

Nährstoffbelastung des Großen Stechlinsees von 1945 bis 2009 – historische Daten, Bilanzierung und Neubewertung

Silke Oldorff, Jens Pätzolt

Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) Brandenburg, Referate Großschutzgebiete/Regionalentwicklung (GR1) und Ökologie, Naturschutz, Wasser (Ö4), Seeburger Chaussee 2, 14476 Potsdam, Silke.Oldorff@LUGV.Brandenburg.de

Zusammenfassung: Der Beitrag umfasst eine Beschreibung und Analyse historischer anthropogener Belastungsquellen des Großen Stechlinsees (Nord-Brandenburg), dessen Einzugsgebiet überwiegend bewaldet ist. Daten zu ausgewählten stofflichen Belastungen seit Mitte der 1940er bis zum Anfang des 21. Jahrhunderts werden vorgestellt und in Ihrer Wirkung auf den Nährstoffhaushalt des Sees bewertet. Der tatsächliche Umfang einiger dieser Belastungen wird nach dieser Analyse als deutlich schwerwiegender als bislang angenommen eingeschätzt. Mit einem einfachen Modell wird die Wirkung des externen Phosphoreintrags auf die seeinterne Phosphorkonzentration ermittelt. Danach sind die externen Belastungen ein durchaus wesentlicher Bestandteil der aktuellen ökologischen Defizite. Vor dem Hintergrund der Entwicklung von Mitigationsstrategien gegenüber dem Klimawandel sind daher bei negativen Wasserbilanzen anthropogene Faktoren kritischer zu bewerten.

Nutrient loading of Lake Stechlin from 1945 to 2009 – historical data, balances and re-evaluation

Abstract: This contribution includes a description and analysis of historical and recent anthropogenic inputs and their impacts on Lake Stechlin (NE-Germany, Brandenburg), which has mostly forest-covered watersheds. Historical and recent nutrient loads, changes in land use and drainage operations to watersheds since the late 1940s and early 1950s of the 20th century were analysed and assessed. The results show that Lake Stechlin is actually subject to considerably more changes in its ecological and hydrological parameters than previously assumed and that the significance of some factors is much higher than formerly thought. A simple model demonstrated that external phosphorous sources impact the lake phosphorous concentrations to a great extent, causing ecological deficits. That's why the role of anthropogenic factors due to negative water balances and development of mitigation strategies to climate change should be assessed more critically. Current water protection decisions are often based on only a general knowledge of effects and assessments of recent developments.

1. Einführung

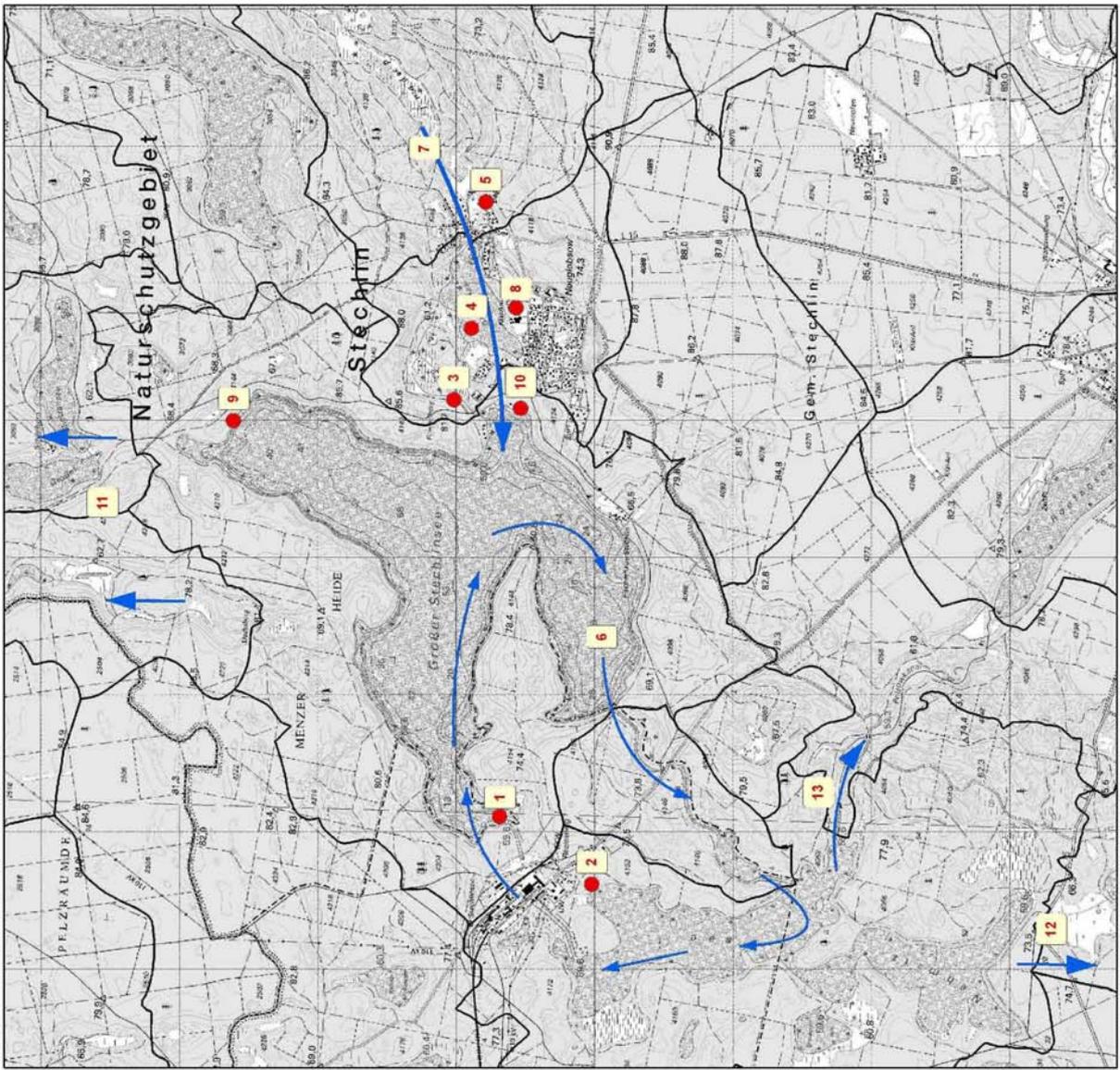
Der Große Stechlinsee ist einer der letzten kalkoligotrophen Klarwasserseen Nordostdeutschlands (Abb. 1). Trotz seines weitgehend bewaldeten Einzugsgebietes, das in Teilen unter Naturschutz steht, hat sich der trophische Zustand des Sees und seine biologische Ausstattung deutlich verändert (Oldorff und Vohland, 2009; van de Weyer et al., 2009; Kasprzak et al., 2010). Eine Reihe möglicher Ursachen und Kausalzusammenhänge wurde in den vergangenen Jahren dokumentiert und diskutiert (Mothes, 1981; Klapper und Koschel, 1985; Koschel und Casper, 1986; Casper und Koschel, 1995; Kasprzak et al., 2010). In diesem Beitrag sollen anthropogene (historische und rezente) Belastungsquellen und ihre Wechselwirkungen dargestellt, neu bewertet und diskutiert werden.

2. Methoden

2.1 Datenrecherchen

Um die Belastungen des Großen Stechlinsees der zurückliegenden Jahrzehnte, insbesondere vor 1990, rekon-

struieren und bilanzieren zu können, wurde eine Reihe von Unterlagen ausgewertet. Dazu gehören instruktive Quellen in Form von Akten des damaligen Kreisnaturschutzbeauftragten Hans-Gerhard Böttcher. Daneben wurden Protokolle von Sitzungen des Rates der Gemeinde, des Kreises Gransee und des Bezirkes Potsdam zum Stechlinsee sowie Zeitungsberichte und Schriftwechsel und Eingaben an den Ministerrat der DDR sowie Informationen des Hygieneinstituts in Potsdam ausgewertet. Weitere ausgewertete Archivalien betreffen Unterlagen des Freien Deutschen Gewerkschaftsbundes (FDGB), des Staatlichen Forstwirtschaftsbetriebes (StFB) Gransee und des Kernkraftwerkes (KKW) Rheinsberg. Daneben wurden auch Entscheidungsträger, Zeitzeugen und Experten befragt. Im Fokus der Betrachtung stand eine Erhebung aller historischen und rezenten Nutzungen, aus denen Belastungen für den Großen Stechlinsee resultiert haben könnten, zunächst unabhängig von ihrer Bedeutung. Nur verifizierbare Daten wurden in die Darstellung einbezogen.



Legende

- 1. ehem. Netzkäfighaltung Regenbogenforellen / Karpfen
- 2. ehem. Kläranlage KKW/Rheinsberg - Emscherbrunnen
- 3. ehem. Fäkalienablassstelle und Müllkippe Neuglobsow
- 4. ehem. Enten- und Karpfenmast Dagowsee
- 5. Wasserverk Dagow
- 6. ehemal. Kühlkreislauf KKW Rheinsberg
- 7. Abfluss Tradentinne über Dagowsee in den Großen Stechlinsee
- 8. ehem. Emscherbrunnen u. Klärteiche am Urlaubrestaurant Stechlin
- 9. ehem. Zeilplatz Nordbucht Großer Stechlinsee
- 10. Badestrand Neuglobsow
- 11. Unterirdische Entwässerung Stechlinseegebiet Richtung Havel
- 12. Unterirdische Entwässerung Stechlinseegebiet Richtung Rhin
- 13. Oberirdische Entwässerung über den Potzowkanal

Einzugsgebietsgrenzen (oberirdisch)

Quelle: Informationen der Naturparkverwaltung

Maßstab 1 : 30.000



Grundlagenkarte

Historische und aktuelle anthropogene Beeinträchtigungen bei negativen Wasserbilanzen des Großen Stechlinsees

Kartografie

LUFTBILD
Brandenburg
Planer + Ingenieure

planland
Planungsgruppe
Landschaftsentwicklung

Eichenallee 1
15711 Königs Wusterhausen
Tel: 03375-252244
E-Mail: info@luftbild-brandenburg.de

Institut für angewandte
Gewässerökologie GmbH

Abb. 1: Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes aus der Natura 2000-Managementplanung mit Darstellung ausgewählter hydrologischer, hydrogeologischer und anthropogener Funktionsbeziehungen.

2.2 Bilanzierung

Die wesentlichsten Belastungen wurden in eine Phosphorfracht umgerechnet. Dazu gehören die Abwasserfracht der Gemeinde Neuglobsow und des Kernkraftwerkes Rheinsberg. Für die Transformation des Abwassers in eine Phosphorfracht wurden je Einwohner, Kurgast und Feriengast (ohne Tagesgast) 2 g Phosphoremission pro Tag angenommen. Da das Abwasser der Ortslage Neuglobsow nie direkt in den Stechlinsee eingeleitet, sondern wahrscheinlich meist ufernah versickert wurde, ist ein verzögerter Eintrag des Hauptteils des Abwassers in den See angenommen worden (gestützt wird diese Annahme durch sehr hohe Nährstoff-Konzentrationen im Grundwasser der Ortslage Neuglobsow; Daten des LUGV Brandenburg). Berücksichtigt wurden dabei die für das Einzugsgebiet des Sees ermittelten Aufenthaltszeiten von 10 bis 30 Jahren (Holzbecher et al., 1999).

Zur Bilanzierung der Auswirkung der Phosphorbelastung auf den See wurde das nach Schauser et al. (2003) erweiterte Einboxmodell von Imboden (1974) verwendet. Dieses Modell wurde um den Term eines variablen, zuflussunabhängigen TP-Eintrags ergänzt. Damit wurde zunächst ein Referenzmodell ohne anthropogene Belastungen berechnet. Berücksichtigt wurden dabei die P-Einträge aus der Deposition, dem Eintrag aus dem Grundwasser, dem Laubfall und einem moderaten Badebetrieb (Casper und Koschel, 1995). Zudem wurden die Parameter seeinterne Konzentration von $6 \mu\text{g/l}$, eine mittlere Tiefe von 23,5 m, eine Aufenthaltszeit von 65 Jahren und ein Abflusswert von 0,6 verwendet. Zusätzlich zu der für den Referenzzustand angenommenen P-Fracht wurden für das Belastungsmodell mit den hier recherchierten und zu Gesamtphosphor transformierten anthropogenen Belastungen von 1945 bis 2009 gerechnet und damit die Reaktion der seeinternen Gesamtphosphorkonzentration auf die anthropogene Last bilanziert.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Anthropogene Belastungen

Im Jahr 1970 fand nach den ausgewerteten Archivalien eine Reihe von Beratungen (Balzus, 1970) zum dramatisch verschlechterten Zustand des Stechlinsees statt, ausgelöst durch gesundheitsbedenkliche Konzentrationen von Fäkalbakterien in der Badebucht von Neuglobsow. 1970 wurde erstmalig an der Spitze der Halbinsel zwischen Süd- und Westbucht nur 1 m Sichttiefe gemessen (J. Knaack, mdl. Mitt.). Vermutlich aufgrund politischer Reglementierung von Informationen zum Zustand der Umwelt in der DDR fand abgesehen von Teilbilanzierungen (Koschel und Casper, 1986) keine öffentliche Auseinandersetzung mit den teilweise massiven Stoffeinträgen in den Großen Stechlinsee statt. Einige Belastungen sollen daher nachfolgend beschrieben werden.

Von vor 1945 bis 1969 existierte ein nicht genehmigter Zeltplatz an der Nordbucht ohne Sanitäreanlagen (Abb. 2). 1963 wurden dort durchschnittlich über 300 Zelte und in Spitzenzeiten bis zu 400 Zelte gezählt (P. Scharf, mdl. Mitt.). Es handelte sich überwiegend um Dauercamper und die Saison begann bereits im April jedes Jahres.

Seit 1969 ist die Sonnenbucht ein beliebter Badeplatz ohne sanitäre Anlagen.

Vor und nach 1970 (bis ca. 1985) befand sich eine illegale Fäkalienablassstelle sowie Müllkippe unmittelbar am Ostufer des Großen Stechlinsees in Höhe des Zuflusses vom Dagowsee (Alkewitz und Nagel, 1991). Eine zweite Müllkippe wurde am gleichen Graben zwischen Dagowsee und Gr. Stechlinsee im Bereich der Jugendherberge Neuglobsow genutzt.

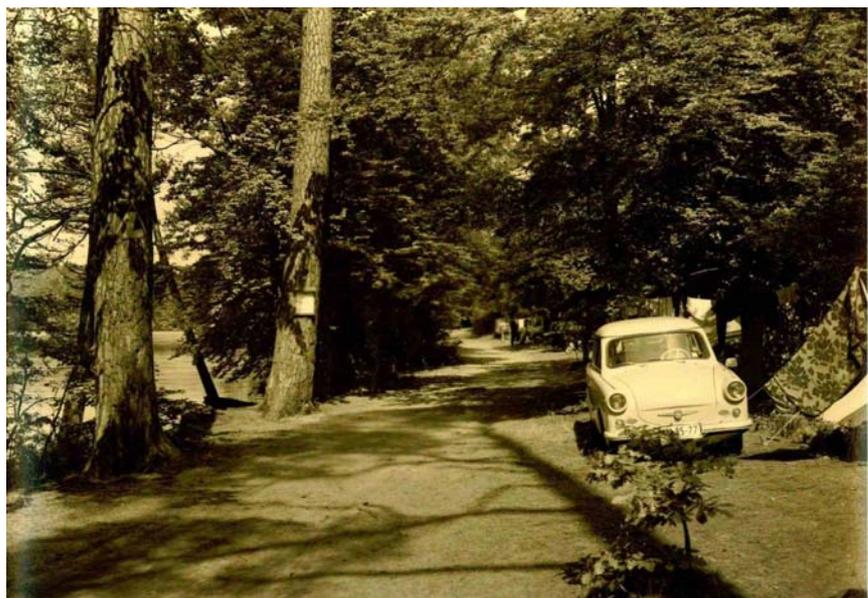


Abb. 2: „Wilder“ Zeltplatz ohne sanitäre Anlagen am Nordufer des Stechlinsee bis 1969. In Spitzenzeiten wurden bis zu 400 Zelte gezählt (Foto: Archiv Oldorff).



Abb. 3: Die Badebucht am Großen Stechlinsee 1982 (Foto: W. Scheffler).

Erst 1976 begann der Bau der zentralen Abwasserentsorgung für den Ort Neuglobsow. Trotzdem gab es zum Teil keine geregelte Abwasserentsorgung. In der Folge wurden die kommunalen und staatlichen Organe tätig (Verfahren beschrieben bei Knaack, 1982). Davor gab es im Ort mehr oder weniger dichte Hausgruben, deren Inhalt traditionell auf dem eigenen Grundstück verrieselt oder illegal in den Dagowsee eingebracht wurde, der zur damaligen Zeit in den Großen Stechlinsee entwässerte (Balzus, 1970). Auch die „ordnungsgemäße“ Verrieselung der Fäkalien geschah im Einzugsgebiet des Stechlinsees. Der Anschluss der letzten Haushalte an die zentrale Abwasserentsorgung erfolgte erst 1985, mit der

Überleitung des Abwassers zu einer außerhalb des Einzugsgebietes des Stechlinsees (zwischen Neuglobsow und Menz) gebauten zweiten Kläranlage (Emscherbrunnen mit Turmtropfkörperkläranlage).

Mitte der 1960er Jahre entwickelte sich Neuglobsow zu einem zentralen Urlauberort (Abb. 3). 1977 zählte man 21.300 Kur- und Feriengäste mit 317.000 Übernachtungen sowie 450 Einwohner. Für Neuglobsow mit dem Ortsteil Dagow wurden von 1947 bis 1984 insgesamt 10.585.406 Personentage (ohne Tagesgäste und Besucher des alten und neuen Zeltplatzes am Gr. Stechlinsee) ermittelt (Abb. 4). Das entspricht einer Freisetzung von insgesamt 21.170 kg Phosphor.

Entwicklung Gäste- und Einwohnerzahlen in Stechlin/Neuglobsow

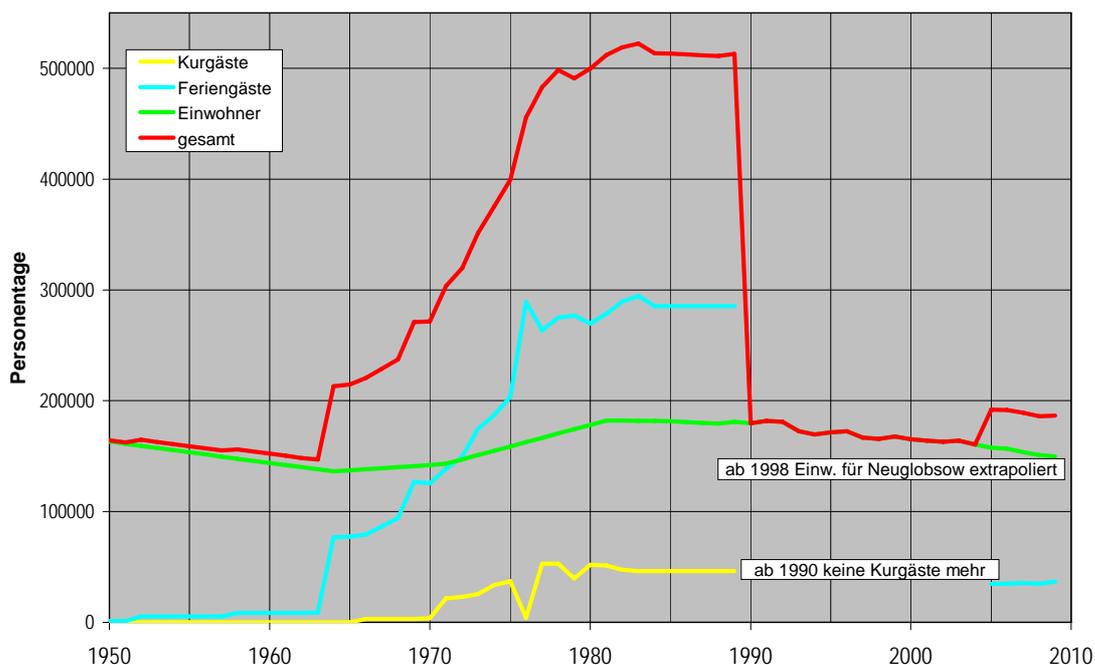


Abb. 4: Entwicklung der Einwohner- und Gästezahlen in Neuglobsow inklusive Ortsteil Dagow.

Der Dagowsee wurde häufiger als seit 1976 nicht mehr oberirdisch in den Großen Stechlinsee entwässernd beschrieben. Diese Aussage trifft nicht zu (Balzus, 1970; VEB Projektierung Wasserwirtschaft, 1976), so dass zumindest ein Teil der Stofffrachten aus dem Dagowsee in den Stechlin gelangten. Entscheidend beeinträchtigt wurde der Dagowsee durch das bereits erwähnte häusliche Abwasser der Ortslage Neuglobsow und eine intensive Enten- und Karpfenmast (belegt sind mindestens 32.000 bis 45.000 Enten pro Jahr im Zeitraum von 1965 bis Anfang der 1970er Jahre). Anfang der 1970er Jahre trat im Dagowsee ein massives Fischsterben im Frühsommer auf; allein in der Ostbucht wurden durch Privatpersonen „33 Schubkarren mit totem Fisch aus dem Wasser“ entnommen (H. Rose, mdl. Mitt.). 1981 wurde der Dagowsee mit Silberkarpfen (*Hypophthalmichthys molitrix*) besetzt (zu dieser Zeit gab es bereits Spiegelkarpfen im See). Es waren 13.000 Jungfische mit einem Gesamtgewicht von 1.820 kg (Stückgewicht 140 g). 1985 bis 1988 wurden offiziell 5.534 Fische mit einem Gesamtgewicht von 12.700 kg wieder gefangen (Sidow, 1988). Es sind noch heute einzelne Silberkarpfen im Dagowsee vorhanden. 1976 wurde die Planung einer Orthophosphatfällungsanlage zwischen den beiden Seen und die Ableitung von nährstoffreichem Tiefenwasser aus dem Dagowsee in Auftrag gegeben, um die externe P-Belastung des Stechlinsees aus dem Dagowsee zu unterbinden. Es kam nicht zum Bau dieser Anlage. 1985 erfolgte eine Teilsanierung durch Tiefenwasserableitung. Für sechs bis acht Wochen wurde Tiefenwasser vom Dagowsee über eine Druckleitung in die neue Kläranlage zwischen Neuglobsow und Menz gepumpt. Die Arbeiten wurden dann eingestellt, da die Anlage für das häusliche Abwasser benötigt wurde (A. Gnutzmann, mdl. Mitt.).

1985 bis 1987 wurde eine Entwässerung des Tradenmoores über den Dagowsee in den Stechlinsee durch die Oberförsterei Menz im Rahmen einer Meliorationsmaßnahme durchgeführt.

Die mechanisch geklärten werkseigenen Abwässer des KKW Rheinsberg mit damals bis zu 450 Beschäftigten wurden 1966 bis 1973 direkt in den Nehmitzsee geleitet. Die Nährstofffrachten wurden vom Nehmitzsee über den Kühlkreislauf in den Großen Stechlinsee transportiert (Koschel, 1995). Von 1973 bis 1978 erfolgte die Entsorgung des Abwassers über einen Emscherbrunnen (Abb. 5, 6). Zusätzlich wurde eine provisorische Phosphatfällung mit Eisenspänen direkt in einer zur Verrieselung genutzten Wiese eingerichtet, um die Direkteinleitung abzuschwächen (R. Koschel, mdl. Mitt.). Ab 1978 wurde das Abwasser mittels einer Druckleitung zu einer neuen Tropfkörperanlage auf einen Wildacker zwischen Neuglobsow und Menz außerhalb des Einzugsgebietes des Großen Stechlinsees verbracht. Ab 1983 wurde das gesamte Abwasser des KKW in eine Kläranlage nahe Menz gepumpt.

Die Auswirkungen durch die Inbetriebnahme des KKW Rheinsberg 1964-1990 wurden mehrfach beschrieben (u.a. Koschel et al., 1985; Koschel und Casper, 1986). Gleichzeitig wurde durch den Kühlkreislauf das Einzugsgebiet des Großen Stechlinsees um das des Nehmitzsees künstlich erweitert.



Abb. 5: Abwasserbehandlungsanlage (Emscherbrunnen) des KKW Rheinsberg am Nehmitzsee (in Betrieb von 1973-1978).



Abb. 6: Kläranlagenauslauf am Nehmitzsee (Fotos: W. Scheffler).

Die maximale Pumpleistung lag bei 480.000 m³ pro Tag, wobei die mittlere Kühlwasserrate von 1973 bis 1982 290.000 m³ pro Tag betrug. Das enthaltende Plankton starb beim Kühlprozess ab. Durch das Absterben des Planktons entstanden nährstoffreiche Eiweiße, die zum Teil an der Oberfläche schwammen und abgeschöpft oder zu weit größeren Teilen direkt in den Stechlinsee geleitet wurden. Im Zeitraum 1964 bis 1988 waren die installierten Abscheider am Auslaufkanal immer wieder zeitweise funktionsuntüchtig. Jährlich wurden im Sommer für einen Monat Wartungen im KKW durchgeführt. Es kam während der Laufzeit von 1964 bis 1990 zu größeren Wartungsphasen. 1975/76 und 1986/87 wurde das KKW für 9 bzw. 16 Monate abgestellt, 1971 und 1973 für 4 Monate, 1981 und 1984 für 8 Monate und 1982 für 6 Monate. Der Kühlkreislauf wurde unterbrochen und die Austauschrate deutlich verlangsamt.

1966-1974 (ab 1968 genehmigt) erfolgte eine Netzkäfighaltung mit Forellen (z.B. 80.000 Regenbogenforellen, *Oncorhynchus mykiss*, im Jahr 1967) oder Karpfen (*Cyprinus carpio*) in gleicher Menge im Großen Stechlinsee. Besonders Karpfen wuchsen in dem vom Kühl-

kreislauf des KKW erwärmten Wasser und bei je zur Hälfte gekochtem Weißfisch und Pelletfutter besonders schnell. In einem Jahr hatten die Fische eine Massenzunahme von 3 g auf bis zu 2.000 g (J. Knaack, mdl. Mitt.). Große Mengen des Futters fielen durch die Netzkäfige auf den Grund des Stechlinsees. Unter den Netzkäfigen lagerten sich große Mengen Futterreste ab. Auch die Tatsache, dass Cypriniden als Stoffwechselendprodukt unter anderem direkt pflanzenverfügbaren Phosphor ausscheiden (Sternik, 1983), muss in die Bewertung der damit zusammenhängenden Ichthyoeutrophierung einbezogen werden.

Weitere anthropogene Beeinträchtigungen, die Auswirkungen auf den Großen Stechlinsee im Betrachtungszeitraum hatten, beziehen sich auf die Überformung der Ichthyozönose: 1974 war man bemüht, die „kleinwüchsige“ gebietsautochthone Maränenform (*Coregonus albula*) durch wesentlich produktivere Regenbogenforellen (*Oncorhynchus mykiss*) zu ersetzen. Dafür wurden 40.000 Regenbogenforellen eingesetzt (Stückgewicht bei Besatz 150-200 g), direkt finanziert von der SED-Bezirksleitung (J. Knaack, mdl. Mitt.). Vor 1980 wurden für einen Zeitraum von ca. 10 Jahren 16 Netzhälterbatterien (Grundfläche jeweils 16 m²) betrieben. Dort wurden geschlüpfte Besatzmaränen (*Coregonus albula*) vor dem Aussetzen in den Großen Stechlinsee vorgestreckt. Gefüttert wurden die Jungfische mit seeeigenem Zooplankton, welches mit Lampen, die nachts über die Container gehängt wurden, angelockt wurde.

Ursprünglich als Maränensee beschrieben, besteht heute neben Hechten (*Esox lucius*) eine individuenstarke Barschpopulation (*Perca fluviatilis*; Knaack und Oldorff, 2006). Die ersten Besatzmaßnahmen mit Kleiner Maräne

(*Coregonus albula*) erfolgten bereits um 1900, „weil die hiesigen Maränen zu klein waren.“ (Bauch, 1950).

Um 1990 veränderte sich die Bewirtschaftung erneut, der Bedarf an Raubfischen wuchs. Durch das selektive Abfischen großer Raubfische wurden Zooplankton fressende Weißfische, wie Plötzen (*Rutilus rutilus*) und Ukelei (*Alburnus alburnus*), gefördert.

Diese massive Veränderung der Nahrungskette im Großen Stechlinsee ist bis heute nicht erschöpfend analysiert worden.

3.2 Bilanzierung der Belastungen

Für die Bilanzierung des externen Phosphor-Eintrags wurden das Abwasser der Gemeinde Neuglobsow und des KKW Rheinsberg in einen Phosphoreintrag transformiert und die Wirkung auf die seeinterne Gesamtphosphorkonzentration modelliert (Abb. 7). Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass die Phosphor-Konzentration im Stechlinsee mit der Zunahme der externen Phosphor-Fracht ansteigt. Der Vergleich mit den seeinternen gemessenen Konzentrationen (Kasprzak et al., 2009) macht deutlich, dass das Maximum der TP-Konzentration im See (1985-1990) durch das Modell gut nachgestellt wird. Auch der nach dem Maximum im See gemessene Abfall der Konzentration seit den 1990ern wird gut modelliert. Das Modell überschätzt allerdings die seeinterne Phosphor-Konzentration zwischen 1950 und 1975 deutlich. Ursache dafür könnte die zu Beginn der Abwasserversickerung noch hohe P-Sorptionskapazität der Böden im Versickerungsbereich sein. Dadurch wird ein bedeutender Teil der anfänglichen TP-Last zurückgehalten und erst später, bei Erschöpfung der Sorptionskapazität, gelangt die TP-Last in den See.

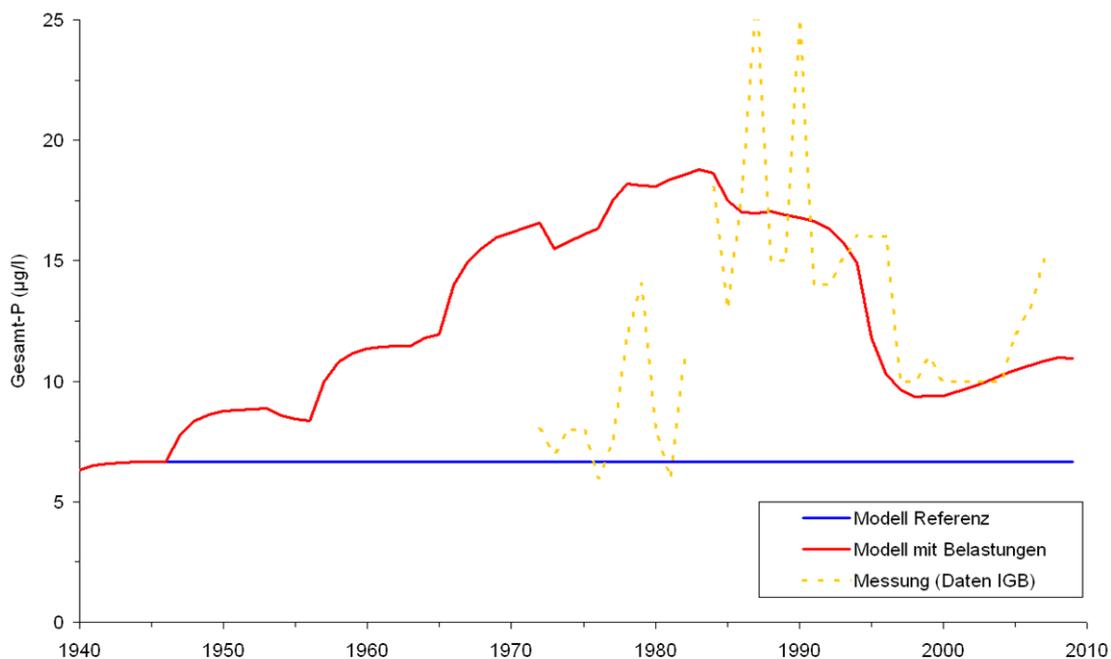


Abb. 7: Modellierte (Referenzzustand und Belastungsmodell) und gemessene (Kasprzak et al., 2009) seeinterne Gesamtphosphorkonzentration des Großen Stechlinsees von 1945 bis 2009.

4. Schlussfolgerungen

Eine Reihe von externen anthropogenen Belastungsquellen, denen bislang eine geringe Bedeutung zugemessen wurde, stellten offenbar in ihrem zeitlichen Zusammenwirken wichtige Initiale der auch aktuell noch festzustellenden Veränderungen im Großen Stechlinsee dar. Diese Belastungen verursachten eine sehr hohe Phosphor-Last für den Stechlinsee und sind maßgeblich für den Anstieg der seeinternen Konzentration verantwortlich, die zwischen 1985 bis 1990 ihr Maximum erreichte. Deutlich wird auch, dass mit dem Rückgang der Belastungen heute wieder geringere seeinterne Konzentrationen vorliegen. Da der See eine Reaktionszeit von nur fünf Jahren hat, ist mit dem Wegfallen des Hauptteils der externen anthropogenen Last ein weiteres Absinken der seeinternen Gesamtposphorkonzentration und damit eine Reolithrophierung des Sees möglich. Allerdings ist durch die langen Aufenthaltszeiten des Grundwassers im Einzugsgebiet auch ein langes Nachwirken der Belastungen der Ortslage Neuglobsow auf den Stechlinsee wahrscheinlich. Das hier aufgestellte Modell berücksichtigt lediglich einen Teil der auf den Stechlinsee einwirkenden äußeren Faktoren. So sind z.B. klimatische Auswirkungen auf die Wasserqualität des Sees (s.a. Kasprzak et al., 2010) nicht berücksichtigt. Inwiefern diese Faktoren in Zukunft eine stärkere Bedeutung für den Stechlinsee bekommen, muss in weiteren Studien gezeigt werden.

Danksagung

Eine Reihe von Personen gab Hinweise auf historische anthropogene Belastungen im Stechlinseegebiet: Karl Anwand, Hans-Dietrich Babenzien, Klaus-Dieter Behnke, Peter Casper, Dietrich Flößner, Adolf Gnutzmann, Peter Kasprzak, Joachim Knaack, Rainer Koschel, Heinz-Dieter Krausch, Hans Rose, Jürgen Rütz, Peter Scharf, Wolfram Scheffler, Wilfried Schönborn, Andreas Sidow. Wolfram Scheffler und Martin Redel danken wir für die Bereitstellung von Fotomaterial.

5. Literatur

Alkewitz, I., Nagel, T., 1991. Planungsverband Stechlin. Unveröffentlichte Planungsunterlagen.

Balzus, G., 1970. Einladung zur Beratung am 31.12.1970. Unveröffentlichte Unterlage.

Bauch, G., 1950. Die heimischen Süßwasserfische. Neumann Verlag, Radebeul.

Casper, P., Koschel, R., 1995. Description of Lake Stechlin. *Limnologia* 25, 281-284.

Holzbecher, E., Nützmann, G., Ginzler, G., 1999. Water and component mass balances in the catchment of Lake Stechlin. In: Leibundgut, C., McDonnell, J., Schultz, G., (Hrsg.): *Integrated Methods in Catchment Hydrology – Tracer, Remote Sensing and New Hydrometric Techniques*. IAHS Publication Series 258. S. 37-44. Wallingford.

Imboden, D.M., 1974. Phosphorus model of lake eutrophication. *Limnology and Oceanography* 19, 297-304.

Kasprzak, P., Koschel, R., Casper, P., 2009. Ökologische Veränderungen im Stechlinsee: Zeiträume, Ausmaße, Ursachen, Einflussmöglichkeiten. Vortrag auf dem Kleinen Naturschutztag in Menz, 26.2.2009.

Kasprzak, P., Koschel, R., Parparov, A., 2010. Sauerstoffmangel im Tiefenwasser des oligotrophen Stechlinsees: Kann die Klimaerwärmung eine Rolle spielen? In: *Deutsche Gesellschaft für Limnologie (Hrsg.): Erweiterte Zusammenfassung*

gen der Jahrestagung 2009 (Oldenburg). S. 131-138. Hardeggen.

Klapper, H., Koschel, R., 1985. Lake Stechlin area and society. In: Casper, S.J. (Hrsg.): *Lake Stechlin – a temperate oligotrophic lake*. S. 455-483. Junk, Dordrecht.

Knaack, J., 1982. Abwasserbehandlung. In: Fiedler, K. (Hrsg.): *Hygienepraxis*. S. 254-281. VEB Volk und Gesundheit, Berlin.

Knaack, J., Oldorf, S., 2006. Zur Ichthyofauna im Naturschutzgebiet Stechlin – Anforderungen an den Schutz der aquatischen Lebensräume und seiner Ichthyozöosen. In: Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (Hrsg.): *Integrierter Gewässerschutz für Binnengewässer: Maßnahmen zum nachhaltigen Umgang mit der Ressource Wasser*. 4. Stechlin-Forum. S. 87-96. Neuglobsow.

Koschel, R., 1995. Manipulation of whole-lake ecosystems and long-term limnological observations in the Brandenburg-Mecklenburg lake district, Germany. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie* 80, 507-518.

Koschel, R., Casper, S.J., 1986. Die ökologische Bedeutung des Kernkraftwerkes I der DDR "Rheinsberg" für den Stechlin. *Biologische Rundschau* 24, 179-195.

Koschel, R., Mothes, G., Casper, S.J., 1985. The nuclear power plant and its role in the life of Lake Stechlin. In: Casper, S.J. (Hrsg.): *Lake Stechlin – a temperate oligotrophic lake*. S. 419-431. Junk, Dordrecht.

Mothes, G., 1981. Sedimentation und Stoffbilanzen in Seen des Stechlinseegebietes. *Limnologia* 13, 147-194.

Oldorf, S., 2004. Die Naturschutzgebietsverordnung und die Entwicklung des Naturschutzes – Naturschutzgeschichte des NSG Stechlin. In: Lütkepohl, M., Flade, M. (Hrsg.): *Das Naturschutzgebiet Stechlin*. S. 198-205. Natur & Text, Rangs-dorf.

Oldorf, S., Vohland, K., 2009. Berücksichtigung des Klimawandels im Pflege- und Entwicklungsplan und der „NATURA 2000“-Managementplanung des Naturparks Stechlin-Ruppiner Land. In: Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (Hrsg.): *Ökologische Folgen des Klimawandels*. 5. Stechlin-Forum. S. 63-79. Neuglobsow.

Schauser, I., Lewandowski, J., Hupfer, M., 2003. Seeinterne Maßnahmen zur Beeinflussung des Phosphor-Haushaltes eutrophierter Seen. Leitfaden zur Auswahl eines geeigneten Verfahrens. *Berichte des Institutes für Gewässerökologie und Binnenfischerei* 16. Berlin.

Sidow, A., 1988. Analyse des derzeitigen Standes der Sestonfresserproduktion in der PGB „Rhin“ Neuruppin und Möglichkeiten zu deren Erweiterung. Diplomarbeit, Humboldt-Universität zu Berlin, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin.

Sternik, K.H., 1983. Untersuchungen zur Phosphor-Abgabe und insbesondere zur Orthophosphat-Exkretion junger Karpfen (*Cyprinus carpio* L.). Ein Beitrag zur Phosphor-Remobilisierung in Gewässern. *Archiv für Hydrobiologie Supplement* 66, 1-82.

Toivonen, H., 2000. Botanical aspects in lake monitoring and assessment. In: Heinonen, P., Ziglio, G., Van der Beken, A. (Hrsg.): *Hydrological and limnological aspects of lake monitoring*. S. 119-130. John Wiley & Sons, Chichester.

van de Weyer, K., Pätzold, J., Tigges, P., Raape, C., Oldorf, S., 2009. Flächenbilanzierungen submerser Pflanzenbestände – dargestellt am Beispiel des Großen Stechlinsees im Zeitraum von 1962-2008. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* 18, 137-142.

VEB Projektierung Wasserwirtschaft, 1976. *Schutzbauwerk Stechlin-See Reg.-Nr. 5-50480000-33*. Unveröffentlichter Bericht.