

# Wasser in Bayern

Gewässerkundlicher  
Monatsbericht Februar 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 Februar	3
Niederschläge im Februar	6
<b>Fließgewässer und Seen</b>	<b>13</b>
Wasserstand und Abfluss	13
Hochwasser	16
Wassertemperaturen und Gewässerqualität	19
<b>Grund- und Bodenwasser</b>	<b>25</b>
Grundwasserstände	25
Bodenwasser	28
<b>Lawinen</b>	<b>33</b>
Lawinenaktivität	33
<b>Fachbegriffe und Abkürzungen</b>	<b>35</b>
<b>Übersichtskarte Messstellen</b>	<b>36</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>37</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>	<b><a href="mailto:Birgit.Wolf@lfu.bayern.de">Birgit.Wolf@lfu.bayern.de</a></b>

## Witterung

### Wetterlagen im Februar

Am Monatsanfang sorgten die skandinavischen Hochdruckgebiete "Elfriede" und "Friederike" auch in Bayern für trockenes Wetter. Während die Höchsttemperaturen am 1. noch um den Gefrierpunkt lagen, führte die Südwestströmung am 2. zu einer Erwärmung bis 11 °C in den alpennahen Föhngebieten.

Vom 3. bis zum 7. etablierte sich über Westeuropa ein Tiefdrucksystem und dadurch gelangten weiterhin milde Luftmassen aus südwestlichen Richtungen nach Bayern. Bei zähem Nebel und in Flussniederungen erreichten die Höchsttemperaturen nur Werte um 0 °C, in den Föhngebieten wurde es bei sonnigem Wetter bis 13 °C warm. Erst am 7. wurde Bayern wieder von Frontensystemen gestreift, aber die Niederschläge blieben unbedeutend.

In der Witterungsperiode vom 8. bis 12. wurde ein ausgedehntes Tiefdrucksystem über Mitteleuropa wetterbestimmend und lenkte Tiefdruckgebiete (z.B. atlantisches Orkantief "Quinten") sowie zeitweise arktische Meeresluft nach Bayern. Am 10. regnete es im Bereich der Warmfront von Orkantief "Quinten" (s. Abb. 2 und Abb. 3) und im Warmsektor stiegen die Höchsttemperaturen bis auf 11 °C. Durch die schauerartigen Regenfälle wurden in weiten Teilen Frankens erhöhte Wasserstände und örtlich Ausuferungen (Meldestufen 1 bis 2) registriert. An den übrigen Tagen schneite es verbreitet und zum Teil auch länger anhaltend bei Höchsttemperaturen zwischen -1 und 4 °C. Witterungsbedingt kam es in dieser Zeit zu starken Beeinträchtigungen und Schäden (abgedeckte Dächer und umgeknickte Bäume durch Sturmböen am 10., massive Verkehrsbehinderungen in Nordbayern durch heftige Schneefälle sowie Schnee- und Eisglätte am 11.).

Vom 13. bis zum 25. blieben hoher Luftdruck über Westeuropa und ein Tiefdrucksystem über Osteuropa relativ stationär. Bei dieser Nordlage gelangten überwiegend kalte Luftmassen nach Bayern und in der kältesten Witterungsperiode des Monats wurden Tageshöchsttemperaturen zwischen -5 und +5 °C registriert (verbreitet 4 Eistage, Tiefsttemperatur am 19: z.B. Wielenbach/Lkr. Weilheim: -17,0 °C). Es fielen immer wieder Niederschläge (überwiegend als Schnee), die im Bereich der Luftmassengrenzen sowie in Nordstaulagen ergiebig ausfielen. Ab dem 14. kam es immer wieder zu Lawinenabgängen in den Alpen (s. Lawinenbericht). Die stärksten Schneefälle traten dabei am 17. und 23. auf (Abb. 4 und Abb. 5).

Ab dem 26. bis zum Monatsende dominierte eine nordwestliche Strömung, zwei Tiefausläufer überquerten Bayern und vor allem in den Staulagen wurden stärkere Niederschläge registriert (Abb. 6). Die Zufuhr milder Luftmassen (Höchsttemperaturen zwischen 1 und 9 °C) führte dabei zu einem Anstieg der Schneefallgrenze auf 1000 m. Am 28. wurde Hoch "Johanna" von Westen wetterwirksam, es fielen kaum Niederschläge und bei Höchsttemperaturen um 10 °C (z.B. Wielenbach/Lkr. Weilheim: 12,0 °C am 28.) setzte Tauwetter ein. Infolge der Regen- bzw. Schneeregenfälle und der Schneeschmelze kam es ab dem 23. zu Ausuferungen und Überflutungen bei einigen nordbayerischen Flüssen (verbreitet Meldestufe 1 bis 2, vereinzelt 3) und zu vereinzelter Meldestufenüberschreitungen bei kleineren südlichen Donauzuflüssen.

Durch die häufige Zufuhr von polaren bzw. subpolaren Luftmassen war der **Februar** im Vergleich zum langjährigen Mittel **zu kalt**.

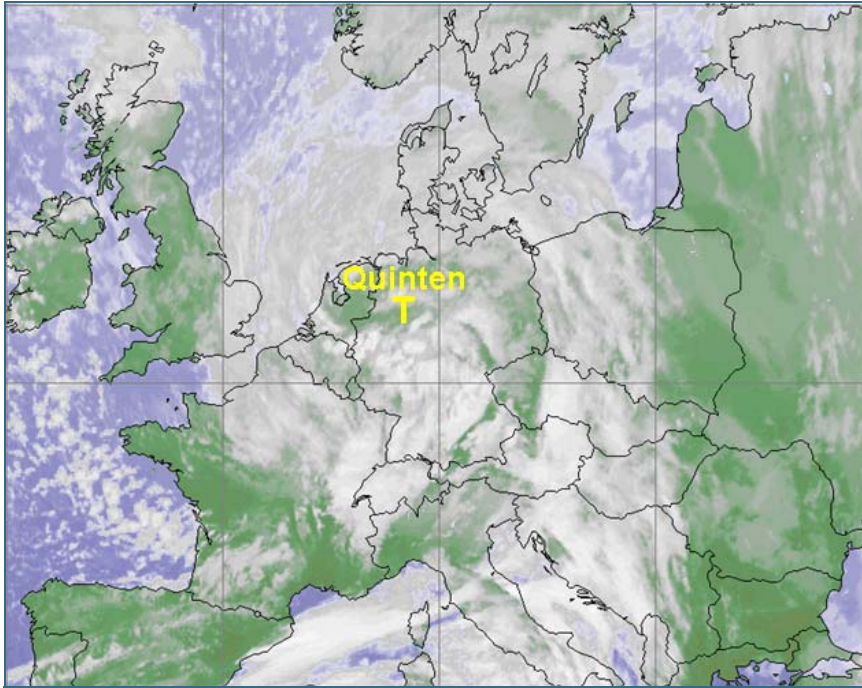


Abb. 2: Infrarot-Satellitenbild vom 10.02.2009, 10:30 Uhr (Orkantief "Quinten" mit Kerndruck 982 hPa überquert Deutschland)



Abb. 3: München am 10.02.2009, Quell- und Schichtwolken in verschiedenen Niveaus vor dem Kaltfrontdurchgang von Orkantief "Quinten" (tiefe Bewölkung: Cumulus und Stratocumulus, mittelhohe Bewölkung: Altostratus und Altopcumulus).



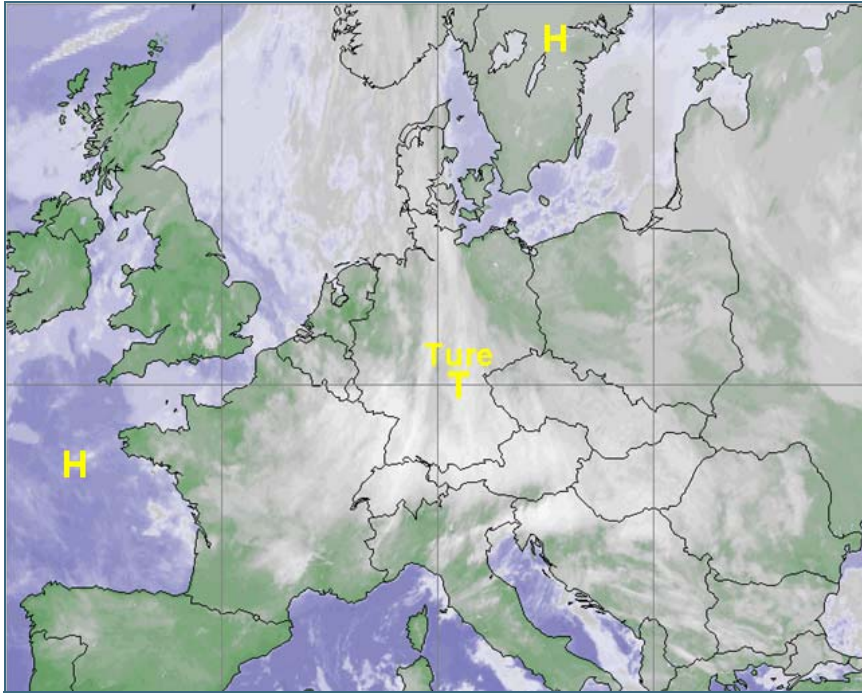


Abb. 4: Infrarot-Satellitenbild vom 17.02.2009, 05:30 Uhr (Nordlage mit meridionalen Frontensystem über Deutschland)

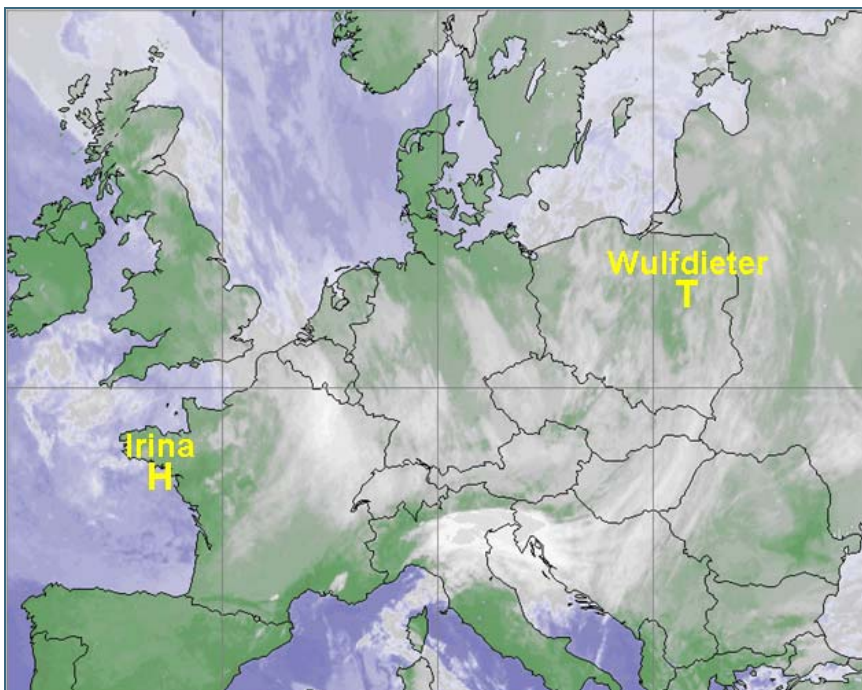


Abb. 5: Infrarot-Satellitenbild vom 23.02.2009, 08:30 Uhr (Tief "Wulfdieter" gelangte aus nordwestlichen Richtungen nach Bayern).

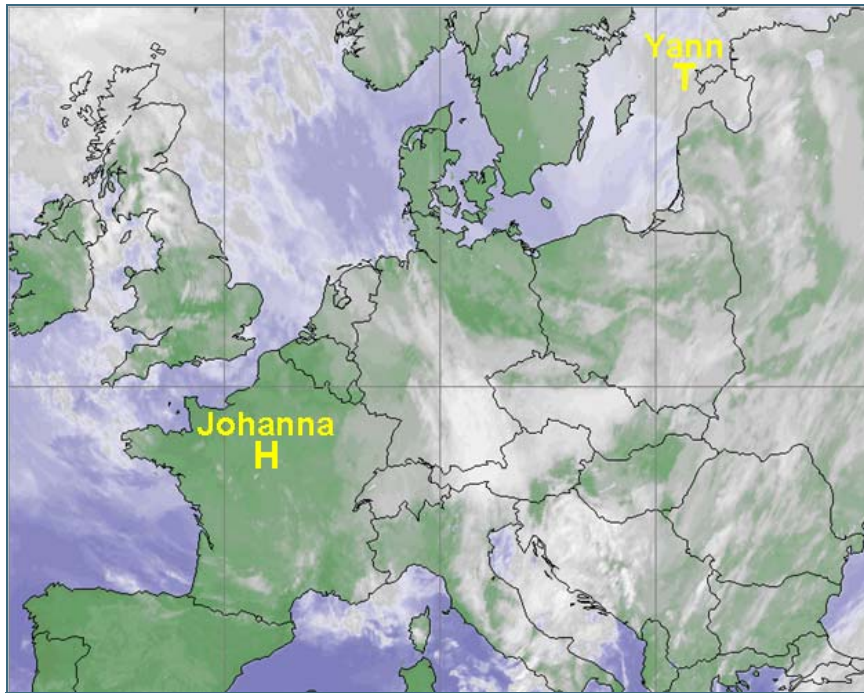


Abb. 6: Infrarot-Satellitenbild vom 27.02.2009, 03:00 Uhr (Die Fronten von Tief "Yann" gelangten von Nordwesten nach Bayern)

## Niederschläge im Februar

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 **Februar** war im Vergleich zum langjährigen Niederschlagsmittel 1961/90 **verbreitet zu nass** und in den **westlichen Landesteilen überwiegend zu trocken** (Abb. 7, Abb. 8 und Abb. 15). Dies belegen auch die Monatsniederschläge von Hammelburg mit 43 mm (96 % vom langjährigen Mittel) und Utting-Achselschwang mit 59 mm (106 % vom Mittel).

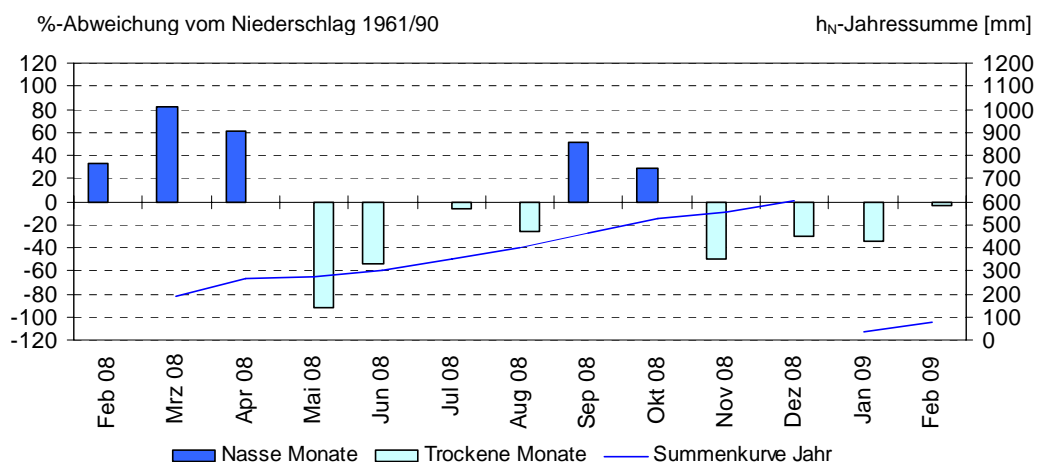


Abb. 7: Niederschlagsverhältnisse der Ombrometerstation Hammelburg

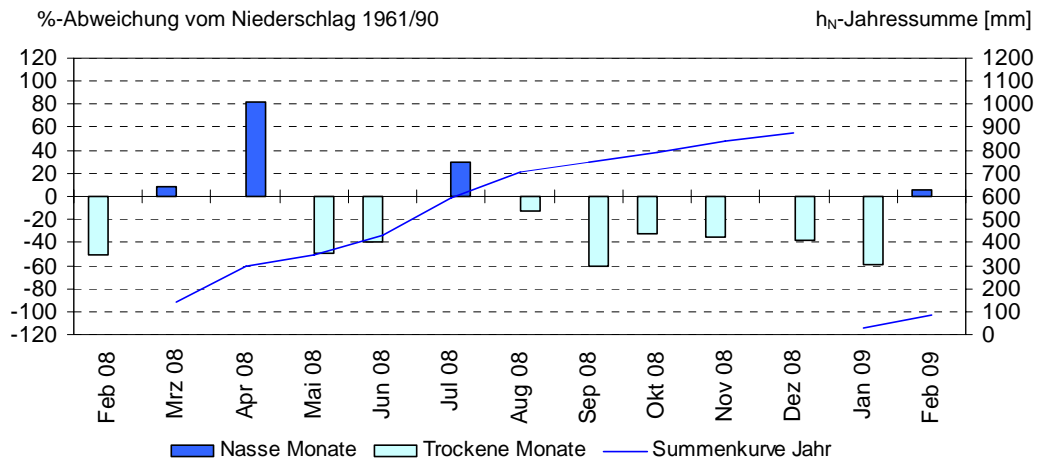
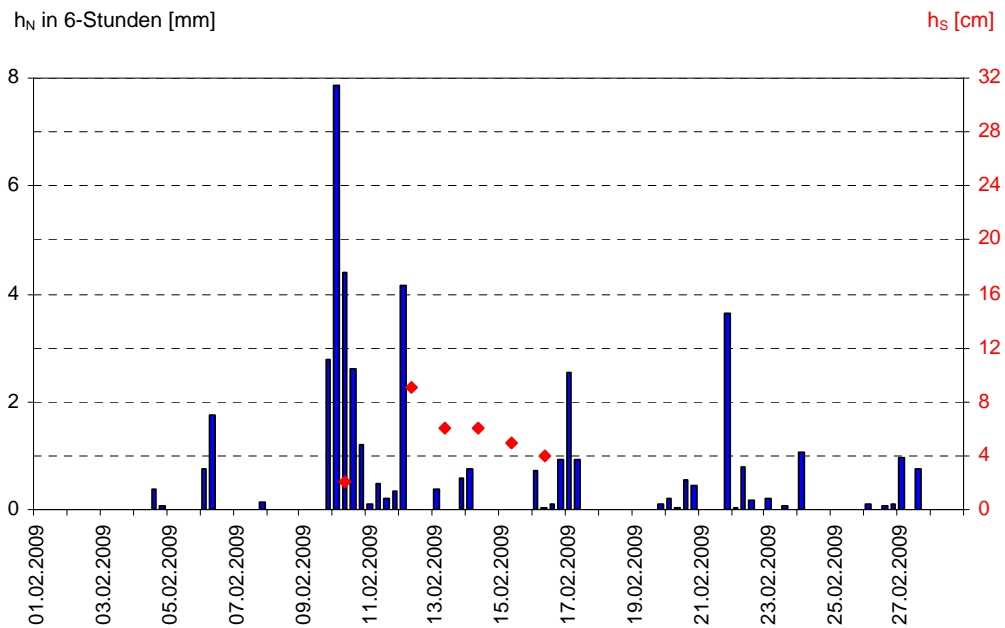
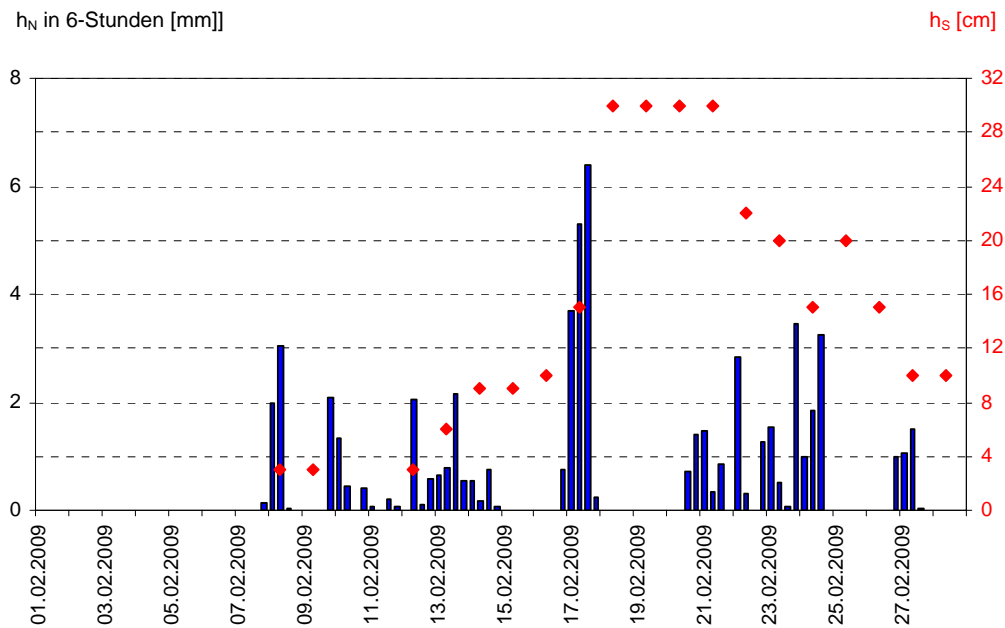


Abb. 8: Niederschlagsverhältnisse an der Ombrometerstation Utting-Achselschwang

Abb. 9: Niederschlag  $h_N$  der Ombrometerstation Hammelburg

Abb. 10: Niederschlag  $h_N$  der Ombrometerstation Utting-Achselschwang

Im Folgenden werden nur die herausragenden Niederschlagsereignisse des Monats beschrieben. Nach einem trockenen Monatsbeginn kam es erst ab dem 7. wieder zu Regenfällen im Bereich von durchziehenden Frontensystemen. Insbesondere beim Durchzug von Orkantief "Quinten" (10. auf 11.) wurden stärkere Niederschläge in Nord- und Ostbayern registriert (Abb. 11), wobei im Bereich der Warmfront der Niederschlag zunächst noch als Regen fiel und beim Kaltfrontdurchgang zunehmend in Schnee überging. Bei der Station Gräfendorf/Lkr. Main-Spessart wurde am 10. zum Beispiel ein Tagesniederschlag von 16 mm gemessen.

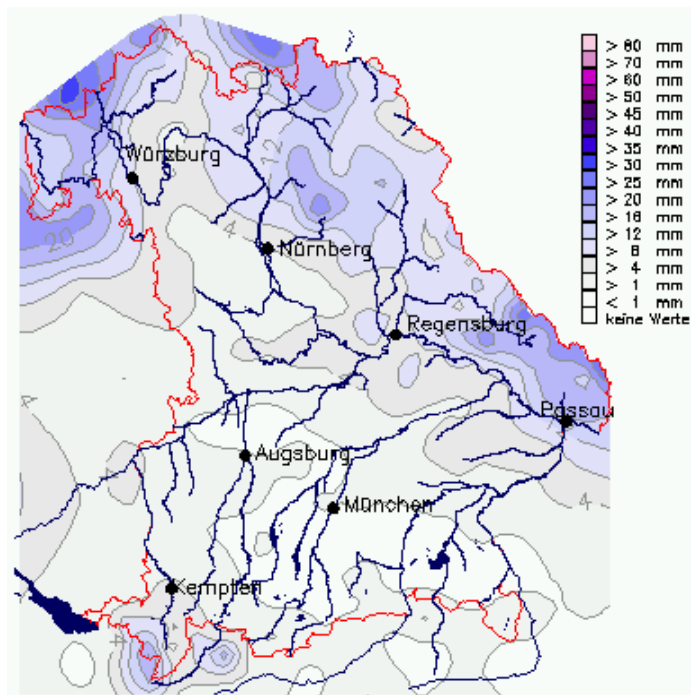


Abb. 11: Karte der Tagesniederschläge vom 10.02.2009



Die schauerartigen Regenfälle verursachten insbesondere bei den fränkischen Flusssystemen einen deutlichen Anstieg der Wasserstände und örtlich kam es zu Ausuferungen (s. Hochwasserbericht). In der Folgezeit kam es immer wieder zu heftigen Schneefällen und ab dem 12. wurde in nahezu ganz Bayern eine Schneebedeckung registriert. Die stärksten Schneefälle fielen am 17. und 23. bei nörd-

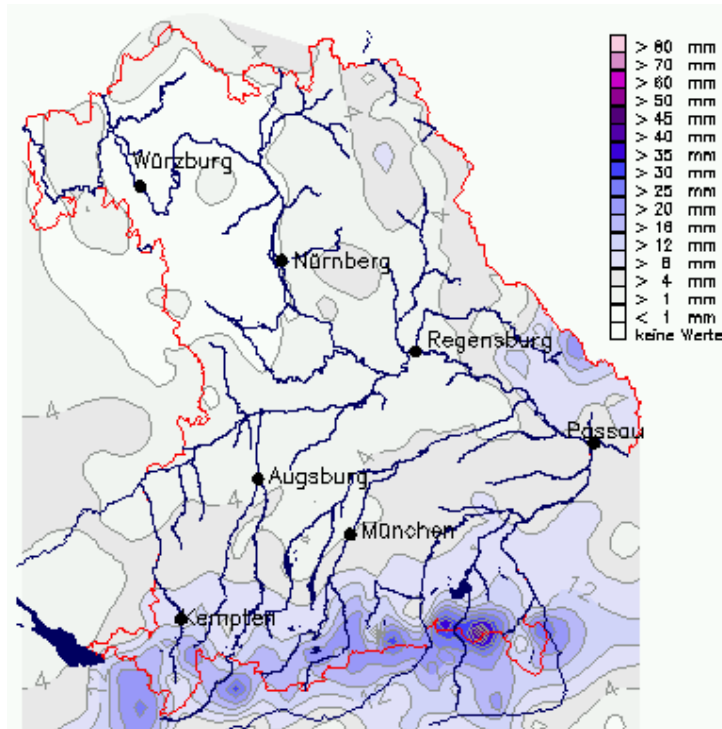


Abb. 12: Karte der Tagesniederschläge vom 23.02.2009

licher Strömung. Dabei erreichten die Tagesniederschläge (Abb. 12) jeweils rund 30 mm bei einzelnen Stationen im Alpenstau (z.B.: Unterwössen/Lkr. Traunstein: 33 mm am 17., Oberstaufen-Thalkirchdorf/Lkr. Oberallgäu: 32 mm am 17., Kochel/Lkr. Bad Tölz-Wolfratshausen: 28 mm am 23.). Am 18. hatte sich in weiten Teilen Bayerns eine über 10 cm mächtige Schneedecke gebildet (z.B.: Hof: 26 cm, München: 17 cm) und in Alpennähe waren allein als Neuschnee 15 bis zu 60 cm hinzugekommen.

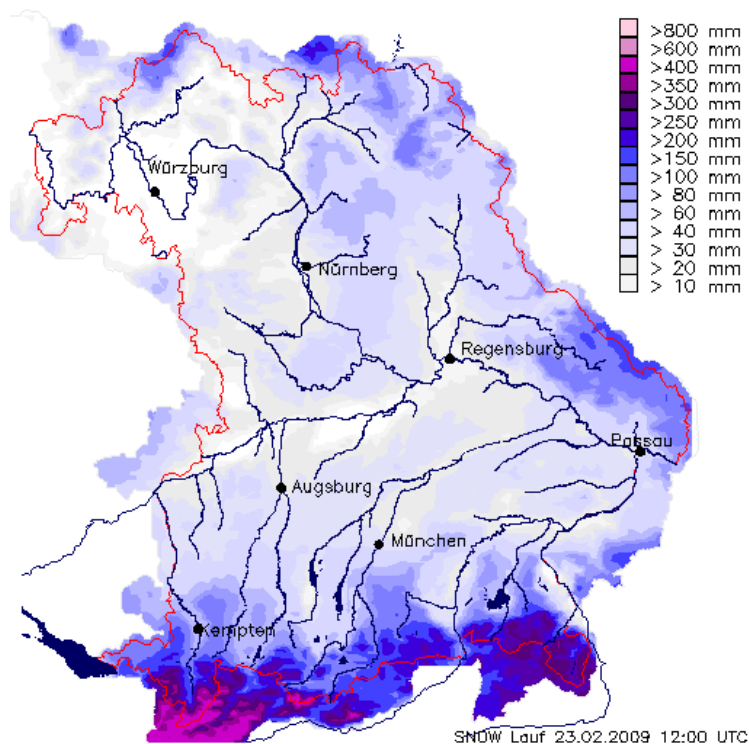


Abb. 13: Gemessene Wassergehalte der Schneedecke am 23.02.2009, 6 Uhr (Regionalisierung SNOW-Modell)

Durch weitere Schnee- und zeitweilige Regenfälle nahm das Wasseräquivalent der Schneedecke in den Folgetagen weiter zu und in den tieferen Lagen Bayerns wurde am 23. ein Wassergehalt zwischen 10 und 35 mm registriert (Abb. 13, z.B. Dasing/Lkr. Aichach-Friedberg: 9 mm, Lauf a. d. Pegnitz/Lkr. Nürnberger Land: 34 mm). Ab dem 23. setzte insbesondere im Flachland Tauwetter ein und durch Regen- bzw. Schneeregenfälle und Schneeschmelze kam es zu Ausuferungen und Überflutungen bei einigen nordbayerischen Flüssen sowie bei einzelnen südlichen Donauzuflüssen. Bereits am 27. waren große Teile der Schneebedeckung in Unter- und Mittelfranken abflusswirksam geworden, in den höheren Lagen hatte sich das Wasseräquivalent jedoch weiter erhöht (Abb. 14). Das trockene Hochdruckwetter zum Monatsende mit steigenden Temperaturen sorgte für ein weiteres Abschmelzen der Schneedecke und Ansteigen der Pegel (s. Hochwasserbericht).

Insgesamt wies der Februar eine lang anhaltende Schneebedeckung (verbreitet 20 Tage mit Schneehöhen größer als 1 cm) auf, die sich vielerorts erst zum Monatsende auflöste.

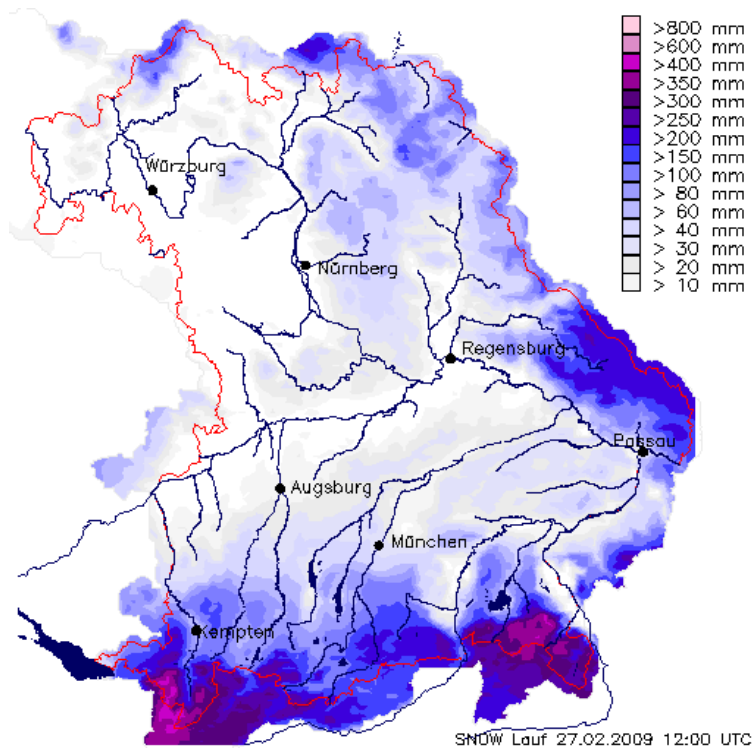


Abb. 14: Gemessene Wassergehalte der Schneedecke am 27.02.2009, 6 Uhr (Regionalisierung SNOW-Modell)

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

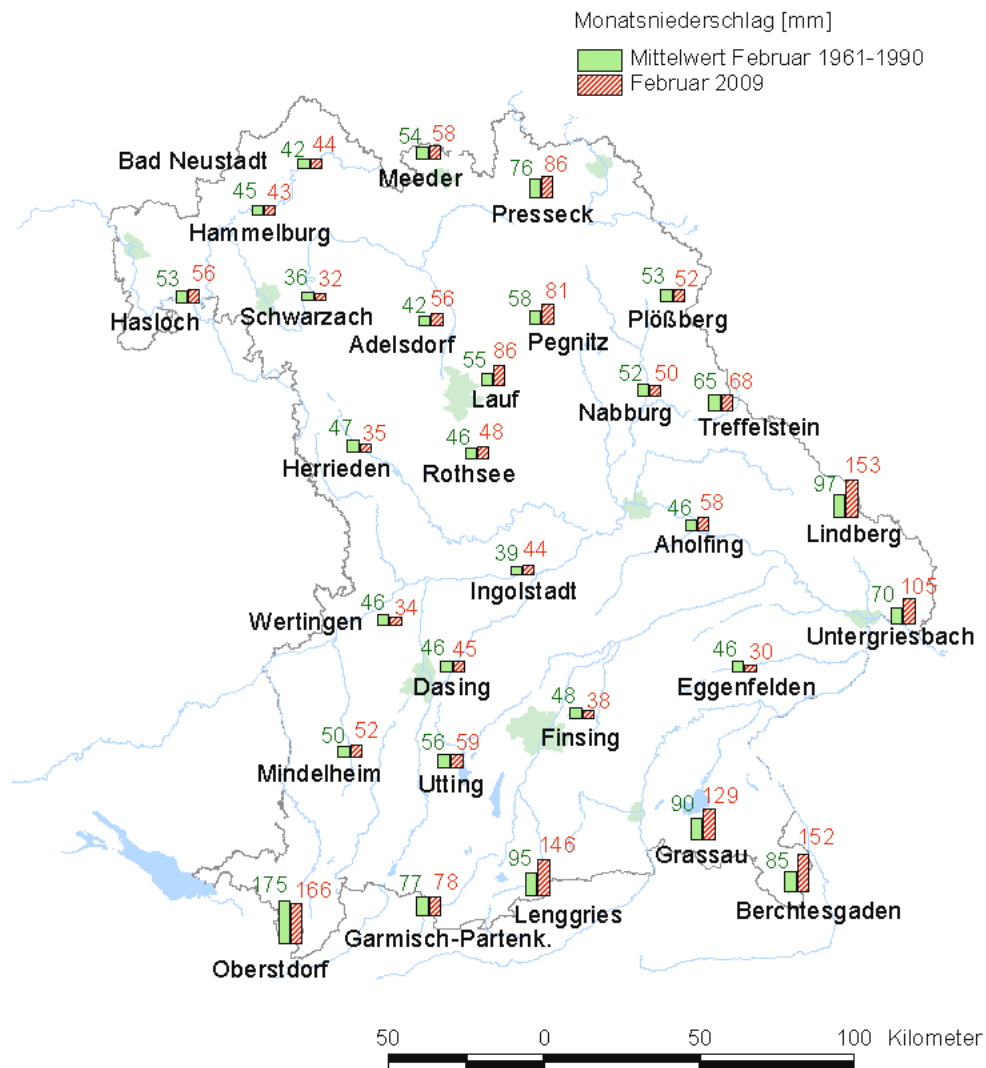


Abb. 15: Monatsniederschläge ausgewählter Ombrometerstationen

## Fließgewässer und Seen

### Wasserstand und Abfluss

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

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

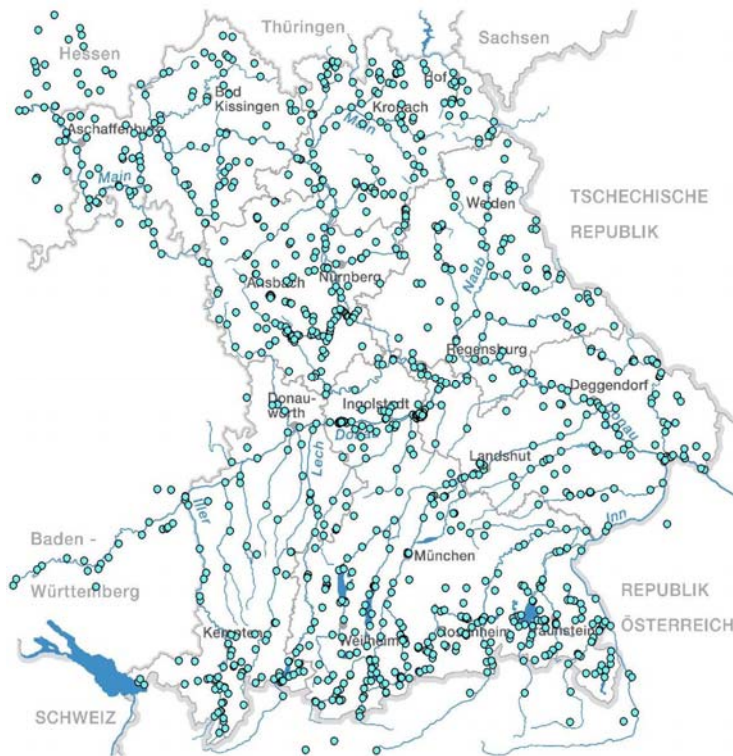


Abb. 16:  
Auswahl von Messstellen der  
quantitativen Hydrologie

### Abflüsse

Das Abflussverhalten der meisten Pegel in Bayern zeigt ein einheitliches Bild. Sowohl im bayerischen Main- und Elbegebiet wie auch im Donaubegebiet blieben alle Abflüsse weit unter dem langjährigen Mittel. An nahezu allen Pegeln stellten sich Niedrigwasserverhältnisse ein. Verantwortlich dafür war die kalte Witterung, die sich im Februar 2009 ausbreitete. Erst zum Monatsende hin entspannte sich die Abflusssituation deutlich. Einsetzender Regen sowie steigende Temperaturen und Schneeschmelze führten ab dem 23. Februar vor allem im Norden zu rasch steigenden Abflüssen. Oftmals entwickelte sich innerhalb eines Tages aus dem Niedrigwasser ein kleines Hochwasser. In den meisten Fällen wurden jedoch nur landwirtschaftliche Flächen überschwemmt.



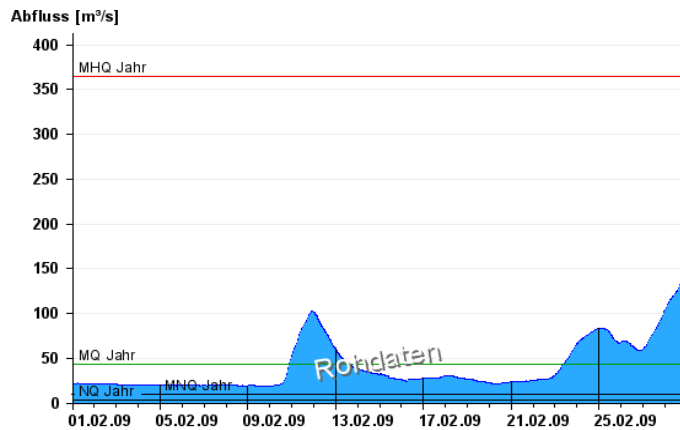


Abb. 17:  
Abflussentwicklung Kemmern / Main im  
Berichtsmonat

#### Hauptwerte der Zeitreihe:

Niedrigwasserabfluss **NQ** 3,44 m³/s

Mittlerer Abfluss **MQ** 43,4 m³/s

Mittlerer Hochwasserabfluss **MHQ** 365 m³/s

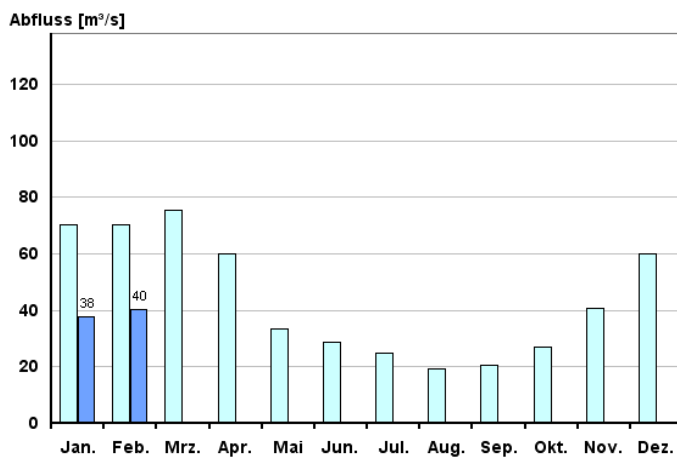


Abb. 18:  
Abfluss Kemmern / Main

Vergleich des aktuellen und langjährigen  
Monatsmittelwertes

	Vergleichsreihe	1931 - 2008
	Berichtsjahr	2009

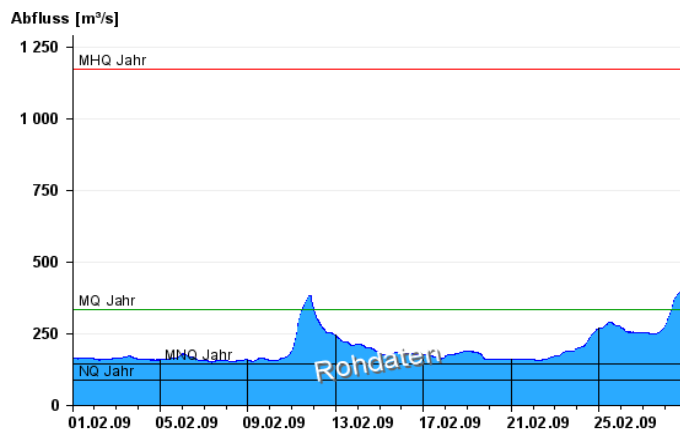


Abb. 19:  
Abflussentwicklung Kelheim / Donau im  
Berichtsmonat

#### Hauptwerte der Zeitreihe:

Niedrigwasserabfluss **NQ** 85,2 m³/s

Mittlerer Abfluss **MQ** 332 m³/s

Mittlerer Hochwasserabfluss **MHQ** 1170 m³/s

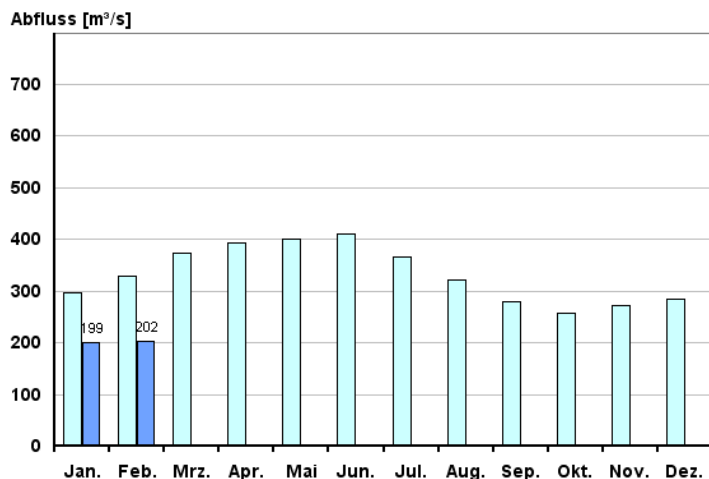


Abb. 20:  
Abfluss Kelheim / Donau

Vergleich des aktuellen und langjährigen Monatsmittelwertes

Vergleichsreihe 1924 - 2008  
Berichtsjahr 2009

Die aktuellen Abflusswerte können jederzeit im Internet auf den Seiten des Hochwasser-nachrichtendienstes unter [www.hnd.bayern.de](http://www.hnd.bayern.de) und auf den Seiten des Niedrigwasser-Informationsdienstes unter [www.nid.bayern.de](http://www.nid.bayern.de) abgerufen werden.

### Wasserstände an Seen

Auch an den bayerischen Seen ging die kalte Witterung nicht spurlos vorüber. Die bereits niedrigen Wasserstände vom Januar setzten sich auch im Februar weiterhin fort. An allen Seen lag der Wasserstand deutlich unterhalb des mittleren Seewasserspiegels. Erst zum Monatsende hin stiegen die Wasserstände langsam, aber stetig an.

Besonders hervorzuheben ist jedoch der Pegel Buchwinkel am Waginger See (siehe Abb. 21). Ab dem 22. Februar kletterte der Wasserstand innerhalb von nur 6 Tagen um 28 cm.

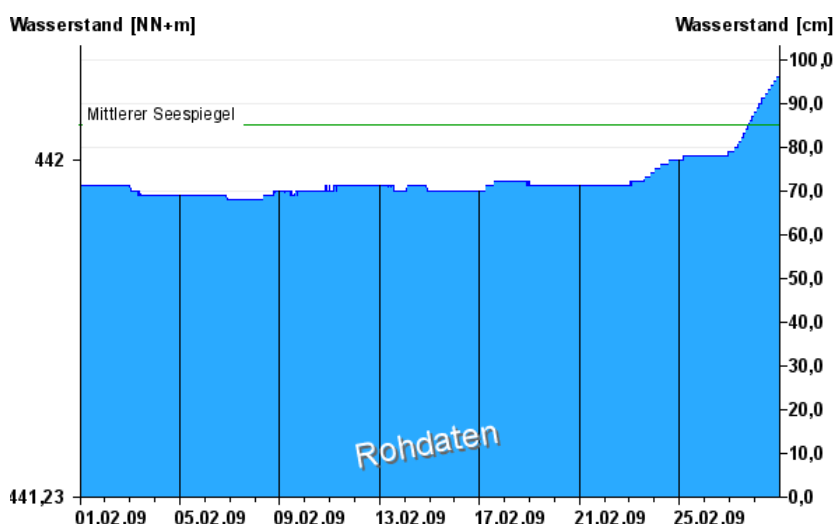


Abb. 21:  
Wasserstandsentwicklung  
Buchwinkel / Waginger See  
im Berichtsmontat

Seespiegel: Mittlerer Seespiegel  
442,08 m ü. NN

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

Im Monat Februar kam es in Bayern zu zwei Hochwasserereignissen. Die Abflüsse blieben meist unter der Marke eines Hochwassers mit dem Wiederkehrintervall von einem Jahr (Abb. 22). Dabei waren die Landesteile nördlich der Donau in beiden Fällen stärker betroffen als Südbayern, was bei Hochwasserereignissen zu dieser Jahreszeit nicht ungewöhnlich ist, und den langjährigen Abflussregimen des Mains und einigen nördlichen Donauzuflüssen entspricht. Durch das Niederschlagsmaximum im Winter und die Schneeschmelze erreichen die Flüsse in Einzugsgebieten mit nivopluvialen (schnee-regen gespeisten) Abflussregimen am Ende des Winters oftmals hohe Wasserstände.

### Pegel im Maingebiet: Salz / Fränkische Saale

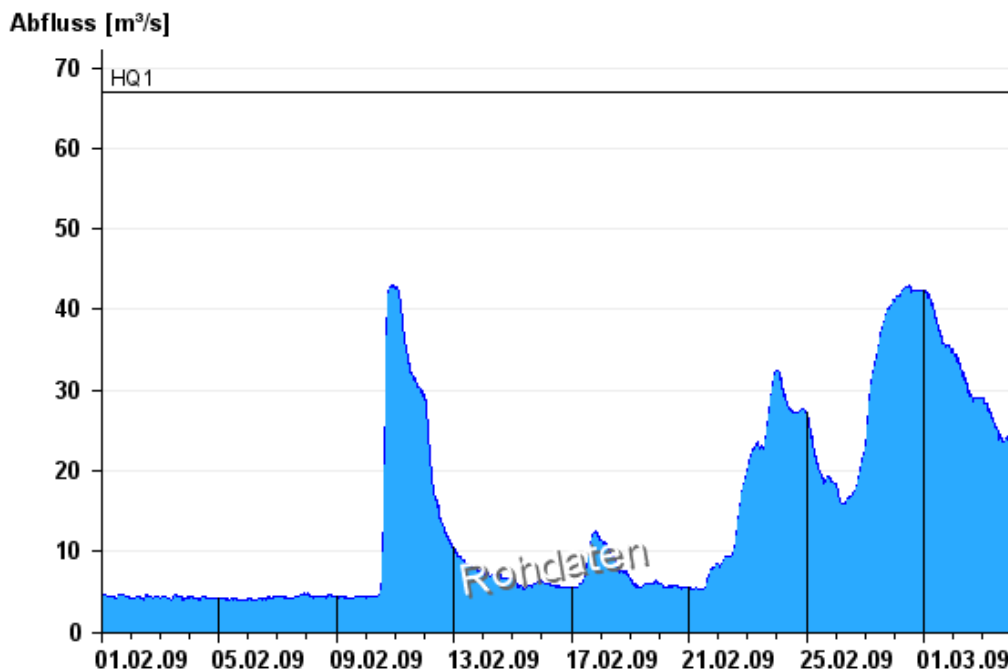


Abb. 22: Die Abflussganglinie des Pegels Salz / Fränkische Saale verdeutlicht die Abflusssituation am mittleren Main im Monat Februar.

Zwischen dem 8. und 12. Februar war ein ausgedehntes Tiefdruckgebiet über Mitteleuropa für Bayern wetterbestimmend (s. Witterung). Infolge dessen kam es teilweise zu kräftigen Niederschlägen, die vorwiegend im Einzugsgebiet des Mains zu einem Hochwasserereignis führten. Bei diesem wurden an mehreren Pegeln nördlich der Donau die ersten beiden Meldestufen erreicht, was mit kleineren Ausuferungen bis hin zu Überschwemmungen von land- und forstwirtschaftlichen Flächen gleichzusetzen ist.

Die Pegelmessstelle bei Schenkenau an der Itz übertraf zeitweise auch die Meldestufe 3 (Abb. 23)

Ab dieser Meldestufe besteht auch Überschwemmungsgefahr für einzelne bebaute Grundstücke. Nach den Regenfällen der ersten Tage setzten sich kältere Luftmassen durch, was bayernweit vermehrt zu Niederschlägen in Form von Schnee bis ins Flachland führte. Dadurch entspannte sich zwar die Hochwasserlage relativ schnell und die Pegelstände sanken oft wieder auf die vorherigen Werte ab (Abb. 22 und 23). Allerdings bildeten die teilweise ergiebigen Schneefälle die Grundlage des nächsten Hochwassers am Ende des Monats.

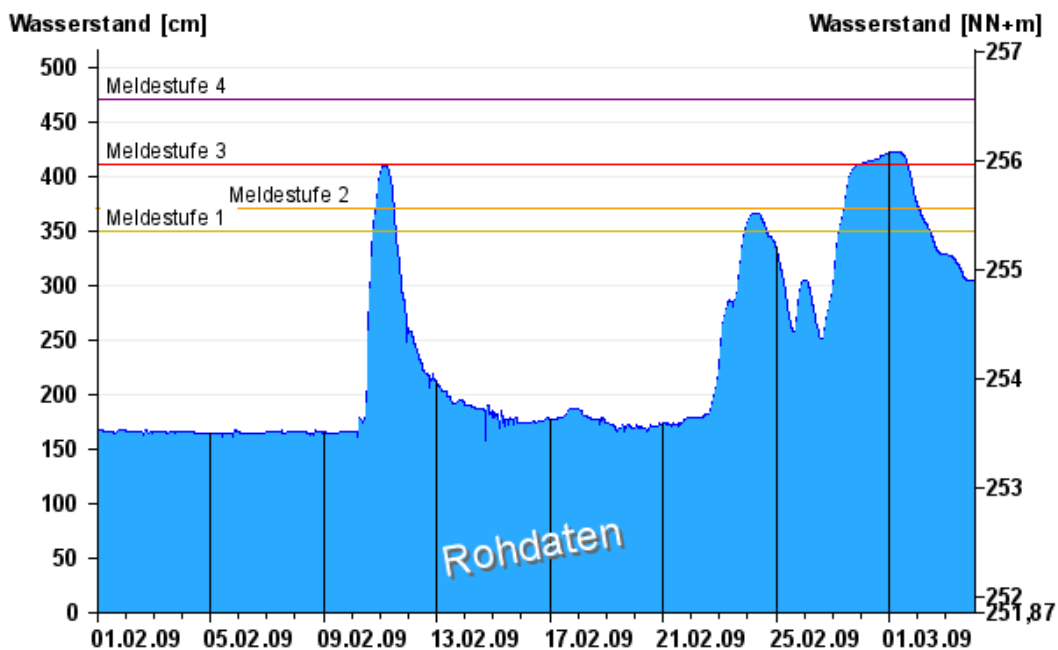
**Pegel im Maingebiet: Schenkenau / Itz**

Abb. 23: Die Wasserstandsganglinie des Pegels Schenkenau / Itz erlaubt eine ungefähre Einordnung der Hochwasserereignisse im Monat Februar.

Ab dem 26. Februar wurde das Wettergeschehen in Bayern durch eine nordwestliche Strömung dominiert. Dies brachte mildere Luftmassen und Niederschläge meist als Regen oder Schneeregen mit sich. Lediglich ab ca. 1000m ü. NN fiel mehr Schnee als Regen (s. Witterung). Wiederum erreichten zuerst einige Pegelmessstellen im Maingebiet die erste Meldestufe (bereits ab dem 23. Februar).

Im weiteren Verlauf kam es auch zu einem kleinen Hochwasser in Ostbayern (Regen- und Naabgebiet), allerdings waren nur einzelne Pegel betroffen. Südlich der Donau gelangten nur Pegelmessstellen vereinzelter Flussgebiete, wie zum Beispiel Paar, Abens, Vils und Rott in die Meldestufen (Mühlried an der Paar, Aunkofen und Mainburg an der Abens sowie Ruhstorf an der Rott erreichten sogar Meldestufe 3). Der Höhepunkt des Hochwassers wurde zum Monatswechsel erreicht. Danach sanken zwar die Wasserstände flächendeckend wieder unter die Marken der Meldestufen, blieben jedoch vorerst auf einem relativ hohen Niveau. Am stärksten betroffen waren neben den Mainzuflüssen die Flussgebiete in den Nordweststaulagen der fränkischen bzw. schwäbischen Alb (z.B. Altmühl und Wörnitz), die bei der vorherrschenden Wetterlage besonders von Niederschlägen betroffen sind.

Im Gegensatz zu dem Hochwasserereignis um den 10. Februar, war das zweite Ereignis deutlich länger, und wurde von mehreren Scheiteln geprägt (Abb. 24). Dies ist größtenteils auf den ab 28. Februar zunehmenden Hochdruckeinfluss zurückzuführen (s. Witterung). Hierbei nahmen zwar die Niederschläge ab, jedoch schmolzen durch die milderen Temperaturen sowie die vermehrte Sonneneinstrahlung die Schneeflächen selbst in den höheren Lagen. Aufgrund der bereits wassergesättigten Böden, konnte das Wasser nahezu ungehindert die bereits bordvollen Flussläufe erreichen, was zu erneuten oder ersten Ausuferungen führte. Die Tagesganglinie der Schneeschmelze (Gefrieren in der Nacht, Schmelzen am Tag) lässt sich zeitlich versetzt an den Wasserstandsschwankungen einiger Pegelmessstellen mehr oder weniger deutlich nachvollziehen (Abb. 24). In den Alpen und im Alpenvorland kam es bis zu einer Linie von Ulm über Augsburg und

Freising, nach Altötting auch bei dem zweiten Hochwasserereignis zu keinen nennenswerten Wasserstandserhöhungen.

#### Pegel im Donaugebiet: Mühlried / Paar

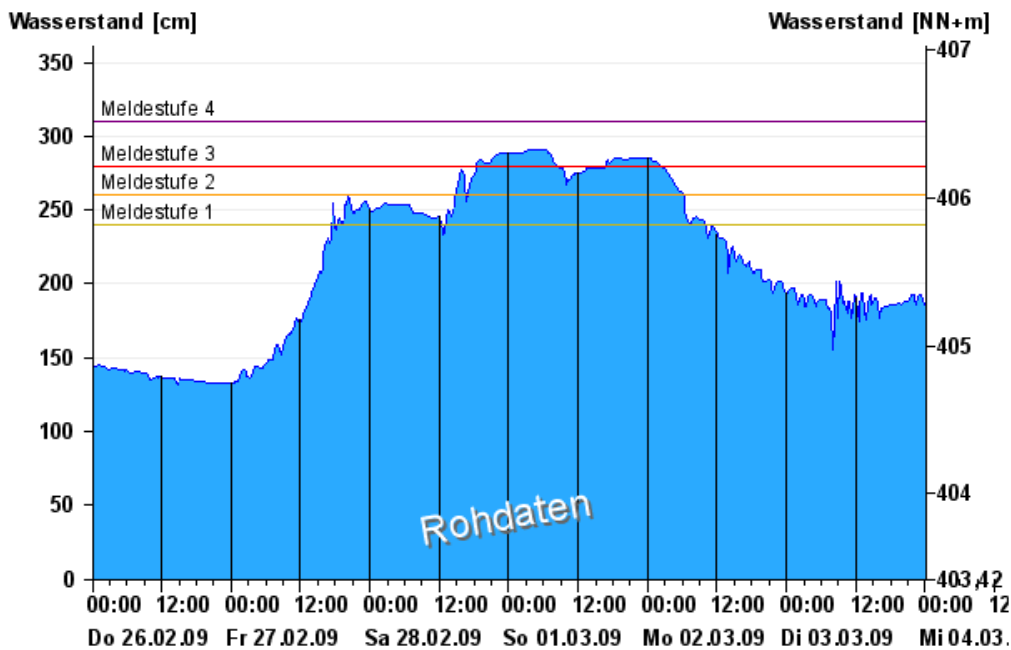


Abb. 24: Die Wasserstandsganglinie des Pegels Mühlried / Paar verdeutlicht den Verlauf des zweiten Hochwasserereignisses zum Monatswechsel der Monate Februar und März

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.

Das Temperaturregime des Monats Februar lässt sich in zwei Hälften teilen. Einer relativ warmen ersten Dekade standen zwei Dekaden entgegen, die den Winter nach Bayern zurückbrachten. Diese Entwicklung hielt bis zum Monatsende an.

Die Wassertemperaturentwicklung der Fließgewässer im Februar 2008 wird am Beispiel des Pegels Lenggries/ Isar beschrieben. Die in der ersten Dekade dominierenden milden Lufttemperaturen aus südlichen Strömungen bewirkten einen Anstieg der Wassertemperatur und eine Schwankung über dem langjährigen Mittel. Mit der Änderung der Großwetterlage im Zuge des Sturmtiefs „Quinten“ sank die Temperatur deutlich ab. Die nun vorherrschende polare Kaltluft senkte die Wassertemperaturen stetig. Am 19. wurde um 9.00 Uhr eine Wassertemperatur von 2,2 °C gemessen. Diese war der niedrigste Wert des Winters 2008/2009. Die folgenden Tage brachten wechselnde Temperaturverhältnisse und führten zu einem langsamen Anstieg. Erst die am 28. einsetzende Südwestströmung bewirkte einen deutlichen Anstieg über das langjährige Mittel hinaus.

Insgesamt entsprach das Monatsmittel der Wassertemperatur im Februar 2009 exakt dem Wert des langjährigen Mittels des Vergleichszeitraums (2000-2008).

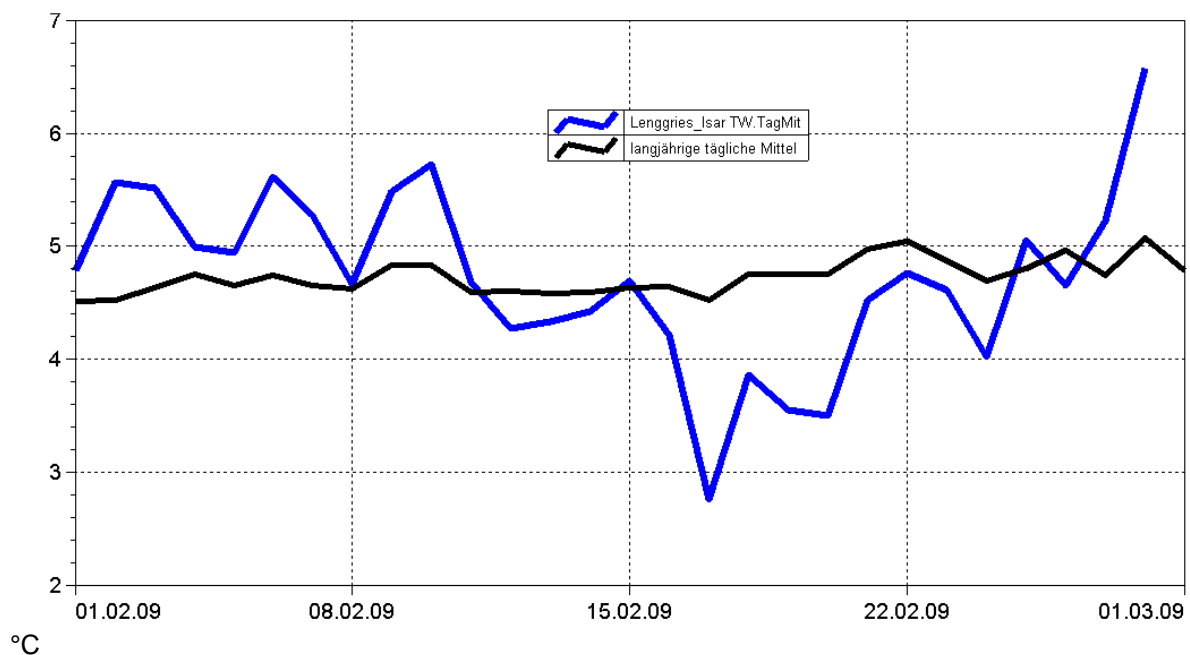


Abb. 25: Jahresganglinie (Tagesmittel) der Wassertemperatur im Vergleich zu den Tagesmittelwerten 2000/ 2008 des Pegels Lenggries/ Isar

### 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.

### Gewässerqualität des Mains

Die Gewässerqualität des Mains wird regelmäßig untersucht. Die meisten Untersuchungen erfolgen stichprobenartig einmal jährlich bis 14tägig. An derzeit zwei Messstationen der Wasserwirtschaftsverwaltung werden 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 Kahl a. Main, an der Grenze zu Hessen. 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)	---	---	---
Wassertemperatur (°C)	---	---	---
pH-Wert	---	---	---
Leitfähigkeit bei 20°C (µS/cm)	---	---	---

Tabelle 1:  
Durch längere Ausfallzeiten der  
automatischen Messstation lassen  
sich für Februar 2009 keine  
statistischen Kennwerte angeben

### Gesamtbewertung Februar 2009

Die Verhältnisse am Main waren auch im Februar der Jahreszeit entsprechend. Der Sauerstoffgehalt zeigte nur sehr geringe Schwankungen, die vor allem mit der Veränderung der Wassertemperatur in Zusammenhang standen.

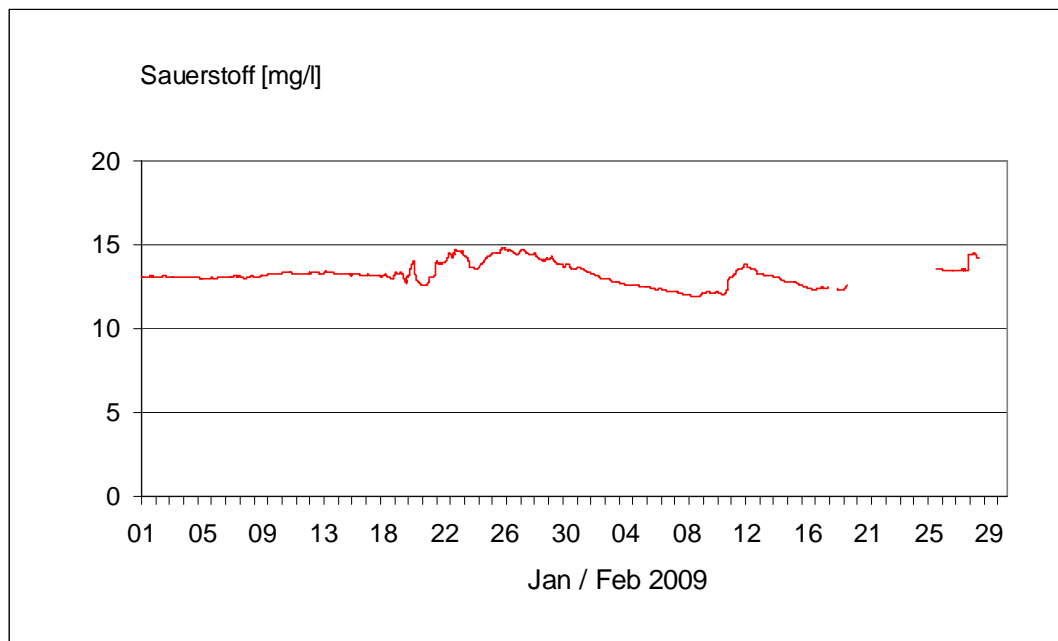


Abb. 26: Sauerstoffgehalt des Mains, Messstation Kahl a. Main

### 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)	2,7	1,3	4,2
pH-Wert	8,1	7,9	8,2
Leitfähigkeit bei 25 °C (µS/cm)	653	576	712
Trübung (FNU)	18	6	85
Sauerstoff (mg/l)	11,9	11,5	12,7
Ammonium-N (mg/l)	0,17	0,11	0,24
Nitrat-N (mg/l)	3,6	3,2	4,0
ortho-Phosphat-P (mg/l)	0,07	0,05	0,10
Chlorophyll a (µg/l)	3	1	7

Tabelle 1:  
Physikalisch -chemische Messwerte  
des Donau, Messstation Bad Abbach  
im Februar 2009

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

Tabelle 2:  
Biologische Warnsysteme

### Gesamtbewertung für Februar 2009:

Die chemischen und physikalischen Parameter zeigen für den Februar 2009 ein der Jahreszeit entsprechendes Bild. Niederschläge und Schneeschmelze im Alpenvorland führen am 12. und 28. Februar zu einer starken Zunahme der Gewässertrübung in der Donau (Abb. 27, rote Kurve). Die Ammoniumwerte (Abb. 28, blaue Kurve) erreichen im Winter ihre Jahreshöchstwerte. Grund sind die sehr niedrigen Wassertemperaturen, die die Nitrifikationsraten des Ammoniums in Kläranlagen, Böden und Gewässern reduzieren. Auch die Nitratganglinie (Abb.28, rote Kurve) bewegt sich in der kalten

Jahreszeit auf einem hohen Niveau. Dies beruht in erster Linie auf der geringen Nitrataufnahme durch Pflanzen außerhalb der Vegetationsperiode und einer sehr niedrigen Denitrifikationsrate. Auch das ortho – Phosphat (Abb. 27, grüne Kurve) liegt mit einem Monatsmittelwert von 0,07 [mg/l P] relativ hoch und steigt mit zunehmender Wasserführung zum Ende des Monats deutlich an.

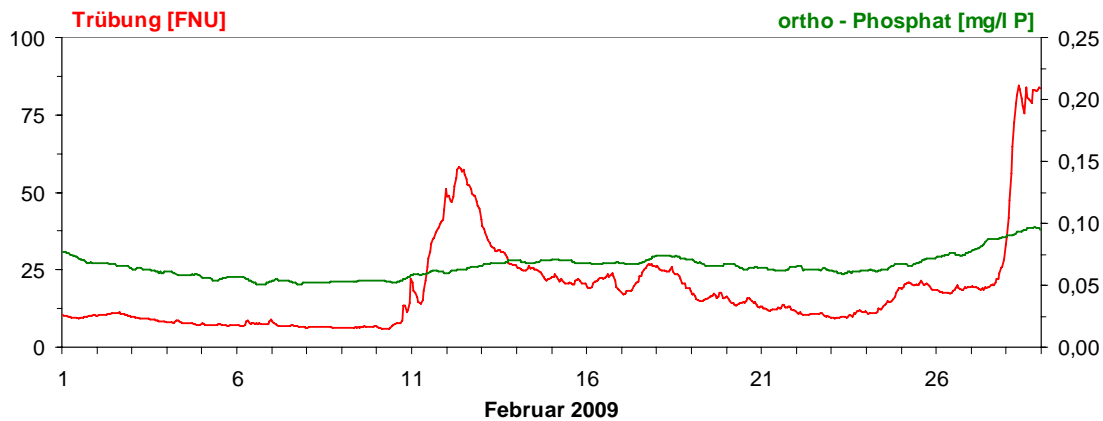


Abb. 27: Trübung und ortho - Phosphat in der Donau, Messstation Bad Abbach (Stundenmittelwerte)

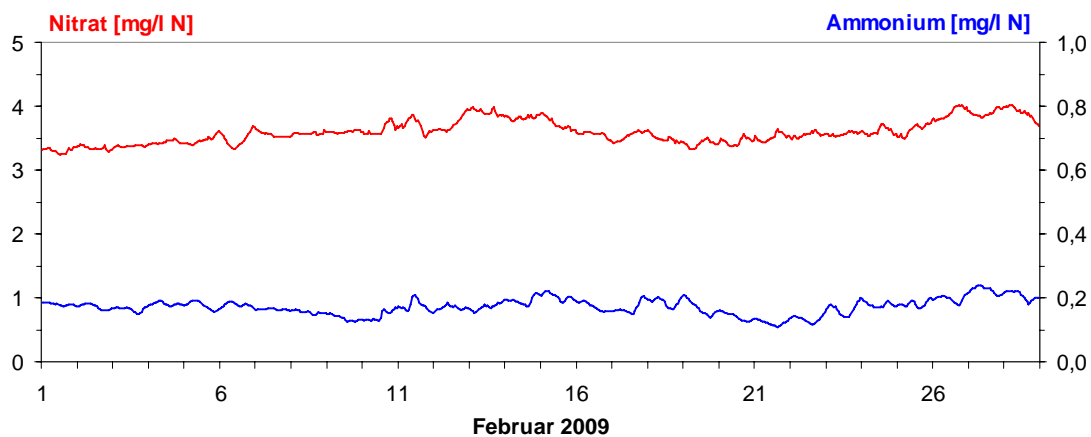


Abb. 28: Nitrat und Ammonium in der Donau, Messstation Bad Abbach (Stundenmittelwerte)

## Seen

### Seentemperaturen

Die Wassertemperaturentwicklung im Februar 2008 wird am Beispiel des Ammersees beschrieben. Wie bereits im Januar blieb auch in diesem Monat die Eisdecke des Ammersees aufgrund des



Dauerfrosts erhalten. Der Monat begann mit dem Hochdruckgebiet „Friederike“. Dadurch gelangte in mehreren Warmluftschüben sehr milde Luft in unsere Breiten. Föhn am Alpenrand verstärkte diesen Effekt. Die Eisdecke pufferte den Temperaturanstieg jedoch, sodass dieser kaum Einfluss auf die Wassertemperaturen des Ammersees nehmen konnte. Die Großwetterlage änderte sich am 10., als das Sturmtief „Quinten“ über Mitteleuropa zog. Die bis Monatsende auftretenden Hoch- und Tiefdruckgebiete änderten an den kühlen Wassertemperaturen kaum etwas. Diese lagen deutlich unter den langjährigen Mitteln. Die im Zuge einer südwestlichen Strömung eintreffende Warmluft sorgte am 28. für einen signifikanten Wassertemperaturanstieg.

°C

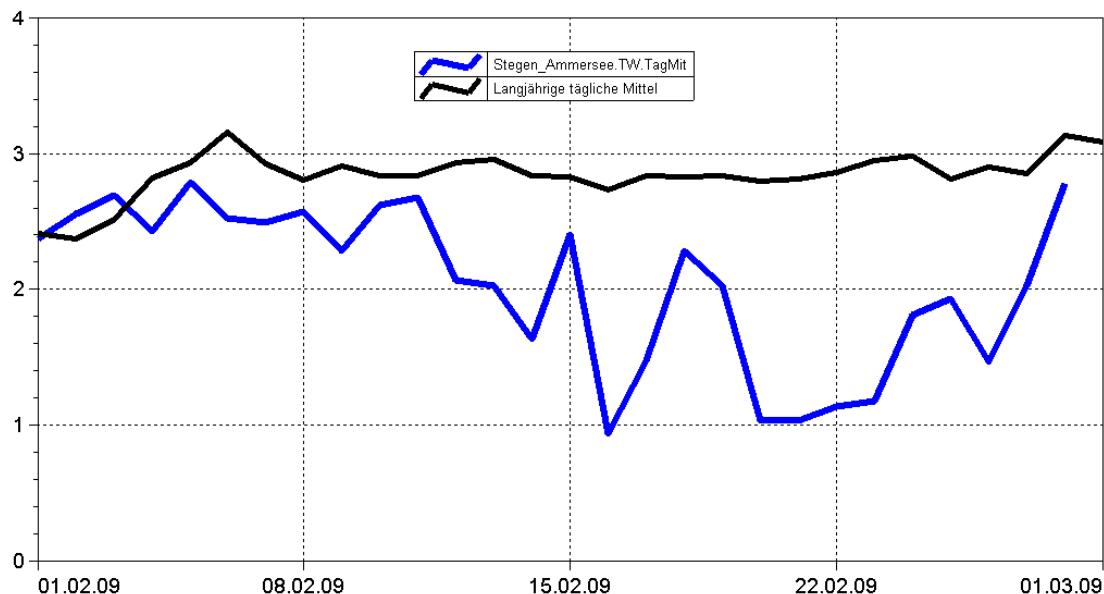


Abb. 29: Tagesmittelwerte der Wassertemperatur im Vergleich zu den Tagesmittelwerten 2000/2008 des Pegels Stegen Ammersee

## 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.

Durch die Beendigung der stabilen Hochdruckwetterlagen im Februar kamen mit dem wiederholten Durchzug von Tiefdruckausläufern deutlich feuchtere Luftmassen nach Bayern. Die damit einhergehenden Niederschläge führten v. a. in Nordbayern zum Einsetzen der für das Winterhalbjahr typischen Auffüllung der Grundwasserspeicher.

In **Südbayern** lag die Niederschlagsmenge im Februar erstmalig seit August 2008 wieder über dem langjährigen Mittelwert der Jahre 1961-1990. In der Münchener Schotterebene führte dieser Wassereintrag jedoch noch nicht zu einer in den Messstellen erkennbaren Grundwasserneubildung. An einigen Messstellen nahm der Grundwasserspiegel sogar weiter ab (siehe Messstelle Eglfing Lehrer Abb.: 30). Diese Verzögerung liegt maßgeblich daran, dass ein großer Teil der Niederschläge in Form von Schnee erfolgte und als solcher auch über längere Zeiträume hinweg als Schneedecke gebunden vorlag (siehe auch Kapitel „Witterung“, Abb. 33).

#### Messstelle: Eglfing Lehrer 265B

Grundwasserleiter: Quartär

Nr: 16006

Geländehöhe: 538,43 m ü. NN

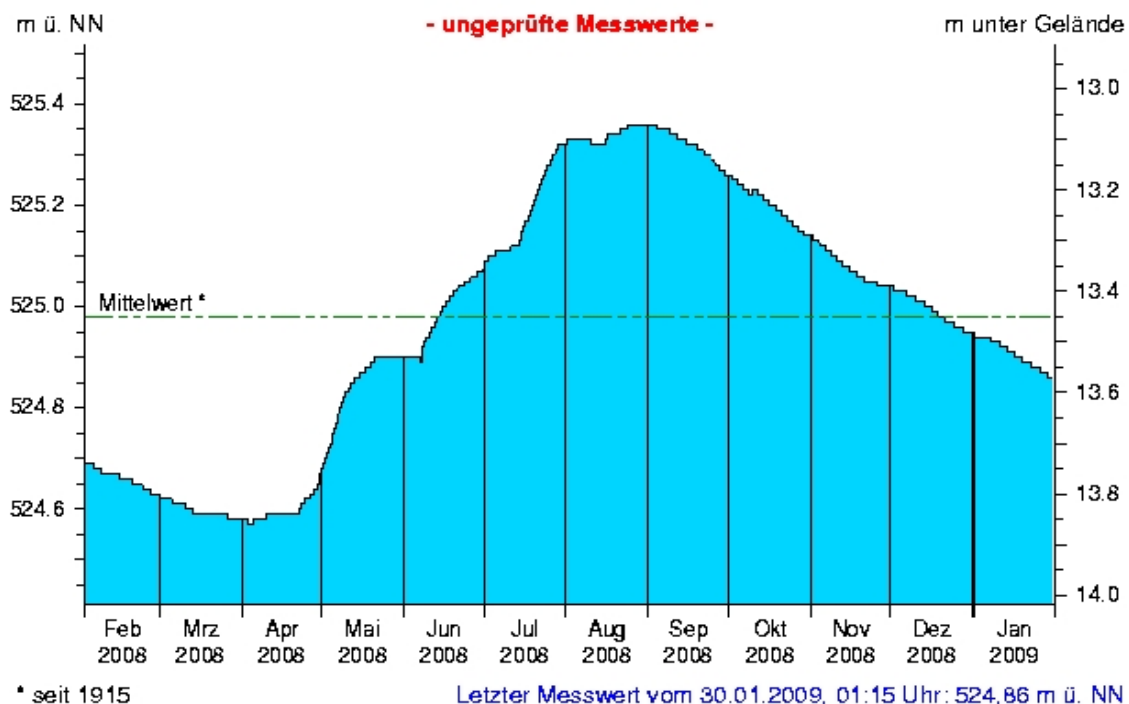


Abb.: 30 Verlauf der Grundwasserstände in der Münchener Schotterebene (Messstelle Eglfing Lehrer 265B, beobachtet seit 1915)

An den Messstellen der quartären Flusstalfüllungen kam das Niederschlagswasser aufgrund der kürzeren Reaktionszeit der kleinräumigeren Grundwasserkörper bereits in den

Grundwassermessstellen an. In den meisten Messstellen konnten ab der ersten Februarhälfte geringe Anstiege des Grundwassers registriert werden (siehe Messstelle Eichenried, Abb. 2).

### Messstelle: Eichenried Q 14

Grundwasserleiter: Quartär

Nr: 14118

Geländehöhe: 474,67 m ü. NN

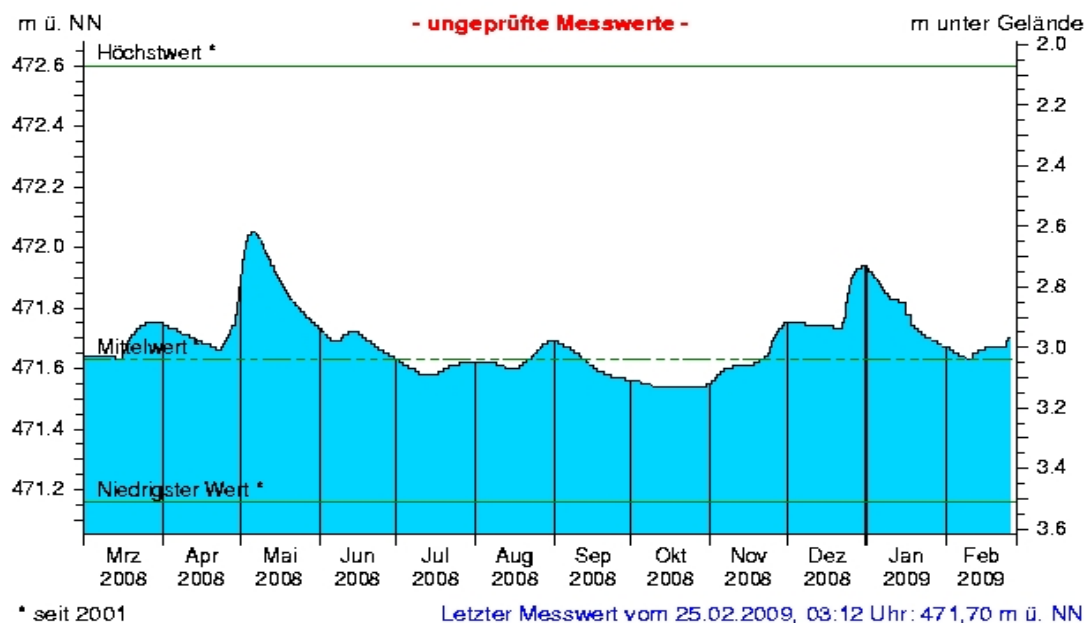


Abb. 31: Verlauf der Grundwasserstände in der Niederterrasse, Oberbayern (Messstelle Eichenried, beobachtet seit 2001)

### Messstelle: Frühlingslust 86A

Grundwasserleiter: Quartär

Nr: 04108

Geländehöhe: 118,43 m ü. NN

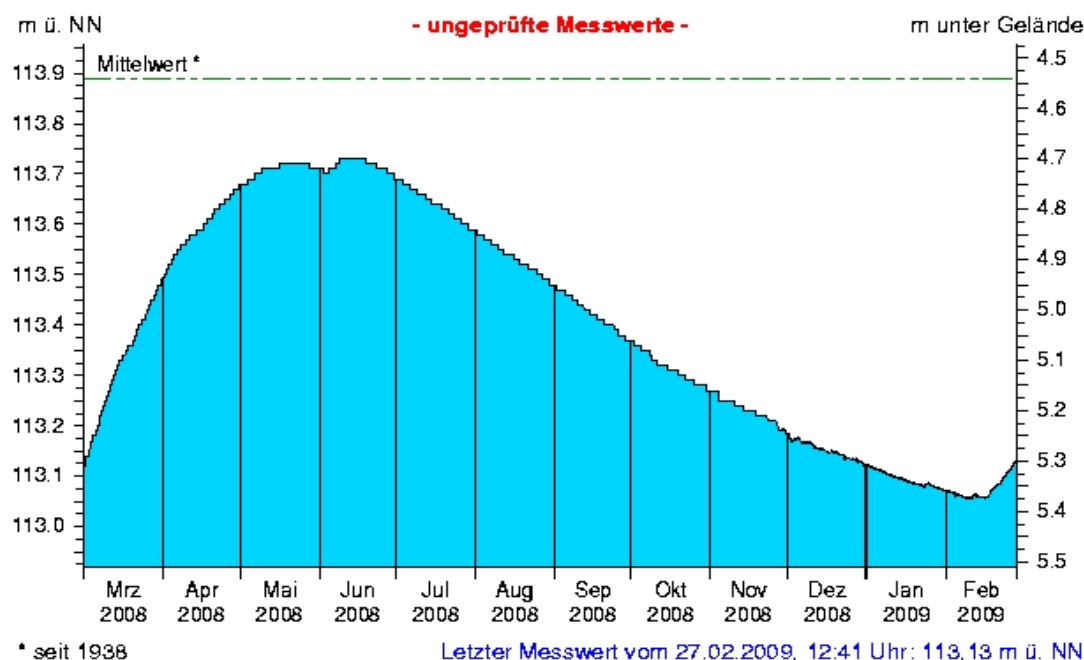


Abb. 32: Verlauf der Grundwasserstände im Aschaffener Becken (Messstelle Frühlingslust 86A, beobachtet seit 1938)

In **Nordbayern** lagen die Februarniederschläge mengenmäßig nur unwesentlich unter dem langjährigen Mittel von 1961-1990. Die Anstiege der Grundwasserstände fielen hier aber insgesamt viel deutlicher aus als in Südbayern, was mit der dortigen starken Entleerung der Grundwasserspeicher während des trockenen Winters zusammenhängt. Innerhalb der Schotter des

Aschaffener Beckens führten die Februarniederschläge zu einem Ende der seit Sommer 2008 kontinuierlichen Entleerung des Grundwasserspeichers und ab der ersten Monatshälfte zu einem steilen Wiederanstieg der Grundwasserstände in den Messstellen (siehe Messstelle Frühlingslust, Abb. 32).

In den quartären Füllungen der Flusstäler herrschten im Februar vergleichbare Grundwasser- verhältnisse wie in den großflächigen Schotterkörpern vor. Der erhöhte Wassereintrag führte innerhalb der ersten Monatshälfte zu kurzzeitigen sprunghaften Anstiegen der Grundwasserstände. Da aber besonders in der Osthälfte Nordbayerns ein Großteil der Niederschläge in Schneeform gebunden vorlag, kam es im Laufe des Februars zunächst zu keinem weiteren Anstieg, sondern teilweise sogar wieder zu einem leichten Rückgang der Grundwasserstände (siehe Messstelle Kirchehrenbach, Abb. 33). Gegen Monatsende zeichnete sich durch das einsetzende Tauwetter an vielen Messstellen ein erneuter, steiler Anstieg des Grundwassers ab.

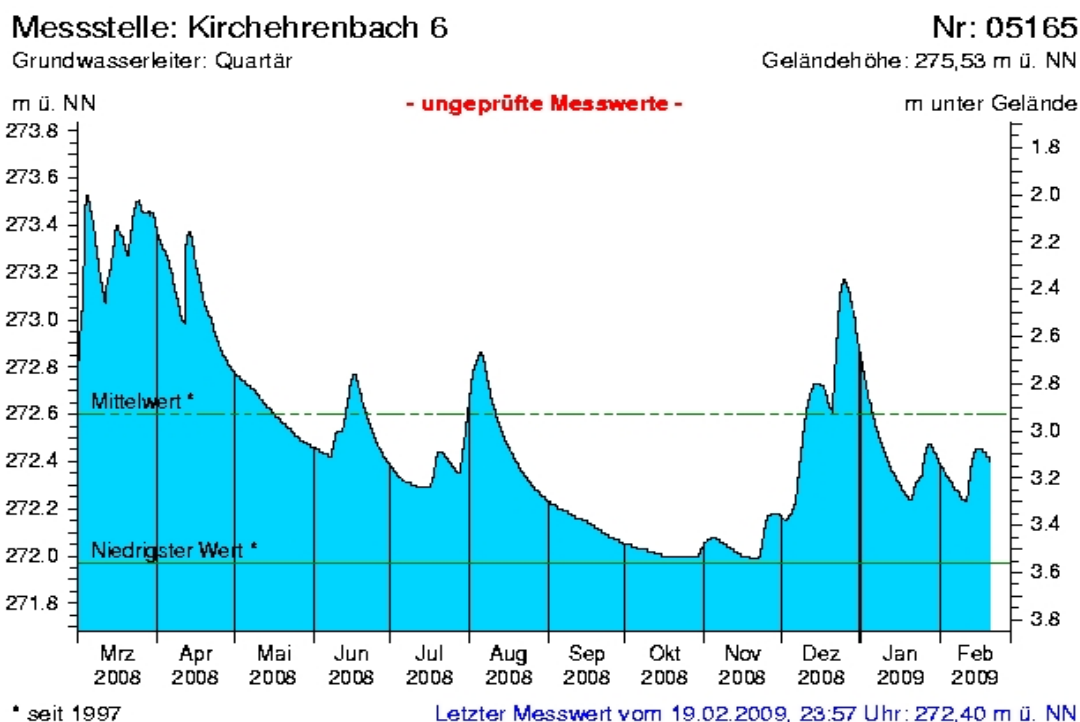


Abb. 33: Verlauf der Grundwasserstände in der quartären Talfüllung der Wiesent in Oberfranken (Messstelle Kirchehrenbach 6, beobachtet seit 1997)

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 (2006: Weizen, 2007: Gerste, 2008: Triticale). 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.

Seit März 2008 stieg der Grundwasserspiegel kräftig an und erreichte Anfang August den Jahres-Höchststand (Abb. 34). In der zweiten Jahreshälfte 2008 war ein stetiger Abfall zu beobachten; aktuell liegt der GW-Spiegel etwas niedriger als im Vorjahr.



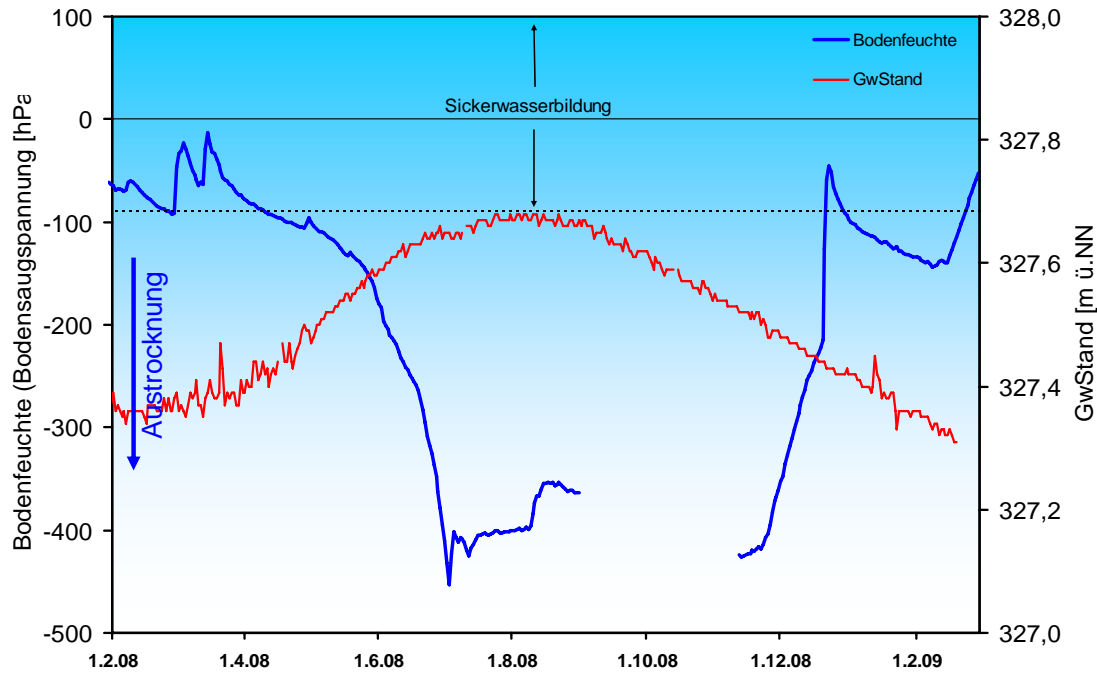


Abb. 34: Jahresverlauf Bodenfeuchte (100 cm Tiefe) und Grundwasserstand, Messstation Straubing, Donau / Gäuboden (Acker)

Laut Witterungsbericht war der Februar im Vergleich zum langjährigen Niederschlagsmittel (1961-1990) in Bayern geringfügig zu trocken. Die Niederschläge ab Mitte des Monats führten zu einem kontinuierlichen Eindringen von Niederschlagswasser in den Boden. Dies wurde durch Lufttemperaturen über 0 °C begünstigt. In Folge der Niederschläge nahm die Bodenfeuchte auch in 1 m Tiefe stetig zu. (Abb. 35).

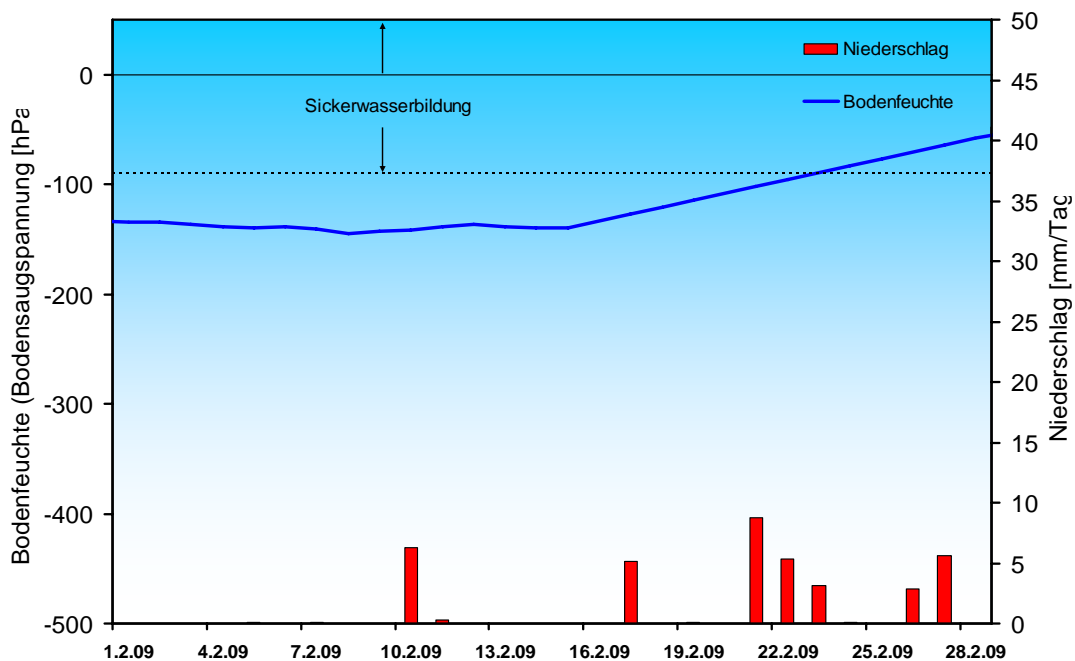


Abb. 35: Niederschlag und Bodenfeuchte (100 cm Tiefe) im Dezember 2008, Messstation Straubing, Donau / Gäuboden (Acker)

Der milde Winter 2006/07 hatte mehrmonatige Rekordbodentemperaturen ausgelöst, die mit zunehmender zeitlicher Verzögerung über alle Bodentiefen bis in das Grundwasser wirkten. Im Februar 2009 lagen die Bodentemperaturen in 1 m Tiefe mit im Durchschnitt 3,4°C wieder im langjährigen Normalbereich (Abb. 36).

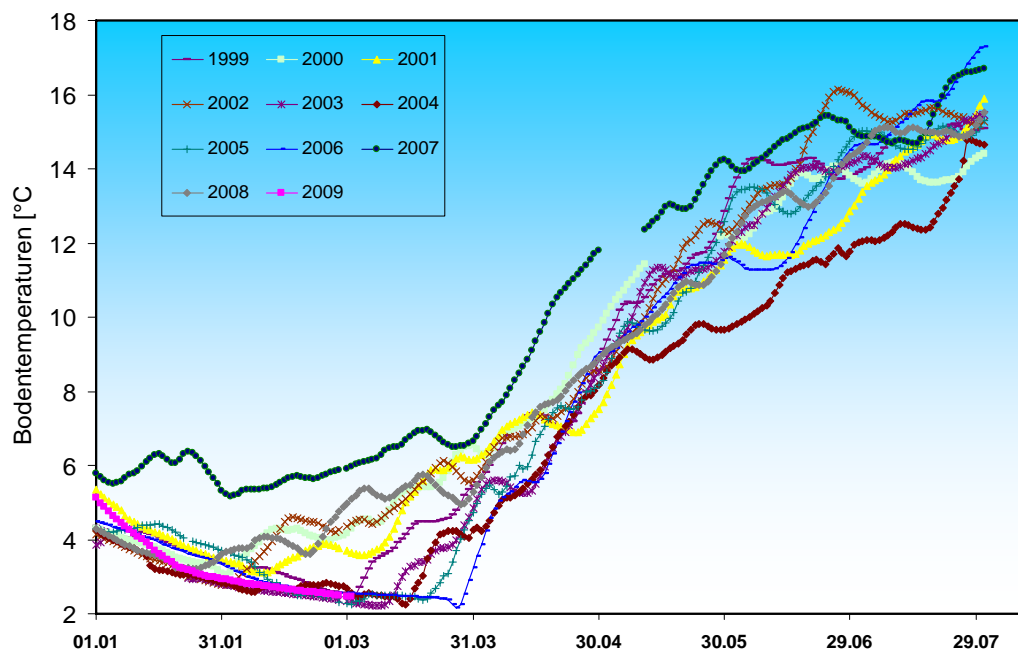


Abb. 36: Bodentemperatur in 1 m Tiefe im Zeitraum Januar – Juli der Jahre 1999 – 2009, Messstation Straubing, Donau/ Gäuboden

In 8 m Tiefe (tiefste beobachtete Sickerzone, 3 bis 6 m über dem Grundwasserspiegel) wurde trotz allmählichen Rückgangs immer noch ein hohes Monatsmittel von 10,1 °C registriert (Abb. 37). Auswirkungen längerfristiger Temperaturverschiebungen auf die Stoffumsätze und Sickerwassertransporte sind unter dem Gesichtspunkt des Klimawandels von besonderem Interesse.

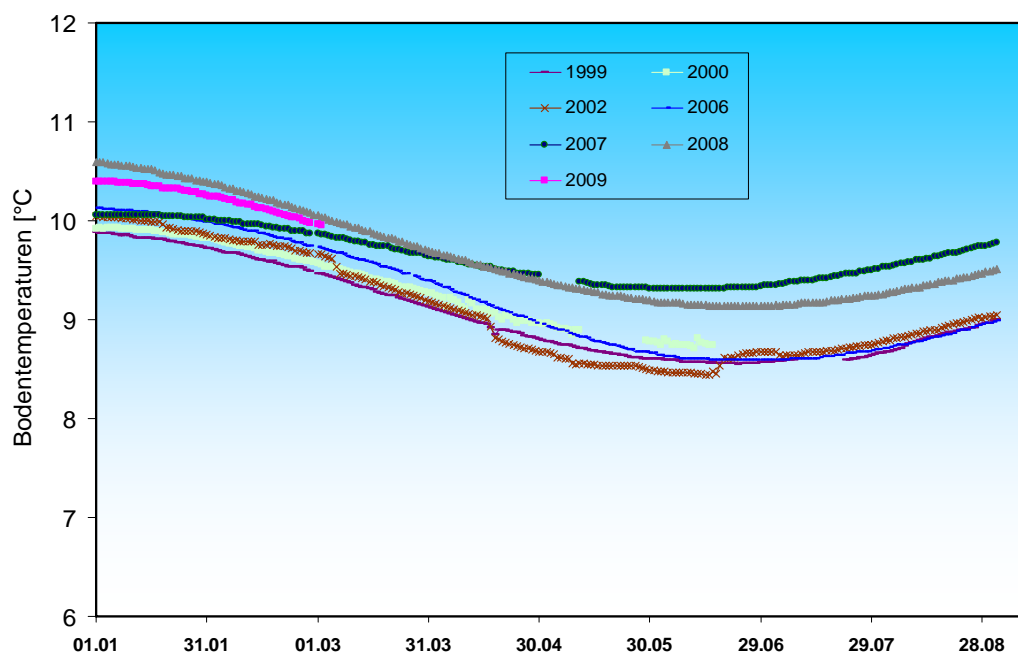


Abb. 37: Bodentemperatur in 8 m Tiefe im Zeitraum Januar – August der Jahre 1999 - 2009, Messstation Straubing, Donau/ Gäuboden

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.

Das Jahr 2008 begann mit fallenden Grundwasserständen, die durch verstärkte Zufuhr von Sickerwasser im gesamten März und durch massiv versickernden Starkregen am 21./22. April unterbrochen wurden (Abb. 9). Die im Mai 2008 beginnende sommerliche Bodenaustrocknung erreichte - mit Unterbrechungen nach Starkregen - im Juni ein erstes Maximum. Die intensiven Niederschläge Anfang Juli (03.07.: 41,1 mm) bis Mitte Juli (13.07.: 30,6 mm) sorgten für kurzzeitige Sickerwasserbildung und schwachen Grundwasseranstieg. Im August trocknete der Boden aufgrund intensiver Verdunstung der Grasvegetation aus, seit September stieg die Bodenfeuchte durch Niederschläge und die nachlassende Verdunstung wieder an. So erreichte die Saugspannung in 50 cm Tiefe Ende Oktober Werte um -140 hPa und stieg im November und bis in die zweite Dezemberhälfte auf das Niveau schwacher Sickerwasserbildung an. Der vergleichsweise kräftige Grundwasseranstieg von ca. 30 cm ist weitgehend durch oberstromige Regulierungen verursacht.

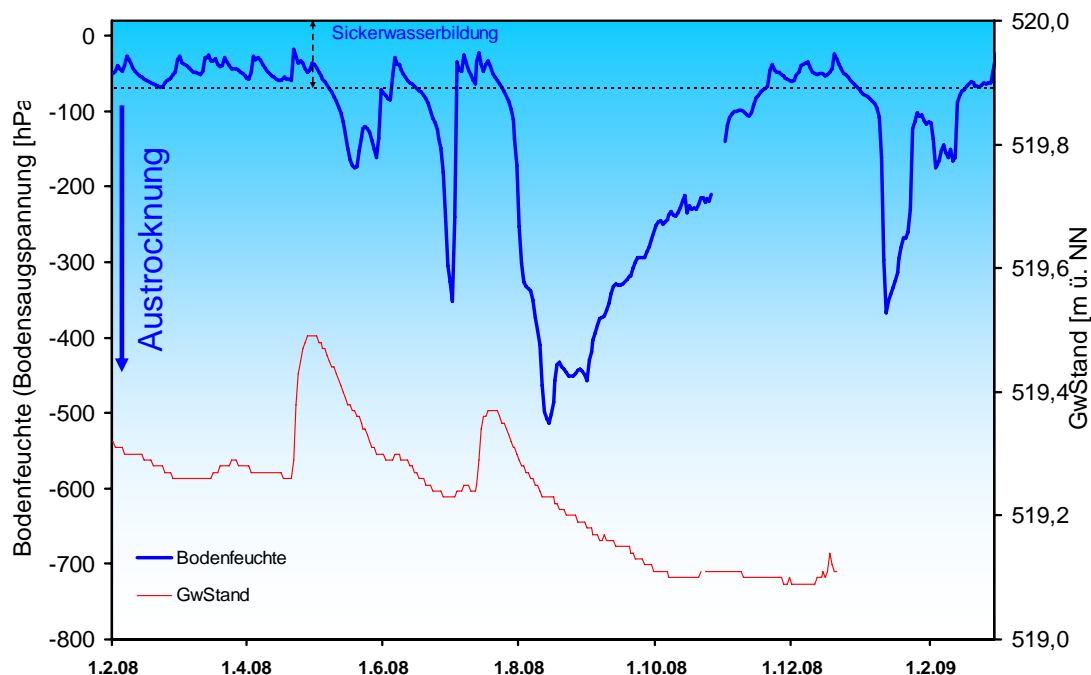


Abb. 38: Jahresverlauf Bodenfeuchte (50 cm Tiefe) und Grundwasserstand, Messstelle Fohlenhof, Nördliches Lechfeld (Grünland)

Die Niederschläge ab Mitte des Monats Februar (Abb. 39) sorgten für kontinuierliche Durchfeuchtung des Bodens, sodass Sickerwasserbildung (Versickerung Richtung Grundwasser) stattfindet.

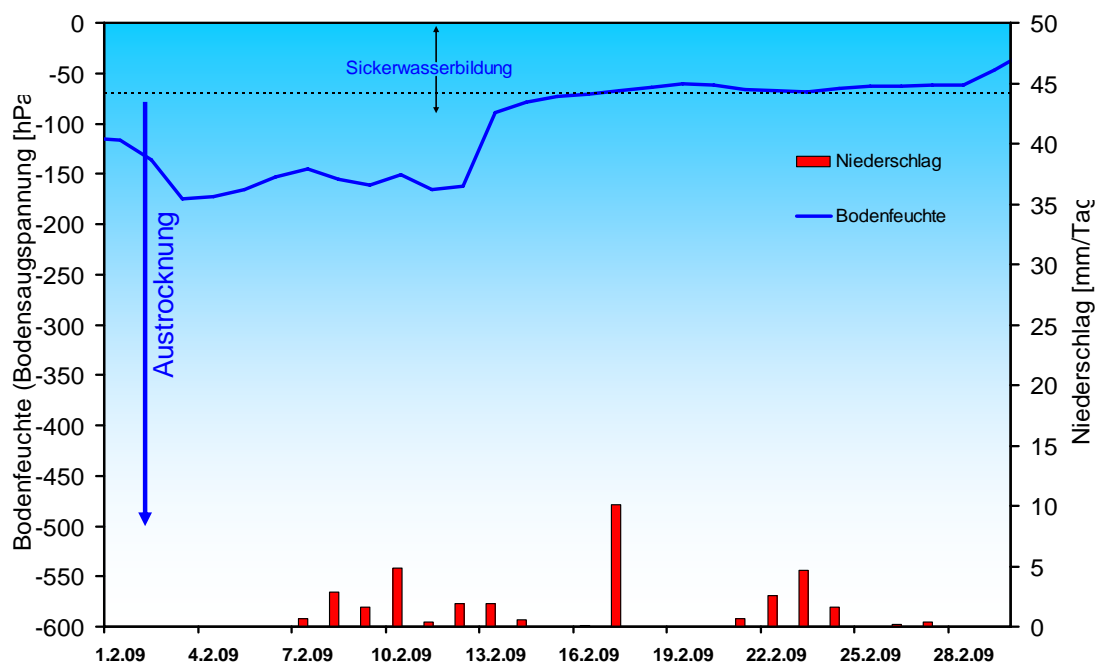


Abb. 39: Niederschlag und Bodenfeuchte (50 cm Tiefe) im Februar 2009, Messstelle Fohlenhof, Nördliches Lechfeld (Grünland)

Die Bodentemperaturen in 5-20 cm Tiefe näherten sich Anfang bis Mitte des Monats der Nullgradgrenze. Die Bodentemperatur in 50 cm bewegt sich den ganzen Monat über im positiven Temperaturbereich, weshalb davon auszugehen ist, dass sich das Wasser in dieser Tiefe frei bewegen kann. (Abb. 40).

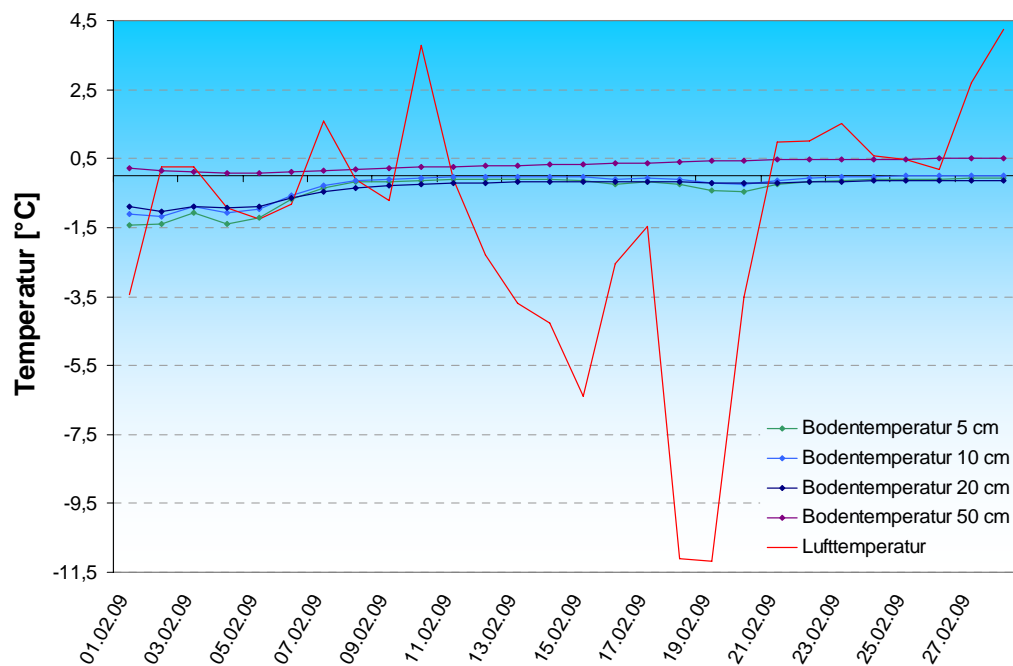


Abb. 40: Monatsverlauf Tagesmittel Boden- und Lufttemperatur an der Station Nördliches Lechfeld (Grünland)

## Lawinen

### Lawinenaktivität

Nach ersten Analysen des Lawinengeschehens, das sich im Zeitraum vom 10. Februar bis 03. März im bayerischen Alpenraum abspielte, zählt der Februar zu den lawinenaktivsten Monaten seit dem Februar 1999, der als „Galltör-Winter“ in Erinnerung geblieben ist. Mit Schwerpunkt im Berchtesgadener Land und Chiemgau ereigneten sich viele große Lawinenabgänge, die ihre bekannten Sturzbahnen verließen oder ausweiteten und dabei Waldschäden verursachten. Im Geigelsteingebiet wurden mehrere Almhütten durch Lawinenabgänge stark beschädigt. Am Hochfelln wurde die Materialseilbahn zum Hochfellnhaus außer Betrieb gesetzt, als eine mächtige Lockerschneelawine einen bisher als sicher geglaubten Stützenstandort erreichte und den Masten zerstörte. Auch die Zahnradbahntrasse am Wendelstein wurde durch einen großen Lawinenabgang schwer beschädigt. In den Zuständigkeitsbereichen der Lawinenkommissionen gingen viele große Lawinen ab und verschütteten Straßenverbindungen, die Alarmorganisation im Bayerischen Lawinenwarndienst funktionierte aber gut. Die Sperrempfehlungen der Lawinenkommissionen waren durch die örtlichen Sicherheitsbehörden schnell umgesetzt worden, Personenschäden konnten im überwachten Bereich vermieden werden. Bis auf einen Fall, in dem ein Personenwagen von einer Nassschneelawine erfasst und an die Leitplanke gedrückt wurde, verhinderten in dieser außerordentlich lawinenkritischen Phase zeitnahe Sperr- und Öffnungsempfehlungen der Lawinenkommissionen Lawinenunfälle und -schäden und beschränkten die Beeinträchtigungen der Bevölkerung durch Lawinen auf ein unumgängliches Maß.



Abb.:41 . Lawinenabgang auf die gesperrte B11 zwischen Urfeld und Walchensee Foto: Toni Geiger



Abb.:42 Große Schneebrettlawine am Südhang des Mühltales bei Kreuth



Abb.: 43 Neue Schadenslawine bei Inzell

Umso mehr machen die tödlichen Unfälle betroffen, die sich im skitouristischen Bereich, also außerhalb überwachter Bereiche, im freien alpinen Gelände ereigneten. Der gesamte bayerische Alpenraum war betroffen. Sechs tödlich verunglückte Skitourengeher und Variantenfahrer sind die furchtbare Bilanz dieses lawinenkritischen Monats. Vertiefende Informationen zu den Unfällen sind auf der Internethomepage des Bayerischen Lawinenwarndienstes unter der Rubrik „Unfälle“ erhältlich.

Die hohe Lawinenaktivität im Februar basierte auf der Kombination aus schwachem Schneedeckenaufbau, starkem Neuschneezuwachs und stürmischen Winden, die zu gewaltigen Schneeverfrachtungen führten. In der Folge kam es zu zwei Phasen in dem Lawinengeschehen, die vollkommen unterschiedliche Auswirkung auf Wintersportler und Bevölkerung hatten. In der ersten Phase ab 10. Februar begann sich auf einer stabilen Altschneedecke unter Windeinwirkung der Neuschnee abzulagern. Eine mehrtägige Föhnssituation Anfang Februar, begleitet von intensiven Strahlungsnächten hatte die Schneeoberfläche in höheren Lagen verharschen lassen. Unter dem Harschdeckel entstand eine dünne Schicht kantig aufgebauter, wenig verbundener Schneekristalle. Über dem Harsch bildete sich Oberflächenreif. In tieferen Lagen wurde die Schneedecke oberflächlich durchfeuchtet. Darauf lagerte sich unter Windeinfluss der Neuschnee ab. Aufgebauter, bindingsarmer Schnee, kalt eingeschneite, feuchte Schneeschichten sowie Oberflächenreif sind Schwachschichten im Schneedeckenaufbau, die bei Zusatzbelastung durch Skifahrer etc. Schneebrettlawinen

hervorrufen. Zusätzlich erzeugte der stürmische Wind umfangreiche Verfrachtungen, die in sich wieder störanfällig waren. Es bahnte sich also bis zum 15. Februar eine skitouristisch heikle Schneedeckensituation an, die durch viele Gefahrenstellen geprägt war, an denen einzelne Wintersportler Schneebrettlawinen auslösen konnten. Daneben war latent die Gefahr vorhanden, dass in abgewehrten Bereichen die Schwachschichten in der Altschneedecke bei großer Zusatzbelastung durch mehrere Skifahrer auszulösen waren. Der tödliche, skitouristische Lawinenunfall am 14. Februar ist als Folge der immer kritischer werdenden Lawinensituation zu sehen. Mit der Zunahme der Gesamtschneehöhe wegen der andauernden Schneefälle bis zum 15. Februar und der umfangreichen Verfrachtungen in südostseitige Einzugsgebiete drohten zunehmend auch Selbstauslösungen von großen Lawinen, weil Lawinen bis auf die schwachen aufgebauten Schichten in der Altschneedecke durchbrechen konnten. Am 17. Februar fielen verbreitet in kurzer Zeit bis zu 60cm Neuschnee. Am 18. schien erstmals wieder seit Tagen die Sonne, bei scheinbar traumhaftem Pulverschnee warnte die Lawinenwarnzentrale vor vielen Gefahrenstellen, an denen bereits einzelne Skifahrer Schneebrettlawinen auslösen konnten. Durch die Sonneneinstrahlung waren zusätzlich Selbstauslösungen großer Lawinen zu befürchten. Mehrere skitouristische Unfälle im nicht überwachten alpinen Gelände erforderten dann am 18., 19. und 21. Februar weitere fünf Lawinenopfer und bestätigten die als kritisch eingestufte Lawinensituation.

Ab 23. Februar setzte die nächste Niederschlagsstaffel ein und packte auf die bestehende Schneedecke bis zum Monatsende weitere 100cm Neuschnee. Die Verfestigung des Schnees konnte die Spannungen, die durch die Gewichtszunahme des Neuschnees entstanden, nicht mehr kompensieren. Es lösten sich mit Schwerpunkt im Osten des bayerischen Alpenraums viele große,



Abb.:44: Gewaltige Schneemassen im Berchtesgadener Land Ende Februar

Foto: Lenz Köppl

auch talgefährdende Lawinen. Die umsichtige und gut abgestimmte Vorgehensweise der örtlichen Lawinenkommissionen und Sicherheitsbehörden verhinderte in dieser Situation Schlimmeres. Auch die dichte Warnung vor Lawinengefahren in den Medien hielt viele Wintersportbegeisterte davor zurück, abseits gesicherter Pisten das Vergnügen im Tiefschnee zu suchen und sich überproportional hohen Risiken auszusetzen.

Aktuelle Mitteilungen des Lawinenwarndienstes erhalten Sie unter:

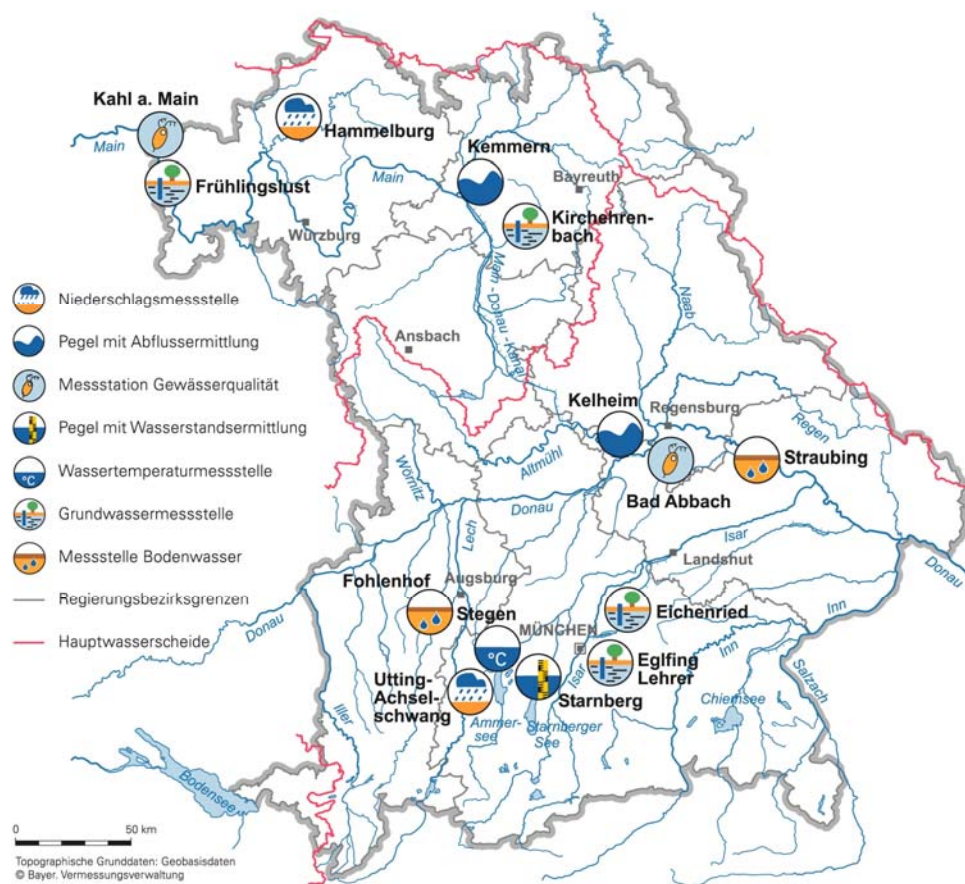
<http://www.lawinenwarndienst.bayern.de>



## 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 10.02.2009, 10:30 Uhr (Orkantief "Quinten" mit Kerndruck 982 hPa überquert Deutschland)	4
Abb. 3: München am 10.02.2009, Quell- und Schichtwolken in verschiedenen Niveaus vor dem...	4
Abb. 4: Infrarot-Satellitenbild vom 17.02.2009, 05:30 Uhr (Nordlage mit meridionalem Frontensystem über Deutschland)	5
Abb. 5: Infrarot-Satellitenbild vom 23.02.2009, 08:30 Uhr (Tief "Wulfdieter" gelangte aus nordwestlichen Richtungen nach Bayern).	5
Abb. 6: Infrarot-Satellitenbild vom 27.02.2009, 03:00 Uhr (Die Fronten von Tief "Yann" gelangten von Nordwesten nach Bayern)	6
Abb. 7: Niederschlagsverhältnisse der Ombrometerstation Hammelburg	6
Abb. 8: Niederschlagsverhältnisse an der Ombrometerstation Utting-Achselschwang	7
Abb. 9: Niederschlag $h_N$ der Ombrometerstation Hammelburg	7
Abb. 10: Niederschlag $h_N$ der Ombrometerstation Utting-Achselschwang	8
Abb. 11: Karte der Tagesniederschläge vom 10.02.2009	8
Abb. 12: Karte der Tagesniederschläge vom 23.02.2009	9
Abb. 13: Gemessene Wasser-gehalte der Schneedecke am 23.02.2009, 6 Uhr (Regionalisierung SNOW-Modell)	10
Abb. 14: Gemessene Wasser-gehalte der Schneedecke am 27.02.2009, 6 Uhr (Regionalisierung SNOW-Modell)	11
Abb. 15: Monatsniederschläge ausgewählter Ombrometerstationen	12
Abb. 16: Auswahl von Messstellen der quantitativen Hydrologie	13
Abb. 17: Abflussentwicklung Kemmern / Main im Berichtsmonat	14
Abb. 18: Abfluss Kemmern / Main Vergleich des aktuellen und langjährigen Monatsmittelwertes Vergleichsreihe 1931 - 2008 Berichtsmonat 2009	14
Abb. 19: Abflussentwicklung Kelheim / Donau im Berichtsmonat	14
Abb. 20: Abfluss Kelheim / Donau Vergleich des aktuellen und langjährigen Monatsmittelwertes Vergleichsreihe 1924 - 2008 Berichtsmonat 2009	15
Abb. 21: Wasserstandsentwicklung Buchwinkel / Waginger See im Berichtsmonat Seespiegel: <b>Mittlerer Seespiegel</b> 442,08 m ü. NN	15
Abb. 22: Die Abflussganglinie des Pegels Salz / Fränkische Saale verdeutlicht die Abflusssituation am mittleren Main im Monat Februar.	16
Abb. 23: Die Wasserstandsganglinie des Pegels Schenkenau / Itz erlaubt eine ungefähre Einordnung der Hochwasserereignisse im Monat Februar.	17

Abb. 24: Die Wasserstandsganglinie des Pegels Mühlried / Paar verdeutlicht den Verlauf des zweiten Hochwasserereignisses zum Monatswechsel der Monate Februar und März	18
Abb. 25: Jahresganglinie (Tagesmittel) der Wassertemperatur im Vergleich zu den Tagesmittelwerten 2000/ 2008 des Pegels Lenggries/ Isar	20
Abb. 26: Sauerstoffgehalt des Mains, Messstation Kahl a. Main	21
Abb. 27: Trübung und ortho - Phosphat in der Donau, Messstation Bad Abbach (Stundenmittelwerte)	23
Abb. 28: Nitrat und Ammonium in der Donau, Messstation Bad Abbach (Stundenmittelwerte)	23
Abb. 29: Tagesmittelwerte der Wassertemperatur im Vergleich zu den Tagesmittelwerten 2000/2008 des Pegels Stegen Ammersee	24
Abb.: 30: Verlauf der Grundwasserstände in der Münchner Schotterebene (Messstelle Eglfing Lehrer 265B, beobachtet seit 1915)	25
Abb. 31: Verlauf der Grundwasserstände in der Niederterrasse, Oberbayern (Messstelle Eichenried, beobachtet seit 2001)	26
Abb. 32: Verlauf der Grundwasserstände im Aschaffener Becken (Messstelle Frühlingslust 86A, beobachtet seit 1938)	26
Abb. 33: Verlauf der Grundwasserstände in der quartären Talfüllung der Wiesent in Oberfranken (Messstelle Kirchehrenbach 6, beobachtet seit 1997)	27
Abb. 34: Jahresverlauf Bodenfeuchte (100 cm Tiefe) und Grundwasserstand, Messstation Straubing, Donau / Gäuboden (Acker)	29
Abb. 35: Niederschlag und Bodenfeuchte (100 cm Tiefe) im Dezember 2008, Messstation Straubing, Donau / Gäuboden (Acker)	29
Abb. 36: Bodentemperatur in 1 m Tiefe im Zeitraum Januar – Juli der Jahre 1999 – 2009, Messstation Straubing, Donau/ Gäuboden	30
Abb. 37: Bodentemperatur in 8 m Tiefe im Zeitraum Januar – August der Jahre 1999 - 2009, Messstation Straubing, Donau/ Gäuboden	30
Abb. 38: Jahresverlauf Bodenfeuchte (50 cm Tiefe) und Grundwasserstand, Messstelle Fohlenhof, Nördliches Lechfeld (Grünland)	31
Abb. 39: Niederschlag und Bodenfeuchte (50 cm Tiefe) im Februar 2009, Messstelle Fohlenhof, Nördliches Lechfeld (Grünland)	32
Abb. 40: Monatsverlauf Tagesmittel Boden- und Lufttemperatur an der Station Nördliches Lechfeld (Grünland)	32
Abb 41: Lawinenabgang auf die gesperrte B11 zwischen Urfeld und Walchensee Foto: Toni Geiger	33
Abb 42: Große Schneebrettlawine am Südhang des Mühltales bei Kreuth	33
Abb 43: Neue Schadenslawine bei Inzell	33
Abb 44: Gewaltige Schneemassen im Berchtesgadener Land Ende Februar	34

**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:

02 / 2009