Lindenstraße 5
06749 Bitterfeld
Tel.: (03493) 3774-0
Fax.: (03493) 3774-20
info@ifua-btf.de

Projekttitel:

Förderung von Bernstein aus dem Goitzschesee
-Monitoringbericht 2022 und 2023-

Auftraggeber:

Goitzsche Bernstein GmbH & Co.KG
Zur Agora 1
06774 Muldestausee, OT Pouch

Bearbeitung:

IfUA Umweltberatung und Gutachten GmbH
Lindenstraße 5 in 06749 Bitterfeld

Chantal Flo Küster (M.Sc. Hydrobiologie)
Marie-Kristin Herrmann (M.Sc. Geoökol.)

Projekt-Nr.: 202267

Datum: 18.12.2023

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung/Zielstellung 3

2. Konzeptionelle Vorgehensweise 3

2.1. Erfassung möglicher Reliefveränderungen am Seegrund 4

2.2. Aufnahme von Tiefenprofilen/Entnahme von Wasserproben 4

2.3. Trübungsmessung 5

2.4. Probenahme von Phytoplankton 6

3. Darstellung und Bewertung der Ergebnisse 6

3.1. Reliefveränderungen am Seegrund 6

3.2. Tiefenprofilaufnahme 8

3.3. Chemische Charakterisierung der Wasserbeschaffenheit 9

3.4. Trübungsmessung 16

3.5. Beurteilung der Auswirkungen der Förderung von Bernstein auf das Phytoplankton 20

4. Zusammenfassung 22

5. Empfehlungen zum weiteren Vorgehen 23

6. Literaturverzeichnis 25

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Übersicht über die Probenahmetermine und Entnahmehorizonte 5
Tabelle 2: Ergebnisse Wasseranalysen November 2022 bis November 2023 15
Tabelle 3: Beprobungsplan, -umfang und Analyseumfang für den Förderzeitraum 2023/202424

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Lage der Probenahmestellen (XN3 = Referenzpunkt) Karte ist unmaßstäblich Karte von Google earth 4
Abbildung 2: Seebodenrelief vor (oben) und nach (unten) dem Abbau sowie Lage des Abbaufeldes (vom AG übernommen); unmaßstäblich 7
Abbildung 3: Entwicklung der Temperatur während der Abbauphase in den Messstellen MST1 und MST2 8
Abbildung 4: Entwicklung des pH-Wertes während der Abbauphase in den Messstellen MST1 und MST2 9
Abbildung 5: Entwicklung des pH-Wertes während der Stagnationsphase 10
Abbildung 6: Entwicklung der Leitfähigkeit während der Abbauphase in den Messstellen MST1 und MST2 11
Abbildung 7: Entwicklung der Sulfatgehalte an den 3 Messstellen (MST1, MST2, XN3) 11
Abbildung 8: Entwicklung der Nickelgehalte an den 3 Messstellen (MST1, MST2, XN3) 12
Abbildung 9: Entwicklung der Zinkgehalte an den 3 Messstellen (MST1, MST2, XN3) 13
Abbildung 10: Entwicklung der Eisen(II)-Gehalte in den 3 Messstellen (MST1, MST2, XN3) 14
Abbildung 11: Lage der Tiefenprofile im Juni 2023 16
Abbildung 12: Wassertiefenabhängige Trübung in Nordwest-Richtung 17
Abbildung 13: Wassertiefenabhängige Trübung in Nordost-Richtung 17
Abbildung 14: Wassertiefenabhängige Trübung in Südwest-Richtung 18
Abbildung 15: Wassertiefenabhängige Trübung in Südost-Richtung 18
Abbildung 16: Entwicklung der Trübung während der Abbauphase in den Messstellen MST1 und MST2 sowie XN3 19
Abbildung 17: zeitliche Entwicklung der Sichttiefe an den 3 Messstellen (MST 1, MST 2, XN3) 20
Abbildung 18: Ergebnisse der Phytoplanktonuntersuchung an den Messstellen XN3 (Referenz) und MST1 (Förderschiff) am 31.05.2023 21
Abbildung 19: Entwicklung der Phytoplanktonbiovolumina an den Messstellen MST1 und XN3, 2020 bis 2023 21

Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1: Protokolle
Anlage 2: Prüfberichte
Anlage 3: Tiefenprofile
Anlage 4: Phytoplanktonprotokolle

Verzeichnis der Abkürzungen

ABI	Anhalt-Bitterfeld
AG	Auftraggeber
Epi / Hypo	Epilimnion / Hypolimnion
GLD	Gewässerkundlicher Landesdienst Sachsen-Anhalt
LHW	Landesbetrieb für Hochwasserschutz
LK	Landkreis
MST	Messstelle
PB	Prüfbericht
NN	Normalnull
BG	Bestimmungsgrenze
MHM	Montanhydrologisches Monitoring
UQN	Umweltqualitätsnorm
LMBV	Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau- und Verwaltungsgesellschaft mbH

1. Einleitung/Zielstellung

Die Goitzsche Bernstein GmbH & Co.KG führte von Oktober 2022 bis Dezember 2023 die 6. Kampagne des Förderversuches zur Gewinnung von Bernstein aus dem Großen Goitzschesee bei Bitterfeld durch. Die IfUA Umweltberatung und Gutachten GmbH wurde auf der Grundlage eines wasserrechtlichen Bescheides vom 20.10.2022 von der Goitzsche Bernstein GmbH & Co.KG mit der Überwachung der Wasserqualität während des Abbaus beauftragt. Ziel war es, eine mögliche Beeinflussung der Wasserqualität erfassen und bewerten zu können.

2. Konzeptionelle Vorgehensweise

Grundlage des 2022/2023 durchgeführten Monitorings bildet der wasserrechtliche Bescheid der Unteren Wasserbehörde des Landkreises Anhalt-Bitterfeld vom 20.10.2022 (LK ABI, 2022).

Im Hinblick auf mögliche Veränderungen der Wasserqualität infolge der Eingriffe in das Sediment wurden im Rahmen der wasserrechtlichen Erlaubnis gefordert:

- den Ist-Zustand der abzubaggernden Schichten zu erfassen, tatsächliche Reliefveränderungen am Seegrund infolge Materialentnahme und Wiedereinbringung zu dokumentieren,
- Die Erstellung von Tiefenprofilen und die Durchführung tiefenorientierter Probenahmen während der Förderung im November 2022, Ende Mai 2023 und November 2023. Dies betrifft den unmittelbaren Beeinflussungsbereich der Förderung (MST1 und MST2 im Teilbecken Mühlbeck) sowie die Referenzstelle XN3 im Teilbecken Niemegk. Es werden vor-Ort Parameter erfasst (Tiefenprofile der Temperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoffsättigung, Trübung.) sowie laboranalytisch relevante Parameter (abfiltrierbare Stoffe, ausgewählte Schwermetalle, Phosphor, Stickstoff, Säure- und Basekapazität, Natrium, Sulfat und Chlorid) nach OGewV (2016) analysiert.
- Bei der im Mai 2023 durchgeführten erweiterten Trübungsmessung sollten Tiefenprofile alle 50 Meter auf zwei Schnittachsen des Förderschiffes durchgeführt werden, um die Ausbreitung der Trübung und insofern den Radius der Beeinflussung durch die Bernsteinförderung zu erfassen.
- Um biologische Qualitätskomponenten einzubeziehen, sollten während der Förderung Ende Mai 2023 Phytoplanktonproben entnommen werden. Dabei wurde eine Probe in unmittelbarer Nähe des Förderbereiches entnommen und eine Probe aus dem Teilbecken Niemegk (XN3). Dieser Punkt dient als Referenzmessstelle für den Großen Goitzschesee.

Ferner war zu prüfen, inwiefern durch die Sedimentation des Restmaterials eine Erhöhung des Salzgehaltes im Großen Goitzschesee zu erwarten ist (der Bernstein wird mittels Salzlauge vom Restgestein abgetrennt, Salzanhaftungen am Restmaterial werden möglicherweise in das Gewässer eingetragen).

2.1. Erfassung möglicher Reliefveränderungen am Seegrund

Vor Beginn der Förderung im Jahr 2022 wurde durch die Goitzsche Bernstein GmbH & Co.KG die Oberfläche des Seebodens (Relief) recherchiert (Daten der Echolotung der LMBV). Nach Abschluss der Bernsteinförderung im Juni 2023 wurde das Relief der Seesohle durch die Goitzsche Bernstein GmbH & Co.KG erneut aufgenommen. Diese Unterlagen wurden durch den Auftraggeber dem Landkreis Anhalt-Bitterfeld bereits übergeben.

2.2. Aufnahme von Tiefenprofilen/Entnahme von Wasserproben

Im Rahmen des Monitorings wurden an drei Seemessstellen im Umfeld des Abbauareals Tiefenprofile über die gesamte Teufe des Wasserkörpers aufgenommen (vgl. Anlage 3) und Wasserproben für die laboranalytische Untersuchung entnommen. Die Seemessstelle MST1 wurde dabei im unmittelbaren Beeinflussungsareal des Feldversuches zur Bernsteingewinnung angeordnet (direkt am Förderschiff). Die Seemessstelle MST2 war ca. 100 m südlich davon im näheren Umfeld des Förderschiffes lokalisiert. Die Seemessstelle XN3 im Teilbecken Niemegk der LMBV mbH diente als von der Bernsteinförderung unbeeinflusste Referenz (Lage der Messstellen vgl. Abbildung 1).

Abbildung 1: Lage der Probenahmestellen (XN3 = Referenzpunkt) Karte ist unmaßstäblich; Karte von Google earth

Die Probenahmetermine für das Monitoring 2022/2023 sind aus nachfolgender Tabelle ersichtlich.

Tabelle 1: Übersicht über die Probenahmetermine und Entnahmehorizonte

Datum, Zeitpunkt der Probenahme		Monitoringmaßnahme	Monitoringhorizont
21.11.2022	während der Förderung (XN3, MST1 und MST2)	Tiefenprofil, Wasseranalytik	0-10 m, Grundlamelle
31.05.2023		Tiefenprofil, Wasseranalytik, Phytoplanktonproben	Epilimnion, Hypolimnion, Grundlamelle, Phytoplankton aus der euphotischen Zone
29.06.2023		Trübungsmessung	auf 2 Schnittachsen in 4 Himmelsrichtungen
21.11.2023		Tiefenprofil, Wasseranalytik	0-10 m, Grundlamelle

Die Aufnahme der Tiefenprofile an den 3 Seemessstellen umfasste die Parameter pH-Wert, Leitfähigkeit, Temperatur, Sauerstoffgehalt und Trübung. Während der Probenahmen im November 2022 und 2023 wurde der Große Goitzschesee im Stadium der Zirkulation erfasst. Während der Probenahme im Mai 2023 und Trübungsmessung im Juni 2023 wurde der Wasserkörper im Stadium der Stagnation vorgefunden. Die Daten für die Tiefenprofilserien der Seemessstellen wurden mittels Multiparametersonde erfasst (Tiefenauflösung 0,3 m) und bildeten die Grundlage für die Festlegung der Probenahmehorizonte während der Stagnationsphase.

Die laboranalytischen Arbeiten wurden an das Analytiklabor ANALYTIKUM Umweltlabor GmbH in 06849 Dessau, Kreuzbergstraße 146 als akkreditiertes Labor untervergeben. Die angewandten Analysenmethoden sind aus den Prüfberichten ersichtlich. Die entnommenen Seewasserproben wurden gekühlt bis zur Übergabe an das Labor aufbewahrt.

2.3. Trübungsmessung

Ende Juni 2023 wurde mittels Multiparametersonde auf zwei Achsen die Trübung im Abstand von 50 m über die gesamte Wassersäule erfasst. Ausgangspunkt war die Position des Förderschiffes (MST1). Aufgrund der Lage des Förderschiffes lagen die vermessenen Achsen in Nordost-Südwest- bzw. Nordwest-Südost-Richtung.

2.4. Probenahme von Phytoplankton

Es wurden am 31.05.2023 Phytoplanktonproben an den Messstellen MST1 (Probenahmepunkt unmittelbar am Förderschiff im Teilbecken Mühlbeck des Großen Goitzschesees) sowie an der Seemessstelle XN3 (Referenzpunkt im entfernten Teilbecken Niemegk) entnommen.

Die Prüfberichte der Planktonuntersuchung vom 31.05.2023 sind diesem Bericht in Anlage 4 beigefügt.

Im Hinblick auf eine mögliche Beeinflussung des Phytoplanktons infolge der aktiven Förderung von Bernstein wurden die Ergebnisse der Probe aus dem Umfeld des Förderschiffes den Ergebnissen der (von der Förderung) unbeeinflussten Referenzprobe gegenübergestellt. Zudem erfolgte ein Vergleich der aktuellen Ergebnisse (2023) mit den aus den Jahren 2020 bis 2022 vorliegenden Ergebnissen inklusive Untersuchungsergebnisse des Gewässerkundlichen Landesdienstes (GLD) (IfUA, 2023).

3. Darstellung und Bewertung der Ergebnisse

3.1. Reliefveränderungen am Seegrund

Im Ergebnis der Aufnahme des Reliefs der unbeeinflussten Gewässersohle wurde die Gewässersohle zwischen 50 m NN und 52 m NN dokumentiert. Nach Beendigung der Bernsteinförderung wurde die Tiefe der Gewässersohle bei etwa 47 m NN erfasst. Da durch das Hochwasser 2002 im Bereich des Abbaufeldes Sediment der Mulde abgelagert wurde, welches diskordant dem Bernsteinschluff auflagert, umfasste die abgebaggerte Schicht auch jüngere Sedimentablagerungen.

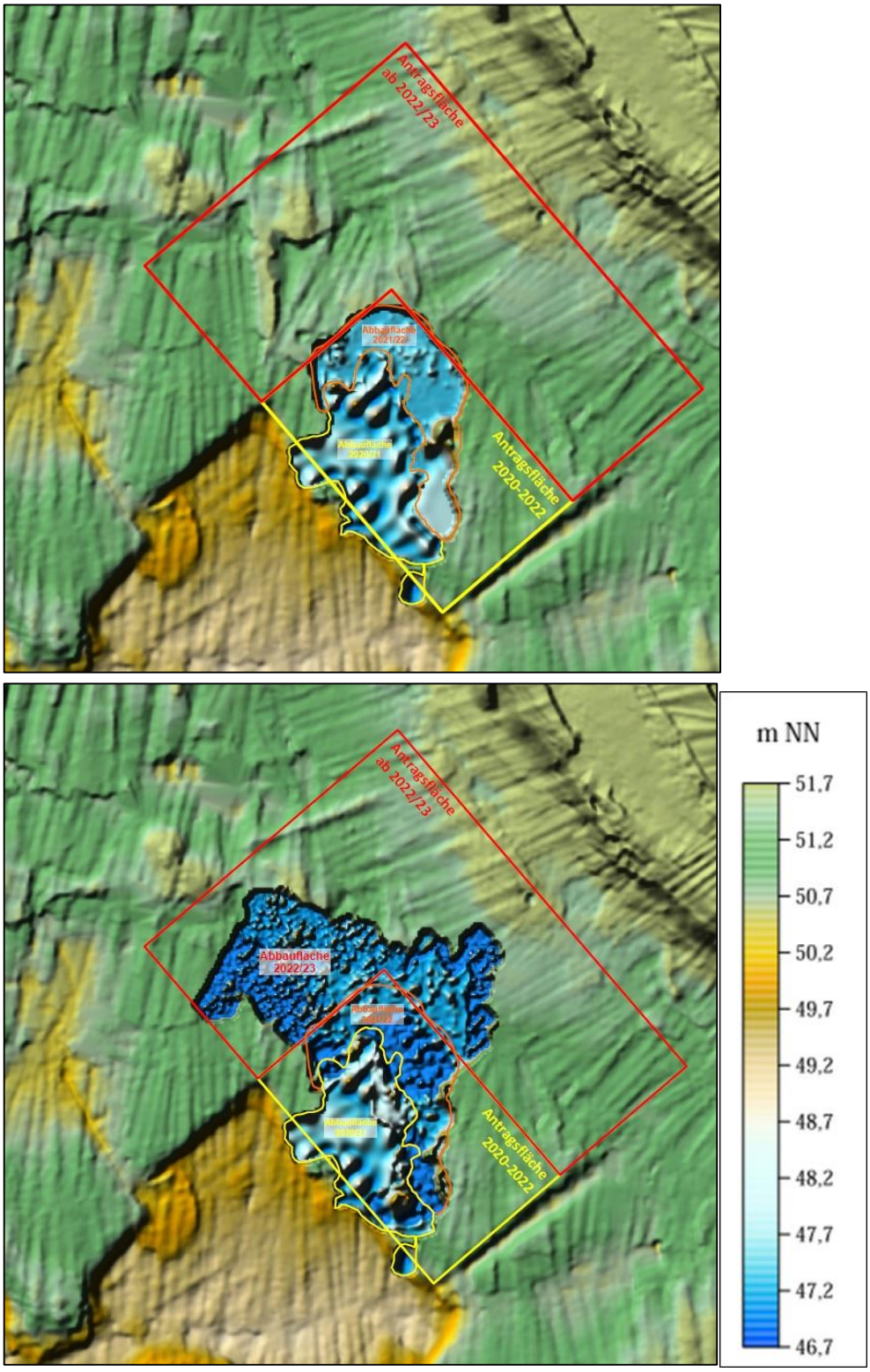


Abbildung 2: Seebodenrelief vor (oben) und nach (unten) dem Abbau sowie Lage des Abbaufeldes (vom AG übernommen); unmaßstäblich

3.2. Tiefenprofilaufnahme

Während der Förderung von Bernstein aus dem Großen Goitzschesee im November 2022 sowie auch im November 2023 war der Seewasserkörper im Stadium der Zirkulation vorzufinden. Die oberflächennahen Temperaturen wurden bei etwa 9,4 °C (November 2022) bzw. 10,0 °C (November 2023) gemessen. An den Messstellen MST1 und MST2 wurden jeweils isotherme Verhältnisse belegt; an der tieferen Messstelle XN3 konnte eine Restschichtung nachgewiesen werden. Diese vergleichsweise lange Schichtungsperiode bis Ende Oktober eines Jahres ist vordergründig mit der Tiefe des Gewässers in Zusammenhang zu bringen. Für die Seemessstelle XN3 wurden 2022 bis 2023 Tiefen von 45 m bis 46 m dokumentiert.

Bei den Tiefenprofilaufnahmen Ende Mai 2023 war der Große Goitzschesee thermisch geschichtet. Kurz nach Beginn der Bernsteinförderung wurden im November 2022 im Bereich des Abbaus (MST1 und MST2) Wassertiefen von ca. 20 m bis 21 m gemessen. Aufgrund der deutlich geringeren Tiefe wurde für das Förderareal im November 2022 und November 2023 keine Restschichtung mehr dokumentiert. Wie der nachfolgenden Abbildung entnommen werden kann, ist keine Beeinflussung der thermischen Schichtung durch die Bernsteinförderung nachweisbar.

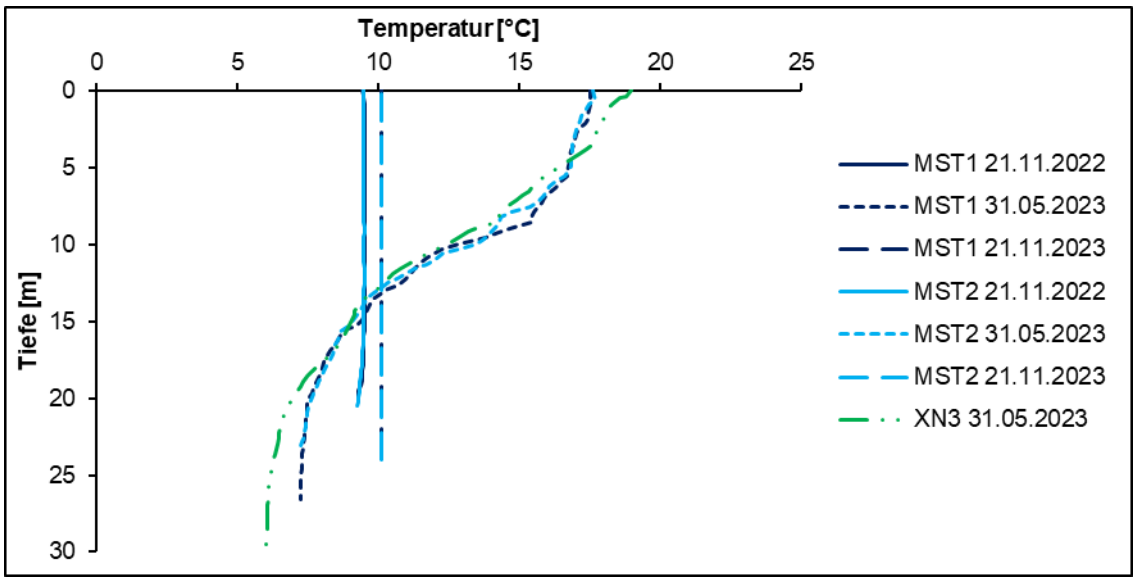


Abbildung 3: Entwicklung der Temperatur während der Abbauphase in den Messstellen MST1 und MST2

Die Beprobungspunkte MST1 und MST2 waren zu allen Beprobungszeitpunkten vollständig mit Sauerstoff gesättigt. Bei der Probenahme im November 2023 wurde an der Referenzmessstelle XN3 eine minimale Sauerstoffsättigung von unter 70% erfasst.

3.3. Chemische Charakterisierung der Wasserbeschaffenheit

Bei den Untersuchungen von November 2022 bis November 2023 wurde eine durchschnittliche Alkalinität (Säurekapazität; $K_{S4,3}$) von 0,8 mmol/l für alle Messstellen bestimmt. Für die mittlere Basekapazität wurden 0,06 mmol/l errechnet und damit eine ausreichende Pufferkapazität gegenüber Säureeinträgen belegt. Bewertungsrelevante Unterschiede waren weder zwischen den Beprobungsterminen (vor, während und nach der Förderung) noch an den einzelnen Seemessstellen bzw. zwischen der Oberflächenprobe (0-10 m) und der Probe aus der Grundlamelle erkennbar. An den Seemessstellen MST1 und MST2 wurden während der Förderung von Bernstein pH-Werte zwischen 7,6 und 7,8 im schwach basischen Bereich bestimmt. Während dieses Zeitraumes wurden an der Referenzmessstelle XN3 die pH-Werte auf einem vergleichbaren Niveau zwischen 7,6 und 7,9 gemessen. Eine Abnahme des pH-Wertes während der Stagnation (lediglich im Mai 2023) im Bereich der Grundlamelle war dabei an allen drei Messstellen nachweisbar. In der nachfolgenden Abbildung ist die Entwicklung des pH-Wertes über die Tiefe der beiden Messstellen MST1 und MST2 im aktuellen Abbauzeitraum dargestellt.

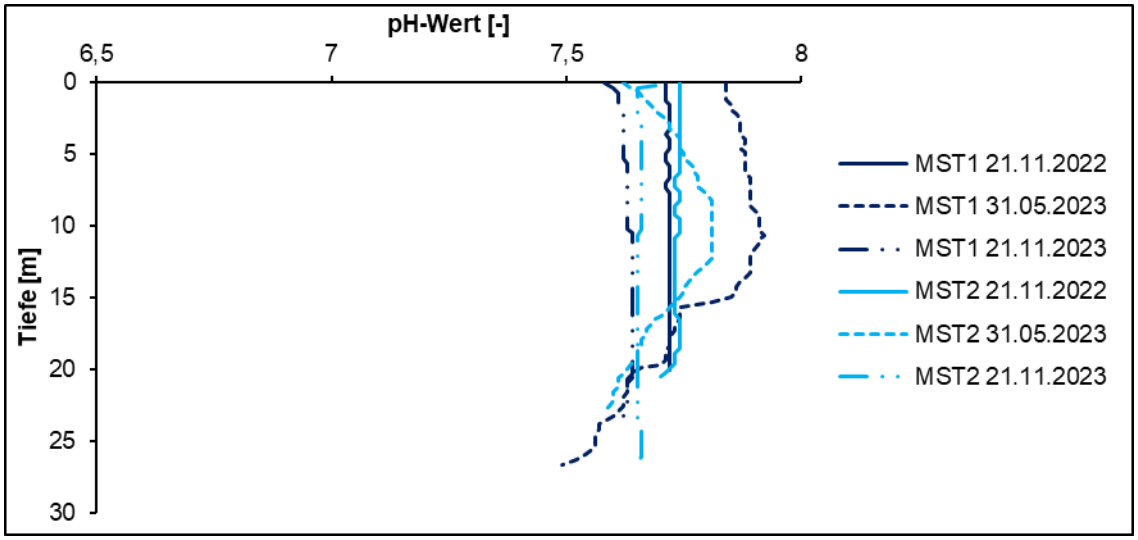


Abbildung 4: Entwicklung des pH-Wertes während der Abbauphase in den Messstellen MST1 und MST2

In Auswertung von Abbildung 4 ist keine deutliche Abnahme des pH-Wertes ab ca. 10 m Tiefe während der Stagnationsphase im Mai 2023 ersichtlich. Ein solcher Verlauf der vertikalen pH-Entwicklung (in die Tiefe) wurde zuletzt 2015 an der Messstelle XM3 (Erhebung der Daten im Rahmen des MHM der LMBV mbH) ermittelt. Insofern wurde bereits vor der Entnahme von Bernstein aus dem Sediment des Großen Goitzschesees eine natürliche pH-Abnahme während der Stagnationsphase belegt. Zum damaligen Zeitpunkt wurden die pH-Werte auf einem geringfügig höheren Niveau erfasst. Insgesamt kann die Abnahme des pH-Wertes während der Stagnation im Meta- und Hypolimnion hauptsächlich auf die für geschichtete Seen typische vertikal unterschiedliche Dominanz von assimilatorischer CO_2-Aufnahme bei der Photosynthese (protonenverbrauchender Prozess; überwiegt im Epilimnion) und dissimilatorischer CO_2-Freisetzung bei der At-

mung (protonenproduzierender Prozess, überwiegt im Hypolimnion) durch die verschiedenen Planktonorganismen zurückgeführt werden. In der nachfolgenden Abbildung wurde die pH-Wertentwicklung über die Tiefe für die Referenzmessstelle XN3 den Profilen der Messstellen MST1 und MST2 für die Stagnationsphase gegenübergestellt. Die Der pH-Wert nahm im Bereich des Abbaufeldes im Vergleich zur unbeeinflussten Referenz mit der Tiefe stärker ab. Während der Stagnation kann lokal begrenzt die Abnahme des pH-Wertes folglich auch im Zusammenhang mit dem absinkenden bzw. aufgewirbelten Sediment aus der Bernsteinförderung in Verbindung gebracht werden. Um dieses genauer verifizieren zu können, sind weitere Untersuchungen notwendig. Bei den in der Vergangenheit zur Bernsteingewinnung begleitenden Untersuchungen wurde der Große Goitzschesee fast immer im Zustand der Zirkulation erfasst. In der Zirkulationsphase wies der Große Goitzschesee im Tiefenprofil einen einheitlichen pH-Wert über die Tiefe auf, dies wurde in den Untersuchungen 2020 bis 2022 bestätigt (vgl. Abbildung 5). Eine Tendenz zur Versauerung des Teilbeckens Mühlbeck im Zusammenhang mit den Eingriffen in das Sediment (beim Abbau von Bernstein), wurde bisher nicht dokumentiert.

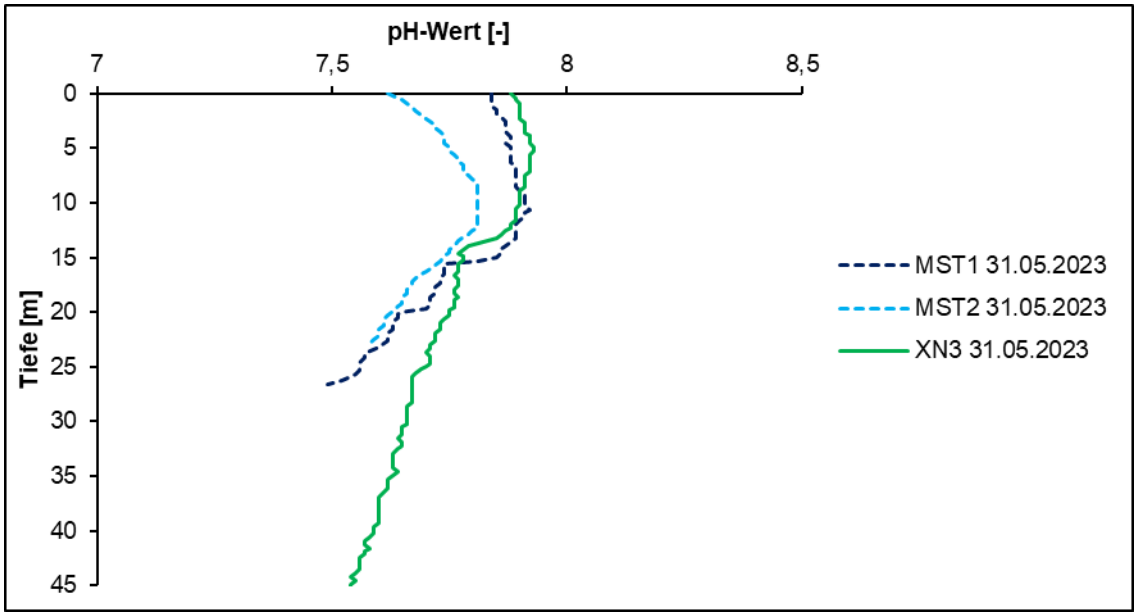


Abbildung 5: Entwicklung des pH-Wertes während der Stagnationsphase

Die Leitfähigkeiten wurden oberflächennah an allen Seemessstellen vergleichbar zwischen 1.340 µS/cm und 1.360 µS/cm bestimmt. Insofern wurde zwischen den Messstellen im Bereich des Förderareals und der Referenzstelle XN3 eine vergleichbare Mineralisation ermittelt. In der nachfolgenden Abbildung ist eine geringfügige Zunahme der Leitfähigkeit im Mai 2023 (Stagnation) an allen drei untersuchten Messstellen erkennbar. Eine Beeinflussung für diesen Parameter infolge der Bernsteingewinnung kann ausgeschlossen werden, da auch die Referenzmessstelle XN3 für den Großen Goitzschesee einen vergleichbaren Verlauf bezüglich der Leitfähigkeit aufweist.

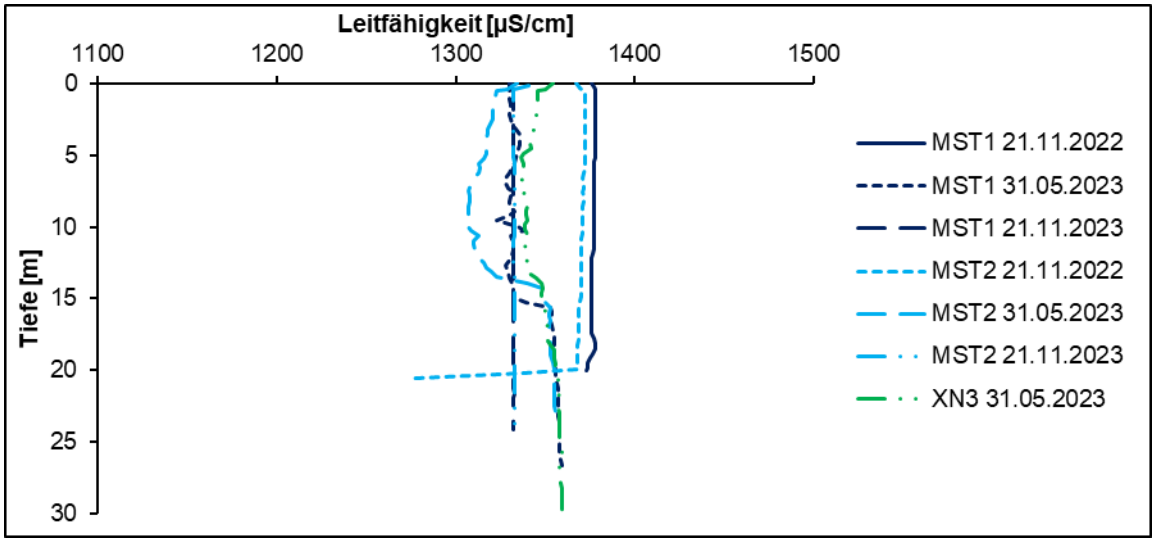


Abbildung 6: Entwicklung der Leitfähigkeit während der Abbauphase in den Messstellen MST1 und MST2

Der Seewasserkörper des Großen Goitzschesees ist im Vergleich zu anderen vom Bergbau beeinflussten Oberflächengewässern als vergleichsweise mäßig mineralisiert zu charakterisieren, die Ursache ist primär im Zufluss von gering mineralisiertem Oberflächenwasser aus der Mulde während der Hochwasserereignisse 2002 und 2013 zu sehen.

Die Sulfatgehalte wurden zwischen 630 mg/l (Mai 2023) und 700 mg/l (November 2022) an allen Messstellen im Förderareal vergleichbar analysiert. Während des Förderzeitraumes wurden Sulfatgehalte im Bereich des Abbauareals vergleichbar mit den Sulfatgehalten an der vom Bernsteinabbau unbeeinflussten Seemessstelle XN3 bestimmt (vgl. Abbildung 8). Eine Beeinflussung durch den Bernsteinabbau konnte nicht nachgewiesen werden.

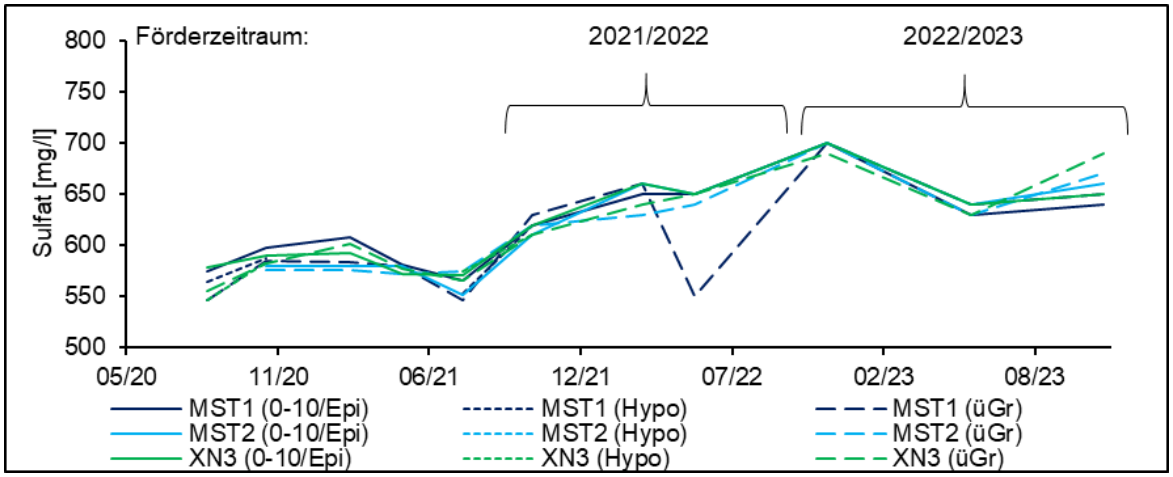
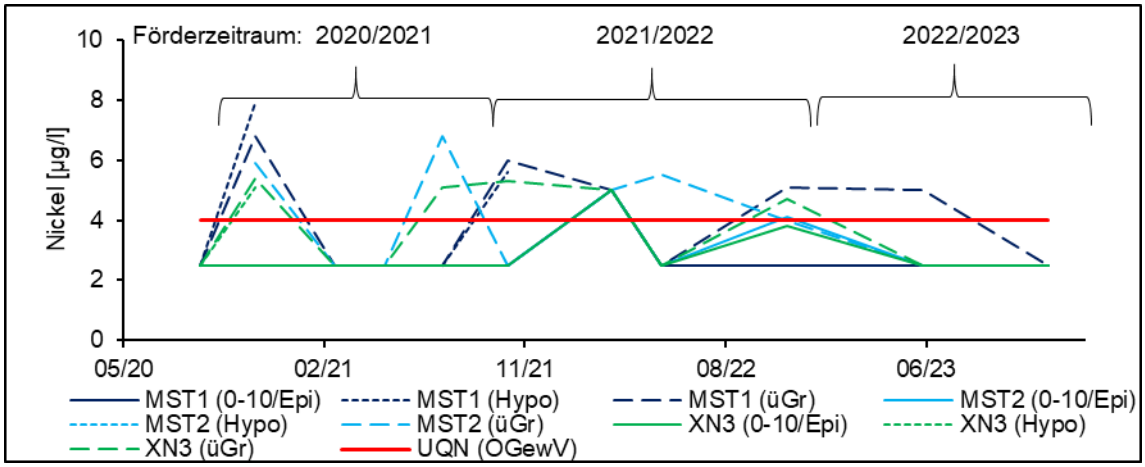


Abbildung 7: Entwicklung der Sulfatgehalte an den 3 Messstellen (MST1, MST2, XN3)

Bezüglich Natrium wurden im Förderzeitraum an der Seemessstelle MST1 Gehalte zwischen 30 mg/l und 34 mg/l analysiert. Ein vergleichbares Konzentrationsniveau wurde für das vom Bernsteinabbau unbeeinflusste Areal um die Referenzmessstelle XN3 mit 29 mg/l bis 38 mg/l bestimmt.

Für Chlorid wurde im selben Zeitraum an der MST1 eine geringe Konzentration von etwa 64 mg/l analysiert. Für die Referenzmessstelle XN3 wurden die Chloridgehalte bei ähnlichen Konzentrationen dokumentiert (vgl Prüfbericht in Anlage 2) Die Ergebnisse waren wieder vergleichbar, ein Anstieg der Salzgehalte durch das Wiedereinbringen des Sedimentes mit anhaftender Salzlauge war daraus nicht ableitbar.

Die Metalle Blei, Cadmium und Kupfer wurden unterhalb bzw. im Bereich der jeweiligen Bestimmungsgrenze analysiert. Für das Halbmetall Arsen wurden ebenfalls Gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze erfasst. Für den Parameter Nickel wurden geringe nachweisbare Gehalte fast ausschließlich in den über Grund Proben aller drei Messstellen ermittelt. In der nachfolgenden Abbildung sind die Nickelgehalte seit 2020 sowie die Umweltqualitätsnorm (UQN) der OGewV (2016; bei 4 µg/l) dargestellt. Insofern waren teilweise Überschreitungen ersichtlich. Da die Überschreitungen zum Teil zum Zeitpunkt der Außerbetriebnahme des Förderschiffes sowie zeitgleich in der Referenzmessstelle XN3 erfasst wurden, kann eine Beeinflussung durch die Bernsteinförderung nicht ausgeschlossen, aber auch nicht bestätigt werden. Eine Beeinflussung der Referenzmessstelle XN3 durch die Bernsteinförderung wurde ausgeschlossen.

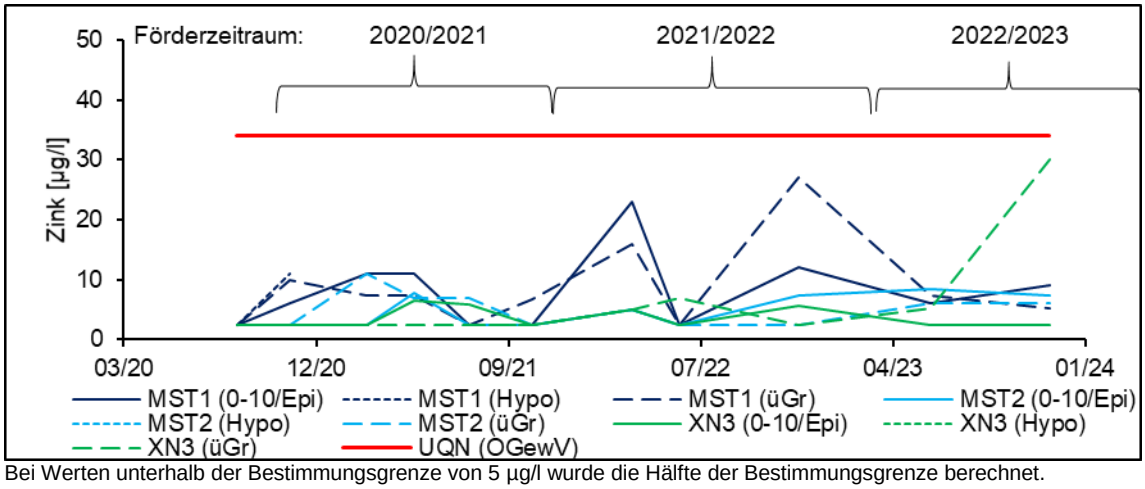


Bei Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze von 5 µg/l wurde die Hälfte der Bestimmungsgrenze berechnet.

Abbildung 8: Entwicklung der Nickelgehalte an den 3 Messstellen (MST1, MST2, XN3)

Bezüglich Zink wurden größtenteils Gehalte auf niedrigem Niveau mit maximal 30 µg/l in der Grundprobe der Messstelle XN3 (21.11.2023) bestimmt. Im November 2022 zeigten sich gleichermaßen an den Messstellen XN3 und MST1 die höchsten insgesamt gemessenen Zinkgehalte (MST1 27 µg/l; XN3 25 µg/l), wenngleich auch diese Werte noch immer als gering zu betrachten sind. Eine lokale Beeinflussung durch den Bernsteinabbau kann somit nicht ausgeschlossen, jedoch auch nicht verifiziert werden. In der nachfolgenden Abbildung ist die Entwicklung der Zinkgehalte seit Abbauzeitraum 2020/2021

dargestellt. Seit Beginn der Förderung wurde die UQN der OGweV (2016; bei 34 µg/l) nicht überschritten.



Bei Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze von 5 µg/l wurde die Hälfte der Bestimmungsgrenze berechnet.

Abbildung 9: Entwicklung der Zinkgehalte an den 3 Messstellen (MST1, MST2, XN3)

Für den Parameter Eisen(II) wurden im freien Wasserkörper Gehalte zwischen < 0,01 mg/l und 0,16 mg/l analysiert, in den Proben aus der Grundlamelle wurden teilweise geringfügig höhere Gehalte nachgewiesen; der höchste Wert war im Hypolimnion zu verzeichnen (max. 0,88 mg/l im Hypolimnion MST1; vgl. Abbildung 10). Insgesamt ist dieses Niveau als gering zu bewerten. Während der Förderung von Bernstein konnte in der Übergrundprobe an der MST1 (direkt am Förderschiff) ein geringer Anstieg der Eisen(II)-Gehalte nachgewiesen werden. An der ca. 100 m entfernten MST2 wurde eine zur Referenzprobe (XN3) vergleichbare Konzentration ermittelt. Insgesamt waren die Eisengehalte für Oberflächengewässer in durch Bergbau beeinflussten Gebieten als nicht ungewöhnlich zu bezeichnen. Die Beeinflussung des Oberflächengewässers durch die geringfügig höheren Eisengehalte während der Förderung unmittelbar lokal am Förderschiff ist für den Seewasserkörper als unbedeutend zu bewerten. Zu Stillstandszeiten (Juli 2021) entsprach das Konzentrationsniveau wieder etwa dem an der Seemessstelle XN3.

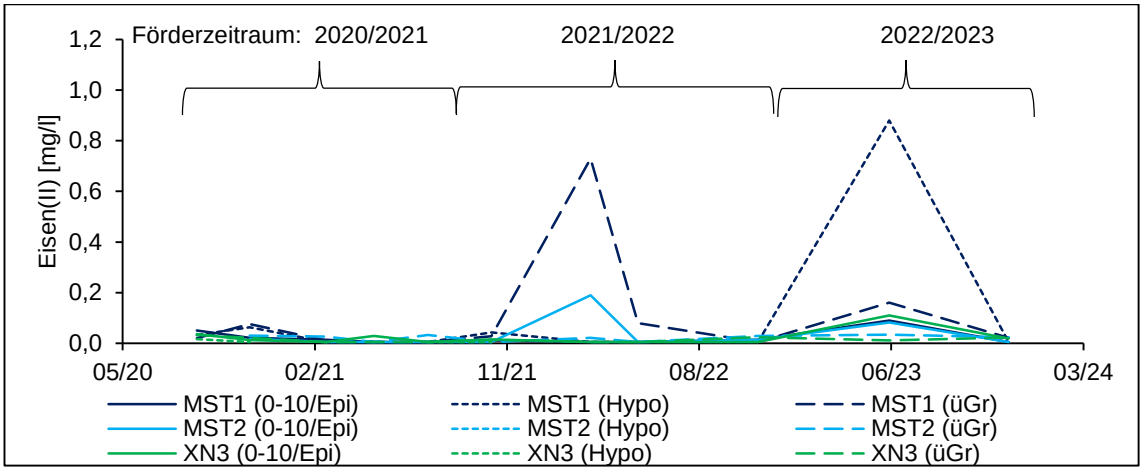


Abbildung 10: Entwicklung der Eisen(II)-Gehalte in den 3 Messstellen (MST1, MST2, XN3)

Für Mangan wurden Konzentrationen zwischen 0,01 mg/l und 0,09 mg/l auf einem ebenfalls geringen Niveau erfasst. Auch für Mangan war teilweise eine geringfügige Zunahme der Gehalte in der Grundlamelle nachweisbar, welche auch in der Referenzmessstelle XN3 beobachtet wurde.

Hinsichtlich des Phosphorgehaltes zeigten sich an allen Messstellen ausschließlich Gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG bei 0,005 mg/l). Es wurde entsprechend kein Einfluss infolge der Bernsteinförderung (Lösung von Phosphor aus dem Sediment bei Eingriff in die Gewässersohle) nachgewiesen.

Die Ergebnisse der analytischen Untersuchungen der Kampagnen 2022/2023 sind in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengefasst.

Im Ergebnis wurden an den Seemessstellen MST1 und MST2 während der Förderperiode vor allem im Mai und im November 2023 erhöhte Trübungswerte sowie ein u. a. höherer Gehalt an abfiltrierbaren Stoffen ermittelt, welches ursächlich mit der Wiedereinbringung sowie der Aufwirbelung von Sediment in Zusammenhang gebracht wird (21.11.2023, MST1 bei 8,2 mg/l über Grund). Auffällig und insofern unerwartet ist, dass im Mai 2023 an der Messstelle MST2 höhere Werte an abfiltrierbaren Stoffen ermittelt wurden als an MST1 (31.05.2023. MST1: 4,4 mg/l; MST2: 15 mg/l; jeweils im Hypolimnion). Eine Verwechslung der Proben oder falsche Etikettierung konnte jedoch ausgeschlossen werden.

In Zusammenhang mit erhöhten Trübungswerten (MST1: Anstieg der Trübung ab 9 m unter Wasseroberfläche von 1 NTU auf max. 7,7 NTU in 12 m Tiefe) im Abbaubereich wurden geringfügig zur Referenzmessstelle XN3 höhere Gehalte an Eisen(II) in der Grundlamelle (Mai 2023: ebenfalls im Hypolimnion) nachgewiesen. Insgesamt war das ermittelte Konzentrationsniveau als unauffällig und die Beeinflussung des Seewasserkörpers (zeitlich begrenzt und nur lokal) als gering zu bewerten.

Tabelle 2: Ergebnisse Wasseranalysen November 2022 bis November 2023

Datum	Probe	pH - Wert	K_S	K_B	abf. Stoffe	Natrium	Chlorid	Sulfat	Fe(II)	$Mn_{gel.}$	P_{gesamt}	N_{gesamt}	Arsen	Blei	Cad-mium	Kupfer	Nickel	Zink
			mmol/l		mg/l								µg/l					
während der Förderung																		
21.11.2022	MST1: 0-10 m	7,7	0,82	0,06	< 1,0	30	65	700	0,013	0,011	< 0,010	< 0,5	< 1	< 1	< 1	< 5	< 5	12
	MST1: 19,5 m	7,7	0,8	0,06	< 1,0	33	65	700	< 0,010	0,024	< 0,010	< 0,5	2,2	< 1	< 1	< 5	5,1	27
	MST2: 0-10 m	7,9	0,86	0,04	1,7	30	65	700	0,014	0,013	< 0,010	< 0,5	6,0	< 1	< 1	< 5	< 5	7,3
	MST2: 20 m	7,9	0,83	0,05	2,1	31	65	700	0,029	0,011	< 0,010	1,2	< 1	< 1	< 1	< 5	< 5	< 5
	XN3: 0-10 m	7,9	0,83	0,05	1,0	38	64	700	< 0,010	< 0,005	< 0,010	< 0,5	< 1	< 1	< 1	< 5	< 5	< 5
	XN3: 44,7	7,9	0,85	0,05	< 1,0	31	64	690	0,024	< 0,005	< 0,010	< 0,5	3,2	< 1	< 1	< 5	< 5	< 5
31.05.2023	MST1: 0-8,5 m	7,8	0,84	0,04	< 1,0	31	63	630	0,09	0,029	< 0,010	< 0,5	< 1	< 3	< 1	< 5	< 5	6,1
	MST1: 11-25 m	7,5	0,80	0,07	4,4	32	64	640	0,88	0,052	< 0,010	< 0,5	< 1	< 3	< 1	< 5	< 5	5,5
	MST1: 26 m	7,4	0,77	0,10	5,0	33	64	640	0,16	0,094	< 0,010	< 0,5	< 1	< 3	< 1	< 5	< 5	7,4
	MST2: 0-8 m	7,9	0,84	0,03	< 1,0	29	64	640	0,08	0,028	< 0,010	< 0,5	< 1	< 3	< 1	< 5	< 5	8,5
	MST2: 12-22 m	7,7	0,80	0,07	15,0	29	64	660	0,06	0,043	< 0,010	< 0,5	< 1	< 3	< 1	< 5	< 5	< 5
	MST2: 23 m	7,5	0,79	0,08	5,2	32	63	630	0,03	0,068	< 0,010	< 0,5	< 1	< 3	< 1	< 5	< 5	6,1
	XN3: 0-8,5 m	7,6	0,84	0,07	1,0	32	64	640	0,11	0,026	< 0,010	< 0,5	< 1	< 3	< 1	< 5	< 5	< 5
	XN3: 15-44 m	7,5	0,82	0,09	< 1,0	31	64	630	0,07	0,016	< 0,010	< 0,5	< 1	< 3	< 1	< 5	< 5	< 5
	XN3: 45 m	7,4	0,80	0,11	< 1,0	29	63	630	0,01	0,026	< 0,010	< 0,5	< 1	< 3	< 1	< 5	< 5	< 5
21.11.2023	MST1: 0-7,5 m	7,8	0,81	0,11	< 1,0	32	64	640	< 0,01	0,027	< 0,010	0,5	< 1	< 3	< 1	< 5	< 5	9,1
	MST1: 15-20,2 m	7,7	0,81	0,09	8,2	34	64	650	0,02	0,025	< 0,010	< 0,5	< 1	< 3	< 1	< 5	< 5	5,2
	MST2: 0-7,5 m	7,7	0,81	0,08	1,3	29	66	660	< 0,01	0,024	< 0,010	< 0,5	< 1	< 3	< 1	< 5	< 5	7,3
	MST2: 23,1 m	7,7	0,81	0,07	6,6	31	66	670	0,02	0,024	< 0,010	< 0,5	< 1	< 3	< 1	< 5	< 5	6,0
	XN3: 0-7 m	7,7	0,82	0,05	< 1	34	67	650	0,02	0,015	< 0,010	0,5	< 1	< 3	< 1	< 5	< 5	< 5
	XN3: 43,1 m	7,0	0,74	0,23	< 1	30	67	690	0,02	0,089	< 0,010	0,6	< 1	< 3	< 1	< 5	< 5	30,0

3.4. Trübungsmessung

Ende Juni 2023 wurde auf zwei Achsen die Trübung im Abstand von 50 m über die gesamte Wassersäule aufgenommen. Ausgangspunkt war die Mitte des Förderschiffes (MST1). Aufgrund der Lage des Förderschiffes lagen die vermessenen Achsen in Nordost-Südwest- bzw. Nordwest-Südost-Richtung.

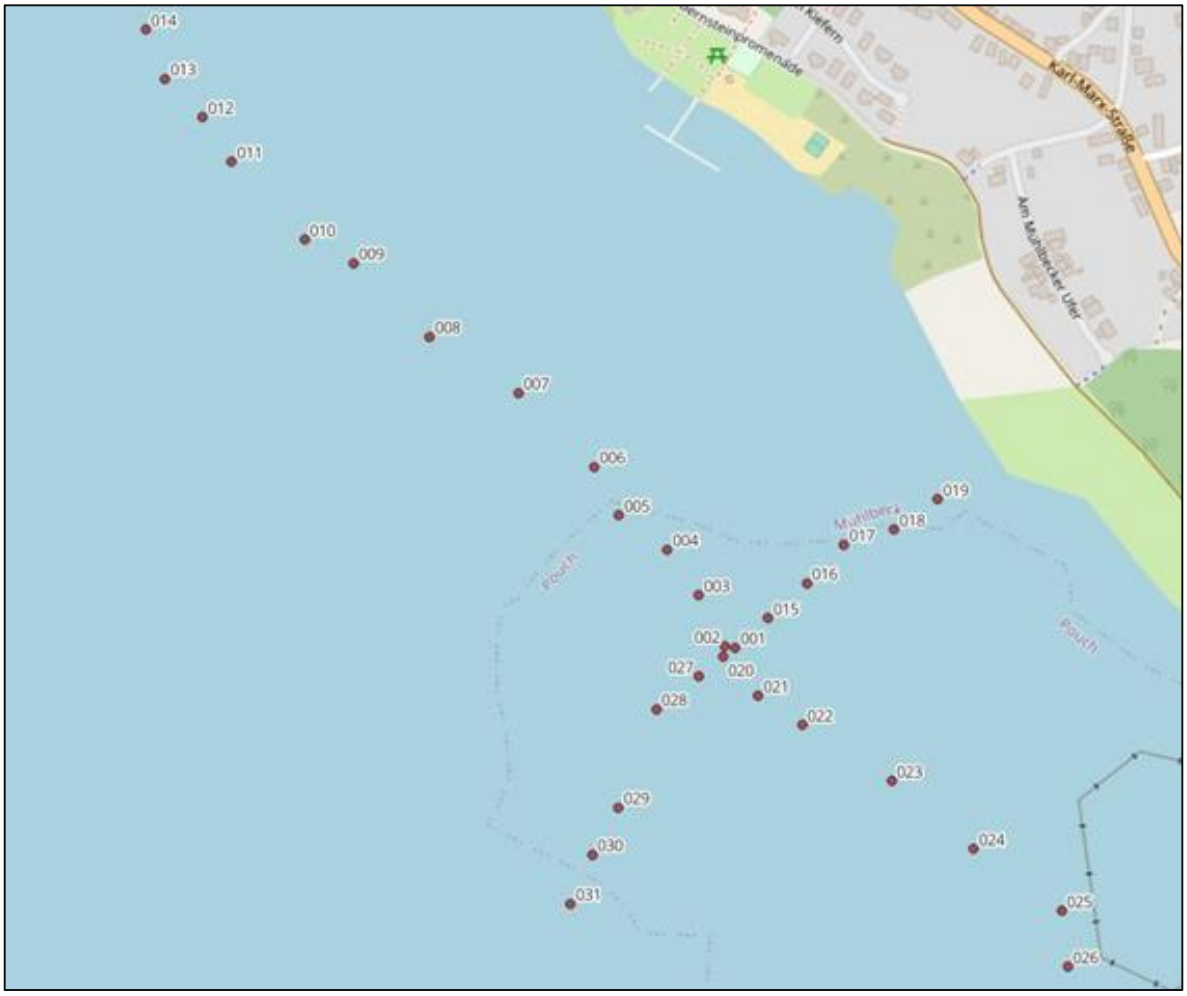


Abbildung 11: Lage der Tiefenprofile im Juni 2023

In den nachfolgenden Abbildungen sind die Ergebnisse der wassertiefenabhängigen Trübung auf den oben erwähnten Achsen dargestellt.

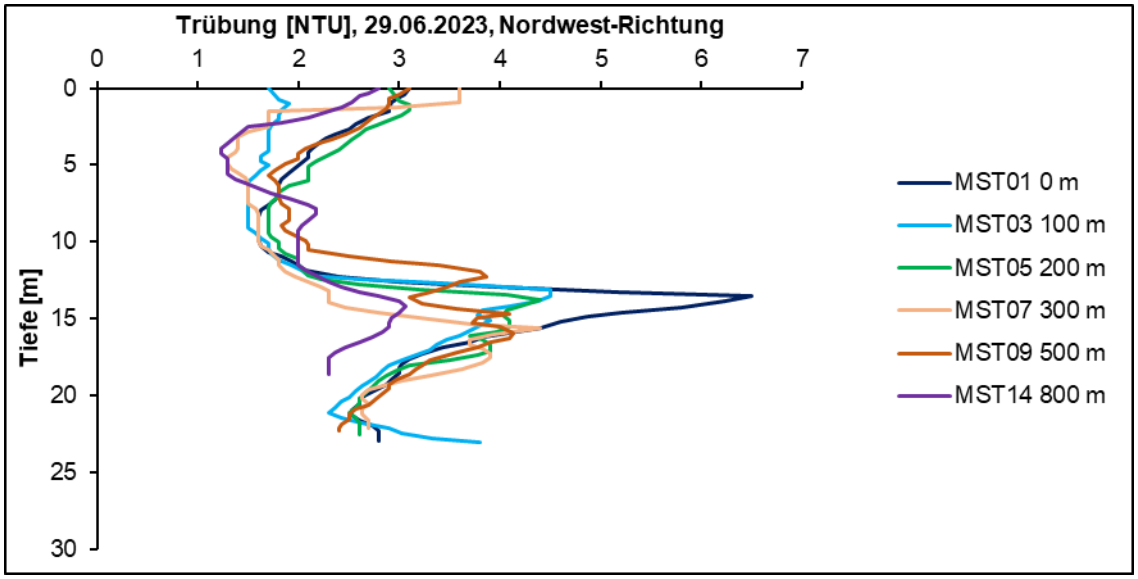


Abbildung 12: Wassertiefenabhängige Trübung in Nordwest-Richtung

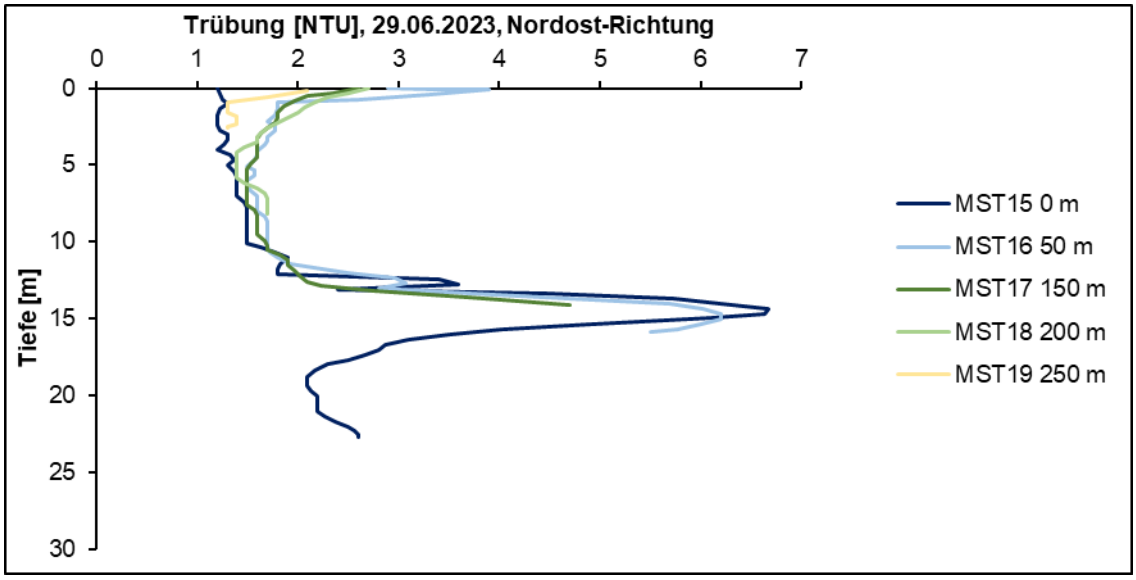


Abbildung 13: Wassertiefenabhängige Trübung in Nordost-Richtung

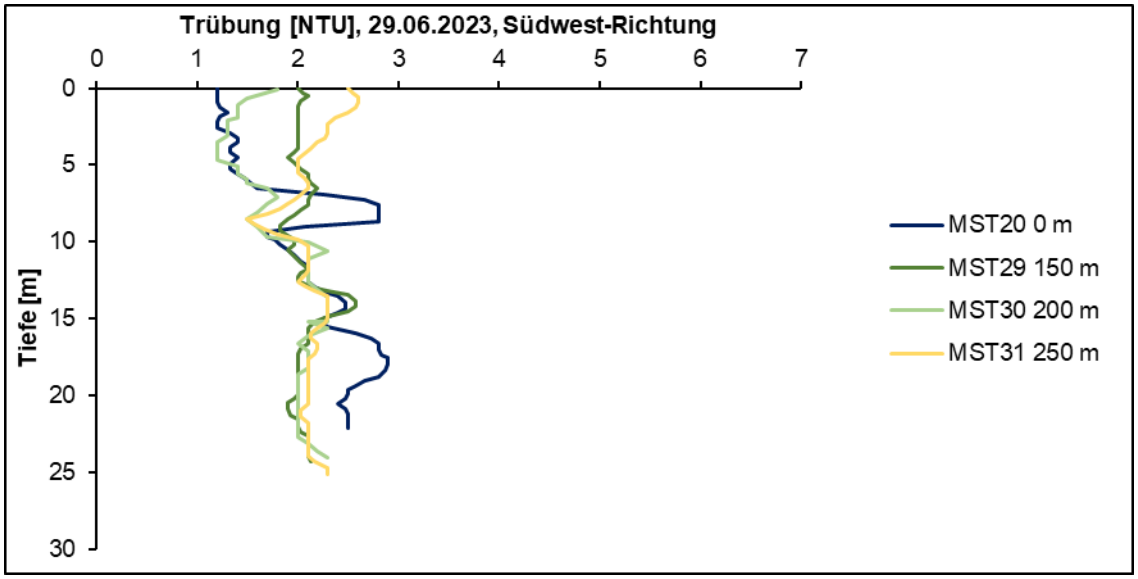


Abbildung 14: Wassertiefenabhängige Trübung in Südwest-Richtung

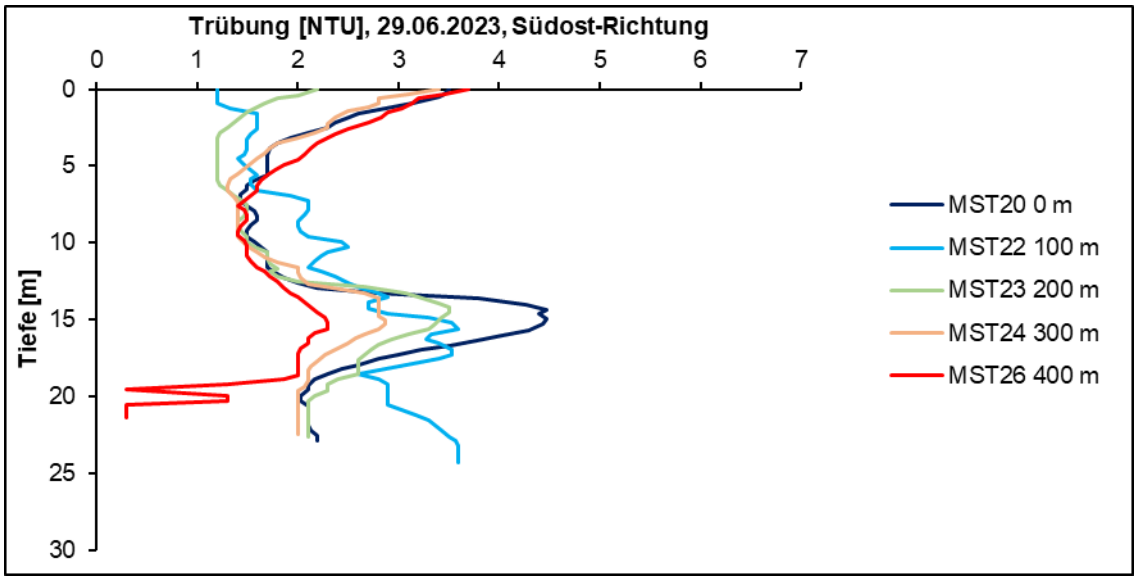


Abbildung 15: Wassertiefenabhängige Trübung in Südost-Richtung

Aus den Abbildungen 13 bis 16 geht hervor, dass zum Zeitpunkt der Schichtung in alle gemessenen Himmelsrichtungen ab einer Tiefe von etwa 10 m ein deutlicher Anstieg der Trübung zu verzeichnen ist (MST1: Anstieg der Trübung ab 9 m unter Wasseroberfläche von 1 NTU auf max. 7,7 NTU in 12 m Tiefe). Diese Zunahme konnte über einen kleinen Horizont bis etwa 17 m Tiefe beobachtet werden. Es folgte ab etwa 18 m eine Abnahme der Trübung, sodass bei 20 m wieder das Trübungsniveau herrscht wie vor dem Anstieg.

Insofern muss davon ausgegangen werden, dass eine Beeinflussung durch den Bernsteinabbau (Eingriff in die Sohle des Gewässers) ab ca. 10 m unter Wasseroberfläche erfolgt und auch nachweisbar ist.

Die im Ergebnis der Tiefenprofilaufnahmen gemessenen Trübungswerte lagen im Förderzeitraum 2022/2023 im oberflächennahen Bereich in der Regel zwischen 0 NTU und 2 NTU, insofern wurden gegenüber der Referenzmessstelle XN3 (0 bis 1 NTU) nur geringfügig höhere Trübungswerte belegt. In der Grundlammelle wurden infolge der Aufwirbelung und Absinken des Sedimentes Trübungswerte zwischen 3 NTU und 150 NTU (MST2) gemessen. Damit wurde in der Grundlamelle von MST2 ein höherer Trübungswert erfasst als in MST1 (MST1 max. 43,5 NTU). In einer Tiefe von etwa 12 m wurde für die MST1 im Mai 2023 ein Maximum von 7,7 NTU erfasst. In der nachfolgenden Abbildung ist die Entwicklung der Trübung während der Abbauphase 2022/2023 für die drei Messstellen MST1, MST2 und XN3 dargestellt. Es zeigt sich, dass ein Anstieg der Trübung in der Nähe des Förderschiffes ab einer Tiefe von etwa 10 m erkennbar wird. In 100 m Entfernung (MST2) ist eine Zunahme der Trübung erst ab 17 m Tiefe festzustellen; die aufgewirbelten Schwebstoffe sinken hinab. Im November beider Beprobungsjahre wurden jeweils nur geringe Trübungswerte erfasst. Dieser Umstand kann mit dem Schichtungsverhalten des Wasserkörpers erklärt werden.

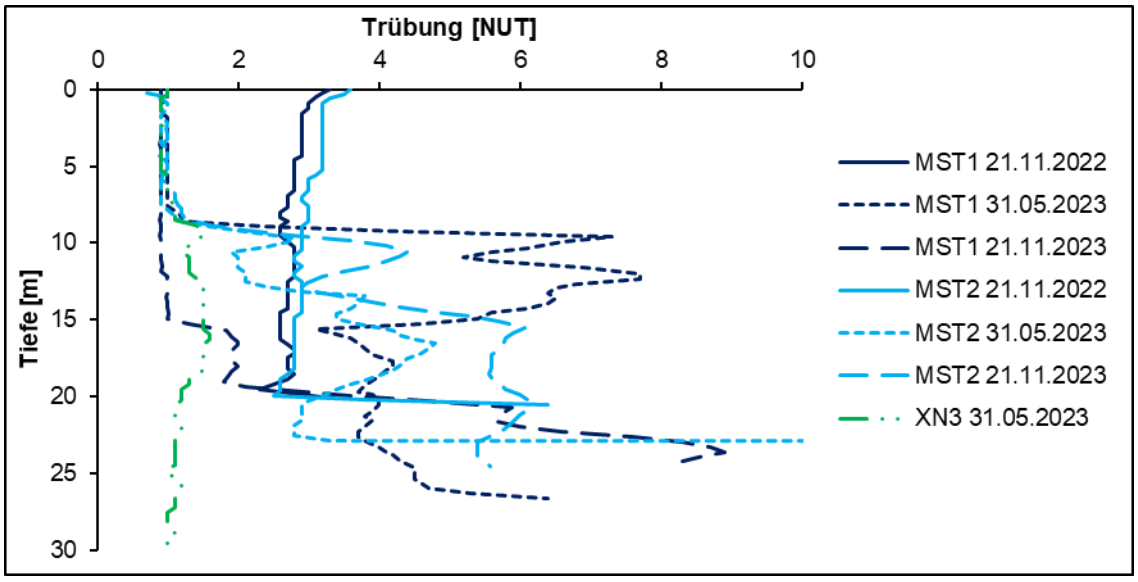
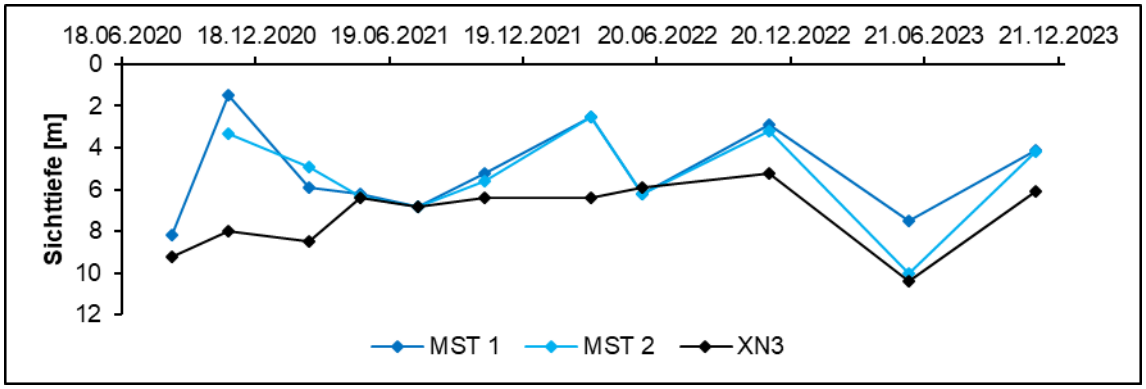


Abbildung 16: Entwicklung der Trübung während der Abbauphase in den Messstellen MST1 und MST2 sowie XN3

Die Trübungsergebnisse wurden sowohl durch die vergleichsweise geringe Sichttiefe (MST1 zwischen 2,9 m und 7,5 m; Referenzmessstelle XN3 bei 5,2 m bis 10,4 m) und der Zunahme der abfiltrierbaren Stoffe im Förderbereich im Vergleich zur Referenzmessstelle bestätigt (siehe Tabelle 2). Die folgende Abbildung 17 zeigt deutlich die Abnahme der Sichttiefe vom Referenzpunkt XN3 bis hin zur MST1 im Förderareal.



Aus Gründen der Anschaulichkeit wurde die Skala für die Sichttiefe umgekehrt

Abbildung 17: zeitliche Entwicklung der Sichttiefe an den 3 Messstellen (MST 1, MST 2, XN3)

Insgesamt ist festzuhalten, dass während des Förderzeitraumes eine Beeinflussung der Sichttiefe und Trübung durch die Bernsteingewinnung für das Teilbecken Mühlbeck infolge der Aufwirbelung und Einleitung von Sediment nachgewiesen werden konnte. Allerdings wurde bereits nach kurzen Stillstandszeiten eine rasche Sedimentation der Schwebstoffe belegt, so dass die Reduzierung der Trübung zu diesem Zeitpunkt deutlich erkennbar war. Insofern ist davon auszugehen, dass eine Beeinflussung durch die Bernsteinförderung auf den Zeitraum der Förderung und voraussichtlich maximal auf das Teilbecken Mühlbeck begrenzt wird. Diese Begrenzung ausschließlich auf das Teilbecken Mühlbeck wurde bereits in den vorangegangenen Untersuchungsjahren 2017 bis 2021 nachgewiesen.

3.5. Beurteilung der Auswirkungen der Förderung von Bernstein auf das Phytoplankton

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Phytoplanktonuntersuchung nur zusammenfassend dargestellt. Detaillierte Ausführungen sind in dem Phytoplanktonbericht (IfUA, 2023) zu finden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen vom 31.05.2023 zeigten erwartungsgemäß Chrysophyceen (vorrangig *Dinobryon*) mit einem Anteil von beinahe 50 % am gesamten Biovolumen. Zudem konnten Diatomeen als Gruppe mit relevanten Anteilen (XN3: 40 %; MST1: 30 %) nachgewiesen werden. Ferner wurden Cryptophyceen (erwartungsgemäß dominierte *Plagioselmis*) erfasst (XN3: ca. 10 %; MST1: ca. 15%). Cyanobakterien wurden in den Proben nicht nachgewiesen.

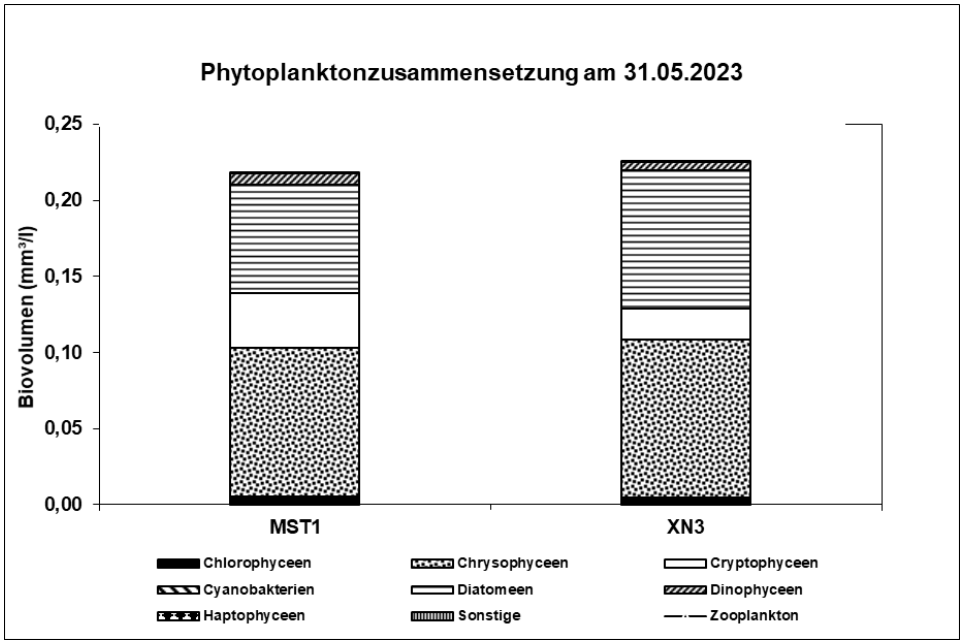


Abbildung 18: Ergebnisse der Phytoplanktonuntersuchung an den Messstellen XN3 (Referenz) und MST1 (Förderschiff) am 31.05.2023

Im Ergebnis der Untersuchung konnte festgestellt werden, dass die beiden im Mai 2023 untersuchten Phytoplanktonproben insgesamt keine relevanten Unterschiede, weder hinsichtlich der Zusammensetzung noch des Phytoplanktonvolumens, aufwiesen.

In der nachfolgenden Abbildung ist die Entwicklung des Phytoplanktonbiovolumens an den Messstellen MST1 und XN3 seit 2020 dargestellt.

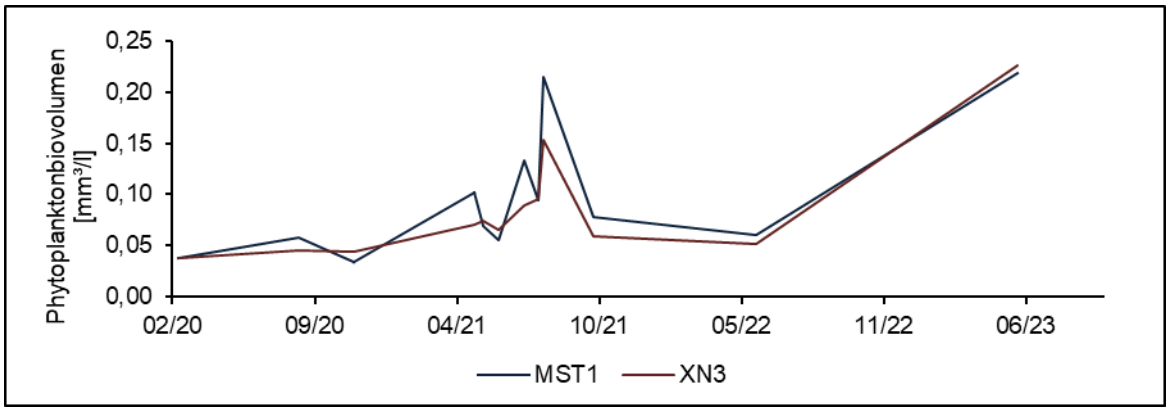


Abbildung 19: Entwicklung der Phytoplanktonbiovolumina an den Messstellen MST1 und XN3, 2020 bis 2023

In Auswertung der obigen Abbildung ist festzustellen, dass das Phytoplanktonbiovolumen an den Messstellen in den Teilbecken Mühlbeck (MST1, Förderschiff) und Niemegk (XN3, Referenz) des Großen Goitzschesees sowohl hinsichtlich des geringen Volumens als auch dessen zeitlicher Entwicklung sehr gut vergleichbar war (11 Untersuchungen im genannten Zeitraum).

4. Zusammenfassung

In Auswertung der Förderung von Bernstein (Zeitraum: November 2022 bis November 2023) war keine dauerhafte Beeinflussung der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des Teilbeckens Mühlbeck, im Bereich des aktiven Abbaufeldes, nachweisbar. Im Verlauf eines ganzjährigen Abbaus (Ausnahme bilden die Monate Juli und August) war während der Stagnation eine Abnahme des pH-Wertes mit der Tiefe nachweisbar, welcher auch in der Referenzmessstelle XN3 erfasst wurde. In Anbetracht der nachgewiesenen ausreichenden Pufferkapazität im Großen Goitzschesees wird auch in naher Zukunft keine Tendenz zur Versauerung des Wasserkörpers gesehen. Eine Beeinflussung der Seewasserqualität durch den Bernsteinabbau wurde in 2022/2023 weder bezüglich einer Tendenz zur Versauerung, der Rücklösung von Nährstoffen noch durch eine Zunahme von Natrium oder Chlorid erfasst.

In Auswertung der vorliegenden Untersuchungen aus dem Jahr 2023 und in Ergänzung aus den Vorjahren 2020 bis 2022 war insgesamt keine negative Beeinflussung des Phytoplanktonwachstums durch den Bernsteinabbau erkennbar. Sowohl die Biovolumina als auch die Taxazusammensetzung waren an der MST1 und der Referenzmessstelle XN3 etwa vergleichbar und eine relevante Beeinflussung etwa durch erhöhte Trübungswerte nicht erkennbar.

Wie im Bericht 2021-2022 empfohlen, wurden 2023 Tiefenprofilaufnahme vom Schiff bis zum Ufer des Beckens Mühlbeck auf 2 Schnittachsen durchgeführt, um die Reichweite der von dem Förderschiff hervorgerufenen Trübung zu erfassen. In Auswertung der Tiefenprofilaufnahme bis 800 m vom Förderschiff entfernt auf zwei Schnittachsen (Nord-Süd und West-Ost) war eine Erhöhung der Trübung in Tiefen zwischen 15 m und 20 m bei 500 m noch nachweisbar.

Die bisherigen Phytoplanktonuntersuchungen weisen auf keine negative Beeinflussung des Phytoplanktonwachstums durch den Bernsteinabbau hin. Die Biovolumina der MST1 und der Referenzmessstelle XN3 waren vergleichbar.

5. Empfehlungen zum weiteren Vorgehen

Für das Monitoring im Rahmen der Bernsteinförderung werden in Bezug auf die Kontrolle der Wasserqualität hinsichtlich einer möglichen Beeinflussung des Seewasserkörpers nachfolgende Empfehlungen ausgesprochen.

Bei einem geplanten Abbau von September bis Juni werden die in Tabelle 3 aufgeführten Beprobungsintervalle und Parameter empfohlen. Im unmittelbaren Einzugsgebiet der Bernsteingewinnung (Planung sieht den Einsatz des Schiffes im Teilbecken Mühlbeck vor) sollten vorerst weiterhin zwei Seemessstellen in die Untersuchung eingebunden werden. Durch die MST1 ist dabei immer das aktuell aktive Abbaufeld zu erfassen, während mit der Seemessstelle MST2 (nur noch Tiefenprofil) Aussagen zu Auswirkungen auf die unmittelbare Umgebung abgeleitet werden können. Die Einbeziehung einer dritten Seemessstelle (Seemessstelle XN3 der LMBV mbH im benachbarten Teilbecken Niemegk) dient als Referenzpunkt, um eine Beeinflussung über das Teilbecken Niemegk hinaus ausschließen zu können. In Auswertung der vorliegenden Beprobungskampagnen war keine Beeinflussung des Wasserchemismus nachweisbar. Auch waren keine analytischen Unterschiede zwischen der Ruhephase und der Abbauphase erkennbar.

Folgende zum Bernsteinabbau begleitende Untersuchungen werden für den Förderzeitraum 2023/2024 empfohlen:

Tabelle 3: Beprobungsplan, -umfang und Analyseumfang für den Förderzeitraum 2023/2024

Zeitraum	Probenahmen/ durchzuführende Leistungen	Profil Seesohle (AG)	Profilschnitt (Tiefenprofile)	Wasserprobe + Tiefenprofil MST1	Tiefenprofil MST2	Wasserprobe + Tiefenprofil XN3	Probenahmeteufe (Epi, Hypo, über Grund)	Probenahmeteufe (0-10 m, über Grund)	Vor-Ort-Parameter	Analytik: abfiltrierbare Stoffe, $N_{ges.}$, $P_{ges.}$, Fe(II), Mangan, Säure- Basekapazität, Natrium, Chlorid, As, Pb, Cd, Ni, Zn, Cu
Ruhephase	Aug. 23	X								
Phase der Bernsteinförderung	Sep. 23									
	Okt. 23									
	Nov. 23		X	X	X	X		X	X	X
	Dez. 23									
	Jan. 24									
	Feb. 24									
	Mrz. 24									
	Apr. 24									
	Mai. 24									
	Jun. 24			X	X	X	X		X	X
Ruhephase	Jul. 24	x								
	Aug. 24									

Das Profil der Seesohle sollte wie bisher praktiziert, durch den Auftraggeber vor Beginn und nach Ende der Förderung aufgenommen werden.

In Auswertung der o. g. Empfehlungen sind mögliche Änderungen des Untersuchungskonzeptes generell nicht auszuschließen und sollten jeweils zeitnah mit der zuständigen Behörde abgestimmt werden.

Die jeweils erhobenen Daten sollten in einem jährlichen Bericht dargestellt und mögliche zeitliche Veränderungen bzw. Einflüsse auf den Seewasserkörper bewertet werden. Jeweils auf der Basis des Vorjahres ist der weitere Umfang der Untersuchungen im Folgejahr abzustimmen.

Bitterfeld, den 18.12.2023

Chantal Flo Küster

M.-K. Herrmann

Chantal Flo Küster (M.Sc. Hydrobiol.) Marie-Kristin Herrmann (M. Sc. Geoökol.)

6. Literaturverzeichnis

IfUA Umweltberatung und Gutachten GmbH (IfUA, 2023): Förderung von Bernstein aus dem Goitzschesee – Monitoringbericht Phytoplankton 2023 -. Bitterfeld, 28.11.2023.

Landkreis Anhalt-Bitterfeld (LK ABI, 2018): Wasserrechtlicher Bescheid zur saisonalen Förderung von Bernstein aus der Goitzsche, Teilbecken Mühlbeck Goitzsche. Bitterfeld, 01.10.2018.

Landkreis Anhalt-Bitterfeld (LK ABI, 2021): Saisonale Förderung von Bernstein aus der Goitzsche, Teilbecken Mühlbeck: September 2021 – Juni 2022; Wasserrechtlicher Bescheid. Bitterfeld, 20.09.2021.

OGewV (2016): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewasser (Oberflächengewässerverordnung– OGewV) vom 20.Juni 2016, BGBl. I S. 1373