

## Anhang 3 zur Stellungnahme des Bund Naturschutz zur 3. Phase Öffentlichkeitsbeteiligung WRRL in Bayern,

### Klimawandel und Klimaanpassung

#### Notwendigkeit einer stärkeren Berücksichtigung im Bewirtschaftungsplan und im Maßnahmenprogramm der WRRL

Strategien zur Klimaanpassung und Wasserbewirtschaftung können nur langfristig mit großem zeitlichen Vorlauf umgesetzt werden. Eine Nichtbeachtung der Erkenntnisse und erarbeiteten Handlungsempfehlungen mit Verweis auf das Jahr 2015 ist vor diesem Hintergrund nicht zielführend. Mit diesem Anhang soll daher die Notwendigkeit verdeutlicht werden, den Auswirkungen des Klimawandels im Bereich der Wasserwirtschaft auch bei der Umsetzung der WRRL ab sofort sowohl in der Bewirtschaftungsplanung als auch im Maßnahmenprogramm höheres Gewicht beizumessen und sofort entsprechende Konsequenzen aufzunehmen.

Diese sind insbesondere:

- umfangreiche Erfassung, Zielformulierung und Maßnahmenbeschreibung (v.a. Wiederherstellung des natürlichen Wasserhaushaltes) für alle **grundwasserabhängigen Landökosysteme** (Auen, Moore etc.), da deren Wasserhaushalt ganz besonders vom Klimawandel betroffen sein wird und dadurch die Zielerreichung der WRRL hinsichtlich Nährstoffhaushalt, Wasserhaushalt und Schutzgebiete gefährdet wird,
- verstärkte Maßnahmen zur Verbesserung der **Restwassersituation**, einschließlich Überarbeitung des bayerischen Restwasserleitfadens (bzw. Übernahme LAWA-Vorgaben)
- Betrachtung der **Wärmeeinleitungen** als "signifikante" Belastung und entsprechende Reduzierungen der Belastung,
- möglichst wasser- und bodenschonende **Landbewirtschaftung**,
- stärkere Darstellung der Synergien zwischen Naturschutz/ Wasserwirtschaft und Klimaschutz: **Umsetzung der WRRL ist auch Klimaschutz**. Intakte Moore speichern Wasser, Nährstoffe und CO<sub>2</sub> (Minimierungs- und Anpassungsmaßnahme), intakte Auen sind Rückhalteräume für Hochwasser (Anpassungsmaßnahme), intakte Fließgewässer reduzieren den Ausstoß klimaschädlicher Gase und verbessern die Anpassungsmöglichkeiten der Biozöosen (Minimierungs- und Anpassungsmaßnahme),
- klare **Ablehnung weiterer negativer Eingriffe** in Gewässer, grundwasserabhängige Landökosysteme und das Grundwasser.

**Als Fazit der folgenden Ausführungen ergibt sich klar, dass hinreichend Erkenntnisse sowohl über die Auswirkungen als auch über nötige und schon jetzt mögliche Maßnahmen vorliegen, die eine Berücksichtigung im Bewirtschaftungsplan und Maßnahmenprogramm der WRRL finden müssen.**

**Inhaltsverzeichnis:**

1. Regionale Klimaszenarien für Süddeutschland	3
1.1 Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse für Süddeutschland	3
1.2 Ergebnisse für Bayerische Fließgewässer und Grundwasserkörper	5
2. Notwendigkeit sofortiger Maßnahmen zur Klimaanpassung	8
2.1. EU	8
2.2. Bund	8
2.3. Bayern	9
3. Beitrag des Gewässer-/ Wasserschutzes zur Vermeidung und Reduzierung klimawirksamer Gase (Klimaschutz)	13

Autoren:

Dipl.-Ing.(FH) Manfred Krosch (Regensburg),

Dr. Christine Margraf, Diol.-Biol., (München)

Bund Naturschutz in Bayern e.V. (BN), Fachabteilung München, Pettenkoferstraße 10a/I,  
80336 München,

29.06.2009

## 1. Regionale Klimaszenarien für Süddeutschland

Die Bedeutung des Klimawandels für den Wasserhalt in Deutschland ist mittlerweile Gegenstand zahlreicher Forschungen und Projekte. Insbesondere ist auf das Projekt KLIWA hinzuweisen (Arbeitskreis KLIWA (LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Bayerisches Landesamt für Umwelt (BfU), Deutscher Wetterdienst (DWD)), (Mai 2006), <http://www.kliwa.de/>). Auch das Projekt GLOWA Danube ([www.glowa-danube.de](http://www.glowa-danube.de)) ist gerade für Bayern im Donaeinzugsgebiet relevant.

Ziel der Projekte ist es, die Klimafolgen (Projektbereich B) an Fließ- und Stillgewässern sowie an Grundwasserkörpern und grundwasserabhängigen Landökosystemen zu untersuchen. Es liegen erste Ergebnisse vor, die erste Einschätzungen ermöglichen, auch wenn die Prognosen über mittel- und langfristige Folgen des Klimawandels Unsicherheiten aufweisen.

Im Bereich Hochwasserschutz wurde beispielsweise bereits mit einem „Klimazuschlag“ reagiert (Bayern + 15%). Für andere wichtige Bereiche (z.B. Niedrigwassermanagement, Schutz gefährdeter Biotoptypen, Grundwasserbewirtschaftung, Kühlwasserentnahme/-Einleitung) wurden bislang keine „Klimazuschläge“ formuliert, zumindest sind bisher keine entsprechenden Klimafaktoren in Handlungsanweisungen/ Leitfäden eingeflossen.

Die bisher erarbeiteten Ergebnisse und Erfahrungen aus der Niedrigwasserperiode 2003 formulieren grundsätzlichen Handlungsbedarf und benennen Problemfelder und konkrete Maßnahmen, die zweifellos sinnvoll in eine vorausschauende Wasserbewirtschaftung einfließen sollten.

Auch liegt bereits eine Studie zur Klimaanpassung für Bayern vor, mit zeitlichem Fokus 2020 (s.u.). Auch die Bundesregierung hat im Dezember 2008 eine Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel<sup>1</sup> verabschiedet (s.u.). Das Bundesumweltministerium hat eine 91-seitige Broschüre zum „Klimawandel in den Alpen“ herausgegeben, in der für ganz Südbayern relevante Folgen und nötige Maßnahmen dargestellt werden<sup>1</sup>.

### 1.1 Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse für Süddeutschland

Im Rahmen des KLIWA-Projektes wurden für Süddeutschland Auswirkungen des Klimawandels untersucht (bisherige Entwicklung) bzw. prognostiziert (zukünftige Entwicklung), und Ergebnisse veröffentlicht (KLIWA Heft 9<sup>2</sup> und Heft 10<sup>3</sup>), die auf deutliche Veränderungen im Wasserhaushalt hinweisen. Aussagen zu regionalen Entwicklungen im bayerischen **Donaugebiet Rheingebiet** sind in gewissen Umfang möglich. Wir setzen voraus, dass die Erkenntnis bekannt sind, wollen sie aber hier knapp zusammenfassen:

#### **1. Veränderung der Niederschläge:**

- Eine Tendenz zur **innerjährlichen Verschiebung der Niederschläge** zwischen Sommer- und Winterhalbjahr wurde für die zurückliegenden Jahrzehnte bereits in einer statistischen Untersuchung zum Langzeitverhalten der Gebietsniederschläge festgestellt. Dieser Trend wird sich lt. Prognose weiter fortsetzen.
- Während des **Sommerhalbjahres** werden die **Niederschlagssummen** in Teilgebieten deutlich sinken (**Ostalpen, Westalpen, Bayerische Mittelgebirge: flächig zwischen 5 und 20%**). Geringe Zunahmen werden für die **mittlere Donau** und das **Maingebiet** prognostiziert.
- Die Anzahl der **Trockentage** (im Mittel +5%, 117) und die Dauer von **Trockenperioden** (geringfügig) werden zunehmen. Auch hier sind die **Westalpen, Ostalpen und Bayerischer**

<sup>1</sup> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2007: Klimawandel in den Alpen: Fakten, Folgen, Anpassung. 91 S. Berlin

<sup>2</sup> Arbeitskreis KLIWA (LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Bayerisches Landesamt für Umwelt (BfU), Deutscher Wetterdienst (DWD)), (Mai 2006): KLIWA-Berichte, Heft 9 - Regionale Klimaszenarien für Süd-eutschland Abschätzung der Auswirkungen auf den Wasserhaushalt: 58-89. <http://www.kliwa.de/index.php?pos=ergebnisse/hefte/> Heft 9

<sup>3</sup> Arbeitskreis KLIWA (LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Bayerisches Landesamt für Umwelt (BfU), Deutscher Wetterdienst (DWD)), (September 2007): KLIWA-Berichte, Heft 10 – 3. KLIWA-Symposium, Fachvorträge Klimaänderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft: 143-161. <http://www.kliwa.de/index.php?pos=ergebnisse/hefte/> Heft 10

**Wald** tendenziell stärker betroffen als **Mittlere Donau** bzw. **Maingebiet**.

Die mittlere Anzahl der Tage mit Niederschlag  $\geq 25$  mm (Hochwassergefahr) wird sich kaum verändern bzw. an rd. 15% der Stationen (Einzugsgebiet des Bodensees und im Schwarzwald sowie in Bayern im **vor-alpinen und alpinen Bereich** sowie im **Bayerischen Wald**) wird eine geringfügige Abnahme erwartet.

Eine nennenswerte Veränderung der Anzahl und Dauer von Nassperioden (Niederschlags-summe an 8 aufeinander folgenden Tagen  $> 1$  mm) wird nicht erwartet.

- Während des **Winterhalbjahres** werden die Niederschlagssummen flächig zunehmen, deutlicher jedoch nur im **Maingebiet**.
- Die Anzahl der Trockentage (im Mittel -6%, 107) und die Dauer von Trockenperioden (z.B. bei 30% der Werte um 1 Tag von ca. 16.5 auf 15.5 Tage) werden abnehmen. Die mittlere Anzahl der Tage mit Niederschlag  $\geq 25$  mm (Hochwassergefahr) wird flächendeckend eher gering (1 bis 2 Tage) zunehmen. Vier Stationen in Bayern zeigen einen leichten Rückgang (**alpine Gipfelstationen**: Zugspitze, Wendelstein sowie zwei Stationen im Bereich der **mittleren Donau**). Mittlere Zunahmen (2 bis 3 Tage) zeigen Gebiete im **Bayerischen Wald** und **südöstlich des Chiemsees**. Eine nennenswerte Veränderung der Anzahl und Dauer von Nassperioden (Niederschlags-summe an 8 aufeinander folgenden Tagen  $> 1$  mm) wird nicht erwartet.

## 2. Schneeschmelze:

Die Schneeschmelze im Zukunftsszenario endet deutlich früher und zwar zwischen ca. 20 Tagen in tieferen Lagen bis etwa 10 Tagen in höheren Lagen.

Die flächendeckend starke Zunahme der Lufttemperatur im Winterhalbjahr im Zukunftsszenario erhöht den Anteil flüssiger Niederschläge und die Anzahl der Schneeschmelzperioden während des Winters, wodurch letztlich ein früheres Ende der Schneeperiode simuliert wird.

## 3. Abflussverhalten:

Bisher wurden die erwarteten Auswirkungen der Klimaveränderung nur für wenige bayerische Fließgewässer simuliert. In Bayern konzentrierte sich die WHM-Modellierung bisher auf das Gebiet nördlich der Donau. Für das Maingebiet (**Unterer Main, Oberer Main, Tauber, Regnitz**) liegen Simulationsergebnisse für 50 Pegel vor.

Die bisher untersuchten Gebiete decken sich somit weitgehend mit jenen Gebieten, für die im Winterhalbjahr starke Zunahmen (flächig 20-30% und 30-50%) und im Sommerhalbjahr eher geringe Veränderungen der Niederschlagsmengen vorher-gesagt wurden.

Nicht untersucht wurden jene Gebiete, für die im Sommerhalbjahr starke Rückgänge (flächig 5-10%, gebietsweise 10-20%) der Niederschlagsmengen prognostiziert werden, bei mittleren Zunahmen (flächig 10-20, gebietsweise 20-30%) der Niederschlagsmengen im Winterhalbjahr (Bayerische Mittelgebirge, Mittlere Donau, Ostalpen). Sehr deutlich ausgeprägt ist diese Prognose für einige Gebiete (z.B. Bayerischer Wald).

- Niedrigwasserabfluss MoMNQ, MNQ:  
Die **monatlichen mittleren Niedrigwasserabflüsse** (MoMNQ-Werte) zeigen an allen exemplarisch ausgewählten Pegeln eine Erhöhung der mittleren MoMNQ-Werte über das Jahr. Die Erhöhung der mittleren jährlichen Niedrigwasserabflüsse beruht aber vor allem auf der starken Zunahme der Niedrigwasserabflüsse im **Winterhalbjahr**. Grund für die höheren mittleren Niedrigwasserabflüsse sind die höheren Niederschläge (nicht alleine als Folge von Einzelereignissen, sondern auch die Häufigkeit nimmt zu). Hinzu kommt die vermutlich häufigere zwischenzeitliche Schneeschmelze. Dagegen ergeben sich bei der Niedrigwassersituation im **Sommerhalbjahr** des Zukunftsszenarios an fast allen Pegeln deutlich niedrigere MoMNQ-Werte als im Ist-Zustand (Ausnahme: **Fränkische Saale**).  
**Abnehmende Tendenzen (Sommerhalbjahr) vor allem in den südlichen Einzugsgebieten zwischen Donau und Bodensee** zu erwarten.

Spitzenwerte Sommerhalbjahr für einzelne Flüsse in Baden-Württemberg: Kirchen-Hausen/ Donau -20% Juni bis August, Schwaibach/Kinzig > -20% Juni bis August).

Tab. 5-1: Monatliche mittlere Niedrigwasserabflüsse (MoMNQ):  
Relative Änderung zwischen Zukunftsszenario und Ist-Zustand

Pegel	Kalenderjahr	hydrol. Sommer (Mai – Okt.)	hydrol. Winter (Nov. – April)
Rockenau/Neckar	+ 21,6 %	+ 2,4 %	+ 33,6 %
Kirchen-Hausen/Donau	+ 21,7 %	- 6,0 %	+ 37,1 %
Schwaibach/Kinzig	+ 7,5 %	- 16,2 %	+ 21,2 %
Gerbertshaus/Schussen	+ 4,5 %	- 6,3 %	+ 12,8 %
Wolfsmünster/Fränk. Saale	+ 32,3 %	+ 12,2 %	+ 45,3 %
Kemmern/Main	+ 13,8 %	- 3,7%	+ 31,4 %

Tabelle entnommen KLIWA Heft 9 (s.o.),

## **1.2 Ergebnisse für Bayerische Fließgewässer und Grundwasserkörper**

Die Ergebnisse der extremwertstatistischen Untersuchung der Niedrigwasserabflüsse mittels regionaler Wahrscheinlichkeitsanalyse zeigt Tabelle 4. Dargestellt sind dabei die rechnerisch sich ergebenden Klimafaktoren in der Form  $KF = NM1Q_{Sz}(T) / NM1Q_{IstL}(T) - 1 * 100$ , wobei für die Szenarien  $NM1Q_{Sz}$  alle Enke-Zukunftsszenarien zusammengefasst werden. Grundlage der Berechnungen ist dabei die auf die GEV aufsetzende, regionale Wahrscheinlichkeitsanalyse. In Spalte 2 der Tabelle 4 ist angegeben, welche Pegel zu einer Region zusammengefasst werden.

Tab. 4: Klimafaktoren für  $NM1Q$  für die Jährlichkeiten  $T=2, 10, 20, 50$  und  $100$

Gebiet	Zu „Region“ zusammen- geführte Pegel	Klimafaktor KF [%]				
		T=2	10	20	50	100
Regnitz	Laufermühle / Aisch, Roth / Red- nitz, Neumühle, Hüttendorf, Pett- stadt	- 4	- 24	- 30	- 36	- 40
Tauber	Lauda, Tauberbischofsheim, Waldenhausen	- 1	- 7	-10	- 15	- 18
Mittlerer / Unterer Main, Main	Kleinheubach, Steinbach, Würz- burg, Schweinfurt, Trunstadt, Kemmern	- 1	- 12	-15	- 18	- 20
Fränkische Saale	Wolfsmünster, Bad Kissingen und Salz	8	9	8	6	5

Auffallend sind die im Vergleich zu den anderen Gebieten deutlich andersartigen Verhältnisse im Einzugsgebiet der Fränkischen Saale, einhergehend mit deutlich größeren, hochwasserbezogenen Klimafaktoren (Kleinhans, 2006). Anders als bei den Klimafaktoren zum Hochwasser (Kleinhans, 2006) steigen in den Gebieten Regnitz, Tauber und entlang der hier betrachteten Main-Strecke die Absolutwerte der Faktoren mit zunehmender Jährlichkeiten an.

entnommen KLIWA Heft 10 (s.o.).

Die Ergebnisse aus BW zeigen, dass deutlich stärkere Veränderungen (insbesondere Abnahme NMQ im Sommerhalbjahr) für die Fließgewässer in den **Bayerischen Mittelgebirgen, der Mittleren Donau und in den West- und Ostalpen** zu erwarten sind.

**Mittelwasserabflüsse MoMQ, MQ:**

Bei den monatlichen mittleren Abflüssen (MoMQ) ergeben sich bezogen auf das Kalenderjahr für das Zukunftsszenario größere prozentuale Erhöhungen des Abflusses als bei der Betrachtung der monatlichen Niedrigwasserabflüsse.

Vor allem in den Monaten Dezember bis Februar ergeben sich deutlich höhere mittlere Abflüsse im Zukunftsszenario als im Ist-Zustand.

In den Monaten Juni bis August ergeben sich i.d.R. geringere mittlere Abflüsse als im Ist-Zustand.

Die Differenz zwischen MQ-Winter (Zunahme) und MQ-Sommer (Abnahme) nimmt folglich für eine Vielzahl der Fließgewässer zu.

Tab. 5-2: Monatliche mittlere Abflüsse (MoMQ):  
Relative Änderung zwischen Zukunftsszenario und Ist-Zustand

Pegel	Kalenderjahr	hydrol. Sommer (Mai – Okt.)	hydrol. Winter (Nov. – April)
Rockenau/Neckar	+ 24,7 %	+ 1,4 %	+ 36,9 %
Kirchen-Hausen/Donau	+ 27,0 %	- 2,0 %	+ 40,0 %
Schwaibach/Kinzig	+ 15,8 %	- 10,7 %	+ 29,2 %
Gerbertshaus/Schussen	+ 5,0 %	- 10,9 %	+ 17,2 %
Wolfsmünster/Fränk.Saale	+ 39,7 %	+ 17,8 %	+ 50,2 %
Kemmern/Main	+ 13,6 %	- 1,2 %	+ 28,3 %

entnommen KLIWA Heft 9 (s.o.)

**Hochwasserabflüsse MoMHQ, MHQ:**

Ganz deutlich sind die Erhöhungen der mittleren Hochwasserabflüsse wieder auf die angestiegenen Werte im Winterhalbjahr zurückzuführen.

Damit ist auf Grundlage dieser Daten von einer Verschärfung der Hochwassersituation vor allem im **Oberen Donauegebiet** sowie im Bereich der **Fränkischen Saale** auszugehen. Aber auch im Neckar-Einzugsgebiet zeigen die Simulationen eine sehr deutliche Erhöhung der mittleren Winterhochwasser im Zukunftsszenario.

Die vom MR-Modell simulierte regionale Zunahme der Niederschläge im Winterhalbjahr im Zukunftsszenario, die zudem wegen der Temperaturzunahme vermehrt als Regen fallen, wirkt sich somit direkt auf die Hochwassersituation in einzelnen Einzugsgebieten aus.

Klimaänderungsfaktor für Bemessungshochwasser in Bayern: 15% zum HQ100, soll regional angepasst werden, wenn gesicherte Erkenntnisse vorliegen.

Tab.5-3: Monatliche mittlere Hochwasserabflüsse (MoMHQ):  
Relative Änderung zwischen Zukunftsszenario und Ist-Zustand

Pegel	Kalenderjahr	hydrol. Sommer (Mai – Okt.)	hydrol. Winter (Nov. – April)
Rockenau/Neckar	+ 28,7 %	+ 4,5 %	+ 38,8 %
Kirchen-Hausen/Donau	+ 33,3 %	+ 5,1 %	+ 44,0 %
Schwaibach/Kinzig	+ 21,1 %	- 7,0 %	+ 34,5 %
Gerbertshaus/Schussen	+ 5,0 %	- 10,3 %	+ 15,8 %
Wolfsmünster/Fränk.Saale	+ 38,6 %	+ 25,9 %	+ 43,2 %
Kemmern/Main	+ 11,6 %	+ 5,1 %	+ 18,1 %

entnommen KLIWA Heft 9 (s.o.)

#### **Grundwasser:**

Die Niedrigwasserabflüsse geben Aufschluss über den langsam abfließenden Anteil des Abflusses (Basisabfluss) und können somit als Indiz für die Grundwasserneubildung verstanden werden. Für die gerade im Winterhalbjahr stattfindende Grundwasserneubildung kann daher bereits auf Grundlage der höheren MoMNQ-Werte im Winterhalbjahr des Zukunftsszenarios vermutet werden, dass sich die zukünftige Situation nicht verschlechtern wird.

#### **Wasserabhängige Landökosysteme:**

Bezüglich der **Relevanz des Klimawandels für die Ziele des Naturschutzes**, insbesondere hinsichtlich der wasserabhängigen Landökosysteme und deren Arten, verweisen wir auf unseren Infodienst: *“Naturschutz in Zeiten des Klimawandels”* (Bund Naturschutz, 2008, download: [www.bund-naturschutz.de/fakten/artenbiotopschutz/index.html](http://www.bund-naturschutz.de/fakten/artenbiotopschutz/index.html)). Es wird deutlich, dass die Auswirkungen durch den Klimawandel auf die Flüsse und wasserabhängigen Landökosysteme gravierend sein können und sowohl im Hinblick auf den Artenschutz und Schutz von Natura 2000 als auch im Hinblick auf den Gewässerschutz dringend Handlungsbedarf besteht. Auch wenn noch viele Auswirkungen im Detail nicht genau vorgesagt werden können und eine Vielzahl an Forschungsprojekten laufen (vgl. Übersicht Stand 2007 im BN-Infodienst), so sind bereits jetzt grundlegende Maßnahmen zu ergreifen. Dazu zählen insbesondere

- Erhalt und Wiederherstellung eines möglichst intakten Wasserhaushaltes in Flüssen und Feuchtgebieten,
- Verbesserung des großräumigen Biotopverbundes für Wander- und Anpassungsbewegungen von Arten (z.B. Fische),
- Verbesserung der “Durchlässigkeit” der gesamten Landschaft (naturnahe Landbewirtschaftung) für Wanderbewegungen,
- Sicherung und ggf. Erweiterung von Schutzgebieten (Natura 2000 als Kernflächen),

## **2. Notwendigkeit sofortiger Maßnahmen zur Klimaanpassung**

### **2.1. EU:**

„Gesunde Ökosysteme sind gegenüber dem Klimawandel unempfindlicher und daher besser in der Lage, die Ökosystemdienstleistungen aufrechtzuerhalten, von denen unser Wohlstand und Wohlergehen abhängt. Sie sind der Kernpunkt jeder Anpassungspolitik. Deshalb müssen sogenannte konventionelle Belastungen, die für die Fragmentierung, die Verschlechterung, die übermäßige Nutzung und die Verschmutzung von Ökosystemen verantwortlich sind, reduziert werden („Klimasicherung der Ökosysteme“).“ (EU-KOMMISSION 2007)

Auch bei einer erst vor kurzem stattgefundenen Tagung der EU zur Neuausrichtung der Biodiversitätspolitik in Athen am 28.04.2009 wurde dieser Grundsatz als Handlungsauftrag bestätigt<sup>4</sup>.

### **2.2. Bund:**

Die Bundesregierung hat am 17.12.2008 eine „Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) an den Klimawandel“ verabschiedet (<http://www.bmu.de/klimaschutz/downloads/doc/42783.php>), die zum einen die Auswirkungen beschreibt und auch bereits Maßnahmen formuliert. Im Hinblick auf die WRRL ist eine der vorgeschlagenen Handlungserfordernisse:

„Die zusätzlichen Handlungserfordernisse und -optionen in Bezug auf Klimafolgen sind: **Die Einbeziehung von Folgen des Klimawandels in das integrierte Flussgebietsmanagement:** Die integrierte Bewirtschaftung von Flussgebieten ist in der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL – Richtlinie 2000/60/EG) und der EG-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRMRL – Richtlinie 2007/60/EG) festgelegt. Darunter versteht man das koordinierte Management von Schutz und Nutzung aller Gewässer in einem Flussgebiet – und zwar Länder- und Staatsgrenzen überschreitend. Dies erfolgt mit dem konkreten Ziel einen guten Zustand der Gewässer zu erreichen. Die Auswirkungen des Klimawandels werden zukünftig für Gewässer und deren Management zunehmend an Bedeutung gewinnen. Hierbei ist zu prüfen, ob die Monitoringprogramme der WRRL ausreichen, um diese Auswirkungen belastbar zu erfassen und zu bewerten.

Für die Wasserrahmenrichtlinie sind daher bei der Aufstellung der Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne (erstmalig bis Ende 2009, danach im 6-Jahreszyklus) Maßnahmenalternativen den Vorzug zu geben, bei denen absehbar ist, dass sie auch unter einem breiten Spektrum von Klimafolgen robust und effizient den Anforderungen entsprechen. Dies gilt insbesondere für investive Maßnahmen mit einer langen Bestandsdauer. In der WRRL sollten Maßnahmen bevorzugt werden, die die natürliche Anpassungsfähigkeit der Gewässer wie auch die Lebensraum- oder Habitatvielfalt unserer Gewässer erhalten oder stärken (z. B. durch Gewässer- und Auenrenaturierung, die Verstärkung des Rückhalts in der Fläche durch Ausweisung von Retentionsräumen und angepasster landwirtschaftlicher Bewirtschaftung).“ (Deutsche Anpassungsstrategie, eigene Unterstreichung)

---

<sup>4</sup> Message from Athens: 8-Punkte-Plan: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/09/649&format=PDF&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>

## **2.3. Bayern**

### **2.3.1. Studie der Universität Bayreuth**

Die von der Universität Bayreuth im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt erarbeitete Studie **KLIMAANPASSUNG BAYERN 2020**<sup>5</sup> formuliert für einzelne Bereiche Anpassungsoptionen, auf die wir ausdrücklich verweisen. Wir verzichten hier auf eine Zusammenfassung, da wir davon ausgehen, dass diese umfassende Studie auch der Wasserwirtschaft bekannt sein muss. Für die Wasserwirtschaft relevant sind insbesondere dort vorgeschlagene Maßnahmen für die Bereich

- Agrarwirtschaft (z.B. Verbesserung der bodenschonenden und wassersparenden Arbeitsweisen),
- Forstwirtschaft
- Naturschutz (z.B. Biotopverbund, Natura 2000 stärken, natürliche Dynamik in Auen, „Die funktionelle Vielfalt ökologischer Systeme, ihre Strukturvielfalt und ihre zeitliche Variabilität sind Schlüsselfaktoren zur Milderung der Auswirkungen von Klimaveränderungen“),
- Raumplanung/ Bauleitplanung
- Energiewirtschaft (z.B. alternative Kühlsysteme bei thermischen Kraftwerken)
- und natürlich der Wasserwirtschaft selbst (z.B. „auf den Bau von Entwässerungssystemen in der Landwirtschaft ist ... möglichst zu verzichten“, nachhaltiger Grundwasserschutz und Förderung der Grundwasserneubildung, „Verbesserung der Durchgängigkeit von Gewässern“)

relevant.

Auch der ehemalige Bayerische Staatsminister für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz hat deutlich auf die Auswirkungen hingewiesen:

*„Umgekehrt – meistens wird in diesem Zusammenhang ja nur über Hochwasser diskutiert – will ich aber auch deutlich machen, dass wir durch das Abschmelzen der Gletscher, durch immer weniger Schnee und immer weniger „eiserne, kalte Reserve“ von gebundenem Wasser bis hinein ins Frühjahr, mit Problemen bei unseren Gebirgsflüssen rechnen, also bei Isar und Inn und all denen, die aus dem Allgäu und aus dem Oberbayerischen der Donau zufließen. Wir hatten jetzt schon, wenn Sie sich erinnern, im August den Antrag eines Energieversorgers, die Isar stärker aufheizen zu dürfen. D.h. Die Kühlwasserproblematik wird sich für die Energiewirtschaft und auch für die Energie- und Gewerbebetriebe tendenziell zuspitzen. Auch die Frage von Restwassermengen für die Ökologie, für Fische und andere Wassertiere wird sich tendenziell eher weiter zuspitzen, weil der Nachschub für Schneeschmelzwasser in den Gebirgsflüssen zunehmend fehlen wird. D.h. Also auch hier zeigt sich, wie vielfältig die Auswirkungen sind und dass sie im Grunde genommen den gesamten Lebensbereich erfassen.“* (KLIWA-Heft 10, s.o., S.21-25, eigene Unterstreichung)

### **2.3.2. Erkenntnisse aus der Niedrigwasserperiode 2003**

*„Nach neuesten Berechnungen mit hochauflösenden regionalen Klimamodellen wird sich die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von sehr trockenen und sehr warmen Sommern in Europa dramatisch erhöhen. Sommer, wie der des Jahres 2003, würden im Jahr 2070 im Mittel alle zwei Jahre auftreten.“* Mojib Latif (KLIWA-Heft 10, s.o., S. 29):

---

<sup>5</sup> Universität Bayreuth, BayCeer (2008: Klimawandel in Bayern. Auswirkungen und Anpassungsmöglichkeiten. Bayreuther Forum Ökologie 113. 501 S. als Kurzfassung: Klimaanpassung - Bayern 2020 (Kurzfassung 2007), Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.), im internet: [http://www.bayceer.uni-bayreuth.de/bayceer/de/pub/pub/59022/stmuqv\\_app000000.pdf](http://www.bayceer.uni-bayreuth.de/bayceer/de/pub/pub/59022/stmuqv_app000000.pdf)

Somit sind die Auswirkungen der Niedrigwasserperiode 2003 von zentraler Bedeutung für weitere Planung. Sie liegen dokumentiert vor, da das Landesamt für Wasserwirtschaft sie schon im Jahr 2005 in einem **Wasserwirtschaftlichen Bericht – Niedrigwasserperiode 2003** veröffentlicht hat<sup>6</sup>.

Im Resümee heißt es: „*Rückblickend kann gesagt werden, dass das Jahr 2003 trotz Trockenheit, Hitze und Niedrigwasser kein Katastrophenjahr war. Die von vielen befürchteten Auswirkungen blieben weitgehend aus. Trotzdem soll die lang anhaltende Trockenperiode nicht nur genutzt werden, Bilanz zu ziehen. Vielmehr ist zu hinterfragen, welche anthropogenen Eingriffe sich bewährt haben und wo die Daseinsvorsorge zu verbessern ist. Manchmal müssen auch Einzelinteressen zurückstehen, wenn z.B. Brunnen und Quellen besser geschützt werden sollen.*“

Wesentliche Erkenntnisse von regionaler oder allgemeingültiger Bedeutung, die in der Maßnahmenplanung im Rahmen der WRRL-Umsetzung Beachtung finden sollten, sind ausschnittsweise:

#### **Oberbayern:**

- Bei den Fließgewässern führte die Fadenalgenentwicklung in einigen Fällen zu einer zumindest optischen und geruchlichen Beeinträchtigung. Am kritischsten war die Situation bei Fließgewässern mit ohnehin starken ökologischen Beeinträchtigungen (Ausleitungsstrecken) zu bewerten.
- Maßnahmen: Auffällig war im Bereich des WWA Ingolstadt eine Zunahme von Anträgen auf Grundwasser und Brauchwasserentnahmen aus Gewässern zur Bewässerung oder auch zur Fischhaltung. Setzt sich dieser Trend fort, verstärkt Flusswasser zur Bewässerung von landwirtschaftlichen Flächen zu verwenden, ist zu befürchten, dass vor allem bei kleineren Gewässern der erforderliche Mindestabfluss unter Umständen erreicht oder unterschritten wird. In gleicher Weise kann sich auch die verstärkte Grundwasserentnahme vor allem aus dem obersten Grundwasserstockwerk ungünstig auf Gewässer auswirken. Es muss geprüft werden, in welcher Weise diesem Trend entgegengewirkt werden kann. Bei vergleichbar warmen Sommern dürfte in Zukunft auch die Entnahme und Wiedereinleitung von deutlich erwärmtem Kühlwasser in die Gewässer zunehmen. Es ist zu prüfen, inwieweit dadurch das biologische Gewässerregime unter Umständen zusätzliche unzumutbare Belastungen erfährt und ob künftig nicht durch entsprechende Auflagen in Bescheiden (z.B. durch Begrenzung der Wärmefracht) stärker entgegengewirkt werden kann.

#### **Unterfranken:**

Auffällig war die seit August etwa bis Ende September 2003 anhaltende hohe Transparenz des Mains mit bis zu 4m Sichttiefe. Der Sauerstoffhaushalt war mit ca. 75 % bis 120 % Sättigung ausgeglichen. Minimale Sauerstoffgehalte lagen bei 5 mg/l. Ohne die Überleitung aus dem Donauebiet wären am Main höchstwahrscheinlich Nutzungseinschränkungen notwendig gewesen.

#### **Oberfranken:**

Die größten Probleme ergaben sich dort, wo Gewässer teilweise oder sogar ganz austrockneten und die Wasserfauna nicht dem sich zurückziehenden Wasser folgen konnte. In einem Flussperlmuschelgewässer am Dreiländereck Bayern/ Sachsen/ Tschechische Republik mussten Flussperlmuscheln von völlig trocken gefallen Stellen in Gumpen mit ausreichendem Wasserstand umgesetzt werden. Hier zeigte sich der Vorteil von strukturreichen Bächen mit ei-

---

<sup>6</sup> Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München (Juni 2005): Wasserwirtschaftlicher Bericht – Niedrigwasserperiode 2003, Informationsberichte Heft 2/05, ISBN 3-937911-03-0 [http://www.lfu.bayern.de/wasser/daten/gewaesserkundliche\\_sonderberichte/doc/sb\\_niedrigwasserperiode2003.pdf](http://www.lfu.bayern.de/wasser/daten/gewaesserkundliche_sonderberichte/doc/sb_niedrigwasserperiode2003.pdf)

ner guten Tiefenvarianz. Ein ausgebautes Gewässer wäre vermutlich auf der ganzen Länge ausgetrocknet. Allerdings gibt zu denken, dass die Austrocknung nur im Mittellauf erfolgte, während der Oberlauf und einige Seitengewässer noch Wasser führten. Eine mögliche Erklärung für dieses Phänomen sind übernutzte Brunnen für die Wasserversorgung, Drainagen, die Sickerwasser schneller als früher ableiten sowie Gießwasserentnahmen im stärker besiedelten Mittellauf.

### **Niederbayern:**

- Bei Gewässern mit Ausleitungsstrecken waren die Auswirkungen besonders deutlich. So mussten im Bayerischen Wald oftmals Wasserkraftanlagen abgestellt werden; Restwasserauflagen wurden in vielen Fällen nicht mehr eingehalten. Den Kreisverwaltungsbehörden wurden Anzeigen der Fischerei zugeleitet. Wasserentnahmen zur Bewässerung (Golfplatz Raßbach) oder zur Trinkwasserversorgung (Stadt Hauzenberg) führten zu Konflikten.
- In der Öberauer Schleife (Altarm der Donau) wurde im Sommer 2003 ein Temperaturmaximum von 29,5 °C gemessen; der Sauerstoffgehalt zeigte jedoch keine signifikanten Veränderungen gegenüber den Vorjahren.
- Die im Zusammenhang mit der Ausnahmegenehmigung für das Kernkraftwerk "Isar 1" durchgeführten Ortseinsichten zeigten, dass kälteliebende (Forellen) bzw. strömungsliebende Fischarten (Nasen) die Mündungsbereiche der kühleren Nebengewässer aktiv aufsuchten (Wassertemperatur der Isar unterhalb Niederaichbach bis zu 25 °C). Eine Anbindung solcher Nebengewässer sollte daher als dringliche Forderung erhoben werden.
- In der Donau zeigte sich oberhalb Weltenburg ein starkes (benthisches) Blaualgenwachstum und in der Isar (Stausee Altheim) ein übermäßiges Wachstum von Fadenalgen. An einigen Bühnenfeldern der Donau trat Massenwachstum von Algen auf
- **Maßnahmen:** Fachlich kommt der angesprochenen Anbindung kleiner Nebengewässer für strömungsliebende Arten wegen ihrer Refugialfunktion bei höheren Wassertemperaturen eine erhöhte Bedeutung zu. Dies sollte bei der Gewässerentwicklung stärker berücksichtigt werden. Aus der Sicht der Gewässeraufsicht könnten zukünftig wenige individuelle Messprogramme der Ämter sowie einige gezielte Ortseinsichten die Niedrigwassersituation besser dokumentieren.

### **Oberpfalz:**

- In den Oberläufen ging die Wasserführung an vielen kleinen Bächen stark zurück oder sie fielen sogar ganz trocken. Betroffen waren auch Restwasserstrecken bei Triebwerken. Verstärkt wurde dies durch unerlaubte Wasserentnahmen aus Bächen zur Speisung von Fischteichen und zur Beregnung landwirtschaftlicher Flächen.
- Die intensive Sonneneinstrahlung führte im Eixendorfer See, Liebenstein-, Höllenstein- und Blaibachspeicher zu massiven Algenblüten und damit verbunden zu einer starken Sauerstoffzehrung (Sauerstoffsättigung ca. 34 %). Wegen der geringen Sichttiefe und dem Nachweis von Blaualgentoxinen wurde ein Badeverbot am Eixendorfer See verhängt.

### **Schwaben:**

- In den Fließgewässern wurde in den Monaten Juli und August die höchsten Wassertemperaturen gemessen. Dabei wurde die Letalgrenze für an kühleres Wasser angepasste (kaltstenotherme) Arten nahezu erreicht. Die anhaltende Hitze erbrachte im sonst sommerkalten Lech im Mündungsbereich Temperaturen von 24 °C, in der Wörnitz wurden 28 °C gemessen.
- Im Norden Schwabens hatten die Fließgewässer z.T. die niedrigsten jeweils gemessenen Abflüsse. Eine große Zahl von Bächen, die bisher - soweit bekannt - noch nie trocken gefallen waren, waren teilweise bereits im Mai ausgetrocknet. Als Beispiel wäre der Ellerbach zu

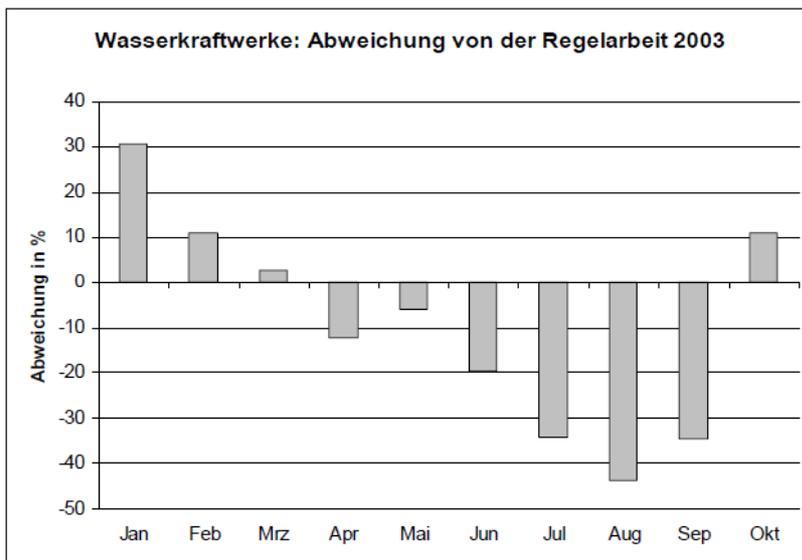
nennen, der mit einem Einzugsgebiet von 20 km<sup>2</sup> von Mai bis November vollständig trocken gefallen war. Hohe Temperaturen und somit erhöhte Zehrung bzw. verminderte Löslichkeit ließ die Sauerstoffkonzentration mitunter unter 4 mg/l sinken.

- An der Donau wurde die Bayerische Elektrizitätswerke GmbH (BEW) durch das Wasserwirtschaftsamt Donauwörth dazu angehalten, „Abflussschwankungen“ in der Staustufe Donauwörth durch händische Steuerung der Turbinen zu vergleichmäßigen.

Bei den bayerischen **Kernkraftwerken** traten temperaturbedingte Betriebseinschränkungen nur beim KKI1 (Ohu) auf, das zeitweise im Kühlwasserkreislaufbetrieb gefahren werden musste und so nur 60% der normalen Leistung erzeugen konnte

Für die **Energieerzeugung** wird festgestellt:

**Wasserkraft:** Durch die geringe Wasserführung der Flüsse wurde in der Niedrigwasserperiode weniger Strom erzeugt. Bei den 129 Kraftwerken (Werkgruppen Edersee, Main, Donau, Lech, Isar und Inn) der Firma E-ON Wasserkraft GmbH wurden folgende Abweichungen von der Regelarbeit festgestellt:



Bedingt durch die hohen Abflüsse im Januar und Februar 2003 liegt die Abweichung von der Regelarbeit für die Gesamtzeit von Januar bis Oktober 2003 bei nur - 9,5 % (fernmündliche Auskunft der E-ON WASSERKRAFT GMBH, Landshut).

**Abb. 5.1** Stromerzeugung aus den Wasserkraftwerken der Firma e-on Wasserkraft in den Monaten Jan.- Okt. 2003 als Abweichung von der aus dem mehrjährigen Mittel abgeleiteten Regelarbeit

### 2.3.3. Moorrenaturierung

Da die bayerische Staatsregierung erkannt hat, dass der Moorschutz **sowohl als Anpassungsmaßnahme als auch als Vermeidungsmaßnahme** zum Klimaschutz beiträgt, wird seit 2008 Moorrenaturierung mit zusätzlichen Geldern aus dem Klimaprogramm 2020 der bayerischen Staatsregierung (KLIP2020) finanziert: 8 Mio. € stehen bis 2011 zusätzlich zur Verfügung.

### 3. Beitrag des Gewässer-/ Wasserschutzes zur Vermeidung und Reduzierung des Ausstoß klimawirksamer Gase (Klimaschutz)

#### **Fließgewässerschutz:**

Forscher des Bremer PMP für Marine Mikrobiologie ([www.mpi-bremen.de](http://www.mpi-bremen.de)) und Uni Aarhus haben am 03.03.2009 folgende Meldung veröffentlicht:

**Insektenlarven und Weichtiere aus belasteten Gewässern emittieren Lachgas:** Aquatische Insektenlarven, Muscheln und Schnecken u.a. Filtrierer und Detritusfresser (Tiere, die mit ihrer Nahrung viele Bakterien zu sich nehmen), emittieren Lachgas, besonders in Gewässern, die mit Nährstoff Nitrat belastet sind. Das Lachgas wird von den Bakterien im Darm der Tiere gebildet. Die Bakterien finden im Darm keinen Sauerstoff, es kommt zur Nitratatmung und aus Nitrat wird Lachgas gebildet.

In ihrem natürlichen Lebensraum, dem Gewässergrund, setzen nitratatmende Bakterien Lachgas weiter zu klimaunschädlichem Stickstoffgas um. Im Darm ist die Verweilzeit dafür zu kurz.

**Jene Lebewesen, die in unbelasteten Gewässern leben, emittieren kaum Lachgas.** In Gewässern mit hohem Nährstoffeintrag / erhöhtem Nitrat-Gehalt leben Filtrierer und Detritusfresser oft besonders zahlreich. Die Emissionen von Lachgas sind in nitratreichen Gewässern „neben der natürlichen Emission von Lachgas aus dem Sediment um etwa 15% darüber“.

**Der Einsatz für saubere Gewässer und geringere Nitrateinträge ist also noch relevanter für den Klimaschutz als bisher gedacht.**

#### **Moorschutz:**

Moore sind natürliche CO<sub>2</sub>-Senken durch Torfbildung. In wachsenden Mooren wird durch Torfbildung in erheblichem Umfang CO<sub>2</sub> festgelegt (bis zu 1.500 kg CO<sub>2</sub>-C-Äquivalente/ ha und Jahr).

*„Die Umwandlung natürlicher Ökosysteme, insbesondere durch Rodung von Wäldern, aber auch durch deren Umwandlung in intensiv genutzte Forsten und Plantagen, durch Entwässerung von Mooren und landwirtschaftliche Erschließung natürlicher Grasländer, hat in den letzten Jahrzehnten etwa ein Viertel der anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht.“<sup>7</sup>*

*„Im Bereich Klimaschutz gibt die Bundesregierung gegenwärtig für die Einsparung einer Tonne CO<sub>2</sub> mehr als 50 € aus. Dagegen sind beispielsweise auf dem Gebiet des Moorschutzes in Deutschland Maßnahmen möglich, durch die dieselbe Menge CO<sub>2</sub> für ca. 2 € eingespart werden kann.“* (Pressemitteilung BfN 21.05.2007)

Nach DRÖßLER & PFADENHAUER, 2006 (Vortrag GÖF-Tagung 2006) ergeben sich folgende Emissionen an CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O: CO<sub>2</sub>-C-Äquivalente /m<sup>2</sup>, Jahr jeweils auf 100-Jahr-Zeitraum bezogen: Ehemalige Torfstiche 416 g / Entwässerte Moore ohne Torfabbau 247 g / Renaturierte Moore 155 g / Natürliche Moore 75 g, insgesamt aber CO<sub>2</sub>-Senke, bezogen auf 500-Jahrzeitraum wegen reduziertem Effekt von Methan: Senke für 26 g CO<sub>2</sub>-C-Äquivalente /m<sup>2</sup>, Jahr.

#### **Extensive klima- und naturverträgliche Landnutzung:**

Angepasste Düngung und Schutz der Böden vermeidet CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Ökologisch verträgliche Landnutzungsformen (z.B. ökologische Landwirtschaft) haben einen niedrigeren Ausstoß von klimaschädlichen Gasen. Biologischer Pflanzenbau braucht weniger als die Hälfte der Energie des konventionellen Anbaus (Verzicht auf energieaufwändigen mineralischen Stickstoffdünger, geringere Futtermittelzukäufe etc.). Vielfältige Genpools statt Monokulturen können zudem flexibler reagieren.

---

<sup>7</sup> EPPLE, C., 2006: Naturschutz, Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel. Natur und Landschaft 81 (9/10): 493-497. Bonn Bad-Godesberg

### **Renaturierung und Reaktivierung von Flüssen/ Auen/ Feuchtgebieten:**

Ein intakter Wasserhaushalt der Landschaft puffert durch Klimawandel zunehmende Schwankungen (Extremniederschläge, Dürren) ebenso ab wie **die Verbesserung des gesamten Landschaftswasserhalts** durch Schaffung von Mulden und Verbesserung der Wasserrückhaltefähigkeit (z.B. durch Maßnahmen der Landnutzung, durch Biberaktivitäten, -staue im Gewässeroberlauf u.a.)

**Zu all diesen Handlungsfeldern kann und muss die Umsetzung der WRRL wesentlich beitragen.**