

**Landesamt
für Umwelt, Naturschutz und Geologie
Mecklenburg-Vorpommern**

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie
Mecklenburg-Vorpommern, Postfach 13 38, 18263 Güstrow



Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und
Verbraucherschutz
Abteilung Wasser und Boden
19048 Schwerin

Staatliches Amt für Umwelt und Natur
Stralsund
Badenstr.18
18439 Stralsund

Ihr Zeichen:
Ihre Nachricht vom:

Bearbeiter: Herr Dr. Bachor, Herr v. Weber,
Herr Seefeldt
Az.: - Bitte stets angeben! -
LUNG-350-520.3.73

Tel.: 03843 777-330
Fax: 03843 777-9330
E-Mail: Alexander.Bachor@lung.mv-regierung.de

Güstrow, den 04. Februar 2009

**Stellungnahme des LUNG zu Problemen der Wasserbeschaffenheit im Greifswalder
Bodden im Zusammenhang mit dem geplanten Steinkohlekraftwerk**

Schreiben des StAUN HST vom 2.9.2008

Ergebnisse der Erörterung..., Arbeitsteam Wasser, vom 19.12.2008

Besprechung im StAUN HST am 8.1.2009

Unter Bezug auf die o. g. Dokumente und im Ergebnis der o. g. Besprechung nimmt das LUNG hiermit zu folgenden Schwerpunktfragen der Wasserbeschaffenheit im Greifswalder Bodden infolge des Betriebs der möglichen Kraftwerksanlagen Stellung:

1. Belastungen mit Quecksilber sowie weiteren in den Antragsunterlagen benannten prioritären gefährlichen Stoffen und prioritären Stoffen,
2. Abwärmelastungen des südöstlichen Greifswalder Boddens durch Kühlwassereinleitungen – Auswirkungen auf wichtige abiotische Parameter
3. Mögliche Auswirkungen der Kühlwassereinleitungen auf wichtige biotische Parameter

Im Ergebnis der o. g. Erläuterungen wird

4. a) eine Einschätzung des gegenwärtigen ökologischen, chemischen und - daraus resultierend - des Gesamtzustands des Wasserkörpers Greifswalder Bodden gegeben,
- b) erklärt, ob die Gefahr einer Verschlechterung des gegenwärtigen Zustands besteht,
- c) eine Prognose hinsichtlich des zu erreichenden Umweltziels gegeben,
- d) erklärt, ob die Erreichung dieses Umweltziels infolge der Benutzungen gefährdet erscheint.

1. **Belastungen mit Quecksilber sowie weiteren in den Antragsunterlagen benannten prioritären gefährlichen Stoffen und prioritären Stoffen**

Die Antragsunterlagen aller drei am Standort Lubmin geplanten Kraftwerke (SKW + GuD I + GuD II) werden für die prioritären gefährlichen Stoffe Cadmium und Quecksilber sowie für die prioritären Stoffe Blei und Nickel jeweils Einleitfrachten angegeben.

Neben diesen Schwermetallfrachten werden in einem Fall auch Frachtangaben für Kohlenwasserstoffe gemacht ohne näher darauf einzugehen, um welche Einzelverbindungen es sich handelt. In der am 16.12.2008 vom Europäischen Parlament und Europäischen Rat verabschiedeten Richtlinie über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik (2008/105/EG) sind neben den oben genannten Schwermetallen auch eine Reihe von Kohlenwasserstoffverbindungen aufgeführt darunter Benzol, Dichlormethan, 1,2-Dichlorethan und Trichlormethan. Ohne eine explizite Benennung der im Abwasserstrom der geplanten Kraftwerke zu erwartenden einzelnen Kohlenwasserstoffverbindungen können zu deren Auswirkungen im Gewässerökosystem Greifswalder Bodden und insbesondere bezogen auf die durch die Richtlinie 2008/105/EG geregelten prioritären Stoffe keine Aussagen gemacht werden. Vermutlich beziehen sich die Angaben auf leichtabscheidbare Mineralölkohlenwasserstoffe aus dem Herkunftsbereich Mineralölhaltiges Abwasser (Anhang 49 AbwV). Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich daher ausschließlich auf die o. g. Schwermetalle.

Von den Vorhabensträgern werden auf der Basis der maximalen Konzentrationswerte gemäß Mindestanforderungen aus der Abwasserverwaltungsvorschrift und den aus kurzzeitigen Einleitvolumenströmen (m^3/s , m^3/d) hochgerechneten Jahreseinleitmengen folgende Jahresfrachtangaben für die prioritären gefährlichen und die prioritären Schwermetalle gemacht (**Tab. 1**):

Tab. 1: Frachtangaben der Antragssteller für prioritäre gefährliche Schwermetalle und prioritäre Schwermetalle (entnommen aus den Antragsunterlagen)

Parameter	Dimension	SKW	GuD I	GuD II	Frachtsumme
Volumenstrom	m^3/a	1.219.000	263.000	323.000	1.805.000
Quecksilber	kg/a	31,5	keine Angaben	keine Angaben	31,5
Cadmium	kg/a	60,3	13,1	16,0	89,4
Blei	kg/a	121,0	26,3	32,3	179,6
Nickel	kg/a	611,4	131,0	161,0	903,4

Hinzu kommen Hg-Einträge über den Luftpfad. Auf der Grundlage der ESPOO-Unterlagen berechnete Lober in seiner Immissionsprognose einen jährlichen Hg-Eintrag in den Greifswalder Bodden von rund 3 kg (siehe Lober-Gutachten).

Ein Vergleich der Frachtangaben mit den vom Gewässerkundlichen Landesdienst gemessenen Frachten der Peene, des Ryck und der Kläranlage der Stadt Greifswald¹ zeigt, dass – wenn diese Frachten tatsächlich eingeleitet würden – das Ökosystem Greifswalder Bodden einer erheblichen zusätzlichen Schwermetallbelastung ausgesetzt würde (siehe **Tab. 2**).

¹ Dies sind die Haupteintragsquellen im näheren Umfeld des Greifswalder Boddens.

Nicht berücksichtigt werden konnten Einträge aus dem Peenestrom, da hier bisher keine Hg-Messungen durchgeführt wurden. Bei den 2009 geplanten Messungen ist allerdings zu erwarten ist, dass die Konzentrationen überwiegend unterhalb der Bestimmungsgrenze (BGX) liegen. So belegen Messungen von Hg im Kleinen Haff und in der Pommerschen Bucht eine sehr starke Verdünnung der aus der Oder eingetragenen Frachten. Während im Kleinen Haff in den Jahren 2007 und 2008 überwiegend noch messbare Hg-Konzentrationen zwischen der BGX und 0,053 µg/l bei Jahresmittelwerten um 0,014 µg/l gemessen wurden, lagen die Konzentrationen in der Pommerschen Bucht zumeist unterhalb der BGX. Bei Verwendung des halben Wertes der BGX resultieren geschätzte Mittelwerte um 0,006 µg/l.

Tab. 2: Vergleich der Frachtangaben der Antragssteller mit gemessenen Schwermetallfrachten der Peene, des Ryck und der Kläranlage Greifswald²

Parameter	Dimension	SWK	Summe 3 Kraftwerke	Peene-Fracht 2007	Ryck-Fracht 2007	KA-HGW 2005
Quecksilber	kg/a	31,5	31,5	2,8	0,174	0,145
Cadmium	kg/a	60,3	89,4	27,4	1,35	0,203
Blei	kg/a	121,0	179,6	129,0	7,59	1,46
Nickel	kg/a	611,4	903,4	1.846	264	8,50
Schwermetalle, die für die Einstufung des ökologischen Zustandes heranzuziehen sind:						
Chrom	kg/a	611,4	903,4	441	63	3,98
Kupfer	kg/a	611,4	903,4	1.579	105	41,3
Zink	kg/a	1.238,6	1.824,6	15.283	812	39,8

Wie würden sich nun die zusätzlichen Einträge aus dem SKW auf die Schwermetallkonzentrationen im Greifswalder Bodden auswirken?

Die aktuellen Schwermetallkonzentrationen im Greifswalder Bodden liegen mehr oder weniger deutlich unterhalb der Umweltqualitätsnormen die die Richtlinie 2008/105/EG für Binnenoberflächengewässer und sonstige Oberflächengewässer angibt (**Tab. 3**).

Bezogen auf den gesamten Wasserkörper des Greifswalder Boddens würden sich die Schwermetallkonzentrationen durch die o. g. zusätzlichen Einträge aus den Kraftwerken aufgrund der hohen Verdünnungsrate nur minimal erhöhen (siehe dazu Sondergutachten des TÜV NORD vom 30.06. 2008 und Gutachten Millat vom 07.07.2008). Im unmittelbaren Nahbereich der Einleitungen ist jedoch unter ungünstigen Bedingungen³ nicht auszuschließen, dass vereinzelt Maximalwerte gemessen würden, die oberhalb der zulässigen Höchstkonzentrationen liegen. Dies trifft insbesondere für Quecksilber zu. Für diesen prioritären gefähr-

² Angaben, die im Rahmen der Belastungseinschätzung der Ostsee für die Helsinki-Kommission erhoben worden sind.

³ Dies sind Zeiten mit geringem Wasseraustausch und mit Windlagen, die eine längere Verweilzeit der Kraftwerksabwässer im Nahbereich der Abwasserseinleitungen ermöglichen.

lichen Stoff wurden bereits solche erhöhten Konzentrationen oberhalb der zulässigen Höchstkonzentrationen in Einzelfällen gemessen (siehe **Tab. 3**).

Tab. 3: Umweltqualitätsnormen (UQN) und aktuelle Konzentrationen für Schwermetalle im Greifswalder Bodden in Mikrogramm je Liter, JD = Jahresdurchschnitt, ZHK = zulässige Höchstkonzentration, HK = gemessene Höchstkonzentration, Werte über den UQN wurden fett hervorgehoben⁴

Parameter	JD-UQN	ZHK-UQN	GB19_2006 JD / HK	GB19_2008 JD / HK	GB6_2008 JD / HK	GB5_2008 JD / HK
Hg	0,05	0,07	0,016 / 0,099	0,013 / 0,009	0,015 / 0,100	<0,005/<0,005
Cd	0,2	1,5	<0,21 / <0,21	0,010 / 0,039	0,009 / 0,036	0,012 / 0,044
Pb	7,2	nicht anwendbar	0,30 / 0,64	0,025 / 0,14	0,187 / 1,30	0,037 / 0,19
Ni	20	nicht anwendbar	1,38 / 4,60	1,11 / 2,34	1,31 / 4,36	1,07 / 2,82

Bei Bewilligung von Abwassereinleitungen der genannten Schadstoffe in ein Oberflächengewässerkörper sind die zulässigen Schadstofffrachten so festzulegen, dass die Umweltqualitätsnormen innerhalb eines Einmischungsbereiches nach einer bestimmten Entfernung unterhalb der Abwassereinleitstelle eingehalten werden. In Artikel 4 der Richtlinie 2008/105/EG wird den Mitgliedsstaaten eine Ausweisung von Durchmischungsbereichen an Einleitungspunkten anheim gestellt. Unter Zugrundelegung dieser Vorgehensweise sollte sichergestellt werden, dass die Umweltqualitätsnormen für alle prioritären und prioritären gefährlichen Stoffe in geringer Entfernung von der Stelle der Abwassereinleitungen (Molenkopf) eingehalten werden (z. B. ein 1,5 km-Radius entspricht ca. 1 % der WK-Fläche).

Eine Reduzierung von Schadstoffeinträgen in die aquatische Umwelt, insbesondere der Eintrag prioritärer gefährlicher Schadstoffe, wird in verschiedenen nationalen und europäischen Gesetzen, Verordnungen und Vereinbarungen geregelt. So strebt die EG-WRRL eine schrittweise Verringerung der Emissionen gefährlicher Stoffe an (EG-WRRL, Artikel 1, letzter Anstrich). In Übereinstimmung mit der EG-WRRL steht der im November 2007 verabschiedete Baltic Sea Action Plan (BSAP) der Helsinki-Commission (HELCOM 2007). Bezogen auf die gefährlichen Stoffe, die als toxisch, persistent und bioakkumulierbar definiert werden (PBT-Stoffe), wurde als ökologische Zielstellung u. a. beschlossen, die Belastung durch diese Stoffe so zu senken, dass die Konzentrationen dieser Stoffe in der Ostsee auf Werte nahe des natürlichen Hintergrundes sinken und dass alle Fische für den menschlichen Verzehr geeignet sind (BSAP, S. 13). Als Indikatoren für die Überprüfung dieser Zielstellung werden

⁴ Gemäß Anhang V der Richtlinie 2000/60/EG können die Mitgliedsstaaten bei der Überwachung der Einhaltung der Umweltqualitätsnormen, einschließlich der zulässigen Höchstkonzentrationen, statistische Methoden wie etwa eine Perzentilberechnung einführen, um Ausreißerwerte, das heißt extreme Abweichungen vom Durchschnittswert, und falsche Messergebnisse zu berücksichtigen, damit ein akzeptables Maß an Zuverlässigkeit und Genauigkeit sichergestellt werden kann.

für Quecksilber Untersuchungen im Muskelfleisch von Hering, Flunder und Barsch oder im Weichkörper von Muscheln (Miesmuscheln oder Baltische Plattmuscheln) angegeben (BSAP, S. 81). Bezogen auf Quecksilber wird angeführt, das primär ein abnehmender Trend und als Zwischenziel eine Maximalkonzentration von 500 µg/kg FG im Muskelfleisch der o. g. Fischarten zu erreichen ist (BSAP, S. 82, Tab. 2). Dies entspricht der Verordnung (EG) Nr. 466/2001 der Kommission vom 8. März 2001 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln⁵.

Untersuchungen des Landesamtes für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LALFF) ergaben in Heringen aus Küstengewässern des Landes im Jahre 1996 mittlere Hg-Gehalte von 49 µg/kg FG und aktuell 39 µg/kg FG (LALLF 2005). In Heringen aus der Arkonasee wurden Hg-Gehalte von 9,4 bis 26,8 µg/kg FG festgestellt (BLMP 2005). Noch höhere Hg-Gehalte weisen benthisch oder räuberisch lebende Fischarten, wie Aalmutter, Flunder, Dorsch und Barsch auf. So wurden im Zeitraum 1999-2002 in Barschen aus Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns Hg-Gehalte von 41 bis 101 µg/kg FG gemessen und Aalmuttern im Gebiet Darßer Ort wiesen Werte zwischen 26 und 51 µg/kg FG auf (BLMP 2005). Vom LALLF untersuchte Plötze aus den vorpommerschen Küstengewässern (Stettiner Haff, Peenestrom, Greifswalder Bodden und Darß-Zingster Bodden) wiesen mittlere Hg-Gehalt zwischen knapp 60 µg/kg FG in den Darß-Zingster Bodden und rund 100 µg/kg FG im Greifswalder Bodden auf (BLMP 2005).

Im Jahre 2007 wurde im Auftrage des LUNG erstmals Methylquecksilber in Aalmuttern aus der Wismarbuch und dem Salzhaff bestimmt. Das in der Muskulatur vorliegende Quecksilber lag dabei an allen Standorten mehr oder weniger vollständig (im Mittel zu 97 %) als Methylquecksilber vor. Die Gehalte an Methylquecksilber lagen zwischen 68 und 149 µg/kg TG, was 16 bis 35 µg/kg FG entspricht.

Damit liegen die gegenwärtigen mittleren Hg-Gehalte in Fischen der Küstengewässer Mecklenburg-Vorpommerns mehr oder weniger deutlich (Faktor 5 - 10) unter der zulässigen Höchstkonzentration gemäß EG-Verordnung Nr. 466/2001.

Die nunmehr verabschiedete Richtlinie 2008/105/EG sieht zur Überprüfung der Einhaltung von Umweltqualitätsnormen neben der Erhebung von Wasserdaten auch eine Untersuchung von Sediment und Biota vor. Nach Artikel 3 Absatz 2 dieser Richtlinie gilt für Mitgliedsstaaten, die von dieser Möglichkeit Gebrauch machen, eine Umweltqualitätsnorm von 20 µg/kg FG für Quecksilber und Quecksilberverbindungen in Biota, wobei unter Fischen, Weichtieren, Krebstieren und anderen Biota der geeignetste Indikator auszuwählen ist.

Das LUNG führt seit Mitte der 1990er Jahre ein Schadstoffmonitoring in Biota durch. Die Analyse der Schadstoffbelastung in Biota offenbart die über einen längeren Zeitraum integrier-

⁵ Außer Aal und Hecht werden für alle anderen Süßwasserfische Hg-Höchstmengen von 0,5 mg/kg FG angegeben.

te Schadstoffsituation im Lebensraum der Organismen. Als Folge der Anreicherung von Schadstoffen liegen diese in Organismen um Größenordnungen höher als im Wasser (Bioakkumulation). Dadurch lassen sich einige Spurenstoffe überhaupt erst analytisch sicher bestimmen. Zudem ermöglicht die Analyse von Schadstoffen in Biota eine Abschätzung der biologischen Verfügbarkeit der Kontaminanten, die bei der Untersuchung des Wassers oder des Sedimentes nicht erfasst wird.

Aus mehreren Gründen eignen sich Miesmuscheln (*Mytilus edulis*) besonders als Indikatororganismus für Schadstoffbelastungen. Sie sind an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns weit verbreitet⁶ und bilden stabile Populationen aus, die die zur Erlangung von Trendanalysen notwendigen wiederholten Beprobungen ermöglichen. Als Lebewesen mit einer hohen Filtrationsrate reichern sie chemische Spurenstoffe gegenüber deren Konzentrationen im Wasser um mehrere Größenordnungen an. Im Gegensatz zu Fischen integrieren sie wegen ihrer sessilen (festsitzenden) Lebensweise die Schadstoffsituation an einem Ort.

Untersuchungen zur Schadstoffbelastung von Miesmuscheln wurden bisher an mehreren Standorten in der Wismarbucht, in Unterwarnow und Breitling, vor Warnemünde und vor der Halbinsel Zingst sowie auf der Oderbank in der Pommerschen Bucht durchgeführt. Im Greifswalder Bodden wurden bisher noch keine Muscheluntersuchungen durchgeführt, sie sind für 2009 geplant⁷.

Eine zusammenfassende Auswertung der Quecksilberbelastungen von Miesmuscheln zeigt geringe räumliche aber deutliche zeitliche Unterschiede an (**Tab. 4**).

Im Zeitraum 1994-1999 variierten die mittleren Hg-Gehalte an den 6 untersuchten Standorten zwischen 17 µg/kg FG in Muscheln nördlich Warnemünde und 26,8 µg/kg FG in Muscheln auf der Oderbank. Die mittleren Gehalte lagen in 3 Revieren knapp über der Umweltqualitätsnorm von 20 µg/kg FG der Richtlinie 2008/105/EG und in drei Revieren darunter, wobei die Werte in den einzelnen Untersuchungsjahren mehr oder weniger deutlich um diesen Mittelwert schwankten.

Im Zeitraum 2000-2005 war in allen 6 Revieren eine mehr oder weniger deutliche Abnahme der Hg-Belastung der Muscheln zu verzeichnen. Die mittleren Hg-Gehalte lagen zwischen 9,3 und 15,4 µg/kg FG. Die UQN wurde nur noch in wenigen Einzeljahren an den Revieren nördliche Warnemünde und Oderbank (jeweils 2003) sowie nördlich Zingst (2005) überschritten. Dieser abnehmende Trend der Hg-Belastung von Miesmuscheln an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns wird sowohl durch Schwebstoff- und Sedimentuntersuchungen in den Ostseezuflüssen des Landes (siehe S. 77-81 des Gewässergüteberichts 2003/2004/2005/2006) als auch durch Sedimentuntersuchungen in den Küstengewässern selbst (siehe Tab. 5 weiter unten) bestätigt.

⁶ Lediglich in den oligohalinen Küstengewässern (Saaler Bodden, Kleines Haff) kommen Miesmuscheln nicht vor.

⁷ Mit den bisher untersuchten Revieren sollten vorrangig Gebiete mit erhöhter landseitiger Belastung in inneren Küstengewässern (Hafen- und Werftstandorte, Mündungsgebiete großer Flüsse) sowie weniger von landseitigen Einträgen beeinflusste äußere Küstengewässer erfasst werden.

Das Umweltbundesamt führt seit Jahren im Rahmen der Umweltprobenbank des Bundes ebenfalls Schadstoffuntersuchungen in Miesmuscheln an der deutschen Nord- und Ostseeküste durch. An der Küste Mecklenburg-Vorpommerns werden Miesmuscheln am Standort Darßer Ort (westlich des LUNG-Standortes Zingst) u. a. auch auf Quecksilber untersucht. Die Hg-Gehalte dieser Muscheln lagen mit 0,113 bis 0,211 µg/kg TG in dem gleichen Konzentrationsbereich wie die Untersuchungen des LUNG.

Tab. 4: Quecksilbergehalte in Miesmuscheln aus Küstengewässern M-Vs, Mittelwerte in mg/kg Trockengewicht und in mg/kg Frischgewicht, fett gedruckte Werte überschreiten die UQN

Gewässer / Ort der Entnahme	Zeitraum	Anzahl unters. Jahre	Mittelwert in mg/kg TG	Mittelwert in µg/kg FG
Wismarbucht / Wendorf	1994-1999	6	0,158	24,4
	2000-2005	5	0,134	15,4
Wismarbucht / nordöstlich Poel	1994-1999	6	0,145	18,6
	2000-2005	3	0,080	9,3
Unterwarnow / Werft Warnemünde	1994-1999	6	0,167	24,6
	2000-2005	5	0,112	14,1
Ostsee / nördlich Warnemünde	1994-1999	6	0,118	17,0
	2000-2005	5	0,083	11,8
Ostsee / nördlich Zingst	1994-1999	6	0,204	23,6
	2000-2005	5	0,124	13,8
Pommersche Bucht / Oderbank	1994-1999	6	0,217	26,8
	2000-2005	4	0,130	14,5

Da im Kleinen Haff keine Miesmuscheln vorkommen, dieses Gewässer an der Küste M-Vs aber zu den am stärksten belasteten zählt, wurden im Jahren 2000 erstmals Schadstoffuntersuchungen in Dreikantmuscheln (*Dreissena polymorpha*) durchgeführt. Diese Muschelart wird seit Jahren als geeigneter Bioindikator zur Schadstoffüberwachung der Elbe verwendet. Sie kommt auch in den Flüssen Mecklenburg-Vorpommerns, im südlichen Peenestrom und im Kleinen Haff in großer Zahl vor. Die mittleren Hg-Gehalte betragen 0,07 mg/kg TG (=10,8 µg/kg FG) im südlichen Peenestrom (Zecheriner Brücke), 0,09 mg/kg TG (=14,1 µg/kg FG) im zentralen Kleinen Haff und 0,11 µg/kg TG (=14,1 µg/kg FG) in der Peene bei Stolpe. Damit wurde die Umweltqualitätsnorm in Biota in diesen Gewässern eingehalten.

Die aufgeführten Quecksilberbefunde in Biota belegen, dass die Umweltqualitätsnorm nach Richtlinie 2008/105/EG in Weichtieren mittlerweile weitgehend eingehalten wird, während in einigen Fischarten zum Teil noch deutlich höhere Werte gemessen werden. Um langfristig den Zielwert der Richtlinie 2008/105/EG einzuhalten, sind weitere Maßnahmen zur Emissionsminderung durchzuführen, die insbesondere mit einer konsequenten Anwendung der „Besten verfügbaren Technik - BVT“ verbunden sein sollen (KOM 2007, HELCOM 2007). Die

Anwendung der BAT ist insbesondere für die Errichtung neuer Industriebetriebe zu fordern. Die Einleitungen von Quecksilber in der sich aus den beantragten Werten ergebenden Fracht würde die Umweltziele nach EG-WRRL und BSAP konterkarieren.

Da die im Anhang I Teil A der Richtlinie 2008/105/EG aufgeführten prioritären gefährlichen und prioritären Stoffe, darunter die Schwermetalle Hg, Cd, Pb und Ni, dazu neigen, sich in Sedimenten und/oder Biota anzureichern, haben die Mitgliedstaaten dafür zu sorgen, dass die Konzentrationen dieser Stoffe in den Sedimenten und/oder in betreffenden Biota nicht signifikant ansteigen (Art. 3 Absatz 3 der Richtlinie 2008/105/EG). Dazu sind Trenduntersuchungen in diesen Gewässerkompartimenten durchzuführen. Das LUNG führt solche Schadstoffuntersuchungen sowohl in Biota (siehe oben) als auch in Oberflächensedimenten seit Mitte der 1990er Jahre durch. Für die meisten Küstengewässer belegen die Quecksilberuntersuchungen in den Sedimenten ebenfalls einen abnehmenden Trend (**Tab. 5**).

Tab. 5: Quecksilbergehalte in Sedimenten (Feinkornfraktion < 0,20 µm) ausgewählter Küstengewässer M-Vs, Angaben in mg/kg Trockenmasse

Gewässer	Jahr	Probenanzahl	50-Perzentil	90-Perzentil
Greifswalder Bodden	1997	7	0,35	0,47
	2000	10	0,21	0,27
	2004	11	0,19	0,30
Kleines Haff	1996	13	0,78	1,04
	2000	12	0,60	0,88
	2003	12	0,34	0,37
Wismarbuch	1999	10	0,23	0,49
	2002	10	0,25	0,35
	2007	10	0,12	0,21
Unterwarnow	1998	9	0,31	1,18
	2002	11	0,58	1,20
	2006	13	0,53	1,05

Gemessen an den Medianwerten ist in dem betrachteten Zeitraum ein Rückgang der Hg-Gehalte in den Feinsedimenten < 20 µm zwischen 46 % im Greifswalder Bodden und 56 % im Kleinen Haff zu verzeichnen. Die abnehmenden Hg-Gehalte in diesen Küstengewässersedimenten können zum großen Teil auf die verringerten schwebstoffgebundenen Hg-Frachten der Zuflüsse (z. B. Oder, Peene) zurückgeführt werden.

Eine Ausnahme bildet die Unterwarnow. Obwohl die schwebstoffgebundene Hg-Belastung in der Oberwarnow rückläufig ist und auch in den Sedimenten der Oberwarnow bedingt durch die Sedimentation geringer belasteten Materials eine leichte Abnahme der Hg-Gehalte festzustellen ist, zeigt sich dies (noch) nicht in den Sedimenten der Unterwarnow. Dieses sehr kleine Gewässer war und ist hohen Nutzungsanforderungen ausgesetzt (Vorflut für die Stadt Rostock, Werft- und Hafenstandort). Demzufolge ist es hier zu einer vergleichsweise hohen

Akkumulation von Schadstoffen in den Sedimenten gekommen (siehe dazu Gewässergütebericht 2003/2004/2005/2006, S. 132 u. 134 oder LUNG 2005, S. 182). Ein erhöhtes Schiffsaufkommen und starker Strömungen am Gewässergrund sowie Baggerarbeiten zum Unterhalt der Wasserstraße führen zu intensiven Sedimentumlagerungen, so dass sich neu sedimentierte Schwebstoffe aus der Oberwarnow nicht ungestört auf den belasteten Sedimente ablagern können, wie dies z. B. im Kleinen Haff für die Oderschwebstoffe der Fall ist. Zudem sind die Schwebstofffrachten viel geringer als die der Oder. Bemerkenswert ist aber, dass sich die geringere Hg-Belastung der Schwebstoffe in einer Abnahme der Hg-Gehalte in den Miesmuscheln dokumentiert (siehe Tab. 4). Schwebstoffe (suspendiertes partikuläres Material) setzt sich zusammen aus Phytoplankton und feinkörnigen Sedimenten, welches unter bestimmten Bedingungen (z. B. starke Strömung, Schiffsverkehr) in die Wassersäule resuspendiert wird. Offenbar filtrieren Miesmuscheln gezielt Phytoplankton, das aktuell weniger stark mit Hg belastet ist, als noch vor einigen Jahren.

Fazit zu Nr. 1

Anhand der bislang vorliegenden Messergebnisse kann eingeschätzt werden, dass im Greifswalder Bodden die Umweltqualitätsnormen für die prioritären gefährlichen Schwermetalle Hg und Cd sowie die prioritären Schwermetalle Pb und Ni im Wasser eingehalten werden.

Quecksilberbefunde in Weichtieren entlang der Küste M-Vs sowie im Haff und Peenestrom belegen, dass die Umweltqualitätsnorm gemäß Richtlinie 2008/105/EG für diese Indikatororganismen mittlerweile überwiegend eingehalten wird. Ein abnehmender Trend ist nachweisbar. Obwohl speziell für den Greifswalder Bodden keine Untersuchungsergebnisse in Muscheln vorliegen, kann aus den anderen Messwerten geschlossen werden, dass die Einhaltung auch hier wahrscheinlich ist.

Das LUNG plädiert aus Fachsicht dafür, für die weitere Klassifizierung der Küstengewässer Weichtiere (Muscheln) als geeignetsten Indikator für Biota (im Sinne Art. 3 Abs. 2a der Richtlinie 2008/105/EG) zur Anwendung zu bringen. Dafür sprechen folgende Argumente: Weichtiere (Muscheln) sind standorttreu und spiegeln daher die Schadstoffbelastung eines Gewässers besser wider als Fische. Sie kommen in großer Zahl in den Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns vor und die Probenahme gestaltet sich unkomplizierter als bei Fischen. Zudem werden sie als Indikatororganismen von der HELCOM empfohlen.

Quecksilberuntersuchungen in Fischen belegen, dass die zulässigen Höchstkonzentrationen für den menschlichen Gebrauch ebenfalls eingehalten werden, wobei die Werte allerdings deutlich über 20 µg/kg FG liegen. Dies ist jedoch für die Einhaltung der Umweltqualitätsnormen nach Richtlinie 2008/105/EG unerheblich, sofern Weichtiere als geeignetster Indikator herangezogen werden.

Eine Überschreitung der Umweltqualitätsnorm für Hg, Cd, Pb und Ni bezogen auf den gesamten Wasserkörper des Greifswalder Boddens ist aufgrund der sehr starken Verdünnung

auch bei den beantragten Frachten unwahrscheinlich. Zu erwarten ist aber eine Anreicherung dieser Stoffe in der Nahrungskette und in den Sedimenten. Die Einleitung von Schwermetallen in der beantragten Höhe würde zu einem Wiederanstieg der Schwermetallbelastung in den Sedimenten und in Biota führen.

Damit Überschreitungen von Umweltqualitätsnormen ausgeschlossen werden können, ist die deutliche Reduzierung der beantragten Schadstofffrachten erforderlich. Es ist eine solche Verminderung des Eintrags - insbesondere von Quecksilber - notwendig, wie dies unter Anwendung des Standes der Technik möglich ist.

2. Abwärmelastungen des südöstlichen Greifswalder Boddens durch Kühlwassereinleitungen – Auswirkungen auf wichtige abiotische Parameter

Bei den nachfolgenden Ausführungen wird, der vollständigen Darstellung wegen, noch einmal auf Passagen aus dem Bericht des LUNG zur „Aktuellen Bewertung der Gewässergüte des Greifswalder Boddens,“ vom 21.4.2008 zurückgegriffen. Neu sind die Auswertungen zu thermischen Schichtungen.

Beim Bau von Kraftwerken am Standort Lubmin ist geplant, das Kühlwasser aus der Spandowerhagener Wiek, dem Mündungstrichter des Peenestromes, zu entnehmen. Es soll ein Teilstrom des Peenestromwassers abgezweigt und nach Nutzung als aufgewärmtes Kühlwasser in den südöstlichen Greifswalder Bodden, etwa 5 km westlich der eigentlichen Mündung des Peenestromes wieder eingeleitet werden. Es existiert bereits ein Ein- und Auslaufkanal für das Kühlwasser (siehe Abb. 1 des LUNG-Berichtes vom 21.4.2008), da im Zeitraum von 1975 bis 1990 am gleichen Standort ein Atomkraftwerk (im Folgenden KKW abgekürzt) betrieben wurde. Das KKW sollte im geplanten Endausbau 8 Blöcke umfassen. Bei Abschaltung des KKW waren 4 Blöcke aktiv, die bei vollem Betrieb eine Kühlwassermenge von etwa 352.000 m³ pro Stunde bei einer Aufwärmspanne von bis zu 10 Grad benutzten (siehe Gutachten Buckmann). Neben dem geplanten Steinkohlekraftwerk liegen für 2 Gas- und Dampf-Kraftwerke am gleichen Standort behördliche Teilgenehmigungen vor. Für den gemeinsamen Betrieb aller 3 Kraftwerke wird für die Prognose die Bereitstellung von 451.000 m³ Wasser pro Stunde aus der Spandowerhagener Wiek und die Abgabe dieser Wassermenge mit einer Aufwärmspanne von 7,55 Grad in den Greifswalder Bodden angesetzt (siehe Gutachten Buckmann).

Die Wassermengen, die aus der Spandowerhagener Wiek in den südöstlichen Greifswalder Bodden mit dem Kühlwasser umgeleitet werden, würden sich also von ehemals etwa 3 Milliarden m³ pro Jahr auf knapp 4 Milliarden m³ pro Jahr erhöhen. In abflussarmen Jahren würde damit in etwa die Hälfte des abfließenden Peenestromwassers als Kühlwasser genutzt und umgeleitet werden.

Hinsichtlich der Beurteilung von möglichen Auswirkungen der Kühlwassereinleitungen auf die **Temperaturverhältnisse** des Greifswalder Boddens ist zunächst auf trendhafte klimatische Veränderungen hinzuweisen, die das Erkennen und Beurteilen vorhabensbedingter Auswirkungen erschweren. Über die Veränderungen der klimatischen Verhältnisse liegen Beobachtungen für verschiedene Stationen des Deutschen Wetterdienstes im Bereich des Greifswalder Boddens (z. B. Putbus, Greifswald) über einen Zeitraum von über 150 Jahren vor. Die langjährig aufgezeichneten Temperaturen an der Station Putbus zeigen einen zunehmenden Trend (Isokeit 2005). Im von Isokeit ausgewerteten Zeitraum 1855 - 2003 zeichnet sich besonders in den letzten Jahrzehnten eine Zunahme der Jahresmitteltemperaturen ab. Die wärmsten Jahre seit Untersuchungsbeginn waren 1989 und 1990 bedingt durch außergewöhnlich milde Wintermonate. In jüngster Zeit traten sehr warme Sommermonate auf. Die warmen Sommer von 2002 und 2003 werden nur vom Sommer der Jahre 1858 und 1868 übertroffen.

Szenarien der zukünftigen klimatischen Entwicklung für das Einzugsgebiet der Ostsee zeigen bei steigenden Lufttemperaturen eine Zunahme trockener Sommer und nasser Winter (HELCOM 2008), die sich insbesondere in flachen Küstengewässern wie dem Greifswalder Bodden u. a. in steigenden Wassertemperaturen niederschlagen dürften.

Die warmen Sommer der letzten Jahre lassen, verglichen mit langjährigen Werten, bereits außergewöhnlich hohe Wassertemperaturen in den Küstengewässern des Landes erkennen. So wurden auch an nahezu allen Messstellen des Greifswalder Boddens und des Peenestroms neue Höchstwerte gemessen (vergleiche Anlage 1a und Anlage 1b des LUNG-Berichtes vom 21.4.2008). Im Greifswalder Bodden traten im Jahr 1994 erstmals seit Beginn der Untersuchungen Wassertemperaturen über 25 °C auf. Im Peenestrom waren 2006 sogar erstmals Messwerte von über 26 °C zu verzeichnen (siehe auch Gewässergütebericht 2003/2004/2005/2006).

Hohe sommerliche Wassertemperaturen über 24 °C im Peenestrom sind als sogenannte Vorlauftemperaturen für die Kühlwasserentnahme insofern von Bedeutung, als dass durch die Wärmezufuhr aus dem Kraftwerk die obere Schranke von 30 °C (UBA 2001) im Kühlwasser überschritten werden würde. Daher sind Zeiträume erhöhter Wassertemperaturen im Peenestrom kritisch für den abwärmebeeinflussten südlichen Greifswalder Bodden. Erhöhte Wassertemperaturen (> 22 °C bis < 24 °C) wurden im nördlichen Peenestrom (P20) im Zeitraum 1971 - 2006 insgesamt in 14 der 36 Untersuchungsjahre beobachtet. Hohe Wassertemperaturen von 24 °C und mehr waren in 4 Jahren (1978, 1994, 2003, 2006) zu verzeichnen (siehe **Abb. 1**).

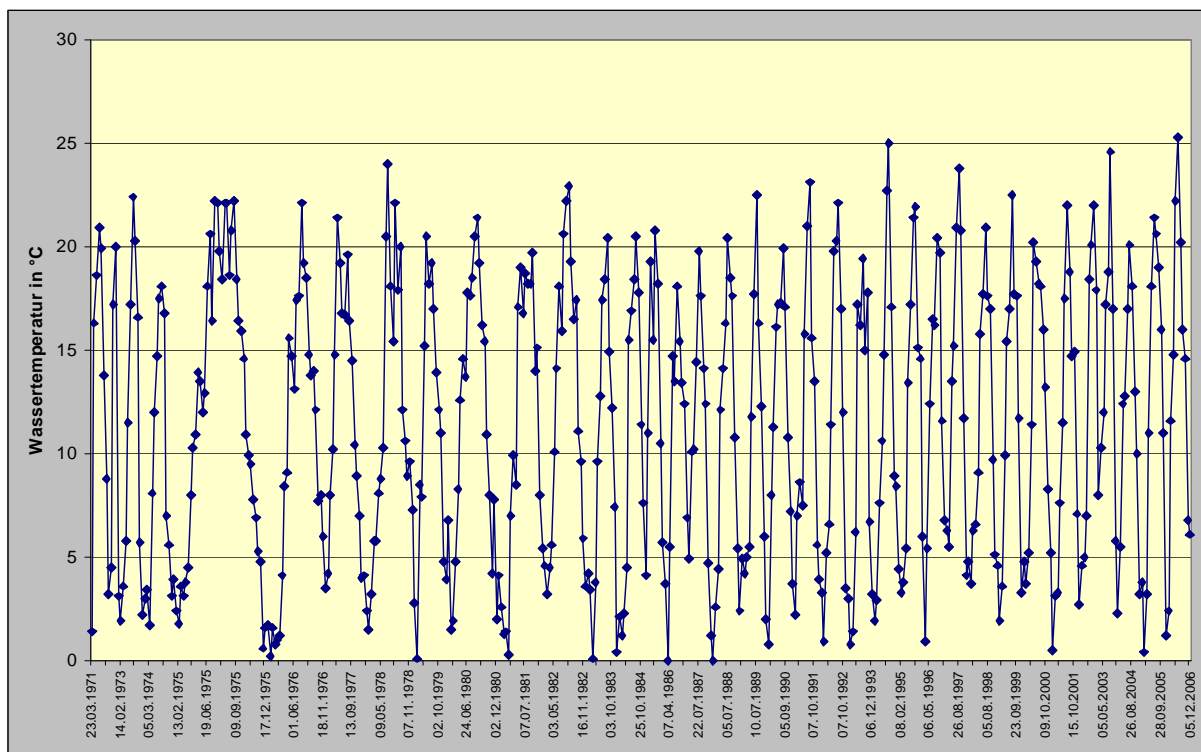


Abb. 1: Zeitliche Veränderungen der Wassertemperatur im nördlichen Peenestrom (P20), Einzelwerte im Zeitraum 1971-2006

Zu berücksichtigen ist, dass die Messungen üblicherweise nur monatlich erfolgen, so dass die Erfassung von Extremwerten stark eingeschränkt ist und die zeitlichen Veränderungen nur sehr lückenhaft wiedergegeben werden. Erhöht man die Messfrequenz auf wöchentliche

Zeitabstände, wie z. B. 1975 geschehen, wird deutlich, dass die Zeiträume erhöhter Wassertemperaturen durchaus mehrere Wochen anhalten können.

Hinweise zur Bedeutung von Wärmeeinleitungen finden sich in der EG-WRRL, in der EG-Fischgewässerrichtlinie und in der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie.

In der EG-Fischgewässerrichtlinie werden Richtwerte zur Wassertemperatur in Salmoniden- und Cyprinidengewässern vorgegeben (Richtlinie 78/659/EWG). Danach darf die unterhalb einer Abwärmeeinleitstelle (und zwar an der Grenze der Mischungszone⁸) gemessenen Temperatur die Werte für die nichtbeeinträchtigte Temperatur in Salmonidengewässer nicht um mehr als 1,5 °C und in Cyprinidengewässern nicht um mehr als 3 °C überschreiten. Zudem darf die Abwärme nicht dazu führen, dass die Temperatur in der Zone unterhalb der Einleitstelle in Cyprinidengewässern den Wert von 28 °C bzw. während der Laichzeit den Wert von 10 °C überschreitet. In 2 % der Fälle dürfen die Temperaturgrenzwerte zeitlich überschritten werden. Zwar gilt diese Richtlinie für Süßwasser, doch sollten die für Cyprinidengewässer angegebenen Wert auch an der Messstelle GB6 eingehalten werden.

In der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie wird im Artikel 3, Absatz 8 die „durch menschliches Handeln direkt oder indirekt bewirkte Zuführung von Stoffen oder Energie in die Meeresumwelt, aus der sich abträgliche Wirkungen wie eine Schädigung der lebenden Ressourcen und der Meeresökosysteme ... ergeben können als Verschmutzung“ bezeichnet. Der Anhang I der Meeresstrategie-Richtlinie enthält Deskriptoren zur Festlegung des guten Umweltzustandes. Dazu heißt es im 11. Absatz: „Die Einleitung von Energie, einschließlich Unterwasserlärm, bewegt sich in einem Rahmen, der sich nicht nachteilig auf die Meeresumwelt auswirkt.“

Zur Abschätzung der zu erwartenden Auswirkungen der geplanten Kühlwassereinleitungen auf die Temperaturverhältnisse im südlichen Greifswalder Bodden werden nachfolgend die Ergebnisse der Temperaturmessungen vor Inbetriebnahme, während des Betriebes und nach Abschaltung des ehemaligen KKW ausgewertet.

Mit Untersuchungen zur Wasserbeschaffenheit des Greifswalder Boddens wurde bereits Mitte der 1960er Jahre begonnen. Zur Darstellung der KKW-bedingten Temperaturerhöhungen im südöstlichen Greifswalder Bodden wurden insbesondere die Temperaturdaten der Messstellen

- GB5 vor Lubmin,
- GB6 westlich des Struck und
- GB19 im zentralen Greifswalder Bodden

ausgewertet. Die Lage der Messstellen ist der **Abbildung 2** zu entnehmen. Die Messstelle GB5 befindet sich knapp 3 km westlich des Einlaufbauwerkes des KKW, die Messstelle GB 6

⁸ Die Mischungszone für die Abwärme sollte identisch mit dem Durchmischungsbereich für prioritäre Stoffe sein.

etwa 1,4 km nordöstlich davon. Da im Untersuchungsgebiet Südwestwinde vorherrschen, ist davon auszugehen, dass sich die Kühlwasserfahne hauptsächlich in nordöstliche Richtung ausbreitet und am ehesten an der Messstelle GB6 erfasst wird. Die Distanz zwischen Auslaufkanal und der im zentralen Greifswalder Bodden liegenden Messstelle GB19 beträgt rund 7,3 km. Das Kühlwasser wird etwa 5 km westlich der Peenestrommündung eingeleitet.



Abb. 2: Messnetz zur Überwachung der Greifswalder Boddens mit Messstellen zur Erfassung der abwärmebedingten Temperaturveränderungen in Folge von Kühlwassereinleitungen aus dem KKW

Das KKW wurde am 17.12.1973 mit einem von 8 geplanten Blöcke in Betrieb genommen. 1975 folgte Block 2 und 1979/1980 die Blöcke 3 und 4. Im Jahre 1990 wurde das KKW vom Netz genommen und außer Betrieb gestellt (mdl. Mitteilung Häger).

Die Temperaturverteilung im Untersuchungsgebiet soll zunächst anhand der langjährigen Mittel- und Maximalwerte für die Zeit des KKW-Betriebes (1975-1990) für die einzelnen Messstellen (Anlage 1a des LUNG-Berichts vom 21.4.2008) beschrieben werden. Folgende Gewässerbereiche lassen sich hinsichtlich der mittleren Wassertemperaturen voneinander abgrenzen:

- Nördlicher, zentraler u. westlicher Greifswalder Bodden (GB1,GB2,GB19,GB7,GB3) mit 10,5 - 10,7 °C
- Südöstlicher Greifswalder Bodden (GB5,GB6,GB8) mit 11,1 - 12,3 °C

- Übergangsbereich zwischen Peenestrom und Greifswalder Bodden (GB9,GB10) mit 11,2 - 11,6 °C

Der höchste Temperaturmittelwert wurde mit 12,3 °C an der Messstelle GB6 festgestellt. Er liegt um 1,0 Grad über dem Temperaturmittel der Peenestrom-Messstelle P20 und um 1,6 Grad über dem Temperaturmittel der Messstelle GB19 im zentralen Greifswalder Bodden. Nachdem das KKW abgeschaltet wurde haben sich die Wassertemperaturen an der Messstelle GB6 wieder normalisiert. Das Temperaturmittel für den Zeitraum 1991-2007 lag bei 11,2 °C und damit nur noch um 0,3 Grad über dem Temperaturmittel für die Messstelle GB19 und 0,6 Grad unter dem Temperaturmittel der Peenestrom-Messstelle P20.

Als nächstes wurden die langjährigen Monatsmittel für die Messstellen GB6 und GB19 für die Zeit des KKW-Betriebes von 4 Blöcken (1979-1989) gegenübergestellt (**Abb. 3**).

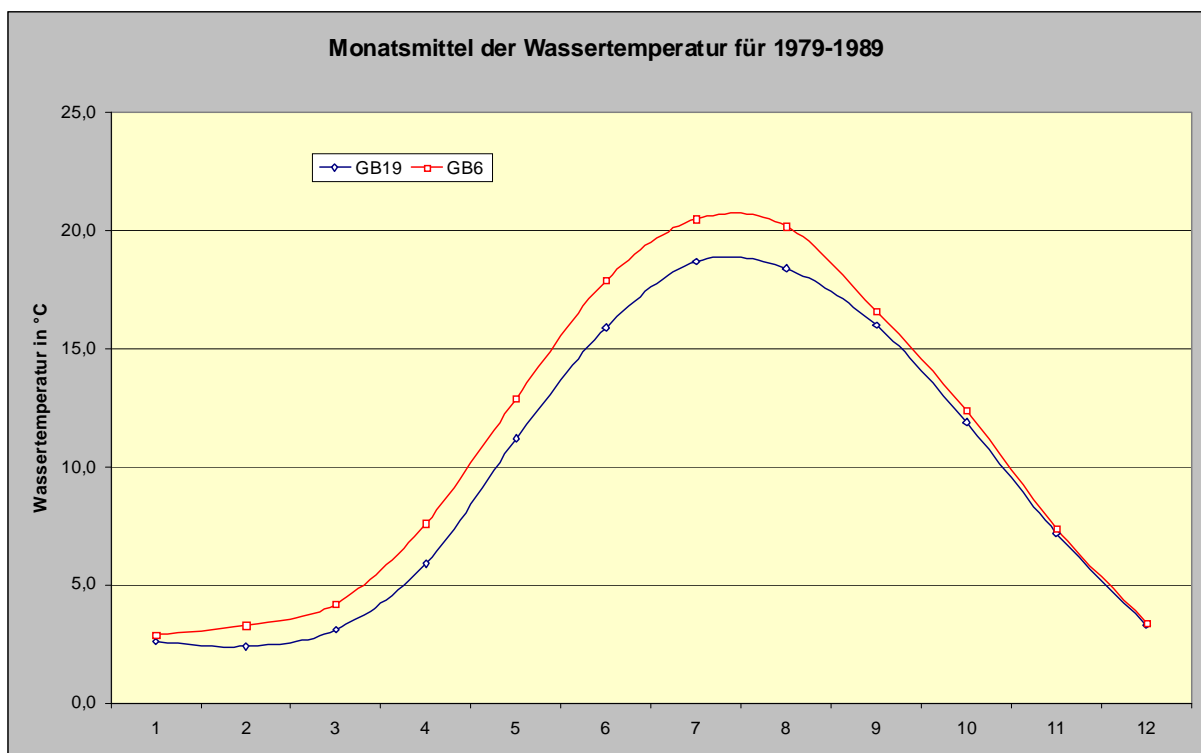


Abb. 3: Mittlere Jahressgang der Wassertemperatur im zentralen Greifswalder Bodden (GB19) und im Einflussbereich der Kühlwassereinleitungen aus dem KKW im südöstlichen Greifswalder Bodden (GB6)

Die dargestellten Monatsmittel gestatten zwar nur einen groben Überblick zur jahreszeitlichen Entwicklung der Wassertemperaturen, trotzdem wird deutlich, dass größere Temperaturdifferenzen zwischen zentralen und südöstlichen Greifswalder Bodden vor allem in den Monaten April bis August aufgetreten sind. Hier lagen die Differenzen der Monatsmittelwerte zwischen GB6 und GB19 zwischen 1,7 und 2 Grad, d.h. im Mittel des Zeitraumes 1979-1989 wurden in diesen Monaten an der Messstellen GB6 um 1,7 bis 2 °C höhere Temperaturen gemessen als im zentralen Bodden. Solche Temperaturerhöhungen wurden an den benach-

barten Messstellen GB5 (maximal 0,5 Grad) und GB7 (maximal 0,3 Grad) nicht registriert. Hinzuweisen ist darauf, dass in Wintermonaten mit Eisbedeckung keine Probenahmen stattfinden konnten und somit für solche Monate auch keine Messwerte vorliegen, so dass die Temperaturmittel für die Wintermonate über den tatsächlich zu erwartenden liegen.

Als letztes wurden die Temperaturveränderungen an den Messstellen GB5 und GB6 gegenüber den Messwerten an der Messstelle GB19 für den Zeitraum 1966 - 1991 anhand von Einzelwerten betrachtet, wobei nur Messwerte berücksichtigt wurden, die am gleichen Tage gemessen wurden. 1992 wurden die Untersuchungen an den Messstellen GB5 und GB6 eingestellt.

Während zwischen Juli 1966 und Oktober 1975 sowie ab August 1989 zwischen den Einzelmesswerten an GB6 und GB19 nur geringfügig Temperaturdifferenzen zu verzeichnen waren, traten während des vollen Kraftwerkbetriebes zeitweise erhebliche abwärmebedingte Differenzen auf. Nach Einstellung des Kraftwerksbetriebes war wieder eine Annäherung der Temperaturverhältnisse an beiden Stationen festzustellen (**Abb. 4**).

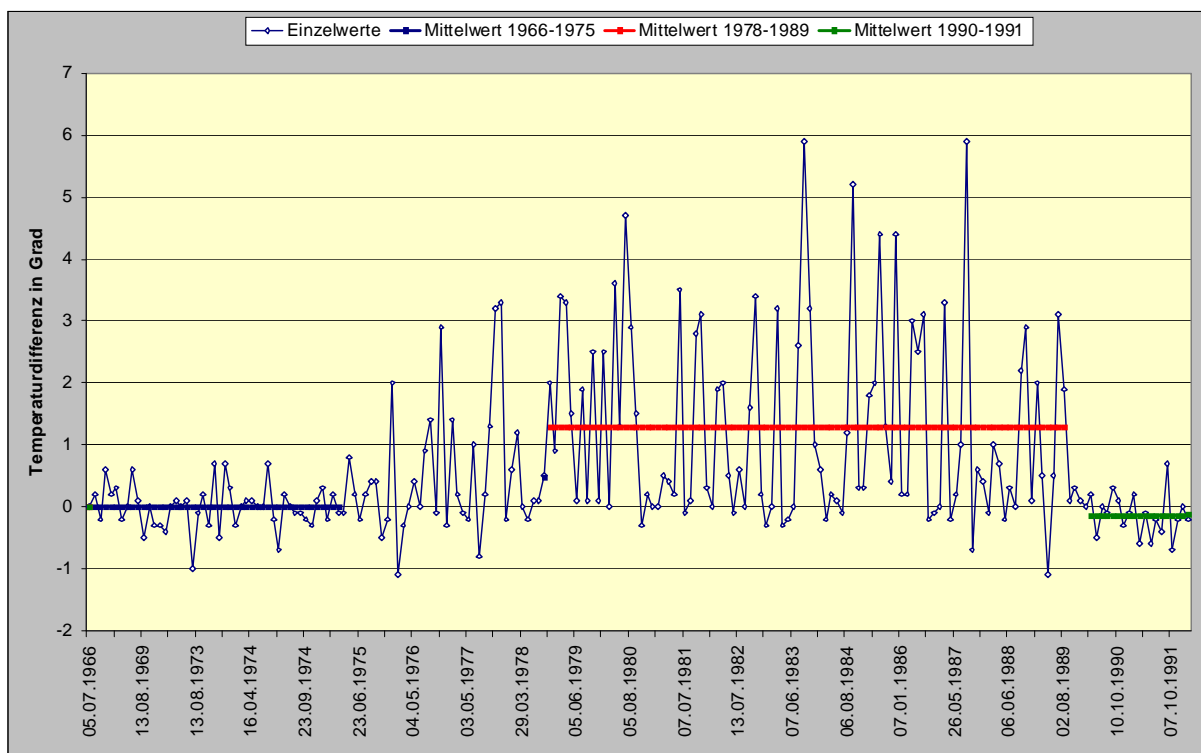


Abb. 4: Horizontale Temperaturgradienten im Oberflächenwasser ($TW_{GB6} - TW_{GB19}$)

Insgesamt liegen für den Zeitraum von November 1975 bis Juli 1989⁹ vergleichbare Daten, d. h. am gleichen Tage gemessene Wassertemperaturen, für 125 Datensätze vor. Für 34 von diesen waren Temperaturdifferenzen ≥ 2 Grad festzustellen (**Tab. 6**), was einem Anteil von 27 % entspricht.

⁹ Dies ist der Zeitraum der erhöhten Temperaturbeeinflussung durch den KKW-Betrieb.

Tab. 6: Deutliche horizontale Temperaturgradienten zwischen zentralem Greifswalder Bodden (GB19) und Nahbereich der Kühlwassereinleitung des KKW (GB6), besonders hohe Gradienten und Wassertemperaturen wurden fett hervorgehoben

Datum	TW-GB6 in °C	TW _{Gradient (GB6-GB19)} in Grad	Datum	TW-GB6 in °C	TW _{Gradient (GB6-GB19)} in Grad
26.08.1976	22,4	2,9	14.02.1983	4,1	3,2
13.09.1977	18,8	3,2	07.06.1983	19,4	2,6
04.10.1977	14,1	3,3	04.07.1983	23,9	5,9
07.11.1978	12,6	3,4	02.08.1983	22,9	3,2
05.12.1978	8,0	3,3	06.08.1984	23,0	5,2
07.08.1979	20,0	2,5	16.07.1985	23,5	4,4
02.10.1979	14,5	2,5	22.10.1985	15,8	4,4
17.03.1980	4,7	3,6	05.05.1986	13,2	3,0
04.06.1980	18,2	4,7	09.06.1986	16,9	2,5
01.07.1980	19,4	2,9	22.07.1986	21,8	3,1
06.05.1981	11,5	3,5	22.07.1987	20,0	5,9
04.08.1981	21,0	2,8	02.08.1988	21,1	2,2
28.09.1981	18,2	3,1	05.09.1988	20,8	2,9
07.09.1982	19,7	3,4	07.06.1989	20,8	3,1

Sehr deutliche abwärmebedingte Temperaturerhöhungen bis maximal 5,9 Grad waren im Juni 1980, im Juli 1983, im August 1984, im Juli und Oktober 1985 sowie letztmalig im Juli 1987 zu verzeichnen.

Demgegenüber fielen die abwärmebedingten Temperaturgradienten zwischen den Messstellen GB19 und GB5 deutlich schwächer aus, was sowohl auf die größere Entfernung zur Einleitstelle (ca. 3 km) als auch auf die vorherrschenden Südwestwindwetterlagen zurückgeführt werden kann. Temperaturerhöhungen von mehr als 2 Grad gegenüber dem zentralen Greifswalder Bodden traten nur an drei Messterminen auf, und zwar im September 1981 mit 2,1 Grad, im März 1982 mit 2,3 Grad und Juli 1987 mit 4,8 Grad.

Bereits Schmidt (1990) wies für den Zeitraum 1974-1985 abwärmebedingte Veränderungen der Temperaturverhältnisse an der Station GB6 nach, wobei der Umfang der beobachteten Temperaturerhöhungen im Oberflächenwasser der Station GB6 in weiten Grenzen schwankte.

Eine **thermische Schichtung** tritt im Greifswalder Bodden aufgrund der guten Durchmischung nur sehr selten auf. Im Mittel der Messreihe 1966 - 1971 berechnete Schoknecht (1973) einen mittleren Gradienten von 0,3 Grad, wobei rund 78 % der Messungen an den 6 Stationen im zentralen und südlichen Bodden einen Temperaturunterschied von weniger als

0,3 Grad und rund 92 % einen Gradienten von weniger als 1 Grad ergaben. Ausnahmen sind in den Sommermonaten zu beobachten, wenn es bei intensiver Sonneneinstrahlung und ruhiger See zu einer starken Erwärmung des Oberflächenwassers kommt. Unter diesen Bedingungen wurde ein maximaler Temperaturgradient von 4,3 Grad ermittelt.

Eine Auswertung der Daten während des KKW-Betriebes (1979-1989) ergab deutliche Veränderungen in der vertikalen Temperaturverteilung für den Nahbereich der Kühlwassereinleitungen, nicht aber für den zentralen Greifswalder Bodden (**Tab. 7**). Während an der der Kühlwassereinleitung nächstgelegenen Messstelle GB6 bei rund einem Drittel der Messungen vertikale Temperaturgradienten von über 1 Grad auftraten, war dies im zentralen Greifswalder Bodden nur an 8 % der Messtage und an der etwa 3 km westlich gelegenen Messstelle GB5 nur an 5 % der Messtage der Fall.

Tab. 7: Mittlere vertikale Temperaturgradienten (TW_{Gradient}) im zentralen und südöstlichen Greifswalder Bodden im Zeitraum 1979-1989 und Anzahl von Werten mit erhöhten Temperaturgradienten

Messstelle	Messwertanzahl	TW_{Gradient} in Grad	Werte > 1 Grad	Werte > 2 Grad	Werte > 3 Grad	Werte > 4 Grad	Werte > 5 Grad
GB19/GB19G	131	0,4	11	2	1	0	0
GB5/GB5G	102	0,4	5	1	1	1	0
GB6/GB6G	131	1,0	43	28	12	7	3

Für den zentralen Greifswalder Bodden können demnach keine Veränderungen bezüglich der thermischen Schichtung gegenüber den Berechnungen von Schoknecht konstatiert werden, d.h. während des KKW-Betriebes ergaben rund 92 % der Messungen einen Gradienten zwischen Oberflächen- und grundnahe Wasser von weniger als 1 Grad. Der mittlere vertikale Temperaturgradient an den Messstellen GB19 und GB5 lag bei 0,4 Grad. Demgegenüber wurde an der Messstelle GB6 ein mehr als doppelt so hoher Gradient ermittelt. Immerhin an 12 Messtage wurden hier Gradienten von über 3 Grad registriert, an 7 Tagen davon sogar Gradienten von über 4 Grad und an 3 Tagen Gradienten von über 5 Grad. Die höchsten Gradienten traten zumeist in den Frühjahrs- und Sommermonaten auf:

- 06.05.1979: 5,9 Grad
- 15.04.1980: 5,6 Grad
- 04.06.1980: 5,0 Grad
- 28.05.1985: 4,1 Grad
- 22.10.1985: 4,3 Grad
- 05.05.1986: 4,3 Grad
- 07.06.1989: 4,1 Grad

Solch hohe vertikale Temperaturgradienten waren sowohl vor der Inbetriebnahme des KKW als auch nach dessen Abschaltung an den 3 untersuchten Messstellen nicht annähernd zu

verzeichnen. Vor Inbetriebnahme (1966-1973) lag der mittlere Gradient an der Messstelle GB6 bei 0,2 Grad; der höchste Gradient wurde mit 1,2 Grad am 04.06.1968 ermittelt. Nach Abschaltung des KKW pegelte sich der mittlere Gradient auf 0,1 Grad ein. Damit sind die thermischen Schichtungen an dieser Messstelle eindeutig auf den KKW-Betrieb zurückzuführen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass signifikante Auswirkungen des Kühlwassers aus dem ehemaligen KKW auf die Temperaturverhältnisse im Greifswalder Bodden nur an der Messstelle GB6 festgestellt werden konnten. Bereits an der etwa doppelt so weit von der Einleitstelle entfernten Messstelle G5 waren so gut wie keine Veränderungen gegenüber dem Zeitraum vor Inbetriebnahme und nach Abschaltung feststellbar. Es kann also davon ausgegangen werden, dass eine Abwärmebeeinflussung nur im Nahbereich stattgefunden hat. Als Nahbereich kann in grober Abschätzung der Wasserkörper in einem Radius von etwa 2 km um die Kühlwassereinleitungen charakterisiert werden.

Diese auf Messwerten basierende grobe Abschätzung der Ausbreitung der Abwärme aus dem ehemaligen KKW deckt sich in etwa mit den modellgestützten Prognosen von Buckmann und vom IOW zur Ausbreitung der Abwärme aus den geplanten Kraftwerken (siehe S. 24 des Buckmann-Gutachtens 2007 und S. 73 des IOW-Gutachten 2008), wobei in Abhängigkeit von den Windverhältnissen ganz unterschiedliche Szenarien der Änderungen der Wasseroberflächentemperatur prognostiziert werden (siehe Seite 70/71 des IOW-Gutachtens). Zwar unterscheiden sich die Prognosen von Buckmann und vom IOW – bei Buckmann sind die abgeschätzten Flächen der Temperaturerhöhung größer als beim IOW¹⁰ – jedoch weisen beide Prognosen eine bezogen auf den gesamten Greifswalder Bodden relativ kleine abwärmebelastete Fläche aus.

Das IOW-Gutachten enthält auch Prognosen zu Änderungen der vertikalen Dichteschichtung durch den Kühlwassereintrag. Während in den Flachwassernahbereichen nur selten Schichtungen auftreten, da hier auch der grundnahe Wasserkörper von den Abwärmebelastungen betroffen sein wird, werden gelegentlich signifikante Schichtungen auch in größerer Entfernung (> 5 km) erwartet. Diese können in Extremfällen einige Tage andauern (siehe IOW-Gutachten S. 74-76).

Solche Situationen können sich insbesondere in den Sommermonaten negativ auf den Sauerstoffhaushalt auswirken. Neben der Wassertemperatur sind Sauerstoff- und Salzgehalt wichtige abiotische Faktoren. Bezogen auf den Salzgehalt sind nur sehr geringfügige Veränderungen durch die Umleitung von Peenestromwasser zu erwarten (siehe LUNG-Bericht 2008, S. 34-36). Deren Auswirkungen auf die aquatische Lebensgemeinschaften kann nahezu vernachlässigt werden. Der Einfluss der thermischen Belastung auf den Sauerstoffhaushalt muss da wesentlich kritischer gesehen werden. Während des KKW-Betriebes wurden allerdings nur in Einzelfällen kritische Sauerstoffverhältnisse im Nahbereich der Kühlwassereinleitungen registriert (siehe LUNG-Bericht vom 21.4.2008, S. 36-37).

¹⁰ bezogen auf eine Temperaturerhöhung von mindestens 2 Grad

Fazit zu Nr. 2

Das Kühlwasser des KKW hatte signifikante Auswirkungen auf die Temperaturverhältnisse im Nahbereich der Einleitung. Dieser Bereich betraf in grober Abschätzung den Bereich in einem Radius von etwa 2 km um die Kühlwassereinleitung. An der etwa 3 km entfernten Messstelle GB5 war ein Temperatureinfluss nur noch an 1 % der Messtage festzustellen. An den weiter entfernten Messstellen im Greifswalder Bodden waren keine Auswirkungen feststellbar.

Die Prognosen von Buckmann und IOW weisen aus, dass bei Betrieb der geplanten Kraftwerke mit ähnlichen Temperaturveränderungen zu rechnen ist wie während des KKW-Betriebs. Vor dem Hintergrund der zu erwartenden klimatischen Veränderungen ist es sehr wahrscheinlich, dass in warmen Sommermonaten häufiger Wassertemperaturen über 24 °C auftreten werden und dass es zeitweise zu stabilen thermischen Schichtungen kommen kann.

Die geplanten Kühlwassereinleitungen sind grundsätzlich geeignet, diesen Trend in einem begrenzten Bereich um die Einleitstelle zu verstärken.

Um eine Überschreitung des Richtwertes der EG-Fischgewässerrichtlinie von 28 °C und damit verbundene kritische Sauerstoffverhältnisse jederzeit ausschließen zu können, sind bei Wassertemperaturen von über 24 °C in der Spandowerhagener Wiek und an den Messstellen GB5 und GB6 geeignete Maßnahmen zu ergreifen, die ausschließen, dass es im Greifswalder Bodden zu einem Temperaturanstieg auf 28 °C und mehr kommt. Es ist mindestens sicher zu stellen, dass eine Wassertemperatur von 28 °C im Anschluss an eine Durchmischungszone eingehalten wird. Als geeigneter Messpunkt sollte dabei GB6 zugrunde gelegt werden.

Um kritische Phasen rechtzeitig erkennen und geeignete Maßnahmen ergreifen zu können, ist eine hochfrequente Erfassung der Wassertemperaturen sowohl in der Spandowerhagener Wiek als auch an den Messstellen GB5 und GB6 sowie einer weiteren Messstelle nordwestlich der Einleitstelle erforderlich. Neben der Temperatur sind Sauerstoff- und Trübungsmessungen durchzuführen. Bei Absinken der Sauerstoffkonzentrationen unter den Wert von 6 mg/l sind ebenfalls Maßnahmen zur Verminderung der thermischen Belastung erforderlich.

3. Mögliche Auswirkungen der Kühl- und Prozesswässer auf wichtige biotische Parameter

Für die nachfolgenden Ausführungen wurde auf Passagen aus dem Bericht des LUNG zur „Aktuellen Bewertung der Gewässergüte des Greifswalder Boddens, ...“ vom 21.04.2008 zurückgegriffen. Neu hinzugefügt werden Auswertungen biologischer Untersuchungen aus dem Jahre 2008.

3.1. Nährstoffe

Bezüglich der Auswirkungen auf die **Nährstoffe** wurde im LUNG-Bericht vom 21.4.2008 eingeschätzt, dass nur mit geringfügigen Erhöhungen im Nahbereich der Einleitstelle zu rechnen ist, da die Nährstoffkonzentrationen in den 1990er Jahren besonders im Peenestrom stark abgenommen haben und sich die Konzentrationsgradienten zwischen Peenestrom und Greifswalder Bodden insbesondere für Phosphor stark angenähert haben (siehe S. 44 und 45 des LUNG-Berichtes v. 21.4.2008). Weiterhin wurde auf eine Bilanz von Vietinghoff et al. (1994) hingewiesen, in der ein Nährstoffimport aus dem KKW-Auslauf für das Jahr 1988 von 5.645 Tonnen Stickstoff und 378 Tonnen Phosphor berechnet wurde. Dies waren nur rund 9 % des gesamten N- bzw. P-Importes in den Greifswalder Bodden. Dieser erfolgt demgegenüber zu rund 50 % (N) bzw. 44 % (P) durch den Eintrag aus der Pommerschen Bucht, zu 25,8 % (N) bzw. 27,1 % (P) aus dem Peenestrom und zu 13,8 % (N) und 17,5 % (P) aus dem Strelasund.

Die Frage nach den Auswirkungen möglicher durch die Kraftwerke hervorgerufener Nährstoffeinträge durch Emission bzw. Umleitung von Nährstoffen wurde in dem IOW-Gutachten ausführlich behandelt. Dazu heißt es in dem Gutachten (S. 89):

„Durch Analysen historischer Monitoringdaten konnten die Nährstoffumleitungen quantifiziert und deren Konsequenzen mit dem Ökosystemmodell ERGOM simuliert werden. Die Nährstoffumleitungen sind beim Stickstoff erheblich¹¹, vor allem in den Wintermonaten, führen aber im zentralen Bodden (GB19) zu keinen erkennbaren Auswirkungen auf Nährstoff- und Phytoplanktonkonzentrationen.“

Und weiter:

„Zusätzliche Nährstoffeinträge durch erhöhte Stickstofffixierung der Blaualgen zeigen die Ergebnisse nicht an. Auch eine Erhöhung der Phosphatfreisetzung aus dem Sediment unter anoxischen Bedingungen (interne Eutrophierung) wird nicht erwartet.“

¹¹ Dies bezieht sich offenbar auf den Nahbereich, wie auf Seite 90 des Gutachtens näher ausgeführt.

3.2. Phytoplankton

Da quantitative Bestimmungen der Phytoplanktonbiomasse und/oder des Chlorophyll-a-Gehaltes für den Betrachtungszeitraum räumlich und zeitlich nur sehr lückenhaft vorliegen, wurde im LUNG-Bericht vom 21.4.2008 zunächst geprüft, ob sich über den Umweg der Auswertung der seit Anbeginn der Untersuchungen durchgeführten Sichttiefenmessungen Rückschlüsse auf eine Beeinflussung der Lichtverhältnisse im südlichen Greifswalder Bodden und damit indirekt auch für das Phytoplankton ableiten lassen. Das Wasser des Peenestroms ist deutlich stärker durch Schwebstoffe, insbesondere Phytoplankton, belastet, als das des Greifswalder Boddens und der Pommerschen Bucht (**Tab. 8**).

Tab. 8: Chlorophyll-a-Konzentrationen im Greifswalder Bodden, Peenestrom und in der Pommerschen Bucht, Mittel- und Maximalwerte für den Zeitraum 1991-2007 in µg/l

Messstelle	Messwertanzahl	Mittelwert	Maximum	Datum
GB1	175	10,2	50,6	10.03.2004
GB2	170	10,2	45,3	10.03.2004
GB19	263	10,5	49,8	10.03.2004
GB7	182	9,3	42,1	10.03.2004
GB8	170	14,8	101	22.03.2001
GB10	178	24,8	139	06.04.1992
P20	150	56,6	250	14.04.2005
P42	150	70,0	185	12.09.2002
P48	144	63,3	233	23.03.2004
P74	142	48,6	162	09.09.2002
O133	178	5,8	30,4	15.03.2001
O14	175	6,1	42,9	05.08.1997

Für die Messstellen GB19 ist noch ein längerer Datensatz für den Zeitraum vor 1991 im LUNG vorhanden. Aus diesem Datensatz wurde für den Zeitraum 1978 - 1990 ein Mittelwert von 14,5 µg/l (n = 119) und eine Maximalkonzentration von 80 µg/l (02.04.1984) ermittelt. Für die anderen Messstellen liegen dagegen nur sporadische Chlorophyll-a-Messungen vor 1991 vor; das betrifft auch die Messstellen GB5 und GB6.

Durch die Verwendung stark planktonhaltigen Wassers aus dem Peenestrom als Kühlwasser für das KKW und anschließender Einleitung dieses Wassers in den südlichen Bodden bestand die reale Gefahr einer Verschlechterung des Unterwasserlichtklimas.

Der Vergleich der aggregierten Daten der Zeitreihe 1975 - 1990 ergab, dass an der Station GB6 im Mittel um 20 - 25 cm niedrigere **Sichttiefen** erhalten wurden, als an den Stationen GB19 und GB5. Vergleicht man die Sichttiefenmessungen der Perioden vor Inbetriebnahme des KKW (1966-1974), während seines Vollbetriebes (1980-1989) und nach seiner Außerbe-

triebnahme (1990-1991) so werden Unterschiede sichtbar. Im Zeitraum 1966-1974 betrug die mittlere Sichttiefe 2,09 m, in der Vollbetriebszeit 1,66 m und nach 1989 1,93 m. Offensichtlich hat die Einleitung trübstoffreicheren Wassers zu einer Verschlechterung der Sichtverhältnisse in diesem Boddenbereich geführt.

Neben der Beeinflussung der Sichtverhältnisse, die vor allem für die Entwicklung von Makrophyten von entscheidender Bedeutung ist, ist die Frage nach einer möglicherweise durch die Kühlwassereinleitungen indizierten Veränderung des Phytoplanktonarten-spektrums von Interesse.

Die **Artenzusammensetzung und die Biomasse des Phytoplanktons** wird durch die Masterfaktoren Licht, Nährstoffe (Mikro-, Makro-), Salzgehalt und Temperatur gesteuert. In der Regel ist das Phytoplankton in der nährstoffärmeren Ostsee durch das Vorkommen von Nährstoffen reguliert. In den übermäßig mit Nährstoffen versorgten inneren Küstengewässern kommt es durch Selbstbeschattung auch zu einer Lichtlimitation, da die euphotische Zone (mit ausreichend Licht) sehr stark reduziert ist.

Zusammenfassung vorhandener Untersuchungsergebnisse

Zur Artenzusammensetzung des Phytoplanktons im Greifswalder Bodden liegen von mehreren Autoren Veröffentlichungen vor (u.a. Kell 1989, Schmidt 1990, 1998, Vietinghoff et al. 1994), wobei sich Schmidt (1990) auch mit den Beziehungen zwischen Wassertemperatur und Phytoplankton im südlichen Greifswalder Bodden befasst hat. Eine neuere Arbeit aus dem benachbarten Strelasund beschäftigt sich u. a. auch mit der Temperaturabhängigkeit des Phytoplanktonwachstums (Schubert & Wasmund 2005).

Im Zeitraum 1976 - 1985 wurden von Kell (1989) 223 Phytoplanktonformen bestimmt. Die höchste Individuenzahlen des Phytoplanktons werden in den Monaten März und April erreicht („Frühjahrsblüte“). Das Frühjahrsplankton wird von an niedere Wassertemperaturen angepasste Kieselalgen dominiert, von denen *Achnanthes taeniata* mit Abstand die häufigste Art ist. *Achnanthes taeniata* erreicht die höchsten Abundanzen nach strengen Wintern mit langer Eisperiode (1972: 48 Eistage, 1977: 24 Eistage, 1979: 92 Eistage, 1980: 55 Eistage), während sie bei sehr milden, eisfreien Wintern nur in sehr geringen Mengen oder überhaupt nicht vorkommt. In solchen Jahren (z. B. 1973, 1974, 1975, 1983, 1984, 1989) ist dann *Skeletonema costatum* der dominierende Phytoplankter. Der Übergang zum Sommeraspekt beginnt meist mit kleinen zentrischen Kieselalgen, denen vor allem Grünalgen und dann ab Juli/August **Blualgen** (Cyanobakterien) folgen. In den Herbstmonaten treten die i. a. wärmeliebenden Blualgen zurück und es dominieren wieder Kieselalgen (Schmidt 1990, Vietinghoff et al. 1994).

Blualgen (Cyanobakterien) entwickeln sich i. d. R. erst ab Wassertemperaturen von 18 °C und mehr. Und sie besitzen das Vermögen Stickstoff aus der Luft zu binden und als Nährstoffreserve zu nutzen (Schubert & Wasmund 2005). Damit besitzen sie in den nähr-

stoffverarmten Sommermonaten einen enormen Konkurrenzvorteil gegenüber den anderen Algengruppen. Sie tragen somit zusätzlich zur Eutrophierung der Gewässer bei. In der Vergangenheit wurden regelmäßig Blaualgenblüten im Strelasund (Schmidt 2005) und Greifswalder Bodden beobachtet (LUNG 2008). Die Blaualgen haben zwei Eigenschaften, die sehr unangenehme Effekte hervorrufen. Intrazelluläre Gasvesikel führen bei ruhigen Wetterlagen zu einer Aufrahmung und zu Algenteppichen an der Wasseroberfläche die von Strömungen verdriftet werden. Von einigen Arten ist zudem bekannt, dass sie potentiell toxisch sind (Kononen & Elbrächter 1996, Schubert 2005, Edler 2008) und leber- und nervenschädigende Gifte produzieren können.

Nach Ansicht von Vietinghoff et al. (1994) hat sich das Artenspektrum von wenigen Ausnahmen abgesehen im letzten Jahrhundert nicht verändert. Kell (1990) weist allerdings darauf hin, dass die heute dominierende *Achnanthes taeniata* von Fraude (1906) und Abtshagen (1908) nicht erwähnt werden. Im Einflussbereich des Auslaufkanals des KKW hat sich nach Schmidt (1990) die Zahl allochthoner Arten aus dem Peenestrom ab 1975 an der Station GB 6 deutlich gehäuft. Sie indizieren zunächst nur die Herkunft des Kühlwassers, nicht dessen Auswirkungen auf das Boddenökosystem. Eine Reaktion des Gesamtsystems Greifswalder Bodden auf die seit 1975 vom KKW ausgehende thermische Belastung ist aus dem Verhalten der Phytoplanktonparameter nicht ableitbar. Es wurde allerdings lediglich der Zeitraum 1975 - 1981 betrachtet.

Zusammenfassung der Aussagen der Gutachter und Sachverständigen (TÜV Nord, IOW, Edler, Schubert) zum Kühlwassereinfluss auf das Phytoplankton:

TÜV Nord (Sondergutachten, 30.6.2008): Die Aussagen des Gutachters stützen sich im Wesentlichen auf ältere Veröffentlichungen von Schmidt (1988, 1990) und die Untersuchungen der Uni Rostock (Hubert et al. 1995, 1998, Vietinghoff et al. 1990, 1994), die zu dem Schluss kommen, dass keine relevanten auf den Kühlwassereintrag des KKW zurückzuführenden Veränderungen in den Planktonzönosen im zentralen Boddenbereich zu beobachten waren. Die zusammenfassende Aussage im Gutachten [Kap. 5, S. 42 „**Zu keinem der betrachteten Problemkomplexe wurden Hinweise darauf gefunden, dass durch das Vorhaben erhebliche Veränderungen des gegenwärtigen Zustands (Ökologie des Boddens, Gewässer- und Badewasserqualität) ausgelöst werden.**“] ist jedoch vor dem aktuellen Erkenntnisstand nicht mehr haltbar, wie anhand der unten stehenden Ausführungen ablesbar ist.

IOW (Endbericht Studie, 3.6.2008): Durch die Modellsimulation des IOW wird bestätigt, dass keine Auswirkungen auf Biomasse und Artzusammensetzung des Phytoplankton und keine Verschiebungen zwischen den funktionellen Phytoplanktongruppen sowie keine Veränderung der Blaualgenkonzentration im sog. Fernbereich (zentralen Boddenbereich GB19) prognostizierbar sind. Die Gutachter sind jedoch der Auffassung, dass **im unmittelbaren Nahbereich erhebliche Veränderungen von Nährstoffkonzentrationen und Phytoplankton zu erwarten sind, allerdings keine verstärkten Algenblüten.** Ein Manko der Studie ist,

dass die Modellsimulation keine belastbaren Aussagen zur Beeinflussung des Phytoplankton im Nahbereich (Südküste Lubmin) macht, da das Modell im Randbereich zu ungenau rechnet.

Edler (UVU Anhang II/21, 30.6.2008): In seiner Zusammenfassung kommt Edler zu der Auffassung, „*dass die Einleitung von Kühlwasser mit einer um 7,5 K erhöhten Temperatur anscheinend **keinerlei negative Effekte auf das Phytoplankton des Greifswalder Boddens als Ganzes ausübt**. Es könnten sich geringe Effekte aus dem natürlichen Verhalten des Phytoplanktons sehr nahe zu der Einleitstelle ergeben, jedoch ist die flächenmäßige Ausdehnung solcher Effekte sehr begrenzt. **Die Auswirkung der Kühlwassereinleitung auf das Phytoplankton ist von solch einem geringen Umfang, dass sie ohne irgendwelche Einschränkungen akzeptiert werden kann.***“

Dagegen kommt **Schubert** (Erörterung 21.11.2008 in Greifswald) in seiner dezidierten Bewertung des Edler-Gutachtens zu anderen Schlussfolgerungen: Die Gesamteinschätzung des Phytoplanktons ist seiner Auffassung nach nicht das Problem, sondern die Aussagen hinsichtlich der Cyanobakterien. Hier ist die Situation am Einlauf ausschlaggebend. Die Chlorophyll-a-Konzentrationen des Kühlwassers aus dem Peenestrom sind 5-6-fach höher als die des Greifswalder Boddens (s. a. Tab. 8). Damit ist auch der Bezug der Primärproduktion des Greifswalder Boddens auf den Auslasskanal nicht korrekt. Deshalb müsste auch die Flächenberechnung der Kohlenstoffproduktion mit den entsprechend höheren Werten der Primärproduktivität des Einlaufgebietes erfolgen. Die Anwendung eines mittleren Produktivitätswertes ist unzulässig. Da der Temperatureffekt exponentiell ist, werden in der kalten Jahreszeit überhöhte Werte berechnet, die Produktivität in den Sommermonaten wird jedoch drastisch unterschätzt. Auf weitere methodische Defizite wird hingewiesen.

Im Ergebnis kommt Schubert zu dem Schluss, dass in den warmen Monaten mit deutlich erhöhten Biomassen an Cyanobakterien zu rechnen ist. Er geht davon aus, dass ca. 1.300 Tonnen Frischmasse an Cyanobakterien zusätzlich gebildet werden können. Dazu kommt noch die eingetragene Biomasse aus dem Peenestrom, die zusätzliche ca. 18.000 Tonnen ausmacht. Wenn es zu Oberflächenaufrahmungen kommt, wie in fast jedem Jahr zu beobachten, kann das zu beträchtlichen Verunreinigungen führen.

3.3. Makrophyten

Neben dem Phytoplankton gelten die **Makrophyten** als sensibler Indikator von Eutrophierungsprozessen. Der Lebensraum der Makrophyten erstreckt sich in Abhängigkeit von der Eindringtiefe des Lichtes, der verfügbaren Nährstoffe und Substrate in der Ostsee bis in ca. 15 m Wassertiefe. Im Greifswalder Bodden werden aktuell bis durchschnittlich 4 m Wassertiefe erreicht.

Zusammenfassung vorhandener Untersuchungsergebnisse

Während die mit Pflanzen besiedelte Fläche des Greifswalder Boddens in den 1930er Jahren noch mit 90 % angegeben wurde (Seifert 1938), wurde für die 1980er Jahre nur noch eine Flächen von 20 % angetroffen (Geisel & Messner 1989). Eine erneute Erfassung des Bedeckungsgrades der Flachwassergebiete des Greifswalder Boddens mit Makrophyten in der ersten Hälfte der 1990er Jahre ergab nur noch einen Bedeckungsgrad für den gesamten Bodden von rund 10 %, wobei einzelne abgrenzbare Teilbereich im nördlichen Bodden (Stresower Bucht, Having, Hagensche Wiek, Zickersee) deutlich höhere Bedeckungsgrade aufwiesen. Für die nördliche Hälfte des Greifswalder Boddens wurde insgesamt ein Bedeckungsgrad von 17 % angegeben (Vietinghoff et al. 1995). Ebenso wie die vertikale ist auch die horizontale Zonierung des Pflanzenbewuchses in entscheidendem Maße von den Lichtverhältnissen abhängig. Aufgrund der guten Sichtverhältnisse im Zickerschen Höft und am Reddevitzer Höft gehen die Rotalgen bis auf 5 - 6 m, vereinzelt bis 6,5 m herunter. In der Dänischen Wiek hingegen geht der Makrophytenbewuchs aufgrund des Lichtmangels auf 2 m Wassertiefe und weniger zurück. Hauptursache für den Rückgang der Makrophyten ist die Eutrophierung. Hohe Nährstoffeinträge haben ein höheres Phytoplanktonwachstum und eine damit einhergehende Verringerung der Sichttiefe zur Folge. Diese Trübung wirkt sich direkt auf die Tiefenverbreitung der Makrophyten aus. Ein sekundärer Effekt ist der Bewuchs mit Epiphyten, was zu einer weiteren Lichtkonkurrenz führt.

Das Leitbild i.S. der WRRL ist ein makrophytendominiertes Gewässer mit sehr guten Sichtbedingungen. Um den guten ökologischen Zustand zu erreichen, müssten ca. 60 % des Gewässergrundes des Greifswalder Boddens mit Vegetation bedeckt sein. Die untere Bewuchsgrenze der Makrophyten liegt bei 6 bis 7 m. Ob in Anbetracht klimatischer Veränderungen und der im Sediment akkumulierten Nährstofffrachten eine solches Zustand wieder erreichbar ist, ist zz. nicht zu prognostizieren. Jedenfalls ist die von Seifert (1938) beschriebene Vegetationsbesiedlung von 90 % der Fläche und durchgehender Rotalgenbesiedlung ab 5 m Wassertiefe durch die Auswertung historischer Daten und ökophysiologischer Arbeiten abgesichert (Blümel et al. 2002). Unter den in den 1930er Jahren gegebenen lichtklimatischen Bedingungen konnten Rotalgen theoretisch tatsächlich bis in mehr als 10 m Wassertiefe siedeln. Die untere Bewuchsgrenze der Spermatophyten (z.B. *Zostera marina*) liegt im guten Zustand bei 5 bis 8 m, die der Characeen bei 3 bis 5 m (Selig et al. 2007).

Zusammenfassung der Aussagen der Gutachter (TÜV Nord, IfAÖ) zum Kühlwassereinfluss auf die Makroalgen:

TÜV Nord (Sondergutachten, 30.6.2008): Der Gutachter macht keine eigenen Recherchen, und verweist auf das Gutachten des IfAÖ (April 2007) „Mögliche Auswirkungen von Temperaturerhöhungen auf die benthische Lebensgemeinschaft im südlichen Greifswalder Bodden (Raum Lubmin, Struck)“ in der UVU .

IfAÖ (UVU Anhang II/7, April 2007): Untersuchungen an Kühlwasserfahnen von Kernkraftwerken zeigen deutliche Auswirkungen auf die Großalgencommunity (Devinny 1980). Geringe Temperaturerhöhungen bis 3 K machten sich hinsichtlich der Artenzahl und Diversität kaum bemerkbar, aber die Artzusammensetzung entsprach mehr der wärmeren Regionen. Temperaturerhöhungen bis 7 K zeigten einen substantiellen Rückgang der Artenzahl. Die Braunalgen waren stark reduziert, während die Grünalgen dominierten. Temperaturerhöhungen bis 10 K führten zu stark reduzierten Großalgencommunityen.

3.4. Makrozoobenthos

Die Verbreitung des **Makrozoobenthos** in der Ostsee ist vor allem von natürlichen abiotischen Faktoren abhängig: dem Salzgehalt, der Sauerstoffversorgung, der Temperatur und der Substratbeschaffenheit. Es ist ein sensibler Indikator für Sauerstoffmangel, Salzgehaltsänderungen, morphologische Veränderungen und Verschmutzung. Systematische Beobachtung der Bestandsentwicklung einzelner Arten oder ganzer Lebensgemeinschaften erlauben die Detektion von Effekten im Ökosystem, auch wenn das Ereignis schon weiter zurückliegt, da die meisten Arten relativ langlebig sind.

Zusammenfassung vorhandener Untersuchungsergebnisse

Untersuchungen des Makrozoobenthos im Greifswalder Bodden liegen nur wenige aus der Vergangenheit (Uni Rostock, Uni Greifswald, IfAÖ) vor. Aktuelle Untersuchungen des LUNG zur QK Makrozoobenthos liegen für den Greifswalder Bodden bisher aus den Jahren 2007 und 2008 vor. Die Bewertung des Wasserkörpers gem. WRRL wurde mit dem Marine Biotic Index Tool - MarBIT (Meyer et al. 2007) durchgeführt (s. Tab. 9).

Zusammenfassung der Aussagen der Gutachter (TÜV Nord, IOW, IfAÖ) zum Kühlwassereinfluss auf das Makrozoobenthos:

IfAÖ (UVU Anhang II/7, April 2007): Laborversuche zeigen, dass Temperaturen zwischen 24 und 34 °C im kritischen Bereich liegen. Viele Arten der Ostsee stammen aus kalten und gemäßigten Breiten, sind also eher an kühle Temperaturen angepasst. In der Realität treten weitere Stressoren auf, wie Salzgehalt, Sauerstoff, Verschmutzung, welche die Toleranzgrenzen der Tiere gegenüber höheren Temperaturen einengen. Dieser Grenzbereich liegt in unseren gemäßigten Breiten bei 0 bis 3 °C und 28 bis 32 °C. Die Reaktionen auf Temperaturschwankungen wirken sich in den verschiedenen Lebensphasen (Ei, Embryo, Larve, Jungtier, Alttier) einer Art sehr unterschiedlich aus, wobei jede Art andere Temperaturoptima und Toleranzgrenzen besitzt. Im Nahbereich der Einlaufstelle ist bei einer Erhöhung der Temperatur um 2 K mit Stressreaktionen der Tiere zu rechnen (erhöhter Stoffwechsel, höhere Biomasse, verändertes Laichverhalten). Bei einer Temperaturerhöhung von 4-5 K kann zudem schon der Hitzetod einiger Arten eintreten (IfAÖ 2007).

Zusammenfassend kann aus Sicht des LUNG festgestellt werden:

Vorausgesetzt die artspezifischen Temperaturtoleranzen werden nicht überschritten, profitiert das Zoobenthos im Nahbereich der Einleitstelle durch ein höheres Nahrungsangebot. Es kann zu einer Zunahme der Biomasse kommen (IfAÖ 2007). Allerdings bewirkt die höhere Temperatur auch eine höhere Sauerstoffzehrung durch die zunehmende bakterielle Produktivität. Wenn es, wie durch das Modell des IOW prognostiziert, während stagnierender Phasen zu einer stabilen Stratifikation kommt (s.o.), kann dies zu Sauerstoffmangel führen. Längere Perioden mit Sauerstoffgehalten unter 2 mg/Liter sind für die meisten benthischen Organismen nicht tolerabel. Sie sterben ab bzw. wandern, wenn es sich um vagile Arten handelt, aus dem Gebiet aus.

Studie IGB:

In einer Langzeitstudie des Leibniz-Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei bewerteten Prof. Koschel und Kollegen den Einfluss der Wärmebelastung des KKW Rheinsberg von 1966 bis 1990 auf den oligotrophen Stechlinsee (<http://www.scinexx.de/wissen-aktuell-6633-2007-06-11.html>, 11.6.2007). Dabei kommen sie zu dem Schluss, *„dass die Erwärmung des Gewässers zu tiefgreifenden Veränderungen nicht nur des Wasser-, Wärme- und Stoffhaushalts führt, sondern auch die biologische Struktur und Funktion des See-Ökosystems beeinflusst wird. Bei einer auf den ganzen See bezogenen dauerhaften Erwärmung um ein bis zwei Grad Celsius ergeben sich höhere Stoffumsatzraten der Mikroorganismen und Algen. Bei noch höherer Erwärmung - fünf bis zehn Grad -, wie im weiteren Auslaufbereich des Kühlwassers in den Stechlin aufgetreten, gibt es darüber hinaus gravierende Veränderungen der Struktur des Ökosystems.“*

Obwohl das oligotrophe, geschlossene Ökosystem Stechlinsee **nicht** mit dem stark eutrophen offenen Greifswalder Bodden verglichen werden kann, gibt die Studie doch Anlass zur Besorgnis hinsichtlich der summarischen Wirkung dieser „thermal pollution“ durch das Kühlwasser der geplanten Vorhaben (SKW, GuDs). Deshalb wird empfohlen, ein umfassendes Untersuchungsprogramm zu den ökologischen Auswirkungen der Abwärmefahne zu initiieren.

Fazit zu Nr. 3

Zu den Auswirkungen des KKW Lubmin auf das Ökosystem Greifswalder Bodden liegen aus der Vergangenheit sporadische, zeitlich begrenzte Untersuchungen vor. Langfristig angelegte, systematische wissenschaftliche Untersuchungen wurden bisher nicht gemacht. Das lässt einfache Analogieschlüsse in Bezug auf die Bewertung der Auswirkungen der geplanten Kühlwassereinleitungen auf die biologischen Qualitätskomponenten nicht zu.

Die langjährigen Daten des LUNG zeigen jedoch, dass das umgeleitete mit Trübstoffen angereicherte Wasser aus dem Peenestrom zu Zeiten des KKW-Betriebs zu einer Verschlechterung des **Lichtklimas** und zu einer zusätzlichen Nährstoffbelastung führte. Zu berücksich-

tigen ist, dass die Beschaffenheitsunterschiede zwischen Peenestrom und Greifswalder Bodden heute allerdings geringer sind.

Die **Temperatur** beeinflusst den gesamten Stoffwechsel, Wachstum und Reproduktion mariner Organismen. Stärkere Temperaturschwankungen führen innerhalb eines artspezifischen Grenzbereichs zum Absterben von Pflanzen und Tieren. Diese Grenzbereiche liegen in unseren gemäßigten Breiten zwischen 0 bis 3 °C und 28 bis 32 °C. Die Reaktionen auf Temperaturschwankungen wirken sich in den verschiedenen Lebensphasen einer Art sehr unterschiedlich aus. Bei hohen sommerlichen Temperaturen von 24 °C und mehr kann eine weitere Erwärmung durch das Kühlwasser den Toleranzbereich von 28 bis 30 °C überschreiten. Deshalb ist sicher zu stellen, dass eine Überschreitung der Toleranzgrenze von 28 °C an der Grenze der Mischungszone des Kühlwassers vermieden wird.

Die Einbringung von zusätzlicher Wärme kann vor allem in den Frühjahrs- und Sommermonaten im südlichen Greifswalder Bodden eine Veränderung des Artenspektrums des **Phytoplanktons** bewirken. Das betrifft z. B. das Vorkommen von an kaltes Wasser angepassten (kaltstenothermen) Algenarten, die ggf. verdrängt werden. Da **Blualgen** wärmeliebende Arten sind, ist im Einflussbereich der Abwärmefahne ein stärkeres Blualgenwachstum nicht auszuschließen. Zu der Frage, ob dadurch möglicherweise eine verlängerte „Blualgensaison“ im Jahresverlauf oder sogar außergewöhnliche Massenvorkommen auftreten könnten, liegen keine sicheren Prognosen vor. Die **Makrophytenbestände** sind durch die Eutrophierung bereits sehr stark geschädigt. Durch die Abwärmebelastung sind im Nahbereich mit Sicherheit weitere Schäden an der Großalgenflora zu erwarten. Das **Makrozoobenthos** kann vor allem durch stagnierende Phasen mit Stratifikation des Wasserkörpers und Sauerstoffmangel ebenfalls im Nahbereich der Abwärmeeinleitung geschädigt werden.

Die genannten Auswirkungen können dazu führen, dass sich im Nahbereich der Einleitstelle die ökologischen Parameter gem. WRRL verschlechtern. Das hat jedoch keine durchschlagende Wirkung auf die Bewertung des ökologischen Zustands des Wasserkörpers Greifswalder Bodden als Ganzes. Das gilt sowohl hinsichtlich des Verschlechterungsverbots als auch hinsichtlich der Zielerreichung.

Ferner ist zu beachten, dass die im Greifswalder Bodden heute zu beobachtenden negativen Auswirkungen der Eutrophierung die der thermischen Verschmutzung durch das SKW maskieren werden. Deshalb werden erst nach einer drastischen Nährstoffentlastung (Mesotrophierung) und Erholung des Ökosystems deutlichere Effekte der Abwärmebelastung nachweisbar sein.

Es wird empfohlen, ein umfassendes Untersuchungsprogramm zu den ökologischen Auswirkungen der Abwärmefahne zu initiieren.

4. *Einschätzung der Auswirkungen von Belastungen aus den geplanten Kraftwerken auf die Zustandsbewertung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie*

4.1 *Grundlagen der Wasserkörperausweisung und der Wasserkörperbewertung*

Die Beurteilung der Auswirkungen von Belastungen auf die Küstengewässer und deren Zustandseinschätzung hat gemäß WRRL (Art. 5 Anhang II 1.4 und 1.5 WRRL) auf der Basis von Wasserkörpern zu erfolgen. Die Typisierung und die Bewertung des Gewässerzustands sind die beiden wichtigsten Kriterien, nach denen Wasserkörper ausgewiesen werden. Wasserkörper sollen insbesondere den Wechsel des Typs und des Zustandes im Gewässer widerspiegeln. Sie sollen hinsichtlich ihrer Größe aber auch eine Bewirtschaftung, d. h. das zielgerichtete Hinwirken der Wasserwirtschaftsverwaltung auf die Bewirtschaftungsziele der Wasserrahmenrichtlinie, ermöglichen. Um sinnvoll bewirtschaftbar zu sein, müssen Wasserkörper daher eine Mindestgröße haben. Oberflächenwasserkörper sind nach der Wasserrahmenrichtlinie einheitliche und bedeutende Gewässerabschnitte. Das Wort „bedeutend“ ist in dieser Hinsicht zuallererst auf die Größe des Wasserkörpers auszulegen.

Die Abgrenzung der Küstenwasserkörper erfolgte in Mecklenburg-Vorpommern anhand der Kriterien Gewässerkategorie (Küstengewässer), Gewässertyp/Untertyp, ökologischer und chemischer Zustand (Gewässergüteklassen nach der Küstengewässerklassifizierung MV) und hydromorphologische Eigenschaften. Auf diese Weise sind insgesamt 19 Küstenwasserkörper, darunter der Greifswalder Bodden, ausgewiesen worden.

Die Zustandsbewertung der Wasserkörper hat nach den normativen Begriffsbestimmungen zur Einstufung des ökologischen und chemischen Zustands zu erfolgen (Art. 8 Anhang V WRRL). Alle für diesen Zweck entwickelten Bewertungssysteme haben sich strikt an diese Vorgaben zu halten. Die Gesamtbewertung des Zustandes (ökologischer und chemischer Zustand) erfolgte entsprechend der international abgestimmten Vorgehensweise der Common Implementation Strategy (CIS) Working Group 2A Ecological Status (ECOSTAT) zur Klassifizierung von WK. Nach dem durch die EG-WRRL geforderten Bewertungsprinzip „one out – all out“ wird die Zustandsbewertung eines Wasserkörpers nicht durch die Mittelung der Ergebnisse der Einzelkomponenten sondern durch die am schlechtesten bewertete Komponente bestimmt. Für die operative Überwachung derjenigen Wasserkörper, die den guten Zustand bis 2015 wahrscheinlich nicht erreichen, ist deshalb zwingend die empfindlichste Qualitätskomponente auszuwählen.

Das schematische Vorgehen bei der Zustandsbewertung der Wasserkörper zeigt **Abb. 5**.

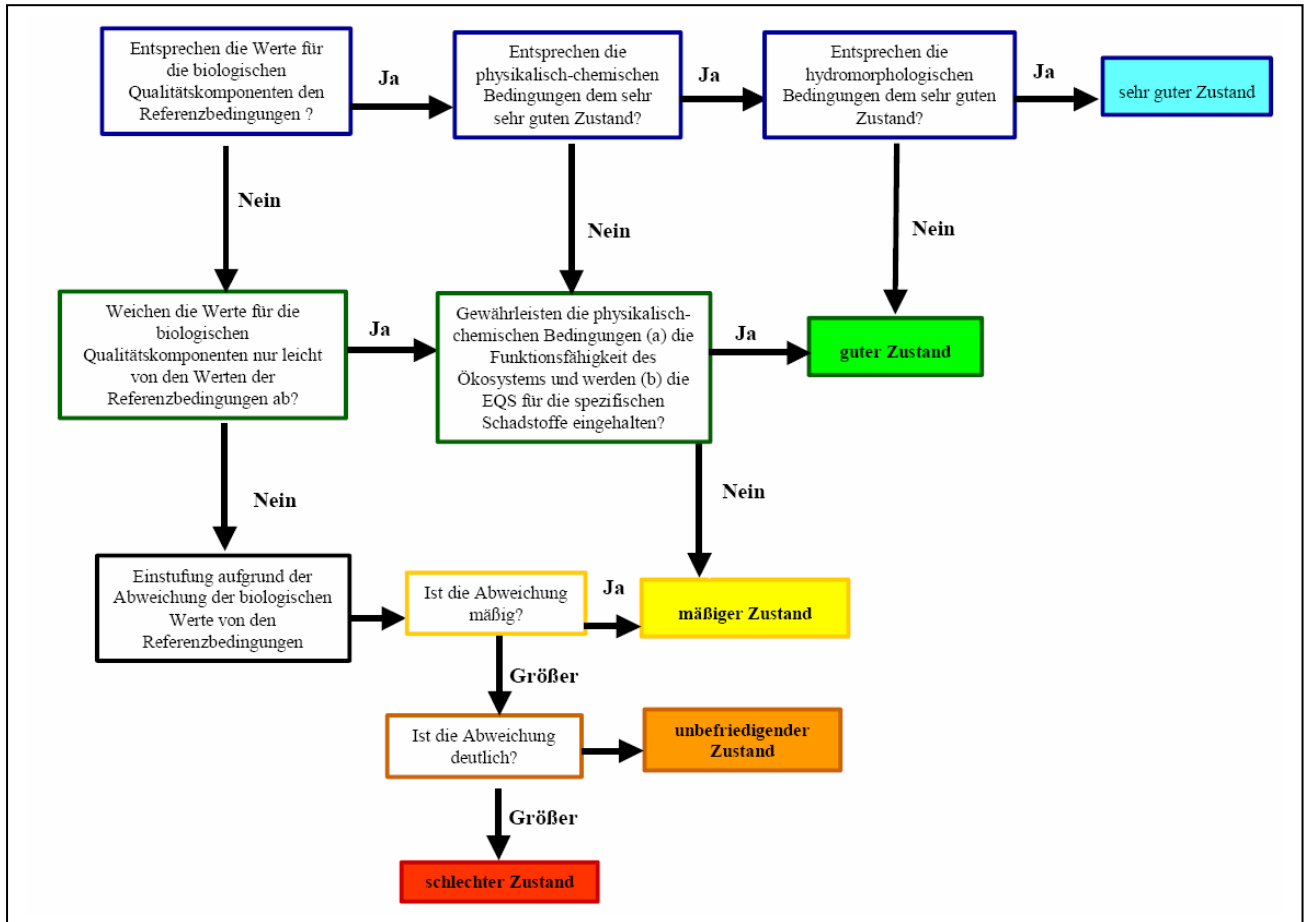


Abb. 5: Vorgehen zur Klassifizierung der Wasserkörper gemäß CIS-Leitfaden "Overall Approach to the Classification of Ecological Status and Ecological Potential"

4.2 Wasserkörperausweisung und aktualisierte Zustandsbewertung des Greifswalder Boddens

Wasserkörperausweisung

Die Ausweisung des Wasserkörpers Greifswalder Bodden erfolgte gem. EG-WRRL anhand der Kriterien Gewässerkategorie, Gewässertyp, ökologischer und chemischer Zustand und hydromorphologische Eigenschaften. Obwohl der südliche Greifswalder Bodden grundsätzlich eine höhere Belastung aufweist, konnte aufgrund der Ergebnisse der Gewässergüteklassifikation nach der bisher angewandten Küstengewässerklassifizierung MV eine Teilung des Wasserkörpers nicht abgeleitet werden. Auch alle anderen phys.-chem. Merkmale ließen dies nicht zu.

Aktualisierte Zustandsbewertung des Greifswalder Boddens

Mit Stand vom Dezember 2008 liegt der Entwurf des Bewirtschaftungsplans gem. WRRL für die Flussgebietsgemeinschaft Warnow/Peene vor (LUNG 2008). Für die **ökologische Zustandsbewertung** des Greifswalder Boddens mit den neu entwickelten biologischen Bewertungsmethoden, wurden die Ergebnisse der Jahre 2002 bis 2007 ausgewertet (**Tab. 9**). Bis auf Chlorophyll-a ist keine der biologischen Qualitätskomponenten (bQK) für den Ostseeraum international kalibriert, da die Verfahren in der ersten Interkalibrationsrunde größtenteils noch nicht vorlagen bzw. fertig entwickelt waren. Die EU hat deshalb eine zweite Interkalibrationsrunde anberaumt. Durch die eingesetzten international besetzten Arbeitsgruppen Baltic-GIG für die Ostsee und NEA-GIG für den Nordostatlantik inkl. Nordsee müssen die gewünschten Ergebnisse bis 2011 erarbeitet werden. Vor diesem Hintergrund sind alle hier präsentierten Bewertungen als vorläufig einzustufen, da sich die Klassengrenzen der Bewertungsverfahren durch die Angleichung der nationalen Verfahren noch verändern können.

Tab. 9: Ergebnisse der Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten im Greifswalder Bodden (Klasse 2 – gut, 3 – mäßig, 4 – unbefriedigend)

Jahr	Chlorophyll-a	Phytoplankton	Makrophyten	Makrozoobenthos	Gesamtbewertung
2002	4	4	3 - 4	-	4
2003	4	4	-	-	4
2004	4	4	3 - 4	-	4
2005	4	4	3	-	4
2006	4	4	-	-	4
2007	4	4	3 - 4	3	4

Wie aus **Tab. 9** ersichtlich, liegen inzwischen ausreichende Datenreihen für Chlorophyll-a, Phytoplankton und Makrophyten vor, um eine hinreichend gesicherte Bewertung des ökologischen Zustands vorzunehmen. Die Gesamtbewertung des Zustandes (ökologischer und chemischer Zustand) erfolgte entsprechend der international abgestimmten Vorgehensweise CIS Working Group ECOSTAT (s.o.).

Von den untersuchten bQK zeigen das Chlorophyll-a und das Phytoplankton die schlechteste Einstufung, während das Makrozoobenthos und die Makrophyten einen mäßigen bzw. mäßigen bis unbefriedigenden Gewässerzustand indizieren. Nach dem durch die EG-WRRL geforderten Bewertungsprinzip „one out – all out“ wird die Zustandsbewertung eines Wasserkörpers nicht durch die Mittelung der Ergebnisse der Einzelkomponenten sondern durch die am schlechtesten bewertete Komponente bestimmt. **Nach den vorliegenden Ergebnissen (Tab. 9) muss der WK Greifswalder Bodden in den unbefriedigenden Zustand (Klasse 4) eingestuft werden.**

Auch die zur Unterstützung der biologischen Qualitätskomponenten heranzuziehenden allgemeinen physikalisch-chemischen Bedingungen (siehe Abb. 5) zeigen im Greifswalder Bodden Gütedefizite auf. So überschritten die Nährstoffe die Orientierungswerte für den guten ökologischen Zustand um das 2- bis 4-fache. Bezüglich der bisher gemessenen spezifischen Schadstoffe gab es keine Überschreitung der Normen.

Der **chemische Zustand** wurde auf der Grundlage der bisher im Wasser gemessenen prioritären Schadstoffe als gut eingeschätzt. Für eine Bewertung nach den Vorgaben der neuen Richtlinie über Umweltqualitätsnormen für prioritäre und prioritär gefährliche Stoffe (2008/105/EG) liegen bisher aber erst für einen Teil der dort aufgeführten Schadstoffe Untersuchungsergebnisse vor¹². Diese zeigen für die Wasserphase keine Überschreitungen der UQN. Die neue Richtlinie sieht für die als prioritär gefährlich eingestuftene Stoffe Quecksilber, Hexachlorbenzol und Hexachlorbutadien eine Bewertung dieser Stoffe in Wasser und/oder in Biota vor¹³. In Artikel 3, Absatz 2 der Richtlinie 2008/105/EG werden Umweltqualitätsnormen von 20 µg/kg FG für Quecksilber, von 10 µg/kg FG für Hexachlorbenzol und von 55 µg/kg FG für Hexachlorbutadien angegeben. Seit Mitte der 1990er Jahre ist ein abnehmender Trend für die Hg-Gehalte in Miesmuscheln zu verzeichnen. Gegenwärtig wird die UQN für Quecksilber in diesen Organismen in den untersuchten Küstengewässern überwiegend eingehalten, wobei die Werte aber nur wenig unterhalb dieser Norm liegen (siehe Punkt 1). Hexachlorbenzol liegt in den Miesmuscheln zumeist unterhalb der Bestimmungsgrenze des Analyseverfahrens von 0,5 µg/kg TG. Hexachlorbutadien wurde bisher in Miesmuscheln noch nicht untersucht.

Auch für die Bewertung des chemischen Zustandes gilt das „one out – all out – Prinzip“, d.h. wird für einen prioritären Schadstoff eine UQN-Überschreitung festgestellt, ist der Wasserkörper in den schlechten Zustand einzustufen. Anders als beim ökologischen Zustand mit einer 5-stufigen Bewertung, gibt es für den chemischen Zustand nur eine 2-stufige Bewertung, d.h. der Wasserkörper wird entweder als gut oder als schlecht bewertet.

¹² Erst mit Abschluss des Jahres 2009 liegen für alle Schadstoffe der Richtlinie 2008/105/EG Untersuchungsergebnisse vor.

¹³ Bei diesen Stoffen kann der Schutz vor indirekten Wirkungen und Sekundärvergiftungen nicht allein durch Umweltqualitätsnormen für die Wasserphase sichergestellt werden.

Zusammenfassung

Damit lassen sich nach gegenwärtigem Stand der Erkenntnisse die eingangs gestellten Fragen 4a – 4d zusammenfassend wie folgt beantworten:

- a) Der ökologische Zustand des Greifswalder Boddens ist gegenwärtig mit unbefriedigend zu bewerten. Gemäß den geltenden nationalen Bewertungsvorschriften ist sein chemischer Zustand gegenwärtig mit gut zu bewerten. Der resultierende Gesamtzustand ist unbefriedigend. Diese Einschätzung ist noch mit gewissen Unsicherheiten behaftet, bezieht sie sich doch auf den relativ kurzen Bewertungszeitraum eines den Anforderungen der EG-WRRL entsprechenden Monitorings seit 2007. Für diesen Zeitraum sind bislang relativ wenige biologische und chemische Untersuchungen verfügbar. Für eine gesicherte, wissenschaftlich begründete Beurteilung sind jedoch langfristige biologische und chemische Untersuchungen unabdingbar.

Auch bei Berücksichtigung der Bewertungsmaßstäbe nach Richtlinie 2008/105/EG, die künftig gelten wird, ist der chemische Zustand des Greifswalder Boddens mit gut zu bewerten, wenn man zu Grunde legt, dass die Quecksilberbefunde in Weichtieren als geeignetster Indikator für Biota die Grenzwerte voraussichtlich einhalten werden und sich darüber hinaus nicht wesentlich von denen anderer Küstengewässer in Mecklenburg-Vorpommern unterscheiden.

- b) Die Gefahr der Verschlechterung des ökologischen Zustands des Greifswalder Boddens durch die Einleitung/Umleitung von Nährstoffen und/oder die thermische Verschmutzung besteht nicht. Der Grund liegt in den vergleichsweise geringen Zusatzbelastungen im Verhältnis zu den gegenwärtigen diffusen Nährstoffeinträgen, insb. aus dem Peenestrom, die zu dem o. g. unbefriedigenden ökologischen Zustands führen.

Eine Verschlechterung des gegenwärtig als gut bewerteten chemischen Zustands, insb. durch die beantragten Hg-Einträge, in der Wassersäule selbst ist wegen des Verdünnungseffektes auch unwahrscheinlich. Allerdings ist zu erwarten, dass - sofern Quecksilber tatsächlich mit den beantragten Volumenströmen und in Höhe der Mindestanforderungen der Anhänge der AbwV eingeleitet würde - die entsprechende neue Umweltqualitätsnorm nach der Richtlinie 2008/105/EG für Biota mittelfristig überschritten wird und damit der chemische Zustand als schlecht zu bewerten wäre.

- c) Hinsichtlich des zu erreichenden Umweltziels wird auf die Einschätzung im LUNG-Schreiben vom 7.4.2008 verwiesen. Von den Küstengewässern in M-V besitzt der Greifswalder Bodden noch am ehesten das Potenzial, in einen guten Zustand gebracht zu werden. Maßnahmen werden insbesondere im Einzugsgebiet durchzuführen sein, um die landseitigen, zum großen Teil diffus eingetragenen Schadstoffquellen zu minimie-

ren. Die Wahrscheinlichkeit, dass der Wasserkörper bereits bis 2015 den guten ökologischen Zustand erreicht, ist allerdings nicht realistisch. Deshalb wurde im Bewirtschaftungsplanentwurf, wie übrigens für alle Küstenwasserkörper der deutschen Nord- und Ostsee in nicht gutem Zustand eine Fristverlängerung in Anspruch genommen. Damit sind die Umweltziele gem. EG-WRRL für diesen Wasserkörper kurzfristig nicht zu erreichen. Die nach wie vor zu hohe Belastung mit Nährstoffen hat nachweislich die stärksten Auswirkungen auf das Ökosystem Greifswalder Bodden. Nur eine deutliche Reduzierung kann mittelfristig zum Erreichen des Umweltziels „guter ökologischer und chemischer Zustand“ führen. Weitere zusätzliche Belastungen können die Erreichung dieses Ziels erschweren.

- d) Die Frage, ob der Einfluss der Vorhaben so signifikant ist, dass er dazu führen wird, dass das langfristige Umweltziel nicht erreicht werden kann, ist aus heutiger Sicht differenziert zu beantworten.

Hinsichtlich des ökologischen Zustands (Einfluss von Nährstoffe und Temperaturerhöhung durch das Vorhaben) erreichen die Zusatzbelastungen voraussichtlich nicht ein Maß, das die Zielerreichung erheblich erschweren kann. Vielmehr hängt die Zielerreichung entscheidend davon ab, ob Maßnahmen in den Einzugsgebieten dazu führen werden, dass die Belastungen insgesamt zurückgehen. Insbesondere über die Einträge aus der Oder, dem Stettiner Haff und dem Peenestrom besteht ein erhebliches Reduktionspotential.

Hinsichtlich des chemischen Zustands des Wasserkörpers wird wegen der Verdünnungseffekte auch nicht davon ausgegangen, dass die Zielerreichung erheblich erschwert wird. Keine naturwissenschaftlich belastbare Prognose lässt sich jedoch darüber machen, welches Maß an Emissionsreduzierung (gegenüber den beantragten Mindestanforderungen) durch geeignete technische Maßnahmen eine langfristige Einhaltung der neuen Umweltqualitätsnorm für Quecksilber in Biota sicherstellt. Die Wirkketten von der Emissionsquelle über die Wassersäule und/oder das Sediment bis in die Nahrungskette sind weitgehend unerforscht. Wegen der Komplexität der Vorgänge und die gegenwärtig sehr geringen Datenlage ist auch nicht zu erwarten, dass sich hier der Stand der Wissenschaft kurzfristig entscheidend verbessert. Dem Vorhabensträger muss daher aufgegeben werden, die Minimierungspotentiale für Quecksilber weitestgehend auszuschöpfen und mit einem geeigneten Monitoring zur weiteren Aufklärung beizutragen.