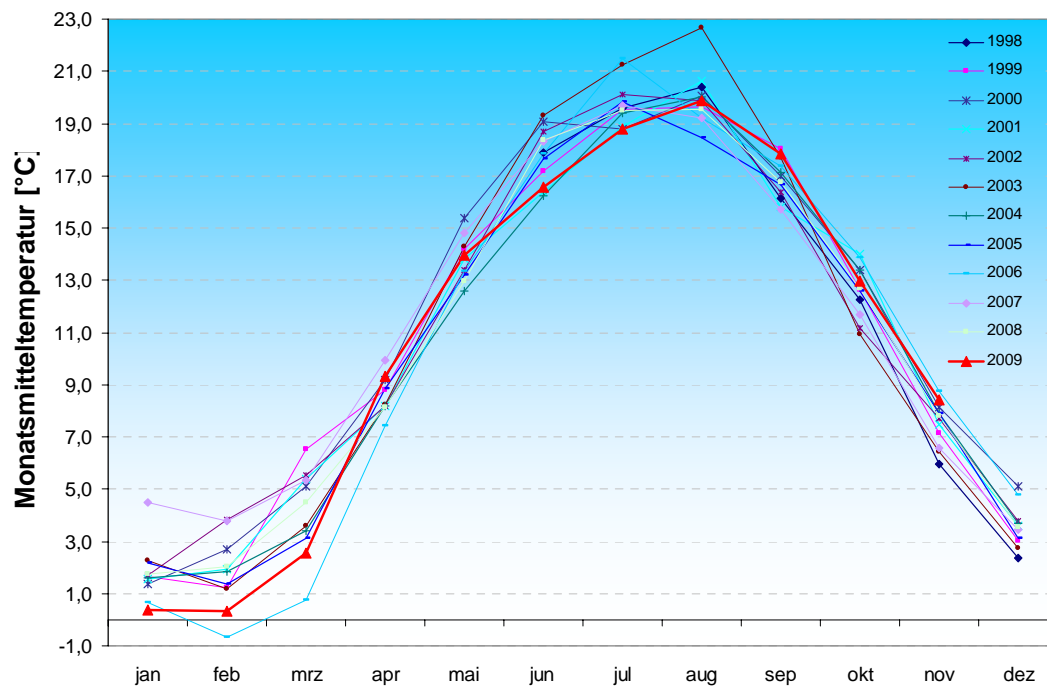
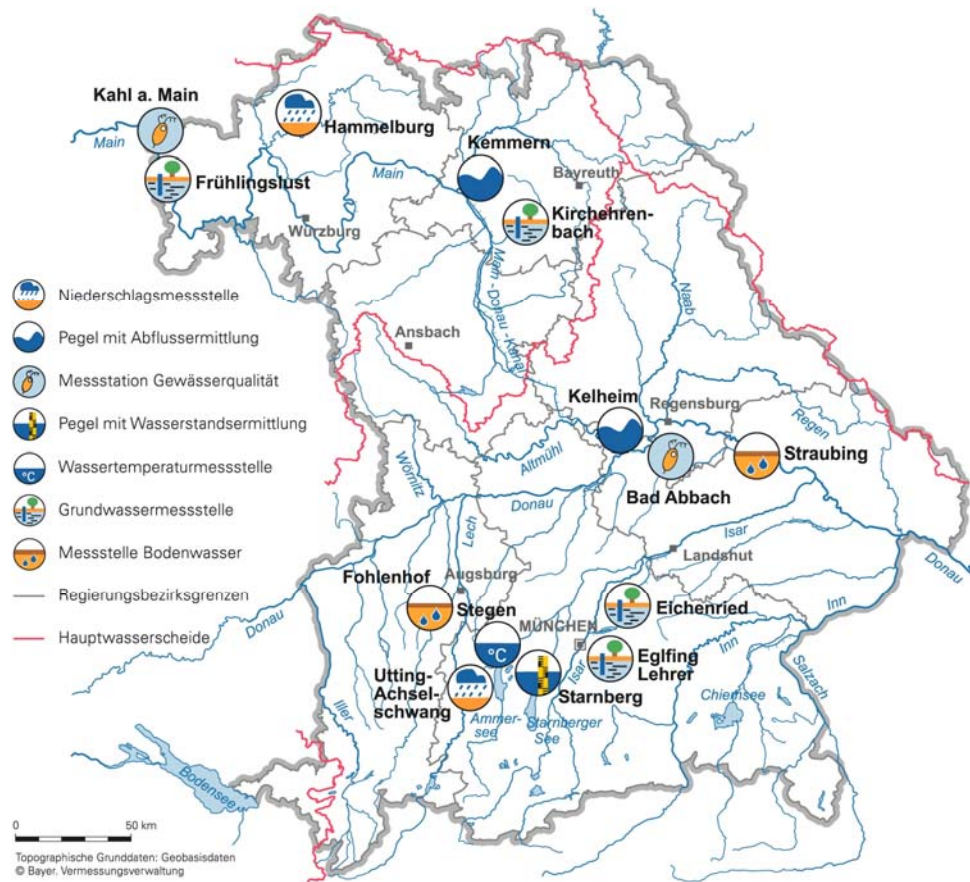


Abb. 30: Monatsverlauf Bodenmitteltemperaturen in 50cm Tiefe an der Station Nördliches Lechfeld (Grünland)

## Fachbegriffe und Abkürzungen

Ammonium-Stickstoff	Die Ammoniumkonzentration wird durch mikrobielle Stoffumsetzungen (Nitrifikation) im Fluss bzw. in den Kläranlagen bestimmt. Die höchsten Ammoniumwerte werden deshalb im Winter registriert, wenn die Aktivität der Mikroorganismen am geringsten ist.	Nitrat-Stickstoff	Die Nitratkonzentration hängt ebenfalls stark von bakteriellen Aktivitäten (Nitrifikation bzw. Denitrifikation) im Fluss bzw. in den Kläranlagen ab. Regenereignisse führen in der Regel durch Verdünnung zu einem Absinken der Nitratkonzentration.
Bodensaugspannung	Die Bodensaugspannung in Hectopascal (hPa) ist ein Maß für die Bodenfeuchte. Sie beschreibt, wie stark das Bodenwasser gebunden ist. Je kleiner die Werte in der Grafik sind, desto stärker ist die Wasserbindung bzw. die Austrocknung. Positive Werte zeigen Überstau des Sensorniveaus an.	NW bzw. NQ	Niedrigster Wasserstand bzw. Abfluss in einem vorgegebenen Zeitraum
Chlorophyll a	Der grüne Blattfarbstoff (Chlorophyll a) ist Voraussetzung für die Photosynthese aller Pflanzen. Die Chlorophyllkonzentration im Gewässer ist ein Maß für die Biomasse des Phytoplanktons (Algen). Die Entwicklung des Phytoplanktons wird durch niedrigen Abfluss und länger anhaltende Schönwetterperioden stark begünstigt.	pH-Wert	Neben dem Sauerstoffhaushalt werden auch die pH-Wertschwankungen durch das Algenwachstum geprägt. Die pH-Werte liegen meist leicht über 8,0.
Feldkapazität	Die im Boden zurückgehaltene Wassermenge, nachdem das durch Schwerkraft bewegbare Wasser abgeflossen ist.	Phosphor	Phosphor ist ein wichtiger Pflanzennährstoff. Die Konzentration des gelösten Phosphors schwankt im Jahresverlauf sehr stark. Algenwachstum führt durch Nährstoffaufnahme i. d. R. zu einer Erniedrigung, und Regenereignisse führen durch Abschwemmungen und Remobilisierung zu einer Erhöhung der gelösten Phosphate.
$h_N$	Niederschlagshöhe in mm (1 mm entspricht 1 l/m <sup>2</sup> )	Q	Abfluss in m <sup>3</sup> /s
$h_S$	Höhe der Gesamtschneedecke [cm]	Sauerstoff O <sub>2</sub>	Die täglichen Sauerstoffschwankungen werden in erster Linie durch die Photosynthese des Phytoplanktons (Algen) bestimmt. Nach Algenblüten kann es durch den Abbau des organischen Materials zu starker Sauerstoffzehrung mit sehr niedrigen Sauerstoffgehalten kommen.
HW bzw. HQ	Höchster Wasserstand bzw. Abfluss in einem vorgegebenen Zeitraum	T <sub>w</sub>	Wassertemperatur in °C
Leitfähigkeit in µS/cm	Die spezifische elektrische Leitfähigkeit hängt sehr stark vom Abflussgeschehen ab.	T <sub>w.TagMit</sub>	Tagesmittelwert der Wassertemperatur
Meldestufe	Im Hochwassernachrichtendienst in Bayern wird das Ausmaß der Überflutung durch vier Meldestufen beschrieben	Toxische Wirkungen	Bei Störungen auf Kläranlagen oder bei Schiffsunfällen können die Wasserorganismen im Gewässer geschädigt werden. Zur Detektion von toxischen Effekten werden kontinuierliche Biotests mit Muscheln, Algen, Daphnien und Bakterien als biologische Frühwarnsysteme eingesetzt.
MHW bzw. MHQ	Mittelwert der Jahreshöchstwerte des Wasserstandes und des Abflusses in einem vorgegebenen Zeitraum	Trübung	Vom Abfluss geprägt ist die Gewässertrübung. Größere Regenereignisse bzw. Hochwasser lassen dabei die Trübung rasch ansteigen. Solche Ereignisse sind unregelmäßig über das ganze Jahr verteilt.
MNW bzw. MNQ	Mittelwert der Jahresniedrigstwerte des Wasserstandes und des Abflusses in einem vorgegebenen Zeitraum	W	Wasserstand in cm
MW bzw. MQ	Mittlerer Wasserstand bzw. Abfluss in einem vorgegebenen Zeitraum		

## Standorte ausgewählter Messstellen



### Messstellenverzeichnis

(Für weitere Informationen klicken Sie bitte auf die einzelnen **Messstationen**)

Messgröße	Messstation	Regierungsbezirk	Landkreis	Lage*)
Niederschlag	<a href="#">Hammelburg</a>	Unterfranken	Bad Kissingen	220 m ü. NN
Niederschlag	<a href="#">Utting-Achselschwang</a>	Oberbayern	Landsberg a. Lech	591 m ü. NN
Abfluss	<a href="#">Kelheim/Donau</a>	Niederbayern	Kelheim	2415 km
Abfluss	<a href="#">Kemmern/Main</a>	Oberfranken	Bamberg	400 km
Gewässerqualität	<a href="#">Bad Abbach/Donau</a>	Niederbayern	Kelheim	2397 km
Gewässerqualität	<a href="#">Kahl a. Main/Main</a>	Unterfranken	Aschaffenburg	67 km
Wasserstände an Seen	<a href="#">Starnberger See</a> (im Wechsel)	Oberbayern	Starnberg	584 m ü. NN
Wassertemperatur	<a href="#">Stegen/Ammersee</a>	Oberbayern	Landsberg a. Lech	532 m ü. NN
Grundwasserstand	<a href="#">Kirchehrenbach</a>	Oberfranken	Forchheim	275 ü. NN
Grundwasserstand	<a href="#">Eglfing Lehrer</a>	Oberbayern	München	538 m ü. NN
Grundwasserstand	<a href="#">Eichenried</a>	Oberbayern	Erding	475 m ü. NN
Grundwasserstand	<a href="#">Frühlingslust</a>	Unterfranken	Aschaffenburg	118 m ü. NN
Bodenwasser	<a href="#">Straubing/Donau Gäuboden</a>	Niederbayern	Stadt Straubing	339 m ü. NN
Bodenwasser	<a href="#">Fohlenhof/Nördl. Lechfeld</a>	Schwaben	Aichach-Friedberg	522 m ü. NN

\*) entweder Stationshöhe in m ü. NN oder Entfernung von der Mündung in km

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Bayernkarte mit Bildern aus den Arbeitsbereichen des Gewässerkundlichen Dienstes	1
Abb. 2: Infrarot-Satellitenbild vom 02.11.2009, 14:45 Uhr (gebietsweise starke Niederschläge im Bereich der langgestreckten Frontensysteme von Tief "Berti")	4
Abb. 3: Niederschlagsverhältnisse der Ombrometerstation Hammelburg	4
Abb. 4: Niederschlagsverhältnisse an der Ombrometerstation Utting-Achselschwang	5
Abb. 5: Niederschlag $h_N$ der Ombrometerstation Hammelburg	5
Abb. 6: Niederschlag $h_N$ der Ombrometerstation Utting-Achselschwang	6
Abb. 7: Karte der Tagesniederschläge vom 02.11.2009	6
Abb. 8: Karte der Tagesniederschläge vom 30.11.2009	7
Abb. 9: Monatsniederschläge ausgewählter Ombrometerstationen	8
Abb. 10: Auswahl von Messstellen der quantitativen Hydrologie	9
Abb. 11: Abflussentwicklung Plattling/Isar im Berichtsmonat      Hauptwerte der Zeitreihe:	10
Abb. 12: Abflussentwicklung Kalteneck/Ilz im Berichtsmonat      Hauptwerte der Zeitreihe:	10
Abb. 13: Abflussentwicklung Kempten/Main im Berichtsmonat <b>Hauptwerte der Zeitreihe:</b>	11
Abb. 14: Wasserstandsentwicklung St. Quirin / Tegernsee im Berichtsmonat      Seespiegel: <b>Mittlerer Seespiegel</b> 725,38 m ü. NN	11
Abb. 15: Jahresganglinie (Tagesmittel) der Wassertemperatur November 2009 im Vergleich zu den Tagesmittelwerten 2000/ 2008 des Pegels Windischeschenbach/ Waldnaab	13
Abb. 16: Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt des Mains, Messstation Kahl a. Main	14
Abb. 17: Wassertemperatur der Donau, Messstation Bad Abbach (Tagesmittelwerte)	16
Abb. 18: Sauerstoff und pH- Wert in der Donau, Messstation Bad Abbach (Stundenmittelwerte)	16
Abb. 19: Tagesmittelwerte der Wassertemperatur im Vergleich zu den Tagesmittelwerten 2000/2008 des Pegels Stegen Ammersee	17
Abb.: 20: Verlauf der Grundwasserstände in der Münchner Schotterebene (Messstelle Eglfing Lehrer 265B, beobachtet seit 1915)	18
Abb. 21: Verlauf der Grundwasserstände in den Flusstalfüllungen der Iller, Schwaben (Messstelle Sonthofen Bahnhof, beobachtet seit 2001)	19
Abb. 22: Verlauf der Grundwasserstände im Aschaffener Becken (Messstelle Frühlingslust 86A, beobachtet seit 1938)	20
Abb. 23: Verlauf der Grundwasserstände in der quartären Talfüllung der Wiesent in Oberfranken (Messstelle Kirchehrenbach 6, beobachtet seit 1997)	20



Abb. 24	Jahresverlauf Bodenfeuchte (100 cm Tiefe) und Grundwasserstand, Messstation Straubing, Donau / Gäuboden (Acker)	22
Abb. 25:	Niederschlag und Bodenfeuchte (100 cm Tiefe) November 2009, Messstation Straubing, Donau / Gäuboden (Acker)	22
Abb. 26:	Bodentemperatur in 1 m Tiefe im Zeitraum Januar – Dezember der Jahre 1999 – 2009, Messstation Straubing, Donau/ Gäuboden	23
Abb. 27:	Bodentemperatur in 8 m Tiefe im Zeitraum Januar – Dezember der Jahre 1999 - 2009, Messstation Straubing, Donau/ Gäuboden	23
Abb. 28:	Jahresverlauf Bodenfeuchte (50 cm Tiefe) und Grundwasserstand, Messstelle Fohlenhof, Nördliches Lechfeld (Grünland)	24
Abb. 29:	Niederschlag und Bodenfeuchte (50 cm Tiefe) im November 2009, Messstelle Fohlenhof, Nördliches Lechfeld (Grünland)	25
Abb. 30:	Monatsverlauf Bodenmitteltemperaturen in 50cm Tiefe an der Station Nördliches Lechfeld (Grünland)	25

---

**Impressum:****Herausgeber:**

Bayerisches Landesamt für Umwelt  
Hans-Högn-Straße 12  
95030 Hof

**Telefon:** (09281) 1800 – 0

**Telefax:** (09281) 1800 – 1408921

**E-Mail:** [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)

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

**Postanschrift:**

Bayerisches Landesamt für Umwelt  
95030 Hof

**Bearbeitung:**

Ref. 85 / Krause Peter

**Stand:**

11 / 2009