

# Wasser in Bayern

Gewässerkundlicher

Monatsbericht Dezember 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 Dezember	3
Niederschläge im Dezember	5
<b>Fließgewässer und Seen</b>	<b>10</b>
Fließgewässer	10
Wasserstand und Abfluss	10
Abflüsse	10
Wasserstände an Seen	12
Hochwasser	13
Wassertemperaturen und Gewässerqualität	15
<b>Grund- und Bodenwasser</b>	<b>22</b>
Grundwasserstände	22
Bodenwasser	25
<b>Fachbegriffe und Abkürzungen</b>	<b>31</b>
<b>Übersichtskarte Messstellen</b>	<b>32</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>33</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 Dezember

Bis zum 4. blieb ein Tiefdrucksystem über Mitteleuropa wetterbestimmend, zeitweilige Regenfälle und sonnige Abschnitte wechselten sich ab und die Höchsttemperaturen erreichten Werte zwischen 0 bis 9 °C.

Vom 5. bis 10. gelangten in einer Westlage milde Luftmassen (Höchsttemperaturen: 1 bis 10 °C) und Sturmtiefausläufer nach Bayern. Häufig war es bewölkt und bis auf den neunten fiel an allen Tagen Niederschlag. Insbesondere beim Durchzug des Sturmtiefs "Sebastian" (Abb. 2) fiel länger anhaltender, zum Teil ergiebiger Regen, der in Nordbayern ein Hochwasser auslöste.

In der anschließenden Witterungsperiode vom 11. bis 14. gelangte am Rande eines Nordmeerhochs maritime Polarluft aus nördlichen bis nordöstlichen Richtungen nach Bayern. Die Höchsttemperaturen sanken von +5 auf -3 °C und verbreitet trat leichter Schneefall auf, der im Stau der Alpen zeitweise (11.) auch ergiebig ausfiel.

Vom 15. bis 20. lenkte ein mitteleuropäisches Tiefdrucksystem subpolare sowie arktische Luftmassen nach Bayern und bei Dauerfrost lagen die Höchsttemperaturen zwischen -10 bis -1 °C (Tiefsttemperatur Wielenbach/Lkr. Weilheim: -20,6 °C am 20.). Häufig blieb es bedeckt, nur gebietsweise war es sonnig und beim Durchzug von Frontensystemen (18. bis 20.) fiel bayernweit Schnee.

Bei der Südwestlage vom 21. bis 25. überquerten mehrere Tiefdruckgebiete in rascher Folge Mitteleuropa, an allen Tagen kam es verbreitet zu Niederschlag (von Schnee in Regen übergehend), in zunehmend subtropischer Meeresluft stiegen die Höchsttemperaturen von -3 auf 9, bei Föhn in Alpennähe sogar auf 11 °C und Schneeschmelze setzte ein.

Vom 26. bis zum 31. sorgte eine Westlage für die Zufuhr milder Meeresluft (Höchsttemperaturen: -1 bis +9 °C), bei Hochdruckeinfluss blieb es zunächst sonnig und meist trocken. Ab dem 29. bis zum Monatsende überquerte das Atlantiktief "Angelos" mit seinen Frontensystemen Bayern (Abb. 4) und verbreitet kam es zu länger anhaltenden, zum Teil auch kräftigen Regen- und Schneeregenfällen. Dies führte in Verbindung mit der Schneeschmelze zu einem Hochwasser in Nordbayern und vielerorts kam es zu Überflutungen in land- und forstwirtschaftliche Flächen.

Durch die häufigen West- und Südwestlagen fiel der **Dezember** gegenüber dem langjährigen Mittel in Bayern etwas **zu warm** aus.

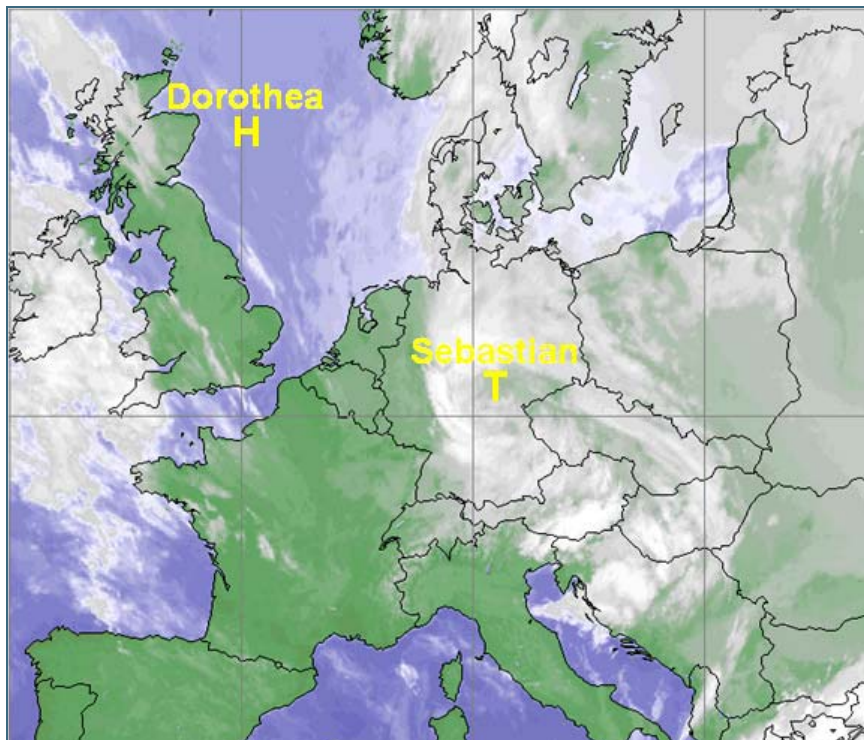


Abb. 2:  
Infrarot-Satellitenbild vom  
11.12.2009, 04:30 Uhr  
(länger anhaltende  
Regenfälle im Bereich des  
Tiefs "Sebastian")

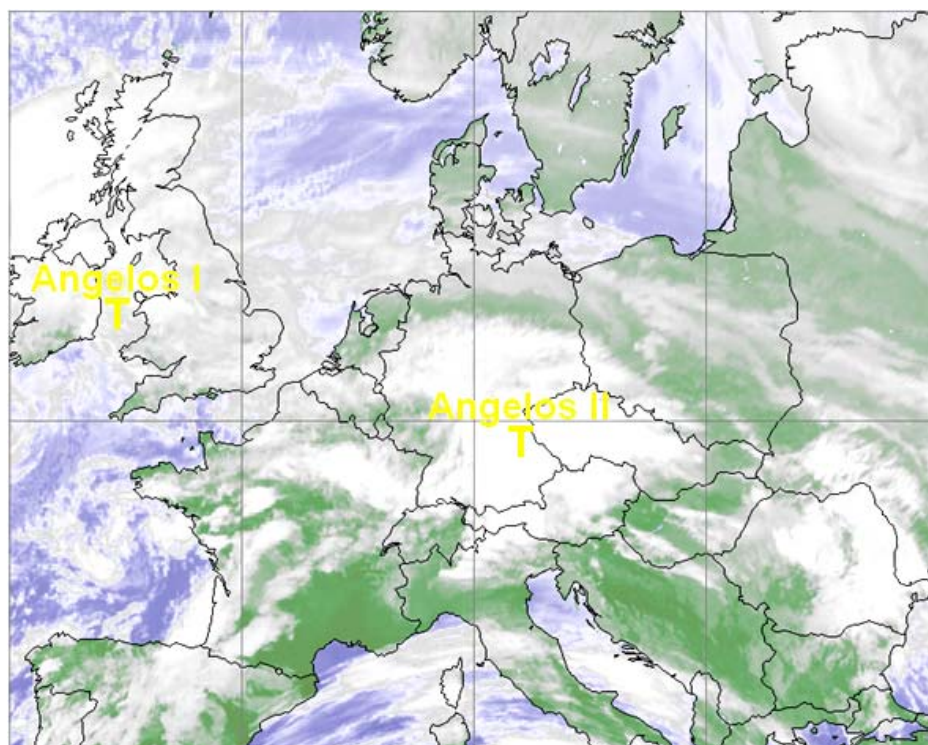


Abb. 3:  
Infrarot-Satellitenbild  
vom 30.12.2009, 17:00  
Uhr (verbreitete, teils  
ergiebige Regenfälle  
im Bereich des Tiefs  
"Angelos")

## Niederschläge im Dezember

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 **Dezember** war im Vergleich zum langjährigen Niederschlagsmittel 1961/90 **verbreitet zu nass** (Abb. 4, Abb. 5 und Abb. 10). Dies belegen auch die Monatsniederschläge von Utting-Achselschwang mit 72 mm (118 % vom Mittel) und Hammelburg mit 95 mm (147 % vom Mittel). Lediglich in Alpennähe und im Bereich des Bayerischen Waldes blieb der Monat zu trocken.

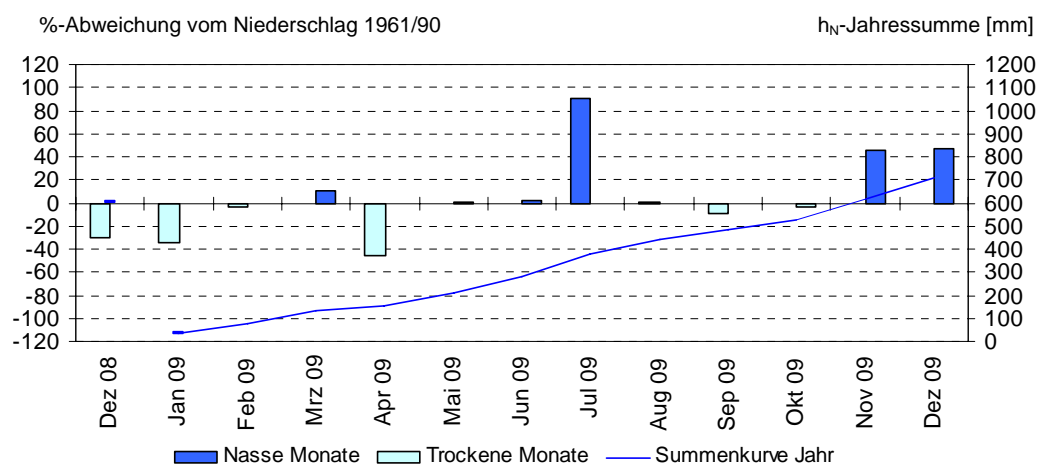


Abb. 4: Niederschlagsverhältnisse der Ombrometerstation Hammelburg

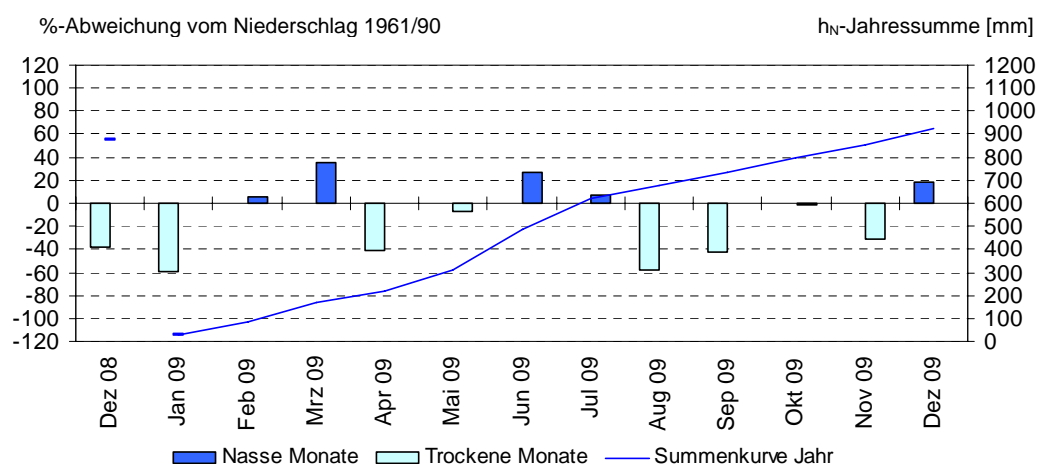
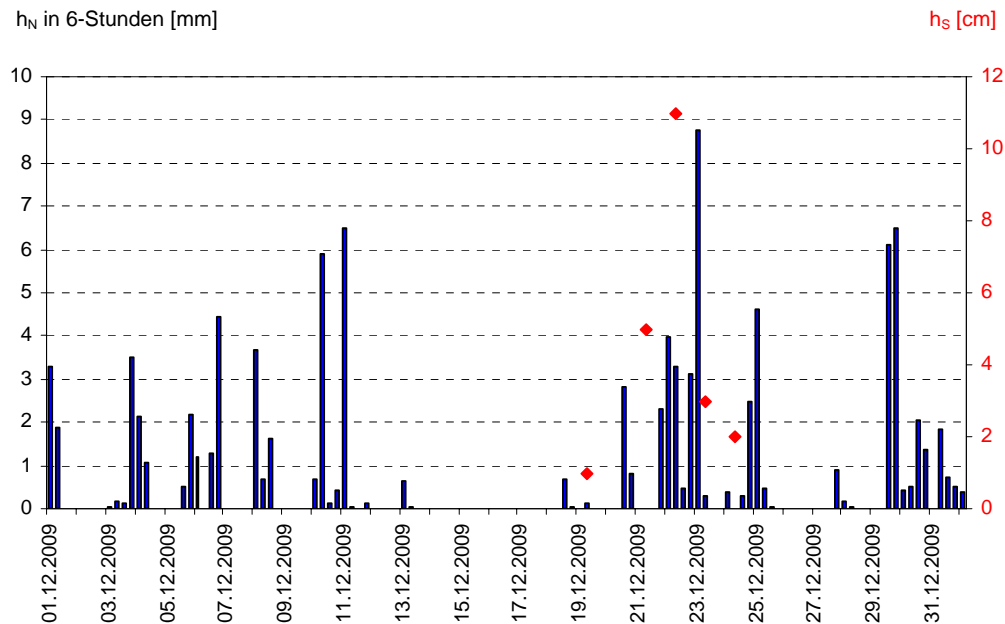
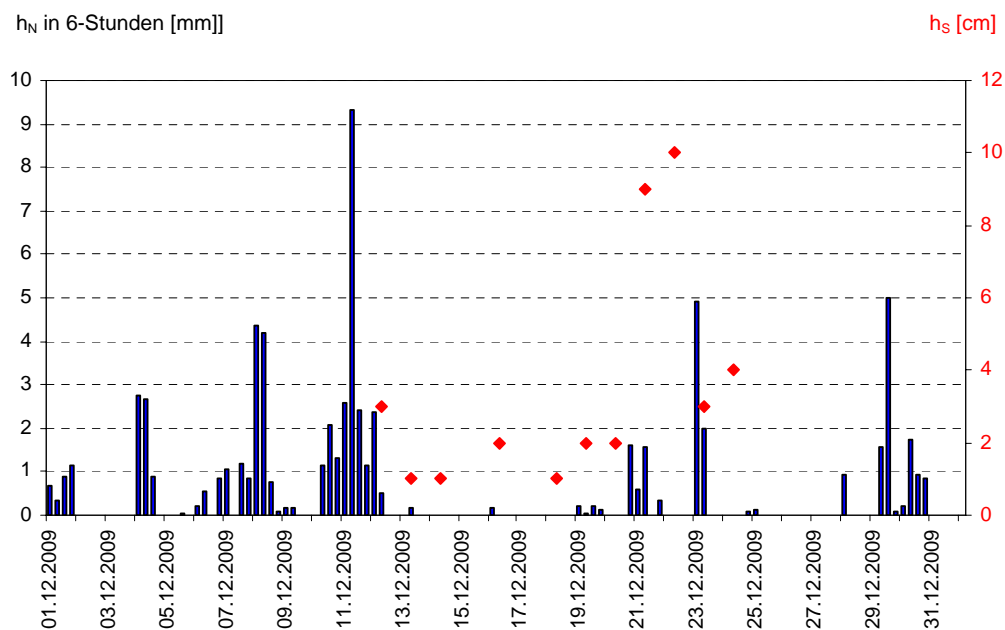


Abb. 5: Niederschlagsverhältnisse an der Ombrometerstation Utting-Achselschwang



Abb. 6: Niederschlag  $h_N$  der Ombrometerstation HammelburgAbb. 7: Niederschlag  $h_N$  der Ombrometerstation Utting-Achselschwang

Nachfolgend werden die herausragenden Niederschlagsereignisse des Monats beschrieben.

Beim Durchzug des Sturmtiefs "Sebastian" (10./11.) fiel verbreitet Regen, der sich vielerorts auf Tagesniederschläge von über 25 mm aufsummierte (Stadelhofen/Lkr. Bamberg: 27,1 mm, Treffelstein-Witzelsmühle/Lkr. Cham: 25,9 mm und Oberstdorf-Rohrmoos/Lkr. Oberallgäu: 25,8 mm am 10.). Aufgrund der wassergesättigten Böden und der Starkregenfälle wurde in Nordbayern ein Hochwasser ausgelöst (Ausuferungen und Überflutungen land- und forstwirtschaftlicher Flächen). Am 11. setzte verbreitet Schneefall ein und auch in tieferen Lagen bildete sich eine geschlossene Schneedecke.

Bei der Südwestlage vom 21. bis 25. ging der Schneefall zunehmend in Regen über und in

Verbindung mit der Schneeschmelze (Wasseräquivalent der Gesamtschneedecke: Hammelburg/Lkr. Bad Kissingen: 13 mm am 23. und 0 mm am 25.) kam es an der Fränkischen Saale zu Ausuferungen und Überflutungen landwirtschaftlicher Flächen.

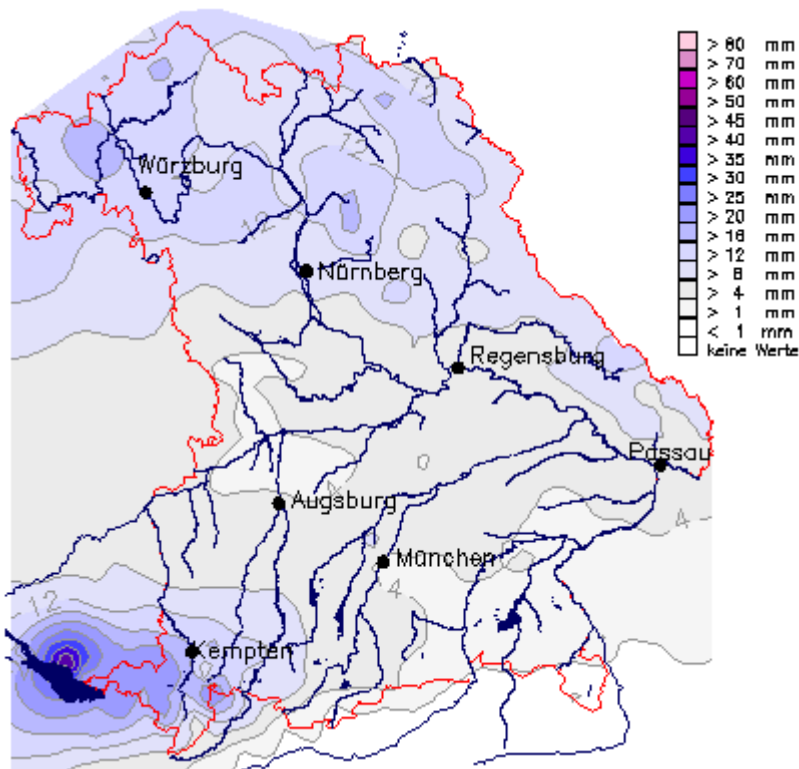


Abb. 8: Karte der Tagesniederschläge vom 29.12.2009

Vom 29. bis zum Monatsende kam es im Bereich der Frontensysteme des Tiefs "Angelos" immer wieder zu Niederschlägen, die zwar nur vereinzelt als Starkniederschlag, aber dafür flächenhaft (Abb. 8) und zunehmend als Regen niedergingen.

In Verbindung mit der Schneeschmelze (Wasseräquivalent der Gesamtschneedecke am 29. siehe Abb. 9, am 01.01.2010: Nordbayern nach Schneeschmelze weitgehend schneefrei) kam es erneut zu einem Hochwasser und betroffen waren vor allem Gebiete des Oberen Main, der Fränkischen Saale, der Aisch, der Fränkischen Rezat und der Altmühl.

Im Dezember war Bayern nur zeitweise schneebedeckt und in den tieferen Lagen hielt sich vor allem vom 12. bis zum 25. eine geschlossene Schneedecke.

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

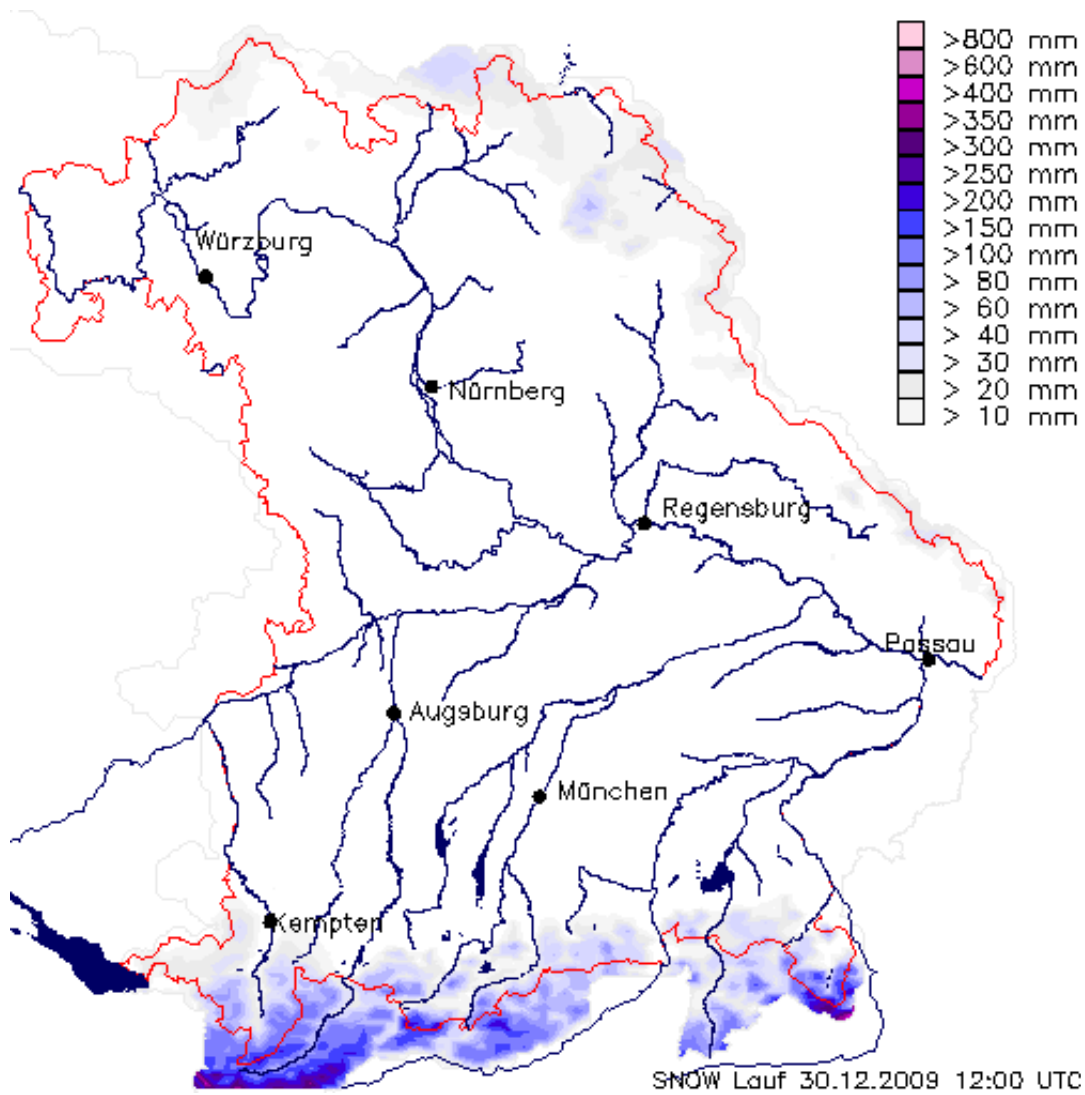
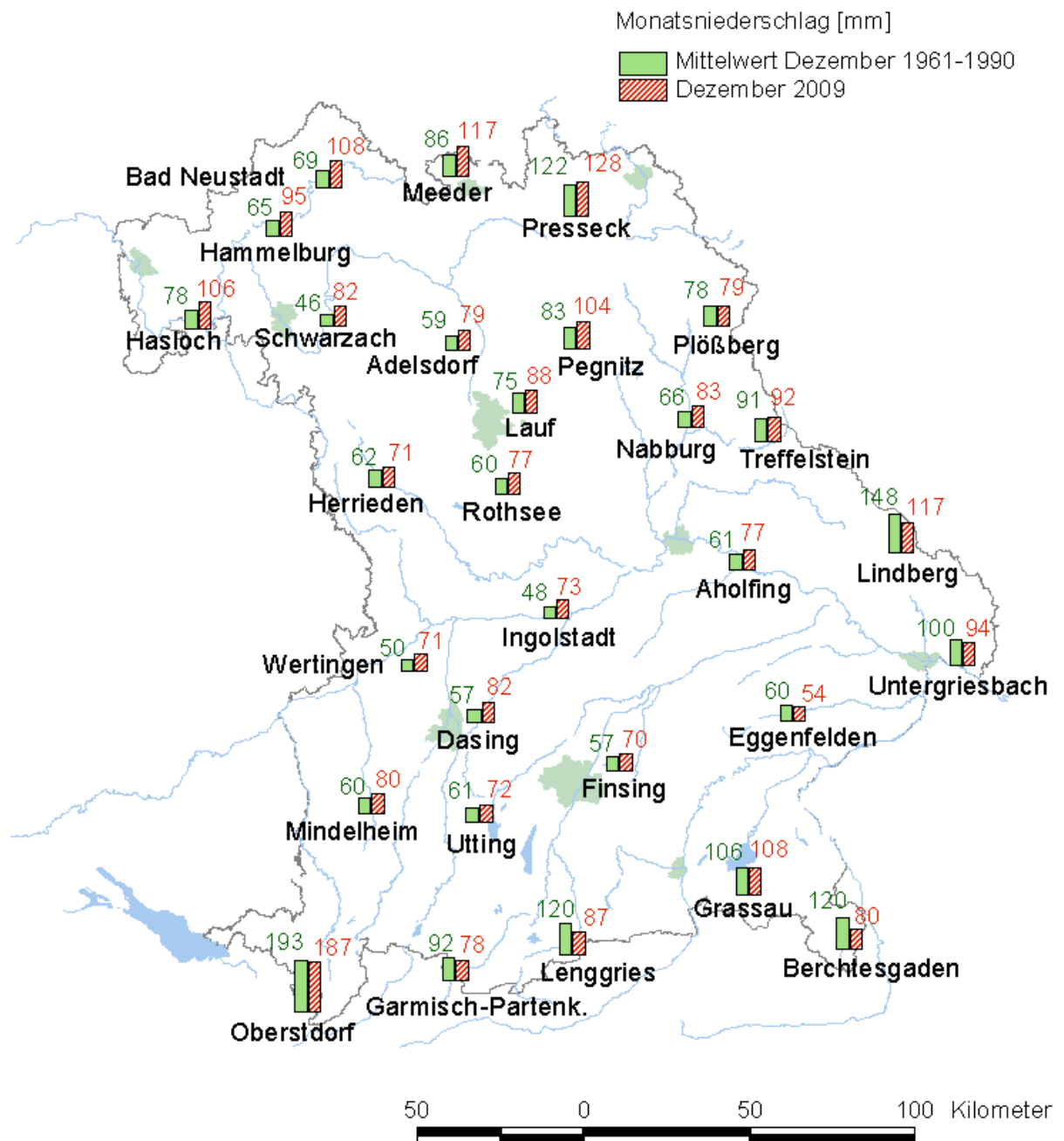


Abb. 9: Karte des Wassergehalts der Schneedecke (Wasseräquivalent) vom 30.12.2009





Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt

Abb. 10: 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.

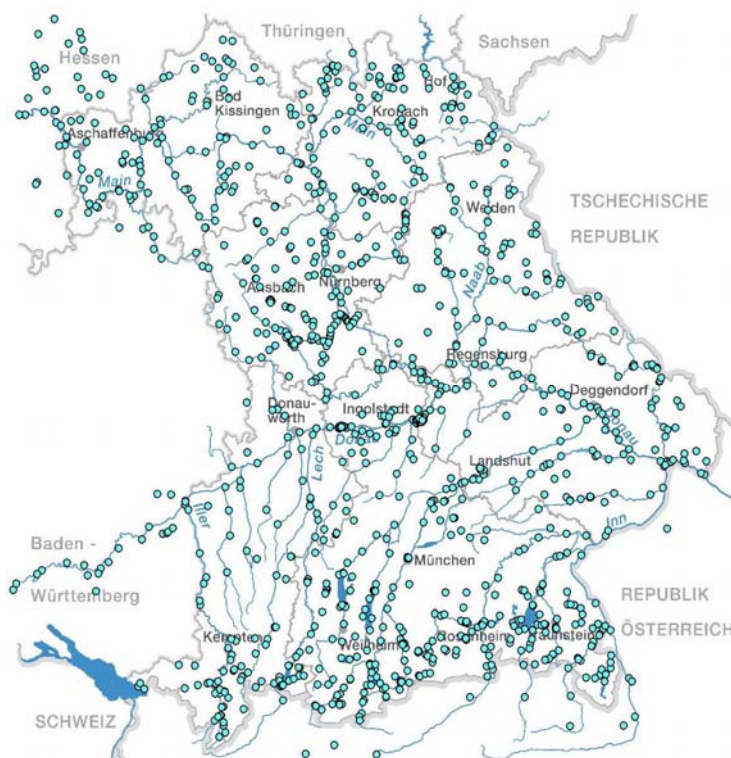


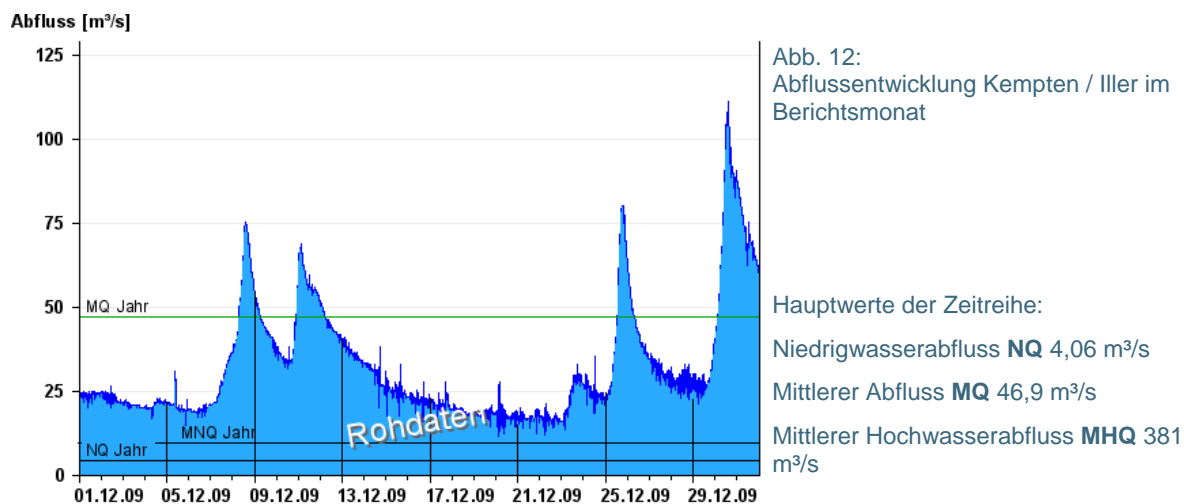
Abb. 11:  
Auswahl von Messstellen der  
quantitativen Hydrologie

#### Abflüsse

Die wechselhaften Tendenzen des Novembers setzten sich im Dezember fort. Die ersten beiden Dezemberwochen waren geprägt von milder Witterung und zum Teil ergiebigen Niederschlägen. Die 51. Kalenderwoche war dezembertypisch kalt bis sehr kalt mit extremen Minustemperaturen. Im letzten Monatsdrittel war es wieder zu warm und Regen, regional verbunden mit Schneeschmelze, führte zum Ansteigen der Pegel. Besonders im nordbayerischen Raum erreichten einzelne Pegel sowohl im ersten als auch im letzten Monatsdrittel bzw. zum Jahreswechsel die unterschiedlichen Meldestufen (siehe Hochwasserbericht).

Exemplarisch für das witterungsbedingt stark wechselnde Abflussgeschehen ganz Bayerns können die folgenden Darstellungen betrachtet werden:

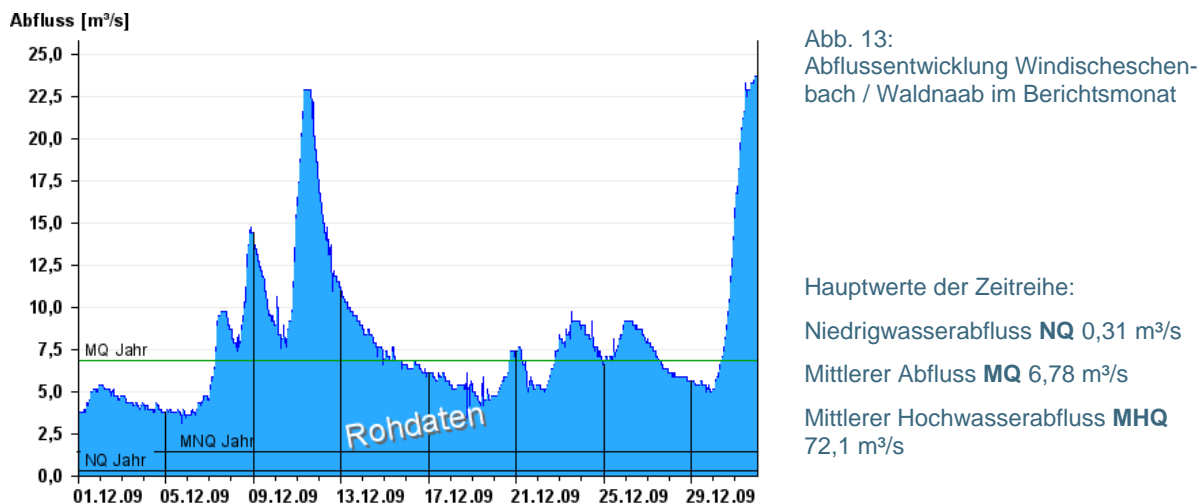
Die Abb. 12 steht für die südlichen Zuflüsse zur Donau und zeigt die Abflussentwicklung der Iller am Pegel in Kempten. Hier sorgten die Niederschläge und warmen Temperaturen immer wieder für stärkeres Ansteigen der Abflusskurve. Lediglich die starken Minustemperaturen Mitte des Monats führten zu einem Rückgang und „froren“ die Abflusskurve kurzzeitig auf einem Stand zwischen MQ und MNQ ein.



© 2010 Bayerisches Landesamt für Umwelt

Ein sehr ähnliches Phänomen zeigt der Pegel Windischeschenbach an der Waldnaab (siehe Abb. 13), welcher den Bereich der nördlichen Zuflüsse zur Donau repräsentiert.

Besonders an der Waldnaab wird deutlich, dass der Rückgang Mitte des Monats hier nur von kurzer Dauer war. Wiederkehrende Niederschläge führten zu mehreren kleinen Spitzen. In Folge kräftiger Regenfälle zum Jahreswechsel wurde der Höchstwert in der Silvesternacht erreicht.



© 2010 Bayerisches Landesamt für Umwelt

Für das Einzugsgebiet des Mains steht der Pegel Laufermühle an der Aisch (siehe Abb. 14). Es wiederholen sich hier die Bilder aus dem Donaeinzugsgebiet, wobei der Blick auf die Wasserstände des Pegels Laufermühle (siehe Abb. 15) ein Beispiel für das Erreichen der Meldegrenzen zeigt.

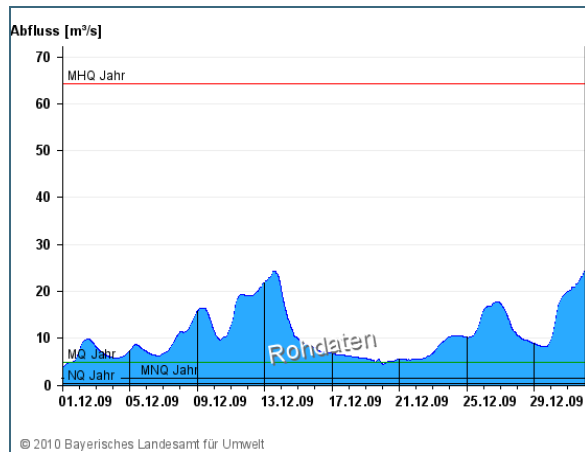


Abb. 14: Abflussentwicklung Laufermühle / Aisch im Berichtsmonat

#### Hauptwerte der Zeitreihe:

Niedrigwasserabfluss **NQ** 0,3 m³/s

Mittlerer Abfluss **MQ** 4,86 m³/s

Mittlerer Hochwasserabfluss **MHQ** 64,3 m³/s

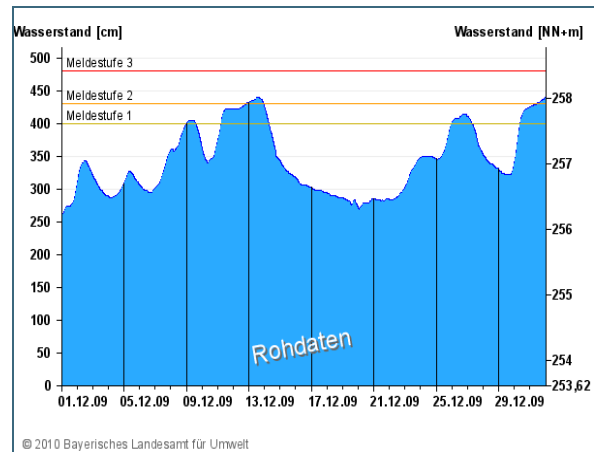


Abb. 15: Wasserstandsentwicklung Laufermühle / Aisch im Berichtsmonat

**Meldestufe 1** 400 cm

**Meldestufe 2** 430 cm

**Meldestufe 3** 480 cm

**Meldestufe 4** 540 cm

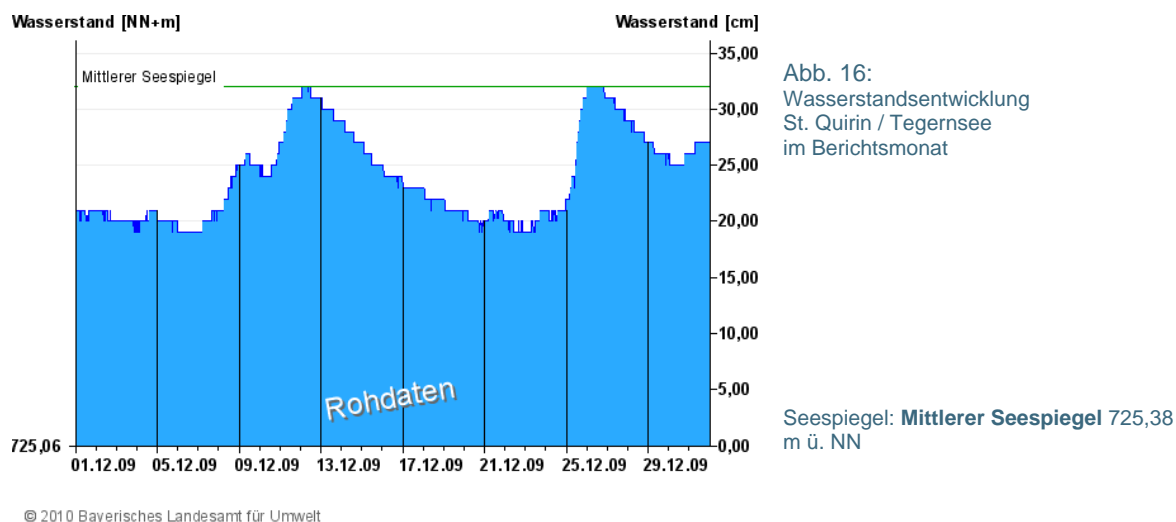
Während in Nordbayern von einer positiven Abflussbilanz gesprochen werden kann, fiel diese im Süden noch negativ aus.

## Wasserstände an Seen

Die mittleren Wasserstände der meisten südbayerischen Seen lagen im Dezember unter den Werten der langjährigen Reihen (MW). Nur der Starnberger See und der Hopfensee blieben im Bereich ihrer durchschnittlichen Mittelwasserverhältnisse.

Das milde und zu Beginn der zweiten Dezemberwoche niederschlagsreiche Wetter sorgte für mäßige Anstiege der Seenpegel. Im Allgäu und im Chiemgau waren die Anstiege örtlich geringfügig größer. Ein Nordmeerhoch mit arktischer Kaltluft führte zu sinkenden Wasserständen, die durch die Niederschläge zu Beginn der letzten Woche wieder leicht anstiegen.

Die Schwankungen zwischen den niedrigsten und höchsten Wasserständen der Seen waren gering, sie betrugen zwischen 3 cm am Riegsee und 15 cm am Schliersee. Ausreißer nach oben hin waren der Waginger See mit 22 cm und der Große Alpsee mit 35 cm. Der Bodensee lag auf einem für die Jahreszeit durchschnittlichen Niveau.



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

Noch zum Ende des Jahrzehnts kam es im Dezember in Folge von ergiebigen Niederschlägen in Verbindung mit Schneeschmelze zu zwei Hochwässern, einmal Mitte und einmal Ende Dezember, in Gebieten nördlich der Donau. Besonders betroffen waren dabei das Maingebiet und seine Zuläufe. Der zeitliche Verlauf der Hochwässer kann anhand der Wasserstände des Pegels Schenkenau an der Itz (Abb. 17) nachvollzogen werden, an dem bei beiden Ereignissen die Meldestufe 3 überschritten

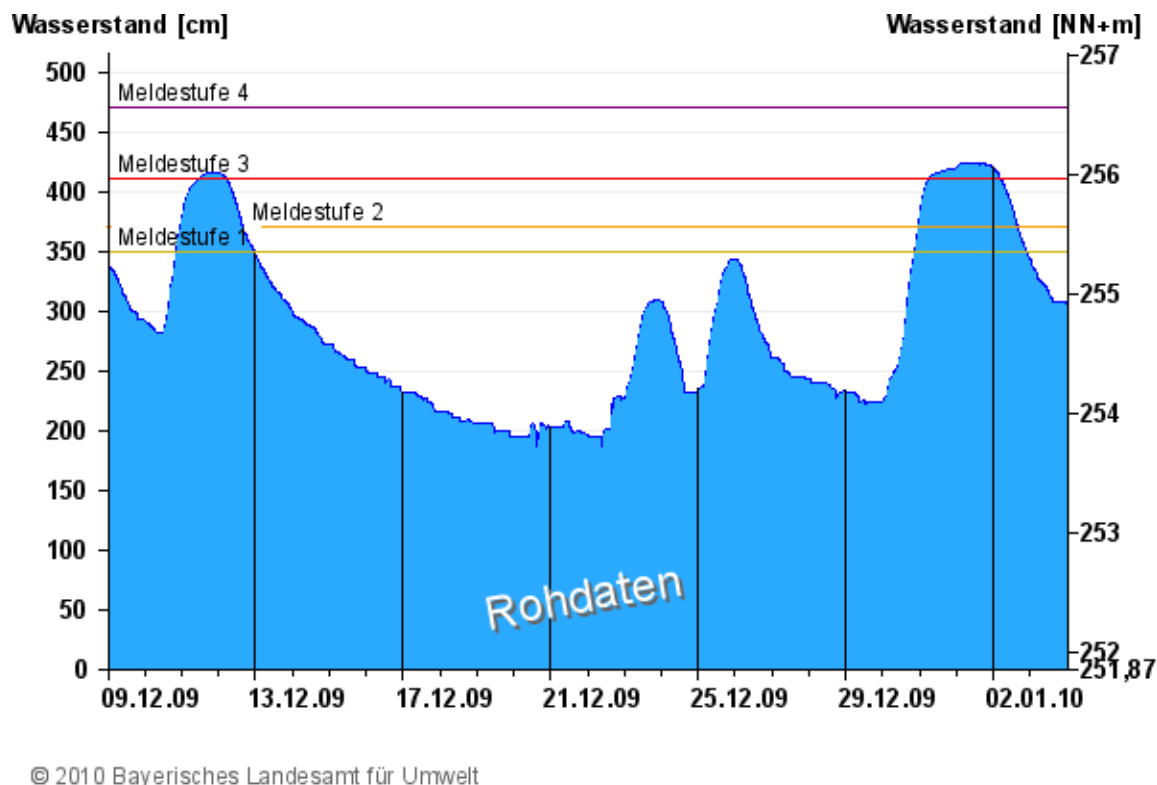


Abb. 17: Anhand der Wasserstandsganglinie des Pegels Schenkenau/Itz können die beiden Hochwasserereignisse vom 11./12. Dezember 2009 und 31. Dezember 2009 zum 01. Januar 2010 nachvollzogen werden.

Abb. 18 gibt einen Überblick über das räumliche Geschehen während der Hochwässer des Dezembers. Es zeigt sich, dass beide Hochwässer vorwiegend zu Überschreitungen der Meldestufen 1 und 2 nördlich der Donau geführt haben. Vergleicht man die höchsten erreichten Meldestufen des ersten Ereignisses (Dreiecke) mit denen des Sylvesterhochwassers (Kreise) so fällt auf, dass das erste Hochwasser vor allem südlich des Mains, im Gebiet der Regnitz, zu den höchsten Meldestufen im Dezember führte. Das Sylvesterhochwasser hingegen führte vermehrt zu Meldestufenüberschreitungen nördlich des Mains, aber auch im Gebiet der Regnitz und des Oberen Mains wurde durch das Ereignis stellenweise die Meldestufe 2 überschritten. Die Meldestufe 3 (rot) wurde lediglich an dem Pegel Schenkenau an der Itz überschritten.

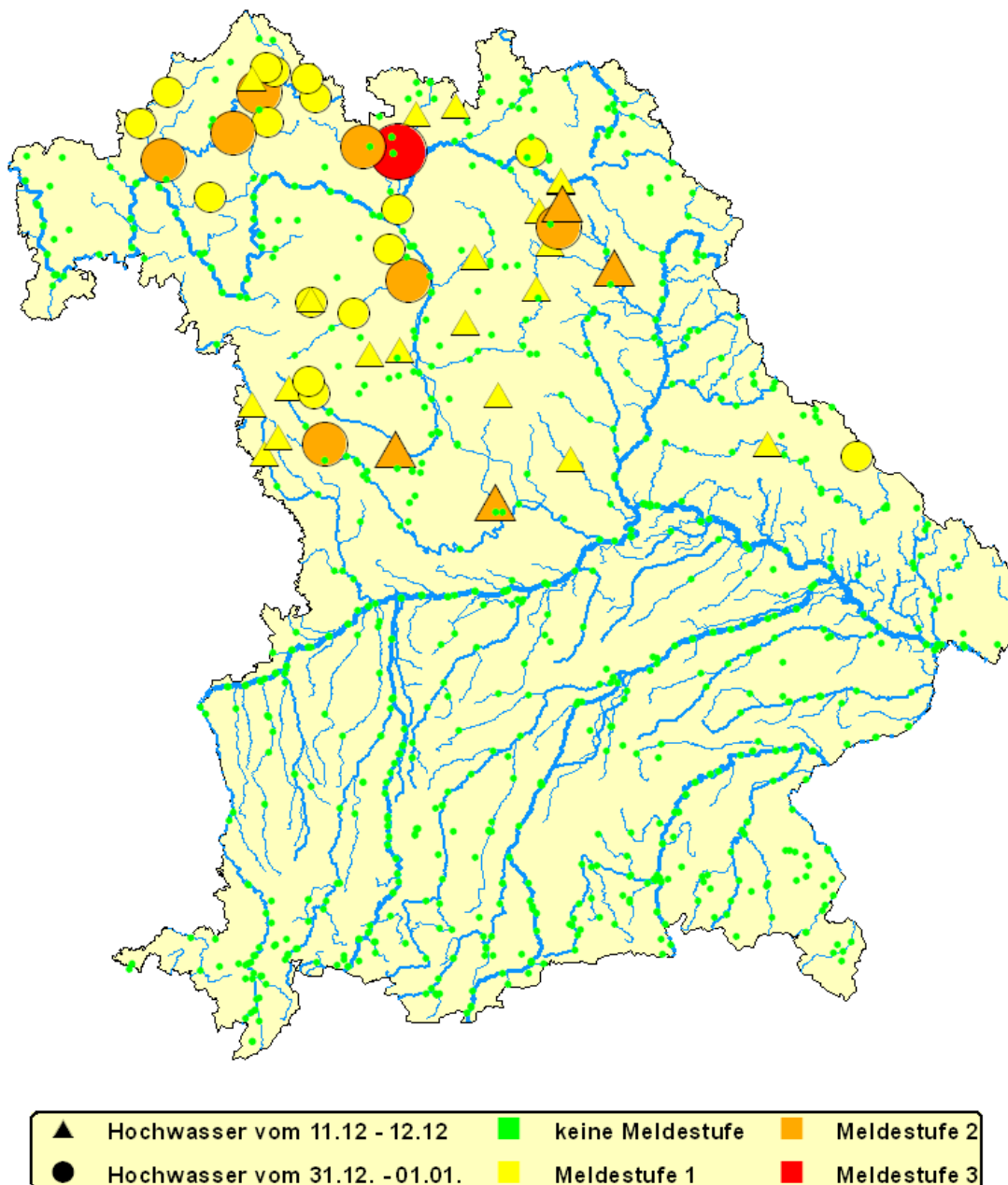


Abb. 18: Übersichtskarte der höchsten erreichten Meldestufen während der beiden Hochwasserereignisse im Dezember 2009.



Hervorgerufen wurden beide Hochwässer durch zwei unterschiedliche Tiefdruckgebiete. Das erste Hochwasser wurde durch das Sturmtiefs "Sebastian" (10./11.) bedingt, bei dem Niederschläge von stellenweise bis zu 25 Litern pro Quadratmeter fielen, welche vor allem zu Ausuferungen und Überflutungen der Gebiete des Oberen Mains, der Fränkischen Saale und der Aisch führten.

Verantwortlich für das zweite Hochwasserereignis in der Sylvesternacht waren die Niederschläge im Bereich der Frontensysteme des Tiefs "Angelos" vom 29. bis zum Monatsende. Diese Niederschläge, die vor allem in der Nordhälfte Bayerns fielen, führten in Verbindung mit einsetzender Schneeschmelze erneut zu einem Hochwasser der Gebiete des Oberen Main, der Fränkischen Saale, der Aisch und der Fränkischen Rezat.

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 **Dezember 2009** wies eine deutliche Zweiteilung beim Wettergeschehen auf. Dabei folgte einem deutlich zu warmen Monatsbeginn eine kühle zweite Hälfte.

Die Wassertemperaturentwicklung der Fließgewässer im Dezember 2009 wird am Beispiel des Pegels Windischeschenbach/ Waldnaab beschrieben. Die um das langjährige Mittel schwankenden Wassertemperaturen zum Beginn des Dezembers standen in engem Zusammenhang mit den Tiefs „Peter“ und „Quintus“. Für den deutlichen Anstieg am 08./09. zeichnete das Tief „Sebastian“ verantwortlich. Die um den 11. einströmende polare Kaltluft beendete diese Warmphase und die Wassertemperaturen sanken kontinuierlich ab. Als am 18. ein Einbruch arktischer Kaltluft erfolgte, erreichte die Wassertemperatur der Waldnaab die 0°C-Grenze. Bis zum Heiligabend änderte sich daran nichts. Mit der folgenden Warmfront stiegen die Wassertemperaturen am Ersten Weihnachtsfeiertag wieder auf das Niveau des langjährigen Mittels an und diese Situation blieb bis kurz vor Jahresende bestehen. Danach strömte sehr milde Luft südwestlicher Strömung nach Bayern und ließ die Wassertemperaturen erneut ansteigen.

Insgesamt lag das Monatsmittel der Wassertemperatur am Pegel Windischeschenbach im Dezember 2009 um 0,3 K über dem Wert des langjährigen Mittels des Vergleichszeitraumes (2000-2008). **Damit entsprach, aus Sicht der Wassertemperatur, dieser Monat dem langjährigen Durchschnitt.**

°C

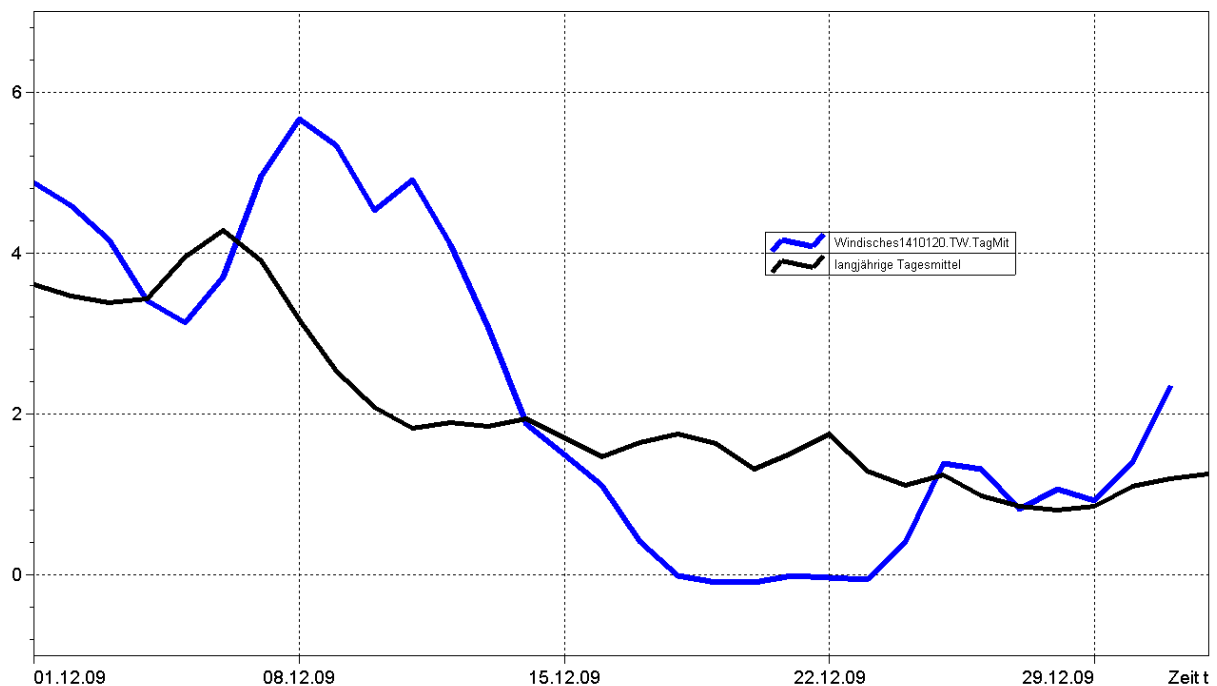


Abb. 19: Jahresganglinie (Tagesmittel) der Wassertemperatur November 2009 im Vergleich zu den Tagesmittelwerten 2000/ 2008 des Pegels Windischeschenbach/ Waldnaab

### 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 Gewässergütedienst 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)	12,2	10,1	13,7
Wassertemperatur (°C)	4,9	1,2	8,6
pH-Wert	8,1	7,9	8,2
Leitfähigkeit bei 20°C (µS/cm)	510	425	600

Tabelle 1:

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

### Gesamtbewertung des Mains für Dezember 2009

Nachdem die Wassertemperatur des Mains über den gesamten November hinweg sehr konstant bei etwa 10 Grad Celsius gelegen hatte, fiel sie im Dezember innerhalb von zwei Wochen deutlich ab, bis auf ein Minimum von 1,2 Grad. Die Sauerstoffkonzentration stieg hingegen in diesem Zeitraum an. Damit zeigte sich in diesem Winter lehrbuchhaft die gegenläufige Bewegung von Wassertemperatur und Sauerstoffkonzentration, die aus der Tatsache resultiert, dass kühleres Wasser mehr Sauerstoff zu lösen vermag. In den übrigen Jahreszeiten wird dieser Zusammenhang überlagert durch die biologische Aktivität der Photosynthese und Atmung.

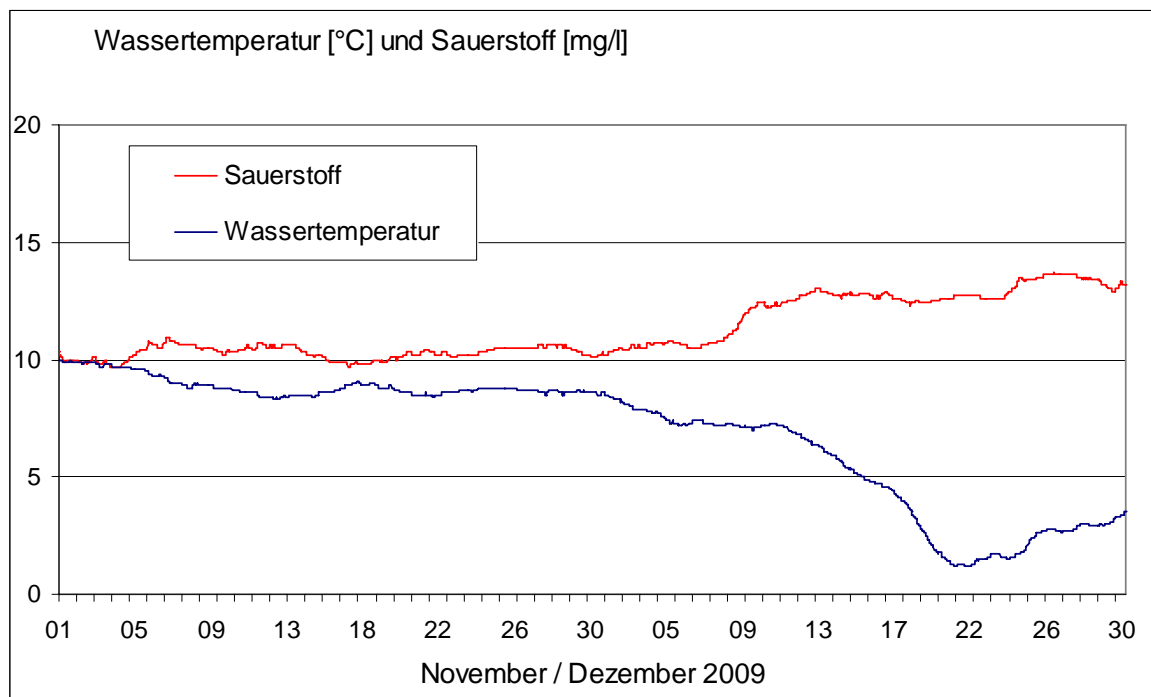


Abb. 20: Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt des Mains, Messstation Kahl a. Main

### 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)	4,2	0,7	7,4
pH-Wert	8,1	8,,0	8,2
Leitfähigkeit bei 25 °C (µS/cm)	593	556	644
Trübung (FNU)	14	6	35
Sauerstoff (mg/l)	11,7	10,6	12,5
Ammonium-N (mg/l)	0,06	< 0,034	0,15
Nitrat-N (mg/l)	3,4	2,6	4,0
ortho-Phosphat-P (mg/l)	0,06	0,05	0,07
Chlorophyll a (µg/l)	1	1	3

Tabelle 1:

Physikalisch -chemische Messwerte  
der Donau, Messstation Bad Abbach  
im **Dezember 2009**

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

Tabelle 2:  
Biologische Warnsysteme

### Gesamtbewertung Donau für Dezember 2009:

Die Werte der chemischen und physikalischen Parameter für Dezember 2009 sind typisch für die winterliche Jahreszeit. Besondere Vorkommnisse sind nicht aufgetreten.

## Jahresrückblick 2009:

Die Jahresganglinie der Wassertemperatur der Donau an der Messstation Bad Abbach ist in Abb. 21 dargestellt. Der höchste Tagesmittelwert wurde am 21. August mit 22,7 °C registriert. Die Sauerstoffkonzentration wurde von April bis Oktober 2009 häufig durch die biogene Belüftung geprägt. Hierbei kam es zu Sauerstoffübersättigungen Abb. 22 (, grüner Bereich). Ursache hierfür ist primär die Photosynthese des Phytoplanktons (April bis Juni) bzw. des Phytobenthos (August bis Oktober). Erwähnenswert ist besonders die Algenentwicklung im Mai (Abb. 23), wobei ein maximaler Chlorophyllwert von 54 [µg/l] erreicht wurde. Infolge des Algenwachstums wurde der Pflanzen-Nährstoff Phosphor dabei aufgezehrt (Abb. 24) und wirkte während dieser Phase als limitierender Faktor für die Entwicklung des Phytoplanktons in der Donau. Auffallend ist auch, dass es in den Sommermonaten Juli und August, trotz zum Teil guter Rahmenbedingungen, zu keiner nennenswerten Phytoplanktonentwicklung kam. Die Sauerstoffübersättigungen während dieses Zeitraums wurden ausschließlich durch die biogene Belüftung des oberhalb der Messstation Bad Abbach auftretenden Phytobenthos verursacht.

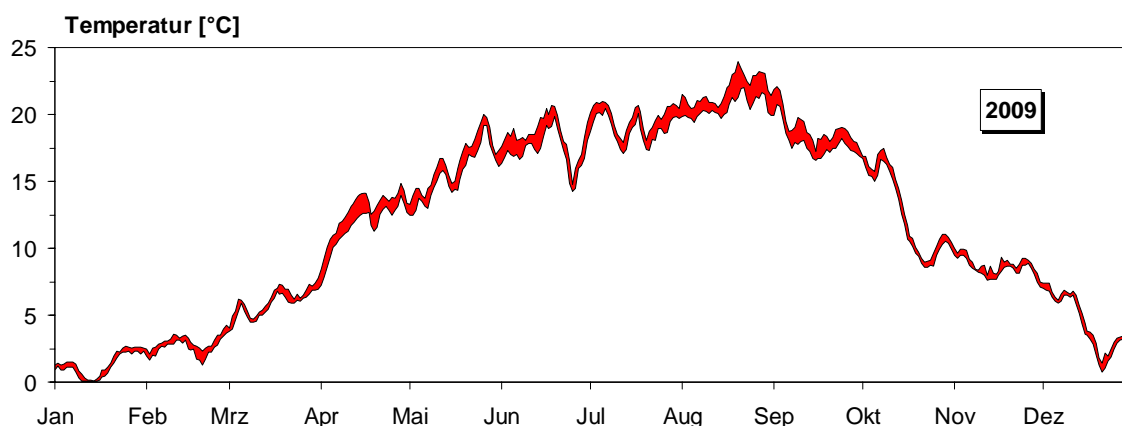


Abb. 21: Tagesschwankungen der Wassertemperatur in der Donau 2009, Messstation Bad Abbach (Tagesminima und Tagesmaxima)

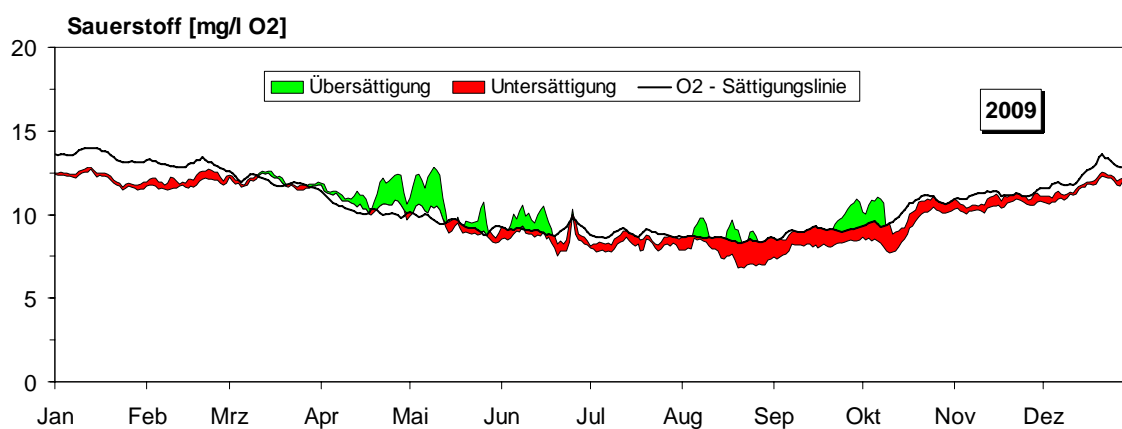


Abb. 22: Tagesschwankungen des Sauerstoffs in der Donau 2009, Messstation Bad Abbach (Tagesminima- und Tagesmaxima);

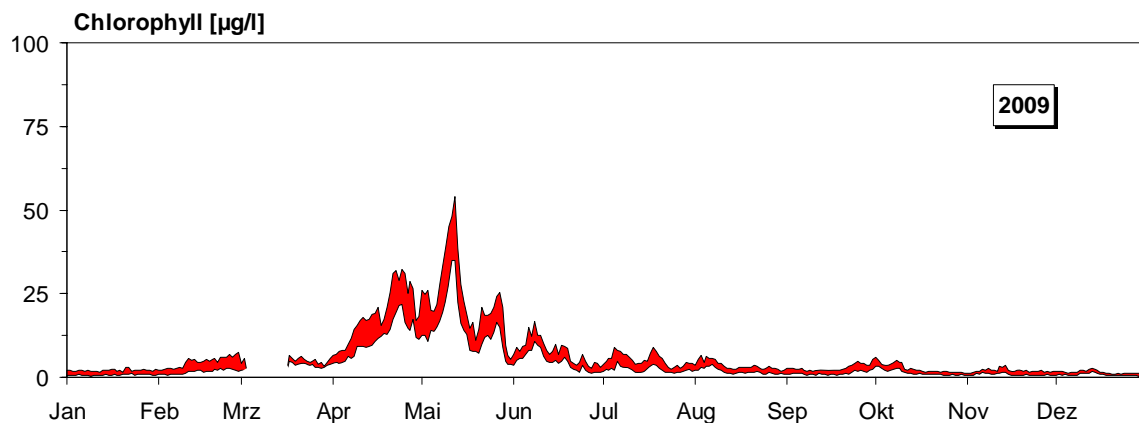


Abb. 23: Tagesschwankungen des Chlorophylls in der Donau 2009, Messstation Bad Abbach (Tagesminima und Tagesmaxima);



Abb. 24: Tagesschwankungen des ortho-Phosphats in der Donau 2009, Messstation Bad Abbach (Tagesminima und Tagesmaxima);

## Seen

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

Der Monat begann unter dem Einfluss zahlreicher Tiefdruckgebiete mit relativ warmen Luftmassen. Sie führten zu deutlich über dem langjährigen Mittel liegenden Wassertemperaturen. Diese sanken am 14. deutlich ab, als kontinentale Kaltluft einströmte. Kurzzeitig pendelten sich die Temperaturen damit um das langjährige Mittel herum ein. Für den „Kälterekord“ des Monats Dezember sorgte die arktische Kaltluft, die am 19. nach Deutschland floss. In Folge dessen sank die Wassertemperatur des Ammersees am 20. um 19.00 Uhr auf 0,4°C. Die danach wirksam werdende milde, maritime Strömung ließ die Wassertemperaturen wieder um das langjährige Mittel herum schwanken. Zum Jahresende strömte mit dem Tief „Angelos“ erneut sehr milde Luft nach Bayern, sodass die Temperaturen deutlich über das langjährige Mittel anstiegen.



Insgesamt lag das Monatsmittel der Wassertemperatur des Ammersees im Dezember 2009 um 0,6 K über dem Wert des langjährigen Mittels des Vergleichszeitraums (2000-2008). Damit fiel dieser Monat, wie schon der November, **zu warm** aus.

°C

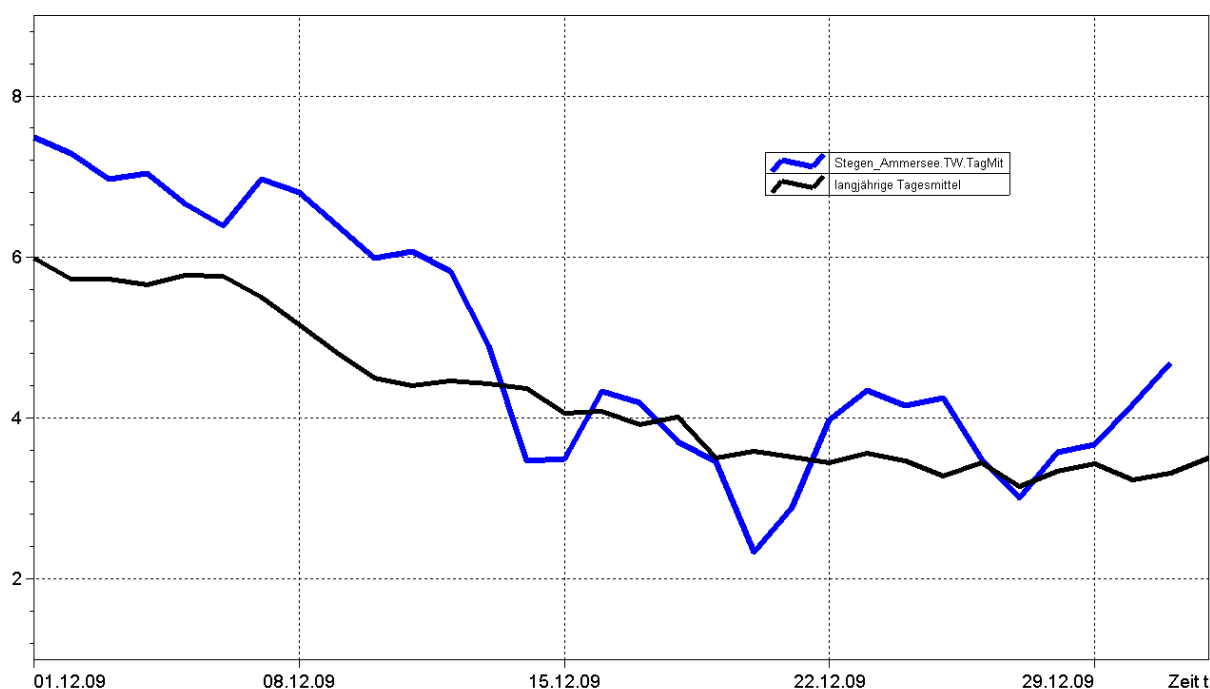


Abb. 25: Tagesmittelwerte der Wassertemperatur im Vergleich zu den Tagesmittelwerten 2000/2008 des Pegels Stegen Ammersee

### 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.

Im Berichtsmonat Dezember fielen verglichen mit dem langjährigen Monatsmittelwert des Beobachtungszeitraums 1961 bis 1990 nahezu in allen Landesteilen Bayerns überdurchschnittliche Niederschlagsmengen mit zum Teil ausgeprägten Starkregenereignissen (siehe Kapitel „Witterung, Niederschläge im Dezember“, Abb. 10). Entsprechend zeigen die Abflusswerte der Fließgewässer starke Schwankungen auf allgemein hohem Niveau (siehe Kapitel „Fließgewässer, Wasserstand und Abfluss“).

Als Folge sind an nahezu allen Grundwassermessstellen in Bayern steigende Grundwasserstände zu beobachten.

#### Messstelle: Eglfing Lehrer 265B

Grundwasserleiter: Quartär

Nr: 16006

Geländehöhe: 538,43 m ü. NN

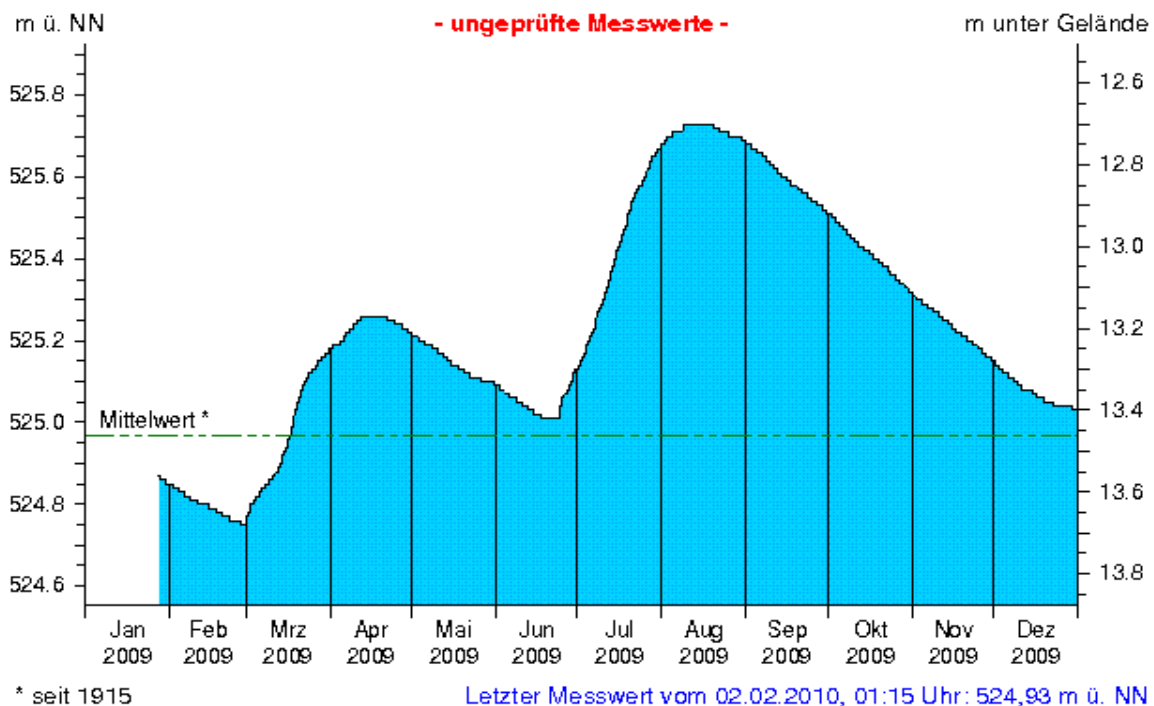


Abb.: 26: Verlauf der Grundwasserstände in der Münchner Schotterebene (Messstelle Eglfing Lehrer 265B, beobachtet seit 1915)

In **Südbayern** widersetzt sich der Aquifer der Münchener Schotterebene an einigen Pegeln diesem Trend. Aufgrund der Pufferwirkung durch die große Ausdehnung und die relativ hohen Flurabstände bilden sich die Niederschläge nicht zeitnah am Grundwasserstand ab. Es ist jedoch eine deutliche Verringerung der Absinkrate zu beobachten (siehe Messstelle Eglfing Lehrer, Abb. 26). An anderen Grundwassermessstellen in der Schotterebene mit geringerem Flurabstand setzt sich die landesweite Erholung der Grundwasserstände durch.

Wie im Vormonat reflektieren die Messstellen in den Flusstalfüllungen die starken Variationen der Fließgewässerabflüsse (siehe Kapitel „Fließgewässer, Wasserstand und Abfluss“). So ist generell ein deutlicher Anstieg der Grundwasserstände mit zum Teil markanten Spitzen zu beobachten (siehe Messstelle Arbing 336A, Abb. 27). Ausnahmen finden sich in den höheren Lagen des Alpenvorlandes. Hier war der Niederschlag zum Teil als Schnee gebunden und konnte nicht maßgeblich zu einer Erholung der Grundwasserstände beitragen.

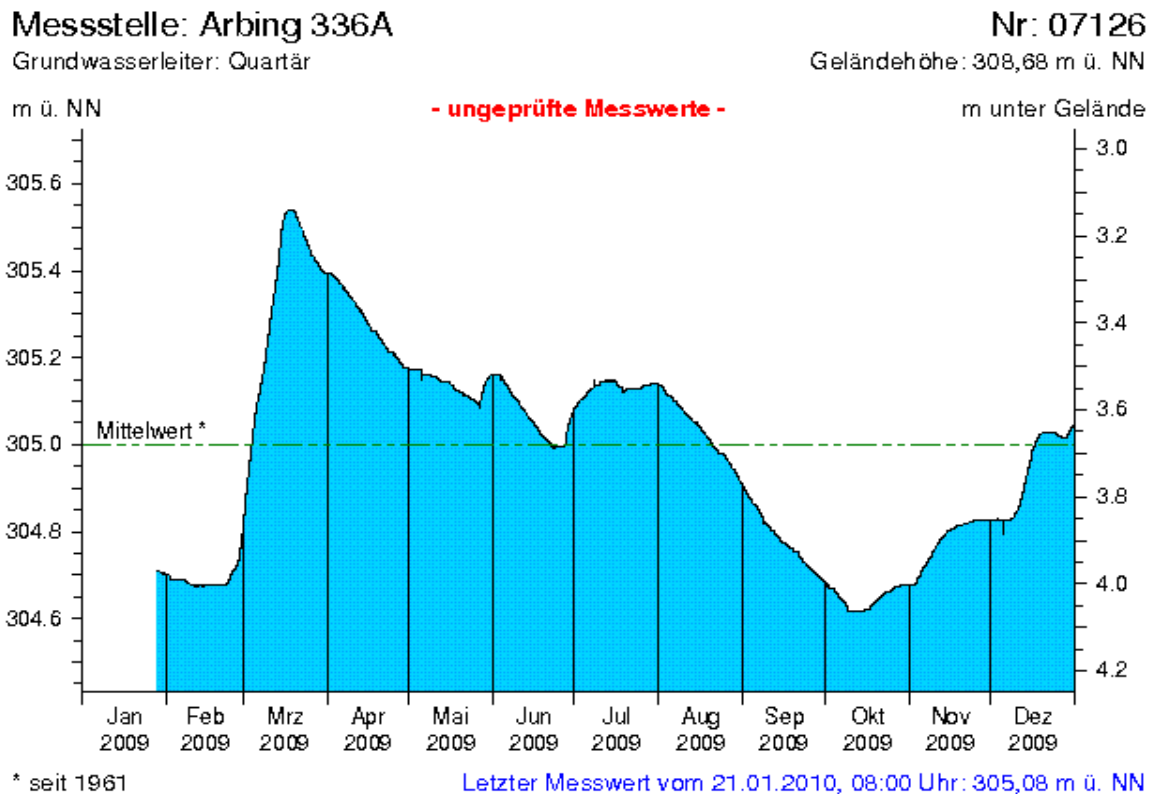


Abb. 27: Verlauf der Grundwasserstände in der quartären Talfüllung der Donau, Niederbayern (Messstelle Arbing 336A, beobachtet seit 1961)

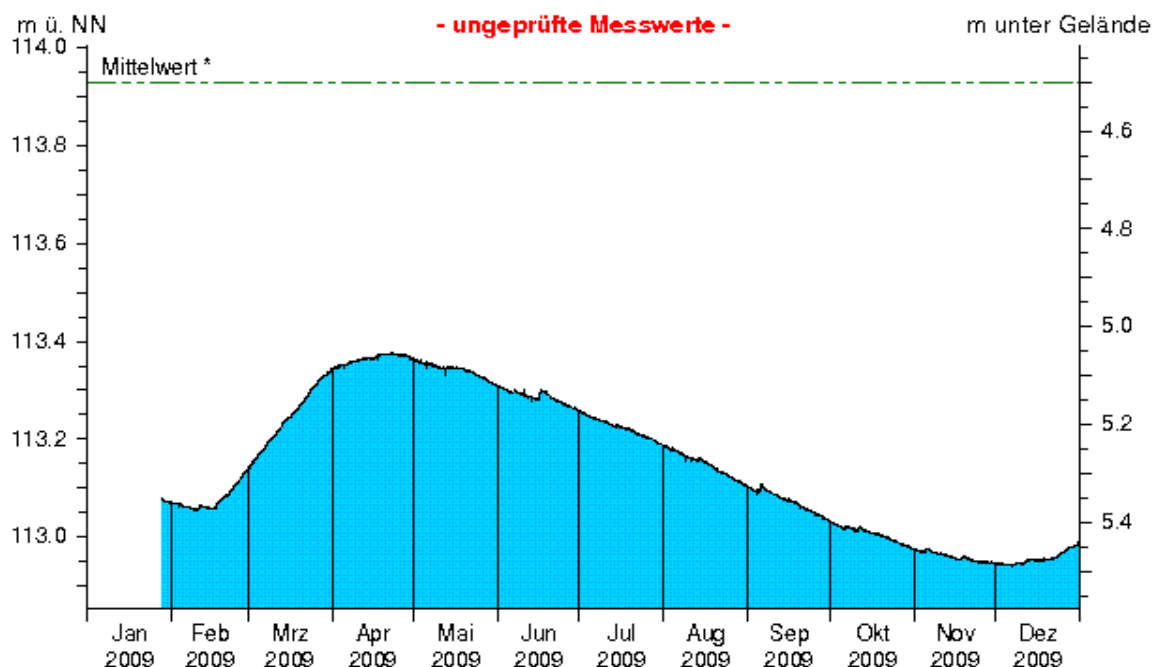
In **Nordbayern** führten die starken Niederschläge in allen Teilgebieten zu unterschiedlich stark ansteigenden Grundwasserspiegeln. Selbst im auf Niederschlagsereignisse eher träge reagierenden Schotterkörper des Aschaffener Beckens vollzog sich eine Trendumkehr hin zu leicht positiven Grundwasserbilanzen (siehe Messstelle Frühlingslust, Abb. 28). Deutlicher reflektieren die Messstellen in den quartären Flusstalfüllungen geringer Ausdehnung die Niederschlags- und Abflussverhältnisse. Oftmals sind sprunghafte Anstiege der Wasserstände mit kurzzeitigen Einbrüchen kurz nach Monatsmitte zu beobachten (siehe Messstelle Michelau 1, Abb. 29). Geringe Speichervolumen bei gleichzeitig hohem Zustrom aus den erhöhten Oberflächenabflüssen und den gesättigten oberflächennahen Wasserspeichern der Mittelgebirgshänge und Hügellandschaften erklären den raschen Anstieg. Der abrupte Rückgang Mitte Dezember wiederum findet in der Frostperiode (siehe Kapitel „Witterung“) und der damit einhergehenden Bindung von oberflächennahen Wasserressourcen in Eis und Schnee seine Begründung.

## Messstelle: Frühlingslust 86A

Grundwasserleiter: Quartär

Nr: 04108

Geländehöhe: 118,43 m ü. NN



\* seit 1938

Letzter Messwert vom 01.02.2010, 12:41 Uhr: 113,14 m ü. NN

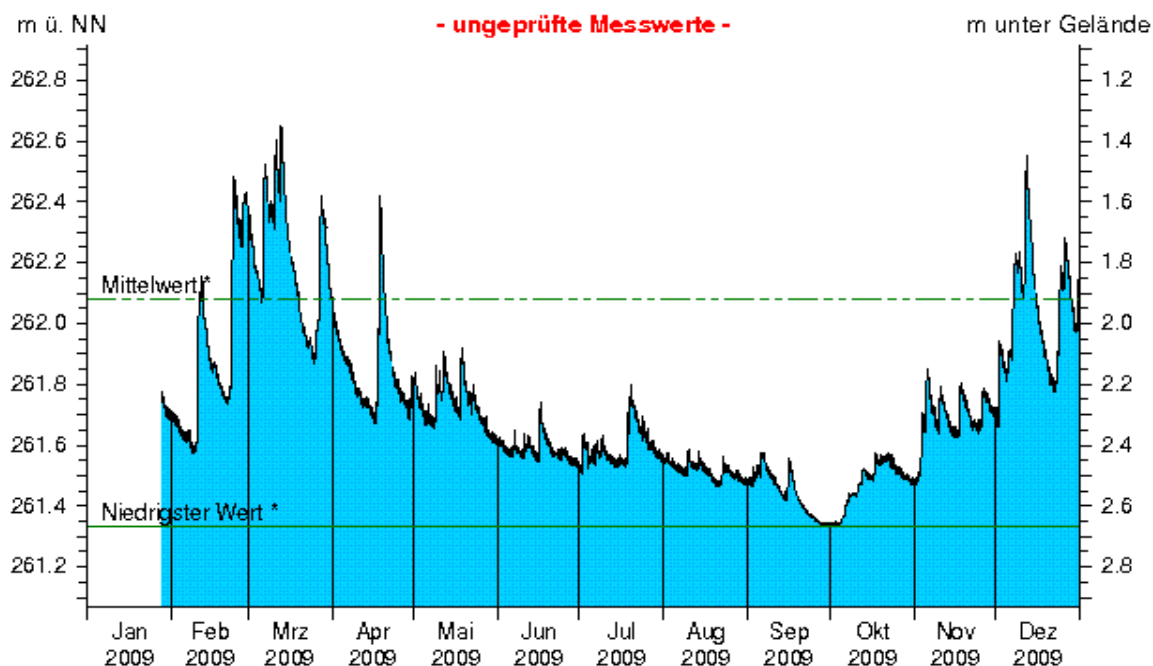
Abb. 28: Verlauf der Grundwasserstände im Aschaffener Becken (Messstelle Frühlingslust 86A, beobachtet seit 1938)

## Messstelle: Michelau 1

Grundwasserleiter: Quartär

Nr: 05161

Geländehöhe: 264,00 m ü. NN



\* seit 1997

Letzter Messwert vom 02.02.2010, 03:00 Uhr: 261,67 m ü. NN

Abb. 29: Verlauf der Grundwasserstände in der quartären Talfüllung des Main in Oberfranken (Messstelle Michelau 1, 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. 30).

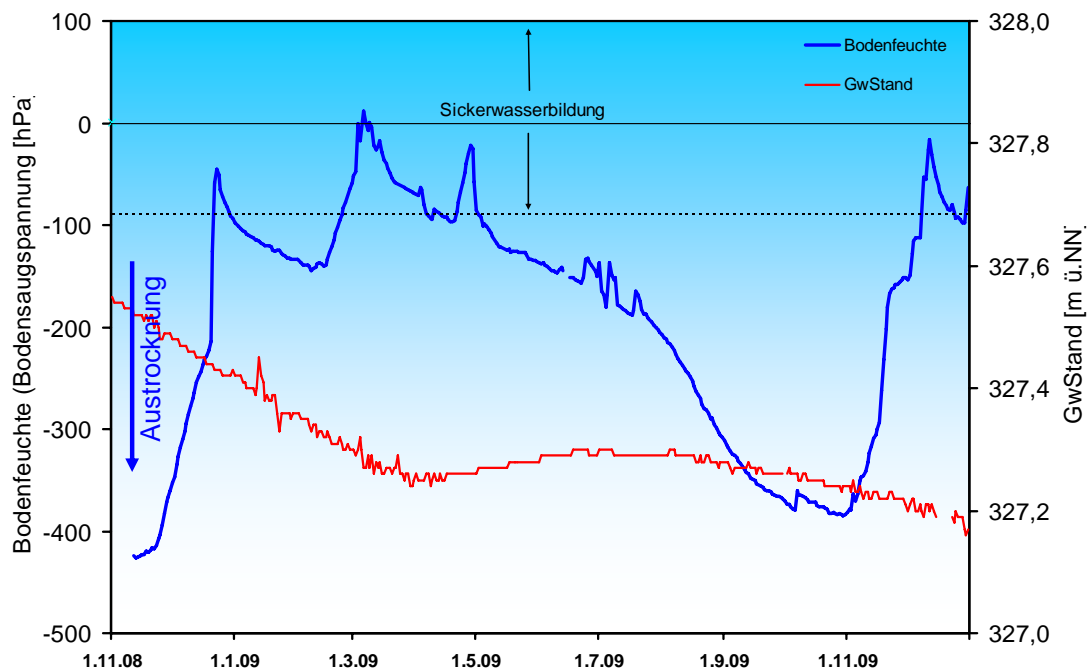


Abb. 30 Jahresverlauf Bodenfeuchte (100 cm Tiefe) und Grundwasserstand, Messstation Straubing, Donau / Gäuboden (Acker)

Durch die Niederschläge im November und der ersten Dezemberhälfte wurde der Boden in 1 Meter Tiefe so weit aufgesättigt, dass Sickerwasserbildung einsetzte. In der zweiten Monatshälfte verringerte sich deshalb der Wassergehalt des Bodens wieder, zum Jahreswechsel hin zeigt sich jedoch wieder eine steigende Tendenz der Bodenfeuchte (Abb. 31).

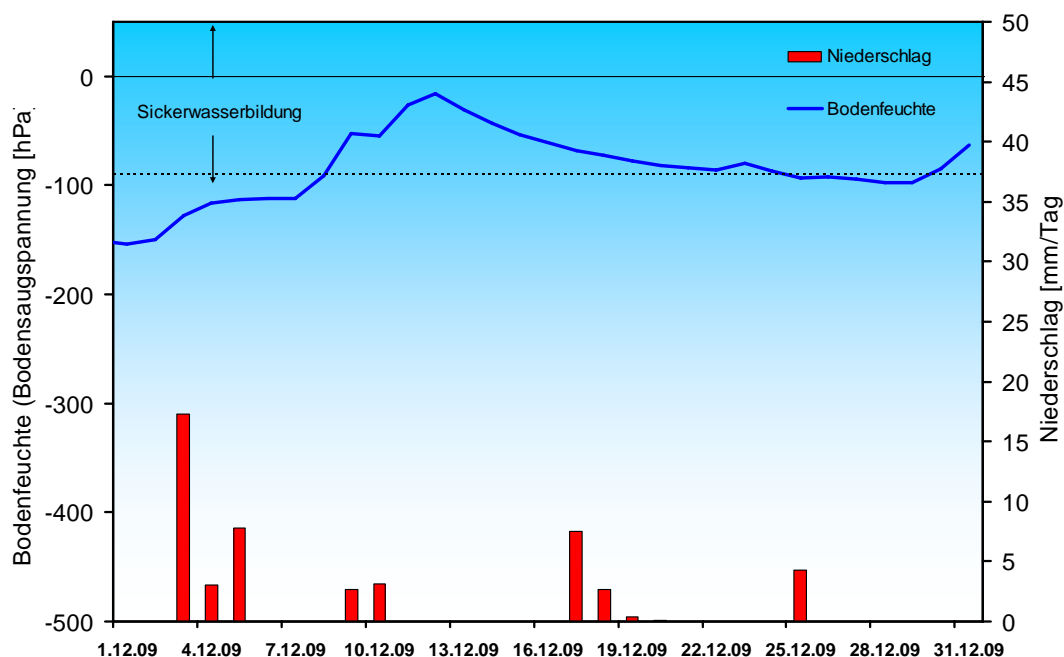


Abb. 31: Niederschlag und Bodenfeuchte (100 cm Tiefe) Dezember 2009, Messstation Straubing, Donau / Gäuboden (Acker)



Der milde Winter 2006/07 hatte mehrmonatige Rekordbodentemperaturen ausgelöst, die mit zunehmender zeitlicher Verzögerung über alle Bodentiefen bis in das Grundwasser wirkten. Nach den relativ hohen Bodentemperaturen im November 2009 fielen die Werte bis Ende Dezember wieder in den üblichen Bereich; der Monatsmittlwert lag in 1 m Tiefe bei 6,7°C (Abb. 32).

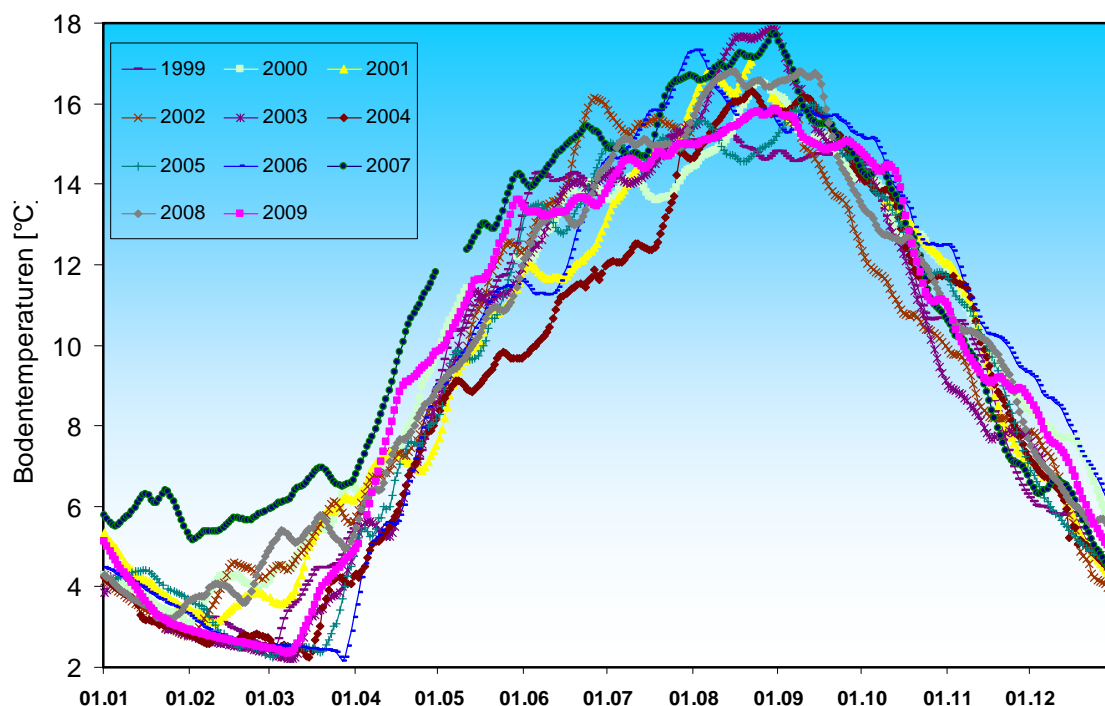


Abb. 32: Bodentemperatur in 1 m Tiefe im Zeitraum Januar – Dezember der Jahre 1999 – 2009, Messstation Straubing, Donau/ Gäuboden

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 10,3°C registriert (Abb. 33). In dieser Tiefe treten durch den langsamen Wärmetransport im Boden erst zum Jahreswechsel die jährlichen Höchstwerte der Temperatur auf, während die niedrigsten Temperaturen im Juni und Juli gemessen werden.

Auswirkungen längerfristiger Temperaturverschiebungen auf die Stoffumsätze und Sickerwassertransporte sind unter dem Gesichtspunkt des Klimawandels von besonderem Interesse.

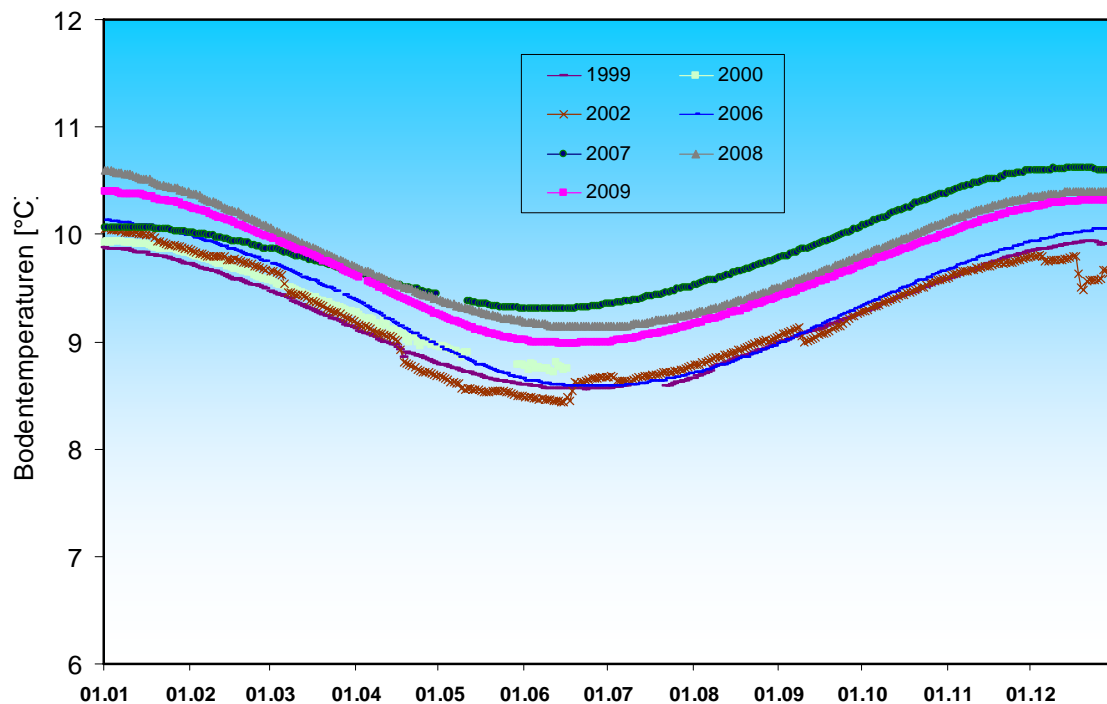


Abb. 33: Bodentemperatur in 8 m Tiefe im Zeitraum Januar – Dezember der Jahre 1999 - 2009, Messstation Straubing, Donau/ Gäuboden

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. 34).

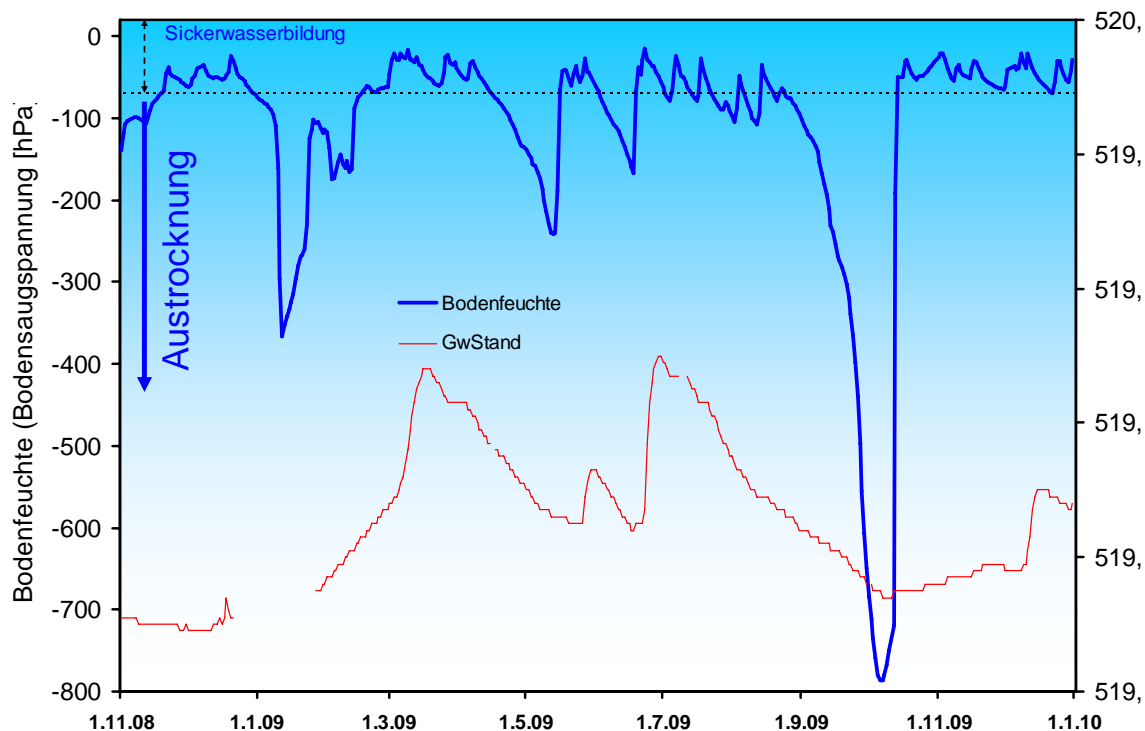


Abb. 34: Jahresverlauf Bodenfeuchte (50 cm Tiefe) und Grundwasserstand, Messstelle Fohlenhof, Nördliches Lechfeld (Grünland)

Einzelne starke Schauer im Juli und August führten wiederholt zu kurzen Anstiegen der Bodenfeuchte (Abb. 35), so dass 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 allerdings sehr deutlich aus. Sie wurde durch die Niederschläge im Oktober, vor allem am 12.10 (Tagessumme 23,6 mm) beendet. Der rasche Wechsel von trockenen in feuchten Zustand ist auf den durchlässigen Boden zurückzuführen. Die wiederholten Niederschläge im November und Dezember hielten die Bodenfeuchte stets in einem Bereich, der Sickerwasserbildung zulässt.

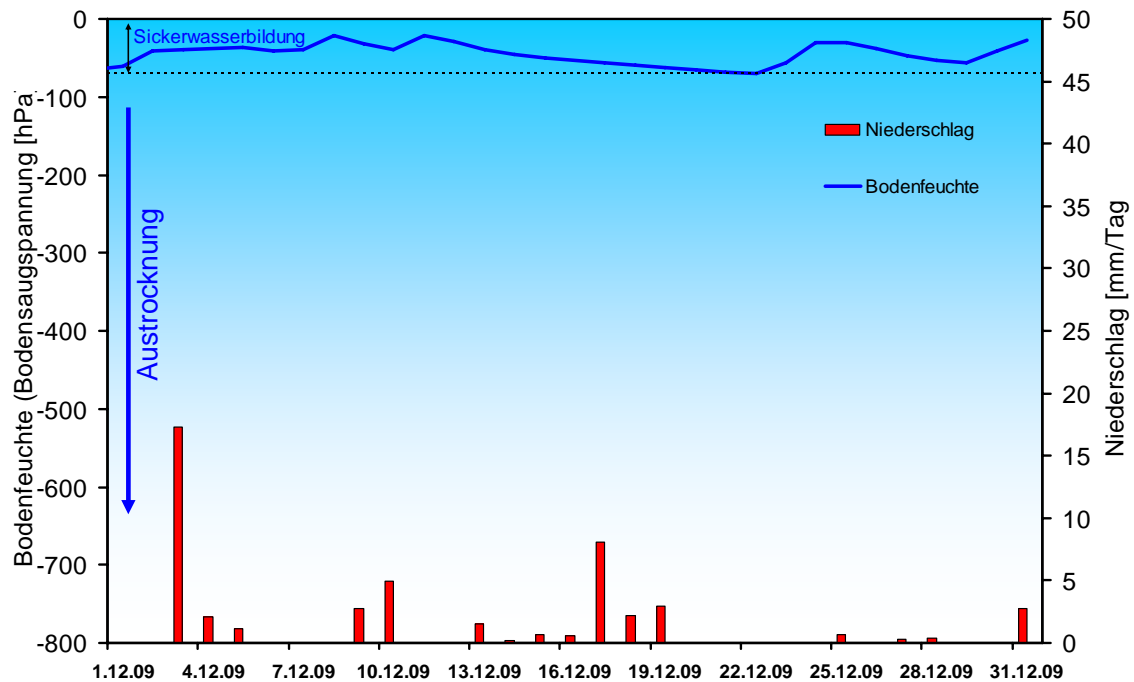


Abb. 35: Niederschlag und Bodenfeuchte (50 cm Tiefe) im Dezember 2009, Messstelle Fohlenhof, Nördliches Lechfeld (Grünland)

Die etwa eine Woche anhaltende Frostperiode Mitte Dezember führte zum deutlichen Abkühlen des Oberbodens. Der Frost drang aber nur in die obersten Zentimeter des Bodens ein, so dass in Tiefen größer 5 cm stets Temperaturen über dem Gefrierpunkt gemessen wurden (Abb. 36).

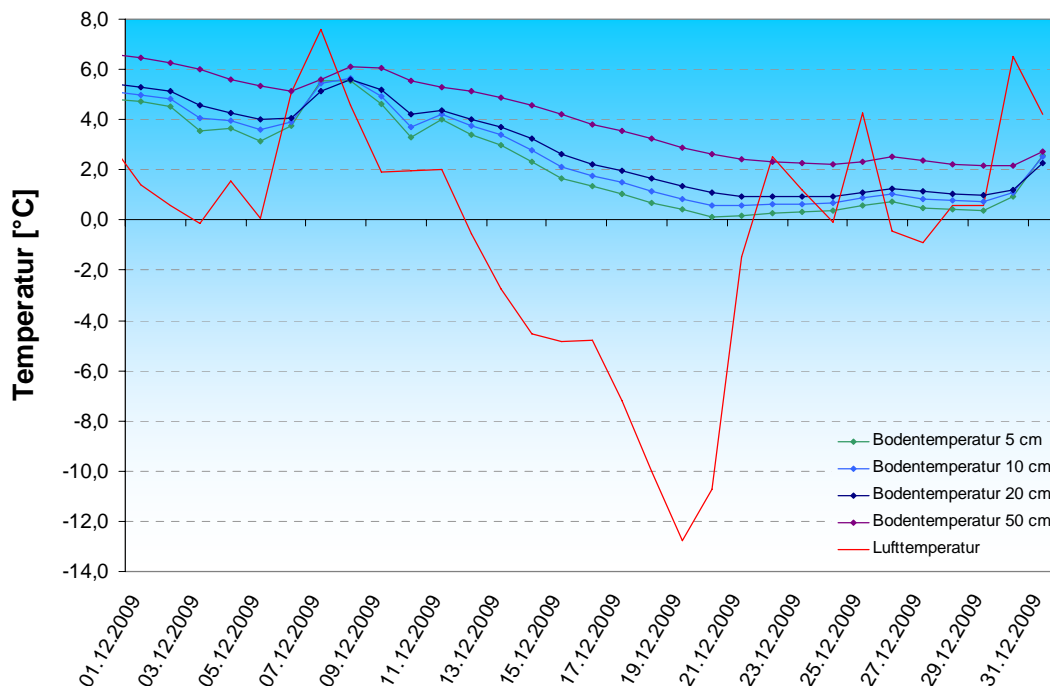


Abb. 36: Monatsverlauf Bodenmitteltemperaturen in 50cm Tiefe an der Station Nördliches Lechfeld (Grünland)

# Lawinen

## Lawinenaktivität

Einen Vorgeschmack auf den Winter 2009/10 erhielt der bayerische Alpenraum ab dem 13. **Oktober**. Mit der Kaltfront eines Tiefdruckgebiets über Polen erreichte Meeresluft arktischen Ursprungs die Nordalpen und führte staubedingt zu starken Schneefällen. Auch die Landeshauptstadt München sah erste Schneeflocken. Von Westen nach Osten abnehmend fielen im Oberallgäu in den Hochlagen bis zu 100cm, auf der Zugspitze etwa 75cm und im Berchtesgadener Land bis zu 40cm Neuschnee. In den mittleren Lagen lagerten sich 20 bis 30cm Schnee ab (siehe Abbildungen 37 und 38). Bis zum 20. Oktober war es dann winterlich kalt und die Schneedecke konnte sich bis in mittlere Lagen halten. Mit sehr milden Luftmassen bis Monatsende schmolz die Schneedecke dann schnell wieder dahin, nur oberhalb 2000m hielt sich der Schnee.



Abb. 37: Blick vom Unternberg bei Ruhpolding ins Vorland



Abb.38: Schneesituation am 21. Oktober auf 1300m Höhe am Unternberg

In der ersten **Novemberhälfte** führten mehrere Niederschlagsereignisse noch einmal zum kurzzeitigen Aufbau einer dünnen Schneedecke auch in mittleren Lagen, in den Hochlagen bewegte sich die Schneedeckenmächtigkeit bei 50 bis 75cm. Ab Monatsmitte stellten sich immer wieder Wetterlagen ein, die milde und trockene Luftmassen aus Südwest in den bayerischen Alpenraum transportierten. Der Schnee aperte bis Ende November auch in den Hochlagen zunehmend aus.

In der ersten **Dezemberdekade** führte wechselhaftes Wetter immer wieder zu Schneefällen. Begleitet von stürmischem Wind aus Nordwest fielen am 11. Dezember auch in mittleren Lagen 30cm Neuschnee, in den Hochlagen um die 50cm. Bis zum 16. Dezember transportierte ein Hoch über Nordeuropa arktische Kaltluft heran. Die geringmächtige, vom Wind beeinflusste Schneedecke wurde durch die starken Temperaturunterschiede zwischen Boden und Schneeoberfläche intensiv umgewandelt. Die Schneekristalle bauten sich zu kantigen Formen auf, der Schnee wurde insgesamt pulvrig und locker. In Strahlungs Nächten lagerte sich Oberflächenreif ab, alles Indizien für zukünftige Schwachschichten bei Überlagerung durch Neuschnee. Am Freitag, den 16. Dezember, startete die Lawinenwarnzentrale mit den Lageberichten. Der erste Lawinenlagebericht konnte für den gesamten bayerischen Alpenraum noch von geringer Lawinengefahr berichten. Nennenswerter Schneefall setzte dann ab 20. Dezember wieder ein. Das wechselhafte und niederschlagsreiche Wetter hielt bis zum 1. Weihnachtsfeiertag an. Stürmischer Wind begleitete die Schneefälle und verfrachtete sowohl den Neuschnee als auch die pulvrige Altschneedecke. Der Triebsschnee war sehr störanfällig, der Lawinenlagebericht vom 22. Dezember warnte vor erheblicher Lawinengefahr oberhalb der Waldgrenze. Bis in mittlere Lagen durchfeuchtete Regen die Schneedecke intensiv. In höheren Lagen wurde die Schnee-

decke stark vom Wind beeinflusst, Bergkämme und Grate waren abgeweht, in Rinnen und Mulden sammelte sich der Tribschnee.



Abb. 39: Kleine Lockerschneerutsche am 21.12. im Spitzinggebiet  
Foto: W. Alkhofer



Abb. 40: Schneekristalle, wie sie nur Weihnachten zu finden sind  
Foto: T. Hafenmair

Durch das milde Wetter bis Monatsende ging die Schneedecke in den mittleren Lagen stark zurück und stabilisierte sich. In den Hochlagen blieben Schneeverfrachtungen in steilen Rinnen störanfällig. Insgesamt bestanden den ganzen Monat Dezember über keine guten Skitourenverhältnisse auf Grund der schlechten Schneelage in tiefen und mittleren Lagen.

Abgesehen von einzelnen mittleren Lawinenabgängen auf steilen Grashängen und kleineren Lockerschneelawinen aus felsdurchsetztem Steilgelände (siehe Abb. 39) war das Lawinengeschehen harmlos. Die Lawinenkommissionen mussten in ihren Zuständigkeitsbereichen nicht in Erscheinung treten.

Aktuelle Mitteilungen des Lawinenwarndienstes erhalten Sie unter:

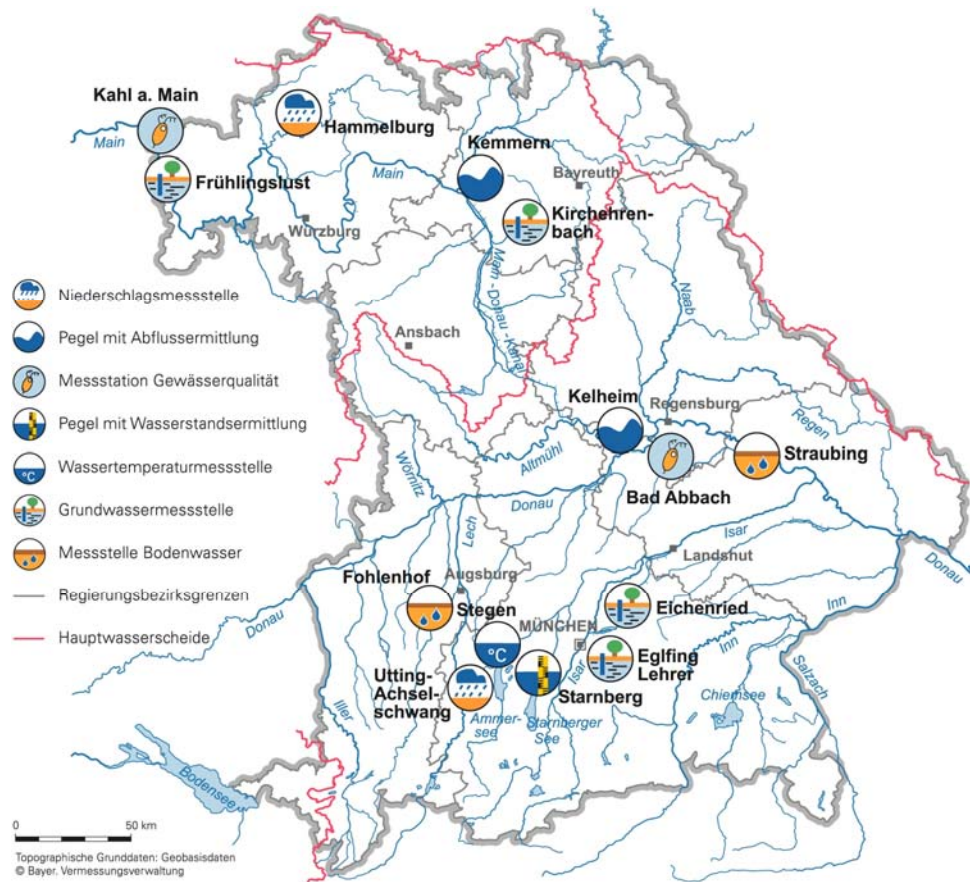
<http://www.lawinenwarndienst.bayern.de>



## Fachbegriffe und Abkürzungen

<b>Ammonium-Stickstoff</b>	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.	<b>Nitrat-Stickstoff</b>	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.
<b>Bodensaugspannung</b>	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.	<b>NW bzw. NQ</b>	Niedrigster Wasserstand bzw. Abfluss in einem vorgegebenen Zeitraum
<b>Chlorophyll a</b>	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.	<b>pH-Wert</b>	Neben dem Sauerstoffhaushalt werden auch die pH-Wertschwankungen durch das Algenwachstum geprägt. Die pH-Werte liegen meist leicht über 8,0.
<b>Feldkapazität</b>	Die im Boden zurückgehaltene Wassermenge, nachdem das durch Schwerkraft bewegbare Wasser abgeflossen ist.	<b>Phosphor</b>	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> )	<b>Q</b>	Abfluss in m <sup>3</sup> /s
$h_S$	Höhe der Gesamtschneedecke [cm]	<b>Sauerstoff O<sub>2</sub></b>	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.
<b>HW bzw. HQ</b>	Höchster Wasserstand bzw. Abfluss in einem vorgegebenen Zeitraum	<b>T<sub>w</sub></b>	Wassertemperatur in °C
<b>Leitfähigkeit in µS/cm</b>	Die spezifische elektrische Leitfähigkeit hängt sehr stark vom Abflussgeschehen ab.	<b>T<sub>w</sub>.TagMit</b>	Tagesmittelwert der Wassertemperatur
<b>Meldestufe</b>	Im Hochwassernachrichtendienst in Bayern wird das Ausmaß der Überflutung durch vier Meldestufen beschrieben	<b>Toxische Wirkungen</b>	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.
<b>MHW bzw. MHQ</b>	Mittelwert der Jahreshöchstwerte des Wasserstandes und des Abflusses in einem vorgegebenen Zeitraum	<b>Trübung</b>	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.
<b>MNW bzw. MNQ</b>	Mittelwert der Jahresniedrigstwerte des Wasserstandes und des Abflusses in einem vorgegebenen Zeitraum	<b>W</b>	Wasserstand in cm
<b>MW bzw. MQ</b>	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 11.12.2009, 04:30 Uhr (länger anhaltende Regenfälle im Bereich des Tiefs "Sebastian")	4
Abb. 3: Infrarot-Satellitenbild vom 30.12.2009, 17:00 Uhr (verbreitete, teils ergiebige Regenfälle im Bereich des Tiefs "Angelos")	4
Abb. 4: Niederschlagsverhältnisse der Ombrometerstation Hammelburg	5
Abb. 5: Niederschlagsverhältnisse an der Ombrometerstation Utting-Achselschwang	5
Abb. 6: Niederschlag $h_N$ der Ombrometerstation Hammelburg	6
Abb. 7: Niederschlag $h_N$ der Ombrometerstation Utting-Achselschwang	6
Abb. 8: Karte der Tagesniederschläge vom 29.12.2009	7
Abb. 9: Karte des Wassergehalts der Schneedecke (Wasseräquivalent) vom 30.12.2009	8
Abb. 10: Monatsniederschläge ausgewählter Ombrometerstationen	9
Abb. 11: Auswahl von Messstellen der quantitativen Hydrologie	10
Abb. 12: Abflussentwicklung Kempten / Iller im Berichtsmonat      Hauptwerte der Zeitreihe:	11
Abb. 13: Abflussentwicklung Windischeschen-bach / Waldnaab im Berichtsmonat      Hauptwerte der Zeitreihe:	11
Abb. 14: Abflussentwicklung Laufermühle / Aisch im Berichtsmonat <b>Hauptwerte der Zeitreihe:</b>	12
Abb. 15: Wasserstandsentwicklung Laufermühle / Aisch im Berichtsmonat <b>Meldestufe 1</b> 400 cm	12
Abb. 16: Wasserstandsentwicklung St. Quirin / Tegernsee im Berichtsmonat      Seespiegel: <b>Mittlerer Seespiegel</b> 725,38 m ü. NN	13
Abb. 17: Anhand der Wasserstandsganglinie des Pegels Schenkenau/Itz können die beiden Hochwasserereignisse vom 11./12. Dezember 2009 und 31. Dezember 2009 zum 01. Januar 2010 nachvollzogen werden.	13
Abb. 18: Übersichtskarte der höchsten erreichten Meldestufen während der beiden Hochwasserereignisse im Dezember 2009.	14
Abb. 19: Jahresganglinie (Tagesmittel) der Wassertemperatur November 2009 im Vergleich zu den Tagesmittelwerten 2000/ 2008 des Pegels Windischeschenbach/ Waldnaab	16
Abb. 20: Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt des Mains, Messstation Kahl a. Main	17
Abb. 21: Tagesschwankungen der Wassertemperatur in der Donau 2009, Messstation Bad Abbach      (Tagesminima und Tagesmaxima)	19
Abb. 22: Tagesschwankungen des Sauerstoffs in der Donau 2009, Messstation Bad Abbach (Tagesminima-und Tagesmaxima);	19

Abb. 23: Tagesschwankungen des Chlorophylls in der Donau 2009, Messstation Bad Abbach (Tagesminima und Tagesmaxima);	20
Abb. 24: Tagesschwankungen des ortho-Phosphats in der Donau 2009, Messstation Bad Abbach (Tagesminima und Tagesmaxima);	20
Abb. 25: Tagesmittelwerte der Wassertemperatur im Vergleich zu den Tagesmittelwerten 2000/2008 des Pegels Stegen Ammersee	21
Abb.: 26: Verlauf der Grundwasserstände in der Münchner Schotterebene (Messstelle Eglfing Lehrer 265B, beobachtet seit 1915)	22
Abb. 27: Verlauf der Grundwasserstände in der quartären Talfüllung der Donau, Niederbayern (Messstelle Arbing 336A, beobachtet seit 1961)	23
Abb. 28: Verlauf der Grundwasserstände im Aschaffener Becken (Messstelle Frühlingslust 86A, beobachtet seit 1938)	24
Abb. 29: Verlauf der Grundwasserstände in der quartären Talfüllung des Main in Oberfranken (Messstelle Michelau 1, beobachtet seit 1997)	24
Abb. 30: Jahresverlauf Bodenfeuchte (100 cm Tiefe) und Grundwasserstand, Messstation Straubing, Donau / Gäuboden (Acker)	26
Abb. 31: Niederschlag und Bodenfeuchte (100 cm Tiefe) Dezember 2009, Messstation Straubing, Donau / Gäuboden (Acker)	26
Abb. 32: Bodentemperatur in 1 m Tiefe im Zeitraum Januar – Dezember der Jahre 1999 – 2009, Messstation Straubing, Donau/ Gäuboden	27
Abb. 33: Bodentemperatur in 8 m Tiefe im Zeitraum Januar – Dezember der Jahre 1999 - 2009, Messstation Straubing, Donau/ Gäuboden	28
Abb. 34: Jahresverlauf Bodenfeuchte (50 cm Tiefe) und Grundwasserstand, Messstelle Fohlenhof, Nördliches Lechfeld (Grünland)	29
Abb. 35: Niederschlag und Bodenfeuchte (50 cm Tiefe) im Dezember 2009, Messstelle Fohlenhof, Nördliches Lechfeld (Grünland)	30
Abb. 36: Monatsverlauf Bodenmitteltemperaturen in 50cm Tiefe an der Station Nördliches Lechfeld (Grünland)	30

---

#### 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:**  
 12 / 2009