

Für die Lausitz Energie Bergbau AG



Monitoring zur Flutung des Cottbuser Ostsees - Jahresbericht 2020 -

Bestellnummer E64-4504310925 vom 23.04.2021
Projektnummer IWB 07/21



Einlaufbauwerk in den Cottbuser Ostsee in Lakoma (Foto: Denke, 28.05.2020)

Dresden, am 26.07.2021

Für die Lausitz Energie Bergbau AG



Monitoring zur Flutung des Cottbuser Ostsees

Jahresbericht 2020

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

Bestellnummer: E64-4504310925 vom 23.04.2021


Verantwortlicher: Dipl.-Geologin Andrea Schapp

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

Projektnummer: 07/21

Bearbeiter: Dr. Wilfried Uhlmann
M Sc. (Geologie) Karl Schmidt
Dipl.-Hydrologe Kai Zimmermann

Dresden, am 26.07.2021


Dr. W. Uhlmann
(Verfasser)



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
Bilderverzeichnis	2
Tabellenverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	4
Zusammenfassung	5
1 Veranlassung und Aufgabenstellung	8
2 Umfang der Untersuchungen im Jahr 2020	9
2.1 Überblick	9
2.2 Ereignisse	10
2.3 Flutungswasser	10
2.4 Seewasserstand	13
2.5 Seewasserbeschaffenheit	13
3 Ergebnisse	16
3.1 Witterung	16
3.2 Morphometrie	22
3.3 Wasserbilanz	25
3.3.1 Flutung	25
3.3.2 Entwicklung des Wasserstandes und Volumenzuwachs	27
3.3.3 Wasserbilanz	31
3.4 Wasserbeschaffenheit	33
3.4.1 Flutungswasser	33
3.4.2 Cottbuser Ostsee	37
4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen	49
5 Quellenverzeichnis	50



Bilderverzeichnis

Bild 1:	Überblick über das Untersuchungsgebiet zum Monitoring der Flutung des Cottbuser Ostsees.	9
Bild 2:	Karte der Messstellen für das Flutungswasser am Cottbuser Ostsee (die Messstelle Abschlag GWA 2 liegt nicht im dargestellten Kartenausschnitt).....	11
Bild 3:	Übersicht der Seemessstellen im Cottbuser Ostsee gemäß [LEAG 2020].	14
Bild 4:	Ganglinie der Tagesmitteltemperatur sowie der Spanne zwischen dem täglichen Temperaturmaximum und Temperaturminimum an der DWD-Wetterstation Cottbus im Monitoringjahr 2020.	17
Bild 5:	Vergleich der Monatsmittel der Lufttemperatur im Monitoringjahr 2020 mit den Monatsmitteln der Lufttemperatur für die 30-jährige Reihe von 1991 bis 2020 an der DWD-Wetterstation Cottbus.....	17
Bild 6:	Vergleich der Monatssummen des korrigierten Niederschlags im Monitoringjahr 2020 mit den mittleren Monatssummen der 30-jährige Reihe von 1991 bis 2020 an der DWD-Wetterstation Cottbus.	18
Bild 7:	Tagessummen des korrigierten Niederschlags an der DWD-Wetterstation Cottbus im Monitoringjahr 2020.	19
Bild 8:	Ganglinie der Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeit in 2 Meter Höhe an der DWD-Wetterstation Cottbus im Monitoringjahr 2020.....	19
Bild 9:	Windrose mit Windrichtung und Windgeschwindigkeit in 2 Meter Höhe an der DWD-Wetterstation Cottbus im Monitoringjahr 2020 (Datenbasis: Stundenwerte).....	20
Bild 10:	Monatssummen der für die Teilbecken des Cottbuser Ostsees nach DALTON berechneten Gewässerverdunstung im Monitoringjahr 2020.	21
Bild 11:	Wassertiefen im Cottbuser Ostsees bei dem Zielwasserstand von +62,5 m NHN.	22
Bild 12:	Wasserstand-Volumen-Seeflächen-Beziehung für den Cottbuser Ostsee abgeleitet aus den Daten der Vermessung der Seemorphometrie vom 22.02.2019.	23
Bild 13:	Wasserfläche und Morphometrie des Teilbeckens Schlichow (Südlandschlauch) im Oktober 2020.	24
Bild 14:	Wasserfläche und Morphometrie des Teilbeckens Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) im Oktober 2020.	24
Bild 15:	Wasserfläche und Morphometrie des Teilbeckens Willmersdorf (Nordlandschlauch) im Oktober 2020.	25
Bild 16:	Ganglinien der in das Teilbecken Willmersdorf (Nordlandschlauch) des Cottbuser Ostsees aus dem Hammergraben und den Randriegeln (Ableiter 1 NRS, Ableiter 2 NRS) im Monitoringjahr 2020 eingeleiteten Wassermengen.....	26
Bild 17:	Ganglinien des Wasserstandes und des um Massenumlagerungen korrigierten Seevolumens im Teilbecken Schlichow (Südlandschlauch) des Cottbuser Ostsees im Monitoringjahr 2020.	27
Bild 18:	Ganglinien des Wasserstandes und des um Massenumlagerungen korrigierten Seevolumens im Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) des Cottbuser Ostsees im Monitoringjahr 2020.	29
Bild 19:	Ganglinien des Wasserstandes und des um Massenumlagerungen korrigierten Seevolumens im Teilbecken Willmersdorf (Nordlandschlauch) des Cottbuser Ostsees im Monitoringjahr 2020.	30
Bild 20:	Sulfatkonzentration und Einleitmengen des Flutungswassers aus dem Hammergraben von Januar bis Dezember 2020.	34
Bild 21:	Elektrischen Leitfähigkeit und Einleitmengen des Flutungswassers aus dem Hammergraben von Januar bis Dezember 2020.....	34
Bild 22:	Eisen-gelöst und Eisen-gesamt-Konzentrationen sowie Einleitmengen des Flutungswassers aus dem Hammergraben von Januar bis Dezember 2020.....	35



Bild 23:	Gesamtposphorkonzentration und Einleitmenge des Flutungswassers aus dem Hammergraben im Monitoringjahr von Januar bis Dezember 2020.	35
Bild 24:	Tiefenprofile für die Kennwerte Wassertemperatur, Trübung, Sauerstoffkonzentration und -sättigung, pH-Wert, Redoxpotential und elektrische Leitfähigkeit im Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch) an der Messstelle CB-See-01 zum Termin der Seewasserbeprobung am 19.03.2020.	38
Bild 25:	Tiefenprofile für die Kennwerte Wassertemperatur, Trübung, Sauerstoffkonzentration und -sättigung, pH-Wert, Redoxpotential und elektrische Leitfähigkeit im Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch) an der Messstelle CB-See-03 zum Termin der Seewasserbeprobung am 19.03.2020.	39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Seebecken bzw. Teilbereiche des Cottbuser Ostsee.	9
Tabelle 2:	Chronologie der maßgeblichen Ereignisse zur Flutung des Cottbuser Ostsees seit April 2019.	10
Tabelle 3:	Messstellen für das Flutungswasser des Cottbuser Ostsees im Jahr 2020.	11
Tabelle 4:	Übersicht des Monitorings zur Flutungswasserbeschaffenheit für den künftigen Cottbuser Ostsee im Jahr 2020.	12
Tabelle 5:	Messungen des Wasserstandes in den Teilbecken des künftigen Cottbuser Ostsees im Monitoringjahr 2020.	13
Tabelle 6:	Übersicht über das Seewassermonitoring zum Cottbuser Ostsee im Monitoringjahr 2020.	15
Tabelle 7:	Eckzahlen der maßgeblichen Witterungsgrößen an der DWD-Wetterstation Cottbus für das Monitoringjahr 2020 und die Referenzperiode 1991 bis 2020.	16
Tabelle 8:	Monatssummen der für die Teilbecken des Cottbuser Ostsees nach Dalton berechneten Gewässerverdunstung im Monitoringjahr 2020.	21
Tabelle 9:	Mittlere Volumenströme und summarische Kubaturen im Monitoringjahr 2020 für die Einleitungen aus dem Hammergraben und den Randriegeln in das Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch) des Cottbuser Ostsees.	26
Tabelle 10:	Wasserspiegelanstieg und Volumenzuwachs im Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch) im Zeitraum zwischen dem 12.04.2019 (Flutungsbeginn) und dem 01.12.2020 (letzte Wasserspiegelmessung 2020).	27
Tabelle 11:	Wasserspiegelanstieg und Volumenzuwachs im Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) im Zeitraum zwischen dem 12.04.2019 (Flutungsbeginn) und dem 01.12.2020 (letzte Wasserspiegelmessung 2020).	28
Tabelle 12:	Wasserspiegelanstieg und Volumenzuwachs im Teilbecken Willmersdorf (Nordrandlauch) im Zeitraum zwischen dem 12.04.2019 (Flutungsbeginn) und dem 07.12.2020 (letzte Wasserspiegelmessung 2020).	30
Tabelle 13:	Wasserbilanz des Teilbeckens Schlichow (Südrandschlauch) für den Zeitraum vom 03.12.2019 (letzte Wasserspiegelmessung 2019) bis zum 01.12.2020 (letzte Wasserspiegelmessung 2020).	31
Tabelle 14:	Wasserbilanz des Teilbeckens Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) für den Zeitraum vom 03.12.2019 (letzte Wasserspiegelmessung 2019) bis zum 01.12.2020 (letzte Wasserspiegelmessung 2020).	31
Tabelle 15:	Wasserbilanz des Teilbeckens Willmersdorf (Nordrandschlauch) für den Zeitraum vom 20.12.2019 (letzte Wasserspiegelmessung 2019) bis zum 07.12.2020 (letzte Wasserspiegelmessung 2020).	32
Tabelle 16:	Statistische Kenngrößen der maßgeblichen chemischen Kennwerte des Flutungswassers aus dem Hammergraben im Monitoringjahr von Januar bis Dezember 2020.	33



Tabelle 17:	Statistische Kenngrößen der maßgeblichen chemischen Kennwerte des Sumpfungswassers aus den Randriegeln von Januar bis Dezember 2020 (Daten der Messstellen Sammelleitung RR West 6 und Abschlag GWA 2, vgl. Abschn. 2.3).....	36
Tabelle 18:	Limnologischen Eigenschaften der Teilbecken des Cottbuser Ostsees im Jahr 2020.....	37
Tabelle 19:	Ergebnisse der Seewasserbeprobung im Teilbeckens Schlichow (Südrandschlauch) an der Mst. CB-See-01 im Jahr 2019 und im Jahr 2020.	40
Tabelle 20:	Ergebnisse der Wasserbeprobung des Teilbeckens Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) an der Mst. CB-See-02 im Jahr 2019 und im Jahr 2020.	42
Tabelle 21:	Ergebnisse der Seewasserbeprobung des Teilbeckens Willmersdorf (Nordrandschlauch-West) an der Mst. CB-See-03 im Jahr 2019 und im Jahr 2020.	44
Tabelle 22:	Ergebnisse der Wasserbeprobung des Teilbeckens Willmersdorf (Nordrandschlauch-Nord) an der Mst. CB-See-04 im Jahr 2019 und im Jahr 2020.	45
Tabelle 23:	Vergleich der hydrochemischen Befunde zwischen den Teilbecken des künftigen Cottbuser Ostsees zur Frühjahrsbeprobung 2020.....	47

Abkürzungsverzeichnis

GP	Grundprogramm
GWA.....	Grubenwasserableiter
GWM	Grundwassermessstelle
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)
PFB	Planfeststellungsbeschluss
RR	Randriegel
SGS.....	SGS Analytics LAG GmbH
ZPN	Zusatzprogramm besondere Indikation
ZPB	Zusatzprogramm Biologie
ZPV	Zusatzprogramm Versauerung



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 jährliche Berichte zu erstellen. In den Berichten sollen die meteorologische Situation, das Flutungsgeschehen, der Wasserspiegelanstieg im See, die hydrochemische Beschaffenheit des Flutungs- und Seewassers sowie sonstige Ereignisse interpretiert werden.
- (3) Die Witterung wurde anhand der Daten der DWD-Station Cottbus bewertet. Im Monitoringjahr 2020 (= Kalenderjahr 2020) lag der Mittelwert der **Lufttemperatur** bei +11,2 °C. Das Maximum der Lufttemperatur wurde mit +36,1 °C am 09.08.2020 und das Minimum von -8,1 °C am 24.03.2020 erfasst. Im Monitoringjahr 2020 wurden 63 Frost- und 2 Eistage sowie 63 Sommertage und 19 heiße Tage erfasst.
- (4) An der DWD-Station Cottbus wurden im Monitoringjahr 2020 ein korrigierter **Jahresniederschlag** von insgesamt 542 mm registriert. Der August 2020 war mit 106 mm der niederschlagsreichste und der April 2020 war mit 4 mm der niederschlagsärmste Monat. Die höchste Tagessumme des Niederschlags wurde mit 49 mm am 30.08.2020 registriert.
- (5) Der zukünftige Cottbuser Ostsee besteht derzeit noch aus den drei getrennten Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch), Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) und Willmersdorf (Nordrandschlauch). Die **Gewässerverdunstung** der Teilbecken im Monitoringjahr 2020 wurde nach dem Dalton-Verfahren auf der Grundlage meteorologischer Tageswerte berechnet. Für die Teilbecken Schlichow und Willmersdorf wurden eine summarische Gewässerverdunstung von rund 800 mm und für das Teilbecken Merzdorf von 890 mm ermittelt.
- (6) Das Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch) wurde im Monitoringjahr 2020 mit ca. 8,6 Mio. m³ aus dem Hammergraben und mit ca. 8,9 Mio. m³ aus der Randriegelleitung geflutet. Die **Flutung** aus dem Hammergraben erfolgte im Berichtsjahr 2020 lediglich von Anfang Januar bis Ende März. Ab April 2020 war sie mangels Wasserdargebot bis zum 23.12.2020 unterbrochen.
- (7) Die **Wasserspiegel** in den Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch) und Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) stiegen im Monitoringjahr 2020 um +1,33 Meter bzw. +1,12 Meter an. In beiden Teilbecken war der Wasserspiegelanstieg ausschließlich auf den Zustrom von Grundwasser zurückzuführen. Ein Teil des Wasserspiegelanstieges im Teilbecken Merzdorf war auf Wasserverdrängung infolge einer Setzungsfließrutschung zurückzuführen.



- (8) Der **Wasserspiegel** im Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch) des zukünftigen Cottbuser Ostsees stieg im Monitoringjahr 2020 um rund 8,8 Meter. Der Wasserspiegelanstieg im Teilbecken Willmersdorf ist auf die Wassereinleitungen aus dem Hammergraben und aus der Randriegelleitung sowie auf die Wasserverdrängung infolge von Setzungsfließrutschungen der kippenseitigen Randschlauchböschungen zurückzuführen.
- (9) Das wassergefüllte Volumen des Teilbeckens Willmersdorf (Nordrandschlauch) hat im Monitoringzeitraum 2020 um 7,78 Mio. m³ zugenommen. Aus dem Hammergraben und der Randriegelleitung wurden ca. 18,07 Mio. m³ in das Teilbecken geleitet. Die klimatische **Wasserbilanz** wurde mit -0,26 Mio. m³ als defizitär bestimmt. Die berechnete Nettobilanz des Grundwassers war mit -10,03 Mio. m³ defizitär. Im Monitoringjahr 2020 wurden somit rund 40 % des eingeleiteten Flutungswassers volumenwirksam für den Cottbuser Ostsee. Der Rest war überwiegend in die anliegende Innenkippe infiltriert und hat hier zum Grundwasseranstieg beigetragen.
- (10) Das **Flutungswasser** aus dem Hammergraben war neutral und gut gepuffert. Die Mineralisation des Wassers war mit einer Sulfatkonzentration von durchschnittlich 400 mg/L leicht erhöht. Die Eisen-gesamt-Konzentration lag im Monitoringjahr 2020 stets unter 0,4 mg/L. Das Wasser aus der Randriegelleitung hatte bzgl. der Sulfatkonzentration und des Säure-Basen-Zustandes eine dem Hammergraben vergleichbare Beschaffenheit. Die Eisen-gesamt-Konzentration war mit durchschnittlich 22 mg/L deutlich höher als im Hammergraben.
- (11) Das Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch) ist mit einer geloteten maximalen Wassertiefe von 13,9 Meter das derzeit tiefste Teilbecken des zukünftigen Cottbuser Ostsees, gefolgt vom Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch) mit Tiefen von 10,1 bis 12,4 Metern. Bei beiden Teilbecken wird mit den Erkenntnissen aus dem Vorjahr von einem dimiktischen **Schichtungsverhalten** ausgegangen. Das Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) ist maximal 2,2 Meter tief und wird als polymiktisch eingestuft.
- (12) Die **Beschaffenheit des Seewassers** war in den Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch) und Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) ähnlich. Sie waren neutral und schwach gepuffert. Mit einer Sulfatkonzentration um 400 mg/L war die Mineralisation moderat und dem Flutungswasser ähnlich. Im Vergleich dazu war das Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch) versauerungsdisponiert und mit 1.200 mg/L Sulfat stärker mineralisiert. Eisen-gesamt wurde hier mit 48 mg/L gemessen. Mangan und Aluminium waren ebenfalls erhöht. Bei den Spurenmetallen wurden Nickel und Zink in erhöhten Konzentrationen gemessen. In allen Teilbecken kam Stickstoff überwiegend als Ammonium-Stickstoff in niedrigen Konzentrationen vor.



- (13) Mit dem **Untersuchungsprogramm** und dessen geplanter Erweiterung ab 2021 können die Wasserbilanz und die Wasserbeschaffenheit des künftigen Cottbuser Ostsees gut charakterisiert und nachvollzogen werden. Mit zunehmender Wassertiefe in den Teilbecken wird die Aufnahme der Tiefenprofile zum Ende der Sommerstagnation empfohlen, da beispielsweise das Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch) schon zur Herbstbeprobung 2019 eine sich in Auflösung befindliche sommerliche Schichtung zeigte.



1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Im Zuge des Gewässerausbaus Cottbuser See wurde in der Nebenbestimmung (NB) 1.3.4.1 zum wasserrechtlichen Planfeststellungsbeschluss (PFB) vom 12.04.2019 ein regelmäßiges und systematisches Monitoring zur Begleitung und langfristigen Überwachung der Flutungs- und Wasserbeschaffenheitsentwicklung gefordert. Die Umsetzung des Monitorings erfolgt auf Grundlage des Monitoringkonzeptes vom 10.01.2020 [LEAG 2020]. Das Monitoring ist kalenderjährlich bis zum 30. Juni gegenüber der Genehmigungsbehörde zu rapportieren.

Das Monitoring des Cottbuser Ostsees wird im Auftrag der LE-B von der SGS Analytics LAG GmbH (kurz: SGS) gemeinsam mit der Spezial- und Bergbau-Servicegesellschaft Lauchhammer mbH (kurz: SGL) durchgeführt. Die Beprobung des Sees erfolgte durch die LUG Engineering GmbH Cottbus (kurz: LUG).

Das Institut für Wasser und Boden Dr. Uhlmann wurde von der LE-B mit der Bestellnummer E64-4504310925 vom 23.04.2021 mit der Erstellung eines Jahresberichtes zum Monitoring der Flutung des Cottbuser Ostsees im Jahr 2020 beauftragt.

Im vorliegenden Monitoringbericht werden die Monitoringergebnisse des Kalenderjahres 2020, im Folgenden als Monitoringjahr 2020 bezeichnet, dokumentiert und bewertet.

Der Berichtszeitraum beginnt am 01.01.2020 und endet auftragsgemäß am 31.12.2020. Die von den diversen Auftragnehmern der LE-B im Jahr 2020 erhobenen hydrologischen, hydrochemischen und sonstigen Daten zum Flutungswasser und zum Cottbuser Ostsee wurden erfasst, visualisiert, auf Plausibilität geprüft und bewertet.

Folgende Aspekte werden im 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,
- die Interpretation der Tiefenprofilmessungen in den Teilbecken bzw. im See hinsichtlich der Mixis unter Berücksichtigung der Witterungsverhältnisse zum Beprobungstermin sowie
- die Veränderung der Morphometrie des Seebeckens im Laufe der Flutung anhand morphometrischer Daten des Auftraggebers.

Aufgrund der Tiefenlage des Wasserspiegels erfolgte im Jahr 2020 noch keine Ausleitung in die Vorflut. Der Zielwasserstand wird bei +62,5 m NHN erreicht.

Die methodischen Grundlagen zum Monitoring des Cottbuser Ostsees sind in [IWB 2020] umfassend dargestellt.

2 Umfang der Untersuchungen im Jahr 2020

2.1 Überblick

Die Randschläuche des ehemaligen Tagebaus Cottbus-Nord werden bei der Flutung unterschiedlich schnell mit Wasser gefüllt. Für die entstandenen Teilbecken (Bild 1) werden im vorliegenden Monitoringbericht folgende Bezeichnungen verwendet:

Tabelle 1: Seebecken bzw. Teilbereiche des Cottbuser Ostsee.

Teilbecken	Randschlauch
Schlichow	Südrandschlauch
Merzdorf	Randschlauch Merzdorf
Willmersdorf	Nordrandschlauch
Teilbereich Willmersdorf-Lakoma	Nordrandschlauch-West (vor dem Einlaufbauwerk)
Teilbereich Willmersdorf-Neuendorf/Auslauf	Nordrandschlauch-Nord (vor dem Auslaufbauwerk)

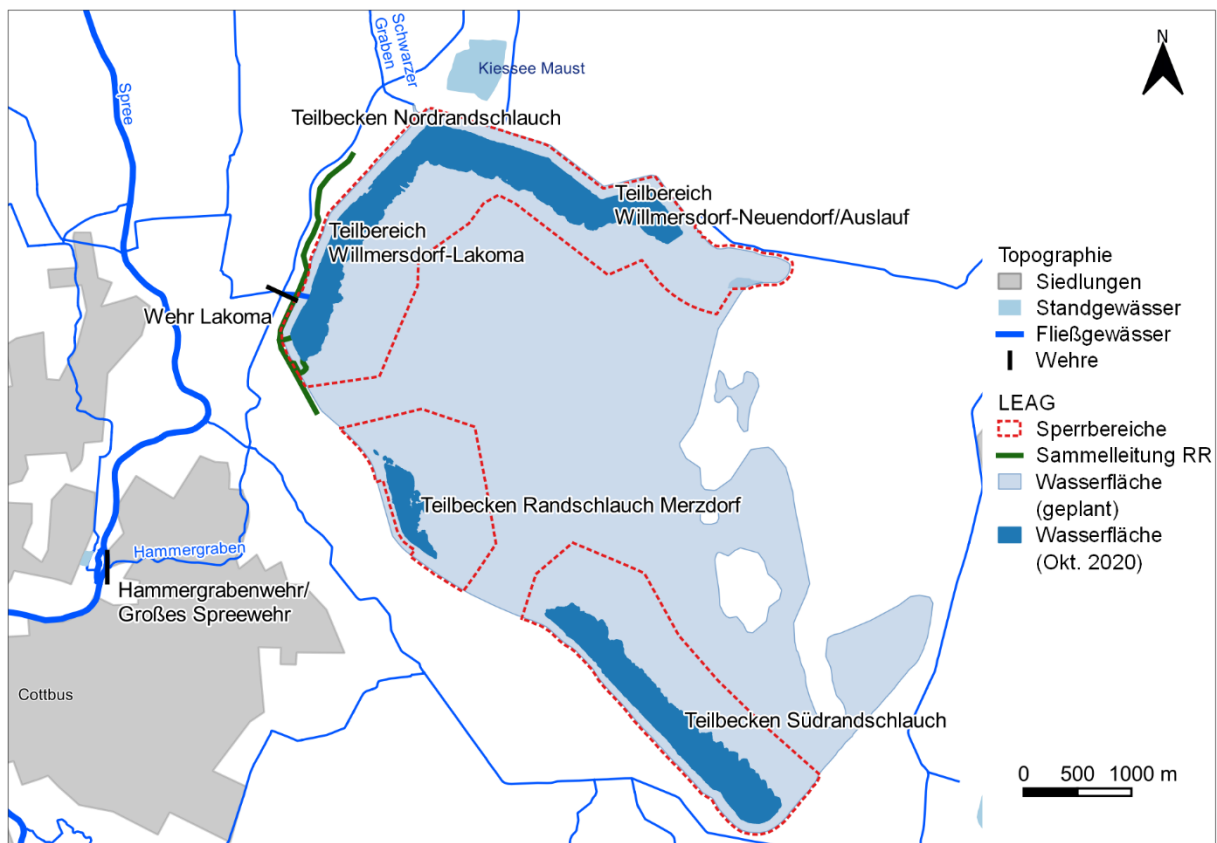


Bild 1: Überblick über das Untersuchungsgebiet zum Monitoring der Flutung des Cottbuser Ostsees.

2.2 Ereignisse

Zu Beginn des Monitoringjahres 2020 wurde das Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch) mit Wasser aus dem Hammergraben geflutet. Aufgrund des limitierten Wasserdargebots in der Spree wurde die Flutung ab dem 30.03.2020 ausgesetzt und erst am 23.12.2020 wieder aufgenommen. In den ehemaligen Randschläuchen des Tagebaus Cottbus-Nord bestanden zum Jahresende 2020 drei separate Wasserflächen mit unterschiedlichem Wasserspiegel. In den Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch) und Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) sind während der Flutungspause mehrere Setzungsfließrutschungen gegangen. In der Tabelle 2 sind die maßgeblichen Ereignisse während der Flutung des Cottbuser Ostsees im Monitoringjahr 2020 chronologisch aufgeführt.

Tabelle 2: Chronologie der maßgeblichen Ereignisse zur Flutung des Cottbuser Ostsees seit April 2019.

Datum	Ereignis
15.01.2019	Erprobungsbetrieb des Einlaufbauwerk aus dem Hammergraben
21.01.2019	
12.04.2019	Flutungsbeginn
28.04.2019	Unterbrechung der Flutung aus dem Hammergraben
14.06.2019	Setzungsfließrutschung im Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch)
18.06.2019	Setzungsfließrutschung im Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch)
29.08.2019	Setzungsfließrutschung im Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch)
02.09.2019	Setzungsfließrutschung im Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch)
13.11.2019	Setzungsfließrutschung im Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf)
26.11.2019	Setzungsfließrutschung im Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch)
17.12.2019	Wiederaufnahme der Flutung aus dem Hammergraben
30.03.2020	Unterbrechung der Flutung aus dem Hammergraben
30.06.2020	Setzungsfließrutschung im Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch)
29.09.2020	Setzungsfließrutschung im Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch)
06.11.2020	Setzungsfließrutschung im Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf)
23.12.2020	Wiederaufnahme der Flutung aus dem Hammergraben

2.3 Flutungswasser

Die Flutungswassermenge aus dem **Hammergraben** wird kontinuierlich an der Messstelle CB-Flut-Zuleiter gemessen und als Tagesmittelwerte ausgegeben (Tabelle 3). Die Beschaffenheit des Flutungswassers wurde im Monitoringjahr 2020 monatlich als Stichtagsbeprobung an der Messstelle CB-Flut-01 (Bild 2) analytisch untersucht. Das Untersuchungsprogramm richtet sich nach dem Monitoringkonzept [LEAG 2020] und ist für das Jahr 2020 in der Tabelle 4 zusammengefasst. Mit der Flutungspause ab dem 30.03.2021 wurde überwiegend auf ein orientierendes Kurzprogramm umgestellt. Zum Abschluss des Jahres, im Dezember 2020, wurde noch einmal das Grundprogramm durchgeführt.

Die eingeleitete Wassermenge aus der **Randriegelleitung** wird an den Flutungsleitungen Ableiter 1 NRS und Ableiter 2 NRS kontinuierlich erfasst und liegt als Tages-

mittelwerte vor (Tabelle 3). Gleichzeitig erfolgt monatlich die Beprobung des zur Einleitung vorgesehenen Randriegelwassers aus der Randriegelleitung an den Messstellen Sammelleitung Randriegel West 6 und Abschlag GWA 2 (uh. RR KBA). Für die Bewertung der Beschaffenheit des eingeleiteten Randriegelwassers sind die Daten der Messstelle Randriegel West 6 maßgeblich. Die Daten der Messstelle Abschlag GWA 2 wurden im Kalenderjahr 2019 zur Schließung von Datenlücken genutzt, vgl. [IWB 2020]. Zur Wahrung der Konsistenz werden die Daten der Messstelle auch im Kalenderjahr 2020 in die Bewertung einbezogen. Das Untersuchungsprogramm ist in der Nebenbestimmung 2.3.3.1 der wasserrechtlichen Erlaubnis [LBGR 2019b] vorgegeben.

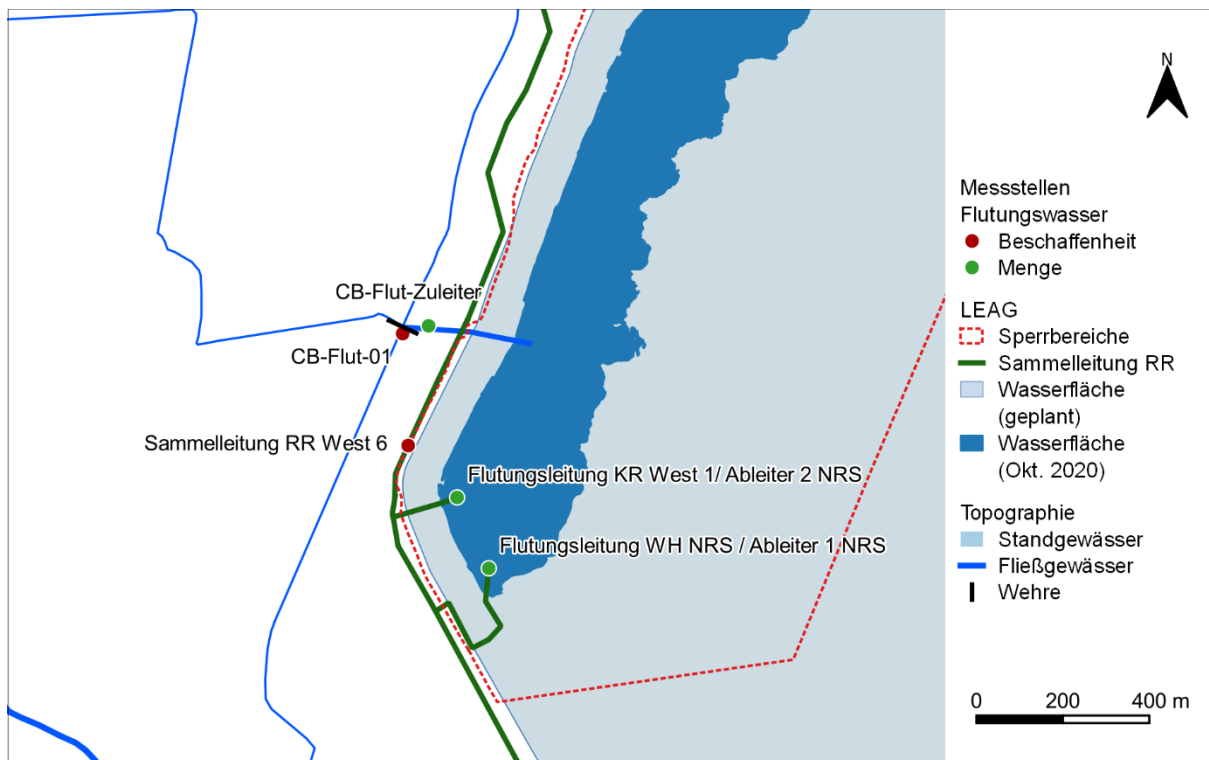


Bild 2: Karte der Messstellen für das Flutungswasser am Cottbuser Ostsee (die Messstelle Abschlag GWA 2 liegt nicht im dargestellten Kartenausschnitt).

Tabelle 3: Messstellen für das Flutungswasser des Cottbuser Ostsees im Jahr 2020.

Messstelle	Codierung	Messgröße	Messtechnik bzw. Methode	Turnus
Entnahmestelle Hammergraben	CB-Flut-Zuleiter	Volumenstrom	IDM	Kontinuierlich (Tagesmittelwerte)
	CB-Flut-01	Beschaffenheit	Stichproben	monatlich
Randriegel	Ableiter 1 NRS	Volumenstrom	IDM	Kontinuierlich (Tagesmittelwerte)
	Ableiter 2 NRS	Volumenstrom	IDM	Kontinuierlich (Tagesmittelwerte)
	Sammelleitung RR West 6	Beschaffenheit	Stichproben	Monatlich
	Abschlag GWA 2 (uh. RR KBA)	Beschaffenheit	Stichproben	Monatlich



Tabelle 4: Übersicht des Monitorings zur Flutungwasserbeschaffenheit für den künftigen Cottbuser Ostsee im Jahr 2020.

Messstelle	Gewässer	Datum	Messprogramm ¹⁾
CB-Flut-01	Hammergraben	09.01.2020	GP
CB-Flut-01	Hammergraben	13.02.2020	GP
CB-Flut-01	Hammergraben	12.03.2020	GP
CB-Flut-01	Hammergraben	08.04.2020	KP
CB-Flut-01	Hammergraben	07.05.2020	KP
CB-Flut-01	Hammergraben	04.06.2020	KP
CB-Flut-01	Hammergraben	01.07.2020	KP
CB-Flut-01	Hammergraben	05.08.2020	KP
CB-Flut-01	Hammergraben	02.09.2020	KP
CB-Flut-01	Hammergraben	07.10.2020	KP
CB-Flut-01	Hammergraben	04.11.2020	KP
CB-Flut-01	Hammergraben	07.12.2020	GP
Sammelleitung Randriegel West 6	Randriegel	09.01.2020	PRR
Sammelleitung Randriegel West 6	Randriegel	13.02.2020	PRR
Sammelleitung Randriegel West 6	Randriegel	12.03.2020	PRR
Sammelleitung Randriegel West 6	Randriegel	08.04.2020	PRR
Sammelleitung Randriegel West 6	Randriegel	07.05.2020	PRR
Sammelleitung Randriegel West 6	Randriegel	04.06.2020	PRR
Sammelleitung Randriegel West 6	Randriegel	01.07.2020	PRR
Sammelleitung Randriegel West 6	Randriegel	05.08.2020	PRR
Sammelleitung Randriegel West 6	Randriegel	02.09.2020	PRR
Sammelleitung Randriegel West 6	Randriegel	07.10.2020	PRR
Sammelleitung Randriegel West 6	Randriegel	04.11.2020	PRR
Sammelleitung Randriegel West 6	Randriegel	07.12.2020	PRR
Abschlag GWA 2 (uh. RR KBA)	Randriegel	09.01.2020	PRR
Abschlag GWA 2 (uh. RR KBA)	Randriegel	13.02.2020	PRR
Abschlag GWA 2 (uh. RR KBA)	Randriegel	12.03.2020	PRR
Abschlag GWA 2 (uh. RR KBA)	Randriegel	08.04.2020	PRR
Abschlag GWA 2 (uh. RR KBA)	Randriegel	07.05.2020	PRR
Abschlag GWA 2 (uh. RR KBA)	Randriegel	04.06.2020	PRR
Abschlag GWA 2 (uh. RR KBA)	Randriegel	01.07.2020	PRR
Abschlag GWA 2 (uh. RR KBA)	Randriegel	05.08.2020	PRR
Abschlag GWA 2 (uh. RR KBA)	Randriegel	02.09.2020	PRR
Abschlag GWA 2 (uh. RR KBA)	Randriegel	07.10.2020	PRR
Abschlag GWA 2 (uh. RR KBA)	Randriegel	04.11.2020	PRR
Abschlag GWA 2 (uh. RR KBA)	Randriegel	07.12.2020	PRR

¹⁾ Erläuterung zum Messprogramm:

GP	Grundprogramm
KP	Kurzprogramm
ZPB	Zusatzprogramm Biologie
PRR	Programm Randriegel



2.4 Seewasserstand

Im Monitoringjahr 2020 wurde in den Teilbecken des künftigen Cottbuser Ostsees der Wasserstand entsprechend der Tabelle 5 erfasst.

Tabelle 5: Messungen des Wasserstandes in den Teilbecken des künftigen Cottbuser Ostsees im Monitoringjahr 2020.

Teilbecken	Messturnus	Anzahl der Messwerte	Bemerkung
Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch-West)	wöchentlich	50	Seit 07.12.2020 erfolgen die Messungen ebenfalls nur monatlich
Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf)	monatlich	12	---
Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch)	monatlich	12	---

2.5 Seewasserbeschaffenheit

Im Jahr 2020 gelten für das Monitoring des Cottbuser Ostsees die Vorgaben für den Flutungsbetrieb gemäß [LEAG 2020]. Die Wasserbeschaffenheit wird jeweils separat in den wassergefüllten Teilbecken untersucht (Bild 3).

- Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch).....(CB-See-01)
- Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf).....(CB-See-02)
- Teilbecken Willmersdorf-Lakoma (Nordrandschlauch-West)(CB-See-03)
- Teilbecken Willmersdorf-Auslauf (Nordrandschlauch-Nord)(CB-See-04)

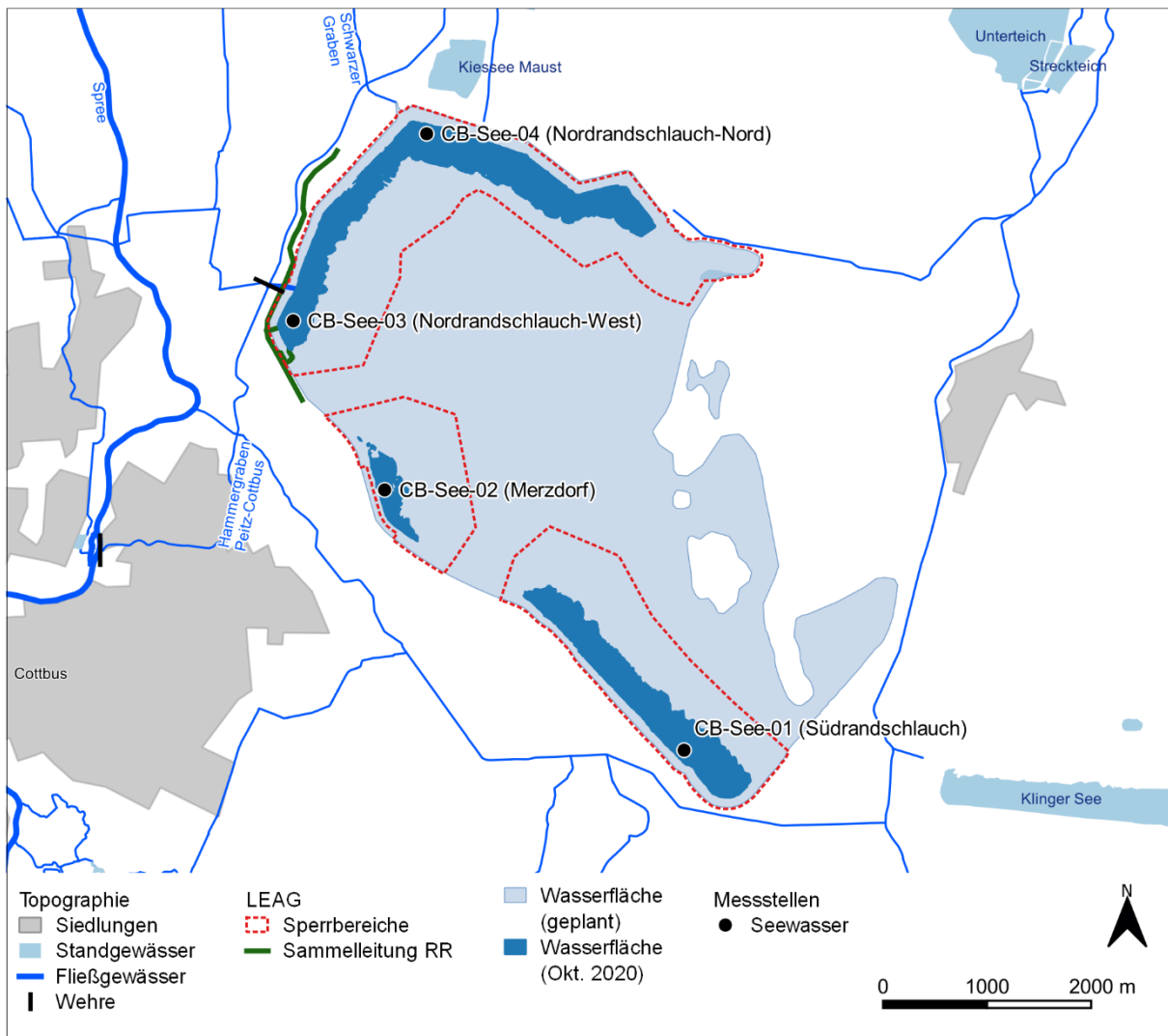


Bild 3: Übersicht der Seemessstellen im Cottbuser Ostsee gemäß [LEAG 2020].

Am 19.03.2020 wurde eine tiefenorientierte Beprobung des Seewassers in den Teilbecken durchgeführt. Am 04.11.2020 wurde im Teilbecken Willmersdorf an der Messstelle CB-See-04 zusätzlich eine Oberflächenprobe genommen (Tabelle 6):

Da die Probenahmen im März 2020 während der Zirkulationsphasen stattfanden, erfolgte die Probenahme in diskreten Abständen über die gesamte Wassertiefe als Mischprobe (Tabelle 6). Die Anzahl der Teilproben richtete sich nach der Wassertiefe an der jeweiligen Probenahmestelle. Im November 2020 wurde zudem vom Ufer aus eine Schöpfprobe genommen. Die Biologie in den Teilbecken wurde im Berichtsjahr 2020 nicht untersucht.

Das Untersuchungsspektrum richtete sich nach dem Monitoringkonzept [LEAG 2020]. An allen Wasserproben wurde das Grundprogramm (GP), das Zusatzprogramm Versauerung (ZPV) und das Zusatzprogramm für besondere Indikation (ZPN) untersucht (Tabelle 6).



Tabelle 6: Übersicht über das Seewassermonitoring zum Cottbuser Ostsee im Monitoringjahr 2020.

Messstelle	Teilbecken	Datum	GP	ZPV	ZPN	Gelotete Tiefe [m]	Entnahmetiefe [m]	Limnologische Zuordnung
CB-See-01	Schlichow (Südrandschlauch)	19.03.2020	■	■	■	14,2	1,0-10,0	i
CB-See-02	Merzdorf (Randschlauch Merzdorf)	19.03.2020	■	■	■	2,2	0,5-1,5	i
CB-See-03	Willmersdorf-Lakoma (Nordrandschlauch West)	19.03.2020	■	■	■	12,5	1,0-10,0	i
CB-See-04	Willmersdorf-Auslauf (Nordrandschlauch Nord)	19.03.2020	■	■	■	10,1	1,0-8,0	i
		04.11.2020	■	■	■	---	0,5-1,0	o

Erläuterung:

i	Profilmischprobe
o	Oberflächenprobe

GP	Grundprogramm
ZPV	Zusatzprogramm Versauerung
ZPN	Zusatzprogramm besondere Indikation

3 Ergebnisse

3.1 Witterung

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 2020 sind im Vergleich mit der Referenzperiode 1991 bis 2020 in der Tabelle 7 zusammengestellt.

Tabelle 7: Eckzahlen der maßgeblichen Witterungsgrößen an der DWD-Wetterstation Cottbus für das Monitoringjahr 2020 und die Referenzperiode 1991 bis 2020.

Klimatische Größe	Monitoringjahr 2020	Referenzperiode 1991-2020	Einheit
Jahresniederschlag, korrigiert	542	629	mm
Mittelwert der relativen Luftfeuchte	72	74	%
Mittelwert der Windgeschwindigkeit (2 m Höhe)	1,8	1,9	m/s
Mittelwert der Lufttemperatur	11,2	10,1	°C
Maximum der Lufttemperatur	36,1	--	°C
Minimum der Lufttemperatur	-8,1	--	°C
Anzahl Eistage ($T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$)	2	18	Tage/Jahr
Anzahl Frosttage ($T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$)	63	84	Tage/Jahr
Anzahl Sommertage ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)	63	56	Tage/Jahr
Anzahl Heiße Tage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)	19	15	Tage/Jahr

Das arithmetische Mittel der **Lufttemperatur** an der Station Cottbus lag im Monitoringjahr 2020 bei +11,2 °C und damit 1,1 Kelvin über dem 30-jährigen Durchschnitt (Tabelle 7). Die Monatsmittel der Lufttemperatur lagen im Monitoringjahr 2020 nahezu durchgehend über den Monatsmittelwerten der langjährigen Reihe. Nur im Mai und im Juli 2020 lagen die Monatsmittel unter dem langjährigen Durchschnitt (Bild 5). Das absolute Minimum der Lufttemperatur von -8,1 °C wurde während eines ca. 14-tägigen Kälteeinbruchs im März 2020 erfasst (Bild 4). Das absolute Maximum der Lufttemperatur wurde mit +36,1 °C im August 2020 gemessen (Bild 4). Die Anzahl der im Monitoringjahr 2020 erfassten Frost- und Eistage lag unter und die Anzahl der Sommertage und heißen Tage über dem Durchschnitt der 30-jährigen Reihe (Tabelle 7).

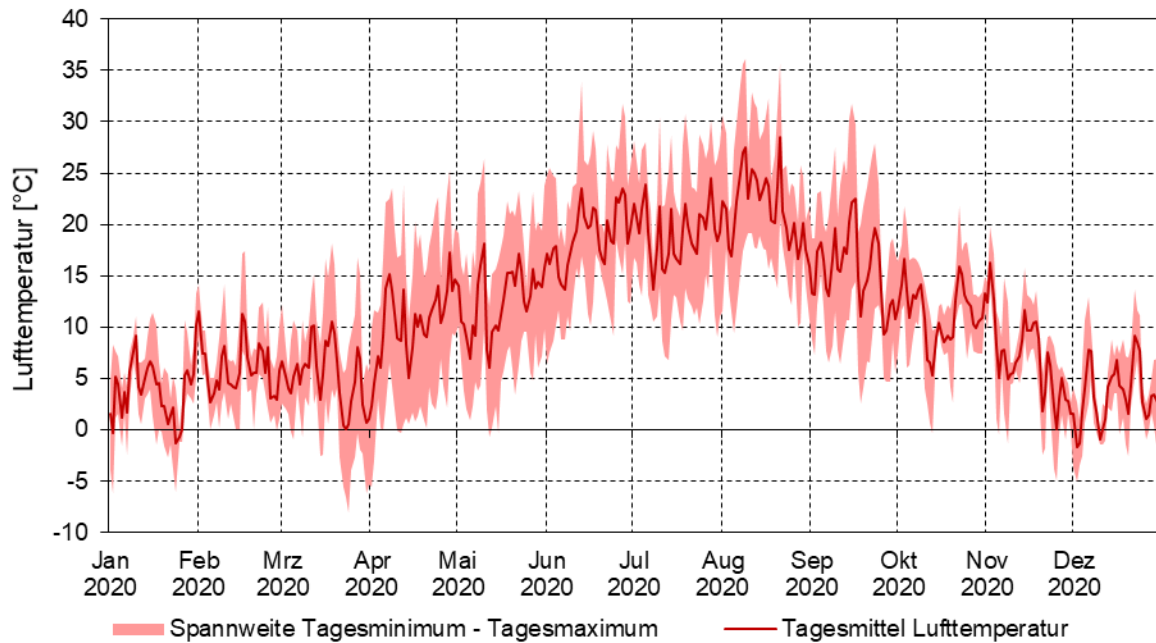


Bild 4: Ganglinie der Tagesmitteltemperatur sowie der Spanne zwischen dem täglichen Temperaturmaximum und Temperaturminimum an der DWD-Wetterstation Cottbus im Monitoringjahr 2020.

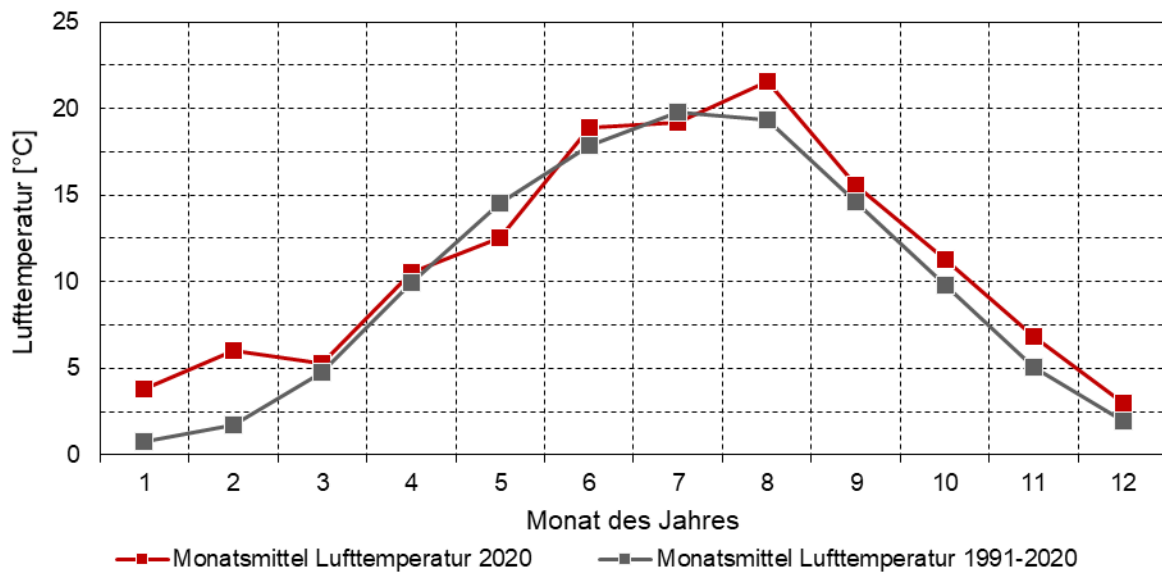


Bild 5: Vergleich der Monatsmittel der Lufttemperatur im Monitoringjahr 2020 mit den Monatsmitteln der Lufttemperatur für die 30-jährige Reihe von 1991 bis 2020 an der DWD-Wetterstation Cottbus.

Die Jahressumme des korrigierten **Niederschlags** an der Station Cottbus lag im Monitoringjahr 2020 bei 542 mm und damit 87 mm unter dem Durchschnitt der 30-jährigen Reihe von 1991 bis 2020 (Tabelle 7). In den Monaten Februar, Juni, August und Oktober des Jahres 2020 lagen die monatlichen Niederschlagssummen über und in den restlichen Monaten des Jahres unter dem langjährigen Durchschnitt (Bild 6). Der niederschlagsreichste Monat war der August 2020 mit 106 mm. Der April 2020 war

mit 4 mm der niederschlagsärmste Monat (Bild 6). Im Monitoringjahr 2020 wurde an 13 Tagen Niederschlagssummen größer 10 mm erfasst. Die höchste Tagessumme des Niederschlags wurde mit 49 mm am 30.08.2020 erfasst (Bild 7).

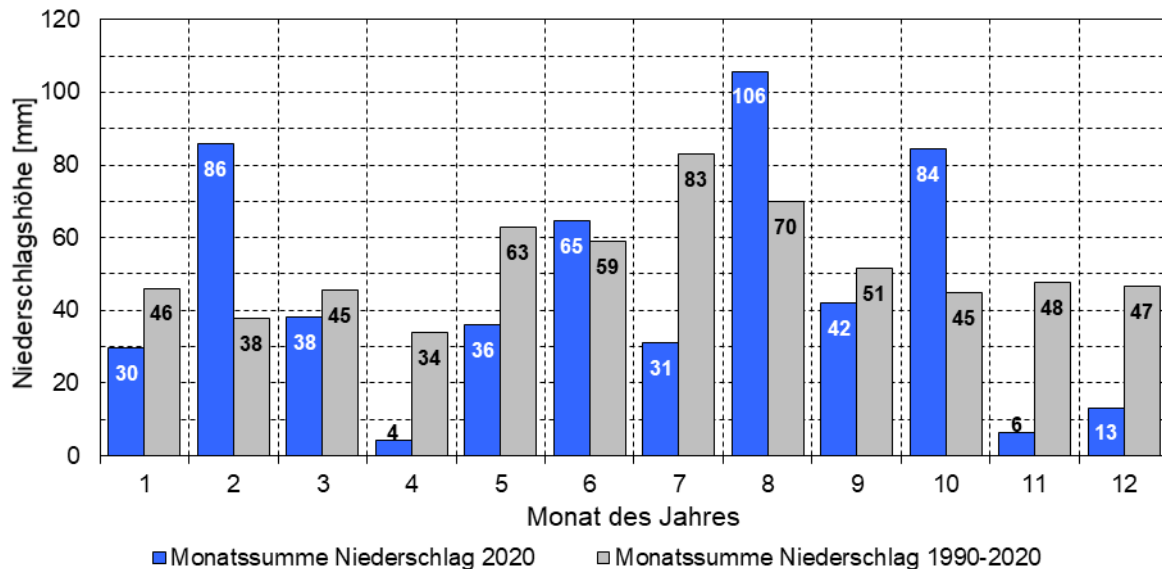


Bild 6: Vergleich der Monatssummen des korrigierten Niederschlags im Monitoringjahr 2020 mit den mittleren Monatssummen der 30-jährige Reihe von 1991 bis 2020 an der DWD-Wetterstation Cottbus.

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

- von Ende Januar bis in die erste Märzdekade 2020 über nahezu sechs Wochen mit rund 130 mm Niederschlag und
- vier ein- bis dreitägige Einzelereignisse im Spätsommer und Herbst 2020 mit Summen von 20 bis 50 mm sowie

ausgesprochen **niederschlagsarme Phasen**

- von Mitte März bis Mitte Mai 2020 über nahezu acht Wochen mit einer kumulativen Niederschlagssumme von rund 10 mm und
- in den Monaten November und Dezember 2020 mit einer kumulativen Niederschlagssumme von lediglich 20 mm.

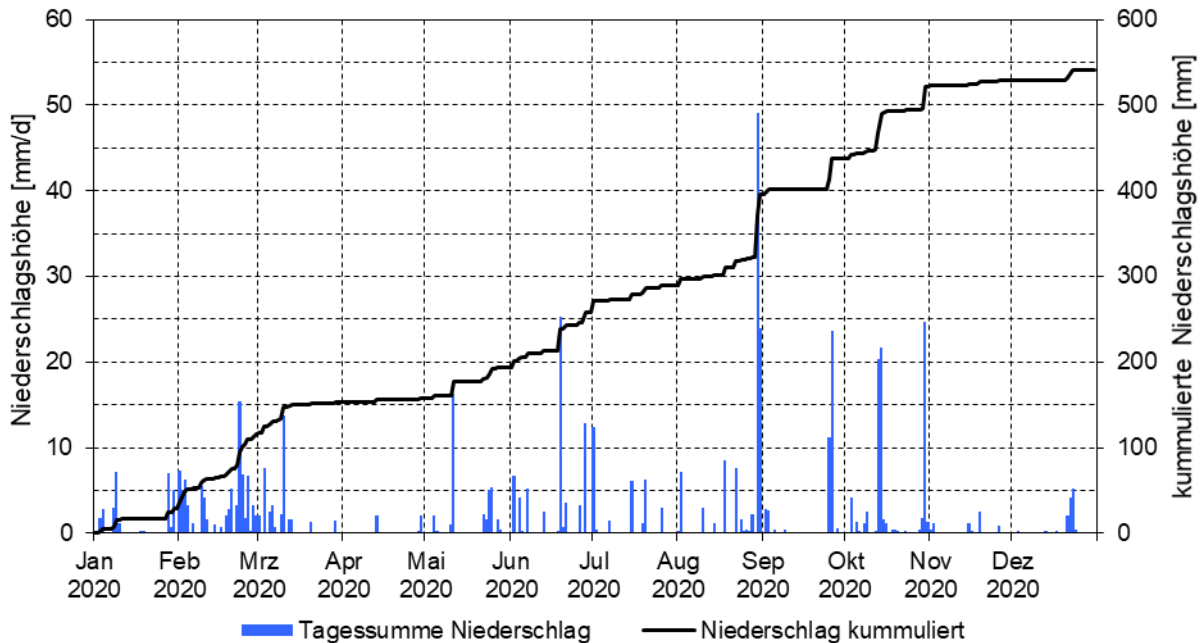


Bild 7: Tagessummen des korrigierten Niederschlags an der DWD-Wetterstation Cottbus im Monitoringjahr 2020.

Der **Wind** wehte im Monitoringjahr 2020 hauptsächlich aus westlicher, südwestlicher und östlicher Richtung (Bild 9). Das Mittel der Windgeschwindigkeit in 2 Meter Höhe lag im Monitoringjahr bei 1,8 m/s (Tabelle 7). Das Maximum der Windgeschwindigkeit wurde mit 5,0 m/s am 10.02.2020 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).

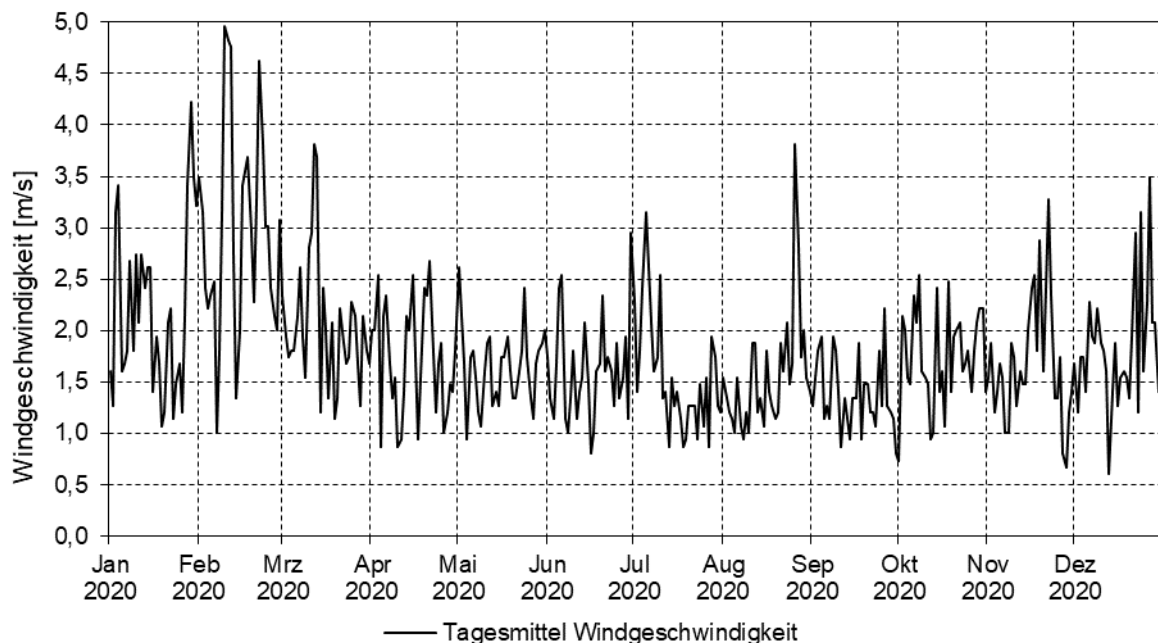


Bild 8: Ganglinie der Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeit in 2 Meter Höhe an der DWD-Wetterstation Cottbus im Monitoringjahr 2020.

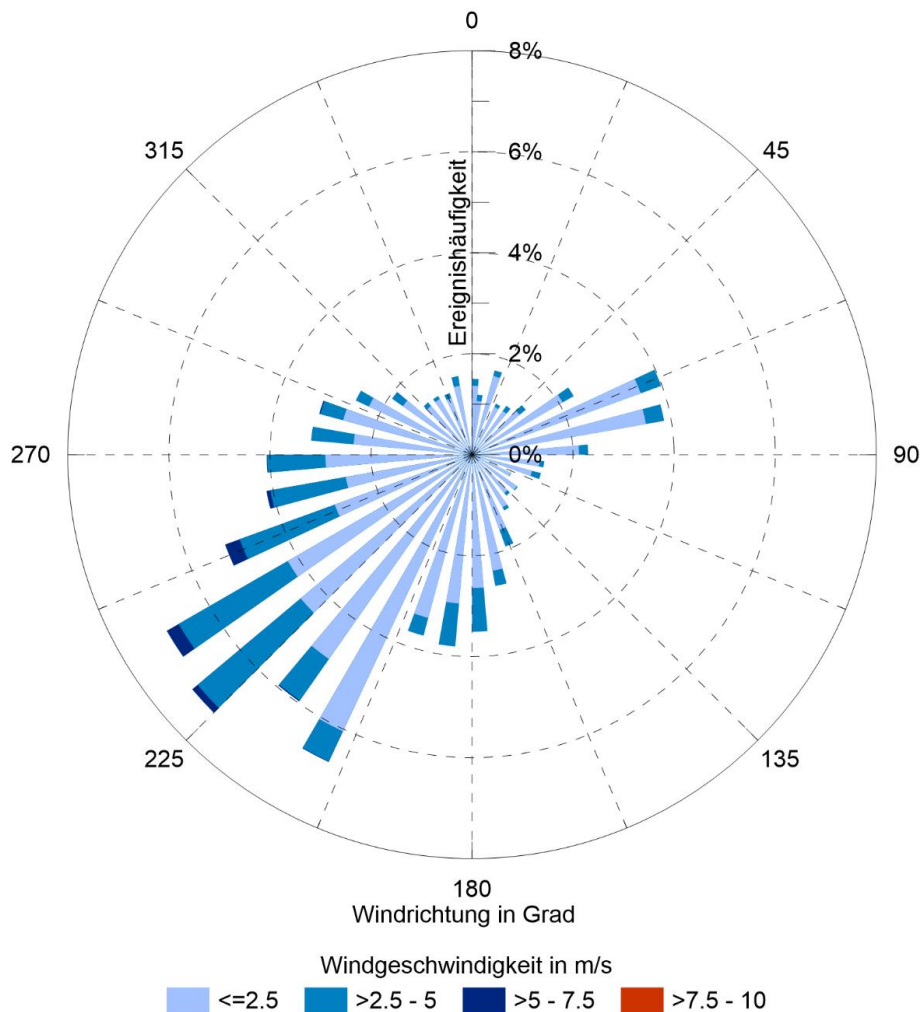


Bild 9: Windrose mit Windrichtung und Windgeschwindigkeit in 2 Meter Höhe an der DWD-Wetterstation Cottbus im Monitoringjahr 2020 (Datenbasis: Stundenwerte).

Die **Gewässerverdunstung** wurde nach dem Dalton-Verfahren berechnet, [DVWK 1996]. Sie folgt in den Teilbecken des Cottbuser Ostsees dem Jahrgang der Lufttemperatur mit hohen Verdunstungsraten in den Sommermonaten und geringen Verdunstungsraten in den Frühjahrs- und Wintermonaten (vgl. Bild 5 und Bild 10). Die Verdunstungshöhen nahmen zwischen Januar und August 2020 nahezu stetig zu (Bild 10). Die Abnahme der Verdunstungshöhen nach August erfolgte dagegen sprunghaft. So verringerte sich die Verdunstungshöhe zwischen August und September sowie zwischen September und Oktober um jeweils etwa 40 % (Bild 10 und Tabelle 8).

Beim Vergleich der jährlichen Verdunstungssummen der Teilbecken wird deutlich, dass aus dem Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) deutlich mehr Wasser verdunstet (891 mm) als aus dem Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch) (797 mm) bzw. aus dem Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch) (767 mm) (Tabelle 8). Weiterhin zeigt sich, dass die Verdunstung aus dem Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) in den Sommermonaten am höchsten und in den Frühjahrs- und Wintermonaten am niedrigsten war (Bild 10 und Tabelle 8). Dies erklärt sich aus der Morphometrie des Teilbeckens. Im Unterschied zu den Teilbecken Schlichow

(Südrandschlauch) und Willmersdorf (Nordrandschlauch) hat das Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) ein geringes Wasservolumen, aber eine große Wasserfläche und eine entsprechend geringere mittlere Tiefe. Dadurch erwärmt sich das Wasser im Randschlauch Merzdorf in den Sommermonaten stärker und kühlt in den Wintermonaten stärker ab als in den anderen Teilbecken. Dies wirkt sich entsprechend auf die Gewässerverdunstung aus.

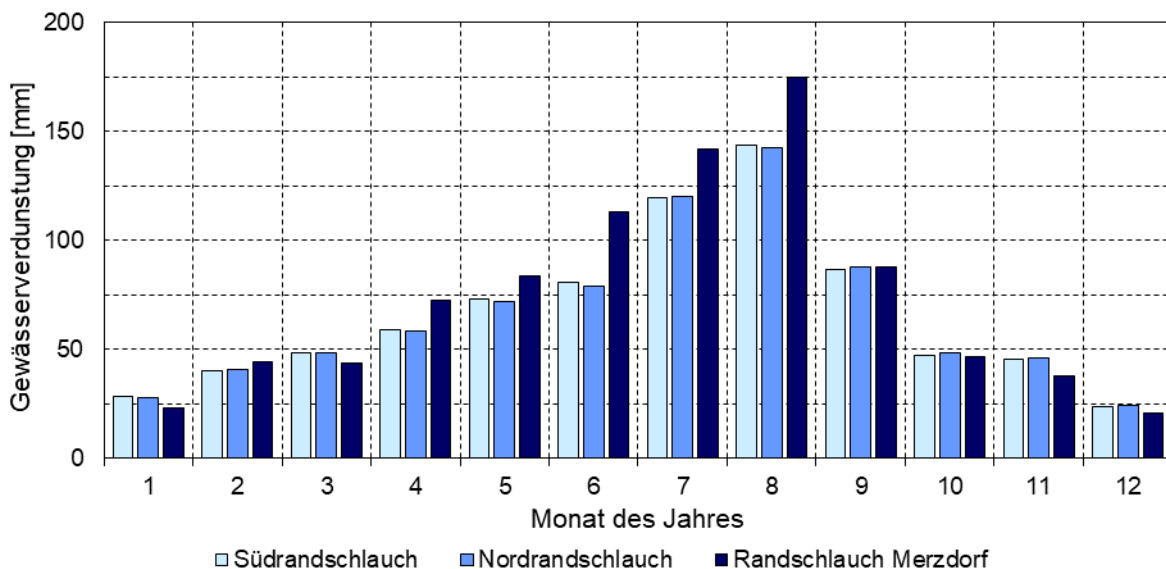


Bild 10: Monatssummen der für die Teilbecken des Cottbuser Ostsees nach DALTON berechneten Gewässerverdunstung im Monitoringjahr 2020.

Tabelle 8: Monatssummen der für die Teilbecken des Cottbuser Ostsees nach Dalton berechneten Gewässerverdunstung im Monitoringjahr 2020.

Verfahren	Südrand-schlauch	Randschlauch Merzdorf	Nordrand-schlauch
Monat	[mm/Mon.]	[mm/Mon.]	[mm/Mon.]
Januar	29	23	28
Februar	40	44	41
März	49	44	49
April	59	73	58
Mai	73	84	72
Juni	81	113	79
Juli	120	142	120
August	144	175	143
September	86	88	88
Oktober	47	47	48
November	46	38	46
Dezember	24	21	24
Summe	797	891	796

3.2 Morphometrie

Die Morphologie des Cottbuser Ostsees im Ausgangszustand vor der Flutung ist in Bild 11 dargestellt. Die Vermessung der Seemorphometrie erfolgte 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 für den gesamten Cottbuser Ostsee sind in Bild 12 dargestellt.

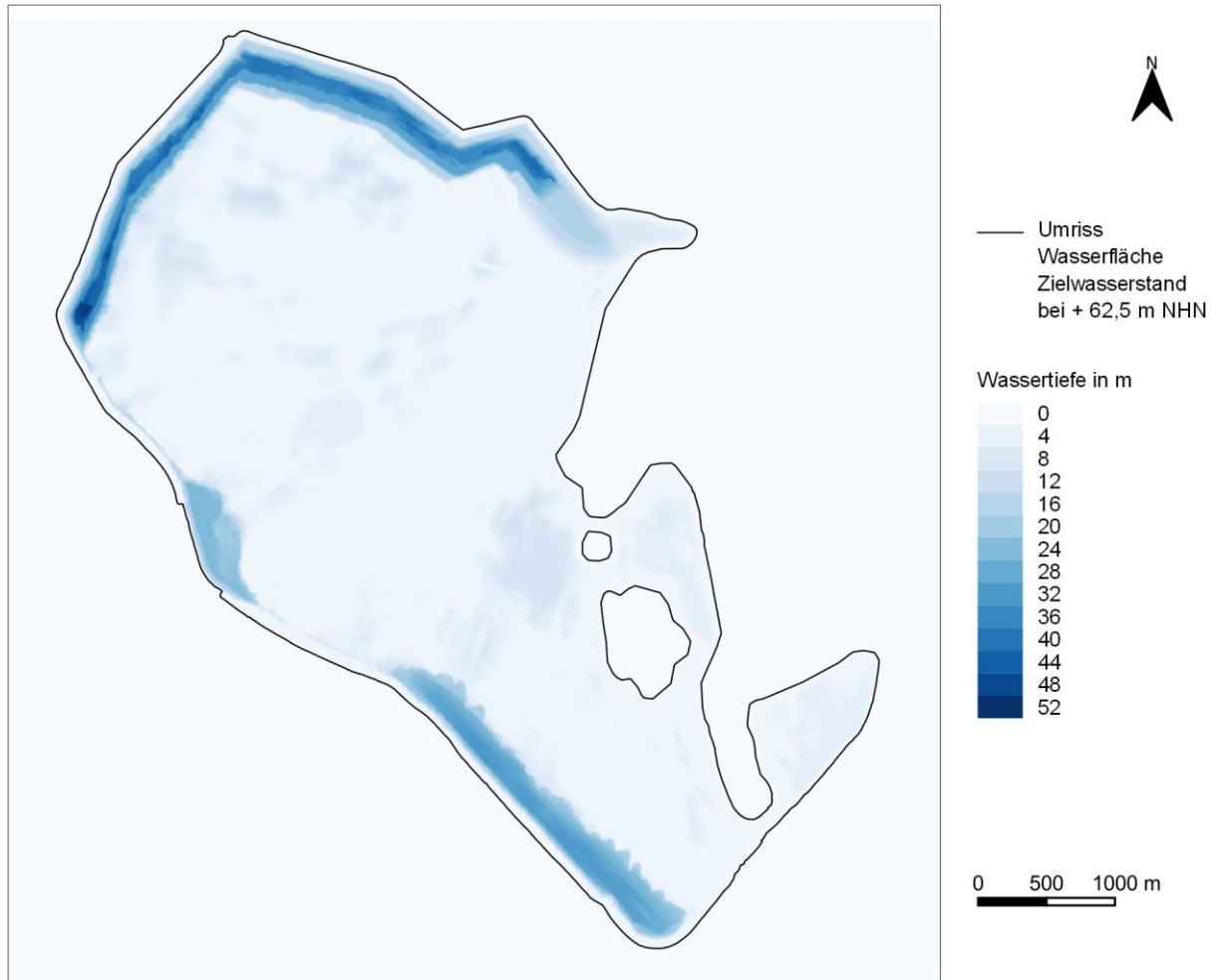


Bild 11: Wassertiefen im Cottbuser Ostsees bei dem Zielwasserstand von +62,5 m NHH.

Mit Abschluss der Flutung wird der Cottbuser Ostsee bei einem Zielwasserstand von +62,5 m NHH eine 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, werden sich im Zuge der Flutung die Wasserstand-Volumen- und Wasserstand-Flächen-Funktionen verformen bzw. haben sich bereits verformt. Grund sind die Rutschungen der unverdichteten kippenseitigen Randschlauchböschungen, die einerseits zur Aufhöhung der Randschlauchsohle, andererseits aber auch zu einer Vertiefung der dahinter liegenden Kippenoberfläche führen (vgl. Tabelle 2 in Abschn. 2.1), vor allem an den Kippenböschungen. Eine erneute Vermessung der

Seemorphometrie ist gemäß der Nebenstimmung 1.3.5.5 des Planfeststellungsbeschlusses für den Cottbuser Ostsee [LBGR 2019a] ab einem Seewasserstand von +61 m NHN vorgesehen.

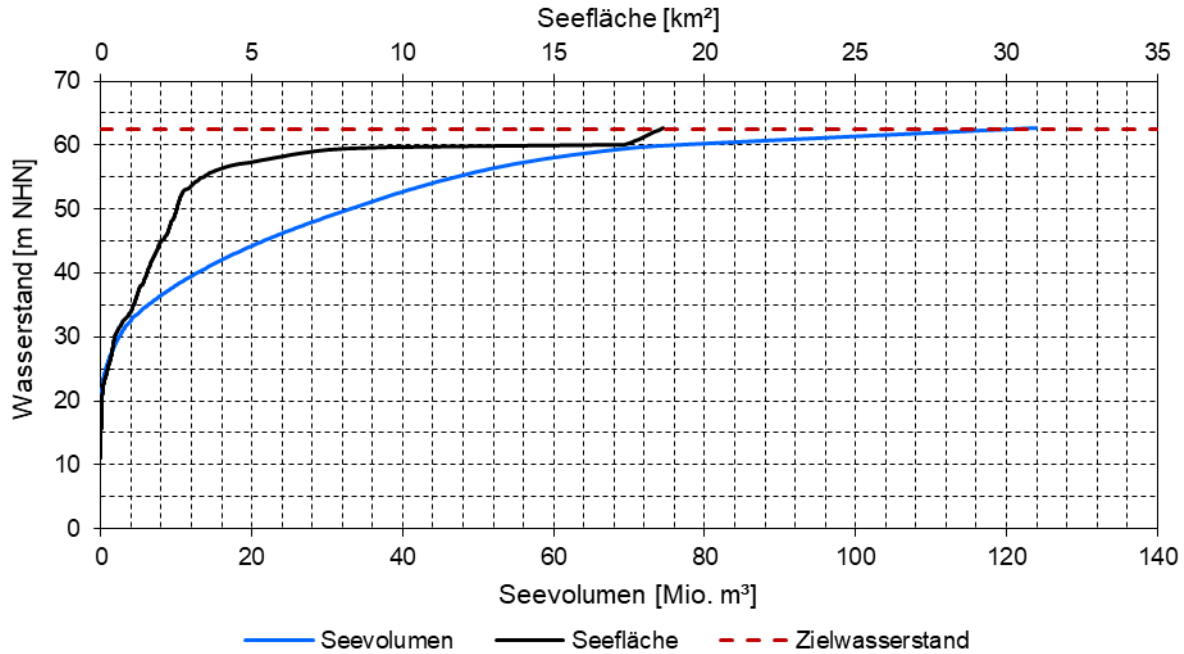


Bild 12: Wasserstand-Volumen-Seeflächen-Beziehung für den Cottbuser Ostsee abgeleitet aus den Daten der Vermessung der Seemorphometrie vom 22.02.2019.

Die Wasserflächen und Morphometrien der Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch), Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) und Willmersdorf (Nordrandschlauch) stellten sich Ende Oktober 2020 wie folgt dar: Bild 13, Bild 14 bzw. Bild 15.

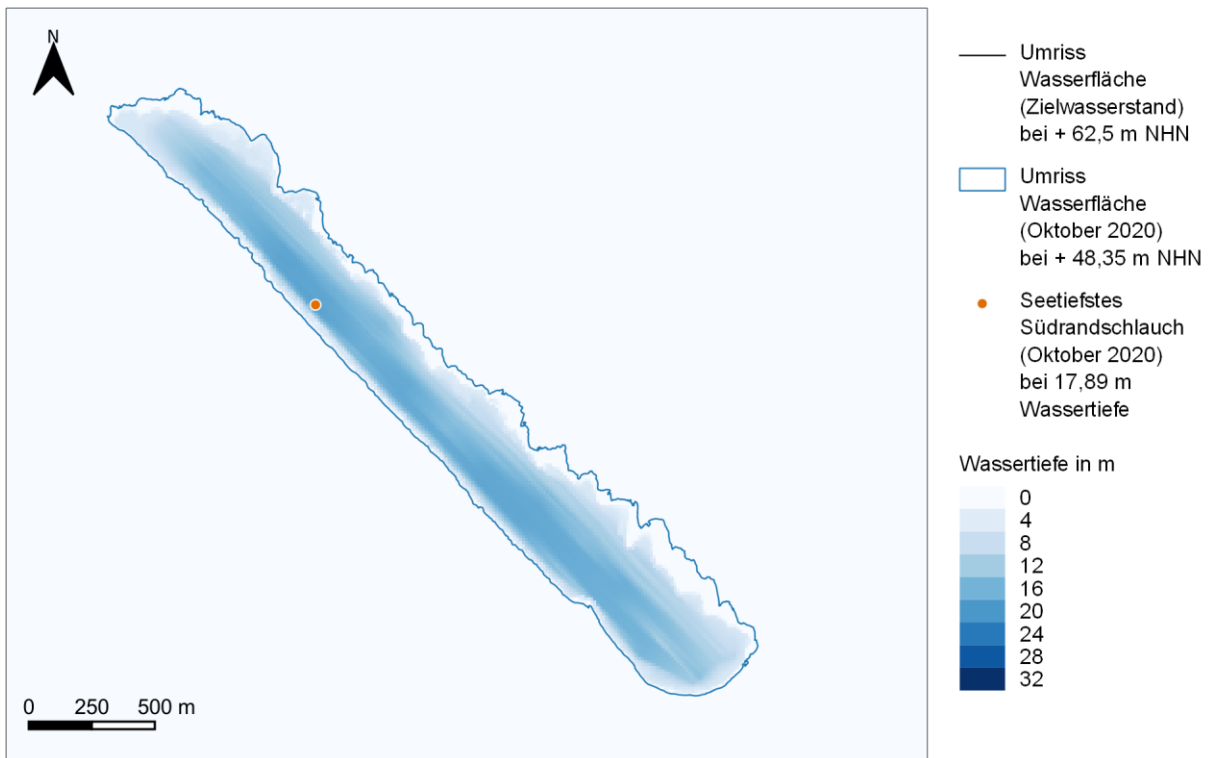


Bild 13: Wasserfläche und Morphometrie des Teilbeckens Schlichow (Südrandschlauch) im Oktober 2020.

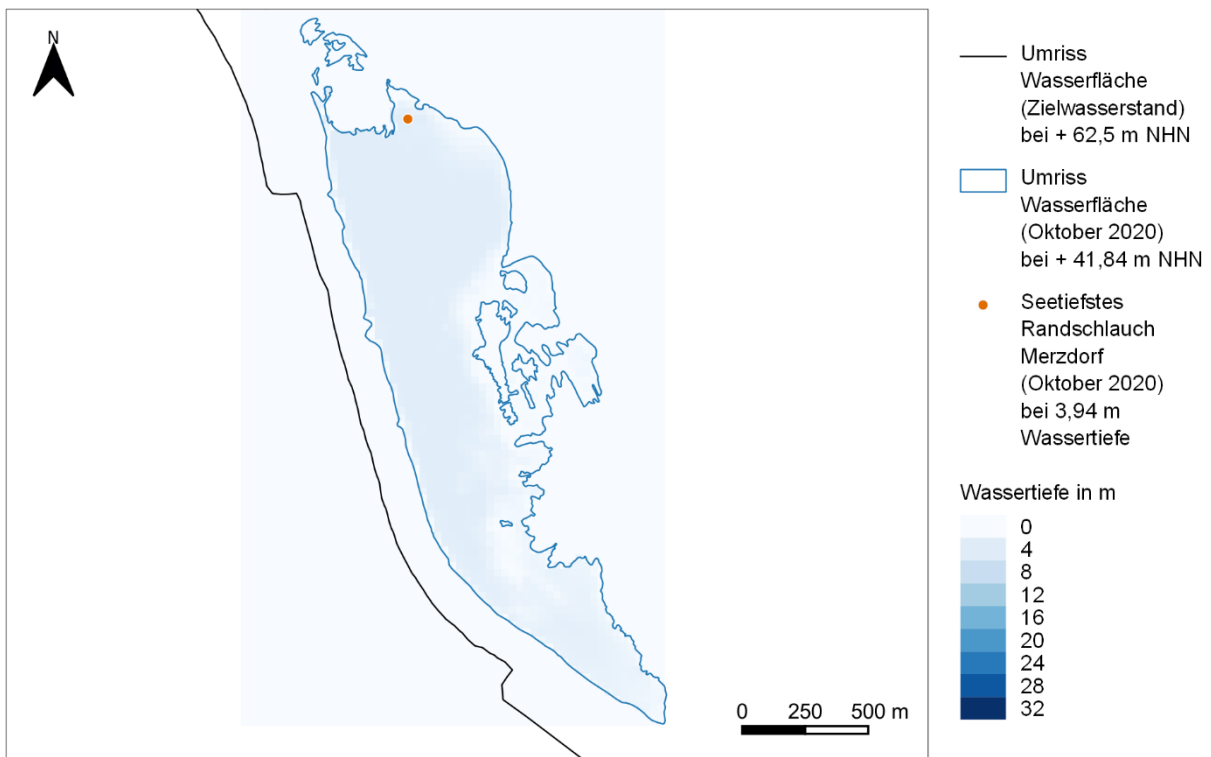


Bild 14: Wasserfläche und Morphometrie des Teilbeckens Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) im Oktober 2020.

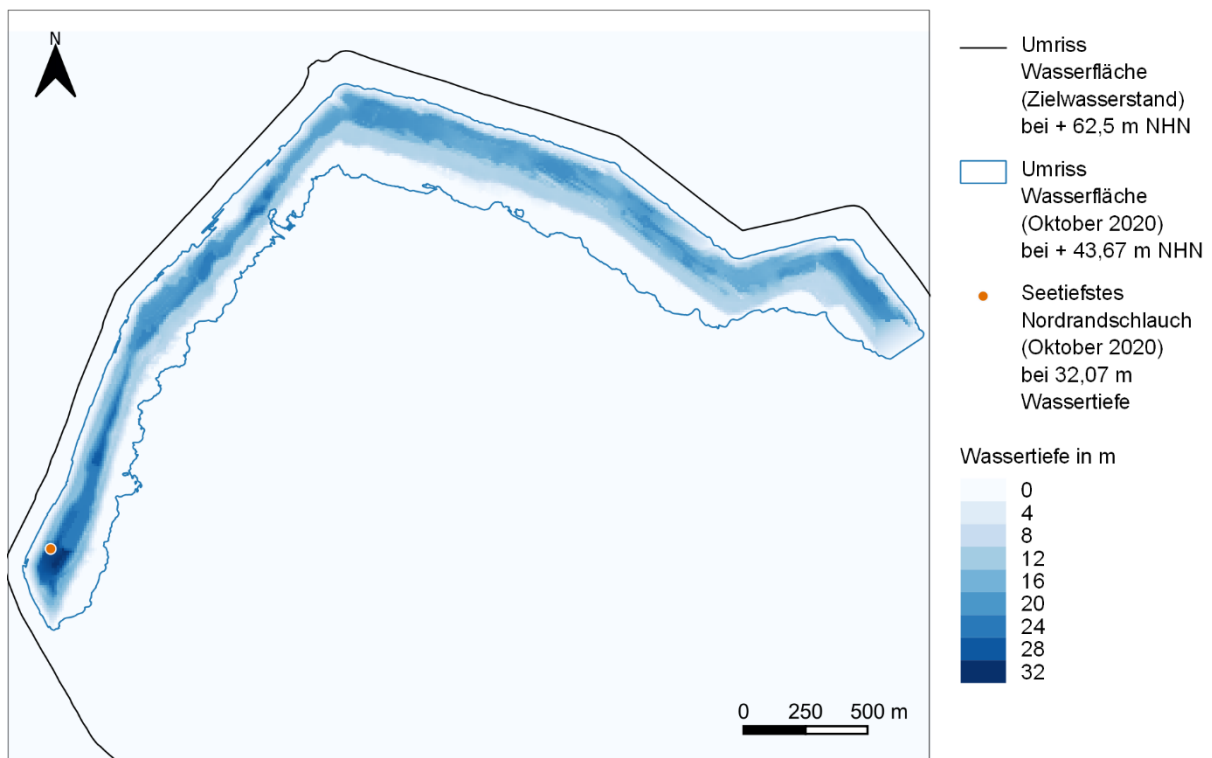


Bild 15: Wasserfläche und Morphometrie des Teilbeckens Willmersdorf (Nordrandschlauch) im Oktober 2020.

3.3 Wasserbilanz

3.3.1 Flutung

In Bild 16 sind die Ganglinien der Flutungswassereinleitungen in den Cottbuser See im Monitoringjahr 2020 dargestellt. Im Monitoringjahr 2020 wurden im Mittel $0,56 \text{ m}^3/\text{s}$ bzw. in Summe $17,6 \text{ Mio. m}^3$ Wasser in das Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch) eingeleitet (Tabelle 9). Davon stammen im Mittel $0,27 \text{ m}^3/\text{s}$ aus dem Hammergraben und $0,28 \text{ m}^3/\text{s}$ aus der Randriegelleitung. Das für die Flutung nutzbare Wasserdargebot der Spree wird dabei wöchentlich entsprechend den Grundsätzen für die länderübergreifende Bewirtschaftung der Flussgebiete Spree, Schwarze Elster und Lausitzer Neiße“ der Arbeitsgemeinschaft „Flussgebietsbewirtschaftung Spree-Schwarze Elster“ über die Steueranweisung der Flutungszentrale Lausitz vorgegeben. Die Flutungswassermenge über die Randriegelleitung ist entsprechend der 2. Ergänzung der wasserrechtlichen Erlaubnis auf $9 \text{ Mio. m}^3/\text{a}$ limitiert.

Zwischen dem 01.01.2020 und 30.03.2020 wurden im Mittel rund $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ bzw. in Summe rund $7,9 \text{ Mio. m}^3$ Wasser aus dem Hammergraben in das Teilbecken Willmersdorf eingeleitet. Bis Anfang Februar lag die Einleitmenge im Mittel bei $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ und schwankte nur geringfügig (Bild 16). Zwischen Anfang Februar und Mitte März erhöhte sich die Einleitmenge aus dem Hammergraben auf im Mittel $1,7 \text{ m}^3/\text{s}$, wobei drei Flutungsereignisse mit maximalen Einleitmengen zwischen $2,0$ und $2,7 \text{ m}^3/\text{s}$ abgegrenzt werden können (Bild 16). Bis Ende März verringerte sich die Einleitmenge auf nahe Null. Zwischen April und Dezember 2020 wurden nur marginale Wassermengen aus dem Hammergraben in das Teilbecken geleitet. Ab dem 23.12.2020 wurden die Flutung aus dem Hammergraben mit im Mittel $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ wieder aufgenommen. Bis zum

Ende des Monitoringjahres wurden noch rund 0,3 Mio. m³ in das Teilbecken Willmersdorf eingeleitet (Bild 16).

Über die Randriegelleitung wurden zwischen Januar und Mitte Oktober 2020 im Mittel rund 0,33 m³/s bzw. 8,3 Mio. m³ in Summe in das Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch) eingeleitet (Bild 16). Ab Mitte Oktober wurde die Einleitung aus der Randriegelleitung auf im Mittel 0,1 m³/s verringert, um die genehmigte Jahressumme einzuhalten. Bis zum Ende des Monitoringjahres 2020 wurden aus der Randriegelleitung noch rund 0,6 Mio. m³ in das Teilbecken Willmersdorf eingeleitet (Bild 16).

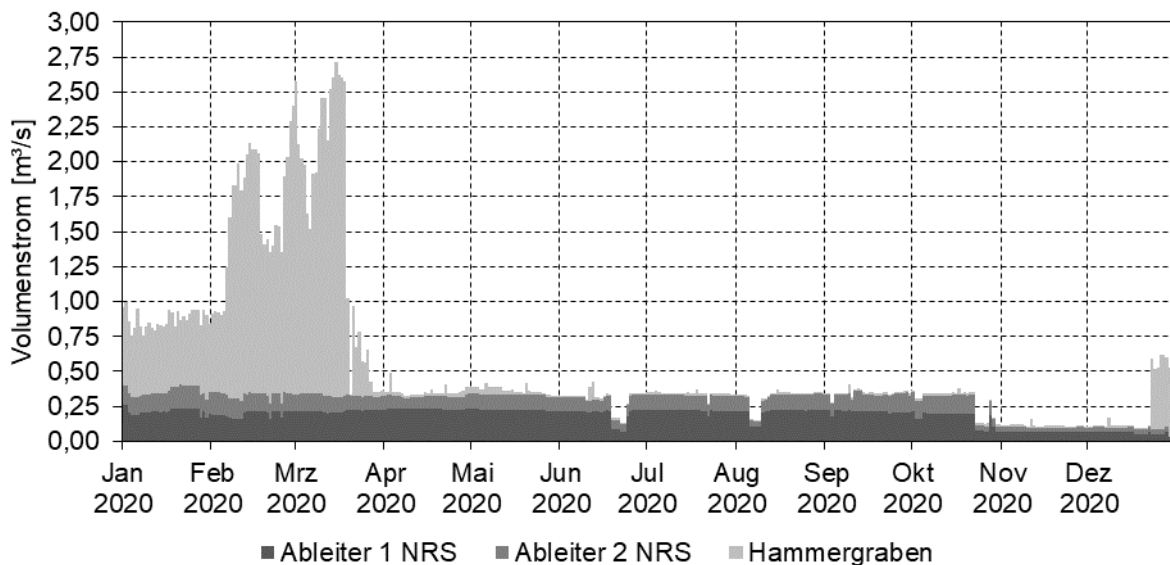


Bild 16: Ganglinien der in das Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch) des Cottbuser Ostsees aus dem Hammergraben und den Randriegeln (Ableiter 1 NRS, Ableiter 2 NRS) im Monitoringjahr 2020 eingeleiteten Wassermengen.

Tabelle 9: Mittlere Volumenströme und summarische Kubaturen im Monitoringjahr 2020 für die Einleitungen aus dem Hammergraben und den Randriegeln in das Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch) des Cottbuser Ostsees.

Einleitung	Mittlerer Volumenstrom	Volumen
	[m ³ /s]	[m ³]
Hammergraben	0,273	8.642.000
Ableiter 1 NRS	0,183	5.784.000
Ableiter 2 NRS	0,099	3.126.000
Summe	0,555	17.552.000

3.3.2 Entwicklung des Wasserstandes und Volumenzuwachs

3.3.2.1 Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch)

Der Anstieg des Wasserspiegels und die Zunahme des wassergefüllten Volumens im Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch) ist in Bild 17 dargestellt. Markante Eckzahlen der Flutung des Teilbeckens im Monitoringjahr 2020 enthält die Tabelle 10. Zur Bilanzierung wurden Stichtage gewählt, an denen die entsprechenden Messwerte vorlagen. Sie stimmen nicht exakt mit dem Beginn und Ende des Kalenderjahres überein.

Der Wasserspiegel im Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch) stieg zwischen dem 03.12.2019 und dem 01.12.2020 nahezu kontinuierlich von +47,25 um 1,33 Meter auf +48,58 m NHN an. Das wassergefüllte Seevolumen nahm im gleichen Zeitraum von 7,43 auf 8,37 Mio. m³ zu. Der Anstieg des Wasserspiegels im Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch) und die Volumenzunahme um 0,94 Mio. m³ waren allein auf den Grundwasserzustrom zurückzuführen (Tabelle 10).

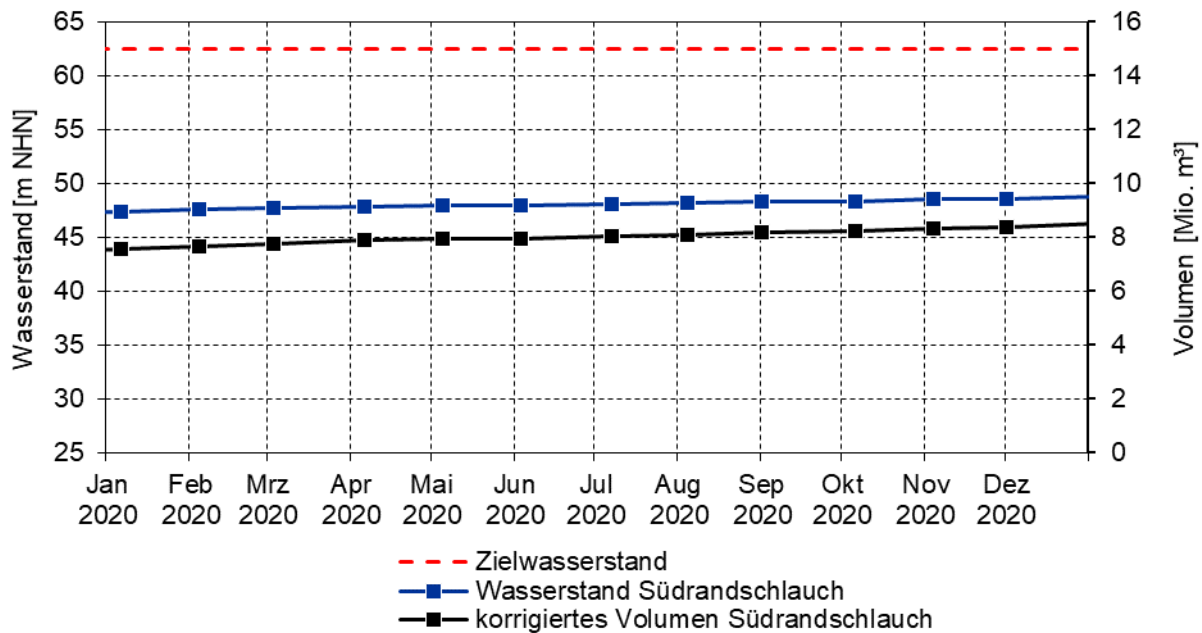


Bild 17: Ganglinien des Wasserstandes und des um Massenumlagerungen korrigierten Seevolumens im Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch) des Cottbuser Ostsees im Monitoringjahr 2020.

Tabelle 10: Wasserspiegelanstieg und Volumenzuwachs im Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch) im Zeitraum zwischen dem 12.04.2019 (Flutungsbeginn) und dem 01.12.2020 (letzte Wasserspiegelmessung 2020).

Datum	Tage	Wasserstand		Änderung des Wasserstandes		Volumen nach HVA Mio. m ³	kumulative Volumenkorrektur infolge Rutschungen Mio. m ³	Volumen korrigiert Mio. m ³	Änderung des Volumens	
		m NHN	m	m	cm/d				Mio. m ³	m ³ /d
12.04.2019	---	+46,63	---	---	---	6,99	0,00	6,99	---	---
03.12.2019	236	+47,25	0,62	0,26		7,43	0,00	7,43	+0,43	+1.840
01.12.2020	365	+48,58	1,33	0,36		8,37	0,00	8,37	+0,94	+2.580

3.3.2.2 Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf)

Der Anstieg des Wasserspiegels und der Volumenzuwachs im Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) sind in Bild 18 dargestellt. Markante Eckzahlen zur Flutung des Teilbeckens Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) im Monitoringjahr 2020 sind in Tabelle 11 zusammengestellt.

Der Wasserspiegel im Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) stieg zwischen dem 03.12.2019 und dem 01.12.2020 von +41,23 m NHN um 1,12 Meter auf +42,35 m NHN an. Das aus der Wasserstand-Volumen-Funktion (Abschn. 3.2) ermittelte wassergefüllte Seevolumen nahm im gleichen Zeitraum formal um 0,17 Mio. m³ zu. Rund 0,09 Mio. m³ der Volumenzunahme sind auf eine Rutschung zwischen Oktober und November 2020 zurückzuführen. Das wassergefüllte Volumen des Teilbeckens war um das Volumen der Rutschung zu korrigieren und hatte im Monitoringzeitraum 2020 demnach nur um rund 0,08 Mio. m³ zugenommen (Tabelle 11).

Zwischen Januar und Juni 2020 wurde nur ein geringer Wasserspiegelanstieg um 0,05 Meter erfasst. Zwischen Juni und Dezember 2020 stieg der Wasserspiegel im Teilbecken dann um 1,07 Meter (Bild 18). Der deutlich stärkere Wasserspiegelanstieg ab Juni 2020 wurde durch die Außerbetriebnahme von Filterbrunnen und den damit einhergehenden höherer Grundwasserzustrom verursacht.

Der Anstieg des Wasserspiegels im Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) ist ausschließlich auf den Grundwasserzustrom und auf Rutschungen zurückzuführen. Das Flutungswasser aus dem Hammergraben und der Randriegelleitung erreicht das Teilbecken bislang nicht.

Tabelle 11: Wasserspiegelanstieg und Volumenzuwachs im Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) im Zeitraum zwischen dem 12.04.2019 (Flutungsbeginn) und dem 01.12.2020 (letzte Wasserspiegelmessung 2020).

Datum	Tage	Wasserstand	Änderung des Wasserstandes		Volumen nach HVA	kumulative Volumenkorrektur infolge Rutschungen	Volumen korrigiert	Änderung des Volumens	
	d	m NHN	m	cm/d	Mio. m ³	Mio. m ³	Mio. m ³	Mio. m ³	m ³ /d
12.04.2019	---	+39,70	---	---	0,13	0,00	0,13	---	---
03.12.2019	236	+41,23	1,53	0,64	0,31	-0,10	0,21	+0,08	+320
01.12.2020	365	+42,35	1,12	0,31	0,48	-0,19	0,29	+0,08	+220

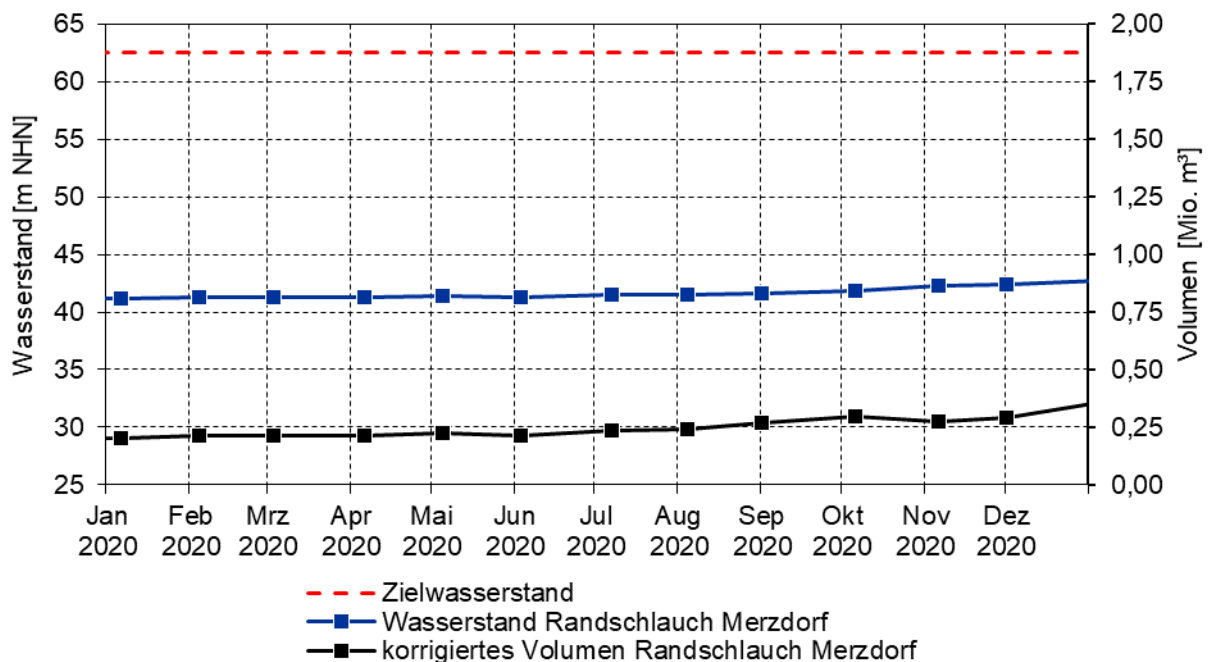


Bild 18: Ganglinien des Wasserstandes und des um Massenumlagerungen korrigierten Seevolumens im Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) des Cottbuser Ostsees im Monitoringjahr 2020.

3.3.2.3 Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch)

Der Anstieg des Wasserspiegels und der Volumenzuwachs im Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch) ist in Bild 19 dargestellt. Markante Eckzahlen der Flutung des Teilbeckens im Monitoringjahr 2020 sind in der Tabelle 12 zusammengestellt.

Der Wasserspiegel im Teilbecken Willmersdorf stieg zwischen dem 20.12.2019 und dem 07.12.2020 von +34,86 m NHN um 8,76 Meter auf +43,62 m NHN an. Das aus der Wasserstand-Volumen-Funktion (Abschn. 3.2) ermittelte wassergefüllte Seevolumen nahm im gleichen Zeitraum formal um 7,8 Mio. m³ zu. Ein Teil der Volumenzunahme im Monitoringzeitraum war auf mehrere Setzungsfließrutschungen der unverdichteten Kippenböschung zurückzuführen, wobei zwei größere Rutschungen ausgewiesen werden können. Das Volumen der ersten Rutschung zwischen Ende Juni und Anfang Juli 2020 wird aus der Wassermengenbilanz mit etwa 20.000 m³ abgeschätzt. Das Volumen der zweiten Rutschung zwischen Ende September und Anfang Oktober 2020 konnte dagegen nicht von der Volumenzunahme durch die erhöhten Zuflüsse in diesem Zeitraum abgegrenzt werden. Das wassergefüllte Volumen des Teilbeckens Willmersdorf war um das Volumen der Rutschungen zu korrigieren und hatte im Monitoringzeitraum 2020 demnach um maximal 7,78 Mio. m³ zugenommen (Tabelle 12).

In Folge der hohen Einleitmengen aus dem Hammergraben und der Randriegelleitung (vgl. Abschn. 3.3.1) stieg der Wasserstand im Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch) zwischen Januar und Ende März 2020 von +36,28 m NHN um 5,58 Meter auf +42,48 m NHN an. Die Flutung aus dem Hammergraben wurden Ende März 2020 eingestellt und erst am 23.12.2020 wieder aufgenommen. Von Ende März 2020 bis

zum Ende des Monitoringjahres 2020 stieg der Wasserspiegel im Teilbecken Willmersdorf dann aufgrund der Einleitung des Randriegelwassers um weitere 1,08 Meter an (Bild 19).

Der Anstieg des Wasserspiegels im Teilbecken Willmersdorf ist auf die Wassereinleitungen aus dem Hammergraben und aus der Randriegelleitung sowie den Rutschungen zurückzuführen.

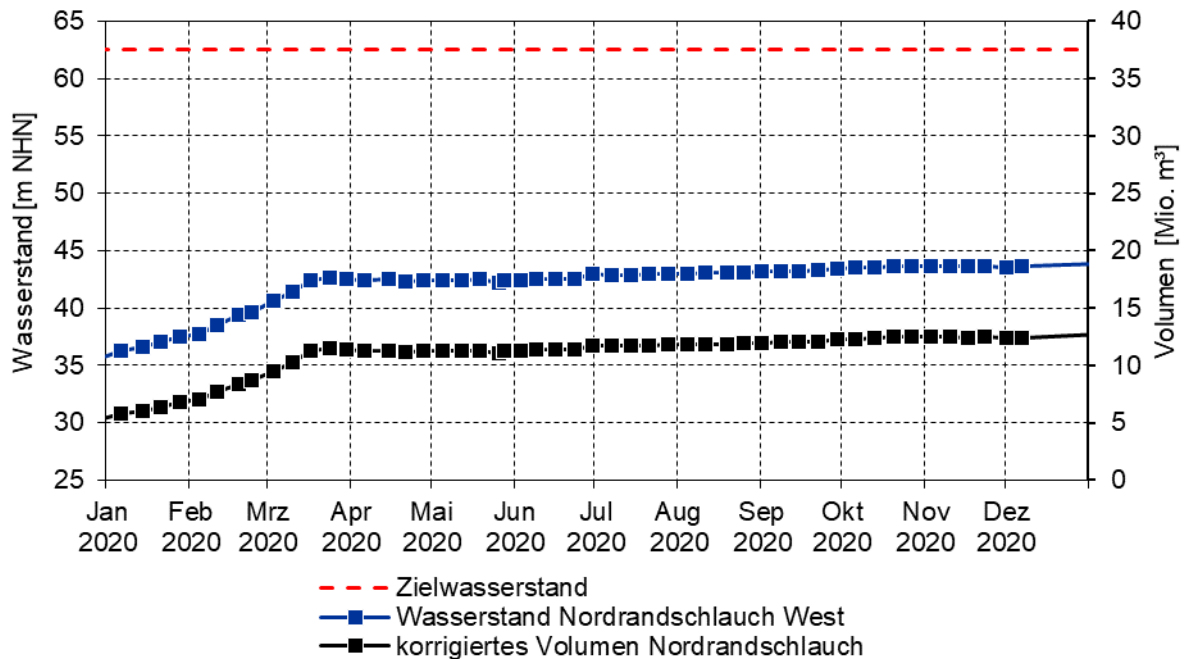


Bild 19: Ganglinien des Wasserstandes und des um Massenumlagerungen korrigierten Seevolumens im Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch) des Cottbuser Ostsees im Monitoringjahr 2020.

Tabelle 12: Wasserspiegelanstieg und Volumenzuwachs im Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch) im Zeitraum zwischen dem 12.04.2019 (Flutungsbeginn) und dem 07.12.2020 (letzte Wasserspiegelmessung 2020).

Datum	Tage	Wasserstand	Änderung des Wasserstandes		Volumen nach HVA	kumulative Volumenkorrektur infolge Rutschungen	Volumen korrigiert	Änderung des Volumens	
	d	m NHN	m	cm/d	Mio. m ³	Mio. m ³	Mio. m ³	Mio. m ³	m ³ /d
12.04.2019		+28,87			1,92	0,00	1,92		
20.12.2019	253	+34,86	5,99	2,37	5,33	-0,67	4,66	+2,74	+10.790
07.12.2020	354	+43,62	8,76	2,47	13,13	-0,69	12,44	+7,78	+21.980

3.3.3 Wasserbilanz

3.3.3.1 Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch)

Die maßgeblichen Wassermengenbilanzgrößen für das Teilbecken Schlichow sind in Tabelle 13 zusammengestellt. Das wassergefüllte Volumen im Teilbecken hatte im Zeitraum zwischen dem 03.12.2019 und dem 01.12.2020 um 0,94 Mio. m³ bzw. rund 2.580 m³/d zugenommen. Die klimatische Wasserbilanz im Zeitraum war mit -0,19 Mio. m³ bzw. mit -520 m³/d defizitär. Die Nettogrundwasserbilanz des Teilbeckens Schlichow war im Bilanzzeitraum mit +1,13 Mio. m³ bzw. +3.090 m³/d positiv. Die Volumenzunahme des Teilbeckens speiste sich demnach allein aus dem Grundwasserzustrom, welcher etwa in der Größenordnung des Vorjahres lag, vgl. [IWB 2020].

Tabelle 13: Wasserbilanz des Teilbeckens Schlichow (Südrandschlauch) für den Zeitraum vom 03.12.2019 (letzte Wasserspiegelmessung 2019) bis zum 01.12.2020 (letzte Wasserspiegelmessung 2020).

Bilanzgröße	Volumen	Volumenstrom
	[Mio. m ³]	[m ³ /d]
Niederschlag	+0,41	+1.110
Verdunstung	-0,59	-1.630
Volumenänderung	+0,94	+2.580
Grundwasserwechselwirkung	+1,13	+3.090

3.3.3.2 Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf)

Die Wassermengenbilanz des Teilbeckens Merzdorf im Bilanzzeitraum zwischen dem 03.12.2019 und dem 01.12.2020 ist in der Tabelle 14 zusammengestellt. Das wassergefüllte Volumen des Teilbeckens hatte um 0,08 Mio. m³ bzw. 220 m³/d zugenommen. Die klimatische Wasserbilanz im Zeitraum war mit -0,05 Mio. m³ bzw. -140 m³/d defizitär. Die Nettogrundwasserbilanz des Teilbeckens Merzdorf wurde für den Bilanzzeitraum mit +0,13 Mio. m³ bzw. +360 m³/d ermittelt. Der Volumenzuwachs im Teilbecken war demnach allein auf den Grundwasserzustrom zurückzuführen, der analog zum Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch) etwa in der Größenordnung des Vorjahres lag (vgl. [IWB 2020]).

Tabelle 14: Wasserbilanz des Teilbeckens Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) für den Zeitraum vom 03.12.2019 (letzte Wasserspiegelmessung 2019) bis zum 01.12.2020 (letzte Wasserspiegelmessung 2020).

Bilanzgröße	Volumen	Volumenstrom
	[Mio. m ³]	[m ³ /d]
Niederschlag	+0,08	+230
Verdunstung	-0,13	-370
Volumenänderung ¹⁾	+0,08	+220
Grundwasserwechselwirkung	+0,13	+360

¹⁾ um die Setzungsfließrutschungen korrigierte Volumenzunahme des Teilbeckens (vgl. Tabelle 11)

3.3.3.3 Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch)

Die Wassermengenbilanz des Teilbeckens Willmersdorf ist in der Tabelle 15 zusammengestellt. Für den Bilanzzeitraum zwischen dem 20.12.2019 und dem 07.12.2020 wurde eine effektive Zunahme des wassergefüllte Seevolumens von 7,78 Mio. m³ bzw. 21.980 m³/d ermittelt. Die klimatische Wasserbilanz war mit -0,26 Mio. m³ bzw. mit -730 m³/d defizitär. Im Bilanzzeitraum wurden in Summe 18,6 Mio. m³ bzw. rund 52.530 m³/d Wasser aus dem Hammergraben und der Randriegelleitung in das Teilbecken eingeleitet. Aus den gegebenen Wasserbilanzkomponenten wurde für das Teilbecken Willmersdorf eine defizitäre Nettogrundwasserbilanz von -10,03 Mio. m³ bzw. -28.330 m³/d ermittelt. Die defizitäre Grundwasserbilanz erklärt sich aus den noch aufzufüllenden Porenräumen in den angrenzenden Grundwasserleiter und in der Innenkippe. Die Volumenzunahme im Teilbecken Willmersdorf war somit allein auf die Wassereinleitungen aus dem Hammergraben und den Randriegeln zurückzuführen. Der Abstrom ins Grundwasser hatte im Vergleich zum Vorjahr zugenommen (vgl. [IWB 2020]).

Tabelle 15: Wasserbilanz des Teilbeckens Willmersdorf (Nordrandschlauch) für den Zeitraum vom 20.12.2019 (letzte Wasserspiegelmessung 2019) bis zum 07.12.2020 (letzte Wasserspiegelmessung 2020).

Bilanzgröße	Volumen	Volumenstrom
	[Mio. m ³]	[m ³ /d]
Niederschlag	+0,53	+1.490
Verdunstung	-0,79	-2.220
Einleitung Ableiter 1 NRS	+5,98	+16.890
Einleitung Ableiter 2 NRS	+3,23	+9.110
Einleitung Hammergraben	+8,86	+25.030
Volumenänderung ¹⁾	+7,78	+21.980
Grundwasserwechselwirkung	-10,03	-28.330

¹⁾ um die Setzungsfließrutschungen korrigierte Volumenzunahme des Teilbeckens (vgl. Tabelle 12)

3.4 Wasserbeschaffenheit

3.4.1 Flutungswasser

3.4.1.1 Hammergraben

Die statistischen Kenngrößen der maßgeblichen chemischen Kennwerte des im Monitoringjahr 2020 aus dem Hammergraben in den Cottbuser Ostsee eingeleiteten Flutungswassers sind in der Tabelle 16 aufgeführt.

Tabelle 16: Statistische Kenngrößen der maßgeblichen chemischen Kennwerte des Flutungswassers aus dem Hammergraben im Monitoringjahr von Januar bis Dezember 2020.

Kennwert	Einheit	Anzahl der Werte	Minimum	Mittelwert	Maximum
Elektrische Leitfähigkeit bei +25°C	µS/cm	12	920	1.020	1.110
pH-Wert	---	12	7,5	7,7	7,9
Säurekapazität $K_{S4,3}$	mmol/L	4	1,5	1,6	1,7
Basenkapazität $K_{B8,2}$	mmol/L	4	0,06	0,12	0,27
TIC	mg/L	4	15,0	15,3	16,0
TOC	mg/L	4	4,1	4,5	5,0
DOC	mg/L	4	3,7	4,2	4,4
Chlorid	mg/L	4	28,5	29,3	30,0
Sulfat	mg/L	12	360	400	480
Natrium	mg/L	4	22,2	22,7	23,7
Kalium	mg/L	4	5,9	6,6	7,3
Magnesium	mg/L	4	24,8	27,7	29,6
Calcium	mg/L	4	135	151	166
Eisen-gesamt	mg/L	12	0,08	0,20	0,37
Eisen-gelöst	mg/L	12	0,01	0,10	0,20
Eisen-II-gelöst	mg/L	4	0,01	0,06	0,12
Mangan	mg/L	4	0,11	0,17	0,22
Aluminium	mg/L	4	0,010	0,030	0,040
Silizium	mg/L	4	4,2	5,2	6,1
Ammonium-N	mg/L	4	0,12	0,17	0,21
Nitrat-N	mg/L	4	1,000	1,175	1,300
Nitrit-N	mg/L	4	0,01	0,03	0,08
Phosphor-gesamt	µg/L	4	21	26	29
Phosphat-P	µg/L	4	10	10	10
Arsen	µg/L	4	---	<10,0	---
Kupfer	µg/L	4	---	<5	---
Nickel	µg/L	4	5	6	7
Zink	µg/L	4	1	5	7

Der **pH-Wert** des Hammergrabens lag im Monitoringjahr 2020 im Mittel bei $\text{pH} \approx 7,7$. Die Säurekapazität $K_{S4,3}$ lag im Durchschnitt bei 1,6 mmol/L. Sowohl pH-Wert als auch Säurekapazität schwankten nur geringfügig um den jeweiligen Mittelwert (Tabelle 16).

Die **Sulfatkonzentration** des Hammergrabens lag im Monitoringjahr 2020 im Mittel bei 400 mg/L und schwankte nur geringfügig um den Mittelwert (Tabelle 16 und Bild 20).

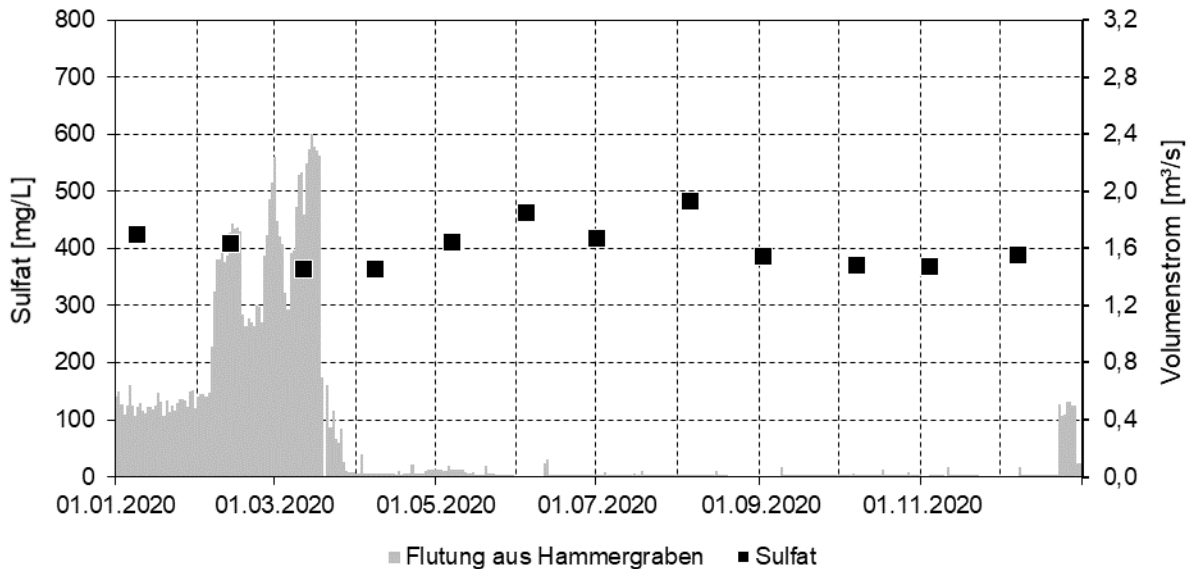


Bild 20: Sulfatkonzentration und Einleitmengen des Flutungswassers aus dem Hammergraben von Januar bis Dezember 2020.

Die **elektrische Leitfähigkeit** als Maß der Gesamtmineralisation wird im Hammergraben maßgeblich von der Sulfat- und Calciumkonzentration bestimmt. Im Monitoringjahr 2020 lag die elektrische Leitfähigkeit im Mittel bei 1.020 $\mu\text{S}/\text{cm}$ mit einer geringen Spanne zwischen 920 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und 1.110 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Tabelle 16 und Bild 21).

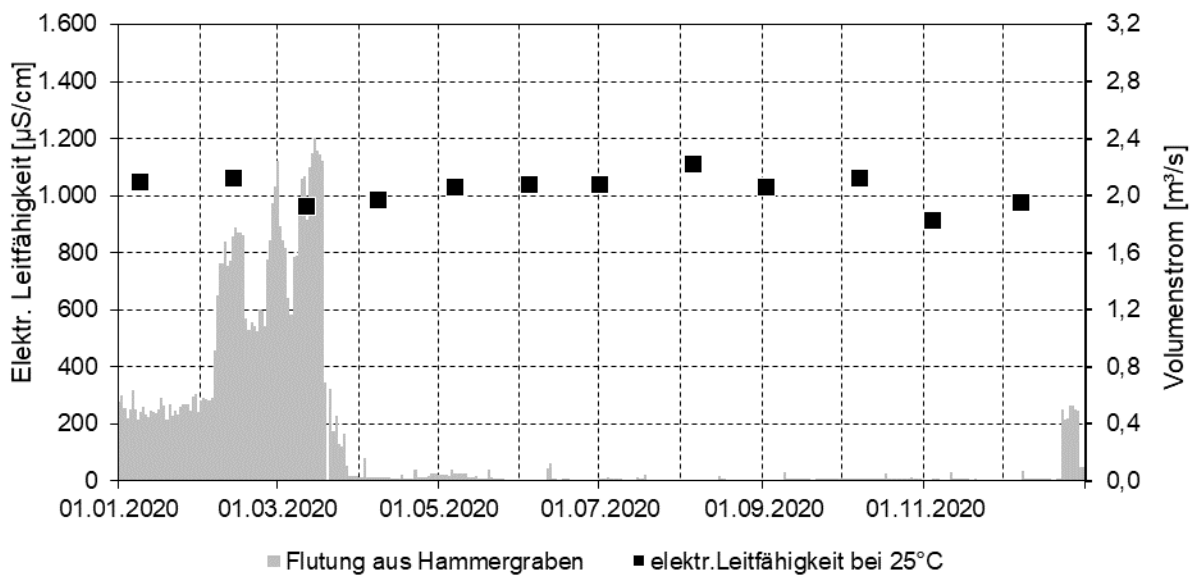


Bild 21: Elektrischen Leitfähigkeit und Einleitmengen des Flutungswassers aus dem Hammergraben von Januar bis Dezember 2020.

Die **Eisen-gesamt-Konzentration** lag im Durchschnitt des Monitoringjahres 2020 bei 0,2 mg/L mit einer geringen Spanne zwischen 0,1 und 0,4 mg/L (Tabelle 16 und Bild 22). Die **Eisen-gelöst-Konzentration** lag im Mittel bei 0,1 mg/L und variierte ebenfalls nur geringfügig (Bild 22). Die Maxima der Eisen-gesamt und Eisen-gelöst-Konzentrationen traten jeweils zum Beginn des Monitoringjahres 2020 auf (Bild 22).

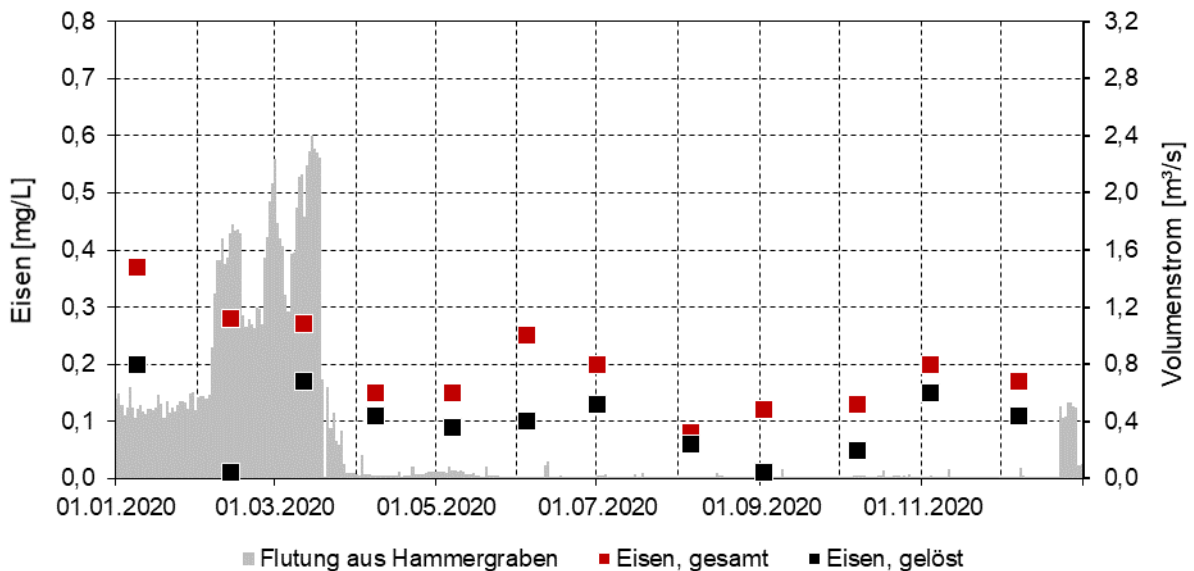


Bild 22: Eisen-gelöst und Eisen-gesamt-Konzentrationen sowie Einleitmengen des Flutungswassers aus dem Hammergraben von Januar bis Dezember 2020.

Die **Gesamtphosphorkonzentration** im Hammergraben lag im Mittel des Monitoringjahres 2020 bei 26 µg/L mit einer geringen Spanne zwischen 20 und 30 µg/L (Tabelle 16 und Bild 23).

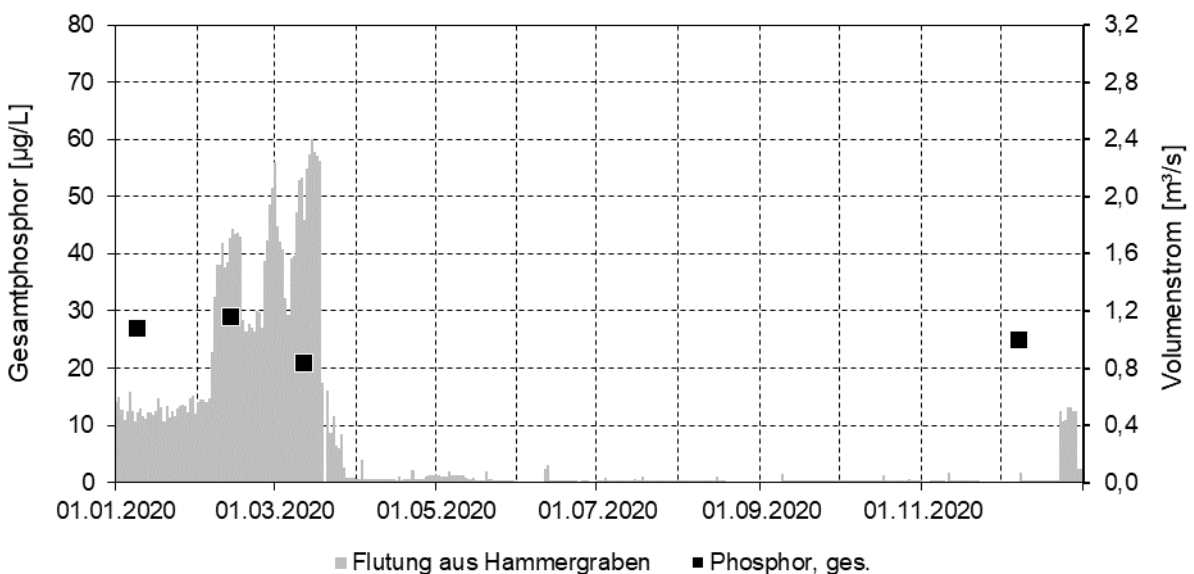


Bild 23: Gesamtphosphorkonzentration und Einleitmenge des Flutungswassers aus dem Hammergraben im Monitoringjahr von Januar bis Dezember 2020.

3.4.1.2 Randriegel

Die Beschaffenheit des in das Teilbecken Willmersdorf eingeleiteten Randriegelwassers ist in der Tabelle 17 gekennzeichnet. Die Daten der Messstellen Sammelleitung RR West 6 und Abschlag GWA 2 wurden für die Auswertung zusammengefasst (vgl. Abschn. 2.3).

Tabelle 17: Statistische Kenngrößen der maßgeblichen chemischen Kennwerte des Sumpfungswassers aus den Randriegeln von Januar bis Dezember 2020 (Daten der Messstellen Sammelleitung RR West 6 und Abschlag GWA 2, vgl. Abschn. 2.3).

Kennwert	Einheit	Anzahl der Werte	Minimum	Mittelwert	Maximum
Abfiltrierbare Stoffe	mg/L	24	10	32	180
Sauerstoff, gelöst	mg/L	24	2,5	6,0	10,0
Elektrische Leitfähigkeit bei +25°C	µS/cm	24	960	1.200	1.760
pH-Wert	-	24	6,5	6,9	7,8
Alkalinität als K _{S4,3}	mmol/L	24	1,5	2,4	3,8
Acidität als K _{B8,2}	mmol/L	24	0,06	0,7	1,4
TOC	mg/L	22	0,6	3,9	9,6
DOC	mg/L	2	2,8	3,8	4,7
TIC	mg/L	2	21,0	28,5	36,0
Chlorid	mg/L	24	31,6	46,8	179
Sulfat	mg/L	24	240	450	760
Natrium	mg/L	2	23,0	37,8	52,5
Kalium	mg/L	2	5,8	6,9	8,0
Magnesium	mg/L	2	22,6	28,7	34,7
Calcium	mg/L	2	136	163	190
Eisen-gesamt	mg/L	24	2,0	21,5	116,0
Eisen-gelöst	mg/L	24	0,4	9,0	25,9
Eisen-II-gelöst	mg/L	24	0,1	8,5	24,6
Mangan	mg/L	2	1,1	1,9	2,7
Aluminium	mg/L	2	70	90	110
Ammonium-N	mg/L	2	0,5	0,8	1,0
Nitrat-N	mg/L	2	---	<0,125	---
Nitrit-N	mg/L	2	0,01	0,04	0,06
Phosphor-gesamt	µg/L	2	28	119	209
Phosphat-P	µg/L	2	---	<10	---
Arsen	µg/L	2	2,0	2,1	2,1
Blei	µg/L	2	---	<10	---
Cadmium	µg/L	2	---	<1,0	---
Kobalt	µg/L	2	7,0	10,0	14,0
Kupfer	µg/L	2	5	20	36
Nickel	µg/L	2	7	10	13
Chrom-gesamt	µg/L	2	---	<5	---
Quecksilber	µg/L	2	---	<1	---
Zink	µg/L	2	21	38	56
Zinn	µg/L	2	---	<1	---

Das Wasser aus den Randriegeln war nicht wesentlich stärker mineralisiert als das Flutungswasser aus dem Hammergraben (vgl. Tabelle 16). Die Sulfatkonzentration des Randriegelwassers lag in derselben Größenordnung wie die Sulfatkonzentration im Hammergraben. Lediglich die Eisen- und Mangankonzentrationen waren im Randriegelwasser erhöht. Das Wasser aus den Randriegeln war jedoch nicht versauerungsdisponiert. Die Nährstoffkonzentrationen (Stickstoff und Phosphor) waren überwiegend niedriger als im Hammergraben. Die sonstigen Halbmetalle und Schwermetalle waren unauffällig.

3.4.2 Cottbuser Ostsee

3.4.2.1 Schichtungsverhalten

Das Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch) war mit einer geloteten maximalen Wassertiefe von 13,9 Meter das tiefste Teilbecken des zukünftigen Cottbuser Ostsees, gefolgt vom Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch) mit geloteten Tiefen von 10,1 bzw. 12,4 Metern (Tabelle 18). Das Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) war mit einer geloteten Tiefe von lediglich 2,2 Meter das flachste Teilbecken. Es ist davon auszugehen, dass das Teilbecken Merzdorf aufgrund seiner geringen Tiefe auch in den Sommermonaten mehrfach vollständig durchmischt wird. Sein Schichtungsverhalten wird deshalb als polymiktisch eingestuft. Zum Beprobungstermin am 19.03.2020 wurde für sämtliche untersuchte Kennwerte kein relevanter Gradient über die Wassertiefe festgestellt. Die hydrochemische Beschreibung der Teilbecken erfolgt in Abschn. 3.4.2.2.

Tabelle 18: Limnologischen Eigenschaften der Teilbecken des Cottbuser Ostsees im Jahr 2020.

Teilbecken	Mst.	Maximale Tiefe [m]	Schichtungsverhalten	Besonderheiten
Schlichow (Südrandschlauch)	CB-See-01	13,9	dimiktisch	---
Merzdorf (Randschlauch Merzdorf)	CB-See-02	2,2	polymiktisch	---
Willmersdorf (Nordrandschlauch)	CB-See-03	12,4	dimiktisch	---
	CB-See-04	10,1		

Das Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch; CB-See-01) war mit 13,9 Meter das tiefste Teilbecken des zukünftigen Cottbuser Ostsees. Unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus [IWB 2020] werden das Teilbecken Schlichow und das Teilbecken Willmersdorf aufgrund vergleichbarer Wassertiefen als dimiktisch eingestuft. Im Monitoringjahr 2020 erfolgte nur eine Beprobung während der Frühjahrszirkulation. Der Nachweis einer Sommerstagnation in den beiden Teilbecken war daher im Monitoringjahr 2020 nicht möglich. In den Teilbecken Schlichow und Willmersdorf wurden bei der Beprobung am 19.03.2020 für die untersuchten Kennwerte keine relevanten Tiefengradienten festgestellt (Bild 24 und Bild 25).

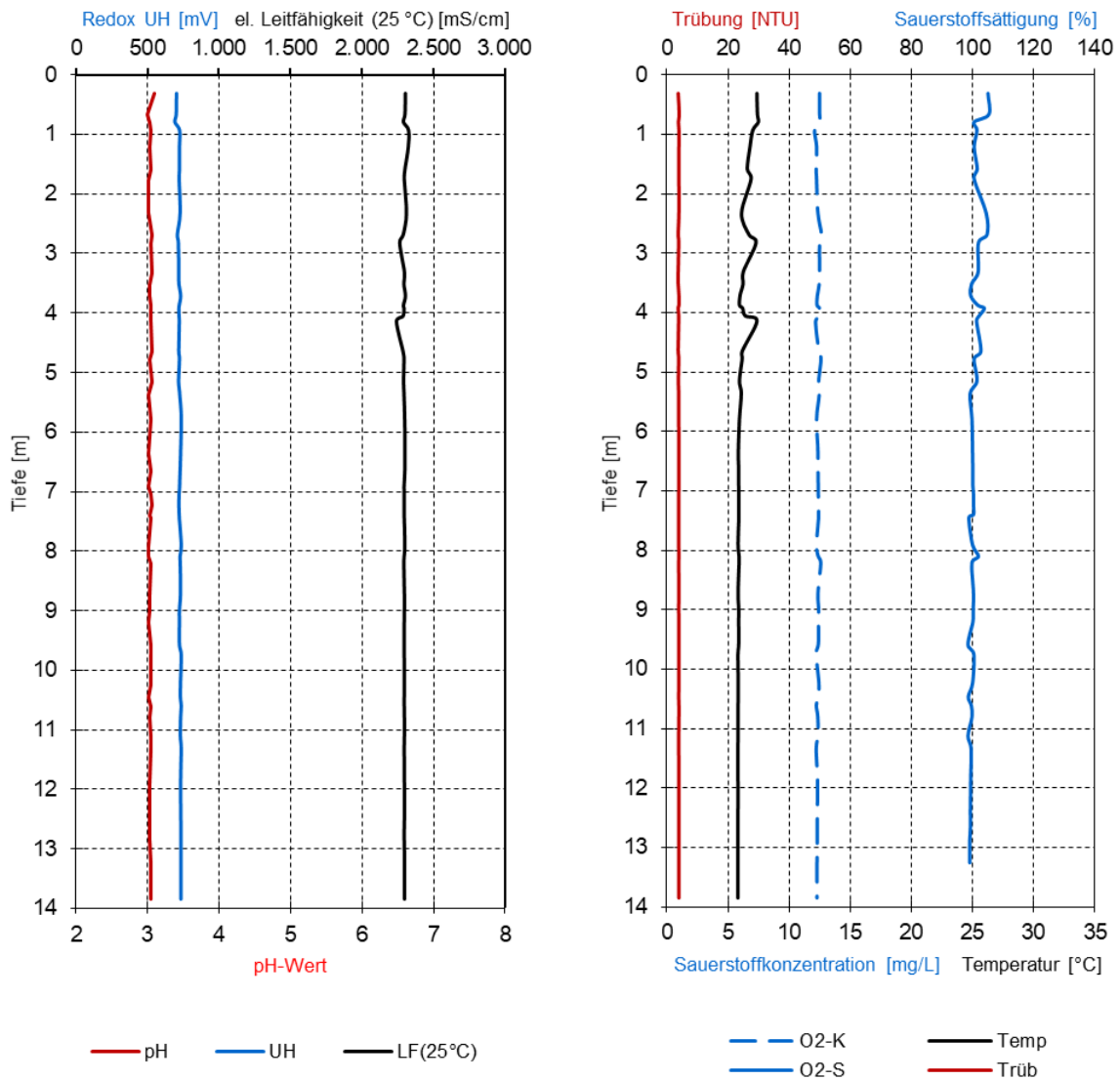


Bild 24: Tiefenprofile für die Kennwerte Wassertemperatur, Trübung, Sauerstoffkonzentration und -sättigung, pH-Wert, Redoxpotential und elektrische Leitfähigkeit im Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch) an der Messstelle CB-See-01 zum Termin der Seewasserbeprobung am 19.03.2020.

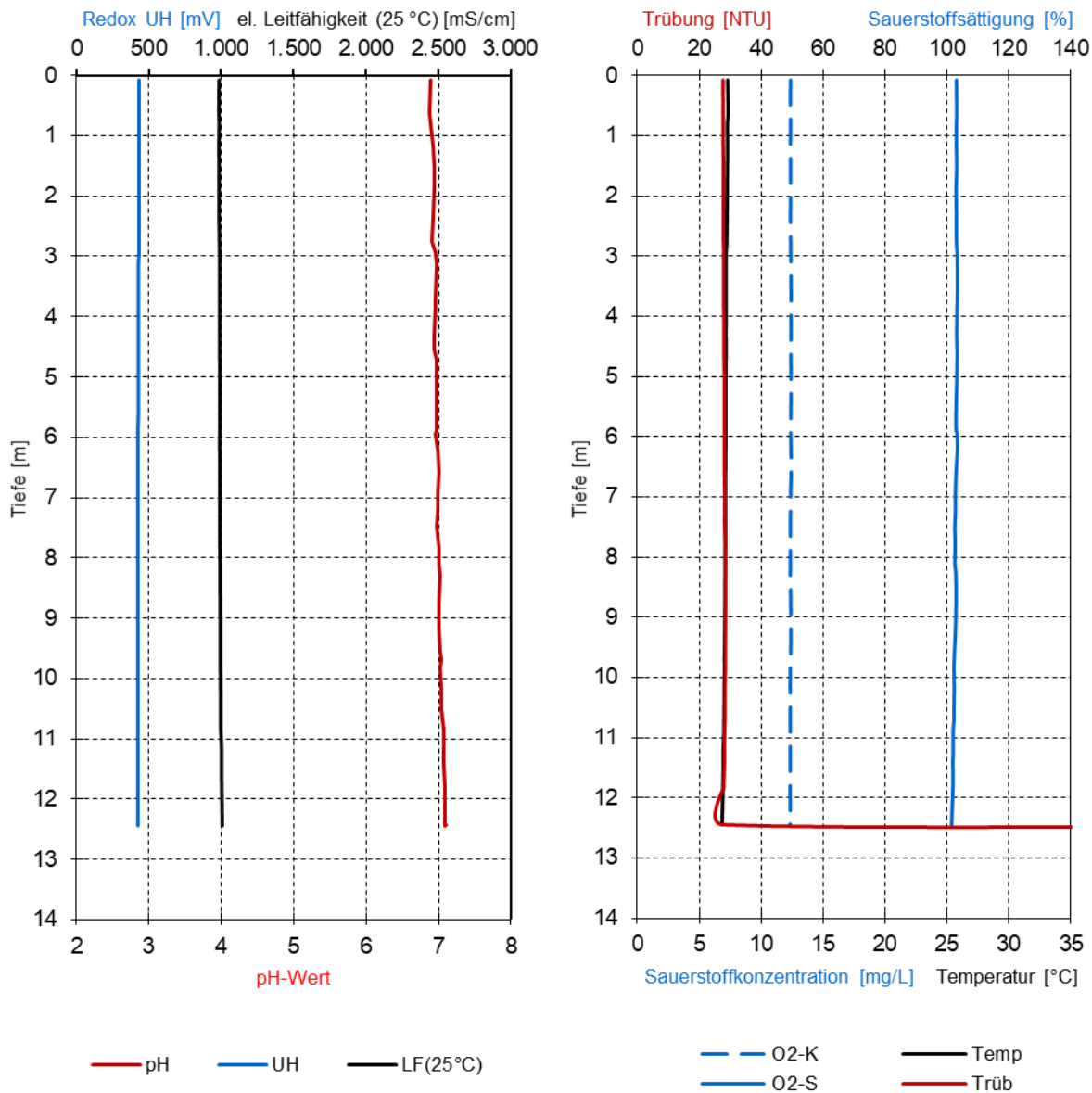


Bild 25: Tiefenprofile für die Kennwerte Wassertemperatur, Trübung, Sauerstoffkonzentration und -sättigung, pH-Wert, Redoxpotential und elektrische Leitfähigkeit im Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch) an der Messstelle CB-See-03 zum Termin der Seewasserbeprobung am 19.03.2020.

3.4.2.2 Hydrochemische Entwicklung

In den folgenden Tabellen sind die hydrochemischen Befunde der Beprobungen des in Flutung befindlichen Cottbuser Ostsees zusammengefasst. Die Tabellen enthalten jeweils die Befunde für die einzelnen Probenahmestellen. Die Kennwerte in den Tabellen sind zunächst nach den in situ erfassten Kennwerten und den Laborkennwerten differenziert. Die Laborkennwerte sind weiterhin gruppiert und durch Doppelpunkt unterschieden nach:

- den Milieukennwerten (pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit), den Kennwerten des Säure-Basen-Status bzw. der Pufferung (pH-Wert, Säure- und Basenkapazitäten), dem Kalk-Kohlensäure-Status (pH-Wert, Säure- und Basenkapazitäten, TIC) und der Kohlenstoffbindungsformen (TOC, TIC und DOC),
- den wesentlichen Anionen (Chlorid und Sulfat) und Kationen (Natrium, Kalium, Magnesium und Calcium),
- den pedogenen Metallen (Eisen, Mangan und Aluminium) einschließlich der Bindungsformen (gesamt bzw. gelöst) und Redoxformen des Eisens (zweiwertiges bzw. dreiwertiges),
- den relevanten Spurenmetallen (Arsen, Blei, Cadmium, Chrom-gesamt, Nickel, Kupfer und Zink) sowie
- dem limnobiologisch relevanten Silizium und den Nährstoffen (Stickstoffverbindungen und Phosphor).

Das **Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch) CB-See-01** war mit $\text{pH} \approx 3$ und mit einem $K_{B4,3} \approx 3 \text{ mmol/L}$ stark sauer (Tabelle 19). Die Acidität verbarg sich in hohen Eisen- (48 mg/L) und Aluminiumkonzentrationen (13 mg/L). Das Eisen lag im sauren Seewasser dominant als gelöstes dreiwertiges Eisen vor. Des Weiteren war die Mangankonzentration mit rund 5 mg/L hoch. Das Wasser war stark mineralisiert und wies eine Sulfatkonzentration von 1.200 mg/L auf (Tabelle 19).

Eine thermische Schichtung des Teilbeckens Schlichow war zur Beprobung am 19.03.2020 nicht erkennbar (siehe Abschn. 3.4.2.1). Relevanten Tiefengradienten wurden bei keinem der untersuchten Kennwerte festgestellt (siehe Bild 24).

Aufgrund des niedrigen pH-Wertes wurden die Spurenmetalle mit erhöhten Konzentrationen gemessen. Nickel wurde mit 160 $\mu\text{g/L}$ und Zink mit 480 $\mu\text{g/L}$ gemessen. Stickstoff lag ausschließlich als Ammonium-Stickstoff mit $< 1,8 \text{ mg/L}$ vor.

Die TOC-Konzentration ist seit dem Jahr 2019 rückläufig. Die Konzentrationen der Spurenmetalle Nickel und Zink nahmen dagegen geringfügig zu. Bei allen anderen Kennwerten waren im Vergleich zum Vorjahr keine relevanten Veränderungen zu verzeichnen (Tabelle 19).

Tabelle 19: Ergebnisse der Seewasserbeprobung im Teilbeckens Schlichow (Südrandschlauch) an der Mst. CB-See-01 im Jahr 2019 und im Jahr 2020.

Kennwerte	Einheit	CB-See-01	
		29.03.2019	19.03.2020
		Mischprobe	Mischprobe
Vor Ort			
Entnahmetiefe	m	8,0	10,0
Gelotete Tiefe	m	13,4	14,2
Sichttiefe	m	1,6	3,0
Lufttemperatur	°C	+8,0	+10,0
Wassertemperatur	°C	+7,3	+5,8
Elektrische Leitfähigkeit +25°C	$\mu\text{S/cm}$	2.280	2.290
pH-Wert	---	2,9	3,1
Sauerstoffkonzentration	mg/L	12,1	12,1
Sauerstoffsättigung	%	101	101
Redoxpotential U_H	mV	+779	+650



Kennwerte	Einheit	CB-See-01	
		29.03.2019	19.03.2020
		Mischprobe	Mischprobe
Labor			
pH-Wert	---	2,9	3,0
Temperatur (pH-Messung)	°C	+10,8	+13,4
Elektrische Leitfähigkeit +25°C	µS/cm	2.290	2.270
Säurekapazität $K_{S4.3}$	mmol/L	---	---
Basenkapazität $K_{B4.3}$	mmol/L	3,0	2,9
Basenkapazität $K_{B8.2}$	mmol/L	5,5	4,9
TOC	mg/L	4,5	2,5
DOC	mg/L	2,7	2,5
TIC	mg/L	<0,5	<0,5
Chlorid	mg/L	25,1	22,8
Sulfat	mg/L	1.280	1.180
Natrium	mg/L	16,7	15,6
Kalium	mg/L	6,8	6,2
Magnesium	mg/L	43,3	45,8
Calcium	mg/L	324	332
Eisen-gesamt	mg/L	46,5	48,0
Eisen-gelöst	mg/L	43,1	44,4
Eisen(II)-gelöst	mg/L	1,0	0,5
<i>Eisen(III)-gelöst</i>	<i>mg/L</i>	<i>42,1</i>	<i>43,9</i>
Mangan-gelöst	mg/L	5,2	4,9
Aluminium	mg/L	13,8	13,3
Arsen	µg/L	<10	<5
Blei	µg/L	<10	<5
Cadmium	µg/L	1,3	1,4
Chrom-gesamt	µg/L	<5	<5
Nickel	µg/L	147	159
Kupfer	µg/L	16	18
Zink	µg/L	391	480
Silizium	mg/L	18,2	20,2
Ammonium-N	mg/L	1,50	1,40
Nitrat-N	mg/L	<0,25	<0,25
Nitrit-N	mg/L	<0,01	<0,01
Phosphor-gesamt	µg/L	14	12
ortho-Phosphat-P	µg/L	<10	<10

Kursiv: berechnete Werte

Erläuterung der Farbgebung:

	sauer
--	-------

Das **Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) CB-See-02** war mit $\text{pH} \approx 6,7$ neutral und mit einem $K_{S4.3} \approx 0,4$ mmol/L schwach gepuffert (Tabelle 20). Das Wasser war mit Sulfatkonzentrationen von maximal 400 mg/L im Vergleich zum Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch) deutlich schwächer mineralisiert.

Die Konzentration bergbaubürtiger Wasserinhaltsstoffe war gering. Eisen-gesamt lag unter 2 mg/L. Aluminium war mit <0,1 mg/L nicht relevant. Die Mangankonzentration war mit 1,1 mg/L leicht erhöht. Die Spuremetalle waren allesamt niedrig. Lediglich für Nickel und Zink wurden Konzentrationen geringfügig über der Bestimmungsgrenze erfasst.

Das Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) war zur Beprobung 2020 weniger als 3 Meter tief und bis zum Grund durchmischt. In allen Wasserproben war das Wasser sauerstoffgesättigt.

Von den Nährstoffen war Stickstoff ausschließlich als Ammonium-Stickstoff in geringen Konzentrationen < 1,0 mg/L nachweisbar. Gesamtphosphor lag unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Von 2019 zu 2020 nahm die Säurekapazität $K_{S4,3}$ von 1,0 auf 0,4 mmol/L deutlich ab. Ebenso sank die Kohlenstoffkonzentration. Auch war zum Jahr 2020 eine geringfügige Zunahme der Mineralisation (Sulfat, Magnesium und Calcium) festzustellen. Die Nährstoffkonzentrationen (Phosphor und Ammonium-Stickstoff) nahmen deutlich ab (Tabelle 20).

Tabelle 20: Ergebnisse der Wasserbeprobung des Teilbeckens Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) an der Mst. CB-See-02 im Jahr 2019 und im Jahr 2020.

Kennwerte	Einheit	CB-See-02	
		29.03.2019	19.03.2020
		Mischprobe	Mischprobe
Vor Ort			
Entnahmetiefe	m	1,0	1,5
Gelotete Tiefe	m	2,3	2,2
Sichttiefe	m	0,5	1,6
Lufttemperatur	°C	+8,0	+10,0
Wassertemperatur	°C	+9,5	+8,7
Elektrische Leitfähigkeit +25°C	µS/cm	870	960
pH-Wert	---	6,8	6,7
Sauerstoffkonzentration	mg/L	12,0	12,2
Sauerstoffsättigung	%	105	103
Redoxpotential U_H	mV	+489	+560
Labor			
pH-Wert	---	6,6	6,7
Temperatur (pH-Messung)	°C	+11,5	+13,7
Elektrische Leitfähigkeit +25°C	µS/cm	940	940
Säurekapazität $K_{S4,3}$	mmol/L	1,0	0,4
Basenkapazität $K_{B4,3}$	mmol/L	---	---
Basenkapazität $K_{B8,2}$	mmol/L	0,4	0,1
TOC	mg/L	6,6	4,6
DOC	mg/L	5,0	4,0
TIC	mg/L	6,8	3,3
Chlorid	mg/L	30,9	30,4
Sulfat	mg/L	340	400
Natrium	mg/L	23,1	23,2
Kalium	mg/L	8,2	7,7
Magnesium	mg/L	18,6	21,1
Calcium	mg/L	122	132
Eisen-gesamt	mg/L	1,8	0,7
Eisen-gelöst	mg/L	0,05	0,25
Eisen(II)-gelöst	mg/L	<0,01	<0,01
<i>Eisen(III)-gelöst</i>	mg/L	---	0,25
Mangan-gelöst	mg/L	0,09	1,09
Aluminium	mg/L	0,13	0,06



Kennwerte	Einheit	CB-See-02	
		29.03.2019	19.03.2020
		Mischprobe	Mischprobe
Arsen	µg/L	<10	<5
Blei	µg/L	<10	<5
Cadmium	µg/L	<1	<0,3
Chrom-gesamt	µg/L	27	<5
Nickel	µg/L	<5	18
Kupfer	µg/L	<5	<5
Zink	µg/L	17	22
Silizium	mg/L	3,8	4,3
Ammonium-N	mg/L	1,40	0,17
Nitrat-N	mg/L	<0,05	<0,13
Nitrit-N	mg/L	<0,01	<0,01
Phosphor-gesamt	µg/L	14	<10
ortho-Phosphat-P	µg/L	<10	<10

Kursiv: berechnete Werte

Erläuterung der Farbgebung:

	neutral
--	---------

Das **Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch-West) CB-See-03** war mit $\text{pH} \approx 7,1$ neutral und mit einer Alkalinität $K_{S4,3} \approx 1,4$ mmol/L stärker gepuffert als die Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch) und Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) (vgl. Tabelle 19 und Tabelle 20). Die Eisenkonzentration war mit 1,1 mg/L gering. Mangan und Aluminium waren mit <0,4 mg/L nicht relevant.

Die Sulfatkonzentration lag mit 400 mg/L auf dem Niveau des Flutungswassers (vgl. Tabelle 16, Tabelle 21 und Tabelle 22). Von den Spurenmetallen lagen bis auf Nickel und Zink mit 6 bzw. 5 µg/L alle Befunde unter der Bestimmungsgrenze.

Im März 2020 war das knapp 13 Meter tiefe Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch-West) bis zum Grund durchmischt. Das Seewasser war über die gesamte Tiefe mit Sauerstoff gesättigt.

Von den Nährstoffen waren Ammonium-Stickstoff und Nitrit-Stickstoff mit 0,2 bzw. 0,02 mg/L nachweisbar. Nitrat-Stickstoff lag unter der Nachweisgrenze. Gesamtphosphor wurde mit 17 µg/L gemessen. Orthophosphat-Phosphor lag im Jahr 2020 unter der Bestimmungsgrenze.

Von 2019 zu 2020 nahmen die Säurekapazität $K_{S4,3}$ von 1,8 auf 1,4 mmol/L geringfügig ab. Die Konzentrationen an Calcium und Magnesium nahmen zu, während die Natrium- und Chloridkonzentrationen sanken. Die pedogenen Metalle Eisen und Mangan nahmen infolge der Flutung seit 2019 ab, ebenso wie die Konzentrationen von Zink und Silizium (Tabelle 21).



Tabelle 21: Ergebnisse der Seewasserbeprobung des Teilbeckens Willmersdorf (Nordrand-schlauch-West) an der Mst. CB-See-03 im Jahr 2019 und im Jahr 2020.

Kennwerte	Einheit	CB-See-03	
		29.03.2019	19.03.2020
		Mischprobe	Mischprobe
Vor Ort			
Entnahmetiefe	m	1,5	10,0
Gelotete Tiefe	m	3,4	12,5
Sichttiefe	m	0,3	0,5
Lufttemperatur	°C	+8,0	+10,0
Wassertemperatur	°C	+10,7	+7,2
Elektrische Leitfähigkeit +25°C	µS/cm	910	1.000
pH-Wert	---	6,8	7,2
Sauerstoffkonzentration	mg/L	14,6	12,1
Sauerstoffsättigung	%	131	102
Redoxpotential U _H	mV	+509	+473
Labor			
pH-Wert	---	6,8	7,1
Temperatur (pH-Messung)	°C	+10,8	+13,1
Elektrische Leitfähigkeit +25°C	µS/cm	940	980
Säurekapazität K _{S4,3}	mmol/L	1,8	1,4
Basenkapazität K _{B4,3}	mmol/L	---	---
Basenkapazität K _{B8,2}	mmol/L	0,7	0,1
TOC	mg/L	5,0 ¹⁾	6,1
DOC	mg/L	6,4 ¹⁾	5,8
TIC	mg/L	18,0	13,0
Chlorid	mg/L	42,2	30,6
Sulfat	mg/L	380	400
Natrium	mg/L	26,3	21,9
Kalium	mg/L	6,6	5,8
Magnesium	mg/L	21,9	25,7
Calcium	mg/L	125	147
Eisen-gesamt	mg/L	1,65	1,1
Eisen-gelöst	mg/L	0,49	0,01
Eisen(II)-gelöst	mg/L	<0,01	<0,01
<i>Eisen(III)-gelöst</i>	<i>mg/L</i>	<i>0,48</i>	<i>0,01</i>
Mangan-gelöst	mg/L	0,93	0,36
Aluminium	mg/L	0,25	0,34
Arsen	µg/L	<10	<5
Blei	µg/L	<10	<5
Cadmium	µg/L	<1,0	<0,3
Chrom-gesamt	µg/L	<5	<5
Nickel	µg/L	<5	6
Kupfer	µg/L	<5	<5
Zink	µg/L	13	5
Silizium	mg/L	6,9	5,9
Ammonium-N	mg/L	0,17	0,23
Nitrat-N	mg/L	<0,05	<0,13
Nitrit-N	mg/L	<0,01	0,02
Phosphor-gesamt	µg/L	21	17
ortho-Phosphat-P	µg/L	<10	<10

Kursiv: berechnete Werte

1) Wert unplausibel: TOC < DOC

Erläuterung der Farbgebung:

	neutral
--	---------



Das **Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch-Nord) CB-See-04** war im Berichtsjahr 2020 mit einem pH-Wert von $\text{pH} \approx 7 \dots 8$ neutral und mit $K_{\text{S}4,3} \approx 1,2 \text{ mmol/L}$ schwach gepuffert (Tabelle 22).

Die Eisen-gesamt-Konzentration lag an der Messstelle CB-See-04 mit $\leq 0,4 \text{ mg/L}$ niedrig. Auch Mangan und Aluminium waren nur in geringen Konzentrationen von $< 0,5 \text{ mg/L}$ enthalten.

Die Sulfatkonzentration wurde an der Messstelle CB-See-04 mit 440 bis 470 mg/L gemessen. Sie entsprach damit nahezu dem Flutungswasser.

An Spurenmitteln konnte im Berichtsjahr einzig Zink mit Konzentrationen $\leq 15 \mu\text{g/L}$ nachgewiesen werden.

Das Teilbecken Willmersdorf (Nordrandschlauch-Nord) war knapp 10 Meter tief. Eine zweimalige Durchmischung innerhalb eines Jahres während der Zirkulationsphasen ist anzunehmen. Zur Beprobung am 19.03.2020 war das Wasser über die gesamte Tiefe mit Sauerstoff gesättigt.

An Nährstoffen kam Stickstoff in geringen Konzentrationen als Ammonium-Stickstoff vor. Andere Stickstoffverbindungen (Nitrit- und Nitrat-N) waren meist nicht nachweisbar. Die Gesamtphosphor-Konzentration lag im Jahr 2020 bei 10 bis 17 $\mu\text{g/L}$. Dem gegenüber standen nicht nachweisbar niedrige Orthophosphat-Phosphor-Konzentrationen $< 10 \mu\text{g/L}$.

Seit Beginn der Messungen an der Messstelle **CB-See-04** nehmen infolge der Flutung des Teilbeckens der pH-Wert und die Säurekapazität zu. Gleichzeitig stieg die TIC-Konzentration deutlich an. Die Konzentrationen der wesentlichen Anionen und Kationen, der pedogenen Metalle und die Konzentration der relevanten Spurenmetalle waren rückläufig soweit sie über der Bestimmungsgrenze lagen. Auch die Konzentrationen von Silizium und Ammonium-Stickstoff nahmen ab (Tabelle 22).

Tabelle 22: Ergebnisse der Wasserbeprobung des Teilbeckens Willmersdorf (Nordrandschlauch-Nord) an der Mst. CB-See-04 im Jahr 2019 und im Jahr 2020.

Kennwerte	Einheit	CB-See-04		
		29.03.2019	19.03.2020	04.11.2020
		Mischprobe	Mischprobe	Oberflächenprobe
Vor Ort				
Entnahmetiefe	m	5,0	8,0	1,0
Gelotete Tiefe	m	5,6	10,1	---
Sichttiefe	m	2,1	0,7	0,0
Lufttemperatur	°C	+8,0	+10,0	+11,0
Wassertemperatur	°C	+9,0	+7,0	+12,3
Elektrische Leitfähigkeit +25°C	$\mu\text{S/cm}$	1.110	1.030	1.040
pH-Wert	---	6,4	7,3	7,7
Sauerstoffkonzentration	mg/L	12,4	12,4	9,0
Sauerstoffsättigung	%	105	105	83
Redoxpotential U_{H}	mV	+550	+459	+442



Kennwerte	Einheit	CB-See-04		
		29.03.2019	19.03.2020	04.11.2020
		Mischprobe	Mischprobe	Oberflächenprobe
Labor				
pH-Wert	---	6,3	7,3	---
Temperatur (pH-Messung)	°C	+12,4	+13,6	---
Elektrische Leitfähigkeit +25°C	µS/cm	1.120	1.010	---
Säurekapazität $K_{S4.3}$	mmol/L	0,6	1,2	1,2
Basenkapazität $K_{B4.3}$	mmol/L	---	---	---
Basenkapazität $K_{B8.2}$	mmol/L	0,5	0,1	0,1
TOC	mg/L	5,2 ¹⁾	5,7	3,2
DOC	mg/L	5,7 ¹⁾	5,2	3,2
TIC	mg/L	3,7	11,0	12,0
Chlorid	mg/L	38,9	32,1	33,2
Sulfat	mg/L	500	440	470
Natrium	mg/L	27,3	22,5	20,6
Kalium	mg/L	5,8	5,7	5,3
Magnesium	mg/L	28,3	26,0	24,9
Calcium	mg/L	166	157	155
Eisen-gesamt	mg/L	0,31	0,4	0,2
Eisen-gelöst	mg/L	0,11	0,01	0,09
Eisen(II)-gelöst	mg/L	0,07	<0,01	0,04
<i>Eisen(III)-gelöst</i>	mg/L	0,04	0,01	---
Mangan-gelöst	mg/L	1,52	0,45	---
Aluminium	mg/L	0,38	0,23	<0,01
Arsen	µg/L	<10	<5	<10
Blei	µg/L	<10	<5	<10
Cadmium	µg/L	<1,0	<0,3	<1,0
Chrom-gesamt	µg/L	<5	<5	<5
Nickel	µg/L	22	7	<5
Kupfer	µg/L	<5	<5	<5
Zink	µg/L	59	15	1
Silizium	mg/L	6,6	5,9	4,5
Ammonium-N	mg/L	1,10	0,43	0,11
Nitrat-N	mg/L	<0,13	<0,13	0,50
Nitrit-N	mg/L	<0,01	0,02	<0,01
Phosphor-gesamt	µg/L	16	10	17
ortho-Phosphat-P	µg/L	<10	<10	<10

Kursiv: berechnete Werte

1) Wert unplausibel: TOC < DOC

Erläuterung der Farbgebung:

neutral

Die Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch) und der Willmersdorf (Nordrand-schlauch) sind die tiefsten Teilbecken. Bei ihnen ist anzunehmen, dass sie während der Stagnation im Sommer und Winter vertikale Schichtungen aufweisen. Beim Teilbecken Merzdorf wird aufgrund der geringen Wassertiefe derzeit von polymiktischen Verhältnissen ausgegangen.

Das Teilbecken Schlichow war als einziges versauerungsdisponiert und mit Sulfat und Calcium am stärksten mineralisiert. Es wies auch die höchsten Konzentrationen an pedogenen Metallen und relevanten Spurenmetallen auf (Tabelle 23).

Die Teilbecken Merzdorf (Randschlauch Merzdorf) und Willmersdorf (Nordrand-schlauch) hatten eine vergleichbare Wasserbeschaffenheit. Sie waren neutral und schwach gepuffert. Die Mineralisation war moderat und dem Flutungswasser ähnlich. Eisen lag zumeist unter 1 mg/L, Mangan und Aluminium waren vernachlässigbar. Bis auf Nickel und Zink lagen die Spurenmetalle meist unter der Nachweisgrenze. Stickstoff kam in geringen Konzentrationen und überwiegend als Ammonium-Stickstoff vor (Tabelle 23).

Ein Einfluss von Kippengrundwasser auf die Wasserbeschaffenheit im Teilbecken Willmersdorf ist bislang nicht nachweisbar.

Tabelle 23: Vergleich der hydrochemischen Befunde zwischen den Teilbecken des künftigen Cottbuser Ostsees zur Frühjahrsbeprobung 2020.

Kennwerte	Einheit	Teilbecken Schlichow	Teilbecken Merzdorf	Teilbecken Willmersdorf	
		CB-See-01	CB-See-02	CB-See-03	CB-See-04
		19.03.2020			
		Mischprobe	Mischprobe	Mischprobe	Mischprobe
Vor Ort					
Entnahmetiefe	m	10,0	1,5	10,0	8,0
Gelotete Tiefe	m	14,2	2,2	12,5	10,1
Sichttiefe	m	3,0	1,6	0,5	0,7
Lufttemperatur	°C	+10,0	+10,0	+10,0	+10,0
Wassertemperatur	°C	+5,8	+8,7	+7,2	+7,0
Elektrische Leitfähigkeit +25°C	µS/cm	2.290	960	1.000	1.030
pH-Wert	---	3,1	6,7	7,2	7,3
Sauerstoffkonzentration	mg/L	12,1	12,2	12,1	12,4
Sauerstoffsättigung	%	101	103	102	105
Redoxpotential U _H	mV	+650	+560	+473	+459
Labor					
pH-Wert	---	3,0	6,7	7,1	7,3
Temperatur (pH-Messung)	°C	+13,4	+13,7	+13,1	+13,6
Elektrische Leitfähigkeit +25°C	µS/cm	2.270	940	980	1.010
Säurekapazität K _{S4.3}	mmol/L	---	0,4	1,4	1,2
Basenkapazität K _{B4.3}	mmol/L	2,9	---	---	---
Basenkapazität K _{B8.2}	mmol/L	4,9	0,1	0,1	0,1
TOC	mg/L	2,5	4,6	6,1	5,7
DOC	mg/L	2,5	4,0	5,8	5,2
TIC	mg/L	<0,5	3,3	13,0	11,0
Chlorid	mg/L	22,8	30,4	30,6	32,1
Sulfat	mg/L	1.180	400	400	440
Natrium	mg/L	15,6	23,2	21,9	22,5
Kalium	mg/L	6,2	7,7	5,8	5,7
Magnesium	mg/L	45,8	21,1	25,7	26,0
Calcium	mg/L	332	132	147	157
Eisen-gesamt	mg/L	48,0	0,7	1,1	0,4
Eisen-gelöst	mg/L	44,40	0,25	0,01	0,01
Eisen(II)-gelöst	mg/L	0,47	<0,01	<0,01	<0,01
<i>Eisen(III)-gelöst</i>	<i>mg/L</i>	<i>43,93</i>	<i>0,25</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>
Mangan-gelöst	mg/L	4,86	1,09	0,36	0,45
Aluminium	mg/L	13,30	0,06	0,34	0,23



Kennwerte	Einheit	Teilbecken Schlichow	Teilbecken Merzdorf	Teilbecken Willmersdorf	
		CB-See-01	CB-See-02	CB-See-03	CB-See-04
		19.03.2020			
		Mischprobe	Mischprobe	Mischprobe	Mischprobe
Arsen	µg/L	<5	<5	<5	<5
Blei	µg/L	<5	<5	<5	<5
Cadmium	µg/L	1,4	<0,3	<0,3	<0,3
Chrom-gesamt	µg/L	<5	<5	<5	<5
Nickel	µg/L	159	18	6	7
Kupfer	µg/L	18	<5	<5	<5
Zink	µg/L	480	22	5	15
Silizium	mg/L	20,2	4,3	5,9	5,9
Ammonium-N	mg/L	1,40	0,17	0,23	0,43
Nitrat-N	mg/L	<0,25	<0,13	<0,13	<0,13
Nitrit-N	mg/L	<0,01	<0,01	0,02	0,02
Phosphor-gesamt	µg/L	12	<10	17	10
ortho-Phosphat-P	µg/L	<10	<10	<10	<10

Kursiv: berechnete Werte

Erläuterung der Farbgebung:

	neutral
	sauer



4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Das Untersuchungsprogramm für das Monitoring der Flutung des Cottbuser Ostsees ist fachlich umfassend ausgestattet. Mit den verfügbaren Messdaten lassen sich die Wasserbilanz sowie die hydrochemische Entwicklung des Sees bzw. seiner Teilbecken ausreichend genau beschreiben. Mit der Verkürzung des Messturnus auf zweimal jährlich ab dem Jahr 2021 und der Erfassung von biologischen Parameter kann die Entwicklung des Cottbuser Ostsees zukünftig noch besser überwacht werden.

Bei ausreichend großer Seetiefe, wie es wahrscheinlich bereits in den Teilbecken Schlichow (Südrandschlauch) und Willmersdorf (Ndrandschlauch) der Fall ist, bilden sich limnologische Kompartimente im thermisch geschichteten Gewässer aus und entwickeln sich unterschiedlich. Durch einen Vergleich der Tiefenprofile während der Zirkulationsphase, zum Beispiel im Frühjahr, mit den Tiefenprofilen während der Sommerstagnation lassen Effekte, wie den Einfluss eines höher mineralisierten Kippengrundwassers, eine mögliche Remobilisierung von Nährstoffen aus dem Seeboden sowie die sommerliche Sauerstoffzehrung erkennen. Wir empfehlen in diesem Fall, den Zustand der maximalen Sommerstagnation durch tiefenorientierte Beprobungen zu erfassen. Der günstigste Beprobungstermin für die Sommerstagnation liegt in der Regel Ende August/Anfang September.



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.
- [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).
- [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 Nebenbestimmung 1.3.4.1. 10.01.2020. Cottbus.