

Einfluss der Kühlwassereinleitung auf die Sauerstoffsättigung, das Keimspektrum sowie auf die Entwicklung des Phytoplanktons im Greifswalder Bodden.

Auftraggeber: Land Mecklenburg-Vorpommern
Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und
Verbraucherschutz
Staatliches Amt für Umwelt und Natur Stralsund
Badenstr. 18, 18439 Stralsund

Auftragnehmer: Hygiene-Institut des Ruhrgebiets
Institut für Umwelthygiene und Umweltmedizin
Rotthausstraße 19
45879 Gelsenkirchen

Auftrag vom: 16. Juli 2008

Bearbeiter: Privatdozent Dr. rer. nat. Georg J. Tuschewitzki

Telefon: 0209 - 92 42 200
Telefax: 0209 - 92 42 222
e-mail: g.tuschewitzki@hyg.de

Seitenzahl: 9

Gelsenkirchen, den 15. September 2008

1. Aufgabenstellung

Im Rahmen der vorliegenden gutachterlichen Stellungnahme sollen auftragsgemäß die folgenden Fragen erörtert werden:

1. Welchen Einfluss hat das erwärmte Kühlwasser auf die Sauerstoffsättigung des Wassers des Greifswalder Boddens ?
2. Welche Auswirkungen auf das Keimspektrum sowie eine mögliche Vermehrung ?
3. Welchen Einfluss auf die Entwicklung des Phytoplanktons ?
4. Massenentwicklung durch Verringerung der Sauerstoffkonzentration ?

Zwischenzeitlich ist in dem IOW-Gutachten „Physikalische und ökologische Auswirkung einer Kühlwasserausbreitung im Greifswalder Bodden“ (2008) zu dem o.a. Themenkomplex umfangreich Stellung genommen worden.

2. Grundlagen für die Erarbeitung der gutachterlichen Stellungnahme

Grundlage der Ausarbeitung sind

- Auftrag: Land Mecklenburg-Vorpommern, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz, STAUN Stralsund vom 15.7.2008
- Antragsunterlagen DONG Energy Kraftwerke Greifswald GmbH & Co. KG
- IOW, Institut für Ostseeforschung, Warnemünde (Hg.) (03.06.2008): Physikalische und ökologische Auswirkungen einer Kühlwasserausbreitung im Greifswalder Bodden -Endbericht-. Rostock, Warnemünde.
nachfolgend: IOW-Gutachten genannt, im Auftrag des STAUN Stralsund, vom 3.6.2008
- Brüggemann, L.: Sondergutachten zu möglichen Auswirkungen des geplanten Betriebes eines 3.700-MWth-Kraftwerkes am Standort Lubmin auf die Wasserqualität im Greifswalder Bodden. TÜV Nord Umweltschutz GmbH & Co. KG im Auftrag der DONG Energy Kraftwerke Greifswald GmbH & Co. KG, vom 19.11.2007
- Gespräch mit Herrn Dr. Puchert, Landesamt für Gesundheit und Soziales, in Schwerin am 1.7.2008
- Gespräch mit Herrn Jürgen Reichardt, STAUN Stralsund

- Herrn Jürgen Quade, STAUN Ueckermünde,
 - Herrn Joachim Holtz, STAUN Rostock,
in Stralsund am 28.08.2008
- Ortsbesichtigung am 28. und 29.08.2008 in Lubmin, Industriehafen, Auslaufkanal, Yachthafen, Mole, Zulaufkanal

3. Abiotische Faktoren: Sauerstoffsättigung

Eine ausreichende Versorgung mit Sauerstoff ist für das Leben im Wasser von überragender Bedeutung, da Sauerstoff für die Atmung benötigt wird. Sauerstoffmangelsituationen sind darüber hinaus mit grundlegenden chemischen Veränderungen verbunden, da Mikroorganismen u.a. Schwefelwasserstoff bilden, der für viele Lebewesen toxisch ist. Bewegliche Tiere wie beispielsweise Fische können bei derartigen Veränderungen, soweit die Möglichkeiten gegeben sind, ausweichen und flüchten, unbewegliche, bzw. sessile und nur langsam bewegliche Tiere und Pflanzen können nicht ausweichen. Einige Arten können Sauerstoffmangelsituationen überdauern, empfindliche Arten sterben ab. Derartige Meeresbereiche werden auch als „Todeszonen“ bezeichnet.

Sauerstoffmangelsituationen sind im Brackwassermeer Ostsee nicht ungewöhnlich. In weiten Teilen der zentralen Ostsee, aber auch in den Küstengewässern der Ostsee haben sich teils durch ungünstige natürliche Bedingungen, teils verstärkt durch die Eutrophierung sauerstoffarme bis -freie Bereiche ausgebildet. Betroffen sind vor allem und zunächst tiefere Gewässerbereiche, die bei Ausbildung einer thermohalinen Schichtung von einer Sauerstoffzufuhr aus den oberflächennahen Wasserschichten abgeschnitten sind. Derartige Schichtungen ergeben sich vorzugsweise, wenn warmes und somit leichteres Wasser an der Oberfläche über kaltem und somit schwererem Wasser steht und Wind oder Strömung zur Durchmischung fehlen oder zu schwach sind. Unterschiedliche Salzgehalte verstärken die Ausbildung stabiler Schichten. Das Andauern derartiger Schichtungen und damit das Ausmaß und der Umfang negativer Folgen ist sehr unterschiedlich.

Bei der Verdriftung von schwefelwasserstoffhaltigem, sauerstofffreiem Wasser können auch angrenzende Flachwasserbereiche von den negativen Folgen betroffen sein. Dies kann u.a. lokal zu Fischsterben führen.

Vor dem Hintergrund einer bisher stets guten und ausreichenden Sauerstoffversorgung des Wassers im Greifswalder Bodden wurden Befürchtungen geäußert, dass mit der geplanten Einleitung des Kühlwassers sich auch in diesem Bereich des Küstengewässers eine thermohaline Schichtung mit allen negativen Folgen ausbilden kann, wobei zwei Faktoren begünstigend wirken könnten:

- erwärmtes Kühlwasser ist stets leichter als das entnommene Wasser und als das, in welches es eineingeleitet wird.
- Im vorliegenden Fall weist das zu Kühlzwecken aus der Spandowerhagener Wiek entnommene Wasser bereits aufgrund seiner geringeren Salinität eine geringere Dichte auf, als das Wasser des Greifswalder Boddens auf.

4. Einfluß des erwärmten Kühlwassers auf die Sauerstoffsättigung

Die Menge des im Wasser gelösten Sauerstoffes ist von verschiedenen Faktoren abhängig, die ihrerseits ganz wesentlich von den räumlichen Gegebenheiten wie auch den meteorologischen Bedingungen abhängig sind:

- Temperatur
- Austausch mit der Atmosphäre über dem Wasserkörper
- Produktion durch Photosynthese
- Verbrauch durch Mineralisierung organischer Substanz und Atmung
- Transport (vertikal und horizontal durch Durchmischung und Strömung).

Bei intensivem Algenwachstum kommt es leicht zu einer Sauerstoffübersättigung, so auch im Greifswalder Bodden. Übersteigt der Verbrauch die Nachlieferung so resultiert daraus ein Sauerstoffmangel (Hypoxie) bis hin zum völligen Fehlen von Sauerstoff (Anoxie). Im Bereich von 2 – 4 mg/l Sauerstoff wird die Versorgung vieler Lebewesen kritisch.

Im Greifswalder Bodden ist der Sauerstoffgehalt des Wassers aufgrund der naturräumlichen Gegebenheiten bisher immer in einem günstigen Bereich gewesen: Hierbei spielen die geringe Tiefe (max. 13 m), die gute Durchmischung und der häufige Austausch mit Oberflächenwasser aus der Pommerschen Bucht eine wesentlichen Rolle. Während es in stehenden eutrophen Gewässern ab einer gewissen Tiefe vorzugsweise im Sommer, teils auch im Winter infolge mangelnder Sauerstoffzufuhr zu anaeroben Verhältnissen kommt, ist dies beim Greifswalder Bodden, trotz des Nährstoffreichtums, nicht der Fall, da sich offensichtlich keine oder zumindest keine länger andauernde stabile Schichtung ausbildet, und im Winter die Zehrung deutlich geringer ist, als im Sommer.

Die Sauerstoffverhältnisse im Wasser des Greifswalder Boddens sind gut untersucht und an verschiedenen Stellen wird darüber berichtet: u.a. schreiben Hübel et al. (1995), dass zwischen den Sauerstoffgehalten am Grunde und an der Oberfläche nur geringe Unterschiede bestanden und in der langen Zeitreihe von 1966 bis 1990 bei den

O₂-Messungen am Grunde niemals Monatsmittel mit einem Gehalt unter 6 mg/l auftrafen. Hieraus wird der Schluss gezogen: dass der Greifswalder Bodden bezüglich der Sauerstoff-Verhältnisse gute Bedingungen aufweist. Größere Unterschiede sind zwischen verschiedenen Messstationen im Bodden (Anzahl 7) nicht festgestellt worden. Hinsichtlich der Vertikalstruktur wird auf eine Sondermessung am 17.8.1994 hingewiesen, die etwa eine Woche nach einem mehrwöchigen Hoch im Juli/August 1994 (Wasser und Lufttemperaturen um 25°C) durchgeführt wurde. Es wird berichtet, *„dass selbst an der tiefsten Stelle ... noch in 13 m Tiefe um 90% Sauerstoffsättigung anzutreffen“* war.

In dem IOW-Gutachten (2008) wird intensiv auf die Frage der Auswirkung der Kühlwassereinleitung im Maximallastszenario durch das geplante SKW¹ und 2 GuD auf die Sauerstoffversorgung im Greifswalder Bodden eingegangen. Nach Beschreibung des Modellansatzes, der naturräumlichen und physikalischen Gegebenheiten werden zunächst die Kühlwasserausbreitung und mögliche Schichtungen dargelegt. Hieraus werden ökologische Auswirkungen abgeleitet, wobei u.a. das Thema „Sauerstoffmangel durch Schichtung“ ausführlich behandelt wird.

Hinsichtlich der Auswirkungen wird zwischen dem zentralen Greifswalder Bodden und dem Umfeld um die Molenköpfe unterschieden. Für Teile des südwestlichen Greifswalder Boddens errechnet das Modell, dass ohne Kraftwerksbetrieb, zu etwa 20 % der Zeit im Sommer Schichtungsereignisse bis zu 7 Tage (auf ca. 5 km²) auftreten können. Durch den Kraftwerksbetrieb vergrößern sich *„die geschichteten und damit auch die potentiell hypoxischen Flächen in einem Bereich mit einer Entfernung über 10 km westlich der Auslaufrinne. ...“* *„Auch die Dauer der ununterbrochen Schichtung nimmt durch den Kraftwerksbetrieb in einem größeren Bereich um einen bis zwei Tage zu“*. D.h. diese Gebiete sind jetzt mit dem Risiko behaftet, das sich hypoxische Verhältnisse entwickeln. Dieses Risiko nimmt durch die Kühlwassereinleitung bei Volllastbetrieb zu.

Allerdings wird erläutert, dass bei realem Kraftwerksbetrieb die sommerlichen Sauerstoffverhältnisse in diesem Gebiet, was die Häufigkeit, die Dauer und die räumliche Ausdehnung anbetrifft, nicht in einer Größenordnung sind, die langfristig auf eine deutliche Veränderung des Artenspektrums im westlichen Greifswalder Bodden hinweisen würde.

„Ein vollständiges, dauerhaftes Verschwinden der bodennah lebenden Tiere (Fische, Makrofauna) in dem potentiell von Sauerstoffmangel betroffenen Gebiete im zentralen Greifswalder Bodden ist vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse nicht zu erwarten.“

¹ SKW und 2 GuD Steinkohlen-Kraftwerk und 2 Gas- und Dampf-Kraftwerke

Anders ist die Situation im Bereich um die Molenköpfe zu bewerten:

Im „Bereich um die Molenköpfe können im Sommer häufig auftretende, länger andauernde Schichtungssituationen erhebliche Auswirkungen auf die bodennah lebenden Tier (Fische, Makrofauna) haben, Absterbevorgänge können dort zu einem starken Rückgang der Abundanzen und Artenzahlen im Spätsommer führen. Es kann sich langfristig eine verarmte Artengemeinschaft aus Pionierarten ausbilden, die jeweils nach einem Sauerstoffmangelereignis einwandert.“

Die Gebiete östlich der Molen sind aufgrund des flachen Wassers nicht von Schichtung betroffen.

Im Erläuterungsbericht zum Landschaftspflegerischen Begleitplan, Stand Juli 2008 (Ordner 14 von 21 (Seiten 32-33) wird auf die vorhabensbedingten Änderungen und hier besonders auf die Situation im Bereich der Molenköpfe des Auslaufkanals in den Greifswalder Bodden eingegangen:

„Buckmann (2008b) sieht die Problematik strömungsberuhigter Zonen auf den Bereich der Molenköpfe beschränkt, für die er den Verdacht auf länger anhaltende Dichteschichtungen als gegeben sieht. Sollte sich dieser Verdacht im Kraftwerksbetrieb erhärten, besteht mittels einfacher wasserbaulicher Maßnahmen die Möglichkeit, die Auflösung dieser Dichteschichtung zu befördern.“

Mit einer derartigen Maßnahme können sicherlich negative Effekte, die auf eine Schichtung und damit verbundenem Sauerstoffmangel zurückzuführen sind, positiv verändert werden. Effekte aus der Temperaturerhöhung werden damit nicht in gleichem Maße beeinflusst.

5. Auswirkungen auf das Keimspektrum sowie eine mögliche Vermehrung

Die vorstehend beschriebenen Auswirkungen der geplanten Kühlwassereinleitungen hinsichtlich der Entstehung geschichteter Verhältnisse sind mit dem Risiko verbunden, dass sich sauerstoffarme oder -freie bodennahe Schichten ausbilden.

Im Fall von anaeroben Bedingungen wird sich eine Auswirkung auf das Keimspektrum einstellen. Viele Mikroorganismenarten sind fakultativ anaerob, d.h. sie können sowohl mit als auch ohne Sauerstoff leben, wobei natürlich der Stoffwechsel jeweils umgestellt wird.

Darüber hinaus ist auch bei ausreichender Sauerstoffversorgung innerhalb der Wassersäule im Sediment bereits kurz unter der Oberfläche mit anoxischen Verhältnissen zu rechnen. D.h. Vertreter anaerober Bakteriengattungen leben bereits im Sediment und gelangen von dort in die benachbarten Bereiche. Sobald dort zusagende Bedingungen herrschen, erfolgt auch eine Vermehrung. Unter anaeroben Bedingungen können sich beispielsweise nitrat- und sulfatreduzierende wie auch methanogene Bakterien gut entwickeln.

Im Strandbereich sind anaerobe Verhältnisse im Wasser für unwahrscheinlich erachtet, da sich im Flachwasserbereich keine stabile Schichtung herausbildet.

6. Einfluß auf die Entwicklung des Phytoplanktons

Nach der IOW-Studie sind

- im unmittelbaren Nahbereich der Kraftwerksemissionen „*erhebliche Veränderungen von Nährstoffkonzentrationen und Phytoplankton im Wasserkörper zu erwarten. Verstärkte Algenblüten sind im Nahbereich nicht zu erwarten*“.
- Im zentralen Greifswalder Bodden keine wesentlichen Veränderungen von Nährstoffkonzentrationen und Phytoplankton durch die Kraftwerksaktivität (Emissionen, Kühlwasser, Umleitung) zu erwarten.

7. Massenentwicklung durch Verringerung der Sauerstoffkonzentration

Nach der Auswertung der IOW-Studie sind für die Flach- und Tiefenwasserfernbereiche „*Veränderungen der bodenlebenden Flora und Fauna durch eine Veränderung der mittleren Temperaturen und Salzgehalte sowie durch Sauerstoffmangel nicht abzuleiten*“.

Dagegen sind für die Nahbereiche, Tiefenwasser und Flachwasser (u.a. östlicher Teil des Strandes von Lubmin) „*Veränderungen der bodenlebenden Flora und Fauna ... zu erwarten*“.

Hierbei wird jedoch eher von einer Verarmung der Artengemeinschaft ausgegangen.

Eine Massenentwicklung durch Verringerung der Sauerstoffkonzentration sind nicht zu erwarten. Massenentwicklungen sind weniger aufgrund des Vorliegens von Hypoxie oder Anoxie zu erwarten, sondern eher aufgrund der Verfügbarkeit von Nährstoffen.

8. Zusammenfassung

Auf der Grundlage des IOW-Gutachtens, des Sondergutachtens zu möglichen Auswirkungen auf die Wasserqualität (Brüggemann 2007) sowie der UVU kann folgendes festgestellt werden:

Sowohl in der UVU, als auch im IOW-Gutachten wird auf die Frage des Einflusses des erwärmten Kühlwassers auf die Sauerstoffsättigung, bzw. hinsichtlich der Entstehung von Hypoxie bis hin zur Anoxie eingegangen. In wesentlichen Punkten kommen beide Arbeiten zu übereinstimmenden Ergebnissen.

Im wesentlichen sind im Nahbereich der Molenköpfe demnach schichtungsbedingte Sauerstoffmangelsituationen zu erwarten. Hier wird eine Verarmung der Flora und Fauna prognostiziert.

Für den Fernbereich werden die zusätzlichen Einflüsse durch die Kühlwassereinleitung im Endeffekt als zu schwach angesehen (Ausmaß, Häufigkeit und Dauer), um durch Sauerstoffmangel (unzureichende Sauerstoffsättigung) dauerhafte und wesentliche Veränderungen zu bewirken.

Bei der Bewertung ist zu berücksichtigen, dass in der IOW-Studie wie auch in der UVU von einem Volllast-Szenario (SKW und 2 GuD) ausgegangen wird. Dies ist eine Kombination von Betriebszuständen die in der Realität wahrscheinlich nicht oder selten vorkommt, zumal im Zusammenhang mit dem kritischen Wetterszenario (windarme längere Schönwetterperiode im Sommer)

Darüber hinaus ist festzustellen, dass bei einer derartigen kritischen Wetterkonstellation bereits in früheren Jahren 8/1994 (ohne Kühlwassereinfluss) Wassertemperaturen von bis zu 24,5 °C im zentralen Greifswalder Bodden erreicht wurden. Da die maximal zulässige Temperatur des in das Hafenbecken eingeleiteten erwärmten Kühlwassers auf 30°C beschränkt ist sind die Möglichkeiten der zusätzlichen Erwärmung des Wassers aus der Spandowerhagener Wiek mit Anstieg der natürlichen Wassertemperaturen zunehmend begrenzt. Die zulässige Aufheizspanne kann aufgrund des Erreichens der maximal zulässigen Temperatur nicht ausgenutzt werden, d.h., je höher die Temperatur aufgrund der natürlichen Umgebungsbedingungen, umso geringer ist der Anteil der Erwärmung durch das eingeleitete Kühlwasser.

Gelsenkirchen, den 15.09.2008

Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Georg-Joachim Tuschewitzki

Unterlagen und Literatur

Gosselck, Fritz (April 2007): Mögliche Auswirkungen von Temperaturerhöhungen auf benthische Lebensgemeinschaften im süblichen Greifswalder Bodden (Raum Lubmin, Struck. IfAÖ. (UVU zur Errichtung und Betrieb des Steinkohlekraftwerks Greifswald". Anhang II Anlage 7).

Brüggemann, L.: Sondergutachten zu möglichen Auswirkungen des geplanten Betriebes eines 3.700-MWth-Kraftwerkes am Standort Lubmin auf die Wasserqualität im Greifswalder Bodden. TÜV Nord Umweltschutz GmbH & Co. KG im Auftrag der DONG Energy Kraftwerke Greifswald GmbH & Co. KG, vom 19.11.2007

Errichtung und Betrieb des Steinkohlekraftwerks Greifswald. Landschaftspflegerischer Begleitplan (LBP) Erläuterungsbericht. (UVU zur Errichtung und Betrieb des Steinkohlekraftwerks Greifswald". Anhang II) (30.06.2008):

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (Hg.): Meereschemische Verhältnisse. Berichtszeitraum vom 1.7.2002 bis zum 31.12.2002. Messkampagne zur Aufnahme der Sauerstoffsituation in der westlichen Ostsee - Ergebnisse (19.9.2002). (MURSYS, Meeresumwelt-Reportsystem, Informationen aus Nord- und Ostsee).

Hansen, H. P.: Sauerstoffmangel: Gefahr für das marine Ökosystem. Beispiel Kieler Bucht. Kapitel 15, S. 143-ff.

Hans-Joachim Hübel; Ulrich Vietinghoff; Marie-Luise Hubert; Solveig Rambow-Bartels; Birger Korth; Helmuth Westphal; Brigitte Lenk: Ergebnisse des ökologischen Monitorings Greifswalder Bodden September 1993 bis März 1995. Rostocker Meeresbiolog. Beiträge. 1995, 3, S. 5 - 67)

IOW, Institut für Ostseeforschung, Warnemünde (Hg.) (03.06.2008): Pysikalische und ökologische Auswirkungen einer Kühlwasserausbreitung im Greifswalder Bodden - Endbericht-. Rostock, Warnemünde, im Auftrag des STAUN Stralsund, vom 3.6.2008