

Für die Lausitz Energie Bergbau AG



Monitoring zur Flutung des Cottbuser Ostsees

Jahresbericht 2023

Bestellnummer E64-4504638435 vom 19.07.2023
Projektnummer IWB 18/23



Blick vom Aussichtsturm Merzdorf nach Norden auf das Teilbecken Merzdorf.
Dahinter das Teilbecken Willmersdorf (Foto: Schubert, März 2023)

Dresden, am 24.05.2024

Projekt: 2023_18 Monitoring Cottbuser Ostsee
Dokument: 20240606_Monitoring Cottbuser See_2023

Für die Lausitz Energie Bergbau AG



Monitoring zur Flutung des Cottbuser Ostsees

Jahresbericht 2023

Auftraggeber: LEAG Lausitz Energie Bergbau AG
Hauptverwaltung
Leagplatz 1, 03050 Cottbus

Bestellnummer: E64-4504638435 vom 19.07.2023

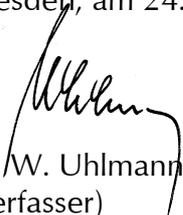
Verantwortlicher: Dipl.-Geologin Andrea Schapp

Auftragnehmer: Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann
Lungkwitzer Str. 12, 01259 Dresden

Projektnummer: 18/23

Bearbeiter: Dr. Wilfried Uhlmann
M. Sc. Fanny Schubert
Dipl.-Hydrologe Kai Zimmermann

Dresden, am 24.05.2024


Dr./W. Uhlmann
(Verfasser)



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
Bilderverzeichnis	1
Tabellenverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	4
Zusammenfassung	5
1 Veranlassung und Aufgabenstellung	7
2 Umfang der Untersuchungen im Jahr 2023	8
2.1 Untersuchungsgebiet	8
2.2 Flutungswasser	9
2.3 Seewasserstand	10
2.4 Seewasserbeschaffenheit	11
3 Ergebnisse	13
3.1 Witterung im Jahr 2023	13
3.2 Ereignisse	18
3.3 Morphometrie	20
3.4 Wasserbilanz	21
3.4.1 Flutung	21
3.4.2 Entwicklung des Wasserstandes und Volumenzuwachs	23
3.4.3 Wasserbilanz	25
3.5 Wasserbeschaffenheit	26
3.5.1 Flutungswasser	26
3.5.2 Cottbuser Ostsee	29
3.5.3 Kiese See Maust	38
4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen	39
5 Quellenverzeichnis	40

Bilderverzeichnis

Bild 1: Überblick über das Untersuchungsgebiet zum Monitoring der Flutung des Cottbuser Ostsees im Jahr 2023.	8
Bild 2: Lage der Messstellen für das Flutungswasser am Cottbuser Ostsee im Monitoringjahr 2023.	9
Bild 3: Übersicht der Seemessstellen im Cottbuser Ostsee im Monitoringjahr 2023 gemäß [LEAG 2020].	11
Bild 4: Ganglinie der Tagesmitteltemperatur sowie der Spanne zwischen dem täglichen Temperaturmaximum und Temperaturminimum im Monitoringjahr 2023 im Vergleich mit den Monatsmitteln der Lufttemperatur für die 30-jährige Reihe von 1994 bis 2023 an der DWD-Wetterstation Cottbus.	14
Bild 5: Vergleich der Monatsmittel der Lufttemperatur im Monitoringjahr 2023 mit den Monatsmitteln der Lufttemperatur für die 30-jährige Reihe von 1994 bis 2023 an der DWD-Wetterstation Cottbus.	14



Bild 6:	Vergleich der Monatssummen des korrigierten Niederschlags im Monitoringjahr 2023 mit den mittleren Monatssummen der 30-jährige Reihe von 1994 bis 2023 an der DWD-Wetterstation Cottbus.	15
Bild 7:	Tagessummen des korrigierten Niederschlags an der DWD-Wetterstation Cottbus im Monitoringjahr 2023.	16
Bild 8:	Ganglinie der Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeit in 2 Meter Höhe an der DWD-Wetterstation Cottbus im Monitoringjahr 2023.	16
Bild 9:	Windrose mit Windrichtung und Windgeschwindigkeit in 2 Meter Höhe an der DWD-Wetterstation Cottbus im Monitoringjahr 2023 (Datenbasis: Stundenwerte).	17
Bild 10:	Monatssummen der für den Cottbuser Ostsee nach DALTON berechneten Gewässerverdunstung im Monitoringjahr 2023.	18
Bild 11:	Bathymetrie des Cottbuser Ostsees bei dem Zielwasserstand von +62,5 m NHN auf der Grundlage des morphologischen Ausgangszustandes der Hohlform des Tagebaus Cottbus-Nord (Stand 22.02.2019).	20
Bild 12:	Wasserstand-Volumen-Flächen-Beziehung für den Cottbuser Ostsee, abgeleitet aus den Daten der Vermessung der Morphometrie vom 22.02.2019.	21
Bild 13:	Ganglinien der aus dem Hammergraben und den Randriegeln (Ableiter 1 NRS, Ableiter 2 NRS) in den Cottbuser Ostsee eingeleiteten Wassermengen im Monitoringjahr 2023.	22
Bild 14:	Ganglinien der Wasserstände in den Teilbecken des Cottbuser Ostsees und im Cottbuser Ostsee nach Verbindung aller Teilbecken (März 2023) sowie die Flutungsmengen in den Jahren 2019 bis 2023.	23
Bild 15:	Entwicklung des Seevolumens in den Teilbecken des Cottbuser Ostsees und im Cottbuser Ostsee nach Verbindung aller Teilbecken (März 2023) sowie die Flutungsmengen in den Jahren 2019 bis 2023.	24
Bild 16:	Messwerte des pH-Wertes im Hammergraben an der Messstelle CB-Flut-01 und Flutungswassermenge an der Messstelle CB-Flut-Zuleiter im Zeitraum von 2019 bis 2023.	27
Bild 17:	Messwerte der Sulfatkonzentration im Hammergraben an der Messstelle CB-Flut-01 und Flutungswassermenge an der Messstelle CB-Flut-Zuleiter im Zeitraum von 2019 bis 2023.	27
Bild 18:	Messwerte des pH-Wertes in den Randriegeln an der Messstelle Sammelleitung RR West 6 und Flutungswassermenge der Ableiter 1 NRS und Ableiter 2 NRS im Zeitraum von 2020 bis 2023.	29
Bild 19:	Messwerte der Eisenkonzentration in den Randriegeln an der Messstelle Sammelleitung RR West 6 und Flutungswassermenge der Ableiter 1 NRS und Ableiter 2 NRS im Zeitraum von 2020 bis 2023.	29
Bild 20:	Tiefenprofile der Kennwerte Wassertemperatur, Trübung, Sauerstoffkonzentration und -sättigung in den Teilbecken des Cottbuser Ostsees zum Termin der Beprobung am 06.09.2023.	31
Bild 21:	Befunde für die Kennwerte pH-Wert, $K_{S4,3}$, Eisen und Sulfat im Teilbecken Willmersdorf (Mst. CB-See-04) in allen beprobten Tiefenstufen im Zeitraum von 2019 bis 2023.	33
Bild 22:	Befunde für die Kennwerte pH-Wert, $K_{S4,3}$, Eisen und Sulfat im Teilbecken Merzdorf (Mst. CB-See-02) in allen beprobten Tiefenstufen im Zeitraum von 2019 bis 2023.	34
Bild 23:	Befunde für die Kennwerte pH-Wert, $K_{S4,3}$, Eisen und Aluminium im Teilbecken Schlichow (Mst. CB-See-01) in allen beprobten Tiefenstufen im Zeitraum von 2019 bis 2023.	35
Bild 24:	Phytoplanktonbefunde in den drei Teilbecken am 30.03.2023.	37



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Bezeichnung der Teilbecken und Teilbereiche des Cottbuser Ostsees.	8
Tabelle 2:	Messstellen, Kenngrößen und Turnus für das Monitoring des Flutungswassers des Cottbuser Ostsees im Monitoringjahr 2023 gemäß [LEAG 2020].	10
Tabelle 3:	Messungen des Wasserstandes in den Teilbecken des künftigen Cottbuser Ostsees im Monitoringjahr 2023.	10
Tabelle 4:	Übersicht über das Seewassermonitoring zum Cottbuser Ostsee im Monitoringjahr 2023.	12
Tabelle 5:	Eckzahlen der maßgeblichen Witterungsgrößen an der DWD-Wetterstation Cottbus für das Monitoringjahr 2023 und für die 30-jährige Referenzperiode von 1994 bis 2023.	13
Tabelle 6:	Monatssummen der für den Cottbuser Ostsee nach DALTON berechneten Gewässerverdunstung im Monitoringjahr 2023.	18
Tabelle 7:	Chronologie der maßgeblichen Ereignisse im Untersuchungsraum des Cottbuser Ostsee seit Flutungsbeginn im Jahr 2019.	19
Tabelle 8:	Mittlere Volumenströme und summarische Kubaturen der Einleitungen aus dem Hammergraben und den Randriegeln in den Cottbuser Ostsee im Monitoringjahr 2023.	22
Tabelle 9:	Wasserspiegelanstieg und Volumenzuwachs in den Teilbecken des Cottbuser Ostsees und im Cottbuser Ostsee nach Verbindung aller Teilbecken (07.03.2023) im Zeitraum vom 12.04.2019 (Flutungsbeginn) bis 31.12.2023.	24
Tabelle 10:	Wasserbilanz der Teilbecken des Cottbuser Ostsees im Bilanzzeitraum der Monitoringjahre 2019 bis 2022 und des Gesamtsees im Monitoringjahr 2023.	25
Tabelle 11:	Statistische Kenngrößen der maßgeblichen chemischen Kennwerte des Flutungswassers aus dem Hammergraben (Mst. CB-Flut-01) im Jahr 2023.	26
Tabelle 12:	Statistische Kenngrößen der maßgeblichen chemischen Kennwerte des Grundwassers aus den Randriegeln (Mst. Sammelleitung RR West 6) im Jahr 2023.	28
Tabelle 13:	Limnologische Eigenschaften der Teilbecken des Cottbuser Ostsees zu den Messterminen im Jahr 2023.	30
Tabelle 14:	Ergebnisse der Wasseruntersuchungen des Epilimnions an den vier Messstellen des zukünftigen Cottbuser Ostsees am 06.09.2023.	31
Tabelle 15:	Relevante Kennwerte und Planktongehalte im den drei Teilbecken des Cottbuser Ostsee.	36
Tabelle 16:	Ergebnisse der oberflächennahen Wasserbeprobung des Kiessee Maust am 06.09.2023.	38



Abkürzungsverzeichnis

CB	.....	Cottbus
DOC	.....	<i>dissolved organic carbon</i> (gelöster organischer Kohlenstoff)
FZL	.....	Flutungszentrale Lausitz
GP	.....	Grundprogramm
GWA	.....	Grubenwasserableiter
HVA	.....	Wasserstand-Volumen-Flächen-Beziehung
IWB	.....	Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann
KBA	.....	Kohlebahnausfahrt
KP	.....	Kurzprogramm
LE-B	.....	Lausitz Energie Bergbau AG
LEAG	.....	übergeordnete Dachmarke der beiden Unternehmen Lausitz Energie Bergbau AG und Lausitz Energie Kraftwerke AG (seit 10/2016)
Mst	.....	Messstelle
NB	.....	Nebenbestimmung
PRR	.....	Programm Randriegel
RR	.....	Randriegel
SGS	.....	SGS Analytics LAG GmbH Schwarze Pumpe
TOC	.....	<i>total organic carbon</i> (gesamter organischer Kohlenstoff)
ZPB	.....	Zusatzprogramm Biologie



Zusammenfassung

- (1) Im Rahmen der planmäßigen Wiedernutzbarmachung und Rekultivierung des Tagebaus Cottbus-Nord stellt die Lausitz Energie Bergbau AG (LE-B) in der bergbaulichen Hohlform den Cottbuser Ostsee her. Der Cottbuser Ostsee wird mit Spreewasser über den Hammergraben geflutet. Die Flutung ist gemäß dem Planfeststellungsbeschluss, Nebenbestimmung 1.3.4.1, durch ein Monitoring zu begleiten. Das flutungsbegleitende Monitoring wurde mit Beginn der Wassereinleitung in den Cottbuser Ostsee im April 2019 aufgenommen.
- (2) Zum Monitoring der Flutung des Cottbuser Ostsees sind Jahresberichte zu erstellen. In den Berichten sollen die meteorologische Situation, das Flutungsgeschehen, der Wasserspiegelanstieg im See, die Hydrochemie des Flutungs- und Seewassers, die limnologische und biologische Entwicklung sowie sonstige Ereignisse dokumentiert und interpretiert werden.
- (3) Im Monitoringjahr 2023 wurde der Cottbuser Ostsee mit ca. 35,8 Mio. m³ Wasser aus dem Hammergraben und mit ca. 2,1 Mio. m³ Wasser aus der Randriegelleitung geflutet. Der **Volumenzuwachs** des Cottbuser Ostsees betrug im Jahr 2023 in Summe 25,4 Mio. m³. Die Flutungswirksamkeit des eingeleiteten Oberflächenwassers betrug im Jahr 2023 ca. 67 %. Mit Stand vom 31.12.2023 betrug das Wasservolumen des zukünftigen Cottbuser Ostsees 75,7 Mio. m³. Das entspricht rund 60 % des geplanten Gesamtvolumens von 126 Mio. m³ bei einem Zielwasserstand von +62,5 m NHN.
- (4) Nach Wiederaufnahme der Flutung im Februar 2023 stieg der **Wasserspiegel** in den Teilbecken Willmersdorf/Merzdorf an. Ende Februar 2023 kam es zum Überlauf aus dem Teilbecken Willmersdorf/Merzdorf in das Teilbecken Schlichow. Durch den Zustrom stieg der Wasserspiegel im Teilbecken Schlichow schnell an. Am 07.03.2023 wurde in allen Teilbecken des Cottbuser Ostsees ein Wasserstand von +56,8 m NHN erfasst. Der Wasserstand in den Teilbecken entwickelt sich seit der Vereinigung der Teilbecken synchron. Zum Ende des Monitoringjahres 2023 wurde in allen Teilbecken des Cottbuser Ostsees ein Wasserstand von +59,9 m NHN verzeichnet. Der Zielwasserstand des Cottbuser Ostsees liegt bei +62,5 m NHN.
- (5) Die **Wasserbilanz** des Cottbuser Ostsees wird im vorliegenden Bericht für den Zeitraum von Dezember 2022 bis Dezember 2023 ausgewiesen. Die klimatische Wasserbilanz des Cottbuser Ostsees war im Bilanzzeitraum 2022/2023 mit -46 mm bzw. rund -0,24 Mio. m³ geringfügig defizitär. Der Abstrom in das Grundwasser und in den Porenraum der Innenkippe wurde aus der Wasserbilanz für den Bilanzraum mit -12,35 Mio. m³ ermittelt. Das Nettodefizit der Grundwasserbilanz hat sich im Vergleich zum Vorjahr etwa halbiert.
- (6) Das **Flutungswasser** aus dem Hammergraben bzw. aus der Spree war neutral und gut gepuffert. Die Sulfatkonzentration betrug im Mittel 350 mg/L. Die Konzentrationen von Eisen und Mangan waren im Hammergraben stabil niedrig. Mit dem Flutungswasser wurden unspezifische organische Stoffe (TOC, DOC) und Nährstoffe aus dem Hammergraben eingetragen. Das Grundwasser



aus den Randriegeln war schwach sauer. Die Sulfatkonzentration lag bei 480 mg/L. Die Acidität als $K_{B8,2}$ war höher als im Hammergraben, bedingt durch höhere Konzentrationen an Kohlensäure, Eisen und Aluminium.

- (7) Der Cottbuser Ostsee war im Sommer 2023 thermisch stabil geschichtet. Die beiden tieferen Teilbecken Willmersdorf und Schlichow sind dimiktisch. Aufgrund der geringeren Gewässertiefe ist im Teilbecken Merzdorf derzeit von einem instabil dimiktischen **Schichtungsverhalten** auszugehen.
- (8) Das **Teilbecken Willmersdorf** (Nordrandschlauch) wurde überwiegend mit Oberflächenwasser geflutet. Bislang erfolgte ein Grundwasserabstrom in die Innenkippe oder in die angrenzenden gewachsenen Grundwasserleiter. Die Wasserbeschaffenheit im See ähnelte daher dem Flutungswasser. Das Wasser im Teilbecken Willmersdorf war neutral und mit $K_{S4,3} \approx 1,2$ mmol/L gut gepuffert.
- (9) Aufgrund des verstärkten Grundwasserzustroms aus der Innenkippe infolge des Wasserspiegelanstiegs im benachbarten Nordrandschlauch war das **Teilbecken Merzdorf** im Jahr 2021 versauert. Im November 2021 vereinigten sich die Teilbecken Willmersdorf und Merzdorf. Mit der Ausspiegelung verringerte sich der hydraulische Gradient. Seitdem ist auch das Wasser im Teilbecken Merzdorf durch die Beschaffenheit des Flutungswassers aus der Spree geprägt. Das Wasser war zum Probennahmetermin neutral. Die Eisen- und Sulfatkonzentrationen waren gering.
- (10) Das **Teilbecken Schlichow** (Südrandschlauch) hatte sich bisher ausschließlich durch Grundwasseraufgang gefüllt. Bisher war das Teilbecken Schlichow stark sauer. Die Acidität verbarg sich in hohen Eisen- und Aluminiumkonzentrationen. Mit dem Zufluss von Seewasser aus dem Teilbecken Willmersdorf/Merzdorf veränderte sich die Wasserbeschaffenheit im Teilbecken Schlichow. Die Acidität und die Konzentrationen von Sulfat, Eisen und Aluminium nahmen ab.
- (11) Die **biologische Besiedlung** war in den neutralen Teilbecken Willmersdorf und Merzdorf stärker als im sauren Teilbecken Schlichow. Das Phytoplankton war im Teilbecken Willmersdorf/Merzdorf mit rund 25 Arten vertreten. Das Zooplankton war insbesondere im Teilbecken Schlichow artenarm.
- (12) Der **Kiessee Maust** liegt nördlich des Cottbuser Ostsees und wird als Bade- und Angelgewässer genutzt. Er wird einmal jährlich vom Ufer aus beprobt. Der See war neutral und gut gepuffert. Die Sulfatkonzentration lag bei 430 mg/L. Die Eisenkonzentration lag unter 0,1 mg/L. -Im Vergleich zum Vorjahr hatte sich die Wasserbeschaffenheit nicht verändert. Der Kiessee erfährt durch die Dichtwand an der West- und Nordwestmarkscheide des ehem. Tagebaus Cottbus-Nord keinen Grundwasserzustrom aus dem Bereich des Cottbuser Ostsees.



1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Im Zuge des Gewässerausbaus Cottbuser See wird in der Nebenbestimmung (NB) 1.3.4.1 zum wasserrechtlichen Planfeststellungsbeschluss vom 12.04.2019 ein systematisches Monitoring zur Begleitung und langfristigen Überwachung der Flutung und der Wasserbeschaffenheitsentwicklung gefordert.

Das Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann (Dresden) wurde von der LE-B mit der Bestellnummer E64-4504638435 vom 19.07.2023 mit der Planung und fachlichen Begleitung des Monitorings zur Flutung des Cottbuser Ostsees beauftragt. Im Rahmen des Monitorings sind die Probenahmen zu koordinieren, die erhobenen Daten auszuwerten und in einem Jahresbericht zusammenzufassen.

Die Umsetzung des Monitorings erfolgt auf der Grundlage des Monitoringkonzeptes vom 10.01.2020 [LEAG 2020]. Die methodischen Grundlagen zum Monitoring des Cottbuser Ostsees sind in [IWB 2020] umfassend dargestellt. Die technischen- und Laborleistungen des Monitorings wurden in einem gesonderten Auftrag vergeben. Mit der Beprobung des Cottbuser Ostsees wurde die LUG Engineering GmbH Cottbus (kurz: LUG) als Nachauftragnehmer beauftragt. Von der LUG wurden wiederum als Nachauftragnehmer die Firma AEROHELI International GmbH & Co. KG für die Durchführung der Hubschrauberbeprobung gebunden. Für die biologischen Untersuchungen wurde die Spezial- und Bergbau-Servicegesellschaft Lauchhammer mbH (kurz: SGL) als Nachauftragnehmer der LUG beauftragt. Die chemischen Untersuchungen wurden im Auftrag der LE-B von der SGS Analytics LAG GmbH Schwarze Pumpe (kurz: SGS) durchgeführt.

Im vorliegenden Monitoringbericht werden die Monitoringergebnisse des Kalenderjahres 2023 dokumentiert und bewertet.

Der Berichtszeitraum beginnt am 01.01.2023 und endet auftragsgemäß am 31.12.2023. Das Monitoring ist durch LE-B kalenderjährlich bis zum 30. Juni gegenüber den Genehmigungsbehörden zu rapportieren. Die von den diversen Auftragnehmern der LE-B im Jahr 2023 erhobenen hydrologischen, hydrochemischen und sonstigen Daten zum Flutungswasser und zum Cottbuser Ostsee wurden erfasst, visualisiert, auf Plausibilität geprüft und bewertet.

Folgende Aspekte werden im vorliegenden Bericht erläutert:

- die Erstellung einer Wasserbilanz für den Cottbuser Ostsee unter Einbeziehung des Wasserspiegelanstiegs, der Flutungswassermengen und der Witterungsdaten sowie die Erklärung von Differenzen in der Wasserbilanz (Zustrom, Versickerung etc.),
- eine Bewertung der hydrochemischen Analysen des Flutungs- und Seewassers hinsichtlich Acidität und Pufferung, Ionenmuster, Nährstoffe, Schadstoffe, Stoffeinträge, Stoffübergänge und weiterer Zustandsgrößen und Kennwerte sowie
- die Interpretation der Tiefenprofilmessungen in den Teilbecken bzw. im See hinsichtlich der Mixis unter Berücksichtigung der Witterungsverhältnisse zum Beprobungstermin.

2 Umfang der Untersuchungen im Jahr 2023

2.1 Untersuchungsgebiet

Die Randschläuche des ehemaligen Tagebaus Cottbus-Nord wurden bei der Flutung unterschiedlich schnell mit Wasser gefüllt. Die Teilbecken (Bild 1) werden im vorliegenden Monitoringbericht entsprechend der Tabelle 1 bezeichnet. Seit November 2021 sind die Teilbecken Willmersdorf und Merzdorf hydraulisch verbunden. Die Teilbecken Schlichow und Willmersdorf/Merzdorf sind seit März 2023 ausgespiegelt.

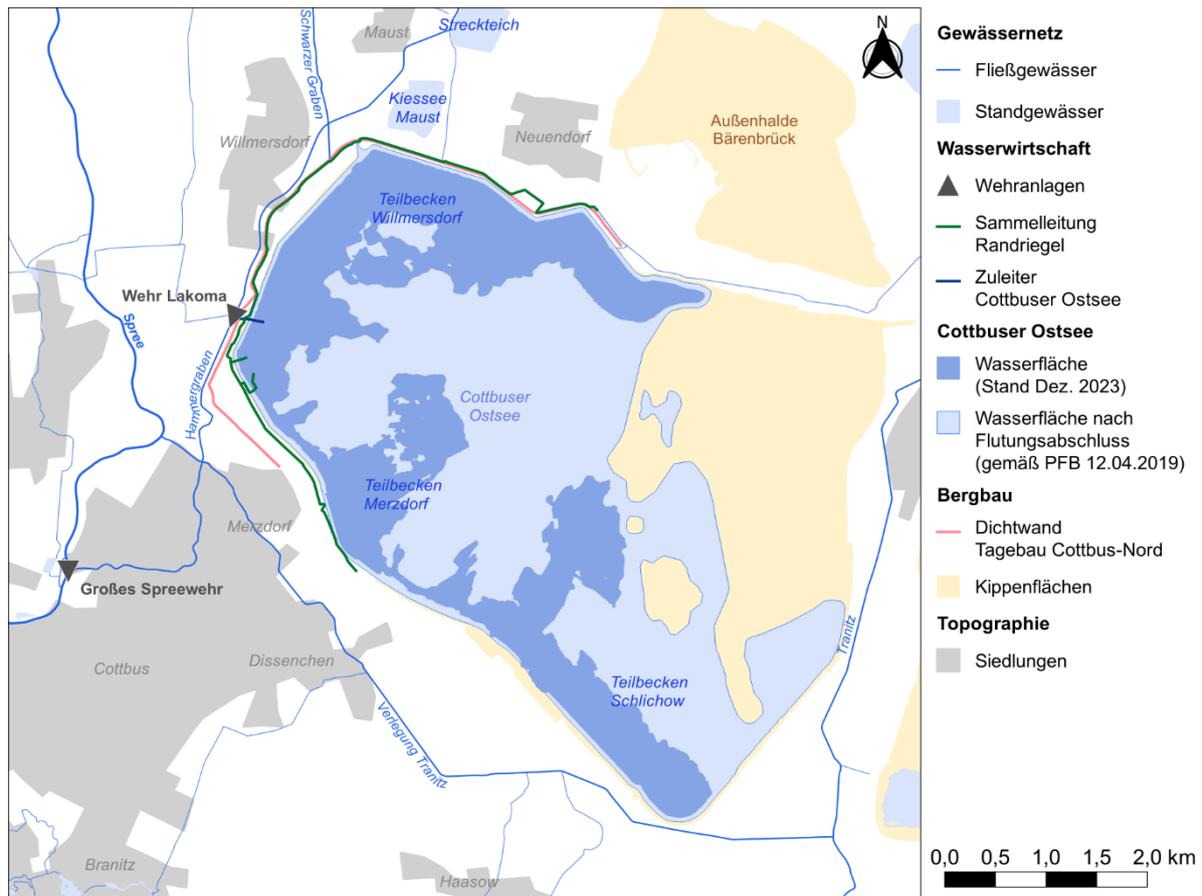


Bild 1: Überblick über das Untersuchungsgebiet zum Monitoring der Flutung des Cottbuser Ostsees im Jahr 2023.

Am Nordufer des Cottbuser Ostsees wurde im Jahr 2022 das Hafengebiet des Seehafens Teichland errichtet. Der künftige Hafen ist eine Folgenutzung und wurde durch die Gemeinde Teichland realisiert. Die Überflutung der Hafensohle setzte Ende Dezember 2023 bei einem Wasserspiegel von +59,8 m NHN ein. In der Seekontur vom 18.12.2023 (Bild 1) ist der Hafen noch nicht berücksichtigt.

Tabelle 1: Bezeichnung der Teilbecken und Teilbereiche des Cottbuser Ostsees.

Teilbecken	Randschlauch
Schlichow	Südrandschlauch
Merzdorf	Randschlauch Merzdorf
Willmersdorf	Nordrandschlauch

2.2 Flutungswasser

Die Flutungswassermenge aus dem **Hammergraben** wird an der Messstelle CB-Flut-Zuleiter kontinuierlich gemessen und als Tagesmittelwert ausgegeben (Tabelle 2). Die Beschaffenheit des Flutungswassers wurde im Monitoringjahr 2023 monatlich als Stichtagsbeprobung an der Messstelle CB-Flut-01 (Bild 2) untersucht. Der Messturnus und die Analytik richten sich nach dem Monitoringkonzept [LEAG 2020]. Im Januar und Februar 2023 wurde das Kurzprogramm (KP) ausgeführt, in allen folgenden Monaten des Jahres kam das Grundprogramm (GP) zur Anwendung.

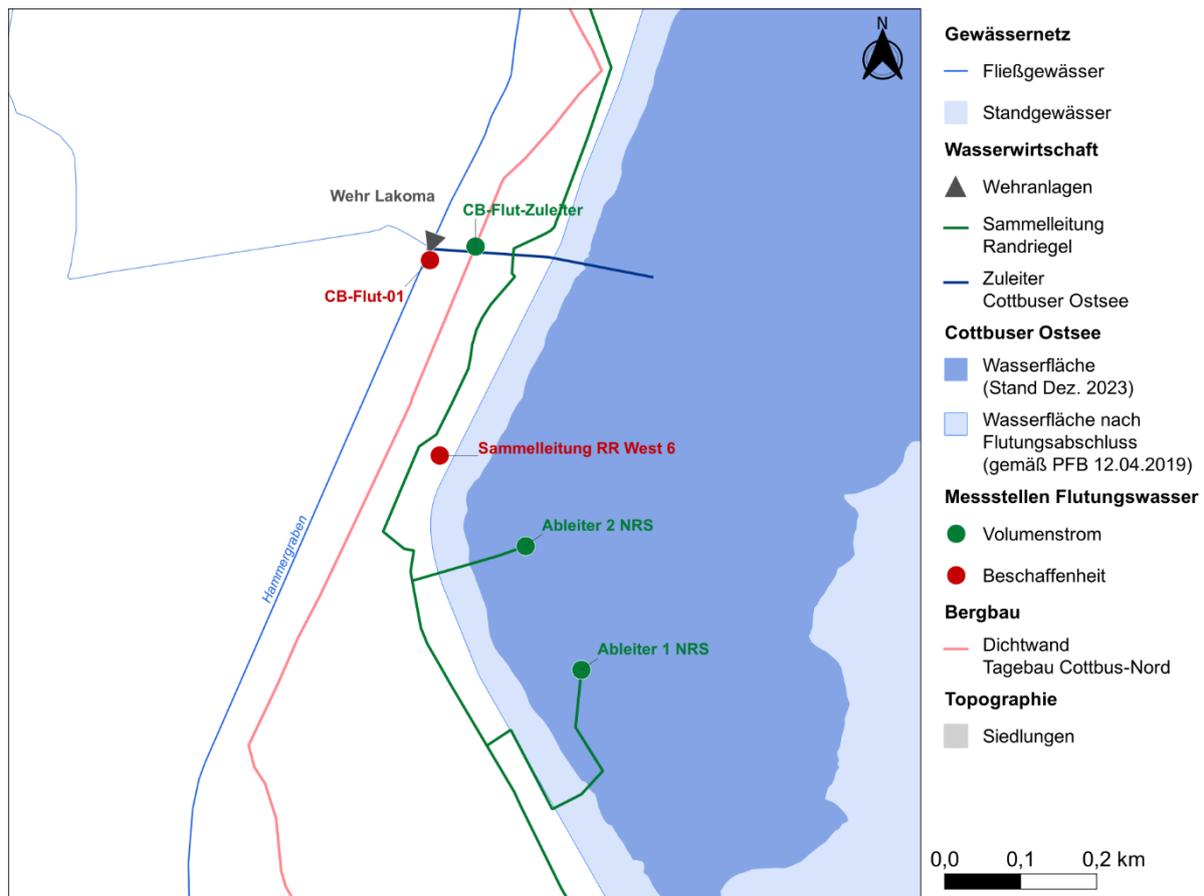


Bild 2: Lage der Messstellen für das Flutungswasser am Cottbuser Ostsee im Monitoringjahr 2023.

Die eingeleiteten Wassermengen aus den **Randriegelleitungen** wurden an den Flutungsleitungen Ableiter 1 NRS und Ableiter 2 NRS kontinuierlich erfasst. Sie liegen als Tagesmittelwerte vor (Tabelle 2). Gleichzeitig wurde das Wasser aus der Randriegelleitung an den Messstellen Sammelleitung Randriegel West 6 und Abschlag GWA 2 (uh. RR KBA) monatlich beprobt. Zur Bewertung der Beschaffenheit des eingeleiteten Randriegelwassers sind die Daten der Messstelle Randriegel West 6 maßgeblich. Im Jahr 2023 wurde die Sümpfung im Tagebau Cottbus-Nord endgültig eingestellt. Am 01.12.2023 wurde der Ableiter 1 NRS und bereits am 01.06.2023 der Ableiter 2 NRS außer Betrieb genommen. Im Februar 2023 fand an der Sammelleitung Randriegel West 6 keine Probennahmen statt. Es lagen deshalb nur zehn Datensätze vor. Das Untersuchungsprogramm ist in [LBGR 2021] vorgegeben.

Tabelle 2: Messstellen, Kenngrößen und Turnus für das Monitoring des Flutungswassers des Cottbuser Ostsees im Monitoringjahr 2023 gemäß [LEAG 2020].

Messstelle	Codierung	Messgröße	Messmethode	Turnus	Anzahl 2023
Entnahmestelle Hammergraben	CB-Flut-Zuleiter	Volumenstrom	IDM	Kontinuierlich (Tagesmittelwerte)	364
	CB-Flut-01	Beschaffenheit	Stichproben	Monatlich	10 x GP 2 x KP ¹⁾
Randriegel	Ableiter 1 NRS	Volumenstrom	IDM	Kontinuierlich (Tagesmittelwerte)	265
	Ableiter 2 NRS	Volumenstrom	IDM	Kontinuierlich (Tagesmittelwerte)	111
	Sammelleitung RR West 6	Beschaffenheit	Stichproben	Monatlich	10 x PRR ²⁾

Erläuterung:

GP	Grundprogramm gemäß [LEAG 2020]
KP	Kurzprogramm gemäß [LEAG 2020]
PRR	Programm Randriegel

1) gemäß [LEAG 2020] bei ausgesetzter Flutung nur Kurzprogramm (KP), sonst Grundprogramm (GP)

2) keine Probennahme im Februar 2023

2.3 Seewasserstand

Bis zum Jahr 2022 wurde der Wasserstand als monatliche Stichtagsmessung in den drei Teilbecken (Tabelle 1) des künftigen Cottbuser Ostsees erfasst. Bei Bedarf bzw. zur Kontrolle geotechnischer Sachverhalte wurde häufiger gemessen. Seit März 2023 sind die drei Teilbecken ausgespiegelt. Die monatliche Stichtagsmessung erfolgt seitdem nur noch im Teilbecken Willmersdorf im Bereich der Bärenbrücker Bucht (Tabelle 3). Seit Ende April 2023 misst eine Drucksonde im Bereich des Einlaufbauwerkes kontinuierlich den Wasserstand.

Tabelle 3: Messungen des Wasserstandes in den Teilbecken des künftigen Cottbuser Ostsees im Monitoringjahr 2023.

Teilbecken	Messturnus	Anzahl der Messwerte 2023	Bemerkung
Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch-Nord)	monatlich	49	▪ Januar bis Mai häufige Messung zur Kontrolle des Grenzwasserstandes (vgl. Tabelle 7)
	Kontinuierlich	246	▪ Drucksonde am Einlaufbauwerk ▪ seit 30.04.2023 in Betrieb ▪ Daten liegen als Tagesmittelwerte vor
Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf)	---	keine	▪ Seit 11/2021 mit Teilbecken Willmersdorf ausgespiegelt
Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch)	wöchentlich	37	▪ Messung Januar bis April ▪ Seit 03/2023 mit Teilbecken Willmersdorf/Merzdorf ausgespiegelt

2.4 Seewasserbeschaffenheit

Für das Monitoring des Cottbuser Ostsees im Jahr 2023 gelten die Vorgaben für den Flutungsbetrieb gemäß [LEAG 2020]. Das Untersuchungsspektrum richtete sich nach dem Monitoringkonzept [LEAG 2020]. Die drei wassergefüllten Teilbecken wurden an jeweils einer bzw. im Teilbecken Willmersdorf an zwei Messstellen untersucht (Bild 3 und Tabelle 4). Im Jahr 2023 fanden die Probenahmen zu zwei Terminen im März und im September mit dem Helikopter statt. In Summe wurden 21 Wasserproben hydrochemisch untersucht (Tabelle 4).

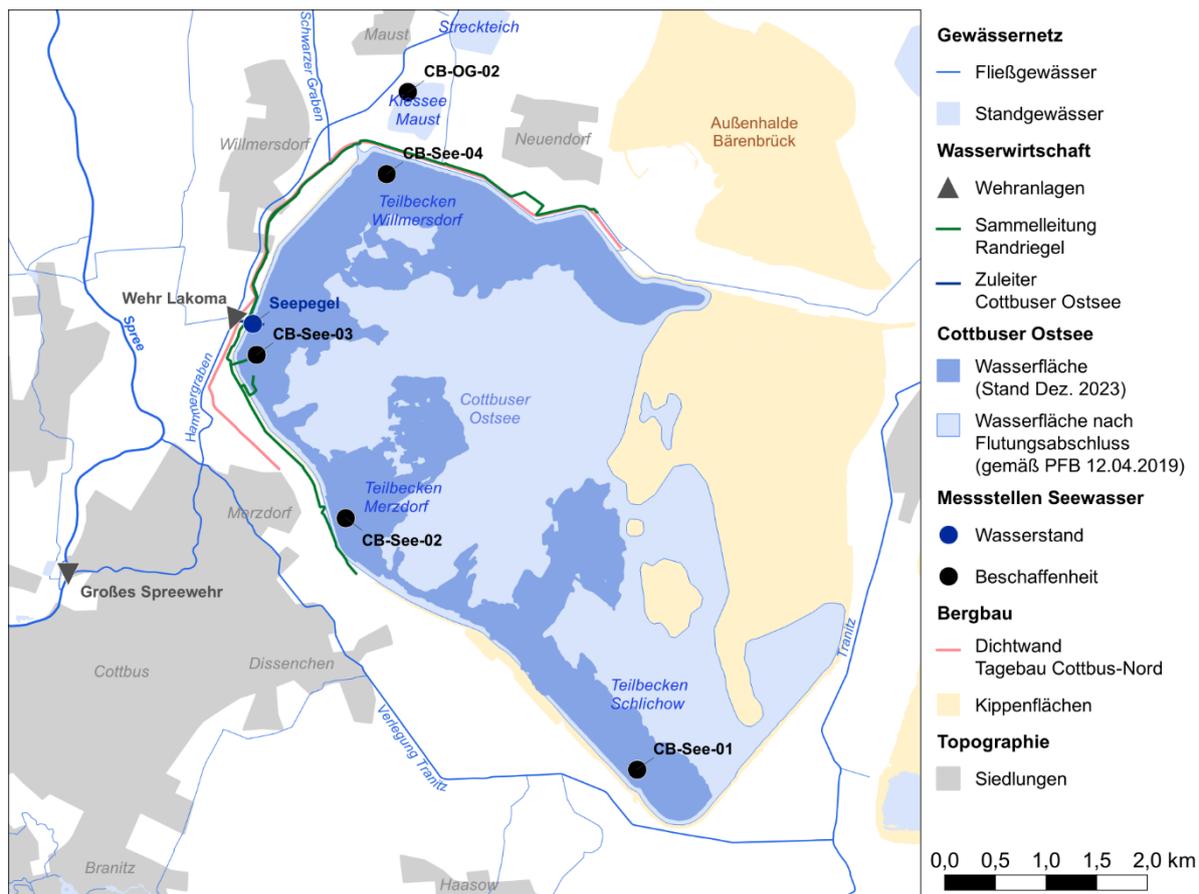


Bild 3: Übersicht der Seemesstellen im Cottbuser Ostsee im Monitoringjahr 2023 gemäß [LEAG 2020].

Während der Zirkulationsphase im Frühjahr 2023 erfolgte die Probenahme als Profilmischprobe in diskreten Abständen über eine Wassertiefe bis 10 Meter in den tiefen Teilbecken Willmersdorf und Schlichow bzw. bis 5 Meter im flachen Teilbecken Merzdorf. Zudem wurde jeweils ca. 1 Meter über dem Seeboden eine Grundprobe als Stichprobe entnommen. Im Frühjahr 2023 wurden in den drei Teilbecken biologische Kennwerte erhoben (Tabelle 4). Während der Stagnationsphase im September 2023 wurden tiefenorientierte Stichproben aus dem Epilimnion, Hypolimnion und über Grund entnommen.

Nördlich vom Cottbuser Ostsee befindet sich der Kiessee Maust (Bild 3). Er ist hydraulisch vom Cottbuser Ostsee durch eine Dichtwand getrennt. Der See wird als Bade- und Angelgewässer genutzt. Zur Überwachung eines möglichen Einflusses der



Flutung des Cottbuser Ostsees auf die Hydrochemie des Kiesees wird der See jährlich beprobt. Die Probenahme erfolgt während der Sommerstagnation an einer Messstelle (CB-OG-02) vom Ufer aus (Tabelle 4).

Tabelle 4: Übersicht über das Seewassermonitoring zum Cottbuser Ostsee im Monitoringjahr 2023.

Messstelle	Teilbecken	Datum	Hydro-chemie	Bio-logie	Gelotete Tiefe [m]	Limno-logische Zuordnung	Proben-anzahl
CB-See-01	Schlichow (Südlandschlauch)	30.03.2023	■	■	19,9	i-g	2+Bio
		06.09.2023	■		20,5	e-h-g	3
CB-See-02	Merzdorf (Randschlauch Merzdorf)	30.03.2023	■	■	10,0	i-g	2+Bio
		06.09.2023	■		10,3	e-h-g	3
CB-See-03	Willmersdorf-Lakoma (Nordrand-schlauch West)	30.03.2023	■	■	16,9	i-g	2+Bio
		06.09.2023	■		17,3	e-h-g	3
CB-See-04	Willmersdorf-Auslauf (Nordrand-schlauch Nord)	30.03.2023	■		19,4	i-g	2
		06.09.2023	■		19,7	e-h-g	3
CB-OG-02	Kiessee Maust	06.09.2023	■		---	o	1

Erläuterung:

i	Profilmischprobe
e	Epilimnion
h	Hypolimnion
g	grundnah
o	oberflächennah

GP	Grundprogramm gemäß [LEAG 2020]
ZPB	Zusatzprogramm Biologie gemäß [LEAG 2020]

3 Ergebnisse

3.1 Witterung im Jahr 2023

Zur Charakterisierung der Witterungsverhältnisse am Cottbuser Ostsee werden die Daten der ca. 10 Kilometer entfernten DWD-Wetterstation Cottbus genutzt, vgl. [IWB 2020]. Die Eckzahlen der maßgeblichen Witterungsgrößen im Monitoringjahr 2023 sind im Vergleich mit der 30-jährigen Referenzperiode 1994 bis 2023 in der Tabelle 5 zusammengestellt. Als Referenz- bzw. Vergleichsperiode werden hier im Unterschied zur gängigen Definition einer Klimanormalperiode die letzten 30 Jahre einschließlich des Berichtsjahres verwendet. Das Berichtsjahr ist Bestandteil der Vergleichsperiode, wodurch der Vergleich überhaupt erst sinnvoll wird.

Tabelle 5: Eckzahlen der maßgeblichen Witterungsgrößen an der DWD-Wetterstation Cottbus für das Monitoringjahr 2023 und für die 30-jährige Referenzperiode von 1994 bis 2023.

Klimatische Größe	Monitoringjahr 2023	Referenzperiode 1994-2023	Einheit
Jahresniederschlag, korrigiert	710	629	mm
Mittelwert der relativen Luftfeuchte	75	74	%
Mittelwert der Windgeschwindigkeit (2 m Höhe)	1,8	1,9	m/s
Mittelwert der Lufttemperatur	+11,2	+10,1	°C
Maximum der Lufttemperatur	+36,3	---	°C
Minimum der Lufttemperatur	-10,6	---	°C
Anzahl Eistage ($T_{\max} < \pm 0^{\circ}\text{C}$)	5	16	Tage/Jahr
Anzahl Frosttage ($T_{\min} < \pm 0^{\circ}\text{C}$)	60	76	Tage/Jahr
Anzahl Sommertage ($T_{\max} \geq +25^{\circ}\text{C}$)	75	50	Tage/Jahr
Anzahl heiße Tage ($T_{\max} \geq +30^{\circ}\text{C}$)	21	14	Tage/Jahr

Das arithmetische Mittel der **Lufttemperatur** an der Station Cottbus lag im Monitoringjahr 2023 bei +11,2 °C und damit 1,1 Kelvin über dem 30-jährigen Durchschnitt (Tabelle 5). Die Monatsmittel der Lufttemperatur lagen im Jahr 2023 in den Monaten Januar bis März sowie Juni bis Dezember über bzw. auf dem Niveau der Monatsmittelwerte der langjährigen Reihe. Nur in den Monaten April und Mai lagen die Monatsmittel der Lufttemperatur unter dem langjährigen Durchschnitt (Bild 5). Das absolute Minimum der Lufttemperatur von -10,6 °C wurde während des etwa einwöchigen Kälteeinbruchs im Februar 2023 erfasst (Bild 4). Das Maximum der Lufttemperatur wurde mit +36,3 °C im Juli 2023 gemessen (Bild 4). Die Anzahl der im Monitoringjahr 2023 erfassten Eistage und Frosttage lag deutlich unter und die Anzahl der Sommertage und heißen Tagen deutlich über dem Niveau der 30-jährigen Reihe (Tabelle 5).

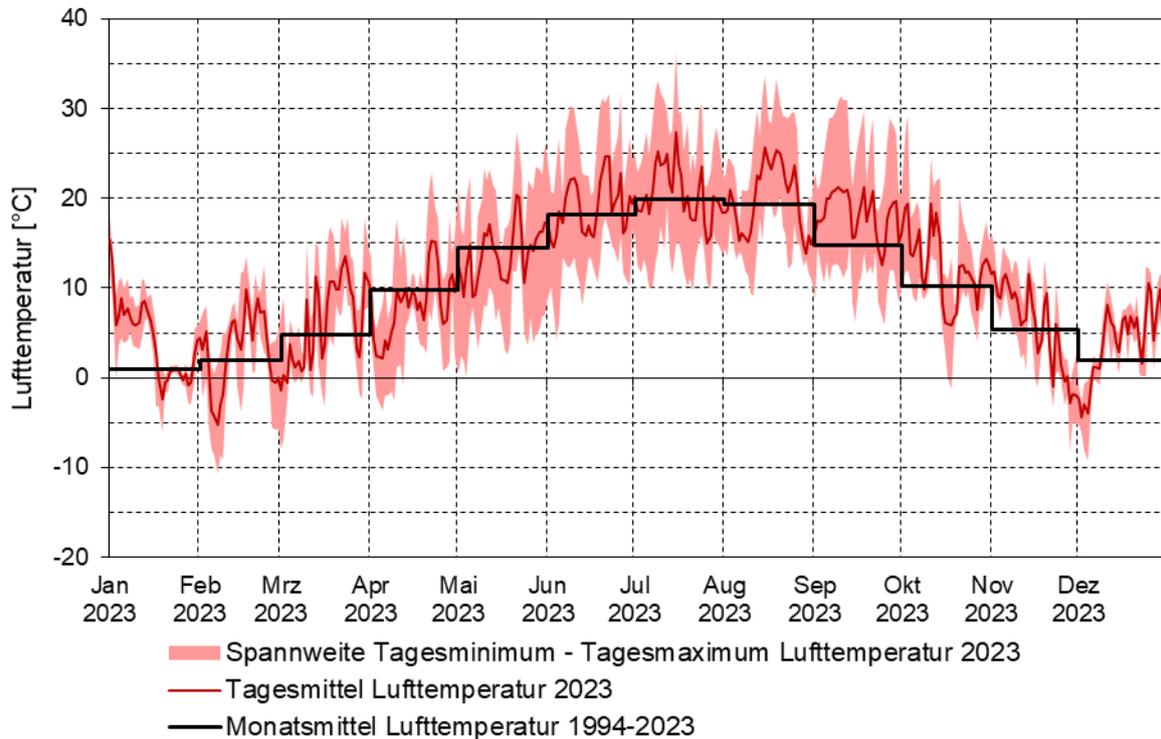


Bild 4: Ganglinie der Tagesmitteltemperatur sowie der Spanne zwischen dem täglichen Temperaturmaximum und Temperaturminimum im Monitoringjahr 2023 im Vergleich mit den Monatsmitteln der Lufttemperatur für die 30-jährige Reihe von 1994 bis 2023 an der DWD-Wetterstation Cottbus.

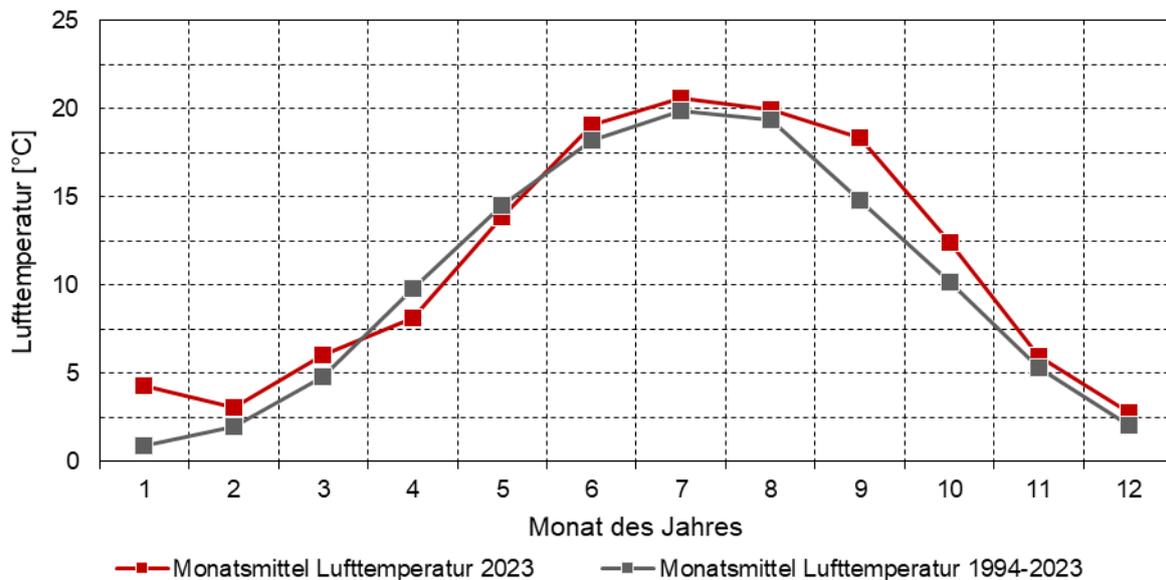


Bild 5: Vergleich der Monatsmittel der Lufttemperatur im Monitoringjahr 2023 mit den Monatsmitteln der Lufttemperatur für die 30-jährige Reihe von 1994 bis 2023 an der DWD-Wetterstation Cottbus.

Die Jahressumme des korrigierten **Niederschlags** an der Station Cottbus lag im Monitoringjahr 2023 bei 710 mm und damit 81 mm über dem Durchschnitt der 30-jährigen Vergleichsreihe von 1994 bis 2023 (Tabelle 5). In den Monaten Januar bis

April, Juni und Oktober bis Dezember des Jahres 2023 lagen die monatlichen Niederschlagssummen über und in den anderen Monaten des Jahres unter dem langjährigen Durchschnitt (Bild 6). Der niederschlagsreichste Monat war der Oktober 2023 mit 107 mm. Der September 2023 war mit 11 mm der niederschlagsärmste Monat (Bild 6). Im Monitoringjahr 2023 wurde an 17 Tagen Niederschlagssummen über 10 mm erfasst. Die höchste Tagessumme des Niederschlags wurde mit 29 mm am 22.06.2023 erfasst (Bild 7).

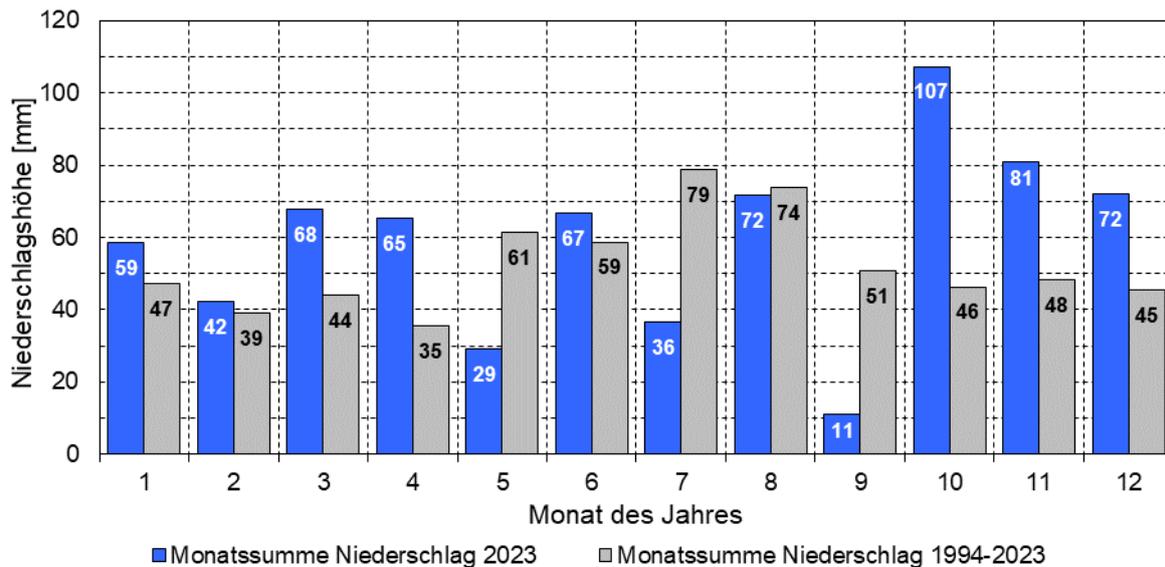


Bild 6: Vergleich der Monatssummen des korrigierten Niederschlags im Monitoringjahr 2023 mit den mittleren Monatssummen der 30-jährige Reihe von 1994 bis 2023 an der DWD-Wetterstation Cottbus.

Die kumulative Kurve des Niederschlags (Bild 7) zeigt **niederschlagsreiche Phasen**

- im Januar 2023 über nahezu drei Wochen mit rund 54 mm Niederschlag,
- von März bis Mitte April 2023 über ca. sechs Wochen mit rund 130 mm Niederschlag,
- von Mitte Juni bis Mitte August 2023 über ca. sieben Wochen mit rund 144 mm Niederschlag und
- von Anfang Oktober bis Ende Dezember 2022 über ca. 13 Wochen mit rund 260 mm sowie

ausgesprochen **niederschlagsarme Phasen**

- von Mitte April bis Mitte Juni 2023 über ca. acht Wochen mit einer kumulativen Niederschlagssumme von rund 40 mm und
- im September 2023 über rund vier Wochen mit einer kumulativen Niederschlagssumme von rund 11 mm.

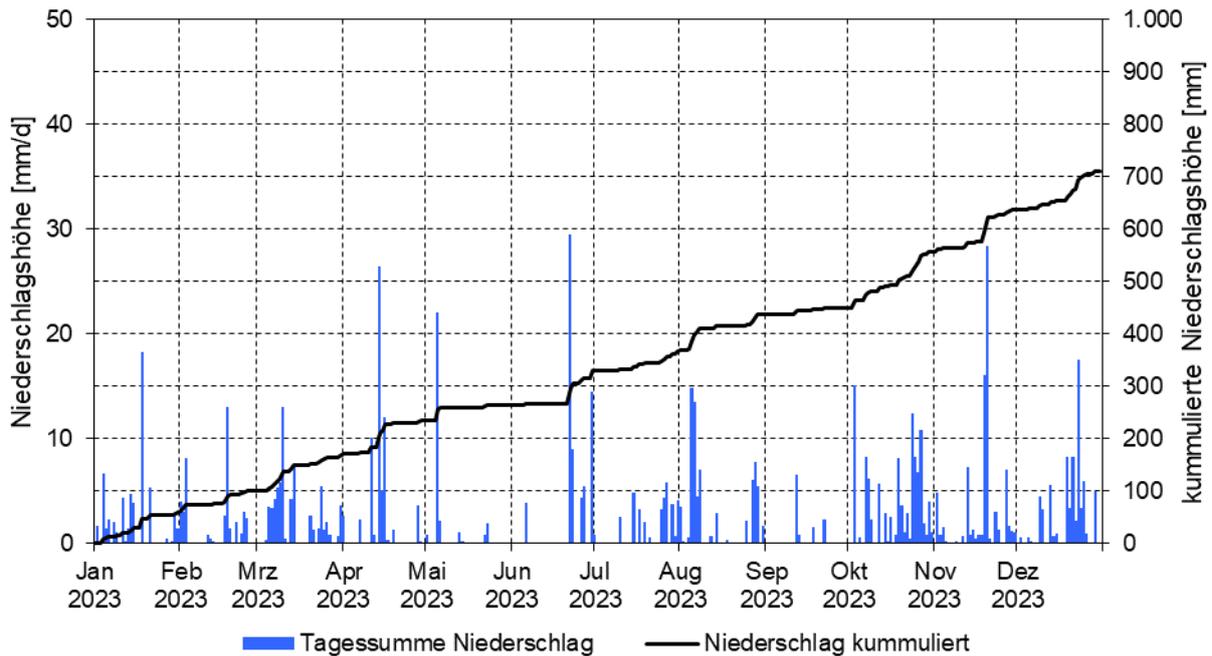


Bild 7: Tagessummen des korrigierten Niederschlags an der DWD-Wetterstation Cottbus im Monitoringjahr 2023.

Der **Wind** wehte im Monitoringjahr 2023 hauptsächlich aus südwestlicher, westlicher, und östlicher Richtung (Bild 9). Das Mittel der Windgeschwindigkeit in 2 Meter Höhe lag im Monitoringjahr bei 1,8 m/s (Tabelle 5). Das Maximum der Windgeschwindigkeit wurde am 25.12.2023 mit 6,5 m/s erfasst. Die höheren Windgeschwindigkeiten traten überwiegend bei Wind aus südwestlicher Richtung (Bild 9) und in Verbindung mit Niederschlagsereignissen auf (vgl. Bild 7 und Bild 8).

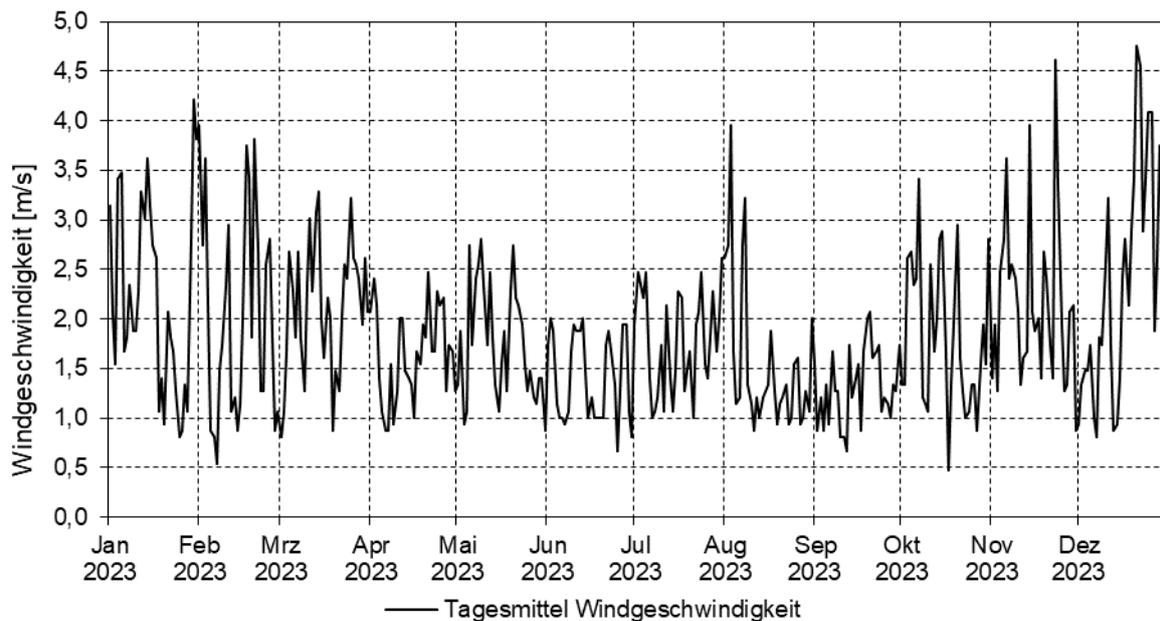


Bild 8: Ganglinie der Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeit in 2 Meter Höhe an der DWD-Wetterstation Cottbus im Monitoringjahr 2023.

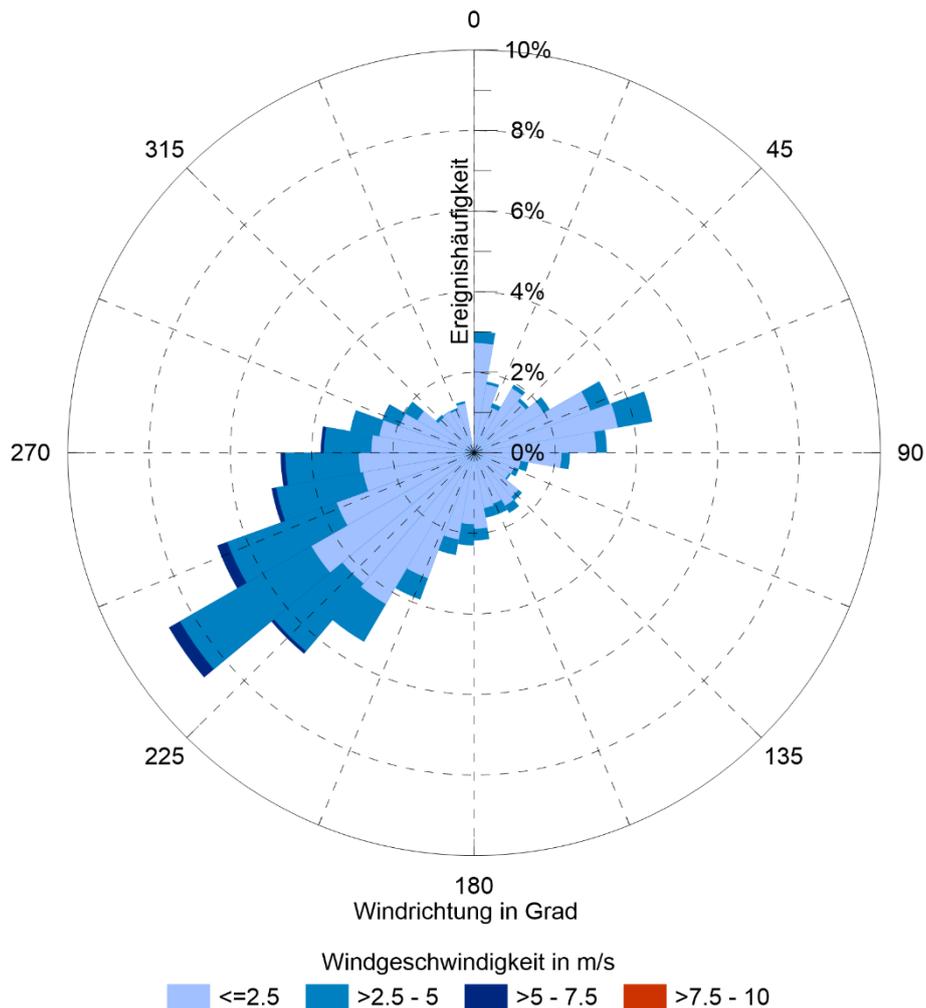


Bild 9: Windrose mit Windrichtung und Windgeschwindigkeit in 2 Meter Höhe an der DWD-Wetterstation Cottbus im Monitoringjahr 2023 (Datenbasis: Stundenwerte).

Die **Gewässerverdunstung** wurde nach dem Dalton-Verfahren [DVWK 1996] berechnet. Da die drei Teilbecken des Cottbuser Ostsees seit Anfang März 2023 hydraulisch miteinander verbunden und ausgespiegelt sind, wird die Gewässerverdunstung für den Gesamtsee ausgewiesen. Die Gewässerverdunstung des Cottbuser Ostsees folgte dem Jahresgang der Lufttemperatur mit hohen Verdunstungsraten in den Sommermonaten und niedrigen Verdunstungsraten in den Frühjahrs- und Wintermonaten (vgl. Bild 5 und Bild 10). Aufgrund der überdurchschnittlich hohen Lufttemperatur im Januar 2023 (vgl. Bild 4 und Bild 5) war die Gewässerverdunstung im Januar deutlich höher als in den drei Folgemonaten. Die Verdunstungshöhen nahmen zwischen Februar und Juli 2023 kontinuierlich zu und nachfolgend bis Dezember 2023 wieder ab (Bild 10 und Tabelle 6). Für den Juli 2023 wurde mit 144 mm die höchste Gewässerverdunstung ermittelt. Die hohe Gewässerverdunstung im Juli 2023 ist auf die hohen Lufttemperaturen, die geringere Luftfeuchte und die höheren Windgeschwindigkeiten zurückzuführen. Für das Monitoringjahr 2023 wurde eine summarische Verdunstungshöhe von 756 mm ermittelt (Tabelle 6).

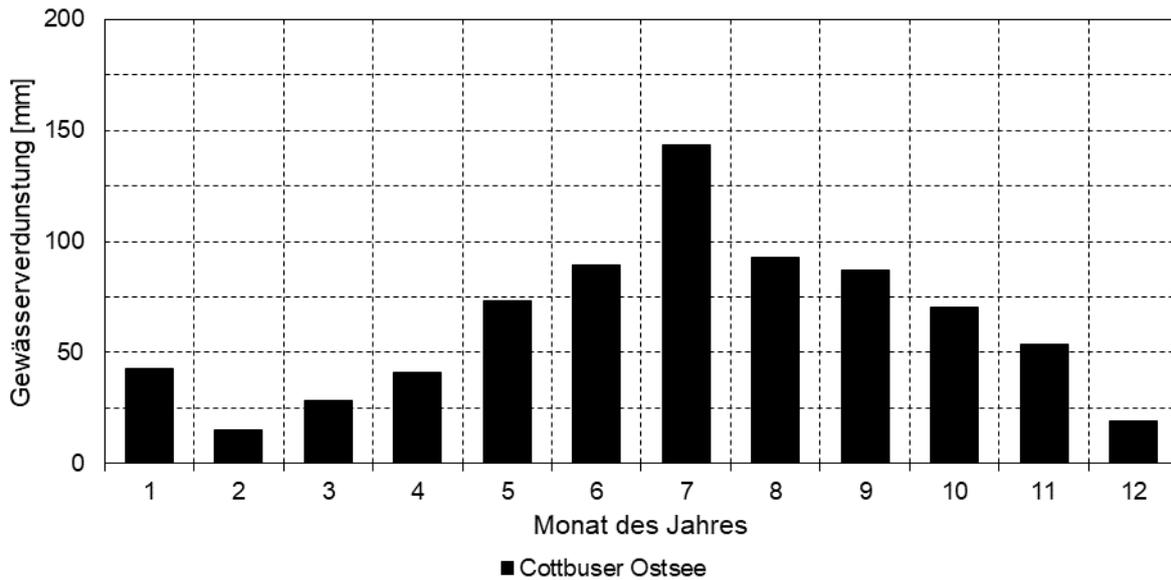


Bild 10: Monatssummen der für den Cottbuser Ostsee nach DALTON berechneten Gewässerverdunstung im Monitoringjahr 2023.

Tabelle 6: Monatssummen der für den Cottbuser Ostsee nach DALTON berechneten Gewässerverdunstung im Monitoringjahr 2023.

Monat	Cottbuser Ostsee
	mm
Januar	43
Februar	15
März	28
April	41
Mai	73
Juni	89
Juli	144
August	93
September	87
Oktober	70
November	53
Dezember	19
Jahressumme	756

3.2 Ereignisse

Im Teilbecken Willmersdorf traten im Jahr 2023 erneut Rutschungen und Nachbrüche auf (Tabelle 7). Dies betrifft die gewachsene Uferlinie südlich des Einlaufbauwerkes, im Bereich des Ableiter 1 und südlich des geplanten Auslaufbauwerkes. Im Teilbecken Merzdorf ereignete sich im Jahr 2022 eine Rutschung an der Hafensohle im Vorland des Linienverbau „Kaimauer“. Die Sanierung der betroffenen Böschungsbereiche erfolgte im Jahr 2023. Seitdem wurden kleinere Kliffbildungen und Nachbrüche



dokumentiert. Im Teilbecken Schlichow erfolgten nach der Rutschung im Bereich des Lärmschutzdammes auch 2023 weitere kleinere Nachbrüche.

Tabelle 7: Chronologie der maßgeblichen Ereignisse im Untersuchungsraum des Cottbuser Ostsee seit Flutungsbeginn im Jahr 2019.

Datum	Ereignis
15.01.2019	Erprobungsbetrieb des Einlaufbauwerkes aus dem Hammergraben
21.01.2019	
12.04.2019	Flutungsbeginn
14.06.2019	Setzungsfleißrutschung im Teilbecken Willmersdorf
18.06.2019	Setzungsfleißrutschung im Teilbecken Willmersdorf
29.08.2019	Setzungsfleißrutschung im Teilbecken Willmersdorf
02.09.2019	Setzungsfleißrutschung im Teilbecken Willmersdorf
13.11.2019	Setzungsfleißrutschung im Teilbecken Merzdorf
26.11.2019	Setzungsfleißrutschung im Teilbecken Willmersdorf
30.06.2020	Setzungsfleißrutschung im Teilbecken Willmersdorf
29.09.2020	Setzungsfleißrutschung im Teilbecken Willmersdorf
06.11.2020	Setzungsfleißrutschung im Teilbecken Merzdorf
26.01.2021	Setzungsfleißrutschung im Teilbecken Willmersdorf, Wiederaufnahme der Flutung aus dem Hammergraben
10.03.2021	Privatvideo: Setzungsfleißrutschung im Teilbecken Willmersdorf
23.09.2021	Setzungsfleißrutschung im Teilbecken Merzdorf
18.11.2021- 25.11.2021	Überlauf von Teilbecken Willmersdorf in das Teilbecken Merzdorf bei +53,1 m NHN, Drohnenvideo vom 17.11.2021
12.02.2022	Überlauf vom Teilbecken Willmersdorf/Merzdorf in das Teilbecken Schlichow bei +56,5 m NHN
09.03.2022	Wasserstand der drei Teilbecken ausgespiegelt bei +56,7 m NHN
01.01.2022- 28.02.2022	Mehrere Böschungsumbildungen an gewachsenen Uferbereichen im Südrandschlauch im Bereich des Lärmschutzdammes bei Schlichow
14.01.2022	Böschungsbewegung an gewachsenen Uferbereichen im Randschlauch Merzdorf
06.04.2022	Böschungsbewegung an gewachsenen Uferbereichen im Nordrandschlauch ca. 500m südlich des Einlaufbauwerkes
09.05.2022-	Flutungspause, dadurch Absinken des Wasserspiegels und erosive Abflachung der Böschungen
Sept. 2022	Verbindung zwischen den Teilbecken Willmersdorf/Merzdorf und Teilbecken Schlichow wieder unterbrochen
20.12.2022	Böschungsabbruch im Nordrandschlauch ca. 420 m südlich des Einlaufbauwerkes
20.02.2023- 01.03.2023	Erneuter Überlauf vom Teilbecken Willmersdorf/Merzdorf in das Teilbecken Schlichow bei +56,7 m NHN
07.03.2023	Wasserstand der drei Teilbecken ausgespiegelt bei +56,8 m NHN
17.02.2023	Weitere Nachbrüche und Rutschung südlich des Einlaufbauwerkes im Bereich des Teilbecken Willmersdorf
20.03.2023- 04.04.2023	Sicherungsarbeiten im Rutschungsbereich am Linienverbau Kaimauer Stadthafen Cottbus. Für die Einhaltung des dafür geltenden Grenzwasserstandes von +56,8 m NHN wurde die Einleitung aus dem Hammergraben gedrosselt.
16.05.2023	Rutschung im Teilbecken Schlichow
05.06.2023- 11/2023	Sanierungsmaßnahme im Bereich des Teilbecken Willmersdorf zum Brechen der Kliffkanten

Datum	Ereignis
27.-28. 06.2023	Rutschungen an gewachsenen Uferbereichen des Teilbeckens Willmersdorf
07.09.2023	Rutschung im Teilbecken Willmersdorf im Bereich des Einlaufbauwerkes und des Ableiter 1.
19.10.2023	Rutschung im Teilbecken Willmersdorf südlich des geplanten Auslaufbauwerkes
26.12.2023	Beginnende Überflutung im Bereich der Innenkippe und des Seehafens Teichland bei Neuendorf ab einem Wasserspiegel von +59,8 m NHN

3.3 Morphometrie

Die Morphologie des Cottbuser Ostsees im Ausgangszustand vor der Flutung ist in Bild 11 dargestellt. Die Vermessung der Seemorphometrie erfolgte vor Flutungsbeginn durch Airborne-Laserscanning am 22.02.2019. Markant sind die tiefen Randschläuche und die flache Oberfläche der Innenkippe. Die dazugehörigen Wasserstand-Volumen- und Wasserstand-Flächen-Funktionen (HVA) für den gesamten Cottbuser Ostsee sind in Bild 12 dargestellt.

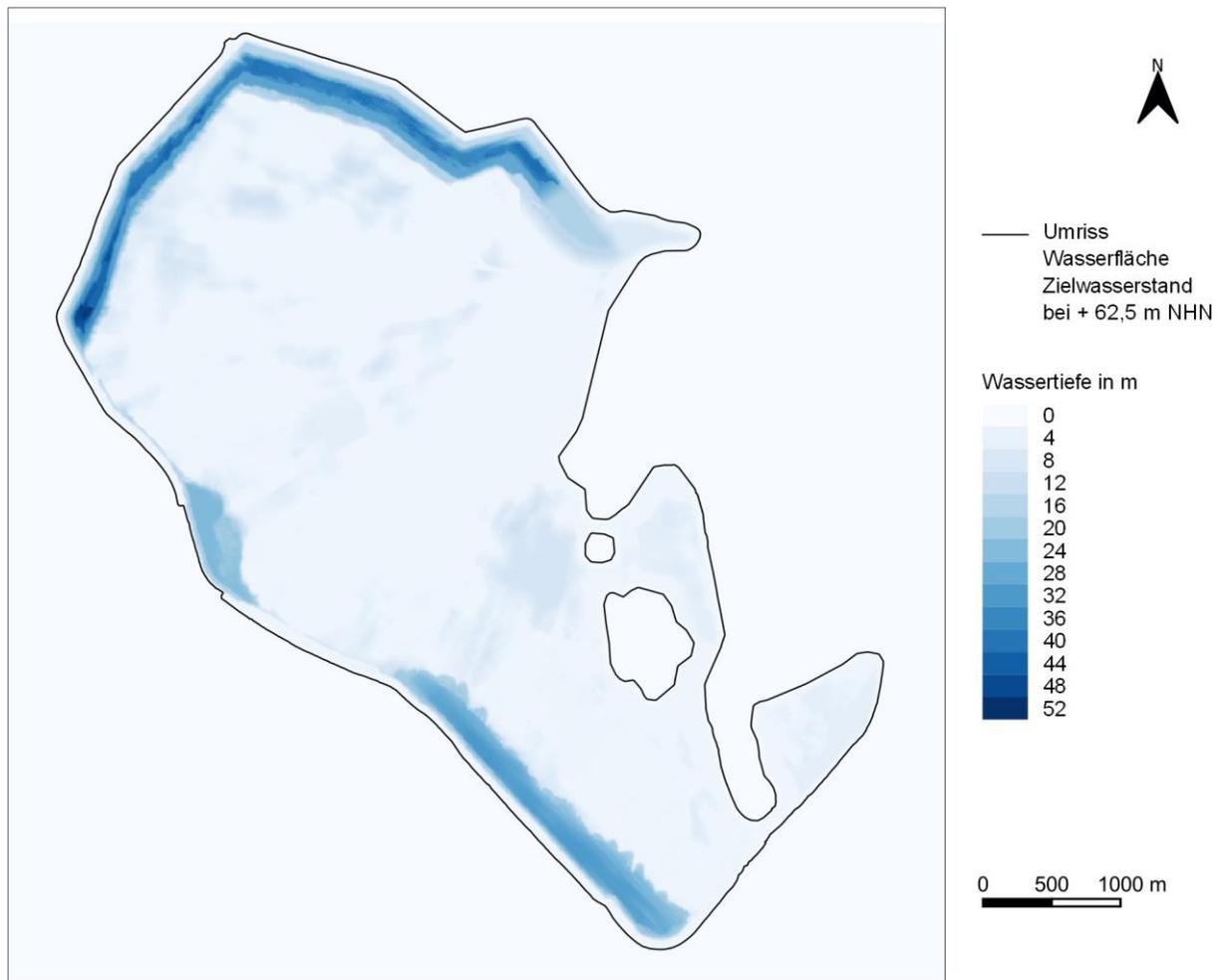


Bild 11: Bathymetrie des Cottbuser Ostsees bei dem Zielwasserstand von +62,5 m NHN auf der Grundlage des morphologischen Ausgangszustandes der Hohlform des Tagebaus Cottbus-Nord (Stand 22.02.2019).

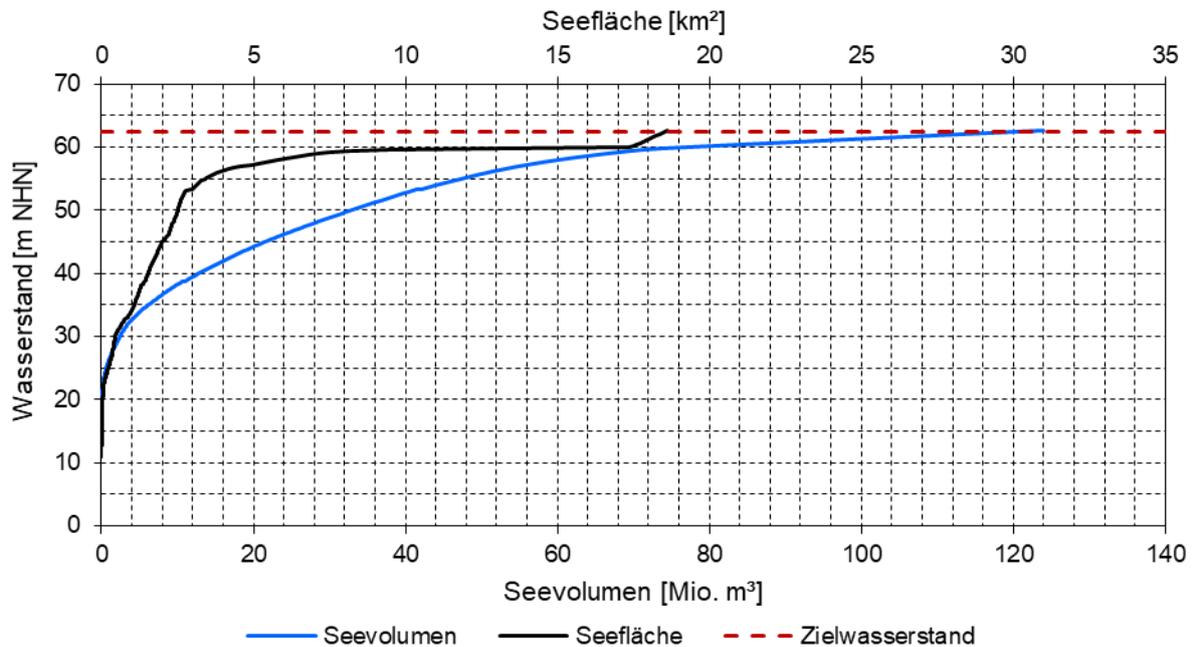


Bild 12: Wasserstand-Volumen-Flächen-Beziehung für den Cottbuser Ostsee, abgeleitet aus den Daten der Vermessung der Morphometrie vom 22.02.2019.

Mit Abschluss der Flutung wird der Cottbuser Ostsee bei einem Zielwasserstand von +62,5 m NHN ein Seevolumen von rund 126 Mio. m³ und eine Seefläche von rund 19 km² aufweisen.

Während die Seefläche und das Seevolumen für den Zielwasserstand robuste Größen darstellen, verformen sich im Zuge der Flutung die Wasserstand-Volumen- und die Wasserstand-Fläche-Funktionen. Grund sind insbesondere die Rutschungen an den unverdichteten Kippenböschungen, die einerseits zur Aufhöhung der Gewässersohle in den Randschlüchen, andererseits aber auch zu einer Vertiefung der dahinter liegenden Kippenoberfläche führen (vgl. Tabelle 7 in Abschnitt 3.2). Durch Wellenwirkung und Rutschungen gibt es auch lokale Verformungen an den gewachsenen Böschungen.

Im Zeitraum vom 31.08.2020 bis zum 21.02.2024 wurde die Morphometrie anhand von photogrammetrischen Luftbilddauswertungen und Lotungen aktualisiert. Die neuen Daten werden im kommenden Berichtsjahr 2024 ausgewertet. Eine erneute Vermessung der Seemorphometrie ist gemäß der Nebenbestimmung 1.3.5.5 des Planfeststellungsbeschlusses für den Cottbuser Ostsee [LBGR 2019a] ab einem Wasserstand von +61 m NHN vorgesehen.

3.4 Wasserbilanz

3.4.1 Flutung

Im Monitoringjahr 2023 wurden in Summe rund 37,9 Mio. m³ Wasser (im Jahr 2022: 33,3 Mio. m³) in den Cottbuser Ostsee eingeleitet (Tabelle 8). Davon stammten rund 35,8 Mio. m³ bzw. im Mittel rund 1,14 m³/s aus dem Hammergraben. Die Flutung aus dem Hammergraben erfolgte von Anfang Februar bis Ende Mai mit einer kurzen

Unterbrechung im März sowie von Anfang Oktober bis Ende Dezember. Ab Mitte Dezember wurde mit einer maximalen Einleitmenge von 5,0 m³/s geflutet (Bild 13). Das für die Flutung nutzbare Wasserdargebot der Spree wurde wöchentlich entsprechend den Grundsätzen der länderübergreifenden Bewirtschaftung der Flussgebiete Spree, Schwarze Elster und Lausitzer Neiße der Arbeitsgemeinschaft „Flussgebietsbewirtschaftung Spree-Schwarze Elster“ durch Steueranweisung von der Flutungszentrale Lausitz (FZL) vorgegeben.

Die Flutungswassermenge aus der Randriegelleitung ist entsprechend der Anordnung nachträglicher Auflagen zum ABP zur Durchführung von Entwässerungsmaßnahmen im Bereich des Tagebaues Cottbus-Nord auf maximal 6,7 Mio. m³/a limitiert [LBGR 2021]. Im Jahr 2023 wurden rund 2,1 Mio. m³ Wasser eingeleitet. Die Einleitung erfolgte mit durchschnittlich 0,04 m³/s aus dem Ableiter 1 und mit durchschnittlich 0,03 m³/s aus dem Ableiter 2 (Tabelle 8). Die Einleitungen wurden im Monitoringzeitraum zeitweise ausgesetzt. Der Ableiter 2 NRS wurde am 01.06.2023 und der Ableiter 1 NRS am 01.12.2023 vollständig außer Betrieb genommen (Bild 13).

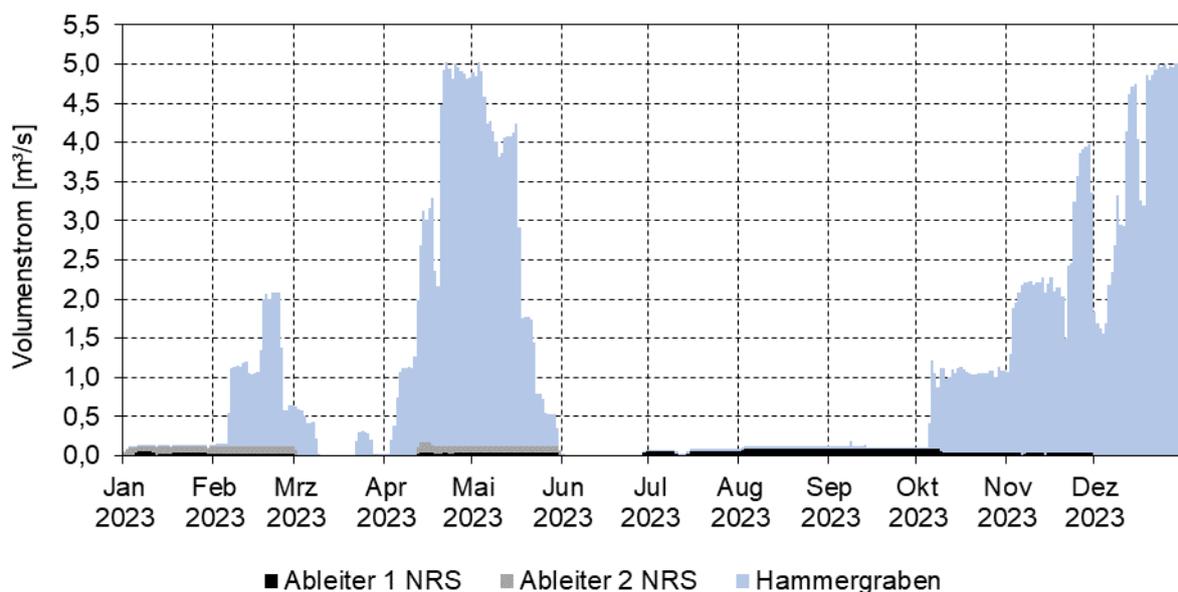


Bild 13: Ganglinien der aus dem Hammergraben und den Randriegeln (Ableiter 1 NRS, Ableiter 2 NRS) in den Cottbuser Ostsee eingeleiteten Wassermengen im Monitoringjahr 2023.

Tabelle 8: Mittlere Volumenströme und summarische Kubaturen der Einleitungen aus dem Hammergraben und den Randriegeln in den Cottbuser Ostsee im Monitoringjahr 2023.

Einleitung	Mittlerer Volumenstrom	Kumulatives Volumen
	[m ³ /s]	[m ³]
Hammergraben	1,134	35.758.794
Ableiter 1 NRS	0,039	1.218.603
Ableiter 2 NRS	0,027	848.585
Summe	1,199	37.825.982

3.4.2 Entwicklung des Wasserstandes und Volumenzuwachs

Bereits im November 2021 vereinigten sich die **Teilbecken Wilmersdorf und Merzdorf** (Tabelle 7). Der Wasserstand in den beiden Teilbecken entwickelt sich seitdem synchron. Zwischen Mitte Februar und Anfang März 2022 vereinigten sich die Teilbecken Wilmersdorf und Merzdorf mit dem **Teilbecken Schlichow** (Bild 14). Nach Einstellung der Flutung im Mai 2022 sank der Wasserstand in den drei Teilbecken. Ende September 2022 war die Verbindung zwischen den Teilbecken Wilmersdorf und Merzdorf und dem Teilbecken Schlichow wieder unterbrochen.

Nach Wiederaufnahme der Flutung im Februar 2023 stieg der Wasserspiegel in den Teilbecken Willmersdorf/Merzdorf wieder an. Ende Februar 2023 liefen die Teilbecken Willmersdorf/Merzdorf in das Teilbecken Schlichow über. Durch den Zustrom beschleunigte sich der Anstieg des Wasserspiegels im Teilbecken Schlichow. Am 07.03.2023 wurde in allen Teilbecken des Cottbuser Ostsees ein einheitlicher Wasserstand von +56,76 m NHN erfasst (Bild 14 und Tabelle 9). Er entwickelt sich in den Teilbecken seitdem synchron. Zum Ende des Monitoringjahres 2023 wurde im Cottbuser Ostsees ein Wasserstand von +59,9 m NHN verzeichnet (Bild 14 und Tabelle 9).

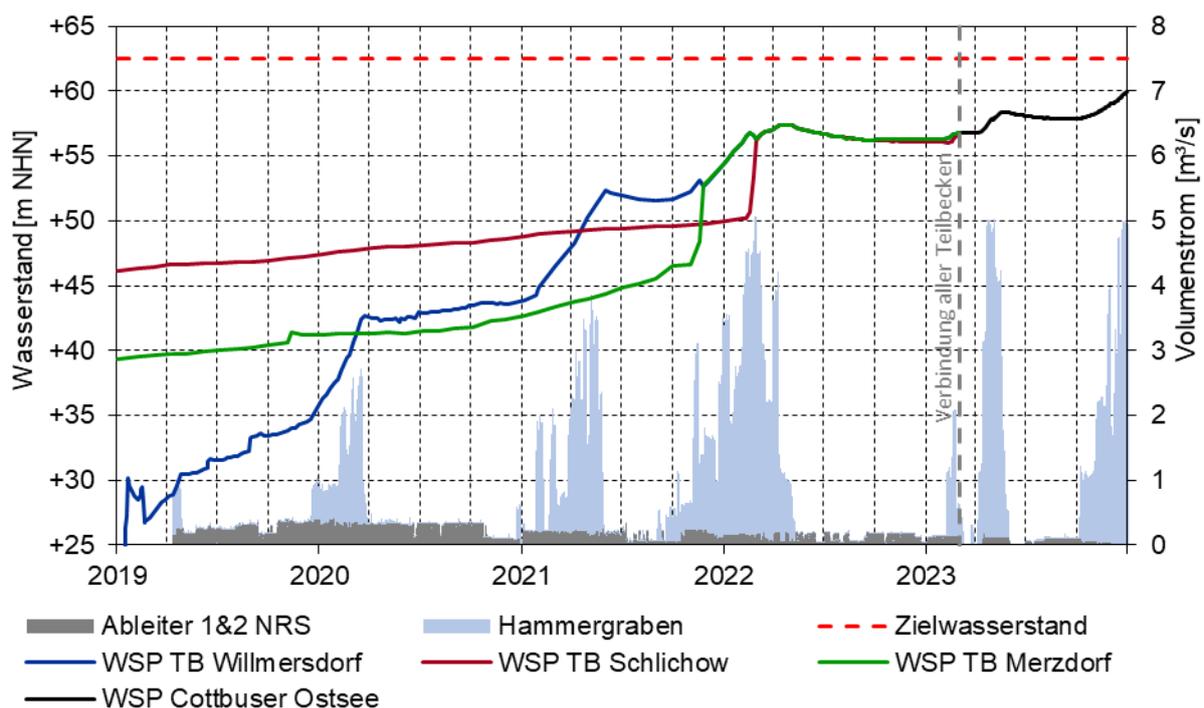


Bild 14: Ganglinien der Wasserstände in den Teilbecken des Cottbuser Ostsees und im Cottbuser Ostsee nach Verbindung aller Teilbecken (März 2023) sowie die Flutungsmengen in den Jahren 2019 bis 2023.

Die Entwicklung des Wasservolumens in den Teilbecken des Cottbuser Ostsees im Monitoringjahr 2023 folgte der zuvor beschriebenen Entwicklung des Wasserstandes (Bild 15). Das gefüllte Wasservolumen in den Teilbecken des Cottbuser Ostsees nahm zwischen dem 21.12.2022 und der Vereinigung der Teilbecken am 07.03.2023 um 1,95 Mio. m³ zu. Bis zum Ende des Monitoringzeitraum 2023 nahm das Volumen des Cottbuser Ostsees um weitere 23,4 Mio. m³ auf insgesamt 75,73 Mio. m³ zu

(Tabelle 9). Das entspricht in Summe rund 60 % des geplanten Gesamtvolumens von 126 Mio. m³.

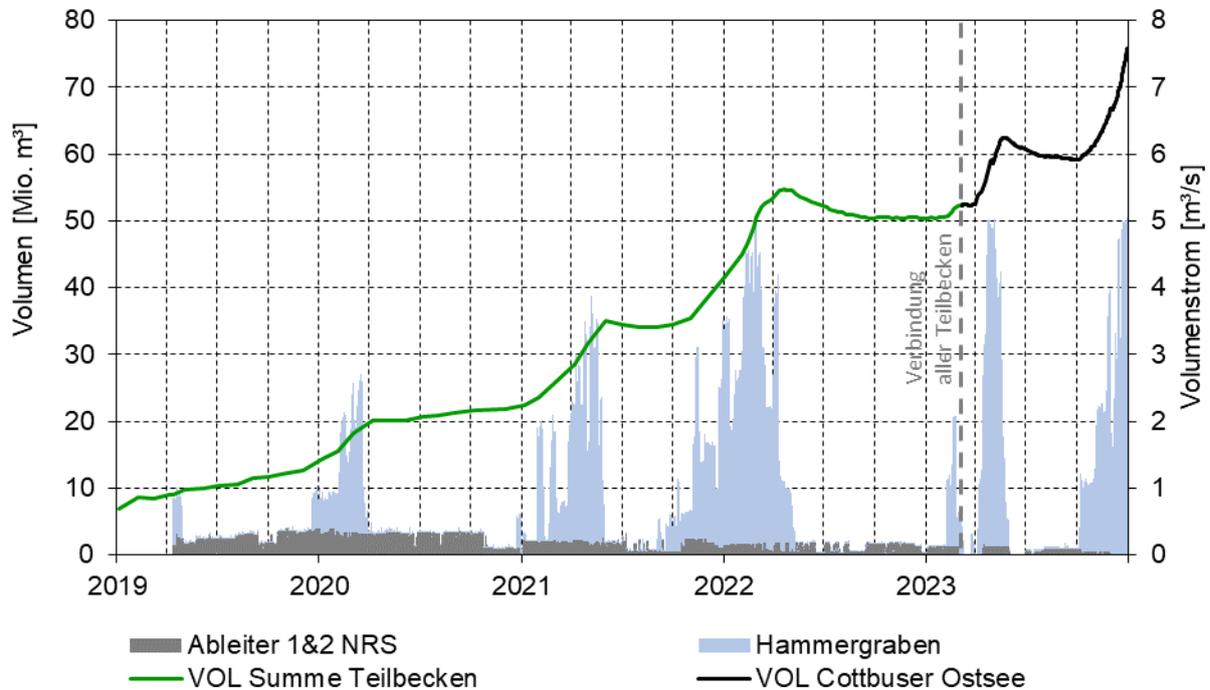


Bild 15: Entwicklung des Seevolumens in den Teilbecken des Cottbuser Ostsees und im Cottbuser Ostsee nach Verbindung aller Teilbecken (März 2023) sowie die Flutungsmengen in den Jahren 2019 bis 2023.

Tabelle 9: Wasserspiegelanstieg und Volumenzuwachs in den Teilbecken des Cottbuser Ostsees und im Cottbuser Ostsee nach Verbindung aller Teilbecken (07.03.2023) im Zeitraum vom 12.04.2019 (Flutungsbeginn) bis 31.12.2023.

Datum	Tage	Wasserstand m NHN	Änderung des Wasserstandes		Volumen nach HVA Mio. m ³
	d		m	cm/d	
Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch)					
12.04.2019	---	+46,63	---	---	6,99
21.12.2022	1.354	+56,06	9,43	0,69	14,15
07.03.2023	76	+56,76	0,70	0,92	14,79
Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf)					
12.04.2019	---	+39,70	---	---	0,13
21.12.2022	1.354	+56,25	16,55	1,22	3,90
07.03.2023	76	+56,76	0,51	0,67	4,08
Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch)					
12.04.2019	---	+28,87	---	---	1,92
21.12.2022	1.360	+56,25	27,38	2,01	32,33
07.03.2023	76	+56,76	0,51	0,67	33,47
Cottbuser Ostsee					
07.03.2023	---	+56,76	---	---	52,33 ^{*)}
31.12.2023	299	+59,93	3,17	1,06	75,73

^{*)} Summe der Teilbeckenvolumina

3.4.3 Wasserbilanz

Die Wasserbilanz für das Monitoringjahr 2023 wurde für den gesamten Cottbuser Ostsee berechnet. Die Seevolumina und die Seeflächen für den Zeitraum vor der Vereinigung der Teilbecken vom 21.12.2022 bis zum 07.03.2023 wurden durch Addition der Volumina und Flächen der Teilbecken ermittelt (vgl. Abschnitt 3.4.2). Ab dem 07.03.2023 werden das Seevolumen und die Seefläche des Cottbuser Ostsees über den gemessenen Wasserstand aus der Wasserstand-Volumen-Flächen-Beziehung (HVA) des Gesamtsees abgeleitet (vgl. Abschnitt 3.3).

In den **Cottbuser Ostsee** wurden im Bilanzzeitraum 2022/2023 in Summe 37,9 Mio. m³ bzw. rund 100.900 m³/d Wasser aus dem Hammergraben und aus der Randriegelleitung eingeleitet. Die klimatische Wasserbilanz des Cottbuser Ostsees war im Bilanzzeitraum mit -0,24 Mio. m³ bzw. -640 m³/d geringfügig defizitär. Das Volumen des Cottbuser Sees nahm im Bilanzzeitraum um 25,4 Mio. m³ bzw. im Tagesmittel um +67.420 m³/d zu. Die Restgröße der Seewasserbilanz entspricht der Nettogrundwasserbilanz des Cottbuser Ostsees. Sie setzt sich zusammen aus den Versickerungsverlusten in den Grundwasserabsenkungstrichter und dem Grundwasserzustrom überwiegend aus Süden. Für das Monitoringjahr 2023 war die Nettogrundwasserbilanz mit -12,35 Mio. m³ bzw. -32.700 m³/d defizitär. Im Monitoringjahr 2023 wurden rund 67 % des in den Cottbuser Ostsee eingeleiteten Flutungswassers volumenwirksam (Tabelle 10). Das Nettodefizit der Grundwasserbilanz hat sich im Vergleich zum Vorjahr (-67.740 m³/d) etwa halbiert, vgl. [IWB 2023].

Tabelle 10: Wasserbilanz der Teilbecken des Cottbuser Ostsees im Bilanzzeitraum der Monitoringjahre 2019 bis 2022 und des Gesamtsees im Monitoringjahr 2023.

Bilanzgröße Bilanzierungszeitraum	Niederschlag	Verdunstung	Ableiter 1	Ableiter 2	Hammergraben	Volumenänderung	Grundwasserbilanz
	m ³ /d	m^{3}/d	m^{3}/d	m^{3}/d	m^{3}/d	m^{3}/d	m^{3}/d
Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch)							
04/2019-12/2022	+1.920	-3.040	+12.070	+6.390	+49.430	+22.010	-44.750
Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf)							
04/2019-12/2022	+290	-480	0	0	0	+2.650	+2.840
Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch)							
04/2019-12/2022	+1.060	-1.730	0	0	0	+5.300	+5.980
Cottbuser Ostsee							
12/2022-12/2023	+10.940	-11.580	+3.400	+2.380	+95.130	+67.420	-32.860

3.5 Wasserbeschaffenheit

3.5.1 Flutungswasser

3.5.1.1 Hammergraben

Das eingeleitete Flutungswasser aus dem Hammergraben entstammt der Spree. Die Wasserbeschaffenheit an der Messstelle CB-Flut-01 hat sich seit Flutungsbeginn im Jahr 2019 kaum verändert (Bild 16). Das Flutungswasser war neutral und gut gepuffert (Tabelle 11). Die Sulfatkonzentration betrug 2023 im Mittel 350 mg/L (Bild 17). Die Konzentrationen von Eisen und Mangan waren im Hammergraben niedrig.

Tabelle 11: Statistische Kenngrößen der maßgeblichen chemischen Kennwerte des Flutungswassers aus dem Hammergraben (Mst. CB-Flut-01) im Jahr 2023.

Kennwert	Einheit	Anzahl der Werte	Minimum	Mittelwert	Maximum
Elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	12	780	940	1.030
pH-Wert	-	12	7,7	7,8	8,0
Säurekapazität $K_{S4.3}$	mmol/L	10	1,5	1,6	2,2
Basenkapazität $K_{B8.2}$	mmol/L	10	0,0	0,1	0,1
TOC	mg/L	10	3,9	5,2	6,5
DOC	mg/L	10	3,9	5,1	6,5
TIC	mg/L	10	11,0	13,1	17,0
Chlorid	mg/L	10	31	34	37
Sulfat	mg/L	12	270	350	390
Natrium	mg/L	10	24	26	30
Kalium	mg/L	10	5,6	6,7	7,7
Magnesium	mg/L	10	18	23	25
Calcium	mg/L	10	96	125	145
Eisen, gesamt	mg/L	12	0,2	0,4	0,8
Eisen, gelöst	mg/L	12	0,0	0,1	0,3
Eisen(II), gelöst	mg/L	10	0,0	0,0	0,1
Mangan	mg/L	10	0,1	0,2	0,3
Aluminium	µg/L	10	30	77	300
Ammonium-N	mg/L	10	0,05	0,12	0,22
Nitrat-N	mg/L	10	0,15	0,98	1,94
Nitrit-N	mg/L	10	0,01	0,02	0,10
Phosphor, ges.	µg/L	10	10	24	40
Orthophosphat-P	µg/L	10	10	11	20
Arsen	µg/L	10	---	<10,0	---
Kupfer	µg/L	10	---	<5	---
Nickel	µg/L	10	5	5	6
Zink	µg/L	10	1	3	8

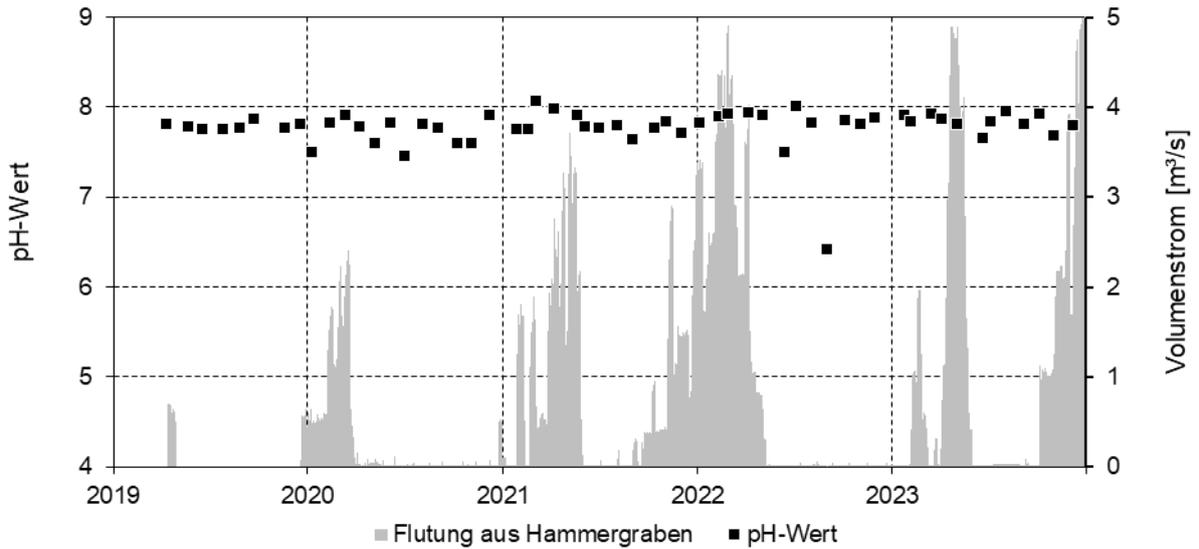


Bild 16: Messwerte des pH-Wertes im Hammergraben an der Messstelle CB-Flut-01 und Flutungswassermenge an der Messstelle CB-Flut-Zuleiter im Zeitraum von 2019 bis 2023.

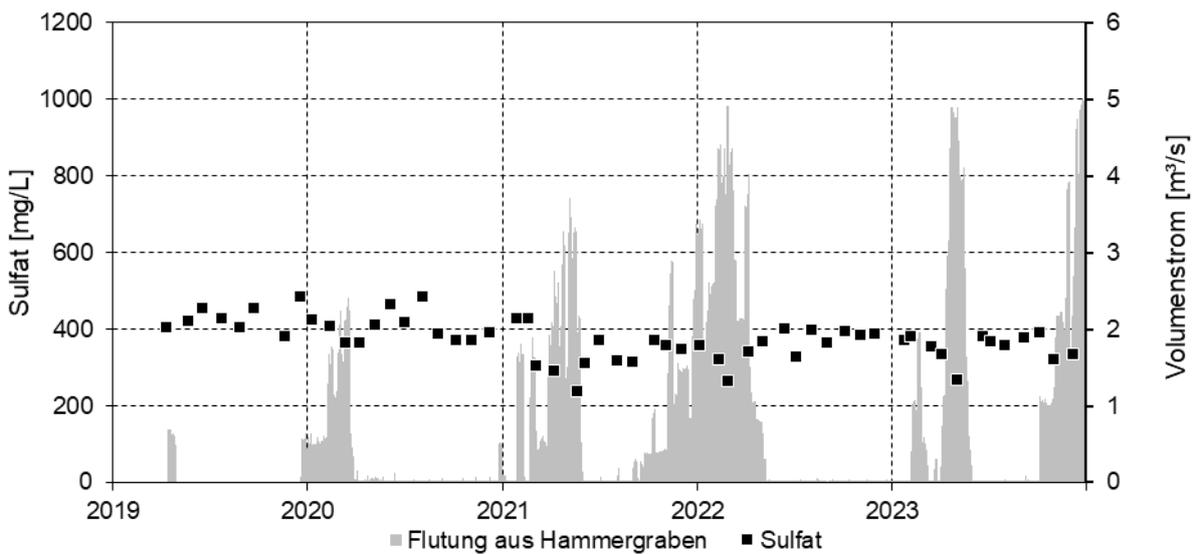


Bild 17: Messwerte der Sulfatkonzentration im Hammergraben an der Messstelle CB-Flut-01 und Flutungswassermenge an der Messstelle CB-Flut-Zuleiter im Zeitraum von 2019 bis 2023.

3.5.1.2 Randriegel

Das Grundwasser aus den Randriegeln war im Vergleich zum Flutungswasser aus dem Hammergraben schwach sauer (Bild 18), aber nicht versauerungsdisponiert (Tabelle 12). Die Acidität $K_{B8,2}$ war höher als im Hammergraben, bedingt durch höhere Konzentrationen der Kohlensäure, des Eisens und des Aluminiums. Die Ammoniumstickstoffkonzentration war im anaeroben Grundwasser höher als im Hammergraben. Nitrat und Nitrit lagen unter der jeweiligen Bestimmungsgrenze.

Die Eisenkonzentration in den Randriegeln ist Anfang 2022 bei rückläufigen Förder-raten von vorher etwa 10 bis 20 mg/L auf etwa 30 bis 40 mg/L gestiegen (Bild 19). Als

Ursache ist der Anstieg des Grundwasserspiegels in die langjährig entwässerten Bereiche zu sehen.

Tabelle 12: Statistische Kenngrößen der maßgeblichen chemischen Kennwerte des Grundwassers aus den Randriegeln (Mst. Sammelleitung RR West 6) im Jahr 2023.

Kennwert	Einheit	Anzahl der Werte	Minimum	Mittelwert	Maximum
Elektrische Leitfähigkeit bei +25°C	µS/cm	10	1.100	1.150	1.180
pH-Wert	-	10	6,1	6,4	6,7
Säurekapazität $K_{S4.3}$	mmol/L	10	1,2	1,8	2,6
Basenkapazität $K_{B8.2}$	mmol/L	10	0,4	1,3	2,0
TOC	mg/L	9	4,2	5,6	7,0
DOC	mg/L	1	---	3,5	---
TIC	mg/L	0	---	---	---
Chlorid	mg/L	10	36	39	43
Sulfat	mg/L	10	390	480	600
Natrium	mg/L	1	---	25	---
Kalium	mg/L	1	---	7,7	---
Magnesium	mg/L	10	20	22	24
Calcium	mg/L	10	144	164	178
Eisen, gesamt	mg/L	10	1,7	30,8	42,3
Eisen, gelöst	mg/L	10	0,1	26,5	36,5
Eisen(II), gelöst	mg/L	10	0,0	25,4	36,5
Mangan	mg/L	1	---	1,4	---
Aluminium	µg/L	1	---	30	---
Ammonium-N	mg/L	1	---	0,71	---
Nitrat-N	mg/L	1	---	<0,125	---
Nitrit-N	mg/L	1	---	<0,01	---
Phosphor, gesamt	µg/L	1	---	<10	---
Orthophosphat-P	µg/L	1	---	<10	---
Arsen	µg/L	1	---	<10,0	---
Kupfer	µg/L	1	---	<5	---
Nickel	µg/L	1	---	22	---
Zink	µg/L	1	---	33	---

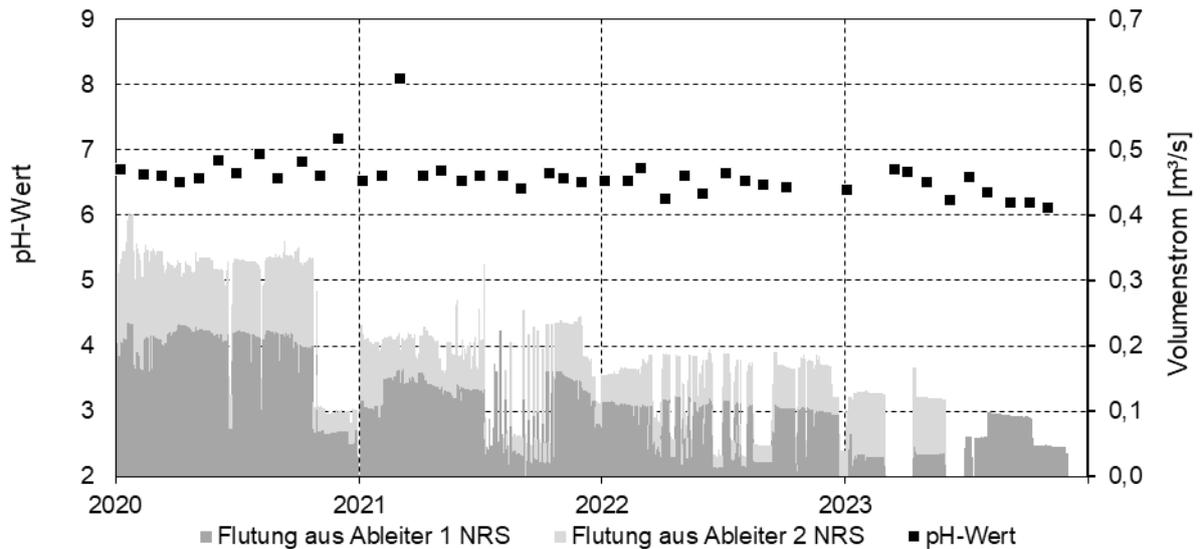


Bild 18: Messwerte des pH-Wertes in den Randriegeln an der Messstelle Sammelleitung RR West 6 und Flutungswassermenge der Ableiter 1 NRS und Ableiter 2 NRS im Zeitraum von 2020 bis 2023.

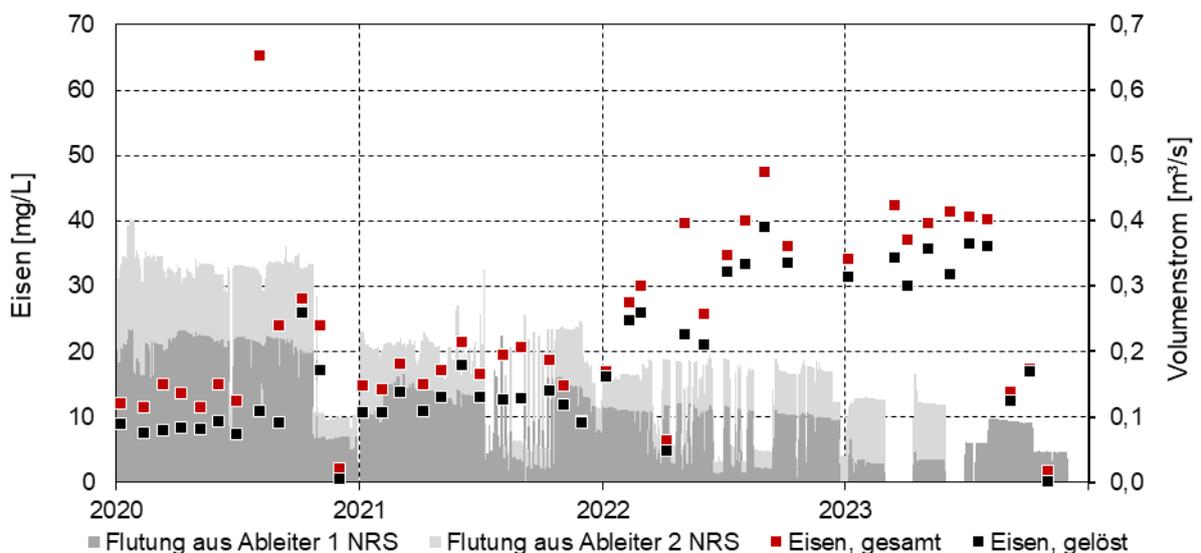


Bild 19: Messwerte der Eisenkonzentration in den Randriegeln an der Messstelle Sammelleitung RR West 6 und Flutungswassermenge der Ableiter 1 NRS und Ableiter 2 NRS im Zeitraum von 2020 bis 2023.

3.5.2 Cottbuser Ostsee

3.5.2.1 Schichtungsverhalten

Zum Zeitpunkt der hydrochemischen Beprobungen im März und September 2023 waren die drei Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch), Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) und Schlichow (Südrandschlauch) hydraulisch miteinander verbunden. Infolge der voranschreitenden Flutung nahm die Wassertiefe in den Teilbecken des Cottbuser Ostsees auch im Monitoringjahr 2023 zu (Tabelle 13). Der rund 20 Meter tiefe Cottbuser Ostsee ist dimiktisch, das heißt im Sommer thermisch stabil geschichtet (Bild 20). In den beiden Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch) und Schlichow



(Südrandschlauch) ist das Epilimnion rund 7 Meter mächtig. Über die Profiltiefe wurde ein Gradient der Sauerstoffkonzentration festgestellt. Während das Epilimnion sauerstoffgesättigt war, lag die Sauerstoffsättigung im grundnahen Bereich bei knapp 50 %. Die Tiefenprofile der beiden Messstellen im Teilbecken Willmersdorf sowie das Tiefenprofil im Teilbecken Schlichow sind sich sehr ähnlich.

Auch das Teilbecken Merzdorf weist seit dem Jahr 2022 zur Sommerstagnation einen Temperaturgradienten auf. Das Epilimnion war im September 2023 4 Meter mächtig. Es wurde eine starke hypolimnische Sauerstoffzehrung festgestellt. Über Grund lag die Sauerstoffsättigung bei 20 %. Die hypolimnische Sauerstoffzehrung wird im vorliegenden Fall auf den Grundwasserzufluss zurückgeführt. Aufgrund der Seetiefe von rund 10 Meter ist das Teilbecken Merzdorf als instabil dimiktisch einzustufen.

Im September 2023 war die pH-Sonde defekt, sodass das Tiefenprofil ohne den pH-Wert erfasst wurde.

Tabelle 13: Limnologische Eigenschaften der Teilbecken des Cottbuser Ostsees zu den Messterminen im Jahr 2023.

Teilbecken	Mst.	Maximale Tiefe [m]		Schichtungsverhalten	Epilimnionmächtigkeit [m]	O ₂ -Sättigung über Grund	Besonderheiten im Jahr 2023
		30.03	06.09				
Schlichow	CB-See-01	20,0	20,6	dimiktisch	7	> 40%	<ul style="list-style-type: none">▪ Trübung leicht erhöht▪ Hypolimnische Zehrung
Merzdorf	CB-See-02	10,0	10,3	instabil dimiktisch	4	> 20%	<ul style="list-style-type: none">▪ Trübung im Frühjahr erhöht▪ Starke hypolimnische Zehrung
Willmersdorf	CB-See-03	16,9	17,3	dimiktisch	7	> 40%	<ul style="list-style-type: none">▪ Trübung leicht erhöht▪ Hypolimnische Zehrung
	CB-See-04	19,5	19,7		9	> 40%	

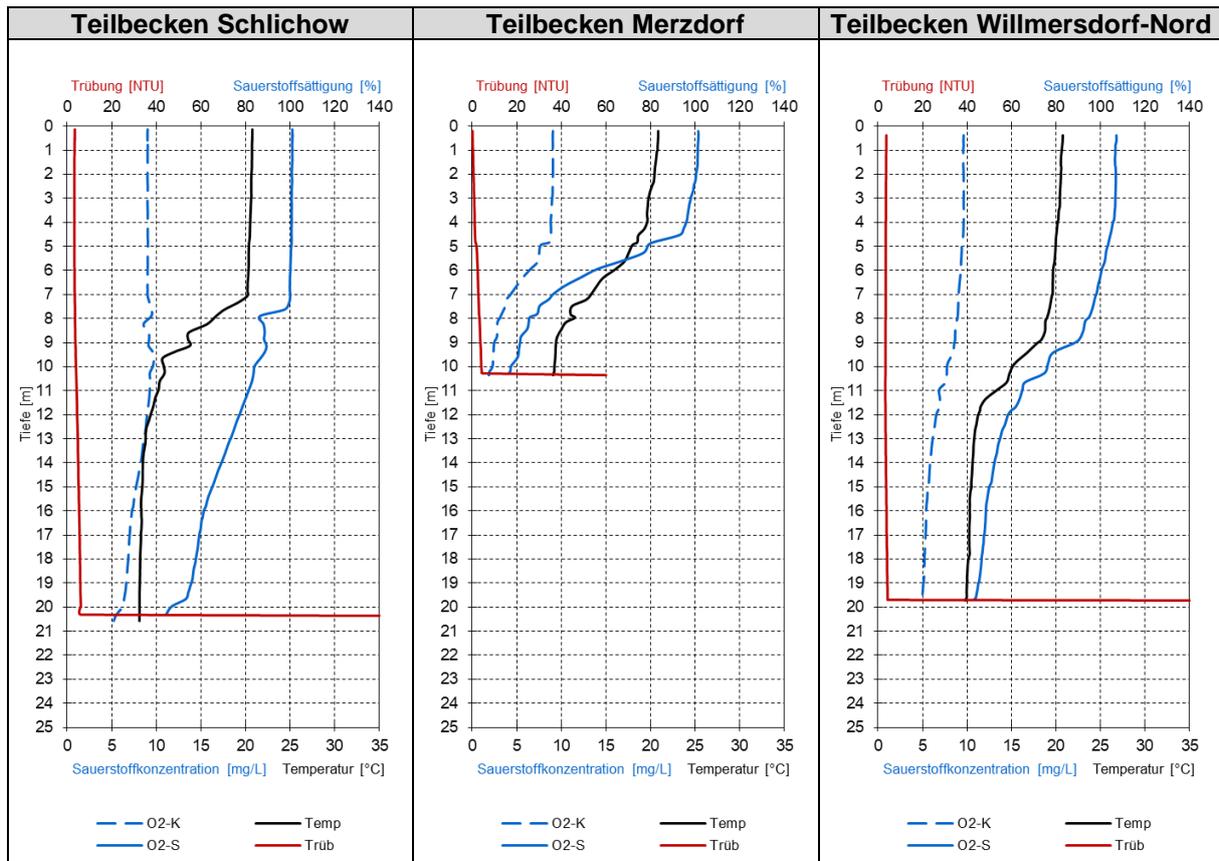


Bild 20: Tiefenprofile der Kennwerte Wassertemperatur, Trübung, Sauerstoffkonzentration und -sättigung in den Teilbecken des Cottbuser Ostsees zum Termin der Beprobung am 06.09.2023.

3.5.2.2 Wasserbeschaffenheit

Zum Zeitpunkt der Probennahmen im März und im September 2023 waren die drei Teilbecken ausgespiegelt (Abschnitt 3.2). Die analytischen Befunde während der Spätsommernkampagne 2023 sind beispielhaft in der Tabelle 14 dargestellt.

Tabelle 14: Ergebnisse der Wasseruntersuchungen des Epilimnions an den vier Messstellen des zukünftigen Cottbuser Ostsees am 06.09.2023.

Kennwerte	Einheit	Schlichow	Merzdorf	Willmersdorf-West	Willmersdorf-Nord
		CB-See-01	CB-See-02	CB-See-03	CB-See-04
Vor Ort					
Entnahmetiefe	m	3,5	2,5	3,5	4,5
Gelotete Tiefe	m	20,5	10,3	17,3	19,7
Sichttiefe	m	3,6	3,3	4,5	5,5
Elektrische Leitfähigkeit +25°C	µS/cm	1.290	930	900	910
pH-Wert	---	3,9	7,7	8,1	7,8
Sauerstoffkonzentration	mg/L	8,9	8,9	9,1	9,2
Sauerstoffsättigung	%	100	100	101	103



Kennwerte	Einheit	Schlichow	Merzdorf	Willmersdorf- West	Willmersdorf- Nord
		CB-See-01	CB-See-02	CB-See-03	CB-See-04
Labor					
pH-Wert	---	3,4	7,1	7,9	7,7
Elektrische Leitfähigkeit +25°C	µS/cm	1.290	880	880	870
Säurekapazität $K_{S4,3}$	mmol/L	---	0,9	1,2	1,2
Basenkapazität $K_{B4,3}$	mmol/L	0,2	---	---	---
Basenkapazität $K_{B8,2}$	mmol/L	0,9	0,1	0,0	0,0
Chlorid	mg/L	33,2	35,1	34,3	33,8
Sulfat	mg/L	670	420	390	380
Natrium	mg/L	24,0	26,9	27,5	27,1
Kalium	mg/L	6,8	6,8	6,6	6,3
Magnesium	mg/L	28,8	20,8	21,4	20,8
Calcium	mg/L	171	117	119	115
Eisen-gesamt	mg/L	0,75	0,31	0,10	0,12
Eisen(II), gelöst	mg/L	0,16	0,01	0,01	0,02
Eisen(III), gelöst	mg/L	0,31	---	---	---
Mangan-gelöst	mg/L	1,39	0,02	0,004	0,01
Aluminium	mg/L	3,96	0,05	0,03	0,03
Arsen	µg/L	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Blei	µg/L	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Cadmium	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Chrom-gesamt	µg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Nickel	µg/L	49,3	8,4	<5,0	<5,0
Kupfer	µg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Zink	µg/L	161,0	4,0	<1,0	8,0
Ammonium-N	mg/L	0,43	0,09	0,09	0,10
Nitrat-N	mg/L	0,94	0,98	1,10	0,96
Nitrit-N	mg/L	0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Phosphor-gesamt	µg/L	26	38	19	15
ortho-Phosphat-P	µg/L	<10	10	30	<10

Erläuterung der Farbgebung:

pH < 5	pH > 5
--------	--------

Das Teilbecken **Willmersdorf** (Nordrandschlauch) wurde überwiegend mit Spreewasser geflutet (Abschnitt 3.4.1). Im Jahr 2023 versickerten rund 30 % des eingeleiteten Wassers in den Porenraum der Innenkippe bzw. in das Grundwasser (Abschnitt 3.4.3). Im Teilbecken Willmersdorf ist praktisch kein Grundwassereinfluss zu erkennen. Die Wasserbeschaffenheit glich weitgehend dem Flutungswasser (vgl. Tabelle 11).

Das Wasser im Teilbecken Willmersdorf-Nord (Mst. CB-See-04) war neutral und mit $K_{S4,3} = 1,2$ mmol/L gut gepuffert (Tabelle 14). Die Sulfatkonzentration war im Vergleich zu den anderen Teilbecken mit 380 mg/L niedrig, ebenso die Konzentrationen der pedogenen Metalle Eisen, Mangan und Aluminium. Die Konzentrationen der

Spurenmethalle Arsen, Blei, Cadmium, Chrom-gesamt, Nickel und Kupfer lagen unter der jeweiligen laboranalytischen Bestimmungsgrenze. Zink wurde mit maximal 8 µg/L gemessen. Im Vergleich zu den Vorjahren hat sich die Beschaffenheit im Teilbecken Willmersdorf nicht verändert (Bild 21).

Sowohl die Tiefenprofile (Abschnitt 3.5.2.1) als auch die hydrochemischen Analyseergebnisse der beiden Messstellen im Teilbecken Willmersdorf (Mst. CB-See-03 und CB-See-04) unterscheiden sich kaum (Tabelle 14). Aus gutachterlicher Sicht ist die Messstelle CB-See-04 am zukünftigen Auslaufbauwerk ausreichend repräsentativ. Auf die Messstelle CB-See-03 kann künftig verzichtet werden.

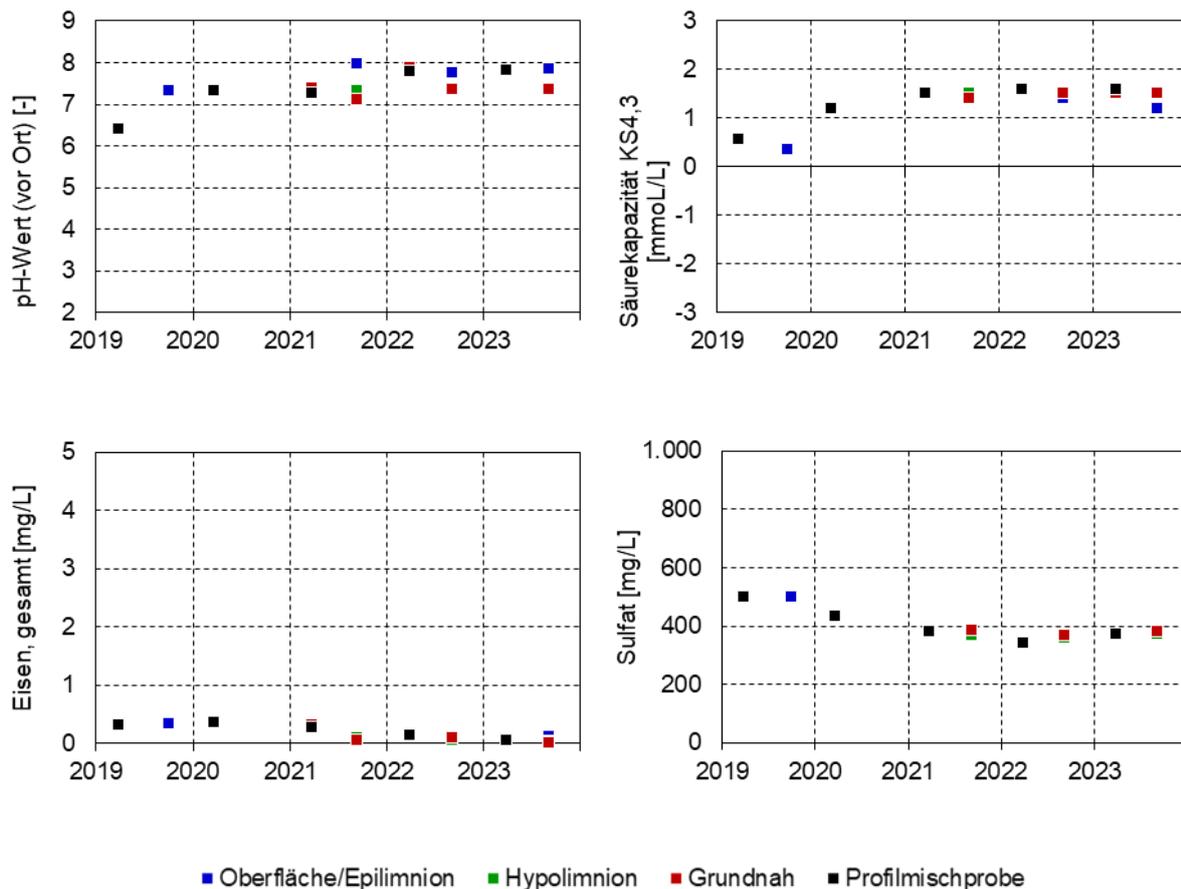


Bild 21: Befunde für die Kennwerte pH-Wert, $K_{S4,3}$, Eisen und Sulfat im Teilbecken Willmersdorf (Mst. CB-See-04) in allen beprobten Tiefenstufen im Zeitraum von 2019 bis 2023.

Bisher wurde die Wasserbeschaffenheit des Teilbeckens **Merzdorf** ausschließlich durch Grund- und Niederschlagswasser beeinflusst. Im Jahr 2021 nahm der Zustrom von Kippenwasser zum Teilbecken Merzdorf zu, sodass es im Laufe des Jahres 2021 versauerte (Bild 22). Seit dem Überlauf von Wasser aus dem Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch) in das Teilbecken Merzdorf im November 2021 ist die Wasserbeschaffenheit durch das Flutungswasser der Spree geprägt (Bild 22 und Tabelle 14).

Der pH-Wert lag im Teilbecken Merzdorf bei 7,7 und die Säurekapazität als $K_{S4,3}$ bei 0,9 mmol/L. Die Sulfatkonzentration war im Vergleich zum Spreewasser leicht erhöht

und lag im September 2023 bei 420 mg/L. Die Eisenkonzentration war mit < 1 mg/L niedrig. Von den Spurenmetallen waren lediglich Nickel und Zink nachweisbar.

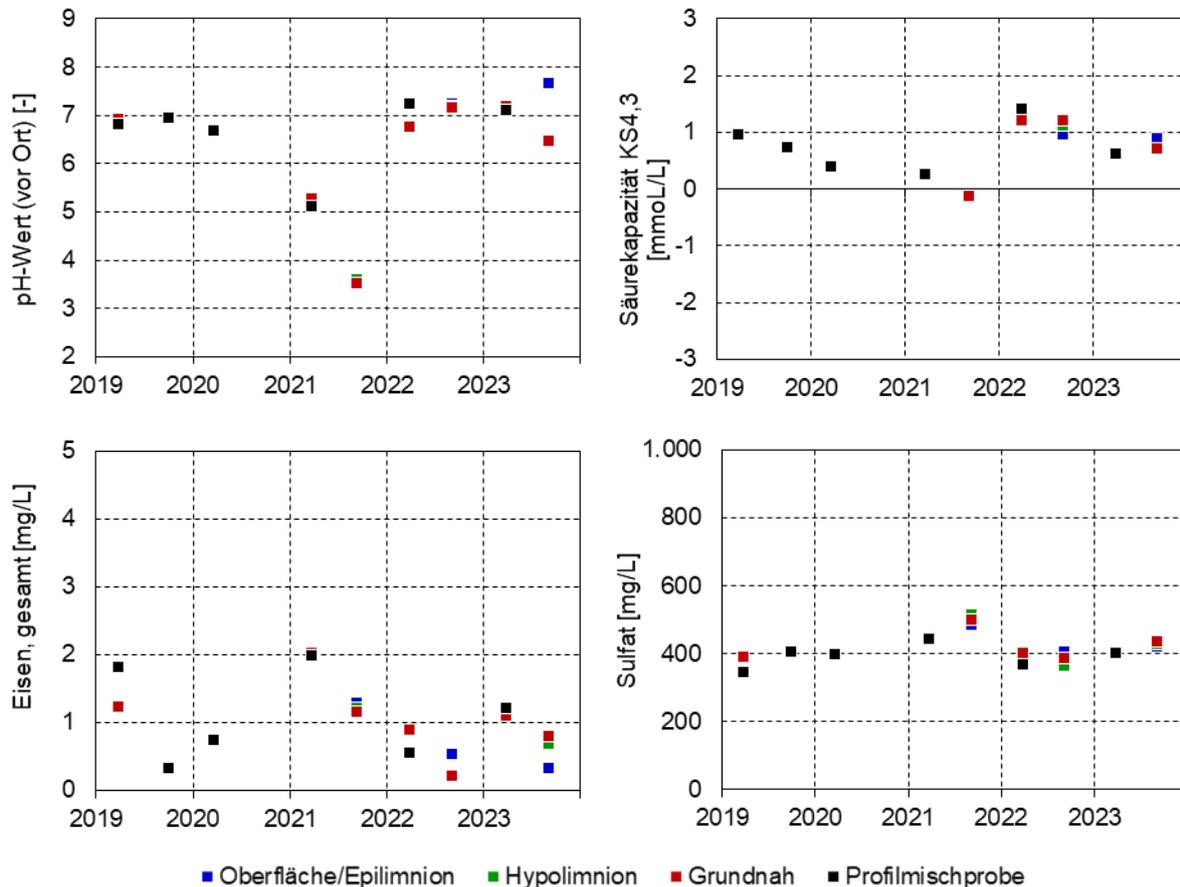


Bild 22: Befunde für die Kennwerte pH-Wert, $K_{S4,3}$, Eisen und Sulfat im Teilbecken Merzdorf (Mst. CB-See-02) in allen beprobten Tiefenstufen im Zeitraum von 2019 bis 2023.

Das Teilbecken **Schlichow** (Südrandschlauch) wurde bis Februar 2022 ausschließlich durch Grundwasseraufgang gefüllt (Abschnitt 3.4.2).

Das Teilbecken war bisher mit $\text{pH} = 2,9$ und $K_{B4,3} \approx 3$ mmol/L stark sauer (Bild 23). Die Acidität verbarg sich in hohen Konzentrationen der pedogenen Metalle Eisen und Aluminium. Das Eisen lag im sauren Seewasser dominant als gelöstes dreiwertiges Eisen vor. Das Wasser war erhöht mineralisiert und wies eine Sulfatkonzentration von 1.200 mg/L auf. Aufgrund des niedrigen pH-Wertes wurden auch die Spurenmetalle, insbesondere Kupfer, Nickel und Zink, mit erhöhten Konzentrationen gemessen.

Seit dem Zufluss von Seewasser aus dem Teilbecken Willmersdorf/Merzdorf im Februar 2022 (siehe Abschnitt 3.2) hat sich die Wasserbeschaffenheit im Teilbecken Schlichow verändert (Bild 23). Die Basenkapazität als $K_{B4,3}$ ist auf $\approx 0,2$ mmol/L gesunken und der pH-Wert leicht gestiegen. Eisen-gesamt wurde im September 2023 in der Epilimnionprobe mit <1 mg/L gemessen (Tabelle 14). Auch die Aluminiumkonzentration ist weiter zurückgegangen. Die Sulfatkonzentration sank weiter auf 670 mg/L. Von den Spurenmetallen lagen nur noch Nickel und Zink in nachweisbaren Konzentrationen vor.

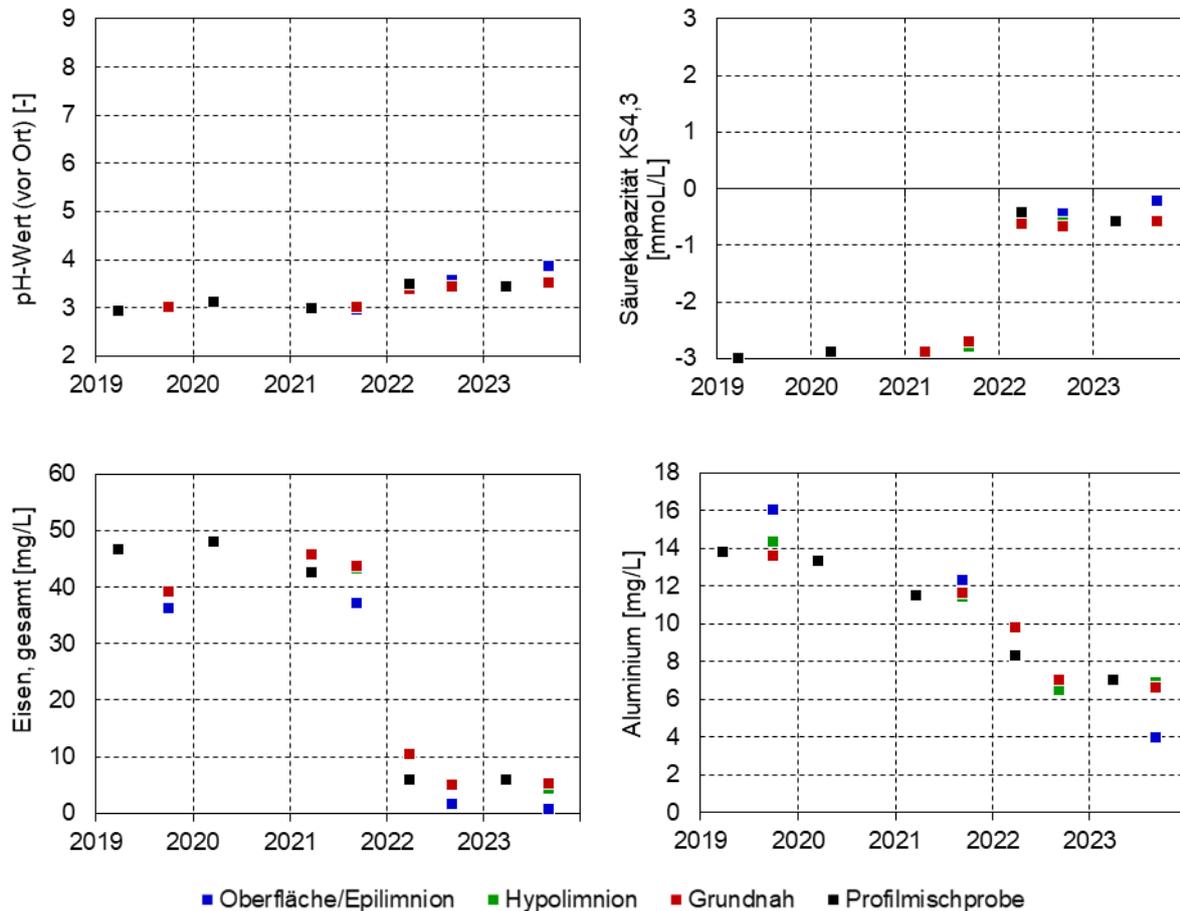


Bild 23: Befunde für die Kennwerte pH-Wert, $K_{S4,3}$, Eisen und Aluminium im Teilbecken Schlichow (Mst. CB-See-01) in allen beprobten Tiefenstufen im Zeitraum von 2019 bis 2023.

3.5.2.3 Biologie

Zur Frühjahrsbeprobung 2023 wurden in den einzelnen Teilbecken ausgewählte biologische Kennwerte erhoben. Zum Zeitpunkt der Beprobung am 30.03.2023 waren die Teilbecken Willmersdorf und Merzdorf verbunden. Das Wasser in den beiden Teilbecken war von neutraler Indikation (Abschnitt 3.5.2.2). Das Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch) war zum Zeitpunkt der Probennahme noch nicht mit den Teilbecken Willmersdorf/Merzdorf ausgespiegelt und stark sauer.

Die Entwicklung des Phyto- und Zooplanktons ist an Wasserbeschaffenheit gebunden. Aufgrund der unterschiedlichen Wasserbeschaffenheit der einzelnen Teilbecken ist auch die biologische Entwicklung spezifisch. Im neutralen, mit Spreewasser gefluteten Teilbecken Willmersdorf wurde das höchste Phytoplanktonaufkommen gefunden (Tabelle 15). Mit weniger als 1 mm³/L ist die Besiedlungsdichte durch das Phytoplankton im Moment jedoch gering. Mit 25 Phytoplanktonarten war die Diversität im neutralen Seewasser des Teilbecken Willmersdorf größer als im Teilbecken Merzdorf mit 16 Arten. Im sauren Seewasser des Teilbecken Schlichow wurden lediglich vier Arten erfasst. In den Teilbecken Willmersdorf und Merzdorf wurden neben Goldalgen, Kryptomonaden, Kieselalgen, Grünalgen und vereinzelt Dinoflagellaten auch



Blualgen nachgewiesen (Bild 24). Im Teilbecken Schlichow kamen nur die für saure Wässer typischen Gold- und vereinzelt Grünalgen vor.

Das Zooplanktonaufkommen ergab sich in Abhängigkeit vom Phytoplanktonaufkommen. In den Teilbecken Willmersdorf und Merzdorf waren im Jahr 2023 Ruderfußkrebse, Rädertiere und vereinzelt Wimpertiere nachweisbar. Im Teilbecken Schlichow hingegen wurden lediglich Wimpertieren gefunden.

Tabelle 15: Relevante Kennwerte und Planktongehalte im den drei Teilbecken des Cottbuser Ostsee.

Jahr	pH-Wert	Sichttiefe	Phosphor gesamt	Chloro- phyll a	Phyto- plankton	Zoo- plankton
	---	[m]	[µg/L]	[µg/L]	[mm ³ /L]	[Ind/L]
Teilbecken Willmersdorf-Nord (CB-See-04)						
30.03.2023	7,8	2,3	<10	1,0	0,67	162
Teilbecken Willmersdorf-West (CB-See-03)						
29.03.2019	7,2	0,5	21	2,7	0,24	78
23.03.2021	7,4	1,0	16	4,6	0,46	423
30.03.2022	7,9	2,1	18	3,9	0,35	49
30.03.2023	7,7	2,0	<10	1,7	0,52	46,8
Teilbecken Merzdorf (CB-See-02)						
29.03.2019	6,7	1,6	14	5,8	1,83	78
23.03.2021	5,1	1,5	<10	2,2	0,12	2,2
30.03.2022	7,2	1,9	19	2,9	0,43	86
30.03.2023	7,1	0,5	<10	1,9	0,22	4,8
Teilbecken Schlichow (CB-See-01)						
29.03.2019	3,1	3,0	14	0,6	0,08	0
23.03.2021	3,0	1,9	18	0,6	0,03	1,6
30.03.2022	3,5	2,3	15	0,3	0,08	5
30.03.2023	3,4	2,0	10	0,3	0,07	75,5

Erläuterung der Farbgebung:

pH < 5	pH > 5
--------	--------

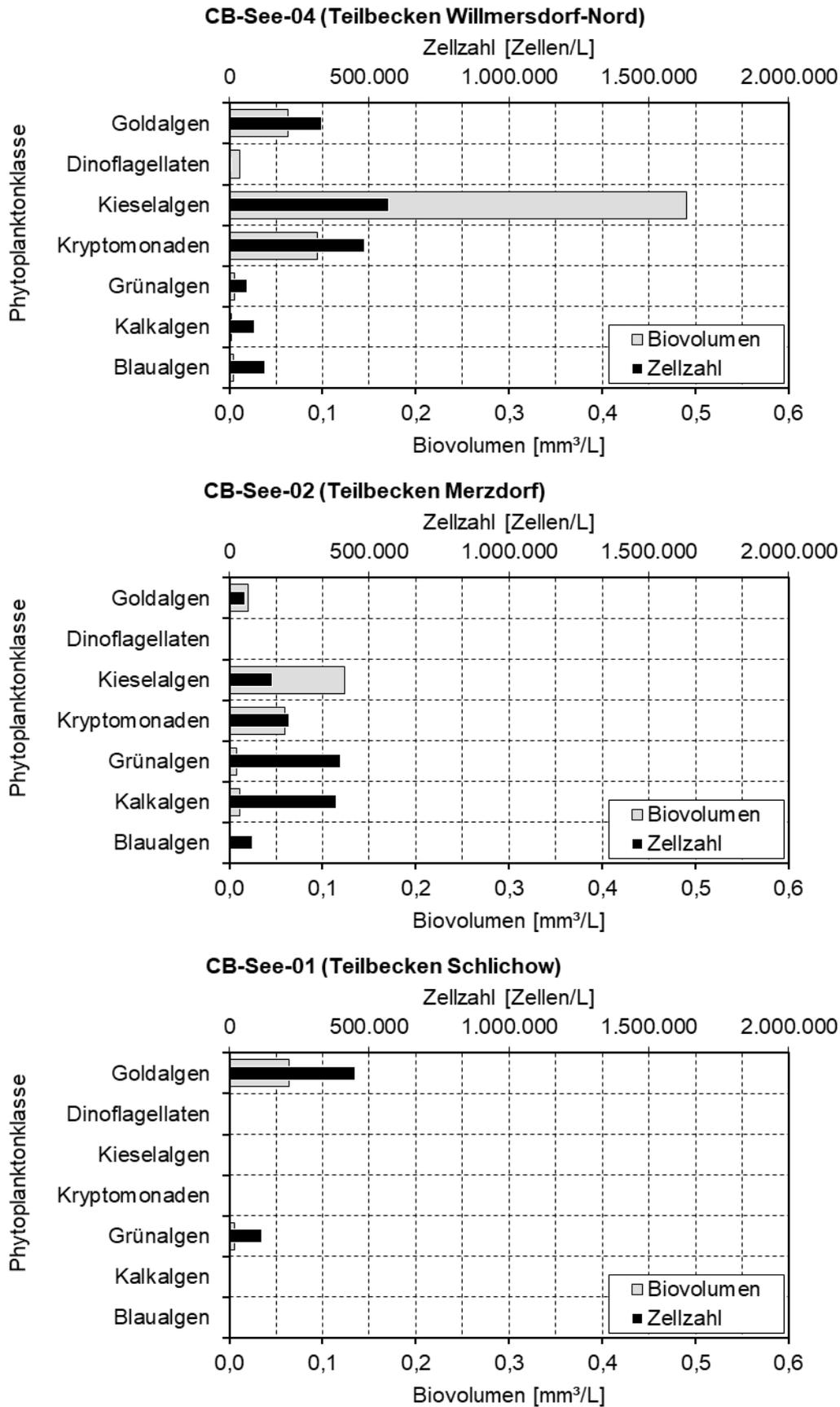


Bild 24: Phytoplanktonbefunde in den drei Teilbecken am 30.03.2023.

3.5.3 Kiessee Maust

Der Kiessee Maust wird als Bade- und Angelgewässer genutzt. Er war auch im Jahr 2023 neutral und mit $K_{S4,3} = 0,9$ mmol/L gut gepuffert (Tabelle 16). Die Sulfatkonzentration lag im Bereich des Wassers im Hammergraben. Die Metallkonzentrationen waren auch im Jahr 2023 niedrig. Die Spurenmetalle lagen allesamt unter der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Im Vergleich zum Vorjahr hatte sich die Wasserbeschaffenheit nicht wesentlich verändert.

Tabelle 16: Ergebnisse der oberflächennahen Wasserbeprobung des Kiessee Maust am 06.09.2023.

Kennwerte	Einheit	Kiessee Maust
		CB-OG-02
Vor Ort		
Entnahmetiefe	m	0,5
Gelotete Tiefe	m	0,0
Sichttiefe	m	---
Elektrische Leitfähigkeit +25°C	µS/cm	970
pH-Wert	---	8,2
Sauerstoffkonzentration	mg/L	9,1
Sauerstoffsättigung	%	109
Labor		
pH-Wert	---	8,2
Elektrische Leitfähigkeit +25°C	µS/cm	940
Säurekapazität $K_{S4,3}$	mmol/L	0,9
Basenkapazität $K_{B4,3}$	mmol/L	---
Basenkapazität $K_{B8,2}$	mmol/L	0,02
Chlorid	mg/L	36,0
Sulfat	mg/L	430
Natrium	mg/L	30,6
Kalium	mg/L	7,2
Magnesium	mg/L	26,7
Calcium	mg/L	117
Eisen-gesamt	mg/L	0,050
Eisen(II), gelöst	mg/L	0,02
Eisen(III), gelöst	mg/L	---
Mangan-gelöst	mg/L	0,03
Aluminium	mg/L	0,03
Arsen	µg/L	<10,0
Blei	µg/L	<10,0
Cadmium	µg/L	<1,0
Chrom-gesamt	µg/L	<5,0
Nickel	µg/L	<5,0
Kupfer	µg/L	<5,0
Zink	µg/L	3,0
Ammonium-N	mg/L	0,09
Nitrat-N	mg/L	<0,05



Kennwerte	Einheit	Kiessee Maust
		CB-OG-02
Nitrit-N	mg/L	<0,010
Phosphor-gesamt	µg/L	19
ortho-Phosphat-P	µg/L	<10

Erläuterung der Farbgebung:

pH < 5	pH > 5
--------	--------

4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Das derzeitige Untersuchungsprogramm für das Monitoring der Flutung des Cottbuser Ostsees ist fachlich umfassend ausgestattet. Mit den verfügbaren Messdaten lassen sich die Wasserbilanz sowie die hydrochemische und limnologische Entwicklung des Cottbuser Ostsees bzw. seiner Teilbecken ausreichend genau beschreiben.

Im Teilbecken Willmersdorf ist die Messstelle CB-See-03 aus fachlicher Sicht redundant (siehe Abschnitt 3.5.2.2). Die Mst. CB-See-04 am zukünftigen Auslaufbauwerk ist für das Teilbecken Willmersdorf ausreichend repräsentativ.

Seit März 2023 sind die drei Teilbecken des Cottbuser Ostsees ausgespiegelt. Der Wasserstand lag Ende 2023 einheitlich bei +59,9 m NHN. In den vergangenen Jahren wurden mehrere Böschungsumbildungen dokumentiert (Abschnitt 3.2), in deren Folge sich die H-V-A-Beziehung verändert hat.

Die H-V-A-Beziehung des Cottbuser Ostsees sollte überprüft werden, sobald die Innenkippen abschließend geflutet und die Böschungsumbildungen weitestgehend abgeschlossen sind. Gemäß der Nebenbestimmung 1.3.5.5 des Planfeststellungsbeschlusses für den Cottbuser Ostsee [LBGR 2019a] ist ab einem Wasserstand von +61 m NHN eine erneute Vermessung der Seemorphometrie vorgesehen.



5 Quellenverzeichnis

- [DVWK 1996] Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (DVWK). Merkblätter zur Wasserwirtschaft, Nr. 238/1996.
- [IWB 2020] Monitoring zur Flutung des Cottbuser Ostsees - Jahresbericht 2019. Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann, Dresden, 30.06.2020.
- [IWB 2021] Monitoring zur Flutung des Cottbuser Ostsees - Jahresbericht 2020. Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann, Dresden, 26.07.2021.
- [IWB 2022] Monitoring zur Flutung des Cottbuser Ostsees - Jahresbericht 2021. Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann, Dresden, 08.07.2022.
- [IWB 2023] Monitoring zur Flutung des Cottbuser Ostsees - Jahresbericht 2022. Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann, Dresden, 09.08.2023.
- [LBGR 2019a] Planfeststellungsbeschluss für das Vorhaben „Gewässerausbau Cottbuser See, Teilvorhaben 2 - Herstellung des Cottbuser Sees“. Az: C10-8.2-1-2 vom 12.04.2019. Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg, Cottbus.
- [LBGR 2019b] 2. Ergänzung zur wasserrechtlichen Erlaubnis für das Entnehmen und Zutagefördern sowie das Einleiten von Grundwasser in die Trinitz zwischen den Tagebauen und den Trinitz-Altlauf im Zusammenhang mit dem Betrieb des Tagebaues Cottbus-Nord vom 29.12.1998 mit 1. Ergänzung vom 21.10.2003 und 2. Ergänzung vom 01.08.2019. Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg, Cottbus, GZ: 31.1-2-3.
- [LBGR 2021] 2. Änderung der nachträglich angeordneten Auflage 51 vom 28.12.2020 zur Zulassung des ABP Tagebau Cottbus-Nord vom 08. Oktober 2012. Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe, 21.12.2021, GZ: 10-1.4-1-2.
- [LEAG 2020] Monitoring-Konzept für den Cottbuser Ostsee. Wasserrechtlicher Planfeststellungsbeschluss „Gewässerausbau Cottbuser See, Teilvorhaben 2 – Herstellung des Cottbuser Sees“ (Gz: c10-8.2-1-2) Erfüllung der Nebenbestimmung 1.3.4.1. 10.01.2020. Cottbus.