

Zur Entwicklung der Wasserbeschaffenheit in den Lausitzer Tagebauseen – Ausgangspunkt, Stand und Perspektiven

Prof. Dr. rer. nat. habil. Uwe Grünewald¹ & Dr. rer. nat. Wilfried Uhlmann²

¹ Leiter des Lehrstuhls Hydrologie und Wasserwirtschaft der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus, PF 101344, 03013 Cottbus,
Uwe.Gruenewald@tu-cottbus.de

² Inhaber des Institutes für Wasser und Boden Dr. Uhlmann Dresden, Langobardenstraße 48, 01239 Dresden, iwb.uhlmann@t-online.de

ZUSAMMENFASSUNG

Die meisten der neu entstehenden Tagebauseen in der Lausitz sind bei alleinigem Aufgang des Grundwassers („Eigenflutung“) der Versauerung ausgesetzt. Deshalb wurden nach der abrupten Stilllegung des größten Teils der Braunkohletagebaue Konzepte zur „Fremdflutung“ entwickelt.

Bereits in frühen Phasen der Sanierungsplanung waren Prognosen zur Entwicklung der Wasserbeschaffenheit in den entstehenden Tagebauseen gefordert. Inzwischen werden die Arbeiten im wissenschaftlich-technischen Projekt zur „Gewässergüte von Tagebauseen der Lausitz“ zunehmend als ein flexibles Instrument verstanden, das den sich ständig ändernden Randbedingungen Rechnung zu tragen und auf ständig neue Fragen und Probleme Antworten zu finden hat.

Kernpunkt der Problemlösung kann nur eine einzugsgebietsbezogene Wassermengen- und -gütebewirtschaftung sein. In Anbetracht des langen Planungshorizontes der wasserwirtschaftlichen Sanierung muss auch die Suche nach alternativen Wasserressourcen, unter Einbeziehung der aktiven „Vattenfall-Tagebaue“ sowie des gesamten Spektrums der regionalen und überregionalen Dargebotsbedingungen, nicht als abgeschlossen gelten.

ABSTRACT

Extensive open-cast mining activities in the Lusatian mining district left approximately 100 mine pits, which have to be reclaimed according to ecological and economical requirements. Cessation of sump drainage causes the rise of groundwater. Depending on the mineralogy of the sediment passed by rising groundwater the quality of groundwater and water of the connected post-mining lakes develop, locally posing high acidification risks to lake waters. As a countermeasure mine pits are flooded using allochthonous slightly alkaline or neutral surface water of the rivers Spree and Schwarze Elster. Beneficial effects comprise the displacement, the dilution and the chemical compensation of acidic groundwaters. However, low specific discharges, competing utilization demands and climatic factors strongly restrict the amount of regional surface water available for flooding. As a consequence, each individual lake's flooding schedule has to be updated and continuously adjusted to new scientific knowledge, changing demands and availability of water.

1 Ausgangspunkt – Zur Genese von Tagebauseen unter den speziellen Bedingungen der Lausitz

Im Ergebnis des Braunkohleabbaus in Großtagebauen verbleiben aufgrund des **kumulativen Masseverlustes** durch die Kohleentnahme spezifische Hohlformen, die als **Tagebaurestflöcher** bezeichnet werden. Mit der Einstellung der bergbaulichen Wasserhebung füllen sich diese Hohlformen mit dem ansteigenden Grundwasser und bilden die so genannten **Tagebauseen**. Dieser Prozess wird auch „**Eigenflutung**“ durch Grundwasser (GW) genannt. Für diese ist charakteristisch, dass der GW-Stand dem Seewasserspiegel vorausläuft. Bei reinem GW-Aufgang füllen sich die meisten der Tagebauseen der Lausitz mit hochmineralisiertem (potentiell) saurem Grundwasser (Abb. 1).

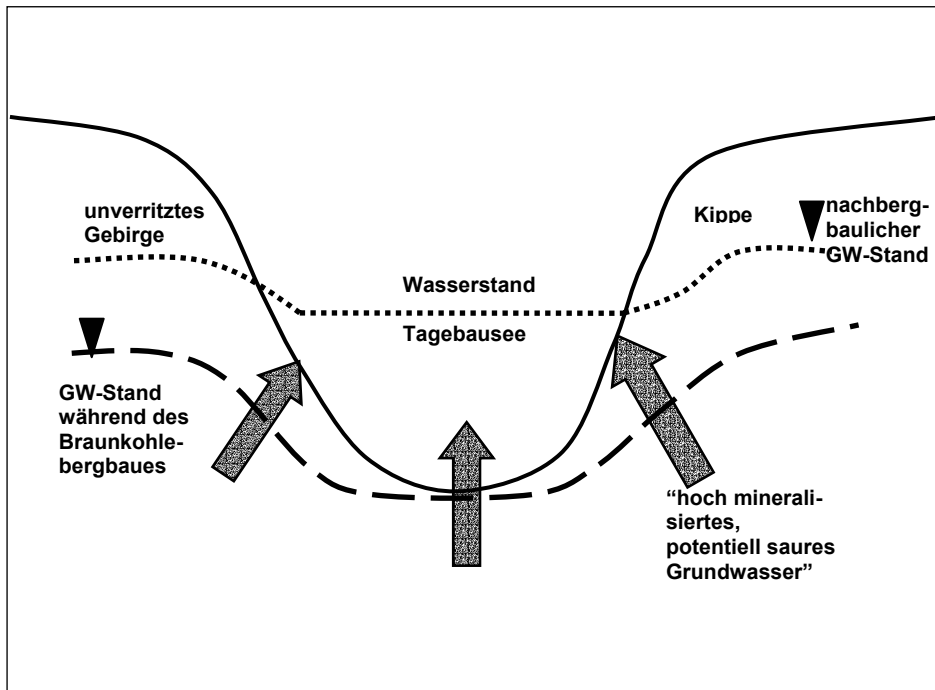


Abb. 1: Nach Einstellung der bergbaulichen Wasserhaltung beginnt die „Eigenflutung durch Grundwasser“

In der Lausitz werden in den nächsten Jahrzehnten mehr als dreißig größere Tagebauseen bzw. Seesysteme mit Einzelvolumina bis zu 330 Mio. m³ und mit Einzelflächen weit über 1 000 ha entstehen (Abb. 2).

Daneben besitzen sie weitere **spezifische Besonderheiten** wie:

- im Vergleich zu den eiszeitlich entstandenen Binnenseen Norddeutschlands atypische Morphologie,
- steile Böschungen und lockere Lagerungen von homogenen Kippensubstraten bergen eine große Gefahr durch so genanntes „Setzungsfließen“,
- große Tiefen, die einen intensiven Kontakt des Sees zu allen hangenden Grundwasserleitern ermöglichen,
- riesige Kippenkomplexe im Umfeld der Seen, die wesentliche Quellen für gelöste und versauernd wirkende Stoffe darstellen.

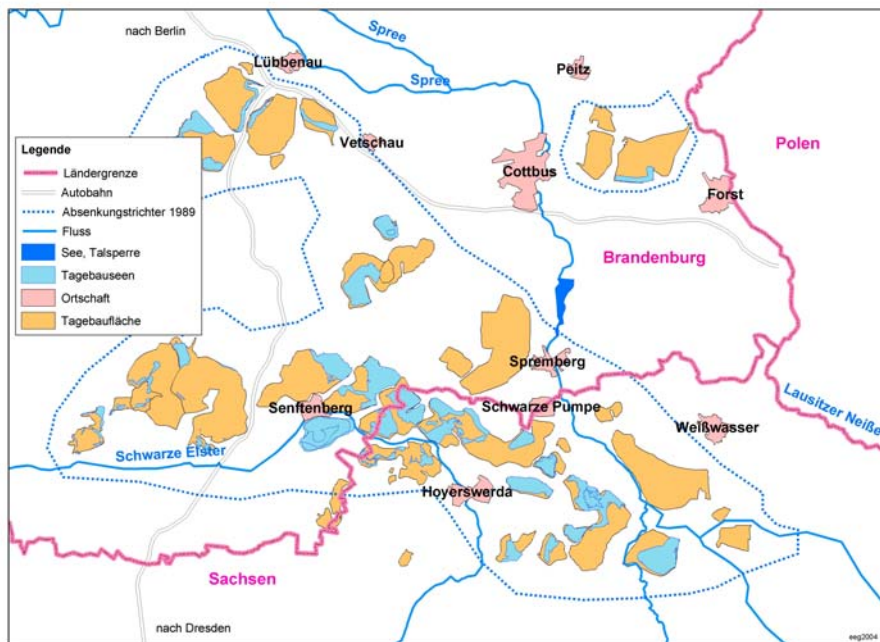


Abb. 2: Übersicht der in der Lausitz entstehenden bedeutenden Tagebauseen

Die Braunkohleabraumkippen der Lausitz, die überwiegend aus tertiären Sedimenten des Abraumes geschüttet werden, enthalten Schwefelgehalte von 0,2 bis 1 Masseprozent, wobei anorganisch gebundener, disulfidischer Schwefel in Form von FeS₂ dominiert. Mineralogisch handelt es sich dabei um Markasit und Pyrit. Bei der häufig verkürzt bezeichneten „**Pyritverwitterung**“ entsteht aus den Eisendisulfiden unter der Wirkung von Sauerstoff und Wasser zunächst vor allem Eisen(III)hydroxid und

Schwefelsäure und schließlich hochmineralisiertes Wasser mit hohen Sulfat- und Eisen- aber auch mit hohen Aluminium- und Mangangehalten (Abb. 3). Der pH-Wert liegt im anoxischen Milieu (z. B. tiefes Grundwasser) bei pH = 4 ... 6, im oxischen Bereich (z. B. Kippensickerwasser und Tagebauseewasser) bei pH = 2,5 bis 3,5.

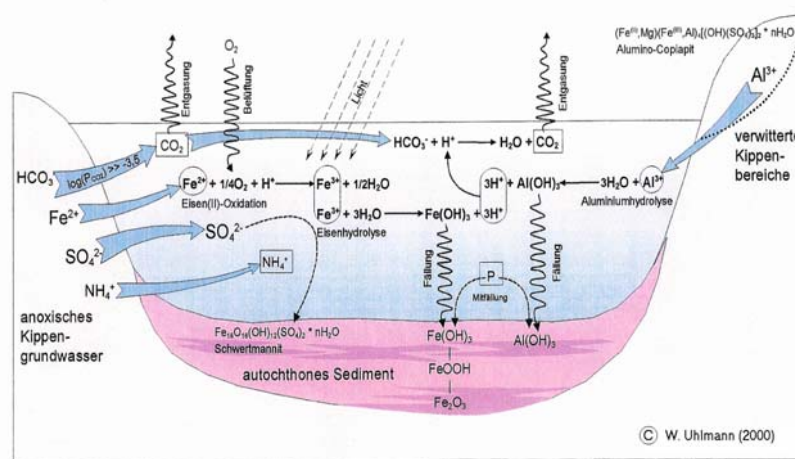


Abb. 3: Stoffquellen und hydrogeochemische Prozesse in den Tagebauseen des Lausitzer Braunkohlereviers. (LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG 2001)

Die stoffliche Belastung der Tagebauseen wird sowohl durch die einzelnen **Herkunftsbereiche** mit ihrem jeweiligen Milieu als auch durch die Lage des Sees und der Kippenkomplexe z. B. in der Haupt-Grundwasserströmungsrichtung (GRÜNEWALD 2001) beeinflusst (Tab. 1, Tab. 2).

Im See selbst sind es vor allem die Prozesse der Hydrolyse des dreiwertigen Eisens und Aluminiums, die zu **extremen Versauerungserscheinungen** führen.

Die sächsischen und brandenburgischen Tagebauseen des Lausitzer Braunkohlereviers variieren zwar in ihrer chemischen Beschaffenheit, sind aber überwiegend durch hohe Acidität gekennzeichnet. Vereinzelt auftretende schwach alkalische pH-Werte der Tagebauseen sind in den meisten Fällen auf die Verbringung basischer Reststoffe, z. B. Kraftwerksaschen, zurückzuführen. Nur wenige Tagebauseen zeigen infolge günstiger geologischer Umfeldbedingungen in Anstromrichtung des Grundwassers erhöhte pH-Werte, z. B. der Schönfelder See.

Tab. 1: Einfluss der Kippen auf die Wasserbeschaffenheit der Tagebauseen.

Kennzeichnung der Kippen	Versauerungsgefahr für den Tagebausee	
	gering	hoch
Größe	Keine bzw. kurze Kippenböschungen (Innenkippen)	Ausgedehnte und stark gegliederte Kippenböschungen
	z. B. Gräbendorf	Sedlitz, Skado, Bluno
Lage	Kippen im Abstrom des Tagebausees	Kippen im Grundwasserzuström des Tagebausees
	z. B. Greifenhain; RL 12	Spreetal-NO; Lohsa II; Heide-seen
Zusammensetzung	Pleistozänes Material	Tertiäres Material
	z. B. Klinger See, RL 4	Meuro

Tab. 2: Charakterisierung der Stoffquellen von Tagebauseen.

Herkunft	pH-Wert	Metalle			Organik	Nährstoffe		
		Fe	Al	Mn		C	P	N
Anoxisches Grundwasser	schwach sauer	Fe(II) sehr hoch	gering	hoch	HS/FS: schwer abbaubar	sehr hoch	differenziert	NH ₄ ⁺ -N: hoch
Oxisches Grundwasser	stark sauer	Fe(III) hoch	hoch	hoch	HS/FS: schwer abbaubar	gering	kein	NH ₄ ⁺ -N: hoch
Böschungsmaterial	differenziert	gering	hoch	gering	gering	gering	kein	NH ₄ ⁺ -N: gering
Flutungswasser	neutral bis schwach alkalisch	gering	kein	gering	TOC und DOC: leicht abbaubar, Algen	mittel	hoch	NO ₃ ⁻ -N: hoch

HS/FS – Humin- und Fulvinsäuren

Die Hydrolyseprozesse bewirken indirekt über die jeweiligen Hydroxidbildungen Ausfällungen, so dass Tagebauseen besonders durch Eisenhydroxidschlamm-Sedimente angereichert sind. Letztlich ist damit vor allem eine Phosphatfällung verknüpft, die besonders bedeutsam für die geringe Primärproduktion in solchen Tagebauseen ist (GRÖSCHKE et al. 2002).

Um den nachteiligen Folgen des alleinigen Grundwasseraufganges entgegenzuwirken, ist man in der Lausitz bemüht, im Sinne von ökotechnologischen Maßnahmen eine „**Fremdflutung**“ der Tagebauseen durch die Zufuhr von neutralem bis schwach alkalischem Oberflächenwasser zu erreichen (Abb. 4).

Die **Vorteile** der **Fremdflutung** bestehen – durch das Vorauslaufen des Seewasserspiegels – in einer Verdrängung des versauernd wirkenden Grund- und Kippenwassers, der Verdünnung des versauerten Seewassers und in einer chemischen Kompensation/Neutralisation des Seewassers. Als Grenzen der „Fremdflutung“ wirken vor allem:

- die geringe Alkalinität der Flutungswässer im Vergleich zur extremen Acidität der meisten Lausitzer Tagebauseen,
- die begrenzte Verfügbarkeit der regionalen Wasserressourcen,
- die letztlich endlichen Volumina der Tagebauseen, die nach Erreichen der Endwasserstände ggf. immer „noch nicht neutral“ sind,
- die potentielle Eutrophierungsgefahr durch nährstoffreiches Flutungswasser bzw. Rücklöseprozesse aus dem Sediment.

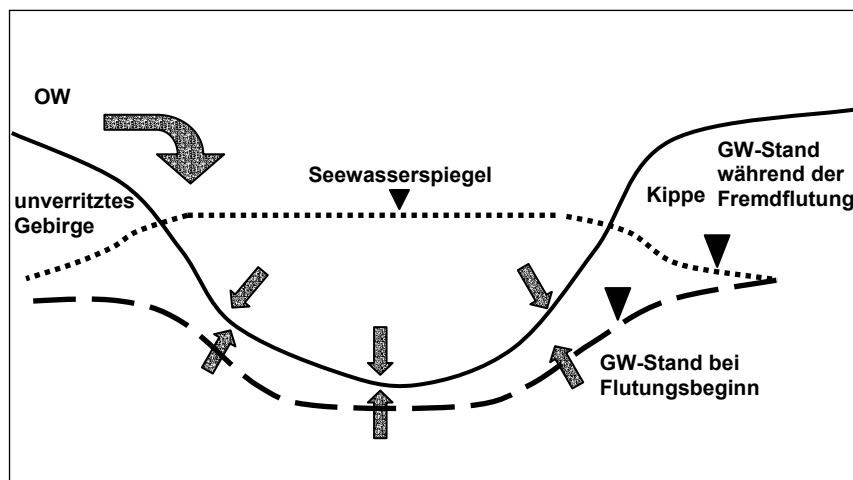


Abb. 4: Prinzip der Fremdflutung von Tagebauseen durch Zufuhr von Oberflächenwasser

2 Stand – Wo stehen wir auf dem Weg zum Erreichen der Nutzungsziele?

Die effektive Gestaltung der wasser- und stoffhaushaltlichen Sanierung der vom Braunkohlebergbau nachhaltig gestörten Lausitzer Gewässer-Landschaft erfordert wissenschaftlich fundierte Voraussagen zur zukünftigen Entwicklung unter unterschiedlichsten Rahmen- und Randbedingungen. Diese **Erstellung von Prognosen** ist Aufgabe des wissenschaftlich-technischen Projektes „Gewässergüte Tagebauseen der Lausitz“, das seit 1995 in enger interdisziplinärer und interinstitutioneller Weise bearbeitet wird.

Im Jahre 1994 wurde dazu im Auftrag der „Bund-Länder-Arbeitsgruppe Wasserwirtschaftliche Planung“ in interdisziplinärer Arbeit (SCHULTZE et al. 1994) zunächst eine **Methodik** zur limnologischen Untersuchung und Bewertung von Bergbaurestseen erarbeitet und in den Folgejahren systematisch (LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG 1996, LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG 2001) spezifiziert und weiterentwickelt.

Das Konzept zur Wasserqualitätsvorhersage für Tagebauseen basiert auf einer verknüpften Betrachtung des Grund- und oberirdischen Flutungswassers (Abb. 5).

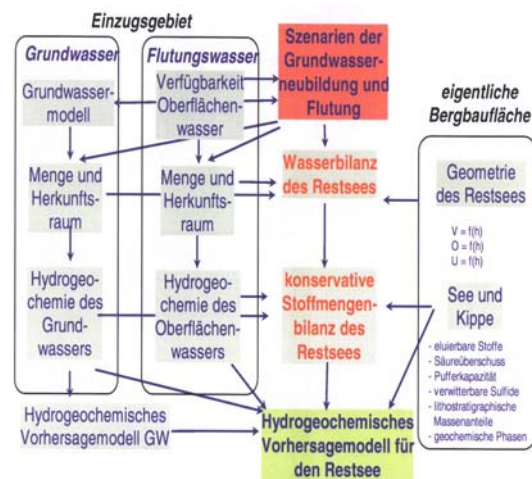


Abb. 5: Methodisches Konzept zur Wasserbeschaffenheitsvorhersage für Tagebauseen.

Diese beiden Wasserkörper werden anhand ihrer Herkunftsräume und ihrer verfügbaren Menge im Hinblick auf ihre Frachten an relevanten Inhaltstoffen charakterisiert. Als weitere **Randbedingungen** werden die zeitlich veränderliche Morphologie (Volumen, Oberfläche, Tiefe) des Restsees und die kippenspezifischen Massen- und Stoffbewegungen (eluierbare Stoffe, Pufferkapazität, verwitterbare Sulfide) im Böschungsbereich berücksichtigt. Unter Einbeziehung der natürlichen Grundwasserneubildung kann so eine Bilanzierung der Wassermenge und der konservativen sowie eine hydrogeochemische Modellierung der nichtkonservativen Stoffe im Tagebausee

erfolgen. Durch geeignete Probenahme-, Aufbereitungs- und Analyseverfahren müssen zunächst die initialen hydrogeologischen, geologischen, geochemischen und limnologischen Zustände zu schaffender Tagebauseen und ihres Umfelds ermittelt und die zukünftig zu erwartenden Umfeldbedingungen abgeschätzt werden. Weiterhin sind die Auswirkungen verschiedener Flutungsszenarien vor dem Hintergrund potenzieller Nutzungsmöglichkeiten bzw. technologischer Eingriffsmöglichkeiten zu überprüfen.

Die **Hauptziele** dieses konzeptionellen Ansatzes bestehen in der Vorhersage

- der kurz- und langfristigen Wechselwirkung von Grund-, Kippen-, Tagebau- und Flutungswasser
- des Versauerungs- bzw. Neutralisationspotentials und daraus resultierender Stoffdynamik im Tagebausee und dessen Umfeld
- der ökosystemaren Entwicklung im Gewässer.

Die Flutungsvorgänge werden über eine schrittweise Fortschreibung der relevanten Datenbasis wissenschaftlich begleitet. Die gewählte Abstraktionsebene der „lose verknüpften Modellierung“ stellt einen Kompromiss dar zwischen den in der bergbaulich stark gestörten Landschaft außerordentlich differenzierten Daten- und Methoden Grundlagen einerseits sowie der erforderlichen bzw. erreichbaren Aussagegenauigkeit andererseits.

Unter Berücksichtigung sowohl veränderter Prioritätensetzungen, z. B. Überleitung von Flutungswasser aus benachbarten Großeinzugsgebieten, als auch ökonomischer und ökologischer Gesichtspunkte (z. B. Erreichung der Nutzungsziele, Einhaltung der ökologischen Mindestabflüsse, Abschätzung von Gefährdungspotentialen) erfolgt hierbei eine Rückkopplung mit den ausführenden und umsetzenden Institutionen und Behörden

Entsprechend der beobachteten und prognostizierten Entwicklung der Wasserbeschaffenheit der Tagebauseen als Folge der geologischen Situation und anthropogener Einflussfaktoren (Flutungskonzept, Reststoffverbringung) sind **unterschiedliche Nutzungen** vorgesehen. Neben der Wasserspeicherung zur Niedrigwasseraufhöhung und Hochwasserverminderung der Fließgewässer (z.B. Spree, Schwarze Elster) werden die Tagebauseen als Landschaftsseen im Sinne des Naturschutzes oder als Seen für Tourismus und Erholung genutzt.

Der **Füllstand** der im Lausitzer Braunkohlerevier gefluteten Tagebauseen ist für die einzelnen Seen unterschiedlich. Während die Flutung des Senftenberger Sees zum Erholungs- und Speichersee (Schwarze Elster) bereits in den 70-er Jahren abgeschlossen wurde, befinden sich andere (z.B. Klinger See) erst am Anfang des Flutungsvorgangs. Nach wie vor reagiert der Senftenberger See jedoch außerordentlich empfindlich gegenüber Unterbrechungen der Elsterwasserzufuhr. Bislang beläuft sich das zur Flutung eingesetzte Wasservolumen auf ca. 623 Mio. m³ (LAUSITZER UND MITTEL-DEUTSCHE BERGBAU-VERWALTUNGSGESELLSCHAFT MBH 2002).

3 Perspektiven – Zu „Risiken und Nebenwirkungen“?!

Klima- und nutzungsbedingte Schwankungen des Flutungswasserdargebots senkten die **verfügbare Wassermenge** auf 1.65 Milliarden m³ (\cong 66 %) der ursprünglich im Jahr 1996 geschätzten ca. 2.5 Milliarden m³ für den Flutungszeitraum 1997–2007.

Die **Gründe** für den großen Unterschied bei den insbesondere im Zeitraum 1997 bis 2001 geschätzten (913,5 Mio. m³) und für diesen Zeitraum wirklich zur Verfügung gestandenen Flutungswassermengen (417 Mio. m³) sind unterschiedlich. Sie reichen von der stark schwankenden räumlichen und zeitlichen Verfügbarkeit des Wasserdargebotes über verzögerte Genehmigung und Fertigstellung von Flutungsanlagen z. B. wegen Uneinigkeit der betroffenen Bundesländer bis hin zu fehlenden Prioritätensetzungen.

Gemäß den quantitativen und qualitativen Randbedingungen sind für die einzelnen Seen stark variierende Flutungszeiträume vorgesehen. Nur wenige Tagebauseen werden allein durch den natürlichen Grundwasseraufgang gefüllt werden.

Für drei ausgewählte unterschiedliche Tagebauseen sind in Tab. 3 die aktuell bestimmten und zukünftig zu erwartenden Beschaffenheitskennwerte pH, Säurekapazität und Sulfatgehalt einschließlich der Gutachterempfehlungen zum Erreichen der Nutzungsziele wiedergegeben. Ein Vergleich der aktuellen Situation der Wasserqualität mit den geplanten Beschaffenheitswerten verdeutlicht den Einfluss der vorgesehenen Flutungsmaßnahmen und der spezifischen Konditionierungsempfehlungen zur Erreichung des Nutzungszieles als Speicher, See für Tourismus oder Fischgewässer. Während beispielsweise der Schönfelder See (pH = 7.4) für die touristische Nachnutzung keiner weiteren Maßnahmen bedarf und sogar zu Flutungszwecken anderer Seen genutzt werden soll, wäre für die Erreichung des Qualitätsziels „Fischgewässer“ beim Tagebausee Scheibe (pH-Wert um 3) eine aufwendige chemische Konditionierung notwendig. Günstiger wäre es, eine Änderung des Nutzungsziels anzustreben.

Zur Minderung der stoffhaushaltlichen Probleme in der Lausitzer Bergbaufolgelandschaft werden folgende **ergänzende technisch-technologische Maßnahmen** erwogen:

- Weiterbetrieb der Grubenwasserreinigungsanlagen bei aktivem Bergbau/ Sanierungsbergbau
- Konditionierung am oder im Tagebausee mit neutralisierenden Einsatzstoffen wie Asche, Kalk, Soda, Natronlauge
- Chemotechnische Verfahren wie Elektrolyse und Fällung qualitätsrelevanter Inhaltstoffe
- Biologische Verfahren wie biogene Alkalinisierung durch Eutrophierung und Saprobisierung.

Bei den letzten drei Verfahren wird gegenwärtig untersucht, wie die Nebenbedingungen der Wirtschaftlichkeit und der Nachhaltigkeit einzuhalten sind.

Tab. 3: Beispiele aktueller und prognostizierter Beschaffenheitskennwerte, Nutzungsziele und Gutachtenempfehlungen

See Letzte Bearbeitung	pH [-]		K _{S4,3} [mmol/l]		Sulfat [mg/l]		Nutzungsziel	Gutachtenempfehlungen (gemäß letzter Bearbeitung)
	Akt.	Prog.	Akt.	Prog.	Akt.	Prog.		
Dreiweibern 1999	6,9	6,0 bis 7,0	0,3	<1	200 bis 250	450 bis 800	Speicher See für Tourismus und Erholung Fischgewässer	- Nachsorge mit Fremdwasserzufuhr
Scheibe 2001	2,8	3,0 bis 3,3	-3,8	-3,4 bis -2,2	1.200	600 bis 900	See für Tourismus und Erholung Fischgewässer	- Chemische Verfahren - Änderung des Nutzungsziels
Schönfelder See 2001	7,4	7,4	1,6	1,6	220	250	See für Tourismus und Erholung	- Nachteilige Einflüsse Kleptna verhindern - Flutungswasservorsorge für andere Seen

Eine weitere Unsicherheit bezüglich der Flutungs- bzw. Nachsorgeprozesse ergibt sich aus den schwierig abzuschätzenden **Folgen des globalen Wandels** auf den regionalen Wasser- und Stoffhaushalt (LAUSITZER RUNDSCHAU 2003). Im BMBF-Verbundprojekt „GLOWA-Elbe“ wurde versucht, diese möglichen Konsequenzen systematisch einzugrenzen. Gemeinsam mit regionalen und institutionellen Entscheidungsträgern fand dazu ein Fachgespräch „Wasserbewirtschaftung unter geänderten Rahmenbedingungen“ (BTU COTTBUS 2002) statt, in welchem die Ergebnisse des GLOWA-Teilprojektes „Bergbaubeeinflusstes Einzugsgebiet der Oberen Spree – nachhaltige Wasserbewirtschaftung und regionale Entwicklung“ (GRÜNEWALD et al. 2002) vorgestellt und gemeinsam diskutiert wurden. Deutlich wurde z. B., dass gemäß der untersuchten **Szenarien der Klimaentwicklung** die ursprünglich durch den Speicherbau und die Überleitung von Oderwasser in den Berliner Raum erreichten Vorteile wieder „aufgefressen“ würden (GRÜNEWALD et al. 2001).

Insgesamt lässt sich schlussfolgernd feststellen, dass

- die wasserhaushaltliche („wassermengenwirtschaftliche“) und vor allem **stoffhaushaltliche** („wassergütemäßige“) **Sanierung** in der Lausitz ein langfristiger, sich noch über **Jahrzehnte** erstreckender Prozess ist,
- **vielfältige Änderungen** der regionalen, überregionalen und globalen **Randbedingungen** mit Sicherheit **zu erwarten** sind („das einzig Beständige ist der Wandel“),
- **die Ergebnisse** der **vielfältigen Forschungsprojekte praxisrelevant umzusetzen** und zu **vernetzen** sind,

- es eine flussgebietsbezogene, länderübergreifende **integrierte Wasserbewirtschaftung** (im Sinne der „Europäischen Wasserrahmenrichtlinie“) **umzusetzen** gilt (z. B. von der Entwicklung der „Flutungszentrale“ hin zu einem „länderübergreifenden Wasserbewirtschaftungsverband“) und dass es auch weiter gilt
- **integrierende wissenschaftlich-technische Projekte bzw. -begleitung zu sichern.**

Literaturverzeichnis:

- BTU Cottbus (2002): Fachgespräch „Wasserbewirtschaftung unter geänderten Rahmenbedingungen“ Vorträge und Diskussion. Verbundvorhaben „Integrierte Analyse der Auswirkungen des Globalen Wandels auf die Umwelt und die Gesellschaft im Elbegebiet“ GLOWA-ELBE. Bergbaubeeinflusstes Einzugsgebiet Obere Spree. BTU Cottbus, Lehrstuhl Hydrologie und Wasserwirtschaft, Cottbus 2002.
- Landesumweltamt Brandenburg (1996): Bergbaubedingte Wasserbeschaffenheit in Tagebaurestseen - Analyse, Bewertung und Prognose - Untersuchungen im Lausitzer Braunkohlerevier. Studien und Tagungsberichte, Band 6. Potsdam, 86 S.
- Landesumweltamt Brandenburg (2001): Tagebauseen. Wasserbeschaffenheit und wassergütemwirtschaftliche Sanierung - Konzeptionelle Vorstellungen und erste Erfahrungen. Studien und Tagungsberichte. Band 35. Potsdam.
- Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (2003): Fluten, die verändern. Sanierungsbericht 2002. Berlin, 60 S.
- Lausitzer Rundschau: Landesumweltamt stellt Cottbuser Ostsee in Frage. Cottbus erlebt weitere Klimaverschärfung. Cottbus, 03.06.2003.
- Gröschke, A., Uhlmann, W., Rolland, W. & U Grünewald (2002): Hydrochemische Entwicklung Lausitzer Tagebauseen während der Flutung am Beispiel des Restloches Gräbendorf. In: Hydrologie und Wasserbewirtschaftung. Jg. 46, H. 6, S. 256-267.
- Grünewald, U. (2001): Sanierung des regionalen Wasser- und Stoffhaushaltes. Erarbeitung von Prognosen zur Entwicklung der Wassermenge und -beschaffenheit, Ableitung von Risiken und Handlungsbedarf. In: GEOAgentur Berlin Brandenburg (Hrsg.) in Kooperation mit Forschungszentrum Bergbaufolgelandschaften der BTU Cottbus: InfoForum Rekultivierung. Gestörte Kulturlandschaften. Handlungsbedarf in Berlin und Brandenburg. Dokumentation. 6. November 2001. S. 57-66.
- Grünewald, U., Ipsen, D., Kaltofen, M., Karkuschke, M., Koch, H., Messner, F., Schramm, M., Schuster, S., Simon, K.-H., Wehrle, A. & O. Zirner (2002): Sustainable Water Resources Management and Regional Development in the Upper Spree River Basin Heavily Influenced by Lignite Open Pit Mining. In: GLOWA. German Programme on Global Change in the Hydrological Cycle. Phase I, (2000-2003), Status Report 2002, GSF Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Projektträger des BMBF für Umwelt- und Klimaforschung, München, April 2002, S. 9-13.
- Grünewald, U., Kaltofen, M., Kaden, S. & M. Schramm (2001): Länderübergreifende Bewirtschaftung der Spree und der Schwarzen Elster. In: KA - Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall. Jg. 48, H. 2, S. 205-213.

Schultze, M., Klapper, H., Nixdorf, U. & U. Grünwald (1994): Methodik zur limnologischen Untersuchung und Bewertung von Bergbaurestseen. Bund-Länder Arbeitsgruppe Wasserwirtschaftliche Planung. Magdeburg/Cottbus, 23 S.