

TEXTE

68/2016

Übersicht zur ökologischen Situation ausgewählter Tagebauseen des Braunkohlebergbaus in Deutschland

TEXTE 68/2016

Projektnummer 50777
UBA-FB 002383

Übersicht zur ökologischen Situation ausgewählter Tagebauseen des Braunkohlebergbaus in Deutschland

von

Prof. Dr. Brigitte Nixdorf
Dr. Jessica Ramm

Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg,
Fachgebiet Gewässerschutz

in Kooperation mit

Dr. Klaus van de Weyer
Elke Becker

lanaplan

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

Durchführung der Studie:

Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg,
Fachgebiet Gewässerschutz
Postfach 101344
03013 Cottbus

Ianaplan GbR
Lobbericher Str. 5
D-41334 Nettetal

Abschlussdatum:

April 2016

Redaktion:

Fachgebiet II 2.4
Falk Hilliges

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, September 2016

Kurzbeschreibung

Die Seenlandschaft Deutschlands wird durch den Braunkohlenbergbau um über 500 Seen reicher, von denen etwa 100 Seen größer als 50 ha und damit berichtspflichtig für die Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) werden. Diese künstlichen Seen sollen lt. EG-WRRL ein gutes ökologisches Potenzial bis 2015 bzw. 2027 erreichen. Dazu wurden Typisierungs- und Bewertungsverfahren für neutrale und saure Tagebauseen in Anlehnung an die Bewertung natürlicher Seen entwickelt und angewendet. Als wesentliche biologische Qualitätskomponenten werden das Phytoplankton sowie Makrophyten und Phyto-benthos in einem vierstufigen System zur Bewertung herangezogen. Für alle in dieser Studie betrachteten neutralen und sauren Tagebauseen wurden Seesteckbriefe entwickelt. Einige Seen können noch nicht bewertet werden, weil sie sich noch in Füllung und unter Bergaufsicht befinden bzw. aus anderen Gründen nicht beprobt werden können. Tagebauseen sind wegen ihres guten Phosphorbindungsvermögens meist nährstoffarme, klare Gewässer. Über die Hälfte der bewerteten Seen erreicht das gute ökologische Potenzial, 47 % der bewerteten Seen verfehlen es. Nur in einem Fall ist eine erhöhte Trophie die Ursache dafür; in allen anderen Fällen liegen chemische Belastungen vor, wobei Umweltqualitätsnormen für flussgebietspezifische Schadstoffe nicht eingehalten werden. Somit kann diese Bestandsaufnahme nur einen Zwischenstand in der Bewertung von Tagebauseen darstellen. Eine Überarbeitung des Bewertungsverfahrens für Makrophyten und Phyto-benthos in sauren Tagebauseen wird empfohlen.

Abstract

The EU Water Framework Directive (WFD) demands a good ecological status or ecological potential for natural and artificial lakes larger than 50 ha until 2015 or 2027, respectively. More than 100 artificial mining lakes originate from lignite mining activities in Germany. The specific chemistry of mining lakes with their high phosphorus retention capacity is a chance for the development of clear lakes that are poor in nutrients. For neutral mining lakes, the existing typology and five-step assessment for natural lakes which is based on the biological quality elements phytoplankton, macrophytes and microphyto-benthos was adapted. For acidic lakes, the phytoplankton assessment was modified by including the diversity of the phytoplankton. In total, 36 of the largest existing mining lakes in Germany were assessed and description of the limnological lake characteristics were elaborated. Some of the relevant lakes could not be sampled because they are still in filling process and under surveillance of the mining authorities or safety demands for sampling are not given. So far, 53 % of lakes considered in this study reach the good or better ecological potential. Three lakes fail this state because environmental quality standards for river basin-specific chemical pollutants are not complied. Only one lake shows too high trophic conditions. The currently applied assessment tools especially those for macrophytes and microphyto-benthos do not meet the requirements for the specific ecological situation in acidic mining lakes. Therefore, these results can only be regarded as an intermediate status of assessment for mining lakes. A revision of the assessment process of macrophytes and microphyto-benthos in acidic lakes is recommended.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis.....	6
Abkürzungsverzeichnis.....	7
1 Einführung und Zielstellung.....	8
2 Braunkohlereviere und Übersicht zu Tagebauseen.....	11
2.1 Das Lausitzer Bergbaurevier (Brandenburg und Ostsachsen)	11
2.2 Das Mitteldeutsche Bergbaurevier (Westsachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen)	16
2.3 Das Rheinische Bergbaurevier	20
2.4 Das Hessische Braunkohlerevier.....	22
2.5 Das Braunkohlerevier in der Oberpfalz (Bayern).....	23
3 Limnologie von Tagebauseen	24
3.1 Typisierung als Grundlage für Bewertungen.....	24
3.2 Besiedlung von Tagebauseen und säurebedingte Besonderheiten	27
3.2.1 Plankton	28
3.2.2 Nahrungsnetze.....	29
3.2.3 Benthische Vegetation	29
3.2.4 Fische.....	30
3.3 Trophieprognosen für Tagebauseen (nach Grüneberg et al. 2010).....	31
3.3.1 Höheres Retentionspotenzial für Phosphor in Tagebauseen.....	31
3.3.2 Empfehlungen für Trophieprognosen in Tagebauseen	32
4 Ökologische Klassifizierung und Bewertung von Tagebauseen	34
4.1 Bewertung nach der biologischen Qualitätskomponente Phytoplankton	37
4.1.1 Kenngrößen zur Ermittlung des Phyto-See-Index.....	37
4.1.2 Einheiten des Phyto-See-Index und Umrechnung in die ecological quality ratio (EQR)	39
4.1.3 Biodiversitätsindex für saure Tagebauseen nach Leßmann & Nixdorf (2009)	39
4.2 Bewertung nach der biologischen Qualitätskomponente Makrophyten und Phytobenthos.....	40
4.3 Naturschutzfachliche Bedeutung	41
5 Auswahl der Datensätze und Bewertung von Tagebauseen in den Braunkohlerevieren (Lausitz, Mitteldeutschland, Rheinland, Hessen, Bayern)	42
5.1 Datenlage	42
5.2 Liste der zur Bewertung geeigneten Tagebauseen und GIS basierte Übersichtskarte.....	44
5.3 Resultate zum ökologischen Potenzial von Tagebauseen.....	47

6	Glossar	50
7	Danksagung	51
8	Quellenverzeichnis.....	52
9	Anlagen.....	57
9.1	A1 Seensteckbriefe einschließlich der relevanten hydrologischen und hydromorphologischen Stammdaten	57

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Volumen und Fläche von natürlichen Seen und Tagebauseen in Deutschland.	9
Abbildung 2:	Lausitzer Braunkohlenrevier	15
Abbildung 3:	Mitteldeutsches Braunkohlerevier.....	19
Abbildung 4:	Überblick über die Tagebauseen in Nordrhein-Westfalen.....	21
Abbildung 5:	Tagebauseen im ehemaligen Borkener Braunkohlerevier	22
Abbildung 6:	Chemische Seentypisierung in Abhängigkeit von der Leitfähigkeit, dem pH-Wert und dem Puffersystem.....	24
Abbildung 7:	Einstufung des ökologischen Potenzials nach § 5 OGewV mittels einschlägiger Qualitätskomponenten.	35
Abbildung 8:	Übersichtskarte ausgewählter Tagebauseen	46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Flutungsstand (Flutungsbeginn und Flutungsende) der entstehenden Seen in der Brandenburgischen Lausitz mit Angabe der künftigen Volumina und Flächen der Tagebauseen nach Angaben der LMBV vom Dezember 2015 ergänzt um die mittlere Tiefe (Z_{mitt}).....	12
Tabelle 2:	Flutungsstand (Flutungsbeginn und Flutungsende) der entstehenden Seen in der Sächsischen Lausitz mit Angabe der künftigen Volumina und Flächen der Tagebauseen nach Angaben der LMBV vom Dezember 2015 ergänzt um die mittlere Tiefe (Z_{mitt}).	14
Tabelle 3:	Flutungsstand (Flutungsbeginn und Flutungsende) der entstehenden Seen in Mitteldeutschland mit Angabe der künftigen Volumina und Flächen der Tagebauseen nach Angaben der LMBV vom Dezember 2015 ergänzt um die mittlere Tiefe (Z_{mitt}).	16
Tabelle 4:	Tagebauseen im Rheinischen Bergbaurevier	21
Tabelle 5:	LAWA-See-Typen erweitert um Phytoplankton-See- und Subtypen entsprechend des AWB/HMWB-Datensatzes	26
Tabelle 6:	Zuordnung der qualitätsspezifischen See- und Subtypen zu den LAWA-See-Typen für ausgewiesene AWB und HMWB mit Erläuterungen zu den Seetyp-Kürzeln.	26
Tabelle 7:	Definition des ökologischen Potenzials nach EG-WRRL.....	34
Tabelle 8:	Klassifizierung von Tagebauseen nach Azidität, pH-Werten, Leitfähigkeiten, $K_{\text{B8,2}}$ -Werten und Besiedlung mit Plankton und Makrophyten.	36
Tabelle 9:	Indexwerte (PSI) und Zustandsklassen zur Herleitung der ökologischen Qualitätsverhältnisse (EQR).....	39
Tabelle 10:	Untergrenzen der Biodiversitäts-Indices für Phytoplankton in sauren Tagebauseen (Shannon-Index und Evenness) zur Ermittlung des höchsten und guten ökologischen Potenzials....	40
Tabelle 11:	Trophiestufen und Tiefengrenzen des Makrophyten-Vorkommens.	41
Tabelle 12:	Liste der ursprünglich zur Bewertung vorgesehenen Seen mit Gründen für fehlende Bewertungen der biologischen Qualitätskomponenten.	42
Tabelle 13:	Liste der zur Bewertung des ökologischen Potenzials ausgewählten Tagebauseen.....	44
Tabelle 14:	List der Seen, die „das gute ökologische Potenzial“ erreichen..	47
Tabelle 15:	Liste der Seen, die „nicht das gute ökologische Potenzial“ erreichen.....	48

Abkürzungsverzeichnis

AWB	Artificial water bodies (Künstliche Wasserkörper)
BP	Bewirtschaftungsplan der EG-WRRL
EG - WRRL	EG- Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000)
ELF	Elektrische Leitfähigkeit
FFH-RL	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992)
HMWB	Heavely modified water bodies (erheblich veränderte Wasserkörper)
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LMBV	Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH
LSG	Landschaftsschutzgebiet
NSG	Naturschutzgebiet
OGewV	Oberflächengewässer-Verordnung
PSI	Phyto-See-Index
TBS	Tagebausee
UQN	Umweltqualitätsnorm

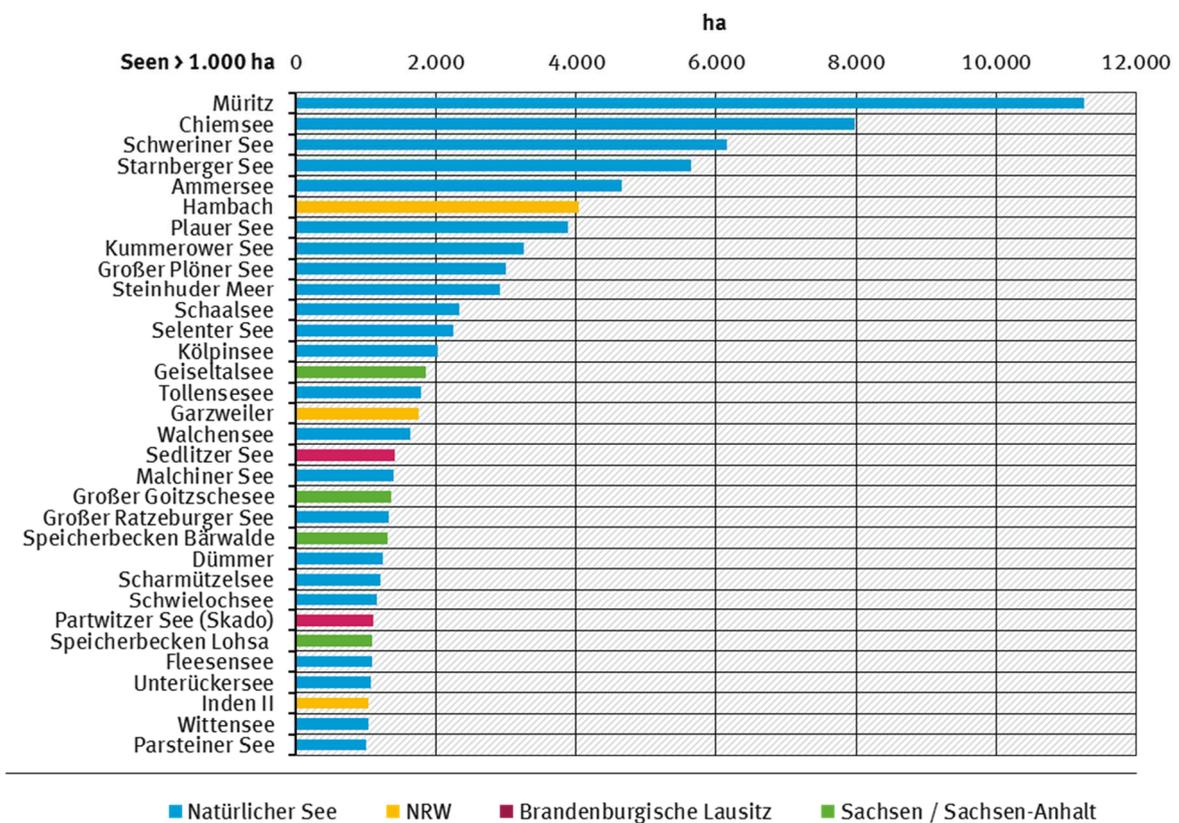
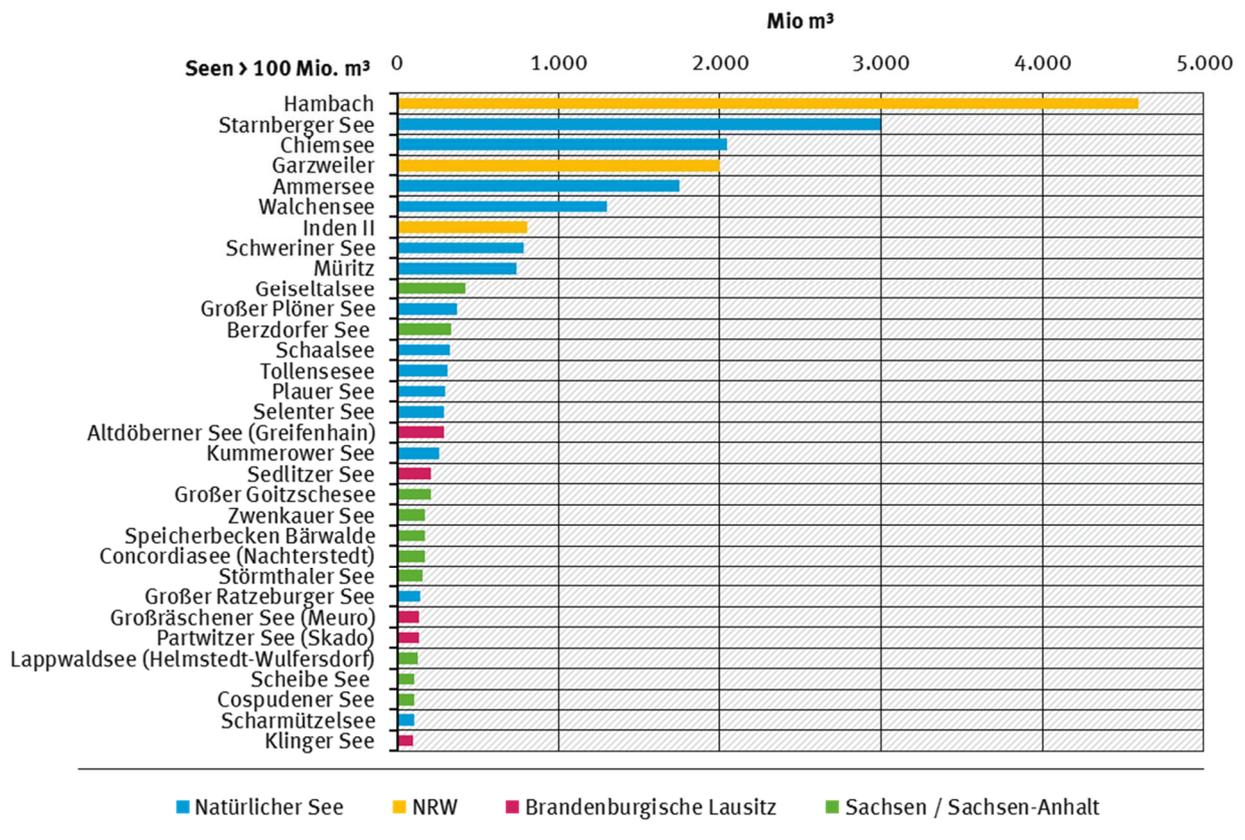
1 Einführung und Zielstellung

Die Berichtspflicht der Bundesrepublik Deutschland an die EU über das ökologische Potenzial künstlicher Standgewässer beschränkt sich auf Seen über 50 ha. In Deutschland existieren mehr als 500 Tagebauseen, von denen 230 in ihrem Entwicklungsstatus mit Stand des Jahres 2000 dokumentiert wurden (Nixdorf et al. 2001). Die großen Tagebauseen sind dabei, die Gewässerlandschaft Deutschlands stark zu verändern. Die Landschaften der Lausitz und Mitteldeutschlands sind in besonderem Maße von diesen Veränderungen betroffen, weil in diesen ehemals seenarmen Gebieten nach 1990 eine drastische Reduzierung des Braunkohleabbaus einsetzte. Die nach der Abbaggerung verbleibenden Hohlräume wurden und werden in den meisten Fällen mit Wasser gefüllt bzw. entwickeln sich durch den Grundwasserwiederanstieg selbständig zu Seen. Die Entstehung neuer Seen in den ehemaligen Lausitzer und Mitteldeutschen Braunkohlerevieren ist die markanteste Veränderung in der deutschen Gewässerlandschaft in den letzten 100 Jahren.

Das Lausitzer Revier erstreckt sich auf den Süden Brandenburgs und auf die nordöstlichen Gebiete von Sachsen. Im Mitteldeutschen Revier findet man Tagebauseen bei Delitzsch-Südwest und südlich von Leipzig, im Bitterfelder Raum und bei Geiseltal/Merseburg. Bis zum Jahr 2018 wird in Brandenburg und Sachsen das größte künstliche Seengebiet Europas entstehen. Das Lausitzer Seenland wird touristischen Bootsverkehr auf 14 miteinander verbundenen Seen mit insgesamt 7000 ha Wasserfläche ermöglichen.

Bedingt durch die Abbautechnologie in den Braunkohletagebauen ergeben sich vielfältige morphologische Ausprägungen der Beckenform der Seen, die natürlicherweise in der Region nicht vorkommen (z.B. Wechsel schmaler und sehr tiefer Randschläuche mit Flachwasserbereichen, die über Absetzerkippen entstehen). Alte Tagebauseen sind meist klein (z.B. Seen um Weißwasser), neue sehr groß, wie z.B. der Geiseltalsee, Sedlitzer See, Goitzschensee, Senftenberger See, Speicherbecken Bärwalde und Partwitzer See mit künftig über 1000 ha Wasserfläche (Abbildung 1).

Abbildung 1: Volumen und Fläche von natürlichen Seen und Tagebauseen in Deutschland.



Aus den Abbildungen wird ersichtlich, in welchem Maße sich die Seenlandschaft Deutschlands durch die Tagebauseen verändern wird. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in dieser Darstellung auch künftige Tagebauseen in NRW (Hambach, Garzweiler, Inden II) und Niedersachsen (Helmstedt: Lappwaldsee) einbezogen wurden und die jeweiligen Flächen und Volumina sich auf den Endstand der Flutung beziehen. Besonders deutlich wird diese Änderung beim volumenbezogenen Vergleich der Seen. Da die natürlichen Seen glazialen Ursprungs sind, ist ihre Tiefe insbesondere in der Norddeutschen Tiefebene geringer als die der meisten Tagebauseen. Folglich wirkt sich das höhere Volumen der tieferen Tagebauseen im Vergleich der Volumina prägnanter aus als der Vergleich der Flächen.

Die wasserwirtschaftlichen Herausforderungen sind gekoppelt mit der Forderung nach der Einstellung eines sich selbst regulierenden Wasserhaushalts in den Bergbauregionen. Somit bilden auf der einen Seite der Wiederanstieg des Grundwassers und die schnelle Flutung der Restlöcher die vordringlichen wasserwirtschaftlichen Aufgaben, auf der anderen Seite bedarf es der ökologischen Begleitung und Bewertung dieser Prozesse. Die Nutzungen der Tagebauseen schließen neben Naherholung und Freizeitgestaltung auch wirtschaftliche Aspekte wie den Tourismus und den Fischfang sowie den Naturschutz ein.

Naturschutzfachliche Bedeutung und Nutzung der Seen stehen jedoch in unmittelbarem Zusammenhang mit Fragen der Wasserqualität, die stark von den Bergbaufolgen beeinflusst wird. Viele Seen zeigen eine zum Teil extreme Versauerung mit gravierenden Auswirkungen auf die Besiedlungspotenziale für Pflanzen und Tiere sowie auf die Nutzungsmöglichkeiten. Dies erfordert in einer Reihe von Seen die Durchführung von umfangreichen Sanierungsmaßnahmen. Einige Seen, wie der Schlabendorfer See, werden chemisch neutralisiert. Andere Seen, wie der Senftenberger See, sind auf die permanente Zufuhr von neutralem Flusswasser angewiesen (Nixdorf et al. 2015).

Tagebauseen sind künstliche Gewässer und sollen laut EG-Wasserrahmenrichtlinie ein gutes ökologisches Potenzial erreichen. Im Rahmen dieser Studie soll eine Übersicht über das ökologische Potenzial der Tagebauseen in Deutschland gegeben werden. Dazu wurden folgende Fragestellungen und Aufgaben bearbeitet:

1. Ausführliche Einführung in die Thematik mit der ökologischen, hydrologischen, geografischen Beschreibung der Besonderheiten von Tagebauseen in den jeweiligen Braunkohlerevieren
2. Auswahl der jeweils zehn größten bzw. der bewertbaren Tagebauseen in den Braunkohlerevieren (Lausitz, Mitteldeutschland, Rheinland, Hessen und Bayern)
3. Kurzbeschreibung der gewählten Seen (Steckbriefe) mit den wichtigsten hydrologischen und hydromorphologischen Eigenschaften (Stammdaten)
4. Tabellarische Kurzübersicht der Stammdaten jedes Sees
5. Übersichtskarte der Tagebauseen in Deutschland
6. Zusammenstellung und ggf. Ergänzung des aktuellen ökologischen Potenzials der ausgewählten Seen nach EG-WRRL

2 Braunkohlereviere und Übersicht zu Tagebauseen

2.1 Das Lausitzer Bergbaurevier (Brandenburg und Ostachsen)

Das Lausitzer oder auch Cottbuser - Senftenberger Revier wird durch die Linie Guben – Cottbus – Vetschau – Lübbenau – Luckau – Großräschen – Finsterwalde – Lauchhammer – Ruhland – Bernsdorf – Uhyst – Bad Muskau – Forst abgegrenzt (Abbildung 2).

Die Lausitz ist eine jung- und nacheiszeitlich geprägte Moränenlandschaft, in der seit dem Ende des 18. Jahrhunderts, ausgehend von der Gegend um Lauchhammer Braunkohle abgebaut wird. Die Lausitzer Braunkohle entstand vor 15-20 Mio. Jahren aus den Sumpfwäldern des Jungtertiärs (Miozän). Aus den mächtigen Torflagern aus dieser Zeit bildeten sich die Kohlevorräte durch Inkohlungsprozesse im Verlauf der nachfolgenden sechs Eiszeiten durch die Drücke der Deckschichten. Die Ablagerungen des Quartärs haben wesentlich zur prämontanen Oberflächengestaltung des heutigen Lausitzer Revieres beigetragen und lassen sich in folgende quartär-morphologische Einheiten untergliedern (Pflug 1998):

- Jungmoränengebiet nördlich des Baruther Urstromtales
- Baruther Urstromtal
- Niederlausitzer Landrücken
- Altmoränengebiet südlich des Lausitzer Landrückens
- Lausitzer Urstromtal
- Altmoränengebiet südlich des Lausitzer Urstromtales

Anfangs wurde die Braunkohle in offenen Gruben abgebaut, später unter Tage. Um 1900 setzte die Förderung aus dem ersten Lausitzer Flöz im Tagebaubetrieb ein. Die Abraumförderbrücke im Tagebau Plessa hatte 1924 eine Weltpremiere (Pflug 1998). Heute wird in den noch verbleibenden Tagebauen das zweite Lausitzer Flöz abgebaut, das großflächig verbreitet ist und eine Mächtigkeit von 10-20 m hat. Durch glaziale Erosionsrinnen ist dieses Flöz in viele Teilfelder zersplittert worden. Über diesem Flöz lagern 40 bis 120 m starke Deckschichten aus quartären und tertiären Sanden und Kiesen mit Zwischenlagerungen von Schluffen, Geschiebemergel und Tonen. Die sehr ergiebigen Braunkohlevorkommen in den Dreiecken von Seifhennersdorf/Zittau und Berzdorf (Ostgrenze von Sachsen) sind völlig getrennt von der Niederlausitzer Braunkohleformation.

Klimageographisch gehört das Lausitzer Braunkohlerevier zu den thermisch kontinentalen Bereichen des norddeutschen Tieflandes mit mittleren Niederschlägen um 600 mm/a. Hydrographisch wird es von den drei großen Flussgebieten der Neiße (Stromgebiet Oder), der Spree und der Schwarzen Elster (Stromgebiet Elbe) gebildet. Malxe, Berste und Dahme sind die wichtigsten Nebenflüsse. Den Namen „Lausitz“ verdankt die Gegend den eingewanderten westslawischen Stämmen, bei denen „Luzica“ Sumpfland oder Pfützenland bedeutet. Dieser Name bürgerte sich zwischen dem 14. und 17. Jahrhundert in der Verwaltung ein, als die Region zum Königreich Böhmen gehörte.

Die Lausitz wäre ohne den intensiven Abbau der Braunkohle eine seenarme Region. Im Gegensatz zur seenreichen Jungmoränenlandschaft Brandenburgs besitzt die Altmoränenlandschaft wegen der dort verbreiteten durchlässigen Kiese und Sande keine natürlichen Seen. Zahlreiche Teiche wie die Peitzer Teiche oder die Teichgruppe bei Hammerstadt sind durch den Abbau von Raseneisenerz in 1-2 m Tiefe durch nachfolgenden Einstau von Wasser entstanden. Seit 1990 wurde der Braunkohlebergbau drastisch eingeschränkt.

In den nachfolgenden Tabellen 1 und 2 werden die derzeitigen Flutungsstände der entstehenden Seen in der Brandenburgischen und Sächsischen Lausitz mit ihrer künftigen Fläche und dem Volumen dargestellt.

Aus den Tabellen wird ersichtlich, dass das Lausitzer Revier mit dem Sedlitzer und dem Partwitzer See in Brandenburg und den Speicherbecken Bärwalde und Lohsa in Sachsen flächenmäßig die größten Seen in diesem Braunkohleabbaugebiet stellt. Diese Tagebauseen werden größer als 1000 ha sein. Insgesamt wird eine Wasserfläche von 7704 und 7076 ha in der Brandenburgischen und Sächsischen Lausitz nach Flutungsende entstehen. Ebenfalls ersichtlich wird der relativ hohe Anteil saurer Seen an den Tagebauseen dieses Braunkohlereviers. Von den insgesamt 36 nachfolgend aufgelisteten Seen befinden sich derzeit 17 im sauren Bereich mit z.T. sehr geringen pH-Werten. Die meisten dieser Seen werden im Rahmen laufender und geplanter Sanierungsmaßnahmen neutralisiert.

Derzeit existieren noch folgende aktive Tagebaue in der Lausitz: Jänschwalde, Welzow – Süd, Nochten und Reichwalde (siehe Abbildung 2).

Tabelle 1: Flutungsstand (Flutungsbeginn und Flutungsende) der entstehenden Seen in der Brandenburgischen Lausitz mit Angabe der künftigen Volumina und Flächen der Tagebauseen nach Angaben der LMBV vom Dezember 2015 ergänzt um die mittlere Tiefe (Z_{mitt}).

	End-Stand			Ist-Stand		
	Fläche	Volumen	Z _{mitt}	Flutungsbeginn	Flutungsende	pH-Wert ³⁾
<u>Brandenburgische Lausitz</u>	ha	Mio.m ³	m			
<i>Sedlitzer See</i>	1404	210	15,0	23.12.2005	*2019	3,1
<i>Partwitzer See (Skado)</i>	1100	134	12,2	24.11.2004	2015	2,9
Altdöberner See bzw. Greifenhainer See*** (Greifenhain)	880 [1015]	294	33,4	29.05.1998	2021	8,0
<i>Großbräschener See bzw. Ilsesee*** (Meuro)</i>	789	135	17,1	15.03.2007	2017	3,3
Geierswalder See (Koschen)	642	98	15,3	25.03.2004	2013	6,8**
Schlabendorfer See	561 [569]	46	8,2	26.06.2002	2012	7,0**
Gräbendorfer See	457	92	20,1	15.03.1996	2007	7,1
Lichtenauer See (RL F)	326	23	7,1		2011	6,8**
<i>Klinger See (SRS Jänschwalde)</i>	320	100	31,3	27.11.2000	2021	4,1
<i>Bergheider See (Klettwitz N)</i>	320	36	11,3	07.09.2001	2015	3,0
Bischdorfer See (RL 23)	255 [270]	19	7,5	03.11.2000	2013	5,4

Drehnaer See (RL 12)	222	13	5,9	15.10.1999	2012	7,2**
Schönfelder See (RL 4)	140	8	5,7	03.12.1997	2008	8,1
<i>Kleinleipischer See (RL 131S)</i>	83	7	8,4			2,7
<i>Stiebsdorfer See 2) (RL 13)</i>	51	4	7,8			3,2
<i>Heidensee (RL 131N)</i>	51 [56]	4	7,8			2,7
Kahnsdorfer See (RL 24) ¹⁾	44 [71]	1	2,3			7,7
<i>Grünhauser See-Ost ²⁾ (RL 130)</i>	43	2	4,7			2,8
<i>Grünhauser See-West ²⁾ (RL 129)</i>	16	1	6,3		2009	2,8

Seen nach Größe (Fläche) angeordnet, saure Seen fett und kursiv hervorgehoben, (Namen in runden Klammern) bergbauliche Bezeichnung, [Fläche in eckigen Klammern] abweichende Angabe der Flächengröße des LUGV Brandenburg, ¹⁾ Oberflächenwasser, ²⁾ Grundwasserwiederanstieg, ³⁾ pH-Zwischenstand im Dezember 2015 / * Anpassung wg. noch notwendiger Sanierungs- und Böschungsarbeiten, ** Bekalkungsmaßnahme durchgeführt, *** Seenbezeichnung LUGV Brandenburg

(http://www.lmbv.de/index.php/Brandenburgische_Lausitz.html, Aufgerufen am 03.12.2015)

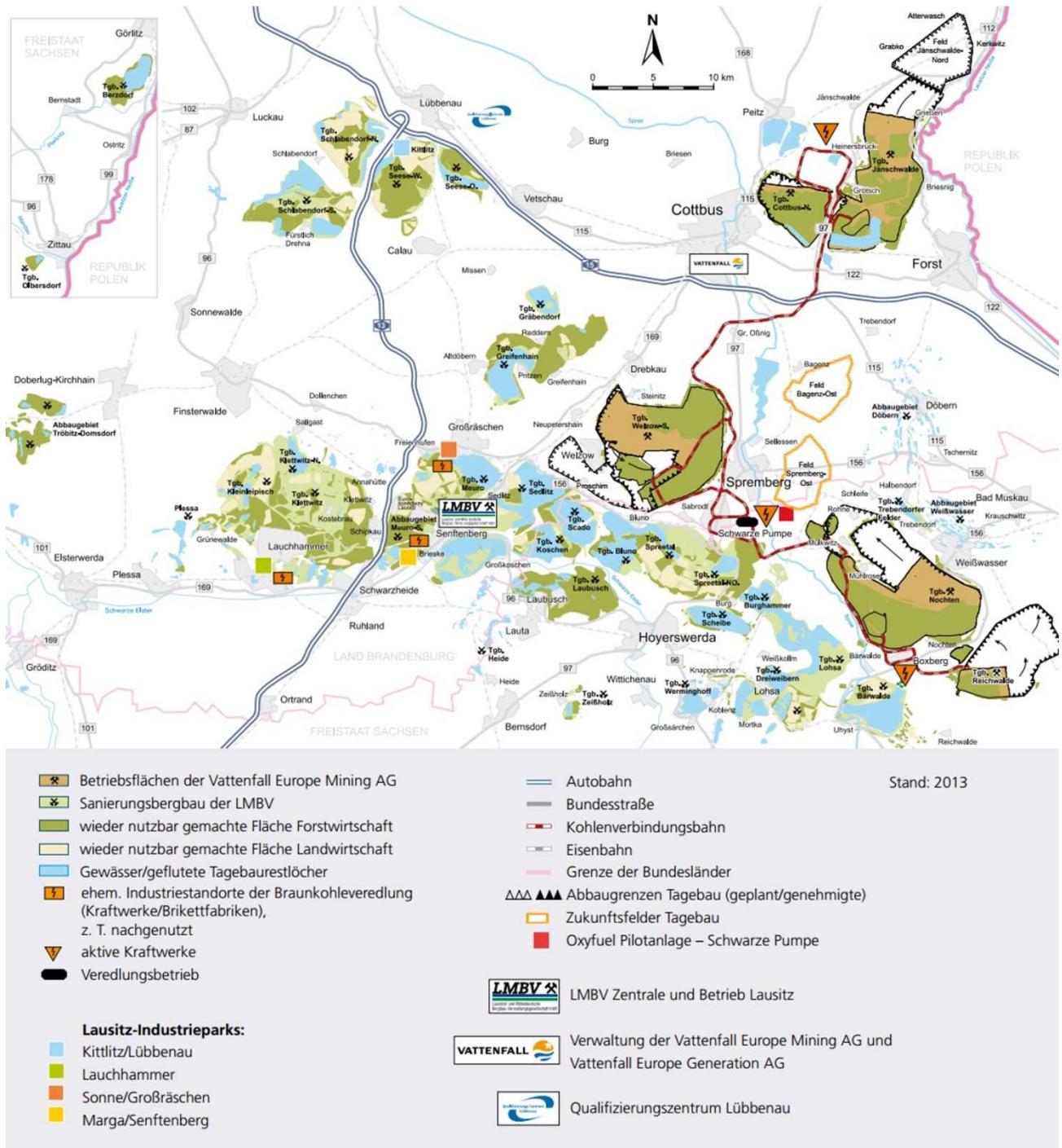
Tabelle 2: Flutungsstand (Flutungsbeginn und Flutungsende) der entstehenden Seen in der Sächsischen Lausitz mit Angabe der künftigen Volumina und Flächen der Tagebauseen nach Angaben der LMBV vom Dezember 2015 ergänzt um die mittlere Tiefe (Z_{mitt}).

<u>Sächsische Lausitz</u>	End-Stand			Ist-Stand		
	Fläche	Volumen	Z_{mitt}	Flutungsbeginn	Flutungsende	pH-Wert ²⁾
	ha	Mio.m ³	m			
Speicherbecken Bärwalde	1299	173	13,3	13.11.1997	2009	7,3
Speicherbecken Lohsa	1081	97	9,0	14.08.1997	2015	5,5
Berzdorfer See	969	333	34,4	01.11.2002	2013	8,8
Scheibe See	685	109	15,9	14.08.2002	2011	7,8
<i>Neuwieser See (RL Bluno)</i>	636	55	8,6	22.03.2002	2017	2,8
Bernsteinsee (Burghammer)	482	35	7,3	01.07.1997	2009	7,1
<i>Blunoer Südsee (RL Nordschlauch)</i>	387	63	16,3	16.03.2005	2017	2,7
<i>Spreetaler See (SNO)</i>	361	89	24,7	02.11.1998	2015	3,3
Speicherbecken Dreiweibern	294	35	11,9	08.07.1996	2002	7,5
<i>Sabrodter See (RL Nordrandschlauch)</i>	207	28	13,5	03.04.2006	2017	2,7
Erika-See ¹⁾ (Laubusch)	145	6	4,1		1970	7,5
Graureihersee (RL D/F)	137	5	3,6	2018	2018	7,8
<i>Heide VI ¹⁾</i>	100	8	8,0		1984	3,0
<i>Bergener See (RL Südostschlauch)</i>	99	2	2,0		2017	2,5
<i>Lugteich</i>	95	3	3,2	01.12.2010	2018	2,5
Olbersdorfer See	60	6	10,0	15.09.1996	1999	
Kortitzmühler See	28	1	3,6	2018	2018	7,6

Seen nach Größe (Fläche) angeordnet, saure Seen fett und kursiv hervorgehoben, (Name in runden Klammern) bergbauliche Bezeichnung, ¹⁾ Grundwasserwiederanstieg, ²⁾ pH-Zwischenstand Dezember 2015

(<http://www.lmbv.de/index.php/saechsische-lausitz.html>, Aufgerufen am 03.12.2015)

Abbildung 2: Lausitzer Braunkohlenrevier



2.2 Das Mitteldeutsche Bergbaurevier (Westsachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen)

Das mitteldeutsche Bergbaurevier wird entsprechend der Einzugsgebiete und Hauptkohleabbaufelder in den Süd-, Nord- und Westraum gegliedert.

In der Tabelle 3 sowie in der Abbildung 3 sind die in Mitteldeutschland durch Flutung entstandenen und im Flutungsprozess befindlichen Tagebauseen dargestellt. Der Südraum liegt einschließlich des Tagebausees Merseburg-Ost im Einzugsgebiet der Weißen Elster. Der Westraum schließt das Groß-einzugsgebiet der Saale ein, wobei Wulfersdorf dem Einzugsgebiet der Aller zugeordnet wird.

Der Nordraum zwischen Leipzig und Gräfenhainichen in der Leipziger Tieflandbucht gehört zum Einzugsgebiet der Mulde. Dieses wird fast ausschließlich landwirtschaftlich genutzt. In ihm wird kein Kohleabbau mehr betrieben. Damit steht zur Flutung der Hohlräume und teilgefüllten Tagebauseen nur aufsteigendes Grundwasser und Flusswasser zur Verfügung. Hydrologisch besitzt das Gebiet aufgrund der geringen Niederschläge (580 mm/a), der hohen Verdunstung (718 mm/a) über den neuen Wasserflächen und der geringeren Grundwasserneubildung eine negative Wasserbilanz. Zur Flutung werden die Weiße Elster, die Mulde und die Luppe herangezogen. Eine detaillierte Beschreibung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse findet sich in Haferkorn et al. (1999).

Tabelle 3: Flutungsstand (Flutungsbeginn und Flutungsende) der entstehenden Seen in Mitteldeutschland mit Angabe der künftigen Volumina und Flächen der Tagebauseen nach Angaben der LMBV vom Dezember 2015 ergänzt um die mittlere Tiefe (Z_{mitt}).

	End-Stand		Z_{mitt}	Ist-Stand		
	Fläche	Volumen		Flutungsbeginn	Flutungs-ende	pH-Wert ²⁾
<u>Südraum Leipzig</u>	ha	Mio.m ³	m			
Cospudener See	439	109	24,8	05.08.1993	2000	7,5
Hainer See	405	73	18,0	12.04.1999	2010	6,6
Haselbacher See	335	24	7,2	01.09.1993	2002	7,3
Markkleeberger See	252	60	23,8	20.07.1999	2012	7,9
Bockwitzer See ¹⁾	168	19	11,3	01.03.1995	2004	
Haubitzer See	160	25	15,6	12.04.1999	2010	6,5
Kahnsdorfer See	125	22	17,6	12.04.1999	2015	2,6
Werbener See	80	9	11,3	24.11.1998	2090	7,8

Bitterfelder Raum							
Großer Goitzschesee ³⁾ (RL Mühlbeck, Niemeck, Döbern, Bärenhof)	1353	207	15,3	07.05.1999	2002	7,6	
Seelhausener See (Rösa) ³⁾	634	74	11,7	28.07.2000	2006	7,5	
Concordiasee (Nachterstedt)	587	172	29,3	28.10.1998	2027 ⁴⁾	7,7	
Gremminer See (Golpa-Nord)	541	67	12,4	11.01.2000		7,8	
Werbelineer See (Delitzsch-Südwest)	450	46	10,2	08.12.1998	2010	7,8	
Lappwaldsee (Helmstedt-Wulfersdorf) ⁵⁾	419	125	29,8	01.05.2006	2032	2,9	
Gröberner See	374	69	18,4	20.01.2004	2014	7,7	
Schladitzer See ¹⁾ (Breitenfeld)	223	24	10,8	01.01.1999			
Königsauer See ¹⁾	155	10	6,5				
Köckern ¹⁾	117	7	6,0				
Geiseltal/Merseburg							
Geiseltalsee	1853	423	22,8	30.06.2003	2011	7,8	
Wallendorfer See (Merseburg-Ost 1a)	343	38	11,1	14.08.1998	2004	7,3	
Raßnitzer See (Merseburg-Ost 1b)	315	66	21,0	13.03.1998	2002	7,7	
Großkaynaer See (Kayna-Süd)	255	27	10,6	01.08.1996	2008 [*])	7,7	
Runstedter See (Großkayna)	233	53	22,7	22.05.2001	2002	8,1	

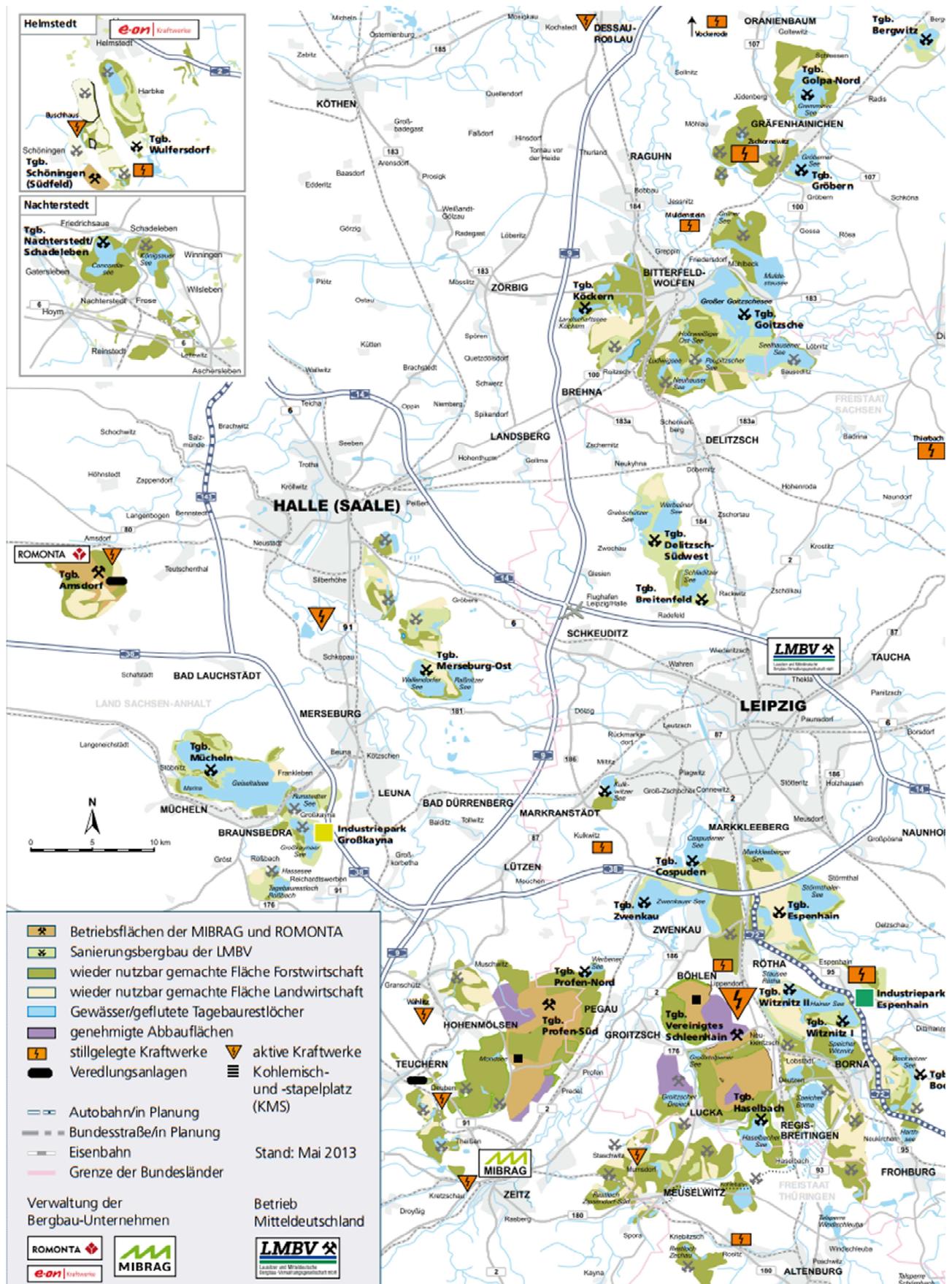
Seen nach Größe (Fläche) angeordnet, saure Seen fett und kursiv hervorgehoben, (Namen in runden Klammern) bergbauliche Bezeichnung, ¹⁾ Grundwasserwiederanstieg, ²⁾ pH-Zwischenstand Dezember 2015, ³⁾ beinhaltet die durch die Hochwasserkatastrophe bedingten Zu- und Abströme, ⁴⁾ in Abhängigkeit von den Rahmenbedingungen, ⁵⁾ Zuführung von Tagebauwasser durch die MIBRAG, ^{*}) Ende Fremdflutung

(<http://www.lmbv.de/index.php/Flutungsstand.html>, Aufgerufen am 3.12.2015)

Der Geiseltalsee und die Goitzsche sind mit 1853 bzw. 1353 ha die größten Seen in Mitteldeutschland. Probleme mit der Versauerung existieren in diesem Raum kaum, da von den 23 aufgelisteten Seen nur einer, der Kahnsdorfer See im Südraum Leipzig, eine Versauerung zeigt.

Geologisch und wirtschaftlich von Bedeutung war das Bitterfelder Flöz. Der Südraum liegt geologisch im Becken der Weißen Elster. Vor einigen Millionen Jahren vom Mitteleozän bis zum Oligozän bestand eine Binnensenke, die aufgrund der Sedimentzufuhr aus dem Raum des Erzgebirges und Vogtlandes eine gebietstypische Schichtenfolge hervorbrachte. Das Gelände ist flach und die Fließgewässerrichtung ist von Süd nach Nord. Die wichtigsten Flüsse sind die Weiße Elster und die Pleiße. Die mittleren Gebietsabflüsse sind mit 2,5-3 l/(km²·s) gering. Der intensive Braunkohleabbau führte zu großflächigen Senkungsgebieten und zu starken Devastierungen. Auf einer Fläche von etwa 6000 ha ist es zu gravierenden Einschnitten in das natürliche Abflussregime gekommen. Das Hohlraumvolumen erreicht, einschließlich der kleinen und älteren Tagebauseen im Südraum, insgesamt 1771 Mio. m³, von denen etwa 700 Mio. m³ durch Grubenwasser gedeckt werden.

Abbildung 3: Mitteldeutsches Braunkohlerevier



2.3 Das Rheinische Bergbaurevier

Das Rheinische Braunkohlerevier liegt in der Niederrheinischen Bucht im Städtedreieck Köln – Aachen – Mönchengladbach und nimmt insgesamt eine Fläche von etwa 2500 km² ein. Es unterscheidet sich in naturräumlicher Hinsicht vom Niederrheinischen Tiefland, wobei die Grenze zwischen beiden Großlandschaften als Lößgrenze von Heinsberg nach Düsseldorf verläuft. Die Oberflächengestalt wurde durch Hebungs- und Senkungsvorgänge geformt. Dabei bildeten sich seit dem Jungtertiär vier Hauptschollen heraus: Kölner-, Ville-, Erft- und Rurscholle (Pflug 1998). Das Gebiet umfasst einen flachen Höhenrücken im Südteil der Ville, der sich südlich von Bonn in nordwestliche Richtung bis in den Raum Grevenbroich erstreckt. Die Flözablagerung im Rheinland ist etwa 10 – 80 m mächtig und in mehrere Einzelflöze aufgespalten. Die Braunkohlevorkommen sind an das kohleführende Tertiär gebunden und betragen etwa 55 Mrd. Tonnen. 1995 waren 7,25 % der Niederrheinischen Bucht vom Bergbau in Anspruch genommen worden (260 km²). Im Regenschatten der Nordeifel und des Hohen Venn herrscht ein relativ warmes Klima mit Niederschlägen unter 700 mm (Nixdorf et al. 2001).

Aus der Zeit um 1700 existieren die ersten Berichte über Kleinstgruben („Klüttengruben“) zum Kohleabbau, in denen die Kohle gegraben und zu „Klütten“ (einem Gemisch aus Kohle und Wasser) verarbeitet wurde (Pflug 1998). Der Abbau der Braunkohle im Ville-Gebiet begann bereits im 19. Jahrhundert und erreichte seinen Höhepunkt in den 1960er Jahren des 20. Jahrhunderts (Christmann 1995). Die ältesten Seen entstanden in den 1930er Jahren im Süden des Gebietes. Die jüngsten Seen wurden in den 1980er Jahren fertiggestellt, während die künftigen größten Tagebauseen Deutschlands derzeit noch aktive Tagebaue mit hoher Braunkohlenförderung sind (Hambach, Garzweiler, Inden II).

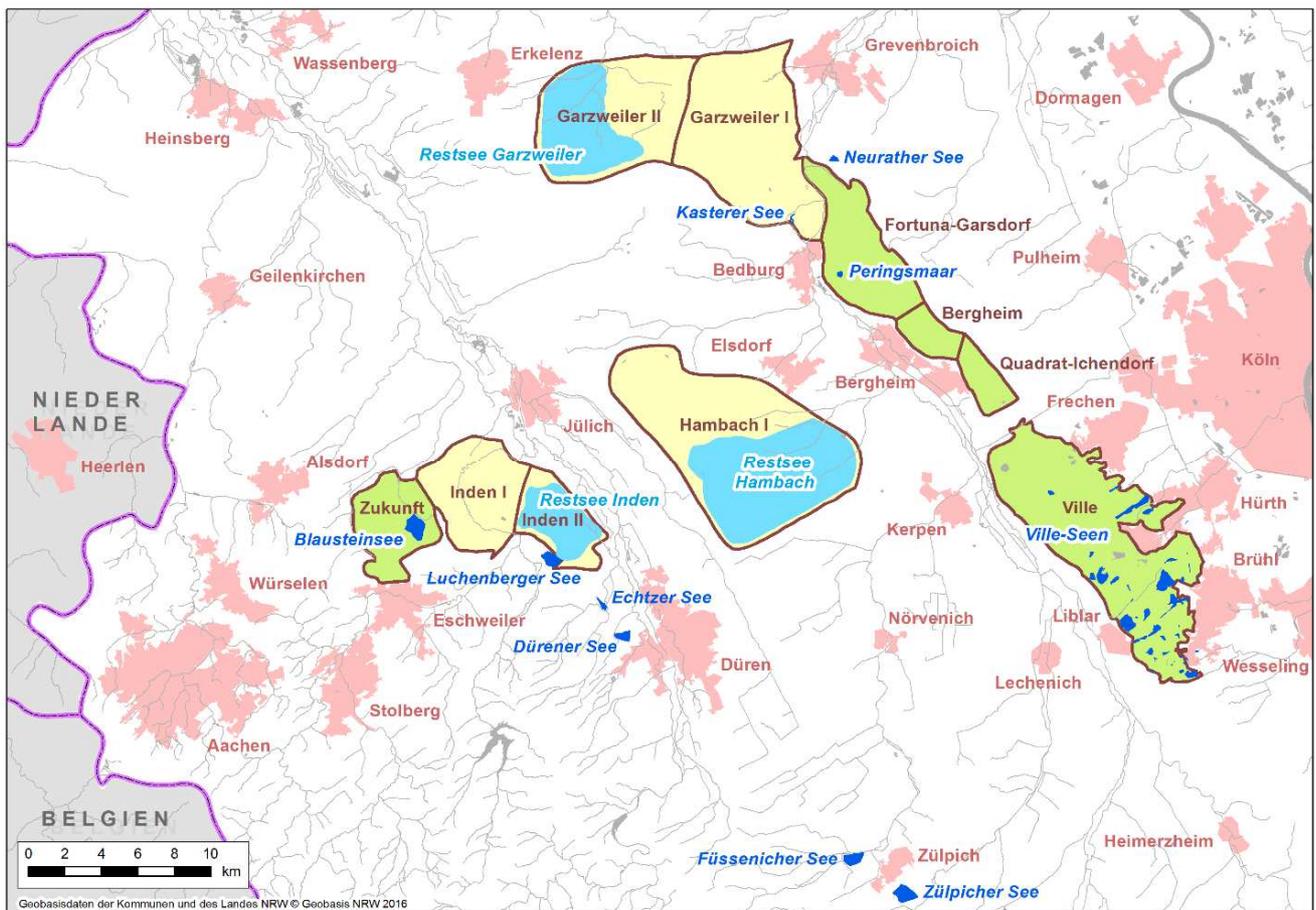
Die Seen im Ville-Gebiet sind von Beginn ihrer Entstehung an relativ gut limnologisch untersucht worden (Herbst 1966, Trahms 1972, Friedrich 1975). Daneben liegt eine umfassende Dokumentation zur Limnologie von 39 Ville-Seen zwischen 1988 und 1992 vor (Christmann 1995, Pflug 1998). Die Seenplatte umfasst eine Gesamtwasserfläche von über 400 ha und besteht im Wesentlichen aus kleineren und relativ flachen 0,4-74 ha großen Seen (Abbildung 4). Die Gruben wurden von Grundwasser und Oberflächenwasser gespeist und sind häufig über Gräben miteinander verbunden, so dass Seenketten entstehen konnten. Das Wasser der Ville-Seen besitzt aufgrund der Oxidation von Eisendisulfiden, der Neutralisation der Schwefelsäure durch Karbonate bzw. Silikate und der Auswaschung aus verkippten Aschen einen hohen Salzgehalt (vor allem: Sulfat, Kalzium, Magnesium, Chlorid, Silizium). Versauerungserscheinungen wurden bislang aber nur im meromiktischen Zieselsmaar und im Entenweiher beobachtet. Eine Versauerung der anderen Ville-Seen wird nicht erwartet, lediglich der Concordia – und der Köttinger See könnten aus den Abflüssen des Zieselsmaars beeinflusst werden. Die Sedimente der Seen bestehen aus Liegend-Ton und nicht abgebauten Braunkohlerippen, auf denen sich organogene Sedimente gebildet haben. Die Mehrzahl der Seen ist meso- bis schwach eutroph und für die einzelnen Seen-Nutzungen wurde ein Nutzungskonzept entwickelt, welches als Ville-Gutachten (Christmann und Eckartz-Nolden 2000, LWA NRW 1993) veröffentlicht wurde.

Im Zusammenhang mit den Bergbauaktivitäten im Niederrheinischen Revier ist eine mehrmalige Verlegung der Erft, eines linken Nebenflusses des Rheins, im Gebiet zu erwähnen. Die Erft dient der Sumpfungswasseraufnahme (zeitweilig bis zu 1 Mrd. m³/a, etwa 30 m³/s im Mittel- und Unterlauf) und dem Hochwasserschutz im Gebiet. Die erste Verlegung erfolgte 1941/42 für eine Mittelwasserführung von etwa 4 m³/s. 1958 wurde eine erhebliche Verlegung des Flusses vorgenommen, die eher eine Kanalisierung darstellte. Die Einschnitte des künstlichen Verlaufes waren teilweise bis 15 m tief. Nach einer weiteren Verlegung in westliche Richtung im Jahre 1962 wurde die Erft 1964 hochwasserfrei ausgebaut und 1974 schließlich für eine Mittelwasserführung von 30 m³/s bei Mittelwasser bemessen. Nach der Verlagerung des Braunkohleabbaufeldes Frimmersdorf-Süd in westliche Richtung erhielt der Ortsteil Kaster 1985 wieder ein Fließgewässer in seinen Stadtmauern. Zwischen Kaster und der Erft konnte ein neues Gewässer wiederhergestellt werden und gleichzeitig entstand ein 8 ha großer See (s. Kasterer See; Nixdorf et al. 2001).

Tabelle 4: Tagebauseen im Rheinischen Bergbaurevier

Revier	Seen
Nordrevier	Kasterer See, Garzweiler See, Peringsmaar, Neurather See
Westrevier	Hambacher See, Inden(er) See, Blausteinsee, Dürener See, Echtzer See, Lucherberger See, Neffelsee, Zülpicher Wassersportsee
Südrevier (Ville-Seen)	Albertsee, Berggeistweiher, Binsenteich, Bleibtreusee, Concordiasee, Donatussee, Ententeich, Entenweiher, Fasanenweiher, Forellenteich, Forsthausweiher, Fürstenberg Maar, Franziskussee, Gallbergweiher, Gotteshülfeteich, Gruhlwerksee, Heider Bergsee, Karaschenweiher, Karpfenteich, Kierberger Maar, Knapsacker See, Köttinger See, Liblarer See, Lucretiasee, Margarethenweiher, Mittelsee, Nordfeldweiher, Obersee, Otto-Maigler-See, Phantasialandsee, Pingsdorfer See, Roddersee, Schluchtsee, Silbersee, Stiefelweiher, Theresiasee, Tongraben, Untersee, Villenhofer Maar, Werkstattweiher, Zieselsmaar, Zwillingsssee

Abbildung 4: Überblick über die Tagebauseen in Nordrhein-Westfalen



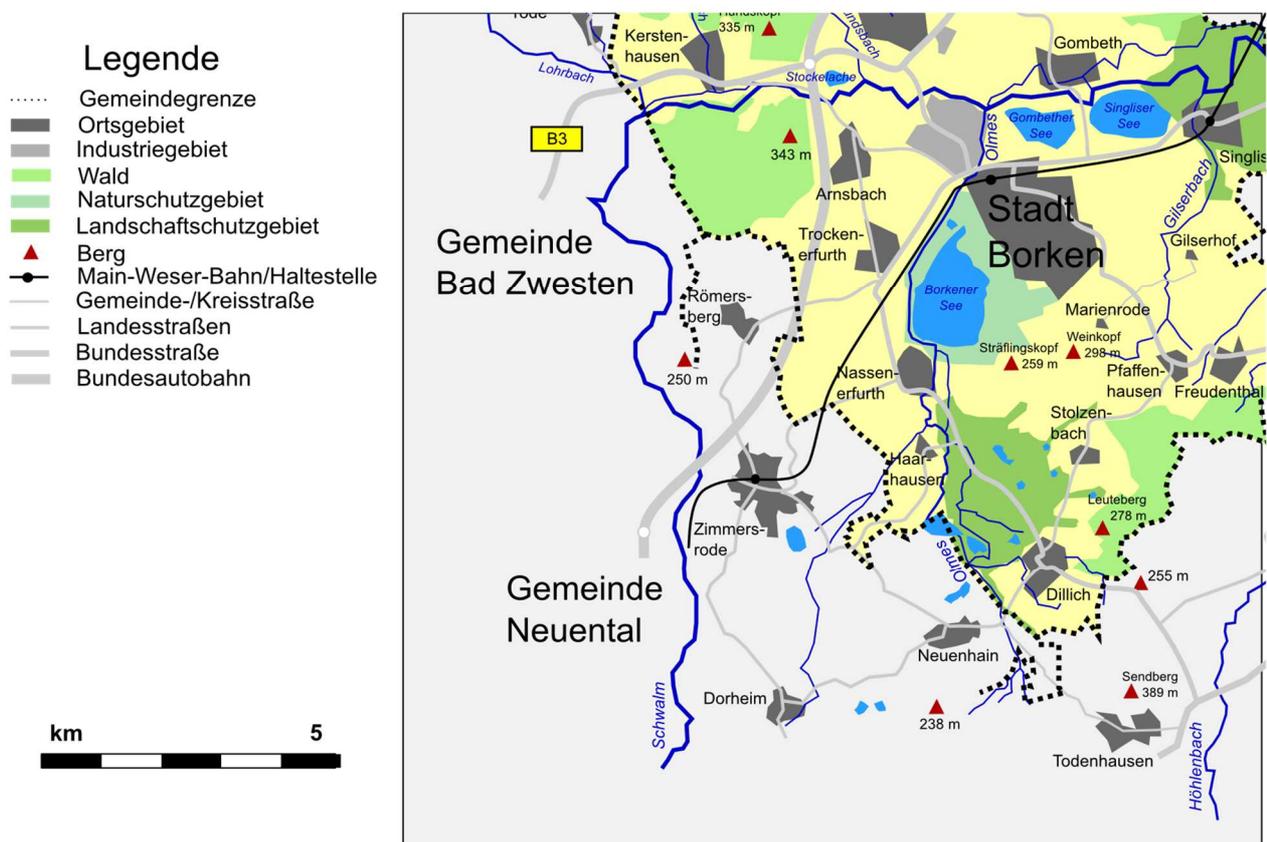
„Planungsstand 2015: Änderungen für Restsee Garzweiler gemäß neuer Leitentscheidung (2016) zu erwarten“
 NRW © LANUV NRW 2016

2.4 Das Hessische Braunkohlerevier

Zu den hessischen Braunkohlerevierern zählen ein Bergbaugebiet in Nordhessen – auch historisch Niederhessen genannt – und das südhessische Wetterauer Braunkohlerevier. Das nordhessische Braunkohlerevier befindet sich in der 12 – 18 km breiten niederhessischen Senke, die sich von Kassel im Norden bis etwa Ziegenhain (Schwalmstadt) im Süden erstreckt. Die an den Rändern in der Tertiärzeit vor 40 Mio Jahren vorhandenen Sumpfwälder und Moore sind die Grundlage für die Braunkohlevorkommen, die ab dem 18. Jahrhundert bis ins 20. Jahrhundert anfangs im Untertagebau, später im Tagebau gefördert wurden. Das größte und ergiebigste Teilrevier in Nordhessen ist das Borkener Revier. Hier sind in den tertiären Sedimenten große Braunkohlevorkommen eingelagert, die als „Ältere Braunkohle“ bezeichnet werden. Im 20. Jahrhundert wurde die Braunkohle im Borkener Revier in insgesamt 6 Tiefbaubetriebe und 12 Tagebaubetriebe gefördert. Die Rekultivierung der ausgebeuteten Tagebaue erfolgte anfangs überwiegend durch Verfüllung mit Abraum der Nachfolgetagebaubetriebe. Die späteren Tagebaue wurden wasserbaulich rekultiviert, hieraus entstanden die Tagebauseen in Borken und deren Umgebung (Abbildung 5).

Im Tagebau Altenburg IV in der Stadt Borken wurde von 1954 bis 1975 9 Mio t Braunkohle gefördert. Der Abbau der Braunkohle war verbunden mit einem Abraum von 70 Mio m³. Nach dem Ende der Ausbeutung und der Einstellung der Wasserhaltung im Jahr 1972 entstand aus dem Zufluss des Grundwassers der Borkener See. Nach 17 Jahren hat der Tagebausee in 1992 seine endgültige Ausdehnung von 139 ha und einer maximalen Tiefe von 55 m erreicht. Der Borkener See wurde der Stiftung Hessischer Naturschutz übertragen und mit dem gesamten Einzugsgebiet von 350 ha als Naturschutzgebiet ausgewiesen. Insgesamt sind 7 Tagebauseen im Umfeld der Stadt Borken entstanden.

Abbildung 5: Tagebauseen im ehemaligen Borkener Braunkohlerevier



2.5 Das Braunkohlerevier in der Oberpfalz (Bayern)

Nahe Wackersdorf befanden sich die zwei nahegelegenen Braunkohlelagerstätten Wackersdorf (südlich und östlich von Wackersdorf) und Rauberweiher (nordöstlich von Wackersdorf). Der erste Braunkohleabbau begann bereits im Jahre 1807, der Großabbau fand jedoch erst von 1929 bis 1982 statt. Hier wurden z.T. jährlich 8 Mio. Tonnen Braunkohle in das nahegelegene Kraftwerk Schwandorf transportiert. Insgesamt wurden ca. 180 Mio. Tonnen Wackersdorfer Braunkohle gewonnen.

Die großflächige, ausgekohlte Mulde im Rauberweihergebiet wurde mit aus Abraummaterial bestehenden Dämmen unterteilt, so dass insgesamt fünf Seen mit unterschiedlicher Höhenlage entstehen konnten. Vor dem Beginn der kontrollierten Flutung wurden die Böschungen im oberen Teil der Restlöcher mit Abraum verflacht, um Seeuferzonen zu bilden. Die Flutung der Seen fand zwischen 1964 und 1982 statt. Die fünf Seen Edelmansee, Murnersee, Brückelsee, Ausee und Lindensee bedecken eine Fläche von insgesamt 391 ha. Im Wackersdorfer Revier entstanden der Steinberger See und der Knappensee mit einer Fläche von insgesamt 241 ha und der kleinere Irlacher See. Die Uferböschungen wurden bereits während des laufenden Betriebes gestaltet.

Vor dem Braunkohleabbau war die Umgebung von Wackersdorf eine Teichlandschaft mit zahlreichen flachen Karpfenweihern, die eine Gesamtwasserfläche von ca. 285 ha einnahmen. Durch die neuen Tagebauseen, die eine Fläche von insgesamt 632 ha erreichen, ist der Landkreis Schwandorf heute der wasserreichste Landkreis Nordbayerns (Weilner 1989, 2013).

3 Limnologie von Tagebauseen

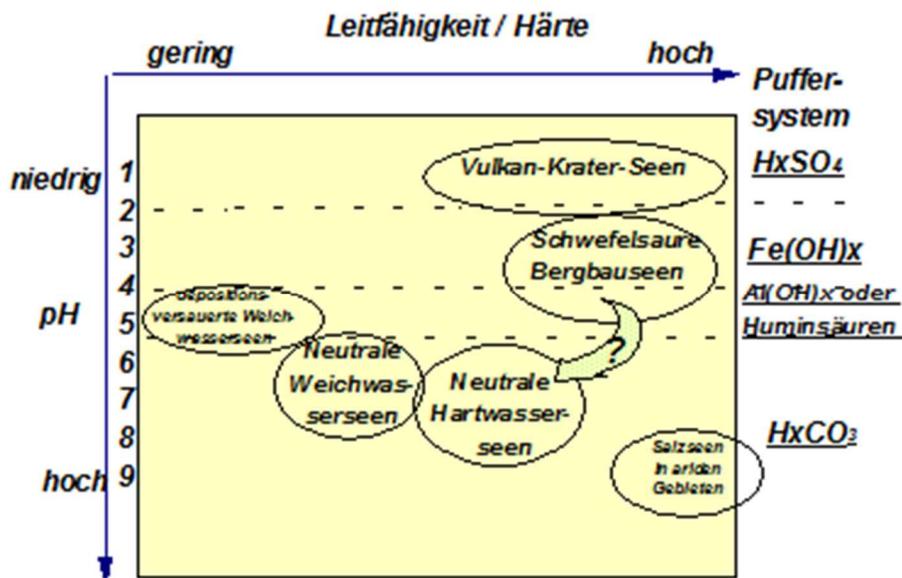
3.1 Typisierung als Grundlage für Bewertungen

Die Limnologie als die Wissenschaft von Lebensgemeinschaften und den biogenen Stoffumsetzungen in (Süß-) Gewässern ist ein interdisziplinär ausgerichteter Wissenschaftszweig. Mit Fachleuten der Hydrogeologie, Hydrochemie, Hydrologie werden Fragen zur Gewässergüte und zu den Wechselbeziehungen mit den terrestrischen Ökosystemen gestellt. Im Kontext der Tagebauseen beschäftigt sich die angewandte Limnologie mit folgenden Fragestellungen:

1. In wieweit unterscheidet sich die Ökologie von Tagebauseen von der, natürlicher Seen? In welchem Maße tragen die Organismengemeinschaften mit ihrem Stoffwechsel zur Entwicklung der Gewässerqualität in Tagebauseen bei?
2. Nach welchen Kriterien bzw. Parameterausprägungen kann man Tagebauseen typisieren? Können Tagebauseen mit den Deskriptoren für die Unterscheidung von natürlichen Seen typisiert werden?

Diese Fragen sind nicht trivial, weil die Hauptbelastung eine extreme Acidität sein kann, die den Hauptproblemen der natürlichen Seen (Trophie) sogar entgegensteht und völlig andere Güteausprägungen hervorruft. Als erster Schritt stellte sich für die Wissenschaft die Frage nach den Besiedlungsmustern und einer Typisierung dieser besonderen Ökosysteme. Hier wurde zunächst eine Einordnung in das chemische Spektrum von Standgewässern vorgenommen (Abbildung 6).

Abbildung 6: Chemische Seentypisierung in Abhängigkeit von der Leitfähigkeit, dem pH-Wert und dem Puffersystem



© nach Nixdorf et al. (2003)

Insbesondere die sauren Tagebauseen stellen aquatische Ökosysteme dar, für die es bislang keine oder nur wenige äquivalente Beispiele in der Natur gibt. Die Gewässer der Bergbaufolgelandschaft bilden einen eigenständigen Gewässertypus, der hinsichtlich der sauren Seen chemisch den vulkanischen schwefelsauren Seen näher steht als den depositionsversauerten Weichwasserseen. Sie gehören zu den Hartwasserseen, die im neutralen Zustand mit den natürlichen Hartwasserseen (z.B. Klarwasserseen in Nordbrandenburg) verwandt sind. Sie sind reich an Sulfat, Calcium und Eisen und arm

an Phosphor, was sie als potenzielle Klarwasserseen ausweist. Dieser Seentypus ist selten und schützenswert. Klarwasserseen sind dafür bekannt, dass sie auf Nährstoffeinträge und damit Eutrophierung besonders sensibel reagieren. Tagebauseen weisen jedoch durch ihren besonderen Chemismus ein sehr gutes Retentionsvermögen für Phosphor auf (siehe Kapitel 3.5). Diese sensible Balance gilt es als Chance für eine gute Gewässerqualität zu erhalten und gegebenenfalls zu steuern.

In Deutschland wurde eine Typisierung für natürliche Seen nach Riedmüller et al. (2013a) entwickelt, die auch Grundlage für die Typisierung von künstlichen (AWB) und stark veränderten Standgewässern (HMWB) ist. Die LAWA-Typologie umfasst insgesamt 14 Seetypen in den drei Ökoregionen Alpen und Alpenvorland, Zentrale Mittelgebirge und Norddeutsches Tiefland, welche in Steckbriefen umfassend beschrieben wurden (Riedmüller et al. 2013a). Die LAWA-Typologie berücksichtigt sowohl die Ökoregion als auch das Schichtungsverhalten und die relative Größe des Einzugsgebietes zur Seegröße.

Neben fast 600 natürlichen Seen mit einer Fläche > 50 ha sind in Deutschland über 300 künstliche Seen (AWB = artificial water bodies) und Talsperren, welche als erheblich veränderte Gewässer gelten (HMWB = heavily modified water bodies), zu erfassen und zu bewerten.

Künstliche und erheblich veränderte Gewässer können z.T. aufgrund anhaltender Nutzung und Bewirtschaftung oder veränderter Strukturmerkmale die strengen Umweltziele für natürliche Gewässer nicht erreichen. Um diese dennoch nach EG-WRRL entsprechend ihres Wesens adäquat zu bewerten und zu verbessern, können analog zu den ökologischen Zuständen für natürliche Seen ökologische Potenziale in einer vierstufigen Skala beschrieben werden. Für künstliche und erheblich veränderte Gewässer soll u.a. nach Irmer et al. (2003) keine eigene Typologie entwickelt werden. Vielmehr sollen diese Seen in das Typensystem für natürliche Seen der entsprechenden biologischen Qualitätskomponente eingeordnet werden und zunächst wie diese bewertet werden. Sofern AWB und HMWB im laufenden Bewirtschaftungszeitraum nicht den guten Zustand erreichen und die Beeinträchtigung in Zusammenhang mit der Nutzung steht, dürfen ökologische Potenziale abweichend von den ökologischen Zuständen beschrieben werden. Die ökologischen Potenziale berücksichtigen die Nutzung, damit zusammenhängende Auswirkungen des Managements sowie Beeinträchtigungen auf die Biozöosen, welche vom künstlichen oder erheblich veränderten Charakter des Gewässers ausgehen. Abweichend von den natürlichen Seen kann in Tagebauseen gegenüber den überwiegend Carbonat-dominierten natürlichen und künstlichen Gewässern Sulfat das mengenmäßig wichtigste Anion darstellen. Die möglichen Auswirkungen auf die Phytoplanktonbiozönose sind jedoch nicht als relevant (Hoehn et al. 2008) ermittelt worden.

Abgrabungsseen (Baggerseen und Tagebauseen) können abhängig von der externen Nährstoffbelastung mit dem Oberflächen- und Grundwasserzufluss einen mehrjährigen Anstieg der Trophie durchlaufen. Der Phase intensiver anorganischer Phosphor(P)-Bindung folgt eine Phase nachlassender P-Bindung bis weitestgehend "natürliche" Verhältnisse erreicht werden, wie sie durch P-Modelle für Seen beschrieben sind. Steuergrößen für die Phasendauer und Intensität der Trophieänderung sind das P-Bindungspotenzial der Sedimente oder mineralischen Schwebstoffe und die externe sowie ggf. interne P-Belastung. Daher ist das Seenalter insbesondere bei unplausibler Bewertung zu beachten.

Die grundsätzliche Zuordnung eines Untersuchungssees erfolgt zunächst anhand der LAWA-Seetypen (Steckbriefe, nach Ökoregion; Riedmüller et al. 2013a) und die Ausweisung des Sees als HMWB oder AWB wird durch die zuständigen Fachbehörden der Bundesländer vorgenommen. Für die Bewertung der verschiedenen biologischen Qualitätskomponenten im HMWB oder AWB werden die Qualitätskomponentenspezifischen See- und Subtypen den LAWA-Seetypen zugeordnet.

Die als HMWB und AWB ausgewiesenen Seen bekommen zur Kennzeichnung des Phytoplankton-See- und Subtyps das Suffix "k" („künstlich“) nachgestellt, z.B. 13k für einen künstlichen See mit relativ kleinem Einzugsgebiet (Tabelle 5). Dabei können auch Mittelgebirgsseen den Tieflandseen zugeordnet werden und erhalten ebenfalls das „k“ als Suffix.

Tabelle 5: LAWA-See-Typen erweitert um Phytoplankton-See- und Subtypen entsprechend des AWB/HMWB-Datensatzes

Seetypen nach LAWA	Indikatorliste für	Abkürzung
1, 2, 3 und 4	Alpen- und Voralpenseen	AVA
10 und 13	geschichtete Seen des norddeutschen Tieflands	Tgesch
11, 12 und 14	polymiktische Seen des norddeutschen Tieflands	Tpoly
5, 6.1, 6.2, 7, 8, 9	Mittelgebirgsseen	MG
10.1k, 10.2k und 13k*	geschichtete AWB, HMWB und Sondertypen des norddeutschen und oberrheinischen Tieflands	TgeschAWB
11.1k, 11.2k, 12k und 14k*	polymiktische AWB, HMWB und Sondertypen des norddeutschen und oberrheinischen Tieflands	TpolyAWB

Hoehn et al. (2008), * Endung k = "künstlich"

Für die biologische Qualitätskomponente Makrophyten und Phytobenthos spielen neben der Trophie auch andere Stressoren in der Uferzone und im Litoral eine wichtige Rolle, so dass diese qualitätsspezifischen Seetypen stärker von dem LAWA-Seetyp abweichen können als der Phytoplankton-Seetyp. Diese Erweiterungen sind in der Tabelle 6 dargestellt und bilden z.T. auch die begriffliche Grundlage zur Beschreibung der Tagebauseen in den Steckbriefen (Anlage 9.2).

Tabelle 6: Zuordnung der qualitätsspezifischen See- und Subtypen zu den LAWA-See-Typen für ausgewiesene AWB und HMWB mit Erläuterungen zu den Seetyp-Kürzeln.

LAWA-Seetyp*	Phytoplankton (PP)	Makrophyten (MP)	Benthische Diatomeen (PB)
Typen des Mittelgebirges (M)			
5	PP 5, 10.1k, PP 10.2k	MKg	DS 5, DS 5.1, DS 5.2
7	PP 7s, PP 13k	MKg, MTS	DS 7, DS 7.1, DS-s
Typen des Norddeutschen Tieflandes (T)			
10	PP 10.1k, PP 10.2k, PP 10.1s	TKg10, MTS, MTS-s	DS 10.1, DS-s
13	PP 13k, PP 13s	TKg13, MTS, MTS-s	DS 13, DS 13.1, DS 13.2, DS-s
14	PP 14k, PP 11.2k	TKp, MTS, MTS-s	DS 14, DS-s
Seetyp PP	Bezeichnung der Phytoplankton-Seetypen		
PP 5	natürliche Seen, AWB und HMWB des Mittelgebirges, calciumreich, relativ großes EZG ($VTQ \leq 0,18$), geschichtet		
PP 7	natürliche Seen, AWB und HMWB des Mittelgebirges, calciumreich, relativ kleines EZG ($VTQ > 0,18$), geschichtet		
PP 7s	saurer Tagebausee des Mittelgebirges, calciumreich, relativ kleines EZG ($VQ \leq 1,5$), geschichtet		
PP 10.1k	AWB und HMWB des Tieflands, calciumreich, relativ großes EZG ($VQ 1,5 - 15$), geschichtet		

PP 10.2k	AWB und HMWB des Tieflands, calciumreich, sehr großes EZG (VQ > 15), geschichtet
PP 10.1s	saurer Tagebausee des Tieflands, calciumreich, relativ großes EZG (VQ 1,5 - 15), geschichtet
PP 11.2k	AWB und HMWB des Tieflands, calciumreich, relativ großes EZG (VQ > 1,5), polymiktisch, Verweilzeit > 30 d, mittlere Tiefe ≤ 3 m
PP 13k	AWB und HMWB des Tieflands, calciumreich, relativ kleines EZG (VQ ≤ 1,5), geschichtet
PP 13s	saurer Tagebausee des Tieflands, calciumreich, relativ kleines EZG (VQ ≤ 1,5), geschichtet
PP 14k	AWB und HMWB des Tieflands, calciumreich, relativ kleines EZG (VQ ≤ 1,5), polymiktisch
Seotyp MP	Bezeichnung der Makrophyten-Seotypen
MKg	karbonatische, geschichtete Wasserkörper der Ökoregion Mittelgebirge
MTS	silikatisch geprägte Wasserkörper des Mittelgebirges und Tieflands sowie Gewässer mit einem pH-Wert < 6, deren Referenzzustand im sauren pH-Bereich liegt
MTS-s	versauerte Seen, deren Referenzzustand im circumneutralen pH-Bereich liegt
TKg10	karbonatische, stabil geschichtete Wasserkörper des Tieflandes mit relativ großem EZG
TKg13	karbonatische, stabil geschichtete Wasserkörper des Tieflandes mit relativ kleinem EZG
TKp	karbonatische, polymiktische Wasserkörper des Tieflandes
Seotyp PB	Bezeichnung der Diatomeen-Seotypen
DS 5	karbonatische, geschichtete Gewässer des Mittelgebirges mit großem EZG (VQ > 1,5 m ⁻¹)
DS 5.1	Altrheine und Baggerseen in der Rheinaue ohne Rheinbindung, geschichtet, großes EZG
DS 5.2	Altrheine und Baggerseen in der Rheinaue mit Rheinbindung, geschichtet
DS 7	karbonatische, geschichtete Gewässer des Mittelgebirges mit kleinem EZG (VQ < 1,5 m ⁻¹)
DS 7.1	Altrheine und Baggerseen in der Rheinaue ohne Rheinbindung, geschichtet, kleines EZG
DS 10.1	karbonatische, geschichtete Gewässer des Norddeutschen Tieflands mit großem EZG (VQ > 1,5 m ⁻¹) und Verweilzeit 10 - 3 a
DS 10.2	karbonatische, geschichtete Gewässer des Norddeutschen Tieflands mit großem EZG (VQ > 1,5 m ⁻¹) und Verweilzeit < 3 a
DS 13.1	karbonatische, geschichtete Seen mit kleinem EZG (VQ < 1,5 m ⁻¹) und Verweilzeit > 10 a
DS 13.2	karbonatische, geschichtete Seen mit kleinem EZG (VQ < 1,5 m ⁻¹) und Verweilzeit 10 - 1 a (P-limitiert)
DS 14	karbonatische, ungeschichtete Seen mit kleinem EZG (VQ < 1,5 m ⁻¹) und Verweilzeit > 10 a
DS-s	versauerte Seen, deren Referenzzustand im circumneutralen pH-Bereich liegt

nach Riedmüller et al. (2013a); * Tagebauseen-relevante LAWA-Seotypen mit entsprechender Zuordnung der möglichen qualitätskomponentenspezifischen Seotypen, EZG – Einzugsgebiet, VQ – Volumenquotient (m⁻¹) = Einzugsgebiet (m²) / Seevolumen (m³), VTQ – Volumen-Tiefen-Quotient (m⁻²) = Einzugsgebiet (m²) / Seevolumen (m³) / mittlere Tiefe (m)

Die Bewertung des ökologischen Potenzials von künstlichen und erheblich veränderten Seen wurde in einem Papier der Länderarbeitsgemeinschaft erarbeitet (LAWA-Expertenkreis Seen 2013).

3.2 Besiedlung von Tagebauseen und säurebedingte Besonderheiten

Insgesamt kann eingeschätzt werden, dass mit den Forschungen zur Gewässerökologie und Limnologie insbesondere im LENAB-Projektverbund „Leitbildentwicklung in der Bergbaufolgelandschaft“ für extrem saure aquatische Ökosysteme Ende der 1990er Jahre ein solider wissenschaftlicher Vorlauf geschaffen wurde (Wiegand et al. 2000; BTU 1998). Im Rahmen des Förderschwerpunktes "Sanierung und ökologische Gestaltung der Landschaften des Braunkohlebergbaues in den neuen Bundesländern" wurden folgende Aspekte thematisiert und in Nixdorf (2001) zusammengefasst:

- Erfassung und Bewertung des Entwicklungspotenzials naturnaher terrestrischer, semiaquatischer und aquatischer Bereiche der Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaft
- Erarbeitung von Leitbildern und Handlungskonzepten für deren verantwortliche Gestaltung und nachhaltige Entwicklung

- Leitbilder für naturnahe Bereiche.

Wesentliches Anliegen des Vorhabens war die Herstellung einer sich selbstorganisierenden Landschaft, in der zur Erreichung ökologisch begründeter, aber auch wirtschaftlich tragfähiger und gesellschaftlich akzeptierter Zielvorstellungen die natürlichen Entwicklungspotenziale genutzt werden sollten.

Die Besiedlungsmuster neutraler Tagebauseen entsprechen denen oligo- bis mesotropher di- bzw. monomiktischer Hartwasserseen. Sie weisen bei entsprechend geringen Nährstoffeinträgen ein sehr gutes Entwicklungspotenzial in Richtung von Klarwasserseen auf, wie wir sie aus Nordbrandenburg kennen. Saure Tagebauseen weisen einige Besonderheiten auf. Zunächst musste seitens der Wissenschaftler der vorherrschenden Meinung entgegengetreten werden: „Saure Tagebauseen sind tote und/oder lebensfeindliche Gewässer“. Generell zeichnen sich die Lebensgemeinschaften in den stark versauerten Seen durch eine geringe Diversität aus, die mit niedrigen Biomassen und Intensitäten von Stoffumsätzen verbunden ist. Auffällig sind Monodominanzen einzelner Taxa (Lessmann et al. 2000; Deneke 2000). Innerhalb taxonomischer Einheiten ist meist nur eine funktionelle Gruppe vertreten, es kommen die gleichen herbivoren Konsumenten im Pelagial wie im Litoral vor.

3.2.1 Plankton

Plankton ist die biologische Hauptkomponente des Freiwassers (Pelagial). Nach der ökologischen Funktion unterscheidet man das pflanzliche (Phyto-), das tierische (Zoo-) und das Bakterioplankton. Das Phytoplankton bildet dabei durch die Fähigkeit der autotrophen Lebensweise (Primärproduktion) die Grundlage für die Konsumenten und Destruenten in einem Ökosystem. Zu den Destruenten gehören Bakterien und Pilze. Diese kommen in hohen Zellzahlen auch in sauren Tagebauseen vor (200 000 - 2 Mio. Bakterien pro ml). Es dominieren sehr kleine Zellen (kleiner 1 µm). Innerhalb der größeren Morphotypen (Stäbchen, Filamente) herrscht eine höhere Vielfalt als in natürlichen Seen. Die bakterielle Produktion ist z.T. ungewöhnlich hoch und übersteigt die Primärproduktion.

Das Phytoplankton wird in sauren Tagebauseen dominiert durch kleine und bewegliche Taxa (Phytoflagellaten). Die Biomassebildung wird durch Phosphor und in den sauren Gewässern auch anorganischen Kohlenstoff limitiert. Dagegen findet sich relativ viel Ammonium, weil die Nitrifikation im sauren Milieu gehemmt ist. Das führt zu Besonderheiten, die wir in natürlichen Seen gar nicht bzw. nur sehr selten beobachten können:

Die Phytoplankter entwickeln sich in tieferen Schichten (TCM = Tiefen-Chlorophyll-Maxima), wo sie zwar wenig Licht zur Verfügung haben, aber mehr anorganischen Kohlenstoff und auch Phosphor assimilieren können. Die Knappheit an anorganischen Nährstoffen wird häufig durch einen Wechsel in der Ernährungsweise kompensiert, in dem sich mixotrophe Organismen entwickeln. Diese können von einem pflanzlichen Stoffwechsel auf einen tierischen umschalten.

Eine weitere Besonderheit im Verlauf der Phytoplanktonentwicklung ist eine „gestörte“ Saisonalität innerhalb der Sukzession. So wurden Maxima im Winter unter Eis bzw. im Hypolimnion von sauren Tagebauseen beobachtet.

Das Zooplankton zeigt ebenfalls eine typische Entwicklung entlang eines pH-Gradienten mit Zunahme der Diversität bei steigendem pH-Wert. Deshalb kann die Zooplankton-Besiedlung zur Klassifikation der Tagebauseen benutzt werden (Deneke 2000).

Eine weitere Besonderheit der sauren Seen ist das Auftreten benthischer oder litoral Taxa im Pelagial, wie es bei Ciliaten und Rotatorien beobachtet wurde. Sporadisch oder episodisch treten hohe Biomassen bei pelagischen Primärproduzenten und Konsumenten auf, die das hohe ökologische Entwicklungspotenzial dieser Extrembiotope widerspiegeln.

3.2.2 Nahrungsnetze

Extrem saure Tagebauseen weisen im Vergleich zu neutralen Seen eine veränderte Zusammensetzung und Funktion sowohl der planktischen als auch der benthischen Biozönosen auf. Im Pelagial stehen den Algen und den Bakterien im wesentlichen Flagellaten und Rotatorien als potentielle Konsumenten gegenüber. Erst bei einem pH größer als 2,9 treten Crustaceen auf. Diese sehr verkürzte Nahrungskette wird durch carnivore Corixiden ergänzt, die auch in regenversauerten Gewässern als Top-Prädatoren beschrieben worden sind. Diese übernehmen die Rolle der Fische (Henrikson & Oscarson 1981). Neben ihrem Einfluss auf das planktische Nahrungsnetz stellen die Corixiden auch potentielle Räuber des Makrozoobenthos im Profundal und Litoral dar. Damit kommt ihnen sowohl eine bedeutende Rolle bei der Verknüpfung der unterschiedlichen Biozönosen als auch bei Stofftransportprozessen zu. Das Litoral ist durch eine beachtliche Anzahl an Taxa wie z. B. Corixiden, Dytisciden, Sialis und Chironomiden gekennzeichnet.

Der pH-Wert (Säurestress) scheint ein wichtiger regulativer Faktor für die Entwicklung eines komplexeren Nahrungsnetzes zu sein. Ab pH 3 ist mit dem Auftreten effektiver Filtrierer (Rotatorien, Ciliaten) zu rechnen und damit von einem größeren Einfluss des Zooplankton-Grazings auf das Phytoplankton auszugehen. Innerhalb des Zooplanktons ist die Konkurrenz die dominante Interaktion, da höhere trophische Ebenen und damit ein potentieller Fraßdruck fehlen. Zeitweise stellen Heliozoen die einzigen Konsumenten 2. Ordnung dar.

3.2.3 Benthische Vegetation

Tagebauseen weisen in Abhängigkeit vom pH-Wert, der Karbonathärte und der Trophie unterschiedliche Besiedlungen mit aquatischen Makrophyten auf. In sauren Tagebauseen ist *Juncus bulbosus* die bestimmende Art, die oft Monodominanzbestände ausbildet (Pietsch 1973, 1979). Bei pH-Werten < 4,0 können zudem *Eleocharis acicularis* und *Potamogeton natans* auftreten. Ab einem pH-Wert von 4 kommen weitere Arten hinzu: *Nymphaea alba*, *Utricularia* spp., *Sphagnum* spp., *Potamogeton polygonifolius*, *Sparganium natans*. Bei höheren pH-Werten treten weitere Makrophyten auf. Für die Verteilung der Arten sind die Karbonathärte und die Trophie maßgeblich.

Neutrale bis schwach alkalische, karbonatreiche, oligo- bis mesotrophe Tagebauseen weisen eine artenreiche Vegetation aus Armleuchteralgen auf (*Chara aspera*, *C. contraria*, *C. hispida*, *C. aculeolata* [=polyacantha], *Nitella opaca*, *Tolypella glomerata*). Bei Eutrophierung oder auch nährstoffreichen Sedimenten nehmen höhere aquatische Makrophyten wie *Myriophyllum* spp., *Potamogeton* spp. *Elodea nuttallii* oder *Najas marina* ssp. *intermedia* zu.

Wenige Tagebauseen wie z.B. der Goitzschensee weisen sowohl saure als auch neutrale bis schwach alkalische Bereiche auf. Einen Sonderfall bildet der Senftenberger See, in dem sich saures, nährstoffarmes Weichwasser und neutrales, nährstoffreiches Hartwasser vermischen. Daher weist der Senftenberger See sowohl Weich- als auch Hartwasserarten auf (van de Weyer et al. 2009).

Hierbei bleibt zu berücksichtigen, dass Weichwasserarten wie *Juncus bulbosus* und *Utricularia minor* auch bei höheren Karbonatgehalten vorkommen können (Pietsch 1973), dies trifft auch in Bezug auf andere Parameter wie z.B. den pH-Wert zu. Die nachgewiesenen Weichwasserarten haben ihren Schwerpunkt in oligo- bis mesotrophen Gewässern, während die Hartwasserarten weite Amplituden in Bezug auf die Trophie aufweisen.

Bei den makrophytischen Helophyten (z.B. *Phragmites australis*, *Sparganium* spp., *Typha* spp.) ist die Verteilung in Bezug auf die unterschiedlichen Typen von Tagebauseen nicht so deutlich ausgeprägt wie bei den aquatischen Makrophyten.

Aus naturschutzfachlicher Sicht ist bemerkenswert, dass die Tagebauseen verschiedene Makrophyten aufweisen, die in den Roten Listen der entsprechenden Bundesländer geführt sind. Beispielhaft seien

hier *Chara aspera*, *C. braunii*, *Chara hispida*, *Littorella uniflora* und *Potamogeton nodosus* erwähnt. Zudem beherbergen einige Tagebauseen auch verschiedene Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie, z.B. 3140 (oligo-mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen), 3130 (oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der *Littorelletea uniflorae* und/oder der *Isoëto-Nanojuncetea*) bzw. 3150 (natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation vom Typ Magnopotamion oder Hydrocharition).

Neutrale Tagebauseen können auch eine sehr artenreiche benthische Diatomeenflora vorweisen wie im Fall des Kulkwitzer Sees in Sachsen (Gutowski et al. 2011). So sind im Kulkwitzer See die indikativen Arten *Achnanthydium minutissimum* und *Cocconeis neothumensis* als häufige Formen anzutreffen und Arten wie *Amphora oligotrappenta* bzw. *Navicula subalpina* kommen mit geringen Individuendichten vor, welche sonst in oligo- bis mesotrophen Alpen- und Voralpenseen beheimatet sind.

Achnanthydium minutissimum ist die am weitesten verbreitete Diatomeen-Art in Tagebauseen, nur mäßig bis stark saure Gewässer gehören nicht zu ihrem Verbreitungsgebiet. Als floristische Besonderheit und sehr seltene Art in Deutschland gilt *Achnanthydium thermalis*. Sie wurde bislang in Mineral- und Thermalquellen gefunden, bevorzugt elektrolytreiche Gewässer und scheint sich in Tagebauseen Sachsens gut zu verbreiten (Gutowski et al. 2011, S. 128).

3.2.4 Fische

Da die meisten der großen künftigen Tagebauseen einer pH- Wert-Regulierung unterzogen werden sollen und müssen, bestand eine wichtige gewässerpraktische Forschungsaufgabe in der Lösung der Frage: Welche gewässeradäquaten Fischgemeinschaften und welche fischereiliche Nutzung kann es in den großen und nährstoffarmen Tagebauseen geben? Zu diesen Fragen wurden in Nixdorf (2001) die Ergebnisse der Projekte zur Fischbesiedlung in Tagebauseen ausgewertet.

Fische sind in all ihren Entwicklungsstadien erst ab einem pH im Wasser größer 5 lebens- und vor allem reproduktionsfähig. Im Senftenberger See wurden verschiedene Fragestellungen untersucht, die für Tagebauseen relevant sind: Im Mittelpunkt der Untersuchungen stand u.a. die Frage nach der Säuretoleranz früher Entwicklungsstadien von einheimischen Fischen. Am tolerantesten gegenüber Säurestress erwiesen sich Flussbarsch (*Perca fluviatilis*), Hecht (*Esox lucius*) und Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*). Niedrige pH-Werte verursachen bei allen untersuchten Fischarten Probleme beim Schlüpfen, die wahrscheinlich durch die Beeinflussung des Schlupfenzym Chorionase bedingt sind. Weiterhin führen Eisenniederschläge auf den Eiern zu einer schlechteren Sauerstoffversorgung. Als Erstbesiedler von Tagebauseen mit nährstoffreichem Wasser und einer Entwicklungstendenz zur Neutralität ist der Flussbarsch (*Perca fluviatilis*) anzusehen.

Als zweite Frage wurde untersucht, welche Überlebenschancen Fische haben, die mit dem Flutungswasser in die Tagebauseen eingetragen werden. Dazu war die Erfassung der Entwicklung des Makrozoobenthos als wichtige Gruppe der Fischnährtiere notwendig. Dabei konnten mehr als 1000 Individuen pro m² nachgewiesen werden. Der Senftenberger See als „älterer“ Tagebausee hat eine etablierte Fischzönose mit den Hauptfischarten Barsch, Zander, Hecht, Kleine Maräne, Plötze, Rotfeder, Blei und Güster. Besatzmaßnahmen durch den Berufsfischer werden mit Karpfen, Aal und Wels vorgenommen.

Die Verteilung der Fische entlang eines pH-Gradienten wurde im Senftenberger See mittels Kiemenstellnetzen ermittelt. Dabei zeigte sich, dass Flussbarsche, Hechte und Rotfedern regelmäßig auch in den sauren Bereichen auftreten, Plötze und Güster nur selten und Bleie gar nicht. Vollwertige Strukturen (Makrophyten im See) werden als Laichplätze in permanent oder episodisch versauerten Bereichen nicht angenommen.

Untersuchungen zur Fischfauna im Olbasee, einem sauren und schon relativ alten Tagebausee bei Kleinsaubernitz in Sachsen, belegen, dass Barsche bei einem ausreichenden Nahrungsangebot pH-

Werte zwischen 3,1 und 4,1 tolerieren können. Die Nahrung besteht hauptsächlich aus Insektenlarven. Eine erfolgreiche Reproduktion der Barsche ist jedoch unter diesen Bedingungen nicht möglich.

Für die meisten der künftigen und bereits bestehenden Tagebauseen wird ein oligo- bis mesotropher Zustand prognostiziert. Die morphometrischen Besonderheiten dieser Seen bestehen in dem Vorhandensein eines großen Hypolimnions, der steilscharigen Beckenform und dem reduzierten Anteil fischereilich bedeutsamer Flachwasseranteile (Litoral). Die Uferlinien sind gerade und es werden wenige künstlich geschaffene Flachwasserbereiche entstehen.

Der Zustand der jungen Tagebauseen ist durch die meist fehlende bzw. reduzierte Makrophytenvegetation sowie der Litoral- und Profundalfauna gekennzeichnet. Als Nahrungsgrundlage steht fast ausschließlich Zooplankton zur Verfügung. Unter Beachtung der morphometrischen Gegebenheiten als Bergbaufolge (mittlere Tiefe > 15 m) und der trophischen Verhältnisse in den Tagebauseen (Sichttiefe > 5 m, ausreichend Sauerstoff bis zum Grund, *Dinobryon* und *Ceratium* als Sommerplankton) und unter der Voraussetzung der pH-Neutralität entsprechen die Seen den Hecht-Schleien-Seen nach Bauch (1955) bzw. den Maränenseen gemäß der Klassifikation natürlicher Seen. Die Kleine Maräne ist ein kaltstenothermer, zooplanktonfressender und ausschließlich pelagisch lebender Fisch, der am besten an die nährstoffarmen und sauerstoffreichen Bedingungen angepasst ist.

Tagebauseen, die aufgrund ihrer Morphometrie und Substratbeschaffenheit die Entwicklung von Makrophytenbeständen zulassen, haben gute Chancen für ein Aufkommen von Hecht (*Esox lucius*) und Plötze (*Rutilus rutilus*) sowie Großmaräne (*Coregonus lavaretus*), Blei (*Abramis brama*), Schlei (*Tinca tinca*), Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*), Barsch (*Perca fluviatilis*) und anderen Kleinfischarten.

3.3 Trophieprognosen für Tagebauseen (nach Grüneberg et al. 2010)

3.3.1 Höheres Retentionspotenzial für Phosphor in Tagebauseen

Zahlreiche Nutzungsansprüche an Seen erfordern eine belastbare Prognose der trophischen Entwicklung entsprechend der zusätzlich zum natürlichen (geogenen) Nährstoffeintrag erwarteten nutzungsbedingten Nährstoffbelastung. Das betrifft Nutzungen durch Tourismus, die Fischerei, aber auch Naturschutzaspekte wie Nährstoffeintrag durch rastende oder überwinterte Vögel. Insbesondere im Zusammenhang mit der fischereilichen Nutzung sind Trophieprognosen erforderlich, da die Berechnung des fischereilichen Ertrags auf der Prognose der Trophie bzw. der Primärproduktion beruht, die wiederum über die prognostizierte externe Phosphorbelastung abgeschätzt werden. Die Fischproduktion in Netzgehegen könnte auf einigen dazu geeigneten Tagebauseen an Bedeutung gewinnen. Bisherige Beobachtungen zeigen, dass sowohl saure als auch neutrale Tagebauseen trophisch weit weniger sensitiv auf Nährstoffbelastungen reagieren als natürliche Hartwasserseen, weil zusätzliche P-Immobilisierungs- bzw. Retentionsmechanismen existieren (Grüneberg und Kleeberg 2013). Die seeinterne Gesamtphosphor- (TP)-Konzentration ist die entscheidende bewirtschaftungsrelevante Variable zur objektspezifischen Berechnung der seeinternen TP-Konzentration (P_{see}). Sie wird in den angewendeten Originalmodellen für natürliche Seen (Vollenweider 1976, OECD 1982, Nürnberg 1984) aus der mittleren Zuflusskonzentration (P_{in}) unter Berücksichtigung der für die P-Retention relevanten Faktoren (Morphologie, Verweilzeit, Schichtung) berechnet. In Grüneberg et al. (2010) sind neue Modelle entwickelt und geprüft worden, die eine seespezifische Berechnung der mittleren P-Konzentration aus der externen Belastung unter Berücksichtigung bergbauspezifischer Indikatoren ermöglichen. Als Datenbasis dienten trophisch relevante und Stoffeintragsparameter aus zwölf neutralen Tagebauseen der Bergbaufolgelandschaft (Speicher Borna, Berzdorf, Gräbendorf, Schönfeld, Bärwalde, Senftenberg, Dreiweibern, Cospuden, Haselbach, Kulkwitz, Markkleeberg, Werben). Eine Nutzung der Modelle für saure Tagebauseen wurde nicht geprüft. Der Geltungsbereich der entwickelten Modelle erfasst folgende Bereiche bzw. Konzentrationen:

- Sulfat: 98 – 1030 mg l⁻¹; elektrische Leitfähigkeit (ELF) 439 – 2090 μS cm⁻¹,
- molares Fe:P-Verhältnis im Sediment 17-135 mg g⁻¹.
- Wasserverweilzeit 1,8 -27 Jahre
- externe P-Belastung 0,034 – 1,0 g m⁻² a⁻¹.

Anhand einer guten Modellanpassung konnte klar gezeigt werden, dass Fe als Bindungspartner für P in allen Tagebauseen von Relevanz ist. Daneben können auch folgende Faktoren in unterschiedlichen Phasen zur P-Retention beitragen:

- Partikeleintrag durch Böschungserosion bei ansteigendem Wasserspiegel während der Flutung (z.B. Berzdorf)
- Partikeleintrag im Fall der Flutung (oder dauerhaften Einleitung) von Flusswasser
- Submerse Makrophyten, die auf verschiedene Weise direkt (Nährstoffaufnahme) und indirekt (Verminderung der Sedimentresuspension; Wirkung auf die Nahrungskette) die P-Retention bzw. den trophischen Zustand beeinflussen. Submersen Makrophyten kommen in den meisten der untersuchten Tagebauseen z.T. aufgrund der hohen Sichttiefe sehr ausgeprägt vor: Senftenberger See (van de Weyer et al. 2009), Cospudener See (BGD 2008), Haselbach, Markleeberg, Werben, Kulkwitzer See.

3.3.2 Empfehlungen für Trophieprognosen in Tagebauseen

In der Studie (Grüneberg et al. 2010) sind mehrere Gleichungen und eine Entscheidungsmatrix aufgeführt, um die TP-Konzentration in Tagebauseen in Abhängigkeit von der TP-Zulaufkonzentration und der Wasseraufenthaltszeit, sowie verschiedenen Indikatoren für die bergbaulichen Beeinflussung (molares Fe:P-Verhältnis im Sediment, Sulfatkonzentration und elektrische Leitfähigkeit) zu berechnen. Beispielfhaft sind hier zwei Gleichungen aufgeführt:

$$P_{See} = \frac{1,63 \cdot P_{in}^{0,84}}{(1 + \sqrt{t_R})^{0,65} \cdot (SO_4)^{0,23}} \quad \text{Gl. 1}$$

$$P_{See} = \frac{7,4 \cdot P_{in}^{0,75}}{(1 + \sqrt{t_R})^{1,05} \cdot (Fe:P)^{0,48}} \quad \text{Gl. 2}$$

Zusammenfassend lassen sich zur Trophieprognose in Tagebauseen folgende Aussagen treffen:

- Die untersuchten pH-neutralen Tagebauseen sind unterschiedlich stark bergbaulich beeinflusst, erkennbar an einem im Vergleich zu natürlichen Seen höheren Eintrag an P-bindungswirksamen Metallen. Daher weisen neutrale Tagebauseen ein höheres molares Fe:P-Verhältnis im Sediment (17-135) als natürliche Seen (~8) auf.
- Ursachen der hohen P-Retention neutraler Tagebauseen sind
 - a) die schnelle P-Sedimentation durch Ko-Präzipitation von P mit Metallhydroxiden zusätzlich zur biogenen Transformation und Detritussedimentation,

- b) die hohe P-Sorptionskapazität des Sediments durch den Überschuss an Fe, und
- c) die hohe P-Bindungsstabilität und geringe P-Rücklösung aus dem Sediment.
- Aufgrund der hohen Geschwindigkeit der physikochemischen Fällungskomponente ist die P-Nettosedimentation bei Tagebauseen vor allem abhängig vom P-Import (externe Belastung), und weniger (wie bei Entwicklung von Modellen für natürliche Seen meist angenommen) von P-Vorrat im See und der Wasseraufenthaltszeit.
- Aus diesem Grund, und zusätzlich aufgrund der hohen P-Bindungsstabilität im Sediment, unterschätzten die für natürliche Seen entwickelten empirischen Modelle die P-Retention in Tagebauseen erheblich und prognostizieren zu hohe mittlere P-Konzentrationen, oft um eine Trophiestufe höher (nach LAWA 1999) als im See gemessen.
- Die bekannten Modelle (Vollenweider 1976, OECD 1982) lassen sich durch Hinzufügen von Faktoren und Exponenten für Tagebauseen modifizieren, vor allem durch stärkere Berücksichtigung der Abhängigkeit von P_{in} für P_{See} .
- Eine erheblich verbesserte Prognosegüte von Modellen kann erreicht werden, wenn der Grad der bergbaulichen Beeinflussung durch die Integration entsprechender Indikatoren berücksichtigt wird. Vorzugsweise sollte das Modell mit dem Sedimentindikator Fe:P-Verhältnis genutzt werden. Hierfür wird die beste Prognosegüte erreicht, da das Fe:P-Verhältnis als zeitlich integrierender und direkter Indikator für die Fe-Verfügbarkeit verstanden werden kann. Die Verwendung der indirekten Indikatoren Sulfat und elektrische Leitfähigkeit ist nur zulässig, wenn es einen engen Zusammenhang dieser Parameter zum Fe-Eintrag gibt, was entsprechend geprüft werden muss. Für Trophieprognosen empfiehlt es sich, Szenarien durch Nutzung mehrerer Modelle zu berechnen, um die mögliche Bandbreite aufzuzeigen. Zur genauen Vorgehensweise sei auf die Studie und die darin enthaltene Entscheidungsmatrix verwiesen.
- Die Originalversionen bekannter Modelle können ggf. für „worst case“ Szenarien genutzt werden, obwohl es zahlreiche Argumente für eine langfristig hohe P-Retention in Tagebauseen gibt, und die unmodifizierten Modelle folglich Fehlprognosen liefern.

Die vorgestellten Modelle sind als vorläufig anzusehen. Eine Weiterentwicklung und Verifizierung der Modelle wird auch wegen der hohen Praxisrelevanz dringend empfohlen. Zur Verbesserung der statistischen Absicherung sollten weitere Seen und Seenjahre ergänzt und die Bedeutung weiterer Indikatoren (Porenwasser, Fe-Eintrag, Bedeutung von Al und Mn sowie der Sulfatreduktion) bzw. Einflussfaktoren auf die P-Retention untersucht werden. Weiterhin ist zu prüfen, ob Prognosen des Fe- und P-Eintrags in Tagebauseen direkt mit den Modellen gekoppelt für Trophieprognosen im Rahmen von Gutachten verwendet werden können. Auf der Basis der Analyse der P-Retention von Tagebauseen über einen langen Zeitraum könnten Modellansätze entwickelt werden, die die Alterung von Tagebauseen berücksichtigen.

4 Ökologische Klassifizierung und Bewertung von Tagebauseen

Die EG-Wasserrahmenrichtlinie (2000) fordert die Klassifizierung und Bewertung des Gewässerzustands von Seen über 50 ha. Neben natürlichen Seen gehören dazu erheblich veränderte Seen (Talsperren) und mindestens 112 künstliche Tagebauseen. Für künstliche und erheblich veränderte Seen gilt als Bewirtschaftungsziel der WRRL das „gute ökologische Potenzial“. Es beschreibt den Zustand eines Wasserkörpers, nachdem alle Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässergüte durchgeführt wurden, die ohne signifikante Beeinträchtigung definierter Nutzungen möglich sind (Artikel 4, RICHTLINIE 2000/60/EG; Tabelle 7). Damit liegt es in der Regel mehr oder weniger weit unter dem guten ökologischen Zustand.

Tabelle 7: Definition des ökologischen Potenzials nach EG-WRRL.

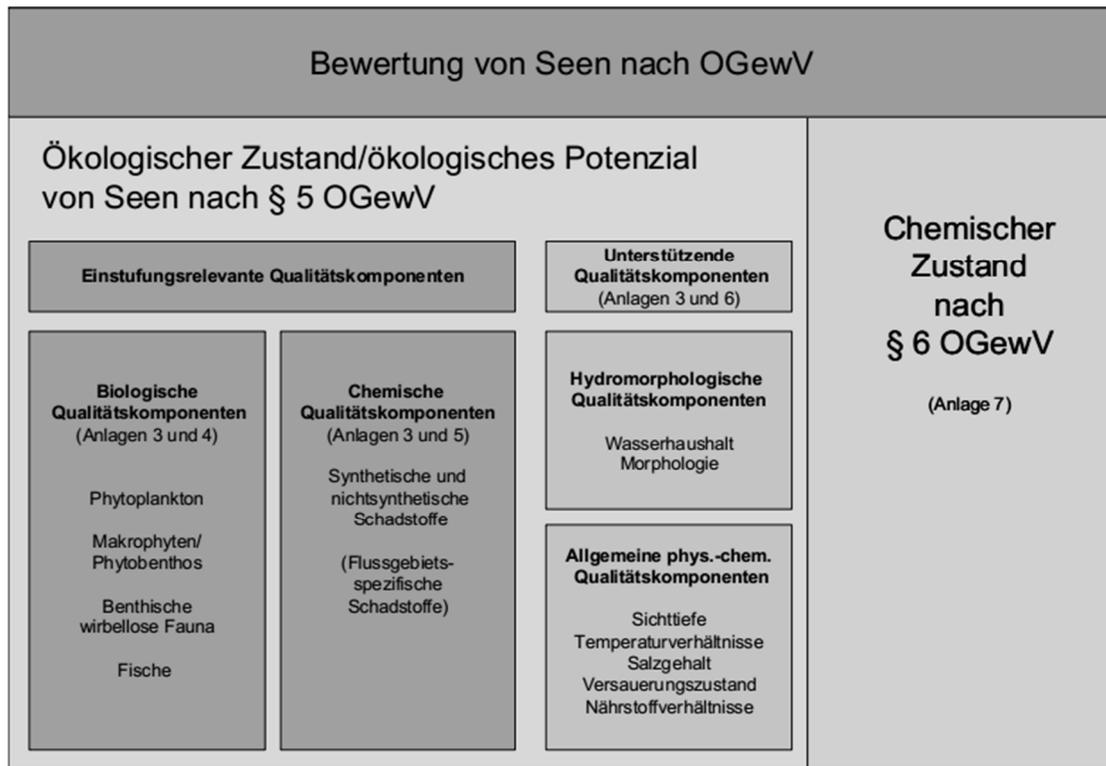
Höchstes ökologisches Potenzial	Gutes ökologisches Potenzial	Mäßiges ökologisches Potenzial	Unbefriedigendes ökologisches Potenzial	Schlechtes ökologisches Potenzial
Die Werte für die einschlägigen Qualitätskomponenten entsprechen unter Berücksichtigung der physikalischen Bedingungen, die sich aus den künstlichen oder erheblich veränderten Eigenschaften des Wasserkörpers ergeben, soweit wie möglich den Werten für den Oberflächengewässertyp, der am ehesten mit dem betreffenden Wasserkörper vergleichbar ist.	Die Werte für die einschlägigen Qualitätskomponenten weichen geringfügig von den Werten ab, die für das höchste ökologische Potenzial gelten.	Die Werte für die einschlägigen Qualitätskomponenten weichen mäßig von den Werten ab, die für das höchste ökologische Potenzial gelten. Diese Werte sind in signifikanter Weise stärker gestört, als dies bei einem guten ökologischen Potenzial der Fall ist.	Gewässer, bei denen die Werte für die biologischen Qualitätskomponenten des betreffenden Oberflächengewässers stärkere Veränderungen aufweisen und die Biozönosen erheblich von denen abweichen, die normalerweise bei Abwesenheit störender Einflüsse mit dem betreffenden Oberflächengewässertyp einhergehen, werden als unbefriedigend eingestuft.	Gewässer, bei denen die Werte für die biologischen Qualitätskomponenten des betreffenden Oberflächengewässertyps erhebliche Veränderungen aufweisen und große Teile der Biozönosen, die normalerweise bei Abwesenheit störender Einflüsse mit dem betreffenden Oberflächengewässertyp einhergehen, fehlen, werden als schlecht eingestuft.

© Schaumburg et al. (2008)

Für die Klassifizierung des ökologischen Potenzials sind die biologischen Qualitätskomponenten und die chemischen Qualitätskomponenten (flussgebietspezifische Schadstoffe) einstufigsrelevant (Abbildung 7). Zur Gesamtbewertung der Tagebauseen nach der Oberflächengewässer-Verordnung bzw. nach der WRRL wird außerdem die Bewertung des chemischen Zustandes hinzugezogen. Die Metallionen, die in sauren Tagebauseen deutlich erhöht sein können, fallen zum einen in den Bereich der flussgebietspezifischen Schadstoffe (Anlage 5 OGewV: Cr, Cu, Zn) und zum anderen in den Bereich des chemischen Zustandes (Anlage 7 OGewV: Cd, Pb, Hg werden hier als prioritäre Stoffe bezeichnet). Somit können Metallbelastungen in sauren Tagebauseen entweder zur Abwertung der ökologischen Potenzialklasse oder zu einem „nicht guten chemischen Zustand“ führen. Des Weiteren wird die Gesamtbewertung der Tagebauseen unterstützt durch die hydromorphologischen Qualitätskomponenten (z.B. Seeuferklassifizierung nach Mehl et. al. 2014a, b und 2015) und die physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten (z.B. Nährstoffverhältnisse).

Die EG-WRRL fordert die Einbeziehung verschiedener biologischer Qualitätskomponenten zur Bewertung von Gewässern. Während die Anwendung der Verfahren für Phytoplankton, Makrophyten und Phytobenthos als Anzeiger von Degradationen durch Eutrophierung bereits Standard in allen Bundesländern ist, werden Bewertungen von Seen durch die Qualitätskomponenten Makrozoobenthos nach Miler et al. (2012) und Fische nach Ritterbusch et al. (2011) bisher seltener vorgenommen (Abbildung 7). Derzeit wird die Trophie als Hauptbelastung angesehen, so dass für das operative WRRL-Monitoring die Überwachung der auf die Belastung am empfindlichsten reagierenden Qualitätskomponente ausreichend ist.

Abbildung 7: Einstufung des ökologischen Potenzials nach § 5 OGeWV mittels einschlägiger Qualitätskomponenten.



© LAWA-Expertenkreis Seen (2013)

Sofern Tagebauseen als künstliche Wasserkörper eingestuft werden, ist für sie das höchste ökologische Potenzial festzulegen. Bei den Tieflandseetypen sind die Referenzgewässer die entsprechenden natürlichen Seen mit sehr gutem ökologischen Zustand. Die nur wenigen Tagebauseen im Mittelgebirgsraum werden gemäß den Seetypen des Mittelgebirges bewertet, wobei keine entstehungsabhängige Differenzierung erfolgt. Mit der Einstufung nach dem Seetyp (Riedmüller et al. 2013a, b) wird damit das höchste ökologische Potenzial vorgegeben.

Nach Abschluss der Bergbauaktivitäten unterliegen Tagebauseen in den meisten Fällen keinen Nutzungen, die gravierende Auswirkungen auf die Wasserqualität haben. Die Nachnutzungen beschränken sich meist auf Wassersport, Angelfischerei und Naturschutz. Zu erhöhten Nährstoffeinträgen kann es vor allem im Rahmen der Nutzung als Speicher kommen, wenn Wasser aus nährstoffreichen Fließgewässern eingeleitet wird. Da der Anteil am Gesamtseeevolumen, der für eine Speicherbewirtschaftung genutzt wird, im Vergleich mit Talsperren in der Regel jedoch relativ gering ist, bleiben die Auswirkungen auf die Seewasserqualität meist in einem Bereich, der das Erreichen des guten ökologischen Potenzials nicht in Frage stellt. Bei Nicht-Erreichen des guten ökologischen Potenzials sind geeignete Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Potenzials zu prüfen und umzusetzen.

Die Gewässer der Bergbaufolgelandschaft werden zumindest in ihrer Ausprägung als naturnahe, aber teils extrem saure Seen eine eigenständige, außerhalb der Bergbaufolgelandschaft nicht existierende Ausprägungsform bilden. Die Gewässer sind durch die geogen saure Wasserchemie geprägt mit entsprechenden ökologischen Folgen für Besiedlung und Stoffumsätze. Eine systematische Einordnung der Tagebauseen nach chemischen und biologischen Gewässergütekriterien, die als wesentliche Grundlage für eine weitere Bearbeitung im Sinne der Implementierung der EG-Wasserrahmenrichtlinie angesehen werden kann, ist in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Klassifizierung von Tagebauseen nach Azidität, pH-Werten, Leitfähigkeiten, $K_{B8,2}$ -Werten und Besiedlung mit Plankton und Makrophyten.

pH	Leitfähigkeit [mS/cm]	Azidität KB [mmol/l]	Versauerungsgrad	Besiedlung Phytoplankton	Besiedlung Zooplankton	Besiedlung Makrophyten
> 6	0,5 -1,5	< 0	schwach bis nicht sauer N	diverse <i>Cryptophyta</i> <i>Chlorophyta</i> Diatomeen (<i>Haptophyta</i>)	diverse	diverse, deutliche Unterteilung in Abhängigkeit vom Hydrogencarbonatgehalt und der Trophie
>4,5-6	niedrig	um -0,5	mäßig sauer MS	Besiedlungsmuster im Übergangsbereich (Al-Puffer) divers und nicht stabil		<i>Juncus bulbosus</i> , <i>Eleocharis acicularis</i> , <i>Potamogeton natans</i> , <i>Nymphaea alba</i> , <i>Utricularia</i> spp., <i>Sphagnum</i> spp., <i>Potamogeton polygonifolius</i> , <i>Sparganium natans</i>
3,5-4,5	< 1,5	0 - 1,6	sehr sauer SS	Peridinium/ Gymnodinium/ <i>Chlorophyta</i> (<i>coccale</i>) <i>Cryptophyceen</i>	<i>Cephalodella</i> c.f. <i>hoodi</i> <i>Cephalodella gibba</i> <i>Elosa worallii</i> <i>Brachionus urceolaris</i> Bdelloidea <i>Chydorus sphaericus</i>	<i>Juncus bulbosus</i> , <i>Eleocharis acicularis</i> , <i>Potamogeton natans</i> , ab pH 4 auch: <i>Nymphaea alba</i> , <i>Utricularia</i> spp., <i>Sphagnum</i> spp., <i>Potamogeton polygonifolius</i> , <i>Sparganium natans</i>
2,8-3,5	1,5-3,0	>1,6 <= 15	sehr hoch ES I	<i>Ochromonas</i> / <i>Chlamydomonas</i> / <i>Scourfieldia</i>	<i>Cephalodella</i> c.f. <i>hoodi</i> <i>Elosa worallii</i> <i>Brachionus urceolaris</i>	<i>Juncus bulbosus</i> , <i>Eleocharis acicularis</i>
2,6< 2,8	3-4	>15 <= 30	extrem ES II	<i>Ochromonas</i> / <i>Chlamydomonas</i> / <i>Euglenophyceen</i>	<i>Cephalodella</i> c.f. <i>hoodi</i> <i>Elosa worallii</i>	<i>Juncus bulbosus</i>
< 2,6	> 4	> 30	extrem ES III	s.o.	s.o.	-

nach Leßmann & Nixdorf (1998), ergänzt durch van de Weyer (2015); N - neutral, MS - mäßig sauer, SS - sehr sauer, ES I-III - extrem sauer (von sehr hoch bis extrem)

4.1 Bewertung nach der biologischen Qualitätskomponente Phytoplankton

Da die Eutrophierung weltweit das Hauptproblem von Standgewässern ist, beruhen die bekannten Bewertungsverfahren (OECD 1982, LAWA 1999, LAWA 2014) auf einer mehr oder weniger detaillierten Erfassung des trophischen Istzustands. Für neutrale Tagebauseen wird dazu der Phyto-See-Index (PSI) nach Mischke et al. (2015) bestimmt. Für natürliche und künstliche Seen sind folgende Bestandteile des Phyto-See-Index erforderlich:

- I) die Beschreibung und Festlegung der Probenahme in Seen (Nixdorf et al. 2010), die vorzugsweise mindestens monatlich von April bis Oktober erfolgen sollte,
- II) die operative Taxaliste des Phytoplanktons (HTL; Mischke & Kusber Mai 2009) und
- III) die Bewertungssoftware PhytoSee zur Berechnung des Phyto-See-Index.

Demnach sollen erheblich veränderte Seen (HMWB) und künstliche Seen (AWB) bei zu hohem Nährstoffeintrag (Eutrophierung) analog zu den natürlichen Seen mittels der biologischen Qualitätskomponenten Phytoplankton sowie Makrophyten und Phytobenthos bewertet werden, wobei eine angepasste Indikatorliste für den PTSI bei den Tieflandseen genutzt wird, die das Suffix "k" (z.B. 13k) als Seetyp-Kennzeichnung haben.

Starke Wasserstandsschwankungen können zu einer veränderten trophischen Situation (oder Trophieausprägung) führen, und sind deshalb als nutzungsbedingte Beeinträchtigung und als „physikalische Veränderung“ bei der Bewertung zu berücksichtigen. Die Beachtung der nutzungsbedingten Beeinträchtigung erfolgt über eine mildere Bewertung. Die Erfahrungen zeigen, dass hierbei kein Standardverfahren angewendet werden kann, sondern die Potenziale der Seen laut LAWA-Expertenkreis Seen (2013) individuell festzulegen sind.

4.1.1 Kenngrößen zur Ermittlung des Phyto-See-Index

Im Phyto-See-Index werden ein oder mehrere Bewertungsparameter in 3-4 biologischen Kenngrößen als Index genutzt, den sogenannten Metrics. Der Phyto-See-Index besteht obligat aus den drei Metrics „Biomasse“, „Algenklassen“ und „Phytoplankton-Taxa-Seen-Index“ (PTSI). Eine Sondergruppe sind stark geogen versauerte Seen, bei deren Bewertung ein Biodiversitätsindex anstelle des PTSI eingesetzt wird und der Metric „Algenklassen“ entfällt. Als optionale Zusatzgröße zur Bewertung der taxonomischen Zusammensetzung steht der Metric „DI-PROF“ in natürlichen Tieflandseen zur Verfügung, der Schalenreste der planktischen Diatomeen in der Sedimentauflage für eine trophische Bewertung nutzt.

Die Metrics wurden für die Belastungsgröße „Eutrophierung“ entlang einer allgemeingültigen, trophischen Einstufung geeicht, um danach eine ökologische Zustandsklasse zu bestimmen, die den Abstand zum Zustand der Referenz berücksichtigt. Dies erfolgt mit angepassten Bewertungsfunktionen direkt für die Bewertungsparameter oder für die Metrics, wobei ein Bewertungswert zwischen 0,5 und 5,5 ausgegeben wird, der graduell auch innerhalb der Zustandsklassen bewertet. Der resultierende Bewertungswert kann einer der 5 ökologischen Zustandsklassen zugeordnet werden.

Als Skala für die Umweltbelastung wurde für die Eichung neben der Gesamtposphorkonzentration (TP) der Ist-Wert des deutschen Trophie-Index nach LAWA (1999), sowie das Gesamtbiovolumen des Phytoplanktons besonders bei Datensätzen mit TP größer 150 µg/L genutzt. Eine Dokumentation der Auswahl und Herleitung der Metrics finden sich in den gelisteten Forschungsberichten.

Die Metrics sind aus mehreren aus der Erfassung des Phytoplanktons ableitbaren Bewertungsparametern zusammengesetzt. Die Bewertungsparameter basieren auf Messwerten gemäß einem definierten Messverfahren für eine Gewässerprobe, wie zum Beispiel die Chlorophyll a-Konzentration nach DIN oder die nach dem Utermöhl-Verfahren ermittelte Anzahl an Zellen einer Art (umgerechnet in Taxabiovolumen).

Je nach Bewertungsparameter wird entweder das Jahresmittel (PTSI), das Saisonmittel für die Periode März bis November und nur vereinzelt als Spätsommernittel für die Periode Juli bis Oktober arithmetisch aus den Monatswerten gebildet.

Folgende Bewertungsparameter werden für die Metrics genutzt und werden hier nur zur Übersicht aufgeführt, während sich alle Bewertungsdetails in den nachfolgenden Kapiteln der Schritt-für-Schritt-Anleitung finden:

1) Metric „Biomasse“:

Der Metric „Biomasse“ ist das Mittelweltergebnis aus den Einzelbewertungen folgender drei Parameter:

- a) Gesamtbiovolumen des Phytoplanktons aus dem Epilimnion oder bei Klarwasserseen der euphotischen Zone des Sees (Saisonmittel)
- b) Chlorophyll a-Konzentration (Saisonmittel)
- c) Chlorophyll a Maximum-Wert, falls dieser um 25% größer als der Saisonmittelwert ist.

2) Metric „Algenklassen“:

Aufsummierte Biovolumina der Cyanobacteria, der Chlorophyceae oder der Cryptophyceae oder ihr Prozentanteil am Gesamtbiovolumen (Chrysophyceae, Dinophyceae) werden je nach Seetyp als Saisonmittel oder als Spätsommernittel verrechnet. Die trophische Abweichung von der Referenzsituation wird berücksichtigt, indem der Bewertungsparameter in eine je nach Seetyp angepassten Bewertungszahl mittels einer Bewertungsfunktion transformiert wird. Nach arithmetischer Mittelwertbildung der Bewertungszahlen aller 2-4 anzuwendenden Bewertungsparameter liegt der Algenklassen-Bewertungswert zwischen 0,5 und 5,5.

3) Metric PTSI (Phytoplankton-Taxa-Seen-Index):

Die Bewertung gemäß EU-EG-WRRL mithilfe des PTSI erfolgt auf Basis des PTSI-Jahreswertes, der eine trophische Einstufung von Seen (Trophieindex) anhand der Artenzusammensetzung vornimmt (oligotroph bis hypertroph). Für die Bewertung wird der PTSI-Jahreswert mit dem trophischen Referenzwert des entsprechenden Seetyps verglichen und die Differenz berechnet. Eine Abweichung um mehr als 0,5 Index-Einheiten führt zu einer Herabstufung um eine ökologische Zustandsklasse, um mehr als eine Indexeinheit zu einer Herabstufung um 2 Zustandsklassen, usw. (Tabelle 3). In Anlehnung an die so definierten Zustandsklassen wird ein PTSI-Bewertungswert zwischen 0,5 und 5,5 berechnet.

Für den Metric PTSI wurden sechs verschiedene Indikatorlisten definiert, die jede mehr als 150 trophisch eingestufte Indikatortaxa enthalten. Für jedes Indikatortaxon sind ein Trophieankerwert (TAW) und ein Gewichtungsfaktor (GW) angegeben, welcher die Stenökie als Maß für die „Treue“ des Taxons im Trophieschwerpunkt beschreibt. Alle in einer Wasserprobe gemessenen Biovolumina von Indikatortaxa werden zuvor einer „Abundanzklasse“ zugeordnet, bevor sie zur Indexermittlung mit dem Taxon entsprechenden TAW und GW verrechnet werden. Der PTSI wird zunächst für jede Probe einzeln berechnet. Den PTSI-Jahreswert erhält man durch arithmetische Mittelwertbildung (Mischke et al. 2015).

4.1.2 Einheiten des Phyto-See-Index und Umrechnung in die ecological quality ratio (EQR)

Die Ergebnisse aller Metrics mit Ausnahme des Biodiversitäts-Index und die des Gesamtindex PSI liegen im Wertebereich von 0,5 bis 5,5, wobei der Wert 0,5 den bestmöglichen und der Wert 5,5 den schlechtesten Zustand anzeigt. Die Werte liegen im Bereich der ökologischen Zustandsklassen 1 bis 5 und können gemäß EG-WRRL als „ökologische Qualität“ (EQ = ecological quality) verstanden werden.

Da die Klassenweite in allen 5 Zustandsklassen gleich breit (äquidistant) ist, können die Phyto-See-Index-Werte (PSI) durch folgende Formel in einen normierten EQR (ecological quality ratio) umgewandelt werden:

$$EQR = -0,2 \times PSI + 1,1$$

In Tabelle 9 sind die Bereiche der Index-Werte des deutschen Phyto-See-Index aufgelistet, die den fünf Zustandsklassen nach der EG-Wasserrahmenrichtlinie (2000) und den normierten ökologischen Qualitätsverhältnissen (EQR) gleichzusetzen sind.

Tabelle 9: Indexwerte (PSI) und Zustandsklassen zur Herleitung der ökologischen Qualitätsverhältnisse (EQR).

PSI (EQ)	Zustandsklasse	normierter EQR	Kennfarben
0,5–1,5	1 = sehr gut (H = high)	0,81–1,0	
1,51–2,5	2 = gut (G = good)	0,61–0,8	
2,51–3,5	3 = mäßig (M = moderate)	0,41–0,6	
3,51–4,5	4 = unbefriedigend (P = poor)	0,21–0,4	
4,51–5,5	5 = schlecht (B = bad)	0,0–0,2	

Die Verrechnung der Metrics zum Phyto-See-Index erfolgt über Gewichtungsfaktoren. Für natürliche Seen wird mit dem Phyto-See-Index der ökologische Zustand, für HMWB und AWB wird gemäß der EG-WRRL der Abstand zum höchsten ökologischen Potenzial bestimmt.

4.1.3 Biodiversitätsindex für saure Tagebauseen nach Leßmann & Nixdorf (2009)

Die sauren Bergbaugewässer sind nur in Ausnahmefällen trophisch geschädigt. Ihr Charakteristikum ist die säurebedingte z.T. völlig andere Ausprägung von traditionellen Güteparametern. Sie zeigen in ihren Besiedlungs- und Aktivitätsmustern gravierende Abweichungen von typischen eutrophierten oder auch mesotrophen Seen. Extrem saure Bedingungen führen zu einer Armut an Kohlenstoff und Phosphor. Eine Bioregulation über die Menge des verfügbaren Kohlenstoffs kommt außerhalb der Bergbaufolgelandschaften in unseren Breiten nicht vor. Legt man die Intensität der Primärproduktion als das Kriterium der Stoffwechselintensität in Seen zugrunde, ergeben sich aufgrund der hydrogeologischen und geochemischen Spezifik Grenzen in der Anwendung der o.g. Richtlinien (s. a. Kap. 5.3.).

Abweichend von der Bewertung neutraler Seen erfolgt die Bewertung saurer Tagebauseen mit Hilfe des Phytoplanktons nicht nur anhand der Biomasse, sondern auch unter Berücksichtigung der Biodiversität (Leßmann & Nixdorf 2009). Hierbei wird das ökologische Potenzial für saure Bergbauseen anhand des Shannon-Index und mittels der Evenness als Hilfsgröße ermittelt (Tabelle 10). Der Shannon-Index berücksichtigt sowohl die Zahl der vorkommenden Arten als auch die Verteilung der Individuen bzw. der Biomasse auf die Gesamtheit. Der Shannon-Index H_s beschreibt den mittleren Grad der Ungewissheit, eine bestimmte Art unter allen Arten bei zufälliger Stichprobennahme anzutreffen.

Der Evenness-Wert erlaubt eine Aussage darüber, ob der Wert des Shannon-Index aufgrund einer hohen Taxazahl oder durch die gleichmäßige Verteilung der Individuen bzw. der Biomasse auf wenige Taxa zustande gekommen ist. Bei der Evenness wird der Shannon-Index in Relation zum maximal möglichen Diversitätswert gesetzt, der sich bei gleicher Taxazahl, aber unter größtmöglicher Gleichverteilung der Taxa auf die Gesamtbiovolumina ergeben würde. Das heißt, auch bei niedriger Artenzahl ist die Evenness hoch, wenn die vorkommenden Arten ähnlich häufig sind und nicht eine Art ein Massenvorkommen zeigt.

Eine relativ hohe Biodiversität wird für das höchste ökologische Potenzial angenommen, welche bei zunehmender Belastung sinkt. Die Bewertung erfolgt durch Vergleich des ermittelten Shannon-Index mit vorab definierten Klassengrenzen und gibt die ökologische Zustandsklasse als ganze Zahl aus (keine graduelle Abstufung innerhalb der Zustandsklasse).

Tabelle 10: Untergrenzen der Biodiversitäts-Indices für Phytoplankton in sauren Tagebauseen (Shannon-Index und Evenness) zur Ermittlung des höchsten und guten ökologischen Potenzials.

Bewertungsgrenze	Shannon-Index H_s	Evenness E_s
		„Hilfsgröße“
sehr gut / gut	1,5	0,6
gut / mäßig	1,0	0,4

4.2 Bewertung nach der biologischen Qualitätskomponente Makrophyten und Phytobenthos

Makrophyten umfassen alle höheren und niederen Pflanzen, die im Wasser wachsen und mit dem bloßen Auge wahrgenommen werden können. Zu den Makrophyten werden Blüten- und Farnpflanzen, Moose und Armeleuchteralgen gerechnet. Im Bewertungsverfahren PHYLIB (Schaumburg et al. 2014) werden als Komponente des Phytobenthos in Seen ausschließlich benthische Diatomeen bewertet. Diatomeen sind einzellige Algen, deren Zellwand im Wesentlichen aus Siliziumdioxid besteht. Daher kommt der deutsche Name „Kieselalgen“. Für eine ausführliche Einführung sei auf Gutowski et al. (2011) verwiesen.

Die Probenahme richtet sich nach den betreffenden Normen (DIN EN 15460, DIN EN 13946, DIN EN 14407). Diese Vorgaben wurden auch in die bundesweite Handlungsanweisung (PHYLIB-Verfahren) zur Erfassung und Bewertung von Makrophyten und benthischen Diatomeen übernommen (Schaumburg et al. 2014). Die Makrophyten und Diatomeen werden in ausgewählten Transekten erfasst. Bei den Diatomeen erfolgt eine Probe im Flachwasser, die im Gelände fixiert wird und dann im Labor weiterbearbeitet wird (Schaumburg et al. 2014).

Die Makrophyten werden entlang eines Bandtransektes auf einer Breite von 20-30 m senkrecht zur Uferlinie erfasst. Hierbei erfolgt eine Unterteilung in Tiefenstufen (0-1m, 1-2 m, 2-4 m etc.) bis zur unteren Makrophytengrenze. Die untere Makrophyten-Tiefengrenze weist eine gute Korrelation zur Trophie des Freiwassers auf (Tabelle 11; Succow & Kopp 1985, LUA NRW 2006).

Tabelle 11: Trophiestufen und Tiefengrenzen des Makrophyten-Vorkommens.

Trophiestufe	Secchi-Sichttiefe (sommerliches Mittel, m)	Untere Makrophyten-Tiefengrenze (m)
oligotroph	> 6	> 8
mesotroph	3 - < 6	5 – 8
eutroph	1,5 - < 3	2,5 - < 5
hocheutroph	1 - < 1,5	1,5 - < 2,5

modifiziert nach Succow & Kopp (1985)

Die Bewertung erfolgt gewässertypbezogen unter Berücksichtigung der Ökoregion sowie der geologischen und gewässerstrukturellen Bedingungen. Voraussetzung ist die Eingruppierung der Taxa in ein sehr vereinfachtes, dreistufiges System von Referenzarten, indifferenten Arten und Störzeigern und die Festlegung von Klassengrenzen für die ermittelten ökologischen Indices. Hierbei wird zwischen Tiefenstufen differenziert. Die Teilergebnisse Makrophyten und Diatomeen werden zu einem Gesamtindex verschnitten, welcher zur Zuordnung der Ökologischen Zustandsklasse genutzt wird. Das im Auftrag der LAWA entwickelte Bewertungsverfahren für Makrophyten und Phytobenthos PHYLIB nach Schaumburg et al. (2014) wird in Deutschland offiziell angewendet.

Darüber hinaus existieren weitere unterstützende Bewertungsverfahren für Makrophyten in Seen.

Das LUGV Brandenburg verwendet parallel zu PHYLIB für natürliche Seen den Makrophyten-Index Brandenburg (MIB) nach Pätzolt (2007), der auch für Seen kleiner 50 ha geeignet ist. Bei einer Abweichung der Bewertungsergebnisse beider Verfahren wird die MIB-Bewertung als Expertenurteil einbezogen. In Nordrhein-Westfalen liegt für die Bewertung von Makrophyten in Tagebauseen ein separates Bewertungsverfahren vor (LUA NRW 2006). Bei diesem Verfahren, das auch zur Bewertung gemäß FFH-Richtlinie verwendet wird, fließen Einzelkriterien wie Strukturen, lebensraumtypisches Arteninventar und die Untere Makrophytengrenze ein. Die Gesamtbewertung erfolgt durch Mittelwertbildung der Einzelkriterien.

4.3 Naturschutzfachliche Bedeutung

Tagebauseen können aus naturschutzfachlicher Sicht eine hohe Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz haben (Heidecke et al. 2015). Für den Vogelschutz können Tagebauseen wertvoll sein. So ist z.B. der Borkener See in Hessen Bestandteil des Europäischen Vogelschutzgebietes (SPA), da er zentral in der Hauptlinie des mitteldeutschen Vogelzuges liegt.

Auch für die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen) sind die Tagebauseen bedeutsam. Die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie hat zum Ziel, ein europaweites Netzwerk für gefährdete Arten und Lebensräume zu etablieren. Einige Tagebauseen beherbergen Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie, z.B. den FFH-Lebensraumtyp 3140 (oligo-mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen), den FFH-Lebensraumtyp 3130 (oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der Littorelletea uniflorae und/oder der Isoëto-Nanojuncetea) bzw. den FFH-Lebensraumtyp 3150 (natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation vom Typ Magnopotamion oder Hydrocharition).

5 Auswahl der Datensätze und Bewertung von Tagebauseen in den Braunkohlerevieren (Lausitz, Mitteldeutschland, Rheinland, Hessen, Bayern)

5.1 Datenlage

Die ursprüngliche Aufgabenstellung dieses Projektes beinhaltete die Bewertung der jeweils 10 größten Tagebauseen in den Bergbaurevieren. Aus verschiedenen Gründen war diese Aufgabe nur z.T. realisierbar, so dass in einigen Fällen andere als die 10 größten Tagebauseen in die Bewertung aufgenommen wurden. Wesentliche Gründe für diese Datensituation sind:

1. Die Tagebauseen unterliegen z.T. noch dem Bergrecht, d.h. Abbau findet statt oder die Herstellung der Gewässer ist noch nicht abgeschlossen (Endwasserstand noch nicht erreicht oder Sanierungs- und Böschungsarbeiten finden statt).
2. Aus sicherheitstechnischen Gründen ist eine Beprobung untersagt (z.B. Böschungsrutschungen, See befindet sich noch unter Bergaufsicht).
3. Die Beprobung erfüllt nicht die Kriterien an Probenahme und Analyse der Proben nach PhytoSee (Anzahl der Probenahmen, bei Seen unter Bergaufsicht der LMBV).
4. Die 10 größten Seen im Rheinischen Kohlerevier beinhalten auch Seen, die kleiner als 50 ha sind und damit für die EG – WRRL nicht relevant für die Bewertung. Diese Seen werden nicht beprobt.

Die LMBV führt für die noch unter Bergaufsicht liegenden Seen im Lausitzer und Mitteldeutschen Revier im Rahmen des MHM-Monitoring (Montan-Hydrologisches Monitoring) Probenahmen durch, welche für eine Bewertung nach PhytoSee teilweise nicht ausreichen (Anforderung der Mindestbeprobungshäufigkeit von 6 Beprobungen nicht erfüllt). Hier wird eine Angleichung an die Beprobungsvorschrift für Seen nach Nixdorf et al. (2010) angestrebt und ist derzeit in der Diskussion. Viele der ursprünglich für diese Studie zur Bewertung vorgesehenen Seen wurden nur viermal oder weniger in der Vegetationsperiode beprobt (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12: Liste der ursprünglich zur Bewertung vorgesehenen Seen mit Gründen für fehlende Bewertungen der biologischen Qualitätskomponenten.

Bundesland	Tagebausee	Gründe
Brandenburg	Altdöberner See (Greifenhain)	Endwasserstand voraussichtlich erst 2021 erreicht; unter Bergaufsicht
	Großräschener See (Ilsesee)	Endwasserstand voraussichtlich erst 2017 erreicht, MHM-Monitoring, Anzahl der Beprobungen für PhytoSee-Bewertung nicht ausreichend; unter Bergaufsicht
	Partwitzer See (Skado)	Endwasserstand erst 2015 erreicht, MHM-Monitoring, Anzahl der Beprobungen für PhytoSee-Bewertung nicht ausreichend, nicht im 2. BP EG-WRRL gemeldet; unter Bergaufsicht

Bundesland	Tagebausee	Gründe
	Sedlitzer See	Sanierungs- und Böschungsarbeiten bis 2019, MHM-Monitoring, Anzahl der Beprobungen für PhytoSee-Bewertung nicht ausreichend; unter Bergaufsicht
Niedersachsen/ Sachsen-Anhalt	Lappwaldsee (Helmstedt- Wulfersdorf)	Abbau findet noch statt, Endwasserstand voraussichtlich erst 2032 erreicht (Flutung seit 2006); unter Bergaufsicht
NRW	Berggeistweiher	See < 50 ha; kein WRRL-Monitoring
NRW	Heider Bergsee	See < 50 ha; kein WRRL-Monitoring
	Köttlinger See	See < 50 ha; kein WRRL-Monitoring
	Lucherberger See	Keine Untersuchungen nach EG-WRRL
Sachsen	Berzdorfer See	2013 Endwasserstand erreicht, nicht im 2. BP EG-WRRL gemeldet; unter Bergaufsicht
	Cospudener See	2000 Endwasserstand erreicht, nicht im 2. BP EG-WRRL gemeldet; unter Bergaufsicht
	Scheibe See	2011 Endwasserstand erreicht, MHM-Monitoring, Anzahl der Beprobungen für PhytoSee-Bewertung nicht ausreichend, nicht im 2. BP EG-WRRL gemeldet; unter Bergaufsicht
	Seelhausener See (Rösa)	2006 Endwasserstand erreicht, nicht im 2. BP EG-WRRL gemeldet; unter Bergaufsicht
	Speicherbecken Bärwalde	2009 Endwasserstand erreicht, MHM-Monitoring, Anzahl der Beprobungen für PhytoSee-Bewertung nicht ausreichend, nicht im 2. BP EG-WRRL gemeldet; unter Bergaufsicht
	Speicherbecken Lohsa (Lohsa II)	2015 Endwasserstand erreicht, MHM-Monitoring, Anzahl der Beprobungen für PhytoSee-Bewertung nicht ausreichend, nicht im 2. BP EG-WRRL gemeldet; nicht unter Bergaufsicht, da Eigentum der Bundeswehr
	Störmthaler See	2013 Endwasserstand erreicht, nicht im 2. BP EG-WRRL gemeldet; unter Bergaufsicht
	Werbelineer See (Delitzsch-Südwest)	2010 Endwasserstand erreicht, nicht im 2. BP EG-WRRL gemeldet; unter Bergaufsicht
	Zwenkauer See	Endwasserstand voraussichtlich 2015 erreicht, nicht im 2. BP EG-WRRL gemeldet; unter Bergaufsicht

Bundesland	Tagebausee	Gründe
Sachsen/ Brandenburg	Geierswalder See (Koschen)	2013 Endwasserstand erreicht, nicht im 2. BP EG-WRRL gemeldet; unter Bergaufsicht
Sachsen-Anhalt	Concordiasee (Nachterstedt)	Endwasserstand voraussichtlich erst 2027 erreicht, Seesperrung infolge von großflächigen Böschungsabrutschungen; unter Bergaufsicht
Sachsen-Anhalt	Geiseltalsee	2011 Endwasserstand erreicht, erstes orientierendes Monitoring für Phytoplankton, Bewertung des ÖP noch nicht vorgesehen

5.2 Liste der zur Bewertung geeigneten Tagebauseen und GIS basierte Übersichtskarte

Aufgrund der in Kap. 5.1 dargestellten Gründe wurden z.T. abweichend zur ursprünglichen Aufgabe des Projektes die in der Tabelle 13 aufgelisteten Seen zur Bewertung des ökologischen Potenzials herangezogen. Damit wurden insgesamt 36 Seen bewertet, welche zum Teil noch der Bergaufsicht unterliegen.

Tabelle 13: Liste der zur Bewertung des ökologischen Potenzials ausgewählten Tagebauseen.

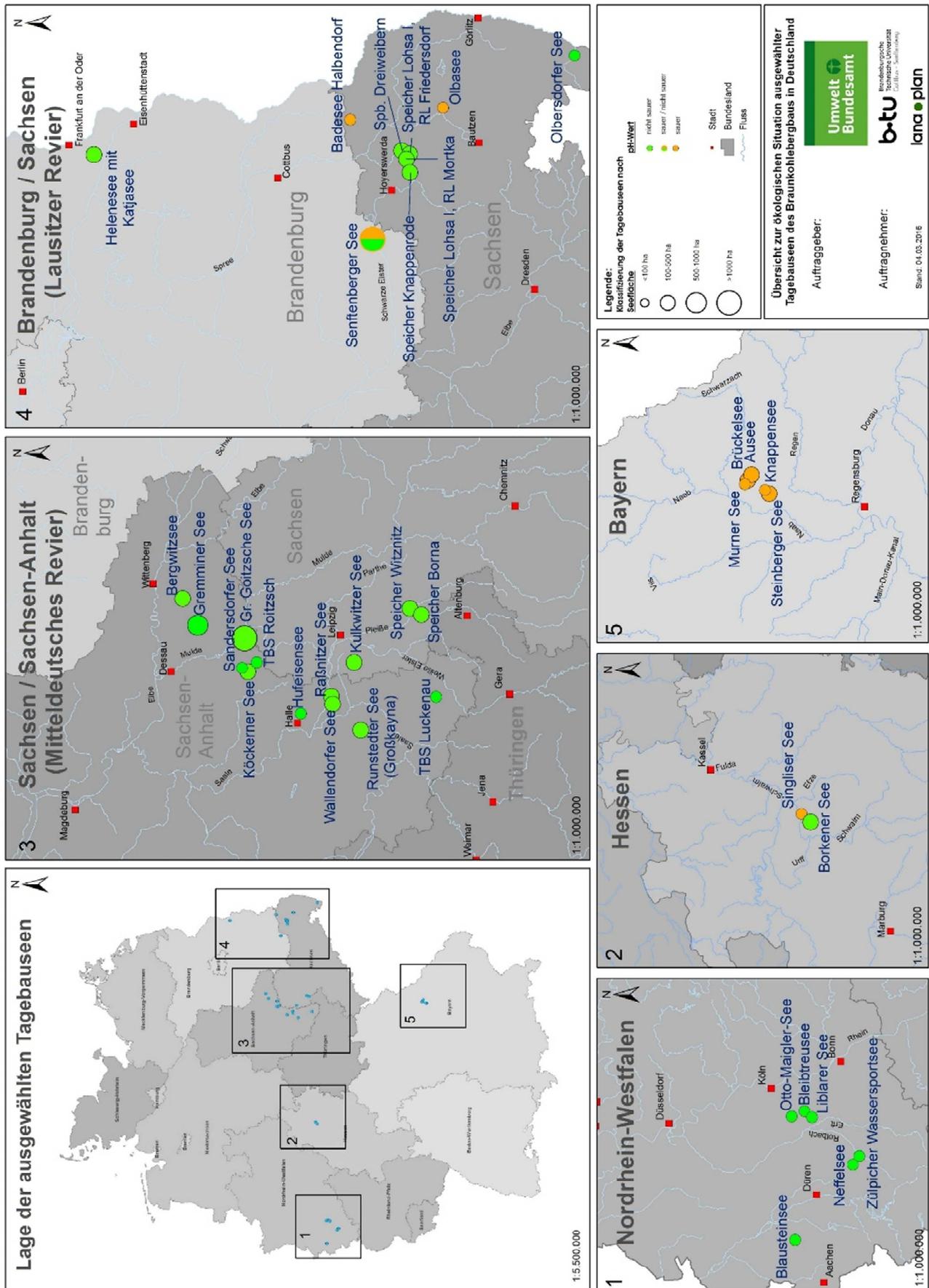
Bundesland	Tagebausee	ehemaliger Tagebau
Bayern	Ausee*	Rauberweiher
	Brückelsee*	Rauberweiher
	Knappensee	Wackersdorf
	Murnersee*	Rauberweiher
	Steinberger See	Wackersdorf
Brandenburg	Helensee ¹	Helene
	Senftenberger See	Niemtsch
Hessen	Borkener See	Altenburg IV
	Singlisersee	Singlis
NRW	Blausteinsee	Zukunft
	Bleibtreusee	Grube Vereinigte Ville
	Liblarer See	Grube Vereinigte Ville
	Neffelsee (Füssenicher See)	Zülpich Mitte
	Otto-Maigler-See	Grube Vereinigte Ville
	Zülpicher Wassersportsee	Zülpich Süd
Sachsen	Speicherbecken Dreiweibern	Dreiweibern
	Badesee Halbendorf	Trebendorfer Felder
	Speicher Knappenrode	Werminghoff I

Bundesland	Tagebausee	ehemaliger Tagebau
Sachsen	Kulkwitzer See	Tagebaue Miltzitz und Kulkwitz
	Olbasee	Zechen Graf zur Lippe
	Olbersdorfer See	Olbersdorf
	Speicher Borna	Borna
	Speicher Witznitz	Witznitz I
	Speicher Lohsa I, RL Friedersdorf	Werminghoff II
	Speicher Lohsa I, RL Mortka	Werminghoff II
Sachsen-Anhalt	Bergwitzsee	Bergwitz
	Großer Goitzschesee*	Goitzsche
	Gremminer See*	Golpa-Nord
	Runstedter See* (Großkayna)	Großkayna - Braunkohlerevier Geiseltal
	Hufeisensee	nicht bekannt
	Köckerner See*	Köckern
	TBS Luckenau	Streckau
	Wallendorfer See*	Merseburg Ost
	Raßnitzer See*	Merseburg Ost
	TBS Roitzsch	Theodor
Sandersdorfer See	Stakendorf	

siehe Anlage 9.2: Steckbriefe ausgewählter Tagebauseen; * unter Bergaufsicht, ¹ im Oder-Spree-Seengebiet – nicht im Luisitzer Revier

Die Lage und die Größenklasse der einzelnen Seen sind in der Übersichtskarte (Abbildung 8) dargestellt.

Abbildung 8: Übersichtskarte ausgewählter Tagebauseen



5.3 Resultate zum ökologischen Potenzial von Tagebauseen

Zunächst lässt sich feststellen, dass 19 Seen der in dieser Studie bewerteten Tagebauseen das ökologische Potenzial „gut und besser“ erreichen (Tabelle 14). Das sind mehr als die Hälfte der Grundgesamtheit. Daraus ergibt sich eine Anzahl von 12 gemeldeten Tagebauseen, die das Ziel „gutes ökologisches Potenzial“ verfehlen und fünf Tagebauseen, die im 2. Bewirtschaftungsplan keine Wasserkörper im Sinne der EG-WRRL sind. Das ermittelte ökologische Potenzial wird nicht gemeldet, da die Bewertung zurzeit noch unsicher ist. In der Tabelle 15 sind diese Seen aufgelistet.

Tabelle 14: List der Seen, die „das gute ökologische Potenzial“ erreichen.

Gewässer	Bewertung Phytoplankton	Bewertung Makrophyten und Phytobenthos	Bewertung ökologisches Potenzial	UQN flussge- bietsspezifische Schadstoffe*
Brandenburg				
Senftenberger See	-	2	2	e
Helensee	1	2	2	e
Hessen				
Borkener See	1	-	2	e
Singliser See	2	-	2	e
NRW				
Bleibtreusee	1	2	2	n g
Otto-Maigler-See	1	2	2	n g
Zülpicher See	1	2	2	n g
Liblarer See	1	2	2	n g
Neffelsee (Füssenicher See)	1	1	2	n g
Sachsen				
Kulkwitzer See	2	2	2	e
SP Lohsa 1, (TRG Mortka)	2	2	2	e
Sachsen-Anhalt				
Wallendorfer See	2	-	2	e
Raßnitzer See	2	-	2	e
Runstedter See	2	2	2	e
Hufeisensee	2	2	2	e
Gremminer See	2	2	2	e
Goitzschesee - E1-MP	2	2	2	e
Tagebausee Köckern -E1-MP	2	2	2	e
Sandersdorfer See – E1-Sed	2	2	2	e

* Umweltqualitätsnormen für flussgebietspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Potenzials nach Anlage 5 OGewV (2011), alle Seen sind im 2. Bewirtschaftungsplan Wasserkörper im Sinne der EG-WRRL, das ermittelte ökologische Potenzial wird als offizielle Bewertung gemäß EG-WRRL gemeldet; - keine Bewertung, e – Umweltqualitätsnormen eingehalten, n g – flussgebietspezifische Schadstoffe werden vom LANUV NRW in Tagebauseen nicht gemessen

In die Bewertung der Seen gehen neben den biologischen Qualitätskomponenten auch die flussgebietspezifischen Schadstoffe zur Einstufung des ökologischen Potenzials ein. Flussgebietspezifische Schadstoffe in Tagebauseen werden jedoch nicht von allen Bundesländern gemessen und gehen derzeit nur teilweise in die Bewertung des ökologischen Potenzials mit ein. Dabei zeigt sich für eine Reihe von Seen eine Überschreitung von Umweltqualitätsnormen. Die sächsischen Seen Badesee Halbendorf, Olbasee, Olbersdorfer See, Dreiweibern weisen erhöhte Konzentrationen von Dibutylzinn auf. Damit sind die genannten Seen in ihrem ökologischen Potenzial höchstens als „mäßig“ einzustufen, weil die Umweltqualitätsnormen nicht eingehalten wurden. Das Phytoplankton als biologische Qualitätskomponente schneidet in den o.g. Seen besser ab (meist mit „gut“) mit Ausnahme des Speichers Witznitz (PSI = 4). Dieses Gewässer war im Untersuchungszeitraum 2012 durch ungewöhnlich hohe Phytoplankton-Biomassen der Cyanobakterien-Gattungen *Anabaena*, *Aphanizomenon* und *Microcystis* geprägt und schneidet deshalb nur unbefriedigend ab. Der saure Badesee Halbendorf erhält auch nach der Phytoplanktonbewertung nur ein „mäßig“.

Am weitesten weichen die sauren Seen in Bayern vom guten ökologischen Potenzial ab. Hier werden vorwiegend Bewertungsprobleme als Ursache für dieses Ergebnis angenommen. In den meisten Fällen ist die unzureichende Makrophytenbesiedlung Ursache für die schlechtere Bewertung durch das angewandte Bewertungsverfahren. Der Ausee erhält bei der Phytoplanktonbewertung die schlechteste Note (5) aufgrund der Monodominanz einzelner Arten. Hier ist zu prüfen, ob und in welcher Weise die ursprünglich für neutrale und natürliche Seen entwickelten Verfahren in ihrer Anwendung auf Tagebauseen weiter modifiziert werden sollten. Das gilt insbesondere für saure Tagebauseen bezüglich der Bewertung durch die biologische Qualitätskomponente Makrophyten und Phytobenthos.

Am Beispiel Blausteinsee in NRW zeigt sich seit einigen Jahren eine stufenweise Verschlechterung des ökologischen Potenzials aufgrund der Bewertung der biologischen Qualitätskomponente Makrophyten und Phytobenthos. Als Grund hierfür wird eine Qualitätsverschlechterung des eingeleiteten Sumpfungswassers angenommen.

Tabelle 15: Liste der Seen, die „nicht das gute ökologische Potenzial“ erreichen.

Gewässer	Bewertung Phytoplankton	Bewertung Makrophyten und Phytobenthos	Bewertung ökologisches Potenzial	UQN flussge- bietsspezifische Schadstoffe*
NRW				
Blausteinsee	1 -	1 (2009) 3 (2014)	2 3	n g
Sachsen				
Badesee Halbendorf	3	-	3	n e
Olbasee	2	-	3	n e
Olbersdorfer See	2	2	3	n e
SPLohsa 1, TP Friedersdorfer Weg (TRG Friedersdorf)	2	3	3	n e
Speicher Dreiweibern	2	2	3	n e
Speicher Borna	2	3	3	n e
Speicher Knappenrode	2	4	4	n e
SP Witznitz, TP Mitte	4	-	4	n e

Gewässer	Bewertung Phytoplankton	Bewertung Makrophyten und Phytobenthos	Bewertung ökologisches Potenzial	UQN flussge- bietsspezifische Schadstoffe*
Sachsen-Anhalt				
Bergwitzsee - E4-MP	2	3	3	n e
Tagebausee Luckenau - E1-MP	2	3	3	n e
Tagebausee Roitzsch - E1-MP	2	3	3	n e
Bayern - nicht gemeldet				
Ausee**	5	-	***	
Brückelsee**	-	4	***	
Knappensee**	2	4	***	
Murner See**	3	4	***	
Steinberger See**	3	3	***	

* Umweltqualitätsnormen für flussgebietsspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Potenzials nach Anlage 5 OGeWV (2011), **diese Seen sind im 2. Bewirtschaftungsplan keine Wasserkörper im Sinne der EG-WRRL, das ermittelte ökologische Potenzial wird nicht als offizielle Bewertung gemäß EG-WRRL von Bayern gemeldet; *** Bewertung zurzeit noch unsicher, - keine Bewertung, n e – Umweltqualitätsnormen nicht eingehalten, n g – flussgebietsspezifische Schadstoffe werden vom LANUV NRW in Tagebauseen nicht gemessen

Zusammenfassend lässt sich aus den Ergebnissen ableiten:

1. Die Mehrzahl der im Projekt erfassten 36 Tagebauseen weist ein ökologisches Potenzial von „gut und besser“ auf.
2. Tagebauseen haben das Potenzial, nährstoffarme Seen mit guter Wasserqualität zu sein.
3. Zwölf Seen erreichen zurzeit nicht das gute ökologische Potenzial.
4. Ursächlich für die Verfehlung des guten ökologischen Potenzials ist in 25 % der Fälle eine Überschreitung von flussgebietsspezifischen Schadstoffen. Das ökologische Potenzial kann folglich insgesamt nur als „mäßig“ eingestuft werden, obwohl die biologischen Qualitätskomponenten z.T. gute Ergebnisse zeigen.
5. Nur ein See (Speicher Witznitz) zeigt deutliche Anzeichen einer Eutrophierung und wird deshalb aufgrund der Phytoplankton-Bewertung als „unbefriedigend“ eingestuft.
6. Saure Tagebauseen sind durch geringe Diversitäten im Artenspektrum der Primärproduzenten gekennzeichnet (Tagebauseen in Bayern). Hier ist zu prüfen, inwieweit die bisher angewandten ökologischen Bewertungsverfahren überarbeitet werden müssen im Sinne einer Anpassung an die besonderen ökologischen Verhältnisse dieser Seen.
7. Es wird empfohlen, das PHYLIB-Bewertungsverfahren für Makrophyten und Phytobenthos in sauren Tagebauseen zu überarbeiten. Eine Überarbeitung des PhytoSee-Bewertungsverfahrens für Phytoplankton in sauren Seen ist bereits durch die LAWA in Auftrag gegeben (LAWA O1.15, 2015).

6 Glossar

Acidität: beschreibt den Säuregrad, bzw. Säuregehalt einer Flüssigkeit.

Basenkapazität: Ein durch pH-Wertangabe definierter Wert, der die Baseneutralisationskapazität eines Mediums, d.h. seine Fähigkeit, OH-Ionen aufzunehmen und zu neutralisieren, beschreibt. Die Bestimmung der Basenkapazität erfolgt durch Titration mit einer starken Base (z.B. Natriumhydroxid). Der $K_{B4,3}$ - bzw. $K_{B8,2}$ -Wert ist die bis zum Erreichen des pH-Wertes 4,3 bzw. 8,2 zugeführte Stoffmenge an OH-Ionen in mmol/l.

Erheblich veränderter Wasserkörper: Aufgrund von Nutzungsansprüchen physikalisch und in seinem Wesen stark veränderter natürlicher Wasserkörper, für den gemäß EG-WRRL als Umweltziel nicht der gute ökologische Zustand, sondern lediglich ein gutes ökologisches Potenzial zu erreichen ist. Dieses berücksichtigt die spezifizierten Nutzungen (s.u.), welche nicht erheblich durch die ökologischen Verbesserungsmaßnahmen eingeschränkt sein dürfen. Sofern belegt werden kann, dass im Rahmen des Bewirtschaftungsplans (innerhalb 15 Jahre nach Inkrafttreten der EG-WRRL) zumindest der gute ökologische Zustand erreicht werden kann, ist eine Ausweisung als "erheblich verändert" nicht möglich. Die erheblichen hydromorphologischen Veränderungen durch den Menschen müssen umfassend/weit verbreitet oder tiefgreifend oder sehr offensichtlich sein und treten somit weder temporär noch periodisch auf.

GEP (= good ecological potential): gutes ökologisches Potenzial

Gutes ökologisches Potenzial: Umweltziel für künstliche oder erheblich veränderte Wasserkörper, welches in seinen Werten für die einschlägigen Qualitätskomponenten geringfügig von den Werten für das höchste ökologische Potenzial abweicht.

Höchstes ökologisches Potenzial (MEP): Höchste erzielbare ökologische Gewässergüte für künstliche oder erheblich veränderte Wasserkörper, "nachdem alle Maßnahmen zur ökologischen Schadensbegrenzung getroffen wurden, die keine signifikante negative Auswirkung auf die entsprechende spezifizierte Nutzung oder die Umwelt im weiteren Sinne haben" (CIS 2.2 – HMWB 2002). Die Werte für die einschlägigen biologischen Qualitätskomponenten sollen soweit wie möglich den Werten für den Oberflächengewässertyp entsprechen, der am ehesten mit dem betreffenden Wasserkörper vergleichbar ist. "Die technische Durchführbarkeit sowie die Kosten (d.h. Kapitalkosten), die mit der Umsetzung der Maßnahmen zur ökologischen Schadensbegrenzung verbunden sind, werden bei der Festlegung der Werte für die hydromorphologischen Qualitätskomponenten des höchsten ökologischen Potenzials nicht berücksichtigt."

Künstliche Wasserkörper: Ein von Menschenhand geschaffener Oberflächenwasserkörper, der an einer Stelle geschaffen wurde, an der zuvor kein Wasserkörper vorhanden war und der nicht durch die direkte physikalische Veränderung, Verlegung oder Begradigung eines bestehenden Wasserkörpers entstanden ist. Künstliche Wasserkörper können als natürliche Gewässer oder künstliche Gewässer ausgewiesen werden (CIS 2.2 – HMWB 2002, LAWA 2003). Künstliche Gewässer, die bereits im sehr guten oder guten Zustand sind, werden nicht mit ökologischen Potenzialen bewertet, sondern gelten als natürliche Gewässer des ähnlichsten Seentyps. Eine Ausweisung als k.W. ist demnach nur notwendig, wenn dieser den guten ökologischen Zustand nicht erreichen kann oder nur mit Verbesserungsmaßnahmen erreichen könnte, welche die spezifizierten Nutzungen bedeutend einschränkt oder die Umwelt im weiteren Sinne beeinträchtigt. Künstliche Wasserkörper können per Definition nicht als erheblich veränderte Wasserkörper ausgewiesen werden. Beispiele: Baggerseen, Tagebauseen, Teiche, künstlich angelegte Stauseen oder Speicher im Nebenschluss (gespeist mit Überleitungswasser), Hafenbecken. Talsperren im Hauptschluss eines Fließgewässers sind **keine** künstlichen Wasserkörper.

MEP (= maximum ecological potential): höchstes ökologisches Potenzial

Nutzbringende Ziele: Die Vorteile, die aus den künstlichen oder erheblich veränderten Eigenschaften eines Wasserkörpers resultieren z.B. Schifffahrtskanäle. Hierzu können Vorteile, die sich aus der spezifizierten Nutzung ergeben, und die Vorteile für die Umwelt zählen.

Ökologischer Qualitätsquotient (engl. EQR = ecological quality ratio): Numerischer Wert zwischen 0 (schlechteste Klasse) und 1 (beste Klasse), welcher die Abweichung des Bewertungsergebnisses vom Referenzzustand beschreibt.

Säurekapazität: Ein durch pH-Wertangabe definierter Wert, der die Säureneutralisationskapazität eines Mediums, d.h. seine Fähigkeit, H⁺-Ionen aufzunehmen und zu neutralisieren, beschreibt. Die Bestimmung der Säurekapazität erfolgt durch Titration mit einer starken Säure (z.B. Salzsäure). Der K_{S4,3}- bzw. K_{S8,2}-Wert ist die bis zum Erreichen des pH-Wertes 4,3 bzw. 8,2 zugeführte Stoffmenge an Protonen der dissoziierten starken Säure in mmol/l.

See: Stehendes oder nahezu stehendes oberirdisches Gewässer, dessen beckenartiges Gewässerbett durch geologische Vorgänge oder künstliche Maßnahmen entstanden ist.

Spezifizierte Nutzung: Wassernutzungen gemäß Artikel 4(3)(ii) -(v) der EU (2000) wie Schifffahrt einschl. Hafenanlagen, Freizeit, Wasserkraft, Trinkwasserversorgung, Bewässerung, Wasserregulierung, Schutz vor Überflutungen, Landentwässerung und weitere wichtige nachhaltige Entwicklungstätigkeiten des Menschen.

Tagebau: Die Bezeichnung erfolgt, wenn der Tagebau noch aktiv ist und demzufolge noch kein See vorhanden ist.

Tagebausee: Durch Braunkohletagebau entstandener künstlicher See.

7 Danksagung

An dieser Stelle möchten wir uns bei den Bearbeitern dieses Projektes bedanken, welche hier nicht namentlich als Autoren aufgeführt sind und die uns bei der Erstellung des Berichtes wertvolle Unterstützung gegeben haben. Genannt seien folgende Mitarbeiter am Lehrstuhl: Herr Grüneberg für die Überarbeitung zur Trophieprognose, Herr Leßmann für die Anmerkungen und Kritikpunkte am Bericht, Frau Rücker bei der Bewertung der Seen und unsere Sekretärin Frau Beate Müller, welche uns bei Korrekturlesungen geholfen hat.

Bei unseren Recherchen zum ökologischen Potenzial von Tagebauseen >50 ha gemäß WRRL waren wir in hohem Maße auf die Kooperationsbereitschaft der Sachgebietsleiter und Sachbearbeiter in den entsprechenden behördlichen Einrichtungen der einzelnen Bundesländer angewiesen. Einen ganz besonderen Dank möchten wir an Frau Arndt und Frau Kielbassa vom Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) in Nordrhein-Westfalen, an Herrn Gründel vom Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) und an Herrn Schaumburg und Frau Schranz vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) richten. Im sächsischen Gebiet danken wir Frau Jenemann besonders für die Bereitstellung der Daten und für die zahlreichen Anmerkungen für die Berichtskorrektur sowie Herrn Dienemann, Herrn Herbst, Frau Mickel (LfULG) und Frau Brode (LTV) für die Unterstützung bei der Einschätzung der Tagebauseen. Des Weiteren erhielten wir sehr gute Unterstützung von Herrn Gohr aus dem Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft (LHW) Sachsen-Anhalt sowie von Frau Barsch und Frau Baadke aus dem Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) Brandenburg. Außerdem möchten wir Herrn Totsche von der LMBV für die Datenbereitstellung im Lausitzer Revier danken. Das Umweltbundesamt (UBA) finanzierte dieses Vorhaben und Herr Hilliges unterstützte uns in Fragen der Datenbeschaffung und begleitete das Projekt fachlich. Ihm und Herrn Mohaupt sei an dieser Stelle herzlich gedankt für ihr stetes Interesse und die anregenden und konstruktiven Diskussionen.

8 Quellenverzeichnis

- Arp, W., Koppelmeyer, B. (2011): Biologisches und chemisches Monitoring zur Indikation des ökologischen Zustandes gemäß EU-WRRL in 42 Seen im Land Brandenburg – Untersuchungen im Auftrag des Landesamts für Umwelt, Gesundheit, Natur und Verbraucherschutz.
- Arp, W., Koppelmeyer, B., Wöbbecke, K. (2014): Monitoring zur Indikation des trophischen Zustandes gemäß EU-WRRL in 28 Seen im Land Brandenburg – Untersuchungen im Auftrag des Landesamts für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg, Berlin, 94 S.
- Bauch, G. (1955): Norddeutsche fischereiliche Seentypen. Arch. Hydrobiol. Suppl. 22: 278-285.
- BGD (2008): Limnologische Prognosegutachten zum Einfluss der Verbindung Zwenkauer See – Cospudener See auf die Wasserbeschaffenheit des Cospudener Sees. Boden- und Grundwasserlabor GmbH Dresden. Im Auftrag der LMBV, 127 Seiten.
- Bitterfelder Bergleute e. V. (2004): Chronik des Braunkohlenbergbaues im Revier Bitterfeld. – Technik und Kulturgeschichte in zwei Jahrhunderten – 1998 – Band III.
- BTUC (1998): Verbundvorhaben Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaft: Erarbeitung von Leitbildern und Handlungskonzepten für die verantwortliche Gestaltung und nachhaltige Entwicklung ihrer naturnahen Bereiche. LENAB-Abschlussbericht TP 3: 110 S. + 112 S. Anhang.
- BTUC (1999): 1. Aktualisierung der Gutachten zur Entwicklung der Wasserbeschaffenheit in den Tagebauseen Dreiweibern, Lohsa II und Burghammer. BTU Cottbus, 30.09.1999. - Auftraggeber: LMBV.
- Christmann, K.-H. (1995): Die Seen im rekultivierten Tagebau „Ville“ (Nordrhein-Westfalen) – ein limnologischer Überblick. In: Geller, W. & Packroff, G. (1995): Abgrabungsseen - Risiken und Chancen. Limnologie aktuell Bd. 7. Gustav Fischer: 67-76.
- Christmann, K.-H. & Eckartz-Nolden, G. (2000) Entwicklung der Gewässerbeschaffenheit ausgewählter Tagebauseen der Ville. In: LUA NRW (2000): Gewässergütebericht 2000 – Sonderbericht – 30 Jahre Biologische Gewässerüberwachung in Nordrhein-Westfalen. Essen.
- CIS 2.2 – HMWB (2002): Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies. Guidance Document No 4. Common Implementation Strategy for the water framework directive (2000/60/EC). 118 S.
- Czegka, W., Junge, F.W., Hausmann, J., Kuchenbuch, V., Wennrich, R. (2008): Die anthropogenen Standgewässer der „Neuen Mitteldeutschen Seenlandschaft“ (Neuseenland) – Überblick, hydrochemische Typisierung, ausgewählte Beispiele. Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften (ZDGG) 159/1 S. 141-154.
- DEBRIV (2013): Braunkohle in Deutschland 2013. Profil eines Industriezweiges. Hrsg.: Bundesverband Braunkohle (DEBRIV), Köln. 2013.
- Deneke, R. (2000): Review on rotifers and crustaceans in highly acidic environments of pH-values ≤ 3 . Hydrobiologia 433: 167-172.
- DIN EN 13946: Wasserbeschaffenheit - Anleitung zur Probenahme und Probenaufbereitung von benthischen Kieselalgen aus Fließgewässern und Seen; Deutsche Fassung EN 13946:2014.
- DIN EN 14407: Wasserbeschaffenheit - Anleitung zur Bestimmung, Zählung und Interpretation von benthischen Kieselalgen in Fließgewässern; Deutsche Fassung EN 14407: 2014.
- DIN EN 15460: Wasserbeschaffenheit - Anleitung zur Erfassung von Makrophyten in Seen; Deutsche Fassung EN 15460: 2007.
- ECORING (2015): Untersuchung des Makrozoobenthos in hessischen Stillgewässern 2015. - Im Auftrag des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG), Kassel, 55 S.
- EG-Wasserrahmenrichtlinie (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Amtsblatt der EU vom 22.12.2000 (L327/1).
- Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen).
- Florian, D. & Lingelbach, H. J. (2007): Der Kulkwitzer See. Ein Kleinod am Rande der Stadt. Leipzig, ISBN 13:978-3-86186189-757-6
- Friedrich, G. (1975): Studien zur Entwicklung der spontanen Vegetation anthropogener Gewässer im Rekultivierungsgebiet des rheinischen Braunkohletagebaus.- Bot. Jahrb. Syst. Bd. 96: 71–83.

- Gemeinschaft der Direktvermarkter in der Elster-Saale-Unstrut-Region e.V. (2015): Fischhandel Luckenau. http://www.direktvermarkter-elster-saale-unstrut.de/seite/173923/fischhandel_luckenau.html. Aufgerufen am 03.11.2015
- Grüneberg, B., Nixdorf, B., Leßmann, D. (2010): Phosphor-Retentionsmodelle für pH-neutrale Tagebauseen. Studie, BTU Cottbus, Lehrstuhl Gewässerschutz.
- Grüneberg, B. & Kleeberg, A. (2013): Phosphorus in acidic mining lakes: importance and biogeochemical cycling. In Geller, W., Schultze, M., Kleinmann, R. & Wolkersdorfer, C. (eds.): *Acidic Pit Lakes – the Legacy of Coal and Metal Surface Mines*. Springer Book Series Mining and Environment. Springer Verlag, Berlin: 62-75. ISBN: 978-3-642-29383-2.
- Gutowski, A., Weyer, K. van de, Hofmann, G., Doege, A. (2011): Makrophyten und Phytobenthos. Indikatoren für den ökologischen Gewässerzustand. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Hrsg.): 184 S., Dresden, <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/13604>
- Haferkorn, B., Luckner, L., Müller, M., Zeh, E., Benthous, F.-K., Pester, L., Lietzow, A., Mansel, H., Weber, H. (1999): Schaffung von Tagebauseen im Mitteldeutschen Revier. Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (LMBV), Berlin.
- Heidecke, F., Lindemann, K., Heidecke, H. (2015): Natur aus zweiter Hand: 15 Jahre Wildnisentwicklung in der Goitzsche. *Natur und Landschaft* 90: 453-458.
- Henrikson, L., Oscarson, H. G. (1981): Corixids (Hemiptera, Heteroptera), the new top-predators in acidified lake. *Verh. Int. Ver. theor. ang. Limn.* 21: 1616-1620.
- Herbst, H.-V. (1966): Limnologische Untersuchungen von Tagebaugewässern in den Rekultivierungsgebieten der Braunkohle-Industrie im Kölner Raum. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten NRW.
- Hilt, S., Gross, E. M., Hupfer, M., Morscheid, H., Mählmann, J., Melzer, A., Poltz, J., Sandrock, S., Scharf, E., Schneider, S., Weyer, K. van de (2006): Restoration of submerged vegetation in shallow eutrophic lakes—a guideline and state of the art in Germany. *Limnologica-Ecology and Management of Inland Waters*, 36(3), 155-171.
- Herles, T. & Schiffer, L. (2002): Bergbaurestseen in Mitteldeutschland. *Seenkompass*. Campus Espenhain gGmbH und Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Chemnitz/Espenhain.
- Hoehn, E., Riedmüller, U., Eckert, B., Tworeck, A., Leßmann, D. (2008): Abschlussbericht zum LAWA-Projekt „Ökologische Bewertung von künstlichen und erheblich veränderten Seen sowie Mittelgebirgsseen anhand der biologischen Komponente Phytoplankton nach den Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie - Bewertungsmodul für Mittelgebirgsseen und Verfahrensanpassungen für Baggerseen, pH-neutrale Tagebauseen, Talsperren und Sondertypen im Tiefland“. Projekt-Nr: O 3.06.
- Hupfer, M., Scharf, B.W. (2002): Seentherapie. In Steinberg, C., Calamo W., Klapper, H., Wilken, R.D. (eds.), *Handbuch der angewandten Limnologie*. Landsberg (ecomod) VI-2.1, 1–67.
- Invest Region Leipzig GmbH (2015): Runstedter See. <http://www.investoren-neuseenland.de/leipziger-neuseenland/see/runstedter-see.html>. Aufgerufen am 03.11.2015.
- Klapper, H., Schultze, M. & Kringel, R., (1996): Limnologische Einschätzung für den Tagebau Mücheln - Geiseltalsee (Landkreis Merseburg-Querfurt). - Auftraggeber: LMBV.
- Korsch, H. (2013): Die Armleuchteralgen (Characeae) Sachsen-Anhalts. *Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt - Halle* (2013) Heft 1. ISSN 0941-7281.
- Kunick, K. D. (2008): Zeitungsartikel vom 15.01.2008 über TBS Luckenau in der MZ - Gemeinde fürchtet Kostenfalle. <http://www.mz-web.de/zeitung/gemeinde-fuerchtet-kostenfalle,20641144,18548256.html>. Aufgerufen am 03.11.2015.
- Irmer, U., Blondzik, K., Rechenberg, B. (2003): Typologie für Standgewässer in Deutschland nach EG-WRRL. Arbeitspapier Umweltbundesamt, Berlin 18.11.2003. 3 S.
- Landkreis Saalekreis (2014): Allgemeinverfügung zur Regelung des Gemeingebrauchs auf dem südlichen Geiseltalsee. *Amtsblatt für den Landkreis Saalekreis. Merseburg*, 27. März 2014, 08. Jg., Nr. 09.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (1999): „Gewässerbewertung – stehende Gewässer“ Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien, 1998. Kulturbuch-Verlag, Berlin. 74 S.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (2003): Gewässerbewertung - Stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von Baggerseen nach trophischen Kriterien. Kulturbuchverlag, Berlin. 27 S.
- LAWA-Expertenkreis Seen (2013): Bewertung des ökologischen Potenzials von künstlichen und erheblich veränderten Seen. LAWA-AO, Produktblatt 2.6.1

- LAWA (2014): Trophieklassifikation von Seen. Richtlinie zur Ermittlung des Trophie-Index nach LAWA für natürliche Seen, Baggerseen, Talsperren und Speicher. Kulturbuch Verlag Berlin. 34 Seiten.
- LAWA O1.15 (2015): Weiterentwicklung des Bewertungsverfahrens mit Phytoplankton für saure Bergbaufolgeseen und Integration in das PhytoSeeWRRL-Verfahren und Bewertungstool, Prüfung und Dokumentation der Übereinstimmung mit der Europäischen Interkalibration. Projektskizze – Länderfinanzierungsprogramm Wasser und Boden 2015.
- Leßmann, D., Nixdorf, B. (2009): Konzeption zur Ermittlung des ökologischen Potentials von sauren Bergbauseen anhand der Qualitätskomponente Phytoplankton. Studie im Auftrag des Sächsischen Landesamts für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Az.: 13-0345.44/299, Dresden. [http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/download/BTU_Abschlussbericht_oekPotsaureBBSeen.pdf].
- Leßmann, D., Nixdorf, B. (1998): Morphologie, hydrochemische Klassifizierung und Phytoplanktonbesiedlung von Tagebauseen der Lausitz. GBL-Gemeinschaftsvorhaben (Grundwassergüteentwicklung in den Braunkohlegebieten der neuen Länder), Heft 5: 195-201.
- Lessmann, D., Fyson, A., Nixdorf, B. (2000): Phytoplankton of the extremely acidic mining lakes of Lusatia (Germany) with pH \leq 3. *Hydrobiologia* 433: 123-128.
- LMBV (2011): Landschaften im Wandel. Bergbaufolgeseen in Mitteldeutschland. Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH, Senftenberg, 32 Seiten.
- LMBV (2009): Landschaften nach dem Bergbau. Von Tagebauen zu Seen. Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH, Senftenberg, 68 Seiten.
- LUA (Landesumweltamt) NRW (2006): Klassifikation und Bewertung der Makrophytenvegetation der großen Seen in Nordrhein-Westfalen gemäß EU-Wasser-Rahmen-Richtlinie, LUA Merkblätter 52: 108 S.
- LWA – Landesamt für Wasser und Abfall NRW = LUA – Landesumweltamt NRW (1993): Gutachten über die Gewässerbeschaffenheit von 39 Tagebauseen im Rheinischen Braunkohlen-Rekultivierungsgebiet „Ville“, 6 Bände. Düsseldorf.
- Mehl, D., Eberts, J., Böx, S., Krauß, D. (2014a): Verfahrensanleitung für eine uferstrukturelle Gesamtseeklassifizierung (Übersichtsverfahren) – Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser [Hrsg.], Ständiger Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“ (LAWA-AO), 74 S.
- Mehl, D., Eberts, J., Böx, S., Krauß, D. (2014b): Verfahrensanleitung für eine uferstrukturelle Gesamtseeklassifizierung (Übersichtsverfahren). Anlage: Bearbeitungsalgorithmen und -verfahrensweisen – Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser [Hrsg.], Ständiger Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“ (LAWA-AO), 74 S.
- Mehl, D., Eberts, J., Böx, S. (2015): Klassifizierung der Seeuferstruktur vier hessischer Seen - im Auftrag des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG), Bützow, 55 S.
- MLUV BRANDENBURG (2007): Der Senftenberger See - Das Speicherbecken Niemtsch – Landesumweltamt Brandenburg, 1. Auflage 2007.
- Miler, O., Brauns, M., Böhmer, J., Pusch, M. (2012): Praxistest des Verfahrens zur Bewertung von Seen mittels Makrozoobenthos. Endbericht des LAWA - Projekts Nr. O 5.10. Im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“, 27 S. zzgl. Anhang.
- Mischke, U., Kusber, W., (2006): Die harmonisierte Taxaliste des Phytoplanktons für Seen und Flüsse in Deutschland. Excel Datei Liste mit ausführlichen Anmerkungen. Stand Sept 2006. Downloads zum Bewertungsverfahren Phytoplankton nach EG-WRRL.
- Mischke, U., Riedmüller, U., Hoehn, E., Deneke, R., Nixdorf, B. (2015): „Handbuch für die Seebewertung mittels Plankton – Phyto-See-Index (Teil A) und PhytoLoss-Modul Zooplankton (Teil B). S. 1-143.
- Müller, H. (1966): Eine fischereiliche Seeklassifizierung Norddeutschlands und ihre limnologischen Grundlagen. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 16: 1145-1160.
- Müller, W. (2008): Die Liebenau. Verlag Druckwerk Halle, Halle (Saale).
- Nixdorf, B., Hemm, M., Schlundt, A., Kapfer, M., Krumbek, H. (2001): Braunkohlentagebauseen in Deutschland - Gegenwärtiger Kenntnisstand über wasserwirtschaftliche Belange von Braunkohlentagebaurestlöchern. In Umweltbundesamt (Hrsg.), UBA Texte 35/01.
- Nixdorf, B. (2001): Limnologie/Fischerei. Wissenschaftliche Begleitung der ostdeutschen Braunkohlesanierung. Forschungsprojekte 1994 bis 2000/2001. Eigenverlag der LMBV mbH: 193-216.
- Nixdorf, B., Leßmann, D. (1999): Zur Prognose der Trophieentwicklung in Tagebauseen der Lausitz - Ansätze und Probleme. In M. Kapfer & B. Nixdorf (Hrsg.), *Gewässerreport* (Nr. 5). BTUC-AR 1/99: 50-64.

- Nixdorf, B., Lessmann, D., Steinberg, C.E.W. (2003): The importance of chemical buffering for pelagic and benthic colonization in acidic waters. *Water, Air, and Soil Pollution* 3: 27-46.
- Nixdorf, B., Hoehn, E., Riedmüller, U., Mischke, U., Schönfelder, I. (2010): Probenahme und Analyse des Phytoplanktons in Seen und Flüssen zur ökologischen Bewertung gemäß der EU-EG-WRRL (III-4.3.1). *Handbuch Angewandte Limnologie* - 27. Erg.Lfg. 4/10: 1-24.
- Nixdorf, B., Leßmann, D., Grünberg, B., Rücker, J. (2015): Wasserlandschaft, In: Kulturland Brandenburg e.V.: *Landschaft im Wandel - land auf - land ab*. Koehler & Amelang, Leipzig: 123-129.
- Nürnberg, G.K. (1984): The prediction of internal phosphorus load in lakes with anoxic hypolimnia. *Limnol Oceanogr* 29: 111-124.
- OGewV (2011): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer - OGewV vom 20.07.2011 (BGBl. I S. 1429)
- Oldorff, S., Bernhard, S., Krautkrämer, V., Brümmer, F., Müller, C., Köhler, R., Pudwill, R., Kirschey, T., Eßer, M., Yasseri, S. (2015): Besonderheiten bei der Bewertung von Tagebaurestseen des LRT 3140 nach der FFH-Richtlinie – Ergebnisse der Exkursion des Arbeitskreises Tauchen in der Limnologie. *DGL Erweiterte Zusammenfassungen der Jahrestagung 2014 (Magdeburg)*, Hardeggen 2015, Seite 69-76.
- OECD (1982): *Eutrophications of waters. Monitoring, Assessment and Control*. OECD report, OECD Paris: 154 pp.
- Pätzolt, J. (2007): Der Makrophytenindex Brandenburg- ein Index zur Bewertung von Seen mit Makrophyten. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* 16: 116-121.
- Pflug, W.(1998): Das Wetterauer Braunkohlenrevier. In: Pflug, W. [Hrsg.]: *Braunkohlentagebau und Rekultivierung*. Springer-Verlag, Berlin u.a.: 981-983.
- Pietsch, W. (1973): Vegetationsentwicklung und Gewässergenese in den Tagebauseen des Lausitzer Braunkohlen-Reviers. *Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung* 13: 187-217.
- Pietsch, W. (1979): Klassifizierung und Nutzungsmöglichkeiten der Tagebaugewässer des Lausitzer Braunkohlen-Revieres. *Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung* 19: 187-215.
- Pietsch, W. (1982). Makrophytische Indikatoren für die ökochemische Beschaffenheit der Gewässer. *Ausgewählte Methoden der Wasseruntersuchung*, 2, 67-88.
- RECARBO (2015): Tagebau Streckau und heutiger Kohleradweg. <http://recarbo.zeitz.de/>. Aufgerufen am 03.11.2015
- Riedmüller, U. & Hoehn, E. (2013): Typologie und Bewertung von Seen in Hessen nach den Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie für die Untersuchungsjahre 2007 bis 2012 - Im Auftrag des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG), Freiburg, 38 S.
- Riedmüller, U., Tworeck, A., Hoehn, E. (2009): Auswertung von Phytoplanktonproben und Bewertung von künstlichen und erheblich veränderten Seen in Hessen nach den Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie - Untersuchungsjahre 2005, 2007 und 2008 - im Auftrag des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG), Freiburg, 56 S.
- Riedmüller, U., Tworeck, A., Hoehn, E. (2011): Bewertung von künstlichen und erheblich veränderten Seen in Hessen mit Phytoplankton nach den Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie - Untersuchungsjahr 2010 - im Auftrag des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG), Freiburg, 48 S.
- Riedmüller, U., Mischke, U., Pottgießer, T., Böhmer, J., Deneke, R., Ritterbusch, D., Stelzer, D. & Hoehn, E. (2013a): Steckbriefe der deutschen Seetypen. – Begleittext und Steckbriefe. 85 S. Download: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/seen>
- Riedmüller, U., Hoehn, E., Mischke, U., Deneke, R. (2013b): Ökologische Bewertung von natürlichen, künstlichen und erheblich veränderten Seen mit der Biokomponente Phytoplankton nach den Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Abschlussbericht für das LAWA-Projekt-Nr. O 4.10. Im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ 2010. 154 S. zzgl. Anhänge.
- Ritterbusch, D., Schubert, M., Brämick, U. (2011): Interkalibrierung und Fortentwicklung der fischbasierten Seen- und Fließgewässerbewertung gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie. LAWA-Projekt O5.11 im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“, 82 S.
- Sas, H. (1989): *Lake Restoration by Reduction of Nutrient Loading. Expectation, Experience, Extrapolation*. Academia Verlag, St. Augustin, Germany. 497 S.
- Schaumburg, J., Schranz, C., Stelzer, D. (2008): Bewertung stehender Gewässer mit Makrophyten und Phytobenthos gemäß EG- EG-WRRL; Teil a) Anpassung des Bewertungsverfahrens für natürliche Seen. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Abschlussbericht im Auftrag der LAWA (Projekt Nr. O2.06), 31 S., Augsburg/Wielenbach.

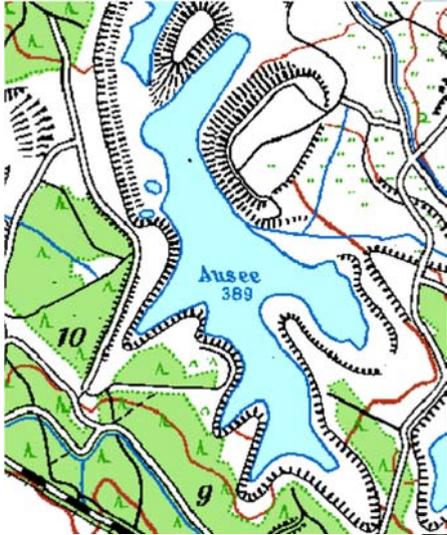
- Schaumburg, J., Schranz, C., Stelzer, D. (2014): Bewertung von Seen mit Makrophyten & Phytobenthos für künstliche und natürliche Gewässer sowie Unterstützung der Interkalibrierung. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Endbericht im Auftrag der LAWA (Projekt Nr. O10.10), 163 S., Augsburg/Wielenbach.
- Steckhan, W. (1998): Der Braunkohlenbergbau in Hessen. Hess. Lagerstättenarchiv 1, Wiesbaden: 212 S.
- Succow, M., Kopp, D. (1985): Seen als Naturraumtypen. Petermanns geographische Mitteilungen 129(3): 161-170.
- Trahms, K.-J. (1972): Die Entwicklung von Plankton-Biocoenosen in Restgewässern des Rheinischen Braunkohlengebietes. Intern. Rev. Ges. Hydrobiol. 57(5): 695-758.
- Verein Roitzsch-Südufer e.V. (2015): Geschichte des Vereins - Roitzscher Grube: <http://roitzsch-suedufer.de/roi/geschichte-des-vereins/>. Aufgerufen am 03.11.2015.
- Vollenweider, R. A. (1976): Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. - Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 33: 53-83.
- Weilner, C. (1989): Entstehung einer Seenlandschaft bei Wackersdorf. Zur Geschichte der Bayerischen Braunkohlenindustrie AG und ihre Auswirkung auf die Ökologie. Naturw. Zeitschrift f. Niederbayern. 31: 125-149.
- Weilner, C. (2013): Die Kohle-Tagebauseen des Oberpfälzer Seenlandes. 7. Beiheft zu den Berichten der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Bayreuth. ISSN 0937-7336.
- Wein, M. (2005): GARNELEN IM HUFEISENSEE -Sensationeller Fund im Scheinwerferlicht. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. <http://www.verwaltung.uni-halle.de/DEZERN1/PRESSE /aktuellemeldungen /morigarn.htm>. Aufgerufen am 03.11.2015.
- Weyer, K. van de, Neumann, J., Pietsch, W., Pätzolt, J., Tigges, P. (2009): Die Makrophyten des Senftenberger Sees. Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 18 (3): 88-95.
- Weyer, K. van de, Hofmann, G., Krautkrämer, V., Becker, E. (2014): Makrophyten- und Phytobenthos-Untersuchungen von drei Seen in Hessen, Auswertung nach dem PHYLIB-Verfahren und Bewertung des ökologischen Potenzials nach EG-WRRL - Im Auftrag des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG), Kassel, 32 S.
- Wiegleb, G., Bröring, U., Mrzljak, J., Schulz, F. (Hrsg.) (2000): Naturschutz in Bergbaufolgelandschaften - Landschaftsanalyse und Leitbildentwicklung, Heidelberg: Physica.
- Wolf, J. (1995): Bestandsaufnahme, Kartierung und Bewertung des Altbergbaugebietes um das Tagebaurestloch Olbasee, Kleinsaubernitz, Landkreis Bautzen. Diplomarbeit, TU Bergakademie Freiberg. - Freiberg. Tskr.

9 Anlagen

9.1 A1 Seensteckbriefe einschließlich der relevanten hydrologischen und hydromorphologischen Stammdaten

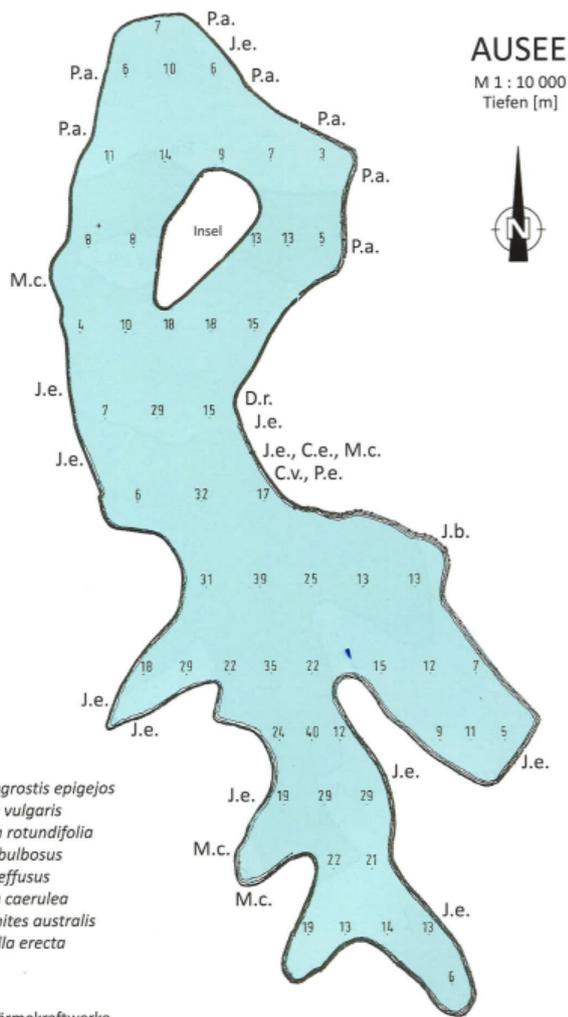
Ausee

Übersicht zur ökologischen Situation ausgewählter Tagebauseen



Quelle: Ausee (Ausschnitt aus "TOP 50" 1999, verändert)

Foto: Blick nach Osten (Weilner 2013)



Bayernwerk, Wärmekraftwerke,
Kraftwerk Schwandorf, erhalten 1999

Seekarte mit Makrophyten (Weilner 2013)

Lage und Geschichte

- ca. 4 km nordöstlich von Wackersdorf in Nordbayern
- Braunkohlentagebau **Rauberweiher (Oberpfalz)** in der Wackersdorfer Gegend, Kohleabbau ab 1845 Tagebau (Tiefbau ab 1807)
- Sept. 1982 Schließung der Bayerischen Braunkohlen-Industrie Schwandorf (BBI) nach Erschöpfung des Vorkommens
- Wasserfüllung des Tagebaus Ende 1982 als letzter in der Rauberweiher Seenkette (Brückelsee und Murner See)

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+389	maximale Länge	[m]	
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	13,0	maximale Breite	[m]	
Seefläche	[ha]	88	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	47	Tiefengradient	[-]	
mittlere Tiefe	[m]	10	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	
theoret. Epi-Tiefe	[m]		Wasser-EZG	[km ²]	
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

Längliche Form in nord-südlicher Ausrichtung, durch 200 m breiten Damm vom Brückelsee getrennt mit 14 m Wasserspiegelunterschied

Hydrologie und Schichtung

Zufluss über Nord- und Südgraben, im Sommer thermisch stabil geschichtet

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), relativ hohe Biomasse des Phytoplanktons und Sichttiefe im Sommer bis 2,5 m, aufgrund der Acidität ist eine Trophieklassifikation nach LAWA nicht möglich

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	3,4	TIC	[mg/l]	
K _{B4,3} – Wert	[mmol/l]	1,2	TOC	[mg/l]	1,6
Eisen (II)	[mg/l]	8,7	Gesamtstickstoff*	[µg/l]	600
Calcium	[mg/l]		Gesamtphosphor*	[µg/l]	<10
Sulfat	[mg/l]	210	Chlorophyll a*	[µg/l]	6,4
Leitfähigkeit	[µS/cm]	660	Sichttiefe*	[m]	2,3

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2008; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel

Physikalisch-chemische Kenngrößen

hohe Sulfatkonzentration des Wassers, relativ hohe Leitfähigkeit, Wasser weist wie Brückel- und Murner See stark sauren pH-Wert auf, Gesamtphosphor-Konzentration lag bei Frühjahrszirkulation unter 10 µg/l, limitierende Bedingungen für Phytoplankton

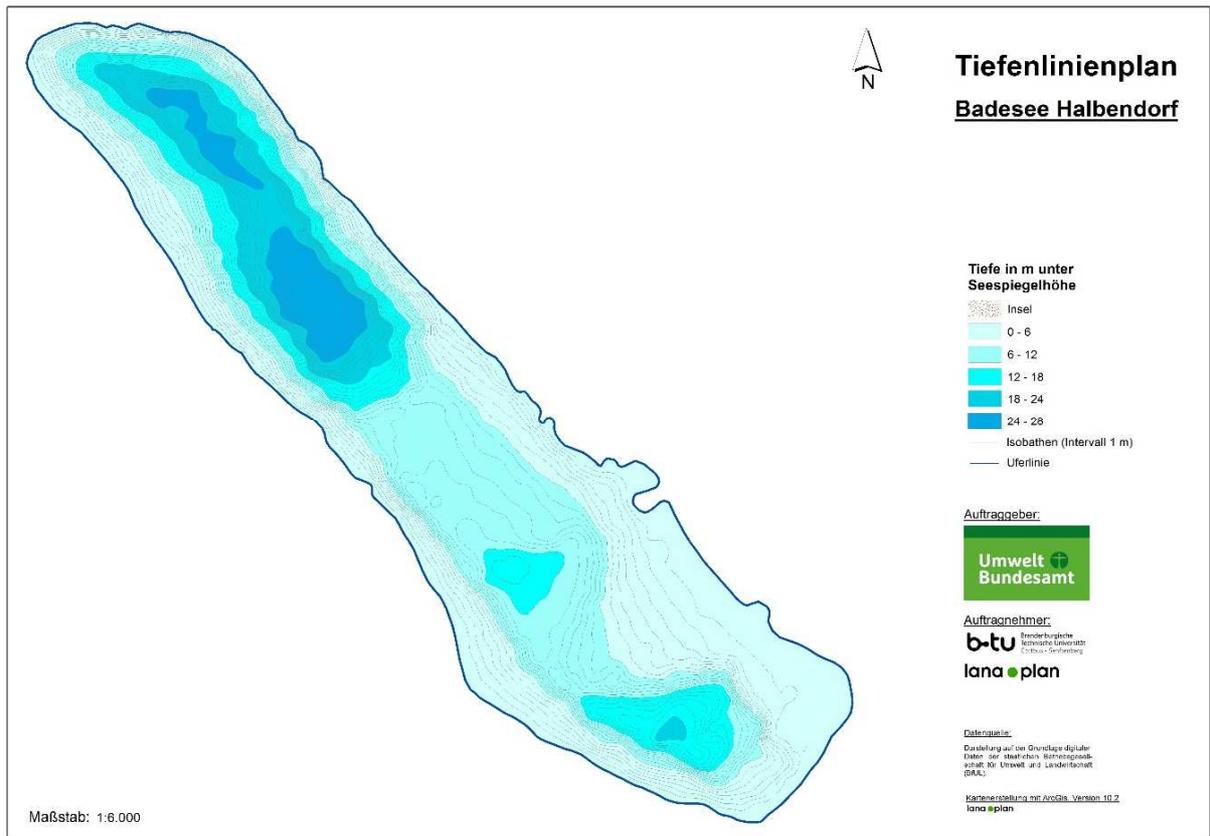
Qualitätskomponentenspezifischer Seetyp nach LAWA	<p>LAWA-Seetyp: 7 = geschichteter calciumreicher Mittelgebirgssee mit relativ kleinem EZG</p> <p>Phytoplankton-See-Sub-Typ: PP 7s</p> <p>Makrophyten-Seetyp: MTS 9</p> <p>Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: DS s</p>
Phytoplankton-Gemeinschaft	<p>Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel): PP: 4,19 mm³/l (2008)</p> <p>Häufige und dominante Begleiter: <i>Gloeotila pelagica</i> (<i>Stichococcus pelagicus</i>), <i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i></p>
Makrophyten-Gemeinschaft	Keine Daten
benthische Diatomeen-Gemeinschaft	<p>Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Eunotia exigua</i> var. <i>exigua</i></p> <p>Häufige und dominante Begleiter: <i>Pinnularia subcapitata</i> var. <i>subcapitata</i>, <i>Navicula mediocris</i></p>
Bewertung des ökologischen Potenzials¹	<p>Phytoplanktonbewertung 2008: „schlecht“ aufgrund von wenig vorhandenen Arten (Bewertung nach Leßmann & Nixdorf (2009)) Phyto-See-Index: 3,07</p> <p>Makrophyten und Phytobenthos 2008: keine Makrophytenkartierung, Diatomeenbewertungen ungesichert, keine Bewertung wegen saurer Eigenschaften des Sees</p> <p>ökologisches Potenzial: Bewertung unsicher (2. Bewirtschaftungsplan 2015), Bewertungsverfahren befindet sich in der Fortschreibung</p> <p><small>¹ der Ausee ist im 2. Bewirtschaftungsplan kein Wasserkörper im Sinne der EG-WRRL, das ermittelte ökologische Potenzial wird nicht als offizielle Bewertung gemäß EG-WRRL von Bayern gemeldet</small></p>
Naturschutzfachliche Bedeutung	Landschaftsschutzgebiet „Ausee“, Rückzugsgebiet für seltene Vögel und Insekten
Nutzung	Naherholung, Angeln
Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie	nicht gemeldet
Stand der Bearbeitung	18.04.2016



Quelle © OpenStreetMap-Mitwirkende



Foto: im Sommer 1997 (Nixdorf et al. 2001)



- Lage und Geschichte**
- in der Gemeinde Groß Düben, Schleife und Trebendorf, nahe Weisswasser in der Oberlausitz (Sachsen)
 - Braunkohlentagebau **Trebendorfer Felder**, von 1949 bis 1969 Kohle aufgeschlossen und gefördert
 - dicht zusammenliegende Flözmulden der Reihe nach abgebaut
 - Wasserfüllung der verbliebenen Senken durch aufgehendes Grundwasser, 1975 Endwasserstand erreicht

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+126	maximale Länge	[m]	2250
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	7,9	maximale Breite	[m]	560
Seefläche	[ha]	81,2	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	28,9	Tiefengradient	[-]	4,58
mittlere Tiefe	[m]	9,7	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	
theoret. Epi-Tiefe	[m]	6,32	Wasser-EZG	[km ²]	23,2
Verhältnis Hypo-/Epilimnion	Vol. [-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

langgestreckter See mit 2 km Länge und 0,5 km Breite, waldreiche, ruhige Gegend, an angrenzendem Landschaftsschutzgebiet

Hydrologie und Schichtung

See wird durch Nebenarm der Struga entwässert, Wasserspiegelschwankungen (<0,5 m), im Herbst wenige Zentimeter abgesenkt, Teiche mit Größe von 10,6 ha und Halbendorfer See Mulde D mit 27,5 ha im EZG, Grundwasserzustrom, stabile Sommerschichtung

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und Sichttiefenmaximum bis 10 m im Klarwasserstadium, Trophieklassifikation nach LAWA nicht möglich aufgrund des sauren pH-Wertes

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	3,2-5,0	TIC	[mg/l]	<0,5
K _{B4,3} – Wert	[mmol/l]	0,6	TOC	[mg/l]	<1,0
Eisen (II)	[mg/l]	170 ¹	Gesamtstickstoff*	[µg/l]	2200
Calcium	[mg/l]	86	Gesamtphosphor*	[µg/l]	<10
Sulfat	[mg/l]	330	Chlorophyll a*	[µg/l]	1,4
Leitfähigkeit	[µS/cm]	870	Sichttiefe*	[m]	5,3

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2012; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel, für den pH-Wert sind Spannbreiten angegeben, ¹ über Grund (Maximalwert)

Physikalisch-chemische Kenngrößen	geringe Basenbindungskapazität, im sauren Bereich gepuffert
Qualitätskomponentenspezifischer Seetyp nach LAWA	LAWA-Seetyp: 13 = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet Phytoplankton-See-Sub-Typ: PP 13s (Modul für saure Seen)
Phytoplankton-Gemeinschaft	Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel): PP: 2,78 mm ³ /l (2012), im Winterhalbjahr erhöht bis max. 25 mm ³ /l Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Koliella</i> (dominant im Winterhalbjahr), <i>Ochromonas</i> , <i>Peridinium umbonatum</i> - Komplex Häufige und dominante Begleiter: <i>Gymnodinium</i> , <i>Chlamydomonadales</i> , <i>Chrysoflagellaten</i>
Makrophyten- und benthische Diatomeen-Gemeinschaft	Keine Daten
Bewertung des ökologischen Potenzials	Phytoplanktonbewertung 2009: „mäßig“ Phyto-See-Index: 3,00; Shannon-Index: 0,85; Evenness: 0,29 Makrophyten und Phytobenthos: keine Bewertung wegen saurer Eigenschaften des Sees Umweltqualitätsnormen für flussgebietsspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Potenzials nach OGewV (2011), Anlage 5 überschritten ökologisches Potenzial: „mäßig“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)
Bewertung des chemischen Zustandes	„nicht gut“ nach OGewV (2011), Anlage 7 aufgrund einer Überschreitung der Umweltqualitätsnorm (UQN) für Tributylzinnverbindungen, Quecksilber und Quecksilberverbindungen (2. Bewirtschaftungsplan 2015)
Naturschutzfachliche Bedeutung	im Landschaftsschutzgebiet, angrenzendes NSG südwestlich des Sees, seit 2002 FFH-Gebiet: „Altes Schleifer Teichgebiet“, eine 506 ha große Fläche mit Laub- und Nadelmischwald und Feuchtwiesen, Lebensraum für gefährdete Pflanzen- und Tierarten
Nutzung	Naherholung, Wassersport (Wassertreter und Ruderboote, Riesenwasserrutsche), Campingplatz, Wasserskianlage
Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie	Ausgezeichnet (2012)

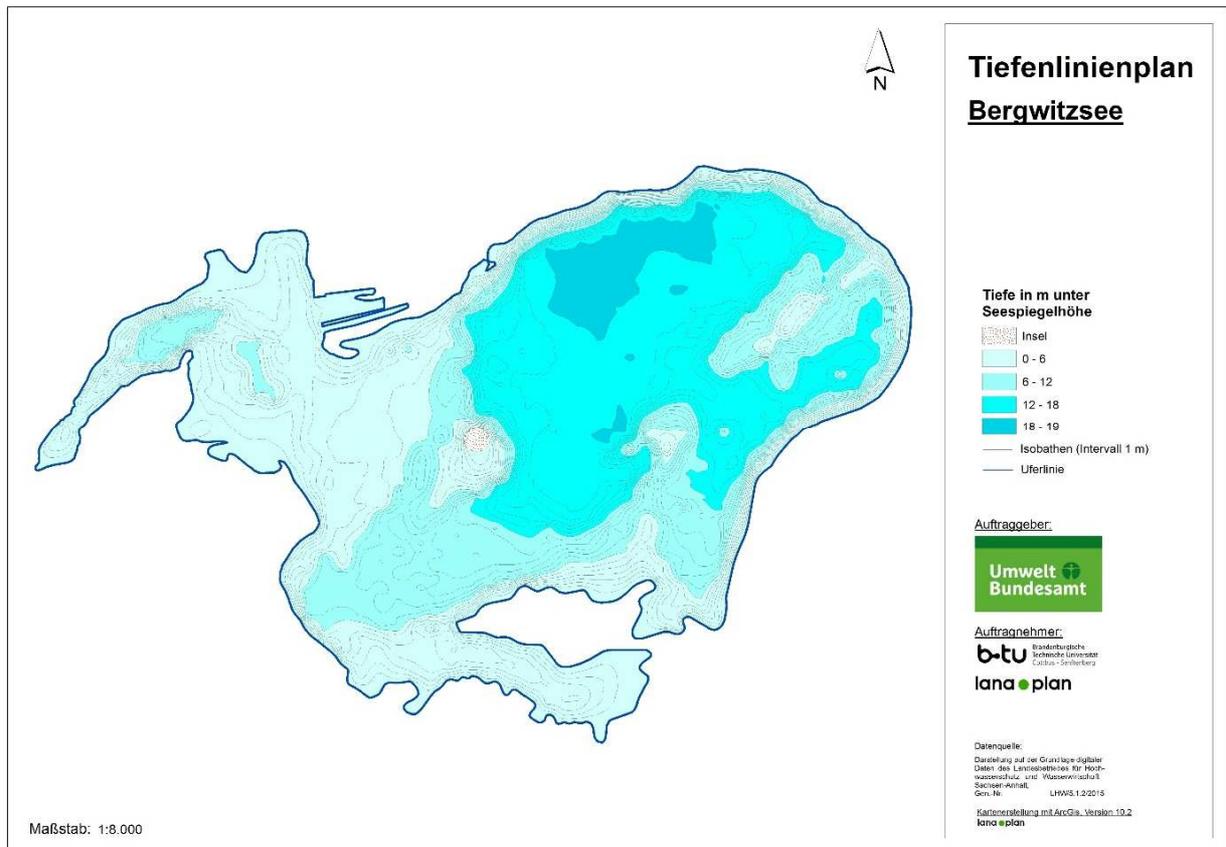
Stand der Bearbeitung 18.04.2016



Quelle: © OpenStreetMap-Mitwirkende



Foto: Bergwitzsee (K. van de Weyer, lanaplan)



Lage und Geschichte

- südwestlich von Lutherstadt Wittenberg bei namensgebendem Ort Bergwitz, im Naturpark Dübener Heide in Sachsen-Anhalt
- Braunkohlentagebau **Bergwitz (Mitteldeutsches Revier)**, Kohleabbau von 1908 bis 1955
- Endwasserstand des vorwiegend mit aufgehenden Grundwasser gespeisten Sees 1963 erreicht

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+65	maximale Länge	[m]	1840
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	16,9	maximale Breite	[m]	1190
Seefläche	[ha]	176	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	19,7	Tiefengradient	[-]	3,02
mittlere Tiefe	[m]	9,6	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	24,79
theoret. Epi-Tiefe	[m]	6,53	Wasser-EZG	[km ²]	7,16
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

heterogene Form des Sees auf unsanierten Bergbau zurückzuführen, tiefste Stelle im Nordosten des Sees, Uferbereich zum überwiegenden Teil aus Sandstrand, durch Schilfgürtel, Sträucher und Bäume geschützt

Hydrologie und Schichtung

Zufluss über Reudener Freigraben, dominiert durch Grundwasserzufluss, stabile Sommerschichtung

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und Sichttiefe im Sommer bis 4 m, oligotrophe Trophieklasse (2013)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	7,5	TIC	[mg/l]	
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	0,9	TOC	[mg/l]	5,8
Eisen (II)	[mg/l]		Gesamtstickstoff*	[µg/l]	550
Calcium	[mg/l]	18	Gesamtphosphor*	[µg/l]	<10
Sulfat	[mg/l]	350	Chlorophyll a*	[µg/l]	1,7
Leitfähigkeit	[µS/cm]	800	Sichttiefe*	[m]	3,8

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2013; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel

Physikalisch-chemische Kenngrößen

im neutralen Bereich gepuffert, Gesamtphosphor- und Orthophosphat-Konzentrationen lagen bei Frühjahrszirkulation unter 10 µg/l, limitierende Bedingungen für Phytoplankton

Qualitäts- komponenten- spezifischer Seetyp nach LAWA

LAWA-Seetyp: **13** = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet

Phytoplankton-See-Sub-Typ: **PP 13k**

Makrophyten-Seetyp: **TKg 13**

Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: **DS 13.2**

Phytoplankton- Gemeinschaft

Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel):

PP: 0,74 mm³/l (2013)

Auswahl charakteristischer Taxa:

Rhodomonas lacustris var. *nannoplanctica*, *Dinobryon divergens*

Häufige und dominante Begleiter:

Planktothrix agardhii, *Chrysoflagellaten*, *Asterionella formosa*, *Cyclotella dubius*, *Stephanodiscus hantzschii*, Zentrale Diatomeen <5µm

Makrophyten- Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:

Quirliges Tausendblatt (*Myriophyllum verticillatum*), Ähren-Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*), Krauses Laichkraut (*Potamogeton crispus*), Biegsame Glanzleuchteralge (*Nitella flexilis*)

Untere Makrophytengrenze:

mittlere untere Vegetationsgrenze (2013) bei 4,79 m; dies entspricht dem Wert mesotropher Seen

benthische Diatomeen- Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:

Achnantheidium minutissimum var. *minutissimum*

Häufige und dominante Begleiter:

Cymbella microcephala, *Cocconeis placentula*, *Gomphonema lateripunctatum*, *Brachysira neoxilis*, *Eucoconeis flexella*, *Fragilaria delicatissima*

Bewertung des ökologischen Potenzials

Phytoplanktonbewertung 2013: „gut und besser“

Phyto-See-Index: 1,05

Makrophyten und Phytobenthos 2013: „mäßig“ basierend auf Makrophytenbewertung, Modul Diatomeen nicht gesichert

ökologisches Potenzial: „mäßig“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)

Bewertung des chemischen Zustandes

„gut“ nach OGeV (2011), Anlage 7 (2. Bewirtschaftungsplan 2015), nicht in diese Bewertung einbezogen ist die bundesweit angenommene Überschreitung der Umweltqualitätsnorm für Quecksilber in Biota

Naturschutzfachliche Bedeutung	Keine NSG, LSG oder FFH- Ausweisung, südlich des Camping- und Wassersportparks erstreckt sich Naturpark Dübener Heide (seit 1992 auf ca. 1000 km ² Fläche) mit abwechslungsreichen Wald- und Heidelandschaften
Nutzung	Freizeit- und Erholungsgebiet, Europaradwanderweg R1 führt am See vorbei, westlich des Sees liegt Campingplatz, Gelände des Segelvereins und Ferienhaussiedlung, an nördliches Ufer schließt sich Tauchstation und Wohnbebauung des Ortsteils Bergwitz an, Wassersport (Surfen, Segeln, Tauchen)
Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie	Ausgezeichnet (seit 1993 als EG-Badegewässer gemeldet)
Stand der Bearbeitung	18.04.2016



Quelle: Badegewässerprofil 2015, Rhein-Erft-Kreis, Gesundheitsamt Bergheim (verändert)

Foto: Badestelle im Norden (Nixdorf et al. 2001)



Lage und Geschichte

- westlich von Heide-Brühl, größter Tagebausee des Villedistriktes
- Braunkohlentagebau **Grube Vereinigte Ville (Rheinisches Revier)**, um 1901 mit Kohleabbau begonnen
- Wasserfüllung begann 1973 durch Anhebung des Wasserspiegels mit Grundwasser, heutige Gestalt bildete sich 1975 heraus
- 1980/81 aufgrund hoher Phosphor-Konzentration Gewässertherapie

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+90	maximale Länge	[m]	1255
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	5,1	maximale Breite	[m]	975
Seefläche	[ha]	74,2	Uferentwicklung		1,43
maximale Tiefe	[m]	12,8	Tiefengradient	[-]	2,14
mittlere Tiefe	[m]	6,87	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	
theoret. Epi-Tiefe	[m]	6,0	Wasser-EZG	[km ²]	
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

Uferentwicklung zeigt geringen Wert als Maß für Verzahnung von Wasser und Land

Hydrologie und Schichtung

oberirdischer Zufluss mündet im Norden aus dem Nordfeldweiher, Wasser fließt aus Stollen in nördlicher Richtung hinzu, am Ostufer Entwässerung in den Heider-Bergsee

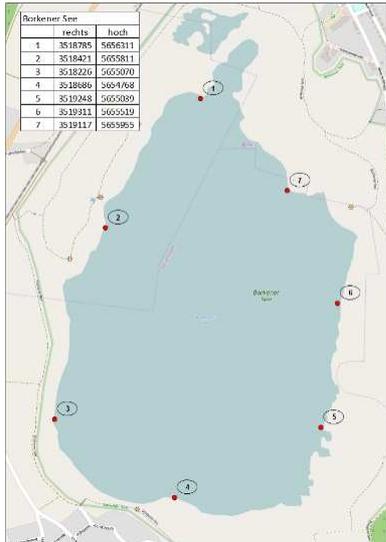
Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und mittlere Sichttiefe von 5 m ergeben LAWA-Trophie-Index von 1,3, oligotrophe Trophieklasse (2013)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	7,3-8,6	TIC	[mg/l]	
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	2,8	TOC	[mg/l]	11,4
Eisen (II)	[mg/l]	0,03	Gesamtstickstoff*	[µg/l]	1370
Calcium	[mg/l]	60	Gesamtphosphor*	[µg/l]	17
Sulfat	[mg/l]	95	Chlorophyll a*	[µg/l]	2,4
Leitfähigkeit	[µS/cm]	580	Sichttiefe*	[m]	5,1

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2013; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel, für den pH-Wert sind Spannbreiten angegeben

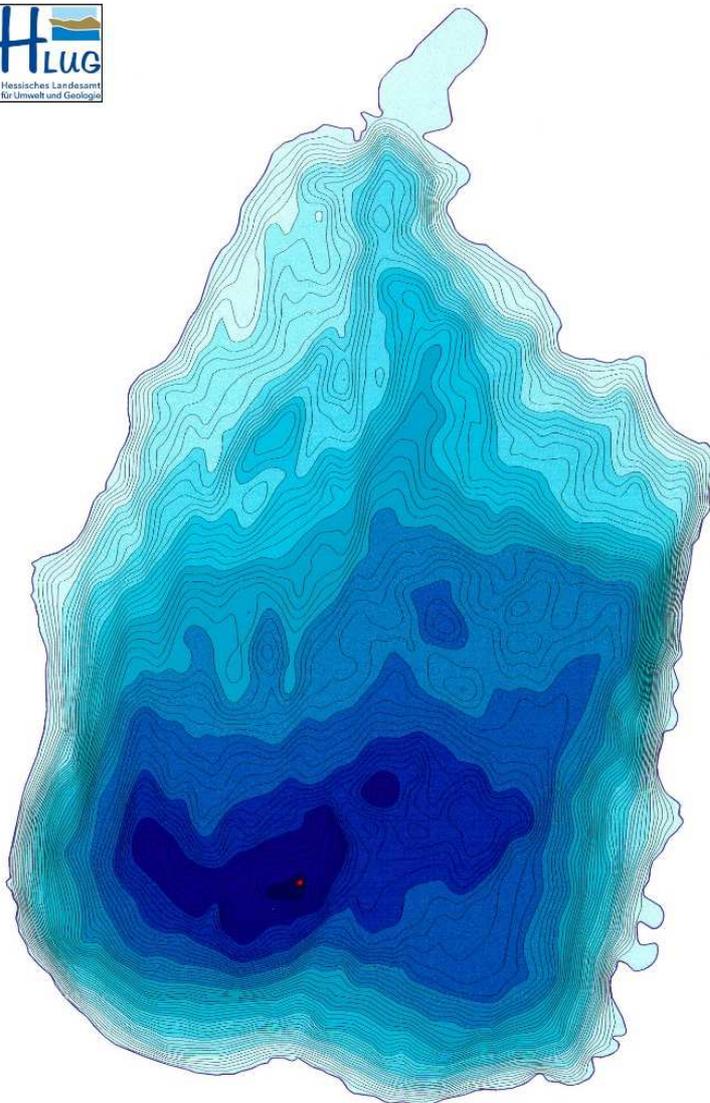
Physikalisch-chemische Kenngrößen	<p>im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert</p> <p>Temperatur: Erwärmung oberflächennahes Wasser von 6 °C im März auf über 20 °C im August</p> <p>Sauerstoff: Sättigung im oberflächennahen Bereich knapp über Sättigungsgrenze, während Sommerstagnation hypolimnische Sauerstoffzehrung, Sättigung sank bis auf 23 % ab (2013)</p>
Qualitäts-komponenten-spezifischer Seetyp nach LAWA	<p>LAWA-Seetyp: 13 = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet</p> <p>Phytoplankton-See-Sub-Typ: PP 13k</p> <p>Makrophyten-Seetyp: TKg</p>
Phytoplankton-Gemeinschaft	<p>Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel): PP: 0,40 mm³/l (2009)</p> <p>Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Gymnodinium sp.</i>, <i>Fragilaria crotonensis</i></p> <p>Häufige und dominante Begleiter: <i>Cryptomonas sp.</i>, <i>Ceratium hirundinella</i></p>
Makrophyten-Gemeinschaft	<p>Auswahl charakteristischer Taxa: Gegensätzliche Armleuchteralge (<i>Chara contraria</i>), Ähren-Tausendblatt (<i>Myriophyllum spicatum</i>), Kamm-Laichkraut (<i>Potamogeton pectinatus</i>), Schmalblättrige Wasserpest (<i>Elodea nuttallii</i>)</p>
benthische Diatomeen-Gemeinschaft	Keine Daten
Bewertung des ökologischen Potenzials	<p>Phytoplanktonbewertung 2009: „gut und besser“</p> <p>Phyto-See-Index: 1,4</p> <p>Makrophyten und Phytobenthos 2010: „gut und besser“ (LUA-NRW-Verfahren)</p> <p>ökologisches Potenzial: „gut und besser“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)</p>
Naturschutzfachliche Bedeutung	FFH-Gebiet: Lebensraumtyp 3140 (Nährstoffärmere kalkhaltige Stillgewässer), angrenzende Flächen seit 1972 Landschaftsschutzgebiet
Nutzung	Naherholung, Wassersport, Baden, Angeln
Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie	Ausgezeichnet 2014 (seit 1989 EG-Badegewässer)
Stand der Bearbeitung	18.04.2016



Karte: Probestellen Makrozoobenthos (HLUG 2015)



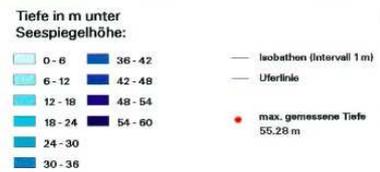
Foto: Borkener See (K. van de Weyer, lanaplan)



Tiefenlinienplan



2,5D- Ansicht mit 5- facher Überhöhung



Hydrographische Vermessung Borkener See (See Nr.: 3)

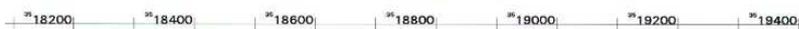
Auftraggeber:
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Technische Daten der Vermessung und Auswertung:
Tag der Vermessung: 26.08.2000

Abbildung nach Gauss-Krüger; System Bessel
3 Grad Meridian-Streifen; 9 Grad Zentralmeridian

Ermittlung der Lagekoordinaten mittels Differential GPS System Fa. Trimble; Ermittlung der Wassertiefe mittels Echolot Fa. Simrad; Graphische Auswertung und Generierung des Digitalen Geländemodells mittels Arc Info 8.0.2 (WASY GmbH)

Maßstab: 1:7000



Vermessung und Auswertung:
Institut für angewandte Gewässerökologie GmbH
Schlankendorfer Str. 2a, W554 Sieddiner See
Tel.: 033205/71011
E-Mail: info@iwg-berlin.de

Lage und Geschichte

- ca. 40 km südlich von Kassel, am Südwestrand der Gemeinde Borken im Schwalm-Eder-Kreis (Hessen)
- Braunkohlentagebau **Altenburg IV (Hessisches Revier)**, größte aufgelassene Abgrabung des Borkener Reviers
- Wasserfüllung des Restloches begann 1975 mit Beendigung der Abbauarbeiten, 1980 Wasserförderung eingestellt
- Endwasserstand des vorwiegend mit aufgehendem Grundwasser gespeisten Sees 1996 erreicht

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+177	maximale Länge	[m]	1690
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	35	maximale Breite	[m]	1051
Seefläche	[ha]	139	Uferentwicklung		2,49
maximale Tiefe	[m]	55,3	Tiefengradient	[-]	8,51
mittlere Tiefe	[m]	24,3	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	15,8-18,5
theoret. Epi-Tiefe	[m]	6,5	Wasser-EZG	[km ²]	63,9
Verhältnis Hypo-/Epilimnion	Vol. [-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

länglich ovale Form, Ufer im Norden, Westen und Südwesten zum großen Teil als Flachufer gestaltet, während Steilkanten des Ost- und Südostufers belassen wurden, gesamtes Ufer als flach bis mittelsteiles Ufer bindiger Böden bezeichnet (Seeufertyp 2), relativ häufig Feinsubstrat und am Ostufer aufgrund der Windexposition häufiger Grobsubstrat als am West bzw. Südwestufer, Ufer insgesamt als unverändert bis sehr gering verändert klassifiziert

Uferstrukturklassifikation 2015: Klasse 1 (nach Mehl et al. 2014)

Hydrologie und Schichtung

Abfluss des Sees mündet in Olmes-Bach im Norden, Übergangstyp zwischen mono- und dimiktisch aufgrund der Morphometrie, Durchmischungen abhängig von der Dauer der Eisbedeckung, stabile Sommerschichtung, Epilimnion bis 8 m, thermische Sprungschicht (Metalimnion) zwischen 7 und 10 m

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und Sichttiefe im Sommer bis 6 m ergeben mittleren LAWA-Trophie-Index von 0,72 und oligotrophe Trophieklasse (2013)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	8,0-8,8	TIC	[mg/l]	
K _{B4,3} – Wert	[mmol/l]		TOC	[mg/l]	<1,0
Eisen (II)	[mg/l]		Gesamtstickstoff*	[µg/l]	1000
Calcium	[mg/l]	90	Gesamtphosphor*	[µg/l]	5
Sulfat	[mg/l]	330	Chlorophyll a*	[µg/l]	1,3
Leitfähigkeit	[µS/cm]	770	Sichttiefe*	[m]	5,9

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2013; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel, für den pH-Wert sind Spannbreiten angegeben

Physikalisch-chemische Kenngrößen

hohe Sulfat- und Calciumkonzentrationen des Wassers, relativ hohe Leitfähigkeit, im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert, pH-Wert geringfügig jahreszeitliche Schwankungen, Nitrat-, Ammonium- und Nitrit-Konzentrationen sehr niedrig, Gesamtphosphor- und Orthophosphat-Konzentrationen lagen bei Frühjahrszirkulation unter 10 µg/l, limitierende Bedingungen für Phytoplankton

Temperatur: Tiefenwasser ganzjährig 4 °C, Erwärmung oberflächennahes Wasser von 3 °C im März auf über 20 °C im August

Sauerstoff: Gehalt im oberflächennahen Bereich knapp über Sättigungsgrenze, in großer Tiefe sank er bis auf Sättigungswert von 72 % ab

Qualitätskomponentenspezifischer Seetyp nach LAWA

LAWA-Seetyp: 5 = geschichteter, calciumreicher Mittelgebirgssee mit relativ großem Einzugsgebiet

Phytoplankton-See-Sub-Typ: **PP 10.1k**

Makrophyten-Seetyp: **MKg 5**

Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: **DS 5**

Phytoplankton-Gemeinschaft

Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel):
PP: 0,39 mm³/l (2010)

Auswahl charakteristischer Taxa:

Ceratium hirundinella, *Coenocystis sp.*, *Uroglena sp.*

Häufige und dominante Begleiter:

Aphanothece clathrata, *Cyclotella cyclopuncta*, *Dinobryon divergens*

Makrophyten-Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:

Gegensätzliche Armleuchteralge (*Chara contraria*), Zerbrechliche Armleuchteralge (*Chara globularis*), Dunkle Glanzleuchteralge (*Nitella opaca*); floristische Besonderheiten sind die Faden-Armleuchteralge (*Chara filiformis*) und die halophile Brackwasser-Armleuchteralge (*Chara canescens*)

Untere Makrophytengrenze:

Die mittlere untere Vegetationsgrenze (2014) lag bei 16,5 m; dies entspricht dem Wert oligotropher Seen



Chara canescens
(Fotos: K. van de Weyer)



Chara filiformis

benthische Diatomeen- Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:

Halamphora oligotrapenta, *Navicula gottlandica*, *Nitzschia alpinobacillum*, *Sellaphora stroemii*

Häufige und dominante Begleiter:

Achnantheidium minutissimum var. *minutissimum*,
Cymbella microcephala

Makrozoobenthos- Besiedlung

Häufige und dominante Begleiter:

Caenis luctuosa, *Potamopyrgus antipodarum* sowie Oligochaeta (*Limnodrilus*) und Diptera;
artenreich mit durchschnittlich 32 Taxa pro Standort

Bewertung des ökologischen Potenzials

Phytoplanktonbewertung 2011: „gut und besser“

Phyto-See-Index: 0,5

Makrophyten und Phytobenthos 2014: „gut und besser“, Verlust des Referenzzustandes Makrophyten durch benthivore Fische; PHYLIB im Einklang mit PhytoSee

Makrozoobenthos 2015: „gut“ (AESHNA-Bewertung), multimetrischer Index (MMI) von 0,73

ökologisches Potenzial: „gut und besser“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)

Bewertung des chemischen Zustandes

„gut“ nach OGewV (2011), Anlage 7 (2. Bewirtschaftungsplan 2015)

Naturschutzfachliche Bedeutung

329 ha großes Naturschutzgebiet, FFH-Gebiet: Lebensraumtyp 3140 (Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armeleuchteralgen), EU-Vogelschutzgebiet (zentrale Lage in der Hauptlinie des mitteldeutschen Vogelzuges), Kammmolch (*Triturus cristatus*)

Nutzung

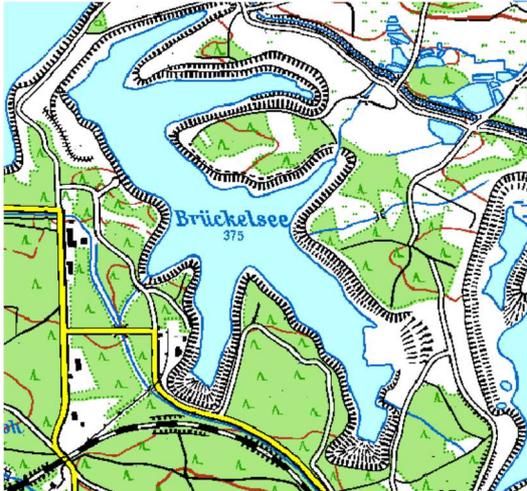
Naturschutz vorbehalten

**Zustand nach
EG-Badegewässer-
Richtlinie** nicht gemeldet, NSG

Stand der Bearbeitung 18.04.2016

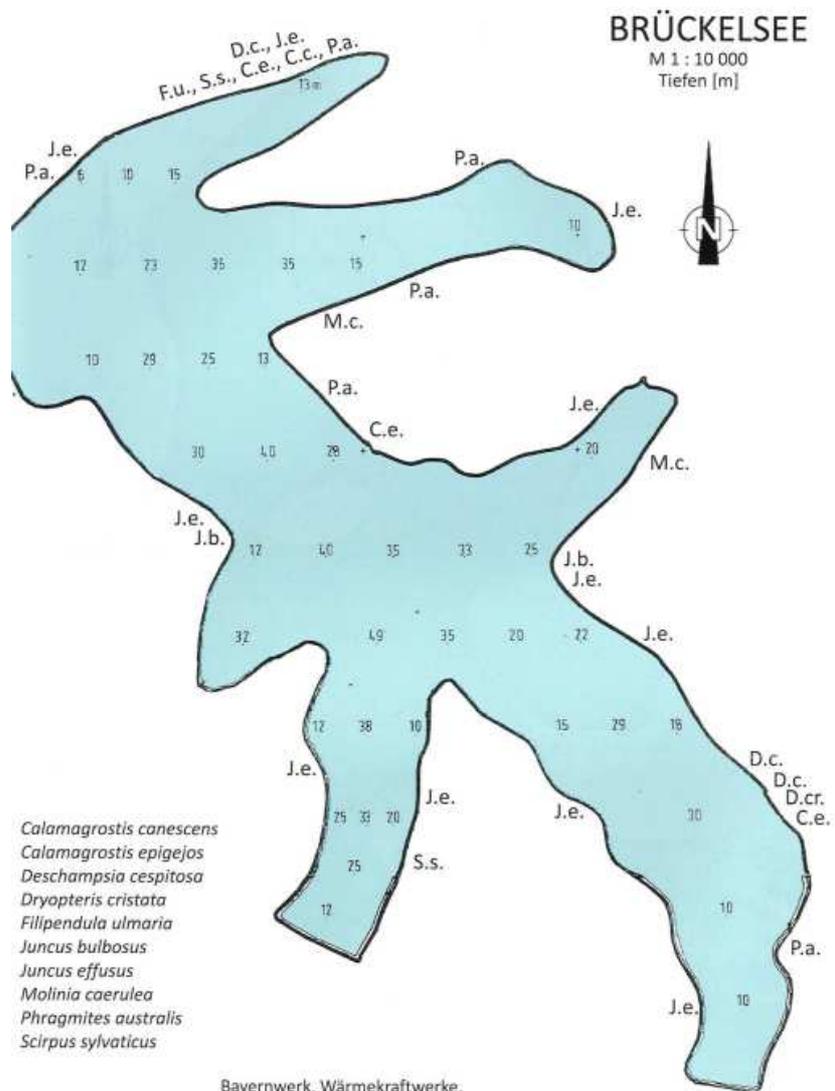
Brückelsee

Übersicht zur ökologischen Situation ausgewählter Tagebauseen



Quelle: Ausschnitt aus "TOP 50" 1999 verändert

Foto: Blick nach Osten (Weilner 2013)



Seekarte mit Makrophyten (Weilner 2013)

Lage und Geschichte

- ca. 4 km nordöstlich von Wackersdorf in Nordbayern, größter und tiefster See der Rauberweiher Seenkette
- Braunkohlentagebau **Rauberweiher (Oberpfalz)** in der Wackersdorfer Gegend, Kohleabbau von 1845 Tagebau (Tiefbau ab 1807)
- Sept. 1982 Schließung der Bayerischen Braunkohlen-Industrie Schwandorf (BBI) nach Erschöpfung des Vorkommens
- Flutung begann im März 1980, ein Jahr nach dem Murnersee und war 1989 abgeschlossen

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+375	maximale Länge	[m]	
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	26	maximale Breite	[m]	
Seefläche	[ha]	151	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	49	Tiefengradient	[-]	
mittlere Tiefe	[m]	17,2	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	
theoret. Epi-Tiefe	[m]		Wasser-EZG	[km ²]	
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

Längliche Form in nord-südlicher Ausrichtung, durch 100 m breiten Damm vom Murnersee getrennt mit 5 m Wasserspiegelunterschied

Hydrologie und Schichtung

dimiktisch aufgrund der Morphometrie, stabile Sommerschichtung, Epilimnion bis 8 m, thermische Sprungschicht (Metalimnion) zwischen 5 und 10 m Wassertiefe

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und mittlere Sichttiefe von 9 m, aufgrund der Acidität ist eine Trophieklassifikation nach LAWA nicht möglich

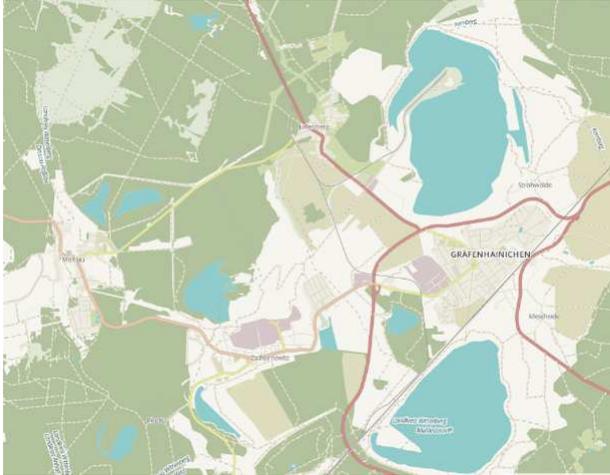
Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	3,6	TIC	[mg/l]	
K _{B4,3} – Wert	[mmol/l]		TOC	[mg/l]	1,3
Eisen (II)	[mg/l]	1,3	Gesamtstickstoff*	[µg/l]	655
Calcium	[mg/l]		Gesamtphosphor*	[µg/l]	<10
Sulfat	[mg/l]	160	Chlorophyll a*	[µg/l]	3,2
Leitfähigkeit	[µS/cm]	440	Sichttiefe*	[m]	9,2

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus den Jahren 2007 und 2014; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel

Physikalisch-chemische Kenngrößen	im sauren Bereich, Gesamtposphor-Konzentration lag bei Frühjahrszirkulation unter 10 µg/l, limitierende Bedingungen für Phytoplankton
Qualitäts-komponenten-spezifischer Seetyp nach LAWA	<p>LAWA-Seetyp: 7 = geschichteter calciumreicher Mittelgebirgssee mit relativ kleinem EZG</p> <p>Phytoplankton-See-Sub-Typ: PP 7s</p> <p>Makrophyten-Seetyp: MTS 9</p> <p>Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: DS s</p>
Phytoplankton-Gemeinschaft	<p>Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel): PP: 0,93 mm³/l (2014)</p> <p>Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Peridinium umbonatum</i> – Komplex</p> <p>Häufige und dominante Begleiter: <i>Gloeotila pelagica</i> (<i>Stichococcus pelagicus</i>)</p>
Makrophyten-Gemeinschaft	<p>Auswahl charakteristischer Taxa: Zwiebel-Binse (<i>Juncus bulbosus</i>), Spieß-Torfmoos (<i>Sphagnum cuspidatum</i>)</p> <p>Untere Makrophytengrenze: Die mittlere untere Vegetationsgrenze lag im Jahr 2014 bei 7 m, dies entspricht dem Wert mesotropher Seen</p>
benthische Diatomeen-Gemeinschaft	<p>Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Eunotia exigua</i> var. <i>exigua</i>, <i>Eunotia nymanniana</i> Lectotypus</p> <p>Häufige und dominante Begleiter: <i>Pinnularia subcapitata</i> var. <i>subcapitata</i>, <i>Navicula mediocris</i></p>
Bewertung des ökologischen Potenzials¹	<p>Phytoplanktonbewertung 2014: keine Bewertung aufgrund fehlender Indikatorarten (Bewertung nach Leßmann & Nixdorf (2009)) Phyto-See-Index: liegt nicht vor Makrophyten und Phytobenthos 2010: „unbefriedigend“, wenige Arten wegen saurer Eigenschaften des Sees ökologisches Potenzial: Bewertung unsicher (2. Bewirtschaftungsplan 2015), Bewertungsverfahren befindet sich in der Fortschreibung</p>
Naturschutzfachliche Bedeutung	Keine

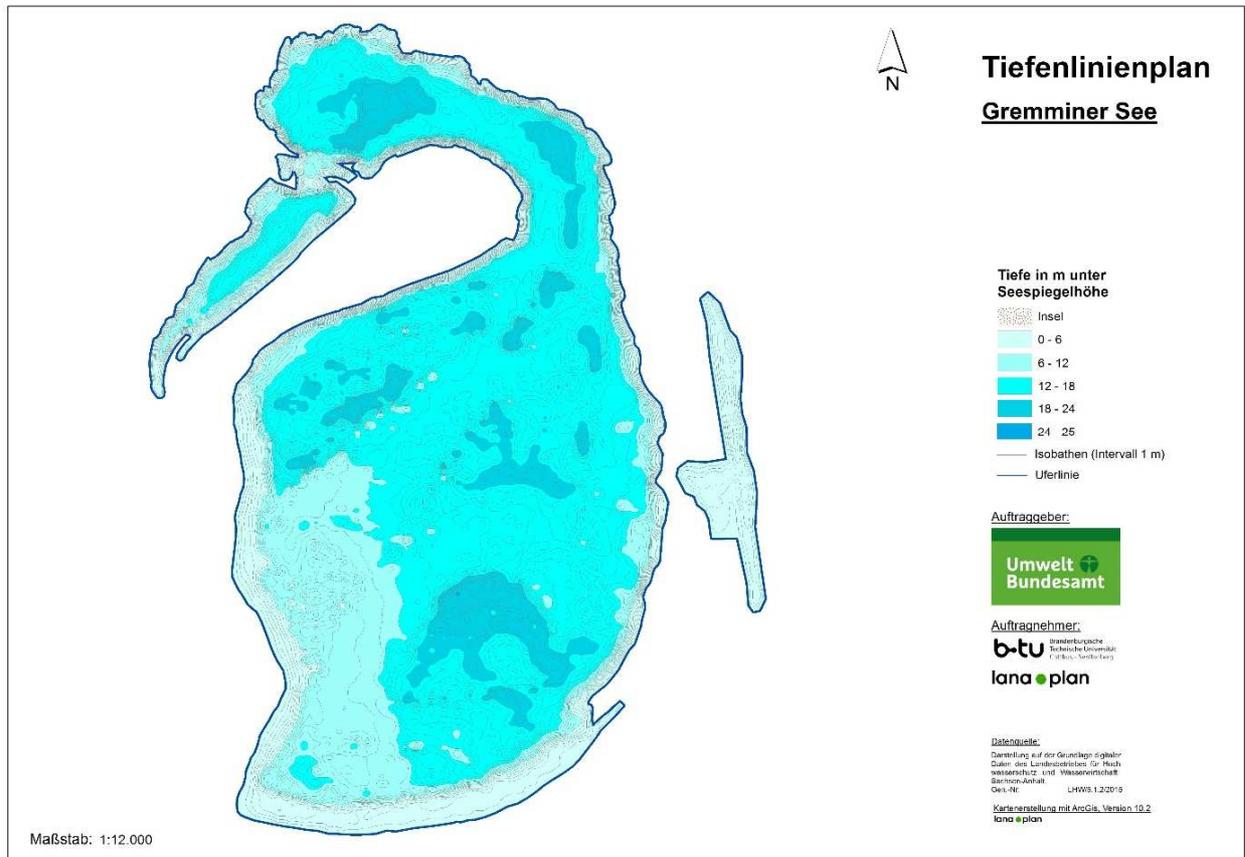
¹ der Brückelsee ist im 2. Bewirtschaftungsplan kein Wasserkörper im Sinne der EG-WRRL, das ermittelte ökologische Potenzial wird nicht als offizielle Bewertung gemäß EG-WRRL von Bayern gemeldet

Nutzung	Wassersport (Segeln, Surfen, Tauchen, Baden)
Zustand nach EG-Badegewässer- Richtlinie	nicht gemeldet
Stand der Bearbeitung	18.04.2016



Quelle: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Foto: Blick auf die Halbinsel „Ferropolis“
(K. van de Weyer, lanaplan)



Lage und Geschichte

- nordwestlich der Stadt Gräfenhainichen in Sachsen-Anhalt
- letzter vollständig ausgekohelter Braunkohlentagebau **Golpa Nord (Mitteldeutsches Revier)** im Bitterfelder Raum, Kohleförderung von 1958 bis planmäßig 1991
- Einwohner aus der Stadt Gremmin wurden als Folge des Bergbaus umgesiedelt
- Füllung mit Fremdwasser begann am 11.01.2000 und Endwasserstand wurde 2010 erreicht, See unter Bergaufsicht
- Eigentümer: Blausee GmbH & Co.KG

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+76,7	maximale Länge	[m]	3070
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	54	maximale Breite	[m]	1800
Seefläche	[ha]	414	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	25,9	Tiefengradient	[-]	3,47
mittlere Tiefe	[m]	13,1	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	44,2
theoret. Epi-Tiefe	[m]	7,45	Wasser-EZG	[km ²]	
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

länglich ovale Form in nord-südlicher Richtung mit Halbinsel „Ferropolis“, Ufer zum großen Teil umgestaltet, flache Böschungen und Flachwasserbereiche geschaffen für Ausbildung naturnaher Landschaftselemente

Hydrologie und Schichtung

größere Wasserflächen durch Grundwasseranstieg entstanden, Fremdwasserzuführung über Rohrleitung aus 12,5 km entfernter Mulde mit ca. 47,5 m³/min Volumenstrom, Zuflüsse über Radis-Gremminer Graben mit Mündungsbereich am Ostufer und Gräfenhainicher Mühlgraben am Westufer, stabile Sommerschichtung

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration gleich/unterhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und Sichttiefe im Sommer bis 6 m ergeben mittleren LAWA-Trophie-Index von 0,86 und oligotrophe Trophieklasse (2012)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	7,9	TIC	[mg/l]	
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	1,5	TOC	[mg/l]	5,8
Eisen (II)	[mg/l]		Gesamtstickstoff*	[µg/l]	600
Calcium	[mg/l]	29	Gesamtphosphor*	[µg/l]	10
Sulfat	[mg/l]	260	Chlorophyll a*	[µg/l]	1,3
Leitfähigkeit	[µS/cm]	780	Sichttiefe*	[m]	6,8

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2012; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel

Physikalisch-chemische Kenngrößen	im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert, Gesamtphosphor-Konzentration lag bei Frühjahrszirkulation bei 10 µg/l, limitierende Bedingungen für Phytoplankton
Qualitäts-komponenten-spezifischer Seetyp nach LAWA	LAWA-Seetyp: 13 = geschichteter, kalkreicher Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet Phytoplankton-See-Sub-Typ: PP 13k Makrophyten-Seetyp: TKg 13 Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: z.B. DS 13
Phytoplankton-Gemeinschaft	Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel): PP: 0,39 mm ³ /l (2012) Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Chrysochromulina parva</i> , <i>Dinobryon divergens</i> , <i>Rhodomonas</i> Häufige und dominante Begleiter: <i>Asterionella formosa</i> , <i>Cryptomonas</i>
Makrophyten-Gemeinschaft	Auswahl charakteristischer Taxa: Gegensätzliche Armleuchteralge (<i>Chara contraria</i>), Zerbrechliche Armleuchteralge (<i>Chara globularis</i>), Gemeine Armleuchteralge (<i>Chara vulgaris</i>), Schmalblättrige Wasserpest (<i>Elodea nuttallii</i>), Kamm-Laichkraut (<i>Potamogeton pectinatus</i>), Schilfrohr (<i>Phragmites australis</i>); sieben Characeen-Arten nachgewiesen (Korsch 2013) Untere Makrophytengrenze: mittlere untere Vegetationsgrenze (2012) bei 10,9 m; dies entspricht dem Wert oligotropher Seen
benthische Diatomeen-Gemeinschaft	Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Achnantheidium minutissimum</i> var. <i>minutissimum</i> Häufige und dominante Begleiter: <i>Amphora pediculus</i> , <i>Cymbella microcephala</i> , <i>Cocconeis placentula</i> var. <i>placentula</i> , <i>Fragilaria delicatissima</i>
Bewertung des ökologischen Potenzials	Phytoplanktonbewertung 2012: „gut und besser“ Phyto-See-Index: 0,6 Makrophyten und Phytobenthos 2012: „gut und besser“ ökologisches Potenzial: „gut und besser“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)

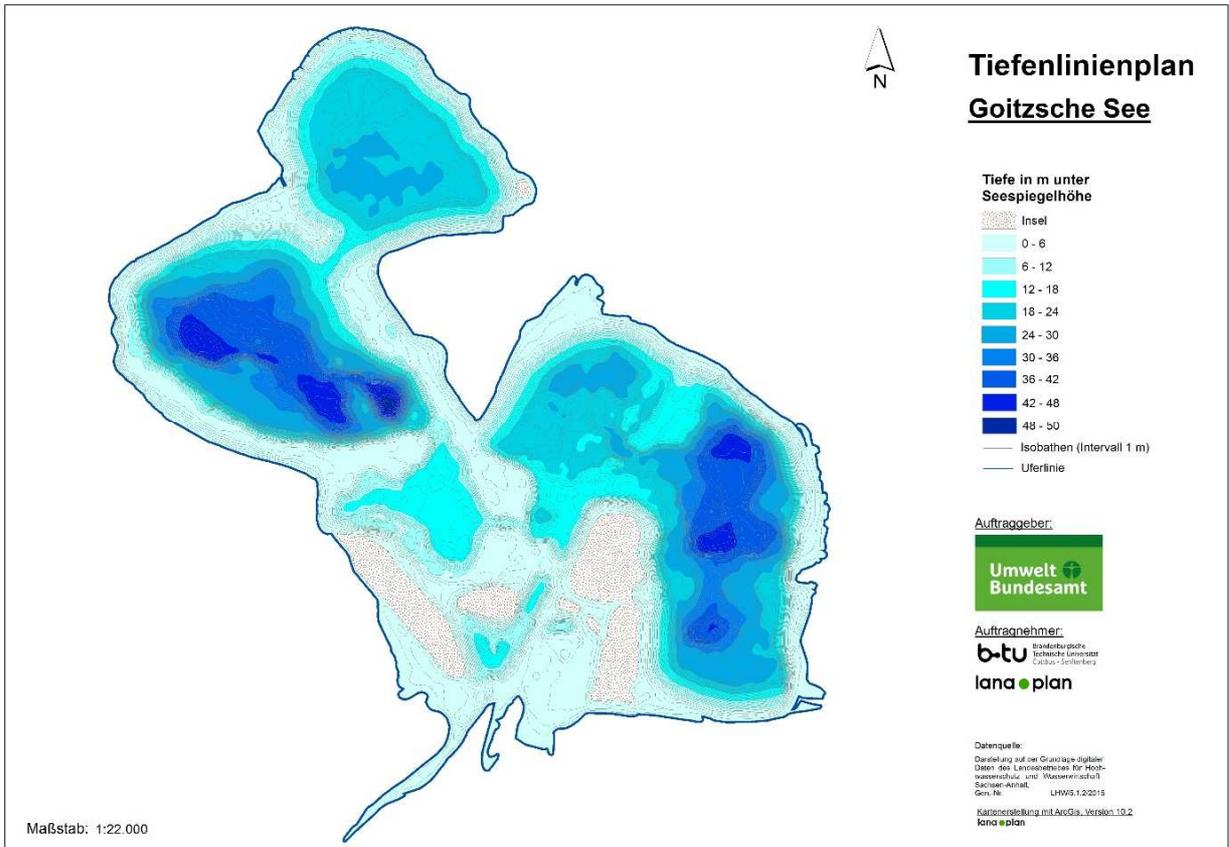
Bewertung des chemischen Zustandes	„gut“ nach OGewV (2011), Anlage 7 (2. Bewirtschaftungsplan 2015), nicht in diese Bewertung einbezogen ist die bundesweit angenommene Überschreitung der Umweltqualitätsnorm für Quecksilber in Biota
Naturschutzfachliche Bedeutung	Keine NSG, LSG oder FFH- Ausweisung; See grenzt an Naturpark „Dübener Heide“ (seit 1992 auf ca. 1000 km ² Fläche) mit abwechslungsreichen Wald- und Heidelandschaften, ökologisch besonders wertvolles Gebiet stellt so genannte „Bachaue“ mit ihren Flachwasserbereichen am Ostufer dar
Nutzung	Naherholung, asphaltierter Rundweg wird von Inlineskatern, Radfahrern und Wanderern genutzt, Freizeit- und Berufsfischerei (Kleine Maräne, Zander, Wels und Karpfen); „Ferropolis – die Stadt aus Eisen“ - im Rahmen der EXPO 2000 Sachsen-Anhalt errichtete Veranstaltungsstätte auf der Halbinsel besteht aus fünf Tagebaugroßgeräten und ist überregional bekanntes touristisches Markenzeichen, Kulisse für musikalische Großveranstaltungen, am nördlichen Ufer sollen naturnahe FERROPOLIS-Camps entstehen, in Planung sind Wassersportgebiet, Badestrände und Hafenanlagen
Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie	nicht gemeldet
Stand der Bearbeitung	18.04.2016



Quelle: © OpenStreetMap-Mitwirkende



Foto: Überschwemmtes Waldgebiet
(K. van de Weyer, lanaplan)



Lage und Geschichte

- östlich der Stadt Bitterfeld im Bitterfelder Revier in Sachsen-Anhalt
- der Braunkohlentagebau **Goitsche (Mitteldeutsches Revier)** wurde 1949 aufgeschlossen und von 1952 bis 1991 wurde Kohle in mehreren Baufeldern des Abraum-Zugbetrieb-Tagebaus mit Innen- und Außenkippenbetrieb gefördert
- seit 1994 Sanierung durch die LMBV
- Fremdflutung begann mit Wasser aus der Mulde am 07.05.1999 und war innerhalb kürzester Zeit 2002 durch Hochwasserflut beendet
- wasserrechtliche Planfeststellung im August 2004 abgeschlossen
- seit 2005 Teile des Sees für Wassersport und Tourismus freigegeben
- Eigentümer des Sees sind LMBV, BUND und EBV Goitzsche mbH

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+75	maximale Länge	[m]	5190
Seewasservolumen	[Mio. m³]	214	maximale Breite	[m]	3180
Seefläche	[ha]	1315	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	50,3	Tiefengradient	[-]	5,8
mittlere Tiefe	[m]	16,3	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	32,9
theoret. Epi-Tiefe	[m]	8,67	Wasser-EZG	[km²]	59,3
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

breites Spektrum an Tiefenstufen, Flachwasseranteil <2 m und 2-5 m macht jeweils etwa ein Viertel der Seefläche aus, aus den vier Restlöchern Mühlbeck, Niemeck, Döbern und Bärenhof sind Teilbecken entstanden, welche durch Kippenbereiche geringerer Wassertiefe begrenzt sind, Uferlänge von ca. 66 km, im Süden durch ungeplantes Hochwasser und Dambruch in 2002 Waldgebiete überflutet, über geplantem Stauziel

Hydrologie und Schichtung

grundwassergespeist, zeitweise Wasser aus benachbarten Seelhausener See zur Wasserregulierung gepumpt, bei extremen Hochwasserereignissen kann es zu großflächigen Überschwemmungen kommen, stabile Sommerschichtung

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und Sichttiefe im Sommer bis 5 m ergeben LAWA-Trophie-Index von 0,72 und oligotrophe Trophieklasse (2014)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	7,7	TIC	[mg/l]	
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	0,9	TOC	[mg/l]	4,9
Eisen (II)	[mg/l]	0,1	Gesamtstickstoff*	[µg/l]	860
Calcium	[mg/l]	18	Gesamtphosphor*	[µg/l]	<10
Sulfat	[mg/l]	490	Chlorophyll a*	[µg/l]	1,2
Leitfähigkeit	[µS/cm]	1120	Sichttiefe*	[m]	4,8

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2014; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel

Physikalisch-chemische Kenngrößen

hohe Sulfat- und geringe Calciumkonzentrationen des Wassers, relativ hohe Leitfähigkeit, geringe Säurebindungskapazität, im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert, Gesamtphosphor-Konzentration lag bei Frühjahrszirkulation unter 10 µg/l, limitierende Bedingungen für Phytoplankton; im südlichsten Ausläufer des Sees scharfe optische Abtrennung des deutlich rötlich-braun gefärbten Wassers im sauren Bereich zu sonst eher klarem, farblosen Wasser im neutralen Bereich

Qualitäts-komponenten-spezifischer Seetyp nach LAWA

LAWA-Seetyp: **13** = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet

Phytoplankton-See-Sub-Typ: **PP 13k**

Makrophyten-Seetyp: **TKg 13**

Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: z.B. **DS 13**

Phytoplankton-Gemeinschaft

Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel):
PP: 0,22 mm³/l (2014)

Auswahl charakteristischer Taxa:
Rhodomonas lacustris var. *nannoplanctica*

Häufige und dominante Begleiter:
Chrysoflagellaten <5 µm, Zentrale Diatomeen <5µm, *Cyclotella ocellata*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Cryptomonas*

Makrophyten-Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:
Gegensätzliche Armleuchteralge (*Chara contraria*), Zerbrechliche Armleuchteralge (*Chara globularis*), Gemeine Armleuchteralge (*Chara vulgaris*), Schmalblättrige Wasserpest (*Elodea nuttallii*), Zwiebel-Binse (*Juncus bulbosus*), Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*), Schilfrohr (*Phragmites australis*), Zwerg-Laichkraut (*Potamogeton pusillus*);

neun Characeen-Arten nachgewiesen (Korsch 2013); nach der Hochwasser-Flutung fand Massenentwicklung von *Elodea nuttallii* statt (Hilt et al. 2006), im südlichen Ausläufer des Sees bildet *Juncus bulbosus* im sauren Bereich großflächige Rasen, welche gegenüber Vielzahl von hydrochemischen Parametern tolerant ist (Pietsch 1982)

Untere Makrophytengrenze:

mittlere untere Vegetationsgrenze (2012) bei 5,95 m; dies entspricht dem Wert mesotropher Seen



teils Massenentwicklungen von *Elodea nuttallii*
(Foto: K. van de Weyer)

benthische Diatomeen- Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:

Achnantheidium minutissimum var. *minutissimum*

Häufige und dominante Begleiter:

Cymbella microcephala, *Achnanthes thermalis*, *Brachysira neoexilis*,
Gomphonema lateripunctatum

Bewertung des ökologischen Potenzials

Phytoplanktonbewertung 2014: „gut und besser“

Phyto-See-Index: 1,0

Makrophyten und Phytobenthos 2012: „gut und besser“

ökologisches Potenzial: „gut und besser“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)

Bewertung des chemischen Zustandes

„gut“ nach OGewV (2011), Anlage 7 (2. Bewirtschaftungsplan 2015), nicht in diese Bewertung einbezogen ist die bundesweit angenommene Überschreitung der Umweltqualitätsnorm für Quecksilber in Biota

Naturschutzfachliche Bedeutung

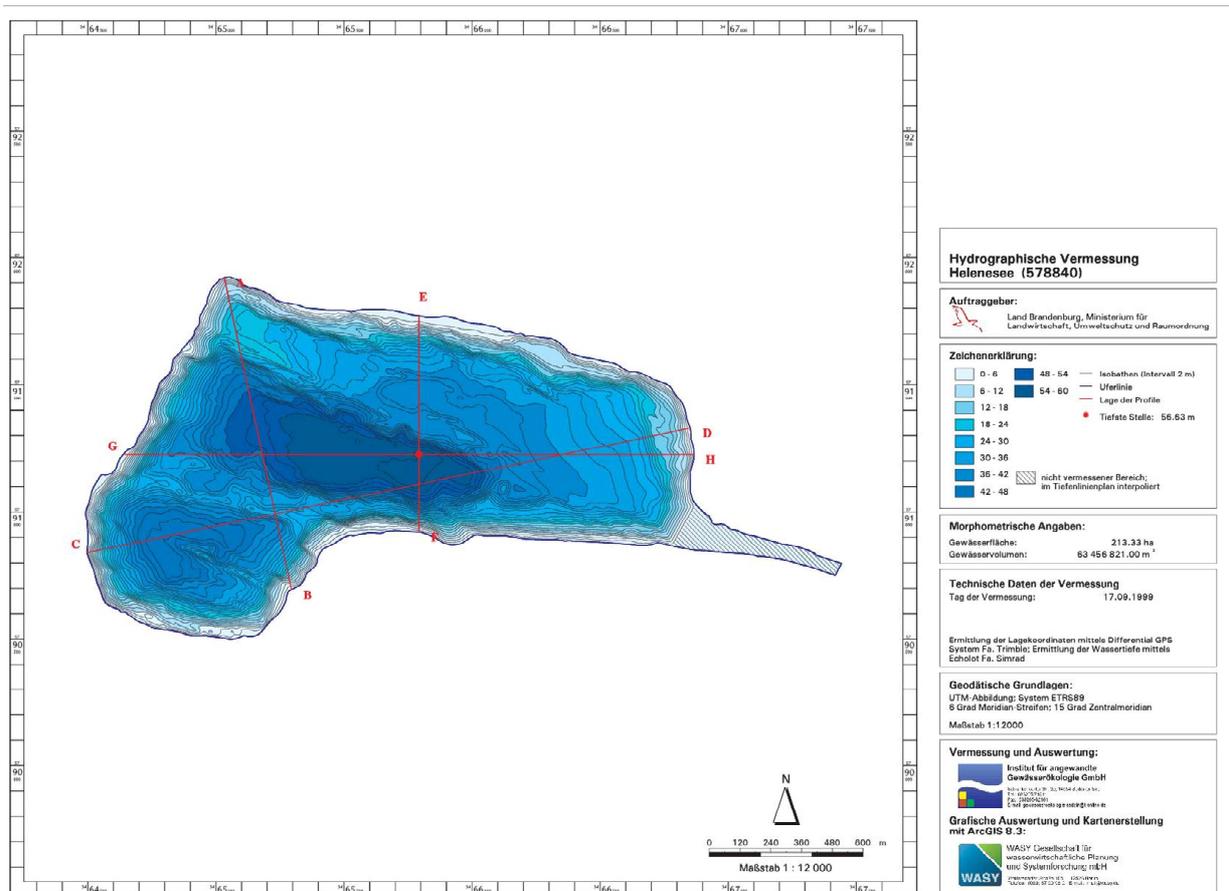
BUND-Projekt „Goitzsche-Wildnis“ am Südufer des Sees einschließlich vorgelagerter Bärenhofinseln (2001 erwarb BUNDstiftung 1.300 Hektar zusammenhängende Flur im Südwesten, ca. 20 % der Gesamtfläche, dauerhaft der freien Entfaltung von Wildnis vorbehalten)

Nutzung	Erholungsnutzung mit Wassersportaktivitäten (z.B. Segeln, Surfen, Paddeln), Freizeit- und Berufsfischerei; während EXPO 2000 errichteter Pegelturm, Landschaftskunstprojekt mit Agorapark auf Halbinsel Pouch, Bitterfelder Wasserfront – Strandpromenade mit Segelhafen, weitere Hafenanlagen, Promenaden und Ferienhäuser, weite Teile des Sees für Schiffe und Sportboote zugelassen, Schmalspurbahn zur Verbindung der Teilbereiche geplant
Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie	Ausgezeichnet (seit 2006 drei Gewässerabschnitte als EG-Badegewässer angemeldet: 1. Niemecker See, Am Stadion, 2. Bernsteinsee, Am Pegelturm und 3. Bernsteinsee, Mühlbeck)
Stand der Bearbeitung	18.04.2016



Quelle: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Foto: Am Oststrand (K. van de Weyer, lanaplan)



- Lage und Geschichte**
- ca. 8 km südlich von Frankfurt (Oder) im Landkreis Oder-Spree in Brandenburg
 - Braunkohlentagebau **Helene** (1943-1958), **Brandenburgisches Revier**
 - Nach Einstellung des Kohleabbaus blieben Restlöcher offen liegen
 - Grundwasserzustrom von 0,75 m³/s führte in kurzer Zeit um 1970 zum erreichten Endwasserstand

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+38,9	maximale Länge	[m]	2375
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	68	maximale Breite	[m]	1400
Seefläche	[ha]	275,8	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	56,6	Tiefengradient	[-]	7,64
mittlere Tiefe	[m]	25,7	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	16
theoret. Epi-Tiefe	[m]		Wasser-EZG	[km ²]	26,3
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

längliche Ausdehnung der Seen doppelt so groß wie breit, Steilkanten der Ufer wurden belassen und fallen sehr schnell steil zur Mitte hin ab, durch Setzungsfließen und Böschungsabbrüche von 80 m auf jetzige Gewässertiefe geformt, Einzugsgebiet zu 80 % aus Waldflächen bestehend

Hydrologie und Schichtung

Heleneesee ist ausschließlich grundwassergespeist und unterliegt natürlichen Schwankungen, keinerlei oberirdischer Zufluss oder Abfluss, Haupttrichtung der Grundwasserströmung von Nordwest nach Südost, dimiktisch aufgrund der Morphometrie, stabile Sommerschichtung im Heleneesee, thermische Sprungschicht (Metalimnion) zwischen 10 und 15 m

Limnologische Klassifikation

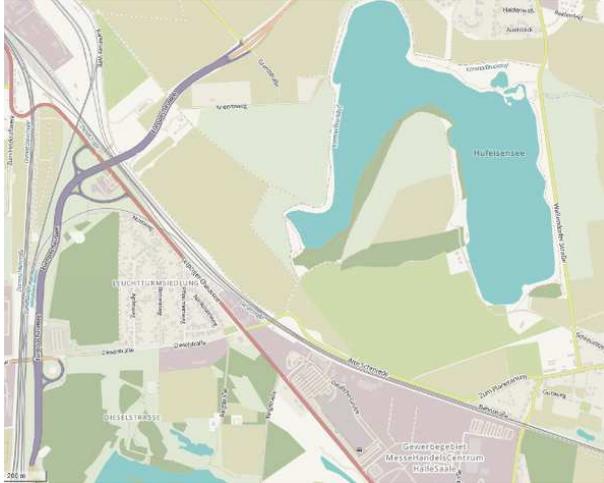
Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration knapp über Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und Sichttiefe im Sommer bis 6 m ergeben LAWA-Trophie-Index von 1,4 und oligotrophe Trophieklasse (2014)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	8,0	TIC	[mg/l]	
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	2,26	TOC	[mg/l]	
Eisen (II)	[mg/l]		Gesamtstickstoff*	[µg/l]	438
Calcium	[mg/l]	94,9	Gesamtphosphor*	[µg/l]	11
Sulfat	[mg/l]		Chlorophyll a*	[µg/l]	2,6
Leitfähigkeit	[µS/cm]	612	Sichttiefe*	[m]	7,3

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2014; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel

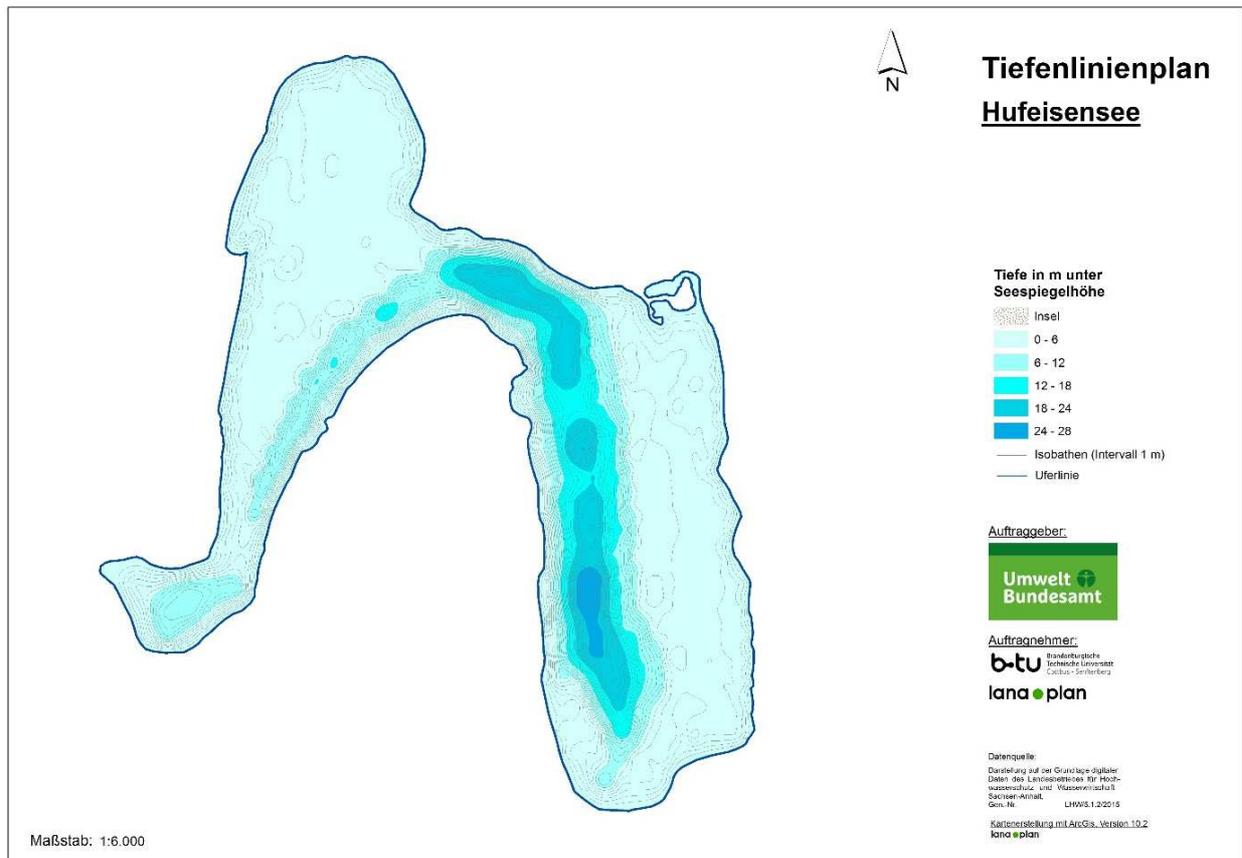
Physikalisch-chemische Kenngrößen	<p>hohe Calciumkonzentration des Wassers, relativ hohe Leitfähigkeit, Calciumkonzentration trägt zu hoher Säurebindungskapazität bei, im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert</p> <p>Temperatur: Tiefenwasser ganzjährig unter 5 °C, Erwärmung oberflächennahes Wasser von 8 °C im April auf knapp 20 °C im August</p> <p>Sauerstoff: im oberflächennahen Bereich knapp über Sättigungsgrenze, in Grundnähe sank Sauerstoff bis auf Sättigungswert unter 30 % ab</p>
Qualitätskomponentenspezifischer Seetyp nach LAWA	<p>LAWA-Seetyp: 13 = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet</p> <p>Phytoplankton-See-Sub-Typ: PP 13k</p> <p>Makrophyten-Seetyp: TKg 13</p> <p>Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: z.B. DS 13</p>
Phytoplankton-Gemeinschaft	<p>Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel): PP: 0,68 mm³/l (2014)</p> <p>Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Peridinium sp.</i>, <i>Asterionella formosa</i></p>
Makrophyten-Gemeinschaft	<p>Auswahl charakteristischer Taxa: Armleuchteralgen (<i>Chara spp.</i>), Wasserpest (<i>Elodea sp.</i>), Tausendblatt (<i>Myriophyllum sp.</i>), Glänzendes Laichkraut (<i>Potamogeton lucens</i>), Krauses Laichkraut (<i>Potamogeton crispus</i>), Durchwachsenes Laichkraut (<i>Potamogeton perfoliatus</i>)</p> <p>Untere Makrophytengrenze: mittlere untere Vegetationsgrenze (2010) bis zu 20 m; dies entspricht dem Wert oligotropher Seen</p>
benthische Diatomeen-Gemeinschaft	keine Daten
Bewertung des ökologischen Potenzials	<p>Phytoplanktonbewertung 2010: „gut und besser“ Phyto-See-Index: 1,04 Makrophyten und Phytobenthos 2010: „gut und besser“ ökologisches Potenzial: „gut und besser“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)</p>
Bewertung des chemischen Zustandes	„gut“ nach OGewV (2011), Anlage 7 (2. Bewirtschaftungsplan 2015)
Naturschutzfachliche Bedeutung	liegt im Landschaftsschutzgebiet des Oder-Spree-Seengebietes, Lebensraum für viele gefährdete Arten

Nutzung	Naherholung, Wassersport (Surfen, Segeln, Tauchen), 1975 weite Bereiche der Nord- und Westufer zur Einrichtung von Badestränden abgeflacht, Bungalowsiedlungen und größter Zeltplatz der DDR, kein Motorbootverkehr, Tauchschule- und vereine
Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie	ausgezeichnet
Stand der Bearbeitung	18.04.2016



Quelle: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Foto: Hufeisensee (K. van de Weyer, lanaplan)



Lage und Geschichte

- am östlichen Rand von Halle/Saale in Sachsen-Anhalt
- aus **Braunkohlentagebau (Mitteldeutsches Revier)** sowie durch **Kiesgewinnung** entstanden
- Wasserfüllung des Restloches begann nach 1940 mit Beendigung der Kohle-Abbauarbeiten, 1945 erster Höchstwasserstand erreicht
- zum Sand- und Kiesabbau wurde Wasser künstlich wieder abgesenkt
- 1964 nach Trockenauskiesung Wasserspiegel wieder angestiegen
- zwischen 1974 und 1993 Höhe um 92,3 mNN, danach Brauchwasserentnahme für landwirtschaftliche Zwecke

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+91,5	maximale Länge	[m]	1160
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	5,2	maximale Breite	[m]	640
Seefläche	[ha]	70,9	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	28,8	Tiefengradient	[-]	5,11
mittlere Tiefe	[m]	7,34	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	11,2
theoret. Epi-Tiefe	[m]	5,64	Wasser-EZG	[km ²]	4,88
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

Namen verdankt See der Form, hufeisenförmig durch Innenkippe (bis zu 35 m hoch), die zwischen West- und Ostschlauch als Halbinsel liegt, See erstreckt sich 1200 m in Nord-Süd und 1300 m in Ost-West-Richtung, wird im Westen und Norden von weiträumigen landwirtschaftlichen Nutzflächen umgeben, im Süden nimmt ehemalige Hausmülldeponie großen Flächenanteil ein

Hydrologie und Schichtung

sehr kleines oberirdisches Einzugsgebiet und vorrangig grundwassergespeist, Zuströmung aus Nordwesten aus Kiessanden der Saale-Hauptterrasse, seit 1997 gibt es einen Überlauf zum nahegelegenen Bach Reide, stabile Sommerschichtung

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), relativ geringe Biomasse des Phytoplanktons und Sichttiefe im Sommer bis 3 m ergeben LAWA-Trophie-Index von 1,55 und mesotrophe Trophieklasse (2013)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	8,2	TIC	[mg/l]	
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	2,1	TOC	[mg/l]	7,1
Eisen (II)	[mg/l]	<0,05	Gesamtstickstoff*	[µg/l]	530
Calcium	[mg/l]	42	Gesamtphosphor*	[µg/l]	12
Sulfat	[mg/l]	890	Chlorophyll a*	[µg/l]	3,3
Leitfähigkeit	[µS/cm]	2170	Sichttiefe*	[m]	3,0

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2013; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel

Physikalisch-chemische Kenngrößen

hohe Sulfatkonzentration des Wassers, sehr hohe Leitfähigkeit, Calciumkonzentration trägt zu hoher Säurebindungskapazität bei, im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert, Gesamtphosphor-Konzentration lag bei Frühjahrszirkulation bei 10 µg/l, limitierende Bedingungen für Phytoplankton

Qualitätskomponentenspezifischer Seetyp nach LAWA

LAWA-Seetyp: **13** = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet

Phytoplankton-See-Sub-Typ: **PP 13k**

Makrophyten-Seetyp: **TKg 13**

Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: z.B. **DS 13**

Phytoplankton-Gemeinschaft

Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel):
PP: 2,07 mm³/l (2013)

Auswahl charakteristischer Taxa:

Rhodomonas lacustris var. *nannoplanctica*, *Chrysochromulina parva*

Häufige und dominante Begleiter:

Chrysoflagellaten <5 µm, *Dinobryon sociale*, *Dinobryon divergens*, *Peridinium*, *Koliella longiseta*, *Carteria globulosa*, *Cryptomonas*, *Fragilaria tenera*, *Fragilaria ulna angustissima*-Sippe

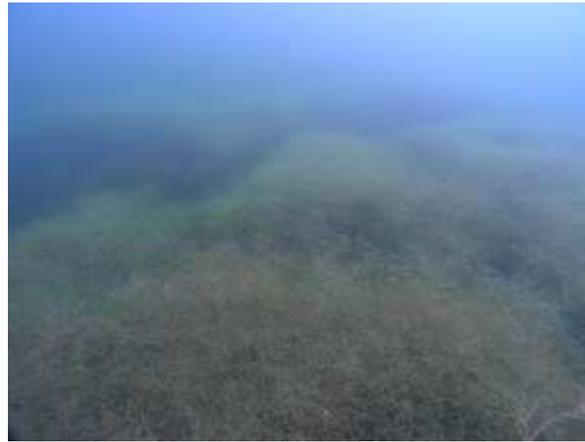
Makrophyten-Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:

Gegensätzliche Armleuchteralge (*Chara contraria*), Zerbrechliche Armleuchteralge (*Chara globularis*), Mittleres Nixkraut (*Najas marina* ssp. *intermedia*), Stern-Armluchteralge (*Nitellopsis obtusa*), Schilfrohr (*Phragmites australis*), Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*); Flächig entwickelte Characeen-Rasen, artenreichstes Characeen-Gewässer Sachsen-Anhalts mit zehn Arten (Korsch 2013)

Untere Makrophytengrenze:

mittlere untere Vegetationsgrenze (2014) bei 7,98 m; dies entspricht dem Wert oligo- bis mesotropher Seen



großflächige zum Teil gemischte Characeen-Rasen
(Foto: K. van de Weyer)

benthische Diatomeen- Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:

Achnantheidium minutissimum var. *minutissimum*

Häufige und dominante Begleiter:

Cocconeis neothumensis, *Cymbella microcephala*, *Navicula cryptotenelloides*, *Amphora pediculus*, *Karaywvia clevi*

Bewertung des ökologischen Potenzials

Phytoplanktonbewertung 2013: „gut und besser“

Phyto-See-Index: 1,3

Makrophyten und Phytobenthos 2014: „gut und besser“

ökologisches Potenzial: „gut und besser“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)

Bewertung des chemischen Zustandes

„gut“ nach OGewV (2011), Anlage 7 (2. Bewirtschaftungsplan 2015), nicht in diese Bewertung einbezogen ist die bundesweit angenommene Überschreitung der Umweltqualitätsnorm für Quecksilber in Biota

Naturschutzfachliche Bedeutung

Kein NSG, LSG oder Schutzgebiete nach FFH- und SPA-Richtlinie ausgewiesen; nach § 30 BNatSchG bzw. § 22 NatSchG LSA gesetzlich geschützte Biotope mit Röhricht im Uferbereich und im Bereich des Überlaufes in Reide auch Kleingewässer sowie Feldgehölze, Lebensraum des Elbe-Bibers (*Castor fiber*), Halbtrockenrasen auf Deponie als Sekundärstandort mit z.B. wertgebendem Bienen-Ragwurz; schwarmbildende Schwebegarnelen (*Hemimysis anomala*) wurden erstmals hier in einem mitteldeutschen Binnensee entdeckt (Wein 2005), biologische Sensation, hohe Salinitätswerte bilden optimale Lebensbedingungen

Nutzung

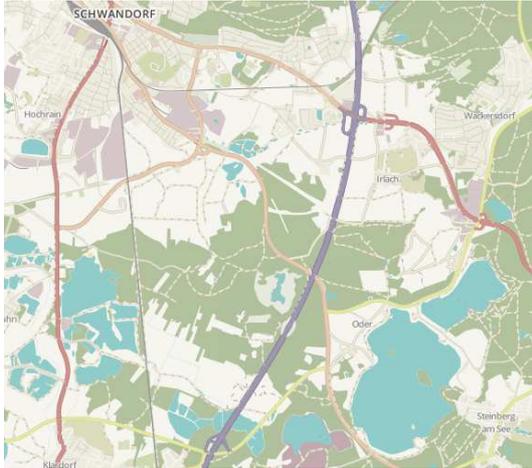
Naherholungsgebiet mit Bade- und Wassersport, an Ostseite der Innenkippe befindet sich Wassersportzentrum, Freizeitfischerei, geplanter Golfplatz, ehemalige Deponie noch Eigentum der LMBV

Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie nicht gemeldet; Ausweisung als EG-Badegewässer in Planung, offizielle Badestrände soll es am südöstlichen, nordöstlichen und nordwestlichen Ufer geben

Stand der Bearbeitung 18.04.2016

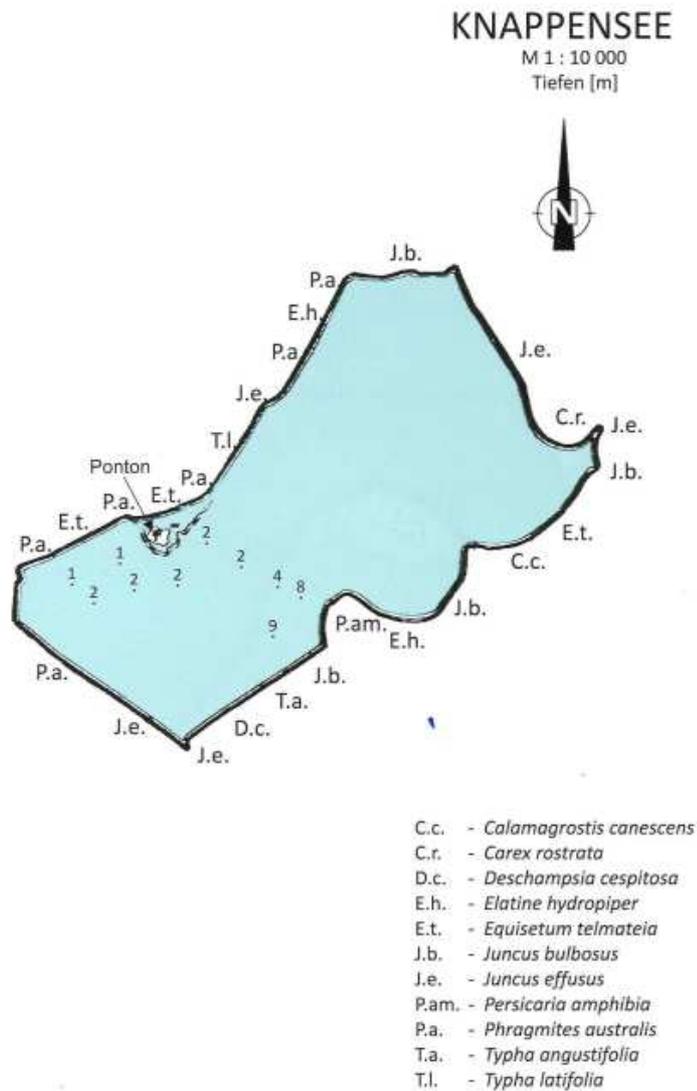
Knappensee

Übersicht zur ökologischen Situation ausgewählter Tagebauseen



Quelle: © OpenStreetMap Mitwirkende

Foto: Blick nach Westen (Weilner 2013)



Bayernwerk, Wärmekraftwerke,
Kraftwerk Schwandorf, erhalten 1999

Seekarte mit Makrophyten (Weilner 2013)

Lage und Geschichte

- südlich der Gemeinde Wackersdorf in Nordbayern
- Braunkohlentagebau **Wackersdorf (Oberpfalz)**, Kohleabbau von 1845 Tagebau (Tiefbau ab 1807)
- Sept. 1982 Schließung der Bayerischen Braunkohlen-Industrie Schwandorf (BBI) nach Erschöpfung des Vorkommens
- noch während der Abbauarbeiten bis 1982 wurde Uferzone gestaltet
- Flutung des Restloches begann bereits Anfang 1981
- Seetiefe relativ gering wegen Verkippung von Abraummateriale

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+364	maximale Länge	[m]	
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	1,2	maximale Breite	[m]	
Seefläche	[ha]	55	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	9	Tiefengradient	[-]	
mittlere Tiefe	[m]	2,2	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	
theoret. Epi-Tiefe	[m]		Wasser-EZG	[km ²]	
Verhältnis Hypo-/Epilimnion	Vol. [-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

länglich rechteckige Form, im Südwesten durch Damm vom Steinberger See getrennt

Hydrologie und Schichtung

flacher Tagebausee, keine stabile thermische Sommerschichtung, Grundwasserzufluss, pH-Wert nahm von 2006-2010 von 4 auf ca. 6,5 zu

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und mittlere Sichttiefe von ca. 5 m ergeben LAWA-Trophie-Index von 1,1 und oligotrophe Trophieklasse

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	6,5	TIC	[mg/l]	
K _{B4,3} – Wert	[mmol/l]	0,5	TOC	[mg/l]	1,3
Eisen (II)	[mg/l]	0,02	Gesamtstickstoff*	[µg/l]	570
Calcium	[mg/l]		Gesamtphosphor*	[µg/l]	<10
Sulfat	[mg/l]	960	Chlorophyll a*	[µg/l]	1,9
Leitfähigkeit	[µS/cm]	1760	Sichttiefe*	[m]	4,6

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2010; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel

Physikalisch-chemische Kenngrößen

Sehr hohe Sulfatkonzentration und Leitfähigkeit des Wassers, geringe Basenbindungskapazität, im neutralen Bereich, Gesamtphosphorkonzentration lag bei Frühjahrszirkulation unter 10 µg/l, limitierende Bedingungen für Phytoplankton

Qualitäts- komponenten- spezifischer Seetyp nach LAWA	<p>LAWA-Seetyp: 7 = geschichteter calciumreicher Mittelgebirgssee mit relativ kleinem EZG</p> <p>Phytoplankton-See-Sub-Typ: PP 7s</p> <p>Makrophyten-Seetyp: MTS 9</p> <p>Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: DS s</p>
Phytoplankton- Gemeinschaft	<p>Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel): PP: 0,30 mm³/l (2006)</p> <p>Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Peridinium, Cryptomonas ovata</i></p> <p>Häufige und dominante Begleiter: <i>Chlorella vulgaris, Planktolynghya limnetica</i> zeitweise auftretend</p>
Makrophyten- Gemeinschaft	<p>Auswahl charakteristischer Taxa: Zwiebel-Binse (<i>Juncus bulbosus</i>), Torfmoos (<i>Sphagnum spp.</i>)</p> <p>Untere Makrophytengrenze: Die mittlere untere Vegetationsgrenze lag im Jahr 2014 bei 4 m, dies entspricht dem Wert eutropher Seen</p>
benthische Diatomeen- Gemeinschaft	<p>Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Eunotia exigua var. exigua</i></p> <p>Häufige und dominante Begleiter: <i>Nitzschia paleaeformis, Pinnularia acoricola</i></p>
Bewertung des ökologischen Potenzials¹	<p>Phytoplanktonbewertung 2006: „gut und besser“ (Bewertung nach Leßmann & Nixdorf (2009)) Phyto-See-Index: 2</p> <p>Makrophyten und Phytobenthos 2006: „unbefriedigend“, wegen saurer Eigenschaften des Sees wenig vorhandene Arten</p> <p>ökologisches Potenzial: Bewertung unsicher (2. Bewirtschaftungsplan 2015), Bewertungsverfahren befindet sich in der Fortschreibung</p> <p>¹ der Knappensee ist im 2. Bewirtschaftungsplan kein Wasserkörper im Sinne der EG-WRRL, das ermittelte ökologische Potenzial wird nicht als offizielle Bewertung gemäß EG-WRRL von Bayern gemeldet</p>
Naturschutzfachliche Bedeutung	Keine
Nutzung	Uferrundweg als Fuß- und Wanderweg seit 2013 mit Übersichtstafeln der heimischen Flora und Fauna

**Zustand nach
EG-Badegewässer-
Richtlinie** nicht gemeldet

Stand der Bearbeitung 18.04.2016



Quelle: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Foto: Köckerner See (K. van de Weyer, lanaplan)



Lage und Geschichte

- in Sachsen-Anhalt zwischen Bitterfeld und Zörbig
- Braunkohlentagebau **Köckern (Mitteldeutsches Revier)**, 1984 Aufschluss mit Beginn der Entwässerungsarbeiten im Jahr 1983
- 1993 Einstellung der Entwässerungsarbeiten, Anstieg des Wasserspiegels durch zuströmendes Grundwasser, 1996 hat bereits Besiedlung durch Makrophyten eingesetzt
- 2001 Endwasserstand erreicht; unter Bergaufsicht, Eigentümer LMBV

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+80	maximale Länge	[m]	2370
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	5,58	maximale Breite	[m]	750
Seefläche	[ha]	96,5	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	14,6	Tiefengradient	[-]	2,22
mittlere Tiefe	[m]	5,78	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	10,55
theoret. Epi-Tiefe	[m]	6,58	Wasser-EZG	[km ²]	
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

Längsachse in westöstlicher Hauptwindrichtung, 2,5 km langer und 800 m breiter See, morphometrisch bedingt Flachsee

Hydrologie und Schichtung

wegen der Lage in der allgemeinen Hauptwindrichtung gute Durchmischung, keine stabile Sommerschichtung aufgrund der Morphometrie, jedoch eingestuft als geschichteter, kalkreicher Tieflandsee

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration an der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und Sichttiefe im Sommer bis 3 m ergeben LAWA-Trophie-Index von 1,11 und oligotrophe Trophieklasse (2013)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	7,9	TIC	[mg/l]	
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	2,9	TOC	[mg/l]	5,0
Eisen (II)	[mg/l]	0,1	Gesamtstickstoff*	[µg/l]	740
Calcium	[mg/l]	57	Gesamtphosphor*	[µg/l]	10
Sulfat	[mg/l]	770	Chlorophyll a*	[µg/l]	1,4
Leitfähigkeit	[µS/cm]	1660	Sichttiefe*	[m]	3,6

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2013; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel

Physikalisch-chemische Kenngrößen

hohe Sulfat- und Calciumkonzentrationen des Wassers, relativ hohe Leitfähigkeit zeigt hohen Mineraliengehalt im Wasser, Calciumkonzentration trägt zu hoher Säurebindungskapazität bei, im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert, Gesamtphosphorkonzentration lag bei Frühjahrszirkulation bei 10 µg/l, limitierende Bedingungen für Phytoplankton

Qualitäts-komponenten-spezifischer Seetyp nach LAWA

LAWA-Seetyp: **13** = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet

Phytoplankton-See-Sub-Typ: **PP 13k**

Makrophyten-Seetyp: **TKg 13**

Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: z.B. **DS 13**

Phytoplankton-Gemeinschaft

Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel):

PP: 0,40 mm³/l (2013)

Auswahl charakteristischer Taxa:

Rhodomonas lacustris var. *nannoplanctica*, *Dinobryon divergens*

Häufige und dominante Begleiter:

Pseudokephyrion, *Chrysoflagellaten*, *Chrysochromulina*, Zentrale Diatomeen <5 µm, *Cryptomonas*

Makrophyten-Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:

Raue Armluchteralge (*Chara aspera*), Steifborstige Armluchteralge (*Chara hispida*), Gemeine Armluchteralge (*Chara vulgaris*), Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*), Zwerg-Laichkraut (*Potamogeton pusillus*);

acht Characeen-Arten nachgewiesen (Korsch 2013)

Untere Makrophytengrenze:

mittlere untere Vegetationsgrenze (2012) bei 5,6 m; dies entspricht dem Wert mesotropher Seen



Chara aspera –großer Bestand am Westufer
(Foto: K. van de Weyer)

**benthische
Diatomeen-
Gemeinschaft**

Auswahl charakteristischer Taxa:

Achnantheidium minutissimum var. *minutissimum*

Häufige und dominante Begleiter:

Cymbella microcephala, *Gomphonema lateripunctatum*, *Fragilaria brevistriata* var. *brevistriata*

**Bewertung des
ökologischen
Potenzials**

Phytoplanktonbewertung 2013: „gut und besser“

Phyto-See-Index: 0,5

Makrophyten und Phytobenthos 2012: „gut und besser“

ökologisches Potenzial: „gut und besser“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)

**Bewertung des
chemischen
Zustandes**

„gut“ nach OGewV (2011), Anlage 7 (2. Bewirtschaftungsplan 2015), nicht in diese Bewertung einbezogen ist die bundesweit angenommene Überschreitung der Umweltqualitätsnorm für Quecksilber in Biota

**Naturschutzfachliche
Bedeutung**

Keine NSG, LSG oder FFH- Ausweisung, Landschaftssee

Nutzung

Naherholung, fischereiliche Bewirtschaftung durch Bitterfelder Anglerverein

**Zustand nach
EG-Badegewässer-
Richtlinie**

nicht gemeldet

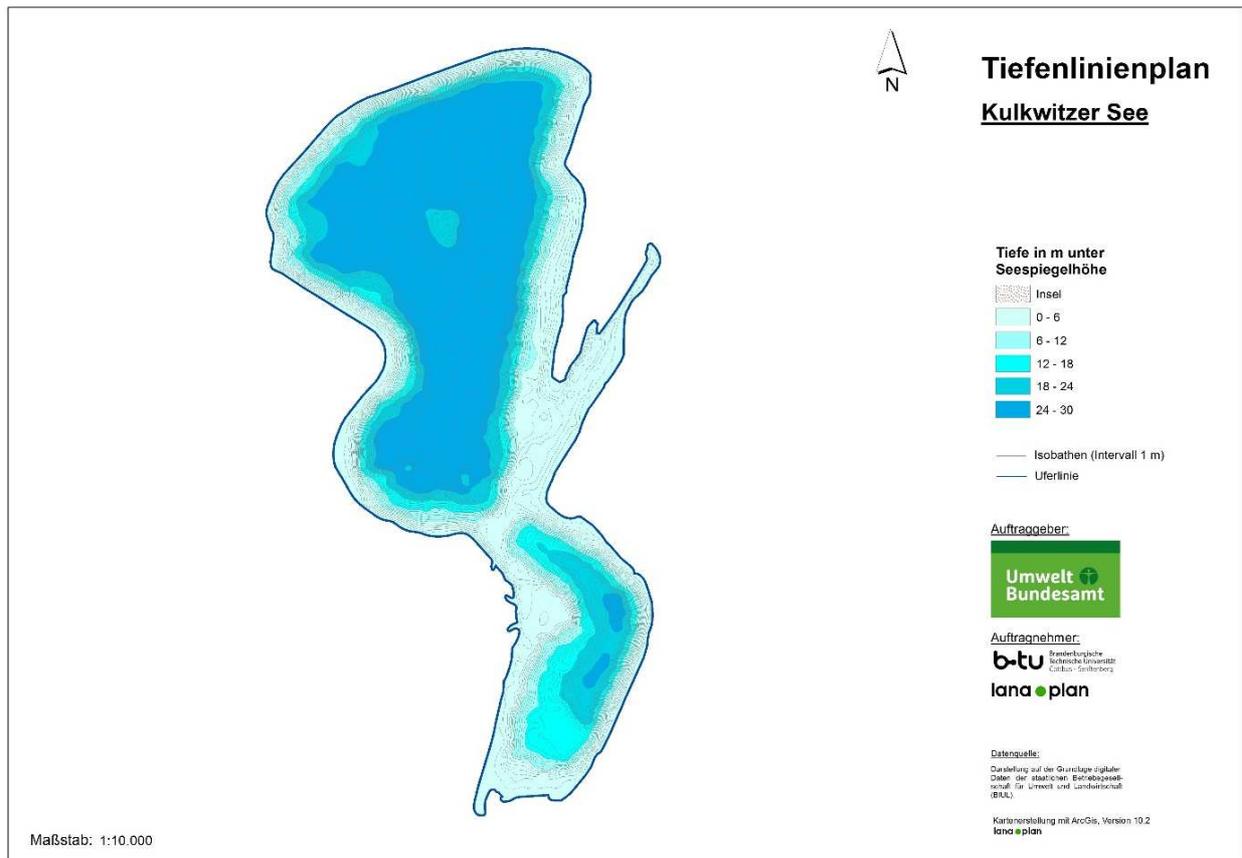
Stand der Bearbeitung

18.04.2016



Quelle: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Foto: Kulkwitzer See (K. van de Weyer, lanaplan)



Lage und Geschichte

- westlich vom Leipziger Stadtteil Lausen-Grünau in Sachsen
- Braunkohletagebau, ab 1864 unter Tage Kohle gefördert und ab 1937 im Tagebau-Verfahren
- aus den beiden Tagebauen **Miltzitz** und **Kulkwitz (Mitteldeutsches Revier)** entstanden, welche von 1963 bis 1973 geflutet wurden
- 1973 als Naherholungsgebiet ausgewiesen

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]		maximale Länge	[m]	2480
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	27	maximale Breite	[m]	1035
Seefläche	[ha]	159,2	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	30,6	Tiefengradient	[-]	4,5
mittlere Tiefe	[m]	16,7	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	
theoret. Epi-Tiefe	[m]	6,81	Wasser-EZG	[km ²]	
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

durch Bergbau geprägte Form, in urbaner Gegend, an angrenzendem Landschaftsschutzgebiet

Hydrologie und Schichtung

Zuflüsse durch Grundwasserleiter und Oberflächenwasser der Umgebung, seit 2007 Abfluss in Zschampert, vorher aufwendiges Pumpensystem

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und Sichttiefe im Sommer bis 10 m ergeben LAWA-Trophie-Index von 0,72 und oligotrophe Trophieklasse (2012)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	7,1-8,5	TIC	[mg/l]	15
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	1,5	TOC	[mg/l]	3,7
Eisen (II)	[mg/l]	0,03	Gesamtstickstoff*	[µg/l]	4100
Calcium	[mg/l]		Gesamtphosphor*	[µg/l]	<10
Sulfat	[mg/l]	790	Chlorophyll a*	[µg/l]	1,2
Leitfähigkeit	[µS/cm]	1700	Sichttiefe*	[m]	10,7

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2012; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel, für den pH-Wert sind Spannbreiten angegeben

Physikalisch-chemische Kenngrößen

hohe Sulfatkonzentration und hohe Leitfähigkeit des Wassers, hohe Säurebindungskapazität, im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert, pH-Wert geringfügig jahreszeitliche Schwankungen, Gesamtphosphor- Konzentration lag bei Frühjahrszirkulation unter 10 µg/l, limitierende Bedingungen für Phytoplankton

Qualitätskomponentenspezifischer Seetyp nach LAWA

LAWA-Seetyp: **13** = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet

Phytoplankton-See-Sub-Typ: **PP 13k**

Makrophyten-Seetyp: **TKg 13**

Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: z.B. **DS 13.2**

Phytoplankton-Gemeinschaft

Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel):
PP: 0,30 mm³/l (2012)

Auswahl charakteristischer Taxa:

Chrysochromulina parva, *Chrysoflagellaten*
Peridiniopsis borgei, *Gymnodium helveticum*

Häufige und dominante Begleiter:

Ceratium hirundinella, *Rhodomonas lacustris* var. *nannoplanctica*

Makrophyten-Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:

Gegensätzliche Armleuchteralge (*Chara contraria*), Zerbrechliche Armleuchteralge (*Chara globularis*), Steifborstige Armleuchteralge (*Chara hispida*), Dunkle Glanzleuchteralge (*Nitella opaca*), Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*)

Untere Makrophytengrenze:

mittlere untere Vegetationsgrenze (2012) bei 17,6 m; dies entspricht dem Wert oligotropher Seen

benthische Diatomeen-Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:

Achnantheidium minutissimum var. *minutissimum*

Häufige und dominante Begleiter:

Fragilaria brevistriata var. *brevistriata*, *Encyonopsis microcephala*, *Cocconeis* sp.

Bewertung des ökologischen Potenzials

Phytoplanktonbewertung 2012: „gut und besser“

Phyto-See-Index: 0,5

Makrophyten und Phytobenthos 2012: „gut und besser“

Umweltqualitätsnormen für flussgebietspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Potenzials nach OGeV (2011), Anlage 5 eingehalten

ökologisches Potenzial: „gut und besser“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)

Bewertung des chemischen Zustandes

„nicht gut“ nach OGeV (2011), Anlage 7 aufgrund einer Überschreitung der Umweltqualitätsnorm (UQN) für Bromierte Diphenylether, Quecksilber und Quecksilberverbindungen (2. Bewirtschaftungsplan 2015)

Naturschutzfachliche Bedeutung

zählt zu den wenig verbliebenen oligotrophen Klarwasserseen Deutschlands, FFH-Gebiet: Lebensraumtyp 3140 (Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen), Beeinflussung benthivorer Fischarten, deren negative Auswirkungen bekannt sind z.B. Wühlschäden durch Spiegel-, Gras- und Silberkarpfen (Oldorff et al. 2015)



Nitella opaca in 15 m Tiefe
(Fotos: K. van de Weyer)

Wühlschäden durch Karpfen

Nutzung

vom Zweckverband „Erholungsgebiet Kulkwitzer See“ betrieben, Freizeit- und Wassersportangebot (Wassertreter, Ruderboote, Surfen, Segeln), aufgrund der Unterwasserflora und -fauna sowie der Sichttiefe ein sehr beliebtes Tauchgewässer

Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie

ausgezeichnet (2012)

Stand der Bearbeitung 18.04.2016



Quelle: Badegewässerprofil 2015, Rhein-Erft-Kreis, Gesundheitsamt Bergheim (verändert)

Foto: Liblarer See (K. van de Weyer, lanaplan)



Lage und Geschichte

- nordöstlich von Liblar, einer der größten Ville-Seen (Nordrhein-Westfalen)
- Braunkohlentagebau **Grube Vereinigte Ville (Rheinisches Revier)**, Beginn des Kohleabbaus um 1901
- das Restloch wurde nach der Braunkohle-Förderung bis 1958 geflutet
- Gewässer gehört seit 1972 zu einem LSG

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+98	maximale Länge	[m]	970
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	2,7	maximale Breite	[m]	820
Seefläche	[ha]	52,8	Uferentwicklung		1,2
maximale Tiefe	[m]	13,8	Tiefengradient	[-]	2,45
mittlere Tiefe	[m]	5,11	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	
theoret. Epi-Tiefe	[m]	5,6	Wasser-EZG	[km ²]	
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

Oberflächenform des Sees zeigt geringe Uferentwicklung, Ufer fallen relativ steil ab, Grund erreicht nur kleinflächig maximale Tiefe

Hydrologie und Schichtung

geringe Muddeauflagen ermöglichen Grundwasserspeisung des Sees, oberirdische Zuflüsse aus Schluchtsee, Bleibtreusee und umliegenden Gelände, Entwässerung über Elfter Graben zum Mühlenbach; Seebeckengestalt erlaubt Ausbildung von Temperaturschichtungen, gute Windexposition führt im Sommer zu deutlicher Verlagerung der Sprungschicht in die Tiefe (bis 8 m), Hypo-/Epilimnionbeziehung zu ungunsten des Hypolimnions verschoben

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und mittlere Sichttiefe von 4 m ergeben LAWA-Trophie-Index von 1,1 und oligotrophe Trophieklasse, sehr gute Wasserqualität (2012)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	7,0-8,2	TIC	[mg/l]	
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	2,0	TOC	[mg/l]	14,3
Eisen (II)	[mg/l]	0,06	Gesamtstickstoff*	[µg/l]	750
Calcium	[mg/l]	65	Gesamtphosphor*	[µg/l]	<10
Sulfat	[mg/l]	123	Chlorophyll a*	[µg/l]	1,9
Leitfähigkeit	[µS/cm]	570	Sichttiefe*	[m]	3,9

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2012; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel, für den pH-Wert sind Spannbreiten angegeben

Physikalisch-chemische Kenngrößen	<p>im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert, Gesamtphosphor- und Orthophosphat-Konzentrationen lagen bei Frühjahrszirkulation $\leq 10 \mu\text{g/l}$, limitierende Bedingungen für Phytoplankton</p> <p>Temperatur: Erwärmung oberflächennahes Wasser von $7 \text{ }^\circ\text{C}$ im März auf über $20 \text{ }^\circ\text{C}$ im August</p> <p>Sauerstoff: im oberflächennahen Bereich knapp über 8 mg/l im Sommer, über Grund sank Konzentration bis auf 2 mg/l ab</p>
Qualitäts-komponenten-spezifischer Seetyp nach LAWA	<p>LAWA-Seetyp: 13 = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet</p> <p>Phytoplankton-See-Sub-Typ: PP 13k</p> <p>Makrophyten-Seetyp: TKg 13</p>
Phytoplankton-Gemeinschaft	<p>Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel): PP: $0,16 \text{ mm}^3/\text{l}$ (2009)</p> <p>Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Ceratium hirundinella</i>, <i>Gymnodinium sp.</i></p> <p>Häufige und dominante Begleiter: <i>Cryptomonas sp.</i>, zentrale Diatomeen ($5\text{-}25 \mu\text{m}$)</p>
Makrophyten-Gemeinschaft	<p>Auswahl charakteristischer Taxa: Gegensätzliche Armleuchteralge (<i>Chara contraria</i>), Zerbrechliche Armleuchteralge (<i>Chara globularis</i>), Steifborstige Armleuchteralge (<i>Chara hispida</i>), Feine Armleuchteralge (<i>Chara virgata</i>), Schmalblättrige Wasserpest (<i>Elodea nuttallii</i>), Ähren-Tausendblatt (<i>Myriophyllum spicatum</i>), Großes Nixkraut (<i>Najas marina</i>), Glänzendes Laichkraut (<i>Potamogeton lucens</i>)</p>
benthische Diatomeen-Gemeinschaft	Keine Daten
Bewertung des ökologischen Potenzials	<p>Phytoplanktonbewertung 2009: „gut und besser“ Phyto-See-Index: 0,9 Makrophyten und Phytobenthos 2010: „gut und besser“ (LUA-NRW-Verfahren) ökologisches Potenzial: „gut und besser“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)</p>
Naturschutzfachliche Bedeutung	FFH-Gebiet: Lebensraumtyp 3140 (Nährstoffärmere kalkhaltige Stillgewässer), seit 1972 Landschaftsschutzgebiet
Nutzung	Wassersport, Baden, Angeln
Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie	Ausgezeichnet 2014 (seit 1989 EG-Badegewässer)

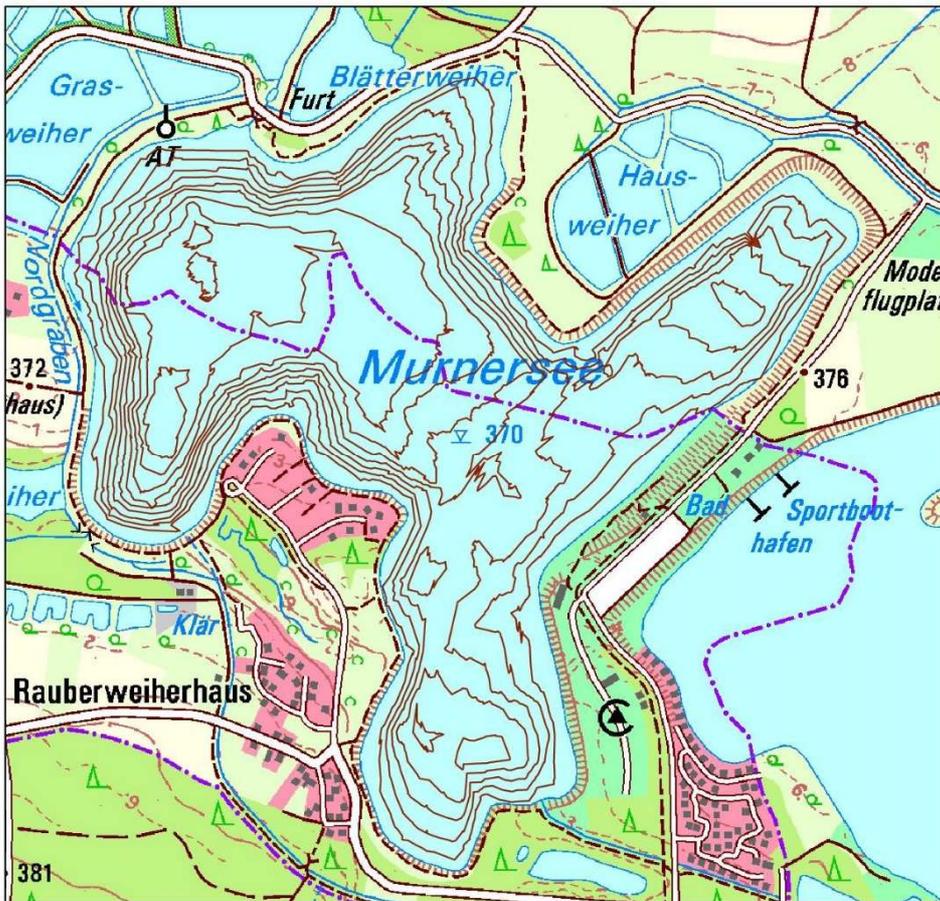
Stand der Bearbeitung 18.04.2016



Quelle: © OpenStreetMap Mitwirkende



Foto: Blick nach Osten (Weilner 2013)



Murnersee mit Isolinen

Murnersee_Isolinen
0,25
Kilometers

Lage und Geschichte

- ca. 4 km nordöstlich von Wackersdorf in Nordbayern
- Braunkohlentagebau **Rauberweiher (Oberpfalz)** in der Wackersdorfer Gegend, Kohleabbau von 1845 Tagebau (Tiefbau ab 1807)
- Sept. 1982 Schließung der Bayerischen Braunkohlen-Industrie Schwandorf (BBI) nach Erschöpfung des Vorkommens
- Wasserfüllung des Restloches begann 1979 mit Beendigung der Füllung des Edlmannsees, Endwasserstand wurde 1989 erreicht

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+369	maximale Länge	[m]	
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	18,6	maximale Breite	[m]	
Seefläche	[ha]	93	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	44	Tiefengradient	[-]	
mittlere Tiefe	[m]	20	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	9,4
theoret. Epi-Tiefe	[m]		Wasser-EZG	[km ²]	
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

in südöstlicher Richtung schließt sich See dem Brückensee an (über schmale Verbindung, einem 100 m breiten Damm mit 5 m Wasserspiegelunterschied), am Westufer Steilkanten größtenteils belassen, Eisen-ausfällungen im Uferbereich

Hydrologie und Schichtung

aus Grundwasser gespeister See liegt durch Auswaschung im sauren Bereich, dimiktisch, stabile Sommerschichtung

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und Sichttiefe im Sommer bis 6 m, aufgrund der Acidität ist eine Trophieklassifikation nach LAWA nicht möglich

Trophische und säurerrelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	3,7	TIC	[mg/l]	
K _{B4,3} – Wert	[mmol/l]	1,2	TOC	[mg/l]	1,8
Eisen (II)	[mg/l]	0,9	Gesamtstickstoff*	[µg/l]	720
Calcium	[mg/l]		Gesamtphosphor*	[µg/l]	<10
Sulfat	[mg/l]	160	Chlorophyll a*	[µg/l]	1,4
Leitfähigkeit	[µS/cm]	420	Sichttiefe*	[m]	11

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus den Jahren 2005, 2009, 2014; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel

Physikalisch-chemische Kenngrößen

im sauren Bereich, Gesamtphosphor-Konzentration lag bei Frühjahrszirkulation unter 10 µg/l, limitierende Bedingungen für Phytoplankton

Qualitäts- komponenten- spezifischer Seetyp nach LAWA

LAWA-Seetyp: **7** = geschichteter calciumreicher Mittelgebirgssee mit relativ kleinem EZG

Phytoplankton-See-Sub-Typ: **PP 7s**

Makrophyten-Seetyp: **MTS 9**

Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: **DS s**

Phytoplankton- Gemeinschaft

Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel):

PP: 0,7 mm³/l (2014)

Auswahl charakteristischer Taxa:

Peridinium spp., *Chlamydomonas*

Häufige und dominante Begleiter:

Gloeotila pelagica (Stichococcus pelagicus)

Makrophyten- Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:

Nadel-Sumpfbirse (*Eleocharis acicularis*), Zwiebel-Birse (*Juncus bulbosus*), Spieß-Torfmoos (*Sphagnum cuspidatum*)

Untere Makrophytengrenze:

Die mittlere untere Vegetationsgrenze lag im Jahr 2014 bei 14,5 m; dies entspricht dem Wert oligotropher Seen

benthische Diatomeen- Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:

Eunotia exigua var. exigua, *Eunotia nymanniana* Lectotypus

Häufige und dominante Begleiter:

Pinnularia subcapitata var. subcapitata, *Pinnularia sinistra*, *Pinnularia acidophila*, *Navicula mediocris*

Bewertung des ökologischen Potenzials¹

Phytoplanktonbewertung 2014: „mäßig“ aufgrund wenig vorhandener Arten (Bewertung nach Leßmann & Nixdorf (2009))

Phyto-See-Index: 3

Makrophyten und Phytobenthos 2005: „unbefriedigend“, wenige Arten wegen saurer Eigenschaften des Sees

ökologisches Potenzial: Bewertung unsicher (2. Bewirtschaftungsplan 2015), Bewertungsverfahren befindet sich in der Fortschreibung

¹ der Murner See ist im 2. Bewirtschaftungsplan kein Wasserkörper im Sinne der EG-WRRL, das ermittelte ökologische Potenzial wird nicht als offizielle Bewertung gemäß EG-WRRL von Bayern gemeldet

Naturschutzfachliche Bedeutung

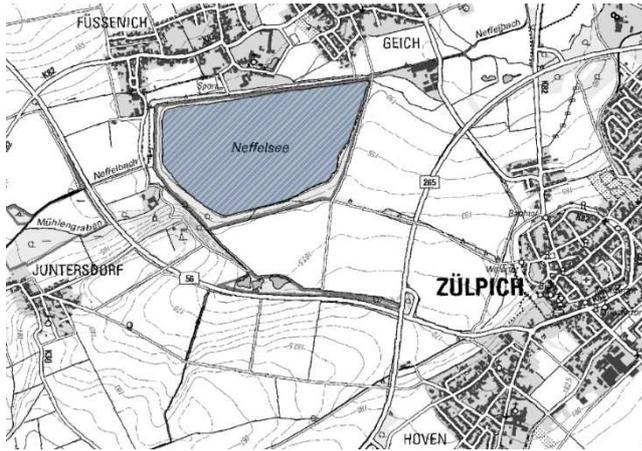
kaum mit Pflanzen oder Tieren besiedelt, da pH-Wert des aus Grundwasser bestehenden Sees durch Auswaschung im sauren Bereich liegt; angrenzendes Naturschutzgebiet Charlottenhofer Weihergebiet

Nutzung

Naherholung, Wassersport (Surfen, Segeln, Tauchen, Tretbootfahren)

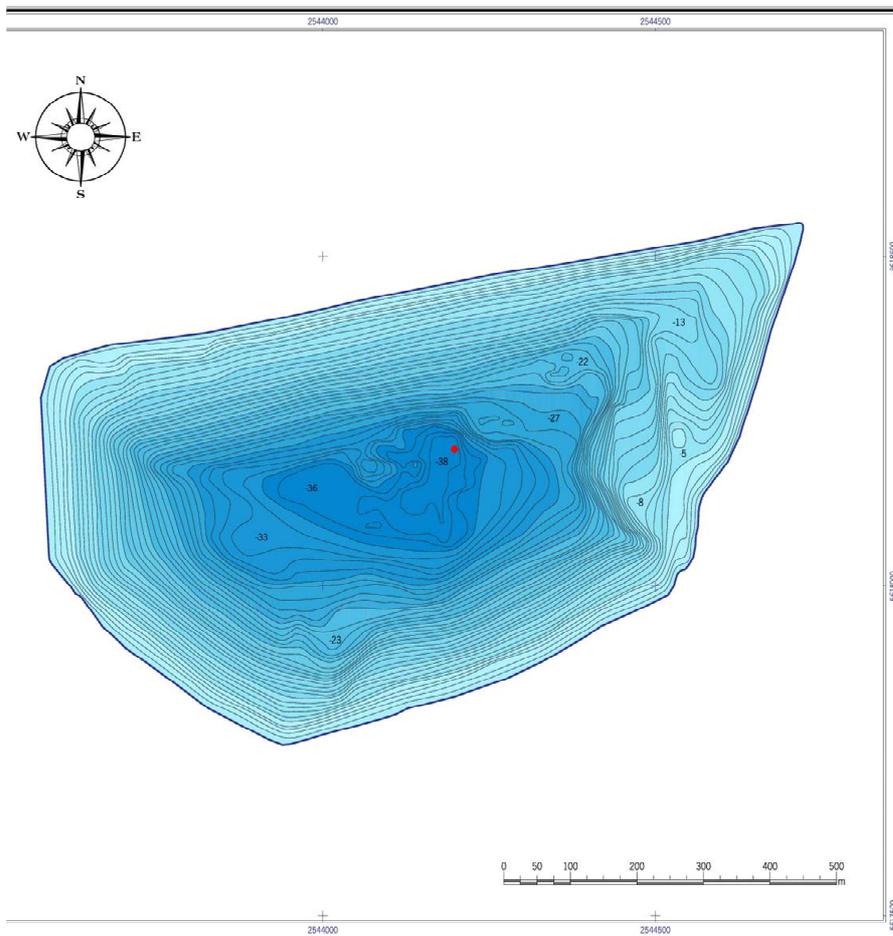
**Zustand nach
EG-Badegewässer-
Richtlinie** ausgezeichnet

Stand der Bearbeitung 18.04.2016



Quelle: © Geobasis NRW, © GeoBasis-DE / BKG 2013 (verändert)

Foto: Neffelsee (K. van de Weyer, lanaplan)



Ansicht aus Richtung Südwest mit 5-facher Überhöhung

Hydrographische Vermessung Neffelsee (27 46 31 - 1)

Auftraggeber:
Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen,
Wälneyer Str. 6, 46133 Essen

Zeichenerklärung:

Tiefe unter Seespiegel in [m]	Tiefster Punkt
0 - 5	• Max. Tiefe 38,5 m
5 - 10	— Uferlinie
10 - 15	— Iso bathen
15 - 20	— Intervall 1 m
20 - 25	
25 - 30	
30 - 35	
ab 35	

Morphometrische Angaben zum Gewässer:
Gewässerfläche: 59,2 ha
Gewässervolumen: 10,11 Mio. m³
Koordinaten der maximalen Tiefe: RW: 2544197,89
HW: 5618206,96

Technische Daten der Vermessung:
- Tag der Vermessung: 12.12.2002
- Ermittlung der Lagekoordinaten mittels Differential-GPS, System Trimble
- Ermittlung der Wassertiefe mittels Echolot Fa. Simrad

Geodätische Grundlagen:
- Potsdam Datum, Bezugsfläche: Dessel-Ellipsoid, Zentralpunkt
Rauenberg, Gauß-Krüger-Abbildung
- Maßstab: 1:5.000

Vermessung und Auswertung:
Institut für angewandte
Gewässerökologie GmbH
Schalkendorfer Str. 2a, 46854 Boddiner See,
Tel.: (03 32 03) 710-0
Telefax: (03 32 03) 621 61
E-Mail: info@institute-gewoeko.de

Grafische Auswertung und Kartenerstellung
TAUBER
Tauber Explosive Management GmbH und Co. KG
Rechenstraße 30, 66331 Völklingen,
Telefon: (06 1 91) 698 811, Telefax: (06 1 91) 893 163
E-Mail: tauber-weitens@gt-online.de

Lage und Geschichte

- ca. 1 km nordwestlich von Zülpich im Kreis Euskirchen (Nordrhein-Westfalen)
- Braunkohlentagebau **Zülpich Mitte (Rheinisches Revier)**
- von 1952-1969 Kohleabbau, Flutung des Restloches begann 1971
- unter Schutz gestelltes „NSG Neffelsee“ (EU-010) seit 1979

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+148	maximale Länge	[m]	1241
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	10,1	maximale Breite	[m]	659
Seefläche	[ha]	59,2	Uferentwicklung		1,15
maximale Tiefe	[m]	38,5	Tiefengradient	[-]	6,72
mittlere Tiefe	[m]	17,1	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	
theoret. Epi-Tiefe	[m]	5,7	Wasser-EZG	[km ²]	
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

Gerade Uferlinien, See ist von 5-30 m breiten, teils flachen bis mehrere Meter hohen Böschung von ca. 20° Neigung umgeben, Uferbefestigung teilweise aus Beton sonst im süd-südwestlichen Bereich flache Ufer mit adventiven Schilfbeständen; Umfeld landwirtschaftlich genutzt

Hydrologie und Schichtung

Seit 1993 Hochwasserentlastungsbecken, Vollzirkulation im Frühjahr und Herbst durch Hauptausdehnung in Ost-West-Richtung begünstigt, während Stagnationsphasen großes Hypolimnion

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und mittlere Sichttiefe von 5 m ergeben LAWA-Trophie-Index von 1,5, oligotrophe Trophieklasse, sehr gute Wasserqualität (2013)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	7,4-8,8	TIC	[mg/l]	
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	2,1	TOC	[mg/l]	5,3
Eisen (II)	[mg/l]	0,03	Gesamtstickstoff*	[µg/l]	546
Calcium	[mg/l]	52	Gesamtphosphor*	[µg/l]	16
Sulfat	[mg/l]	140	Chlorophyll a*	[µg/l]	3,0
Leitfähigkeit	[µS/cm]	620	Sichttiefe*	[m]	4,9

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2009; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel, für den pH-Wert sind Spannbreiten angegeben

Physikalisch-chemische Kenngrößen

im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert, Nitrat-, Ammonium- und Nitrit-Konzentrationen sehr niedrig

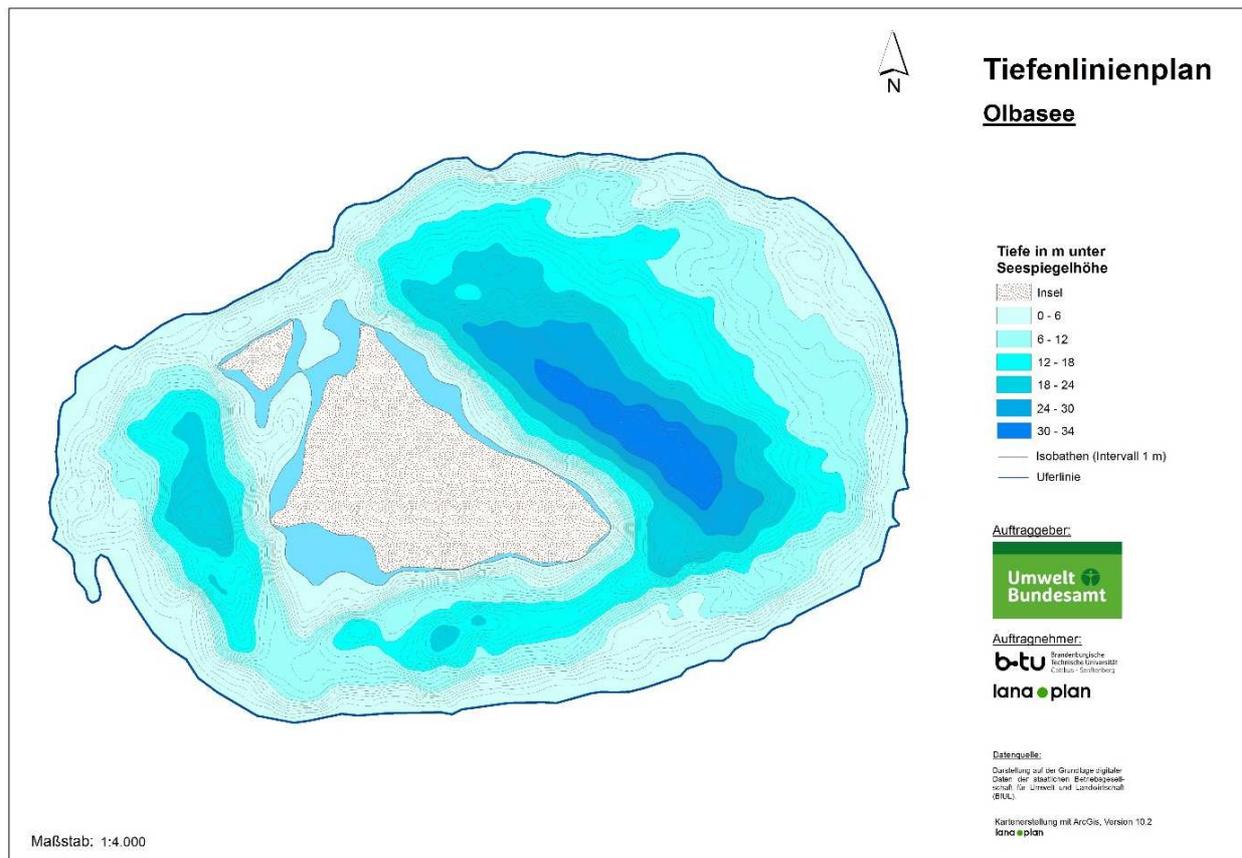
Qualitätskomponentenspezifischer Seetyp nach LAWA	LAWA-Seetyp: 13 = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet Phytoplankton-See-Sub-Typ: PP 13k Makrophyten-Seetyp: TKg
Phytoplankton-Gemeinschaft	Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel): PP: 0,40 mm ³ /l (2009) Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Rhodomonas sp.</i> , <i>Gymnodinium sp.</i> Häufige und dominante Begleiter: <i>Cryptomonas spp.</i>
Makrophyten-Gemeinschaft	Auswahl charakteristischer Taxa: Gemeines Hornblatt (<i>Ceratophyllum demersum</i>), Gegensätzliche Armleuchteralge (<i>Chara contraria</i>), Ähren-Tausendblatt (<i>Myriophyllum spicatum</i>), Kamm-Laichkraut (<i>Potamogeton pectinatus</i>), Stern-Armleuchteralge (<i>Nitellopsis obtusa</i>) Untere Makrophytengrenze: Die mittlere untere Vegetationsgrenze lag 2014 bei 10 m; dies entspricht dem Wert oligotropher Seen
benthische Diatomeen-Gemeinschaft	Keine Daten
Bewertung des ökologischen Potenzials	Phytoplanktonbewertung 2009: „gut und besser“ Phyto-See-Index: 0,7 Makrophyten und Phytobenthos 2010: „gut und besser“ (LUA-NRW-Verfahren) ökologisches Potenzial: „gut und besser“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)
Naturschutzfachliche Bedeutung	73 ha großes Naturschutzgebiet, FFH-Gebiet: Lebensraumtyp 3140 (Nährstoffärmere kalkhaltige Stillgewässer), Lebensraum für nach der Roten Liste in NRW gefährdete, bedrohte und seltene Tier- und Pflanzenarten, insbesondere Wasservögel, Limikolen, Amphibien, Libellen, Flussregenpfeifer (<i>Charadrius dubius</i>) Rote Liste 3, Kreuzkröte (<i>Bufo calamita</i>) Rote Liste 3; regional bedeutsames Rastgebiet und Lebensraum für Wasservögel und Watvögel
Nutzung	Hochwasserschutz
Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie	Kein EG-Badegewässer, Baden verboten

Stand der Bearbeitung 18.04.2016



Quelle: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Foto: Olbasee (K. van de Weyer, lanaplan)



Lage und Geschichte

- ca. 20 km nordöstlich von Bautzen in Sachsen, in der Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft
- **Zeche „Graf zur Lippe“ (Lausitzer Revier)**, ab 1865 im Tief- und Tagebau
- Anfang 20. Jhd Aufschluss des Radisch-Feldes nördlich der heutigen Insel, südlich davon bis ca. 70 m unter Tage abgeteuft
- Ende der Förderung am 3.10.1927 vermutlich durch Brandstiftung
- bereits 1932 erreichte See seinen heutigen Wasserspiegel mit Flächendenkmal geschützter Insel „Radisch“, 1930er Jahren Einebnungs- und Rekultivierungsarbeiten

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+142	maximale Länge	[m]	940
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	6,1	maximale Breite	[m]	750
Seefläche	[ha]	56,0	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	30,4	Tiefengradient	[-]	6,21
mittlere Tiefe	[m]	10,9	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	
theoret. Epi-Tiefe	[m]	5,54	Wasser-EZG	[km ²]	
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

ovale Form, Ufer als Flachufer gestaltet mit sandigen Badestellen

Hydrologie und Schichtung

südwestlich schließen sich Teichflächen an, 30 % diffuse Ableitungen von landwirtschaftlich genutzten Flächen, Grundwasserzustrom, keine Wasserspiegelschwankungen

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: geringe Biomasse des Phytoplanktons und Sichttiefe im Sommer bis 5,5 m (2014), Trophieklassifikation nach LAWA nicht möglich

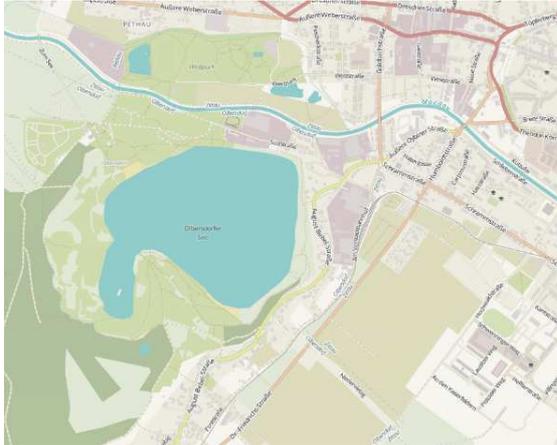
Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	4,2	TIC	[mg/l]	<0,5
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]		TOC	[mg/l]	<1,0
Eisen (II)	[mg/l]	51	Gesamtstickstoff*	[µg/l]	2500
Calcium	[mg/l]	47	Gesamtphosphor*	[µg/l]	ca. 10
Sulfat	[mg/l]	190	Chlorophyll a*	[µg/l]	1,9
Leitfähigkeit	[µS/cm]	460	Sichttiefe*	[m]	3,9

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus den Jahren 2011 und 2013; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel

Physikalisch-chemische Kenngrößen	geringe Säurebindungskapazität, im sauren Bereich gepuffert
Qualitäts-komponenten-spezifischer Seetyp nach LAWA	LAWA-Seetyp: 13 = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet; saurer See mit beginnender Neutralisation Phytoplankton-See-Sub-Typ: PP 13s (Modul für saure Seen)
Phytoplankton-Gemeinschaft	Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel): PP: 0,72 mm ³ /l (2011) Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Cryptomonas marssonii</i> , <i>Gymnodinium</i> , <i>Koliella</i> Häufige und dominante Begleiter: <i>Scourfieldia cordiformis</i> , <i>Stichococcus</i> , <i>Amphidinium elenkinii</i>
Makrophyten und benthische Diatomeen-Gemeinschaft	Keine Daten
Bewertung des ökologischen Potenzials	Phytoplanktonbewertung 2009: „gut und besser“ (Bewertung nach Leßmann & Nixdorf (2009)) Phyto-See-Index: 1,86; Shannon-Index: 2,77; Evenness: 0,74 Makrophyten und Phytobenthos: keine Bewertung wegen saurer Eigenschaften des Sees Umweltqualitätsnormen für flussgebietspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Potenzials nach OGewV (2011), Anlage 5 überschritten ökologisches Potenzial: „mäßig“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)
Bewertung des chemischen Zustandes	„nicht gut“ nach OGewV (2011), Anlage 7 aufgrund einer Überschreitung der Umweltqualitätsnorm (UQN) für Tributylzinnverbindungen, Quecksilber und Quecksilberverbindungen (2. Bewirtschaftungsplan 2015)
Naturschutzfachliche Bedeutung	10 ha große als Flächendenkmal geschützte Insel „Radisch“ mit altem verfallenem Burgwall, wegen Setzungsgefahren nicht zu betreten, SPA: DE 4552 – 451 Biosphärenreservat Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft
Nutzung	Ab 1950er Jahre entwickelte sich touristische Nutzung, seit 1962 zum Erholungsgebiet erklärt, Wassersport (Surfen, Segeln, Tauchen) und Baden, Naturcampingplatz Olbasee und Campingplatz Wartha

**Zustand nach
EG-Badegewässer-
Richtlinie** ausgezeichnet (2012)

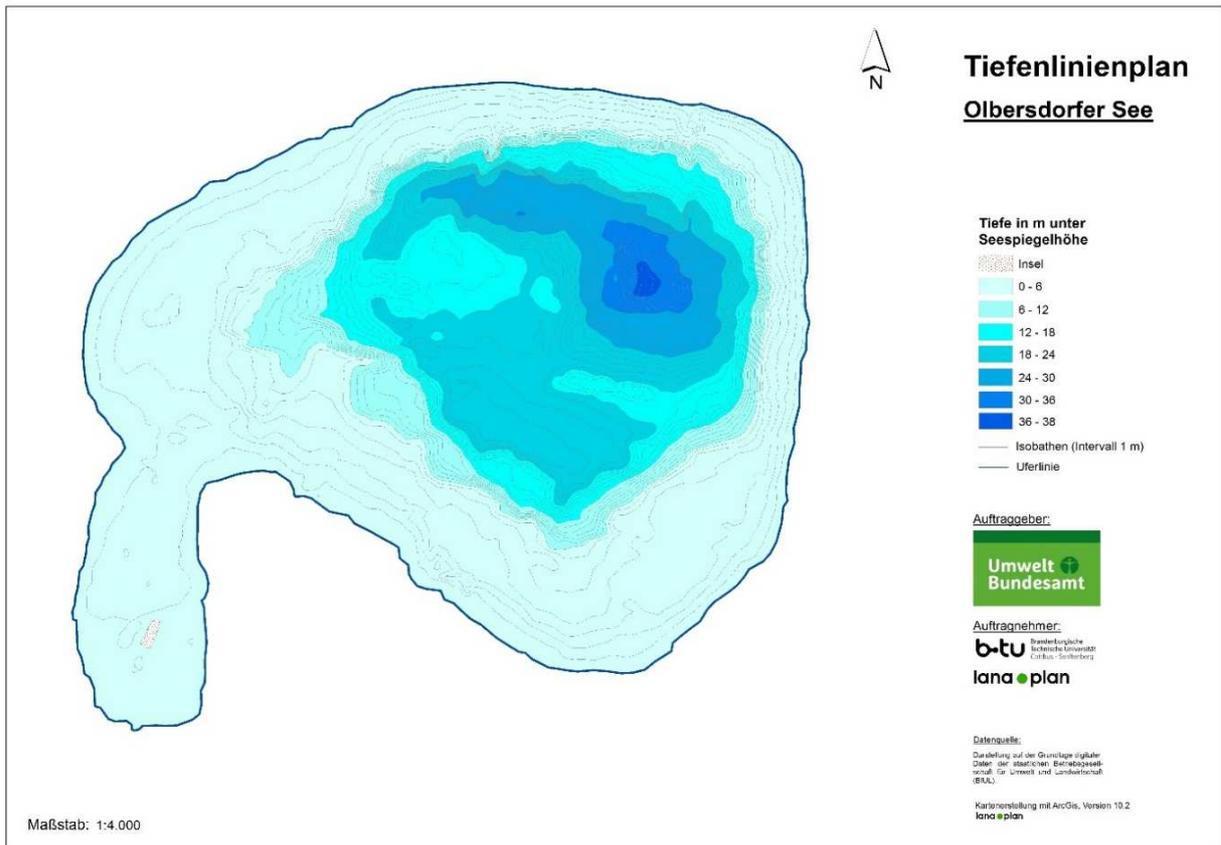
Stand der Bearbeitung 18.04.2016



Quelle: © OpenStreetMap-Mitwirkende



Foto: Olbersdorfer See (K. van de Weyer, lanaplan)



Lage und Geschichte

- in Olbersdorf, in der östlichen Oberlausitz in Sachsen
- Braunkohletagebau **Olbersdorf (Lausitzer Revier)**, von 1812 bis 1912 im Tiefbau Kohle abgebaut, ab 1908 im Tagebaubetrieb
- 1938 Grube stillgelegt und 1947 wieder in Betrieb genommen
- 01.03.1990 endgültige Stilllegung, drei Jahre später Böschungssanierungen begonnen
- Flutung durch Grundwasseranstieg (Pumpen zur Entwässerung abgestellt) und zusätzlich Wasser aus Grundbach, seit 31.03.1996 Endwasserstand erreicht
- 1999 Renaturierung im Zuge der Landesgartenschau

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+233	maximale Länge	[m]	1105
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	6	maximale Breite	[m]	852
Seefläche	[ha]	61	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	39,2	Tiefengradient	[-]	
mittlere Tiefe	[m]	9,5	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	
theoret. Epi-Tiefe	[m]	4	Wasser-EZG	[km ²]	
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

Rundlich-dreieckige Form mit südwestlichem Arm in dem sich kleine Insel für Vögel befindet, Ufer als Flachufer gestaltet mit Uferzonen, Böschungen wurden abgeflacht

Hydrologie und Schichtung

Zufluss aus dem Grundbach über Seitenarm, Ausfluss in die Mandau, Grundwasserzustrom mit Richtung von Südwesten nach Nordosten, stabile Sommerschichtung

Limnologische Klassifikation

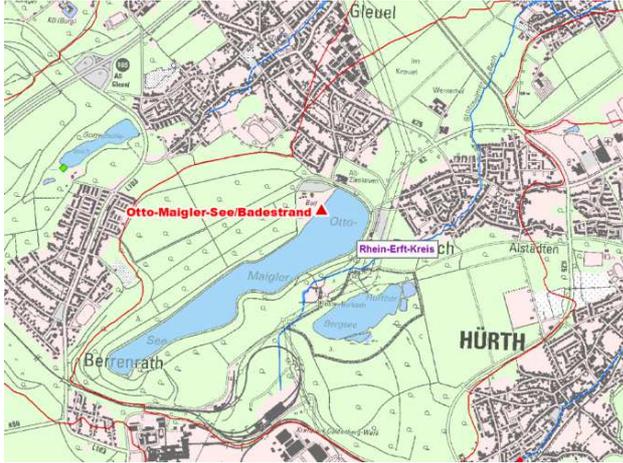
Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und Sichttiefe im Sommer bis 6 m ergeben LAWA-Trophie-Index von 0,90 und oligotrophe Trophieklasse (2010)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	7,3	TIC	[mg/l]	7,8
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	0,8	TOC	[mg/l]	4,5
Eisen (II)	[mg/l]	220 ¹	Gesamtstickstoff*	[µg/l]	1500
Calcium	[mg/l]	80	Gesamtphosphor*	[µg/l]	<10
Sulfat	[mg/l]	260	Chlorophyll a*	[µg/l]	1,5
Leitfähigkeit	[µS/cm]	630	Sichttiefe*	[m]	5,1

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2010; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel, ¹ über Grund (Maximalwert 2014)

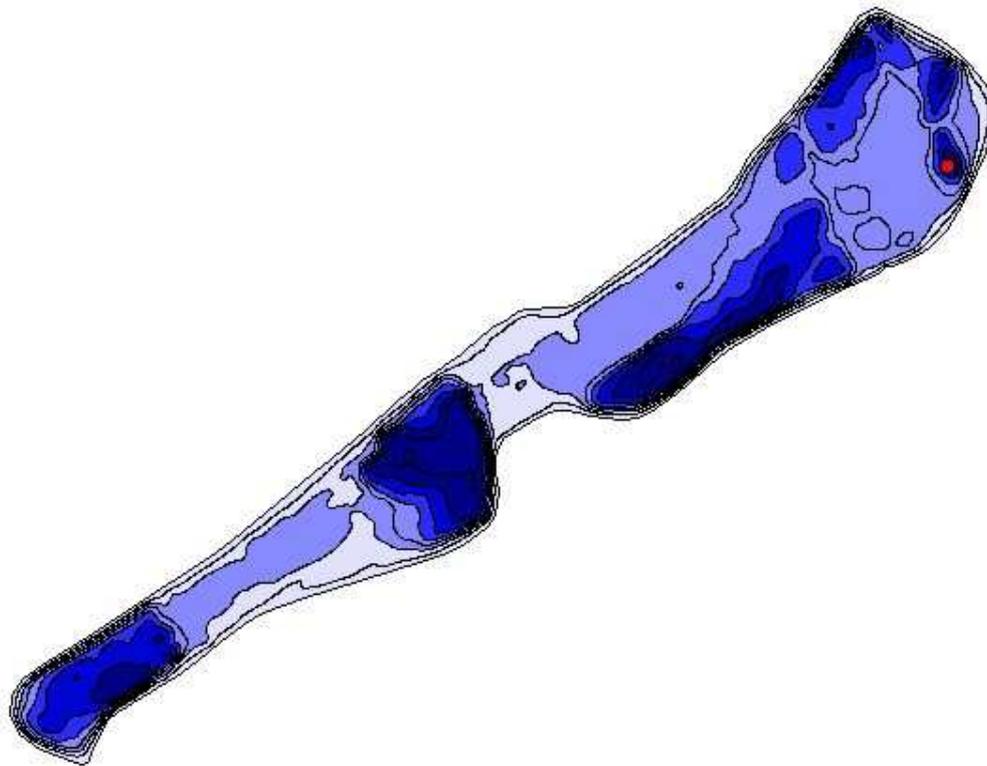
Physikalisch-chemische Kenngrößen	Relativ hohe Sulfatkonzentration und Leitfähigkeit, geringe Säurebindungskapazität, im neutralen Bereich gepuffert, Gesamtphosphor-Konzentration lag bei Frühjahrszirkulation unter 10 µg/l, limitierende Bedingungen für Phytoplankton
Qualitäts-komponenten-spezifischer Seetyp nach LAWA	<p>LAWA-Seetyp: 5 = geschichteter, calciumreicher Mittelgebirgssee mit relativ großem Einzugsgebiet</p> <p>Phytoplankton-See-Sub-Typ: PP 5</p> <p>Makrophyten-Seetyp: MKg 5</p> <p>Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: DS 5</p>
Phytoplankton-Gemeinschaft	<p>Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel): PP: 0,79 mm³/l (2010)</p> <p>Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Chrysochromulina parva</i>, <i>Cryptomonas ovata/erosa</i>, <i>Dinobryon divergens</i></p> <p>Häufige und dominante Begleiter: <i>Cyclotella sp.</i>, <i>Merismopedia sp.</i>, <i>Rhodomonas lacustris var. nannoplanctica</i>, <i>Volvocales</i></p>
Makrophyten-Gemeinschaft	<p>Auswahl charakteristischer Taxa: Gegensätzliche Armleuchteralge (<i>Chara contraria</i>), Zerbrechliche Armleuchteralge (<i>Chara globularis</i>), Feine Armleuchteralge (<i>Chara virgata</i>), Ähren-Tausendblatt (<i>Myriophyllum spicatum</i>), Zwerg-Laichkraut (<i>Potamogeton pusillus</i>)</p> <p>Untere Makrophytengrenze: mittlere untere Vegetationsgrenze (2015) bei 4 m; dies entspricht dem Wert eutropher Seen</p>
benthische Diatomeen-Gemeinschaft	<p>Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Achnantheidium minutissimum var. minutissimum</i></p> <p>Häufige und dominante Begleiter: <i>Encyonopsis sp.</i>, <i>Fragilaria brevistriata var. brevistriata</i></p>
Bewertung des ökologischen Potenzials	<p>Phytoplanktonbewertung 2010: „gut und besser“ Phyto-See-Index: 1,54 Makrophyten und Phytobenthos 2010: „gut und besser“ Umweltqualitätsnormen für flussgebietspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Potenzials nach OGewV (2011), Anlage 5 überschritten ökologisches Potenzial: „mäßig“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)</p>

Bewertung des chemischen Zustandes	„nicht gut“ nach OGewV (2011), Anlage 7 aufgrund einer Überschreitung der Umweltqualitätsnorm (UQN) für Quecksilber und Quecksilberverbindungen (2. Bewirtschaftungsplan 2015)
Naturschutzfachliche Bedeutung	gehört zum Naturpark „Zittauer Gebirge“, in den 90er Jahren angelegter ca. 15 km langer Lehrpfad „Auf den Spuren des Bergbaus“
Nutzung	Wasserversorgung, Hochwasserschutz, Naherholung, Wassersport (Surfen, Segeln), Baden, sächsische Landesgartenschau 1999 „Landschaft nach dem Bergbau“ mit verschiedenen Themengärten, Lindenallee und Rasenpaterre
Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie	ausgezeichnet
Stand der Bearbeitung	18.04.2016



Quelle: Badegewässerprofil 2015, StädteRegion Aachen, Gesundheitsamt Aachen (verändert)

Foto: Otto-Maigler-See (K. van de Weyer, lanaplan)



Lage und Geschichte

- östlich von Berrenrath und südlich von Gleuel (Nordrhein-Westfalen)
- Braunkohlentagebau **Grube Vereinigte Ville (Rheinisches Revier)**, Beginn des Kohleabbaus um 1901
- Tagebausee existiert in seiner Form seit ca. 1977
- Flächen um den See als LSG nach 1984 ausgewiesen

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+89	maximale Länge	[m]	1535
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	1,65	maximale Breite	[m]	275
Seefläche	[ha]	50,6	Uferentwicklung		2,01
maximale Tiefe	[m]	8,2	Tiefengradient	[-]	1,45
mittlere Tiefe	[m]	3,26	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	
theoret. Epi-Tiefe	[m]	5,6	Wasser-EZG	[km ²]	
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	poly

Gewässerform, Ufer und Umfeld

langgestreckte Form des Sees führt zu ausgeprägter Verzahnung von Wasser und Land

Hydrologie und Schichtung

Grundwassergespeist, Zufluss über Graben aus nordwestlichem Einzugsgebiet, Abfluss des Sees über Stotzheimer Bach, Seebeckengestalt ermöglicht thermische Schichtungen im Jahresverlauf, während Sommerstagnation starke Sauerstoffzehrung über Grund

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), relativ geringe Biomasse des Phytoplanktons und mittlere Sichttiefe von 2,5 m ergeben LAWA-Trophie-Index 1,6, mesotrophe Trophieklasse (2012)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	7,0-8,8	TIC	[mg/l]	
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	2,5	TOC	[mg/l]	10,7
Eisen (II)	[mg/l]	0,05	Gesamtstickstoff*	[µg/l]	854
Calcium	[mg/l]	55	Gesamtphosphor*	[µg/l]	41
Sulfat	[mg/l]	80	Chlorophyll a*	[µg/l]	3,4
Leitfähigkeit	[µS/cm]	560	Sichttiefe*	[m]	2,5

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2012; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel, für den pH-Wert sind Spannbreiten angegeben

Physikalisch-chemische Kenngrößen

geringe Sulfat- und Calciumkonzentrationen des Wassers, im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert, Nitrat-, Ammonium- und Nitrit-Konzentrationen sehr niedrig, Gesamtphosphor-Konzentration lag bei Frühjahrszirkulation bei 60 µg/l, gute Bedingungen für Phytoplankton

Sauerstoff: Konzentration im oberflächennahen Bereich knapp über 10 mg/l, über Grund sank die Sauerstoffkonzentration auf 0,8 mg/l ab

Qualitätskomponentenspezifischer Seetyp nach LAWA

LAWA-Seetyp: **14** = ungeschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet

Phytoplankton-See-Sub-Typ: z.B. **PP 14k**

Makrophyten-Seetyp: **TKp**

Phytoplankton-Gemeinschaft

Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel):

PP: 1,65 mm³/l (2009)

Auswahl charakteristischer Taxa:

Ceratium hirundinella, *Gymnodinium* sp.

Häufige und dominante Begleiter:

Cryptomonas sp., *Trachelomonas* sp., *Asterionella formosa*, zentrale Diatomeen (5-25 µm)

Makrophyten-Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:

Gegensätzliche Armleuchteralge (*Chara contraria*), Schmalblättrige Wasserpest (*Elodea nuttallii*), Stern-Armlauch (*Nitellopsis obtusa*), Durchwachsenes Laichkraut (*Potamogeton perfoliatus*)

Untere Makrophytengrenze:

Die mittlere untere Vegetationsgrenze lag 2014 bei 4 m; dies entspricht dem Wert eutropher Seen



Potamogeton perfoliatus

(Foto: K. van de Weyer)

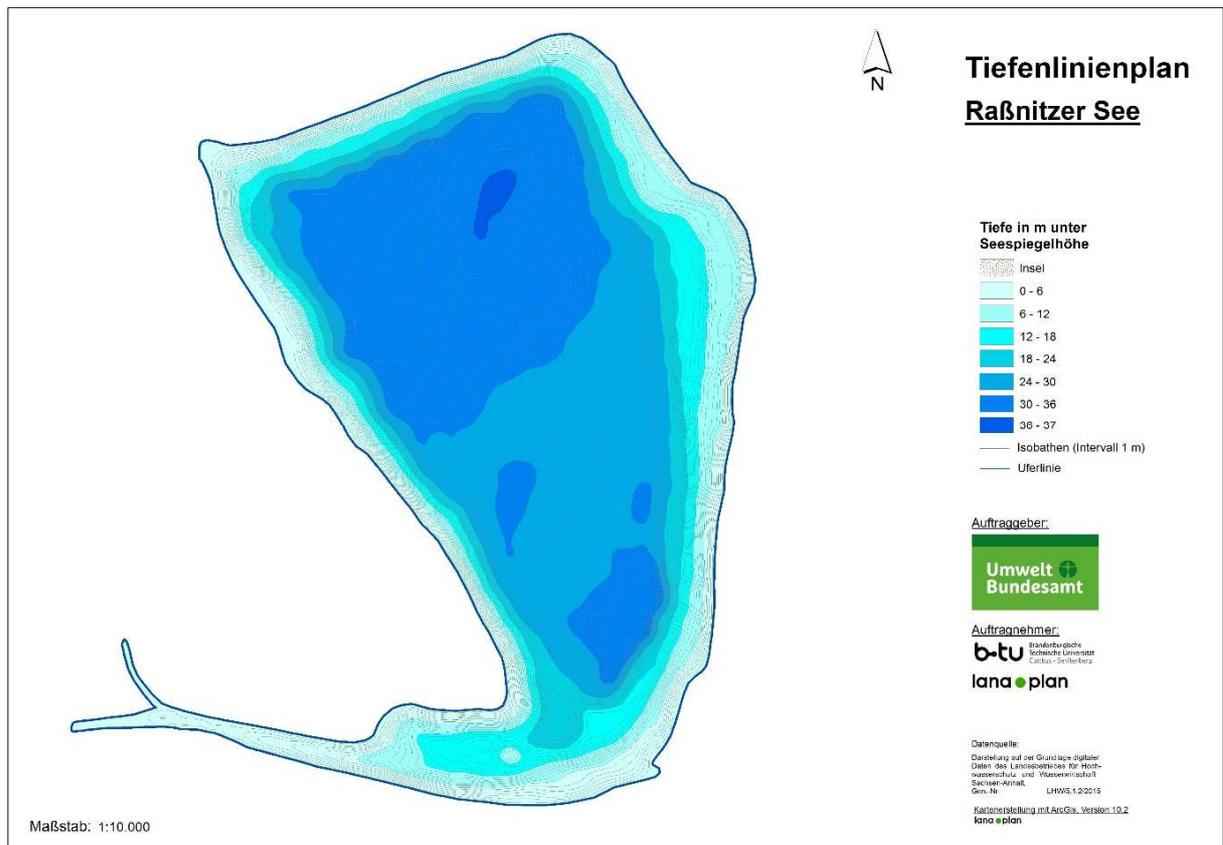
benthische Diatomeen-Gemeinschaft	Keine Daten
Bewertung des ökologischen Potenzials	Phytoplanktonbewertung 2009: „gut und besser“ Phyto-See-Index: 1,4 Makrophyten und Phytobenthos 2010: „gut und besser“ (LUA-NRW-Verfahren) ökologisches Potenzial: „gut und besser“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)
Naturschutzfachliche Bedeutung	FFH-Gebiet: Lebensraumtyp 3140 (Nährstoffärmere kalkhaltige Stillgewässer), nach 1984 zum Landschaftsschutzgebiet 2.2-9 „Stotzheimer Bach“ zugehörig
Nutzung	Wassersport, Baden, Angeln
Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie	Ausgezeichnet 2014 (seit 1989 EG-Badegewässer)
Stand der Bearbeitung	18.04.2016



Quelle: © OpenStreetMap-Mitwirkende



Foto: Raßnitzer See (K. van de Weyer, lanaplan)



Lage und Geschichte

- ca. 6 km nordöstlich von Merseburg innerhalb der sogenannten Salzkohlefelder Halle-Merseburg in Sachsen-Anhalt
- Braunkohlentagebau **Merseburg-Ost (Mitteldeutsches Revier)**, 1971 im westlichen Teil der Lagerstätte aufgeschlossen, Kohleförderung 1991 beendet
- Wasserfüllung des Restloches mit Wasser aus der Weißen Elster begann am 13.03.1998, um Bildung eines „Salzsees“ durch aufgehen des Grundwasser zu vermeiden, Wasserförderung wurde 2002 eingestellt
- noch unter Bergaufsicht, Eigentümer ist die LMBV, im Verfahren befindliche wasserrechtliche Planfeststellung

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+84,8	maximale Länge	[m]	2590
Seewasservolumen	[Mio. m³]	66,6	maximale Breite	[m]	1750
Seefläche	[ha]	295,3	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	38,8	Tiefengradient	[-]	5,38
mittlere Tiefe	[m]	22,5	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	122,9
theoret. Epi-Tiefe	[m]	7,22	Wasser-EZG	[km²]	11,04
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

räumlich vom Wallendorfer See durch die ehemalige Innenkippe von Merseburg-Ost getrennt, Wasserspiegelunterschied von ca. 3 m

Hydrologie und Schichtung

Füllung des Restloches erforderte neben bodenmechanischen Belangen eine Flutung aus der Weißen Elster mit Wassermenge von ca. 1 m³/s, Wasserstand durch Überlauf in Wallendorfer See geregelt, stabile Sommerschichtung

Limnologische Klassifikation

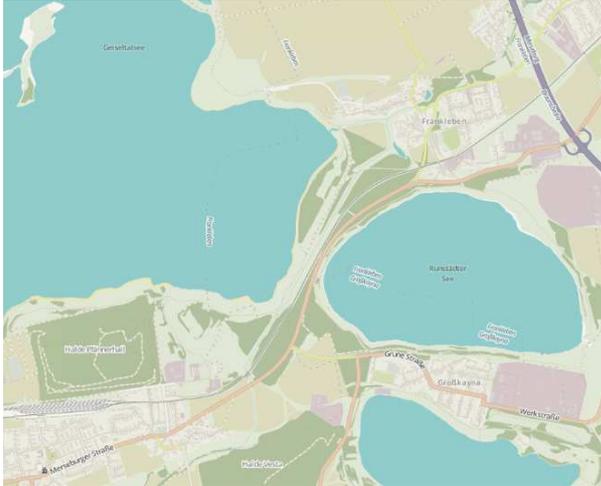
Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und Sichttiefe im Sommer bis 4 m ergeben LAWA-Trophie-Index von 0,86 und mesotrophe Trophieklasse (2014)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	8,1	TIC	[mg/l]	
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	0,9	TOC	[mg/l]	4,2
Eisen (II)	[mg/l]		Gesamtstickstoff*	[µg/l]	1380
Calcium	[mg/l]	18	Gesamtphosphor*	[µg/l]	<10
Sulfat	[mg/l]	830	Chlorophyll a*	[µg/l]	1,25
Leitfähigkeit	[µS/cm]	5090	Sichttiefe*	[m]	4,4

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2014; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel

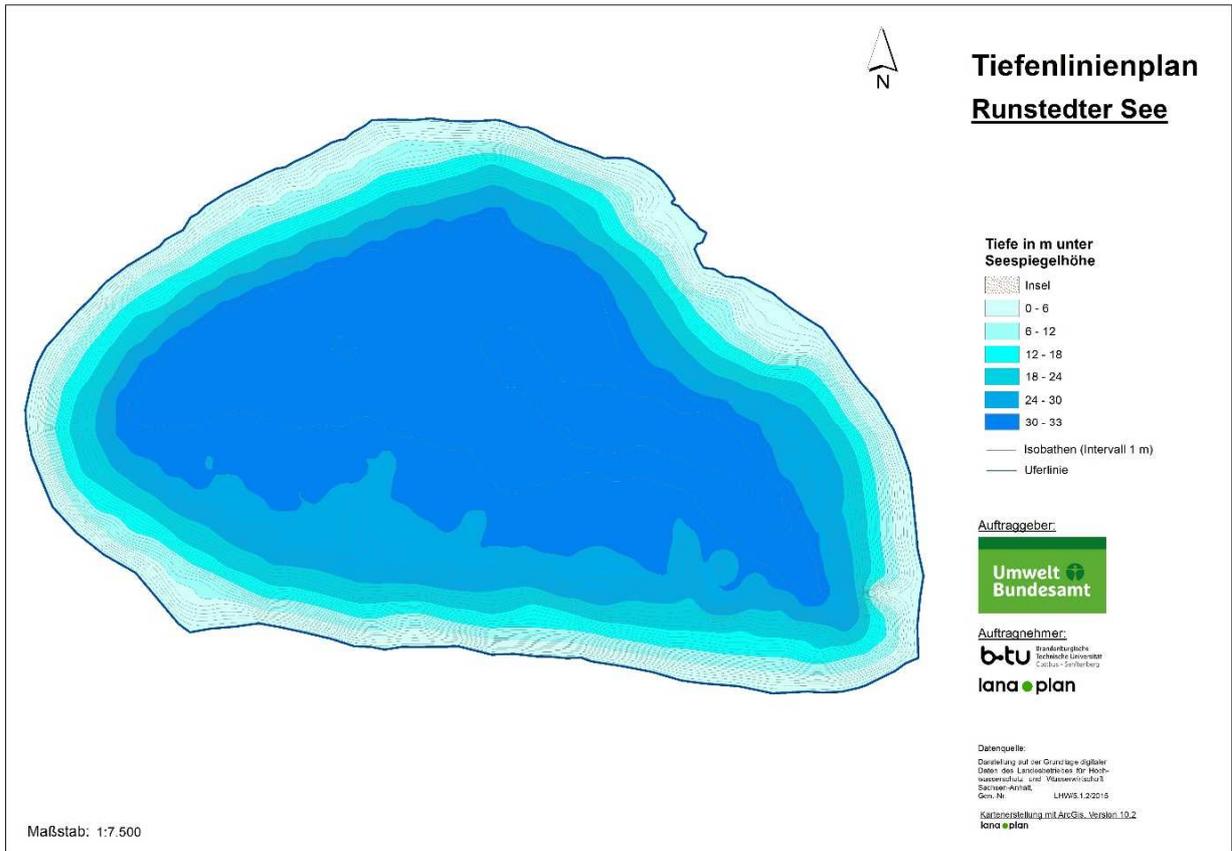
Physikalisch-chemische Kenngrößen	sehr hohe Sulfatkonzentration des Wassers, sehr hohe Leitfähigkeit aufgrund des Salzgehaltes, geringe Calciumkonzentration trägt zu geringer Säurebindungskapazität bei, im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert, Gesamtphosphor-Konzentration lag bei Frühjahrszirkulation bei 10 µg/l, limitierende Bedingungen für Phytoplankton
Qualitäts-komponenten-spezifischer Seetyp nach LAWA	LAWA-Seetyp: 13 = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet Phytoplankton-See-Sub-Typ: PP 13k Makrophyten-Seetyp: TKg 13 Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: z.B. DS 13
Phytoplankton-Gemeinschaft	Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel): PP: 0,34 mm ³ /l (2014) Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Chrysochromulina, Rhodomonas</i> Häufige und dominante Begleiter: <i>Chrysoflagellaten, Sphaerocystis, Oocystis lacustris, O. marssonii, Diatoma tenuis</i>
Makrophyten-Gemeinschaft	Auswahl charakteristischer Taxa: Ähren-Tausendblatt (<i>Myriophyllum spicatum</i>), Schilfrohr (<i>Phragmites australis</i>), Krauses Laichkraut (<i>Potamogeton crispus</i>), Kamm-Laichkraut (<i>Potamogeton pectinatus</i>), Zwerg-Laichkraut (<i>Potamogeton pusillus</i>), Sumpf-Teichfaden (<i>Zannichellia palustris</i>) Untere Makrophytengrenze: mittlere untere Vegetationsgrenze (2011) bei 5,2 m; dies entspricht dem Wert mesotropher Seen
benthische Diatomeen-Gemeinschaft	Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Achnantheidium minutissimum var. minutissimum</i> Häufige und dominante Begleiter: <i>Diatoma moniliformis ssp. moniliformis, Encyonopsis microcephala, Cocconeis placentula var. placentula, Achnanthes thermalis</i>
Bewertung des ökologischen Potenzials	Phytoplanktonbewertung 2014: „gut und besser“ Phyto-See-Index: 1,1 Makrophyten und Phytobenthos 2011: keine Bewertung, aufgrund des erhöhten Salzgehaltes ist der See mit dem PHYLIB-Verfahren (Version 2.6) nicht zu bewerten ökologisches Potenzial: „gut und besser“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)

Bewertung des chemischen Zustandes	„nicht gut“ nach OGewV (2011), Anlage 7 aufgrund einer Überschreitung der Umweltqualitätsnorm (UQN) für Nickel-gelöst (2. Bewirtschaftungsplan 2015), nicht in diese Bewertung einbezogen ist die bundesweit angenommene Überschreitung der Umweltqualitätsnorm für Quecksilber in Biota
Naturschutzfachliche Bedeutung	LSG Elster-Luppe-Aue, soll vorwiegend dem Naturschutz vorbehalten bleiben, Brutplatz sowie Rast- und Überwinterungsgebiet für zahlreiche Wasservogelarten; Allgemeinverfügung wird von Gemeinde Schkopau erarbeitet, Planfeststellungsverfahren des Landesverwaltungsamtes in Halle
Nutzung	ausschließliche Entwicklung eines Landschaftssees; Konzept zu sanftem Tourismus wird erarbeitet, Innenkippenflächen sollen in eine aue-typische Landschaft mit Landwirtschafts-, Forstwirtschafts, Wiesen- und Sukzessionsflächen umgewandelt werden
Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie	nicht gemeldet
Stand der Bearbeitung	18.04.2016



Quelle: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Foto: Runstedter See (K. van de Weyer, lanaplan)



Lage und Geschichte

- gehört zum Geiseltaler Seenkomplex zwischen Frankleben und Großkayna in Sachsen-Anhalt
- Braunkohlentagebau **Großkayna (Mitteldeutsches Revier)**
- Wasserfüllung des Restloches begann Mai 2001 mit Wasser aus der Saale und wurde 2003 abgeschlossen
- unterliegt noch dem Bergrecht, wasserrechtliche Planfeststellung wurde am 19.04.2001 abgeschlossen
- Eigentümer sind Tribulowski & Krüger seit Juli 2013
- aufgrund toxischer Altlasten kein zukünftiges Badegewässer (noch unter Bergaufsicht der LMBV)

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+96,5	maximale Länge	[m]	2300
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	53,55	maximale Breite	[m]	1350
Seefläche	[ha]	229,1	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	33,5	Tiefengradient	[-]	4,87
mittlere Tiefe	[m]	23,37	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	154,4
theoret. Epi-Tiefe	[m]	6,88	Wasser-EZG	[km ²]	
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

See ist 3,1 km lang und 2,4 km breit mit Uferlänge von 6,1 km, ovale Abbauhohlform mit relativ steil abfallendem Ufer, Damm zum Geiseltalsee aus ehemaligen Kippenmaterial

Hydrologie und Schichtung

keine Gewässereinbindung, Fremdfutung durch Saale-Wasser, drei Tiefenwasserbelüftungsanlagen im Einsatz zur Verbesserung der Wasserqualität, um aeroben mikrobiellen Abbau von Ammoniumfrachten aus Altlasten zu gewährleisten

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration an der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und Sichttiefe im Sommer bis 4 m ergeben LAWA-Trophie-Index von 1,39 und oligotrophe Trophieklasse (2014)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	8,4	TIC	[mg/l]	
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	1,9	TOC	[mg/l]	5,2
Eisen (II)	[mg/l]		Gesamtstickstoff*	[µg/l]	880
Calcium	[mg/l]	38	Gesamtphosphor*	[µg/l]	10
Sulfat	[mg/l]	390	Chlorophyll a*	[µg/l]	2,3
Leitfähigkeit	[µS/cm]	1500	Sichttiefe*	[m]	3,9

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2014; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel

Physikalisch-chemische Kenngrößen

hohe Sulfatkonzentration des Wassers, relativ hohe Leitfähigkeit, im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert, pH-Wert geringfügig jahreszeitliche Schwankungen, Gesamtphosphor-Konzentration lag bei Frühjahrszirkulation bei 10 µg/l, limitierende Bedingungen für Phytoplankton

Qualitätskomponentenspezifischer Seetyp nach LAWA

LAWA-Seetyp: **7** = geschichteter, calciumreicher Mittelgebirgssee mit relativ kleinen Einzugsgebiet

Phytoplankton-See-Sub-Typ: **PP 13k**

Makrophyten-Seetyp: **Mkg 7**

Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: **DS 7**

Phytoplankton-Gemeinschaft**Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel):**

PP: 0,60 mm³/l (2014)

Auswahl charakteristischer Taxa:

Rhodomonas lacustris var. *nannoplanctica*, Centrales der Gattung *Cyclotella*, Zentrale Diatomeen <5 µm

Häufige und dominante Begleiter:

Chrysoflagellaten, *Fragilaria tenera*, *Cryptomonas*, *Planktothrix agardhii*, *P. rubescens*

Makrophyten-Gemeinschaft**Auswahl charakteristischer Taxa:**

Gegensätzliche Armelechteralge (*Chara contraria*), Zerbrechliche Armelechteralge (*Chara globularis*), Dunkle Glanzlechteralge (*Nitella opaca*), Schilfrohr (*Phragmites australis*) Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*);

sieben Characeen-Arten nachgewiesen (Korsch 2013)

Untere Makrophytengrenze:

mittlere untere Vegetationsgrenze (2014) bei 10,5 m; dies entspricht dem Wert oligotropher Seen



Riesige Characeen-Unterwasserrasen
(Foto: K. van de Weyer)

benthische Diatomeen- Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:

Achnantheidium minutissimum var. *minutissimum*

Häufige und dominante Begleiter:

Amphora pediculus, *Cymbella microcephala*, *Cocconeis placentula* var. *lineata*

Bewertung des ökologischen Potenzials

Phytoplanktonbewertung 2014: „gut und besser“

Phyto-See-Index: 1,2

Makrophyten und Phytobenthos 2014: „gut und besser“

ökologisches Potenzial: „gut und besser“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)

Bewertung des chemischen Zustandes

„gut“ nach OGewV (2011), Anlage 7 (2. Bewirtschaftungsplan 2015), nicht in diese Bewertung einbezogen ist die bundesweit angenommene Überschreitung der Umweltqualitätsnorm für Quecksilber in Biota

Naturschutzfachliche Bedeutung

NSG und SPA: „Bergbaufolgelandschaft Kayna-Süd“, Vorbehaltsgebiet für Aufbau eines ökologischen Verbund-Systems

Nutzung

reiner Landschaftssee mit Naturraumentwicklung, Naherholung, seit 2010 Fahrgastschiffahrt mit öffentlichen Fahrten, 7 km langer Radwanderweg

Zustand nach EG-Badegewässer- Richtlinie

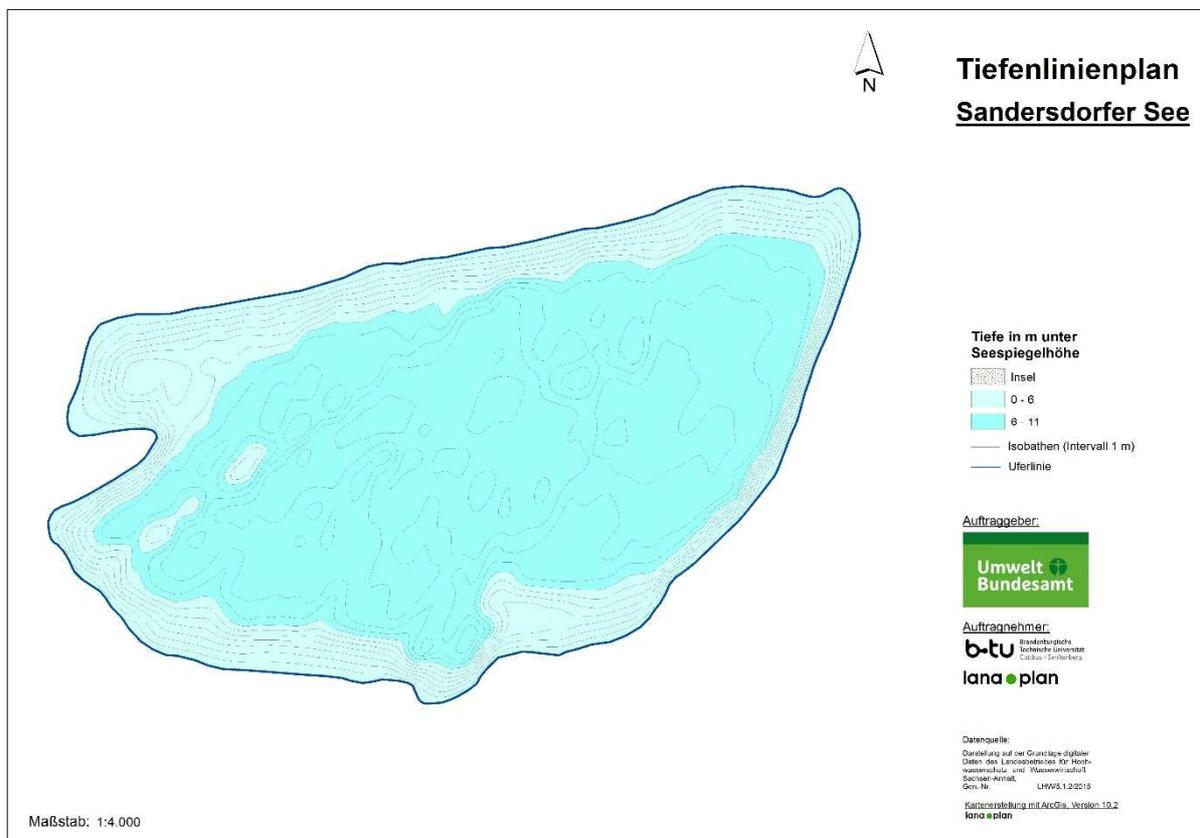
kein offizielles Badegewässer; Einstufung nach EG-Badegewässerrichtlinie nicht möglich, da zwischen 1960er- und 1990er Jahre teils toxische Kraftwerksaschen und andere Industrierückstände der Leunawerke in Restloch eingeleitet wurden

Stand der Bearbeitung 18.04.2016



Quelle: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Foto: Sandersdorfer See
(K. van de Weyer, lanaplan)



Lage und Geschichte

- westlich von Sandersdorf in Sachsen-Anhalt, See auch im Volksmund bekannt als „Förstergrube“ oder „Strandbad“
- Braunkohlentagebau **Stakendorf (Mitteldeutsches Revier)**, von 1923 bis 1943 Kohle gefördert, in hinterlassener Grube wurde Abraum des späteren Tagebau Thalheim-West gespült
- Wasserfüllung des Restloches mit aufgehenden Grundwasser
- Deutsche Reichsbahn nutzte Ost-Böschung als Schüttstelle für Asche und Schutt bis 1959, ab 1955 an Süd-Böschung Strandbad errichtet und 1958 eingeweiht
- 2006-2007 Böschungssanierungen

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+80,4	maximale Länge	[m]	1170
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	3,74	maximale Breite	[m]	600
Seefläche	[ha]	50,1	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	12,4	Tiefengradient	[-]	2,21
mittlere Tiefe	[m]	7,46	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	52,23
theoret. Epi-Tiefe	[m]	5,61	Wasser-EZG	[km ²]	0,65
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

halbrund ovale Form, Uferstrandstreifen teilweise durch Bäume geschützt, Ost- und Süd-Böschung wurden abgeflacht auch am ehemaligen Forsthaus, Natursteine geschüttet und begrünt

Hydrologie und Schichtung

ohne oberflächlichen Zufluss, Grundwasserzustrom und –durchströmung

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration an der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und Sichttiefe im Sommer bis 7 m ergeben oligotrophe Trophieklasse (2014)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	8,1	TIC	[mg/l]	
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	1,8	TOC	[mg/l]	5,0
Eisen (II)	[mg/l]		Gesamtstickstoff*	[µg/l]	620
Calcium	[mg/l]	35	Gesamtphosphor*	[µg/l]	≤10
Sulfat	[mg/l]	480	Chlorophyll a*	[µg/l]	1,17
Leitfähigkeit	[µS/cm]	1160	Sichttiefe*	[m]	7,0

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2014; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel

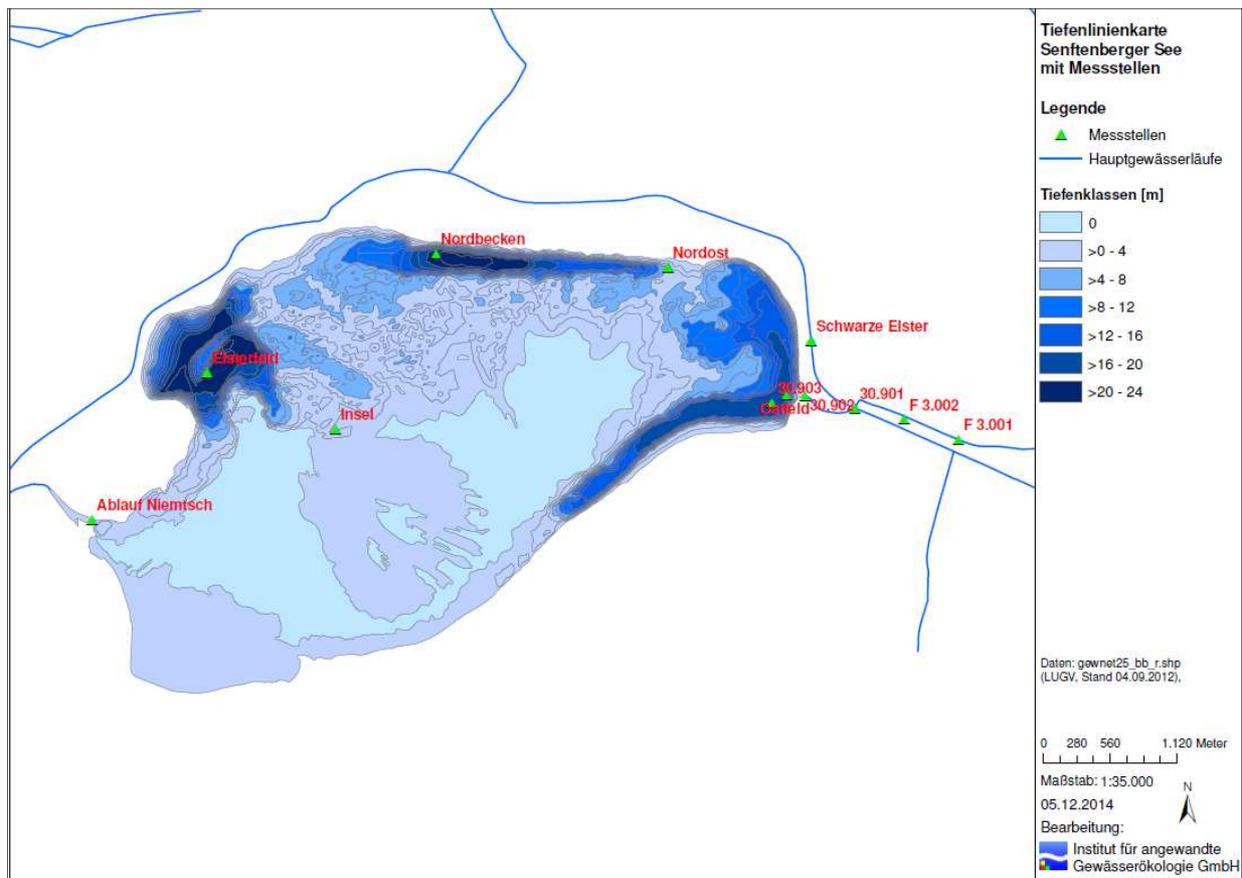
Physikalisch-chemische Kenngrößen	hohe Sulfatkonzentration des Wassers, relativ hohe Leitfähigkeit, im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert, Gesamtphosphorkonzentration lag bei Frühjahrszirkulation bei 10 µg/l, limitierende Bedingungen für Phytoplankton
Qualitätskomponentenspezifischer Seetyp nach LAWA	<p>LAWA-Seetyp: 13 = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet</p> <p>Phytoplankton-See-Sub-Typ: PP 13k</p> <p>Makrophyten-Seetyp: TKg 13</p> <p>Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: z.B. DS 13</p>
Phytoplankton-Gemeinschaft	<p>Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel): PP: 0,23 mm³/l (2014)</p> <p>Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Rhodomonas lacustris</i> var. <i>nannoplanctica</i>, Chrysoflagellaten, Cryptomonas</p> <p>Häufige und dominante Begleiter: <i>Sphaerocystis</i>, Zentrale Diatomeen <5 µm, <i>Chlamydomonas</i>, <i>Oocystis</i></p>
Makrophyten-Gemeinschaft	<p>Auswahl charakteristischer Taxa: Zerbrechliche Armleuchteralge (<i>Chara globularis</i>), Stern-Armleuchteralge (<i>Nitellopsis obtusa</i>), Kamm-Laichkraut (<i>Potamogeton pectinatus</i>), Schilfrohr (<i>Phragmites australis</i>); Flächig entwickelte Characeen-Rasen, sieben Arten nachgewiesen (Korsch 2013)</p> <p>Untere Makrophytengrenze: mittlere untere Vegetationsgrenze (2013) bei 8 m; dies entspricht dem Wert oligo- bis mesotropher Seen</p>
benthische Diatomeen-Gemeinschaft	<p>Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Achnantheidium minutissimum</i> var. <i>minutissimum</i></p> <p>Häufige und dominante Begleiter: <i>Cymbella microcephala</i>, <i>Fragilaria brevistriata</i> var. <i>brevistriata</i></p>
Bewertung des ökologischen Potenzials	<p>Phytoplanktonbewertung 2014: „gut und besser“ Phyto-See-Index: 1,0 Makrophyten und Phytobenthos 2013: „gut und besser“ ökologisches Potenzial: „gut und besser“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)</p>
Bewertung des chemischen Zustandes	„gut“ nach OGewV (2011), Anlage 7 (2. Bewirtschaftungsplan 2015), nicht in diese Bewertung einbezogen ist die bundesweit angenommene Überschreitung der Umweltqualitätsnorm für Quecksilber in Biota

Naturschutzfachliche Bedeutung	keine
Nutzung	Naherholung, Wassersport (Surfen, Kanu, Tret- und Ruderboote), Angelsport
Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie	Ausgezeichnet (seit 2003 EG-Badegwässer)
Stand der Bearbeitung	18.04.2016



Quelle: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Foto: Senftenberger See
(K. van de Weyer, lanaplan)



Lage und Geschichte

- auch Speicherbecken Niemtsch genannt, südlich von Senftenberg an südlicher Landesgrenze Brandenburgs im Lausitzer Seenland
- Braunkohlentagebau **Niemtsch (Lausitzer Revier)**, Kohleabbau von 1941-1966
- nach Abbauende 1966 Füllung durch ansteigendes Grundwasser
- Ende 1967-1972 Überleitungsstollen und Regulierungsbauwerke geschaffen, um auch mit Wasser aus Schwarze Elster zu fluten

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+98,9	maximale Länge	[m]	5443
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	58,7	maximale Breite	[m]	3238
Seefläche	[ha]	1082	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	25,5	Tiefengradient	[-]	2,91
mittlere Tiefe	[m]	5,5	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	1-3
theoret. Epi-Tiefe	[m]	8,8	Wasser-EZG	[km ²]	36,0
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

durch seine Entstehung sehr unregelmäßig gestaltet mit sehr flachen Bereichen im Süden und Südwesten um Insel herum (ca. 300 ha große Innenkippe des Tagebaus) und relativ kleinräumige meist rinnenartige Vertiefungen, über die Hälfte bewaldete Flächen im Umland

Hydrologie und Schichtung

See liegt im Nebenschluss von Schwarze Elster, Zuleitung erfolgt am östlichen Seeufer bei Kleinkoschen unterhalb des Wasserpiegels, Abfluss über Auslaufbauwerk Niemtsch am Westufer des Sees (MLUV Brandenburg 2007), stabile Sommerschichtung, thermische Sprungschicht (Metalimnion) zwischen 7 und 18 m

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), mittlere Biomasse des Phytoplanktons und Sichttiefe im Sommer bis 3 m ergeben LAWA-Trophie-Index von 2,0 und mesotrophe Trophieklasse (2013)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	7,2-8,2	TIC	[mg/l]	
K _{s4,3} – Wert	[mmol/l]	0,79	TOC	[mg/l]	
Eisen (II)	[mg/l]		Gesamtstickstoff*	[µg/l]	2700
Calcium	[mg/l]	54	Gesamtphosphor*	[µg/l]	17
Sulfat	[mg/l]		Chlorophyll a*	[µg/l]	4,7
Leitfähigkeit	[µS/cm]	444	Sichttiefe*	[m]	3,1

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien im Nordbecken aus dem Jahr 2013, Südbecken stark sauer geprägt; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel, für den pH-Wert sind Spannbreiten angegeben

Physikalisch-chemische Kenngrößen

relativ geringe Säurebindungskapazität, im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert, pH-Wert geringfügig jahreszeitliche Schwankungen, Gesamtstickstoff-Konzentration vergleichsweise hoch, Gesamtphosphor-Konzentration im Mai etwas erhöht, Eisenoxidfällung durch Grundwasseranstieg im Kippenmaterial

Temperatur: Erwärmung oberflächennahes Wasser auf über 20 °C im August

Sauerstoff: Gehalt im oberflächennahen Bereich knapp über Sättigungsgrenze, in Sprungschicht sank er bis auf Sättigungswert von 30 % ab, im September 2013 metalimnisches Sauerstoffminimum

Qualitätskomponentenspezifischer Seetyp nach LAWA

LAWA-Seetyp: **10** = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ großem Einzugsgebiet

Phytoplankton-See-Sub-Typ: z.B. **PP 10.2k**

Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: z.B. **DS 13.1**

Phytoplankton-Gemeinschaft

Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel):

PP: 0,49 mm³/l (2013), Phytoplankton-Bestimmung im Nordbecken (Südbecken ist stark sauer)

Auswahl charakteristischer Taxa:

Fragilaria crotonensis, *Tabellaria flocculosa*

Häufige und dominante Begleiter:

Microcystis cf. aeruginosa

Makrophyten-Gemeinschaft

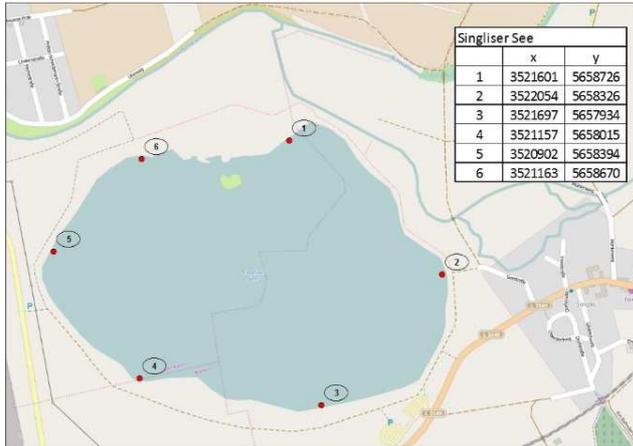
Auswahl charakteristischer Taxa:

Auftreten von verschiedenen Weichwasserarten z.B. Kleiner Wasserschlauch (*Utricularia minor*) und Hartwasserarten z.B. Mittleres Nixkraut (*Najas marina* ssp. *intermedia*) wegen geogener Ausgangssituation, Gegensätzliche Armleuchteralge (*Chara contraria*), Feine Armleuchteralge (*Chara virgata*); floristische Besonderheiten sind Knoten-Laichkraut (*Potamogeton nodosus*) und Europäischer Strandling (*Littorella uniflora*; in Brandenburg vom Aussterben bedroht) sowie Brauns Armleuchteralge (*Chara braunii*), Vorkommen in Tagebauseen war noch nicht bekannt (siehe van de Weyer et al. 2009)



Potamogeton nodosus (Fotos: K. van de Weyer)

	Untere Makrophytengrenze: mittlere untere Vegetationsgrenze (2013) bei 10 m; dies entspricht dem Wert oligotropher Seen
benthische Diatomeen-Gemeinschaft	Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Achnantheidium minutissimum</i> var. <i>minutissimum</i> Häufige und dominante Begleiter: <i>Encyonopsis microcephala</i> , <i>Cocconeis neothumensis</i>
Bewertung des ökologischen Potenzials	Phytoplanktonbewertung 2013: „gut und besser“ Phyto-See-Index: 0,7 Makrophyten und Phytobenthos 2013: „gut und besser“ basierend auf Diatomeenbewertung, Makrophytenbewertung schwierig aufgrund des fehlenden dominanten Auftretens von oligotraphenten Arten des Seentyps ökologisches Potenzial: „gut und besser“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)
Bewertung des chemischen Zustandes	„gut“ nach OGewV (2011), Anlage 7 (2. Bewirtschaftungsplan 2015)
Naturschutzfachliche Bedeutung	See mitten im Naturraum der Königsbrück-Ruhlander Heide -Oberlausitzer Heideland, aus Innenkippe entstandene Insel 1981 komplett als ca. 250 ha großes NSG ausgewiesen (terrestrisches FFH-Gebiet: DE-4550-302/Insel), Betreten der Insel nicht gestattet da durch Setzungsfließen ausgelöste Bodenbewegungen lebensgefährlich sind, Insel bietet Saat-, Bläss- und Graugänsen einen Rastplatz und z.B. Seeadler, Kraniche, Beutelmeisen, Flussseseschwalben, Flussuferläufer brüten dort, Reh, Rot- und Schwarzwild hier beheimatet, aquatisches FFH-Gebiet: Lebensraumtyp 3130 (Oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der Littorelletea uniflorae und/oder der Isoëto-Nanojuncetea)
Nutzung	Speicherbecken zum Hochwasserschutz bzw. Stützung der Mindestwasserführung (19 Mio. m ³ Speichervolumen), Brauchwasser für Industrie und Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen, gewerbsmäßige Nutzung durch Tourismus (Surfen, Segeln, Tauchen, Campingplätze, Ferienhäuser) und Berufsfischerei, eingeschränkter Motorbootverkehr, 1973 erste Badestelle in Großkoschen eröffnet seither Naherholungsgebiet, Juni 2013 Eröffnung des Koschener Kanals mit Möglichkeiten des Wasserwanderns in andere Seen des Lausitzer Seenlandes
Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie	ausgezeichnet
Stand der Bearbeitung	18.04.2016



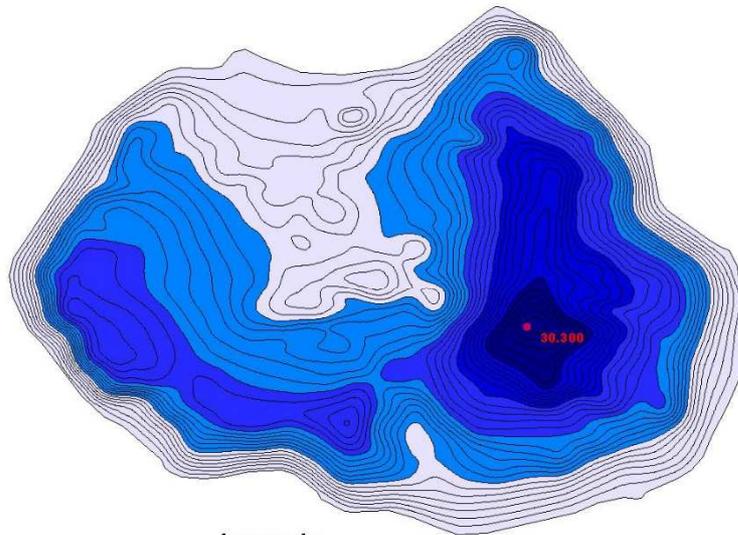
Karte: Probestellen Makrozoobenthos (HLUG 2015)

Foto: Singliser See (A. Gründel, HLNUG)

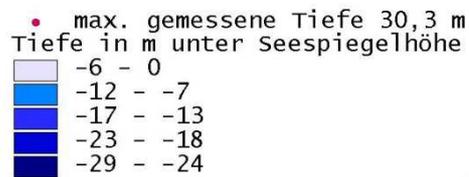


Seen in Hessen

Singliser See Tiefenlinienplan Maßstab 1:4000



Legende



Kartengrundlage: ArcD500, ESRI GmbH, Kranzberg,
Datengrundlage: Institut für angewandte
Gewässerökologie GmbH 14554 Seddiner See
Bearbeitung: HLUG-Dez. W1 Wedel 10.12.2002

Lage und Geschichte

- in der Nähe der Ortschaft Borken (Schwalm-Eder-Kreis)
- Braunkohlentagebau **Singlis (Hessisches Revier)** im Altenburger Revier
- Tagebau-Betrieb von 1961 - 1972, erbrachte 2,8 Mio. t Braunkohle
- Restloch von 1972 – 1980 mit Grundwasser gefüllt durch Einstellung der Wasserhaltung

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+170	maximale Länge	[m]	1220
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	35	maximale Breite	[m]	858
Seefläche	[ha]	74,6	Uferentwicklung		1,10
maximale Tiefe	[m]	30,3	Tiefengradient	[-]	8,27
mittlere Tiefe	[m]	10	theoret. Wasseraufenthaltszeit	[a]	100
theoret. Epi-Tiefe	[m]	5,9	Wasser-EZG	[km ²]	2,4
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

ovale Form, geringer Uferentwicklungskoeffizient von 1,1, anthropogen überprägte Flächen bestehen aus bindigem Boden, relativ häufig Feinsubstrat und am Ostufer aufgrund der Windexposition häufiger Grobsubstrat als am Westufer, Uferbereiche flach bis mittelsteil (Seufertyp 2), Ufer als gering verändert eingestuft
Uferstrukturklassifikation 2015: Klasse 2 (nach Mehl et al. 2014)

Hydrologie und Schichtung

sehr kleines Wassereinzugsgebiet, sehr lange Wasseraufenthaltszeit, dimiktisch, im Frühjahr homotherm, im Juni und im August klar geschichtet, Sprungschicht mit größten Temperaturgradienten zwischen 8 m und 10 m bzw. zwischen 10 m und 13 m

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Gesamtphosphor überwiegend unterhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und Sichttiefe im Sommer bis 11 m, aufgrund der Acidität ist eine Trophieklassifikation nach LAWA nicht möglich

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	3,8-4,9	TIC	[mg/l]	
K _{B4,3} – Wert	[mmol/l]		TOC	[mg/l]	<1,0
Eisen (II)	[mg/l]		Gesamtstickstoff*	[µg/l]	1000
Calcium	[mg/l]	198	Gesamtphosphor*	[µg/l]	7
Sulfat	[mg/l]	774	Chlorophyll a*	[µg/l]	3,7
Leitfähigkeit	[µS/cm]	1330	Sichttiefe*	[m]	7,93

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2013; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel, für den pH-Wert sind Spannbreiten angegeben

Physikalisch-chemische Kenngrößen

sehr verschieden zu anderen Seen des hessischen Braunkohlebergbaugesbietes mit pH-Wert von ca. 4 geogen sauer, hohe Sulfatkonzentration und hohe Leitfähigkeit, durch hohe Acidität gehen Metalle aus Seegrund in Lösung, Cadmium-, Blei- und Nickelkonzentrationen in Wasserphase erhöht, kann für empfindlichere Wasserorganismen toxisch wirken

Temperatur: Tiefenwasser ganzjährig 4 °C, Erwärmung oberflächennahes Wasser von 3 °C im März auf 20 °C im August

Sauerstoff: Gehalt in nahezu allen Wassertiefen im Bereich der Sättigung – ab Wassertiefe von 20 m sank Wert auf unter 70 %

Qualitätskomponentenspezifischer Seetyp nach LAWA

LAWA-Seetyp: 7 = geschichteter, calciumreicher Mittelgebirgssee mit relativ kleinen Einzugsgebiet

Phytoplankton-See-Sub-Typ: **PP 13s** (Modul für saure Seen)

Makrophyten-Seetyp: **MTS** (mit Säuremodul)

Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: **DS s**

Phytoplankton-Gemeinschaft

Phytoplankton-Biovolumen (Saisonmittel):

PP: 0,68 mm³/l (2008)

Häufige und dominante Begleiter:

Scourfieldia cordiformis, *Gloeotila pelagica*, *Ochromonas sp.*

Makrophyten- und benthische Diatomeen-Gemeinschaft

keine Daten

Makrozoobenthos-Besiedlung

Häufige und dominante Begleiter:

Oligochaeta (*Limnodrilus*) und *Tubifex*;

Arten- und individuenarm mit durchschnittlich 14 Taxa pro Standort

Bewertung des ökologischen Potenzials

Phytoplanktonbewertung 2007/2008: „gut und besser“ (Bewertung nach Leßmann & Nixdorf (2009))

Phyto-See-Index: 1,32

Makrophyten und Phytobenthos 2014: keine Untersuchung

Makrozoobenthos 2015: „schlecht“ (AESHNA-Bewertung), multimetrischer Index (MMI) von 0,18; Index stimmt nicht mit hydromorphologischen Zustand des Litorals überein; saurer pH-Wert und hoher Salzgehalt

ökologisches Potenzial: „gut und besser“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)

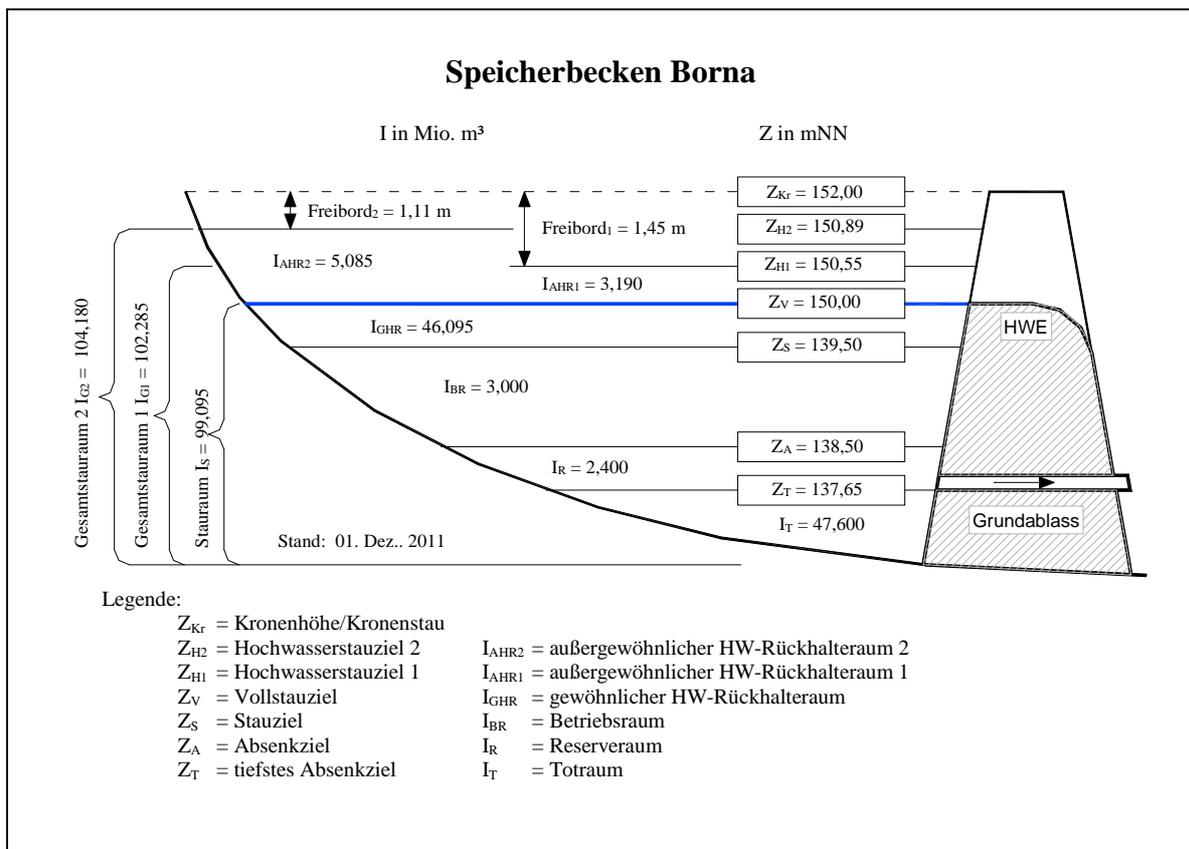
Bewertung des chemischen Zustandes	„nicht gut“ infolge von Belastungen mit Cadmium, Nickel und Blei nach OGewV (2011), Anlage 7 (2. Bewirtschaftungsplan 2015)
Naturschutzfachliche Bedeutung	wichtiger Rast- und Ruheplatz für Zugvögel
Nutzung	Erholung, Wassersport - trotz geringen pH-Wertes wird See intensiv durch Surfer genutzt
Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie	nicht gemeldet
Stand der Bearbeitung	18.04.2016



Quelle: © OpenStreetMap-Mitwirkende



Foto: Speicherbecken Borna (K. Lassig, LTV)



Quelle: © Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen

Lage und Geschichte

- umgangssprachlich „Adria“ genannt, westlich von Borna, zwischen Borna und Deutzen in Sachsen
- Braunkohlentagebau **Borna (Mitteldeutsches Revier)**, 1970 Stilllegung
- 1964-1980 zu Hochwasserrückhaltebecken umgebaut
- 1977 Inbetriebnahme des Speicherbeckens

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	150,0 (Zv)	maximale Länge	[m]	1.515
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	99,1 (Zv)	maximale Breite	[m]	2.057
Seefläche	[ha]	572,5 (Zv)	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	27,0	Tiefengradient	[-]	
mittlere Tiefe	[m]	17,3 (Zv)	theoret. Wasser- aufenthaltszeit	[a]	
theoret. Epi-Tiefe	[m]		Wasser-EZG	[km ²]	785
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Zv – Vollstauziel

Gewässerform, Ufer und Umfeld

dreieckig-ovale Form, einige Böschungsabschnitte des Gewässers noch unter Bergaufsicht, maximale Tiefe bei Hochwasser beträgt bis zu 38 m, Staudamm aus bindigen Erdstoffen ohne zusätzliche Abdichtung, im Südteil markante Flutrinne

Hydrologie und Schichtung

im Normalfall ist Becken nur zum Teil gefüllt (siehe Stauziel in Abbildung), bei Hochwasser können weitere 46 Mio. m³ Wasser aus der Pleiße aufgenommen werden, Einleitung aus Pleiße operativ, mittelgroßes EZG mit Grundwasserzustrom

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Gesamtphosphorkonzentration knapp oberhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), Trophieindex (2012): 1,64 (mesotroph), allerdings zeichnet sich nach Hochwassereinleitung eine Tendenz zum eutrophen Gewässer ab (z. B. 2013)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	7,4-8,5	TIC	[mg/l]	
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	2,1	TOC	[mg/l]	5,6
Eisen (II)	[mg/l]	0,08	Gesamtstickstoff*	[µg/l]	1143
Calcium	[mg/l]	175	Gesamtphosphor*	[µg/l]	10
Sulfat	[mg/l]	415	Chlorophyll a*	[µg/l]	3,04
Leitfähigkeit	[µS/cm]	1101	Sichttiefe*	[m]	3,9

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2012; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel, für den pH-Wert sind Spannbreiten angegeben

Physikalisch-chemische Kenngrößen	im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert, pH-Wert zeigte geringfügige jahreszeitliche Schwankungen, Gesamtphosphor-Konzentration lag zur Frühjahrszirkulation bei 11 µg/l, limitierende Bedingungen für Phytoplankton
Qualitätskomponentenspezifischer Seetyp nach LAWA	<p>LAWA-Seetyp: 10 = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ großem Einzugsgebiet</p> <p>Phytoplankton-See-Sub-Typ: PP 10.1k</p> <p>Makrophyten-Seetyp: TKg 10</p> <p>Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: DS 10.1</p>
Phytoplankton-Gemeinschaft	<p>Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel): PP: 0,24 mm³/l (2012)</p> <p>Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Peridinium willei</i>, <i>Planktothrix rubescens</i></p> <p>Häufige und dominante Begleiter: <i>Rhodomonas lacustris</i>, <i>Gymnodinium helveticum</i>, <i>Ceratium hirundinella</i></p>
Makrophyten-Gemeinschaft	<p>Auswahl charakteristischer Taxa: Nadel-Sumpfbirse (<i>Eleocharis acicularis</i>), Mittleres Nixkraut (<i>Najas marina ssp. intermedia</i>), Durchwachsenes Laichkraut (<i>Potamogeton perfoliatus</i>), Kamm-Laichkraut (<i>Potamogeton pectinatus</i>)</p> <p>Untere Makrophytengrenze: mittlere untere Vegetationsgrenze (2009) bei 2,6 m; dies entspricht dem Wert eutropher Seen und weicht somit um eine Trophiestufe ab von der Trophie-Klassifikation nach LAWA (s. o.)</p>
benthische Diatomeen-Gemeinschaft	<p>Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Achnantheidium minutissimum var. minutissimum</i></p> <p>Häufige und dominante Begleiter: <i>Cymbella microcephala</i>, <i>Fragilaria capucina var. capucina</i>, <i>Gomphonema pumilum</i></p>
Bewertung des ökologischen Potenzials	<p>Phytoplanktonbewertung 2012: „gut und besser“ Phyto-See-Index: 0,72 Makrophyten und Phytobenthos 2009: „mäßig“ Umweltqualitätsnormen für flussgebietspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Zustands/Potenzials nach OGeW (2011), Anlage 5 eingehalten ökologisches Potenzial: „mäßig“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)</p>

Bewertung des chemischen Zustandes	„nicht gut“ nach OGewV (2011), Anlage 7 aufgrund einer Überschreitung der Umweltqualitätsnorm (UQN) für Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Quecksilber und Quecksilberverbindungen (2. Bewirtschaftungsplan 2015)
Naturschutzfachliche Bedeutung	LSG: Wyhraue (Osten), FFH-Gebiet: „Lobstädter Lache“ (Norden/Westen), „Nordteil Haselbacher Teiche“ (Süden), Europäisches Vogelschutzgebiet SPA: „Speicherbecken Borna und Teichgebiet Haselbach“ (im Gebiet), „Lobstädter Lachen“ (Norden/Westen)
Nutzung	Hochwasserschutz der Stadt Leipzig, demzufolge Wasserstandsschwankungen möglich, Badegewässer, Angel- und Fischereigewässer, zwei Strandabschnitte: nordöstlich (Ortslage Borna): Bade- und Surfstrand, nordwestlich (Ortslage Deutzen): Badestrand am Mehr-GenerationenPark Deutzen, im Frühjahr 2013 kam es in Folge von Hochwasserereignissen zum Wassereinstau in den Speicher, Sperungen der Uferbereiche waren die Folge
Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie	ausgezeichnet
Stand der Bearbeitung	18.04.2016



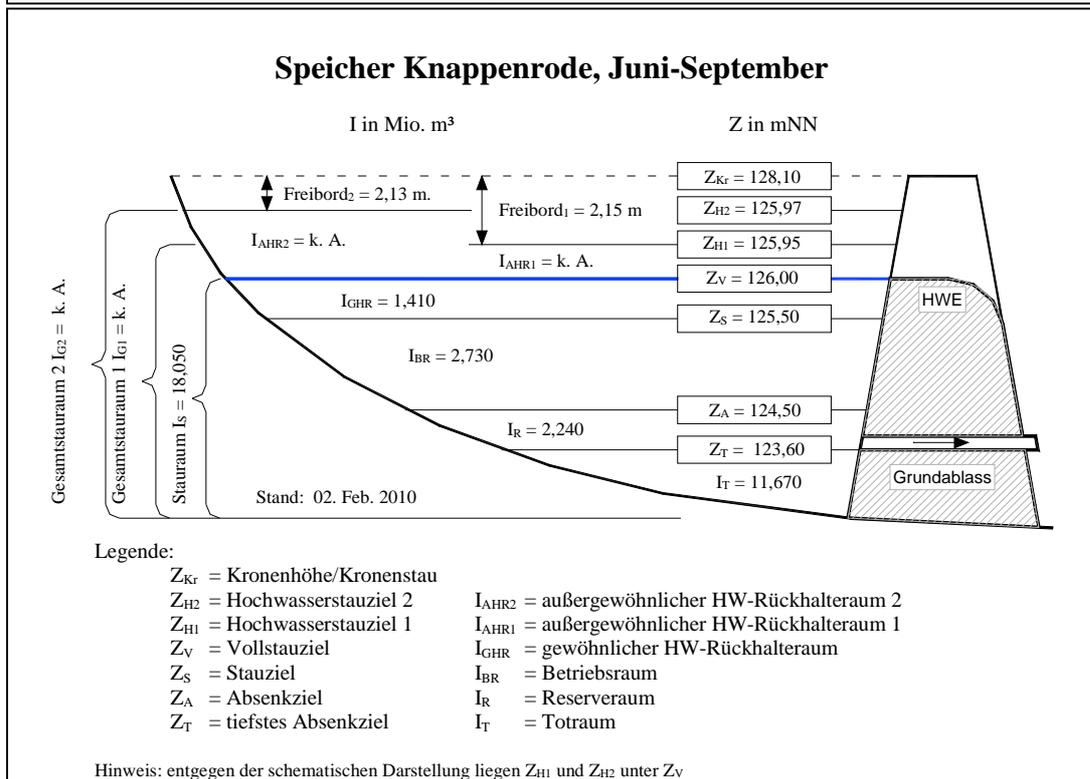
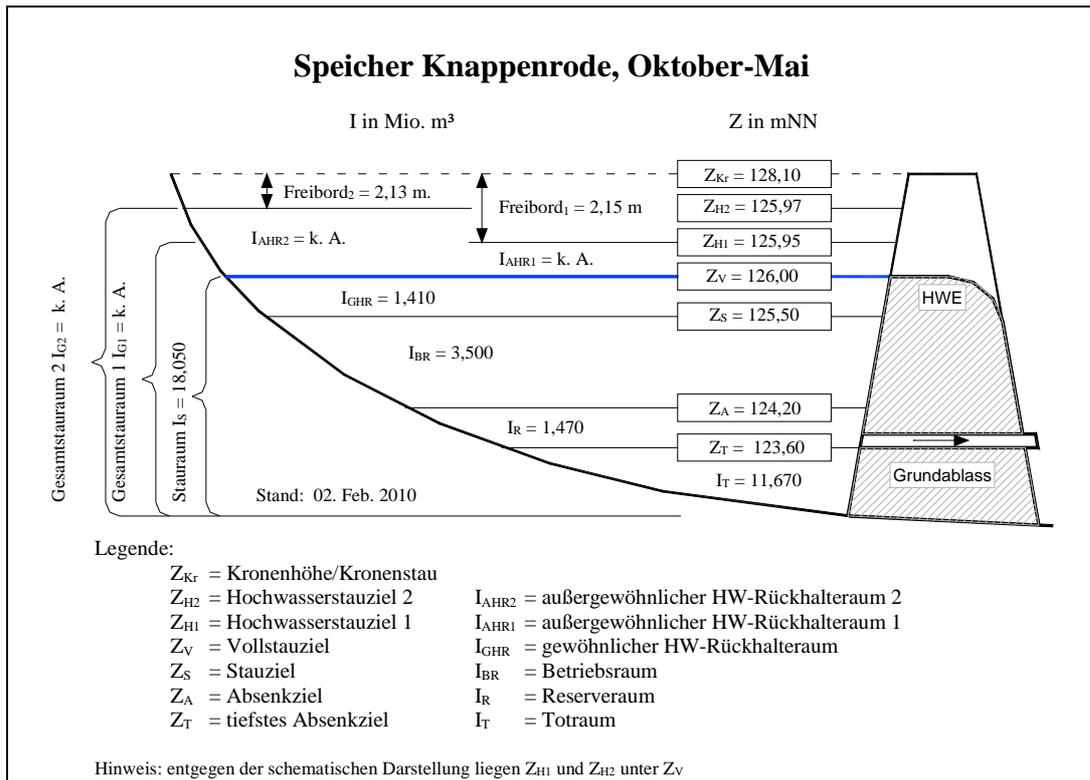
Quelle: © OpenStreetMap-Mitwirkende



Foto: Blick über Knappensee (Peter Radke, LMBV)



Sanierungsbereiche am Knappensee (Stand 2013, LMBV)



Lage und Geschichte

- südöstlich von Hoyerswerda in Sachsen, Lausitzer Seenland
- Braunkohlentagebau **Grube Werminghoff I (Lausitzer Revier)**
- von 1917 bis 1945 Kohleabbau betrieben, mit Abbauende wurde Abpumpen des Grundwassers eingestellt, anschließender Grundwasserwiederanstieg, April 1945 unkontrollierte Flutung durch Wasser der südlich angrenzenden Fischteiche
- 1949 zum Speicher- und Hochwasserrückhaltebecken umgebaut
- heute Zuständigkeit der LTV Sachsen

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	126,00 (Zv)	maximale Länge	[m]	2.315
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	18,05 (Zv)	maximale Breite	[m]	1.390
Seefläche	[ha]	286 (Zv)	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	11,5	Tiefengradient	[-]	
mittlere Tiefe	[m]	6,3 (Zv)	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	
theoret. Epi-Tiefe	[m]		Wasser-EZG	[km ²]	221,4
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Zv – Vollstauziel

Gewässerform, Ufer und Umfeld

dreieckige Form, Sanierungsarbeiten von 2014 bis 2017, mittelgroßes EZG mit Grundwasserzuström von Süden nach Norden und oberirdischen Zuflüssen (mittlerer Durchfluss <1 m³/s): Altes Schwarzwasser/Hoyerswerdaer Schwarzwasser, Koblenzer Graben/Weinbergraben/Johnsdorfer Bach und Zufluss Speicher Knappensee östlich von Groß Särchen, Ablauf über Ablaufbauwerk am Nordwestufer in Schwarzwasser und Schwarzen Graben

Hydrologie und Schichtung

mit bewirtschaftbarer Speicherlamelle und Hochwasserschutzdamm aus anstehenden Kippenmaterialien, Absenkziel 124,50 m ü NN (Juni-September) bzw. 125,20 m ü NN (Oktober-Mai)

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Gesamtphosphorkonzentration über der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), Sichttiefe im Sommer bis 2 m, Trophieindex (2009): 2,26 (mesotroph)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	7,1-8,8	TIC	[mg/l]	
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	1,6	TOC	[mg/l]	9,9
Eisen (II)	[mg/l]	0,07	Gesamtstickstoff*	[µg/l]	308
Calcium	[mg/l]	57	Gesamtphosphor*	[µg/l]	25
Sulfat	[mg/l]	105	Chlorophyll a*	[µg/l]	8,5
Leitfähigkeit	[µS/cm]	551	Sichttiefe*	[m]	2,6

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2009; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel, für den pH-Wert sind Spannbreiten angegeben

Physikalisch-chemische Kenngrößen

im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert, pH-Wert zeigte geringfügige jahreszeitliche Schwankungen, Gesamtposphor-Konzentration bei Frühjahrszirkulation bei 25 µg/l, gute Bedingungen für Phytoplankton

Qualitäts-komponenten-spezifischer Seetyp nach LAWA

LAWA-Seetyp: **10** = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ großem Einzugsgebiet

Phytoplankton-See-Sub-Typ: **PP 10.1k**

Makrophyten-Seetyp: **TKg 10**

Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: **DS 10.1**

Phytoplankton-Gemeinschaft

Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel):

PP: 2,0 mm³/l (2009)

Auswahl charakteristischer Taxa:

Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus, *Aphanothece minutissima*

Häufige und dominante Begleiter:

Rhodomonas lacustris var. *lacustris*, *Fragilaria crotonensis*, *Microcystis* spec.

Makrophyten-Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:

Ähren-Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*), Spreizender Wasserhahnenfuß (*Ranunculus circinatus*)

Untere Makrophytengrenze:

mittlere untere Vegetationsgrenze (2012) bei 2,3 m; dies entspricht dem Wert eutropher Seen und weicht somit um eine Trophiestufe ab von der Trophie-Klassifikation nach LAWA (s. o.)

benthische Diatomeen-Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:

Achnantheidium minutissimum var. *minutissimum*, *Fragilaria brevistriata*, *Cymbella microcephala*, *Fragilaria pinnata*

Häufige und dominante Begleiter:

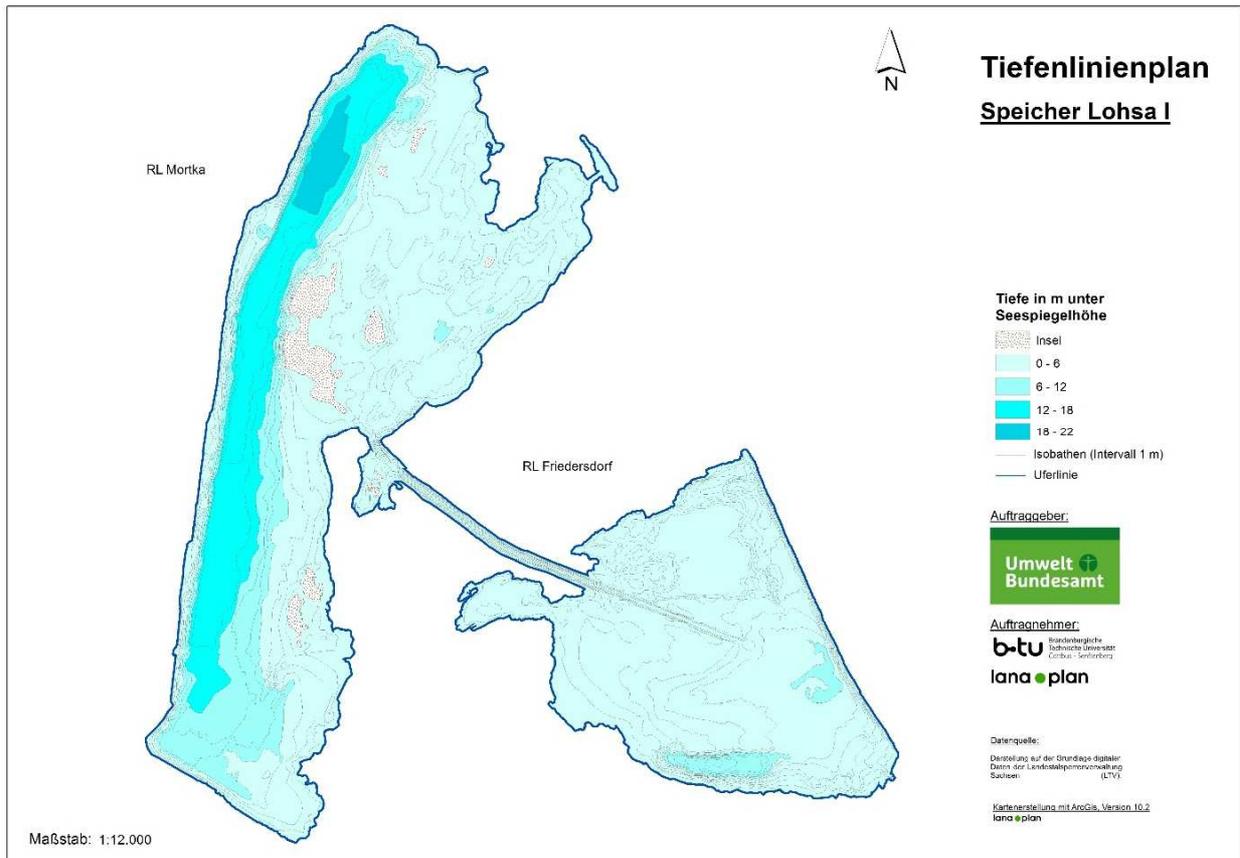
Achnanthes lanceolata ssp. *frequentissima*, *Fragilaria construens* f. *construens*

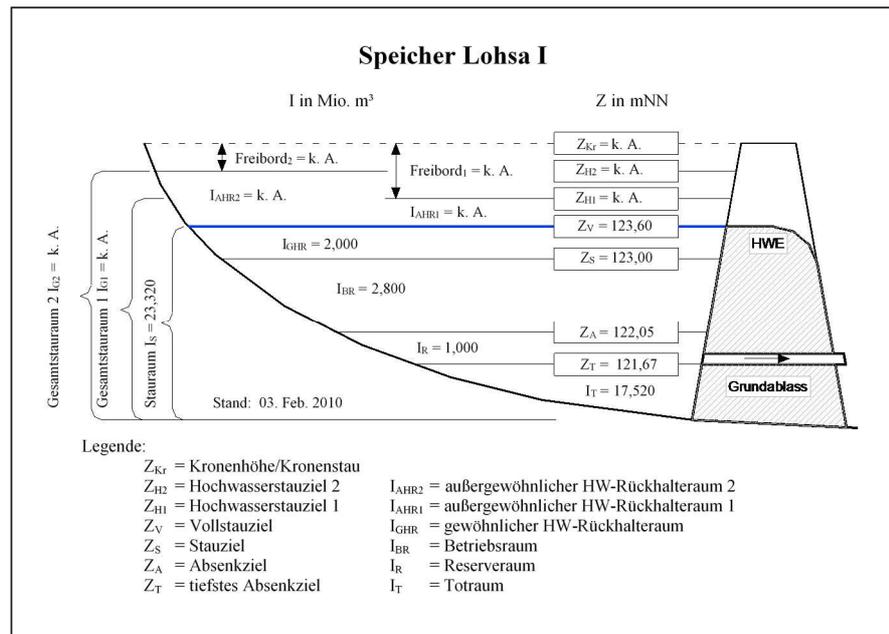
Bewertung des ökologischen Potenzials	Phytoplanktonbewertung 2009: „gut und besser“ Phyto-See-Index: 1,86 Makrophyten und Phytobenthos 2012: „unbefriedigend“ Umweltqualitätsnormen für flussgebietspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Potenzials nach OGewV (2011), Anlage 5 eingehalten ökologisches Potenzial: „unbefriedigend“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)
Bewertung des chemischen Zustandes	„nicht gut“ nach OGewV (2011), Anlage 7 aufgrund einer Überschreitung der Umweltqualitätsnorm (UQN) für Quecksilber und Quecksilberverbindungen (2. Bewirtschaftungsplan 2015)
Naturschutzfachliche Bedeutung	Unter Naturschutz stehende Inseln im Knappensee, nördlich des Sees liegt FFH-Gebiet: „Spannteich Knappenrode“ im Gebiet sind nach Sächsischem SPA-Fachkonzept (Anhang I-Arten der EG-Vogelschutzrichtlinie, Kategorie 1 und 2 der Roten Liste Sachsens) 20 Vogelarten nachgewiesen (z. B. Neuntöter, Heidelerche)
Nutzung	Hochwasserschutz, Niedrigwasseraufhöhung, Binnenfischerei, Naturschutz, Naherholung, Wassersportaktivitäten, 2010 Sanierung Badestrand Groß Särchen an südlicher Seite, seit 2014 Seesperrung aufgrund umfangreicher See-Sanierungsarbeiten mit Uferverfestigung und geplanten Veränderungen der Infrastruktur
Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie	ausgezeichnet
Stand der Bearbeitung	18.04.2016



Quelle: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Foto: Lohsa I TB Friedersdorf (LMBV)





Quelle: © Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen

Lage und Geschichte

- in der Gemeinde Lohsa im Lausitzer Seenland in Sachsen, das aus dem Restloch (RL) entstandene Teilbecken (TB) Friedersdorf wird im Volksmund auch Silbersee genannt
- Braunkohletagebau **Werminghoff II (Lausitzer Revier)**
- 1971 mit Oberflächenwasser aus Kleinen Spree geflutet
- aktuell beide Teilbecken momentan für jeglichen Zugang gesperrt, weil mehrere Böschungsabschnitte aus Gründen der Standsicherheit neu profiliert werden müssen

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter SP Lohsa I - TB Mortka					
Endwasserstand	[mNN]	123,6 (Z _V)	maximale Länge	[m]	2.970
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	18,7 (Z _V)	maximale Breite	[m]	1.076
Seefläche	[ha]	225 (Z _V)	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	19,0	Tiefengradient	[-]	
mittlere Tiefe	[m]	8,3 (Z _V)	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	
theoret. Epi-Tiefe	[m]		Wasser-EZG	[km ²]	129
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Z_V – Vollstauziel

SP Lohsa I - TB Friedersdorf					
Endwasserstand	[mNN]	123,6 (Zv)	maximale Länge	[m]	1.070
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	4,8 (Zv)	maximale Breite	[m]	1.390
Seefläche	[ha]	115 (Zv)	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	12,0	Tiefengradient	[-]	
mittlere Tiefe	[m]	4,2 (Zv)	theoret. Wasser- aufenthaltszeit	[a]	
theoret. Epi-Tiefe	[m]		Wasser-EZG	[km ²]	119
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

**Gewässerform, Ufer
und Umfeld**

TB **Mortka** und **Friedersdorf** über breiten Kanal miteinander verbunden, Errichtung von Absperrbauwerken war nicht erforderlich, verschiedene Bereiche des Speichers durch besondere Maßnahmen abgesichert, mit bewirtschaftbarer Speicherlamelle

**Hydrologie
und Schichtung**

im Nebenschluss der Kleinen Spree bewirtschaftet, Grundwasserzu-
strom

**Limnologische
Klassifikation**

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Gesamtphosphorkonzentration in beiden Teilbecken oberhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), wobei im TB Friedersdorf stets etwas höher als im TB Mortka, Sichttiefen im Sommer im TB Mortka stets, im TB Friedersdorf zumindest teilweise bis über 3 m

Trophieindex TB **Friedersdorf** (2009): 2,15 (mesotroph),
Trophieindex TB **Mortka** (2010): 2,02 (mesotroph)

Trophische und säurerelevante Parameter SP Lohsa I - TB Mortka					
pH – Wert	[-]	6,8-8,6	TIC	[mg/l]	
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	1,4	TOC	[mg/l]	8,9
Eisen (II)	[mg/l]	0,11	Gesamtstickstoff*	[µg/l]	177
Calcium	[mg/l]	42	Gesamtphosphor*	[µg/l]	19
Sulfat	[mg/l]	80	Chlorophyll a*	[µg/l]	6,29
Leitfähigkeit	[µS/cm]	429	Sichttiefe*	[m]	3,4

SP Lohsa I - TB Friedersdorf					
pH – Wert	[-]	6,9-8,3	TIC	[mg/l]	
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	1,4	TOC	[mg/l]	8,7
Eisen (II)	[mg/l]	0,22	Gesamtstickstoff*	[µg/l]	346
Calcium	[mg/l]	43	Gesamtphosphor*	[µg/l]	28
Sulfat	[mg/l]	78	Chlorophyll a*	[µg/l]	4,96
Leitfähigkeit	[µS/cm]	426	Sichttiefe*	[m]	3,4

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2009 (TB Friedersdorf) und 2010 (TB Mortka); die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel, für den pH-Wert sind Spannbreiten angegeben

Physikalisch-chemische Kenngrößen

geringe Sulfatkonzentration des Wassers, relativ hohe Säurebindungs-kapazität, im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert, Gesamtphosphor-Konzentration lag bereits zur Frühjahrszirkulation v. a. im TB Friedersdorf deutlich über 10 µg/l, gute Bedingungen für Phytoplankton

Qualitäts-komponenten-spezifischer Seetyp nach LAWA

LAWA-Seetyp: **10** = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ großem Einzugsgebiet

Phytoplankton-See-Sub-Typ:
PP 10.1k (TB Mortka) und PP 10.2 k (TB Friedersdorf)

Makrophyten-Seetyp: **TKg 10**

Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: **DS 10.1**

Phytoplankton-Gemeinschaft

Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel):
PP: 0,91 mm³/l (TB Friedersdorf, 2009)
bzw. 1,16 mm³/l (TB Mortka 2010)

Auswahl charakteristischer Taxa:
Ceratium hirundinella, *Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus*,
Chrysochromulina parva

Häufige und dominante Begleiter:
Woronichinia naegeliana, *Tabellaria spec.*, *Stephanodiscus spec.*,
Rhodomonas lacustris var. lacustris, *Cyclotella ocellata*

Makrophyten-Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:
Raues Hornblatt (*Ceratophyllum demersum*), Ähren-Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*), Großes Nixkraut (*Najas marina*), Stachel-spitzige Glanzleuchteralge (*Nitella mucronata*), Alpen-Laichkraut (*Potamogeton alpinus*); besonders augenfällig war zudem das massenhafte Vorkommen der Schmalblättrigen Wasserpest (*Elodea nuttallii*) im TB Friedersdorf 2009

Untere Makrophytengrenze:
mittlere untere Vegetationsgrenze (2009) bei 6,1 m (RL Mortka) und 3,0 m (RL Friedersdorf); dies entspricht dem Wert meso- bzw. eutropher Seen

benthische Diatomeen-Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:
Achnantheidium minutissimum var. minutissimum

Häufige und dominante Begleiter:
Cymbella microcephala, *Fragilaria capucina var. capucina*, *F. capucina var. vaucheriae*, *Gomphonema pumilum*, *Navicula cryptotenella*

**Bewertung des
ökologischen
Potenzials**

TB Friedersdorf:

Phytoplanktonbewertung 2009: „gut und besser“

Phyto-See-Index: 1,11

Makrophyten und Phytobenthos 2009: „mäßig“

Umweltqualitätsnormen für flussgebietspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Zustands/Potenzials nach OGewV (2011), Anlage 5 eingehalten

ökologisches Potenzial: „mäßig“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)

TB Mortka:

Phytoplanktonbewertung 2010: „gut und besser“

Phyto-See-Index: 1,39

Makrophyten und Phytobenthos 2010: „gut und besser“

Umweltqualitätsnormen für flussgebietspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Zustands/Potenzials nach OGewV (2011), Anlage 5 eingehalten

ökologisches Potenzial: „gut und besser“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)

**Bewertung des
chemischen
Zustandes**

„nicht gut“ nach OGewV (2011), Anlage 7 aufgrund einer Überschreitung der Umweltqualitätsnorm (UQN) für Quecksilber und Quecksilberverbindungen (2. Bewirtschaftungsplan 2015)

**Naturschutzfachliche
Bedeutung**

im LSG angrenzend an UNESCO Biosphärenreservat „Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft“

Nutzung

Brauchwasserversorgung, Hochwasserschutz, Niedrigwasseraufhöhung, Fischerei, Freizeiterholung, TB **Mortka:** ausschließlich Fischerei und TB **Friedersdorf:** Badegewässer, seit 2011 Teilbereiche der Ostböschung des Silbersees bergtechnisch saniert, zurzeit Wasserfläche gesperrt

**Zustand nach
EG-Badegewässer-
Richtlinie**

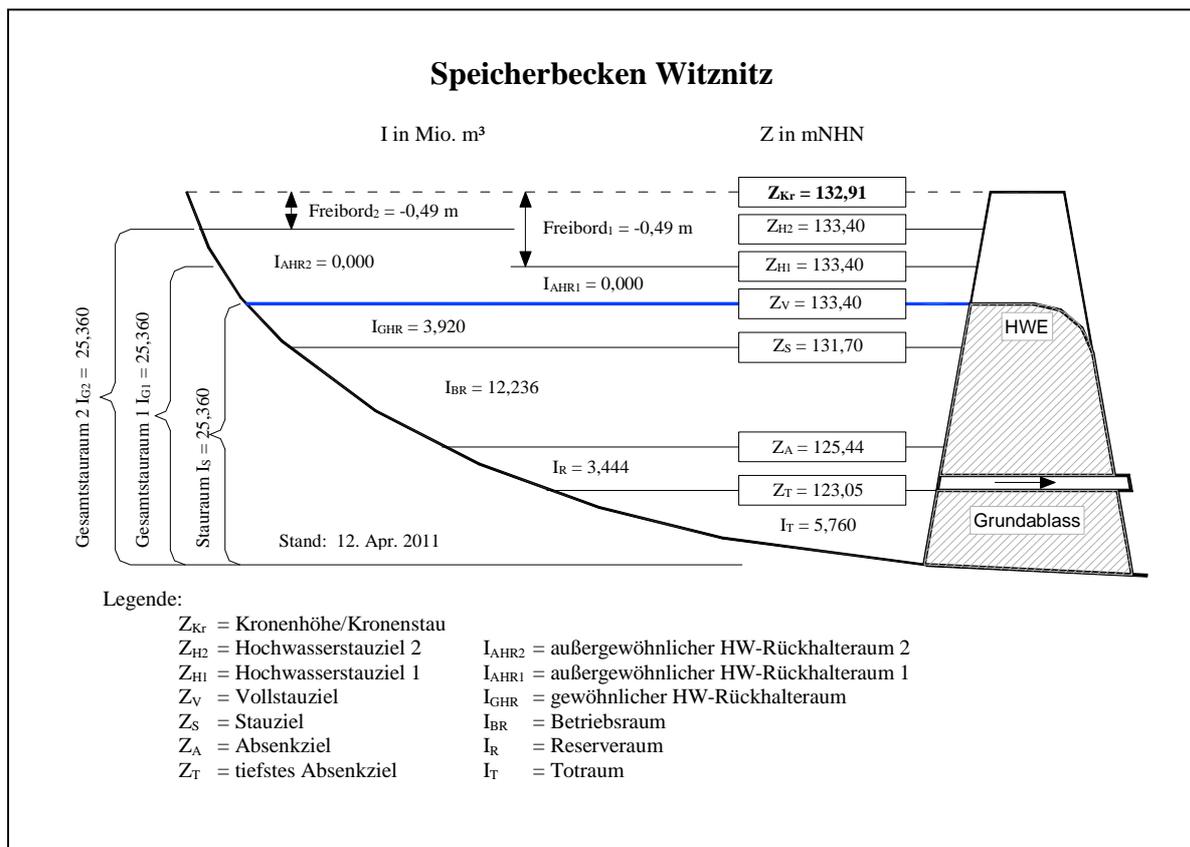
TB **Mortka:** nicht gemeldet, TB **Friedersdorf:** ausgezeichnet (vorläufig aus Bestandsdaten eingestuft)

Stand der Bearbeitung 18.04.2016



Quelle: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Foto: Speicherbecken Witznitz (K. Lassig, LTV)



Quelle: © Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen

Lage und Geschichte

- nordwestlich von Borna, südlich von Leipzig in Sachsen
- Braunkohlentagebau **Witznitz (Mitteldeutsches Revier)**, bis Mitte der 50er Jahre betrieben
- mit aufsteigendem Grundwasser und aus der Eula und Wyhra geflutet
- 1950 bis 1954 bereits zum Hochwasserrückhaltebecken umgebaut
- 1995 bis 1997 Stauanlage instandgesetzt

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	133,40 (Zv)	maximale Länge	[m]	1.850
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	25,36 (Zv)	maximale Breite	[m]	1.650
Seefläche	[ha]	241 (Zv)	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	18,2	Tiefengradient	[-]	
mittlere Tiefe	[m]	10,5 (Zv)	theoret. Wasser- aufenthaltszeit	[a]	1,01 (Zv)
theoret. Epi-Tiefe	[m]		Wasser-EZG	[km ²]	411
Verhältnis Vol. Hypo- /Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Zv – Vollstauziel

Gewässerform, Ufer und Umfeld

annähernd dreieckige Form, bewaldete Flächen

Hydrologie und Schichtung

im Nebenschluss der Eula betrieben, Einlauf der Wyhra ab bestimmten Durchflüssen wirksam

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Gesamtphosphorkonzentration weit oberhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Sichttiefe im Sommer, Trophieindex (2012): 3,02 (eutroph)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	7,3-9,6	TIC	[mg/l]	
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	1,4	TOC	[mg/l]	9,2
Eisen (II)	[mg/l]	0,14	Gesamtstickstoff*	[µg/l]	2401
Calcium	[mg/l]	63	Gesamtphosphor*	[µg/l]	50
Sulfat	[mg/l]	154	Chlorophyll a*	[µg/l]	29,0
Leitfähigkeit	[µS/cm]	623	Sichttiefe*	[m]	1,7

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2012; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel, für den pH-Wert sind Spannbreiten angegeben

Physikalisch-chemische Kenngrößen

relativ gute Säurebindungskapazität, im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert, Gesamtphosphor-Konzentration bei Frühjahrszirkulation bei 80 µg/l, gute Bedingungen für Phytoplankton

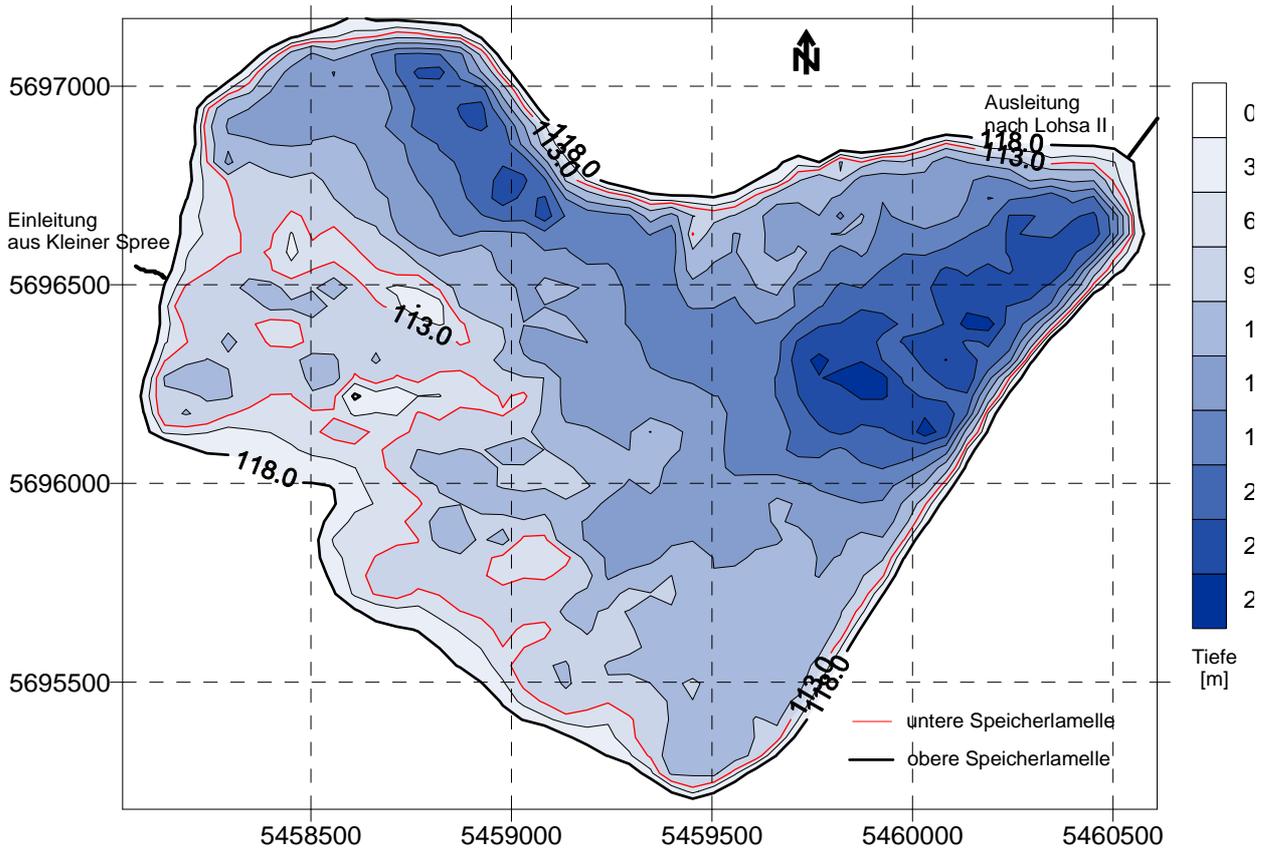
Qualitäts- komponenten- spezifischer Seetyp nach LAWA	<p>LAWA-Seetyp: 10 = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ großem Einzugsgebiet</p> <p>Phytoplankton-See-Sub-Typ: PP 10.1k</p>
Phytoplankton- Gemeinschaft	<p>Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel): PP: 8,23 mm³/l (2012)</p> <p>Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Anabaena smithii</i>, <i>Anabaena mendotae</i>, <i>Aphanizomenon yezoense</i></p> <p>Häufige und dominante Begleiter: <i>Microcystis spec.</i>, <i>Pediastrum duplex</i>, <i>Scenedesmus spec.</i></p>
Makrophyten - Gemeinschaft	<p>Auswahl charakteristischer Taxa: Ähren-Tausendblatt (<i>Myriophyllum spicatum</i>); die Artenzahl schwankt von Jahr zu Jahr mitunter stark, so trat etwa 2009 die Schmalblättrige Wasserpest (<i>Elodea nuttallii</i>) massenhaft auf, war seitdem jedoch zunächst wieder verschwunden; teils wird sogar Makrophytenverödung beobachtet</p> <p>Untere Makrophytengrenze: mittlere untere Vegetationsgrenze (2012) bei 0,7 m; dies entspricht dem Wert polytropher Seen und weicht somit um eine Trophiestufe ab von der Trophie-Klassifikation nach LAWA (s. o.)</p>
benthische Diatomeen- Gemeinschaft	<p>Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Achnantheidium minutissimum var. minutissimum</i></p> <p>Häufige und dominante Begleiter: <i>Amphora pediculus</i>, <i>Nitzschia fonticola</i>, <i>Fragilaria capucina</i>, <i>Nitzschia microcephala</i></p>
Bewertung des ökologischen Potenzials	<p>Phytoplanktonbewertung 2012: „unbefriedigend“ Phyto-See-Index: 3,81 Makrophyten- und Phytobenthos 2012: Untersuchung ergab ungesicherte Befunde aufgrund der Makrophytenverödung Umweltqualitätsnormen für flussgebietspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Zustands/Potenzials nach OGewV (2011), Anlage 5 eingehalten ökologisches Potenzial: „unbefriedigend“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)</p>
Bewertung des chemischen Zustandes	<p>„nicht gut“ nach OGewV (2011), Anlage 7 aufgrund einer Überschreitung der Umweltqualitätsnorm (UQN) für Quecksilber und Quecksilberverbindungen (2. Bewirtschaftungsplan 2015)</p>
Naturschutzfachliche Bedeutung	<p>Im Landschaftsschutzgebiet Wyhraue</p>

Nutzung	Brauchwasserbereitstellung für Kraftwerke und Chemieunternehmen im Raum Böhlen/Lippendorf, Rückhalt von Hochwasser aus Eula und Wyhra, gewerbliche Fischerei, Wassersport
Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie	nicht gemeldet
Stand der Bearbeitung	18.04.2016



Quelle: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Foto: Dreizeibern (K. van de Weyer, lanaplan)



Speicher Dreizeibern mit oberer Speicherlamelle von 118 mNN und Tiefenlinien (BTUC 1999)

Lage und Geschichte

- im Landkreis Kamenz und Kreis Bautzen
- Braunkohletagebau **Dreieibern (Lausitzer Revier)**, Aufschlussarbeiten in mehreren Phasen im Restfeld des Kohlefeldes Lohsa II von 1981 bis 1983
- für Hauptabraum kam 1984 erstmalig in der Lausitz Direktversturztechnologie zum Einsatz
- 1989 Ende des Kohleabbaus mit folgenden Gestaltungsarbeiten
- ab Juli 1996 Fremdwasserflutung aus Kleinen Spree bis 2002

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+118	maximale Länge	[m]	2560
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	35	maximale Breite	[m]	2027
Seefläche	[ha]	294	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	26,3	Tiefengradient	[-]	3,59
mittlere Tiefe	[m]	12,3	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	
theoret. Epi-Tiefe	[m]		Wasser-EZG	[km ²]	
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]	0,93	Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

Durch Abbautechnologie geprägte Seeform mit wasserüberdeckter Innenkippe, im Nordosten tiefste Stelle, Ende der 1990er Böschungssystem abgeflacht und gegen Wellenschlag gesichert, teilweise verdichtete Uferbereiche und abgestützte Böschungen

Hydrologie und Schichtung

Im Einzugsgebiet der Spree zwischen Spree im Osten und Kleinen Spree im Westen, Flutungswasser aus der Kleinen Spree wurde unaufbereitet in nordwestlichen Teil des Sees mit ca. 0,71 m³/s mittleren Volumenstrom eingeleitet, Ausleitung über Kanal in Speicherbecken Lohsa II, grundwassergespeist

Limnologische Klassifikation

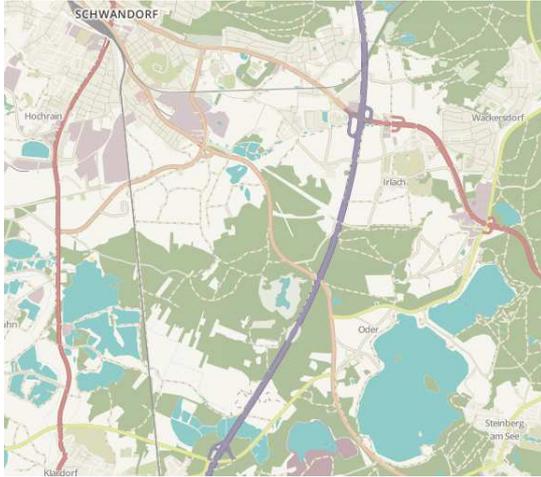
Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und Sichttiefe im Sommer bis 6 m ergeben LAWA-Trophie-Index von 0,72 und oligotrophe Trophieklasse (2011)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	7,0	TIC	[mg/l]	7,5
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	0,7	TOC	[mg/l]	6,3
Eisen (II)	[mg/l]		Gesamtstickstoff*	[µg/l]	1600
Calcium	[mg/l]	64	Gesamtphosphor*	[µg/l]	<10
Sulfat	[mg/l]	180	Chlorophyll a*	[µg/l]	1,2
Leitfähigkeit	[µS/cm]	470	Sichttiefe*	[m]	4,8

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2011; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel

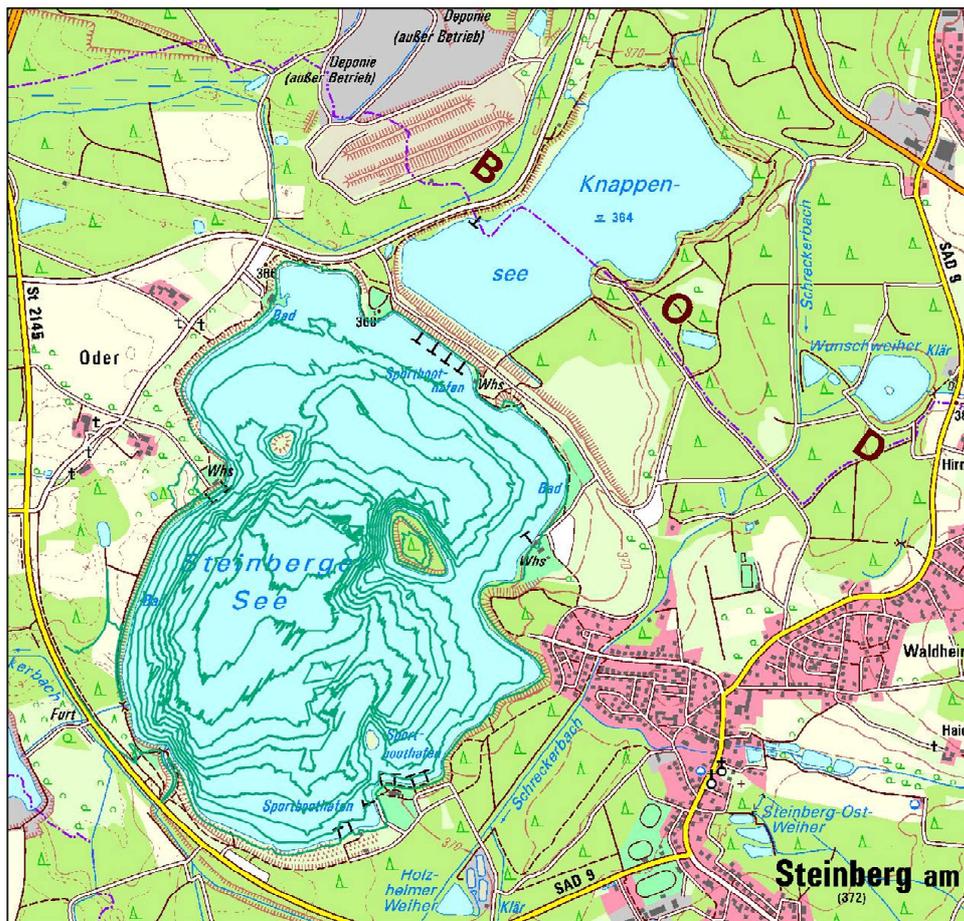
Physikalisch-chemische Kenngrößen	relativ geringe Säurebindungskapazität, im neutralen Bereich gepuffert, Gesamtphosphor-Konzentration lag bei Frühjahrszirkulation unter 10 µg/l, limitierende Bedingungen für Phytoplankton
Qualitäts-komponenten-spezifischer Seetyp nach LAWA	LAWA-Seetyp: 10 = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ großem Einzugsgebiet Phytoplankton-See-Sub-Typ: PP 10.1k Makrophyten-Seetyp: z.B. TKg 10 Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: z.B. DS 10.1
Phytoplankton-Gemeinschaft	Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel): PP: 0,60 mm ³ /l (2011) Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Aphanocapsa sp.</i> , <i>Chrysochromulina parva</i> , <i>Chrysoflagellaten</i> Häufige und dominante Begleiter: <i>Ceratium hirundinella</i> , <i>Cyclotella comensis</i> , <i>C. ocellata</i> , <i>C. radiosa</i> , <i>Gymnodinium sp.</i> , <i>Planktothrix agardhii</i> zeitweise dominant
Makrophyten-Gemeinschaft	Auswahl charakteristischer Taxa: Raues Hornblatt (<i>Ceratophyllum demersum</i>), Zwiebel-Binse (<i>Juncus bulbosus</i>), Ähren-Tausendblatt (<i>Myriophyllum spicatum</i>), Quirliges Tausendblatt (<i>Myriophyllum verticillatum</i>), Mittleres Nixkraut (<i>Najas marina ssp. intermedia</i>), Biegsame und Dunkle Glanzleuchteralge (<i>Nitella flexilis/opaca</i>), Stumpfbältriges Laichkraut (<i>Potamogeton obtusifolius</i>) Untere Makrophytengrenze: mittlere untere Vegetationsgrenze (2013) bei 3,6 m; dies entspricht dem Wert eutropher Seen
benthische Diatomeen-Gemeinschaft	Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Achnantheidium minutissimum var. minutissimum</i> Häufige und dominante Begleiter: <i>Encyonopsis sp.</i> , <i>Fragilaria sp.</i> , <i>Tabellaria flocculosa</i>
Bewertung des ökologischen Potenzials	Phytoplanktonbewertung 2011: "gut und besser" PhytoSee-Index: 0,5 Makrophyten und Phytobenthos 2010: "gut und besser", Umweltqualitätsnormen für flussgebietsspezifische Schadstoffe zur Beurteilung des ökologischen Potenzials nach OGewV (2011), Anlage 5 überschritten ökologisches Potenzial: „mäßig“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)

Bewertung des chemischen Zustandes	„nicht gut“ nach OGewV (2011), Anlage 7 aufgrund einer Überschreitung der Umweltqualitätsnorm (UQN) für Quecksilber und Quecksilberverbindungen (2. Bewirtschaftungsplan 2015)
Naturschutzfachliche Bedeutung	keine NSG-Ausweisung, Projekt „Lebende Inseln“- Versuchsanlage von TU Dresden, Untersuchungen der Voraussetzungen für Entwicklungen intakter naturnaher Uferbereiche, 16 Fischarten im See nachgewiesen z.B. Große Maräne, Barsch, Hecht und Zander, weiträumige Uferbereiche der Natur vorbehalten, Ostteil ist Ruhezone für einige Wasservögel
Nutzung	Naherholung, Wassersport (Segeln, Rudern, Kanu, Ruder- und Tretboote, ohne Motorbootverkehr), Baden, Fischzucht (ein Fünftel der Seefläche Forellen- und Karpfenproduktion) im Bereich des Zuflusses der Kleinen Spree, Angelsport
Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie	nicht gemeldet
Stand der Bearbeitung	18.04.2016



Quelle: ©OpenStreetMap Mitwirkende

Foto: Blick nach Norden (Weilner 2013)



Steinberger See mit Isolinien

Lage und Geschichte

- größter bayerischer Tagebausee südlich der Gemeinde Wackersdorf
- Braunkohlentagebau **Wackersdorf (Oberpfalz)**, Kohleabbau von 1845 Tagebau (Tiefbau ab 1807) bis Sept. 1982 Schließung der Bayerischen Braunkohlen-Industrie Schwandorf (BBI) nach Erschöpfung des Vorkommens
- noch während der Abbauarbeiten bis 1982 wurde 12 m breite Uferzone mit Uferrändern und Wellenschlagzone gestaltet
- Flutung des Restloches begann bereits Anfang 1981
- 1985 wurde Asche aus Braunkohlverbrennung des Kraftwerks Schwandorf zur Erhöhung des sauren pH-Wertes eingespült

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+358	maximale Länge	[m]	
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	40	maximale Breite	[m]	
Seefläche	[ha]	185	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	50	Tiefengradient	[-]	
mittlere Tiefe	[m]		theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	
theoret. Epi-Tiefe	[m]		Wasser-EZG	[km ²]	
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

länglich ovale Form, Ufer im Nordosten zum großen Teil als Flachufer gestaltet, während Steilkanten des Südwestufers größtenteils belassen wurden, Eisenausfällungen im Uferbereich

Hydrologie und Schichtung

Durch Ascheeinspülung 1985 erhöhte sich pH drastisch auf 9,2, innerhalb von zwei Jahren fiel pH zurück auf 4,6, leichte Schwankungen durch Wasserzufuhr des mäßig eingestufteten Schreckerbachs, oberflächlicher Zufluss nur bei Hochwasser, Ablauf manuell geregelt

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und mittlere Sichttiefe bis 7 m, aufgrund der Acidität ist eine Trophieklassifikation nach LAWA nicht möglich

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	4,8-6,2	TIC	[mg/l]	
K _{B4,3} – Wert	[mmol/l]		TOC	[mg/l]	1,1
Eisen (II)	[mg/l]	0,02	Gesamtstickstoff*	[µg/l]	1300
Calcium	[mg/l]		Gesamtphosphor*	[µg/l]	<10
Sulfat	[mg/l]	480	Chlorophyll a*	[µg/l]	3,3
Leitfähigkeit	[µS/cm]	975	Sichttiefe*	[m]	7,0

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus den Jahren 2009 und 2012; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel, für den pH-Wert sind Spannbreiten angegeben

Physikalisch-chemische Kenngrößen

hohe Sulfatkonzentration des Wassers, relativ hohe Leitfähigkeit, im schwach sauren Bereich gepuffert, pH-Wert geringfügig jahreszeitliche Schwankungen, Gesamtphosphor-Konzentration lag bei Frühjahrszirkulation unter 10 µg/l, limitierende Bedingungen für Phytoplankton

Qualitätskomponentenspezifischer Seetyp nach LAWA

LAWA-Seetyp: 7 = geschichteter calciumreicher Mittelgebirgssee mit relativ kleinem EZG

Phytoplankton-See-Sub-Typ: **PP 7s**

Makrophyten-Seetyp: **MTS 9**

Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: **DS s**

Phytoplankton-Gemeinschaft

Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel):

PP: 2,1 mm³/l (2004)

Auswahl charakteristischer Taxa:

Cryptomonas ovata, *Peridinium* spp.

Häufige und dominante Begleiter:

Gloeotila pelagica, *Scourfieldia*

Makrophyten-Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:

Nadel-Sumpfbirse (*Eleocharis acicularis*), Zwiebel-Birse (*Juncus bulbosus*), Wechselblütiges Tausendblatt (*Myriophyllum alterniflorum*)

Untere Makrophytengrenze:

Die mittlere untere Vegetationsgrenze lag im Jahr 2014 bei 6 m, dies entspricht dem Wert mesotropher Seen

benthische Diatomeen-Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:

Eunotia exigua var. *exigua*, *Brachysira neoexilis*

Häufige und dominante Begleiter:

Delphineis minutissima, *Cymatosira belgica*

Bewertung des ökologischen Potenzials¹

Phytoplanktonbewertung 2004: „mäßig“ (Bewertung nach Leßmann & Nixdorf (2009))

Phyto-See-Index: 3

Makrophyten und Phytobenthos 2003: „mäßig“, wenige Arten wegen saurer Eigenschaften des Sees

ökologisches Potenzial: Bewertung unsicher (2. Bewirtschaftungsplan 2015), Bewertungsverfahren befindet sich in der Fortschreibung

¹ der Steinberger See ist im 2. Bewirtschaftungsplan kein Wasserkörper im Sinne der EG-WRRL, das ermittelte ökologische Potenzial wird nicht als offizielle Bewertung gemäß EG-WRRL von Bayern gemeldet

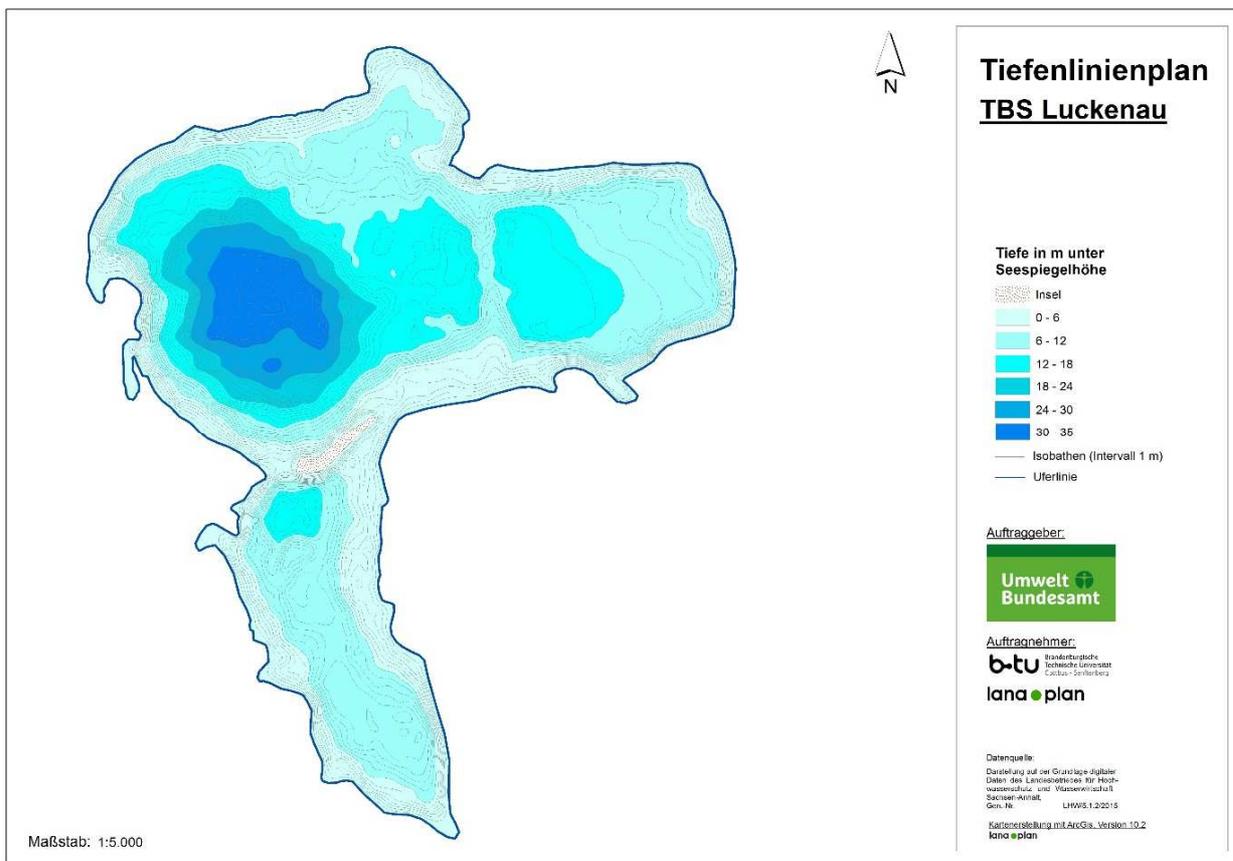
Naturschutzfachliche Bedeutung	Keine
Nutzung	Naherholung, Wassersport (Surfen, Segeln, Tauchen, Wasserski, Treetbootfahren), Baden
Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie	ausgezeichnet
Stand der Bearbeitung	18.04.2016



Quelle: © OpenStreetMap-Mitwirkende



Foto: Forellenanlage (K. van de Weyer, lanaplan)



- Lage und Geschichte**
- im Volksmund auch „Schädemulde“, früher „RL Streckau“ oder „Streckauer See“ genannt, norwestlich von Zeitz in Sachsen-Anhalt
 - Braunkohlentagebau **Streckau (Mitteldeutsches Revier)** im Zeitz-Weißenfelser Revier
 - 1936 Inbetriebnahme der Kohlebahn Grube Emma, bis 1959 Versorgung der Werksanlage Groitzschen aus Tagebauen im Raum Luckenau
 - 1963 Stilllegung Brikettfabrik Groitzschen und Einstellung der Kohlebahnverbindung, später Ausbau zum Radwanderweg
 - Flutung der Grube durch Grundwasseranstieg, seit 1978 zur Forellenaufzucht in Netzgehegen genutzt
 - 2007 See aus Bergaufsicht entlassen, bis dahin hat LMBV See verwaltet und Kosten der Pumpstation getragen

Morphologie

Morphologische und Hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+165	maximale Länge	[m]	1230
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	6,7	maximale Breite	[m]	960
Seefläche	[ha]	57,5	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	35,2	Tiefengradient	[-]	5,91
mittlere Tiefe	[m]	11,7	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	16,39
theoret. Epi-Tiefe	[m]	5,96	Wasser-EZG	[km ²]	3,14
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

durch Bergbau geprägte Form, Steilkanten des Westufers wurden belassen, häufig kommt es zu Abrutschungen im Böschungsbereich, durch Insel in größeres, nördliches Hauptbecken und kleineres Südbecken geteilt, östlich an Ortschaft Luckenau grenzend, sonst von Wald umgeben

Hydrologie und Schichtung

Wasser wird über Pumpstation abgepumpt um Wasserstand von 165 mNN zu halten, grundwassergespeist in salinärer Grundwasserregion, sehr hohe Mineralisation, stabile Sommerschichtung

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und mittlere Sichttiefe von 3 m ergeben mittleren LAWA-Trophie-Index von 1,89 und mesotrophe Trophieklasse (2014)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	8,2	TIC	[mg/l]	
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	3,0	TOC	[mg/l]	9,8
Eisen (II)	[mg/l]		Gesamtstickstoff*	[µg/l]	570
Calcium	[mg/l]	59	Gesamtphosphor*	[µg/l]	20
Sulfat	[mg/l]	510	Chlorophyll a*	[µg/l]	3,0
Leitfähigkeit	[µS/cm]	1320	Sichttiefe*	[m]	3,3

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2014; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel

Physikalisch-chemische Kenngrößen

hohe Sulfat- und Calciumkonzentrationen des Wassers, relativ hohe Leitfähigkeit, Calciumkonzentration trägt zu hoher Säurebindungs-kapazität bei, im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert, pH-Wert geringfügig jahreszeitliche Schwankungen, Gesamtphosphor-konzentration lag bei Frühjahrszirkulation über 10 µg/l, gute Bedingungen für Phytoplankton

Qualitäts-komponenten-spezifischer Seetyp nach LAWA

LAWA-Seetyp: **13** = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet

Phytoplankton-See-Sub-Typ: **PP 13k**

Makrophyten-Seetyp: **TKg 13**

Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: z.B. **DS 13.2**

Phytoplankton-Gemeinschaft

Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel):

PP: 0,88 mm³/l (2014)

Auswahl charakteristischer Taxa:

Rhodomonas lacustris var. *nannoplanctica*, *Dinobryon divergens*

Häufige und dominante Begleiter:

Chrysochromulina, Chrysoflagellaten, *Cryptomonas*, *Fragilaria crotonensis*, Zentrale Diatomeen <5 µm

Makrophyten-Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:

Gegensätzliche Armleuchteralge (*Chara contraria*), Zerbrechliche Armleuchteralge (*Chara globularis*), Raues Hornblatt (*Ceratophyllum demersum*), Quirliges Tausendblatt (*Myriophyllum verticillatum*), Schilfrohr (*Phragmites australis*), Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*), Schmalblättriger Rohrkolben (*Typha angustifolia*); sieben Characeen-Arten nachgewiesen (Korsch 2013)

Untere Makrophytengrenze:

mittlere untere Vegetationsgrenze (2014) bei 5 m; dies entspricht dem Wert mesotropher Seen

**benthische
Diatomeen-
Gemeinschaft****Auswahl charakteristischer Taxa:***Achnantheidium minutissimum var. minutissimum***Häufige und dominante Begleiter:***Amphora pediculus, Fragilaria gracilis, Navicula cryptotenelloides, Nitzschia lacuum***Bewertung des
ökologischen
Potenzials**

Phytoplanktonbewertung 2014: „gut und besser“

Phyto-See-Index: 1,1

Makrophyten und Phytobenthos 2014: „mäßig“ basierend auf Makrophytenbewertung, da Modul Diatomeen nicht gesichert

ökologisches Potenzial: „mäßig“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)**Bewertung des
chemischen
Zustandes**

„gut“ nach OGewV (2011), Anlage 7 (2. Bewirtschaftungsplan 2015), nicht in diese Bewertung einbezogen ist die bundesweit angenommene Überschreitung der Umweltqualitätsnorm für Quecksilber in Biota

**Naturschutzfachliche
Bedeutung**

keine

Nutzung

Angeln und Berufsfischerei, seit 1978 klares, sauerstoffreiches Wasser zur Forellenaufzucht genutzt, Fischhandel Luckenau betreibt Produktion und Vermarktung; am See führt RECARBO – Kohleradweg entlang, zwölf Schautafeln informieren seit 2013 (RECARBO 2015) über Industriegeschichte entlang des Weges

Hohes Vorkommen an Silber- und Marmorkarpfen
(Foto: K. van de Weyer)**Zustand nach
EG-Badegewässer-
Richtlinie**

nicht gemeldet

Stand der Bearbeitung

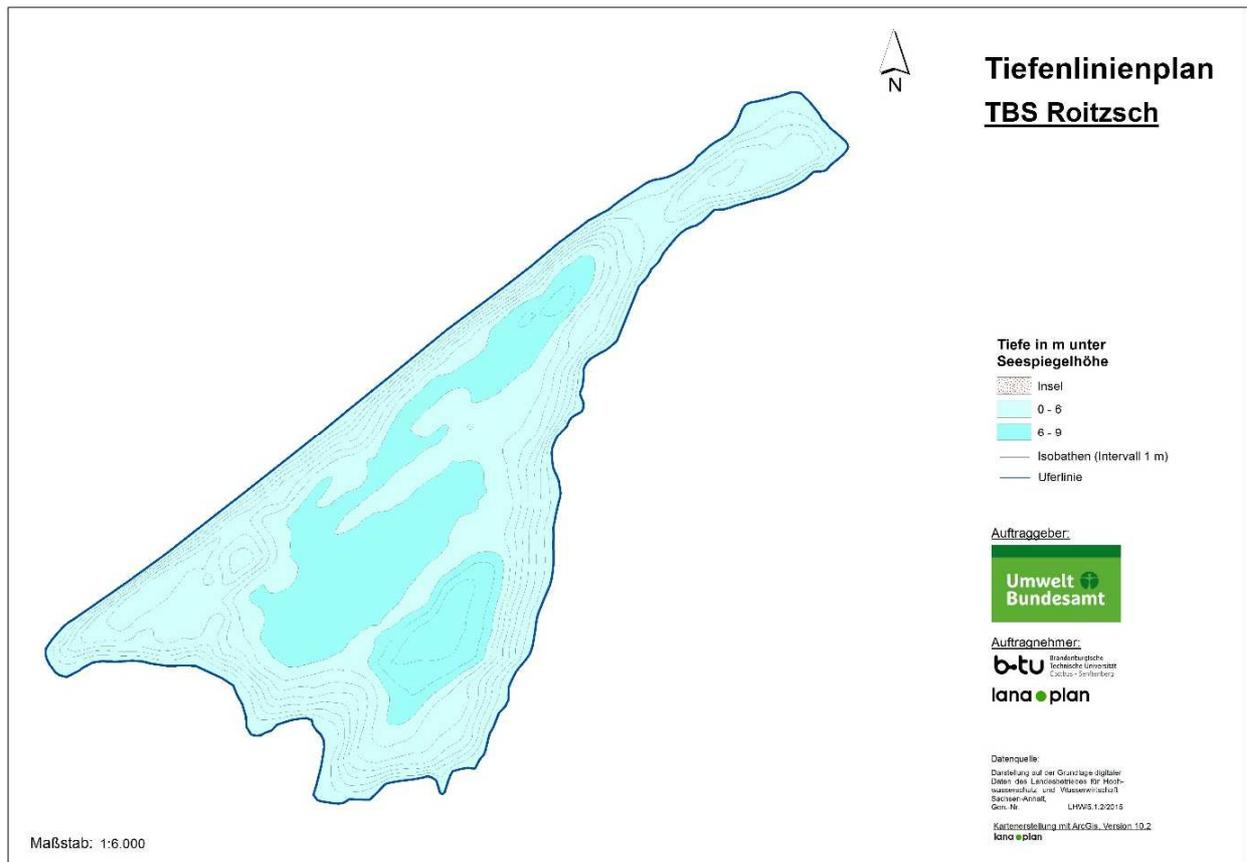
18.04.2016



Quelle: © OpenStreetMap-Mitwirkende



Foto: Schilfgürtelsaum (K. van de Weyer, lanaplan)



- Lage und Geschichte**
- bei Bitterfeld in Sachsen-Anhalt, auch im Volksmund „Roitzscher Grube“ genannt
 - Braunkohlentagebau **Freiheit II (Mitteldeutsches Revier)**, Kohleförderung von 1901 bis 1951
 - bis 1953 Einspülung von Abraum (Spülkippe) aus dem Tagebau Freiheit IV: Einspülung von sandigem Material an der Ostböschung, von tonigem Material an der Südböschung; aus Bergaufsicht entlassen

Morphologie

Morphologische und Hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+73	maximale Länge	[m]	1860
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	3,19	maximale Breite	[m]	720
Seefläche	[ha]	62,8	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	10	Tiefengradient	[-]	1,6
mittlere Tiefe	[m]	5,08	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	24,63
theoret. Epi-Tiefe	[m]	6,24	Wasser-EZG	[km ²]	1,18
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

längliche Form in nordöstlicher bis südwestlicher Richtung, relativ flacher See durch Einbringung von Abraum, am Nord- und Ostufer überwiegend von Steilhängen mit Wald umgeben, am Südufer Bebauung mit Kleingartensiedlung und Stegen, am Ostufer Wildbadestellen, bis auf wenige Stellen Schilfgürtelsaum

Hydrologie und Schichtung

Grundwassergeflutet, nicht salinar beeinflusst, gekennzeichnet durch schwache bis gute Mineralisation, keine stabile Sommerschichtung

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration gleich/unterhalb der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und mittlere Sichttiefe von 2,4 m ergeben mittleren LAWA-Trophie-Index von 1,47 und oligotrophe Trophieklasse (2014)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	7,7	TIC	[mg/l]	
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	4,3	TOC	[mg/l]	6,1
Eisen (II)	[mg/l]		Gesamtstickstoff*	[µg/l]	630
Calcium	[mg/l]	86	Gesamtphosphor*	[µg/l]	10
Sulfat	[mg/l]	760	Chlorophyll a*	[µg/l]	2,3
Leitfähigkeit	[µS/cm]	1870	Sichttiefe*	[m]	2,4

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2014; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel

Physikalisch-chemische Kenngrößen

sehr hohe Sulfat- und Calciumkonzentrationen des Wassers, hohe Leitfähigkeit, hohe Calciumkonzentration trägt zu hoher Säurebindungskapazität bei, im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert, Gesamtphosphor- und Orthophosphat-Konzentrationen lag bei Frühjahrszirkulation nicht unter 10 µg/l, bedingt durch Altlasten erhöhte Konzentrationen an Magnesium und Hydrogencarbonat feststellbar (Czegka et al. 2008)

Qualitäts-komponenten-spezifischer Seetyp nach LAWA

LAWA-Seetyp: **13** = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet

Phytoplankton-See-Sub-Typ: **PP 13k**

Makrophyten-Seetyp: **TKg 13**

Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: z.B. **DS 13.2**

Phytoplankton-Gemeinschaft**Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel):**

PP: 0,39 mm³/l (2014)

Auswahl charakteristischer Taxa:

Rhodomonas lacustris var. *nannoplanctica*, Chrysoflagellaten

Häufige und dominante Begleiter:

Discostella stelligera, *Stephanodiscus hantzschii*, Zentrale Diatomeen <5 µm, *Planktothrix agardhii*

Makrophyten-Gemeinschaft**Auswahl charakteristischer Taxa:**

Mittleres Nixkraut (*Najas marina* ssp. *intermedia*), Schilfrohr (*Phragmites australis*), Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*), Teichbinse (*Schoenoplectus*)

Untere Makrophytengrenze:

mittlere untere Vegetationsgrenze (2014) bei 2,08 m; dies entspricht dem Wert eutropher Seen



Najas marina ssp. *intermedia*
(Foto: K. van de Weyer)

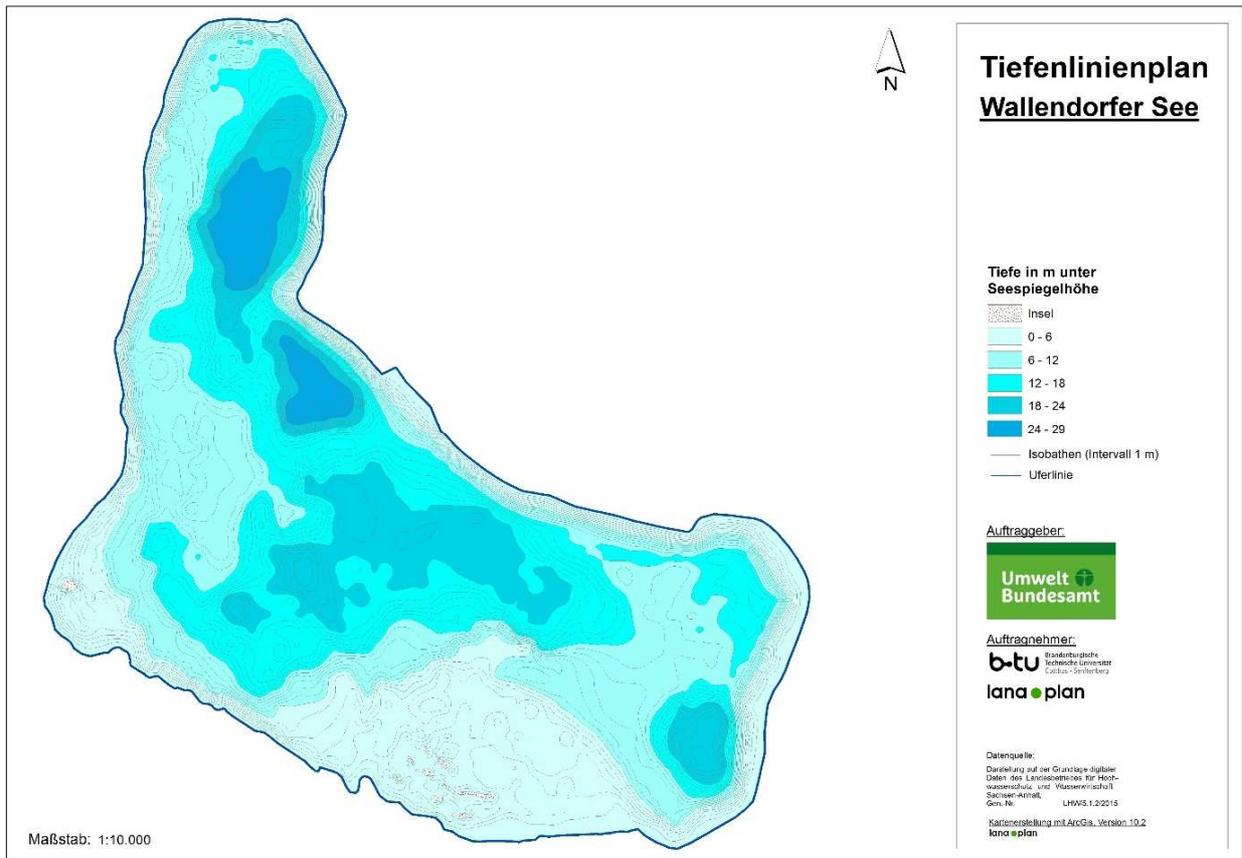
benthische Diatomeen-Gemeinschaft	<p>Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Achnantheidium minutissimum</i> var. <i>minutissimum</i></p> <p>Häufige und dominante Begleiter: <i>Brachysira neoexilis</i>, <i>Fragilaria brevistriata</i> var. <i>brevistriata</i>, <i>Cymbella microcephala</i>, <i>Gomphonema lateripunctatum</i></p>
Bewertung des ökologischen Potenzials	<p>Phytoplanktonbewertung 2014: „gut und besser“ Phyto-See-Index: 1,54 Makrophyten und Phytobenthos 2014: „gut und besser“ basierend auf der Diatomeenbewertung, da Modul Makrophyten nicht gesichert ökologisches Potenzial: „gut und besser“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)</p>
Bewertung des chemischen Zustandes	<p>„nicht gut“ nach OGewV (2011), Anlage 7 aufgrund einer Überschreitung der Umweltqualitätsnorm (UQN) für Tributylzinn im Jahr 2012 (2. Bewirtschaftungsplan 2015), nicht in diese Bewertung einbezogen ist die bundesweit angenommene Überschreitung der Umweltqualitätsnorm für Quecksilber in Biota</p>
Naturschutzfachliche Bedeutung	keine
Nutzung	Naherholung, Angelgewässer, vorkommende Fischarten: Aal, Barsch, Hecht, Karpfen, Plötze, Wels, Zander
Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie	nicht gemeldet
Stand der Bearbeitung	18.04.2016



Quelle: © OpenStreetMap-Mitwirkende



Foto: Wallendorfer See vorne (LMBV)



Lage und Geschichte

- ca. 6 km nordöstlich von Merseburg innerhalb der sogenannten Salzkohlefelder Halle-Merseburg in Sachsen-Anhalt
- Braunkohlentagebau **Merseburg Ost (Mitteldeutsches Revier)**, 1971 im westlichen Teil der Lagerstätte aufgeschlossen, Kohleförderung ging 1973 in Betrieb und wurde 1989 beendet
- Wasserfüllung des Restloches mit Wasser aus der Weißen Elster begann am 14.08.1998, um Bildung eines „Salzsees“ durch aufgehen des Grundwasser vorzubeugen, Wasserförderung wurde 2004 eingestellt
- noch unter Bergaufsicht, Eigentümer ist die LMBV, im Verfahren befindliche wasserrechtliche Planfeststellung

Morphologie

Morphologische und hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+82	maximale Länge	[m]	2960
Seewasservolumen	[Mio. m³]	38,4	maximale Breite	[m]	1400
Seefläche	[ha]	323	Uferentwicklung		
maximale Tiefe	[m]	29,8	Tiefengradient	[-]	4,12
mittlere Tiefe	[m]	11,9	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	84,28
theoret. Epi-Tiefe	[m]	7,23	Wasser-EZG	[km²]	9,27
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

räumlich vom Raßnitzer See durch die ehemalige Innenkippe getrennt, Wasserspiegelunterschied von ca. 3 m, See grenzt an Auenwälder der Flussauenlandschaft von Weißer Elster und Luppe

Hydrologie und Schichtung

Füllung des Restloches erforderte neben bodenmechanischen Belangen eine Flutung aus der Weißen Elster mit Wassermenge von ca. 0,3 m³/s, seit 2003 künstlicher Abfluss über Pumpstation bei Lochau in die Weiße Elster, Graben zur Luppe soll zukünftig als Ablauf dienen, stabile Sommerschichtung

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA: Phosphorkonzentration an der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), geringe Biomasse des Phytoplanktons und Sichttiefe im Sommer bis 3 m ergeben LAWA-Trophie-Index von 1,25 und oligotrophe Trophieklasse (2014)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	8,1	TIC	[mg/l]	
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	0,9	TOC	[mg/l]	5,2
Eisen (II)	[mg/l]		Gesamtstickstoff*	[µg/l]	600
Calcium	[mg/l]	18	Gesamtphosphor*	[µg/l]	10
Sulfat	[mg/l]	1120	Chlorophyll a*	[µg/l]	1,8
Leitfähigkeit	[µS/cm]	5820	Sichttiefe*	[m]	3,3

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2014; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel

Physikalisch-chemische Kenngrößen

sehr hohe Sulfatkonzentration des Wassers, sehr hohe Leitfähigkeit aufgrund des Salzgehaltes, geringe Calciumkonzentration trägt zu geringer Säurebindungskapazität bei, im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert, Gesamtphosphor-Konzentration lag bei Frühjahrszirkulation bei 10 µg/l, limitierende Bedingungen für Phytoplankton

Qualitätskomponentenspezifischer Seetyp nach LAWA

LAWA-Seetyp: **13** = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet

Phytoplankton-See-Sub-Typ: **PP 13k**

Makrophyten-Seetyp: **TKg 13**

Phytobenthos/Diatomeen-Seetyp: z.B. **DS 13**

Phytoplankton-Gemeinschaft

Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel):

PP: 0,34 mm³/l (2014)

Auswahl charakteristischer Taxa:

Rhodomonas lacustris var. *nannoplanctica*, *Oocystis* spp.

Häufige und dominante Begleiter:

Chrysoflagellaten, *Sphaerocystis*, Zentrale Diatomeen <5 µm

Makrophyten-Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:

Feine Armleuchteralge (*Chara virgata*), Zerbrechliche Armleuchteralge (*Chara globularis*), Ähren-Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*), Krauses Laichkraut (*Potamogeton crispus*), Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*), Zwerg-Laichkraut (*Potamogeton pusillus*) Schilfrohr (*Phragmites australis*), Sumpf-Teichfaden (*Zannichellia palustris*);

sieben Characeen-Arten nachgewiesen (Korsch 2013)

Untere Makrophytengrenze:

mittlere untere Vegetationsgrenze (2011) bei 4,87 m; dies entspricht dem Wert mesotropher Seen

benthische Diatomeen-Gemeinschaft

Auswahl charakteristischer Taxa:

Achnantheidium minutissimum var. *minutissimum*

Häufige und dominante Begleiter:

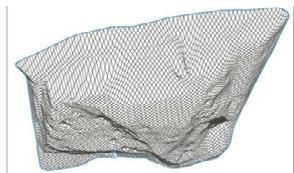
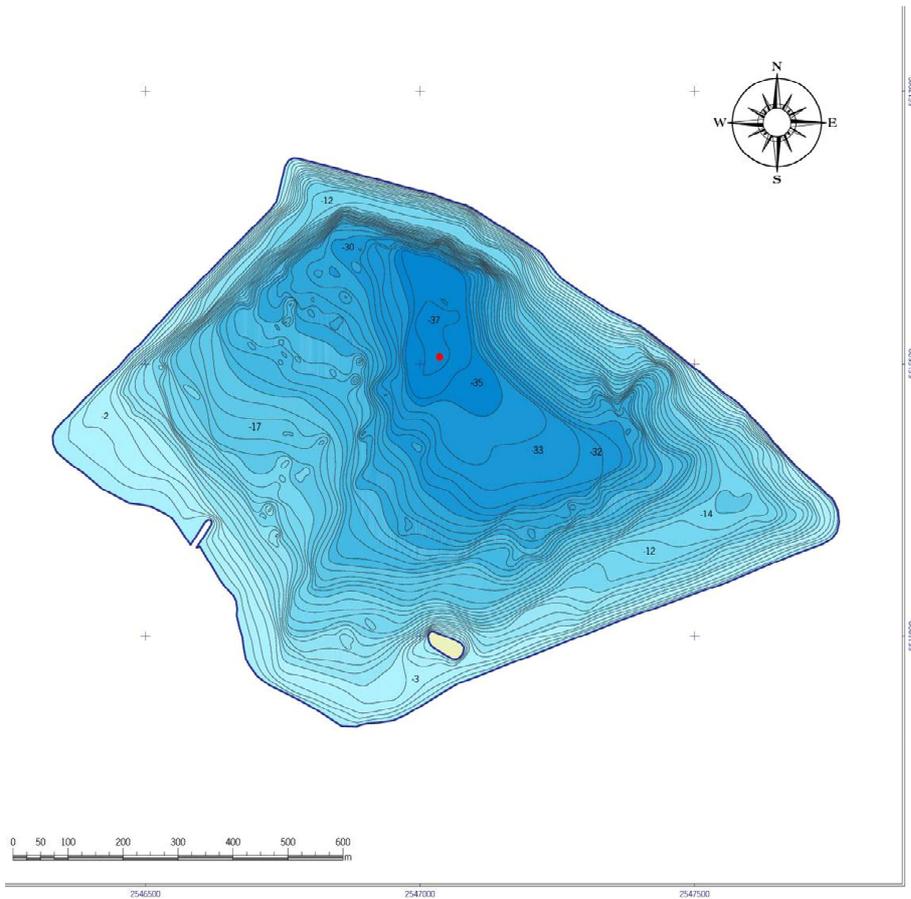
Achnanthes thermalis, *Encyonopsis microcephala*, *Diatoma moniliformis* ssp. *moniliformis*

Bewertung des ökologischen Potenzials	Phytoplanktonbewertung 2014: „gut und besser“ Phyto-See-Index: 1,3 Makrophyten und Phytobenthos 2011: keine Bewertung, aufgrund des erhöhten Salzgehaltes ist der See mit dem PHYLIB-Verfahren (Version 2.6) nicht zu bewerten ökologisches Potenzial: „gut und besser“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)
Bewertung des chemischen Zustandes	„gut“ nach OGewV (2011), Anlage 7 (2. Bewirtschaftungsplan 2015), nicht in diese Bewertung einbezogen ist die bundesweit angenommene Überschreitung der Umweltqualitätsnorm für Quecksilber in Biota
Naturschutzfachliche Bedeutung	LSG Elster-Luppe-Aue; im Planfeststellungsverfahren des Landesverwaltungsamtes in Halle
Nutzung	Entwicklung eines Landschaftssees mit begrenzter Naherholung; Konzept zu sanftem Tourismus soll erarbeitet werden, Innenkippenflächen sollen in eine aue-typische Landschaft mit Landwirtschafts-, Forstwirtschafts-, Wiesen- und Sukzessionsflächen umgewandelt werden
Zustand nach EG-Badegewässer-Richtlinie	nicht gemeldet
Stand der Bearbeitung	18.04.2016



Quelle: Badegewässerprofil 2015, Kreis Euskirchen, Abteilung Gesundheit Euskirchen (verändert)

Foto: Zülpicher See (K. van de Weyer, lanaplan)



Ansicht aus Richtung Südwest mit 7,5-facher Überhöhung

Hydrographische Vermessung Zülpicher See (27 447 - 1)

Auftraggeber:
Ländesumweltamt, Nordrhein-Westfalen,
Wallneyer Str. 6, 45133 Essen

Zeichenerklärung:

Tiefe unter Seespiegel in [m]	Tiefster Punkt
0 - 5	• Max. Tiefe 37,30 m
5 - 10	— Uferlinie
10 - 15	— Inselbereich
15 - 20	— Isobathen
20 - 25	— Intervall 1 m
25 - 30	
30 - 35	
ab 35	

Morphometrische Angaben zum Gewässer:

Gewässerfläche: 83,07 ha
Gewässervolumen: 14,3 Mio. m³
Koordinaten der maximalen Tiefe: RW: 2547035,74
HW: 5616511,94

Technische Daten der Vermessung:

- Tag der Vermessung: 11.12.2002
- Ermittlung der Lagekoordinaten mittels Differential-GPS, System Trimble
- Ermittlung der Wassertiefe mittels Echolot Fa. Simrad

Geodätische Grundlagen:

- Referenzdatum, Bezugsfläche: Bessel-Ellipsoid, Zentralpunkt
- Rauenberg, Gauß-Krüger-Abbildung
- Maßstab: 1:6.000

Vermessung und Auswertung:

Institut für angewandte
Gewässerökologie GmbH
Schnurkauerstraße 26, 16244 Seddiner See,
Telefon: (03 37 05) 710-0
Telefax: (03 37 05) 207-0
E-Mail: gov.wasser@ökologie.seddin@online.de

Grafische Auswertung und Kartenerstellung

TAUBER

Tauber Explorativ Management GmbH und Co. KG
Hindenburgstr. 44-45 41221 Wittenberg
Telefon: 081 81 890 871, Telefax: 081 81 890 163
E-Mail: tauber.wasser@tauber.de

- Lage und Geschichte**
- ca. 1,5 km südöstlich von Zülpich, auch bekannt als Lövenicher See
 - Braunkohlentagebau **Zülpich Süd (Rheinisches Revier)**
 - Kohleabbau von 1952 bis 1969, Tagebausee entstand um 1975

Morphologie

Morphologische und Hydrologische Parameter					
Endwasserstand	[mNN]	+158	maximale Länge	[m]	1441
Seewasservolumen	[Mio. m ³]	14,3	maximale Breite	[m]	997
Seefläche	[ha]	83,0	Uferentwicklung		1,24
maximale Tiefe	[m]	37,3	Tiefengradient	[-]	6,07
mittlere Tiefe	[m]	17,2	theoret. Wasser-aufenthaltszeit	[a]	
theoret. Epi-Tiefe	[m]	6,1	Wasser-EZG	[km ²]	
Verhältnis Vol. Hypo-/Epilimnion	[-]		Schichtungstyp	[-]	gesch

Gewässerform, Ufer und Umfeld

Künstliche Entstehung des Sees zeigt sich an geometrisch viereckiger Oberflächenform, sandig/toniger Untergrund, monotone lange gerade Uferabschnitte setzen sich strukturell mit der Wassertiefe fort, Ufer fallen steil ab, Untergrund senkt sich im Südwesten durch ehemalige Zufahrt des Tagebaus langsamer ab, maximale Tiefe im nördlichen Teil des Sees

Hydrologie und Schichtung

Oberflächenwassergespeist, stabile Sommerschichtung

Limnologische Klassifikation

Trophie-Klassifikation nach LAWA:

Phosphorkonzentration über der Bestimmungsgrenze (10 µg/l), relativ geringe Biomasse des Phytoplanktons und mittlere Sichttiefe von 4 m ergeben LAWA-Trophie-Index von 1,8 und mesotrophe Trophieklasse (2010)

Trophische und säurerelevante Parameter					
pH – Wert	[-]	7,3-8,8	TIC	[mg/l]	
K _{S4,3} – Wert	[mmol/l]	2,4	TOC	[mg/l]	7,1
Eisen (II)	[mg/l]	0,02	Gesamtstickstoff*	[µg/l]	750
Calcium	[mg/l]	102	Gesamtphosphor*	[µg/l]	30
Sulfat	[mg/l]	93	Chlorophyll a*	[µg/l]	4,2
Leitfähigkeit	[µS/cm]	60	Sichttiefe*	[m]	4,4

Mittelwerte der im Tiefenprofil gemessenen Wassergütekriterien aus dem Jahr 2010; die mit * gekennzeichneten Werte beziehen sich auf das Saisonmittel, für den pH-Wert sind Spannbreiten angegeben

Physikalisch-chemische Kenngrößen	<p>geringe Sulfatkonzentration des Wassers, relativ geringe Leitfähigkeit, im neutralen bis leicht alkalischen Bereich gepuffert, Nitrat-, Ammonium- und Nitrit-Konzentrationen sehr niedrig, Gesamtposphor-Konzentration lag bei Frühjahrszirkulation bei 60 µg/l, gute Bedingungen für Phytoplankton</p> <p>Temperatur: Tiefenwasser ganzjährig unter 6 °C, Erwärmung oberflächennahes Wasser von 8 °C im April auf über 20 °C im Juli</p> <p>Sauerstoff: mittlere O₂-Konzentration: über 10 mg/l im Epilimnion mit hypolimnischer Sauerstoffzehrung im Spätsommer (O₂-Konzentration: 0,4 mg/l)</p>
Qualitätskomponentenspezifischer Seetyp nach LAWA	<p>LAWA-Seetyp: 13 = geschichteter, calciumreicher Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet</p> <p>Phytoplankton-See-Sub-Typ: PP 13k</p> <p>Makrophyten-Seetyp: TKg</p>
Phytoplankton-Gemeinschaft	<p>Phytoplankton-Gesamt-Biovolumen (Saisonmittel): PP: 0,69 mm³/l (2010)</p> <p>Auswahl charakteristischer Taxa: <i>Rhodomonas sp.</i>, <i>Gymnodinium sp.</i></p> <p>Häufige und dominante Begleiter: <i>Cryptomonas spp.</i>, <i>Peridinium spp.</i></p>
Makrophyten-Gemeinschaft	<p>Auswahl charakteristischer Taxa: Gegensätzliche Armlauchalge (<i>Chara contraria</i>), Gemeines Hornblatt (<i>Ceratophyllum demersum</i>), Schmalblättrige Wasserpest (<i>Elodea nuttallii</i>), Ähren-Tausendblatt (<i>Myriophyllum spicatum</i>), Kamm-Laichkraut (<i>Potamogeton pectinatus</i>)</p> <p>Untere Makrophytengrenze: Die mittlere untere Vegetationsgrenze lag 2014 bei 10 m; dies entspricht dem Wert oligotropher Seen</p>
Bewertung des ökologischen Potenzials	<p>Phytoplanktonbewertung 2010: „gut und besser“ Phyto-See-Index: 1,5 Makrophyten und Phytobenthos 2010: „gut und besser“ (LUA-NRW-Verfahren)</p> <p>ökologisches Potenzial: „gut und besser“ (2. Bewirtschaftungsplan 2015)</p>
Naturschutzfachliche Bedeutung	<p>FFH-Gebiet: Lebensraumtyp 3140 (Nährstoffärmere kalkhaltige Stillgewässer)</p>
Nutzung	<p>Baden, Wassersport, Angeln</p>

**Zustand nach
EG-Badegewässer-
Richtlinie**

Ausgezeichnet 2014 (seit 1984 EG-Badegewässer)

Stand der Bearbeitung

18.04.2016