

Das Niedrigwasserjahr 2003



Herausgegeben von der
Landesanstalt für Umweltschutz
Baden-Württemberg
1. Auflage

Karlsruhe 2004

IMPRESSUM**Herausgeber**

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

76157 Karlsruhe – Postfach 21 07 52
<http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de>

ISSN

1436-7882 (Bd. 85, 2004)

Bearbeitung

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
Abteilung 4 - Wasser und Altlasten
Corinna Kroner, Dr. Herbert Löffler, Dr. Gerhard Luft, Ute Merkel, Renate
Semmler-Elpers, Michel Wingerling

Umschlaglayout

Stefan May, Grafik Design, 76227 Karlsruhe

Titelbild

Jutta Ruloff, Dipl.-Designerin, 76275 Ettlingen

Druck

Stork Druckerei, Industriestr. 30, 76646 Bruchsal

Umwelthinweis

gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier

Bezug über

Verlagsauslieferung der LfU bei JVA Mannheim –
Druckerei, Herzogenriedstr. 111, 68169 Mannheim
Telefax 0621/398-370

Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit Zustimmung des Herausgebers unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

Inhaltsverzeichnis

1. Wesentliche Ergebnisse	4
2. Meteorologische Ursachen	6
2.1. Niederschlag	6
2.2. Lufttemperatur	7
3. Niedrigwasser-Situation	8
3.1. Monatliche Niedrigwasserabflüsse	9
3.2. Wasserstände am Bodensee	9
3.3. Vollversinkung an der oberen Donau	10
4. Grundwasser	11
4.1. Grundwasserneubildung aus Niederschlägen	11
4.2. Grundwasserstände	12
4.3. Quellschüttungen	12
5. Gewässergüte der Oberflächengewässer	14
5.1. Auswirkungen des Niedrigwassers auf die Wasserbeschaffenheit	15
5.1.1. Datengrundlage	15
5.1.2. Temperaturverhältnisse	15
5.1.3. Anreicherung abwasserbürtige Stoffe	17
5.1.4. Sauerstoffverhältnisse	17
5.2. Auswirkungen des Niedrigwassers auf die aquatischen Lebensgemeinschaften	18
5.2.1. Makrozoobenthos	18
5.2.2. Fische	20
6. Handlungsempfehlungen und Konsequenzen	22
6.1. Niedrigwasser-Vorhersage	22
6.2. Regelungen für Kraftwerke	23
6.2.1. Sauerstoffreglement Neckar	23
6.2.2. Regelungen der Wärmeeinleitung der Kraftwerke	24
6.3. Weitere Empfehlungen	25
7. Literaturverzeichnis	26
8. Anhang	27
8.1. Zeitreihen und Jahrgänge ausgewählter Pegel und Grundwassermessstellen	27
8.2. Jahrgänge der Wassertemperaturen an ausgewählten Messstationen	33
8.3. Muschelsterben in Neckar und Rhein 2003	34
8.4. Fischsterben in Bodensee und Hochrhein 2003	35
8.5. Handlungsempfehlung des Regierungspräsidiums Stuttgart	36

1. Wesentliche Ergebnisse

Die Ursache für Niedrigwassersituationen in unserem Klimabereich sind jahreszeitliche Trockenperioden, d.h. Zeiten mit einem Niederschlagsdefizit im Vergleich zum langjährigen Mittel. Der Niedrigwasserabfluss hängt aber auch maßgeblich vom Grundwasserhaushalt ab. In Zeiten ohne Niederschlag werden die Flüsse und Bäche ausschließlich vom Grundwasser gespeist. Das Leerlaufen des Grundwasserspeichers bewirkt Niedrigwasserperioden, die über einen längeren Zeitraum anhalten können.

In der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) Baden-Württemberg wurden während und nach der Niedrigwasserphase 2003 eine Vielzahl von Daten erhoben und ausgewertet. Sie werden im vorliegenden Bericht dokumentiert.



Abb. 1.1: Niedrigwasser im August 2003 am Rhein bei Maxau

Die Ursachen für das Niedrigwasserjahr 2003 waren **unterdurchschnittliche Niederschläge**, verstärkt durch überdurchschnittlich hohe Lufttemperaturen, die hohe Wassertemperaturen und hohe Verdunstungsraten zur Folge hatten.

Die Niederschlagssumme des Jahres 2003 an der Station Karlsruhe lag beispielsweise mit ca. 570 mm/Jahr deutlich unterhalb der mittleren Niederschlagssumme von ca. 740 mm/Jahr.

Vor allem in den Sommermonaten wurden überdurchschnittlich **hohe Lufttemperaturen** gemessen. An der Messstation Karlsruhe wurde am 13.08.2003 die höchste jemals gemessene Lufttemperatur mit $T = 40,1^{\circ}\text{C}$ verzeichnet. Die Abweichung in Richtung wärmere Temperaturen

im Vergleich zum langjährigen Monatsmittel betrug an vielen Messstationen in Baden-Württemberg bis zu 6°C .

Die **Abflüsse** fielen ab März und erreichten im August/September im Einzugsgebiet des Ober- und Hochrheins teilweise die niedrigsten in dieser Jahreszeit je gemessenen Abflüsse. Auch in den anderen Landesteilen lagen die Abflüsse nur wenig über den jahreszeitlichen Tiefstständen.

Der Vergleich mit früheren Niedrigwasserperioden z.B. in den Jahren 1991 oder 1949 zeigt, dass die Abflüsse damals regional zum Teil noch geringer waren.

Da die **Grundwasserstände** zu Beginn des Jahres überdurchschnittlich hoch lagen, wurde das Absinken der Abflüsse im Frühjahr verzögert und die niedrigsten je gemessenen Jahreswerte, die an vielen Flüssen und Bächen im Juli auftraten, wurden nicht unterschritten.

Die weitere Entwicklung der Abflüsse wird seit Mitte 2003 in der LfU mittels operationellen Wasserhaushaltsmodellen täglich automatisiert berechnet und im Internet veröffentlicht. Diese **Niedrigwasservorhersagen** umfassen einen Zeitraum von 7 Tagen und weisen eine gute Verlässlichkeit auf. Als meteorologische Eingangsdaten werden sowohl Messdaten verschiedener Messnetze als auch numerische Vorhersagen des Deutschen Wetterdienstes verwendet.

Der wärmste Sommer seit Beginn der Temperaturmessungen vor rund 200 Jahren blieb mit seinen Niederschlägen auch am **Bodensee** weit unter dem Soll. Dies führte dazu, dass der Bodensee-Pegel in Konstanz Ende September 2003 den bisher niedrigsten gemessenen Sommerwasserstand aufwies.

Diese für den Menschen außergewöhnliche Situation hatte jedoch für das Ökosystem Bodensee bisher keine nachhaltigen, negativen Folgen. Die vom Hochwasser 1999 stellenweise geschädigten Schilfflächen haben sich an vielen Stellen stark ausgedehnt. Trotz hoher Wassertemperaturen war die Badewasser-Qualität hervorragend. Auch die Trinkwasserversorgung war

zu keinem Zeitpunkt gefährdet, das geförderte Rohwasser wies stets höchste Qualität auf.

Abb. 1.2 zeigt beispielhaft den Zusammenhang zwischen Niederschlag, Abfluss und Grundwasserstand im hydrologischen Jahr 2003. Als rote Balken dargestellt ist die Abweichung der Niederschlagsmonatssummen vom langjährigen Monatsmittel (Quelle DWD). Es wird deutlich, dass die überdurchschnittlich hohen Niederschläge bis Januar 03 hohe Grundwasserstände (blaue Linie) zur Folge hatten, die sich aber ab Februar 2003 stark rückläufig entwickelt haben. Die hohen Grundwasserstände bewirkten, dass die Abflüsse (rosa Linie) trotz der geringen Niederschläge ab Februar bis Mai nur relativ langsam zurückgingen und ihren Tiefstand erst im September bei niedrigen Grundwasserständen erreichten.

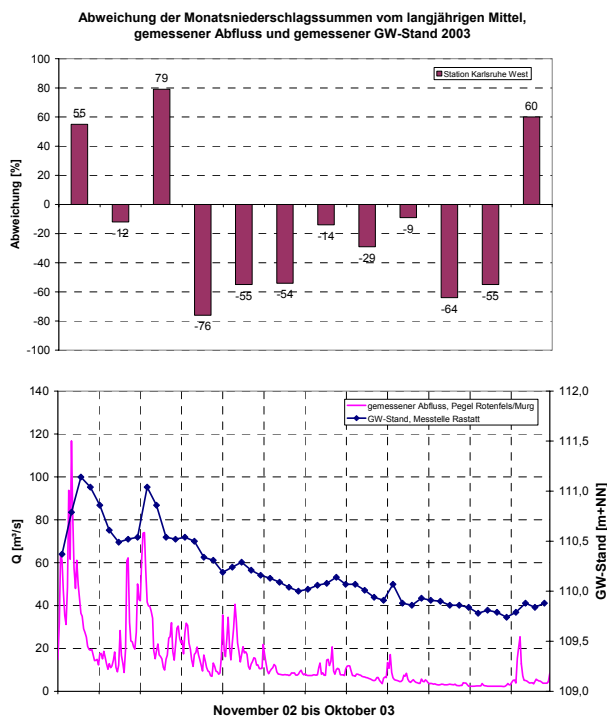


Abb. 1.2: Zusammenhang zwischen Niederschlag, Abfluss und Grundwasserstand 2003

Die quantitativen Grundwasserbeobachtungen zeigten eine ungünstige Ausgangssituation zu Beginn des hydrologischen Sommerhalbjahres 2004 Anfang Mai. Die erwartete Grundwasserneubildung aus Niederschlägen blieb im trockenen Winterhalbjahr 2003-2004 aus. Ein weiteres Absinken der Grundwasservorräte 2004 auf ein niedrigeres Niveau als 2003 ist somit möglich. Wasserknappheit kann insbesondere in Gebie-

ten, die vorwiegend mit Quellwasser versorgt werden, nicht ausgeschlossen werden, falls sich eine ähnliche Niederschlagsentwicklung wie 2003 auch in 2004 einstellt.

Im Jahr 2003 war u.a. aufgrund vorsorglicher Maßnahmen zur Einschränkung des Wasserverbrauchs die Wasserversorgung nicht gefährdet.

Die Auswirkungen des Niedrigwassers 2003 auf die **aquatischen Lebensgemeinschaften** während der Hitzeperiode wurden sorgfältig beobachtet und untersucht. Einerseits wurde an kleineren und mittelgroßen Fließgewässern Baden-Württembergs die Gewässergüte mit Hilfe des Makrozoobenthos (wirbellose Kleintiere des Gewässerbodens) erhoben. Andererseits wurden an den großen Flüssen Rhein und Neckar mit dem Messschiff der LfU Max Honsell die möglichen Beeinträchtigungen der Lebensgemeinschaften von Makrozoobenthos und Plankton unmittelbar unterhalb von Kühlwasser-einleitungen untersucht.

Eine gravierende Verschlechterung der biologisch-ökologischen **Gewässergüte** konnte nicht festgestellt werden. Es wurde allerdings eine durchaus auffällige Zunahme von Wärme liebenden Arten beobachtet. Die hohen Wassertemperaturen verbunden mit lokalen Sauerstoffdefiziten führten zu einigen größeren Fisch- und Muschelsterben in Rhein und Neckar.

Das Niedrigwasser während der Hitzeperiode war vielerorts verbunden mit einem starken Anstieg der **Wassertemperatur**. In Rhein und Neckar wurden kurzfristig kritische Temperaturen über 28°C erreicht. Die Konzentration der Abwasserinhaltsstoffe lag aufgrund der niedrigen Abflüsse im Landesdurchschnitt um 25% über den Werten der „normalen“ Jahre. Trotzdem konnten in der Regel niedrige Belastungen der Gewässer mit biologisch abbaubaren Stoffen festgestellt werden. Die Beeinträchtigung des **Sauerstoffhaushaltes** war im Allgemeinen gering. Ausnahmen waren die langsam fließenden und gestauten Gewässerabschnitte, wie der schiffbare Neckar. Der Neckar musste zwischen Juni und August 2003 zur Stützung des Sauerstoffhaushaltes insgesamt über 460 Stunden belüftet werden.

2. Meteorologische Ursachen

Außergewöhnliche Witterungsverhältnisse im Sommer 2003 waren die Ursache für extreme Niedrigwasserabflüsse. Geringe Niederschläge und hohe Temperaturen, die hohe Verdunstungsraten zur Folge hatten, führten zu extremer Trockenheit.

2.1. Niederschlag

Das hydrologische Jahr 2003 (Nov. 02 bis Okt. 03) begann in Baden-Württemberg mit einem sehr nassen November 02 (Abb. 2.1: blaue Balken). Bereits im Februar 03 fiel im Vergleich zu den langjährigen Monatsmittelwerten von 1961 bis 1990 64% weniger Niederschlag. Ab April 03 folgte eine Trockenperiode, die bis einschließlich September 03 andauerte. Beispielsweise fielen in Baden-Württemberg im April 03, Juni 03 und August 2003 jeweils ca. 50% weniger Niederschlag als im langjährigen Monatsmittel. Vergleichbare Abweichungen wurden für den Gebietsniederschlag der gesamten Fläche der Bundesrepublik (Abb. 2.1: gelbe Balken) ermittelt.

Die klimatologische Einordnung des Niedrigwassergeschehens des Jahres 2003 erfolgt anhand

langjähriger Reihen z.B. an der Messstelle Karlsruhe (Abb. 2.2).

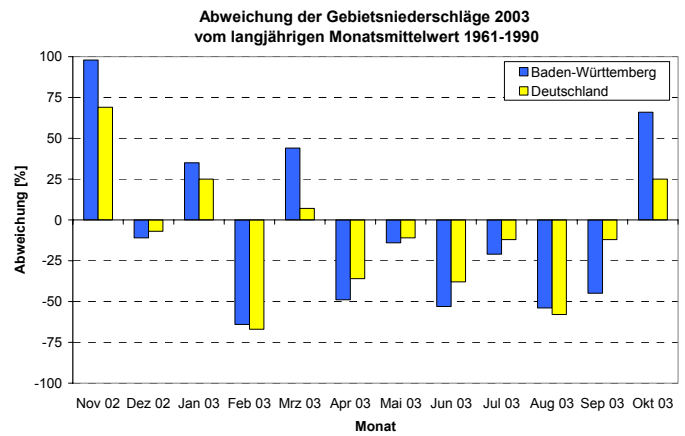


Abb. 2.1: Abweichung der Gebietsniederschläge 2003 vom langjährigen Mittel (Quelle DWD)

Die Jahresniederschlagssumme 2003 liegt mit ca. 570 mm/Jahr deutlich unterhalb der mittleren Niederschlagssumme von ca. 740 mm/Jahr. Aus der langjährigen Reihe lässt sich ableiten, dass das Jahr 2003 zwar ein trockenes aber kein extremes Jahr war, da 1959 und 1971 die absoluten Minima mit ca. 460 mm/Jahr gemessen wurden. Die 2003 an der Station Karlsruhe gemessene Jahresniederschlagssumme wurde innerhalb der letzten 100 Jahre insgesamt zehnmal unterschritten.

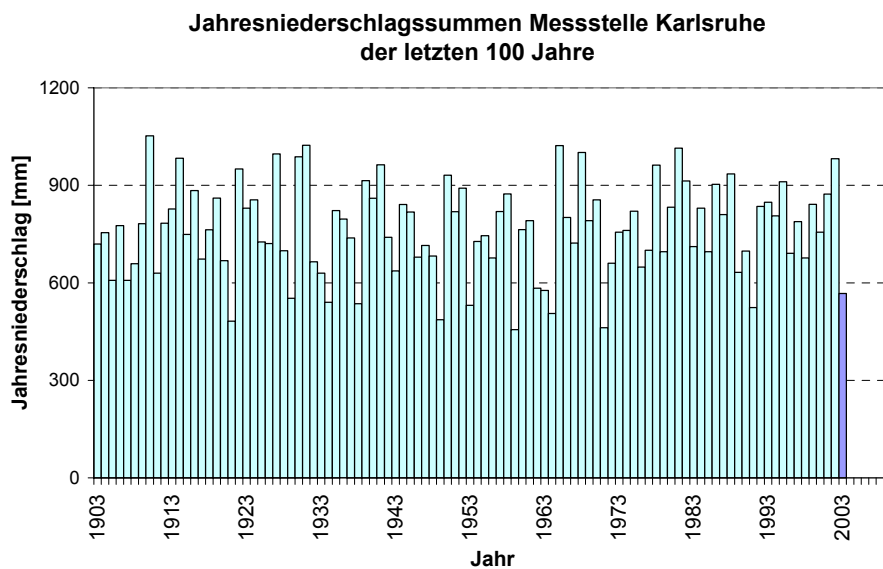


Abb. 2.2: Jahresniederschlagssummen an der Messstation Karlsruhe der letzten 100 Jahre

2.2. Lufttemperatur

Die Trockenperiode war überwiegend mit überdurchschnittlich hohen Lufttemperaturen verbunden.

Abb. 2.3 zeigt die Abweichung der mittleren Monatstemperatur vom langjährigen Mittel für die Stationen Stuttgart/Flughafen, Karlsruhe, Freiburg und Freudenstadt. Vor allem der Juni 2003 und der August 2003 waren überdurchschnittlich warm, die Abweichung vom langjährigen Monatsmittel betrug an allen Stationen ca. 6°C.

Auffällig ist auch die lange überdurchschnittlich warme Periode von März bis September 2003, in der durchgehend deutlich höhere Temperaturen im Vergleich zum langjährigen monatlichen Mittelwert gemessen wurden.

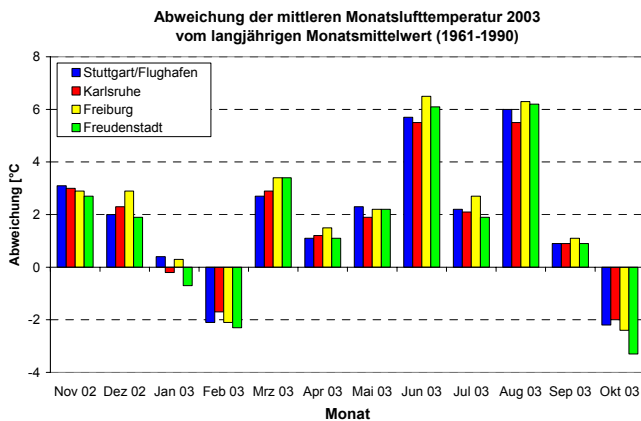


Abb. 2.3: Abweichung der mittleren monatlichen Lufttemperatur vom langjährigen Mittel an ausgewählten Stationen in Baden-Württemberg (Quelle DWD)

Um die Lufttemperaturen 2003 mit zurückliegenden Jahren vergleichen zu können sind in Abb. 2.4 die gemessenen Jahreshöchsttemperaturen an der Messstation Karlsruhe aufgetragen. Es ist erkennbar, dass das Niedrigwasserjahr 2003 bezüglich der Lufttemperatur ein extremes Jahr war. An der Station Karlsruhe wurde die höchste jemals gemessene Lufttemperatur mit $T=40,1^{\circ}\text{C}$ verzeichnet. Die Darstellung der Jahreshöchsttemperaturen seit 1977 zeigt außerdem, dass an der Messstation Karlsruhe ein Trend zu höheren Jahreshöchsttemperaturen gibt.

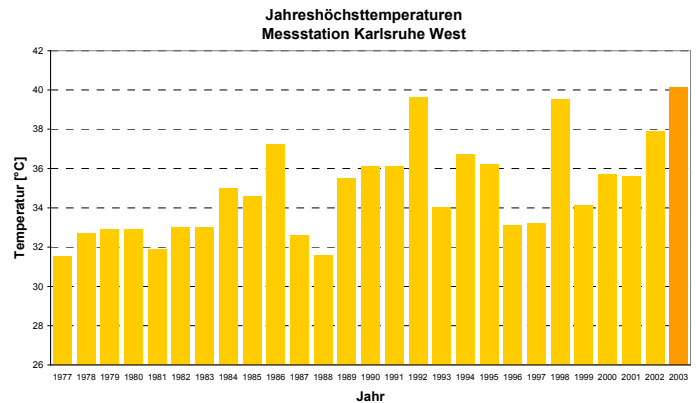


Abb. 2.4: Jahreshöchsttemperaturen an der Station Karlsruhe West (Rohdaten)

Die flächendeckend hohen Lufttemperaturen in Baden-Württemberg waren Ursache für hohe Wassertemperaturen, die im vorliegenden Bericht ausführlich dargestellt und deren Auswirkungen beschrieben werden (Kapitel 5). Neben hohen Wassertemperaturen hatten vor allem die heißen Monate Juni, Juni und August 2003 hohe Verdunstungsraten zur Folge. Diese haben die Niedrigwassersituation in weiten Teilen von Baden-Württemberg noch verstärkt.

3. Niedrigwasser-Situation

Die Niedrigwasser-Situation 2003 in den Gewässern in Baden-Württemberg kündigte sich bereits durch eine anhaltende Trockenheit ab März an. Im Juni und Juli sanken die mittleren Abflüsse in den Flussgebieten schon in den Bereich der jeweiligen langjährigen mittleren Niedrigwasser-Abflüsse MNQ. Im August und September stellten sich dann in den meisten Flussgebieten die niedrigsten jährlichen Abflüsse NQ_{2003} ein, in einigen Flussgebieten erst zwischen November 2003 und Januar 2004.

Der Verlauf der Niedrigwasserabflüsse im Trockenjahr 2003 wurde flächendeckend für charakteristische Landschaftsräume Baden-Württembergs anhand von 80 Pegeln bewertet. Grundlage waren die Zeitreihen der täglichen Abflüsse $MQ(d)$ an 80 Pegeln, aus denen die jährlichen $NQ(J)$ und monatlichen Niedrigst-abflüsse $NQ(m)$ abgeleitet wurden. Abb. 3.1. zeigt beispielhaft die niedrigsten jährlichen Abflüsse der Zeitspanne März 1918 bis Feb. 2004 am Pegel Rotenfels/Murg (weitere Beispiele siehe Anhang 8.1).

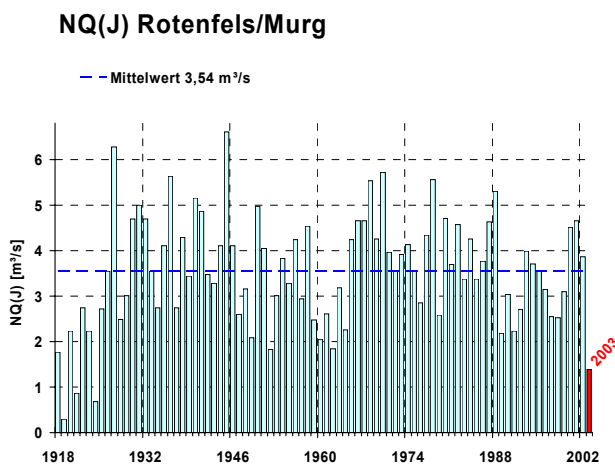


Abb. 3.1 Niedrigste jährliche Abflüsse $NQ(J)$ am Pegel Rotenfels/Murg

Wie der Abbildung zu entnehmen ist, lag der niedrigste jährliche Abfluss in der Murg unter den Abflüssen der letzten 80 Jahre. Nur in den 20'er-Jahren des letzten Jahrhunderts wurden niedrigere Abflüsse in der Murg gemessen.

Der Murgpegel ist dabei typisch für das Ober- und Hochrheingebiet, insbesondere für die Schwarzwaldzuflüsse.

Im Main- und Donaeinzugsgebiet war die Niedrigwassersituation nicht ganz so stark ausgeprägt. Hier gab es auch in den letzten 80 Jahren häufiger die Situation niedrigerer Abflüsse.

Im Neckareinzugsgebiet ab dem Großraum Stuttgart werden die Abflüsse zusätzlich durch die Fernwasserversorgungen beeinflusst, die Wasser aus dem Bodensee und dem Donaeinzugsgebiet in das Neckargebiet leiten. Daher gab es in den 50'er bis 70'er Jahren des letzten Jahrhunderts, als diese Trinkwasserüberleitungen noch geringer waren, z.T. niedrigere Abflüsse.

Der für das Niedrigwasserjahr 2003 charakteristische Jahresverlauf zeigt die Abb. 3.2. Dargestellt sind die täglichen Abflüsse $MQ(d)$ am Pegel Rotenfels/Murg vom März 2003 bis Februar 2004. Das Fallen der Abflüsse beginnt ab März. In den Frühjahrsmonaten konnten die hohen Grundwasserstände das Fallen der Abflüsse noch verzögern. In Zeiten ohne Niederschläge werden die Gewässer nur vom Grundwasser gespeist. Von Juli bis September ist die Niedrigwasserperiode deutlich ausgeprägt.

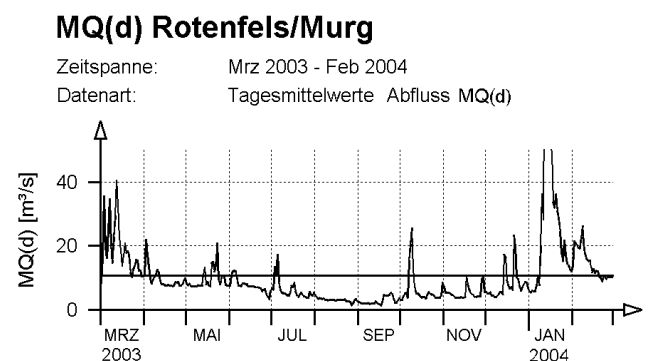


Abb. 3.2: Tägliche Abflüsse $MQ(d)$ am Pegel Rotenfels/Murg

Ein vergleichbarer Jahresgang der Abflüsse des Jahres 2003 ist auch in den anderen Einzugsgebieten festzustellen. An einigen Nebenflüssen von Kocher, Jagst und Fils sowie an der Dreisam fielen die Gewässer im August und September sogar trocken, d. h. das Wasser ver-

sickerte vollständig und der Abfluss ging auf Null zurück.

3.1. Monatliche Niedrigwasserabflüsse

Die Jahresgänge der monatlichen Niedrigwasser-Abflüsse im NW-Jahr 2003 NQ am Pegel Rotenfels/Murg werden verglichen mit den Jahresgängen der in der jeweiligen Zeitspanne maximal und minimal aufgetretenen monatlichen Niedrigstwerte (Hüllkurven, blaue Fläche).

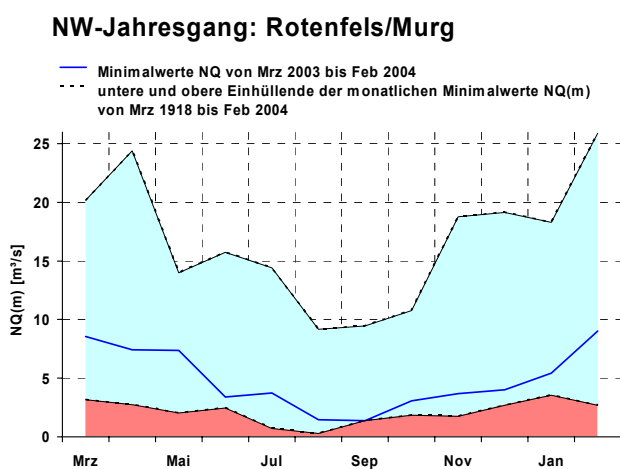


Abb. 3.3: Niedrigwasser-Jahresgang am Pegel Rotenfels/Murg. Monatliche Niedrigstabflüsse im NW-Jahr 2003

An der Murg, am Hoch- und Oberrhein erreichten die Niedrigstabflüsse im August/September die unteren Grenzwerte der Hüllkurve (siehe Abb. 3.3, weitere Beispiele siehe Anhang 8.1). Dies bedeutet, dass in der ausgeprägten Niedrigwasserperiode die für diese Jahreszeit niedrigsten je beobachteten Abflüsse erreicht wurden. Erst die Regenereignisse Anfang Oktober führten zu einem leichten Anstieg der Abflüsse.

In den übrigen Landesteilen näherten sich die Abflüsse zwar auch den niedrigsten Abflüssen für die Monate August und September, erreichten sie jedoch nicht ganz.

Mit wenigen Ausnahmen traten die niedrigsten Abflüsse landesweit in den Monaten August/September auf, an Karstgewässern der Schwäbischen Alb/Donau-Einzugsgebiet erst im November 2003 und am Rhein bei Konstanz im Januar 2004.

Abb. 3.3 zeigt, dass an der Murg im September 2003 zwar der niedrigste je im September gemessene Abfluss erreicht wurde, in anderen Monaten jedoch schon niedrigere Abflüsse gemessen wurden. Auch diese Situation ist typisch für das gesamte Land. An der Murg und auch an anderen Gewässern traten niedrige Abflüsse Ende Juli/Anfang August auf. Bedingt durch die noch hohen Grundwasserstände im Frühjahr 2003 wurden die niedrigsten Abflüsse im Jahr 2003 erst im September erreicht.

Abb. 3.4 zeigt eine statistische Analyse der jährlichen Niedrigwasserabflüsse NQ am Pegel Rotenfels/Murg der Zeitspanne 1918 bis 2004. Die Jährlichkeit des NQ_{2003} am Pegel Rotenfels/Murg betrug demnach $T=20$ Jahre.

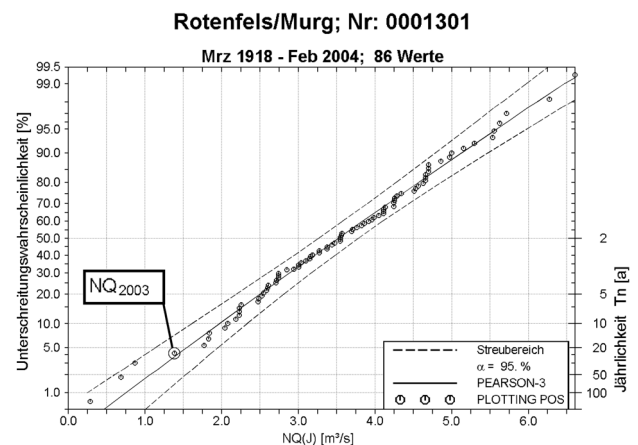


Abb. 3.4: Niedrigwasserabfluss-Wahrscheinlichkeit und Jährlichkeit am Pegel Rotenfels/Murg (März 1918 bis Feb. 2004)

3.2. Wasserstände am Bodensee

Die monatlichen Niedrigst-Wasserstände unterschritten von April 2003 bis Januar 2004 die langjährigen mittleren monatlichen Niedrigstwasserstände. Im August und September wurden die für diese Monate untersten Grenzwerte erreicht (Abb. 3.5).

Allerdings treten auch am Bodensee die niedrigsten je gemessenen Wasserstände nicht im Sommer sondern im Winter auf. Das hängt damit zusammen, dass der Bodensee im Frühjahr nach der Schneeschmelze einen relativ hohen Zufluss hat.

Der niedrigste Wasserstand der Niedrigwasserperiode 2003/2004 trat im Januar 2004 auf. Er

wurde am Pegel Konstanz/Bodensee in den vergangenen 60 Jahren allerdings mehrmals unterschritten (siehe Abb. 3.6).

NW-Jahresgang: Konstanz/Bodensee

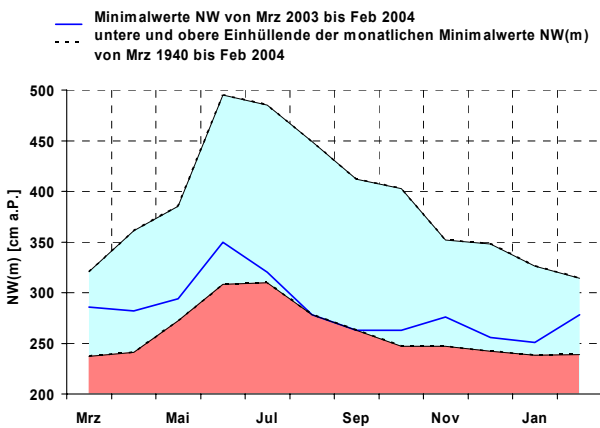


Abb. 3.5: Niedrigwasser-Jahresgang am Pegel Konstanz/Bodensee. Monatl. Niedrigst-Wasserstände im NW-Jahr 2003

NW(J) Konstanz/Bodensee

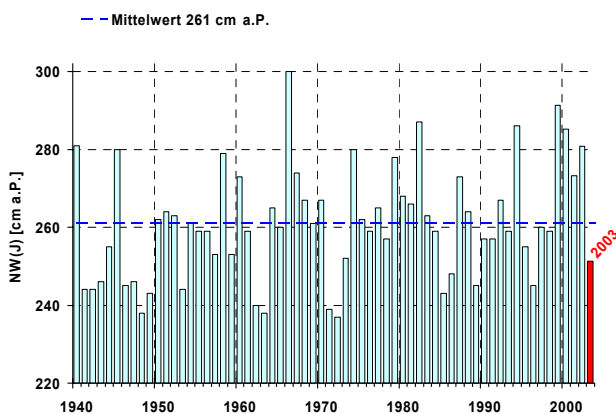


Abb. 3.6: Niedrigste jährliche Wasserstände NW(J) am Pegel Konstanz/Bodensee (Zeitspanne März 1940 bis Febr. 2004)

Dennoch war das Niedrigwasserjahr für den Bodensee von Bedeutung. Bei dem niedrigen Wasserstand konnte der Wellenschlag, u. a. von Schiffen, auf tiefer liegende Flächen viel stärker einwirken. Dies förderte stark die Erosion. Große Flachwasserbereiche lagen frei und konnten so geschädigt werden. Abb. 3.7 dokumentiert die Situation beim Wasserstand von 263 cm am Pegel Konstanz/Bodensee am 10.9.2003. Die Differenz von 79 cm zwischen Mittelwasserstand (342 cm) und Niedrigwasserstand (263 cm) ergab eine Fläche von 18 km², die trocken fiel. Andererseits bewirkte der niedrige Wasserstand,

dass sich der Schilfgürtel, der durch das Hochwasser im Vorjahr zurückgedrängt wurde, wieder erholen konnte.



Abb. 3.7: Wollmatinger Ried/Seerhein bei Niedrigwasserstand von 263 cm am Pegel Konstanz am 10.09.2003. Weiße Flächen: Trockengefallene Flachwasserzonen. (Luftbild: Thorbecke Lindau)

3.3. Vollversinkung an der oberen Donau

In der oberen Donau kommt es bei niedrigen Abflüssen immer wieder zu einer Vollversinkung. Abb. 3.8 zeigt für die Hauptversinkung bei Imendingen/Möhringen die Anzahl der Tage pro Jahr mit Vollversinkung zwischen 1884 und 2003. Die Abbildung zeigt eine langsame Zunahme, ein Kulminieren in den 30'er und 40'er Jahren, dann ab 1960 fallende Tendenz der Versinkungstage. Im NW-Jahr 2003 wurde mit 195 Tagen die längste Vollversinkung seit den 50'er Jahren festgestellt.

Anzahl der Tage/Jahr mit Vollversinkung

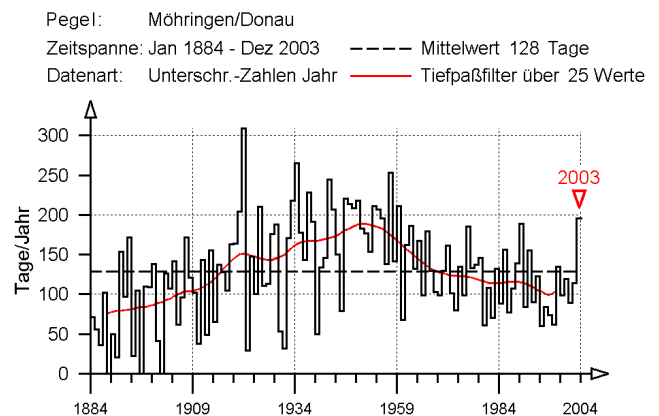


Abb. 3.8: Anzahl der Tage pro Jahr mit Vollversinkung am Pegel Möhringen (Hattinger-Str./)Donau (Zeitspanne Jan. 1884 bis Dez. 2003)

4. Grundwasser

In Baden-Württemberg werden rund drei Viertel des Trinkwassers aus Grund- und Quellwasser gewonnen. Wesentliche Aufgabe der Wasserwirtschaftsverwaltung ist es, eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung zu gewährleisten und Grundwasserressourcen in qualitativer wie quantitativer Hinsicht für künftige Generationen zu erhalten.

Das quantitative Grundwassermessnetz von Baden-Württemberg wird seit 1913 betrieben. Es ist für die regionale Beobachtung der Grundwasserverhältnisse ausgelegt. Die landesweite Charakterisierung sowie zeitnahe Aussagen über den momentanen Zustand und kurzfristige Entwicklungstendenzen der quantitativen Grundwasserverhältnisse im Land Baden-Württemberg werden anhand ausgewählter, für die Gesamtheit möglichst repräsentativer Messstellen durchgeführt.

Die aktuelle quantitative Zustandsentwicklung der bedeutendsten Grundwasservorkommen Baden-Württembergs wird monatlich an 20 ausgewählten Standorten im Internet bereitgestellt und vor dem Hintergrund der langjährigen Beobachtungsreihen bewertet. Die bereits im Frühsommer 2003 erkannte angespannte Grundwassersituation hat die LfU dazu bewogen, eine häufigere wöchentliche Aktualisierung bis September 2003 durchzuführen.

4.1. Grundwasserneubildung aus Niederschlägen

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlag ist eine der wichtigsten Komponenten des Grundwasserhaushalts und ist für die Wiederauffüllung des Grundwasserspeichers nach Trockenzeiten von entscheidender Bedeutung. Im zeitlichen Verlauf der Grundwasserstände prägen sich die Abfolgen von Perioden über- und unterdurchschnittlicher Niederschläge und der von ihnen beeinflussten, jahreszeitlich unterschiedlichen Versickerungsraten aus.

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlag unterliegt einem ausgeprägten Jahresgang, wobei der versickernde Anteil der Winterniederschläge i.d.R. erheblich höher ist als der versickernde Anteil der Sommerniederschläge. Der Zufluss zum Grundwasser erfolgt daher in erster Linie im Winterhalbjahr.

Die Lysimeterbeobachtungen dokumentieren die im Jahr 2003 extrem geringe Grundwasserneubildung aus Niederschlag in Baden-Württemberg (Abb. 4.1 und Anhang 8.1). Die permanent unterdurchschnittlichen Niederschläge ab Februar 2003 (rote Balken) haben außergewöhnlich lange Ausfallzeiten der Versickerungen (blaue Balken) bewirkt. Zahlreiche Lysimeter – insbesondere im Oberrheingraben – waren dadurch zum Jahresende 2003 immer noch trocken.

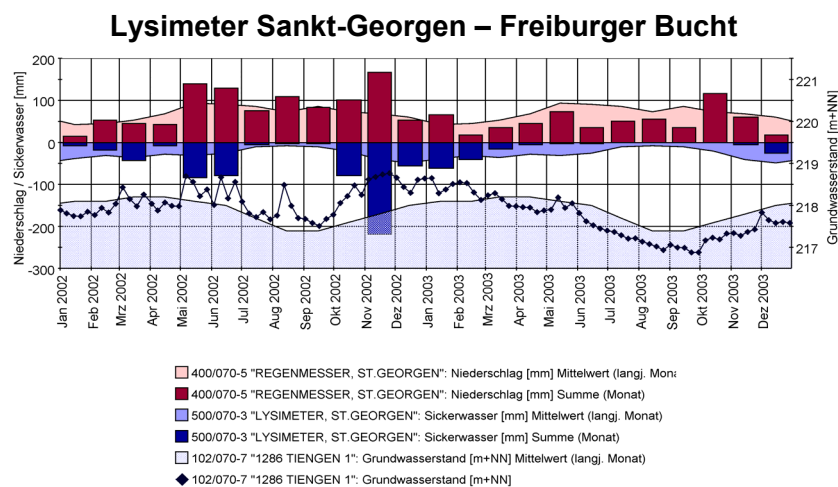


Abb. 4.1: Niederschlag (rote Balken), Sickerwasser (blaue Balken) und Grundwasserstand (blaue Rauten) am Lysimeter Sankt Georgen, 2002 und 2003

Die starken Niederschläge zur Jahreswende 2002/2003 hingegen hatten nennenswerte Versickerungen zur Folge, die sich bis in den März 2003 auswirkten und die Grundwasserstände auf ein hohes Niveau brachten. Der Bodenwasserspeicher lief jedoch im Laufe des trockenen Frühjahrs binnen etwa 2 Monaten aus. Die fehlende Grundwasserneubildung führte zu einem besonders markanten Rückgang der Grundwasserstände.

Die überdurchschnittlichen Niederschläge in der ersten Oktoberhälfte 2003 trugen überwiegend zur Auffüllung des Bodenwasserspeichers bei und haben die Neubildungsverhältnisse wenig beeinflusst.

4.2. Grundwasserstände

Das Grundwasserstandsmessnetz in Baden-Württemberg konzentriert sich auf die bedeutenden Lockergesteingrundwasserleiter des Rheins, der Donau und des Iller-Riß-Systems. Die Grundwasserstände entwickelten sich ab Februar 2003 in allen Bereichen stark rückläufig und bewegten sich im Jahresmittel, dank des hohen Ausgangsniveaus zum Jahresbeginn 2003, auf insgesamt nur leicht unterdurchschnittlichem Niveau.

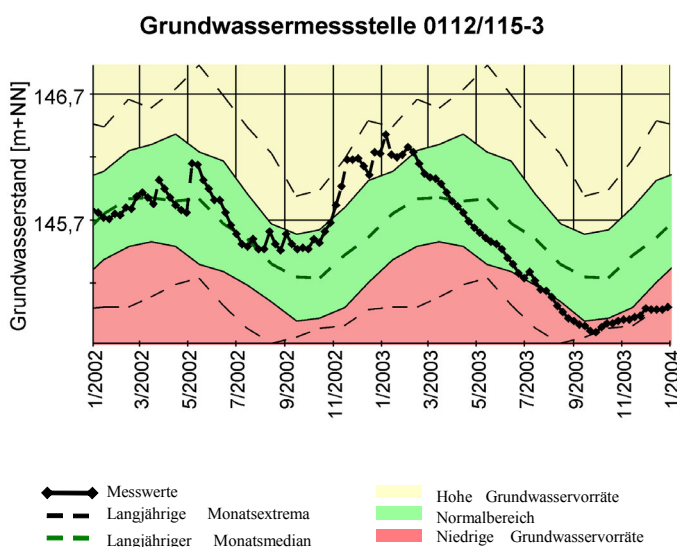


Abb. 4.2: Grundwasserstand und zugehöriger Normalbereich an einer Grundwasserstandsmessstelle im Oberrheingraben bei Offenburg, 2002 und 2003.

In Abb. 4.2 und Anhang 8.1 sind Ganglinien ausgewählter Grundwassermessstellen dargestellt. Der Normalbereich repräsentiert den statistisch zu erwartenden Schwankungsbereich von Grundwasserstand oder Quellschüttung in einem bestimmten Monat. Dieser Bereich wird durch das 90. Perzentil als Obergrenze und das 10. Perzentil als Untergrenze der Monatswerte aus 50 Beobachtungsjahren definiert. Der langjährige Monatsmedian (50 Jahre) der Einzelmesswerte ist als grüne Linie, die Monatsextrema (50 Jahre) sind als gestrichelte Linien dargestellt.

Die Niedrigwassersituation ist in den Bereichen mit geringen Flurabständen besonders ausgeprägt, weil eine verstärkte Drainage des Grundwassers durch die auslaufenden oberirdischen Gewässer im Sommer stattfand. Dort wurden im Herbst 2003 ähnliche Absenkungen beobachtet, wie sie in den markanten Trockenperioden in den Jahren 1976-77 und 1990-91 aufgezeichnet worden waren. Die damaligen Niedrigwasserstände wurden jedoch im Regelfall nicht erreicht (siehe Abb. 4.2 und Anhang 8.1).

Der nördliche Oberrheingraben bildet eine Ausnahme im allgemeinen Grundwassergeschehen mit zwar fallenden, jedoch anhaltend hohen Grundwasserverhältnissen. Der Grundwasserstand entwickelt sich aufgrund überwiegend hoher Flurabstände relativ unabhängig von den oberirdischen Gewässern. Die innerjährlichen Schwankungen sind vergleichsweise zu den langfristigen gering.

4.3. Quellschüttungen

Quellen werden für die Beobachtung der Entwicklung der Grundwasservorräte in Festgesteinsbereichen herangezogen. Die Quellschüttungen enthalten deshalb hohe Anteile an jungem Grundwasser und sind vom örtlichen Niederschlag entscheidend geprägt.

In Abb. 4.3 und Anhang 8.1 sind die beobachteten Niedrigstwerte von Grundwasserstand oder Quellschüttung ausgewählter Grundwassermessstellen in einem bestimmten Jahr dargestellt.

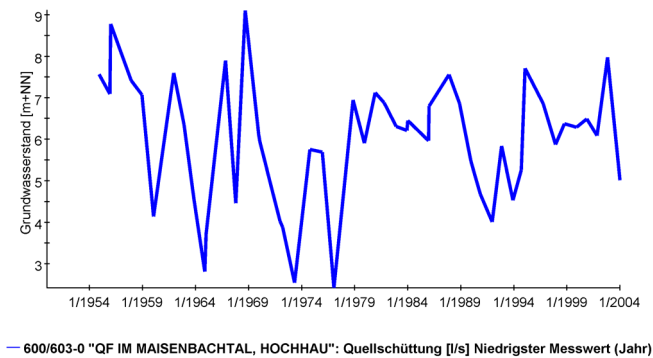


Abb. 4.3: Jahresniedrigstwerte der Quellschüttungen an einer Quelle in Nord-Württemberg, Zeitraum 1950 - 2003

Quellen mit kleinen Einzugsgebieten, die im Schwarzwald und in Nord-Württemberg häufig auftreten, reagieren besonders schnell auf das Niederschlagsgeschehen. Die Schüttungsrückgänge entsprechen 2003 weitgehend der üblichen, ausgeprägten saisonalen Charakteristik, wobei die Jahresminima nur geringfügig unterhalb der langjährigen Niedrigstwerte lagen (Abb. 4.3 und Anhang 8.1).

Die bedeutenden Kluft- und Karstquellen entwässern Gebiete mit ausreichendem Grundwasserdargebot, womit die Trockenwetterabflüsse der oberirdischen Gewässer über längere Zeiträume besser gestützt werden. Das anhaltend niederschlagsarme Jahr 2003 führte zu einer nachhaltigen Entleerung des Grundwasserspeichers, die teilweise bis zum Jahresende anhielt. Die Quellschüttungen gingen dabei zeitverzögert auf außergewöhnlich niedrige Werte zurück, die den langjährigen Mindestabflüssen entsprachen. Die Quellen haben jedoch im Sommer 2003 zur Stützung der Abflüsse in den oberirdischen Gewässern beigetragen.

Zum Jahresende 2003 konnte gebietsweise aufgrund starker Oktoberniederschläge ein Anstieg der Quellschüttungen beobachtet werden.

Zusammenfassend kann man feststellen, dass im Jahr 2003 aufgrund vorsorglicher Maßnahmen zur Einschränkung des Wasserverbrauchs (z.B. Gemeingebrauch) die Wasserversorgung nicht gefährdet war.

Die quantitativen Grundwasserbeobachtungen zeigen eine ungünstige Ausgangssituation zu Beginn des hydrologischen Sommerhalbjahrs 2004. Die erwartete Grundwasserneubildung aus Niederschlägen blieb im trockenen Winterhalbjahr 2003-2004 aus. Ein weiteres Absinken der Grundwasservorräte auf ein niedrigeres Niveau als im Jahr 2003 ist somit im Laufe des Jahres 2004 möglich. Wasserknappheit ist insbesondere in Gebieten, die vorwiegend mit Quellwasser versorgt werden, nicht auszuschließen.

5. Gewässergüte der Oberflächengewässer

Niedrigwassersituationen sind an sich ein natürlicher Vorgang in der jahreszeitlichen Abflussdynamik eines Fließgewässers. Bei größeren Gewässerläufen fallen dadurch einige Meter der Uferzonen trocken, kleinere Bäche können bei lang anhaltender Trockenheit gänzlich trocken fallen. Die aquatischen Lebensgemeinschaften sind an solche Situationen angepasst. Fische und viele Kleinlebewesen ziehen sich in tiefere Wasserzonen zurück, einige Kleinlebewesen können auch im Lückensystem des Gewässergrundes, dem so genannten hyporheischen Interstitial überleben. Manche Schalentiere und andere Organismen mit Dauerstadien (z. B. Eier, Puppen) können längere Trockenzeiten gut überstehen. Die Wasserinsekten mit flugfähigen Stadien verbringen ohnehin einen Teil ihres Lebenszyklus an Land. Im Allgemeinen tritt lediglich eine Verminderung der Besiedlung von nicht mobilen Individuen als Folge des Trockenfallens von Uferbereichen auf. Gewöhnlich kann eine Wiederbesiedlung in der ursprünglichen Besiedlungsdicht innerhalb eines Jahres erfolgen [LfU, 1992].

Die **Wassertemperatur** ist neben der Strömung der ökologisch wirksamste Faktor, der die Fließgewässerlebensgemeinschaft maßgeblich bestimmt. So werden Wachstum, Entwicklungszeiten, Nahrungszusammensetzung und -angebot und vieles mehr von der Wassertemperatur mit bestimmt.

Das Temperaturregime eines Fließgewässers ist ein komplexes Geschehen, das nicht nur eine tages- und jahreszeitliche Periodik, sondern auch eine Änderung im Längsverlauf aufweist.

So haben Quellen im Jahresverlauf eine recht konstante Temperatur (in unseren Breiten ca. 8°C), während mit zunehmender Fließstrecke sich die Temperatur der fließenden Welle immer mehr der mittleren Lufttemperatur angleicht. Im Sommer steigt die Wassertemperatur flussabwärts langsam an, im Winter nimmt sie ab.

Mit steigender Temperatur erhöht sich der Stoffumsatz, der Abbau organischen Materials wird

intensiviert, bei gleichzeitiger Abnahme des Sauerstoffgehaltes durch erhöhte Atmungsaktivität der heterotrophen Organismen. Da aber die Löslichkeit von Gasen in Wasser bei steigender Temperatur abnimmt, wird der Sauerstoffhaushalt zusätzlich belastet. Daher wirken sich sommerliche Niedrigwassersituationen viel erschwerender auf die aquatische Lebensgemeinschaft aus als entsprechende Situationen im Winter. Ein bei erhöhten Wassertemperaturen verstärktes Pflanzenwachstum kann durch die photosynthetische Sauerstoffproduktion den erhöhten Sauerstoffbedarf tagsüber kompensieren, nachts das Defizit aber verstärken.

Bei Überschreitung eines oberen Grenzwertes (etwa 28°C in den gemäßigten Breiten) werden Wachstum und Entwicklung bzw. die optimale Entfaltung vieler Fließgewässerorganismen gehemmt. Wird beispielsweise die artspezifische Wärmesumme, die viele Insektenarten vom Ei bis zum Schlupf der Imagines benötigen überschritten, kommt es zum vorzeitigen Schlüpfen, in einer Jahreszeit, in der die Tiere noch nicht überleben können. Oder es wird etwa im Herbst das Wachstum nicht rechtzeitig eingestellt, was zu einer verkürzten Winterruhe und ebenfalls zu erhöhter Mortalität führt.

Werden während einer Niedrigwasserperiode zusätzlich **Wasserentnahmen** an Gewässern zur Nutzung als Brauchwasser z.B. zur Kühlung oder Bewässerung sowie zur Wasserkraftnutzung durchgeführt, so verschärft sich die Situation möglicherweise erheblich.

Wasserentnahmen zur Wasserkraftnutzung können zu einer deutlichen Veränderung der Lebensgemeinschaften der Fließgewässer führen. Eine natürliche Biozönose ist auf die natürlichen oder naturnahen Verhältnisse und Randbedingungen angewiesen. Deshalb muss ein Mindestabfluss in Ausleitungsstrecken festgelegt werden. Bei der Festlegung muss berücksichtigt werden, dass eine wesentliche Veränderung des Abflussregimes zu einer dauerhaften Schädigung der gewässerökologischen Verhältnisse führt.

Hinweise zum Vorgehen bei der Festlegung des Mindestabflusses von Wasserkraftanlagen gibt die „Gemeinsame Verwaltungsvorschrift des

Ministeriums für Umwelt und Verkehr, des Ministeriums Ländlicher Raum und des Wirtschaftsministeriums zur gesamtökologischen Beurteilung der Wasserkraftnutzung; Kriterien für die Zulassung von Wasserkraftanlagen bis 1000 kW“ vom 14. Dezember 2000.

5.1. Auswirkungen des Niedrigwassers auf die Wasserbeschaffenheit

In Niedrigwasserphasen mit geringen Abflüssen, wie in der zweiten Jahreshälfte 2003 kommt es zu einer „Aufkonzentrierung“ konservativer Abwasserinhaltsstoffe in den Gewässern. Andererseits gelangen aufgrund des geringen Niederschlags keine ungeklärten Abwässer über die Regenüberläufe ins Gewässer. Das Gleiche gilt auch für Stoffe, die zu einem erheblichen Teil aus der Fläche (diffus) in die Gewässer eingetragen werden (z.B. Nitrat).

5.1.1 Datengrundlage

Zur Beurteilung der Auswirkung von Niedrigwasser standen zum Einen Daten aus dem „Qualitativen Fließgewässermessnetz“ der LfU zur Verfügung, zum Anderen wurden während der Niedrigwasserphase an einigen Stellen zusätzlich zeitlich verdichtete Untersuchungen durchgeführt, um die Auswirkung des Niedrigwassers auf die Beschaffenheit erfassen zu können.

Das Messnetz umfasst 136 Messstellen, an denen Kenngrößen von Sauerstoffhaushalt, Nährstoffen, Salze, Mineralstoffe und eine Vielzahl von gefährlichen Stoffen erfasst werden. Besonders intensiv ist die Überwachung der großen Landesgewässer Rhein, Neckar und Donau. Dort werden in stationären Messstellen automatisch Proben gesammelt und kontinuierlich Temperatur, Elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert und Sauerstoffgehalt gemessen.

5.1.2 Temperaturverhältnisse

Große Flüsse

In den großen Flüssen des Landes Rhein, Neckar und Donau werden an so genannten Registriermessstationen kontinuierliche Messungen der Temperatur durchgeführt.

An fast allen Registriermessstationen wurden 2003 die seit Beginn der Messungen höchsten Jahresmaxima registriert. Die höchsten Wassertemperaturen des Jahres 2003 wurden

- im Neckar bei Rockenau mit 28,6°C am 07.08.2003
- im Rhein bei Karlsruhe mit 27,1°C am 12.08.2003
- im Rhein bei Worms mit 29°C am 13.08.2003
- in der Donau bei Ulm-Wiblingen mit 22,9°C am 06.08.2003 gemessen.

Damit waren an Rhein und Neckar, wenn auch nur kurzfristig, ökologisch problematische Temperaturen über 28°C erreicht. In Abb. 5.1 sind die Jahresganglinien der langjährigen Tagesmittel sowie Schwankungsbreite der langjährigen Tagesmaxima und -minima der Wassertemperatur und Jahresganglinie 2003 der mittleren Wassertemperatur der Messstation Karlsruhe/Rhein dargestellt (siehe auch Anhang 8.2). Es zeigt sich, dass die in 2003 erreichten Tagesmittelwerte in den Monaten Juni, Juli, August in der Regel die bisher höchsten registrierten waren.

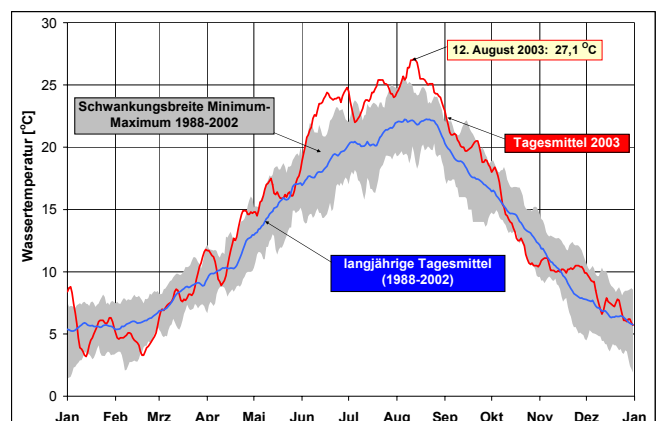


Abb. 5.1: Jahresganglinien der Wassertemperaturen, Messstation Karlsruhe/Rhein

Nebengewässer

Im Gegensatz zu den großen Flüssen wird die Wassertemperatur in den Nebengewässern nur monatlich gemessen. Trotzdem ergeben die Messungen gute Anhaltspunkte für eine Trendbetrachtung.

In Schutterkanal, Saalbachkanal, Kinzig und Kraichbach, Elz und Leopoldskanal wurden Temperaturen über 25°C registriert. Auffällig ist auch die Dauer der hohen Temperaturen. In einigen Nebengewässern des Rhein-, Bodensee- und Neckar-Einzugsgebiets wurden über Wochen hinweg Temperaturen über 20°C gemessen (Abb. 5.2).

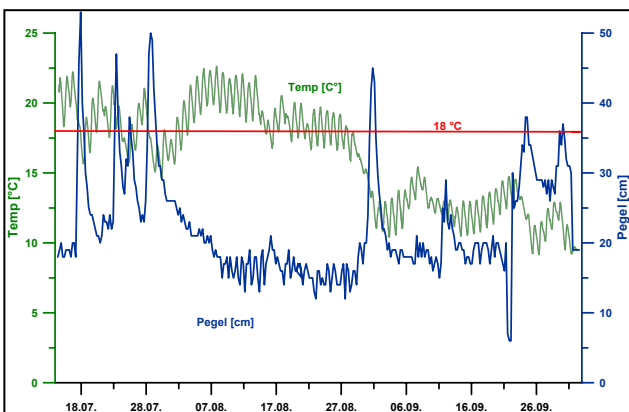


Abb. 5.2: Pegelverlauf und Wassertemperatur in der Argen unterhalb von Gießen

Der Vergleich der Differenzen der Temperaturspitzen des Jahres 2003 mit den bis dahin aufgetretenen langjährigen zeigt, dass in vielen Zuflüssen von Rhein und Neckar die bis dahin höchsten Maxima zum Teil sehr deutlich überschritten wurden (Abb. 5.3).

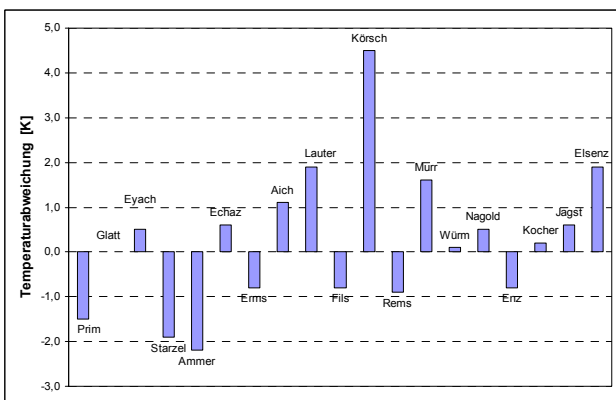


Abb. 5.3: Wassertemperaturdifferenzen, langjähriges Maximum und Maximum 2003 der Neckar-Zuflüsse

Besonders hoch war der Temperaturunterschied in Körorsch, Kraichbach und Kinzig. In den Zuflüssen der Donau sind die langjährigen Maxima im Jahre 2003 in der Regel nicht erreicht worden.

Bodensee

Die Oberflächentemperatur in der Seemitte des 254 m tiefen Bodensees steigt im Sommer auf 18 – 24°C an (Abb. 5.4). Im August 2003 wurden die 24°C sogar überschritten.

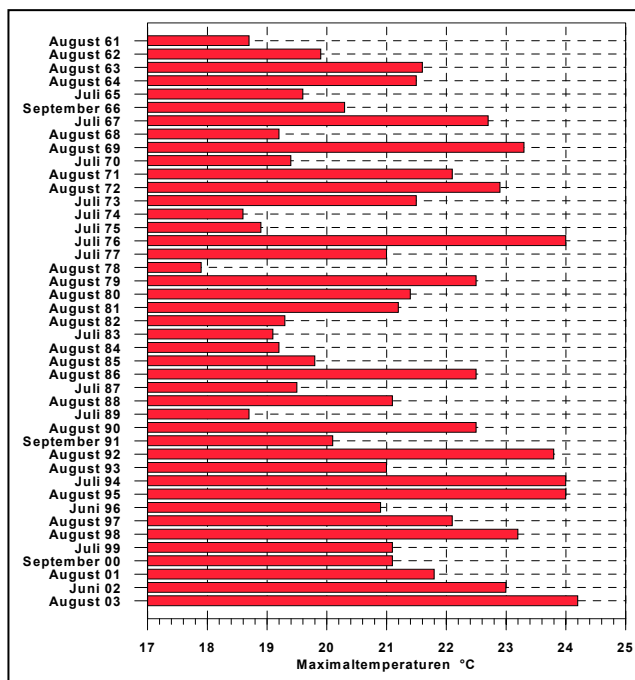


Abb. 5.4: Maximale Bodensee-Wassertemperaturen in 50 cm Wassertiefe in den Jahren 1961 bis 2003

Die Temperatur in 20 m Tiefe überstieg selbst im Jahrhundertsommer 2003 nur kurzfristig den Wert von 10°C. Unter 100 m schwanken die Temperaturen ganzjährig meist nur zwischen 4°C und 5°C (Abb. 5.5).

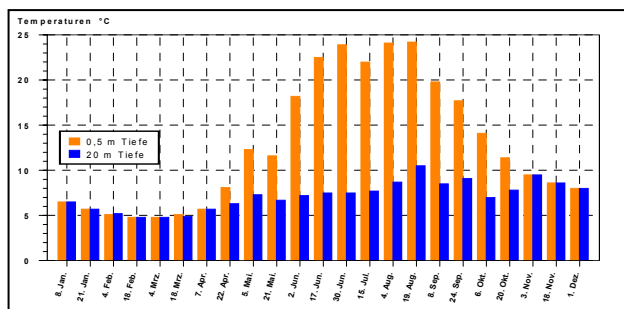


Abb. 5.5: Bodensee-Wassertemperaturen in 0,5 m und 20 m Tiefe, Januar bis Dezember 2003

5.1.3 Anreicherung abwasserbürtige Stoffe

Salze

Bedingt durch die ausgeprägten Niedrigwasser im Jahre 2003 sind die Konzentrationen der so genannten konservativen Inhaltsstoffe – in der Regel sind es die Salze – deutlich angestiegen. Konservative Inhaltsstoffe können mit den heutigen Abwassertechnologien nicht aus dem Abwasser eliminiert werden und unterliegen auch keinen gewässerinternen Abbauprozessen.

Der Vergleich der Bor-Gehalte der Jahre 2003 und 2001-2002 an den Messstellen der großen Nebengewässern ergab eine „niedrigwasserbedingte Aufkonzentrierung“ im Landesschnitt von ca. 25%. Bor ist ein Zusatzstoff in Waschmitteln und gelangt nicht über sonstige Anwendungen in die Gewässer.

Biologisch abbaubare Stoffe

Bei hohen Wassertemperaturen ist der Wirkungsgrad der Kläranlagen zur Eliminierung der biologisch abbaubaren Belastung deutlich besser, da die Stoffwechselrate der Mikroorganismen wesentlich höher ist als bei niedrigen Temperaturen. Die Belastung der Gewässer mit Ammonium und sauerstoffzehrenden Stoffen war in der Niedrigwasserphase 2003 deshalb in der Regel vergleichsweise niedrig und unproblematisch. Allerdings konnten in Wagbach, Prim und Brigach vereinzelt hohe Ammonium-Gehalte beobachtet werden.

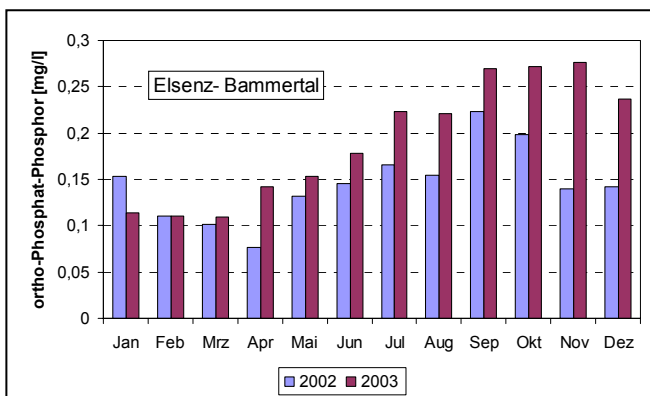


Abb. 5.6: Jahresganglinien der Phosphorkonzentrationen der Elsenz 2002 und 2003

Während der Niedrigwasserphase 2003 konnten keine Erhöhungen der Nitrat-Gehalte festgestellt werden. Bei Phosphor zeigen sich allgemein ab der zweiten Jahreshälfte signifikant erhöhte Konzentrationen, die auch hier hauptsächlich auf den höheren Anteil des Kläranlagenabflusses am Gesamtabfluss in Niedrigwasserzeiten zurückgeführt werden können (Abb. 5.6 und 5.7).

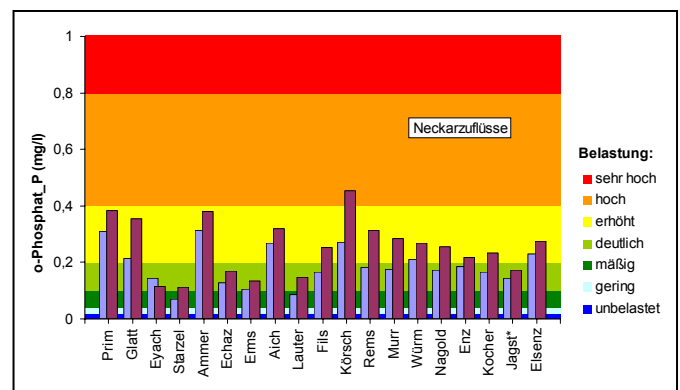


Abb. 5.7: Belastung (90-Perzentile) der Nebengewässer des Neckar-Einzugsgebietes mit Phosphor in den Jahren 2002 (blau) und 2003 (rot)

Badewasserqualität und Trinkwasserversorgung des Bodensees

Die Badewasserqualität war trotz hoher Wassertemperaturen hervorragend, da es ohne Niederschläge auch keine Überläufe von Regenwasserrückhaltebecken gab. Auch die Trinkwasserversorgung war zu keinem Zeitpunkt gefährdet, das geförderte Wasser war stets von höchster Qualität.

5.1.4 Sauerstoffverhältnisse

In den **großen Fließgewässern** kam es im Allgemeinen im Jahr 2003 auch bei höheren Temperaturen nicht zu gravierenden Problemen des Sauerstoffhaushalts. Grundsätzlich wird während Schönwetterphasen durch den biogenen Sauerstoffeintrag der Wasserpflanzen und Algen der Sauerstoffhaushalt sogar stabilisiert. So sind im gestauten Neckar während der Niedrigwasserphase zeitweise sehr hohe Chlorophyllgehalte beobachtet worden, die zum Teil zu deutlicher Sauerstoffübersättigung führten (Abb. 5.8).

Wenn sich allerdings die Lichtverhältnisse verschlechtern und die Algen zum Teil absterben, kommt es zu einem starken Sauerstoffschwund und damit zu einer zusätzlichen Belastung des Sauerstoffhaushaltes des Neckars. Dies macht Belüftungsmaßnahmen zum Schutze der aquatischen Organismen erforderlich (siehe Kapitel 6.2).

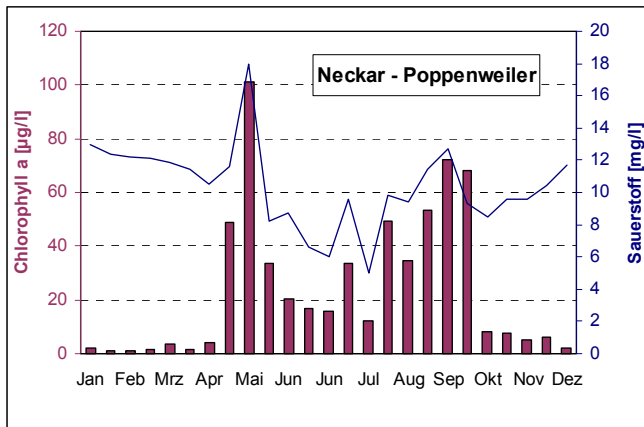


Abb. 5.8: Jahresganglinien Sauerstoff und Chlorophyll-a als Kenngröße für die Algen- Primärproduktion im gestauten Neckar im Sommer 2003

Zu den niedrigsten Sauerstoffgehalten kam es in den **Nebengewässern** Alb und Brigach (< 5 mg/l), in Ammer und Radolfzeller Ach wurde dagegen in der Niedrigwasserperiode ein Sauerstoffgehalt von 10 mg/l nicht unterschritten. Allgemein waren die Sauerstoffminima niedriger als in den letzten Jahren. Diese lagen allerdings durchweg weit oberhalb des fischkritischen Bereichs.

5.2. Auswirkungen des Niedrigwassers auf die aquatischen Lebensgemeinschaften

Die Auswirkungen des Niedrigwassers 2003 auf die aquatischen Lebensgemeinschaften, insbesondere während der Hitzeperiode, wurden beobachtet und untersucht.

An kleineren und mittelgroßen Fließgewässern Baden-Württembergs wurde die Gewässergüte mit Hilfe des Makrozoobenthos (wirbellose Kleintiere des Gewässerbodens) erhoben. Zur Beweissicherung wurden Untersuchungen an den großen Flüssen Rhein und Neckar wurden die

möglichen Beeinträchtigungen der Lebensgemeinschaften von Makrozoobenthos und Plankton unmittelbar unterhalb von Kühlwassereinleitungen mit dem LfU-Messschiff Max Honsell untersucht.

Über die Auswirkungen auf die Fischpopulationen konnte durch Angaben der zuständigen Fischereibehörden eine recht gute Übersicht gewonnen werden.

5.2.1 Makrozoobenthos

Die Extremsituation im Sommer 2003 war Anlass für Sonderuntersuchungen in verschiedenen Gewässerregionen des Landes. Dabei wurde die biologische Gewässergüte an 25 ausgewählten Untersuchungsstellen an unterschiedlichen Fließgewässern erhoben. Im Frühjahr 2004 wurden Kontrolluntersuchungen durchgeführt, um eventuelle Auswirkungen der Hitzeperiode 2003 auf die aquatischen Lebensgemeinschaften zu dokumentieren.

Der Saprobienindex ist eine bewährte Maßeinheit, um Gewässerbelastungen anzuzeigen, wobei eine gewisse Schwankungsbreite im Jahresverlauf zu berücksichtigen ist. Die Untersuchungen von 2003 weisen keinen eindeutigen Trend zur Verschlechterung während des Hitzesommers gegenüber den Vergleichsuntersuchungen aus den Vorjahren auf, d.h. an den meisten Untersuchungsstellen lässt sich kein Einfluss der hohen Temperaturen und der Wasserknappheit auf die biologisch-ökologische Gewässergüte feststellen. Die überwiegende Mehrzahl der Probestellen der Kontrolluntersuchung des Frühjahrs 2004 zeigt eine geringe Verbesserung der Saprobienindices, was aber durchaus innerhalb der im Jahresverlauf üblichen Schwankungsbreite liegt.

Generell ließ sich jedoch ein gewisser „Potamalisierungseffekt“ beobachten. Dabei zeigte sich in der Zusammensetzung der Artengemeinschaft in Bezug auf die längszonale Verteilung nach biozönotischen Regionen eine Verschiebung vom Rhithral (sommerkalte, steinig-sandige Zone eines Fließgewässers) zum Potamal (sommerwarme, sandig-schlammige Zone eines Fließgewässers). Arten, die an geringere Strömung und höhere Temperaturen angepasst

sind, traten vermehrt auf bzw. kaltstenotherme Arten wie z. B. der Hakenkäfer *Limnius perrisi* fielen mancherorts aus.

Bei den 4 Probenstellen, die im Sommer 2003 ausgetrocknet waren, konnte eine rasche Wiederbesiedlung festgestellt werden. Eine nachhaltige Schädigung der Biozönose trat nicht auf.

Bemerkenswert war die hohe Artenzahl an einer fast ausgetrockneten Probenstelle: hier fand vermutlich eine Konzentration der noch verbliebenen Arten in den „Restwassertümpeln“ statt.

Es zeigte sich auch, dass die Auswirkungen des Hitzesommers an gut beschatteten Fließgewässern am geringsten waren, da die Temperatur ausgleichende Wirkung der Beschattung gerade in solchen Extremsituationen einen entscheidenden Einfluss hat.



Abb. 5.9: *Physella acuta* (Foto: K. Grabow)

In vielen Fließgewässern ist eine Zunahme Wärme liebender Arten zu beobachten. Insbesondere die als thermophil geltenden Libellen traten 2003 mit einigen Arten vermehrt auf. Verbunden mit dem verstärkten Pflanzenwachstum nehmen auch die Weidegänger, allen voran die Schnecken, zu.

Beispielhaft seien hier die Blasenschnecke *Physella acuta* und der Tiger-Strudelwurm *Dugesia tigrina* stellvertretend für zwei Wärme liebende Arten erwähnt.

Die aus dem Mittelmeerraum stammende Schnecke *Physella acuta* bevorzugt wärmere,

langsam fließende oder stehende Gewässer und ist auch unterhalb von Kühlwassereinleitungen häufig zu finden. Sie stellt keine hohen Ansprüche an die Wasserqualität und findet besonders in pflanzenreichen und auch belasteten Gewässern als Weidegänger eine gute Lebensgrundlage [Grabow, 2000; Schwab, 1995].

Auch der aus Nordamerika eingeschleppte Strudelwurm *Dugesia tigrina* besiedelt bevorzugt langsam fließende Bäche und Flüsse, sowie stehende Gewässer. Sein Temperaturoptimum liegt bei 25°C, er kann aber auch Temperaturen bis 30°C ertragen. Der Strudelwurm ernährt sich räuberisch von verschiedenen Kleintieren und ist wenig empfindlich gegenüber Gewässerverschmutzungen [Grabow, 2000; Schwab, 1995].



Abb. 5.10: *Dugesia tigrina* (Foto: K. Grabow)

Eine weitere Wärme liebende Art ist die aus Südostasien eingeschleppte Körbchenmuschel *Corbicula*. Seit Anfang der 90'er Jahre wurde *Corbicula* im Neckar und Rhein nachgewiesen. Im vergangenen Sommer traten in beiden Flüssen in mehreren Flussabschnitten größere Muschelsterben auf. Hierüber wird im Anhang 8.3 ausführlich berichtet.

Einfluss von Kühlwassereinleitungen

Zusätzlich zu den kleineren Fließgewässern wurden mit dem Messschiff Max Honsell der LfU sowohl im Sommer 2003 als auch im Frühjahr 2004 Untersuchungen an Rhein und Neckar zum möglichen Einfluss von Kühlwassereinlei-

tungen auf das Makrozoobenthos und das Plankton durchgeführt.

Die **Makrozoen-Besiedlung** von Rhein und Neckar an den untersuchten Stellen setzt sich zu 70 bis 95% aus Neozoen zusammen. Dies sind gebietsfremde Arten, die meist durch die Schifffahrt eingeschleppt wurden. Die Beurteilung der Auswirkung thermischer Belastung wird durch das Verschwinden der heimischen Arten erschwert, da die meisten Neozoen aus südlichen Regionen stammen – z. B. der Pontokaspis –, deren Gewässer höhere Temperaturmittelwerte und –maxima aufweisen als in unseren Breiten üblich. Demnach sind diese Arten unempfindlicher gegenüber höheren Temperaturen und Sauerstoffdefiziten. Eine Schädigung dieser Biozönosen in Rhein und Neckar aufgrund erhöhter thermischer Belastung im Sommer 2003 kann daher nicht belegt werden.

Im Neckar erschweren zudem die durch die Stauhaltung verursachten unterschiedlichen ökomorphologischen Bedingungen und der äußerst naturferne Ausbauzustand des Gerinnes die Beurteilung.

Einziges Indiz für die Schädigung einzelner Arten unterhalb der Kühlwassereinleitung im Rhein bei Philippsburg sind die vielen toten Kleinkrebse. Hier besteht ein auffälliger Zusammenhang zwischen der am 13.08.2003 gemessenen Maximaltemperatur von 29,7°C und dem Anteil an toten Schlickkrebse (*Corophium curvispinum*) bzw. Höckerflohkrebse (*Dikerogammarus villosus*) in den Proben. Bei der Probennahme 2004 wurden so gut wie keine toten Krebse gefunden.

Die während der Niedrigwasserphase im August 2003 entnommenen **Planktonproben** zeigten keine deutlichen Unterschiede im Vergleich der Probenstellen (oberhalb und unterhalb der Kühlwassereinleitungen) hinsichtlich des Artenspektrums, der Biomasse sowie des Gesamtzustandes der Proben.

Im Ökosystem **Bodensee** waren als Folgen zu beobachten:

Bei dem niedrigen Wasserstand konnte der Wellenschlag, u. a. von Schiffen, auf tiefer liegende Flächen viel stärker einwirken, was erosionsfördernd wirkte. Auch Flächen, die sonst nicht be-

treten werden, wurden stark beansprucht, da Badende viel weiter über flache Areale gehen mussten. Andererseits profitierten die durch das Hochwasser 1999 stellenweise geschädigten Schilfflächen direkt vom niedrigen Wasserstand und haben sich an vielen Stellen stark ausgelehnt.

Für einige Wasservogelarten waren die Fortpflanzungsbedingungen erschwert: Schwänen, Enten und Haubentaucher war teilweise der Zugang zum Schilf versperrt, so dass sie nach Einschätzung von Experten höchstens die Hälfte Junge aufziehen konnten.

Durch den niedrigen Wasserstand konnte sich im Jahr 2003 keine größere Schnakenpopulation entwickeln und auch das befürchtete Auftreten der Badedermatitis („Entenflöhe“) hielt sich in Grenzen.

5.2.2 Fische

Die extremen Umweltbedingungen des Sommers 2003 mit großer Wasserknappheit und hohen Wassertemperaturen haben die Fischfauna in Baden-Württemberg zum Teil schwer geschädigt bzw. an den Rand ihrer ökologischen Toleranz gebracht. Zusätzliche Eingriffe in diese angespannte Situation, wie z.B. Wasserentnahmen oder Einleiten von erwärmtem Kühlwasser, haben mancherorts die ohnehin ungünstigen Lebensbedingungen für Fische noch verschärft.

Besonders gefährdet sind bei extrem niedrigen Abflüssen die Nahbereiche von Abwassereinleitungen. Bei Störungen des Klärbetriebs sind in den betroffenen Gewässern flussabwärts der Anlagen einige Fischsterben aufgetreten. Vor allem kleine, in ihrer Gewässergüte vorbelastete Gewässer waren bereits zu Beginn der Wärmeperiode von Fischsterben betroffen.

Infolge niedriger Pegelstände entstanden an den größeren Fließgewässern vielerorts isolierte Gewässerbereiche bzw. fehlten die Anbindungen, so dass die „Kinderstuben“ für die Jungfische teilweise wegfielen. Darüber hinaus verendeten Fische in den abgetrennten Seitengewässern, die allmählich austrockneten. Durch das Trockenfallen von ganzen Fließgewässerab-

schnitten, besonders in der Oberrheinebene kam es mancherorts (z.B. an der Dreisam) zum Totalausfall nicht nur der Fischbestände, sondern auch von Teich- und Flussmuschelbeständen.



Abb. 5.11: Dreisam unterhalb Freiburg, Sept. 03

Auch stehende Gewässer waren von Fischsterben betroffen, in erster Linie kleine Weiher, durch Austrocknen oder für Fische ungünstige Wasserwerte. An den Baggerseen der Oberrheinebene waren vereinzelt verendete Fische zu finden. Durch zahlreiche Fischbestandsberungen und nachfolgendes Umsetzen konnten viele Fischbestände gerettet werden.

Zwei große **Fischsterben**, die sich im Bodensee-Untersee und im Hochrhein ereigneten, und eine direkte oder indirekte Folge der extrem hohen sommerlichen Temperaturen waren, sind im Anhang 8.4 ausführlich dargestellt.

Zum geringen Teil wirkten sich die Bedingungen des Jahres 2003 für einzelne Fischarten (Warmwasserarten) jedoch auch günstig aus. So konnten sich z.B. im Rhein durch die anhaltend niedrigen Wasserstände gute Unterwasserpflanzenbestände ausbilden, welche Fischen verschiedener Arten als Laich- und Schutzstruktur dienten. Insbesondere krautlaichende Fischarten wie Karpfen und seit langer Zeit auch wieder die Schleie hatten im Jahr 2003 am Rhein ein gutes Reproduktionsjahr. Aufgrund der geringen Wasserstände im Frühjahr ist dagegen der gesamte Hechtjahrgang 2003 am Rhein ausgefallen.

Kaum Auswirkungen zeigten die extremen Bedingungen dagegen in den Wiederansiedlungsgewässern für Wanderfische in Baden-Württemberg. Bei den Junglachsen in Alb, Murg, Rench und Kinzig gab es keine Ausfälle.

Die vorherrschenden Bedingungen haben offensichtlich auch das Wanderverhalten der Langdistanzwanderer beeinflusst. Im Juli und August 2003 wurden am Fischpass Iffezheim lediglich zwei Lachse gesichtet; 2002 waren es im selben Zeitraum 35 Tiere. Die Meerforelle wandert hauptsächlich von Juni bis August, im Jahr 2003 könnten die hohe Wassertemperatur sowie die geringe Wasserführung im Rhein den Aufstieg weitgehend verhindert haben. Während 2002 noch 172 Meerforellen gezählt wurden, waren es 2003 während dieser Periode nur 18 Individuen. Ungewöhnlicherweise wurde 2003 bei der Fischart Barbe eine zweite Wanderphase im Oktober registriert. Dieses Phänomen steht wahrscheinlich ebenfalls in Zusammenhang mit den besonderen Temperatur- und Abflussbedingungen im Rhein im Jahr 2003 [Hartmann, 2004].

6. Handlungsempfehlungen und Konsequenzen

Während und nach dem Niedrigwasserjahr 2003 stellte sich die Frage, welche Maßnahmen seitens der zuständigen Behörden eingeleitet und welche Handlungsempfehlungen ausgesprochen wurden, um die negativen Auswirkungen des Niedrigwassers möglichst gering zu halten.

6.1. Niedrigwasser-Vorhersage

In Niedrigwassersituationen stellt die Vorhersage der weiteren Abflussentwicklung eine wichtige Information für Behörden und Öffentlichkeit dar. Seit Mitte 2003 berechnet daher die LfU täglich aktuelle **Niedrigwasservorhersagen** für den Neckar und seine wichtigsten Zuflüsse und stellt die Ergebnisse im Internet bereit. Die Vorhersagen umfassen einen Zeitraum von sieben Tagen und werden für rund 30 Pegel im Neckargebiet bereitgestellt.

Im Januar 2004 wurde eine entsprechende tägliche Abflussvorhersage für die baden-württembergischen Oberrheinzufüsse sowie den Oberrhein von Basel bis Mannheim in den operationellen Betrieb überführt. Auch für die übrigen Flussgebiete in Baden-Württemberg werden die bereits vorliegenden Wasserhaushaltsmodelle für den operationellen Einsatz vorbereitet, so dass auch hier zukünftig tägliche Abflussvorhersagen berechnet werden können.

Grundlage der operationellen Niedrigwasservorhersage stellt das **Wasserhaushaltsmodell** LARSIM mit hoch auflösendem 1-km-Quadrat-raster dar [Bremicker, 2000]. Die Berechnung täglicher Abflussvorhersagen, die für Niedrig- und Mittelwassersituationen gültig sind, erfolgen automatisiert unter Nutzung von meteorologischen und hydrologischen Messdaten aus einem automatisierten Messnetz sowie der Wettervorhersagen des Deutschen Wetterdiensts (DWD).

Die Vorhersagen geben Informationen zum mittelfristig erwarteten Rückgang der Wasserstände bei weiterer Trockenheit bzw. zu möglichen Wasserstandsanstiegen, die das Wasserhaushaltsmodell aufgrund vorhergesagter Niederschläge berechnet. Eingangsdaten für die Be-

rechnungen sind aktuelle Messdaten für Wasserstand, Abfluss, Niederschlag, Lufttemperatur, Globalstrahlung, Windgeschwindigkeit, Luftfeuchte und Luftdruck. Alle verwendeten Messdaten sind Rohdaten aus dem Pegelmessnetz und den Klimastationen im Luftmessnetz des Landes Baden-Württemberg sowie dem Ombrometernetz, das gemeinsam vom DWD und dem Land betrieben wird. Als meteorologische Eingangsdaten nach dem Vorhersagezeitpunkt werden die numerischen Kurzfristvorhersagen des DWD für die ersten 48 Stunden sowie die DWD-Mittelfristvorhersagen für den 3. bis 7. Tag verwendet.

Im Wasserhaushaltsmodell LARSIM werden alle Komponenten des Wasserkreislaufs berücksichtigt, da im Niedrigwasserfall auch die Pflanzenverdunstung sowie der Grundwasserabfluss eine Rolle spielen.

Zur Erzielung einer präzisen Niedrigwasservorhersage sind die bei geringen Abflüssen relevanten hydrologischen Besonderheiten des jeweiligen Einzugsgebiets in das Modell integriert. Wasserüberleitungen aus benachbarten Einzugsgebieten (z.B. Bodensee-Fernwasserversorgung) sowie Wasserüberleitungen zwischen einzelnen Teilgebieten werden in vereinfachter Form berücksichtigt. Die Stauhaltungen des Neckars beispielsweise sind über gesonderte Berechnungsmodule im Modell eingearbeitet, um deren hydraulischen Eigenschaften sowohl bei Wellenlaufzeiten als auch bei Laufzeiten aufgrund mittlerer Fließgeschwindigkeiten zu erfassen. Die zum Teil sehr kurzfristigen Abflussschwankungen aufgrund von Schleusungsvorgängen bzw. der Regelung von Wasserkraftwerken sind im Modell jedoch nicht erfasst.

Die Verlässlichkeit der Niedrig- und Mittelwasservorhersagen nimmt abhängig von der Aussagegenauigkeit der verwendeten Wettervorhersagen mit zunehmendem Vorhersagezeitraum ab. Darüber hinaus ist die Auflösung der ab dem 3. Tag verwendeten Mittelfristvorhersagen deutlich geringer als die der zuvor verwendeten Kurzfristvorhersage, was zusätzlich die Vorhersagequalität beeinträchtigt.

Abb. 6.1 zeigt eine Vorhersage vom August 2003 für die im Modell berücksichtigten Neckarpegel.

Für die drei Pegel Rottweil, Wendlingen und Plochingen werden plausible Vorhersagen für die ersten vier Tage erzielt. An den stromabwärts gelegenen Pegeln Lauffen und Rockenau steigt der gemessene Abfluss am 26.08.03 an, ohne - wie an den oberhalb gelegenen Pegeln (einschließlich Seitenzubringern) - wieder abzufallen, was möglicherweise die Folge von Abflussregulierungen in den staugeregelten Bereichen des Neckars ist. Derartige Abflussregulierungen werden von dem vorliegenden Modell nicht erfasst, weshalb in diesem Beispiel für die folgenden Tage eine Unterschätzung der tatsächlichen Abflüsse vorliegt.

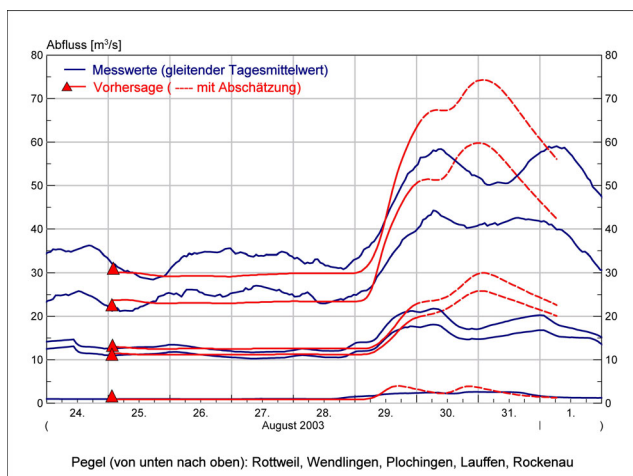


Abb. 6.1: Niedrigwasser-Vorhersagen für ausgewählte Neckarpegel, Beispiel August 2003

Die durch Niederschlag hervorgerufene Abfluss-erhöhung zum Ende des Vorhersagezeitraums wird rechtzeitig durch das Modell angekündigt, wobei das Ereignis quantitativ aber nicht präzise erfasst wird. Ursache dafür ist maßgeblich die Unsicherheit der verwendeten mittelfristigen Niederschlagsvorhersage.

Für die Pegel entlang des Kochers ist in Abb. 6.2 eine Vorhersage vom Oktober 2003 dargestellt. Hier liegt der Vorhersagezeitpunkt im abfallenden Ast einer Abflusserhöhung. Das Modell bildet für alle dargestellten Pegel das anfänglich

schnelle Auslaufen der Welle ebenso wie den langsamen Abflussrückgang auf ein niedrigwassertypisches Abflussniveau angemessen nach.

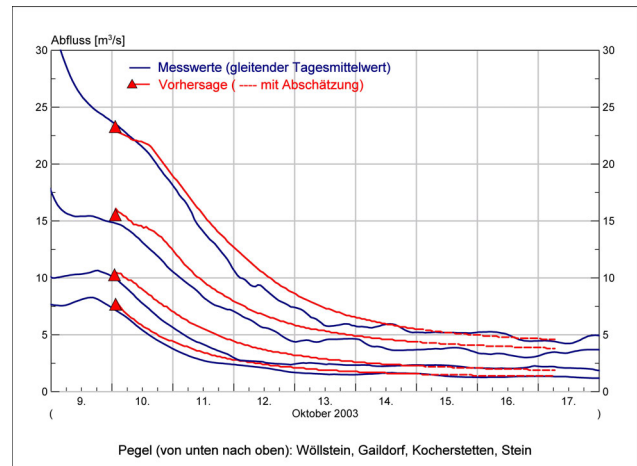


Abb. 6.2: Niedrigwasser-Vorhersagen für Kocherpegel, Beispiel Oktober 2003

Insgesamt kann festgestellt werden, dass die Niedrigwasservorhersagen eine gute Verlässlichkeit aufweisen. Hierdurch werden Entscheidungshilfen für das Niedrigwassermanagement von Behörden, Industrie, Gewerbe, Energieversorgung sowie Landwirtschaft und Fischerei bereitgestellt.

Darüber hinaus geben die berechneten Wasserstandsanstiege bereits mehrere Tage im voraus Hinweise auf die Ausbildung möglicher Hochwasser und dienen somit einer Hochwasserfrühwarnung.

6.2. Regelungen für Kraftwerke

6.2.1 Sauerstoffreglement Neckar

Durch die Fortschritte in der Abwasserreinigung bei Kommunen und der Industrie hat sich die Gewässergüte im Neckar in den letzten Jahrzehnten deutlich verbessert. Dies hat zur Folge, dass inzwischen wieder Fischarten im Neckar leben, die höhere Ansprüche an die Sauerstoffversorgung stellen. Trotz der Sanierungserfolge am Neckar treten in der warmen Jahreszeit vor allem bei Niedrigwasser kritische Sauerstoffverhältnisse auf, die eine Belüftung zur Stützung des Sauerstoffgehaltes erforderlich machen.

Die Modalitäten der Belüftung sind in dem seit 1980 eingeführten „**Sauerstoffreglement Neckar**“ festgelegt, das im Jahr 2002 der veränderten anspruchsvolleren Fischbesiedlung des Neckars angepasst wurde [LfU, 2002].

Die Energieversorgungsunternehmen verpflichten sich im Sinne einer Umweltpartnerschaft, bei kritischen Sauerstoffverhältnissen freiwillig Maßnahmen zur Verbesserung durchzuführen. Die Wasserschutzpolizei veranlasst die erforderlichen Maßnahmen, während die LfU kontinuierliche Messungen zur Sauerstoffentwicklung des Neckars durchführt sowie im Bedarfsfall geeignete Belüftungsstrategien zur Verbesserung festlegt und steuert.

Sauerstoffreglement Neckar

Warnung erfolgt ab 4,5 mg/l Sauerstoff

Alarm erfolgt ab 3,5 mg/l Sauerstoff

Stützmaßnahmen werden bei Unterschreitung von 4,0 mg/l Sauerstoff für zunächst mindestens 24 h durchgeführt (Turbinen-, Wehr- bzw. Abwasserbelüftung)

Alarmmaßnahmen werden zusätzlich bei weiter abnehmenden Sauerstoffgehalt durchgeführt (Zuschaltung von Kühltürmen, lokale Notbelüftungsmaßnahmen)

In den extremen Trockenzeiten und lang anhaltenden Hitzeperioden im Sommer 2003 führten die ungewöhnlich hohen Wassertemperaturen zu niedrigen Sauerstoffgehalten und damit zu einer Gefahr für die Fische im Neckar. Die Sauerstoffverhältnisse waren auf der ganzen Neckarstrecke immer wieder instabil und sanken bei Schlechtwetterperioden bedingt durch den Ausfall der Algen-Primärproduktion und örtliche Starkniederschläge streckenweise auf Werte unter 3 mg/l ab. Bei Werten unter 4 mg/l wurden in dieser Zeit durch rasch eingeleitete Belüftungsmaßnahmen wie Wehrüberfall oder Turbinenbelüftung die Sauerstoffkonzentrationen gestützt, so dass ein weiteres Absinken und damit mögliche Fischsterben verhindert werden konnten. Besonders betroffen waren die Neckarabschnitte Aldingen bis Besigheim sowie Guttenbach bis Neckargemünd.

Insgesamt betrug die Belüftungsdauer von Juni bis August 464 Stunden (Abb. 6.3). Es handelte

sich dabei um 12 Stützmaßnahmen und 2 Alarmmaßnahmen mit mindestens 24 Stunden Dauer (8 Ereignisse). Bei 6 Ereignissen wurde 48 Stunden belüftet. Alle Maßnahmen erfolgten entsprechend des neuen Sauerstoffreglements Neckar, das sich in diesen extremen Verhältnissen bereits sehr gut bewährt hat. Die Zusammenarbeit mit den Kraftwerksbetreibern war reibungslos. Da im neuen Reglement die Grenzwerte an die anspruchsvollere Fischbesiedlung angepasst wurden, ist ein direkter Vergleich mit den Vorjahren nicht möglich. Insgesamt waren aber sowohl Häufigkeit als auch Dauer der Belüftungsmaßnahmen sehr umfangreich.

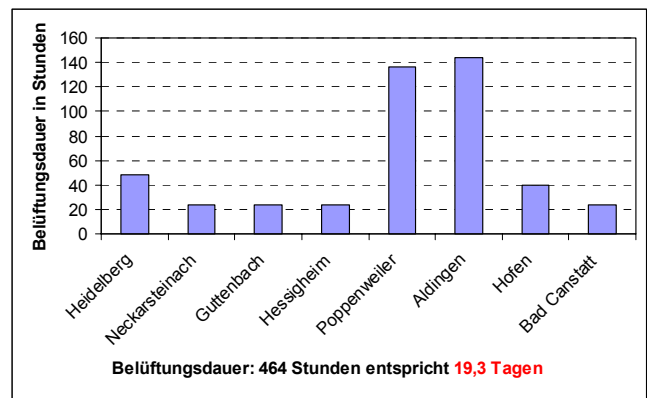


Abb. 6.3: Gesamtdauer der durchgeführten Stütz- und Alarmmaßnahmen 2003

6.2.2 Regelungen der Wärmeeinleitung der Kraftwerke

Die Wärmeeinleitungen der Kraftwerke über Kühlwasserentnahme und -einleitungen sind zum Schutze der Gewässer durch wasserrechtliche Auflagen reglementiert. In den Auflagen, die sich nach den Vorgaben der LAWA richten, werden sowohl die zulässigen Wärmeemissionen als auch gewässerseitige Wirkgrößen begrenzt (Immissionen).

Die **Emissionsregelungen** begrenzen die maximal zulässige Aufwärmung sowie die Einleitungstemperatur des Kühlwassers. Letztere ist abhängig von der Art des Kühlbetriebes, der von Durchlaufkühlung bei Kraftwerken ohne Kühlturm bis zur obligatorischen Kreislaufkühlung bei Kraftwerken mit Kühltürmen reicht, geregelt. Die Kreislaufkühlung ist, bedingt durch kleine einzuleitende Wassermengen, mit nur einer sehr geringen Wärmebelastung des Gewässers ver-

bunden. Es treten dabei allerdings erhebliche Verdunstungsverluste auf, da das Kühlwasser hauptsächlich durch die bei der Verdunstung entzogene Wärme abgekühlt wird.

Die **Immissionsregelungen** schützen die Gewässer vor zu hoher Erwärmung („Aufwärmung“), indem diese abhängig vom Gewässertyp (sommerwarm, sommerkalt) begrenzt wird. Dort, wo es aus Gründen der Gewässergüte erforderlich ist, werden bei Niedrigwasser die Auflagen der LAWA sogar verschärft. Zudem wird die maximal zulässige Temperatur im Gewässer auf 28°C begrenzt. Die Begrenzung der Wassertemperatur soll die Lebensgemeinschaft vor zu hoher Erwärmung gerade bei sommerlichen Hitzeperioden schützen und darf nicht überschritten werden. Dabei kann der Fall eintreten, dass das natürlicherweise schon auf 28°C erwärmte Wasser nicht mehr zur Kühlung eines Kraftwerkes herangezogen werden darf. Das Kraftwerk muss somit abgeschaltet werden.

Weitere Steuergrößen des Kühlbetriebes sind Vorgaben zur Belüftung des Kühlwassers, um in den aufnehmenden Gewässern gute Sauerstoffverhältnisse sicherzustellen.

Am Neckar sind zudem die Verdunstungsverluste bei Niedrigwasser begrenzt, damit im Niedrigwasserfall nicht zuviel zusätzliches Wasser dem Fluss entnommen wird. Am Rhein sind solche Regelungen nicht erforderlich, weil aufgrund des großen Wasserdargebots selbst bei Niedrigwasser keine negativen Auswirkungen auf die ökologischen Verhältnisse zu befürchten sind.

Gerade die extremen Verhältnisse bei dem sommerlichen Niedrigwasser des vergangenen Jahres zeigten, dass diese Regelungen einen wirksamen Schutz für die Gewässer bedeuten. Die abflussabhängige Regelung der Aufwärmung und die obere Begrenzung der maximalen Temperatur haben am Neckar während der kritischen Phase 2003 dazu geführt, dass nur noch Kraftwerke mit Kühltürmen betrieben werden konnten und durften. Somit durfte der Neckar zwischen Stuttgart und Mannheim, bedingt durch die hohe Lufttemperatur nur um weniger als 1°C erwärmt werden, während in normalen Jahren wie 2002 die Erwärmung etwa bei 3 bis

4°C beträgt, wie aus dem in der Abb. 6.4 dargestellten Längsprofil zu ersehen ist.

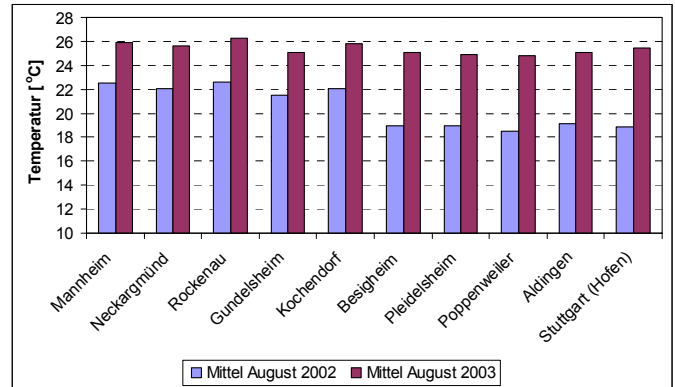


Abb. 6.4: Temperaturlängsprofil des Neckars zwischen Stuttgart und Mannheim August 2002 und 2003

6.3. Weitere Empfehlungen

In einem Schreiben des Regierungspräsidiums Stuttgart wird auf die fachliche Bewertung und vorsorgliche Maßnahmen in Abwasseranlagen in Bezug auf die Niedrigwasserperiode 2003 ausführlich eingegangen (siehe Anhang 8.5).

Niedrigwassersituationen sind immer eine Folge der Witterungsverhältnisse und daher nicht beeinflussbar. Die anthropogenen Einflüsse sollen hingegen so gering wie möglich gehalten werden, Nutzungen an den Gewässern sind daher auf ein Mindestmaß zu reduzieren.

Die Ergebnisse der ökologischen Untersuchungen für das Jahr 2003 zeigen, dass mit den aufgezeigten Maßnahmen die Auswirkungen des Niedrigwassers in einem vertretbaren Rahmen gehalten werden konnten.

7. Literaturverzeichnis

Bremicker, M.; 2000: Das Wasserhaushaltsmodell LARSIM, Modellgrundlagen und Anwendungsbeispiele, Freiburger Schriften zur Hydrologie, Band 11, Freiburg.

Grabow, K.; 2000: Farbatlas Süßwasserfauna Wirbellose, Eugen Ulmer GmbH & Co.

Hamers, R., Rösch, R., u. Wetzlar, H.-J.; 2003: Fischsterben im Juli/August 2003 im Bodensee-Untersee und Rhein, Auf Auf, Heft 3.

Hartmann, F.; 2004: Fischereisachverständiger, RP Karlsruhe, mündlich Mitteilung.

LfU; 1992: Ökologie der Fließgewässer, Niedrigwasserjahr 1991, Handbuch Wasser 2. LfU Baden-Württemberg, Heft 6.

LfU; 2001: Beeinflussung der Wasserführung im Neckareinzugsgebiet durch Wasserüberleitungen. Siedlungswasserwirtschaft, Nr. 18. LfU Baden-Württemberg, Karlsruhe 2001.

LfU, 2002: Sauerstoffreglement Neckar, Karlsruhe 2002.

LfU; 2004: Mittlere Niedrigwasserabflüsse in Baden-Württemberg – CD (Testversion). Bearb.: Institut f. Wasserwirtschaft und Kulturtechnik der Universität Karlsruhe in Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Umweltschutz BW, Karlsruhe, Mai 2004.

Schwab, H.; 1995: Süßwassertiere, Ein ökologisches Bestimmungsbuch, Ernst Klett Verlag.

8. Anhang

8.1. Zeitreihen und Jahresgänge ausgewählter Pegel und Grundwassermessstellen

NQ(J) Kirchen-Hausen/Donau

Zeitspanne: Mrz 1923 - Feb 2004

Datenart: Minimalwerte Jahr NQ(J) --- Mittelwert 2.53 m³/s

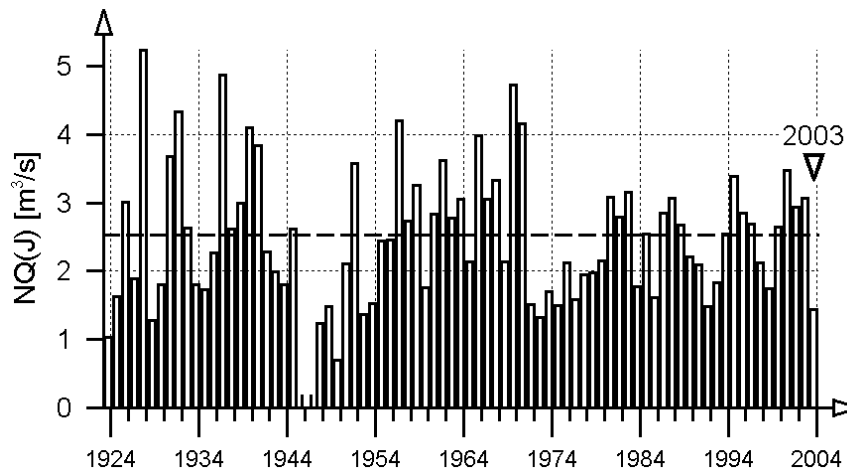


Abb. 8.1: Niedrigste jährliche Abflüsse NQ(J) am Pegel Kirchen-Hausen/Donau (März 1923 bis Febr. 2004)

NW-Jahresgang: Kirchen-Hausen/Donau

—	Zeitspanne	Datenart
—	Mrz 2003 - Feb 2004	Minimalwerte NQ(2003) mit Jahresmittelwert
---	Mrz 1923 - Feb 2004	Minimalwerte MNQ(m) mit Jahresmittelwert,
- - - -		untere und obere Einhüllende des mittleren Jahresgangs

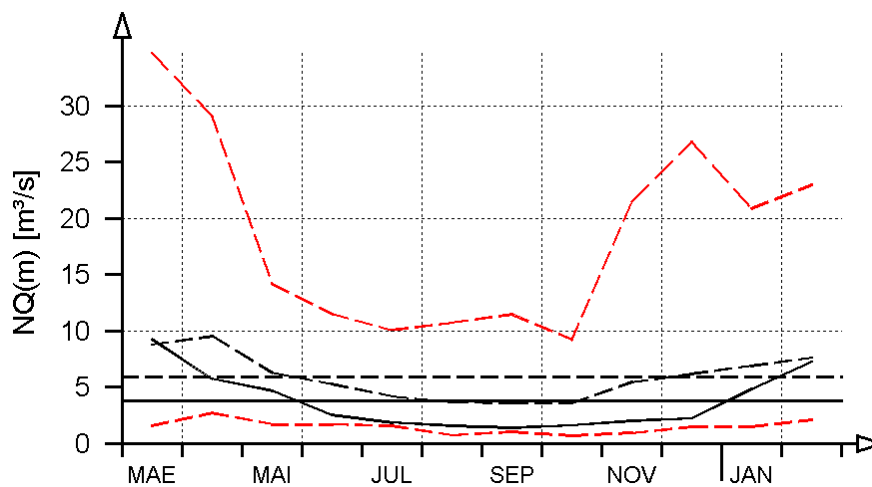


Abb. 8.2: NW-Jahresgang am Pegel Kirchen-Hausen/Donau. Monatliche Niedrigabflüsse im NW-Jahr 2003, mittlere monatliche Niedrigabflüsse der Gesamtzeitspanne.

NQ(J) Plochingen/Neckar

Zeitspanne: Mrz 1919 - Feb 2004

Datenart: Minimalwerte Jahr NQ(J) ----- Mittelwert 12.4 m³/s

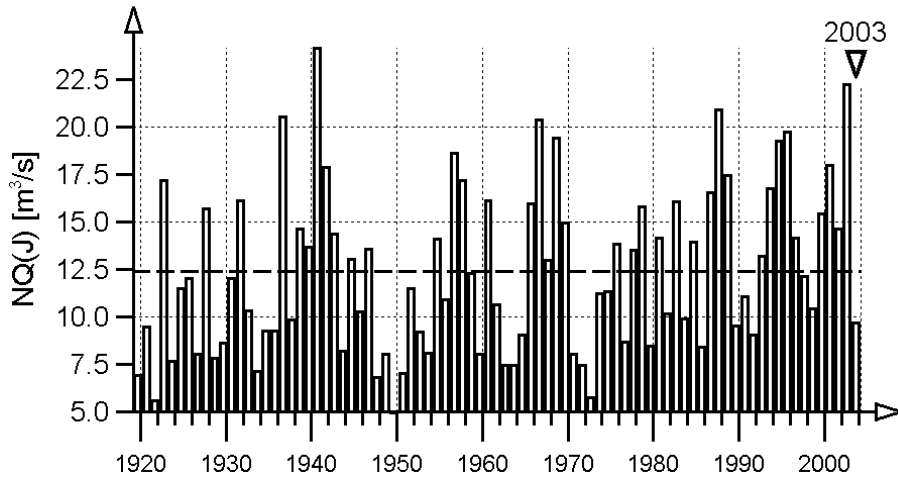


Abb. 8.3: Niedrigste jährliche Abflüsse NQ(J) am Pegel Plochingen/Neckar (März 1919 bis Febr. 2004)

NW-Jahresgang: Plochingen/Neckar

Zeitspanne	Datenart
— Mrz 2003 - Feb 2004	Minimalwerte NQ(2003) mit Jahresmittelwert
- - - Mrz 1919 - Feb 2004	Minimalwerte MNQ(m) mit Jahresmittelwert,
- - - -	untere und obere Einhüllende des mittleren Jahresgangs

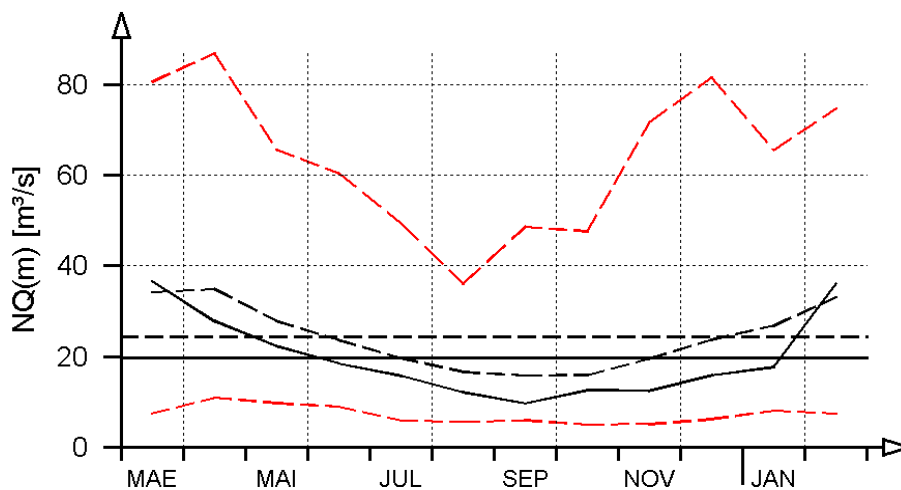


Abb. 8.4: NW-Jahresgang am Pegel Plochingen/Neckar. Monatliche Niedrigstabflüsse im NW-Jahr 2003, mittlere monatliche Niedrigstabflüsse der Gesamtzeitspanne

NQ(J) Bad Mergentheim/Tauber

Zeitspanne: Mrz 1921 - Feb 2004

Datenart: Minimalwerte Jahr NQ(J) ----- Mittelwert 1.43 m³/s

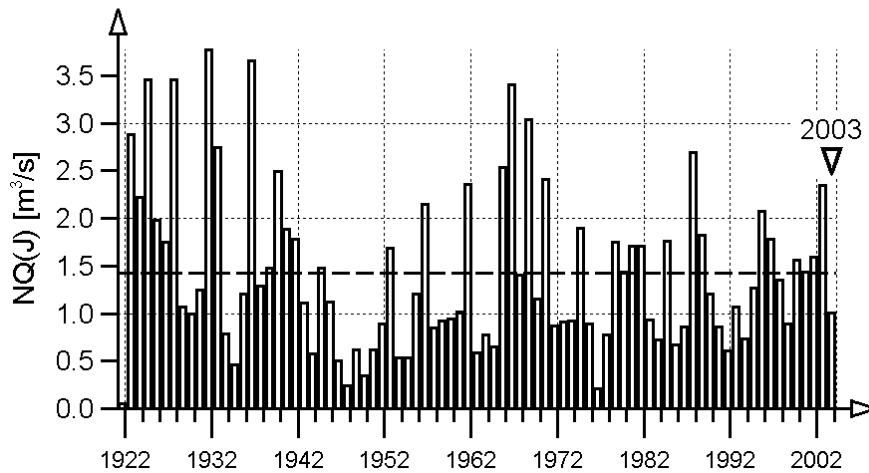


Abb. 8.5: Niedrigste jährliche Abflüsse NQ(J) am Pegel Bad Mergentheim/Tauber (März 1921 bis Febr. 2004)

NW-Jahresgang: Bad Mergentheim/Tauber

Zeitspanne	Datenart
— Mrz 2003 - Feb 2004	Minimalwerte NQ(2003) mit Jahresmittelwert
----- Mrz 1921 - Feb 2004	Minimalwerte MNQ(m) mit Jahresmittelwert,
- - - - -	untere und obere Einhüllende des mittleren Jahresgangs

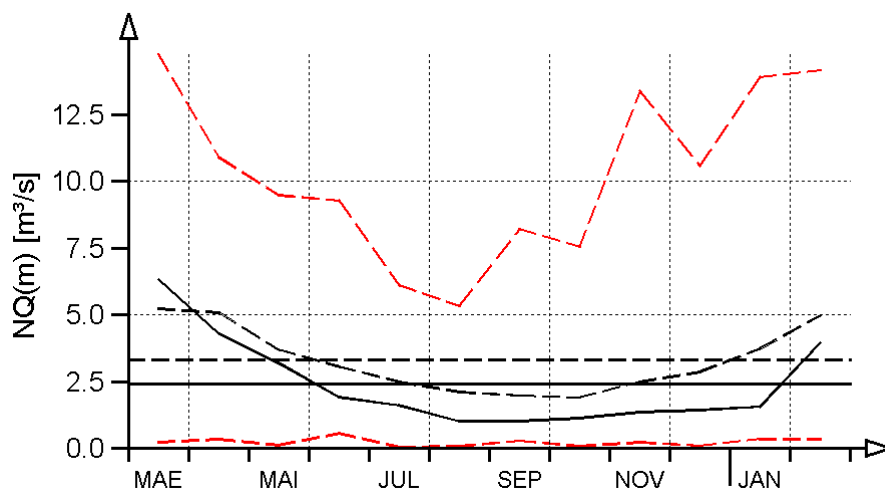


Abb. 8.6: NW-Jahresgang am Pegel Bad Mergentheim/Tauber. Monatliche Niedrigstabsflüsse im NW-Jahr 2003, mittlere monatliche Niedrigstabsflüsse der Gesamtzeitspanne.

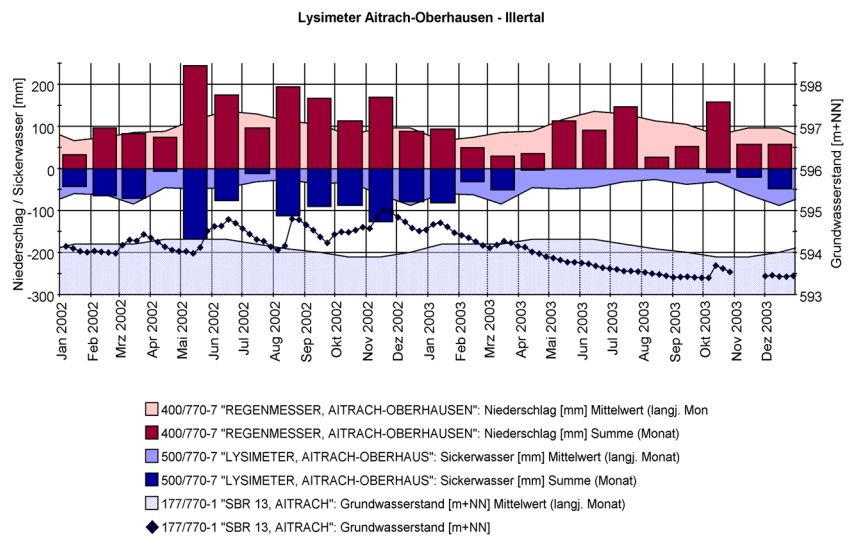
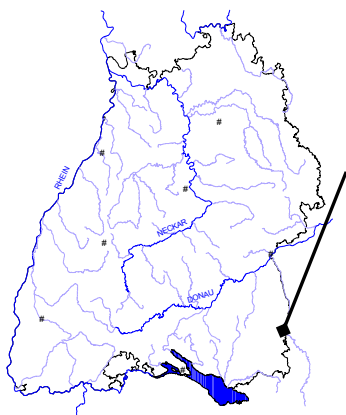
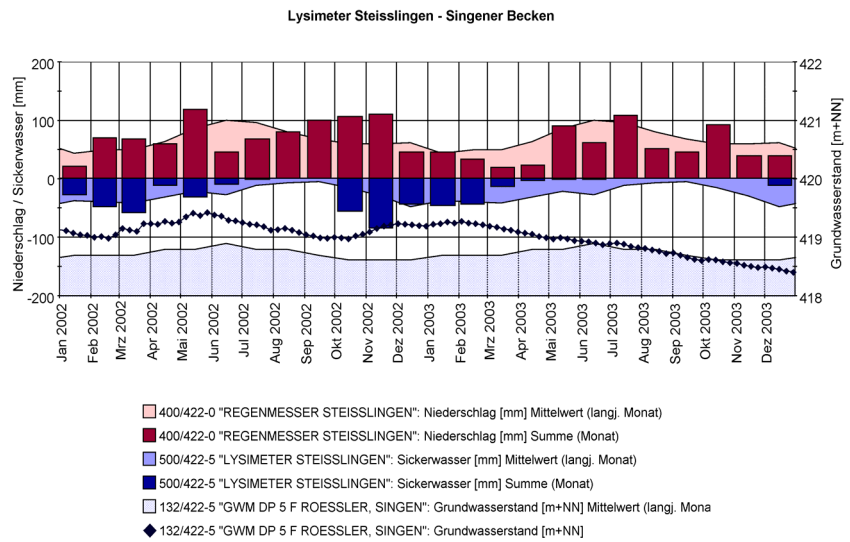
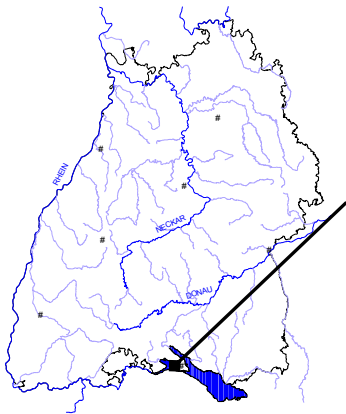
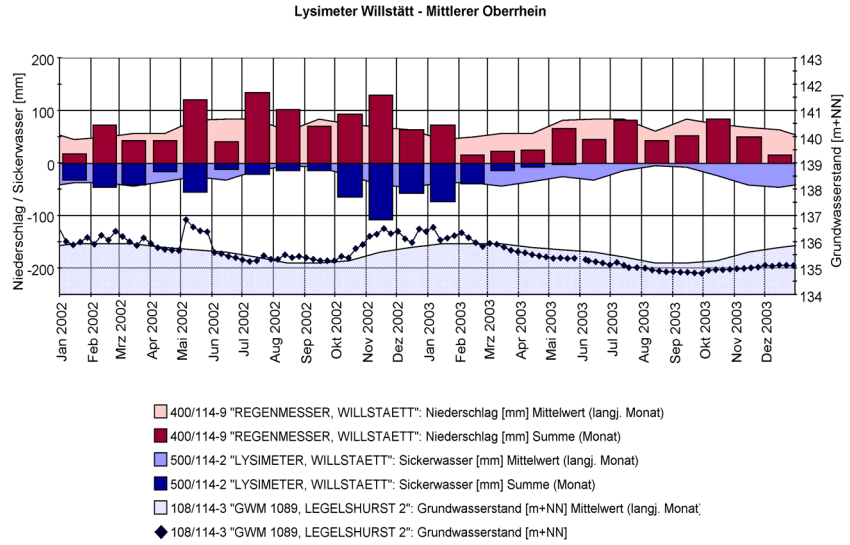
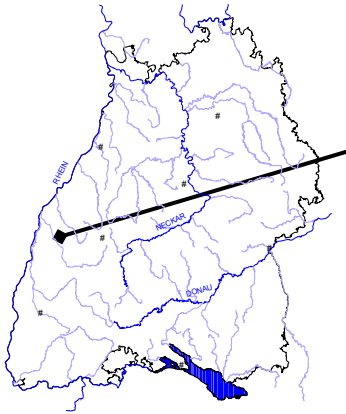


Abb. 8.7: Niederschlag, Sickerung und Grundwasserstand an ausgewählten Lysimeteranlagen in den Jahren 2002 und 2003.

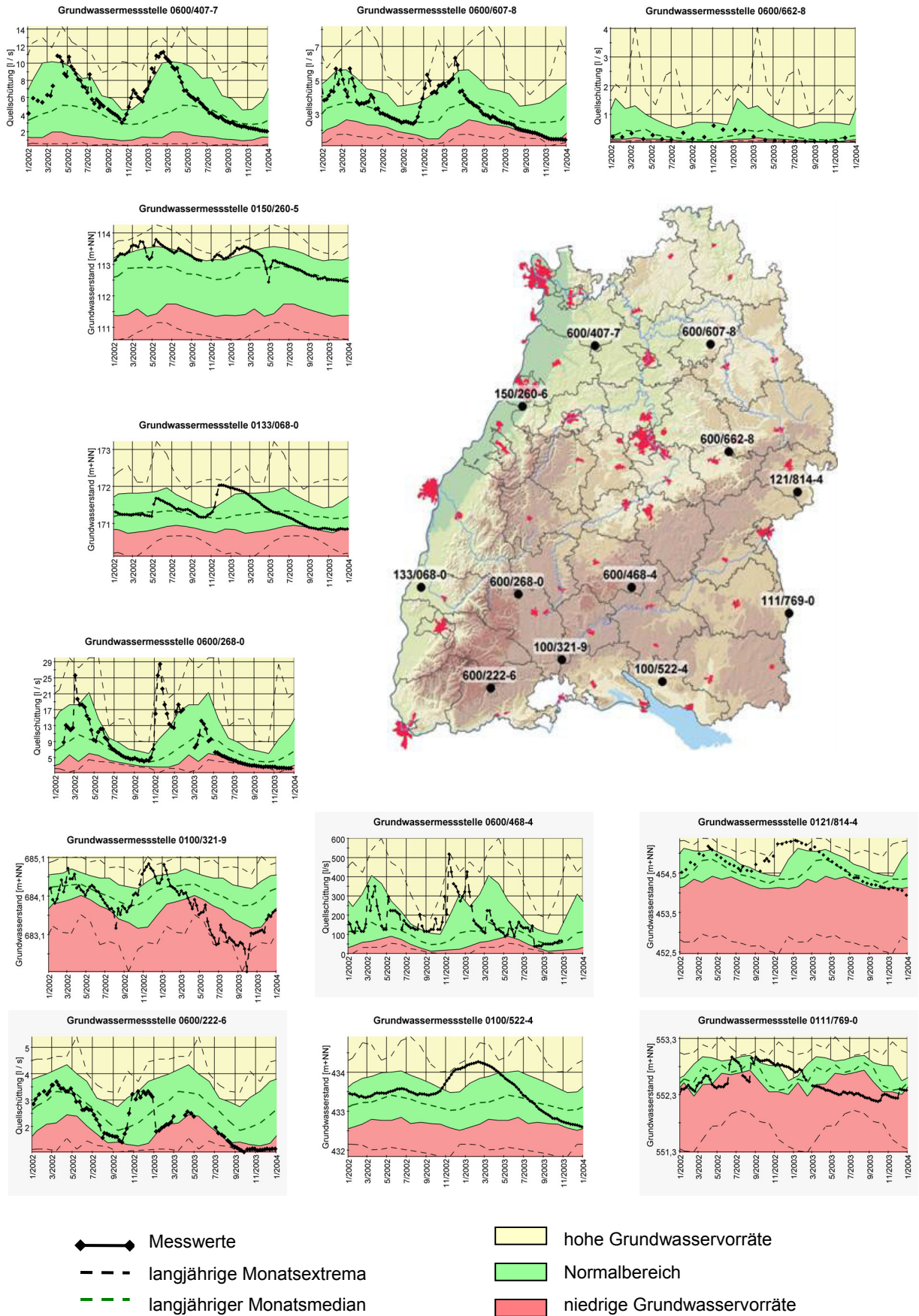


Abb. 8.8: Grundwasserstand/Quellschüttung und zugehöriger Normalbereich an ausgewählten Grundwassermessstellen für die Jahre 2002 und 2003

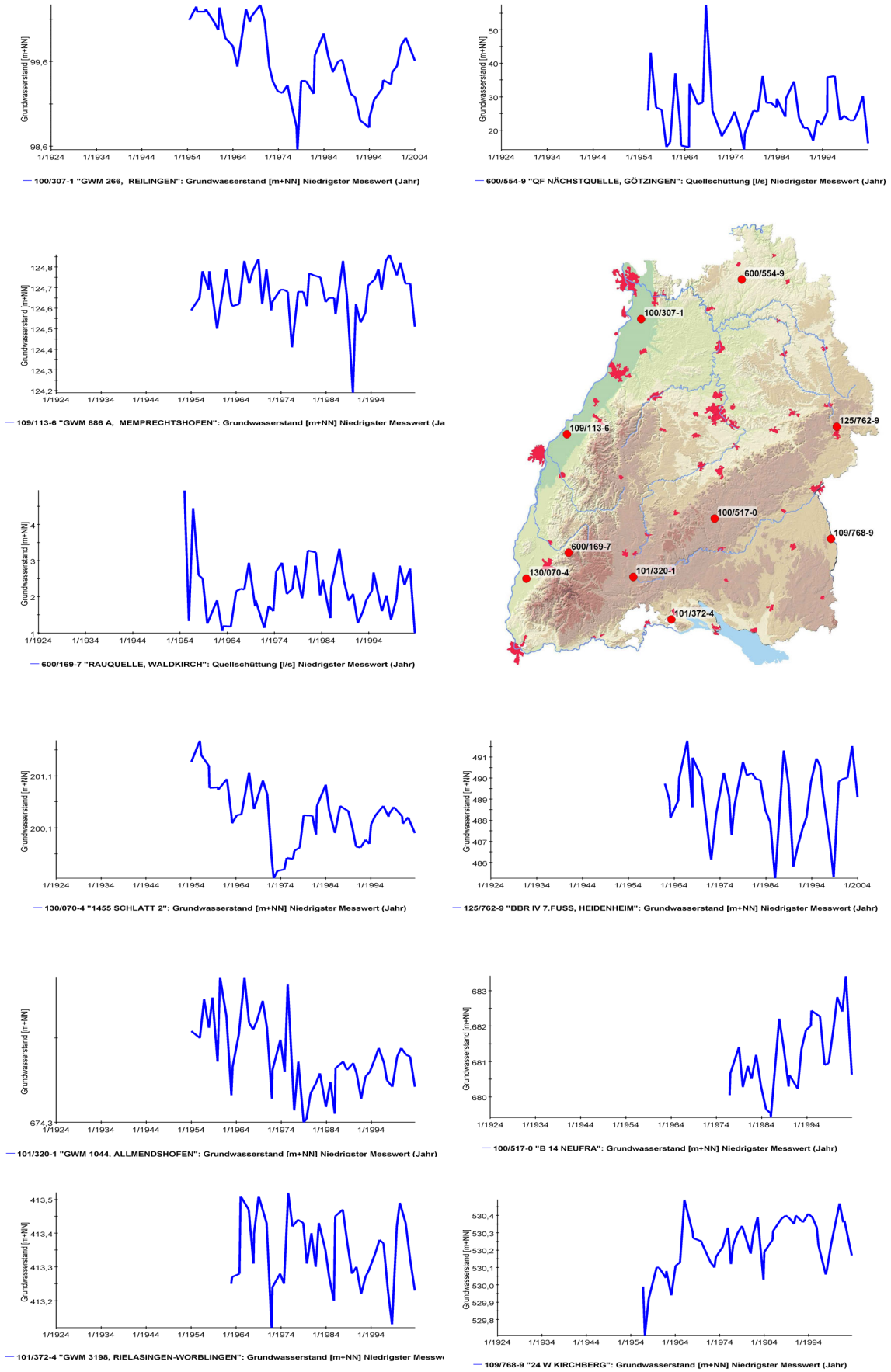


Abb. 8.9: Jahresniedrigstwerte der Grundwasserstände/Quellschüttungen an ausgewählten Grundwassermessstellen im Zeitraum 1924 - 2003

8.2. Jahrgänge der Wassertemperaturen an ausgewählten Messstationen

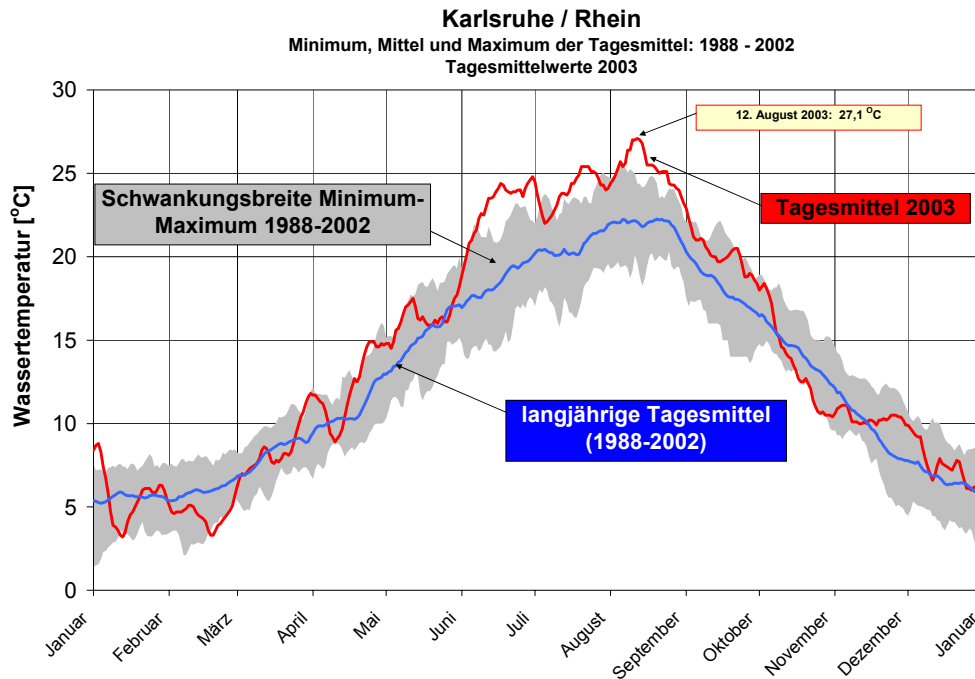


Abb. 8.10: Vergleich der Jahrganglinien der langjährigen Tagesmittel sowie Schwankungsbreite der langjährigen Tagesmaxima und -minima der Wassertemperatur mit der Jahrganglinie der mittleren Wassertemperatur 2003 der Messstation Karlsruhe/Rhein

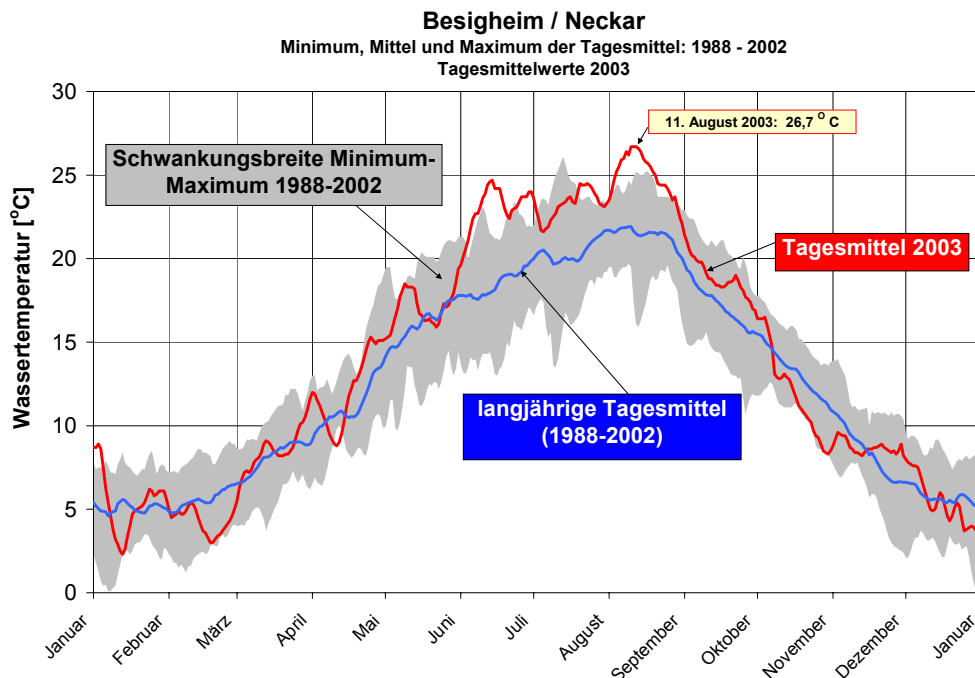


Abb. 8.11: Vergleich der Jahrganglinien der langjährigen Tagesmittel sowie Schwankungsbreite der langjährigen Tagesmaxima und -minima der Wassertemperatur mit der Jahrganglinie der mittleren Wassertemperatur 2003 der Messstation Besigheim/Neckar

8.3. Muschelsterben in Neckar und Rhein 2003

Im vergangenen Sommer, während der Hitze- und Niedrigwasserperiode wurden verschiedene Muschelsterben festgestellt. Im Neckar trat Mitte Juni 2003 in Heidelberg-Schwabenheim und Mitte Juli 2003 in Horkheim ein Muschelsterben auf. Auch der Rhein war Mitte Juli 2003 von einem Muschelsterben im Bereich Mainz bis Rüdesheim und vereinzelt auch bei Worms betroffen.

Bei den vorgefundenen Muscheln handelt es sich in allen Fällen um die Körbchenmuschel **Corbicula**. Die ursprünglich aus Südostasien und Australien stammende Körbchenmuschel, die sich seit Beginn der 20er Jahre des letzten Jahrhunderts weltweit ausbreitete, gelangte vermutlich mit dem Ballastwasser von Frachtschiffen aus Asien oder Nordamerika nach Europa. In Deutschland wurde *Corbicula* erstmals 1983 in der Weser und Anfang der 90er Jahre im Neckar und im Oberrhein bis Basel nachgewiesen.

Bei den in Deutschland eingewanderten Körbchenmuscheln handelt es sich um die beiden Arten *Corbicula fluminea*, die grobgerippte Körbchenmuschel und *Corbicula fluminalis*, die feingerippte Körbchenmuschel.

Vom Muschelsterben betroffen war wahrscheinlich nur die Art *C. fluminea*, die auch in wesentlich höheren Häufigkeiten wie ihre Schwesterart in Neckar und Rhein vertreten ist.

Als Lebensraum bevorzugt *Corbicula* stabile Feinsubstrate; übermäßiger Geschiebetrieb führt zu einer kontinuierlichen Störung der Lebensprozesse. D. h. in Bereichen niedriger Strömungsgeschwindigkeiten können sich die höchsten Abundanzen entwickeln. Eine Mindestströmung muss allerdings zur Gewährleistung eines kontinuierlichen Nahrungsstromes vorhanden sein. *C. fluminea* sind durch ihren Entwicklungs- und Lebenszyklus optimal daran angepasst neue, monotone oder gestörte Lebensräume, wie z. B. begradigte und gestaute Flüsse, rasch zu besiedeln. Mit hohen Wachstumsraten, kurzer Lebensdauer von etwa 2 bis 5 Jahren, frühem reproduktivem Alter und einer hohen Anzahl inkubierter Larvenstadien ist sie zu einem schnellen Aufbau großer Populationen fähig.

Aufgrund dieser Verbreitungsstrategien und dem Fehlen natürlicher Feinde können immer wieder, auch natürlicherweise, Bestandseinbrüche bzw. Massensterben bei Überschreitung der Maximaldichte der Bestände auftreten.

In Rhein und Neckar dürfte letztendlich eine Kombination aus verschiedenen Stressfaktoren, wie hohe Wassertemperatur und niedriger Sauerstoffgehalt das Muschelsterben begünstigt haben. Die Freisetzung von Ammonium durch absterbende Muscheln kann bei hohen Wassertemperaturen und niedrigen Sauerstoffkonzentrationen die Auswirkungen des Muschelsterbens noch vergrößern. Zeitweise geringe Chlorophyll a-Gehalte im Neckar weisen zusätzlich auf ein schlechtes Nahrungsangebot hin.



Abb. 8.12 Leere Schalen von *Corbicula*



Abb.8.13: Tote Muschelkörper von *Corbicula*

8.4. Fischsterben in Bodensee und Hochrhein 2003

Im Sommer 2003 traten in Baden-Württemberg zwei große Fischsterben im Bodensee-Untersee (Aalsterben) und im Hochrhein (Äschensterben) auf.

Während des **Aalsterbens** im Bodensee-Untersee herrschten Wassertemperaturen von 27 bis 30°C im See. Die Warmwasserschicht reichte in Tiefen bis zu 10 m. Bei entsprechender Anpassung, d. h. bei langsam steigenden Temperaturen über einen längeren Zeitraum, können Aale auch bei diesen hohen Wassertemperaturen zumindest zeitweise überleben. Die Wassertemperaturen im Sommer 2003 waren aber offenbar für eine solche Anpassung zu schnell angestiegen.

Die hohen Wassertemperaturen haben die Abwehrkräfte der Aale stark geschwächt, sodass Sekundärinfektionen auftraten. Nur ein Teil der verendeten Tiere zeigte allerdings Symptome der bakteriell hervorgerufenen „Rotseuche“. Die „Rotseuche“ ist demnach nicht der eigentliche Auslöser für das Aalsterben, sondern lediglich eine Folgeerscheinung der hohen Wassertemperaturen. Zwar ist bekannt, dass Fische nur ein relativ enges Toleranzspektrum gegenüber der Temperatur aufweisen, doch reagierte der Aal offenbar wesentlich empfindlicher auf hohe Temperaturen als bislang vermutet, wobei für den Aal bekannt ist, dass bereits Wassertemperaturen über 28°C kritisch für ihn sind.



Abb. 8.14: Tote Aale im Bodensee-Untersee, August 2003 (Foto: H.-J. Wetzlar)

Der Sauerstoffgehalt lag mit etwa 9 mg/l in einem für Fische optimalen Bereich. Sauerstoffmangel als Hauptursache für das Aalsterben kann somit ausgeschlossen werden, da auch die frisch verendeten Aale keine Anzeichen für eine Sauerstoffarmut zeigten. Lediglich in Bereichen, wo die Seeoberfläche des Untersees von großen, geschlossenen Algenteppichen bedeckt war, könnte der dort herrschende Sauerstoffmangel eine Rolle gespielt haben. Aale bleiben nämlich vorzugsweise am Gewässergrund, während die meisten anderen Fischarten ins Freiwasser ausweichen, wo die Sauerstoffverhältnisse auch bei hohen Wassertemperaturen meist noch günstig sind. Für diese Annahme spricht auch die Tatsache, dass so gut wie keine anderen Fischarten im See betroffen waren.

Zum Zeitpunkt des **Äschensterbens** im Hochrhein betrug die Wassertemperatur auch hier zwischen 26 und 27°C. Der Sauerstoffgehalt lag in einem Bereich von 10 bis 12 mg/l. Das massive Äschensterben ist ebenfalls mit großer Wahrscheinlichkeit auf die hohen Wassertemperaturen zurückzuführen. Die Werte von 26 bis 27°C liegen im Bereich der Letaltemperatur für Äschen. Es wird davon ausgegangen, dass im Hochrhein weit mehr als 50000 Äschen verendet sind. Aufgrund der extrem hohen Verluste steht zu befürchten, dass von dem gerade wieder aufgebautem Äschenbestand in diesem Bereich nur ein kleiner Teil überlebt hat. Um diesen wohl bedeutsamsten Bestand in Baden-Württemberg nachhaltig zu sichern, sind daher verschiedene, langfristige Maßnahmen erforderlich [Hamers et al., 2003].

8.5. Handlungsempfehlung des Regierungspräsidiums Stuttgart

vom 07.08.2003



REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART

Regierungspräsidium Stuttgart • Postfach 80 07 09 • 70507 Stuttgart

Landratsämter
im Regierungsbezirk Stuttgart

Landeshauptstadt Stuttgart
- Bürgermeisteramt -

Stadt Heilbronn
- Bürgermeisteramt -

- jeweils untere Wasserbehörde -

Gewässerdirektion Neckar
und Bereiche Besigheim, Künzelsau,
Ellwangen, Kirchheim

nachrichtlich:
Ministerium für Umwelt und Verkehr

Landesanstalt für Umweltschutz

Regierungspräsidien
Karlsruhe
Freiburg
Tübingen

Stuttgart, 07.08.2003
Durchwahl 0711 904- 33 30
Name: Herr Störk
Aktenzeichen: 52-8965.10/

Niedrigwasser in den Fließgewässern - Niedrigwasserperiode 2003

Die durch die anhaltende Hitze und fehlenden Niederschläge verursachten niedrigen Wasserstände in den oberirdischen Gewässern sind Anlass für nachfolgende Ausführungen.

1. Fachliche Bewertung:

Nach lange anhaltendem Trockenwetter mit weit unterdurchschnittlichen Niederschlagsmengen wurde der bisherige Tiefstand der Abflüsse in der 32. Kalenderwoche erreicht. An der Mehrzahl der Fließgewässer ist bereits der MNQ-Wert erreicht oder

Dienstgebäude:
Ruppmannstraße 21
70565 Stuttgart

Telefonzentrale:
0711 904-0

Telefax: 0711 904-3340
0711 904-2408
0711 7846848

X.400: c=DE;a=DBP;p=BWL;o=RPS;s=Abteilung5
E-Mail: abteilung5@rps.bwl.de
Internet: www.rp.baden-wuerttemberg.de

 Vaihingen

Haltestelle Bahnhof Stuttgart-Vaihingen

 Parkmöglichkeit Tiefgarage

 81 82 84 751 826  1-3 

Überweisungen an die Landesoberkasse BW:
BW-Bank Karlsruhe,
BLZ 660 200 20, Kto. 4 002 015 800

unterschritten¹⁾. Eine Trockenperiode mit vergleichbar niedrigen Abflüssen ist zuletzt Anfang der 90er Jahre aufgetreten. Mit einer raschen Entlastung durch Wetteränderung ist derzeit nicht zu rechnen. Vorliegende Fünftages- und Zehntageswettervorhersagen gehen davon aus, dass weiterhin maximale Tagestemperaturen über 30 Grad erreicht werden. Mit ergiebigen Niederschlägen, außer bei lokalen Gewittern, wird in den nächsten fünf bis 10 Tagen ebenfalls noch nicht gerechnet.

Derartige Niedrigwassersituationen führen in den Fließgewässern aufgrund der verschlechterten Abwasser- / Vorflutverhältnisse zu höheren Konzentrationen von Inhaltsstoffen, die aus dem gereinigten Abwasser stammen. Erhöhte Gehalte an abbaubaren organischen Substanzen und Nährstoffen in Verbindung mit hohen Wassertemperaturen und starker Sonneneinstrahlung können insbesondere in gestauten, langsam fließenden Gewässern zu einer Massenentwicklung von Algen führen.

Algenmassenentwicklungen wirken sich unmittelbar durch einen Anstieg der Sauerstoffkonzentrationen in Folge der Photosyntheseaktivitäten der Algen aus. Dies kann zu hohen Sauerstoffübersättigungen führen, die auf Organismen wie z.B. Fische direkt toxisch wirken können.

Beim Absterben der Algenblüten fallen schlagartig große Mengen abbaubarer organischer Substanzen an. Beim Abbau dieser Substanzen wird sehr viel Sauerstoff verbraucht. Dies kann zu hohen Sauerstoffdefiziten bis hin zum vollständigen Sauerstoffschwund führen. Kritische Situationen treten in Fließgewässern auch auf, wenn bei niedrigen Abflüssen weiterhin Entnahmen z.B. für die Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen, Sportanlagen oder zu anderen Zwecken stattfinden. Insbesondere tritt dies auch in den Ausleitungsstrecken von Flusskraftwerken oder sonstigen Nutzungen auf, wenn ein ausreichender Mindestabfluss nicht mehr zur Verfügung steht.

Aufgrund der dargestellten Situation ist jegliche Art der Gewässerbenutzung kritisch zu betrachten. Dies trifft hauptsächlich auf die Benutzung von Oberflächenwasser als Kühlwasser für Kraftwerke, Ausleitungen für Wasserkraftnutzungen sowie auf die Ent-

¹⁾ MNQ = mittlerer niedrigster Tagesmittelwert, arithmetisches Mittel der niedrigsten mittleren Tagesabflüsse in den einzelnen Beobachtungsjahren der zur Verfügung stehenden Pegelzeitreihe. Der MNQ ist z.B. bei einer Pegelbeobachtungsdauer von 50 Jahren der Mittelwert aus den 50 niedrigsten mittleren Tagesabflüssen der 50 Beobachtungsjahre

nahme von Wasser für Zwecke der Bewässerung zu. Auch die Entnahmen von Wasser im Rahmen des Gemeingebrauchs können in ihrer Summe einen erheblichen Eingriff in den Wasserhaushalt eines Fließgewässers darstellen.

Die Gewässerdirektion ist technische Fachbehörde bei der Prüfung von Einschränkungen des Gemeingebrauchs sowie Beschränkungen von Wasserbenutzungen. Die Gewässerdirektion wird gebeten, die Entwicklung der Wasserführung an den Fließgewässern zu beobachten und die unteren Wasserbehörden über die Situation und die zu erwartende Entwicklung zu informieren.

Die Gewässerdirektion wird ferner gebeten, im Rahmen des Möglichen Abflussmessungen und Ermittlungen der biologischen Gewässergüte an den Oberflächengewässern während der Niedrigwasserperiode vorzunehmen und diese für heutige und zukünftige Entscheidungen erforderlichen Datengrundlagen zu dokumentieren.

Zur Beurteilung der Niedrigwassersituation in den einzelnen Gewässerabschnitten wird empfohlen, hilfsweise ein Drittel MNQ bzw. ein Sechstel MNQ heranzuziehen, wie es im Wasserkrafterlass Baden-Württemberg vom 14.12.2000 für den Mindestabfluss in Ausleitungsstrecken für Wasserkraftanlagen zu Grunde gelegt wird.

Eine Beschränkung des Gemeingebrauchs sowie von Entnahmenutzungen ist somit insbesondere dann zu prüfen, wenn der Abfluss ein Drittel MNQ erreicht wird. Ein Sechstel MNQ soll nicht unterschritten werden. Die Werte ein Drittel MNQ und ein Sechstel MNQ sind als Entscheidungsrahmen zu verstehen. Zusätzliche örtlich relevante Beurteilungskriterien des wasserwirtschaftlich erforderlichen Mindestabflusses können darüber hinaus z.B. Gewässergüte, Temperaturhaushalt, Einleitungen sein.

Die Landesanstalt für Umweltschutz stellt Abflussdaten und Temperaturdaten für ausgewählte Gewässer über folgende Informationswege zur Verfügung:

Abflussdaten:

http://www.lfu.bwl.de/local/mzw/fv_roh.html

Niedrigwasser-Vorhersage Neckar (Testbetrieb):

http://www.lfu.bwl.de/local/mzw/fv_whm.html

Gewässerbeschaffenhheitsdaten (u.a. Temperatur, O₂-Gehalte):

<http://www.lfu.bwl.de/local/abt4/ref41/messdaten/index.htm>

http://www.lfu.bwl.de/local/mzw/fv_roh.html

2. Rechtliche Hinweise:

Der Gemeingebrauch umfasst nach § 26 Abs. 1 Satz 2 des Wassergesetzes für Baden-Württemberg (WG) insbesondere das Entnehmen von Wasser aus oberirdischen Gewässern in geringen Mengen für die Landwirtschaft, die Forstwirtschaft, den Gartenbau und für kleingewerbliche Betriebe.

Der Begriff "geringe" Menge ist nicht abstrakt auf eine bestimmte Wassermenge bezogen, sondern hat relativen Charakter und richtet sich auch nach dem Wasserdargebot. Die Entnahme von Wasser mittels Pumpen ist bezogen auf dieses Wasserdargebot nicht von vornherein vom Gemeingebrauch ausgeschlossen.

Da die geringe Menge allerdings in einem unmittelbaren Zusammenhang zum Wasserdargebot steht - Grundsatz der Gemeinverträglichkeit - kann bei einer entsprechenden Verringerung des Gesamtwasserdargebots auch der Gemeingebrauch unmittelbar wegfallen. In diesem Fall ist die Tatsache den Betroffenen in geeigneter Weise bekannt zu machen.

Nach § 28 Abs. 2 WG können sowohl die Wasserbehörden als auch die Ortspolizeibehörden die Ausübung des Gemeingebrauchs und des Anliegergebrauchs durch Rechtsverordnung oder im Einzelfall regeln, beschränken oder verbieten. In Betracht kommen hier insbesondere Regelungen zur Einschränkung der Entnahme von Wasser aus oberirdischen Gewässern mittels Pumpen. Es sind auch Beschränkungen oder Verbote bei der Freizeitnutzung, z.B. Schwimmen oder Kanu fahren, denkbar.

Bei der Einschränkung des Gemeingebrauchs ist stets der Grundsatz der Verhältnis-

mäßigkeit (Erforderlichkeit) zu beachten. Dieser Grundsatz wirkt sich insbesondere auf die Dauer der Einschränkung aus. Einschränkungen aus Gründen von Niedrigwasser sollten sich grundsätzlich nicht länger als auf 4 - 6 Wochen erstrecken. Ändern sich die Verhältnisse, ist die Einschränkung anzupassen oder aufzuheben.

Liegt für die Entnahme eine wasserrechtliche Erlaubnis vor, sollte grundsätzlich ein Hinweis auf § 14 WG erfolgen, der Verhaltenspflichten für die Gewässerbenutzer regelt. Darüber hinaus ist im Einzelfall zu prüfen, inwieweit eine Beschränkung oder ein Widerruf oder eine nachträgliche Anordnung zur Entscheidung nach § 5 WHG erforderlich ist. Da eine Erlaubnis nur widerruflich erteilt werden darf, steht der Widerruf im Ermessen der Behörde. Er ist erforderlich, wenn durch die weitere Ausübung der Benutzung das Wohl der Allgemeinheit beeinträchtigt wird und eine Beschränkung nicht ausreicht. Da die Erlaubnis kein Recht auf Benutzung gewährt und die Widerruflichkeit zum Wesen der Erlaubnis gehört, steht ihrem Inhaber im Falle des Widerrufs kein Entschädigungsanspruch zu.

Wurde für die Entnahme eine wasserrechtliche Bewilligung erteilt, ist ein Widerruf oder eine Einschränkung nur nach Maßgabe des § 12 Wasserhaushaltsgesetz zulässig.

Bzgl. der bestehenden alten Rechte wird auf § 15 WHG hingewiesen.

3. Vorsorgliche Maßnahmen in Abwasseranlagen

Lange Trockenwetterperioden führen in vielen Abwasserkanälen zu größeren Schmutzablagerungen, die bei nachfolgenden Starkregen abgespült werden. Die Spülstöße werden über die Regenüberlaufbecken (RÜB) den Kläranlagen zugeleitet, die dadurch sehr stark belastet werden können, und womöglich die wasserrechtlich festgesetzten Anforderungen an die Ableitung nicht einhalten. Dort, wo es in solchen Fällen erfahrungsgemäß zur Überforderung der Reinigungsleistung der Kläranlage kommen kann, empfiehlt es sich, rechtzeitig vor drohenden Starkniederschlägen die betreffenden Kanalstrecken vorsorglich zu spülen.

Unabdingbar sind solche Vorsorgemaßnahmen dort, wo die notwendigen RÜB noch nicht erstellt sind, weil in diesen Fällen der Spülstoß unmittelbar ins Gewässer gelangen kann.

Die nachgeordneten Behörden sind gehalten, entsprechend den örtlichen Verhältnissen im Vorfluter und den vorhandenen Benutzungen im Einzelfall die erforderlichen, zeitlich befristeten Entscheidungen zu treffen. Neue Entnahmeerlaubnisse - auch befristete - sollten nur in Ausnahmefällen nach sorgfältiger Abwägung unter Anlegung strenger Maßstäbe erteilt werden.

gez. Höfer

Nr. 52-8965.10/

Referat 56

Abteilung 3

mit der Bitte um Kenntnisnahme übersandt.

Stuttgart, den 07. August 2003

Abteilung 5

gez. Höfer

**Veröffentlichungen der Reihe
Handbuch Wasser 2
ISSN 0946-0675**

Titel	Band	Jahr der Herausgabe	Preis (falls lieferbar)	Titel	Band	Jahr der Herausgabe	Preis (falls lieferbar)
Gewässerkundliche Beschreibung Abflußjahr 1990	1	1991	vergriffen	Umweltverträglichkeitsprüfung bei Wasserbauvorhaben nach § 31 WHG Leitfaden Teil I: Verfahren	16	1994	vergriffen
Bauweisen des naturnahen Wasserbaus Umgestaltung der Enz in Pforzheim	2	1991	15 €	Morphologischer Zustand der Fließgewässer in Baden-Württemberg Auswertung und Interpretation der Ergebnisse der Übersichtskartierung 1992/93	17	1995	13 €
Gewässerentwicklungsplanung - Leitlinien -	3	1992	15 €	Kontrolle des Japan-Knöterichs an Fließgewässern II. Untersuchungen zu Biologie und Ökologie der neophytischen Knöterich-Arten	18	1995	15 €
Übersichtskartierung der morphologischen Naturnähe von Fließgewässern (Methode) - Vorinformation -	4	1992	vergriffen	Gesamtkonzept Naturnahe Unterhaltung von Fließgewässern Möglichkeiten, Techniken Perspektiven	19	1995	8 €
Regionalisierung hydrologischer Parameter für Niederschlag-Abfluß-Berechnungen - Grundlagenbericht - - Programmdiskette -	5	1992	vergriffen	Naturnahe Umgestaltung von Fließgewässern Teil III: Dokumentation der Entwicklung ausgewählter Pilotvorhaben, erste Zwischenberichte der Erfolgskontrolle	20	1995	15 €
Ökologie der Fließgewässer Niedrigwasser 1991	6	1992	20 €	Umweltverträglichkeitsprüfung bei Wasserbauvorhaben nach § 31 WHG Leitfaden Teil III: Bestimmung des Untersuchungsrahmens, Untersuchungsmethoden	21	1995	12 €
Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung - Arbeitsanleitung - - Programmdiskette -	7	1992	vergriffen	Schadstoffdatei Rhein Dokumentation	22	1996	vergriffen
Verkrautung von Fließgewässern Einflußfaktoren, Wechselwirkungen, Kontrollmaßnahmen - Literaturstudie -	8	1993	vergriffen	Schadstofftransport bei Hochwasser Neckar, Rhein und Donau im Januar 1995	23	1996	15 €
Gewässerkundliche Beschreibung Abflußjahr 1992	9	1993	15 €	Schwermetalle in den Sedimenten der Fließgewässer Baden-Württembergs	24	1996	11 €
Kontrolle des Japan-Knöterichs an Fließgewässern I. Erprobung ausgewählter Methoden	10	1994	15 €	Bauweisen des naturnahen Wasserbaus Dokumentation und Bewertung am Pilotprojekt Enz/Pforzheim 1990 - 1995	25	1996	11 €
Gewässerrandstreifen Voraussetzung für die naturnahe Entwicklung der Gewässer	11	1994	15 €	Entwicklung der Fließgewässerbeschaffenheit - chemisch, physikalisch, biologisch - Stand 1995	26	1996	11 €
Gewässerkundliche Beschreibung Hochwasser Dezember 1993	12	1994	13 €	Das Abflußjahr 1994 - ein Hochwasserjahr	27	1996	vergriffen
Handbuch der stehenden Gewässer in Baden-Württemberg Regierungsbezirke Freiburg, Karlsruhe und Stuttgart	13	1994	vergriffen	Pilotprojekt "Konfliktarme Baggerseen (KaBa)" - Statusbericht -	28	1997	6 €
Handbuch der stehenden Gewässer in Baden-Württemberg Regierungsbezirk Tübingen	14	1994	vergriffen	Meßnetz-Zentrale Meßnetzprogramm	29	1996	vergriffen
Übersichtskartierung des morphologischen Zustands der Fließgewässer in Baden-Württemberg 1992/1993	15	1994	13 €				

Titel	Band	Jahr der Herausgabe	Preis (falls lieferbar)
Pappeln an Fließgewässern	30	1996	15 €
Rechtsgrundlagen der Gewässerunterhaltung Teil I Überblick	31	1996	8 €
Baggerseeuntersuchungen in der Oberrheinebene Auswertung der Sommerbeprobung 1994 und Frühjahrsbeprobung 1995	32	1997	vergriffen
Nährstoff- und Schadstoffeinträge in Baggerseen (Literaturstudie)	33	1996	15 €
Biologische Freiwasseruntersuchungen Rhein-Neckar-Donau - Planktonentwicklung - Bioaktivitäten - Stoffumsätze - 1994	34	1997	vergriffen
Untersuchung der gentoxischen Wirkung von Gewässern und Abwässern	35	1997	vergriffen
Dammscharten in Lockerbauweise bei Hochwasserrückhaltebecken	36	1997	12 €
Ökologische Bewertung von Fließgewässern in der Europäischen Union und anderen Ländern (Literaturstudie)	37	1997	8 €
Saisonale, horizontale und vertikale Zooplankton-verteilungsmuster Eine Fallstudie für den Grötzingen Baggersee	38	1997	vergriffen
Methodologische Untersuchungen zur Ermittlung des Biochemischen Sauerstoffbedarfs des Sediments und des Wasserkörpers in den Baggerseen der Oberrheinebene	39	1997	vergriffen
Biologische Freiwasseruntersuchungen in Rhein, Neckar, Donau. Berichtsjahr 1995-1996	40	1997	6 €
Regionale Bachtypen in Baden-Württemberg Arbeitsweisen und exemplarische Ergebnisse an Keuper- und Gneisbächen	41	1997	18 €
Statistische Untersuchung langfristiger Veränderungen des Niederschlags in Baden-Württemberg	42	1997	14 €
Studie über ökohydraulische Durchlaufbauwerke für regulierbare Hochwasserrückhalteräume	43	1998	vergriffen
Gewässerentwicklung in Baden-Württemberg Teil II Gewässerentwicklungskonzept - Loseblattsammlung -	44	1998	vergriffen
Rauhe Rampen in Fließgewässern	45	1998	vergriffen
Gewässergeometrie	46	1998	vergriffen

Titel	Band	Jahr der Herausgabe	Preis (falls lieferbar)
Die Reihe „Handbuch Wasser 2“ wird unter der Bezeichnung „Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie“ fortgesetzt ISSN 1436-7882			
Naturgemäße Bauweisen Unterhaltungsmaßnahmen nach Hochwasserereignissen	47	1998	12 €
Gewässerentwicklungsplanung Teil I Grundlagen und Faltblatt	48	1998	11 €
Gewässergütekarte Baden-Württemberg	49	1998	21 €
Beschaffenheit der Fließgewässer Jahreskatalog 1997 CD-ROM	50	1998	vergriffen
Fließgewässerversauerung im Schwarzwald Ökologische Bewertung auf der Basis des Diatomeenbenthons	51	1999	vergriffen
Ab- und Umbauprozesse in Baggerseen und deren Einfluß auf das Grundwasser Literaturauswertung	52	1999	vergriffen
Die Gewässerlandschaften Baden-Württembergs	53	1999	vergriffen
Hochwasserabfluss-Wahrscheinlichkeit in Baden-Württemberg	54	1999	41 €
Unterhaltung und Pflege von Gräben	55	1999	11 €
Hydrochemische und biologische Merkmale regionaler Bachtypen in Baden-Württemberg	56	1999	30 €
Die heutige potentielle natürliche Vegetation an Fließgewässern in Baden-Württemberg	57	1999	vergriffen
Überwachung der Fließgewässerbeschaffenheit in Baden-Württemberg - Vorgehenskonzept -	58	1991	kostenfrei
Beschaffenheit der Fließgewässer Jahresdaten-katalog 1998 CD-ROM	59	2000	31 €
Niederschlagsdaten Baden-Württemberg	60	2000	8 €
Zustand der Baggerseen in der Oberrheinebene	61	2000	9 €

Titel	Band	Jahr der Herausgabe	Preis (falls lieferbar)
Seenphysikalische Prozesse in Baggerseen Modellgestützte Bewertungen – und Entscheidungshilfen -	62	2000	15 €
Anlagen zur Herstellung der Durchgängigkeit von Fließgewässern	63	2000	16 €
Beschaffenheit der Fließgewässer Jahresdatenkatalog 1999 CD-ROM	64	2001	30 €
Das Hochwasser vom Oktober/ November 1998	65	2000	12 €
Fließgewässer in Baden-Württemberg als Lebensraum ausgewählter Artengruppen	66	2001	9 €
Untersuchungen zum Vorkommen von Xenobiotika in Schwebstoffen und Sedimenten Baden-Württembergs	67	2001	9 €
Schadstoff-Informationssystem-Wasser (SIWAS) CD-ROM	68	2001	15 €
Hochwasserabfluss-Wahrscheinlichkeiten in Baden-Württemberg CD-ROM	69	2001	30 €
Gewässerstruktur-gütekartierung in Baden-Württemberg	70	2001	11 €
Beschaffenheit der Fließgewässer Jahresdatenkatalog 2000 CD-ROM	71	2002	10 €
Gewässerentwicklung in Baden-Württemberg Leitfaden Teil 3 Arbeitsanleitung zur Erstellung von Gewässerentwicklungsplänen	72	2002	12 €
Aromatische Sulfonate in Oberflächengewässern, Schwebstoffen und Sedimenten Baden-Württembergs	73	2002	9 €
Hydraulik naturnaher Fließgewässer Teil 1 - Grundlagen und empirische hydraulische Berechnungsverfahren	74	2002	11 €
Hydraulik naturnaher Fließgewässer Teil 2 – Neue Berechnungsverfahren für naturnahe Gewässerstrukturen	75	2002	12 €
Beschaffenheit der Fließgewässer Jahresdatenkatalog 2001	76	2003	10 €
Erfahrungsaustausch und Zusammenarbeit der Länder zur Verbesserung der Hochwasservorhersage für große Flussgebiete am 14. und 15. Januar 2003 in Karlsruhe	77	2003	kostenfrei
Hydraulik naturnaher Fließgewässer Teil 3 - Rauheits- und Widerstandsbeiwerte für Fließgewässer in Baden-Württemberg	78	2003	11 €

Titel	Band	Jahr der Herausgabe	Preis (falls lieferbar)
Hydraulik naturnaher Fließgewässer Teil 4 – Numerische Modelle zur Strömungssimulation	79	2003	9 €
Geodaten für die Wasserwirtschaft Vermessung bis Datenservice	80	2003	9 €
Zentrales Baggerseeinformationssystem ZeBIS	81	2003	30 €
Entwicklung der Fließgewässerbeschaffenheit In Baden-Württemberg Gütebericht 2002 inklusive Jahresdatenkatalog 1972 – 2002 auf CD-ROM	82	2004	15 €
Arbeitshilfe Baggerseerestaurierung Restaurierungsrelevante Typologie von Baggerseen un Ermittlung von Restaurierungsbedarf und Restaurierungsziel	83	2004	15 €
Technische Verfahren zur Restaurierung von Baggerseen Verfahrensbeschreibung und Leistungs-Bewertung	84	2004	24 €