

## **Gewässerkundliche Verhältnisse im Jahr 2002 in Bayern - Jahresbericht-**

Der Gewässerkundliche Dienst (GkD) am Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft nimmt seine Aufgaben in enger Zusammenarbeit mit den Wasserwirtschaftsämtern und den Regierungen wahr. Im Rahmen der Umweltbeobachtung hat er als wesentliche Aufgaben

- den Zustand und die Entwicklung der Fließgewässer, der Seen und des Grundwassers nach Menge und Beschaffenheit sowie der Gewässer als Lebensraum festzustellen und
- für die langfristig angelegte landesweite Beobachtung der Komponenten des Wasserhaushalts die notwendigen Messnetze zu betreiben.

Ein Überblick über die gewässerkundlichen Verhältnisse eines Jahres in Bayern wird jeweils in Form eines Jahresberichts gegeben. Die im Jahr 2002 an den Messnetzen gewonnenen Informationen sind nachstehend summarisch für die einzelnen Komponenten des Wasserhaushalts zusammengestellt und sollen in dieser Form der interessierten Öffentlichkeit eine Rückschau auf das vergangene Jahr und einen Vergleich zu den langjährigen mittleren Verhältnissen ermöglichen.

### **1 Gewässerkundliche Gesamtsituation – Zusammenfassung**

In hydrologischer Hinsicht war das Jahr 2002 bemerkenswert. Hervorzuheben sind die überdurchschnittlich hohen Niederschläge sowohl im Winter- wie im Sommerhalbjahr. Auch die in verschiedenen Monaten aufgetretenen überdurchschnittlichen Temperaturen seien hier erwähnt. Die hohen Niederschläge haben über das Jahr sowie über ganz Bayern verteilt immer wieder zu Hochwasserlagen geführt, so dass 2002 als ein Jahr der Hochwasser in Erinnerung bleiben wird. Das herausragendste Ereignis war dabei das Augusthochwasser 2002 in Südostbayern und im Gebiet des Regen, das auch zeitgleich im Elbegebiet das allseits noch in Erinnerung gebliebene Katastrophenhochwasser verursacht hat.

Die hohen Niederschläge beeinflussten auch das Verhalten der Grundwasserstände, die in der zweiten Jahreshälfte in Südbayern größtenteils über dem langjährigen Mittelwert lagen. Die Beschaffenheit der oberirdischen Gewässer ließ keine außergewöhnliche Belastungssituation erkennen. Gewisse Beeinträchtigungen durch Hochwasser hatten nur temporäre Effekte. Die insgesamt überdurchschnittlichen Abflüsse bedingten im Mittel geringe Stoffgehalte, so dass die Gewässerqualität allgemein als gut angesprochen werden kann.

### **2 Wasserhaushaltsgrößen Niederschlag, Abfluss und Grundwasserstände**

#### **2.1 Die Witterungsverhältnisse**

Die **Witterung im hydrologischen Jahr** (November 2001 bis Oktober 2002) wird im Folgenden anhand der regionalen Auswertung für die Bereiche Nord- und Südbayern beschrieben. Die graphischen Darstellungen (Niederschlag, Lufttemperatur) der Monatsmittel der zwei Klimastationen Bad Kissingen und München spiegeln weitgehend auch die mittleren Verhältnisse von Nord- und Südbayern wider. Zur Übersicht des kalendarischen Jahresverlaufs wurden die Abbildungen um die Monatswerte für November und Dezember 2002 ergänzt.

## Nordbayern

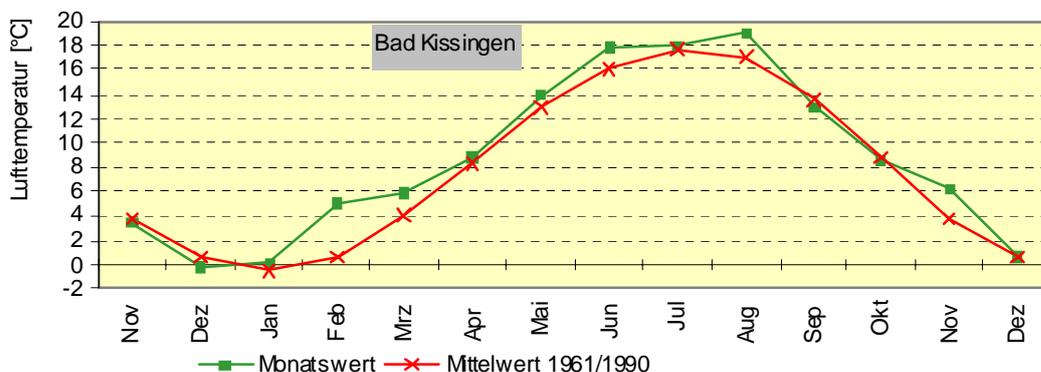
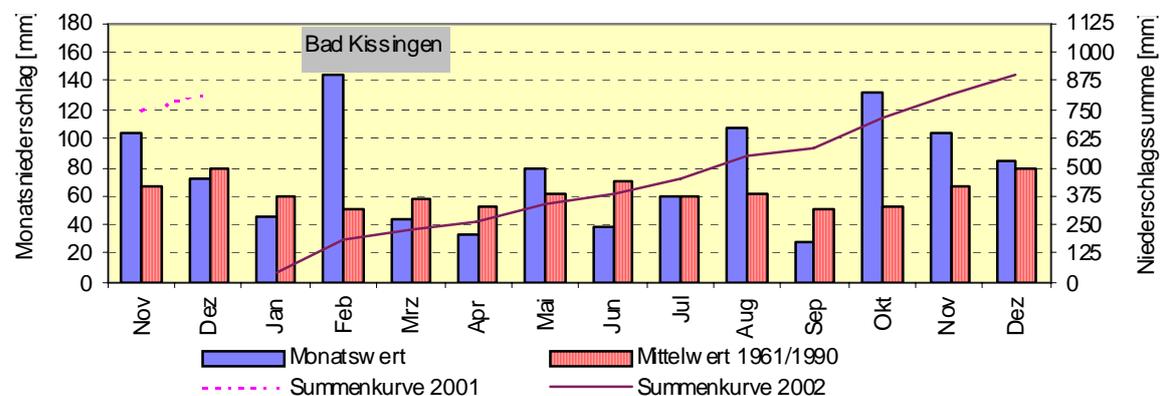
Im **Winterhalbjahr** (Nov. 2001 bis Apr. 2002) waren der Monat November deutlich und der Februar ganz erheblich zu nass. Der Monatsniederschlag im Dezember lag im Bereich des langjährigen Mittels der Jahre 1961-1990; Januar, März und April blieben dagegen deutlich zu trocken. Im Vergleich zum vieljährigen Lufttemperatur-Monatsmittel waren nur der November und der Dezember etwas zu kalt. Zu warm waren der Januar sowie der April, deutlich zu warm fielen die Monate März und besonders Februar aus.

**Extreme Wetterereignisse:** Starke Niederschläge im Februar und März führten jeweils zu Hochwasser.

Im **Sommerhalbjahr** (Mai 2002 bis Okt. 2002) entsprach nur der Monatsniederschlag im September dem Mittel der Reihe 1961-1990. Des weiteren war der Juni zu trocken und die restlichen Monate zu nass; insbesondere der Oktober fiel markant zu nass aus. Im Vergleich mit dem langjährigen Monatsdurchschnitt der Lufttemperatur blieben lediglich der September und der Oktober etwas zu kühl. Bei den übrigen, überdurchschnittlich warmen Monaten ragen der Juni und der August als deutlich zu warme Monate heraus.

**Extreme Wetterereignisse:** Länger anhaltende Niederschläge in der ersten Augushälfte führten in Nordostbayern zu Hochwasser.

Das **Maingebiet** wies im Abflussjahr 2002 eine Gebietsniederschlagshöhe von 931 mm auf und lag mit 21 % erheblich über dem Mittelwert 1961-1990. Im Einzelnen ergab sich ein Niederschlagsüberschuss von 20 % im Winterhalbjahr und von 23 % im Sommer. Das Niederschlagsgeschehen und der Temperaturverlauf sind beispielhaft für die Niederschlagsstation Bad Kissingen, nachstehend graphisch dargestellt.



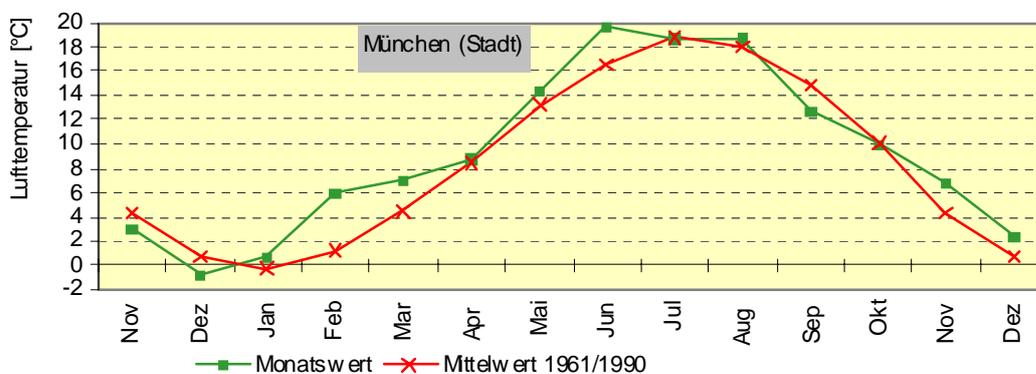
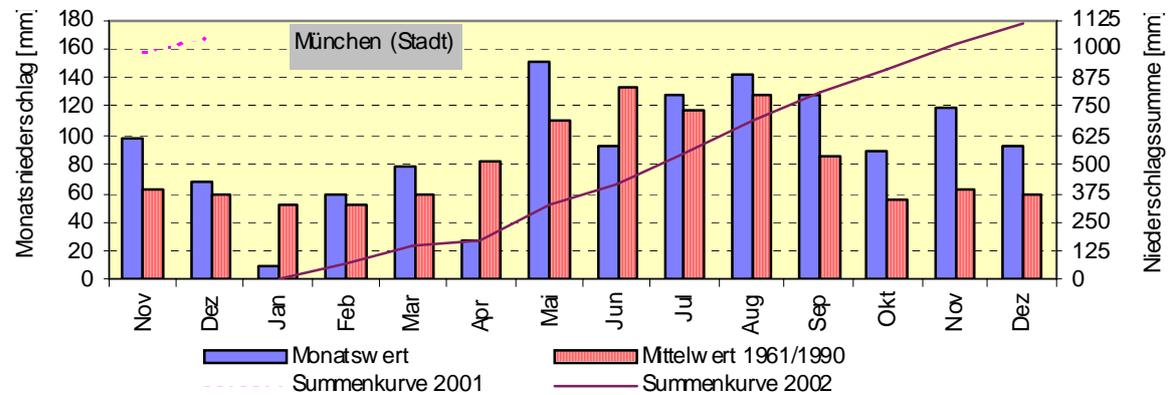

## Südbayern

Die meisten Monate im **Winterhalbjahr** (Nov. 2001 bis Apr. 2002) waren im vieljährigen Vergleich (1961-1990) zu nass. Dazu zählen der November, der Dezember, der Februar und der deutlich zu nasse März. Lediglich der Januar war markant zu trocken und auch der April fiel deutlich zu trocken aus. Die Lufttemperatur blieb im November und im Dezember vergleichsweise (1961-1990) zu kalt, aber die folgenden Monate erwiesen sich als überdurchschnittlich warm, wobei der März deutlich und der Februar markant zu warm ausfielen.

**Extreme Wetterereignisse:** Örtlich kältester November seit Beginn der Messungen. Starke Niederschläge im März führten zu Hochwasser.

Das **Sommerhalbjahr** (Mai 2002 bis Okt. 2002) begann mit einem durchschnittlichen Mainiederschlag und einem zu trockenem Juni. Die restlichen Sommermonate waren durchgehend zu nass, wobei vor allem die Monate August und Oktober im Vergleich zur 30jährigen Beobachtung deutlich zu nass ausfielen. Die Lufttemperaturen von Mai und August lagen ca. um 1°C über dem langjährigen Monatsmittel, im Juni war es bei ca. + 3°C Abweichung vom Mittel deutlich zu warm. Im Juli und Oktober wurden durchschnittliche Monatstemperaturen erreicht; lediglich der September war zu kühl.

**Extreme Wetterereignisse:** Heftige Unwetter führten Anfang Juni örtlich zu Hochwasser. Der Juni war lokal auch wärmster Monat seit Beginn der Messungen. Länger anhaltende Niederschläge in der ersten Augusthälfte führten in Süd- und Ostbayern zu Hochwasser. Im Oktober verursachte Orkantief "Jeanette" große Schäden.



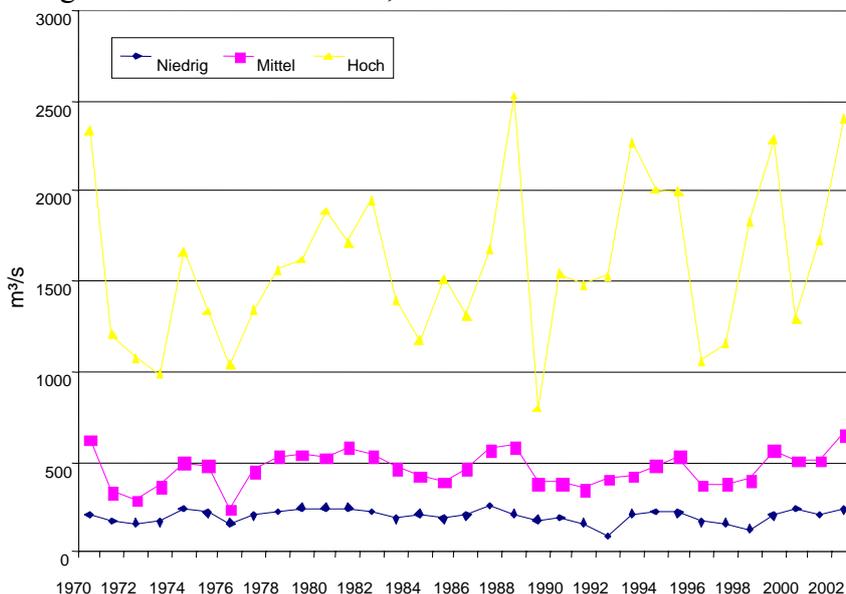

Die Gebietsniederschläge im **Donaugebiet** lagen im Abflussjahr 2002 erheblich über den Mittelwerten der Reihe 1961-1990 und summierten sich auf 1196 mm. Es errechnet sich ein Jahresüberschuss von 26 % im **Donaeinzugsgebiet oberhalb von Regensburg einschließlich dem Gebiet des Regens**, der aus einem Niederschlagsgewinn von 10 % im Winterhalbjahr und von 37 % im Sommer resultiert. Auch im **Donaeinzugsgebiet unterhalb von Regensburg** erreichte der Jahreswert 15 % über dem Durchschnitt, bei einem Niederschlagsüberschuss von 8 % im Winter und von 20 % im Sommer. Beispielhaft für das Donaugebiet sind vorstehend die monatlichen Messwerte der Niederschlagsstation München (Stadt) gezeigt.

## 2.2 Die Abflussverhältnisse im Main- und Donaugebiet

Der Norden Bayerns wird durch das Einzugsgebiet des Mains und der Süden durch das der Donau geprägt. Vom gesamten Main Einzugsgebiet mit einer Größe von 27 208 km<sup>2</sup> liegen bis zur Grenze nach Hessen 19 685 km<sup>2</sup>, also rund 70 % auf bayerischem Gebiet. Das Elbegebiet in Bayern umfasst im Bereich der Saale und der Eger ca. 1500 km<sup>2</sup>. Das Donaeinzugsgebiet erreicht bis zur Grenze zu Österreich unterhalb der Innmündung eine Größe von 76 635 km<sup>2</sup>. Davon liegen rd. 48 700 km<sup>2</sup> auf bayerischem Gebiet. Bis Ulm oberhalb der Illermündung hat die Donau ein Einzugsgebiet von 5 348 km<sup>2</sup>, das zu Baden-Württemberg gehört. Das deutsche Donaugebiet mit ihrem Oberlauf in Baden-Württemberg und Bayern einschließlich des Inns umfasst aber lediglich 7,3% vom Gesamteinzugsgebiet der Donau bis zum Schwarzen Meer, das bis zur Mündung eine Größe von 817.000 km<sup>2</sup> erreicht.

Das Jahr 2002 kann in den beiden Hauptflussgebieten in Bayern aus hydrologischer Sicht als Nassjahr bezeichnet werden. Die mittleren Abflüsse 2002 übertreffen um 20 bis teilweise 70% die langjährigen Mittelwasserabflüsse (MQ); ebenso liegen die niedrigsten täglichen Abflüsse in gleichem Maße über den vieljährigen MNQ-Werten. Als Hochwasserereignisse sind die Abflüsse im März 2002 und insbesondere im August 2002 bemerkenswert. Besonders zu erwähnen sind die Sommerhochwasser der Flüsse Regen, Salzach und Traun; hier sind an Pegeln teilweise noch nie registrierte Abflussscheitel aufgetreten, die deutlich höher als ein HQ<sub>100</sub> (hundertjährliches Abflussereignis) einzustufen sind.

Pegel Schwabelweis/Donau, Jahresabflüsse



In der nebenstehenden Darstellung sind die niedrigsten, mittleren und höchsten Jahresabflüsse der Zeitreihe 1970/2002 für den Pegel Schwabelweis an der Donau unterhalb von Regensburg dargestellt. Im Vergleich zeigt sich, dass im Jahr 2002 (letzte Werte der 3 Ganglinien) jeweils überdurchschnittlich hohe Werte zu verzeichnen waren.

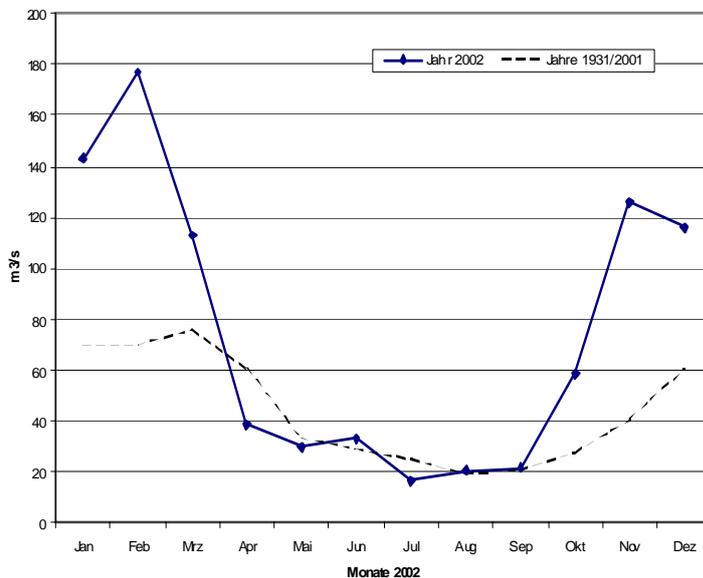


## Nordbayern

Der mittlere jährliche Abfluss des Mains überstieg an den einzelnen Pegeln um 50 bis 70% das vieljährige MQ. An den Zuflüssen zum Main wurden teilweise sogar noch höhere Verhältniswerte ermittelt. Dabei ist festzustellen, dass diese höheren Jahreswerte hauptsächlich infolge der hohen Winter-Abflüsse entstanden sind; dies ist gut am Ganglinienverlauf des Pegels Kemmern/Main in der nachstehenden Darstellung zu erkennen.

Auch die Niedrigabflüsse sind teilweise sehr hoch. So liegt z. B. das NQ 2002, d.h. der niedrigste Tagesabfluss, im Regnitzgebiet bis zu 100% über dem vieljährigen MNQ-Wert. In den übrigen Gebieten sind Steigerungen um 30 bis 40% zu verzeichnen, vereinzelt aber auch relativ niedrige Abflüsse.

Ein bemerkenswertes Hochwasser trat 2002 im Maingebiet erfreulicherweise nicht auf. Hochwasserabflüsse waren zeitweise im Januar und März zu verzeichnen mit Scheitelabflüssen, die einem HQ<sub>10</sub> bis HQ<sub>20</sub> entsprechen.



### Pegel Kemmern/Main:

Mittlere monatliche Abflüsse des Jahres 2002 sowie der Zeitreihe 1991/2001

## Südbayern

Die mittleren jährlichen Abflüsse der Donau von Ulm bis Passau überstiegen um 40 bis 50% das langjährige MQ an den Donau-Pegeln. Sowohl die südlichen wie die nördlichen Zuflüsse zur Donau trugen flächendeckend durch einen erhöhten Abfluss bei. Statistisch gesehen übersteigt dabei das MQ 2002 um 20 bis 40%, vereinzelt bis zu 60%, das vieljährige MQ der Zuflüsse.

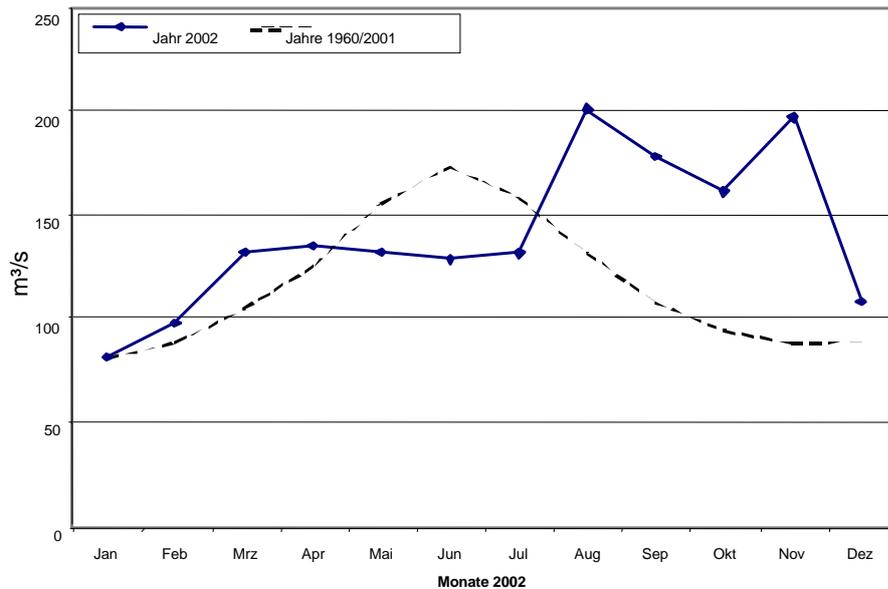
Auch die Niedrigwasserabflüsse bewegten sich in ähnlichem Rahmen über den mehrjährigen MNQ-Werten. Vereinzelt gehen die Niedrigabflüsse als neue höchste NQ-Werte (hNQ) in die Niedrigwasserstatistik ein.

Das Jahr 2002 wird an der Donau und ihren Zuflüssen als Hochwasserjahr in die Historie eingehen und zwar mit bedeutsamen Abflussereignissen im März und August, wobei die Scheitelabflüsse unterschiedliche Ausprägung hatten. Während sich an den nördlichen Zuflüssen (mit Ausnahme des Regens) sowie an Isar und Lech die Scheitelabflüsse im Großen und Ganzen im Bereich bis HQ<sub>5-10</sub> bewegten – sowohl im März als auch im August –, traten in den übrigen Flussgebieten Scheitelabflüsse auf, wie sie teilweise noch nie aufgezeichnet waren. Die Ereignisse im August sind dort mit Jährlichkeiten größer HQ<sub>100</sub>



einzuordnen. Betroffen waren vor allem das obere Iller-Einzugsgebiet, das Inngebiet mit Salzach und Traun sowie fast das gesamte Regeneinzugsgebiet.

Der Unterschied zwischen dem Abflussregime alpiner und denjenigen nordbayerischer, im Mittelgebirge entspringender Flüsse ist aus der nachfolgenden exemplarischen Darstellung der Abflussganglinie für den Lech im Vergleich zu vorstehenden Ganglinien für den Main am Pegel Kemmern deutlich zu erkennen. Die abflussstarken Monate treten zu unterschiedlichen Jahreszeiten auf.



**Pegel Augsburg  
und W./Lech**  
Mittlere Abflüsse  
des Jahres 2002  
sowie der Zeitreihe  
1960/2001

### 2.3 Grundwasserstände und -vorräte

Die Grundwasservorkommen Bayerns sind 11 hydrogeologischen Räumen zugeordnet. Ihre Ausprägung ist sehr unterschiedlich; insbesondere unterscheiden sie sich nach Ergiebigkeit und Größe der zusammenhängenden Grundwasserkörper. Die landesweite Darstellung der Grundwasserverhältnisse im Jahr 2002 behandelt nachstehend das Kristalline Grundgebirge (Bayerischer und Böhmerwald), den Voralpinen Moränengürtel und den Alpenen Raum nicht, da in diesen drei hydrogeologischen Räumen nur lokale Grundwasservorkommen anzutreffen sind.

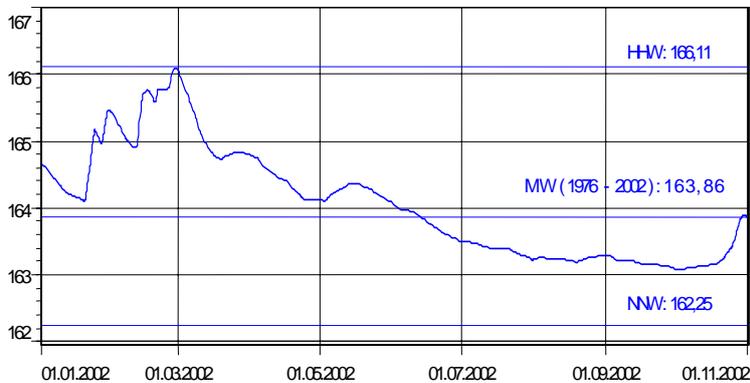
Die Grundwasserstände werden an rund 2000 staatlichen Messstellen beobachtet; für die Beschreibung des Jahres 2002 wurden davon rd. 120 ausgewählt. Die Situation im Jahr 2002 wird unter anderem anhand des langfristigen Verhaltens der Grundwasserstände bewertet. Alle Angaben zu Mittel-, Höchst- oder Niedrigstwerten beziehen sich auf die gesamte Beobachtungszeit der jeweiligen Messstelle. Rund die Hälfte der ausgewerteten Messstellen wird zwischen 10 und 25 Jahren beobachtet, rund ein Drittel seit 10 und weniger Jahren und etwa 10 Messstellen werden zwischen 45 und 65 Jahren beobachtet.

#### Messstelle Rieneck - Buntsandstein Spessart

Im **Buntsandstein-Spessart** (Raum Aschaffenburg-Bad Brückenau-Mellrichstadt) traten wie im vergangenen Jahr hohe Grundwasserstände nur im Zeitraum Januar – April auf,



wobei die Höchstwerte im April erreicht wurden. Die Grundwasserstände fielen während des Frühjahrs und Sommers annähernd kontinuierlich ab und lagen vor dem erneuten Anstieg zum Jahresende um 1,0 bis 1,5 m unter dem Mittelwert. Das Jahresmittel 2002 entsprach ungefähr dem Mittel der Gesamtbeobachtungszeit.



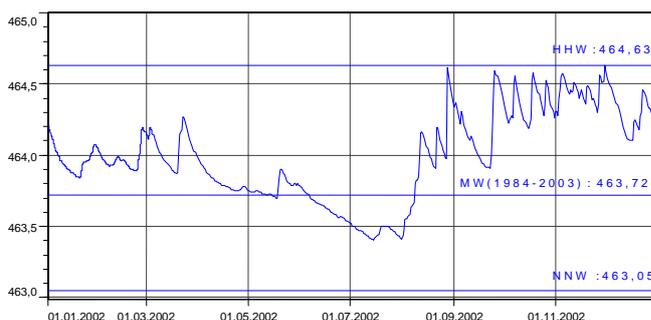
Die Veränderung der Grundwasserstände im Laufe des Jahres ist an der nebenstehenden Ganglinie für die Messstelle Rieneck gut zu verfolgen.

An den Messstellen im **Muschelkalk** (Raum Rothenburg-Würzburg-Schweinfurt-Mellrichstadt) lagen die Grundwasserstände zum Jahresbeginn im Bereich des Niedrigwassers, stiegen bis zum April um bis zu 15 m und fielen anschließend auf die Höhe des Mittelwassers ab. Beim starken Anstieg im Frühjahr wurden kurzfristig die Höchstwerte erreicht.

Im **Sandsteinkeuper** (Raum Ansbach-Nürnberg-Coburg) und im **Benker Sandstein** (Raum Ansbach-Nürnberg-Neustadt/ Aisch) schwankten die Grundwasserstände um relativ geringe Beträge von 0,5 m bis maximal 1,5m. Die höchsten Wasserstände traten überwiegend in der ersten Jahreshälfte auf. Zum Jahresende lagen die Grundwasserstände meist deutlich über dem Mittel. Das Jahresmittel 2002 unterscheidet sich an den meisten Messstellen nur unwesentlich vom Mittelwert der Gesamtbeobachtungszeit

Im **Jura** (Raum Eichstätt-Regensburg-Bamberg-Bayreuth) betragen die Wasserstandsschwankungen an den meisten Messstellen um 2 m. Nur an einer Messstelle wurde eine Schwankung um 9 m beobachtet. Phasen ausgeprägter Höchststände traten nicht auf. Die höchsten Wasserstände wurden meist zum Jahresende erreicht mit Werten um 1.0 bis 2,0m über dem Mittel. Das Jahresmittel 2002 lag an den Jura-Messstellen durchwegs über dem Mittel der Gesamtbeobachtungszeit, meist um Beträge unter 1,5 m, bei einigen Messstellen aber auch um 3 m.

### Messstelle Steinheim - Donau Quartär



In den quartären Talfüllungen der Donau und ihrer südlichen Zuflüsse wie auch in den **Schotterplatten** des Alpenvorlandes reagierten die Grundwasserstände generell sehr rasch auf Niederschlagsereignisse; dies lässt die nebenstehende Ganglinie für die Messstelle Steinheim deutlich erkennen. Die Wasserstände schwankten in all diesen Bereichen um etwa 1 m. Eine kurzfristige Spitze der Grund-



wasserstände trat an fast allen Messstellen im März auf.

Im August/September stiegen die Wasserstände infolge der intensiven Niederschläge vor allem an den Messstellen in Schwaben und Oberbayern erneut sehr schnell um etwa 1 m an und verharrten bis zum Jahresende auf hohem Niveau. An mehreren Messstellen wurde der Höchstwert erreicht. Der Mittelwert 2002 lag durchschnittlich um 0,3 m über dem Mittel der Gesamtbeobachtungszeit

Das Grundwasser im **Tertiär** (Raum südlich der Donau bis zur Linie Memmingen-Starnberg-Burghausen) liegt unter gering durchlässigen Schichten in Tiefen zwischen 60 und 200 m. Die Einflüsse des kurzfristigen Niederschlagsgeschehens prägen sich hier nicht durch. Im Berichtsjahr schwankten die Grundwasserstände um etwa 0,4 m. Um diesen Betrag stiegen die Grundwasserstände im Bereich westlich von München von Januar bis Dezember annähernd kontinuierlich an. Vielfach wurde dabei zum Jahresende der Höchstwert erreicht. Im Tertiär östlich von München pendelten die Grundwasserstände um den Jahresmittelwert. An nahezu allen Tertiärmessstellen lagen die Jahresmittel 2002 um etwa 0,2m über dem Mittel der Gesamtbeobachtungszeit.

### 3 Gewässerqualität

#### 3.1 Fließgewässer

**Messnetz:** Der Zustand und die langfristige Entwicklung der Gewässerqualität in Bayern werden im **Landesmessnetz Fließgewässer** erfasst. Die zugehörigen Messstellen liegen an 40 verschiedenen bedeutenden Gewässern und 2 Kanälen. Sie decken eine Vielfalt an naturräumlichen Eigenarten, Abflussverhältnissen und Belastungen ab. Untersucht wird das Wasser selbst und die im Wasser schwebenden organischen und anorganischen Teilchen, der so genannte Schwebstoff. Am Schwebstoff haften häufig schwerer lösliche, organische Substanzen und Schwermetalle an.

#### Bayernweiter Überblick

Stark vereinfacht kann man sagen, dass im Main Einzugsgebiet in der Regel eine höhere Belastung durch intensive Besiedlung und Industriedichte, aber auch Sonderkulturen in der Landwirtschaft (Gemüsebau, Weinbau...) vorliegt, das Potenzial der Fließgewässer, Belastungen aufzunehmen, hier jedoch im Vergleich mit dem Donaueinzugsgebiet deutlich geringer ist. Dies liegt an der Wasserarmut der Regnitz-Main-Region sowie an der naturräumlichen Ausstattung des Fränkischen Schichtstufenlandes. Die nordbayerischen Gewässer weisen daher oft höhere Konzentrationen an Nährstoffen, organischen Substanzen und Schadstoffen auf.

Das Jahr 2002 brachte keine bedeutenden Veränderungen im Vergleich zu den Vorjahren. Auch die neuen Untersuchungsprogramme zeigten im wesentlichen keine außergewöhnlichen Belastungen auf. Durch die warmen Frühjahrs Temperaturen bedingt, stieg die Wassertemperatur in diesem Jahr schnell an, die Stoffumsätze kamen rasch in Gang. Die insgesamt hohen Niederschläge und Abflüsse, führten aber im Mittel zu geringen Stoffgehalten.

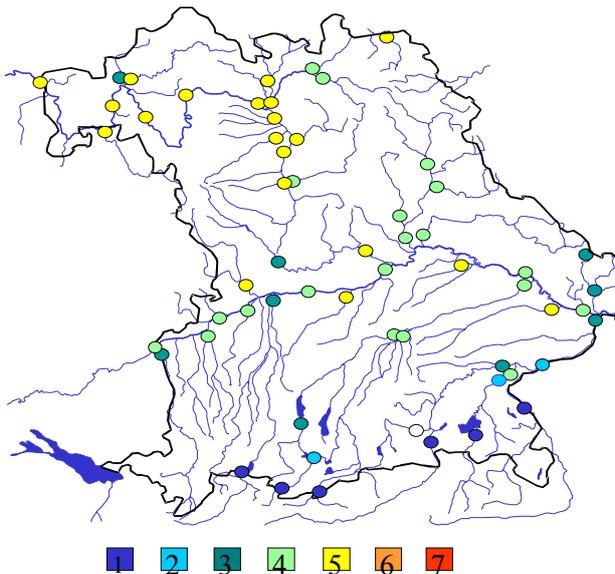
In Nordbayern fielen vor allem die hohen Schwebstoffgehalte Ende Januar und Ende Oktober/Anfang November auf. Sie gehen z.T. mit hohen Schwermetallkonzentrationen einher.



In Südbayern zeigte die Gewässeruntersuchung an der Salzach deutlich den Einfluss des August-Hochwassers: Phosphatkonzentrationen und Schwermetallgehalte waren erhöht. Bei den übrigen betroffenen Gewässern, erfolgte die Wasserprobenahme erst in der darauffolgenden Woche. Da hier keine besonderen Werte festgestellt wurden, ist davon auszugehen, dass die Belastungen durch das Hochwasser nur einen temporären Effekt hatten.

## Die physikalisch-chemische Gewässerqualität im Einzelnen

NO<sub>3</sub>-N (mg/l) 2002 - Bewertung der Messergebnisse nach LAWA Zielvorgaben



### Landesmessnetz Fließgewässer Chemische Standarduntersuchung

Besonderes Augenmerk liegt wie auch in den Vorjahren auf der Nährstoffsituation (s. nebenstehende Abbildung): die Zielvorgaben der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser werden für Phosphat an 50%, die Nitratgehalte an 60% der Messstellen überschritten. Unverändert finden sich die höchsten Konzentrationen im Einzugsgebiet von Main, Regnitz und Altmühl sowie im niederbayerischen Tertiärhügelland. Am Main und streckenweise in der Regnitz haben die Nitratkonzentrationen in den letzten Jahren abgenommen und waren z.T. auch 2002 leicht rückläufig.

## Schadstoffprogramme

Durch die Neuordnung des Landesmessnetzes hat die Untersuchung von Schadstoffen mehr Gewicht bekommen. Dies entspricht auch der neuen EU-Wasserrahmenrichtlinie, die die Überwachung einer Vielzahl von Einzelstoffen vorschreibt.

Die Bewertung der Schadstoffkonzentrationen im Gewässer beruht auf national und international abgestimmten Zielwerten. Generell kann die Schadstoffbelastung in Bayern als gering bezeichnet werden, für einige Substanzen liegen aber auch regional Belastungen vor.

- Das **Schwermetallprogramm** wurde im Jahr 2002 um sieben neue Messstellen erweitert. Erstmals wurde Antimon in die Untersuchung aufgenommen. Werden die Zielvorgaben der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser zur Beurteilung herangezogen, stellt sich die Situation der im Wasser gemessenen Schwermetalle recht gut dar: nur bei Blei und Quecksilber werden die Zielvorgaben teilweise überschritten. Die Schwebstoffphase ist dagegen kritischer zu sehen: Zink, Kupfer und Cadmium werden hier häufiger überschritten, weitere Schwermetalle vereinzelt an einigen Messstellen. Ein Teil der Belastung, vor allem im Bayerischen Wald, ist durch die natürlichen geologischen Verhältnisse bedingt.
- Im **Pflanzenschutzmittelprogramm** wurde die Palette der untersuchten Stoffe stark erweitert. Da mit den neuen Substanzen erst Erfahrungen gesammelt werden müssen, ist noch keine Bewertung für 2002 möglich. Auch die Häufigkeit der Probenahme für Pflanzenschutzmittel wurde erhöht: die zusätzlichen Untersuchungen werden bevorzugt zur Anwendungszeit durchgeführt, wenn die Konzentrationen der Stoffe in

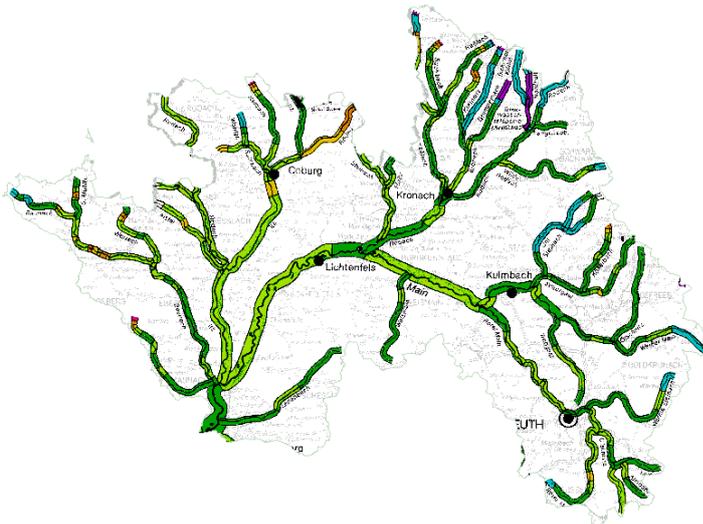


den Gewässern erfahrungsgemäß besonders hoch sind. Es zeigte sich, dass Einzelwerte öfter über dem Trinkwassergrenzwert liegen, über das Jahr gesehen werden die Zielwerte in den meisten Fällen eingehalten, Problemstoffe sind nach wie vor Atrazin, Diuron, Isoproturon und Bentazon.

- Das Programm "**VOC- leichtflüchtige Halogenverbindungen**" wurde ebenfalls um einige zusätzliche Messstellen erweitert. Wie in den Jahren zuvor, traten jedoch auch 2002 kaum mehr Überschreitungen der Zielvorgaben auf.

### **Biologische Kartierungen:**

Neben den Untersuchungen im Landesmessnetz werden biologische Kartierungen durchgeführt. Sie münden alle drei Jahre in die Erstellung der Gütekarten Saprobie und Trophie.



**Kartierung Saprobie:** Im Vergleich zum Berichtszeitraum 2001 wurden lediglich geringe, regional eng begrenzte Änderungen mit positiver Tendenz registriert

Die nebenstehende Abbildung zeigt die Güteklassen Saprobie im Flussgebiet Oberer Main 2001 (Quelle Kartierung Saprobie)

**Kartierung Trophie:** Die trophische Belastung der Fließgewässer wird in dreijährigen Berichtszeiträumen zusammengefasst. Die letzte Zusammenstellung erfolgte im Jahr 2002 für den Zeitraum 1998 bis 2001. Die Bewertung der Nährstoffbelastung richtet sich dabei erfolgt nach dem sogenannten „trophischen Aspekt“. Zur Indikation wird dabei die für das jeweilige Gewässer charakteristische Pflanzengruppe herangezogen. Für einen Teil der Gewässer sind dabei höhere Wasserpflanzen, für andere sind Algen des Gewässergrundes typisch; für große, langsam fließende Gewässer ist es das Plankton. Für sämtliche Gewässer erster und zweiter Ordnung fand 2001 eine umfangreiche Überprüfung dieser Zuordnung zur typischen Gruppe statt; sie war die Grundlage für die Trophiebewertung

**Regionale Kartierung der Versauerung:** Bei der Versauerung kann von einer sich in Einzelfällen abzeichnenden Verkürzung versauerter Abschnitte gesprochen werden. Veränderungen, die auf eine Regeneration der Biozönose (Makrozoobenthos) hindeuten, sich also in einer Änderung der Säurezustandsklassen niederschlagen, ließen sich auch in diesem Jahr noch nicht feststellen.



### 3.2 Qualität der Seen

**Messnetz:** Der ökologische Zustand und die Entwicklung der Seen wird im Landesnetz Seen beobachtet. Dieses Landesnetz wurde im Zuge eines Projektes zur Neuordnung der qualitativen Messnetze im Jahr 2001 vor dem Hintergrund der EG-Wasserrahmenrichtlinie erweitert. Es umfasst ab 2002 mit 37 Messstellen alle natürlichen Seen Bayerns mit einer Oberfläche > 0,5 km<sup>2</sup>, die drei Wasserspeicher des Überleitungssystems in Mittelfranken und die zwei bayerischen Trinkwassertalsperren.

Untersucht wurden der chemisch-physikalische und biologische Zustand im Hinblick auf die Trophie, sowie die biologische Auswirkung der Nährstoffverhältnisse. Neben allgemeinen Qualitätskriterien wie Temperatur, pH, Sauerstoffgehalt sind die wesentlichen Nährstoffkomponenten Phosphor und Stickstoff untersucht worden. 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. Die Trophie wird an Seen derzeit in 4 Stufen (mit Zwischenstufen) von *gering* bis *übermäßig* produktiv klassifiziert.

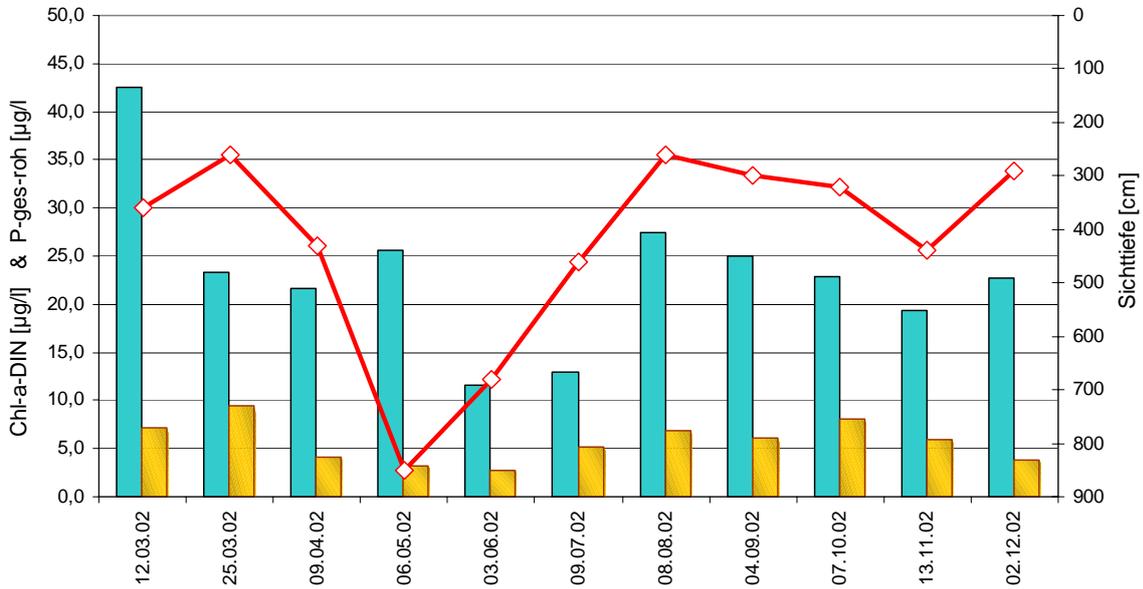
Im Jahr 2002 waren bei den größeren Seen keine Veränderungen gegenüber 2001 festzustellen. Die meisten größeren Seen haben durch die abwassertechnische Maßnahmen der letzten Jahrzehnte wieder einen akzeptablen mesotrophen (mäßige pflanzliche Produktion) Zustand erreicht, wie die Gütekarten seit 1995 zeigen. Oft zeigten die chemisch-physikalischen Kenngrößen bereits wieder gute Verhältnisse an, die biologischen Komponenten ließen aber noch keine oder eine stark verzögerte Reaktion erkennen. Noch vorhandene „Sorgenkinder“ sind Hopfen-see, Simssee, Waginger/Tachinger See, Schliersee sowie der Altmühlsee. Diese Seen zeigten vor allem zeitweise auftretende Algenblüten von großem Ausmaß, die den Stoffhaushalt belasten und zu Sauerstoffdefiziten führen.

Bei kleineren Seen lagen bisher wenig Daten vor. Nährstoffbelastungen wirken sich bei diesen grundsätzlich schneller und stärker aus. Daher sind die Untersuchungen der neu ins Landesnetz aufgenommenen Gewässer von besonderem Interesse. Von diesen wurden 2002 der Barmsee und der Riegsee untersucht. Anhand ausgewählter trophisch relevanter Kriterien lässt sich zeigen, dass der Barmsee dem oligotrophen Alpenseetyp zuzuordnen ist, der Riegsee dem meso- bis eutrophen Voralpenseetyp. Die Jahresverläufe der Messwerte für die Parameter Gesamtphosphor ( $\mu\text{g/l}$ ), Chlorophyll-a-Konzentration ( $\mu\text{g/l}$ ) und Sichttiefe (m) sind bei ersterem sehr viel gleichmäßiger auf geringem Belastungsniveau als bei letzterem, wo größere Schwankungen auf höherem Nährstoffniveau sichtbar sind (siehe die nachfolgenden Abbildungen). Bemerkenswert war beim Riegsee insbesondere ein deutliches Klarwasserstadium im Mai, erkennbar an der für trophisch belastete Seen zeitweise ungewöhnlich hohen Sichttiefe.



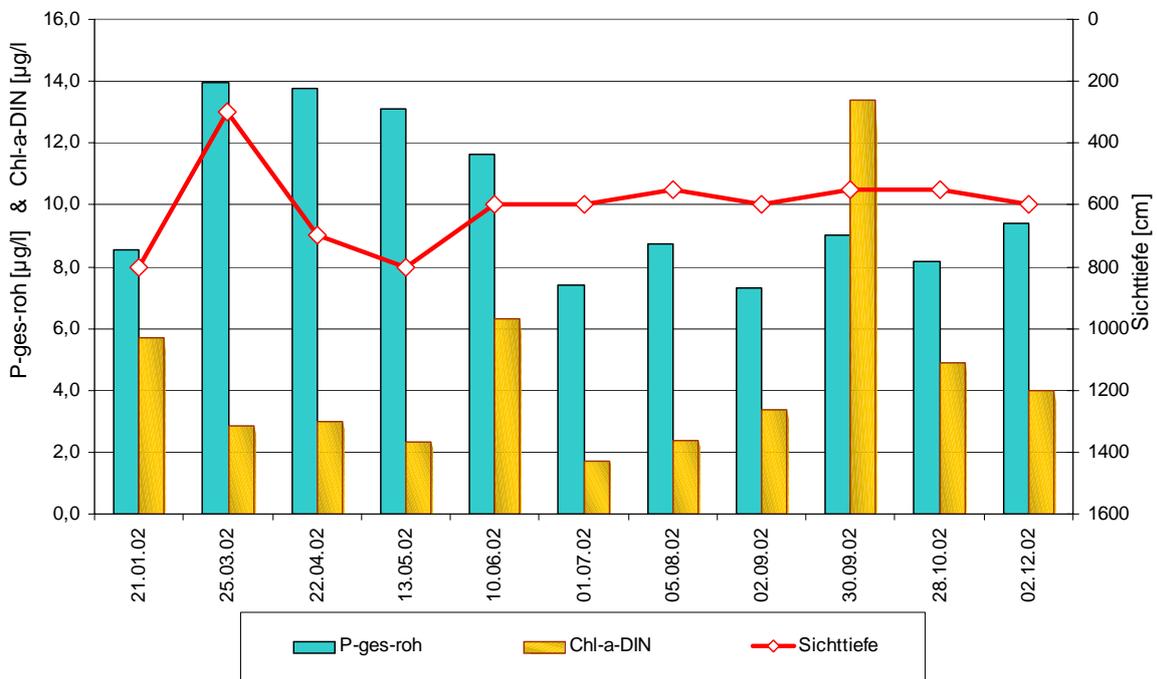
### Riegsee

Tiefste Stelle - Befundstatistik : vol.-gewichteter Mittelwert, 0 ... 10 m / erstellt 26.05.03 15:13



### Barmsee

Tiefste Stelle - Befundstatistik : vol.-gewichteter Mittelwert, 0 ... 10 m / erstellt 26.05.03 15:11



### 3.3 Grundwasser- und Sickerwasserbeschaffenheit

93 % des Trinkwassers in Bayern stammen aus dem Grundwasser. Aus versickernden Niederschlägen wird Grundwasser ständig neu gebildet und im porösen Untergrund bevorratet. Gelöste Stoffe, zugeführt mit dem Sickerwasser und im Untergrund freige-



setzt, bestimmen seinen chemischen Charakter, u.a. seine Härte. Die Zufuhr von Nähr- und Schadstoffen über das Sickerwasser führt zu Belastungen und Verunreinigungen. Abfließendes Grundwasser tritt dann mitsamt seiner Stofffracht an Quellen zu Tage und speist den Basisabfluss der Bäche und Flüsse wie auch grundwasserabhängige Landökosysteme. Die Grundwasserbeschaffenheit in der Fläche, ihre zeitliche Entwicklung und ihre Beziehung zum Wasser- und Stoffkreislauf des Landes wird langfristig in zwei Messnetzen beobachtet:

- Landesmessnetz Grundwasserbeschaffenheit (275 Messstellen, 30-60 überwachte Stoffe und Parameter)
- Messnetz Stoffeintrag-Grundwasser (7 Intensivmessgebiete mit 92 Messstellen im Wasserkreislauf und Sickerwasser, ca. 30 überwachte Stoffe und Parameter)

Großflächig bleibt die Auswaschung von Nitrat und Pflanzenschutzmitteln (PSM) aus landwirtschaftlichen Flächen ein wichtiges Überwachungsthema. Deutlich sinkend ist das Gefährdungspotential durch Schadstoffeinträge aus der Luft (vor allem Säurebildner und Schwermetalle), wobei allerdings für die Versauerung von Grundwasservorkommen in Nord- und Ostbayern noch keine Entwarnung gegeben werden kann. Keine akuten Auffälligkeiten brachte die Untersuchung von anthropogenen Schwermetallen und leichtflüchtigen Halogenverbindungen, ein Hinweis auf die generell fehlende Belastung außerhalb der bekannten, lokalen Verunreinigungsherde.

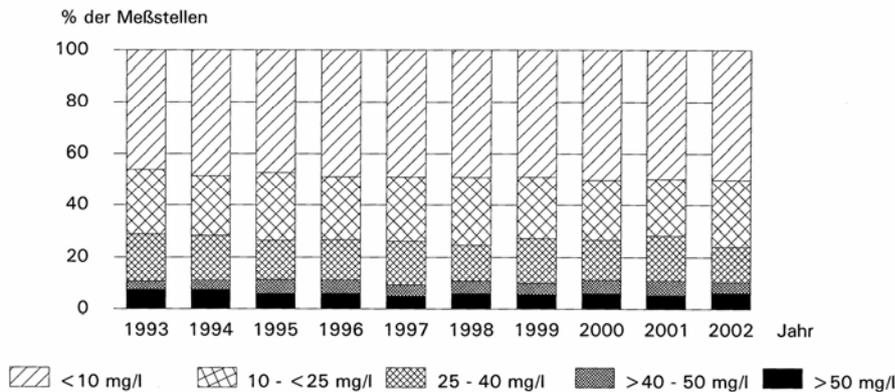
Nitrat ist im Trinkwasser unerwünscht (Grenzwert 50 mg/l). Es trägt auch zur Nährstoffbelastung in Bächen, Flüssen und Meeren bei und wirkt bereichsweise versauernd. Ansteigende Trends wurden 2002 im Grundwasser für Nitrat kaum mehr nachgewiesen, dagegen erfreulicherweise rückläufige Trends. Es bleibt aber noch eine deutliche Zahl von Grenzwertüberschreitungen (6 % aller Messstellen). Die leichte Abnahme des Anteils mäßig belasteter Grundwasservorkommen (25 bis 50 mg/l Nitrat) liegt im langjährigen Schwankungsbereich (siehe nachfolgende Abbildung), so dass eher von einer Konsolidierung der noch bestehenden Belastungen auszugehen ist. Sehr ähnlich stellt sich die Entwicklung für die Pflanzenschutzmittel dar. Das seit 1990 nicht mehr angewandte Atrazin und sein Abbauprodukt Desethylatrazin benötigen sehr lange Zeiträume für die Entfernung aus dem Untergrund.



## Grundwasserbeschaffenheit in Bayern

Landesmessnetz Grundwasserbeschaffenheit  
Verlauf der klassifizierten Mittelwerte von 1993 bis 2002 für

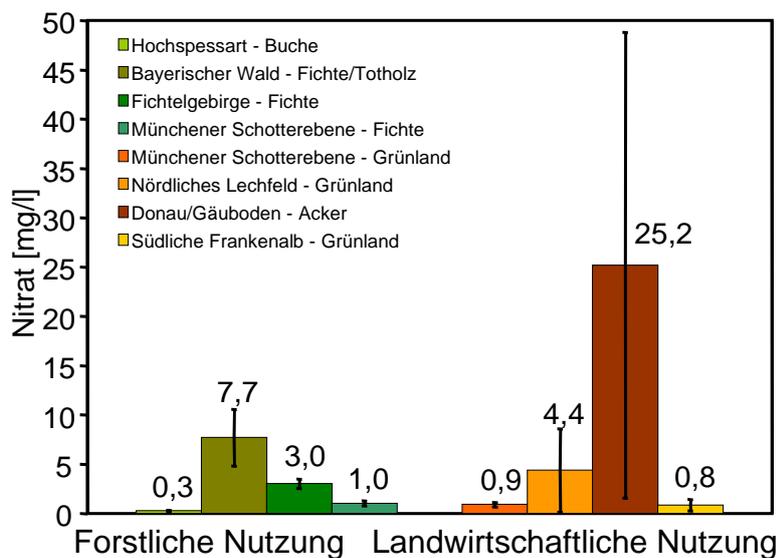
### NITRAT



BLW, Ref.13/Ko, 20.05.03

Die nebenstehende Abbildung zeigt die zeitliche Entwicklung der Nitratkonzentration im Grundwasser, angegeben als Mittelwert aus den 275 Messstellen.

Mit seinem Waldanteil von über 30% besitzt Bayern große, ungedüngte Gebiete, in denen nitratarmes Grundwasser gebildet wird. Diesen Zustand gilt es dringend zu erhalten, weshalb der Gewässerkundliche Dienst auch die Nitrat auswaschung in Waldgebieten beobachtet. Im Sickerwasser von 7 ständig untersuchten Trinkwassereinzugsgebieten liegen die Nitratgehalte der Wald- und Grünlandflächen unter 10 mg/l, den Ackerflächen dagegen bei 25 mg/l (s. nachstehende Abbildung). Gravierende Störungen des Waldes wie atmosphärischer Stickstoffeintrag, großflächige Waldschäden, massive Bewirtschaftungseingriffe, auch zunehmende Boden erwärmung, würden die günstige Situation aus wasserwirtschaftlicher Sicht deutlich verschlechtern. Vor allem müssen die atmosphärischen Einträge von Ammoniak-Stickstoff aus der Landwirtschaft (wie im Aktionsprogramm „Stickstoff 2000“) und von Stickoxiden aus dem Kfz-Verkehr weiter reduziert werden, wenn in Zukunft grundwassergefährdende Stickstoffüberschüsse in Waldgebieten vermieden werden sollen.



### Landesmessnetz Stoffeintrag-Grundwasser:

Nitratkonzentrationen im Sickerwasser unterhalb der Wurzelzone aus 7 Trinkwassereinzugsgebieten. Eine Abhängigkeit des Nitratgehalts von der Bodennutzung ist erkennbar.



## 4 Besondere gewässerkundliche Ereignisse und Aktivitäten

### 4.1 2002 – ein hochwasserreiches Jahr

Das Jahr 2002 war das hochwasserreichste Jahr seit mehr als 10 Jahren. Der überörtliche Hochwassernachrichtendienst (HND) war an insgesamt 68 Tagen aktiv. Im einzelnen betraf es die Zeiträume: 09.-31. Januar, 13.-15. Februar und 20. Februar - 02. März, 20. - 25. März, 16. August, 24. - 27. September, 11. - 14. und 19./20. November, 30. November - 02. Dezember und 31. Dezember. Zum Vergleich: die bisher längste Dauer für den HND seit 1990 lag im Jahr 1993 und dauerte 48 Tage.

Die jeweils betroffenen Regionen entsprachen dem Hochwasserregime in Bayern. Das Jahr begann mit den Winterhochwassern im Maingebiet in den Monaten Januar und Februar. Ungewöhnlicher waren dann im März die Hochwasser am bayerischen Alpenrand, die sich in der Donau fortsetzten und mit Hochwasserlagen an Regnitz und oberem Main zusammenfielen. Von April bis September traten im Maingebiet keine Hochwasserlagen auf, dafür führte das alpine Regime mit den Sommerhochwassern und zahlreichen Unwettern im Alpenvorland ab Juni bis September immer wieder zu Hochwasserlagen in der Donau und ihren Zuflüssen aus dem Alpenvorland und dem bayerischen Wald.

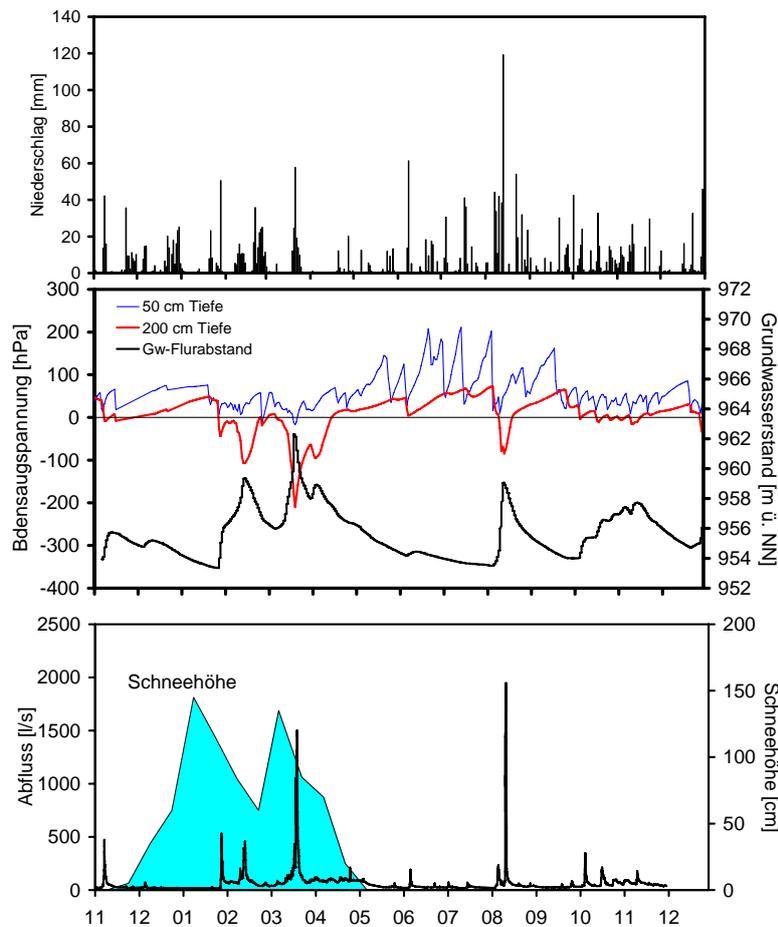
Herausragendes Ereignis war das Hochwasser vom 11. bis 16. August, das an anderer Stelle ausführlicher beschrieben ist (<http://www.bayern.de/LFW/hnd/ereignisse.htm>). Bemerkenswert waren hier insbesondere die Abflussscheitel verschiedener Flüsse in Südostbayern und in der Donau zwischen Regensburg und Passau. Im Regen, der aus dem Bayerischen Wald kommt und bei Regensburg in die Donau mündet, traten Wasserstände auf, wie sie bislang noch nicht beobachtet wurde. Ursache war eine Wetterlage, die zeitgleich auch die katastrophalen Überschwemmungen im Elbegebiet ausgelöst hat, ein Katastrophenereignis, das die HW-Ereignisse in Bayern in der öffentlichen Wahrnehmung in den Hintergrund gedrängt hat.

Im Oktober trat im Amtsbezirk des Wasserwirtschaftsamtes Hof ein kleineres Hochwasser auf. Damit begann die Periode der Winter- und Frühjahrshochwasser im Maingebiet, was sich im November und Dezember in kleineren Hochwassern im oberen Maingebiet und der Regnitz fortsetzte und schließlich zum Jahresende 2002 in einem großen Hochwasser im Maingebiet und in Teilen des Donauegebietes gipfelte. Es brachte an der Fränkischen Saale Abflussspitzen mit über 100jährlichem Wiederkehrintervall (siehe ebenfalls <http://www.bayern.de/LFW/hnd/ereignisse.htm>).

### 4.2 Starkniederschläge und Abflüsse in einem kleinen Einzugsgebiet

Zu den herausragenden hydrologischen Ereignissen im Jahr 2002 gehörten die Extremabflüsse der Monate März und August („Augusthochwasser“) im ostbayerischen Raum. Hier beobachtet der Gewässerkundliche Dienst im Rahmen des Landesmessnetzes Stoffeintrag-Grundwasser das Messgebiet Markungsraben/Große Ohe im Bayerischen Wald. Durch die Kombination hydrologischer Beobachtungen kann der Zusammenhang Niederschlag - Schneeschmelze – Versickerung – Grundwasserneubildung – Gebietsabfluss eindrucksvoll dargestellt werden (siehe nachfolgende Abbildung)





Hydrologische Wirkung der Extremniederschläge 2002 im Bayerischen Wald.

Neben der Abflusssituation im März sei besonders auf den August hingewiesen. Nach vorausgehend hohen Niederschlägen verursachte der am 12./13. August niedergehende Extremniederschlag (insgesamt 289 mm in 6 Tagen) den Jahresspitzenabfluss von 1980 l/s; das entspricht in dem nur 1,1 km<sup>2</sup> großen Gebiet dem 36-fachen des langjährigen mittleren Abflusses. Auch sind die 2002 registrierten Extremwerte für Grundwasserstände und Abfluss die höchsten seit Beginn der Messungen und somit typisch für die hydrologischen Großereignisse der Region.

Zentrale Steuergröße für den Direktabfluss und die Grundwasserneubildung ist der Wassergehalt des Bodens, der hier indirekt als Bodensaugspannung gemessen wurde. Negative Werte treten bei vollständiger Wassersättigung des Bodens auf. Hohe Direktabflüsse – durch steiles Gelände beschleunigt - aber auch intensive Phasen der Grundwasserneubildung, sind die Folge.

#### 4.3 Untersuchungsprogramm für die Gewässerqualität

Im Jahr 2002 fand eine Revision der chemisch-physikalischen Untersuchungsprogramme im Landesmessnetz abgeschlossen werden. Ausschlaggebend waren einerseits Vorüberlegungen zur Umsetzung der neuen EU-Wasserrahmenrichtlinie und eine Anpassung an neue Untersuchungsmethoden andererseits. Durch die Aufnahme neuer Messprogramme in die landesweite Beobachtung, die erstmals in 2002 durchgeführt wurden, konnte das Informationsspektrum deutlich erweitert werden. Durch die Neuordnung des Landesmessnetzes hat die Untersuchung von Schadstoffen mehr Gewicht bekommen.

Neu im Jahr 2002 war auch die Routineuntersuchung von **Schwebstoffen auf organische Verunreinigungen**:

Für die Bewertung dieser Stoffe liegen zum großen Teil noch keine gesicherten Zielvorgaben vor, so dass es hier um die vorsorgliche Bestandsaufnahme potenzieller Belastungen geht. Im Vergleich zu vorherigen Sonderuntersuchungen wurden geringe-



re Konzentrationen für polyzyklische Moschusverbindungen festgestellt. Für Polychlorierte Biphenyle (PCB) wurden in Main und Regnitz erhöhte Werte gemessen.

#### **4.4 Gewässerkundliche Entwicklungsvorhaben**

Die größeren gewässerkundlichen Entwicklungsvorhaben wie Innovation im Pegelwesen, Neuordnung des Niederschlagsmessnetzes, die Untersuchungen zur Thematik „Klimaveränderungen und Wasserwirtschaft (KLIWA)“ sowie das Vorhaben der Methodenentwicklung zur bundesweiten Bewertung von Makrophyten und Phytobentos gemäß den Erfordernissen der EU-Wasser-Rahmenrichtlinie konnten planmäßig fortgesetzt werden. Darüber wird zu gegebener Zeit berichtet werden.

