

# Überwachungsergebnisse

## Phytoplankton

2005 / 2006



Biologisches Monitoring der Fließgewässer in Baden-Württemberg gemäß EU-WRRL



Baden-Württemberg

**BEARBEITUNG**

LUBW • Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-  
Württemberg  
Postfach 100163, 76231 Karlsruhe  
Referat – Fließgewässer, Integrierter Gewässerschutz  
Andreas Hoppe

**STAND**

April 2008

Nachdruck- auch auszugsweise- ist nur mit Zustimmung der LUBW unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

<u>1</u>	<u><b>EINLEITUNG</b></u>	<u>4</u>
<u>2</u>	<u><b>PHYTOPLANKTON</b></u>	<u>4</u>
<u>3</u>	<u><b>MESSSTELLENAUSWAHL</b></u>	<u>5</u>
<u>4</u>	<u><b>BEWERTUNGSVERFAHREN</b></u>	<u>6</u>
<u>5</u>	<u><b>BEWERTUNGSERGEBNISSE</b></u>	<u>6</u>
<u>6</u>	<u><b>HANDLUNGSBEDARF UND MAßNAHMENZIELE</b></u>	<u>10</u>
<u>7</u>	<u><b>FAZIT UND AUSBLICK</b></u>	<u>11</u>
<u>8</u>	<u><b>LITERATUR</b></u>	<u>12</u>
<u>9</u>	<u><b>ANHANG</b></u>	<u>13</u>
<u>9.1</u>	<u>Auswertungsergebnisse nach PhytoFluss</u>	<u>13</u>
<u>9.2</u>	<u>Ökologische Zustandsklassen und Konzentrationsstufen der Orientierungsgrößen</u>	<u>13</u>

# 1 Einleitung

Mit der Ende 2000 in Kraft getretenen EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) werden an den Gewässerschutz sehr hohe Anforderungen gestellt. Neben den Beurteilungen der Gewässer aufgrund ihrer chemisch-physikalischen Beschaffenheit werden nun biologische Komponenten zu wesentlichen Beurteilungskriterien. Ziel ist es, europaweit, mithilfe dieses ganzheitlichen Ansatzes, den guten ökologischen Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial der Gewässer zu erreichen. Zukünftig werden die biologischen Qualitätskomponenten Makrozoobenthos, Makrophyten & Phytobenthos, Phytoplankton und Fische maßgeblich die Bewirtschaftungsplanung an unseren Gewässern beeinflussen.

Das Vorhandensein bzw. Fehlen von verschiedenen Tier- und Pflanzengruppen der Qualitätskomponenten indiziert die gewässertypspezifische ökologische Situation und lässt durch Vergleich mit dem leitbildorientierten Referenzzustand eine Bewertung des untersuchten Gewässerabschnittes zu. Letztendlich werden die Ergebnisse der einzelnen Komponenten auf Wasserkörperebene zusammengeführt und zeigen so den Gesamtzustand (Ökologische Zustandsklasse) und auch den Handlungsbedarf an einem Gewässer auf. Standardisierte Erfassungs- und Auswertemethoden sollen eine bundesweite Vergleichbarkeit garantieren.

In der Fließgewässerüberwachung wurden in den vergangenen Jahren im Wesentlichen nur die Biozöosen der wirbellosen Tiere der Gewässersohle (Makrozoobenthos) zur Ermittlung der Gewässergüteklasse herangezogen. Der daraus abgeleitete Saprobienindex war neben den chemisch-physikalischen Untersuchungsdaten die wichtigste Kenngröße zur Beurteilung von Fließgewässern. Dagegen wurden die heute gemäß WRRL relevanten biologischen Komponenten Fische, Wasserpflanzen und Algen in der Vergangenheit weder kontinuierlich noch mit einheitlichen Bewertungssystemen für eine Fließgewässerbewertung herangezogen, so dass zu diesen Kenngrößen heute nur wenige Erfahrungswerte vorliegen.

Im Folgenden werden als Grundlage für die anstehende Maßnahmenplanung in einem ersten Bewertungsschritt die Ergebnisse der Auswertung der Phytoplanktondaten gemäß WRRL aus den Jahren 2005 und 2006 dargestellt. Da die Auswertungen einzelner Jahre nur eingeschränkte Aussagen über den Zustand eines Gewässers zulassen, muss an dieser Stelle betont werden, dass die vorliegende Darstellung der Qualitätskomponente Phytoplankton nur Pilotcharakter haben kann. Für belastbare Aussagen sind nach dem Handbuch für das Bewertungsverfahren Auswerteziträume von 3 bis 5 Jahren notwendig [1].

## 2 Phytoplankton

Das Phytoplankton besteht aus im Freiwasser schwebenden Mikroalgen verschiedener Algenklassen, u. a. Kieselalgen, Grünalgen und Goldalgen. Deren Biomasseentwicklung in Fließgewässern ist hauptsächlich abhängig von der Wasseraufenthaltszeit, den Lichtverhältnissen, der Nährstoffverfügbarkeit sowie der Beeinträchtigung durch „grazing“ (Fraßverluste durch herbivore Zooplankter oder Filtrierer wie bspw. Muscheln). Das Phytoplankton ist in planktondominierten Flüssen wichtigster Primärproduzent und Nahrungsquelle. Als biologische Qualitätskomponente sind Algen Belastungsanzeiger für die Eutrophierung, die durch ein übermäßiges Angebot an Nährstoffen verursacht wird. Neben stofflichen Einflussgrößen wirken auch morphologische Veränderungen auf die Biozöosen der Algen ein [2].

### 3 Messstellenauswahl

Eine Fließgewässerbewertung auf der Grundlage des Phytoplanktons ist nur in natürlicherweise Plankton führenden Flüssen sinnvoll. Für Baden-Württemberg bedeutet dies, dass nur den Fließgewässertypen „Große Flüsse des Mittelgebirges“ (LAWA-Typ 9.2) und „Kiesgeprägte Ströme des Mittelgebirges“ (LAWA-Typ 10) entsprechende Ausprägungstypen der im Bewertungsverfahren festgelegten Phytoplanktongemeinschaften zugeordnet werden können. Im Land wurden vorerst die fünf in der folgenden Tabelle dargestellten Untersuchungsstellen an den drei größten Fließgewässern Rhein, Neckar und Donau festgelegt. Grundlage für das Bewertungsverfahren sind monatliche Auswertungen von Phytoplankton an wenigen aber repräsentativen Messstellen [1]. Die Phytoplanktonerhebungen werden im Rahmen der überblicksweisen Überwachung jährlich fortlaufend durchgeführt.

Tab. 1: Messstellen und Fließgewässertypen der Qualitätskomponente Phytoplankton

Typologie		Messstelle			Untersuchungsjahr			
Fließgewässertyp LAWA	Ausprägungstyp Phytoplankton	Fluss	Ort	Code	2005	2006	2007	2008
10 Kiesgeprägte Ströme des Mittelgebirges	10.1 Kiesgeprägte Ströme des Mittelgebirges mit großer Abflussspende <sup>a</sup> AQ > 10 Liter/s*km <sup>2</sup>	Rhein	Reckingen	CXX091	keine Untersuchung	Auswertung liegt vor	Auswertung erfolgt in 2008	Probenahme läuft
		Rhein	Karlsruhe	CXX359	Auswertung liegt vor	Auswertung liegt vor	Auswertung erfolgt in 2008	Probenahme läuft
		Neckar	Mannheim	CYY003	Auswertung liegt vor	Auswertung liegt vor	Auswertung erfolgt in 2008	Probenahme läuft
9.2 Große Flüsse des Mittelgebirges	9.2 Große Flüsse des Mittelgebirges	Neckar	Kochendorf	CYY104	keine Untersuchung	Auswertung liegt vor	Auswertung erfolgt in 2008	Probenahme läuft
		Donau	Ulm-Wiblingen	CQQ803	keine Untersuchung	keine Untersuchung	Auswertung erfolgt in 2008	Probenahme läuft

<sup>a</sup> Die Abflussspende errechnet sich aus dem Abfluss MQ (l/s) dividiert durch die Einzugsgebietsgröße EZG (km<sup>2</sup>). Sie liegt für den Rhein bei ca. 25 l/s\*km<sup>2</sup> und für den Neckar bei ca. 11 l/s\*km<sup>2</sup>

Der Rhein ist auf dem baden-württembergischen Gewässerabschnitt als Phytoplankton Ausprägungstyp 10.1 definiert und wird in die sechs so genannten Schlauchwasserkörper 3-or1 bis 3-or6 am Oberrhein und die zwei Schlauchwasserkörper 2-01 und 2-02 am Hochrhein gegliedert. Die Planktonmessstelle Karlsruhe ist repräsentativ für die Schlauchwasserkörper 3-or1 bis 3-or5 und 2-02, die Messstelle Reckingen für den Wasserkörper 2-01. Nicht bewertbar ist allerdings der kleine Wasserkörper 3-or6, von der Neckarmündung bis zur hessischen Landesgrenze, da dieser vom Neckarzustrom (vgl. Tab. 2 und Abb. 1) beeinflusst wird.

Der Neckar ist auf seiner Fließstrecke durch Baden-Württemberg in 4 LAWA-Fließgewässertypen eingeteilt. Plankton führend und somit relevant für eine Bewertung nach der Qualitätskomponente Phytoplankton ist der Neckar in seinem schiffbaren Abschnitt unterhalb der Filmmündung bei Plochingen bis oberhalb der Mündung Kocher bei Kochendorf (LAWA-Typ 9.2) sowie von der Kochermündung bis zur Mündung in den Rhein (LAWA-Typ 10). Diesen beiden Flussabschnitten sind die Wasserkörper 4-03 bis 4-05 zugeordnet (vgl. Tab. 2). Die Planktonmessstelle Mannheim ist repräsentativ für den Schlauchwasserkörper 4-05 bis Kochendorf (LAWA-Typ 10), die Messstelle Kochendorf für die Wasserkörper 4-03 und 4-04 (LAWA-Typ 9.2), von Kochendorf bis Mündung Fils.

# 4 Bewertungsverfahren

Das Bewertungssystem stellt ein multimetrisches Verfahren dar, das den Grad der Degradation (hier Eutrophierung) auf der Basis von drei bis fünf verschiedenen Kenngrößen bzw. Metrics in Abhängigkeit des Fließgewässertyps berechnet. Für die Typen 10.1 (Rhein und Neckar, Mannheim) und 9.2 (Neckar, Kochendorf und Donau) sind folgende Kenngrößen von Bedeutung:

- **Gesamtpigmentindex** (Chlorophyll a)
- **TIP - Typspezifischer Indexwert Potamoplankton** (Verbreitung von Indikatortaxa am typspezifischen Trophiespektrum)
- **Pennales-Index** (Prozentanteil der Pennales<sup>1</sup> am Gesamtbiovolumen)

Für den Typ 9.2 muss zusätzlich noch die Kenngröße

- **Blualgen-Index** (Prozentanteil der Cyanobakterien am Gesamtbiovolumen)

berücksichtigt werden, falls deren Anteil an der Gesamtbiomasse 10 Prozent übersteigt. Der Gesamtindex ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel von mindestens drei Kenngrößen und kann dann einer 5-stufigen Ökologischen Zustandsklasse (sehr gut bis ungenügend) zugeordnet werden. Für alle Kenngrößen ist das Saisonmittel aus mindestens 6 Einzeluntersuchungen im Zeitraum April bis Oktober erforderlich. Für eine automatisierte Bewertung steht die Auswertesoftware „PhytoFluss“ [3] zur Verfügung. Zur Einschätzung und Plausibilisierung der Bewertungsergebnisse sollten nach LAWA als Orientierungsgrößen die Saisonmittel der Gesamtphosphor- und Chloridkonzentrationen herangezogen werden (s. Tab. 4, Anhang). Zudem wird das rechnerisch ermittelte Bewertungsergebnis fachlich geprüft und durch Expertenurteil bestätigt oder ggfs. geändert.

Das Ziel der WRRL, der gute ökologische Zustand, ist eingehalten, wenn die Zustandsklassen gut oder sehr gut erreicht werden. Bei der Bewertung bleibt eine etwaige Ausweisung des Gewässers als „erheblich verändert“ oder „künstlich“ unberücksichtigt. Ob bei diesen Gewässern das dort geforderte ökologische Potenzial erreicht ist, hängt bei einer ökologischen Zustandsklasse von „mäßig“ oder schlechter davon ab, inwieweit die machbaren hydromorphologischen Maßnahmen bereits verwirklicht sind. Diese Bewertung wird erst in einem der biologischen Bewertung nachgeschalteten Schritt von der Flussgebietsbehörde vorgenommen. Die Auswertungen im vorliegenden Bericht beziehen sich daher immer auf den ökologischen Zustand und nicht auf das ökologische Potenzial.

# 5 Bewertungsergebnisse

Im ersten Durchgang der Monitoring-Phase konnten im Jahr 2005 eine Messstelle im Rhein (Karlsruhe) und eine Messstelle im Neckar (Mannheim) gemäß den Kriterien der WRRL untersucht und bewertet werden. Im Jahr 2006 wurden daneben zusätzlich die Rheinmessstelle Reckingen und die Neckarmessstelle Kochendorf untersucht. Die Messstelle Ulm-Wiblingen an der Donau wurde nach Abstimmung mit Bayern nachträglich als Überblicksmessstelle aufgenommen. Sie wurde deshalb erst 2007 untersucht und kann nach der mikroskopischen Bearbeitung in 2008 bewertet werden. Die folgende Tabelle 2 und die Abbildung 1 zeigen für die untersuchten Messstellen der bewertungsrelevanten Fließgewässer die Gesamtbewertung Phytoplankton

<sup>1</sup> Ordnung der Kieselalgen mit stab- oder schiffchenförmigen Schalen (<-> Centrales)

nach Expertenurteil im Hinblick auf die Erreichung des guten ökologischen Zustands. Grundsätzlich können mit einer Messstelle sowohl der Eutrophierungsgrad des zugeordneten Flusswasserkörpers als auch oberhalb liegende Fließgewässerabschnitte beschrieben werden, sofern keine bewertungsrelevanten Zufluss- bzw. Einleitungssituationen das Fließgewässer verändern.

Tab. 2: Wasserkörperzuordnung, ökologischer Zustand und Handlungsbedarf auf der Basis der Bewertung der Qualitätskomponente Phytoplankton

Fluss	WK-ID	WK-Kurzbezeichnung	Abschnitt im Wasserkörper (WK)	zugeordnete Plankton-Messstelle	Code	Bewertung des ökologischen Zustands nach Experteneinschätzung	Handlungsbedarf angezeigt / Maßnahmen erforderlich
Rhein	2051	2-01	Hochrhein (BW) ab Eschenzer Horn oberh. Aare (TBG 20)	Reckingen	CXX091	sehr gut	nein
	2151	2-02	Hochrhein (BW) ab Aare oberh. Wiese (TBG 21)	Karlsruhe	CXX359	sehr gut	nein
	3051	3-or1	Oberrhein (BW) ab Wiese bis inkl. Grande Canal d'Alsace				
	3151	3-or2	Oberrhein (BW) ab Grand Canal d'Alsace oberh. Elz/DAR				
	3351	3-or3	Oberrhein (BW) ab Elz/DAR bis inkl. Staustufe Iffezheim				
	3451	3-or4	Oberrhein (BW) ab Staustufe Iffezheim oberh. Alte Lauter				
	3551	3-or5	Oberrhein (BW) ab Alte Lauter (F) bis oberh. Neckar				
	3651	3-or6	Oberrhein (BW) ab Neckar bis Landesgrenze	eingeschränkt bewertbar, da unterhalb Neckarmündung			
Neckar	4051	4-01	Neckar ab Prim oberh. Starzel (TBG 40)	vorerst keine Bewertung vorgesehen, da LAWA-Typwechsel und Abschnitte nicht planktonführend (nicht schiffbarer Neckar)			
	4151	4-02	Neckar ab Starzel oberh. Fils (TBG 41)	Kochendorf	CYY104	mäßig	ja
	4251	4-03	Neckar ab Fils oberh. Enz (TBG 42)				
	4651	4-04	Neckar ab Enz oberh. Kocher (TBG 46)				
	4951	4-05	Neckar (BW) ab Kocher (TBG 49)	Mannheim	CYY003	mäßig	ja
Donau	6051	6-01	Flussbettkörper Donau oberh. Beuroner Tal (TBG 60)	Ulm-Wiblingen	CQQ803	Auswertung der Phytoplanktonproben liegt noch nicht vor	
	6151	6-02	Donau ab Beuroner Tal oberh. Lauchert (TBG 61)				
	6251	6-03	Donau ab Lauchert oberh. Zwiefalter Ach (TBG 62)				
	6351	6-04	Donau ab Zwiefalter Ach oberh. Riß (TBG 63)				
	6451	6-05	Donau ab Riß oberh. Iller (TBG 64)				
	6551	6-06	Donau (BW) ab Iller bis Landesgrenze (TBG 65)				

Die Bewertungsergebnisse nach dem standardisierten Bewertungsverfahren „PhytoFluss“ und die ökologischen Zustandsklassen können im Anhang den Tabellen 3 und 4 entnommen werden.

## Rhein

Insgesamt kann aufgrund der bisher vorliegenden Ergebnisse für den Rhein ein sehr guter ökologischer Zustand abgeleitet werden. Die geringen Nährstoff- und Salzbelastungen lassen keine negativen Beeinflussungen auf die Phytoplanktongesellschaften erkennen. Zudem weist der Rhein eine geringe organische Belastung und eine sehr gute Sauerstoffversorgung auf. Die Planktonbiomassen werden im Wesentlichen durch die geringen Wasseraufenthaltszeiten limitiert. Außergewöhnliche Biomassespitzen treten nicht auf (Abb. 2, [4] und [5]). Die Auswertung mit „PhytoFluss“ gemäß WRRL entspricht somit auch dem Expertenurteil und stellt die Trophielage zuverlässig dar. Ein Handlungsbedarf besteht derzeit nicht (vgl. Abb. 2 und Anhang).

## Neckar

Der hier bewertete schiffbare Neckarabschnitt ist durch einen markanten Nutzungsdruck charakterisiert. Die Folgen sind u. a. außergewöhnlich hohe Nährstoffkonzentrationen (Phosphorverbindungen) durch die Einleitung gereinigter Abwässer und durch diffuse Einträge aus der Landwirtschaft, degradierte morphologische Verhältnisse (Aufstau) sowie ein erhöhtes Temperaturregime. Diese Gegebenheiten führen zu einer entsprechend hohen biologischen Primärproduktion durch planktische Algen („Algenblüten“), deren Biomasse integrativ als Chlorophyll a messbar ist und eine Aussage zur Trophiesituation des Gewässers zulässt.

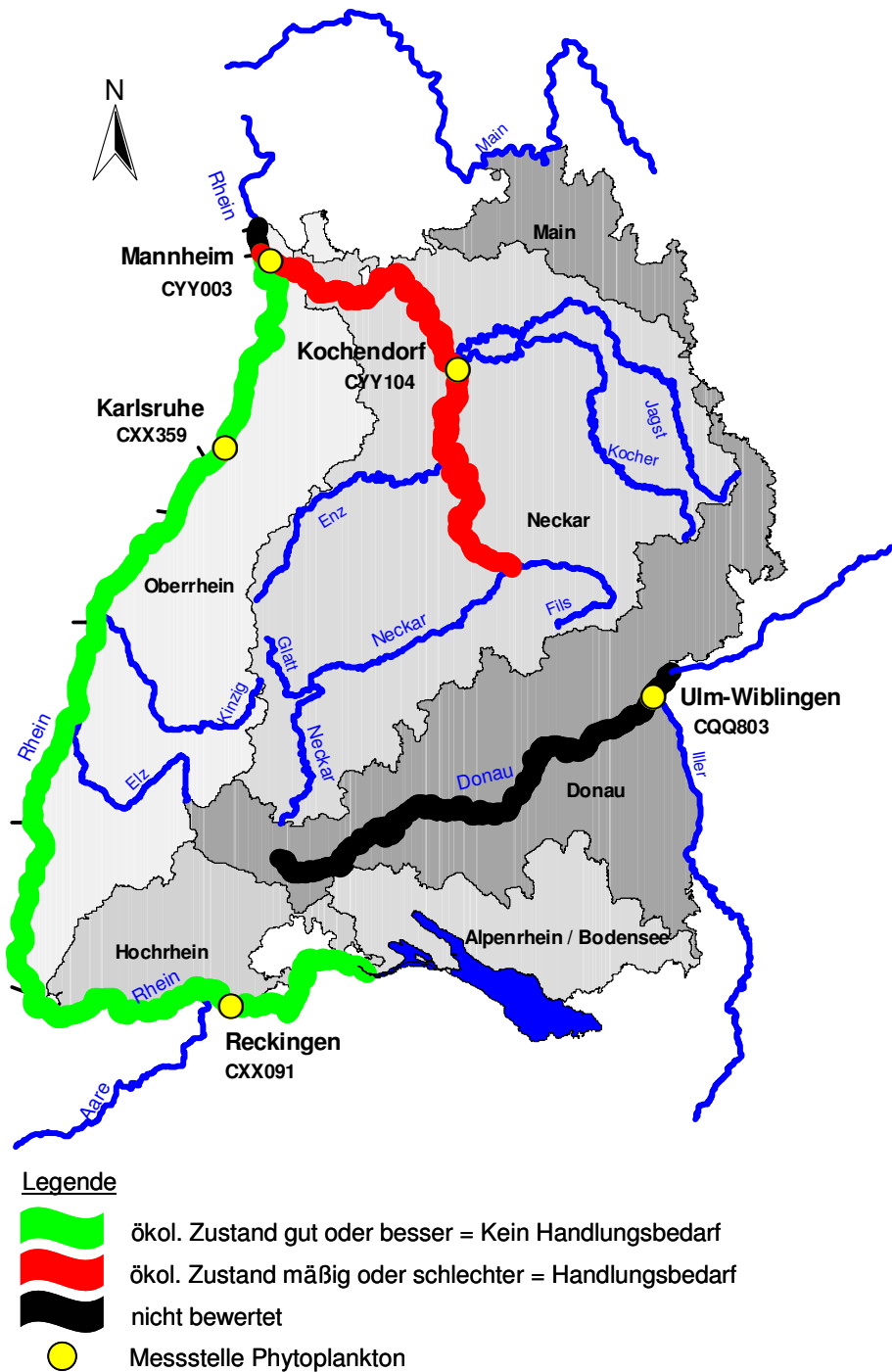


Abb. 1: Darstellung des Handlungsbedarfs in Rhein, Neckar und Donau auf Basis der Phytoplanktonauswertung

Das Ausmaß der „Algenblüten“ und die hiermit einhergehenden wasserwirtschaftlichen Probleme sind stark vom Witterungs- und Abflussgeschehen der Untersuchungsjahre abhängig. In den letzten Jahren traten sie immer wieder bei sommerlichem Niedrigwasser auf und hatten für die aquatische Lebensgemeinschaft sowohl problematische Sauerstoffübersättigungen und nach Zusammenbruch der „Algenblüte“ auch sehr niedrige Sauerstoffgehalte bis hin zu fischkritischen Werten zur Folge. Hierbei konnten auch mit Hilfe des im Rahmen einer öffentlich-rechtlichen Vereinbarung mit Kraftwerks- und Kläranlagenbetreibern vereinbarten



„Sauerstoffreglements Neckar“ und den bei wasserwirtschaftlichen Extremsituationen durchgeführten Belüftungsmaßnahmen Schäden an der Biozönose (z. B. Muschelsterben) nicht gänzlich vermieden werden. Trotz dieser bekannten Defizite ermittelt die Auswertesoftware „PhytoFluss“ für die beiden Neckarmessstellen einen sehr guten bzw. guten Zustand (vergl. Anhang). Diese Einstufungen sind nicht plausibel und spiegeln die trophischen Verhältnisse des gestauten Neckars keinesfalls angemessen wider. Sie tragen weder der hohen Primärproduktion noch der mit dieser Eutrophierung einhergehenden wasserwirtschaftlichen Probleme adäquat Rechnung. Auch die Phosphorkonzentrationen (in Mannheim 210 µg/Liter in 2006, in Kochendorf im Mittel 240 µg/Liter) weisen auf einen mäßigen bzw. sogar ungenügenden Zustand hin. Deswegen musste mit der Experteneinschätzung von diesem Ergebnis abgewichen werden, in dem dem Neckar nur ein mäßiger Zustand attestiert wurde.

Gründe für die unplausible Einstufung von „PhytoFluss“ können sein:

In das Bewertungssystem „PhytoFluss“ werden nur die Biomassemittel (Saisonmittel von Chlorophyll a) und nicht die Maximalwerte einbezogen. Besonders der Neckar, mit seiner hohen Dynamik, ist aber durch z. T. extreme Maximalwerte geprägt. In der Abbildung 2 sind für fünf zurückliegende Jahre die Biomassenspitzen und die Saisonmittel für mehrere Messstellen in Neckar und Rhein dargestellt. Die Auswertungen zeigen, dass das Saisonmittel nur eine geringe Aussagekraft über die tatsächlich mögliche Biomasseausprägung besitzt. Das trophische Potenzial im Neckar wird deutlich unterschätzt bzw. nicht erfasst und bewertet [4].

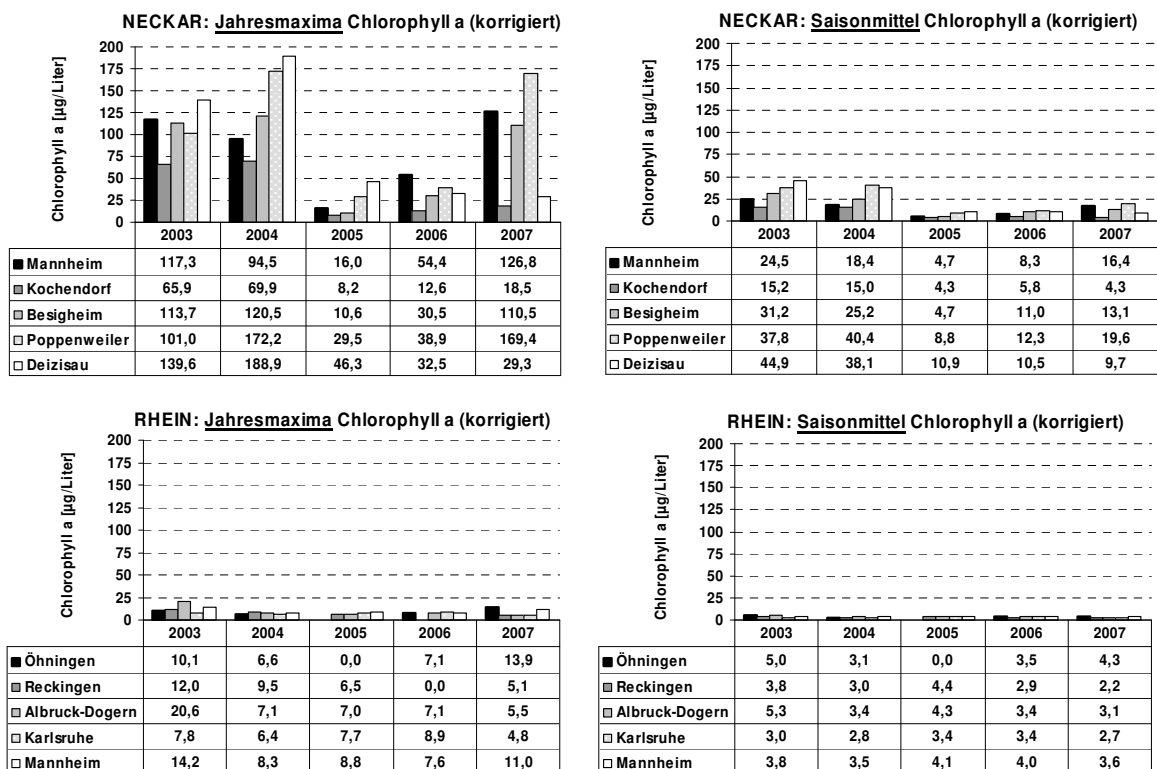


Abb. 2: Saisonmittel und Jahresmaxima von Chlorophyll a in Neckar und Rhein

Zudem zeigt sich, dass die bisher vorliegenden Planktondaten aus den Jahren 2005 und 2006 bei Betrachtung der langjährigen Chlorophyll a – Messreihen (Abb. 2) mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht repräsentativ sind. Sowohl in den Jahren vor der Auswertung, 2003 und 2004, als auch in 2007 wurden weitaus höhere Mittel-

als auch Maximalwerte erreicht. Dies unterstreicht nochmals die Notwendigkeit, bei der Auswertung von Phytoplanktondaten drei bis fünf Jahresgänge zusammenzufassen (vgl. Kap. 1 und [4]).

Entscheidend für die Beurteilung eines Fließgewässers ist außerdem die Auswahl der Messstellen, da zwischen verschiedenen Messstellen eines Fließgewässers z. T. erhebliche Unterschiede auftreten können. Abbildung 2 zeigt diesbezüglich, dass für den Neckar im Jahre 2007 beispielsweise die Saisonmittelwerte für Chlorophyll a zwischen 4,3 µg/L (Kochendorf) und 19,6 µg/L (Poppenweiler), die Jahresmaxima sogar zwischen 18,5 µg/L (Kochendorf) und 169,4 µg/L (Poppenweiler) differierten. Da die Messstelle Kochendorf vergleichsweise niedrige Werte aufweist, wird anhand künftiger Untersuchungen geprüft, ob sie für den Neckar im Hinblick auf die Bewertung nach Phytoplankton repräsentativ ist oder durch eine andere Messstelle ersetzt/ergänzt werden muss.

## 6 Handlungsbedarf und Maßnahmenziele

Die ersten vorliegenden Ergebnisse der Phytoplanktonuntersuchungen deuten darauf hin, dass der Rhein sich bereits heute in einem guten ökologischen Zustand im Hinblick auf die trophische Situation befindet und hier keine Verbesserungsmaßnahmen erforderlich sind.

Der gute ökologische Zustand des schiffbaren Neckars wird dagegen bedingt durch sein hohes trophisches Niveau, mit dem massive Algenblüten und erhebliche Probleme mit dem Sauerstoffhaushalt einhergehen, nicht erreicht (siehe auch [6] und [7]). Deshalb sind für den Neckar Maßnahmen zur nachhaltigen Verbesserung des ökologischen Zustands abzuleiten. Aufgrund der enormen Nährstoffbelastung im Neckar und in seinem Einzugsgebiet müssen sich die Zielvorgaben an der Reduzierung von Phosphorkonzentrationen orientieren. Anzustreben ist insbesondere eine deutliche Reduzierung des leichter pflanzenverfügbaren ortho-Phosphats. Angesichts der zahlreichen Staustufen und des phasenweise stillwasserartigen Charakters weist der Neckar eine im Vergleich zu anderen frei fließenden Strömen erhöhte Sensitivität gegenüber Nährstoffbelastungen auf [4]. Hier ist allerdings zu beachten, dass das Algenwachstum nicht allein vom Nährstoffgehalt abhängig ist. Zahlreiche weitere biologische, chemische und physikalische Faktoren wie Fraßdruck (Grazing), Lichtverhältnisse und hydromorphologischer Zustand steuern das Wachstum. Die einzig realistische Handlungsoption zur Verbesserung der trophischen Verhältnisse am gestauten Neckar unter Berücksichtigung der morphologischen Randbedingungen stellt die Reduktion der pflanzenverfügbaren Phosphoreinträge dar. Ziel muss es hierbei sein, durch Reduktion des pflanzenverfügbaren Phosphors zu einer Limitierung der Biomasseentwicklung zu gelangen, um kritische Sauerstoffverhältnisse und mögliche Fischsterben zu vermeiden.

Hierzu wurden im o.g. Bericht der LUBW zur Phosphorbelastung bereits Zielwerte für die Maßnahmenplanung definiert. Für den staugeregelten Neckar bedeutet dies, dass nach derzeitigem Stand, die ortho-Phosphat-P-Konzentration auf 0,1 mg/Liter gesenkt werden sollte, um extreme Biomassenentwicklungen und resultierende Sauerstoffminima nachhaltig zu verhindern [6].

## 7 Fazit und Ausblick

Nach den ersten Auswertungen der Phytoplanktonproben von Rhein und Neckar zeigt sich, dass dem Hoch- und Oberrhein eine niedrige Trophiestufe und zumindest 2006 ein sehr guter ökologischer Zustand bescheinigt werden kann. Für den schiffbaren Neckar liefert die Auswertesoftware „PhytoFluss“ auf Basis der bislang untersuchten Jahre keine plausiblen Ergebnisse. Dieser muss nach Experteneinschätzung aufgrund der extremen Biomasseentwicklungen und der resultierenden Sekundärbelastungen als stark eutrophiert mit einem mäßigen ökologischen Zustand eingestuft werden, so dass für den Neckar nachhaltige Maßnahmen zur Nährstoffreduktion erforderlich werden. Die Maßnahmen zur Phosphorreduktion sind im LUBW-Bericht [6] detailliert beschrieben.

Aussagekräftige und belastbare Interpretationen können wegen der unterschiedlichen jährlichen Planktonausprägungen für die planktondominierten Fließgewässer Baden-Württembergs nur nach Gesamtmessreihen von drei bis fünf Jahren gewährleistet werden. Die vorliegenden ersten Ergebnisse müssen durch die Auswertungen der in 2007 entnommenen Proben und weiterer Untersuchungen in 2008 unterfüttert werden. Im Herbst 2008 werden weitere Ergebnisse vorliegen, die dann auch erste Aussagen zur Donau zulassen. Zukünftig ist außerdem geplant, eine weitere Messstelle im Neckar zur weiteren Absicherung der Bewertungsergebnisse heranzuziehen. Zudem werden zusätzliche Chlorophyllmessungen durchgeführt und weitere Fließgewässer des Typs 9.2, wie Kocher oder Jagst, exemplarisch in das Messprogramm aufgenommen.

# 8 Literatur

- [1] Mischke, U. & Behrendt, H. (2007): Handbuch zum Bewertungsverfahren von Fließgewässern mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-WRRL in Deutschland. Weißensee Verlag, Berlin
- [2] Pottgiesser, T. (2007): Anhang der Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen – Bewertungsverfahren und Klassengrenzen
- [3] Böhmer, J. & Mischke, U. (2006): „PhytoFluss“ – Programm zur automatischen Berechnung aller biologischen Kenngrößen (Metrics) des Bewertungsverfahrens von planktonführenden Fließgewässern mittels Phytoplankton [Stand Nov. 2006]. – [www.igb-berlin.de/abt2/mitarbeiter/mischke](http://www.igb-berlin.de/abt2/mitarbeiter/mischke)
- [4] Riedmüller, U. & Hoehn, E. (2007): Phytoplankton in Flüssen des Landes Baden-Württemberg und Bewertung nach EU-WRRL – Untersuchungen 2006 – unveröffentlichter Abschlussbericht
- [5] Riedmüller, U. & Hoehn, E. (2006): Phytoplankton in Flüssen des Landes Baden-Württemberg und Bewertung nach EU-WRRL – Untersuchungen 2005 – unveröffentlichter Abschlussbericht
- [6] LUBW (2007): Maßnahmenplanung im Hinblick auf die Phosphorbelastung der Fließgewässer Baden-Württembergs. Teil I: Immissionssituation und Maßnahmen-Zielwerte. LUBW, 7 S., unveröffentlicht
- [7] LUBW (2008): Biologisches Monitoring der Fließgewässer nach WRRL 2006 / 2007 in Baden-Württemberg – Makrozoobenthos, Modul Saprobie, unveröffentlicht
- [8] Mischke, U., Opitz D., Behrendt, H. & Köhler, J. (2005): Entwicklung eines Bewertungsverfahrens für Fließgewässer mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. LAWA-Projekt 6.03. 100 S. IGB, Berlin
- [9] Mischke, U., Behrendt, H. (2007): Phytoplankton als Belastungsanzeiger in Fließgewässern für die WRRL – Wechselwirkungen mit an- und eingebundenen Seen der norddeutschen Tiefebene. Veröffentlichungen der DWA Hennef. 9 S.

# 9 Anhang

## 9.1 AUSWERTUNGSERGEBNISSE NACH PHYTOFLUSS

Die Bewertung erfolgt nach den drei Kenngrößen (Metrics) **Gesamtpigmentindex** (Chlorophyll a), **Pennales-Index** (Prozentanteil der Pennales am Gesamtbiovolumen) und **TIP - Typspezifischer Indexwert Potamoplankton** (Verbreitung von Indikatortaxa am typspezifischen Trophiespektrum). Die aus den jeweiligen Indexwerten abgeleiteten Farbeinstufungen zeigen für jede Kenngröße die ökologische Qualitätsstufe und für die Gesamtbewertung die Ökologische Zustandsklasse an.

Tab. 3: Bewertungsergebnisse der 2005 und 2006 untersuchten Messstellen

Messstelle				Jahr	Chlorophyll a		Bewertung der Kenngrößen			Gesamt-bewertung	Orientierungsgrößen Saisonmittel	
Fluss	Ort	Code	Plankton- typ	Unter- suchungs- jahr	Jahres- maximum	Saison- mittel	Chloro- phyll a	Pennales	TIP	Gesamt- Index	Gesamt- phosphor	Salz- belastung Chlorid
					µg/l	µg/l						
Rhein	Reckingen	CXX091	10.1	2006	--	2,9*	0,5	1	2,3	<b>1,3</b>	k.M.	9
Rhein	Karlsruhe	CXX359	10.1	2006	9,0	3,5	0,5	1	2,7	<b>1,4</b>	50	22
				2005	8,1	3,6	0,5	2	2,7	<b>1,7</b>	50	33
Neckar	Mannheim	CYY003	10.1	2006	54,4	8,3	1,1	1	2,8	<b>1,6</b>	210	46
				2005	18,0	4,9	0,5	3	2,8	<b>2,1</b>	190	48
Neckar	Kochendorf	CYY104	9.2	2006	15,8	5,8	0,5	1	2,8	<b>1,4</b>	240	53

\*) Der Chlorophyll-Gesamtpigment Wert wurde mit einer Regressionsbeziehung (Gesamtbiovolumen und Chlorophyll a - Gesamtpigment) aus den vorhandenen Probenwerten des Typs 10.1 ermittelt, da für diese Probestelle keine Messung vorlag.

k.M. = keine Messwerte vorhanden

## 9.2 ÖKOLOGISCHE ZUSTANDSKLASSEN UND KONZENTRATIONSSTUFEN DER ORIENTIERUNGSGRÖßEN

Farbzuordnungen der Ökologischen Zustandsklassen, der Gesamtphosphor-, und der Chlorid-Konzentrationen. Die Werte der Orientierungsgrößen Phosphor sind die Obergrenzen der jeweiligen Klassen. Tabelle nach [8] bez. Für Phosphor verändert nach [9].

Tab. 4: Ökologische Zustandsklassen und Konzentrationsstufen der Orientierungsgrößen

Ökologische Zustandsklasse		Gesamtphosphor-Konzentration (µg/L)		Chlorid-Konzentration (mg/L)
		Fließgewässertyp 9.2	Fließgewässertyp 10.1	gilt für alle Fließgewässertypen
1	sehr gut	54	50	< 50
2	gut	90	135	50-100
3	mäßig	150	220	100-200
4	unbefriedigend	250	300	200-500
5	schlecht	> 250	> 300	> 500

