© Naturforschende Gesellschaft der Oberlausitz e.V.
http://www.naturforschende-gesellschaft-der-oberlausitz.de
ISSN 0941-0627

B E R I C H T E D E R N A T U R F O R S C H E N D E N
G E S E L L S C H A F T D E R O B E R L A U S I T Z

Band 11

Ber. Naturforsch. Ges. Oberlausitz 11: 89-97 (2004)

ISSN 0941-0627

Manuskriptannahme am 3. 2. 2004
Erschienen am 1. 9. 2004

Vortrag zur 13. Jahrestagung der Naturforschenden Gesellschaft der Oberlausitz am 1. März 2003 in Görlitz

Limnologische Aspekte des künftigen Berzdorfer Sees

Von RAINER K R U S P E

Mit 6 Abbildungen

Abstract

Limnological aspects of the future mine lake Berzdorfer See

Since 1996, the area of the mine lake Berzdorfer See was object of a limnological monitoring with attention to the trophic state and the danger of acidification during the first few years of the lakes development. The research of potential inflows showed, that the Berzdorfer See will develope to a lake with oligotrophic or slightly mesotrophic state. These results let expect a good to excellent waterquality. However all efforts have to be done, to minimise the input of phosphorus, as the critical nutrient according to eutrophication, to keep the high standard of waterquality for the future.

The assessment of potential acidification, caused of the contact between soil and water, showed that there is enough buffer capacity in the water from the rivers Neiße and Pließnitz to guarantee solid neutral conditions in the waterbody of the Berzdorfer See.

Keywords: Berzdorfer See, mine lake, limnology, eutrophication, acidification

1. Einleitung

Die hier vorgestellten Ergebnisse wurden im Rahmen von Untersuchungen gewonnen, die im Auftrage der Lausitzer und Mitteldeutschen Bergbauverwaltungsgesellschaft mbH (LMBV) seit 1996 im Untersuchungsgebiet durchgeführt wurden. Die limnologischen Untersuchungen und Bewertungen von Bergbaurestgewässern sind ein Teilaspekt der Sanierung und Rekultivierung der Bergbaufolgelandschaften. Ziel derartiger Untersuchungen ist es, die aktuelle Beschaffenheit der Gewässer zu ermitteln, deren Entwicklung zu verfolgen (Monitoring) und in vielen Fällen auch, deren zukünftige Beschaffenheit zu prognostizieren. Insbesondere bei so bedeutenden Objekten wie dem Berzdorfer See ist es von besonderem Interesse, ob die für die späteren Nutzungen erforderliche Wasserqualität erreicht wird bzw. ob und in welchem Umfang unterstützende Maßnahmen erforderlich sind. Die Limnologie, als Wissenschaft von den Binnengewässern, kombiniert zu diesem Zweck Erkenntnisse über physikalische, chemische und biologische Prozessen und deren Wechselwirkungen im Ökosystem.

Zwei wesentliche limnologische Prozesse, die in Bergbaurestgewässern häufig die Nutzungsziele gefährden, sind die Eutrophierung und die Versauerung. Beide Prozesse lassen sich in bestehenden Gewässern relativ einfach im Wasserkörper verfolgen. Existiert das Gewässer noch nicht, wie es zum Zeitpunkt der hier vorgestellten Untersuchungen beim

© Naturforschende Gesellschaft der Oberlausitz e.V.
http://www.naturforschende-gesellschaft-der-oberlausitz.de
ISSN 0941-0627

Berzdorfer See der Fall war, so ist es erforderlich, eine Bilanz zu erstellen, die alle wesentlichen Stoffströme berücksichtigt.

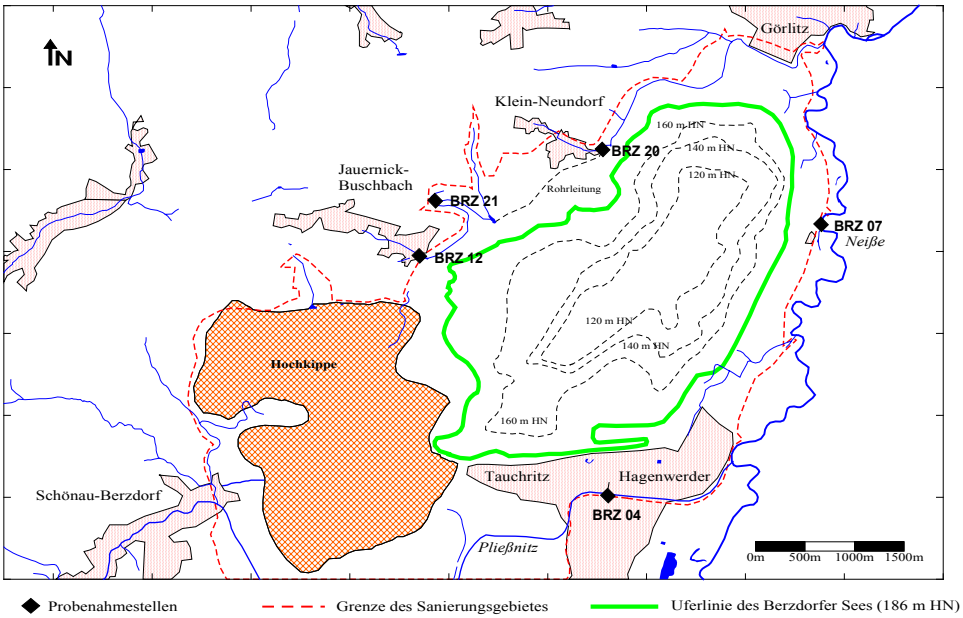

Abb. 1 Übersicht über das Untersuchungsgebiet und die Lage der Messstellen an potentiellen Zuflüssen zum Berzdorfer See

2. Material und Methoden

Die Prognose der Trophieentwicklung ist möglich, indem man die potentiellen Nährstoffverhältnisse (insbesondere Stickstoff und Phosphor) sowie die Morphologie des späteren Sees beurteilt. Wesentliche Gesichtspunkte sind dabei:

- Aufenthaltszeit des Wassers
- Schichtungsverhältnisse
- Nährstoffein- und -austräge durch Zuflüsse / Abflüsse, Grundwasser, Sickerwasser, Niederschlag, sowie zukünftige Gewässernutzungen

Für die Trophieprognose existieren einfache und komplexe Algorithmen bzw. Modelle, die entweder auf empirischem Wege, wie das „Vollenweider-Modell" (KLAPPER 1992), oder kausal-analytisch, wie das Modell SALMO (BENNDORF 1979), mehr oder weniger viele Einflussfaktoren kombinieren und deren theoretische Auswirkungen berechnen.

Die entscheidende Grundlage für zuverlässige Berechnungen ist jedoch die korrekte und weitgehend vollständige Ermittlung der Grundlagen. Das bedeutet sowohl hinsichtlich der Trophieprognose als auch in Bezug auf die Versauerungsproblematik, dass die wesentlichen Beurteilungskriterien nicht nur analytisch als Konzentrationen, sondern auch als Frachten und damit unter Berücksichtigung ihrer Dynamik so genau wie möglich zu erfassen sind.

Das Untersuchungsprogramm zur limnologischen Beurteilung des Berzdorfer Sees gliederte sich in folgende Teilaspekte:

1. Untersuchungen und Bewertung der Beschaffenheitsentwicklung der wesentlichen potentiellen Zuläufe in den Berzdorfer See (vgl. Abb. 1): Neiße (nur im Flutungszeitraum relevant), Pließnitz (späterer Hauptzufluss), Jauernicker Wasser, Klein Neundorfer Wasser,

© Naturforschende Gesellschaft der Oberlausitz e.V.
http://www.naturforschende-gesellschaft-der-oberlausitz.de
ISSN 0941-0627

Buschbach; Erstellung einer Trophieprognose für den künftigen Berzdorfer See mittels Vollenweider-Modell unter Berücksichtigung weiterer Belastungsfaktoren.

2. Untersuchungen zur Versauerungsgefährdung des Berzdorfer Sees durch Lokalisierung und Bewertung der Böden im Kippenbereich; Durchführung experimenteller Bodenuntersuchungen zur Ermittlung der Auswirkungen einer Elution auf die Parameter pH-Wert, Leitfähigkeit und $K_S4{,}3$ bzw. $K_B4{,}3$ im Eluat bzw. im späteren Seewasser.

Auf eine detaillierte Darlegung der Analysenmethoden wird hier verzichtet. Grundsätzlich wurden einschlägige, genormte Analysenverfahren, wie sie in den **D**eutschen **E**inheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung (DEV) veröffentlicht bzw. vom **D**eutschen **I**nstitut für **N**ormung e.V. (DIN) herausgegeben werden, verwendet.

3. Ergebnisse

Das Nährstoffverhältnis (N : P) der potentiellen Zuflüsse des zukünftigen Berzdorfer Sees ist, das zeigen langjährige Untersuchungsreihen, in der Regel deutlich größer als 10:1. Daher ist im späteren Tagebaurestsee ein Überschuss an Stickstoff zu erwarten, was zu einer Begrenzung der Primärproduktion und damit der Trophie durch Phosphor führt. Die Ausprägung der Trophie wird daher sowohl während als auch nach der Flutung vor allem durch die Phosphorbelastung des zufließenden Wassers bestimmt, so dass sich die Bewertung in erster Linie auf diesen Parameter stützt.

Während der Flutung wird die Hauptmenge des jährlich überführten Flutungswassers (ca. 72 %) aus der Lausitzer Neiße entnommen, rund 23 % entfallen auf die Pließnitz. Relativ gering sind somit die Anteile von Niederschlägen, aufgehendem Grundwasser und anderen potentiellen Zuflüssen (DGC, 2001).

Phosphorgehalt

Die Ergebnisse der im Jahr 2001 durchgeführten Untersuchungen des Phosphorgehaltes der Neiße und die Daten der Durchflüsse am Pegel Görlitz sind in der Abbildung 2 dargestellt.

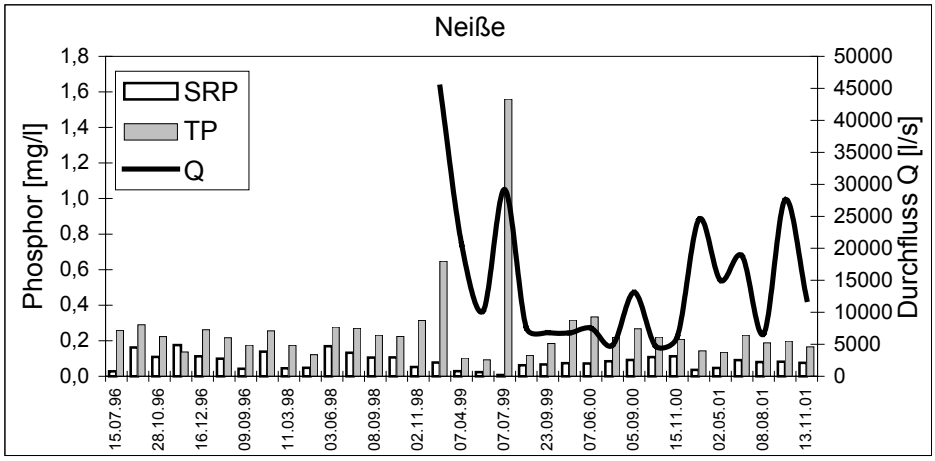

Abb. 2 Zeitreihe der Phosphorkonzentration in der Neiße 1995-2001 nach Daten der IDUS GmbH (Durchflusswerte: StUFA Bautzen, 2001)

Die Konzentrationen des gelösten Phosphates (SRP) lagen 2001 mit Werten von 0,04 bis 0,09 mg/l P bei einem Mittelwert von 0,07 mg/l P etwas niedriger als im vergleichbaren Zeitraum des Vorjahres. Das langjährige Mittel (1996-2001) des SRP beträgt rund 0,08 mg/l. Die Gesamtphosphorkonzentrationen (TP) bewegten sich 2001 um einen Mittelwert von 0,18 mg/l P

© Naturforschende Gesellschaft der Oberlausitz e.V.
http://www.naturforschende-gesellschaft-der-oberlausitz.de
ISSN 0941-0627

zwischen 0,14 und 0,23 mg/l P und waren damit ebenfalls etwas geringer als im vergleichbaren Zeitraum des Vorjahres. Extrem hohe Werte, wie sie zum Beispiel während des Hochwassers im Frühjahr 1999 festgestellt wurden, konnten in den letzten zwei Untersuchungsjahren nicht beobachtet werden, obwohl auch in diesem Zeitraum Wasserproben während der Hochwasserspitzen entnommen und analysiert wurden. Das langjährige Mittel (1996-2001) des TP beträgt rund 0,27 mg/l. In Anlehnung an LAWA (1998) ist die Phosphorbelastung der Neiße 2001 als mäßig (SRP) bis kritisch (TP) einzustufen.

Die Phosphorkonzentrationen in der Pließnitz, dem wichtigsten Zufluss zum Berzdorfer See nach Abschluss der Flutung, zeigt Abb. 3.

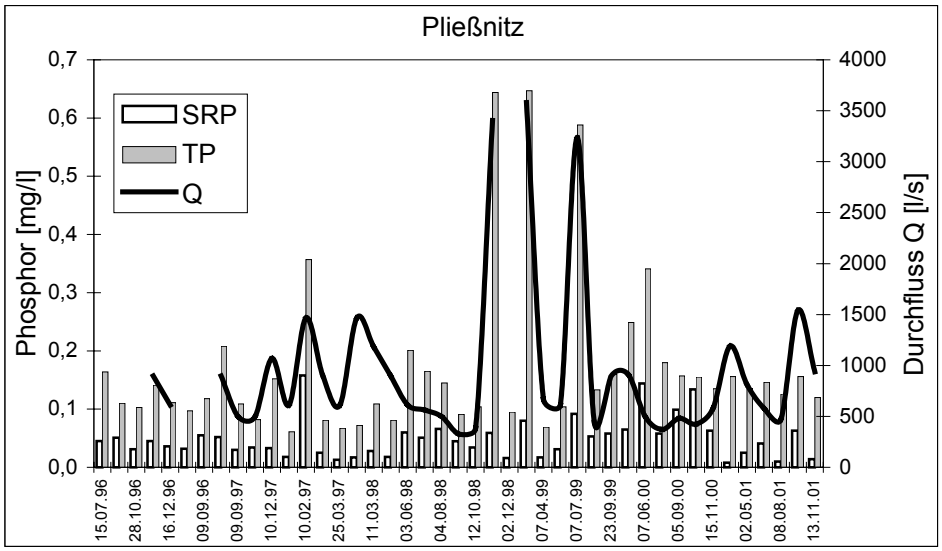

Abb. 3 Abfluss und P-Konzentration in der Pließnitz, Zeitreihe 1996 –2001, Daten der IDUS GmbH

Der Mittelwert an TP lag 2001 bei 0,14 mg/l P. Das langjährige Mittel (1996-2001) beträgt rund 0,17 mg/l P. Damit hat sich die durchschnittliche Konzentration im Untersuchungszeitraum nicht signifikant geändert. Für das SRP ergab sich dagegen mit rund 0,03 mg/l P ein deutlich geringerer Jahresmittelwert als im Vorjahr (0,09 mg/l P). Da sich die Ursachen für die Abnahme der SRP-Konzentration als temporär herausstellte, wurden für die Berechnung der Phosphorbilanzen die langjährigen Mittelwerte von 0,05 mg/l SRP und 0,4 mg/l TP verwendet.

Zur umfassenden Beurteilung der aktuellen Belastungssituation der Prießnitz wurden neben weiteren chemischen Parametern auch mikrobiologische und saprobiologische Untersuchungen durchgeführt, auf deren Dokumentation hier aber verzichtet wird. Die untersuchten Gewässer zeigten im Wesentlichen eine geringe bis mäßig hohe Belastung mit organischen Stoffen und Bakterien.

Versauerungspotenzial

Erste Untersuchungen zum Versauerungspotenzial der überfluteten Böden wurden bereits 1999 und 2000 durchgeführt (IDUS 1999 und 2000). Im Jahre 2001 erfolgte eine Aktualisierung der damaligen Untersuchungsergebnisse, da weitere Bereiche der Gewässersohle im Rahmen der Sanierung durch Stützschüttungen hergestellt und mit dem endgültigen Deckmaterial versehen wurden. 1999 ließen sich nach den Ergebnissen der Messungen des pH-Wertes und der Pufferkapazität grob drei Substrate mit verschiedenen Eigenschaften differenzieren.

Es handelte sich dabei nach den Hauptbestandteilen um:

- Substrate mit sichtbarem höheren Kohleanteil (starke pH-Abnahme, starke Zehrung der Pufferkapazität)

© Naturforschende Gesellschaft der Oberlausitz e.V.
http://www.naturforschende-gesellschaft-der-oberlausitz.de
ISSN 0941-0627

- Substrate mit sichtbarem höheren Ascheanteil (geringe pH-Abnahme, Erhöhung der Pufferkapazität)
- Substrate sichtbar ohne diese beiden Beimischungen (geringe pH-Abnahme, geringe Zehrung der Pufferkapazität)

Hinsichtlich der Prognose des pH-Wertes für den Tagebaurestsee Berzdorf werden die Oberflächen- und Wellenerosion im Böschungsbereich der Uferlinie als Hauptquellen für den Säureeintrag betrachtet. Dabei kommt den Bereichen in der Nähe der späteren Gewässeroberfläche eine relativ größere Bedeutung zu, da sich hier der Wasseranstieg langsamer vollzieht und eine intensivere Umlagerung von Bodenmaterial zu erwarten ist. Beispielhaft zeigt die Abbildung 4 wichtige Ergebnisse dieser Untersuchungen.

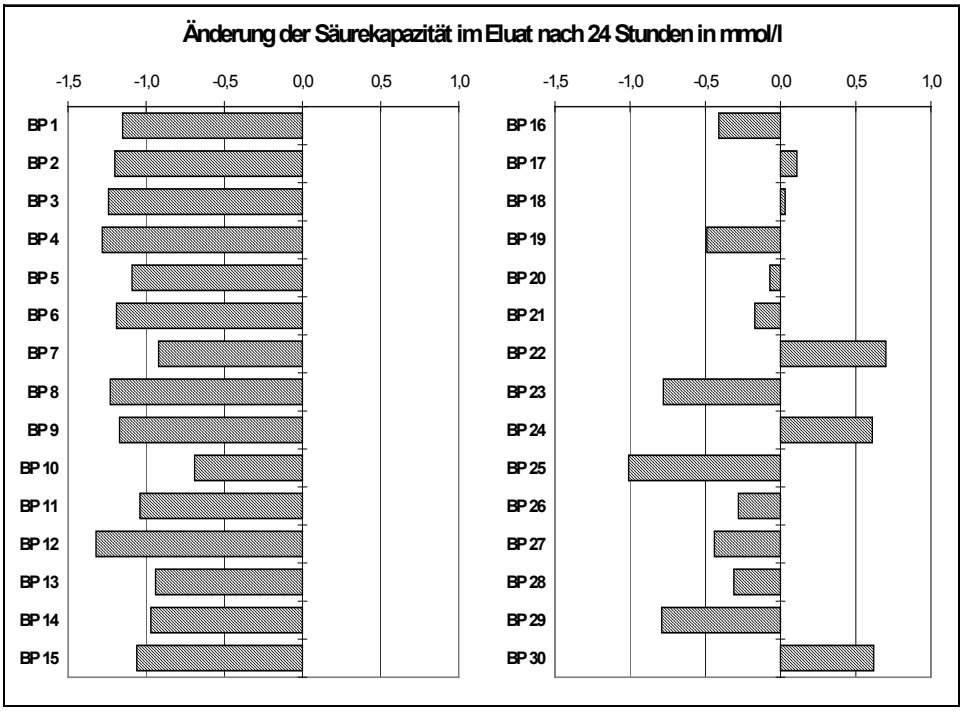

Abb. 4 Ergebnisse der Elutionsversuche mit Bodenmaterial (BP = Bodenprobe) aus verschiedenen Bereichen der späteren Gewässersohle, Daten der IDUS GmbH

Die verschiedenen Schraffuren in Abb. 4 kennzeichnen unterschiedliche Bereiche im Tagebaurestloch, in denen die Proben entnommen wurden. Die dargestellten Differenzen der Säurekapazität demonstrieren die Effekte auf das Flutungswasser. Ein Boden mit stark negativer Differenz der Säurekapazität besitzt beim Zusammentreffen mit dem Flutungswasser ein hohes Versauerungspotential. Das Puffervermögen des Flutungswassers wird somit verringert oder völlig aufgebraucht, so dass der pH-Wert des Wassers mehr oder weniger stark absinkt.

Die Ergebnisse zeigen deutliche Unterschiede zwischen den Substraten aus den nordöstlichen und dem südwestlichen Bereich des Tagebaues. Substrate aus dem nordöstlichen Tagebaubereich bewirkten durchgehend eine starke Zehrung des Puffervermögens (Abb. 4, linker Bereich). Die Substrate im Südwesten des Tagebaus zeigten eine wesentlich heterogenere Wirkung auf das Puffervermögen des Elutionswassers (Abb. 4, rechter Bereich). Hier blieb auch nach der Elution oft eine gewisse Restpufferkapazität im Eluat bestehen. Tonhaltige Materialien (BP30 und BP 22) sowie stark mit Kraftwerksasche durchsetzte Proben (BP 24) steigerten sogar die Pufferkapazität um etwas über 0,6 mmol/l.

© Naturforschende Gesellschaft der Oberlausitz e.V.
http://www.naturforschende-gesellschaft-der-oberlausitz.de
ISSN 0941-0627

4. Bewertung

Hinsichtlich der Phosphorbelastung und damit der zu erwartenden Trophieentwicklung des Berzdorfer Sees ist grundsätzlich die Phase der Flutung mit der Dominanz von Neißewasser von der Zeit nach der Flutung, in der die Pließnitz zum Hauptzufluss wird, zu unterscheiden. Die hohen Phosphorkonzentrationen im Neißewasser sowie die vergleichsweise großen Wassermengen, die während der Flutung in ein anfangs noch recht kleines Gewässer geleitet werden, führen zu einer sehr hohen Phosphorflächenbelastung, die entsprechend dem Trophiemodell nach Vollenweider (KLAPPER 1992) theoretisch zu hypertrophen Verhältnissen führen müsste (Abb. 5).

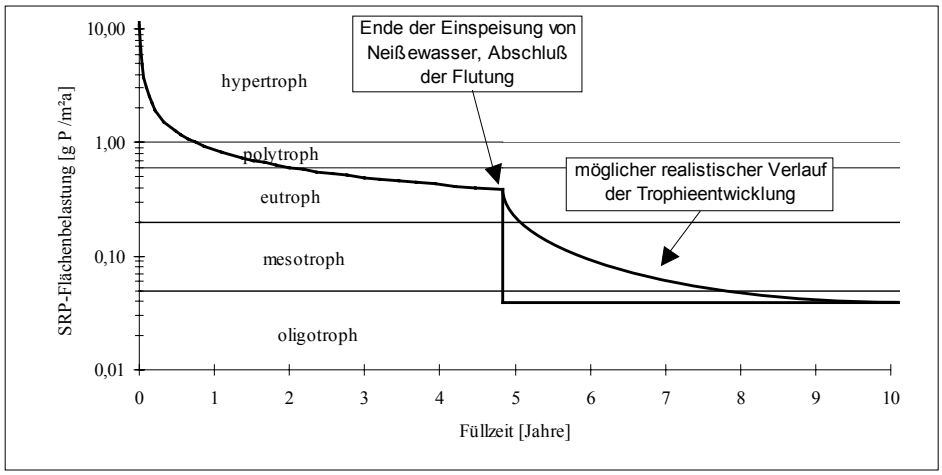

Abb. 5 Theoretische Entwicklung der Phosphor-Flächenbelastung (SRP) im Berzdorfer See im Zeitraum der Flutung und nach deren Abschluss

In der Realität finden in einem derartigen neuen Gewässer jedoch Wechselwirkungen des Phosphors mit Schwebstoffen statt (Resuspension von Tonmineralien), die den Phosphor zu einem großen Teil binden und zur Sedimentation bringen. Im Zeitraum nach der Flutung werden sich schnell Verhältnisse im Wasserkörper einstellen, die für vergleichbar große, ältere Seen typisch sind. Damit ist für die Wasserbeschaffenheit einige Jahre nach der Flutung ausschließlich der dann aktuelle Nährstoffeintrag maßgebend.

Unter Berücksichtigung der hydrologischen und meteorologischen Rahmenbedingungen (Mindestabflussmengen von Neiße und Pließnitz, Niederschlagsmengen, Grundwasserzu- und Abstrom) ergibt sich nach Abschluss der Flutung eine Phosphorfracht von 200 bis 250 kg/a SRP. Dabei setzt sich die Gesamtbelastung entsprechend der folgenden Abbildung aus den einzelnen Phosphorquellen zusammen (Abb. 6).

Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird der Berzdorfer See einige Jahre nach Abschluss der Flutung schwach mesotrophe bis oligotrophe Verhältnisse aufweisen. Da sich insbesondere der Phosphor in den Sedimenten der Gewässer ablagert und dort unter ungünstigen Bedingungen wieder freigesetzt werden kann, sollte der Eintrag dieses Nährstoffs auch bei den gegenwärtig beruhigenden Prognosen minimiert werden. Das bedeutet insbesondere für ein so bedeutendes Gewässer wie den Berzdorfer See, dass die Abwässer in den Einzugsgebieten der späteren Zuflüsse weitestgehend zu reinigen oder zu entfernen sind und auch Nährstoffeinträge aus Land- und Forst- und Fischereiwirtschaft auf ein Mindestmaß zu beschränken sind. Nur so kann die Wasserbeschaffenheit dauerhaft bei hoher Qualität erhalten werden. In diesem Sinne ist geplant, dem Berzdorfer See nach Flutungsabschluss über die Zulaufanlage Pließnitz nur noch den erforderlichen Verdunstungsersatz zuzuführen. Die Kapazität der Zulaufanlage Pließnitz wird daher von gegenwärtig 2,5 m^3/s auf 0,15 m^3/s reduziert.

© Naturforschende Gesellschaft der Oberlausitz e.V.
http://www.naturforschende-gesellschaft-der-oberlausitz.de
ISSN 0941-0627

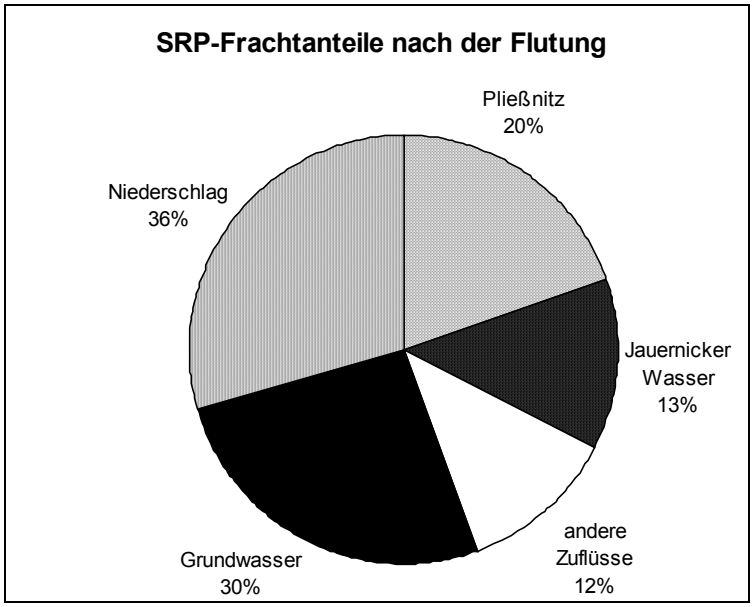

Abb. 6 Phosphorfrachten der Zuflüsse zum Berzdorfer See nach Abschluss der Flutung, Daten der IDUS GmbH

Hinsichtlich der Versauerungsgefahr wurden die Versuchsergebnisse, aber auch die Verbreitung der Bodensubstrate, die Beschaffenheit des Flutungswassers und die zu erwartende Intensität der Wechselwirkungen bewertet und zu einer Versauerungsprognose zusammengefasst. Die theoretischen und methodischen Grundlagen der Versauerungsproblematik in Tagebaurestseen können hier nicht umfassend erläutert werden. Hier ist auf die einschlägige Literatur bzw. entsprechende Untersuchungsberichte (z. B. IDUS 2000; DGFZ 1998) zu verweisen. Grundsätzlich sind bei derartigen Prognosen erhebliche Vereinfachungen erforderlich, da die realen chemischen und physikalischen Wechselwirkungen nur grob quantifiziert werden können. Hinsichtlich der Prognose des pH-Wertes für den Tagebaurestsee Berzdorf wurden die Oberflächen- und Wellenerosion im Böschungsbereich der Uferlinie und ein Zustrom von im Kippenmaterial infiltrierendem Regenwasser als Hauptquellen für den Säureeintrag betrachtet. Auch das Nachrutschen von Material in der Ufer- und subhydrischen Zone und der damit verbundene Eintrag sulfidhaltigen Materials in den sauerstoffreichen Wasserkörper des entstehenden Restsees kann beträchtliche Säuremengen freisetzen. Der Einfluss von fortschreitender Oxydation von Pyrit/Markasit im Kippenmaterial und damit eine längerfristige Freisetzung von Säure im Brandungsbereich sowie ein möglicher Zustrom von Acidität aus Kippen und Grundwasser wurde als vernachlässigbar angesehen.

Das maximale kurzfristige Versauerungspotential (Acidität) der angetroffenen Substrate mit Kohlebeimischung (Mischsubstrate) betrug bei allen Bodenproben der Jahre 1999/2001 unter den Versuchsbedingungen etwa 10,5 mmol/l. Daraus ergibt sich eine Acidität (Zehrung der Pufferkapazität) von rund 26,2 mmol/kg Bodenmaterial. Der Mittelwert der Acidität beträgt 1,84 mmol/l, woraus eine Zehrung der Pufferkapazität von rund 4,60 mmol/kg Bodenmaterial resultiert.

Aus den Werten der benetzten Fläche des zukünftigen Seebeckens von 993,65 ha und einer angenommenen maximalen Elutionstiefe von 1 m über die gesamte benetzte Fläche ergibt sich ein Volumen des aufgearbeiteten Bodenmaterials von 9.936.500 m³.

© Naturforschende Gesellschaft der Oberlausitz e.V.
http://www.naturforschende-gesellschaft-der-oberlausitz.de
ISSN 0941-0627

Unter Berücksichtigung der Bodendichte ergibt sich für das gesamte zukünftige Seebecken eine maximale Masse von rund 1,84 x 10^{10} kg an betroffenem Bodenmaterial, dessen Acidität in den Restsee eingetragen wird.

Dieser Acidität steht ein Puffervermögen des Flutungswassers entgegen, das sich aus den Wassermengen (hauptsächlich Pließnitz = 85 Mio. m³ und Neiße = 248 Mio. m³) und dem durchschnittlichen Puffervermögen (Säurekapazität, $K_{S4,3}$) ergibt.

Das Wasser der Pließnitz und der Neiße ist mit 2,3 bzw. 2,5 mmol/l recht gut gepuffert, so dass insgesamt eine Acidität von 4,4 x 10^7 mol einer Pufferkapazität von etwa 5,3 x 10^8 mol gegenübersteht. Hieraus ergibt sich für das Wasser des Berzdorfer Sees theoretisch ein Rest an Pufferkapazität von 1,3 mmol/l, was für einen stabilen pH-Wert im Neutralbereich ausreichen sollte.

5. Zusammenfassung

Die limnologischen Untersuchungen und Bewertungen konzentrierten sich in den vergangenen Jahren auf die Entwicklung der Trophie sowie einer möglichen Versauerungsgefahr. Die in diesem Zusammenhang durchgeführten Untersuchungen von potentiellen Zuflüssen ergaben hinsichtlich der Trophie, dass sich der Berzdorfer See nach Abschluss der Flutung zu einem schwach mesotrophen bis oligotrophen Gewässer entwickeln wird. Hieraus resultiert eine für die vorgesehenen Nutzungen gute bis hervorragende Wasserbeschaffenheit. Dennoch sollten alle Möglichkeiten ausgeschöpft werden, um den Eintrag von Phosphor in den Berzdorfer See zu minimieren und damit die Wasserqualität auch langfristig auf hohem Niveau zu erhalten.

Eine grobe Abschätzung der durch Kontakt von Bodenmaterial mit Flutungswasser schnell freigesetzten Acidität ermöglicht die Aussage, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit ausreichend Pufferkapazität im Wasserkörper des Berzdorfer Sees verbleibt, um stabile neutrale Verhältnisse zu garantieren. Eine Versauerungsgefahr besteht somit trotz des teilweise erheblichen Versauerungspotentials einiger Bodenmaterialien für den gesamten See nicht.

6. Literatur

BENNDORF, J. (1979): Kausalanalyse, theoretische Synthese und Simulation des Eutrophierungsprozesses in stehenden und gestauten Gewässern. - Dissertation, Technische Universität Dresden, 1979, unveröffentlicht

DEV: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Loseblattsammlung, Wasserchemische Gesellschaft – Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker in Gemeinschaft mit dem Normenausschuss Wasserwesen im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.). - Verlag WILEY-VCH, Weinheim - New York – Chichester – Brisbane – Singapore – Toronto gemeinsam mit Beuth Verlag, Berlin – Wien – Zürich

DGC (2001): Flutungs- und Bewirtschaftungskonzept Berzdorfer See. - Ergebnisbericht des Dresdner Grundwasser Consulting GmbH im Auftrage der LMBV vom 30.06.2001, unveröffentlicht

DGFZ (1998): Prognostische Betrachtungen zur Wasserbeschaffenheit im zukünftigen Restsee Störmthal als Fortschreibung der limnologischen Einschätzung von 1997. - Ergebnisbericht des Dresdner Grundwasserforschungszentrums e. V. im Auftrag der LMBV, unveröffentlicht

IDUS (1999): Tagebaurestlochsee Berzdorf, Weiterführung der limnologischen Untersuchungen und Aktualisierung der Prognose der Wasserbeschaffenheit und des Nutzungspotentials. - Jahresbericht der IDUS Biologisch Analytisches Umweltlabor GmbH im Auftrage der LMBV, 1999, unveröffentlicht

IDUS (2000): Tagebaurestlochsee Berzdorf, Weiterführung der limnologischen Untersuchungen und Aktualisierung der Prognose der Wasserbeschaffenheit und des Nutzungspotentials. - Jahresbericht der IDUS Biologisch Analytisches Umweltlabor GmbH im Auftrage der LMBV, 2000, unveröffentlicht

IDUS (2001): Tagebaurestlochsee Berzdorf, Weiterführung der limnologischen Untersuchungen und Aktualisierung der Prognose der Wasserbeschaffenheit und des Nutzungspotentials. - Jahresbericht der IDUS Biologisch Analytisches Umweltlabor GmbH im Auftrage der LMBV, 2001, unveröffentlicht

© Naturforschende Gesellschaft der Oberlausitz e.V.
http://www.naturforschende-gesellschaft-der-oberlausitz.de
ISSN 0941-0627

KLAPPER, H. (1992): Eutrophierung und Gewässerschutz - Wassergütebewirtschaftung - Schutz und Sanierung von Binnengewässern. - Gustav Fischer Verlag Jena/Stuttgart, 1992

LAWA (1998): Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland - Chemische Gewässergüteklassifikation. - Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, August 1998

Anschrift des Verfassers:

Rainer Kruspe
IDUS Biologisch Analytisches Umweltlabor GmbH
Dresdner Str. 43
01458 Ottendorf – Okrilla

© Naturforschende Gesellschaft der Oberlausitz e.V.
http://www.naturforschende-gesellschaft-der-oberlausitz.de
ISSN 0941-0627

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Naturforschende Gesellschaft der Oberlausitz

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: 11

Autor(en)/Author(s): Kruspe Rainer

Artikel/Article: Limnologische Aspekte des künftigen Berzdorfer Sees 89-97