



Seenmorphologie



Erfassung der Qualitätskomponenten- gruppe Morphologie zur unterstützenden Bewertung sächsischer WRRL-Standgewässer

Dr. Susanne Böx, Jörg Eberts, Christian Gottelt, Dr. Dr. Dietmar Mehl

Vermessung: Jörg Bernhardt, Gerd Heller, Stefan Meyer, Andreas Voss

Inhalt

1	Einleitung	10
2	Methodisches Vorgehen	11
2.1	Erhebung der Seebeckenmorphologie (Tiefenvariation)	11
2.1.1	Vermessung	11
2.1.2	Bereinigung der Rohdaten um Fehlplings und Messfehler (Datenlücken).....	13
2.1.2.1	Datenstrukturprüfung.....	13
2.1.2.2	Prüfung der Positionsdaten (Fehlpositionen).....	13
2.1.2.3	Plausibilitätsprüfung der Tiefendaten	14
2.1.3	Erstellen eines Punkterasters mit einem Punktabstand von 10 Metern	17
2.1.4	Erstellen der Tiefenlinien	20
2.1.5	Ermittlung weiterer morphometrischer Größen.....	21
2.2	Erfassung der Seeuferstruktur.....	22
2.3	Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit.....	24
3	Ergebnisse	28
3.1	Ammelshainer See	28
3.1.1	Vor-Ort-Begehung	28
3.1.2	Erhebung der Seebeckenmorphologie	28
3.1.3	Erfassung der Seeuferstruktur.....	29
3.1.3.1	Datengrundlage und Aufbereitung.....	29
3.1.3.2	Abschnittsbildung	29
3.1.3.3	Bestimmung des Seeufertyps.....	29
3.1.3.4	Klassifizierung	29
3.1.4	Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit.....	30
3.2	Badensee Halbendorf.....	33
3.2.1	Vor-Ort-Begehung	33
3.2.2	Erhebung der Seebeckenmorphologie	34
3.2.3	Erfassung der Seeuferstruktur.....	34
3.2.3.1	Datengrundlage und Aufbereitung.....	34
3.2.3.2	Abschnittsbildung	34
3.2.3.3	Bestimmung des Seeufertyps.....	34
3.2.3.4	Klassifizierung	35
3.2.4	Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit.....	35
3.3	Kiessee Naunhof	38
3.3.1	Vor-Ort-Begehung	39
3.3.2	Erhebung der Seebeckenmorphologie	39
3.3.3	Erfassung der Seeuferstruktur.....	39
3.3.3.1	Datengrundlage und Aufbereitung.....	39
3.3.3.2	Abschnittsbildung	40
3.3.3.3	Bestimmung des Seeufertyps.....	40
3.3.3.4	Klassifizierung	40
3.3.4	Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit.....	41
3.4	Kulkwitzer See.....	44
3.4.1	Vor-Ort-Begehung	45
3.4.2	Erhebung der Seebeckenmorphologie	45
3.4.3	Erfassung der Seeuferstruktur.....	46
3.4.3.1	Datengrundlage und Aufbereitung.....	46
3.4.3.2	Abschnittsbildung	46
3.4.3.3	Bestimmung des Seeufertyps.....	46
3.4.3.4	Klassifizierung	47

3.4.4	Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit.....	48
3.5	Olbasee.....	51
3.5.1	Vor-Ort-Begehung.....	52
3.5.2	Erhebung der Seebeckenmorphologie.....	52
3.5.3	Erfassung der Seeuferstruktur.....	52
3.5.3.1	Datengrundlage und Aufbereitung.....	52
3.5.3.2	Abschnittsbildung.....	53
3.5.3.3	Bestimmung des Seeufertyps.....	53
3.5.3.4	Klassifizierung.....	53
3.5.4	Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit.....	54
3.6	Olbersdorfer See.....	57
3.6.1	Vor-Ort-Begehung.....	58
3.6.2	Erhebung der Seebeckenmorphologie.....	58
3.6.3	Erfassung der Seeuferstruktur.....	59
3.6.3.1	Datengrundlage und Aufbereitung.....	59
3.6.3.2	Abschnittsbildung.....	59
3.6.3.3	Bestimmung des Seeufertyps.....	60
3.6.3.4	Klassifizierung.....	60
3.6.4	Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit.....	61
3.7	Speicherbecken Borna.....	64
3.7.1	Vor-Ort-Begehung.....	65
3.7.2	Erhebung der Seebeckenmorphologie.....	66
3.7.3	Erfassung der Seeuferstruktur.....	67
3.7.3.1	Datengrundlage und Aufbereitung.....	67
3.7.3.2	Abschnittsbildung.....	67
3.7.3.3	Bestimmung des Seeufertyps.....	68
3.7.3.4	Klassifizierung.....	68
3.7.4	Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit.....	69
3.8	Speicher Dreieibern.....	73
3.8.1	Vor-Ort-Begehung.....	74
3.8.2	Erhebung der Seebeckenmorphologie.....	74
3.8.3	Erfassung der Seeuferstruktur.....	75
3.8.3.1	Datengrundlage und Aufbereitung.....	75
3.8.3.2	Abschnittsbildung.....	75
3.8.3.3	Bestimmung des Seeufertyps.....	75
3.8.3.4	Klassifizierung.....	75
3.8.4	Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit.....	77
3.9	Speicherbecken Lohsa I (Restloch Friedersdorf).....	80
3.9.1	Vor-Ort-Begehung.....	80
3.9.2	Erhebung der Seebeckenmorphologie.....	81
3.9.3	Erfassung der Seeuferstruktur.....	81
3.9.3.1	Datengrundlage und Aufbereitung.....	81
3.9.3.2	Abschnittsbildung.....	81
3.9.3.3	Bestimmung des Seeufertyps.....	81
3.9.3.4	Klassifizierung.....	82
3.9.4	Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit.....	82
3.10	Speicherbecken Lohsa I (Restloch Mortka).....	86
3.10.1	Vor-Ort-Begehung.....	86
3.10.2	Erhebung der Seebeckenmorphologie.....	86
3.10.3	Erfassung der Seeuferstruktur.....	88
3.10.3.1	Datengrundlage und Aufbereitung.....	88
3.10.3.2	Abschnittsbildung.....	88

3.10.3.3	Bestimmung des Seeufertyps.....	88
3.10.3.4	Klassifizierung	88
3.10.4	Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit.....	89
3.11	Speicherbecken Witznitz	93
3.11.1	Vor-Ort-Begehung	94
3.11.2	Erhebung der Seebeckenmorphologie	94
3.11.3	Erfassung der Seeuferstruktur.....	95
3.11.3.1	Datengrundlage und Aufbereitung.....	95
3.11.3.2	Abschnittsbildung	95
3.11.3.3	Bestimmung des Seeufertyps.....	95
3.11.3.4	Klassifizierung	95
3.11.4	Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit.....	96
	Literaturverzeichnis	100

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Zweifrequenz-Echolot.....	11
Abbildung 2:	Zweifrequenz-Echolot mit der Auswerteeinheit (Laptop), Stromversorgung und DGPS-Empfänger mit RTK (EGNOS) SmartV1.....	11
Abbildung 3:	Messroboter SONOBOT	12
Abbildung 4:	Systemschema Messroboter SONOBOT	13
Abbildung 5:	Profile mit schlechter Geometrie, nicht verwendbare Punktwolken.....	14
Abbildung 6:	Verwendbare Profile mit „guter“ Geometrie durch entsprechende GNSS-Performance	14
Abbildung 7:	Daten-„Ausreißer“ bzw. Fehlpings (rote Markierung)	15
Abbildung 8:	Unterwasserstation im Steinbruch Wildschütz, Bildschirmausschnitt des Sonarprofils während der Messung.....	16
Abbildung 9:	Probleme, die bei der Messung an geneigten Ebenen entstehen können	16
Abbildung 10:	Vermessungspunkte (Kiessee Naunhof).....	19
Abbildung 11:	TIN (Kiessee Naunhof).....	19
Abbildung 12:	Raster mit einer Zellgröße von 10 m (Kiessee Naunhof)	19
Abbildung 13:	Punkteshape mit einer gleich-mäßigen Verteilung der Tiefenpunkte (Kiessee Naunhof).....	19
Abbildung 14:	Raster mit einer Zellgröße von 0,5 m	20
Abbildung 15:	Aus dem Raster erstellte Tiefenlinien im Abstand von 1 m	20
Abbildung 16:	Ammelshainer See.....	28
Abbildung 17:	Uferbeschattung am Ammelshainer See.....	31
Abbildung 18:	Relativen Breite der Flachwasserzone des Ammelshainer Sees	31
Abbildung 19:	Windwirklängen des Ammelshainer Sees	32
Abbildung 20:	Badesees Halbendorf	33
Abbildung 21:	Uferbeschattung des Badesees Halbendorf.....	36
Abbildung 22:	Relative Breite der Flachwasserzone des Badesees Halbendorf.....	36
Abbildung 23:	Windwirklängen des Badesees Halbendorf.....	37
Abbildung 24:	Kiessee Naunhof.....	38
Abbildung 25:	Ursprüngliche Uferlinie des Kiessees Naunhof	40
Abbildung 26:	Korrigierte Uferlinie des Kiessees Naunhof.....	40
Abbildung 27:	Uferbeschattung am Kiessee Naunhof.....	42
Abbildung 28:	Relative Breite der Flachwasserzone des Kiessees Naunhof	42
Abbildung 29:	Windwirklängen des Kiessees Naunhof	43
Abbildung 30:	Uferzone des Kulkwitzer Sees (inklusive Substrat der Flachwasserzone, Abbildung rechts unten).....	44
Abbildung 31:	Ursprüngliche Uferlinie am Südufer des Kulkwitzer Sees	46
Abbildung 32:	Korrektur der Uferlinie (neuer Verlauf entlang der Baumgrenze)	46
Abbildung 33:	Uferbeschattung am Kulkwitzer See	48
Abbildung 34:	Relative Breite der Flachwasserzone des Kulkwitzer Sees.....	49
Abbildung 35:	Relative Breite der Flachwasserzone der Abschnitte Nr. 4 und 5	49
Abbildung 36:	Relative Breite der Flachwasserzone der Abschnitte Nr. 6 bis 8.....	49
Abbildung 37:	Windwirklängen des Kulkwitzer Sees.....	50
Abbildung 38:	Olbasee.....	51
Abbildung 39:	Ursprüngliche Uferlinie des Olbasees	53
Abbildung 40:	Geänderte Uferlinie des Olbasees	53
Abbildung 41:	Uferbeschattung am Olbasee.....	55
Abbildung 42:	Relative Breite der Flachwasserzone des Olbasees	55
Abbildung 43:	Windwirklängen des Olbasees	56
Abbildung 44:	Olbersdorfer See.....	57
Abbildung 45:	Ursprüngliche Uferlinie am Olbersdorfer See.....	59
Abbildung 46:	Korrektur der Uferlinie am Olbersdorfer See (Landröhrichte).....	59
Abbildung 47:	Ursprüngliche Uferlinie im Bereich des Strandes	59

Abbildung 48:	Korrektur der Uferlinie im Bereich des Strandes	59
Abbildung 49:	Uferbeschattung am Olbersdorfer See.....	61
Abbildung 50:	Relative Breite der Flachwasserzone des Olbersdorfer Sees	62
Abbildung 51:	Windwirklängen des Olbersdorfer Sees	63
Abbildung 52:	Uferzone am Speicherbecken Borna (inklusive Substrat der Flachwasserzone, Abbildung links unten) .	64
Abbildung 53:	Gefahrenbereiche des Speicherbeckens Borna (Bereich 1: Betretungs- und Befahrungsverbot; Bereich 2: Befahrungsverbot für alle Fahrzeuge; Bereich 3: Befahrungsverbot für Fahrzeuge schwerer 30 t [Sächsisches Oberbergamt, pers. Mitteilung]).....	65
Abbildung 54:	Errechnete Tiefenlinien am Zulauf	66
Abbildung 55:	Manuell veränderte Tiefenlinien am Zulauf	67
Abbildung 56:	Uferbeschattung am Speicherbecken Borna.....	70
Abbildung 57:	Relative Breite der Flachwasserzone des Speicherbeckens Borna	71
Abbildung 58:	Windwirklängen des Speicherbeckens Borna	72
Abbildung 59:	Wasserstandsdauerkurve des Speicherbeckens Borna (Tageswerte vom 01.01.2010 bis 01.10.2015) (Darstellung auf Grundlage von Daten des LTV; Sudbrack, pers. Mitteilung)	72
Abbildung 60:	Westufer am Speicher Dreiweibern.....	73
Abbildung 61:	Uferabschnitt im Nordosten des Speichers Dreiweibern	74
Abbildung 62:	Steinschüttung an einem Ufer mit einem relativ flachen Flachwasserbereich und Röhricht	76
Abbildung 63:	Steinschüttung an einem Ufer mit einem steileren Flachwasserbereich ohne Röhricht	76
Abbildung 64:	Uferbeschattung am Speicher Dreiweibern.....	77
Abbildung 65:	Relative Breite der Flachwasserzone des Speichers Dreiweibern	78
Abbildung 66:	Windwirklängen des Speichers Dreiweibern	79
Abbildung 67:	Speicherbecken Lohsa I (Restloch Friedersdorf)	80
Abbildung 68:	Uferbeschattung des Speicherbeckens Lohsa I (RL Friedersdorf).....	83
Abbildung 69:	Relative Breite der Flachwasserzone des Speicherbeckens Lohsa I (RL Friedersdorf)	83
Abbildung 70:	Windwirklängen des Speicherbeckens Lohsa I (RL Friedersdorf).....	84
Abbildung 71:	Wasserstandsdauerkurve des Speicherbeckens Lohsa I (Tageswerte vom 01.01.2010 bis 01.10.2015) (Darstellung auf Grundlage von Daten des LTV, Sudbrack, pers. Mitteilung)	85
Abbildung 72:	Speicherbecken Lohsa I (Restloch Mortka).....	86
Abbildung 73:	Vermessungspunkte und Uferlinie (WRRL-Thema) des Speicherbeckens Lohsa I (RL Mortka); gelbe Markierung: Verbindungskanal zum RL Friedersdorf	87
Abbildung 74:	Uferbeschattung am Speicherbecken Lohsa I (RL Mortka).....	90
Abbildung 75:	100 m-Puffer am Speicher-becken Lohsa I (RL Mortka)	91
Abbildung 76:	Relative Breite der Flachwasserzone des Speicherbeckens Lohsa I (RL Mortka)	91
Abbildung 77:	Relative Breite der Flachwasserzone der Abschnitte Nr. 30 und 31	91
Abbildung 78:	Relative Breite der Flachwasserzone der Abschnitte Nr. 23 bis 26.....	91
Abbildung 79:	Relative Breite der Flachwasserzone der Abschnitte Nr. 11 bis 13	91
Abbildung 80:	Windwirklängen des Speicherbeckens Lohsa I (RL Mortka)	92
Abbildung 81:	Speicherbecken Witznitz	93
Abbildung 82:	Uferbeschattung am Speicherbecken Witznitz.....	96
Abbildung 83:	Relativen Breite der Flachwasserzone des Speicherbeckens Witznitz	97
Abbildung 84:	Windwirklängen des Speicherbeckens Witznitz	98
Abbildung 85:	Wasserstandsdauerkurve des Speicherbeckens Witznitz (Tageswerte vom 01.01.2010 bis 01.10.2015) (Darstellung auf Grundlage von Daten der LTV; SUDBRACK, pers. Mitteilung)	99

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Eigenschaften des Messroboters „SONOBOT“	12
Tabelle 2:	Informationen, die in der Attributtabelle der Tiefenpunkte enthalten sind	20
Tabelle 3:	Informationen, die in der Attributtabelle der Tiefenlinien enthalten sind	21
Tabelle 4:	Beschreibung und Ermittlung der morphometrischen Größen	21
Tabelle 5:	Morphometrische Größen des Ammelshainer Sees	29
Tabelle 6:	Ergebnis der Klassifizierung des Ammelshainer Sees	30
Tabelle 7:	Morphometrische Größen des Badesees Halbendorf	34
Tabelle 8:	Ergebnis der Klassifizierung des Badesees Halbendorf	35
Tabelle 9:	Morphometrische Größen des Kiesees Naunhof	39
Tabelle 10:	Ergebnis der Klassifizierung des Kiesees Naunhof	41
Tabelle 11:	Morphometrische Größen des Kulkwitzer Sees	45
Tabelle 12:	Ergebnis der Klassifizierung des Kulkwitzer Sees	47
Tabelle 13:	Morphometrische Größen des Olbasees	52
Tabelle 14:	Ergebnis der Klassifizierung des Olbasees	54
Tabelle 15:	Morphometrische Größen des Olbersdorfer Sees	58
Tabelle 16:	Ergebnis der Klassifizierung des Olbersdorfer Sees	61
Tabelle 17:	Morphometrische Größen des Speicherbeckens Borna	67
Tabelle 18:	Ergebnis der Klassifizierung des Speicherbeckens Borna	69
Tabelle 19:	Morphometrische Größen des Speichers Dreiweibern	75
Tabelle 20:	Ergebnis der Klassifizierung des Speichers Dreiweibern	77
Tabelle 21:	Morphometrische Größen des Speicherbeckens Lohsa I (RL Friedersdorf)	81
Tabelle 22:	Ergebnis der Klassifizierung des Speicherbeckens Lohsa I (RL Friedersdorf)	82
Tabelle 23:	Morphometrische Größen des Speicherbeckens Lohsa I (RL Mortka)	87
Tabelle 24:	Ergebnis der Klassifizierung des Speicherbeckens Lohsa I (RL Mortka)	89
Tabelle 25:	Morphometrische Größen des Speicherbeckens Witznitz	94
Tabelle 26:	Ergebnis der Klassifizierung des Speicherbeckens Witznitz	96

Abkürzungsverzeichnis

ASCII	American Standard Code for Information Interchange
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
BfUL	Staatliche Betriebsanstalt für Umwelt und Landwirtschaft
BK 50	Bodenkarte im Maßstab 1 : 50.000
BÜK 200	Bodenübersichtskarte im Maßstab 1 : 200.000
CPOM	coarse particulate organic matter
DGM	digitales Geländemodell
DGNSS	Differential Global Navigation Satellite System
DGPS	Differential Global Positioning System
DHHN	Deutsches Haupthöhennetz
DOP	digitales Orthophoto
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service
FPOM	fine particulate organic matter
GeoSN	Staatsbetrieb Geoinformation und Vermessung Sachsen
GNSS	Global Navigation Satellite System
LfLUG	Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LTV	Landestalsperrenverwaltung
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
RL	Restloch
RTK	Real Time Kinematic
S2C	Sweep-spread carrier
TIN	triangulated irregular network
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WK	Wasserkörper
WW	Wasserwerk

Einheiten

cm	Zentimeter
GB	Gigabyte
Ha	Hektar
kHz	Kilohertz
km	Kilometer
m	Meter
m ³	Kubikmeter
m ü. NHN	Meter über Normalhöhennull
s	Sekunde

1 Einleitung

Nach Artikel 5 Absatz 4 der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) vom 20. Juli 2011 sind bei der Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten die hydromorphologischen Qualitätskomponenten nach Anlage 3 Nummer 2 einzubeziehen.

Für die Qualitätskomponentengruppe Morphologie von Seen sind dies die

- Tiefenvariation,
- Struktur der Uferzone und
- Menge, Struktur und Substrat des Bodens.

Im Rahmen dieses Projektes werden die Parameter Tiefenvariation und die Struktur der Uferzone für die folgenden Seen bestimmt:

- Ammelshainer See
- Badeseesee Halbendorf
- Kiessee Naunhof
- Kulkwitzer See
- Olbasee
- Olbersdorfer See
- Speicherbecken Borna
- Speicher Dreizehner
- Speicherbecken Lohsa I (RL Friedersdorf)
- Speicherbecken Lohsa I (RL Mortka)
- Speicherbecken Witznitz

Es wird zunächst die Methodik des Vorgehens beschrieben, anschließend werden die Ergebnisse für die genannten Seen dargestellt (siehe Anhang) und diskutiert.

Anhang A beinhaltet die Angaben zur Tiefenvermessung, Anhang B die Klassifizierung der Seeuferstruktur und Anhang C Habitatvorhersage bzw. Habitatmosaik.

2 Methodisches Vorgehen

2.1 Erhebung der Seebeckenmorphologie (Tiefenvariation)

2.1.1 Vermessung

Die Vermessung erfolgte in zwei Teilschritten. Zunächst wurde der ufernahe Bereich mit einem bemannten Schlauchboot befahren. Die Vermessung des Freiwassers erfolgte anschließend mit einem Messroboter.

Zur Vermessung der ufernahen Zone wird auf dem Schlauchboot ein Zweifrequenz-Echolot der Firma Storch aus Jena eingesetzt. Das Sonar arbeitet mit ca. 60 kHz im niederfrequenten Bereich und mit ca. 190 kHz im hochfrequenten Bereich. Die Schwinger haben einen sehr kleinen Öffnungswinkel von $< 10^\circ$ bzw. $< 5^\circ$. Mit diesen Loten können über einen Tiefenbereich von ca. 0,5 bis 100 m Genauigkeiten von 0,01 bis 0,02 m erreicht werden.

Periphere Ausrüstung

An Bord befinden sich das Zweifrequenz-Echolot (Abbildung 1) mit der Auswerteeinheit (Laptop), die gesamte Stromversorgung und der DGPS-Empfänger mit RTK (EGNOS) SmartV1 der Firma Novatel (Abbildung 2). Die Punktdichte liegt, in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit, bei mehreren Punkten pro Meter Fahrstrecke. Durch diese hohe Auflösung ist es später unproblematisch, fehlerhafte Daten oder Ausreißer zu erkennen und zu eliminieren. Am Bildschirm werden die Sonardaten grafisch dargestellt, sodass eine manuelle Sichtkontrolle der eingehenden Daten unmittelbar erfolgen kann. Dabei wird den Lagekoordinaten nicht nur ein Lotwert zugeordnet, sondern es wird ein ganzes Paket von Sonar-Messwerten übertragen, das später nach verschiedenen Kriterien interpretiert und ausgewertet werden kann. Stärke und Häufigkeit der Reflexionen werden optisch durch verschiedene Farben dargestellt. Damit sind über den Tiefenwert hinaus auch Rückschlüsse auf die Beschaffenheit des Untergrundes und die Plausibilität der Messwerte möglich. Parallel zum Sonarprogramm können über ein Positionierungsprogramm die Bewegungen des Fahrzeuges permanent am Bildschirm verfolgt und die Lage der Profile im Messgebiet überprüft und gegebenenfalls korrigiert werden. Gleichzeitig gestattet dieses Programm anhand der mitlaufenden Koordinaten ausgewählte Punkte im Messgebiet gezielt anzufahren.



Abbildung 1: Zweifrequenz-Echolot



Abbildung 2: Zweifrequenz-Echolot mit der Auswerteeinheit (Laptop), Stromversorgung und DGPS-Empfänger mit RTK (EGNOS) SmartV1

Freiwasservermessung

Die Echolotkartierung der Freiwasserflächen erfolgte mit dem Messroboter SONOBOT, eine Entwicklung der Firmen Evologics und GEO-DV GmbH. Der SONOBOT (Abbildung 3) ist ein autonom agierendes Messboot zum Einsatz in Binnengewässern. Die wesentlichen Parameter sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Eigenschaften des Messroboters „SONOBOT“

Länge	1,10 m
Breite	0,9 m
Gewicht	ca. 30 kg
Höhe mit GPS-Antenne	0,5 m über der Wasseroberfläche
Telemetrie	Übertragung der Statusdaten per WLAN (ca. 1 km) Funkfernsteuerung, Reichweite ca. 250 m (bei Handsteuerung)



Abbildung 3: Messroboter SONOBOT

Die Tiefe wurde mit Hilfe eines Single Beam-Ultrabreitbandechosounders 180–80 kHz, basierend auf der S2C-(sweep spread carrier) Technologie, gemessen. Die technologische Genauigkeit beträgt +/- 1,5 cm. Der Messbereich der Tiefe liegt bei 0,5 m im Minimum und 60 m im Maximum.

Die Messpunktdichte ist variabel (0,3 - \geq 1 m) in der Profillinie und hängt von der Geschwindigkeit des Messbootes ab. Der Antrieb erfolgt über zwei Schubstrahldüsen mit Gleichstrom-Motoren in den Schwimmern. Als Stromversorgung dienen Lithium-Polymer-Akkus.

Das in dem Roboter integrierte DGNSS vom Typ JAVAD G3T empfängt GNSS-Signale mit einem RTK (Real Time Kinematic)-Zugangsmoдем bzw. EGNOS-Korrekturdaten und ist mit der Tiefenmessung gekoppelt. So werden jedem Peilungspunkt die Koordinaten und die genaue topografische Höhe automatisch zugeordnet. Der Profillinienabstand betrug 20 m. Die Punktdichte lag bei einem Messwert pro Meter. Die Umsetzung der

durch die Leistungsbeschreibung vorgegebenen Fahrparameter wurde durch den Einsatz des Autopiloten des SONOBOT in hoher Genauigkeit ermöglicht.

Die Messdaten werden auf einem bordeigenen Rechner mit einer Festplattenkapazität von 120 GB aufgezeichnet. Sie können während des Einsatzes vor Ort auf der am Ufer befindliche Kontrollstation abgelegt werden (Abbildung 4).

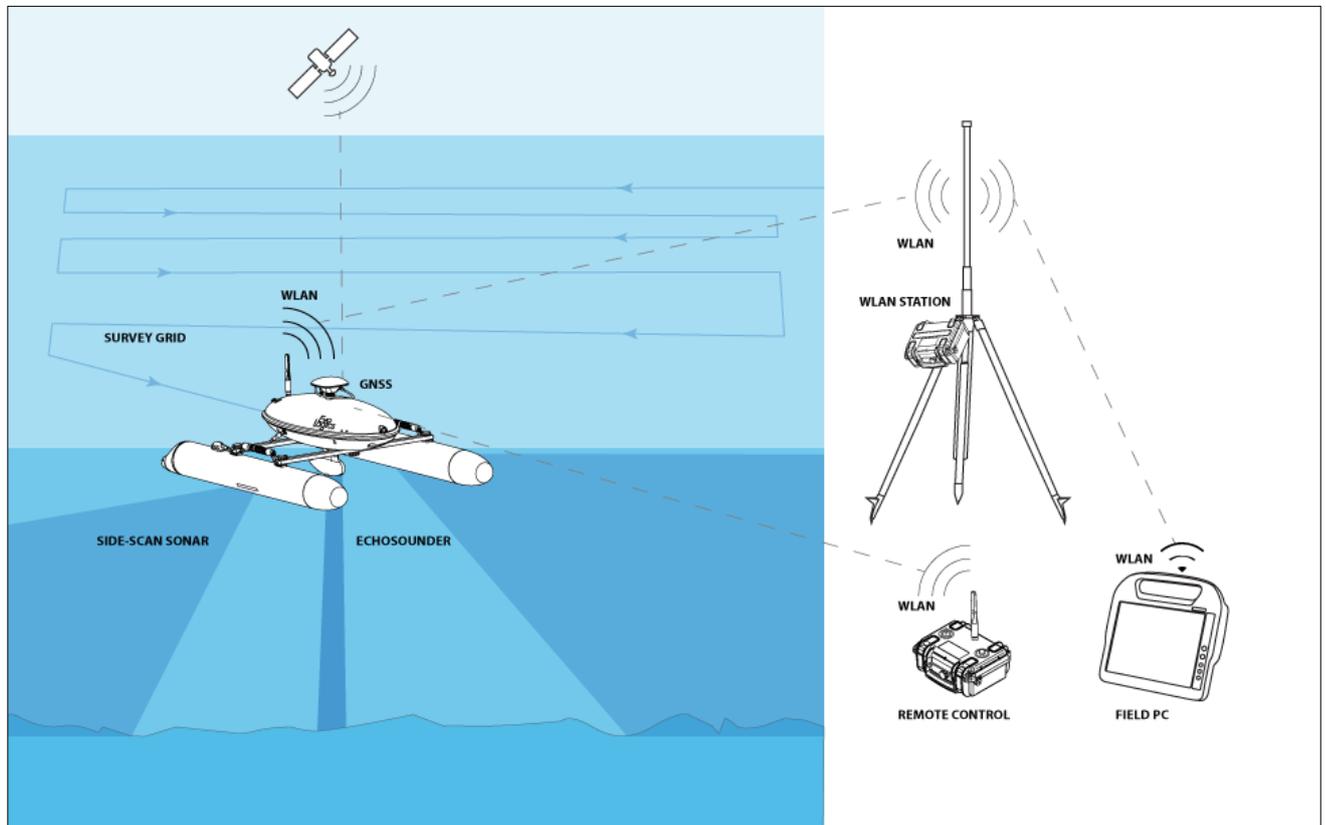


Abbildung 4: Systemschema Messroboter SONOBOT

Weiterverarbeitung und Auswertung der Daten

Die gemessenen Rohdaten stehen als ASCII-Daten (Sonar- und Positionsdaten) zur Verfügung und werden computergestützt weiterbearbeitet.

Zusätzlich zur Vermessung wurden die Seespiegelhöhe eingemessen und weitere Umweltparameter (Lufttemperatur, Wassertemperatur etc.) aufgenommen.

2.1.2 Bereinigung der Rohdaten um Fehlplings und Messfehler (Datenlücken)

2.1.2.1 Datenstrukturprüfung

Bei dieser Prüfung werden die Rohdaten auf Vollständigkeit geprüft. Datensätze mit Positionsdaten ohne Tiefendaten und umgekehrt werden entfernt.

2.1.2.2 Prüfung der Positionsdaten (Fehlpositionen)

Trotz des Einsatzes von DGPS mit RTK-Systemen, das zur Bestimmung der Koordinaten mit drei bis vier Satelliten auskommt, sind Tiefenwerte nicht georeferenziert zuzuordnen. Die wichtigsten Ursachen für die falsche Georeferenzierung sind die Beschattung durch dichten Bewuchs (Bäume) am Ufer, hohe Böschungen,

insbesondere in Südlage und Störungen der Umgebung, die die GNSS-Signale stark reflektieren (z. B. Wasserflächen). Sie werden in der GNSS-Antenne als sogenannter Multipath empfangen, erhöhen das Rauschen der Messungen und können trotz sogenannter Multipathreduktionstools in den DGNSS den Satellitenempfang stören. Die oben beschriebenen Faktoren führen dann zu nicht nutzbaren Ergebnissen (Abbildung 5). Im Gegensatz dazu ist in Abbildung 6 ein Beispiel mit „normalen“ auswertbaren Profilen dargestellt. Aber auch diese Datensätze werden z. T. gelöscht oder nur teilweise genutzt.

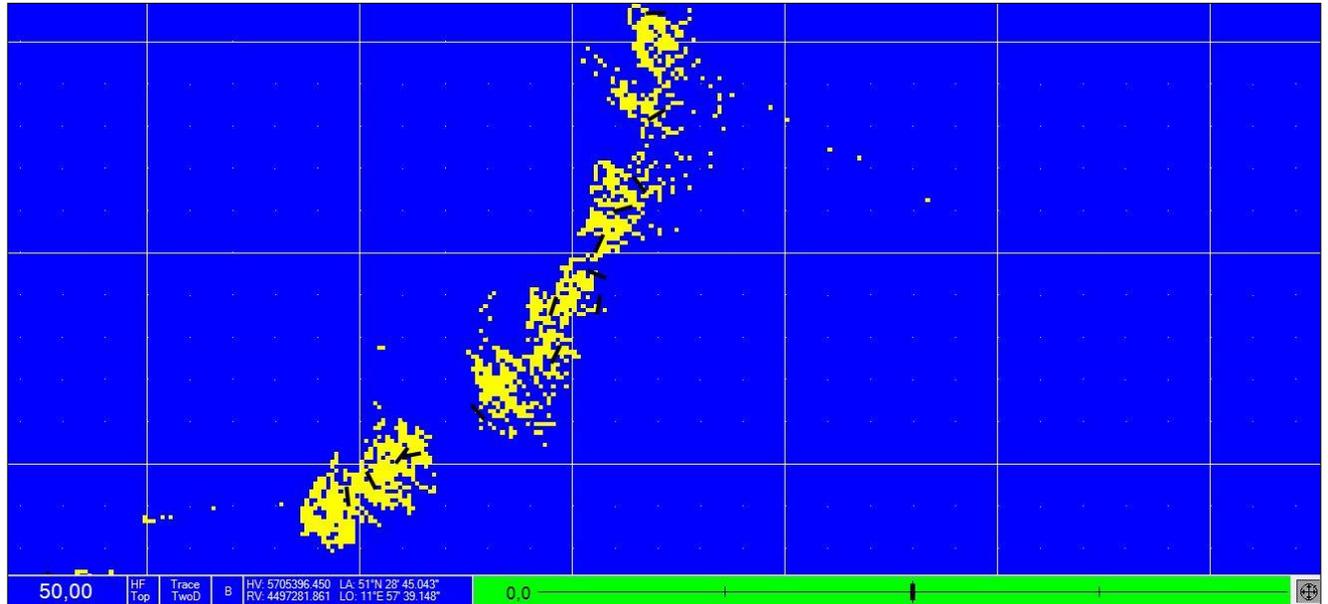


Abbildung 5: Profile mit schlechter Geometrie, nicht verwendbare Punktwolken

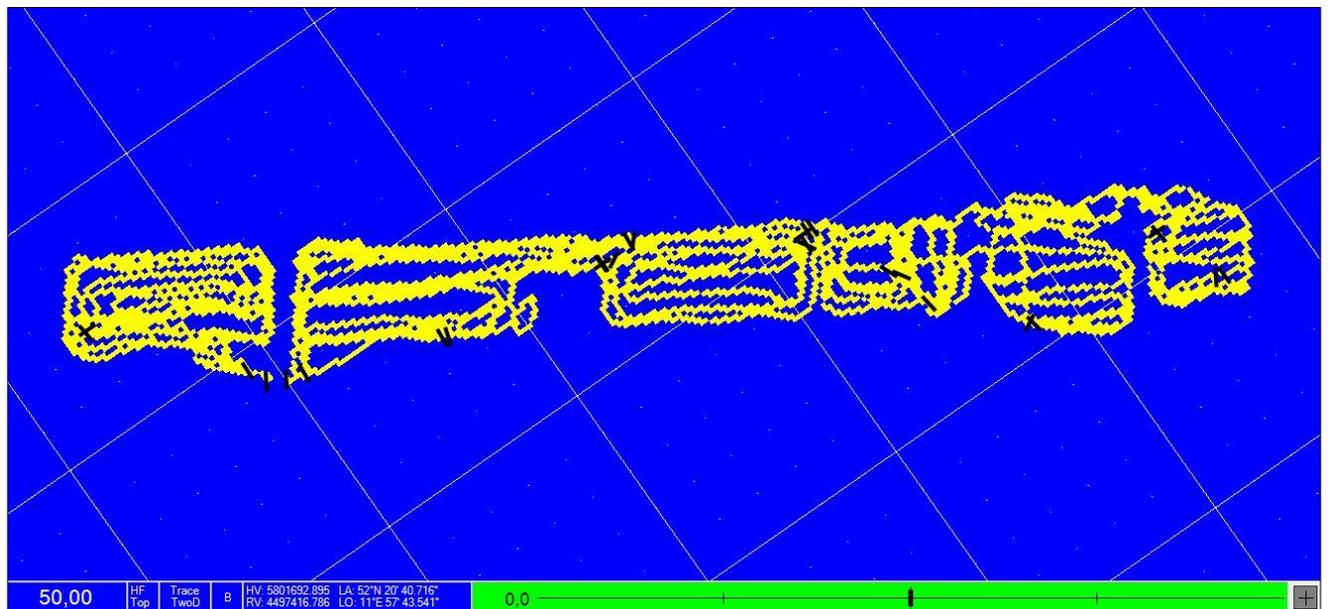


Abbildung 6: Verwendbare Profile mit „guter“ Geometrie durch entsprechende GNSS-Performance

2.1.2.3 Plausibilitätsprüfung der Tiefendaten

Die Prüfung auf Plausibilität stellt die wichtigste und zugleich aufwendigste Prozedur der Prüfung dar, weil es sich um Gewässer mit unbekannter Bathymetrie (topografischer Gestalt) handelt. Gerade bei Restlöchern ist die Gewässersohle oft sehr bewegt, was die Auswertung verkompliziert.

Zur Bearbeitung der Rohdaten werden diese als Profil im Bearbeitungsprogramm dargestellt. Weichen Punkte deutlich vom Profil des Gewässergrundes ab, so handelt es sich um „Ausreißer“ oder Fehlpings (Abbildung 7). Diese werden aus der Datei entfernt.

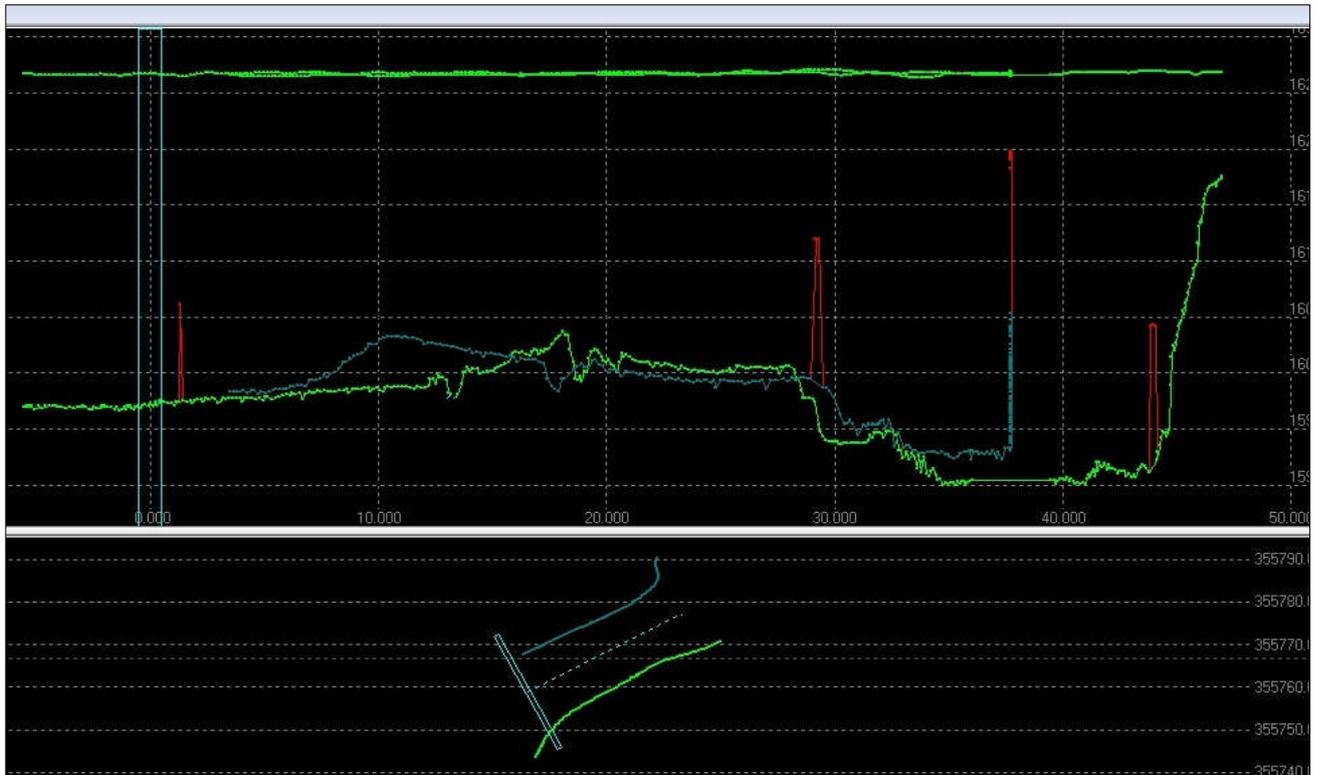


Abbildung 7: Daten-„Ausreißer“ bzw. Fehlpings (rote Markierung)

Folgende Faktoren können Fehlpings (Ausreißer) verursachen:

- dichter Bewuchs durch Wasserpflanzen
- Fischschwärme
- alte Gebäudereste und andere künstliche Bebauung (z. B. Taucherplattformen, Abbildung 8)

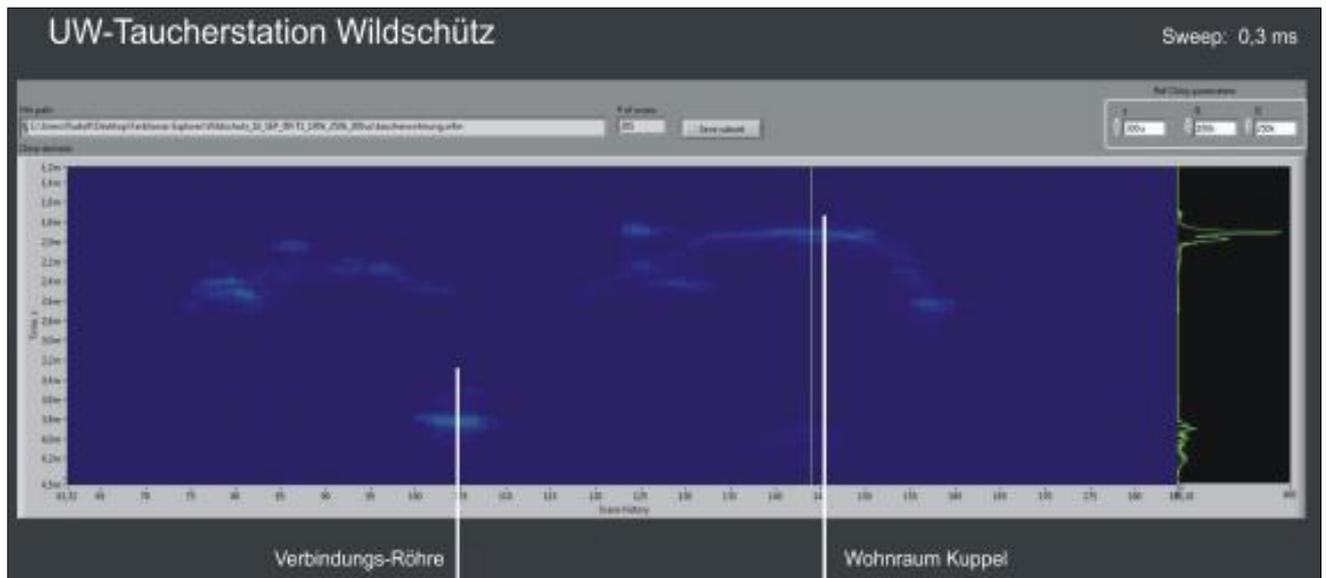


Abbildung 8: Unterwasserstation im Steinbruch Wildschütz, Bildschirmausschnitt des Sonarprofils während der Messung

■ Fehler an Steilhängen (Hangneigungsfehler)

Anhand der Abbildung 9 kann man deutlich die Probleme einer Messung auf einer geneigten Ebene erkennen.

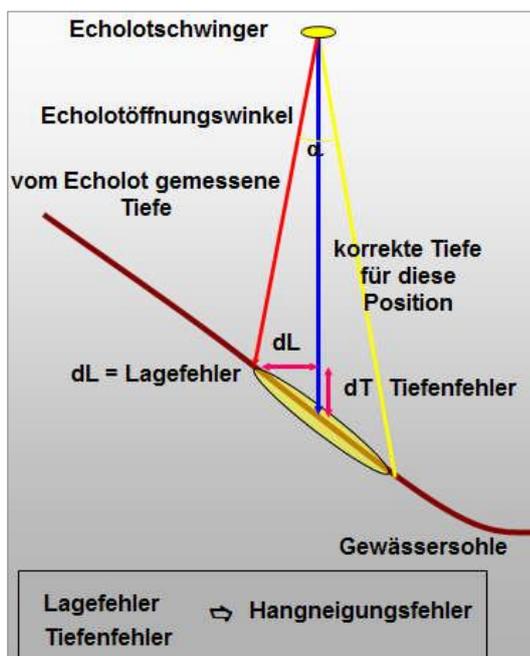


Abbildung 9: Probleme, die bei der Messung an geneigten Ebenen entstehen können

■ Fehler durch Bewegungen des Messbootes

Das Rollen und Stampfen des Messbootes durch Wellenbewegung und Wind verursacht eine Änderung des Neigungswinkels des Echolots und führt damit zu einer Messung von größeren Tiefen. Die torpedoförmige Ausführung der Schwimmer der Katamaranbauweise mit der entsprechenden Austarierung verleiht dem SONOBOT die Eigenschaft eines Halbtauchers. Das und die aerodynamische Form der Payloadbox („Pille“) ermöglicht eine ruhige Lage bei Wind und Wellengang. Bis zu einer Wellenhöhe von ca. 50 cm, bei kurzen Wellenbewegungen, fährt der SONOBOT noch so stabil, dass keine oder kaum Fehlplings auftreten. Bei höherem

Wellengang werden die Arbeiten, auch aus Sicherheitsgründen, abgebrochen. Dasselbe gilt für den Einsatz des Zweifrequenz-Echolots auf dem bemannten Schlauchboot.

■ Fehler durch Ausgasung

An älteren natürlichen Gewässern, in tieferen Bereichen oder an Stellen, wo organisches Material eingetragen wird, richtet sich die Auswertbarkeit sehr stark nach der Beschaffenheit dieses Materials und des vorhandenen Untergrundes. Häufig sind solche Schichten durch Fäulnis- und Zersetzungsprozesse in ihrem Inneren mit Gasbläschen durchsetzt. Es erfolgt ab einem gewissen Sättigungsgrad eine Ausgasung. Dieses Sumpfgas verursacht eine sehr starke Dichteänderung, die die Tiefenmessung beeinflusst. Dadurch werden die Tiefendaten unplausibel.

■ Fehler durch „Verrauschen“ des Sonarsignals

Dieses Phänomen tritt besonders in Tagebaurestlöchern und Kiesgruben auf. Es wird vermutlich durch stark wassergesättigte organische Materialien, durch den Abbau offen liegender Braunkohleflitter bzw. Flöze, nicht ganz inkohltes Holz oder Pflanzenmaterial am Gewässergrund verursacht. Durch die Wassersättigung des Materials fehlt die Grenzschicht (Dichteänderung zwischen Wasser und Untergrund). Das Signal „verrauscht“ im Sediment. Die erhaltenen Werte liegen dann in einem für die bereits gemessenen Gewässer untypischen Tiefenbereich und sind daher fragwürdig.

2.1.3 Erstellen eines Punkterasters mit einem Punktabstand von 10 Metern

Die um Messfehler bereinigten Rohdaten (Vermessungspunkte) wurden in das Excel-Format überführt (siehe Anhang A). Die weitere Bearbeitung erfolgte mit ArcMap (ArcGIS 10.2, Lizenzart: Advanced). Die Vermessungspunkte wurden visualisiert und in ein Shape umgewandelt (Abbildung 10).

Aus den Vermessungspunkten und der Uferlinie wurde ein TIN (triangulated irregular network) erstellt. Beide Datensätze müssen dafür ein Feld enthalten, in dem die Information über die Höhe angegeben ist (es werden die absoluten Höhen in Höhe über Normalhöhennull [DHHN92] verwendet). Die Ermittlung der Höhe der Vermessungspunkte war Teil der Vermessung. Die Höhe der Uferlinie entspricht der Seespiegelhöhe bei Mittelwasser.

Diese kann – je nach Datenlage – unterschiedlich ermittelt werden. Entspricht die Seespiegelhöhe bei Mittelwasser der Seespiegelhöhe des DOP (digitales Orthophoto) bzw. DGM (digitales Geländemodell), kann die Seespiegelhöhe anhand des Mittelwertes der Pixelzellen des DGM im Bereich der Seefläche ermittelt werden. Alternativ kann die Höhe der Uferlinie auch anhand von Pegeldata in Kombination mit Luftbildaufnahmen ermittelt werden. Ist beispielsweise der Wasserstand (Pegel) zum Zeitpunkt der Luftbildaufnahme bekannt, kann der anhand des Luftbildes digitalisierten Uferlinie der entsprechende Wert zugeordnet werden. Stehen keine Pegeldata des Zeitpunktes der Luftbildaufnahme zur Verfügung, kann der Pegel am Tag der Vor-Ort-Begehung abgelesen werden und der zugehörige Verlauf der Uferlinie wird abgeschätzt.

Nach diesen Vorbereitungen kann das TIN erstellt werden (Abbildung 11). In ArcMap steht dafür die Funktion „Create TIN“ zur Verfügung. Die Vermessungspunkte gehen dabei als „Mass_Points“ in die Berechnung ein und die Uferlinie als „Hard_Line“. Damit das TIN in seiner Ausdehnung genau der Seefläche entspricht, wird ein Polygon der Seefläche als „Hard_Clip“ benutzt.

Anschließend wird aus dem TIN ein Raster erstellt. Weil das Ergebnis ein gleichmäßiges Punktraster mit einem Punktabstand von 10 m sein soll, wird ein Raster mit der Zellgröße von 10 m erzeugt. In ArcMap wird dafür die Funktion „TIN to Raster“ genutzt. Als Interpolationsmethode wird „Natural Neighbors“ eingestellt (Abbildung 12).

Nun wird aus dem Raster ein Punkteshape erstellt. Dazu kann in ArcGIS die Funktion „Raster to Point“ genutzt werden (Abbildung 13). In der Spalte „GRID CODE“ der Attributtabelle des erstellten Punkteshapes ist die Höheninformation in m ü. NHN enthalten. Die Spalte ist in „Höhe_mNHN“ umzubenennen. Um diese absoluten Werte in relative umzurechnen, muss die Seespiegelhöhe subtrahiert werden. Weil die Daten in einer Excel-Tabelle abgelegt werden sollen, müssen zusätzlich zwei weitere Spalten angelegt werden, in die die Koordinaten (X- und Y-Werte) der Punkte einzutragen sind. Auch weitere Informationen werden in der Attributtabelle vermerkt (Tabelle 2). Anschließend wird die Tabelle in das Excel-Format umgewandelt (siehe Anhang A).

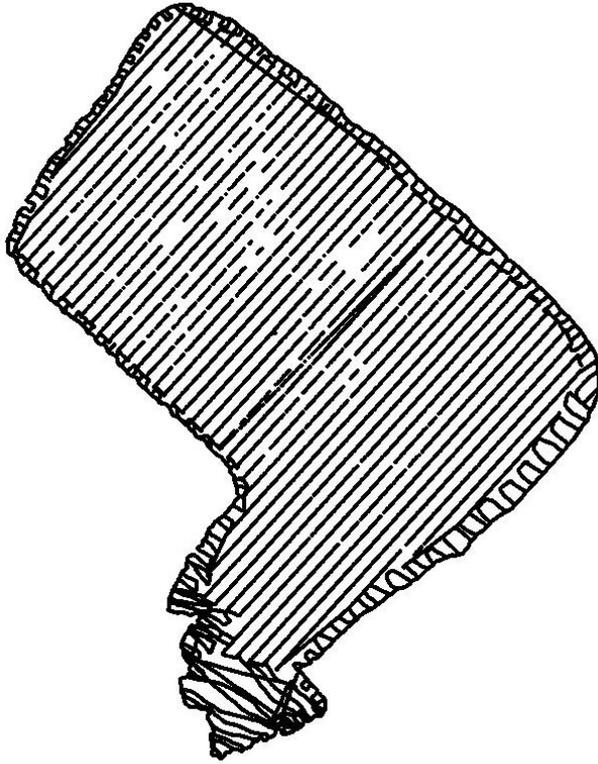


Abbildung 10: Vermessungspunkte (Kieselsee Naunhof)

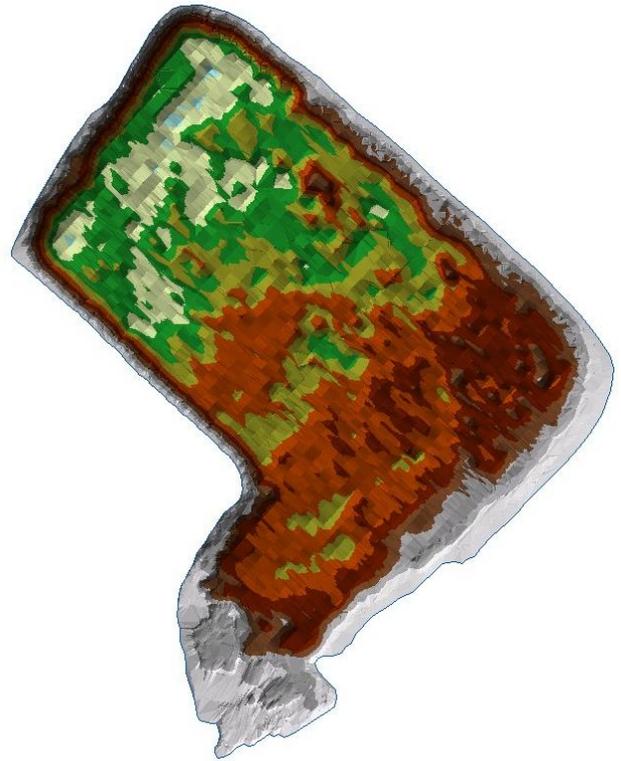


Abbildung 11: TIN (Kieselsee Naunhof)

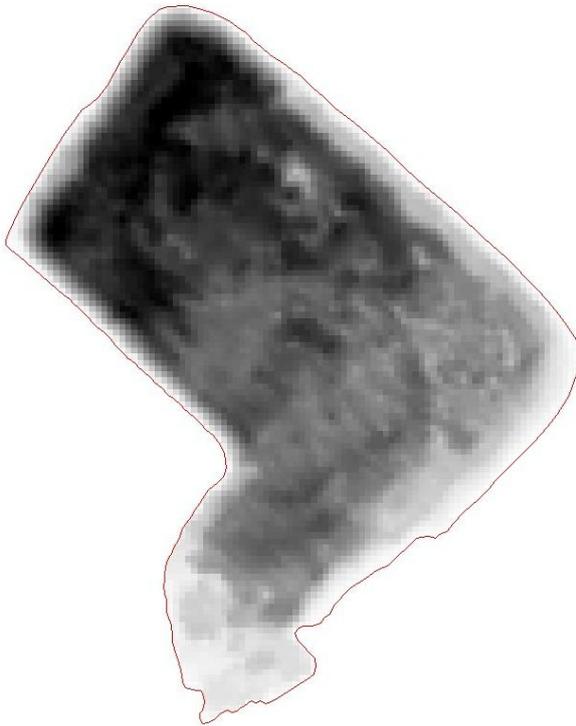


Abbildung 12: Raster mit einer Zellgröße von 10 m (Kieselsee Naunhof)

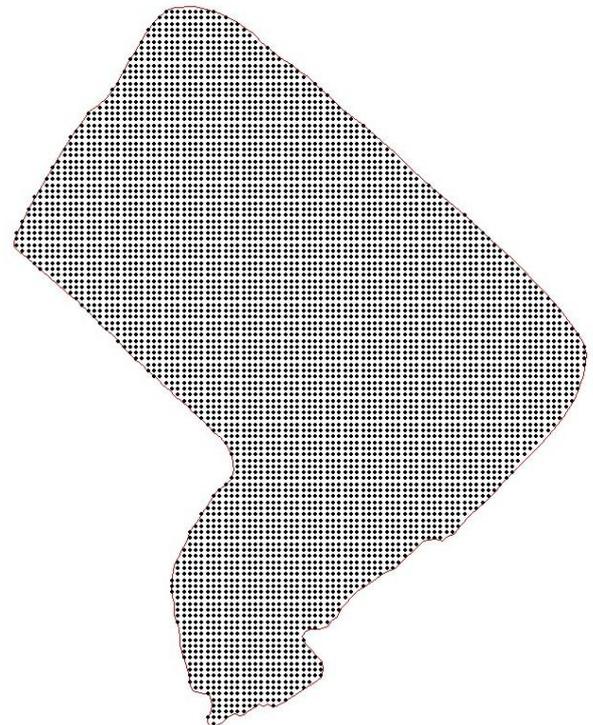


Abbildung 13: Punkteshape mit einer gleichmäßigen Verteilung der Tiefenpunkte (Kieselsee Naunhof)

Tabelle 2: Informationen, die in der Attributtabelle der Tiefenpunkte enthalten sind

Spaltenname	Typ	Beschreibung
OWK_ID	Text	ID des Oberflächenwasserkörpers
OWK_Name	Text	Name des Oberflächenwasserkörpers
Zuständigk	Text	die für den Wasserkörper zuständige Institution
POINT_ID	Integer	fortlaufende Nummer, die jedem Punkt eine eindeutige Nummer zuweist
Höhe_mNHN	Double	absolute Höhe im Deutschen Höhenreferenzsystem (DHRS)
Tiefe_m	Double	relative Tiefe in m
X_ETRS89	Double	Rechtswert des Punktes
Y_ETRS89	Double	Hochwert des Punktes

2.1.4 Erstellen der Tiefenlinien

Aus dem TIN wird ein Raster mit einer Zellgröße von 0,5 m erstellt (Abbildung 14). Als Interpolationsmethode wird „Natural Neighbors“ benutzt. In ArcMap können aus diesem Raster mit Hilfe der Funktion „Contour“ Tiefenlinien erstellt werden (Abbildung 15). Als Intervall wird 1 m angegeben und als „Base contour“ die Seespiegelhöhe.

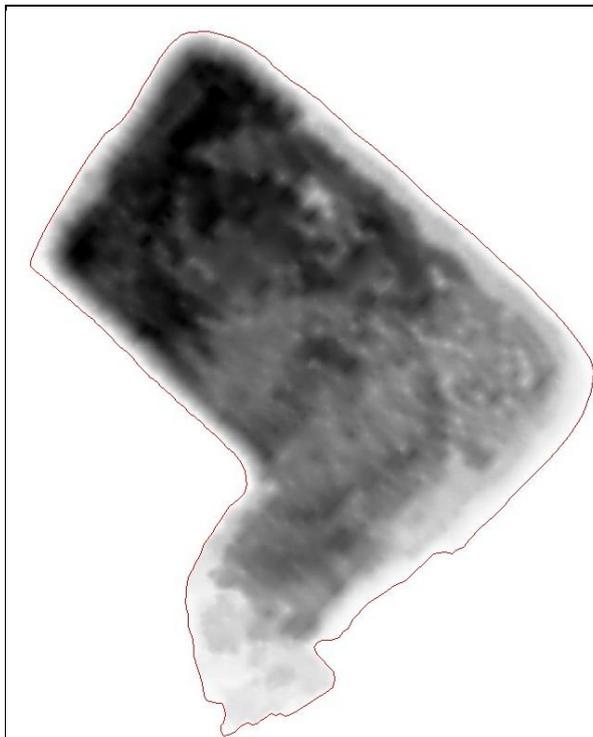


Abbildung 14: Raster mit einer Zellgröße von 0,5 m

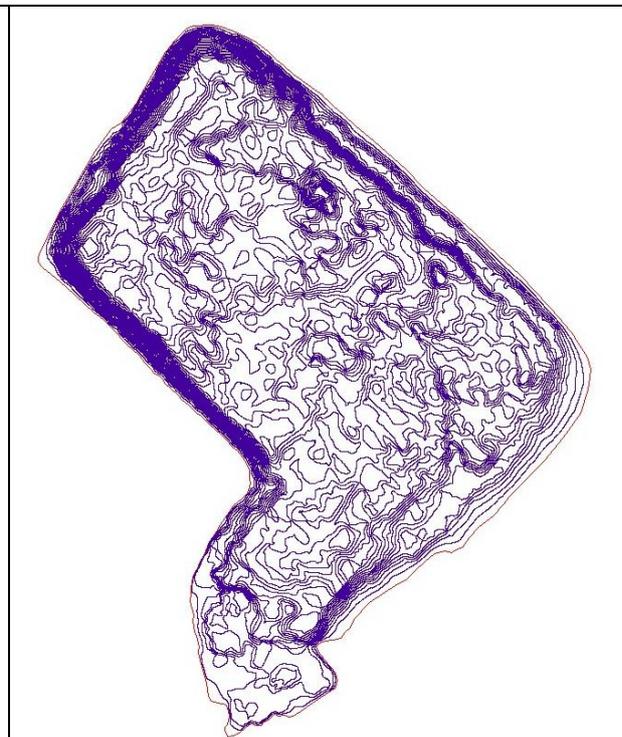


Abbildung 15: Aus dem Raster erstellte Tiefenlinien im Abstand von 1 m

Unter Umständen muss eine Korrektur der Linien vorgenommen bzw. müssen Topologiefehler beseitigt werden. So ist es z. B. für die weiteren Berechnungen nötig, dass die 1 m-Tiefenlinie eine geschlossene Linie darstellt (bzw. an einem offensichtlichen Zu- oder Abfluss die Uferlinie schneidet). Die Daten werden dahingehend geprüft und ggf. korrigiert. Ebenso werden Linien, die kürzer als 50 m sind, entfernt. In das Shape wer-

den die in Tabelle 3 vermerkten Informationen eingetragen. Für jedes Standgewässer wird eine Tiefenkarte erstellt (siehe Anhang A).

Tabelle 3: Informationen, die in der Attributtabelle der Tiefenlinien enthalten sind

Spaltenname	Typ	Beschreibung
OWK_ID	Text	ID des Oberflächenwasserkörpers
OWK_Name	Text	Name des Oberflächenwasserkörpers
Zuständigk	Text	die für den Wasserkörper zuständige Institution
LINE_ID	Integer	fortlaufende Nummer, die jeder Linie eine eindeutige Nummer zuweist
Höhe_mNHN	Double	absolute Höhe im Deutschen Höhenreferenzsystem (DHRS)
Tiefe_m	Double	relative Tiefe in m

2.1.5 Ermittlung weiterer morphometrischer Größen

Die Berechnung weiterer morphometrischer Größen erfolgte überwiegend in Excel. In Tabelle 4 ist beschrieben, wie die Größen im Einzelnen ermittelt werden.

Tabelle 4: Beschreibung und Ermittlung der morphometrischen Größen

Größe mit Einheit	Berechnung/Formel	Beschreibung
Maximale Tiefe Z_{max} [m]	Sie entspricht dem tiefsten Vermessungspunkt.	Die maximale Tiefe stellt die tiefste Stelle im Gewässer dar.
Mittlere Tiefe Z_m [m]	$Z_m = \frac{V}{A}$	Die mittlere Tiefe ist das Verhältnis von Seevolumen zu Seefläche.
Gesamtseevolumen V [m ³]	Es kann in ArcMap auf Grundlage des TIN mit Hilfe der Funktion „Surface Volume“ ermittelt werden.	Das Gesamtvolumen ist das Volumen aller Tiefenschichten.
Seefläche A [m ²], [ha], [km ²]	Sie kann in ArcMap auf Grundlage des TIN mit Hilfe der Funktion „Surface Volume“ oder anhand des Polygons der Seefläche ermittelt werden.	Die Seefläche ist die Größe der Seeoberfläche.
Effektive Länge L_{eff} [km]	Sie kann mit Hilfe einer Funktion „geom.polygonfetch“ der Programmiersprache R bestimmt werden (z.B. mit Hilfe des Programms „Geospatial Modelling Environment“).	Die effektive Länge bezeichnet die Länge der Verbindungslinie zwischen den zwei am weitesten voneinander entfernten Punkten auf der Uferlinie, ohne dass Land (Halbinseln oder Inseln) gekreuzt werden.
Effektive Breite B_{eff} [km]	Zur Berechnung wird ein VBA-Skript eingesetzt. Mit Hilfe dieses Skriptes werden senkrechte Linien zur effektiven Länge generiert. Der Abstand kann dabei beliebig eingestellt werden. Bei der hier durchgeführten Berechnung wurden Linien im Abstand von 1 m konstruiert. Die längste Linie entspricht der effektiven Breite.	Die effektive Breite ist die Länge der Linie, die im rechten Winkel zur effektiven Länge verläuft und die zwei am weitesten voneinander entfernten Punkte auf der Uferlinie, ohne dass sie von Land unterbrochen wird, verbindet.
Effektive Achsenlänge D_a [km]	$D_a = \frac{L_{eff} + B_{eff}}{2}$	Die effektive Achsenlänge ist ein Maß für die Angriffsmöglichkeit des Windes auf die Wasserfläche.
Theoretische Epilimniontiefe Z_{epi}	$Z_{epi} = 5,81 \times D_a^{0,28}$	Die theoretische Epilimniontiefe gibt die theoretische Tiefe der oberen, lichtdurchstrahlten und damit erwärmten Wasserschicht eines stehenden

Größe mit Einheit	Berechnung/Formel	Beschreibung
		Gewässers an.
Tiefengradient F	$F = \frac{Z_{\max}}{4,785 \times (L_{\text{eff}} + B_{\text{eff}})^{0,28}}$	Der Tiefengradient ist ein Maß für die Durchmischungsintensität eines Gewässers ($F \leq 1,5$ ungeschichtet und $F > 1,5$ thermisch stabil geschichtet).
Referenzsichttiefe ST_{Ref} [m]	$ST_{\text{Ref}} = 0,265 \times Z_m + 0,425 \times F + 0,398$	Die Referenzsichttiefe ist die Grundlage zur Ermittlung des Trophiegrades des Referenzzustandes
Uferentwicklungsquotient U_e	$U_e = \frac{U}{2 \times \sqrt{\pi \times A}}$	Der Uferentwicklungsquotient ist ein Maß für die Verzahnung eines Gewässers mit dem Umland.
Uferlänge L [km]	Die Länge des Ufers wird anhand der Uferlinie in einem GIS bestimmt.	Die Uferlänge ist der Umfang der Seeoberfläche.
Fläche und Volumen je Tiefenschicht (1 m-Schritte)	Die Fläche und das Volumen je Tiefenschicht werden anhand des TIN bestimmt. In ArcMap steht dafür die Funktion „Surface Volume“ zur Verfügung. Das Ergebnis wird in Excel importiert und als Diagramm dargestellt.	Die Seeinhaltskurve gibt das Volumen der jeweiligen Tiefenschicht an. Die hypsographische Kurve die Fläche je Tiefenschicht.

2.2 Erfassung der Seeuferstruktur

Die Klassifizierung der Seeuferstruktur und die Bestimmung des Seeufertyps erfolgten mit Hilfe der „Verfahrensanleitung für eine uferstrukturelle Gesamtseeklassifizierung“ der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (MEHL et al. 2015a, b; siehe auch MEHL et al. 2017a, b).

Es handelt sich hierbei um ein Übersichtsverfahren, bei dem die Bearbeitung von Geodaten im Vordergrund steht. In der vorliegenden Untersuchung wurden das Substrat des Bodens und bestimmte Uferstrukturen zusätzlich vor Ort überprüft. Die Bestimmung des Substrates erfolgte nach DIN 19682-2:2014-07. Diese Norm beschreibt die Bestimmung der Bodenart mit der Fingerprobe nach dem Feldverfahren. Konnte das Substrat nicht eindeutig bestimmt werden, wurden Proben genommen und die Korngrößenanteile im Labor bestimmt (nach DIN ISO 11277:2002-08).

Grundlage der Klassifizierung sind acht Ufertypen, die sich durch die Substrate und die Neigung im landseitigen Bereich unterscheiden. Im Einzelnen sind das:

- (A) Flache bis mittelsteile Sandufer
- (B) Flache bis mittelsteile Ufer bindiger Böden
- (C) Moorufer
- (D) Flache bis mittelsteile Kiesufer
- (E) Steile Ufer bindiger Böden
- (F) Steile Grus-/Kiesufer
- (G) Steile Schutt-/Geröllufer
- (H) Felsufer

Die Klassifizierung erfolgt seeufertypabhängig, weil Schadstrukturen, je nach Ufertyp, unterschiedliche Schadenspotenziale haben können.

In Bezug auf die räumlichen Ausdehnung des Ufers werden drei Bereiche unterschieden: die Flachwasserzone, die Uferzone und die Umfeldzone. Die Flachwasserzone stellt den aquatischen, permanent mit Wasser bedeckten Teil dar. Nach dem Verfahren gilt als Flachwasserzone der Bereich zwischen Uferlinie und der 1 m-Tiefenlinie, mit der zusätzlichen Einschränkung, dass dieser mindestens 5 m und höchstens 100 m breit ist. Die Uferzone ist der amphibische Teil mit wechselnden Wasserständen. Er umfasst den Übergang zwischen Seewasser und Umland. Praktischerweise wird hier ein 15 m breiter, sich landwärts an die Flachwasserzone anschließender Streifen angenommen. Die Umfeldzone ist der terrestrische bzw. semiterrestrische Teil des Ufers. Sie schließt direkt an die Uferzone an und hat eine Breite von 100 m.

Die Zuweisung eines Seeufertyps und die Klassifizierung erfolgen abschnittsweise für jede Zone. Die Abschnitte werden nach dem Prinzip der Homogenität gebildet. In erster Linie entscheiden dabei Neigung, Substrat und Exposition, nachfolgend Schadstrukturen der Flachwasser-, Ufer- und Umfeldzone. Die Länge der Abschnitte liegt zwischen 100 und 1.000 m.

In der Flachwasserzone beruht die Klassifizierung auf der Ausbildung des Röhrichts und der Nutzung bzw. den vorhandenen Schadstrukturen. Bei der Nutzung bzw. den Schadstrukturen der Flachwasserzone wird nach dem „worst-case-Prinzip“ klassifiziert. Das heißt, die schädlichste Struktur entscheidet über die Klasse. In der Uferzone entscheiden der Uferverbau und die Nutzung bzw. die Schadstrukturen über die Klasse. Die Klasse des Uferverbaus ergibt sich aus Art und Länge des Verbaus im Verhältnis zur Länge der Uferlinie. Die Nutzung bzw. die Schadstrukturen werden – wie in der Flachwasserzone – nach dem „worst-case-Prinzip“ klassifiziert. In der Umfeldzone entscheidet die vorherrschende Fläche hydromorphologisch relevanter Landnutzung über die Klasse.

Die Klassifizierung kann – je nach Datengrundlage – durch ein Berechnungsverfahren (bei quantifizierbaren Datensätzen, mit quantitativ festgelegten Klassengrenzen) oder durch eine Expertenbewertung (verbalargumentativ bzw. durch Wertstufen untersetzt) erfolgen. Sie wird auf einer 5-stufigen Skala vorgenommen. Für künstliche Seen gilt:

- 1: unbeeinträchtigt bis sehr gering beeinträchtigt
- 2: gering beeinträchtigt
- 3: mäßig beeinträchtigt
- 4: stark beeinträchtigt
- 5: sehr stark bis vollständig beeinträchtigt

Die benötigten Daten zur Erfassung der Seeuferstruktur wurden vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie zur Verfügung gestellt (Geobasisdaten: © 2015, Staatsbetrieb Geoinformation und Vermessung Sachsen). Im Einzelnen waren das:

- digitales Geländemodell
- Bodenkarten
- geologische Karte
- Geometrie der Seeufer (WRRL WK)

- Luftbilder in Echtfarbe
- topografische Karten
- Landnutzungsdaten (ATKIS)

Des Weiteren wurden Ergebnisse der Makrophyten- und Makrozoobenthoskartierungen verwendet.

2.3 Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit

Die ergänzenden Angaben zur biologischen Wirksamkeit wurden mit Hilfe der „Verfahrensanleitung zur Prognose makrozoobenthos-relevanter Habitattypen an Seeufern“ bestimmt (Böx et al. 2015).

Der Seeufertyp (Basis-Seeufertyp) wird dabei um die Faktoren

- (A) Einfluss der Beschattung,
- (B) relative Breite der Flachwasserzone,
- (C) Einfluss des Windes und
- (D) Einfluss der Wasserstandsschwankungen

ergänzt. Der dementsprechende präzisierete Seeufertyp wird als erweiterter Seeufertyp bezeichnet.

Die Beschattung bzw. die Intensität der Sonneneinstrahlung und die damit verbundenen Lichtverhältnisse haben einen Einfluss auf das Habitat und damit auch auf die Biozönose. So ist z. B. das Vorkommen von Makrophyten von den Lichtverhältnissen abhängig, wobei nicht immer eindeutig zwischen Effekten der Beschattung und der Raumkonkurrenz mit anderen Pflanzen unterschieden werden kann (vgl. z. B. HOLSTEN et al. 2011). Beschattung hat ebenso einen Einfluss auf das Vorkommen bestimmter Makrozoobenthos-Arten. Zum einen korreliert das Vorkommen bestimmter Arten mit dem Vorkommen von Schilf, das durch die Beschattung beeinflusst wird, zum anderen hat die Beschattung bzw. die Sonneneinstrahlung auch einen direkten Einfluss auf das Vorkommen bestimmter Arten (vgl. z. B. LEHMITZ 2010).

Die Beschattung wird anhand der Exposition ermittelt und in drei Klassen eingeteilt:

- Klasse 1: unbeschattet (südlich exponiert)
- Klasse 2: teilbeschattet (östlich und westlich exponiert)
- Klasse 3: beschattet (nördlich exponiert)

Die Ausprägung (vor allem Form und Tiefe) der Flachwasserzone beeinflusst das Vorkommen eines bestimmten Habitattyps und damit das Vorkommen bestimmter Arten (vgl. z. B. KOLODA 2014). Konkret scheint die Neigung des Flachwasserbereiches entscheidend zu sein (für submerse Makrophyten vgl. z. B. DUARTE & KALFF 1986, für Makrozoobenthos vgl. z. B. TOLONEN et al. 2001). Auch wenn die Neigung in diesem Verfahren nicht explizit ermittelt wird, kann davon ausgegangen werden, dass die Neigung mit zunehmender relativer Breite der Flachwasserzone abnimmt. Die relative Breite der Flachwasserzone ist das Verhältnis der Fläche des Bereichs bis zur 1 m-Tiefenlinie zur Fläche des 100 m-Puffers. Je nach Ausprägung wird eine sehr schmale bis schmale (0–8 %, Klasse 4), eine ausgeprägte (> 8–32 %, Klasse 5) oder eine breite bis sehr breite (> 32 %, Klasse 6) Flachwasserzone unterschieden.

Wind und vor allem die damit verbundene Wellenbildung wirkt strukturverändernd und kann damit die Artzusammensetzung eines Ufers beeinflussen (vgl. z. B. BRAUNS et al. 2007; BRAUNS et al. 2013; BRODERSEN 1995; HESS & HECKES 2004; JUPP & SPENCE 1977; MACAN & MAUDSLEY 1969 zit. nach BRAUNS et al. 2007; MAUERSBERGER 2002). Typischerweise ist ein starkem Wind ausgesetztes Ufer eher steinig, wohingegen ein windgeschütztes Ufer einen weicheren Untergrund und eine dichtere Makrophytenvegetation aufweist. Ein Sandufer bildet sich häufig bei mäßiger Windexposition (siehe auch BRAUNS et al. 2007; IGB 2013; NILSSON & SÖDERBERG 1996). In Bezug auf die Umgestaltung des Habitats kann zusammenfassend gesagt werden, dass der durch den Wind hervorgerufene Wellenschlag zur Erosion des Ufers und zur Verlagerung von Sedimenten führt (siehe auch MAUERSBERGER 2006).

Der Wellenschlag stellt vor allem für die Makrophyten eine mechanische Belastung dar. Die Halme werden geknickt oder brechen ab. Entscheidend ist aber auch, zu welcher Jahreszeit Stürme bzw. Wellenbewegungen auftreten. In den Winterhalbjahren wird das Altschilf geknickt, was die Pflanze weniger stark beeinträchtigt. Aquatische Makrophyten sind etwas weniger vom Einfluss des Windes betroffen als emerse Makrophyten. Einige Schwimmblattpflanzen (z. B. *Nuphar lutea*) können den Einfluss des Windes kompensieren, indem sie keine Schwimmblätter, sondern nur Submersblätter ausbilden. Arten mit geteilten Blättern (Myriophylliden), feinen Blättern (Parvopotamiden) und Blattrosetten (Isoetiden) sind am besten an Windeinfluss und damit verbundenen Wellenschlag angepasst. Auch auf das Vorkommen von Wasserschweben wirken sich windinduzierte Wellen negativ aus (VAN DE WEYER 2015).

Der Einfluss des Windes wird anhand der Windwirklänge der Windrichtung mit dem größten Einfluss bestimmt. Entscheidend ist die durchschnittliche Windwirklänge je Abschnitt. Die Windwirklängen werden in fünf Klassen eingeteilt:

- 0–400 m: Klasse 7
- > 400–800 m: Klasse 8
- > 800–1.600 m: Klasse 9
- > 1.600–3.200 m: Klasse 10
- > 3.200 m: Klasse 11

Ein weiterer wesentlicher Faktor, der einen Einfluss auf den Habitattyp und damit auf das Vorkommen bestimmter Arten hat, sind Schwankungen des Wasserspiegels. In erster Linie sind hiervon die Makrophyten betroffen. Vor allem Analysen, die den Rückgang des Röhrichts untersuchen, schreiben diesbezüglich Wasserstandsschwankungen einen hohen Stellenwert zu (vgl. z. B. HOLSTEN et al. 2011; OSTENDORP 1993; SCHOENBERG et al. 2008, 2009 zit. nach HOLSTEN et al. 2011).

In Bezug auf das Röhricht positiv zu werten sind vor allem natürlicherweise auftretende, länger anhaltende fröhsommerliche Niedrigwasserperioden. Sie ermöglichen die Bildung von Leghalmen und eine seeseitige Ausbreitung der Rhizome. Gleichfalls wird durch das vorübergehende Trockenfallen die Entstehung neuer Röhrichtpflanzen aus Samen ermöglicht, was zu einer höheren genetischen Variabilität im Bestand führt und ihn dadurch stärkt (vgl. z. B. HOLSTEN et al. 2011). Hohe Wasserstände während der Wachstumsphase wirken sich hingegen negativ auf das Schilfwachstum aus (vgl. z. B. PIER et al. 1990 zit. nach VAN DE WEYER 2015).

Stabile Wasserstände haben ferner einen Einfluss auf die Ufermorphologie und beeinflussen somit den Habitattyp. Bei Seen mit einer geringen Pegelamplitude kommt es zur Ausbildung sogenannter Kehlufer mit Bank und Brandungskehle, die durch Ufererosion oder z. T. auch senkrechte Geländeabbrüche geprägt sind (vgl.

z. B. MAUERSBERGER 2002, 2006). Bei dieser Art des Ufers können Bäume sehr nah am Wasser wachsen. Durch den Schattenwurf und die Raumkonkurrenz haben sie einen negativen Einfluss auf die Ausbildung des Röhrichs.

Weil der Einfluss von Wasserstandsschwankungen auf verschiedene Habitattypen schwierig vorherzusagen ist bzw. verschiedene Ausprägungen von Wasserstandsschwankungen sehr unterschiedliche Auswirkungen haben, erfolgt keine Einteilung in Klassen, sondern der Einfluss wird per Expertenurteil abgeschätzt. Zudem wird der Einfluss nur in Bezug auf emerse und aquatische Makrophyten betrachtet, weil der Einfluss von Wasserstandsschwankungen auf die anderen Habitattypen kaum untersucht ist.

Mit Hilfe dieses erweiterten Seeufertyps lässt sich vorhersagen, welche Habitate bzw. Habitatmosaike an einem Seeuferabschnitt, im Referenzzustand, zu erwarten sind. Aufgrund dieser Vorhersage ist eine differenziertere Bewertung des Makrozoobenthos (und ggf. der Makrophyten) möglich.

Relevante Habitate sind

- emerse Makrophyten,
- aquatische Makrophyten,
- Totholz (Baumstämme, Äste, Wurzeln),
- lebende Teile terrestrischer Pflanzen (Wurzeln, Feinwurzeln),
- bindige Substrate (Lehm, Ton),
- Sand,
- Kies,
- Blöcke, Steine, Fels,
- FPOM (Ablagerungen von feinpartikulärem organischem Material),
- CPOM (Ablagerungen von grobpartikulärem organischem Material) und
- Torf.

Jedes dieser Habitate hat bestimmte Eigenschaften, die das Vorkommen bestimmter Makrozoobenthos-Arten begünstigen. Beispielsweise zeichnen sich emerse Makrophyten, aber auch andere Pflanzen dadurch aus, dass sie das Habitat strukturieren. Sie sind für das Makrozoobenthos gleichzeitig Nahrung, Versteck vor Fressfeinden und Nahrungskonkurrenten, Eiablageplatz sowie Reifungsgebiet für frisch geschlüpfte Larven (vgl. z. B. HENDRICH 2003 zit. nach LEHMITZ 2010). Durch die Oberflächenvergrößerung werden sie zu einer wichtigen Besiedlungsfläche für Aufwuchsorganismen (vgl. z. B. SCHNEIDER 2004).

Die Bedeutung von Totholz liegt vor allem in seiner Eigenschaft als räumlich gliederndes Strukturelement für die Besiedlung benthischer Wirbelloser. Zusätzlich kann Totholz als Nahrung dienen bzw. stellt es einen Aufwuchsträger für Nahrungsquellen dar.

Ähnlich wie Totholz dienen auch lebende Teile terrestrischer Pflanzen (Wurzeln, Feinwurzeln) der Gliederung des Habitats. Wesentliche Funktionen sind Oberflächenvergrößerung, Versteck und Nahrung.

Vor allem für das Makrozoobenthos spielt das Substrat bzw. die damit verbundene kleinräumige Strukturierung des Lebensraumes eine wichtige Rolle. Besteht der Lebensraum aus nur einem Substrat, kann er nur von sehr wenigen Organismen bzw. Lebensstadien (z.B. Puppenstadium) genutzt werden. So bevorzugen z.B. Köcherfliegen eher Blöcke und Steine; sie brauchen aber ebenso Sand, um die charakteristischen Köcher zu bauen.

FPOM ist vor allem für Organismen mit Reusen- oder anderen Sammelstrukturen als Nahrung von Bedeutung (vgl. z. B. HOFFMANN 2005). CPOM dient vor allem als Besiedelungsfläche und Nahrung. Torf zeichnet sich vor allem durch seinen sauren Charakter aus, der es zu einem Lebensraum macht, auf den sich nur wenige Arten spezialisiert haben.

Diese Habitate können zu Habitatmosaiken zusammengefasst werden. Im Einzelnen sind das

- Grobsubstrat (Kies, Blöcke, Steine, Fels),
- Feinsubstrat (bindige Substrate, Sand),
- Röhricht (emerse Makrophyten) und
- organische Substrate (FPOM, CPOM, Torf).

Die benötigten Daten zur Ermittlung der ergänzenden Angaben zur biologischen Wirksamkeit wurden vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie zur Verfügung gestellt (Geobasisdaten: © 2015, Staatsbetrieb Geoinformation und Vermessung Sachsen). Diese Daten entsprechen den Daten zur Erfassung der Seeuferstruktur. Des Weiteren wurden Wetterdaten verwendet, die im Internet frei verfügbar sind (<ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC>). Informationen zu Pegeln wurden unter anderem von der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen zur Verfügung gestellt.

3 Ergebnisse

3.1 Ammelshainer See



Abbildung 16: Ammelshainer See

Der Ammelshainer See ist ein ehemaliges Tagebaurestloch. Er wird auch Moritzsee oder Autobahnsee Ammelshain genannt, weil er direkt an der A 14 liegt. Der See ist ein beliebtes Ausflugsziel, an dem es zahlreiche Badestellen gibt.

3.1.1 Vor-Ort-Begehung

Die Vor-Ort-Begehung fand am 30.09.2015 statt. Auffällig war der geringe Wasserstand des Sees. Die auf dem Luftbild zu erkennende Ausbildung des Röhrichts stimmte im Wesentlichen mit dem realen Vorkommen überein.

Das Substrat im Uferbereich konnte überwiegend als Kies (mit einem gewissen Anteil von Sand) bestimmt werden. An lediglich einem Abschnitt überwog der Anteil an Sand.

3.1.2 Erhebung der Seebeckenmorphologie

Aufgrund des untypisch niedrigen Wasserstandes (128,32 m ü. NHN) an den Tagen der Vermessung, wurden die Vermessungsdaten zur Erhebung der morphometrischen Größen und zur Erstellung der Tiefenlinien an einen höheren Wasserstand angepasst, der anhand der Geodaten ermittelt wurde (Kapitel 2.1.3) und eher einen typischen mittleren Wasserstand repräsentiert (128,99 m ü. NHN). Für eine kartografische Darstellung der Tiefenlinien siehe Anhang A, Blatt 1.

Wesentliche morphometrische Größen sind in Tabelle 5 dargestellt. Eine Karte der Tiefenlinien befindet sich im Anhang A, Blatt 1.

Tabelle 5: Morphometrische Größen des Ammelshainer Sees

Parameter	Wert
Uferlänge [km]	3,26
Seevolumen [m ³]	6299364,61
Seefläche [ha]	52,78
Maximale Tiefe [m]	28,12
Mittlere Tiefe [m]	11,94
Effektive Länge [km]	1,25
Effektive Breite [km]	0,63
Uferentwicklung	1,26
Tiefengradient	4,93
Theoretische Epilimniontiefe [m]	5,71

3.1.3 Erfassung der Seeuferstruktur

3.1.3.1 Datengrundlage und Aufbereitung

Die Datenaufbereitung erfolgte gemäß der Verfahrensanleitung ohne nennenswerte Auffälligkeiten. Die Tiefenlinien wurden auf Grundlage der Tiefenvermessungspunkte erstellt.

3.1.3.2 Abschnittsbildung

Die Abschnittsbildung erfolgte nach dem Prinzip der Homogenität. Dabei waren in erster Linie die Substratart und ein Wechsel der Exposition ausschlaggebend. Weil die Neigung im Ufer- und Umfeldbereich des gesamten Sees gleichförmig ist, wurde sie zur Einteilung der Abschnitte nicht berücksichtigt. Des Weiteren wurden vorhandene Schadstrukturen bzw. die Nutzung der Ufer-, Flachwasser- und Umfeldzone berücksichtigt. Insgesamt wurden neun Abschnitte gebildet.

3.1.3.3 Bestimmung des Seeufertyps

Nach der Bodenkarte mit einer Auflösung 1 : 200.000 (BÜK 200) wäre Löss oder Sandlöss das maßgeblich beeinflussende Substrat des Ufers. Das gesamte Ufer wäre demnach ein Sandufer. Die BÜK 200 bildet offenkundig nicht die anthropogenen Veränderungen, die zur Entstehung des Sees führten, ab.

Die Bodenkarte mit einer feineren Auflösung (BK 50) beschreibt recht gut die vorgefundenen Verhältnisse. Die Böden des Umfeldes bestehen aus periglazialen Lagen mit lössreichem Feinbodenanteil über glazialen Ablagerungen. Im direkten Uferbereich sind anthropogene Sedimente zu finden. Durch eine Vor-Ort-Begehung konnte das Substrat im Uferbereich überprüft werden. Es handelt sich überwiegend um Kies mit mehr oder weniger großen Anteilen an Sand. An einem Abschnitt (Nr. 3) überwiegt der Anteil an Sand. Die Neigung ist durchweg flach bis mittelsteil, auch wenn Abschnitt Nr. 9 auffällig steiler ist als die anderen Abschnitte. Es handelt sich also bei dem Abschnitten Nr. 3 um ein flaches bis mittelsteiles Sandufer (Typ A) und bei allen anderen Abschnitten um flache bis mittelsteile Kiesufer (Typ D).

3.1.3.4 Klassifizierung

Die Klassifizierung erfolgte durch Expertenurteil, das heißt, das Röhricht, der Uferverbau, die Schadstrukturen der Flachwasser- und Uferzone sowie die Landnutzung der Umfeldzone wurden anhand von Luftbildern und weiteren Daten abgeschätzt. Zusätzlich zu den Luftbildern wurde Google Earth verwendet, sodass mehrere Quellen zur Verfügung standen (Luftbilder: Mai 2009 und Juli 2012; Google Earth: September 2013).

Das Röhricht ist insgesamt gering ausgebildet. Wenn überhaupt sind nur vereinzelte Bestände zu finden. Es kann vermutet werden, dass dies auf die zahlreichen offiziellen und wilden Badestellen zurückzuführen ist. Zwei Abschnitte der Flachwasserzone wurden verhältnismäßig gut klassifiziert (Abschnitt Nr. 7 und 8 mit Klasse 1; siehe Anhang B, Blatt 1, Abbildung 1). An diesen beiden Abschnitten sind keine Schadstrukturen zu finden und es kann nicht ausgeschlossen werden, dass das fehlende Röhricht auf Beschattung zurückzuführen ist. Aus diesem Grund wurde es bei der Klassifizierung der Flachwasserzone nicht berücksichtigt.

Es ist denkbar, dass ein starkes Hochwasser aus dem Jahr 2011 mit einem Anstieg von 1,5 m einen negativen Einfluss auf die Ausbildung des Röhrichts hatte und dessen Nachwirkungen immer noch zu beobachten sind. Andererseits war es bei der Vor-Ort-Begehung auffällig, dass fehlendes Röhricht fast immer mit dem Vorhandensein von wilden Badestellen – also einer anthropogen verursachten Störung – einherging.

Uferverbau ist nur in sehr geringem Maße vertreten. Aufgrund der Vor-Ort-Begehung konnte an nur einem Uferabschnitt (Nr. 8) ein ca. 10 m langer Verbau identifiziert werden, der in das Ergebnis der Klassifizierung einfluss (siehe Anhang B, Blatt 1, Abbildung 1). Häufigste Schadstruktur der Uferzone sind Badestellen (die als „durch Schadeinwirkung vegetationsfreie Fläche“ klassifiziert wurden). Ebenso geht ein Wanderweg bzw. Trampelpfad im Bereich des Ufers einmal um den See herum. An zwei Abschnitten im Bereich der offiziellen Liegewiese (Abschnitt Nr. 2 und 3) sind im Bereich der Uferzone auch versiegelte Flächen zu finden.

Die Umfeldzone wurde insgesamt recht gut klassifiziert. Häufig ist bodenständiger (also standorttypischer) Wald zu finden. Zum Teil fallen Verkehrsflächen in den Bereich der Umfeldzone. Flächen, die der Freizeitnutzung dienen, sind ebenfalls vertreten (siehe Anhang B, Blatt 1, Abbildung 1; Details zur Klassifizierung siehe Anhang).

Aus der Klassifizierung der einzelnen Abschnitte der jeweiligen Zonen kann ein längengewichteter Mittelwert errechnet werden, der die Zone insgesamt klassifiziert. Im Falle des Ammelshainer Sees konnten die Flachwasser- und Uferzone als mäßig beeinträchtigt (Klasse 3) klassifiziert werden, die Umfeldzone mit gering beeinträchtigt (Klasse 2) (siehe Anhang B, Blatt 1, Abbildung 2).

Ebenso können die Ergebnisse der Klassifizierung abschnittsweise über alle Zonen hinweg dargestellt werden (siehe Anhang B, Blatt 1, Abbildung 3). Insgesamt wird der Ammelshainer See mit „mäßig beeinträchtigt“ (Klasse 3) klassifiziert (Tabelle 6).

Tabelle 6: Ergebnis der Klassifizierung des Ammelshainer Sees

	Häufigkeit der Klasse					Klasse der gesamten Zone	Klasse des gesamten Seeufers
	1	2	3	4	5		
Flachwasserzone	2	-	-	5	2	3,26	2,73
Uferzone	-	-	7	-	2	3,20	
Umfeldzone	4	1	2	2	-	1,72	

3.1.4 Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit

Zur Bestimmung des erweiterten Seeufertyps wird der Basis-Seeufertyp um (A) den Einfluss der Beschattung, (B) die relative Breite der Flachwasserzone, (C) den Einfluss des Windes und (D) den Einfluss der Wasserstandsschwankungen erweitert.

(A) Der Einfluss der Beschattung

Als beschattete Ufer gelten Südufer. Im Falle des Ammelshainer Sees können – bezogen auf den Referenzzustand – drei Uferabschnitte als beschattet (Nr. 6, 7 und 8), vier als unbeschattet (Nr. 1, 2, 3 und 4) und zwei als teilbeschattet (Nr. 5 und 9) bezeichnet werden (Abbildung 17).

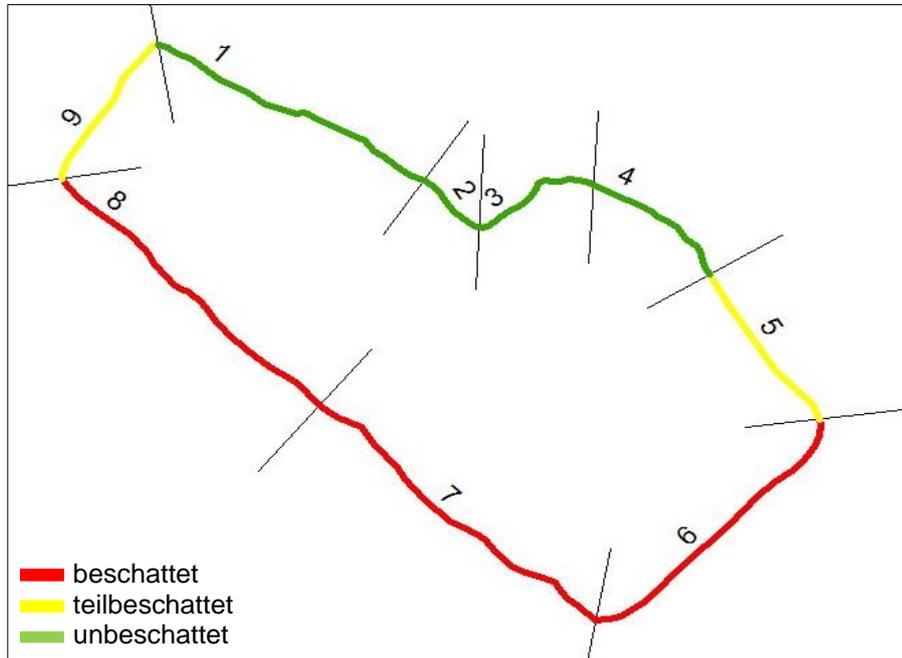


Abbildung 17: Uferbeschattung am Ammelshainer See

(B) Die relative Breite der Flachwasserzone

Die Flachwasserzone ist insgesamt relativ schmal. Die Abschnitte Nr. 5, 7 und 8 haben eine sehr schmale bis schmale Flachwasserzone. Die anderen Abschnitte haben eine ausgeprägte Flachwasserzone (Abbildung 18). Aber auch bei diesen Abschnitten ist der Anteil der Flachwasserzone am 100 m-Puffer nicht größer als 14 %.

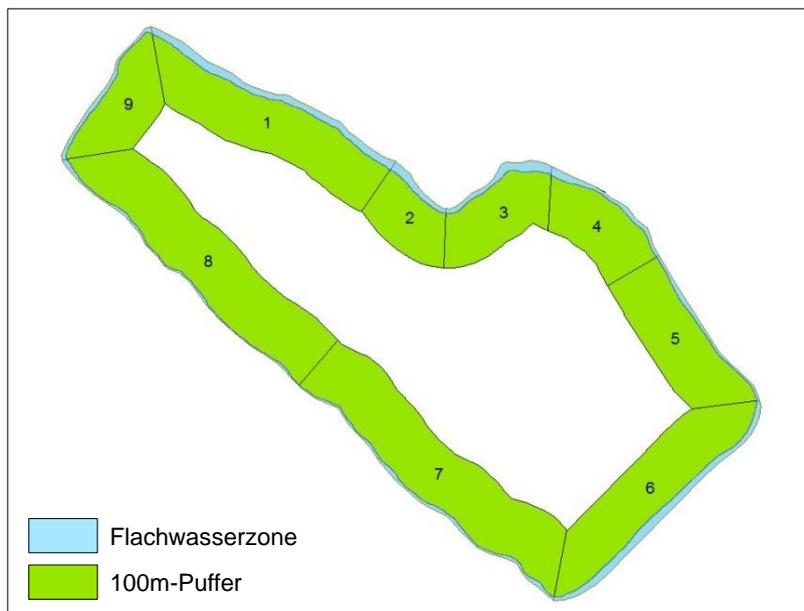


Abbildung 18: Relativen Breite der Flachwasserzone des Ammelshainer Sees

(C) Der Einfluss des Windes

Zur Ermittlung der Windrichtung mit dem größten Einfluss wurde auf Daten der Wetterstation Leipzig-Holzhausen zurückgegriffen. Es standen Daten (Stundenmittelwerte) für den Zeitraum von 1967 bis 2007 zur Verfügung. Demnach ist Westwind in dieser Region der Wind mit dem größten Einfluss. Die höchsten Windwirkklängen werden dementsprechend am Ostufer erreicht. Die maximale Windwirklänge beträgt 852 m (Abbildung 19).

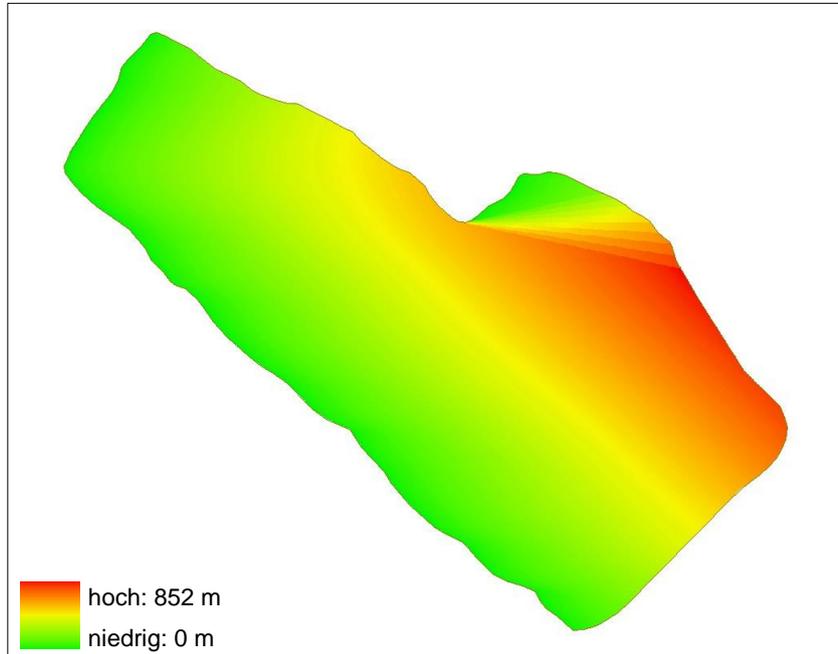


Abbildung 19: Windwirkklängen des Ammelshainer Sees

(D) Der Einfluss von Wasserstandsschwankungen

Der Ammelshainer See ist ein See ohne Zu- oder Abfluss. Die Schwankungen des Wasserspiegels sind demnach vom Grundwasserstand beeinflusst. Solche Seen haben einen relativ typischen saisonal schwankenden Wasserspiegel. Der geringer werdende Wasserstand über die Sommermonate und der zunehmende Wasserstand über das Winterhalbjahr bieten sehr gute Voraussetzungen dafür, dass sich emerse und aquatische Makrophyten entwickeln können.

Habitatvorhersage

Entsprechend der vorgefundenen Bodenverhältnisse sollte am Ammelshainer See häufig Grobsubstrat (Kies) zu finden sein. An einem Abschnitt, an dem Sand überwiegt (Nr. 3), sollte auch laut Vorhersage häufiger Sand zu finden sein als Kies.

Wind und der damit verbundene Wellenschlag haben einen Einfluss auf die Korngrößenzusammensetzung. An exponierten Ufern ist häufiger Grobsubstrat zu finden. Beim Ammelshainer See ist das Ostufer windexponiert. Dementsprechend sollte hier der Anteil an Grobsubstrat etwas höher als am Westufer (siehe Anhang C, Blatt 1). Das Vorkommen von Röhricht ist unter anderem vom Wind und von der Beschattung abhängig. Dementsprechend ist am Ostufer weniger Röhricht zu erwarten als am Westufer. Weil es sich beim Südufer (Abschnitte Nr. 7 und 8) um beschattete Abschnitte handelt, sollte der Röhrichtbestand hier geringer sein als am Nordufer. Die vorherrschenden Wasserstandsschwankungen sollten sich positiv auf die Ausbildung des Röhrichts auswirken (siehe Anhang C, Blatt 1).

3.2 Badesee Halbendorf



Abbildung 20: Badesee Halbendorf

Der Badesee Halbendorf befindet sich südlich der Ortschaft Halbendorf. Die heute geflutete Hohlform gehörte zum Tagebau der Trebendorfer Felder. Das gesamte Fördergebiet bestand aus vier Mulden (A–D). Der heutige Badesee befindet sich im nördlichen Teil der ehemaligen Mulde D. Der Abbau der Braunkohle erfolgte in den Jahren von 1960 bis 1969. Nach der Beendigung des Abbaus wurde das Restloch über den Grundwasserzufluss gefüllt (RPV Oberlausitz-Niederschlesien 2005). Heute wird der Zulauf des Halbendorfer Sees über einen Nebenarm der Struga gespeist. Ein Auslauf in die Struga ist ebenfalls vorhanden.

Der Badesee Halbendorf dient als Naherholungsgebiet und für verschiedene Freizeitnutzungen (z. B. Wakeboardanlage im nördlichen Teil des Sees).

3.2.1 Vor-Ort-Begehung

Die Begehung fand am 02.12.2015 statt. Zum Begehungszeitpunkt lag ein Wasserstand vor, der weitestgehend dem Mittelwasserstand entspricht. Der vor Ort vorgefundene Röhrichtbestand der Flachwasserzone unterschied sich von dem, der auf den Luftbildern zu erkennen ist. Insbesondere im Nordteil des Sees, bedingt durch die kürzlich errichtete Wakeboardanlage, ist der Saum schmäler und die Lücken im Röhricht sind größer, was auch beim Vergleich von aktuelleren mit älteren Luftbildern zu erkennen ist.

Darüber hinaus konnten vor Ort Schadstrukturen wie Stege oder Stützpfeiler, die für die Freizeitanlage errichtet wurden, identifiziert werden. Am Gebäude der Wakeboardanlage befindet sich Uferverbau, der auf dem Luftbild nicht zu erkennen ist.

Das Substrat der Ufer ist überwiegend sandig. Bei einem Abschnitt im Süden handelt es sich um bindigen Boden.

3.2.2 Erhebung der Seebeckenmorphologie

Die morphometrischen Größen wurden für eine Seespiegelhöhe am Tag der Tiefenvermessung (126,25 m ü. NHN) berechnet. Diese Seespiegelhöhe stimmte weitestgehend mit der Höhe des Seespiegels des DGM überein. Auch DGM und Luftbild sind vergleichbar, sodass die zugehörige Uferlinie der auf dem Luftbild zu erkennende Wasser-See-Grenze entspricht.

Wesentliche morphometrische Größen sind in Tabelle 7 dargestellt. Eine Karte der Tiefenlinien befindet sich im Anhang A, Blatt 2.

Tabelle 7: Morphometrische Größen des Badesees Halbendorf

Parameter	Wert
Uferlänge [km]	5,61
Seevolumen [m ³]	7882731,42
Seefläche [ha]	82,47
Maximale Tiefe [m]	28,28
Mittlere Tiefe [m]	9,56
Effektive Länge [km]	2,17
Effektive Breite [km]	0,54
Uferentwicklung	1,74
Tiefengradient	4,47
Theoretische Epilimniontiefe [m]	6,33

3.2.3 Erfassung der Seeuferstruktur

3.2.3.1 Datengrundlage und Aufbereitung

Die Datenaufbereitung erfolgte gemäß der Verfahrensanleitung ohne nennenswerte Auffälligkeiten. Die Tiefenlinien wurden anhand der Tiefenvermessungspunkte erstellt.

Die Uferlinie des WRRL-Themas wurde, aufgrund der Vor-Ort-Begehung und der Analyse von Luftbildern, geändert. Insbesondere einige Röhrichtflächen im Süden des Sees, die im WRRL-Thema als Inseln ausgewiesen sind, wurden der Wasserfläche zugerechnet.

3.2.3.2 Abschnittsbildung

Die Abschnittsbildung wurde nach dem Prinzip der Homogenität vorgenommen. Zu berücksichtigen sind dabei die Neigung, das Substrat, die Exposition, die Strukturen der Ufer- und Flachwasserzone sowie die Landnutzung der Umfeldzone. Beim Badesees Halbendorf spielte die Neigung keine Rolle, weil sie im gesamten Uferbereich gleichförmig (flach bis mittelsteil) ist. Insgesamt wurden 14 Abschnitte gebildet.

3.2.3.3 Bestimmung des Seeufertyps

Zur Beurteilung der Bodensubstrate wurden zunächst Bodenkarten mit unterschiedlichen Auflösungen (BÜK200 und BK50) herangezogen. Die Bodenkarten geben für den gesamten Ufer- und Umfeldbereich des Sees Böden der Bergbaufolgelandschaften an. Vorwiegend sind Lockersyroeme und Regosole aus verkippten Kohle führenden Sand oder Lehmsand vorhanden. Am nordöstlichen Ufer sind im Umfeld auch Braunerden in verschiedenen Ausprägungsformen (mit Vergleyung und Lessivierung) über lehmigem Decksand oder Decksand über Schmelzwassersand vorhanden. Die im Gelände festgestellte Bindigkeit des Ufersubstrates im

Süden (Abschnitt Nr. 9) ist in den Bodenkarten nicht verzeichnet. Die Ausprägung von sandigem Material, die im Gelände deutlich erkennbar ist, stimmt mit den Bodenkarten überein. Die Neigung des Ufers am Badesee Halbendorf ist durchweg flach bis mittelsteil. Daraus ergibt sich, dass es sich bei dem überwiegenden Teil der Uferabschnitte um ein flaches bis mittelsteiles Sandufer (Typ A) handelt. Lediglich ein Uferabschnitt (Nr. 9) hat ein flaches bis mittelsteiles Ufer bindiger Böden (Typ B).

3.2.3.4 Klassifizierung

Die Klassifizierung erfolgte per Expertenurteil auf der Grundlage von Luftbildern (Juni 2008 und Juni 2014), weiteren Zusatzdaten und der Vor-Ort-Begehung.

Vier Abschnitte der Flachwasserzone (Nr. 5, 6, 7 und 12) weisen einen homogenen Röhrichtbestand auf, alle weiteren Abschnitte sind beeinträchtigt. Häufig sind wilde Badestellen/Austrittsstellen anzutreffen. Die Flachwasserzone des Abschnittes Nr. 14 ist, infolge der Inbetriebnahme der Wakeboardanlage und dem Bau des Hauses, sehr stark bis vollständig beeinträchtigt (Klasse 5). Vor dem Bau war ein weitgehend homogener Röhrichtbestand mit lediglich kleinen Auflichtungen vorhanden (wie auch an Abschnitt Nr. 1). Insgesamt ist die Flachwasserzone gering beeinträchtigt (Klasse 2) (Tabelle 8; siehe Anhang B, Blatt 2, Abbildung 1 und 2; Details zur Klassifizierung siehe Anhang).

Die Uferzone ist im Vergleich zur Flachwasserzone etwas weniger beeinträchtigt. Insbesondere im Süden des Sees, am Ost- bzw. Westufer ist das Ufer unbeeinträchtigt bis sehr gering beeinträchtigt. Verbau ist lediglich an einem Uferabschnitt zu finden (Abschnitt Nr. 14, am Haus der Wakeboardanlage). Häufige Schadstrukturen sind Vertrittstellen durch Badegäste, Grünland und lockere Bebauung. Der Uferzone insgesamt kann die Klasse 2 zugewiesen werden (Tabelle 8; siehe Anhang B, Blatt 2, Abbildung 1 und 2).

Die Umfeldzone ist von Waldflächen, offenen Flächen ohne oder mit geringer Vegetation sowie Kraut- oder Strauchvegetation geprägt. Mit Ausnahme des Abschnitts Nr. 13 ist vor allem die Umfeldzone im Norden des Badesees Halbendorf durch Nutzungsbelastungen betroffen. Es handelt sich insbesondere um Verkehrsflächen und Freizeitnutzung. Die Umfeldzone insgesamt ist gering beeinträchtigt (Klasse 2) (Tabelle 8; siehe Anhang B, Blatt 2, Abbildung 1 und 2).

Das Seeufer insgesamt kann als gering beeinträchtigt (Klasse 2) bezeichnet werden (Tabelle 8).

Tabelle 8: Ergebnis der Klassifizierung des Badesees Halbendorf

	Häufigkeit der Klasse					Klasse der gesamten Zone	Klasse des gesamten Seeufers
	1	2	3	4	5		
Flachwasserzone	6	-	5	2	1	2,12	2,14
Uferzone	5	4	2	3	-	1,9	
Umfeldzone	2	5	6	1	-	2,41	

3.2.4 Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit

Zur Bestimmung des erweiterten Seeufertyps wird der Basis-Seeufertyp um (A) den Einfluss der Beschattung, (B) die relative Breite der Flachwasserzone, (C) den Einfluss des Windes und (D) den Einfluss der Wasserstandsschwankungen erweitert.

(A) Der Einfluss der Beschattung

Im Referenzzustand sind zwei Abschnitte des Badesees Halbendorf beschattet (Nr. 8 und 9), zwei Abschnitte sind unbeschattet (Nr. 1 und 6) und alle übrigen teilbeschattet (Abbildung 21).

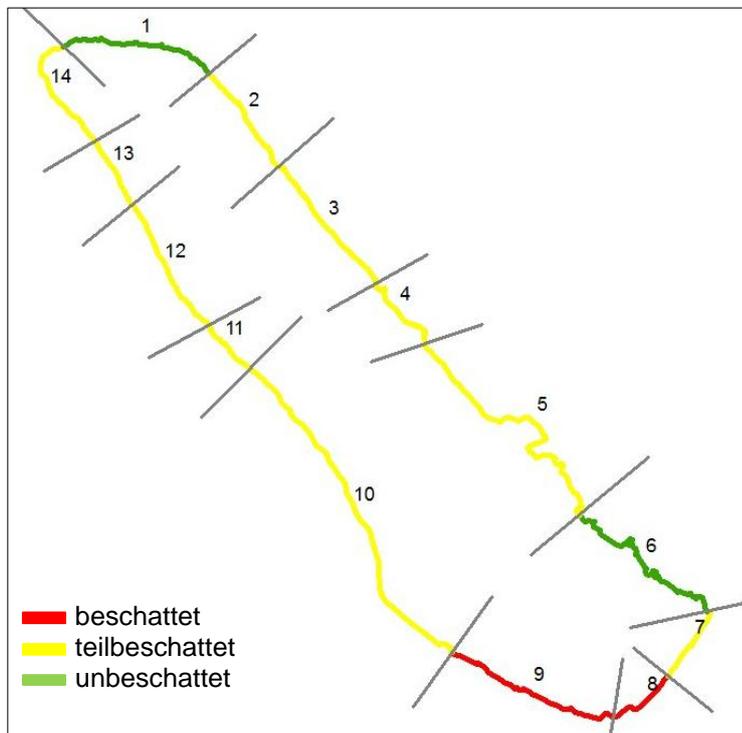


Abbildung 21: Uferbeschattung des Badesees Halbendorf

(B) Die relative Breite der Flachwasserzone

Die Flachwasserzone ist insgesamt relativ gut ausgeprägt. Lediglich zwei Abschnitte (Nr. 1 und 2) haben eine schmale bis sehr schmale Flachwasserzone. Ebenfalls zwei Abschnitte (Nr. 6 und 7) haben eine breite bis sehr breite Flachwasserzone. Alle übrigen Abschnitte haben eine ausgeprägte Flachwasserzone (Abbildung 22).

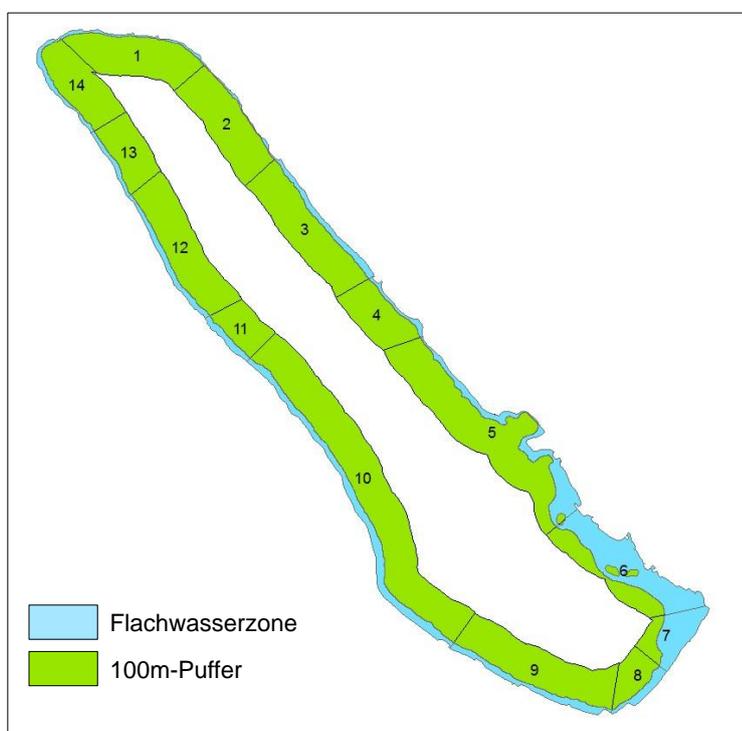


Abbildung 22: Relative Breite der Flachwasserzone des Badesees Halbendorf

(C) Der Einfluss des Windes

Im Umkreis des Halbendorfer Sees befinden sich zwei Wetterstationen, deren Daten zur Ermittlung der Windrichtung mit dem größten Einfluss herangezogen werden könnten. Zum einen am Standort Hoyerswerda, 24 km (Luftlinie) südwestlich des Sees und eine Station in Cottbus, nordwestlich des Sees, mit einer Entfernung von 30 km (Luftlinie). Auch wenn Hoyerswerda eine kürzere Entfernung zum See aufweist, wurden die Daten der Wetterstation Cottbus verwendet, weil hier deutlich mehr Daten zur Verfügung standen. Es wurden Stundenmittelwerte aus den Jahren 1983 bis 2014 verwendet. Die Windrichtung mit dem größten Einfluss ist demnach Westsüdwest.

Entsprechend dieser Windrichtung ist besonders das südöstliche Ufer einem verstärkten Windeinfluss und damit ausgeprägten Wellenschlägen ausgesetzt, wobei die kleineren Inseln bzw. Erhebungen einen Teil des Ufers schützen. Weil der See relativ schmal ist und in Nord-Süd-Richtung verläuft, wird nur eine maximale Windwirklänge von 523 m erreicht (Abbildung 23).

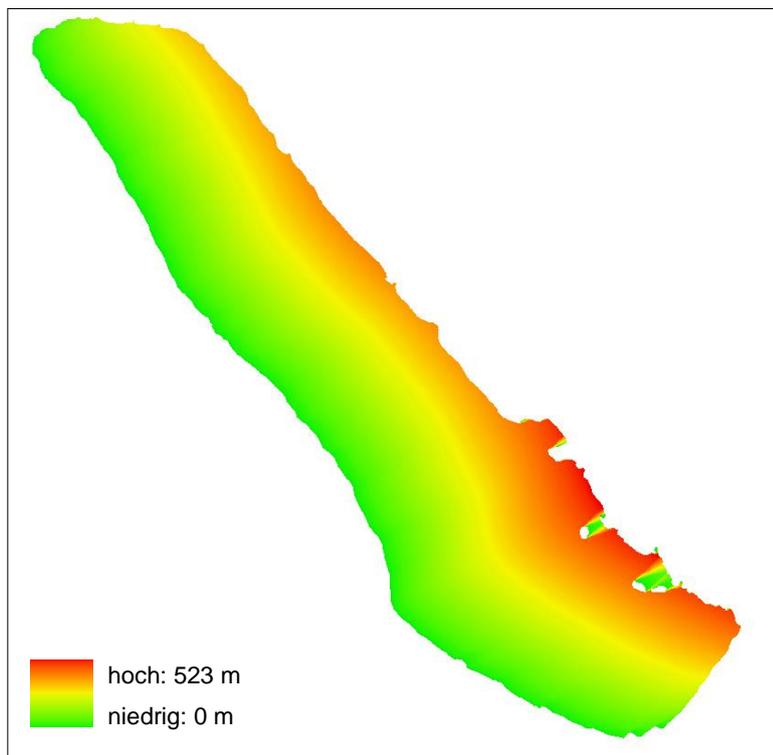


Abbildung 23: Windwirklängen des Badesees Halbendorf

(D) Der Einfluss von Wasserstandsschwankungen

Am Ablauf des Sees befindet sich ein Stau, mit dem der Wasserstand reguliert werden kann. Insgesamt weist der See eine eher geringe Schwankungsamplitude der Wasserstände auf (WIEHART, BfUL, pers. Mitteilung). Die vorherrschenden Bedingungen am Badensee Halbendorf wirken sich also eher negativ auf die Ausbildung emerser Makrophyten aus.

Habitatvorhersage

Am Badensee Halbendorf ist überwiegend Feinsubstrat (Sand) zu finden. Sandiges Substrat ist relativ unempfindlich gegenüber Einflüssen wie Wellengang, Beschattung, der relativen Breite der Flachwasserzone oder Wasserstandsschwankungen. Dementsprechend gleichen die hypothetisch vorzufindenden Substrate den real vorgefundenen (siehe Anhang C, Blatt 2).

Hingegen sollten alle Faktoren einen Einfluss auf die Ausbildung des Röhrichts haben. Aufgrund des Windeinflusses sollte am Südostufer weniger Röhricht vorhanden sein. Aufgrund der Nord-Süd-Ausrichtung des Sees sind die Windwirklängen allerdings relativ klein, sodass der Einfluss vernachlässigbar ist. Zusätzlich schützen die Inseln die windexponierten Ufer im Südosten. Aufgrund der Beschattung sollte am Abschnitt Nr. 8 und 9 weniger Röhricht zu erwarten sein. Bezogen auf die Beschattung sollten an den Abschnitten Nr. 1 und 6 besonders günstige Bedingungen vorherrschen. Die relative Breite der Flachwasserzone wirkt sich positiv auf das Wachstum an den Abschnitten Nr. 6 und 7 aus. Die sehr schmale Flachwasserzone an den Abschnitten Nr. 1 und 2 sollte dazu führen, dass sich kein breiter Röhrichtgürtel etablieren kann. Die eher geringen Wasserstandsschwankungen wirken sich negativ auf die Ausbildung des Röhrichts aus (siehe Anhang C, Blatt 2).

Organische Substrate wie FPOM, CPOM oder Torf werden überwiegend von der Windwirklänge beeinflusst. Das Vorkommen von FPOM ist außerdem von der Breite der Flachwasserzone abhängig. Im Falle des Badesees Halbendorf sollten an allen Uferabschnitten organische Substrate vorkommen (siehe Anhang C, Blatt 2).

3.3 Kieselsee Naunhof



Abbildung 24: Kieselsee Naunhof

Beim Kieselsee Naunhof handelt es sich um ein Tagebaurestloch. Er wird auch Grillensee oder Naunhofer See genannt.

3.3.1 Vor-Ort-Begehung

Die Vor-Ort-Begehung fand am 29.09.2015 statt. Auffällig war der geringe Wasserstand des Sees. Die auf dem Luftbild zu erkennende Ausbildung des Röhrichts stimmte im Wesentlichen mit dem realen Vorkommen überein. Am Nordostufer konnte verfallener Uferverbau identifiziert werden, der auf dem Luftbild nicht zu erkennen ist.

Das dominierende Substrat im Uferbereich ist Kies. Im Bereich des Kieswerkes, im Süden des Sees, dominiert Feinsand.

3.3.2 Erhebung der Seebeckenmorphologie

Aufgrund des bei der Vor-Ort-Begehung festgestellten untypisch niedrigen Wasserstandes (128,32 m ü. NHN) wurden die Daten zur Ermittlung der morphometrischen Größen und der Tiefenlinien an einen höheren Wasserstand angepasst, der anhand der Geodaten (Kapitel 2.1.3) ermittelt wurde und eher einen typischen mittleren Wasserstandes repräsentiert (128,94 m ü. NHN).

Wesentliche morphometrische Größen sind in Tabelle 9 dargestellt. Eine Karte der Tiefenlinien befindet sich im Anhang A, Blatt 3.

Tabelle 9: Morphometrische Größen des Kieseesees Naunhof □

Parameter	Wert
Uferlänge [km]	3,44
Seevolumen [m ³]	8180668,13
Seefläche [ha]	57,91
Maximale Tiefe [m]	30,28
Mittlere Tiefe [m]	14,13
Effektive Länge [km]	1,18
Effektive Breite [km]	0,71
Uferentwicklung	1,28
Tiefengradient	5,40
Theoretische Epilimniontiefe [m]	5,72

3.3.3 Erfassung der Seeuferstruktur

3.3.3.1 Datengrundlage und Aufbereitung

Die Datenaufbereitung erfolgte gemäß der Verfahrensanleitung ohne nennenswerte Auffälligkeiten. Die Tiefenlinien wurden anhand der Tiefenvermessungspunkte erstellt.

Die Uferlinie wurde – aufgrund von Ergebnissen der Vor-Ort-Begehung – leicht verändert. Wesentlich war eine Änderung am Südwestufer. Ein auch auf dem Luftbild zu erkennendes Röhrichtvorkommen liegt nicht land-, sondern seeseitig der Uferlinie (Abbildung 25 und Abbildung 26).



Abbildung 25: Ursprüngliche Uferlinie des Kieseesees Naunhof



Abbildung 26: Korrigierte Uferlinie des Kieseesees Naunhof

3.3.3.2 Abschnittsbildung

Die Abschnittsbildung erfolgte nach dem Prinzip der Homogenität. Dabei waren in erster Linie ein Wechsel der Exposition und Veränderungen des Bodens, die bei der Vor-Ort-Begehung festgestellt wurden, ausschlaggebend. Des Weiteren wurden Schadstrukturen bzw. die Nutzung der Ufer-, Flachwasser- und Umfeldzone berücksichtigt. Insgesamt wurden acht Abschnitte gebildet.

3.3.3.3 Bestimmung des Seeuertyps

Nach der Bodenkarte mit einer Auflösung 1 : 200.000 (BÜK 200) wäre Sandlöss das maßgeblich beeinflussende Substrat des Ufers. Das gesamte Ufer wäre demnach ein Sandufer. Die BÜK 200 bildet offenkundig nicht die anthropogenen Veränderungen, die zur Entstehung des Sees führten, ab.

Die Bodenkarte mit einer feineren Auflösung (BK 50) beschreibt recht gut die vorgefundenen Verhältnisse. Die Böden des Umfeldes bestehen aus periglazialen Lagen mit lössreichem Feinbodenanteil über glazialen Ablagerungen. Im direkten Uferbereich sind anthropogene Sedimente zu finden. Im Falle des Kieseesees Naunhof handelt es sich dabei überwiegend um Kies mit mehr oder weniger großen Anteilen an Sand. An zwei Abschnitten überwiegt der Anteil an Sand. Die Neigung des Ufers ist durchgängig flach bis mittelsteil. Es handelt sich also bei den Abschnitten Nr. 3 und 4 um flache bis mittelsteile Sandufer (Typ A), bei allen anderen Abschnitten um flache bis mittelsteile Kiesufer (Typ D).

3.3.3.4 Klassifizierung

Die Klassifizierung erfolgte durch Expertenurteil, das heißt, das Röhricht, der Uferverbau, die Schadstrukturen der Flachwasser- und Uferzone sowie die Landnutzung im Umfeld wurden anhand von Luftbildern und weiteren Daten abgeschätzt. Zusätzlich zu den Luftbildern wurde Google Earth verwendet, sodass mehrere Quellen zur Verfügung standen (Luftbilder: Mai 2009 und Juli 2012; Google Earth: September 2013).

Das Röhricht ist eher mäßig ausgebildet. Die Abschnitte im Süden (Nr. 3 und 4) weisen die geringste Beeinträchtigung auf. Hier ist das Röhricht weitgehend homogen mit nur vereinzelten Lücken (Klasse 2). Am schlechtesten wurde Abschnitt Nr. 6 klassifiziert. Hier ist kein Röhricht vorhanden. Häufige Schadstrukturen im Bereich der Flachwasserzone sind durch Schadeinwirkung vegetationsfreie Flächen, die z. T. auf wilde und offizielle Badestellen zurückzuführen sind (siehe Anhang B, Blatt 3, Abbildung 1; Details zur Klassifizierung siehe Anhang). Ein starkes Hochwasser im Jahr 2011 könnte einen immer noch erkennbaren negativen Einfluss auf die Ausbildung des Röhrichts gehabt haben. Weil aber die mangelhafte Ausbildung des Röhrichts häufig mit offensichtlich anthropogenen Einflüssen einhergeht, ist eine negative Auswirkung des Hochwassers als weniger bedeutsam einzuschätzen.

Uferverbau ist an nur einem Abschnitt zu finden (Nr. 1). Es handelt sich um verfallene Reste einer früheren Uferverbauung, die bei der Vor-Ort-Begehung identifiziert werden konnte. Auch in der Uferzone sind häufig durch Schadeinwirkung vegetationsfreie Flächen zu finden. Zwei Abschnitte (Nr. 4 und 7) weisen keine Schadstrukturen auf (siehe Anhang B, Blatt 3, Abbildung 1).

In der Umfeldzone überwiegt Wald (bodenständig und nicht bodenständig), der z. T. von Verkehrsflächen durchzogen ist. Des Weiteren kommen Ackerflächen und Abraumhalden vor (siehe Anhang B, Blatt 3, Abbildung 1).

Aus der Klassifizierung der einzelnen Abschnitte der jeweiligen Zonen kann ein längengewichteter Mittelwert errechnet werden, der die Zone insgesamt klassifiziert. Im Falle des Kiessees Naunhof können alle drei Zonen als mäßig beeinträchtigt (Klasse 3) bezeichnet werden (Tabelle 10; siehe Anhang B, Blatt 3, Abbildung 2).

Ebenso können die Ergebnisse der Klassifizierung abschnittsweise über alle Zonen hinweg dargestellt werden (siehe Anhang B, Blatt 3, Abbildung 3). Insgesamt wird der Kiessee Naunhof mit „mäßig beeinträchtigt“ (Klasse 3) klassifiziert (Tabelle 10).

Tabelle 10: Ergebnis der Klassifizierung des Kiessees Naunhof

	Häufigkeit der Klasse					Klasse der gesamten Zone	Klasse des gesamten Seeufers
	1	2	3	4	5		
Flachwasserzone	3	-	2	2	1	3,22	2,76
Uferzone	2	-	5	-	1	2,92	
Umfeldzone	2	-	5	1	-	2,16	

3.3.4 Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit

Zur Bestimmung des erweiterten Seeufertyps wird der Basis-Seeufertyp um (A) den Einfluss der Beschattung, (B) die relative Breite der Flachwasserzone, (C) den Einfluss des Windes und (D) den Einfluss der Wasserstandsschwankungen erweitert.

(A) Der Einfluss der Beschattung

Im Falle des Kiessees Naunhof können – bezogen auf den Referenzzustand – drei Uferabschnitte als beschattet (Nr. 2, 6 und 7), einer als unbeschattet (Nr. 1) und vier als teilbeschattet (Nr. 3, 4, 5 und 8) bezeichnet werden (Abbildung 27).

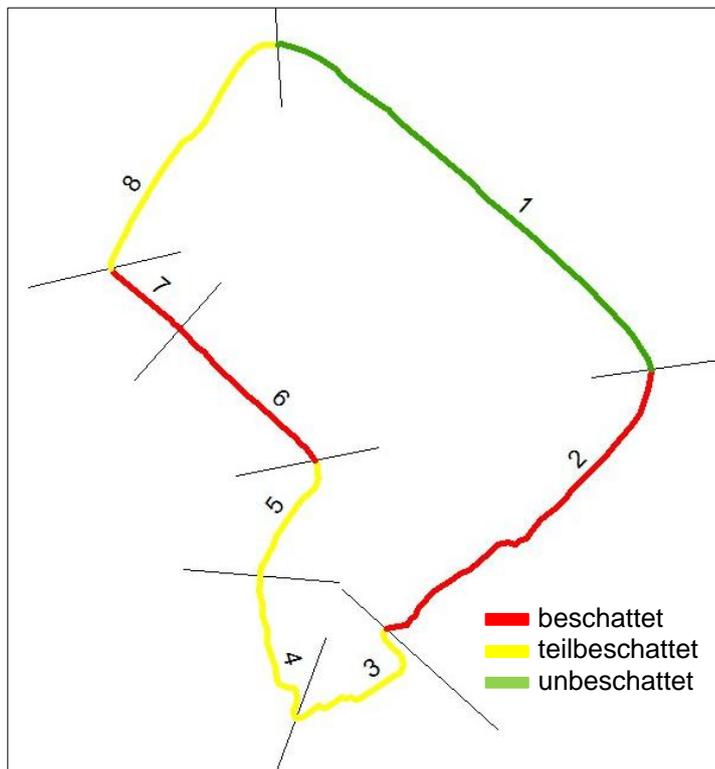


Abbildung 27: Uferbeschattung am Kieselsee Naunhof

(B) Die relative Breite der Flachwasserzone

Der überwiegende Anteil der Abschnitte besitzt eine sehr schmale bis schmale Flachwasserzone. Zwei Abschnitte (Nr. 2 und 4) weisen eine ausgeprägte Flachwasserzone auf. Allerdings liegt auch bei diesen Abschnitten der Anteil bei nur 12 bzw. 11 % (Abbildung 28).

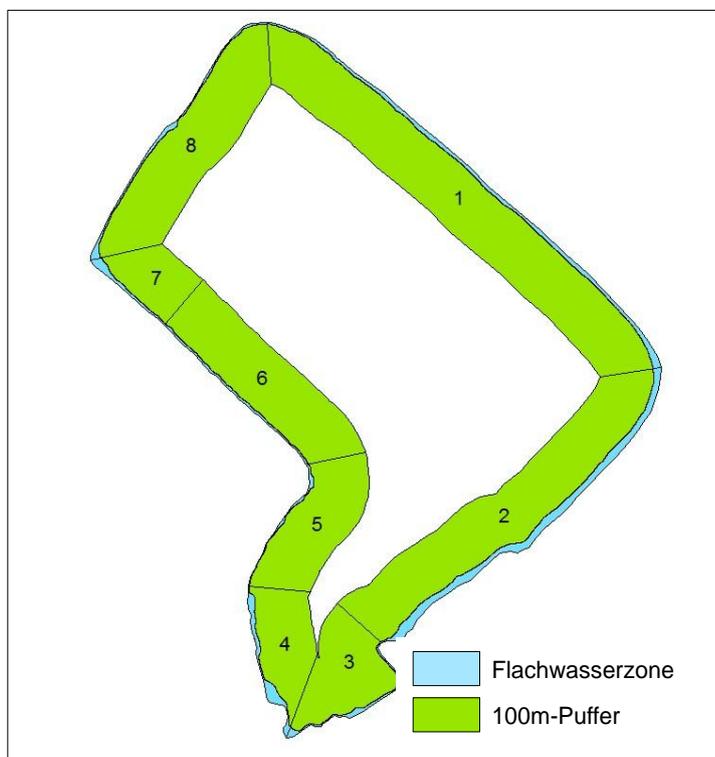


Abbildung 28: Relative Breite der Flachwasserzone des Kieselsee Naunhof

(C) Der Einfluss des Windes

Zur Ermittlung der Windrichtung mit dem größten Einfluss wurde auf Daten der Wetterstation Leipzig-Holzhausen zurückgegriffen. Es standen Daten (Stundenmittelwerte) für den Zeitraum von 1967 bis 2007 zur Verfügung. Demnach ist Westwind in dieser Region der Wind mit dem größten Einfluss. Die höchsten Windwirkklängen werden dementsprechend am Ostufer erreicht. Die maximale Windwirklänge beträgt 800 m (Abbildung 29).

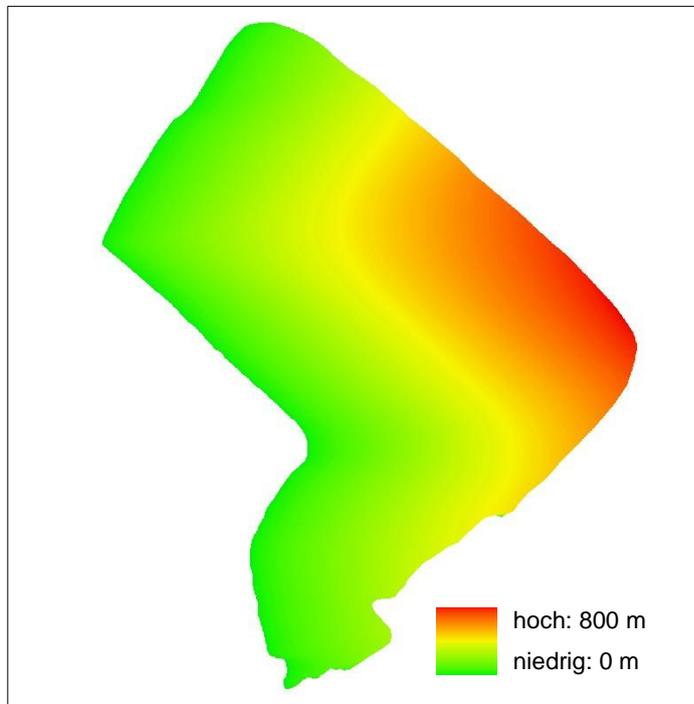


Abbildung 29: Windwirkklängen des Kiesees Naunhof

(D) Der Einfluss von Wasserstandsschwankungen

Der Kieseesee Naunhof besitzt einen Zu- und Abfluss – den Klengelgraben (DIENEMANN, pers. Mitteilung). Am Tag der Begehung wurde kein Zu- oder Abfluss festgestellt. Zudem ist der Wasserstand durch Wasserentnahme vom WW Naunhof beeinflusst (DIENEMANN, pers. Mitteilung). Am Tag der Begehung herrschte ein relativ niedriger Wasserstand vor (das Schilf stand zum Teil im Trockenen). Aufgrund dieser Informationen sind keine eindeutigen Aussagen zu den Veränderungen des Wasserstandes möglich.

Habitatvorhersage

Entsprechend der vorgefundenen Bodenverhältnisse sollte am Kieseesee Naunhof überwiegend Grobsubstrat (Kies) zu finden sein. An zwei Abschnitten (Nr. 3 und 4) überwiegt der Anteil an Feinsubstrat (Sand). Entsprechend des Einflusses des Windes sollte am Ostufer häufiger Grobsubstrat zu finden sein als am Westufer (siehe Anhang C, Blatt 3).

Das Vorkommen von Röhricht ist unter anderem vom Einfluss des Windes, von der Beschattung und der relativen Breite der Flachwasserzone abhängig. Aufgrund des Windeinflusses ist am Ostufer weniger Röhricht zu erwarten als am Westufer. Die Beschattung hat einen negativen Einfluss auf das Vorkommen an den Abschnitten Nr. 2, 6 und 7. Aufgrund der relativen Breite der Flachwasserzone ist an den Abschnitten Nr. 2 und 4 mehr Röhricht zu erwarten. Am Abschnitt Nr. 2 wird dieser Effekt durch die Beschattung und den Einfluss des Windes gemindert. Abschnitt Nr. 4 sollte hingegen von einem deutlichen Röhrichtbestand geprägt sein (siehe

Anhang C, Blatt 3). Zum Einfluss der Wasserstandsschwankungen auf das Röhricht kann keine Aussage getroffen werden.

3.4 Kulkwitzer See



Abbildung 30: Uferzone des Kulkwitzer Sees (inklusive Substrat der Flachwasserzone, Abbildung rechts unten)

Der Kulkwitzer See entstand durch die Flutung zweier Braunkohle-Tagebaulöcher. Nach Ende des Abbaus wurde im Jahr 1963 mit der Flutung begonnen. Erst Ende der 1970er-Jahre wurde der Erddamm zwischen den beiden Abbau-Mulden überflutet. Seit 1973 gilt der Kulkwitzer See als Naherholungsgebiet (KASEK 2004).

Der Kulkwitzer See wird durch Grundwasser gespeist. Der Abfluss wurde bis zum Jahr 2007 über ein aufwendiges Pumpensystem vorgenommen. Seitdem liegt eine Freispiegelleitung in den Graben Zschampert vor. Der Graben wurde durch die Abbautätigkeit verlegt und führt heute am östlichen Ufer in Richtung Norden. Durch das allgemeine Ansteigen des Grundwasserspiegels steigt der Wasserstand des Sees immer noch an. Dies hat zur Folge, dass die Halbinsel (mit Campingplatz) bedroht ist und über eine Pumpe temporär Wasser in den Zschampert abgeleitet wird. Zukünftig soll über eine Rohrleitung Wasser aus der Tiefe entnommen werden und als künstliche „Quelle“ in Miltitz, nordöstlich des Sees, in den Zschampert geleitet werden. Direkt am See ist dies nicht möglich, weil das Bachbett höher liegt als der Seespiegel (KASEK 2004).

3.4.1 Vor-Ort-Begehung

Die Vor-Ort-Begehung des Kulkwitzer Sees fand am 11.01.2016 statt. Nach einer optischen Einschätzung befand sich der Wasserstand zu diesem Zeitpunkt gleich oder geringfügig unter dem Mittelwasserstand. Ein Pegel zum Abgleich bzw. zur Einschätzung war nicht vorhanden.

An einigen Stellen (Anlegestellen der Angel- und Bootsvereine am Nordwestufer, Wasserskianlage im Nordosten, Campingplatz auf der Halbinsel im Osten) konnte Uferverbau identifiziert werden, der auf den Luftbildern nicht zu erkennen ist. Die auf den Luftbildern zu erkennenden, großflächigen Sandbereiche waren im Gelände in gleicher räumlicher Ausdehnung vorhanden. Es handelt sich dabei um längere Strandzonen an der östlichen Seeseite sowie kurze Bereiche im Süden und Nordosten.

Die größten Röhrichtbestände befinden sich am Nordufer und partiell in größeren zusammenhängenden Flächen am Südostufer. Sie sind häufig von wilden Badestellen unterbrochen. Am südwestlichen/westlichen Ufer ist die Böschung relativ steil, was dafür verantwortlich sein könnte, dass Röhricht hier selten auftritt.

Das dominierende Ufersubstrat ist Kies mit Einschaltungen von sandigen Kiesbereichen. Darüber hinaus kommen an einigen Abschnitten lehmige Substrate vor. Die offiziell ausgewiesenen Badezonen sind hauptsächlich mit sandigen Kiesen ausgestattet.

3.4.2 Erhebung der Seebeckenmorphologie

Die Tiefenvermessung wurde an neun Tagen, von Mitte bis Ende Oktober des Jahres 2015, durchgeführt. An den Vermessungstagen variierten die Wasserstände zwischen 114,44 und 114,47 m ü. NHN. Aus diesen Werten ergibt sich eine mittlere Seespiegelhöhe von 114,46 m ü. NHN. Aus dem digitalen Geländemodell kann ein Wert von 114,57 m ü. NHN ermittelt werden. Die morphometrischen Größen wurden für den Wasserstand an den Tagen der Tiefenvermessung berechnet.

Tabelle 11 enthält einige morphometrische Größen. Eine Karte der Tiefenlinien befindet sich in Anhang A, Blatt 4.

Tabelle 11: Morphometrische Größen des Kulkwitzer Sees □

Parameter	Wert
Uferlänge [km]	8,45
Seevolumen [m ³]	26459462,95
Seefläche [ha]	157,97
Maximale Tiefe [m]	30,60
Mittlere Tiefe [m]	16,75
Effektive Länge [km]	2,47
Effektive Breite [km]	1,02
Uferentwicklung	1,9
Tiefengradient	4,49
Theoretische Epilimniontiefe [m]	6,81

3.4.3 Erfassung der Seeuferstruktur

3.4.3.1 Datengrundlage und Aufbereitung

Die Datenaufbereitung erfolgte gemäß der Verfahrensanleitung ohne nennenswerte Auffälligkeiten. Die Tiefenlinien wurden anhand der Tiefenvermessungspunkte erstellt.

Die Uferlinie (WRRL-Thema) wurde aufgrund der Begehung im Gelände und dem Abgleich mit verschiedenen Luftbildern unterschiedlicher Aufnahmezeitpunkte leicht verändert (z. B. Abbildung 31 und Abbildung 32).



Abbildung 31: Ursprüngliche Uferlinie am Südufer des Kulkwitzer Sees



Abbildung 32: Korrektur der Uferlinie (neuer Verlauf entlang der Baumgrenze)

3.4.3.2 Abschnittsbildung

Die Abschnittsbildung erfolgte nach dem Prinzip der Homogenität. Dabei waren in erster Linie ein Wechsel der Exposition und Veränderungen des Bodens ausschlaggebend. Des Weiteren wurden Schadstrukturen bzw. die Nutzung der Ufer-, Flachwasser- und Umfeldzone berücksichtigt. Insgesamt wurden 26 Abschnitte gebildet. Der längste Abschnitt mit über 750 m Länge befindet sich am Ostufer im Bereich des Strandes. Problematisch waren das Setzen der Abschnittsgrenzen und das damit verbundene Ausweisen der Zonen am östlichen Teil des Sees (im Bereich der schmalen Seezunge).

3.4.3.3 Bestimmung des Seeuertyps

Die vorliegenden Bodenkarten lassen keine genauen Aussagen hinsichtlich der Substratverteilung zu. Die BÜK 200 gibt lediglich an, dass es sich am Kulkwitzer See um „Böden der Abgrabungsflächen“ handelt. In der Bodenkarte im Maßstab 1 : 50.000 werden die Flächen im Umkreis des Sees hauptsächlich als „Böden aus anthropogenen Sedimenten in Siedlungs-, Industrie und Bergbaugebieten“ bezeichnet. Am südöstlichen Ufer sind „Böden aus kolluvialen Sedimenten über Fest- oder Lockergesteinen“ verzeichnet. Der Bereich im Süden ist ebenfalls anthropogen beeinträchtigt, wobei zusätzlich glaziale Ablagerungen (überdeckt) angeführt werden. Diese Angaben lassen keine genauen Schlüsse zum tatsächlich vorhandenen Substrat zu.

Die Vor-Ort-Begehung ergab, dass kiesige Substrate dominieren. Darüber hinaus sind, insbesondere am Südufer des Sees, lehmige Substrate zu finden. An den Strandbereichen befindet sich kiesiger Sand.

Die Neigung des Ufers ist durchweg flach bis mittelsteil. Am Südwestufer wurden im Gelände auffällig große Neigungen, auch im Vergleich zu anderen Uferabschnitten des Sees, festgestellt. Allerdings ist die Neigung nicht so groß, um als steil bezeichnet werden zu können.

Es kommen etwa gleichhäufig flache bis mittelsteile Ufer bindiger Böden (Typ B) und flache bis mittelsteile Kiesufer (Typ D) vor. Kiesufer treten im Norden des Kulkwitzer Sees auf, bindige, lehmige Ufer überwiegend im Süden. Vier Abschnitte (Nr. 1, 3, 14 und 23) haben ein flaches bis mittelsteiles Sandufer (Typ A). Es handelt sich dabei um die offiziellen Badestrände.

3.4.3.4 Klassifizierung

Die Klassifizierung erfolgte durch Expertenurteil, das heißt, das Röhricht, der Uferverbau, die Schadstrukturen der Flachwasser- und Uferzone sowie die Landnutzung der Umfeldzone wurden anhand von Luftbildern (August 2009 und Juli 2012) und weiteren Daten abgeschätzt.

Von den drei Zonen ist die Flachwasserzone mit „stark beeinträchtigt“ (Klasse 4) am schlechtesten klassifiziert (Tabelle 12). In den offiziellen Badebereichen (Abschnitte Nr. 3, 8 und 14) sowie an zwei Abschnitten im Südwesten (Nr. 6 und 19) ist kein Röhricht vorhanden. Die beiden Abschnitte im Südwesten sind beschattet, so dass das Röhricht hier nicht in die Klassifizierung eingeht. An allen anderen Abschnitten des Kulkwitzer Sees kommt Röhricht in unterschiedlichem Ausmaß vor. Allerdings weist kein Abschnitt einen homogenen Bestand auf. Häufige Schadstrukturen sind wilde Badestellen, die eine bessere Entwicklung des Röhrichts offensichtlich verhindern. Darüber hinaus existieren einzelne und komplexe Steganlagen. Auffällig sind die Steganlagen im Nordwesten, die von einem Angler- und einem Segelverein genutzt werden. Im Abschnitt Nr. 2 befinden sich die Masten der Wasserskianlage und deren Startbereich (siehe Anhang B, Blatt 4, Abbildung 1 und 2; Details zur Klassifizierung siehe Anhang).

Die Uferzone ist insgesamt eine Stufe besser klassifiziert als die Flachwasserzone (Klasse 3) (Tabelle 12). An sechs Abschnitten befinden sich Steinschüttungen unterschiedlicher Länge, wobei Abschnitt Nr. 11 komplett verbaut ist. Zusätzlich sind befestigte Beton- bzw. Steinmauerwerke vorhanden (Abschnitte Nr. 2 und 5). Zum einen handelt es sich dabei um massiven Uferverbau im Startbereich der Wasserskianlage, zum anderen ist im Bereich der Seezunge im Osten befestigter Straßenverbau in Kombination mit Sitzmöglichkeiten am Rand des Gewässers zu finden. Befinden sich Steganlagen in der Flachwasserzone, sind häufig auch in der Uferzone Schadstrukturen vorhanden. Am häufigsten ist die Ausprägung „durch Schadeinwirkung vegetationsfreie Fläche auf anstehendem Material“ festzustellen. Das Ostufer des Kulkwitzer Sees ist am deutlichsten beeinträchtigt. Hier befinden sich einige versiegelte Verkehrsflächen, weshalb häufig die Klasse 5 vergeben wurde (Abschnitte Nr. 2, 5, 10, 11 und 12) (siehe Anhang B, Blatt 4, Abbildung 1 und 2).

Im Bereich der Umfeldzone ist vor allem das Süd- und Südwestufer unbeeinträchtigt bis gering beeinträchtigt (Abschnitte Nr. 12 bis 19). Weiterhin sind zwei Abschnitte im Norden und Osten des Sees gering beeinträchtigt. Die unbeeinträchtigten Flächen zeichnen sich durch standorttypischen Wald aus, der auf dem nach der Stilllegung des Tagebaus verschütteten Material angelegt wurde. Insgesamt ist die Umfeldzone mäßig beeinträchtigt (Klasse 3) (Tabelle 12; siehe Anhang B, Blatt 4, Abbildung 1 und 2).

Tabelle 12: Ergebnis der Klassifizierung des Kulkwitzer Sees

	Häufigkeit der Klasse					Klasse der gesamten Zone	Klasse des gesamten Seeufers
	1	2	3	4	5		
Flachwasserzone	3	-	10	9	4	3,57	3,14
Uferzone	4	-	14	3	5	3,28	
Umfeldzone	4	8	10	4	-	2,59	

3.4.4 Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit

Zur Bestimmung des erweiterten Seeufertyps wird der Basis-Seeufertyp um (A) den Einfluss der Beschattung, (B) die relative Breite der Flachwasserzone, (C) den Einfluss des Windes und (D) den Einfluss der Wasserstandsschwankungen erweitert.

(A) Der Einfluss der Beschattung

Abbildung 33 zeigt die Beschattung der einzelnen Uferabschnitte im Referenzzustand. Am häufigsten sind teilbeschattete Ufer zu finden. Sie befinden sich am westlichen und am östlichen Ufer. Lediglich drei Abschnitte (Nr. 14, 19 und 23) sind beschattet. Drei Abschnitte im Norden (Nr. 1, 25 und 26) und zwei Abschnitte im Osten (Nr. 4 und 9) sind unbeschattet.

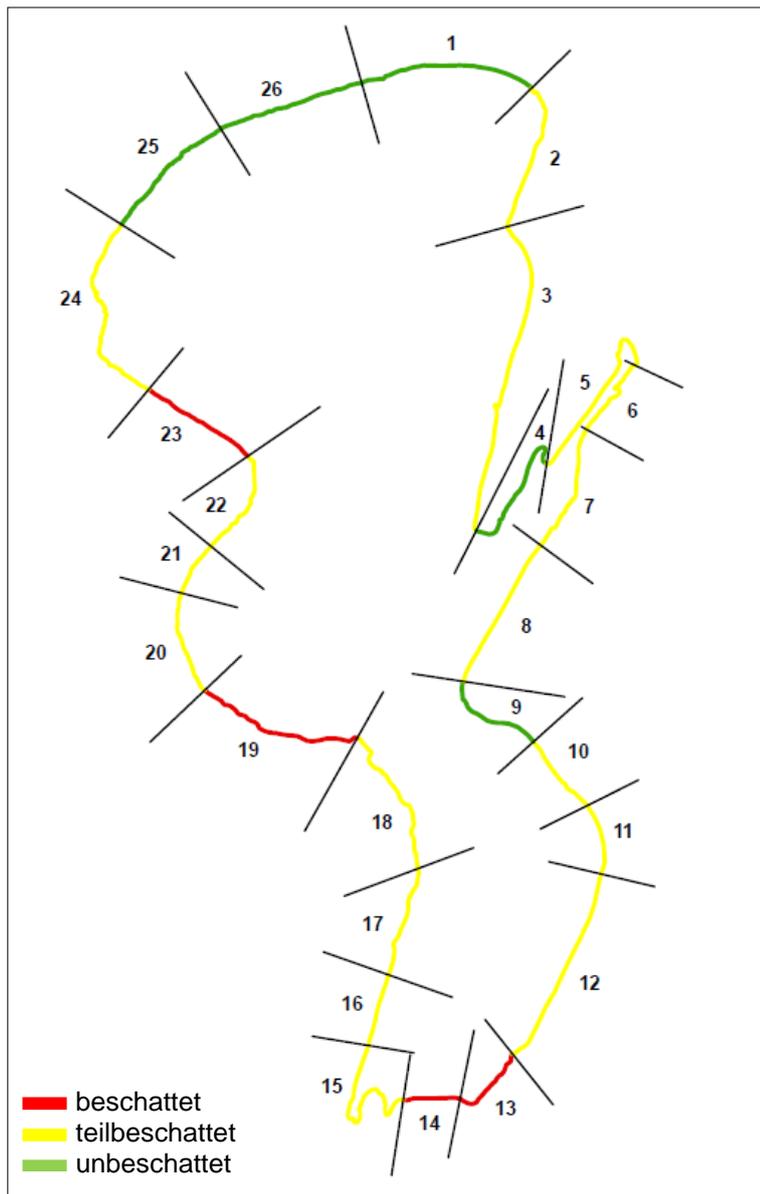


Abbildung 33: Uferbeschattung am Kulkwitzer See

(B) Die relative Breite der Flachwasserzone

Die überwiegende Anzahl der Abschnitte weist eine ausgeprägte Flachwasserzone auf (16 Abschnitte). An einem Abschnitt im Südwesten (Nr. 15) ist sie mit einem Anteil von 60 % breit bis sehr breit. Neun Abschnitte haben eine sehr schmale bis schmale Flachwasserzone (Abbildung 34).

Es ist zu erwähnen, dass sich der 100 m-Puffer einzelner Abschnitte, der der Ermittlung der relativen Breite der Flachwasserzone dient, zum Teil überlagert (Abschnitte Nr. 4 bis Nr. 8) (Abbildung 35 und Abbildung 36). Grund dafür ist die geringe Entfernung der gegenüberliegenden Ufer (teilweise weniger als 100 m). Außerdem spielt das Setzen der Abschnittsgrenzen eine Rolle.

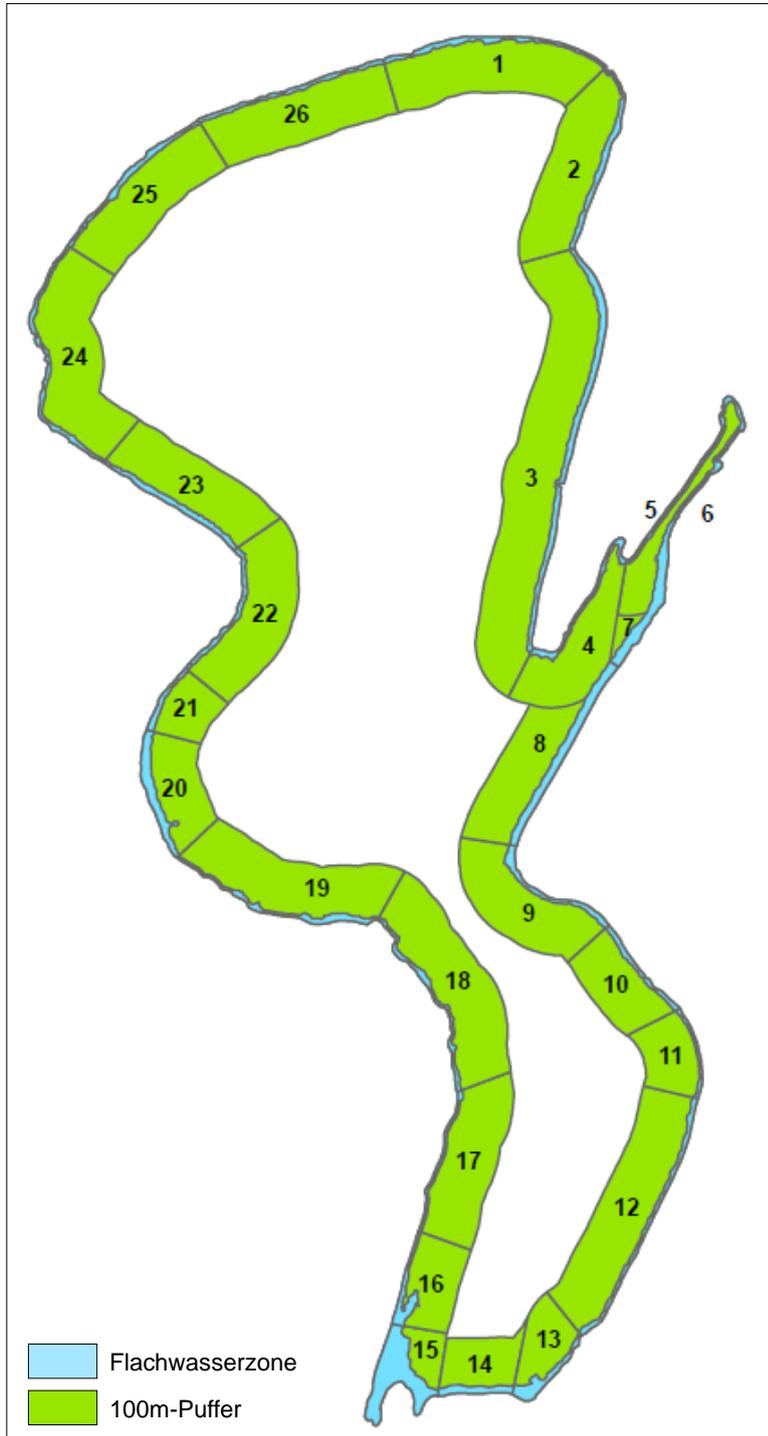


Abbildung 34: Relative Breite der Flachwasserzone des Kulkwitzer Sees



Abbildung 35: Relative Breite der Flachwasserzone der Abschnitte Nr. 4 und 5



Abbildung 36: Relative Breite der Flachwasserzone der Abschnitte Nr. 6 bis 8

(C) Der Einfluss des Windes

Die Windrichtung mit dem größten Einfluss wurde mittels der Winddaten der Wetterstation Flughafen Leipzig-Halle ermittelt. Westsüdwest ist die Windrichtung mit dem größten Einfluss. In Abbildung 37 sind die Windwirk­längen dieser Windrichtung dargestellt. Der größte Einfluss des Windes ist am Nordost- bzw. Ostufer zu erwarten. Auf Grund der Nord-Süd-Ausdehnung des Sees tritt dennoch lediglich eine maximale Windwirklänge von 1.142 m auf.

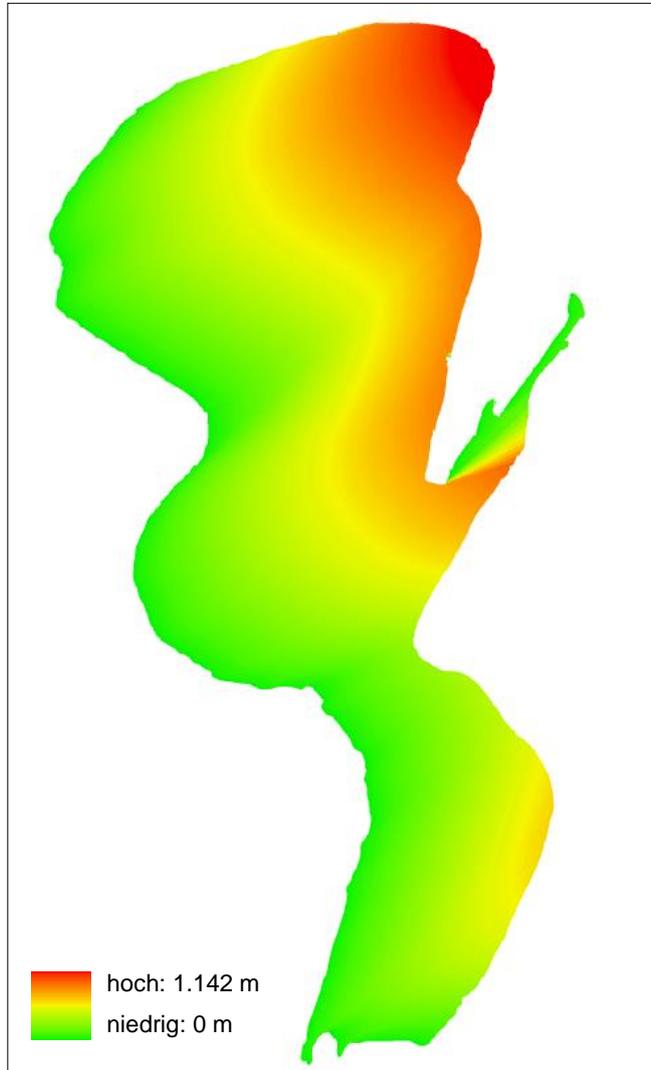


Abbildung 37: Windwirk­längen des Kulkwitzer Sees

(D) Der Einfluss von Wasserstandsschwankungen

Eine Beurteilung der Wasserstandsschwankungen am Kulkwitzer See ist schwierig, weil keine Daten zu Pegelständen vorliegen. Der Zufluss des Sees beruht fast ausschließlich auf dem Grundwasserzustrom. Seit einigen Jahren ist ein Freispiegel-Ablauf im Nordosten des Sees errichtet. Über diesen entwässert der Kulkwitzer See in den Graben Zschampert. Aufgrund von steigenden Grundwasserständen steigt der Wasserspiegel zunehmend an.

Es ist allerdings davon auszugehen, dass der Wasserspiegel im Jahresverlauf vergleichsweise wenig schwankt. Aufgrund der ungenauen Datenlage ist der Einfluss auf die emersen und aquatischen Makrophyten schwer einzuschätzen. Er wurde bei der Habitatvorhersage nicht berücksichtigt.

Habitatvorhersage

Je nach Ausgangssubstrat und weiteren einwirkenden Faktoren sollte sich das Vorkommen bestimmter Substratarten unterscheiden. Insgesamt sollten demnach am Kulkwitzer See Feinsubstrate dominieren. Die größeren Substrate werden überwiegend durch die von Südwesten wehenden Winde am Nordostufer ausgebildet (siehe Anhang C, Blatt 4).

Das Vorkommen von Röhricht ist vom Einfluss des Windes, der Beschattung, der relativen Breite der Flachwasserzone und von Wasserstandsschwankungen abhängig. Der Windeinfluss führt dazu, dass tendenziell im Osten der spärlichste Röhrichtbestand zu erwarten ist. Dennoch liegen zwei Abschnitte, bei denen eine große Wahrscheinlichkeit für das Vorkommen von Röhricht errechnet wurde, am Ostufer. Allerdings handelt es sich hierbei um geschützte Zonen, bei denen die Windwirklängen sehr kurz sind. Unbeschattete Uferabschnitte (Nordufer) sollten ebenfalls einen ausgedehnteren Röhrichtbestand aufweisen als beschattete (Südufer) (siehe Anhang C, Blatt 4). Je breiter die Flachwasserzone, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein ausgedehnter Röhrichtbestand zu finden ist. Abschnitt Nr. 15 weist eine breite bis sehr breite Flachwasserzonen auf. Dementsprechend ist auch ein gut ausgebildeter Röhrichtgürtel zu erwarten (wie er auch in der Realität vorgefunden werden kann). Gemindert wird das Vorkommen in diesem Fall dadurch, dass der Abschnitt teilbeschattet ist. An Abschnitten mit einer sehr schmalen bis schmalen Flachwasserzone (Abschnitte Nr. 4, 11, 12, 17, 18, 19, 22, 24, 26) ist weniger Röhricht zu erwarten. Auch diese Vorhersage entspricht im Wesentlichen dem realen Vorkommen (siehe Anhang C, Blatt 4). Aufgrund der ungenauen Datenlage zu den Wasserstandsschwankungen wurden sie bei der Vorhersage der emersen Makrophyten nicht berücksichtigt.

Organische Materialien sind nahezu in der gesamten Flachwasserzone des Kulkwitzer Sees mit mäßiger Wahrscheinlichkeit zu erwarten, am ehesten sollte CPOM vorkommen (siehe Anhang C, Blatt 4).

3.5 Olbasee



Abbildung 38: Olbasee

Der Olbasee ist ein ehemaliger Braunkohlentagebau. Die Förderung endete 1927. Im Frühjahr 1932 erreichte der Wasserstand in etwa seine heutige Höhe. In den 1930er-Jahren erfolgten Einebnungs- und Rekultivierungsarbeiten. Als Zuflüsse dienen einige kleine Entwässerungsgräben. Der Abfluss zum alten Fließ ist über ein Wehr regulierbar.

In der Mitte des Sees befindet sich eine zehn Hektar große Insel, der Radisch, ein alter Burgwall, dessen wenig erhaltene Wallreste auf der Osthälfte der jetzigen Insel kaum noch zu erkennen sind.

3.5.1 Vor-Ort-Begehung

Die Vor-Ort-Begehung fand am 04.12.2015 statt. Der Wasserstand wurde als typisch eingeschätzt. Insgesamt entsprach das Röhricht weitgehend der Ausdehnung, die auf dem Luftbild zu erkennen ist. Bei der Vor-Ort-Begehung konnte Uferverbau identifiziert werden, der auf dem Luftbild nicht zu erkennen ist (z. B. kleine Buhnenfelder im Röhricht in der Nähe der Bungalows).

3.5.2 Erhebung der Seebeckenmorphologie

Es ist davon auszugehen, dass der Wasserstand an den Tagen der Tiefenvermessung einem typischen Wasserstand entsprach (141,77 m ü. NHN). Der anhand des DGM ermittelte Wasserstand ist wahrscheinlich zu hoch (142,05 m ü. NHN), weil bei der Erstellung des DGM auch z. B. Röhrichtflächen, die höher als der Wasserspiegel sind, mit benutzt wurden. Die Berechnungen erfolgten daher auf Grundlage des gemessenen Wertes an den Tagen der Tiefenvermessung. Eine Karte der Tiefenlinien befindet sich im Anhang A, Blatt 5.

Wesentliche morphometrische Größen sind in Tabelle 13 dargestellt. Eine Karte der Tiefenlinien befindet sich im Anhang A, Blatt 5.

Tabelle 13: Morphometrische Größen des Olbasees

Parameter	Wert
Uferlänge [km]	4,53
Seevolumen [m³]	5986200,26
Seefläche [ha]	54,67
Maximale Tiefe [m]	33,71
Mittlere Tiefe [m]	10,95
Effektive Länge [km]	1,00
Effektive Breite [km]	0,85
Uferentwicklung	1,73
Tiefengradient	6,05
Theoretische Epilimniontiefe [m]	5,57

3.5.3 Erfassung der Seeuferstruktur

3.5.3.1 Datengrundlage und Aufbereitung

Die Datenaufbereitung erfolgte gemäß der Verfahrensanleitung ohne nennenswerte Auffälligkeiten. Die Tiefenlinien wurden aus den Tiefenvermessungspunkten erstellt.

Der Verlauf der Uferlinie wurde aufgrund von Ergebnissen der Vor-Ort-Begehung leicht angepasst. Vor allem bei einem Röhrichtfeld im Südwesten handelt es sich zum überwiegenden Teil um Landröhricht, der auf tro-

ckenem Boden steht; ebenfalls ist das Gebiet durch kleinere Büsche gekennzeichnet, die offensichtlich im Trockenen stehen. Die Uferlinie wurde landwärts verlagert (Abbildung 39 und Abbildung 40).



Abbildung 39: Ursprüngliche Uferlinie des Olbasees



Abbildung 40: Geänderte Uferlinie des Olbasees

3.5.3.2 Abschnittsbildung

Die Abschnittsbildung erfolgte nach dem Prinzip der Homogenität. Dabei waren in erster Linie die Exposition und ein Wechsel der Ausbildung des Röhrichts und der Schadstrukturen der Flachwasser-Ufer- und Umfeldzone ausschlaggebend. Auch ein Wechsel des Substrates wurde berücksichtigt, wobei der Uferbereich in Bezug auf das Substrat relativ homogen ist. Insgesamt wurden 16 Abschnitte gebildet.

3.5.3.3 Bestimmung des Seeuertyps

Nach der Bodenkarte mit einer Auflösung 1 : 200.000 (BÜK 200) ist am Nordufer des Olbasees Sand (Decksand über Niederungssand, verbreitet aus Flusssand) zu finden. Am Ostufer gibt es zusätzlich kiesführenden Sand und das Süd- und Westufer ist im direkten Uferbereich durch Flusssand geprägt. Im weiteren Umfeld finden sich Auenlehmsand über Auensand sowie Auenlehm und -schluff.

Nach der BK 50 besteht der Boden des Nord- und Ostufers aus anthropogenen Sedimenten, der Boden des Süd- und Westufers aus Hochflutablagerungen.

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchung vor Ort stimmen weitestgehend mit der BÜK 200 überein. Es überwiegt Sand als Substratart. Lediglich am südlichen Westufer (Abschnitte Nr. 8, 9 und 10) befindet sich bindiges Substrat.

Die Neigung des Ufers ist durchgängig flach bis mittelsteil. Es handelt sich also bei den Abschnitten Nr. 1 bis 7 und 11 bis 16 um ein flaches bis mittelsteiles Sandufer (Typ A), bei den Abschnitten Nr. 8 bis 10 um ein flaches bis mittelsteiles Ufer bindiger Böden (Typ B).

3.5.3.4 Klassifizierung

Die Klassifizierung erfolgte durch Expertenurteil. Das heißt, das Röhricht, der Uferverbau, die Schadstrukturen der Flachwasser- und Uferzone sowie die Landnutzung der Umfeldzone wurden anhand von Luftbildern und

Landnutzungsdaten abgeschätzt. Zusätzlich zu den Luftbildern wurde Google Earth verwendet, sodass mehrere Quellen zur Verfügung standen (Luftbilder: Juni 2008 und Juni 2014; Google Earth: Mai 2014).

Das Röhricht ist insgesamt mäßig ausgebildet. An fünf Abschnitten kann von einem homogenen bzw. weitgehend homogenen Bestand gesprochen werden. An ebenfalls fünf Abschnitten sind nur vereinzelte Bestände bzw. kein Röhricht (Abschnitt Nr. 4) zu finden. Sechs Abschnitte weisen einen inhomogenen Bestand mit deutlichen Lücken auf. An zwei Abschnitten könnte die Beschattung die Ausbildung des Röhrichts negativ beeinflussen, sodass das Röhricht an diesen Abschnitten nicht bei der Klassifizierung berücksichtigt wurde. An fünf Abschnitten konnten keine Schadstrukturen identifiziert werden, die sich negativ auf das Röhricht auswirken könnten. Auch hier wurde das Röhricht bei der Klassifizierung nicht berücksichtigt.

Sieben Abschnitte der Flachwasserzone weisen keine Schadstrukturen auf. Die häufigste Schadstruktur der anderen Abschnitte sind Einzelstege. Zum Teil sind die Einzelstege auf den Luftbildern nicht zu erkennen. Sie konnten allerdings bei der Vor-Ort-Begehung identifiziert werden.

An sechs Abschnitten ist Uferverbau zu finden. Die Identifizierung des Uferverbaus resultierte im Wesentlichen aus der Vor-Ort-Begehung. Die Schadstrukturen der Uferzone sind vielfältig. An fünf Abschnitten sind keine Schadstrukturen zu finden. An den anderen Abschnitten finden sich unter anderem Einzelbebauung, durch Schadeinwirkung vegetationsfreie Flächen, Gärten und Verkehrsflächen bzw. versiegelte Flächen.

Das Umfeld ist im Wesentlichen durch Freizeitnutzung und Grünland geprägt; vereinzelt ist naturnahe Vegetation (Laubholz, Wald) zu finden.

Insgesamt sind die Flachwasser- und Uferzone mäßig beeinträchtigt (Klasse 3), die Umfeldzone ist gering beeinträchtigt (Klasse 2) (Tabelle 14; siehe Anhang B, Blatt 5, Abbildung 1, 2 und 3; Details zur Klassifizierung siehe Anhang). Der See insgesamt ist mäßig beeinträchtigt (Klasse 3).

Tabelle 14: Ergebnis der Klassifizierung des Olbasees

	Häufigkeit der Klasse					Klasse der gesamten Zone	Klasse des gesamten Seeufers
	1	2	3	4	5		
Flachwasserzone	5	2	5	3	1	2,65	2,65
Uferzone	5	-	6	4	1	2,85	
Umfeldzone	4	4	4	4	-	2,46	

3.5.4 Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit

Zur Bestimmung des erweiterten Seeufertyps wird der Basis-Seeufertyp um (A) den Einfluss der Beschattung, (B) die relative Breite der Flachwasserzone, (C) den Einfluss des Windes und (D) den Einfluss der Wasserstandsschwankungen erweitert.

(A) Der Einfluss der Beschattung

Im Falle des Olbasees können – bezogen auf den Referenzzustand – drei Uferabschnitte als beschattet, sechs als unbeschattet und sieben als teilbeschattet bezeichnet werden (Abbildung 41).

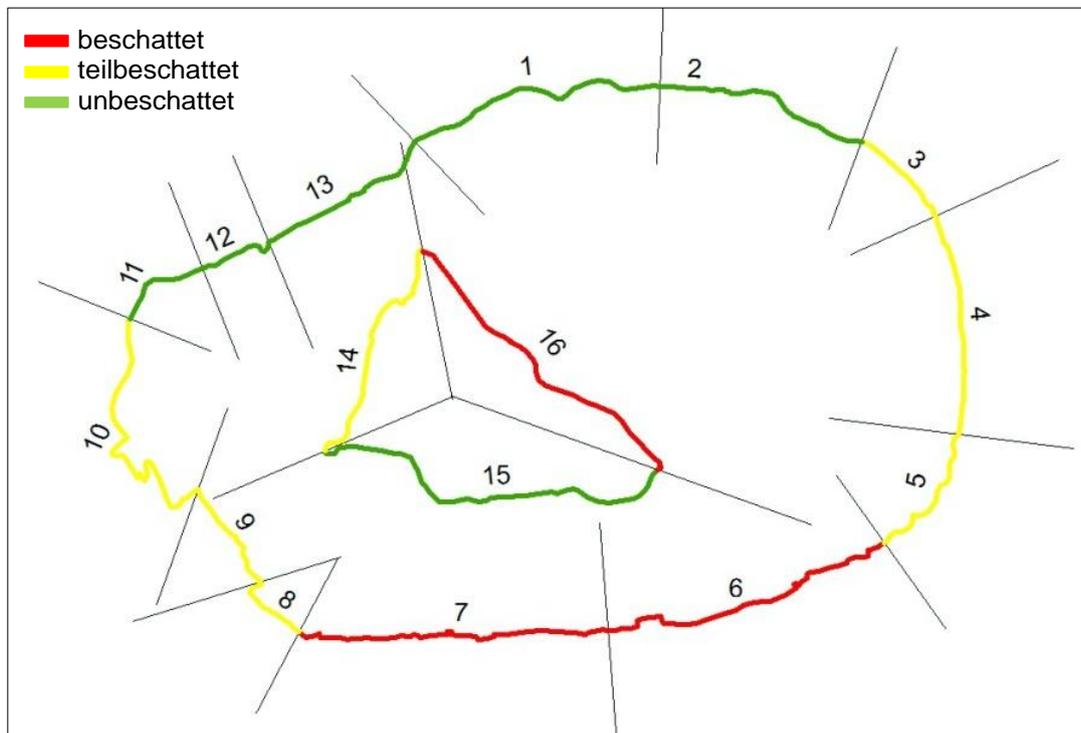


Abbildung 41: Uferbeschattung am Olbausee

(B) Die relative Breite der Flachwasserzone

Die Flachwasserzone des Olbausees ist nur gering ausgebildet. Sechs Abschnitte haben eine sehr schmale bis schmale Flachwasserzone. Zehn Abschnitte haben eine schmale Flachwasserzone. Die breitesten Abschnitte (16 und 22 %) finden sich im Bereich des Strandbades (Abschnitte Nr. 3 und 4) (Abbildung 42).

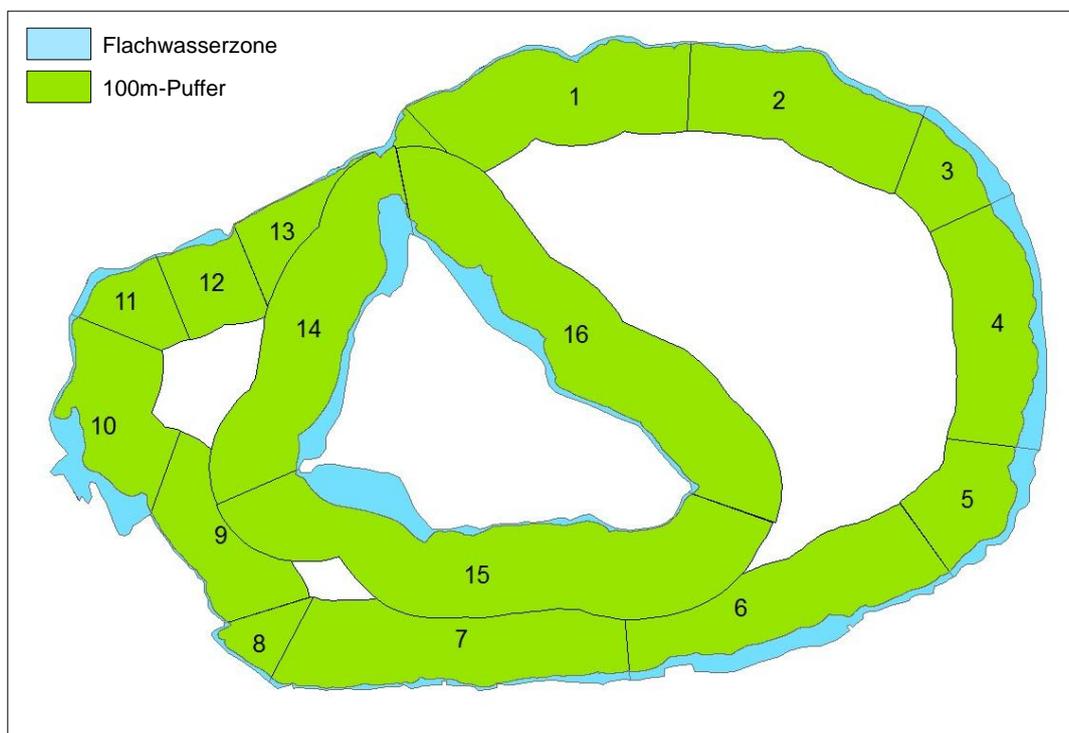


Abbildung 42: Relative Breite der Flachwasserzone des Olbausees

(C) Der Einfluss des Windes

Die Ermittlung der Windrichtung mit dem größten Einfluss erfolgte auf Grundlage der Daten der Wetterstation Dresden-Klotzsche. Es standen Daten (Stundenmittelwerte) des Zeitraums von 1973 bis 2014 zur Verfügung. Demnach ist Westsüdwest in dieser Region der Wind mit dem größten Einfluss. Die höchsten Windwirklängen werden also am Ostnordostufer erreicht (Abbildung 43). Die maximale Windwirklänge beträgt 663 m.

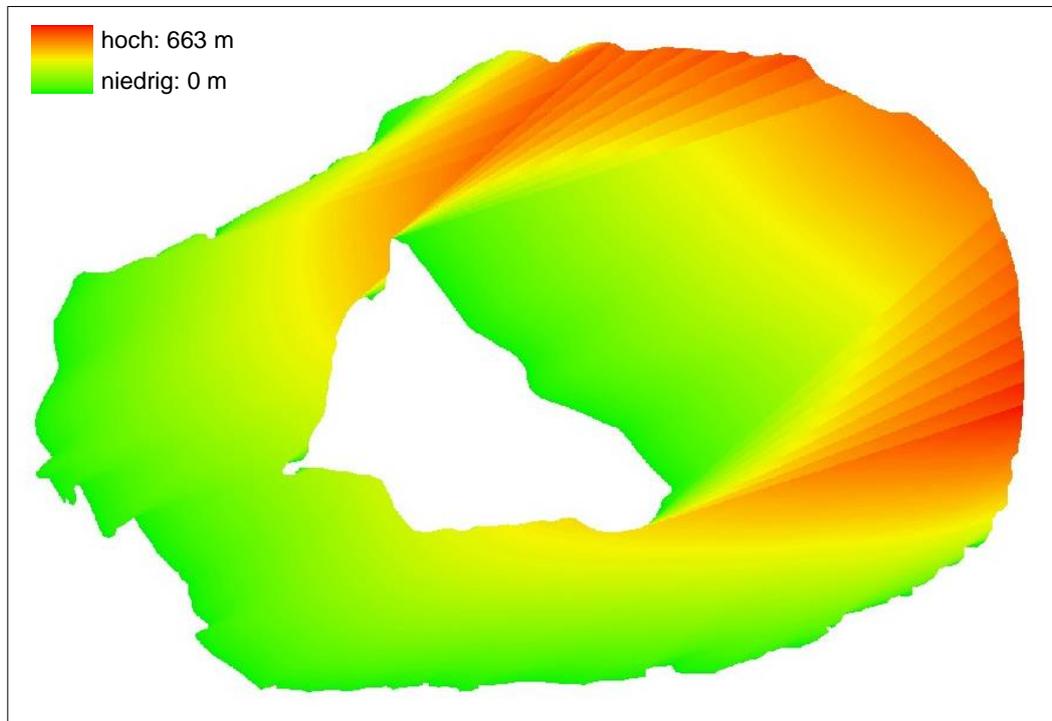


Abbildung 43: Windwirklängen des Olbasees

(D) Der Einfluss von Wasserstandsschwankungen

Der Olbasee hat mehrere kleine Zuflüsse und einen Abfluss. Durchflossene Seen zeichnen sich typischerweise durch geringe Wasserstandsschwankungen aus, was sich nicht förderlich auf die Ausbildung des Röhrichts auswirkt.

Einige Werte zu Wasserständen aus dem Jahr 2015 (WIEHART, BfUL, pers. Mitteilung) haben allerdings einen für durchflossene Seen eher untypischen Charakter. Aufgrund der ungenauen, widersprüchlichen Datenlage kann der Einfluss der Wasserstandsschwankungen nicht endgültig eingeschätzt werden.

Habitatvorhersage

Entsprechend der vorgefundenen Substrate sollte am Olbasee überwiegend Feinsubstrat zu finden sein. Am Nordostufer sollte – aufgrund des Einflusses des Windes – etwas häufiger Grobsubstrat zu finden sein als am West- bzw. Südwestufer (siehe Anhang C, Blatt 5).

Wind und der damit verbundene Wellenschlag haben einen negativen Einfluss auf das Röhricht. Am Ostufer sollte demnach weniger Röhricht vorkommen als am Westufer. Im Falle des Olbasees ist dieser Effekt relativ gering, was möglicherweise mit der geringen Größe und den damit verbundenen, vergleichsweise kurzen Windwirklängen zusammenhängt. Außerdem verkürzt die Insel, die sich relativ zentral im See befindet, die Windwirklänge (siehe Anhang C, Blatt 5).

Die Beschattung hat ebenfalls einen negativen Einfluss auf die Ausbildung des Röhrichts. Weil das Südufer (Abschnitte Nr. 6, 7 und 16) potenziell mehr beschattet ist, sollte hier weniger Röhricht vorhanden sein als am Nordufer (siehe Anhang C, Blatt 5).

Ebenso hat die relative Breite der Flachwasserzone einen Einfluss auf das Vorkommen. Eine Minderung des Vorkommens wird allerdings erst bei einer sehr schmalen Flachwasserzone (Abschnitte Nr. 1, 2, 7, 9, 12 und 13) angenommen (siehe Anhang C, Blatt 5).

Weil zu den Wasserstandsschwankungen keine eindeutigen Aussagen getroffen werden konnten, blieb ein möglicher Einfluss bei der Vorhersage des Röhrichts unberücksichtigt.

Das Vorkommen organischer Substrate sollte bei einem flachen bis mittelsteilen Sandufer bzw. einem flachen bis mittelsteilen Ufer bindiger Böden insgesamt recht hoch sein. Minimierend wirken lediglich sehr große Windwirklängen, die am Olbasee aber nicht vorkommen (siehe Anhang C, Blatt 5).

3.6 Olbersdorfer See



Abbildung 44: Olbersdorfer See

Der Olbersdorfer See stellt den nordöstlichen Teil des ehemaligen Braunkohletagebaus Glückauf Olbersdorf bei Zittau dar. Im Norden wird er durch den Fluss Mandau, im Osten durch die Siedlungslage Olbersdorf be-

grenzt. Der Kohleabbau wurde von 1908 bis 1913 im Tiefbau durchgeführt. Von 1910 bis 1991 erfolgte der Abbau im Tagebau. Es existierten vier Baufelder (LMBV 1999).

Im Jahr 1991 begannen die Sanierungsarbeiten. Die Flutung des Tagebaurestlochs erfolgte seit 1996 durch den Grundbach, der auf 4,4 km Fließlänge verlegt wurde. 1999 war der vorgesehene Stauspiegel erreicht. Seitdem fließt das Wasser über ein Auslaufbauwerk in die Mandau ab. Im Jahr 1999 konnten sämtliche Sanierungsarbeiten abgeschlossen werden. Im gleichen Jahr war der nun entstandene Olbersdorfer See Bestandteil der 2. Sächsischen Landesgartenschau. Der See dient vorrangig der Freizeit und Erholung (LMBV 1999).

3.6.1 Vor-Ort-Begehung

Die Begehung fand am 03.12.2015 statt. Zu diesem Zeitpunkt befand sich der Wasserstand geringfügig unter dem mittleren Wasserstand. Der Zulauf aus dem Grundbach war größer als der Ablauf aus dem See. Die Röhrichtflächen, die verbauten Ufer mit Anlegestellen und der angelegte Strandbereich wurden im Gelände in einer gleichen Ausdehnung vorgefunden wie anhand der Luftbilder zu erkennen ist. Im nordöstlichen Uferbereich fanden sich weitere Steinschüttungen und am Südufer wilde Badestellen, die auf dem Luftbild nicht eindeutig zu erkennen sind. Röhrichtzonen kommen, mit Ausnahme des nordwestlichen und nördlichen Bereiches, überall am See vor – wenngleich teilweise nur lückig.

Das dominierende Ufersubstrat ist bindig. Es handelt sich um lehmig, vereinzelt sogar tonige Substrate mit Einschaltungen von Kies und Kiessand. Lediglich an der aufgeschütteten Badestelle am Nordwestufer des Olbersdorfer Sees ist reiner Sand zu finden.

3.6.2 Erhebung der Seebeckenmorphologie

Bei der Tiefenvermessung wurden an den zwei Messtagen Wasserstände von 236,49 bzw. 236,57 m ü. NHN ermittelt. Eine Mittelung dieser Werte ergibt eine Seespiegelhöhe von 236,53 m ü. NHN. Aus den Geodaten (DGM) kann eine Seespiegelhöhe von 336,53 m ü. NHN ermittelt werden. 336,53 m ü. NHN scheint ein repräsentativer Wert zu sein, der allen weiteren Berechnungen zu Grunde gelegt wurde. Einige berechnete morphometrische Größen sind in Tabelle 15 angegeben. Eine Karte der Tiefenlinien befindet sich im Anhang A, Blatt 6.

Tabelle 15: Morphometrische Größen des Olbersdorfer Sees

Parameter	Wert
Uferlänge [km]	3,69
Seevolumen [m³]	6003960,45
Seefläche [ha]	60,57
Maximale Tiefe [m]	39,12
Mittlere Tiefe [m]	9,91
Effektive Länge [km]	1,12
Effektive Breite [km]	0,85
Uferentwicklung	1,34
Tiefengradient	6,76
Theoretische Epilimniontiefe [m]	5,78

3.6.3 Erfassung der Seeuferstruktur

3.6.3.1 Datengrundlage und Aufbereitung

Die Datenaufbereitung erfolgte gemäß der Verfahrensanleitung ohne nennenswerte Auffälligkeiten. Die Tiefenlinien wurden anhand der Tiefenvermessungspunkte erstellt. Die Uferlinie (WRRL-Thema) wurde, aufgrund von Ergebnissen der Vor-Ort-Begehung und unter Berücksichtigung der Luftbilder, nahezu am gesamten Ufer verändert. Insbesondere an Stellen mit Röhrichtbewuchs (Abbildung 45 und Abbildung 46), im Bereich des Strandes (Nordwestufer) (Abbildung 47 und Abbildung 48) und an der Uferpromenade/Anlegestelle (Nordufer) wurden Korrekturen vorgenommen.

Im Olbersdorfer See gibt es eine Insel, deren Uferlänge allerdings lediglich 91 m beträgt, sodass sie bei der Klassifizierung nicht berücksichtigt wurde.



Abbildung 45: Ursprüngliche Uferlinie am Olbersdorfer See



Abbildung 46: Korrektur der Uferlinie am Olbersdorfer See (Landröhrichte)



Abbildung 47: Ursprüngliche Uferlinie im Bereich des Strandes



Abbildung 48: Korrektur der Uferlinie im Bereich des Strandes

3.6.3.2 Abschnittsbildung

Die Abschnittsbildung erfolgte nach dem Prinzip der Homogenität. Dabei waren ein Wechsel der Exposition und Veränderungen der Bodenart, die bei der Vor-Ort-Begehung festgestellt wurden, ausschlaggebend. Des Weiteren wurden Schadstrukturen bzw. die Nutzung der Ufer-, Flachwasser- und Umfeldzone berücksichtigt.

Die Bucht im Süden des Sees wird als ein Abschnitt betrachtet, weil der gesamte Bereich aus ökologischer Sicht eine funktionale Einheit bildet (die Flachwasserzone bedeckt die gesamte Bucht) und die (Schad-)Strukturen nicht so divers sind, dass eine Abschnittsbildung angezeigt wäre. Lediglich aufgrund der Exposition wäre es möglich, zwei Abschnitte zu bilden. Insgesamt wurden am Olbersdorfer See zehn Abschnitte gebildet.

3.6.3.3 Bestimmung des Seeuertyps

Nach der Bodenkarte mit einer Auflösung 1 : 200.000 (BÜK 200) handelt es sich am Nord- und Ostufer um Standorte mit Parabraunerden aus Schuttlöss, Schluffschutt und Lehmschutt. Am Südufer sind Lockersyro-seme aus verkippten Kohleschlufftonen oder Kohlelehmtönen zu finden. Ähnliche Bodeneigenschaften zeigen sich am West- und an einem kurzen Bereich am Südufer (es liegen Lockersyro-seme bis Regosole aus verkipptem kiesführendem Lehmsand oder Kipplehmsand vor). Bei der Geländebegehung wurden ähnliche Verhältnisse vorgefunden. Vorherrschend waren lehmige, bindige Substrate, die partiell mit Sanden bzw. Kiesen gemischt waren (drei Abschnitte wurden als Sandufer ausgewiesen). Die Bodenkarte mit einer feineren Auflösung (BK 50) gibt hingegen lediglich an, dass es sich überwiegend um Böden aus anthropogenen Sedimenten in Siedlungs-, Industrie- und Bergbaugebieten handelt. Die Neigung ist durchweg flach bis mittelsteil.

Bei den Uferabschnitten Nr. 5, 9 und 10 handelt es sich somit um flache bis mittelsteile Sandufer (Typ A). Sie befinden sich im Süd-/Südost- und Nordostufer. Die übrigen Ufer sind flache bis mittelsteile Ufer bindiger Böden (Typ B).

3.6.3.4 Klassifizierung

Die Klassifizierung erfolgte durch Expertenurteil, das heißt, das Röhricht, der Uferverbau, die Schadstrukturen der Flachwasser- und Uferzone sowie die Landnutzung der Umfeldzone wurden anhand von Luftbildern (Juni 2008 und Juni 2013) sowie weiteren Daten abgeschätzt.

Mit Ausnahme zweier Abschnitte (Nr. 1 und 9; Uferpromenade und Strandbereich) kommt Röhricht am gesamten Seeufer vor. Insbesondere am Südwestufer (Abschnitt Nr. 7) ist ein homogener Bestand zu finden. Die sich von diesem Abschnitt in beide Uferrichtungen anschließenden Abschnitte zeigen ebenfalls einen teilweise breiten und im Längsverlauf dichten Röhrichtbestand, wenngleich durch wilde Badestellen als Schadstrukturen immer wieder Störungen vorliegen. Weitere Schadstrukturen der Flachwasserzone sind Abgrabungen bzw. Aufschüttungen (Sandstrand) im Nordwesten und eine Uferpromenade (breiter Steg mit teilweise Betonmauer) im Norden. Die Flachwasserzone insgesamt ist mäßig beeinträchtigt (Klasse 3) (Tabelle 16; siehe Anhang B, Blatt 6, Abbildung 1 und 2; Details zur Klassifizierung siehe Anhang).

Steinschüttungen finden sich an den Abschnitten Nr. 1 bis 3. Alle anderen Abschnitte weisen keinen Uferverbau auf. Die häufigste Schadstruktur der Uferzone sind vegetationsfreie Flächen, die durch Schadeinwirkung entstanden sind (wilde Badestellen). Der auch schon bei der Klassifizierung der Flachwasserzone berücksichtigte Sandstrand und die Promenade dehnen sich auch auf den Uferbereich aus und sind somit auch hier als Schadstruktur zu erfassen. Insgesamt wird die Uferzone – wie die Flachwasserzone – mit 3 klassifiziert (Tabelle 16; siehe Anhang B, Blatt 6, Abbildung 1 und 2).

In der Umfeldzone weisen vier im Süden gelegene Abschnitte eine überwiegend naturnahe Vegetation auf (Abschnitte Nr. 5 bis 8). Im Norden (Abschnitte Nr. 1 und 2) finden sich Flächen städtischer Prägung. Nach Osten anschließend werden die städtischen Flächen durch Grünland aufgelockert. Am Nordwestufer überwiegt Freizeitnutzung. Insgesamt ist die Umfeldzone gering beeinträchtigt (Klasse 2) (Tabelle 16; siehe Anhang B, Blatt 6, Abbildung 1 und 2). Das Seeufer insgesamt ist damit mäßig beeinträchtigt (Klasse 3).

Tabelle 16: Ergebnis der Klassifizierung des Olbersdorfer Sees

	Häufigkeit der Klasse					Klasse der gesamten Zone	Klasse des gesamten Seeufers
	1	2	3	4	5		
Flachwasserzone	1	-	5	2	2	3,03	2,65
Uferzone	1	-	5	3	1	2,94	
Umfeldzone	4	2	3	-	1	2,00	

3.6.4 Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit

Zur Bestimmung des erweiterten Seeufertyps wird der Basis-Seeufertyp um (A) den Einfluss der Beschattung, (B) die relative Breite der Flachwasserzone, (C) den Einfluss des Windes und (D) den Einfluss der Wasserstandsschwankungen erweitert.

(A) Der Einfluss der Beschattung

Im Referenzzustand ist der nördliche Uferbereich unbeschattet (Abschnitte Nr. 1, 2, 9, 10). Ein Abschnitt im Osten (Nr. 3) und einer im Westen (Nr. 8) sind teilbeschattet. Das Südufer ist beschattet (Abschnitte Nr. 4, 5, 6, 7) (Abbildung 49). Die Beschattung des Abschnittes Nr. 7 ist rechenbedingt verzerrt. Zur Ermittlung der Beschattung wird die Neigung der Sekante, die Anfangs- und Endpunkt des Abschnittes verbindet, ermittelt. Dieser Winkel ist für den Abschnitt Nr. 7 nur für den südlichen Teil repräsentativ. Der östliche und westliche Teil der Bucht ist eher teilbeschattet.



Abbildung 49: Uferbeschattung am Olbersdorfer See

(B) Die relative Breite der Flachwasserzone

Die Flachwasserzone zeigt ein auffälliges Muster (Abbildung 50). Im Norden bzw. Nordosten ist sie schmaler als im Süden und Südwesten. Die breiteste Flachwasserzone hat Abschnitt Nr. 7 – mit einem Anteil von über 50 % am 100 m-Puffer. Die schmalste Flachwasserzone hat Abschnitt Nr. 3. Hier sind 7 % des 100 m-Puffers Flachwasserzone.

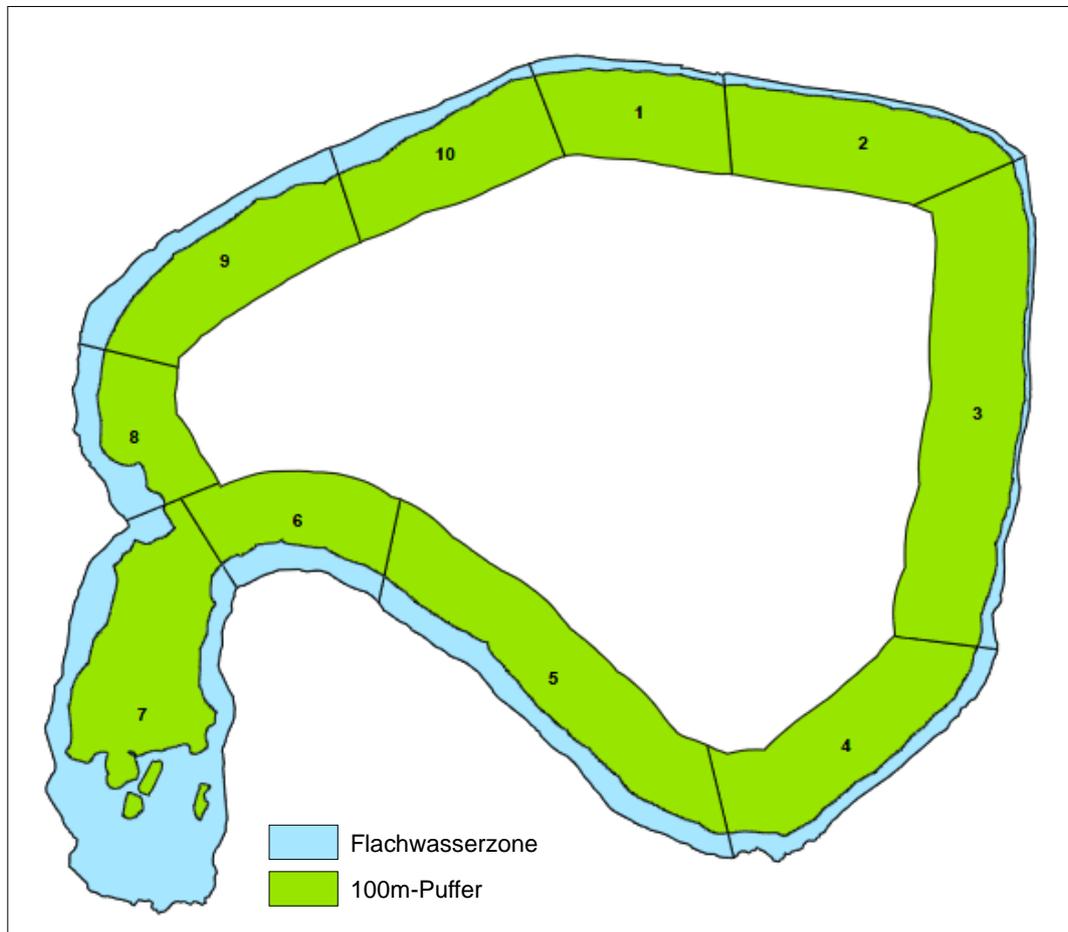


Abbildung 50: Relative Breite der Flachwasserzone des Olbersdorfer Sees

(C) Der Einfluss des Windes

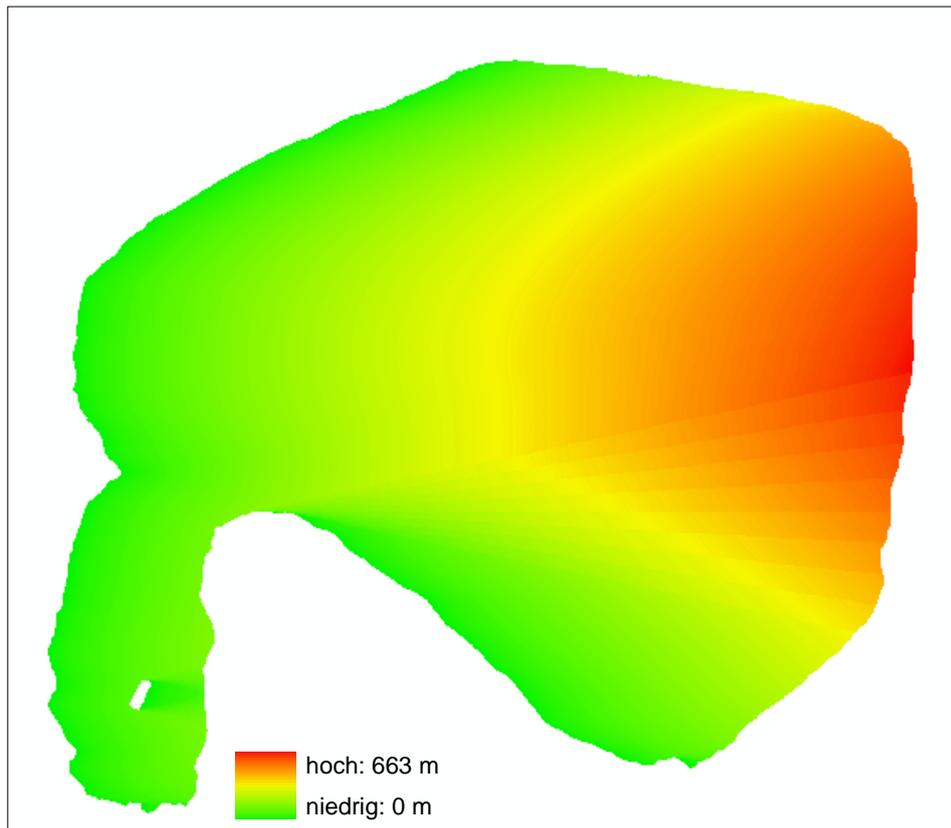


Abbildung 51: Windwirklängen des Olbersdorfer Sees

Zur Ermittlung der Windeinwirkung wurden Messdaten der Station Bertsdorf-Hörnitz des Deutschen Wetterdienstes herangezogen. Dieser Standort liegt wenige Kilometer westlich des Olbersdorfer Sees. Der Wind mit dem größten Einfluss ist demnach Westwind. Die größten Windwirklängen werden am Ostufer erreicht. Hier beträgt die maximale Windwirklänge 945 m (Abbildung 51).

In Bertsdorf-Hörnitz werden erst seit 1997 Daten aufgenommen, sodass nur eine relativ kurze Messreihe zur Verfügung stand. Alternativ könnten Wetterdaten des Standorts Görlitz genutzt werden. Görlitz befindet sich ca. 32 km nordöstlich des Olbersdorfer Sees. Hier werden seit dem Jahr 1963 Wetterdaten erfasst. Die Windrichtung mit dem größten Einfluss ist hier Süd, was sich deutlich von den Bedingungen in Bertsdorf-Hörnitz unterscheidet. Diese Windrichtung ist aber wahrscheinlich für den Olbersdorfer See nicht repräsentativ, weil Görlitz anscheinend in einer Wind-Schneise zwischen Erzgebirge bzw. Zittauer Gebirge und dem Riesengebirge liegt.

(D) Der Einfluss von Wasserstandsschwankungen

Der Olbersdorfer See hat einen Zulauf (Grundbach) und über ein Auslaufbauwerk im Norden des Sees einen Ablauf, über den das Wasser in Richtung Mandau abfließt. Durchflossene Seen weisen im Allgemeinen geringe Wasserstandsschwankungen auf, was sich eher negativ auf die Ausbildung des Röhrichts auswirkt. Auch die am Nordufer angelegte Promenade mit einer Steganlage lässt zumindest erahnen, dass keine größeren Wasserstandsschwankungen auftreten. Somit wird von eher ungünstigen Bedingungen für die Ausbreitung des Röhrichts ausgegangen.

Habitatvorhersage

Aufgrund der Bodenverhältnisse am Olbersdorfer See sollte überwiegend Feinsubstrat (bindiges Substrat und Sand) zu finden sein. Lediglich am Ostufer sollte – aufgrund des Einflusses des Windes der Anteil an Feinsubstrat abnehmen und der Anteil an Grobsubstrat zunehmen (siehe Anhang C, Blatt 6).

Das Vorkommen von Röhricht ist vom Einfluss des Windes, der Beschattung, der relativen Breite der Flachwasserzone und von Wasserstandsschwankungen abhängig. Aufgrund des Windeinflusses ist am Ostufer weniger Röhricht zu erwarten als an den anderen Uferabschnitten. Berücksichtigt man zusätzlich die Beschattung, sollte außerdem am Nordufer mehr Röhricht zu erwarten sein als am Südufer. Abschnitt Nr. 7 gilt rein rechnerisch als beschattet. Realistisch sollte dieser Abschnitt insgesamt aber eher als teilbeschattet eingestuft werden und somit auch mehr Röhricht vorkommen als die Habitatvorhersage prognostiziert. Je breiter die Flachwasserzone, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich ein homogener Röhrichtbestand etablieren kann. Bis auf den Abschnitte Nr. 3 (sehr schmale bis schmale Flachwasserzone) sind dafür gute Voraussetzungen gegeben. Abschnitt Nr. 7 hat eine breite bis sehr breite Flachwasserzone und ist auch sonst aufgrund seiner Lage als geschützte Bucht optimal für die Ausbildung von Röhricht geeignet. Die nur geringen Wasserstandsschwankungen sollten sich hingegen eher negativ auf die Ausbildung des Röhrichts auswirken (siehe Anhang C, Blatt 6).

Das Vorkommen von organischem Material (CPOM, FPOM) sollte – bis auf den windexponierten Uferabschnitt (Nr. 3) – generell relativ hoch sein (siehe Anhang C, Blatt 6).

3.7 Speicherbecken Borna



Abbildung 52: Uferzone am Speicherbecken Borna (inklusive Substrat der Flachwasserzone, Abbildung links unten)

Das Speicherbecken Borna befindet sich auf dem Gebiet des ehemaligen Braunkohletagebaus Borna-West. Die Abbauaktivität fand zwischen 1910 und 1970 statt (TRETBAR 2016). Anschließend wurde das Restloch geflutet. Die Inbetriebnahme des Speichers erfolgte schließlich 1977 (LTV SN et al. o. J.). Der Speicher dient der Brauchwasserversorgung und dem Hochwasserschutz. Bei Auftreten von Hochwassergefahren kann Wasser aus der Pleiße über das Rückhaltebecken Regis-Serbitz in das Speicherbecken Borna geleitet werden. Ebenso wird der Speicher zum Baden und für den Segel- und Angelsport genutzt.

3.7.1 Vor-Ort-Begehung

Am 12.01.2016 fand die Begehung des Speicherbeckens Borna statt. Dabei konnte auf Grund der Allgemeinverfügung zur Gefahrenabwehr des Sächsischen Oberbergamtes nur ein Teil der Ufer begangen werden (Abbildung 53, gelber und grüner Bereich). Der südöstliche Bereich wurde mit Hilfe der zur Verfügung stehenden digitalen Daten bearbeitet und klassifiziert.

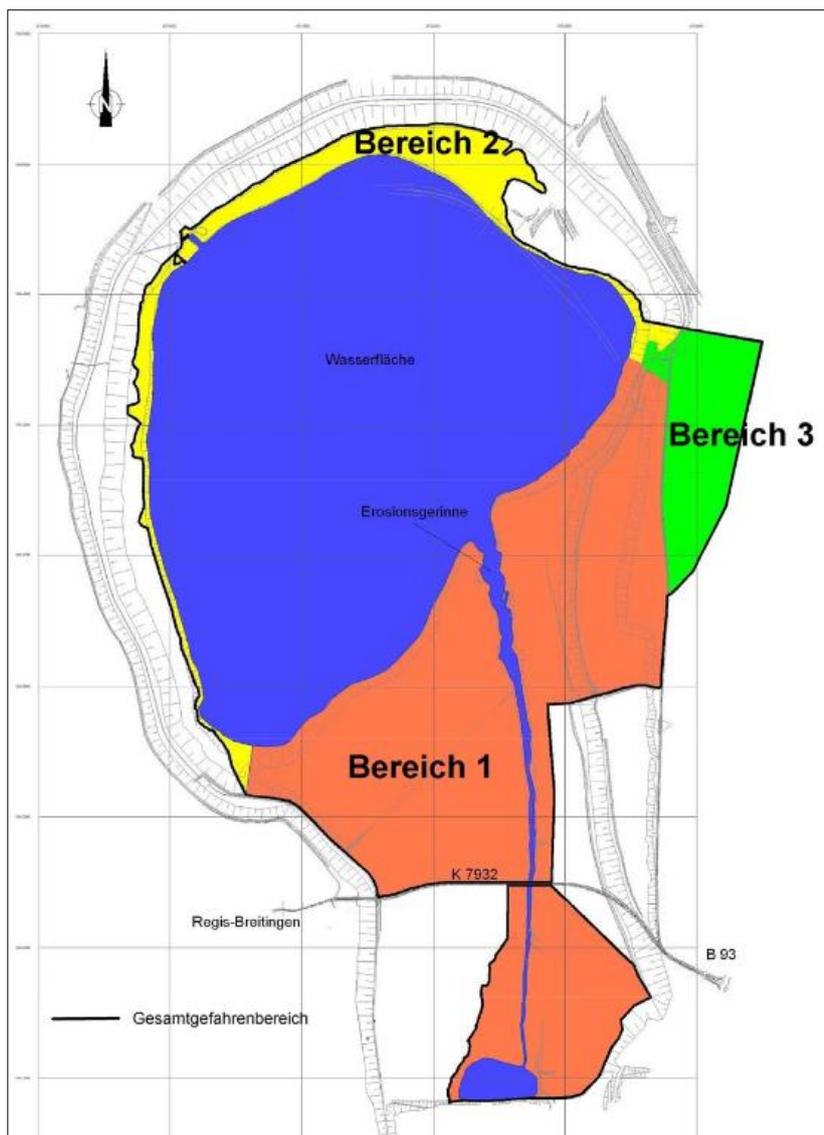


Abbildung 53: Gefahrenbereiche des Speicherbeckens Borna (Bereich 1: Betretungs- und Befahrungsverbot; Bereich 2: Befahrungsverbot für alle Fahrzeuge; Bereich 3: Befahrungsverbot für Fahrzeuge schwerer 30 t [Sächsisches Oberbergamt, pers. Mitteilung])

Zum Zeitpunkt der Begehung lag ein relativ niedriger Wasserstand vor (138,76 m ü. NHN; LTV, pers. Mitteilung). Es fiel auf, dass ein relativ breiter (ca. 2–4 m) Röhrichtsaum vorhanden war, die aktuelle Uferlinie allerdings seeseitig angrenzend an das Röhricht verläuft. Das heißt, das Röhricht stand größtenteils nicht im Wasser. Die vitale Ausprägung des Röhrichts lässt darauf schließen, dass der Wasserstand, zumindest zeitweise, höher ist.

Die Ausbildung des Röhrichts und die vorgefundenen Schadstrukturen am Tag der Vor-Ort-Begehung stimmen im Wesentlichen mit den auf dem Luftbild zu erkennenden Strukturen überein. Uferverbau konnte lediglich im Norden des Speicherbeckens (am Auslauf) identifiziert werden.

Als Bodensubstrat ist Sand mit mehr oder weniger großen Kiesanteilen vorherrschend. An zwei Abschnitten ist Kies das bestimmende Substrat.

3.7.2 Erhebung der Seebeckenmorphologie

Weil am Begehungstag ein eher untypisch niedriger Wasserstand vorlag, wurden alle weiteren Berechnungen auf den Wasserstand am Zeitpunkt der Luftbildaufnahme angepasst. Das Luftbild wurde am 23. und 24.07.2012 aufgenommen (http://www.landesvermessung.sachsen.de/content/mappetizer_2013/index.html). Der Wasserstand an diesen beiden Tagen betrug 139,13 m ü. NHN (Ermittlung auf Grundlage von Daten des LTV, SUDBRACK, pers. Mitteilung). Ebenfalls wurde die Uferlinie (WRRL-Thema) an das Luftbild angepasst.

Die aus den Tiefenvermessungspunkten erstellten Tiefenlinien wurden am Zulauf manuell angepasst, weil der Verlauf rechenbedingt leicht verzerrt war (Abbildung 54 und Abbildung 55). Die geänderten Linien schneiden die Uferlinie und verlaufen nicht an ihr entlang.



Abbildung 54: Errechnete Tiefenlinien am Zulauf



Abbildung 55: Manuell veränderte Tiefenlinien am Zulauf

Einige berechnete morphometrische Größen sind in Tabelle 17 angegeben. Eine Karte mit den Tiefenlinien befindet sich im Anhang A, Blatt 7.

Tabelle 17: Morphometrische Größen des Speicherbeckens Borna

Parameter	Wert
Uferlänge [km]	6,61
Seevolumen [m ³]	47480421,73
Seefläche [ha]	263,84
Maximale Tiefe [m]	37,69
Mittlere Tiefe [m]	18
Effektive Länge [km]	2,31
Effektive Breite [km]	1,74
Uferentwicklung	1,15
Tiefengradient	5,32
Theoretische Epilimniontiefe [m]	7,08

3.7.3 Erfassung der Seeuferstruktur

3.7.3.1 Datengrundlage und Aufbereitung

Die Datenaufbereitung erfolgte gemäß der Verfahrensanleitung ohne nennenswerte Auffälligkeiten. Die Tiefenlinien wurden aus den Tiefenvermessungspunkten erstellt. Die Uferlinie wurde an die Wasser-Land-Grenze des Luftbildes angepasst.

3.7.3.2 Abschnittsbildung

Die Abschnittsbildung erfolgte nach dem Prinzip der Homogenität. Dabei waren in erster Linie ein Wechsel der Exposition und Veränderungen des Bodens, die bei der Vor-Ort-Begehung festgestellt werden konnten, ausschlaggebend. Die Neigung ist im gesamten Ufer- und Umfeldbereich relativ gleichförmig. Des Weiteren wurden die Strukturen und die Nutzung der Ufer-, Flachwasser- und Umfeldzone berücksichtigt.

Insgesamt wurden 19 Abschnitte gebildet. Aufgrund der Ausbildung des Röhrichts und der Umfeldstrukturen wurde ein Abschnitt gebildet, der kürzer ist als die empfohlene Mindestlänge von 100 m (Abschnitt Nr. 6 mit einer Länge von 92 m).

3.7.3.3 Bestimmung des Seeufertyps

Auf Grundlage der BÜK 200 können lediglich sehr grobe Angaben zum Bodensubstrat der Ufer gemacht werden. Der direkte Uferbereich zählt bei dieser Datenquelle zu den Wasserflächen und lässt somit keine verwertbaren Aussagen zu.

Im Uhrzeigersinn von Südwesten bis zum Ufer im Osten sind Pararendzinen aus Kies führendem verkipptem Kalklehm und Regosole aus Kies führendem verkipptem Kohlesand im weiteren Umfeld ausgewiesen. Der Boden des Abschnittes Nr. 6 und ein Teil von Nr. 7 besteht aus Regosolen aus verkippten Geschiebelehm, seltener ist auch verkippter Ton oder verkippter Kalklehm zu finden. Insgesamt gibt die BÜK 200 nur wenig Aufschluss über die vorliegenden Substrate am Speicherbecken Borna.

Die Bodenkarte im Maßstab 1 : 50.000 gibt weiterführende Informationen zur Substratverteilung. An den östlichen Ufern (von Abschnitt Nr. 1 bis Abschnitt Nr. 11) liegen terrestrische Rohböden aus anthropogenem Sand mit hohem Skelettanteil vor. Lediglich an Abschnitt Nr. 11 dominiert Lehm mit einem hohen Skelettanteil. Aufgrund des Betretungsverbot es konnte dieser Bereich nicht im Gelände überprüft werden. Das Bodensubstrat des westlichen Ufers (Abschnitte Nr. 12 bis 17) besteht überwiegend aus Sand mit hohem Skelettanteil. Im Nordwesten (Abschnitt 18 und einem Teil des Abschnitts Nr. 19) bestehen die Böden aus Skelett führendem Lehm. Dies konnte bei der Vor-Ort-Begehung nicht bestätigt werden. Bei der Vor-Ort-Begehung wurde, mit Ausnahme der Abschnitte Nr. 6 und Nr. 19 (Kies), Sand als Bodensubstrat bestimmt.

Die Neigung aller Uferabschnitte liegt, auf Grundlage des DGM, unter 7 °. Das gesamte Ufer ist somit flach bis mittelsteil.

Demnach wurden von den 19 Abschnitten 17 als flache bis mittelsteile Sandufer (Typ A) bestimmt. Bei den Abschnitten Nr. 6 und Nr. 19 handelt es sich um flache bis mittelsteile Kiesufer (Typ D).

3.7.3.4 Klassifizierung

Die Klassifizierung erfolgte durch Expertenurteil, das heißt, das Röhricht, der Uferverbau, die Schadstrukturen der Flachwasser- und Uferzone sowie die Landnutzung wurden anhand von Luftbildern (August 2009 und Juli 2012) und weiteren Daten abgeschätzt.

Das Röhricht der Flachwasserzone ist insgesamt nur mäßig ausgebildet. Der Bestand ist häufig inhomogen und es sind Lücken zu finden. Am gesamten See sind in regelmäßigen Abständen wilde Badestellen oder Zugänge zum See zu finden. Bei den vier am schlechtesten klassifizierten Abschnitten (Abschnitte Nr. 5, 6, 9 und 12) handelt es sich um Badestrände. Insgesamt wird die Flachwasserzone mit 3 klassifiziert (Tabelle 18; siehe Anhang B, Blatt 7, Abbildung 1 und 2; Details zur Klassifizierung siehe Anhang).

An allen Abschnitten der Uferzone sind Badestellen oder Zugänge zum See zu finden, die als durch Schadeinwirkung vegetationsfreie Fläche in die Klassifizierung eingehen. Uferverbau in Form einer Steinschüttung ist lediglich in Abschnitt Nr. 18 (im Nordwesten) zu finden. Die Uferzone insgesamt wird ebenfalls mit 3 klassifiziert (Tabelle 18; siehe Anhang B, Blatt 7, Abbildung 1 und 2).

Deutlich besser (Klasse 2) ist die Umfeldzone klassifiziert. Bebauungen oder auch Verkehrsflächen sind nur in geringem Ausmaß vorhanden, was auf das Vorhandensein des breiten Staudamms zurückzuführen ist. Zwischen Uferzone und Dammkrone kann sich nahezu am gesamten See eine Brachfläche mit Ruderalvegetation, vermischt mit Grünland, ausbilden. Im nordöstlichen Umland (Abschnitt Nr. 6) findet Freizeitnutzung statt. Außerdem sind im Nordwesten (Abschnitt Nr. 18) Flächen eines Angelvereins zu finden (Tabelle 18; siehe Anhang B, Blatt 7, Abbildung 1 und 2). Damit ist der See insgesamt mäßig beeinträchtigt (Klasse 3) (Tabelle 18).

Tabelle 18: Ergebnis der Klassifizierung des Speicherbeckens Borna

	Häufigkeit der Klasse					Klasse der gesamten Zone	Klasse des gesamten Seeufers
	1	2	3	4	5		
Flachwasserzone	-	-	12	3	4	3,37	2,65
Uferzone	-	-	18	1	-	3,05	
Umfeldzone	8	9	2	-	-	1,53	

3.7.4 Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit

Zur Bestimmung des erweiterten Seeufertyps wird der Basis-Seeufertyp um (A) den Einfluss der Beschattung, (B) die relative Breite der Flachwasserzone, (C) den Einfluss des Windes und (D) den Einfluss der Wasserstandsschwankungen erweitert.

(A) Der Einfluss der Beschattung

Im Referenzzustand ist der nördliche Uferbereich unbeschattet (Abschnitte Nr. 18, 19 und 1 bis 4). Zwei Abschnitte am Südufer (Nr. 11 und 12) und weitere zwei Abschnitte am Südostufer (Nr. 8 und 9) sind beschattet. Alle übrigen Uferabschnitte sind teilbeschattet (Abbildung 56).

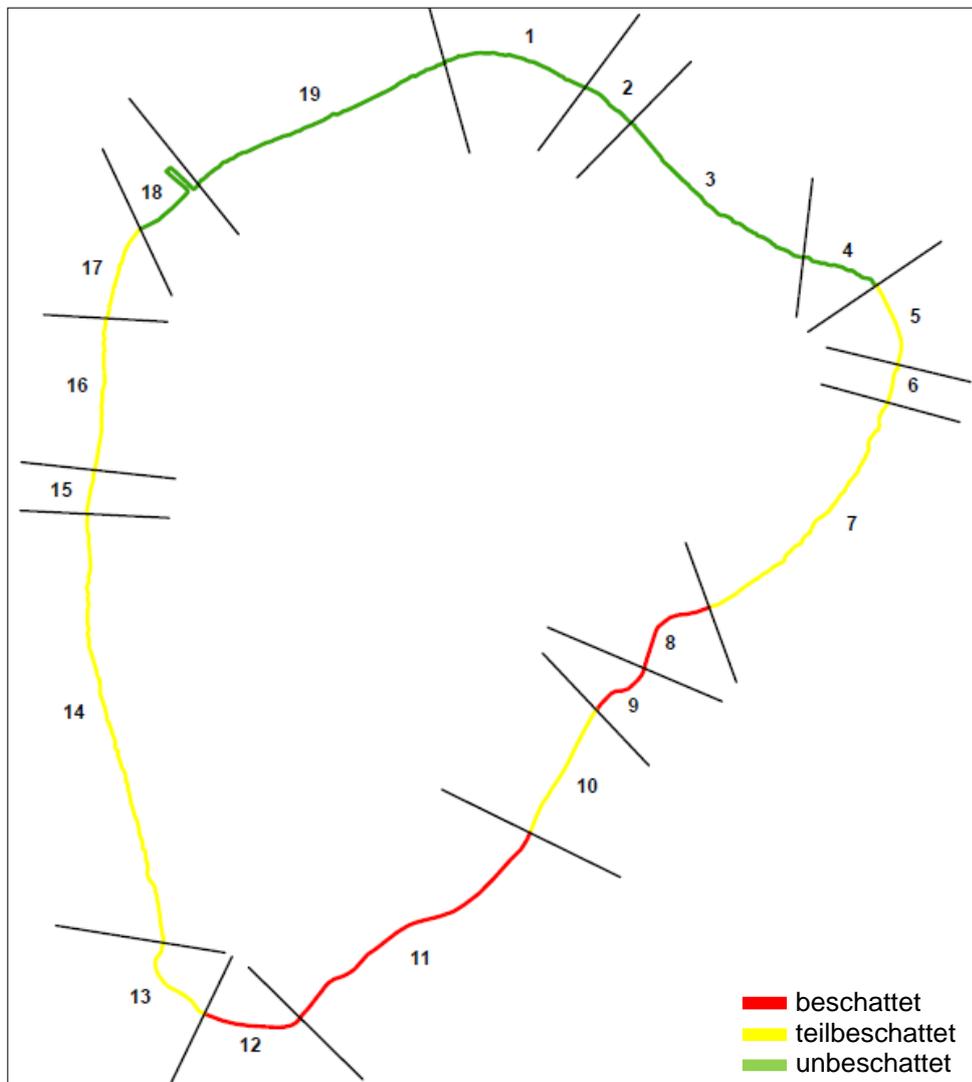


Abbildung 56: Uferbeschattung am Speicherbecken Borna

(B) Die relative Breite der Flachwasserzone

Alle Uferabschnitte des Speicherbeckens Borna haben eine ausgeprägte Flachwasserzone (Abbildung 57).

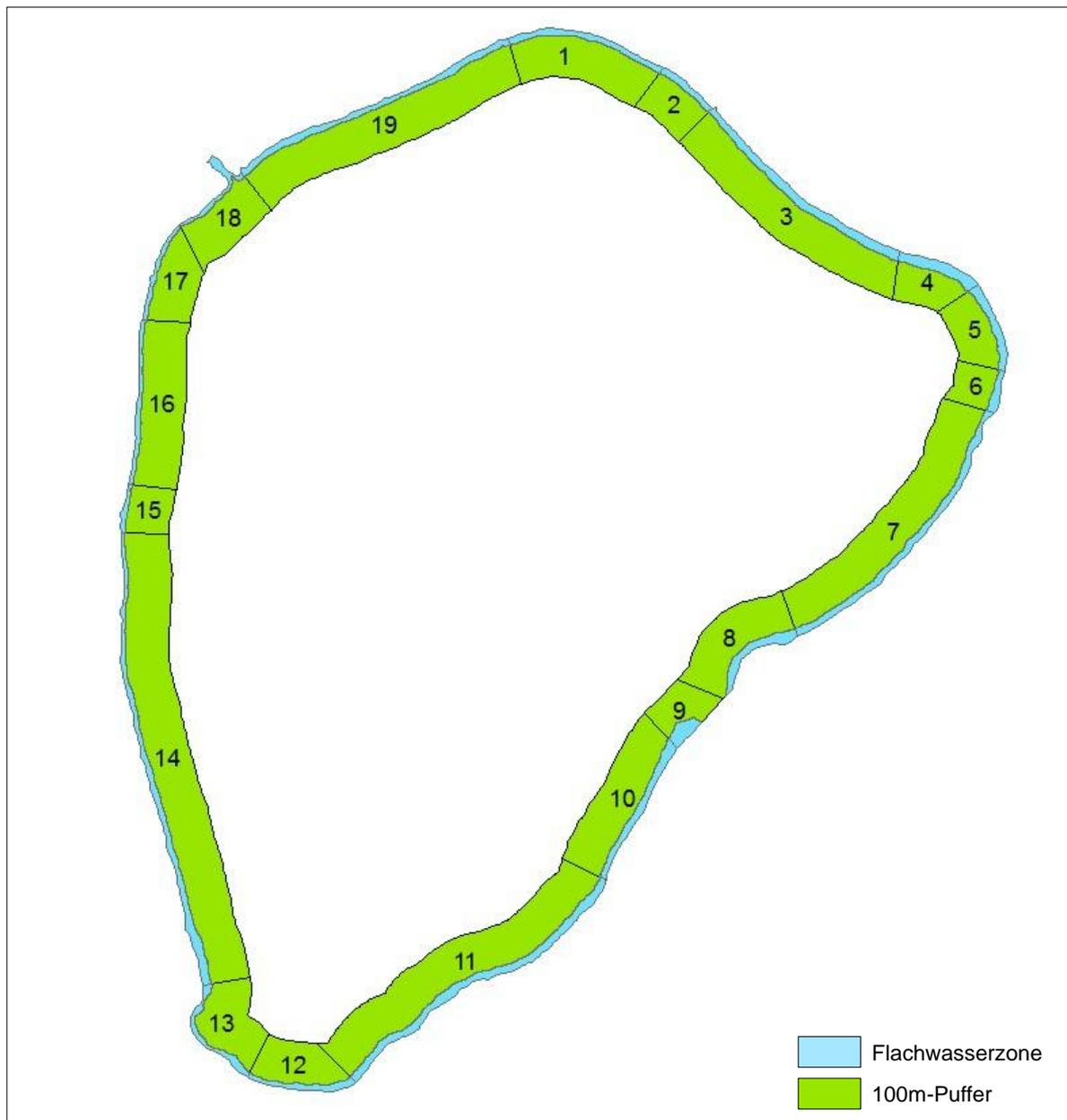


Abbildung 57: Relative Breite der Flachwasserzone des Speicherbeckens Borna

(C) Der Einfluss des Windes

Zur Ermittlung des Windeinflusses wurden Daten der Messstation Leipzig-Holzhausen ausgewertet. Grundlage war eine 40-jährige Messreihe. Der Wind mit dem größten Einfluss ist Westwind. Das Ufer, das dem höchsten Wellenschlag ausgesetzt ist, ist demnach das Ostufer (Abbildung 58). Die längste Windwirklänge beträgt 1.816 m.

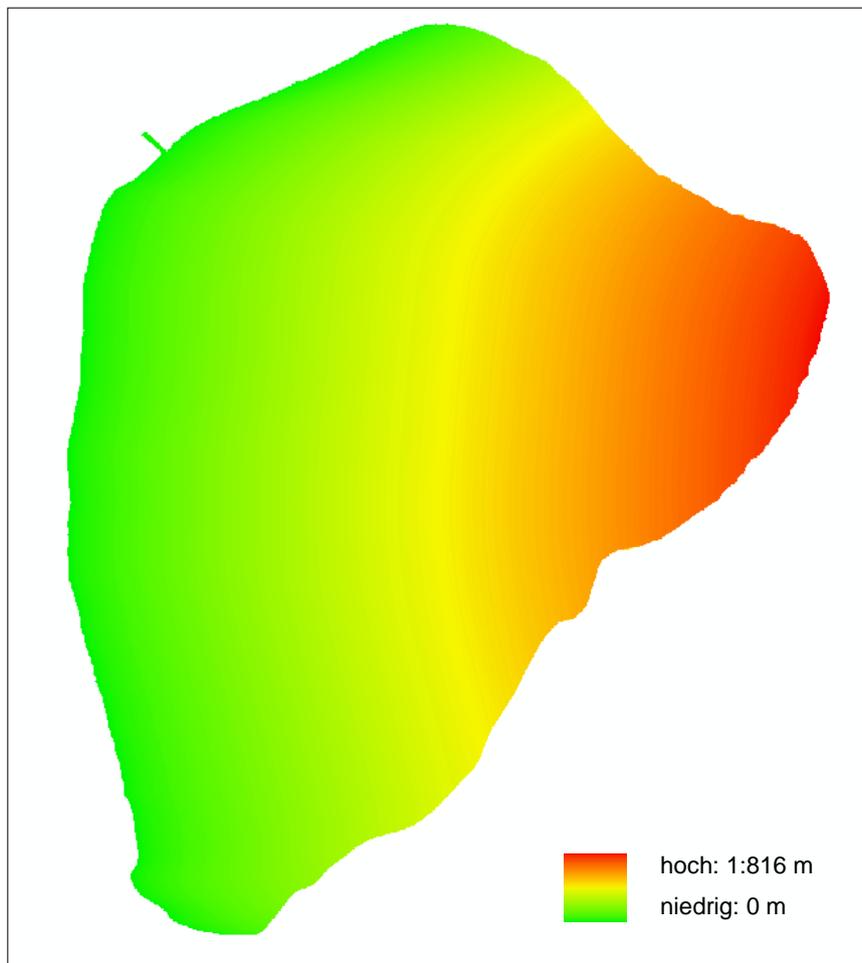


Abbildung 58: Windwirklängen des Speicherbeckens Borna

(D) Der Einfluss von Wasserstandsschwankungen

Abbildung 59 zeigt, dass an der überwiegenden Anzahl an Tagen ein relativ gleichbleibender Wasserstand vorherrscht. Die im Diagramm verzeichneten hohen Werte, die an nur wenigen Tagen vorkommen, sind auf das Hochwasser im Sommer 2013 zurückzuführen. Diese geringen Wasserstandsschwankungen haben einen eher negativen Einfluss auf das Vorkommen von Röhricht.

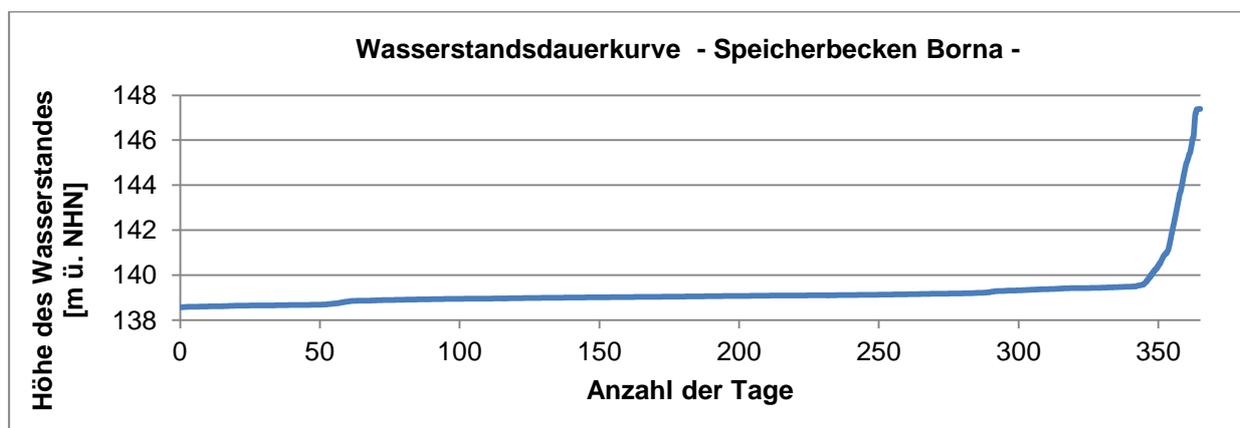


Abbildung 59: Wasserstandsdauerkurve des Speicherbeckens Borna (Tageswerte vom 01.01.2010 bis 01.10.2015) (Darstellung auf Grundlage von Daten des LTV; SUDBRACK, pers. Mitteilung)

Habitatvorhersage

Als Ausgangssubstrat dominiert an den Ufern des Speicherbeckens Borna Sand (Feinsubstrat). An zwei Abschnitten (Nr. 6 und 19) dominiert Kies (Grobsubstrat). Entsprechend des Windeinflusses sollte am Ostufer häufiger Grobsubstrat zu finden sein als am Westufer. An Abschnitt Nr. 6 ist der Anteil besonders hoch, weil das Ausgangssubstrat Kies ist (siehe Anhang C, Blatt 7).

Aufgrund des Windes sollte am Ostufer relativ wenig Röhricht vorkommen. Die Beschattung wirkt sich negativ auf das Vorkommen am Südufer aus. Die Flachwasserzone ist am gesamten Ufer gut ausgeprägt, sodass sie keinen negativen Einfluss auf das Vorkommen des Röhrichts haben sollte. Die geringen Wasserstandsschwankungen haben einen eher negativen Einfluss auf das Vorkommen von Röhricht (siehe Anhang C, Blatt 7).

Das Vorkommen von organischem Material (CPOM, FPOM; in diesem Fall im Wesentlichen CPOM) sollte – bis auf die stark windexponierten Uferabschnitte (Abschnitte Nr. 5, 6 und 7) und die etwas weniger windexponierten Abschnitte (Abschnitte Nr. 3, 4, 8, 9 und 10) – insgesamt relativ hoch sein (siehe Anhang C, Blatt 7).

3.8 Speicher Dreiwiebern



Abbildung 60: Westufer am Speicher Dreiwiebern

Der Speicher Dreiwiebern ist ein ehemaliger Tagebau im Raum Hoyerswerda. Hier wurde von 1984 bis 1989 Braunkohle gefördert. Nach Sanierungsarbeiten und weiteren Vorbereitungen wurde das Restloch von 1996 bis 2002 geflutet.

Am Westufer befindet sich ein Zuleiter (Doppelschützwehr mit Kapazität von 3 m³/s) aus der kleinen Spree. Der Auslauf verläuft in nordöstlicher Richtung, ebenfalls über ein Doppelschützwehr mit anschließendem Graben zum Speicherbecken Lohsa II.

Der Speicher Dreiweibern dient – unter anderem zusammen mit dem Speicherbecken Lohsa II – der wasserwirtschaftlichen Regulierung der kleinen Spree (LMBV 2007). Genutzt wird er zur Naherholung und für einen sanften, naturverträglichen Tourismus.

3.8.1 Vor-Ort-Begehung

Die Vor-Ort-Begehung fand am 09. und 10.03.2015 statt. Anhand der vorhandenen Strukturen war zu erkennen, dass der Wasserstand deutlich unterhalb des mittleren Wasserstandes lag (116,8 m ü. NHN; abgelesen am Pegel am Westufer).

Die Ausbildung des Röhrichts und andere Schadstrukturen ist mit der Ausbildung, die auf dem Luftbild zu erkennen ist, vergleichbar. Eine Steinschüttung, die große Teile des Ufers umgibt, ist auf dem Luftbild z. T. nur ungenau zu erkennen.

Das dominierende Substrat im Ufer- und Umfeldbereich ist Sand. Am Nordufer ist der Anteil an bindigem Material höher als am restlichen Ufer. Ein Uferabschnitt im Osten besteht aus vegetationsfreiem Substrat aus anthropogenen Lockersedimenten (tertiäre, eisenhaltige Sande) (Abbildung 61).



Abbildung 61: Uferabschnitt im Nordosten des Speichers Dreiweibern

3.8.2 Erhebung der Seebeckenmorphologie

Die morphometrischen Größen wurden für den Wasserstand am Tag der Vor-Ort-Begehung berechnet (116,8 m ü. NHN; Pegel am Westufer).

Wesentliche morphometrische Größen sind in Tabelle 19 dargestellt. Eine Karte der Tiefenlinien befindet sich im Anhang A, Blatt 8.

Tabelle 19: Morphometrische Größen des Speichers Dreiweibern

Parameter	Wert
Uferlänge [km]	7,81
Seevolumen [m ³]	34223478,38
Seefläche [ha]	290,09
Maximale Tiefe [m]	24,83
Mittlere Tiefe [m]	11,80
Effektive Länge [km]	2,60
Effektive Breite [km]	2,04
Uferentwicklung	1,29
Tiefengradient	3,38
Theoretische Epilimniontiefe [m]	7,35

3.8.3 Erfassung der Seeuferstruktur

3.8.3.1 Datengrundlage und Aufbereitung

Die Datenaufbereitung erfolgte gemäß der Verfahrensanleitung ohne nennenswerte Auffälligkeiten. Die Uferlinie wurde auf den Wasserstand am Tag der Vor-Ort-Begehung angepasst (116,8 m ü NHN). Die Tiefenlinien wurden aus den Tiefenvermessungspunkten erstellt.

3.8.3.2 Abschnittsbildung

Die Abschnittsbildung erfolgte nach dem Prinzip der Homogenität. Weil das Substrat und die Neigung im gesamten Ufer- und Umfeldbereich gleichförmig sind, waren die Exposition und eine Veränderung der Strukturen der Flachwasser-, Ufer- und Umfeldzone ausschlaggebend. Insbesondere wurden dabei der Uferverbau und die Ausbildung des Röhrichts berücksichtigt. Insgesamt wurden 18 Abschnitte gebildet.

3.8.3.3 Bestimmung des Seeufertyps

Obwohl die Böschung nahezu des gesamten Ufers relativ steil ist, handelt es sich durchgängig um ein flaches bis mittelsteiles Ufer, weil für die Bestimmung der Neigung ein größerer Bereich der Umfeldzone betrachtet und der Anstieg auf einer relativ kleinen Fläche im Bereich der Böschung damit relativiert wird. Das Substrat ist durchweg sandig (Vor-Ort-Begehung, BÜK 200, BK 50). Es handelt sich somit bei allen Uferabschnitten um ein flaches bis mittelsteiles Sandufer (Typ A).

3.8.3.4 Klassifizierung

Die Klassifizierung erfolgte durch Expertenurteil, das heißt, das Röhricht, der Uferverbau, die Schadstrukturen der Flachwasser- und Uferzone sowie die Landnutzung der Umfeldzone wurden anhand von Luftbildern (Aufnahmedatum: Juni 2008, Juni 2014) und weiteren Daten abgeschätzt. Zusätzlich zu den Luftbildern wurde Google Earth (Aufnahmedatum: Mai 2014) verwendet, sodass mehrere Quellen zur Verfügung standen.

Das Röhricht war insgesamt gering ausgebildet, was überwiegend auf den weit verbreiteten Uferverbau (Steinschüttung) zurückzuführen ist. Auffällig war eine negative Wirkung der Kombination aus Steinschüttung und relativ steil abfallender Flachwasserzone. An Ufern mit einer ausgedehnteren Flachwasserzone konnte

sich seeseitig der Steinschüttung ein zumindest mäßig ausgebildeter Röhrichtbestand etablieren. An steileren Ufern hat das Röhricht keine Möglichkeit der Ausbreitung, weil der seeseitige Bereich, der an die Steinschüttung angrenzt, zu tief ist und die Licht- und Sauerstoffverhältnisse die Besiedlung mit Röhricht verhindern (Abbildung 62 und Abbildung 63).



Abbildung 62: Steinschüttung an einem Ufer mit einem relativ flachen Flachwasserbereich und Röhricht



Abbildung 63: Steinschüttung an einem Ufer mit einem steileren Flachwasserbereich ohne Röhricht

Auffällig bei der Vor-Ort-Begehung war ebenfalls, dass an manchen Uferabschnitten das Röhricht überwiegend im Trockenstand stand, was darauf hindeutet, dass es an einen höheren Wasserstand angepasst ist. Weitere Schadstrukturen, die die Ausbildung des Röhrichts beeinträchtigen, sind angelegte Sandstrände und wilde Badestellen.

Bei dem Substrat des Abschnittes Nr. 7 (Abbildung 61) handelt es sich um eisenhaltige, tertiäre Sande. Dieses Substrat entstammt tieferen Schichten und gelangte offensichtlich im Zuge der Bergbauarbeiten an die Oberfläche. Es wird als hydromorphologische Störung (Abgrabung, Aufschüttung) klassifiziert, weil das Ufer durch das Substrat beeinträchtigt ist (z. B. verdeutlicht durch das Fehlen der Vegetation). Aus Sicht der Morphologie ist insbesondere die hohe Erosionsneigung des Substrates ungünstig. Insgesamt wurde die Flachwasserzone mit stark beeinträchtigt (Klasse 4) klassifiziert (Tabelle 20; siehe Anhang B, Blatt 8, Abbildung 1 und 2; Details zur Klassifizierung siehe Anhang).

Im Bereich der Uferzone fällt auf, dass das Nord-, Ost- und Südufer zu großen Teilen verbaut ist (Steinschüttung). Auch in der Uferzone führen die eisenhaltigen, tertiären Sande zu einer Beeinträchtigung. Weitere Schadstrukturen sind hingegen – bis auf die angelegten Badestrände – kaum zu finden. Insgesamt kann die Uferzone als stark beeinträchtigt (Klasse 4) bezeichnet werden (Tabelle 20; siehe Anhang B, Blatt 8, Abbildung 1 und 2).

Die Umfeldzone ist vergleichsweise gut klassifiziert (Tabelle 20; siehe Anhang B, Blatt 8, Abbildung 1 und 2). Häufig ist naturnahe Vegetation, z. T. gemischt mit Grünland, Flächen dörflicher Prägung oder Freizeitnutzung.

Insgesamt ist der Speicher Dreieibern mäßig beeinträchtigt (Klasse 3) (Tabelle 20).

Tabelle 20: Ergebnis der Klassifizierung des Speichers Dreiweibern

	Häufigkeit der Klasse					Klasse der gesamten Zone	Klasse des gesamten Seeufers
	1	2	3	4	5		
Flachwasserzone	2	3	3	7	3	3,51	3,12
Uferzone	2	-	4	3	9	4,18	
Umfeldzone	9	4	4	1	-	1,66	

3.8.4 Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit

Zur Bestimmung des erweiterten Seeufertyps wird der Basis-Seeufertyp um (A) den Einfluss der Beschattung, (B) die relative Breite der Flachwasserzone, (C) den Einfluss des Windes und (D) den Einfluss der Wasserstandsschwankungen erweitert.

(A) Der Einfluss der Beschattung

Als beschattete Ufer gelten Südufer. Nordufer sind unbeschattet; alle anderen Ufer sind teilbeschattet. Im Falle des Speichers Dreiweibern sind – bezogen auf den Referenzzustand – sechs Uferabschnitte beschattet (Nr. 10, 11, 12, 13, 14 und 16), fünf unbeschattet (Nr. 1, 2, 3, 4 und 5) und sieben teilbeschattet (Nr. 6, 7, 8, 9, 15, 17 und 18) (Abbildung 64).

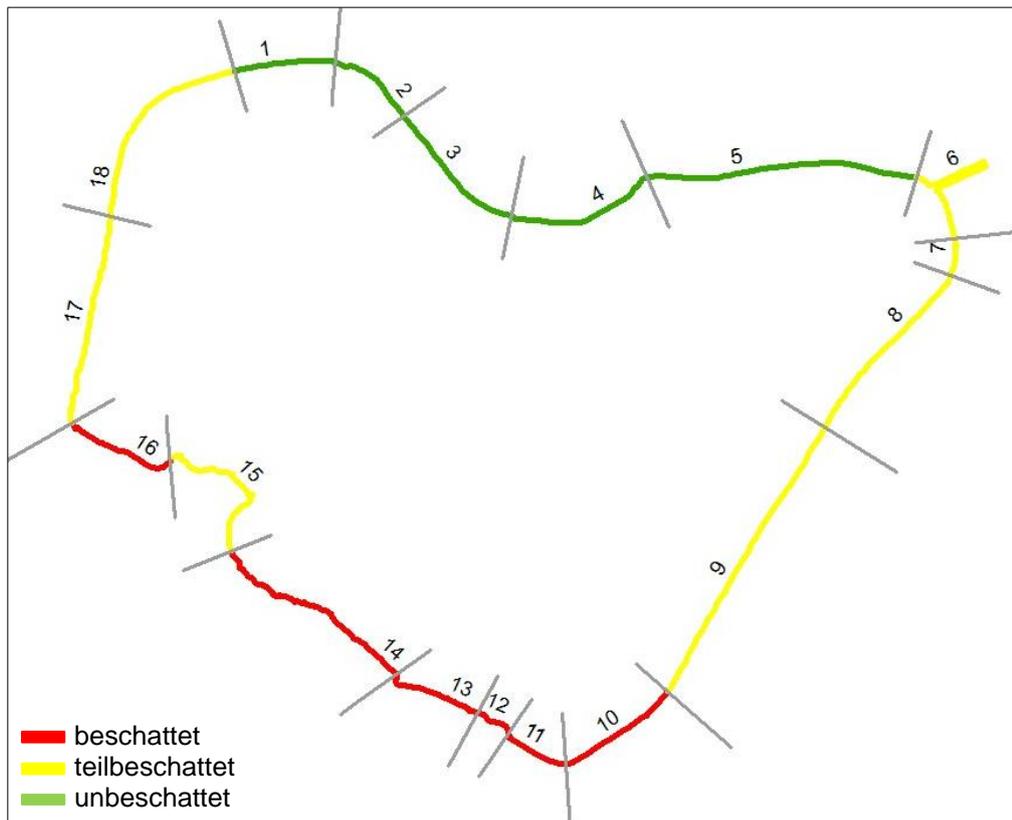


Abbildung 64: Uferbeschattung am Speicher Dreiweibern

(B) Die relative Breite der Flachwasserzone

Die überwiegende Anzahl der Abschnitte hat eine ausgeprägte Flachwasserzone. Zwei Abschnitte (Nr. 5 und 8) haben eine sehr schmale bis schmale Flachwasserzone (Abbildung 65).

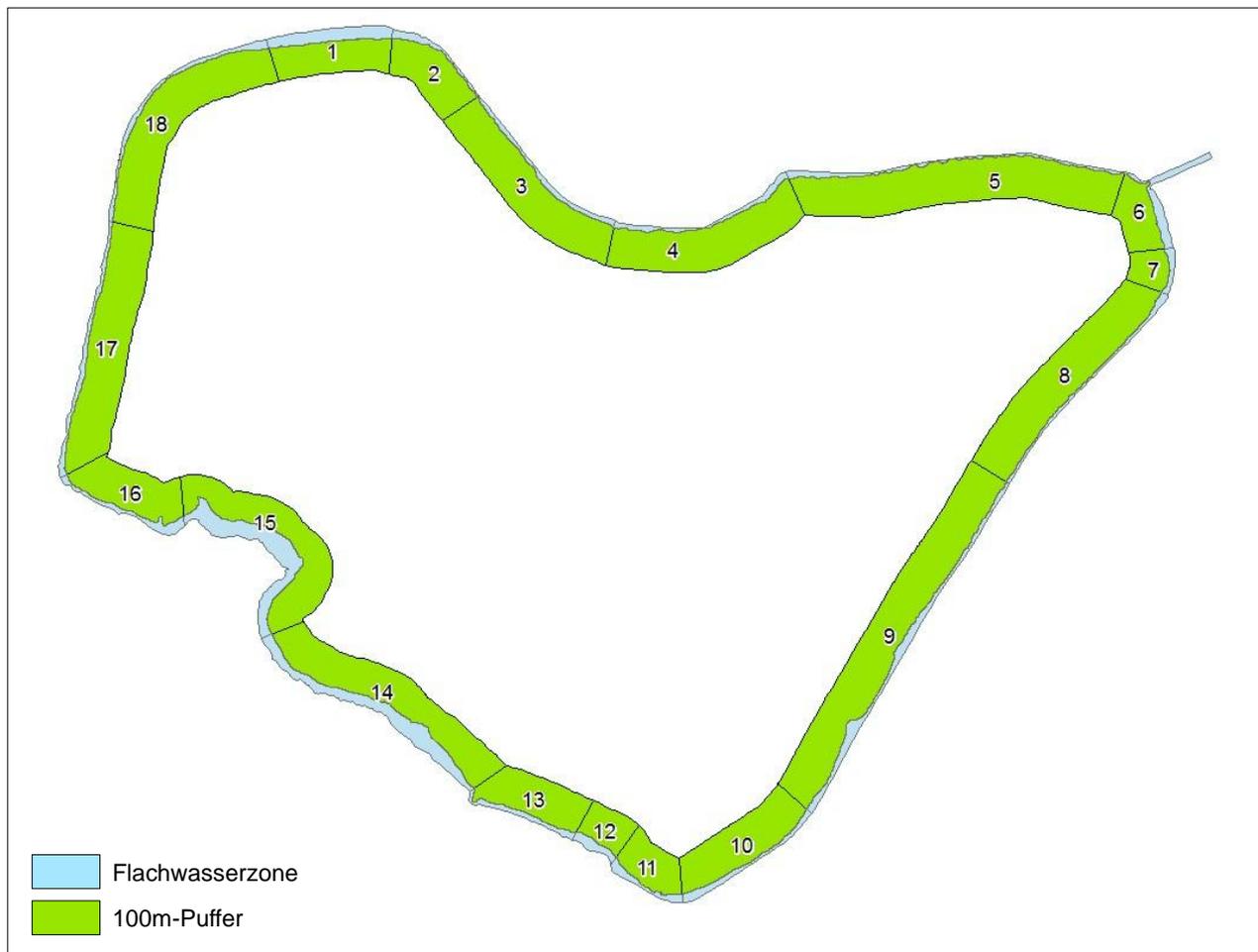


Abbildung 65: Relative Breite der Flachwasserzone des Speichers Dreiweibern

(C) Der Einfluss des Windes

Zur Ermittlung der Windrichtung mit dem größten Einfluss wurde auf Daten der Wetterstation Hoyerswerda zurückgegriffen. Es standen Daten (Stundenmittelwerte) für den Zeitraum von 2010 bis 2014 zur Verfügung. Demnach ist Westwind in dieser Region der Wind mit dem größten Einfluss. Die höchsten Windwirklängen werden dementsprechend am Ostufer erreicht. Die maximale Windwirklänge beträgt 2.322 m (Abbildung 66).

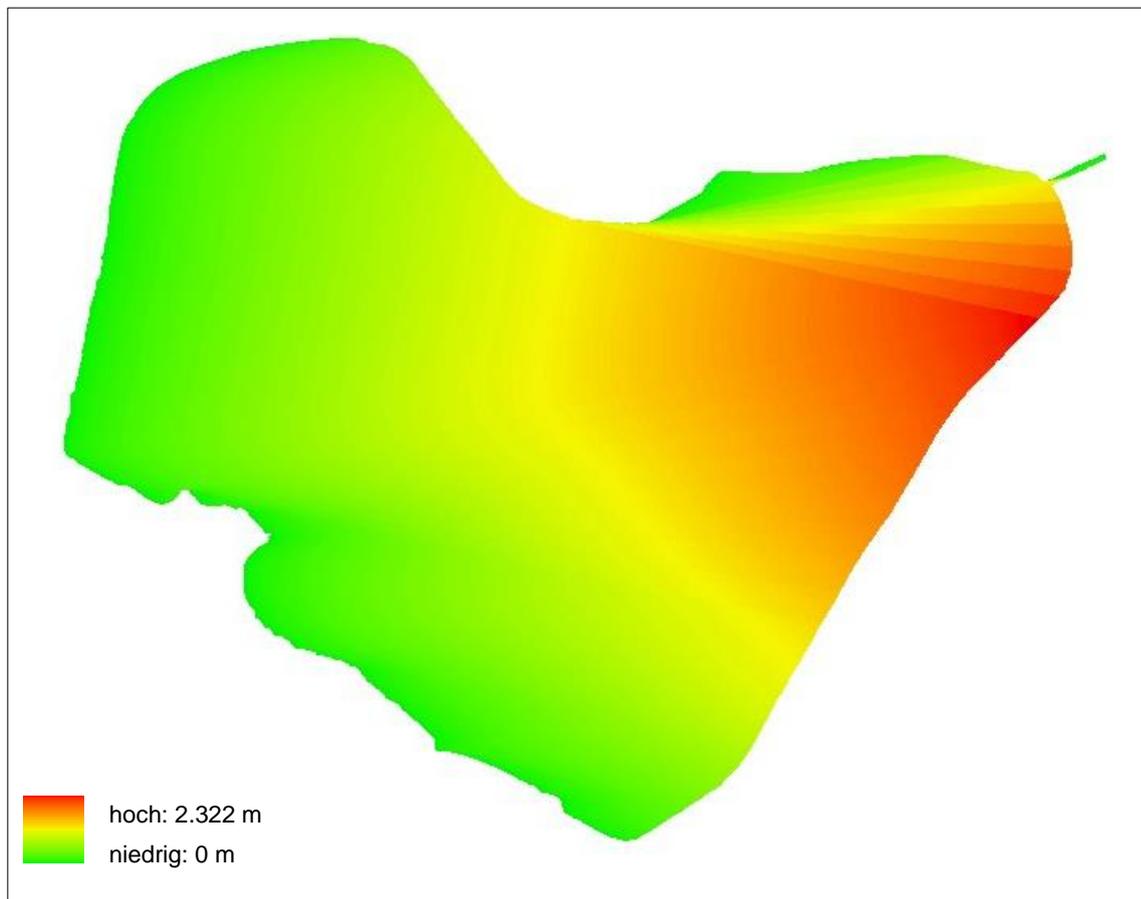


Abbildung 66: Windwirklängen des Speichers Dreiweibern

(D) Der Einfluss von Wasserstandsschwankungen

Aufgrund fehlender Daten können zu den Wasserstandsschwankungen des Speichers Dreiweibern keine Aussagen getroffen werden.

Habitatvorhersage

Aufgrund des Ausgangssubstrates ist im Ufer- und Flachwasserbereich überwiegend Feinsubstrat zu finden. Lediglich an den Abschnitten mit einer hohen Windwirklänge erhöht sich der Anteil an Grobsubstrat.

Das Vorkommen von Röhricht ist von den Wasserstandsschwankungen, der relativen Breite der Flachwasserzone, der Beschattung und dem Wind mit dem damit verbundenen Wellenschlag abhängig. Der Einfluss der Wasserstandsschwankungen ist nicht einschätzbar.

Die Abschnitte Nr. 5 und 8 haben eine sehr schmale bis schmale Flachwasserzone, was sich mindernd auf die Ausbildung des Röhrichts auswirkt. Ein mindernder Einfluss der Beschattung sollte an den Abschnitten Nr. 6 bis 9, 15, 17 und 18 (teilbeschattet) und Nr. 10 bis 14 und 16 (beschattet) festgestellt werden können. Auf Grund der Einwirkung des Windes sollte am Westufer (insbesondere Abschnitte Nr. 7 und 8) weniger Röhricht vorkommen als am restlichen Ufer (siehe Anhang C, Blatt 8).

3.9 Speicherbecken Lohsa I (Restloch Friedersdorf)



Abbildung 67: Speicherbecken Lohsa I (Restloch Friedersdorf)

Das Restloch (RL) Friedersdorf, südöstlich von Hoyerswerda gelegen, gehört zusammen mit dem RL Mortka (Kapitel 3.10), mit dem es über einen Kanal verbunden ist, zum Speicherbecken Lohsa I. Es geht auf die Tagebautätigkeit des Abbaufeldes Werminghoff II zurück. 1938 begann man mit der Braunkohlenförderung. Mit Unterbrechung durch den 2. Weltkrieg wurde bis in das Jahr 1960 hinein gefördert (LMBV 2007).

Nach Ende der Ausbaggerung wurde der Hohlkörper der Grube teilweise mit Abraum verfüllt. Die umliegenden unverfüllten Teile wurden geflutet. Nach einer unkontrollierten Wasserzuführung ab 1960 wurde zwischen 1971 und 1972 planmäßig geflutet (LMBV 2009, 2015).

Im Zuge der Flutung des Speicherbeckens Lohsa I fand keine wirkliche Sanierung statt, sodass einige Böschungen rutschungsgefährdet sind. Weil unterirdische Entwässerungsbahnen nicht verfüllt wurden, kam es im Laufe der Zeit, mit dem Wiederanstieg des Grundwassers, zu Einstürzen und zu Setzungsfließen (LMBV 2015). Seit 2012 hat die Sanierung der Innenkippe Lohsa und der Ostböschung des Restlochs Friedersdorf begonnen, bis 2020 sollen die Arbeiten abgeschlossen sein (LMBV 2007, 2015).

Der See dient vorrangig der Speicherung von Brauchwasser und dem Hochwasserschutz. Ebenso gilt das RL Friedersdorf als Erholungsgebiet mit Badestränden und einem Campingplatz bzw. einer Bungalowsiedlung.

3.9.1 Vor-Ort-Begehung

Weil ein Großteil der Ufer des Speichers Lohsa I setzungsfließgefährdet ist, ist das Betreten der Ufer nahezu im gesamten Bereich verboten. Aus diesem Grund fand die Vor-Ort-Begehung am 09.03.2016 gemeinsam mit einem Vertreter der LMBV statt. Aufgrund einer Vorkartierung anhand des Luftbildes wurden Stellen identifiziert, deren Vor-Ort-Überprüfung als sinnvoll erschien. Diese Stellen wurden bei der Begehung besichtigt.

Auffällig war der offensichtlich niedrige Wasserstand. Grund dafür sind die immer noch dauernden Bauarbeiten an nördlichen Teil des Ostufers. Zum Zeitpunkt der Begehung war der Wasserspiegel deshalb dort abgesenkt.

3.9.2 Erhebung der Seebeckenmorphologie

Grundlage für die Berechnungen der morphometrischen Größen war der Wasserstand an den Tagen der Luftbildaufnahme (121,81 m ü. NHN). Im Allgemeinen liegt der Wasserstand des Speichers Lohsa I zwischen 121,65 und 125,6 m ü. NHN (LMBV 2009).

Wesentliche morphometrische Größen sind in Tabelle 21 dargestellt. Eine Karte der Tiefenlinien befindet sich im Anhang A, Blatt 9.

Tabelle 21: Morphometrische Größen des Speicherbeckens Lohsa I (RL Friedersdorf)

Parameter	Wert
Uferlänge [km]	7,95
Seevolumen [m ³]	3113514,84
Seefläche [ha]	101,16
Maximale Tiefe [m]	11,52
Mittlere Tiefe [m]	3,07
Effektive Länge [km]	1,77
Effektive Breite [km]	1,08
Uferentwicklung	2,23
Tiefengradient	1,80
Theoretische Epilimniontiefe [m]	6,42

3.9.3 Erfassung der Seeuferstruktur

3.9.3.1 Datengrundlage und Aufbereitung

Die Datenaufbereitung erfolgte gemäß der Verfahrensanleitung ohne nennenswerte Auffälligkeiten. Die Uferlinie wurde auf Grundlage des Luftbildes leicht verändert. Die Tiefenlinien wurden aus den Tiefenvermessungspunkten erstellt.

3.9.3.2 Abschnittsbildung

Die Abschnittsbildung erfolgte nach dem Prinzip der Homogenität. Das Substrat und die Neigung sind im gesamten Ufer- und Umfeld gleichförmig. Somit waren die Exposition und die Strukturen für die Abschnittsbildung entscheidend. Aufgrund der Buchtung des Ufers und der geringen Entfernung der Insel zum Festland waren eine plausible Bildung von Abschnitten und die damit verbundene Ausweisung der Zonen am Nordufer des Speichers z. T. schwierig. Insgesamt wurden 13 Abschnitte gebildet.

3.9.3.3 Bestimmung des Seeufertyps

Der gesamte Ufer- und Umfeldbereich des Sees ist flach bis mittelsteil. Nach der BÜK 200 besteht das Süd- und Westufer aus verkipptem kohleführendem Sand oder Lehmsand, das Nord- und Ostufer aus verkipptem Lehm oder Sandlehm. Nach der BK 50 besteht das gesamte Ufer aus anthropogenen Sedimenten in Siedlungs-, Industrie und Bergbaugebieten. Die Vor-Ort-Begehung ergab, dass das dominierende Substrat im

gesamten Ufer- und Umfeldbereich Sand ist. Es handelt sich also durchweg um ein flaches bis mittelsteiles Sandufer (Typ A).

3.9.3.4 Klassifizierung

Am RL Mortka fanden zum Zeitpunkt der Vor-Ort-Begehung Bauarbeiten zur Ufersicherung statt bzw. waren diese gerade abgeschlossen. Eine Klassifizierung zu diesem Zeitpunkt ist kritisch, weil sich das Röhricht und andere Wertstrukturen noch nicht entwickeln konnten. Eine solche Klassifizierung ist sinnvoll, um einen bestimmten Entwicklungsstand festzuhalten. Es wird allerdings empfohlen, die Klassifizierung einige Jahre nach Beendigung aller Bauarbeiten zu wiederholen.

Grundlage für die Klassifizierung war der Zustand am Tag der Vor-Ort-Begehung – ergänzt durch Luftbildaufnahmen (Luftbilder: Juni 2008, Juni 2014; Google Earth: Mai 2014).

Auffällig ist, dass das Ufer, abgesehen vom Süden, entweder sehr naturnah oder stark beeinträchtigt ist (siehe Anhang B, Blatt 9, Abbildung 1, 2 und 3; Details zur Klassifizierung siehe Anhang). Die naturnahen Bereiche befinden sich im Westen. Diese Abschnitte sind Sperrbereich, weil die Standfestigkeit der Ufer nicht gewährleistet ist. Dementsprechend ist nur eine sehr geringe bis keine anthropogene Beeinträchtigung zu finden. Das Ostufer ist massiv befestigt. Am östlichen Teil des Nordufers dauerten die Arbeiten zur Ufersicherung zum Zeitpunkt der Vor-Ort-Begehung noch an. Diese Arbeiten dienen der Befestigung eines Bahndamms. Am Südufer befinden sich in der Umfeldzone Flächen mit Freizeitnutzung. Dementsprechend sind auch in der Ufer- und Flachwasserzone typische Schadstrukturen (Strand, durch Schadeinwirkung vegetationsfreie Fläche oder Einzelobjekte geringer Ausdehnung) zu finden. In Tabelle 22 sind die Ergebnisse der Klassifizierung zusammengefasst.

Tabelle 22: Ergebnis der Klassifizierung des Speicherbeckens Lohsa I (RL Friedersdorf)

	Häufigkeit der Klasse					Klasse der gesamten Zone	Klasse des gesamten Seeufers
	1	2	3	4	5		
Flachwasserzone	7	1	-	5	-	2,35	2,26
Uferzone	8	-	1	1	3	2,21	
Umfeldzone	8	-	1	1	3	2,21	

3.9.4 Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit

Zur Bestimmung des erweiterten Seeufertyps wird der Basis-Seeufertyp um (A) den Einfluss der Beschattung, (B) die relative Breite der Flachwasserzone, (C) den Einfluss des Windes und (D) den Einfluss der Wasserstandsschwankungen erweitert.

(A) Der Einfluss der Beschattung

Im Referenzzustand ist der nördliche Uferbereich unbeschattet (Abschnitte Nr. 1, 9 und 12). Zwei Abschnitte am Südufer (Abschnitte Nr. 4 und 5) sind beschattet. Alle übrigen Uferabschnitte sind teilbeschattet (Abbildung 68).

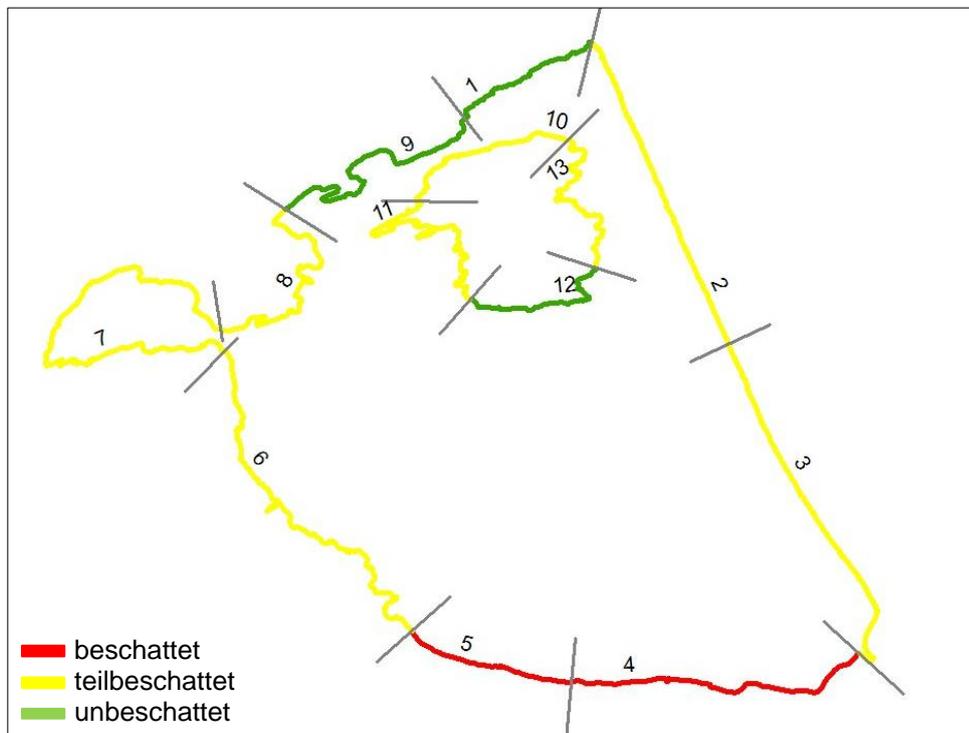


Abbildung 68: Uferbeschattung des Speicherbeckens Lohsa I (RL Friedersdorf)

(B) Die relative Breite der Flachwasserzone

Lediglich zwei Abschnitte haben eine schmale bis sehr schmale Flachwasserzone (Nr. 2 und 3, im Bereich des Bahndamms). Alle anderen Abschnitte haben eine ausgeprägte oder breite bis sehr breite Flachwasserzone. Die Abschnitte mit einer breiten bis sehr breiten Flachwasserzone befinden sich am Nordwestufer (Nr. 6 bis 9 und 11) (Abbildung 69).

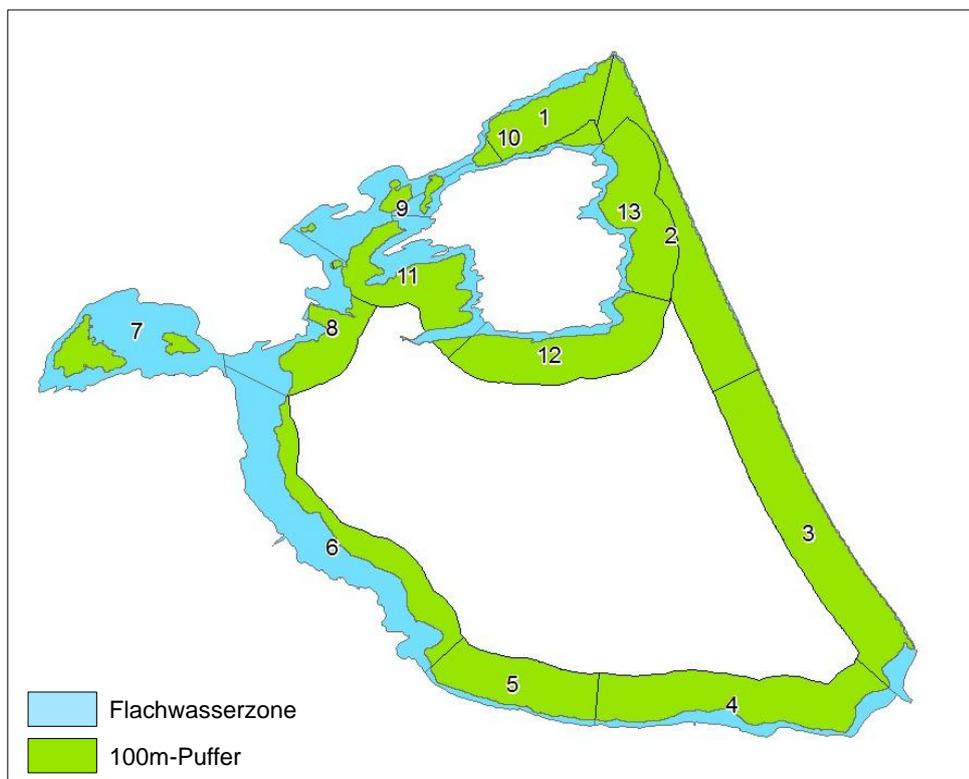


Abbildung 69: Relative Breite der Flachwasserzone des Speicherbeckens Lohsa I (RL Friedersdorf)

(C) Der Einfluss des Windes

Zur Ermittlung der Windrichtung mit dem größten Einfluss wurde auf Daten der Wetterstation Hoyerswerda zurückgegriffen. Es standen Daten (Stundenmittelwerte) für den Zeitraum von 2010 bis 2014 zur Verfügung. Demnach ist Westwind in dieser Region der Wind mit dem größten Einfluss. Die höchsten Windwirklängen werden dementsprechend am Ostufer (vor allem Abschnitt Nr. 3) erreicht. Die maximale Windwirklänge beträgt 1.102 m (Abbildung 70).

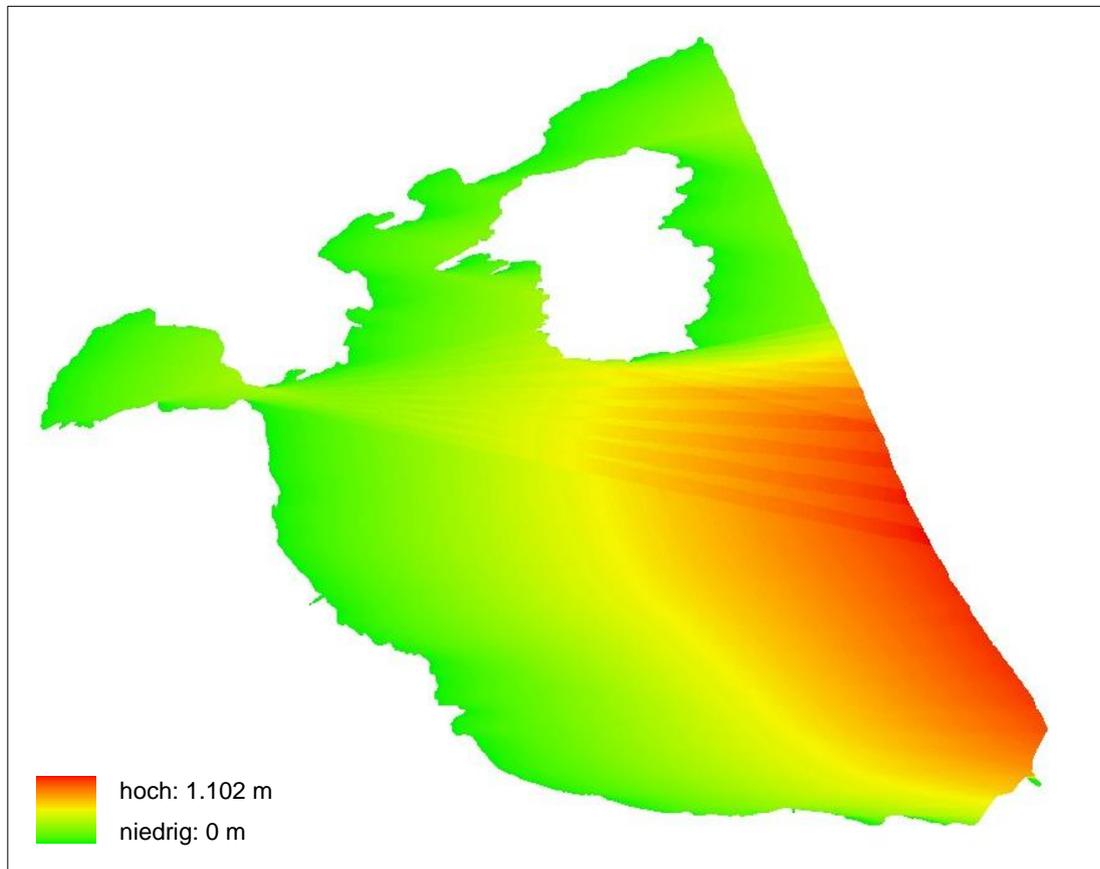


Abbildung 70: Windwirklängen des Speicherbeckens Lohsa I (RL Friedersdorf)

(D) Der Einfluss von Wasserstandsschwankungen

Geschuldet durch die Bauarbeiten wird der Wasserstand relativ konstant auf einem niedrigen Niveau gehalten. Konstante Wasserstände wirken sich negativ auf die Ausbildung des Röhrichts aus.

Ab Ende des Jahres 2014 – auch über das Jahr 2015 – stieg der Wasserstand langsam kontinuierlich an (Pegeldaten, Abbildung 71). Auch ein dauerhafter kontinuierlicher Anstieg des Wasserspiegels, gerade im Frühjahr, wenn das Röhricht zu keimen beginnt, hat einen hemmenden Einfluss auf dessen Ausbildung. Anfang des Jahres 2016 (zum Zeitpunkt der Begehung) war er wieder auf einem relativ niedrigen Niveau.

Insgesamt wird von einem negativen Einfluss der Wasserstandsschwankungen auf die Ausbildung des Röhrichts ausgegangen.

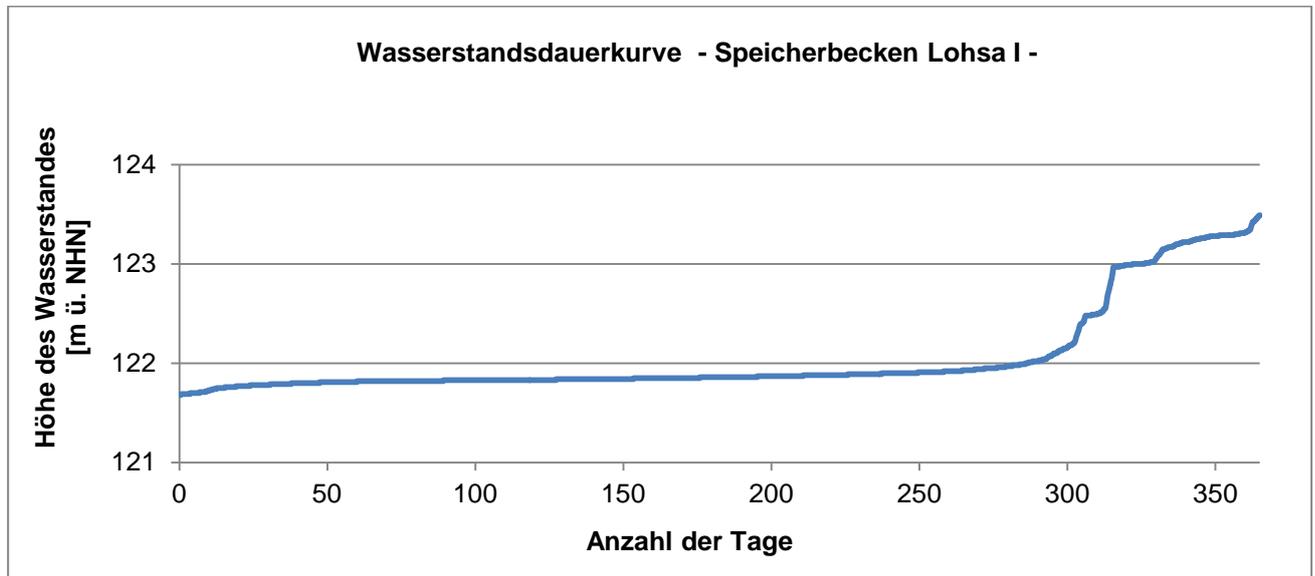


Abbildung 71: Wasserstandsdauerkurve des Speicherbeckens Lohsa I (Tageswerte vom 01.01.2010 bis 01.10.2015) (Darstellung auf Grundlage von Daten des LTV, SUDBRACK, pers. Mitteilung)

Habitatvorhersage

Aufgrund des Ausgangssubstrates (Sand) sollte an den Ufern des Speicherbeckens Lohsa I häufiger Feinsubstrat als Grobsubstrat zu finden sein. Lediglich am windexponierten Ostufer (vor allem Abschnitt Nr. 3) sollte der Anteil von Grobsubstrat etwas höher sein (siehe Anhang C, Blatt 9).

Im Referenzzustand sollte aufgrund der Beschattung am Südufer (Abschnitte Nr. 4 und 5) weniger Röhricht vorkommen. Eine relativ schmale Flachwasserzone mindert das Vorkommen an den Abschnitten Nr. 2 und 3. An Abschnitt Nr. 3 minimieren der Einfluss des Windes und der damit verbundene Wellengang das Wachstum des Röhrichts (siehe Anhang C, Blatt 9). Die vorherrschenden Wasserstandsschwankungen (wenig Schwankungen, Anstieg im Frühjahr) wirken sich insgesamt negativ auf die Ausbildung des Röhrichts aus.

Das Vorkommen von organischem Material (CPOM, FPOM) sollte insgesamt mäßig hoch sein. Das Vorkommen von CPOM wird im Wesentlichen durch hohe Windwirklängen gemindert. Die Entstehung von FPOM wird durch Beschattung, hohe Windwirklängen und eine schmale Flachwasserzone gemindert (siehe Anhang C, Blatt 9).

3.10 Speicherbecken Lohsa I (Restloch Mortka)



Abbildung 72: Speicherbecken Lohsa I (Restloch Mortka)

Das Restloch Mortka ist gemeinsam mit dem Restloch Friedersdorf (Kapitel 3.9) entstanden. Daher sind auch hier die gleichen Probleme bezüglich der Standfestigkeit der Ufer zu finden (LMBV 2015).

3.10.1 Vor-Ort-Begehung

Die Begehung des RL Mortka fand gemeinsam mit der des RL Friedersdorf am 09.03.2016 statt. Weil auch die Ufer des RL Mortka setzungsfließgefährdet sind und somit Betretungsverbot herrscht, fand die Begehung gemeinsam mit einem Vertreter der LMBV statt. Auch hier wurde nicht das gesamte Ufer begangen, sondern nur die Stellen, die aufgrund einer Vorkartierung am Luftbild als wichtig erschienen.

Weil das RL Mortka und das RL Friedersdorf ausgespiegelt sind, war auch hier der Wasserstand – bedingt durch eine Absenkung aufgrund der Bauarbeiten – untypisch niedrig.

3.10.2 Erhebung der Seebeckenmorphologie

Ein Bereich innerhalb des Verbindungskanals zum RL Friedersdorf und der Ablauf – die nach dem WRRL-Thema zum Speicherbecken gehören – wurden nicht vermessen (Abbildung 73). Aus diesem Grund wurde dieser Bereich bei der Berechnung der morphometrischen Größen und der Klassifizierung nicht berücksichtigt.



Abbildung 73: Vermessungspunkte und Uferlinie (WRRL-Thema) des Speicherbeckens Lohsa I (RL Mortka); gelbe Markierung: Verbindungskanal zum RL Friedersdorf

Grundlage für die Berechnung der morphometrischen Größen war der Wasserstand an den Tagen der Luftbildaufnahme (121,81 m ü. NHN). Im Allgemeinen liegt der Wasserstand des Speichers Lohsa I zwischen 121,65 und 125,6 m ü. NHN (LMBV 2009).

Weil der durchschnittliche Wasserstand an den Tagen der Tiefenvermessung deutlich höher war (123,05 m. ü. NHN) als die Seespiegelhöhe, die zur Berechnung der Tiefenlinien genutzt werden sollte, hatten einige Punkte eine relative Höhe ≥ 0 . Diese wurden bei der Erstellung der Tiefenlinien nicht berücksichtigt. Des Weiteren wurden alle Punkte, die außerhalb der Uferlinie lagen, entfernt.

Wesentliche morphometrische Größen sind in Tabelle 23 dargestellt. Eine Karte der Tiefenlinien befindet sich im Anhang A, Blatt 10.

Tabelle 23: Morphometrische Größen des Speicherbeckens Lohsa I (RL Mortka)

Parameter	Wert
Uferlänge [km]	15,29
Seevolumen [m ³]	15345911,76
Seefläche [ha]	210,75
Maximale Tiefe [m]	21,22
Mittlere Tiefe [m]	7,28
Effektive Länge [km]	2,04
Effektive Breite [km]	1,19
Uferentwicklung	2,97
Tiefengradient	2,99
Theoretische Epilimniontiefe [m]	7,09

3.10.3 Erfassung der Seeuferstruktur

3.10.3.1 Datengrundlage und Aufbereitung

Die Datenaufbereitung erfolgte gemäß der Verfahrensanleitung. Die Uferlinie wurde leicht verändert und an den Verlauf, der auf dem Luftbild zu erkennen ist, angepasst. Größere Änderungen der Uferlinie wurden im Bereich des Verbindungskanals zum RL Friedersdorf (Abbildung 73) und am Ablauf vorgenommen.

3.10.3.2 Abschnittsbildung

Das Ufer des RL Mortka wurde in 31 Abschnitte unterteilt, wobei 9 Abschnitte zu Inseln gehören. Eine Insel im Nordosten wurde zum Abschnitt des Festlandes hinzugezählt, weil es mit diesem über den Flachwasserbereich (Bereich bis zu 1 m Tiefe) verbunden ist.

Die Einteilung der Abschnitte erfolgte nach dem Prinzip der Homogenität, wobei vorrangig Schadstrukturen und die Exposition ausschlaggebend waren, weil das Substrat und die Neigung relativ einheitlich waren. Längere Abschnitte (von über 1.000 m Länge) werden an stark gebuchteten Ufern gebildet (z. B. Abschnitt Nr. 14), an denen die Bildung kürzerer Abschnitte sowohl aus inhaltlichen als auch praktischen Gründen wenig sinnvoll ist.

3.10.3.3 Bestimmung des Seeufertyps

Die BÜK 200 gibt für das westliche und südöstliche Ufer Böden aus verkipptem Kohle führendem Sand oder Lehmsand an. Am nordöstlichen Ufer soll verkippter Lehm oder Sandlehm vorkommen. Für das Südufer sind Geschiebedecksand und lehmiger Decksand verzeichnet. Nach der BK 50 sind am gesamten Ufer Böden aus anthropogenen Sedimenten in Siedlungs-, Industrie- und Bergbaugebieten zu finden. Die Vor-Ort-Begehung ergab, dass am gesamten Ufer Sand das vorherrschende Substrat ist.

An allen Abschnitten ist die Neigung im Ufer- und Umfeldbereich flach bis mittelsteil (weniger als 25 % der Fläche haben eine Neigung über 25 °). Allerdings ist insbesondere am Westufer die Böschung relativ steil (z. T. über 30 ° Neigung). Weil die Fläche mit einer solchen Neigung allerdings nur sehr klein ist, ist das Ufer insgesamt nur flach bis mittelsteil.

Dementsprechend haben alle Uferabschnitte des RL Mortka ein flaches bis mittelsteiles Sandufer (Typ A).

3.10.3.4 Klassifizierung

Die Klassifizierung erfolgte durch Expertenurteil, das heißt, das Röhricht, der Uferverbau, die Schadstrukturen der Flachwasser- und Uferzone sowie die Landnutzung der Umfeldzone wurden anhand von Luftbildern (Juni 2008 und Juni 2014; Google Earth, Mai 2014) und weiteren Daten abgeschätzt. Ebenso flossen Erkenntnisse der Vor-Ort-Begehung in die Klassifizierung ein.

Das Röhricht ist insgesamt recht gut (wenn auch sehr licht) ausgebildet. Eine deutliche Beeinträchtigung ist nur am Südufer (Steinschüttung) festzustellen. Des Weiteren beeinträchtigen einige wenige wilde Boots Liegeplätze den Bestand. Einen negativen Einfluss auf die Ausbildung des Röhrichts hat sicherlich auch die Absenkung des Wasserspiegels aufgrund der Bauarbeiten. Weil der Klassifizierung der aktuelle Zustand zugrunde liegt und eine langanhaltende Absenkung des Wasserspiegels nicht als Schadstruktur im eigentlichen Sinne zu bezeichnen ist, wurden diese Auswirkungen bei der Klassifizierung nicht berücksichtigt.

Schadstrukturen sind – bis auf die erwähnten Liegeplätze – in der Flachwasserzone kaum zu finden. Die einzige deutliche Belastung ist die Steganlage (Fischerei) am Westufer. Die Flachwasserzone insgesamt ist ge-

ring beeinträchtigt (Klasse 2) (Tabelle 24; siehe Anhang B, Blatt 10, Abbildung 1, 2 und 3; Details zur Klassifizierung siehe Anhang).

In der Uferzone ist Uferverbau an zwei Abschnitten am Südufer (Nr. 16 und 17) zu finden. Treten in der Uferzone Schadstrukturen auf, handelt es sich um durch Schadeinwirkung vegetationsfreie Fläche (Abschnitte Nr. 2, 5, 14, 21 und 22) oder um Verkehrsflächen bzw. versiegelte Flächen (Abschnitt Nr. 20). Die Uferzone insgesamt ist gering beeinträchtigt (Klasse 2) (Tabelle 24; siehe Anhang B, Blatt 10, Abbildung 1, 2 und 3; Details zur Klassifizierung siehe Anhang).

In der Umfeldzone ist überwiegend Wald (überwiegend bodenständig, am Westufer auch nicht bodenständig), bzw. naturnahe Vegetation zu finden. In der Umfeldzone des Abschnittes Nr. 16 sind auch Flächen dörflicher Prägung (Ortslage Mortka) zu finden. Gebäudeanlagen der Fischerei befinden sich in der Umfeldzone des Abschnittes Nr. 20. Die Umfeldzone insgesamt ist unbeeinträchtigt bis sehr gering beeinträchtigt (Klasse 1) (Tabelle 24; siehe Anhang B, Blatt 10, Abbildung 1, 2 und 3; Details zur Klassifizierung siehe Anhang).

Das gesamte Seeufer (Flachwasser-, Ufer- und Umfeldzone) ist gering beeinträchtigt (Klasse 2). Grund für die vergleichsweise geringe Beeinträchtigung des Speicherbeckens Lohsa I (RL Mortka) ist sicherlich der weiträumige Sperrbereich mit Betretungsverbot und eine damit zusammenhängende geringe anthropogene Belastung.

Zu berücksichtigen ist, dass das Speicherbecken Lohsa I (RL Mortka) nicht vollständig begangen werden konnte, weil die Böschungen z. T. setzungsfleißgefährdet sind. Es ist also nicht auszuschließen, dass Strukturen, die auf dem Luftbild nicht zu erkennen sind, nicht identifiziert werden konnten.

Tabelle 24: Ergebnis der Klassifizierung des Speicherbeckens Lohsa I (RL Mortka)

	Häufigkeit der Klasse					Klasse der gesamten Zone	Klasse des gesamten Seeufers
	1	2	3	4	5		
Flachwasserzone	24	2	2	3	-	1,54	1,55
Uferzone	23	-	5	-	3	1,82	
Umfeldzone	24	5	2	-	-	1,30	

3.10.4 Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit

Zur Bestimmung des erweiterten Seeuertyps wird der Basis-Seeuertyp um (A) den Einfluss der Beschattung, (B) die relative Breite der Flachwasserzone, (C) den Einfluss des Windes und (D) den Einfluss der Wasserstandsschwankungen erweitert.

(A) Der Einfluss der Beschattung

Auf Grund der stark in Nord-Süd-Richtung gestreckten Form des Speicherbeckens und der z. T. zerklüfteten Uferlinie ist der größte Teil der Abschnitte (im Referenzzustand) teilbeschattet (Abbildung 74). Zwei Abschnitte der Inseln (Nr. 25 und 28) sind südlich exponiert und folglich unbeschattet. Die Abschnitte Nr. 11, 16, 17 und 23 sind beschattet.

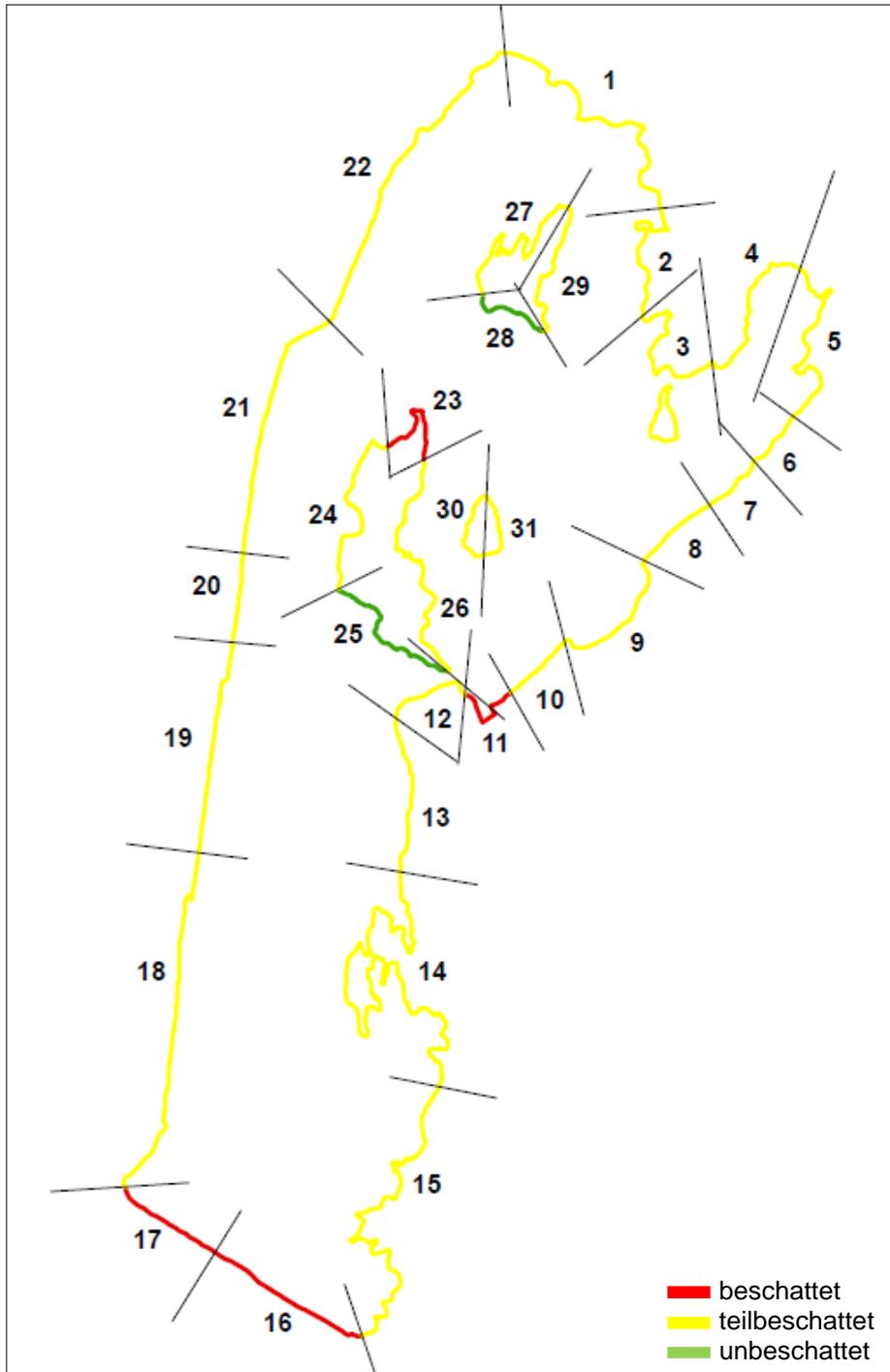


Abbildung 74: Uferbeschattung am Speicherbecken Lohsa I (RL Mortka)

(B) Die relative Breite der Flachwasserzone

Die Flachwasserzone ist überwiegend sehr schmal bis schmal oder ausgeprägt (Abbildung 76). Eine sehr schmale bis schmale Flachwasserzone tritt überwiegend am West-, Nord- und Südufer auf. Diese Bereiche weisen ebenfalls eine relativ steile Böschung auf. Lediglich vier Abschnitte (Nr. 5, 7, 25 und 26) haben eine ausgeprägte Flachwasserzone.

Insbesondere entlang der beiden Inseln im Zentrum des Sees (Abbildung 77 bis 79) überlagern sich die 100 m-Puffer der einzelnen Abschnitte. Die geringe Entfernung der gegenüberliegenden Seiten führt zu derartigen Ausprägungen.

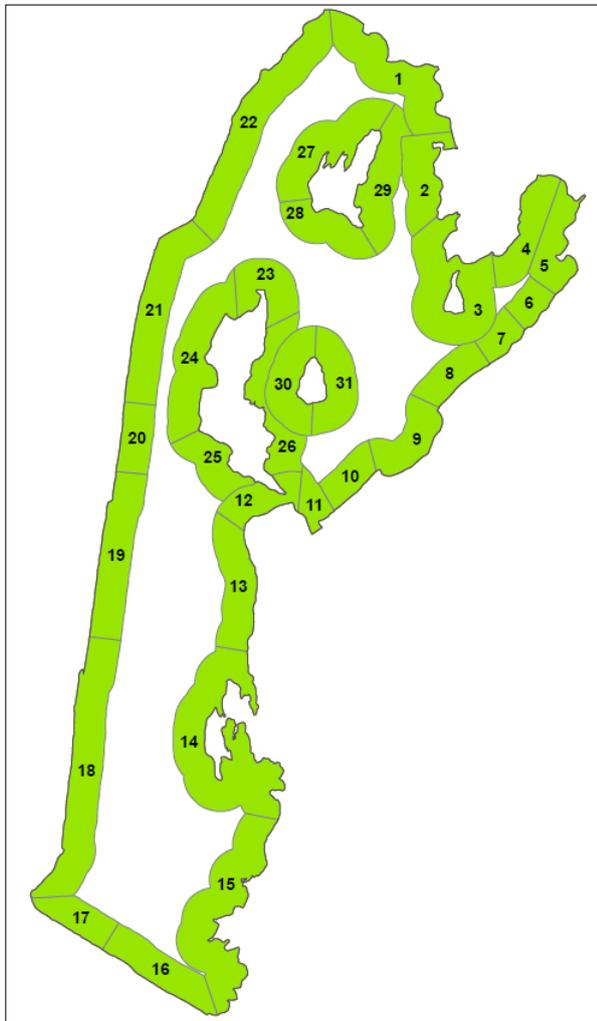


Abbildung 75: 100 m-Puffer am Speicherbecken Lohsa I (RL Mortka)



Abbildung 76: Relative Breite der Flachwasserzone des Speicherbeckens Lohsa I (RL Mortka)

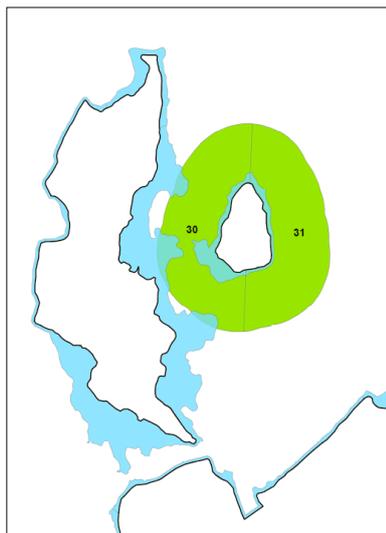


Abbildung 77: Relative Breite der Flachwasserzone der Abschnitte Nr. 30 und 31

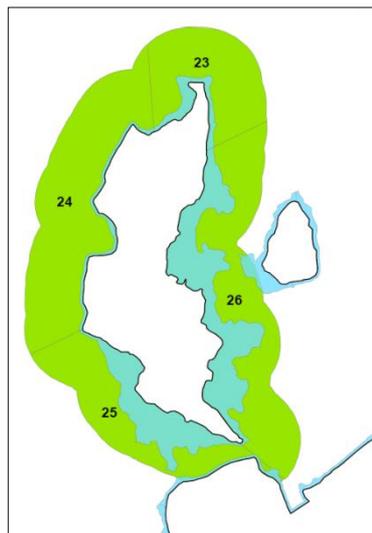


Abbildung 78: Relative Breite der Flachwasserzone der Abschnitte Nr. 23 bis 26

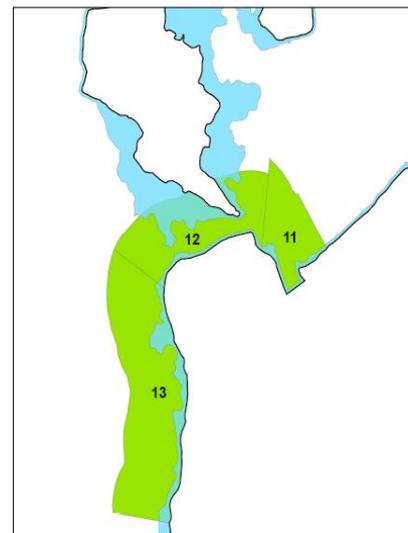


Abbildung 79: Relative Breite der Flachwasserzone der Abschnitte Nr. 11 bis 13

(C) Der Einfluss des Windes

Zur Ermittlung der Windrichtung mit dem größten Einfluss wurde auf Daten der Wetterstation Hoyerswerda zurückgegriffen. Es standen Werte (Stundenmittel) für den Zeitraum von 2010 bis 2014 zur Verfügung. Demnach ist der Westwind in dieser Region der Wind mit dem größten Einfluss. Die höchsten Windwirklängen werden dementsprechend am Ostufer erreicht. Die maximale Windwirklänge beträgt 917 m (Abbildung 80).

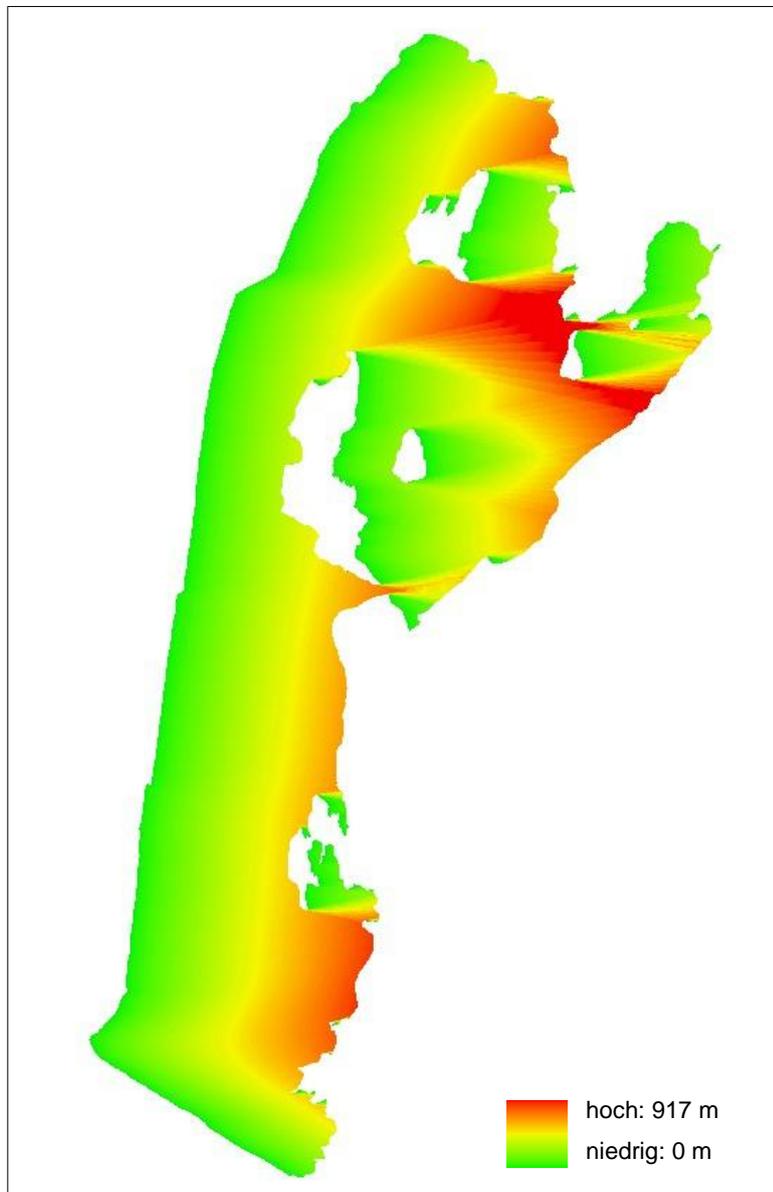


Abbildung 80: Windwirklängen des Speicherbeckens Lohsa I (RL Mortka)

(D) Der Einfluss von Wasserstandsschwankungen

Auf Grund der bestehenden Verbindung (Kanal) zum RL Friedersdorf herrschen am RL Mortka die gleichen Veränderungen bzgl. des Wasserstandes (Kapitel 3.9.4).

Habitatvorhersage

Am gesamten Ufer des Speicherbeckens Lohsa I (RL Mortka) ist Sand das vorherrschende Substrat. Dementsprechend ist auch die Wahrscheinlichkeit für Feinsubstrat deutlich höher als die für Grobsubstrat (siehe Anhang C, Blatt 10). Weil die Windwirklängen relativ gering sind, kommt es zu keiner nennenswerten Substratsortierung.

Röhricht sollte an allen Ufern – wenn auch nicht in sehr hohem Ausmaß – vorkommen (siehe Anhang C, Blatt 10). Minimiert wird das Vorkommen durch eine relativ schmale Flachwasserzone und Beschattung. Die Windwirklängen sind insgesamt zu gering als dass sie einen Einfluss hätten. Gut ausgebildete Bestände sind an unbeschatteten Abschnitten mit einer mindestens ausgeprägten Flachwasserzone zu erwarten (Nr. 25 und 28). Die Wasserstandsschwankungen (wenig Schwankungen, Anstieg im Frühjahr) sollten sich insgesamt negativ auf die Ausbildung des Röhrichts auswirken.

Organisches Material (CPOM, FPOM oder Torf) sollte insgesamt relativ häufig vorkommen (siehe Anhang C, Blatt 10), wobei es sich beim Speicherbecken Lohsa I (RL Mortka) überwiegend um CPOM handelt. Lediglich an den Abschnitten Nr. 5, 25 und 26 sollte auch FPOM in einem relativ hohen Maße vorkommen. Das Vorkommen von Torf ist vernachlässigbar.

3.11 Speicherbecken Witznitz



Abbildung 81: Speicherbecken Witznitz

Das Speicherbecken Witznitz ist ein Tagebaurestsee südlich von Leipzig und nordwestlich von Borna. Der Abbau erfolgte von 1911 bis 1944. Anschließend füllte sich das Restloch sieben Jahre lang durch ansteigendes Grundwasser. Von 1950 bis 1954 wurde es zu einem Hochwasserrückhaltebecken umgebaut.

Die Wasserversorgung wird seitdem über das in den 1950er-Jahren angelegte Stauanlagensystem Wyhra-Pleiße gewährleistet. Wesentliche Funktion ist der Hochwasserschutz, wobei dem Speicherbecken Witznitz eine besondere Bedeutung zukommt. Bei Hochwasser kann sowohl Wasser aus der Eula als auch der Wyhra

in den Speicher geleitet werden. Eine Verbindung zur Eula ist durch ein Einlauf- bzw. Ablaufbauwerk am nördlichen Ufer des Speicherbeckens gegeben. Die Wyhra verläuft westlich und hat einen Abzweig zum Speicher im Süden (LMBV 2010). Über eine Druckrohr- und eine Freispiegelleitung wird das Wasser in den Steingrundbach (bei Bad Lausick, östlich des Speicherbeckens) geleitet. Dieser mündet anschließend in die Eula (LTV SN 2015). Des Weiteren dient das Speicherbecken der Brauchwasserversorgung für die Kraftwerke und Chemieunternehmen im Raum Böhlen/Lippendorf. Zum Zweck der Erholung ist es besonders für Wassersportler und zum Baden interessant. Eine gewerbliche Fischerei wird ebenfalls betrieben (LTV SN 2015).

3.11.1 Vor-Ort-Begehung

Die Vor-Ort-Begehung fand am 12.01.2016 statt. Die auf dem Luftbild z. T. nur ungenau zu erkennende Ausdehnung des Röhrichts konnte präziser gefasst werden. Ebenso konnte an zahlreichen Stellen Uferverbau in Form von Steinschüttungen identifiziert werden. Der Wasserstand am Tag der Begehung betrug 131,15 m ü. NHN (Pegel und LTV, mündl. Mitteilung).

3.11.2 Erhebung der Seebeckenmorphologie

Der Speicher Witznitz ist aufgrund der Funktion als Hochwasserrückhaltebecken von deutlichen Wasserstandsschwankungen geprägt. Insofern ist es schwierig, die Seespiegelhöhe, die den mittleren Wasserstand repräsentiert, festzulegen. Weil die Ausdehnung der Seefläche am Tag der Vor-Ort-Begehung weitgehend mit der des Luftbildes übereinstimmte, wurde diese Ausdehnung der Bestimmung der Seespiegelhöhe und der Uferlinie zugrunde gelegt. Die Seespiegelhöhe am Tag der Vor-Ort-Begehung betrug 131,15 m ü. NHN. Alle weiteren Berechnungen und die Klassifizierung beziehen sich auf die Ausdehnung des Ufers am Tag der Begehung und auf die entsprechende Seespiegelhöhe.

Einige wesentliche morphometrische Größen sind in Tabelle 25 dargestellt. Eine Karte der Tiefenlinien befindet sich im Anhang A, Blatt 11.

Tabelle 25: Morphometrische Größen des Speicherbeckens Witznitz □

Parameter	Wert
Uferlänge [km]	6,47
Seevolumen [m³]	20037546,53
Seefläche [ha]	220,41
Maximale Tiefe [m]	17,88
Mittlere Tiefe [m]	9,09
Effektive Länge [km]	1,99
Effektive Breite [km]	1,96
Uferentwicklung	1,23
Tiefengradient	2,54
Theoretische Epilimniontiefe [m]	7,03

Bei der Erstellung der Tiefenlinien wurden nicht – wie im Methodenteil beschreiben – alle Linien kürzer 50 m gelöscht. Im Osten des Sees ist eine Stelle, wo auf sehr kurzer Distanz (in einem kleinen Maßstab) die Tiefe deutlich zunimmt. Würden die Linien gelöscht, würde diese Information verloren gehen.

3.11.3 Erfassung der Seeuferstruktur

3.11.3.1 Datengrundlage und Aufbereitung

Die Datenaufbereitung erfolgte gemäß der Verfahrensanleitung ohne nennenswerte Auffälligkeiten. Die Tiefenlinien wurden aus den Tiefenvermessungsdaten generiert. Die Uferlinie wurde auf Grundlage des DOP und der Vor-Ort-Begehung geringfügig angepasst.

3.11.3.2 Abschnittsbildung

Die Abschnitte wurden nach Homogenität der Merkmale und Strukturen der Flachwasser-, Ufer- und Umfeldzone gebildet. Die Neigung ist relativ gleichförmig, sodass sie bei der Abschnittsbildung nicht berücksichtigt wurde. Maßgebend waren die Bodenart und Exposition. Des Weiteren wurden die Schadstrukturen bzw. die Nutzung der Flachwasser-, Ufer- und Umfeldzone berücksichtigt. Insgesamt wurden 16 Abschnitte gebildet.

3.11.3.3 Bestimmung des Seeuertyps

Nach der BÜK 200 bestehen die Ufer des Speichers überwiegend aus Regosolen aus verkipptem Geschiebelehm und selten aus verkipptem Ton. Nach der BK 50 besteht der Boden aus anthropogenen Sedimenten in Siedlungs-, Industrie- und Bergbaugebieten.

Die Vor-Ort-Begehung ergab, dass das dominierende Substrat im Uferbereich Kies ist. An einigen Abschnitten am Südufer (Nr. 8, 11, 13 und 14) dominiert Lehm und an zwei Uferabschnitten am Ostufer (Nr. 5 und 6) ist der Boden sandig. Die Neigung ist durchgängig flach bis mittelsteil. Am Speicherbecken Witznitz kommen somit flache bis mittelsteile Kiesufer (Typ D), flache bis mittelsteile Ufer bindiger Böden (Typ B) und flache bis mittelsteile Sandufer (Typ A) vor.

3.11.3.4 Klassifizierung

Die Klassifizierung erfolgte durch Expertenurteil. Als Informationsquellen dienten Luftbilder aus unterschiedlichen Jahren (August 2009 und Juli 2012), Google Earth (September 2013, April 2015) und Informationen, die bei der Vor-Ort-Begehung gesammelt werden konnten.

An nur zwei Uferabschnitten (Nr. 5 und 6) ist ein homogener Röhrichtbestand zu finden. An zwei weiteren Abschnitten (Nr. 8 und 15) ist das Röhricht weitgehend homogen ausgebildet. An den übrigen Abschnitten ist es inhomogen mit deutlichen Lücken bzw. sind nur vereinzelte Bestände zu finden. Es gibt jedoch keinen Uferabschnitt, an dem kein Röhricht vorkommt. In der Flachwasserzone sind insgesamt nur wenige Schadstrukturen zu finden (zwölf Uferabschnitte ohne Schadstrukturen). Sind Schadstrukturen vorhanden, stehen sie meist in Zusammenhang mit dem Bootsverkehr.

An sechs Abschnitten konnte Uferverbau identifiziert werden. Es handelt sich dabei durchweg um Steinschüttungen. Die häufigsten Schadstrukturen der Uferzone sind Badestellen oder Anlegestellen für Boote (durch Schadeinwirkung vegetationsfreie Fläche). Zum Teil ist Einzelbebauung zu finden. An einem Abschnitt (Nr. 4) befinden sich uferlinienverändernde Einbauten.

In der Umfeldzone ist überwiegend bodenständiger Wald zu finden. Zu dieser Kategorie kommen – je nach Abschnitt in unterschiedlichem Ausmaß – Grünland, Acker, Gärten, Flächen der Freizeitnutzung, dörflich geprägte Flächen und Verkehrsflächen hinzu.

Insgesamt ist die Flachwasser- und Umfeldzone „gering beeinträchtigt“ (Klasse 2) und die Uferzone „mäßig beeinträchtigt“ (Klasse 3). Im Ganzen ist das Speicherbecken Witznitz gering beeinträchtigt (Klasse 2) (Tabelle 26; siehe Anhang B, Blatt 11, Abbildung 1, 2 und 3; Details zur Klassifizierung siehe Anhang).

Tabelle 26: Ergebnis der Klassifizierung des Speicherbeckens Witznitz

	Häufigkeit der Klasse					Klasse der gesamten Zone	Klasse des gesamten Seeufers
	1	2	3	4	5		
Flachwasserzone	6	-	3	7	-	2,36	2,14
Uferzone	4	-	9	2	1	2,56	
Umfeldzone	9	3	3	1	-	1,50	

3.11.4 Ergänzende Angaben zur biologischen Wirksamkeit

Zur Bestimmung des erweiterten Seeufertyps wird der Basis-Seeufertyp um (A) den Einfluss der Beschattung, (B) die relative Breite der Flachwasserzone, (C) den Einfluss des Windes und (D) den Einfluss der Wasserstandsschwankungen erweitert.

(A) Der Einfluss der Beschattung

Am Speicherbecken Witznitz können – bezogen auf den Referenzzustand – sechs Uferabschnitte als beschattet, drei als unbeschattet und sieben als teilbeschattet bezeichnet werden (Abbildung 82).

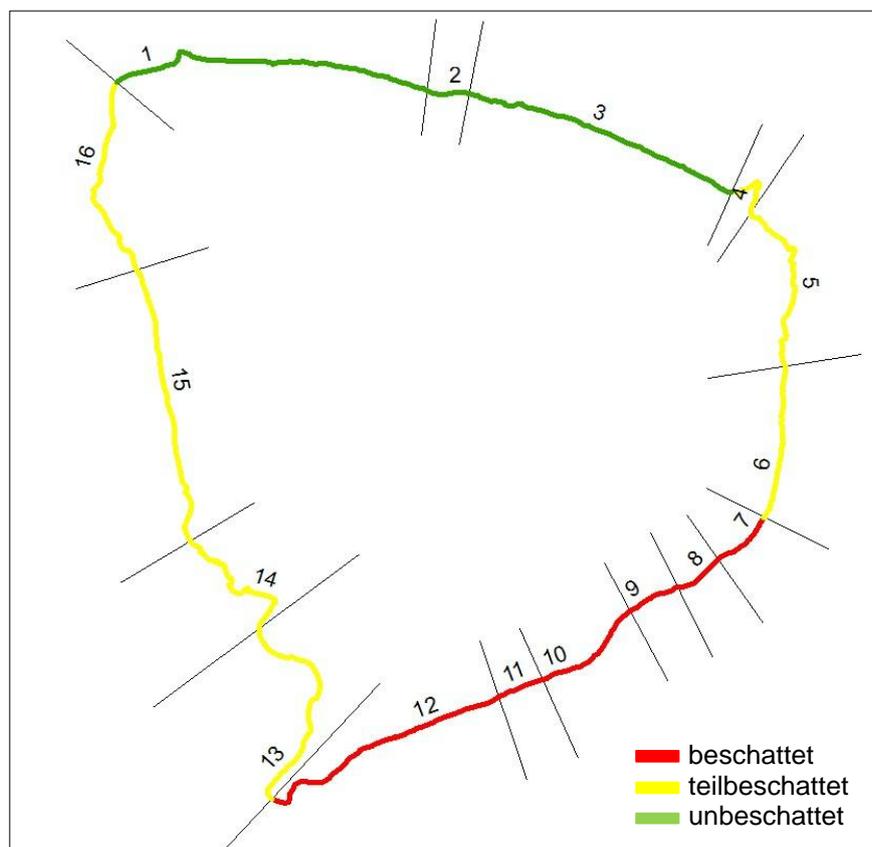


Abbildung 82: Uferbeschattung am Speicherbecken Witznitz

(B) Die relative Breite der Flachwasserzone

Die Flachwasserzone ist insgesamt gut ausgeprägt (Abbildung 83). Auffällig sind drei Abschnitte mit einer schmalen bis sehr schmalen (Nr. 1, 2 und 11) und zwei Abschnitte mit einer breiten bis sehr breiten Flachwasserzone (Nr. 4 und 5). Abschnitt Nr. 6, der eine ausgeprägte Flachwasserzone aufweist, liegt, mit einem prozentualen Anteil der Flachwasserzone am 100 m-Puffer von 29,43 %, nahe an der Kategorie einer breiten bis sehr breiten Flachwasserzone.

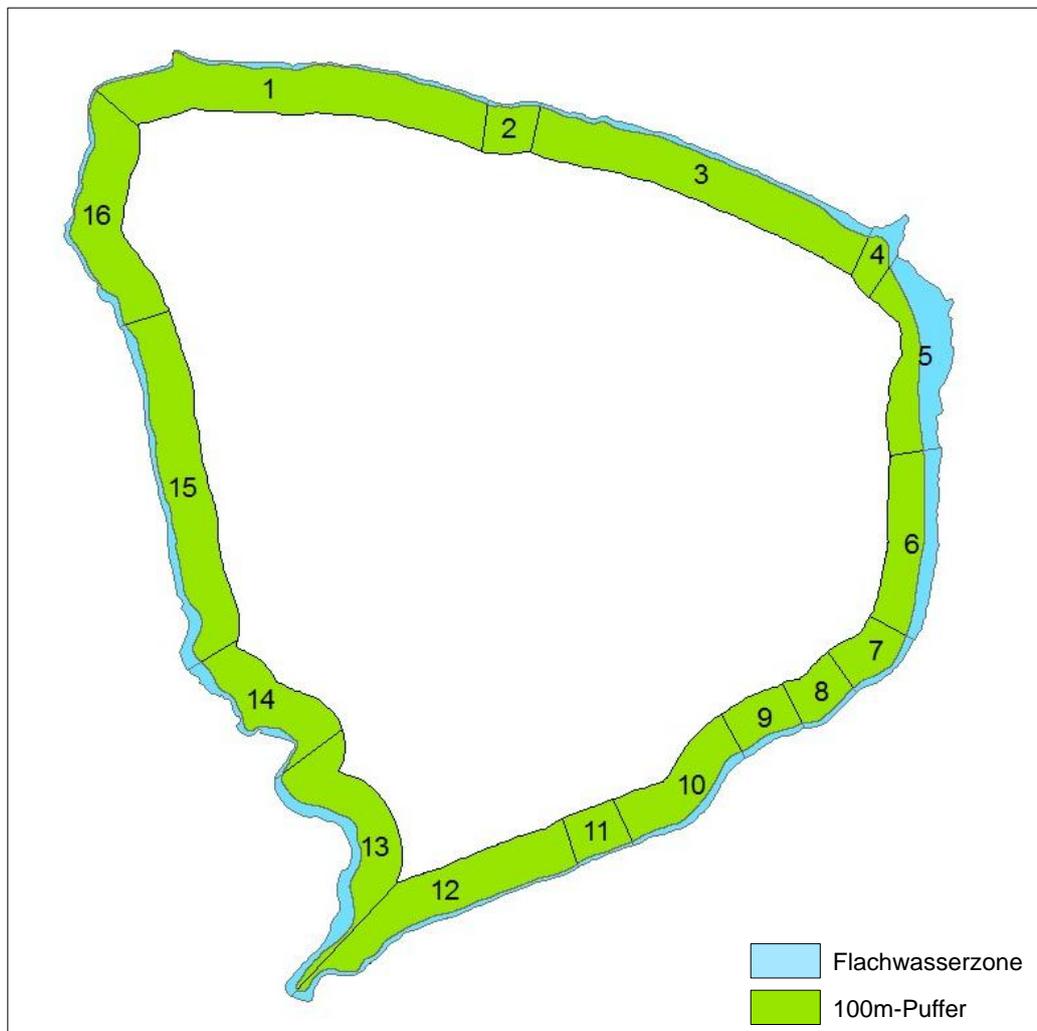


Abbildung 83: Relativen Breite der Flachwasserzone des Speicherbeckens Witznitz

(C) Der Einfluss des Windes

Zur Ermittlung der Windrichtung mit dem größten Einfluss wurde auf Daten der Wetterstation Leipzig-Holzhausen zurückgegriffen. Es standen Daten (Stundenmittelwerte) für den Zeitraum von 1967 bis 2007 zur Verfügung. Demnach ist Westwind in dieser Region der Wind mit dem größten Einfluss. Die höchsten Windwirklängen werden dementsprechend am Ostufer erreicht (Abbildung 84). Die maximale Windwirklänge beträgt 1.679 m.

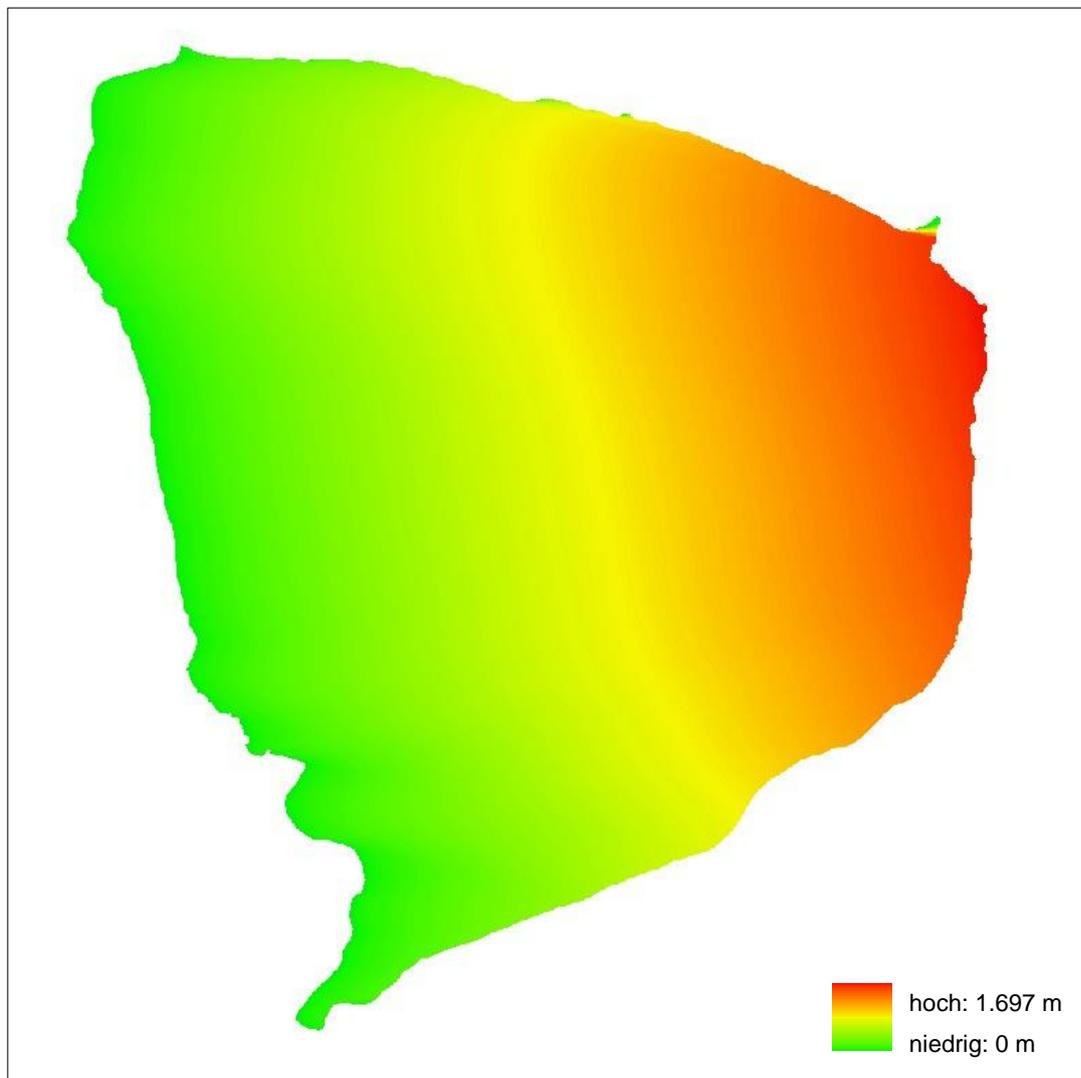


Abbildung 84: Windwirklängen des Speicherbeckens Witznitz

(D) Der Einfluss von Wasserstandsschwankungen

Aufgrund seiner Funktion als Hochwasserrückhaltebecken ist der Speicher Witznitz von deutlichen Wasserstandsschwankungen geprägt. Bei einem Wasserkörper, der als Hochwasserrückhaltebecken dient, ist ebenfalls in den wenigsten Fällen eine Art Muster zu erkennen, woraus sich Aussagen zur Bedeutung der Wasserstandsveränderungen für die emersen und aquatischen Makrophyten ableiten lassen könnten (Abbildung 85).

Die Wasserstandsschwankungen am Speicher Witznitz haben weder einen schädigenden noch einen fördernden Einfluss auf die Ausbildung des Röhrichts. Röhricht etabliert sich im Bereich von ca. 131 bis 132 m ü. NHN. Kurze Erhöhungen oder Absenkungen des Wasserstandes schaden dem Röhricht nicht, führen aber auch nicht dazu, dass es sich weiter ausbreitet. Als kritisch anzusehen ist der dauerhaft niedrige Stand im Jahr 2015 (SUDBRACK, LTV, pers. Mitteilung). Weil der Wasserstand am Tag der Begehung aber wieder 131,15 m ü. NHN betrug, wurde der Wasserstand offensichtlich wieder angehoben.

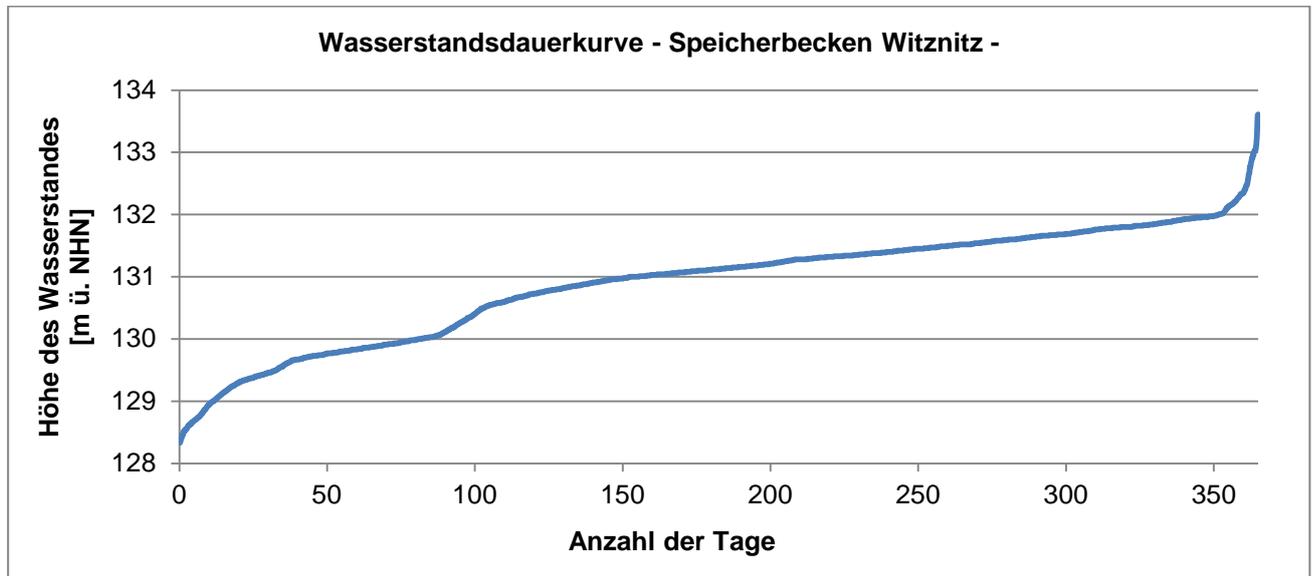


Abbildung 85: Wasserstandsdauerkurve des Speicherbeckens Witznitz (Tageswerte vom 01.01.2010 bis 01.10.2015) (Darstellung auf Grundlage von Daten der LTV; SUDBRACK, pers. Mitteilung)

Habitatvorhersage

Je nach Ausgangssubstrat haben Wind und der damit verbundene Wellenschlag einen Einfluss auf die Substratsortierung. Im Allgemeinen ist an einem windexponierten Ufer (Ostufer) gröberes Substrat zu finden. Ist das Ausgangssubstrat allerdings Sand (wie Abschnitte Nr. 5, 6), findet eine derartige Sortierung nur in geringem Maße statt, weil in sandigem Substrat aufgrund der Entstehung ein nur geringer Anteil an grobem Material enthalten ist (siehe Anhang C, Blatt 11). In diesem Fall sollte Feinsubstrat häufiger anzutreffen sein als Grobsubstrat.

Aufgrund der Beschattung ist am Südufer weniger Röhricht zu erwarten als am Nordufer. An Abschnitten mit einer breiten Flachwasserzone (Abschnitte Nr. 4, 5, evtl. 6) sollte sich das Röhricht gut etablieren können. Minimiert wird dieser Effekt an diesen Uferabschnitten dadurch, dass hier relativ hohe Windwirklängen zu erwarten sind. Die vorherrschenden Wasserstandsschwankungen haben weder einen schädigenden noch einen fördernden Einfluss auf die Ausbildung des Röhrichts.

Das Vorkommen von organischem Material ist unter anderem von der Windwirklänge abhängig. Am Ostufer sollte demnach etwas weniger organisches Material zu erwarten sein (siehe Anhang C, Blatt 11).

Literaturverzeichnis

- BÖX, S., EBERTS, J. & MEHL, D. (2015): Verfahrensanleitung zur Prognose makrozoobenthos-relevanter Habitattypen an Seeufern. – Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser [Hrsg.], Ständiger Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“ (LAWA-AO).
- BRAUNS, M., GARCIA, X.-F., PUSCH, M. T. & WALZ, N. (2007): Eulittoral macroinvertebrate communities of lowland lakes: discrimination among trophic states. – *Freshwater Biology* 52 (6): 1022-1032.
- BRAUNS, M., MILER, O., GARCIA, X.-F. & PUSCH, M. (2013): Vorschrift für die standardisierte Probenahme des biologischen Qualitätselementes „Makrozoobenthos“ im Litoral von Seen. – Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei im Forschungsverbund Berlin im Auftrag der Senatsentwicklung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz Berlin und der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Stand März 2013, 62 S.
- BRODERSEN, K. P. (1995): The effect of wind exposure and filamentous algae on the distribution of surf zone macroinvertebrates in Lake Esrom, Denmark. – *Hydrobiologia* 297 (2): 131-148.
- DIN ISO 11277:2002-08: Bodenbeschaffenheit – Bestimmung der Partikelgrößenverteilung in Mineralböden.
- DIN 19682-2:2014-07: Bodenbeschaffenheit - Felduntersuchungen - Teil 2: Bestimmung der Bodenart.
- DUARTE, C. M. & KALFF, J. (1986): Littoral slope as a predictor of the maximum biomass of submerged macrophyte communities. – *Limnology and Oceanography* 31 (5): 1072-1080.
- HENDRICH, L. (2003): Der Wasserkäfer in Berlin: Struktur der aquatischen Käferfauna (Hydradephaga, Hydrophiloidea, Drypoidea [partim] Staphylinoidea [parim]) in anthropogen beeinflussten Gewässern von Berlin - Taxonomische, räumliche, faunistische und ökologische Aspekte. – Dissertation, Technische Universität Berlin, o.S.
- HESS, M. & HECKES, U. (2004): Zur Wasserinsektenfauna der Alpen-Kleinseen im Werdenfelser Land bei Mittenwald/ Oberbayern. – *Lauterbornia* 50: 39-57.
- HOFFMANN, A. (2005): Dynamics of Fine Particulate Organic Matter (FPOM) and Macroinvertebrates in Natural and Artificial Leaf Packs. – *Hydrobiologia* 549 (1): 167-178.
- HOLSTEN, B., SCHOENBERG, W. & JENSEN, K. (2011): Schutz und Entwicklung aquatischer Schilfröhrichte. Ein Leitfaden für die Praxis. – im Auftrag des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR) [Hrsg.], Kiel, 48 S.
- IGB (2013): Berücksichtigung der Windexposition bei der Uferbewertung und Renaturierungsmöglichkeiten mit Totholz am Großen Müggelsee. – Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin Abt. VIII Integrativer Umweltschutz.
- JUPP, B. J. & SPENCE, D. H. N. (1977): Limitations of macrophytes in a eutrophic lake, Loch Leven: II. Wave Action, Sediments and Waterfowl Grazing. – *Journal of Ecology* 65 (2): 431-446.
- Kasek, L. (2004): Die Geschichte des Kulkwitzer Sees. – GRÜN-AS, Ausgabe 2004/3: Onlineausgabe: <http://www.gruen-as.de/2004/03/artikel1.html>, Download am 15.01.2016.
- KOLADA, A. (2014): The effect of lake morphology on aquatic vegetation development and changes under the influence of eutrophication. – *Ecological Indicators* 38: 282-293.
- LEHMITS, R. (2010): Typisierung von Seen Norddeutschlands anhand aquatischer Coleoptera. Artengemeinschaften verschiedener Seetypen und die verantwortlichen Umweltfaktoren als Basis für eine ökologische Seebewertung. – Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Müller, 107 S.

- LTV SN (2015): Speicherbecken Witznitz. Muldenwasserüberleitungssystem.
<https://www.smul.sachsen.de/ltv/13768.htm#article14877>, aktueller Download 12.02.2016 – Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Staumeisterei Witznitz/Sermuth, Witznitz.
- LTV SN, Sächsisches OBA & RPV WS (o. J.): Speicherbecken Borna. Dokumentationstafel am Speicherbecken – Landestalsperrenverwaltung Sachsen, Sächsisches Oberbergamt & Regionaler Planungsverband Leipzig-West Sachsen.
- LMBV [Hrsg.] (1999): Tagebau Olbersdorf (1910-1991).
http://www.lmbv.de/tl_files/LMBV/Publikationen/Publikationen%20Lausitz/Historische%20Broschueren%20L/Tgb_Olbersdorf_1910-1991.pdf, aktueller Download 04.01.2016 – Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH [Hrsg.], Länderbereich Ostsachsen, Öffentlichkeitsarbeit, Hoyerswerda.
- LMBV [Hrsg.] (2007): Braunkohlenbergbau und Sanierung im Förderraum Lohsa, Burghammer, Bärwalde. Landschaft im Wandel.
http://www.lmbv.de/tl_files/LMBV/Publikationen/Publikationen%20Lausitz/Historische%20Broschueren%20L/Braunkohlenbergbau_und_Sanierung_im_Foerderraum_Lohsa_Burghammer_Baerwalde_2007.pdf, aktueller Download 02.02.2016 – Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH [Hrsg.], Unternehmenskommunikation, Senftenberg.
- LMBV [Hrsg.] (2009): Silbersee. Tagebau Werminghoff II.
http://www.lmbv.de/tl_files/LMBV/Publikationen/Publikationen%20Lausitz/Infoblaetter%20L/Infoblaetter%20Seen/Silbersee_Tgb_WerminghoffII_2009.pdf, aktueller Download 02.02.2016, Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH.
- LMBV [Hrsg.] (2010): Witznitz II.
http://www.lmbv.de/tl_files/LMBV/Publikationen/Publikationen%20Mitteldeutschland/Wandlungen%20und%20Perspektiven%20MD/doku%2008_Witznitz.pdf, aktueller Download 12.02.2016. – Wandlungen und Perspektiven, Reihe 17, Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH [Hrsg.], Unternehmenskommunikation, Senftenberg.
- LMBV [Hrsg.] (2015): Werminghoff/Knappenrode.
http://www.lmbv.de/tl_files/LMBV/Publikationen/Publikationen%20Lausitz/Wandlungen%20und%20Perspektiven%20L/doku%2017_Werminghoff_Knappenrode.pdf, aktueller Download 02.02.2016 – Wandlungen und Perspektiven, Reihe 17, Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH [Hrsg.], Unternehmenskommunikation, Senftenberg.
- MACAN, T.T. & MAUDSLEY, R. (1969): Fauna of the stony substratum in lakes in the English Lake District. – Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Limnologie 17: 173-180.
- MAUERSBERGER, R. (2002): Der Referenzzustand – Merkmale naturnaher Seen-Ökosysteme am Beispiel von NO-Deutschland. – Fachtagung Wasserrahmenrichtlinie und Naturschutz 15 (2): 65-76.
- MAUERSBERGER, R. (2006): Klassifikation der Seen für die Naturraumerkundung des nordostdeutschen Tieflandes. – Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung 45 (3/4): 51-89.
- MEHL, D., BÖX, S., EBERTS, J., PLAMBECK, G., KÖHLER, A. & SCHAUMBURG, J. (2017a): Erstellung einer LAWA-Verfahrensanleitung für eine Klassifizierung der Seeuferstruktur als Übersichtsverfahren. Teil 1: Hintergrund, Zielstellung, Grundlagen. – KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 10 (1): 16-21.
- MEHL, D., BÖX, S., EBERTS, J., PLAMBECK, G., KÖHLER, A. & SCHAUMBURG, J. (2017b): Erstellung einer LAWA-Verfahrensanleitung für eine Klassifizierung der Seeuferstruktur als Übersichtsverfahren. Teil 2: Methodik, Praxistest. – KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 10 (1): 22-27.

- MEHL, D., EBERTS, J., BÖX, S. & KRAUß, D. (2015a): Verfahrensanleitung für eine uferstrukturelle Gesamtseeklassifizierung (Übersichtsverfahren). 2. überarbeitete und erweiterte Fassung. – Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser [Hrsg.], Ständiger Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“ (LAWA-AO).
- MEHL, D., EBERTS, J., BÖX, S. & KRAUß, D. (2015b): Verfahrensanleitung für eine uferstrukturelle Gesamtseeklassifizierung (Übersichtsverfahren). Anlage: Bearbeitungsalgorithmen und -verfahrensweisen. 2. überarbeitete und erweiterte Fassung. – Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser [Hrsg.], Ständiger Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“ (LAWA-AO).
- NILSSON, A. N. & SÖDERBERG, H. (1996): Abundance and species richness patterns of diving beetles (Coleoptera, Dytiscidae) from exposed and protected sites in 98 northern Swedish lakes. – *Hydrobiologia* 321 (1): 83-88.
- Ostendorp, W. (1993): Schilf als Lebensraum. – zuerst ersch. in: Artenschutzsymposium Teichrohrsänger (Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg) 68: 173-280.
- PIER, A., DIENST, M. & STARK, H. (1990): Die Dynamik der Schilffront am Bodensee-Untersee von 1984-1988. – In: Sukopp, H. & Krauss, M. [Hrsg.]: Ökologie, Gefährdung und Schutz von Röhrichtpflanzen. – Landschaftsentwicklung und Umweltforschung (Berlin) 71: 78-85.
- RPV O.-N. (2005): Braunkohleplan als Sanierungsplan für den stillgelegten Tagebau Trebendorfer Felder. http://www.rpv-oberlausitz-niederschlesien.de/fileadmin/PDF-Dateien/Braunkohlenplanung/Sanierungsrahmenplan_Trebendorfer_Felder.pdf, aktueller Download 12.02.2016 – Regionalverband Oberlausitz-Niederschlesien, Bautzen.
- SCHNEIDER, S. (2004): Indikatoreigenschaften und Ökologie aquatischer Makrophyten in stehenden und fließenden Gewässern. – Habilitationsschrift, Technische Universität München, 196 S.
- SCHOENBERG, W., HOLSTEN, B. & K. JENSEN (2008): Renaturierung degradierte Uferabschnitte an Seen der Holsteinischen Schweiz – Maßnahmenplanung für Röhrichtschutz und -entwicklung am Großen Plöner See und am Großen Eutiner See. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LANU, 2008, unveröff.).
- SCHOENBERG, W., JENSEN, K. & B. HOLSTEN (2009): Renaturierung degradierte Uferabschnitte an Seen der Holsteinischen Schweiz – Maßnahmenplanung für Röhrichtschutz und -entwicklung am Kleinen Plöner See, Trammer See, Dieksee und Kellersee. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR 2009, unveröff.).
- TOLONEN, K. T., HÄMÄLÄINEN, H., HOLOPAINEN, I. J. & KARJALAINEN, J. (2001): Influences of habitat type and environmental variables on littoral macroinvertebrate communities in a large lake system. – *Archiv für Hydrobiologie* 152 (1): 39-67.
- TRETBAR, R. (2015): Tagebau Borna-West. Internetadresse: <http://www.devastiert.de/tagebau/borna-west.php#popup1>, aktueller Download 11.02.2016 – Tretbar, R., Bissendorf.
- WEYER, K. VAN DE (2015): Zusammenhang zwischen Makrophyten und hydromorphologischen Faktoren in Seen, 2. Fassung, 14.10.2015, unveröffentlicht.

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-0
Telefax: +49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Autoren:

Dr. Susanne Böx, Jörg Eberts, Christian Gottelt, Dr. Dr. Dietmar Mehl
biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH
Nebelring 15, 18246 Bützow
Telefon: +49 38461 9167-33
Telefax: +49 38461 9167-50
E-Mail: dietmar.mehl@institut-biota.de

Redaktion:

Kerstin Jenemann, Antje Mickel
LfULG, Abteilung Wasser, Boden, Wertstoffe/
Referat Oberflächenwasser, Wasserrahmenrichtlinie
Zur Wetterwarte 11, 01109 Dresden
Telefon: +49 351 8928-4408
E-Mail: Antje.Mickel@smul.sachsen.de

Fotos:

biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH

Redaktionsschluss:

24.03.2017

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/> heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.

Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.